

Chương 6

TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CÁN THÉP

6-1 Khái niệm chung về công nghệ cán thép**1. Biến dạng của kim loại**

Kim loại được gia công bằng áp lực rất phổ biến. Phương pháp gia công bằng áp lực bao gồm nhiều dạng: cán, ép, dập, đột, cắt, kéo, chuốt v.v... Dưới tác dụng của áp lực ngoài (ngoại lực), kim loại sẽ bị biến dạng hoặc bị đứt gãy.

Làm biến dạng kim loại để nhận được các sản phẩm theo yêu cầu nào đó khi gia

công bằng áp lực là nội dung của lý thuyết biến dạng dẻo, lý thuyết gia công kim loại bằng áp lực. Ta chỉ xét những vấn đề chung để hiểu những yêu cầu công nghệ đòi hỏi sự đáp ứng của trang bị điện cho các máy gia công bằng áp lực.

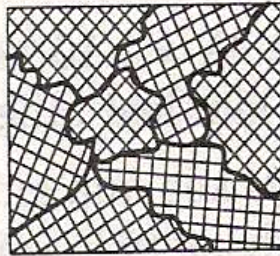
Dùng kính hiển vi để quan sát một mặt kim loại đã mài nhẵn để thấy cấu trúc của nó như hình 6-1. Qua hình vẽ này ta thấy các hạt tinh thể kim loại tiếp xúc với nhau theo đường thẳng gãy khúc trên mặt mài.

Bằng nhiều thực nghiệm người ta đã nhận biết được: Kim loại bị phá hủy không phải theo lớp phân cách giữa các hạt mà sự phá hủy lại chính ở các hạt (theo mặt trượt tinh thể).

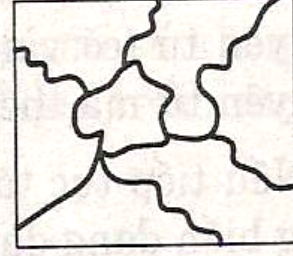
Sự thay đổi kích thước và hình dáng ban đầu của vật thể kim loại khi bị ngoại lực tác dụng gọi là biến dạng kim loại. Biến dạng của kim loại được chia thành hai loại là: biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

- Biến dạng đàn hồi là biến dạng của vật thể mà sau khi ngoại lực thôi tác dụng vào vật thì vật sẽ trở lại hình dáng 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 dáng và kích thước mới so với hình dáng và kích thước ban đầu.



a)

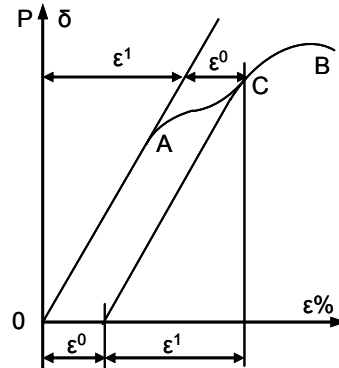


b)

H.6-1 Cấu trúc mặt cắt kim loại đã mài nhẵn

a) Sơ đồ các hạt tinh thể kim loại

b) Ranh giới giữa các hạt nhìn qua kính hiển vi



H 6.2 Quan hệ giữa lực kéo và biến dạng dài của mẫu thép

Trục tung biểu thị lực kéo hay ứng suất kéo. Trục hoành biểu thị chiều dài thanh thép mẫu hay độ dẫn tương đối. Đầu tiên, độ dài mẫu thép tăng tỷ 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 xô dịch khỏi vị trí cân bằng ổn định. Sự xô dịch này rất nhỏ, không quá khoảng cách giữa các nguyên tử (cỡ vài 10^{-10} m, 10^{-10} m = 1.10^{-7} mm). Do sự tăng khoảng cách giữa các nguyên tử mà thể tích kim loại tăng lên, mật độ kim loại giảm đi.

Nếu tiếp tục tăng lực kéo quá giới hạn đàn hồi (tương ứng điểm A), độ tăng biến dạng dài sẽ không tỷ lệ với lực kéo, mà nó sẽ tăng nhanh hơn (đoạn cong AC). Nếu cứ tiếp tục tăng lực kéo nữa, sẽ dẫn đến mẫu bị phá huỷ (đứt, tương ứng với điểm B). Khi lực kéo tăng chưa đến mức phá huỷ mẫu (điểm C), mà lực kéo bắt đầu giảm thì mẫu không lấy lại được hình dạng và kích thước cũ, mà nó còn giữ lại một độ dẫn nào đó (đoạn ϵ_0), người ta gọi đó là độ biến dạng dẻo của vật.

Như thế, biến dạng đàn hồi luôn xảy ra trước mọi biến dạng dẻo. Biến dạng dẻo của kim loại phụ thuộc vào thành phần cấu tạo kim loại, nhiệt độ và phương pháp gia công bằng áp lực.

Các phương pháp gia công bằng áp lực như cán, kéo, ép, dập, rèn ... dựa vào biến dạng dẻo của kim loại để thay đổi hình dạng, kích thước của kim loại.

Ngoại lực tác dụng vào kim loại phải vượt quá giới hạn bắt đầu gây biến dạng (theo hướng lực cản nhỏ nhất), nhưng không gây ra phá huỷ kim loại, tức là phá vỡ mối liên kết giữa các hạt; từ đó cũng làm thay đổi tính chất cơ lý của kim loại.

Thực nghiệm kéo mẫu chứng tỏ rằng biến dạng của kim loại xảy ra là do kim loại trượt theo các mặt phẳng xác định gọi là 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 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 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.

2. Khái niệm chung về công nghệ cán thép

Cán là một phương pháp gia công bằng áp lực để làm thay đổi hình dạng và kích thước của vật thể kim loại dựa vào tính chất biến dạng dẻo của nó.

Yêu cầu quan trọng trong quá trình cán là ứng suất nội của biến dạng dẻo không được quá lớn, đảm bảo kim loại vẫn giữ được độ bền cao. Do ứng suất nội biến dạng dẻo giảm khi nhiệt độ kim loại tăng, cho nên trên thực tế phương pháp cán nóng thường được sử dụng nhiều nhất để giảm lực cán và năng lượng tiêu hao trong quá trình cán.

Trong một số trường hợp do yêu cầu công nghệ phải dùng phương pháp cán nguội, ví dụ như cán thép tấm mỏng có bề dày tấm cán nhỏ hơn 1mm. Vì nếu cán thép tấm mỏng mà dùng phương pháp cán nóng sẽ sinh ra lớp vảy thép khá dày so với thành phẩm nên bề dày mặt tấm thép cán sẽ không đồng đều về chiều dày. Căn cứ vào nhiệt độ của phôi trong quá trình cán, người ta chia ra hai phương pháp cán:

- Phương pháp cán nguội: khi nhiệt độ của phôi nhỏ hơn 400°C .
- Phương pháp cán nóng: khi nhiệt độ của phôi lớn hơn 600°

a) Cấu tạo của máy cán

Máy cán thực hiện nguyên công chính làm biến dạng dẻo kim loại để có hình dạng và kích thước theo yêu cầu mong muốn. Phôi kim loại được nén ép, kẹp và kéo qua hai trục cán quay ngược chiều nhau.

Một máy cán thường có các bộ phận chính sau (hình 6-3):

+ Hộp cán: gồm hai trục cán 9 (h.6-3a) hoặc nhiều trục cán 10, 11... (h.6-3d), gối trục đặt trên thân máy 12 (h.6-3a và 6-3d). Trục cán trên thường được gọi là trục cán động có thể dịch chuyển theo phương thẳng đứng và được định vị bằng thiết bị kẹp trục, còn trục cán dưới là trục cán cố định.

+ Cơ cấu và thiết bị truyền lực: có thể khác nhau tùy theo chức năng và cấu tạo của từng loại máy cán.

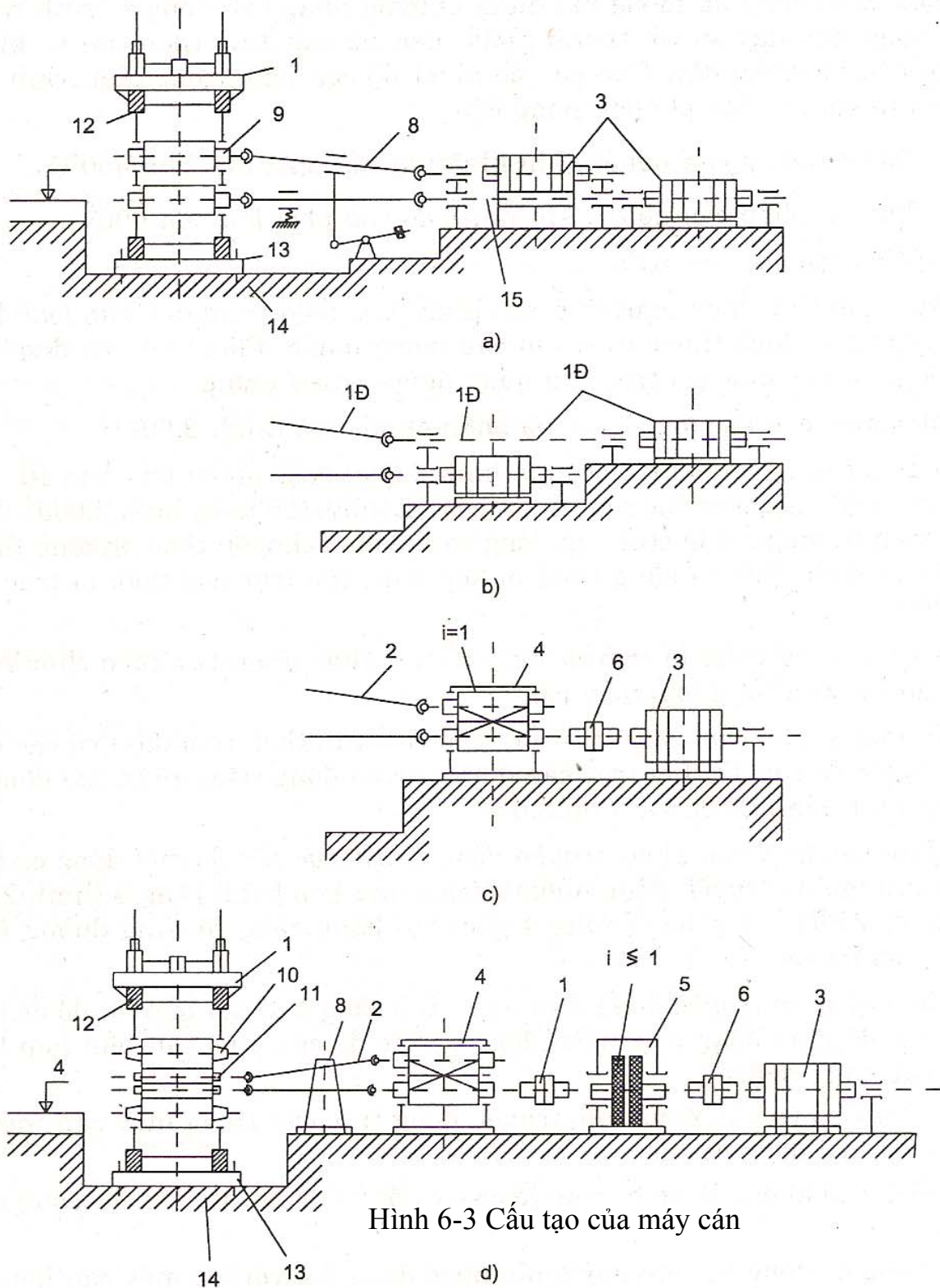
Ở những máy cán công suất lớn (cán thô, cán thép tấm dày) và các máy cán có tốc độ cao, thì hai trục cán được truyền động riêng rẽ từ hai động cơ riêng rẽ 3 (h. 6-3a và 6-3b). Ở những máy cán khác, truyền động quay trục cán do một động cơ 9 đảm nhận gọi là truyền động nhóm thông qua hộp bánh răng có cùng đường kính với tỷ số truyền $i = 1$.

Giữa động cơ truyền động 3 và hộp bánh răng 4 có đặt hộp tốc độ để phối hợp tốc độ giữa động cơ truyền động và tốc độ của trục cán phù hợp theo yêu cầu công nghệ.

+ Động cơ truyền động: để truyền động trục cán thường dùng các loại sau:

- Động cơ không đồng bộ roto lồng sóc cho máy cán liên tục công suất nhỏ.
- Động cơ không đồng bộ roto dây quấn được dùng cho máy cán liên tục công suất lớn

- Động cơ điện một chiều được dùng cho các máy cân đảo chiều (máy cân quay thuận nghịch)



Hình 6-3 Cấu tạo của máy cân

b) Phân loại máy cán

Máy cán rất đa dạng và nhiều chủng loại. Phân loại máy cán có thể dựa trên các đặc điểm sau đây:

- + Theo tên gọi của sản phẩm sau khi cán:
 - Máy cán thô, có đường kính trục cán $\Phi = (800 \div 1300)\text{mm}$.
 - Máy cán tấm có đường kính trục cán $\Phi = (1100 \div 1150)\text{mm}$.
 - Máy cán thép hình (đường ray, thép góc thép chữ U, thép chữ I) có đường kính phôi cán $\Phi = (750 \div 900)\text{mm}$.
 - Máy cán dây có đường kính trục cán $\Phi = (250 \div 350)\text{mm}$.
- + Theo nhiệt độ cán có hai loại:
 - Máy cán nguội khi nhiệt độ của phôi cán có $t^0 < 400^0\text{C}$.
 - Máy cán nóng khi nhiệt độ của phôi cán có $t^0 > 600^0\text{C}$.
- + Theo công nghệ cán có hai loại:
 - Máy cán liên tục không đảo chiều.
 - Máy cán đảo chiều thuận nghịch

6-2 Các thông số cơ bản đặc trưng cho công nghệ cán thép

Công nghệ cán thép được mô tả trên hình 6-4:

Khi cho phôi kim loại vào hộp cán, phôi bị kẹp và ép chặt giữa hai trục cán quay ngược chiều nhau, kết quả bề dày của phôi giảm xuống, chiều dài của phôi tăng lên và chiều rộng tăng lên chút ít.

Nếu coi hai trục cán của máy giống hệt nhau, quay ngược chiều nhau cùng tốc độ và phôi cán có cơ tính đồng đều nhau, kí hiệu các đại lượng của phôi là:

H - bề dày phôi; B - bề rộng của phôi;

L - chiều dài của phôi; F - tiết diện của phôi

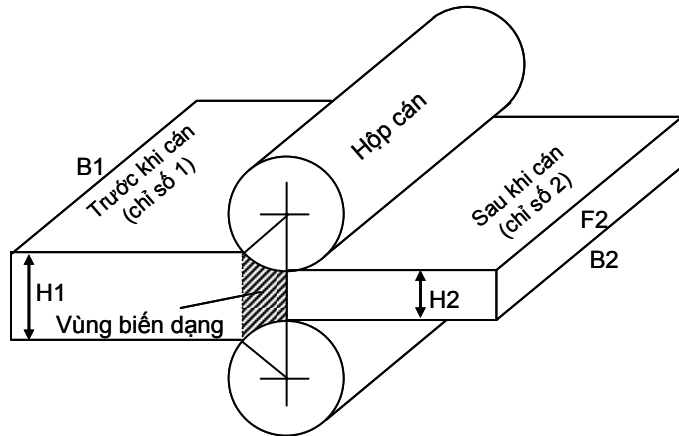
Với chỉ số 1 của các thông số của phôi trước khi cán và chỉ số 2 của các thông số của phôi sau khi cán ta có: $L2 > L1$; $H2 < H1$; $F2 < F1$

1. Các thông số cơ bản

a) Hệ số kéo dài

$$\lambda = \frac{L2}{L1} > 1 \quad (6-1)$$

Sau n lần cán, ta có hệ số kéo dài là:



H 6-4. Công nghệ cán thép

$$\lambda = \prod_{i=1}^n \lambda_i \quad (6-2)$$

Nếu coi thể tích của phôi là không đổi $V_1 = V_2$ thì:

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} = \frac{\frac{V_2}{F_1}}{\frac{V_1}{F_2}} = \frac{F_2}{F_1} \quad (6-3)$$

Nếu coi độ nở rộng không đáng kể $B_1 = B_2$ thì:

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{H_1 \cdot B_1}{H_2 \cdot B_2} = \frac{H_1}{H_2} \quad (6-4)$$

b) Góc ngoạm α (hình 6-5) tương ứng với cung ngoạm AB

2) Điều kiện để trục cán ngoạm được phôi

Trục cán ngoạm được phôi và cán ép được là nhờ ma sát tiếp xúc xuất hiện trên cung ngoạm AB khi trục cán quay. Ngoài lực T kéo phôi vào còn có lực P đẩy ra của phôi. Nếu lực của phôi đẩy ra lớn hơn lực kéo vào thì trục cán không ngoạm được phôi.

Biểu đồ lực tác dụng lên phôi cán biểu diễn trên hình 6-5.

Phân tích hai lực trên ta thấy rằng: để trục cán ngoạm được phôi thì:

$$T_x > P_x \quad \text{hay} \quad T \cdot \cos \alpha > P \cdot \sin \alpha$$

$$T > P \cdot \tan \alpha$$

(6-5)

a) Độ nén ép tuyệt đối

$$\Delta h = H_1 - H_2$$

(6-6)

Từ hình 6-5 ta có:

$$H_1 = H_2 + 2BC$$

$$\Delta h = 2 \overline{BC} = 2(OB - OC) = 2R(1 - \cos \alpha)$$

$$\Delta h = D(1 - \cos \alpha)$$

(6-7)

Trong đó D - đường kính trục cán;

R - bán kính trục cán.

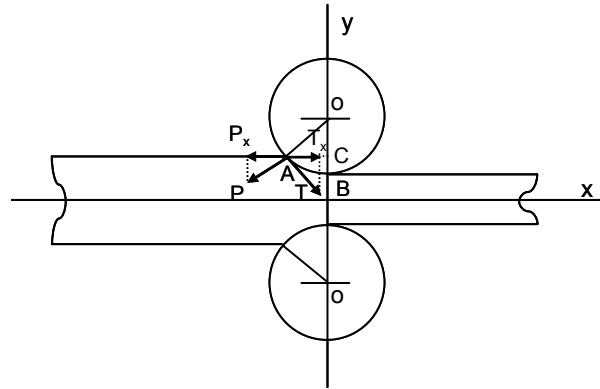
b) Độ nở rộng theo chiều ngang

$$\Delta b = B_2 - B_1$$

Theo công thức kinh nghiệm, có thể tính theo biểu thức sau:

$$\Delta b = a \cdot \Delta h$$

với: hệ số a có xét đến ảnh hưởng nhiệt độ của phôi cán $a = (0,25 \div 0,35)$



H 6-5. Biểu đồ lực tác dụng lên trục cán

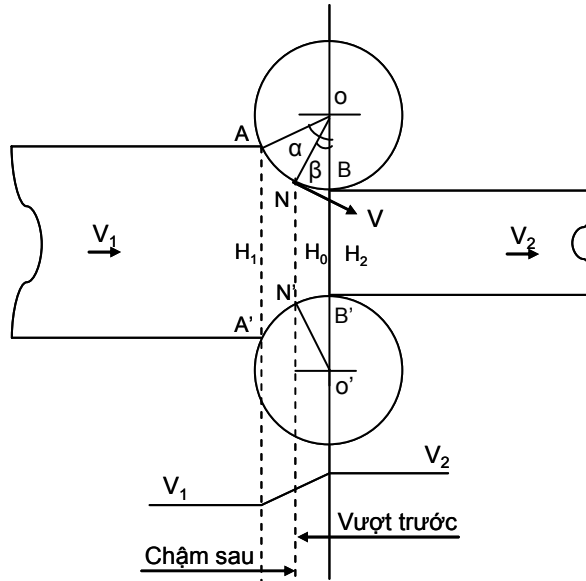
c) Vùng chậm sau và vùng vượt trước

Khi cán thép, trong vùng biến dạng (phần gạch chéo trên hình 6-4) sẽ có hai vùng:

- vùng chậm sau là vùng khi tốc độ của phôi V_1 nhỏ hơn tốc độ dài của trục cán $V_1 < V$.
- vùng vượt trước là khi tốc độ ra của phôi V_2 lớn hơn tốc độ dài của trục cán $V_2 > V$.

Độ vượt trước được đặc trưng bởi tỷ số:

$$s\% = \frac{V_2 - V}{V} [\%] \quad (6-8)$$



với V - tốc độ dài trục cán;

V_2 - tốc độ ra của phôi khỏi trục cán

H 6-6. Hiện tượng chậm sau và vượt trước

Trên thực tế, khi cán tấm dày $s\% = (3 \div 5)$, còn khi cán tấm mỏng $s\% = (11 \div 15)$

Như vậy ta có $V_1 < V < V_2$.

Trong vùng biến dạng, tốc độ của phôi sẽ tăng từ V_1 đến V_2 nên sẽ có một tiết diện nào đó tốc độ của phôi bằng tốc độ dài của trục cán (tiết diện N-N' trên hình 6-6). Tiết diện này được gọi là tiết diện tới hạn (có tên gọi khác là tiết diện trung bình). Góc tâm β tương ứng với cung chắn NB được gọi là góc tới hạn.

Góc tới hạn có thể tính theo biểu thức sau:

$$\beta = \frac{\alpha}{2} \left(1 - \frac{\alpha}{2\delta_{ms}} \right) < \frac{\alpha}{2} \quad (6-8)$$

Trong đó: δ_{ms} là góc ma sát.

d) Áp lực đặt lên trục cán trong quá trình cán thép

Khi cán, trục cán đặt lên phôi một lực để thắng nội trở biến dạng của phôi. Ngoài ra, phản lực của phôi cũng gây ra một lực đặt lên trục cán.

Nếu gọi P_{tb} là áp suất ép trung bình và F_{tx} là diện tích tiếp xúc giữa trục cán và phôi thì phản lực toàn phần đặt lên một trục cán bằng:

$$P = P_{tb} \cdot F_{tx} \quad (6-9)$$

Trong đó: P_{tb} - áp suất ép trung bình, N/mm^2 ;

F_{tx} - diện tích tiếp xúc, mm^2 .

Trị số áp suất ép trung bình phụ thuộc vào nhiều yếu tố sau đây:

- Thành phần hoá học của phôi

- Nhiệt độ của phôi.
- Độ dày của phôi (B_1), độ nén ép (Δh) và một số yếu tố phụ khác.

$$F_{tx} = B_{tb} \cdot l = \left(\frac{B_1 + B_2}{2} \right) l \quad [\text{mm}^2] \quad (6-10)$$

Trong đó l - là dây cung AB chắn góc ngoại α .

Tính gần đúng:

$$l = \overline{AB} = D \sin \frac{\alpha}{2} \quad [\text{mm}] \quad (6-11)$$

Trong đó: $\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$

Đã biết $\Delta h = (1 - \cos \alpha)D$; nên

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\Delta h}{2D}} \quad (6-12)$$

Từ đó suy ra:

$$l = D \cdot \sqrt{\frac{\Delta h}{2D}} = \sqrt{R \cdot \Delta h} \quad [\text{mm}] \quad (6-13)$$

Vì $R = D/2$: bán kính trục cán.

Thay vào biểu thức trên ta có áp lực đặt lên một trục cán khi cán bằng:

$$P = P_{tb} \cdot B_{tb} \sqrt{R \cdot \Delta h} \quad [\text{N}] \quad (6-14)$$

Trị số áp suất ép trung bình được tính theo công thức Xêlicốp:

$$P_{tb} = 1,15k_c \cdot \frac{2H_2}{\Delta h \cdot (\delta - 1)} \cdot A \cdot A^{\delta-1} \quad (6-15)$$

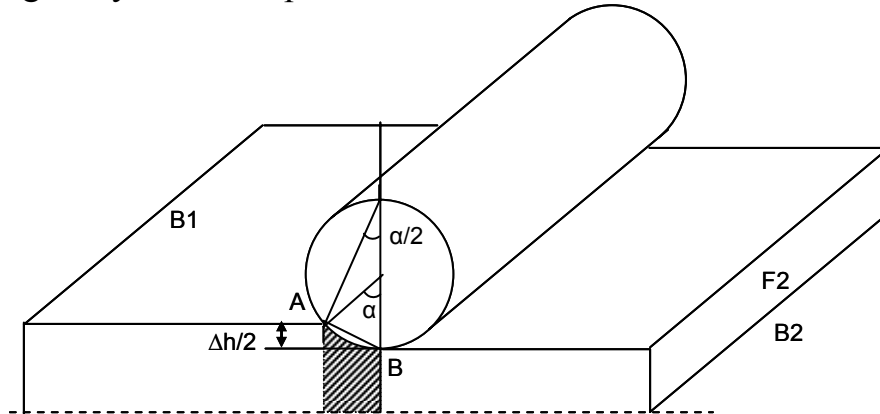
Trong đó: k_c - điểm giới hạn nóng chảy của phôi;

δ - góc ma sát trượt;

$$A = \frac{H_0}{H_1};$$

H_0 - bề dày của phôi ở tiết diện giới hạn.

Các thông số kỹ thuật của phôi và trục cán được biểu diễn trên hình 6-7.



H 6-7. Thông số của phôi và trục cán

6-3 Tính mômen truyền động trục cán

1. Phương pháp Xêlicốp

Phương pháp này dựa theo áp suất ép trung bình để tính mômen truyền động trục cán, bao gồm các thành phần mômen sau:

- M_{hi} : mômen hữu ích cần thiết để làm biến dạng phôi và khắc phục lực ma sát giữa phôi kim loại và trục cán trong vùng biến dạng ứng với cung ngoạm

- Mômen không tải M_0 .

- Mômen động M_{dg} để khắc phục lực quán tính, tạo gia tốc.

Mômen động xuất hiện khi thực hiện đảo chiều quay và điều chỉnh tốc độ.

Vậy mômen cán bằng : $M = M_{hi} + M_{ms} + M_0 + M_{dg}$ (6-16)

- Mômen hữu ích được tính dựa vào áp lực trên trục cán.

Nếu coi biến dạng phôi như nhau ở hai phía của trục cán ($\alpha_1 = \alpha_2$) như hình 6-8, từ đó ta có:

Lực tác dụng: $P_1 = P_2 = P$ (6-17)

Cánh tay đòn đặt lực: $a_1 = a_2 = a$, lúc đó mômen tác dụng lên trục cán 1 là:

$$M_1 = P \cdot a = P \Psi \cdot l \quad (6-18)$$

Trong đó:

$\Psi = \frac{a}{l}$ tỷ số cánh tay đòn đặt lực trên chiều dài của cung ngoạm

$\Psi = 0,5$ đối với phương pháp cán nóng

$\Psi = (0,35 \div 0,45)$ đối với phương pháp cán nguội.

Từ các biểu thức đã dẫn, ta có:

$$M_1 = P_{tb} \cdot B_{tb} \cdot \Psi \cdot R \cdot \Delta h \quad (6-19)$$

Mômen truyền động cho cả hai trục cán:

$$M_{hi} = 2P_{tb} \cdot B_{tb} \cdot \Psi \cdot R \cdot \Delta h \quad (6-20)$$

Mômen ma sát được tính theo biểu thức:

$$M_{ms} = \frac{Pd\mu}{i} + \left(\frac{1}{\eta} - 1\right) \frac{M_{hi} + Pd\mu}{i} \quad (6-21)$$

Trong đó: P - áp suất nén đặt lên trục cán [N/mm^2];

d - đường kính của trục cán;

i - tỷ số truyền

μ - hệ số ma sát lăn;

η - hiệu suất của cơ cấu truyền lực.

- Mômen không tải:

$$M_0 = (3 \div 5)\% M_{dm} \quad (6-21)$$

- Mômen động:

$$M_{dg} = \frac{J \cdot d\omega}{dt} \quad (6-22)$$

Trong đó: J - mômen quán tính của hệ truyền động [kgm^2]

2. Phương pháp suất tiêu hao năng lượng (STHNL)

Phương pháp này thực chất là phương pháp tính mômen truyền động trực cán theo suất tiêu hao năng lượng trên một đơn vị khối lượng của sản phẩm.

Phương pháp STHNL được tính dựa trên đường cong STHNL được xây dựng từ thực nghiệm.

Đường cong này biểu thị độ tiêu hao năng lượng trên một đơn vị khối lượng sản phẩm sau độ kéo dài phôi (λ) hoặc theo chiều dày (H) của phôi sau mỗi một lần cán.

Đường cong STHNL được biểu diễn trên hình 6-9.

Đường cong STHNL biểu diễn quan hệ $W=f(\lambda)$ suất tiêu hao năng lượng theo độ kéo dài sau mỗi lần cán được sử dụng để tính mômen truyền động trực cán đối với các máy cán quay thuận nghịch, còn đường cong STHNL biểu diễn quan hệ giữa STHNL theo độ dày của phôi được ứng dụng đối với các máy cán nguội liên tục.

Độ chính xác tính toán mômen truyền động trực cán của phương pháp này càng cao nếu các điều kiện cán được tính toán càng sát với điều kiện xây dựng đường cong STHNL.

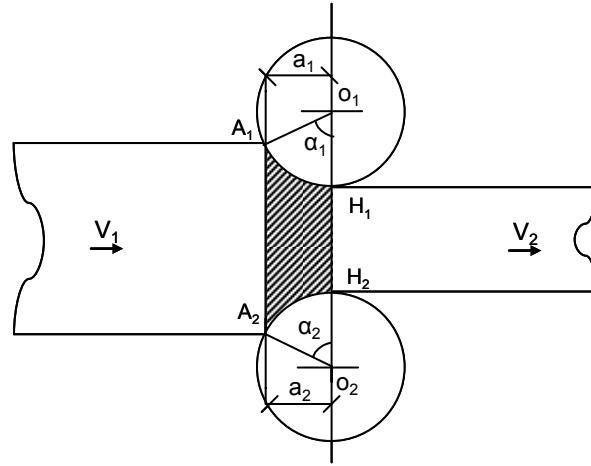
Mômen cán cho lần cán đang tính toán sẽ bằng:

$$M_{dt} = 1,4 \cdot \Delta W \cdot F \cdot 10^7 \quad [\text{N.m}] \quad (6-23)$$

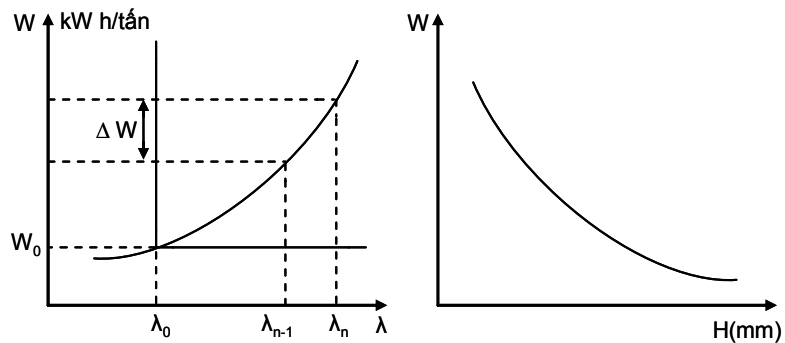
Trong đó: F - tiết diện của phôi ở lần cán đang tính, mm^2 ;

D - đường kính trực cán, mm ;

ΔW - hiệu số suất tiêu hao năng lượng của lần cán đang tính và lần cán trước đó.



H 6-8. Sơ đồ tính toán mômen cán



Hình 6-9 Đường cong STHNL

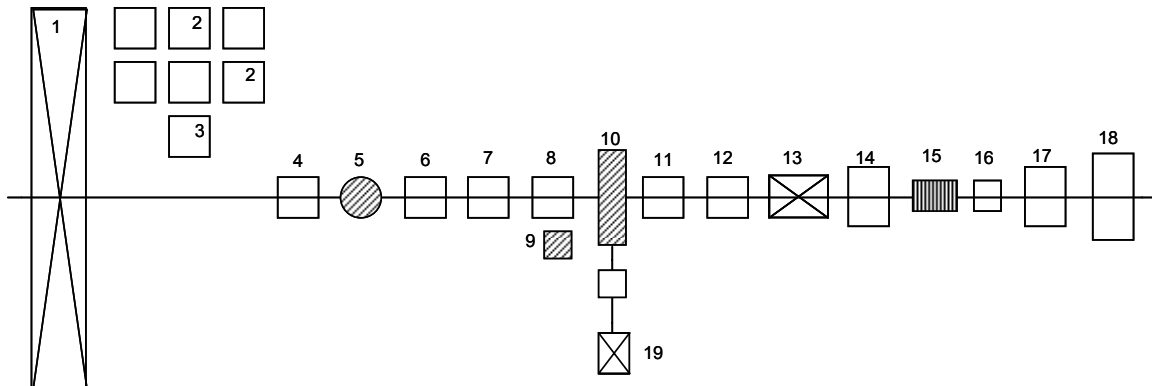
6-4 Trang bị điện máy cán nóng thuận nghịch (CNTN)

1. Đặc điểm công nghệ

Máy cán nóng quay thuận nghịch (máy cán nóng đảo chiều) thường dùng để cán thô.

Trong tổ hợp máy cán nóng thuận nghịch, ngoài các hộp cán còn có các thiết bị phụ như: băng lăn, dao cắt, xe chở phôi, máy lật phôi v.v...

Trên hình 6-10 giới thiệu băng chuyền máy cán nóng thô 1150.



Hình 6-10 Dây chuyền máy cán nóng thô 1150

Phôi thép từ phân xưởng thép được vận chuyển đến là nung 2 bằng cầu trục 1, số lò nung có thể lên tới 20 lò và mỗi lò nung có thể chứa được $4 \div 8$ thỏi thép có khối lượng ($5 \div 25$) tấn/thời. Sau đó các thỏi thép được đưa lên các xe chở phôi 3 và chở đến băng lăn tiếp nhận 4. Bàn cân 5 để cân khối lượng thỏi thép. Bàn quay 6 dùng để quay thỏi thép cho đúng hướng (trong trường hợp cần thiết có thể quay 1 góc tối đa 180°). Băng lăn 7 và 8 để đưa thỏi thép đến hộp cán 10. Sau mỗi lần cán, thỏi thép được vận chuyển trở lại các băng lăn trước hộp cán. Ở đây trong trường hợp cần thiết, thỏi thép có thể lật đi một góc 90° nhờ máy lật 9.

Khi kết thúc lần cán cuối cùng, phôi cán thành phẩm được đưa qua băng lăn 11, 12 và đến máy đánh vảy làm sạch 13 và sau đó đưa tới máy cắt phân đoạn 14 theo kích thước quy định. Sau đó chuyển tới băng xích 15, băng lăn 16 và máy đẩy lên bàn xếp 17 chất vào kho chứa 18.

Động cơ 19 dùng để truyền động hộp cán 10.

Các máy cán nóng quay thuận nghịch có nhiều kiểu, nhiều loại, kết cấu tùy từng loại cũng khác nhau nhưng chế độ làm việc của hệ truyền động trục cán như nhau.

Động cơ truyền động trục cán làm việc ở chế độ rất nặng nề: đặc trưng bởi tần số đóng cắt điện lớn (có máy đạt 1500 lần/ giờ) và luôn làm việc ở trạng thái quá tải, lúc ngoạm phôi, mômen của động cơ truyền động có thể đạt tới $(2,5 \div 3)M_{dm}$. Từ những đặc điểm trên, ta có thể đưa ra những yêu cầu chính đối với thiết bị truyền động trục cán của máy cán thép như sau:

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu $D = 10:1$.

- Phải làm việc với độ tin cậy cao trong điều kiện nặng nề (tần số đóng cắt lớn, thường xuyên quá tải)

2. Hệ truyền động hộp cán trong máy CNQTN

Trong máy cán nóng quay thuận nghịch thường sử dụng hai phương pháp truyền động.

- Truyền động nhóm: là dùng một động cơ truyền động quay hai trục cán nhờ hộp bánh răng. Ưu điểm của phương pháp này là sơ đồ điều khiển đơn giản, nhưng sơ đồ động học phức tạp, kích thước của hai trục cán yêu cầu phải như nhau.

- Truyền động riêng rẽ: phương pháp này có ưu điểm là: sơ đồ động học đơn giản, kích thước của hai trục cán không yêu cầu giống nhau, nhưng sơ đồ nguyên lý điện phức tạp, cần đến hai động cơ, mỗi động cơ truyền động một trục riêng biệt.

a) Hệ thống truyền động điện (truyền động nhóm) hộp cán trong máy cán nóng quay thuận nghịch (CNQTN)

Dải điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động yêu cầu $D = 10:1$ và được thực hiện điều chỉnh hai vùng:

- Vùng dưới tốc độ cơ bản ($n < n_{dm}$)

Thực hiện bằng cách thay đổi điện áp đặt vào phần ứng của động cơ.

- Vùng trên tốc độ cơ bản ($n > n_{dm}$)

Thực hiện bằng cách giảm từ thông kích từ của động cơ.

Quá trình điều chỉnh tốc độ ở hai vùng tiến hành không đồng thời và không phụ thuộc lẫn nhau. Sơ đồ nguyên lý điện trên hình 6-11 và sơ đồ điều khiển trên hình 5-12.

* Cấu trúc của sơ đồ:

Động cơ truyền động trục cán Đ(1) được cấp nguồn từ hai máy phát 1F(3) và 2F(4) nối song song nhau. Cuộn kích từ của hai máy phát KT1F(5) và KT2F(5) được cấp nguồn từ máy kích từ FKF(6). Cuộn kích từ của máy phát KTFKF(14) được cấp nguồn từ máy điện khuếch đại từ ngang MĐKĐF(14).

Máy điện khuếch đại MĐKĐF có các cuộn kích từ sau:

- AKĐF(15) cuộn điện áp thực hiện chức năng đảo chiều quay của động cơ bằng hai công tắc tơ 1N(15) và 1T(15).
- CĐKĐF(9) là cuộn chủ đạo đồng thời là cuộn phản hồi âm điện áp có ngắt. Nguyên lý làm việc của khâu này như:

Khi điện áp máy phát 1F và 2F còn nhỏ hơn điện áp so sánh (U_{ss} lấy trên biến trở 2R(10), một trong hai điôt 1CL hoặc 2CL khoá nên dòng trong cuộn CĐKĐF bằng không. Khi điện áp của máy phát 1F và 2F tăng bằng giá trị so sánh thì 1CL hoặc 2CL thông, dòng điện trong cuộn CĐKĐF khác không, có sẽ làm điện áp của máy phát 1F và 2F không bị tăng nhanh một cách cường bức.

H. 6-11 Sơ đồ truyền động nhóm máy CNQTN

Điện áp trên biến trở $2R$ được cấp từ nguồn khuếch đại từ KĐT(11).

Khuếch đại từ KĐT có hai cuộn không chế:

- AKĐT(12): là cuộn điện áp (cuộn dịch chuyển) để chọn điểm làm việc ban đầu của KĐT.

- CDKĐT(13): là cuộn chủ đạo dùng để thay đổi thay đổi trị số điện áp ra của KĐT, chính là thay đổi trị số điện áp so sánh lấy trên biến trở $2R$ bằng các công tắc tơ gia tốc $1Y, 2Y, 3Y$.

+ DKĐT(16): là cuộn phản hồi âm dòng có ngắt, nhằm hạn chế dòng điện của động cơ, bảo vệ động cơ truyền động trong trường hợp bị quá tải. Nguyên lý làm việc của khâu hạn chế dòng như sau:

Khi dòng điện phản ứng trong động cơ truyền động còn nhỏ hơn trị số dòng ngắt $I_u < I_{ng}$ [trị số $I_{ng} = (2,25 \div 2,5)I_{dm}$], điện áp $U_i < U_{ss}$ với $U_i = I_u(Z_{cp} + Z_{CB})$, còn $U_{ss} = U_{ab}$ hoặc U_{bc} lấy trên biến trở $4R(17)$. Khi đó điôt 5Đ, 6Đ hoặc 7Đ, 8Đ khoá, dòng trong cuộn DKĐT bằng không. Ngược lại, khi $I_u \geq I_{ng}$, $U_i \geq U_{ss}$, khi đó 2 trong 4 điôt trên sẽ thông, dòng điện trong cuộn DKĐT khác không, do tính chất khử từ của cuộn DKĐT, điện áp phát ra của 1F và 2F giảm nhanh về không tạo ra đường đặc tính cơ dạng máy xúc bảo vệ cho động cơ không bị cháy khi quá tải. Điện áp trên biến trở $4R(17)$ được cấp nguồn từ khuếch đại KĐTĐ(19). Khuếch đại từ KĐTĐ có hai cuộn không chế:

- Cuộn AKĐTĐ(20) là cuộn điện áp (cuộn chuyển dịch) dùng để chọn điểm làm việc của KĐT.

- Cuộn DKĐTĐ(26) là cuộn phản hồi âm dòng điện kích từ của động cơ truyền động

+ MKĐT(27): là cuộn phản hồi mềm điện áp của máy phát kích từ FKF(7). Nguyên lý làm việc của khâu phản hồi mềm điện áp như sau: Cuộn MKĐT được nối vào đường chéo của cầu vi phân qua điện trở hạn chế R_5 . Cầu vi phân được cấu thành từ 4 vai cầu gồm các điện trở R_2, R_3, R_4 và hai cuộn kích từ KT1F và KT2F. Khi điện áp phát ra của FKF ổn định ($U_{FKF} = \text{const}$), cầu cân bằng [$R_2.R_4 = R_3.(Z_{KT1F} + Z_{KT2F})$]. Dòng trong cuộn MKĐT bằng không, ngược lại khi điện áp phát ra của máy phát FKF có xu thế tăng hay giảm, do hai cuộn kích từ có tính cảm, cầu mất cân bằng, dòng trong cuộn MKĐT khác không (chiều của nó sẽ ngược hoặc cùng chiều với dòng trong cuộn AKĐT). Kết quả điện áp phát ra của FKF sẽ ổn định.

Sức từ động tổng của MĐKĐT bằng:

$$F_{\Sigma} = F_{AKĐT} - F_{CDKĐT} - F_{DKĐT} \pm F_{MKĐT}$$

Như vậy điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động trực cán Đ bằng cách thay đổi trị số điện áp đặt vào phản ứng của động cơ (vùng $n < n_{dm}$) thực hiện bằng cách thay đổi điện áp phát ra của MĐKĐT thông qua các cuộn kích thích của nó.

Cuộn kích từ của động cơ truyền động KTĐ(23) được kích nguồn từ máy phát kích từ FKĐ(23). Cuộn kích từ cầu máy phát kích từ KTFKĐ(21) được cấp từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKĐĐ(21). Máy điện khuếch đại có các cuộn kích thích sau:

+ AKĐĐ(22) là cuộn điện áp.

+ CĐKĐĐ(25) là cuộn chủ đạo dùng để điều chỉnh tốc độ, dòng trong cuộn CĐKĐĐ cùng chiều với dòng trong cuộn AKĐĐ, nên khi công tắc tơ gia tốc 4Y và 5Y(28) mất điện, làm cho điện áp rơi trên R17 (nối song song với CĐKĐĐ) giảm xuống, kết quả điện áp ra của MĐKĐĐ giảm xuống, dòng kích từ trong cuộn KTĐ giảm và tốc độ động cơ tăng lên.

+ DKĐĐ(18) là cuộn phản hồi âm dòng có ngắt. Khi $I_u < I_{ng}$, $U_i < U_{ss}$, điôt 9Đ, 12Đ (hoặc 10Đ, 11Đ) khoá, dòng trong cuộn DKĐĐ khác không, nó làm cho điện áp ra của MĐKĐĐ tăng lên, dòng kích từ của động cơ tăng lên, tốc độ động cơ giảm nhanh xuống về không bảo vệ cho động cơ không bị cháy trong trường hợp quá tải.

+ MKĐĐ là cuộn phản hồi mềm điện áp máy phát kích từ FKĐ(27).

Cuộn dây MKĐĐ được nối vào đường chéo của cầu vi phân cầu thành từ 4 vai cầu gồm: R10, R11, R12 và cuộn kích từ của động cơ KTĐ(23). Khi điện áp ra của máy phát FKĐ ổn định ($U_{FKĐ} = \text{const}$). Cầu cân bằng (R10. $Z_{KTĐ} = R11.R12$), dòng trong cuộn MKĐĐ bằng không. Trong trường hợp điện áp phát ra của FKĐ có xu hướng thay đổi, cầu mất cân bằng (do cuộn KTĐ có tính điện cảm) dòng trong cuộn MKĐĐ khác không, chiều dòng trong cuộn MKĐĐ sẽ cùng chiều hoặc ngược chiều với dòng trong cuộn AKĐĐ làm cho điện áp phát ra của FKĐ sẽ ổn định.

Sức từ động tổng của MĐKĐĐ bằng:

$$F_{\Sigma} = F_{AKĐĐ} + F_{CĐKĐĐ} + F_{DKĐĐ} \pm F_{MKĐĐ}$$

Như vậy, điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động ở vùng $2(n > n_{dm})$ thực hiện bằng cách giảm từ thông kích từ của động cơ thông qua điều khiển dòng kích từ của máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKĐĐ.

* Nguyên lý làm việc của sơ đồ khống chế

Khống chế động cơ truyền động Đ được thực hiện bằng bộ khống chế chỉ huy KC. Mạch chỉ hoạt động được khi các tiếp điểm bảo vệ đã được đóng kín. Khi KC ở vị trí “0”, công tắc KH(12) = 1 \rightarrow KH(13) = 1 [duy trì] \rightarrow KH(14) = 1 (cấp nguồn cho các dòng 14 ÷ 21).

+ Khởi động động cơ từ tốc độ bằng không đến tốc độ định mức (n_{dm}).

Quay bộ khống chế chỉ huy lần lượt từ “0” đến vị trí “4” sang bên phải tương ứng với chiều quay thuận, công tắc tơ 1T(14) = 1 và 2T(15) = 1 \rightarrow dòng trong cuộn dây AKĐĐ có chiều để động cơ chạy theo chiều thuận. Các công tắc tơ gia tốc 1Y(18), 2Y(19), 3Y(21) lần lượt có điện, làm tăng dòng trong cuộn CĐKĐTF, dẫn đến tăng điện áp ra của KĐTF (tăng điện áp so

sánh U_{ss} trên biến trở 2VR). Kết quả điện áp đặt lên phần ứng động cơ tăng từ không lên đến định mức U_{udm} . Trong quá trình này, từ thông kích từ của động cơ giữ không đổi.

+ Tăng tốc độ từ n_{dm} đến tốc độ trên cơ bản. Khi quay bộ không chế chỉ huy sang vị trí “5” và vị trí “6”, các công tắc tơ 4Y và 5Y lần lượt mất điện, làm giảm điện áp đặt lên cuộn dây CĐKĐĐ, kết quả từ thông kích từ của động cơ giảm ($\Phi < \Phi_{dm}$) tốc độ của động cơ sẽ tăng lên.

+ Hãm động cơ từ tốc độ n_{dm} về 0.

Khi quay bộ không chế chỉ huy từ vị trí “4” về vị trí “0”, các công tắc tơ 1T(14), 2T(15), 1Y(18), 2Y(19) và 3Y(21) mất điện. Riêng công tắc tơ KT(27) chưa mất điện (vì role điện áp RA còn tác động). Lúc này công tắc tơ 1N(16) và 2N(17) có điện [qua tiếp điểm KC(15)], dòng trong cuộn điện áp AKĐF(15) đảo chiều, động cơ thực hiện hãm ngược. Khi tốc độ động cơ giảm xuống (ứng với điện áp $U_u = (10 \div 15)\%U_{dm}$, role điện áp RA thôi tác động, công tắc tơ 1N và 2N mất điện, quá trình hãm ngược kết thúc.

+ Hãm động cơ từ tốc độ $n > n_{dm}$ về “0”

Khi chuyển tay qua bộ không chế chỉ huy từ vị trí “0” về vị trí “0”, lần lượt các công tắc tơ 4Y và 5Y có điện. Điện áp trên cuộn CĐKĐĐ tăng dần lên dẫn đến khi dòng kích từ của động cơ tăng dần lên đến chỉ số định mức, tốc độ của động cơ giảm xuống đến trị số n_{dm} , quá trình giảm tốc từ n_{dm} về “0” xảy ra tương tự như đã trình bày.