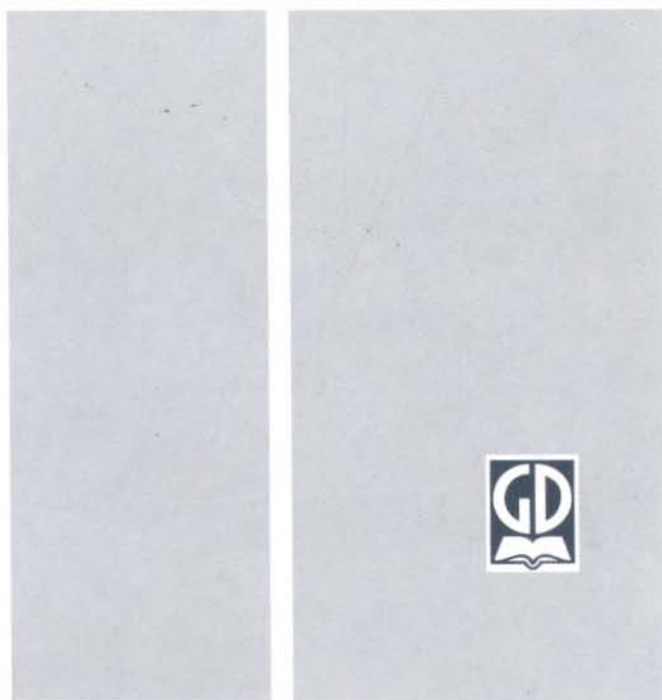
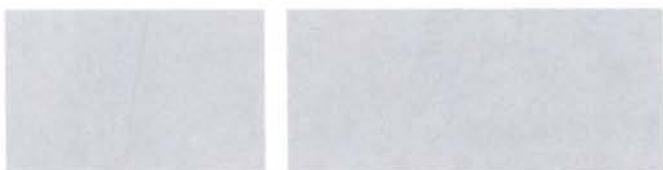


NGUYỄN MẠNH TIẾN - VŨ QUANG HỒI

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

MÁY GIA CÔNG KIM LOẠI



NGUYỄN MẠNH TIẾN - VŨ QUANG HỒI

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

MÁY GIA CÔNG KIM LOẠI

(Tái bản lần thứ sáu)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay trong các lĩnh vực sản xuất của nền kinh tế quốc dân, cơ khí hóa có liên quan chặt chẽ đến điện khí hóa và tự động hóa. Hai yếu tố sau cho phép đơn giản kết cấu cơ khí của máy sản xuất, tăng năng suất lao động, nâng cao chất lượng kĩ thuật của quá trình sản xuất và giảm nhẹ cường độ lao động.

Việc tăng năng suất máy và giảm giá thành thiết bị điện của máy là hai yêu cầu chủ yếu đối với hệ thống truyền động điện và tự động hóa nhưng chúng mâu thuẫn nhau. Một bên đòi hỏi sử dụng các hệ thống phức tạp, một bên lại yêu cầu hạn chế số lượng thiết bị chung trên máy và số thiết bị cao cấp. Vậy việc lựa chọn một hệ thống truyền động điện và tự động hóa thích hợp cho máy là 1 bài toán khó.

Sách "Trang bị điện - điện tử máy gia công kim loại" đề cập đến phần điện - điện tử của các máy gia công kim loại là những loại máy chủ yếu và quan trọng trong công nghiệp nặng của nền kinh tế quốc dân với 2 loại máy : máy cắt kim loại và máy gia công kim loại bằng áp lực.

Sách được chia làm 2 phần :

Phần I : Trang bị điện - điện tử các máy cắt gọt kim loại gồm các nhóm máy : Tiện, bào giường, doa, mài và máy cắt gọt kim loại với điều khiển chương trình số.

Phần II : Trang bị điện - điện tử các máy gia công kim loại bằng áp lực, gồm các máy cán và dót dập.

Ở mỗi loại máy, sách trình bày có hệ thống các đặc điểm làm việc, phương pháp xác định phụ tải, công suất động cơ truyền động cho máy, các đặc điểm và yêu cầu đối với hệ thống trang bị điện - điện tử của máy, các khâu điều khiển điển hình và một số sơ đồ điều khiển các máy cụ thể trong thực tế.

Sách được dùng làm tài liệu học tập chính cho sinh viên chuyên ngành Tự động hóa, đồng thời có thể làm tài liệu tham khảo cho cán bộ công tác trong lĩnh vực Tự động hóa, Trang bị điện các máy sản xuất.

Sách do các cán bộ giảng dạy của Khoa Tự động hóa XNCN - Trường Đại học bách khoa biên soạn. Nguyễn Mạnh Tiến chủ biên và viết phần I, Vũ Quang Hồi viết phần II. PTS Nguyễn Văn Liễn đã đọc bản thảo và đóng góp nhiều ý kiến quý báu.

Các tác giả rất vui lòng nhận các ý kiến phê bình và đóng góp ý kiến nhận xét cho cuốn sách để tiếp tục chỉnh lí và tái bản lần sau. Địa chỉ : Khoa Tự động hóa XNCN - Trường DHBK Hà Nội C9-104.

Các tác giả

PHẦN I

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY CẮT KIM LOẠI

Chương 1

KHÁI NIỆM CHUNG

§1.1. PHÂN LOẠI MÁY CẮT KIM LOẠI

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

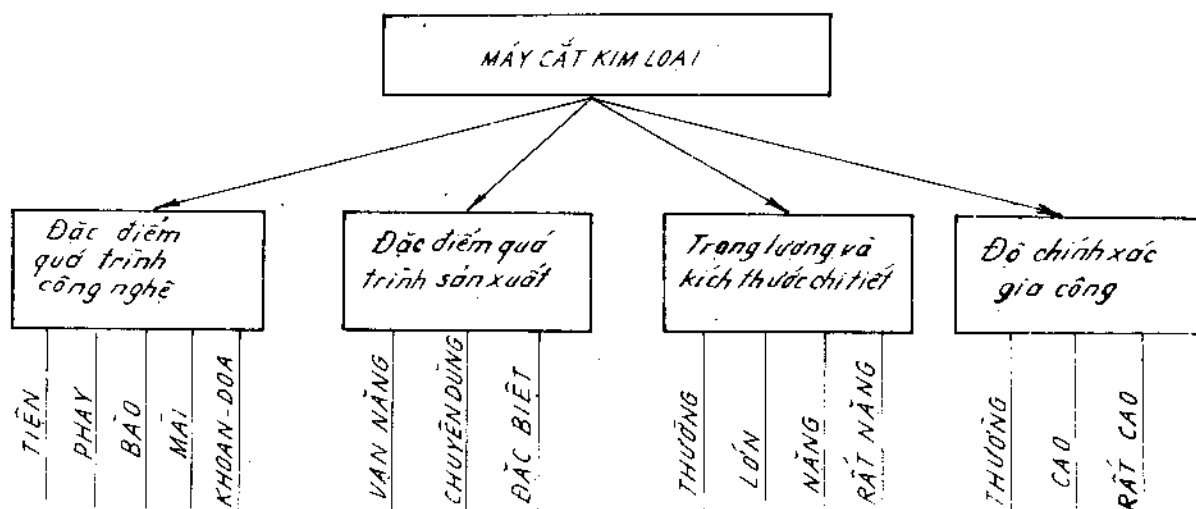
2. Phân loại các máy cắt kim loại theo sơ đồ hình 1-1.

- Tùy thuộc vào quá trình công nghệ đặc trưng bởi phương pháp gia công, dạng dao, đặc tính chuyển động v.v..., các máy cắt được chia thành các máy cơ bản: tiện, phay, bào, khoan - doa, mài và các nhóm máy khác như gia công răng, ren vít v.v...

- Theo đặc điểm của quá trình sản xuất, có thể chia thành các máy vạn năng, chuyên dùng và đặc biệt. Máy vạn năng là các máy có thể thực hiện được các phương pháp gia công khác nhau như tiện, khoan, gia công răng v.v..., để gia công các chi tiết khác nhau về hình dạng và kích thước. Các máy chuyên dùng là các máy để gia công các chi tiết có cùng hình dáng nhưng có kích thước khác nhau. Máy đặc biệt là các máy chỉ thực hiện gia công các chi tiết có cùng hình dáng và kích thước.

- Theo kích thước và trọng lượng chi tiết gia công trên máy, có thể chia máy cắt kim loại thành các máy bình thường (trọng lượng chi tiết $100 \div 10 \cdot 10^3$ kG), các máy cỡ lớn (trọng lượng chi tiết $10 \cdot 10^3$ kG $\div 30 \cdot 10^3$ kG), các máy cỡ nặng (trọng lượng chi tiết $30 \cdot 10^3$ kG $\div 100 \cdot 10^3$ kG) và các máy rất nặng (trọng lượng chi tiết lớn hơn $100 \cdot 10^3$ kG).

- Theo độ chính xác gia công, có thể chia thành máy có độ chính xác bình thường, cao và rất cao.



Hình 1-1. Sơ đồ phân loại các máy cắt kim loại.

§1.2. CÁC CHUYỂN ĐỘNG VÀ CÁC DẠNG GIA CÔNG ĐIỂN HÌNH TRÊN MCKL

Trên MCKL có hai loại chuyển động chủ yếu : Chuyển động cơ bản và chuyển động phụ.

Chuyển động cơ bản là sự di chuyển tương đối của dao cắt so với phôi để đảm bảo quá trình cắt gọt. Chuyển động này lại chia ra : chuyển động chính và chuyển động ăn dao.

- Chuyển động chính (chuyển động làm việc) là chuyển động đưa dao cắt ăn vào chi tiết.

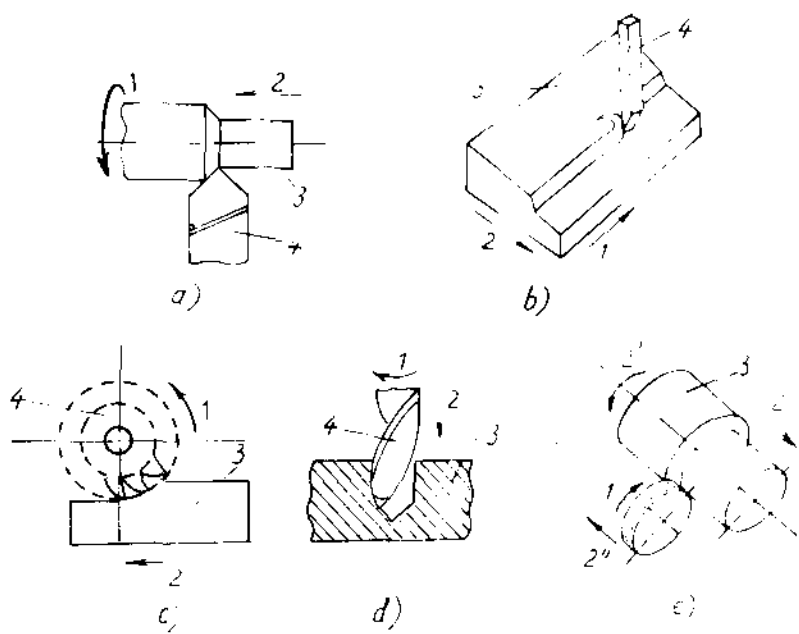
- Chuyển động ăn dao là các chuyển động xê dịch của lưỡi dao hoặc phôi để tạo ra một lớp phoi mới.

Chuyển động phụ là những chuyển động không liên quan trực tiếp đến quá trình cắt gọt, chúng cần thiết khi chuẩn bị gia công, hiệu chỉnh máy, v. v... Ví dụ : di chuyển thanh dao hoặc phôi, nâng hạ xà của máy bào giường, kẹp dầu trục máy khoan v.v...

Các chuyển động chính, ăn dao có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động tịnh tiến của dao hoặc phôi. Trên hình 1-2 là các dạng gia công điển hình được thực hiện trên MCKL : Máy tiện (hình 1-2a) ; máy bào giường (hình 1-2b) ; máy phay (hình 1-2c) ; máy khoan (1-2d) và máy mài (hình 1-2e).

Có thể lấy ví dụ dạng gia công trên máy tiện (hình 1-2a) ta thấy : chiều của chuyển động chính 1 là chuyển động quay của chi tiết gia công 3 ; chuyển động ăn dao 2 là sự di chuyển của dao 4.

201-202



Hình 1-2. Các dạng gia công điển hình trên MCKI
1 - Chiều của chuyển động chính ; 2 - Chiều của chuyển động ăn dao ; 3 - Chiều tiến của công ; 4 - Dao cắt.

§1.3. LỰC CẮT, TỐC ĐỘ CẮT VÀ CÔNG SUẤT CẮT

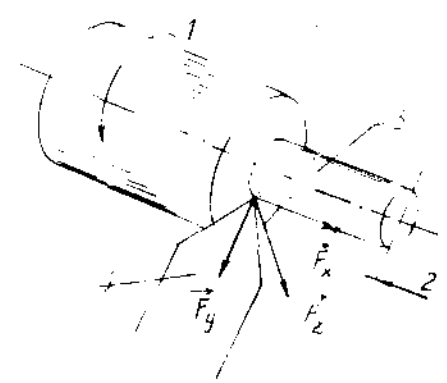
Lực cắt và tốc độ cắt phụ thuộc vào các yếu tố của điều kiện gia công như : chiều sâu cắt t , lượng ăn dao s , bề rộng phôi b , độ bền dao cắt T , vật liệu chi tiết, hình dáng và vật liệu dao, điều kiện làm mát v.v... Chúng được xác định theo các công thức kinh nghiệm ứng với từng nhóm máy. Tuy nhiên, các công thức đó có dạng gần giống nhau, nên ta lấy gia công tiện làm ví dụ điển hình.

Trên hình 1-3 giới thiệu các phần tử và đại lượng đặc trưng cho gia công tiện.

1. Tốc độ cắt

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

$$V_z = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \text{ [m/ph]} \quad (1-1)$$



Hình 1-3. Các phần tử và đại lượng đặc trưng cho gia công tiện.

trong đó :

t - chiều sâu cắt, mm ;

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

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

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

2. Lực cắt

Trong quá trình gia công, tại điểm tiếp xúc giữa chi tiết và dao có một lực tác dụng $\vec{F}$, lực này được phân ra 3 thành phần (hình 1-3) : Lực tiếp tuyến (lực cắt) $\vec{F}_z$ là lực mà trục chính (truyền động chính) phải khắc phục, lực hướng kính $\vec{F}_y$ tạo áp lực lên bàn dao, lực dọc trục (lực ăn dao) $\vec{F}_x$ mà cơ cấu ăn dao phải khắc phục.

$$\vec{F} = \vec{F}_z + \vec{F}_y + \vec{F}_x, [N] \quad (1-2)$$

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

$$F_z = 9,81 \cdot C_F \cdot t^x \cdot s^y \cdot V_z^n [N] \quad (1-3)$$

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

Các lực F_x, F_y cũng xác định theo các công thức tương tự như (1-3). Khi tính toán sơ bộ, có thể lấy F_x, F_y theo tỉ lệ sau :

$$F_z : F_y : F_x = 1 : 0,4 : 0,25 \quad (1-4)$$

3. Công suất cắt

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

$$P_z = \frac{F_z \cdot V_z}{60 \cdot 1000} [kW] \quad (1-5)$$

4. Thời gian máy

Thời gian máy là thời gian dùng để gia công chi tiết. Nó còn được gọi là thời gian công nghệ, thời gian cơ bản hoặc thời gian hữu ích. Để tính toán thời gian máy, ta phải căn cứ vào các yếu tố của chế độ cắt gọt và phương pháp gia công. Ví dụ với máy tiện :

$$t_M = \frac{L}{n \cdot s} [ph] \quad (1-6)$$

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

n - tốc độ quay của chi tiết vg/ph.

1000
201.201

Nếu thay vào (1-6) giá trị : $n = \frac{60 \cdot 10^3 V_z}{\pi d}$

ta có :

$$t_M = \frac{\pi d \cdot L}{60 \cdot 10^3 \cdot V_z \cdot s} \quad (1-7)$$

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

Từ (1-7) ta thấy muốn tăng năng suất máy (giảm t), phải tăng tốc độ cắt và lượng ăn dao. Do đó người ta áp dụng phương pháp cắt cao tốc.

§1.4. PHỤ TẢI CỦA ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CÁC CƠ CẤU ĐIỆN HÌNH

1. Cơ cấu truyền động chính

Trong truyền động chính của MCKL, lực cắt là lực hữu ích, nó phụ thuộc vào chế độ cắt (t , s , v), vật liệu chi tiết và dao. Đối với chuyển động chính là chuyển động quay như ở máy tiện, doa, phay, khoan và mài, mômen trên trục chính của máy được xác định theo công thức :

$$M_z = \frac{F_z \cdot d}{2} \text{ [Nm]} \quad (1-8)$$

trong đó F_z - lực cắt, N ;

d - đường kính của chi tiết gia công hoặc phôi, m.

Mômen hữu ích trên trục động cơ là :

$$M_{h,i} = \frac{M_z}{i} = \frac{F_z \cdot d}{2i} \text{ [Nm]} \quad (1-9)$$

i - tỉ số truyền từ trục động cơ đến trục chính của máy.

Đối với chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến, ví dụ như máy bào giường và một số máy khác ; mômen hữu ích trên trục động cơ là :

$$M_{hi} = F_z \cdot \rho \text{ [Nm]} \quad (1-10)$$

Trong đó : ρ - bán kính qui đổi lực cắt về trục động cơ, được xác định bằng tỉ số giữa tốc độ bàn và tốc độ động cơ :

$$\rho = \frac{V}{60 \omega} \text{ [m]} \quad (1-11)$$

Mômen cản tĩnh trên trục động cơ được xác định như sau :

$$M_c = \frac{M_{hi}}{\eta} \text{ [Nm]} \quad (1-12)$$

η - hiệu suất bộ truyền từ trục động cơ đến trục chính.

Ở những máy có mâm cặp đặt nằm theo phương nằm ngang hoặc chuyển động bàn ở máy tiện đứng, máy bào giường ... thì còn xuất hiện một lực ma sát phụ ở gờ trượt của mâm cặp hoặc bàn :

$$F_{msp} = F_N \mu \quad (1-13)$$

trong đó : F_N - lực tổng tác dụng trên gờ trượt, được xác định bởi khối lượng mâm cặp hoặc bàn m_b , khối lượng chi tiết m_{ct} đặt trên mâm cặp hoặc bàn, thành phần lực cắt F_y .

$$F_N = g(m_b + m_{ct}) + F_y \text{ [N]} \quad (1-14)$$

Hệ số ma sát μ ở gờ trượt phụ thuộc vào tốc độ bàn hoặc mâm cặp, nó có giá trị lớn khi khởi động máy. Vì vậy ở những máy này, mômen cần tính khi khởi động đạt tới (60 ÷ 80)% mômen định mức. Ở tốc độ định mức thì $\mu = 0,05 \div 0,08$ và là hằng số.

Ở chế độ xác lập, lực kéo của các chuyển động mâm cặp ở máy tiện đứng, của bàn máy ở máy bào giường được xác định là tổng các lực cắt và lực ma sát :

$$F_k = F_z + F_{msp} = F_z + [g(m_b + m_{ct}) + F_y] \mu \text{ [N]} \quad (1-15)$$

Mômen trên trục động cơ ứng với chuyển động quay là :

$$M_c = \frac{F_k \cdot d}{2 \cdot i \cdot \eta} \text{ [Nm]} \quad (1-16)$$

đối với chuyển động tịnh tiến là :

$$M_c = \frac{F_z \cdot \rho}{\eta} \text{ [Nm]} \quad (1-17)$$

2. Cơ cấu truyền động ăn dao

Trong hệ truyền động ăn dao, động cơ thực hiện di chuyển bàn dao hoặc chi tiết để đảm bảo quá trình cắt. Hệ thống truyền động ăn dao được thực hiện bằng nhiều phương án khác nhau. Dạng sơ đồ động học điển hình là hệ truyền động trục vít - êcu được trình bày trên hình 1-4. Chuyển động quay của động cơ điện 1 qua bộ điều tốc 2 làm quay trục vít vô tận 3. Êcu 4 được kẹp chặt trên bàn dao hoặc bàn máy sẽ làm bàn 5 chuyển động tịnh tiến theo gờ trượt 6. Động cơ truyền động ăn dao sẽ đảm bảo một lực cần thiết để di chuyển tịnh tiến bàn dao. Lực này được xác định bởi lực cần chuyển động khi di chuyển bàn dao :

$$F_{ad} = kF_x + F_{ms} + F_d \text{ [N]} \quad (1-18)$$

trong đó : F_x - thành phần lực cắt theo hướng di chuyển của bàn dao ;

$k = 1,2 \div 1,5$ - hệ số dự trữ ;

F_{ms} - lực ma sát của bàn ở hướng gờ trượt ;

F_d - lực dính.

Lực ma sát của bàn theo hướng gờ trượt được xác định bởi công thức :

$$F_{ms} = \mu(g.m_b + F_y + F_z) \text{ [N]} \quad (1-19)$$

μ - hệ số ma sát của bàn theo hướng gờ trượt.

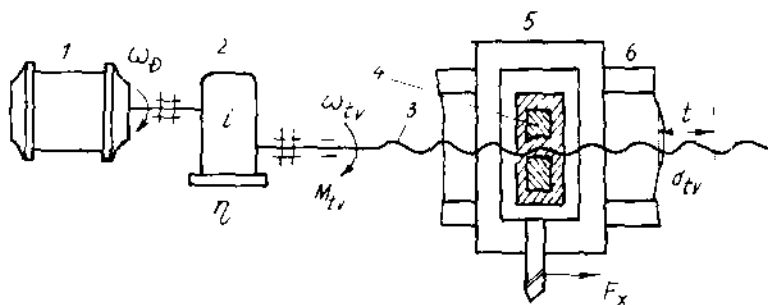
Lực dính sinh ra khi khởi động bàn dao :

$$F_d = \beta.S \text{ [N]} \quad (1-20)$$

S - diện tích bề mặt tiếp xúc ở gờ trượt của bàn dao, cm^2 ;

β - áp suất dính, thường bằng $0,5 \text{ N/cm}^2$.

Các thành phần lực ở (1-18) không đồng thời xuất hiện trong quá trình làm việc nên khi xác định phụ tải truyền động ăn dao, phân ra thành hai chế độ làm việc : khởi động và ăn dao làm việc.



Hình 1-4. Sơ đồ động học của truyền động ăn dao.

1 - Động cơ điện ; 2 - Bộ điều tốc ; 3 - Trục vít vô tận ;
4 - Cầu ; 5 - Bàn dao ; 6 - Gờ trượt.

Khi khởi động, lực ăn dao xác định bởi hai lực ma sát do khối lượng của bộ phận di chuyển và lực dính :

$$F_{ad.kd} = \mu_o.g.m_b + F_d \text{ [N]} \quad (1-21)$$

Với $\mu_o = 0,2 \div 0,3$ - hệ số ma sát khi khởi động.

Khi cơ cấu ăn dao làm việc, lực ăn dao được tính :

$$F_{ad.lv} = k.F_x + \mu(g.m_b + F_y + F_x) \text{ [N]} \quad (1-22)$$

với μ - hệ số ma sát khi làm việc, $\mu = 0,05 \div 0,15$.

Mômen trên trục vít vô tận được xác định theo công thức :

$$M_{tv} = 0,5 \cdot F_{ad} \cdot d_{tv} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) \text{ [Nm]} \quad (1-23)$$

trong đó : d_{tv} - đường kính trung bình của trục vít vô tận, mm ;

α - góc lệch của đường ren trục vít, độ ;

φ - góc ma sát của đường ren trục vít, độ.

Góc lệch đường ren trục vít xác định bởi đường kính trục vít d_{iv} và bước ren của đường ren trục vít t :

$$\alpha = \arctg \frac{t}{d_{iv}} \quad (1-24)$$

Mômen cản tính trên trục động cơ được xác định bằng công thức :

$$M_c = \frac{M_{iv}}{i \cdot \eta} \text{ [Nm]} \quad (1-25)$$

Trong đó : i, η - tỉ số truyền và hiệu suất của bộ truyền.

Khi xác định công suất động cơ truyền động ăn dao cần lựa chọn từ điều kiện mômen lớn nhất trong hai trị số mômen tương ứng với hai lực ăn dao khi khởi động và làm việc. Bởi vì truyền động ăn dao thường có phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng nên động cơ cần được kiểm tra theo điều kiện mômen cản tính ở tốc độ nhỏ nhất có tính đến sự giảm mômen động cơ do điều kiện làm mát xấu và kiểm tra theo điều kiện mômen khởi động.

3. Cơ cấu truyền động phụ

Lấy cơ cấu nối xiết trụ ở máy khoan hướng kính làm ví dụ (sơ đồ động học ở hình 1- 5). Khi động cơ 6 quay theo chiều thuận, qua hệ bánh răng trục vít 3, trục 3 quay số làm nêm 1,2 xiết chặt trụ 4. Khi động cơ quay ngược lại thì nêm 1,2 sẽ nhà lỏng trụ 4.

Để đảm bảo xiết được trụ thì lực sinh ra bởi cơ cấu xiết phải lớn hơn lực làm di chuyển trụ sinh ra do lực cắt và trọng lượng :

$$F_N > \frac{Q \cdot l}{R \cdot \mu} \quad (1-26)$$

trong đó : F_N - áp lực tác dụng lên trụ do cơ cấu xiết tạo ra, N ;

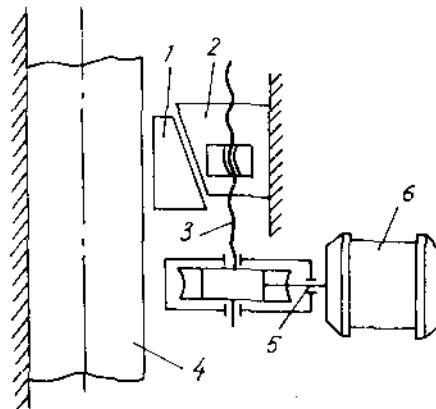
Q - lực đặt vào trọng tâm của xà máy, N ;

R - bán kính ngoài của trụ, m ;

l - khoảng cách từ tâm trụ đến trọng tâm xà máy, m ;

μ - hệ số ma sát.

Mômen trên trục động cơ điện :



Hình 1 - 5. Sơ đồ truyền động cơ cấu xiết nối trụ ở máy khoan hướng kính.

$$M_c = \frac{F_N \cdot d_{iv} \cdot \tg(\alpha + \varphi) \cdot \tg(\alpha_1 \pm 2\varphi_1)}{2i\eta} \text{ [Nm]} \quad (1-27)$$

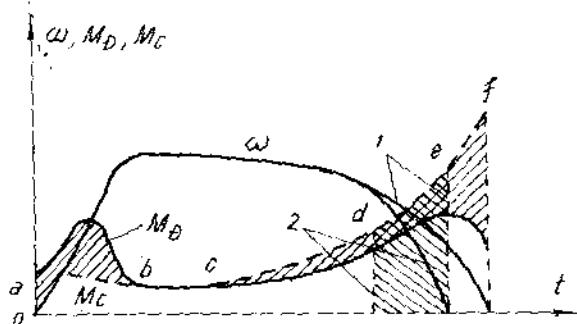
trong đó : d_{iv} - đường kính trung bình của trục vít, m ;

η, i - hiệu suất và tỉ số truyền của cơ cấu ;

α, α_1 - góc lệch đường ven trục vít và chêm, độ ;

φ, φ_1 - góc ma sát của trục vít và chêm, độ.

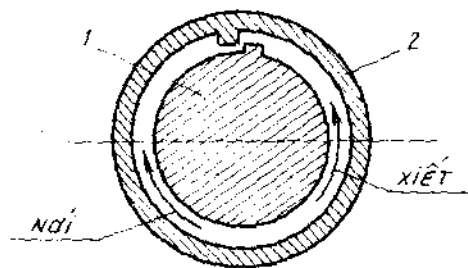
Dấu "+" ứng với trường hợp xiết, dấu "-" ứng với trường hợp nới.



Hình 1 - 6. Đồ thị biến thiên của mômen động cơ, mômen phụ tải và tốc độ động cơ trong quá trình xiết.

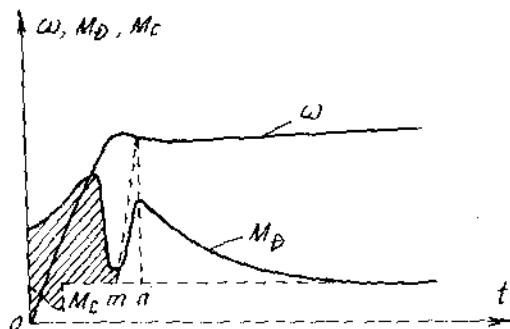
nặng nề và nguy hiểm. Nếu trên máy có sử dụng biện pháp tự động hạn chế phụ tải thì động cơ có thể được cắt khỏi lưới điện khi $M_c < M_i$ (điểm d), tốc độ động cơ giảm nhanh theo đường 2 và mômen phụ tải đạt giá trị M_{cmax} ở điểm e.

Đối với trường hợp nối trụ, mômen phụ tải ban đầu rất lớn (lớn hơn mômen cực đại khi xiết trụ), động cơ không thể khởi động được. Để khắc phục khó khăn đó, người ta dùng một cơ cấu nối trụ đặc biệt (hình 1-7) để tạo thời gian khởi



Hình 1 - 7. Cơ cấu nối trụ.

động không tải cho động cơ. Cơ cấu gồm hai phần : phần 1 nối với trục động cơ qua trục vít, phần 2 nối với chêm. Khi xiết trụ, vấu 1 luôn tì vào phía phải của vấu 2. Khi nối trụ, động cơ quay ngược lại, vấu 1 sẽ quay theo chiều mũi tên và tì vào phía trái vấu 2. Đó là thời gian vấu 1 chuyển động tự do và động cơ khởi động không tải. Người ta tính toán sao cho khi hết thời gian đó, động cơ đã đạt tới tốc độ định mức. Khi vấu 1 đập vào phía trái vấu 2, phụ tải động cơ đột biến tăng vọt



Hình 1-8. Đồ thị biến thiên của mômen phụ tải, mômen và tốc độ động cơ khi nối.

lên (điểm m) rồi giảm xuống. Mômen phụ tải M_c , mômen động cơ biến đổi như hình 1 - 8.

Động cơ truyền động phụ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, cần có mômen khởi động lớn và khả năng quá tải cao. Vì vậy khi chọn công suất động cơ cần kiểm tra theo điều kiện khởi động và quá tải.

4. Tổn hao trong máy cắt kim loại

Tổn hao trong MCKL phụ thuộc vào hàng loạt yếu tố : dạng và số lượng khâu động học, dạng ổ đỡ (trượt hoặc lăn), dạng và nhiệt độ dầu bôi trơn, sự thay đổi phụ tải, tốc độ của máy v.v... Do đó tổn hao của máy thường được xác định bằng thực nghiệm. Khi tính toán tổn hao trong các cơ cấu máy, thường sử dụng các giá trị định mức của hiệu suất của các cơ cấu máy ứng với phụ tải toàn phần của cơ cấu. Các giá trị hiệu suất định mức của một số cơ cấu truyền động được cho ở bảng 1 - 1.

BẢNG 1 - 1. HIỆU SUẤT CỦA CƠ CẤU TRUYỀN ĐỘNG

Dạng khâu truyền động	η
Khâu truyền bằng dây đai phẳng	0,94 - 0,96
Khâu truyền bằng bánh răng thẳng	0,98
Khâu truyền bằng bánh răng côn	0,96
Khâu truyền bằng trục vít	0,6 - 0,7
Ổ bi lăn	0,99
Ổ trượt	0,98

Hiệu suất định mức của cả cơ cấu là tích của tất cả các hiệu suất định mức của các khâu :

$$\eta_{dm} = \prod_{i=1}^n \eta_{idm} \quad (1-28)$$

Tổn hao trong các MCKL phụ thuộc vào phụ tải và tốc độ. Song sự ảnh hưởng của phụ tải và tốc độ đến tổn hao chỉ rõ nét ở truyền động chính vì phụ tải của nó thay đổi theo chế độ cắt đồng thời tốc độ đạt giá trị lớn. Tổn hao trong các cơ cấu truyền động ăn dao và truyền động phụ là không thay đổi và phụ tải là hằng số. Tốc độ của cơ cấu ăn dao và phụ thường bé và ít ảnh hưởng đến tổn hao của cơ cấu.

Mômen ma sát trong cơ cấu truyền lực được xác định bằng tổng của hai thành phần biến đổi và không biến đổi theo phụ tải, đặc trưng bởi hai hệ số tổn hao biến đổi b và không biến đổi a.

$$M_{ms} = a \cdot M_{hidm} + b \cdot M_{hi} = M_{hi} \left(\frac{a}{k_t} + b \right) \quad (1-29)$$

trong đó :

a, b- hệ số tổn hao không biến đổi và biến đổi.

M_{hi} , $M_{h.idm}$ - mômen hữu ích và mômen hữu ích định mức truyền qua cơ cấu truyền lực.

k_t - hệ số phụ tải

$$k_t = \frac{M_{h.i}}{M_{h.idm}} = \frac{P_z}{P_{zdm}} \quad (1-30)$$

Hiệu suất của cơ cấu được xác định theo biểu thức :

$$\eta = \frac{M_{hi}}{M_{hi} + M_{ms}} = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} + b} \quad (1-31)$$

Trong trường hợp riêng khi $M_{hi} = M_{h.idm}$, $k_t = 1$ tương ứng sẽ có $\eta = \eta_{dm}$, lúc đó ta sẽ có :

$$\eta_{dm} = \frac{1}{a + a_{dm} + b_{dm}} \quad (1-32)$$

Từ đó rút ra :

$$a_{dm} + b_{dm} = \frac{1 - \eta_{dm}}{\eta_{dm}} \quad (1-33)$$

Đối với cơ cấu truyền động chính MCKL, tỉ số $a/b = x = \text{const}$ phụ thuộc vào cấu trúc máy, khối lượng phần quay và độ phức tạp của sơ đồ động học ($x = 1$ đối với các máy cỡ nhẹ với sơ đồ động học đơn giản ; $x = 2$ đối với các máy cỡ nặng với sơ đồ động học phức tạp). Khi tính toán ta lấy giá trị trung bình $x = 1,5$. Khi đó ta sẽ có :

$$a = 0,6 (a_{dm} + b_{dm}) \quad (1-34)$$

$$b = 0,4 (a_{dm} + b_{dm})$$

Các giá trị a, b trong (1 - 34) được sử dụng trong tính toán thực tế.

Đối với hệ thống truyền động chính MCKL, với phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng thì hệ số tổn hao không a phụ thuộc vào tốc độ và có thể coi a_1 phụ thuộc tuyến tính vào tốc độ :

$$a_1 = a \cdot \frac{\omega}{\omega_{dm}} \quad (1-35)$$

Với a là hệ số tổn hao không đổi ứng với tốc độ định mức. Khi đó hiệu suất của cơ cấu được xác định tổng quát bằng công thức sau :

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t \cdot \omega_{dm}} + b} \quad (1-36)$$

§1.5. PHƯƠNG PHÁP CHUNG CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ CHO MÁY CẮT KIM LOẠI

Việc chọn đúng công suất động cơ truyền động là hết sức quan trọng. Nếu chọn công suất động cơ lớn hơn trị số cần thiết thì vốn đầu tư sẽ tăng, động cơ thường xuyên chạy non tải, làm cho hiệu suất và hệ số công suất thấp. Nếu chọn công suất động cơ nhỏ hơn trị số yêu cầu thì máy sẽ không đảm bảo năng suất cần thiết, động cơ thường phải chạy quá tải, làm giảm tuổi thọ động cơ, tăng phí tổn vận hành do phải sửa chữa nhiều.

Các số liệu ban đầu để tính chọn công suất động cơ là :

1. Các thông số của chế độ làm việc của máy

Tốc độ cắt, lực cắt hoặc các thông số của chế độ cắt gọt như chiều sâu cắt, lượng ăn dao, vật liệu được gia công, vật liệu dao v.v... (Để từ số liệu này có thể tính được tốc độ cắt và lực cắt), trọng lượng chi tiết gia công, thời gian làm việc, thời gian nghỉ v.v...

2. Kết cấu cơ khí của máy

Bao gồm sơ đồ động học và trọng lượng các bộ phận chuyển động.

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

Bước 1 : Chọn sơ bộ công suất động cơ theo trình tự sau :

a) *Xác định công suất hoặc mômen tác dụng trên trục làm việc của hộp tốc độ (P_z hoặc M_z)* . Nếu trong một chu kỳ, phụ tải của truyền động thay đổi thì phải xác định P_z (hoặc M_z) cho tất cả các giai đoạn trong chu kỳ. Mỗi loại máy có các công thức riêng để xác định (§1-4). Có thể cho trước P_z , M_z .

b) *Xác định công suất trên trục động cơ điện và thành lập đồ thị phụ tải tính*. Muốn thành lập đồ thị phụ tải cho truyền động trong một chu kỳ, ta phải xác định công suất hoặc mômen trên trục động cơ và thời gian làm việc ứng với từng giai đoạn.

- Công suất trên trục động cơ xác định theo biểu thức :

$$P_c = \frac{P_z}{\eta} \quad (1-37)$$

trong đó : η - hiệu suất của cơ cấu truyền động ứng với phụ tải P_z .

Giá trị hiệu suất của cơ cấu truyền động xác định theo (1-31). Đôi khi trong thực tế người ta xác định hiệu suất bằng đường cong kinh nghiệm $\eta = f(P_z)$ cho ở các sổ tay cơ khí.

- Thời gian làm việc của từng giai đoạn có thể xác định tùy thuộc điều kiện làm việc của từng cơ cấu truyền động, như khoảng đường di chuyển của bộ phận làm việc, tốc độ làm việc, thời gian làm việc hoặc điều khiển máy v.v... Trong đó có thời gian hữu công (thời gian làm việc thực sự) và thời gian vô công (thời gian làm việc không tải, điều khiển máy, chuyển đổi trạng thái làm việc v.v...). Thời

gian hữu công được xác định theo công thức ứng với từng loại máy. Thời gian vô công được lấy theo kinh nghiệm vận hành.

c) Dựa vào đồ thị phụ tải tính đã xây dựng ở phần b, tiến hành tính toán chọn động cơ như đã nêu trong giáo trình cơ sở truyền động điện :

- Khi chế độ làm việc là dài hạn, phụ tải biến đổi (loại phổ biến) động cơ thường được chọn theo đại lượng trung bình hoặc đẳng trị.

- Khi chế độ làm việc là ngắn hạn lặp lại, động cơ được chọn theo phụ tải làm việc và hệ số đóng điện tương đối.

- Khi chế độ làm việc là ngắn hạn, động cơ được chọn theo phụ tải làm việc và thời gian có tải trong chu kỳ.

Bước 2 : Kiểm nghiệm động cơ theo những điều kiện cần thiết. Tùy thuộc vào đặc điểm của cơ cấu truyền động mà động cơ đã chọn được kiểm nghiệm theo điều kiện phát nóng, quá tải và mở máy.

Để kiểm nghiệm theo điều kiện phát nóng, ta xây dựng đồ thị phụ tải toàn phần bao gồm phụ tải tính (đã tính ở bước 1) và phụ tải động. Phụ tải động của động cơ phát sinh trong quá trình quá độ (QTQD) và được xác định từ quan hệ :

$$M_{\text{động}} = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} \quad (1-38)$$

trong đó :

J_{Σ} mômen quán tính của toàn hệ thống truyền động quy đổi về trục động cơ điện ; $d\omega/dt$ - gia tốc của hệ thống.

Sau khi lập đồ thị phụ tải toàn phần $i = f_1(t)$, $M = f_2(t)$, $P = f_3(t)$ hoặc đồ thị tổn hao trong động cơ $\Delta P = f_4(t)$, theo các đại lượng đẳng trị hoặc tổn hao trung bình, ta kiểm nghiệm điều kiện phát nóng. Nếu thời gian các QTQD không đáng kể so với thời gian làm việc ổn định và động cơ đã được chọn sơ bộ theo phương pháp đẳng trị thì không cần kiểm nghiệm theo điều kiện phát nóng. Chú ý là đối với các động cơ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, trị số DM% phải lấy theo đồ thị phụ tải toàn phần.

Khi kiểm nghiệm theo điều kiện quá tải, đối với động cơ không đồng bộ, cần xét tới hiện tượng sụt áp của lưới điện. Thông thường cho phép sụt áp 10%, nên mômen tối hạn của động cơ trong tính toán kiểm nghiệm chỉ còn :

$$M_1 = (90\%)^2 \cdot M_{\text{tdm}} = 0,81M_{\text{tdm}}$$

M_{tdm} - mômen tối hạn định mức theo số liệu của động cơ điện.

Ở những cơ cấu truyền động đòi hỏi mở máy có tải như cơ cấu nâng hạ xà, di chuyển bàn, động cơ cần kiểm nghiệm theo điều kiện mở máy.

Ngoài ra còn phải kiểm nghiệm động cơ theo điều kiện đặc biệt do yêu cầu điều chỉnh tốc độ và hạn chế gia tốc.

BẢNG 1-2. PHẠM VI ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ CỦA MÁY CẮT KIM LOẠI

Dạng máy	Phạm vi điều chỉnh tốc độ	
	Truyền động chính	Truyền động ăn dao
Máy tiện (trung bình và lớn)	40-125	50-300
Máy tiện đứng	40-100	100-7000
Máy doa ngang	25-60	30-150
Máy bào giường	4-30	50-200
Máy phay	20-40	100-600
Máy khoan hướng kính	20-100	5-40

Nó được xác định bằng công thức sau :

$$\varphi = z^{-1} \sqrt{\frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}} = z^{-1} \sqrt{D} \quad (1-39)$$

trong đó : z - số cấp tốc độ của máy.

Các giá trị chuẩn của độ trơn điều chỉnh được sử dụng trong truyền động của MCKL là :

$\varphi = 1,06 ; 1,12 ; 1,26 ; 1,41 ; 1,58 ; 1,78 ; 2.$

Thường sử dụng các giá trị : 1,26 ; 1,41 ; 1,58.

3. Sự phù hợp giữa đặc tính của hệ thống và đặc tính của phụ tải

Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất được khái quát bằng phương trình :

$$M_c = M_o + (M_{dm} - M_o) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{dm}} \right)^q \quad (1-40)$$

trong đó : q là số mũ tùy thuộc vào loại máy

($q : 0 ; 1 ; -1 ; 2$)

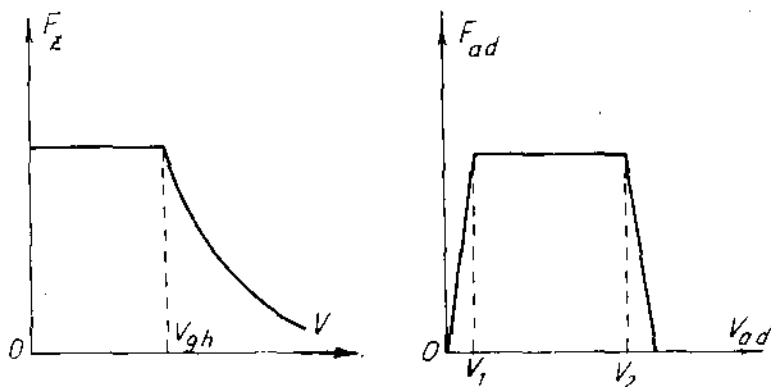
Ta chỉ xét hai trường hợp $q = 0$ và $q = -1$ ứng với truyền động ăn dao và truyền động chính MCKL.

$q = 0$ ta có $M_c = M_{dm} = \text{const}$ - ứng với truyền động ăn dao.

$q = -1$ ta có $M_c = 1/\omega$ ($P_c = \text{const}$) - ứng với truyền động chính.

Trong thực tế, đặc tính cơ của máy không giữ được cố định theo một quy luật trong toàn bộ phạm vi điều chỉnh tốc độ mà thay đổi theo điều kiện công nghệ hoặc điều kiện tự nhiên.

Đối với truyền động chính MCKL, nói chung công suất không đổi khi tốc độ thay đổi, còn mômen tỉ lệ ngược với tốc độ. Như vậy ở tốc độ thấp, mômen có thể lớn. Do đó kích thước của các bộ phận cơ khí phải chọn lớn lên, điều đó không lợi. Mặt khác, thực tế sản xuất cho thấy rằng các tốc độ thấp chỉ dùng cho các chế độ cắt nhẹ, nghĩa là F_Z và P_Z nhỏ. Vì vậy, ở vùng tốc độ thấp, người ta giữ mômen không đổi còn công suất cắt thay đổi theo quan hệ bậc nhất với tốc độ.



Hình 1-9. Đồ thị đặc tính phụ tải của MCKL.

- Đối với truyền động ăn dao MCKL, nói chung mômen không đổi khi điều chỉnh tốc độ. Tuy nhiên ở vùng tốc độ thấp, lượng ăn dao s nhỏ, lực cắt bị hạn chế bởi chiều sâu cắt tối hạn t . Trong vùng này, khi tốc độ ăn dao giảm, lực ăn dao và mômen ăn dao cũng giảm theo. Ở tốc độ cao, tương ứng tốc độ v_2 của truyền động chỉnh cũng phải lớn, nếu giữ F_{ad} lớn như cũ thì công suất truyền động sẽ quá lớn. Do đó cho phép giảm nhỏ lực ăn dao trong vùng này, mômen truyền động ăn dao cũng giảm theo (hình 1-9).

Một hệ thống truyền động điện có điều chỉnh gọi là tốt nếu đặc tính điều chỉnh của nó giống đặc tính cơ của máy. Khi đó, động cơ được sử dụng hợp lý nhất, tức là có thể làm việc đầy tải ở mọi tốc độ. Nhờ vậy, hệ thống đạt được các chỉ tiêu năng lượng cao. Nói cách khác, có thể lựa chọn động cơ có kích thước nhỏ nhất cho máy.

Đặc tính điều chỉnh của truyền động là quan hệ giữa công suất hoặc mômen của động cơ với tốc độ. Ví dụ đối với động cơ điện một chiều kích từ độc lập, khi điều chỉnh điện áp phản ứng và giữ từ thông máy không đổi ta sẽ có :

$$M = k\phi I_u = \text{const} ; P = M \cdot \omega \propto \omega$$

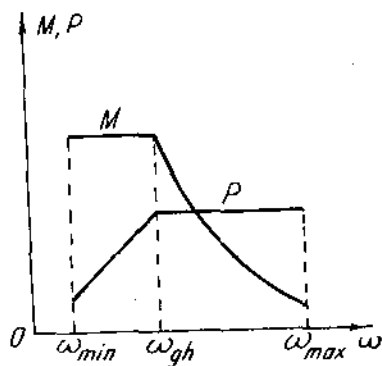
Khi điều chỉnh từ thông, giữ điện áp phản ứng không đổi thì :

$$M = k\phi I_u \propto 1/\omega ; P = M \omega = \text{const}$$

Kết hợp cả hai phương pháp điều chỉnh ta có đồ thị như hình 1 - 10. Đặc tính điều chỉnh ở vùng này có dạng giống đặc tính cơ của truyền động chỉnh MCKL.

4. Độ ổn định tốc độ

Đó là khả năng giữ tốc độ khi phụ tải thay đổi. Đường đặc tính cơ càng cứng thì độ ổn định càng cao. Nói chung truyền động ăn dao yêu cầu $\Delta\omega\% \leq (5 \div 10)\%$; truyền động chỉnh yêu cầu $\Delta\omega\% \leq (5 \div 15)\%$.



Hình 1-10. Quan hệ $M(\omega)$; $P(\omega)$ của động cơ một chiều kích từ độc lập thay đổi U_H và ϕ .

5. Tính kinh tế

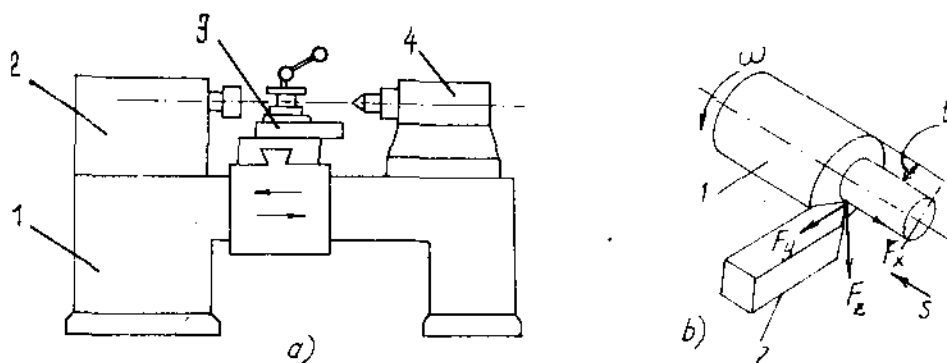
Xét đến giá thành chi phí vận hành, tổn hao năng lượng trong quá trình làm việc ổn định và QTQĐ. Ngoài ra còn phải đánh giá mức độ tin cậy, thuận tiện trong vận hành, để kiểm vật tư thay thế v.v...

Chương 2

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ NHÓM MÁY TIỆN

§2.1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ

Nhóm máy tiện rất đa dạng, gồm các máy tiện đơn giản, Rovonve, máy tiện vạn năng, chuyên dùng, máy tiện cắt, máy tiện đứng v.v... Trên máy tiện có thể thực hiện được nhiều công nghệ tiện khác nhau : tiện trụ ngoài, tiện trụ trong, tiện mặt đầu, tiện côn, tiện định hình. Trên máy tiện cũng có thể thực hiện doa, khoan và tiện ren, bằng các dao cắt, dao doa, tarô ren... Kích thước gia công trên máy tiện có thể từ cỡ vài mili mét đến hàng chục mét (trên máy tiện đứng).



Hình 2-1. Dạng bên ngoài (a) và dạng gia công (b) trên máy tiện.

Dạng bên ngoài của máy tiện như ở hình 2-1a. Trên thân máy 1 đặt ụ trước 2, trong đó có trục chính quay chi tiết. Trên gờ trượt đặt bàn dao 3 và ụ sau 4. Bàn dao thực hiện sự di chuyển dao cắt dọc và ngang so với chi tiết. Ở ụ sau đặt mũi chống tâm dùng để giữ chặt chi tiết dài trong quá trình gia công, hoặc để gá mũi khoan, mũi doa khi khoan, doa chi tiết. Sơ đồ gia công tiện ở hình 2-1b. Ở máy tiện : chuyển động quay chi tiết với tốc độ góc ω_{ct} là chuyển động chính, chuyển động di chuyển của dao 2 là chuyển động ăn dao. Chuyển động ăn dao có

thể là ăn dao dọc, nếu dao di chuyển dọc theo chi tiết (tiện dọc) hoặc ăn dao ngang, nếu dao di chuyển ngang (hướng kính) chi tiết (tiện ngang). Chuyển động phụ gồm có xiết nối xà, trụ, di chuyển nhanh của dao, bơm nước, hút phoi v.v...

§2.2. PHỤ TẢI CỦA CƠ CẤU TRUYỀN ĐỘNG CHÍNH VÀ ĂN DAO

1. Phụ tải của cơ cấu truyền động chính

Quá trình tiện như máy tiện được thực hiện với các chế độ cắt khác nhau đặc trưng bởi các thông số : độ sâu cắt t , lượng ăn dao s và tốc độ cắt v .

Tốc độ cắt phụ thuộc vật liệu gia công, vật liệu dao, kích thước dao dạng, gia công, điều kiện làm mát v.v..., theo công thức kinh nghiệm (1 - 1) :

$$V_z = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}}, \text{ [m/ph]} \quad (2-1)$$

Có thể cho một vài ví dụ về các giá trị của các hệ số và số mũ : khi gia công gang và thép bằng dao hợp kim $C_v = 40 - 260$; dao cắt bằng thép gió $C_v = 18 - 24$. Đối với gia công thô $t = 3 - 30 \text{ mm}$; $s = 0,4 - 2 \text{ mm/vg}$; gia công tinh $t = 0,1 - 2 \text{ mm}$; $s = 0,1 - 0,4 \text{ mm/vg}$; $T = 60 - 180 \text{ ph}$. Các số mũ x_v, y_v, m thường lấy các giá trị : $x_v = 0,15 \div 0,2$; $y_v = 0,35 \div 0,8$; $m = 0,1 \div 0,2$.

Để đảm bảo năng suất cao nhất, sử dụng máy triệt để nhất thì trong quá trình gia công phải luôn đạt tốc độ tối ưu, nó được xác định bởi các thông số : độ sâu cắt t , lượng ăn dao s và tốc độ trục chính ứng với đường kính chi tiết xác định. Khi tiện ngang chi tiết có đường kính lớn, trong quá trình gia công, đường kính chi tiết giảm dần, để duy trì tốc độ cắt (m/s) tối ưu là hằng số, thì phải tăng liên tục tốc độ góc của trục chính theo quan hệ.

$$V_z = 0,5 d_{ct} \cdot \omega_{ct} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \text{ [m/ph]} \quad (2-2)$$

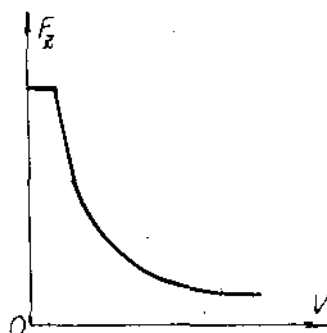
Ở đây : d_{ct} - đường kính chi tiết, mm.

ω_{ct} - tốc độ góc của chi tiết, rad/s

Trong quá trình gia công, tại điểm tiếp xúc giữa dao và chi tiết xuất hiện một lực F gồm ba thành phần (1-2) và lực cắt xác định theo (1-3)

$$F_z = 9,81 \cdot C_F \cdot t^{x_F} \cdot s^{y_F} \cdot V_z, \text{ [N]} \quad (2-3)$$

Khi gia công thép bằng dao hợp kim cứng $C_F = 300$; dao bằng thép gió $C_F = 208$. Gia công gang xám tương ứng $C_F = 92$ và $C_F = 118$; $x_F = 1$; $y_F = 0,75$; $n = 0$ với dao bằng thép gió và $n = -0,15$ với dao bằng hợp kim cứng.



Hình 2-2 . Đồ thị phụ tải của truyền động chính máy tiện.

Quá trình tiện xảy ra với công suất cắt (kW) là hằng số :

$$P_z = \frac{F_z V_z}{60 \cdot 10^3} \quad [\text{kW}] \quad (2-4)$$

Bởi vì lực cắt lớn nhất $F_{\max}$ sinh ra khi lượng ăn dao và độ sâu cắt lớn, tương ứng với tốc độ cắt nhỏ $V_{z \min}$; còn lực cắt nhỏ nhất $F_{\min}$, xác định bởi t, s tương ứng với tốc độ cắt $V_{z \max}$, nghĩa là tương ứng với hệ thức :

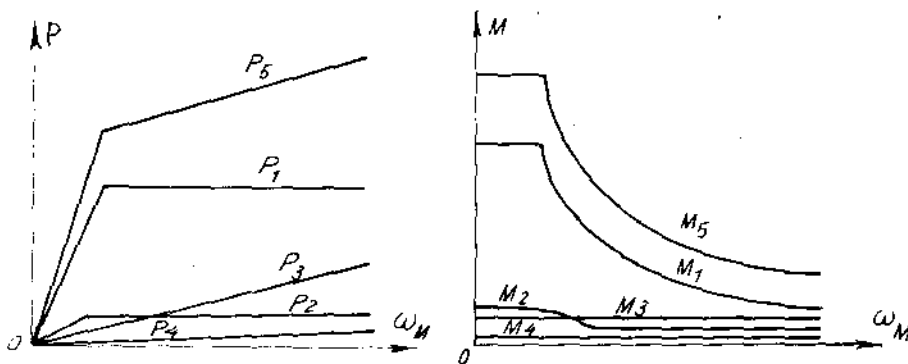
$$F_{\max} \cdot V_{z \min} = F_{\min} \cdot V_{z \max} \quad (2-5)$$

Sự phụ thuộc của lực cắt vào tốc độ như hình 2-2.

Tuy nhiên như đã phân tích ở §1.6, dạng đồ thị phụ tải thực tế của truyền động chính máy tiện có dạng hai vùng $F_z = \text{const}$ và $P_z = \text{const}$ (hình 1-10).

2. Phụ tải của truyền động chính máy tiện đứng

Truyền động chính máy tiện đứng có đặc thù riêng, khác so với máy tiện bình thường về cấu trúc và kích thước. Trên máy tiện đứng, chi tiết gia công có đường kính lớn và được đặt trên mâm cặp nằm ngang, hay nói cách khác, trục mâm cặp là theo phương thẳng đứng. Do trọng lượng mâm cặp và trọng lượng chi tiết lớn nên lực ma sát ở gờ trượt và hộp tốc độ khá lớn. Vì vậy phụ tải trên trục động cơ truyền động chính máy tiện đứng là tổng của các thành phần lực cắt, lực ma sát ở gờ trượt, lực ma sát ở hộp tốc độ. Trên hình 2-3a là đồ thị biểu diễn các thành phần công suất của truyền động chính và sự phụ thuộc của chúng vào tốc độ mâm cặp : P_1 - công suất khắc phục lực cắt ; P_2 - công suất khắc phục lực ma sát ở gờ trượt ; P_3 và P_4 - công suất khắc phục lực ma sát trong hộp tốc độ tương ứng do lực ma sát và sự quay của mâm cặp ; P_5 - tổng công suất của truyền động chính.



Hình 2-3 . Đồ thị phụ tải của truyền động chính máy tiện đứng.

Trên hình 2-3b lực ma sát phụ thuộc vào tốc độ ảnh hưởng lớn đến quá trình quá độ của truyền động chính. Do khối lượng của mâm cặp và chi tiết lớn và sự khác nhau của hệ số ma sát lúc đứng yên và chuyển động nên mômen cản tĩnh khi khởi động của truyền động có thể đạt tới (60 ÷ 80)% mômen định mức. Bởi vì mômen quán tính tổng quy đổi về trục động cơ có thể đạt tới 8 ÷ 9 lần

mômen quán tính của động cơ nên quá trình khởi động của hệ thống diễn ra chậm với mômen cản tĩnh lớn. Theo mức độ gia tốc của động cơ, mômen cản tĩnh sẽ giảm nhanh và khi tốc độ tăng thì nó ít thay đổi.

3. Phụ tải của truyền động ăn dao

Lực ăn dao của truyền động ăn dao được xác định theo công thức tổng quát (1-18)

Công suất ăn dao của máy tiện được xác định bằng công thức :

$$P_{ad} = F_{ad} \cdot V_{ad} \cdot 10^{-3}, [kW]$$

F_{ad} - lực ăn dao, [N] ;

V_{ad} - tốc độ ăn dao, [m/s].

Công suất ăn dao thường nhỏ hơn công suất cắt 100 lần vì tốc độ ăn dao được xác định bởi lượng ăn dao và tốc độ góc của chi tiết :

$$V_{ad} = s' \cdot \omega_{cl} \cdot 10^{-3}, [m/s] \quad (2-6)$$

nhỏ hơn tốc độ cắt nhiều lần.

Ở đây : $s' = s/2\pi$, [mm/rad]

ω_{cl} - tốc độ góc của chi tiết, rad/s

s - lượng ăn dao, mm/vg

Lực và mômen phụ tải của truyền động ăn dao không phụ thuộc vào tốc độ của nó, vì phụ tải của truyền động ăn dao chỉ được xác định bởi khối lượng bộ phận di chuyển của máy và lực ma sát ở gờ trượt và ở hộp tốc độ. Đồ thị phụ tải của truyền động ăn dao được biểu diễn trên hình 2-4. Ở dải tốc độ rộng $V_1 < V < V_2$ mômen phụ tải là hằng số, ở vùng tốc độ $V < V_1$ và $V > V_2$ như đã phân tích ở §1-6, mômen phụ tải sẽ thay đổi tuyến tính theo tốc độ.

4. Thời gian máy

Thời gian máy (thời gian gia công) của máy tiện được xác định :

$$t_M = \frac{L \cdot 10^{-3}}{V_{ad}} [s]. \quad (2-7)$$

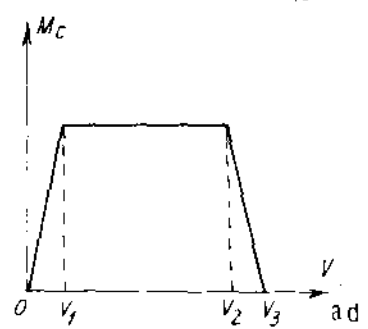
trong đó :

L - chiều dài gia công, mm ;

Kết hợp (2-6) và (2-7) ta có công thức tính thời gian máy :

$$t_M = \frac{L}{\omega_{cl} \cdot s'} [s] \quad (2-8)$$

Như vậy để giảm thời gian gia công, ta phải tăng tốc độ cắt, lượng ăn dao và năng suất sẽ tăng.



Hình 2-4. Đồ thị phụ tải truyền động ăn dao.

§2.3. PHƯƠNG PHÁP CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CHÍNH CỦA MÁY TIỆN

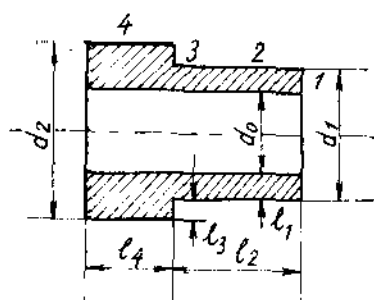
Truyền động chính máy tiện thường làm việc ở chế độ dài hạn. Tuy nhiên, khi gia công các chi tiết ngắn, ở các máy cỡ trung bình và nhỏ, do quá trình thay đổi nguyên công và chi tiết chiếm thời gian quá lớn nên truyền động chính sẽ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Khi xác định công suất động cơ truyền động chính phải tiến hành tính toán ở một chế độ nặng nề nhất.

Giả thiết trên máy tiện thực hiện gia công chi tiết như ở hình (2-5). Các nguyên công khi gia công gồm 4 giai đoạn : 1 và 3 - tiện cắt hoặc tiện ngang ; 2 và 4 - tiện trụ (tiện dọc). Phụ tải của động cơ trong từng nguyên công phụ thuộc vào các thông số chế độ cắt, vật liệu chi tiết dao v.v...

Quá trình tính toán như sau :

a) Từ các yếu tố chế độ cắt gọt, theo các công thức (2-1), (2-3), (2-4) và (2-8) xác định tốc độ cắt, lực cắt, công suất cắt và thời gian gia công ứng với từng nguyên công. Nếu tốc độ cắt tính được không phù hợp tốc độ của máy (theo số liệu kĩ thuật cơ khí) thì chọn lấy trị số có sẵn trong máy gần giống với tốc độ cắt tính toán. Dùng trị số này tính lại P_z , t_M , theo (2-4) và (2-8). Trị số V_z , P_z , t_M này được dùng chính thức trong toàn bộ bài toán.

b) Chọn nguyên công nặng nề nhất và giả thiết ở nguyên công ấy máy làm việc ở chế độ định mức. Theo (1-31) xác định hiệu suất của máy ứng với phụ tải của từng nguyên công.



Hình 2-5. Chi tiết được gia công trên máy tiện.

Công suất trên trục động cơ ứng với từng nguyên công : $P_{Di} = P_{zi}/\eta_i$.

Giả thiết trong các thời gian gá lắp, tháo gỡ chi tiết, đo đạc kích thước, chuyển đổi từ nguyên công này sang nguyên công khác, động cơ quay không tải (mà không cắt diện động cơ), thì công suất trên trục động cơ lúc này là công suất không tải của máy, tức là bằng lượng mất mát không đổi :

$$P_0 = a \cdot P_{cdm} \quad (2-9)$$

Ứng với công suất này là các thời gian phụ của máy, chúng được xác định theo tiêu chuẩn vận hành của máy $\sum t_0$.

Các số liệu tính toán được ghi vào bảng 2-1 hoặc vẽ đồ thị hình 2-6.

BẢNG 2-1. SỐ LIỆU ĐỂ CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ

Nguyên công	Chiều dài gia công l. (mm)	t (mm)	s (mm/vg)	V_z (m/ph)	ω_{ct} (1/2)	F_z (N)	P_z (kW)	K_t	η	P_c (KW)	t_M (ph)
1	$l_1 = 0,5(d_1 - d_0)$	t_1	s_1	v_1	ω_{ct1}	F_{z1}	P_{z1}	K_{t1}	η_1	P_{c1}	t_{m1}
2	l_2	t_2	s_2	v_2	ω_{ct2}	F_{z2}	$P_{z2} = P_{cdm}$	1	η_{dm}	P_{cdm}	t_{m2}
3	$l_3 = 0,5(d_2 - d_1)$	t_3	s_3	v_3	ω_{ct3}	F_{z3}	P_{z3}	K_{t3}	η_3	P_{c3}	t_{m3}
4	l_4	t_4	s_4	v_4	ω_{ct4}	F_{z4}	P_{z4}	K_{t4}	η_4	P_{c4}	t_{m4}

c) Động cơ có thể chọn theo công suất trung bình hoặc công suất đẳng trị :

$$P_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^4 P_{ci} t_{Mi} + \sum_{j=1}^4 P_{oj} t_{oj}}{\sum_{i=1}^4 t_{Mi} + \sum_{j=1}^4 t_{oj}} \quad (2-10)$$

hoặc :

$$P_{dt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 P_{ci}^2 \cdot t_{Mi} + \sum_{j=1}^4 P_{oj}^2 \cdot t_{oj}}{\sum_{i=1}^4 t_{Mi} + \sum_{j=1}^4 t_{oj}}} \quad (2-11)$$

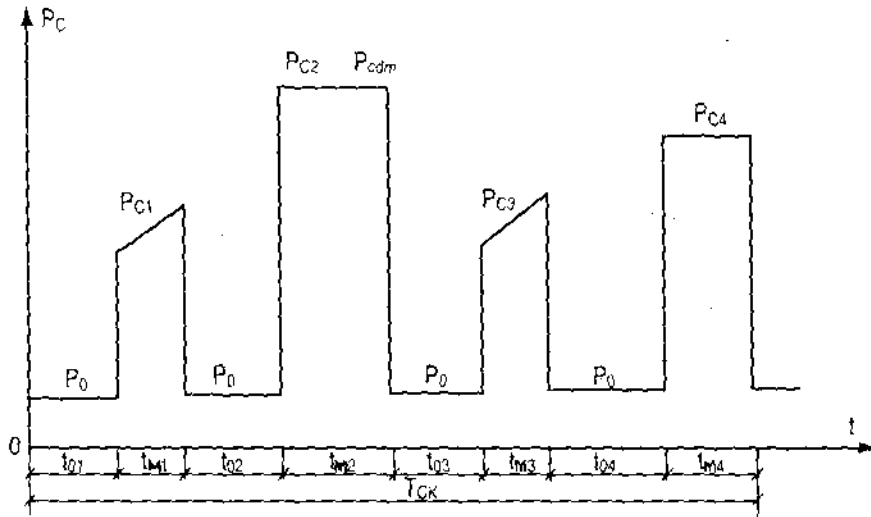
Trong đó :

P_{ci}, t_{Mi} - công suất trên trục động cơ, thời gian máy của nguyên công thứ i ;

P_{oj}, t_{oj} - công suất không tải trên trục động cơ, thời gian làm việc không tải của máy,

$P_{oj} = P_0$.

n - số khoảng thời gian làm việc không tải.



Hình 2-6. Đồ thị phụ tải của động cơ.

Chọn động cơ có công suất định mức lớn hơn 20 ÷ 30% công suất trung bình hoặc đẳng trị :

$$P_{dm} \approx (1,2 \div 1,3) P_{tb} \text{ hoặc } P_{dm} \approx (1,2 \div 1,3) P_{dt} \quad (2-12)$$

d) Động cơ truyền động chính máy tiện cần phải được kiểm nghiệm theo điều kiện phát nóng và quá tải.

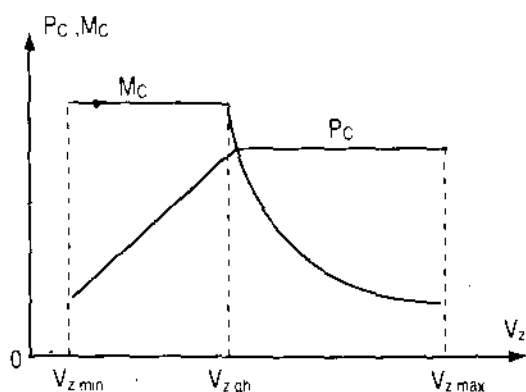
§2.4. NHỮNG YÊU CẦU VÀ ĐẶC ĐIỂM ĐỐI VỚI TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN CỦA MÁY TIỆN

1. Những yêu cầu và đặc điểm chung

a) *Truyền động chính* : Truyền động chính cần phải được đảo chiều quay để đảm bảo quay chi tiết theo cả hai chiều, ví dụ khi tiện ren trái và phải - Phạm vi điều chỉnh tốc độ trục chính $D < (40 + 125)/1$ với độ trơn điều chỉnh $\varphi = 1,06$ và 1,26 và công suất là hằng số ($P_c = \text{const}$).

Ở chế độ xác lập, hệ thống truyền động điện cần đảm bảo độ cứng đặc tính cơ trong phạm vi điều chỉnh tốc độ với sai số tính nhỏ hơn 10% khi phụ tải thay đổi từ không đến định mức. Quá trình khởi động, hãm yêu cầu phải trơn, tránh va đập trong bộ truyền. Đối với máy tiện cỡ nặng và máy tiện đứng dùng gia công chi tiết có đường kính lớn, để đảm bảo tốc độ cắt tối ưu và không đổi ($V_z = \text{const}$) khi đường kính chi tiết thay đổi, thì phạm vi điều chỉnh tốc độ được xác định bởi phạm vi thay đổi tốc độ dài và phạm vi thay đổi đường kính :

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{V_{z\max}}{d_{\text{ctmin}}} : \frac{V_{z\min}}{d_{\text{ctmax}}} = \frac{V_{z\max}}{V_{z\min}} \cdot \frac{d_{\text{ctmax}}}{d_{\text{ctmin}}} \quad (2-13)$$



Hình 2-7. Biểu đồ mômen và công suất của động cơ trong truyền động chính

Ở những máy tiện cỡ nhỏ và trung bình, hệ thống truyền động chính thường là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc và hộp tốc độ có vài cấp tốc độ. Ở các máy tiện cỡ nặng, máy tiện đứng, hệ thống truyền động chính điều chỉnh hai vùng, sử dụng hệ thống bộ biến đổi động cơ điện một chiều (BBD - D) và hộp tốc độ : khi $v_z < V_{z\text{gh}}$ đảm bảo $M_c = \text{const}$; khi $v_z > V_{z\text{gh}}$ thì $P_c = \text{const}$ (xem đồ thị hình 2-7). Bộ biến đổi có thể là máy phát một chiều hoặc bộ chỉnh lưu dùng thyristor.

b) *Truyền động ăn dao* : Truyền động ăn dao cần phải đảo chiều quay để đảm bảo ăn dao hai chiều. Đảo chiều ăn dao có thể thực hiện bằng đảo chiều động cơ điện hoặc dùng khớp li hợp điện từ. Phạm vi điều chỉnh tốc độ của truyền động ăn dao thường là $D = (50 + 300)/1$ với độ trơn điều chỉnh $\varphi = 1,06$ và 1,26 và mômen không đổi ($M = \text{const}$).

Ở chế độ làm việc xác lập, độ sai lệch tính yêu cầu nhỏ hơn 5% khi phụ tải thay đổi từ không đến định mức. Động cơ cần khởi động và hãm êm. Tốc độ di chuyển ăn dao của máy tiện cỡ nặng và máy tiện đứng cần liên hệ với tốc độ quay chi tiết để đảm bảo giữ nguyên lượng ăn dao.

Ở máy tiện cỡ nhỏ thường truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ truyền động chính, còn ở những máy tiện nặng thì truyền động ăn dao được thực hiện từ một động cơ riêng là động cơ một chiều cấp điện từ khuếch đại máy điện hoặc bộ chỉnh lưu có điều khiển.

c) *Truyền động phụ* : Truyền động phụ của máy tiện không yêu cầu điều chỉnh tốc độ và không có yêu cầu gì đặc biệt nên thường sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc kết hợp với hộp tốc độ.

2. Các sơ đồ điều khiển điển hình ở máy tiện đứng và máy tiện cỡ nặng

Như đã trình bày ở trên, các máy tiện đứng và các máy tiện cỡ nặng có một trong các chế độ làm việc cơ bản là mặt tiện đầu. Để đạt được năng suất lớn nhất ứng với các thông số của chế độ cắt tối ưu, yêu cầu phải duy trì tốc độ cắt không đổi. Để đạt được điều đó, khi đường kính d_{ct} của chi tiết giảm dần, cần phải điều chỉnh tốc độ góc của chi tiết ω_{ct} theo luật hypecbol : $\omega_{ct} \cdot d_{ct} = \text{const}$. Sau đây ta xét một số sơ đồ điều khiển điển hình.

Trên hình 2-8a là sơ đồ nguyên lý đơn giản, thực hiện luật điều chỉnh $V_z = \text{const}$.

Dattric (bộ cảm biến) đường kính chi tiết gia công khi tiện mặt đầu là biến trở R_D . Con trượt của nó liên hệ với bàn dao qua bộ điều tốc P. Phạm vi di chuyển lớn nhất của con trượt sẽ tương ứng với đường kính lớn nhất của chi tiết gia công trên máy. Điện áp đặt lên biến trở R_D được lấy từ phát tốc FT1 tỉ lệ với tốc độ góc của chi tiết, vì vậy $U_D \sim \omega_{ct} \cdot d_{ct}$. Điện áp đặt lên biến trở R_v là điện áp ổn định. Điện áp lấy ở con trượt của R_v sẽ tỉ lệ với tốc độ cắt.

Hiệu điện áp ở các đầu trượt của biến trở R_v và R_D là $(U_v - U_D)$ được đặt vào rơ le 3 vị trí RTr_2 . Rơ le này sẽ điều khiển động cơ DX đặt tốc độ quay của động cơ chính DC.

Khi khởi động, biến trở R_C ở vị trí tương ứng với tốc độ góc mâm cặp là nhỏ nhất còn $U_D = 0$. Sau khi khởi động động cơ chính (rơ le RTr_3 tác động), do tiếp điểm RTr_2 (T) kín nên rơ le RT tác động, động cơ DX quay theo chiều thuận ứng với sự tăng tốc độ của động cơ chính và điện áp của máy phát tốc FT1. Khi điện áp $U_D = U_v$, các rơ le RTr_2 , RT ngắt và động cơ DX dừng (được hãm động năng).

Tốc độ của động cơ chính sẽ tương ứng với tốc độ cắt đặt trước và vị trí bàn dao khi bắt đầu gia công.

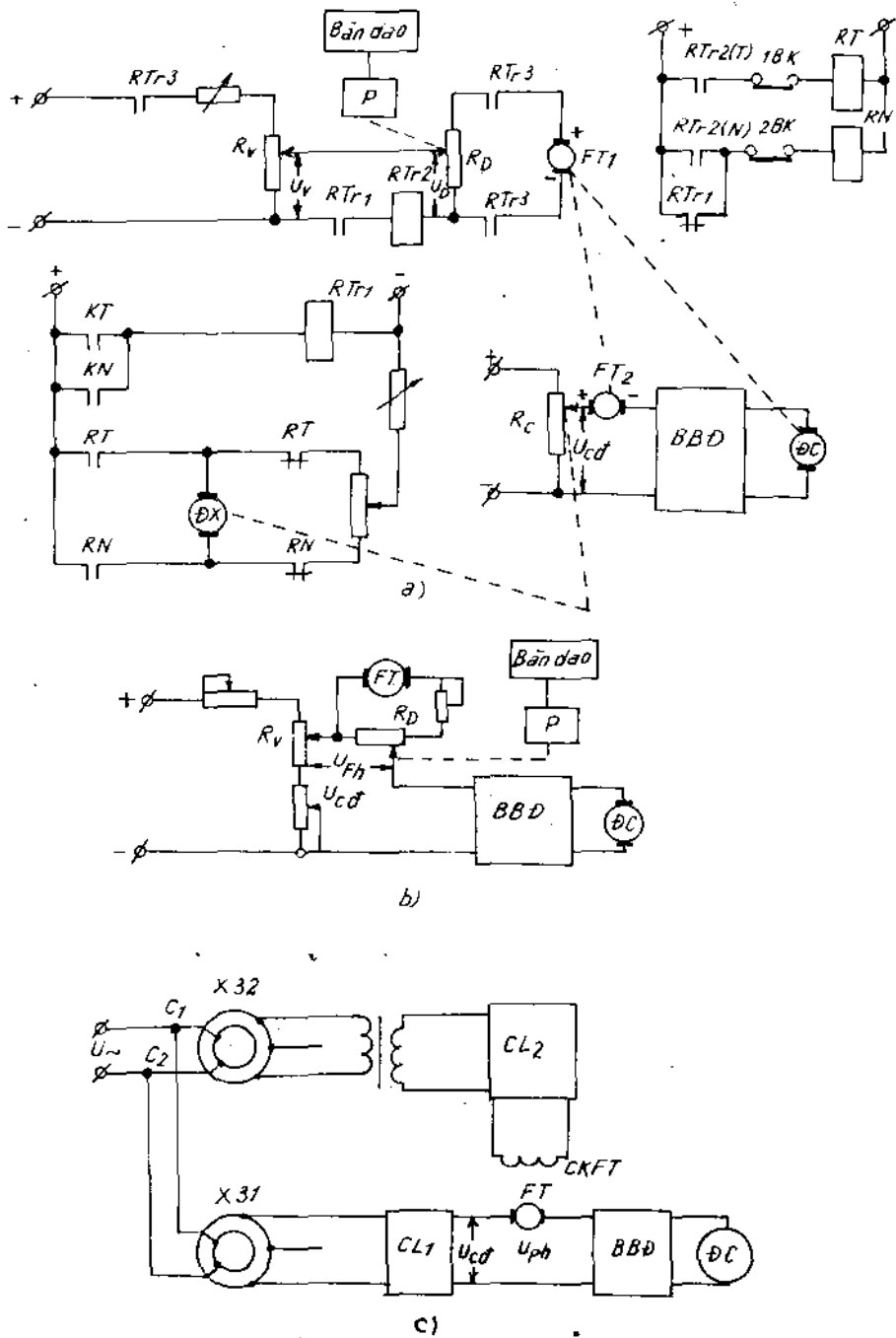
Khi gia công, bàn dao di chuyển tới tâm, con trượt của biến trở di chuyển về hướng giảm U_D , do đó rơ le RTr_2 , RT lại tác động ; động cơ DX quay theo chiều tăng tốc độ động cơ trục chính, như vậy duy trì được điện áp $U_D \sim \omega_{ct} \cdot d_{ct}$ là hằng số.

Khi tốc độ góc của động cơ chính đạt giá trị lớn nhất, công tác hành trình 1BK tác động, động cơ DX ngừng quay.

Khi dừng mâm cặp, rơ le RTr_2 tác động tương ứng với tiếp điểm RTr_2 (N) đóng và động cơ D quay theo chiều giảm tốc độ động cơ chính, con trượt biến trở R_C

được di chuyển về vị trí ban đầu, công tác hành trình 2BK sẽ bị tác động, dừng động cơ DX.

Tốc độ cắt được duy trì không đổi với độ chính xác phụ thuộc độ chính xác chế tạo bộ phận liên hệ giữa bản dao và biến trở R_D , mức độ tuyến tính của đặc tính



Hình 2-8. Các sơ đồ điều khiển duy trì tốc độ cắt là hằng số ($v = \text{const}$).

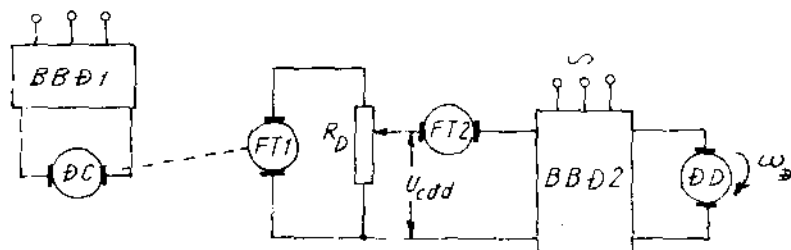
biến trở R_D và phát tốc, độ nhạy điểm không của rơ le cực tính RTr_2 , và độ ổn định của các tham số của sơ đồ khi nhiệt độ và điện áp lưới thay đổi.

Trên hình 2-8b là sơ đồ điều khiển tốc độ quay của động cơ DC theo hàm của đường kính chi tiết gia công theo nguyên lý $U_{cd} \approx U_{ph} \approx \omega \cdot d_{ct}$. Điện áp chủ đạo U_{cd} tỉ lệ với tốc độ cắt được đặt bằng biến trở R_v . Điện áp phản hồi $U_{ph} \sim \omega \cdot d_{ct}$. Nếu hệ thống điều chỉnh có bộ điều chỉnh PI (tỉ lệ tích phân) thì luôn luôn có :

$$U_{cd} = U_{ph} \sim \omega \cdot d_{ct}, \text{ nghĩa là } V_z = \omega_{ct} \cdot d_{ct}$$

Trên hình 2-8c là sơ đồ điều khiển duy trì tốc độ cắt là hằng số thực hiện bằng các đattric đường kính và tốc độ kiểu không tiếp điểm. Điện áp phát ra của đattric X31 tỉ lệ với tốc độ dài v . Điện áp phản hồi lấy từ phát tốc FT, cuộn dây kích từ phát tốc được cấp điện từ đattric X32 qua cầu chỉnh lưu CL2 tỉ lệ với đường kính của chi tiết $U_{CL2} = K_1 \cdot d_{ct}$; như vậy điện áp phát tốc $U_{FT} = K_2 \cdot \omega \cdot d_{ct}$.

Sơ đồ điều khiển đảm bảo $U_{cd} = U_{ph} = K_2 \cdot \omega_{ct} \cdot d_{ct}$ và thực hiện được luật điều khiển $\omega_{ct} \cdot d_{ct} = \text{const}$.



Hình 2-9. Sơ đồ duy trì lượng ăn dao là hằng số.

Độ chính xác duy trì tốc độ cắt phụ thuộc vào nhiều yếu tố : Đặc tính phi tuyến của đattric X32 và phát tốc, đường cong từ trễ của phát tốc.

Để thực hiện phép nhân các tín hiệu tỉ lệ với ω và d_{ct} , có thể dùng bộ nhân bằng điện tử thay cho máy phát tốc. Ưu điểm của nó là điều chỉnh trơn, độ tin cậy cao. Nhược điểm là khó chỉnh định mạch sao cho đạt quá trình quá độ tối ưu trong toàn bộ dải điều chỉnh.

Một yêu cầu đặc biệt đối với máy tiện cỡ nặng và máy tiện đứng là duy trì lượng ăn dao không đổi. Điều đó có thể thực hiện bằng sơ đồ đơn giản hình 2-9. Điện áp chủ đạo của hệ thống truyền động ăn dao được lấy từ máy phát tốc FT1 nối cứng với trục động cơ truyền động chính DC. Khi đó $U_{cd} = K_1 \omega_D = K_2 \omega_2$ và $\omega_D / \omega_c = \text{const}$. Chiết áp R_D sẽ đặt lượng ăn dao.

§2.5. MỘT SỐ SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN MÁY TIỆN

1. Sơ đồ điều khiển truyền động chính máy tiện nặng 1A660

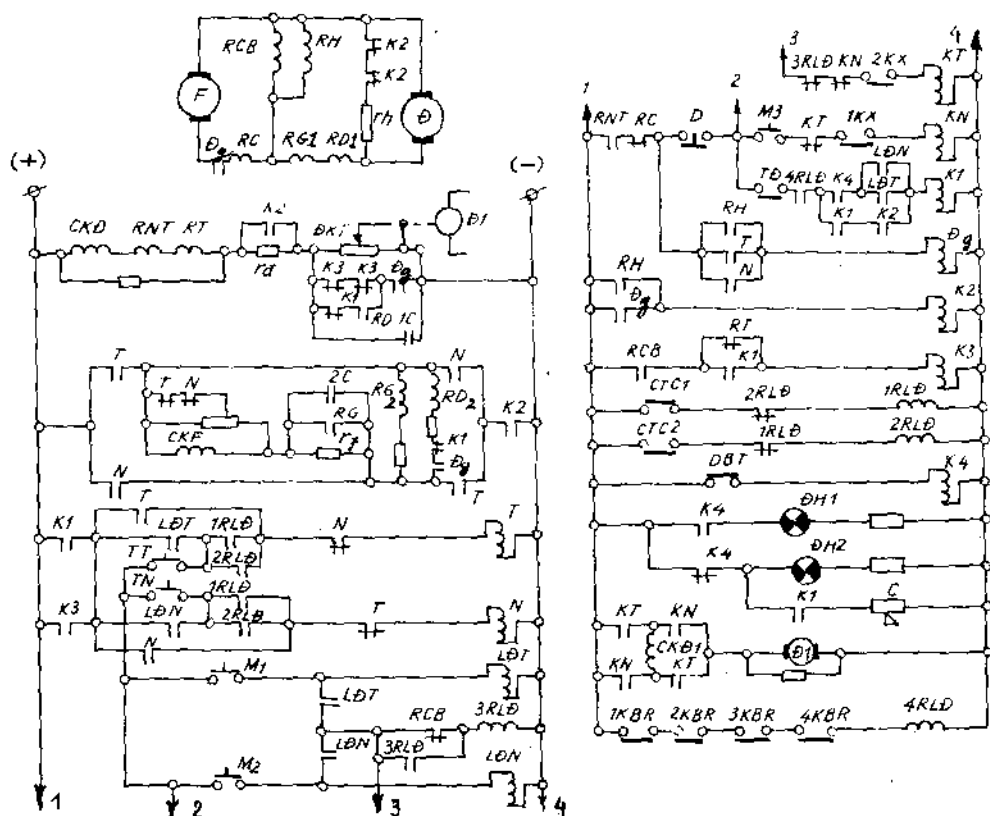
Máy tiện nặng 1A660 được dùng để gia công các chi tiết bằng gang hoặc thép có trọng lượng dưới 250 kN, đường kính chi tiết lớn nhất có thể gia công trên máy là 1,25m (hình 2-10). Động cơ truyền động chính có công suất 55 kW. Tốc độ trục chính được điều chỉnh trong phạm vi 125/1 với công suất không đổi, trong đó phạm vi điều chỉnh tốc độ động cơ là 5/1 nhờ thay đổi từ thông động cơ. Tốc độ trục chính ứng với 3 cấp của hộp tốc độ có giá trị như sau :

Cấp 1 : $n_{1c} = 1,6 \div 8$ vòng/phút.

Cấp 2 : $n_{1c} = 8 \div 40$ vòng/phút.

Cấp 3 : $n_{1c} = 40 \div 200$ vòng/phút.

Truyền động an dao được thực hiện từ động cơ truyền động chính. Lượng ăn dao được điều chỉnh trong phạm vi $0,064 \div 26,08$ mm/vg.



Hình 2-10. Sơ đồ điều khiển máy tiện 1A660.

Truyền động chính được thực hiện từ hệ thống F-D. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng thay đổi dòng kích từ của động cơ, còn sức điện động của máy phát được giữ không đổi.

Máy chỉ có thể làm việc được, tức là động cơ chỉ có thể khởi động được khi tất cả các điều kiện liên động sau được đảm bảo :

- Đủ dầu bôi trơn : tiếp điểm DBT kín, (công tắc tơ K_4 có điện).
- Chế độ làm việc của máy đã được chọn : tiếp điểm CTC1 hoặc CTC2 kín, (rơ le 1RLD hoặc 2RLD có điện).
- Đã đạt tốc độ nào đó : tiếp điểm TD kín.
- Các bánh răng trong hộp tốc độ đã ăn khớp hoàn toàn : các tiếp điểm 1KBR, 2KBR, 3KBR, 4KBR kín.
- Động cơ đã đủ từ thông : tiếp điểm RNT kín vì rơ le RNT tác động.

Ở chế độ làm việc, muốn khởi động động cơ, ta ấn nút M1 (để quay thuận) hoặc M2 (quay ngược). Sau khi ấn M1 công tắc tơ LDT tác động. Tiếp đó, các công tắc tơ K_1 , T, Dg, K_2 tác động. Cuộn kích từ CKF của máy phát được nối vào toàn bộ điện áp nguồn một chiều ; điện trở kinh tế trong mạch kích từ động cơ r_d được loại bỏ ; điện trở điều chỉnh dòng kích từ động cơ DKT phân mạch. Do đó dòng điện kích từ máy phát và động cơ đều có giá trị định mức. Động cơ được khởi động giai đoạn 1 (từ thông động cơ là định mức ; từ thông máy phát tăng từ 0 đến định mức). Khi điện áp máy phát tăng gần đến giá trị định mức, rơ le RCB tác động, công tắc tơ K_3 có điện, điện trở DKT được đưa vào mạch kích từ động cơ, dòng điện kích từ động cơ giảm xuống trị số tương ứng với từ thông lúc đó (đã đặt trước nhờ DKT). Động cơ được khởi động giai đoạn 2 (từ thông máy phát là định mức ; từ thông động cơ giảm từ trị số định mức đến trị số ϕ_x tương ứng với vị trí của biến trở DKT).

Để hạn chế dòng điện mạch phản ứng trong thời gian khởi động, người ta dùng rơ le RG. Rơ le này có hai cuộn dây tạo ra sức từ động ngược nhau là RG1 và RG2. Bình thường cuộn song song (cuộn điện áp) tạo ra sức từ động đủ lớn hút phản ứng rơ le, do đó điện trở r_f được nối tắt và quá trình khởi động đủ nhanh. Nếu dòng điện phản ứng vượt quá giá trị cho phép thì sức từ động của cuộn nối tiếp (cuộn dòng điện) đủ lớn làm cho rơ le nhả ; tiếp điểm của nó mở ra và điện trở r_f được nối tiếp vào mạch kích từ máy phát. Kết quả dòng điện phản ứng giảm xuống. Dòng điện phản ứng được hạn chế theo nguyên tắc rung.

Để điều chỉnh tốc độ từ xa, người ta dùng động cơ xecvô D1 và các nút ấn M₁, M₂, M₃. Giả thiết máy đang làm việc bình thường, muốn có tốc độ lớn hơn, ta ấn nút M₁ (đối với chiều thuận) hoặc M₂ (chiều ngược). Công tắc tơ LDT hoặc LDN tác động. Vì trong quá trình này, rơ le RCB đã tác động nên cuộn dây rơ le 3RLD không có điện. Do đó, chừng nào mà nút M1 hoặc M2 còn bị ấn thì công tắc tơ KT còn làm việc, động cơ D1 còn quay và kéo theo con trượt biến trở DKT theo chiều tăng điện trở, giảm dòng kích từ. Muốn giảm tốc độ, ấn nút M3 để tiếp điện cho công tắc tơ KN. Lúc này D1 sẽ quay ngược kéo con trượt biến trở DKT chạy ngược, làm tăng dòng kích từ động cơ.

Quá trình hãm bắt đầu xảy ra khi ấn nút D và diễn ra qua ba giai đoạn :

Đầu tiên là giai đoạn hãm tái sinh do tăng dòng kích từ động cơ lên giá trị định mức. Trong giai đoạn này công tắc tơ K1 mất điện, biến trở DKT bị ngắn mạch. Sức điện động máy phát vẫn được giữ định mức. Khi dòng kích từ động cơ

đạt đến giá trị định mức, rơ le RT tác động, cắt điện cuộn dây công tác tơ K_3 , công tác tơ T mất điện, cắt điện cuộn kích từ máy phát.

Động cơ chuyển sang quá trình hãm tái sinh thứ hai do sức điện động máy phát giảm dần, còn từ thông động cơ được giữ ở trị số định mức.

Giai đoạn cuối cùng là hãm động năng, được bắt đầu khi điện áp máy phát giảm đến trị số nhỏ của rơ le RH. Cuộn dây các công tác tơ Đg và K_2 mất điện, cắt phần ứng động cơ ra khỏi máy phát và đóng vào điện trở hãm r_h .

Trong quá trình hãm, dòng điện phần ứng động cơ được hạn chế theo nguyên tắc rung nhờ rơ le hai cuộn dây RD. Tác động của rơ le này tương tự như rơ le RG.

Ở chế độ thử máy, sử dụng : ấn nút TT hoặc TN. Lúc này các công tác tơ LDT hoặc LDN không có điện nên T hoặc N chỉ có điện khi ấn nút TT hoặc TN.

Trong sơ đồ, đèn DH1 dùng để báo hiệu về trạng thái bình thường và đèn DH2 - về trạng thái không bình thường của hệ thống dầu bôi trơn. Khi máy đang làm việc mà không đủ dầu thì không những đèn DH2 sáng mà còn có tín hiệu còi.

2. Sơ đồ điều khiển truyền động chính máy tiện đứng 1540

Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển truyền động chính máy tiện đứng 1540 ở hình 2-11.

Động cơ D1 là động cơ truyền động chính có công suất 70kW ; điện áp phần ứng 440V. Phạm vi điều chỉnh tốc độ bằng điều chỉnh điện áp phần ứng là $D_u = 6,7/1$ và điều chỉnh từ thông là $D_\phi = 3/1$. Phần ứng động cơ D1 được cung cấp điện từ bộ biến đổi BBD1, là bộ chỉnh lưu không đảo chiều có điều khiển nối theo sơ đồ cầu ba pha. Bộ BBD1 không dùng biến áp nguồn và đầu vào có ba cuộn kháng không khí L_K . Cuộn dây kích từ của động cơ D1 là CKD1 được cung cấp điện từ bộ biến đổi đảo chiều công suất nhỏ BBD2 với biến áp BA2 ở đầu vào. Điều khiển BBD2 được thực hiện theo nguyên lý phụ thuộc bởi tín hiệu tỉ lệ với điện áp phần ứng đo bởi đattric điện áp DH và mạch r_2 , DO3. Khi điện áp phần ứng nhỏ hơn 420V thì điện áp phản hồi nhỏ hơn điện áp đánh thủng của ắc áp DO3, tín hiệu điều khiển BBD2 sẽ bằng không ($U_{dk} = 0$). Khi đó bộ biến đổi BBD2 sẽ đảm bảo cho điện áp trên cuộn kích từ có giá trị định mức, ứng với từ thông của động cơ có giá trị định mức. Khi điện áp phần ứng lớn hơn 420V, diôt ắc áp DO3 bị đánh thủng, điện áp phần ứng tăng đến 440V, từ thông động cơ sẽ bị giảm.

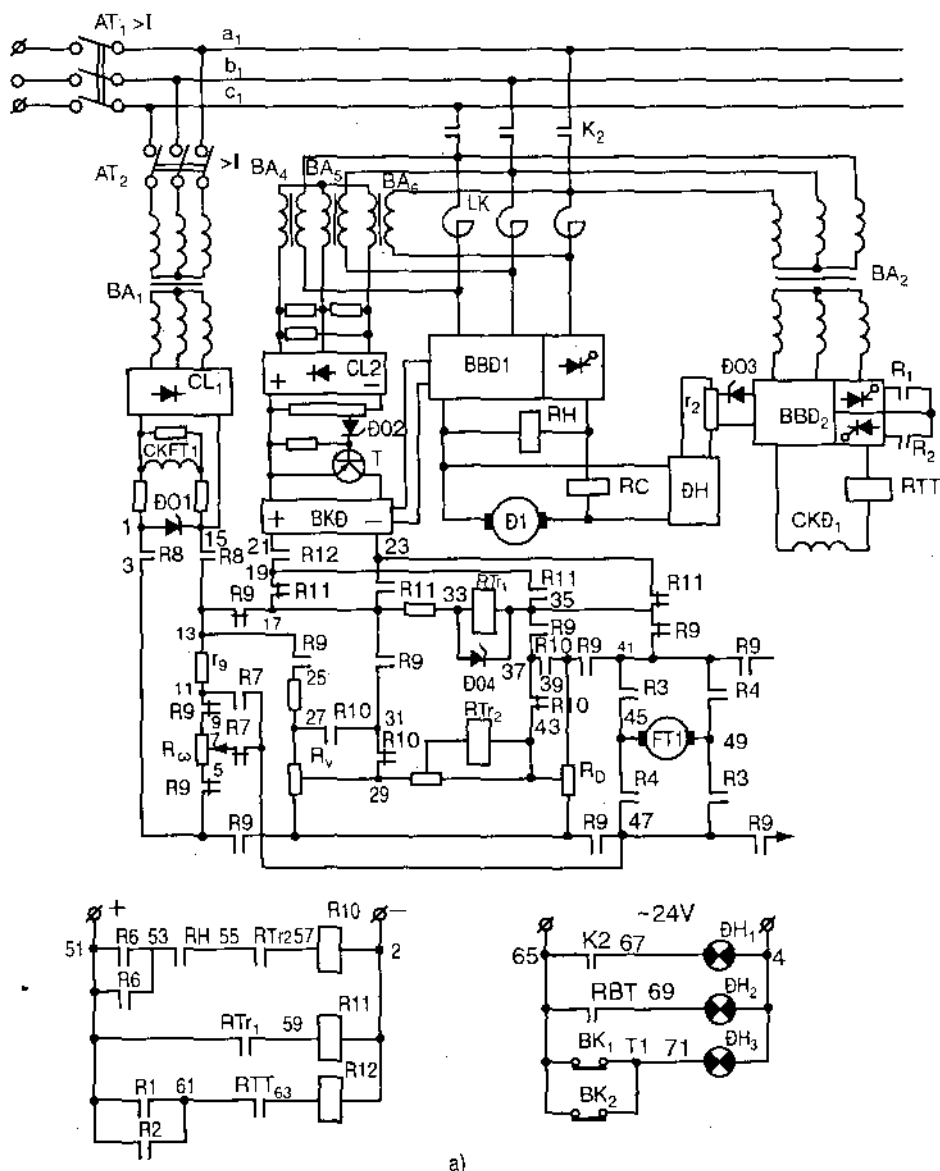
Hệ thống truyền động thyristor - động cơ (T - D) thực hiện theo hệ thống kín, ổn định tốc độ động cơ với phản hồi âm tốc độ bằng máy phát tốc FT1. Đặt tốc độ động cơ ở cả hai vùng tốc độ được thực hiện bởi chiết áp R_ω . Hiệu hai điện áp : điện áp chủ đạo U_{cd} (đặt tốc độ) lấy trên chiết áp R_ω (đầu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

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

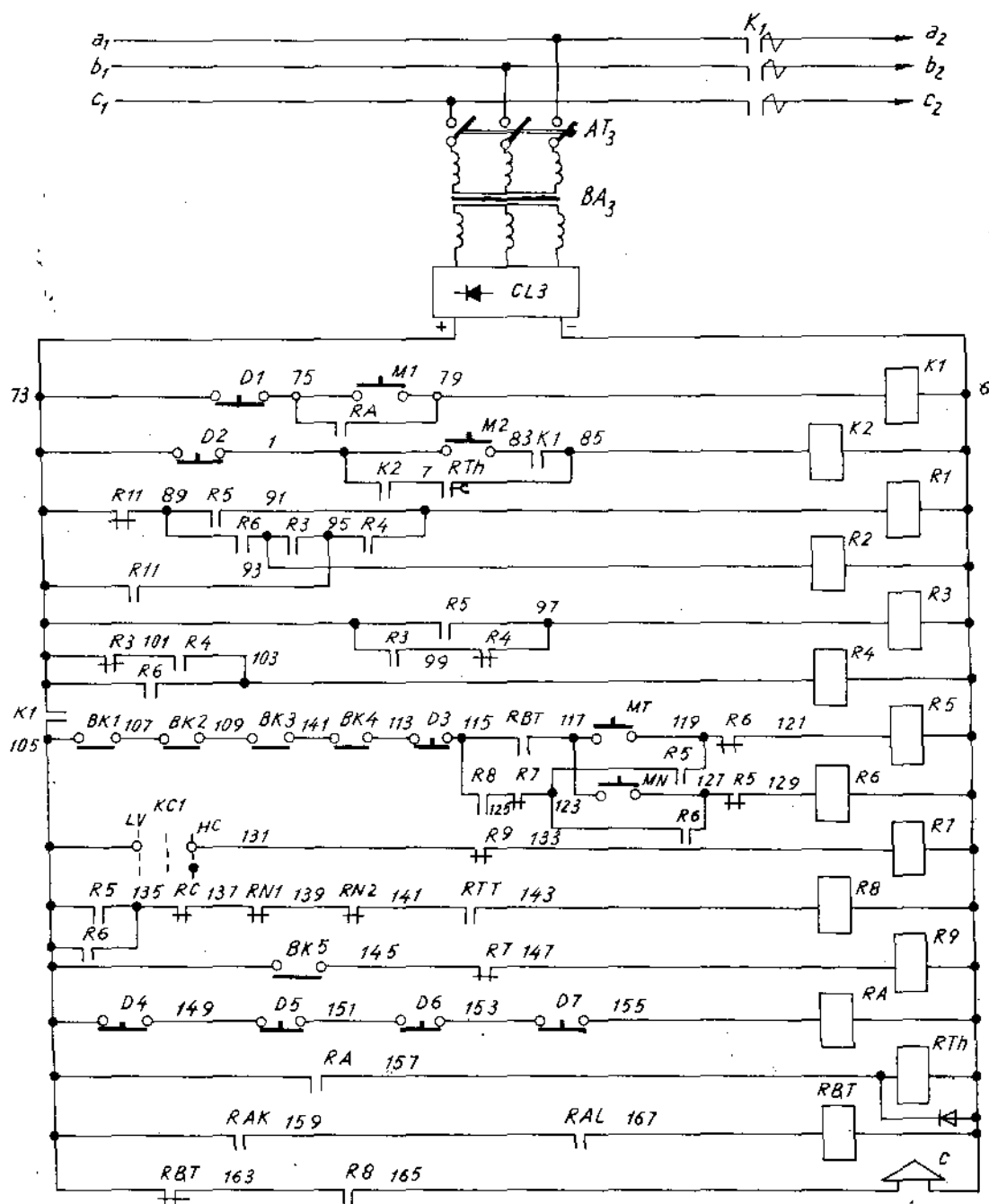
Điện áp ra của bộ khuếch đại được đặt vào bộ biến đổi BBD1. Hạn chế dòng điện động cơ được thực hiện bằng khâu ngắt tín hiệu ra của bộ khuếch đại, mạch điện đó gồm cuộn kháng L_K , các biến áp BA4, BA5, BA6, bộ chỉnh lưu CL2, diôt ắc áp DO2 và tranzitor T. Sụt áp trên cuộn kháng L_K tỉ lệ với dòng điện phần

ứng được đặt vào cầu chỉnh lưu CL₂ qua biến áp BA4, BA5, BA6. Khi dòng điện phản ứng lớn hơn giá trị dòng điện ngắt thì điện áp ra của CL2 sẽ lớn hơn điện áp đánh thủng của ắc áp ĐO2, tranzitor T thông, tín hiệu điều khiển bộ biến đổi BBD1 giảm, điện áp phản ứng động cơ sẽ giảm và đảm bảo hạn chế dòng điện động cơ nhỏ hơn trị số cho phép.

Sơ đồ điều khiển tự động được cung cấp từ bộ chỉnh lưu CL3 với biến áp đầu vào là BA3 (hình 2-11b). Trong sơ đồ có các liên động đảm bảo cho sự làm việc của hệ thống, hay nói cách khác là truyền động chính chỉ có thể làm việc khi đã có đầy đủ các tín hiệu liên động :



Hình 2-11a. Sơ đồ điều khiển truyền động chính máy tiện dùng 1540.



Hình 2-11b. Sơ đồ điều khiển truyền động chính máy tiện đứng 1540.

- Truyền động ăn dao và truyền động phụ đã được cấp điện (công tắc tơ K1 có điện),
- Dầu bôi trơn trong hộp tốc độ và gờ trượt (rơ le kiểm tra dầu RAK, áp kế điện tiếp xúc RAL và rơ le RBT có điện),
- Bánh răng trong hộp tốc độ đã ăn khớp (tiếp điểm BK1, BK2 kín),
- Xà ngang đã được kẹp chặt (tiếp điểm BK3 kín),

- Truyền động nâng hạ xà không làm việc (tiếp điểm BK4 kín),
- Đã có nguồn một chiều cung cấp cho các khớp ly hợp (rơ le R11, R12).

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

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

Ví dụ ấn MT, rơ le R5 có điện, tiếp điểm R5 (89 - 91) và R5 (73 - 97) đóng làm cho rơ le R1, R3 có điện. Tiếp điểm R1 đạt tín hiệu điều khiển cho bộ biến đổi BBD2, đảm bảo cho từ thông động cơ có giá trị định mức và chiều ứng với chiều quay thuận của động cơ D1. Các tiếp điểm R3 (41-45) và R3 (47-49) - nối phát tốc FT1 với cực tính sao cho phản hồi tốc độ là âm. Khi từ thông động cơ đạt giá trị định mức, rơ le kiểm tra từ thông RTT tác động, rơ le R8 có điện, đóng nguồn điện áp cho mạch đặt tốc độ R_ω . Rơ le R12 có điện bởi 2 tiếp điểm R1 (51-61) và RTT (61-63). Hiệu điện áp chủ đạo và điện áp trên phát tốc FT1 được đặt tới đầu vào của bộ khuếch đại theo đường : 1-3-5-7-47-49-FT1-45-41-35-23 ; 15-13-17-19-21, bộ biến đổi làm việc, tốc độ động cơ tăng đến trị số ứng với điện áp chủ đạo đặt bởi chiết áp R_ω . Dòng điện động cơ được hạn chế ở mức $1,5I_{dm}$ nhờ khâu ngắt dòng điện.

Hãm dừng động cơ được thực hiện bằng ấn nút D3. Khi đó các rơ le R5 và R8 bị ngắt điện, điện áp chủ đạo sẽ bằng không. Do quán tính cơ, tốc độ động cơ vẫn còn lớn nên điện áp của phát tốc FT1 vẫn còn lớn và điện áp điều khiển bị đổi dấu, do đó rơ le RTr₁ tác động, tiếp điểm của nó RTr₁ (51-59) đóng điện cho rơ le R11, đảm bảo cho điện áp đặt vào bộ khuếch đại vẫn có dấu như trước. Đồng thời R1 mất điện bởi tiếp điểm R11 (73-89) mở ra và R2 có điện do R11 (73-95) đóng lại, từ thông động cơ sẽ đổi chiều. Khi đó động cơ sẽ được hãm tái sinh, năng lượng dư thừa trong hệ thống động học được tái sinh về lưới bởi bộ biến đổi BBD1. Tốc độ động cơ giảm dần đến một trị số nào đó thì rơ le RTr₁ nhả ra dẫn đến rơ le R11 và tiếp theo là rơ le R2 mất điện, sơ đồ trở về trạng thái ban đầu. Dừng động cơ cũng có thể thực hiện bằng các nút ấn sau : nút D1 cắt điện công tắc tơ K1 rồi R5, làm cho R8 mất điện, quá trình hãm xảy ra như đã phân tích ở trên ; nút D2 cắt điện K2, bộ biến đổi BBD1 mất điện, động cơ được hãm tự do ; có thể dừng bằng một trong các nút dừng sự cố : D4 đặt ở bàn điều khiển, D5 đặt ở hộp điều khiển di động, D6 đặt ở ụ dao trái, D7 đặt ở ụ dao phải.

Ở chế độ hiệu chỉnh (thủ máy), bộ khống chế KC1 ở vị trí HC, rơ le R7 có điện, do đó rơ le R5 (hoặc R6) chỉ có điện trong khi ấn nút MT (hoặc MN), động cơ chỉ quay khi còn ấn nút và tốc độ của nó thấp do điện áp chủ đạo nhỏ (điểm 11 - 13).

Ở sơ đồ điều khiển có mạch bảo đảm duy trì tốc độ cắt là hằng số khi tiện mặt đầu (tiện cắt) - đường kính chi tiết liên tục thay đổi. Khi tiện mặt đầu, con trượt chiết áp R_D có liên hệ cơ khí với sự di chuyển bàn dao và do tiếp điểm BK5 (105 - 145) kín nên rơ le R9 có điện. Khi đó chiết áp đặt tốc độ R_ω bị loại ra khỏi mạch, chiết áp R_v và R_D được nối vào mạch nhờ các tiếp điểm thường hở của R_9 . Đặt tốc độ cắt nhờ chiết áp R_v , chiết áp R_D được nối vào phản ứng máy phát tốc

FT1, đồng thời điện áp máy phát tốc được đưa sang mạch điều khiển truyền động ăn dao nhằm duy trì lượng ăn dao $s = \text{const}$ tức tốc độ động cơ ăn dao thay đổi theo tốc độ động cơ chính. Cũng như ở chế độ tiện bình thường, khởi động động cơ quay thuận - mâm cặp quay phải - bằng ấn nút MT ; động cơ quay ngược - mâm cặp quay trái - bằng ấn nút MN.

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

Khi tốc độ động cơ đạt giá trị lớn nhất thì hiệu điện áp đó đủ lớn và rơ le RTr_2 tác động, tiếp điểm của nó RTr_2 (55-57) đóng điện cho rơ le R10 ; hai chiết áp R_V , R_D bị loại ra khỏi mạch bởi hai tiếp điểm R10 thường kín và điện áp chủ đạo lớn nhất (tương ứng với tốc độ lớn nhất) được đặt vào bộ khuếch đại và sự di chuyển tiếp theo của R_D không ảnh hưởng đến tốc độ động cơ D1.

Trong sơ đồ điều khiển có các bảo vệ sau :

- Dòng điện cực đại và ngắn mạch nhờ aptomat AT_1 , AT_2 , AT_3 và rơ le dòng cực đại RC.
- Mất từ thông động cơ (rơ le RTT).
- Mất điện áp nhờ rơ le RA.

Các tín hiệu về sự làm việc của hệ thống : có điện áp đặt vào bộ biến đổi BBD1 (đèn DH1 sáng) ; đủ dầu trong hộp tốc độ (đèn DH2) ; bánh răng trong hộp tốc độ ăn khớp hoàn toàn (đèn DH3) ; thiếu dầu khi đang làm việc (còi C).

3. Sơ đồ điều khiển truyền động ăn dao máy tiện đứng 1540

Ở truyền động máy tiện cỡ nặng và máy tiện đứng, thường dùng hệ thống truyền động riêng cho bàn dao. Vì hệ thống này công suất không lớn và phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng nên thường sử dụng hệ thống KDMD - D và ngày nay là hệ thống T - D (bộ biến đổi dùng thyristor - động cơ điện một chiều). Hình 2-12 giới thiệu sơ đồ truyền động ăn dao của bàn dao phải máy tiện đứng 1540.

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

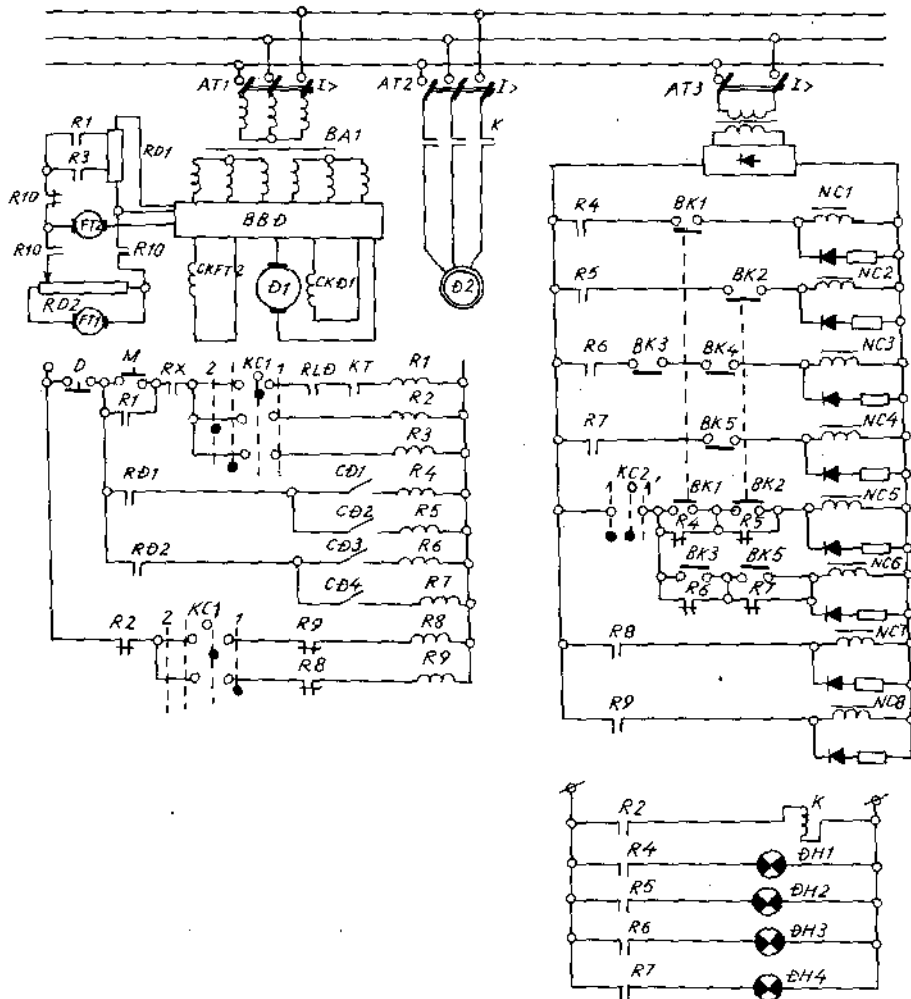
Phản ứng động cơ D1 được cung cấp từ bộ biến đổi dùng thyristor không đảo chiều, được cung cấp từ biến áp BA1. Cuộn kích từ của máy phát tốc FT2 được cung cấp từ bộ chỉnh lưu BBD. Điện áp điều khiển đặt vào bộ biến đổi là hiệu của điện áp chủ đạo và điện áp phản hồi tốc độ :

$$U_{dk} = U_{cd} - U_{fl} = U_{cd} - \gamma \omega.$$

trong đó :

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

U_{ft} - điện áp của máy phát tốc FT2 nối cứng trục với động cơ truyền động ăn dao D1.



Hình 2-12. Sơ đồ điều khiển truyền động ăn dao của máy tiện 1540.

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

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

- Di chuyển lên của ụ dao : Đóng CD1, rơ le R4 có điện, NC1 có điện.
- Di chuyển xuống của ụ dao : Đóng CD2, rơ le R5 có điện, NC2 có điện.
- Di chuyển tới tâm của bàn dao : Đóng CD3, rơ le R6 có điện, NC3 có điện.
- Di chuyển xa tâm của bàn dao : Đóng CD4, rơ le R7 có điện, NC4 có điện.

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

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

Dừng máy bằng cách ấn nút D. Muốn di chuyển nhanh ụ dao hoặc bàn dao, đặt KC1 ở vị trí 2 bên trái ; ấn nút M, rơ le R2 có điện và tiếp đó công tắc tơ K có điện, động cơ D2 được đóng vào nguồn điện chừng nào còn ấn nút M ; hoặc bàn dao sẽ được di chuyển nhanh nhờ động cơ D2.

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

Sơ đồ có các bảo vệ sau : Bảo vệ dòng cực đại và ngắn mạch nhờ aptômat AT1, AT2 và bảo vệ giới hạn chuyển động của ụ và bàn dao bằng các công tắc hành trình cuối BK1 - BK5.

Sơ đồ ăn dao chỉ làm việc khi :

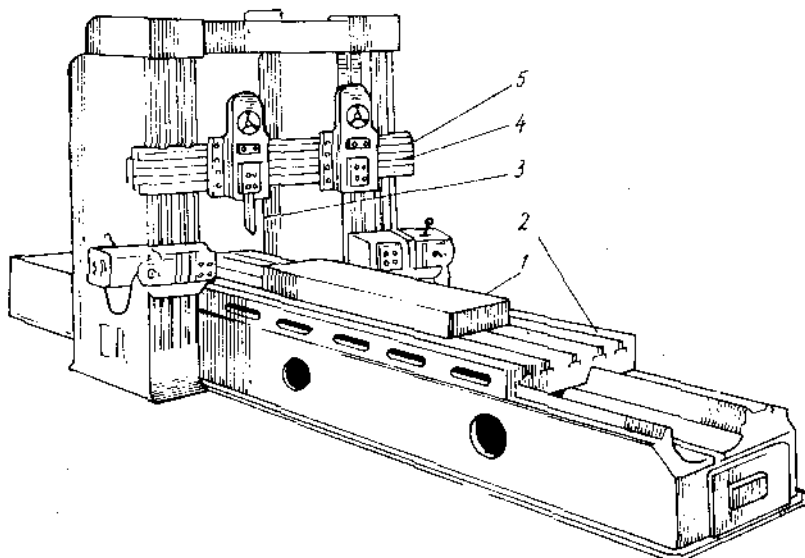
- Truyền động chính đã làm việc : tiếp điểm RLD kín.
- Động cơ bơm dầu đã làm việc : tiếp điểm KT kín.
- Xà máy đã được kẹp chặt : tiếp điểm RX kín.
- Ụ dao được di chuyển khi ụ đã được nói : tiếp điểm RD1 kín.
- Bàn dao chỉ di chuyển khi bàn dao đã được nói : tiếp điểm RD 2 kín.

Các đèn tín hiệu DH1 ÷ DH4 báo hiệu chế độ di chuyển của ụ dao và bàn dao tương ứng.

§3.1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ

Máy bào giường là máy có thể gia công các chi tiết lớn, chiều dài bàn có thể từ 1,5 đến 12m. Tùy thuộc vào chiều dài bàn máy và lực kéo có thể phân máy bào giường thành ba loại :

- Máy cỡ nhỏ : chiều dài bàn $L_b < 3m$, lực kéo $F_k = 30 \div 50 \text{ kN}$;
- Máy cỡ trung bình: $L_b = 4 \div 5m$, $F_k = 50 \div 70kN$;
- Máy cỡ nặng: $L_b > 5m$, $F_k > 70kN$.

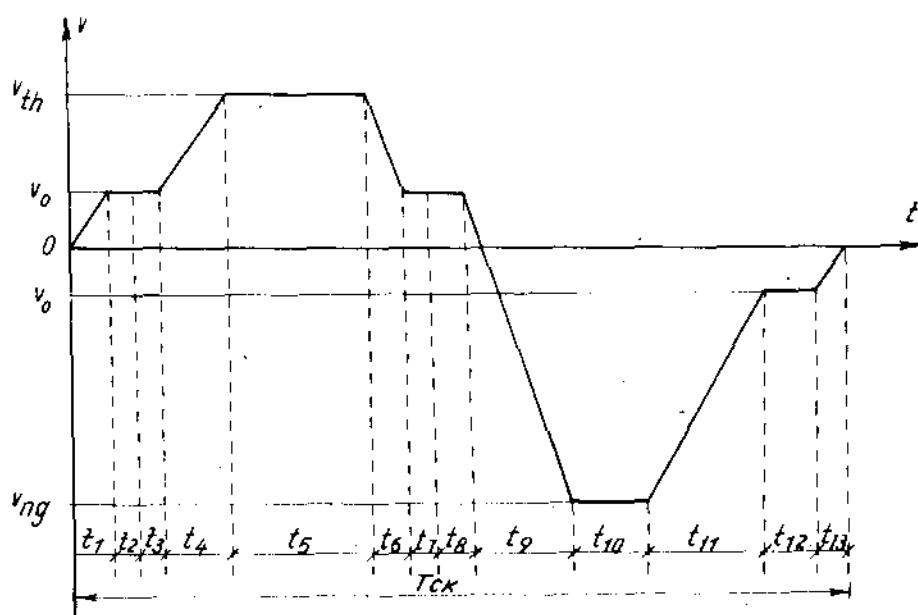


Hình 3-1. Hình dạng bên ngoài máy bào giường.

Dạng bên ngoài của máy bào giường được giới thiệu trên hình 3-1.

Chi tiết gia công 1 được kẹp chặt trên bàn máy 2 chuyển động tịnh tiến qua lại. Dao cắt 3 được kẹp chặt trên bàn dao đứng 4. Bàn dao 4 được đặt trên xà ngang 5 cố định khi gia công. Trong quá trình làm việc, bàn máy di chuyển qua lại theo các chu kỳ lặp đi lặp lại, mỗi chu kỳ gồm hai hành trình thuận và ngược. Ở hành trình thuận, thực hiện gia công chi tiết, nên gọi là hành trình cắt gọt. Ở hành trình ngược, bàn máy chạy về vị trí ban đầu, không cắt gọt, nên gọi là hành trình không tải. Cứ sau khi kết thúc hành trình ngược thì bàn dao lại di chuyển theo chiều ngang một khoảng gọi là lượng ăn dao s (mm/hành trình kép). Chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn máy gọi là chuyển động chính. Dịch chuyển của bàn dao sau mỗi một hành trình kép là chuyển động ăn dao. Chuyển động phụ là di chuyển nhanh của xà, bàn dao, nâng đầu dao trong hành trình không tải.

Đồ thị tốc độ của bàn máy được vẽ trên hình 3-2. Đây là dạng đồ thị thường gặp. Trong thực tế còn có nhiều dạng khác đơn giản hoặc phức tạp hơn. Giả thiết bàn máy đang ở đầu hành trình thuận và được tăng tốc độ đến tốc độ $v_0 = 5 \div 15 \text{ m/ph}$ (tốc độ vào dao) trong khoảng thời gian t_1 . Sau khi chạy ổn định với tốc độ v_0 trong khoảng thời gian t_2 thì dao cắt vào chi tiết (dao cắt vào chi tiết ở tốc độ thấp để tránh sút dao hoặc chi tiết). Bàn máy tiếp tục chạy với tốc độ ổn định v_0 cho đến hết thời gian t_3 thì lại tăng tốc độ đến v_{th} (tốc độ cắt gọt). Trong thời gian t_5 bàn máy chuyển động với tốc độ v_{th} và thực hiện gia công chi tiết. Gần hết hành trình thuận, bàn máy sơ bộ giảm tốc độ đến v_0 , dao được ra khỏi chi tiết khi tốc độ của bàn là v_0 . Sau đó bàn máy đảo chiều sang hành trình ngược đến tốc độ v_{ng} , thực hiện hành trình không tải, đưa bàn máy về vị trí ban đầu. Gần hết hành trình ngược bàn máy giảm tốc độ sơ bộ đến v_0 , đảo chiều sang hành trình thuận, thực hiện một chu kỳ khác. Bàn dao được di chuyển bắt đầu từ thời điểm bàn máy đảo chiều từ hành trình ngược sang hành trình thuận và kết thúc di chuyển trước khi dao cắt vào chi tiết.



Hình 3-2. Đồ thị tốc độ của bàn máy bào giường.

Tốc độ hành trình thuận V_{th} được xác định tương ứng bởi chế độ cắt ; thường $V_{th} = 5 \div (75 \div 120) \text{ m/ph}$; tốc độ gia công lớn nhất có thể đạt $V_{max} = (75 \div 120) \text{ m/ph}$. Để tăng năng suất của máy, tốc độ hành trình ngược thường chọn lớn hơn tốc độ hành trình thuận ; $V_{ng} = k \cdot V_{th}$ (thường $k = 2 \div 3$).

Năng suất của máy phụ thuộc vào số hành trình kép trong một đơn vị thời gian :

$$n = \frac{1}{T_{CK}} = \frac{1}{t_{th} + t_{ng}} \quad (3-1)$$

trong đó :

T_{CK} - thời gian của một chu kỳ làm việc của bàn máy, [s] ;

t_{th} - thời gian bàn máy chuyển động ở hành trình thuận, [s] ;

t_{ng} - thời gian bàn máy chuyển động ở hành trình ngược, [s].

Giả sử gia tốc của bàn máy lúc tăng và giảm tốc độ là không đổi thì :

$$t_{th} = \frac{L_{th}}{V_{th}} + \frac{L_{g.th} + L_{h.th}}{V_{th/2}} \quad (3-2)$$

$$t_{ng} = \frac{L_{ng}}{V_{ng}} + \frac{L_{g.ng} + L_{h.ng}}{V_{ng/2}} \quad (3-3)$$

trong đó : L_{th} , L_{ng} - chiều dài hành trình của bàn máy ứng với tốc độ ổn định V_{th} , V_{ng} ở hành trình thuận, ngược ;

$L_{g.th}$, $L_{h.th}$ - chiều dài hành trình bàn trong quá trình tăng tốc (gia tốc) và quá trình giảm tốc (hãm) ở hành trình thuận ;

$L_{g.ng}$, $L_{h.ng}$ - chiều dài hành trình bàn trong quá trình tăng tốc (gia tốc) và quá trình giảm tốc (hãm) ở hành trình ngược ;

V_{th} , V_{ng} - tốc độ hành trình thuận, ngược của bàn máy.

Đặt các t_{th} (3-2) và t_{ng} (3-3) vào (3-1) ta nhận được :

$$n = \frac{1}{L/V_{th} + L/V_{ng} + t_{dc}} = \frac{1}{\frac{(k+1) \cdot L}{V_{ng}} + t_{dc}} \quad (3-4)$$

trong đó :

$L = L_{th} + L_{g.th} + L_{h.th} = L_{ng} + L_{g.ng} + L_{h.ng}$ - chiều dài hành trình của bàn máy ;

$k = \frac{V_{ng}}{V_{th}}$ - tỉ số giữ tốc độ hành trình ngược và hành trình thuận ;

t_{dc} - thời gian đảo chiều của bàn máy.

Từ (3-4) ta thấy : khi đã chọn tốc độ cắt V_{th} thì năng suất của máy phụ thuộc vào hệ số k và thời gian đảo chiều t_{dc} . Khi tăng k thì năng suất của máy tăng, nhưng khi $k > 3$ thì năng suất của máy tăng không đáng kể vì lúc đó thời gian đảo chiều t_{dc} lại tăng. Nếu chiều dài bàn $L_b > 3m$ thì t_{dc} ít ảnh hưởng đến năng suất (m) mà chủ yếu là k . Khi L_b bé, nhất là khi tốc độ thuận lớn $V_{th} = (75 \div 120) \text{ m/ph}$ thì t_{dc} ảnh hưởng nhiều đến năng suất. Vì vậy một trong các điều cần chú ý khi thiết kế truyền động chính máy bào giường là phần đầu giảm thời gian quá trình quá độ.

Một trong các biện pháp để đạt mục đích đó là xác định tỷ số truyền tối ưu của cơ cấu truyền động từ động cơ đến trục làm việc, đảm bảo máy khởi động với gia tốc cao nhất.

Xuất phát từ phương trình chuyển động trên trục làm việc :

$$M_i - M_c = (J_D \cdot i^2 + J_m) \cdot \frac{d\omega_m}{dt} \quad (3-5)$$

trong đó :

- M - mômen động cơ lúc khởi động, Nm ;
- M_c - mômen cản trên trục làm việc, Nm ;
- J_D - mômen quán tính của động cơ, kgm ;
- J_m - mômen quán tính của máy, kgm ;
- ω_m - tốc độ góc của trục làm việc, rad/s ;
- i - tỉ số truyền của bộ truyền.

Ta có gia tốc của trục làm việc :

$$\frac{d\omega_m}{dt} = \frac{M \cdot i - M_c}{J_D \cdot i^2 + J_m} \quad (3-6)$$

Lấy đạo hàm của gia tốc và cân bằng với không :

$$\frac{d\left(\frac{d\omega_m}{dt}\right)}{di} = 0 \quad (3-7)$$

ta tìm được tỷ số truyền tối ưu là :

$$i_{t.u} = \frac{M_c}{M} + \sqrt{\left(\frac{M_c}{M}\right)^2 + \frac{J_m}{J_D}} \quad (3-8)$$

với giả thiết M, M_c là không đổi.

Nếu coi $M_c = 0$ thì ta có :

$$i_{t.u} = \sqrt{\frac{J_m}{J_D}} \quad (3-9)$$

Việc lựa chọn tỷ số truyền tối ưu ở máy bào giường là khá quan trọng. Thời gian quá trình quá độ phụ thuộc vào mômen quán tính của máy. Mômen quán tính của máy tăng tỉ lệ với chiều dài bàn máy (xem đồ thị hình 3-3).

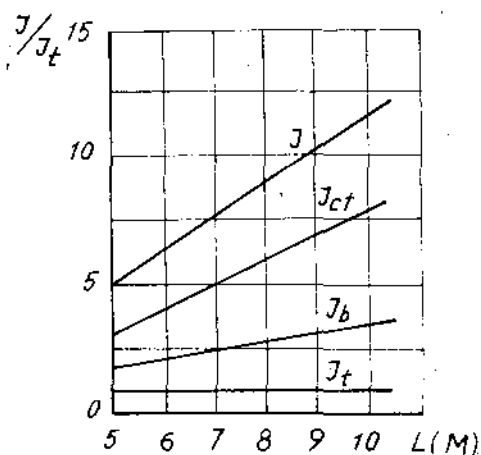
Ở đây :

- J_b - mômen quán tính của bàn ;
- J_{ct} - mômen quán tính của chi tiết ;
- J_t - mômen quán tính của bộ truyền.

$$J = J_b + J_{ct} + J_t$$

Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng : Thời gian quá trình quá độ không thể giảm nhỏ quá được và bị hạn chế bởi :

- Lực động phát sinh trong hệ thống,
- Thời gian quá trình quá độ phải đủ lớn để di chuyển đầu dao.



Hình 3-3. Biểu đồ quan hệ giữa mômen quán tính và chiều dài của máy bào giường.

§3.2. PHỤ TẢI VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CHÍNH

1. Phụ tải của truyền động chính

Phụ tải của truyền động chính (truyền động bàn máy) được xác định bởi lực kéo tổng. Nó là tổng của hai thành phần lực cắt và lực ma sát :

$$F_K = F_z + F_{ms} \quad (3-10)$$

trong đó : F_z - lực cắt, [N] ;

F_{ms} - thành phần lực ma sát, [N].

a) Ở chế độ làm việc (hành trình thuận) lực ma sát được xác định bởi công thức sau :

$$F_{ms} = \mu [F_y + g(m_{ct} + m_b)] \quad (3-11)$$

trong đó : $\mu = 0,05 \div 0,08$ - hệ số ma sát ở gờ trượt ;

$F_y = 0,4.F_z$ - thành phần thẳng đứng của lực cắt, N ;

m_{ct} , m_b - khối lượng của chi tiết, bàn, kg.

Lực kéo tổng được xác định như công thức (3-10).

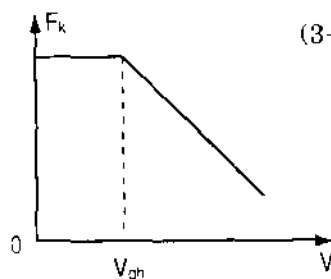
b) Ở chế độ không tải (hành trình ngược) do thành phần lực cắt bằng không nên lực ma sát bằng :

$$F_{ms} = \mu g (m_{ct} + m_b) \quad (3-12)$$

và lực kéo tổng là :

$$F_K = F_{ms} = \mu g (m_{ct} + m_b) \quad (3-13)$$

Quá trình bào chi tiết ở máy bào giường được tiến hành với công suất gần như không đổi tức là lực cắt lớn sẽ tương ứng với tốc độ cắt nhỏ và lực cắt nhỏ sẽ tương ứng với tốc độ cắt lớn. Tuy nhiên, như đã phân tích ở §1-5, ở những máy bào giường cỡ nặng thì đồ thị phụ tải có hai vùng như đồ thị hình 3-4, ở đó trong vùng $0 < V < V_{gh}$, lực kéo là hằng số ; trong vùng $V_{gh} < V < V_{max}$, công suất kéo P_K gần hằng số.



Hình 3-4. Đồ thị phụ tải của truyền động chính máy bào giường.

2. Phương pháp chọn công suất động cơ truyền động chính của máy bào giường

Đặc điểm của truyền động chính máy bào giường là đảo chiều với tần số lớn, mômen khởi động, hãm lớn. Quá trình quá độ chiếm tỉ lệ đáng kể trong chu kỳ làm việc. Chiều dài hành trình bàn càng giảm, ảnh hưởng của quá trình quá độ

càng tăng. Vì vậy khi chọn công suất truyền động chính máy bào giường cần xét cả phụ tải tĩnh lẫn phụ tải động. Trình tự tiến hành như sau :

a) *Số liệu ban đầu.* - Các chế độ cắt gọt điển hình trên máy : ứng với mỗi chế độ, có cho tốc độ cắt (tốc độ thuận) V_{th} , lực cắt F_z . Chú ý lực cắt thường có trị số cực đại (không đổi) trong phạm vi tốc độ cắt $V_{th} = 6 \div 20$ m/ph. Khi tốc độ cao hơn 20 m/ph, lực cắt giảm đi, trong phạm vi này công suất cắt có trị số gần không đổi (xem đồ thị phụ tải hình 3-4).

- Tốc độ hành trình ngược V_{ng} thường được chọn $V_{ng} = (1-3) \cdot v_{th}$ (m/ph) ;
- Trọng lượng bàn máy và chi tiết gia công $G_b + G_{ct}$ (N) ;
- Bán kính quy đổi lực cắt về trục động cơ điện $\rho = V/\omega$, m ;
- Hiệu suất định mức của cơ cấu η ;
- Hệ số ma sát giữa bàn và gờ trượt μ ;
- Chiều dài hành trình bàn L_b , m ;
- Mô men quán tính của các bộ phận chuyển động (kể cả chi tiết) ;
- Hệ thống truyền động điện và phương pháp điều chỉnh tốc độ.

b) *Chọn sơ bộ động cơ.* Ứng với mỗi chế độ cắt gọt, xác định lực kéo tổng trên trục vít của bộ truyền, công suất đầu trục động cơ và công suất tính toán. Lực kéo tổng được xác định theo công thức :

$$F_K = F_z + (G_b + G_{ct} + F_y) \cdot \mu \quad (3-14)$$

Công suất đầu trục động cơ khi cắt chính là công suất động cơ trong hành trình thuận :

$$P_{th} = \frac{F_K \cdot V_{th}}{60 \cdot 1000 \cdot \eta} \text{ [kW]} \quad (3-15)$$

Nếu hệ thống truyền động điện là bộ biến đổi - động cơ điện một chiều BBD - D (bộ biến đổi có thể là bộ chỉnh lưu dùng thyristor, máy phát một chiều v.v...) và điều chỉnh tốc độ động cơ trong cả dải tốc độ bằng điều chỉnh điện áp phần ứng thì động cơ phải chọn theo công suất tính toán P_{tt} :

$$P_{tt} = P_{th} \cdot \frac{V_{ng}}{V_{th}} \quad (3-16)$$

Có như vậy, động cơ mới có thể đảm bảo được dòng điện cực đại trong hành trình thuận với điện áp phần ứng không lớn, đồng thời tốc độ cao trong hành trình ngược (khi điện áp lớn). Trong trường hợp điều chỉnh tốc độ theo hai vùng như theo đồ thị phụ tải hình 3-4 tức là trong vùng $V_{min} < V < V_{th}$ giữ lực kéo không đổi bằng phương pháp điều chỉnh điện áp phần ứng, còn trong vùng $V_{th} < V < V_{ng}$ giữ công suất không đổi bằng thay đổi từ thông động cơ, thì động cơ chỉ cần chọn theo công suất ở hành trình thuận P_{th} tính theo (3-15) là đủ vì trong phạm vi $V_{th} < V < V_{ng}$ điều chỉnh từ thông nên $P_D = \text{const}$.

Các số liệu tính toán được ghi vào bảng 3-1.

102.101.201.2

Cần chọn động cơ có công suất định mức lớn hơn hoặc bằng công suất tính toán lớn nhất trong bảng 3-1 :

$$P_{dm} \geq P_{ttmax}$$

BẢNG 3-1. SỐ LIỆU GHI ĐỂ CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ MÁY BẢO GIƯỜNG

Chế độ cắt	Tốc độ (m/ph)		Lực cắt F_z (N)	Lực dọc trục F_y (N)	Trọng lượng chi tiết G_{ct} (N)	Lực kéo F_K (N)	Công suất đầu trục P_{th} (kW)	Công suất tính toán P_{tt} (kW)
	V_{th}	V_{ng}						
1	V_{th1}	V_{ng1}	F_{z1}	F_{y1}	G_{ct1}	F_{K1}	P_{th1}	P_{tt1}
2	V_{th2}	V_{ng2}	F_{z2}	F_{y2}	G_{ct2}	F_{K2}	P_{th2}	P_{tt2}
3	V_{th3}	V_{ng3}	F_{z3}	F_{y3}	G_{ct3}	F_{K3}	P_{th3}	P_{tt3}

c) Xây dựng đồ thị phụ tải toàn phần và kiểm nghiệm động cơ đã chọn. Để kiểm nghiệm động cơ đã chọn theo điều kiện phát nóng ta phải xây dựng đồ thị phụ tải toàn phần $I = f(t)$; trọng đó có xét tới cả chế độ làm việc xác lập và quá trình quá độ.

Phương pháp như sau : Có thể chia đồ thị tốc độ của động cơ trong một hành trình kép (hình 3-5) thành 14 khoảng từ $t_1 + t_{14}$. Trong đó :

Khoảng t_1 - bàn máy tăng tốc độ tới v_0 , không cắt gọt tương ứng với động cơ làm việc không tải (ω_1).

Khoảng t_2 - động cơ làm việc với tốc độ ổn định, không tải.

Khoảng t_3 - bắt đầu gia công chi tiết, động cơ làm việc với tốc độ ổn định, có tải.

Khoảng t_4 - giai đoạn động cơ tăng tốc độ đến ω_{th} tương ứng với tốc độ v_{th} của bàn máy, có tải.

Khoảng t_5 - giai đoạn cắt gọt, động cơ làm việc với tốc độ ổn định ω_{th} .

Khoảng t_6 - động cơ giảm tốc độ đến ω_1 , có tải.

Khoảng t_7 - động cơ làm việc ổn định với tốc độ ω_1 , có tải.

Khoảng t_8 - đảo ra khỏi chi tiết, động cơ làm việc không tải với tốc độ ω_1 .

Khoảng t_9, t_{10} - động cơ đảo chiều từ thuận sang ngược.

Khoảng t_{11} - động cơ làm việc không tải với tốc độ ω_{ng} tương ứng với tốc độ ω_{ng} của bàn máy. Khoảng t_{12} - động cơ giảm tốc độ ở chiều ngược.

Khoảng t_{13} - động cơ làm việc ổn định với tốc độ ω_1 .

Khoảng t_{14} - động cơ đảo chiều từ ngược sang thuận, bàn máy bắt đầu thực hiện một hành trình kép mới.

Như vậy trong một hành trình kép có các khoảng thời gian động cơ làm việc ổn định không tải là t_2, t_8, t_{11}, t_{13} và có tải là t_3, t_5, t_7 . Các khoảng thời gian động cơ làm việc ở quá trình quá độ $t_1, t_4, t_6, t_9, t_{10}, t_{12}, t_{14}$. Ta phải xác định được dòng điện động cơ trong tất cả các khoảng thời gian đó.

+ Xác định dòng điện trong chế độ làm việc ổn định :

Để xác định dòng điện động cơ trong các khoảng thời gian làm việc ổn định, ta xác định công suất trên trục động cơ, sau đó xác định mômen điện từ của động cơ và dòng điện trong các khoảng đó theo giản đồ sau :

$$P(t) \rightarrow M(t) \rightarrow I(t)$$

với $P(t)$, $M(t)$, $I(t)$ là công suất, mômen, dòng điện trong các khoảng thời gian làm việc ổn định.

- Công suất đầu trục động cơ khi không tải ở hành trình thuận là :

$$P_{oth} = \Delta P_{oth} + \Delta P_p \quad (3-17)$$

trong đó : ΔP_{oth} - tổn hao không tải trong hành trình thuận ;

ΔP_p - Tổn hao do ma sát trên gối trượt của bàn máy.

$$\Delta P_{oth} = a \cdot P_{thhi} = 0,6 P_{th} (1 - \eta) \quad (3-18)$$

$$\Delta P_p = \frac{(G_{ct} + G_b) \cdot V_{th} \cdot \mu}{60 \cdot 1000} \quad (3-19)$$

với $a = 0,6 (a_{dm} + b_{dm})$; P_{thhi} - công suất hữu ích (xem 1-34)

- Mômen điện từ của động cơ ở hành trình thuận khi tải đầy là :

$$M_{dt.th} = M_o + M_{th} = M_o + \frac{P_{D.th} \cdot 10^3}{\omega_{th}} [Nm] \quad (3-20)$$

$$\text{với} \quad \omega_{th} = V_{th} / \rho \quad (3-21)$$

là tốc độ động cơ ở hành trình thuận.

M_o - mômen không tải của động cơ.

$$M_o = K\phi_{dm} \cdot I_{dm} - \frac{P_{dm} \cdot 10^3}{\omega_{dm}} [Nm] \quad (3-22)$$

- Dòng điện động cơ khi tải đầy là :

$$I_{th} = \frac{M_{dt.th}}{K\phi_{dm}} [A] \quad (3-23)$$

trong đó $K\phi_{dm}$, P_{dm} , I_{dm} là các thông số định mức của động cơ.

- Công suất động cơ trong hành trình ngược khi dùng phương pháp điều chỉnh điện áp trong cả dải tốc độ được xác định như sau :

$$P_{Dng} = P_{oth} \cdot \frac{V_{ng}}{V_{th}} [N] \quad (3-24)$$

- Mômen điện từ ở hành trình ngược :

$$M_{dt.ng} = M_o + \frac{P_{Dng} \cdot 10^3}{\omega_{ng}} [Nm] \quad (3-25)$$

- Dòng điện động cơ ở hành trình ngược

$$I_{ng} = \frac{M_{dl,ng}}{K\Phi_{dm}} = I_{do.th} [A] \quad (3-26)$$

+ Xác định dòng điện trong các khoảng thời gian động cơ làm việc ở quá trình quá độ :

Nguyên tắc chung là viết và giải các phương trình vi phân các mạch điện cụ thể. Ngày nay công cụ máy tính đã phát triển, việc giải các phương trình vi phân sẽ không gặp khó khăn như trước đây. Tuy nhiên, để đơn giản cho việc phân tích, ta sử dụng phương pháp gần đúng. Phương pháp đó dựa trên các giả thiết sau :

- Đồ thị tốc độ bàn máy $v(t)$ hoặc của động cơ có dạng lí tưởng như hình 3-5.

- Hệ thống truyền động điện có tự động điều chỉnh, đảm bảo có hạn chế dòng điện và duy trì nó ở giá trị cực đại cho phép trong quá trình quá độ. Đối với động cơ một chiều, $I_{qd} = (2 \div 2,5)I_{dm}$.

- + Xác định thời gian của các khoảng làm việc :

- Thời gian của quá trình quá độ có thể xác định bằng công thức gần đúng :

$$t = \frac{J}{M_{qd} - M_c} (\omega_2 - \omega_1) = \frac{J}{(I_{qd} - I_c) \cdot K\Phi_{dm}} (\omega_2 - \omega_1) \quad (3-27)$$

trong đó :

M_{qd}, I_{qd} - mômen, dòng điện động cơ trong quá trình quá độ ;

M_c, I_c - mômen, dòng điện phụ tải của động cơ ;

ω_2, ω_1 - tốc độ ở cuối và đầu quá trình quá độ ;

Theo (3 - 27) ta xác định được $t_1, t_4, t_6, t_9, t_{10}, t_{12}, t_{14}$.

- Các khoảng thời gian t_2, t_3, t_7, t_8 xác định theo kinh nghiệm vận hành.

- Thời gian làm việc ổn định ở hành trình thuận được xác định như sau :

$$t_5 = \frac{L_5}{V_{th}} [s] \quad (3-28)$$

trong đó : L_5 - chiều dài bàn máy di chuyển trong khoảng thời gian t_5 được xác định như sau :

$$L_5 = L - \sum L_i \quad (3-29)$$

trong đó L - chiều dài hành trình bàn máy trong hành trình thuận ;

$\sum L_i$ - tổng chiều dài hành trình bàn trong các đoạn quá trình quá độ và các đoạn bàn máy di chuyển với tốc độ v_0 .

Nếu coi rằng trong quá trình quá độ bàn máy di chuyển với tốc độ trung bình không đổi thì :

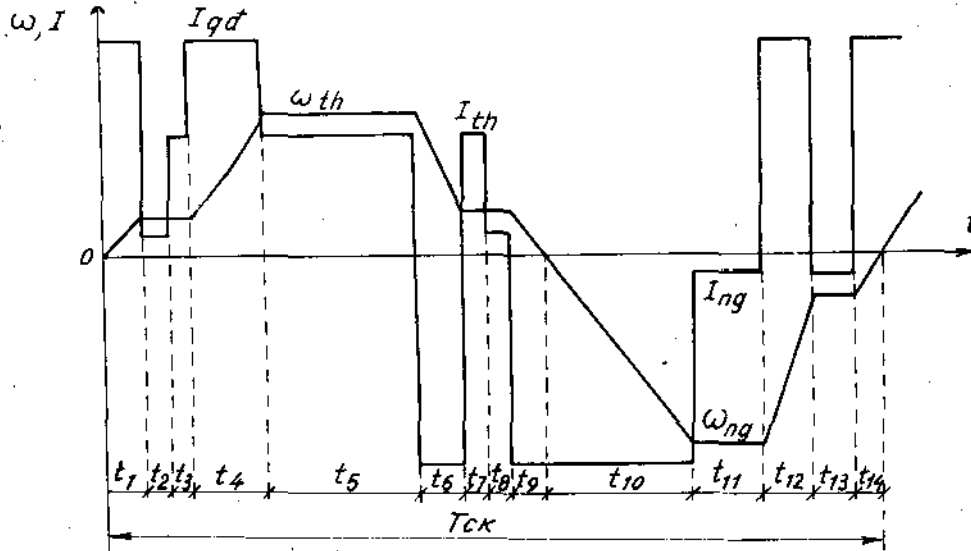
$$L_i = V_i \cdot t_i \quad (3-30)$$

với V_i, t_i - tốc độ trung bình, đoạn thời gian thứ i .

- Tương tự ta xác định được T_{11} .

+ Xây dựng đồ thị phụ tải toàn phần $I = f(t)$:

Từ các số liệu dòng điện trong quá trình quá độ và xác lập ở các khoảng thời gian tương ứng, ta vẽ được đồ thị dòng điện biến thiên theo thời gian như ở hình 3-5.



Hình 3. 5. Biểu đồ tốc độ và dòng điện của máy bảo giường.

+ Kiểm nghiệm động cơ theo điều kiện phát nóng.

Sử dụng phương pháp dòng điện đẳng trị để kiểm nghiệm. Từ đồ thị hình 3-5 ta có :

$$I_{dt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{14} I_i^2 \cdot t_i}{T'_{ck}}} \quad (3-31)$$

trong đó : T'_{ck} - thời gian của một chu kì có xét đến hiện tượng tỏa nhiệt do tốc độ thấp và quá trình quá độ, nếu động cơ tự thông gió. Khi động cơ thông gió độc lập thì lấy $T'_{ck} = T_{ck}$.

Động cơ đã được chọn phải có dòng điện định mức :

$$I_{dm} \geq I_{dt} \quad (3-32)$$

§ 3.3. CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN MÁY BẢO GIƯỜNG

1. Truyền động chính

Phạm vi điều chỉnh tốc độ truyền động chính là tỉ số giữa tốc độ lớn nhất của bàn máy (tốc độ lớn nhất trong hành trình ngược) và tốc độ nhỏ nhất của bàn máy (tốc độ thấp nhất trong hành trình thuận).

$$D = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} = \frac{V_{\text{ng.max}}}{V_{\text{th.min}}} \quad (3-33)$$

Trong đó :

$V_{\text{ng.max}}$ - tốc độ lớn nhất của bàn máy ở hành trình ngược, thường
 $V_{\text{ng.max}} = 75 \div 120 \text{ m/ph.}$

$V_{\text{th.min}}$ - tốc độ nhỏ nhất của bàn máy trong hành trình thuận, thường
 $V_{\text{th.min}} = 4 \div 6 \text{ m/ph.}$

Như vậy $D = (12,5 \div 30)/1$.

Thông thường, hệ thống truyền động điện sử dụng động cơ điện một chiều được cấp nguồn từ bộ biến đổi (BBD). Theo yêu cầu của đồ thị phụ tải (hình 3-4), điều chỉnh tốc độ được thực hiện theo hai vùng : Thay đổi điện áp phản ứng trong phạm vi $(5 \div 6)/1$ với mômen trên trục động cơ là hằng số ứng với tốc độ bàn thay đổi từ $V_{\min} = (4 \div 6) \text{ m/ph}$ đến $V_{g.h} = (20 \div 25) \text{ m/ph}$, khi đó lực kéo không đổi ; giảm từ thông động cơ trong phạm vi $(4 \div 5)/1$ khi thay đổi tốc độ từ $V_{g.h}$ đến $V_{\max} = (75 \div 120) \text{ m/ph}$, khi đó công suất kéo gần như không đổi. Nhưng sử dụng phương pháp điều chỉnh từ thông thì làm giảm năng suất của máy, vì thời gian quá trình quá độ tăng do hằng số thời gian mạch kích từ động cơ lớn. Vì vậy, thực tế người ta thường mở rộng phạm vi điều chỉnh điện áp, giảm phạm vi điều chỉnh từ thông, hoặc điều chỉnh tốc độ động cơ trong cả dải bằng thay đổi điện áp phản ứng. Trong trường hợp này công suất động cơ phải tăng $V_{\max}/V_{g.h}$ lần.

Ở chế độ xác lập, độ ổn định tốc độ không lớn hơn 5% khi phụ tải thay đổi từ không đến định mức.

Quá trình quá độ khởi động, hãm yêu cầu xảy ra êm, tránh va đập trong bộ truyền với độ tác động cực đại.

Đối với những máy bào giường cỡ nhỏ ($L_b < 3\text{m}$; $F_x = 30 \div 50 \text{ kN}$; $D = (3 \div 4)/1$) hệ thống truyền động chính thường là động cơ không đồng bộ - khớp li hợp ; động cơ không đồng bộ rô to dây quấn hoặc động cơ một chiều kích từ độc lập và hộp tốc độ. Những máy cỡ trung bình ($L_b = 3 \div 5\text{m}$; $F_K = 50 \div 70 \text{ kN}$; $D = (6 \div 8)/1$) hệ thống truyền động là F - D (máy phát một chiều - động cơ điện một chiều). Đối với máy cỡ nặng ($L_b > 5\text{m}$, $F_K > 70 \text{ kN}$; $D \geq (8 \div 25)/1$), hệ truyền động điện là hệ F - D có bộ khuếch đại trung gian ; hệ chỉnh lưu dùng thyristor - động cơ một chiều.

2. Truyền động ăn dao

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

Phạm vi điều chỉnh lượng ăn dao là $D = (100 \div 200)/1$. Lượng ăn dao cực đại có thể đạt tới $(80 \div 100) \text{ mm/hành trình kép}$.

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

Hệ thống di chuyển đầu dao cần phải đảm bảo theo hai chiều ở cả chế độ di chuyển làm việc và di chuyển nhanh.

Truyền động ăn dao thường được thực hiện bằng động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc và hộp tốc độ.

Truyền động ăn dao có thể thực hiện bằng nhiều hệ thống : cơ khí, điện khí, thủy lực, khí nén v.v. Thông thường sử dụng rộng rãi hệ thống điện cơ : động cơ điện và hệ thống truyền động trục vít - êcu hoặc bánh răng - thanh răng.

Lượng ăn dao trong một hành trình kép khi truyền động bằng hệ trục vít - êcu được tính như sau :

$$S = \omega_{lv}.t.T \quad (3-34)$$

và đối với hệ truyền động bánh răng - thanh răng

$$S = \omega_{br}.z.t.T \quad (3-35)$$

trong đó :

ω_{lv} , ω_{br} - tốc độ góc của trục vít, bánh răng, 1/s ;

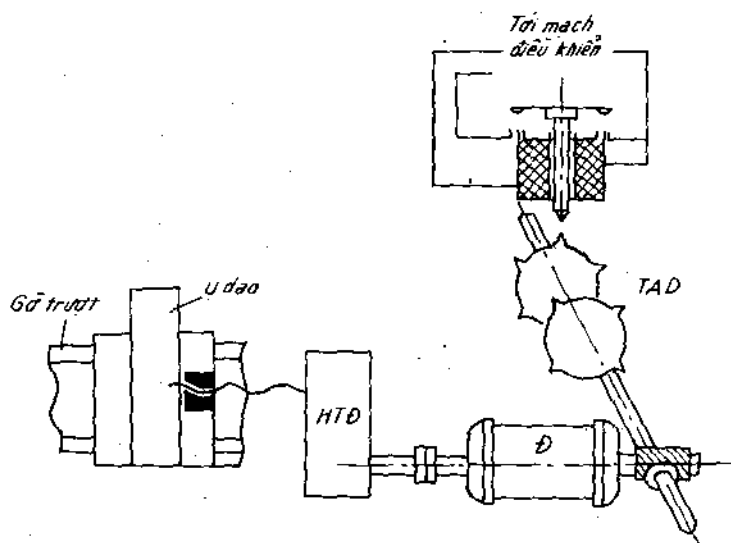
z - số răng của bánh răng ;

t - bước răng của trục vít hoặc thanh răng, mm ;

T - thời gian làm việc của trục vít hoặc thanh răng, s.

Từ biểu thức trên ta thấy : để điều chỉnh lượng ăn dao s bằng cách thay đổi thời gian có thể sử dụng nguyên tắc hành trình (dùng các công tắc hành trình) hoặc nguyên tắc thời gian (dùng các rơ le thời gian). Các nguyên tắc này đơn giản nhưng năng suất máy thường bị hạn chế. Lí do là lượng ăn dao lớn, thời gian làm việc phải dài, nghĩa là thời gian đảo chiều từ hành trình thuận sang hành trình ngược phải dài, nhiều trường hợp không cho phép.

Để thay đổi tốc độ trục làm việc, ta có thể dùng nguyên tắc tốc độ, điều chỉnh tốc độ bản thân động cơ hoặc sử dụng hộp tốc độ nhiều cấp. Nguyên tắc này tuy phức tạp hơn nguyên tắc trên, nhưng có thể giữ được thời gian làm việc của truyền động như nhau với các lượng ăn dao khác nhau.



Hình 3-6. Hệ thống truyền động ăn dao máy bào giường.

Một hệ thống truyền động ăn dao được sử dụng trong nhiều máy bào giường cỡ trung bình như ở hình (3-6). Bộ phận chính là hệ thống đĩa với số răng trên các đĩa khác nhau. Số đĩa sẽ là số cấp ăn dao ứng với một tốc độ của trục làm việc. Số đĩa có thể là 7 hoặc 8, khi kết hợp với một hộp tốc độ 3 cấp thì sẽ tạo ra lượng ăn dao $0,5 \div 50 \text{ mm}$ (7 đĩa) và đến 100 mm (8 đĩa) với $\varphi = 1,26$. Số răng trên đĩa sẽ xác định lượng ăn dao. Mỗi đĩa sẽ ứng với một lượng ăn dao. Phần ứng rơ le R sẽ di chuyển tựa trên các đĩa, khi gặp răng trên đĩa thì rơ le R nhả, tác động đến mạch điều khiển và cắt điện động cơ truyền động ăn dao DD.

3. Truyền động phụ

Truyền động phụ đảm bảo các di chuyển nhanh bàn dao, xà máy, nâng đầu dao trong hành trình ngược, được thực hiện bởi động cơ không đồng bộ và nam châm điện.

§3.4. MỘT SỐ SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN MÁY BÀO GIƯỜNG ĐIỆN HÌNH

1. Sơ đồ điều khiển máy bào giường theo hệ thống F - Đ có khuếch đại máy điện làm kích từ cho máy phát

Hình 3-7 giới thiệu sơ đồ nguyên lý (đơn giản) của hệ thống truyền động chính máy bào giường cỡ trung bình và nặng : 77112, 7210, 7212, 7243A (Liên Xô cũ).

a) Phân tích nguyên lý làm việc của hệ thống truyền động điện :

+ Động cơ một chiều D truyền động cho bàn máy được cung cấp nguồn từ máy phát điện một chiều F. Máy điện khuếch đại từ trường ngang KDM cung cấp nguồn cho cuộn kích từ của máy phát (CKF) có bốn cuộn dây kích từ. Ba cuộn kích từ (cuộn điều khiển) CK1 - CK2 - CK3 nối tiếp cùng chiều có chức năng lá cuộn chủ đạo, phản hồi âm điện áp, phản hồi dương dòng điện phản ứng và phản hồi mềm sức điện động máy phát, và điện áp tổng đặt lên các cuộn đó có 4 thành phần điện áp tương ứng như trên :

$$U_{13} = U_{cd} - U_a + U_i \pm U_{od} \quad (3 - 36)$$

Trong đó :

U_{13} - điện áp tổng đặt lên các cuộn dây CK1 - CK2 - CK3 ;

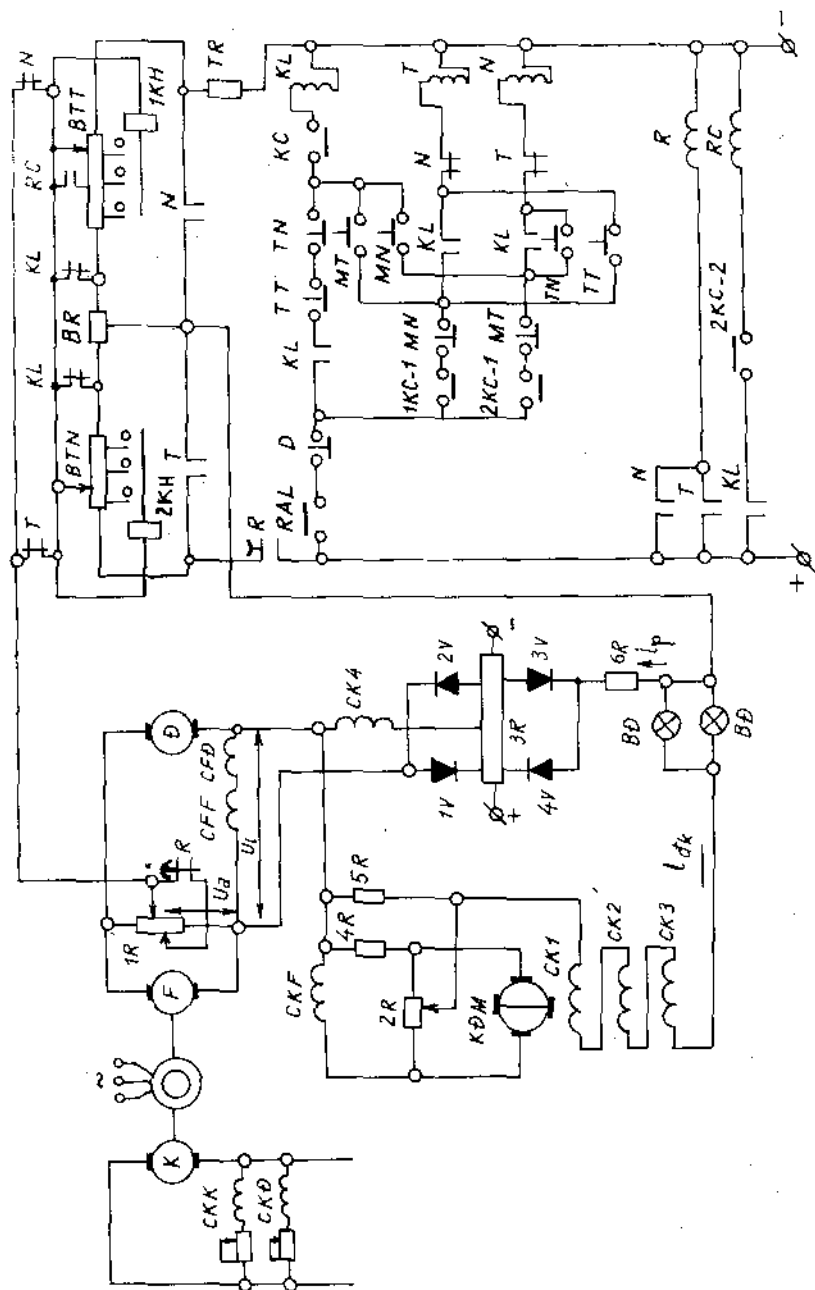
U_{cd} - điện áp chủ đạo, lấy trên biến trở điều chỉnh BTT (đối với hành trình thuận) hoặc BTN (hành trình ngược) ;

$U_a = \alpha U_F$ - điện áp phản hồi âm theo điện áp động cơ (lấy trên biến trở $1R$) ;

$U_i = \beta I_d R_{d\Sigma}$ - điện áp phản hồi dương theo dòng điện phản ứng (lấy trên các cuộn cực từ phụ của máy phát và động cơ) ; ($\beta = (R_{CFF} + R_{CFD}) / R_{d\Sigma}$)

U_{od} - điện áp phản hồi mềm, lấy trên đường chéo "cầu động" (điện trở $5R$). "Cầu động" gồm 4 nhánh : cuộn CKF, hai nửa của điện trở $2R$ và điện trở $4R$. Điện áp của khuếch đại máy điện KDM đặt vào một đường chéo của cầu. Đường chéo

kia là điện trở $5R$ - lấy điện áp phản hồi U_{od} . Ở chế độ xác lập các nhánh cầu được chỉnh định sao cho cầu cân bằng và như vậy $U_{od} = 0$. Trong quá trình quá độ do từ thông của máy phát thay đổi, cuộn CKF có điện cảm nên cầu mất cân bằng, điện áp phản hồi mềm khác không và tỉ lệ với đạo hàm của sức điện động máy phát, tức là phản ánh sự dao động của sức điện động máy phát. Có thể chứng minh công thức xác định điện áp U_{od} bằng cách viết các phương trình cân bằng điện áp của "cầu động" nói trên :



Hình 3-7. Sơ đồ hệ thống truyền động máy bảo giường hệ F - D.

$$U_{od} = \frac{R_{2R2}}{R_{2R} \cdot K_{\beta}} \cdot L_{CKF} \cdot p \cdot E_F \quad (3-37)$$

trong đó :

R_{2R2} - điện trở của nửa điện trở $2R$ (xem sơ đồ 3-7) ;

L_{CKF} - điện cảm của cuộn kích từ máy phát ;

K_{β} - tỉ số sức điện động và dòng điện kích từ của máy phát. Nếu coi mạch từ của máy phát là không bão hòa thì :

$$K_{\beta} = \frac{E_{Fdm}}{I_{CKFdm}}$$

Cuộn kích từ CK4 có chức năng phản hồi âm dòng điện có ngắt, tạo cho động cơ đặc tính "mây xúc", hạn chế dòng điện động cơ trong quá trình tỉnh cũng như trong quá trình quá độ. Nguyên lí làm việc của khâu phản hồi âm dòng điện có ngắt được giải thích như sau : khi dòng điện còn nhỏ hơn giá trị dòng điện ngắt ($I_u < I_{ng}$) thì sụt áp trên các cuộn dây cực từ phụ của động cơ và máy phát :

$$\Delta U = (R_{CFF} + R_{CFD}) \cdot I_u = \beta \cdot R_u \Sigma I_u \quad (3-38)$$

còn nhỏ hơn điện áp so sánh U_{SS} lấy trên điện trở $3R$, các van 1V hoặc 2V không thông, trong cuộn CK4 không có dòng điện, sức từ động của nó bằng không. Khi $I_u \geq I_{ng}$ tương ứng với $\Delta U \geq U_{SS}$, các van 1V (2V) thông, trong cuộn CK4 xuất hiện dòng điện và sức từ động của cuộn CK4 sẽ tác dụng ngược chiều với sức từ động của các cuộn CK1 - CK2 - CK3, làm điện áp máy phát giảm, tốc độ động cơ giảm nhanh khi dòng điện phản ứng tăng, tạo ra đặc tính dốc. Đặc tính cơ có dạng như hình 3-8.

Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng thay đổi điện áp chủ đạo lấy trên biến trở BTT hoặc BTN.

+ Thành lập phương trình đặc tính cơ :

- Khi $I_u < I_{ng}$ ta viết được các phương trình mô tả hệ thống ở chế độ xác lập :

$$U_{13} = U_{cđ} - \alpha U_F + \beta I_u R_u \Sigma \quad (3-39)$$

$$E_F = K_F \cdot K_{KDM} \cdot U_{13} \quad (3-40)$$

$$E_F = K\phi\omega_d + I_u \cdot R_u \Sigma \quad (3-41)$$

trong đó : K_F , K_{KDM} - là hệ số khuếch đại điện áp của máy phát, khuếch đại máy điện. Với giả thiết mạch từ của máy phát và khuếch đại máy điện không bão hòa thì ta có :

$$K_F = \frac{E_F}{U_{CKF}} ; K_{KDM} = \frac{E_{KDM}}{U_{dk}}$$

$R_u \Sigma = R_{uD} + R_{uF} + R_{CFF} + R_{CFD}$ - tổng điện trở trong mạch phản ứng.

Từ các phương trình (3-39), (3-40), (3-41) ta biến đổi thành phương trình đặc tính cơ - điện của động cơ :

$$\omega_D = \frac{K_D \cdot K_F \cdot K_{KDM} \cdot U_{cd}}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{KDM}} - \frac{1 + K_F \cdot K_{KDM} \left(\alpha \frac{R_{uD}}{R_{u\Sigma}} - \beta \right)}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{KDM}} \cdot K_D \cdot R_{u\Sigma} \cdot I_u \quad (3-42)$$

Trong đó : $K_D = 1/K\phi$ - hệ số của động cơ ;

R_{uD} - điện trở bản thân của dây quấn phần ứng động cơ.

- Khi $I_u \geq I_{ng}$ ta viết các phương trình mô tả hệ thống tương tự như khi $I_u < I_{ng}$. Chỉ lưu ý là trong trường hợp này trên cuộn CK4 có điện áp U_4 là hiệu hai điện áp : sụt áp trên cuộn dây cực từ phụ ΔU và điện áp so sánh U_{SS} :

$$U_4 = \Delta U - U_{ss} = \beta I_u \cdot R_{u\Sigma} - U_{SS} \quad (3-43)$$

Để tiện cho việc viết phương trình ta quy đổi điện áp trên cuộn CK4 (U_4) về cuộn dây CK1 - CK2 - CK3 bằng công thức sau :

$$U'_4 = K_{qd4} \cdot U_4 = \frac{W_4}{R_4} \cdot \frac{R_{13}}{W_{13}} \cdot U_4 \quad (3-44)$$

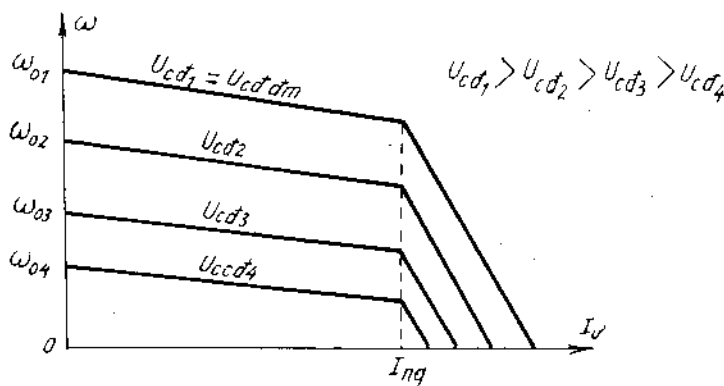
trong đó $K_{qd4} = \frac{W_4}{R_4} \cdot \frac{R_{13}}{W_{13}}$ - hệ số quy đổi điện áp trên cuộn CK4 về cuộn CK1 - CK2 - CK3 ; với W_4, R_4 - số vòng dây, điện trở cuộn dây CK4 ; W_{13}, R_{13} - số vòng dây, điện trở các cuộn dây nối tiếp CK1 - CK2 - CK3.

U'_4 - điện áp quy đổi của điện áp trên cuộn CK4 về cuộn CK1 - CK2 - CK3. Khi đó ta có các phương trình sau :

$$U_{13\Sigma} = U_{13} - U'_4 = U_{cd} - \alpha U_F + \beta \cdot R_{u\Sigma} \cdot I_u - K_{qd4} \cdot U_4 \quad (3-45)$$

$$E_F = K_F \cdot K_{KDM} \cdot U_{13\Sigma} \quad (3-46)$$

$$E_F = K\phi \omega_D + I_u \cdot R_{u\Sigma} \quad (3-47)$$



Hình 3- 8. Đặc tính cơ - điện của động cơ.

trong đó :

$U_{13\Sigma}$ - điện áp tổng trên cuộn dây CK1 - CK2 - CK3.

Kết hợp các phương trình (3 - 45), (3 - 46), (3 - 47) ta nhận được phương trình đặc tính cơ - điện của động cơ trong vùng $I_u \geq I_{ng}$:

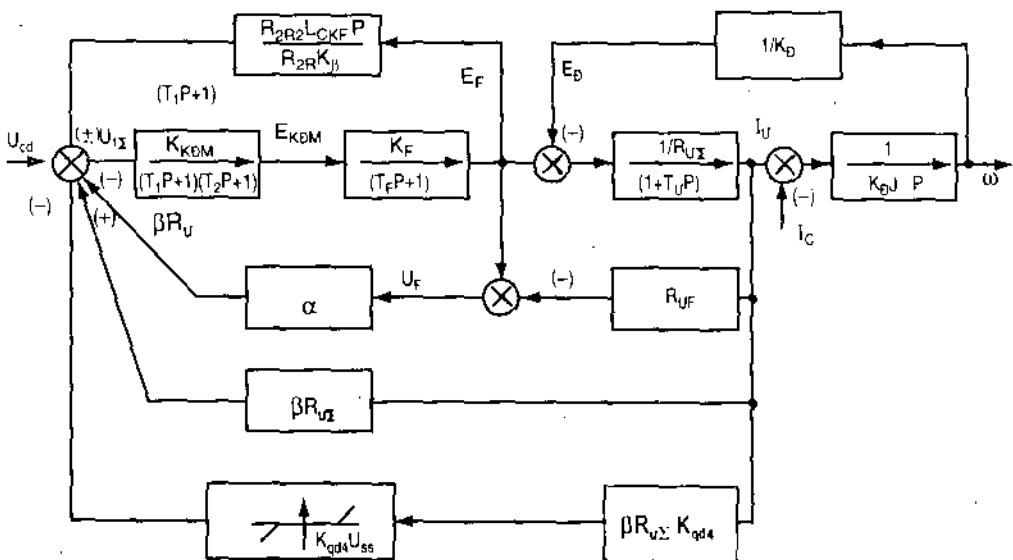
$$\omega_D = \frac{K_D \cdot K_F \cdot K_{KDM}(U_{cd} + K_{qd4} \cdot U_{ss})}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{KDM}} - \frac{1 + K_F \cdot K_{KDM} \left[\left(\alpha \frac{R_{uD}}{R_{u\Sigma}} - \beta \right) + \beta(K_{qd4} - 1) \right] K_D \cdot R_{u\Sigma} \cdot I_u}{1 + \alpha \cdot K_F \cdot K_{KDM}} \quad (3-48)$$

Kết hợp hai phương trình (3-42) và 3-48) ta có họ đặc tính cơ - điện khi thay đổi điện áp chủ đạo như hình 3 - 8.

+ Sơ đồ cấu trúc của hệ thống :

Từ sơ đồ nguyên lý ta thành lập được sơ đồ cấu trúc của hệ thống như hình 3-9.

b) *Phân tích nguyên lý của sơ đồ điều khiển tự động* : Trong sơ đồ này động cơ được khởi động cưỡng bức. Hệ số cưỡng bức được duy trì ở mức độ cho phép trong thời gian đủ dài. Sau khi cho lệnh khởi động, điện áp chủ đạo được đưa vào mạch kích thích của KDM (cuộn CK1 - CK2 - CK3), còn sức điện động của động cơ $E_D = 0$, nên điện áp tổng của cuộn CK1 - CK2 - CK3 là U_{13} có giá trị cực đại và động cơ được khởi động cưỡng bức ở giới hạn cho phép do trong sơ đồ dùng khâu điện trở phi tuyến gồm hai bóng đèn BD và khâu phân mạch 4V - 3R - 2V (hoặc 3V - 3R - 1V). Khi U_{13} tăng, điện trở BD tăng theo, làm điện trở tổng mạch của các cuộn dây CK1 - CK2 - CK3 tăng lên. Mặt khác, khi điện áp trên các cuộn



Hình 3 - 9. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống.

đây đó đủ lớn, các van 4V, 2V mở, xuất hiện dòng phân mạch i_p . Dòng điện này càng lớn khi điện áp U_{13} càng lớn, nhờ vậy dòng điện trong cuộn CK1 - CK2 - CK3 được duy trì ở mức độ cho phép hầu như không đổi trong quá trình khởi động. Trong thời gian khởi động khâu phản hồi âm dòng điện có ngắt cũng có tác dụng hạn chế dòng điện nhỏ hơn trị số dòng điện cho phép.

Sơ đồ có khả năng làm việc ở chế độ tự động và thử máy. Để khởi động động cơ ở chế độ tự động, ta ấn nút MT hoặc MN. Giả thiết ấn nút MT, các công tắc tơ KL, T và rơ le R tác động, biến trở BTN bị ngắn mạch, biến trở BTT được nối vào nguồn một chiều và nối các cuộn CK1 - CK2 - CK3 vào điện áp chủ đạo. KDM và F được kích từ cưỡng bức và động cơ D được khởi động cưỡng bức đưa bàn chạy theo chiều thuận. Ở đầu hành trình thuận, công tắc hành trình 2KC bị ấn, rơ le RC được tiếp điện. Nếu tốc độ cắt đã chọn lớn hơn $12 \div 15$ m/ph thì tiếp điểm RC phân mạch biến trở BTT làm điện áp chủ đạo có trị số tương ứng với tốc độ thấp của bàn ($V_0 = 12 \div 15$ m/ph - tốc độ vào dao). Sau khi dao cắt vào chi tiết, công tắc hành trình 2KC không bị ấn nữa, các tiếp điểm của nó được phục hồi, rơ le RC mất điện. Tốc độ động cơ tiếp tục tăng lên trị số ứng với điện áp chủ đạo trên biến trở BTT. Cuối hành trình thuận, chốt tiếp xúc của tiếp điểm hành trình 1 KH được đẩy về phía trái, một phần biến trở BTT bị ngắn mạch, U_{cd} lại giảm xuống trị số tương ứng tốc độ V_0 của bàn máy, dao ra khỏi chi tiết. Sau khi công tắc hành trình 1KC bị ấn, cắt điện T, kết thúc hành trình thuận. Mặt khác, công tắc tơ N tác động, ngắn mạch biến trở BTT, đưa biến trở BTN vào mạch kích từ KDM, máy phát được kích từ theo chiều ngược và động cơ bắt đầu quay ngược. Khi bàn máy chạy ngược, công tắc hành trình 1KC và sau đó là chốt tiếp xúc 1KH được trả về vị trí ban đầu để chuẩn bị cho chu kỳ làm việc tiếp theo. Gần cuối hành trình ngược, 2KH ngắn mạch một phần biến trở BTN làm cho tốc độ động cơ giảm xuống trị số tương ứng với tốc độ bàn là $12 \div 15$ m/ph. Hết hành trình ngược, công tắc 2KC bị ấn, công tắc tơ N bị mất điện, công tắc tơ T được tiếp điện, bàn đảo chiều sang hành trình thuận và tăng tốc độ đến $12 \div 15$ m/ph.

Hãm máy xảy ra sau khi ấn nút D. Các công tắc tơ KL, T hoặc N và rơ le R mất điện. Điện áp chủ đạo trên biến trở BTT hoặc BTN mất tác dụng, các cuộn dây CK1 - CK2 - CK3 được nối vào điện áp máy phát (αU_p) có dấu ngược với U_{cd} trước khi hãm, dòng điện trong cuộn CK1 - CK2 - CK3 đảo chiều; động cơ được hãm tái sinh. Sau thời gian duy trì của rơ le R, một phần của biến trở 1R bị ngắn mạch, điện áp phản hồi giảm đi, quá trình hãm tái sinh chuyển sang giai đoạn thứ hai cho đến lúc dừng.

Chế độ thử máy được thực hiện bằng các nút ấn TT hoặc TN, công tắc tơ KL không làm việc, nên hệ thống chỉ làm việc khi còn ấn nút.

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

- Không đủ áp lực dầu trong hệ thống bôi trơn (tiếp điểm RAL mở) ;
- Bàn máy di chuyển ra ngoài phạm vi cho phép (tiếp điểm KC mở).

Hệ thống này đảm bảo phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 15/1$ với độ sụt tốc độ không quá 6%.

Nhược điểm của hệ thống này là có sự liên quan giữa mạch động lực và mạch điều khiển. Điều đó gây khó khăn cho vận hành và sửa chữa, hiệu chỉnh hệ thống.

02-102-7447

Động cơ truyền động chính D là động cơ một chiều loại II - 82, có công suất 42kW (máy 7M108) và II - 91 có công suất 55kW (máy 7M110); điện áp 440V, tốc độ định mức 157 rad/s. Động cơ được cung cấp từ bộ biến đổi thyristor đảo chiều dạng IIIY602 - 3463 với khuếch đại từ trung gian. Hệ thống truyền động điện thực hiện theo hệ kín với phản hồi âm tốc độ, tự động ổn định tốc độ động cơ, với phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 20/1$. Cuộn kích từ CKD của động cơ được cung cấp từ bộ chỉnh lưu không điều khiển CL2 với biến áp nguồn đầu vào BA2. Từ thông động cơ được giảm bởi điện trở R6 đưa vào mạch kích từ, đảm bảo tăng tốc độ của động cơ 20% so với tốc độ định mức. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng chiết áp $R_{\omega 1}$. Điện áp đặt vào chiết áp $R_{\omega 1}$ có thể thay đổi cực tính nhờ cầu tiếp điểm RT, RN (hình 3-10a). Điện áp đặt lên cuộn dây điều khiển của khuếch đại từ DKT1, DKT2 (điểm 10- 13) là hiệu của hai điện áp: điện áp chủ đạo $U_{cđ}$ (lấy trên chiết áp $R_{\omega 1}$) và điện áp phát tốc $\gamma\omega$ (thực hiện phản hồi âm tốc độ động cơ truyền động chính).

Ở chế độ làm việc, động cơ được hãm tái sinh khi đảo chiều nhờ bộ biến đổi thyristor. Ở chế độ dừng sự cố, động cơ được hãm động năng, phản ứng động cơ được nối vào điện trở R_h qua tiếp điểm thường kín K_3 .

Sơ đồ hình 3-10c là sơ đồ đặt hành trình bàn tự động điều khiển từ xa. Sơ đồ gồm xenxin SD, SS1, SS2 làm việc ở chế độ biến áp, bộ chỉnh lưu nhạy pha : KD1, KD2, các phần tử role không tiếp điểm LG1 ÷ LG4, các bộ khuếch đại KD3 ÷ KD6 cung cấp cho các role RT, RN, RG, RD. Độ dài hành trình bàn được đặt bởi góc quay tương đối của rôto xenxin thuận (SS1) và xenxin thu ngược (SS2) so với rôto xenxin SD - liên hệ cơ khí với cơ cấu dịch chuyển bàn.

58

Hệ thống điều khiển làm việc ở hai chế độ.

- Làm việc theo chu kì tự động ;
- Làm việc theo chế độ hiệu chỉnh - thử máy.

Ở chế độ làm việc theo chu kì, ấn nút MT (hành trình thuận) hoặc MN (hành trình ngược). Giả sử bàn máy đang ở đầu hành trình thuận (HTT), tương ứng đặt góc lệch giữa rô to xenxin thuận (SS1) và SD là lớn nhất và góc lệch giữa rô to xenxin ngược (SS2) và SD là nhỏ nhất (bằng không). Ấn nút MT để khởi động động cơ quay thuận, rô le RTr1 có điện, tiếp điểm RTr1 (31-33) duy trì cho mạch K1 ; RTr1 (6-8) đóng nguồn cho chiết áp đặt tốc độ R_{ω_1} ; rô to xenxin SS1 được nối đến cuộn sơ cấp W_1 của biến áp BA4, rô le RT sẽ tác động ; các tiếp điểm RT (3-8) và RT (1-10) sẽ đặt điện áp có cực tính theo yêu cầu ứng với hành trình thuận của bàn lên chiết áp đặt tốc độ R_{ω_1} . Đầu vào của BBD được đặt một điện áp nhỏ và động cơ tăng tốc độ đến giá trị nhỏ nhất với dòng điện được hạn chế ở mức độ cho phép. Đồng thời đầu vào khối logic LG3 đặt một điện áp là hiệu của hai điện áp : điện áp lấy ở đầu con trượt I chiết áp R_{ω_2} là U_{31} và điện áp một chiều đầu ra của CL5 là U_{c2} . Đầu hành trình thuận thì $U_{c1} > U_{31}$ rô le RD không tác động, đầu vào khối LG4 cũng được đặt điện áp là hiệu hai điện áp : điện áp nguồn chỉnh lưu CL5 là U_{c2} - tỉ lệ với điện áp ra của SS2 - và điện áp U_{R4} - lấy trên điện trở R4 ; lúc này $U_{c2} < U_{R4}$ nên đầu ra khối logic LG4 có tín hiệu, rô le RG tác động, tiếp điểm RG (5-7) kín, đảm bảo điện áp chủ đạo tương ứng với tốc độ nhỏ của bàn. Khi góc lệch giữa rô to xenxin SS2 và SD tăng lên, điện áp U_{c2} sẽ tăng cho đến khi $U_{c2} > U_{R4}$ thì rô le RG không tác động nữa ; điện áp chủ đạo sẽ được lấy ở đầu I của R_{ω_1} , bàn máy tăng tốc độ đến giá trị tốc độ cắt ở hành trình thuận. Theo sự di chuyển bàn ở hành trình thuận thì góc lệch giữa rô to SS1 và SD, tương ứng là U_{c1} sẽ giảm đến khi $U_{c1} < U_{31}$ thì rô le RD tác động, điện áp chủ đạo sẽ giảm xuống tương ứng với tốc độ ra dao của bàn máy. Khi kết thúc hành trình thuận thì góc lệch giữa rô to SS1 và SD giảm nhỏ đến 0 ; rô le RT ngắt ; điện áp rô to SS2 được đặt đến cuộn W_1 của biến áp BA4, rô le RN tác động, điện áp đặt lên chiết áp đặt tốc độ R_{ω_1} thay đổi cực tính và điện áp chủ đạo thay đổi dấu và được lấy ở đầu trượt II của R_{ω_1} . Bàn máy giảm tốc độ và đảo chiều sang hành trình ngược và chuyển động với tốc độ v_{ng} . Khi điện áp động cơ đạt giá trị lớn nhất, rô le RH tác động, điện trở R6 được đưa vào mạch kích từ động cơ, từ thông động cơ giảm xuống, bàn máy chuyển động với tốc độ v_{ng} lớn nhất. Khi gần kết thúc hành trình ngược, khi góc lệch giữa rô to SS2 và SD giảm đến giá trị mà điện áp một chiều đầu ra chỉnh lưu CL4 (U_{c1}) nhỏ hơn điện áp lấy ở đầu trượt II của R_{ω_1} (U_{32}) thì rô le RD tác động ; điện áp chủ đạo giảm xuống, bàn máy giảm tốc độ đến trị số bằng tốc độ ra vào dao v_0 . Khi góc lệch đó giảm đến 0 thì tương tự RN không tác động, điện áp SS1 được đặt đến cuộn W_1 , RT tác động. Một hành trình kép mới bắt đầu.

Di chuyển chậm bàn máy (chế độ thử máy) được thực hiện bằng nút ấn TT (hành trình thuận) hoặc TN (hành trình ngược). Sự làm việc của hệ thống tương tự như đã mô tả ở trên, chỉ khác là bàn chỉ di chuyển khi ấn nút.

Dừng động cơ bằng ấn nút D1, công tắc tơ K1, K2 mất điện, đồng thời công tắc tơ K3 cũng mất điện, động cơ được hãm động năng tự kích từ. Khi ấn nút D2,

rơ le RTr1 mất điện, điện áp chủ đạo bằng không, động cơ được hãm động năng.

Trong sơ đồ, việc bảo vệ ngắn mạch và quá tải cho động cơ nhờ aptômat AB1 và rơ le nhiệt RN1, RN2. Mạch đặt tốc độ và kích từ động cơ được bảo vệ bằng AB2, AB3. Bảo vệ mất từ thông nhờ rơ le kiểm tra từ thông RTT. Bảo vệ mất điện áp nhờ bản thân cuộn dây K1, K2. Bảo vệ mất dầu nhờ rơ le áp lực dầu RAL₂. Đèn DH1 báo hiệu máy làm việc ở chế độ tự động. DH2 báo hiệu đủ dầu bôi trơn.

Chương 4

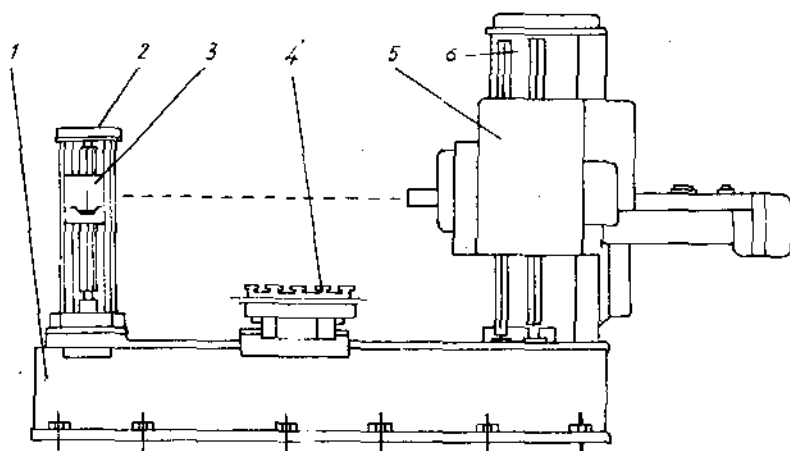
TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY DOA

§4.1. ĐẶC ĐIỂM LÀM VIỆC, YÊU CẦU VỀ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN MÁY DOA

1. Đặc điểm công nghệ

Máy doa dùng để gia công chi tiết với các nguyên công : khoét lỗ trụ, khoan lỗ, có thể dùng để phay. Thực hiện các nguyên công gia công trên máy doa sẽ đạt được độ chính xác và độ bóng cao.

Máy doa được chia thành hai loại chính : máy doa đứng và máy doa ngang. Máy doa ngang dùng để gia công các chi tiết cỡ trung bình và nặng. Hình dạng bên ngoài của máy doa ngang được giới thiệu trên hình 4-1.



Hình 4-1. Hình dạng bên ngoài máy doa ngang.

Trên bộ máy 1 đặt trụ trước 6; trên đó có ụ trục chính 5. Trụ sau 2 có đặt giá đỡ 3 để giữ trục dao trong quá trình gia công. Bàn quay 4 giá chi tiết có thể dịch chuyển ngang hoặc dọc bộ máy. Ụ trục chính có thể dịch chuyển theo chiều thẳng đứng cùng trục chính. Bản thân trục chính có thể dịch chuyển theo phương nằm ngang.

Chuyển động chính là chuyển động quay của dao doa (trục chính). Chuyển động ăn dao có thể là chuyển động ngang, dọc của bàn máy mang chi tiết hay di chuyển dọc của trục chính mang đầu dao. Chuyển động phụ là chuyển động thẳng đứng của ụ dao v.v...

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

a) *Truyền động chính* : Yêu cầu cần phải đảo chiều quay, phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 130/1$ với công suất không đổi, độ trơn điều chỉnh $\varphi = 1,26$. Hệ thống truyền động chính cần phải hãm dừng nhanh.

Hiện nay hệ truyền động chính máy doa thường sử dụng động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc và hộp tốc độ (động cơ có một hay nhiều cấp tốc độ). Ở những máy doa cỡ nặng có thể sử dụng động cơ điện một chiều, điều chỉnh tốc độ trơn trong phạm vi rộng. Nhờ vậy có thể đơn giản kết cấu cơ khí, mặt khác có thể hạn chế được mômen ở vùng tốc độ thấp bằng phương pháp điều chỉnh tốc độ hai vùng.

b) *Truyền động ăn dao* : Phạm vi điều chỉnh của truyền động ăn dao là $D = 1500/1$. Lượng ăn dao được điều chỉnh trong phạm vi $2 \text{ mm/ph} \div 600 \text{ mm/ph}$; khi di chuyển nhanh, có thể đạt tới $2,5 \text{ m/ph} \div 3 \text{ m/ph}$. Lượng ăn dao (mm/ph) ở những máy cỡ nặng yêu cầu được giữ không đổi khi tốc độ trục chính thay đổi.

Dặc tính cơ cần có độ cứng cao, với độ ổn định tốc độ $< 10\%$. Hệ thống truyền động ăn dao phải đảm bảo độ tác động nhanh cao, dừng máy chính xác, đảm bảo sự liên động với truyền động chính khi làm việc tự động.

Ở những máy doa cỡ trung bình và nặng, hệ thống truyền động ăn dao sử dụng hệ thống khuếch đại máy điện - động cơ điện một chiều hoặc hệ thống T-D.

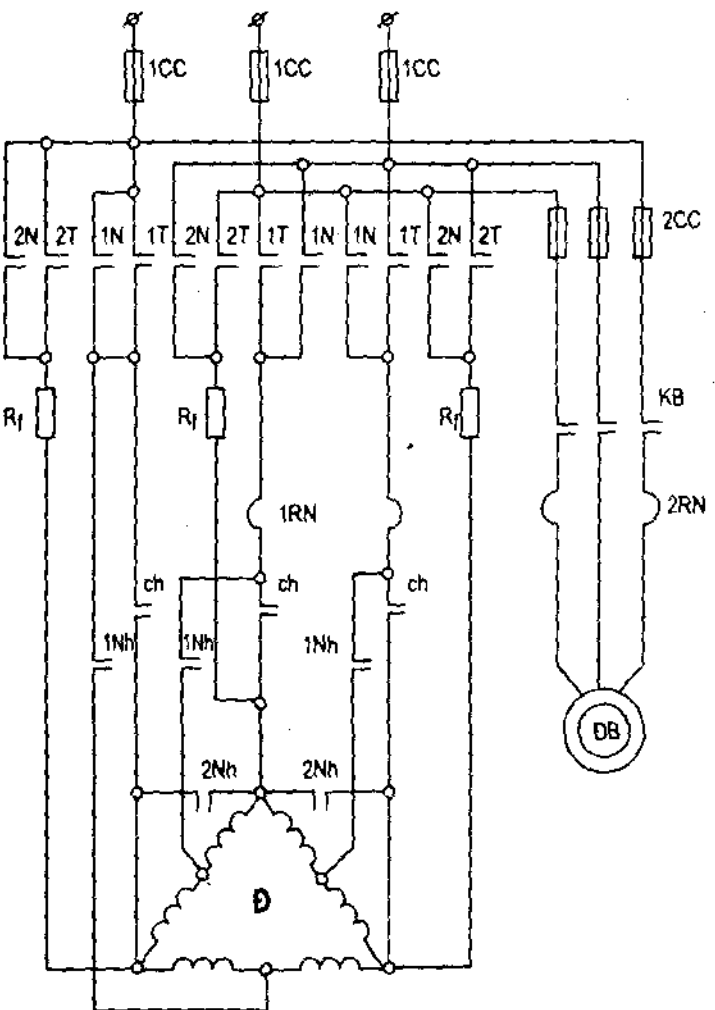
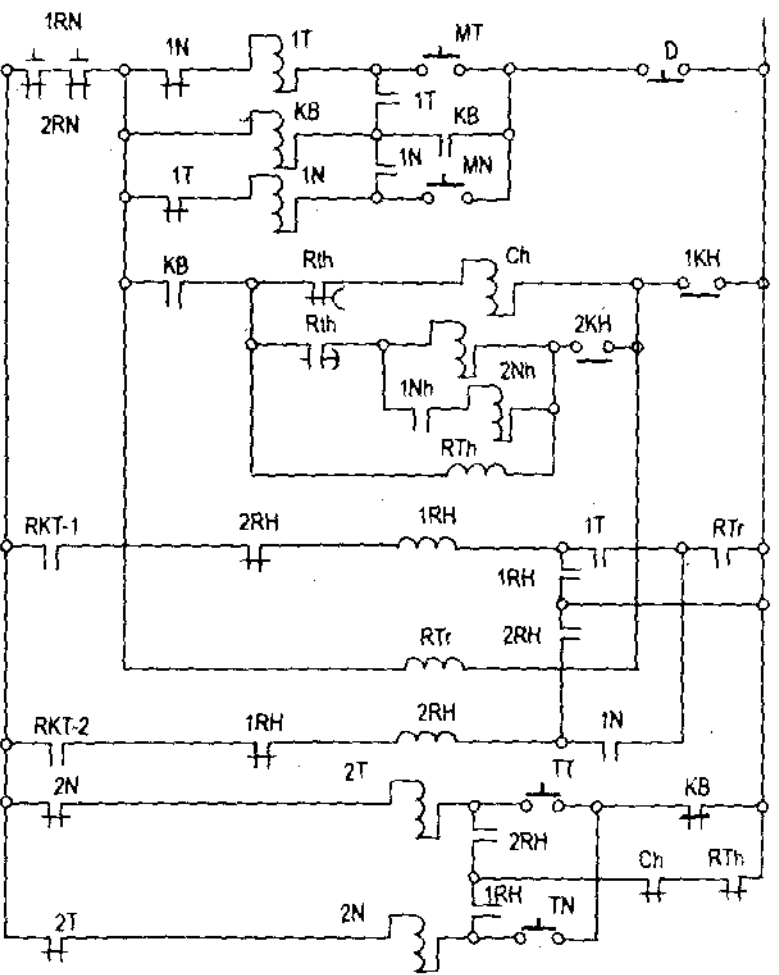
§4.2. SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN MÁY DOA NGANG 2620

1. Thông số kĩ thuật

Máy doa 2620 là máy có kích thước cỡ trung bình.

- Đường kính trục chính : 90mm.
- Công suất động cơ truyền động chính : 10kW.
- Tốc độ quay trục chính điều chỉnh trong phạm vi : $(12,5 \div 1600) \text{ vg/ph}$.
- Công suất động cơ ăn dao : 2,1kW.
- Tốc độ động cơ ăn dao có thể điều chỉnh trong phạm vi $(2,1 \div 1500) \text{ vg/ph}$; tốc độ lớn nhất : 3000 vg/ph.

2. Sơ đồ truyền động chỉnh máy đo ngang 2620



Hình 4-2. Sơ đồ điều khiển truyền động chỉnh máy đo 2620.

Hình 4-2 là sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động chính (đơn giản hóa). Động cơ truyền động chính là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ : 1460 vg/ph khi dây quấn stato đấu hình Δ và 2890 vg/ph khi đấu hình sao kép $\Lambda\Lambda$. Việc chuyển đổi tốc độ từ thấp đến cao tương ứng với chuyển đổi từ đấu Δ thành đấu $\Lambda\Lambda$ và ngược lại được thực hiện bởi tay gạt cơ khí 2KH liên quan đến thiết bị chuyển đổi tốc độ. Nếu tiếp điểm 2KH hở, dây quấn động cơ được đấu tương ứng với tốc độ thấp. Khi tiếp điểm 2KH kín, dây quấn động cơ được đấu $\Lambda\Lambda$ tương ứng tốc độ cao. Tiếp điểm 1KH liên quan đến thiết bị chuyển đổi tốc độ trực chỉnh. Nó ở trạng thái hở trong thời gian chuyển đổi tốc độ và chỉ kín khi đã chuyển đổi xong. Động cơ được đảo chiều nhờ các công tắc tơ 1T, 1N, 2T, 2N.

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

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

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

Trong sơ đồ còn có động cơ bơm dầu bôi trơn DB. Nó được đóng cắt điện đồng thời với động cơ chính nhờ công tắc tơ K8 và các tiếp điểm liên động.

3. Sơ đồ truyền động ăn dao máy doa ngang 2620 (hình 4-3)

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

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

Tín hiệu vào tầng 1 là :

$$U_{v1} = U_{cd} - \gamma \cdot \omega - U_{m2} \quad (4-1)$$

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

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

U_{m2} - điện áp phản hồi mềm, tỉ lệ với gia tốc và đạo hàm gia tốc, lấy ở đầu ra cuộn thứ cấp 2B0-2 và 2B0-3 của biến áp 2B0, cuộn sơ cấp của 2B0 (2B0-1) nối tiếp với mạch R, C song song. Do đó dòng điện sơ cấp biến áp vi phân 2B0-1 gồm hai thành phần tỉ lệ với tốc độ và tỉ lệ với gia tốc động cơ. Như vậy điện áp thứ cấp biến áp 2B0 sẽ tỉ lệ với gia tốc và đạo hàm gia tốc động cơ.

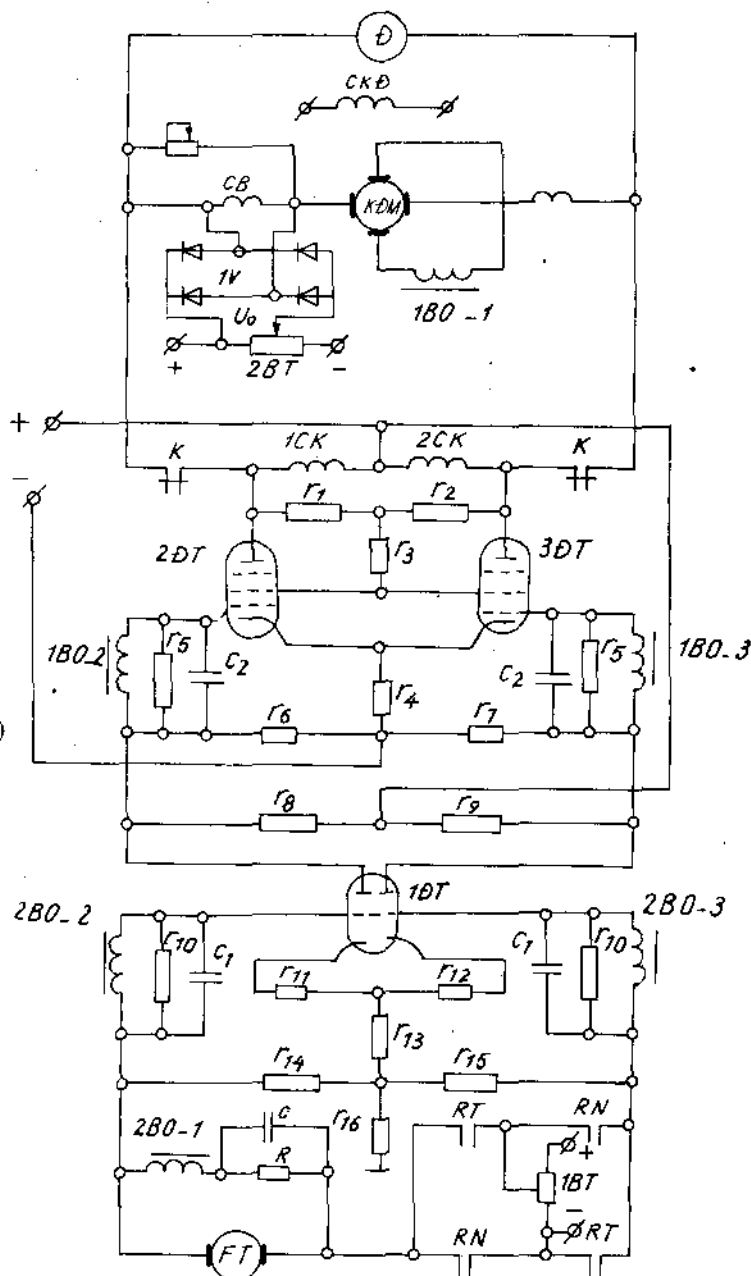
Điện áp vào tầng khuếch đại 2 là U_{v2} được xác định bằng biểu thức :

$$U_{v2} = U_{r1} - U_{m1} \quad (4-2)$$

trong đó :

U_{r1} - điện áp đầu ra tầng 1, là điện áp rơi trên điện trở r_8 ; r_9 ; U_{m1} - điện áp phản hồi mềm tỉ lệ với đạo hàm dòng điện mạch ngang, được lấy trên hai cuộn thứ cấp 1B0-2 và 1B0-3 ; cuộn sơ cấp 1B0-1 mắc nối tiếp trong mạch ngang của KDMD.

Nguyên lí làm việc như sau : Khi điện áp chủ đạo bằng không, do sơ đồ bộ khuếch đại nối theo sơ đồ cân bằng nên dòng điện anốt hai nửa đèn 1DT là như nhau ($I_{ap} = I_{aT}$), điện áp rơi trên r_8 và r_9 bằng nhau, như vậy điện áp ra tầng 1 bằng không.



Hình 4-3. Sơ đồ hệ thống truyền động ăn dao máy doa 2620.

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

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

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

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

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

$$F_b = I_b \cdot W_b = I_u \cdot W_b \quad (4-3)$$

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

$$I_b = I_u - I_{1v} \quad (4-4)$$

Mức độ bù giảm đi và kết quả điện áp ra của KDMD giảm nhanh khi dòng điện phản ứng tăng. Như vậy dòng điện phản ứng được hạn chế.

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

$$F_{\Sigma} = F_{12} + F_b - F_d = F_{12} + (I_u - I_{1v}) \cdot W_b - I_u \cdot W_b = F_{12} - I_{1v} \cdot W_b \quad (4-5)$$

trong đó :

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

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

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

Từ công thức (4-5) ta thấy : khi $I_u > I_{ng}$ thì sức từ động của MDKD bị giảm đi một lượng ($I_{1v} \cdot W_b$). Như vậy có thể coi sức từ động tổng của KDMD được sinh ra bởi hai cuộn 1CK-2CK là F_{12} và cuộn bù ($I_{1v} \cdot W_b$) với sức từ động ($I_{1v} \cdot W_b$) ngược chiều sức từ động F_{12} .

b) *Thành lập phương trình đặc tính tĩnh.* Khi thành lập phương trình đặc tính tĩnh của động cơ ứng với trường hợp $I_u > I_{ng}$, có thể viết được các phương trình sau :

$$U_{12} = K_{KD}(U_{cd} - \gamma \omega) \quad (4-6)$$

$$F_{\Sigma} = F_{12} - I_{1v} \cdot W_b = \frac{U_{12}}{R_{ICK}} \cdot W_{ICK} - \frac{R_b(I_u - I_{ng})}{R_s} \cdot W_b \quad (4-7)$$

$$E_{KDM} = K_{\beta} \cdot F_{\Sigma} = K_{\phi} \omega + I_u \cdot R_{u\Sigma} \quad (4-8)$$

trong đó :

U_{12} - điện áp ra của bộ khuếch đại điện tử ;

F_{Σ} - sức từ động tổng của KĐMD ;

E_{KDM} - sức điện động của KĐMD ;

W_{ICK}, R_{ICK} - số vòng dây, điện trở của một cuộn điều khiển của KĐMD.

R_s - điện trở tổng của mạch 1V và 2BT ;

K_{β} - hệ số truyền đạt của KĐMD ; nếu coi mạch từ của KĐMD không bão hòa thì :

$$K_{\beta} = \frac{E_{KDMdm}}{F_{12dm}}$$

Từ các phương trình (4-6), (4-7), (4-8) viết được phương trình đặc tính tĩnh của động cơ khi $I_u > I_{ng}$.

$$\omega = \frac{K_{KDM} \cdot K_D (K_{KD} \cdot U_{cd} + R_b \cdot R_{qdb} \cdot U_o / R_s)}{1 + \gamma \cdot K_{KD} \cdot K_{KDM} \cdot K_D} - \frac{(R_{u\Sigma} + R_b^2 \cdot K_{KDM} \cdot K_{qdb} / R_s) \cdot K_D \cdot I_u}{1 + \gamma \cdot K_{KD} \cdot K_{KDM} \cdot K_D} \quad (4-9)$$

trong đó :

K_{qdb} - hệ số quy đổi điện áp trên cuộn bù về cuộn 1CK, 2CK ;

$U_o = I_{ng} \cdot R_b$ - điện áp trên 2BT ;

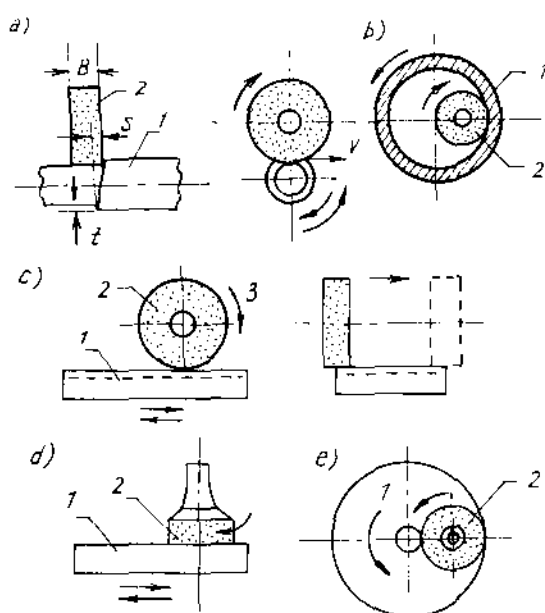
$K_{KDM} = K_{\beta} \cdot \frac{W_{ICK}}{R_{ICK}}$ - hệ số khuếch đại điện áp của KĐMD theo cuộn 1CK - 2CK ;

$$K_D = \frac{1}{K\Phi}$$

Phương trình đặc tính tĩnh trong vùng $I_u < I_{ng}$ đơn giản, người đọc có thể tự chứng minh.

§5.1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ

Máy mài có hai loại chính : Máy mài tròn và máy mài phẳng. Ngoài ra còn có các máy khác nhau : máy mài vô tâm, máy mài rãnh, máy mài cắt, máy mài răng v.v... Thường trên máy mài có ụ chỉ tiết hoặc bàn, trên đó kẹp chi tiết và ụ đá mài, trên đó có trục chính với đá mài. Cả hai ụ đều đặt trên bệ máy. Sơ đồ biểu diễn công nghệ mài được giới thiệu ở hình 5-1.



Hình 5 - 1. Sơ đồ gia công chi tiết trên máy mài.

Máy mài tròn có hai loại : máy mài tròn ngoài (hình 5-1a) và máy mài tròn trong (hình 5-1b). Trên máy mài tròn chuyển động chính là chuyển động quay của đá mài ; chuyển động ăn dao là di chuyển tịnh tiến của ụ đá dọc trục (ăn dao dọc trục) hoặc di chuyển tịnh tiến theo hướng ngang trục (ăn dao ngang) hoặc chuyển động quay của chi tiết (ăn dao vòng). Chuyển động phụ là di chuyển nhanh ụ đá hoặc chi tiết v.v...

Máy mài phẳng có hai loại : mài bằng biên đá (hình 5-1c) và mặt đầu (hình 5-1d). Chi tiết được kẹp trên bàn máy tròn hoặc chữ nhật. Ở máy mài bằng biên đá, đá mài quay tròn và chuyển động tịnh tiến ngang so với chi tiết, bàn máy mang chi tiết chuyển động tịnh tiến qua lại. Chuyển động quay của đá là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển của đá (ăn dao ngang) hoặc chuyển động của chi tiết (ăn dao dọc).

Ở máy mài bằng mặt đầu đá, bàn có thể là tròn hoặc chữ nhật, chuyển động quay của đá là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển ngang của đá (ăn dao ngang) hoặc chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn mang chi tiết (ăn dao dọc). Một tham số quan trọng của chế độ mài là tốc độ cắt (m/s) :

$$v = 0,5d.\omega_d.10^{-3}, [m/s]$$

trong đó : d - đường kính đá mài, mm ; ω_d - tốc độ quay của đá mài, rad/s. Thông thường $v = 30 \div 50$ m/s.

§5.2. CÁC ĐẶC ĐIỂM VỀ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRẠNG BỊ ĐIỆN CỦA MÁY MÀI

1. Truyền động chính

Thông thường máy không yêu cầu điều chỉnh tốc độ, nên sử dụng động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc. Ở các máy mài cỡ nặng, để duy trì tốc độ cắt là không đổi khi mòn đá hay kích thước chi tiết gia công thay đổi, thường sử dụng truyền động động cơ có phạm vi điều chỉnh tốc độ là $D = 2 \div 4/1$ với công suất không đổi.

Ở máy mài trung bình và nhỏ $v = 50 \div 80$ m/s nên đá mài có đường kính lớn thì tốc độ quay đá khoảng 1000 vg/ph. Ở những máy có đường kính nhỏ, tốc độ đá rất cao. Động cơ truyền động là các động cơ đặc biệt, đá mài gắn trên trục động cơ, động cơ có tốc độ (24000 ÷ 48000 vg/ph), hoặc có thể lên tới (150000 ÷ 200000 vg/ph). Nguồn của động cơ là các bộ biến tần, có thể là các máy phát tần số cao (BBT quay), hoặc là các bộ biến tần tĩnh (BBT bằng thyristor).

Mô men cản tĩnh trên trục động cơ thường là 15 ÷ 20% mômen định mức. Mô men quán tính của đá và cơ cấu truyền lực lại lớn : 500 ÷ 600% mômen quán tính của động cơ, do đó cần hãm cường bức động cơ quay đá. Không yêu cầu đảo chiều quay động cơ quay đá.

2. Truyền động ăn dao

a) *Máy mài tròn* : Ở máy cỡ nhỏ, truyền động quay chi tiết dùng động cơ không đồng bộ nhiều cấp tốc độ (điều chỉnh số đôi cực p) với $D = (2 \div 4)/1$. Ở các máy lớn thì dùng hệ thống bộ biến đổi - động cơ điện một chiều (BBD - DM), hệ KDT - DM có $D = 10/1$ với điều chỉnh điện áp phản ứng.

Truyền động ăn dao dọc của bàn máy tròn cỡ lớn thực hiện theo hệ BBD-DM với $D = (20 \div 25)/1$.

Truyền động ăn dao ngang sử dụng thủy lực.

b) *Máy mài phẳng* : Truyền động ăn dao của ụ đá thực hiện lặp lại nhiều chu kì, sử dụng thủy lực. Truyền động ăn dao tịnh tiến qua lại của bàn dùng hệ truyền động một chiều với $D = (8 \div 10)/1$.

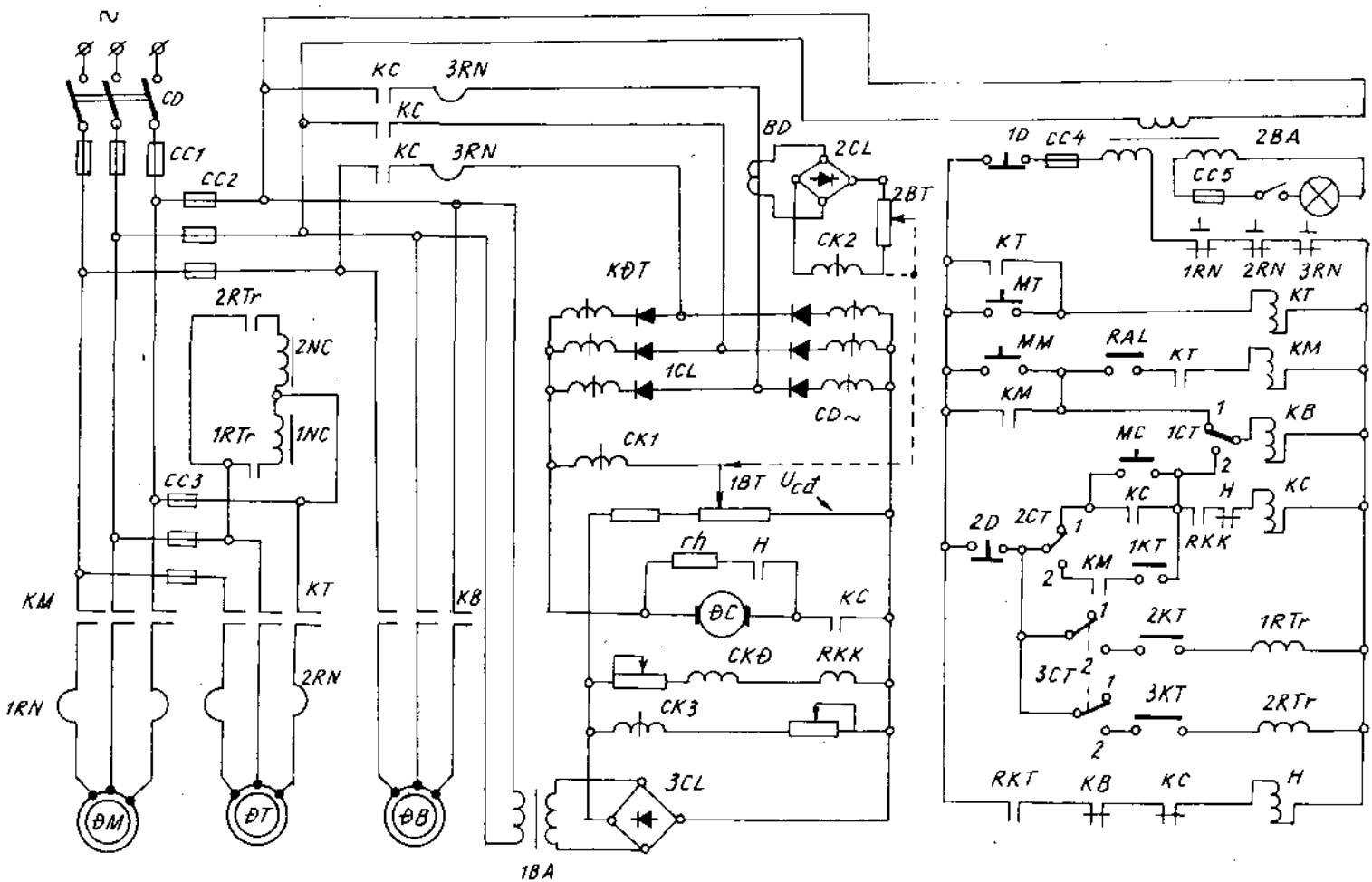
3. Truyền động phụ

Sử dụng động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc.

§5.3. SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN MÁY MÀI 3A161

Máy mài tròn 3A161 được dùng để gia công mặt trụ của các chi tiết có chiều dài dưới 1000mm và đường kính dưới 280mm ; đường kính đá mài lớn nhất là 600mm. Hình 5-2 giới thiệu sơ đồ điều khiển máy mài 3A161 (đơn giản hóa). Động cơ DM (7kW, 930 vg/ph) quay đá mài, DT (1,7kW ; 930 vg/ph) bơm dầu cho hệ thống thủy lực để thực hiện ăn dao ngang của ụ đá, ăn dao dọc của bàn máy và

di chuyển nhanh và đã ăn vào chi tiết hoặc ra khỏi chi tiết ; DB (0,125kW ; 2800 vg/ph)
bơm nước làm mát ;



Hình 5-2. Sơ đồ điều khiển máy mài 3A161.

DC (0,76kW, 250 ÷ 2500 vg/ph) quay chi tiết. Đóng mở van thủy lực nhờ các nam châm điện 1NC, 2NC và các tiếp điểm 2KT, 3KT.

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

$$U_{CK1} = U_{cd} - U_{fh} = U_{cd} - kU_u \quad (5-1)$$

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

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

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

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

$$U_{CK1\Sigma} = U_{cd} - U_u + K_{qd2} \cdot U_{CK2} = U_{cd} - U_u + K_{qd2} \cdot K_i \cdot I_u \quad (5-2)$$

Trong đó :

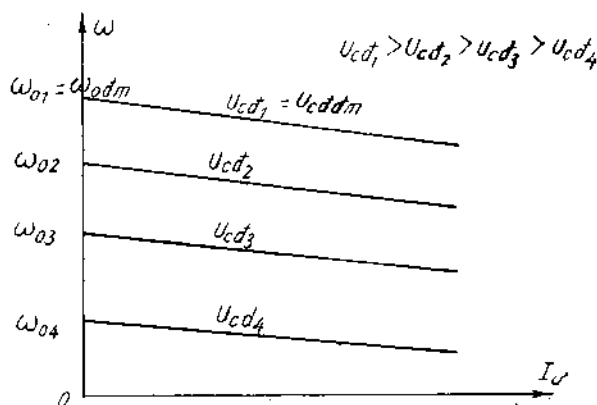
$U_{CK2} = K_{qd2} \cdot K_i \cdot I_u$ - là điện áp trên cuộn CK2 quy đổi về CK1.

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

$$E_{KDT} = K_{KDT} \cdot U_{CK1\Sigma} \quad (5-3)$$

trong đó :

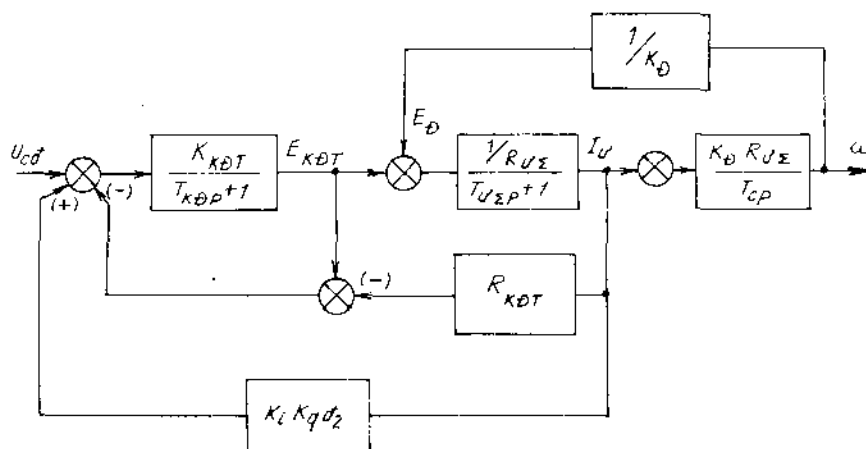
K_{KDT} - hệ số khuếch đại điện áp của KDT.



Hình 5-3. Đặc tính tĩnh của động cơ.

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

$$E_{KDT} = K \cdot \phi \omega + I_U \cdot R_{u\Sigma} \quad (5-4)$$



Hình 5-4. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển máy mài 3A151.

Từ các phương trình (5-2), (5-3), (5-4) ; sau một số biến đổi ta nhận được phương trình đặc tính tĩnh của hệ như sau :

$$\omega = \frac{K_D \cdot K_{KDT} \cdot U_{cd}}{(1 + K_{KDT})} - \frac{[R_{u\Sigma} + K_{KDT} \cdot (R_{uD} + K_i \cdot K_{qd2})] \cdot I_U \cdot K_D}{(1 + K_{KDT})} \quad (5-5)$$

Dạng đặc tính tĩnh của hệ thống được vẽ trên hình 5-3.

Sơ đồ cấu trúc của hệ thống được trình bày trên hình 5-4.

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

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

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

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

Trước hết, đóng các công tắc 1CT, 2CT, 3CT sang vị trí 2. Kéo tay gạt điều khiển (được bố trí trên máy) về vị trí di chuyển nhanh ụ đá vào chi tiết (nhờ hệ thống thủy lực). Khi ụ đá đi đến vị trí cần thiết, công tác hành trình 1KT tác động, đóng mạch cho cuộn dây công tác tơ KC và KB, các động cơ DC và DB được khởi động. Đồng thời truyền động thủy lực của máy được khởi động. Quá trình gia công

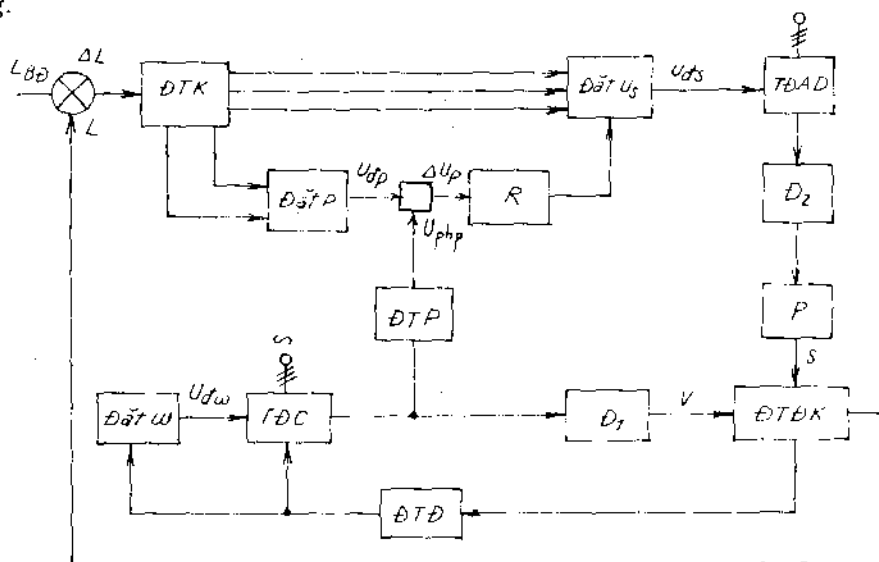
202.102
X880
202

§5.4. HÊ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI CỦA MÁY MÀI

Hệ thống điều khiển thích nghi ở máy mài có thể đảm bảo chế độ mài với lực mài và áp lực lên đá mài là hằng số. Điều khiển lực mài được thực hiện gián tiếp qua công suất và tốc độ mài vì việc đo công suất và tốc độ là dễ dàng.

Sơ đồ chức năng hệ thống điều khiển thích nghi của máy mài như ở hình 5-5. Sơ đồ đó gồm ba phần liên hệ với nhau trong quá trình công nghệ mài trên máy.

Phần thứ nhất đảm nhiệm chức năng điều khiển theo lượng dư và đặt chu kì mài thô, tinh như đồ thị hình 5-6. Dầu vào hệ thống là lượng dư ban đầu l_{bd} trừ đi lượng dư l của chi tiết trong quá trình gia công. Hiệu lượng dư ($\Delta l = l_{bd} - l$) đặt vào khối DTK, tín hiệu ra của khối DTK đặt vào khối đặt điện áp chủ đạo truyền động ăn dao DẬT U_S . Để điều khiển chu kì mài, người ta tạo ra ba lệnh : mài thô, tinh và kết thúc quá trình mài khi $\Delta l = 0$, tương ứng với đồ thị hình (5-6). Khối DẬT U_S sẽ cho ra điện áp chủ đạo truyền động ăn dao tương ứng với chế độ mài thô, tinh và đưa nhanh chi tiết ra khỏi vùng mài, để kết thúc quá trình gia công.



Hình 5-5. Sơ đồ chức năng hệ thống điều khiển thích nghi máy mài rãnh.

$$\omega = \omega_{bd} \cdot \frac{d_{bd}}{d}$$

Trong đó ω_{bd} , d_{bd} - tốc độ góc và đường kính ban đầu của đá.

Khi mài với áp lực lên đá không đổi ($F_d = \text{const}$), tốc độ mài cần thay đổi tỉ lệ nghịch với diện tích tiếp xúc giữa đá và chi tiết khi giảm đường kính đá

$$v = v_{bd} \cdot \sqrt{\frac{d_{bd}}{d}}$$

để đảm bảo áp lực là hằng số :

$$F_d = p/v \cdot N$$

trong đó N - diện tích tiếp xúc giữa đá và chi tiết, nó giảm theo đường kính với tỉ lệ $\sqrt{d/d_{bd}}$.

Như vậy, luật điều khiển tốc độ góc của đá được thực hiện theo biểu thức :

$$\omega = \omega_{bd} \cdot \sqrt{\left(\frac{d_{bd}}{d}\right)^2}$$

Khi mài với duy trì độ mài mòn đá là không đổi thì tốc độ mài thay đổi theo biểu thức :

$$v = v_{bd} \left(\frac{d}{d_{bd}}\right)^{1,6}$$

tương ứng với luật điều khiển tốc độ góc của đá là :

$$\omega = \omega_{bd} \left(\frac{d_{bd}}{d}\right)^{2,6}$$

Ở máy mài rãnh, truyền động chính sử dụng hệ thống biến tần nguồn áp - động cơ cho phép điều chỉnh tốc độ với công suất là hằng số. Đối với truyền động ăn dao sử dụng hệ truyền động một chiều với bộ biến đổi dùng thyristor cho phép điều chỉnh tốc độ với mômen là hằng số.

Chương 6

ĐIỀU KHIỂN CHƯƠNG TRÌNH SỐ MÁY CẮT KIM LOẠI

§ 6.1. NGUYÊN TẮC LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỀU KHIỂN CHƯƠNG TRÌNH SỐ

1. Khái niệm về máy điều khiển chương trình số

Ở các máy vạn năng, máy chuyên dùng, việc gia công chi tiết mang tính chất đơn chiếc hoặc sản xuất nhỏ. Thời gian phụ trong quá trình gia công chiếm 60 +

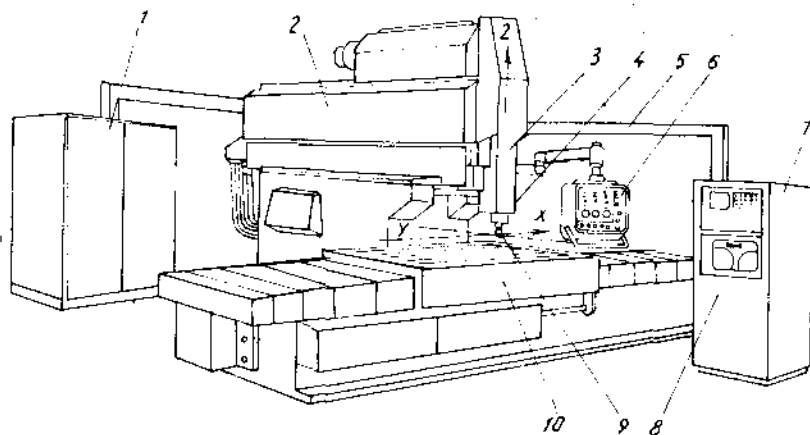
80% thời gian làm việc của máy. Ở các máy tự động, nhờ các công tác hành trình, cam định hình... mà các chuyển động của dao, chi tiết hoặc các bước chuyển đổi được thực hiện tự động nên thời gian phụ được rút ngắn khá nhiều. Ở các máy chép hình, việc gia công được tự động hóa nhờ vật mẫu. Tuy nhiên, tính linh hoạt ở các máy này rất kém. Muốn thay đổi loại chi tiết gia công, phải thay đổi hình thù, kích thước, vị trí, số lượng và quy luật chuyển động của các bộ phận cam, mẫu, vị trí công tác hành trình... Như vậy việc chỉnh máy phức tạp, chế tạo vật mẫu mất nhiều thời gian...

Các máy điều khiển chương trình số (máy DKCTS) được dùng trong sản xuất hàng loạt, thời gian phụ giảm khá nhiều, năng suất cao hơn và độ chính xác cao hơn máy vạn năng.

Máy điều khiển chương trình (DKCT) về bản chất là các máy tự động, ở đó đã cho các chương trình chuyển động của các bộ phận máy. Ví dụ : Máy tiện tự động, chép hình...

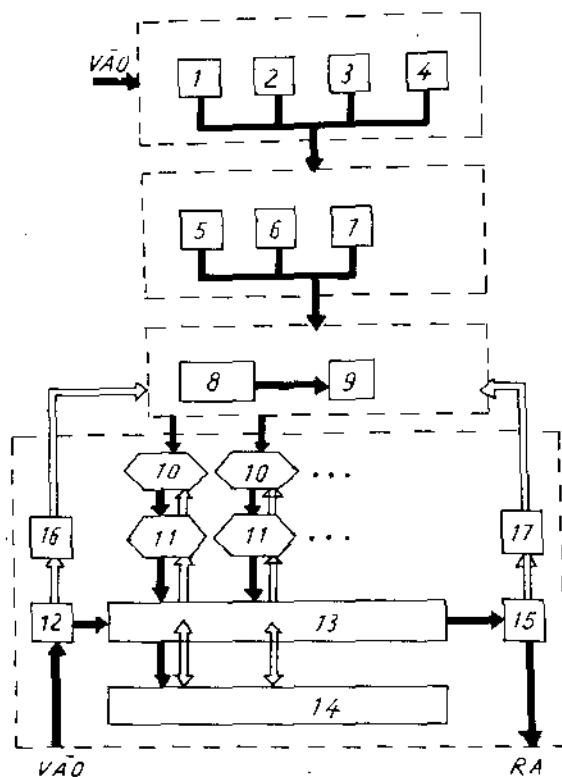
Đặc điểm cơ bản của máy DKCTS là các thông tin về các luật chuyển động của máy : chuyển động chính, ăn dao, phụ đảm bảo quá trình gia công trên máy được biểu diễn dưới dạng các con số, chữ cái và các kí hiệu khác, được mã hóa trong bộ mang chương trình (băng từ, băng, bia đục lỗ...). Bộ mang chương trình với các thông tin chứa trong đó gọi là chương trình điều khiển.

Hình 6-1 là sơ đồ một máy phay đứng 3 tọa độ với DKCTS. Bộ phận cơ bản của máy DKCTS là thiết bị DKCTS 7 được nối với tủ điện 1 bằng cáp dẫn 5. Trong thiết bị DKCTS có bộ tính 8 (chứa băng đục lỗ mang chương trình gia công). Bàn máy 10 và 2 dịch chuyển nhờ trục vít vô tận từ động cơ ăn dao theo các trục (x, y). Ụ dao 3 dịch chuyển theo phương z. Các động cơ truyền động được điều khiển theo chương trình bởi thiết bị DKCTS qua các bộ khuếch đại tương ứng. Bàn điều khiển 6 dùng để thực hiện các thao tác như : khởi động, hãm, hiệu chỉnh...



Hình 6-1. Máy phay đứng 3 tọa độ với DKCTS.

Khi làm việc ở chế độ điều khiển chương trình, thao tác vận hành (do người thực hiện) sẽ đặt dao, phôi, kiểm tra, đặt các bộ phận làm việc của máy theo các tọa độ ở vị trí ban đầu bằng bàn điều khiển. Sau đó, chu kì gia công chi tiết sẽ được thực hiện tự động.



Hình 6-2. Sơ đồ khối quá trình sản xuất trên máy DKCTS.

1 - Tham số hình học của chi tiết và phôi; 2 - Tham số công nghệ; 3 - Trình tự tiến hành (kế hoạch); 4 - Tham số máy và dao; 5 - Chương trình; 6 - Chương trình điều hành; 7 - Bảo đảm toán học chuẩn; 8 - MTĐT; 9 - Thiết bị kiểm tra (dụng cụ tự ghi, màn hình); 10 - Thiết bị điều khiển chương trình; 11 - Máy; 12 - Phôi; 13 - Thiết bị vận chuyển và đảo phôi; 14 - Thiết bị gá dao (ngăn hàng dao); 15 - Chi tiết được gia công; 16 - Máy đo phôi; 17 - Máy đo chi tiết.

Sơ đồ mô tả quá trình gia công phôi trên máy DKCTS như ở hình 6-2. Giai đoạn 1 tạo ra các thông tin ban đầu cần thiết để tính toán chương trình theo bản vẽ chi tiết, phôi và các điều kiện gia công (chế độ cắt, dao...). Giai đoạn 2 - lập chương trình để tính toán trên máy tính điện tử (MTĐT). Giai đoạn 3 - Tính toán chương trình trên MTĐT, ghi vào MTĐT hoặc đưa ra bảng đục lỗ...

Tùy thuộc vào luật điều khiển truyền động ăn dao, người ta phân hệ thống DKCTS thành 2 dạng: điều khiển theo vị trí và đường vòng. Hệ thống DKCTS điều khiển vị trí thực hiện di chuyển cơ cấu làm việc theo các tọa độ được đặt bởi chương trình. Máy không gia công khi dao di chuyển. Đặc điểm của hệ thống điều khiển vị trí là đảm bảo dừng chính xác cơ cấu ụ dao ở các tọa độ xác định, không cần xác định dạng quỹ đạo chuyển động từ tọa độ này đến tọa độ khác, nhưng thời gian di chuyển phải ngắn nhất. Hệ thống điều khiển vị trí thường được sử dụng trong các máy khoan - doa DKCTS.

Hệ thống điều khiển đường vòng đảm bảo di chuyển ụ dao theo quỹ

đạo đặt trước, tổng quát là 1 đường cong. Quá trình gia công được thực hiện do kết hợp chuyển động theo một vài tọa độ và để bám sát theo quỹ đạo đặt trước thì tỉ lệ tức thời giữa các tốc độ ăn dao theo các tọa độ đó sẽ thay đổi tương ứng theo thời gian. Quỹ đạo chuyển động của ụ dao theo các tọa độ khi gia công đường vòng (2 tọa độ) và khối (3 tọa độ) được xác định từ dạng chi tiết gia công. Tốc độ tổng được xác định theo chế độ cắt.

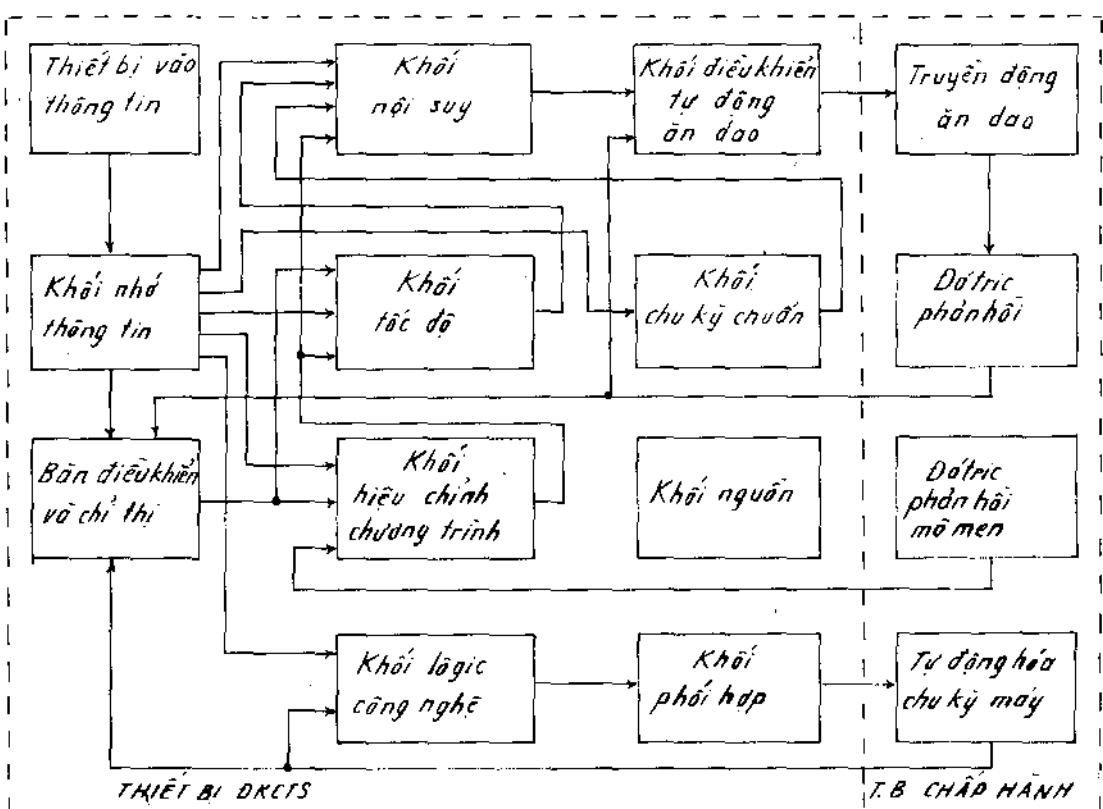
2. Sơ đồ chức năng của hệ thống DKCTS

Hệ thống DKCTS gồm 2 phần cơ bản là thiết bị DKCTS có nhiệm vụ tạo ra luật thay đổi tốc độ ăn dao và chu kì làm việc của máy và thiết bị chấp hành

TBCH là các hệ truyền động ăn dao và các cơ cấu điện tử khác. Ngoài ra còn có các phần tử khác như *đattric* phản hồi dạng khác nhau. Ở những máy đa chức năng với "ngăn hàng dao" có bộ phận dao dao, tự động thay thế dao được điều khiển bằng thiết bị DKCTS, hệ thống thay đổi tốc độ trục chính trong phạm vi rộng hiệu chỉnh kích thước dao và chỉ thị các vị trí các bộ phận làm việc của máy...

Các thiết bị DKCTS hiện đại đều được sử dụng trên cơ sở máy vi tính hay μp (bộ vi xử lý) cho phép tăng đáng kể mức độ tự động hóa của máy, chỉ thị số lượng lớn các tham số trên màn hình, chuẩn đoán các hư hỏng, biên tập chương trình, nhớ các chương trình điều khiển có khối lượng lớn.

Sơ đồ chức năng của máy DKCTS vạn năng chuẩn ở hình 6-3. Chức năng từng khối được mô tả như sau :



Hình 6-3. Sơ đồ chức năng của máy DKCTS.

+ Khối vào thông tin : Có nhiệm vụ đọc các thông tin trên băng, bìa đục lỗ lần lượt theo hàng và biến thành tín hiệu điện ; các thiết bị đọc thông tin có thể là : thiết bị quang - điện, tiếp xúc điện,...

+ Khối nhớ thông tin : Đảm bảo sử dụng đồng thời thông tin trong giới hạn 1 tấm card. Ngoài ra còn có chức năng kiểm tra, tạo tín hiệu dò tìm sai sót trong băng, bìa đục lỗ.

+ Bàn điều khiển và chỉ thị : Dùng để liên hệ giữa người vận hành và máy. Nhờ bàn điều khiển, có thể khởi động và dừng hệ thống, lựa chọn chế độ làm việc, hiệu chỉnh tốc độ ăn dao, kích thước dao, thay đổi vị trí ban đầu của dao. Trên bàn điều khiển cũng có tín hiệu ánh sáng về các trạng thái làm việc của máy, hành trình làm việc, sự sai sót trong chương trình, kết thúc chương trình. Chỉ thị số sẽ lần lượt hiện lên các số hiệu tấm card ; giá trị dịch chuyển theo các tọa độ, số hiệu dao...

+ Khối nội suy : Tạo ra quỹ đạo chuyển động giữa 2 hay nhiều điểm tựa được tạo ra trong chương trình. Trong nhiều trường hợp sử dụng bộ nội suy có phương trình đường thẳng hoặc đường tròn. Gần đây sử dụng bộ nội suy là các máy tính cỡ nhỏ (Micro computer) cho phép tăng độ vạn năng của thiết bị DKCTS nhờ hiệu chỉnh mềm các luật điều khiển (algorithm).

Thông tin vào khối nội suy từ khối nhớ thông tin đưa sang. Thông tin đầu ra của khối nội suy thường là dạng xung - dãy xung liên tiếp theo mỗi tọa độ có tần số được xác định bởi tốc độ ăn dao và số xung tỉ lệ với hành trình (độ di chuyển) theo mỗi tọa độ. Thông thường $f_{\max} = 10 \div 15 \text{ kHz}$.

+ Khối tốc độ : Đặt tốc độ ăn dao, cũng như tạo ra quá trình gia tốc, hãm ban đầu và kết thúc một giai đoạn gia công theo quy luật đặt trước.

+ Khối hiệu chỉnh chương trình : Cùng với bàn điều khiển, thay đổi các tham số gia công đã được lập trong chương trình như tốc độ ăn dao, kích thước dao.

+ Khối chu kì chuẩn : Để giảm nhẹ và rút ngắn chương trình khi có những thuật toán lặp lại. Khối chu kì chuẩn chứa các chương trình con chuẩn.

+ Khối logic công nghệ : Dùng để điều khiển các quá trình tự động có tính chu kì của máy như tìm kiếm và thay thế dao, thay đổi tốc độ trục chính và thực hiện các biến động trên máy.

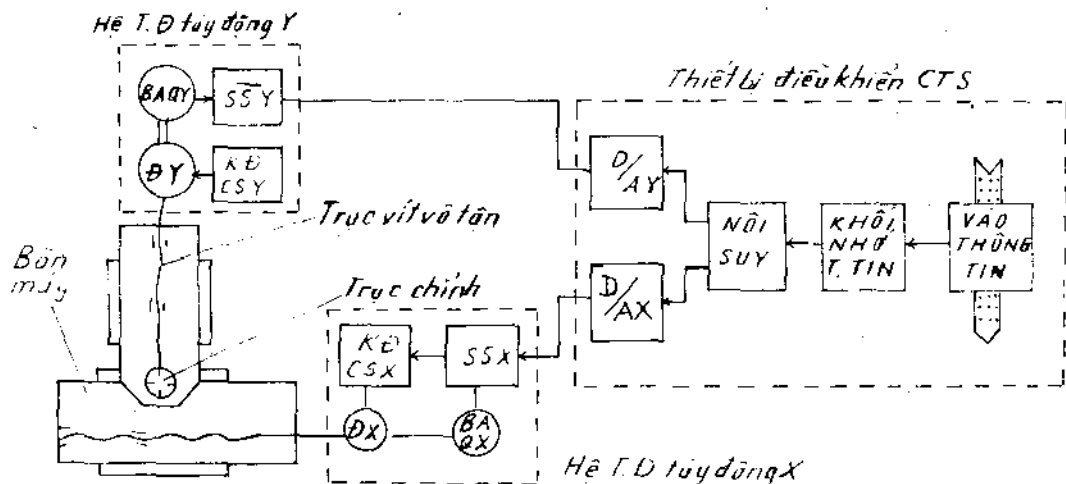
+ Khối điều khiển truyền động ăn dao : Dùng để biến đổi thông tin đầu ra của khối nội suy thành dạng thích hợp để điều khiển truyền động ăn dao với nguyên tắc : ứng với 1 xung thì đối tượng điều khiển sẽ dịch chuyển 1 khoảng thông thường là (0,01 - 0,001) mm gọi là giá trị của xung. Tùy thuộc vào dạng truyền động ăn dao là hệ kín, hở, pha hoặc biên độ (xem 6-2) mà khối điều khiển sẽ có cấu trúc khác nhau. Ở hệ thống truyền động hở có sử dụng động cơ bước, khối điều khiển là bộ chuyển mạch vòng đặc biệt, đầu ra của nó có bộ khuếch đại công suất cung cấp nguồn cho các cuộn dây điều khiển động cơ bước. Ở hệ thống truyền động kín dạng xung có sử dụng dattric dạng xung. Số xung xác định lượng di chuyển thì khối điều khiển là các bộ đếm xung có 1 đầu vào là dãy xung đặt từ bộ nội suy, đầu vào khác là xung từ dattric xung. Đầu ra bộ đếm là bộ giải mã sẽ biến đổi các xung thành tín hiệu 1 chiều - tín hiệu sai lệch - đặt tới truyền động ăn dao.

+ Khối truyền động ăn dao là các hệ truyền động tùy động đảm bảo di chuyển các bộ phận của máy (bàn máy, ụ dao) với tốc độ cần thiết và với độ chính xác yêu cầu. Hệ thống truyền động tùy động bao gồm động cơ (điện, thủy lực), bộ khuếch đại công suất cung cấp năng lượng cho động cơ và cho phép điều chỉnh tốc độ động cơ trong phạm vi rộng, dattric phản hồi đo vị trí thực (khoảng di chuyển) của đối tượng điều khiển, thiết bị so sánh sẽ so sánh vị trí thực và tín hiệu đặt. Tín hiệu sai lệch được đặt tới bộ khuếch đại công suất và kết quả là tốc độ động cơ sẽ tỉ

lệ với sai lệch của hệ. Trong quá trình làm việc, hệ thống tùy động sẽ đảm bảo di chuyển đối tượng điều khiển sao cho sai lệch là nhỏ nhất. Nếu sai lệch đó do nguyên nhân nào đó vượt quá trị số cho phép thì hệ thống điều khiển chương trình số sẽ tự động ngắt nhờ thiết bị bảo vệ đặc biệt.

3. Nguyên lí làm việc của 1 máy ĐKCTS đơn giản

Chúng ta xét sự làm việc của máy với hệ thống ĐKCTS đơn giản (hình 6-4). Hệ thống ĐKCTS gồm 2 khâu cơ bản :



Hình 6-4. Sơ đồ khối máy ĐKCTS.

Thiết bị ĐKCTS gồm thiết bị vào thông tin (thiết bị đọc quang - điện) từ băng từ có chương trình gia công chi tiết, khối nhớ thông tin và khối nội suy, khối truyền động an dao - bộ biến đổi số tương tự - cho 2 hệ thống truyền động an dao tùy động theo 2 tọa độ x, y của máy.

Hệ thống truyền động tùy động gồm bộ khuếch đại công suất KDCSx, KDCSy, thiết bị so sánh SSx, SSy, Dattric đo là biến áp quay BAQx, BAQy liên hệ cơ khí với trục vít vô tận của máy và các động cơ Dx, Dy truyền động cho các trục vít vô tận của máy, các trục vít truyền động bàn máy và ụ dao phay. Hình 6-5 là 1 tấm card mang chương trình gia công chi tiết trên máy. Trên bìa đục lỗ (card) có chứa thông tin dưới dạng mã hóa : Tọa độ các điểm của đoạn di chuyển, tốc độ ăn dao. Mỗi chữ cái sẽ tương ứng với 1 hàng lỗ (lớn nhất là 8 lỗ). Để mô tả tọa độ trên mặt phẳng, ở mép của tấm card là kí hiệu con số và chữ cái biểu thị địa chỉ, tiếp theo là các con số biểu thị tọa độ theo các trục, các giá trị thông số khác như tốc độ, khoảng di chuyển...

Ví dụ : X - biểu thị theo tọa độ x ; Y - theo tọa độ y ; F - tốc độ ăn dao dọc theo đường vòng ; N - số đoạn gia công ; T - chỉ số của dao cần thực hiện trong đoạn gia công ; S - tốc độ quay trục chính. Các kí hiệu ấy được mã hóa dưới dạng mã ISO7 bit. Các số được viết ở dạng mã nhị phân, mã hóa bằng 4 lỗ trong 1 hàng.

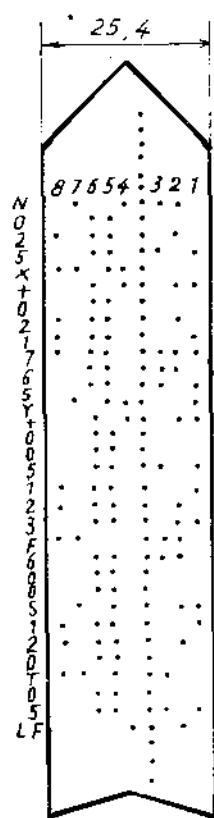
Bìa đục lỗ trên hình 6-5 mô tả chương trình sau :

N025, X + 021765, Y + 005123, F600, S120, TD5, LF.
 Dây thông tin được đọc là : số card : 25 ; dịch chuyển theo trục x : + 217,65mm ; theo trục y : + 51,23mm ; Tốc độ ăn dao : 600mm/ph ; Tốc độ trục chính 120ph^{-1} ; chỉ tiêu dao : 5 ; LF : Kết thúc 1 tấm card.

Các quy tắc mã hóa đối với các máy cụ thể được thuyết minh trong các tài liệu hướng dẫn của máy đó.

§6.2. THIẾT BỊ VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CHƯƠNG TRÌNH SỐ

Ở §6-1 đã cho ta thấy rằng, chức năng cơ bản của thiết bị DKCTS là : nhớ thông tin đầu vào (chương trình điều khiển công nghệ) được lưu trữ trên băng đục lỗ, băng từ hoặc trong bộ nhớ MTĐT ; biến đổi các thông tin đó theo 1 quy luật tương ứng, cuối cùng là biến đổi các thông tin dạng số thành tương tự để điều khiển hệ thống truyền động ăn dao thực hiện di chuyển cơ cấu làm việc của máy. Chức năng phụ là kiểm tra, phát hiện sai sót và hiệu chỉnh chương trình, chỉ thị... Chức năng cơ bản được đặc trưng đối với bất kì hệ thống DKCTS nào. Chức năng phụ đảm bảo sự làm việc tin cậy, tiện lợi của hệ thống DKCTS sẽ được mở rộng khi sử dụng máy tính, từ máy tính nhỏ đến máy vi tính (hệ CNC). Trong phần này sẽ trình bày nguyên tắc hoạt động của một số khối cơ bản của thiết bị DKCTS.

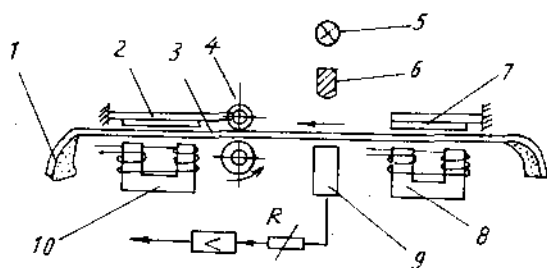


Hình 6-5. Dạng 1 tấm card.

1. Thiết bị vào thông tin

Thiết bị vào thông tin gồm thiết bị đọc quang điện (TBQD) có đặt băng đục lỗ, các sơ đồ điện tử điều khiển và tạo ra các tín hiệu xung.

Hình 6-6 là sơ đồ của thiết bị đọc quang điện. Con lăn vận chuyển 3 được quay liên tục nhờ động cơ (không vẽ trên sơ đồ). Khi có lệnh đọc thông tin, nam châm vận chuyển 10 có điện, phản ứng 2 sẽ ép băng 1 cùng con lăn 4 ; nam châm 8 bị cắt điện, sau $(3 \div 4)$ ms, băng đục lỗ sẽ đạt tốc độ $(0,5 \div 0,7)$ m/s, tương ứng khoảng $(200 \div 300)$ hàng/s. Khi có lệch dừng, nam châm 8 có điện và đồng thời ngắt điện nam châm 10 ; băng từ dừng lại sau $(1,5 \div 2)$ ms.



Hình 6-6. Sơ đồ thiết bị đọc quang điện.

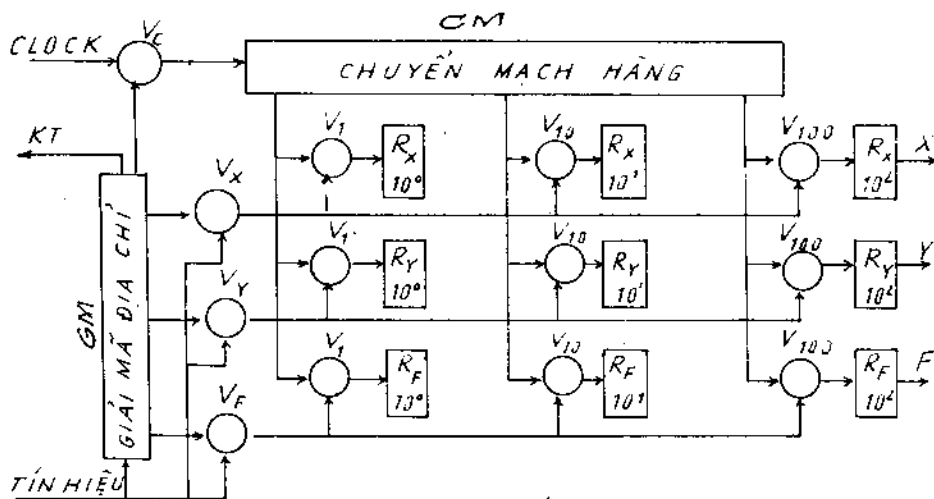
Băng từ được kéo qua 1 khối quang học gồm đèn chiếu 5, kính hội tụ 6 đặt

phía trên băng đục lỗ, photodiốt 9 nằm phía dưới băng. Hệ thống đèn chiếu và kính hội tụ tạo ra 1 dải ánh sáng hẹp với độ rộng $(0,3 \div 0,5)$ mm và chiều dài bằng chiều rộng băng đục lỗ. Khi băng chạy qua thiết bị quang điện, vị trí nào có lỗ thì photodiốt tương ứng nhận được ánh sáng. Kết quả là ứng với hàng lỗ của băng, đầu ra sẽ nhận được mã thông tin song song viết ở hàng đó của băng.

Ngày nay chương trình đưa vào thiết bị DKCTS không dùng băng đục lỗ mà là các băng từ (Cassette) sẽ cho phép đơn giản cơ cấu thiết bị đọc. Các băng cassette đó được ghi chương trình bằng thiết bị chuẩn bị và viết chương trình đặc biệt ở ngay trong máy vi tính.

2. Khối nhớ thông tin

Các thông tin từ khối đọc được đưa sang khối nhớ thông tin có sơ đồ như hình 6-7



Hình 6-7. Sơ đồ khối nhớ thông tin.

Khối nhớ thông tin gồm các bộ ghi R để nhớ thông tin, bộ giải mã địa chỉ GM để phân phối thông tin số theo các bộ ghi nhờ bộ chuyển mạch hàng CM và các van tương ứng.

Khi đọc các hàng của băng đục lỗ, đầu ra của khối đọc là các mã song song chữ cái và số tức là các thông tin dạng tín hiệu điện, các tín hiệu điện này đặt đồng thời tới bộ giải mã và các van địa chỉ v_x, v_y, v_f .

Khi đầu vào bộ giải mã xuất hiện 1 chữ cái bất kì, ví dụ X, thì thông tin được nhớ và đầu ra bộ giải mã chỉ đưa ra tín hiệu theo kênh X. Tín hiệu này cùng với các thông tin tín hiệu vào sẽ mở van v_x . Do vậy các thông tin số theo tọa độ X sẽ được đưa đến các bộ ghi Rx. Nhờ bộ chuyển mạch hàng, các thông tin số này được đặt tới các bộ ghi Rx khi có xung nhịp tín hiệu vào qua các van v_1, v_{10}, v_{100} . Các xung đồng bộ của bộ chuyển mạch hàng chỉ xuất hiện khi có thông tin từ băng đục lỗ nhờ van V_c , nó mở bởi bộ giải mã địa chỉ khi đầu vào của nó đặt 1 thông tin về chữ cái bất kì.

201.201

Tương tự khi đưa vào bộ giải mã đặt 1 chữ cái khác, như chữ Y, thì các thông tin về số được ghi vào bộ ghi Ry... Sau khi tất cả các thông tin của tấm card đã được ghi vào bộ nhớ, thông tin về chữ LF được đưa đến bộ giải mã. Bộ giải mã đưa tín hiệu KTC (kết thúc đưa số liệu vào từ card) để dừng băng từ và truyền thông tin từ khối nhớ sang khối nội suy. Trên sơ đồ hình 6-7 giới thiệu khối nhớ thông tin 3 địa chỉ và 3 bộ ghi. Thực tế số địa chỉ và số bộ ghi sẽ lớn hơn nhiều tùy thuộc vào độ phức tạp của thiết bị ĐKCTS.

3. Bộ nội suy

Trong khối nội suy, thông tin được đưa ra ở dạng dãy xung với số xung theo mỗi tọa độ của máy bằng số đưa vào bộ nội suy ở dạng mã hóa, còn thời gian tồn tại xung là thời gian gia công độ dài của chi tiết (đoạn quỹ đạo vòng) giữa 2 điểm tựa. Mỗi xung điều khiển sẽ tương ứng với 1 khoảng di chuyển của cơ cấu chấp hành.

Tùy theo phương pháp xấp xỉ đoạn quỹ đạo cơ cấu máy di chuyển giữa hai điểm tựa mà có bộ nội suy tuyến tính và vòng. Việc tính toán (giải) các phương trình hàm số mô tả đoạn quỹ đạo đó có thể thực hiện bằng 2 phương pháp: phương pháp phân tích vi phân số DDA (Digital Differential Analyse) và phương pháp hàm đánh giá.

Dưới đây sẽ trình bày nguyên tắc của 2 phương pháp trên, dùng trong nội suy tuyến tính và vòng như là một ví dụ cho bộ nội suy số.

a) *Nội suy tuyến tính theo phương pháp DDA*: Xét trường hợp di chuyển theo một đoạn thẳng L với tốc độ ăn dao tổng v là không đổi (hình 6-8a). Để tính toán số cho những điểm trung gian, ta tìm quan hệ giữa các thông số và thời gian thực dưới dạng phương trình đường thẳng.

Các phương trình của quá trình này gồm:

$$\begin{cases} x = x_0 + \sum v_x \Delta t \\ y = y_0 + \sum v_y \Delta t \end{cases} \quad (6-1)$$

Trong đó: v_x, v_y - tốc độ thành phần theo phương X và Y.

x_0, y_0 - giá trị các tọa độ của điểm ban đầu.

$$\begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} \approx \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ v_y = \frac{dy}{dt} \approx \frac{\Delta y}{\Delta t} \end{cases} \quad (6-2)$$

Với $\Delta x, \Delta y$ - các nhịp gia tăng (gia số di chuyển) trong mỗi chu kỳ Δt .

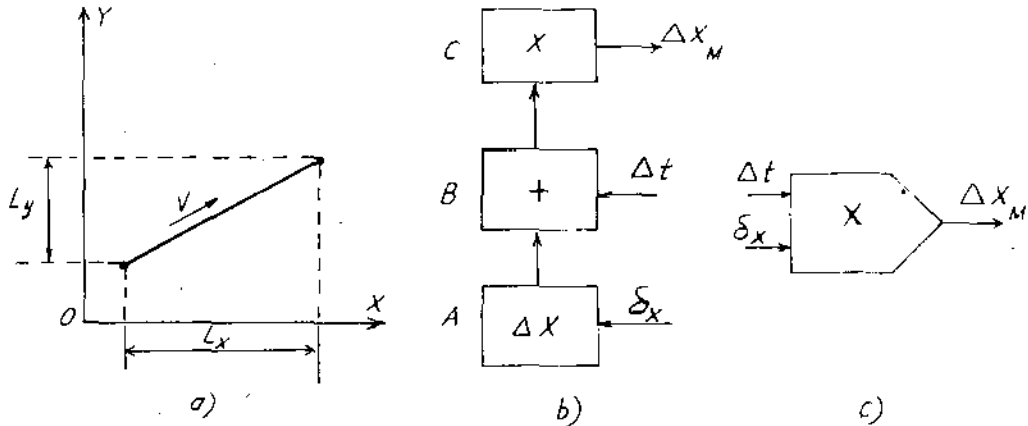
Các tốc độ thành phần được xác định theo công thức:

$$\begin{cases} v_x = v \frac{L_x}{L} \\ v_y = v \frac{L_y}{L} \end{cases} \quad (6-3)$$

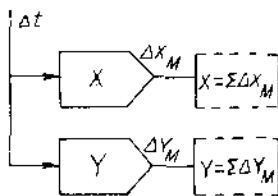
Do đó, gia số di chuyển theo từng tọa độ là

$$\begin{cases} \Delta x = v_x \Delta t = v \frac{L_x}{L} \Delta t \\ \Delta y = v_y \Delta t = v \frac{L_y}{L} \Delta t \end{cases} \quad (6-4)$$

Phép cộng theo (6-1) được thực hiện bởi bộ tích phân số. Nó gồm 2 bộ ghi và 1 bộ cộng và có sơ đồ ở hình 6-8b. Kí hiệu sơ đồ như ở hình 6-8c.



Hình 6-8. Đoạn thẳng di chuyển và sơ đồ nguyên tắc bộ nội suy theo phương pháp DDA.

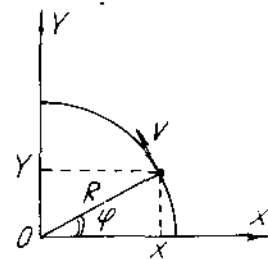


Hình 6-9. Sơ đồ bộ nội suy cho đoạn thẳng.

Điểm kết thúc nội suy được xác định bởi số xung đưa ra ứng với đoạn di chuyển L_x, L_y đã được nạp vào bộ nhớ.

b) Nội suy vòng theo phương pháp DDA : Với đoạn quỹ đạo di chuyển là đường cong mà trường hợp đặc biệt xét là đường tròn như hình 6-10 thì phương trình đường tròn dưới dạng tham số là :

$$\begin{cases} x = R \cdot \cos \varphi \\ y = R \cdot \sin \varphi \end{cases} \quad (6-5)$$



Hình 6-10. Chuyển động có quỹ đạo tròn.

Tương tự như (6-2), các tốc độ thành phần được xác định theo công thức :

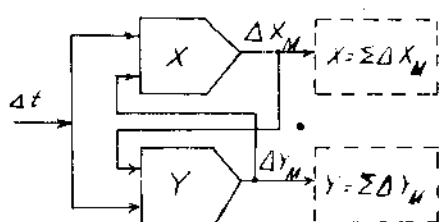
$$v_x = \frac{dx}{dt} = -v \sin \varphi = -\frac{v}{R} R \sin \varphi = -\frac{v}{R} y \quad (6-6)$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = v \cos \varphi = \frac{v}{R} R \cos \varphi = \frac{v}{R} x$$

và :

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} \approx v_x = -\frac{v}{R} y = -\omega y$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} \approx v_y = \frac{v}{R} x = \omega x \quad (6-7)$$



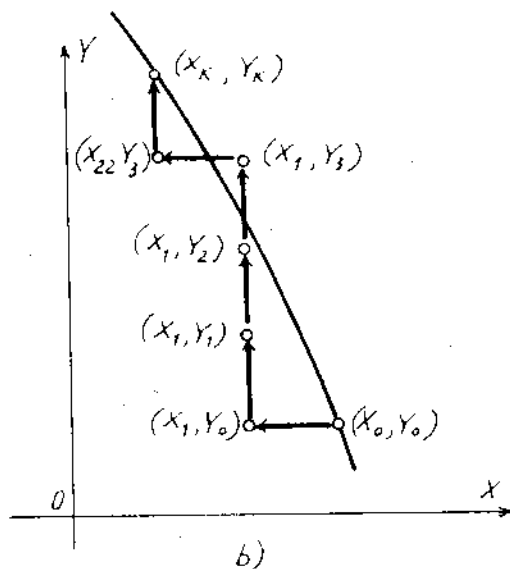
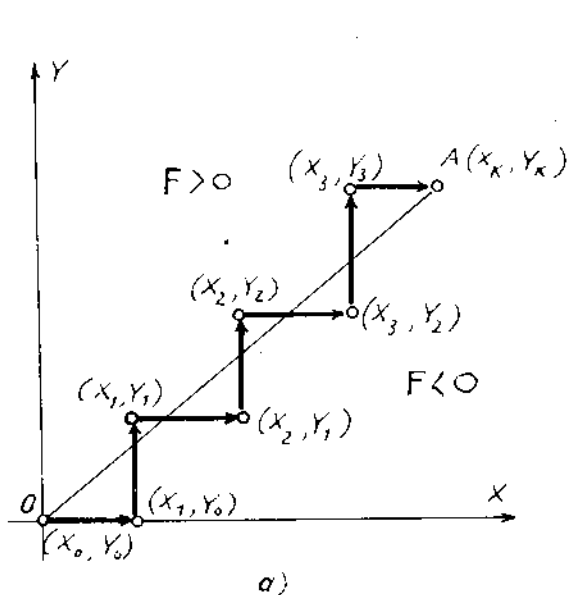
Hình 6-11. Bộ nội suy vòng trong mặt phẳng.

Nó chia mặt phẳng thành 2 vùng : vùng $F > 0$ trong đó giá trị hàm đánh giá có dấu (+) và $F < 0$ - hàm đánh giá có dấu âm. Nằm trên đoạn OA hàm đánh giá có giá trị zêrô ($F = 0$) ; (hình 6-12). Theo phương pháp hàm đánh giá thì : nếu quỹ đạo nội suy ở 1 điểm trung gian (x_1, y_1) thuộc vùng $F > 0$ thì bước tiếp theo của sự di chuyển sẽ đặt theo trục x ; ngược lại, nếu quỹ đạo tại điểm trung gian thuộc

Từ (6-7) thấy rằng, tương tự như bộ nội suy tuyến tính, bộ nội suy vòng trong mặt phẳng có sơ đồ như hình 6-11.

Chỉ khác là : các giá số không phải là hằng số mà biến đổi cùng với các tọa độ chạy x và y (6-7). Để thực hiện điều đó, có các đường phản hồi từ đầu ra trở về đầu vào bộ tích phân khác.

c) Nội suy tuyến tính theo phương pháp hàm đánh giá : Xét đoạn di chuyển OA nằm trong mặt phẳng 2 tọa độ (x, y).



Hình 6-12. Phương pháp nội suy tuyến tính (a) và vòng (b) theo hàm đánh giá.

vùng $F < 0$ thì sẽ di chuyển theo trục Y . Quá trình đó xảy ra liên tục với tần số xác định bởi khối đặt tốc độ cho đến khi quỹ đạo nội suy đạt tới điểm kết thúc (x_k, y_k) .

Độ lớn và dấu hàm đánh giá được tính bằng bộ nội suy. Trong trường hợp chung độ lớn hàm đánh giá khi di chuyển theo trục x từ điểm có tọa độ (x_i, y_i) đến điểm (x_{i+1}, y_i) được xác định theo biểu thức :

$$F_{(i+1)i} = y_i x_k - x_{i+1} y_k = y_i x_k - (x_i + 1) y_k = F_{ij} - y_k$$

Tương tự giá trị hàm đánh giá khi di chuyển theo trục y từ điểm (x_i, y_i) đến điểm (x_i, y_{i+1}) :

$$F_{i(j+1)} = y_{i+1} x_k - x_i y_k = F_{ij} + x_k$$

4. Các phương pháp biến đổi thông tin số - dịch chuyển của đối tượng điều khiển

Chức năng biến đổi thông tin số đầu ra khỏi nội suy thành tín hiệu tương tự ở dạng điện áp đặt vào hệ thống tùy động được thực hiện bởi bộ biến đổi số - tương tự D/A. Trong phần này sẽ trình bày một số phương pháp biến đổi số tương tự tương ứng với các hệ điều khiển chương trình số.

a) Sơ đồ hệ thống điều khiển chương trình số kiểu pha (hình 6-13a) : Ở hệ thống này bộ biến đổi D/A là bộ biến đổi pha (BDP) với nguyên tắc là biến đổi dạng xung thành độ lệch pha φ của tín hiệu làm việc và tín hiệu tựa :

$$U_{lv} = U_m \sin(\omega t + \varphi)$$

ở đây : $\varphi = 360^\circ n/N$; với n - số xung ; N - hệ số chia của bộ biến đổi pha - số xung ứng với góc lệch pha 360° (thường $N = 100 \div 200$).

Datric phản hồi là biến áp quay (BAQ) làm việc ở chế độ quay pha có tín hiệu ra là $U_{ph} = U_m \cos(\omega t + \alpha)$; với α - góc quay rôto liên hệ với quãng đường di chuyển X :

$$X = \frac{\alpha L}{360^\circ}$$

Trong đó : L - bước của hệ thống.

Hai điện áp U_{lv} và U_{ph} được đặt vào bộ giải điều pha (GDP), thực chất là bộ nhân. Điện áp ra có dạng :

$$\varepsilon = U_m^2 \sin(\omega t + \varphi) \cos(\omega t + \alpha) = \frac{1}{2} U_m^2 \sin(\varphi - \alpha) + \frac{1}{2} U_m^2 \sin(2\omega t + \varphi)$$

Thành phần thứ 2 của biểu thức trên được san bằng do bộ lọc, nên tín hiệu sai lệch ε có dạng :

$$\varepsilon = \frac{1}{2} U_m^2 \sin(\varphi - \alpha)$$

Tín hiệu sai lệch đặt vào hệ thống tùy động gồm động cơ D, bộ khuếch đại công suất KDCS và máy phát tốc FT. Tốc độ động cơ sẽ tỉ lệ với sai lệch và hệ truyền động sẽ làm việc theo hướng duy trì sai lệch là nhỏ nhất.

b) Hệ thống DKCTS kiểu biên độ (hình 6-13b) : Bộ biến đổi D/A là bộ biến đổi dãy xung thành 2 điện áp E_1 và E_2 có pha giống nhau, biên độ được xác định theo công thức :

$$E_1 = U_m \sin \psi \sin \omega t.$$

và :

$$E_2 = U_m \cos \psi \sin \omega t$$

Hai điện áp này đặt vào 2 cuộn dây stato của BAQ đặt lệch nhau 90° . Trong BAQ sẽ sinh ra từ trường biến thiên với véc tơ từ cảm có biên độ B_m và góc pha φ vì :

$$\arctg \frac{E_1}{E_2} = \arctg \frac{U_m \sin \psi}{U_m \cos \psi} = \psi$$

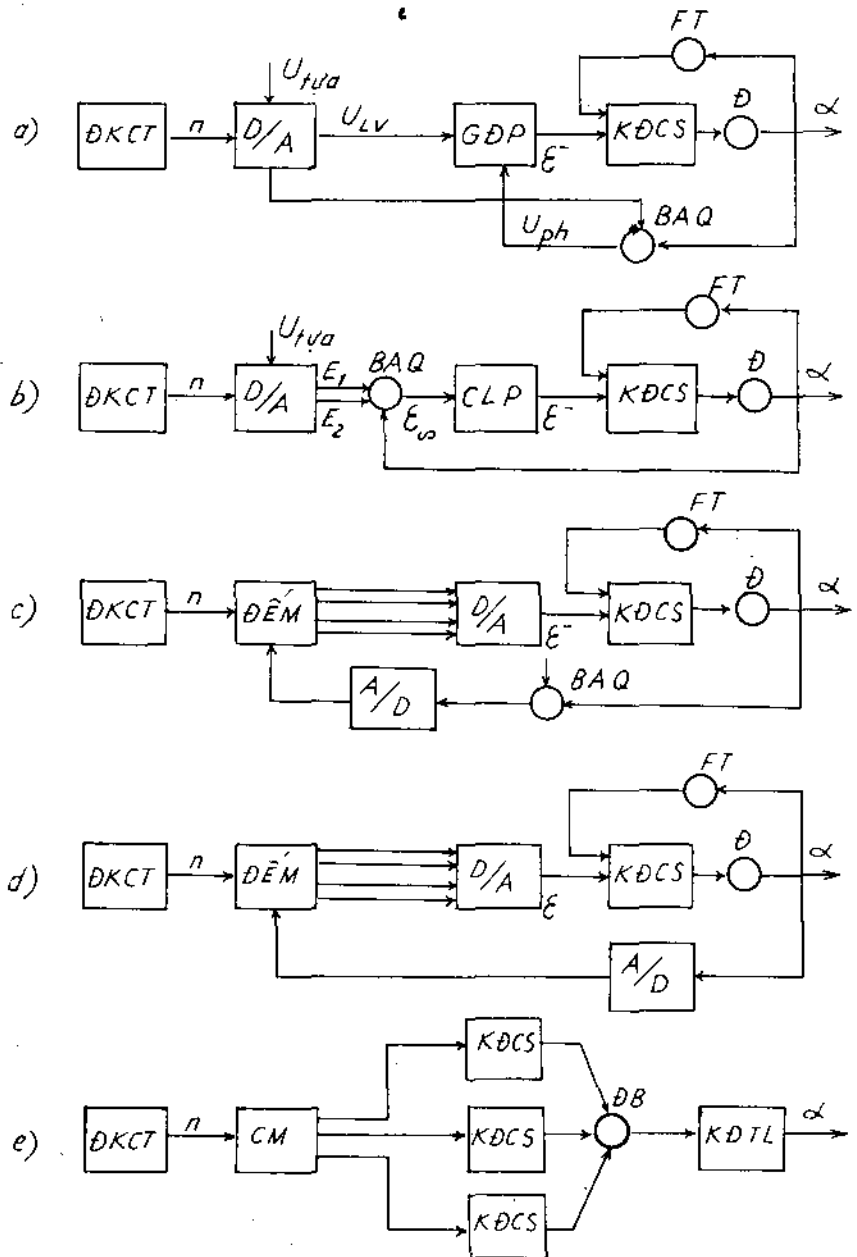
Khi đưa xung liên tục vào thì véc tơ từ cảm B sẽ quay với tốc độ góc tỉ lệ với tần số xung tức là tỉ lệ với tốc độ ăn dao và điện áp vào ở cuộn rôto.

$$E_{\sim} = U_m \sin \psi \sin \omega t$$

với $\psi = \varphi - \alpha$.

Điện áp $E_{\sim}$ được chỉnh lưu nhờ bộ chỉnh lưu pha (CLP) và cho ra tín hiệu sai lệch 1 chiều $\varepsilon^- = U_m \sin \psi$.

Như vậy sai lệch hệ thống DKCTS kiểu biên độ cũng có công thức như hệ thống DKCTS kiểu pha. Vì vậy nguyên tắc làm việc của hệ thống tùy động tương tự như hệ DKCTS kiểu pha nghĩa là với xung điều khiển được đặt vào thì hệ thống tùy động



Hình 6-13. Các phương pháp biến đổi thông tin.

luôn có khuynh hướng làm giảm sai lệch, nghĩa là sai lệch giữa góc quay φ của véc tơ từ cảm stato và góc quay α của rôto BAQ và nếu véc tơ đó quay với tốc độ nào đó thì rôto quay với tốc độ bấy nhiêu.

c) *Hệ thống DKCTS kiểu xung (hình 6-13c)* : Ở hệ thống DKCTS kiểu xung, tín hiệu ra của khối BAQ được biến đổi thành các xung nhờ bộ A/D và đặt vào bộ đếm đảo chiều - là bộ so sánh. Đầu ra bộ đếm là hiệu số xung từ bộ DKCTS và bộ A/D. Hiệu số xung đó lại được biến đổi thành sai lệch 1 chiều ε nhờ bộ D/A.

Ưu điểm của hệ thống DKCTS kiểu xung là có thể tăng phạm vi điều khiển thích ứng bằng các lựa chọn dung lượng bộ đếm đảo chiều. Ở hệ thống DKCTS kiểu pha và biên độ thì phạm vi này chỉ cỡ mm thì ở hệ thống này có thể là hàng chục, hàng trăm mm, cho phép tăng tốc độ và gia tốc. Từ đó độ chính xác của hệ thống truyền động và do đó độ chính xác gia công tăng.

d) *Hệ thống DKCTS kiểu tương tự (hình 6-13d)* : Ở hệ thống này, thay vào sử dụng biến áp quay và bộ A/D làm датчик đo di chuyển là датчик di chuyển kiểu xung. Ví dụ датчик xung kiểu quang điện. Nó gồm 2 đĩa đo trên đó có các vạch trong suốt và được gắn vào vít vô tận. Với hệ thống đĩa này để đo được 100 - 200 xung/mm thì việc chế tạo khá phức tạp.

e) *Hệ thống DKCTS kiểu bước (hình 6-13e)* : Ở hệ thống này, số xung được biến đổi thành góc quay nhờ động cơ bước (DB).

Ưu điểm của hệ thống DKCTS kiểu bước là đơn giản. Đặc biệt sẽ rất đơn giản khi không sử dụng bộ khuếch đại thủy lực KDTL như ở trong các máy cỡ nhỏ. Nhược điểm của nó là không đo trực tiếp độ di chuyển mà đo gián tiếp qua trục vít vô tận. Do vậy, hệ thống DKCTS kiểu bước thường được sử dụng trong các máy số kích thước không lớn và độ chính xác không cao.

§6.3. LẬP CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

Chương trình điều khiển là các thông tin dạng mã hóa (lệnh) được viết ở bộ mang chương trình (băng, bìa đục lỗ, băng từ...) cần thiết để gia công chi tiết theo 1 công nghệ nào đó trên máy DKCTS.

Tính toán và viết chương trình điều khiển là một phần của quá trình sản xuất. Tùy thuộc vào độ phức tạp của quá trình gia công trên máy mà việc lập chương trình điều khiển được thực hiện bằng tay hoặc bằng máy tính. Ở những máy điều khiển vị trí, chỉ cần chú ý đến các tọa độ các điểm gia công, còn các chuyển động trên máy là các đường thẳng (ở máy khoan chương trình) thì chương trình có thể do người công nhân tự lập lấy. Ở những máy DKCTS có mức độ tự động hóa cao, số tọa độ điều khiển nhiều, quỹ đạo chuyển động phức tạp... thì cần có hệ thống tự động lập chương trình bằng máy tính.

1. Các bước lập chương trình

Quá trình lập chương trình gồm các bước sau :

a) *Chuẩn bị dữ liệu (thông tin về công nghệ)* : Để lập chương trình, cần biết các dữ liệu công nghệ như : kích thước phôi, vật liệu phôi, bản vẽ chi tiết, dao và đặc tính dao...

b) *Mô tả toán học* : Vẽ lại các bản vẽ chi tiết, trên đó ghi đầy đủ các kích thước, đặc điểm công nghệ, đặc điểm điều khiển theo từng nguyên công. Đối với những máy điều khiển gián đoạn, các kích thước được tính nối tiếp nhau theo thứ tự các nguyên công và cho theo trị số :

$$\frac{x}{t_x} ; \frac{y}{t_x}$$

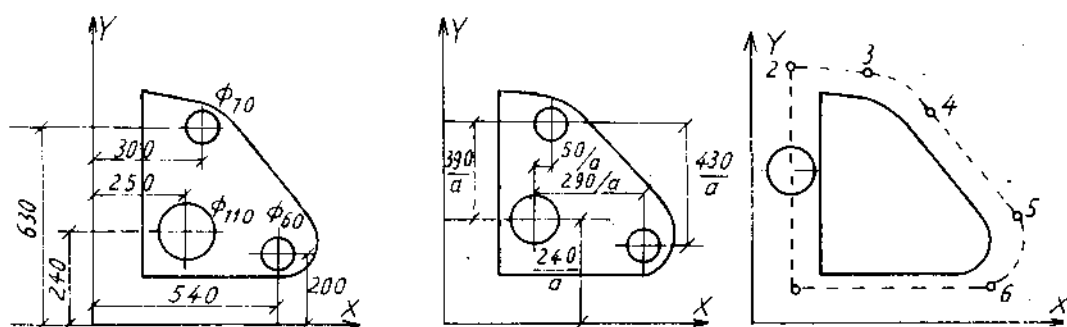
Với x, y – khoảng di chuyển (tọa độ) của điểm gia công, mm ;

t_x – giá trị của 1 xung, mm.

Nếu gia công đường vòng như ở máy phay thì quỹ đạo chuyển động dao là đường cách đều đường viền chi tiết gia công 1 khoảng bằng bán kính của dao phay. Trên hình 6-14 là ví dụ vẽ 2 trường hợp gia công chi tiết ở máy khoan và máy phay.

Người ta chia quỹ đạo chuyển động của dao thành nhiều đoạn theo phương trình của chúng : đường thẳng, đường tròn, parabol ; và xác định tọa độ các điểm tiếp giáp giữa các đoạn đó (điểm tựa). Việc xác định quỹ đạo chuyển động giữa 2 điểm tựa là tìm các điểm trung gian được thực hiện nhờ bộ nội suy hoặc máy tính điện tử.

c) *Mã hóa các dữ liệu* : Các số liệu về chế độ gia công được biến đổi thành dạng mã hóa theo cốt mã tiêu chuẩn.



Hình 6-14. Hình dáng phôi và quỹ đạo chuyển động của dao.

Để tiến hành mã hóa dữ liệu chương trình cần nắm được các khái niệm sau :

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

* *Hệ thống địa chỉ* : là những kí tự cho phép đồng nhất với chức năng đảm bảo bởi hệ thống điều khiển số. Địa chỉ được ghi bằng các chữ cái tiêu chuẩn sau :

A – Tốc độ góc, quay quanh trục X.

- B - Tốc độ góc, quay quanh trục Y.
- C - Tốc độ góc, quay quanh trục Z.
- D - Tốc độ góc, quay quanh trục chuyên dùng hoặc là tốc độ ăn dao thứ ba.
- E - Tốc độ góc, quay quanh trục chuyên dùng hoặc là tốc độ ăn dao thứ hai.
- F - Tốc độ ăn dao.
- G - Chức năng chuẩn bị
- H - (Không dùng)
- I - Tọa độ theo X của tâm một cung tròn trong đường cong tổng quát.
- J - Tọa độ theo Y của tâm một cung tròn trong đường cong tổng quát.
- L - (Không dùng)
- M - Chức năng phụ trợ.
- N - Số thứ tự câu lệnh
- O - (Không dùng)
- P - Chuyển động thứ ba song song với trục X
- Q - Chuyển động thứ ba song song với trục Y
- R - Chuyển động thứ ba song song với trục Z hoặc chuyển động thứ nhất trên trục chính Z.
- S - Tốc độ quay trục chính
- U - Chuyển động thứ hai song song trục X
- V - Chuyển động thứ hai song song trục Y
- W - Chuyển động thứ hai song song trục Z
- X - Chuyển động cơ bản song song trục X
- Y - Chuyển động cơ bản song song trục Y
- Z - Chuyển động cơ bản song song trục Z

; - Phân nhánh trong chương trình.

* *Từ lệnh* : Được thiết lập thông qua phối hợp các con số và địa chỉ, cho phép lượng hóa chính xác các chức năng yêu cầu

Ví dụ : X 42000 - Chuyển động theo trục X 420mm.

* *Câu lệnh* : là sự ghép nối các từ lệnh cần thiết để thực hiện một chuyển động hoặc chức năng nào đó của máy :

Ví dụ :

N10	GOO	Z + 2500	X + 6025
Thứ tự câu lệnh	Địa chỉ	Các từ lệnh	

Đọc là :

N10 - Câu lệnh số 10

G00 - Chạy nhanh không ăn dao

Z + 2500 - Di chuyển theo trục Z : 25mm

X + 6025 - Di chuyển theo trục X : 60,25mm.

d) Ghi chương trình : Ở thế hệ máy NC, các số liệu mã hóa được ghi vào các băng, bìa đục lỗ, băng từ nhờ thiết bị ghi (xem dạng tấm card như ở hình 6-5).

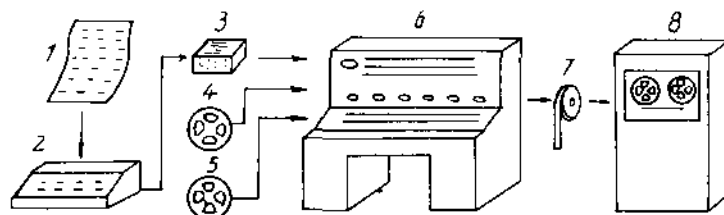
2. Hệ thống tự động lập chương trình

Hệ thống tự động lập chương trình về cấu trúc gồm 2 phần : chương trình chung và các chương trình phụ. Chương trình chung sẽ thực hiện tính toán về công nghệ và kích thước hình học không tính đến các đặc thù của các máy cụ thể cũng như đặc điểm của hệ thống điều khiển chương trình. Chương trình phụ có tính đến các đặc điểm về cấu trúc và kĩ thuật của các máy. Như vậy, một hệ thống tự động lập chương trình sẽ gồm 1 chương trình chung và nhiều chương trình phụ (thư viện chương trình phụ).

Khi có hệ thống tự động lập chương trình thì việc lập chương trình gia công một chi tiết sẽ được tiến hành bởi việc tạo ra các thông tin ban đầu (chương trình ban đầu). Các thông tin cần phải chứa đầy đủ nội dung về dạng và kích thước gia công ; trình tự gia công ; quy trình công nghệ gia công các bề mặt cụ thể - dạng gia công (mặt đầu, trụ...), kích thước dao, tốc độ ăn dao mà máy sẽ thực hiện công nghệ đó. Cách viết chương trình nguồn (ban đầu) có thể sử dụng ngôn ngữ dạng băng hoặc văn bản.

Hệ thống tự động lập trình gồm 2 phần : ngôn ngữ lập trình và hệ thống chương trình tính. Ngôn ngữ lập trình được mô tả chi tiết trong hướng dẫn sử dụng của máy. Ngôn ngữ lập trình là các kí hiệu về chữ, từ, các quy tắc dùng cho việc soạn văn bản chương trình nguồn.

Thực chất hệ thống tự động lập chương trình là 1 bộ chương trình tính được viết trong bộ mang thông tin của máy (băng từ, đĩa, băng đục lỗ). Khi cần đưa hệ thống vào làm việc, các chương trình tính được nạp vào bộ nhớ của máy tính, thực hiện vào chương trình nguồn ở dạng ngôn ngữ lập trình, dịch nội dung, thực hiện các phép tính cần thiết, mã hóa các kết quả tính và viết vào bộ mang chương trình điều khiển tương ứng. Quá trình lập chương trình bằng hệ thống tự động lập chương



Hình 6-15. Sơ đồ lập chương trình bằng hệ thống lập trình tự động.

1 - Bản viết tay chương trình nguồn bằng ngôn ngữ của hệ thống lập trình tự động ; 2 - Thiết bị vào số liệu của máy tính (máy đục lỗ) ; 3 - Chương trình nguồn ở bộ mang chương trình của máy ; 4 - Chương trình tính chung (ở bộ nhớ ngoài) ; 5 - Thư viện chương trình tính phụ (ở bộ nhớ ngoài) ; 6 - Máy tính ; 7 - Băng từ ; 8 - Thiết bị DKCTS.

trình được mô tả bằng sơ đồ hình 6-15. Khi chi tiết phức tạp và số tọa độ điều khiển theo chương trình tăng thì độ phức tạp và khối lượng tính toán chương trình điều khiển sẽ tăng.

Hệ thống APT của Mỹ (Automatically Programmed totals) dùng cho gia công đường vòng phẳng. Hệ thống này là vạn năng và được sử dụng ở nhiều nước. Một vài biến thể của hệ thống này là : APT-3, APT-4 được dùng để lập chương trình cho gia công đường vòng 2,3 và 5 tọa độ.

Ở Pháp, dựa trên cơ sở ngôn ngữ APT, đã cho ra hệ thống EXAPT. Nó gồm một số phần độc lập : hệ thống EXAPT-1 dùng để lập chương trình cho máy khoan - doa, máy phay đơn giản, hệ thống EXAPT-2 để lập chương trình cho gia công tiện...

Ở Nga (Liên Xô cũ) có hệ CPC-T cho phép lập chương trình cho gia công tiện với các chi tiết khác nhau CPC-K được dùng để lập chương trình cho gia công chi tiết ở nhóm máy khoan - doa...

PHẦN II

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC MÁY GIA CÔNG BẰNG ÁP LỰC

Chương 7

ĐẠI CƯƠNG VỀ GIA CÔNG BẰNG ÁP LỰC

§7.1. BIẾN DẠNG CỦA KIM LOẠI

Kim loại được gia công bằng áp lực rất phổ biến. Phương pháp gia công bằng áp lực bao gồm nhiều dạng : cán, ép, dập, đột, cắt, kéo, chuốt v.v... Dưới tác dụng của áp lực ngoài (ngoại lực), kim loại sẽ hoặc bị biến dạng, hoặc bị đứt gãy.

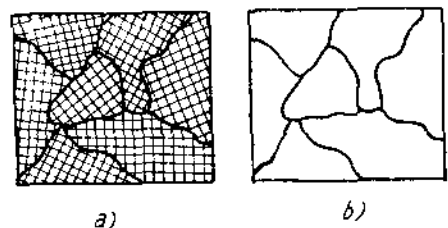
Làm biến dạng kim loại để nhận được các sản phẩm theo yêu cầu nào đó khi gia công bằng áp lực là nội dung thuộc các giáo trình : lý thuyết biến dạng dẻo, lý thuyết gia công kim loại bằng áp lực... Ở đây ta chỉ xem xét những vấn đề chung nhất, có tính chất đại cương nhất, đủ để hiểu những yêu cầu công nghệ đòi hỏi sự đáp ứng của trang bị điện cho các máy gia công bằng áp lực.

Dùng kính hiển vi để quan sát một mặt kim loại đã mài nhẵn sẽ thấy cấu trúc của nó như hình 7-1. Qua hình vẽ này ta thấy các hạt tinh thể kim loại tiếp xúc với nhau theo các đường thẳng gãy khúc trên mặt mài.

Bằng nhiều thực nghiệm người ta đã nhận biết được : Kim loại bị phá hủy không phải theo lớp phân cách giữa các hạt, mà sự phá hủy lại chính ở các hạt (theo mặt trượt tinh thể).

Sự thay đổi kích thước và hình dạng ban đầu của vật thể kim loại khi bị ngoại lực tác dụng gọi là sự biến dạng của kim loại. Biến dạng của kim loại được chia thành hai loại là : biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

- *Biến dạng đàn hồi* là biến dạng của vật thể mà sau khi ngoại lực thôi tác dụng vào vật



Hình 7-1. Hình dạng bề mặt kim loại.

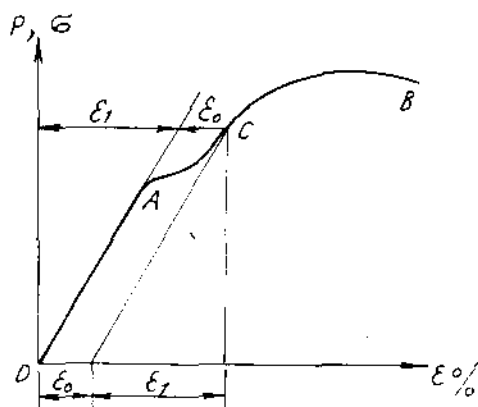
a) - Sơ đồ các hạt tinh thể kim loại ;

b) - Ranh giới giữa các hạt nhìn qua kính hiển vi.

thì vật sẽ trở lại hình dạng và kích thước ban đầu, nghĩa là vật chỉ biến dạng khi nó đang chịu tác dụng của ngoại lực.

- *Biến dạng dẻo* là biến dạng của vật mà sau khi bỏ ngoại lực tác dụng vào nó, nó có hình dạng và kích thước mới khác với hình dạng và kích thước ban đầu.

Hình 7-2 cho mối quan hệ giữa lực kéo dọc trục một mẫu thép và biến dạng dài của mẫu thép đó.



Hình 7-2. Giản đồ kéo mẫu thép mềm ít cacbon.

Trục tung biểu thị lực kéo hay ứng suất kéo. Trục hoành biểu thị chiều dài thanh thép mẫu hay độ dãn tương đối.

Đầu tiên, độ dài mẫu thép tăng tỉ lệ thuận với lực kéo (đoạn OA). Ở đoạn này, nếu thôi tác dụng lực, mẫu sẽ lấy lại hình dạng và kích thước cũ - đó là giai đoạn **biến dạng đàn hồi**.

Trong mạng tinh thể, các nguyên tử kim loại chiếm vị trí tương ứng với thế năng cực tiểu. Khi biến dạng đàn hồi, các nguyên tử xê dịch khỏi vị trí cân bằng ổn định. Sự xê dịch này rất nhỏ, không quá khoảng cách giữa các nguyên tử (cỡ vài Å, $1\text{Å} = 1.10^{-7}\text{mm}$).

Do sự tăng khoảng cách giữa các nguyên tử

mà thể tích kim loại tăng lên, mật độ kim loại giảm đi.

Nếu tiếp tục tăng lực kéo quá giới hạn đàn hồi (tương ứng điểm A), độ tăng biến dạng dài sẽ không tỉ lệ với độ tăng lực kéo, mà nó sẽ tăng nhanh hơn (đoạn cong AC). Nếu ta cứ tiếp tục tăng lực kéo nữa, sẽ dẫn đến mẫu bị phá hủy (đứt, tương ứng điểm B). Khi lực kéo tăng chưa đến mức phá hủy mẫu (điểm C), mà lực kéo bắt đầu giảm thì mẫu không lấy lại được hình dạng và kích thước cũ, mà nó còn giữ lại một độ dãn nào đó (đoạn ϵ_0), người ta gọi đây là độ **biến dạng dẻo** của vật.

Như thế, biến dạng đàn hồi luôn xảy ra trước mọi biến dạng dẻo. Biến dạng dẻo của kim loại phụ thuộc vào thành phần cấu tạo kim loại, nhiệt độ và phương pháp gia công bằng áp lực.

Các phương pháp gia công áp lực như cán, kéo, ép, dập, rèn... dựa vào biến dạng dẻo của kim loại để thay đổi hình dáng, kích thước của kim loại.

Ngoại lực tác dụng vào kim loại phải vượt quá giới hạn bắt đầu gây biến dạng (theo hướng lực cân nhỏ nhất), nhưng không gây ra phá hủy kim loại, tức là phá vỡ mối liên kết giữa các hạt; từ đó cũng làm thay đổi tính chất cơ lý của kim loại.

Thực nghiệm kéo mẫu chứng tỏ rằng biến dạng của kim loại xảy ra là do kim loại trượt theo các mặt phẳng xác định gọi là các **mặt phẳng trượt**. Khi các mặt phẳng này trượt, bề mặt mẫu sẽ có các vết gọi là các **đường trượt**. Mặt phẳng trượt thường trùng với mặt phẳng tác dụng của ứng suất tiếp tuyến (ứng suất trượt) cực đại và tạo với hướng tác dụng của ngoại lực một góc khoảng 45° . Biến dạng dẻo chỉ có thể bắt đầu khi tạo ra trong kim loại một trạng thái ứng suất xác định. Khi đó ứng suất trượt (tiếp tuyến) tác dụng theo mặt phẳng trượt đạt độ lớn xác

định tùy thuộc tính chất của kim loại và thẳng được nội trở trên mặt phẳng trượt hay theo đường phân cách giữa các hạt trong kim loại.

Khi gia công bằng áp lực, có thể coi ngoại lực là một tổ hợp các lực kéo và nén. Để khảo sát một số dạng biến dạng chính, ta quy ước ứng suất nén là dương, ứng suất kéo là âm.

§7.2. NÉN KIM LOẠI THEO MỘT ĐƯỜNG THẲNG

Giả sử có ngoại lực dọc trục P_y tác dụng lên mặt (phẳng) nằm ngang diện tích F . Ứng suất pháp tuyến là :

$$\sigma_y = \frac{P_y}{F} \tag{7-1}$$

σ_y cũng đồng thời là ứng suất pháp tuyến chính (ký hiệu σ_1) vì không có ứng suất tiếp tuyến trên thiết diện F vuông góc với P_y .

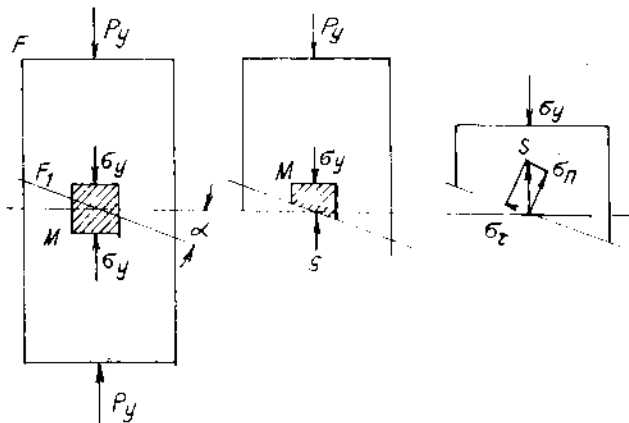
Nếu s là ứng suất dọc trục y trên thiết diện F_1 , tạo với mặt phẳng nằm ngang góc α thì :

$$sF_1 = s \frac{F}{\cos\alpha} = F\sigma_y$$

Rõ ràng ứng suất thẳng đứng s nhỏ hơn σ_y :

$$s = \sigma_y \cos\alpha \tag{7-2}$$

Xét một phân tố vô cùng nhỏ M (phần gạch chéo ở hình 7-3) và khảo sát điều kiện cân bằng của nó. Phân tích s thành 2 thành phần :



Hình 7-3. Phân tích ngoại lực tác dụng vào vật thể

$$\text{ứng suất pháp tuyến : } \sigma_n = s \cos\alpha = \sigma_y \cos^2\alpha = \frac{\sigma_y}{2} (1 + \cos 2\alpha) \tag{7-3}$$

$$\text{ứng suất tiếp tuyến : } \sigma_\tau = s \sin\alpha = \sigma_y \sin\alpha \cos\alpha = \frac{\sigma_y}{2} \sin 2\alpha \tag{7-4}$$

Khi $\alpha = 45^\circ$ thì σ_τ đạt giá trị cực đại :

$$\sigma_{\tau\max} = \frac{\sigma_y}{2} = \frac{\sigma_1}{2} \tag{7-5}$$

Vậy khi nén trên 1 đường thẳng, trong mặt phẳng nghiêng với góc 45° đối với ngoại lực, ứng suất tiếp tuyến là cực đại và bằng nửa ứng suất pháp tuyến chính. Nghĩa là, mặt trượt của kim loại trùng với mặt phẳng tác dụng của ứng suất tiếp tuyến cực đại.

Kim loại bắt đầu chảy khi ứng suất pháp tuyến chính vượt qua giới hạn chảy σ_s của nó tức là khi :

$$\sigma_{t \max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{\sigma_s}{2} \quad (7-6)$$

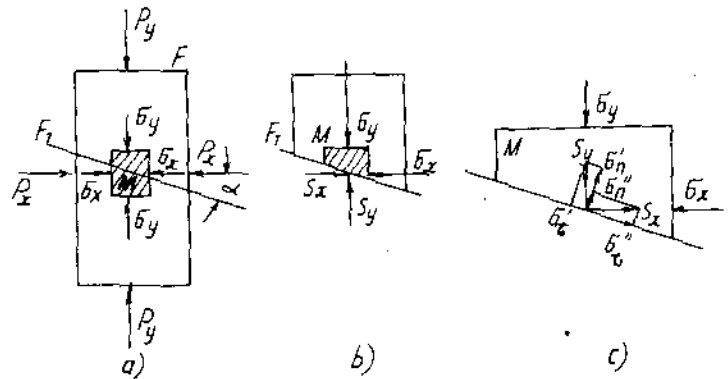
Giá trị σ_s thường được xác định bằng thực nghiệm kéo mẫu với ngoại lực biến đổi rất chậm, còn điều kiện gia công kim loại bằng áp lực thì hơi khác, nên khi dùng σ_s cần bổ sung các hệ số chỉnh định tính đến ảnh hưởng của sự hóa bền (k_h) trong quá trình biến dạng, hệ số nhiệt độ (k_t) và tốc độ biến dạng (k_v). Nội trở biến dạng thực tế sẽ là :

$$\sigma_p = k_h k_t k_v \sigma_s \quad (7-7)$$

và :

$$\sigma_{t \max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{\sigma_p}{2} = k_h k_t k_v \frac{\sigma_s}{2} \quad (7-8)$$

Ngoài ra, do σ_s được xác định bằng thực nghiệm kéo mẫu (vì thực nghiệm nén khó đảm bảo trên một đường thẳng do xuất hiện lực ma sát ở các bề mặt tiếp xúc lúc nén) nên sử dụng công thức (7-8) cần chú ý là một số kim loại (như thép) có σ_s khi kéo nhỏ hơn cỡ 10% so với khi nén, còn đồng và nhôm thì σ_s lúc kéo và nén hầu như trùng nhau.



§ 7.3. NÉN THEO 2 PHƯƠNG VUÔNG GÓC

Hình 7-4. Nén theo hai phương vuông góc nhau.

Giả thử ngoại lực là P_y và P_x (hình 7-4) tác dụng theo 2 hướng vuông góc y, x.

P_y và P_x sẽ tạo ra trên mặt nghiêng F_1 các ứng suất pháp tuyến cùng chiều σ_n , σ_n'' và các ứng suất tiếp tuyến ngược chiều nhau σ_t , σ_t'' (hình 7-4c).

Xét điều kiện cân bằng của một phân tử vô cùng nhỏ M ta được :

$$\begin{aligned} \sigma_n &= \sigma_n' + \sigma_n'' = \sigma_y \cos^2 \alpha + \sigma_x \sin^2 \alpha \\ &= \frac{\sigma_y}{2} (1 + \cos 2\alpha) + \sigma_x \left(1 - \frac{1 + \cos 2\alpha}{2} \right) = \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} + \frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} \cos 2\alpha \quad (7-9) \end{aligned}$$

$$\sigma_t = \sigma_t' - \sigma_t'' = \frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} \sin 2\alpha \quad (7-10)$$

Dễ dàng thấy khi $\alpha = 45^\circ$ thì :

$$\sigma_{r \max} = \frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} \quad (7-11)$$

$$\sigma_{n \text{ trung bình}} = \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} \quad (7-12)$$

nghĩa là trong trường hợp nén theo 2 phương vuông góc thì ứng suất tiếp tuyến cực đại bằng một nửa hiệu các ứng suất pháp tuyến chính.

Lý thuyết về biến dạng cho biết : ứng suất tiếp tuyến cực đại cần để bắt đầu cơ biến dạng đàn hồi của kim loại là không đổi, không phụ thuộc vào cách kéo, nén hay tổ hợp kéo - nén. Do đó, theo (7-8) có thể viết :

$$\sigma_{r \max} = \frac{\sigma_y - \sigma_n}{2} = \frac{\sigma_p}{2} \quad (7-13)$$

hay :
$$\sigma_y - \sigma_n = \sigma_p \quad (7-14)$$

hoặc chuyển qua ứng suất pháp chính tương ứng :

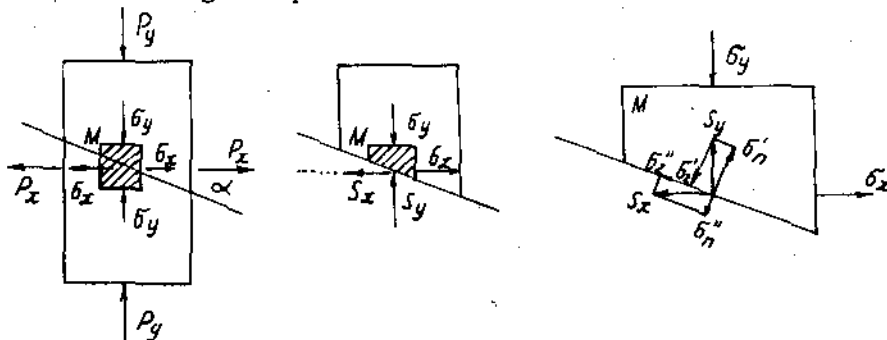
$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_p \quad (7-15)$$

Vậy : khi kéo kim loại theo 2 phương vuông góc nhau, hiệu các ứng suất pháp tuyến chính là một đại lượng không đổi, bằng nội trở biến dạng thực tế như nén theo một đường thẳng.

§7.4. NÉN - KÉO THEO 2 PHƯƠNG VUÔNG GÓC

Trường hợp này lực P_y (nén) và P_x (kéo) sẽ tạo ra trên mặt nghiêng F_1 các ứng suất pháp tuyến σ'_n , σ''_n ngược chiều và các ứng suất tiếp tuyến σ'_t , σ''_t cùng chiều (hình 7-5).

Điều kiện cân bằng của phần tử M cho :



Hình 7-5. Nén - kéo theo hai phương vuông góc nhau.

$$\sigma_n = \sigma'_n - \sigma''_n = \sigma_y \cos^2 \alpha - \sigma_x \sin^2 \alpha = \frac{\sigma_y - \sigma_x}{2} + \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} \cos 2\alpha \quad (7-16)$$

$$\sigma_t = \sigma'_t + \sigma''_t = \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} \sin 2\alpha \quad (7-17)$$

$$\text{Khi } \alpha = 45^\circ \text{ thì : } \sigma_{\text{tmax}} = \frac{\sigma_y + \sigma_x}{2} = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_p}{2} \quad (7-18)$$

tức là khi nén kéo theo 2 phương vuông góc nhau, ứng suất pháp tuyến cực đại bằng một nửa tổng các giá trị tuyệt đối của các ứng suất pháp tuyến chính.

Biểu thức (7-18) có thể viết lại :

$$\sigma_1 - (-\sigma_3) = \sigma_p \quad (7-19)$$

So sánh nén theo 2 phương vuông góc và nén - kéo theo 2 phương vuông góc với giả thiết $\sigma_x = \sigma_3 = \text{const}$ thì khi bắt đầu có biến dạng dẻo (σ_t đạt

$\sigma_{\text{tmax}} = \frac{\sigma_p}{2}$) cần có, nếu nén theo 2 phương vuông góc, một ứng suất thẳng đứng

$\sigma_y = \sigma_1 = \sigma_p + \sigma_3$, còn nếu nén - kéo theo 2 phương vuông góc, một ứng suất

$\sigma_y = \sigma_1 = \sigma_p - \sigma_3$, nghĩa là, trường hợp đầu đòi hỏi một ứng suất lớn hơn trường

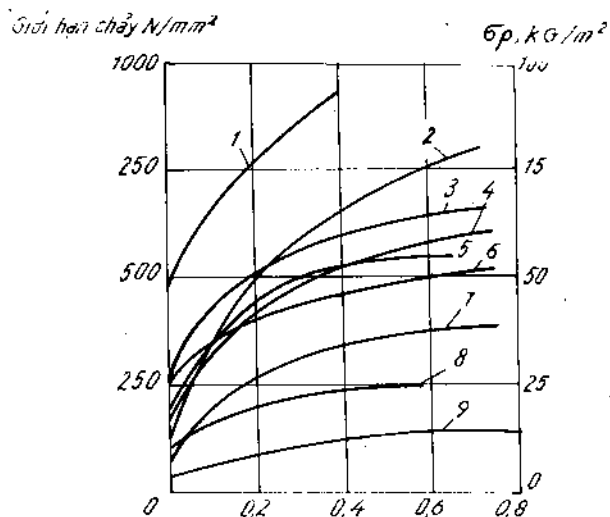
hợp sau. Từ đó suy ra khi gia công kim loại bằng áp lực, phương pháp sau (nén -

kéo theo 2 phương vuông góc nhau) thuận lợi hơn phương pháp đầu (nén theo 2

phương vuông góc nhau). Điều đó thấy rõ khi cán không kéo đòi hỏi áp lực trục

cán lớn hơn khi cán có kéo nhờ trục xoắn.

§7.5. BIẾN DẠNG KIM LOẠI Ở TRẠNG THÁI NGUỘI VÀ NÓNG



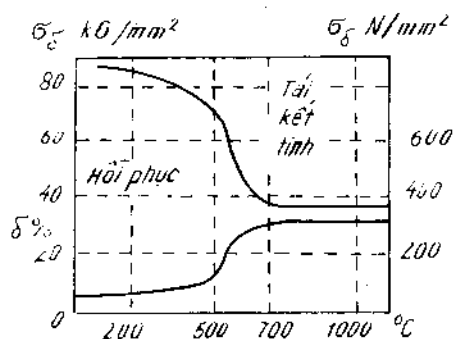
Hình 7-6. Quan hệ giữa giới hạn chảy của các kim loại khác nhau theo độ ép khi cán nguội.

1. Thép 1X18H9T; $h_0 = 1,5\text{mm}$; 2 - Kẽm; 3 - Hợp kim noizinbơ (50 ÷ 60% Cu, 15 ÷ 25% Zn); 4 - Đồng thau Л 62; 5 - Hợp kim đồng; 6 - Thép, $h_0 = 2\text{mm}$; 7 - Đồng, $h_0 = 2\text{mm}$; 8 - Dural D16, $h_0 = 10\text{mm}$; 9 - Nhôm.

Thực tế chứng tỏ : khi tăng mức độ biến dạng của kim loại ở trạng thái nguội thì kim loại mất tính dẻo tự nhiên của nó và nó sẽ trở nên cứng và giòn hơn (biến cứng nguội).

Hình 7-6 cho một số đường cong biểu thị quan hệ giữa trở lực σ_p thực tế và mức độ biến dạng đối với một số kim loại và hợp kim.

Kim loại bị biến dạng nguội thì cấu trúc của nó thay đổi : các hạt kim loại bị nghiền vỡ và bị định hướng theo hướng biến dạng lớn nhất. Để khôi phục tính dẻo của kim loại khi tiếp tục làm biến dạng nó, cần khử sự biến cứng và lấy lại cơ tính trước đó của nó. Muốn vậy, biến dạng nguội luôn kèm theo đốt nóng (ủ) xen kẽ khi kim loại bị biến cứng. Khi đó, trong kim loại sẽ xảy ra quá trình hồi phục và tái kết tinh (hình 7-7).



Hình 7-7. Sự thay đổi tính chất của thép khi ủ.

Sự hồi phục xảy ra khi đốt nóng kim loại biến cứng ở nhiệt độ thấp (đối với thép là $400 \div 500^{\circ}\text{C}$). Cấu trúc kim loại không thay đổi nhưng ứng suất nội giảm, tính dẻo nâng cao (giới hạn bền, giới hạn chảy và độ cứng giảm), tính đàn dài tăng lên. Sự tái kết tinh xảy ra khi đốt nóng kim loại ở nhiệt độ cao hơn. Lúc đó xảy ra tái sinh cấu trúc kim loại (hạt phát triển) và cơ tính được hồi phục.

Làm biến dạng kim loại ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ tái kết tinh gọi là gia công nóng. Nhiệt độ tái kết tinh của thép khoảng 600°C nhưng của chì, thiếc, kẽm chỉ khoảng 20°C và gia công chúng ở điều kiện bình thường đã coi như gia công nóng.

Khi gia công nóng kim loại, sẽ không xảy ra sự biến cứng và ngoại lực cần thiết nói chung nhỏ hơn khi gia công nguội. Do vậy gia công nguội thường dùng khi có đòi hỏi khác nhau về kỹ thuật và công nghệ cũng như khi sản phẩm không thể nhận được ở trạng thái gia công nóng (chẳng hạn băng thép mỏng, dây nhỏ...)

Chương 8

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY CÁN

§8.1. KHÁI NIỆM VỀ CÔNG NGHỆ CÁN

Cán là một hình thức gia công bằng áp lực để làm thay đổi hình dạng và kích thước của vật thể kim loại dựa vào biến dạng dẻo của nó.

Yêu cầu quan trọng trong quá trình cán là ứng suất nội biến dạng dẻo không được lớn, đồng thời kim loại vẫn giữ được độ bền cao.

Như chương 7 đã đề cập, ứng suất nội biến dạng dẻo giảm khi nhiệt độ kim loại tăng, nên thực tế cán nóng hay được sử dụng để giảm lực cán và năng lượng tiêu hao trong quá trình cán.

Trường hợp do yêu cầu công nghệ, chẳng hạn : cán thép tấm mỏng dưới 1mm thì phải cán nguội vì cán nóng sẽ sinh lớp vảy thép khá dày so với thành phẩm. Cán cứ theo nhiệt độ trong quá trình tái kết tinh để phân chia cán nguội và cán nóng thì đối với thép, nhiệt độ đó là $600^{\circ} \div 650^{\circ}\text{C}$, nên có thể coi khi cán thép ở nhiệt độ dưới $400 \div 450^{\circ}\text{C}$ là cán nguội ; cán thép ở nhiệt độ lớn hơn $600 \div 650^{\circ}\text{C}$ là cán nóng.

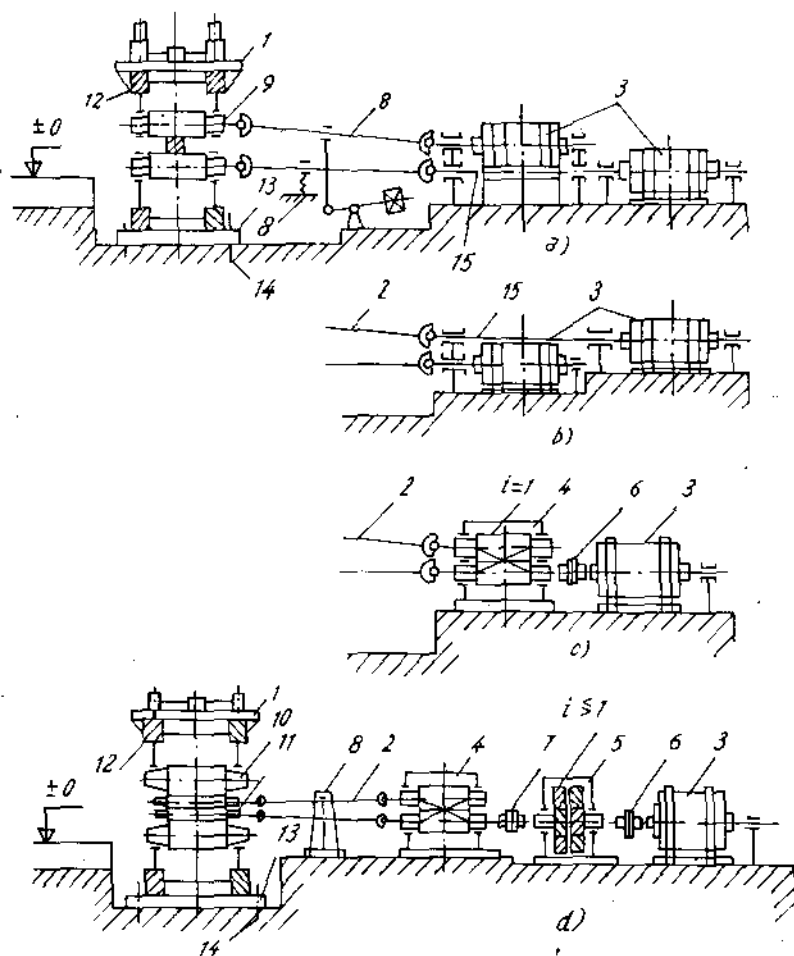
1. Máy cán

Máy cán thực hiện nguyên công chính là làm biến dạng dẻo kim loại để có hình dạng và kích thước mong muốn. Kim loại được nén ép và kẹp kéo quả giữa 2 trục cán quay ngược chiều nhau.

Một máy cán thường có các bộ phận chính sau (hình 8-1) :

a) *Hộp cán* : gồm 2 trục cán 9 hay nhiều trục cán 10, 11, v.v... mà gối trục đặt trên thân máy 12. Trục cán trên có thể dịch chuyển theo phương thẳng đứng và được định vị bởi thiết bị kẹp trục, còn trục dưới thường đặt cố định.

b) *Cơ cấu và thiết bị truyền* : có thể khác nhau tùy theo nhiệm vụ và cấu tạo máy cán. Ở các máy cán lớn (cán thô, cán thép lá dày) cũng như ở các máy cán tốc độ lớn thì các trục cán được truyền động riêng rẽ từ 2 động cơ điện riêng 3 (hình 8-1, a và b). Ở các máy cán khác thì truyền động các trục cán do 1 động cơ điện đảm nhiệm thông qua hộp bánh răng 4 (hình 8-1c và d). Hộp bánh răng có các



Hình 8-1. Các bộ phận chính của máy cán.

bánh răng cùng đường kính (tỉ số truyền $i = 1$) để truyền động cho các trục cán. Nếu tốc độ động cơ điện không phù hợp tốc độ quay của trục cán thì trên đường dẫn động từ động cơ điện tới trục cán có hộp giảm tốc hoặc tăng tốc 5 và khớp nối chính 7. Trục chính 2 dùng để dẫn động từ động cơ (trường hợp truyền động riêng rẽ) hoặc từ hộp bánh răng (trường hợp truyền động chung) tới các trục cán. Do trục cán trên có thể dịch chuyển lên xuống để thay đổi độ dày cán, nên khoảng cách giữa 2 trục chính cũng thay đổi. Do vậy 2 đầu của các trục chính đều có khớp nối cầu.

Ở các máy cán đòi hỏi tốc độ ổn định thì giữa động cơ điện 3 và hộp tốc độ 4 còn có bánh đà.

c) *Động cơ điện* : thường dùng động cơ luyện kim chuyên dùng có thổi gió làm mát. Ở máy cán có tốc độ cán không đổi (máy cán thô liên tục) thường dùng động cơ đồng bộ (đôi khi dùng động cơ không đồng bộ với bánh đà). Ở máy cán có điều chỉnh tốc độ cán, dùng động cơ một chiều. Nguồn một chiều được cấp từ bộ chỉnh lưu riêng.

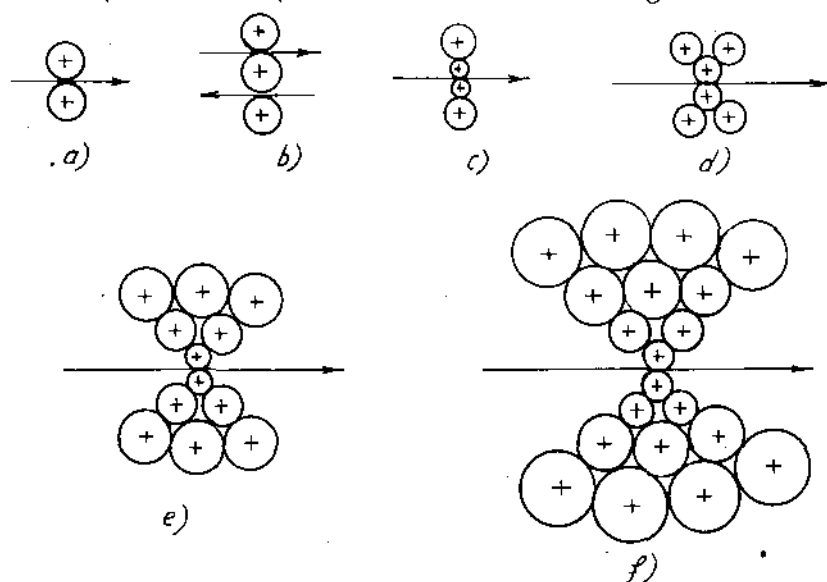
2. Phân loại máy cán

Có nhiều cách phân loại máy cán.

a) *Phân loại theo tên gọi, có các máy cán sau :*

- Máy cán thô, đường kính trục cán $\phi = (800 \div 1300)\text{mm}$
- Máy cán phôi dẹt, $\phi = (1100 \div 1150)\text{mm}$
- Máy cán phôi, $\phi = (450 \div 750)\text{mm}$
- Máy cán ray, $\phi = (750 \div 900)\text{mm}$
- Máy cán phân loại thô, $\phi = (500 \div 750)\text{mm}$
- Máy cán phân loại nhỏ, $\phi = (250 \div 350)\text{mm}$
- Máy cán dây, $\phi = (250 \div 350)\text{mm}$

b) *Phân loại theo số trục cán và cách bố trí chúng :*



Hình 8-2. Các kiểu máy cán theo số trục cán.

Theo cách phân loại này, có máy cán 2 trục, 3 trục hoặc nhiều trục cán hơn (4, 6, 12, 20) (hình 8-2). Các trục cán có thể đặt đứng, nằm ngang hoặc nghiêng. Loại máy cán có trục nằm ngang là phổ biến và thông dụng nhất.

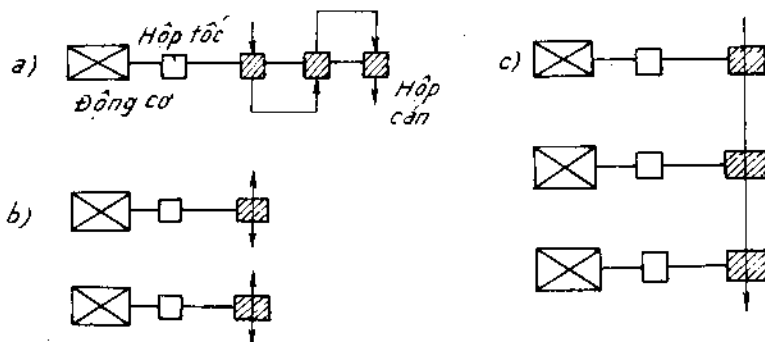
Hộp cán có 2 trục cán nằm ngang (hình 8-2a) được dùng trong máy cán quay thuận nghịch để cán thô, cán tấm dày, cán phân loại.

Hộp cán có 3 trục cán nằm ngang (hình 8-2b) được dùng trong máy cán tấm dày, tấm trung bình, cán ray. Trong máy cán này, phôi cán chuyển động theo 2 chiều còn trục cán không đổi chiều quay.

Hộp cán có 4 trục cán (hình 8-2c) được dùng trong cán tấm (nóng và nguội). Hai trục lớn phía ngoài là 2 trục tựa để làm giảm sự biến dạng của 2 trục làm việc nhỏ phía trong.

Hộp cán nhiều trục hơn (6, 12, 20 trục) (hình 8-2 d, e, f) cũng chỉ có 2 trục làm việc còn các trục khác là trục tựa. Hộp cán loại này thường dùng trong máy cán nguội các tấm mỏng.

c) *Phân loại theo số hộp cán và cách bố trí chúng* : theo cách phân loại này, có máy cán 1 hộp cán quay thuận nghịch được dùng phổ biến. Tuy nhiên để nâng cao năng suất và do yêu cầu công nghệ riêng, máy cán nhiều hộp cán vẫn được sử dụng (hình 8-3). Một hộp cán có thể được dẫn động từ một hay 2 động cơ hoặc một động cơ có thể dẫn động nhiều hộp cán (hình 8-3a).



Hình 8-3. Phương thức đặt hộp cán.

Phương thức sau hay dùng trong các máy cán phân loại. Nó có khuyết điểm là phôi cán phải di chuyển ngang từ hộp cán này sang hộp cán khác và do tốc độ các hộp cán như nhau nên không có khả năng tăng tốc khi phôi cán dài hơn.

Hình 8-3b cho phương thức đặt các hộp cán nối tiếp nhau.

Phôi được cán vài lần ở hộp cán trước rồi mới chuyển sang hộp cán sau. Phương thức này thường dùng để cán thô, cán tấm dày.

Hình 8-3c cho phương thức đặt các hộp cán nối tiếp nhau liên tục. Phôi cán từ hộp này sang thẳng hộp kia. Khoảng cách giữa 2 hộp cán nhỏ hơn chiều dài phôi. Máy cán loại này cho năng suất cao nhưng đòi hỏi sự đồng đều tốc độ giữa các hộp cán để tránh phế phẩm do phôi cán bị võng quá hoặc căng quá giữa 2 hộp cán. Loại này hay dùng để cán nóng phôi, cán nguội tấm mỏng, dây hay ống và cán phân loại.

d) *Phân loại theo chế độ làm việc* :

- máy cán quay thuận nghịch có điều chỉnh,
- máy cán không quay thuận nghịch có điều chỉnh,
- máy cán không quay thuận nghịch không có điều chỉnh.

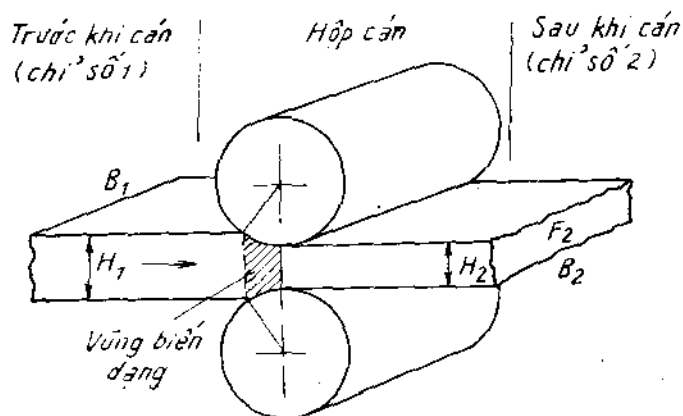
3. Các tham số đặc trưng cho máy cán

- đường kính trục cán (đối với máy cán phôi),
- chiều dài trục cán (đối với máy cán lá),
- đường kính ống cán thành phẩm (đối với máy cán ống).

§8.2. CÁC BIỂU THỨC TÍNH TOÁN VÀ ĐIỀU KIỆN CÁN

Khi cho phôi kim loại vào hộp cán thì phôi bị kẹp và ép chặt giữa 2 trục cán quay ngược chiều nhau (hình 8-4). Kết quả là bề dày phôi giảm đi, chiều dài phôi tăng lên, chiều rộng cũng tăng chút ít.

Coi máy cán có 2 trục cán giống hệt nhau, quay ngược chiều nhau với cùng tốc độ và phôi cán có cơ tính đồng đều, kí hiệu các đại lượng của phôi : H - bề dày, B - chiều rộng, L - chiều dài, F - tiết diện ; trước khi cán có chỉ số 1 ; sau khi cán có chỉ số 2. Như vậy : $L_2 > L_1$; $H_2 < H_1$; $B_2 > B_1$; $F_2 < F_1$.



Hình 8 - 4. Sơ đồ cán phôi.

1. Các thông số cơ bản

a) Hệ số kéo dài : là tỉ số giữa chiều dài sau khi cán và trước khi cán

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} (> 1) \quad (8-1)$$

Sau n lần cán, hệ số kéo dài toàn phần :

$$\lambda = \prod_{i=1}^n \lambda_i \quad (8-2)$$

Nếu coi thể tích phôi không đổi ($V_1 \approx V_2$) thì :

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} = \frac{V_2/F_2}{V_1/F_1} = \frac{F_1}{F_2} \quad (8-3)$$

Nếu coi độ nở rộng là không đáng kể ($B_1 \approx B_2$) thì :

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1 B_1}{H_2 B_2} = \frac{H_1}{H_2} \quad (8-4)$$

b) *Cung ngoạm* : Là cung tròn trên trục cán tiếp xúc với phôi cán (cung BA ở hình 8-5).

c) *Góc ngoạm* : Là góc tâm (α) ứng với cung ngoạm. Vùng biến dạng (đéo) là vùng gạch chéo của phôi cán trên hình 8-4. Tại mỗi thời điểm cho, vùng biến dạng là thể tích kim loại giới hạn bởi cung ngoạm α và các mặt phẳng thẳng đứng tại đầu vào trục của kim loại và tại đầu ra khỏi trục của kim loại, tương ứng qua các điểm A và B (hình 8-5).

Để hiểu ý nghĩa và ảnh hưởng của các yếu tố khác nhau trong quá trình cán thực, ta đưa vào quá trình cán lý tưởng và xem xét sự phụ thuộc chính giữa chúng.

Quá trình cán lý tưởng là quá trình biến dạng dẻo của kim loại gây bởi các trục cán mà mọi điểm trên một tiết diện thẳng đứng bất kỳ ở vùng biến dạng đều có cùng một vận tốc ngang và cùng một giá trị độ giãn (độ kéo dài).

2. Điều kiện để trục cán ngoạm được kim loại

Trục cán ngoạm phôi và cán ép được là nhờ lực ma sát tiếp xúc xuất hiện trên cung ngoạm AB khi trục quay. Nhưng ngoài lực kéo vào do trục cán gây ra còn có lực đẩy ra. Nếu lực đẩy lớn hơn lực kéo vào thì trục cán không ngoạm được phôi.

Lúc ngoạm phôi, trục cán tác dụng lên phôi lực $\vec{P}$ (hình 8-5), đồng thời lực ma sát $\vec{T}$ tiếp tuyến với mặt tròn trục cán có xu hướng kéo phôi vào trục cán. Phân tích $\vec{P}$ và $\vec{T}$ theo các phương yy và xx, ta thấy :

Nếu $P_x > T_x$ thì trục cán không ngoạm được phôi.

Nếu $P_x < T_x$ thì trục cán ngoạm được phôi. Vậy điều kiện ngoạm phôi là $T_x \geq P_x$ hay :

$$T \cos \alpha \geq P \sin \alpha$$

$$T \geq P \tan \alpha \quad (8-5)$$

Vì lực ma sát trượt $T = P k_{ms} = P \tan \delta_{ms}$, trong đó k_{ms} - hệ số ma sát trượt,

δ_{ms} - góc ma sát trượt, nên biểu thức (8-5) có thể viết lại như sau :

$$P k_{ms} = P \tan \delta_{ms} \geq P \tan \alpha$$

Suy ra, điều kiện trục cán ngoạm được phôi là :

$$k_{ms} \geq \tan \alpha \quad (8-6)$$

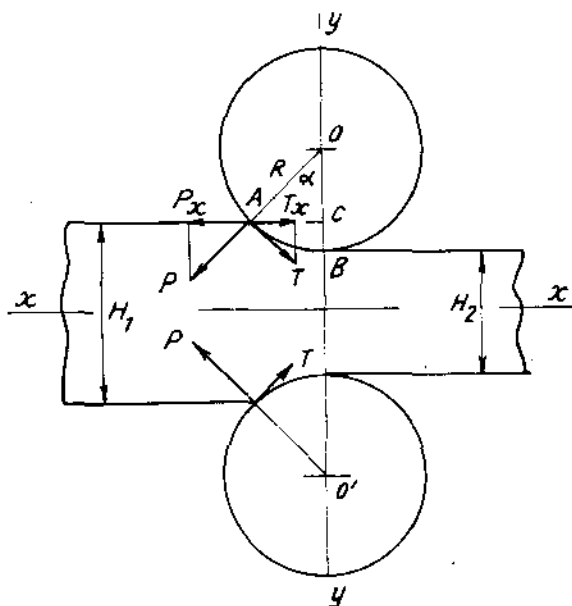
$$\text{hay : } \delta_{ms} \geq \alpha \quad (8-7)$$

Kết luận : Trục cán chỉ ngoạm được phôi khi hệ số ma sát trượt lớn hơn tang của góc ngoạm hay góc ma sát trượt lớn hơn góc ngoạm.

Khi cán nóng : $k_{ms} = m(1,05 - 0,0005t) = 0,25 + 0,60$
trong đó :

t - nhiệt độ kim loại, °C ;

m - hệ số. m = 1 : cán nóng trên trục thép. m = 0,8 : cán nóng trên trục gang luyện.



Hình 8-5. Lực của trục cán tác dụng lên phôi.

a) Độ nén (ép)

$$\Delta h = H_1 - H_2 \quad (8-8)$$

Từ hình 8-5, ta có:

$$H_1 = H_2 + 2BC$$

$$\text{nên: } \Delta h = 2BC = 2(OB - OC) = 2(R - R \cos \alpha)$$

$$\Delta h = D(1 - \cos \alpha) \quad (8-9)$$

Ví dụ: Khi cán nóng thép $f_{ms} = 0,25 \div 0,60$ ứng với góc ma sát $\delta_{ms} = 14^\circ \div 31^\circ$

Từ điều kiện ngoại phôi (8-7) có thể viết theo (8-9)

$$\Delta h = (0,03 \div 0,14)D$$

Nếu lấy $f_{ms} = 0,5$ thì $\delta_{ms} = \alpha \approx 25^\circ$ và

$$\Delta h = D(1 - \cos 25^\circ) = 0,1D$$

nghĩa là, khi cán nóng thép với điều kiện ngoại phôi cho phép, độ nén sẽ bằng 0,1 đường kính trục cán.

b) Độ mở rộng (ngang)

$$\Delta B = B_2 - B_1 \quad (8-10)$$

Mục đích cán là làm mỏng và kéo dài phôi nên việc tăng chiều rộng phôi là điều không mong muốn. Độ mở rộng sẽ tăng khi tăng độ nén, đường kính trục cán và hệ số ma sát.

Theo kinh nghiệm, có thể tính độ mở rộng qua độ nén

$$\Delta B = a \Delta h \quad (8-11)$$

trong đó, a là hệ số do chú ý đến ảnh hưởng của nhiệt độ.

$a = 0,25$ khi nhiệt độ lớn hơn 1000°C

$a = 0,35$ khi nhiệt độ nhỏ hơn 1000°C .

c) Sự vượt trước và chậm sau

Khi cán, sự vượt trước là hiện tượng tốc độ ra v_2 của phôi lớn hơn tốc độ dài v của trục cán (hình 8-6)

Độ vượt trước đặc trưng bởi tỷ số

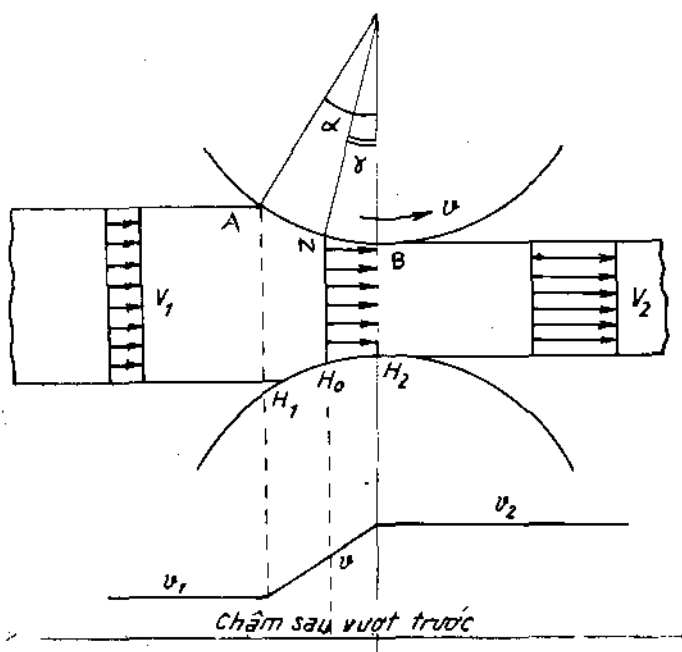
$$s = \frac{v_2 - v}{v} [\%] \quad (8-12)$$

trong đó:

v - tốc độ dài của trục cán,

v_2 - tốc độ phôi ra khỏi trục cán. Thực tế, cán tấm dày có $s = 3 \div 5\%$,

cán tấm mỏng có $s = 11 \div 15\%$.



Hình 8-6 Hiện tượng vượt trước và chậm sau.

Còn sự chậm sau là hiện tượng tốc độ vào trục cán v_1 của phôi nhỏ hơn tốc độ dài v của trục cán.

Như vậy, ta có :

$$v_1 < v < v_2$$

và trong vùng biến dạng, tốc độ phôi tăng dần từ v_1 đến v_2 nên sẽ có một tiết diện nào đó, tốc độ phôi bằng tốc độ dài của trục cán. Tiết diện này gọi là tiết diện tới hạn (hay tiết diện trung tính). Góc tâm tương ứng γ gọi là góc tới hạn (hay góc trung tính).

Lí thuyết cán cho biết, góc tới hạn tính theo công thức :

$$\gamma \approx \frac{\alpha}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{2\delta_{ms}} \right) < \frac{\alpha}{2} \quad (8-13)$$

Trong đó : α - góc ngoạm, δ_{ms} - góc ma sát.

Tiết diện tới hạn phân bố ở nửa bên phải của góc ngoạm (hình 8-6) là $\widehat{NB} < \frac{1}{2}\widehat{AB}$, còn độ vượt trước có thể xác định theo góc tới hạn :

$$s = R \frac{\gamma^2}{H_1} \quad (8-14)$$

ở đây : R - bán kính trục cán (mm) ; H_1 - bề dày phôi trước khi cán (mm).

d) *Áp lực lên trục cán khi cán :*

Khi cán, trục cán đặt một ngoại lực lên phôi để thắng nội trở biến dạng của phôi. Phản lực của phôi gây ra áp lực lên trục cán.

Nếu gọi p_{th} là áp suất ép trung bình (N/mm^2) và F_{tx} là diện tích tiếp xúc giữa phôi và trục cán (mm^2) thì phản lực toàn phần đặt lên 1 trục cán là :

$$P = p_{th} F_{tx} [N] \quad (8-15)$$

Trị số áp suất ép trung bình phụ thuộc vào thành phần hóa học của phôi, nhiệt độ và bề dày phôi, độ nén và tốc độ cán, hệ số ma sát và nhiều yếu tố khác nữa.

Vì : $F_{tx} = B_{th} l \quad (8-16)$

trong đó : $B_{th} = \frac{B_1 + B_2}{2} \quad (8-17)$

l - dây cung AB chắn góc ngoạm α :

$$l = \widehat{AB} \approx \overline{AC} = D \sin \frac{\alpha}{2}$$

Vì : $\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$ và theo (8-9) : $D(1 - \cos \alpha) = \Delta h$

nên : $\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\Delta h}{2D}} = \frac{1}{D}$

Suy ra : $l = \sqrt{\frac{D}{2} \Delta h} = \sqrt{R \Delta h}$ (8-18)

Thay (8-18) vào (8-16) rồi (8-15) ta có áp lực lên một trục cán khi cán :

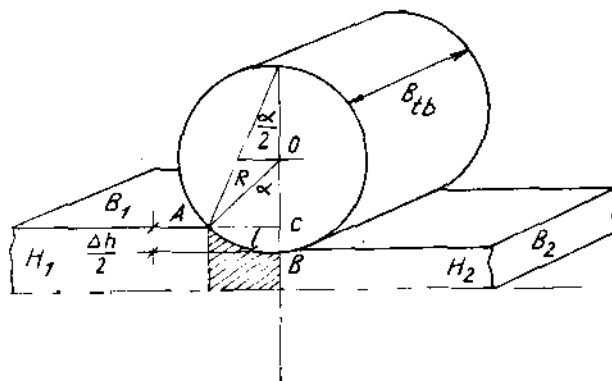
$$P = P_{th} B_{th} \sqrt{B \Delta h}, [N] \quad (8-19)$$

Trị số áp suất trung bình thường tính theo công thức của XêliCốp :

$$P_{tb} = 1.15 k_c \frac{2H_2}{\Delta h(\delta - 1)} A(A^\delta - 1) \quad (8-20)$$

trong đó : k_c - giới hạn chảy của vật liệu phôi.

$$\delta = f_{ms} \sqrt{\frac{2D}{\Delta h}}$$



Hình 8-7. Thông số kĩ thuật khí cán.

$$A = \frac{H_0}{H_2} = \frac{1 + \sqrt{1 + (\delta^2 - 1) \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^\delta}}{\delta + 1} \delta^{\frac{1}{\delta}}$$

H_0 - bề dày phôi ở tiết diện tới hạn.

§8.3. TÍNH MÔMEN TRUYỀN ĐỘNG TRỰC CÁN

1. Phương pháp Xêlicốp

Phương pháp này được dựa theo áp suất trung bình để tính toán mômen truyền động trục cán, bao gồm :

- mômen hữu ích M_{hi} cần để làm biến dạng phôi và khắc phục lực ma sát giữa phôi với trục cán trong khu vực cung ngoạm,
- mômen ma sát M_{ms} để thắng lực ma sát ở các ổ trục và các khâu truyền động khác,
- mômen không tải M_o ,
- mômen động M_d để khắc phục lực quán tính, tạo gia tốc. Mômen động xuất hiện khi đảo chiều và khi thay đổi tốc độ

$$M_d = J \frac{d\omega}{dt} \text{ hay } M_d = \frac{J}{9.55} \frac{dn}{dt} \quad [\text{Nm}] \quad (8-21)$$

Trong đó : $[\omega] = \frac{\text{rad}}{\text{s}}$; $[n] = \frac{\text{vg}}{\text{ph}}$; $[J] = \text{kgm}^2$.

Tổng 3 thành phần mômen đầu là mômen cân tĩnh toàn phần.

Vậy : mômen cân là :

$$M = M_{hi} + M_{ms} + M_o + M_d \quad (8-22)$$

Mômen không tải thường bằng khoảng vài phần trăm mômen định mức của động cơ kéo, $M_o = (3 + 5)\% M_{dm}$.

Mômen hữu ích tính từ áp lực trên trục cán. Nếu coi biến dạng phôi giống nhau ở 2 phía trục cán ($\alpha_1 = \alpha_2$) (hình 8-8) ta có : Lực tác dụng $P_1 = P_2 = P$, giá lực $a_1 = a_2 = a$ và mômen tác dụng để quay 1 trục cán là :

$$M_1 = Pa = P\psi l \quad (8-23)$$

với : P - tính theo (8-19), l - tính theo (8-18), còn $\psi = \frac{a}{l}$ là tỉ số giữa giá lực và chiều dài cung ngoạm ;

với cán nóng $\psi = 0,5$,

cán nguội $\psi = 0,35 + 0,45$.

Thay (8-18), (8-19) vào (8-23) có :

$$M_1 = p_{tb} B_{tb} \psi R \Delta h$$

Mômen truyền động cho cả 2 trục :

$$M_{hi} = 2 p_{tb} B_{tb} \psi R \Delta h \quad (8-24)$$

Mômen ma sát tính theo công thức :

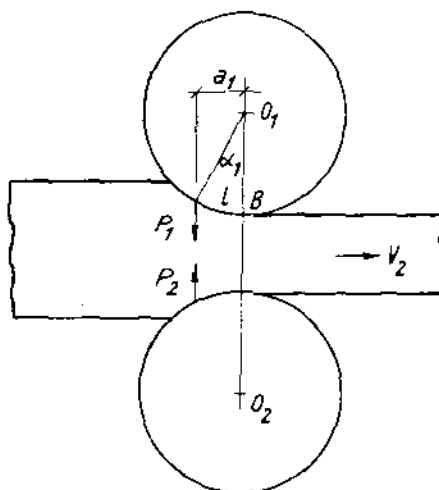
$$M_{ms} = \frac{pd\mu_1}{i} + \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \frac{M_{hi} + Pd\mu_1}{i} \quad (8-25)$$

Trong đó : p - áp suất lên trục cán (N/mm^2) ; d - đường kính ngỗng trục cán (mm) ; μ_1 - hệ số ma sát trong ổ bi ; i - tỉ số truyền.

2. Phương pháp suất tiêu hao năng lượng (STHNL)

Phương pháp này thực chất là phương pháp tính mômen truyền động trục cán theo năng lượng tiêu hao trên một đơn vị khối lượng sản phẩm. Các công thức giải tích của phương pháp Xêlicốp (đã trình bày ở trên) hay của các phương pháp khác như phương pháp Stown v.v... có các hệ số phụ thuộc nhiều vào điều kiện cán và giới hạn của hệ số rộng do đó độ chính xác của kết quả chưa cao. Ngoài ra chưa quan tâm đến việc tiêu hao năng lượng.

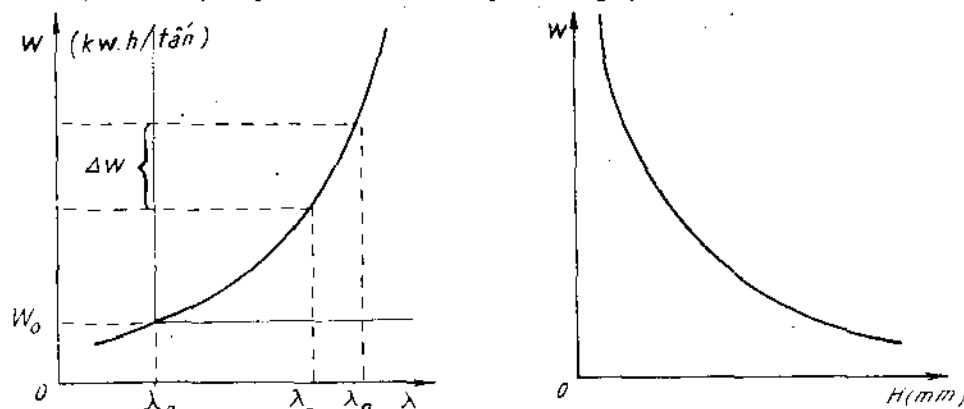
Phương pháp STHNL là phương pháp dùng đường cong STHNL xây dựng từ thực nghiệm. Đường cong này biểu thị năng lượng tiêu hao trên một đơn vị khối lượng sản phẩm theo độ kéo dài hay chiều dày phôi sau các lần cán. Đường cong này thay đổi theo hình dạng prôphin phôi (vuông, dẹt, lá, ray...), theo tiết diện phôi lúc đầu



Hình 8-8. Sơ đồ tính lực cán.

và lúc cuối, theo nhiệt độ và thành phần hóa học của phôi cũng như theo loại máy cán, kết cấu...

Đường cong STHNL có dạng như hình 8-9. Thường nó biểu thị quan hệ $W = f(\lambda)$ theo độ kéo dài hoặc tiết diện phôi (xem §8.2) đối với máy CNQTN hay quan hệ $W = f(H)$ theo độ dày cán đối với máy cán nguội.



Hình 8-9. Đường cong STHNL khi cán.

Phương pháp này sẽ càng chính xác nếu các điều kiện cán tính toán càng sát các điều kiện xây dựng đường cong STHNL. Do vậy, khi tính toán phải chọn đường cong càng gần điều kiện máy thiết kế càng tốt. Nếu có sai khác thì phải hiệu chỉnh. Chẳng hạn như, tiết diện phôi ở máy thiết kế F_{ik} nhỏ hơn tiết diện phôi F ứng với đường cong STHNL thực nghiệm thì tính độ kéo dài phụ λ_0 lúc ban đầu.

$$\lambda_0 = \frac{F}{F_{ik}}$$

Sau đó, từ λ_0 xác định W_0 rồi tính tiến gốc tọa độ về điểm (λ_0, W_0) . Từ tọa độ này, tiến hành xác định STHNL cho các lần cán cụ thể của máy đang thiết kế.

Mômen cán cho lần cán đang tính sẽ là :

$$M = M_{td} + M_{ms} = 1,4 \cdot 10^7 \Delta W \cdot F \cdot D \quad (8-26)$$

trong đó :

F - tiết diện phôi ở lần cán đang tính [mm^2] ;

D - đường kính trục làm việc [mm] ;

ΔW - hiệu STHNL của lần cán đang tính và lần cán trước đó.

§8.4. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CÁN NÓNG QUAY THUẬN NGHỊCH (CNQTN)

1. Đặc điểm công nghệ

Máy CNQTN (hay máy cán nóng đảo chiều) dùng để cán di cán lại nhiều lần một phôi gia công đã được nung nóng.

Sau mỗi lần cán, động cơ kéo trục cán phải đảo chiều quay để cán lần tiếp theo.

Máy CNQTN dùng để cán thô các phôi nung nóng. (Trong dây chuyền liên tục thì phôi tới máy là từ phân xưởng thép). Thuộc nhóm này là các máy cán phôi tấm, tấm dày, thanh dầm, ray. Ở máy cán phôi vuông (blumin) có 1 hộp cán với trục cán nằm ngang. Ở máy cán phôi dẹt (slamin) có 2 hộp cán, một hộp nằm ngang, hộp kia đặt hơi lệch với phương nằm ngang để đảm bảo cán đồng thời phôi dẹt với bề rộng đã cho.

Trong tổ hợp máy CNQTN, ngoài các hộp cán, còn có các thiết bị phụ như : các băng lăn, dao cắt, xe chở phôi, máy lật v.v...

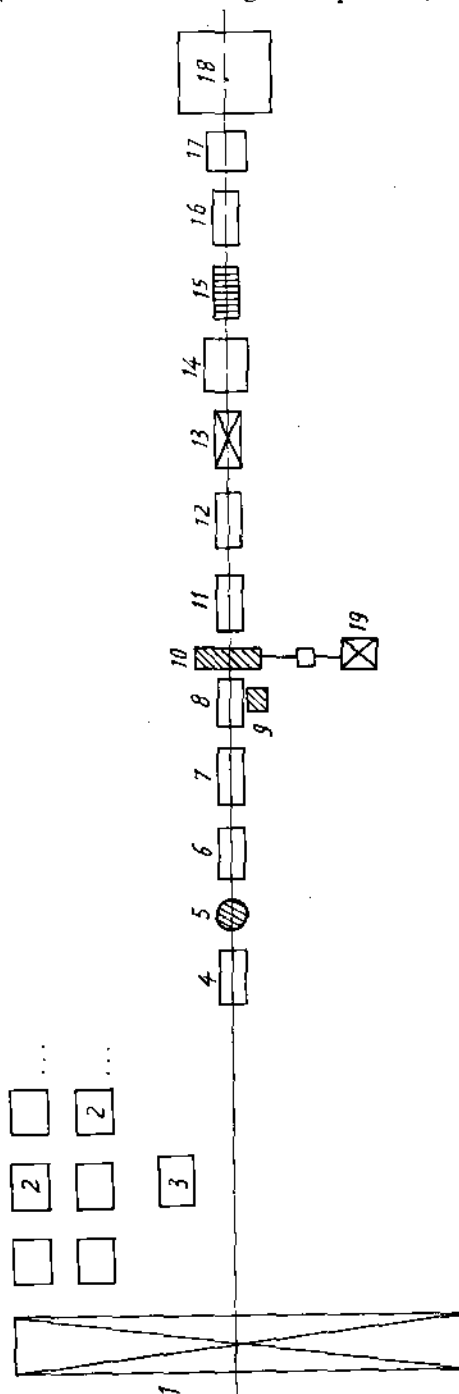
Hình 8-10 giới thiệu dây chuyền máy cán thô 1150.

Thép thỏi nóng đỏ từ phân xưởng thép được vận chuyển tới các lò nung 2 ở đầu dây chuyền. Số lò nung có thể tới 20, 24 và mỗi lò chứa được $4 + 8$ thỏi thép $5 + 25T$ /thời.

Các thỏi thép được cấu trúc kẹp 1 đưa vào lò nung hoặc lấy từ lò nung ra đặt lên các xe chở phôi 3 để chở đến băng lăn nhận 4 và được máy đẩy đẩy lên đó. Bàn cân 5 để cân thỏi thép. Bàn xoay 6 để xoay định hướng (nếu cần thiết quay 180°). Qua băng lăn vận chuyển 7, thỏi thép tới băng lăn 8 trước hộp cán rồi vào hộp cán 10. Sau lần cán thứ 2, thỏi thép trở lại băng lăn vận chuyển trước hộp cán. Ở đây, nếu cần, nó có thể được lật đi 90° nhờ máy lật 9.

Sau mỗi lần cán, khoảng cách 2 trục làm việc giảm dần một cách tự động để đảm bảo chiều dày cán đã cho. Điều chỉnh xong khoảng cách thì hộp cán mới làm việc tiếp.

Kết thúc lần cán cuối cùng của chu trình cán, phôi phẩm ra băng lăn sau trục cán 11, băng lăn vận chuyển 12, tới máy làm sạch (vẩy) 13 và tới dao cắt 14 để cắt ba via hoặc cắt phân đoạn theo kích thước quy định. Sau đó chuyển tới băng chuyển xích 15, băng lăn thu nạp 16 và máy đẩy đẩy lên bàn xếp 17 rồi vào kho 18.



Hình 8-10. Dây chuyền máy cán thô 1150.

Dòng cơ 19 dùng để truyền động hộp cán 10.

Ở các nước tiên tiến, trên 70% sản lượng thép sau khi nấu luyện được cán thô trên các máy CNQTN.

Năng suất của các máy cán phôi vuông xác định bởi phương trình :

$$N = \frac{3600m}{t_{ct}} = \frac{3600m}{\sum_1^m t_m + \sum_1^n t_n} \quad [\text{tấn/h}] \quad (8-27)$$

trong đó : m - khối lượng một phôi [tấn] ; t_{ct} - thời gian một chu trình cán [s] ; t_m - thời gian máy một lần cán [s] ; t_n - thời gian nghỉ giữa 2 lần cán liên tiếp [s] ; n - số lần cán trong một chu trình.

Thời gian máy t_m có thể giảm nhờ giảm số lần cán và tăng tốc độ cán trung bình. Giảm số lần cán nghĩa là tăng lực ép khi cán lên, nhưng tăng lực ép (nếu công suất truyền động không bị hạn chế) lại bị giới hạn bởi góc ngoạm. Trong điều kiện làm việc rất nặng nề của máy CNQTN thì việc giảm thời gian làm việc của các phần tử của sơ đồ điều khiển và đảm bảo thời gian tối ưu của các quá trình quá độ có ý nghĩa đặc biệt.

Các máy CNQTN có nhiều kiểu, loại, kết cấu khác nhau nhưng điều kiện làm việc của hệ truyền động là giống nhau.

Trước mỗi lần cán, máy cán được tăng tốc không tải. Tới một tốc độ nhất định thì bắt đầu ngoạm phôi và quá trình cán bắt đầu. Tốc độ ngoạm phôi tương đối nhỏ (cỡ $15 \div 30\%$ tốc độ cực đại $\omega_{\max}$ của lần cán tương ứng) để ngoạm phôi tin cậy và giảm va đập giữa phôi và trục cán lúc ngoạm. Sau khi đã ngoạm phôi, máy lại phải tăng tốc để đảm bảo năng suất máy. Trước khi kết thúc một lần cán, máy cán giảm tốc độ để tránh phôi bị văng quá xa khỏi hộp cán, mất thời gian quay phôi lại để cán tiếp, giảm năng suất máy. Sau khi đảo chiều quay, máy tiếp tục lần cán sau theo quy trình tương tự.

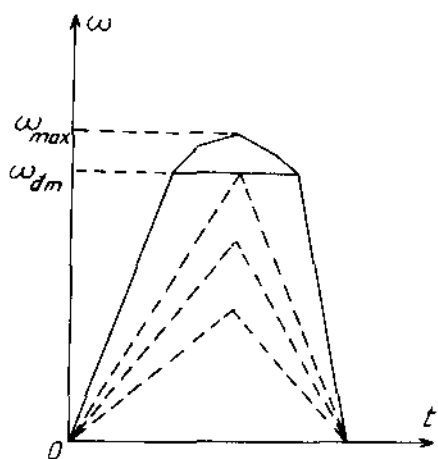
Giá thử tốc độ ra trung bình của phôi là $1 \div 4,5 \text{ rad/s}$ ($9,5 \div 43 \text{ vg/ph}$), tốc độ ngoạm là $1 \div 4,5 \text{ rad/s}$ ($9,5 \div 43 \text{ vg/ph}$) thì thời gian đảo chiều từ lúc phôi ra khỏi hộp cán đến khi đủ tốc độ ngoạm phôi lần tiếp theo cần cỡ $1,5s \div 1,6s$. Đó là thời gian nghỉ giữa 2 lần cán liên tiếp. Giảm tốc và gia tốc trong thời gian này cỡ $3 \div 5 \text{ rad/s}^2$. Gia tốc quá lớn sẽ làm giảm tuổi thọ máy và làm xấu điều kiện ngoạm phôi.

Sau các lần cán chặn, phôi lại ở phía trước hộp cán và được lật đi 90° bằng máy lật 9 (hình 8-10).

Số lần cán cán tùy thuộc kích thước thỏi thép trước khi cán và phôi phẩm sau khi cán xong. Thường số lần cán là $9 \div 19$.

Trong quá trình cán, phôi dài dần ra. Nếu các lần cán sau máy giữ nguyên tốc độ cán thì sẽ làm tăng thời gian cán, giảm năng suất máy nên thường ở những lần cán tiếp sau, tốc độ máy phải tăng dần.

Sau những lần cán đầu, độ dài phôi chưa lớn, tốc độ chưa cần đạt tới trị số định mức (hình 8-11) và đồ thị có dạng tam giác (đường chấm đứt). Những lần



Hình 8-11. Đồ thị tốc độ cán của máy CNQTN.

cán tiếp, phôi dài hơn, tốc độ cán tăng và cuối cùng đạt giá trị định mức ω_{dm} . Sau đó, đồ thị tốc độ có thể có dạng hình thang. Nhưng thường ở những lần cán cuối, phôi dài hơn nhiều thì máy được tăng tốc độ nhờ giảm từ thông. Kết quả đồ thị có dạng như hình 8-11.

Ở lần cán cuối cùng, tốc độ ra của phôi thường lớn vì phôi không cần phải quay lại hộp cán.

Động cơ truyền động máy CNQTN làm việc ở chế độ rất nặng nề, đặc trưng bởi số lần gia tốc, giảm tốc, dừng lớn (tới 1500 lần/h) và quá tải lớn. Lúc trục cán ngoạm phôi, dòng điện và mômen động cơ tăng vọt, tới $250 \div 300\%$ trị số định mức. Sau khi ngoạm phôi, máy tiếp tục tăng tốc và cán một mômen động lớn phụ thêm, gây quá tải cho động cơ. Như vậy, thực tế là

động cơ truyền động của máy CNQTN luôn làm việc ở chế độ quá độ và còn phải điều chỉnh tốc độ sâu, bằng phẳng.

Yêu cầu chung cho hệ truyền động máy là :

- giải điều chỉnh tốc độ rộng $10 : 1$,
- tần số đóng cắt lớn,
- mômen quán tính nhỏ để đảm bảo thời gian quá độ ngắn, do đó giảm tổn hao quá độ và đảm bảo năng suất máy,
- chịu được phụ tải xung lớn khi ngoạm phôi,
- có hệ số quá tải về mômen lớn ($\lambda_M = 3 \div 3,5$) và về dòng lớn để tăng tốc nhanh sau khi đã ngoạm phôi mà không quá chuẩn quy định,
- hệ làm việc tin cậy, kinh tế...

Với hộp cán truyền động các trục bằng các động cơ riêng thì cần đảm bảo điều chỉnh quan hệ giữa tốc độ các trục cán trên và dưới cũng như việc cân bằng tải giữa các động cơ. Hiện nay, các yêu cầu trên được thỏa mãn nhờ sử dụng động cơ một chiều, cấp nguồn từ các bộ biến đổi có điều chỉnh như : hệ máy phát - động cơ (F - D, hệ chỉnh lưu thủy ngân - động cơ (CL - D), hệ biến đổi thyristor - động cơ (T - D).

Hiện tại, nhiều máy CNQTN dùng hệ F - D, CL - D, nhưng hệ T-D có nhiều ưu việt hơn và đang thay thế dần các hệ trên.

Sơ đồ mạch lực và hệ điều khiển truyền động đảo chiều máy CNQTN được chọn theo công suất động cơ và điện áp phản ứng của nó cũng như chế độ làm việc của bộ biến đổi, đặc tính phản hồi, giải điều chỉnh tốc độ v.v...

Chẳng hạn, đối với động cơ truyền động chính cho máy CNQTN công suất $1000 \div 6000$ kW ở điện áp $750 \div 1100$ V thì hợp lý nhất là dùng 2 sơ đồ cấu chỉnh lưu mắc nối tiếp cho mỗi chiều quay để đạt sự phân bố điện áp đồng đều trên thyristor.

Đối với truyền động có công suất nhỏ, dùng bộ biến đổi thyristor theo sơ đồ nối song song ngược hay theo sơ đồ chéo chữ thập. Ở động cơ cần điều chỉnh tốc độ lớn hơn tốc độ định mức, dùng bộ biến đổi thyristor không đảo chiều cấp cho mạch kích từ.

Yêu cầu chính đòi hỏi các sơ đồ cấp điện kích từ có đảo chiều (từ thông) là thời gian quá độ tối thiểu. Thời gian này phụ thuộc vào hằng số thời gian của cuộn kích từ và giá trị hệ số cường bức k_{cb} :

$$k_{cb} = \frac{U_{bdmax}}{U_{ktdm}} \quad (8-28)$$

trong đó : U_{bdmax} - điện áp cực đại của bộ biến đổi ;

U_{ktdm} - điện áp định mức của cuộn kích từ.

2. Đặc điểm động cơ điện trong truyền động chính

Hướng phát triển quan trọng của máy CNQTN là tăng công suất truyền động chính, nâng cao trị số gia tốc, giảm tốc, tăng lực ép khi cần, giảm thời gian cần, tăng khối lượng phôi nhằm nâng cao năng suất máy. Do đó, người ta thường dùng trong truyền động chính các động cơ một chiều có công suất giới hạn. Đó là các công suất có thể, bị giới hạn bởi điện áp cho phép giữa các thanh góp kề nhau (10 ÷ 20V) ở cổ góp, sự đốt nóng cho phép của phần ứng, tốc độ dài cho phép tối đa của phần ứng (70m/s) v.v...

Các động cơ một chiều công suất lớn dùng cho máy cán có cấu tạo đảm bảo đặc tính động tốt nhất ở công suất định mức đã cho. Người ta cũng dùng rộng rãi các động cơ một chiều có nhiều tốc độ. Các động cơ này cho phép giảm đường kính phần ứng và do đó giảm mômen quán tính của động cơ với cùng công suất ; nâng cao tốc độ dài phần ứng, nâng cao hiệu suất, mở rộng được giải điều chỉnh tốc độ nhờ thay đổi điện áp v.v...

Chỉ số kĩ thuật chính của động cơ kéo trục cán là :

$$\alpha = \frac{P_{dm} M_{dm}}{J} \quad (8-29)$$

trong đó :

P_{dm} - công suất định mức [kW] ;

M_{dm} - mômen định mức [kNm] ;

J - mômen quán tính của phần ứng [T. m²].

Chỉ số kĩ thuật α càng lớn thì năng suất máy cán càng lớn với cùng một công suất.

Bảng 8-1 cho các số liệu chính của một số động cơ một chiều dùng cho truyền động chính máy CNQTN của Liên Xô cũ.

BẢNG 8-1. CÁC THÔNG SỐ CHÍNH CỦA CÁC ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CHÍNH MÁY CNQTN CỦA LIÊN XÔ (CỦ)

Loại động cơ	Công suất định mức $P_{đm}$ (kw)	Điện áp U(V)	Tốc độ n(vg/ph)	Mômen định mức $M_{đm}$ (kNm)	Chỉ số kĩ thuật $\alpha \left(\frac{\text{kw} \cdot \text{kN}}{\text{T} \cdot \text{m}} \right)$
МП 11000-65	8000	900	65/90	1180	126
МП 9000-60	8700	700	60/90	1420	164
МП 11500-60	11500	930	60/90	1750	161

Năng suất cực đại của máy cán tính cho 7000h làm việc trong 1 năm có thể tính theo biểu thức :

$$N = 0,726 \frac{\rho \alpha}{n} \sqrt{GFa} \cdot 10^{-6}, [10^6 \text{T/năm}] \quad (8-30)$$

trong đó : ρ - hệ số, tính đến độ cứng của thép ;

n - số lần cán cho 1 phôi ;

F - tiếp diện phôi sau khi cán [mm^2] ;

G - trọng lượng phôi [T] ;

a - số động cơ.

Các động cơ truyền động cho máy CNQTN trước đây có tốc độ cơ bản thấp (50 vg/ph). Sau một vài lần cán phải dùng phương pháp giảm từ thông để tăng tốc độ. Lúc này, muốn đáp ứng mômen phụ tải thì phải tăng dòng điện phản ứng, do đó làm giảm khả năng quá tải của động cơ.

Để tăng chỉ số kĩ thuật α , người ta đã chế tạo loại động cơ 2 phần ứng với 2 cổ góp. So với động cơ 1 phần ứng cùng công suất thì động cơ 2 phần ứng có đường kính rôto nhỏ hơn, mômen quán tính nhỏ hơn, đồng thời tốc độ cơ bản cũng được nâng lên (60 ÷ 70 vg/ph). Do vậy, sau nhiều lần cán mới phải dùng phương pháp giảm từ thông để tăng tốc độ trên tốc độ cơ bản. Động cơ này có khả năng quá tải tốt hơn.

Sau này, ở các máy CNQTN, người ta dùng biện pháp tăng lực ép của trục cán lên phôi để tăng năng suất máy vì số lần cán giảm xuống. Do vậy không cần theo xu hướng nâng cao tốc độ cơ bản của động cơ truyền động. Để tăng lực ép của trục cán thì động cơ truyền động phải tăng mômen định mức nghĩa là tăng công suất định mức lên. Nếu muốn giữ công suất không tăng thì phải giảm tốc độ. Những động cơ dùng theo xu hướng này có tốc độ cơ bản thấp (40 vg/ph).

Để vượt qua các phụ tải tĩnh và động xuất hiện trên trục cán khi cán, người ta dùng khả năng quá tải của động cơ. Khả năng quá tải này (như đã phân tích ở trên) giảm theo sự tăng tốc độ bằng phương pháp giảm từ thông. Mức giảm từ thông của động cơ thường không quá 1/2 trị số định mức. Sự tăng tốc độ còn dẫn đến tăng s.d.d động cơ và có thể tạo tia lửa giữa chổi than và cổ góp (khi chuyển mạch cổ góp).

Trị số mômen làm việc giới hạn M_{gh} (và công suất giới hạn P_{gh}) của động cơ được xác định bằng dòng điện tương ứng I_{gh} của phần ứng mà động cơ chuyển mạch không có tia lửa đối với mọi trị số tốc độ. Khi tốc độ động cơ tăng đến giá

trị mà chuyển mạch của động cơ bắt đầu xảy ra tia lửa thì dòng giới hạn I_{gh} cần phải giảm theo mức tăng của tốc độ. Do đó cũng giảm công suất P_{gh} và mômen M_{gh} tương ứng theo biểu thức :

$$M_{gh} = M_{dm} \lambda \frac{\omega_{dm}}{\omega} \quad (8-31)$$

trong đó : λ - khả năng quá tải của động cơ ;

ω - tốc độ góc của động cơ [rad/s]
($\omega > \omega_{dm}$).

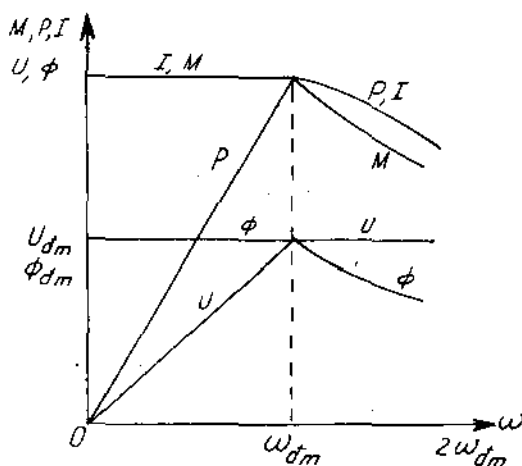
Sự thay đổi các giá trị giới hạn cho phép của công suất, mômen và dòng của động cơ được phản ánh trên các đặc tính vận hành ở hình 8-12.

Từ các đặc tính này, ta thấy :

- Khi tốc độ chưa đạt tốc độ cơ bản (ω_{dm}) thì khả năng quá tải về mômen và dòng điện (hay chính là các giá trị mômen M_{gh} và I_{gh}) hầu như không phụ thuộc vào tốc độ, còn công suất thì tăng tỉ lệ với tốc độ.

- Khi tốc độ vượt quá tốc độ cơ bản thì khả năng quá tải phụ thuộc vào tốc độ (giảm theo sự giảm từ thông). Các giá trị P_{gh} , M_{gh} , I_{gh} đều giảm theo sự giảm từ thông (tăng tốc độ).

Thực tế, thường sử dụng khả năng quá tải $\lambda = 2,5$ với $\omega < \omega_{dm}$ và $\lambda = 1,8 \div 1,9$ với $\omega > \omega_{dm}$. Khi các giá trị làm việc giới hạn cho phép vượt quá 15 ÷ 20% thì động cơ cần được cắt mạch bởi các thiết bị bảo vệ.



Hình 8-12. Các đặc tính vận hành của động cơ máy CNQTN.

3. Tính và kiểm tra công suất động cơ truyền động chính máy CNQTN

Khi tính công suất động cơ cho truyền động chính máy CNQTN, cần được biết chương trình cán và năng suất máy cán.

Chương trình cán cho biết số lần cán, kích thước phôi trước và sau mỗi lần cán, sự phân bố lực ép ở mỗi lần cán, thứ tự lật phôi, nhiệt độ phôi, đường kính trục cán dùng trong chương trình cán.

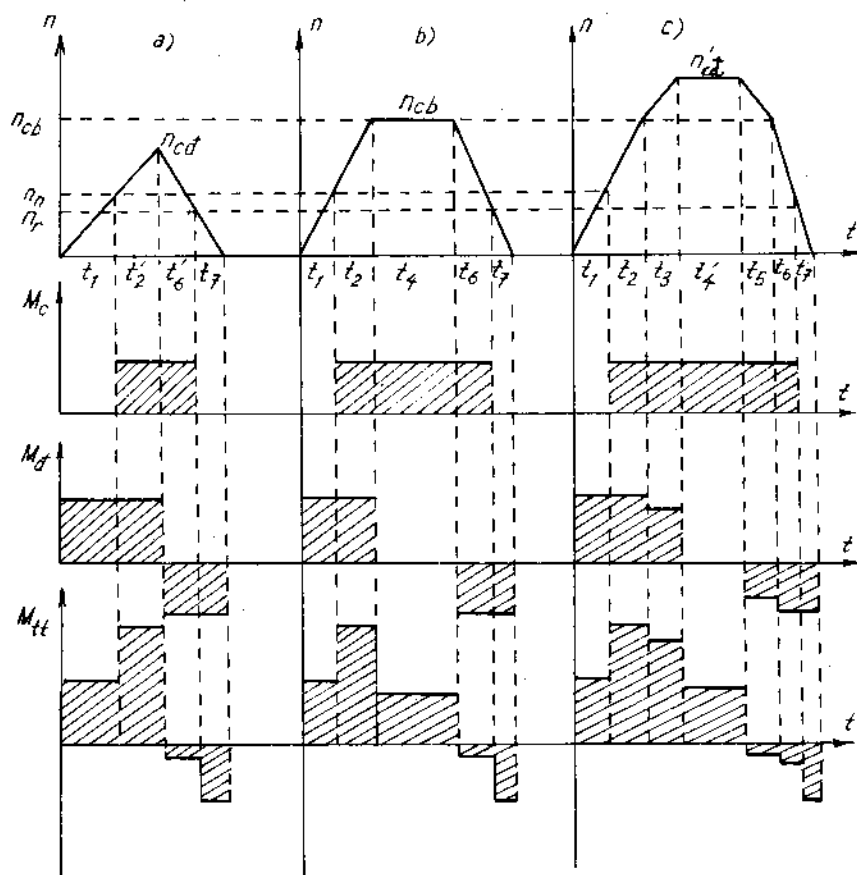
Với các phôi hình dáng khác nhau ứng với các chương trình cán khác nhau thì cần tính công suất động cơ cho từng chương trình rồi chọn động cơ theo công suất lớn nhất.

Để tính công suất động cơ phải xây dựng đồ thị tốc độ, từ đó xây dựng đồ thị phụ tải để tính dòng điện trung bình toàn phương I_{tb} . Kết quả sẽ được so sánh với dòng định mức I_{dm} của động cơ chọn sơ bộ. Nếu $I_{tb} > I_{dm}$ thì phải chọn động cơ khác hoặc thay đổi lại chương trình cán theo hướng giảm lực ép và tăng số lần cán.

Đồ thị tốc độ cho 1 lần cán có dạng như sau (xem hình 8-11) :

- Ở các lần cán đầu, phôi cán còn ngắn. Khi cán, tốc độ động cơ chưa tăng tới tốc độ cơ bản n_{dm} thì đã hết phôi và phải tiến hành hãm. Đồ thị có dạng hình tam giác (hình 8-13a).

- Ở các lần cân sau, phơi cân dài hơn. Khi cân, tốc độ động cơ đạt tới n_{dm} và máy chạy với tốc độ đó một thời gian thì mới hết phơi. Đồ thị có dạng hình thang (hình 8-13b).



Hình 8-13. Các dạng đồ thị tốc độ và mômen của máy CNQTN.

- Ở các lần cân cuối, phơi cân khá dài. Khi cân, phải giảm từ từ để tốc độ động cơ cao hơn n_{dm} . Lúc này, trị số gia tốc và giảm tốc cần nhỏ hơn so với khi từ thông định mức nên đồ thị tốc độ có dạng hình thang lệch (hình 8-13c).

Liên quan tới đồ thị tốc độ động cơ là một số vấn đề sau :

a) *Tốc độ ngọam phơi* : Khi tốc độ ngọam thấp, động cơ sẽ bị phát nóng nhanh. Ngoài ra tốc độ cân trung bình giảm và làm giảm năng suất máy. Khi tốc độ ngọam lớn, động cơ sẽ chịu xung lực lớn và hệ số ma sát lúc ngọam giảm. Tốc độ ngọam lớn sẽ tăng được tốc độ cân trung bình lên. Hợp lý nhất là chọn tốc độ ngọam ở các lần cân từ đầu đến cuối là $n_n = 10 \div 45$ vg/ph.

b) *Tốc độ ra phơi* : Vì là cân thuận nghịch nên tốc độ ra phơi liên quan tới thời gian phơi cân ra khỏi hộp cân và quay trở về hộp cân để cân tiếp, nghĩa là liên quan tới năng suất máy. Hợp lý là $n_r = 10 \div 45$ vg/ph, nhưng thường thấp

hơn chút ít so với tốc độ ngoạm của cùng lần cán. Lăn ra phôi của lần cán cuối cùng thường có tốc độ lớn vì phôi không cần quay lại hộp cán nữa.

c) *Gia tốc và giảm tốc* : Trị số gia tốc và giảm tốc chọn theo yêu cầu về thời gian quá độ (mở máy trong khoảng $0,7 \div 1,0s$) và dòng điện trong giai đoạn này ($0,8 \div 1,0 I_{dm}$).

Từ đó, có :

với truyền động nhóm : $a = (40 \div 60) \text{ vg/ph.s}$,

với truyền động riêng lẻ : $a' = (70 \div 100) \text{ vg/ph.s}$.

Giảm tốc thường có trị số lớn hơn :

với truyền động nhóm : $b = (50 \div 70) \text{ vg/ph.s}$,

với truyền động riêng lẻ : $b = (80 \div 130) \text{ vg/ph.s}$.

d) *Tốc độ cán cực đại* :

Chọn cho đồ thị tam giác là :

$$n_{cd} = \sqrt{\frac{2ab \frac{60L}{\pi D} + n_r^2 a + n_n^2 b}{a + b}} \quad (8-32)$$

trong đó : L - chiều dài phôi sau lần cán tương ứng [mm] ;

D - đường kính trục cán [mm].

$[n]$ - vg/ph ; $[a, b]$ - vg/ph.s

e) *Các khoảng thời gian* (xem hình 8-13) :

Thời gian gia tốc khi chưa ngoạm phôi :

$$t_1 = \frac{n_n - 0}{a}$$

Thời gian gia tốc sau khi ngoạm phôi để tăng tốc tới tốc độ cán cực đại (n_{cd} - đồ thị hình tam giác ở hình 8-13a) :

$$t'_2 = \frac{n_{cd} - n_n}{a} \quad (\text{ứng với } \phi = \phi_{dm})$$

Thời gian gia tốc sau khi ngoạm phôi để tăng tốc tới tốc độ cơ bản (n_{dm} - đồ thị hình thang ở hình 8-13b) :

$$t_2 = \frac{n_{dm} - n_n}{a} \quad (\text{ứng với } \phi = \phi_{dm})$$

Thời gian gia tốc sau khi ngoạm phôi để tăng tốc từ tốc độ cơ bản (n_{dm}) lên tới tốc độ cán cực đại n'_{cd} ($n'_{cd} > n_{dm}$) (hình 8-13c).

$$t_3 = \frac{n'_{cd} - n_{dm}}{a'} \quad (\text{ứng với } \phi < \phi_{dm})$$

trong đó : a' - gia tốc khi giảm từ thông (thường $a' < a$).

Thời gian giảm tốc lúc còn phôi :

$$\text{Khi } \phi < \phi_{dm} \text{ (hình 8-13c) : } t_5 = \frac{n'_{cd} - n_{dm}}{b'}$$

với b' là giảm tốc khi $\phi < \phi_{dm}$ $|b'| < |b|$

$$\text{Khi } \phi = \phi_{dm} \text{ (hình 8-13b) : } t_6 = \frac{n_{dm} - n_r}{b}$$

$$\text{(hình 8-13a) : } t_6 = \frac{n_{cd} - n_r}{b}$$

Thời gian giảm tốc lúc không còn phôi :

$$t_7 = \frac{n_r - 0}{b}$$

Thời gian cán ở đồ thị hình 8-12b :

$$t_{c.h.t} = t_2 + t_4 + t_6$$

$$\text{với } t_4 = \frac{60L}{\pi D n_{dm}} - \frac{1}{n_{dm}} \left[\frac{n_{dm}^2 - n_n^2}{2a} + \frac{n_{dm}^2 - n_r^2}{2b} \right] \quad (8-33)$$

Thời gian cán ở đồ thị hình 8-13c :

$$t_{c.h.t} = t_2 + t_3 + t'_4 + t_5 + t_6$$

với

$$t'_4 = \frac{60L}{\pi D n'_{cd}} - \frac{1}{n'_{cd}} \left[\frac{n_{dm}^2 - n_n^2}{2a} + \frac{n_{dm}^2 - n_r^2}{2b} + \frac{n_{cd}^2 - n_{dm}^2}{2} \left(\frac{1}{a'} + \frac{1}{b'} \right) \right] \quad (8-34)$$

Thời gian nghỉ giữa 2 lần cán tùy thuộc vào thời gian điều chỉnh cơ cấu ép trục (để thay đổi khoảng cách 2 trục làm việc). Thường lấy $t_n = (1,5 + 2)s$.

Nếu cần phải lật phôi trước khi cán tiếp thì phải tăng thời gian này lên. Thường lấy $t_n = (2 + 3,5)s$.

Thời gian nghỉ giữa 2 phôi cán tùy thuộc vào thời gian mà cơ cấu ép trục di chuyển từ vị trí thấp nhất lên cao nhất. Thường lấy $t_{n.2} = (4 + 6)s$.

h) Đồ thị mômen : Trường hợp tổng quát, mômen truyền động M_{td} gồm mômen cán tĩnh khi cán M_c và mômen động M_d

$$M_{td} = M_c + M_d$$

Mômen động chỉ có khi mở máy và hãm máy. M_d có thể cùng chiều với M_c (lúc mở máy), ngược chiều với M_c (lúc hãm máy) và có trị số tương ứng là :

$$M_d = \frac{Ja}{9,55} \text{ [kNm] (lúc mở máy)}$$

$$M_d = \frac{Jb}{9,55} \text{ [kNm] (lúc hãm máy)}$$

trong đó :

J - mômen quán tính toàn phần của hệ truyền động, bao gồm động cơ, máy cán và phối cán :

$$J = J_D + J_{mc} + J_{ph} \text{ [T.m}^2\text{]}$$

$[a, b]$ - vg/ph/s

Sau khi tính mômen truyền động đẳng trị $M_{tđt}$ cho tất cả các lần cán của 1 phối, xác định tiếp mômen động cơ :

$$M_D = M_{tđt} + M_{ms}$$

Cuối cùng so sánh với mômen động cơ đã chọn sơ bộ.

4. Hệ thống truyền động điện (truyền động nhóm) máy CNQTN

Giải điều chỉnh tốc độ động cơ trong máy CNQTN thường là 10 : 1 và bao gồm 2 vùng điều chỉnh tốc độ :

- vùng dưới tốc độ cơ bản (n_{dm}) nhờ thay đổi điện áp đặt vào phần ứng động cơ,
- vùng trên tốc độ cơ bản nhờ giảm từ thông kích từ động cơ.

Điều chỉnh tốc độ ở 2 vùng tiến hành không đồng thời và không phụ thuộc lẫn nhau. Hệ thống truyền động điện trên máy CNQTN có thể là các hệ : máy phát - động cơ một chiều (F - D) ; thyristor - động cơ (T - D).

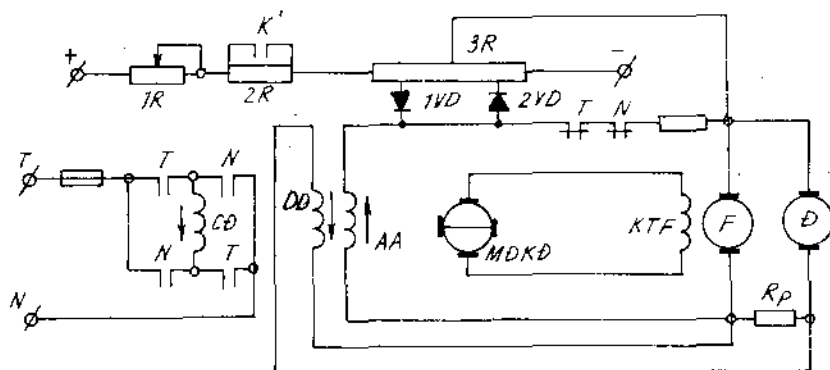
a) Hệ thống truyền động điện F - D :

Trong hệ thống này, điều chỉnh tốc độ động cơ D ở vùng dưới tốc độ cơ bản tiến hành nhờ thay đổi điện áp máy phát, còn ở vùng trên tốc độ cơ bản tiến hành nhờ thay đổi dòng điện kích từ của động cơ. Trước khi nghiên cứu một sơ đồ đầy đủ, ta xét một số khâu cơ bản.

*) Sơ đồ điều chỉnh điện áp máy phát (hình 8-14). Máy phát F cấp điện cho động cơ D nên điều chỉnh điện áp phát ra của F là điều chỉnh điện áp đặt vào phần ứng D. Điện áp máy phát F được điều chỉnh qua việc điều chỉnh dòng kích từ của nó thông qua một máy điện khuếch đại MDKD. MDKD cấp cho cuộn kích từ F có 3 cuộn dây kích từ :

- cuộn chủ đạo CD,
- cuộn phản hồi dương dòng điện DD,
- cuộn phản hồi âm điện áp cố ngắt AA.

Sơ đồ phải đảm bảo tăng nhanh tốc độ động cơ lúc mở máy, nên phải tăng điện áp máy phát một cách cưỡng bức ; nhưng nếu tăng quá mức cho phép thì phải hạn chế lại. Lúc hãm, sơ đồ phải đảm bảo giảm nhanh tốc độ động cơ, nên phải giảm nhanh điện áp máy phát ; nhưng nếu giảm nhanh quá mức thì cũng phải hạn chế. Cuối cùng là phải đảo được chiều quay động cơ. Thay đổi chiều quay động cơ thông qua việc đảo chiều dòng điện của cuộn chủ đạo.



Hình 8-14. Sơ đồ điều chỉnh điện áp của máy phát trong hệ F-D.

Làm việc của sơ đồ như sau : Thao tác đóng mở máy trên bộ không chế từ. Sơ đồ có thể mở máy qua 2 cấp.

- *Chạy thuận* : Bộ không chế từ ở vị trí "1", các tiếp điểm công tác tơ T đóng. Cuộn chủ đạo CD có điện. MDKD cấp điện áp cho kích từ F tăng lên do đó điện áp máy phát U_F tăng. Thoạt đầu U_F còn nhỏ, ảnh hưởng của cuộn phản hồi dương dòng DD không đáng kể và cuộn âm áp AA chưa có dòng do khâu ngắt nên điện áp U_F được tăng cường bức. Tới khi U_F vượt qua giá trị điện áp so sánh U_{ss} đặt trên $3R$ (một nửa sụt áp trên $3R$, qui định bởi các giá trị $1R$, $2R$, $3R$ và điện áp không đổi cấp cho mạch này).

$$U_F \geq U_{ss}$$

thì có dòng chạy qua cuộn AA. Vì s.t.d của cuộn AA ngược chiều với s.t.d. cuộn CD nên tính chất cường bức tăng và U_F bị hạn chế.

Nếu tiếp theo, chuyển bộ không chế từ sang vị trí "2", tiếp điểm công tác tơ K đóng, điện trở $2R$ bị nối tắt thì điện áp so sánh U_{ss} tăng lên giá trị mới U'_{ss} và $U_F < U'_{ss}$. Dòng qua cuộn AA không có, U_F lại được tăng cường bức cho tới khi $U_F \geq U'_{ss}$ thì quá trình cường bức tăng U_F kết thúc.

Quá trình mở máy có thể tiến hành theo nhiều cấp tùy theo số cấp U_{ss} đặt ra.

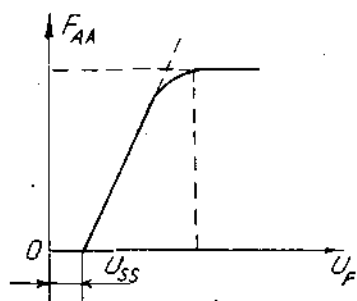
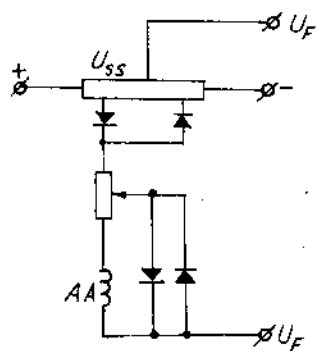
- *Hãm máy* : Có thể xảy ra 2 trường hợp :

Trường hợp quay bộ không chế từ từ "2" về "1" rồi về "0". Lúc đầu, tiếp điểm K mở ra. Trị số U'_{ss} giảm nhanh xuống U_{ss} và cuộn AA có dòng lớn chạy qua. Tác dụng phản hồi âm áp làm U_F giảm nhanh. Tiếp theo, khi bộ không chế từ từ "1" về "0" thì cuộn chủ đạo mất điện (các tiếp điểm T thường mở mở ra), cuộn phản hồi âm áp AA được nối trực tiếp vào U_F (tiếp điểm T thường đóng đóng lại) mà không qua U_{ss} . S.t.d của AA tỉ lệ với U_F nên U_F giảm dần. Quá trình hãm kết thúc.

Trường hợp quay bộ không chế từ từ "2" về ngay "0". Đây là trường hợp hãm đột ngột. Lúc này cuộn CD mất điện ngay, còn cuộn AA được nối luôn vào U_F . Vì điện áp U_F còn lớn nên tác dụng phản hồi âm rất mạnh. Điện áp U_F sẽ bị giảm với mức cường bức lớn.

Mở máy và hãm theo chiều ngược xảy ra tương tự như vừa xét.

Phản hồi âm điện áp và phản hồi dương dòng kết hợp trong sơ đồ sẽ tương đương với phản hồi âm tốc độ, nhằm giữ ổn định tốc độ động cơ.



Hình 8-15. Sơ đồ hạn chế dòng trong cuộn phản hồi âm điện áp và đồ thị s. t.đ của nó theo U_F .

Để tránh s.t.d. quá lớn trong cuộn AA khi hãm đột ngột, người ta dùng 2 diôt (2 phần tử phi tuyến) mắc song song ngược với cuộn AA (hình 8-15). Khi làm việc bình thường, hiệu số ($U_F - U_{ss}$) là nhỏ. Quan hệ s.t.d $F_{AA} = f(U_F)$ là tuyến tính. Khi hãm đột ngột hoặc đảo chiều hiệu số ($U_F - U_{ss}$) là rất lớn do $U_{ss} = 0$. Lúc này, tùy chiều quay, một trong hai diôt sẽ phân dòng làm dòng qua cuộn AA không quá lớn. S.t.d. của AA coi như bão hòa. Mạch này làm việc đúng khi ngưỡng mở của các diôt lớn hơn hoặc bằng điện áp định mức của cuộn AA.

*) Sơ đồ điều chỉnh dòng kích từ của động cơ (I_{ktd}). Điều chỉnh I_{ktd} chính là điều chỉnh từ thông (ϕ_D) của nó.

Khi điều chỉnh ϕ_D để có tốc độ trên tốc độ cơ bản, cần phải đáp ứng yêu cầu là thời gian quá độ cực tiểu và việc tăng, giảm từ thông phải tuân theo quy luật tối ưu. Quy luật tăng, giảm từ thông được suy từ các phương trình cơ bản mà kết quả được biểu thị bởi các đường cong ở hình 8-16.

Từ đồ thị hình 8-16 ta thấy :

- Khi tăng n_D bằng cách giảm ϕ_D thì phải cường bức giảm ϕ_D lúc đầu (đường b).

- Khi giảm n_D bằng cách tăng ϕ_D thì phải cường bức tăng ϕ_D giai đoạn sau (đường a).

Có nhiều giải pháp thực hiện quy luật tối ưu trên. Ta xét một số sơ đồ cụ thể :

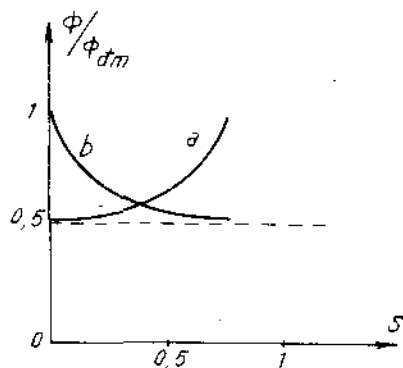
+) Sơ đồ điều chỉnh kích từ động cơ dùng phản hồi âm dòng (hình 8-17). Cuộn kích từ của động cơ KTD được cấp điện từ máy phát kích từ FK. Cuộn kích từ của máy phát kích từ KTFK được cấp điện từ máy điện khuếch đại MDKD.

MDKD có các cuộn kích từ sau :

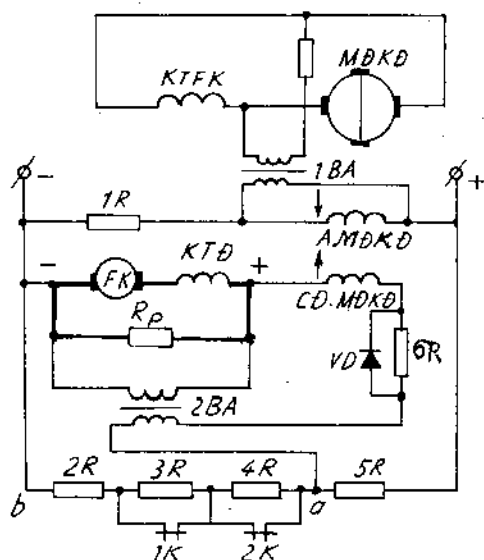
- cuộn điện áp A.MDKD nối vào một nguồn điện độc lập.

- cuộn chủ đạo CD.MDKD đồng thời là cuộn phản hồi âm dòng điện. Điện áp đặt vào cuộn CD.MDKD là hiệu số của 2 điện áp : điện áp chủ đạo U_{ab} và điện áp rơi trên điện trở phụ R_p là U_{R_p} .

- cuộn dòng điện D.MDKD không tham gia ở mạch này mà ở mạch hạn chế dòng điện (sẽ đề cập sau).



Hình 8-16. Các đường cong tối ưu khi tăng (a) và giảm (b) từ thông động cơ.



Hình 8-17. Sơ đồ điều chỉnh I_{kID} dùng phản hồi âm dòng. U_{MDKD} , U_{FK} và I_{kID} bị giảm cường bức. Để hạn chế dòng quá lớn qua cuộn CD.MDKD, điện trở phụ 6R và diốt VD được mắc vào mạch cuộn này. Khi đó 6R tham gia vào mạch. Theo quá trình giảm I_{kID} thì giá trị $|U_{ab} - U_{Rp}|$ giảm, tính chất cường bức giảm, từ thông cũng bớt đi.

Khi $U_{ab} = U_{Rp}$ thì $I_{CD.MDKD} = 0$

Tiếp theo, khi $U_{ab} > U_{Rp}$ thì sự giảm từ thông chấm dứt. Động cơ làm việc với trị số tốc độ mới trên tốc độ cơ bản.

Khi giảm tốc độ (Φ_D tăng) thì các tiếp điểm 1K, 2K mở ra (công tắc tơ 1K, 2K tác động). Lúc này điện áp U_{ab} tăng đột ngột. Hiệu số $(U_{ab} - U_{Rp}) > 0$ và có giá trị lớn. Cuộn CD.MDKD có s.t.d. (chiều như hình 8-17) lớn áp đảo s.t.d. của cuộn A.MDKD, tạo ra sự tăng cường bức Φ_D . Cùng với sự tăng Φ_D , do $U_{R_{FK}}$ tăng lên, hiệu số $(U_{ab} - U_{Rp})$ giảm dần và tính chất tăng Φ_D cường bức cũng giảm bớt.

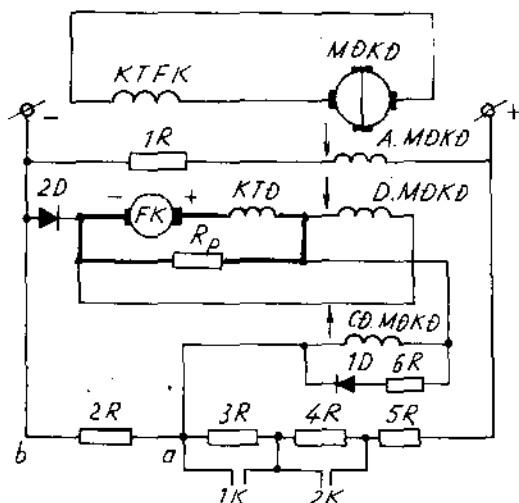
Biến áp 1BA thực hiện phản hồi mềm điện áp MDKD, biến áp 2BA thực hiện phản hồi mềm dòng điện kích từ động cơ nhằm cải thiện chất lượng quá trình quá độ khi tăng, giảm Φ_D .

Như vậy, sơ đồ với phản hồi âm dòng điện chỉ phù hợp quy luật tối ưu lúc giảm từ thông còn khi tăng từ thông thì không đáp ứng được.

+) Sơ đồ điều chỉnh kích từ động cơ dùng phản hồi dương dòng (hình 8-18).

MDKD gồm 3 cuộn kích từ :

- A.MDKD là cuộn điện áp được cấp điện độc lập.



Hình 8-18. Sơ đồ điều chỉnh I_{KTD} dùng phản hồi dòng điện.

cuộn CD.MDKD tăng mạnh, áp đảo s.t.d. của các cuộn A.MDKD và D.MDKD. Kết quả là giảm cường bức U_{MDKD} , U_{FK} , dòng kích từ động cơ I_{KTD} . Dần dần, do U_{FK} giảm, hiệu áp $(U_{R_p} - U_{ab})$ giảm nhưng do có mạch phân dòng (1D, 6R) nên dòng $I_{CD.MDKD}$ rất ít phụ thuộc vào sự giảm của hiệu áp $(U_{R_p} - U_{ab})$. Như vậy, trong thời gian này mức độ cường bức giảm từ thông hầu như giữ nguyên.

Ở cuối quá trình, khi hiệu áp $(U_{R_p} - U_{ab})$ đủ nhỏ, diốt 1D coi như mất tác dụng mắc song song thì tính chất cường bức giảm từ thông mới giảm dần theo hiệu áp $(U_{R_p} - U_{ab})$. Để giảm tốc độ động cơ về tốc độ cơ bản (ϕ_D tăng) thì đóng các tiếp điểm 1K, 2K lại. Điện áp U_{ab} tăng đột biến và $U_{ab} > U_{R_p}$. Nhưng vì có 2D mắc ngược nên dòng qua CD.MDKD không có. Phản hồi âm bị ngắt. Phản hồi dương qua s.t.d. tổng của các cuộn A.MDKD và D.MDKD tăng dần theo quá trình giảm tốc độ động cơ, nghĩa là sự cường bức tăng từ thông được tăng dần về sau. Gần cuối quá trình, khi U_{R_p} đủ lớn, hiệu $(U_{R_p} - U_{ab}) > 0$ thì phản hồi âm tham gia vào mạch và sự cường bức tăng ϕ bị giảm bớt. Như vậy : sơ đồ có phản hồi dương dòng điện có cường bức giảm từ thông từ đầu nhưng lại kéo dài sự cường bức này, còn khi tăng từ thông thì sự cường bức tăng dần về sau như quy luật tối ưu, nhưng ở cuối quá trình tính chất tăng từ thông cường bức lại bị giảm.

+) Sơ đồ điều chỉnh kích từ động cơ của В.И.АРХАНГЕЛЬСКИЙ (hình 8-19).

Sơ đồ này phù hợp quy luật tối ưu hơn 2 sơ đồ trên nên được dùng rộng rãi hơn ở các máy CNQTN của Liên Xô cũ.

Ở sơ đồ này, MDKD có :

- CD.MDKD vừa là cuộn chủ đạo, vừa là cuộn phản hồi âm dòng điện. S.t.d. của nó có tác dụng khử từ MDKD,

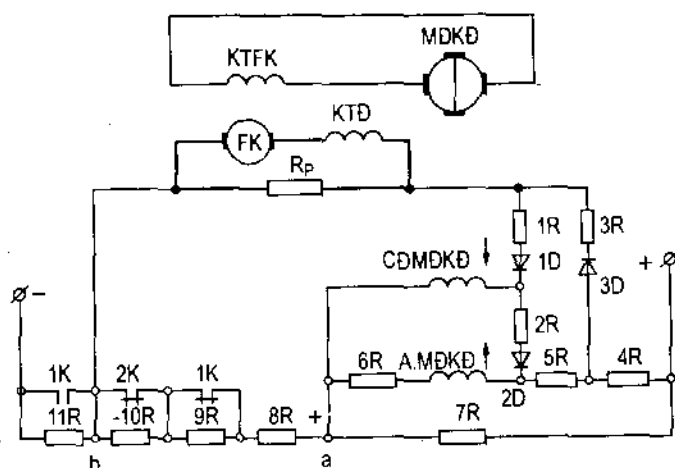
- A.MDKD là cuộn điện áp. S.t.d. của nó có tác dụng tăng kích từ MDKD.

- D.MDKD là cuộn phản hồi dương dòng điện kích từ động cơ, mắc song song với điện trở phụ R_p .

- CD.MDKD là cuộn chủ đạo, được đặt vào hiệu điện áp $(U_{R_p} - U_{ab})$.

S.t.d. của cuộn CD.MDKD có xu hướng khử từ MDKD, còn s.t.d. của 2 cuộn A.MDKD và D.MDKD có xu hướng làm tăng sự từ hóa của MDKD.

Để tăng tốc độ động cơ lên trên tốc độ cơ bản (ϕ_D giảm) thì mở các tiếp điểm 1K, 2K. Điện trở 3R, 4R tham gia vào mạch phân áp làm điện áp U_{ab} giảm đột ngột và hiệu áp $(U_{R_p} - U_{ab})$ tăng mạnh, dòng cuộn CD.MDKD tăng lên nhiều (nhưng không thể quá lớn vì có mạch phân dòng gồm diốt 1D và điện trở 6R). Lúc này s.t.d. của



Hình 8-19. Sơ đồ APXAHTEJbKH điều chỉnh kích từ động cơ.

Để tăng tốc độ động cơ lên trên tốc độ cơ bản (ϕ_D giảm) thì các công tắc tơ 1K, 2K không tác động. Điện áp U_{ab} giảm đột ngột. Hiệu áp ($U_{R_p} - U_{ab}$) tăng mạnh. S.t.d của cuộn CD.MDKD tăng vọt làm giảm mạnh kích từ của MDKD. Kết quả, ngay từ đầu sự giảm từ thông đã bị cưỡng bức. Nếu hiệu áp ($U_{R_p} - U_{ab}$) quá lớn thì mạch 2R, 2D sẽ phân bớt dòng của cuộn CD.MDKD sang cuộn A.MDKD để giảm bớt tính chất cưỡng bức của việc giảm từ thông. Sau đó, do U_{R_p} giảm dần

nên tính chất cưỡng bức của việc giảm từ thông sẽ suy yếu dần.

Để giảm tốc độ động cơ về tốc độ cơ bản (ϕ_D tăng) thì các công tắc tơ 1K, 2K tác động. Điện áp U_{ab} tăng đột ngột lớn hơn U_{R_p} nhưng cuộn CD.MDKD không có dòng chạy qua vì 1D mắc ngược nên không có phản hồi âm. Lúc này, cuộn A.MDKD có 2 dòng điện ngược chiều nhau tạo bởi 2 điện áp ngược chiều nhau đặt vào nó. Điện áp đầu do nguồn ngoài cung cấp, ổn định về chiều và trị số, chạy từ cực (+), qua 4R, 5R, 6R, cuộn A. MDKD, 8R, 9R, 10R, tiếp điểm 1K (đã đóng) về cực (-). Điện áp thứ hai là ($U_{ab} - U_{R_p}$), tạo dòng ngược từ a, qua cuộn A. MDKD, 5R, 3D, 3R, R_p về b. Dòng này lớn lúc đầu (vì U_{ab} tăng vọt), giảm dần về sau (vì U_{R_p} tăng lên). Kết quả, dòng tổng qua cuộn A.MDKD lúc đầu nhỏ, sau tăng dần, dẫn đến sự tăng chậm từ thông lúc đầu rồi về sau tăng nhanh. Tới khi U_{R_p} đủ lớn thì cuộn CD.MDKD làm việc và ngắt tính chất cưỡng bức sự tăng từ thông.

Như vậy, sơ đồ này cho sự cưỡng bức từ thông khi giảm và khi tăng phù hợp hơn với quy luật tối ưu.

*) Khâu hạn chế dòng điện

Khâu hạn chế dòng điện có tác dụng hạn chế dòng điện máy phát và động cơ nhỏ hơn trị số cho phép khi mở máy (tăng tốc) và khi hãm máy (giảm tốc). Trong sơ đồ (hình 8-20) của khâu hạn chế dòng điện (HCDD), khuếch đại từ KDT có 2 cuộn dây điều khiển :

- A.KDT là cuộn áp được cấp điện từ nguồn điện độc lập,
- D.KDT là cuộn dòng điện, lấy điện áp trên điện trở phụ R_p .

S.t.d. của 2 cuộn này cùng chiều nhau và có giá trị cực đại ứng với từ thông động cơ là định mức. Như vậy điện áp ra của KDT sẽ giảm theo sự giảm từ thông. Điện áp ra này đặt lên phân áp R để tạo ra các điện áp so sánh khác nhau cho các khâu ngắt, ứng với các quá trình làm việc khác nhau. Các điện áp

02.10.82



Hình 8-20. Bộ hạn chế dòng điện trong hệ F - D.

S.t.đ của cuộn dòng D.MĐKD.F của MDKD cấp dòng kích từ cho máy phát F có xu hướng làm giảm s.d.đ. E_F của máy phát khi mở máy và làm tăng E_F khi hãm máy.

S.t.d. cuộn dòng D.MDKD.D của MDKD cấp dòng kích từ cho động cơ D có xu hướng luôn làm tăng từ thông ϕ_{11} của động cơ.

Ta xét sự làm việc của bộ HCĐĐ khi tăng tốc độ động cơ từ 0 đến n_{ch} và trên n_{ch} , giảm tốc từ trên n_{ch} đến n_{ch} và đến 0 trong trường hợp, quay thuận (hình 8-20).

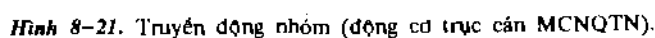
+) Tăng tốc độ ($n = 0 \rightarrow n_{cb}$) :

Trường hợp này tiếp điểm K và KT đóng lại.

Khi chưa ngoạm phôi, dòng điện động cơ I_D nhỏ, U_T nhỏ và bộ HCDD chưa làm việc. Giả thử lúc tăng tốc động cơ chạy thuận, dòng I_D có chiều từ phải qua trái (hình 8-20) và tiếp điểm KT đóng. Khi ngoạm phôi, dòng điện I_D tăng và $I_D \geq I_{ng}$, khi đó $U_T \geq U_{ss} = U_{ba}$, van 1VD thông nên cuộn D.MDKD.F có dòng điện chạy qua : từ (+) T qua cuộn D.MDKD.F, tiếp điểm K đã đóng, 1VD, b, a về (-) T. Phản hồi âm này làm giảm bớt nhịp độ tăng E_F , hạn chế dòng động trong động cơ Đ.

+) *Tăng tốc* ($n_{cb} \rightarrow n > n_{cb}$) :

2014.12.26



+) *Hãm* ($n_{cb} \rightarrow n = 0$) :

Trường hợp này tiếp điểm K và tiếp điểm KT đóng.

Khi hãm U_T đổi cực tính. Khi $U_T > U_{ad}$ thì cuộn D.MDKD.F có dòng điện chạy qua (thông qua tiếp điểm KT đóng và 3VD) để hạn chế bớt sự cường bức giảm F_F và do đó hạn chế bớt dòng điện động cơ.

Lúc này tuy tiếp điểm K đóng nhưng các điện áp so sánh $U_{ad} < U_{ac}$ nên không có dòng qua 4VD.

+) *Hãm* ($n > n_{cb} \rightarrow n = 0$) :

Trường hợp này xảy ra tương tự như trên. Vì $U_{ad} < U_{ag}$ nên cuộn D.MDKD.D không thể có dòng chạy qua và cuộn D.MDKD.F vẫn có tác dụng hạn chế cường bức sự giảm E_F và dòng hãm D.

*) *Sơ đồ điều khiển hệ thống truyền động trục cán máy CNQTN (hệ thống truyền động nhóm) (hình 8-21).*

+) *Cấu trúc của sơ đồ :*

D - động cơ truyền động trục cán,

1F và 2F - 2 máy phát điện mắc song song, cấp điện cho D,

FKF - máy phát kích thích, cấp dòng kích thích từ cho 2 máy phát 1F và 2F.
MDKDF (dòng 17) - máy điện khuếch đại trong nhóm máy phát, cấp điện kích từ cho FKF. Máy MDKD.F có 4 cuộn dây kích từ :

- M.KD.F - cuộn phản hồi mềm điện áp máy phát 1F, 2F (dòng 9).

- CD.KD.F - (d.11) cuộn chủ đạo đồng thời là phản hồi âm điện áp có ngắt.

- A.KD.F - (d.20) cuộn điện áp.

- D.KD.F (d.21) - cuộn dòng điện, nằm trong bộ hạn chế dòng điện (d.22).
KDT.F (d.14)

- Khuếch đại từ nằm trong hệ thống kích từ máy phát. Nó có 2 cuộn dây điều khiển :

- CD.KDT.F cuộn chủ đạo (d.16),

- A.KDT.F (d.15) cuộn chuyển dịch.

Nhờ thay đổi được điện áp cuộn chủ đạo CD.KDT.F qua tiếp điểm 2Y, 3Y (d. 17) mà có thể điều chỉnh được U_{ss} ở mạch so sánh (d.13) theo yêu cầu. FKD (d.31)

- máy phát điện kích thích, cấp điện kích từ cho động cơ D (d.1) kéo trục cán.

MD.MDKD.D (d.28) - máy điện khuếch đại trong nhóm động cơ, cấp điện kích từ cho FKD.MDKD.D có 4 cuộn dây kích từ :

- CD.KD.D (d.33) : cuộn chủ đạo.

- M.KD.D (d.36) : cuộn phản hồi mềm dòng kích từ động cơ.

- A.KD.D (d.30) : cuộn điện áp.

- D.KD.D (d.23) : cuộn dòng điện, nằm trong bộ hạn chế dòng điện (d.22).

- KDT.D (d.25) - khuếch đại từ nằm trong hệ thống kích từ động cơ, tạo ra điện áp so sánh cho bộ hạn chế dòng điện động cơ. Nó có 2 cuộn dây điều khiển :

- A.KĐT.D (d.26) cuộn điện áp.
- Đ.KĐT.D (d.34) cuộn phản hồi dòng điện kích từ của động cơ.

+) Nguyên lí làm việc :

Sơ đồ được điều khiển bằng bộ khống chế KK (hình 8-22). Mạch làm việc được khi các tiếp điểm bảo vệ đã đóng. KH có điện khi bộ KK ở vị trí "0" và tự duy trì (d.1'), đồng thời đóng tiếp điểm KH (d.3') chuẩn bị mạch cho 1T, 2T, 1N, 2N, 1Y, 2Y, 3Y và mở tiếp điểm thường đóng KH (d.12) (hình 8-21).

Xét trường hợp động cơ quay thuận (cực tính điện áp động cơ như hình vẽ, (d.1).

+) Mở máy động cơ tới tốc độ cơ bản ($0 \rightarrow n_{cb}$) :

Chuyển tay quay bộ khống chế KK từ vị trí "0" tới vị trí "3" chạy thuận. Các công tắc tơ 1T, 2T, 1Y, 2Y có điện, đóng điện cho công tắc tơ hãm KT. Kết quả, cuộn chủ đạo CD.KĐT.F (d.16) có điện. Biến trở 2R được đặt 1 điện áp từ đầu ra của KDTF (d.12) và cuộn điện áp A.KĐ.F (d.20) của MĐKĐ.F cũng có điện. Cuộn chủ đạo CD.KĐ.F (d.11) được nối vào 2 cực B, C (d.10) của máy phát qua khâu so sánh 2R (d.12). Lúc đầu, điện áp phản hồi $U_{BC} = \gamma_o U_F$ ($\gamma_o < 1$) nhỏ hơn U_{ss} trên 2R nên cuộn CD.KĐ.F không có dòng qua, nghĩa là chưa có phản hồi âm áp. Quá trình mở máy trước lúc ngoãm phối chủ yếu phụ thuộc vào s.t.d của cuộn áp A.KĐ.F (d.20) và cuộn phản hồi mềm M.KĐ.F (d. 9), mà s.t.d của cuộn A.KĐ.F lớn nên U_F tăng lên cường bức, tốc độ động cơ D tăng nhanh. Khi điện áp tăng đến trị số mà $\gamma_o U_F \geq U_{ss}$, thì cuộn CD.KĐ.F (d.11) có điện [từ B(+) qua 1CL, 2R, 2T, CD.KĐ.F về C(-)] và phản hồi âm áp có tác dụng, hạn chế bớt sự tăng cường bức điện áp máy phát (tức sự tăng tốc độ động cơ D) và theo quá trình tăng tốc, sự cường bức sẽ dần dần mất đi. Ở chế độ ổn định, trị số E của máy phát hay tốc độ của D được xác định bởi hiệu s.t.d cuộn áp A.KĐ.F và s.t.d. cuộn chủ đạo kiêm phản hồi âm CD. KĐ.F.

Lúc ngoãm phối hoặc trong khi mở máy, nếu dòng D tăng quá mức cho phép, điện áp rơi trên cuộn phụ CP và cuộn bù CB (d.2 và 3) của D lớn hơn trị số chỉnh định thì bộ hạn chế dòng (d.22) sẽ tác động để hạn chế bớt dòng điện động cơ.

Lúc mở máy, bộ KK ở vị trí "3", do 1Y, 2Y (d.7' và 8') có điện nên cuộn CD. KĐT.F (d.16) có điện qua 4R đã bị ngắn mạch một phần bởi 2Y và KĐT.F (d.14) đặt vào 2R một điện áp có giá trị nào đó. Nếu chuyển tay quay KK sang vị trí "4" thì 3Y (d.9') có điện và 4R bị ngắn mạch thêm bởi 4Y. Cuộn CD. KĐRT.F sẽ có dòng qua lớn hơn. Khuếch đại từ KĐT.F sẽ cấp một điện áp lớn hơn trên 2R, điện áp U_{ss} có giá trị cao hơn khi bộ KK ở vị trí 3 và máy phát sẽ bị cường bức tăng áp tới khi điện áp máy phát có giá trị lớn hơn U_{ss} mới. Lúc đó sự cường bức tăng áp mới bị hạn chế bớt, D có tốc độ lớn hơn.

Trong quá trình tăng tốc dưới tốc độ cơ bản, từ thông ϕ_D được giữ ổn định. Đó là do cuộn A.KĐ.D (d.30) được cấp điện ổn định.

Khi điện áp U_F tăng tới 80% $U_{lđm}$ thì rơ le điện áp RA (d.2) tác động, ngắt mạch công tắc tơ 4Y (d.11') nhưng 4Y vẫn có điện do công tắc bộ KK đóng nên không gây ảnh hưởng gì tới mạch hạn chế dòng (d.21) và mạch tạo U_{ac} (d. 40).

+) *Mở máy động cơ lên trên n_{cb} ($n_{cb} \rightarrow n > n_{cb}$) :*

Chuyển tay quay bộ KK tới vị trí "5" ; công tắc tơ 4Y (d.12') mất điện, cắt mạch cuộn Đ. KD.F (d.21) và làm U_{ac} (d.40) giảm một mức. (Hiệu áp U_{bd} (d.33) và U_{ac} tăng một mức). Cuộn chủ đạo CD.KD.D (d.33) của MDKD.D (d.28) có dòng khử từ lớn đi qua. $U_{MDKD.D}$ giảm, U_{FKD} giảm và dòng kích từ Đ (tức ϕ_D) giảm. Động cơ được tăng tốc lên trên n_{cb} . Chính lưu 13CL (d.32) có tác dụng hạn chế bớt dòng quá lớn qua cuộn CD.KD.D.

Trong quá trình tăng tốc này, nếu dòng mở máy lớn hơn trị số chỉnh định của bộ phận hạn chế dòng điện ($U_T > U_{ss}$ trên 3R) thì cuộn Đ.KD.D (d.24) sẽ có điện. S.t.d. của Đ.KD.D sẽ làm tăng $U_{MDKD.D}$, tăng I_{KTD} (tăng ϕ_D) và hạn chế bớt tính chất cưỡng bức của sự giảm ϕ_D .

Nếu chuyển tay quay KK về "6" thì 5Y mất điện tiếp và làm giảm U_{ac} một mức nữa. Quá trình xảy ra như đã trình bày ở trên nhưng từ thông động cơ tiếp tục giảm đi 1 lượng và tăng tốc động cơ trên n_{cb} tới tốc độ lớn hơn.

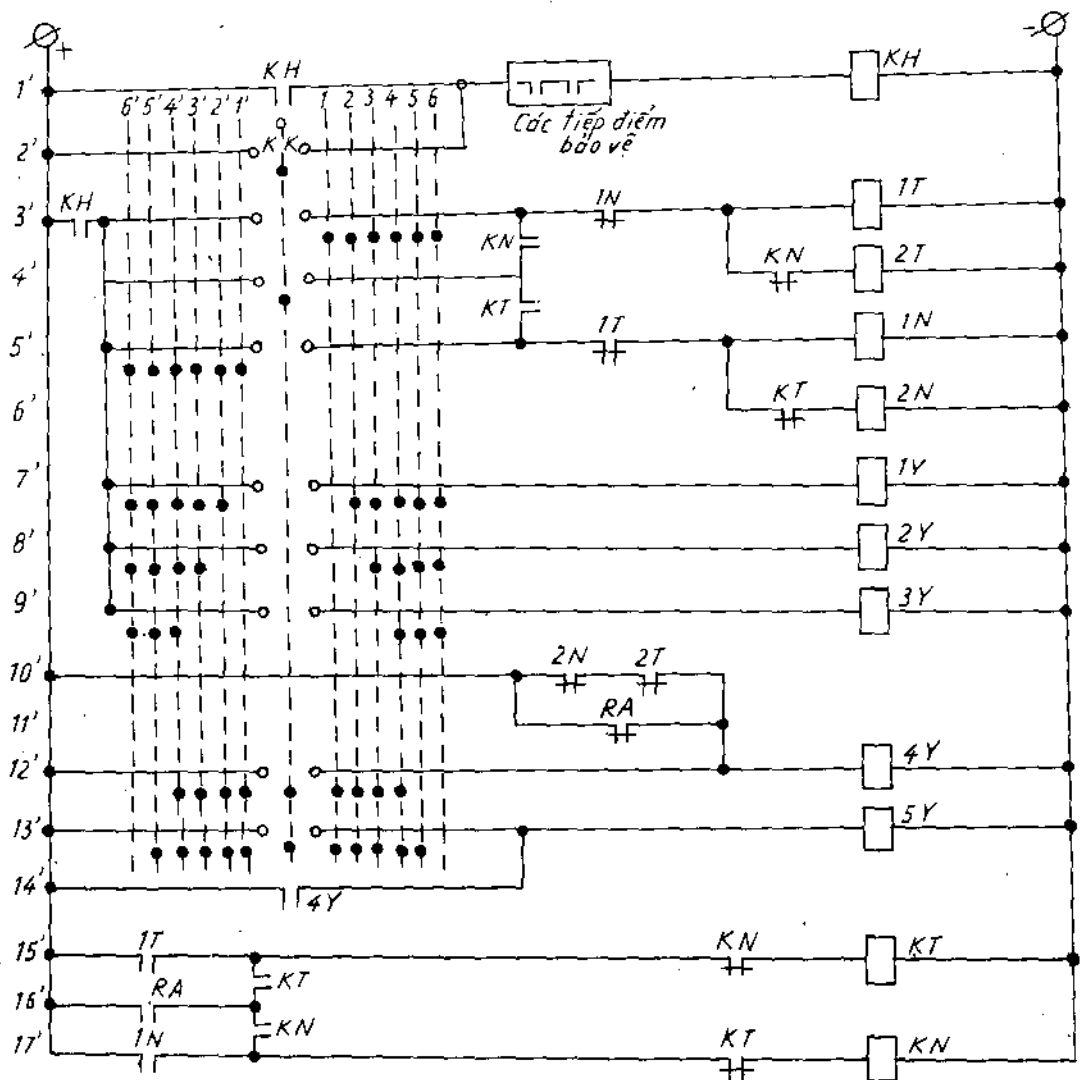
+) *Hãm máy động cơ từ n_{cb} về 0 :*

Chuyển tay quay bộ KK từ vị trí "3" hay "4" về "0". Các công tắc tơ 1T, 2T, 1Y, 2Y, 3Y mất điện. Riêng công tắc tơ hãm KT chưa mất điện vì RA còn tác động. (Nó chỉ mất điện khi $U_F \leq (10 \div 15)\% U_{dm}$). Lúc này, qua tiếp điểm của bộ không chế (d.4') công tắc tơ 1N có điện, đảo cực tính cuộn điện áp A. KD.F. (d.20) và MDKD.F (d.17) được kích từ theo chiều ngược. Dòng kích từ máy FKF ở cuộn KT.FK.F (d.17) bị giảm nhanh. Dòng kích từ các máy phát ở các cuộn KT1F, KT2F (d.5) cũng vậy. Khi U_F còn cỡ $(10 \div 15)\% U_{dm}$ thì role áp RA thôi tác động, KT (d.15') và 1N (d.5') bị mất điện. Quá trình hãm vẫn tiếp tục nhờ tác động của phản hồi âm áp của cuộn chủ đạo CD.KD.F (d. 11).

Khi hãm mà dòng hãm quá lớn thì bộ phận hạn chế sẽ làm việc để hạn chế dòng điện động cơ.

+) *Hãm động cơ từ $n > n_{cb}$ về 0 :*

Chuyển tay quay KK từ "5" hay "6" về "0". Các công tắc tơ 4Y, 5Y (d.12' và 13') đều có điện ; làm U_{ac} (d.40) tăng vọt, lớn hơn U_{bd} . Dòng điện cuộn CD. KD.D (d.33) giảm nhanh về 0 nhưng không có dòng ngược vì bị chính lưu 14CL (d.33) chặn. S.t.d. của MDKD.D lúc này do s.t.d cuộn áp A.KD.D quyết định. Nó có hướng làm tăng áp MDKD.D, tăng dòng kích từ KT.FK.D (d.28) và cuối cùng tăng dòng kích từ động cơ qua cuộn KTD (d.31), động cơ giảm tốc độ. Theo quá trình hãm, U_{bd} tăng dần và khi $U_{bd} \geq U_{ac}$ thì tác dụng phản hồi âm của CD.KD.D lại bắt đầu phát huy, cắt quá trình cưỡng bức tăng ϕ_D .



Hình 8-22. Sơ đồ điều khiển tự động hệ thống TDD máy cán nóng quay thuận nghịch.

Khi hãm mà dòng I_D vượt quá trị số chỉnh định (trị số chỉnh định của D.KD. D > trị số chỉnh định của D.KD.F) thì cuộn dòng D.KD.F của MDKD.F làm việc, giảm bớt tính cường bức của việc giảm U_F (lúc tốc độ đã giảm dưới n_{cb}).

+) Đảo chiều :

Giả thử động cơ đang chạy ở tốc độ trên tốc độ cơ bản, ứng với vị trí "6" chạy thuận của bộ KK. Chuyển tay quay KK về vị trí "6" chạy ngược. Cuộn áp A.KD.F

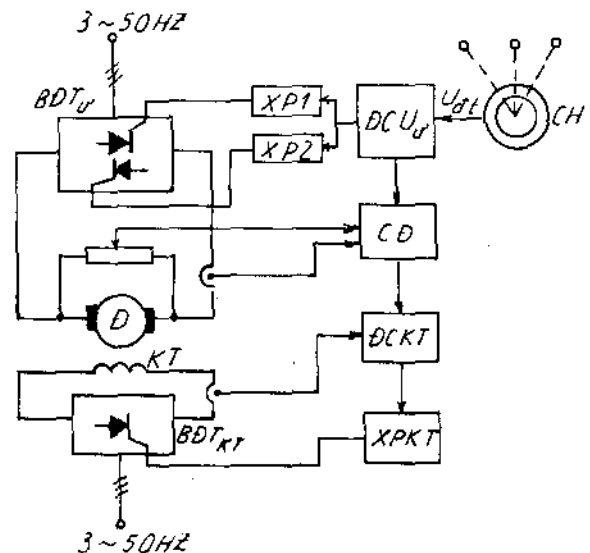
được cấp U ngược cực tính (do 1T mở, 1N đóng) nên do tác dụng của phản hồi âm của CD.KD.F mà MDKD.F bị khử từ mạnh, dòng kích từ máy phát FKF (đ.7) đổi dấu, U_F đổi dấu. Sự tăng ϕ_D và sự giảm U_F xảy ra đồng thời nên dòng điện hãm rất lớn. Cuộn dòng D.KD.F sẽ phát huy tác dụng để U_F giảm chậm. Khi ϕ_D tăng gần định mức thì U_F giảm thấp làm role RA mất điện, 4Y có điện và U_{ac} tăng lên, ϕ_D được tăng giá trị định mức và n_D tiếp tục giảm.

Sau đó, U_F giảm nhanh về 0 và tiếp tục tăng theo hướng ngược lại. Khi đạt 80% U_{dm} thì RA tác động, 4Y lại mất điện và U_{ac} giảm xuống đột ngột, động cơ tiếp tục tăng tốc về phía chạy ngược do ϕ_D giảm để đạt tốc độ $n > n_{cb}$. Lưu ý rằng các vị trí "1", "2", "3" và "4" của bộ KK ứng với mở máy theo số cấp khác nhau do U_{ss} tạo bởi KDT.F là khác nhau.

Các tiếp điểm thường đóng KN và KT (đ.11) có tác dụng cấp thẳng U_{BC} cho cuộn chủ đạo CD.KD.F ở cuối quá trình hãm, tăng phản hồi âm để U_F giảm nhanh về 0.

b) Hệ thống truyền động thyristor-động cơ (T-D) :

Trong hệ T-D dùng trên máy CNQTN (hình 8-23), động cơ D được cấp điện từ bộ biến đổi thyristor có đảo chiều BDT_U, còn mạch kích từ KT được cấp điện từ bộ biến đổi thyristor không đảo chiều BDT_{KT}. Mức giảm từ thông ϕ_D không quá 1/2 trị số từ thông định mức và giải điều chỉnh tốc độ động cơ D ở vùng trên tốc độ định mức là (2 ÷ 2,5) : 1. Quá trình thay đổi điện áp phản ứng chỉ tiến hành được khi từ thông động cơ là định mức, còn quá trình thay đổi từ thông động cơ chỉ xảy ra khi điện áp phản ứng gần định mức. Không chế các quá trình này nhờ khâu không chế chế độ làm việc CD.

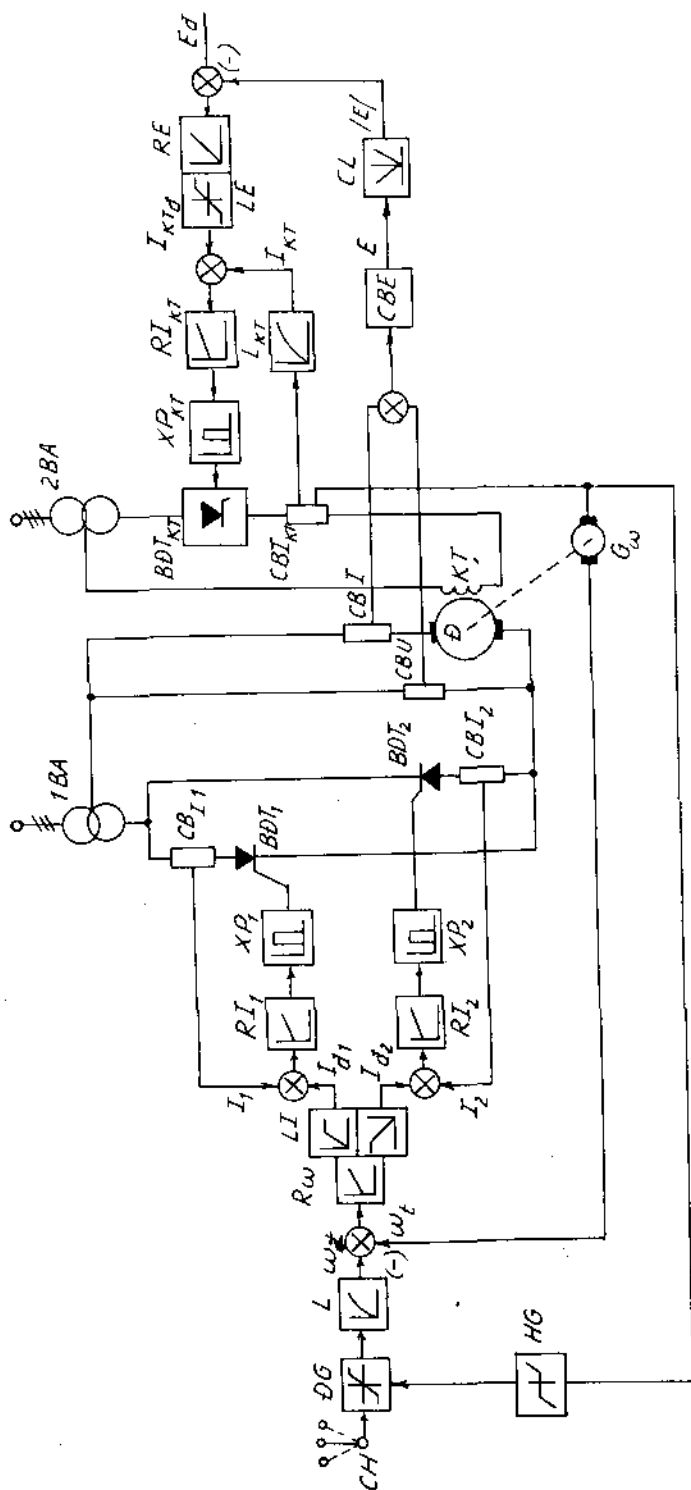


Hình 8-23. Hệ T-D truyền động máy CNQTN.
(đã đơn giản hóa).

Đặt tốc độ và chiều quay động cơ nhờ bộ chỉ huy CH. Tín hiệu đặt tốc độ U_{dt} được đặt tới đầu vào của bộ điều chỉnh điện áp phản ứng DCU_U. Tín hiệu từ bộ DCU_U đặt tới các khối điều khiển xung - pha XPI hay XP2 tùy theo chiều quay của D để điều khiển mở các thyristor trong bộ BDT_U. Đồng thời, tín hiệu từ DCU_U đặt tới khối CD và tín hiệu của khối CD đặt tới hệ điều chỉnh kích từ động cơ ĐCKT, thay đổi góc mở các thyristor qua khối xung - pha XPKT.

Hình 8-24 biểu thị sơ đồ chức năng chi tiết hơn của truyền động chỉnh máy CNQTN phối vuông, dùng hệ T - D. Phản ứng động cơ D được cấp nguồn từ các bộ biến đổi thyristor BDT₁ và BDT₂ tùy theo chiều quay và kích từ động cơ được cấp nguồn từ bộ

Sơ đồ điều khiển giảm từ thông D có 2 mạch vòng : mạch phản hồi chính s.d. đ. của



Hình 8- 24. Sơ đồ chức năng hệ truyền động máy cán nóng phôi vuông.

động cơ và mạch ổn định dòng kích từ. Sơ đồ chỉ cho phép giảm từ thông khi điện áp phản ứng đạt ở giá trị định mức nghĩa là khi s.d.d của động cơ $E = U_{dm} - I_u R_u$ giữ không đổi. Giá trị này được đưa vào bộ điều chỉnh s.d.d RE qua trị số đặt E_d . Khi điện áp phản ứng còn nhỏ, s.d.d. E của động cơ $E < E_d$ thì đầu ra của bộ RE cho tín hiệu I_{KTd} để kích từ động cơ. Bộ hạn chế LE là phần tử phi tuyến sẽ hạn chế tín hiệu tương ứng với dòng kích từ định mức của động cơ.

Khi điện áp động cơ đạt định mức thì s.d.d. E tương ứng $E > E_d$, điện áp ra của RE bắt đầu giảm và dòng kích từ động cơ được điều khiển bởi BDT_{KT} sẽ giảm, tốc độ D tăng trên tốc độ cơ bản. Quá trình giảm từ thông sẽ tiếp diễn cho tới khi tốc độ động cơ tăng bằng tốc độ đặt ở bộ CH. Bộ điều chỉnh s.d.d. RE giữ s.d.d. động cơ không đổi khi thay đổi từ thông. Cảm biến s.d.d E là CBE có đầu vào là tổng đại số các tín hiệu tỉ lệ với điện áp phản ứng (qua CBU) và dòng phản ứng, cũng là tỉ lệ với sụt áp trên phản ứng (qua CBI), do $E = U_{dm} - I_u R_u$. Nhờ bộ chỉnh lưu CL mà tín hiệu phản hồi về s.d.d. vào bộ RE chỉ giữ một cực tính cố định, không phụ thuộc vào chiều quay động cơ. Ở đó, nó được so sánh với tín hiệu đặt E_d . Tín hiệu ra của RE, được so sánh với tín hiệu phản hồi âm tỉ lệ với dòng kích từ I_{KT} . Hiệu 2 tín hiệu đó được đặt vào bộ điều chỉnh dòng kích từ RI_{KT}. Tín hiệu ra sẽ đặt tới khâu xung pha XP_{KT} để tạo tín hiệu điều khiển BDT_{KT}. Tín hiệu phản hồi dòng kích từ được lọc bởi bộ lọc L_{KT}.

Khi tăng tốc độ động cơ nhờ giảm từ thông mà giữ nguyên gia tốc (nhịp điệu tăng tốc), có thể dẫn tới quá tải động cơ, do vậy cần phải chỉnh định tín hiệu ra của bộ DG theo hướng giảm gia tốc tỉ lệ với sự giảm dòng kích từ. Việc này thực hiện tự động nhờ cảm biến hạn chế gia tốc HG.

Ở sơ đồ hình 8-24, các bộ điều chỉnh RI₁, RI₂, R ω , RI_{KT} là các bộ điều chỉnh PI, còn RE là I.

Trong truyền động điện hiện đại, các máy CNQTN đều sử dụng các bộ biến đổi thyristor không quán tính, điều khiển bằng các thiết bị không tiếp điểm, tác động nhanh, công suất điều khiển nhỏ.

5. Điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động riêng rẽ trong máy CNQTN

a) Đặc điểm của máy cán truyền động riêng rẽ :

Mỗi trục cán được dẫn động bằng một động cơ riêng.

Sơ đồ truyền động riêng rẽ có các ưu điểm :

- Có thể nâng cao được công suất truyền động trục cán,
- Giảm mômen quán tính của cơ cấu truyền động nói chung, do đó nâng cao được trị số gia tốc và giảm tốc, tăng được lực ép, tốc độ, năng suất.
- Không cần hộp bánh răng, do đó giảm được khoảng 5% công suất toàn bộ.
- Không đòi hỏi 2 trục làm việc phải có đường kính trục thật chính xác như nhau,
- Hiện tượng cong kim loại (phôi) thường hay xảy ra, nên làm cho máy hoạt động không bình thường, tụt năng suất và có thể gây rạn nứt trục cán.

Đối với máy truyền động nhóm thì hiện tượng trên được khắc phục nếu tốc độ và đường kính 2 trục cán giống nhau. Đối với máy truyền động riêng rẽ thì hiện tượng cong kim loại có nhiều khả năng xảy ra hơn.

Khi nhiệt độ mặt trên và dưới khác nhau thì phôi bị cong về phía mặt nhiệt độ thấp. Tốc độ quay của 2 trục cán khác nhau thì phôi bị cong về phía trục tốc độ thấp. Tốc độ ngoàm phôi của 2 trục không giống nhau gây phụ tải không bằng nhau. Trục cán có phụ tải lớn sẽ có tốc độ thấp và phôi bị cong về phía trục đó.

Do vậy, trong truyền động riêng rẽ cần phải duy trì tỉ số tốc độ giữa 2 trục cán ở một phạm vi nhất định và phải phân đều phụ tải (cân bằng phụ tải) cho 2 động cơ.

Truyền động riêng rẽ thường ứng dụng cho các máy cán công suất lớn mà đường kính trục cán thường lớn hơn 1000mm.

Các sơ đồ truyền động riêng rẽ ở máy CNQTN cũng có thể là hệ F-D, CL-D hoặc T-D.

b) Hệ thống truyền động F-D : Trong sơ đồ này, việc cấp điện cho 2 động cơ có thể từ 1 máy phát hay 2 máy phát.

Khi dùng 1 máy phát thì 2 động cơ có cùng điện áp cấp nên tốc độ 2 trục cán ít bị chênh lệch, phụ tải phân bố đều, song các thanh dẫn phải rất lớn và dòng ngắn mạch rất lớn, tăng tổn hao phụ.

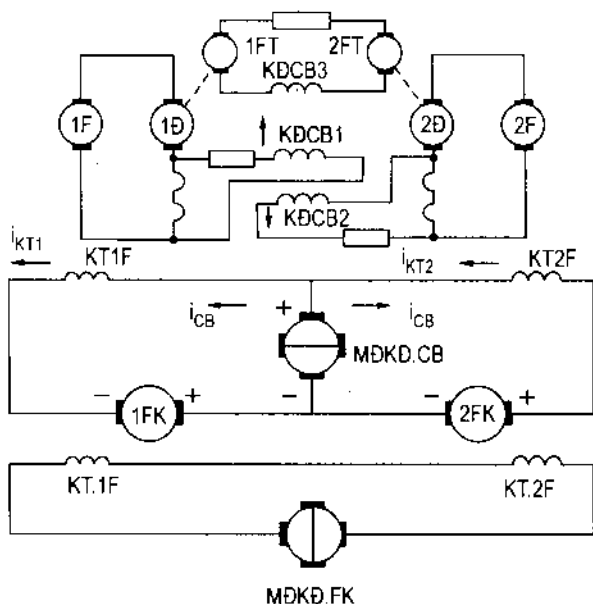
Khi dùng 2 máy phát cấp riêng cho từng động cơ thì phải có biện pháp san bằng phụ tải. Cách này thường được dùng ở các máy cán.

Để đảm bảo phân phối đều phụ tải cho 2 động cơ và đảm bảo quan hệ tốc độ giữa chúng, các sơ đồ cân bằng phụ tải có thể là : hoặc cân bằng qua dòng điện, kích từ của máy phát (cân bằng mômen động cơ) hoặc cân bằng qua dòng điện kích từ của động cơ (cân bằng công suất động cơ).

+) Sơ đồ cân bằng phụ tải qua dòng kích từ máy phát :

Trong sơ đồ này (hình 8-25) hai động cơ kéo trục cán 1D, 2D được cấp điện riêng từ 2 máy phát 1F, 2F. Các máy phát được cấp kích từ từ các máy phát 1FK, 2FK, và 1FK, 2FK lại được cấp kích từ bởi một MDKD.FK.

Cấu cân bằng có 4 nhánh cầu là các máy phát 1FK, 2FK và các cuộn kích từ KT1F, KT2F của 2 máy phát cấp điện cho động cơ. Trên đường chéo của cầu cân bằng là máy điện khuếch đại cân bằng MDKD.CB. Nó có 3 cuộn dây kích từ :



Hình 8-25. Sơ đồ cân bằng phụ tải qua dòng kích từ của máy phát.

- KD.CB1 và KD.CB2 là 2 cuộn san bằng phụ tải lấy điện áp trên các cuộn bù và cuộn phụ của 2 động cơ. Hai cuộn này tạo ra các s.t.d ngược chiều nhau.

- KD.CB3 là cuộn điều chỉnh tỉ số tốc độ của 2 động cơ, lấy hiệu điện áp từ 2 máy phát tốc nối cứng với 2 trục động cơ.

Khi 2 phụ tải bằng nhau, s.t.d. tổng của 2 cuộn KD.CB1 và KD.CB2 bằng không, MDKD.CB không phát điện và dòng kích từ của 2 máy phát 1F, 2F giống nhau, cấp điện áp cho 2 động cơ như nhau.

Khi phụ tải mất cân bằng, tổng các s.t.d. của 2 cuộn KD.CB1 và KD.CB2 khác không MDKD.CB phát điện áp có cực tính sao cho dòng sinh ra sẽ làm giảm kích từ của máy phát cấp điện cho động cơ đang nặng tải và tăng kích từ của máy phát cấp điện cho động cơ đang nhẹ tải. Do đó, lấy lại được sự cân bằng tải.

Như hình 8-25, giả thiết là 2D đang nặng tải hơn 1D. Tổng s.t.d của 2 cuộn KD.CB1 và KD.CB2 có chiều hướng xuống dưới. MDKD.CB sẽ có cực tính như hình vẽ và sinh dòng cân bằng i_{CB} . Dòng này tăng thêm kích từ cho máy phát 1F và giảm kích từ cho 2F. Kết quả động cơ 1D sẽ gánh bớt tải cho 2D.

+) Sơ đồ cân bằng phụ tải qua dòng kích từ động cơ :

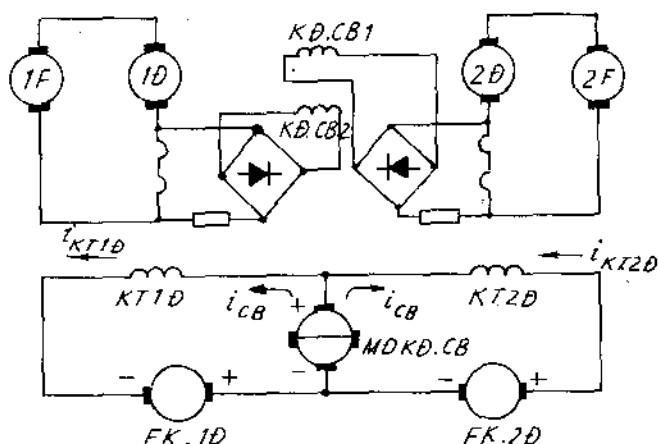
Trong sơ đồ này (hình 8-26) các cuộn KD.CB1 và KD.CB2 lấy điện áp từ các cuộn bù, cuộn phụ của động cơ qua cầu chỉnh lưu để đảm bảo giữ nguyên chiều s.t.d. trong các cuộn đó khi máy cần đảo chiều.

Lúc phụ tải cân bằng thì MDKD.CB không phát điện.

Lúc phụ tải không cân bằng thì MDKD.CB phát điện mà cực tính có chiều hướng tăng kích từ cho động cơ nặng tải (chẳng hạn 1D) để giảm tốc độ, do đó giảm dòng và giảm kích từ cho động cơ nhẹ tải (2D) để tăng tốc độ, do đó tăng dòng.

+) Sơ đồ hệ truyền động riêng rẽ động cơ trục cân máy CNQTN :

+) Hệ thống kích thích máy phát.



Hình 8-26. Sơ đồ cân bằng phụ tải qua dòng kích từ của động cơ.

Để cân bằng tốc độ, sơ đồ (hình 8-27) dùng một bộ cân bằng làm việc do sự thay đổi dòng kích từ máy phát. Trong hệ thống kích từ máy phát có 2 cầu cân bằng.

Cầu 1, gồm 2 cuộn kích từ của 2 máy phát CKT1F, CKT2F và 2 điện trở 1R, 2R. Đường chéo cầu nối vào 2 cực của máy KDCBT (các dòng 8 + 11). Máy KDCBT dùng để điều chỉnh quan hệ tốc độ của 2 động cơ 1D, 2D. Máy này có 2 cuộn dây kích từ :

- cuộn điều chỉnh KDCB.T (d.2),

- cuộn phản hồi KDCB.FH (d.10).

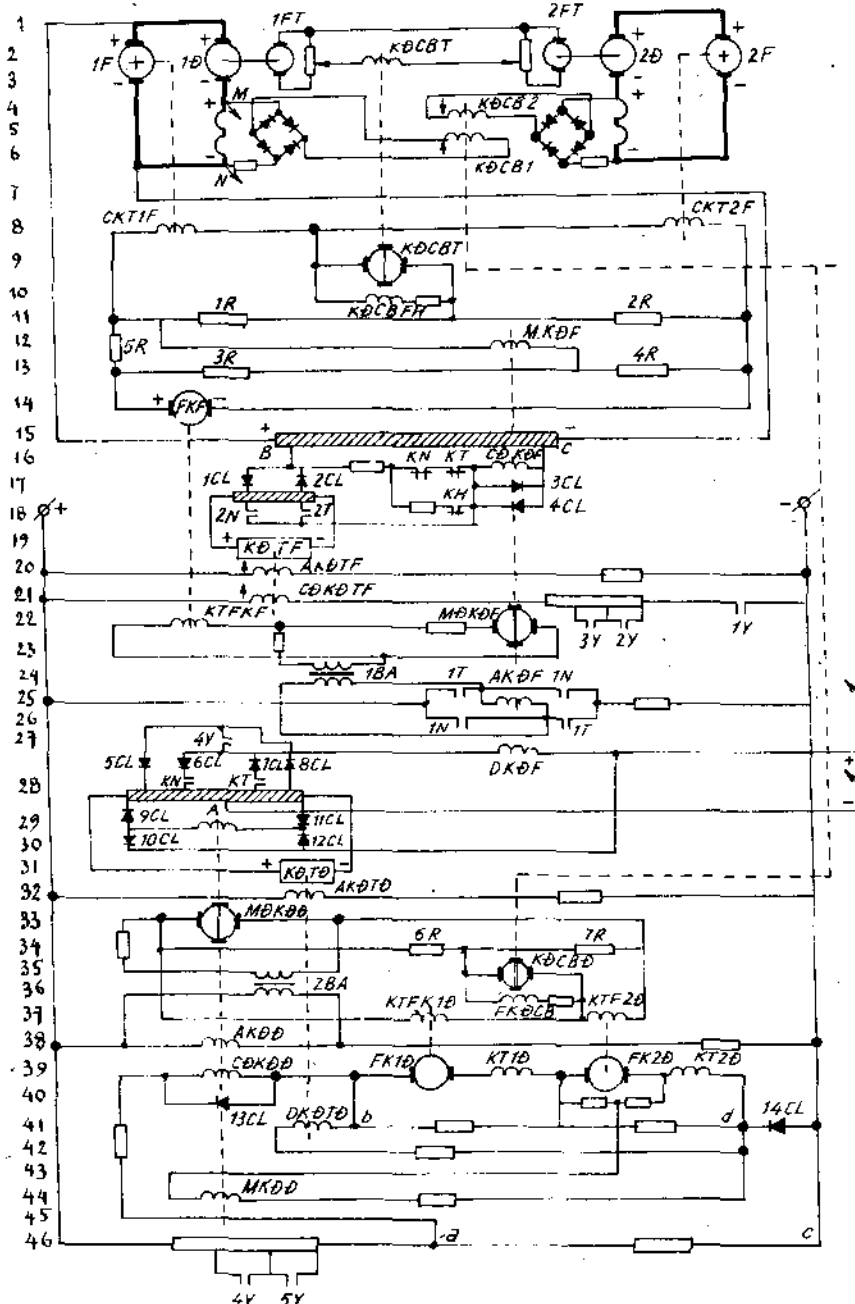
Cuộn điều chỉnh KDCB.T nối vào hiệu điện áp của 2 máy phát tốc gần cùng trục 2 động cơ. Khi có sự chênh lệch tốc độ giữa 2 động cơ, cuộn KDCB.T sẽ có dòng điện chạy qua. KDCB.T sẽ tạo ra điện áp đặt vào cầu 1 và trong các cuộn dây kích từ của các máy phát có dòng I_{cb} cân bằng chạy. Dòng này sẽ tăng cường dòng kích từ của máy phát cấp điện cho động cơ có tốc độ thấp và giảm dòng kích từ của máy phát cấp điện cho động cơ có tốc độ cao. Do vậy 2 động cơ lấy lại tốc độ cũ.

Cầu 2, gồm 4 nhánh cầu CKT1F, CKT2F, 4R và (3R + 5R). Đường chéo của cầu này là cuộn phản hồi mềm M.KDF (các dòng 8, 13 và 12) của MDKD. F (d.22). Nhiệm vụ của nó như giải thích ở sơ đồ truyền động nhóm.

+) Hệ thống kích từ động cơ :

Để cân bằng phụ tải, sơ đồ dùng một bộ cân bằng làm việc do sự thay đổi dòng kích từ động cơ. Máy điện khuếch đại cân bằng KDCB.D (d.35) nằm trên đường chéo của cầu cân bằng mà 4 nhánh cầu là 6R, 7R, KTFK2D và KTFK1D.

Khi phụ tải cân bằng thì KDCB.D phát điện áp mà cực tính có chiều để dòng điện cân bằng tăng cường dòng kích từ của



Hình 8 - 27. Sơ đồ điện truyền động riêng rẽ.

máy phát kích cho động cơ đang nặng tải và giảm dòng kích từ của máy phát kích cho động cơ đang nhẹ tải. Như vậy, trạng thái cân bằng phụ tải sẽ được khôi phục.

Nguyên lý hoạt động của các khâu khác của sơ đồ tương tự như ở sơ đồ truyền động nhóm (hình 8-21).

c) Hệ truyền động thyristor - động cơ (T - D) :

Hình 8 - 28 là sơ đồ chức năng hệ T - D truyền động máy cán nóng vuông quay thuận nghịch.

Phản ứng hai động cơ dẫn động 1D, 2D được cấp nguồn từ các bộ biến đổi thyristor BDT1, BDT2 điều khiển riêng. Các cuộn kích từ được cấp từ các bộ kích từ thyristor BDT_{K1}, BDT_{K2}.

Hệ thống đảm bảo điều chỉnh tốc độ ở vùng trên và dưới tốc độ cơ bản nhờ có các hệ độc lập điều chỉnh dòng kích từ và điều chỉnh điện áp phản ứng. Chúng có chế độ làm việc phân biệt theo yêu cầu khi tăng tốc cũng như khi hãm máy.

Đặc biệt, sơ đồ này có sử dụng mẫu động cơ biểu thị bởi các khâu MU và ME. Đầu ra của khâu MU là điện áp tỉ lệ với dòng động cơ còn đầu ra của khâu ME là tỉ lệ với s.d.đ động cơ. Trong mẫu này, hằng số thời gian điện từ T của phản ứng và hằng số thời gian điện cơ T_m được chỉnh bằng giá trị thực trong hệ truyền động máy cán. Vì trong mẫu không có tải động cơ nên điện áp thực ở phản ứng các động cơ 1D, 2D tới đầu vào của mẫu, tín hiệu ra của MU sẽ tỉ lệ với giá trị thực của thành phần dòng động, còn tín hiệu của khâu ME sẽ tỉ lệ với giá trị thực của s.d.đ động cơ.

Các tín hiệu này, như tín hiệu phản hồi, tới đầu vào của bộ điều chỉnh dòng động RI và tới đầu vào của bộ điều chỉnh điện áp RU.

Tín hiệu điều khiển truyền động từ bộ chỉ huy CH bằng bàn đạp, qua chỉnh lưu nhảy pha NP và khóa không tiếp điểm K (đóng khi làm việc) tới đầu vào bộ điều chỉnh áp RU và qua đó tới bộ điều chỉnh dòng động RI, qua bộ điều khiển xung - pha để điều khiển các bộ biến đổi T₁, T₂ cấp điện áp (tức tốc độ) động cơ.

Ở bộ tổng Z_u, ngoài tín hiệu tỉ lệ với tổng các điện áp phản ứng của 1D, 2D truyền tới đầu vào khối mẫu, còn có tín hiệu tỉ lệ với hiệu 2 điện áp đó truyền trực tiếp vào khối XP của T₁ và gián tiếp qua khâu đảo NO vào khối XP của T₂.

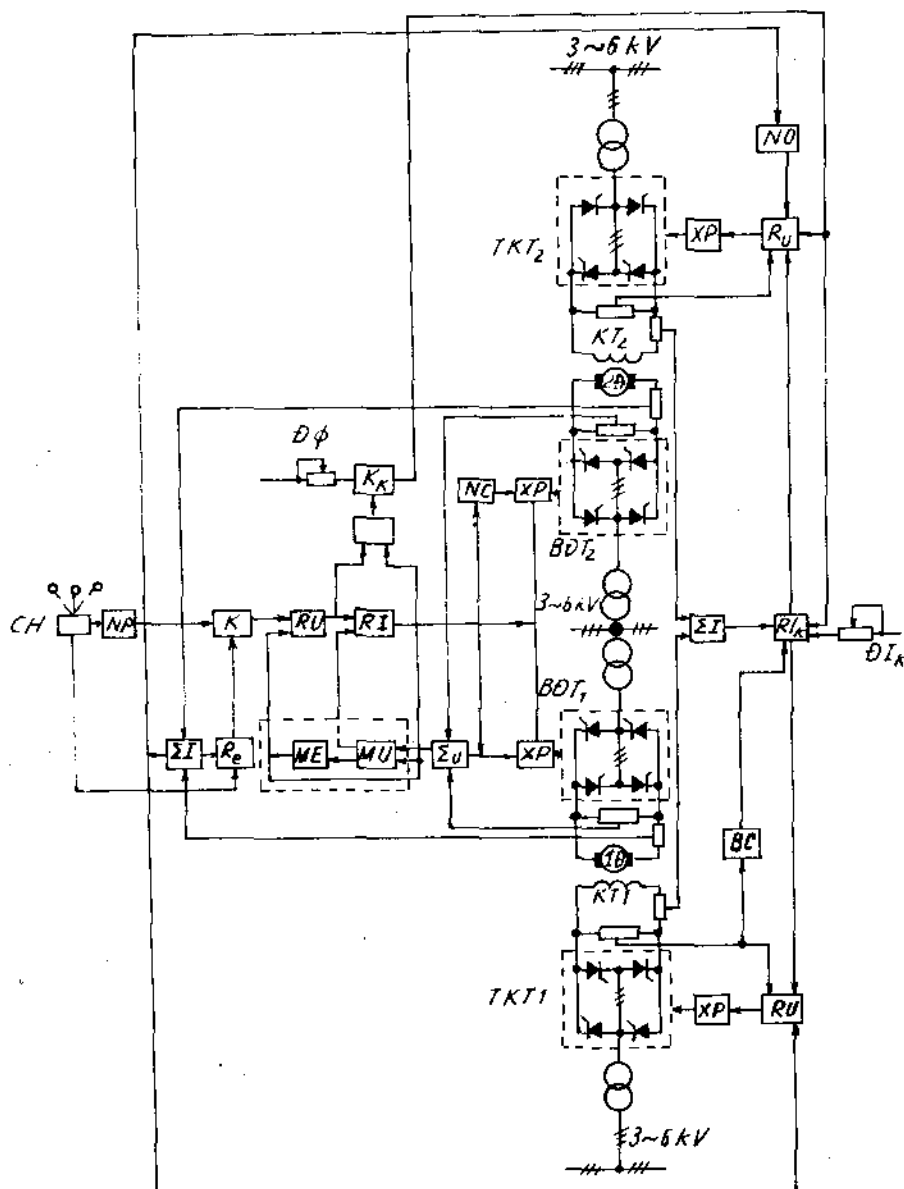
Phản hồi về dòng động đảm bảo nhịp độ tăng tốc (tức gia tốc) truyền động khi giá trị đặt thay đổi đột biến ở bộ CH.

Nếu dòng động cơ vượt quá giá trị cực đại của đặc tính vận hành thì sẽ được điều khiển bởi bộ tổng ΣI, tác động lên thiết bị rơ le Re để mở khóa không tiếp điểm K ngừng động cơ.

Hệ điều khiển từ thông có 2 mạch vòng. Điều chỉnh chính là ở bộ điều chỉnh dòng kích từ RI_k mà đầu vào có đặt :

- tín hiệu giá trị dòng kích từ định mức qua DI_k,
- tín hiệu phản hồi bằng nửa tổng các dòng kích từ thực ở các cuộn KT₁, KT₂.

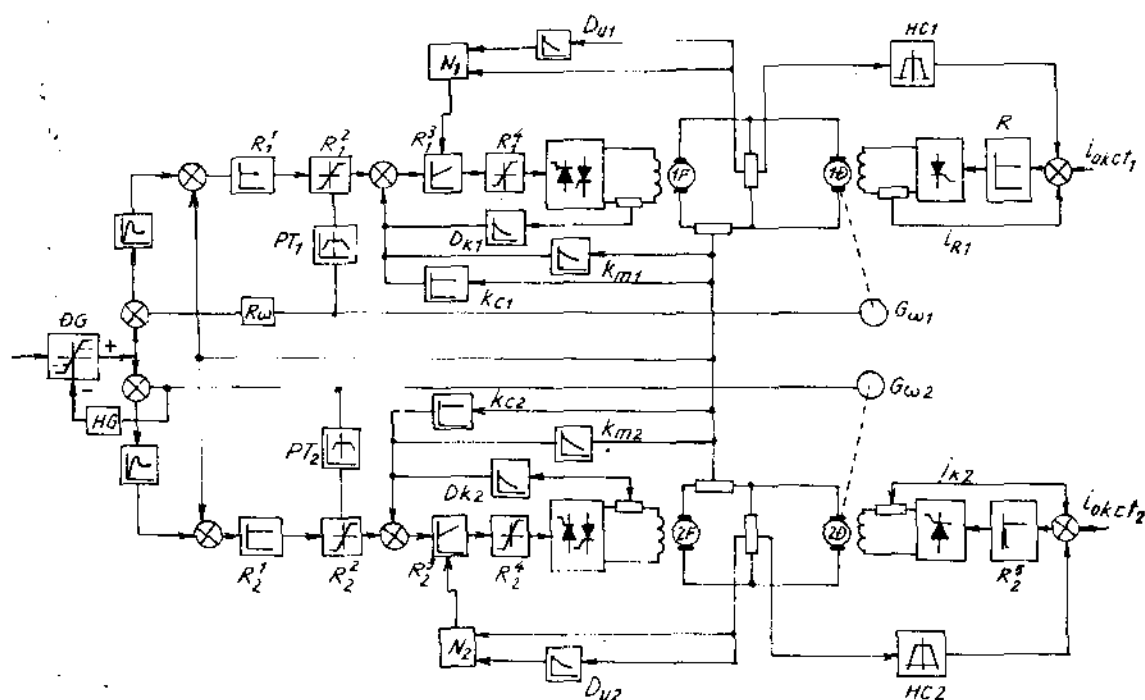
Tín hiệu ra bộ RI_k sẽ tới các bộ điều chỉnh áp RU. Từ đó, qua các bộ điều khiển XP tới các bộ kích từ thyristor TKT₁, TKT₂.



Hình 8 - 28. Truyền động riêng rẽ máy CNOTN dùng hệ T-D.

Khi máy làm việc ở tốc độ trên tốc độ cơ bản, tín hiệu vào của bộ RI_k giảm do tín hiệu từ bộ đặt làm yếu từ thông Φ qua khóa không tiếp điểm K_K tới. Khóa K_K đóng khi điện áp phản ứng động cơ trên 90% định mức. Giảm tốc từ thông bị giới hạn theo sự hạn chế đầu ra bộ RI_k , tức là bởi sự đặt trước của các bộ điều chỉnh RU . Bộ biến đổi chức năng BC thực hiện phản hồi dương về điện áp của TKT_1 nhằm giảm cường bức về điện áp của TKT_1 , TKT_2 khi giảm từ thông và tăng

cường bức về điện áp khi tăng từ thông. Quá trình xảy ra phản hồi dương được kiểm tra bởi khâu biến đổi chức năng BC và khi từ thông tăng đến giá trị đạt (định mức) thì tín hiệu ra của BC không còn.



Hình 8 - 29. Hệ F - D của hãng AEG (Anh) truyền động máy cán ép nóng đảo chiều.

Việc cân bằng tải giữa 2 động cơ thực hiện nhờ các bộ RU, ΣI . Qua đó, bộ RI_k sẽ cho tín hiệu ra tỉ lệ với hiệu các dòng của các động cơ để điều chỉnh lại. Lúc này, cực tính tín hiệu vào TKT_2 bị đảo dấu nhờ bộ đảo NO.

d) Hệ F D kích từ bằng thyristor

Hình 8 - 29 cho sơ đồ truyền động riêng rẽ máy cán ép nóng quay thuận nghịch do hãng AEG (Anh) chế tạo.

Mỗi động cơ trong hệ F.D có kênh điều khiển riêng. Tín hiệu đặt gia tốc qua DG sẽ tác động đồng thời vào cả 2 kênh.

Hệ điều chỉnh tốc độ có nhiều mạch vòng :

- mạch vòng trong có bộ điều chỉnh PI là R_1^3 (R_2^3), bộ điều chỉnh I là R_1^4 (R_2^4) và phản hồi âm với khâu vi phân D_{k1} (D_{k2}) về dòng kích từ máy phát 1F (2F) ;
- mạch vòng thứ hai cũng là các bộ điều chỉnh trên tạo các phản hồi âm cứng k_{c1} (k_{c2}) và mềm k_{m1} (k_{m2}) về dòng phản ứng ;
- mạch vòng ngoài, thứ ba, có bộ điều chỉnh tỉ lệ R_1^1 (R_2^1) và bộ điều chỉnh tích phân R_2^2 (R_2^2) để phản hồi âm tốc độ (qua máy phát tốc Gw_1 , Gw_2).

Ngoài ra, đầu vào của bộ điều chỉnh tích phân R_1^2 (R_2^2) phải qua khâu phi tuyến PT_1 (PT_2) để giảm gia tốc giới hạn ở tốc độ trên tốc độ cơ bản.

Để nâng cao độ cứng đặc tính cơ của truyền động điện, ở đầu vào bộ điều chỉnh tốc độ có đưa vào tín hiệu phản hồi dương về dòng phản ứng. Các bộ điều chỉnh R_1^1 , R_2^1 còn dùng để hạn chế sự thay đổi mạnh dòng phản ứng. Chức năng phụ của các bộ R_1^4 , R_2^4 là hạn chế sự thay đổi tốc độ và giá trị giới hạn tín hiệu vào hệ xung - pha để đảm bảo cho hệ này làm việc tin cậy.

Để tránh quá áp phản ứng động cơ có thể xảy ra khi thay đổi mạnh từ thông, phản hồi âm áp động cơ được đưa tới đầu vào của các bộ R_4^1 , R_4^2 là hạn chế sự thay đổi tốc độ và giá trị giới hạn tín hiệu vào hệ xung - pha để đảm bảo cho hệ này làm việc tin cậy. Để tránh quá áp phản ứng động cơ có thể xảy ra khi thay đổi mạnh từ thông, phản hồi âm áp động cơ được đưa tới đầu vào của các bộ R_1^3 , R_2^3 . Phản hồi này qua các khâu ngắt N_1 , N_2 mà đầu vào khác là đạo hàm của điện áp sau khi qua khâu vi phân D_{u1} , D_{u2} .

Quá trình cân bằng tốc độ và tải động cơ, về nguyên tắc, không có gì khác với sơ đồ hình 2 - 28. Ở chế độ làm việc với tốc độ lớn hơn định mức thì gia tốc phải giảm thấp. Điều đó thực hiện nhờ giảm nhịp điệu thay đổi tốc độ đưa vào bộ ĐG các tín hiệu về tốc độ qua khâu hạn chế gia tốc HG.

§ 8.5. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CÁN NÓNG LIÊN TỤC (CNLT)

1. Đặc điểm công nghệ

Máy CNLT có nhiều hộp cán chỉ quay theo một chiều và đặt nối tiếp nhau. Phôi được cán cùng một lúc qua lần lượt các hộp cán.

Máy CNLT có nhiều kiểu loại với nhiệm vụ cán khác nhau :

- Máy cán phôi chuẩn bị : để tạo phôi cho các máy cán khác như : cán phân loại, cán dây, cán ống... Đây là máy cán phôi vuông từ 300 xuống ($55 \div 150$)mm. Nó có thể gồm nhiều nhóm hộp cán với các đường kính trục khác nhau. Tốc độ cán ($5 \div 6$) m/s.

- Máy cán tấm (hay cán lá) : dùng cán các phôi dẹt thành băng thép rộng từ ($500 \div 2300$)mm, dày ($0,8 \div 20$)mm. Phôi có thể nặng tới 45T. Tốc độ cán 30m/s và năng suất có thể đạt 6.000.000T/năm. Máy cán tấm có 2 nhóm hộp cán : nhóm cán thô và nhóm cán tinh.

Máy cán lá có thể là liên tục (nếu phôi đi lần lượt từ hộp cán này sang hộp cán khác một cách liên tục) hoặc nửa liên tục (nếu phôi được cán đi cán lại ở hộp cán này rồi mới qua hộp cán khác).

- Máy cán phân loại : rất đa dạng về thể loại. Thành phẩm là các chủng loại thép khác nhau về hình dáng, kích thước.

- Máy cán dây : sản phẩm là dây thép ($5 \div 10$)mm.

- Máy cán ống : có thể là cán nhẵn (để đảm bảo kích thước ngoài của ống), cán dẹt (để khử sự không đồng đều đường kính, làm nhẵn mặt trong và mặt ngoài của ống), cán tóp hay chuốt (để thu nhỏ đường kính ống).

Để hiểu về một dây chuyền trên máy CNLT, ta xét qua công nghệ máy cán lá :

Phôi dẹt được nung trong lò nung đến $(1150 \div 1280)^{\circ}\text{C}$ và chuyển tới băng lăn thu nhận, tới hộp cán thô có trục thẳng đứng. Ở đây phôi được đánh vảy (rỉ do nung nóng) và được định kích thước chuẩn về chiều rộng. Sau đó, băng lăn làm việc đưa phôi tới hộp cán thô của máy đánh vảy để tiếp tục đánh vảy và cán ép giảm kích thước chiều dày đến 25% kích thước ban đầu. Tiếp theo, phôi được chuyển tới hộp cán ván nâng đảo chiều 4 trục (2 trục làm việc, 2 trục tựa) để cán đi, cán lại từ 3 ÷ 9 lần và cho ra phôi thép dày $(20 \div 35)$ mm. Sau đó, được băng lăn trung gian chuyển tới máy cắt bay để cắt bavia. Cuối cùng, chuyển tới nhóm hộp cán tinh có 6 ÷ 8 hộp cán 4 trục quay một chiều để cán liên tục. Trước khi kết thúc cán tinh, băng thép lại được cắt bavia và ra khỏi nhóm hộp cán tinh thì được băng lăn (dài tới 200m) chuyển vào máy quấn để quấn vào các rulo. Trong khi chuyển trên băng lăn vào máy quấn, kim loại được thổi làm lạnh xuống nhiệt độ cần để quấn.

Máy CNLT có đặc điểm là :

- Tốc độ cán cao nên năng suất cao.
- Qua các lần cán, kim loại chưa nguội nhiều nên chất lượng sản phẩm tốt, tuổi thọ trục cán cao hơn, giảm được suất tiêu hao năng lượng.
- Máy làm việc với tốc độ cao nên hay xuất hiện phụ tải xung.
- Kim loại cán trên nhiều hộp cán cùng một lúc nên giữa các hộp cán phải có mối liên hệ chặt chẽ về tốc độ.

a) *Điều kiện đặc trưng.* Điều kiện đặc trưng cho cán liên tục là khối lượng phôi qua các hộp cán trong 1 đơn vị thời gian là không đổi (hình 8 - 30) :

$$F_i v_i = \text{const} \quad (8-35)$$

trong đó :

F_i - tiết diện phôi trước lúc vào hộp cán thứ i ,

v_i - tốc độ phôi trước lúc vào hộp cán thứ i .

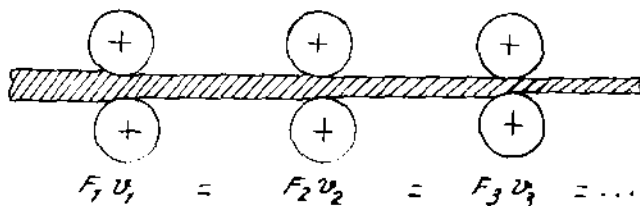
Nếu không đảm bảo điều kiện (8-35) thì xảy ra hiện tượng :

- cán nén (ép) : Khi khối lượng phôi ra của 1 hộp cán nhỏ hơn khối lượng phôi tới.

- cán kéo (căng) : Khi khối lượng phôi ra của 1 hộp cán lớn hơn khối lượng phôi tới.

Do có sự vượt trước (xem § 8.2) nên tốc độ phôi ra khỏi trục là :

$$v = v_i(1 + s) = \frac{\omega_i D}{2} (1 + s)$$



Hình 8 - 30. Cán liên tục 3 hộp cán.

trong đó : v_1, ω_1, D - là tốc độ dài, tốc độ góc, đường kính của trục cán ; s - độ vượt trước (xem §8.2)

Và điều kiện đặc trưng (8 - 35) có thể viết :

$$FD \omega_1 (1 + s) = \text{const} \quad (8-36)$$

Với 2 hộp cán liên tiếp (hình 8 - 31) ta có :

$$F_1 D_1 \omega_1 (1 + s_1) = F_2 D_2 \omega_2 (1 + s_2)$$

Nếu $D_1 = D_2 = D$ thì ta có :

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1 + s_1}{1 + s_2} \cdot \frac{F_1}{F_2} = \lambda \frac{1 + s_1}{1 + s_2} = b \quad (8 - 37)$$

trong đó :

$$\lambda = \frac{F_1}{F_2} \quad (8-38)$$

gọi là hệ số kéo ;

b) Các chế độ cán. Hai hộp cán liên tiếp thỏa mãn điều kiện (8-37) thì phôi không chịu căng hay nén. Đó là trạng thái cán tự do. Trường hợp này $v_{r1} = v_{v2}$.

Khi phôi có tiết diện nhỏ, có thể giữa 2 hộp cán có độ vồng nào đó mà nếu độ vồng duy trì suốt quá trình cán thì chế độ cán vẫn là chế độ tự do. Ta vẫn có $v_{r1} = v_{v2}$ (hình 8 - 32).

Bây giờ, nếu giữ $\omega_1 = \text{const}$ mà tăng ω_2 thì phôi sẽ chịu một lực căng. Lực này có xu hướng tăng tốc độ ra v_{r1} ở hộp cán (1) và giảm tốc độ vào v_{v2} ở hộp cán (2).

Nếu giữ $\omega_1 = \text{const}$ mà giảm ω_2 thì phôi sẽ chịu một lực nén. Lực này có xu hướng giảm tốc độ ra v_{r1} ở hộp cán (1) và tăng tốc độ vào v_{v2} ở hộp cán (2).

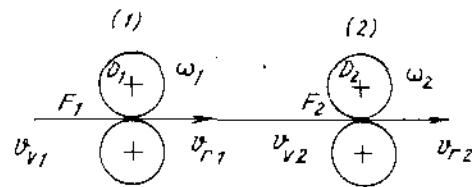
Khi $D_1 = D_2$ (đường kính trục cán 2 hộp cán giống nhau) thì lực căng hay nén xác định bởi biểu thức :

$$T = \frac{(\delta - 1)(1 + s_1)}{\left(1 + \delta \frac{1 + s_1}{1 + s_2}\right)} \varphi \quad (8 - 39)$$

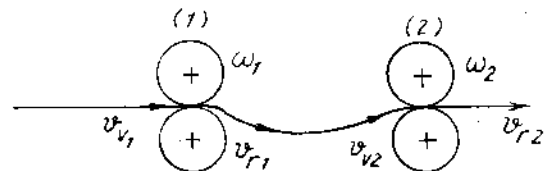
trong đó :

φ - hệ số tính đến sự vượt trước do lực T ;

δ - tỉ số thay đổi tốc độ hộp cán (2) ;



Hình 8 - 31. Cán tự do có độ vồng.



Hình 8 - 32. Cán tự do có độ vồng.

$$\delta = \frac{\omega'_2}{\omega_2};$$

ω'_2 - tốc độ hộp cán (2) sau khi thay đổi.

Từ đó ta thấy : tùy tốc độ quay giữa các hộp cán, có thể có các chế độ (trạng thái) cán khác nhau.

- Cán tự do : $\delta = 1$, $T = 0$ và $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \lambda \frac{1 + s_1}{1 + s_2}$

- Cán kéo (cán căng) : $\delta > 1$, $T > 0$ và $\frac{\omega_2}{\omega_1} > \lambda \frac{1 + s_1}{1 + s_2}$

(δ là hệ số kéo căng)

- Cán nén (cán ép) : $\delta < 1$, $T < 0$ và $\frac{\omega_2}{\omega_1} = \lambda \frac{1 + s_1}{1 + s_2}$

(δ là hệ số nén ép)

Ở chế độ cán kéo, mômen động cơ truyền động hộp cán (2) sẽ tăng :

$$M_2 = M_{02} + T \frac{D_2}{2}$$

còn của động cơ truyền động hộp cán (1) sẽ giảm :

$$M_1 = M_{01} - T \frac{D_1}{2}$$

trong đó : M_{01} , M_{02} là mômen của 2 động cơ đó ở chế độ cán tự do.

Nếu đặc tính của 2 động cơ mềm thì do M_2 tăng, tốc độ n_{D2} sẽ giảm nhanh và do M_1 giảm, tốc độ n_{D1} sẽ tăng nhanh. Từ đó hạn chế được sự tăng lực căng T . Mặt khác, trục cán có biến dạng đàn hồi khi cán nên nếu động cơ D_1 có đặc tính mềm thì lúc mômen giảm, biến dạng đàn hồi của trục hộp cán (1) cũng giảm. Điều đó làm tăng lực ép của trục lên phôi, giảm nhỏ tiết diện phôi bị cán, tăng được tốc độ ra v_{r1} . Kết quả cũng hạn chế thêm lực căng T .

Vậy, đặc tính mềm của động cơ là một yếu tố để tự lấy lại cân bằng trong cán kéo, song chưa đáp ứng được yêu cầu của máy CNLT nên vẫn cần có các sơ đồ điều chỉnh.

Ở chế độ cán nén, phôi giữa 2 hộp cán có độ võng. Độ võng này luôn thay đổi trong quá trình cán, song không được quá một giới hạn cho phép. Việc điều chỉnh độ võng này trong máy CNLT có thể thực hiện bằng tay (khi tốc độ cán nhỏ) hay tự động (khi tốc độ cán lớn).

Nếu phôi dài L được cán với tốc độ v thì thời gian cán 1 phôi là :

$$t = \frac{L}{v} \quad \text{hay} \quad t = \frac{\Delta L}{\Delta v}$$

ΔL là chiều dài đoạn vòng thêm, Δv là dao động tốc độ giữa 2 hộp cán.

Suy ra :
$$\Delta L = L \frac{\Delta v}{v} \quad (8 - 40)$$

nghĩa là, chiều dài phần vông thêm tỉ lệ với độ dài phôi và và độ thay đổi tương đối của tốc độ cán.

c) *Phụ tải xung*. Trong máy CNLT, do mối quan hệ chặt chẽ về tốc độ giữa các hộp cán mà khi thay đổi sẽ làm thay đổi chế độ cán (đã xét trên) nên phụ tải xung có ý nghĩa quan trọng.

Khi hộp cán ngoạm phôi sẽ xuất hiện tải xung làm tốc độ động cơ bị giảm mạnh. Đặc tính quá độ của tốc độ và dòng động cơ biến động. Biến động này phụ thuộc tỉ số giữa hằng số thời gian cơ

điện T_{cd} của hệ truyền động và hằng số thời gian điện từ mạch phản ứng

động cơ T_u là $\frac{T_{cd}}{T_u}$

Về lý thuyết, (hình 8 - 33) ta đã biết dao động xảy ra khi :

$$\xi = \frac{T_{cd}}{4T_u} < 1$$

nghĩa là khi $T_{cd} < 4T_u$.

Vì mạch điện cảm nên khi có xung phụ tải thì dòng điện thay đổi chậm pha hơn (hình 8 - 34).

Trong khoảng thời gian $(t_0 \div t_1)$ thì dòng động cơ nhỏ hơn dòng tải tĩnh I_c , tốc độ động cơ giảm dần.

Trong khoảng thời gian $(t_1 \div t_2)$ thì dòng động cơ lớn hơn dòng tải tĩnh I_c , tốc độ động cơ tăng dần...

Như hình 8 - 34, $\Delta\omega_d$ là độ giảm tốc độ $\Delta\omega_c$ là độ giảm tốc tĩnh, ω_c là tốc độ ổn định.

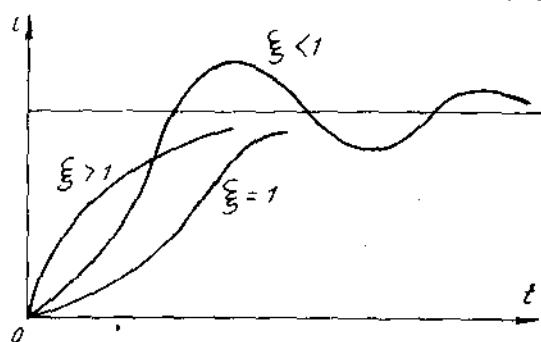
Khi có tải xung, tốc độ động cơ ở chế độ quá độ được xác định theo đặc tính động cơ có xét đến sụt áp do cảm kháng trên mạch phản ứng nên :

$$\omega_{\text{động}} = \frac{U - I_u R_u - L_u \frac{dT_u}{dt}}{k}$$

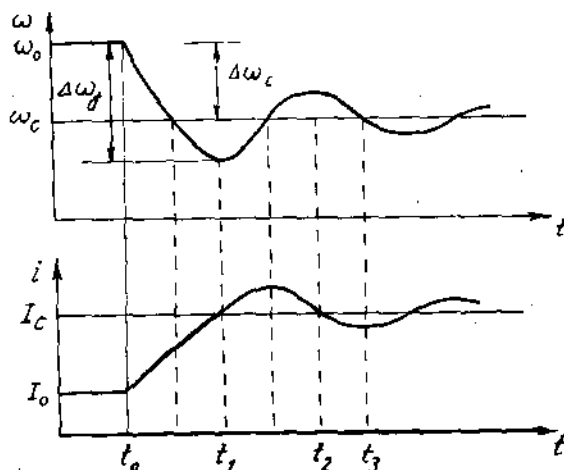
với k là hệ số.

Vì lúc có tải xung $L \frac{dT_u}{dt}$ lớn nên $\Delta\omega_d$ cũng lớn.

Với máy CNLT, khi phôi vào máy, lần lượt qua các hộp cán, dao động do tải xung lúc ngoạm phôi của các hộp cán có thể phá vỡ sự cân bằng tốc độ giữa các hộp cán, gây ra sản phẩm kém và thậm chí phá hỏng chế độ cán của máy.

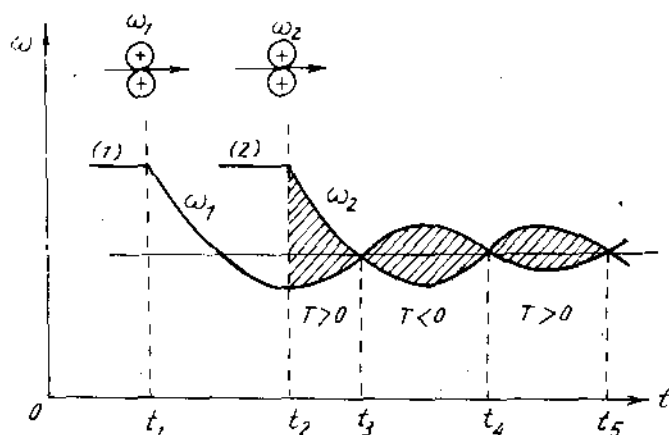


Hình 8 - 33. Chế độ cán tải xung.



Hình 8 - 34. Sự chậm pha của dòng điện trong trường hợp phụ tải xung.

Hậu quả trên có thể thấy rõ khi xem xét quá trình ngoạm phối của 2 hộp cán liên tiếp (hình 8 - 35). Tại thời điểm t_1 , phối tới hộp cán (1). Do ngoạm phối, tốc độ động cơ D_1 giảm và dao động. Tại thời điểm t_2 , phối tới hộp cán (2). Do ngoạm phối, tốc độ động cơ D_2 giảm và dao động. Kết quả, trong khoảng thời gian $(t_2 \div t_3)$, tốc độ $\omega_2 > \omega_1$, lúc $T > 0$. Trong khoảng thời gian $(t_3 \div t_4)$ tốc độ $\omega_2 < \omega_1$, lúc $T < 0$ v.v... Như vậy, chế độ cán phối bị thay đổi, lúc thì cán kéo, lúc thì cán nén...



Hình 8-35. Biểu đồ quan hệ tốc độ của 2 hộp cán liên tiếp khi ngoạm phối.

Một vấn đề nữa cần đề cập ở đây là với động cơ có đặc tính mềm thì biến động tốc độ càng lớn dẫn đến biến động lực T lớn, do đó, không nên dùng động cơ có đặc tính cơ quá mềm.

Tóm lại : ở máy CNLT cần đáp ứng yêu cầu cơ bản là duy trì một tỉ số tốc độ nhất định giữa các hộp cán và điều chỉnh được tốc độ động cơ theo yêu cầu của chế độ cán.

2. Điều chỉnh tốc độ động cơ trong máy CNLT

Yêu cầu chung cho điều chỉnh tốc độ trong máy CNLT là :

- Duy trì được một tốc độ ứng với một chế độ cán nhằm đảm bảo quan hệ tốc độ giữa các hộp cán ;
- Có đặc tính quá độ tốt lúc ngoạm phối nghĩa là lúc đó có độ sụt tốc nhỏ, thời gian phục hồi tốc độ ngắn.

Máy CNLT có nhiều hộp cán. Việc cấp điện cho phần ứng động cơ và cho mạch kích từ động cơ ở các hộp cán có thể từ một nguồn chung hay từ nhiều nguồn riêng cho mỗi hộp cán. Phương pháp cung cấp riêng rẽ được sử dụng chủ yếu ngày nay vì những lý do :

- đảm bảo thời gian phục hồi tốc độ nhanh hơn khi có xung phụ tải,
- phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng và cho phép điều chỉnh 2 vùng.

Phương pháp này có thể thực hiện nhờ hệ F - D, CL- D hay T - D.

Việc điều chỉnh tốc độ động cơ trong máy CNLT thực hiện chủ yếu theo 2 cách : điều chỉnh độc lập (giữ nguyên điện áp phần ứng mà điều chỉnh tốc độ qua thay đổi từ thông) và điều chỉnh tốc độ qua thay đổi từ thông tùy theo điện áp phần ứng.

3. Sơ đồ điều khiển máy CNLT cán lá khổ rộng

Như đã đề cập, máy cán lá cũng là máy thuộc nhóm CNLT.

Máy cán lá khổ rộng có 2 loại : cán mỏng (dưới 4mm) và cán dày (4 ÷ 20)mm. Thông số chính của máy cán này là đường kính trục cán tính theo mm. Máy cán

lá có thể là cân liên tục hay nửa liên tục. Trong máy cân nửa liên tục, nhóm hộp cân thô là đảo nhiều còn nhóm hộp cân tinh là liên tục (nhóm hộp cân tinh của mọi loại máy cân luôn là cân liên tục).

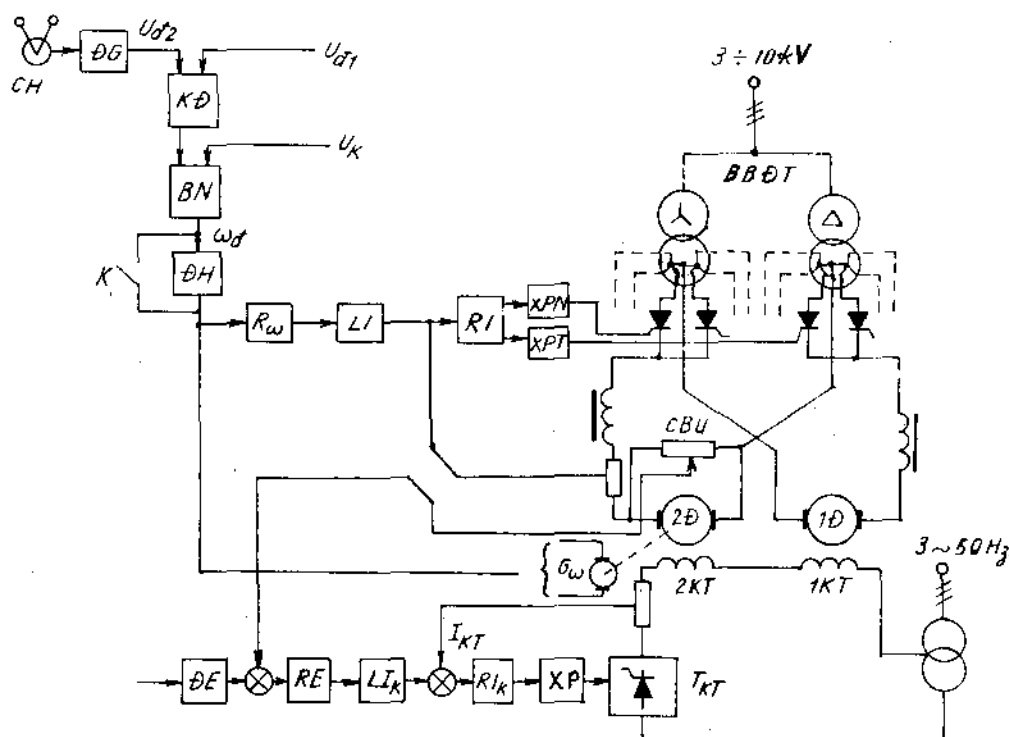
Máy cân khổ rộng yêu cầu điện năng tiêu thụ rất lớn. Tổng công suất các động cơ truyền động chính của máy cân là nóng khổ rộng hiện đại (14 hộp cân) có thể đạt tới 122.000kW. Số lượng các động cơ (một chiều và xoay chiều) sử dụng trên máy cân là rất lớn, tới 2000 và hơn.

Dẫn động hộp cân thẳng đứng là 2 động cơ không đồng bộ lồng sóc công suất 630kW (dẫn động riêng rẽ) tốc độ 360vg/ph, điện áp 6kV. Dùng động cơ đồng bộ là không hợp lí vì cân bằng tải giữa các động cơ dẫn động trực trái và phải rất phức tạp.

Dẫn động hộp cân thô máy đánh vảy có trục cân nằm ngang là động cơ đồng bộ công suất 5000kW, tốc độ 100vg/ph, điện áp 10kV.

Truyền động các hộp cân thô đảo chiều đòi hỏi chế độ mở máy, tăng tốc, đảo chiều và hãm riêng nên cần hệ điều khiển tốt. Do vậy, dẫn động các hộp cân thô có trục nằm ngang cũng như thẳng đứng là động cơ một chiều công suất 6000 kW trở lên (cho trục nằm ngang) và 1000 ÷ 3000 kW (cho trục thẳng đứng). Truyền động các trục nằm ngang là riêng rẽ để nâng cao công suất, lực ép, hoàn thiện đặc tính động học của truyền động, do đó nâng cao được năng suất.

Đối với nhóm hộp cân tinh (cân liên tục), hệ tự động điều chỉnh phải tự động điều chỉnh được tốc độ của các hộp cân, sức căng giữa các hộp cân, độ dày băng thép, nhiệt độ băng thép...



Hình 8 - 16. Sơ đồ chức năng hệ điều chỉnh tốc độ máy cân lá giải rộng.

Hình 8-36 là sơ đồ chức năng hệ điều chỉnh tốc độ hộp cán tinh của máy cán lá khổ rộng. Hệ truyền động riêng rẽ, dùng thyristor có đảo chiều. Phản ứng các động cơ 1D, 2D được cấp điện từ bộ biến đổi thyristor BBDT theo sơ đồ 12 pha chữ thập. Các cuộn kích từ của 2 động cơ 1KT, 2KT được cấp từ bộ cấp kích từ chung T_{KT} .

Tốc độ hộp cán được cho theo 2 điện áp : U_{d1} xác định độ lớn tốc độ ở chế độ chỉnh định máy và U_{d2} là điện áp ra của bộ đặt gia tốc DG, xác định mức độ tăng tốc độ của hộp cán theo quy luật tuyến tính. Bộ DG nhận tín hiệu từ bộ chỉ huy CH. Hai tín hiệu U_{d1} và U_{d2} được cộng trong bộ khuếch đại KD mà điện áp đầu ra xác định tốc độ làm việc của hộp cán ở mỗi thời điểm.

Đầu vào của bộ nhân BN là tín hiệu ra của bộ khuếch đại KD và tín hiệu điều khiển U_K tương ứng với độ ép thực tế và được xác định bởi các thông số cán.

Tín hiệu ra của BN là tín hiệu đặt tốc độ làm việc ω_d cho máy qua tiếp điểm (đã đóng) của khóa K tới đầu vào bộ điều chỉnh tốc độ R_ω , rồi qua bộ điều chỉnh dòng RI tác động lên các hệ điều khiển xung pha chạy thuận (XPT) và chạy ngược (XPN) để điều khiển các thyristor tương ứng trong bộ biến đổi BBDT.

Điện áp ra của bộ R_ω bị giới hạn bởi khâu hạn chế dòng LI với độ lớn tương ứng với dòng cực đại cho phép qua phản ứng động cơ. Phản hồi tốc độ động cơ được thực hiện qua máy phát tốc G_ω . Sơ đồ điều chỉnh tốc độ trên 2 vùng : Tốc độ cao hơn tốc độ cơ bản được điều chỉnh bằng sự thay đổi từ thông động cơ. Việc điều chỉnh được thực hiện theo nguyên tắc phụ thuộc với duy trì sức điện động E_D là không đổi nhờ bộ điều chỉnh dòng kích từ RI_k . Sức điện động động cơ được kiểm tra bởi bộ cảm biến điện áp CBU. Khi s.d.d. đạt trị số đặt E_d ở bộ đặt DE, bộ điều chỉnh RE tác động qua phần tử hạn chế dòng LI_k tới bộ điều chỉnh dòng kích từ RI_k để bảo đảm dòng kích từ yêu cầu.

Khi cán hết phôi, điện áp đặt U_{d2} từ bộ CH giảm xuống, khóa K mở để đưa bộ đặt hãm DH vào làm việc, từ đó tác động qua R_ω , LI, RI tới bộ XPN chạy ngược để đưa nhóm đảo của bộ biến đổi T vào làm việc, đảm bảo hãm động cơ đến tốc độ chỉnh định. Nhịp độ hãm được xác định bởi tốc độ thay đổi điện áp ở đầu vào bộ RI nhờ bộ DH.

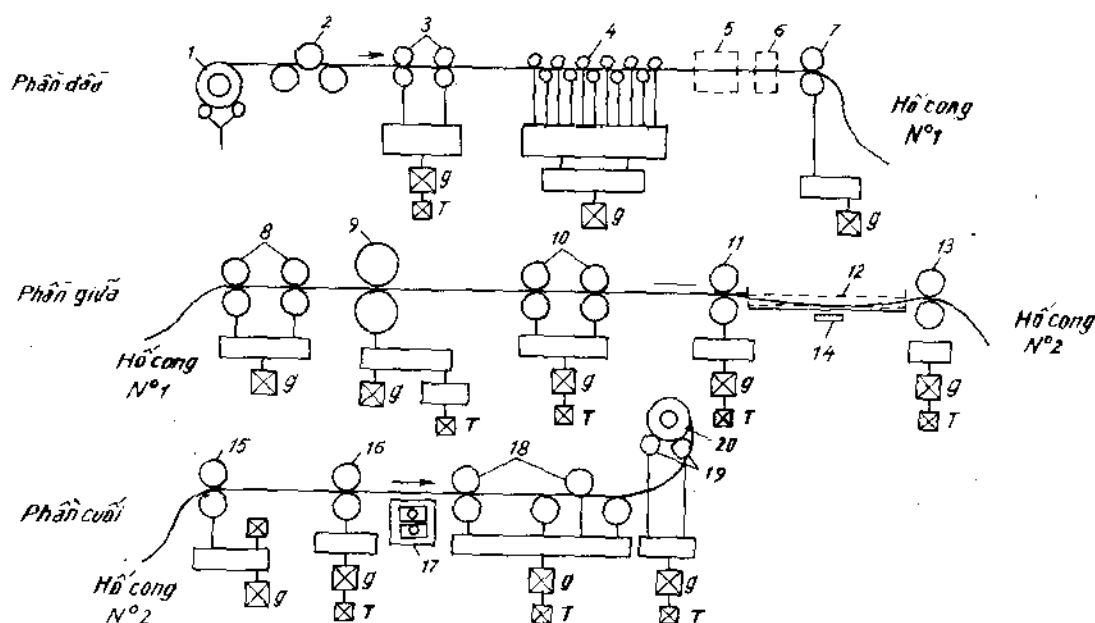
§8.6. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CÁN NGUỘI

1. Khái niệm về công nghệ cán nguội và đặc điểm máy cán nguội (CNg)

Yêu cầu về thép lá mỏng chất lượng cao liên tục nâng cao trong tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân. Các máy cán nóng không thể cho ra các sản phẩm thép lá mỏng chất lượng cao nhằm thỏa mãn các công nghệ gò, dập... Lý do là cán nóng sẽ tạo các lớp vảy nên không đáp ứng được độ mỏng lá thép mong muốn và

ở nhiệt độ cao, cấu trúc kim loại cũng không thỏa mãn được các yêu cầu về cơ học của thép. Vì thế, phải tiến hành cán nguội thép mỏng.

Quy trình công nghệ CNg gồm các bước sau : đánh sạch bề mặt phôi (đánh vảy, tẩy rỉ) ; cán nguội ; gia công nhiệt (ủ) để xếp lại cấu trúc kim loại ; cán bổ sung sau khi ủ với lực ép nhỏ (cán luyện) và các công việc kết thúc (chỉnh, cắt bavia, xếp, mạ thiếc (nếu cần) v.v...).



Hình 8-37. Sơ đồ công nghệ máy liên hợp làm sạch băng thép.

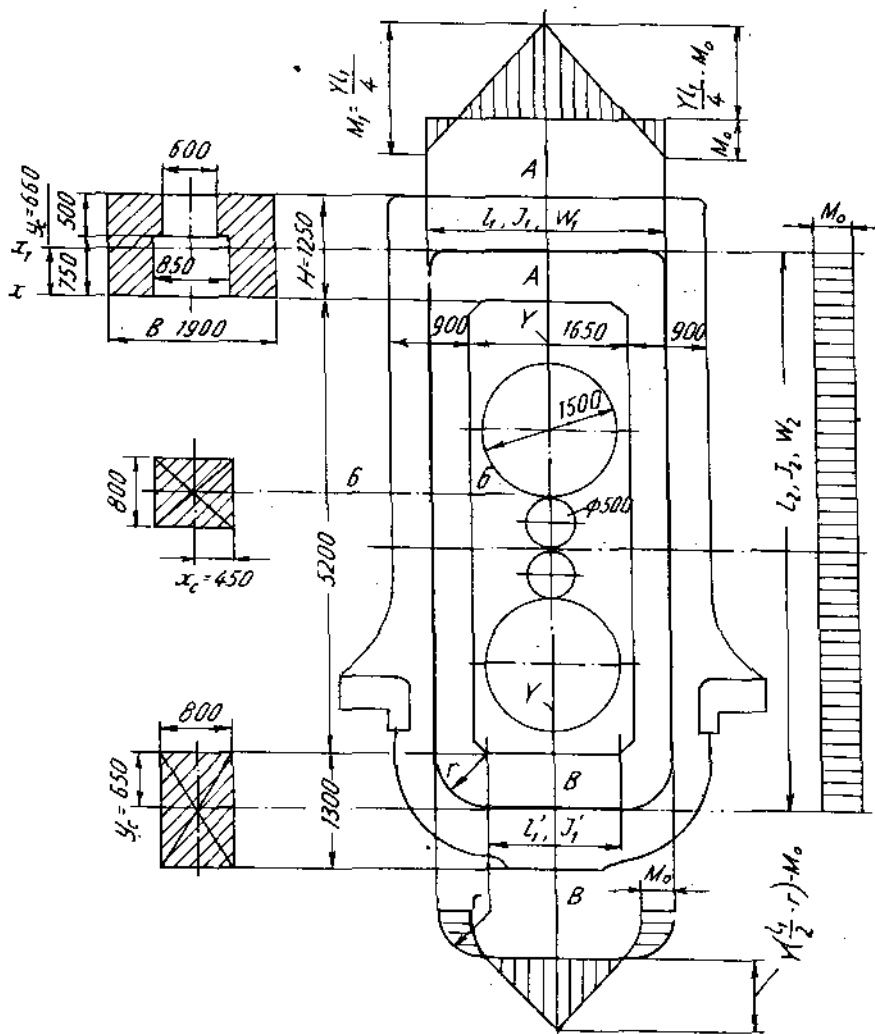
Các máy CNg cũng chia ra : cán liên tục và cán quay thuận nghịch.

Ta xét một dây chuyền về cán nguội.

Sau khi cán nóng, các rulo thép nóng được đưa từ phân xưởng cán nóng sang các phân xưởng cán nguội. Ở đây, các rulo thép được để nguội từ 2,5 đến 3,5 ngày đêm. Trước đó, các rulo con còn được hàn ghép để cuốn vào rulo to giúp cho cán nguội liên tục có năng suất cao hơn. Sau đó các băng thép qua máy đánh vảy và cán luyện với lực ép nhỏ để tẩy cơ các vảy và rỉ rồi vào dây chuyền tẩy rỉ bằng axit. Ở máy đánh vảy, băng thép được uốn đi uốn lại nhiều lần qua các con lăn đường kính nhỏ, rồi được cán ép lực nhỏ với kéo căng 2 phía để phá nốt các vảy cứng. Sau khi tẩy sạch, cắt bavia và thấm dầu, các băng thép lại được cuộn vào rulo và xếp vào kho.

Hình 8-37 là sơ đồ công nghệ máy liên hợp làm sạch băng thép gồm 3 phần của dây chuyền : đầu, giữa và cuối.

Qua đây chuyển làm sạch, thép lá cuộn được đưa vào máy cán nguội. Máy cán nguội liên tục có nhiều hộp cán nối tiếp (3, 4, 5 và 6 hộp). Các hộp cán có số trục

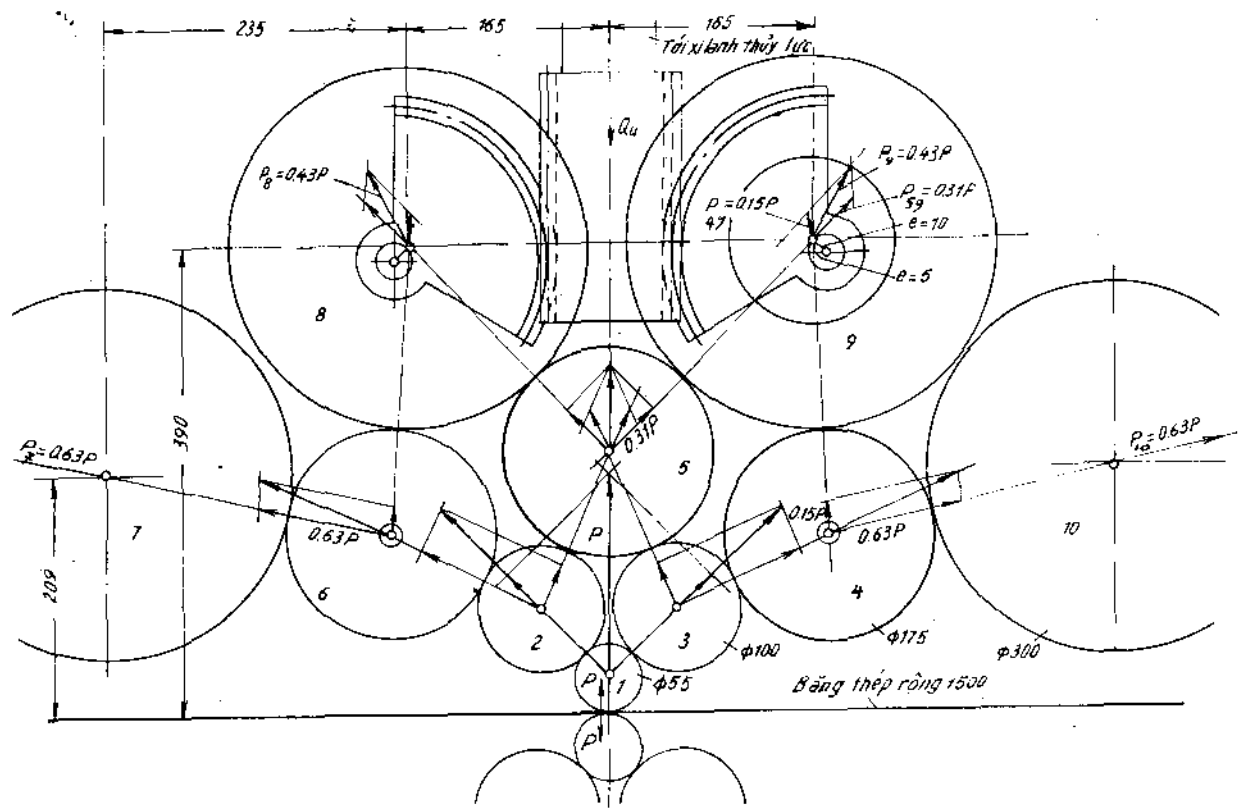


Hình 8-38. Giảm độ mômen một hộp cân người 2500 có 4 trục.

là 4(2 trục làm việc, 2 trục tựa) hoặc nhiều hơn. Lý do nhiều trục là khi cân bằng thép có độ dày là h thì đường kính trục không thể lớn hơn $(1000 + 2000)h$. Ví dụ như, cân bằng thép dày 0,1mm thì đường kính trục cân chỉ là $100 + 200mm$. Trục đường kính nhỏ sẽ dễ bị biến dạng đàn hồi (cong trục) nên phải tăng thêm các trục tựa để đảm bảo lực ép. Hình 8-38 cho giản đồ các mômen ở một hộp cân nguội 2500 có 4 trục (2 trục làm việc đường kính 500mm và 2 trục tựa đường kính 1500mm).

Hình 8-39 cho các ứng lực trên các trục ở máy cân nguội 20 trục $55 \times 100 \times 75 \times 300/1500$.

Các máy cân liên tục nhiều trục có nhiều ưu điểm nhưng kết cấu công kênh, phức tạp, gây khó khăn cho bảo dưỡng nên khi cân các băng thép mỏng, người ta dùng máy cân nguội quay thuận nghịch để cân nhiều lần tới độ mỏng cần thiết.



Hình 8-39. Ứng lực trên các trục ở máy cân nguội 20 trục.

Một hộp cân nguội thuận nghịch thường kèm theo trục tháo và trục quấn. Hình 8-40 là sơ đồ máy cân nguội liên tục 4 hộp cân (hình 8-40a) và máy cân nguội 1 hộp cân quay thuận nghịch (hình 8-40b).

Từ công nghệ trên, ta thấy đặc điểm của máy CNg liên tục là băng thép được cán đồng thời trên nhiều hộp cán một lúc nên cần phải điều chỉnh và phối hợp chính xác về tốc độ giữa các hộp cán, giữa hộp cán đầu và trục tháo, giữa hộp cán cuối và trục quấn. Máy thường làm việc ở chế độ cán căng và cần đảm bảo lực căng theo yêu cầu. Hộp cán là loại có nhiều trục. Năng suất máy cao.

Dặc điểm máy CNg quay thuận nghịch là cán được các băng thép rất mỏng, dễ điều chỉnh tốc độ theo yêu cầu công nghệ (vì chỉ có 1 hộp cán) nhưng sau một lần cán, khi đảo chiều lại phải điều chỉnh khoảng cách giữa 2 trục làm việc nên tốc độ cán trung bình thấp.

2. Yêu cầu trang bị điện cho máy CNg

Yêu cầu chung cho các máy CNg (liên tục và quay thuận nghịch) là :

- duy trì sức căng cố định của băng thép giữa các hộp cán, giữa hộp cán với trục tháo hoặc trục quấn ở mọi chế độ làm việc (ổn định và quá độ),

- phạm vi điều chỉnh tốc độ tương đối rộng : 10/1 hoặc hơn,
- có thể điều chỉnh đồng thời hoặc riêng rẽ các hộp cán,
- hãm và mở máy êm,
- thời gian quá trình quá độ ngắn,
- làm việc tin cậy, chính xác.

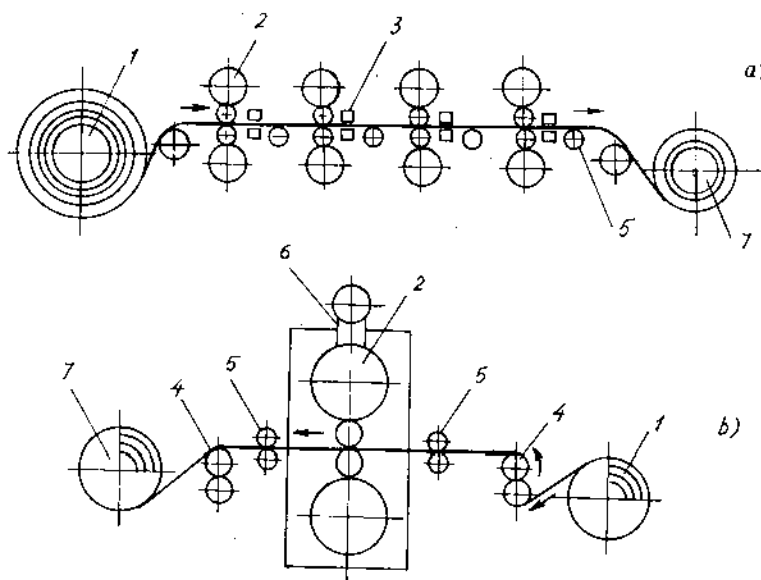
Đối với máy CNg liên tục tốc độ cao còn yêu cầu điều chỉnh trơn trong một dải rộng (50 ÷ 100) : 1 từ tốc độ bờ (0,5m/s ÷ 1m/s) đến tốc độ làm việc cực đại (hơn 100m/s). Máy cán thuận nghịch cần điều chỉnh tốc độ trong phạm vi 1m/s ÷ 15m/s.

Động cơ truyền động máy cán liên tục thường là động cơ một chiều kích từ độc lập. Điều chỉnh từ thông trong dải (2 ÷ 3) : 1 (đối với máy liên tục) và (3 ÷ 4) : 1 (đối với máy quay thuận nghịch).

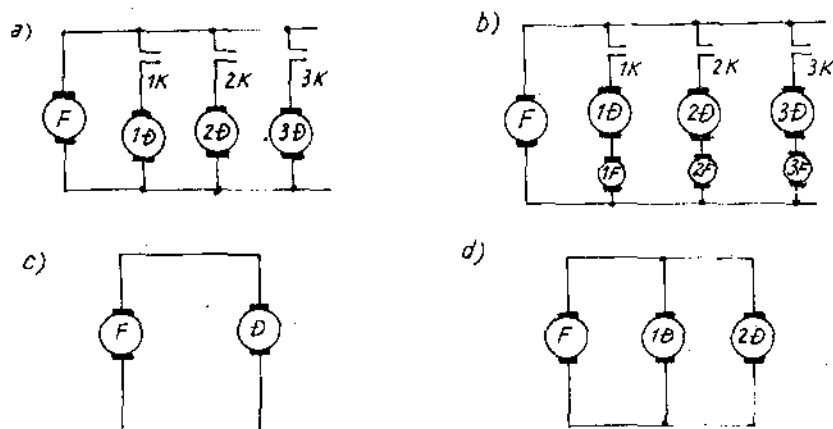
Các hệ truyền động có thể là F-D, CL - D và T - D. Hệ thống cấp điện cho động cơ có thể là chung (hình 8-41a), chung có máy phát phụ (hình 8-41b) hoặc riêng cho từng động cơ (hình 8-41c) hay cho một nhóm động cơ (hình 8-41d).

Phương pháp cấp điện chung tuy sử dụng ít máy phát nhưng có nhược điểm là khó thay đổi điện áp cho từng động cơ nên khó ổn định sức căng. Do vậy chỉ dùng ở máy cán công suất nhỏ, tốc độ thấp, năng suất thấp.

Phương pháp cấp điện chung có máy phát phụ (máy phát điện áp thấp nhưng dòng lớn tương ứng với động cơ) thường dùng ở máy cán luyện cán tốc độ cao nhưng năng suất thấp.



Hình 8-40. Sơ đồ máy cán nguội liên tục (a) và quay thuận nghịch (b)
1 - Trục tháo ; 2 - Hộp cán ; 3 - Thiết bị đo chiều dày ; 4 - Thiết bị kéo căng ; 5 - Thiết bị đo sức căng ; 6 - Thiết bị ép trục ; 7 - Trục quấn.



Hình 8-41. Các phương pháp cấp điện cho động cơ.

Phương pháp cấp riêng dễ thay đổi điện áp phản ứng động cơ, mở rộng được phạm vi điều chỉnh tốc độ độc lập, tác động nhanh, duy trì các tốc độ chính xác nhưng số thiết bị lớn.

3. Điều chỉnh tốc độ động cơ trong hộp cân máy CNg

Để ổn định lực căng băng thép giữa các hộp cân ở mọi chế độ làm việc (ổn định và quá độ), tốc độ giữa các hộp cân phải thỏa mãn điều kiện :

$$\frac{\omega_1}{\omega_{ph1}} = \frac{\omega_2}{\omega_{ph2}} = \dots = \frac{\omega_n}{\omega_{phn}} \quad (8-41)$$

trong đó :

ω_1 - tốc độ hộp cân thứ i ;

ω_{ph1} - tốc độ phụ thêm của hộp cân thứ i.

Ta xét một sơ đồ (hình 8-42) làm việc thỏa mãn điều kiện (8-41). Sơ đồ dùng hệ F-Đ và các máy điện quay khác.

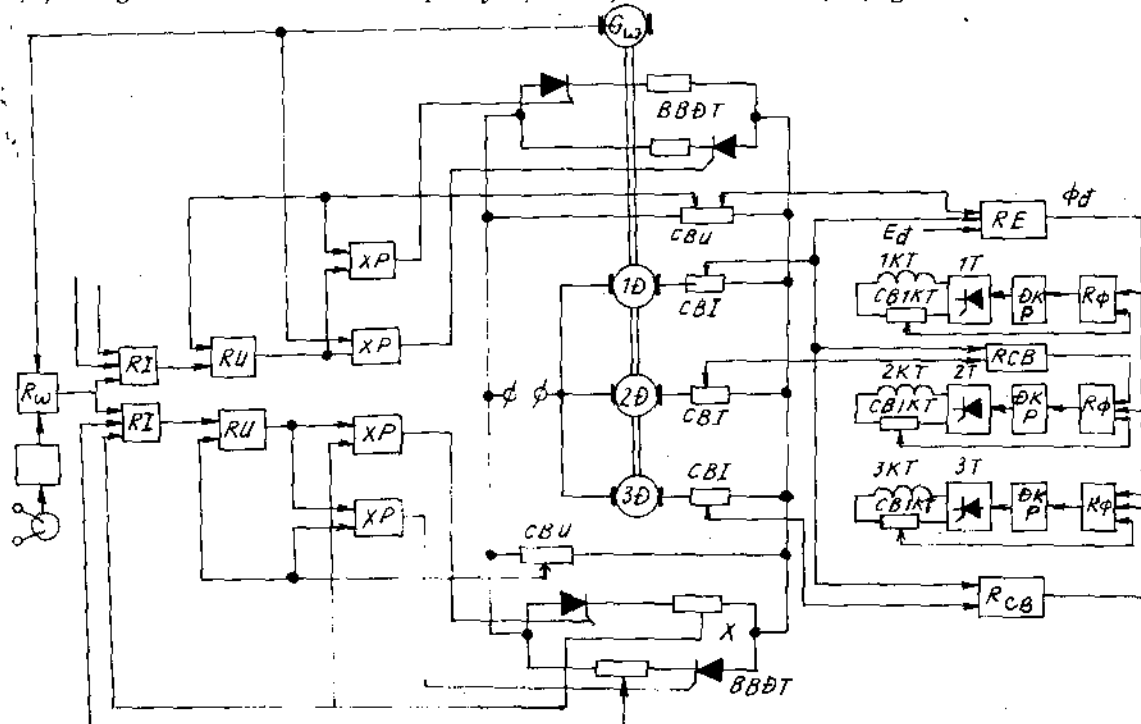
Kích từ cho máy phát F của sơ đồ F - Đ được cấp bởi máy phát FKT và có thêm máy phát phụ là MDKD.KP. Máy phát kích từ phụ MDKD.KP có 4 cuộn điều khiển (các cuộn kích từ) :

- CD.KP là cuộn chủ đạo, cấp từ nguồn độc lập,
- A.KP là cuộn phản hồi âm điện áp (của chính MDKD.KP),
- M.KP là cuộn phản hồi mềm điện áp,
- DC.KP là cuộn điều chỉnh.

Cuộn điều chỉnh DC.KP nối ngay trong mạch phản hồi âm điện áp của máy phát F và nối ngược với một điện áp so sánh U_{ss} cấp từ máy phát mẫu FM và điện áp của máy điện khuếch đại bù 2KD.

điện áp) mà không làm thay đổi nhịp điệu tăng của U_T . Do đó, sẽ có một gia số tốc độ phụ ω_{ph} mà không làm thay đổi tỉ số tốc độ của các động cơ, nghĩa là giữ quan hệ (8-41) và duy trì được lực căng cần thiết.

Hình 8-43 là sơ đồ chức năng truyền động điện máy CNg đảo chiều loại nhiều trục, dùng để cân tôn lõi biến áp dày $0,2 + 0,35$ mm và có độ rộng $600 + 1070$ mm.



Hình 8-43. Sơ đồ chức năng truyền động điện máy CNg cân tôn lõi biến áp.

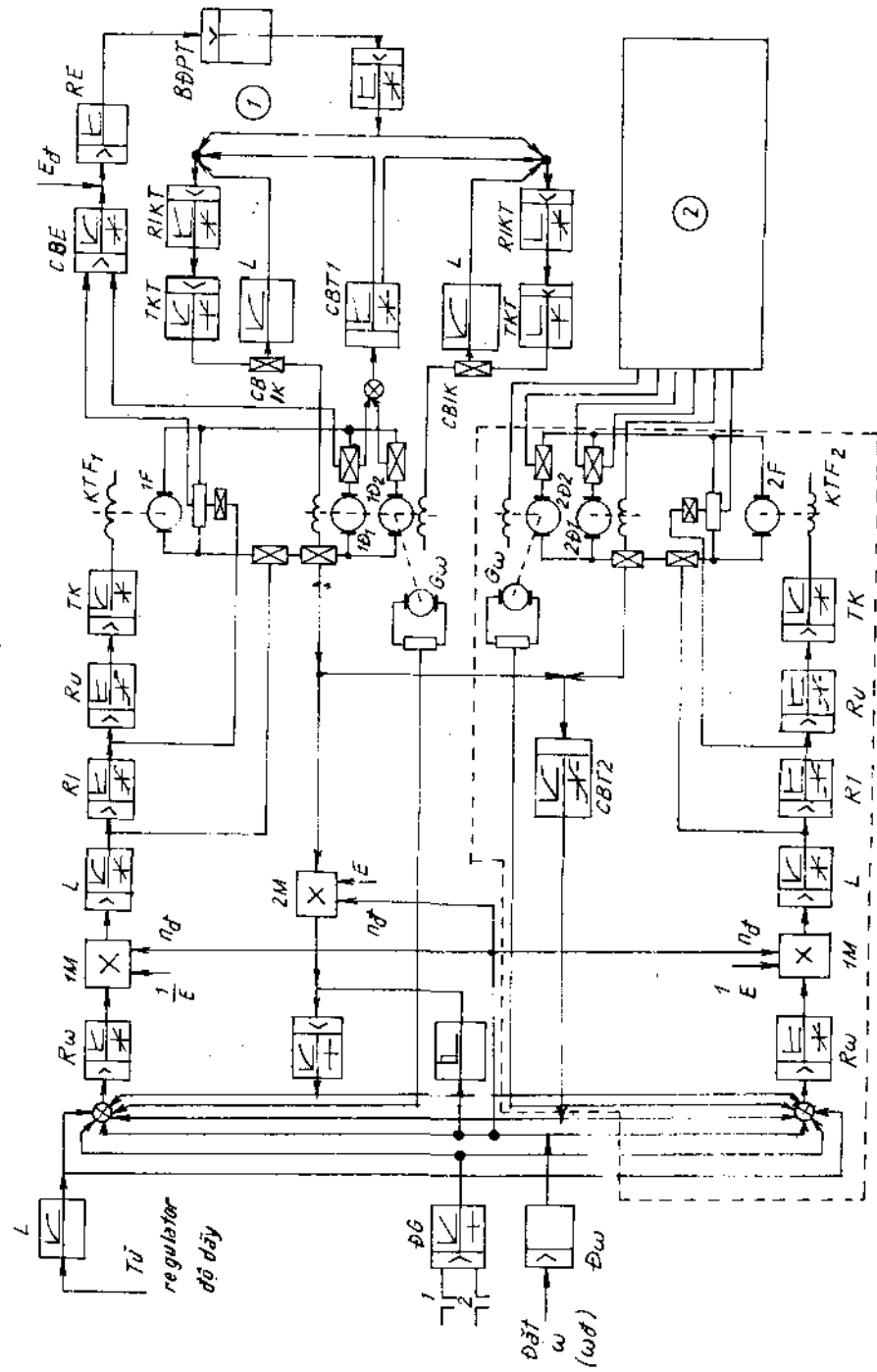
Trục cán được dẫn động bằng 3 động cơ 1D, 2D, 3D nối đồng trục, còn các mạch phản ứng thì nối song song, cấp nguồn từ bộ biến đổi thyristor BBĐT có đảo chiều mắc theo sơ đồ song song ngược. Sơ đồ cho phép điều chỉnh tốc độ ở hai vùng trên và dưới tốc độ cơ bản với điều khiển từ thông các động cơ độc lập nhau, theo nguyên tắc phụ thuộc thông số. Mỗi BBD (thuận và ngược) thyristor lại được nối song song và có bộ điều chỉnh điện áp R_U và dòng R_I riêng. Các tín hiệu tương ứng với dòng và áp thực được đặt tới bộ điều chỉnh dòng R_I và áp R_U . Bộ điều chỉnh tốc độ R_w dùng chung cho cả 3 động cơ qua phát tốc G_w . Các cuộn kích từ của 3 động cơ được cấp điện từ các bộ biến đổi thyristor riêng 1T, 2T, 3T. Từ thông động cơ ứng với tốc độ đặt được điều khiển bởi các bộ điều chỉnh từ thông R_ϕ và thay đổi gián tiếp nhờ cảm biến dòng kích từ CBIKT.

Tín hiệu điều chỉnh từ thông Φ_d từ đầu ra bộ điều chỉnh s.d.d. RE chung cho cả 3 động cơ sẽ tới các đầu vào của 3 bộ điều chỉnh từ thông R_ϕ . Mạch vòng điều chỉnh s.d.d. có phản hồi về s.d.d. của động cơ 1D còn độ lớn của từ thông kích từ 2D, 3D được điều chỉnh qua bộ điều chỉnh cân bằng phụ tải R_{CB} .

Hình 8-44 cho sơ đồ cấu trúc hệ điều chỉnh tốc độ truyền động điện một hộp cán của máy CNgLT có 5 hộp cán.

01.201

Động cơ truyền động một trong hai trục làm việc của hộp cán, thứ 2 ÷ 5 là động cơ 2 phần ứng kiểu 2MII4800-260, $2 \times 750 \text{ V}$, $2 \times 2400/2 \times 2100\text{kW}$, 260/500/550 vg/ph. Mỗi động cơ, khi mắc song song các phần ứng, được cấp điện từ một máy phát kiểu ПИ5200-375/500V, 5200kW, 375 vg/ph. Cuộn dây kích từ của mỗi phần ứng được cấp điện từ bộ biến đổi kích từ thyristor kiểu BYK - 50/500/50A, còn kích từ cho máy



Hình 8-44. Sơ đồ cấu trúc hệ điều chỉnh tốc độ truyền động điện 1 hộp cán máy CNGLT có 5 hộp cán.

phát là bộ biến đổi kích từ thyristor kiểu ATP2-0, 32-320/230 ($\pm 230V$, $\pm 320V$). Các trục hộp cân đầu dẫn động từ 2 động cơ một phần ứng có một máy phát cấp điện chung. Sơ đồ chức năng ở hình 8-44 là cho hệ điều chỉnh tốc độ một hộp cân trong các hộp 2 ÷ 5.

Mỗi động cơ 2 phần ứng truyền động một trục cân. Cấp điện cho động cơ là một máy phát riêng. Cân bằng tải cho 2 phần ứng thực hiện qua điều chỉnh từ thông của kích từ 2 phần ứng. Cân bằng tải giữa hai trục cân (trên và dưới) thực hiện qua điều chỉnh từ thông của kích từ 2 máy phát. Sơ đồ điều khiển theo nguyên lý phụ thuộc. Việc giảm từ thông chỉ bắt đầu sau khi điện áp phần ứng đạt giá trị định mức.

a) *Điều khiển kích từ* các động cơ theo nguyên lý điều chỉnh s.d.d. có 2 tầng các bộ điều chỉnh : bộ điều chỉnh dòng điện kích từ và bộ điều chỉnh s.d.d., có giới hạn tín hiệu ra tương ứng với giá trị đặt dòng kích từ định mức. Thêm nữa, hệ điều chỉnh kích từ mỗi phần ứng đều có bộ điều chỉnh dòng điện kích từ riêng còn mạch vòng điều chỉnh s.d.d. là chung cho cả 2 phần ứng.

Các tín hiệu đặt s.d.d. và các giá trị thực của s.d.d. động cơ được so sánh ở đầu vào các bộ điều chỉnh s.d.d. RE. Các giá trị thực được đo bởi các cảm biến s.d.d. CBE. Độ lớn s.d.d. đặt (E_d) ở đầu vào RE là tương ứng với dòng kích từ định mức vì ở dải điều chỉnh tốc độ dưới cơ bản, tín hiệu ra của RE (cũng tương ứng dòng kích từ) không phụ thuộc vào tốc độ. Nói cách khác là, hệ điều chỉnh s.d.d. không làm việc ở vùng tốc độ dưới cơ bản. Ở vùng tốc độ trên cơ bản thì hệ điều chỉnh làm việc. Để đảm bảo cho mạch vòng điều chỉnh s.d.d. tác động nhanh như nhau ở các đoạn khác nhau của đặc tính từ hóa, mạch vòng có bộ biến đổi phi tuyến BDPT nhằm thay đổi hệ số khuếch đại mạch vòng tỉ lệ với từ thông động cơ.

Tín hiệu ra từ bộ RE là tín hiệu đặt dòng kích từ, sẽ tới các đầu vào của các bộ điều chỉnh dòng kích từ RIKT của 2 phần ứng. Đầu vào các bộ RIKT còn có tín hiệu từ các cảm biến dòng kích từ CBIK qua lọc L.

Bộ điều chỉnh dòng kích từ RIKT là bộ điều chỉnh giả tĩnh (astatic) nhằm đảm bảo bù trừ không chỉ hằng số thời gian của cuộn kích từ mà cả ảnh hưởng của từ thông tản và dòng xoáy. Tín hiệu ra của nó đặt vào bộ biến đổi kích từ thyristor TKT. Bộ điều chỉnh cân bằng tải CBT1 giữa 2 phần ứng và tác động lên từ thông kích từ của mỗi phần ứng. Hiệu các dòng điện của 2 phần ứng (qua các cảm biến dòng) đặt tới đầu vào khuếch đại đảo của bộ điều chỉnh cân bằng tải CBT1 và cho ra tín hiệu tới các bộ điều chỉnh dòng RIKT của các phần ứng. Bộ điều chỉnh CBT1 có hạn chế điện áp ra để loại trừ trường hợp hiệu các dòng điện kích từ quá lớn.

b) *Điều chỉnh điện áp* các máy phát bằng giá trị đặt tốc độ ở đầu vào các bộ khuếch đại đặt tốc D_ω của hộp cân. Tín hiệu ra đảm bảo nhịp điệu thay đổi tốc độ (gia tốc) trong cả 2 vùng điều chỉnh. Hệ điều chỉnh tốc độ này có 2 mạch vòng điều chỉnh : mỗi động cơ 2 phần ứng có mạch vòng điều chỉnh riêng.

Mỗi mạch vòng điều chỉnh có 3 tầng các bộ điều chỉnh : bộ điều chỉnh điện áp máy phát, bộ điều chỉnh dòng điện phần ứng và bộ điều chỉnh tốc độ. Đầu vào R_ω có tín hiệu ra từ D_ω và các tín hiệu của phát tốc G_ω tương ứng với tốc độ động cơ. Bộ điều chỉnh tốc độ là bộ điều chỉnh tích phân. Mạch vòng điều chỉnh có bộ nhân thời gian xung, do đó đảm bảo tác động nhanh của mạch vòng giống nhau ở

cả hai vùng điều chỉnh tốc độ. Mỗi mạch vòng có khối điều biến (modulator) riêng 1M, còn khối điều biến 2M là chung cho một hộp cân. Ở đầu vào khối điều biến 2M là tín hiệu đặt tốc độ n_d , còn ở các khối 1M có cả tín hiệu ra của R_ω . Tín hiệu từ đầu ra của 1M, được bộ lọc L san bằng và hạn chế sẽ là giá trị đặt độ lớn dòng điện phản ứng máy phát và tới đầu vào bộ điều chỉnh dòng điện RI.

Bộ điều chỉnh dòng là bộ điều chỉnh PI (tỉ lệ tích phân) có hạn chế tín hiệu ra. Tín hiệu ra của nó là kết quả so sánh giữa tín hiệu đặt tốc độ (dòng phản ứng máy phát tương ứng) và giá trị thực của dòng phản ứng máy phát. Tín hiệu ra này sẽ tới đầu vào bộ điều chỉnh điện áp RU (điều chỉnh PI) và tới tiếp bộ biến đổi kích từ thyristor TK của máy phát.

Trong sơ đồ điều chỉnh điện áp máy phát có bộ điều chỉnh cân bằng tải CBT2 để cân bằng tải giữa 2 máy phát cấp cho các động cơ kéo trục cân trên và dưới. Tín hiệu vào lấy từ các cảm biến dòng máy phát. Tín hiệu ra đặt tới các đầu vào các bộ R_ω của các động cơ (với dấu ngược).

4. Sơ đồ khống chế trục tháo và trục quán trong máy CNGLT

Trục quán và trục tháo ở máy CNGLT thực hiện việc quán hay tháo riêng. Ở máy cán QTN thì thực hiện lúc quán, lúc tháo. Tính chất làm việc của các trục này nói chung giống nhau nên hệ thống truyền động đều cần thỏa mãn các yêu cầu :

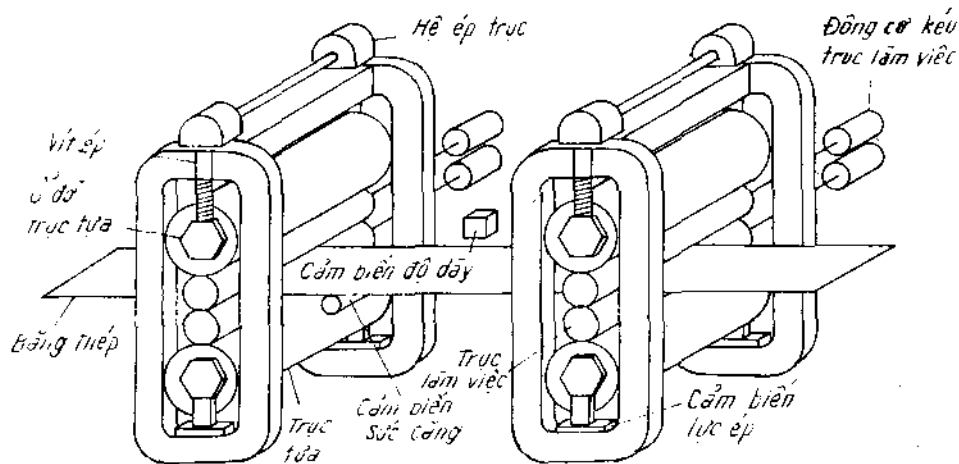
- Chế độ làm việc là dài hạn (thời gian nghỉ cỡ 10% thời gian làm việc),
- Duy trì sức căng phôi giữa các hộp cân và giữa các hộp cân đầu hoặc cuối với trục tháo hoặc trục quán trong mọi chế độ làm việc với sai số : $\Delta T < \pm 10\%$,
- Duy trì hiệu số sức căng của trục tháo hay quán lúc đầu và lúc cuối không quá 10% (vì trong quá trình, đường kính rulô thay đổi kéo theo tốc độ dài và sức căng thay đổi).

Truyền động trục quán và trục tháo thường dùng động cơ một chiều, có thể điều chỉnh tốc độ ở cả 2 vùng trên và dưới tốc độ cơ bản. Trong hệ điều chỉnh tốc độ thường dùng phản hồi âm dòng điện. Điều chỉnh tốc độ để duy trì sức căng do đường kính rulô thay đổi được tiến hành bằng sự thay đổi từ thông động cơ. Còn việc điều chỉnh để thay đổi tốc độ cán được tiến hành bằng cách thay đổi điện áp cấp cho phản ứng động cơ.

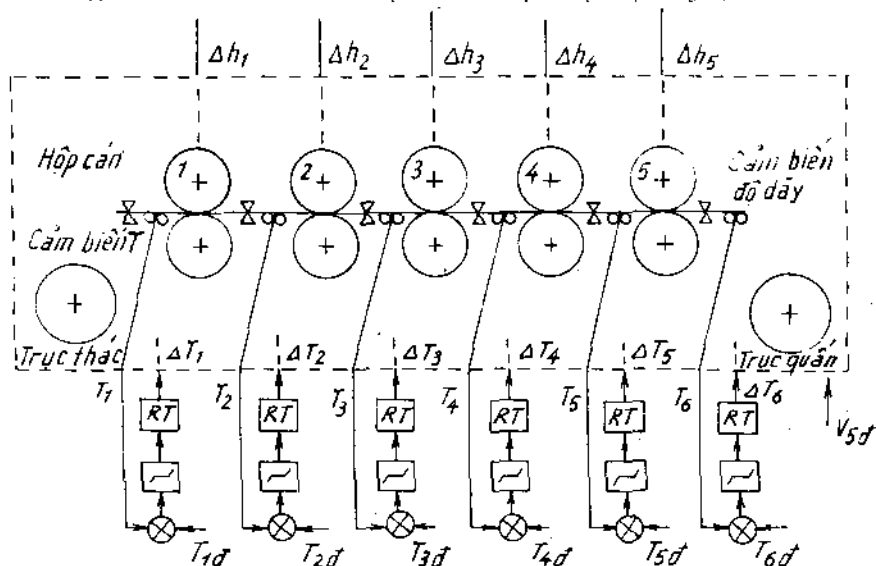
Các hệ điều chỉnh tốc độ trục quán và trục tháo có thể là hệ điều chỉnh trực tiếp (điều chỉnh sức căng qua cảm biến sức căng (tensor) đặt trực tiếp trên đường truyền băng thép) hoặc gián tiếp (điều chỉnh sức căng qua các thông số có liên quan gián tiếp với sức căng).

a) Hệ điều chỉnh trực tiếp.

Hình 8-45 cho kết cấu khái quát 2 hộp cân liên tiếp trong máy CNGLT. Cảm biến sức căng đặt trên đường truyền của băng thép sẽ cho tín hiệu tới bộ điều chỉnh sức căng RT để điều chỉnh tốc độ các động cơ cho phù hợp với sức căng đã đặt. Hình 8-46 cho sơ đồ của hệ điều chỉnh sức căng riêng rẽ cho từng hộp cân. Trong máy cán LT có 5 hộp cân (hệ NIC - non-interactive controller).



Hình 8-45. Kết cấu của 2 hộp cân liên tiếp trong máy CNGLT.



Hình 8-46. Hệ điều chỉnh trực tiếp sức căng máy CNGLT.

b) Hệ điều chỉnh gián tiếp.

Trong hệ này, việc điều chỉnh sức căng thông qua các đại lượng điện gián tiếp liên quan tới sức căng. Sức căng giữa động cơ trực tháo và hộp cân đầu hay giữa động cơ trực tháo và hộp cân cuối liên hệ với nhau bởi biểu thức:

$$T = \frac{0,1P}{\eta v} = \frac{0,1UI}{\eta v} = \frac{0,1(E + IR_d)I}{\eta v} \quad (8-42)$$

trong đó : T - sức căng băng thép, [T] ;

P, E, U, I - công suất, s.d.d. ; điện áp, dòng điện động cơ, [kW, V, A] ;

v - tốc độ băng thép, [m/s] ;

η - hiệu suất trục quấn (hay tháo) ;

R_d - điện trở mạch phản ứng động cơ, [Ω].

Từ (2-42), thấy rõ là khi tốc độ băng thép không đổi, sức căng phụ thuộc P, I, E và tham số điều chỉnh sức căng có thể là công suất P, dòng điện I hoặc đồng thời cả s.d.d. E và dòng điện I.

Chi tiết hơn, ta xét quá trình làm việc của trục tháo và trục quấn. Thường trên một máy cán, 2 trục truyền động từ 2 động cơ riêng nhưng được cấp chung nguồn từ 1 máy phát. Động cơ trục tháo làm việc ở chế độ máy phát, tạo ra mômen hãm :

$$M = k\Phi \frac{E_D - E_F}{\sum R_u} = k\Phi I_u \quad (8-43)$$

trong đó : k - hệ số hằng số, phụ thuộc cấu trúc động cơ ;

ϕ - từ thông kích từ ;

E_D, E_F - s.d.d. của động cơ và máy phát ;

$\sum R_u$ - tổng trở mạch phần ứng ;

i_u - dòng mạch phần ứng.

Từ đó, sức căng giữa trục tháo và hộp cán đầu là :

$$T = \frac{2M}{D} = \frac{2k \cdot \phi I_u}{D} \quad (8-44)$$

trong đó : D - đường kính rulo tháo.

Khi tháo, đường kính rulo giảm dần làm tốc độ động cơ tăng dần. Nếu giữ từ thông không đổi thì s.d.d. sẽ tăng, dòng tăng, mômen hãm tăng và sức căng tăng. Do đó cần phải giảm tốc độ động cơ trục tháo trong quá trình tháo theo sự giảm đường kính.

Động cơ trục tháo chỉ làm việc ở chế độ động cơ khi thay rulo và chỉnh để đưa đầu băng thép vào máy cán.

Sức căng duy trì ở trục tháo thường là $0,4 \div 3,5T$

Khác với động cơ trục tháo, động cơ trục quấn luôn làm việc ở chế độ động cơ và thường có công suất lớn hơn (hơn 3000kW) để đảm bảo sức căng lớn đến 12T ở tốc độ $0 \div 25m/s$.

Trong quá trình quấn, đường kính rulo tăng lên, kéo theo sự tăng tốc độ dài và sức căng. Do vậy quá trình cán, phải điều chỉnh giảm tốc độ động cơ trục quấn theo sự tăng đường kính của rulo.

Để nâng cao năng suất máy cán nguội, người ta thường tăng khối lượng rulo thép, nhờ đó giảm được thời gian thao tác phụ (chỉnh và cuốn đầu vào rulo đối với trục quấn ; chỉnh và đưa đầu băng thép vào máy đối với trục tháo). Khi tăng khối lượng rulo sẽ làm tăng đường kính trục và phải tăng dài điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động tới 5 : 1. Điều này không thể thực hiện được chỉ bằng phương pháp thay đổi từ thông mà phải kết hợp với hạ điện áp phần ứng tương ứng với tăng dòng phần ứng.

Xét quá trình quấn. Chế độ cán đòi hỏi sức căng băng thép và tốc độ cán không đổi. Do vậy, trong quá trình cán cần giữ công suất không đổi

$$P = UI = \text{const.}$$

Lúc đầu, theo sự tăng đường kính trục quán, tốc độ quán phải giảm nhờ tăng từ thông với quy luật là :

$$\frac{\Phi}{\Phi_{dm}} = \frac{D}{D_{cb}} \quad (8-45)$$

trong đó : Φ_{dm} - từ thông định mức của động cơ ;

Φ , D_{cb} - đường kính rulô ứng với tốc độ cơ bản của động cơ, từ thông động cơ và đường kính rulô ở thời điểm quán nào đó.

Khi từ thông đã đạt định mức thì tốc độ động cơ giảm nhờ điện áp phản ứng, sao cho :

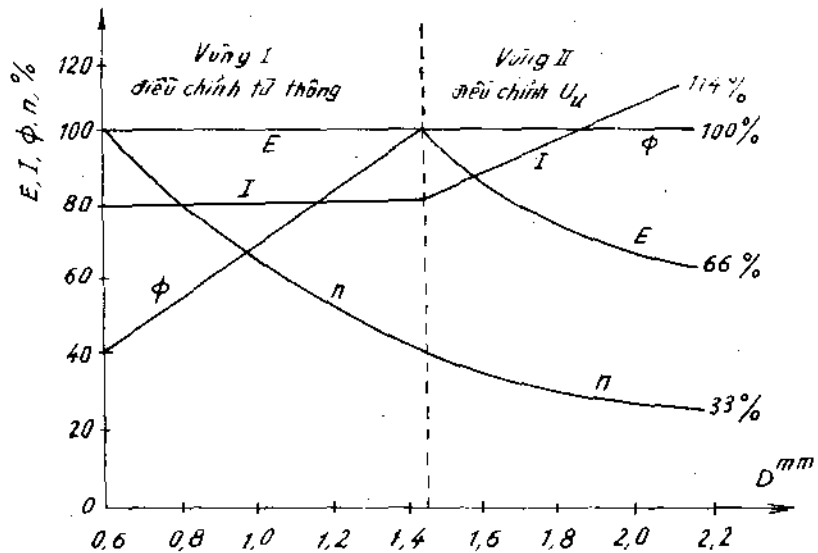
$$\frac{E}{E_{dm}} \approx \frac{U}{U_{dm}} = \frac{D_{cb}}{D} \quad (8-46)$$

hay :
$$\frac{I}{I_{dm}} = \frac{D}{D_{cb}} \quad (8-47)$$

Hình 8-47 biểu thị quan hệ của E , I , ϕ , n của động cơ trục quán theo đường kính rulô (D).

Đối với quá trình tháo thì ngược lại. Dải điều chỉnh tốc độ rộng của động cơ trục tháo được thực hiện qua điều chỉnh 2 vùng mà lúc đầu tăng tốc độ bằng điện áp phản ứng, sau bằng giảm từ thông.

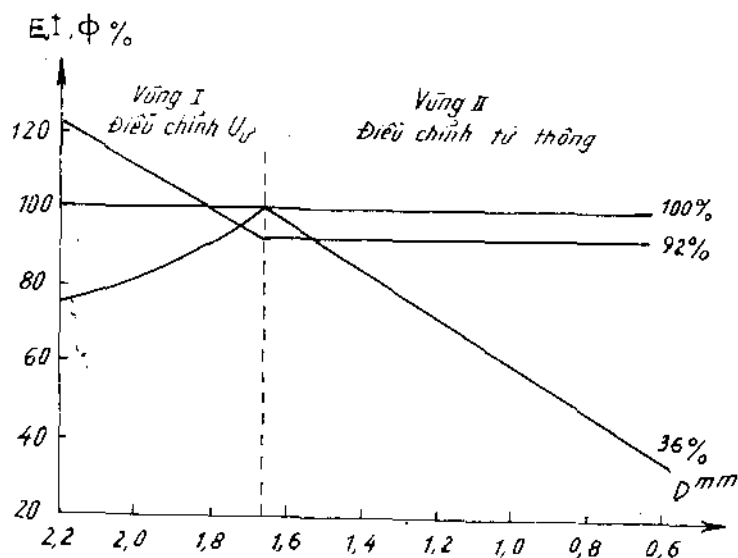
Đặc tính thay đổi của các đại lượng cơ bản theo đường kính rulô trục tháo cho trên hình 8-48.



Hình 8-47. Đặc tính thay đổi của các đại lượng cơ bản theo đường kính rulô trục quán.

Một vấn đề nữa cần lưu ý đối với truyền động trục tháo và trục quán là khi máy cần tăng tốc độ (lúc mở máy) và giảm tốc (lúc dừng máy) hay khi thay đổi tốc độ cần thì trong mạch phản ứng động cơ xuất hiện các thành phần dòng của dòng điện. Dòng động này phụ thuộc mức độ gia tốc, giảm tốc và đường kính của rulô khi tốc độ thay đổi.

Hình 8-49, a cho quan hệ phụ thuộc giữa dòng động của động cơ truyền động trục tháo theo đường kính rulô. Hình 8-49, b cho quan hệ phụ thuộc giữa dòng động của động cơ truyền động trục quán theo đường kính rulô.



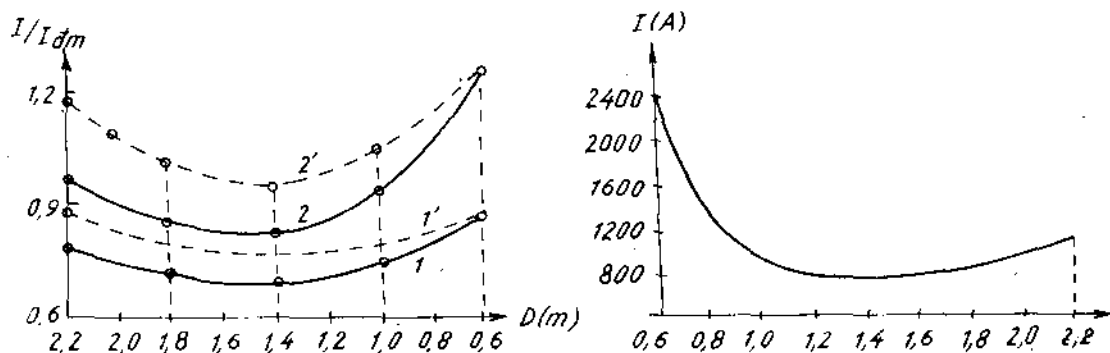
Hình 8-48. Đặc tính thay đổi của các đại lượng cơ bản theo đường kính rulo trục thép.

Nếu các dòng này không được bù trừ thì sức căng băng thép sẽ bị thay đổi rất rõ rệt. Chẳng hạn, đối với trục quán thì băng thép sẽ bị võng, oằn khi máy tăng tốc (do sức căng giảm mạnh) hoặc bị kéo quá căng khi máy giảm tốc.

Bây giờ ta xem xét một vài sơ đồ điều khiển động cơ trục quán và trục tháo.

**) Sơ đồ điều chỉnh sức căng theo công suất*

Trong hệ F-D (hình 8-50), cuộn kích từ KTDQ của động cơ DQ kéo trục quán



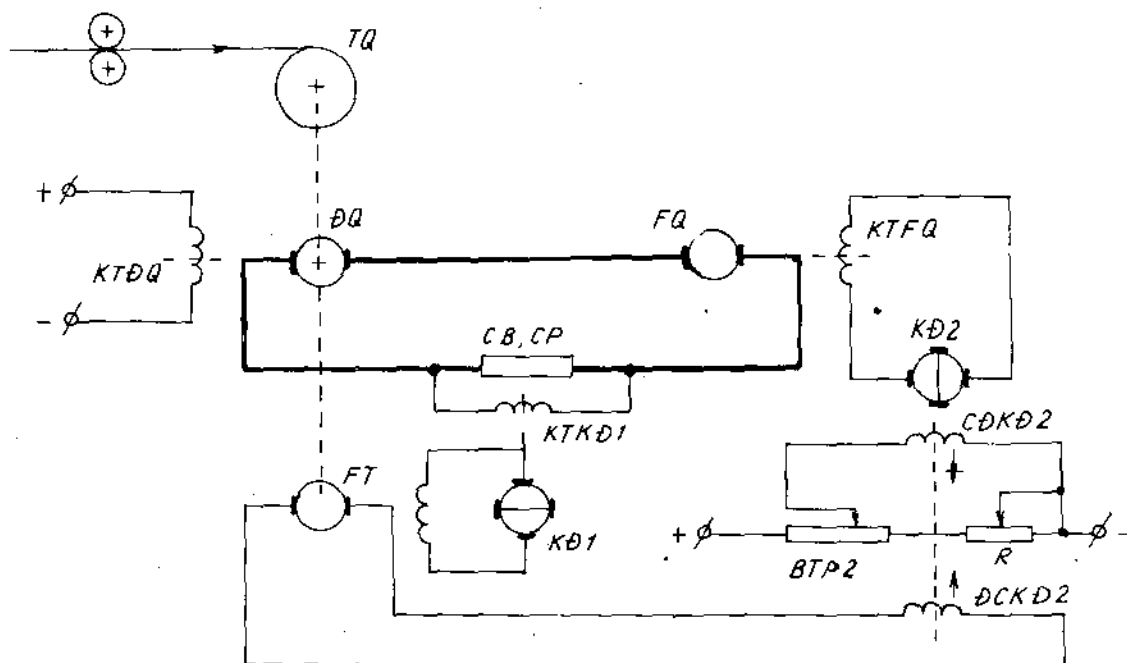
Hình 8-49. Sự phụ thuộc theo đường kính rulo ở trục tháo (a) và trục quán (b) của thành phần động đồng điện phản ứng.

- 1' - Khi độ rộng băng thép 0,9m và dùng máy cường bức,
- 1 - Khi độ rộng băng thép 0,9m và dùng bình thường,
- 2' - Khi độ rộng băng thép 1,45 m và dùng máy cường bức,
- 2 - Khi độ rộng băng thép 1,45 m và dùng bình thường.

TQ được cấp điện từ nguồn độc lập ổn định ($\phi_{DQ} = \text{const}$). Cuộn kích từ KTFQ của máy phát FQ cấp điện cho động cơ DQ được cấp từ máy điện khuếch đại KD2. Máy này có 2 cuộn kích từ :

- Cuộn điều chỉnh ĐCKD2 lấy điện từ máy phát tốc FT nối cùng trục với động cơ DQ và có s.t.d. ngược chiều với cuộn CDKD2,

- Cuộn chủ đạo CDKD2 lấy điện từ nguồn điện độc lập thông qua chiết áp.R và biến trở phẳng BTP2.



Hình 8-50. Sơ đồ điều chỉnh sức căng theo công suất.

Chiết áp R đặt sức căng ban đầu (sức căng ở chế độ tĩnh) thông qua U_{KD2} , U_{FQ} và n_{DQ} . Biến trở phẳng BTP1 (không vẽ ở sơ đồ) dùng để mở máy động cơ kéo hộp cân cuối và nó liên hệ cơ khí với BTP2 để mở máy động cơ ĐQ (con trượt dịch trái khi mở máy).

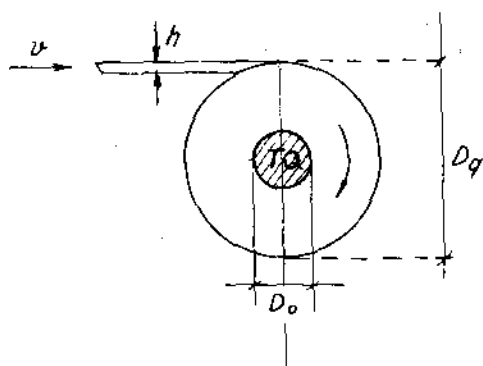
Máy phát tốc FT được kích từ nhờ máy điện khuếch đại KD1, còn KD1 lại được kích từ nhờ điện áp rơi trên điện trở phụ trong mạch phản ứng hệ FQ-ĐQ. Do vậy, điện áp máy FT tỉ lệ với tốc độ và dòng điện của ĐQ (mômen của ĐQ) hay nói cách khác tỉ lệ với công suất động cơ trực quán ĐQ vì $\phi_D = \text{const}$:

$$U_{FT} \sim \omega_{DQ} I_{DQ} \sim \omega_{DQ} \cdot M_{DQ} \sim P_{DQ}$$

Trong quá trình cân, đường kính rulo quấn tăng lên, dòng động cơ tăng, điện áp phát của KD1, điện áp FT tăng, s.t.d. khử từ ở cuộn ĐCKĐ2 tăng làm điện áp KD2 giảm, điện áp máy phát FQ giảm dẫn tới tốc độ động cơ giảm, nhằm giữ tích số ωI không đổi hay công suất không đổi.

Hệ thống điều chỉnh sức căng theo công suất thường dùng ở các máy cân có công suất trung bình mà đường kính TQ thay đổi ít.

Ta nghiên cứu sự biến thiên của mômen và s.d.d. của ĐQ khi quấn, khi giữ nguyên



Hình 8-51. Đường kính của rulo trước khi quấn (D_0) và sau thời gian t (D_q).

dầu là D_0 và đường kính rulô sau khi quấn một thời gian t là D_q (hình 8-51) thì diện tích ngang trục bằng thép đã quấn là:

$$\frac{\pi D_q^2}{4} - \frac{\pi D_0^2}{4} = hl = hvt$$

trong đó : l - chiều dài bằng thép đã quấn.

Sau khi biến đổi có :

$$\frac{D_q^2 - D_0^2}{D_0^2} = \frac{4hv}{\pi D_0^2} t$$

hay
$$\frac{D_q^2}{D_0^2} = \frac{4hv}{\pi D_0^2} t + 1 = \alpha t + 1$$

với
$$\alpha = \frac{4hv}{\pi D_0^2} = \text{const khi giữ } v = \text{const.}$$

Vì
$$E \approx \omega = \frac{v}{R} \approx \frac{1}{D} \text{ nên : } \frac{D_q^2}{D_0^2} = \frac{E_0^2}{E_q^2} = 1 + \alpha t$$

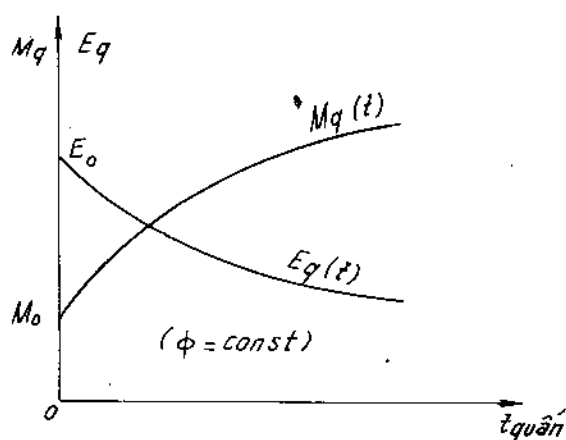
và s.d.d. của động cơ DQ trong quá trình quấn :

$$E_q = \frac{E_0}{\sqrt{1 + \alpha t}} \quad (8-48)$$

Mặt khác $P = M\omega \sim ME$ nên khi giữ $P = \text{const}$ thì $M = \frac{1}{E}$. Do vậy :

$$M_q = M_0 \sqrt{1 + \alpha t} \quad (8-49)$$

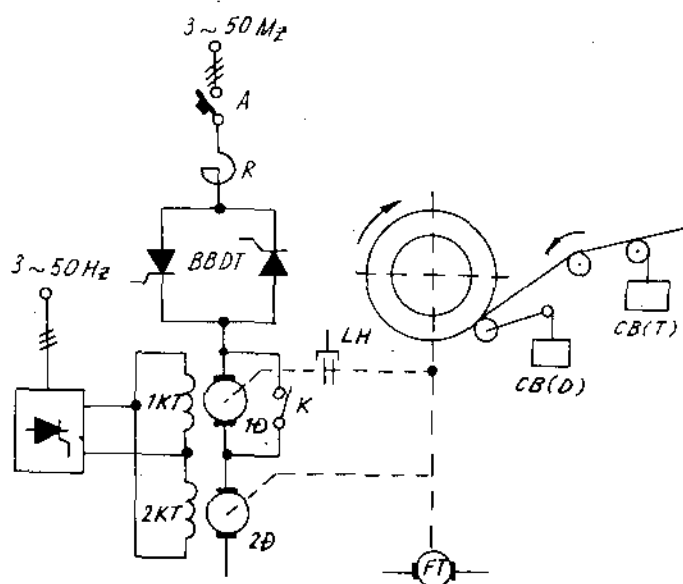
Đường cong biểu thị quan hệ (8-48) và (8-49) cho ở hình 8-52.



Hình 8-52. Đường cong biểu diễn quan hệ giữa M , E với thời gian quấn t .

*) Sơ đồ điều chỉnh sức căng theo s.d.d và dòng điện.

Hình 8-53 biểu thị sơ đồ truyền động trục quấn của máy CNgLT có 20 trục dùng để cán thép lá rộng $400 \div 800\text{mm}$, dày $1,5 \div 0,05\text{mm}$. Dẫn động trục quấn là 2 động cơ 1Đ và 2Đ, công suất một động cơ là 70kW , 220V , $600/1500 \text{ vg/ph}$. Mạch phản ứng của 2 động cơ mắc nối tiếp nhau và được cấp từ bộ biến đổi thyristor đảo chiều BBDT. Khi cán với sức căng nhỏ, động cơ 1Đ được cắt ra khỏi trục dẫn động nhờ li hợp LH và mạch phản ứng bị tắt bởi côngtác tơ K.



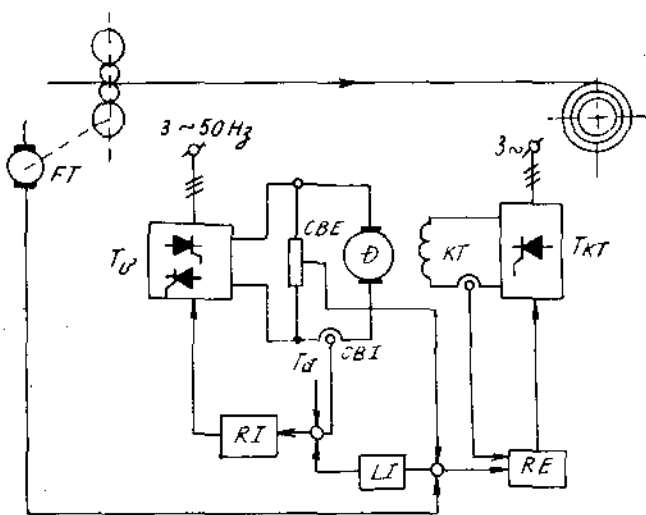
Hình 8-53. Sơ đồ truyền động trực quần của máy CNgLT.

đây). Lúc này, dòng điện trong mạch phản ứng và s.d.d. của động cơ được duy trì không đổi.

Hình 8-54 là sơ đồ chức năng truyền động tự động và điều chỉnh sức căng của trực quần cũng theo s.d.d. và dòng điện của máy CNgQTN.

Đầu vào của bộ điều chỉnh dòng điện RI có các tín hiệu : tín hiệu đặt sức căng T_U , tín hiệu phản hồi dòng phản ứng từ cảm biến đo CBI và tín hiệu của khâu hạn chế dòng LI. Tín hiệu ra của RI đặt tới bộ điều khiển bộ biến đổi thyristor T_U cấp điện cho phần ứng động cơ Đ kéo trực quần. Kích từ động cơ được cấp từ bộ biến đổi thyristor T_{KT} . Điều khiển T_{KT} là tín hiệu từ bộ điều chỉnh s.d.d. RE đặt tới.

Khi quần, đường kính rulô tăng, tốc độ dài tăng và làm tăng sức căng của băng thép cũng như tải động cơ quần. Vì đặc tính cơ của động cơ không tuyệt đối cứng nên khi tải tăng, tốc độ động cơ sẽ giảm. Sự không thích ứng giữa tín hiệu từ cảm biến s.d.d. CBE và từ phát tốc FT sẽ được RE điều chỉnh để tăng dòng kích từ của động cơ lên, giảm tốc độ động cơ theo sự tăng đường kính rulô. Khi rulô đạt đường kính D_{cb} (xem biểu thức 8-45) thì $\phi = \phi_{dm}$ và không tăng được nữa, do chế độ "bảo hòa" của RE.



Hình 8-54. Sơ đồ truyền động trực quần máy CNgQTN.

4.204

Tiếp tục tăng $D > D_{cb}$ sẽ làm tăng sức căng và do đó dòng phản ứng cũng tăng khi tốc độ giữ nguyên. Lúc này bộ RI làm việc và s.d.d. động cơ giảm để giữ nguyên sức căng và công suất điện từ.

Khâu hạn chế dòng làm việc như khâu phản hồi âm tốc độ có ngắt khi băng thép bị đứt.

§8.7. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CÁN DÂY

1. Khái niệm chung

Dây kim loại rất cần trong nền kinh tế quốc dân. Nó là phôi để sản xuất cáp, bulông, đinh tán, đinh, lò xo v.v... hoặc dùng trong xây dựng.

Các dây kim loại rất khác nhau về dạng và kích thước tiết diện ngang. Ví dụ như dây kim loại tiết diện tròn có đường kính trong một dải rộng từ 0,005 đến 25mm.

Mỗi máy cán dây gồm có các phần chính sau : đầu chuốt (mà), tang kéo, động cơ, khớp dẫn hồi hay đai hình thang nối động cơ với hộp tốc độ, thiết bị quần v.v... Ở nhiều máy cán, dây kim loại được kéo qua nhiều đầu chuốt có kích thước giảm dần. Máy cán dây một đầu chuốt chỉ dùng khi kéo dây rất lớn.

Máy cán dây nhiều đầu chuốt chia thành 2 nhóm chính :

- Máy có thay đổi lượng dây ở các tang kéo trung gian,
- Máy không thay đổi lượng dây ở các tang kéo trung gian.

Nguyên lý làm việc của nhóm máy sau là giữ thể tích dây bằng nhau qua mỗi đầu chuốt trong những khoảng thời gian như nhau. Điều kiện này dễ bị phá vỡ, do đầu chuốt bị mòn hoặc do các nguyên nhân khác. Muốn giữ điều kiện này, cần phải giảm tốc độ của các tang kéo trung gian tương ứng. Có 2 cách làm :

a) Tự động điều chỉnh thay đổi tốc độ các tang kéo trung gian không có sự trượt dây trên tang.

b) Thay đổi độ trượt tương đối của dây trên các tang kéo trung gian khi giữ tốc độ tang kéo không đổi. Tốc độ dài của tang kéo lớn hơn $2 \div 4 \%$ tốc độ dây.

Công nghệ cán dây trong 1 chu trình bắt đầu bằng chỉnh máy ở tốc độ thấp không quá 0,5 ~ 1m/s và chế độ là chạy nháp. Chỉnh máy kết thúc khi dây đã quần đủ trên các tang kéo và ra khỏi máy. Lúc này máy chuyển sang chạy ở tốc độ cao. Việc tăng tốc từ tốc độ bò lên tốc độ làm việc hay giảm tốc ngược lại phải đảm bảo bằng phẳng để tránh đứt dây hay không đều tiết diện. Trong quá trình cũng phải bảo đảm điều chỉnh vô cấp tốc độ làm việc tùy theo hình dáng và kích thước tiết diện ngang của dây.

Trong các máy cán dây nhóm I (có thay đổi lượng dây ở các tang kéo trung gian), việc điều chỉnh vô cấp tốc độ làm việc của mỗi tang kéo là nhờ đai truyền hình thang kết hợp với hộp tốc độ 4 cấp điều chỉnh bằng tay. Điều đó cho phép điều chỉnh tốc độ bằng phẳng trong dải rộng và có thể sử dụng được truyền động xoay chiều.

Trong các máy cân dây nhóm II (không thay đổi lượng dây ở các tang kéo trung gian), người ta dùng truyền động một chiều và tự động điều chỉnh tốc độ qua điều chỉnh từ thông.

Việc điều chỉnh quan hệ tốc độ giữa các tang kéo nhờ thay đổi mômen quay trên trục tang kéo dưới tác dụng của sức căng dây. Các động cơ dẫn động các tang kéo được mắc nối tiếp các phần ứng với nhau.

2. Truyền động điện xoay chiều máy cân dây

Một số lớn máy cân dây dùng truyền động điện xoay chiều với động cơ không đồng bộ 3 pha rotor dây quấn, công suất dưới 55kW, 380V, 1500 vg/ph. Máy cân công suất nhỏ có thể dùng động cơ xoay chiều rôto lồng sóc. Động cơ nối với hộp tốc độ bằng đai truyền hình thang. Các máy cân dây to và đặc biệt to thường sử dụng động cơ không đồng bộ 3 tốc độ rôto lồng sóc, công suất tới 40kW, 750/1000.1500 vg/ph.

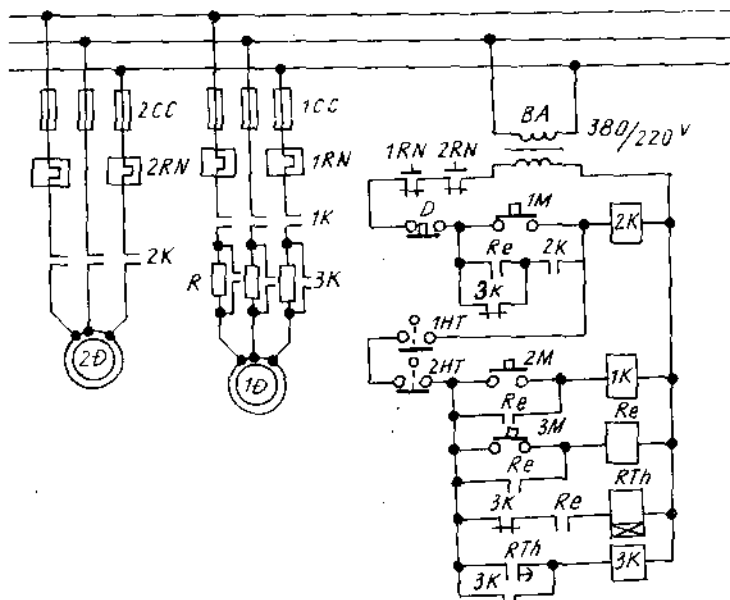
Yêu cầu chính cho truyền động máy cân dây là đảm bảo tốc độ chính định máy nhỏ (tốc độ bò) và chuyển êm lên tốc độ làm việc.

Phần lớn các máy cân dây thực hiện điều chỉnh tốc độ bằng điện trở phụ : một cấp ở mạch stator động cơ rôto lồng sóc, tới 5 cấp ở mạch rotor động cơ dây quấn.

Tăng tốc độ động cơ theo nguyên tắc thời gian. Dừng nhanh nhờ hãm ngược hay hãm động năng. Cấp kích từ cho stator khi hãm động năng là nhờ bộ biến đổi thyristor.

Hình 8-55 cho sơ đồ điều khiển truyền động máy cân dây có trượt 15/200 ; 22/200 (tử số là số tang kéo, mẫu số là đường kính tang kéo tính theo mm).

2D là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc 0,6kW kéo máy bơm dầu. Động cơ 1D kéo các tang kéo công suất 17 kW. Bảo vệ các động cơ bằng các cầu chì 1CC, 2CC và các rôle nhiệt 1RN, 2RN.



Hình 8-55. Sơ đồ TDD máy cân dây dùng các động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

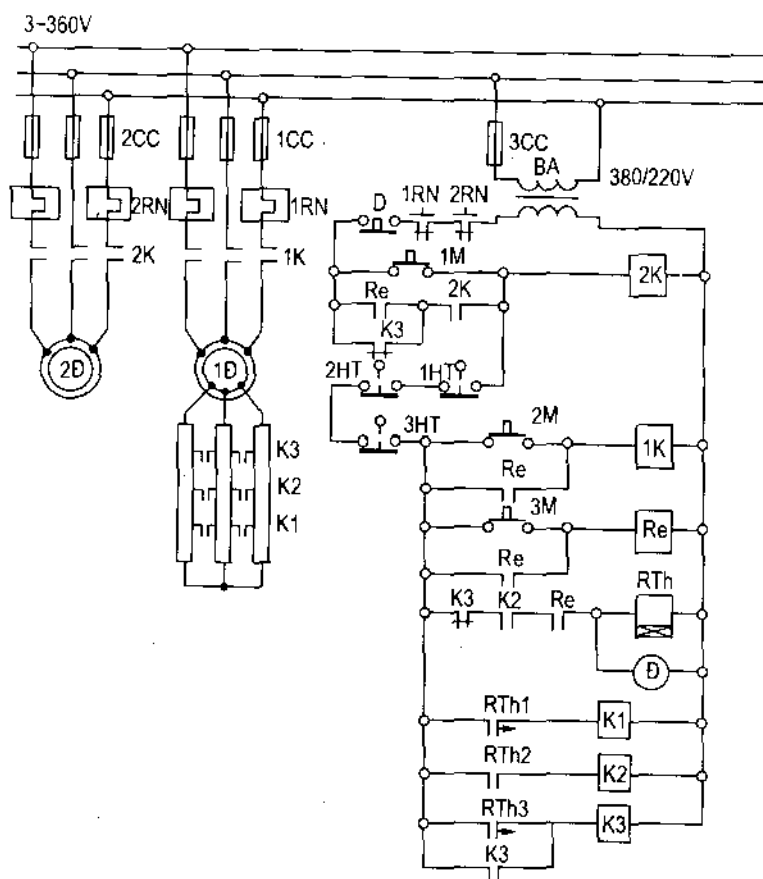
Các điện trở R ở mạch stator động cơ 1D dùng để giảm tốc độ động cơ khi chạy chỉnh máy và hạn chế dòng mở máy.

Đầu tiên, ấn 1M để công tắc tơ 2K đóng mạch động cơ bơm dầu.

Để chạy chỉnh máy, chuyển hộp tốc độ ở mức thấp và ấn 2M để công tắc tơ 1K đóng mạch động cơ 1D qua điện trở R. Sau khi chạy chỉnh máy, chuyển hộp tốc độ lên số cao và ấn 3M. Rôle trung

gian Re có điện sẽ đóng mạch role thời gian và sau thời gian duy trì sẽ đóng mạch công tắc tơ gia tốc 3K để ngắn mạch điện trở R ở mạch stator động cơ 1D.

Dùng máy bằng tay nhờ nút D. Các công tắc hành trình 1HT, 2HT sẽ dừng máy khi dứt dây cán và khi dây quấn đầy. Hình 8-56 biểu thị sơ đồ truyền động máy cán dây 10/250 và 13/250 có trượt với động cơ rotor dây quấn. Công suất động cơ chính là 45kW. Hoạt động của sơ đồ tương tự như sơ đồ hình 8-55. Tăng tốc động cơ 1D theo nguyên tắc thời gian nhờ role thời gian Rth có động cơ để lần lượt đóng mạch các công tắc tơ gia tốc K1, K2, K3.



Hình 8-56. Sơ đồ TDD máy cán dây dùng động cơ không đồng bộ rotor dây quấn.

3. Truyền động điện một chiều máy cán dây

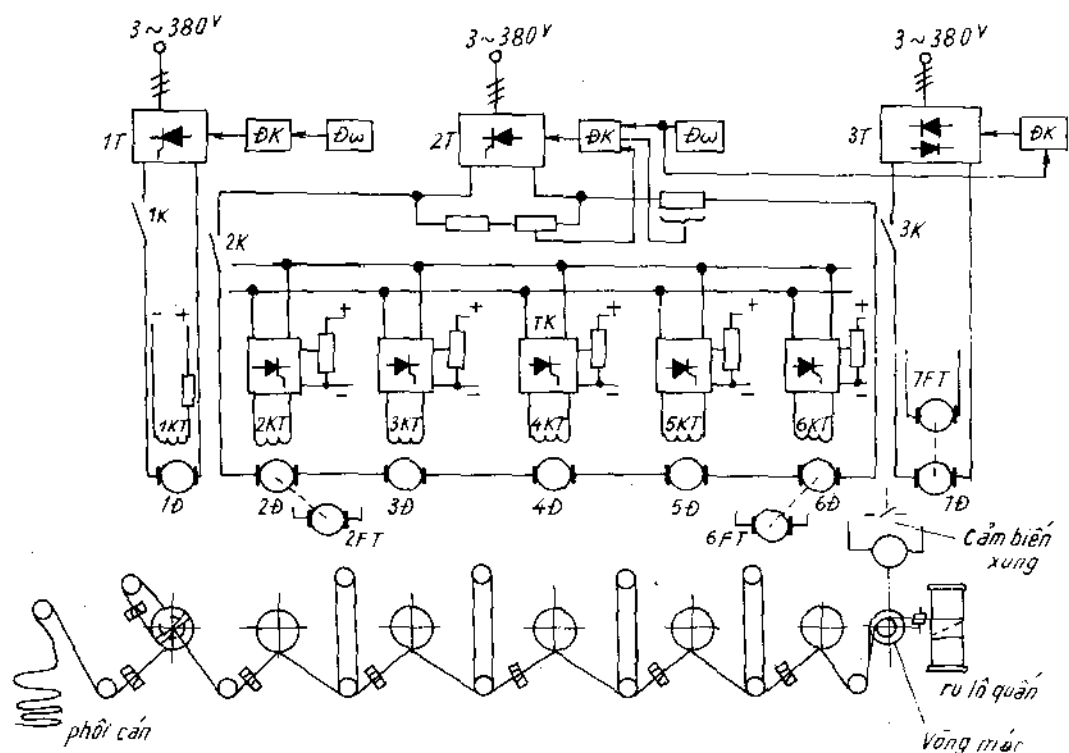
Truyền động này dùng cho các máy cán dây cán điều chỉnh tự động liên tục tốc độ các tang kéo trung gian trong thời gian làm việc mà không có sự trượt dây trên bề mặt tang kéo. Động cơ một chiều truyền động máy được điều chỉnh tốc độ ở 2 vùng. Tốc độ bờ có được nhờ hạ điện áp phản ứng, còn tốc độ làm việc nhanh có được nhờ giảm từ thông. Hệ sử dụng trong truyền động là F-D hoặc T-D. Phản ứng các động cơ truyền động tang kéo được mắc nối tiếp nhau.

Hình 8-57 là một sơ đồ truyền động máy cán dây 7/550 dùng hệ T-D.

Các cuộn phôi được đưa tới các giá cơ khí và từ đó đầu dây được kéo qua đầu chuốt thứ nhất tới tang kéo đầu tiên. Tang kéo này là một tang chứa, truyền động bằng một động cơ riêng theo hệ T-D, đảm bảo điều chỉnh tốc độ trong một dải rộng. Tang chứa này có 2 tầng, 2 đầu chuốt và động cơ kéo có công suất 125 kW, 440 V. Tầng dưới có đường kính nhỏ, còn tầng trên cũng như các tang kéo khác.

Năm tang kéo tiếp theo cũng được dẫn động bằng 5 động cơ riêng nhưng các phản ứng mắc nối tiếp nhau trong một hệ T-D do bộ biến đổi thyristor 2T cấp nguồn. Các cuộn kích từ được cấp điện riêng từ các bộ biến đổi thyristor TK.

Tại đầu ra, tốc độ làm việc (tốc độ chuốt) là 28 m/s, còn tốc độ bò (tốc độ chỉnh máy) là 1 m/s. Dải điều chỉnh tốc độ thay đổi bằng điện áp phản ứng là 12 : 1, còn lại do thay đổi từ thông là 2,5 : 1. Để duy trì sức căng dây giữa các tang kéo, trong mạch phản ứng các động cơ nối tiếp luôn có một dòng dừng cỡ $10 \div 20\%$ dòng định mức. Ở chế độ chỉnh máy (chạy nháp) dòng các phản ứng tang từ giá trị dòng dừng đến dòng chạy nháp cỡ $1 \div 1,5$ định mức.



Hình 8-57. Sơ đồ truyền động thyristor máy cân dây 7/550.

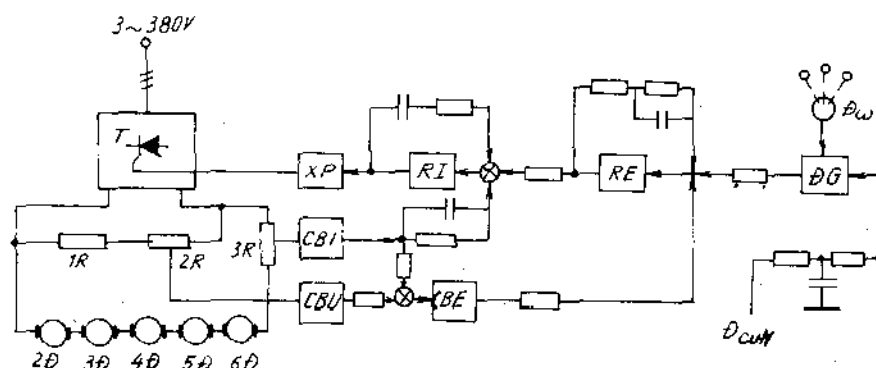
Trước khi vào rulo quấn, dây qua tang vòng móc. Tang vòng móc dùng để bù trừ các dao động sức căng. Rulo quấn được truyền động cũng bằng hệ T-D. Tốc độ các động cơ được kiểm tra qua các máy phát tốc.

Khi rulo quấn đầy, máy tự động dừng để cắt dây và thay rulo mới.

Hình 8-58 là sơ đồ chức năng hệ điều chỉnh tự động của máy cân dây 7/550. Máy có 2 bộ điều chỉnh : dòng và s.d.d. Bộ điều chỉnh dòng RI có các tín hiệu tới là : tín hiệu từ cảm biến dòng CBI tỉ lệ với dòng phản ứng các động cơ $2Đ \div 6Đ$ và tín hiệu đặt là tín hiệu ra của bộ điều chỉnh s.d. d. RE. Hai tín hiệu này được so sánh với nhau và cho ra từ RI tín hiệu tới khâu xung - pha XP điều khiển bộ biến đổi thyristor T.

Đầu vào của RE có 2 tín hiệu tới được so sánh với nhau là : tín hiệu đặt từ bộ đặt tốc độ D_w hay từ bộ đặt tín hiệu tốc độ chạy chỉnh D_{wN} , qua bộ định gia tốc DG tới và tín hiệu phản hồi âm về s.d.d. từ cảm biến s.d.d. CBE tới. Do s.d.d.

nhờ cộng các tín hiệu tỉ lệ với điện áp phản ứng qua cảm biến CBU và tín hiệu tỉ lệ với dòng phản ứng qua cảm biến CBI.



Hình 8-58. Sơ đồ chức năng điều chỉnh tự động truyền dòng máy cán dây 7/550.

§8.8. TRANG BỊ ĐIỆN CÁC THIẾT BỊ PHỤ TRONG PHÂN XƯỞNG CÁN

1. Khái niệm chung

Thiết bị phụ trong xưởng cán là các thiết bị làm việc cùng hoặc làm việc phối hợp với các máy cán để đảm bảo một quy trình công nghệ cán nhất định. Thiết bị phụ trong xưởng cán rất đa dạng và bao gồm :

- thiết bị vận chuyển : xe chở thép, băng tải, cơ cấu lật, quay phối...,
- thiết bị ép trục (di chuyển và định vị trục cán),
- thiết bị cắt : máy dao, máy cắt kéo, máy cưa,
- thiết bị nắn thẳng,
- cơ cấu bôi trơn, máy đánh vảy...

Các thiết bị phụ không làm việc tốt và đồng bộ với các máy cán sẽ làm giảm năng suất và thậm chí ảnh hưởng tới chất lượng sản phẩm.

Thiết bị phụ quan trọng nhất là thiết bị ép trục và cơ cấu dịch chuyển trục tháo.

2. Thiết bị ép trục

Như đã trình bày, trong quá trình cán, khe hở giữa 2 trục làm việc của máy cán cần phải điều chỉnh được. Có hộp cán, chỉ chỉnh một lần khe hở giữa 2 trục cán cho một loại sản phẩm (như trong máy cán LT). Có hộp cán cứ sau mỗi lần cán lại phải chỉnh khe hở (như trong máy cán QTN).

Để điều chỉnh khe hở, có thể dịch chuyển trục trên hoặc dưới mà thường là trục trên. Việc điều chỉnh có thể là bằng tay hoặc tự động.

Truyền động cho thiết bị ép trục cần đảm bảo dải điều chỉnh tốc độ rộng và thời gian mở máy và hãm máy ngắn nhất. Tùy loại máy cán, truyền động thiết bị ép trục cũng cần đảm bảo :

- mở máy và đảo chiều một hay đồng thời cả 2 trục ép khi có phôi cán (thường đối với máy cán lá),
- dịch chuyển 2 trục ép về 2 phía khác nhau (rất cần khi chỉnh lí các dạng khuyết tật của phôi cán như nhấp nhô bề mặt, cong vênh...),
- dịch đồng bộ cả 2 trục ép khi cùng làm việc và có giới hạn dịch chuyển tại vị trí cao nhất và thấp nhất,
- có thể kiểm tra được khoảng dịch,
- đặc tính cơ của truyền động có dạng đặc tính máy xúc.

Tốc độ dịch chuyển trục ép cũng tùy loại máy. Để rút ngắn thời gian dịch chuyển, ở các máy cán phôi vuông, phôi dẹt hoặc các máy cán tấm dày và trung bình, thường tốc độ dịch trục là lớn. Nhưng đối với các máy cán tấm mỏng, cần khe hở giữa 2 trục làm việc chính xác thì tốc độ dịch lại nhỏ. Sau đây là một số tốc độ dịch trục (mm/s) :

- máy cán phôi vuông lớn và trung bình	$100 \div 250$
- máy cán phôi vuông nhỏ	$50 \div 100$
- máy cán phôi dẹt	$100 \div 150$
- máy cán lá dày và trung bình	$5 \div 25$
- máy cán phân loại 2 trục và 3 trục	$2 \div 5$
- máy cán lá mỏng 4 trục	$0,05 \div 1,0$
- máy cán nhiều trục	$0,005 \div 0,01$

Hình 8-59 cho sơ đồ thiết bị ép trục có tốc độ dịch chuyển lớn (tới 250mm/s) của máy cán phôi vuông 1150.

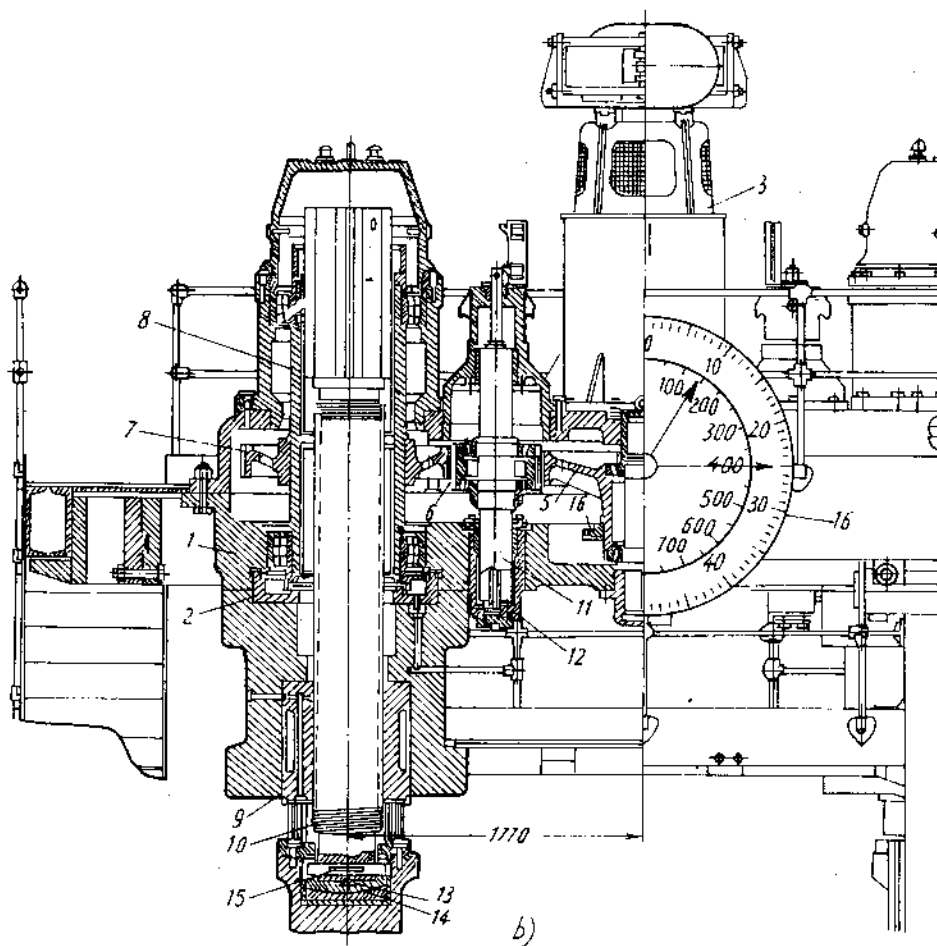
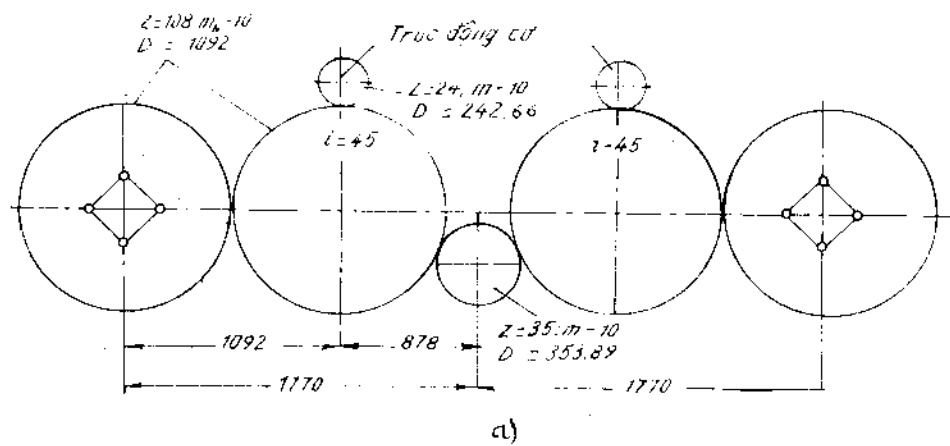
Trong đó :

- | | |
|--|---|
| 1 - Thân thép đúc | 2- Vành định vị |
| 3 - Động cơ | 4 - Bánh răng nhỏ |
| 5 - Bánh răng dẹt (bánh răng trung gian) | 6- Bánh răng liên kết quay tự do trên trục 11 |
| 7 - Vành bánh răng | 8- Moayơ có lỗ vuông |
| 9 - Êcu cố định | 10- Vít ép trục |
| 11 - Pittông trụ | 12- Xilanh thủy lực |
| 13 - Then | 14- Đầu trục hình cầu |
| 15 - Chốt | 16- Bộ truyền hình côn, chỉ thị độ ép. |

Hình 8-60 cho sơ đồ thiết bị ép trục có tốc độ dịch chuyển nhỏ ($0,11 \div 0,22$ mm/s) của máy cán 4 trục $500 \times 1500/2500$.

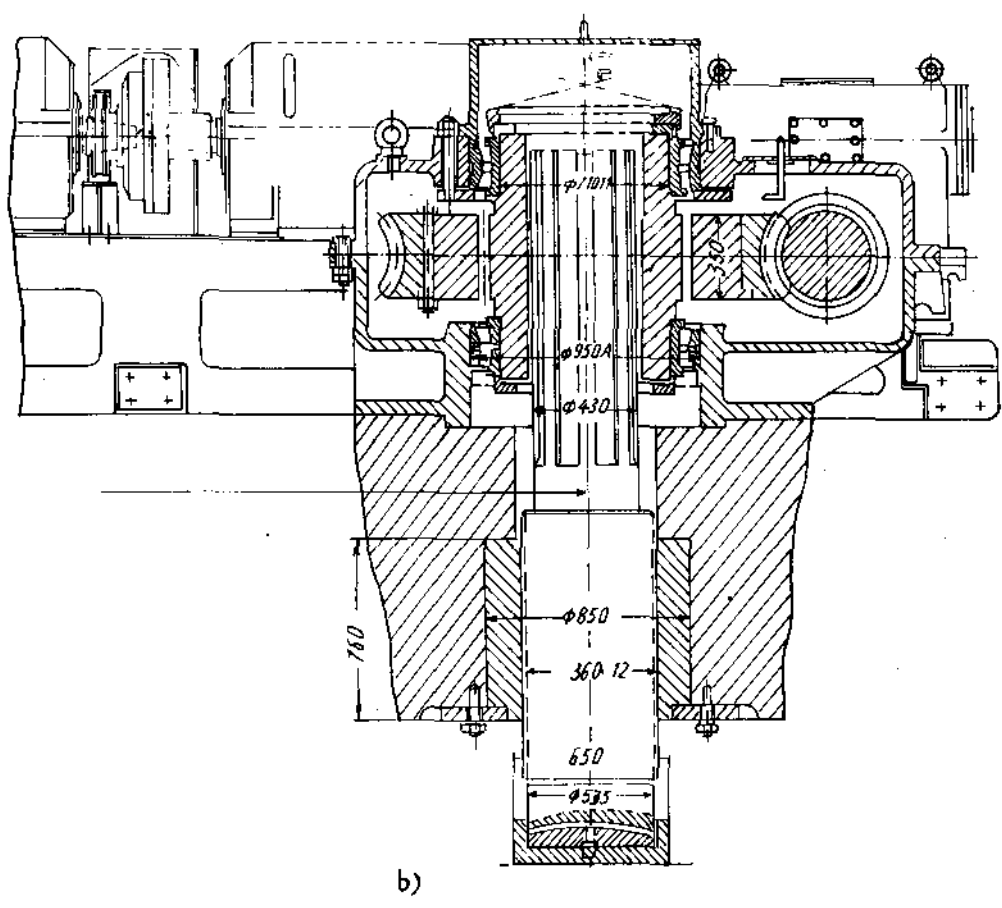
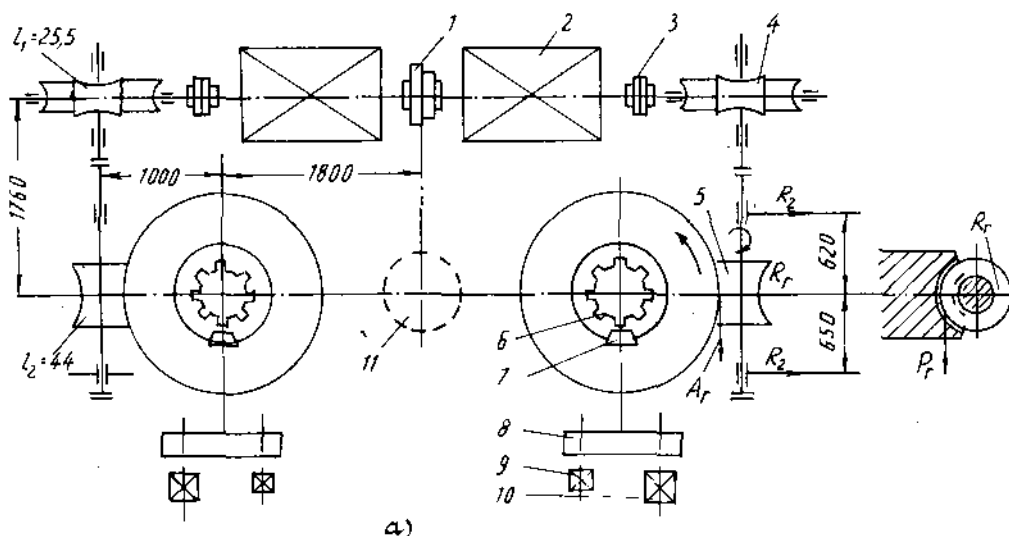
Trong đó :

- | | |
|---|---|
| 1- Li hợp điện từ ($M = 3$ kNm) | 2- Động cơ truyền động thiết bị ép trục |
| 3- Khớp nối bánh răng | 4,5- Bộ giảm tốc trục vít lôm (glôbôit) |
| 6- Vít ép trục | 7- Bộ truyền bánh răng côn |
| 8- Hộp tốc | 9- Xen xin cam biến |
| 10- Thiết bị điều khiển hạn chế vị trí cao nhất | 11- Bộ cân bằng thủy lực. |



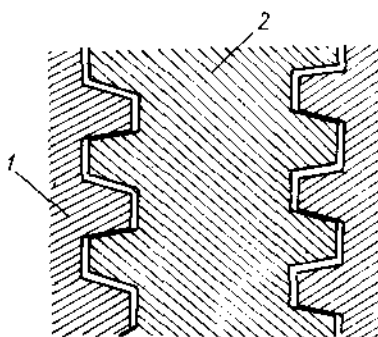
Hình 8-59. Sơ đồ thiết bị ép trục cơ tốc độ dịch chuyển lớn của máy cán phôi vuông 1150

201.26

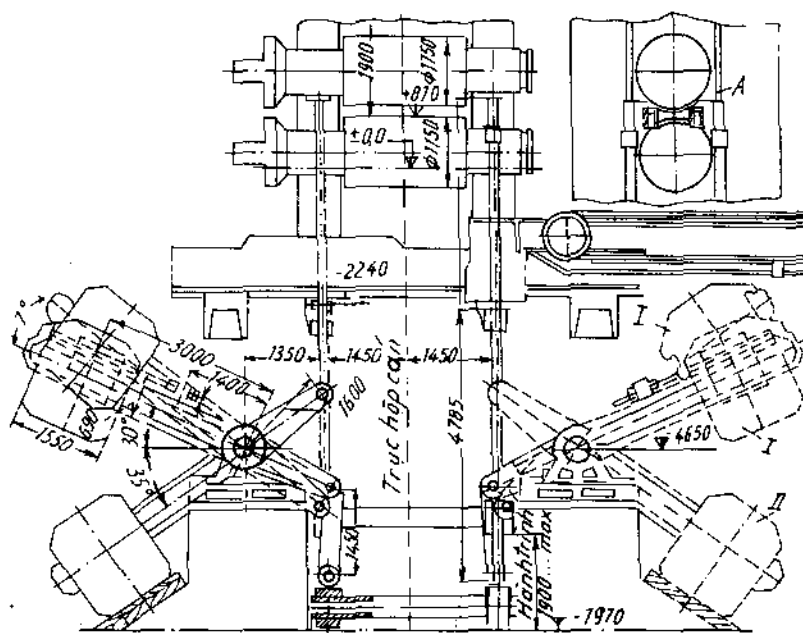


Hình 8-60. Sơ đồ thiết bị ép trục có tốc độ dịch chuyển nhỏ.

Khi không có phôi, do trọng lượng trục cán trên mà có khe hở giữa các khe răng của trục ép và trục vít (hình 8-61). Êcu trục ép 1 gắn với trục cán sẽ tì lên các khe răng trục vít 2 và tạo khe hở phía trên. Lúc ngoạm phôi, trục cán trên bị nảy lên sẽ sinh lực và đập lớn ảnh hưởng tới tuổi thọ của máy. Do vậy, các hộp cán cần có thiết bị cân bằng để nâng trục cán trên lên. Thiết bị cân bằng, có loại dùng lò xo, dùng đối trọng hoặc thủy lực. Hình 8-62 là thiết bị cân bằng dùng đối trọng ở máy cán phôi dẹt 1150. Hình 8-63 là thiết bị cân bằng dùng lò xo ở máy cán liên tục 700/500.



Hình 8-61. Khe hở giữa khe răng của trục ép và trục vít



Hình 8-62. Thiết bị cân bằng dùng đối trọng của máy cán phôi dẹt 1150.

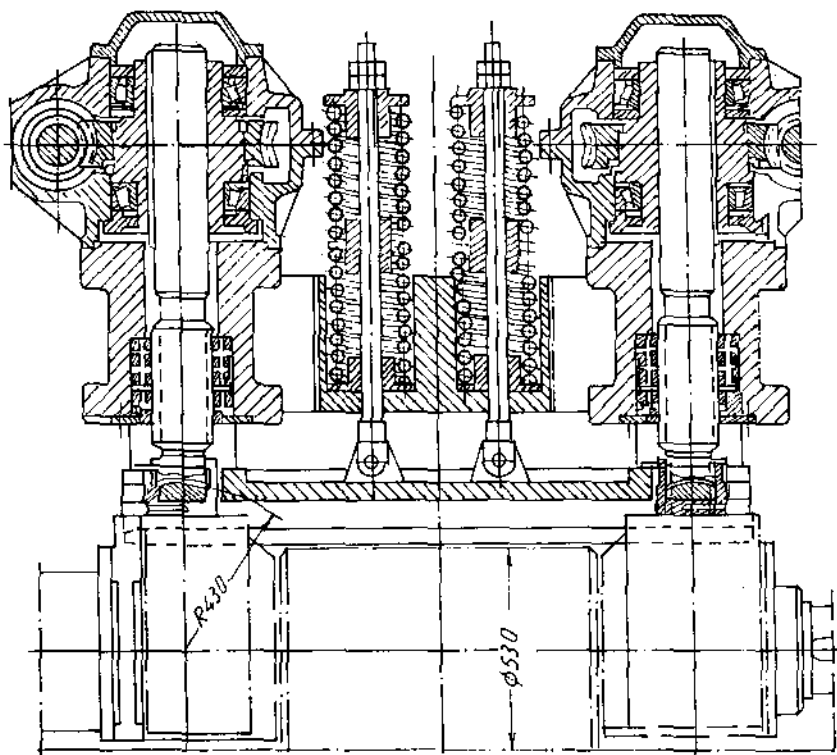
Sơ đồ hệ truyền động thiết bị ép trục (F-D) :

Hình 8-64 là sơ đồ mạch lực hệ truyền động trục vít của thiết bị ép trục dùng hệ F-D. Hai động cơ một chiều 1D và 2D quay 2 trục vít được cấp điện từ một máy phát có điện áp phát định mức thường là 460 V, bằng 2 lần điện áp định mức của mỗi động cơ. Cuộn kích từ của máy phát F được cấp điện và điều khiển qua bộ điều khiển ĐKKTE.

Khi 2 động cơ trục vít làm việc đồng thời thì chúng được mắc nối tiếp nhờ côngtắc K và điện áp cấp cho động cơ là định mức. Trục 2 động cơ được nối cứng nhờ li hợp điện từ để đảm bảo dịch trục ép đồng bộ.

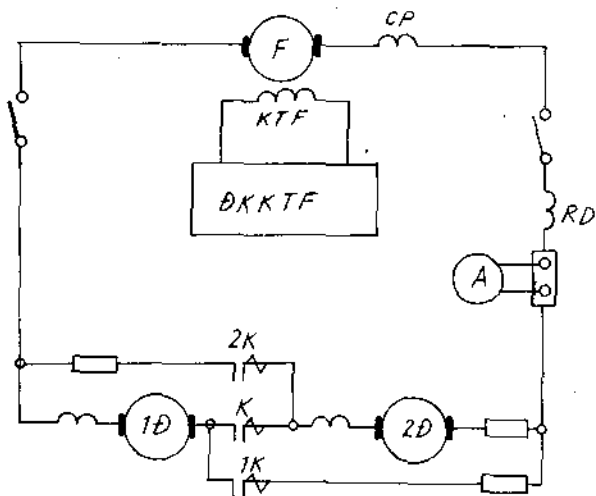
Khi 1 động cơ trục vít làm việc riêng (chẳng hạn phải dịch trục ép trái, ứng với động cơ kéo 1D) thì li hợp điện từ nhả, côngtắc K nhả, động cơ 2D được cắt

điện, còn động cơ 1D được đóng điện qua côngtắc 1K và điện áp cấp là 1/2 điện áp định mức của máy phát.



Hình 8-63. Thiết bị cân bằng dùng lò xo ở máy cán liên tục 700/500.

Sơ đồ ép truyền động thiết bị ép trục vừa mô tả là đơn giản và kinh tế nhất. Nhưng nhược điểm của sơ đồ là : không thể cho 2 trục vít cùng làm việc theo 2 hướng khác nhau, rất cần khi điều chỉnh prôphin phối cán.



Hình 8-64. Sơ đồ mạch lực truyền động hệ thống ép trục, cấp điện từ 1 máy phát.

Nhược điểm trên được khắc phục ở sơ đồ hình 8-65 với việc dùng máy phát riêng cho mỗi động cơ truyền động trục vít và mạch phản ứng các động cơ không có các tiếp điểm côngtắc. Các máy phát riêng sẽ cho phép 2 động cơ trục vít làm việc đồng thời theo 2 hướng khác nhau và đồng bộ được việc dịch 2 trục ép mà không cần li hợp điện từ.

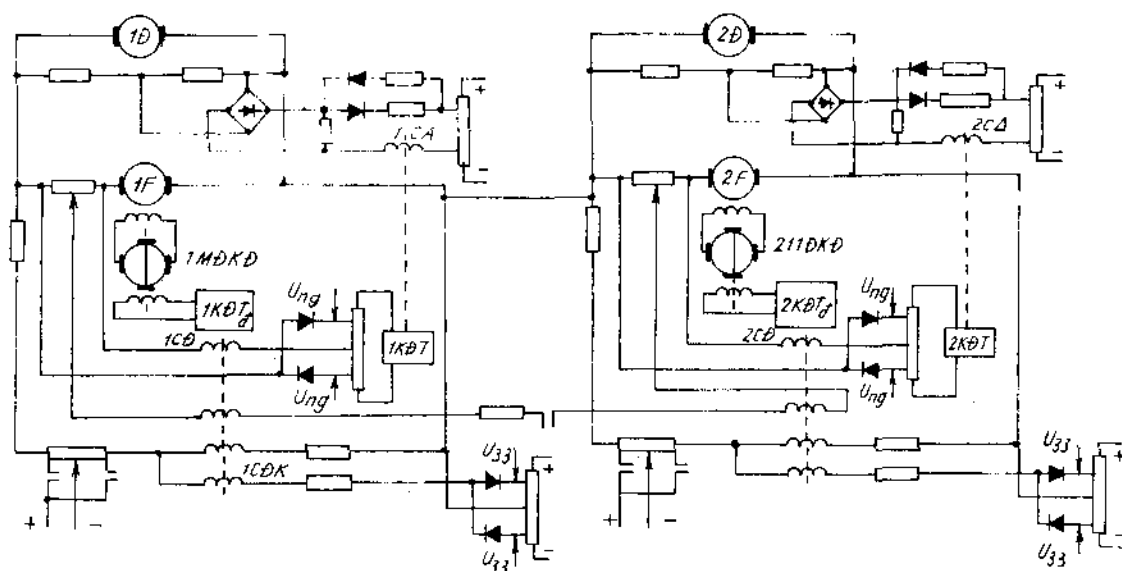
Trong sơ đồ, kích từ cho máy phát được cấp điện từ máy điện khuếch đại MDKD. MDKD có nhiệm vụ như một bộ khuếch đại công suất, còn khuếch đại từ đảo chiều KDT_đ có chức năng điều khiển. Các khuếch đại từ không đảo chiều KDT điều chỉnh độ lớn điện

áp ngắt theo dòng điện, tùy theo điện áp của máy phát (qua cuộn CA). Điện áp máy phát được so sánh với tín hiệu đặt cho phép hệ kích từ tác động nhanh với hệ số khuếch đại lớn. Cuộn điều khiển CDK điều khiển mức độ cường bức kích từ và đảm bảo giữ không đổi bởi số cường bức điện áp của khuếch đại từ KDT_đ khi thay đổi tín hiệu đặt trong giới hạn lớn. Dùng ngắt theo dòng để động cơ có đặc tính máy xúc. Sơ đồ đảm bảo dập từ thông kích từ máy phát, loại trừ tốc độ bù của trục ép và giữ cân bằng tải giữa 2 trục vít khi chúng làm việc đồng thời.

3. Thiết bị cắt

Thiết bị cắt dùng để cắt ngang hay cắt dọc các tấm thép trên đường cán nhằm có những sản phẩm theo kích thước đã định, cắt đầu thừa đuôi thẹo v.v. ...

Tùy đặc điểm cắt, thiết bị cắt hay máy cắt (MC) có thể có : lưỡi dao đặt ngang (song song), lưỡi dao đặt nghiêng, lưỡi đĩa tròn hay lưỡi cắt bay.



Hình 8-65. Sơ đồ điều khiển hệ truyền động hệ thống ép trục cấp điện từ các máy phát riêng.

a) Máy cắt có lưỡi dao song song. Máy cắt này dùng cắt kim loại nóng tiết diện vuông, chữ nhật hay tròn sau khi cán trên các máy cán phôi vuông, máy cán phôi dẹt, máy cán phân loại, máy cán thép hình. Mát cắt này cũng dùng để cắt kim loại nguội. Trường hợp này thì prôphin lưỡi dao tương ứng với dạng tiết diện ngang của kim loại bị cắt.

Trong quá trình cắt, mặt phẳng cắt (mặt phẳng chuyển dịch của lưỡi dao) là không đổi. Nhiệt độ của kim loại bị cắt thường là $800 \pm 1000^{\circ}\text{C}$.

Hình 8-66. là sơ đồ cắt kim loại của máy cắt có lưỡi dao song song, trong đó :

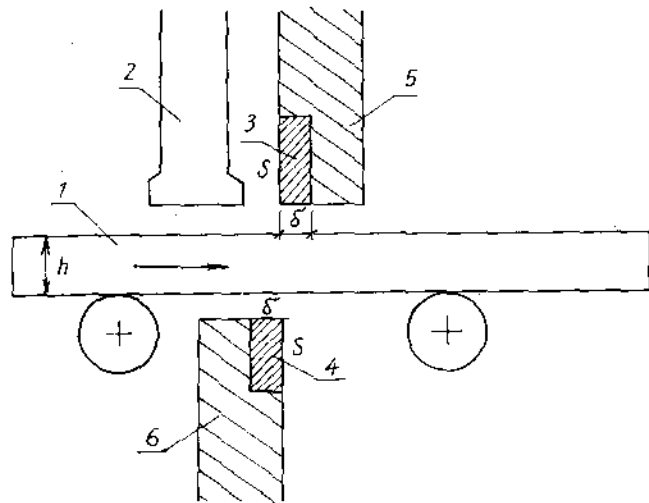
1- kim loại cắt ; 2- thanh ép ; 3 và 4 - lưỡi dao trên và dưới ; 5 và 6 - thanh gá dao trên và dưới.

Tiết diện ngang của lưỡi dao thường có tỉ số giữa chiều cao S và bề rộng δ là :

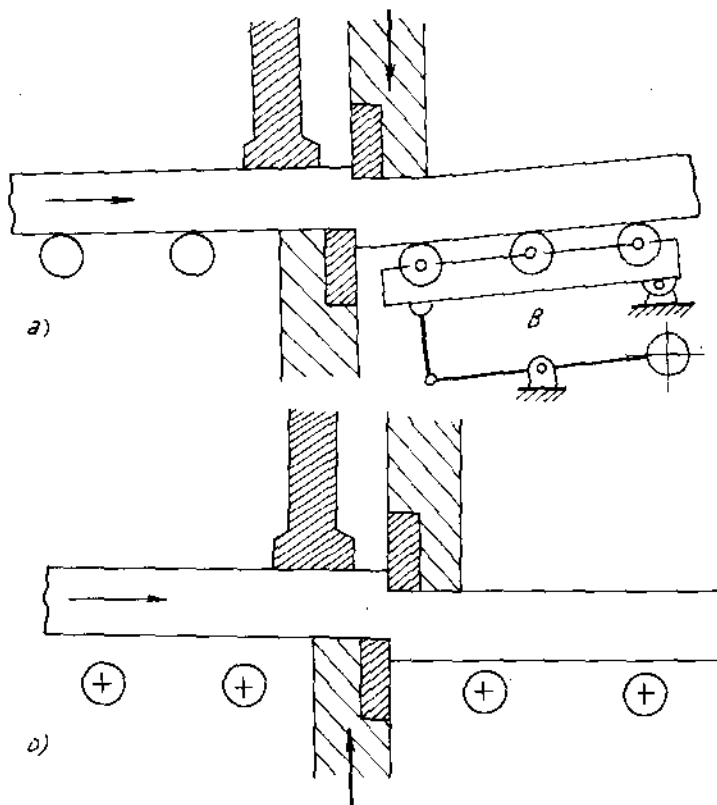
$$\frac{S}{\delta} = 2,5 \div 3$$

Lưỡi dao có tiết diện chữ nhật cắt được cả 4 góc.

Máy cắt có lưỡi dao song song lại chia ra 2 loại : loại lưỡi dao trên chuyển động và loại lưỡi dao dưới chuyển động. Chuyển động của lưỡi dao nhờ hệ thống tay biên hay thủy lực.



Hình 8-66. Sơ đồ máy cắt có lưỡi dao song song.

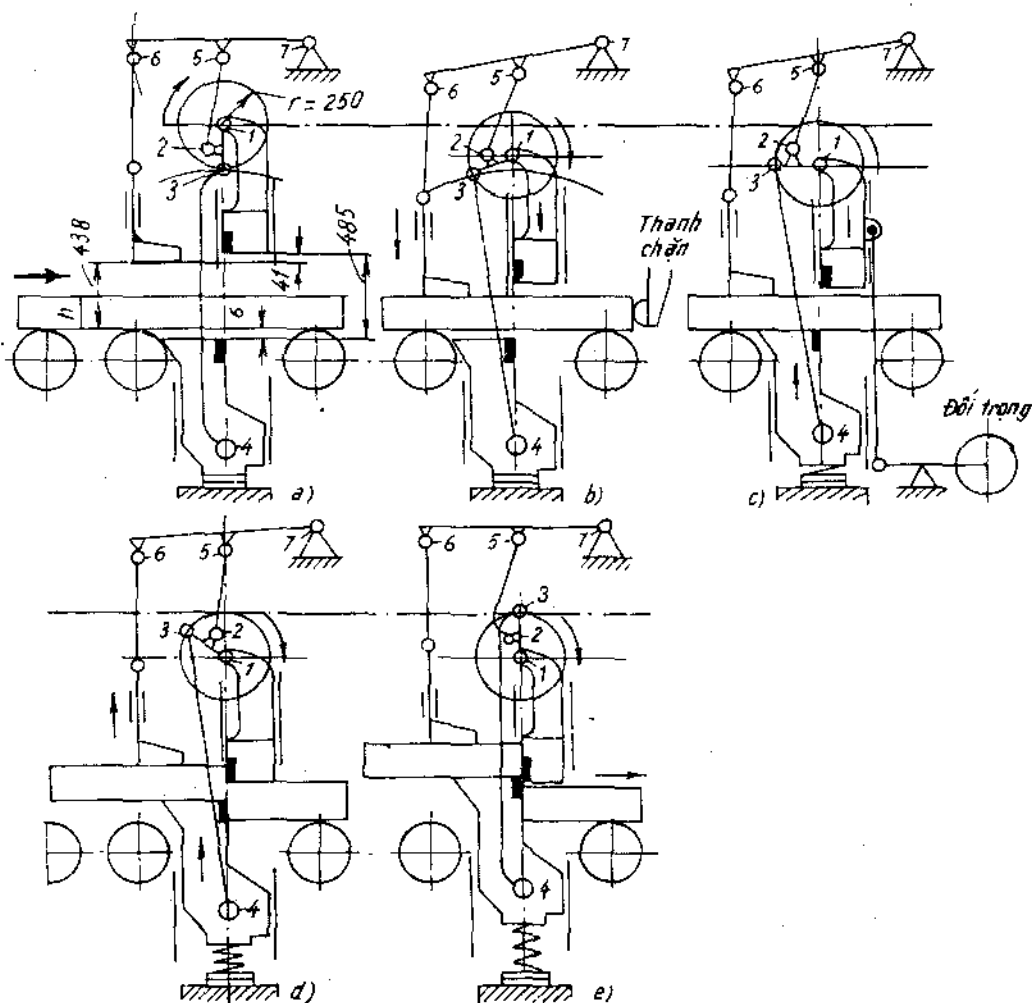


Hình 8-67. Sơ đồ máy cắt có lưỡi dao song song.
a - Lưỡi dao trên chuyển động ;
b - Lưỡi dao dưới chuyển động.

Máy cắt có lưỡi dao trên chuyển động (hình 8-67, a) có khuyết điểm là bị xòem mép cắt do kim loại tiếp tục chuyển động trên băng lăn và cần cơ bản lắc B ở phía sau dao nên kết cấu máy phức tạp hơn.

Máy cắt có lưỡi dao dưới chuyển động (hình 8-67, b) không có khuyết điểm trên nên được dùng rộng rãi hơn. Ở máy này, trước khi lưỡi dao dưới đi lên để cắt thì thanh gá dao trên đi xuống tì sát vào kim loại.

Hình 8-68 cho cụ thể các vị trí liên tiếp của sơ đồ động máy cắt có lưỡi dao dưới chuyển động trong quá trình cắt (ứng với góc quay trục khuỷu 180°).



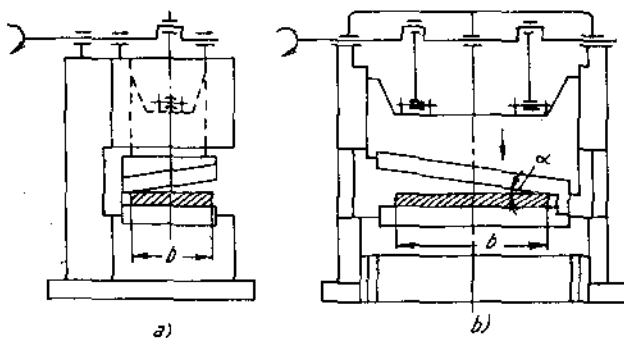
Hình 8-68. Sơ đồ động của máy cắt có lưỡi dao dưới chuyển động.

b) *Máy cắt có lưỡi dao nghiêng.* Máy cắt này thường dùng để cắt thép ở các máy cán nóng, cán nguội và cán phân loại. Lưỡi dao dưới đặt ngang.

Tùy theo kết cấu khung máy là 1 trụ hay 2 trụ mà máy cắt này chia ra loại hở (hình 8-69a) và loại kín (hình 8-69, b).

c) *Máy cắt có lưỡi dao đĩa tròn.* Máy này dùng cắt rìa mép dọc tấm thép hay xẻ tấm thép rộng thành các dải hẹp.

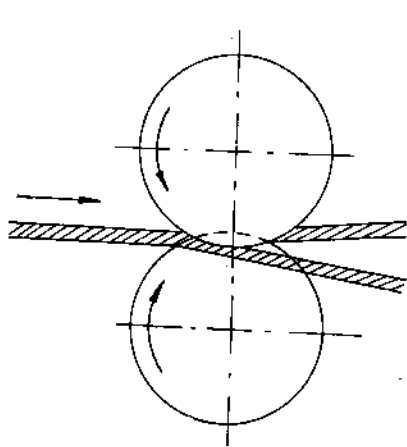
Khí làm việc, 2 đĩa dao quay ngược chiều nhau và tấm thép tiến về phía 2 đĩa (hình 8-70). Để chất lượng cắt tốt, không bị sần mép,



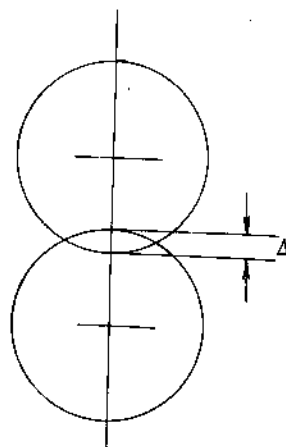
Hình 8-69. Máy cắt có lưỡi dao nghiêng.

khoảng chồm giữa 2 đĩa dao (hình 8-71) $\Delta = 1 \div 3\text{mm}$. Băng thép càng dày thì Δ càng nhỏ.

Hình 8-72 là sơ đồ truyền động của máy cắt có lưỡi dao đĩa tròn. Động cơ điện 11, qua hộp giảm tốc 10 và hộp bánh răng 9, trục nối 8 có khớp Cardan, kéo 2 trục trung gian 3 với các bánh răng 7 cùng một tốc độ nhưng ngược chiều quay đối với nhau. Trục 3 có gắn các lưỡi cắt đĩa tròn

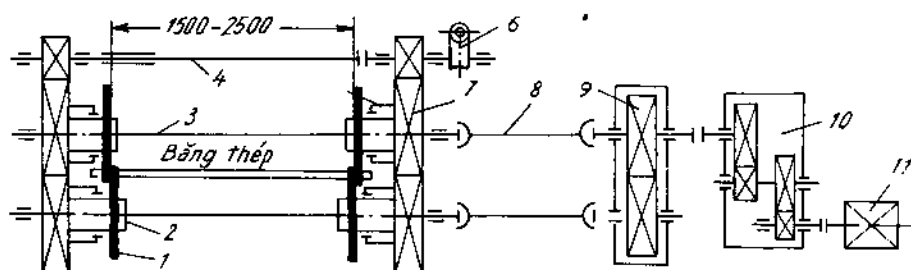


Hình 8-70. Chiếu tiến của tấm thép bị cắt bằng dao đĩa.



Hình 8-71. Khoảng chồm giữa hai đĩa dao.

1 ở 2 đầu để cắt mép các băng thép. Thanh răng trục vít 6 quay trục 4 điều chỉnh đồng bộ dao.



Hình 8-72. Sơ đồ truyền động của máy cắt có lưỡi dao đĩa tròn.

Khi cần chia dọc băng thép thành nhiều dải nhỏ, người ta dùng máy cắt đĩa tròn có nhiều đĩa gắn trên 1 trục. Hình 8-73 là máy cắt đĩa $0,6 \times 1000\text{ mm}$ có 4 cặp dao đĩa dùng để cắt 2 mép và chia băng thép ra thành 3 dải rộng 300 mm .

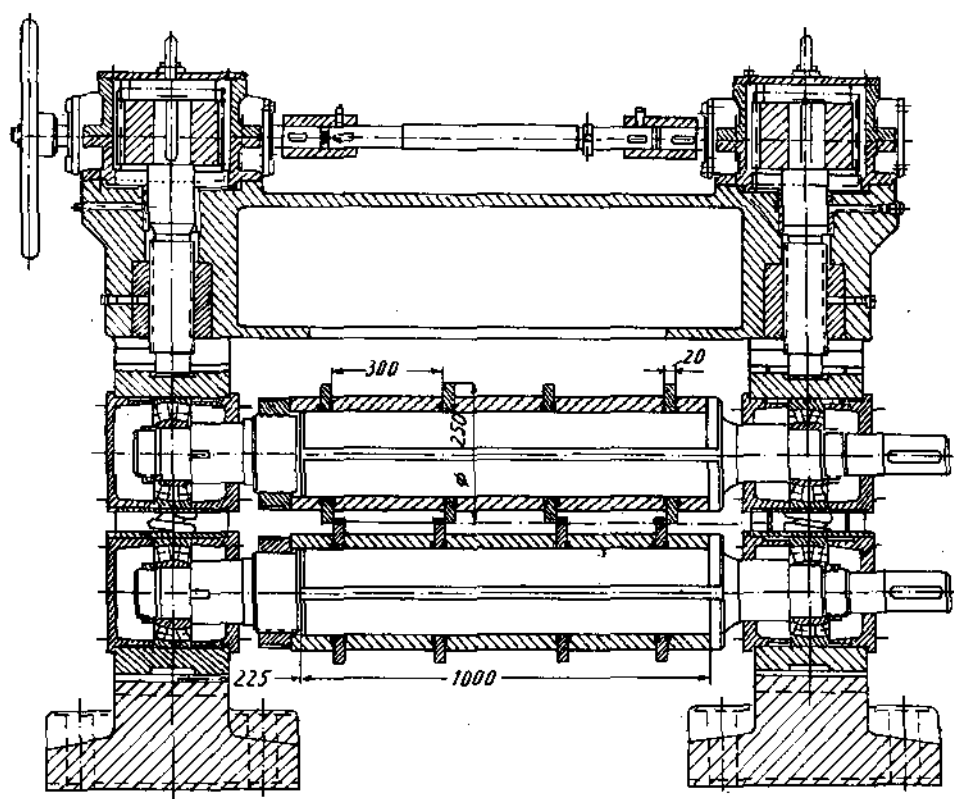
d) Máy cắt bay. Máy cắt hay dùng để cắt các tấm kim loại trên đường cán mà không cần dùng kim loại. Khả năng cắt hay xác định năng suất máy cán liên tục.

Máy cắt bay có nhiều kiểu loại.

Máy cắt hay loại quay tròn (loại tang trống) có nguyên lý làm việc như sơ đồ hình 8-74. Hai tang trống có kẹp dao (một lưỡi (hình 8-74, a), hai lưỡi (hình 8-74, b) hay nhiều hơn) quay ngược chiều nhau với tốc độ không đổi. Để cắt thuận tiện tốc độ băng lăn phía sau dao cán lớn hơn tốc độ băng thép vào dao.

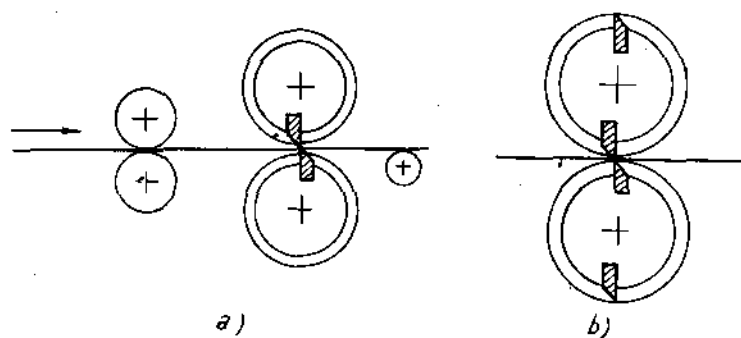
Máy cắt loại này có thể cắt ở tốc độ băng thép 15m/s và lớn hơn.

Khi máy cắt bay dùng cắt bằng đầu các băng thép và cắt các băng thép thành từng đoạn thì chế độ quay dao bay có thể không liên tục mà khởi động và hãm có chu kì, nghĩa là dao khởi động tăng tốc trước mỗi lần cắt và hãm dừng sau khi cắt.



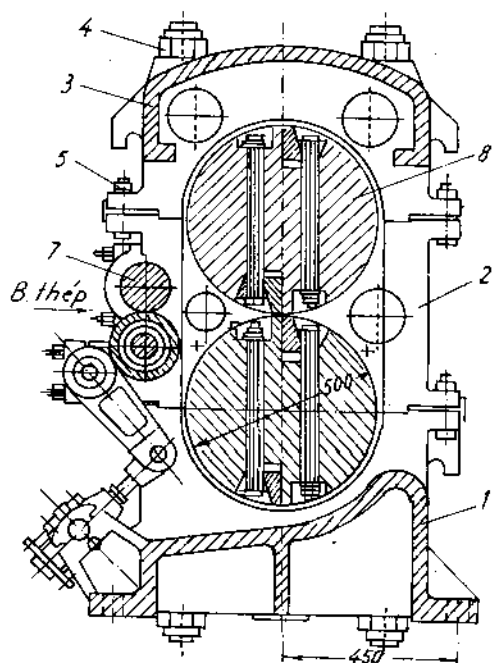
Hình 8-73. Máy cắt có bốn cặp đĩa dao.

Hình 8-75 cho dạng chung của 1 máy cắt bay tang trống dùng cắt ngang các băng thép mỏng $0,18 \div 0,60$ mm có độ rộng 1000 mm. Chiều dài cắt khi đặt 1 dao là 1520 mm và khi đặt 2 dao là 760 mm. Tốc độ băng thép lớn nhất là 5 m/s. Đường kính tang trống là 500 mm và chiều dài dao là 1200 mm. Lực cắt cực đại đạt tới 30 T và dùng cắt các băng kim loại có giới hạn bền 800 N/mm^2 . Mômen cực đại truyền động trục tang trống là 9,8 kNm.



Hình 8-74. Máy cắt bay dạng tang trống.

Máy cắt bay loại quay tròn có quỹ đạo dao là hình tròn và khi dao tiếp xúc kim loại sẽ tạo một góc nào đó so với mặt phẳng thẳng đứng qua 2 trục tang trống, gây một xung lực lớn khi cắt và mặt phẳng cắt không phải là thẳng đứng. Với mục đích giảm lực động lớn khi cắt, người ta đặt 1 dao nghiêng nhưng chất lượng cắt không tốt lắm. Để khắc phục các nhược điểm trên,



Hình 8-75. Dạng chung của máy cắt bay tang trống.

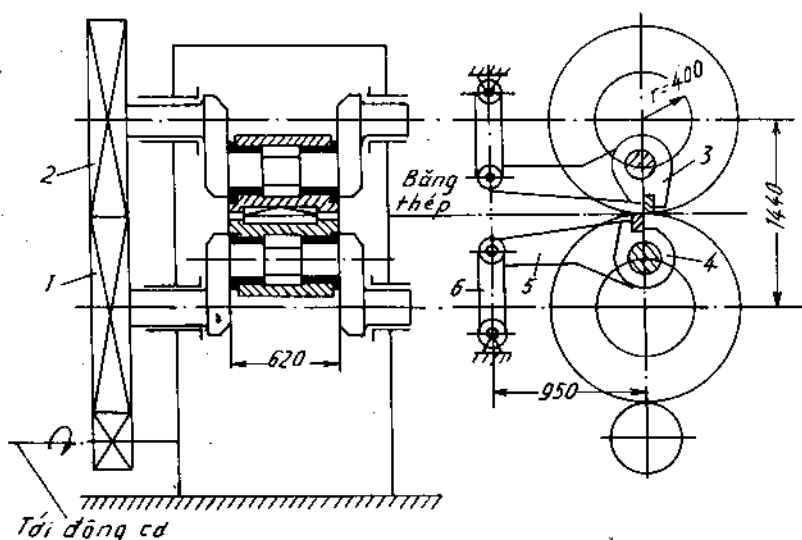
chế độ dài hạn, có thể không cần thay đổi tốc độ (dùng động cơ không đồng bộ) và cũng có thể cần điều chỉnh tốc độ (dùng động cơ một chiều).

Giản đồ mômen đặc trưng cho động cơ truyền động máy cắt trong 1 chu kì làm việc (chu kì cắt) cho trên hình 8-78. Giản đồ a là đối với máy cắt quay liên tục, b là đối với máy cắt có mở máy và hãm trong mỗi lần cắt.

Sau đây ta xem xét một sơ đồ điều khiển truyền động máy cắt bay dùng hệ F-D.

Hình 8-79 là sơ đồ động học máy cắt bay có các con lăn máy nắn thẳng trước khi cắt. Trong đó :

1, 2 - tang trống có dao trên và dưới ;
3 - các con lăn máy nắn thẳng ;
4 - động cơ truyền động máy ;
5 - hộp tốc độ.



Hình 8-76. Sơ đồ động của máy cắt bay loại tay biên.

nhất là đối với việc cắt các băng thép dày, người ta dùng máy cắt bay loại tay biên.

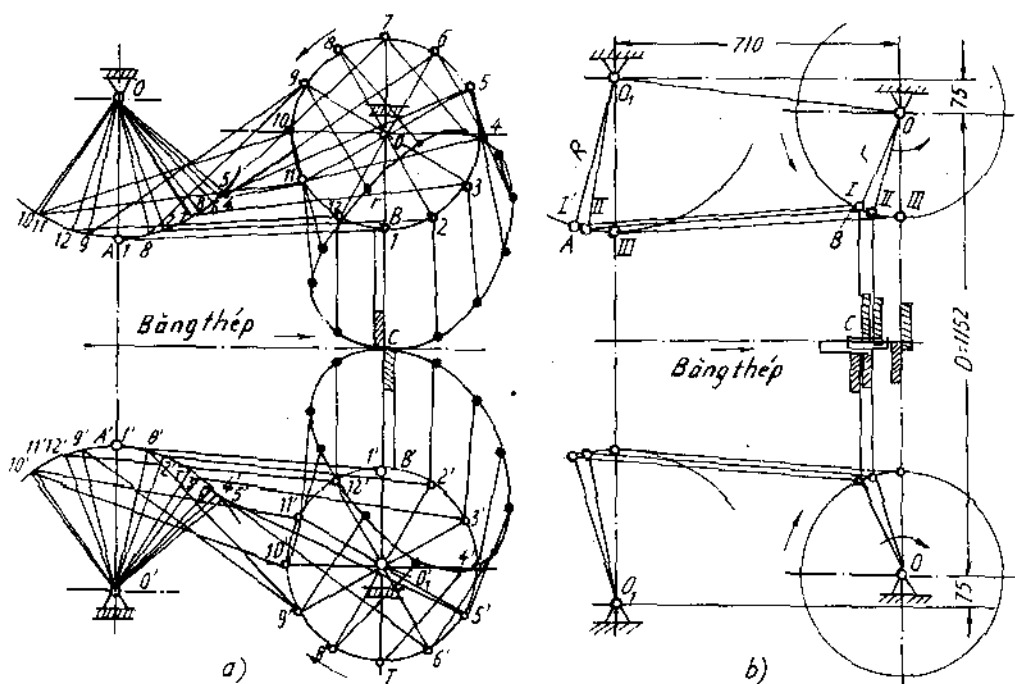
Ở loại máy cắt này, quỹ đạo dao có dạng ellip phức tạp và khi cắt dao chuyển động gần như trên mặt phẳng băng thép.

Hình 8-76 là sơ đồ động học của máy cắt bay loại tay biên, trong đó : 1, 2 - cặp bánh răng đồng tốc quay ngược chiều nhau ; 3, 4 - đầu gá lưỡi dao ; 5, 6 - hệ tay biên.

Hình 8-77 là quỹ đạo dao toàn bộ (a) và ở vùng cắt (b).

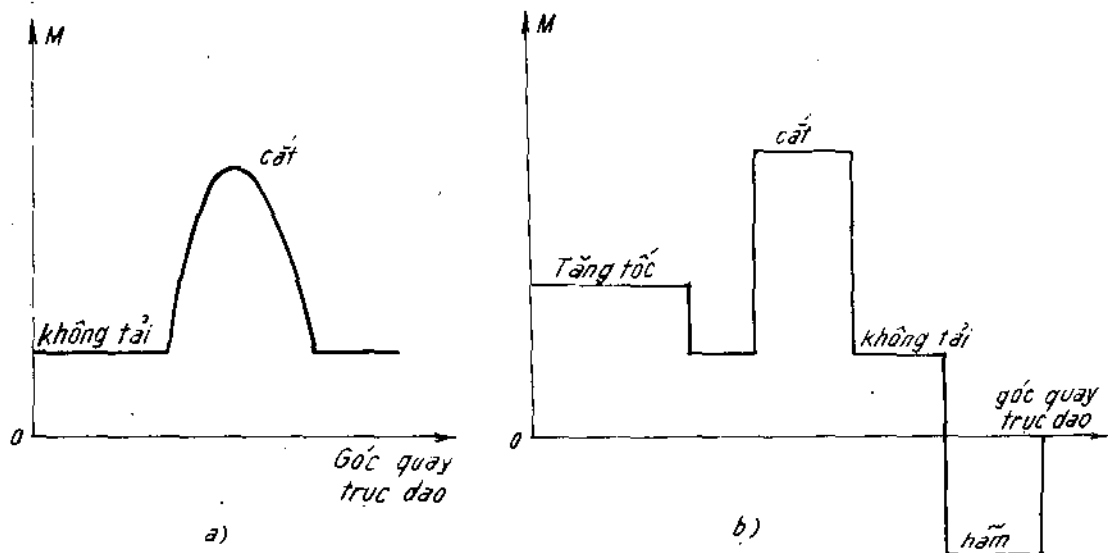
Đặc điểm truyền động của máy cắt.

Động cơ truyền động cho máy cắt có thể làm việc ở chế độ dài hạn hoặc ngắn hạn lặp lại với tần số đóng cắt lớn. Khi cắt, tải biến đổi đột ngột. Với chế độ dài hạn, thường dùng động cơ không đồng bộ. Với chế độ ngắn hạn lặp lại, thường dùng động cơ một chiều.

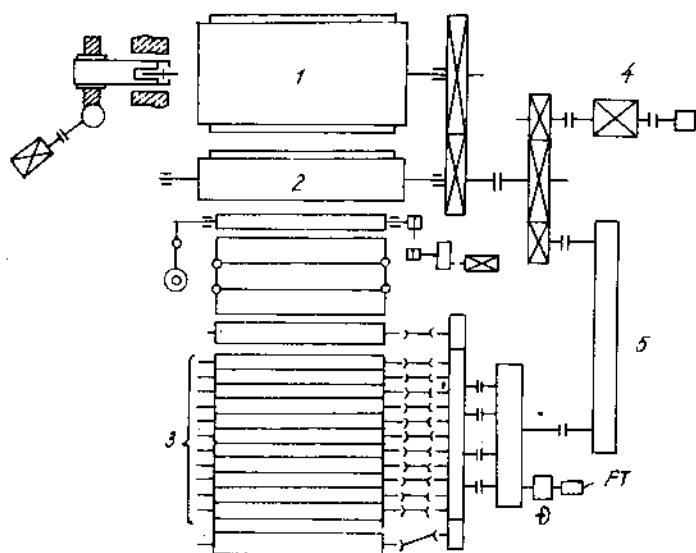


Hình 8-77. Sơ đồ quỹ đạo dao máy cắt bay loại tay biên.

Hình 8-80 là sơ đồ nguyên lý điều khiển truyền động máy cắt bay. Sơ đồ có 2 bộ điều chỉnh : điều chỉnh điện áp máy phát cấp cho phần ứng động cơ và điều chỉnh từ thông kích từ động cơ.



Hình 8-78. Sơ đồ mômen máy cắt.



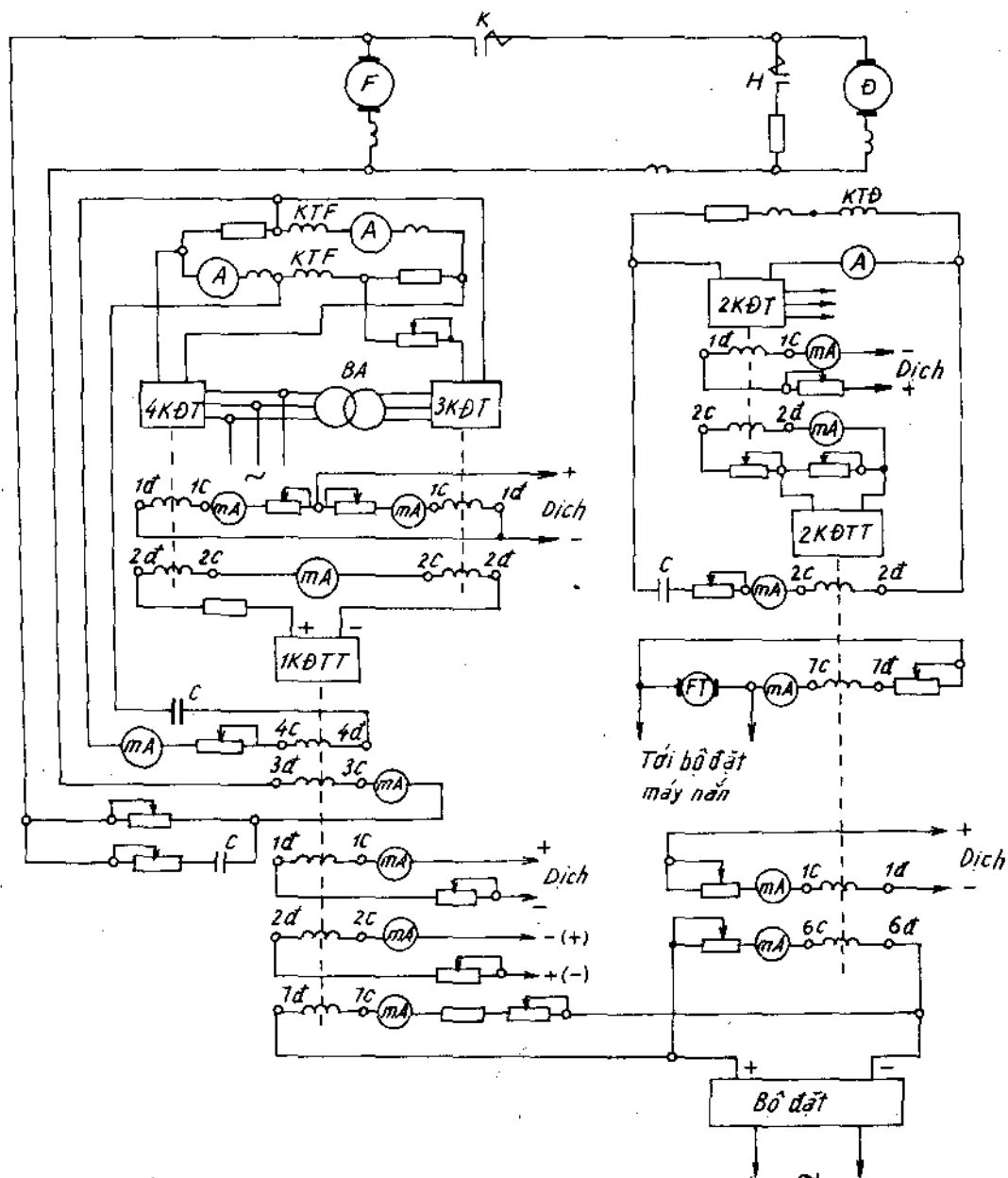
Hình 8-79. Sơ đồ động học máy cất bay có máy nắn thẳng.

0. Trong bộ khuếch đại 1KDTT sẽ tiến hành cộng và khuếch đại các tín hiệu điều khiển. Khi điện áp dư ở máy phát lúc tốc độ máy bằng 0, thực hiện nhờ cuộn 3đ - 3c (phản hồi âm điện áp máy phát). Cuộn 2đ - 2c thực hiện việc thay đổi cực tính tín hiệu (để thay đổi cực tính máy phát ở chế độ tải đột biến). Cuộn 7đ - 7c nối vào đầu ra của bộ đặt tốc độ và là cuộn chủ đạo của bộ điều chỉnh điện áp. Để ổn định sơ đồ, cuộn 4đ - 4c nối với đầu ra của tầng khuếch đại thứ hai để làm nhiệm vụ phản hồi mềm về dòng kích từ máy phát F. Như vậy độ lớn s.t.d điều khiển của tầng khuếch đại đầu được xác định bởi tổng đại số các tín hiệu đặt và phản hồi. Sơ đồ được điều chỉnh để với điện áp toàn phần ở đầu ra bộ đặt tốc độ, có thể sử dụng được cả 2 vùng điều chỉnh tốc độ (điện áp máy phát định mức và từ thông kích từ động cơ cực tiểu).

Bộ điều chỉnh kích từ động cơ cũng có 2 tầng khuếch đại (2KDT và 2KDTT) và chọn tự động độ lớn dòng kích từ theo tỉ số truyền của hộp tốc độ, xác định bởi độ dài băng thép cắt. Ở chế độ xác lập, trong bộ điều chỉnh có 2 tín hiệu ngược nhau được so sánh : tín hiệu đặt ở cuộn 6đ - 6c và tín hiệu phản hồi dương tốc độ ở cuộn 7c - 7đ. Nhờ các cuộn dịch 1đ - 1c, cả 2 tầng khuếch đại được điều chỉnh để khi không có tín hiệu hay khi các cuộn 6đ - 6c và 7đ - 7c cân bằng s.t.d thì dòng kích từ động cơ có giá trị cực tiểu. Chế độ này có khi máy cất bay không cất hay cất các băng thép với khoảng cách ngắn nhất. Trường hợp này, lúc mở máy thì tổng các s.t.d. các cuộn dây bằng 0 và từ thông động cơ giữ cực tiểu trong dải tốc độ từ 0 đến cực đại. Trường hợp ngược lại (nếu khoảng cách cắt không phải là ngắn nhất) thì khi mở máy, tín hiệu ở cuộn 7đ - 7c lớn hơn tín hiệu ở cuộn đặt 6đ - 6c. Kết quả là dòng kích từ động cơ tự động tăng với độ lớn cần thiết.

S.t.d. cuộn phản hồi tốc độ lớn hơn cuộn đặt dẫn tới lúc đầu có sự chậm trễ nào đó. Đó là vì các cuộn đặt của bộ điều chỉnh điện áp và điều chỉnh từ thông nối cùng với đầu ra bộ đặt nên tín hiệu tới các cuộn đó là đồng thời. Nhưng trước khi xuất hiện tín hiệu trong cuộn phản hồi tốc độ, cần có một thời gian để quay động cơ và loại trừ khe hở cơ khí. Do vậy, không phụ thuộc vào chiều dài cắt, mở máy động cơ luôn với kích từ yếu hơn. Nếu chiều dài cắt không phải là ngắn nhất thì tốc độ quay động cơ trong một thời gian nào đó như lớn hơn trị số cần thiết,

gây ra tăng tín hiệu phản hồi tốc độ và sau đó tổng đại số các s.t.d. của các cuộn sẽ tương ứng với giá trị quy định tốc độ của máy.



Hình 8-80. Sơ đồ nguyên lý điều khiển truyền động máy cất bay.

Trong quá trình cường bức hãm, tốc độ động cơ cũng giảm chậm hơn so với sự giảm áp ở đầu ra thiết bị đặt. Điều đó tạo ra sự trễ hơn của tín hiệu ở cuộn *7đ* - *7c* và từ trường động cơ tăng lên, tạo khả năng tăng mức hãm máy.

Sự làm việc ổn định của bộ điều chỉnh kích từ động cơ được đảm bảo nhờ khâu phản hồi âm mềm ở cuộn *2đ* - *2c* qua mạch *R* - *C*. Thiếu sót của sơ đồ là mô máy động cơ với từ trường yếu.

Chương 9

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY RÈN, DẬP

§9.1. YÊU CẦU VỀ TRANG BỊ ĐIỆN CHO CÁC MÁY RÈN, DẬP

1. Khái niệm chung

Rèn, dập là phương pháp gia công bằng áp lực lợi dụng biến dạng dẻo của kim loại để tạo ra sản phẩm có hình dạng và kích thước, mong muốn. Rèn và dập nóng, dập nguội chiếm vị trí quan trọng trong công nghệ sản xuất nhiều sản phẩm. Chúng không chỉ đảm bảo cho ra các phôi phẩm chất lượng cao, chính xác để gia công cơ

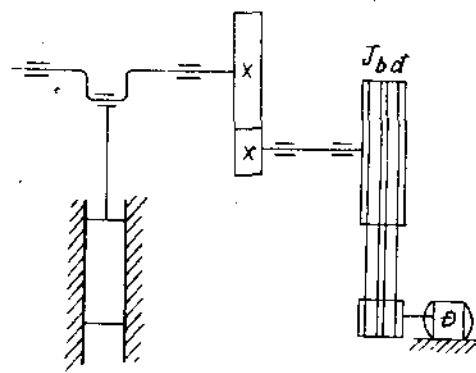
khí tiếp mà trong nhiều trường hợp còn là thao tác hoàn thiện. Công nghệ rèn, dập tiến tới tạo các chi tiết đảm bảo kích thước, hình dạng và chất lượng bề mặt cuối cùng mà chỉ cần gia công tinh bằng cơ khí và ở một số trường hợp hoàn toàn không cần gia công cơ khí thêm. Tiến bộ về chất lượng sản phẩm và năng suất cao trong rèn, dập không tách rời khỏi quá trình cải tiến công nghệ và quá trình cơ khí hóa, tự động hóa các máy rèn, dập.

Các máy rèn - dập có loại chỉ thực hiện một nguyên công, có loại thực hiện được nhiều nguyên công liên tiếp.

Áp lực gia công trên máy thường lớn và biến. Thời gian thao tác (lực tác dụng vào

Hình 9-1. Sơ đồ động của máy dập không có đà.

phôi để gây biến dạng) thường ngắn hoặc rất ngắn so với thời gian 2 lần thao tác (5 ÷ 10%). Nếu máy dùng sơ đồ động như hình 9-1 thì mômen quán tính phần động quy đổi về trục động cơ không lớn. Khi đó, mômen lớn nhất lúc thao tác hoàn toàn do động cơ tạo ra và mômen quá tải cho phép của động cơ cũng phải rất lớn. Song, trong thời gian dài giữa 2 lần thao tác liên tiếp, hệ lại chỉ cần một mômen không lớn, đủ để thắng ma sát. Điều đó không tận dụng được khả năng làm việc của động cơ. Do vậy, trong các máy rèn, dập thường dùng bánh đà như hình 9-2. Trong thời gian không thao tác, bánh đà với mômen quán tính lớn sẽ được động cơ tích lũy năng lượng dưới dạng động năng. Lúc thao tác tốc độ hệ giảm, động năng dự trữ ở bánh đà sẽ tạo ra



Hình 9-2. Máy dập có bánh đà.

mômen cùng động cơ để thắng lực cản do biến dạng của phôi và mômen quá tải cho phép của động cơ không cần quá lớn.

2. Đặc điểm TĐĐ và yêu cầu về TBD

Ở các máy rèn, đập có bánh đà (hình 9-2), đầu trượt (đầu đập) T chuyển động lên xuống thông qua trục khuỷu. Tốc độ đầu trượt là tốc độ thay đổi tùy thuộc góc quay của trục khuỷu. Do vậy, mômen quán tính của phần này quy đổi về trục động cơ cũng thay đổi. Nhưng so với mômen quán tính quy đổi toàn bộ mà chủ yếu là do bánh đà thì phần thay đổi này không lớn nên trong tính toán truyền động có thể coi như không đổi.

Như trên đã nêu, bánh đà được động cơ tăng tốc để tích lũy năng lượng khi máy không thao tác và khi bánh đà giải phóng năng lượng lúc thao tác thì hệ giảm tốc, nên động cơ truyền động chính của máy làm việc trong điều kiện tải thay đổi liên tục, tốc độ thay đổi liên tục nghĩa là luôn ở trạng thái quá độ.

Máy rèn, đập là máy có tốc độ cao. Ví dụ như các máy tự động đập tôn hiện đại có đến 1250 hành trình trong 1 phút, còn ở máy ép đập nóng, lực lớn 400 MN (4000 T) là 50 hành trình trong 1 phút. Mỗi máy rèn, đập cần đảm bảo gia công chi tiết với số lượng cần và chất lượng yêu cầu trên cơ sở giá thành nhỏ nhất. Do vậy, tính chất động cơ điện phải phù hợp tính chất máy.

Động cơ phải có cấu tạo và khả năng sử dụng lâu dài cho phép trong điều kiện sản xuất rèn, đập như : nhiệt độ cao, rung động...

Ở các máy ép trục khuỷu, tốc độ cần thiết để biến dạng dẻo được đảm bảo nhờ mạch động học cơ khí của máy. Trường hợp này, động cơ điện chỉ cần quay trục dẫn động chính của máy với tốc độ không đổi. Ví dụ, động cơ kéo máy bơm trong máy ép thủy lực. Các truyền động phụ trong các máy rèn, đập cũng chỉ cần tốc độ không đổi của động cơ điện dẫn động. Động cơ điện dùng phổ biến là động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc.

Ở máy rèn, đập nặng không có bánh đà, công suất động cơ quá 200 kW, thường dùng động cơ đồng bộ để đảm bảo tốc độ quay không đổi với sự thay đổi cho phép của tải. Hơn nữa, ở tải công suất lớn, truyền động bằng động cơ đồng bộ kinh tế hơn là bằng động cơ không đồng bộ.

Ở máy rèn, đập có bánh đà, thường dùng động cơ không đồng bộ lồng sóc có độ trượt cao cũng như động cơ không đồng bộ rôto dây quấn.

Mạch truyền động cơ khí đảm bảo truyền lực và thay đổi tốc độ trên trục động cơ thành tốc độ gia công phù hợp trên đầu trượt. Với tốc độ gia công cho trước mà tốc độ định mức của động cơ càng lớn thì bộ truyền động cơ khí càng lớn, phức tạp hơn, giá thành càng cao và ngược lại. Còn chính động cơ điện cùng công suất thì tốc độ càng lớn, giá thành càng thấp. Do vậy, phải chọn tốc độ động cơ nhờ so sánh kinh tế các giải pháp có thể. Tóm lại, TBD cho máy rèn, đập phải đảm bảo :

- phù hợp tính chất máy và thực hiện được thao tác công nghệ, chịu rung động, nhiệt độ cao ... ,
- an toàn và thuận tiện khi làm việc,
- đạt năng suất cần thiết với chất lượng sản phẩm cao,
- tin cậy cao trong khai thác.

Các khí cụ và thiết bị điện được đặt trong tủ riêng ngoại trừ động cơ điện, nam châm điện, công tắc hành trình đặt ngay trên máy. Tủ có tiếp địa.

Mạch khống chế máy, tùy máy, có thể có 3 chế độ làm việc :

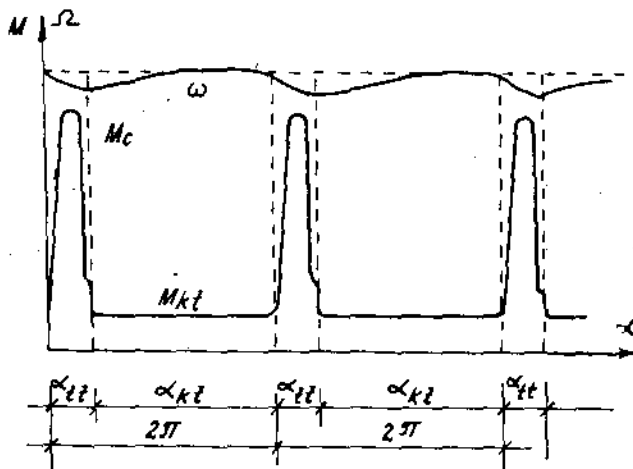
- + Dập liên tục (ở chế độ tự động hay chế độ làm việc bằng tay).
- + Dập nhát một (điều khiển bằng nút bấm hay bằng bàn đạp (pé-dan). Ở chế độ này, đầu trượt sau một hành trình sẽ dừng ở vị trí ban đầu.
- + Chạy điều chỉnh máy.

Sự thay đổi tốc độ biến dạng phôi ban đầu tùy thuộc vào đặc điểm gia công, vật liệu, độ lớn, hình dạng và nhiệt độ phôi. Sự thay đổi này có thể nâng cao chất lượng gia công và năng suất. Do vậy, các máy rèn - dập mới thường có truyền động chính có điều chỉnh tốc độ quay. Điều đó còn cho phép máy có thể đặt vào một dây chuyền nào đó vì có thể thay đổi tốc độ quay truyền động chính cho phù hợp với chu trình làm việc của các máy khác. Cuối cùng là có thể chạy tốc độ nhỏ để điều chỉnh máy.

Nhưng vì năng lượng dự trữ của bánh đà (động năng) tỉ lệ với bình phương tốc độ quay nên việc giảm tốc độ quay sẽ làm kém hiệu lực của bánh đà. Do vậy, dải điều tốc ở máy rèn - dập là không lớn, ví dụ chỉ 2 : 1 hoặc 3 : 1.

3. Chọn công suất cơ khí có bánh đà

a) *Phương pháp gần đúng* . Đặc trưng cho sự làm việc của các máy rèn - dập có trục khuỷu là sự thay đổi đột biến theo chu kỳ của mômen cản M_c tùy theo góc quay α của trục khuỷu. Trong giới hạn góc thao tác α_{tt} , M_c đạt giá trị rất lớn do phôi bị biến dạng. Ở đa số máy, α_{tt} cỡ (5 + 10)% một vòng quay của trục khuỷu. Sau thao tác biến dạng phôi, M_c giảm nhanh xuống mômen không tải M_{kt} đủ để thắng các mômen ma sát.



Hình 9 - 3. Biểu đồ tốc độ ω và mômen M theo góc quay α .

Trong giới hạn góc α_{tt} , phôi bị biến dạng, bánh đà giảm tốc và sinh mômen cùng dấu với mômen động cơ để thắng mômen cản đột biến do biến dạng phôi. Nói như vậy vì mômen quán tính của bánh đà quy đổi về trục động cơ thường rất lớn so với các phân quay, đầu trượt, tay biên... và thực tế có thể coi mômen quán tính quy đổi tổng của hệ truyền động bằng mômen quán tính quy đổi của bánh đà.

Trong giới hạn góc chạy không tải, $M_c = M_{kt}$ nhỏ, bánh đà được động cơ tăng tốc và năng lượng (động năng) giải phóng khi thao tác sẽ được khôi phục.

Tốc độ góc bánh đà ω thay đổi theo góc quay trục khuỷu như ở hình 9-3.

Vì tỉ số $\frac{\alpha_{tt}}{2\pi} = (5 \div 10)\%$ nhỏ nên sự thay đổi M_c trong giới hạn góc α_{tt} có thể bỏ qua và đồ thị M_c ở hình 9-3 thường được thay bằng đồ thị đơn giản hơn như hình 9-4. Nếu gọi A_{tt} là năng lượng cần để thực hiện thao tác biến dạng và thắng các lực cản khác trong mạch động học cơ khí của máy thì mômen thao tác trung bình theo hình 9-4 là :

$$M_{tt} \frac{A_{tt}}{\alpha_{tt}}$$

Tương tự, nếu A_{kt} là năng lượng không tải thì mômen không tải trung bình là :

$$M_{kt} = \frac{A_{kt}}{\alpha_{kt}}$$

Coi mômen quán tính bánh đà là vô cùng lớn và tải san bằng hoàn toàn trên trục động cơ thì mômen trung bình mà động cơ cần có là :

$$M_{tb} = \frac{M_{tt}\alpha_{tt} + M_{kt}\alpha_{kt}}{2\pi} \quad (9-1)$$

Chọn động cơ theo điều kiện mômen định mức :

$$M_{dm} \geq M_{tb} \quad (9-2)$$

Thực tế, khi có bánh đà, tải trên trục động cơ không san bằng hoàn toàn được. Trường hợp này phải xây dựng đồ thị mômen trên trục động cơ theo thời gian tính giá trị lớn nhất và giá trị trung bình toàn phương của mômen động cơ. Nhưng khi tính toán sơ bộ, có thể chọn theo (9-2) với hệ số dự trữ k , do tính toán chưa chính xác.

$$M_{dm} = kM_{tb} \quad (9-3)$$

Chọn k theo kinh nghiệm $k = 1,2 \div 1,5$

Công suất định mức của động cơ :

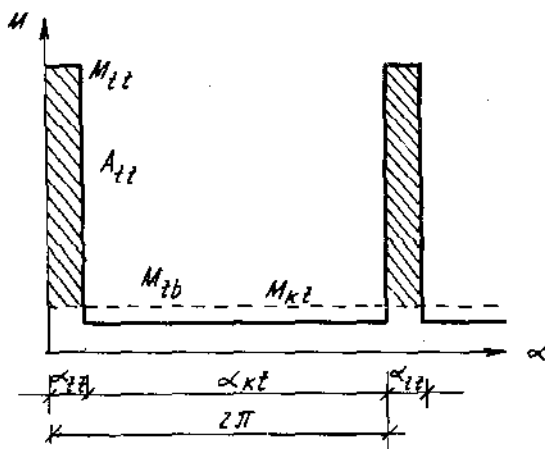
$$P_{dm} = kP_{tb}$$

với giả thiết $\omega_{tb} \approx \omega_{dm}$

Năng lượng cấp từ bánh đà do giảm tốc lúc thao tác bằng hiệu động năng bánh đà trước và sau thao tác :

$$A_{tt} = J_{bd} \frac{\omega_{\max}^2}{2} - J_{bd} \omega_{\min}^2, [J] \quad (9-4)$$

trong đó J_{bd} - mômen quán tính của bánh đà (kgm^2) ;



Hình 9-4. Đồ thị đơn giản của mômen M.

$\omega_{\max}, \omega_{\min}$ - tốc độ góc lớn nhất và nhỏ nhất của bánh đà $\left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$.

Biểu thức (9 - 4) có thể viết lại :

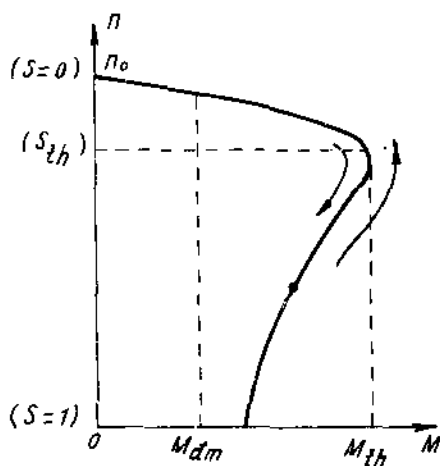
$$A_{tt} = J_{bd} \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2} \cdot \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{tb}} \omega_{tb} = J_{bd} \omega_{tb}^2 \delta \quad (9-5)$$

trong đó :

$$\text{- tốc độ góc trung bình : } \omega_{tb} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2} \quad (9-6)$$

$$\text{- độ không đồng đều tốc độ bánh đà : } \delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{tb}} \quad (9-7)$$

$$\text{Từ đó : } J_{bd} = \frac{A_{tt}}{\omega_{tb}^2 \delta} \quad (9-8)$$



Hình 9-5. Đặc tính của động cơ không đồng bộ.

Lúc tính toán sơ bộ, thường coi ω_{tb} là tốc độ tính toán của bánh đà tương ứng với tốc độ quay định mức của động cơ, còn hệ số không đồng đều δ được cho trước. Thực sự thì δ phụ thuộc vào các thông số của động cơ điện và vào đặc tính tải. Không để cập tới δ khi tính toán sơ bộ là một thiếu sót cơ bản.

Cuối cùng, cần lưu ý là động cơ xoay chiều không đồng bộ kéo máy ép trục khuỷu có thể làm việc với độ trượt xác định lớn hơn độ trượt tới hạn S_{th} trong thời gian thao tác vì mômen động cơ nhỏ hơn M_c , tốc độ quay giảm và độ trượt có thể tăng quá S_{th} . Nhưng do có bánh đà và thời gian thao tác rất ngắn nên động cơ không bị dừng. Sau khi thao tác kết thúc, mômen cản là M_{kt} nhỏ hơn mômen động cơ nên động cơ lại tăng tốc và khôi phục lại tốc độ ứng với độ trượt nhỏ hơn S_{th} (hình 9-5). Nhưng động

cơ phải làm việc (dù ngắn thời gian) với độ trượt lớn hơn độ trượt tới hạn là không nên vì nó kéo theo sự đốt nóng động cơ. Hơn nữa chu kỳ lặp lại nhanh. Do vậy cần chọn δ để giá trị lớn nhất của độ trượt động cơ khi thao tác không quá S_{th} .

b) *Phương pháp chính xác.* Trong thời gian thao tác, công thực hiện bởi động cơ và bánh đà :

$$A_{tt} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_c d\varphi = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M d\varphi + J \frac{\omega_{\max}^2 - \omega_{\min}^2}{2} \quad (9-9)$$

trong đó : φ_1 , và φ_2 là góc quay trên trục động cơ ở đầu và cuối thao tác làm biến dạng phối tương ứng với tốc độ góc $\omega_{\max}$ và $\omega_{\min}$ của động cơ.

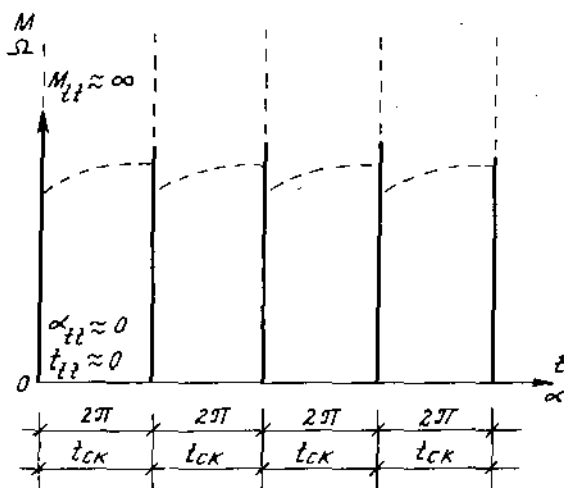
Vì $\alpha_{tt} \ll 2\pi$ và $M_{kt} \ll M_c$ nên nếu coi $\alpha_{tt} \approx 0$ và $M_{kt} \approx 0$ thì ta có trường hợp tải nhọn (tải pic) lý tưởng (hình 9 - 6). Khi đó :

$$A_{tt} = \lim_{\varphi_2 \rightarrow \varphi_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M_c d\varphi \quad (9-10)$$

$$\text{Còn } M_c = M_{tt} \rightarrow \infty$$

ω thay đổi từ $\omega_{\max}$ đến $\omega_{\min}$

Do mômen động cơ không thể lớn vô hạn nên :



Hình 9 - 6. Đồ thị đang tải nhọn.

$$\lim_{\varphi_2 \rightarrow \varphi_1} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} M d\varphi = 0 \quad (9-11)$$

Thay

$$\omega_{\max} = \omega_o(1 - s_{\min}) ,$$

$$\omega_{\min} = \omega_o(1 - s_{\max})$$

vào (9-9) và biến đổi với lưu ý (9-10), (9-11) ta có :

$$A_{tt} = \frac{1}{2} J \omega_o^2 (s_{\max} - s_{\min}) (2 - s_{\min} - s_{\max}) \quad (9-12)$$

trong đó : ω_o - tốc độ không tải lý tưởng của động cơ ;

$s_{\max}, s_{\min}$ - độ trượt tương ứng với $\omega_{\min}, \omega_{\max}$.

Để đảm bảo năng suất máy, phải lưu ý thời gian chu kỳ khi máy làm việc ở chế độ tự động. Trong trường hợp tải nhọn lý tưởng thì thời gian chu kỳ t_{ck} chính là thời gian tăng tốc từ cực tiểu tới cực đại :

$$t_{ck} = \int_{\omega_{\min}}^{\omega_{\max}} \frac{J}{M} d\omega \quad (9-13)$$

Vì $\omega = \omega_o(1 - s)$ nên $d\omega = -\omega_o ds$ nên :

$$t_{ck} = -J \omega_o \int_{s_{\max}}^{s_{\min}} \frac{ds}{M} = J \omega_o \int_{s_{\min}}^{s_{\max}} \frac{ds}{M} \quad (9-14)$$

Trường hợp dùng động cơ không đồng bộ :

$$M = 2 \frac{M_{th}}{\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s}} \quad (9-15)$$

$$t_{ck} = J \frac{\omega_0}{2M_{th}} \int_{s_{min}}^{s_{max}} \left(\frac{s}{s_{th}} + \frac{s_{th}}{s} \right) ds$$

$$= J \frac{\omega_0}{4s_{th} M_{th}} \left[(s_{max}^2 - s_{min}^2) + 2s_{th}^2 \ln \frac{s_{max}}{s_{min}} \right] \quad (9-16)$$

Biểu thức (9-16) thể hiện điều kiện đảm bảo năng suất đối với máy cho. Động cơ điện đảm bảo thực hiện công A_{tl} (thông qua bánh đà) khi thao tác và với chu kỳ t_{ck} cần phải có chế độ nhiệt như khi làm việc với công suất định mức ở tải liên tục, nghĩa là :

$$\int_0^{t_{ck}} M \omega_0 s dt = M_{dm} \omega_0 s_{dm} t_{ct} \quad (9-17)$$

Vế trái (9-17) biểu thị năng lượng đốt nóng rotor khi động cơ làm việc trong 1 chu kỳ máy đập trực khuyến ; còn vế phải là tổn thất năng lượng khi động cơ làm việc định mức trong cùng thời gian chu kỳ. Nếu điều kiện (9-17) thỏa mãn thì tổn thất năng lượng trong stator cũng như nhau trong cả 2 trường hợp vì chúng tỉ lệ với tổn thất ở rotor

Thay $dt = \frac{J}{M} d\omega$ vào (9-17) có :

$$\int_0^{t_{ck}} s J d\omega = M_{dm} s_{dm} t_{ck}$$

$$J \omega_0 \int_{s_{min}}^{s_{max}} s ds = M_{dm} s_{dm} t_{ck}$$

hay
$$J \frac{\omega_0}{2} (s_{max}^2 - s_{min}^2) = M_{dm} s_{dm} t_{ck} \quad (9-18)$$

Trong tính toán thực tế, xuất phát từ sơ đồ động học của máy, người ta cho biết tốc độ đồng bộ ω_0 . Chọn công suất trung bình của động cơ rồi chọn mômen quán tính của bánh đà để đảm bảo các điều kiện bảo toàn năng lượng ; năng suất và tỏa nhiệt.

Như vậy, bài toán đưa tới việc giải đồng thời 3 phương trình (9-12), (9-16), (9-18), trong đó : A_{tl} , t_{ck} , ω_0 , M_{dm} , s_{dm} , M_{th} , s_{th} đã biết, còn J , s_{max} và s_{min} là ẩn số. Sau khi giải có :

$$J_{hd} = \frac{A_{11}}{\delta \omega_{tb}^2} \quad (9-19)$$

trong đó :

δ - hệ số đặc trưng cho độ không đồng đều tốc độ.

Có thể tính δ theo :

$$\delta = 2ks_{dm} \xi \quad (9-20)$$

k - hệ số dự trữ như trong (9-3)

ξ - hệ số, chọn trong giới hạn $0,85 \div 0,95$.

Khi tăng hệ số k và công suất định mức của động cơ thì mômen quán tính của bánh đà giảm và ngược lại (việc chọn s_{dm} , k , ξ có thể tham khảo bảng 9-1).

BẢNG 9-1. CHỌN CÁC ĐẠI LƯỢNG THEO SỐ HÀNH TRÌNH CỦA MÁY DẬP

Đại lượng	Số hành trình trong 1 phút		
	Dưới 15	15 ÷ 50	Trên 50
Số m	0,12 ÷ 0,08	0,08 ÷ 0,04	0,04 ÷ 0,02
k	1,2	1,3	1,4 ÷ 1,6
ξ	0,83	0,9	0,95

Tính toán truyền động điện có bánh đà thì chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật có ý nghĩa lớn. Nếu giảm J_{bd} sẽ dẫn tới tăng P_{dm} động cơ và làm kém hiệu suất động cơ. Nếu tăng J_{bd} thì giảm được P_{dm} động cơ nhưng lại làm tăng kích thước máy và tăng tổn hao do ma sát. Giải pháp tối ưu là chi phí tối thiểu trong thời gian hoàn vốn :

$$S = V + T_{hv} C \quad (9-21)$$

trong đó :

V - vốn đầu tư ban đầu ;

T_{hv} - thời hạn định mức phải hoàn vốn (năm) ;

C - chi phí khai thác trong 1 năm.

Thực tế còn chứng tỏ giải pháp tối ưu về kinh tế có liên quan tới năng suất máy và các giá trị k , s_{dm} , ξ .

Tải thực khác với tải nhơn lý tưởng là không tác động tức thời. Dạng nhơn của M_c phụ thuộc đặc điểm thao tác công nghệ (dệt, kéo vuốt, dập nổi v. v...) và phụ thuộc vào kết cấu của cơ cấu truyền lực. Thực tế thì $\alpha_{11} \neq 0$ và $M_{kt} \neq 0$, nhưng dạng M_c trong vùng α_{11} ít ảnh hưởng tới công suất động cơ và độ lớn của J_{bd} .

Ở các máy làm việc nhát một, đồ thị tải phức tạp hơn vì tải nhơn xuất hiện khi đóng li hợp nối (điện từ hoặc cơ khí). Công đóng li hợp là :

$$A_{1h} \approx J' \Omega^2 \quad (9-22)$$

trong đó : J' là mômen quán tính của các phần bị dẫn trên mạch động cơ quy đổi về trục li hợp.

Công A_{th} dùng để tăng tốc các phần bị dẫn khi đóng li hợp và thắng tổn hao do trượt đĩa li hợp.

Góc đóng li hợp thường rất nhỏ nên coi là tức thời.

Công suất động cơ điện và mômen quán tính của bánh đà sẽ xác định theo công thức :

$$P_{dm} = k \frac{A_{tt} + A_{kt} + A_{th}}{t_{ck}} \quad (9-23)$$

$$J_{bd} = k_d \frac{A_{tt}}{\delta \omega^2} \quad (9-24)$$

Trường hợp tải 1 xung nhọn mà hành trình làm việc liên tục thì :

$$k_d = 1 - \frac{\alpha_{tt}}{360} \quad (9-25)$$

Trường hợp tải 2 xung nhọn mà máy làm việc nhất một thì :

$$k_d = \sqrt{\left(1 - \frac{\alpha_{tt}}{360} p\right)^2 + (2 - 6p + 3p^2) \frac{A_{th}}{A_{tt}} + \left(\frac{A_{th}}{A_{tt}}\right)^2} \quad (9-26)$$

trong đó :

p - hệ số sử dụng hành trình, bằng tỉ số giữa thời gian chuyển động của đầu trượt và thời gian cả chu trình.

Hệ số p thường cho khi thiết kế máy.

Trong hệ truyền động có dùng đai hình thang thì cần tính đến độ trượt đai s_d vì động cơ có độ trượt định mức nhỏ, độ trượt đai có ảnh hưởng lớn. Do vậy phải tăng s_{dm} thêm lượng $s_d \approx 0,01$ khi tính δ . (9-20) trở thành

$$\delta = 2k (s_{dm} + s_d) \xi \quad (9-27)$$

Phương pháp trên đã được kiểm tra qua máy tính và nó có độ chính xác cao khi $0 < \alpha_{tt} \leq 90^\circ$.

Với $\alpha \approx 10 \div 20^\circ$ thì sai số vẫn có thể bỏ qua.

Ví dụ : Cho : $A_{tt} = 15000 \text{ J}$, $A_{kt} = 2000 \text{ J}$, $\omega = 27,2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$, $p = 1$, $\alpha_{tt} = 60^\circ$.

$\omega_0 = 104,7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. Số hành trình $n_{ht} = 70 \frac{\text{hành trình}}{\text{ph}}$, truyền động qua đai hình thang và động cơ là không đồng bộ rotor lồng sóc.

Tính công suất động cơ và mômen quán tính của bánh đà ?

Giải :

Thời gian chu kỳ : $t_{ck} = \frac{60}{n_{hl}} = \frac{60}{70} = 0,86 \text{ s}$

Chọn $k = 1,4$ (bảng 9-1) thì công suất định mức tính toán của động cơ là :

$$P_{dm} = k \left(\frac{A_{tt} + A_{kt}}{t_{ck}} \right) = 1,4 \left(\frac{15000 + 2000}{0,86} \right) = 27.600 \text{ W} = 27,6 \text{ kW}$$

Chọn động cơ A81 -6 có $P_{dm} = 28 \text{ kW}$, $s_{dm} = 0,025$. Theo bảng (9.1) chọn $s_d = 0,01$ và $\xi = 0,95$, ta có

$$\delta = 2\xi k(s_{dm} + s_d) = 2 \times 0,95 \times 1,4(0,025 + 0,01) = 0,093$$

$$J_{bd} = \left(1 - \frac{\alpha_{tt}}{360} \right) \frac{A_{tt}}{\delta \omega^2} = \left(1 - \frac{20}{360} \right) \frac{15000}{0,093 \times 27,2^2} = 206 \text{ kGm}^2$$

4. Sự làm việc của động cơ rotor dây quấn khi có bánh đà

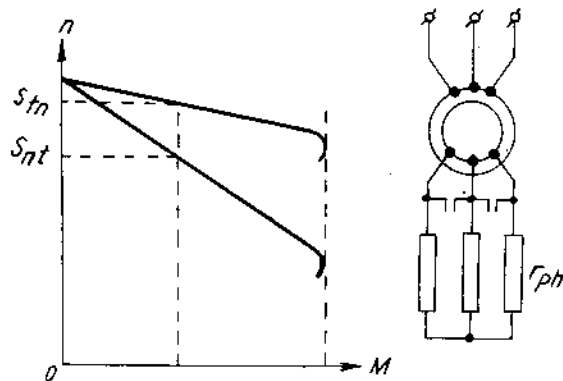
Máy rên, đập công suất lớn hơn 75 kW thường dùng động cơ không đồng bộ rotor dây quấn.

Giáo trình máy điện đã cho biết, tổn thất trong động cơ này có 2 thành phần : không đổi và thay đổi. Tổn thất thay đổi ở mạch rotor (chỉ số 2) và stator (chỉ số 1) tương ứng là :

$$\Delta P_{id2} = M \omega_o s$$

$$\Delta P_{id1} = M \omega_o s \frac{r_1}{r'_2 + r'_{ph}} \quad (9-28)$$

trong đó : r'_{ph} - điện trở phụ ở mạch rotor quy đổi về mạch stator.



Hình 9-7. Đặc tính nhân tạo s_{nt} .

Tổn thất ΔP_{id1} hoàn toàn biểu thị dưới dạng nhiệt trong động cơ. Tổn thất ΔP_{id2} cũng dưới dạng nhiệt nhưng phân bố giữa điện trở rotor r_2 và điện trở phụ r_{ph} ở mạch rotor theo tỉ lệ các giá trị điện trở đó. Phần tỏa nhiệt ở cuộn dây rotor sẽ là :

$$\Delta P'_{id2} = \Delta P_{id2} \frac{r'_2}{r'_2 + r'_{ph}} = M \omega_o s \frac{r'_2}{r'_2 + r'_{ph}} \quad (9-29)$$

Và tổng tổn hao thay đổi trong động cơ là :

$$\Delta P'_{id2} + \Delta P_{id1} = M \omega_o s \frac{r'_2}{r'_2 + r'_{ph}} \left(1 + \frac{r_1}{r'_2} \right) \quad (9-30)$$

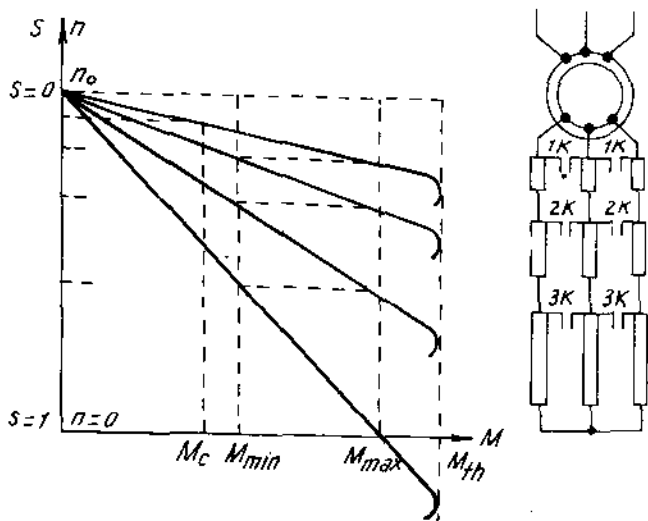
Độ trượt trên đặc tính tự nhiên s_{1n} và trên đặc tính nhân tạo s_{nt} (hình 9-7) ứng với cùng một mômen trên trục động cơ liên quan với nhau theo điều kiện :

$$\frac{s_{1n}}{s_{nt}} = \frac{r_2}{r_2 + r_{ph}} \quad (9-31)$$

Thay (9-31) vào (9-30) ta có :

$$\Delta P_{id2} + \Delta P_{id1} = M\omega_o s_{1n} \left(1 + \frac{r_1}{r_2} \right) \quad (9-32)$$

Nhận xét (9-32) ta thấy : khi mômen trên trục động cơ thay đổi, tổng các tổn thất thay đổi trong động cơ hay tổn thất toàn bộ trong động cơ dưới dạng nhiệt không phụ thuộc vào giá trị của điện trở phụ trong mạch rotor. Nói cách khác là : độ trượt trên đặc tính nhân tạo ứng với mômen định mức sẽ là độ trượt cho phép làm việc lâu dài nếu điều kiện làm mát giữ nguyên. Thực tế thì sự giảm tốc động cơ sẽ làm xấu điều kiện thông gió và sẽ phải giảm chút ít độ trượt cho phép làm việc lâu dài và kéo theo giảm mômen động cơ.



Hình 9 - 8 . Các cấp mô máy động cơ không đồng bộ rotor dây quấn.

5. Chọn truyền động bánh đà theo điều kiện mở máy

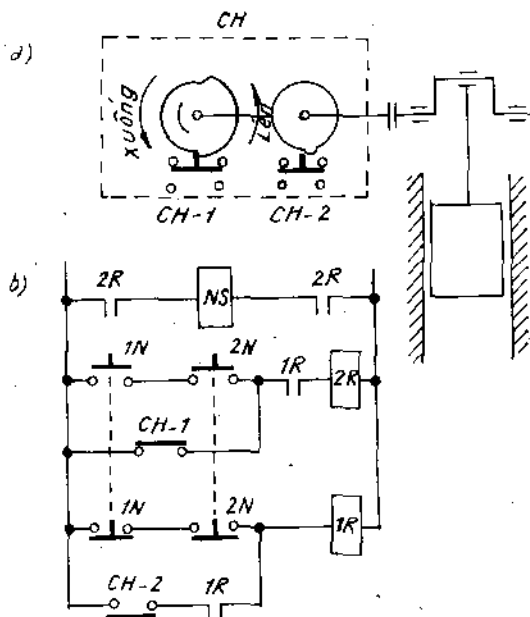
Mở máy đối với máy rền - đập là nặng nề vì mômen quán tính của bánh đà rất lớn, thường sau khi quy đổi về trục động cơ nó gấp 20 ÷ 70 lần mômen quán tính của rotor động cơ nên động cơ có thể bị quá nóng.

Để giảm nhẹ sự dốt nóng động cơ lúc mở máy theo 1 số cấp điện trở ở mạch rotor Cách này còn làm tăng được giá trị mômen trung bình lên và do đó giảm thời gian mở máy.

Nếu mềm hóa đặc tính làm việc của động cơ nhờ điện trở phụ tham gia cố định ở mạch rotor thì có thể giảm mômen quán tính cần thiết của bánh đà (xem 9-20) và (9-24) do tăng độ trượt và đồng thời cũng giảm thời gian mở máy.

Khi tính toán điện trở mở máy, cần xác định mômen cực đại lúc mở máy và thường là :

$$M_{\max} = (0,8 \div 0,85) M_{1h}$$



Hình 9-9. Sơ đồ điều khiển li hợp ma sát.

Sau đó, cho số cấp mở máy (không kể cấp làm việc). Thường ở máy rèn, dập, công suất định mức động cơ dưới 50kW thì thực hiện 1 cấp mở máy, công suất 50 ÷ 100 kW - 2 cấp và công suất trên 100 kW - 3 cấp (hình 9-8).

Máy rèn, dập cần công suất truyền động dưới 75kW rất hay dùng động cơ rotor lồng sóc có độ trượt lớn.

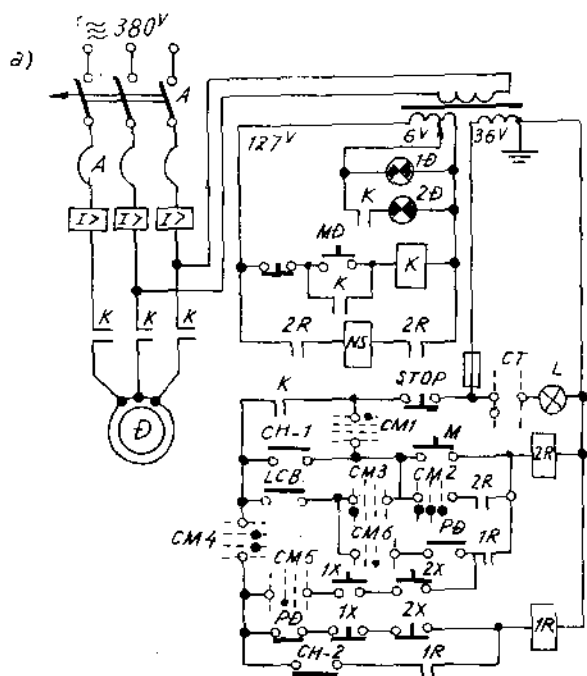
§9.2. SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY RÈN, DẬP CÓ BÁNH ĐÀ

Trước tiên, ta xem xét 1 sơ đồ điều khiển li hợp ma sát thực hiện qua 1 nam châm điện tác dụng lên bộ van điện khí để đóng li hợp.

Hình 9 - 9 là sơ đồ điều khiển li hợp ma sát bằng 2 tay, đảm bảo dập nhất một và không cho phép lập hành trình liên tiếp bằng cách ấn các nút bấm liên tục.

Hình 9 - 9, a cho sơ đồ thiết bị chỉ huy CH có trục nối với trục khuỷu. Hai cam có prôphin sao cho tiếp điểm thường mở CH - 1 đóng ở điểm chết dưới của trục khuỷu (dấu dập ở vị trí dưới cùng) còn tiếp điểm thường đóng CH- 2 mở ra trong thời gian ngắn khi dấu dập ở gần vị trí trên cùng (điểm chết trên của trục khuỷu).

Khi cấp áp cho mạch điều khiển (hình 9 - 9, b), role 1R tác động và tự duy trì, đồng thời đóng sẵn mạch cho role 2R. Khi 2 tay ấn vào 2 nút 1N và 2N thì 1R vẫn có điện do tự duy trì và 2R cũng được cấp điện. Tiếp điểm thường mở của 2R đóng mạch cuộn nam châm NC của van điện - khí, cấp khí đóng li hợp. Trục khuỷu bắt đầu quay, dấu dập xuống. Tới điểm chết dưới, CH - 1 đóng. Dấu dập bắt đầu đi lên và người vận hành có thể bỏ tay khỏi các nút bấm mà vẫn không sợ vô ý bị dập vào tay. Role 2R được duy trì khi dấu dập đi lên nhờ tiếp điểm CH - 1. Gần điểm chết trên, các tiếp điểm CH - 1 và CH - 2 đều mở và dấu dập dừng.



b) Sơ đồ tiếp điểm của CM

Chế độ Tiếp điểm	Tự động	Đạp nhát một		Chỉnh máy
		Nút bấm	Pèdan	
CM1	-	-	-	x
CM2	x	x	x	-
CM3	x	-	-	-
CM4	-	x	x	-
CM5	-	x	-	-
CM6	-	-	x	-

Hình 9-10. Sơ đồ điều khiển máy đập.

chạy. Trục khuỷu quay theo chế độ đã chọn sau khi thao tác đóng li hợp. Ở chế độ làm việc tự động và đạp nhát một điều khiển bằng chân (bằng pèdan) thì role 2R chỉ có thể có điện khi lưới chấn bảo vệ đã được hạ xuống để tiếp điểm bảo vệ LCB kín.

Sơ đồ làm việc như sau :

- Chế độ tự động (đạp liên tục) : các tiếp điểm CM2, CM3 kín. Bấm M thì 2R có điện và tự duy trì. Cuộn hút NS có điện liên tục và máy đập liên tục. Dừng máy nhờ ấn STOP.

- Chế độ đạp nhát một, điều khiển bằng 2 tay : các tiếp điểm CM2, CM4, CM5 kín. Vì ở chế độ này phải điều khiển bằng 2 tay, không sợ vô ý đập vào tay nên máy có thể làm việc khi không hạ lưới chấn bảo vệ. Tiếp điểm LCB không có tác

Nếu người vận hành ấn liên tục 1N và 2N thì 1R vẫn có điện do tự duy trì qua CH - 2. Nhưng tới gần điểm chết trên thì CH- 2 bị mở, role 1R mất điện và tiếp điểm 1R tự duy trì cũng mở ra nên sau đó CH-2 có đóng thì 1R cũng không thể có điện. Role 2R cũng bị ngắt, đầu đập sẽ dừng. Để có hành trình đập mới, phải nhả nút bấm và sau đó ấn lại.

Hình 9 - 10 a cho sơ đồ tiếp điểm đầy đủ của máy đập trên.

Trong sơ đồ này, động cơ chính làm việc ở điện áp $\sim 380V$, công tắc K và nam châm điện NS làm việc ở điện áp 127V còn mạch điều khiển và đèn chiếu sáng tại chỗ DS được cấp điện áp 36V, đèn tín hiệu - 6V.

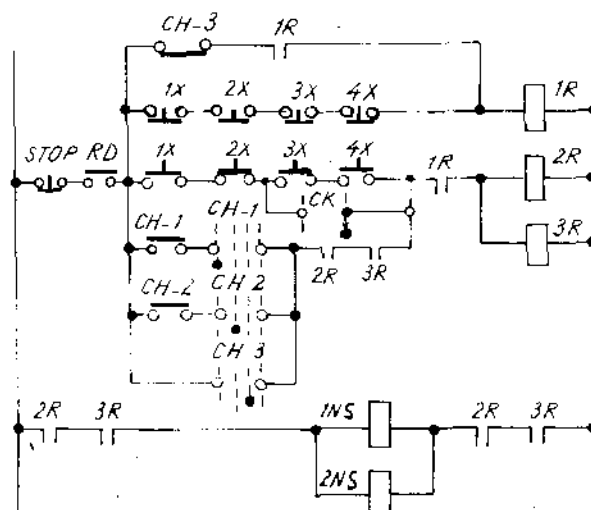
Sơ đồ có 4 chế độ làm việc : đập tự động, đập nhát một bằng 2 nút bấm, đập nhát một bằng bàn đạp (pèdan) và điều chỉnh bằng 1 nút bấm. Chuyển đổi chế độ làm việc nhờ khóa chuyển mạch CM với sơ đồ tiếp điểm như hình 9 - 10 b.

Sau khi chọn chế độ làm việc, đóng aptômát A cấp điện vào máy. Đèn 1D báo có điện vào máy. Bấm MD để chạy động cơ D cho truyền động chính là bánh đà được tích năng lượng. Đèn 2D báo động cơ

dụng gì. Để dập, bấm 2 nút 1X và 2X. Làm việc của mạch tương tự như sơ đồ hình 9 - 9.

- Chế độ dập nhất một, điều khiển bằng chân : các tiếp điểm CM2, CM4, CM6 kín. Tiếp điểm CM6 kín để đưa tiếp điểm pê đan PD vào mạch điều khiển. Tiếp điểm CM5, mở ở chế độ này để cắt mạch các nút bấm 1X và 2X điều khiển tay. Làm việc của sơ đồ tương tự như trên.

- Chế độ điều chỉnh : tiếp điểm CM1 kín. Ở chế độ này, dầu dập chỉ chuyển động khi nút M bị ấn. Cũng có thể dùng nút M để thử việc đóng li hợp ngay cả khi động cơ D ngừng quay.



Hình 9-11 . Sơ đồ điều khiển dùng van qua khẩu cấp khí.

Để nâng cao độ tin cậy khi làm việc, người ta dùng sơ đồ như hình 9 - 11, trong đó li hợp được cấp khí qua 2 van điện - khí nối tiếp và mở các van bằng 2 cuộn hút riêng 1NS, 2NS qua 2 role trung gian 2R, 3R.

Sơ đồ đảm bảo nhà li hợp ngay cả khi chưa ngắt một trong các van, một trong các cuộn hút hoặc một trong các role. Sơ đồ cũng cho phép 2 công nhân cùng làm việc khi đồng thời ấn các nút 1X, 2X, 3X, 4X. Nếu chỉ 1 công nhân làm việc thì dùng 1X, 2X, còn 3X, 4X bị ngắn mạch qua chuyển mạch khóa CK.

Các tiếp điểm CH-1, CH-2 của thiết bị chỉ huy đóng nhờ dạng cam khác nhau nhằm thay đổi thời gian phải ấn nút để có hành trình làm việc. Thời gian ấn nút dài hay ngắn thay đổi nhờ chuyển mạch CM qua tiếp điểm CM-1, CM-2 của nó. Khi CM-3 kín thì chỉ cần ấn các nút rồi nhả ngay, máy đã có thể làm việc. Tiếp điểm CH - 3 của thiết bị chỉ huy mở khi trục khuỷu quay gần tới điểm chết trên.

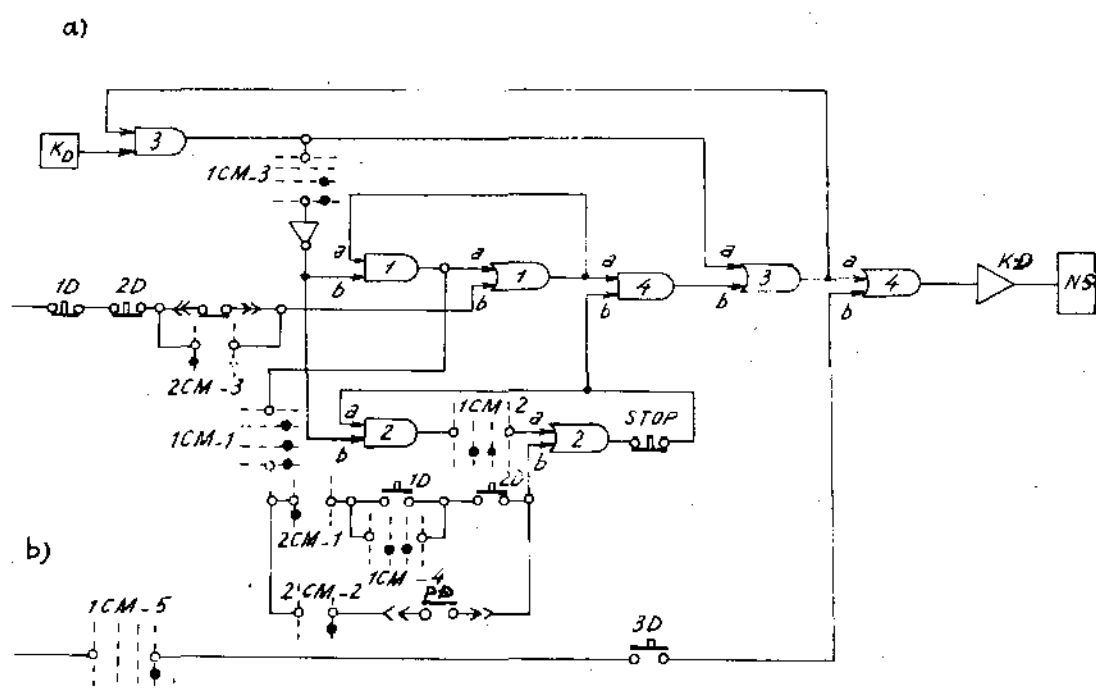
Tiếp điểm RD của role áp suất đóng lại khi dầu bôi trơn đủ áp suất.

Hình 9 -12 cho sơ đồ điều khiển logic không tiếp điểm bộ li hợp máy dập với độ tin cậy cao.

Sơ đồ này đảm bảo các chế độ làm việc sau :

- Dập nhất một với việc ấn lâu các nút bấm.
- Dập nhất một với việc ấn nhanh các nút bấm.
- Tự động (dập liên tục).
- Thử máy.

Chọn chế độ làm việc nhờ chuyển mạch chế độ 1CM có sơ đồ tiếp điểm như hình 9-12b.



Sơ đồ tiếp điểm chuyển mạch 1CM					Sơ đồ tiếp điểm 2CM		
Tiếp điểm	Chế độ làm việc				Tiếp điểm	Nút bấm	Bàn đạp
	Dập nhát một		Tự động	Chỉnh máy			
	Bấm nút bấm lâu	Bấm nhả ngay					
1CM-1	x	x	x	-	2CM-1	x	-
1CM-2	-	x	x	-	2CM-2	-	x
1CM-3	x	x	-	-	2CM-3	x	-
1CM-4	-	x	x	-			
1CM-5	-	-	-	x			

Hình 9-12. Sơ đồ điều khiển logic không tiếp điểm máy dập.

Ở chế độ dập nhát một, sơ đồ có thể điều hành bằng nút bấm (điều khiển bằng tay) hay bằng pèdan (điều khiển bằng chân) tùy theo vị trí đặt của chuyển mạch 2CM (hình 9-12,b).

Để đọc sơ đồ hình 9-12, ta xét qua bộ nhớ tạo bởi 2 phần tử VÀ (AND) và HOẶC (OR) có thêm phần tử ĐẢO (NOT) (hình 9-13a).

$$Y = \bar{x}_1 y + x_2$$

Với : y - tín hiệu ra ;

x_2 - tín hiệu vào ;

x_1 - tín hiệu xóa.

Ở trạng thái ban đầu $x_1 = 0, x_2 = 0$ thì $y = 0$

$$Y = 1. 0 + 0 = 0$$

Nếu có tín hiệu $X_2 = 1$ ở đầu vào b phần tử HOẶC thì $x_1 = 0$, $x_2 = 1$ và $Y = 1 \cdot 0 + 1 = 1$

Khi mất tín hiệu $X_2 = 0$ thì $x_1 = 0$, $x_2 = 0$ và :

$$Y = 1 \cdot 1 + 0 = 1$$

tức là có nhớ

Nếu cho tín hiệu $X_1 = 1$ thì $x_1 = 1$, $x_2 = 0$ và :

$$Y = 0 \cdot 1 + 0 = 0$$

tức là xóa nhớ.

Bộ nhớ ở hình 9 - 13a có thể thay bằng bộ nhớ như hình 9 - 13 b với hàm logic :

$$Y = (x_2 + y)x_1$$

Trong sơ đồ khảo sát (hình 9 - 12) có sử dụng một số bộ nhớ : bộ nhớ 1 gồm các phần tử VÀ 1, HOẶC 2, bộ nhớ 2 gồm các phần tử VÀ 2, HOẶC 2, bộ nhớ 3 gồm các phần tử VÀ 3, HOẶC 3.

Xóa bộ nhớ 1 và bộ nhớ 2 nhờ tín hiệu vào đầu vào phần tử DẪO và khi đó sẽ không có tín hiệu vào các đầu vào b của các phần tử VÀ 1 và VÀ 2. Xóa bộ nhớ 3 nhờ ngắt tín hiệu từ công tắc hành trình ở đầu đập K_D .

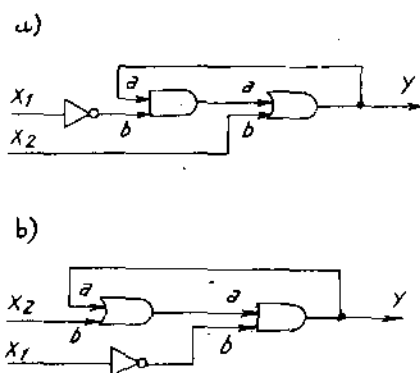
Xét sự làm việc của sơ đồ ở chế độ đập nhất một buộc phải ấn lâu các nút bấm cho đập.

Khi cấp điện áp cho sơ đồ, tín hiệu qua tiếp điểm thường đóng của nút bấm 1D, 2D và qua tiếp điểm đã đóng ở chế độ điều khiển tay 2CM-3 của chuyển mạch 2CM tới đầu vào b của phần tử HOẶC 1 và được nhớ. Đầu vào a của phần tử VÀ 4 có tín hiệu logic 1.

Khi ấn 2 nút 1D và 2D, tín hiệu logic 1 từ đầu ra phần tử VÀ 1 tới đầu vào b phần tử HOẶC 2 và tiếp tục qua VÀ 4, HOẶC 3, HOẶC 4, bộ khuếch đại KD tới nam châm NS để đóng li hợp. Đầu đập đi xuống. Vì ở chế độ này, tiếp điểm chuyển mạch 1CM-2 ngắt bộ nhớ 2 nên muốn giữ mức logic 1 ở đầu ra phần tử HOẶC 2 cần phải giữ 2 nút bấm 1N và 2N cho tới khi đầu đập xuống tương ứng với điểm chết dưới của trục khuỷu và bắt đầu đi lên để đầu ra bộ chỉ huy K_D , bằng các chuyển mạch hành trình không tiếp điểm, có tín hiệu (mức logic 1). Tín hiệu này được nhớ trong bộ nhớ 3. Khi đó có thể rời tay khỏi các nút bấm 1D và 2D.

Gần điểm chết trên của trục khuỷu, tín hiệu đầu ra của K_D mất, bộ nhớ 3 bị xóa và nam châm NS bị ngắt. Đầu đập dừng.

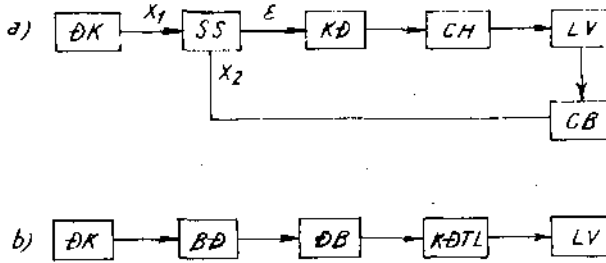
Nếu cứ ấn liên tục 1D, 2D thì sau khi đầu ra của K_D có mức logic 1, qua tiếp điểm 1CM-3, đầu vào DẪO sẽ có tín hiệu và bộ nhớ 1 bị xóa. Tới gần điểm chết trên của trục khuỷu, đầu ra của K_D có mức logic 0, đầu ra phần tử VÀ 3 và đầu vào a phần tử HOẶC 3 cũng vậy. Lúc này đầu vào b của phần tử VÀ 1 có tín hiệu logic 1 nhưng đầu ra của nó tức đầu vào a của phần tử HOẶC 1 là mức logic 0 nên qua 1D, 2D đầu vào b của phần tử HOẶC 2, đầu vào b của phần tử VÀ 4



Hình 9-13. Sơ đồ bộ nhớ.

dây chuyển sản xuất nào đó, chẳng hạn để điều khiển tốc độ dịch chuyển đầu đập trong các máy ép thủy lực, để thay đổi áp suất trong các thiết bị ép chất dẻo, để điều khiển chuyển dịch đầu trượt cơ kẹp chi tiết trong các máy đột và quay đầu Rovonve có dụng cụ gia công v.v..

Hệ điều khiển theo chương trình đảm bảo thay đổi nhanh từ một quá trình công nghệ này sang quá trình công nghệ khác mà không đòi hỏi chỉnh lại phức tạp.



Hình 9-15. Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển theo chương trình.

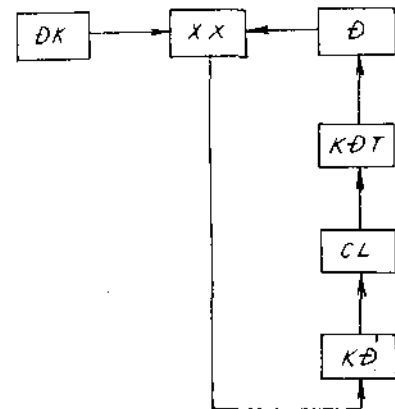
điều khiển ĐK thực hiện giải mã chương trình đưa vào và cho ra thông tin điều khiển X_1 đảm bảo mọi chuyển động cần thiết của các cơ cấu trong máy. Tín hiệu X_1 tới thiết bị so sánh SS để so sánh với tín hiệu X_2 từ cảm biến phản hồi CB. Khối CB kiểm tra hoạt động của các cơ cấu làm việc của máy LV. Sai lệch ε sẽ được khuếch đại qua bộ khuếch đại KD tới cơ cấu chấp hành CH tiến hành điều chỉnh cơ cấu làm việc LV.

Ở hệ hở (hình 9 - 15, b) thì không có mạch vòng phản hồi. Hệ hở hay dùng động cơ bước DB. Khi truyền xung áp lên một trong hai cuộn stator, rotor động cơ sẽ quay một bước góc nhỏ. Phân bố xung do khối điều khiển biến đổi thực hiện. Số xung xác định đại lượng dịch chuyển, còn tần số xác định vận tốc chuyển động. Hướng quay động cơ do thứ tự truyền xung vào cuộn dây.

Số bước trong một giây của các động cơ bước nhỏ thường từ $200 \div 1600$. Các động cơ bước thường được dùng cùng với bộ khuếch đại mômen bằng thủy lực KDTL.

Hình 9 - 17 cho sơ đồ cấu trúc điều khiển chuyển dịch đầu đột trong máy đột. Động cơ một chiều D thực hiện dịch chuyển đầu đột. Khối điều khiển ĐK thực hiện đọc chương trình số trên băng từ và biến đổi thành điện áp tương ứng với vị trí cần có của đầu đột và cấp cho cuộn stator của xenxin XX. Xenxin liên hệ động với trục động cơ D và làm việc ở chế độ biến áp. Điện áp rơi trên rotor xenxin tỉ lệ với sai lệch giữa vị trí cần có và vị trí thực của đầu đột. Qua bộ khuếch đại KD và chỉnh lưu CL, điện áp từ cuộn dây rotor xenxin sẽ tới cuộn điều khiển của khuếch đại từ KDT và động cơ sẽ thực hiện theo dịch chuyển cho trước.

Sau khi các thao tác công nghệ cần đã xong, khối ĐK sẽ cho lệnh thực hiện dịch chuyển mới.



Hình 9 - 16. Sơ đồ cấu trúc điều khiển chuyển dịch đầu đột trong máy đột.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	3
PHẦN 1	
TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY CẮT KIM LOẠI	
Chương 1	
KHÁI NIỆM CHUNG	
§1.1. Phân loại máy cắt kim loại	5
§1.2. Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên MCKL	6
§1.3. Lực cắt, tốc độ cắt và công suất cắt	7
§1.4. Phụ tải của động cơ truyền động các cơ cấu điển hình	9
§1.5. Phương pháp chọn công suất động cơ cho máy cắt kim loại	16
§1.6. Điều chỉnh tốc độ máy cắt kim loại	18
Chương 2	
TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ NHÓM MÁY TIỆN	
§2.1. Đặc điểm công nghệ	21
§2.2. Phụ tải của cơ cấu truyền động chính và ăn dao	22
§2.3. Phương pháp chọn công suất động cơ truyền động chính của máy tiện	25
§2.4. Những yêu cầu và đặc điểm đối với truyền động điện và trang bị điện của máy tiện	27
§2.5. Một số sơ đồ điều khiển máy tiện	31
Chương 3	
TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY BẢO GIƯỜNG	
§3.1. Đặc điểm công nghệ	40
§3.2. Phụ tải và phương pháp xác định công suất động cơ truyền động chính	44
§3.3. Các yêu cầu đối với hệ thống truyền động điện và trang bị điện máy bảo giường	49
§3.4. Một số sơ đồ điều khiển máy bảo giường điển hình	52
Chương 4	
TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY ĐOẠ	
§4.1. Đặc điểm làm việc, yêu cầu về truyền động điện và trang bị điện máy đo	61
§4.2. Sơ đồ điều khiển máy đo ngang 2620	62
Chương 5	
TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY MÀI	
§5.1. Đặc điểm công nghệ	68
§5.2. Các đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện của máy mài	69
§5.3. Sơ đồ điều khiển máy mài 3A161	69
§5.4. Hệ thống điều khiển thích nghi của máy mài	73

Chương 6

ĐIỀU KHIỂN CHƯƠNG TRÌNH SỐ MÁY CẮT KIM LOẠI

§6.1. Nguyên tắc làm việc của máy điều khiển chương trình số	75
§6.2. Thiết bị và nguyên lý làm việc của hệ thống điều khiển chương trình số	81
§6.3. Lập chương trình điều khiển	88

PHẦN II

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC MÁY GIA CÔNG BẰNG ÁP LỰC

Chương 7

ĐẠI CƯƠNG VỀ GIA CÔNG BẰNG ÁP LỰC

§7.1. Biến dạng của kim loại	93
§7.2. Nén kim loại theo một đường thẳng	95
§7.3. Nén theo 2 phương vuông góc	96
§7.4. Nén - kéo theo 2 phương vuông góc	97
§7.5. Biến dạng kim loại ở trạng thái nguội và nóng	98

Chương 8

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY CÁN

§8.1. Khái niệm về công nghệ cán	99
§8.2. Các biểu thức tính toán và điều kiện cán	103
§8.3. Tính mômen truyền động trục cán	107
§8.4. Trang bị điện máy cán nóng quay thuận nghịch (CNQTN)	109
§8.5. Trang bị điện máy cán nóng liên tục (CNLT)	140
§8.6. Trang bị điện máy cán nguội	147
§8.7. Trang bị điện máy cán dây	165
§8.8. Trang bị điện các thiết bị phụ trong phân xưởng cán	169

Chương 9

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY RÈN, ĐẬP

§9.1. Yêu cầu về trang bị điện cho các máy rèn, đập	184
§9.2. Sơ đồ điều khiển điện - điện tử máy rèn, đập cố bánh đà	195
Mục lục	202

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI

Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Biên tập lần đầu :

LẠI TRIỂN MIỀN

Biên tập tái bản :

TRẦN VĂN THẮNG - TRẦN TRỌNG TIẾN

Biên tập kĩ thuật :

TRẦN THU NGÀ

Trình bày bìa :

ĐOÀN HỒNG

Sửa bản in :

TRẦN THỊ OANH

Chế bản :

PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC)

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ (MGCKL)

Mã số: 7B153T6-CND

In 2.000 bản, khổ 19 x 27 cm tại Công ty In Bình Định - 114 Tầng Bạt Hồ,
TP. Quy Nhơn, Số đăng kí KHXB: 05-2006/CXB/3-1880/GD.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 3 năm 2006

TÌM ĐỌC
SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT
CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- | | |
|---|---|
| 1. Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lí -
Tập một và tập hai | Phạm Thượng Hàn |
| 2. Rơ le số lý thuyết và ứng dụng | Nguyễn Hồng Thái
Vũ Văn Tầm |
| 3. Máy điện trong thiết bị tự động | Nguyễn Phúc Hải
Nguyễn Hồng Thanh |
| 4. Công nghệ chế tạo máy điện và máy biến áp | Nguyễn Đức Sỹ |
| 5. Sửa chữa máy điện và máy biến áp | Nguyễn Đức Sỹ |
| 6. Kỹ thuật điện | Đặng Văn Đào
Lê Văn Doanh |
| 7. Kỹ thuật điện 2 | Trần Minh Sơ |
| 8. Kỹ thuật điện 3 | Hoàng Kim Hải |
| 9. Mạng điện nông nghiệp | Nguyễn Văn Sắc
Nguyễn Ngọc Kính |
| 10. Trang bị điện - điện tử (Máy công nghiệp dùng chung) | Vũ Quang Hối
Nguyễn Văn Chất |
| 11. Trang bị điện - điện tử (Máy gia công kim loại) | Nguyễn Thị Liên Anh
Nguyễn Mạnh Tiến |
| 12. Trang bị điện tử công nghiệp | Vũ Quang Hối |
| 13. Cơ sở tự động hoá - Tập một | Vũ Quang Hối
Nguyễn Văn Hòa |

*Bạn đọc có thể mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học
ở địa phương hoặc các cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục:*

+ 81 Trần Hưng Đạo hoặc 187B Giảng Võ - Hà Nội

+ 15 và 62 Nguyễn Chí Thanh - Tp. Đà Nẵng

+ 104 Mai Thị Lựu, Quận 1 - Tp. Hồ Chí Minh



8 934980 686690



Giá: 19.000^d