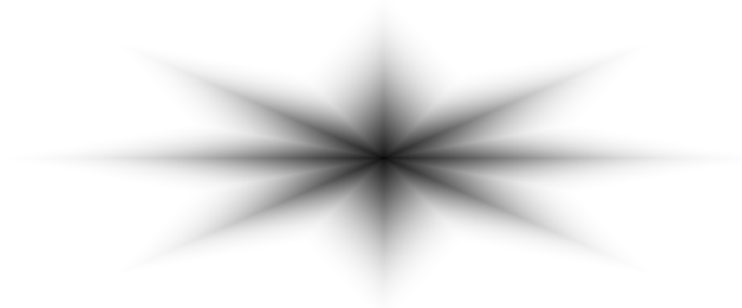


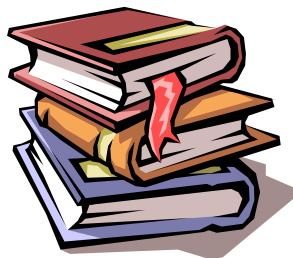


**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG.....**



# **Đồ án**

**Thiết kế hệ thống điều khiển cho  
máy gia công cắt gọt kim loại**



## LỜI MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây kỹ thuật điện tử và bán dẫn công suất lớn phát triển mạnh mẽ. Các thiết bị điện tử công suất này có nhiều ưu điểm là có khả năng điều khiển rộng, có chỉ tiêu kinh tế cao, kích thước và trọng lượng thấp, độ tin cậy và chính xác cao... Ứng dụng của chúng vào việc biến đổi và điều khiển điện áp và dòng điện xoay chiều thành một chiều và ngược lại một chiều thành xoay chiều ngày càng sâu rộng. Do đó mà các thiết bị điện tử điều khiển có mặt trong hầu hết các lĩnh vực của cuộc sống.

Do yêu cầu của thực tế sản xuất, hiện nay hầu hết các kỹ sư đều được học về môn điện tử công suất. Sau khi ra trường, họ làm việc có liên quan đến lĩnh vực điện tử công suất là rất phổ biến. Thật may mắn đề tài tốt nghiệp của em đã sử dụng rất nhiều kiến thức của môn này. Đồ án tốt nghiệp gồm ba chương:

**Chương 1 : Tổng quan chung của công nghệ gia công trên các máy cắt gọt kim loại**

**Chương 2 : Trang bị điện máy mài**

**Chương 3 : Xây dựng phương án thay thế mạch động lực và thiết kế mạch điều khiển**

Trong quá làm đồ án chúng em vô cùng cảm ơn sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo **Nguyễn Đoàn Phong** đã giúp đỡ chúng em hoàn thành đồ án tốt nghiệp. Vì quá trình hoàn thành đồ án tốt nghiệp không được dài nên chắc chắn còn rất nhiều thiếu sót em rất mong được sự góp ý của các thầy cô giáo. Em xin chân thành cảm ơn.

## CHƯƠNG 1.

# TỔNG QUAN CHUNG CỦA CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

### 1.1. PHÂN LOẠI CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

- Tùy thuộc vào quá trình công nghệ đặc trưng bởi phương pháp gia công, dạng dao, đặc tính chuyển động... 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...

- 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... để gia công các chi tiết khác nhau về hình dạng và kích thước.

+ Máy chuyên dùng là các máy để gia công các chi tiết có cùng hình dạng nhưng 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 :

+ Máy bình thường : trọng lượng chi tiết  $100 - 10 \cdot 10^3$  kG

+ Máy cỡ lớn : trọng lượng chi tiết  $10 \cdot 10^3 - 30 \cdot 10^3$  kG

+ Máy cỡ nặng : trọng lượng chi tiết  $30 \cdot 10^3 - 100 \cdot 10^3$  kG

+ 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.



## **1.2. CÁC CHUYỂN ĐỘNG TÊN MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI**

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

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

+ Chuyển động chính : là chuyển động đưa dao cắt ăn vào chi tiết.

+ Chuyển động ăn dao : là các chuyển động xô dịch của lưỡi dao hoặc phôi để tạo ra lớp phôi mới.

- Chuyển động phụ : là những chuyển động không liên quan trực tiếp đến quá trình cắt gọt . Chúng cần thiết khi chuẩn bị gia công, hiệu chỉnh máy.

Các chuyển động chính, ăn dao có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động tịnh tiến của dao hoặc phôi.

## **1.3. CÁC HỆ TRUYỀN ĐỘNG THƯỜNG SỬ DỤNG TRONG MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI**

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

- Đối với một số máy như: máy tiện, máy doa ngang, máy sọc răng yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn, hệ truyền động trực chính dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ 2 hoặc 3 cấp tốc độ. Quá trình thay đổi tốc độ thực hiện bằng cách thay đổi sơ đồ đấu dây quấn stato của động cơ để thay đổi số đôi cực với công suất duy trì không đổi.

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

+ Phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng

+ Đảo chiều quay liên tục

+ Tần số đóng - cắt điện lớn

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

## 1.4. CÁC THAM SỐ ĐẶC TRƯNG CHO CHẾ ĐỘ CẮT GỌT TRÊN CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

### 1.4.1. Chuyển động chính

Tốc độ cắt, lực cắt phụ thuộc các yếu tố của điều kiện gia công, gồm :

- Chiều sâu cắt :  $t$  ( mm )

Là khoảng cách bề mặt của chi tiết trước và sau khi gia công.

- Lượng ăn dao :  $s$  ( mm / vòng, mm / hành trình )

Là độ di chuyển của dao khi chi tiết quay được một vòng hoặc đi được một hành trình.

- Độ bền dao :  $T$  ( phút )

Là khoảng thời gian làm việc của dao giữa hai lần mài kế tiếp.

- Vật liệu dao, phôi, phương pháp gia công.

#### 1.4.1.1. Tốc độ cắt

Là tốc độ dài tương đối của chi tiết so với dao tại điểm tiếp xúc giữa dao và chi tiết.

$$V_z = \frac{C_v}{T^m \cdot f^{x_v} \cdot s^{y_v}} \quad ( \text{m/phút} )$$

$$\text{Hay } V_z = w_{ct} \cdot R_{ct}$$

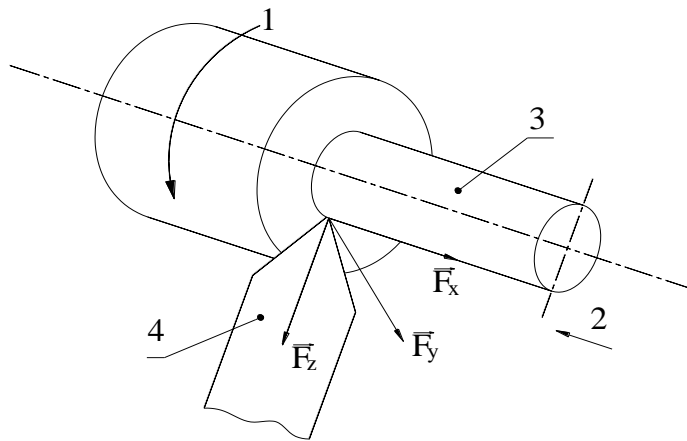
Trong đó :  $C_v$ ,  $x_v$ ,  $y_v$ ,  $m$  là hệ số và số mũ phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công

VD: Khi chi tiết là gang thép :

- Dao làm bằng thép gió thì :  $C_v = 18,2 \cdot 53,7$

- Dao làm bằng hợp kim cứng thì :  $C_v = 39,5 \cdot 252$

### 1.4.1.2. Lực cắt



**Hình 1.1.** Lực cắt

Trong quá trình gia công, tại điểm tiếp xúc giữa dao và chi tiết xuất hiện lực tác dụng  $F$  gồm 3 thành phần :

+  $F_x$  : là lực dọc trục, lực mà cơ cấu ăn dao phải khắc phục, là thành phần chính của lực ăn dao .

+  $F_y$  : là lực hướng kính, tạo áp lực lên các cơ cấu bàn dao gây ra lực ma sát giữa dao và chi tiết .

+  $F_z$  : là lực tiếp tuyến, lực mà cơ cấu chuyển động chính phải khắc phục, hay còn gọi là lực cắt .

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z$$

$$F_z = 9,81 \cdot C_F \cdot t^{x_F} \cdot s^{y_F} \cdot V_z^n$$

$$F_z : F_y : F_x = 1 : 0,4 : 0,25$$

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

### 1.4.1.3. Công suất cắt

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

$$P_z = \frac{F_z \cdot V_z}{60 \cdot 10^3} \text{ (kW)}$$

Trong đó :

$F_z$  – lực cắt ( N )

$V$  – tốc độ cắt ( m/ph )

## 1.4.2. Chuyển động ăn dao

### 1.4.2.1. Tốc độ ăn dao

Là tốc độ dịch chuyển của cơ cấu bàn dao

$$V_{ad} = s \cdot n_{ct} \cdot 10^3 \quad ( \text{m/ph} )$$

Trong đó :

$n_{ct}$  – tốc độ vòng quay chi tiết

$S$  – lượng ăn dao

$$w_{ct} = \frac{2 \cdot l_{ct}}{60}$$

Vậy : 
$$V_{ad} = \frac{60 \cdot w_{ct}}{2} \cdot 10^3 \quad ( \text{m/s} )$$

### 1.4.2.2. Lực ăn dao

$$F_{ad} = k \cdot F_x + F_{ms}$$

Với :  $F_{ms} = \mu [ G_{bd} + F_y ] + F_d$

Trong đó : -  $\mu$  là hệ số ma sát

+ lúc khởi động :  $\mu = \mu_0 = 0,2 \text{ - } 0,3$

+ lúc làm việc :  $\mu = 0,05 \text{ - } 0,15$

-  $G_{bd}$  là trọng lượng cơ cấu bàn dao

$$G_{bd} = m_{bd} \cdot g$$

### 1.4.2.3. Công suất ăn dao

$$P_{ad} = \frac{F_{ad} \cdot V_{ad}}{60 \cdot 10^3} \quad ( kW )$$

## 1.4.3. Thời gian máy

Là thời gian dùng để gia công chi tiết . Nó còn được gọi là thời gian công nghệ, thời gian cơ bản hoặc thời gian hữu ích . Để tính toán thời gian

máy, ta căn cứ vào các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt, gọi là phương pháp gia công trên máy.

Ví dụ đối với máy tiện :

$$t_m \approx \frac{L}{n \cdot s} \text{ (ph)}$$

Trong đó :

L : chiều dài của hành trình làm việc (mm)

n : tốc độ quay chi tiết ( tốc độ quay của mâm cặp ) (vòng/ph)

s : Lượng ăn dao (mm/vòng)

Với :  $n \approx \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{l}$

Ta có :  $t_m \approx \frac{l \cdot L}{60 \cdot 10^3 \cdot v \cdot s}$

## 1.5. PHỤ TẢI CỦA ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CÁC CƠ CẤU ĐIỆN HÌNH TRONG CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

### 1.5.1. Truyền động chính

Trong cơ cấu truyền động chính các máy cắt gọt kim loại, lực cắt là lực hữu ích, nó phụ thuộc vào chế độ cắt ( t, s, v ) vật liệu chi tiết gia công và vật liệu làm dao.

#### 1.5.1.1. Cơ cấu chuyển động quay

- Momen trên trục chính của máy được xác định theo công thức :

$$M_z \approx \frac{F_z \cdot d}{2}$$

Với :  $F_z$  : là lực cắt (N)

d : đường kính chi tiết (m)

- Momen hữu ích trên trục động cơ

$$M_{hi} = \frac{M_z}{i} \approx \frac{F_z \cdot d}{2i} \text{ (Nm)}$$

Với i là tỉ số truyền từ trục động cơ đến trục chính của máy

- Momen cản trên trục động cơ

$$M_c = \frac{M_{hi}}{2i} \cdot \frac{F_z \cdot d}{2i}$$

### 1.5.1.2. Cơ cấu chuyển động tịnh tiến

- Momen tịnh tiến hữu ích

$$M_{hi} = F_z \cdot r$$

Với :

$r = \frac{V_c}{\omega}$  là bán kính quy đổi lực cắt của trục động cơ.

$V_c$  là tốc độ truyền cơ cấu

- Momen cản tĩnh trên trục động cơ

$$M_c = \frac{M_{hi}}{2i} = \frac{F_z \cdot r}{2i}$$

### 1.5.2. Truyền động ăn dao

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

$$F_{ad_0} = (G_{bd} + G_{ct})f_0 + \sigma \cdot s \text{ (N)}$$

Trong đó :

$G_{bd}$  : khối lượng bàn

$G_{ct}$  : khối lượng chi tiết

$f_0$  : hệ số ma sát

$f_0 = 0,2 \text{ - } 0,3$  khi bàn dao khởi hành

$f = 0,08 \text{ - } 0,1$  khi cắt gọt

$\sigma$  : áp suất dính ( $\sigma = 0,5 \text{ N/cm}^2$ )

Lực ăn dao khi cắt gọt :

$$F_{ad} = (G_{bd} + G_{ct}) \cdot f + \sigma \cdot s \text{ (N)}$$

Momen trên trục vít :

- Khi khởi hành :

$$M_{ad_0} = \frac{1}{2} F_{ad_0} \cdot d_{tb} \cdot \text{tg}(\alpha + \beta) \quad (\text{N.m})$$

- Khi cắt gọt :

$$M_{ad} = \frac{1}{2} F_{ad} \cdot d_{tb} \cdot \text{tg}(\alpha) \quad (\text{N.m})$$

Với:

$\alpha$  : góc lệch đường ren trục vít

$\beta$  : góc ma sát của trục vít

$d_{tb}$  : đường kính trung bình của trục vít

## 1.6. TỔN HAO TRONG MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

Tổn hao trong máy cắt gọt kim loại phụ thuộc vào :

- Dạng và số lượng của khâu động học (tính từ trục động cơ đến trục cơ cấu)
- Dạng và nhiệt độ của dầu bôi trơn
- Sự thay đổi phụ tải làm thay đổi áp lực trong các cơ cấu truyền của máy
- Sự thay đổi tốc độ của cơ cấu làm việc

### 1.6.1. Phụ tải định mức / $M_{cdm}$ ( const )

$$M_{dmHT} = M_{dm1} \cdot M_{dm2} \cdot \dots \cdot M_{dmn}$$

$$M_{dmHT} = \sum_i M_{dmi}$$

### 1.6.2. Phụ tải thay đổi / $M_{cdm}$

$$M_{HT} = \frac{M_{hi}}{M_{hi} \cdot M_{ms}}$$

$$M_{ms} = aM_{hidm} + bM_{hi}$$

Với : a : là hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải

b : là hệ số tổn hao biến đổi theo phụ tải

$$M_{ms} = M_{hi} \left[ a \cdot \frac{M_{hidm}}{M_{hi}} + b \right]$$

$$= M_{hi} \left[ \frac{a}{k_t} + b \right]$$

Với :  $k_t = \frac{M_{hi}}{M_{hidm}} = \frac{P_z}{P_{zdm}}$  là hệ số phụ tải

Khi đó :

$$\eta_{HT} = \frac{M_{hi}}{M_{hi} \left[ \frac{a}{k_t} + b \right]} = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} \cdot b}$$

$$\eta_{dmHT} = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} \cdot b} \cdot (a_{dm} + b_{dm}) = \frac{1}{\eta_{HT}} \cdot (a_{dm} + b_{dm})$$

$$a = 0,6 (a_{dm} + b_{dm})$$

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

### 1.6.3. Phụ tải thay đổi, $\eta$ thay đổi

$$a_1 = a \cdot \frac{\eta}{\eta_m}$$

Với:  $a_1$  : hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải khi  $\eta$  thay đổi

$a$  : hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải khi  $\eta_n$

$$\eta_r = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} \cdot \frac{\eta}{\eta_m} \cdot b}$$

## 1.7. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ TRONG CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

### 1.7.1. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ

#### 1.7.1.1. Điều chỉnh cơ

- Thay đổi tốc độ cơ cấu bằng cách thay đổi tỷ số truyền  $i$ , còn  $\eta$  không đổi.

+ Ưu điểm : Hệ truyền động đơn giản, sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc

+ Nhược điểm : Điều chỉnh có cấp và phạm vi điều chỉnh hẹp

Vì vậy, phương pháp này sử dụng cho các máy nhỏ và trung bình.



### 1.7.1.2. Điều chỉnh điện

- Thay đổi tốc độ động cơ bằng cách thay đổi  $\alpha$ , còn tỷ số truyền  $i$  không đổi.

+ Ưu điểm : Điều chỉnh trơn hơn, phạm vi điều chỉnh rộng

+ Nhược điểm : Hệ truyền động phức tạp hơn vì sử dụng hệ truyền động có điều chỉnh.

Vì vậy, phương pháp này sử dụng với các máy từ cỡ lớn đến cỡ nặng.

### 1.7.1.3. Điều chỉnh điện – cơ

- Thay đổi tốc độ cơ cấu bằng cách thay đổi  $\alpha$ , và tỷ số truyền  $i$  thay đổi.

**Nguyên tắc điều chỉnh** : ở mỗi cấp tốc độ của hộp tốc độ thì điều chỉnh tốc độ động cơ (  $\alpha$  )

## 1.7.2. Các chỉ tiêu chất lượng khi điều chỉnh tốc độ

### 1.7.2.1. Phạm vi điều chỉnh

- Truyền động chính

+ Với chuyển động quay

$$D = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} \text{ hoặc } D_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$$

Trong đó :

$\omega_{\max}$  : tốc độ góc lớn nhất ( rad/s )

$\omega_{\min}$  : tốc độ góc nhỏ nhất ( rad/s )

$n_{\max}$  : tốc độ quay lớn nhất ( vòng/phút )

$n_{\min}$  : tốc độ quay nhỏ nhất ( vòng/phút )

+ Với chuyển động tịnh tiến

$$D_v = \frac{V_{c \max}}{V_{c \min}}$$

+ Với chuyển động ăn dao

$$D_s = \frac{S_{\max}}{S_{\min}}$$

### 1.7.2.2. Độ trơn điều chỉnh

$$D = \frac{M_c}{M_{c0}}$$

Ta có :  $D = \frac{M_c}{M_{c0}} = \frac{M_{cdm}}{M_{c0}} \cdot \dots$

$$D = \frac{M_{cdm}}{M_{c0}} \cdot \frac{\ln D}{\ln \dots}$$

Với Z là số cấp điều chỉnh tốc độ

Các giá trị chuẩn của độ trơn điều chỉnh được sử dụng trong truyền động của máy cắt gọt kim loại là :

$$1,06 ; 1,12 ; 1,26 ; 1,41 ; 1,58 ; 1,78 ; 2$$

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

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

- Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất

$$M_c = M_{c0} \cdot M_{cdm} \cdot M_{c0} \left( \frac{D}{m} \right)^q$$

$$+ q = 0 : M_c = M_{cdm} = \text{const}$$

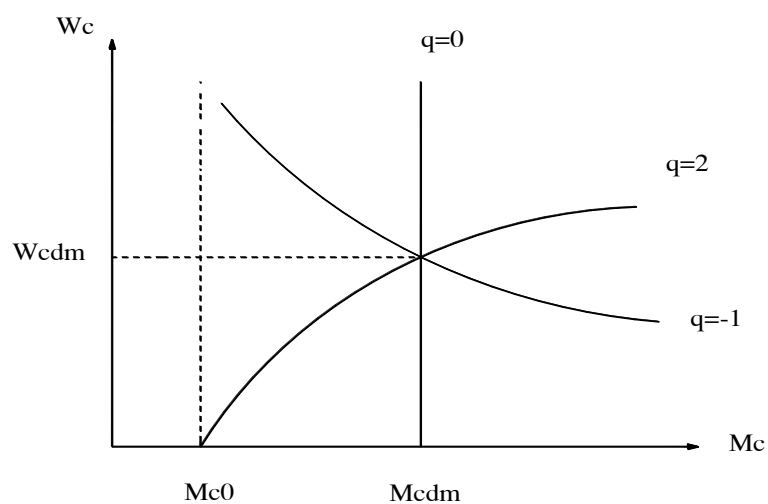
Dùng trong các máy nâng, vận chuyển, ép, tải...

$$+ q = -1 : M_c \text{ tỷ lệ với } \left( \frac{1}{m} \right)$$

Dùng cho các máy cán, máy quấn sợi, cuộn giấy, và các chuyển động chính máy cắt gọt kim loại.

$$+ q = 2 : M_c \text{ tỷ lệ với } (m)^2$$

Dùng cho tải máy bơm, quạt gió.



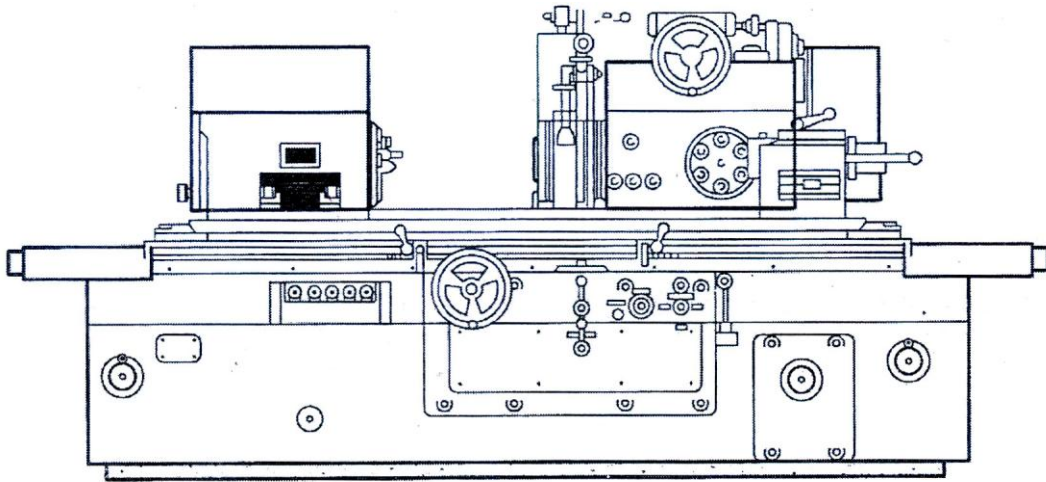
**Hình 1.2.** Đường đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất

Đặc tính điều chỉnh của chuyển động là quan hệ giữa công suất hoặc momen của động cơ với tốc độ .

## CHƯƠNG 2.

### TRANG BỊ ĐIỆN MÁY MÀI

#### 2.1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ



**Hình 2.1.** Hình dáng chung của máy mài

Máy mài có hai loại chính: Máy mài tròn và máy mài phẳng. Ngoài ra còn có các máy khác như: máy mài vô tâm, máy mài rãnh, máy mài cắt, máy mài răng v.v... Thường trên máy mài có ụ chi 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 2.1**

Máy mài tròn có hai loại: máy mài tròn ngoài (**Hình 2.2a**), máy mài tròn trong (**Hình 2.2b**). 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...

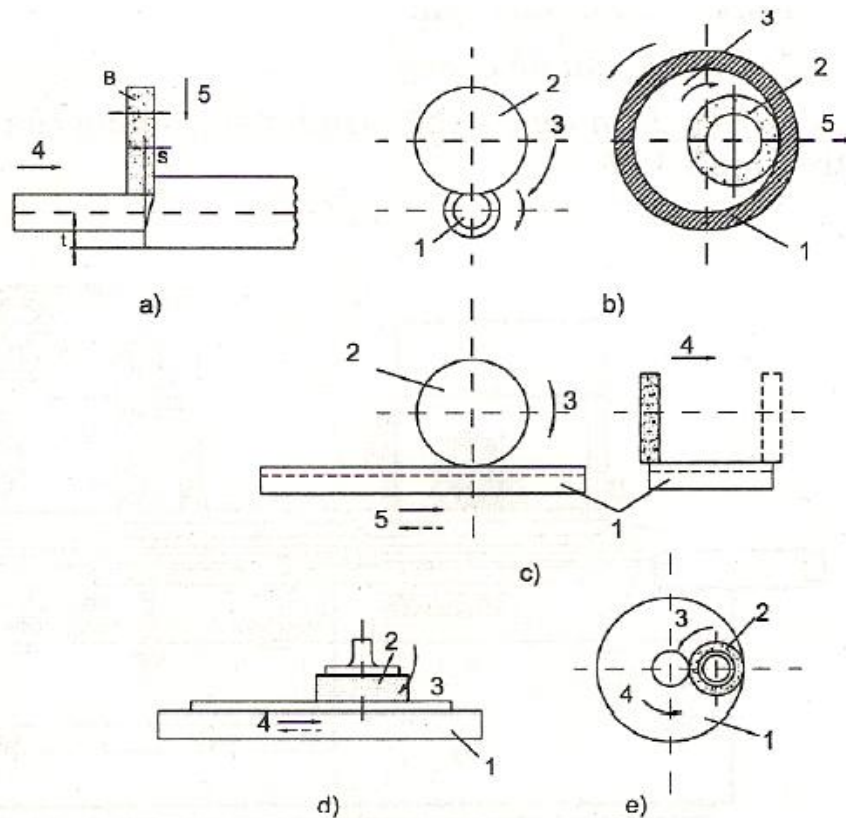
Máy mài phẳng có hai loại: mài bằng biên đá (**Hình 2.2c**) và mài bằng mặt đầu (**Hình 2.2d**). Chi tiết được kẹp trên bàn máy tròn hoặc chữ nhật. Ở máy mài bằng biên đá, đá mài quay tròn và chuyển động tịnh tiến ngang so với chi tiết, bàn máy mang chi tiết chuyển động tịnh tiến qua lại. Chuyển động 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):

$$V = 0,5d \cdot \omega_d \cdot 10^{-3}$$

với  $d$  - đường kính đá mài, [mm];  $\omega_d$  - tốc độ quay của đá mài, [rad/s]

Thường  $v = 30 \div 50 \text{m/s}$



**Hình 2.2.** Sơ đồ gia công chi tiết trên máy mài

- a) Máy mài tròn ngoài
- b) Máy mài tròn trong
- c) Máy mài mặt phẳng bằng biên đá
- d) Máy mài mặt phẳng bằng mặt đầu (bàn chữ nhật)
- e) Máy mài mặt phẳng bằng mặt đầu (bàn tròn)

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

## **2.2. CÁC ĐẶC ĐIỂM VỀ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG 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 roto 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 1000vg/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 bằng Thyristor.

Mômen cản tĩnh trên trục động cơ thường là 15 ÷ 20% momen định mức. Mômen quán tính của đá và cơ cấu truyền lực lại lớn: 500 ÷ 600% momen quán tính của động cơ, do đó cần hãm cưỡng bức động cơ quay đá. Không yêu cầu đảo chiều 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) với  $D = (2 \div 4):1$ . Ở các máy lớn thì dùng hệ thống biến đổi - động cơ một chiều (BBĐ-ĐM), hệ KĐT – ĐM 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 BBĐ-ĐM với  $D = (20 \div 25)/1$ .

Truyền động ăn dao ngang sử dụng thuỷ lực.

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

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

## CHƯƠNG 3

# XÂY DỰNG PHƯƠNG ÁN THAY THẾ MẠCH ĐỘNG LỰC VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

### 3.1. XÂY DỰNG PHƯƠNG ÁN THAY THẾ MẠCH ĐỘNG LỰC

Trên thực tế, ta đã biết được hệ truyền động quay chi tiết là dùng khuyếch đại từ để điều chỉnh tốc độ quay của động cơ quay chi tiết. Tuy nhiên, đặc điểm của bộ khuyếch đại từ này là không có cuộn dịch riêng. Nhiệm vụ chuyển dịch được cuộn điều khiển CK3 thực hiện dựa vào dòng không tải của khuyếch đại từ, nhưng vì dòng này rất nhỏ nên tác dụng chuyển dịch không lớn. Đó chính là khuyết điểm của sơ đồ này vì khi mạch cuộn điều khiển bị đứt, động cơ có khả năng tăng tốc quá mạnh.

Hơn nữa, hệ truyền động dùng khuyếch đại từ chỉ đạt được phạm vi điều chỉnh tốc độ 1 : 10, nhưng trong thực tế nhiều trường hợp cần phải có phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn.

Vì vậy, chúng ta sẽ tìm hiểu và lựa chọn phương án thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết.

#### 3.1.1. Các phương án điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

Thực tế có 2 phương pháp cơ bản để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều :

■ Điều chỉnh điện áp cấp cho phần ứng động cơ.

■ Điều chỉnh điện áp cấp cho mạch kích từ động cơ.

Cấu trúc truyền lực của hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bao giờ cũng cần có bộ biến đổi, các bộ biến đổi này cấp nguồn cho mạch phần ứng hoặc mạch kích từ của động cơ. Cho tới nay trong công nghiệp đang sử dụng 4 loại bộ biến đổi chính :

■ Bộ biến đổi điện từ : khuyếch đại từ (KĐT).



■ Bộ biến đổi máy điện gồm : động cơ sơ cấp kéo máy phát một chiều hoặc máy điện khuếch đại (KĐM).

■ Bộ biến đổi chỉnh lưu bán dẫn : chỉnh lưu Tiristor (CLT).

■ Bộ biến đổi xung áp một chiều Tiristor hoặc Tranzito (BBDXA).

Tương ứng với việc sử dụng các bộ biến đổi các hệ truyền động sau :

■ Hệ truyền động máy phát động cơ (hệ F-Đ).

■ Hệ truyền động máy điện khuếch đại động cơ (MĐKĐ-Đ).

■ Hệ truyền động khuếch đại từ động cơ (KĐT-Đ).

■ Hệ truyền động chỉnh lưu Tiristor (T-Đ).

■ Hệ truyền động xung áp động cơ (XA-Đ).

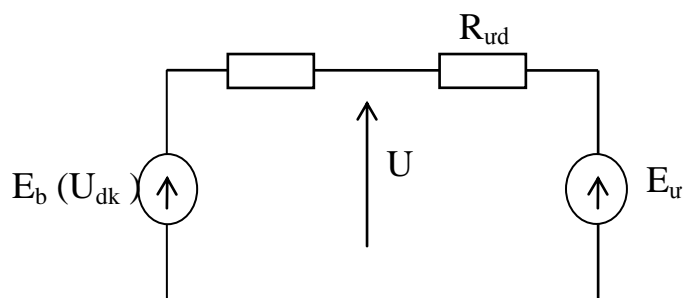
Theo cấu trúc mạch điều khiển các hệ truyền động, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều có loại điều khiển theo mạch lớn ( ta có hệ truyền động điều chỉnh tự động ) và loại điều khiển theo mạch hở (hệ truyền động điều khiển “hở”). Hệ điều chỉnh tự động truyền động điện có cấu trúc phức tạp nhưng chất lượng điều chỉnh cao và dải điều chỉnh rộng hơn so với hệ điều chỉnh truyền động “hở”.

Ngoài ra các dải truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều cũng được phân loại theo truyền động có đảo chiều quay và không đảo chiều. Đồng thời tùy thuộc vào các phương pháp nhóm, đảo chiều mà ta có vùng làm việc của động cơ ở các góc phân tư khác nhau.

### 3.1.1.1. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

#### a. Nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng:

Trong phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều, bộ biến đổi cung cấp điện áp một chiều cho mạch phản ứng. Vì nguồn có công



**Hình 3.1.** Sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập

suất hữu hạn nên các bộ biến đổi đều có điện trở trong  $R_b$  và điện cảm  $L_b$  khác không.

Sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập ( **Hình 3.1** ).

Trong đó thành phần  $E_b(U_{dk})$  được tạo ra bởi bộ biến đổi và phụ thuộc vào  $U_{dk}$

Trong chế độ xác lập ta có các phương trình đặc tính như sau :

$$E_b = E_u + I_u (R_b + R_{ud})$$

$$K \frac{E_b}{K} = \frac{R_b + R_{ud}}{K} I_u$$

$$K (U_{dm}) = M$$

Trong đó:

$$\frac{M}{R_u + R_f} (K L_u)^2 \text{ (var)}$$

$$K \frac{U_{dm}}{K} = U_{dm} \frac{R_u}{R_u}$$

Ta có đường đặc tính cơ của động cơ khi điều chỉnh điện áp phản ứng (Hình 3.2). Vì từ thông động cơ được giữ không đổi nên độ cứng đặc tính cơ không đổi trong quá trình điều chỉnh . Tốc độ không tải lý tưởng  $n_0$  tùy thuộc vào giá trị điện áp  $U_{dk}$  của hệ thống . Do đó, có thể nói phương pháp này có độ cứng đạt được rất tối ưu.

Để xác định được dải điều chỉnh ta có :

Tốc độ lớn nhất của hệ thống bị chặn bởi đặc tính cơ tự nhiên, là đường đặc tính ứng với điện áp phản ứng là định mức và từ thông kích từ cũng ở giá trị định mức.

Tốc độ nhỏ nhất của hệ bị chặn bởi yêu cầu về sai số tốc độ và momen khởi động. Khi momen tải là định mức thì các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của tốc độ được xác định theo công thức :

$$M_{\max} = M_{c \max} + K_m \cdot M_{dm}$$

$$M_{\min} = M_{c \min} + K_m \cdot M_{dm}$$

Để thoả mãn khả năng quá tải thì đặc tính thấp nhất của dải điều chỉnh phải có momen ngắn mạch là :

$$M_{m \min} \geq M_{c \max} + K_m \cdot M_{dm}$$

Trong đó  $K_m$  là hệ số quá tải về momen

Vì họ đường đặc tính cơ tạo bởi phương pháp này là các đường thẳng song song, ta có độ cứng đặc tính cơ:

$$D = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{M_{dm} - (K_m - 1)M_{dm}} = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{K_m M_{dm}}$$

Với một cơ cấu máy cụ thể thì các giá trị  $M_{\max}$ ,  $M_{dm}$ ,  $K_m$  là xác định, Vì vậy phạm vi điều chỉnh  $D$  phụ thuộc tuyến tính vào độ cứng đặc tính cơ. Khi điều chỉnh điện áp phần ứng động cơ bằng các thiết bị nguồn điều chỉnh thì điện trở tổng mạch phần ứng gấp khoảng 2 lần điện trở phần ứng động cơ, do đó có thể tính sơ bộ :

$$M_{\max} \approx 2 M_{dm}$$

Vậy với tải có đặc tính momen không đổi thì giá trị phạm vi điều chỉnh tốc độ không vượt qua 10. Vậy với hệ truyền động đòi hỏi phạm vi điều chỉnh tốc độ lớn thì ta không thể sử dụng các hệ thống hở như trên.

Trong phạm vi phụ tải cho phép thì coi các đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động một chiều kích từ độc lập là tuyến tính. Khi điều chỉnh điện áp phần ứng thì độ cứng các đặc tính cơ trong toàn dải điều chỉnh là như nhau. Do đó độ sụt tốc độ tương đối sẽ đạt giá trị lớn nếu tại đặc tính cơ thấp nhất

của dải điều chỉnh mà sai số tốc độ không vượt quá giá trị sai số tốc độ cho phép thì hệ truyền động sẽ làm việc với sai số luôn nhỏ hơn sai số tốc độ cho phép trong toàn bộ dải điều chỉnh .

Sai số tương đối của tốc độ ở đặc tính cơ thấp nhất .

$$s = \frac{n_{\text{min}} - n}{n_{\text{min}}} = \frac{M_{\text{dm}}}{M_{\text{cp}}}$$

Để có thể tính chọn giá trị tối thiểu của độ cứng đặc tính cơ sao cho sai số không vượt quá giá trị cho phép . Trong đa số các trường hợp ta cần xây dựng cả hệ truyền động kiểu vòng lớn. Trong suốt quá trình điều chỉnh điện áp phần ứng thì từ thông được giữ nguyên . Do đó, momen tải cho phép của hệ sẽ là không đổi.

$$M_{\text{cp}} = K \cdot I_{\text{dm}} = M_{\text{dm}}$$

Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện áp phần ứng là rất thích hợp trong trường hợp momen tải là hằng số trong toàn dải điều chỉnh. Cũng thấy rằng nếu nối thêm điện trở phụ trong mạch phần ứng sẽ làm giảm đáng kể hiệu suất của hệ.

### **b. Nguyên lý điều chỉnh từ thông động cơ :**

Khi điều chỉnh tốc độ theo nguyên lý điều chỉnh từ thông động cơ tức là điều chỉnh dòng điện kích từ của động cơ, cụ thể là giảm dòng kích từ của động cơ trong khi điện áp phần ứng được giữ không đổi . Điều chỉnh dòng kích từ tức là điều chỉnh momen điện từ của động cơ:  $M = K_u \cdot I_u$  . và sức điện động của động cơ :

$$E_u = K_u \cdot \Phi$$

Mạch kích từ của động cơ là mạch phi tuyến vì vậy hệ điều chỉnh từ thông cũng là phi tuyến :

$$i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} \frac{d\psi_k}{dt}$$

Trong đó :  $r_k$  : điện trở kích từ.

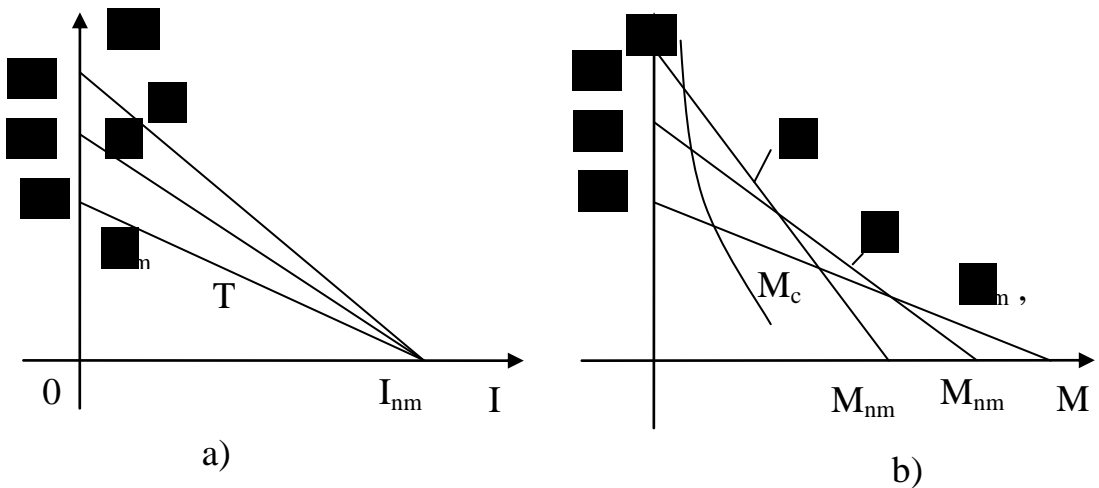
$R_b$  : điện trở nguồn điện áp kích thích.

$W_k$  : số vòng dây của dây quấn kích thích

Ở chế độ xác lập :  $\frac{d\psi_k}{dt} = 0$

$$e_k = R_b i_k = f(i_k)$$

Đường đặc tính cơ khi điều chỉnh từ thông được thể hiện trên hình 3.2



**Hình 3.2:** Đặc tính cơ điện (a) và đặc tính cơ (b) của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi điều chỉnh từ thông thì điện áp phản ứng được giữ không đổi và bằng giá trị định mức, đặc tính cơ thấp nhất trong vùng điều chỉnh là đường đặc tính cơ tự nhiên. Tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh từ thông bị hạn chế bởi khả năng chuyển mạch của cỗ góp điện. Lý do là khi giảm từ thông để

tăng tốc độ quay của động cơ, theo quan hệ :  $\frac{I_{ktm}}{I_{kt}} = \frac{K}{K}$

Từ thông kích từ dưới một cực từ tỷ lệ bậc nhất với dòng kích từ của động cơ, khi  $I_{kt}$  thay đổi thì  $\psi_k$  cũng thay đổi theo :

$$I_{ktnt} \approx I_{ktm} \frac{U_{dm}}{k}$$

dẫn tới :  $I_{ktnt} \approx I_{ktm} \frac{U_{dm}}{k}$

Nếu gọi  $x$  là độ suy giảm từ thông  $x = \frac{U_{dm}}{k}$  ta có :  $x$  là giá trị tốc độ không tải khi giảm từ thông.

Tốc độ động cơ tăng làm cho điều kiện chuyển mạch của cổ góp điện xấu đi. Vì vậy, để đảm bảo điều kiện chuyển mạch bình thường thì cần phải giảm dòng điện phản ứng động cơ về trị số cho phép, kết quả là momen trên trục động cơ giảm rất nhanh. Ngay cả khi giữ nguyên dòng điện phản ứng thì độ cứng đặc tính cơ cũng giảm rất nhanh khi giảm từ thông kích thích.

$$\frac{K}{R_u}$$

**\* Nhận xét:**

- Với phương pháp điều chỉnh từ thông động cơ thì ta có thể thay đổi được tốc độ không tải với đặc tính thấp nhất là đặc tính cơ tự nhiên. Tuy nhiên tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh lại bị hạn chế.

- Khi điều chỉnh giảm từ thông, để mở rộng vùng điều chỉnh tốc độ ta thấy độ cứng của đặc tính cơ giảm rõ rệt. Do vậy, với những cơ cấu yêu cầu độ cứng điều chỉnh cao, vùng điều chỉnh rộng thì phương pháp này gặp khó khăn.

**\* Kết luận:**

Căn cứ vào đặc điểm truyền động của động cơ quay chi tiết máy mài 3K225B, căn cứ vào phương pháp truyền động yêu cầu. Qua phân tích các đặc điểm và tính chất của các phương pháp điều chỉnh, ta nhận thấy : đối với hệ truyền động động cơ quay chi tiết thì phương pháp điều chỉnh bằng giảm điện áp phản ứng là thích hợp nhất, nó đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của hệ truyền động như :

■ Dải điều chỉnh phù hợp  $D = 10/1$ .

■ Độ cứng đặc tính cơ không đổi trong toàn dải điều chỉnh.

■ Thực hiện điều chỉnh vụ cấp một cách dễ dàng.

■ Sơ đồ điều khiển đơn giản dễ thực hiện.

■ Momen tải cho phép của hệ không đổi trong suốt quá trình điều chỉnh, phù hợp với đặc điểm của hệ truyền động quay chi tiết máy mài 3K225B.

### **3.1.1.2. Các phương án truyền động theo nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng**

#### **a. Hệ truyền động máy phát - động cơ một chiều (F-Đ):**

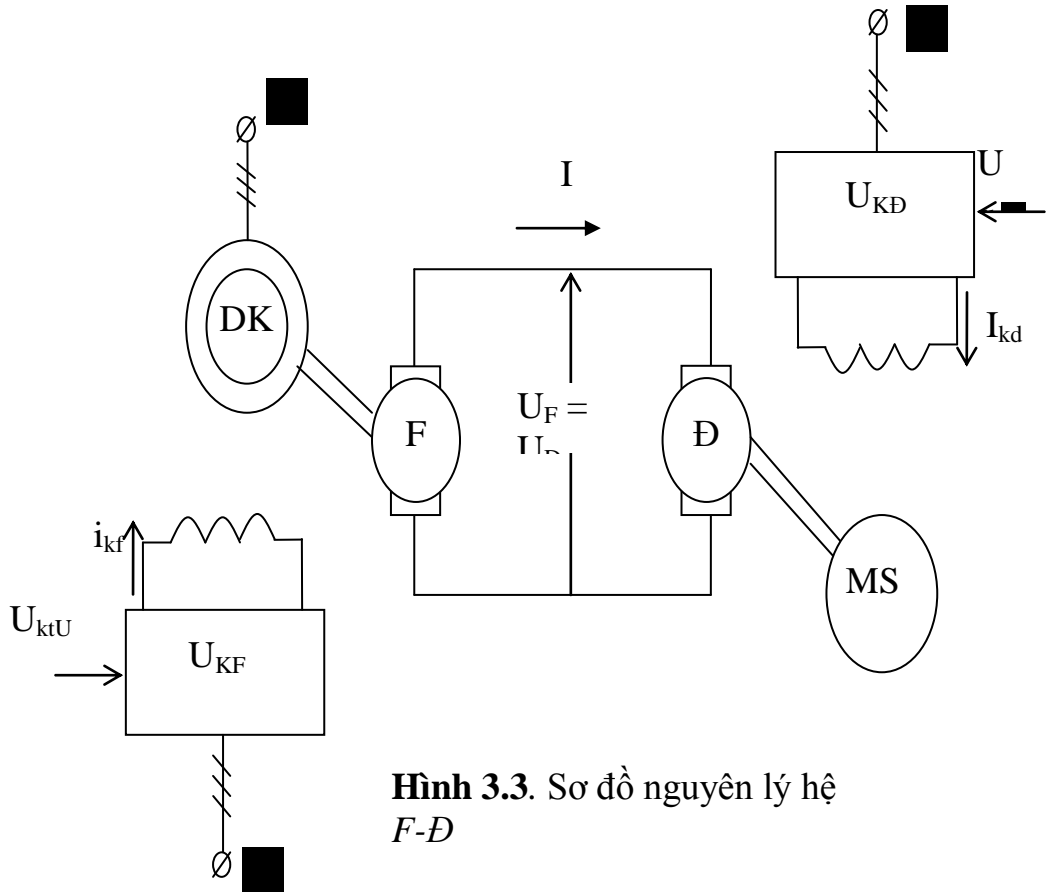
Hệ F-Đ là hệ truyền động mà bộ biến đổi là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp điều khiển là động cơ không đồng bộ ba pha quay và coi tốc độ máy phát là không đổi. Sơ đồ nguyên lý được thể hiện trên **Hình 3.3**

Tính chất của máy phát điện được xác định bởi 2 đặc tính từ hóa.

■ Sự phụ thuộc giữa sức điện động máy phát vào dòng điện kích từ và đặc tính tải.

■ Sự phụ thuộc của điện áp trên 2 cực máy phát vào dòng tải

Các đặc tính này là phi tuyến, trong tính toán ta có thể tuyến tính hóa các đặc tính này.



**Hình 3.3.** Sơ đồ nguyên lý hệ F-Đ

Khi điều chỉnh dòng điện kích thích của máy phát thì điều chỉnh được tốc độ không tải của hệ thống còn độ cứng đặc tính cơ thì được giữ nguyên. Cũng có thể điều chỉnh kích từ của động cơ để có dải điều chỉnh tốc độ rộng hơn.

**\* Nhận xét:**

Ưu điểm:

Chỉ tiêu chất lượng của hệ F - Đ về cơ bản tương tự chỉ tiêu của hệ điều chỉnh điện áp phản ứng. Ưu điểm nổi bật của hệ F - Đ là chuyển đổi trạng thái rất linh hoạt, khả năng quá tải lớn, thực hiện đảo chiều quay dễ dàng. Hệ có thể làm việc ở chế độ điều chỉnh được cả 2 phía, kích thích máy phát và kích thích động cơ.

Nhược điểm:

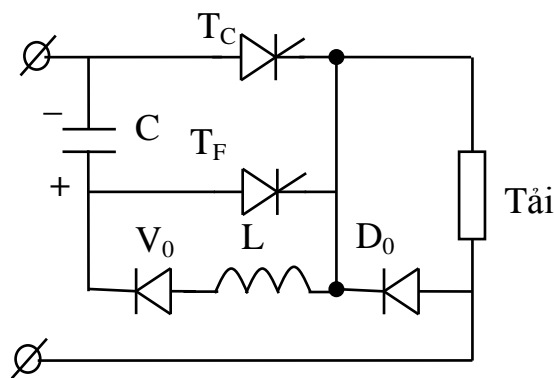
Nhược điểm lớn nhất của hệ F - Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là phải dùng 2 máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp



đặt máy ít nhất gấp 3 lần động cơ chấp hành, giá thành lắp đặt cao, công kênh. Ngoài ra các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hóa có trễ nên khó điều chỉnh tốc độ.

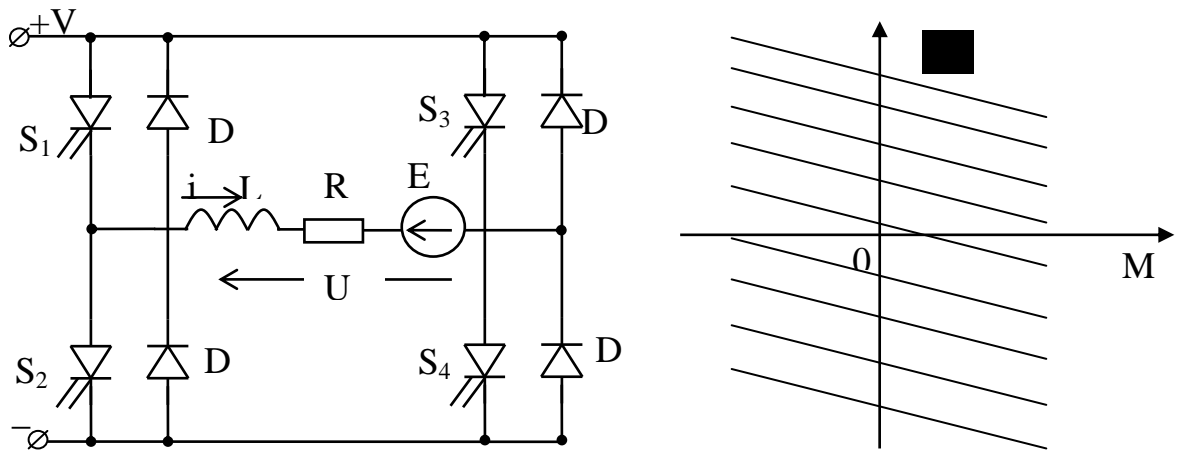
**b. Hệ truyền động xung áp - động cơ điện một chiều ( XA-Đ ):**

Việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bằng phương pháp giảm áp cũng có thể được thực hiện bằng phương pháp xung áp . Phương pháp này được thực hiện bằng cách đóng ngắt động cơ vào nguồn một cách có chu kỳ với tần số cao . Khi đó điện áp đưa vào động cơ sẽ được băm nhỏ . Các giá trị trung bình của điện áp và dòng điện phần ứng  $U_r$ ,  $I_r$  và sức điện động của động cơ khi đóng và ngắt liên tục khóa S sẽ được xác định nếu biết trước luật đóng ngắt khóa và các thông số của mạch . Sơ đồ khóa điều khiển thể hiện trên **Hình 3.4**.



**Hình 3.4.** Sơ đồ nguyên lý của khoá điều khiển S trong hệ điều chỉnh xung áp

Hệ điều chỉnh xung áp cũng có thể thực hiện việc đảo chiều động cơ bằng sơ đồ bộ điều chỉnh xung áp loại B kép (**Hình 3.5**)



**Hình 3.5.** Sơ đồ nguyên lý truyền động đảo chiều điều chỉnh xung áp loại B kép

**\* Nhận xét:**

■ Hệ điều chỉnh xung áp có momen tới hạn lớn làm việc nhịp nhàng phù hợp với cơ cấu tải nâng hạ, độ nhạy cao, tác động nhanh...

■ Hệ sử dụng các bộ khóa điện tử, nó được sử dụng khi đó có sẵn nguồn một chiều cố định cần phải điều chỉnh được điện áp ra tải.

■ Các bộ băm xung áp một chiều hoạt động theo nguyên tắc đóng ngắt nguồn một chiều với tải một cách chu kỳ theo một số luật khác nhau. Phần tử thực hiện là các van bán dẫn. Do đó khi chúng làm việc trong mạch một chiều các loại Tiristor thông thường không được khóa lại một cách tự nhiên ở giai đoạn âm của điện áp nguồn như khi làm việc với nguồn xoay chiều. Do đó trong mỗi sơ đồ cần phải có một mạch chuyên dùng để khóa Tiristor gọi là “khóa cưỡng bức”, gây nhiều khó khăn khi thực hiện trên thực tế. Vì vậy, hiện nay với dải công suất vừa và nhỏ người ta sử dụng các loại van bán dẫn điều khiển đóng ngắt như Tranzitor MOSFET, IGBT... riêng với dải công suất lớn ta vẫn phải sử dụng Tiristor.

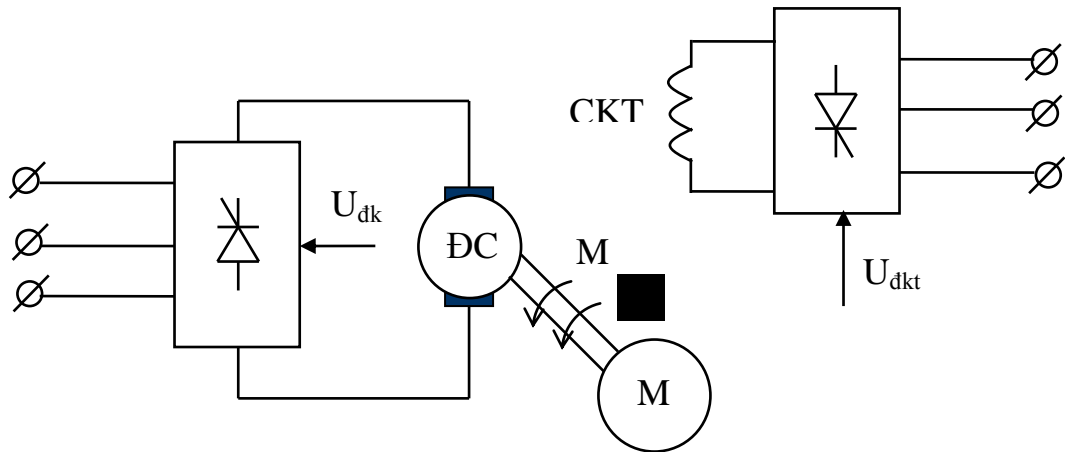
■ Mặt khác hiệu suất của hệ thống sẽ rất nhỏ khi dải điều chỉnh lớn, độ an toàn, tin cậy kém, tồn tại trên sách vở nhiều hơn trên thực tế.

■ Vậy không nên sử dụng phương pháp này để thay thế hệ truyền động quay chi tiết của máy mài bởi hệ có dải điều chỉnh lớn.

### c. Hệ thống chỉnh lưu - động cơ điện một chiều ( T - Đ )

Hệ truyền động T - Đ là hệ truyền động động cơ điện một chiều . Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào phần ứng hoặc thay đổi điện áp mạch kích từ của động cơ, thông qua các bộ biến đổi bằng Tiristor.

Hệ truyền động được thể hiện trên **Hình 3.6**



**Hình 3.6.** Sơ đồ nguyên lý hệ T-Đ

Trong hệ T - Đ bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển hoặc bán điều khiển có sức điện động  $E_d$  phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển. Tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà ta có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp . Phân biệt các sơ đồ dựa vào :

- Số pha : 1 pha, 3 pha, 6 pha...
- Sơ đồ nối : hình tia, hình cầu...
- Số nhịp : Số xung áp đặt mạch trong từng chu kỳ của điện áp nguồn.
- Khoảng điều chỉnh : là vị trí của đặc tính ngoài trên mặt phẳng tọa độ.
- Chế độ năng lượng : chỉnh lưu, nghịch lưu phụ thuộc...
- Tính chất dòng tải là liên tục hay gián đoạn

Đối với hệ truyền động quay chi tiết máy mài, không yêu cầu đảo chiều quay động cơ . Do đó trong phần giới thiệu này ta không đề cập tới các hệ chỉnh lưu có đảo chiều và các hệ nghịch lưu.

**\* Đặc tính của hệ T - Đ**

Trong hệ T - Đ nguồn cấp cho phần ứng động cơ là bộ chỉnh lưu Tiristor, dòng điện chỉnh lưu cũng chính là dòng điện phần ứng của động cơ.

Chế độ làm việc của chỉnh lưu phụ thuộc vào phương thức điều khiển và tính chất của tải . Trong truyền động điện tải của chỉnh lưu thường là cuộn kích từ ( tải R-L ) hoặc mạch phần ứng động cơ ( tải R-L-E ).

Phương trình đặc tính cơ cho hệ T-Đ ở chế độ dòng liên tục :

$$\omega = \frac{E_{d0} \cdot \cos \alpha}{k \cdot \Phi} - \frac{R_u}{(k \cdot \Phi)^2} \cdot M$$

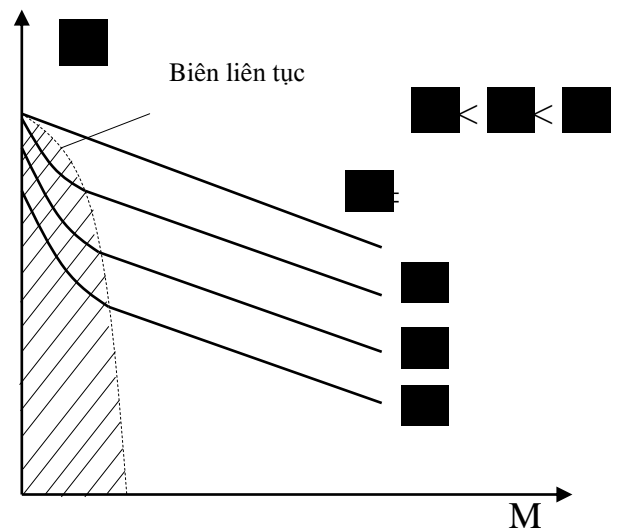
Độ cứng đặc tính cơ của hệ là :  $\frac{(k \cdot \Phi)^2}{R}$  trong đó R là tổng trở toàn mạch phần ứng động cơ ( gồm điện trở phần ứng động cơ, và điện trở các phần tử trong mạch nối tiếp với phần ứng động cơ ).

Tốc độ không tải lý tưởng phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển  $\alpha$

$$\omega_0 = \frac{E_{d0} \cdot \cos \alpha}{k \cdot \Phi}$$

Tuy nhiên, tốc độ không tải lý tưởng chỉ là giao điểm của trục tung với đoạn thẳng của đặc tính cơ kéo dài . Thực tế do có vùng dòng điện gián đoạn, tốc độ không tải lý tưởng của đặc tính là lớn hơn.

Họ đặc tính cơ của hệ thống trong trường hợp này được thể hiện trên **Hình 3.7**. Khi điều chỉnh ở vùng dưới tốc độ định mức, các đặc tính cơ của hệ T - Đ mềm hơn hệ F - Đ vì có sụt áp do hiện tượng chuyển mạch của các Tiristor . Góc điều khiển  $\alpha$  càng lớn thì điện áp đặt vào phần ứng động cơ càng nhỏ . Khi đó

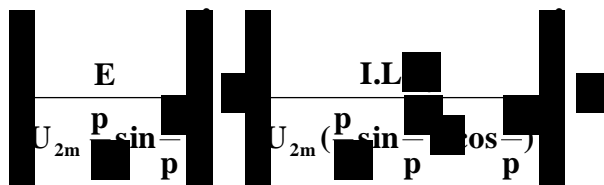


**Hình 3.7.** Họ đặc tính cơ hệ T-Đ

đặc tính cơ hạ thấp, ứng với một momen cản  $M_c$  tốc độ động cơ sẽ giảm.

Lý thuyết và thực nghiệm chứng tỏ khi phụ tải nhỏ, do góc điều chỉnh lớn, các đặc tính cơ có độ dốc lớn (phần nằm trong đường gạch chéo của đường đặc tính cơ). Đó là vùng dòng điện gián đoạn. Góc điều khiển càng lớn (khi điều chỉnh sai) thì vùng dòng điện gián đoạn càng rộng và việc điều chỉnh tốc độ gặp nhiều khó khăn.

Trong thực tế tính toán hệ T - Đ ta chỉ cần xác định biên giới vùng dòng điện gián đoạn, là đường phân cách giữa 2 vùng dòng điện gián đoạn và dòng liên tục. Biên giới giữa 2 vùng này có dạng Elip với các trục là các trục của đường đặc tính cơ.



Về bản chất, chế độ dòng điện gián đoạn xảy ra do năng lượng điện tích lũy trong mạch không đủ lớn để duy trì tính chất liên tục của dòng tải khi nó giảm, lúc này góc dẫn của van sẽ nhỏ hơn  $\frac{2\alpha}{p}$  với  $p$  là số xung đập mạch trong một chu kỳ. Trong trường hợp giữ nguyên góc điều khiển nếu tốc độ quay còn quá cao, sức điện động động cơ lớn, góc dẫn sẽ tự động giảm làm quá trình gián đoạn tăng. Tại thời điểm  $I = 0$ , momen điện từ của động cơ  $M = 0$ , làm giảm tốc độ động cơ. Tốc độ động cơ giảm đồng nghĩa với việc  $E$  giảm, góc dẫn tự động tăng làm giảm quá trình gián đoạn trong mạch. Vì lý do đó mà đặc tính cơ của hệ T - Đ rất dốc trong vùng dòng điện gián đoạn.

Dễ dàng nhận thấy độ rộng của vùng dòng điện gián đoạn sẽ giảm nếu ta tăng giá trị điện cảm  $L$  của mạch và tăng số pha chỉnh lưu  $p$ , song khi tăng số xung pha  $p$  thì mạch chỉnh lưu càng tăng độ phức tạp cả về mạch điều

khuyến dẫn mạch lực . Còn khi tăng trị số L sẽ làm xấu quá trình quá độ ( tăng thời gian quá độ ) và làm tăng trọng lượng kích thước của hệ thống.

**\* Ưu nhược điểm của hệ T - Đ**

Ưu điểm lớn nhất của hệ T - Đ là điều chỉnh tốc độ êm, phạm vi điều chỉnh lớn, có thể mở máy và hãm máy liên tục ở dải công suất trung bình . Ngoài ra, còn có độ tác động nhanh, không gây ồn và dễ tự động hóa do các van bán dẫn có hệ số khuếch đại công suất rất cao . Điều đó rất thuận tiện cho việc thiết lập các hệ thống tự động điều chỉnh nhiều vòng nhằm nâng cao chất lượng các đặc tính của hệ thống . Hệ T - Đ có khả năng điều chỉnh trong phạm vi điều chỉnh rộng, hệ thống có độ tin cậy cao quán tính nhỏ và hiệu suất lớn.

Nhược điểm chủ yếu của hệ truyền động T - Đ là :

■ Do các van bán dẫn là các phần tử phi tuyến, dạng điện áp chỉnh lưu ra có biên độ đập mạch lớn, gây tổn thất lớn.

■ Trong máy điện và ở các truyền động công suất lớn còn làm xấu dạng điện áp của nguồn và lưới xoay chiều.

■ Hệ số công suất  $\cos\phi$  của hệ nói chung là thấp khi phải điều chỉnh sai.

**\* Kết luận:**

Qua những phân tích trên ta đó thấy rõ ưu nhược điểm của các hệ truyền động điều khiển động cơ điện một chiều . Đối với hệ truyền động quay chi tiết máy mài 3K225B là hệ truyền động động cơ điện một chiều công suất nhỏ, sử dụng hệ truyền động T-Đ là đơn giản hiệu quả và tin cậy hơn cả.

Vì những đặc điểm của yêu cầu công nghệ ta quyết định lựa chọn hệ truyền động T - Đ không đảo chiều để điều khiển động cơ quay chi tiết máy mài 3K225B.

**3.1.2. Phân tích lựa chọn mạch chỉnh lưu**

Để cung cấp cho các động cơ điện một chiều từ lưới điện xoay chiều, phải dùng các thiết bị biến đổi . Phần lớn các thiết bị biến đổi hiện nay đang

sử dụng là các bộ biến đổi van điều khiển . Người ta gọi thời gian mà các bộ biến đổi chỉnh lưu cho dòng điện đi qua trong một phần chu kỳ là khoảng dẫn, hoặc khoảng thông với sụt áp trên van không lớn, và khi ngắt mạch trong phần còn lại của chu kỳ là khoảng không dẫn hoặc không ngắt.

Điện áp được điều chỉnh bằng cách biến đổi thời hạn làm việc của van trong khoảng thông . Trong thực tế người ta dùng các loại van có điều khiển hạn chế, nghĩa là có thể điều khiển thời điểm đầu khoảng thông, nhưng không thể ngắt mạch khi dòng điện chưa giảm về không . Do đó, việc điều chỉnh điện áp bộ biến đổi van được thực hiện bằng cách biến đổi thời điểm thông van . Việc rút ngắn thời hạn trạng thái thông của van trong khoảng dẫn được đặc trưng bởi góc thông chậm ■.

Trị số trung bình của điện áp và dòng điện bộ biến đổi được xác định bởi các thông số của nó và sơ đồ nối . Trong thực tế có rất nhiều sơ đồ khác nhau . Tuy nhiên, theo nguyên lý và cách thiết lập, tất cả các sơ đồ điện chia thành hai loại: Các sơ đồ có đầu không(còn gọi là sơ đồ tia, sơ đồ một nửa chu kỳ) và các sơ đồ cầu(còn gọi là sơ đồ hai nửa chu kỳ).

- Trong các sơ đồ đầu không, điện áp được chỉnh lưu là 1 nửa sóng của hệ thống điện áp xoay chiều . Đặc điểm của các sơ đồ một nửa chu kỳ là ngoài các thời gian chuyển mạch các van ứng với ■ ( là khoảng thời gian khi một van nào đó đang ngừng làm việc và van tiếp sau đang bắt đầu làm việc ), dòng điện phụ tải  $i_d$  bằng dòng điện trong van đang mở . Do đó dòng điện trong mạch phụ tải được xác định bởi sức điện động pha làm việc của máy biến áp, còn độ sụt áp trong bộ biến đổi thì được xác định bởi độ sụt áp bên trong pha đó.

- Trong các sơ đồ cầu, điện áp được chỉnh lưu là cả 2 nửa sóng của hệ thống điện áp xoay chiều . Bên ngoài chu kỳ chuyển mạch, vẫn có 2 van làm việc đồng thời. Dòng điện phụ tải chạy liên tiếp qua 2 van và 2 pha của máy biến áp dưới tác dụng của hiệu số sức điện động của các van tương ứng, nghĩa

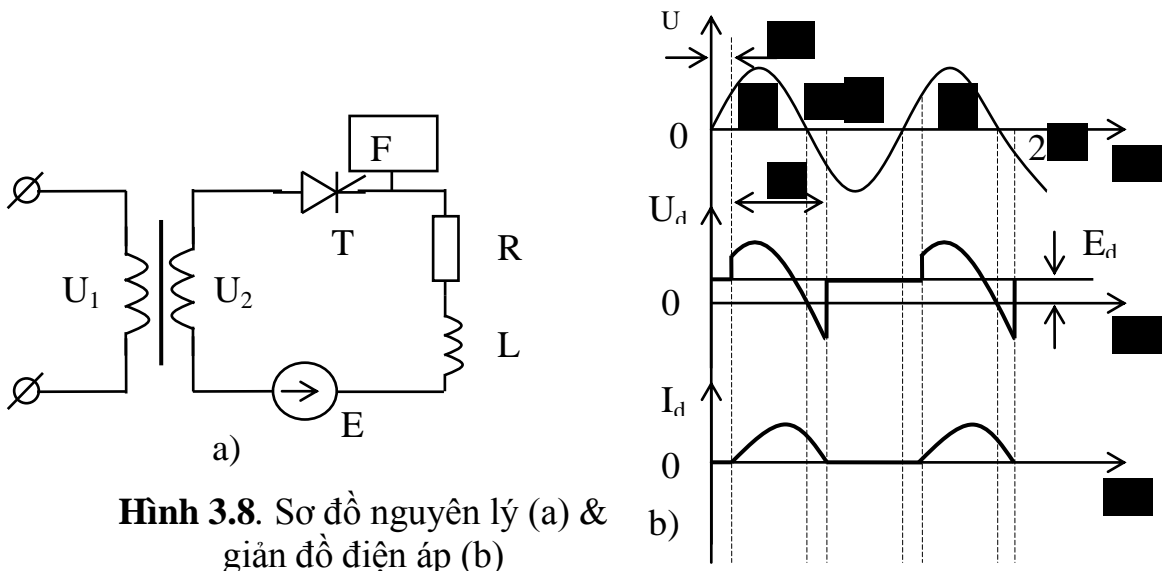
là dưới tác dụng của sức điện động dây. Sau một chu kỳ biến thiên của điện áp xoay chiều, cả 6 van của bộ biến đổi đều tham gia làm việc.

### 3.1.2.1. Chỉnh lưu một nửa chu kỳ

Sơ đồ nguyên lý và đồ thị dạng điện áp và dòng điện được thể hiện trên **Hình 3.8**

Trong đồ thị **Hình 3.8b** góc  $\alpha$  là góc mở của van,  $\beta$  là góc dẫn dòng. Do tải mang tính điện cảm nên đường cong dòng điện kéo dài ra khỏi  $\beta$  khi điện áp  $U_d$  đó chuyển sang chu kỳ âm

Khi  $T_1$  không dẫn dòng ta vẫn có  $U_d = E_d$  là sức điện động của tải (ở đây là sđđ của động cơ). Chế độ dòng điện của mạch là gián đoạn.



**Hình 3.8.** Sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b)

Khi van dẫn dòng ta có phương trình cân bằng áp :

$$U_m \sin(\omega t - \alpha) = E_d + I_d R + L \frac{di}{dt}$$

$$\sqrt{2}U_2 \sin(\omega t - \alpha) = E_d + I_d R + L \frac{di}{dt}$$

Giải phương trình theo phương pháp xếp chồng ta có:

$$i = \frac{U_m}{Z} \sin(\omega t - \alpha - \varphi) - \frac{E_d}{R_d} + C.e^{-\omega t}$$



Với :

$$Z = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

$$Q = \frac{X_d}{R}$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

Hằng số tích phân C được xác định theo chế độ dòng điện.

Đặt góc  $\varphi$  tính từ thời điểm qua 0 của điện áp nguồn tạo thành  $U_d$

$$C = \frac{E_d}{\omega Z} \sin \varphi$$

Khi dòng gián đoạn ta có  $i(\varphi) = 0$ , ta có quy luật dòng điện :

$$i_d(\varphi) = \frac{\sqrt{2}U_2}{Z} \left[ \sin(\varphi - \varphi) - \sin(\varphi - \varphi - \omega t) \right] - \frac{E_d}{\sqrt{2}U_2} \left[ \cos(\varphi - \varphi) - \cos(\varphi - \varphi - \omega t) \right]$$

Bằng cách giải phương trình siêu việt ta tính được tham số  $U_d$

$$U_d = \frac{1}{2} \left[ U_m \sin \left( \frac{\omega t}{2} \right) - E_d d \right]$$

$$\frac{1}{2} \sqrt{2}U_2 \left[ \cos \left( \frac{\omega t}{2} \right) - \cos \left( \frac{\omega t}{2} - \varphi \right) \right] - E_d (2 \cos \left( \frac{\omega t}{2} \right))$$

Với  $d$  là thời gian tồn tại của dòng điện trong một chu kỳ chỉnh lưu.

$$I_d = \frac{U_d}{R_d} \frac{E_d}{R_d}$$

Hệ số sử dụng biến áp của sơ đồ xấu :

$$S_{ba} = 3,09.P_d$$

Chất lượng điện áp ra xấu, trị số điện áp tải trung bình lớn nhất

$$U_d = 0,45U_2 \text{ ( ứng với góc mở } \varphi = 0 \text{ )}$$

Đây là loại chỉnh lưu cơ bản, sơ đồ nguyên lý mạch đơn giản . Tuy nhiên các chất lượng về kỹ thuật như : chất lượng điện áp một chiều, hiệu suất sử dụng biến áp quá xấu . Do đó loại chỉnh lưu này ít được sử dụng trong thực tế.

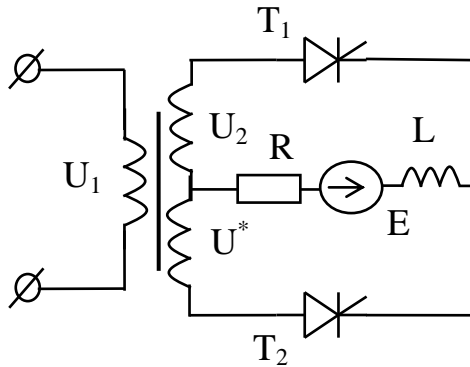
### 3.1.2.2. Chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ

Sơ đồ nguyên lý, đồ thị điện áp chỉnh lưu được thể hiện trên **Hình 3.9**

Trên sơ đồ sử dụng biến áp có điểm giữa với các thông số :

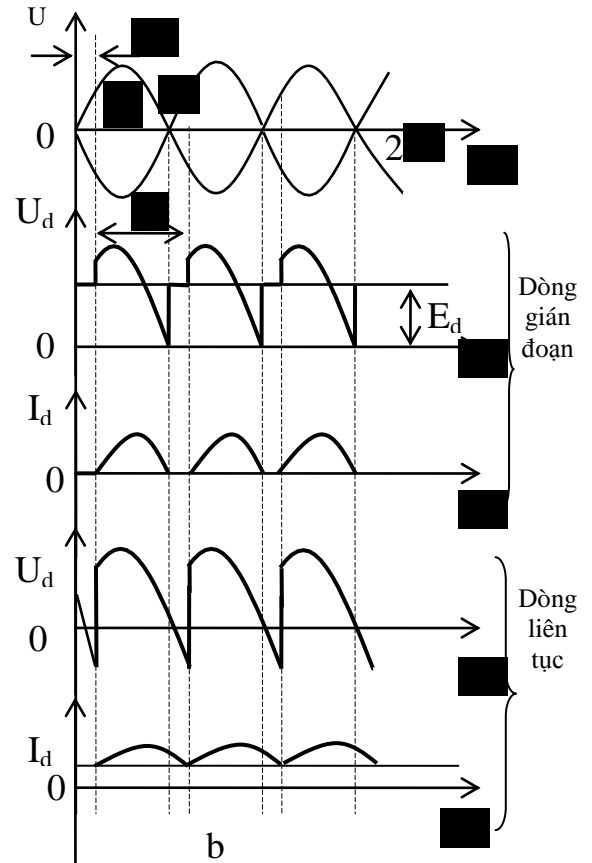
$$U_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin \omega t$$

$$U^* = \sqrt{2}U_{20} \sin(\omega t - 80^\circ)$$



a)

**Hình 3.9.** Sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b)



b)

Ở mỗi nửa chu kỳ có một van dẫn, cho nên ở cả 2 nửa chu kỳ xung điện áp tải trùng với điện áp cuộn dây có van dẫn. Tần số đập mạch của sơ đồ bằng 2 lần tần số đập mạch của điện áp xoay chiều.

Trường hợp dòng tải là gián đoạn :

Khi  $T_1$  ta có phương trình :

$$U_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin \omega t = R \cdot i_d + E + L \frac{di_d}{dt} \quad (1)$$

Dòng  $i_d$  cũng có thể là dòng liên tục hoặc dòng gián đoạn. Điều này tùy thuộc vào giá trị các tham số của mạch, biến đổi biểu thức (1) ta có :

$$u_d = \sqrt{2}U_2 \sin(\omega t) - R_d i_d - E$$

Trường hợp dòng điện gián đoạn :

$$U_d = R_d I_d + E$$

$$U_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (\cos \alpha - \cos \beta)$$

$$I_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} (\cos \alpha - \cos \beta) - \frac{E}{R_d}$$

Trong trường hợp dòng liên tục ta có :

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \cos \alpha$$

$$I_d = \frac{U_d - E}{R_d}$$

Trong sơ đồ này điện áp mà các van phải chịu là lớn nhất  $U_{ng \max} = 2\sqrt{2}U_2$ .

Do các van chỉ dẫn trong 1/2 chu kỳ của điện áp nguồn nên dòng trung bình qua van  $I_{tbv} = \frac{I_d}{2}$ , trị số dòng hiệu dụng chảy qua van  $I_{hd} = 0,71I_d$ .

**\* Nhận xét:**

So với chỉnh lưu 1 pha nửa chu kỳ thì sơ đồ chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ có chất lượng điện áp tốt hơn. Dòng điện chạy qua van không quá lớn, tổng điện áp rơi trên van nhỏ. Đối với chỉnh lưu có điều khiển thì sơ đồ chỉnh lưu loại này điều khiển các van bán dẫn khá đơn giản. Tuy nhiên việc biến áp có hai cuộn dây phía thứ cấp giống nhau mà mỗi cuộn chỉ làm việc trong một nửa chu kỳ, việc chế tạo biến áp phức tạp, hiệu suất sử dụng biến áp không cao  $S_{ba} = 1,48P_d$ , mặt khác điện áp ngược đặt lên van là rất lớn.

### 3.1.2.3. Chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển

Sơ đồ mạch chỉnh lưu tia 3 pha hình tia được trình bày trên **Hình 3.10**. Sơ đồ mạch van gồm biến áp 3 pha phía thứ cấp đầu Y có trung tính, 3 van bán dẫn đầu theo kiểu cathode chung .

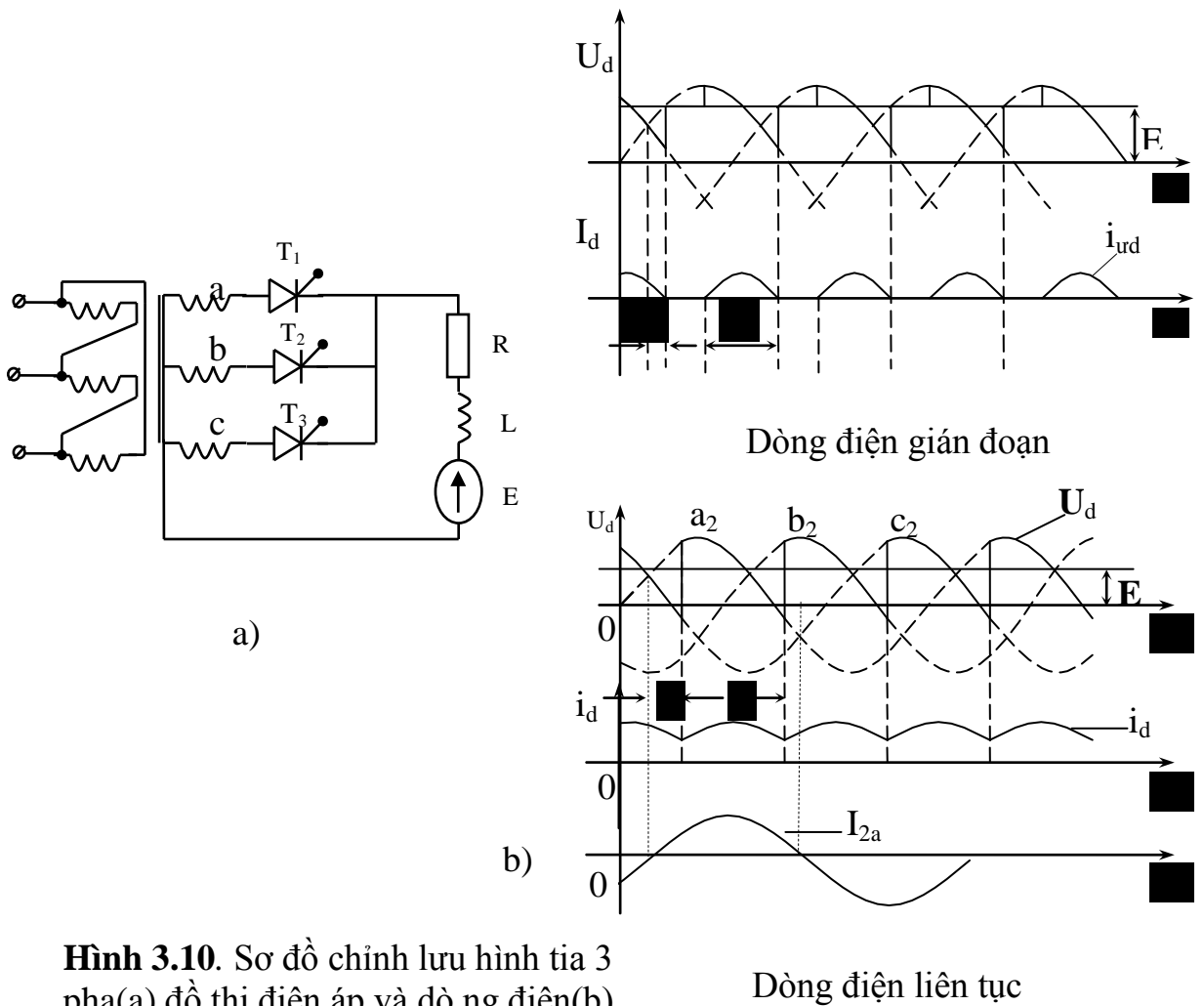
Điện áp trên thứ cấp biến áp nguồn .

$$U_a = \sqrt{2} \cdot U_2 \sin \omega t \quad (\text{V}) .$$

$$U_b = \sqrt{2} \cdot U_2 \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (\text{V}) .$$

$$U_c = \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin(\omega t - 240^\circ) \quad (\text{V}) .$$

Từ đó ta nhận thấy rằng tại mỗi thời điểm chỉ có điện áp của một pha dương hơn hai pha còn lại .



**Hình 3.10.** Sơ đồ chỉnh lưu hình tia 3 pha(a) đồ thị điện áp và dòng điện(b)

Nguyên tắc điều khiển là khi anode của Tiristor nào dương hơn thì Tiristor đó mới được kích mở. Thời điểm giao nhau của 2 trong 3 pha được gọi là điểm chuyển mạch tự nhiên.

Vậy góc mở nhỏ nhất của sơ đồ sẽ là dịch pha  $30^0$  so với điện áp pha.

Giá trị trung bình của điện áp tải :

$$U_d = \frac{3}{2} \frac{\sqrt{6}}{6} U_2 \sin \alpha - \frac{3}{2} X_c I_d$$

$$= \frac{3\sqrt{6}U_2}{2} \cos \alpha - \frac{3X_c I_d}{2}$$

Với  $I_d$  là điện không chuyển mạch :

$$I_d = \frac{U_d}{R} \quad (A)$$

Điện áp ngược cực đại đặt lên van bằng điện áp dây của thì cấp biến áp nguồn  $U_{ng\max} = 2,45.U_2$

Dòng điện qua van trong cả 2 trường hợp dòng gián đoạn hay liên tục thì dòng trung bình qua van đều bằng  $\frac{I_d}{3}$ .

**\* Nhận xét :**

So với chỉnh lưu một pha thì chỉnh lưu hình tia 3 pha cho chất lượng điện áp một chiều tốt hơn, biên độ điện áp đập mạch thấp hơn thành phần sóng hài bậc cao nhỏ. Việc điều khiển các van bán dẫn tương đối đơn giản. Do dòng điện mỗi cuộn dây thứ cấp biến áp là một chiều do biến áp ba pha ba trụ mà từ thông lõi thép biến áp là từ thông xoay chiều không đối xứng làm cho công suất biến áp phải lớn  $S_{ba} = 1,35.P_d$ . Với sơ đồ này thì bắt buộc phải dùng biến áp.

Điện áp ngược đặt trên van lớn bằng  $2,45U_2$ . Đối với tải yêu cầu điện áp lớn thì việc chọn van gặp khó khăn.

Khi công suất tải lớn so với biến áp nguồn cấp sẽ gây mất đối xứng cho nguồn lưới .

Sơ đồ chỉnh lưu tia 3 pha thường được sử dụng với loại tải có yêu cầu không quá cao về chất lượng điện áp một chiều .

Đối với loại tải có điện áp một chiều định mức là 220 V thì sử dụng sơ đồ có ưu điểm hơn tất cả .

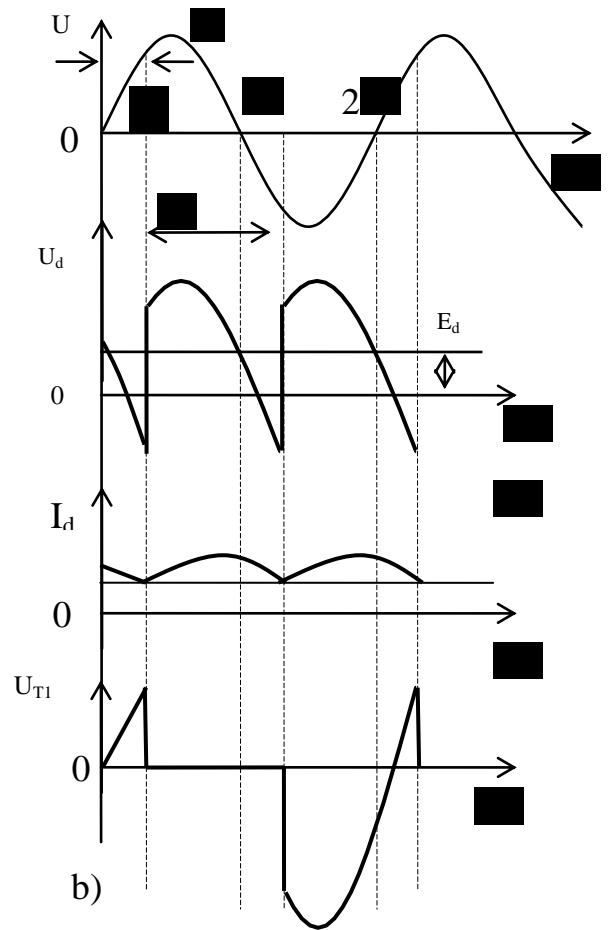
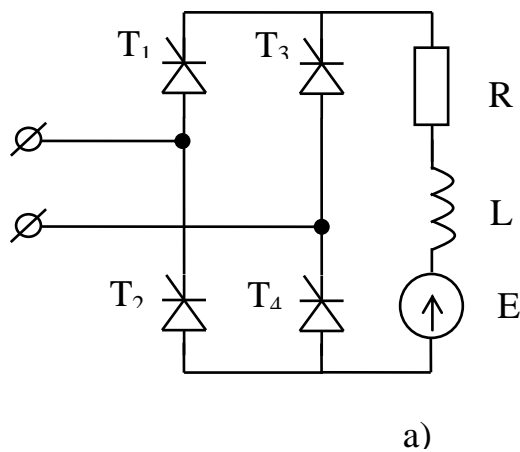
Bởi vì theo sơ đồ này khi chỉnh lưu trực tiếp từ lưới 220V thì điện áp một chiều lớn nhất đạt được là  $220V \cdot 1,17 = 257,4 V$  .

Để có điện áp một chiều 220V không nhất thiết phải chế tạo biến áp mà chỉ cần chế tạo 3 cuộn kháng anode của van là đủ.

#### **3.1.2.4. Chỉnh lưu cầu một pha**

##### **a. Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng**

Mạch chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển gồm 4 van bán dẫn T1 T4 . Trong đó, T1, T3 là nhóm cathode chung, T2, T4 là nhóm anode chung . Nguồn xoay chiều đưa vào mạch có thể lấy trực tiếp từ lưới hoặc thông qua biến áp.



**Hình 3.11.** Sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b) chỉnh lưu cầu 1 pha

**Nguyên lý hoạt động :**

Trong nửa chu kỳ đầu từ 0 đến  $\alpha$  điện áp đặt vào anode  $T_1$  dương, điện áp đặt vào cathode  $T_2$  âm, nếu có xung đồng thời kích mở cho cả 2 van thì cả hai van sẽ mở đặt điện áp lưới vào tải. Nửa chu kỳ tiếp theo từ  $\alpha$  đến  $\pi$  điện áp nguồn đổi dấu anode của  $T_3$  dương, cathode  $T_4$  âm, nếu có xung kích mở cho cả 2 van thì chúng sẽ thông. Điện áp ra trên tải là một chiều trùng với chiều của nửa chu kỳ trước, vì điện cảm trong mạch tải nên thực tế dòng  $I_d$  là liên tục.

Chỉnh lưu cầu một pha có chất lượng điện áp ra hoàn toàn giống như chỉnh lưu tia 2 pha, hình dạng các đường cong điện áp và dòng điện tải, dòng qua các van bán dẫn có hình dạng như trên đồ thị **Hình 3.11**. Dòng điện qua các van giống như sơ đồ chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ.

Việc điều chỉnh đồng thời các cặp van  $T_1, T_2$  và  $T_3, T_4$  có thể thực hiện bằng việc sử dụng biến áp xung có 2 cuộn thứ cấp.

\* Tính toán  $U_d$ ,  $I_d$ ,  $I_{Tbv}$ ,  $U_{ngmax}$  :

- Tải R, chế độ dòng gián đoạn ( ) :

$$U_d = \frac{1}{2} \sqrt{2} U_2 \sin \alpha - \frac{\sqrt{2}}{2} U_2 (1 - \cos \alpha) - \frac{2\sqrt{2}}{2} U_2 \frac{(1 - \cos \alpha)}{2} - U_{d0} \frac{(1 - \cos \alpha)}{2}$$

Với :  $U_{d0} = 0,9U_2$

- Tải R - L dòng liên tục :

$$U_{d0} = \frac{1}{2} \sqrt{2} U_2 \sin \alpha - \frac{2\sqrt{2}}{2} U_2 \cos \alpha - U_{d0} \cos \alpha$$

- Tải R-L-E dòng liên tục :

Giả sử  $T_1, T_2$  đang dẫn ta có phương trình :

$$\sqrt{2} U_2 \sin \alpha - R i_d - E = L \frac{di_d}{dt}$$

$$U_{d0} = \frac{1}{2} \sqrt{2} U_2 \sin \alpha - \frac{R}{\omega} i_d - \frac{E}{\omega} + \frac{L}{\omega} \frac{di_d}{dt}$$

$$U_d = R I_d + E$$

Trong đó :  $U_d = \frac{2\sqrt{2} U_d}{2} \cos \alpha$

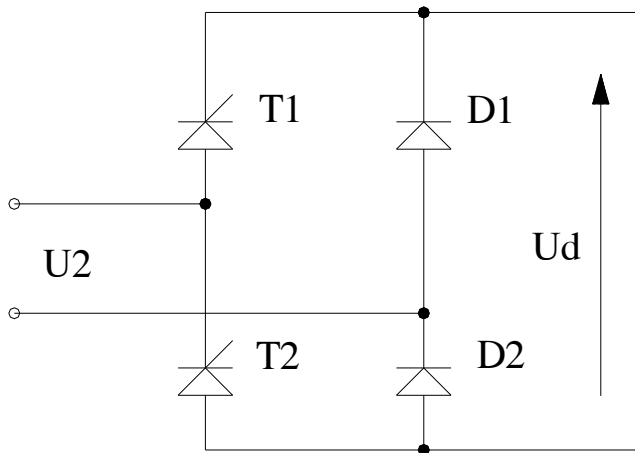
- Dòng qua tải :  $I_d = \frac{U_d}{Z}$

- Dòng trung bình qua van :  $I_{Tbv} = \frac{I_d}{2}$

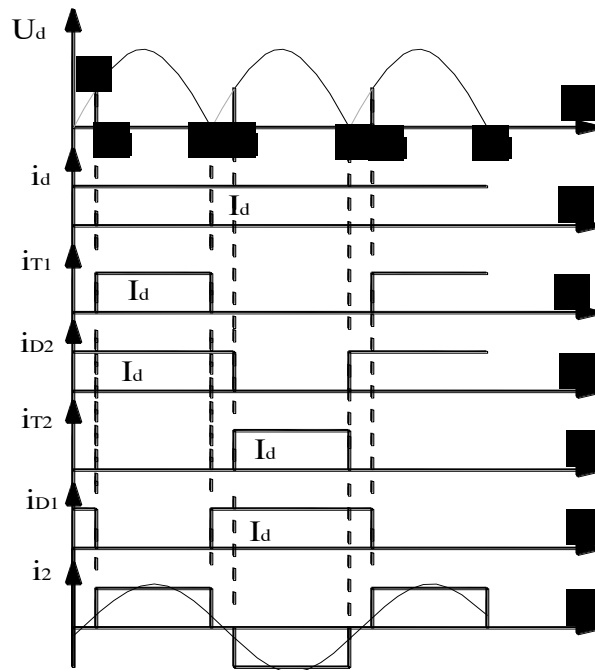
- Điện áp ngược đặt lên van :  $U_{ngmax} = U_{2m} \sqrt{2} \cdot U_2$



b. Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng



**Hình 3.12a** . Sơ đồ nguyên lý chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng



**Hình 3.12 b** . Biểu đồ điện áp chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng

Trong sơ đồ này, các điốt D1, D2 vẫn mở tự nhiên ở đầu các nửa chu kỳ : D1 mở khi  $u_2$  âm, D2 mở khi  $u_2$  dương. Các tiristo mở theo góc  $\alpha$ . Tuy nhiên các van khoá theo nhóm : D1 dẫn sẽ làm T1 ( cùng nhóm cathode chung ) khoá, T1 dẫn thì D1 bị khoá . Tương tự D2 dẫn thì T2 khoá và ngược lại, T2 dẫn thì D2 khoá . Do vậy ta có các giai đoạn là :

- Trong khoảng  $\alpha < \omega t < \pi$  : T1 D2 dẫn,  $u_d = u_2$

- Trong khoảng  $\alpha < \omega t < \alpha + \pi$  : D1 D2 dẫn, D1 dẫn ở  $\omega t = \alpha$  và làm T1 khoá, T2 chưa dẫn nên D2 còn mở chưa khoá.

- Trong khoảng  $\alpha + \pi < \omega t < \alpha + 2\pi$  : T2 D1 dẫn, T1 dẫn làm D2 khoá,  $u_d = -u_2$

- Trong khoảng  $2\pi < \omega t < 2\pi + \alpha$  : T2 D2 dẫn.

Ta lại thấy có 2 đoạn có van mắc thẳng hàng dẫn với nhau là D1 D2, tải lại bị ngắn mạch nên vẫn có ở các giai đoạn này :  $u_d = 0$

Dạng điện áp  $u_d$  :

$$U_{d\alpha} = 0.9 U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2}; \quad I_d = \frac{U_{d\alpha}}{R_d}$$

Xong đồ thị dẫn của van cho thấy chúng vẫn không đều nhau: Tiristo dẫn trong khoảng  $(\alpha, \alpha + \pi)$ , Điôt dẫn trong khoảng  $(\alpha + \pi, 2\pi + \alpha)$

Vì vậy dòng trung bình qua van là :

$$I_T = \frac{1}{2} I_d \int_{\alpha}^{\alpha + \pi} \sin \omega t d\omega t = \frac{I_d}{2} \int_{\alpha}^{\alpha + \pi} \sin \omega t d\omega t$$

$$I_D = \frac{1}{2} I_d \int_{\alpha + \pi}^{2\pi + \alpha} \sin \omega t d\omega t = \frac{I_d}{2} \int_{\alpha + \pi}^{2\pi + \alpha} \sin \omega t d\omega t$$

**\* Nhận xét:**

Chỉnh lưu cầu một pha được sử dụng khá rộng rãi trên thực tế nhất là đối với loại tải có điện áp lớn hơn 10(v), dòng tải có thể lên tới 100A . Ưu điểm của mạch là có thể không cần biến áp . Do có hai van dẫn dòng lên có sụt áp trên cả hai van làm cho sơ đồ này không thích hợp với dải điện áp thấp.

Trong sơ đồ cầu dòng điện phía thứ cấp biến áp nguồn không có thành phần một chiều do mỗi pha nguồn được nối với 2 van, mỗi van dẫn dòng theo một chiều chỉnh lưu cầu tốt hơn chỉnh lưu tia về chỉ tiêu này . Hiệu suất biến áp  $S_{ba} = 1,38P_d$  .

Đối với tải có điện áp và dòng điện nhỏ thì việc chọn sơ đồ cầu một pha là hợp lý bởi hệ số điện áp ngược của van nhỏ, dễ chọn van hơn . Chỉnh lưu

cầu một pha có điều khiển được dùng nhiều cho các loại tải có làm việc ở chế độ nghịch lưu hoàn trả năng lượng về nguồn như động cơ điện một chiều.


### 3.1.2.5. Chỉnh lưu cầu 3 pha




a. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng

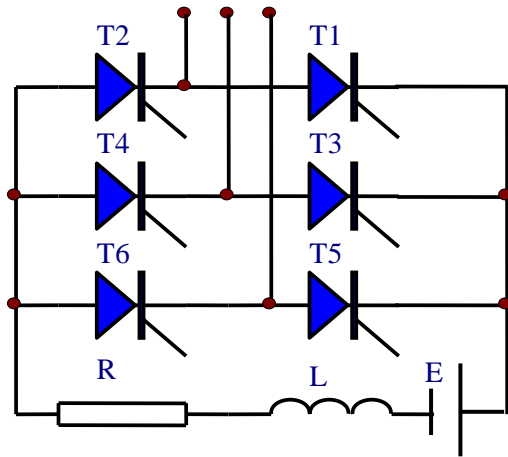
#### Nguyên lý hoạt động

Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng **Hình 3.14a** có thể coi như 2 sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha mắc ngược chiều nhau, ba Tiristor  $T_1, T_3, T_5$  tạo thành một chỉnh lưu tia ba pha cho điện áp (+) tạo thành nhóm anode, còn  $T_2, T_4, T_6$  là một chỉnh lưu tia cho ta điện áp âm tạo thành nhóm cathode, 2 chỉnh lưu này ghép lại thành cầu ba pha.

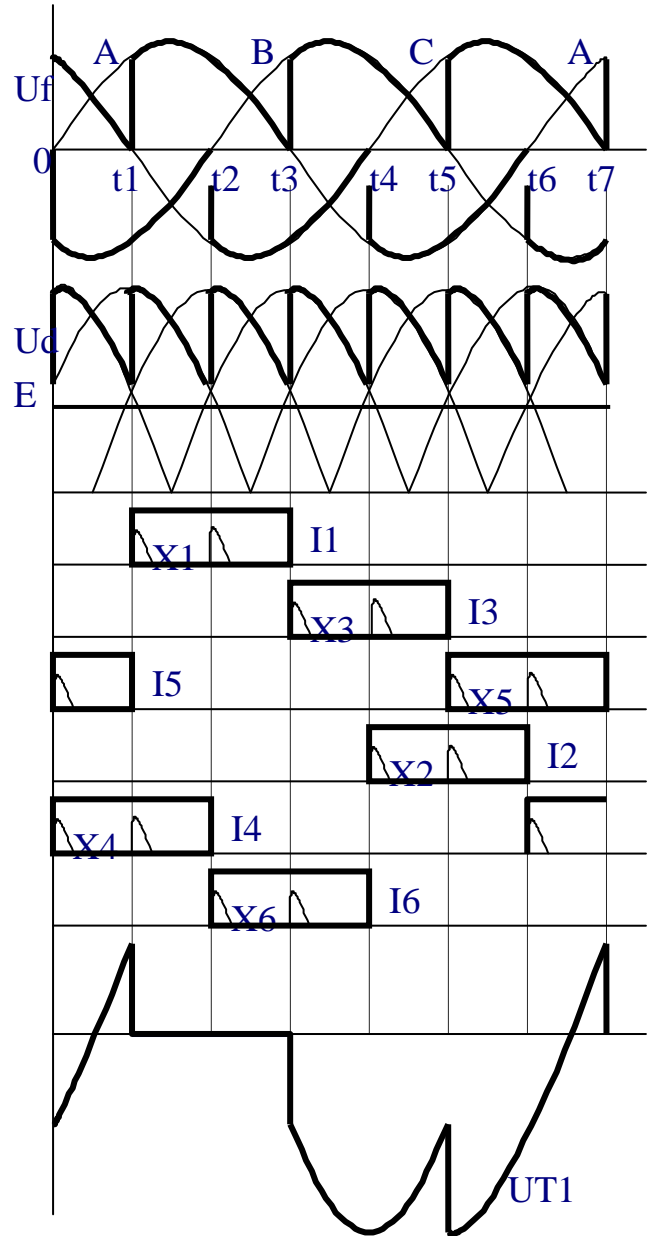
Theo hoạt động của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, dòng điện chạy qua tải là dòng điện chạy từ pha này về pha kia, do đó tại mỗi thời điểm cần mở Tiristor chúng ta cần cấp hai xung điều khiển đồng thời (một xung ở nhóm anode (+), một xung ở nhóm cathode (-)). Ví dụ tại thời điểm  $t_1$  trên **Hình 3.14b** cần mở Tiristor  $T_1$  của pha A phía anode, chúng ta cấp xung  $X_1$ , đồng thời tại đó chúng ta cấp thêm xung  $X_4$  cho Tiristor  $T_1$  của pha B phía cathode các thời điểm tiếp theo cũng tương tự. Cần chú ý rằng thứ tự cấp xung điều khiển cũng cần tuân thủ theo đúng thứ tự pha.

Khi chúng ta cấp đúng các xung điều khiển, dòng điện sẽ được chạy từ pha có điện áp dương hơn về pha có điện áp âm hơn. Ví dụ trong khoảng  $t_1$    $t_2$  pha A có điện áp dương hơn, pha B có điện áp âm hơn, với việc mở thông  $T_1, T_4$  dòng điện được chạy từ A về B.

Khi góc mở van nhỏ hoặc điện cảm lớn, trong mỗi khoảng dẫn của một van của nhóm này (anode hay cathode) thì sẽ có hai van của nhóm kia đổi chỗ cho nhau. Điều này có thể thấy rõ trong khoảng  $t_1$    $t_3$  như trên **Hình 3.13b** Tiristor  $T_1$  nhóm anode dẫn, nhưng trong nhóm catot  $T_4$  dẫn trong khoảng  $t_1$    $t_2$  còn  $T_6$  dẫn tiếp trong khoảng  $t_2$    $t_3$ .



a.



b.

**Hình 3.13** . a - sơ đồ động lực, b - giản đồ các đường cong cơ bản

Điện áp ngược các van phải chịu ở chỉnh lưu cầu ba pha sẽ bằng 0 khi van dẫn và bằng điện áp dây khi van khoá . Ta có thể lấy ví dụ cho van  $T_1$  ( đường cong cuối cùng của **Hình 3.13b** ) trong khoảng  $t_1$  -  $t_3$  van  $T_1$  dẫn điện áp bằng 0, trong khoảng  $t_3$  -  $t_5$  van  $T_3$  dẫn lúc này  $T_1$  chịu điện áp ngược  $U_{BA}$ , đến khoảng  $t_5$  -  $t_7$  van  $T_5$  dẫn  $T_1$  sẽ chịu điện áp ngược  $U_{CA}$ .

Khi điện áp tải liên tục, như đường cong  $U_d$  trên **Hình 3.13b** trị số điện áp tải được tính theo công thức :

$$U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha$$

Khi góc mở các Tiristor lớn lên tới góc  $50^\circ$  và thành phần điện cảm của tải quá nhỏ, điện áp tải sẽ bị gián đoạn . Khi góc mở các Tiristor  $90^\circ$  với tải thuần trở) . Trong các trường hợp này dòng điện chạy từ pha này về pha kia, là do các van bán dẫn có phân cực thuận theo điện áp dây đặt lên chúng cho tới khi điện áp dây đổi dấu, các van bán dẫn sẽ có phân cực ngược nên chúng tự khoá.

Sự phức tạp của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng như đã nói trên là cần phải mở đồng thời hai van theo đúng thứ tự pha, do đó gây không ít khó khăn khi chế tạo vận hành và sửa chữa . Để đơn giản hơn người ta có thể sử dụng điều khiển không đối xứng .

**\* Ưu nhược điểm:**

Chất lượng điện áp đầu ra tốt nhất trong các phương pháp chỉnh lưu dùng được cho cả tải có xả năng lượng về lưới.

Sơ đồ điều khiển phức tạp , số van sử dụng nhiều

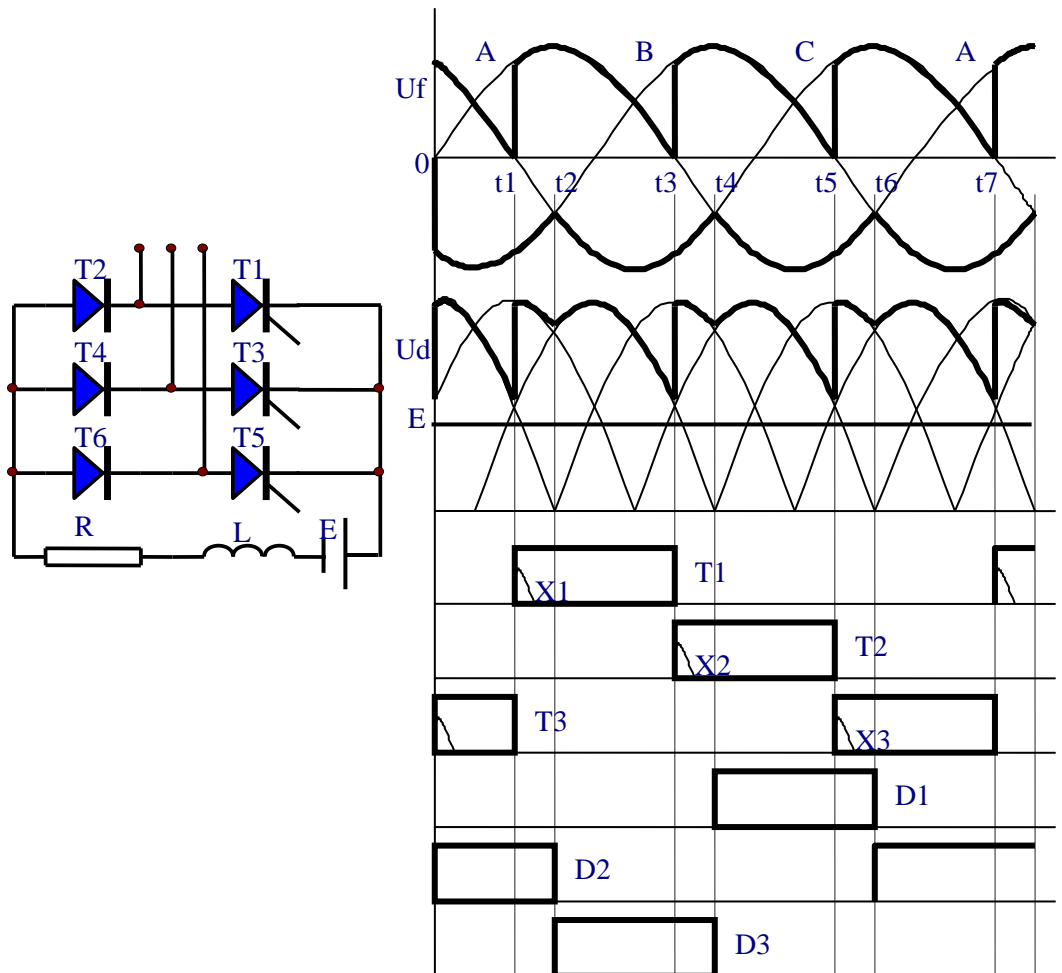
b. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng

**Nguyên lý hoạt động**

Loại chỉnh lưu này được cấu tạo từ một nhóm (anode hoặc cathode) điều khiển và một nhóm không điều khiển như mô tả trên **Hình 3.14a** . Trên **Hình 3.14b** mô tả giản đồ nguyên lý tạo điện áp chỉnh lưu (đường cong trên cùng), sóng điện áp tải  $U_d$  (đường cong nét đậm thứ hai trên **Hình 3.14b**), khoảng dẫn các van bán dẫn  $T_1, T_2, T_3, D_1, D_2, D_3$  . Các Tiristor được dẫn thông từ thời điểm có xung mở cho đến khi mở Tiristor của pha kế tiếp . Ví dụ  $T_1$  mở thông từ  $t_1$  (thời điểm phát xung mở  $T_1$ ) tới  $t_3$  (thời điểm phát xung mở  $T_2$ ) . Trong trường hợp điện áp tải gián đoạn Tiristor được dẫn từ thời điểm có xung mở cho đến khi điện áp dây đổi dấu . Các diot tự động dẫn

thông khi điện áp đặt lên chúng thuận chiều . Ví dụ  $D_1$  phân cực thuận trong khoảng  $t_4$  -  $t_6$  và nó sẽ mở cho dòng điện chạy từ pha B về pha A trong khoảng  $t_4$  -  $t_5$  và từ pha C về pha A trong khoảng  $t_5$  -  $t_6$ .

Chính lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng có dòng điện và điện áp tải liên tục khi góc mở các van bán dẫn nhỏ hơn  $60^\circ$ , khi góc mở tăng lên và thành phần điện cảm của tải nhỏ, dòng điện và điện áp sẽ gián đoạn.



b.

**Hình 3.14.** Chính lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng

a- sơ đồ động lực, b- giản đồ các đường cong

Theo dạng sóng điện áp tải ở trên trị số điện áp trung bình trên tải bằng 0 khi góc mở đạt tới  $180^\circ$ . Người ta có thể coi điện áp trung bình trên tải là kết quả của tổng hai điện áp chỉnh lưu tia ba pha.

$$U_{tb} = \frac{3\sqrt{3}}{2} U_f(\max) \cos \alpha - \frac{3}{2} U_d(\max) \cos \alpha$$

Việc kích mở các van điều khiển trong chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển dễ dàng hơn, nhưng các điều hoà bậc cao của tải và của nguồn lớn hơn . So với chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, thì trong sơ đồ này việc điều khiển các van bán dẫn được thực hiện đơn giản hơn . Ta có thể coi mạch điều khiển của bộ chỉnh lưu này như điều khiển một chỉnh lưu tia ba pha.

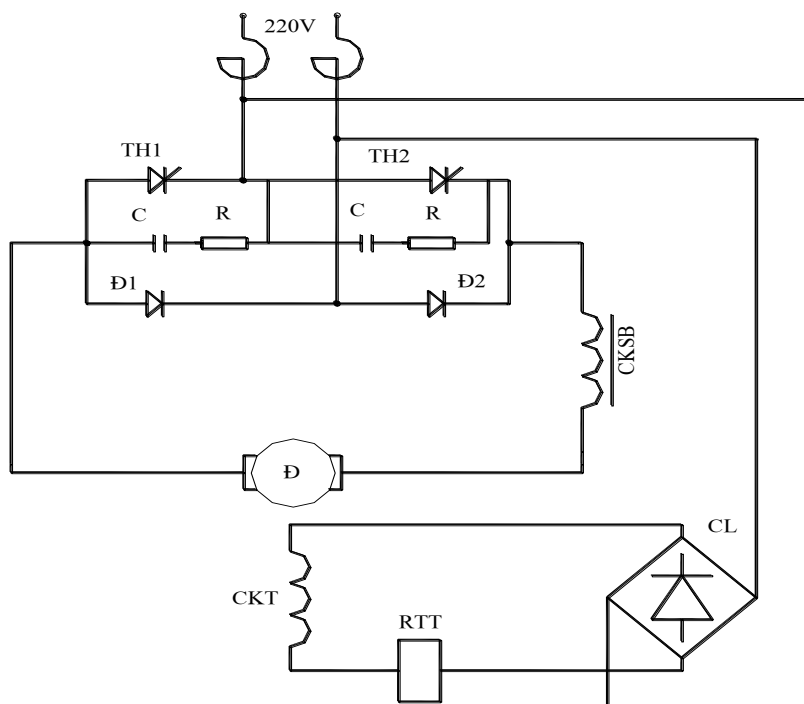
**\* Nhận xét**

Qua quá trình phân tích các sơ đồ mạch chỉnh lưu ta thấy sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu 1 pha không đối xứng có nhiều ưu điểm đáp ứng tốt các yêu cầu của hệ truyền động điện máy mài 3K225B với động cơ quay chi tiết có công suất thấp ( 0,76 KW ). Vì vậy ta chọn sơ đồ chỉnh lưu có điều khiển cầu một pha không đối xứng làm sơ đồ thiết kế.

**3.1.3. Tính toán lựa chọn mạch lực**

Sau khi phân tích một số sơ đồ chỉnh lưu, chúng ta đã lựa chọn được sơ đồ phù hợp để thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết . Đó là sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.

Sơ đồ mạch lực :



**Hình 4.1 .** Hệ truyền động quay chi tiết máy mài tròn trong 3K225B

Các thông số cho trước :

$$U_{ktdm} = 220 \text{ V}$$

$$\text{Phạm vi điều chỉnh tốc độ : } D = 10/1$$

$$\text{Động cơ có công suất : } P_{dm} = 0,76 \text{ KW}$$

$$\text{Tốc độ : } n = 2500 \text{ v/ph}$$

$$\text{Điện áp : } U_{udm} = 220 \text{ V}$$

$$\text{Công suất kích từ : } P_{kt} = \frac{1}{10} \cdot P_{dm} = 76 \text{ W}$$

$$\text{Điện áp kích từ : } U_{kt} = 220 \text{ V}$$

### 3.1.3.1. Tính chọn van

Điện áp ngược mà van phải chịu:

$$U_{ng} = U_d / k_U \cdot k_{nv} = (220/0,9) \cdot 1,41 = 344,66 \text{ V}$$

Dòng điện làm việc của van tính theo dòng hiệu dụng :

$$I_{lv} = I_{hd} = I_d / 2$$

$$\text{với } I_d = P_{dm} / U_d \cdot \tilde{\delta} = (760/220 \cdot 0,85) = 4,06 \text{ A}$$

$$I_{lv} = 2,03 \text{ A}$$

#### \* Chọn điều kiện làm việc của van

Có cánh tản nhiệt và đủ diện tích tỏa nhiệt, không có quạt làm mát. Với điều kiện này, dòng làm việc của van cần chọn hệ số dự trữ:  $k_I = 1,2$ .

$$I_{dmv} = k_I \cdot I_{lv} = 4 \cdot 2,03 = 8,12 \text{ A.}$$

Hai thông số cần quan tâm nhất khi chọn van bán dẫn cho khi chỉnh lưu là điện áp, dòng điện, các thông số còn lại là những thông số tham khảo khi lựa chọn

- Loại van nào có sụt áp  $\Delta U$  nhỏ hơn sẽ có tổn hao nhiệt ít hơn.
- Dòng điện rò của loại van nào nhỏ hơn thì chất lượng tốt hơn.
- Nhiệt độ cho phép của loại van nào cao hơn thì khả năng chịu nhiệt tốt hơn
- Điện áp và dòng điện điều khiển của loại van nào nhỏ hơn, công suất điều khiển thấp hơn



- Loại van nào có thời gian truyền mạch bé hơn thì sẽ nhẹ hơn

**Vậy chọn 2 Tiristo loại : KY243A**

$$U_{ngmax} = 400 \text{ V}$$

$$I_{dm} = 10 \text{ A}$$

**Các thông số còn lại của động cơ :**

- Điện cảm phần ứng động cơ được tính theo công thức :

Với :  $K_1$  là hệ số lấy giá trị là 5,5 ~ 5,7, đối với máy không bù

$$K_1 = 1,4 \sim 1,9 \text{ đối với máy có bù}$$

Chọn  $K_1 = 1,8$ .

P là số đôi cực : P = 2

$$L_{\text{ur}} = \frac{K_1 \cdot U_{udm}}{I_{udm} \cdot P \cdot n_{dm}} = 0,0195 \text{ H.}$$

- Sức điện động của động cơ:

$$E_{dm} = U_{dm} - I_{\text{ur}} \cdot R_{\text{ur}} = 220 - 4,06 \cdot 4,06 = 203,5 \text{ V.}$$

### 3.1.3.2. Tính chọn cuộn kháng lọc

a. Xác định góc mở cực tiểu và cực đại :

Chọn góc mở cực tiểu  $10^0$  là góc dự trữ để có thể bù được sự suy giảm điện áp lưới thì điện áp trên tải là lớn nhất, tương ứng với tốc độ động cơ là lớn nhất  $n_{dm} = n_{max}$ .

Khi  $\alpha_{max}$  thì điện áp trên tải là nhỏ nhất.

$U_{dmin} = U_{d0} \cdot \cos \alpha_{jmax}$  tương ứng với tốc độ động cơ là nhỏ nhất  $n_{min}$ .

Ta có  $\alpha_{max} = \arccos(U_{dmin}/U_{d0})$ .

Với  $U_{dmin}$  được xác định từ dải điều chỉnh:

Ta có :

$$D = \frac{n_{max}}{n_{min}} = \frac{U_{ddmax} \cdot U_{udm} \cdot R_u}{U_{dmin} \cdot U_{udm} \cdot R_u} = \frac{2500}{250} = 10$$

$$U_{dmin} = \frac{1}{D} \cdot U_{ddmax} \cdot U_{udm} \cdot R_u$$

$$= \frac{1}{D} \cdot \left[ J_{d0} \cdot \frac{1}{2} \cos \alpha_{\min} \cdot D \right] \cdot I_{dm} \cdot R_u$$

$$= \frac{1}{10} \left[ 20 \cdot \frac{1}{2} \cos 10^\circ \cdot 10 \right] \cdot 4,06 \cdot 4,06 = 34,6 \text{ (V)}$$

$$\alpha_{\max} = \arccos(34,6/220) = 80,9^\circ$$

Vậy góc  $\alpha_{\max} = 80,9^\circ$  ứng với điện áp động cơ là nhỏ nhất.

b. Xác định điện cảm cuộn kháng lọc :

- Sự đập mạch của điện áp chỉnh lưu làm cho dòng điện tải cũng đập mạch theo, làm xấu đi chất lượng dòng điện 1 chiều, nếu tải là động cơ 1 chiều sẽ làm xấu quá trình chuyển mạch cổ góp của động cơ, làm tăng phát nóng của tải cho các thành phần sóng hài.

- Thông thường đánh giá ảnh hưởng của đập mạch dòng điện theo trị hiệu dụng của sóng hài bậc nhất, bởi vì sóng hài bậc nhất chiếm tỷ lệ vào khoảng ( 2 ~ 5)% dòng điện định mức của tải.

- Trị số điện cảm của cuộn kháng lọc thành phần dòng điện đập mạch được tính theo biểu thức sau:

$$L_1 = \frac{U_{dn\max} \cdot 100}{\sqrt{2} \cdot K \cdot m \cdot I_1^* \% \cdot I_{ddm}}$$

Trong đó:  $L_1$ : trị số điện cảm lọc đập mạch cần thiết [Henry]

$I_{ddm}$ : dòng điện định mức của bộ chỉnh lưu [A]

$$I_{ddm} = 4,06 \text{ A.}$$

$$\omega = 314: \text{ tần số [1/s] góc.}$$

$$K = 1,2,3 \dots \text{bộ số sóng hài.}$$

+Đối với sơ đồ chỉnh lưu điều khiển không đối xứng, khi góc điều khiển  $\alpha$  nhỏ thành phần sóng hài với  $K = 2$ , và  $K \cdot m = 6$ .

-  $I_1^* \%$ : trị hiệu dụng của dòng điện sóng hài cơ bản lấy tỷ số theo dòng điện định mức của chỉnh lưu. Trị số này cho phép  $I_1^* \% < 10\%$ .

-  $U_{dnmax}$  : biên độ thành phần sóng hài của điện áp chỉnh lưu

Biên độ thành phần sóng hài của điện áp chỉnh lưu  $U_{dnmax}$  xác định theo công thức:

$$\frac{U_{dnmax}}{U_{d0}} = \frac{2 \cdot \cos \alpha}{K^2 \cdot m^2} \cdot \sqrt{1 - K^2 \cdot m^2 \cdot \tan^2 \alpha}$$

Với:

$U_{d0}$ : điện áp chỉnh lưu cực đại = 220V.

$\alpha$  : góc điều khiển bán dẫn khi góc điều khiển là cực đại:

$$\alpha_{max} = 80,9^\circ$$

$$U_{dnmax} = U_{d0} \cdot 0,13 = 28,6 \text{ V.}$$

$$L_1 = \frac{28,6 \cdot 100}{\sqrt{2} \cdot 6,3 \cdot 14,10 \cdot 4,06} = 0,026 \text{ H.}$$

Trị số điện cảm của cuộn kháng lọc  $L_{ckl}$  để lọc thành phần dòng điện đập mạch được tính theo công thức:

$$L_{ckl} = L_1 - L_d - L_{ba}$$

$$\text{Với: } L_d = \frac{K_d \cdot 30 \cdot U_{dm}}{\pi \cdot I_{dm} \cdot \eta_{dm} \cdot P} = \frac{0,1 \cdot 30 \cdot 220}{3,14 \cdot 4,06 \cdot 2500 \cdot 2} = 0,01 \text{ H.}$$

(  $K_d = 0,1$ : động cơ có cuộn bù)

$L_{ba} = 0$  vì không sử dụng biến áp

$$L_{ckl} = 0,016 \text{ H.}$$

c. Thiết kế kết cấu cuộn kháng :

Các thông số ban đầu :  $L = 0,016 \text{ (H)}$

Dòng điện qua cuộn kháng :  $I_m = I_{dm} = 4,06 \text{ (A)}$

Biên độ dòng điện xoay chiều bậc một :  $I_{1m} = 0,1 I_{dm} = 0,406 \text{ (A)}$

1. Do điện cảm của cuộn kháng rất lớn, điện trở của cuộn dây rất nhỏ, ta có thể coi tổng trở cuộn kháng xấp xỉ bằng điện kháng của nó :

$$Z_k \approx X_k = 2 \pi f \cdot L_k = 2 \pi \cdot 50 \cdot 6,16 \cdot 10^{-2} = 30,159 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Với  $n = 6$  số xung đập mạch trong 1 chu kỳ.

2. Điện áp xoay chiều rơi trên cuộn kháng lọc :

$$U_k = Z_k \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 2,268 \cdot \frac{0,406}{\sqrt{2}} = 26,488(V)$$

3. Công suất cuộn kháng lọc :

$$S_k = U_k \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 26,488 \cdot \frac{0,406}{\sqrt{2}} = 7,6(VA)$$

4. Tiết diện cực từ chính cuộn kháng lọc :

$$Q = k_q \cdot \sqrt{\frac{S}{m \cdot f}} = 5 \cdot \sqrt{\frac{7,6}{6 \cdot 50}} = 0,954(cm^2)$$

Chuẩn hoá tiết diện lõi thép ta chọn :

$$Q = 0,98(cm^2)$$

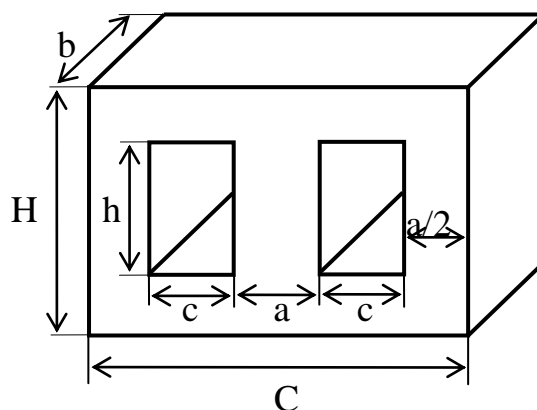
Lõi thép là loại III 12 x 10 có:

$$a = 12(mm) \quad b = 10(mm)$$

$$c = 12(mm) \quad h = 30(mm)$$

$$C = 48(mm) \quad H = 42(mm)$$

Hình dạng lõi thép được thể hiện trên **Hình 4.2**



Khi có thành phần dòng xoay chiều chạy qua cuộn cảm thì trong cuộn cảm suất hiện một sức điện động tự cảm :

$$E_k = 4,44 \cdot W \cdot f' \cdot B_T \cdot Q$$

Với  $f' = 0,95 \cdot f$ . Gần đúng ta có thể coi  $E_k = E_{ck} = 26(V)$

Chọn  $B_T = 0,8T$

$$W = \frac{E_k}{4,44 \cdot f' \cdot B_T \cdot Q} = \frac{26}{4,44 \cdot 6 \cdot 50 \cdot 0,8 \cdot 4 \cdot 8 \cdot 10} = 1(\text{vòng})$$

Chọn  $W = 51$  (vòng)

5. Thành phần dòng điện chạy qua cuộn kháng là :

$$i(t) = I_d + I_{1m} \cos(6000t)$$

Dòng hiệu dụng qua cuộn kháng :

$$I_k = \sqrt{I_d^2 + \frac{1m}{\sqrt{2}}^2} = \sqrt{4,06^2 + \frac{,406}{\sqrt{2}}^2} = 4,07(A)$$

6. Chọn mật độ dòng điện qua cuộn kháng :  $J = 2,7(A/mm^2)$

7. Tiết diện dây quấn :

$$S_k = \frac{I_k}{J} = \frac{4,07}{2,7} = 1,5(mm^2)$$

Chọn tiết diện theo dây dẫn tròn :

$$d = 1,4(mm) \quad S = 1,5394(mm^2)$$

$$m_{cu} = 13,7(g/m) \quad R_{cu} = 0,0113(\Omega/m)$$

$$\text{khi tính đến cách điện :} \quad d_n = 1,5(mm)$$

Tính lại mật độ dòng điện :

$$J = \frac{I_k}{S_k} = \frac{4,07}{1,5394} = 2,64(A/mm^2)$$

8. Tính số vòng trên một lớp :

Chọn khoảng cách từ gông đến cuộn dây là :  $h_g$  (mm)

$$W_1 = \frac{h_{id} \cdot h_g}{d_n} = \frac{30 \cdot 9}{1,5} = 177(\text{vòng})$$

9. Số lớp dây :

$$n = \frac{W_k}{W_1} = \frac{51}{17} = 3(\text{lớp})$$

Bố trí dây : mỗi lớp có 17 (vòng)

Chọn khoảng cách cách điện giữa dây quấn với trụ :

$$d_{01} \text{ (mm)}$$

Chọn khoảng cách cách điện ngoài cùng :

$$d_n \text{ (mm)}$$

Cách điện giữa các lớp là :  $cd_1$  (mm)

10. Bề dày cuộn dây :

$$Bd = d \cdot d_1 \cdot n = 1,5 \cdot 1 \cdot 3 = 4,5 \text{ (mm)}$$

11. Chiều rộng cửa sổ cần thiết :

$$c_{th} = d \cdot d_{01} \cdot n = 8 \cdot 8 \cdot 3 = 192 \text{ (mm)}$$

Vậy mạch từ chọn là phù hợp

12. Chiều dài của dây quấn :

$$l_{dq} = 2 \cdot [a + (d_n + d_{01})] \cdot W_k = 2 \cdot [120 + (1,5 + 8)] \cdot 51 = 2754 \text{ (mm)}$$

$$l_{dq} = 2,754 \text{ (m)}$$

13. Điện trở dây quấn :

$$R_L = R_{cu} \cdot l_{dq} = 0,0113 \cdot 2,754 = 0,031 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Ta có thể bỏ qua điện trở của dây quấn

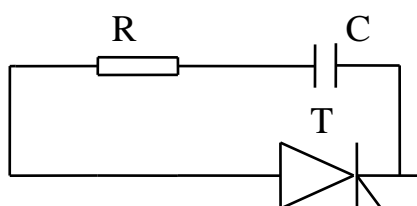
Vậy cuộn kháng tính toán là phù hợp

### 3.1.4. Bảo vệ quá điện áp cho van bán dẫn

Bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng cắt Tiristo được thực hiện bằng cách mắc RC song song với Tiristo. Khi có sự chuyển mạch các điện tích tích tụ trong các lớp bán dẫn phóng ra ngoài tạo ra dòng điện ngược trong khoảng thời gian ngắn.

Sự biến thiên nhanh chóng của dòng điện ngược gây ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa anôt và catôt của Tiristo. Khi có mạch RC mắc song song với Tiristo tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch nên Tiristo không bị quá điện áp.

Theo kinh nghiệm ta chọn  $R = 33 \Omega / 10W$ ,  $C = 4,7 \mu F / 600V$



## 3.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN

### 3.2.1. Khái quát về mạch điều khiển Tiristor

#### 3.2.1.1. Yêu cầu đối với mạch điều khiển

Mạch điều khiển là khâu rất quan trọng trong bộ biến đổi Tiristo vì nó đóng vai trò chủ đạo trong việc quyết định chất lượng và độ tin cậy của bộ biến đổi yêu cầu đặt ra đối với mạch điều khiển :

■ Phát xung điều khiển đến các van lực theo đúng pha với góc điều khiển ■ tương ứng .

■ Đảm bảo phạm vi điều chỉnh góc điều chỉnh ■<sub>min</sub> ■ ■<sub>max</sub>

tương ứng với phạm vi thay đổi điện áp ra tải của mạch lực

■ Cho phép bộ chỉnh lưu làm việc bình thường với các chế độ khác nhau do tải yêu cầu như chế độ khởi động , chế độ hãm...

■ Có độ đối xứng xung điều khiển tốt không vượt quá 1° ■<sub>điện</sub>

■ Đảm bảo mạch hoạt động ổn định và tin cậy khi lưới điện xoay chiều thay đổi cả về giá trị điện áp và tần số trong phạm vi cho phép .

■ Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt

■ Độ tác động của mạch điều khiển nhanh, dưới 1ms .

■ Thực hiện các yêu cầu về bảo vệ bộ chỉnh lưu từ phía điều khiển ngắt xung điều khiển khi sự cố thông báo các hiện tượng không bình thường của lưới và bản thân bộ chỉnh lưu ..v.v...

■ Đảm bảo các xung điều khiển phát tới các van lực phù hợp để mở chắc chắn van , thoả mãn các yêu cầu :

- Đủ công suất : dòng áp điều khiển .

- Có sườn xung dốc đứng .

- Độ rộng đủ để dòng qua van kịp vượt  $I_{\text{duy trì}}$

■ Yêu cầu về lắp ráp vận hành

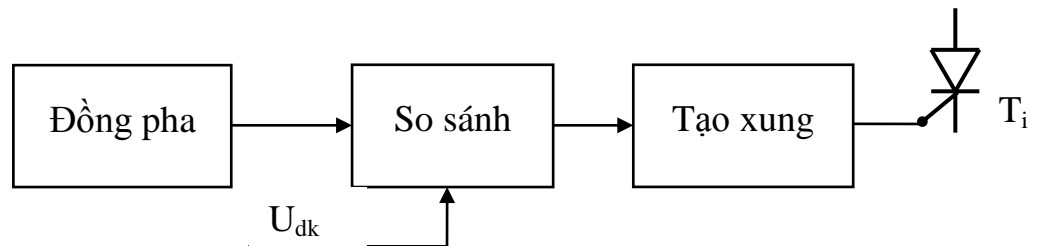
Thiết bị thay thế dễ lắp ráp và điều chỉnh.

Mỗi khối có khả năng làm việc độc lập ...

### 3.2.1.2. Lựa chọn mạch điều khiển

#### a. Điều khiển bằng mạch tương tự

Sơ đồ khối của mạch điều khiển tương tự ( **Hình 5.1** )



**Hình 5.1.** Sơ đồ khối mạch điều khiển

#### **Khâu đồng pha**

Khâu đồng pha có nhiệm vụ tạo ra một điện áp có góc lệch pha cố định với điện áp đặt lên van ( thường tạo ra điện áp tựa  $U_{rc}$  ( thường là điện áp răng cưa tuyến tính)).

#### **Khâu so sánh**

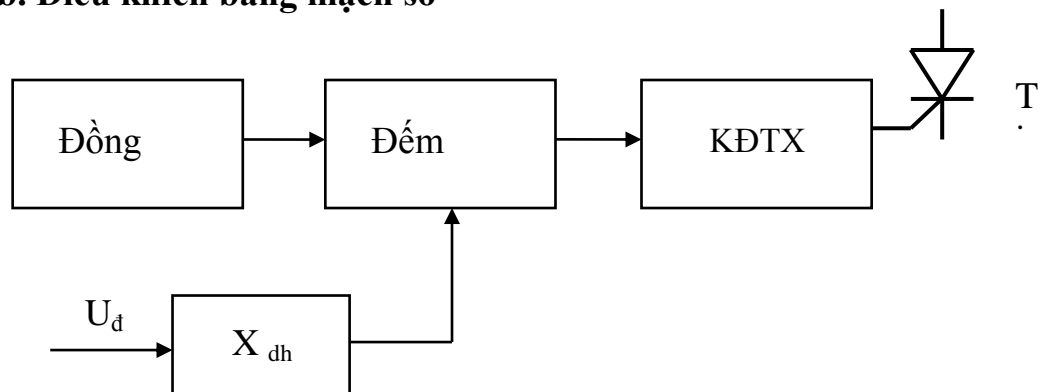
Khâu này có chức năng so sánh điện áp điều khiển với điện áp tựa dạng răng cưa tuyến tính hoặc hình sin nhằm định thời điểm phát xung điều khiển, thường đó là thời điểm khi 2 điện áp này bằng nhau. Đây là khâu xác định góc điều khiển.

#### **Khâu tạo xung**

Có nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở van . Xung điều khiển van có yêu cầu sườn trước dốc đứng để đảm bảo yêu cầu van mở tức thời khi có xung điều khiển ( thường gặp là xung kim hoặc xung chữ nhật ) đủ công suất , cách ly giữa mạch điều khiển và mạch lực



## b. Điều khiển bằng mạch số



**Hình 5.2 .** Sơ đồ khối điều khiển bằng mạch số

Mạch điều khiển số được thiết lập trên nguyên tắc biến đổi mã số thành các tín hiệu dịch chuyển theo nguyên tắc thời gian (■)

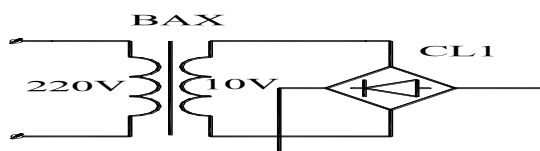
### .Nguyên lý điều khiển:

Trong mạch điều khiển tạo xung đồng hồ ( $X_{dh}$ ) có tần số cao. Khi điện áp anode của  $Ti$  đổi dấu dương thì tiến hành đếm xung đồng hồ. Số lượng xung đếm ( $nX_{dh}$ ) không đổi cho mỗi chu kỳ. Khi đủ số lượng xung đếm thì phát xung điều khiển  $Ti$ .  $Ti$  được mở tại thời điểm phát xung điều khiển.

### 3.2.2. Thiết kế mạch điều khiển

#### 3.2.2.1. Khối đồng pha

+ Sơ đồ :



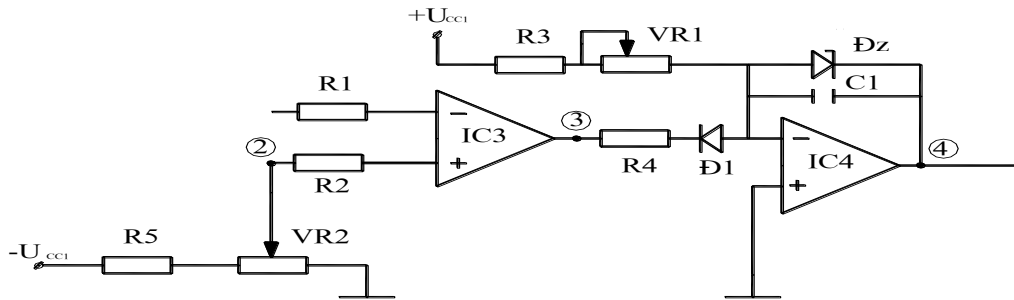
**Hình 5.3 .** Khối đồng pha

### Nguyên lý làm việc

Mạch lấy xung đồng pha được lấy từ nguồn 220V, tần số  $f = 50$  Hz, phía thứ cấp lấy 10V. Biến áp thứ cấp được nối với một chỉnh lưu tạo điện áp đập mạch (-) liên tục.

### 3.2.2.2. Khối tạo xung răng cưa

+ Sơ đồ :



**Hình 5.4 .** Khối tạo xung răng cưa

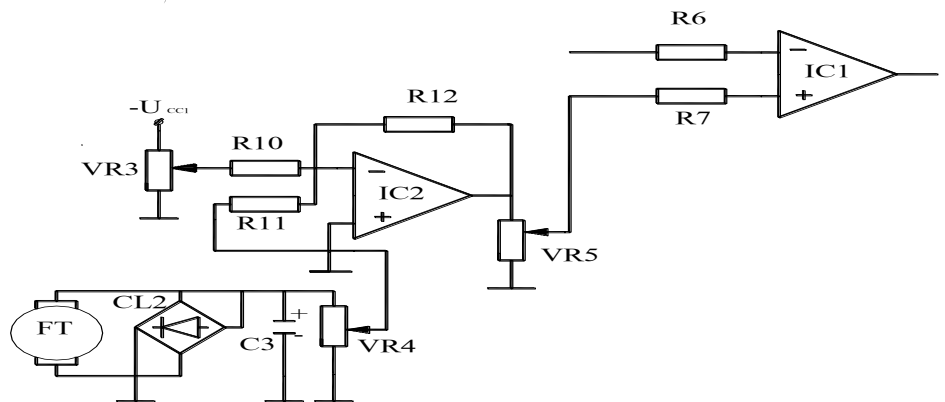
#### Nguyên lý làm việc

Mạch tạo xung răng cưa dùng KĐTT được xây dựng trên nguyên tắc sử dụng mạch tích phân. Quá trình phóng nạp của tụ được thực hiện nhờ nguồn nạp cho tụ là nguồn hai cực tính. Khi điện áp đầu vào mang dấu (+), điện áp trên tụ sẽ được nạp.

Bằng cách thay đổi thời gian phóng, thời gian nạp và các giá trị điện trở một cách tương ứng, ta có thể thay đổi được dạng điện áp răng cưa: dốc lên, dốc xuống hay xung tam giác.

### 3.2.2.3. Khối so sánh

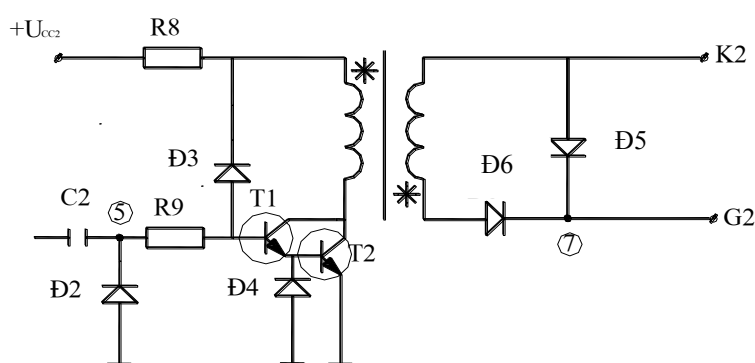
+ Sơ đồ



**Hình 5.5 .** Khối so sánh

Các xung ở đầu ra của bộ so sánh được phối hợp với các xung cao tần để tạo ra xung đơn đưa vào khối khuếch đại xung. Các xung điều khiển được khuếch đại đạt công suất và biên độ thoả mãn điều kiện mở van.

### 3.2.2.4. Khối khuếch đại xung



**Hình 5.6 .** Khối khuếch đại xung

Bộ khuếch đại xung được dùng ở đây là sơ đồ dùng cặp Tranzistor T1, T2 mắc kiểu Dalington . Lúc này cặp Dalington được coi là tương đương với một tranzistor mới. Chức năng của mạch do T1 quyết định, còn T2 có tác dụng khuếch đại dòng ra.

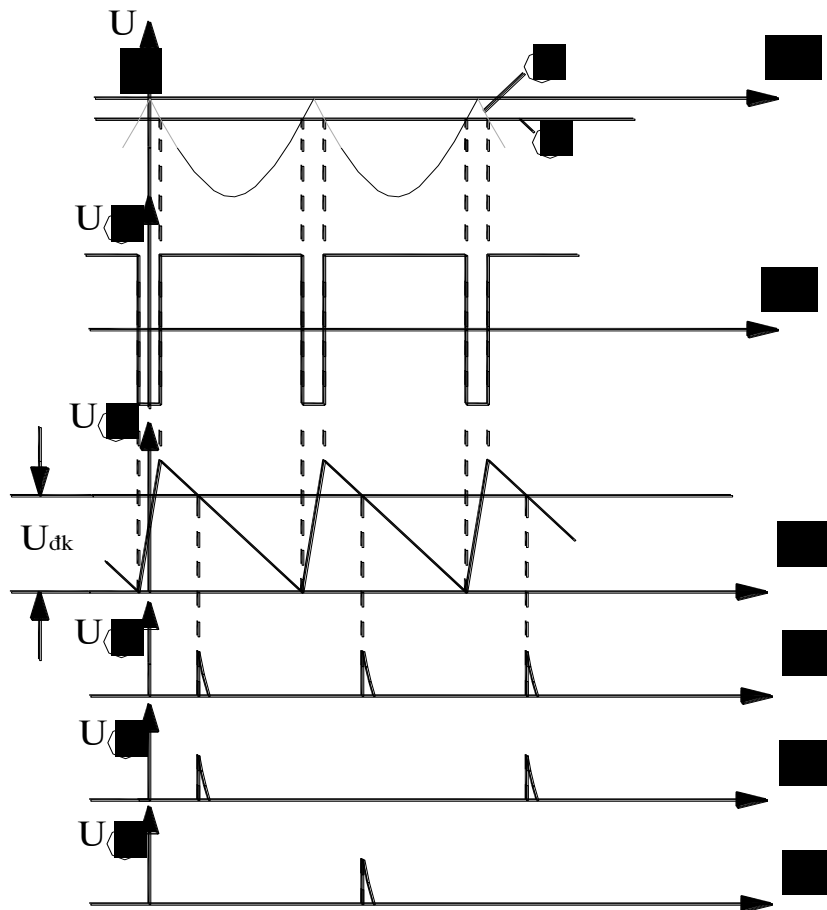
#### **Hoạt động của sơ đồ**

Đầu vào là tín hiệu logic. Khi có xung vào  $x_v = 1$  thì tranzistor T1 mở kéo theo T2 mở bão hoà. Khi không có xung vào  $x_v = 0$  thì T1 khoá nên T2 cũng khoá.

Khi có xung dương đặt vào bazơ của T1 làm cho T1 thông thì T2 thông điện áp ( + Ec ) đặt lên cuộn sơ cấp của biến áp xung, ở thứ cấp của biến áp xung sẽ có xung ra kích mở Điôt .

Điện trở R8 hạn chế dòng collector, điôt Đ3 hạn chế quá điện áp trên các cực collector – emitor của Tranzitor . Điôt Đ5 và Đ8 ngăn chặn xung áp âm có thể có Tranzitor bị khoá .

*Ta có sơ đồ điều khiển và giản đồ điện áp tại các điểm đo*



**Hình 5.7 .** Giản đồ điện áp tại các điểm đo

**Ta chọn các phần tử trong mạch điều khiển như sau :**

$$\blacksquare U_{cc1} = \blacksquare 15 \text{ V}$$

$$+U_{cc2} = 24 \text{ V}$$

Biến áp xung : 220V/ 10V

$$R1 = R2 = R5 = R6 = R7 = R9 = R10 = R11 = R12 = 10 \text{ K}$$

$$R3 = 22 \text{ K}$$

$$R4 = 4,7 \text{ K}$$

$$R8 = 33 \blacksquare$$

$$VR1 = 22 \text{ K}$$

$$VR2 = 1 \text{ K}$$

$$VR3 = VR4 = VR5 = 10 \text{ K}$$

$$C1 = 0,33 \blacksquare \mu\text{F}$$

$$C2 = 0,1 \blacksquare \mu\text{F}$$

$$C3 = 4,7 \blacksquare \mu\text{F}$$

$$D1 = D2 = D3 = D4 = D5 = D6 = D7 = 1 \text{ A}$$

$$IC1 = IC2 = IC3 = IC4 = \blacksquare 741$$

$$T1 = C828$$

$$T2 = K4611$$

## KẾT LUẬN

Sau ba tháng nhận đề tài “**Thiết kế hệ thống điều khiển cho máy gia công cắt gọt kim loại**”. Thông qua bản đồ án này đã giúp em hiểu thêm về một cách nhìn tổng quan của một hệ thống điều khiển, cách thiết kế, lựa chọn thiết bị cho một sơ đồ điện thông qua các phương pháp như đã nêu ở trong bản đồ án nhưng còn rất nhiều vấn đề mà em chưa giải quyết được như là tìm hiểu về cách lắp ghép bằng máy tính để theo dõi và điều khiển hệ thống.

Em sẽ cố gắng tìm hiểu qua nhiều tài liệu để khắc phục những kiến thức vẫn còn thiếu để hoàn chỉnh thêm bản đồ án này

Trong quá trình thực hiện đề tài này chúng em đã gặp rất nhiều khó khăn do bị hạn chế về kiến thức cũng như thời gian thực hiện đề tài nhưng nhờ sự hướng dẫn tận tình của **Th.S Nguyễn Đoàn Phong** nên cuối cùng em đã hoàn thành bản đồ án đúng thời hạn.

Em xin chân thành cảm ơn thầy!

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Võ Minh Chính - Phạm Quốc Hải - Trần Trọng Minh (2001), ***Điện tử công suất***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
2. Phạm Quốc Hải - Dương Văn Nghi (2003), ***Phân tích và giải mạch điện tử công suất***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
3. Phạm Minh Hà (1997), ***Kỹ thuật mạch điện tử***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
4. Vũ Quang Hồi - Nguyễn Văn Chất - Nguyễn Thị Liên Anh (2000), ***Trang bị điện – Điện tử máy công nghiệp dung chung***, Nhà Xuất Bản Giáo Dục.
5. Phạm Quốc Hải (2009), ***Hướng dẫn thiết kế mạch điện tử công suất***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.
6. Lê Văn Doanh – Nguyễn Thế Công – Trần Văn Thịnh (2009), ***Điện tử công suất Lý thuyết – Thiết kế - Ứng dụng. Tập I***, Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật.

## MỤC LỤC

<b>LỜI MỞ ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN CHUNG CỦA CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI .....</b>	<b>2</b>
1.1. PHÂN LOẠI CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI.....	2
1.2. CÁC CHUYỂN ĐỘNG TÊN MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI.....	3
1.3. CÁC HỆ TRUYỀN ĐỘNG THƯỜNG SỬ DỤNG TRONG MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI .....	3
1.4. CÁC THAM SỐ ĐẶC TRƯNG CHO CHẾ ĐỘ CẮT GỌT TRÊN CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI .....	4
1.4.1. Chuyển động chính .....	4
1.4.1.1. Tốc độ cắt.....	4
1.4.1.2. Lực cắt.....	5
1.4.1.3. Công suất cắt.....	5
1.4.2. Chuyển động ăn dao.....	6
1.4.2.1. Tốc độ ăn dao .....	6
1.4.2.2. Lực ăn dao.....	6
1.4.2.3. Công suất ăn dao .....	6
1.4.3. Thời gian máy .....	6
1.5. PHỤ TẢI CỦA ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CÁC CƠ CẤU ĐIỀN HÌNH TRONG CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI.....	7
1.5.1. Truyền động chính .....	7
1.5.1.1. Cơ cấu chuyển động quay.....	7
1.5.1.2. Cơ cấu chuyển động tịnh tiến .....	8
1.5.2. Truyền động ăn dao.....	8
1.6. TỒN HAO TRONG MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI.....	9
1.6.1. Phụ tải định mức .....	9



1.6.2. Phụ tải thay đổi .....	9
1.6.3. Phụ tải thay đổi .....	10
<b>1.7. ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ TRONG CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI ....</b>	<b>10</b>
1.7.1. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ.....	10
1.7.1.1. Điều chỉnh cơ .....	10
1.7.1.2. Điều chỉnh điện .....	11
1.7.1.3. Điều chỉnh điện – cơ .....	11
1.7.2. Các chỉ tiêu chất lượng khi điều chỉnh tốc độ.....	11
1.7.2.1. Phạm vi điều chỉnh.....	11
1.7.2.2. Độ trơn điều chỉnh .....	12
1.7.2.3. Sự phù hợp giữa đặc tính của hệ thống và đặc tính của phụ tải.....	12
<b>CHƯƠNG 2. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY MÀI.....</b>	<b>14</b>
2.1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ .....	14
2.2. CÁC ĐẶC ĐIỂM VỀ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN CỦA MÁY MÀI .....	16
<b>CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG PHƯƠNG ÁN THAY THẾ MẠCH ĐỘNG LỰC VÀ THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN.....</b>	<b>18</b>
3.1. XÂY DỰNG PHƯƠNG ÁN THAY THẾ MẠCH ĐỘNG LỰC .....	18
3.1.1. Các phương án điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.....	18
3.1.1.1. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều .....	19
3.1.1.2. Các phương án truyền động theo nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng .....	25
3.1.2. Phân tích lựa chọn mạch chỉnh lưu .....	32
3.1.2.1. Chỉnh lưu một nửa chu kỳ.....	34
3.1.2.2. Chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ.....	36
3.1.2.3. Chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển .....	38
3.1.2.4. Chỉnh lưu cầu một pha .....	40
3.1.2.5. Chỉnh lưu cầu 3 pha .....	45

3.1.3. Tính toán lựa chọn mạch lọc.....	49
3.1.3.1. Tính chọn van.....	50
3.1.3.2. Tính chọn cuộn kháng lọc.....	51
3.1.4. Bảo vệ quá điện áp cho van bán dẫn.....	56
<b>3.2. THIẾT KẾ MẠCH ĐIỀU KHIỂN.....</b>	<b>57</b>
3.2.1. Khái quát về mạch điều khiển Tiristor.....	57
3.2.1.1. Yêu cầu đối với mạch điều khiển.....	57
3.2.1.2. Lựa chọn mạch điều khiển .....	58
3.2.2. Thiết kế mạch điều khiển.....	59
3.2.2.1. Khối đồng pha.....	59
3.2.2.2. Khối tạo xung răng cưa.....	60
3.2.2.3. Khối so sánh.....	60
3.2.2.4. Khối khuếch đại xung .....	61
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>64</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>65</b>

**BỘ CÔNG THƯƠNG**  
**TRƯỜNG CAO ĐẲNG KỸ THUẬT CAO THẮNG**



**BÀI TẬP LỚN MÔN HỌC**

**ĐỀ TÀI: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN  
TRONG MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI**

**Giáo viên hướng dẫn**

**Học sinh thực hiện**

**Nguyễn Thanh Tùng**

**Nguyễn Thành Tâm**

**KHOA ĐIỆN- ĐIỆN LẠNH**

**Tp.HỒ CHÍ MINH Tháng 01 năm 2010**



## LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn các thầy, vì trong suốt quá trình làm bài tập lớn này đã hướng dẫn, cung cấp tài liệu và chỉ dạy tận tình để em có thể hoàn thành công việc của mình. Tuy nhiên bài làm của em còn nhiều thiếu sót, chưa có được hoàn thành cả về nội dung cũng như hình thức. Vậy kính mong các thầy cho em lời khuyên và tận tình giúp đỡ nhiều hơn để em có thể hoàn thành tốt hơn các bài tập khác. Cảm ơn các thầy

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong công cuộc đổi mới và phát triển của đất nước, việc giải phóng sức lao động và nâng cao năng suất sản xuất lao động đã thúc đẩy cho sự phát triển của máy móc thiết bị và sự tự động hoá trong phương thức sản xuất nhằm đưa con người đến một mức phát triển cao hơn.

Trang bị điện cũng là một môn học để giúp người học có thể nắm được những kiến thức căn bản nhất để có thể hoà nhập được với sự phát triển của xã hội, tuy nhiên đối tượng của nó gồm các yêu cầu công nghệ mà các công cụ, trang thiết bị, dây chuyền sản xuất đặt ra đòi hỏi cần cung cấp những thiết bị điện như thế nào để yêu cầu công nghệ của các thiết bị, máy móc đó được thoả mãn.

Lĩnh vực nghiên cứu của môn học này rất rộng đòi hỏi có nhiều thời gian, vì thế ở đây chỉ tập trung vào nghiên cứu phần **“Trang bị điện trong máy cắt gọt kim loại”**

Trong quá trình viết bài sẽ có nhiều điểm thiếu sót và chưa hợp lý. Nên rất mong sự đóng góp của quý thầy cô và bạn bè.

## GIỚI THIỆU CHUNG

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

### CHƯƠNG 1

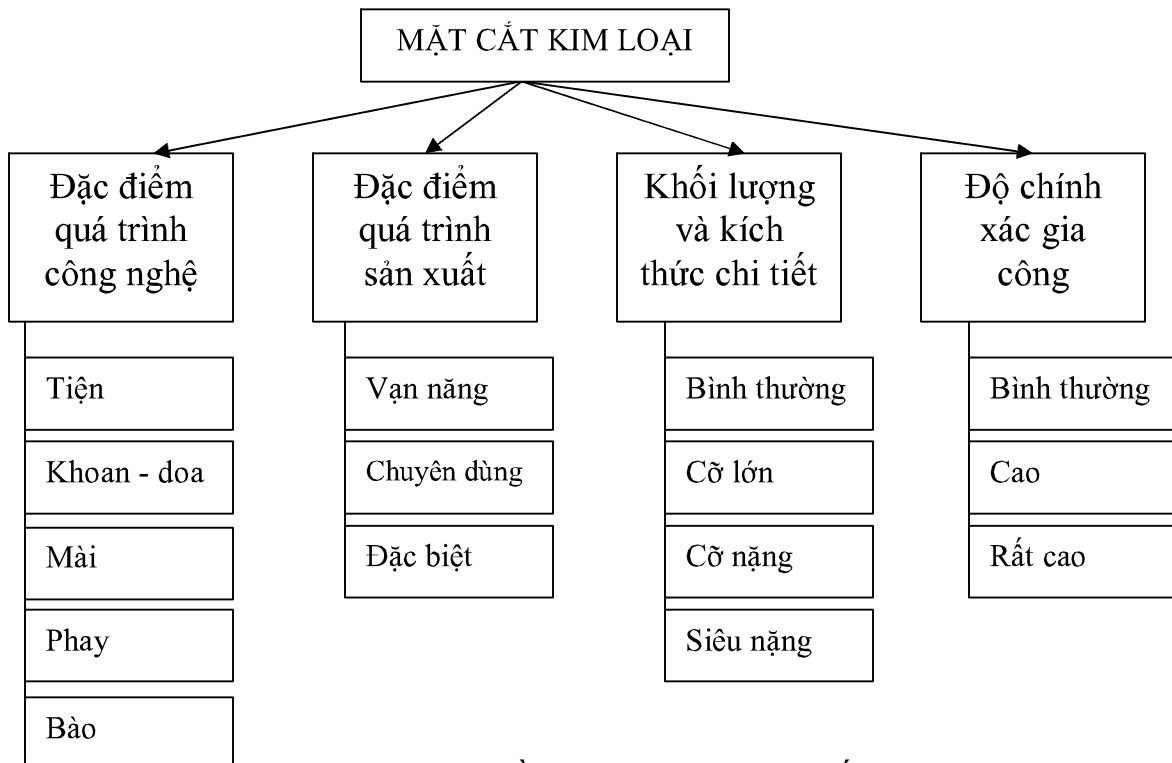
#### KHÁI QUÁT VỀ TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CẮT KIM LOẠI

##### I. Các yêu cầu chính và những đặc điểm công nghệ đặc trưng của trang bị điện và tự động hoá các máy cắt kim loại

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

##### \* Phân loại máy cắt kim loại

- Máy cắt kim loại gồm nhiều chủng loại và rất đa dạng trong từng nhóm máy, nhưng có thể phân loại chúng dựa trên các đặc điểm sau: Phân loại máy cắt kim loại theo như hình 1.



Hình 1.1 Sơ đồ phân loại các máy cắt kim loại

- 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 ( $<10.000\text{kG}$ ), các máy cỡ lớn ( $<30.000\text{kG}$ ), các máy cỡ nặng ( $<100.000\text{kG}$ ) và các máy rất nặng ( $>100.000\text{kG}$ )
- Theo độ chính xác gia công, có thể chia thành máy có độ chính xác bình thường, cao và rất cao.

## II. Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên MCKL

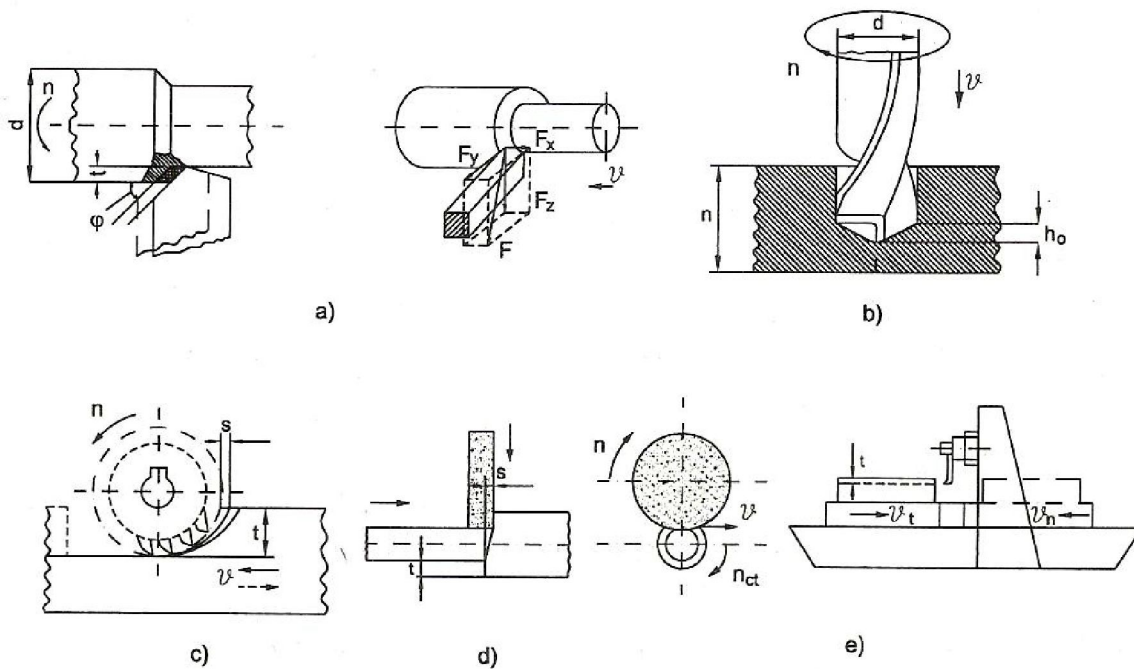
Trên MCKL, có hai loại chuyển động chủ yếu: chuyển động cơ bản và chuyển động phụ

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

- Chuyển động chính (chuyển động làm việc) là chuyển động thực hiện quá trình cắt gọt kim loại bằng dao cắt.
- Chuyển động ăn dao là các chuyển động xô dịch của dao hoặc phôi để tạo ra một lớp phôi mới.
- Chuyển động chính (chuyển động làm việc) là chuyển động thực hiện quá trình cắt gọt kim loại bằng dao cắt.



- Chuyển động ăn dao là các chuyển động xô dịch của dao hoặc phôi để tạo ra một lớp phôi mới.
- Chuyển động phụ là những chuyển động không liên quan trực tiếp đến quá trình cắt gọt, chúng cần thiết khi chuẩn bị gia công, nâng cao hiệu suất và chất lượng gia công, hiệu chỉnh máy v.v... Ví dụ như di chuyển nhanh bàn hoặc phôi trong máy tiện, nới siết xà trên trụ trong máy khoan cần, nâng hạ xà trong dao trong máy bào giường, bơm dầu của hệ thống bôi trơn, bơm nước làm mát v.v...
- Các chuyển động chính, ăn dao có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động tịnh tiến của dao hoặc phôi.



**Hình 1-2** Các dạng gia công kim loại trên các máy cắt kim loại a) Tiện b) Khoan c) Phay d) Mài e) Bào

Trên hình 1-2 biểu diễn các dạng gia công điển hình được thực hiện trên các MCKL.

- Gia công trên máy tiện (hình 1-2a):  $n$  - tốc độ quay của chi tiết (chuyển động

chính);  $v$  - vận tốc xô dịch của dao cắt vào chi tiết (chuyển động ăn dao).

- Gia công trên máy khoan (hình 1-2b):  $n$ - tốc độ quay của mũi khoan (chuyển động chính);  $v$ - chuyển động tịnh tiến của mũi khoan vào chi tiết (chuyển động ăn dao).

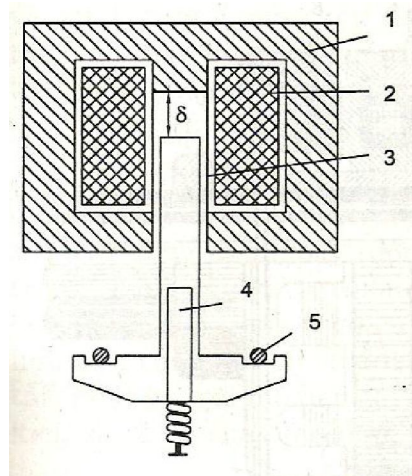
- Gia công trên máy phay (hình 1-2c):  $n$ - tốc độ quay của dao phay (chuyển động chính) ;  $v$ - chuyển động tịnh tiến của phôi (chuyển động ăn dao).

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

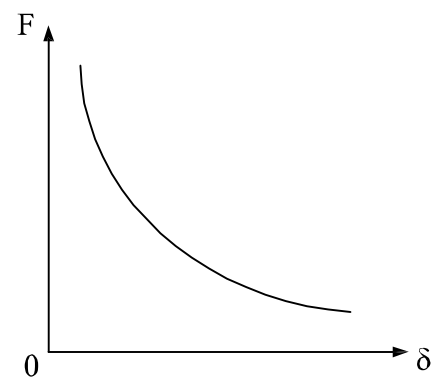
- Gia công trên máy bào giường (hình 1-2e):  $v_t, v_n$ - chuyển động qua lại của bàn (chuyển động chính), chuyển động di chuyển của dao theo chiều ngang của bàn (chuyển động ăn dao).

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

**1. Nam châm điện:** thường dùng để điều khiển các van thủy lực, van khí nén, điều khiển đóng cắt ly hợp ma sát, ly hợp điện từ và dùng để hãm động cơ điện. Nam châm điện dùng trong các máy cắt gọt kim loại là nam châm điện xoay chiều có lực hút từ 10N đến 80N với hành trình của phần ứng (lõi nam châm) từ 5 đến 15mm.



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



**Hình 1-3** Cấu tạo nam châm điện

**Hình 1-4** Đặc tính cơ của nam châm điện

Nguyên lý làm việc của nam châm điện như sau: khi cấp nguồn cho cuộn dây 2 sẽ xuất hiện từ thông khép kín theo mạch từ 1. Sự tác dụng tương hỗ giữa từ thông và dòng điện trong cuộn dây sẽ sinh ra một lực kéo hút phần ứng 4 vào sâu trong nam châm điện. Thanh dẫn hướng 3 có chức năng giảm hệ số ma sát giữa phần ứng và mạch từ, đảm bảo cho phần ứng không bị hút lệch.

Đặc tính quan trọng nhất của nam châm điện là đặc tính cơ (đặc tính lực kéo). Nó biểu diễn sự phụ thuộc giữa lực kéo sinh ra của nam châm điện và hành trình của phần ứng  $F = f(\delta)$ . Đặc tính đó được biểu diễn trên hình 1-4.

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

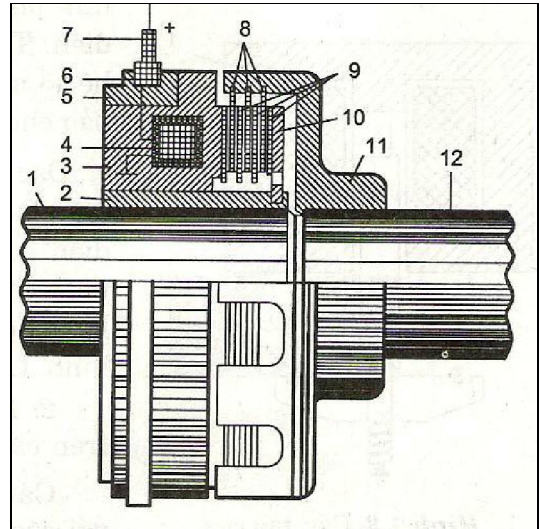
- Cấu tạo của bàn từ gồm: hộp sắt non 1 với các cực lõi 2, cuộn dây 3, bàn từ 4 có lót các tấm mỏng 5 bằng vật liệu không nhiễm từ. Khi cấp nguồn 1 chiều cho cuộn dây, bàn sẽ trở thành cam châm với nhiều cặp cực: cực bắc N và cực nam S

- Bàn từ được cấp nguồn 1 chiều (trị số điện áp có thể là 24, 48, 110 và 220V với công suất từ 100 ÷ 3000W) từ các bộ chỉnh lưu dùng điốt bán dẫn. Sau khi gia công xong, muốn lấy chi tiết ra khỏi bàn phải khử từ dư của bàn từ, thực hiện bằng cách đảo cực tính nguồn cấp cho bàn từ.

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

- Đối với hệ truyền động ăn dao của các máy cắt gọt kim loại, yêu cầu duy trì mômen không đổi trong toàn dải điều chỉnh tốc độ. Về cấu tạo và nguyên lý hoạt động, người ta phân biệt hai loại khớp ly hợp điện từ: khớp ly hợp điện từ ma sát và khớp ly hợp điện từ trượt.

a) Khớp ly hợp điện từ ma sát, cấu tạo như trên hình 1-5 gồm: thân khớp ly hợp 3, cuộn dây 4, các đĩa ma sát 8 và 9, đĩa ép 10 và giá kẹp 11. Tất cả các phần tử kể trên được gá lắp trên bạc lót 2 làm từ vật liệu không nhiễm từ và bạc lót được lắp trên trục vào 1 (trục gắn với trục của động cơ truyền động).

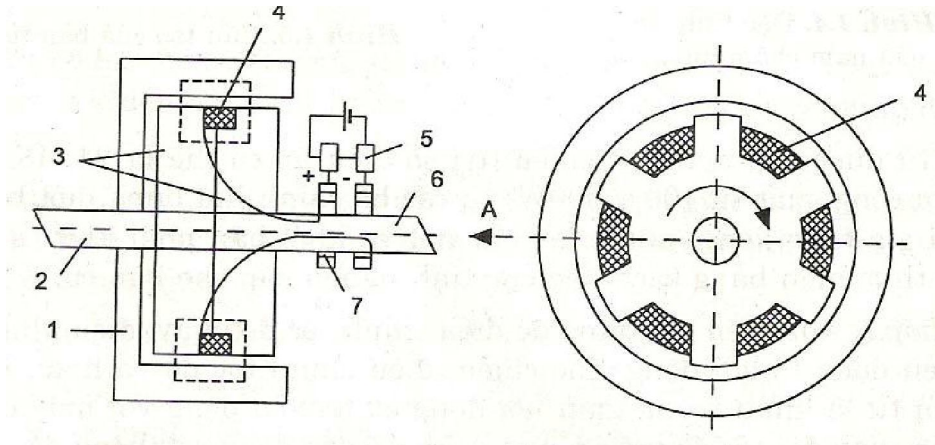


**Hình 1.5:** Khớp ly hợp điện từ ma sát

- Nguồn cấp cho cuộn dây của ly hợp được cấp như sau: cực âm của nguồn được nối với thân của ly hợp 3, cực dương của nguồn được cấp qua chổi than 7 và vành trượt tiếp điện 6, còn 5 là vành cách điện giữa cực dương của nguồn và thân ly hợp.
- Nguyên lý làm việc của khớp ly hợp ma sát như sau: khi cuộn dây 4 được cấp nguồn, sẽ tạo ra một từ trường khép kín qua các đĩa ma sát. Từ trường đó tạo ra một lực hút kéo đĩa ma sát 9 về thân ly hợp 3. Các đĩa ma sát 8 và 9 ăn khớp nhau. Đĩa ma sát 9 nối với trục 1 (trục động cơ truyền động), còn đĩa ma sát 8 nối với trục 12 (trục máy công tác).

b) Khớp ly hợp điện từ trượt.

- Cấu tạo của nó được biểu diễn trên hình 1-6



Hình 1-6 Khớp ly hợp điện từ trượt

- Cấu tạo của nó gồm hai phần chính:

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

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

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

#### **IV. Chọn hệ truyền động và tính chọn công suất động cơ truyền động của máy cắt gọt kim loại**

##### **1. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại**

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

b) Đối với một số máy khác như: máy tiện Rovonve, máy doa ngang, máy sọc răng...

- Yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn, hệ truyền động trực chỉnh dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ hai hoặc ba cấp tốc độ. Quá trình thay đổi tốc độ thực hiện bằng cách thay đổi sơ đồ đấu dây quán stato của động cơ để thay đổi số đôi cực với công suất duy trì không đổi.

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

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

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

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

Các tham số đặc trưng cho chế độ cắt phụ thuộc vào yếu tố của điều kiện gia công như: chiều sâu cắt  $t$ , lượng ăn dao  $s$  (hình 1-2), bề rộng phôi  $b$ , độ bền dao cắt  $T$ , vật liệu chi tiết, hình dáng và vật liệu dao, điều kiện làm mát... Các tham số đó được xác định theo công thức kinh nghiệm ứng với từng nhóm



máy.

a) 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

- 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

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} [m/ph] \quad (1-1)$$

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 của 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

b) 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 1-2a):

- 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  $\vec{F}_x$  mà cơ cấu ăn dao phải khắc phục.

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

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

$$F_x = 9,81 C_F t^x_F s^y_F v^n \quad [N] \quad (1-3)$$

Trong đó:  $C_F, t^x_F, s^y_F, n$  – là hệ số và số mũ phụ thuộc vào vật liệu chi tiết

gia công, vật liệu làm dao và phương pháp gia công.

Các lực còn lại  $F_x$ ,  $F_y$  cũng được xác định theo công thức tương tự như công thức (1-3)

Khi tính toán sơ bộ có thể lấy  $F_x$  và  $F_y$  theo các tỷ lệ như sau:

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

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

$$P_z = \frac{F_z \cdot v}{60.1000} \quad [\text{kW}] \quad (1-5)$$

Trong đó:  $F_z$  - lực cắt, N;

$v$  - tốc độ cắt, [m/ph].

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

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

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

$n$  - tốc độ quay của chi tiết (tốc độ quay của mâm cặp), vg/ph.

$s$  - lượng ăn dao, mm/vg;

Nếu thay vào biểu thức (1-6) giá trị của:

$$n = \frac{60.10^3 v}{\pi d} \quad (1-7)$$

Trong đó:  $d$  - đường kính chi tiết gia công; mm.

Ta có:

$$t_m = \frac{\pi d L}{60.10^3 v s} \quad (1-8)$$



Từ biểu thức (1-8) ta nhận thấy rằng: muốn tăng năng suất của máy (giảm thời gian công nghệ  $t_m$ ) phải tăng tốc độ cắt  $v$  và lượng ăn dao  $s$ .

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

### 1. Cơ cấu truyền động chính

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

$$M_z = \frac{F_z \cdot d}{2} [\text{N.m}] \quad (1-9)$$

Trong đó:  $F_z$  - lực cắt, N;

$d$  - đường kính của chi tiết gia công [m]

Mômen hữu ích trên động cơ là:

$$M_{hi} = \frac{M_z}{i} = \frac{F_z \cdot d}{2i} [\text{N.m}] \quad (1-10)$$

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

$$M_{hi} = F_z \cdot \rho [\text{N.m}] \quad (1-11)$$

Trong đó:  $\rho$  là bán kính qui đổi lực cắt về trục động cơ, được xác định bằng tỷ số giữa tốc độ di chuyển tịnh tiến và tốc độ của động cơ truyền động:

$$\rho = \frac{V}{60\omega} [\text{m}] \quad (1-12)$$

Mômen cản tĩnh trên trục động cơ được xác định theo biểu thức sau:

$$M_c = \frac{M_{hi}}{\eta} [\text{N.m}] \quad (1-13)$$

## 2. Cơ cấu truyền động ăn dao

Trong hệ truyền động ăn dao, động cơ thực hiện di chuyển bàn dao, hoặc dịch chuyển chi tiết để thực hiện được quá trình cắt gọt. Hệ truyền động ăn dao được thực hiện bằng nhiều phương án khác nhau. Phương án điển hình là cơ cấu ăn dao kiểu trục vít – êcu. Sơ đồ động học của cơ cấu ăn dao đó được biểu diễn trên hình 1.7

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

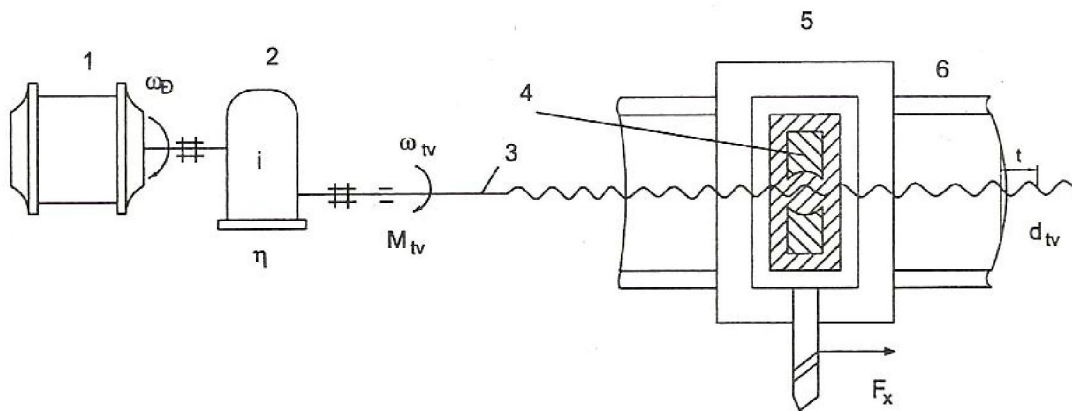
$$F_{ado} = (G_b + G_{ct})f_0 + \mu S \quad [\text{N}] \quad (1-14)$$

**Trong đó:**  $G_b$  - khối lượng của bàn, N

$G_{ct}$  - khối lượng của chi tiết, N;  $f_0$  - hệ số ma sát khi bàn dao trượt trên gờ trượt

$f_0 = (0,2 \div 0,3)$  khi khởi động bàn dao ;  $f_0 = (0,08 \div 0,1)$  khi cắt gọt;

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



**Hình 1-7.** Sơ đồ động học của cơ cấu ăn dao

1. động cơ điện; 2. hộp tốc độ; 3. trục vít vô tận; 4. Êcu;

5. Bàn dao; 6. Gờ trượt

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

$$F_{ad} = (G_b + G_{ct})f + \alpha s \quad [\text{N}] \quad (1-15)$$

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

- khi khởi động  $M_{\text{ado}}$

$$M_{\text{tvo}} = \frac{F_{\text{ado}} \cdot d_{\text{tb}} \cdot \text{tg}(\alpha + \rho)}{2} [\text{N.m}] \quad (1-16)$$

Khi cắt gọt  $M_0$

$$M_{\text{tv}} = \frac{F_{\text{ad}} \cdot d_{\text{tb}} \cdot \text{tg}(\alpha + \rho)}{2} [\text{N.m}] \quad (1-17)$$

**Trong đó:**  $\alpha$  - góc nghiêng của ren vít vô tận;

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

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

## CHƯƠNG 2

# TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CÁC CƠ CẤU CỦA MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

### I. Những vấn đề chung

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 làm việc 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 non tải, làm giảm tuổi thọ động cơ, tăng phí tổn vận hành do sửa chữa nhiều.

### II. Các số liệu ban đầu

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

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

- Các thông số đặc trưng cho chế độ cắt gọt là: 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... , trọng lượng chi tiết gia công, thời gian làm việc, thời gian nghỉ
- Khối lượng của chi tiết gia công.
- Thời gian làm việc và thời gian nghỉ.

b) Kết cấu cơ khí của máy bao gồm:

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

### III. Các bước chọn công suất động cơ

Quá trình chọn công suất động cơ có thể chia làm 2 bước sau:

a) Bước 1: chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động theo trình tự sau:

+ Xác định công suất hoặc momen 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 cho cả chu kỳ. Mỗi loại máy có các công thức riêng để xác định. Có thể cho trước  $P_Z$  hoặc  $M_Z$

+ Xác định công suất trên trục động cơ điện và thành lập đồ thị phụ tải tĩnh: muốn thành lập đồ thị phụ tải cho truyền động trong một chu kỳ, ta phải xác định công suất hoặc momen 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:

$$P_c = \frac{P_z}{\eta} \quad (1-18)$$

Trong đó  $\eta$  là hiệu suất của cơ cấu truyền động ứng với phụ tải  $P_Z$

- 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.

+ Dựa vào đồ thị phụ tải tĩnh đã xây dựng ở phần trên, tiến hành tính toán chọn động cơ như đã nêu trong giáo trình TĐĐ

- Khi chế độ làm việc là dài hạn, phụ tải biến đổi (loại biến đổi) 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.

b) 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 tĩnh và phụ tải động. Phụ tải động của động cơ phát sinh trong quá trình quá độ (QTQĐ) và được xác định từ quan hệ:

$$M_A = J_\Sigma \cdot \frac{d\omega}{dt} \quad (1-19)$$

$J_\Sigma$  là momen quán tính của toàn bộ hệ thống truyền động qui 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 đại lượng đẳng trị hoặc tổn hao trung bình, ta kiểm nghiệm điều kiện phát nóng. Nếu thời gian QTQĐ 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 ĐM% 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 lưới điện. Thông thường cho phép sụt áp 10%, nên mômen tới hạn của động cơ trong tính toán kiểm nghiệm chỉ còn:

$$M_t = (90\%)^2 M_{tđm} = 0,81 M_{tđm}$$

$M_{tđm}$  là mômen tới hạn 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.

\* **Công suất động cơ truyền động trực chính máy phay:**

$$P = \frac{F_z \cdot b \cdot t \cdot n \cdot s}{60 \cdot 102 \cdot 1000 \cdot \eta} \quad [\text{kW}] \quad (1-20)$$

### CHƯƠNG 3:

## ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ TRONG MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

Để nhận được các chế độ cắt khác nhau đảm bảo các quá trình công nghệ tối ưu, cần phải điều chỉnh tốc độ truyền động chính và ăn dao. Điều chỉnh tốc độ các máy có thể thực hiện bằng ba phương pháp: cơ, điện – cơ và điện. Điều chỉnh tốc độ bằng cơ là phương pháp điều chỉnh có cấp với sự thay đổi tỉ số truyền trong hộp tốc độ. Điều đó có thể thực hiện bằng tay hoặc từ xa: bằng khớp ly hợp điện từ, thủy lực v.v... trong trường hợp này động cơ được sử dụng không đồng bộ roto lồng sóc. Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện cơ là điều chỉnh tốc độ bằng cách đổi tỉ số truyền của hộp tốc độ. Động cơ điện có thể là động cơ không đồng bộ nhiều tốc độ hoặc động cơ một chiều. Điều chỉnh điện là thay đổi tốc độ máy chỉ bằng thay đổi tốc độ động cơ điện. Động cơ điện một chiều cho phép điều chỉnh tốc độ đơn giản, hơn so với động cơ điện xoay chiều, giảm nhẹ kết cấu cơ khí của máy. Khi giải quyết vấn đề điều chỉnh tốc độ truyền động chính và ăn dao

MCKL cần phải quan tâm đến các chỉ tiêu sau:

**I. Phạm vi điều chỉnh tốc độ:** tỉ số tốc độ góc lớn nhất  $\omega_{\max}$  và tốc độ góc nhỏ nhất của chi tiết  $\omega_{\min}$

(1-21)

(1-22)

(1-23)

$$D_{\omega} = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} \quad (1-19)$$

Đối với chuyển động tịnh tiến

$$D_v = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad (1-20)$$

Đối với chuyển động ăn dao là tỉ số lượng ăn dao lớn nhất và nhỏ nhất

$$D_s = \frac{s_{\max}}{s_{\min}} \quad (1-21)$$

**II** Độ trơn điều chỉnh tốc độ: là tỉ số giữa hai giá trị kế nhau của tốc độ:

$$\Pi = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i} \quad (1-24)$$

Trong đó:  $\omega_i, \omega_{i+1}$  là tốc độ cấp thứ  $i$  và  $i+1$   
 Nó được xác định bằng công thức sau:

$$\Pi = \sqrt[z]{\frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}} = \sqrt[z]{D} \quad (1-25)$$

- **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:  $\varphi = 1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2$

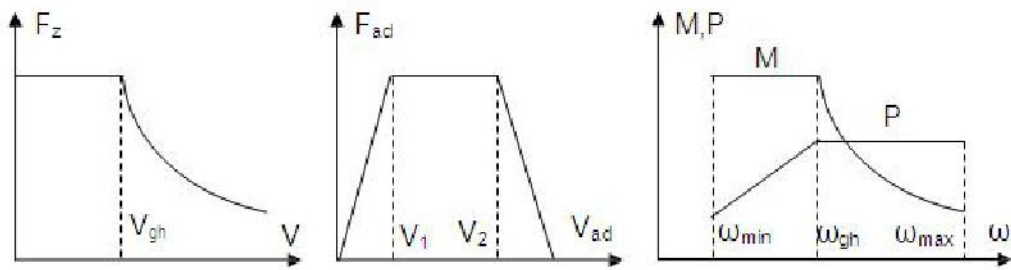
### III. Sự phù hợp giữa đặc tính của hệ thống và đặc tính của phụ tải

Trong thực tế, đặc tính cơ của máy không giữ được cố định theo qui 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 momen tỉ lệ ngược với tốc độ. Như vậy ở tốc độ thấp, momen có thể lớn. Do đó kích thước của các bộ phận cơ khí phải chọn lớn lên, điều đó không có lợi. Mặt khác, thực tế sản xuất cho thấy rằng các tốc độ thấp chỉ dùng cho các chế độ cắt nhẹ, nghĩa là  $M_Z$  và  $P_Z$  nhỏ. Vì vậy ở vùng tốc độ thấp người ta giữ momen không đổi còn công suất cắt thay đổi theo quan hệ bậc nhất với tốc độ



- Đối với truyền động ăn dao MCKL, nói chung momen 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 tới hạn  $t$ . Trong vùng này khi tốc độ ăn dao giảm, lực ăn dao và momen ăn dao cũng giảm theo. Ở tốc độ cao, tương ứng tốc độ  $v_z$  của truyền động chính 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, momen truyền động ăn dao cũng giảm (h1.9)



1.9 Đồ thị đặc tính phụ tải của MCKL

1.10 Quan hệ  $M(\omega)$ ,  $P(\omega)$  của ĐM<sub>đ</sub> khi thay đổi  $U_{uv}$  và  $\Phi$

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 một cách hợp lý nhất, ta có thể làm việc đầy tải ở mọi tốc độ. Nhờ đó, 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 điện là quan hệ giữa công suất hoặc momen 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 không đổi, ta có:

$$M = k\Phi I_{tr} = \text{const}, \quad P = M\omega \approx \omega$$

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

$$M = k\Phi I_{tr} \approx 1/\omega; \quad P = M\omega = \text{const}$$

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 như đặc tính cơ của truyền động chính MCKL

**IV. 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 chính yêu cầu  $\Delta\omega\% \leq 5 \div 15\%$

**V. 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, dễ kiếm vật tư thay thế.

## CHƯƠNG 4

### TÍNH TOÁN TRANG BỊ ĐIỆN TRONG NHÓM MÁY PHAY

#### I. Sơ đồ điện của nhóm máy phay

##### \* Đặc điểm trang bị điện

- Nhóm máy phay cũng bao gồm nhiều loại máy khác nhau như: máy phay ngang, phay đứng, phay giường, phay chép hình... Các chuyển động cần thiết của nó thường được thực hiện bằng các loại trang bị điện như sau:

##### 1. Chuyển động chính

- Chuyển động chính được thực hiện bằng động cơ KĐB 1 cấp hoặc 2 cấp tốc độ. Phạm vi điều chỉnh vận tốc thường dùng  $R_n=20-30$ . Hãm động cơ được thực hiện bằng phương pháp hãm ngược hoặc bằng điện cơ

##### 2. Chuyển động chạy dao

- Chuyển động chạy dao được thực hiện hoặc từ nguồn truyền động chính, hoặc dùng động cơ không đồng bộ riêng biệt. Ở máy phay giường cũng hay dùng động cơ thay đổi số cặp cực, động cơ điện một chiều, hệ thống F-Đ thông thường, hệ thống F-Đ/N hoặc hệ thống dầu ép để thực hiện hệ thống truyền động của bàn máy
- Phạm vi điều chỉnh lượng chạy dao  $R_s=5-60$ .

##### 3. Chuyển động phụ

- Trên máy phay còn dùng các chuyển động phụ như: chuyển động nhanh của ụ phay, chuyển động của xà ngang và cố định xà ngang ở máy phay giường, các chuyển động để quay bơm làm nguội, bôi trơn và chuyển động của hệ thống dầu ép.

## **II. Sơ đồ điện của máy phay 6H82**

### **1. Trang bị điện**

Trên máy phay 6H82 người ta dùng 3 động cơ KĐB 3 pha lồng sóc như sau:

+Động cơ thực hiện chuyển động chính  $D_c$  (Kiểu AO  $\Phi$ 52-4,  $N=7kW$ ,  $n=1440v/f$ )

+Động cơ thực hiện lượng chạy dao  $D_s$  (Kiểu AO  $\Phi$  41-4, $N= 1,7kw$ ,  $n=1420v/f$ )

+Động cơ quay bơm dung dịch làm nguội  $D_b$  (Kiểu ПА-22, $N=0,125kW$ ,  $n=2800v/f$ )

- Điện áp nguồn là 380V ba pha, điện áp thấp sáng là 36V nhờ biến áp B1, điện áp mạch điều khiển là 27V, do biến áp B2 cung cấp. Đóng động cơ chạy dao  $D_s$  nhờ hai bộ điều khiển 1ĐK và 2ĐK có tay gạt liên hệ đến bộ ly hợp vấu để chạy dao. Cầu dao Cd dùng để đóng ngắt tất cả các loại động cơ ra khỏi mạng điện
- Để đảo chiều động cơ trục chính  $D_c$ , người ta dùng bộ chuyển đổi CĐ có 3 vị trí: trái, phải và giữa (ngắt). Khi đảo chiều cần ngắt ĐC ra khỏi mạng điện, vì bộ chuyển đổi chỉ dùng để đóng ngắt động cơ khi không tải
- Để thực hiện chu trình làm việc tự động của bàn máy, người ta dùng công tắc điều khiển Cđ có 2 vị trí. Điều khiển chương trình tự động bằng các vấu tì lắp trên rãnh phía trước của bàn máy, được tiến hành khi công tắc điều khiển Cđ ở vị trí “Đóng chu trình tự động”
- Trước khi điều chỉnh chu trình làm việc bằng các vấu tì, tay gạt của các bộ phận điều khiển ĐK cần được đặt ở vị trí “Đóng điều khiển vấu” .Cần kiểm tra kỹ càng sự bố trí các vấu tỳ khi làm việc bằng tay gạt và khi làm việc bằng nút nhấn
- Khi đấu máy vào mạng điện, cần kiểm tra chiều quay của động cơ chạy dao  $D_s$ . Khi đấu dây đúng, hướng di động của bàn máy cùng chiều với hướng đóng tay gạt. Khi đấu sai các vấu tỳ hạn chế hành trình bàn máy sẽ không làm việc và có thể sẽ bị hư hỏng

- Khi điều chỉnh chu trình tự động đến vị trí chi tiết gia công, cần kiểm tra sự đúng đắn của chu kỳ. Nếu đúng hành trình chạy dao cùng với hành trình chạy nhanh, hành trình chạy nhanh cùng với hành trình chạy dao, thì phải quay một răng của bạc hình sao lắp cùng trục với tay gạt điều khiển lượng chạy dao

## 2. Điều khiển bằng tay gạt

- Sau khi điều chỉnh hướng quay cần thiết của động cơ chính  $\mathbb{D}_c$  bằng bộ chuyển đổi CĐ, ta đóng mạch động cơ bằng cách ấn nút khởi động  $1K_1$  hoặc  $1K_2$ . Lúc này mạch điện qua các tiếp điểm 1-2-6-7-8-9 được khép lại, khởi động từ 1T tác động, tiếp điểm chính của nó đấu động cơ chính  $\mathbb{D}_c$  vào mạng điện, động cơ bắt đầu quay theo hướng đã được điều chỉnh bằng bộ chuyển đổi CĐ
- Cùng lúc với việc ấn nút  $1K_1, 1K_2$ , cuộn dây của khởi động từ 1M cũng được đóng mạch, vì tiếp điểm tm. 1t lắp giữa điểm 7-8 đóng. Tiếp điểm chính của khởi động từ 1M làm khởi động động cơ làm nguội  $\mathbb{D}_b$ . Khi không cần dung dịch làm nguội, có thể ngắt động cơ  $\mathbb{D}_b$  bằng công tắc 2Ct
- Để điều khiển bằng tay, ta xoay công tắc điều khiển CĐ vào vị trí “Mở điều khiển vấu” (lúc này tiếp điểm  $Cd_1$  mở,  $Cd_2$  và  $Cd_3$  đóng). Sau đó ta có thể đóng chuyển động của bàn máy sang phải (hoặc trái) bằng tay gạt của bộ điều khiển 1ĐK sang phải, (hoặc trái) với lượng chạy dao đã được chọn. Tay gạt này được nối liền với một cam đặc biệt để đóng công tắc hành trình chạy phải 1ĐK<sub>1</sub> và công tắc hành trình chạy trái 1ĐK<sub>3</sub> của bộ điều khiển (lắp kín trong bàn máy)
- Khi gạt sang phải, dòng điện cấp cho khởi động từ chạy dao phải 2T theo mạch 1-2-6-2Đ<sub>2</sub>-7-2CC-11-12-14-1ĐK<sub>1</sub>-15-17. Khi gạt sang trái, khởi động từ chạy trái 2N được đóng theo mạch 1-2-6-2Đ<sub>2</sub>-7-2CC-11-12-14-1ĐK<sub>3</sub>-19-20-21.

- Khi ấn nút  $2K_1$  (nút  $3K$  được đặt ở 2 vị trí), công tắc tơ  $2M$  tác động theo mạch  $1-2-6-7-Cđ_2-13-22-23-2M-21$ , đóng nam châm điều khiển Nc. Nam châm điện Nc tác động, sẽ đóng ly hợp ma sát trong hộp chạy dao, chuyển xích chạy dao sang xích chạy nhanh của bàn máy
- Dừng động cơ chạy dao  $Đ_s$  khi bàn máy chuyển động, được thực hiện bằng cách di động tay gạt của bộ điều khiển  $1ĐK$  vào vị trí trung gian. Khi đó, hoặc mạch điện của công tắc tơ  $2T$  bị ngắt, nếu như bàn máy di động sang phải, hoặc mạch điện công tắc tơ  $2N$  bị ngắt nếu như bàn máy di động sang trái
- Chạy dao ngang ra phía trước hoặc sau và chạy dao đứng lên hoặc xuống được thực hiện bằng cách đóng bộ điều khiển  $2ĐK$  với các bước tương tự như điều khiển hành trình dọc. Mạch đóng khởi động từ  $2T$  thực hiện hành trình ra “Sau” và “Xuống” qua các điểm  $1-2-6-7-Cđ_2-13-1ĐK_4-12-14-2Đk_1-15-2T-16-17$ . Tương tự, mạch thực hiện hành trình ra “Trước” và “Lên” qua  $1-2-6-7-Cđ_2-13-1ĐK_4-12-14-2ĐK_3-19-2N-20-21$ . Chiều chuyển động cụ thể được thực hiện do sự phối hợp cơ khí nối liền các vị trí ngang hoặc đứng
- Hành trình nhanh của bàn máy, bàn trụ và ụ consol cũng có thể thực hiện khi không đóng động cơ chính  $Đ_c$ . Muốn thế, cần xoay bộ chuyển đổi  $CĐ$  vào vị trí giữa (ngắt). Sau đó ấn nút  $1K_1$  hoặc  $1K_2$ , và đóng bộ điều khiển  $1ĐK$ , hoặc  $2ĐK$  tùy thuộc vào lượng chạy dao cần thiết, hoặc nhấn nút  $3K_1$  để thực hiện hành trình nhanh. Thực chất lúc ấy, khởi động từ  $1T$  vẫn tác động, các tiếp điểm chính của nó đóng lại, nhưng  $Đ_c$  không quay, vì bộ chuyển đổi  $CĐ$  ngắt mạch động cơ

### 3. Điều khiển bằng vấu tỳ

- Để có thể điều chỉnh chu trình làm việc tự động của bàn máy cần xoay công tắc điều khiển Cđ vào vị trí “Đóng điều khiển vấu”. Lúc đó tiếp điểm Cđ<sub>1</sub> đóng, Cđ<sub>2</sub> và Cđ<sub>3</sub> mở
- Một chu trình nửa tự động sang phải có đảo chiều bàn máy, bao gồm các bước như sau:
  - + Hành trình nhanh sang phải đến chạy dao sang phải
  - + Chạy dao phải sang hành trình nhanh qua trái
  - + Dừng bàn máy ở vị trí biên bên trái
- Để thực hiện hành trình nhanh ở đầu chu trình, bộ điều khiển 3ĐK dùng để khống chế công tắc tơ 2M cần phải ở trạng thái đóng, tức là mạch của cuộn dây công tắc tơ 2M giữa điểm 24-23 phải đóng. Khi đó công tắc tơ 2M tác động, đóng mạch nam châm điện Nc để đóng ly hợp chuẩn bị chạy nhanh. Nếu mạch 24-23 mở, thì cần quay bạc hình sao đến một chỗ lõm, (bạc hình sao có tám vấu, cùng lắp lồng không với trục tay gạt bộ điều khiển 1ĐK dùng để đóng ngắt công tắc của bộ điều khiển 3ĐK). Khi ở chỗ lõm, bộ điều khiển 3ĐK sẽ nằm ở vị trí nối 2 điểm 24-23, và mở 2 điểm 24-18 (như vị trí trên hình vẽ). Kế đó cần điều chỉnh vấu kiểu bản lề không chế hành trình nhanh của bàn máy vào vị trí cần thiết, để có thể thực hiện lượng chạy dao sang phải. Sau khi đưa tay gạt của bộ điều khiển 1ĐK vào vị trí phải, (tiếp điểm 1ĐK<sub>1</sub> đóng), ta có hành trình nhanh sang phải, vì mạch của công tắc tơ 2T để khởi động động cơ chạy dao và công tắc tơ 2M dùng để đóng mạch nam châm điện đã được đóng lại. Khi kết thúc hành trình chạy dao sang phải, vấu bản lề điều khiển quay bạc hình sao đến một chỗ lồi. Khi đó bộ điều khiển 3ĐK sẽ mở 2 điểm 24-23, ngắt mạch công tắc tơ 2M và đóng 2 điểm 24-18 làm bàn máy lại tiếp tục di động sang phải với lượng chạy dao làm việc
- Để đảo chiều bàn máy từ hành trình làm việc bên phải, sang hành trình nhanh qua trái, ở cuối hành trình chạy dao phải, một vấu lắp trên bàn máy

sẽ quay tay gạt của bộ điều khiển 1ĐK từ vị trí phải sang vị trí trái. Khi đó, tiếp điểm 1đK mở, nhưng mạch công tắc tơ 2T vẫn được đóng theo xích 1-2-6-7-11-12-14-24-18-15-16-17. Công tắc tơ 2N chưa tác động, vì có tiếp điểm khóa đ, 2T ở giữa 2 điểm 20-21. Sau đó, một vấu bản lề thứ 2 lắp trên abn2 máy quay bạc hình sao đến một chỗ lõm, làm tác động bộ điều khiển 3ĐK, tiếp điểm tm của nó giữa điểm 24-18 ngắt mạch cuộn dây công tắc tơ 2T. Khi đó, mạch công tắc tơ 2N đóng qua 1-6-7-11-12-14-1ĐK<sub>3</sub>-19-2N-21, động cơ Đ<sub>s</sub> đảo chiều. Cùng lúc, tiếp điểm đ 3ĐK (giữa điểm 24-23) đóng mạch công tắc tơ 2M, bàn máy di động nhanh sang trái

- Khi kết thúc hành trình nhanh sang trái, một vấu tỳ trên bàn máy sẽ quay tay gạt bộ điều khiển 1ĐK vào vị trí trung gian (ngắt) mạch của công tắc tơ 2N bị ngắt và bàn máy dừng lại ở vị trí trái

#### 4. “Nhấp” động cơ

- Khi thay đổi vận tốc của trục chính, cũng thay đổi lượng chạy dao, tay gạt chuyển đổi vận tốc tác động lên công tắc cuối hành trình 1CC và 2CC, làm “nhấp” động cơ Đ<sub>c</sub> cũng như Đ<sub>s</sub> trong thời gian tay gạt đi được một phần hành trình của nó. Như thế, quá trình thay đổi vận tốc trục chính và lượng chạy dao được tiến hành khi quay các bánh răng di động trong khoảng thời gian ngắn

#### 5. Hãm máy

- Hãm động cơ trục chính Đ<sub>c</sub> được thực hiện bằng phương pháp hãm ngược nhờ công tắc tơ hãm ngược Hn. Tiếp điểm chính công tắc tơ Hn đóng động cơ Đ<sub>c</sub> quay ngược, bị hãm nhanh. Khi số vòng quay của động cơ Đ<sub>c</sub> giảm xuống gần bằng 0, tiếp điểm tm, RV mở, ngắt mạch của công tắc tơ hãm Hn, Động cơ dừng lại
- Để hạn chế dòng điện khi hãm, người ta dùng các điện trở R1 và R2 lắp vào mạch stato của động cơ

#### 6. Khoá lần



Trong sơ đồ mạch 6H82 dùng các mạch khóa lần như sau:

- Mạch khóa lần để không cho phép tay gạt bộ điều khiển 1ĐK và 2ĐK đóng cùng một lúc. Trong trường hợp chúng đóng cùng một lúc, động cơ chạy dao Đ<sub>s</sub> sẽ bị ngắt khỏi mạng điện, vì mạch điều khiển 2 công tắc tơ 2T và 2N điều bị ngắt do các tiếp điểm tđ của bộ điều khiển 1ĐK và 2ĐK điều mở
- Khóa lần ngăn ngừa đóng hành trình chạy dao ngang và đứng, khi đặt công tắc điều khiển Cđ vào vị trí “Đóng điều khiển vấu”
- Khóa lần không cho đóng lượng chạy dao dọc, khi chưa đặt núm thay đổi lượng chạy dao vào vị trí làm việc
- Để tránh gãy dao, tức là động cơ chạy dao Đ<sub>s</sub> chỉ khởi động sau khi động cơ Đ<sub>c</sub> làm việc, người ta dùng tiếp điểm khóa lần tm 1T giữa điểm 12-14.
- Khóa lần ngăn ngừa khả năng sử dụng nút 3K<sub>1</sub> khi xoay công tắc điều khiển Cđ vào vị trí “Đóng điều khiển vấu”.
- Để ngăn ngừa phản ứng của khởi động từ bị dính chặt trong thời gian đảo chiều, khi có điện áp ở các đầu nối của cuộn dây, người ta dùng tiếp điểm tđ Cđ<sub>3</sub> (giữa điểm 16-20) của công tắc điều khiển Cđ với các tiếp điểm tđ. 2N và 2T (giữa điểm 16-17 và 20-21)

#### 7. Bảo vệ

- Để bảo vệ hệ thống khi mất điện áp, ở tất cả các động cơ điều dùng công tắc tơ. Để phòng ngừa ngắn mạch người ta dùng các cầu chì 1C, 2C, 3C và 4C. Bảo vệ các động cơ khỏi quá tải dùng các rơle nhiệt 1RN, 2RN và 3RN

MỤC LỤC

	TRANG
<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>4</b>
<b>GIỚI THIỆU CHUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>Chương 1: KHÁI QUÁT VỀ TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CẮT KIM LOẠI..</b>	<b>5</b>
<b>I. Các yêu cầu chính và những đặc điểm công nghệ đặc trưng của trang bị điện và tự động hoá các máy cắt kim loại.....</b>	<b>5</b>
<b>II. Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên mặt cắt kim loại .....</b>	<b>6</b>
<b>III. Các thiết bị điện chuyên dụng dùng trong các máy cắt gọt kim loại ...</b>	<b>8</b>
1. Nam châm điện .....	8
2. Bàn từ .....	9
3. Khớp ly hợp điện từ .....	9
<b>IV. Chọn hệ truyền động và tính chọn công suất động cơ truyền động của máy cắt gọt kim loại.....</b>	<b>12</b>
1. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại.....	12
2. Các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt trên các máy cắt gọt kim loại .....	12
3. Công suất cắt.....	14
4. Thời gian máy .....	14
<b>V. Phụ tải của động cơ truyền động các cơ cấu điển hình trong các máy cắt gọt kim loại .....</b>	<b>15</b>
1. Cơ cấu truyền động chính.....	15
2. Cơ cấu truyền động ăn dao .....	16

<b>Chương 2: TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CÁC CƠ CẤU CỦA MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI.....</b>	<b>18</b>
I. Những vấn đề chung .....	18
II. Các số liệu ban đầu .....	18
III. Các bước chọn công suất động cơ .....	19
<b>Chương3: ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ TRONG MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI .....</b>	<b>21</b>
1. Phạm vi điều chỉnh tốc độ.....	21
2. Độ trơn điều chỉnh tốc độ.....	22
3. Sự phù hợp giữa đặc tính của hệ thống và đặc tính của phụ tải .....	22
4. Độ ổn định tốc độ.....	23
5. Tính kinh tế .....	23
<b>CHƯƠNG4 :TÍNH TOÁN TRANG BỊ ĐIỆN TRONG NHÓM MÁY PHAY .....</b>	<b>24</b>
I. Sơ đồ điện của nhóm máy phay .....	24
1. Chuyển động chính .....	24
2. Chuyển động chạy dao.....	24
3. Chuyển động phụ .....	24
II. Sơ đồ điện của máy phay 6H82 .....	25
1. Trang bị điện .....	25
2. Điều khiển bằng tay gạt .....	27
3. Điều khiển bằng vấu tỳ.....	28
4. “Nhấp” động cơ.....	30
5. Hãm máy.....	30
6. Khoá lần.....	30
7. Bảo vệ .....	31

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

**-Giáo trình Điện Công Nghiệp. Tác giả: TS Nguyễn Bê**

**-Giáo trình trang bị điện trong máy cắt gọt kim loại . Tác giả: Nguyễn Ngọc Cẩn. Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia Thành Phố**



# ĐỒ GÁ CƠ KHÍ

**CÁC LOẠI ĐỒ GÁ TRÊN MÁY CẮT K/ LOẠI**



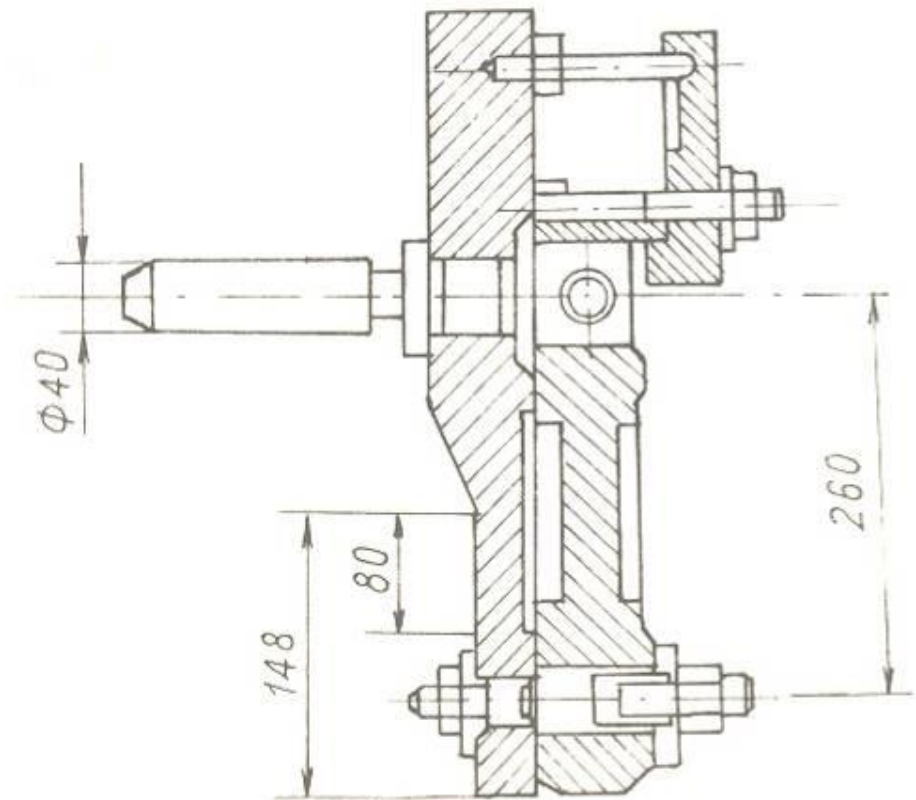
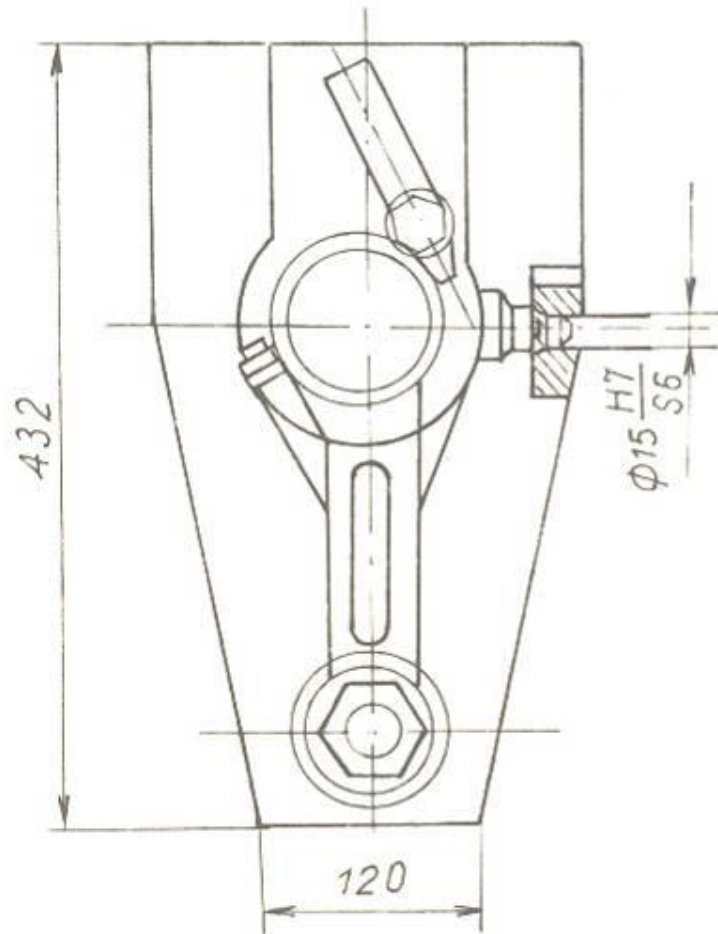
## I. Đồ gá tiện.

Đồ gá tiện thường được bắt chặt với trục chính của máy tiện ngang và có chuyển động quay trong quá trình gia công chi tiết. Vì vậy cần quan tâm đến yêu cầu :

- Bảo vệ an toàn cho máy & người khi có lực ly tâm xuất hiện. Cần thiết phải cân bằng đồ gá.
- Kết cấu nối đồ gá với trục chính của máy tiện phải đảm bảo đủ độ cứng vững và đảm bảo an toàn khi thao tác, không được có cạnh sắc.

# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

3



# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

4

Trong thực tế, đồ gá tiện có các dạng sau:

- Đồ gá gia công chi tiết lắp với trục chính của máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động quay cùng với trục chính của máy tiện, dụng cụ cắt có chuyển động tịnh tiến cùng bàn dao.

ví dụ: như mâm cặp, mũi tâm là các loại đồ gá tiện vạn năng trang bị kèm theo đồ gá tiện.



# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

5

- Đồ gá gia công chi tiết lắp trên sống trượt của băng máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động tịnh tiến cùng bàn dao, còn dụng cụ lắp trên trục chính và máy có chuyển động quay tròn cùng với trục chính của máy tiện.
- Đồ gá gia công chi tiết được gá trên hai mũi tâm của máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động quay cùng trục chính của các loại đồ gá.

# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

6

- Đồ gá gia công chi tiết lắp với trục chính của máy tiện thường gồm các bộ phận: **cơ cấu định vị phôi, cơ cấu kẹp chặt phôi, thân đồ gá**, bộ phận định vị và kẹp chặt đồ gá trên trục chính của máy tiện.
- Đồ gá gia công chi tiết trên sống trượt của băng máy tiện gồm các bộ phận: **cơ cấu định vị phôi, cơ cấu kẹp chặt phôi, thân đồ gá**, bộ phận định vị và kẹp chặt thân đồ gá trên băng máy tiện, cơ cấu phân độ.

## 2. Đồ gá phay.

Đặc điểm quan trọng của đồ gá phay phải lưu ý khi thiết kế là:

- Lực cắt lớn
- Quá trình cắt gián đoạn nên có xung lực làm cho hệ thống công nghệ bị rung động lớn.

Vì vậy kết cấu của đồ gá phay cần thiết phải đảm bảo đủ độ cứng vững, đặc biệt là thân và đế đồ gá. Cơ cấu kẹp chặt phải tạo ra đủ lực kẹp chặt chi tiết gia công, đủ độ cứng vững và có tính tự hãm tốt. Kết cấu cụ thể của đồ gá bao gồm các bộ phận sau:

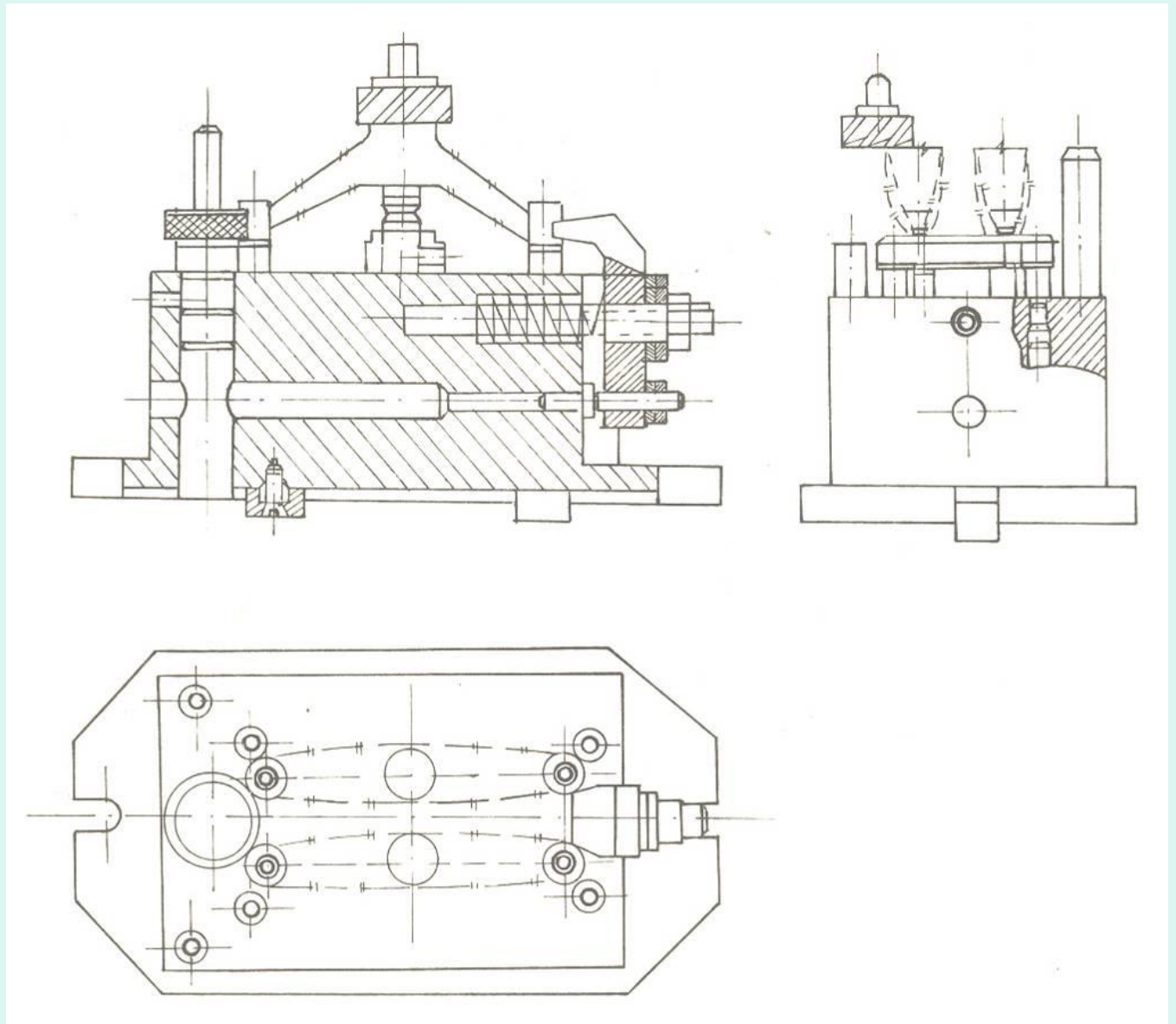
# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

8

- + Cơ cấu định vị phôi và cơ cấu kẹp chặt
- + Cơ cấu định vị đồ gá trên máy công cụ
- + Cơ cấu so dao bao gồm miếng gá dao và các tấm căn đệm
- + Cơ cấu phân độ và cơ cấu chép hình.

# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

9



## 3. Đồ gá khoan, khoét, doa.

- Đồ gá khoan được dùng chủ yếu trên máy khoan bàn, máy khoan đứng hoặc máy khoan cần để xác định vị trí tương đối giữa chi tiết gia công và dụng cụ cắt, đồng thời kẹp chặt chi tiết gia công để tạo các lỗ có yêu cầu chính xác khác nhau (khoan, khoét, doa).
- Tất cả các phụ tùng để kẹp chặt mũi khoan, mũi khoét, mũi doa được gọi là dụng cụ phụ của máy khoan, ví dụ như đầu kẹp nhanh, đầu kẹp ta rô. v.v...

# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

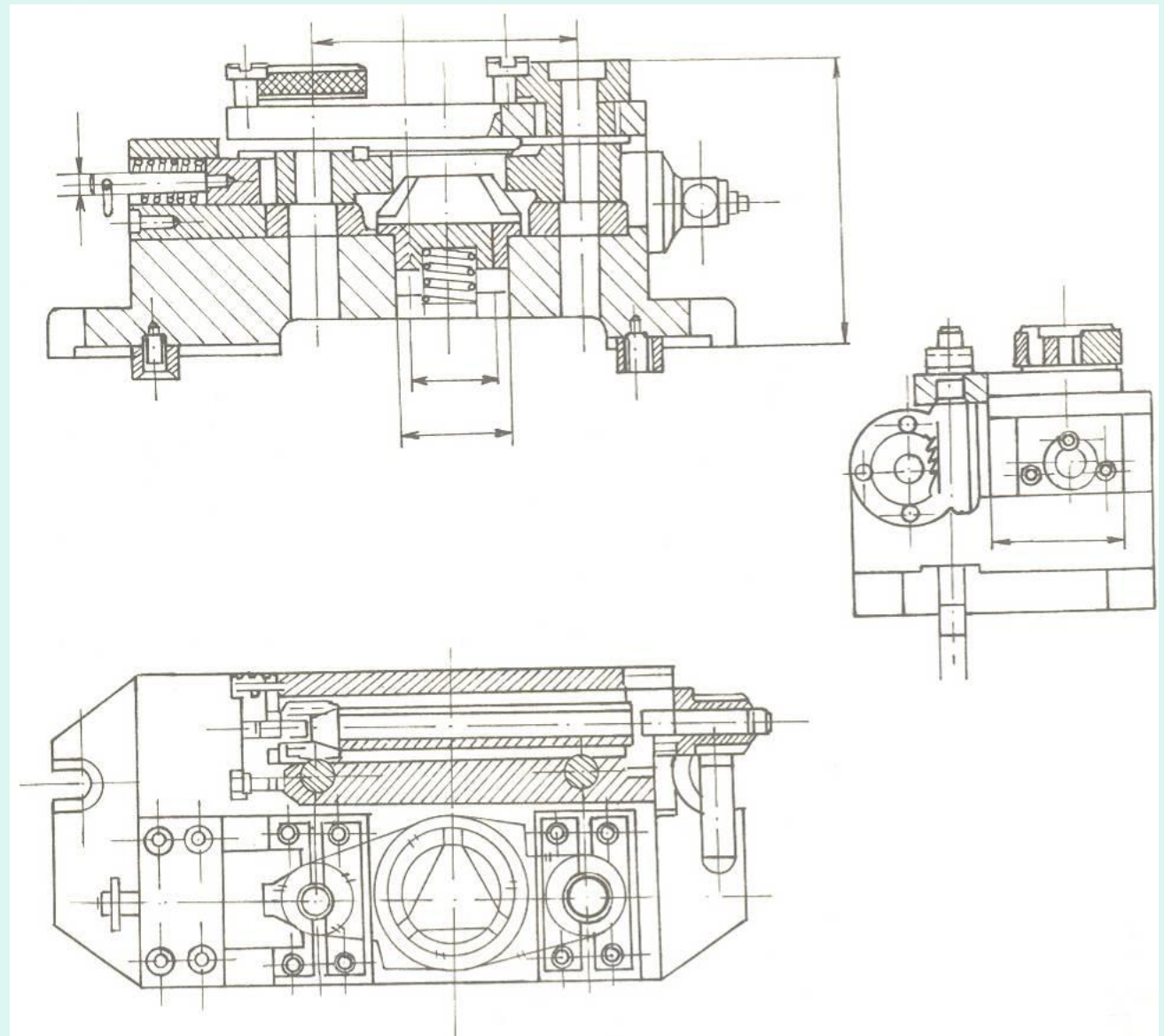
11

Kết cấu của đồ gá khoan thường bao gồm các bộ phận sau:

- + Cơ cấu định vị chi tiết gia công.
- + Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công
- + Thân và đế đồ gá lắp cố định trên bàn máy.
- + Cơ cấu dẫn hướng dụng cụ cắt (bạc dẫn và phiến dẫn)
- + Cơ cấu phân độ.

# CÁC LOẠI ĐỒ GÁ

12







**Đồ án tốt nghiệp**

**Máy cắt gọt kim loại**

---

---

## Chương 1

# **Tổng quan chung của công nghệ gia công trên các máy cắt gọt kim loại**

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

### **I. Phân loại các máy cắt gọt kim loại**

- Tùy thuộc vào quá trình công nghệ đặc trưng bởi phương pháp gia công, dạng dao, đặc tính chuyển động... 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...
  - 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... để gia công các chi tiết khác nhau về hình dạng và kích thước.
    - + Máy chuyên dùng là các máy để gia công các chi tiết có cùng hình dạng nhưng 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 :
    - + Máy bình thường : trọng lượng chi tiết  $100 - 10 \cdot 10^3$  kG
    - + Máy cỡ lớn : trọng lượng chi tiết  $10 \cdot 10^3 - 30 \cdot 10^3$  kG
    - + Máy cỡ nặng : trọng lượng chi tiết  $30 \cdot 10^3 - 100 \cdot 10^3$  kG
    - + 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.
- 
-

---

---

## **II. Các chuyển động và các dạng gia công trên máy cắt gọt kim loại**

- Trên các máy cắt gọt kim loại có hai loại chuyển động : chuyển động cơ bản và chuyển động phụ.
  - Chuyển động cơ bản là sự di chuyển tương đối của dao cắt so với phôi để đảm bảo quá trình cắt gọt . Chuyển động này lại chia ra : chuyển động chính và chuyển động ăn dao.
  - + Chuyển động chính : là chuyển động đưa dao cắt ăn vào chi tiết.
  - + Chuyển động ăn dao : là các chuyển động xô dịch của lưỡi dao hoặc phôi để tạo ra 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.
- Các chuyển động chính, ăn dao có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động tịnh tiến của dao hoặc phôi.

## **III. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại**

- Đối với chuyển động chính của máy tiện, khoan, doa, phay... với tần số đóng cắt điện không lớn, phạm vi điều chỉnh tốc độ không rộng, thường dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ roto lồng sóc . Điều chỉnh tốc độ trong các máy đó thực hiện bằng phương pháp cơ khí dùng hộp tốc độ.
- Đối với một số máy khác như : máy tiện, máy doa ngang, máy sọc răng yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn, hệ truyền động trực chính dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ 2 hoặc 3 cấp tốc độ . Quá trình thay đổi tốc độ thực hiện bằng cách thay đổi sơ đồ đấu dây quấn stato của động cơ để thay đổi số đôi cực với công suất duy trì không đổi.
- Đối với một số máy như : máy bào giường, máy mài tròn, máy doa toạ độ và hệ truyền động ăn dao của một số máy yêu cầu :
  - + Phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng
  - + Đảo chiều quay liên tục
  - + Tần số đóng - cắt điện lớn

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

---

---

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

##### ***1. Chuyển động chính***

Tốc độ cắt, lực cắt phụ thuộc các yếu tố của điều kiện gia công, gồm :

- Chiều sâu cắt :  $t$  ( mm )  
Là khoảng cách bề mặt của chi tiết trước và sau khi gia công.
- Lượng ăn dao :  $s$  ( mm / vòng, mm / hành trình )  
Là độ di chuyển của dao khi chi tiết quay được một vòng hoặc đi được một hành trình.
- Độ bền dao :  $T$  ( phút )  
Là khoảng thời gian làm việc của dao giữa hai lần mài kế tiếp.
- Vật liệu dao, phôi, phương pháp gia công.

##### ***a. Tốc độ cắt***

Là tốc độ dài tương đối của chi tiết so với dao tại điểm tiếp xúc giữa dao và chi tiết.

$$V_z = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ ( m/phút )}$$

$$\text{Hay } V_z = w_{ct} \cdot R_{ct}$$

Trong đó :  $C_v, x_v, y_v, m$  là hệ số và số mũ phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công

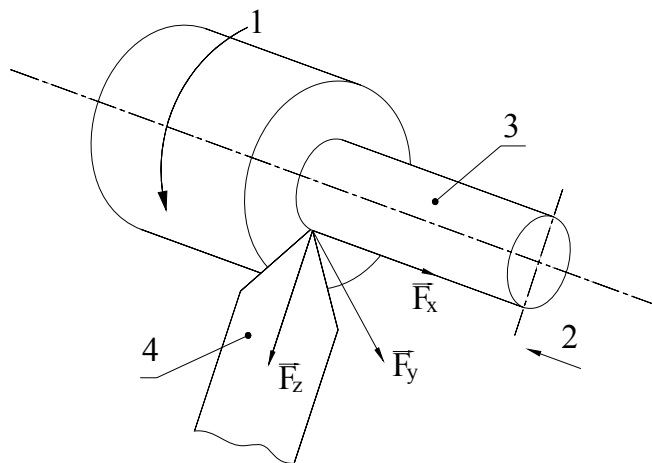
VD: Khi chi tiết là gang thép :

- Dao làm bằng thép gió thì :  $C_v = 18,2 \div 53,7$
- Dao làm bằng hợp kim cứng thì :  $C_v = 39,5 \div 252$

---

---

**b. Lực cắt**



Trong quá trình gia công, tại điểm tiếp xúc giữa dao và chi tiết xuất hiện lực tác dụng  $F$  gồm 3 thành phần :

+  $F_x$  : là lực dọc trục, lực mà cơ cấu ăn dao phải khắc phục, là thành phần chính của lực ăn dao .

+  $F_y$  : là lực hướng kính, tạo áp lực lên các cơ cấu bàn dao gây ra lực ma sát giữa dao và chi tiết .

+  $F_z$  : là lực tiếp tuyến, lực mà cơ cấu chuyển động chính phải khắc phục, hay còn gọi là lực cắt .

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z$$

$$F_z = 9,81 \cdot C_F \cdot t^{x_F} \cdot s^{y_F} \cdot V_z^n$$

$$F_z : F_y : F_x = 1 : 0,4 : 0,25$$

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

**c. Công suất cắt**

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

$$P_z = \frac{F_z \cdot V_z}{60 \cdot 10^3} (kW)$$

---

---

Trong đó :

$F_z$  – lực cắt ( N )

$V$  – tốc độ cắt ( m/ph )

## 2. Chuyển động ăn dao

### a. Tốc độ ăn dao

Là tốc độ dịch chuyển của cơ cấu bàn dao

$$V_{ad} = s.n_{ct} \cdot 10^3 \quad (\text{m/ph})$$

Trong đó :

$n_{ct}$  – tốc độ vòng quay chi tiết

$S$  – lượng ăn dao

$$w_{ct} = \frac{2\pi.n_{ct}}{60}$$

Vậy : 
$$V_{ad} = \frac{60.w_{ct}}{2\pi} \cdot 10^{-3} \quad (\text{m/s})$$

### b. Lực ăn dao

$$F_{ad} = k.F_x + F_{ms}$$

Với :  $F_{ms} = \mu [ G_{bd} + F_y ] + F_d$

Trong đó :

-  $\mu$  là hệ số ma sát

+ lúc khởi động :  $\mu = \mu_0 = 0,2 \div 0,3$

+ lúc làm việc :  $\mu = 0,05 \div 0,15$

-  $G_{bd}$  là trọng lượng cơ cấu bàn dao

$$G_{bd} = m_{bd} \cdot g$$

### c. Công suất ăn dao

$$P_{ad} = \frac{F_{ad}.V_{ad}}{60.10^3} \quad (\text{kW})$$

## 3. Thời gian máy

Là thời gian dùng để gia công chi tiết . Nó còn được gọi là thời gian công nghệ, thời gian cơ bản hoặc thời gian hữu ích . Để tính toán thời gian

---

---

---

---

máy, ta căn cứ vào các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt, gọi là phương pháp gia công trên máy.

Ví dụ đối với máy tiện :

$$t_m = \frac{L}{n.s}(ph)$$

Trong đó :

L : chiều dài của hành trình làm việc (mm)

n : tốc độ quay chi tiết ( tốc độ quay của mâm cặp ) (vòng/ph)

s : Lượng ăn dao (mm/vòng)

Với :  $n = \frac{60.10^3.v}{\pi.d}$

Ta có :  $t_m = \frac{\pi.d.L}{60.10^3.v.s}$

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

### **1. *Truyền động chính***

Trong cơ cấu truyền động chính các máy cắt gọt kim loại, lực cắt là lực hữu ích, nó phụ thuộc vào chế độ cắt ( t, s, v ) vật liệu chi tiết gia công và vật liệu làm dao.

#### ***a. Cơ cấu chuyển động quay***

- Momen trên trục chính của máy được xác định theo công thức :

$$M_z = \frac{F_z.d}{2}$$

Với :

$F_z$  : là lực cắt (N)

d : đường kính chi tiết (m)

- Momen hữu ích trên trục động cơ

$$M_{hi} = \frac{M_z}{i} = \frac{F_z.d}{2i}(Nm)$$

Với i là tỉ số truyền từ trục động cơ đến trục chính của máy

---

---

- Momen cản trên trục động cơ

$$M_c = \frac{M_{hi}}{\eta} = \frac{F_z \cdot d}{2i \cdot \eta}$$

### ***b. Cơ cấu chuyển động tịnh tiến***

- Momen tịnh tiến hữu ích

$$M_{hi} = F_z \cdot \rho$$

Với :

$$\rho = \frac{V_c}{\omega} \text{ là bán kính quy đổi lực cắt của trục động cơ.}$$

$V_c$  là tốc độ truyền cơ cấu

- Momen cản tĩnh trên trục động cơ

$$M_c = \frac{M_{hi}}{\eta} = \frac{F_z \cdot \rho}{\eta}$$

## **2. Truyền động ăn dao**

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

$$F_{ad_0} = (G_{bd} + G_{ct})f_0 + \mu \cdot s \text{ (N)}$$

Trong đó :

$G_{bd}$  : khối lượng bàn

$G_{ct}$  : khối lượng chi tiết

$f_0$  : hệ số ma sát

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

$f = 0,08 \div 0,1$  khi cắt gọt

$\mu$  : áp suất dính ( $\mu = 0,5 \text{ N/cm}^2$ )

Lực ăn dao khi cắt gọt :

$$F_{ad} = (G_{bd} + G_{ct}) \cdot f + \alpha \cdot s \text{ (N)}$$

Momen trên trục vít :

- Khi khởi hành :

$$M_{ad_0} = \frac{1}{2} F_{ad_0} \cdot d_{tb} \cdot \text{tg}(\alpha + \theta) \text{ ( N.m )}$$



- Khi cắt gọt :

$$M_{ad} = \frac{1}{2} F_{ad} \cdot d_{tb} \cdot \text{tg}(\alpha + \theta) \text{ ( N.m )}$$

Với:

$\alpha$  : góc lệch đường ren trục vít

$\theta$  : góc ma sát của trục vít

$d_{tb}$  : đường kính trung bình của trục vít

## **VI. Tổn hao trong máy cắt gọt kim loại**

Tổn hao trong máy cắt gọt kim loại phụ thuộc vào :

- Dạng và số lượng của khâu động học (tính từ trục động cơ đến trục cơ cấu)
- Dạng và nhiệt độ của dầu bôi trơn
- Sự thay đổi phụ tải làm thay đổi áp lực trong các cơ cấu truyền của máy
- Sự thay đổi tốc độ của cơ cấu làm việc

### **1. Phụ tải định mức / $\omega_{cdm}$ ( const )**

$$\eta_{dmHT} = \eta_{dm1} \cdot \eta_{dm2} \cdot \dots \cdot \eta_{dmn}$$

$$\Rightarrow \eta_{dmHT} = \prod_{i=1}^n \eta_{dmi}$$

### **2. Phụ tải thay đổi / $\omega_{cdm}$**

$$\eta_{HT} = \frac{M_{hi}}{M_{hi} + M_{ms}}$$

$$M_{ms} = aM_{hidm} + bM_{hi}$$

Với :

a : là hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải

b : là hệ số tổn hao biến đổi theo phụ tải

$$M_{ms} = M_{hi} \left[ a \cdot \frac{M_{hidm}}{M_{hi}} + b \right]$$

$$= M_{hi} \left[ \frac{a}{k_t} + b \right]$$

---

---

Với :  $k_t = \frac{M_{hi}}{M_{hidm}} = \frac{P_z}{P_{zdm}}$  là hệ số phụ tải

Khi đó :

$$\eta_{HT} = \frac{M_{hi}}{M_{hi} + M_{hi} \left[ \frac{a}{k_t} + b \right]} = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} + b}$$

$$\eta_{dmHT} = \frac{1}{1 + a_{dm} + b_{dm}} \Rightarrow a_{dm} + b_{dm} = \frac{1 - \eta_{dmHT}}{\eta_{dmHT}}$$

$$\Rightarrow a = 0,6 (a_{dm} + b_{dm})$$

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

### 3. Phụ tải thay đổi, $\omega_c$ thay đổi

$$a_1 = a \cdot \frac{\omega_c}{\omega_{cdm}}$$

Với:

$a_1$  : hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải khi  $\omega$  thay đổi

$a$  : hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải khi  $\omega_{dm}$

$$\Rightarrow \eta_{HT} = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_{cdm}} + b}$$

## **VII. Tính chọn công suất động cơ**

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

- Chế độ làm việc : dài hạn, ngắn hạn hay ngắn hạn lặp lại
- Các thông số đặc trưng cho chế độ cắt gọt
- Khối lượng của chi tiết gia công
- Thời gian làm việc, thời gian nghỉ và môi trường làm việc
- Công suất, điện áp, dòng điện làm việc của máy
- Khối lượng của các bộ phận chuyển động

---

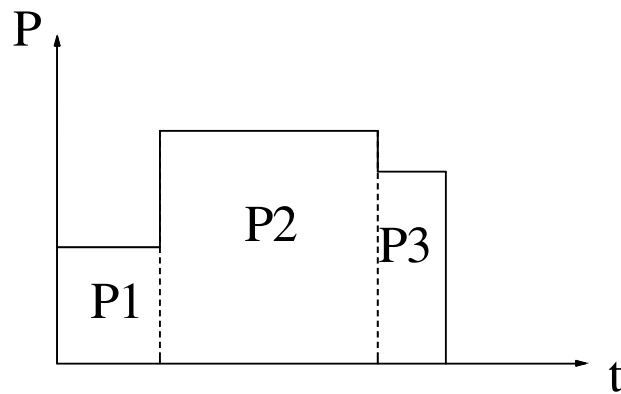
---

## 2. Các bước tính chọn công suất động cơ

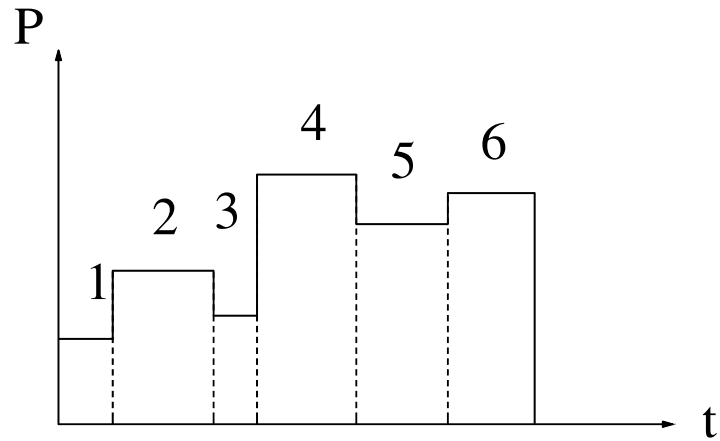
Bước 1 : Chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động được tiến hành theo trình tự sau:

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

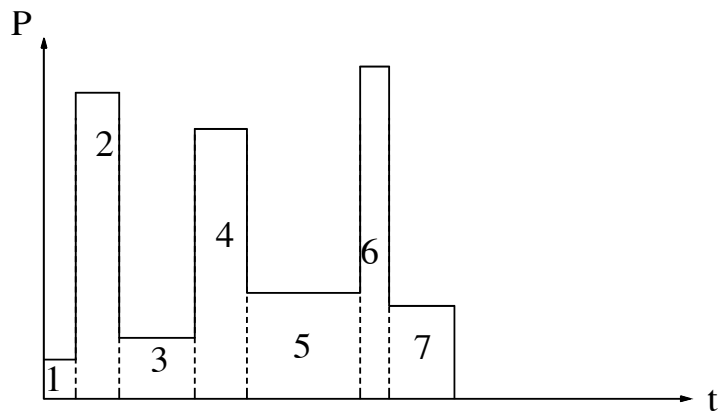
Ví dụ :



⇒ Ta chọn theo  $P = P(c_2)$  là  $P_{\max}$



⇒ Ta chọn theo công suất trung bình  $P_{tb}$



⇒ Ta chọn theo công suất đẳng trị :

$$P_{đtrị} = \sqrt{\frac{\sum P_{Ci}^2 \cdot t_{Mi}}{\sum t_{Mi}}}$$

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

- Theo điều kiện phát nóng
- Theo điều kiện quá tải
- Theo điều kiện mở máy

---

---

### 3. Một số ví dụ tính chọn công suất động cơ

#### a. Máy bào

Công suất truyền động cơ cấu chính :

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

Với :

$F_z$  : lực cản khi bào ( N/m<sup>2</sup> )

$q$  : tiết diện của phoi ( m<sup>2</sup> )

$v$  : vận tốc cắt ( m/s )

$\eta$  : hiệu suất của máy ( thường lấy là 0,65 ÷ 0,7 )

$F_z$  phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công :

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

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

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

#### b. Máy tiện

Công suất động cơ truyền động chính :

$$P = \frac{F_z \cdot q \cdot v}{60.102\eta} \text{ (kW)}$$

Với:

$F_z$  : lực cản cắt khi tiện ( kG/mm<sup>2</sup> )

$q$  : tiết diện phoi ( mm<sup>2</sup> )

$v$  : vận tốc cắt ( m/ph )

$\eta$  : hiệu suất của máy

#### c. Máy khoan

Momen quay :

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

Công suất động cơ :

$$P = \frac{M \cdot n}{975.1000 \cdot n} = \frac{F_z \cdot d^2 \cdot s \cdot n}{975.1000 \cdot 8 \cdot \eta} \text{ ( kW )}$$

Trong đó:

---

---

---

---

$F_z$  : lực cản khi khoan ( kG/mm<sup>2</sup> )

$d$  : đường kính mũi khoan ( mm )

$s$  : lượng ăn dao trên một vòng quay của mũi khoan ( mm )

$n$  : tốc độ của mũi khoan ( vòng/phút )

$\eta$  : hiệu suất của máy

#### **d. Máy phay**

Công suất động cơ :

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

Trong đó :

$F_z$  : lực cản cắt khi phay ( kG/mm<sup>2</sup> )

$b$  : chiều rộng lớp phay ( mm )

$t$  : chiều sâu cắt ( mm )

$n$  : tốc độ quay của dao phay ( vòng/phút )

$s$  : lượng ăn dao ( mm/vòng )

#### **e. Các cơ cấu phụ**

Công suất động cơ truyền động các cơ cấu phụ thường làm việc ở chế độ ngắt hạn lặp lại.

$$P = \frac{G \cdot \mu \cdot v}{60 \cdot 102 \cdot \eta \cdot \lambda_{\max}} \text{ ( KW )}$$

Với :

$G$  : trọng lượng của phần di chuyển ( kG )

$\mu$  : hệ số ma sát ( thường bằng 0,1 )

$v$  : tốc độ di chuyển ( m/phút )

$\eta$  : hiệu suất phụ của cơ cấu

$$\mu_{\max} = \frac{M_{\max}}{M_{dm}} : \text{ hệ số quá tải}$$

Đối với cơ cấu phụ, momen cản tĩnh khi khởi hành rất lớn (  $M_{c_0}$  ) cho nên phải kiểm tra công suất động cơ đã chọn theo điều kiện mở máy (  $M_{mm} > M_{c_0}$  )

Momen cản tĩnh khi khởi hành :

$$M_{c_0} = 0,16 \cdot \frac{G \cdot \mu \cdot v}{\eta \cdot n_0 \cdot (1 - \lambda_{\max} \cdot S_{dm})} \text{ ( KW )}$$

---

---

---

---

Trong đó :

$n_0$  : tốc độ từ trường quay stato động cơ ( vòng/phút )

$S_{đm}$  : hệ số trượt định mức của động cơ đã chọn

*f. Cơ cấu ăn dao*

\* Momen trên trục động cơ :

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

Trong đó :

$i$  : tỷ số truyền của hộp tốc độ

$\eta$  : hiệu suất của hộp tốc độ

\* Công suất của động cơ truyền động :

$$P = \frac{M.n_0}{9550} \text{ ( KW )}$$

Với  $n_0$  là tốc độ đồng bộ của động cơ ( vòng/phút )

\* Momen khởi hành của động cơ :

$$M_{kh} = \frac{M_{ad_0}}{i.\eta} \text{ ( N.m )}$$

Với :

$i$  : tỷ số truyền của hộp số

$\eta$  : hiệu suất của hộp số

\* Công suất của động cơ :

$$P = \frac{F_{ad}}{60.1000} \text{ ( KW )}$$

Với :

$F_{ad}$  : lực ăn dao ( N )

$v$  : Vận tốc ăn dao ( mm/phút )

$$v = s.n$$

$s$  : lượng ăn dao ( mm/vòng )

$n$  : tốc độ quay của động cơ ( vòng/phút )

## **VIII. Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại**

---

---

## **1. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ**

### **a. Điều chỉnh cơ**

- Thay đổi tốc độ cơ cấu bằng cách thay đổi tỷ số truyền  $i$ , còn  $\omega_D$  không đổi.
  - + Ưu điểm : Hệ truyền động đơn giản, sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc
  - + Nhược điểm : Điều chỉnh có cấp và phạm vi điều chỉnh hẹp
- Vì vậy, phương pháp này sử dụng cho các máy nhỏ và trung bình.

### **b. Điều chỉnh điện**

- Thay đổi tốc độ động cơ bằng cách thay đổi  $\omega_D$ , còn tỷ số truyền  $i$  không đổi.
  - + Ưu điểm : Điều chỉnh trơn hơn, phạm vi điều chỉnh rộng
  - + Nhược điểm : Hệ truyền động phức tạp hơn vì sử dụng hệ truyền động có điều chỉnh.
- Vì vậy, phương pháp này sử dụng với các máy từ cỡ lớn đến cỡ nặng.

### **c. Điều chỉnh điện – cơ**

- Thay đổi tốc độ cơ cấu bằng cách thay đổi  $\omega_D$ , và tỷ số truyền  $i$  thay đổi.

**Nguyên tắc điều chỉnh** : ở mỗi cấp tốc độ của hộp tốc độ thì điều chỉnh tốc độ động cơ (  $\omega_D$  )

---

---

## **2. Các chỉ tiêu chất lượng khi điều chỉnh tốc độ**

### **a. Phạm vi điều chỉnh**

- Truyền động chính
- + Với chuyển động quay

$$D_\omega = \frac{\omega_{c \max}}{\omega_{c \min}} \text{ hoặc } D_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$$

Trong đó :

$\omega_{\max}$  : tốc độ góc lớn nhất ( rad/s )

$\omega_{\min}$  : tốc độ góc nhỏ nhất ( rad/s )

$n_{\max}$  : tốc độ quay lớn nhất ( vòng/phút )

$n_{\min}$  : tốc độ quay nhỏ nhất ( vòng/phút )



---

---

+ Với chuyển động tịnh tiến

$$D_v = \frac{V_{c \max}}{V_{c \min}}$$

+ Với chuyển động ăn dao

$$D_s = \frac{S_{\max}}{S_{\min}}$$

**b. Độ trơn điều chỉnh**

$$\varphi = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i}$$

Ta có :

$$D = \frac{\omega_z}{\omega_1} = \frac{\omega_z}{\omega_{z-1}} \cdot \frac{\omega_{z-1}}{\omega_{z-2}} \dots \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

$$\Rightarrow D = \varphi^{z-1} \Rightarrow Z = \frac{\ln D}{\ln \varphi} + 1$$

Với Z là số cấp điều chỉnh tốc độ

Các giá trị chuẩn của độ trơn điều chỉnh được sử dụng trong truyền động của máy cắt gọt kim loại 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

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

- Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất

$$M_c = M_{c0} + (M_{cdm} - M_{c0}) \left( \frac{\omega_c}{\omega_{cdm}} \right)^q$$

$$+ q = 0 : M_c = M_{cdm} = \text{const}$$

Dùng trong các máy nâng, vận chuyển, ép, tải...

$$+ q = -1 : M_c \text{ tỷ lệ với } \left( \frac{1}{\omega_c} \right)$$

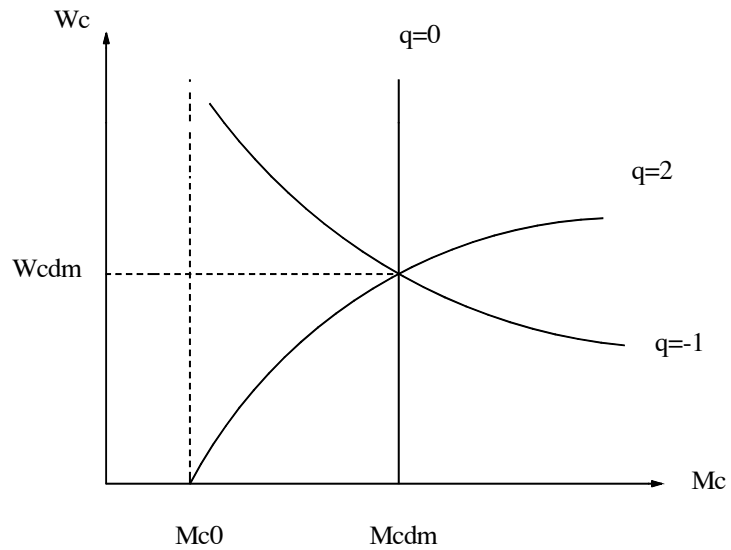
Dùng cho các máy cán, máy quấn sợi, cuộn giấy, và các chuyển động chính máy cắt gọt kim loại.

$$+ q = 2 : M_c \text{ tỷ lệ với } (\omega_c)^2$$

Dùng cho tải máy bơm, quạt gió.

---

---



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

$$M = k \cdot \Phi \cdot I_u = \text{const}$$

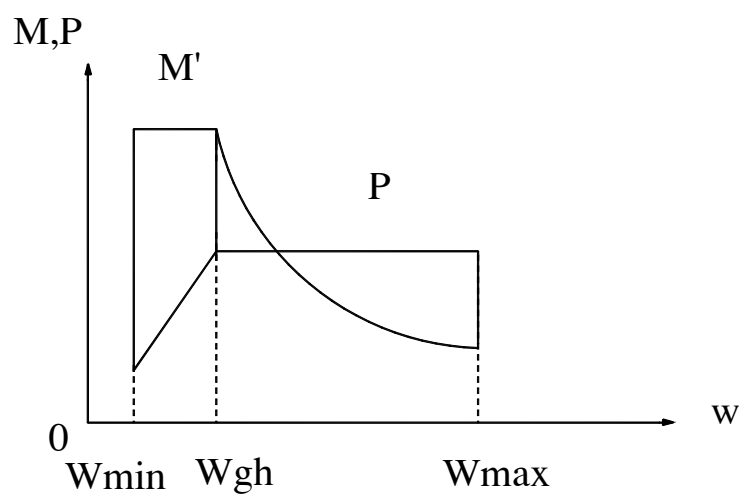
$$P = M \cdot \omega \equiv \omega$$

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

$$M = k \cdot \Phi \cdot I_u \equiv \frac{1}{\omega}$$

$$P = M \cdot \omega = \text{const}$$

Kết hợp cả hai phương án, ta có đồ thị :



## Chương 2

### ***Phân tích nguyên lý hoạt động của hệ thống trang bị điện máy mài tròn 3K225B***

#### ***I. Đặc điểm công nghệ của máy mài***

---

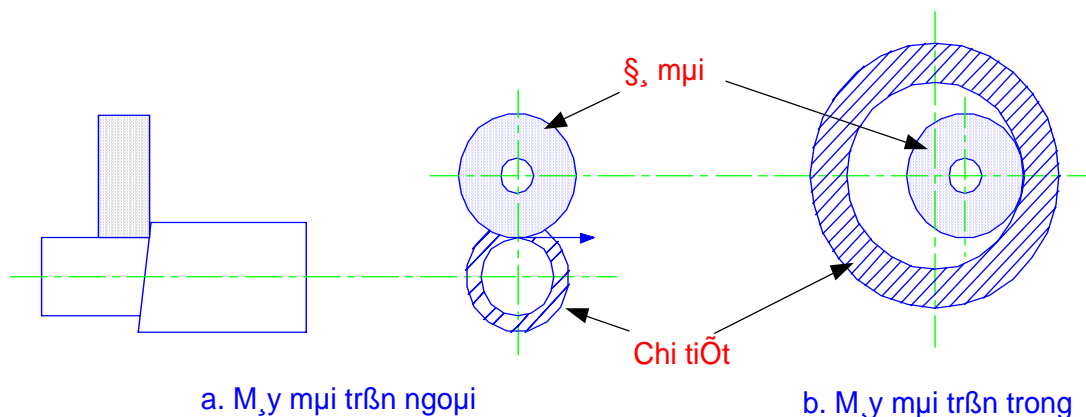
---

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...

Tất cả các máy mài đều có chuyển động chính là chuyển động quay của đá mài : xác định vận tốc của đá ( m/s ), chuyển động chạy dao trên máy mài rất đa dạng và phụ thuộc vào tính chất của từng loại máy.

### 1. Máy mài tròn

Máy mài tròn gồm máy mài tròn ngoài và máy mài tròn trong (Hình 2.1 a,b ).



Hình 2.1: Sơ đồ gia công chi tiết bằng máy mài tròn

Ở máy mài tròn : chuyển động chính là chuyển động quay của đá .

Chuyển động ăn dao là di chuyển tịnh tiến của ụ đá dọc trục (ăn dao dọc) 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 của ụ đá hoặc chi tiết .v.v...

### 2. Máy mài phẳng

Chi tiết gia công được kẹp chặt trên bàn máy tròn hoặc chữ nhật ở máy mài tròn bằng biên đá, đá mài quay tròn và chuyển động tịnh tiến ngang so với chi tiết . Bàn máy ngang 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 chuyển động ngang

---

---

---

---

của đá ( ăn dao ngang ) hoặc chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn mang chi tiết ( ăn dao dọc ).

Sơ đồ gia công chi tiết máy mài được thể hiện trên hình 2.2.

Tham số quan trọng của chế độ mài là tốc độ cắt .

$$V = 0,5.d.W_d 10^{-3} \text{ ( m/s ) .}$$

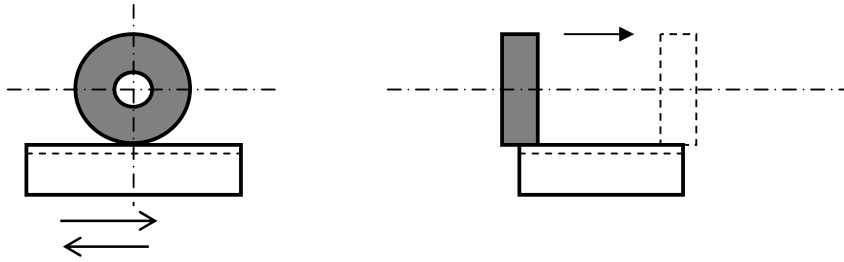
Với :

$d$  : đường kính đá mài . ( mm ) .

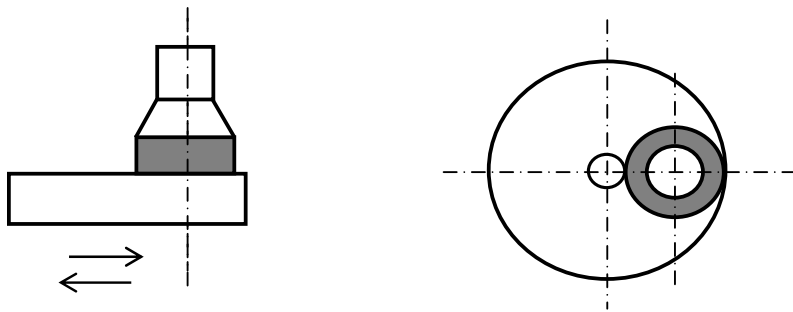
$W_d$  : tốc độ quay của đá . ( rad / s ) .

Thông thường  $v = 30 \div 50$  m/s

Độ chính xác gia công đạt được trên máy mài  $\pm 5\mu m; \pm 10\mu m$



a) mài bằng biên đá



b) mài bằng mặt đầu đá

Hình 2.2: Sơ đồ gia công chi tiết của máy mài

### 3. Đá mài

Mài thực chất là sử dụng các lưỡi cắt có kích thước khác nhau để cắt đi những lớp kim loại, khi lớp lưỡi bị mòn thì lớp lưỡi cắt mới lại được thế vào.

Để đảm bảo chất lượng sản phẩm và nâng cao năng suất khi chọn đá mài ta cần chú ý những yếu tố sau :

- Vật liệu mài
- Chất kết dính
- Độ cứng của đá mài

---

---

- Kết cấu đá

Chế độ mài :

Chọn chế độ mài là chế độ quay của đá tốc độ quay của chi tiết, lượng chạy dao ngang và chiều sâu cắt .

Ví dụ :

Nếu tốc độ quay của đá chậm sẽ làm tăng lực cắt làm mòn đá .

Nếu tốc độ quá cao sẽ gây gãy trục hoặc vỡ đá ...

Tốc độ mài phụ thuộc vào yêu cầu kỹ thuật độ bóng bề mặt gia công . Mài tinh hay mài thô, tùy thuộc vào lượng chạy dao có tốc độ mài hợp lý...

#### 4. Các đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện máy mài

Một trong những đặc điểm quan trọng trong hệ thống máy mài đó là hệ thống thực hiện nhiều truyền động cùng một lúc .

##### a. Truyền động chính

Trên máy mài truyền động chính là truyền động quay của đá với vận tốc được tính theo biểu thức :

$$v = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{60 \cdot 1000} \quad (m / s) .$$

Trong đó :

$D_d$  : Đường kính của đá mài .

$n_d$  : Số vòng quay trục chính mang đá ( vòng / phút ) .

Thông thường trong các truyền động của đá mài thì truyền động quay đá có yêu cầu phải đảm bảo một tốc độ tương đối ổn định , không yêu cầu điều khiển tốc độ . Do vậy trong các thiết kế người ta thường sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc . Ở các máy mài cỡ nặng để duy trì tốc độ cắt là không đổi khi mòn đá hay khi kích thước gia công thay đổi thì người ta thường sử dụng truyền 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 có  $v = 50 \div 80$  ( m / s ) nên đá mài có đường kính lớn thì tốc độ quay khoảng 1000 vòng/phút . Ở những máy mài có đường kính đá nhỏ tốc độ đá rất cao, động cơ truyền động là các động cơ đặc biệt, đá mài gắn trên trục động cơ có tốc độ khoảng 24000 ÷ 48000(vòng/phút) . hoặc có thể lên tới : 150 000 ÷ 200 000 (vòng/phút).

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 tiristo ) .

Mô men cản tĩnh trên trục động cơ thường là  $(15 \div 20)\%M_{dm}$

Mô men quán tính của đá và cơ cấu truyền lực lớn  $(500 \div 600)\%M_{qt}$  của động cơ . Do đó cần hãm cưỡng bức động cơ quay đá mài.

Không yêu cầu đảo chiều đối với động cơ quay đá .

---

---

---

---

## **b. Truyền động ăn dao**

- Với máy mài tròn .

Ở máy cỡ nhỏ, truyền động quay chi tiết dùng động cơ không đồng bộ nhiều cấp độ ( bằng cách điều chỉnh số đôi cặp cực  $p$  ) với vùng điều chỉnh tốc độ  $D = ( 2 \div 4 ) / 1$  .

Ở các máy cỡ lớn thì dùng hệ thống bộ biến đổi động cơ điện một chiều ( BBD – ĐM ) . Hệ khuyếch đại từ - Động cơ một chiều ( KĐT – ĐM ) có vùng điều chỉnh tốc độ  $D = 10/1$  với điều chỉnh điện áp phản ứng .

Truyền động ăn dao dọc của bàn máy mài tròn cỡ lớn thực hiện theo hệ : bộ biến đổi - động cơ với vùng điều chỉnh tốc độ  $D = ( 20 \div 25 ) / 1$

Truyền động ăn dao ngang được thực hiện bằng thuỷ lực .

- Với máy mài phẳng .

Truyền động ăn dao của ụ đá thực hiện lặp lại nhiều chu kỳ nhờ sử dụng thuỷ lực, truyền động ăn dao tịnh tiến qua lại của bàn máy dùng hệ truyền động một chiều với  $D = ( 8 \div 10 ) / 1$  .

## **c. Truyền động phụ**

Sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc .

## **II. Phân tích nguyên lý hoạt động của máy mài tròn**

### **3K225B**

#### **1. Giới thiệu thiết bị của máy**

- 11 : Bộ máy.
  - 13 : Bể chứa.
  - 15A : Liên động khí nén.
  - 24 : Bảng điều khiển.
  - 27A : Cơ cấu đảo chiều.
  - 31 : Bàn máy.
  - 32 : Cơ cấu di chuyển bằng tay.
  - 33A : Bộ định vị.
  - 41 : đầu cặp chi tiết.
  - 42 : Cơ cấu ăn dao.
  - 51 : Bộ đồ gá mài mặt đầu.
  - 52 : Trục chính khi mài mặt đầu.
  - 61 : Thiết bị sửa đá.
  - 72 : Cơ cấu bảo vệ đá mài.
  - 75 : Trụ đỡ của trục chính hệ thuỷ lực.
  - 81 : Bảng điều khiển.
  - 82 : Tủ điện.
- 
-

---

---

Trên máy có 6 động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc điện áp 220/380V.

- Động cơ M1-động cơ bơm thuỷ lực kiểu AO2-31-4Y3 công suất 2.2 KW, tốc độ 1400 v/ph.
- Động cơ M2-động cơ bơm nước làm mát kiểu ПА-22Y2. công suất 0,12 KW , tốc độ 2800 v/ph.
- Động cơ M3-động cơ phân ly từ tính kiểu CM2MA. Công suất 0,08 KW, tốc độ 1309 v/ph.
- Động cơ M4-động cơ truyền động quay đá mài mài mặt đầu kiểu AOJI22-2-C1 , công suất 0,6 KW tốc độ 2800 v/ ph.
- Động cơ M5-động cơ quay đá kiểu AOJI2-32-2CIIY3 công suất 4KW, tốc độ 2880 v/ ph.
- Động cơ M6- động cơ quay chi tiết kiểu MI-32Y4 , công suất 0,76 KW , tốc độ 250 ữ 2500 v/ph. Tốc độ định mức 2500 v/ph, điện áp định mức 220V.

\* Các ký hiệu trên sơ đồ mạch lực và mạch điều khiển :

- . KH : nút bấm
- . BK : công tắc hành trình
- . PR : rơle nhiệt
- . PB : rơle thời gian
- . B : chuyển mạch
- . P<sub>1</sub> : rơle trung gian
- . K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub> : công tắc tơ. Trong đó:
  - K<sub>1</sub> : Đóng cho động cơ thuỷ lực bơm nước làm mát
  - K<sub>2</sub> : Đóng cho động cơ quay đá
  - K<sub>3</sub> : Quay chi tiết
  - K<sub>4</sub> : Quay đá mài mặt đầu
- .  $\epsilon_1$  : Lò xo
- .  $\epsilon_2$  : Nam châm điện

## **2. Nguyên lý hoạt động**

Đóng cầu dao B1 đưa điện vào mạch khống chế, đèn Đ2 sáng . Vì bàn nằm ở trạng thái ban đầu nên công tắc điểm cuối BK1 bị ấn xuống, tiếp điểm thường kín BK1 ( 10 – 11 ) đóng lại .

---

---



---

---

Đồ gá mài mặt đầu nằm ở vị trí trên là vị trí không làm việc nên công tắc điểm cuối BK2 bị ấn xuống, tiếp điểm thường mở BK2 ( 2 – 6 ) kín.

Chuyển mạch quay chi tiết B3 đặt ở vị trí làm việc . Lúc ấy tiếp điểm B3 ( 11 – 12 ) kín. Chuyển mạch B4 đặt ở vị trí giữa, khi đó tiếp điểm B4 ( 45 – 18 ) kín .

Ấn nút ấn KH2 khởi động, công tắc tơ K1 có điện, tiếp điểm K1 ở mạch động lực sẽ đóng các động cơ :

M1 là động cơ truyền động thuỷ lực

M2 là động cơ bơm nước làm mát

M3 là động cơ phân ly từ tính

và cấp nguồn cho cuộn kích từ của động cơ M6 và mạch điều khiển của khuyếch đại từ . Lúc đó đèn Đ3 sáng .

Ấn nút ấn KH5, công tắc tơ K2 có điện làm động cơ M5 là động cơ quay đá mài mặt đầu được cấp điện.

Tay gạt thuỷ lực sẽ di chuyển bàn về vị trí mài . Khi bàn dời khỏi vị trí ban đầu thì BK1 không bị ấn nữa, tiếp điểm BK1 ( 10 – 11 ) sẽ đóng lại dẫn đến công tắc tơ K3 có điện, tiếp điểm K3 ở mạch lực sẽ đóng nguồn cấp cho khuyếch đại từ và động cơ M6 bắt đầu quay.

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

$$U_{CK1} = U_{cd} - U_{fh} = U_{cd} - kU_r$$

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 (  $I_1 = 0,815I_r$  ) nên dòng điện trong cuộn CK2 cũng tỉ lệ với dòng điện phản ứng . Sức từ hoá được điều chỉnh nhờ biến trở 2BT.



tăng hệ số phản hồi dương dòng điện . Vì vậy, ở sơ đồ điều khiển máy mài đã đặt sẵn khâu liên hệ cơ khí giữa các con trượt của 1 BT và 2 BT .

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

Điện áp tổng trên CK1 :

$$\begin{aligned} U_{\Sigma CK1} &= U_{cd} - U_r + U_{ck2} . \\ &= U_{cd} - U_r + K_{qd2}.I_r.K_i \end{aligned}$$

Trong đó :

$U_{ck2} = K_{qd2}.I_r.K_i$  là điện áp trên 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 ) .

$$E_{KĐT} = k_{KĐT}.U_{\Sigma CK1}$$

Trong đó :  $k_{KĐT}$  là hệ số khuếch đại điện áp của KĐT.

Phương trình cân bằng điện áp phản ứng:

$$E_{kdt} = K\phi\omega + I_u . R_{u\Sigma}$$

Từ các phương trình trên ta nhận được phương trình đặc tính tĩnh của hệ :

$$\omega = \frac{K_D . K_{KĐT} . U_{cd}}{(1 + K_{KĐT})} - \frac{(R_{u\Sigma} + K_{KĐT} . (R_{uD} + K_i . K_{qd2})) . I_u . K_D}{(1 + K_{KĐT})}$$

$$\begin{array}{l} \omega_{01} = \omega_{dm} \\ \omega_{02} \\ \omega_{03} \\ \omega_{04} \end{array} \quad \begin{array}{l} U_{01} = U_{dm} \\ U_{cd2} \\ U_{cd3} \\ U_{cd4} \end{array}$$

$$0 \qquad I_u$$

Hình 2.4 : Đặc tính cơ của động cơ

Ở đầu quá trình mài, việc đặt lượng ăn dao ngang sẽ thực hiện bằng tay gạt, điều đó làm BK3 bị ấn xuống, tiếp điểm BK3 ( 17 – 45 ) mở ra, còn tiếp

---

---

điểm BK3 ( 12 – 14 ) đóng lại, làm role P1 được cấp nguồn, tiếp điểm P1 ( 10 – 17 ) đóng lại sẽ chuẩn bị cấp nguồn chon nam châm điện  $\varepsilon_1$  chuẩn bị cho quá trình lùi bàn.

Sau khi đã mài xong một hành trình, thì BK3 không bị ấn nữa, tiếp điểm thường kín BK3 ( 17 – 45 ) sẽ đóng lại cấp nguồn cho  $\varepsilon_1$  thực hiện lùi bàn về vị trí ban đầu.

Ở vị trí ban đầu, bàn sẽ ấn lên công tắc điểm cuối BK1, tiếp điểm thường kín BK1 ( 10 – 11 ) sẽ hở ra cắt nguồn cấp cho công tắc tơ K3 và role P1. Tiếp điểm thường mở P1 ( 10 – 17 ) sẽ cắt nguồn cấp cho nam châm điện, còn tiếp điểm K3 sẽ cắt nguồn cấp cho khuyếch đại từ . Tiếp điểm thường kín K3 ( 53 – 54 ) đóng lại, thực hiện hãm động năng.

Khi ngừng quay đá ấn nút ấn KH<sub>6</sub> .

Khi ngừng toàn bộ máy ấn nút ấn KH<sub>1</sub> .

Chuyển động qua lại của bàn theo chiều dọc được không chế bằng tay gạt cơ khí đóng mở van thuỷ lực .

Chiếu sáng cục bộ trên máy bằng đèn Đ<sub>3</sub> không chế bằng công tắc B<sub>2</sub> .

### ***a. Máy làm việc với chế độ không tải***

Chuyển mạch B4 về vị trí 1, khi đó tiếp điểm B4 ( 45 – 46 ) kín. Sau khi mài xong một hành trình, BK3 không bị ấn nữa, tiếp điểm thường kín BK3 (17 – 45) đóng nguồn cấp cho role thời gian PB, tiếp điểm thường hở PB ( 10 – 48 ) đóng nguồn cấp cho cuộn dây nam châm  $\varepsilon_2$

Sau một thời gian tiếp điểm thường mở đóng chậm PB ( 10 – 18 ) sẽ đóng cấp nguồn cho  $\varepsilon_1$  thực hiện quá trình lùi bàn về vị trí ban đầu.

### ***b. Chế độ mài mặt đầu***

Để thực hiện mài mặt đầu của chi tiết, bộ đồ gá mài mặt đầu chuyển tới vị trí làm việc, khi đó bàn ở vị trí ban đầu .

Ấn nút ấn KH3, công tắc tơ K4 đóng điện cho động cơ M4 quay đá mài mặt đầu . Tiếp điểm thường mở K4 ( 10 – 11 ) đóng lại làm công tắc tơ K3 có điện cấp nguồn cho động cơ M3 quay chi tiết . Dừng động cơ M4 bằng nút bấm KH4 .

## **3. Liên động và bảo vệ**

Trong máy có các liên động sau :

- a. Không thể làm việc ở hai chế độ : mài tròn trong và mài mặt đầu. Nếu hai chế độ đó xảy ra đồng thời thì khi lùi bàn về vị trí ban đầu và chuyển bộ

---

---

đồ gá về vị trí mài mặt đầu, lúc đó tiếp điểm BK1 và BK2 là ( 2 – 5 ) và ( 2 – 6 ) sẽ cắt mạch điều khiển.

b. Khi cánh cửa của tủ điện mở thì aptômát B1 sẽ cắt nguồn cấp .

c. Bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì PR1 ÷ PR7

Bảo vệ quá tải bằng các role nhiệt .

### **Nhận xét :**

- Ở máy mài 3K225B, động cơ quay chi tiết là động cơ điện một chiều được điều chỉnh tốc độ nhờ khuyếch đại từ đơn nối theo sơ đồ cầu 3 pha gồm 6 cuộn làm việc (CD ~ ) và 3 cuộn điều khiển CK1, CK2, CK3 kết hợp với 6 điôt chỉnh lưu

- Đặc điểm của việc điều khiển dùng hệ chỉnh lưu – KĐT .

Khuyếch đại từ là khí cụ điện mà tín hiệu ở đầu ra được khuyếch đại nhờ sự thay đổi điện kháng bằng việc thay đổi dòng điều khiển .

- Ưu điểm của khuyếch đại từ là tuổi thọ cao khả năng chịu quá tải tốt, điều khiển cách ly .

- Nhược điểm chính :

- + Khuyếch đại từ có quán tính lớn ( bởi các cuộn dây một chiều có điện cảm rất lớn ) do đó việc điều chỉnh kém nhạy .

- + Kích thước công kênh

- + Kết cấu phức tạp

- + Hệ số khuyếch đại không lớn .

Ngày nay khuyếch đại từ chỉ tồn tại trong các máy thế hệ cũ do Liên Xô cũ sản xuất, chế tạo . Khuyếch đại từ không thể cạnh tranh được với các khuyếch đại điện tử công suất có những ưu điểm hơn rõ rệt :

- + Kích thước nhỏ gọn .

- + Khối lượng nhỏ .

- + Điều khiển nhanh thuận tiện .

- + Hệ số khuyếch đại lớn .

- + Điều khiển cách ly ...

Do đó ngày nay khuyếch đại từ không còn được chế tạo mới nó chỉ còn tồn tại trong những hệ máy móc do Liên Xô cũ chế tạo . Vì vậy việc thay thế sửa chữa những hệ truyền động này gặp nhiều khó khăn .

Từ những khó khăn trên việc tìm hiểu nghiên cứu tìm ra hệ truyền động phù hợp thay thế cho hệ điều khiển bằng khuyếch đại từ của động cơ quay chi tiết máy mài tròn 3K225B là hết sức cần thiết .

---

---

### Chương 3

## ***Phân tích lựa chọn phương án thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết***

Ở phần trước, ta đã biết được hệ truyền động quay chi tiết là dùng khuyếch đại từ để điều chỉnh tốc độ quay của động cơ quay chi tiết. Tuy nhiên, đặc điểm của bộ khuyếch đại từ này là không có cuộn dịch riêng. Nhiệm vụ chuyển dịch được cuộn điều khiển CK3 thực hiện dựa vào dòng không tải của khuyếch đại từ, nhưng vì dòng này rất nhỏ nên tác dụng chuyển dịch không lớn. Đó chính là khuyết điểm của sơ đồ này vì khi mạch cuộn điều khiển bị đứt, động cơ có khả năng tăng tốc quá mạnh.

Hơn nữa, hệ truyền động dùng khuyếch đại từ chỉ đạt được phạm vi điều chỉnh tốc độ 1 : 10, nhưng trong thực tế nhiều trường hợp cần phải có phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn.

Vì vậy, chúng ta sẽ tìm hiểu và lựa chọn phương án thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết.

### **I. Các phương án điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều**

Thực tế có 2 phương pháp cơ bản để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều :

- Điều chỉnh điện áp cấp cho phần ứng động cơ.
- Điều chỉnh điện áp cấp cho mạch kích từ động cơ.

Cấu trúc truyền lực của hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bao giờ cũng cần có bộ biến đổi, các bộ biến đổi này cấp nguồn cho mạch phần ứng hoặc mạch kích từ của động cơ. Cho tới nay trong công nghiệp đang sử dụng 4 loại bộ biến đổi chính :

- Bộ biến đổi điện từ : khuyếch đại từ (KĐT).
- Bộ biến đổi máy điện gồm : động cơ sơ cấp kéo máy phát một chiều hoặc máy điện khuyếch đại (KĐM).
- Bộ biến đổi chỉnh lưu bán dẫn : chỉnh lưu Tiristor (CLT).
- Bộ biến đổi xung áp một chiều Tiristor hoặc Tranzito (BBDXA).

Tương ứng với việc sử dụng các bộ biến đổi ta có các hệ truyền động sau :

- + Hệ truyền động máy phát động cơ (hệ F-Đ).

- + Hệ truyền động máy điện khuếch đại động cơ (MĐKD-Đ).
- + Hệ truyền động khuếch đại từ động cơ (KĐT-Đ).
- + Hệ truyền động chỉnh lưu Tiristor (T-Đ).
- + Hệ truyền động xung áp động cơ (XA-Đ).

Theo cấu trúc mạch điều khiển các hệ truyền động, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều có loại điều khiển theo mạch kín (ta có hệ truyền động điều chỉnh tự động) và loại điều khiển theo mạch hở (hệ truyền động điều khiển “hở”). Hệ điều chỉnh tự động truyền động điện có cấu trúc phức tạp nhưng có chất lượng điều chỉnh cao và dải điều chỉnh rộng hơn so với hệ điều chỉnh truyền động “hở”.

Ngoài ra các dải truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều còn được phân loại theo truyền động có đảo chiều quay và không đảo chiều. Đồng thời tùy thuộc vào các phương pháp hãm, đảo chiều mà ta có vùng làm việc của động cơ ở các góc phần tư khác nhau.

## 1. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

### a. Nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng:

Trong phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều, bộ biến đổi cung cấp điện áp một chiều cho mạch phản ứng. Vì nguồn có công suất hữu hạn nên các bộ biến đổi đều có điện trở trong  $R_b$  và điện cảm  $L_b$  khác không.

Sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập ( hình 3.1 ).

Trong đó thành phần  $E_b(U_{dk})$  được tạo ra bởi bộ biến đổi và phụ thuộc vào  $U_{dk}$ .

Trong chế độ xác lập ta có các phương trình đặc tính như sau :

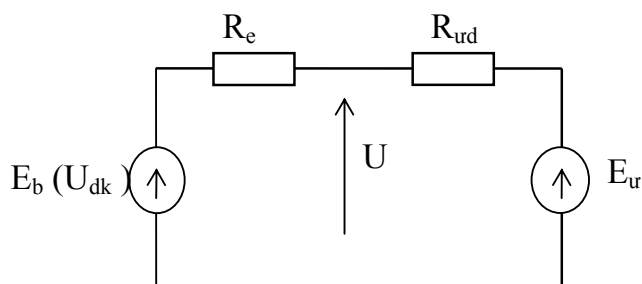
$$E_b - E_u = I_u (R_b + R_{ud})$$

$$\omega = \frac{E_b}{K \cdot \phi_{dm}} - \frac{R_b + R_{ud}}{K \phi_{dm}} I_u$$

$$\omega = \omega_0 (U_{dm}) - \frac{M}{|\beta|}$$

Trong đó:

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = - \frac{(K \phi_{dm})^2}{R_u + R_f} (\text{var})$$



Hình 3.1 : sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập

$$\omega_0 = \frac{U_{dm}}{K\phi_{dm}} \quad K\phi_{dm} = \frac{U_{dm} - I_{dm}R_u}{\omega_{dm}}$$

Ta có đường đặc tính cơ của động cơ khi điều chỉnh điện áp phần ứng (Hình 3.2). Vì từ thông động cơ được giữ không đổi nên độ cứng đặc tính cơ không đổi trong quá trình điều chỉnh. Tốc độ không tải lý tưởng  $\omega_0$  tùy thuộc vào giá trị điện áp  $U_{dk}$  của hệ thống. Do đó, có thể nói phương pháp này có độ cứng đặt được rất tối ưu.

Để xác định được dải điều chỉnh ta có :

– Tốc độ lớn nhất của hệ thống bị chặn bởi đặc tính cơ tự nhiên, là đường đặc tính ứng với điện áp phần ứng là định mức và từ thông kích từ cũng ở giá trị định mức.

– Tốc độ nhỏ nhất của hệ bị chặn bởi yêu cầu về sai số tốc độ và momen khởi động. Khi momen tải là định mức thì các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của tốc độ được xác định theo công thức :

$$\omega_{\max} = \omega_{0\max} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}$$

$$\omega_{\min} = \omega_{0\min} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}$$

Để thoả mãn khả năng quá tải thì đặc tính thấp nhất của dải điều chỉnh phải có momen ngắn mạch là :

$$M_{m\min} = M_{c\max} - K_M \cdot M_{dm}$$

Trong đó  $K_m$  là hệ số quá tải về momen

Vì họ đường đặc tính cơ tạo bởi phương pháp này là các đường thẳng song song, ta có độ cứng đặc tính cơ:

$$\omega_{\min} = (M_{m\min} - M_{dm}) \frac{1}{|\beta|} = \frac{M_{dm}}{|\beta|} (K_m - 1)$$

$$D = \frac{\omega_{0\max} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}}{(K_m - 1) \frac{M_{dm}}{|\beta|}} = \frac{\omega_{0\max} |\beta| - 1}{K_m - 1}$$

Với một cơ cấu máy cụ thể thì các giá trị  $\omega_{0\max}$ ,  $M_{dm}$ ,  $K_m$  là xác định, Vì vậy phạm vi điều chỉnh  $D$  phụ thuộc tuyến tính vào độ cứng đặc tính cơ  $\beta$ . Khi điều chỉnh điện áp phần ứng động cơ bằng các thiết bị nguồn điều chỉnh thì điện trở tổng mạch phần ứng gấp khoảng 2 lần điện trở phần ứng động cơ, do đó có thể tính sơ bộ :

$$\omega_{0\max} |\beta| M_{dm} \leq 10$$



Vậy với tải có đặc tính momen không đổi thì giá trị phạm vi điều chỉnh tốc độ không vượt qua 10 . Vậy với hệ truyền động đòi hỏi phạm vi điều chỉnh tốc độ lớn thì ta không thể sử dụng các hệ thống hở như trên.

Trong phạm vi phụ tải cho phép thì coi các đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động một chiều kích từ độc lập là tuyến tính. Khi điều chỉnh điện áp phần ứng thì độ cứng các đặc tính cơ trong toàn dải điều chỉnh là như nhau. Do đó độ sụt tốc độ tương đối sẽ đạt giá trị lớn nếu tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh mà sai số tốc độ không vượt quá giá trị sai số tốc độ cho phép thì hệ truyền động sẽ làm việc với sai số luôn nhỏ hơn sai số tốc độ cho phép trong toàn bộ dải điều chỉnh .

Sai số tương đối của tốc độ ở đặc tính cơ thấp nhất .

$$s = \frac{\omega_{0\min} - \omega_{\min}}{\omega_{0\min}} = \frac{\Delta\omega}{\omega_{0\min}}$$

$$s = \frac{M_{dm}}{|\beta|\omega_{0\min}} \leq s_{cp}$$

Để có thể tính chọn giá trị tối thiểu của độ cứng đặc tính cơ sao cho sai số không vượt quá giá trị cho phép . Trong đa số các trường hợp ta cần xây dựng cả hệ truyền động kiểu vòng kín. Trong suốt quá trình điều chỉnh điện áp phần ứng thì thông được giữ nguyên. Do đó, momen tải cho phép của hệ sẽ là không đổi.

$$M_{cgp} = K\phi_{dm} I_{dm} = M_{dm}$$

Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện áp phần ứng là rất thích hợp trong trường hợp momen tải là hằng số trong toàn dải điều chỉnh. Cũng thấy rằng nếu nối thêm điện trở phụ trong mạch phần ứng sẽ làm giảm đáng kể hiệu suất của hệ.

### **b. Nguyên lý điều chỉnh từ thông động cơ :**

Khi điều chỉnh tốc độ theo nguyên lý điều chỉnh từ thông động cơ tức là điều chỉnh dòng điện kích từ của động cơ, cụ thể là giảm dòng kích từ của động cơ trong khi điện áp phần ứng được giữ không đổi . Điều chỉnh dòng kích từ tức là điều chỉnh momen điện từ của động cơ:  $M = K\phi \cdot I_u$  . và sức điện động của động cơ :

$$E_u = K\phi \cdot \omega .$$

Mạch kích từ của động cơ là mạch phi tuyến vì vậy hệ điều chỉnh từ thông cũng là phi tuyến :

$$i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} + w_k \frac{d\phi}{dt}$$

Trong đó :

$r_k$  : điện trở kích từ.

$R_b$  : điện trở nguồn điện áp kích thích.

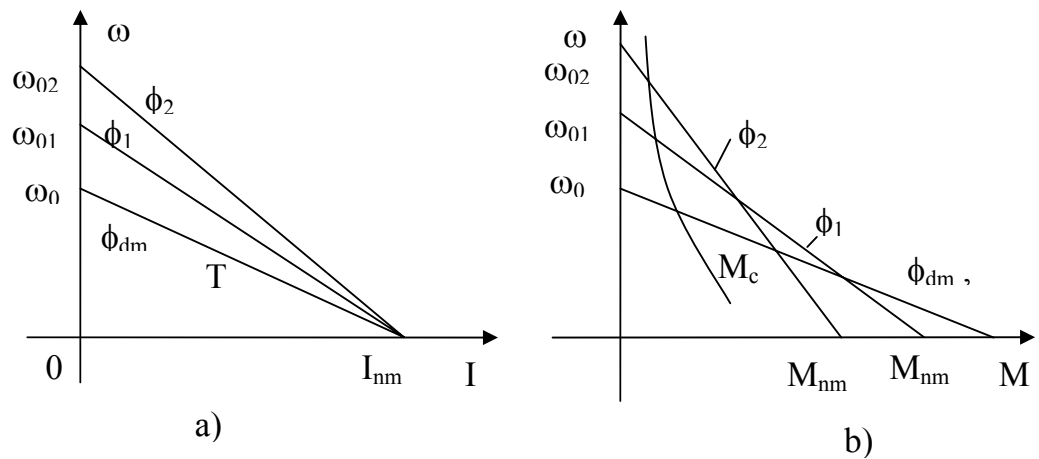
$W_k$  : số vòng dây của dây quấn kích thích

Ở chế độ xác lập :

$$\frac{d\phi}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} \quad \phi = f(i_k)$$

Đường đặc tính cơ khi điều chỉnh từ thông được thể hiện trên hình 3.2



Hình 3.2: đặc tính cơ điện (a) và đặc tính cơ (b) của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi điều chỉnh từ thông thì điện áp phần ứng được giữ không đổi và bằng giá trị định mức, đặc tính cơ thấp nhất trong vùng điều chỉnh là đường đặc tính cơ tự nhiên. Tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh từ thông bị hạn chế bởi khả năng chuyển mạch của cỗ góp điện. Lý do là khi giảm từ thông để tăng tốc độ quay của động cơ, theo quan hệ :  $\frac{I_{ktdm}}{I_{knt}} = \frac{K\phi_{dm}}{K\phi_{nt}}$

Từ thông kích từ dưới một cực từ tỷ lệ bậc nhất với dòng kích từ của động cơ, khi  $I_{kt}$  thay đổi thì  $\phi$  cũng thay đổi theo :

$$I_{knt} < I_{ktdm} \Rightarrow k\phi_{nt} < k\phi_{dm}$$

dẫn tới : 
$$\omega_{0nt} = \frac{U_{dm}}{k\phi_{nt}} > \omega_{0tm}$$

---

---

Nếu gọi  $x$  là độ suy giảm từ thông  $x = \frac{\phi_{dm}}{\phi_{nt}}$  ta có :  $\omega_{nt} = \omega_{m} \cdot x$  là giá trị tốc

độ không tải khi giảm từ thông.

Tốc độ động cơ tăng làm cho điều kiện chuyển mạch của cổ góp điện xấu đi. Vì vậy, để đảm bảo điều kiện chuyển mạch bình thường thì cần phải giảm dòng điện phản ứng động cơ về trị số cho phép, kết quả là momen trên trục động cơ giảm rất nhanh . Ngay cả khi giữ nguyên dòng điện phản ứng thì độ cứng đặc tính cơ cũng giảm rất nhanh khi giảm từ thông kích thích .

$$\beta_{\phi} = \frac{(K\phi)^2}{R_u}$$

• **Nhận xét:**

- Với phương pháp điều chỉnh từ thông động cơ thì ta có thể thay đổi được tốc độ không tải với đặc tính thấp nhất là đặc tính cơ tự nhiên . Tuy nhiên tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh lại bị hạn chế.

- Khi điều chỉnh giảm từ thông, để mở rộng vùng điều chỉnh tốc độ ta thấy độ cứng của đặc tính cơ giảm rõ rệt. Do vậy, với những cơ cấu yêu cầu độ cứng điều chỉnh cao, vùng điều chỉnh rộng thì phương pháp này gặp khó khăn.

\* **Kết luận:**

Căn cứ vào đặc điểm truyền động của động cơ quay chi tiết máy mài 3K225B, căn cứ vào phương pháp truyền động yêu cầu . Qua phân tích các đặc điểm và tính chất của các phương pháp điều chỉnh, ta nhận thấy : đối với hệ truyền động động cơ quay chi tiết thì phương pháp điều chỉnh bằng giảm điện áp phản ứng là thích hợp nhất, nó đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của hệ truyền động như :

- Dải điều chỉnh phù hợp  $D = 10/1$ .
- Độ cứng đặc tính cơ không đổi trong toàn dải điều chỉnh.
- Thực hiện điều chỉnh vô cấp một cách dễ dàng.
- Sơ đồ điều khiển đơn giản dễ thực hiện.
- Momen tải cho phép của hệ không đổi trong suốt quá trình điều chỉnh, phù hợp với đặc điểm của hệ truyền động quay chi tiết máy mài 3K225B.

---

---

## 2. Các phương án truyền động theo nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng

### a. Hệ truyền động máy phát - động cơ một chiều (F-Đ):

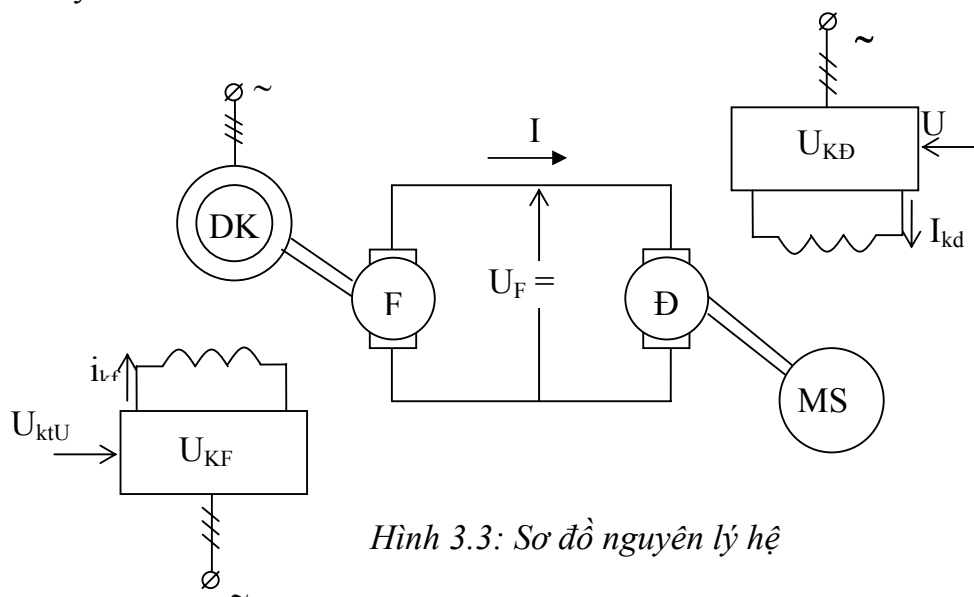
Hệ F-Đ là hệ truyền động mà bộ biến đổi là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp ĐK là động cơ không đồng bộ ba pha quay và coi tốc độ máy phát là không đổi. Sơ đồ nguyên lý được thể hiện trên hình 3.3

Tính chất của máy phát điện được xác định bởi 2 đặc tính từ hoá.

– Sự phụ thuộc giữa sức điện động máy phát vào dòng điện kích từ và đặc tính tải.

– Sự phụ thuộc của điện áp trên 2 cực máy phát vào dòng tải

Các đặc tính này là phi tuyến, trong tính toán ta có thể tuyến tính hoá các đặc tính này.



Hình 3.3: Sơ đồ nguyên lý hệ

Khi điều chỉnh dòng điện kích thích của máy phát thì điều chỉnh được tốc độ không tải của hệ thống còn độ cứng đặc tính cơ thì được giữ nguyên. Cũng có thể điều chỉnh kích từ của động cơ để có dải điều chỉnh tốc độ rộng hơn.

- **Nhận xét:**

**Ưu điểm:**

Chỉ tiêu chất lượng của hệ F - Đ về cơ bản tương tự chỉ tiêu của hệ điều chỉnh điện áp phản ứng. Ưu điểm nổi bật của hệ F - Đ là chuyển đổi trạng thái rất linh hoạt, khả năng quá tải lớn, thực hiện đảo chiều quay dễ dàng. Hệ có thể làm việc ở chế độ điều chỉnh được cả 2 phía, kích thích máy phát và kích thích động cơ.

---

---

---

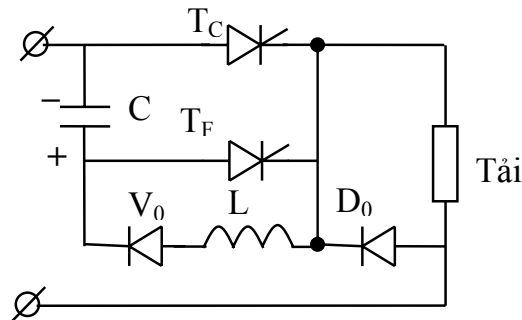
---

Nhược điểm:

Nhược điểm lớn nhất của hệ F - Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là phải dùng 2 máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp đặt máy ít nhất gấp 3 lần động cơ chấp hành, giá thành lắp đặt cao, cồng kềnh. Ngoài ra các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hoá có trễ nên khó điều chỉnh sâu tốc độ.

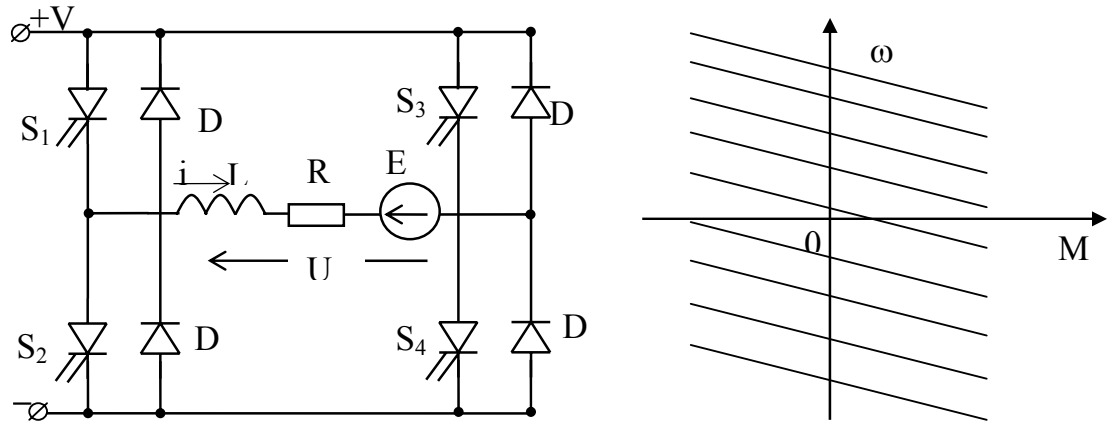
**b. Hệ truyền động xung áp - động cơ điện một chiều (XA-Đ):**

Việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bằng phương pháp giảm áp cũng có thể được thực hiện bằng phương pháp xung áp. Phương pháp này được thực hiện bằng cách đóng ngắt động cơ vào nguồn một cách có chu kỳ với tần số cao. Khi đó điện áp đưa vào động cơ sẽ được băm nhỏ. Các giá trị trung bình của điện áp và dòng điện phần ứng  $U_{ur}$ ,  $I_{ur}$  và sức điện động của động cơ khi đóng và ngắt liên tục khoá S sẽ được xác định nếu biết trước luật đóng ngắt khoá và các thông số của mạch. Sơ đồ khoá điều khiển thể hiện trên hình 3.4.



Hình 3.4: Sơ đồ nguyên lý của khoá điều khiển S trong hệ điều chỉnh xung áp

Hệ điều chỉnh xung áp cũng có thể thực hiện việc đảo chiều động cơ bằng sơ đồ bộ điều chỉnh xung áp loại B kép (hình 3.5)



Hình 3.5: sơ đồ nguyên lý truyền động đảo chiều điều chỉnh xung áp loại B kép

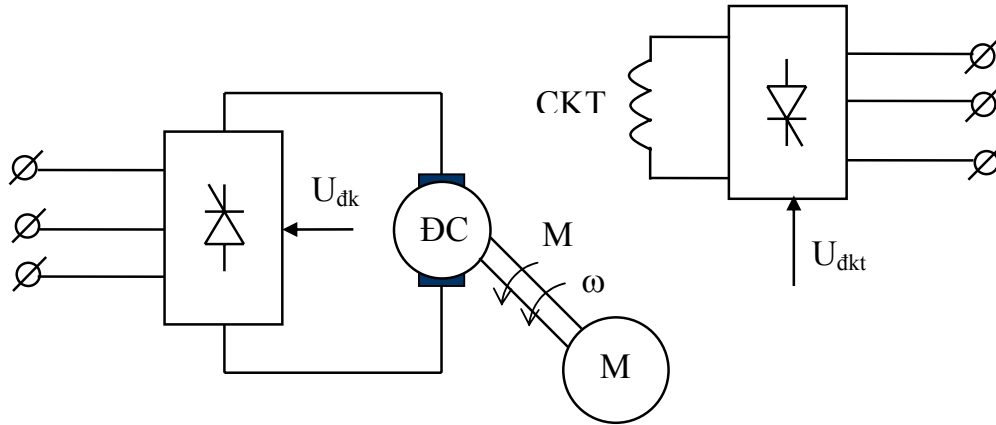
• **Nhân xét:**

- Hệ điều chỉnh xung áp có momen tới hạn lớn làm việc nhịp nhàng phù hợp với cơ cấu tải nâng hạ, độ nhảy cao, tác động nhanh...
- Hệ sử dụng các bộ khoá điện tử, nó được sử dụng khi đã có sẵn nguồn một chiều cố định cần phải điều chỉnh được điện áp ra tải.
- Các bộ băm xung áp một chiều hoạt động theo nguyên tắc đóng ngắt nguồn một chiều với tải một cách chu kỳ theo một số luật khác nhau. Phần tử thực hiện là các van bán dẫn. Do đó khi chúng làm việc trong mạch một chiều các loại Tiristor thông thường không được khoá lại một cách tự nhiên ở giai đoạn âm của điện áp nguồn như khi làm việc với nguồn xoay chiều. Do đó trong mỗi sơ đồ cần phải có một mạch chuyên dùng để khoá Tiristor gọi là “khóa cưỡng bức”, gây nhiều khó khăn khi thực hiện trên thực tế. Vì vậy, hiện nay với dải công suất vừa và nhỏ người ta sử dụng các loại van bán dẫn điều khiển đóng ngắt như Tranzitor MOSFET, IGBT... riêng với dải công suất lớn ta vẫn phải sử dụng Tiristor.
- Mặt khác hiệu suất của hệ thống sẽ rất nhỏ khi dải điều chỉnh lớn, độ an toàn, tin cậy kém, tồn tại trên sách vở nhiều hơn trên thực tế.
- Vậy không nên sử dụng phương pháp này để thay thế hệ truyền động quay chi tiết của máy mài bởi hệ có dải điều chỉnh lớn.

**c. Hệ thống chỉnh lưu - động cơ điện một chiều ( T - Đ )**

Hệ truyền động T - Đ là hệ truyền động động cơ điện một chiều. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào phần ứng hoặc thay đổi điện áp mạch kích từ của động cơ, thông qua các bộ biến đổi bằng Tiristor.

Hệ truyền động được thể hiện trên hình 3.6



Hình 3.6: Sơ đồ nguyên lý hệ T-Đ

Trong hệ T - Đ bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển hoặc bán điều khiển cơ sức điện động  $E_d$  phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển  $\alpha$ . tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà ta có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp . Phân biệt các sơ đồ dựa vào :

- Số pha : 1 pha, 3 pha, 6 pha...
- Sơ đồ nối : hình tia, hình cầu...
- Số nhịp : Số xung áp đập mạch trong từng chu kỳ của điện áp nguồn.
- Khoảng điều chỉnh : là vị trí của đặc tính ngoài trên mặt phẳng tọa độ.
- Chế độ năng lượng : chỉnh lưu, nghịch lưu phụ thuộc...
- Tính chất dòng tải là liên tục hay gián đoạn

Đối với hệ truyền động quay chi tiết máy mài, không yêu cầu đảo chiều quay động cơ . Do đó trong phần giới thiệu này ta không đề cập tới các hệ chỉnh lưu có đảo chiều và các hệ nghịch lưu.

### c1. Đặc tính của hệ T - Đ

Trong hệ T - Đ nguồn cấp cho phần ứng động cơ là bộ chỉnh lưu Tiristor, dòng điện chỉnh lưu cũng chính là dòng điện phản ứng của động cơ.

Chế độ làm việc của chỉnh lưu phụ thuộc vào phương thức điều khiển và tính chất của tải . Trong truyền động điện tải của chỉnh lưu thường là cuộn kích từ ( tải R-L ) hoặc mạch phản ứng động cơ ( tải R-L-E ).

Phương trình đặc tính cơ cho hệ T-Đ ở chế độ dòng liên tục :

$$\omega = \frac{E_{d0} \cdot \cos \alpha}{k \cdot \phi_{dm}} - \frac{R_u}{(k \cdot \phi_{dm})^2} \cdot M$$

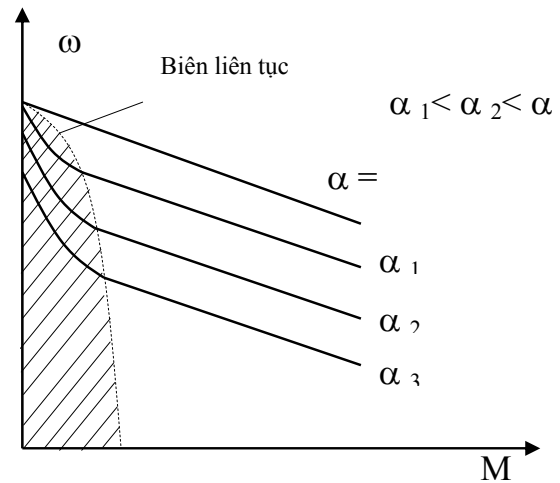
Độ cứng đặc tính cơ của hệ là :  $\beta = \frac{(k \cdot \phi_{dm})^2}{R}$  trong đó R là tổng trở toàn mạch phản ứng động cơ ( gồm điện trở phần ứng động cơ, và điện trở các phần tử trong mạch nối tiếp với phần ứng động cơ ).

Tốc độ không tải lý tưởng phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển  $\alpha$  :

$$\omega_0 = \frac{E_{d0} \cdot \cos \alpha}{k \cdot \phi_{dm}}$$

Tuy nhiên, tốc độ không tải lý tưởng chỉ là giao điểm của trục tung với đoạn thẳng của đặc tính cơ kéo dài. Thực tế do có vùng dòng điện gián đoạn, tốc độ không tải lý tưởng của đặc tính là lớn hơn.

Họ đặc tính cơ của hệ thống trong trường hợp này được thể hiện trên hình (3.7). Khi điều chỉnh ở vùng dưới tốc độ định mức, các đặc tính cơ của hệ T - Đ mềm hơn hệ F - Đ vì có sụt áp do hiện tượng chuyển mạch của các Tiristor. Góc điều khiển  $\alpha$  càng lớn thì điện áp đặt vào phần ứng động cơ càng nhỏ. Khi đó đặc tính cơ hạ thấp, ứng với một momen cản  $M_c$  tốc độ động cơ sẽ giảm.



Hình 3.7: Họ đặc tính cơ của hệ

Lý thuyết và thực nghiệm chứng tỏ khi phụ tải nhỏ, do góc điều chỉnh lớn, các đặc tính cơ có độ dốc lớn

(phần nằm trong đường gạch chéo của đường đặc tính cơ). Đó là vùng dòng điện gián đoạn. Góc điều khiển càng lớn (khi điều chỉnh sâu) thì vùng dòng điện gián đoạn càng rộng và việc điều chỉnh tốc độ gặp nhiều khó khăn.

Trong thực tế tính toán hệ T - Đ ta chỉ cần xác định biên giới vùng dòng điện gián đoạn, là đường phân cách giữa 2 vùng dòng điện gián đoạn và dòng liên tục. Biên giới giữa 2 vùng này có dạng Elip với các trục là các trục của đường đặc tính cơ.

$$\left( \frac{E}{U_{2m} \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p}} \right)^2 + \left( \frac{I \cdot L \omega_c}{U_{2m} \left( \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p} - \cos \frac{\pi}{p} \right)} \right)^2 = 1$$

Về bản chất, chế độ dòng điện gián đoạn xảy ra do năng lượng điện tích lũy trong mạch không đủ lớn để duy trì tính chất liên tục của dòng tải khi nó giảm, lúc này góc dẫn của van sẽ nhỏ hơn  $\frac{2\pi}{p}$  với  $p$  là số xung đập mạch trong

một chu kỳ. Trong trường hợp giữ nguyên góc điều khiển  $\alpha$  nếu tốc độ quay còn quá cao, sức điện động động cơ lớn, góc dẫn  $\lambda$  sẽ tự động giảm làm quá trình gián đoạn tăng. Tại thời điểm  $I = 0$ , momen điện từ của động cơ  $M = 0$ ,



---

---

làm giảm tốc độ động cơ . Tốc độ động cơ giảm đồng nghĩa với việc E giảm, góc dẫn  $\lambda$  tự động tăng làm giảm quá trình gián đoạn trong mạch . Vì lý do đó mà đặc tính cơ của hệ T - Đ rất dốc trong vùng dòng điện gián đoạn.

Dễ dàng nhận thấy độ rộng của vùng dòng điện gián đoạn sẽ giảm nếu ta tăng giá trị điện cảm L của mạch và tăng số pha chỉnh lưu p, song khi tăng số xung pha p thì mạch chỉnh lưu càng tăng độ phức tạp cả về mạch điều khiển lẫn mạch lực . Còn khi tăng trị số L sẽ làm xấu quá trình quá độ ( tăng thời gian quá độ ) và làm tăng trọng lượng kích thước của hệ thống.

## **c2. Ưu nhược điểm của hệ T - Đ**

Ưu điểm lớn nhất của hệ T - Đ là điều chỉnh tốc độ êm, phạm vi điều chỉnh lớn, có thể mở máy và hãm máy liên tục ở dải công suất trung bình . Ngoài ra, còn có độ tác động nhanh, không gây ồn và dễ tự động hoá do các van bán dẫn có hệ số khuếch đại công suất rất cao . Điều đó rất thuận tiện cho việc thiết lập các hệ thống tự động điều chỉnh nhiều vòng nhằm nâng cao chất lượng các đặt tính của hệ thống . Hệ T - Đ có khả năng điều chỉnh trơn với phạm vi điều chỉnh rộng, hệ thống có độ tin cậy cao quán tính nhỏ và hiệu suất lớn.

Nhược điểm chủ yếu của hệ truyền động T - Đ là :

- Do các van bán dẫn là các phần tử phi tuyến, dạng điện áp chỉnh lưu ra có biên độ đập mạch lớn, gây tổn thất phụ.
- Trong máy điện và ở các truyền động công suất lớn còn làm xấu dạng điện áp của nguồn và lưới xoay chiều.
- Hệ số công suất  $\cos\varphi$  của hệ nói chung là thấp khi phải điều chỉnh sâu.

### **• Kết luận:**

Qua những phân tích trên ta đã thấy rõ ưu nhược điểm của các hệ truyền động điều khiển động cơ điện một chiều . Đối với hệ truyền động quay chi tiết máy mài 3K225B là hệ truyền động động cơ điện một chiều công suất nhỏ, sử dụng hệ truyền động T-Đ là đơn giản hiệu quả và tin cậy hơn cả.

Vì những đặc điểm của yêu cầu công nghệ ta quyết định lựa chọn hệ truyền động T - Đ không đảo chiều để điều khiển động cơ quay chi tiết máy mài 3K225B.

## **II. Phân tích lựa chọn**

Để cung cấp cho các động cơ điện một chiều từ lưới điện xoay chiều, phải dùng các thiết bị biến đổi . Phần lớn các thiết bị biến đổi hiện nay đang sử dụng là các bộ biến đổi van điều khiển . Người ta gọi thời gian mà các bộ biến đổi chỉnh lưu cho dòng điện đi qua trong một phần chu kỳ là khoảng dẫn, hoặc khoảng thông với sụt áp trên van không lớn, và khi ngắt mạch trong phần còn lại của chu kỳ là khoảng không dẫn hoặc không ngắt.

---

---

---

---

Điện áp được điều chỉnh bằng cách biến đổi thời hạn làm việc của van trong khoảng thông. Trong thực tế người ta dùng các loại van có điều khiển hạn chế, nghĩa là có thể điều khiển thời điểm đầu khoảng thông, nhưng không thể ngắt mạch khi dòng điện chưa giảm về không. Do đó, việc điều chỉnh điện áp bộ biến đổi van được thực hiện bằng cách biến đổi thời điểm thông van. Việc rút ngắn thời hạn trạng thái thông của van trong khoảng dẫn được đặc trưng bởi góc thông chậm  $\alpha$ .

Trị số trung bình của điện áp và dòng điện bộ biến đổi được xác định bởi các thông số của nó và sơ đồ nối. Trong thực tế có rất nhiều sơ đồ khác nhau. Tuy nhiên, theo nguyên lý và cách thiết lập, tất cả các sơ đồ điện chia thành hai loại: Các sơ đồ có đầu không (còn gọi là sơ đồ tia, sơ đồ một nửa chu kỳ) và các sơ đồ cầu (còn gọi là sơ đồ hai nửa chu kỳ).

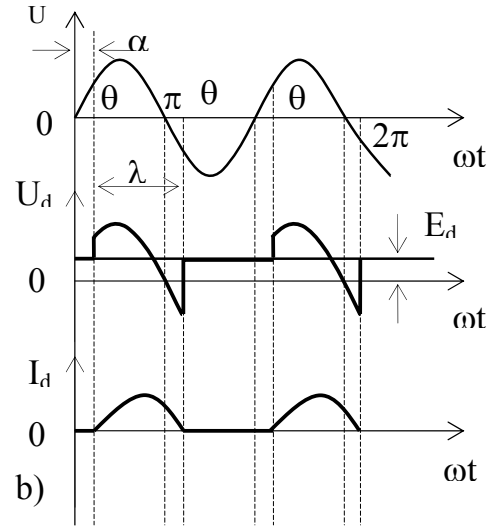
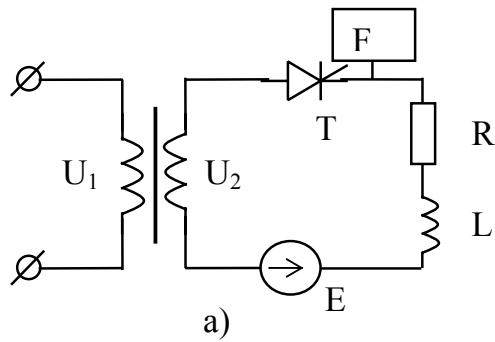
- Trong các sơ đồ đầu không, điện áp được chỉnh lưu là 1 nửa sóng của hệ thống điện áp xoay chiều. Đặc điểm của các sơ đồ một nửa chu kỳ là ngoài các thời gian chuyển mạch các van ứng với  $\gamma$  (là khoảng thời gian khi một van nào đó đang ngừng làm việc và van tiếp sau đang bắt đầu làm việc), dòng điện phụ tải  $i_d$  bằng dòng điện trong van đang mở. Do đó dòng điện trong mạch phụ tải được xác định bởi sức điện động pha làm việc của máy biến áp, còn độ sụt áp trong bộ biến đổi thì được xác định bởi độ sụt áp bên trong pha đó.
- Trong các sơ đồ cầu, điện áp được chỉnh lưu là cả 2 nửa sóng của hệ thống điện áp xoay chiều. Bên ngoài chu kỳ chuyển mạch, vẫn có 2 van làm việc đồng thời. Dòng điện phụ tải chảy liên tiếp qua 2 van và 2 pha của máy biến áp dưới tác dụng của hiệu số sức điện động của các van tương ứng, nghĩa là dưới tác dụng của sức điện động dây. Sau một chu kỳ biến thiên của điện áp xoay chiều, cả 6 van của bộ biến đổi đều tham gia làm việc.

### **1. Chỉnh lưu một nửa chu kỳ**

Sơ đồ nguyên lý và đồ thị dạng điện áp và dòng điện được thể hiện trên hình 3.8

Trong đồ thị hình 3.8 (b) góc  $\alpha$  là góc mở của van,  $\lambda$  là góc dẫn dòng. Do tải mang tính điện cảm nên đường cong dòng điện kéo dài ra khỏi  $\pi$  khi điện áp  $U_d$  đã chuyển sang chu kỳ âm

Khi  $T_i$  không dẫn dòng ta vẫn có  $U_d = E_d$  là sức điện động của tải (ở đây là sđđ của động cơ). Chế độ dòng điện của mạch là gián đoạn.



Hình 3.8: sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b)

Khi van dẫn dòng ta có phương trình cân bằng áp :

$$U_m \sin \theta - E_d = i_d R + L \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow \sqrt{2}U_2 \sin \theta - E_d = i_d R + L \frac{di}{dt}$$

Giải phương trình theo phương pháp xếp chồng ta có:

$$i = i_U = i_E = \frac{\sqrt{2}U_2}{Z} \sin(\theta - \varphi) - \frac{E_d}{R_d} + C.e^{-\frac{\theta}{\varrho}}$$

Với :

$$Z = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

$$Q = \frac{X_d}{R}$$

$$\varphi = \arctg Q$$

Hằng số tích phân C được xác định theo chế độ dòng điện.

Đặt góc  $\alpha^*$  tính từ thời điểm qua 0 của điện áp nguồn tạo thành  $U_d$

$$\rightarrow \alpha^* = \alpha - \frac{\pi}{2}$$

Khi dòng gián đoạn ta có  $i(\alpha^*) = 0$ , ta có quy luật dòng điện :

$$i_d(\theta) = \frac{\sqrt{2}U_2}{Z} \left[ \sin(\theta - \varphi) - \sin(\alpha^* - \varphi) e^{-\frac{\theta - \alpha^*}{\varrho}} \right] - \frac{E_d}{\sqrt{2}U_2} \left[ 1 - e^{-\frac{\theta - \alpha^*}{\varrho}} \right]$$

Bằng cách giải phương trình siêu việt ta tính được tham số  $U_{d\alpha}$

$$U_{d\alpha} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha^*}^{(\alpha^* + \lambda)} U_m \sin \theta d\theta + \int_{\alpha^* + \lambda_d}^{(\alpha^* + 2\pi)} E_d d\theta$$

$$= \frac{1}{2\pi} \left\{ \sqrt{2}U_2 [\cos \alpha^* - \cos(\alpha^* - \lambda_d)] + E_d(2\pi - \lambda_d) \right\}$$

Với  $\lambda_d$  là thời gian tồn tại của dòng điện trong một chu kỳ chỉnh lưu.

$$I_d = \frac{U_{d\alpha} - E_d}{R_d}$$

Hệ số sử dụng biến áp của sơ đồ xấu :

$$S_{ba} = 3,09.P_d$$

Chất lượng điện áp ra xấu, trị số điện áp tải trung bình lớn nhất

$$U_d = 0,45U_2 \text{ ( ứng với góc mở } \alpha = 0 \text{ )}$$

Đây là loại chỉnh lưu cơ bản, sơ đồ nguyên lý mạch đơn giản . Tuy nhiên các chất lượng về kỹ thuật như : chất lượng điện áp một chiều, hiệu suất sử dụng biến áp quá xấu . Do đó loại chỉnh lưu này ít được sử dụng trong thực tế.

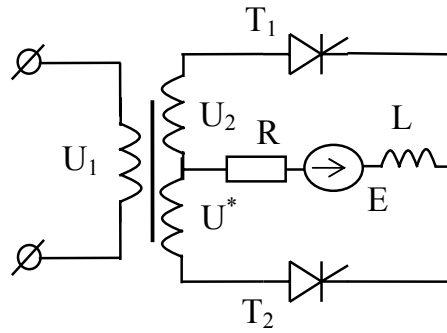
## **2. Chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ**

Sơ đồ nguyên lý, đồ thị điện áp chỉnh lưu được thể hiện trên hình 3.9

Trên sơ đồ sử dụng biến áp có điểm giữa với các thông số :

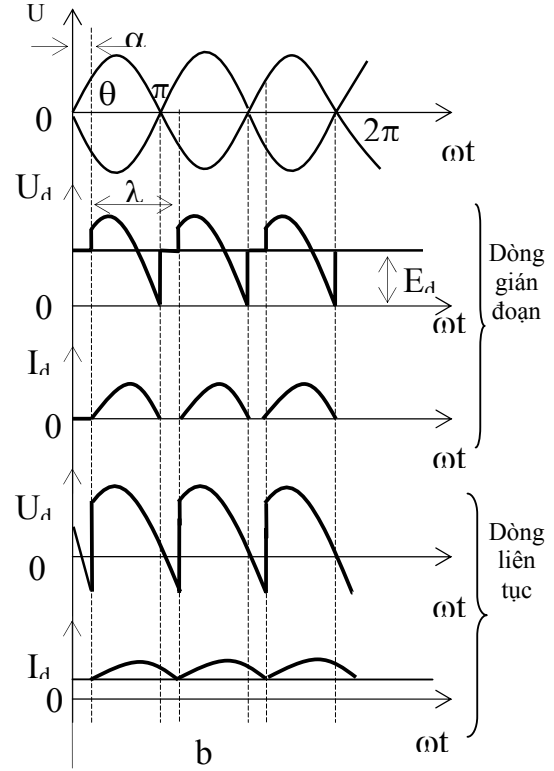
$$U_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin \theta$$

$$U^*_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin(\theta - 180^\circ)$$



a)

Hình 3.9: sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b)



Ở mỗi nửa chu kỳ có một van dẫn, cho nên ở cả 2 nửa chu kỳ sóng điện áp tải trùng với điện áp cuộn dây có van dẫn. Tần số đập mạch của sơ đồ bằng 2 lần tần số đập mạch của điện áp xoay chiều.

Trường hợp dòng tải là gián đoạn :

Khi  $T_1$  ta có phương trình :

$$U_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin \theta = R.i_d + E + X \frac{di_d}{d\theta} \quad (1)$$

Dòng  $i_d$  cũng có thể là dòng liên tục hoặc dòng gián đoạn. Điều này tùy thuộc vào giá trị các tham số của mạch, biến đổi biểu thức (1) ta có :

$$-\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{R}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} i_d d\theta + \frac{E}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} d\theta + \frac{X}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} di_d$$

Trường hợp dòng điện gián đoạn :

$$U_d = RI_d + \frac{E}{\pi}(\lambda - \alpha)$$

$$U_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi}(\cos \alpha - \cos \lambda)$$

$$\Rightarrow I_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi}(\cos \alpha - \cos \lambda) - \frac{E}{\pi R}(\lambda - \alpha)$$

---

---

Trong trường hợp dòng liên tục ta có :

$$\lambda = \pi + \alpha$$

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cos \alpha$$

$$I_d = \frac{U_d - E}{R_d}$$

Trong sơ đồ nay điện áp mà các van phải chịu là lớn nhất  $U_{ng \max} = 2\sqrt{2}U_2$ .

Do các van chỉ dẫn trong 1/2 chu kỳ của điệ áp nguồn nên dòng trung bình qua van  $I_{tbv} = \frac{I_d}{2}$ , trị số dòng hiệu dụng chảy qua van  $I_{hd} = 0,71I_d$ .

- **Nhận xét:**

So với chỉnh lưu 1 pha nửa chu kỳ thì sơ đồ chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ có chất lượng điện áp tốt hơn . Dòng điện chạy qua van không quá lớn, tổng điện áp rơi trên van nhỏ . Đối với chỉnh lưu có điều khiển thì sơ đồ chỉnh lưu loại này điều khiển các van bán dẫn khá đơn giản . Tuy nhiên việc biến áp có hai cuộn dây phía thứ cấp giống nhau mà mỗi cuộn chỉ làm việc trong một nửa chu kỳ, việc chế tạo biến áp phức tạp, hiệu suất sử dụng biến áp không cao  $S_{ba} = 1,48P_d$ , mặt khác điện áp ngược đặt lên van là rất lớn.

### **3. Chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển**

Sơ đồ mạch chỉnh lưu tia 3 pha hình tia được trình bày trên hình 3.10. Sơ đồ mạch van gồm biến áp 3 pha phía thứ cấp đấu Y có trung tính, 3 van bán dẫn đầu theo kiểu catôt chung .

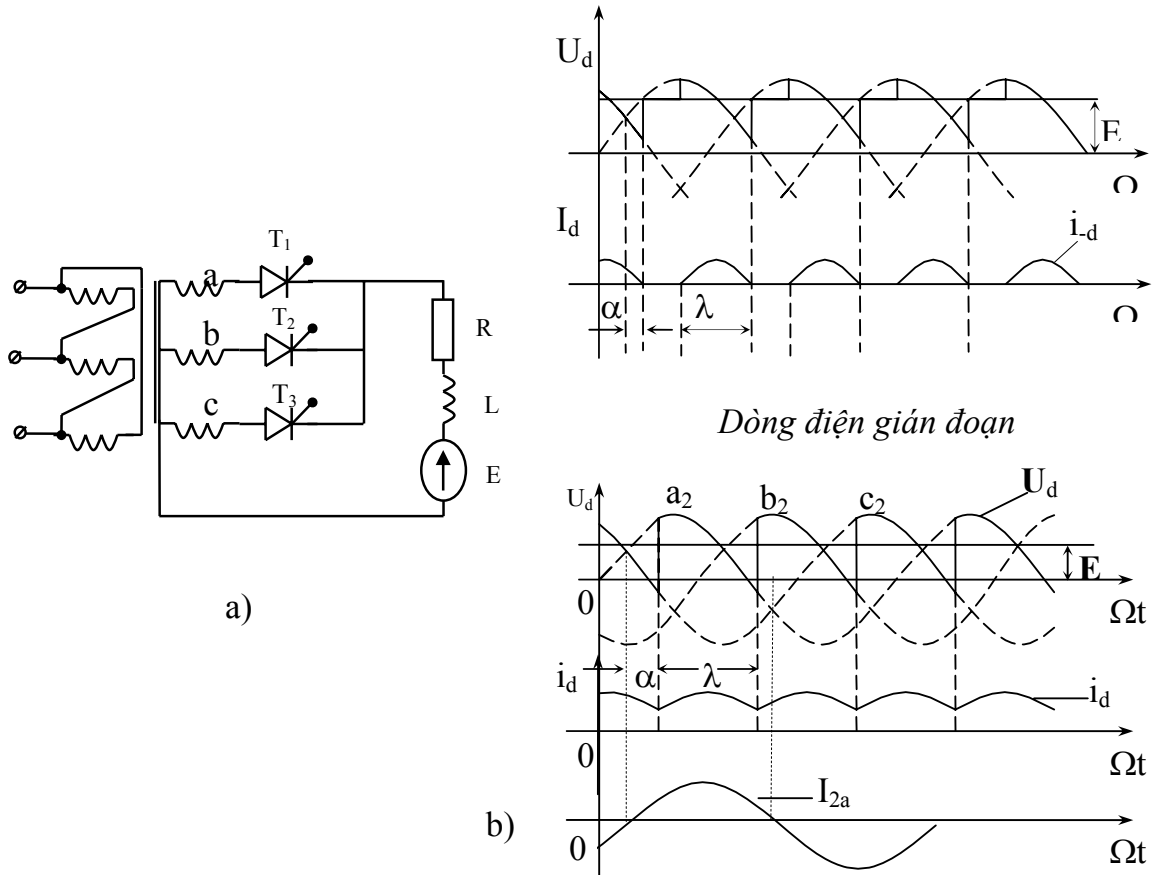
Điện áp trên thứ cấp biến áp nguồn .

$$U_a = \sqrt{2}.U_2 \sin \theta \quad (V) .$$

$$U_b = \sqrt{2}.U_2 \sin(\theta - 120^\circ) \quad (V) .$$

$$U_c = \sqrt{2}.U_2 \sin(\theta - 240^\circ) \quad (V) .$$

Từ đó ta nhận thấy rằng tại mỗi thời điểm chỉ có điện áp của một pha dương hơn hai pha còn lại .



Hình 3.10: Sơ đồ chỉnh lưu hình tia 3 pha(a) đồ thị điện áp và dòng điện(b)

Dòng điện gián đoạn

Nguyên tắc điều khiển là khi anot của Tiristor nào dương hơn thì Tiristor đó mới được kích mở . Thời điểm giao nhau của 2 trong 3 pha được gọi là điểm chuyển mạch tự nhiên .

Vậy góc mở nhỏ nhất của sơ đồ sẽ là dịch pha  $30^0$  so với điện áp pha .

Giá trị trung bình của điện áp tải :

$$\begin{aligned}
 U_d &= \frac{3}{2\pi} \cdot \int_{\frac{\pi}{6}}^{\alpha + \frac{5\pi}{6}} \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin \theta \, d\theta - \Delta U_\mu \\
 &= \frac{3 \cdot \sqrt{6} \cdot U_2}{2\pi} \cdot \cos \alpha - \frac{3 \cdot X_c \cdot I_d}{2\pi}
 \end{aligned}$$

Với  $I_d$  là điện kháng chuyển mạch :

$$I_d = \frac{U_d - E}{R} \quad (\text{A})$$

---

---

Điện áp ngược cực đại đặt lên van bằng điện áp dây của thì cấp biến áp nguồn  $U_{ngmax} = 2,45.U_2$

Dòng điện qua van trong cả 2 trường hợp dòng gián đoạn hay liên tục thì dòng trung bình qua van đều bằng  $\frac{I_d}{3}$ .

### **Nhận xét :**

So với chỉnh lưu một pha thì chỉnh lưu hình tia 3 pha cho chất lượng điện áp một chiều tốt hơn, biên độ điện áp đập mạch thấp hơn thành phần sóng hài bậc cao nhỏ. Việc điều khiển các van bán dẫn tương đối đơn giản. Do dòng điện mỗi cuộn dây thứ cấp biến áp là một chiều do biến áp ba pha ba trụ mà từ thông lõi thép biến áp là từ thông xoay chiều không đối xứng làm cho công suất biến áp phải lớn  $S_{ba} = 1,35.P_d$ . Với sơ đồ này thì bắt buộc phải dùng biến áp.

Điện áp ngược đặt trên van lớn bằng  $2,45U_2$ . Đối với tải yêu cầu điện áp lớn thì việc chọn van gặp khó khăn.

Khi công suất tải lớn so với biến áp nguồn cấp sẽ gây mất đối xứng cho nguồn lưới.

Sơ đồ chỉnh lưu tia 3 pha thường được sử dụng với loại tải có yêu cầu không quá cao về chất lượng điện áp một chiều.

Đối với loại tải có điện áp một chiều định mức là 220 V thì sử dụng sơ đồ có ưu điểm hơn tất cả.

Bởi vì theo sơ đồ này khi chỉnh lưu trực tiếp từ lưới 220V thì điện áp một chiều lớn nhất đạt được là  $220V.1,17 = 257,4 V$ .

Để có điện áp một chiều 220V không nhất thiết phải chế tạo biến áp mà chỉ cần chế tạo 3 cuộn kháng anôt của van là đủ.

## **4. Chỉnh lưu cầu một pha**

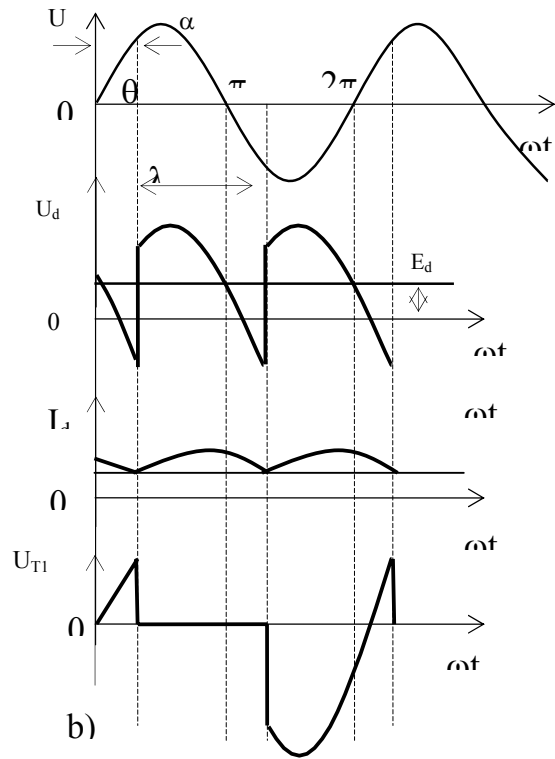
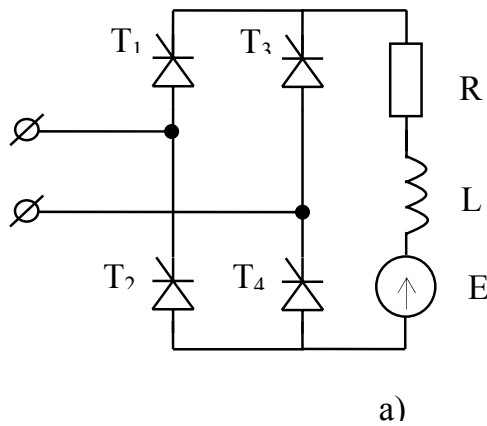
### **a. Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng**

Mạch chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển gồm 4 van bán dẫn T1 ÷ T4. Trong đó, T1, T3 là nhóm katôt chung, T2, T4 là nhóm anôt chung. Nguồn xoay chiều đưa vào mạch có thể lấy trực tiếp từ lưới hoặc thông qua biến áp.

---

---





Hình 3.11: sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b) chỉnh lưu cầu

**Nguyên lý hoạt động :**

Trong nửa chu kỳ đầu từ  $0 \div \pi$  điện áp đặt vào Anôt  $T_1$  dương, điện áp đặt vào Katôt  $T_2$  âm, nếu có xung đồng thời kích mở cho cả 2 van thì cả hai van sẽ mở đặt điện áp lưới vào tải . Nửa chu kỳ tiếp theo  $\pi \div 2\pi$  điện áp ngược đổi dấu anôt của  $T_3$  dương , katôt  $T_4$  âm, nếu có xung kích mở cho cả 2 van thì chúng sẽ thông . Điện áp ra trên tải là một chiều trùng với chiều của nửa chu kỳ trước, vì điện cảm trong mạch tải nên thực tế dòng  $I_d$  là liên tục .

Chỉnh lưu cầu một pha có chất lượng điện áp ra hoàn toàn giống như chỉnh lưu tia 2 pha, hình dạng các đường cong điện áp và dòng điện tải, dòng qua các van bán dẫn có hình dạng như trên đồ thị hình 3.11. Dòng điện qua các van giống như sơ đồ chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ.

Việc điều chỉnh đồng thời các cặp van  $T_1, T_2$  và  $T_3, T_4$  có thể thực hiện bằng việc sử dụng biến áp xung có 2 cuộn thứ cấp.

- Tính toán  $U_d, I_d, I_{Tbv}, U_{ngmax}$  :

- Tải R, chế độ dòng gián đoạn ( $\alpha > 0$ ) :

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 (1 + \cos \alpha) = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \frac{(1 + \cos \alpha)}{2} = U_{d0} \frac{(1 + \cos \alpha)}{2}$$

Với :  $U_{d0} = 0,9U_2$

- Tải R - L dòng liên tục :

$$U_{d0} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \cos \alpha = U_{d0} \cos \alpha$$

- Tải R-L-E dòng liên tục :

Giả sử  $T_1, T_2$  đang dẫn ta có phương trình :

$$\sqrt{2}U_2 \sin \theta = Ri_d + E + X \frac{di_d}{d\theta}$$

$$U_{d0} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{R}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} i_d d\theta + \frac{E}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} d\theta + \int_{i_d} di$$

$$U_d = RI_d + E$$

Trong đó :  $U_d = \frac{2\sqrt{2}U_d}{\pi} \cos \alpha$

- Dòng qua tải :

$$I_d = \frac{U_d}{Z}$$

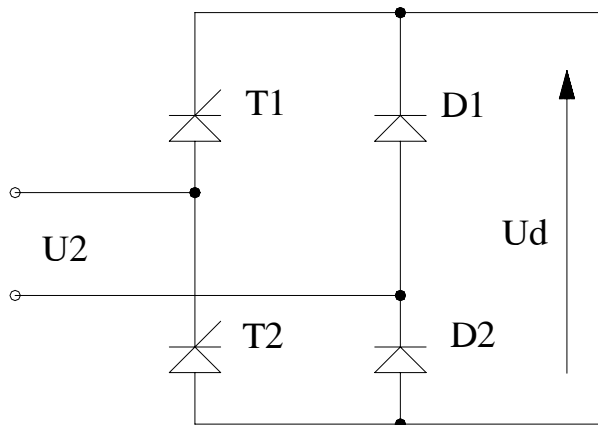
- Dòng trung bình qua van :

$$I_{Tbv} = \frac{I_d}{2}$$

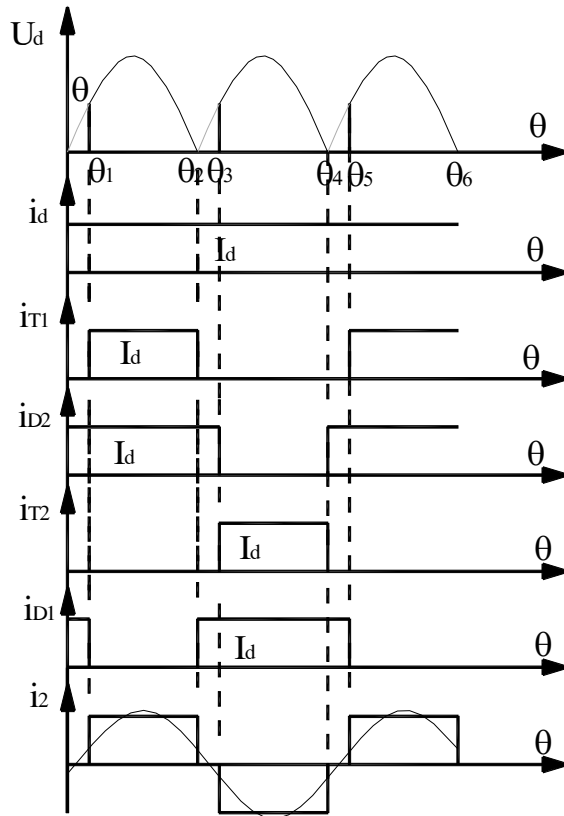
- Điện áp ngược đặt lên van :

$$U_{ng \max} = U_{2m} = \sqrt{2} \cdot U_2$$

### c. *Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng*



Hình 3.12 a : Sơ đồ nguyên lý chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng



Hình 3.12 b : Giản đồ điện áp chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng

Trong sơ đồ này, các điốt D1, D2 vẫn mở tự nhiên ở đầu các nửa chu kỳ : D1 mở khi  $u_2$  âm, D2 mở khi  $u_2$  dương. Các tiristo mở theo góc  $\alpha$ . Tuy nhiên các van khoá theo nhóm : D1 dẫn sẽ làm T1 ( cùng nhóm catôt chung ) khoá, T1 dẫn thì D1 bị khoá . Tương tự D2 dẫn thì T2 khoá và ngược lại, T2 dẫn thì D2 khoá . Do vậy ta có các giai đoạn là :

- Trong khoảng  $\alpha \div \pi$  : T1 D2 dẫn,  $u_d = u_2$
- Trong khoảng  $\pi \div (\pi + \alpha)$  : D1 D2 dẫn, D1 dẫn ở  $\pi$  và làm T1 khoá, T2 chưa dẫn nên D2 còn mở chưa khoá.
- Trong khoảng  $(\pi + \alpha) \div 2\pi$  : T2 D1 dẫn, T1 dẫn làm D2 khoá,  $u_d = -u_2$
- Trong khoảng  $2\pi \div (2\pi + \alpha)$  : T2 D2 dẫn.

Ta lại thấy có 2 đoạn có van mắc thẳng hàng dẫn với nhau là D1 D2, tải lại bị ngắn mạch nên vẫn có ở các giai đoạn này :  $u_d = 0$

---

---

Dạng điện áp  $u_d$  :

$$U_{d\alpha} = 0.9 U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

$$I_d = \frac{U_{d\alpha}}{R_d}$$

Song đồ thị dẫn của van cho thấy chúng vẫn không đều nhau :

Tiristo dẫn trong khoảng  $(\pi - \alpha)$

Điôt dẫn trong khoảng  $(\pi + \alpha)$

Vì vậy dòng trung bình qua van là :

$$I_T = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_d d\theta = I_d \frac{\pi - \alpha}{2\pi}$$

$$I_D = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi + \alpha} I_d d\theta = I_d \frac{\pi + \alpha}{2\pi}$$

- **Nhân xét:**

Chỉnh lưu cầu một pha được sử dụng khá rộng rãi trên thực tế nhất là đối với loại tải có điện áp lớn hơn 10(v), dòng tải có thể lên tới 100A . Ưu điểm của mạch là có thể không cần biến áp . Do có hai van dẫn dòng lên có sụt áp trên cả hai van làm cho sơ đồ này không thích hợp với dải điện áp thấp.

Trong sơ đồ cầu dòng điện phía thứ cấp biến áp nguồn không có thành phần một chiều do mỗi pha nguồn được nối với 2 van, mỗi van dẫn dòng theo một chiều Chỉnh lưu cầu tốt hơn chỉnh lưu tia về chỉ tiêu này . Hiệu suất biến áp  $S_{ba}=1,38P_d$ .

Đối với tải có điện áp và dòng điện nhỏ thì việc chọn sơ đồ cầu một pha là hợp lý bởi hệ số điện áp ngược của van nhỏ, dễ chọn van hơn . Chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển được dùng nhiều cho các loại tải có làm việc ở chế độ nghịch lưu hoàn trả năng lượng về nguồn như động cơ điện một chiều .

---

---

## 5. Chỉnh lưu cầu 3 pha

### a. *Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng*

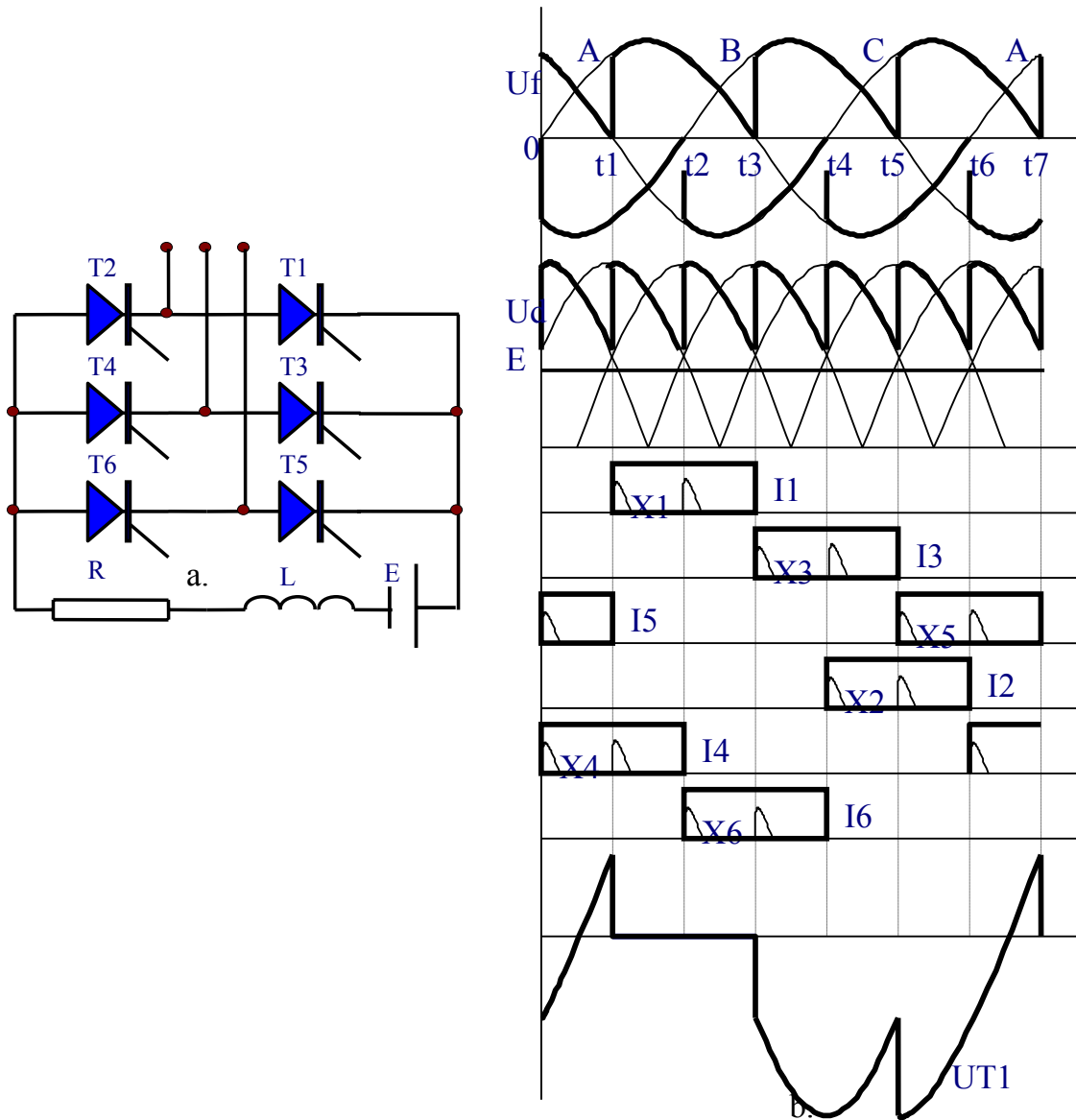
#### Nguyên lý hoạt động

Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng hình 3.14a có thể coi như hai sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha mắc ngược chiều nhau, ba Tiristor  $T_1, T_3, T_5$  tạo thành một chỉnh lưu tia ba pha cho điện áp (+) tạo thành nhóm anod, còn  $T_2, T_4, T_6$  là một chỉnh lưu tia cho ta điện áp âm tạo thành nhóm catod, hai chỉnh lưu này ghép lại thành cầu ba pha.

Theo hoạt động của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, dòng điện chạy qua tải là dòng điện chạy từ pha này về pha kia, do đó tại mỗi thời điểm cần mở Tiristor chúng ta cần cấp hai xung điều khiển đồng thời (một xung ở nhóm anod (+), một xung ở nhóm catod (-)). Ví dụ tại thời điểm  $t_1$  trên hình 3.14b cần mở Tiristor  $T_1$  của pha A phía anod, chúng ta cấp xung  $X_1$ , đồng thời tại đó chúng ta cấp thêm xung  $X_4$  cho Tiristor  $T_4$  của pha B phía catod các thời điểm tiếp theo cũng tương tự. Cần chú ý rằng thứ tự cấp xung điều khiển cũng cần tuân thủ theo đúng thứ tự pha.

Khi chúng ta cấp đúng các xung điều khiển, dòng điện sẽ được chạy từ pha có điện áp dương hơn về pha có điện áp âm hơn. Ví dụ trong khoảng  $t_1 \div t_2$  pha A có điện áp dương hơn, pha B có điện áp âm hơn, với việc mở thông  $T_1, T_4$  dòng điện được chạy từ A về B.

Khi góc mở van nhỏ hoặc điện cảm lớn, trong mỗi khoảng dẫn của một van của nhóm này (anod hay catod) thì sẽ có hai van của nhóm kia đổi chỗ cho nhau. Điều này có thể thấy rõ trong khoảng  $t_1 \div t_3$  như trên hình 3.13b Tiristor  $T_1$  nhóm anod dẫn, nhưng trong nhóm catod  $T_4$  dẫn trong khoảng  $t_1 \div t_2$  còn  $T_6$  dẫn tiếp trong khoảng  $t_2 \div t_3$ .



Hình 3.13 : a - sơ đồ động lực, b - giản đồ các đường cong cơ bản

Điện áp ngược các van phải chịu ở chỉnh lưu cầu ba pha sẽ bằng 0 khi van dẫn và bằng điện áp dây khi van khoá. Ta có thể lấy ví dụ cho van  $T_1$  (đường cong cuối cùng của hình 3.13b) trong khoảng  $t_1 \div t_3$  van  $T_1$  dẫn điện áp bằng 0, trong khoảng  $t_3 \div t_5$  van  $T_3$  dẫn lúc này  $T_1$  chịu điện áp ngược  $U_{BA}$ , đến khoảng  $t_5 \div t_7$  van  $T_5$  dẫn  $T_1$  sẽ chịu điện áp ngược  $U_{CA}$ .

Khi điện áp tải liên tục, như đường cong  $U_d$  trên hình 3.13b trị số điện áp tải được tính theo công thức :

$$U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha$$

Khi góc mở các Tiristor lớn lên tới góc  $\alpha > 60^\circ$  và thành phần điện cảm của tải quá nhỏ, điện áp tải sẽ bị gián đoạn . Khi góc mở các Tiristor  $\alpha = 90^\circ$  với tải thuần trở) . Trong các trường hợp này dòng điện chạy từ pha này về pha kia, là do các van bán dẫn có phân cực thuận theo điện áp dây đặt lên chúng cho tới khi điện áp dây đổi dấu, các van bán dẫn sẽ có phân cực ngược nên chúng tự khoá.

Sự phức tạp của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng như đã nói trên là cần phải mở đồng thời hai van theo đúng thứ tự pha, do đó gây không ít khó khăn khi chế tạo vận hành và sửa chữa . Để đơn giản hơn người ta có thể sử dụng điều khiển không đối xứng .

**Ưu nhược điểm:**

Chất lượng điện áp đầu ra tốt nhất trong các phương pháp chỉnh lưu dùng được cho cả tải có xả năng lượng về lưới.

Sơ đồ điều khiển phức tạp , số van sử dụng nhiều.

***b. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng***

**Nguyên lý hoạt động**

Loại chỉnh lưu này được cấu tạo từ một nhóm (anot hoặc catot) điều khiển và một nhóm không điều khiển như mô tả trên hình 3.14ê . Trên hình 3.14b mô tả giản đồ nguyên lý tạo điện áp chỉnh lưu (đường cong trên cùng), sóng điện áp tải  $U_d$  (đường cong nét đậm thứ hai trên hình 3.14b), khoảng dẫn các van bán dẫn  $T_1, T_2, T_3, D_1, D_2, D_3$  . Các Tiristor được dẫn thông từ thời điểm có xung mở cho đến khi mở Tiristor của pha kế tiếp . Ví dụ  $T_1$  mở thông từ  $t_1$  (thời điểm phát xung mở  $T_1$ ) tới  $t_3$  (thời điểm phát xung mở  $T_2$ ) . Trong trường hợp điện áp tải gián đoạn Tiristor được dẫn từ thời điểm có xung mở cho đến khi điện áp dây đổi dấu . Các diot tự động dẫn thông khi điện áp đặt lên chúng thuận chiều . Ví dụ  $D_1$  phân cực thuận trong khoảng  $t_4 \div t_6$  và nó sẽ mở cho dòng điện chạy từ pha B về pha A trong khoảng  $t_4 \div t_5$  và từ pha C về pha A trong khoảng  $t_5 \div t_6$ .

Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng có dòng điện và điện áp tải liên tục khi góc mở các van bán dẫn nhỏ hơn  $60^\circ$ , khi góc mở tăng lên và thành phần điện cảm của tải nhỏ, dòng điện và điện áp sẽ gián đoạn.

Theo dạng sóng điện áp tải ở trên trị số điện áp trung bình trên tải bằng 0 khi góc mở đạt tới  $180^\circ$ . Người ta có thể coi điện áp trung bình trên tải là kết quả của tổng hai điện áp chỉnh lưu tia ba pha.

---



---

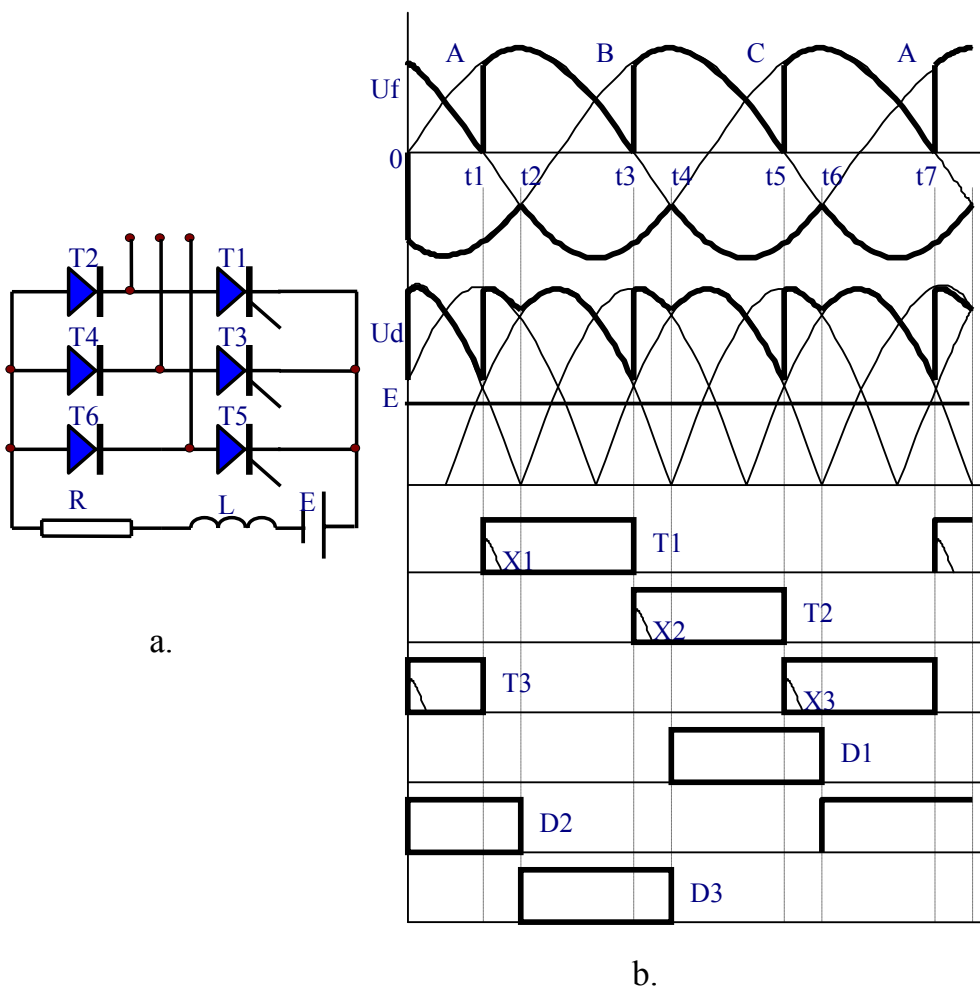

$$U_{tb} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} U_f(\max)(1 + \cos \alpha) = \frac{3}{2\pi} U_d(\max)(1 + \cos \alpha)$$


---



---

Việc kích mở các van điều khiển trong chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển dễ dàng hơn, nhưng các điều hoà bậc cao của tải và của nguồn lớn hơn. So với chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, thì trong sơ đồ này việc điều khiển các van bán dẫn được thực hiện đơn giản hơn. Ta có thể coi mạch điều khiển của bộ chỉnh lưu này như điều khiển một chỉnh lưu tia ba pha.



Hình 3.14. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng  
a- sơ đồ động lực, b- giản đồ các đường cong

- **Nhận xét**

\* Qua quá trình phân tích các sơ đồ mạch chỉnh lưu ta thấy sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu 1 pha không đối xứng có nhiều ưu điểm đáp ứng tốt các yêu cầu của hệ truyền động điện máy mài 3K225B với động cơ quay chi tiết có công suất thấp (0,76 KW). Vì vậy ta chọn sơ đồ chỉnh lưu có điều khiển cầu một pha không đối xứng làm sơ đồ thiết kế.



---

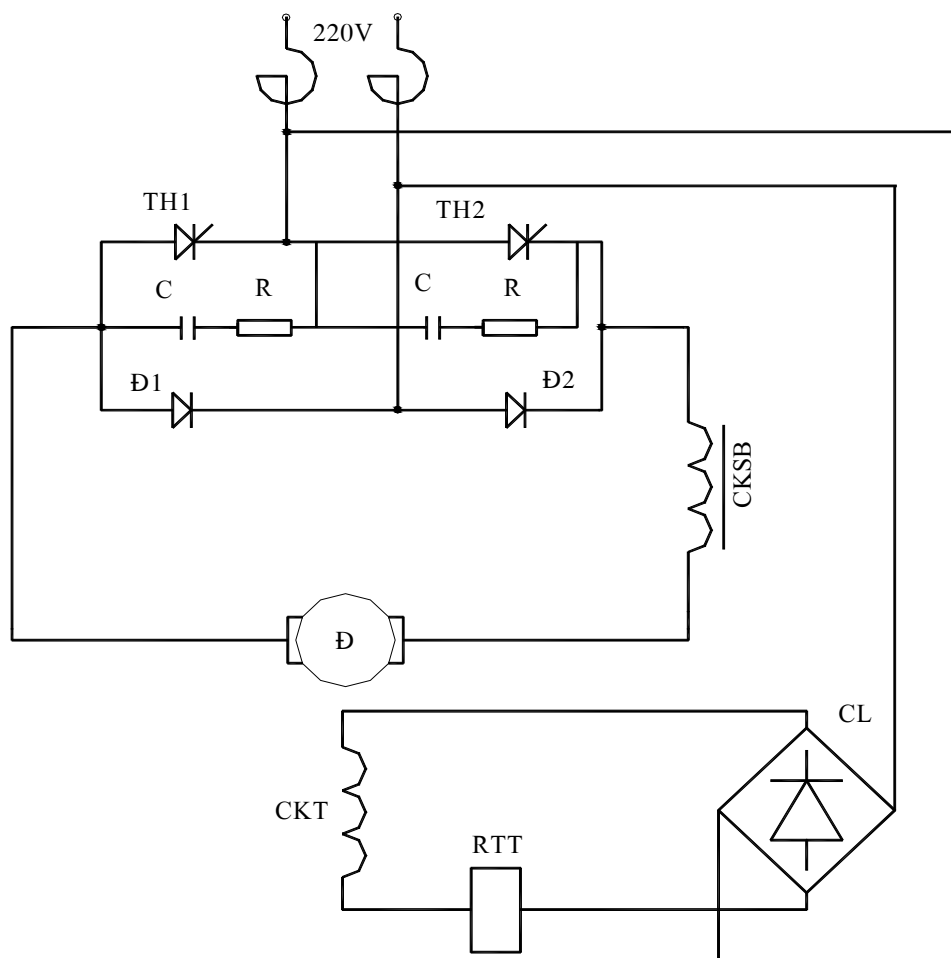
---

## Chương 4

### ***Tính toán lựa chọn các phân tử trong mạch lực***

Sau khi phân tích một số sơ đồ chỉnh lưu, chúng ta đã lựa chọn được sơ đồ phù hợp để thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết . Đó là sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.

Sơ đồ mạch lực :



Hình 4.1 : Hệ truyền động quay chi tiết máy mài tròn trong 3K225B  
**Tính chọn các phần tử trong mạch lực**

Các thông số cho trước :

$$U_{ktđm} = 220 \text{ V}$$

Phạm vi điều chỉnh tốc độ :  $D = 10/1$

Động cơ có công suất :  $P_{đm} = 0,76 \text{ KW}$

Tốc độ :  $n = 2500 \text{ v/ph}$

Điện áp :  $U_{urđm} = 220 \text{ V}$

$$\text{Công suất kích từ : } P_{kt} = \frac{1}{10} \cdot P_{đm} = 76 \text{ W}$$

Điện áp kích từ :  $U_{kt} = 220 \text{ V}$

---

---

## 1. Tính chọn van

Điện áp ngược mà van phải chịu:

$$U_{ng} = U_d / k_U \cdot k_{nv} = (220 / 0,9) \cdot 1,41 = 344,66 \text{ V}$$

Dòng điện làm việc của van tính theo dòng hiệu dụng :

$$I_{lv} = I_{hd} = I_d / 2$$

$$\text{với } I_d = P_{dm} / U_d \cdot \eta = (760 / 220 \cdot 0,85) = 4,06 \text{ A}$$

$$I_{lv} = 2,03 \text{ A}$$

### Chọn điều kiện làm việc của van

Có cánh tản nhiệt và đầy đủ diện tích toả nhiệt, không có quạt làm mát. Với điều kiện này, dòng làm việc của van cần chọn hệ số dự trữ:  $k_I = 1,2$ .

$$I_{dmv} = k_I \cdot I_{lv} = 4 \cdot 2,03 = 8,12 \text{ A.}$$

Hai thông số cần quan tâm nhất khi chọn van bán dẫn cho khi chỉnh lưu là điện áp, dòng điện, các thông số còn lại là những thông số tham khảo khi lựa chọn

- Loại van nào có sụt áp  $\Delta U$  nhỏ hơn sẽ có tổn hao nhiệt ít hơn.
- Dòng điện rò của loại van nào nhỏ hơn thì chất lượng tốt hơn.
- Nhiệt độ cho phép của loại van nào cao hơn thì khả năng chịu nhiệt tốt hơn
- Điện áp và dòng điện điều khiển của loại van nào nhỏ hơn, công suất điều khiển thấp hơn
- Loại van nào có thời gian truyền mạch bé hơn thì sẽ nhẹ hơn

### Vậy chọn 2 Tiristo loại : KY243A

$$U_{ngmax} = 400 \text{ V}$$

$$I_{dm} = 10 \text{ A}$$

### Chọn 2 Điôt loại : Д 243A

$$I_{dm} = 10 \text{ A}$$

$$U_{ngmax} = 400 \text{ V}$$

- Các thông số còn lại của động cơ :
  - Điện cảm phản ứng động cơ được tính theo công thức :

$$L_{ur} = \frac{K_1 \cdot U_{udm}}{I_{udm} \cdot P \cdot n_{dm}}$$

Với :

$K_1$  là hệ số lấy giá trị là 5,5 ÷ 5,7, đối với máy không bù

$K_1 = 1,4 \div 1,9$  đối với máy có bù

Chọn  $K_1 = 1,8$ .

P là số đôi cực : P = 2

$$L_{ur} = \frac{1,8 \cdot 220}{4,06 \cdot 2 \cdot 2500} = 0,0195 \text{ H.}$$

- Sức điện động của động cơ:

$$E_{dm} = U_{dm} - I_{ur} \cdot R_{ur} = 220 - 4,06 \cdot 4,06 = 203,5 \text{ V.}$$

## 2. Tính chọn cuộn kháng lọc

### a. Xác định góc mở cực tiểu và cực đại :

Chọn góc mở cực tiểu  $\alpha_{\min} = 10^0$  là góc dự trữ để có thể bù được sự suy giảm điện áp lưới. Khi góc mở  $\alpha_{\min}$  thì điện áp trên tải là lớn nhất, tương ứng với tốc độ động cơ là lớn nhất  $n_{dm} = n_{\max}$ .

Khi  $\alpha = \alpha_{\max}$  thì điện áp trên tải là nhỏ nhất.

$U_{d\min} = U_{d0} \cdot \cos \alpha_{j\max}$  tương ứng với tốc độ động cơ là nhỏ nhất  $n_{\min}$ .

Ta có  $\alpha_{\max} = \arccos(U_{d\min}/U_{d0})$ .

Với  $U_{d\min}$  được xác định từ dải điều chỉnh:

Ta có :

$$D = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{U_{dd\max} - I_{udm} \cdot R_u}{U_{d\min} - I_{udm} \cdot R_u} = \frac{2500}{250} = 10$$

$$\Rightarrow U_{d\min} = \frac{1}{D} \cdot [U_{dd\max} + (D-1) \cdot I_{dm} \cdot R_u]$$

$$= \frac{1}{D} \cdot \left[ U_{d0} \cdot \frac{1 + \cos \alpha_{\min}}{2} + (D-1) \cdot I_{dm} \cdot R_u \right]$$

$$= \frac{1}{10} \left[ 220 \cdot \frac{1 + \cos 10}{2} + (10-1) \cdot 4,06 \cdot 4,06 \right] = 34,6 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow \alpha_{\max} = \arccos(34,6/220) = 80,9^0$$

Vậy góc  $\alpha_{\max} = 80,9^0$  ứng với điện áp động cơ là nhỏ nhất.

---

---

**b. Xác định điện cảm cuộn kháng lọc :**

- Sự đập mạch của điện áp chỉnh lưu làm cho dòng điện tải cũng đập mạch theo, làm xấu đi chất lượng dòng điện 1 chiều, nếu tải là động cơ 1 chiều sẽ làm xấu quá trình chuyển mạch cổ góp của động cơ, làm tăng phát nóng của tải cho các thành phần sóng hài.
- Thông thường đánh giá ảnh hưởng của đập mạch dòng điện theo trị hiệu dụng của sóng hài bậc nhất, bởi vì sóng hài bậc nhất chiếm tỷ lệ vào khoảng ( 2 ÷ 5)% dòng điện định mức của tải.
- Trị số điện cảm của cuộn kháng lọc thành phần dòng điện đập mạch được tính theo biểu thức sau:

$$L_1 = \frac{U_{dnmax} \cdot 100}{\sqrt{2} \cdot K \cdot m \cdot \omega \cdot I_1^* \% \cdot I_{ddm}}$$

Trong đó:

$L_1$ : trị số điện cảm lọc đập mạch cần thiết [Henry]

$I_{ddm}$ : dòng điện định mức của bộ chỉnh lưu [A]

$I_{ddm} = 4,06$  A.

$\omega = 314$ : tần số [1/s] góc.

$K = 1,2,3 \dots$  bộ số sóng hài.

+Đối với sơ đồ chỉnh lưu điều khiển không đối xứng, khi góc điều khiển  $\alpha$  nhỏ thành phần sóng hài với  $K=2$ , và  $K.m = 6$ .

- $I_1^* \%$ : trị hiệu dụng của dòng điện sóng hài cơ bản lấy tỷ số theo dòng điện định mức của chỉnh lưu. Trị số này cho phép  $I_1^* \% < 10\%$ .
- $U_{dnmax}$ : biên độ thành phần sóng hài của điện áp chỉnh lưu

Biên độ thành phần sóng hài của điện áp chỉnh lưu  $U_{dnmax}$  xác định theo công thức:

$$\frac{U_{dnmax}}{U_{d0}} = \frac{2 \cdot \cos \alpha}{K^2 \cdot m^2 - 1} \cdot \sqrt{1 + K^2 \cdot m^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha}$$

Với:

$U_{d0}$ : điện áp chỉnh lưu cực đại = 220V.

$\alpha_{max}$ : góc điều khiển bán dẫn khi góc điều khiển là cực đại:

$$\alpha_{max} = 80,9^\circ$$

$$U_{dnmax} = U_{d0} \cdot 0,13 = 28,6 \text{ V.}$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{28,6 \cdot 100}{\sqrt{2} \cdot 6 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 4,06} = 0,026 \text{ H.}$$

---

---

Trị số điện cảm của cuộn kháng lọc  $L_{ckl}$  để lọc thành phần dòng điện đập mạch được tính theo công thức:

$$L_{ckl} = L_l - L_d - L_{ba}$$

Với :

$$L_d = \frac{K_d \cdot 30 \cdot U_{dm}}{\pi \cdot I_{dm} \cdot \eta_{dm} \cdot P} = \frac{0,1 \cdot 30 \cdot 220}{3,14 \cdot 4,06 \cdot 2500 \cdot 2} = 0,01H .$$

(  $K_d = 0,1$ : động cơ có cuộn bù)

$L_{ba} = 0$  vì không sử dụng biến áp

$$\Rightarrow L_{ckl} = 0,016 H.$$

### c. Thiết kế kết cấu cuộn kháng :

Các thông số ban đầu :

$$L = 0,016(H)$$

Dòng điện qua cuộn kháng :  $I_m = I_{dm} = 4,06(A)$

Biên độ dòng điện xoay chiều bậc một :  $I_{1m} = 0,1I_{dm} = 0,406(A)$

1. Do điện cảm của cuộn kháng rất lớn, điện trở của cuộn dây rất nhỏ, ta có thể coi tổng trở cuộn kháng xấp xỉ bằng điện kháng của nó :

$$Z_k = X_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \rho \cdot L_k = 2 \pi \cdot 50 \cdot 6 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 30,159(\Omega)$$

Với  $\rho = 6$  số xung đập mạch trong 1 chu kỳ.

2. Điện áp xoay chiều rơi trên cuộn kháng lọc :

$$\Delta U = Z_k \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 92,268 \cdot \frac{0,406}{\sqrt{2}} = 26,488(V)$$

3. Công suất cuộn kháng lọc :

$$S = \Delta U \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 26,488 \cdot \frac{0,406}{\sqrt{2}} = 7,6(VA)$$

4. Tiết diện cực từ chính cuộn kháng lọc :

$$Q = k_g \cdot \sqrt{\frac{S}{m \cdot f}} = 6 \cdot \sqrt{\frac{7,6}{6 \cdot 50}} = 0,954(cm^2)$$

Chuẩn hoá tiết diện lõi thép ta chọn :

$$Q = 0,98(\text{cm}^2)$$

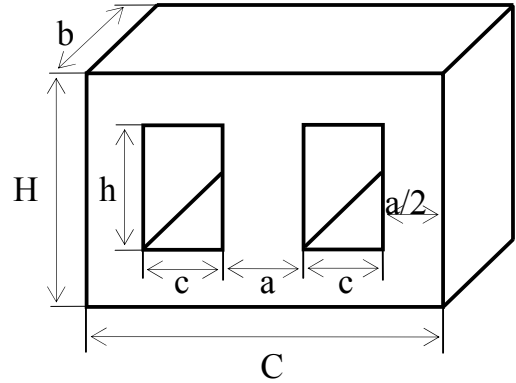
Lõi thép là loại III 12 x 10 có:

$$a = 12(\text{mm}) \quad b = 10(\text{mm})$$

$$c = 12(\text{mm}) \quad h = 30(\text{mm})$$

$$C = 48(\text{mm}) \quad H = 42(\text{mm})$$

Hình dạng lõi thép được thể hiện trên hình 4.2



Khi có thành phần dòng xoay chiều chạy qua cuộn cảm thì trong cuộn cảm suất hiện một sức điện động tự cảm :

$$E_k = 4,44.W.f'.B_t.Q$$

$$\text{Với } f' = \rho.f = 6.f$$

$$\text{Gần đúng ta có thể coi } E_k = \Delta U_{ck} = 26(\text{v})$$

$$\text{Chọn } B_T = 0,8T$$

$$\Rightarrow W = \frac{E_k}{4,44.f'.B_T.Q} = \frac{26}{4,44.6.50.0,8.4,8.10^{-4}} = 51(\text{vòng})$$

$$\text{Chọn } W = 51 (\text{vòng})$$

Hình 4.2 : Hình dạng lõi cuộn kháng lọc

5. Thành phần dòng điện chạy qua cuộn kháng là :

$$i(t) = I_d + I_{1m} \cos(6\theta + \varphi_1)$$

Dòng hiệu dụng qua cuộn kháng :

$$I_k = \sqrt{I_d^2 + \left(\frac{I_{1m}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{4,06^2 + \left(\frac{0,406}{\sqrt{2}}\right)^2} = 4,07(\text{A})$$

---

---

6. Chọn mật độ dòng điện qua cuộn kháng :  $J = 2,7(\text{A}/\text{mm}^2)$

7. Tiết diện dây quấn :

$$S_k = \frac{I_k}{J} = \frac{4,07}{2,7} = 1,5(\text{mm}^2)$$

Chuẩn hóa tiết diện theo dây dẫn tròn :

$$d = 1,4(\text{mm}) \quad S = 1,5394(\text{mm}^2)$$

$$m_{\text{cu}} = 13,7(\text{g}/\text{m}) \quad R_{\text{cu}} = 0,0113(\Omega/\text{m})$$

khi tính đến cách điện :  $d_n = 1,5(\text{mm})$

Tính lại mật độ dòng điện :

$$J = \frac{I_k}{S_k} = \frac{4,07}{1,5394} = 2,64(\text{A}/\text{mm}^2)$$

8. Tính số vòng trên một lớp :

Chọn khoảng cách từ gông đến cuộn dây là :  $h_g = 1(\text{mm})$

$$W_1 = k_{\text{id}} \frac{h - 2h_g}{d_n} = 0,9 \frac{30 - 2}{1,5} = 17(\text{vòng})$$

9. Số lớp dây :

$$n = \frac{W_k}{W_1} = \frac{51}{17} = 3(\text{lớp})$$

Bố trí dây : mỗi lớp có 17 (vòng)

Chọn khoảng cách cách điện giữa dây quấn với trụ :

$$d_{01} = 1(\text{mm})$$

Chọn khoảng cách cách điện ngoài cùng :

$$d_n = 1(\text{mm})$$

Cách điện giữa các lớp là :  $cd_1 = 0,1(\text{mm})$

10. Bề dày cuộn dây :

$$Bd = (d + cd_1).n = (1,5 + 0,1).3 = 4,8(\text{mm})$$

11. Chiều rộng cửa sổ cần thiết :

$$c_{\text{th}} = Bd + d_{01} + d_n = 4,8 + 1 + 1 = 6,8(\text{mm})$$

Vậy mạch từ chọn là phù hợp

---

---



---

---

12. Chiều dài của dây quấn :

$$l_{dq} = 2 \cdot [a + b + 2(d_n + d_{01})] \cdot W_k = 2 \cdot [12 + 10 + 2(1,5 + 1)] \cdot 51 = 2754(\text{mm})$$

$$l_{dq} = 2,754(\text{m})$$

13. Điện trở dây quấn :

$$R_L = R_{cu} \cdot l_{dq} = 0,0113 \cdot 2,754 = 0,03(\Omega)$$

Ta có thể bỏ qua điện trở của dây quấn

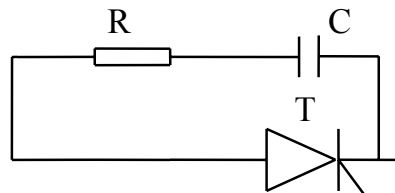
Vậy cuộn kháng tính toán là phù hợp

### **3. Bảo vệ quá điện áp cho van bán dẫn**

Bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng cắt Tiristo được thực hiện bằng cách mắc RC song song với Tiristo. Khi có sự chuyển mạch các điện tích tích tụ trong các lớp bán dẫn phóng ra ngoài tạo ra dòng điện ngược trong khoảng thời gian ngắn.

Sự biến thiên nhanh chóng của dòng điện ngược gây ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa anôt và catôt của Tiristo . Khi có mạch RC mắc song song với Tiristo tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch nên Tiristo không bị quá điện áp .

Theo kinh nghiệm ta chọn  $R = 33\Omega / 10W$ ,  $C = 4,7 \mu F / 600V$



## **Chương 5**

# ***Thiết kế mạch điều khiển bộ chỉnh lưu***

---

---

---

---

## **I. Khái quát về mạch điều khiển Tiristor**

### **1. Yêu cầu đối với mạch điều khiển**

Mạch điều khiển là khâu rất quan trọng trong bộ biến đổi Tiristo vì nó đóng vai trò chủ đạo trong việc quyết định chất lượng và độ tin cậy của bộ biến đổi yêu cầu đặt ra đối với mạch điều khiển :

+ Phát xung điều khiển đến các van lực theo đúng pha với góc điều khiển  $\alpha$  tương ứng .

+ Đảm bảo phạm vi điều chỉnh góc điều chỉnh  $\alpha_{\min} \Rightarrow \alpha_{\max}$  tương ứng với phạm vi thay đổi điện áp ra tải của mạch lực

+ Cho phép bộ chỉnh lưu làm việc bình thường với các chế độ khác nhau do tải yêu cầu như chế độ khởi động , chế độ hãm...

+ Có độ đối xứng xung điều khiển tốt không vượt quá  $1^0 \rightarrow 3^0$  điện

+ Đảm bảo mạch hoạt động ổn định và tin cậy khi lưới điện xoay chiều thay đổi cả về giá trị điện áp và tần số trong phạm vi cho phép .

+ Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt

+ Độ tác động của mạch điều khiển nhanh, dưới 1ms .

+ Thực hiện các yêu cầu về bảo vệ bộ chỉnh lưu từ phía điều khiển ngắt xung điều khiển khi sự cố thông báo các hiện tượng không bình thường của lưới và bản thân bộ chỉnh lưu ..v.v...

+ Đảm bảo các xung điều khiển phát tới các van lực phù hợp để mở chắc chắn van , thoả mãn các yêu cầu :

- Đủ công suất : dòng áp điều khiển .

- Có sườn xung dốc đứng .

- Độ rộng đủ để dòng qua van kịp vượt  $I_{\text{duy trì}}$

+ Yêu cầu về lắp ráp vận hành

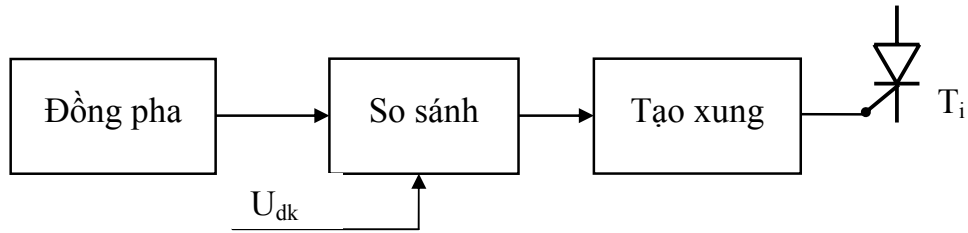
Thiết bị thay thế dễ lắp ráp và điều chỉnh.

Mỗi khối có khả năng làm việc độc lập ...

### **2. Lựa chọn mạch điều khiển**

#### **a. Điều khiển bằng mạch tương tự**

Sơ đồ khối của mạch điều khiển tương tự ( hình 5.1 )



Hình 5.1: Sơ đồ khối mạch điều khiển

### Khâu đồng pha

Khâu đồng pha có nhiệm vụ tạo ra một điện áp có góc lệch pha cố định với điện áp đặt lên van ( thường tạo ra điện áp tựa  $U_{rc}$  ( thường là điện áp răng cưa tuyến tính)).

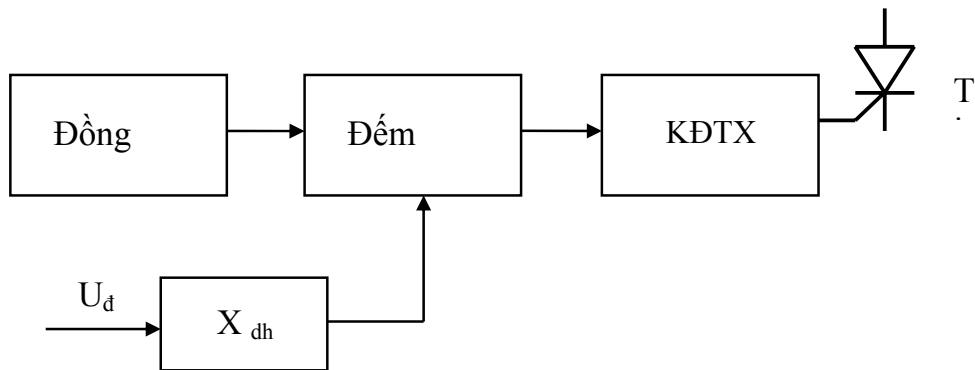
### Khâu so sánh

Khâu này có chức năng so sánh điện áp điều khiển với điện áp tựa dạng răng cưa tuyến tính hoặc hình sin nhằm định thời điểm phát xung điều khiển, thường đó là thời điểm khi 2 điện áp này bằng nhau. Đây là khâu xác định góc điều khiển.

### Khâu tạo xung

Có nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở van . Xung điều khiển van có yêu cầu sườn trước dốc đứng để đảm bảo yêu cầu van mở tức thời khi có xung điều khiển ( thường gặp là xung kim hoặc xung chữ nhật ) đủ công suất , cách ly giữa mạch điều khiển và mạch lực

## b. Điều khiển bằng mạch số



Hình 5.2 : Sơ đồ khối điều khiển bằng mạch số

Mạch điều khiển số được thiết lập trên nguyên tắc biến đổi mã số thành các tín hiệu dịch chuyển theo nguyên tắc thời gian ( $\alpha$ ).

Hệ thống điều khiển số khắc phục được nhược điểm cơ bản của hệ thống điều khiển liên tục ở chỗ loại trừ được sai số do hiện tượng trôi gây ra.

### Nguyên lý điều khiển:

---

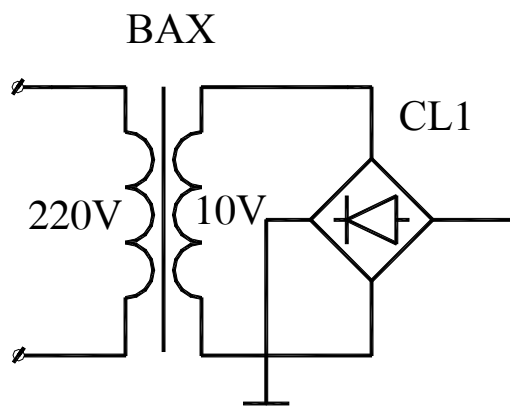
---

Trong mạch điều khiển tạo xung đồng hồ ( $X_{dh}$ ) có tần số cao. Khi điện áp anôt của Ti đổi dấu dương thì tiến hành đếm xung đồng hồ. số lượng xung đếm ( $nX_{dh}$ ) không đổi cho mỗi chu kỳ. Khi đủ số lượng xung đếm thì phát xung điều khiển Ti. Ti được mở tại thời điểm phát xung điều khiển.

## **II. Thiết kế mạch điều khiển**

### **1. Khối đồng pha**

+ Sơ đồ :



*Hình 5.3 : Khối đồng pha*

#### **Nguyên lý làm việc**

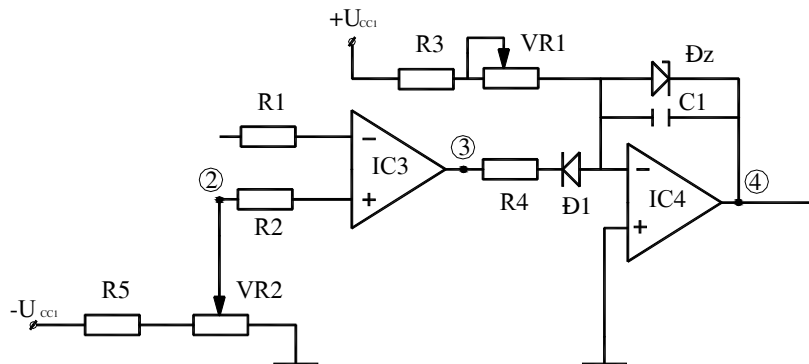
Mạch lấy xung đồng pha được lấy từ nguồn 220V, tần số  $f = 50$  Hz, phía thứ cấp lấy 10V. Biên áp thứ cấp được nối với một chỉnh lưu tạo điện áp đập mạch (-) liên tục.

### **2. Khối tạo xung răng cưa**

+ Sơ đồ :

---

---



Hình 5.4 : Khối tạo xung răng cưa

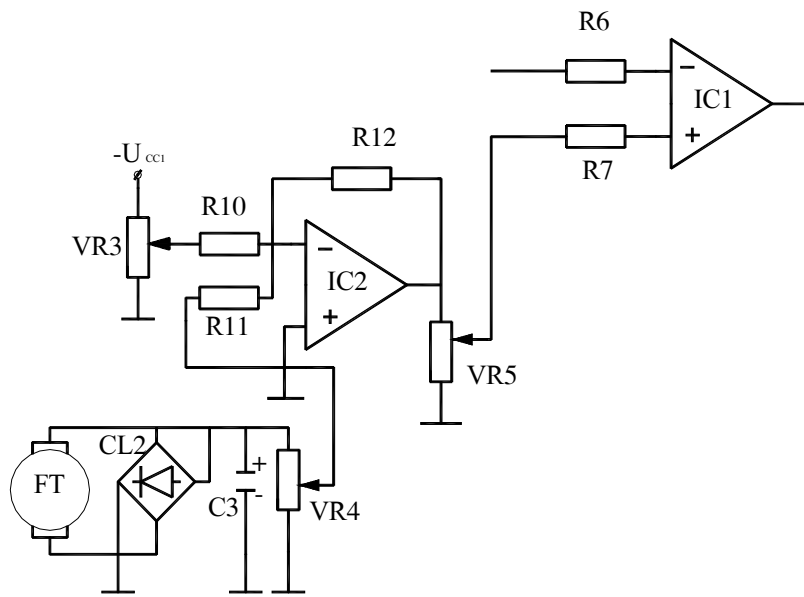
### Nguyên lý làm việc

Mạch tạo xung răng cưa dùng KĐTT được xây dựng trên nguyên tắc sử dụng mạch tích phân. Quá trình phóng nạp của tụ được thực hiện nhờ nguồn nạp cho tụ là nguồn hai cực tính. Khi điện áp đầu vào mang dấu (+), điện áp trên tụ sẽ được nạp.

Bằng cách thay đổi thời gian phóng, thời gian nạp và các giá trị điện trở một cách tương ứng, ta có thể thay đổi được dạng điện áp răng cưa: dốc lên, dốc xuống hay xung tam giác.

### c. Khối so sánh

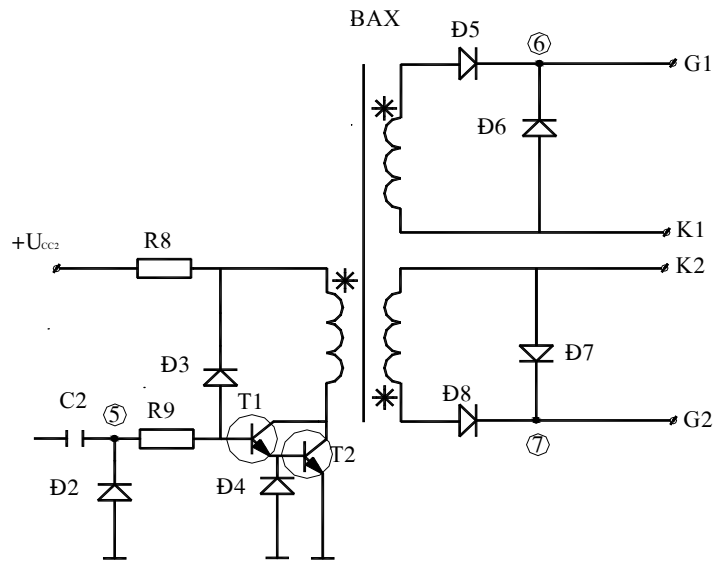
+ Sơ đồ



*Hình 5.5 : Khối so sánh*

Các xung ở đầu ra của bộ so sánh được phối hợp với các xung cao tần để tạo ra xung đơn đưa vào khối khuếch đại xung. Các xung điều khiển được khuếch đại đạt công suất và biên độ thoả mãn điều kiện mở van.

***d. Khối khuếch đại xung***



Hình 5.6 : Khối khuếch đại xung

Bộ khuếch đại xung được dùng ở đây là sơ đồ dùng cặp Tranzistor T1, T2 mắc kiểu Dalington . Lúc này cặp Dalington được coi là tương đương với một tranzistor mới. Chức năng của mạch do T1 quyết định, còn T2 có tác dụng khuếch đại dòng ra.

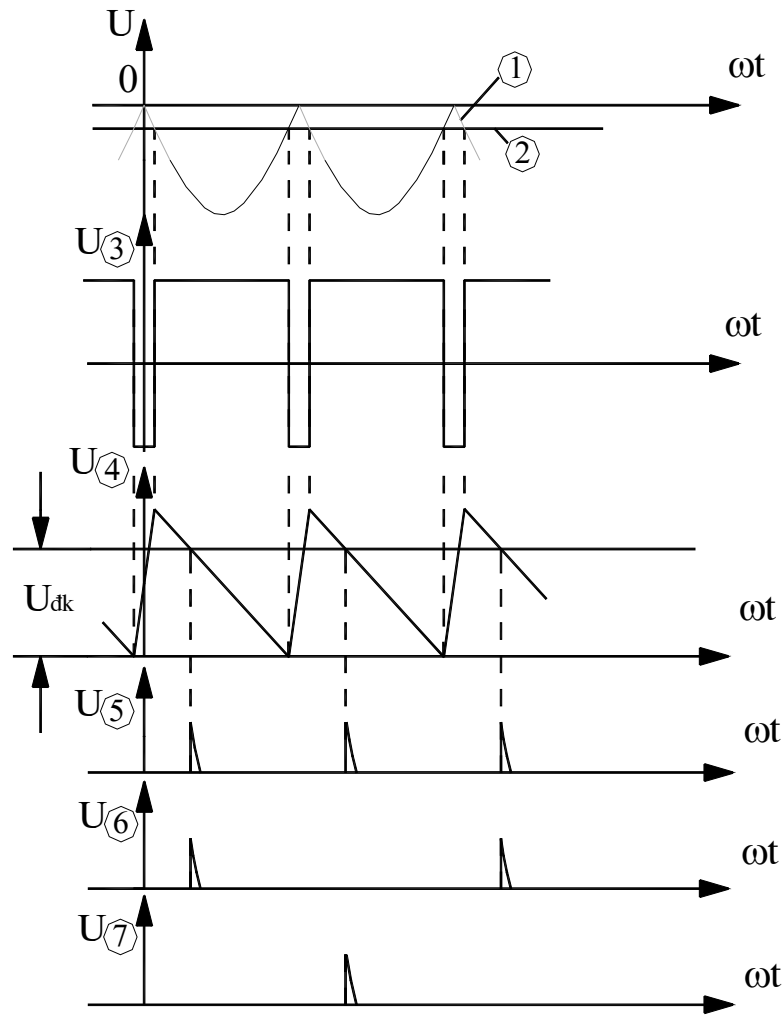
#### Hoạt động của sơ đồ

Đầu vào là tín hiệu logic. Khi có xung vào  $x_v = 1$  thì tranzistor T1 mở kéo theo T2 mở bão hoà. Khi không có xung vào  $x_v = 0$  thì T1 khoá nên T2 cũng khoá.

Khi có xung dương đặt vào bazơ của T1 làm cho T1 thông thì T2 thông điện áp ( + Ec ) đặt lên cuộn sơ cấp của biến áp xung, ở thứ cấp của biến áp xung sẽ có xung ra kích mở Điôt .

Điện trở R8 hạn chế dòng collector, điôt Đ3 hạn chế quá điện áp trên các cực collector – emitor của Tranzitor . Điôt Đ5 và Đ8 ngăn chặn xung áp âm có thể có Tranzitor bị khoá .

*Ta có sơ đồ điều khiển và giản đồ điện áp tại các điểm đo*



*Hình 5.7 : Giản đồ điện áp tại các điểm đo*

**Ta chọn các phần tử trong mạch điều khiển như sau :**

$$\pm U_{cc1} = \pm 15 \text{ V}$$

$$+U_{cc2} = 24 \text{ V}$$

Biến áp xung : 220V/ 10V

$$R1 = R2 = R5 = R6 = R7 = R9 = R10 = R11 = R12 = 10 \text{ K}$$

$$R3 = 22 \text{ K}$$

$$R4 = 4,7 \text{ K}$$

$$R8 = 33 \Omega$$



---

VR1 = 22 K  
VR2 = 1 K  
VR3 = VR4 = VR5 = 10 K  
C1 = 0,33  $\mu F$   
C2 = 0,1  $\mu F$   
C3 = 4,7  $\mu F$   
D1 = D2 = D3 = D4 = D5 = D6 = D7 = 1 A  
IC1 = IC2 = IC3 = IC4 =  $\mu A$  741  
T1 = C828  
T2 = K4611

---

---

## KẾT LUẬN

Sau một thời gian nghiên cứu, tính toán và thiết kế . Được sự hướng dẫn tận tình của thầy **Nguyễn Văn Chất** cùng với thầy cô trong khoa và sự cố gắng của bản thân đến nay bản đồ án của em với đề tài “***Thiết kế nâng cấp hệ truyền động quay chi tiết của máy mài 3K225B***” đã hoàn thành.

Bản đồ án tốt nghiệp là nhiệm vụ rất quan trọng để đánh giá kết quả học tập và rèn luyện nhưng với kiến thức còn hạn chế, kinh nghiệm thực tế chưa nhiều nên bản đồ án của em không tránh khỏi những thiếu sót . Em mong nhận được những ý kiến đóng góp của thầy cô và các bạn đồng nghiệp để bản đồ án được hoàn thiện hơn .

Em xin chân thành cảm ơn thầy **Nguyễn Văn Chất** và toàn thể các thầy cô trong bộ môn tự động hoá XNCN Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã tận tình giúp đỡ em hoàn thành bản đồ án này.

*Hà Nội, ngày 06 tháng 06 năm 2007*

*Sinh viên*

**Trần Hồng Sơn**

---

---

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Chất  
Giáo trình trang bị điện - Nhà Xuất Bản Giáo Dục - 2006
  2. Nguyễn Bình  
Điện tử công suất - Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật - 2000
  3. Võ Minh Chính - Phạm Quốc Hải - Trần Trọng Minh  
Điện tử công suất - Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật - 2004
  4. Đỗ Xuân Thụ  
Kỹ thuật điện tử - Nhà Xuất Bản Giáo Dục - 2004
  5. Phạm Đình Bảo  
Sổ tay tra cứu IC họ CMOS - Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật - 1998
  6. Phạm Quốc Hải  
Hướng dẫn thiết kế mạch điện tử công suất
  7. Trần Văn Thịnh  
**Tính toán thiết kế điện tử công suất - Nhà Xuất Bản Giáo Dục – 2006**
  8. Nguyễn Mạnh Tiến - Vũ Quang Hồi  
Trang bị điện - điện tử máy gia công kim loại.
  9. Võ Hồng Căn – Phạm Thế Hựu  
Đọc và phân tích mạch điện máy cắt gọt kim loại – Nhà Xuất Bản Công nhân kỹ thuật – 1982
  10. Bùi Quốc Khánh – Nguyễn Văn Liễn – Nguyễn Thị Hiền
- 
-

---

Truyền động điện – Nhà Xuất Bản Khoa học và kỹ thuật – 2004

---

---

# MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Chương 1</i> .....	1
<b>Tổng quan chung của công nghệ gia công trên các máy cắt gọt kim loại</b> .....	1
<b>I. Phân loại các máy cắt gọt kim loại</b> .....	1
<b>II. Các chuyển động và các dạng gia công trên máy cắt gọt kim loại</b> .....	2
<b>III. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại</b> .....	2
<b>IV. Các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt trên các máy cắt gọt kim loại</b> .....	3
1. <b>Chuyển động chính</b> .....	3
2. <b>Chuyển động ăn dao</b> .....	5
3. <b>Thời gian máy</b> .....	5
<b>V. Phụ tải của động cơ truyền động các cơ cấu điển hình trong các máy cắt gọt kim loại</b> .....	6
1. <b>Truyền động chính</b> .....	6
2. <b>Truyền động ăn dao</b> .....	7
<b>VI. Tổn hao trong máy cắt gọt kim loại</b> .....	8
<b>VII. Tính chọn công suất động cơ</b> .....	9
1. <b>Để tính chọn được công suất động cơ, cần phải có các số liệu ban đầu sau</b> .....	9
2. <b>Các bước tính chọn công suất động cơ</b> .....	10
3. <b>Một số ví dụ tính chọn công suất động cơ</b> .....	12
<b>VIII. Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại</b> .....	14
1. <b>Các phương pháp điều chỉnh tốc độ</b> .....	15
2. <b>Các chỉ tiêu chất lượng khi điều chỉnh tốc độ</b> .....	15
<i>Chương 2</i> .....	18
<b>Phân tích nguyên lý hoạt động của hệ thống trang bị điện máy mài tròn 3K225B</b> .....	18
<b>I. Đặc điểm công nghệ của máy mài</b> .....	18
1. <b>Máy mài tròn</b> .....	19
2. <b>Máy mài phẳng</b> .....	19
3. <b>Đá mài</b> .....	20
4. <b>Các đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện máy mài</b> .....	21
<b>II. Phân tích nguyên lý hoạt động của máy mài tròn 3K225B</b> .....	22
1. <b>Giới thiệu thiết bị của máy</b> .....	22
2. <b>Nguyên lý hoạt động</b> .....	23
3. <b>Liên động và bảo vệ</b> .....	27
<i>Chương 3</i> .....	29
<b>Phân tích lựa chọn phương án thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết</b> .....	29
<b>I. Các phương án điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều</b> .....	29

---

---

---



---

1.	<i>Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều.....</i>	<i>30</i>
2.	<i>Các phương án truyền động theo nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng .....</i>	<i>35</i>
II.	<i>Phân tích lựa chọn .....</i>	<i>40</i>
1.	<i>Chỉnh lưu một nửa chu kỳ.....</i>	<i>41</i>
2.	<i>Chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ.....</i>	<i>43</i>
3.	<i>Chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển .....</i>	<i>45</i>
4.	<i>Chỉnh lưu cầu một pha.....</i>	<i>47</i>
5.	<i>Chỉnh lưu cầu 3 pha.....</i>	<i>52</i>
	<i>Chương 4 .....</i>	<i>56</i>
	<i>Tính toán lựa chọn các phần tử trong mạch lực.....</i>	<i>56</i>
1.	<i>Tính chọn van.....</i>	<i>58</i>
2.	<i>Tính chọn cuộn kháng lọc .....</i>	<i>59</i>
3.	<i>Bảo vệ quá điện áp cho van bán dẫn.....</i>	<i>64</i>
	<i>Chương 5 .....</i>	<i>64</i>
	<i>Thiết kế mạch điều khiển bộ chỉnh lưu .....</i>	<i>64</i>
I.	<i>Khái quát về mạch điều khiển Tiristor.....</i>	<i>65</i>
1.	<i>Yêu cầu đối với mạch điều khiển.....</i>	<i>65</i>
2.	<i>Lựa chọn mạch điều khiển .....</i>	<i>65</i>
II.	<i>Thiết kế mạch điều khiển .....</i>	<i>67</i>
1.	<i>Khởi đồng pha.....</i>	<i>67</i>
2.	<i>Khởi tạo xung răng cưa.....</i>	<i>67</i>
	<i>KẾT LUẬN.....</i>	<i>73</i>
	<i>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</i>	<i>74</i>

---



---

---

---

## Chương 1

# **Tổng quan chung của công nghệ gia công trên các máy cắt gọt kim loại**

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

### **I. Phân loại các máy cắt gọt kim loại**

- Tùy thuộc vào quá trình công nghệ đặc trưng bởi phương pháp gia công, dạng dao, đặc tính chuyển động... 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...
  - 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... để gia công các chi tiết khác nhau về hình dạng và kích thước.
    - + Máy chuyên dùng là các máy để gia công các chi tiết có cùng hình dạng nhưng 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 :
    - + Máy bình thường : trọng lượng chi tiết  $100 - 10 \cdot 10^3$  kG
    - + Máy cỡ lớn : trọng lượng chi tiết  $10 \cdot 10^3 - 30 \cdot 10^3$  kG
    - + Máy cỡ nặng : trọng lượng chi tiết  $30 \cdot 10^3 - 100 \cdot 10^3$  kG
    - + 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.
- 
-

---

---

## **II. Các chuyển động và các dạng gia công trên máy cắt gọt kim loại**

- Trên các máy cắt gọt kim loại có hai loại chuyển động : chuyển động cơ bản và chuyển động phụ.
  - Chuyển động cơ bản là sự di chuyển tương đối của dao cắt so với phôi để đảm bảo quá trình cắt gọt . Chuyển động này lại chia ra : chuyển động chính và chuyển động ăn dao.
  - + Chuyển động chính : 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 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.
- Các chuyển động chính, ăn dao có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động tịnh tiến của dao hoặc phôi.

## **III. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại**

- Đối với chuyển động chính của máy tiện, khoan, doa, phay... với tần số đóng cắt điện không lớn, phạm vi điều chỉnh tốc độ không rộng, thường dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ roto lồng sóc . Điều chỉnh tốc độ trong các máy đó thực hiện bằng phương pháp cơ khí dùng hộp tốc độ.
- Đối với một số máy khác như : máy tiện, máy doa ngang, máy sọc răng yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn, hệ truyền động trực chính dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ 2 hoặc 3 cấp tốc độ . Quá trình thay đổi tốc độ thực hiện bằng cách thay đổi sơ đồ đấu dây quấn stato của động cơ để thay đổi số đôi cực với công suất duy trì không đổi.
- Đối với một số máy như : máy bào giường, máy mài tròn, máy doa toạ độ và hệ truyền động ăn dao của một số máy yêu cầu :
  - + Phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng
  - + Đảo chiều quay liên tục
  - + Tần số đóng - cắt điện lớn

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



---

---

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

##### ***1. Chuyển động chính***

Tốc độ cắt, lực cắt phụ thuộc các yếu tố của điều kiện gia công, gồm :

- Chiều sâu cắt :  $t$  ( mm )

Là khoảng cách bề mặt của chi tiết trước và sau khi gia công.

- Lượng ăn dao :  $s$  ( mm / vòng, mm / hành trình )

Là độ di chuyển của dao khi chi tiết quay được một vòng hoặc đi được một hành trình.

- Độ bền dao :  $T$  ( phút )

Là khoảng thời gian làm việc của dao giữa hai lần mài kế tiếp.

- Vật liệu dao, phôi, phương pháp gia công.

##### ***a. Tốc độ cắt***

Là tốc độ dài tương đối của chi tiết so với dao tại điểm tiếp xúc giữa dao và chi tiết.

$$V_z = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ ( m/phút )}$$

$$\text{Hay } V_z = w_{ct} \cdot R_{ct}$$

Trong đó :  $C_v, x_v, y_v, m$  là hệ số và số mũ phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công

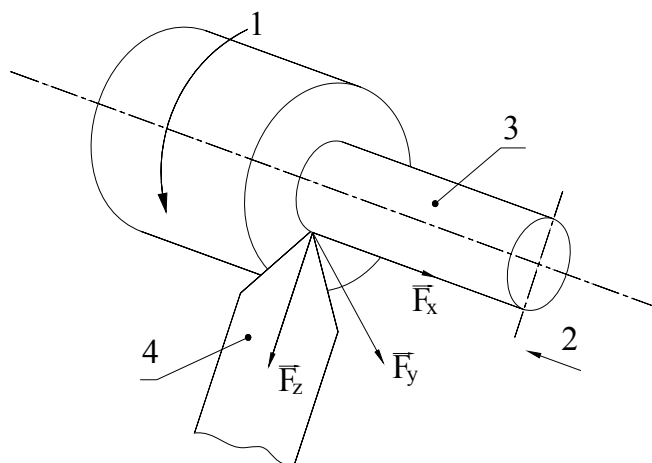
VD: Khi chi tiết là gang thép :

- Dao làm bằng thép gió thì :  $C_v = 18,2 \div 53,7$
- Dao làm bằng hợp kim cứng thì :  $C_v = 39,5 \div 252$

---

---

### b. Lực cắt



Trong quá trình gia công, tại điểm tiếp xúc giữa dao và chi tiết xuất hiện lực tác dụng  $F$  gồm 3 thành phần :

+  $F_x$  : là lực dọc trục, lực mà cơ cấu ăn dao phải khắc phục, là thành phần chính của lực ăn dao .

+  $F_y$  : là lực hướng kính, tạo áp lực lên các cơ cấu bàn dao gây ra lực ma sát giữa dao và chi tiết .

+  $F_z$  : là lực tiếp tuyến, lực mà cơ cấu chuyển động chính phải khắc phục, hay còn gọi là lực cắt .

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z$$

$$F_z = 9,81 \cdot C_F \cdot t^{x_F} \cdot s^{y_F} \cdot V_z^n$$

$$F_z : F_y : F_x = 1 : 0,4 : 0,25$$

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

### c. Công suất cắt

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

$$P_z = \frac{F_z \cdot V_z}{60 \cdot 10^3} (kW)$$

---

---

---

---

Trong đó :

$F_z$  – lực cắt ( N )

$V$  – tốc độ cắt ( m/ph )

## 2. Chuyển động ăn dao

### a. Tốc độ ăn dao

Là tốc độ dịch chuyển của cơ cấu bàn dao

$$V_{ad} = s.n_{ct} \cdot 10^3 \quad (\text{m/ph})$$

Trong đó :

$n_{ct}$  – tốc độ vòng quay chi tiết

$S$  – lượng ăn dao

$$w_{ct} = \frac{2\pi.n_{ct}}{60}$$

Vậy :

$$V_{ad} = \frac{60.w_{ct}}{2\pi} \cdot 10^{-3} \quad (\text{m/s})$$

### b. Lực ăn dao

$$F_{ad} = k.F_x + F_{ms}$$

Với :  $F_{ms} = \mu [ G_{bd} + F_y ] + F_d$

Trong đó :

-  $\mu$  là hệ số ma sát

+ lúc khởi động :  $\mu = \mu_0 = 0,2 \div 0,3$

+ lúc làm việc :  $\mu = 0,05 \div 0,15$

-  $G_{bd}$  là trọng lượng cơ cấu bàn dao

$$G_{bd} = m_{bd} \cdot g$$

### c. Công suất ăn dao

$$P_{ad} = \frac{F_{ad}.V_{ad}}{60.10^3} \quad (\text{kW})$$

## 3. Thời gian máy

Là thời gian dùng để gia công chi tiết . Nó còn được gọi là thời gian công nghệ, thời gian cơ bản hoặc thời gian hữu ích . Để tính toán thời gian

---

---

---

---

máy, ta căn cứ vào các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt, gọi là phương pháp gia công trên máy.

Ví dụ đối với máy tiện :

$$t_m = \frac{L}{n.s}(ph)$$

Trong đó :

L : chiều dài của hành trình làm việc (mm)

n : tốc độ quay chi tiết ( tốc độ quay của mâm cặp ) (vòng/ph)

s : Lượng ăn dao (mm/vòng)

Với :  $n = \frac{60.10^3.v}{\pi.d}$

Ta có :  $t_m = \frac{\pi.d.L}{60.10^3.v.s}$

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

### **1. *Truyền động chính***

Trong cơ cấu truyền động chính các máy cắt gọt kim loại, lực cắt là lực hữu ích, nó phụ thuộc vào chế độ cắt ( t, s, v ) vật liệu chi tiết gia công và vật liệu làm dao.

#### ***a. Cơ cấu chuyển động quay***

- Momen trên trục chính của máy được xác định theo công thức :

$$M_z = \frac{F_z.d}{2}$$

Với :

$F_z$  : là lực cắt (N)

d : đường kính chi tiết (m)

- Momen hữu ích trên trục động cơ

$$M_{hi} = \frac{M_z}{i} = \frac{F_z.d}{2i}(Nm)$$

Với i là tỉ số truyền từ trục động cơ đến trục chính của máy

---

---

- Momen cản trên trục động cơ

$$M_c = \frac{M_{hi}}{\eta} = \frac{F_z \cdot d}{2i \cdot \eta}$$

### ***b. Cơ cấu chuyển động tịnh tiến***

- Momen tịnh tiến hữu ích

$$M_{hi} = F_z \cdot \rho$$

Với :

$\rho = \frac{V_c}{\omega}$  là bán kính quy đổi lực cắt của trục động cơ.

$V_c$  là tốc độ truyền cơ cấu

- Momen cản tĩnh trên trục động cơ

$$M_c = \frac{M_{hi}}{\eta} = \frac{F_z \cdot \rho}{\eta}$$

## **2. Truyền động ăn dao**

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

$$F_{ad_0} = (G_{bd} + G_{ct})f_0 + \mu \cdot s \text{ (N)}$$

Trong đó :

$G_{bd}$  : khối lượng bàn

$G_{ct}$  : khối lượng chi tiết

$f_0$  : hệ số ma sát

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

$f = 0,08 \div 0,1$  khi cắt gọt

$\mu$  : áp suất dính ( $\mu = 0,5 \text{ N/cm}^2$ )

Lực ăn dao khi cắt gọt :

$$F_{ad} = (G_{bd} + G_{ct}) \cdot f + \alpha \cdot s \text{ (N)}$$

Momen trên trục vít :

- Khi khởi hành :

$$M_{ad_0} = \frac{1}{2} F_{ad_0} \cdot d_{tb} \cdot \text{tg}(\alpha + \theta) \text{ ( N.m )}$$

- Khi cắt gọt :

$$M_{ad} = \frac{1}{2} F_{ad} \cdot d_{tb} \cdot \text{tg}(\alpha + \theta) \text{ ( N.m )}$$

Với:

$\alpha$  : góc lệch đường ren trục vít

$\theta$  : góc ma sát của trục vít

$d_{tb}$  : đường kính trung bình của trục vít

## **VI. Tổn hao trong máy cắt gọt kim loại**

Tổn hao trong máy cắt gọt kim loại phụ thuộc vào :

- Dạng và số lượng của khâu động học (tính từ trục động cơ đến trục cơ cấu)
- Dạng và nhiệt độ của dầu bôi trơn
- Sự thay đổi phụ tải làm thay đổi áp lực trong các cơ cấu truyền của máy
- Sự thay đổi tốc độ của cơ cấu làm việc

### **1. Phụ tải định mức / $\omega_{cdm}$ ( const )**

$$\eta_{dmHT} = \eta_{dm1} \cdot \eta_{dm2} \cdot \dots \cdot \eta_{dmn}$$

$$\Rightarrow \eta_{dmHT} = \prod_{i=1}^n \eta_{dmi}$$

### **2. Phụ tải thay đổi / $\omega_{cdm}$**

$$\eta_{HT} = \frac{M_{hi}}{M_{hi} + M_{ms}}$$

$$M_{ms} = aM_{hidm} + bM_{hi}$$

Với :

a : là hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải

b : là hệ số tổn hao biến đổi theo phụ tải

$$M_{ms} = M_{hi} \left[ a \cdot \frac{M_{hidm}}{M_{hi}} + b \right]$$

$$= M_{hi} \left[ \frac{a}{k_t} + b \right]$$

---

---

Với :  $k_t = \frac{M_{hi}}{M_{hidm}} = \frac{P_z}{P_{zdm}}$  là hệ số phụ tải

Khi đó :

$$\eta_{HT} = \frac{M_{hi}}{M_{hi} + M_{hi} \left[ \frac{a}{k_t} + b \right]} = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} + b}$$

$$\eta_{dmHT} = \frac{1}{1 + a_{dm} + b_{dm}} \Rightarrow a_{dm} + b_{dm} = \frac{1 - \eta_{dmHT}}{\eta_{dmHT}}$$

$$\Rightarrow a = 0,6 ( a_{dm} + b_{dm} )$$

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

### 3. *Phụ tải thay đổi, $\omega_c$ thay đổi*

$$a_1 = a \cdot \frac{\omega_c}{\omega_{cdm}}$$

Với:

$a_1$  : hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải khi  $\omega$  thay đổi

$a$  : hệ số tổn hao không biến đổi theo phụ tải khi  $\omega_{dm}$

$$\Rightarrow \eta_{HT} = \frac{1}{1 + \frac{a}{k_t} \cdot \frac{\omega_c}{\omega_{cdm}} + b}$$

## **VII. Tính chọn công suất động cơ**

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

- Chế độ làm việc : dài hạn, ngắn hạn hay ngắn hạn lặp lại
- Các thông số đặc trưng cho chế độ cắt gọt
- Khối lượng của chi tiết gia công
- Thời gian làm việc, thời gian nghỉ và môi trường làm việc
- Công suất, điện áp, dòng điện làm việc của máy
- Khối lượng của các bộ phận chuyển động

---

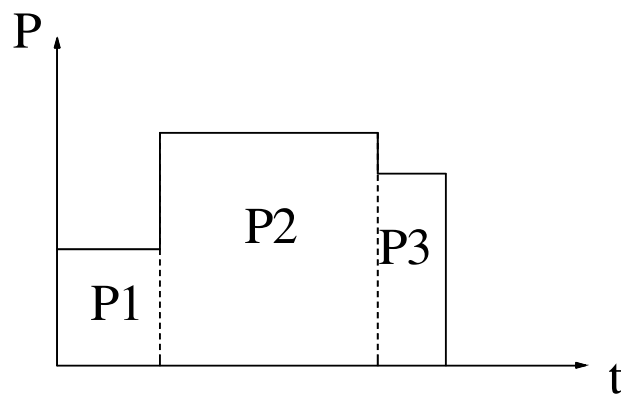
---

## 2. Các bước tính chọn công suất động cơ

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

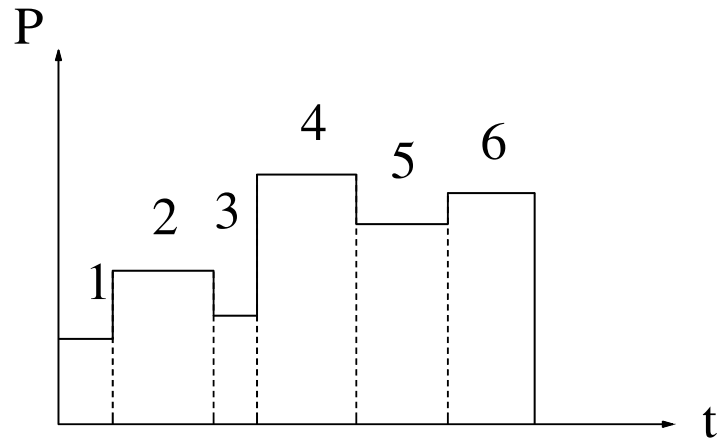
- Xác định công suất hoặc momen tác dụng lên trục làm việc của hộp tốc độ ( $P_z$  hoặc  $M_z$ )
- Xác định công suất hoặc momen trên trục động cơ và xây dựng đồ thị phụ tải tĩnh ( $P_c = f(t)$  hoặc  $M_c = f(t)$ )
- Dựa trên đồ thị phụ tải tĩnh, tiến hành tính chọn sơ bộ công suất động cơ.

Ví dụ :

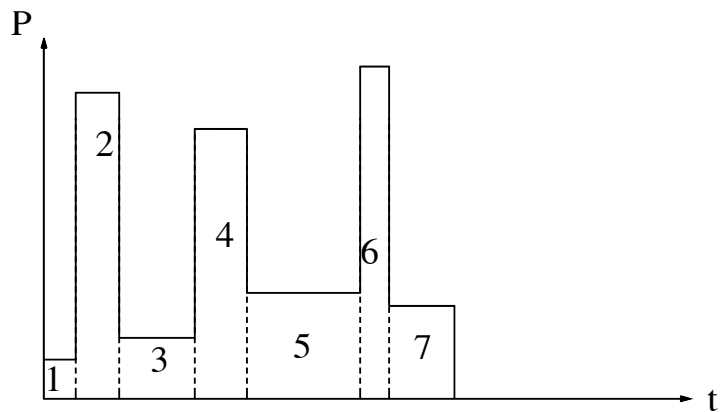


⇒ Ta chọn theo  $P = P(c_2)$  là  $P_{\max}$





⇒ Ta chọn theo công suất trung bình  $P_{tb}$



⇒ Ta chọn theo công suất đẳng trị :

$$P_{đtrị} = \sqrt{\frac{\sum P_{Ci}^2 \cdot t_{Mi}}{\sum t_{Mi}}}$$

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

- Theo điều kiện phát nóng
- Theo điều kiện quá tải
- Theo điều kiện mở máy

---

---

### 3. Một số ví dụ tính chọn công suất động cơ

#### a. Máy bào

Công suất truyền động cơ cầu chính :

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

Với :

$F_z$  : lực cản khi bào ( N/m<sup>2</sup> )

$q$  : tiết diện của phoi ( m<sup>2</sup> )

$v$  : vận tốc cắt ( m/s )

$\eta$  : hiệu suất của máy ( thường lấy là 0,65 ÷ 0,7 )

$F_z$  phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công :

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

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

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

#### b. Máy tiện

Công suất động cơ truyền động chính :

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

Với:

$F_z$  : lực cản cắt khi tiện ( kG/mm<sup>2</sup> )

$q$  : tiết diện phoi ( mm<sup>2</sup> )

$v$  : vận tốc cắt ( m/ph )

$\eta$  : hiệu suất của máy

#### c. Máy khoan

Momen quay :

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

Công suất động cơ :

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

Trong đó:

---

---

$F_z$  : lực cản khi khoan ( kG/mm<sup>2</sup> )  
 $d$  : đường kính mũi khoan ( mm )  
 $s$  : lượng ăn dao trên một vòng quay của mũi khoan ( mm )  
 $n$  : tốc độ của mũi khoan ( vòng/phút )  
 $\eta$  : hiệu suất của máy

#### d. Máy phay

Công suất động cơ :

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

Trong đó :

$F_z$  : lực cản cắt khi phay ( kG/mm<sup>2</sup> )  
 $b$  : chiều rộng lớp phay ( mm )  
 $t$  : chiều sâu cắt ( mm )  
 $n$  : tốc độ quay của dao phay ( vòng/phút )  
 $s$  : lượng ăn dao ( mm/vòng )

#### e. Các cơ cấu phụ

Công suất động cơ truyền động các cơ cấu phụ thường làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

$$P = \frac{G \cdot \mu \cdot v}{60 \cdot 102 \cdot \eta \cdot \lambda_{\max}} \text{ ( KW )}$$

Với :

$G$  : trọng lượng của phần di chuyển ( kG )  
 $\mu$  : hệ số ma sát ( thường bằng 0,1 )  
 $v$  : tốc độ di chuyển ( m/phút )  
 $\eta$  : hiệu suất phụ của cơ cấu

$$\mu_{\max} = \frac{M_{\max}}{M_{dm}} : \text{ hệ số quá tải}$$

Đối với cơ cấu phụ, momen cản tĩnh khi khởi hành rất lớn (  $M_{c_0}$  ) cho nên phải kiểm tra công suất động cơ đã chọn theo điều kiện mở máy (  $M_{mm} > M_{c_0}$  )

Momen cản tĩnh khi khởi hành :

$$M_{c_0} = 0,16 \cdot \frac{G \cdot \mu \cdot v}{\eta \cdot n_0 \cdot (1 - \lambda_{\max} \cdot S_{dm})} \text{ ( KW )}$$

---

---

Trong đó :

$n_0$  : tốc độ từ trường quay stato động cơ ( vòng/phút )

$S_{đm}$  : hệ số trượt định mức của động cơ đã chọn

*f. Cơ cấu ăn dao*

\* Momen trên trục động cơ :

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

Trong đó :

$i$  : tỷ số truyền của hộp tốc độ

$\eta$  : hiệu suất của hộp tốc độ

\* Công suất của động cơ truyền động :

$$P = \frac{M.n_0}{9550} \text{ ( KW )}$$

Với  $n_0$  là tốc độ đồng bộ của động cơ ( vòng/phút )

\* Momen khởi hành của động cơ :

$$M_{kh} = \frac{M_{ad_0}}{i.\eta} \text{ ( N.m )}$$

Với :

$i$  : tỷ số truyền của hộp số

$\eta$  : hiệu suất của hộp số

\* Công suất của động cơ :

$$P = \frac{F_{ad}}{60.1000} \text{ ( KW )}$$

Với :

$F_{ad}$  : lực ăn dao ( N )

$v$  : Vận tốc ăn dao ( mm/phút )

$$v = s.n$$

$s$  : lượng ăn dao ( mm/vòng )

$n$  : tốc độ quay của động cơ ( vòng/phút )

## **VIII. Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại**

---

---

## **1. Các phương pháp điều chỉnh tốc độ**

### **a. Điều chỉnh cơ**

- Thay đổi tốc độ cơ cấu bằng cách thay đổi tỷ số truyền i, còn  $\omega_D$  không đổi.
  - + Ưu điểm : Hệ truyền động đơn giản, sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc
  - + Nhược điểm : Điều chỉnh có cấp và phạm vi điều chỉnh hẹp
- Vì vậy, phương pháp này sử dụng cho các máy nhỏ và trung bình.

### **b. Điều chỉnh điện**

- Thay đổi tốc độ động cơ bằng cách thay đổi  $\omega_D$ , còn tỷ số truyền i không đổi.
  - + Ưu điểm : Điều chỉnh trơn hơn, phạm vi điều chỉnh rộng
  - + Nhược điểm : Hệ truyền động phức tạp hơn vì sử dụng hệ truyền động có điều chỉnh.
- Vì vậy, phương pháp này sử dụng với các máy từ cỡ lớn đến cỡ nặng.

### **c. Điều chỉnh điện – cơ**

- Thay đổi tốc độ cơ cấu bằng cách thay đổi  $\omega_D$ , và tỷ số truyền i thay đổi.

**Nguyên tắc điều chỉnh** : ở mỗi cấp tốc độ của hộp tốc độ thì điều chỉnh tốc độ động cơ (  $\omega_D$  )

## **2. Các chỉ tiêu chất lượng khi điều chỉnh tốc độ**

### **a. Phạm vi điều chỉnh**

- Truyền động chính
- + Với chuyển động quay

$$D_\omega = \frac{\omega_{c \max}}{\omega_{c \min}} \text{ hoặc } D_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$$

Trong đó :

$\omega_{\max}$  : tốc độ góc lớn nhất ( rad/s )

$\omega_{\min}$  : tốc độ góc nhỏ nhất ( rad/s )

$n_{\max}$  : tốc độ quay lớn nhất ( vòng/phút )

$n_{\min}$  : tốc độ quay nhỏ nhất ( vòng/phút )

---

---

+ Với chuyển động tịnh tiến

$$D_v = \frac{V_{c \max}}{V_{c \min}}$$

+ Với chuyển động ăn dao

$$D_s = \frac{S_{\max}}{S_{\min}}$$

**b. Độ trơn điều chỉnh**

$$\varphi = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i}$$

Ta có :

$$D = \frac{\omega_z}{\omega_1} = \frac{\omega_z}{\omega_{z-1}} \cdot \frac{\omega_{z-1}}{\omega_{z-2}} \dots \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

$$\Rightarrow D = \varphi^{z-1} \Rightarrow Z = \frac{\ln D}{\ln \varphi} + 1$$

Với Z là số cấp điều chỉnh tốc độ

Các giá trị chuẩn của độ trơn điều chỉnh được sử dụng trong truyền động của máy cắt gọt kim loại 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

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

- Đặc tính cơ của cơ cấu sản xuất

$$M_c = M_{c0} + (M_{cdm} - M_{c0}) \left( \frac{\omega_c}{\omega_{cdm}} \right)^q$$

$$+ q = 0 : M_c = M_{cdm} = \text{const}$$

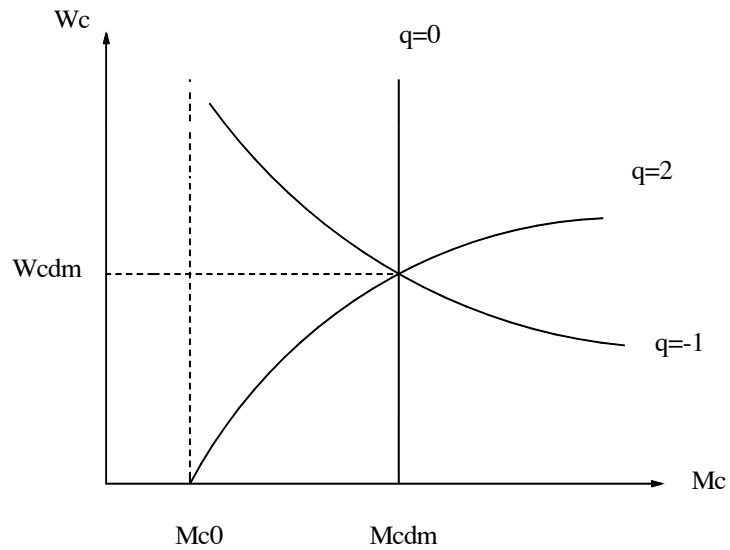
Dùng trong các máy nâng, vận chuyển, ép, tải...

$$+ q = -1 : M_c \text{ tỷ lệ với } \left( \frac{1}{\omega_c} \right)$$

Dùng cho các máy cán, máy quấn sợi, cuộn giấy, và các chuyển động chính máy cắt gọt kim loại.

$$+ q = 2 : M_c \text{ tỷ lệ với } (\omega_c)^2$$

Dùng cho tải máy bơm, quạt gió.



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

$$M = k. \Phi . I_u = \text{const}$$

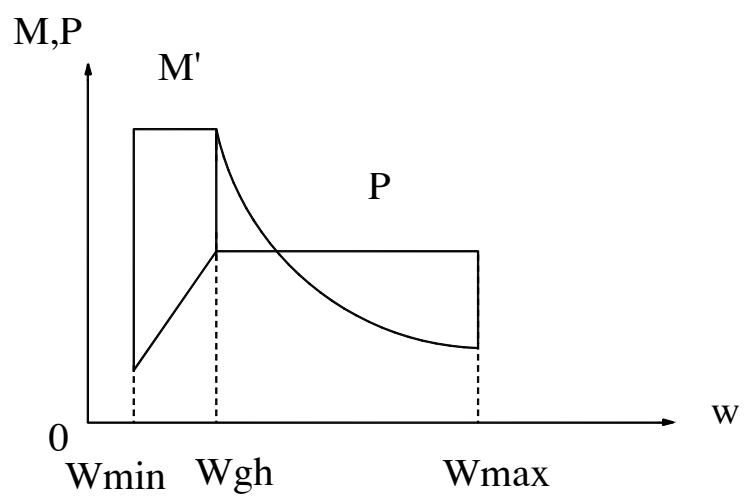
$$P = M. \omega \equiv \omega$$

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

$$M = k. \Phi . I_u \equiv \frac{1}{\omega}$$

$$P = M. \omega = \text{const}$$

Kết hợp cả hai phương án, ta có đồ thị :



## Chương 2

### ***Phân tích nguyên lý hoạt động của hệ thống trang bị điện máy mài tròn 3K225B***

#### ***I. Đặc điểm công nghệ của máy mài***



---

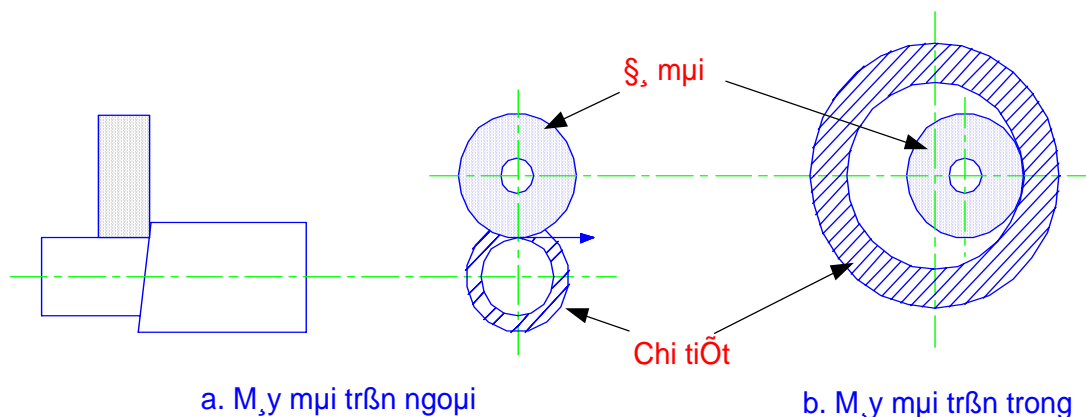
---

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...

Tất cả các máy mài đều có chuyển động chính là chuyển động quay của đá mài : xác định vận tốc của đá ( m/s ), chuyển động chạy dao trên máy mài rất đa dạng và phụ thuộc vào tính chất của từng loại máy.

### 1. Máy mài tròn

Máy mài tròn gồm máy mài tròn ngoài và máy mài tròn trong (Hình 2.1 a,b ).



Hình 2.1: Sơ đồ gia công chi tiết bằng máy mài tròn

Ở máy mài tròn : chuyển động chính là chuyển động quay của đá .

Chuyển động ăn dao là di chuyển tịnh tiến của đá dọc trục (ăn dao dọc) 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 của đá hoặc chi tiết .v.v...

### 2. Máy mài phẳng

Chi tiết gia công được kẹp chặt trên bàn máy tròn hoặc chữ nhật ở máy mài tròn bằng biên đá, đá mài quay tròn và chuyển động tịnh tiến ngang so với chi tiết . Bàn máy ngang 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 chuyển động ngang

---

---

---

---

của đá ( ăn dao ngang ) hoặc chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn mang chi tiết ( ăn dao dọc ).

Sơ đồ gia công chi tiết máy mài được thể hiện trên hình 2.2.

Tham số quan trọng của chế độ mài là tốc độ cắt .

$$V = 0,5.d.W_d 10^{-3} \text{ ( m/s ) .}$$

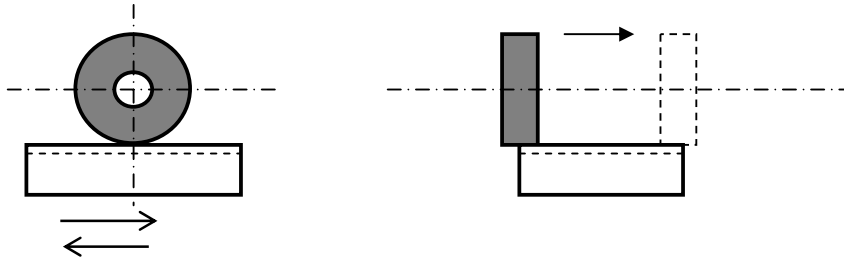
Với :

$d$  : đường kính đá mài . ( mm ) .

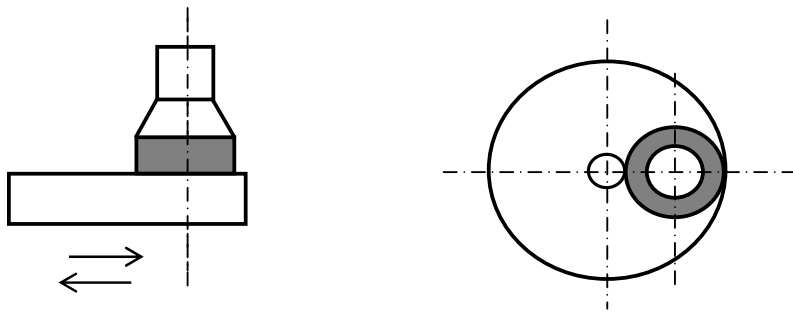
$W_d$  : tốc độ quay của đá . ( rad / s ) .

Thông thường  $v = 30 \div 50$  m/s

Độ chính xác gia công đạt được trên máy mài  $\pm 5\mu m; \pm 10\mu m$



a) mài bằng biên đá



b) mài bằng mặt đầu đá

Hình 2.2: Sơ đồ gia công chi tiết của máy mài

### 3. Đá mài

Mài thực chất là sử dụng các lưỡi cắt có kích thước khác nhau để cắt đi những lớp kim loại, khi lớp lưỡi bị mòn thì lớp lưỡi cắt mới lại được thế vào.

Để đảm bảo chất lượng sản phẩm và nâng cao năng suất khi chọn đá mài ta cần chú ý những yếu tố sau :

- Vật liệu mài
- Chất kết dính
- Độ cứng của đá mài

---

---

- Kết cấu đá

Chế độ mài :

Chọn chế độ mài là chế độ quay của đá tốc độ quay của chi tiết, lượng chạy dao ngang và chiều sâu cắt .

Ví dụ :

Nếu tốc độ quay của đá chậm sẽ làm tăng lực cắt làm mòn đá .

Nếu tốc độ quá cao sẽ gây gãy trục hoặc vỡ đá ...

Tốc độ mài phụ thuộc vào yêu cầu kỹ thuật độ bóng bề mặt gia công . Mài tinh hay mài thô, tùy thuộc vào lượng chạy dao có tốc độ mài hợp lý...

#### 4. Các đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện máy mài

Một trong những đặc điểm quan trọng trong hệ thống máy mài đó là hệ thống thực hiện nhiều truyền động cùng một lúc .

##### a. Truyền động chính

Trên máy mài truyền động chính là truyền động quay của đá với vận tốc được tính theo biểu thức :

$$v = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{60 \cdot 1000} \quad (m / s) .$$

Trong đó :

$D_d$  : Đường kính của đá mài .

$n_d$  : Số vòng quay trục chính mang đá ( vòng / phút ) .

Thông thường trong các truyền động của đá mài thì truyền động quay đá có yêu cầu phải đảm bảo một tốc độ tương đối ổn định , không yêu cầu điều khiển tốc độ . Do vậy trong các thiết kế người ta thường sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc . Ở các máy mài cỡ nặng để duy trì tốc độ cắt là không đổi khi mòn đá hay khi kích thước gia công thay đổi thì người ta thường sử dụng truyền 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 có  $v = 50 \div 80$  ( m / s ) nên đá mài có đường kính lớn thì tốc độ quay khoảng 1000 vòng/phút . Ở những máy mài có đường kính đá nhỏ tốc độ đá rất cao, động cơ truyền động là các động cơ đặc biệt, đá mài gắn trên trục động cơ có tốc độ khoảng 24000 ÷ 48000(vòng/phút) . hoặc có thể lên tới : 150 000 ÷ 200 000 (vòng/phút).

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 tiristo ) .

Mô men cản tĩnh trên trục động cơ thường là  $(15 \div 20)\%M_{dm}$

Mô men quán tính của đá và cơ cấu truyền lực lớn  $(500 \div 600)\%M_{qt}$  của động cơ . Do đó cần hãm cưỡng bức động cơ quay đá mài.

Không yêu cầu đảo chiều đối với động cơ quay đá .

---

---

---

---

## **b. Truyền động ăn dao**

- Với máy mài tròn .

Ở máy cỡ nhỏ, truyền động quay chi tiết dùng động cơ không đồng bộ nhiều cấp độ ( bằng cách điều chỉnh số đôi cặp cực  $p$  ) với vùng điều chỉnh tốc độ  $D = ( 2 \div 4 ) / 1$  .

Ở các máy cỡ lớn thì dùng hệ thống bộ biến đổi động cơ điện một chiều ( BBD – ĐM ) . Hệ khuếch đại từ - Động cơ một chiều ( KĐT – ĐM ) có vùng điều chỉnh tốc độ  $D = 10/1$  với điều chỉnh điện áp phản ứng .

Truyền động ăn dao dọc của bàn máy mài tròn cỡ lớn thực hiện theo hệ : bộ biến đổi - động cơ với vùng điều chỉnh tốc độ  $D = ( 20 \div 25 ) / 1$

Truyền động ăn dao ngang được thực hiện bằng thuỷ lực .

- Với máy mài phẳng .

Truyền động ăn dao của ụ đá thực hiện lặp lại nhiều chu kỳ nhờ sử dụng thuỷ lực, truyền động ăn dao tịnh tiến qua lại của bàn máy dùng hệ truyền động một chiều với  $D = ( 8 \div 10 ) / 1$  .

## **c. Truyền động phụ**

Sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc .

## **II. Phân tích nguyên lý hoạt động của máy mài tròn**

### **3K225B**

#### **1. Giới thiệu thiết bị của máy**

- 11 : Bộ máy.
  - 13 : Bể chứa.
  - 15A : Liên động khí nén.
  - 24 : Bảng điều khiển.
  - 27A : Cơ cấu đảo chiều.
  - 31 : Bàn máy.
  - 32 : Cơ cấu di chuyển bằng tay.
  - 33A : Bộ định vị.
  - 41 : đầu cặp chi tiết.
  - 42 : Cơ cấu ăn dao.
  - 51 : Bộ đồ gá mài mặt đầu.
  - 52 : Trục chính khi mài mặt đầu.
  - 61 : Thiết bị sửa đá.
  - 72 : Cơ cấu bảo vệ đá mài.
  - 75 : Trụ đỡ của trục chính hệ thuỷ lực.
  - 81 : Bảng điều khiển.
  - 82 : Tủ điện.
- 
-

---

---

Trên máy có 6 động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc điện áp 220/380V.

- Động cơ M1-động cơ bơm thuỷ lực kiểu AO2-31-4Y3 công suất 2.2 KW, tốc độ 1400 v/ph.
- Động cơ M2-động cơ bơm nước làm mát kiểu ПА-22Y2. công suất 0,12 KW , tốc độ 2800 v/ph.
- Động cơ M3-động cơ phân ly từ tính kiểu CM2MA. Công suất 0,08 KW, tốc độ 1309 v/ph.
- Động cơ M4-động cơ truyền động quay đá mài mài mặt đầu kiểu AOJI22-2-C1 , công suất 0,6 KW tốc độ 2800 v/ ph.
- Động cơ M5-động cơ quay đá kiểu AOJI2-32-2CIIY3 công suất 4KW, tốc độ 2880 v/ ph.
- Động cơ M6- động cơ quay chi tiết kiểu MIИ-32Y4 , công suất 0,76 KW , tốc độ 250 ữ 2500 v/ph. Tốc độ định mức 2500 v/ph, điện áp định mức 220V.

\* Các ký hiệu trên sơ đồ mạch lực và mạch điều khiển :

- . KH : nút bấm
- . BK : công tắc hành trình
- . PR : rơle nhiệt
- . PB : rơle thời gian
- . B : chuyển mạch
- . P<sub>1</sub> : rơle trung gian
- . K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub> : công tắc tơ. Trong đó:
  - K<sub>1</sub> : Đóng cho động cơ thuỷ lực bơm nước làm mát
  - K<sub>2</sub> : Đóng cho động cơ quay đá
  - K<sub>3</sub> : Quay chi tiết
  - K<sub>4</sub> : Quay đá mài mặt đầu
- .  $\epsilon_1$  : Lòì bàn
- .  $\epsilon_2$  : Nam châm điện

## **2. Nguyên lý hoạt động**

Đóng cầu dao B1 đưa điện vào mạch khống chế, đèn Đ2 sáng . Vì bàn nằm ở trạng thái ban đầu nên công tắc điểm cuối BK1 bị ấn xuống, tiếp điểm thường kín BK1 ( 10 – 11 ) đóng lại .

---

---

---

---

Đồ gá mài mặt đầu nằm ở vị trí trên là vị trí không làm việc nên công tắc điểm cuối BK2 bị ấn xuống, tiếp điểm thường mở BK2 ( 2 – 6 ) kín.

Chuyển mạch quay chi tiết B3 đặt ở vị trí làm việc . Lúc ấy tiếp điểm B3 ( 11 – 12 ) kín. Chuyển mạch B4 đặt ở vị trí giữa, khi đó tiếp điểm B4 ( 45 – 18 ) kín .

Ấn nút ấn KH2 khởi động, công tắc tơ K1 có điện, tiếp điểm K1 ở mạch động lực sẽ đóng các động cơ :

M1 là động cơ truyền động thuỷ lực

M2 là động cơ bơm nước làm mát

M3 là động cơ phân ly từ tính

và cấp nguồn cho cuộn kích từ của động cơ M6 và mạch điều khiển của khuyếch đại từ . Lúc đó đèn Đ3 sáng .

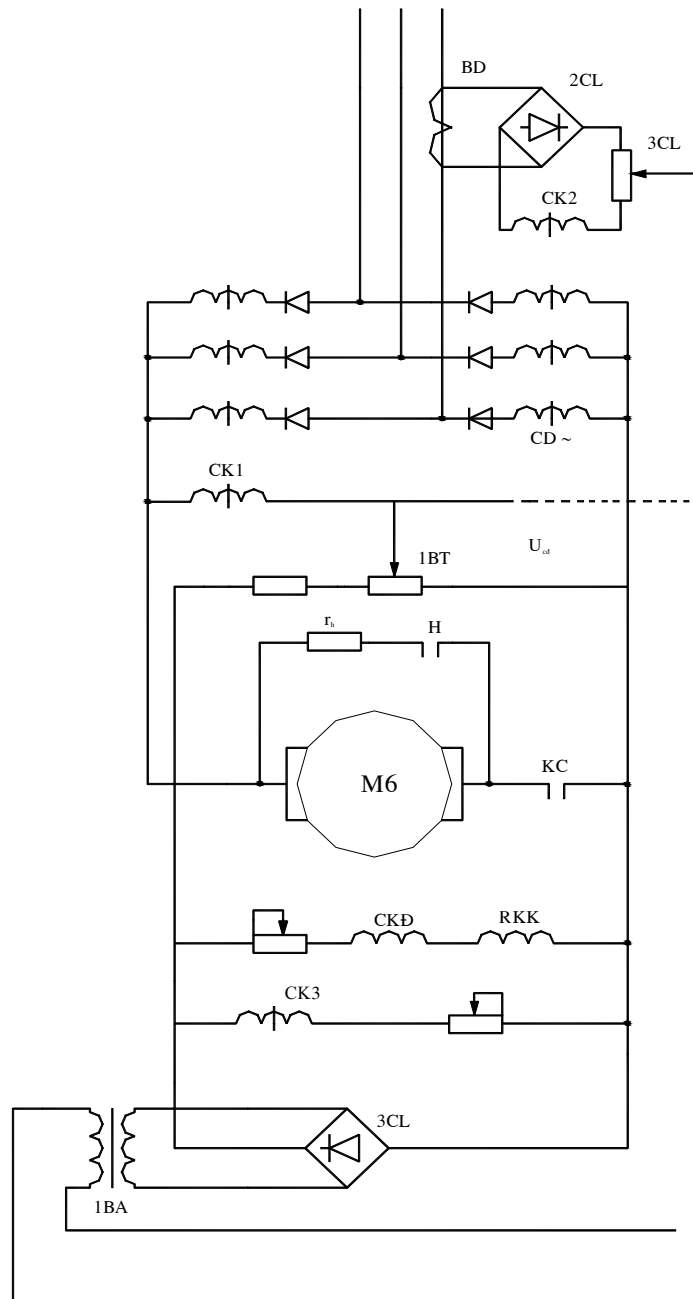
Ấn nút ấn KH5, công tắc tơ K2 có điện làm động cơ M5 là động cơ quay đá mài mặt đầu được cấp điện.

Tay gạt thuỷ lực sẽ di chuyển bàn về vị trí mài . Khi bàn dời khỏi vị trí ban đầu thì BK1 không bị ấn nữa, tiếp điểm BK1 ( 10 – 11 ) sẽ đóng lại dẫn đến công tắc tơ K3 có điện, tiếp điểm K3 ở mạch lực sẽ đóng nguồn cấp cho khuyếch đại từ và động cơ M6 bắt đầu quay.

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

$$U_{CK1} = U_{cd} - U_{fh} = U_{cd} - kU_r$$

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 (  $I_1 = 0,815I_r$  ) nên dòng điện trong cuộn CK2 cũng tỉ lệ với dòng điện phản ứng . Sức từ hoá được điều chỉnh nhờ biến trở 2BT.



Hình 2.3 : Khuyếch đại từ máy mài 3K225B

Tốc độ động cơ được điều chỉnh bằng cách thay thế đổi điện áp phần ứng động cơ nhờ thay đổi điện áp chủ đạo  $U_{cd}$  ( nhờ biến trở 1 BT ) . Để làm cứng đặc tính cơ ở vùng tốc độ thấp , khi giảm điện áp chủ đạo cần phải

tăng hệ số phản hồi dương dòng điện . Vì vậy, ở sơ đồ điều khiển máy mài đã đặt sẵn khâu liên hệ cơ khí giữa các con trượt của 1 BT và 2 BT .

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

Điện áp tổng trên CK1 :

$$\begin{aligned} U_{\Sigma CK1} &= U_{cd} - U_r + U_{ck2} . \\ &= U_{cd} - U_r + K_{qd2}.I_r.K_i \end{aligned}$$

Trong đó :

$U_{ck2} = K_{qd2}.I_r.K_i$  là điện áp trên 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 ) .

$$E_{KĐT} = k_{KĐT}.U_{\Sigma CK1}$$

Trong đó :  $k_{KĐT}$  là hệ số khuếch đại điện áp của KĐT.

Phương trình cân bằng điện áp phản ứng:

$$E_{kdt} = K\phi\omega + I_u . R_{u\Sigma}$$

Từ các phương trình trên ta nhận được phương trình đặc tính tĩnh của hệ :

$$\omega = \frac{K_D . K_{KĐT} . U_{cd}}{(1 + K_{KĐT})} - \frac{(R_{u\Sigma} + K_{KĐT} . (R_{uD} + K_i . K_{qd2})).I_u . K_D}{(1 + K_{KĐT})}$$

$$\begin{array}{l} \omega_{01} = \omega_{dm} \\ \omega_{02} \\ \omega_{03} \\ \omega_{04} \end{array} \quad \begin{array}{l} U_{01} = U_{dm} \\ U_{cd2} \\ U_{cd3} \\ U_{cd4} \end{array}$$

$$0 \qquad I_u$$

Hình 2.4 : Đặc tính cơ của động cơ

Ở đầu quá trình mài, việc đặt lượng ăn dao ngang sẽ thực hiện bằng tay gạt, điều đó làm BK3 bị ấn xuống, tiếp điểm BK3 ( 17 – 45 ) mở ra, còn tiếp



---

---

điểm BK3 ( 12 – 14 ) đóng lại, làm role P1 được cấp nguồn, tiếp điểm P1 ( 10 – 17 ) đóng lại sẽ chuẩn bị cấp nguồn chon nam châm điện  $\varepsilon_1$  chuẩn bị cho quá trình lùi bàn.

Sau khi đã mài xong một hành trình, thì BK3 không bị ấn nữa, tiếp điểm thường kín BK3 ( 17 – 45 ) sẽ đóng lại cấp nguồn cho  $\varepsilon_1$  thực hiện lùi bàn về vị trí ban đầu.

Ở vị trí ban đầu, bàn sẽ ấn lên công tắc điểm cuối BK1, tiếp điểm thường kín BK1 ( 10 – 11 ) sẽ hở ra cắt nguồn cấp cho công tắc tơ K3 và role P1. Tiếp điểm thường mở P1 ( 10 – 17 ) sẽ cắt nguồn cấp cho nam châm điện, còn tiếp điểm K3 sẽ cắt nguồn cấp cho khuyếch đại từ . Tiếp điểm thường kín K3 ( 53 – 54 ) đóng lại, thực hiện hãm động năng.

Khi ngừng quay đá ấn nút ấn KH<sub>6</sub> .

Khi ngừng toàn bộ máy ấn nút ấn KH<sub>1</sub> .

Chuyển động qua lại của bàn theo chiều dọc được không chế bằng tay gạt cơ khí đóng mở van thuỷ lực .

Chiếu sáng cục bộ trên máy bằng đèn Đ<sub>3</sub> không chế bằng công tắc B<sub>2</sub> .

### ***a. Máy làm việc với chế độ không tải***

Chuyển mạch B4 về vị trí 1, khi đó tiếp điểm B4 ( 45 – 46 ) kín. Sau khi mài xong một hành trình, BK3 không bị ấn nữa, tiếp điểm thường kín BK3 (17 – 45) đóng nguồn cấp cho role thời gian PB, tiếp điểm thường hở PB ( 10 – 48 ) đóng nguồn cấp cho cuộn dây nam châm  $\varepsilon_2$

Sau một thời gian tiếp điểm thường mở đóng chậm PB ( 10 – 18 ) sẽ đóng cấp nguồn cho  $\varepsilon_1$  thực hiện quá trình lùi bàn về vị trí ban đầu.

### ***b. Chế độ mài mặt đầu***

Để thực hiện mài mặt đầu của chi tiết, bộ đồ gá mài mặt đầu chuyển tới vị trí làm việc, khi đó bàn ở vị trí ban đầu .

Ấn nút ấn KH3, công tắc tơ K4 đóng điện cho động cơ M4 quay đá mài mặt đầu . Tiếp điểm thường mở K4 ( 10 – 11 ) đóng lại làm công tắc tơ K3 có điện cấp nguồn cho động cơ M3 quay chi tiết . Dừng động cơ M4 bằng nút bấm KH4 .

## **3. Liên động và bảo vệ**

Trong máy có các liên động sau :

- a. Không thể làm việc ở hai chế độ : mài tròn trong và mài mặt đầu. Nếu hai chế độ đó xảy ra đồng thời thì khi lùi bàn về vị trí ban đầu và chuyển bộ

---

---

đồ gá về vị trí mài mặt đầu, lúc đó tiếp điểm BK1 và BK2 là ( 2 – 5 ) và ( 2 – 6 ) sẽ cắt mạch điều khiển.

b. Khi cánh cửa của tủ điện mở thì aptômát B1 sẽ cắt nguồn cấp .

c. Bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì PR1 ÷ PR7

Bảo vệ quá tải bằng các role nhiệt .

### **Nhận xét :**

- Ở máy mài 3K225B, động cơ quay chi tiết là động cơ điện một chiều được điều chỉnh tốc độ nhờ khuyếch đại từ đơn nối theo sơ đồ cầu 3 pha gồm 6 cuộn làm việc (CD ~ ) và 3 cuộn điều khiển CK1, CK2, CK3 kết hợp với 6 điôt chỉnh lưu

- Đặc điểm của việc điều khiển dùng hệ chỉnh lưu – KĐT .

Khuyếch đại từ là khí cụ điện mà tín hiệu ở đầu ra được khuyếch đại nhờ sự thay đổi điện kháng bằng việc thay đổi dòng điều khiển .

- Ưu điểm của khuyếch đại từ là tuổi thọ cao khả năng chịu quá tải tốt, điều khiển cách ly .

- Nhược điểm chính :

- + Khuyếch đại từ có quán tính lớn ( bởi các cuộn dây một chiều có điện cảm rất lớn ) do đó việc điều chỉnh kém nhạy .

- + Kích thước công kênh

- + Kết cấu phức tạp

- + Hệ số khuyếch đại không lớn .

Ngày nay khuyếch đại từ chỉ tồn tại trong các máy thế hệ cũ do Liên Xô cũ sản xuất, chế tạo . Khuyếch đại từ không thể cạnh tranh được với các khuyếch đại điện tử công suất có những ưu điểm hơn rõ rệt :

- + Kích thước nhỏ gọn .

- + Khối lượng nhỏ .

- + Điều khiển nhanh thuận tiện .

- + Hệ số khuyếch đại lớn .

- + Điều khiển cách ly ...

Do đó ngày nay khuyếch đại từ không còn được chế tạo mới nó chỉ còn tồn tại trong những hệ máy móc do Liên Xô cũ chế tạo . Vì vậy việc thay thế sửa chữa những hệ truyền động này gặp nhiều khó khăn .

Từ những khó khăn trên việc tìm hiểu nghiên cứu tìm ra hệ truyền động phù hợp thay thế cho hệ điều khiển bằng khuyếch đại từ của động cơ quay chi tiết máy mài tròn 3K225B là hết sức cần thiết .

---

---

### Chương 3

## ***Phân tích lựa chọn phương án thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết***

Ở phần trước, ta đã biết được hệ truyền động quay chi tiết là dùng khuyếch đại từ để điều chỉnh tốc độ quay của động cơ quay chi tiết. Tuy nhiên, đặc điểm của bộ khuyếch đại từ này là không có cuộn dịch riêng. Nhiệm vụ chuyển dịch được cuộn điều khiển CK3 thực hiện dựa vào dòng không tải của khuyếch đại từ, nhưng vì dòng này rất nhỏ nên tác dụng chuyển dịch không lớn. Đó chính là khuyết điểm của sơ đồ này vì khi mạch cuộn điều khiển bị đứt, động cơ có khả năng tăng tốc quá mạnh.

Hơn nữa, hệ truyền động dùng khuyếch đại từ chỉ đạt được phạm vi điều chỉnh tốc độ 1 : 10, nhưng trong thực tế nhiều trường hợp cần phải có phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn.

Vì vậy, chúng ta sẽ tìm hiểu và lựa chọn phương án thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết.

### **I. Các phương án điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều**

Thực tế có 2 phương pháp cơ bản để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều :

- Điều chỉnh điện áp cấp cho phần ứng động cơ.
- Điều chỉnh điện áp cấp cho mạch kích từ động cơ.

Cấu trúc truyền lực của hệ truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bao giờ cũng cần có bộ biến đổi, các bộ biến đổi này cấp nguồn cho mạch phần ứng hoặc mạch kích từ của động cơ. Cho tới nay trong công nghiệp đang sử dụng 4 loại bộ biến đổi chính :

- Bộ biến đổi điện từ : khuyếch đại từ (KĐT).
- Bộ biến đổi máy điện gồm : động cơ sơ cấp kéo máy phát một chiều hoặc máy điện khuyếch đại (KĐM).
- Bộ biến đổi chỉnh lưu bán dẫn : chỉnh lưu Tiristor (CLT).
- Bộ biến đổi xung áp một chiều Tiristor hoặc Tranzito (BBDXA).

Tương ứng với việc sử dụng các bộ biến đổi ta có các hệ truyền động sau :

- + Hệ truyền động máy phát động cơ (hệ F-Đ).

- + Hệ truyền động máy điện khuếch đại động cơ (MĐKD-Đ).
- + Hệ truyền động khuếch đại từ động cơ (KĐT-Đ).
- + Hệ truyền động chỉnh lưu Tiristor (T-Đ).
- + Hệ truyền động xung áp động cơ (XA-Đ).

Theo cấu trúc mạch điều khiển các hệ truyền động, điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều có loại điều khiển theo mạch kín (ta có hệ truyền động điều chỉnh tự động) và loại điều khiển theo mạch hở (hệ truyền động điều khiển “hở”). Hệ điều chỉnh tự động truyền động điện có cấu trúc phức tạp nhưng có chất lượng điều chỉnh cao và dải điều chỉnh rộng hơn so với hệ điều chỉnh truyền động “hở”.

Ngoài ra các dải truyền động điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều còn được phân loại theo truyền động có đảo chiều quay và không đảo chiều. Đồng thời tùy thuộc vào các phương pháp hãm, đảo chiều mà ta có vùng làm việc của động cơ ở các góc phần tư khác nhau.

## 1. Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

### a. Nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng:

Trong phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ một chiều, bộ biến đổi cung cấp điện áp một chiều cho mạch phản ứng. Vì nguồn có công suất hữu hạn nên các bộ biến đổi đều có điện trở trong  $R_b$  và điện cảm  $L_b$  khác không.

Sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập ( hình 3.1 ).

Trong đó thành phần  $E_b(U_{dk})$  được tạo ra bởi bộ biến đổi và phụ thuộc vào  $U_{dk}$ .

Trong chế độ xác lập ta có các phương trình đặc tính như sau :

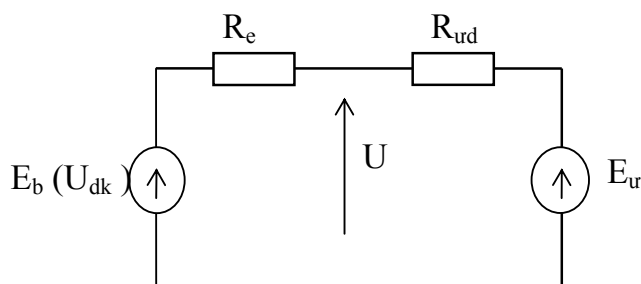
$$E_b - E_u = I_u (R_b + R_{ud})$$

$$\omega = \frac{E_b}{K \cdot \phi_{dm}} - \frac{R_b + R_{ud}}{K \phi_{dm}} I_u$$

$$\omega = \omega_0 (U_{dm}) - \frac{M}{|\beta|}$$

Trong đó:

$$\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = - \frac{(K \phi_{dm})^2}{R_u + R_f} (\text{var})$$



Hình 3.1 : sơ đồ thay thế ở chế độ xác lập

$$\omega_0 = \frac{U_{dm}}{K\phi_{dm}} \quad K\phi_{dm} = \frac{U_{dm} - I_{dm}R_u}{\omega_{dm}}$$

Ta có đường đặc tính cơ của động cơ khi điều chỉnh điện áp phần ứng (Hình 3.2). Vì từ thông động cơ được giữ không đổi nên độ cứng đặc tính cơ không đổi trong quá trình điều chỉnh. Tốc độ không tải lý tưởng  $\omega_0$  tùy thuộc vào giá trị điện áp  $U_{dk}$  của hệ thống. Do đó, có thể nói phương pháp này có độ cứng đặt được rất tối ưu.

Để xác định được dải điều chỉnh ta có :

– Tốc độ lớn nhất của hệ thống bị chặn bởi đặc tính cơ tự nhiên, là đường đặc tính ứng với điện áp phần ứng là định mức và từ thông kích từ cũng ở giá trị định mức.

– Tốc độ nhỏ nhất của hệ bị chặn bởi yêu cầu về sai số tốc độ và momen khởi động. Khi momen tải là định mức thì các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của tốc độ được xác định theo công thức :

$$\omega_{\max} = \omega_{0\max} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}$$

$$\omega_{\min} = \omega_{0\min} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}$$

Để thoả mãn khả năng quá tải thì đặc tính thấp nhất của dải điều chỉnh phải có momen ngắn mạch là :

$$M_{m\min} = M_{c\max} - K_M \cdot M_{dm}$$

Trong đó  $K_m$  là hệ số quá tải về momen

Vì họ đường đặc tính cơ tạo bởi phương pháp này là các đường thẳng song song, ta có độ cứng đặc tính cơ:

$$\omega_{\min} = (M_{m\min} - M_{dm}) \frac{1}{|\beta|} = \frac{M_{dm}}{|\beta|} (K_m - 1)$$

$$D = \frac{\omega_{0\max} - \frac{M_{dm}}{|\beta|}}{(K_m - 1) \frac{M_{dm}}{|\beta|}} = \frac{\omega_{0\max} |\beta| - 1}{K_m - 1}$$

Với một cơ cấu máy cụ thể thì các giá trị  $\omega_{0\max}$ ,  $M_{dm}$ ,  $K_m$  là xác định, Vì vậy phạm vi điều chỉnh  $D$  phụ thuộc tuyến tính vào độ cứng đặc tính cơ  $\beta$ . Khi điều chỉnh điện áp phần ứng động cơ bằng các thiết bị nguồn điều chỉnh thì điện trở tổng mạch phần ứng gấp khoảng 2 lần điện trở phần ứng động cơ, do đó có thể tính sơ bộ :

$$\omega_{0\max} |\beta| M_{dm} \leq 10$$

Vậy với tải có đặc tính momen không đổi thì giá trị phạm vi điều chỉnh tốc độ không vượt qua 10 . Vậy với hệ truyền động đòi hỏi phạm vi điều chỉnh tốc độ lớn thì ta không thể sử dụng các hệ thống hở như trên.

Trong phạm vi phụ tải cho phép thì coi các đặc tính cơ tĩnh của hệ truyền động một chiều kích từ độc lập là tuyến tính. Khi điều chỉnh điện áp phần ứng thì độ cứng các đặc tính cơ trong toàn dải điều chỉnh là như nhau. Do đó độ sụt tốc độ tương đối sẽ đạt giá trị lớn nếu tại đặc tính cơ thấp nhất của dải điều chỉnh mà sai số tốc độ không vượt quá giá trị sai số tốc độ cho phép thì hệ truyền động sẽ làm việc với sai số luôn nhỏ hơn sai số tốc độ cho phép trong toàn bộ dải điều chỉnh .

Sai số tương đối của tốc độ ở đặc tính cơ thấp nhất .

$$s = \frac{\omega_{0\min} - \omega_{\min}}{\omega_{0\min}} = \frac{\Delta\omega}{\omega_{0\min}}$$

$$s = \frac{M_{dm}}{|\beta|\omega_{0\min}} \leq s_{cp}$$

Để có thể tính chọn giá trị tối thiểu của độ cứng đặc tính cơ sao cho sai số không vượt quá giá trị cho phép . Trong đa số các trường hợp ta cần xây dựng cả hệ truyền động kiểu vòng kín. Trong suốt quá trình điều chỉnh điện áp phần ứng thì thông được giữ nguyên. Do đó, momen tải cho phép của hệ sẽ là không đổi.

$$M_{cgp} = K\phi_{dm} I_{dm} = M_{dm}$$

Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp thay đổi điện áp phần ứng là rất thích hợp trong trường hợp momen tải là hằng số trong toàn dải điều chỉnh. Cũng thấy rằng nếu nối thêm điện trở phụ trong mạch phần ứng sẽ làm giảm đáng kể hiệu suất của hệ.

### **b. Nguyên lý điều chỉnh từ thông động cơ :**

Khi điều chỉnh tốc độ theo nguyên lý điều chỉnh từ thông động cơ tức là điều chỉnh dòng điện kích từ của động cơ, cụ thể là giảm dòng kích từ của động cơ trong khi điện áp phần ứng được giữ không đổi . Điều chỉnh dòng kích từ tức là điều chỉnh momen điện từ của động cơ:  $M = K\phi \cdot I_u$  . và sức điện động của động cơ :

$$E_u = K\phi \cdot \omega .$$

Mạch kích từ của động cơ là mạch phi tuyến vì vậy hệ điều chỉnh từ thông cũng là phi tuyến :

$$i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} + w_k \frac{d\phi}{dt}$$

Trong đó :

$r_k$  : điện trở kích từ.

$R_b$  : điện trở nguồn điện áp kích thích.

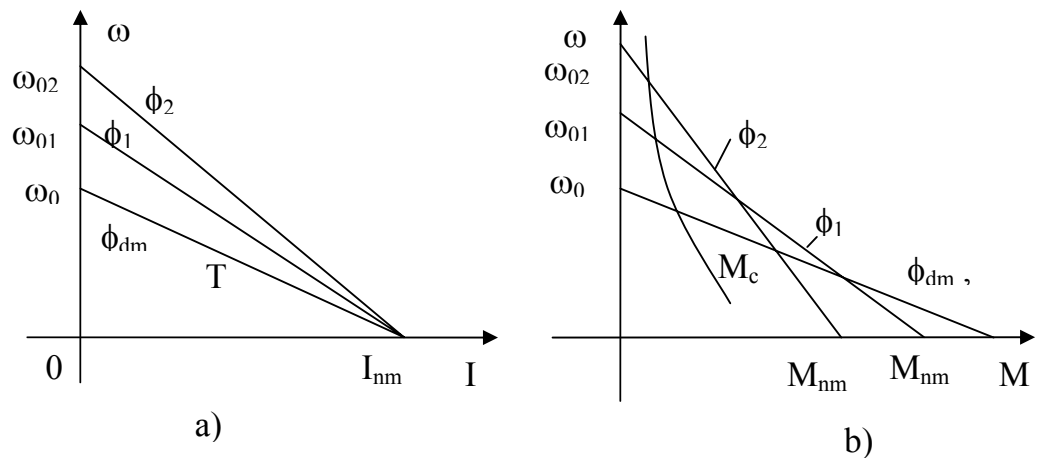
$W_k$  : số vòng dây của dây quấn kích thích

Ở chế độ xác lập :

$$\frac{d\phi}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow i_k = \frac{e_k}{r_b + r_k} \quad \phi = f(i_k)$$

Đường đặc tính cơ khi điều chỉnh từ thông được thể hiện trên hình 3.2



Hình 3.2: đặc tính cơ điện (a) và đặc tính cơ (b) của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi điều chỉnh từ thông thì điện áp phần ứng được giữ không đổi và bằng giá trị định mức, đặc tính cơ thấp nhất trong vùng điều chỉnh là đường đặc tính cơ tự nhiên. Tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh từ thông bị hạn chế bởi khả năng chuyển mạch của cỗ góp điện. Lý do là khi giảm từ thông để tăng tốc độ quay của động cơ, theo quan hệ :  $\frac{I_{ktdm}}{I_{knt}} = \frac{K\phi_{dm}}{K\phi_{nt}}$

Từ thông kích từ dưới một cực từ tỷ lệ bậc nhất với dòng kích từ của động cơ, khi  $I_{kt}$  thay đổi thì  $\phi$  cũng thay đổi theo :

$$I_{knt} < I_{ktdm} \Rightarrow k\phi_{nt} < k\phi_{dm}$$

dẫn tới : 
$$\omega_{0nt} = \frac{U_{dm}}{k\phi_{nt}} > \omega_{0tm}$$

---

---

Nếu gọi  $x$  là độ suy giảm từ thông  $x = \frac{\phi_{dm}}{\phi_{nt}}$  ta có :  $\omega_{nt} = \omega_{m} \cdot x$  là giá trị tốc

độ không tải khi giảm từ thông.

Tốc độ động cơ tăng làm cho điều kiện chuyển mạch của cổ góp điện xấu đi. Vì vậy, để đảm bảo điều kiện chuyển mạch bình thường thì cần phải giảm dòng điện phản ứng động cơ về trị số cho phép, kết quả là momen trên trục động cơ giảm rất nhanh. Ngay cả khi giữ nguyên dòng điện phản ứng thì độ cứng đặc tính cơ cũng giảm rất nhanh khi giảm từ thông kích thích.

$$\beta_{\phi} = \frac{(K\phi)^2}{R_u}$$

• **Nhận xét:**

- Với phương pháp điều chỉnh từ thông động cơ thì ta có thể thay đổi được tốc độ không tải với đặc tính thấp nhất là đặc tính cơ tự nhiên. Tuy nhiên tốc độ lớn nhất của dải điều chỉnh lại bị hạn chế.

- Khi điều chỉnh giảm từ thông, để mở rộng vùng điều chỉnh tốc độ ta thấy độ cứng của đặc tính cơ giảm rõ rệt. Do vậy, với những cơ cấu yêu cầu độ cứng điều chỉnh cao, vùng điều chỉnh rộng thì phương pháp này gặp khó khăn.

\* **Kết luận:**

Căn cứ vào đặc điểm truyền động của động cơ quay chi tiết máy mài 3K225B, căn cứ vào phương pháp truyền động yêu cầu. Qua phân tích các đặc điểm và tính chất của các phương pháp điều chỉnh, ta nhận thấy: đối với hệ truyền động động cơ quay chi tiết thì phương pháp điều chỉnh bằng giảm điện áp phản ứng là thích hợp nhất, nó đáp ứng được các yêu cầu cơ bản của hệ truyền động như:

- Dải điều chỉnh phù hợp  $D = 10/1$ .
- Độ cứng đặc tính cơ không đổi trong toàn dải điều chỉnh.
- Thực hiện điều chỉnh vô cấp một cách dễ dàng.
- Sơ đồ điều khiển đơn giản dễ thực hiện.
- Momen tải cho phép của hệ không đổi trong suốt quá trình điều chỉnh, phù hợp với đặc điểm của hệ truyền động quay chi tiết máy mài 3K225B.



---

---

## 2. Các phương án truyền động theo nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng

### a. Hệ truyền động máy phát - động cơ một chiều (F-Đ):

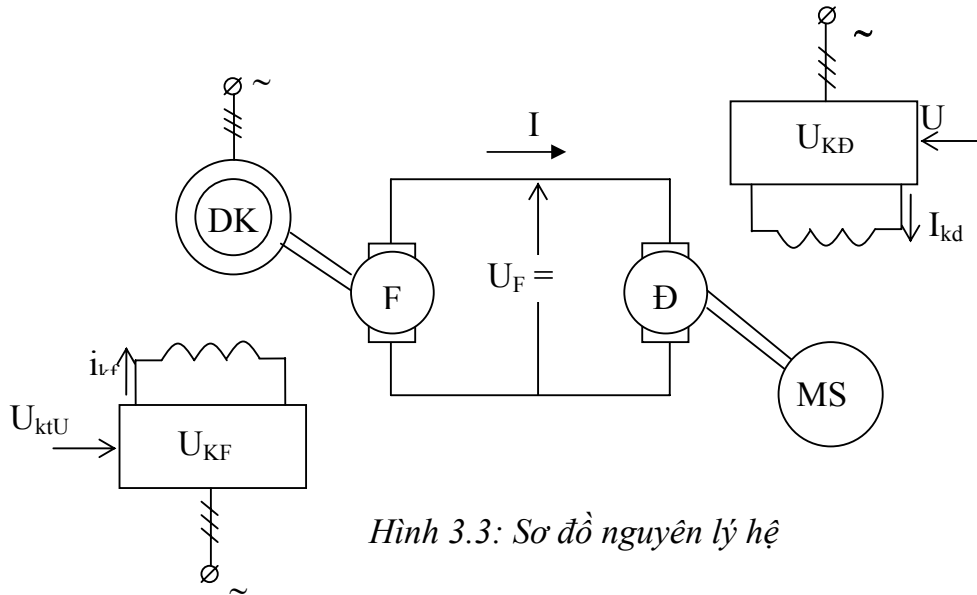
Hệ F-Đ là hệ truyền động mà bộ biến đổi là máy phát điện một chiều kích từ độc lập. Máy phát này thường do động cơ sơ cấp ĐK là động cơ không đồng bộ ba pha quay và coi tốc độ máy phát là không đổi. Sơ đồ nguyên lý được thể hiện trên hình 3.3

Tính chất của máy phát điện được xác định bởi 2 đặc tính từ hoá.

– Sự phụ thuộc giữa sức điện động máy phát vào dòng điện kích từ và đặc tính tải.

– Sự phụ thuộc của điện áp trên 2 cực máy phát vào dòng tải

Các đặc tính này là phi tuyến, trong tính toán ta có thể tuyến tính hoá các đặc tính này.



Hình 3.3: Sơ đồ nguyên lý hệ

Khi điều chỉnh dòng điện kích thích của máy phát thì điều chỉnh được tốc độ không tải của hệ thống còn độ cứng đặc tính cơ thì được giữ nguyên. Cũng có thể điều chỉnh kích từ của động cơ để có dải điều chỉnh tốc độ rộng hơn.

- Nhận xét:

Ưu điểm:

Chỉ tiêu chất lượng của hệ F - Đ về cơ bản tương tự chỉ tiêu của hệ điều chỉnh điện áp phản ứng. Ưu điểm nổi bật của hệ F - Đ là chuyển đổi trạng thái rất linh hoạt, khả năng quá tải lớn, thực hiện đảo chiều quay dễ dàng. Hệ có thể làm việc ở chế độ điều chỉnh được cả 2 phía, kích thích máy phát và kích thích động cơ.

---

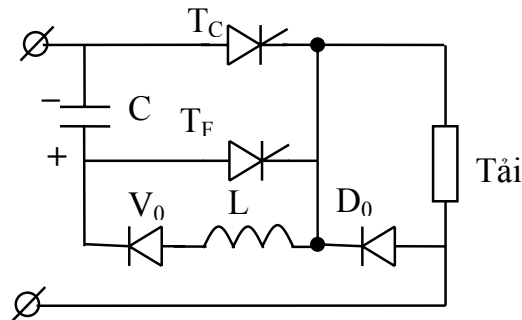
---

Nhược điểm:

Nhược điểm lớn nhất của hệ F - Đ là dùng nhiều máy điện quay, trong đó ít nhất là phải dùng 2 máy điện một chiều, gây ồn lớn, công suất lắp đặt máy ít nhất gấp 3 lần động cơ chấp hành, giá thành lắp đặt cao, cồng kềnh. Ngoài ra các máy phát một chiều có từ dư, đặc tính từ hoá có trễ nên khó điều chỉnh sâu tốc độ.

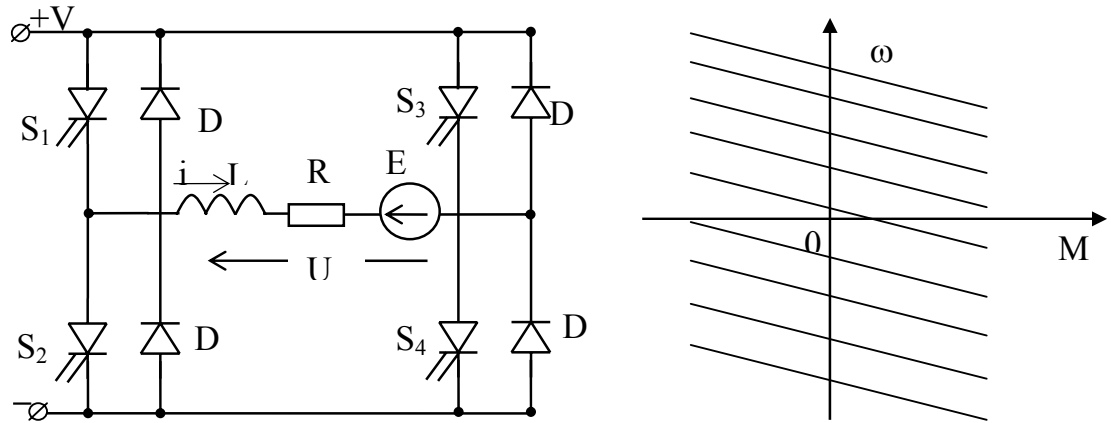
**b. Hệ truyền động xung áp - động cơ điện một chiều (XA-Đ):**

Việc điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bằng phương pháp giảm áp cũng có thể được thực hiện bằng phương pháp xung áp. Phương pháp này được thực hiện bằng cách đóng ngắt động cơ vào nguồn một cách có chu kỳ với tần số cao. Khi đó điện áp đưa vào động cơ sẽ được băm nhỏ. Các giá trị trung bình của điện áp và dòng điện phần ứng  $U_{ur}$ ,  $I_{ur}$  và sức điện động của động cơ khi đóng và ngắt liên tục khoá S sẽ được xác định nếu biết trước luật đóng ngắt khoá và các thông số của mạch. Sơ đồ khoá điều khiển thể hiện trên hình 3.4.



*Hình 3.4: Sơ đồ nguyên lý của khoá điều khiển S trong hệ điều chỉnh xung áp*

Hệ điều chỉnh xung áp cũng có thể thực hiện việc đảo chiều động cơ bằng sơ đồ bộ điều chỉnh xung áp loại B kép (hình 3.5)



Hình 3.5: sơ đồ nguyên lý truyền động đảo chiều điều chỉnh xung áp loại B kép

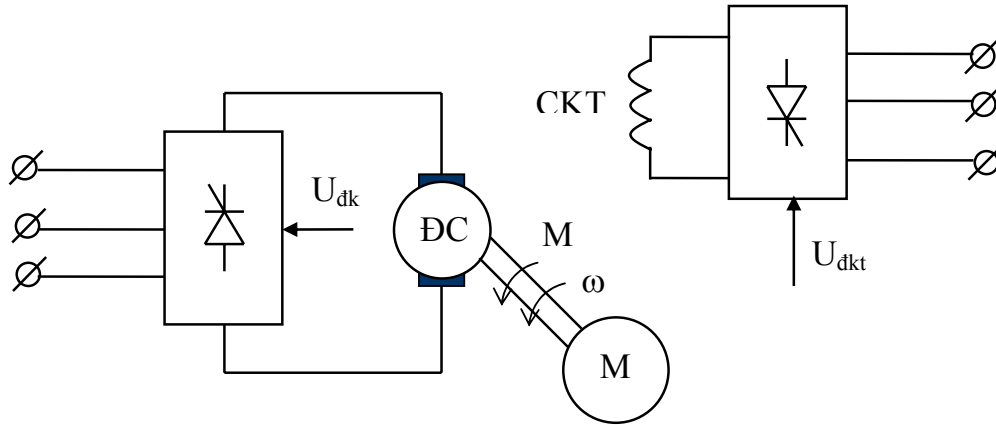
• **Nhân xét:**

- Hệ điều chỉnh xung áp có momen tới hạn lớn làm việc nhịp nhàng phù hợp với cơ cấu tải nâng hạ, độ nhảy cao, tác động nhanh...
- Hệ sử dụng các bộ khoá điện tử, nó được sử dụng khi đã có sẵn nguồn một chiều cố định cần phải điều chỉnh được điện áp ra tải.
- Các bộ băm xung áp một chiều hoạt động theo nguyên tắc đóng ngắt nguồn một chiều với tải một cách chu kỳ theo một số luật khác nhau. Phần tử thực hiện là các van bán dẫn. Do đó khi chúng làm việc trong mạch một chiều các loại Tiristor thông thường không được khoá lại một cách tự nhiên ở giai đoạn âm của điện áp nguồn như khi làm việc với nguồn xoay chiều. Do đó trong mỗi sơ đồ cần phải có một mạch chuyên dùng để khoá Tiristor gọi là “khóa cưỡng bức”, gây nhiều khó khăn khi thực hiện trên thực tế. Vì vậy, hiện nay với dải công suất vừa và nhỏ người ta sử dụng các loại van bán dẫn điều khiển đóng ngắt như Tranzitor MOSFET, IGBT... riêng với dải công suất lớn ta vẫn phải sử dụng Tiristor.
- Mặt khác hiệu suất của hệ thống sẽ rất nhỏ khi dải điều chỉnh lớn, độ an toàn, tin cậy kém, tồn tại trên sách vở nhiều hơn trên thực tế.
- Vậy không nên sử dụng phương pháp này để thay thế hệ truyền động quay chi tiết của máy mài bởi hệ có dải điều chỉnh lớn.

**c. Hệ thống chỉnh lưu - động cơ điện một chiều ( T - Đ )**

Hệ truyền động T - Đ là hệ truyền động động cơ điện một chiều. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp đặt vào phần ứng hoặc thay đổi điện áp mạch kích từ của động cơ, thông qua các bộ biến đổi bằng Tiristor.

Hệ truyền động được thể hiện trên hình 3.6



Hình 3.6: Sơ đồ nguyên lý hệ T-Đ

Trong hệ T - Đ bộ biến đổi điện là các mạch chỉnh lưu điều khiển hoặc bán điều khiển cơ sức điện động  $E_d$  phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển  $\alpha$ . tùy theo yêu cầu cụ thể của truyền động mà ta có thể dùng các sơ đồ chỉnh lưu thích hợp . Phân biệt các sơ đồ dựa vào :

- Số pha : 1 pha, 3 pha, 6 pha...
- Sơ đồ nối : hình tia, hình cầu...
- Số nhịp : Số xung áp đập mạch trong từng chu kỳ của điện áp nguồn.
- Khoảng điều chỉnh : là vị trí của đặc tính ngoài trên mặt phẳng tọa độ.
- Chế độ năng lượng : chỉnh lưu, nghịch lưu phụ thuộc...
- Tính chất dòng tải là liên tục hay gián đoạn

Đối với hệ truyền động quay chi tiết máy mài, không yêu cầu đảo chiều quay động cơ . Do đó trong phần giới thiệu này ta không đề cập tới các hệ chỉnh lưu có đảo chiều và các hệ nghịch lưu.

### c1. Đặc tính của hệ T - Đ

Trong hệ T - Đ nguồn cấp cho phần ứng động cơ là bộ chỉnh lưu Tiristor, dòng điện chỉnh lưu cũng chính là dòng điện phản ứng của động cơ.

Chế độ làm việc của chỉnh lưu phụ thuộc vào phương thức điều khiển và tính chất của tải . Trong truyền động điện tải của chỉnh lưu thường là cuộn kích từ ( tải R-L ) hoặc mạch phản ứng động cơ ( tải R-L-E ).

Phương trình đặc tính cơ cho hệ T-Đ ở chế độ dòng liên tục :

$$\omega = \frac{E_{d0} \cdot \cos \alpha}{k \cdot \phi_{dm}} - \frac{R_u}{(k \cdot \phi_{dm})^2} \cdot M$$

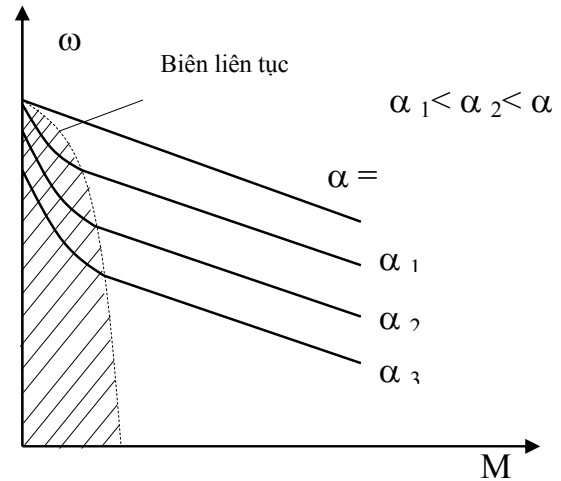
Độ cứng đặc tính cơ của hệ là :  $\beta = \frac{(k \cdot \phi_{dm})^2}{R}$  trong đó R là tổng trở toàn mạch phản ứng động cơ ( gồm điện trở phần ứng động cơ, và điện trở các phần tử trong mạch nối tiếp với phần ứng động cơ ).

Tốc độ không tải lý tưởng phụ thuộc vào giá trị của góc điều khiển  $\alpha$  :

$$\omega_0 = \frac{E_{d0} \cdot \cos \alpha}{k \cdot \phi_{dm}}$$

Tuy nhiên, tốc độ không tải lý tưởng chỉ là giao điểm của trục tung với đoạn thẳng của đặc tính cơ kéo dài. Thực tế do có vùng dòng điện gián đoạn, tốc độ không tải lý tưởng của đặc tính là lớn hơn.

Họ đặc tính cơ của hệ thống trong trường hợp này được thể hiện trên hình (3.7). Khi điều chỉnh ở vùng dưới tốc độ định mức, các đặc tính cơ của hệ T - Đ mềm hơn hệ F - Đ vì có sụt áp do hiện tượng chuyển mạch của các Tiristor. Góc điều khiển  $\alpha$  càng lớn thì điện áp đặt vào phần ứng động cơ càng nhỏ. Khi đó đặc tính cơ hạ thấp, ứng với một momen cản  $M_c$  tốc độ động cơ sẽ giảm.



Hình 3.7: Họ đặc tính cơ của hệ

Lý thuyết và thực nghiệm chứng tỏ khi phụ tải nhỏ, do góc điều chỉnh lớn, các đặc tính cơ có độ dốc lớn

(phần nằm trong đường gạch chéo của đường đặc tính cơ). Đó là vùng dòng điện gián đoạn. Góc điều khiển càng lớn (khi điều chỉnh sâu) thì vùng dòng điện gián đoạn càng rộng và việc điều chỉnh tốc độ gặp nhiều khó khăn.

Trong thực tế tính toán hệ T - Đ ta chỉ cần xác định biên giới vùng dòng điện gián đoạn, là đường phân cách giữa 2 vùng dòng điện gián đoạn và dòng liên tục. Biên giới giữa 2 vùng này có dạng Elip với các trục là các trục của đường đặc tính cơ.

$$\left( \frac{E}{U_{2m} \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p}} \right)^2 + \left( \frac{I \cdot L \omega_c}{U_{2m} \left( \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p} - \cos \frac{\pi}{p} \right)} \right)^2 = 1$$

Về bản chất, chế độ dòng điện gián đoạn xảy ra do năng lượng điện tích lũy trong mạch không đủ lớn để duy trì tính chất liên tục của dòng tải khi nó giảm, lúc này góc dẫn của van sẽ nhỏ hơn  $\frac{2\pi}{p}$  với  $p$  là số xung đập mạch trong

một chu kỳ. Trong trường hợp giữ nguyên góc điều khiển  $\alpha$  nếu tốc độ quay còn quá cao, sức điện động động cơ lớn, góc dẫn  $\lambda$  sẽ tự động giảm làm quá trình gián đoạn tăng. Tại thời điểm  $I = 0$ , momen điện từ của động cơ  $M = 0$ ,

---

---

làm giảm tốc độ động cơ . Tốc độ động cơ giảm đồng nghĩa với việc E giảm, góc dẫn  $\lambda$  tự động tăng làm giảm quá trình gián đoạn trong mạch . Vì lý do đó mà đặc tính cơ của hệ T - Đ rất dốc trong vùng dòng điện gián đoạn.

Dễ dàng nhận thấy độ rộng của vùng dòng điện gián đoạn sẽ giảm nếu ta tăng giá trị điện cảm L của mạch và tăng số pha chỉnh lưu p, song khi tăng số xung pha p thì mạch chỉnh lưu càng tăng độ phức tạp cả về mạch điều khiển lẫn mạch lực . Còn khi tăng trị số L sẽ làm xấu quá trình quá độ ( tăng thời gian quá độ ) và làm tăng trọng lượng kích thước của hệ thống.

## **c2. Ưu nhược điểm của hệ T - Đ**

Ưu điểm lớn nhất của hệ T - Đ là điều chỉnh tốc độ êm, phạm vi điều chỉnh lớn, có thể mở máy và hãm máy liên tục ở dải công suất trung bình . Ngoài ra, còn có độ tác động nhanh, không gây ồn và dễ tự động hoá do các van bán dẫn có hệ số khuếch đại công suất rất cao . Điều đó rất thuận tiện cho việc thiết lập các hệ thống tự động điều chỉnh nhiều vòng nhằm nâng cao chất lượng các đặt tính của hệ thống . Hệ T - Đ có khả năng điều chỉnh trơn với phạm vi điều chỉnh rộng, hệ thống có độ tin cậy cao quán tính nhỏ và hiệu suất lớn.

Nhược điểm chủ yếu của hệ truyền động T - Đ là :

- Do các van bán dẫn là các phần tử phi tuyến, dạng điện áp chỉnh lưu ra có biên độ đập mạch lớn, gây tổn thất phụ.
- Trong máy điện và ở các truyền động công suất lớn còn làm xấu dạng điện áp của nguồn và lưới xoay chiều.
- Hệ số công suất  $\cos\varphi$  của hệ nói chung là thấp khi phải điều chỉnh sâu.

### **• Kết luận:**

Qua những phân tích trên ta đã thấy rõ ưu nhược điểm của các hệ truyền động điều khiển động cơ điện một chiều . Đối với hệ truyền động quay chi tiết máy mài 3K225B là hệ truyền động động cơ điện một chiều công suất nhỏ, sử dụng hệ truyền động T-Đ là đơn giản hiệu quả và tin cậy hơn cả.

Vì những đặc điểm của yêu cầu công nghệ ta quyết định lựa chọn hệ truyền động T - Đ không đảo chiều để điều khiển động cơ quay chi tiết máy mài 3K225B.

## **II. Phân tích lựa chọn**

Để cung cấp cho các động cơ điện một chiều từ lưới điện xoay chiều, phải dùng các thiết bị biến đổi . Phần lớn các thiết bị biến đổi hiện nay đang sử dụng là các bộ biến đổi van điều khiển . Người ta gọi thời gian mà các bộ biến đổi chỉnh lưu cho dòng điện đi qua trong một phần chu kỳ là khoảng dẫn, hoặc khoảng thông với sụt áp trên van không lớn, và khi ngắt mạch trong phần còn lại của chu kỳ là khoảng không dẫn hoặc không ngắt.

---

---

---

---

Điện áp được điều chỉnh bằng cách biến đổi thời hạn làm việc của van trong khoảng thông. Trong thực tế người ta dùng các loại van có điều khiển hạn chế, nghĩa là có thể điều khiển thời điểm đầu khoảng thông, nhưng không thể ngắt mạch khi dòng điện chưa giảm về không. Do đó, việc điều chỉnh điện áp bộ biến đổi van được thực hiện bằng cách biến đổi thời điểm thông van. Việc rút ngắn thời hạn trạng thái thông của van trong khoảng dẫn được đặc trưng bởi góc thông chậm  $\alpha$ .

Trị số trung bình của điện áp và dòng điện bộ biến đổi được xác định bởi các thông số của nó và sơ đồ nối. Trong thực tế có rất nhiều sơ đồ khác nhau. Tuy nhiên, theo nguyên lý và cách thiết lập, tất cả các sơ đồ điện chia thành hai loại: Các sơ đồ có đầu không (còn gọi là sơ đồ tia, sơ đồ một nửa chu kỳ) và các sơ đồ cầu (còn gọi là sơ đồ hai nửa chu kỳ).

- Trong các sơ đồ đầu không, điện áp được chỉnh lưu là 1 nửa sóng của hệ thống điện áp xoay chiều. Đặc điểm của các sơ đồ một nửa chu kỳ là ngoài các thời gian chuyển mạch các van ứng với  $\gamma$  (là khoảng thời gian khi một van nào đó đang ngừng làm việc và van tiếp sau đang bắt đầu làm việc), dòng điện phụ tải  $i_d$  bằng dòng điện trong van đang mở. Do đó dòng điện trong mạch phụ tải được xác định bởi sức điện động pha làm việc của máy biến áp, còn độ sụt áp trong bộ biến đổi thì được xác định bởi độ sụt áp bên trong pha đó.
- Trong các sơ đồ cầu, điện áp được chỉnh lưu là cả 2 nửa sóng của hệ thống điện áp xoay chiều. Bên ngoài chu kỳ chuyển mạch, vẫn có 2 van làm việc đồng thời. Dòng điện phụ tải chảy liên tiếp qua 2 van và 2 pha của máy biến áp dưới tác dụng của hiệu số sức điện động của các van tương ứng, nghĩa là dưới tác dụng của sức điện động dây. Sau một chu kỳ biến thiên của điện áp xoay chiều, cả 6 van của bộ biến đổi đều tham gia làm việc.

### **1. Chỉnh lưu một nửa chu kỳ**

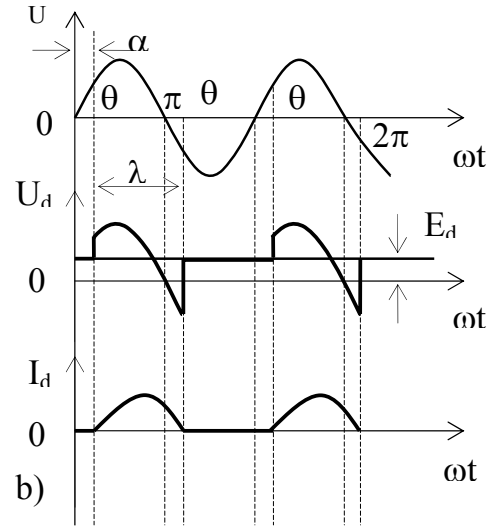
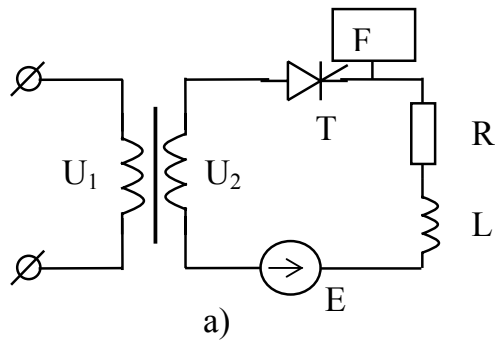
Sơ đồ nguyên lý và đồ thị dạng điện áp và dòng điện được thể hiện trên hình 3.8

Trong đồ thị hình 3.8 (b) góc  $\alpha$  là góc mở của van,  $\lambda$  là góc dẫn dòng. Do tải mang tính điện cảm nên đường cong dòng điện kéo dài ra khỏi  $\pi$  khi điện áp  $U_d$  đã chuyển sang chu kỳ âm

Khi  $T_i$  không dẫn dòng ta vẫn có  $U_d = E_d$  là sức điện động của tải (ở đây là sđđ của động cơ). Chế độ dòng điện của mạch là gián đoạn.

---

---



Hình 3.8: sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b)

Khi van dẫn dòng ta có phương trình cân bằng áp :

$$U_m \sin \theta - E_d = i_d R + L \frac{di}{dt}$$

$$\Rightarrow \sqrt{2}U_2 \sin \theta - E_d = i_d R + L \frac{di}{dt}$$

Giải phương trình theo phương pháp xếp chồng ta có:

$$i = i_U = i_E = \frac{\sqrt{2}U_2}{Z} \sin(\theta - \varphi) - \frac{E_d}{R_d} + C.e^{-\frac{\theta}{\varrho}}$$

Với :

$$Z = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

$$Q = \frac{X_d}{R}$$

$$\varphi = \arctg Q$$

Hằng số tích phân C được xác định theo chế độ dòng điện.

Đặt góc  $\alpha^*$  tính từ thời điểm qua 0 của điện áp nguồn tạo thành  $U_d$

$$\rightarrow \alpha^* = \alpha - \frac{\pi}{2}$$

Khi dòng gián đoạn ta có  $i(\alpha^*) = 0$ , ta có quy luật dòng điện :

$$i_d(\theta) = \frac{\sqrt{2}U_2}{Z} \left[ \sin(\theta - \varphi) - \sin(\alpha^* - \varphi) e^{-\frac{\theta - \alpha^*}{\varrho}} \right] - \frac{E_d}{\sqrt{2}U_2} \left[ 1 - e^{-\frac{\theta - \alpha^*}{\varrho}} \right]$$

Bằng cách giải phương trình siêu việt ta tính được tham số  $U_{d\alpha}$



$$U_{d\alpha} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha^*}^{(\alpha^* + \lambda)} U_m \sin \theta d\theta + \int_{\alpha^* + \lambda_d}^{(\alpha^* + 2\pi)} E_d d\theta$$

$$= \frac{1}{2\pi} \left\{ \sqrt{2}U_2 [\cos \alpha^* - \cos(\alpha^* - \lambda_d)] + E_d(2\pi - \lambda_d) \right\}$$

Với  $\lambda_d$  là thời gian tồn tại của dòng điện trong một chu kỳ chỉnh lưu.

$$I_d = \frac{U_{d\alpha} - E_d}{R_d}$$

Hệ số sử dụng biến áp của sơ đồ xấu :

$$S_{ba} = 3,09.P_d$$

Chất lượng điện áp ra xấu, trị số điện áp tải trung bình lớn nhất

$$U_d = 0,45U_2 \text{ ( ứng với góc mở } \alpha = 0 \text{ )}$$

Đây là loại chỉnh lưu cơ bản, sơ đồ nguyên lý mạch đơn giản . Tuy nhiên các chất lượng về kỹ thuật như : chất lượng điện áp một chiều, hiệu suất sử dụng biến áp quá xấu . Do đó loại chỉnh lưu này ít được sử dụng trong thực tế.

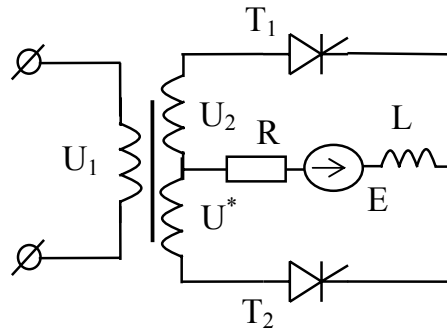
## **2. Chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ**

Sơ đồ nguyên lý, đồ thị điện áp chỉnh lưu được thể hiện trên hình 3.9

Trên sơ đồ sử dụng biến áp có điểm giữa với các thông số :

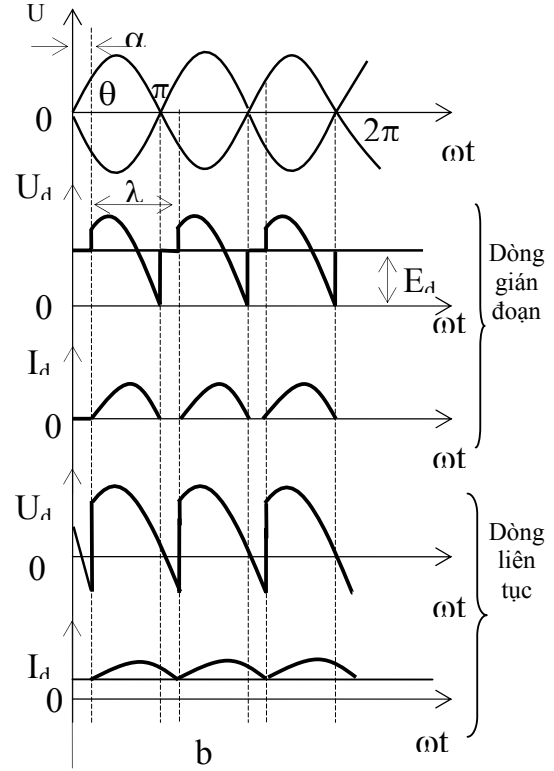
$$U_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin \theta$$

$$U^*_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin(\theta - 180^\circ)$$



a)

Hình 3.9: sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b)



Ở mỗi nửa chu kỳ có một van dẫn, cho nên ở cả 2 nửa chu kỳ sóng điện áp tải trùng với điện áp cuộn dây có van dẫn. Tần số đập mạch của sơ đồ bằng 2 lần tần số đập mạch của điện áp xoay chiều.

Trường hợp dòng tải là gián đoạn :

Khi  $T_1$  ta có phương trình :

$$U_2 = \sqrt{2}U_{20} \sin \theta = R.i_d + E + X \frac{di_d}{d\theta} \quad (1)$$

Dòng  $i_d$  cũng có thể là dòng liên tục hoặc dòng gián đoạn. Điều này tùy thuộc vào giá trị các tham số của mạch, biến đổi biểu thức (1) ta có :

$$-\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{R}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} i_d d\theta + \frac{E}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} d\theta + \frac{X}{\pi} \int_{\alpha}^{\lambda} di_d$$

Trường hợp dòng điện gián đoạn :

$$U_d = RI_d + \frac{E}{\pi}(\lambda - \alpha)$$

$$U_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi}(\cos \alpha - \cos \lambda)$$

$$\Rightarrow I_d = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi}(\cos \alpha - \cos \lambda) - \frac{E}{\pi R}(\lambda - \alpha)$$

---

---

Trong trường hợp dòng liên tục ta có :

$$\lambda = \pi + \alpha$$

$$U_d = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \cos \alpha$$

$$I_d = \frac{U_d - E}{R_d}$$

Trong sơ đồ nay điện áp mà các van phải chịu là lớn nhất  $U_{ng \max} = 2\sqrt{2}U_2$ .

Do các van chỉ dẫn trong 1/2 chu kỳ của điệ áp nguồn nên dòng trung bình qua van  $I_{tbv} = \frac{I_d}{2}$ , trị số dòng hiệu dụng chảy qua van  $I_{hd} = 0,71I_d$ .

- **Nhận xét:**

So với chỉnh lưu 1 pha nửa chu kỳ thì sơ đồ chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ có chất lượng điện áp tốt hơn . Dòng điện chạy qua van không quá lớn, tổng điện áp rơi trên van nhỏ . Đối với chỉnh lưu có điều khiển thì sơ đồ chỉnh lưu loại này điều khiển các van bán dẫn khá đơn giản . Tuy nhiên việc biến áp có hai cuộn dây phía thứ cấp giống nhau mà mỗi cuộn chỉ làm việc trong một nửa chu kỳ, việc chế tạo biến áp phức tạp, hiệu suất sử dụng biến áp không cao  $S_{ba} = 1,48P_d$ , mặt khác điện áp ngược đặt lên van là rất lớn.

### **3. *Chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển***

Sơ đồ mạch chỉnh lưu tia 3 pha hình tia được trình bày trên hình 3.10. Sơ đồ mạch van gồm biến áp 3 pha phía thứ cấp đầu Y có trung tính, 3 van bán dẫn đầu theo kiểu catôt chung .

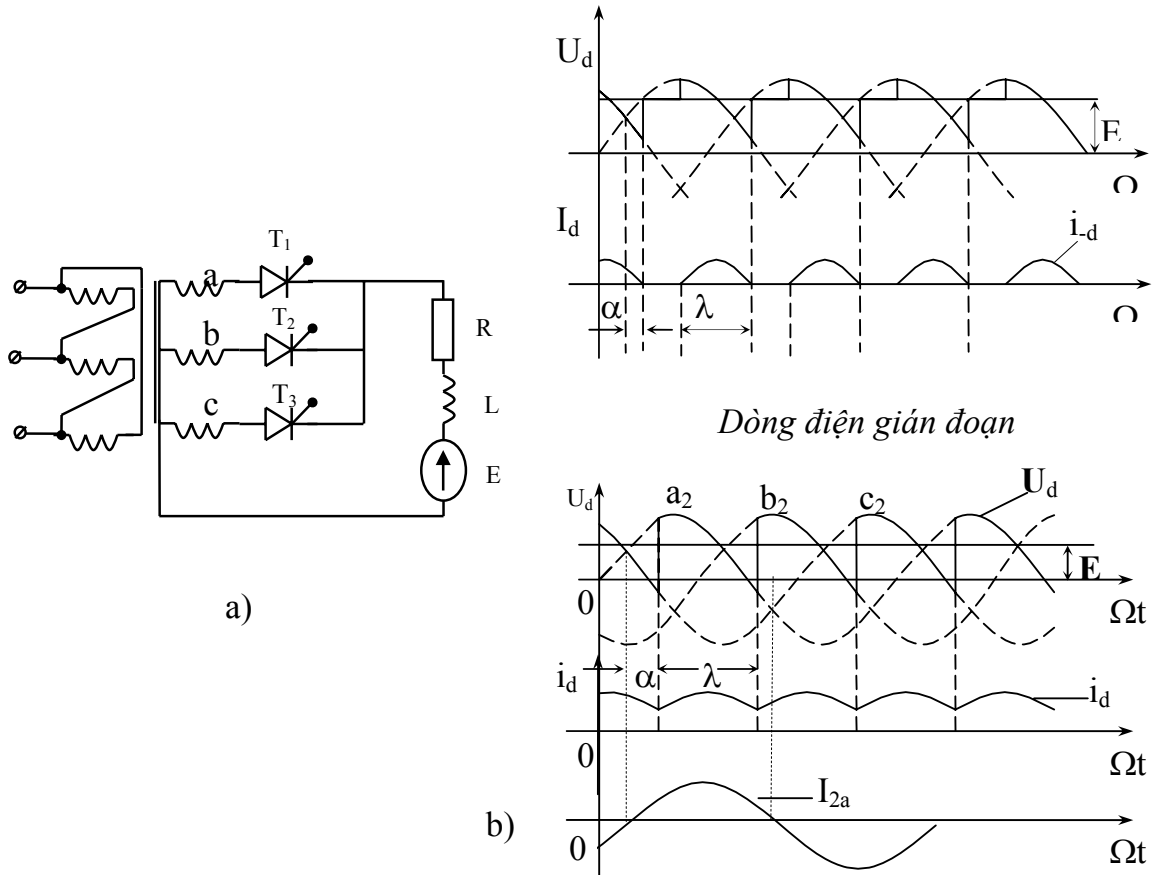
Điện áp trên thứ cấp biến áp nguồn .

$$U_a = \sqrt{2}.U_2 \sin \theta \quad (V) .$$

$$U_b = \sqrt{2}.U_2 \sin(\theta - 120^\circ) \quad (V) .$$

$$U_c = \sqrt{2}.U_2 \sin(\theta - 240^\circ) \quad (V) .$$

Từ đó ta nhận thấy rằng tại mỗi thời điểm chỉ có điện áp của một pha dương hơn hai pha còn lại .



Hình 3.10: Sơ đồ chỉnh lưu hình tia 3 pha(a) đồ thị điện áp và dòng điện(b)

Dòng điện gián đoạn

Nguyên tắc điều khiển là khi anot của Tiristor nào dương hơn thì Tiristor đó mới được kích mở . Thời điểm giao nhau của 2 trong 3 pha được gọi là điểm chuyển mạch tự nhiên .

Vậy góc mở nhỏ nhất của sơ đồ sẽ là dịch pha  $30^0$  so với điện áp pha .

Giá trị trung bình của điện áp tải :

$$\begin{aligned}
 U_d &= \frac{3}{2\pi} \cdot \int_{\frac{\pi}{6}}^{\alpha + \frac{5\pi}{6}} \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin \theta \, d\theta - \Delta U_\mu \\
 &= \frac{3 \cdot \sqrt{6} \cdot U_2}{2\pi} \cdot \cos \alpha - \frac{3 \cdot X_c \cdot I_d}{2\pi}
 \end{aligned}$$

Với  $I_d$  là điện kháng chuyển mạch :

$$I_d = \frac{U_d - E}{R} \quad (\text{A})$$

---

---

Điện áp ngược cực đại đặt lên van bằng điện áp dây của thì cấp biến áp nguồn  $U_{ngmax} = 2,45.U_2$

Dòng điện qua van trong cả 2 trường hợp dòng gián đoạn hay liên tục thì dòng trung bình qua van đều bằng  $\frac{I_d}{3}$  .

### **Nhận xét :**

So với chỉnh lưu một pha thì chỉnh lưu hình tia 3 pha cho chất lượng điện áp một chiều tốt hơn, biên độ điện áp đập mạch thấp hơn thành phần sóng hài bậc cao nhỏ . Việc điều khiển các van bán dẫn tương đối đơn giản . Do dòng điện mỗi cuộn dây thứ cấp biến áp là một chiều do biến áp ba pha ba trụ mà từ thông lõi thép biến áp là từ thông xoay chiều không đối xứng làm cho công suất biến áp phải lớn  $S_{ba} = 1,35.P_d$  . Với sơ đồ này thì bắt buộc phải dùng biến áp .

Điện áp ngược đặt trên van lớn bằng  $2,45U_2$  . Đối với tải yêu cầu điện áp lớn thì việc chọn van gặp khó khăn .

Khi công suất tải lớn so với biến áp nguồn cấp sẽ gây mất đối xứng cho nguồn lưới .

Sơ đồ chỉnh lưu tia 3 pha thường được sử dụng với loại tải có yêu cầu không quá cao về chất lượng điện áp một chiều .

Đối với loại tải có điện áp một chiều định mức là 220 V thì sử dụng sơ đồ có ưu điểm hơn tất cả .

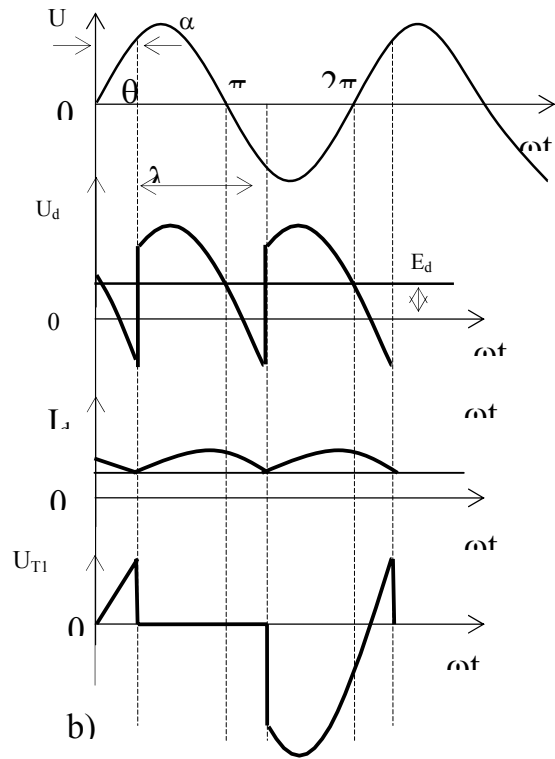
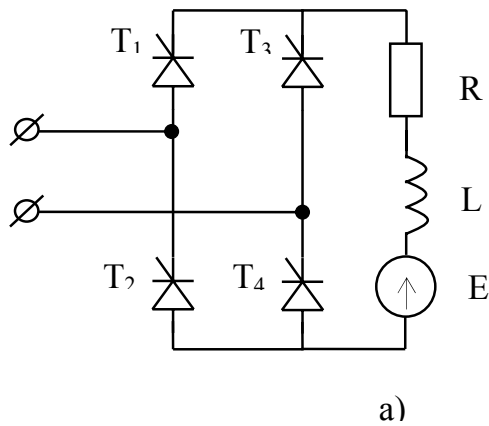
Bởi vì theo sơ đồ này khi chỉnh lưu trực tiếp từ lưới 220V thì điện áp một chiều lớn nhất đạt được là  $220V.1,17 = 257,4 V$  .

Để có điện áp một chiều 220V không nhất thiết phải chế tạo biến áp mà chỉ cần chế tạo 3 cuộn kháng anôt của van là đủ.

## **4. Chỉnh lưu cầu một pha**

### **a. Chỉnh lưu cầu một pha đối xứng**

Mạch chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển gồm 4 van bán dẫn T1 ÷ T4 . Trong đó, T1, T3 là nhóm katôt chung, T2, T4 là nhóm anôt chung . Nguồn xoay chiều đưa vào mạch có thể lấy trực tiếp từ lưới hoặc thông qua biến áp.



Hình 3.11: sơ đồ nguyên lý (a) & giản đồ điện áp (b) chỉnh lưu cầu

### Nguyên lý hoạt động :

Trong nửa chu kỳ đầu từ  $0 \div \pi$  điện áp đặt vào Anôt  $T_1$  dương, điện áp đặt vào Katôt  $T_2$  âm, nếu có xung đồng thời kích mở cho cả 2 van thì cả hai van sẽ mở đặt điện áp lưới vào tải . Nửa chu kỳ tiếp theo  $\pi \div 2\pi$  điện áp ngược đổi dấu anôt của  $T_3$  dương , katôt  $T_4$  âm, nếu có xung kích mở cho cả 2 van thì chúng sẽ thông . Điện áp ra trên tải là một chiều trùng với chiều của nửa chu kỳ trước, vì điện cảm trong mạch tải nên thực tế dòng  $I_d$  là liên tục .

Chỉnh lưu cầu một pha có chất lượng điện áp ra hoàn toàn giống như chỉnh lưu tia 2 pha, hình dạng các đường cong điện áp và dòng điện tải, dòng qua các van bán dẫn có hình dạng như trên đồ thị hình 3.11. Dòng điện qua các van giống như sơ đồ chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ.

Việc điều chỉnh đồng thời các cặp van  $T_1, T_2$  và  $T_3, T_4$  có thể thực hiện bằng việc sử dụng biến áp xung có 2 cuộn thứ cấp.

- Tính toán  $U_d, I_d, I_{Tbv}, U_{ngmax}$  :

- Tải R, chế độ dòng gián đoạn ( $\alpha > 0$ ) :

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \theta d\theta = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 (1 + \cos \alpha) = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \frac{(1 + \cos \alpha)}{2} = U_{d0} \frac{(1 + \cos \alpha)}{2}$$

Với :  $U_{d0} = 0,9U_2$

- Tải R - L dòng liên tục :

$$U_{d0} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \cos \alpha = U_{d0} \cos \alpha$$

- Tải R-L-E dòng liên tục :

Giả sử  $T_1, T_2$  đang dẫn ta có phương trình :

$$\sqrt{2}U_2 \sin \theta = Ri_d + E + X \frac{di_d}{d\theta}$$

$$U_{d0} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{R}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} i_d d\theta + \frac{E}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} d\theta + \int_{i_d} di$$

$$U_d = RI_d + E$$

Trong đó :  $U_d = \frac{2\sqrt{2}U_d \cos \alpha}{\pi}$

- Dòng qua tải :

$$I_d = \frac{U_d}{Z}$$

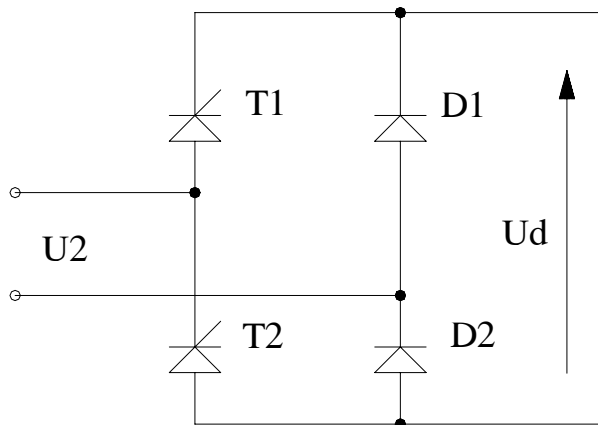
- Dòng trung bình qua van :

$$I_{Tbv} = \frac{I_d}{2}$$

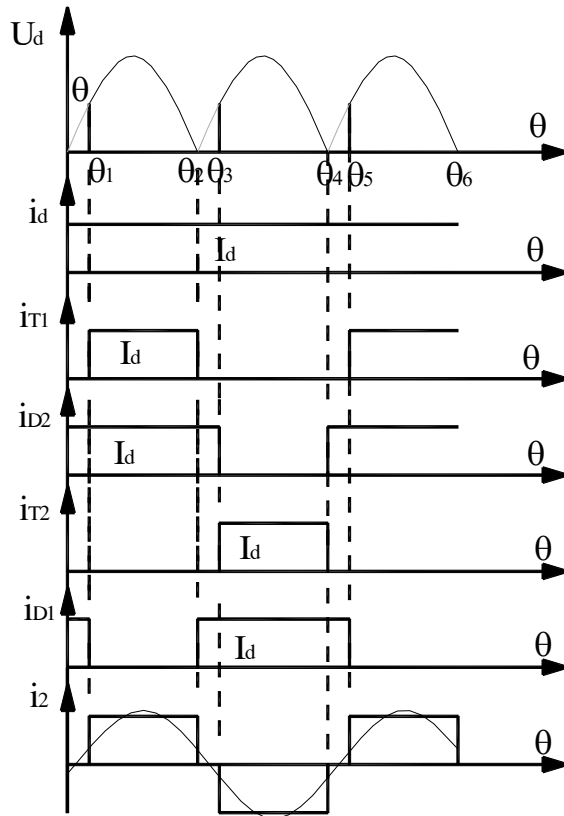
- Điện áp ngược đặt lên van :

$$U_{ng \max} = U_{2m} = \sqrt{2} \cdot U_2$$

### c. *Chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng*



Hình 3.12 a : Sơ đồ nguyên lý chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng



Hình 3.12 b : Giản đồ điện áp chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng

Trong sơ đồ này, các điôt D1, D2 vẫn mở tự nhiên ở đầu các nửa chu kỳ : D1 mở khi  $u_2$  âm, D2 mở khi  $u_2$  dương. Các tiristo mở theo góc  $\alpha$ . Tuy nhiên các van khoá theo nhóm : D1 dẫn sẽ làm T1 ( cùng nhóm catôt chung ) khoá, T1 dẫn thì D1 bị khoá . Tương tự D2 dẫn thì T2 khoá và ngược lại, T2 dẫn thì D2 khoá . Do vậy ta có các giai đoạn là :

- Trong khoảng  $\alpha \div \pi$  : T1 D2 dẫn,  $u_d = u_2$
- Trong khoảng  $\pi \div (\pi + \alpha)$  : D1 D2 dẫn, D1 dẫn ở  $\pi$  và làm T1 khoá, T2 chưa dẫn nên D2 còn mở chưa khoá.
- Trong khoảng  $(\pi + \alpha) \div 2\pi$  : T2 D1 dẫn, T1 dẫn làm D2 khoá,  $u_d = -u_2$
- Trong khoảng  $2\pi \div (2\pi + \alpha)$  : T2 D2 dẫn.

Ta lại thấy có 2 đoạn có van mắc thẳng hàng dẫn với nhau là D1 D2, tải lại bị ngắn mạch nên vẫn có ở các giai đoạn này :  $u_d = 0$



---

---

Dạng điện áp  $u_d$  :

$$U_{d\alpha} = 0.9 U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

$$I_d = \frac{U_{d\alpha}}{R_d}$$

Song đồ thị dẫn của van cho thấy chúng vẫn không đều nhau :

Tiristo dẫn trong khoảng  $(\pi - \alpha)$

Điôt dẫn trong khoảng  $(\pi + \alpha)$

Vì vậy dòng trung bình qua van là :

$$I_T = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_d d\theta = I_d \frac{\pi - \alpha}{2\pi}$$

$$I_D = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi + \alpha} I_d d\theta = I_d \frac{\pi + \alpha}{2\pi}$$

- **Nhân xét:**

Chỉnh lưu cầu một pha được sử dụng khá rộng rãi trên thực tế nhất là đối với loại tải có điện áp lớn hơn 10(v), dòng tải có thể lên tới 100A . Ưu điểm của mạch là có thể không cần biến áp . Do có hai van dẫn dòng lên có sụt áp trên cả hai van làm cho sơ đồ này không thích hợp với dải điện áp thấp.

Trong sơ đồ cầu dòng điện phía thứ cấp biến áp nguồn không có thành phần một chiều do mỗi pha nguồn được nối với 2 van, mỗi van dẫn dòng theo một chiều Chỉnh lưu cầu tốt hơn chỉnh lưu tia về chỉ tiêu này . Hiệu suất biến áp  $S_{ba}=1,38P_d$ .

Đối với tải có điện áp và dòng điện nhỏ thì việc chọn sơ đồ cầu một pha là hợp lý bởi hệ số điện áp ngược của van nhỏ, dễ chọn van hơn . Chỉnh lưu cầu một pha có điều khiển được dùng nhiều cho các loại tải có làm việc ở chế độ nghịch lưu hoàn trả năng lượng về nguồn như động cơ điện một chiều .

---

---

## 5. Chỉnh lưu cầu 3 pha

### a. *Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng*

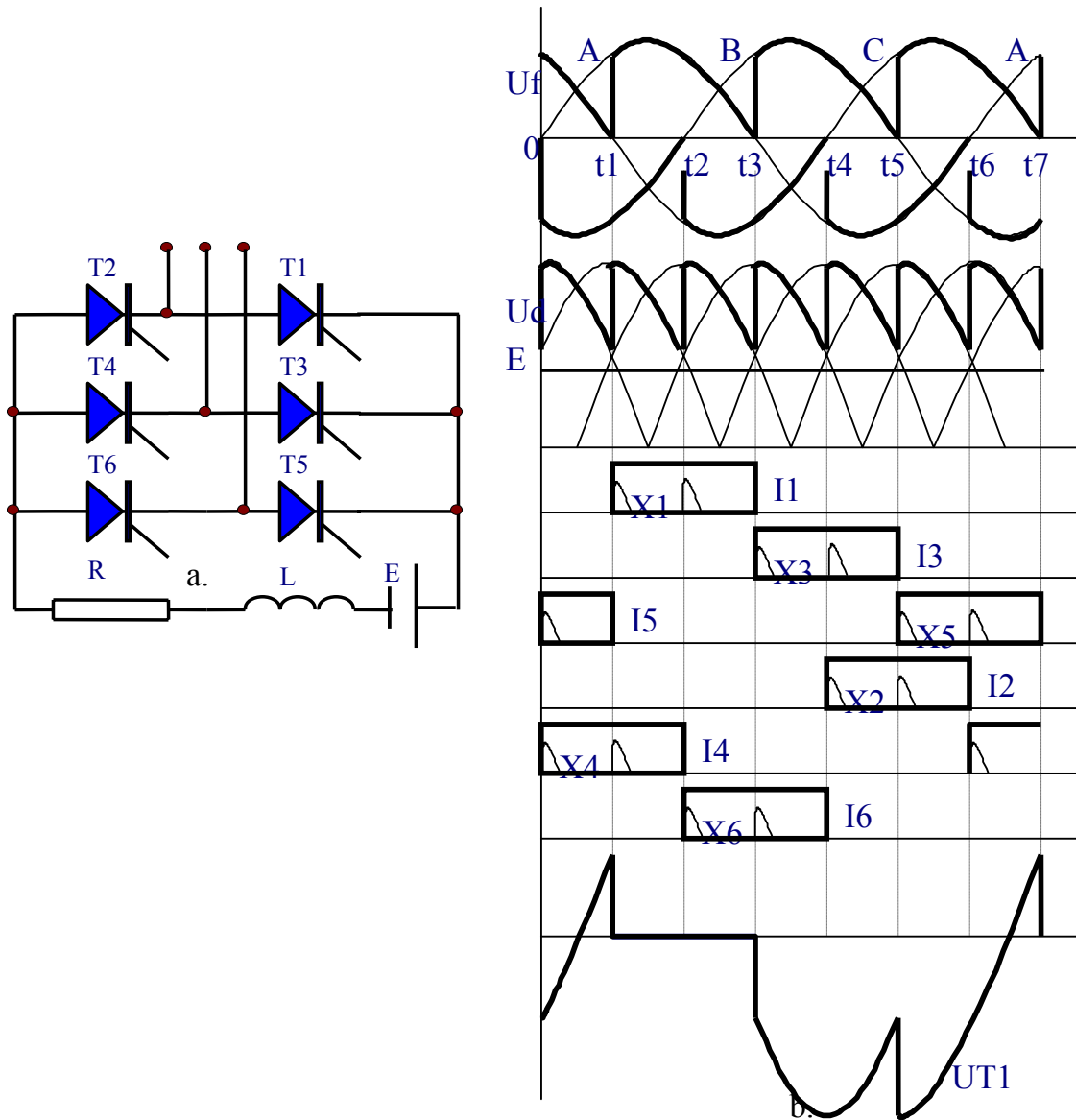
#### Nguyên lý hoạt động

Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng hình 3.14a có thể coi như hai sơ đồ chỉnh lưu tia ba pha mắc ngược chiều nhau, ba Tiristor  $T_1, T_3, T_5$  tạo thành một chỉnh lưu tia ba pha cho điện áp (+) tạo thành nhóm anod, còn  $T_2, T_4, T_6$  là một chỉnh lưu tia cho ta điện áp âm tạo thành nhóm catod, hai chỉnh lưu này ghép lại thành cầu ba pha.

Theo hoạt động của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, dòng điện chạy qua tải là dòng điện chạy từ pha này về pha kia, do đó tại mỗi thời điểm cần mở Tiristor chúng ta cần cấp hai xung điều khiển đồng thời (một xung ở nhóm anod (+), một xung ở nhóm catod (-)). Ví dụ tại thời điểm  $t_1$  trên hình 3.14b cần mở Tiristor  $T_1$  của pha A phía anod, chúng ta cấp xung  $X_1$ , đồng thời tại đó chúng ta cấp thêm xung  $X_4$  cho Tiristor  $T_4$  của pha B phía catod các thời điểm tiếp theo cũng tương tự. Cần chú ý rằng thứ tự cấp xung điều khiển cũng cần tuân thủ theo đúng thứ tự pha.

Khi chúng ta cấp đúng các xung điều khiển, dòng điện sẽ được chạy từ pha có điện áp dương hơn về pha có điện áp âm hơn. Ví dụ trong khoảng  $t_1 \div t_2$  pha A có điện áp dương hơn, pha B có điện áp âm hơn, với việc mở thông  $T_1, T_4$  dòng điện được chạy từ A về B.

Khi góc mở van nhỏ hoặc điện cảm lớn, trong mỗi khoảng dẫn của một van của nhóm này (anod hay catod) thì sẽ có hai van của nhóm kia đổi chỗ cho nhau. Điều này có thể thấy rõ trong khoảng  $t_1 \div t_3$  như trên hình 3.13b Tiristor  $T_1$  nhóm anod dẫn, nhưng trong nhóm catod  $T_4$  dẫn trong khoảng  $t_1 \div t_2$  còn  $T_6$  dẫn tiếp trong khoảng  $t_2 \div t_3$ .



Hình 3.13 : a - sơ đồ động lực, b - giản đồ các đường cong cơ bản

Điện áp ngược các van phải chịu ở chỉnh lưu cầu ba pha sẽ bằng 0 khi van dẫn và bằng điện áp dây khi van khoá. Ta có thể lấy ví dụ cho van  $T_1$  (đường cong cuối cùng của hình 3.13b) trong khoảng  $t_1 \div t_3$  van  $T_1$  dẫn điện áp bằng 0, trong khoảng  $t_3 \div t_5$  van  $T_3$  dẫn lúc này  $T_1$  chịu điện áp ngược  $U_{BA}$ , đến khoảng  $t_5 \div t_7$  van  $T_5$  dẫn  $T_1$  sẽ chịu điện áp ngược  $U_{CA}$ .

Khi điện áp tải liên tục, như đường cong  $U_d$  trên hình 3.13b trị số điện áp tải được tính theo công thức :

$$U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha$$

Khi góc mở các Tiristor lớn lên tới góc  $\alpha > 60^\circ$  và thành phần điện cảm của tải quá nhỏ, điện áp tải sẽ bị gián đoạn . Khi góc mở các Tiristor  $\alpha = 90^\circ$  với tải thuần trở) . Trong các trường hợp này dòng điện chạy từ pha này về pha kia, là do các van bán dẫn có phân cực thuận theo điện áp dây đặt lên chúng cho tới khi điện áp dây đổi dấu, các van bán dẫn sẽ có phân cực ngược nên chúng tự khoá.

Sự phức tạp của chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng như đã nói trên là cần phải mở đồng thời hai van theo đúng thứ tự pha, do đó gây không ít khó khăn khi chế tạo vận hành và sửa chữa . Để đơn giản hơn người ta có thể sử dụng điều khiển không đối xứng .

**Ưu nhược điểm:**

Chất lượng điện áp đầu ra tốt nhất trong các phương pháp chỉnh lưu dùng được cho cả tải có xả năng lượng về lưới.

Sơ đồ điều khiển phức tạp , số van sử dụng nhiều.

***b. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng***

**Nguyên lý hoạt động**

Loại chỉnh lưu này được cấu tạo từ một nhóm (anot hoặc catot) điều khiển và một nhóm không điều khiển như mô tả trên hình 3.14ê . Trên hình 3.14b mô tả giản đồ nguyên lý tạo điện áp chỉnh lưu (đường cong trên cùng), sóng điện áp tải  $U_d$  (đường cong nét đậm thứ hai trên hình 3.14b), khoảng dẫn các van bán dẫn  $T_1, T_2, T_3, D_1, D_2, D_3$  . Các Tiristor được dẫn thông từ thời điểm có xung mở cho đến khi mở Tiristor của pha kế tiếp . Ví dụ  $T_1$  mở thông từ  $t_1$  (thời điểm phát xung mở  $T_1$ ) tới  $t_3$  (thời điểm phát xung mở  $T_2$ ) . Trong trường hợp điện áp tải gián đoạn Tiristor được dẫn từ thời điểm có xung mở cho đến khi điện áp dây đổi dấu . Các diot tự động dẫn thông khi điện áp đặt lên chúng thuận chiều . Ví dụ  $D_1$  phân cực thuận trong khoảng  $t_4 \div t_6$  và nó sẽ mở cho dòng điện chạy từ pha B về pha A trong khoảng  $t_4 \div t_5$  và từ pha C về pha A trong khoảng  $t_5 \div t_6$ .

Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng có dòng điện và điện áp tải liên tục khi góc mở các van bán dẫn nhỏ hơn  $60^\circ$ , khi góc mở tăng lên và thành phần điện cảm của tải nhỏ, dòng điện và điện áp sẽ gián đoạn.

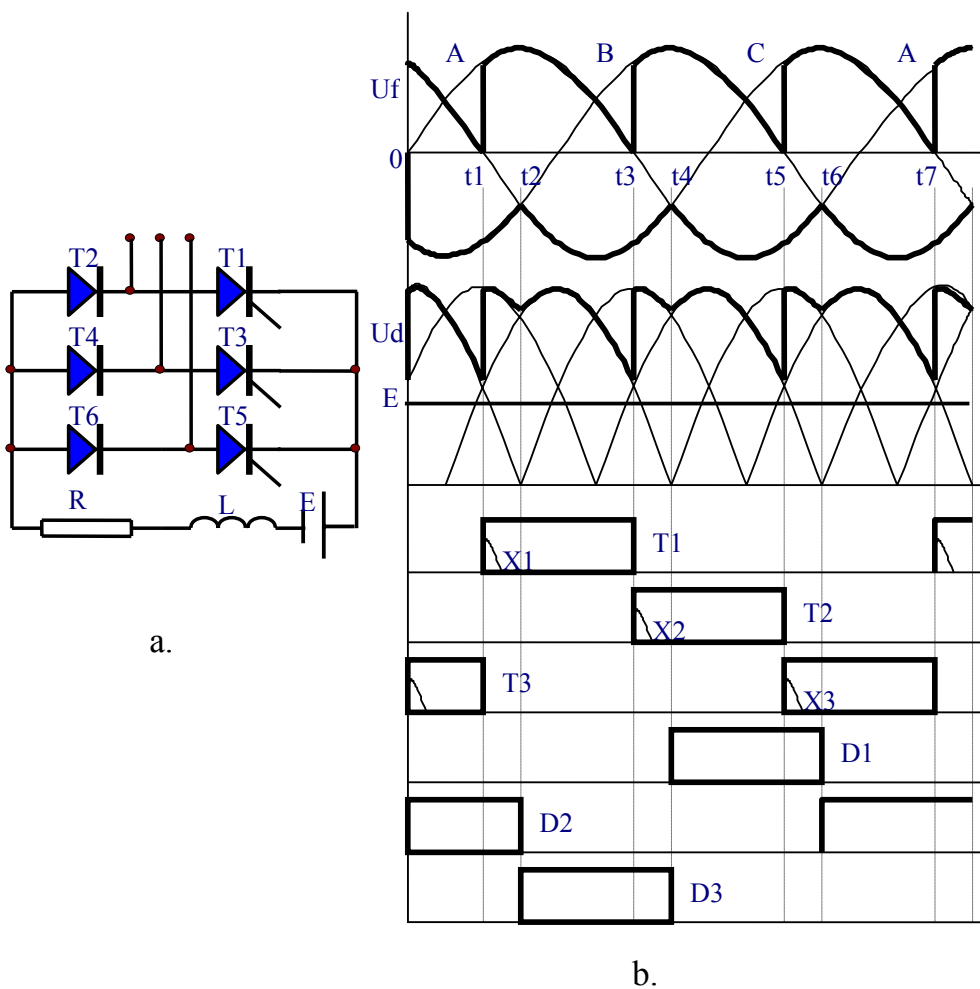
Theo dạng sóng điện áp tải ở trên trị số điện áp trung bình trên tải bằng 0 khi góc mở đạt tới  $180^\circ$ . Người ta có thể coi điện áp trung bình trên tải là kết quả của tổng hai điện áp chỉnh lưu tia ba pha.

---


$$U_{tb} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} U_f(\max)(1 + \cos \alpha) = \frac{3}{2\pi} U_d(\max)(1 + \cos \alpha)$$


---

Việc kích mở các van điều khiển trong chỉnh lưu cầu ba pha có điều khiển dễ dàng hơn, nhưng các điều hoà bậc cao của tải và của nguồn lớn hơn. So với chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển đối xứng, thì trong sơ đồ này việc điều khiển các van bán dẫn được thực hiện đơn giản hơn. Ta có thể coi mạch điều khiển của bộ chỉnh lưu này như điều khiển một chỉnh lưu tia ba pha.



Hình 3.14. Chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển không đối xứng  
a- sơ đồ động lực, b- giản đồ các đường cong

- **Nhận xét**

\* Qua quá trình phân tích các sơ đồ mạch chỉnh lưu ta thấy sơ đồ mạch chỉnh lưu cầu 1 pha không đối xứng có nhiều ưu điểm đáp ứng tốt các yêu cầu của hệ truyền động điện máy mài 3K225B với động cơ quay chi tiết có công suất thấp (0,76 KW). Vì vậy ta chọn sơ đồ chỉnh lưu có điều khiển cầu một pha không đối xứng làm sơ đồ thiết kế.

---

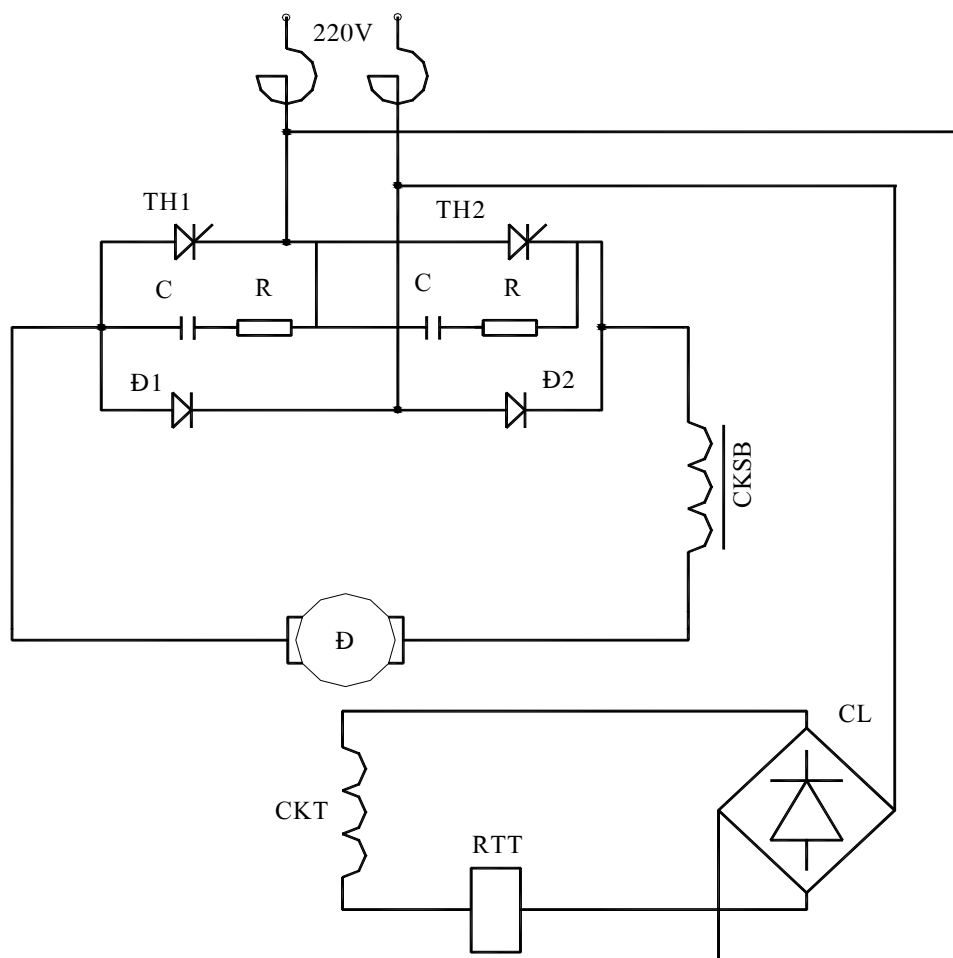
---

## Chương 4

### ***Tính toán lựa chọn các phân tử trong mạch lực***

Sau khi phân tích một số sơ đồ chỉnh lưu, chúng ta đã lựa chọn được sơ đồ phù hợp để thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết . Đó là sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha không đối xứng.

Sơ đồ mạch lực :



*Hình 4.1 : Hệ truyền động quay chi tiết máy mài tròn trong 3K225B*  
**Tính chọn các phần tử trong mạch lực**

Các thông số cho trước :

$$U_{ktđm} = 220 \text{ V}$$

Phạm vi điều chỉnh tốc độ :  $D = 10/1$

Động cơ có công suất :  $P_{đm} = 0,76 \text{ KW}$

Tốc độ :  $n = 2500 \text{ v/ph}$

Điện áp :  $U_{uđm} = 220 \text{ V}$

$$\text{Công suất kích từ : } P_{kt} = \frac{1}{10} \cdot P_{đm} = 76 \text{ W}$$

Điện áp kích từ :  $U_{kt} = 220 \text{ V}$

---

---

## **1. Tính chọn van**

Điện áp ngược mà van phải chịu:

$$U_{ng} = U_d / k_U \cdot k_{nv} = (220 / 0,9) \cdot 1,41 = 344,66 \text{ V}$$

Dòng điện làm việc của van tính theo dòng hiệu dụng :

$$I_{lv} = I_{hd} = I_d / 2$$

$$\text{với } I_d = P_{dm} / U_d \cdot \eta = (760 / 220 \cdot 0,85) = 4,06 \text{ A}$$

$$I_{lv} = 2,03 \text{ A}$$

### **Chọn điều kiện làm việc của van**

Có cánh tản nhiệt và đầy đủ diện tích toả nhiệt, không có quạt làm mát. Với điều kiện này, dòng làm việc của van cần chọn hệ số dự trữ:  $k_I = 1,2$ .

$$I_{dmv} = k_I \cdot I_{lv} = 4 \cdot 2,03 = 8,12 \text{ A.}$$

Hai thông số cần quan tâm nhất khi chọn van bán dẫn cho khi chỉnh lưu là điện áp, dòng điện, các thông số còn lại là những thông số tham khảo khi lựa chọn

- Loại van nào có sụt áp  $\Delta U$  nhỏ hơn sẽ có tổn hao nhiệt ít hơn.
- Dòng điện rò của loại van nào nhỏ hơn thì chất lượng tốt hơn.
- Nhiệt độ cho phép của loại van nào cao hơn thì khả năng chịu nhiệt tốt hơn
- Điện áp và dòng điện điều khiển của loại van nào nhỏ hơn, công suất điều khiển thấp hơn
- Loại van nào có thời gian truyền mạch bé hơn thì sẽ nhẹ hơn

### **Vậy chọn 2 Tiristo loại : KY243A**

$$U_{ngmax} = 400 \text{ V}$$

$$I_{dm} = 10 \text{ A}$$

### **Chọn 2 Điôt loại : Д 243A**

$$I_{dm} = 10 \text{ A}$$

$$U_{ngmax} = 400 \text{ V}$$

- Các thông số còn lại của động cơ :
  - Điện cảm phản ứng động cơ được tính theo công thức :



$$L_{ur} = \frac{K_1 \cdot U_{udm}}{I_{udm} \cdot P \cdot n_{dm}}$$

Với :

$K_1$  là hệ số lấy giá trị là 5,5 ÷ 5,7, đối với máy không bù

$K_1 = 1,4 \div 1,9$  đối với máy có bù

Chọn  $K_1 = 1,8$ .

P là số đôi cực : P = 2

$$L_{ur} = \frac{1,8 \cdot 220}{4,06 \cdot 2 \cdot 2500} = 0,0195 \text{ H.}$$

- Sức điện động của động cơ:

$$E_{dm} = U_{dm} - I_{ur} \cdot R_{ur} = 220 - 4,06 \cdot 4,06 = 203,5 \text{ V.}$$

## 2. Tính chọn cuộn kháng lọc

### a. Xác định góc mở cực tiểu và cực đại :

Chọn góc mở cực tiểu  $\alpha_{\min} = 10^0$  là góc dự trữ để có thể bù được sự suy giảm điện áp lưới. Khi góc mở  $\alpha_{\min}$  thì điện áp trên tải là lớn nhất, tương ứng với tốc độ động cơ là lớn nhất  $n_{dm} = n_{\max}$ .

Khi  $\alpha = \alpha_{\max}$  thì điện áp trên tải là nhỏ nhất.

$U_{d\min} = U_{d0} \cdot \cos \alpha_{j\max}$  tương ứng với tốc độ động cơ là nhỏ nhất  $n_{\min}$ .

Ta có  $\alpha_{\max} = \arccos(U_{d\min}/U_{d0})$ .

Với  $U_{d\min}$  được xác định từ dải điều chỉnh:

Ta có :

$$D = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \frac{U_{dd\max} - I_{udm} \cdot R_u}{U_{d\min} - I_{udm} \cdot R_u} = \frac{2500}{250} = 10$$

$$\Rightarrow U_{d\min} = \frac{1}{D} \cdot [U_{dd\max} + (D-1) \cdot I_{dm} \cdot R_u]$$

$$= \frac{1}{D} \cdot \left[ U_{d0} \cdot \frac{1 + \cos \alpha_{\min}}{2} + (D-1) \cdot I_{dm} \cdot R_u \right]$$

$$= \frac{1}{10} \left[ 220 \cdot \frac{1 + \cos 10}{2} + (10-1) \cdot 4,06 \cdot 4,06 \right] = 34,6 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow \alpha_{\max} = \arccos(34,6/220) = 80,9^0$$

Vậy góc  $\alpha_{\max} = 80,9^0$  ứng với điện áp động cơ là nhỏ nhất.

---

---

**b. Xác định điện cảm cuộn kháng lọc :**

- Sự đập mạch của điện áp chỉnh lưu làm cho dòng điện tải cũng đập mạch theo, làm xấu đi chất lượng dòng điện 1 chiều, nếu tải là động cơ 1 chiều sẽ làm xấu quá trình chuyển mạch cổ góp của động cơ, làm tăng phát nóng của tải cho các thành phần sóng hài.
- Thông thường đánh giá ảnh hưởng của đập mạch dòng điện theo trị hiệu dụng của sóng hài bậc nhất, bởi vì sóng hài bậc nhất chiếm tỷ lệ vào khoảng ( 2 ÷ 5)% dòng điện định mức của tải.
- Trị số điện cảm của cuộn kháng lọc thành phần dòng điện đập mạch được tính theo biểu thức sau:

$$L_1 = \frac{U_{dnmax} \cdot 100}{\sqrt{2} \cdot K \cdot m \cdot \omega \cdot I_1^* \% \cdot I_{ddm}}$$

Trong đó:

$L_1$ : trị số điện cảm lọc đập mạch cần thiết [Henry]

$I_{ddm}$ : dòng điện định mức của bộ chỉnh lưu [A]

$I_{ddm} = 4,06$  A.

$\omega = 314$ : tần số [1/s] góc.

$K = 1,2,3 \dots$  bộ số sóng hài.

+Đối với sơ đồ chỉnh lưu điều khiển không đối xứng, khi góc điều khiển  $\alpha$  nhỏ thành phần sóng hài với  $K=2$ , và  $K.m = 6$ .

- $I_1^* \%$ : trị hiệu dụng của dòng điện sóng hài cơ bản lấy tỷ số theo dòng điện định mức của chỉnh lưu. Trị số này cho phép  $I_1^* \% < 10\%$ .
- $U_{dnmax}$ : biên độ thành phần sóng hài của điện áp chỉnh lưu

Biên độ thành phần sóng hài của điện áp chỉnh lưu  $U_{dnmax}$  xác định theo công thức:

$$\frac{U_{dnmax}}{U_{d0}} = \frac{2 \cdot \cos \alpha}{K^2 \cdot m^2 - 1} \cdot \sqrt{1 + K^2 \cdot m^2 \cdot \text{tg}^2 \alpha}$$

Với:

$U_{d0}$ : điện áp chỉnh lưu cực đại = 220V.

$\alpha_{max}$ : góc điều khiển bán dẫn khi góc điều khiển là cực đại:

$$\alpha_{max} = 80,9^\circ$$

$$U_{dnmax} = U_{d0} \cdot 0,13 = 28,6 \text{ V.}$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{28,6 \cdot 100}{\sqrt{2} \cdot 6 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 4,06} = 0,026 \text{ H.}$$

---

---

Trị số điện cảm của cuộn kháng lọc  $L_{ckl}$  để lọc thành phần dòng điện đập mạch được tính theo công thức:

$$L_{ckl} = L_l - L_d - L_{ba}$$

Với :

$$L_d = \frac{K_d \cdot 30 \cdot U_{dm}}{\pi \cdot I_{dm} \cdot \eta_{dm} \cdot P} = \frac{0,1 \cdot 30 \cdot 220}{3,14 \cdot 4,06 \cdot 2500 \cdot 2} = 0,01H .$$

(  $K_d = 0,1$ : động cơ có cuộn bù)

$L_{ba} = 0$  vì không sử dụng biến áp

$$\Rightarrow L_{ckl} = 0,016 H.$$

### c. Thiết kế kết cấu cuộn kháng :

Các thông số ban đầu :

$$L = 0,016(H)$$

Dòng điện qua cuộn kháng :  $I_m = I_{dm} = 4,06(A)$

Biên độ dòng điện xoay chiều bậc một :  $I_{1m} = 0,1I_{dm} = 0,406(A)$

1. Do điện cảm của cuộn kháng rất lớn, điện trở của cuộn dây rất nhỏ, ta có thể coi tổng trở cuộn kháng xấp xỉ bằng điện kháng của nó :

$$Z_k = X_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \rho \cdot L_k = 2 \pi \cdot 50 \cdot 6 \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 30,159(\Omega)$$

Với  $\rho = 6$  số xung đập mạch trong 1 chu kỳ.

2. Điện áp xoay chiều rơi trên cuộn kháng lọc :

$$\Delta U = Z_k \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 92,268 \cdot \frac{0,406}{\sqrt{2}} = 26,488(V)$$

3. Công suất cuộn kháng lọc :

$$S = \Delta U \frac{I_{1m}}{\sqrt{2}} = 26,488 \cdot \frac{0,406}{\sqrt{2}} = 7,6(VA)$$

4. Tiết diện cực từ chính cuộn kháng lọc :

$$Q = k_g \cdot \sqrt{\frac{S}{m \cdot f}} = 6 \cdot \sqrt{\frac{7,6}{6 \cdot 50}} = 0,954(cm^2)$$

Chuẩn hoá tiết diện lõi thép ta chọn :

$$Q = 0,98(\text{cm}^2)$$

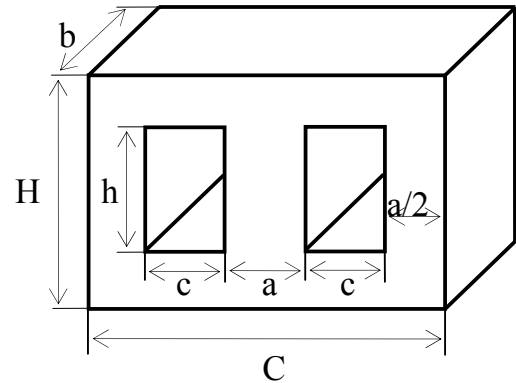
Lõi thép là loại III 12 x 10 có:

$$a = 12(\text{mm}) \quad b = 10(\text{mm})$$

$$c = 12(\text{mm}) \quad h = 30(\text{mm})$$

$$C = 48(\text{mm}) \quad H = 42(\text{mm})$$

Hình dạng lõi thép được thể hiện trên hình 4.2



Khi có thành phần dòng xoay chiều chạy qua cuộn cảm thì trong cuộn cảm suất hiện một sức điện động tự cảm :

$$E_k = 4,44.W.f'.B_t.Q$$

$$\text{Với } f' = \rho.f = 6.f$$

$$\text{Gần đúng ta có thể coi } E_k = \Delta U_{ck} = 26(\text{v})$$

$$\text{Chọn } B_T = 0,8T$$

$$\Rightarrow W = \frac{E_k}{4,44.f'.B_T.Q} = \frac{26}{4,44.6.50.0,8.4,8.10^{-4}} = 51(\text{vòng})$$

$$\text{Chọn } W = 51 (\text{vòng})$$

Hình 4.2 : Hình dạng lõi cuộn kháng lọc

5. Thành phần dòng điện chạy qua cuộn kháng là :

$$i(t) = I_d + I_{1m} \cos(6\theta + \varphi_1)$$

Dòng hiệu dụng qua cuộn kháng :

$$I_k = \sqrt{I_d^2 + \left(\frac{I_{1m}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{4,06^2 + \left(\frac{0,406}{\sqrt{2}}\right)^2} = 4,07(\text{A})$$

---

---

6. Chọn mật độ dòng điện qua cuộn kháng :  $J = 2,7(\text{A}/\text{mm}^2)$

7. Tiết diện dây quấn :

$$S_k = \frac{I_k}{J} = \frac{4,07}{2,7} = 1,5(\text{mm}^2)$$

Chuẩn hóa tiết diện theo dây dẫn tròn :

$$d = 1,4(\text{mm}) \quad S = 1,5394(\text{mm}^2)$$

$$m_{\text{cu}} = 13,7(\text{g}/\text{m}) \quad R_{\text{cu}} = 0,0113(\Omega/\text{m})$$

khi tính đến cách điện :  $d_n = 1,5(\text{mm})$

Tính lại mật độ dòng điện :

$$J = \frac{I_k}{S_k} = \frac{4,07}{1,5394} = 2,64(\text{A}/\text{mm}^2)$$

8. Tính số vòng trên một lớp :

Chọn khoảng cách từ gông đến cuộn dây là :  $h_g = 1(\text{mm})$

$$W_1 = k_{\text{id}} \frac{h - 2h_g}{d_n} = 0,9 \frac{30 - 2}{1,5} = 17(\text{vòng})$$

9. Số lớp dây :

$$n = \frac{W_k}{W_1} = \frac{51}{17} = 3(\text{lớp})$$

Bố trí dây : mỗi lớp có 17 (vòng)

Chọn khoảng cách cách điện giữa dây quấn với trụ :

$$d_{01} = 1(\text{mm})$$

Chọn khoảng cách cách điện ngoài cùng :

$$d_n = 1(\text{mm})$$

Cách điện giữa các lớp là :  $cd_1 = 0,1(\text{mm})$

10. Bề dày cuộn dây :

$$Bd = (d + cd_1).n = (1,5 + 0,1).3 = 4,8(\text{mm})$$

11. Chiều rộng cửa sổ cần thiết :

$$c_{\text{th}} = Bd + d_{01} + d_n = 4,8 + 1 + 1 = 6,8(\text{mm})$$

Vậy mạch từ chọn là phù hợp

---

---

---

---

12. Chiều dài của dây quấn :

$$l_{dq} = 2.[a + b + 2(d_n + d_{01})].W_k = 2.[12 + 10 + 2(1,5 + 1)].51 = 2754(\text{mm})$$

$$l_{dq} = 2,754(\text{m})$$

13. Điện trở dây quấn :

$$R_L = R_{cu} \cdot l_{dq} = 0,0113 \cdot 2,754 = 0,03(\Omega)$$

Ta có thể bỏ qua điện trở của dây quấn

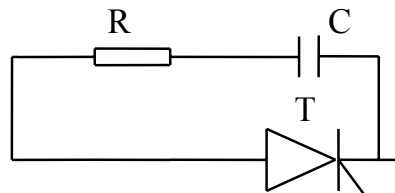
Vậy cuộn kháng tính toán là phù hợp

### **3. Bảo vệ quá điện áp cho van bán dẫn**

Bảo vệ quá điện áp do quá trình đóng cắt Tiristo được thực hiện bằng cách mắc RC song song với Tiristo. Khi có sự chuyển mạch các điện tích tích tụ trong các lớp bán dẫn phóng ra ngoài tạo ra dòng điện ngược trong khoảng thời gian ngắn.

Sự biến thiên nhanh chóng của dòng điện ngược gây ra sức điện động cảm ứng rất lớn trong các điện cảm làm cho quá điện áp giữa anôt và catôt của Tiristo . Khi có mạch RC mắc song song với Tiristo tạo ra mạch vòng phóng điện tích trong quá trình chuyển mạch nên Tiristo không bị quá điện áp .

Theo kinh nghiệm ta chọn  $R = 33\Omega / 10W$ ,  $C = 4,7\mu F / 600V$



## **Chương 5**

# ***Thiết kế mạch điều khiển bộ chỉnh lưu***

---

---

---

---

## **I. Khái quát về mạch điều khiển Tiristor**

### **1. Yêu cầu đối với mạch điều khiển**

Mạch điều khiển là khâu rất quan trọng trong bộ biến đổi Tiristo vì nó đóng vai trò chủ đạo trong việc quyết định chất lượng và độ tin cậy của bộ biến đổi yêu cầu đặt ra đối với mạch điều khiển :

+ Phát xung điều khiển đến các van lực theo đúng pha với góc điều khiển  $\alpha$  tương ứng .

+ Đảm bảo phạm vi điều chỉnh góc điều chỉnh  $\alpha_{\min} \Rightarrow \alpha_{\max}$  tương ứng với phạm vi thay đổi điện áp ra tải của mạch lực

+ Cho phép bộ chỉnh lưu làm việc bình thường với các chế độ khác nhau do tải yêu cầu như chế độ khởi động , chế độ hãm...

+ Có độ đối xứng xung điều khiển tốt không vượt quá  $1^0 \rightarrow 3^0$  điện

+ Đảm bảo mạch hoạt động ổn định và tin cậy khi lưới điện xoay chiều thay đổi cả về giá trị điện áp và tần số trong phạm vi cho phép .

+ Có khả năng chống nhiễu công nghiệp tốt

+ Độ tác động của mạch điều khiển nhanh, dưới 1ms .

+ Thực hiện các yêu cầu về bảo vệ bộ chỉnh lưu từ phía điều khiển ngắt xung điều khiển khi sự cố thông báo các hiện tượng không bình thường của lưới và bản thân bộ chỉnh lưu ..v.v...

+ Đảm bảo các xung điều khiển phát tới các van lực phù hợp để mở chắc chắn van , thoả mãn các yêu cầu :

- Đủ công suất : dòng áp điều khiển .

- Có sườn xung dốc đứng .

- Độ rộng đủ để dòng qua van kịp vượt  $I_{\text{duy trì}}$

+ Yêu cầu về lắp ráp vận hành

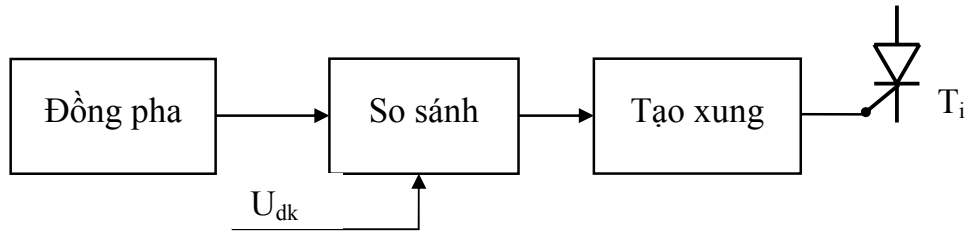
Thiết bị thay thế dễ lắp ráp và điều chỉnh.

Mỗi khối có khả năng làm việc độc lập ...

### **2. Lựa chọn mạch điều khiển**

#### **a. Điều khiển bằng mạch tương tự**

Sơ đồ khối của mạch điều khiển tương tự ( hình 5.1 )



Hình 5.1: Sơ đồ khối mạch điều khiển

### Khâu đồng pha

Khâu đồng pha có nhiệm vụ tạo ra một điện áp có góc lệch pha cố định với điện áp đặt lên van ( thường tạo ra điện áp tụt  $U_{rc}$  ( thường là điện áp răng cưa tuyến tính)).

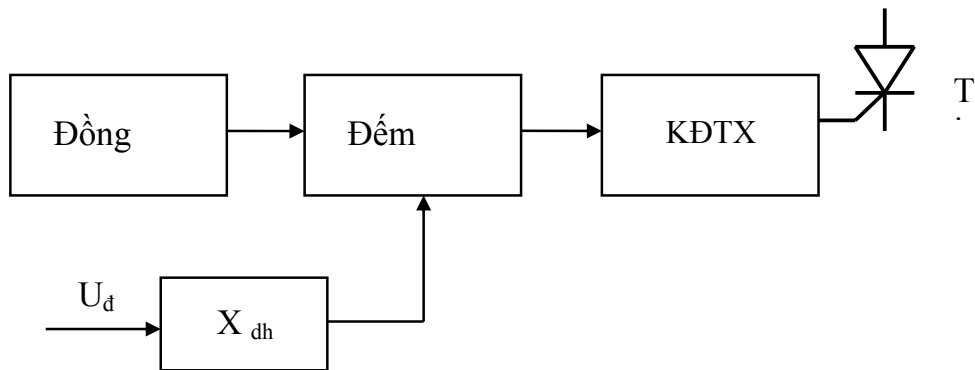
### Khâu so sánh

Khâu này có chức năng so sánh điện áp điều khiển với điện áp tụt dạng răng cưa tuyến tính hoặc hình sin nhằm định thời điểm phát xung điều khiển, thường đó là thời điểm khi 2 điện áp này bằng nhau. Đây là khâu xác định góc điều khiển.

### Khâu tạo xung

Có nhiệm vụ tạo xung phù hợp để mở van . Xung điều khiển van có yêu cầu sườn trước dốc đứng để đảm bảo yêu cầu van mở tức thời khi có xung điều khiển ( thường gặp là xung kim hoặc xung chữ nhật ) đủ công suất , cách ly giữa mạch điều khiển và mạch lực

## b. Điều khiển bằng mạch số



Hình 5.2 : Sơ đồ khối điều khiển bằng mạch số

Mạch điều khiển số được thiết lập trên nguyên tắc biến đổi mã số thành các tín hiệu dịch chuyển theo nguyên tắc thời gian ( $\alpha$ ).

Hệ thống điều khiển số khắc phục được nhược điểm cơ bản của hệ thống điều khiển liên tục ở chỗ loại trừ được sai số do hiện tượng trôi gây ra.

### Nguyên lý điều khiển:



---

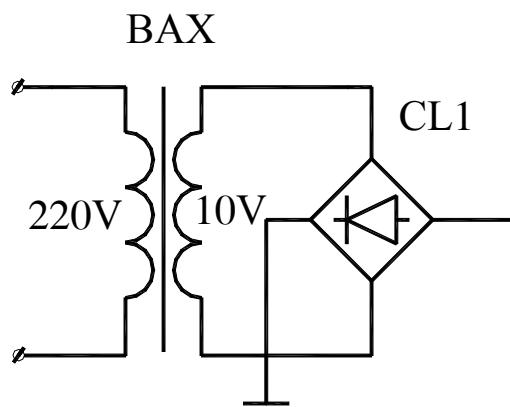
---

Trong mạch điều khiển tạo xung đồng hồ ( $X_{dh}$ ) có tần số cao. Khi điện áp anôt của Ti đổi dấu dương thì tiến hành đếm xung đồng hồ. số lượng xung đếm ( $nX_{dh}$ ) không đổi cho mỗi chu kỳ. Khi đủ số lượng xung đếm thì phát xung điều khiển Ti. Ti được mở tại thời điểm phát xung điều khiển.

## **II. Thiết kế mạch điều khiển**

### **1. Khối đồng pha**

+ Sơ đồ :



*Hình 5.3 : Khối đồng pha*

#### **Nguyên lý làm việc**

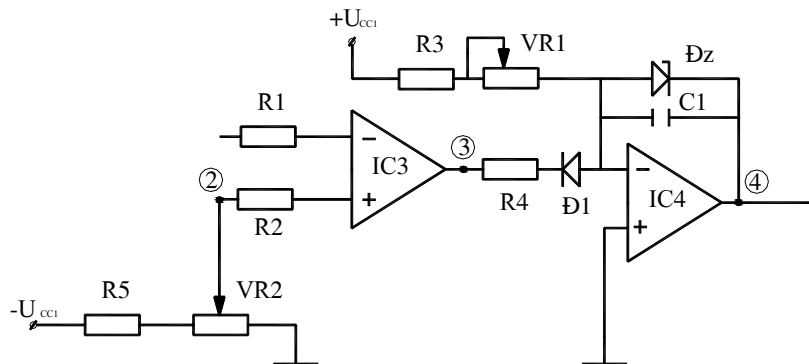
Mạch lấy xung đồng pha được lấy từ nguồn 220V, tần số  $f = 50$  Hz, phía thứ cấp lấy 10V. Biên áp thứ cấp được nối với một chỉnh lưu tạo điện áp đập mạch (-) liên tục.

### **2. Khối tạo xung răng cưa**

+ Sơ đồ :

---

---



Hình 5.4 : Khối tạo xung răng cưa

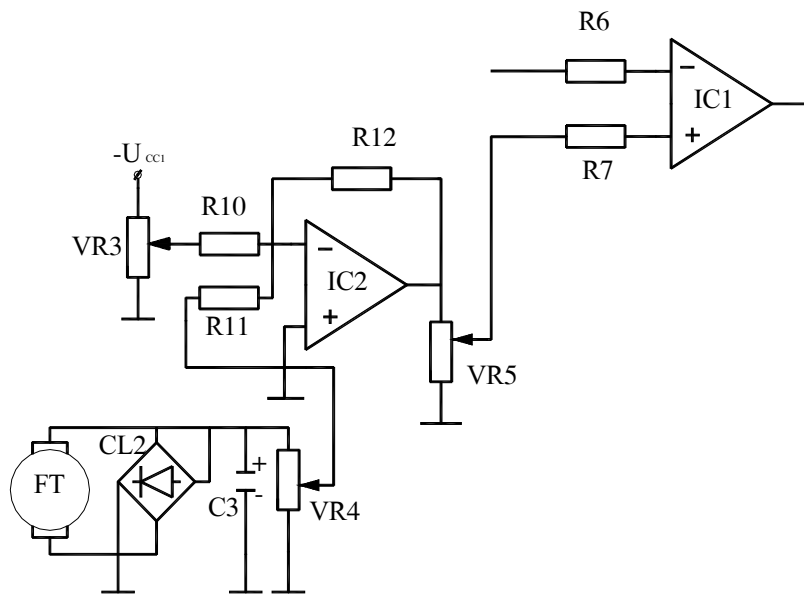
### Nguyên lý làm việc

Mạch tạo xung răng cưa dùng KĐTT được xây dựng trên nguyên tắc sử dụng mạch tích phân. Quá trình phóng nạp của tụ được thực hiện nhờ nguồn nạp cho tụ là nguồn hai cực tính. Khi điện áp đầu vào mang dấu (+), điện áp trên tụ sẽ được nạp.

Bằng cách thay đổi thời gian phóng, thời gian nạp và các giá trị điện trở một cách tương ứng, ta có thể thay đổi được dạng điện áp răng cưa: dốc lên, dốc xuống hay xung tam giác.

### c. Khối so sánh

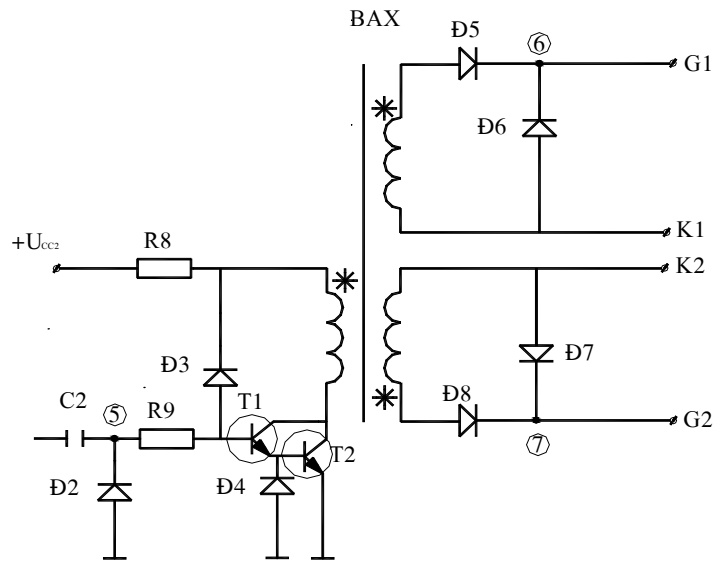
+ Sơ đồ



*Hình 5.5 : Khối so sánh*

Các xung ở đầu ra của bộ so sánh được phối hợp với các xung cao tần để tạo ra xung đơn đưa vào khối khuếch đại xung. Các xung điều khiển được khuếch đại đạt công suất và biên độ thoả mãn điều kiện mở van.

***d. Khối khuếch đại xung***



Hình 5.6 : Khối khuếch đại xung

Bộ khuếch đại xung được dùng ở đây là sơ đồ dùng cặp Tranzistor T1, T2 mắc kiểu Dalington . Lúc này cặp Dalington được coi là tương đương với một tranzistor mới. Chức năng của mạch do T1 quyết định, còn T2 có tác dụng khuếch đại dòng ra.

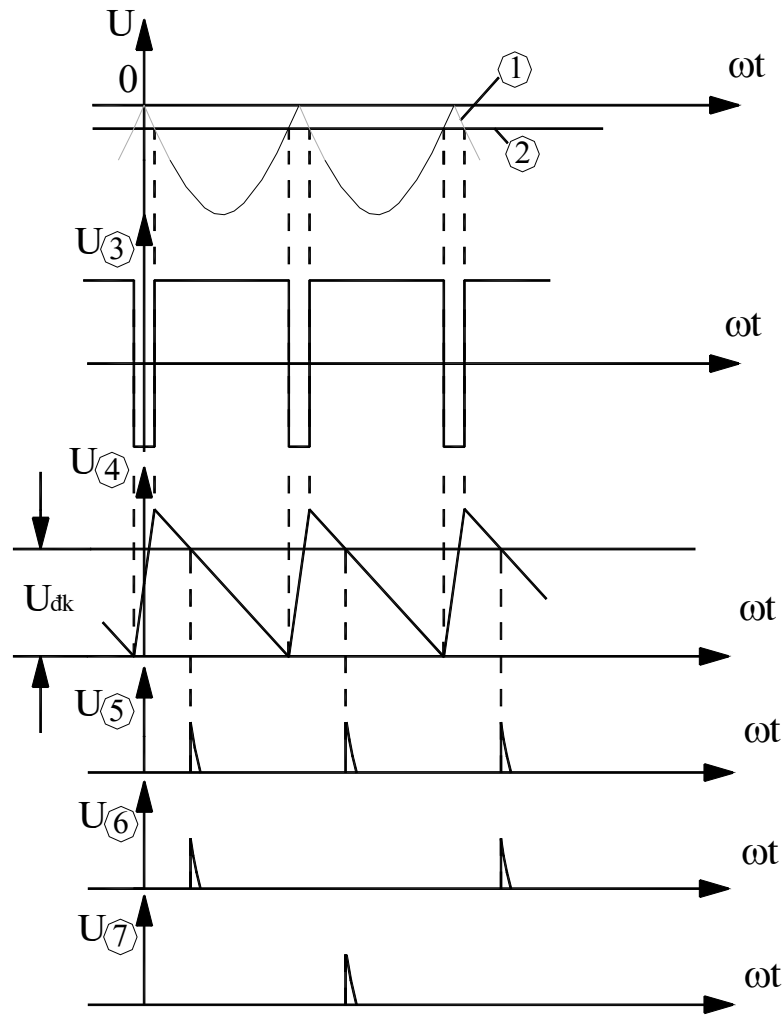
#### Hoạt động của sơ đồ

Đầu vào là tín hiệu logic. Khi có xung vào  $x_v = 1$  thì tranzistor T1 mở kéo theo T2 mở bão hoà. Khi không có xung vào  $x_v = 0$  thì T1 khoá nên T2 cũng khoá.

Khi có xung dương đặt vào bazơ của T1 làm cho T1 thông thì T2 thông điện áp ( + Ec ) đặt lên cuộn sơ cấp của biến áp xung, ở thứ cấp của biến áp xung sẽ có xung ra kích mở Điôt .

Điện trở R8 hạn chế dòng collector, điôt Đ3 hạn chế quá điện áp trên các cực collector – emitor của Tranzitor . Điôt Đ5 và Đ8 ngăn chặn xung áp âm có thể có Tranzitor bị khoá .

*Ta có sơ đồ điều khiển và giản đồ điện áp tại các điểm đo*



*Hình 5.7 : Giản đồ điện áp tại các điểm đo*

**Ta chọn các phần tử trong mạch điều khiển như sau :**

$$\pm U_{cc1} = \pm 15 \text{ V}$$

$$+U_{cc2} = 24 \text{ V}$$

Biến áp xung : 220V/ 10V

$$R1 = R2 = R5 = R6 = R7 = R9 = R10 = R11 = R12 = 10 \text{ K}$$

$$R3 = 22 \text{ K}$$

$$R4 = 4,7 \text{ K}$$

$$R8 = 33 \Omega$$

---

VR1 = 22 K  
VR2 = 1 K  
VR3 = VR4 = VR5 = 10 K  
C1 = 0,33  $\mu F$   
C2 = 0,1  $\mu F$   
C3 = 4,7  $\mu F$   
D1 = D2 = D3 = D4 = D5 = D6 = D7 = 1 A  
IC1 = IC2 = IC3 = IC4 =  $\mu A$  741  
T1 = C828  
T2 = K4611

---

---

## KẾT LUẬN

Sau một thời gian nghiên cứu, tính toán và thiết kế . Được sự hướng dẫn tận tình của thầy **Nguyễn Văn Chất** cùng với thầy cô trong khoa và sự cố gắng của bản thân đến nay bản đồ án của em với đề tài “***Thiết kế nâng cấp hệ truyền động quay chi tiết của máy mài 3K225B***” đã hoàn thành.

Bản đồ án tốt nghiệp là nhiệm vụ rất quan trọng để đánh giá kết quả học tập và rèn luyện nhưng với kiến thức còn hạn chế, kinh nghiệm thực tế chưa nhiều nên bản đồ án của em không tránh khỏi những thiếu sót . Em mong nhận được những ý kiến đóng góp của thầy cô và các bạn đồng nghiệp để bản đồ án được hoàn thiện hơn .

Em xin chân thành cảm ơn thầy **Nguyễn Văn Chất** và toàn thể các thầy cô trong bộ môn tự động hoá XNCN Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã tận tình giúp đỡ em hoàn thành bản đồ án này.

*Hà Nội, ngày 06 tháng 06 năm 2007*

*Sinh viên*

**Trần Hồng Sơn**

---

---

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Chất  
Giáo trình trang bị điện - Nhà Xuất Bản Giáo Dục - 2006
  2. Nguyễn Bình  
Điện tử công suất - Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật - 2000
  3. Võ Minh Chính - Phạm Quốc Hải - Trần Trọng Minh  
Điện tử công suất - Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật - 2004
  4. Đỗ Xuân Thụ  
Kỹ thuật điện tử - Nhà Xuất Bản Giáo Dục - 2004
  5. Phạm Đình Bảo  
Sổ tay tra cứu IC họ CMOS - Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật - 1998
  6. Phạm Quốc Hải  
Hướng dẫn thiết kế mạch điện tử công suất
  7. Trần Văn Thịnh  
**Tính toán thiết kế điện tử công suất - Nhà Xuất Bản Giáo Dục – 2006**
  8. Nguyễn Mạnh Tiến - Vũ Quang Hồi  
Trang bị điện - điện tử máy gia công kim loại.
  9. Võ Hồng Căn – Phạm Thế Hựu  
Đọc và phân tích mạch điện máy cắt gọt kim loại – Nhà Xuất Bản Công nhân kỹ thuật – 1982
  10. Bùi Quốc Khánh – Nguyễn Văn Liễn – Nguyễn Thị Hiền
- 
-



---

Truyền động điện – Nhà Xuất Bản Khoa học và kỹ thuật – 2004

---

---

# MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<i>Chương 1</i> .....	1
<b>Tổng quan chung của công nghệ gia công trên các máy cắt gọt kim loại</b> .....	1
<b>I. Phân loại các máy cắt gọt kim loại</b> .....	1
<b>II. Các chuyển động và các dạng gia công trên máy cắt gọt kim loại</b> .....	2
<b>III. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại</b> .....	2
<b>IV. Các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt trên các máy cắt gọt kim loại</b> .....	3
1. <b>Chuyển động chính</b> .....	3
2. <b>Chuyển động ăn dao</b> .....	5
3. <b>Thời gian máy</b> .....	5
<b>V. Phụ tải của động cơ truyền động các cơ cấu điển hình trong các máy cắt gọt kim loại</b> .....	6
1. <b>Truyền động chính</b> .....	6
2. <b>Truyền động ăn dao</b> .....	7
<b>VI. Tổn hao trong máy cắt gọt kim loại</b> .....	8
<b>VII. Tính chọn công suất động cơ</b> .....	9
1. <b>Để tính chọn được công suất động cơ, cần phải có các số liệu ban đầu sau</b> .....	9
2. <b>Các bước tính chọn công suất động cơ</b> .....	10
3. <b>Một số ví dụ tính chọn công suất động cơ</b> .....	12
<b>VIII. Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại</b> .....	14
1. <b>Các phương pháp điều chỉnh tốc độ</b> .....	15
2. <b>Các chỉ tiêu chất lượng khi điều chỉnh tốc độ</b> .....	15
<i>Chương 2</i> .....	18
<b>Phân tích nguyên lý hoạt động của hệ thống trang bị điện máy mài tròn 3K225B</b> .....	18
<b>I. Đặc điểm công nghệ của máy mài</b> .....	18
1. <b>Máy mài tròn</b> .....	19
2. <b>Máy mài phẳng</b> .....	19
3. <b>Đá mài</b> .....	20
4. <b>Các đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện máy mài</b> .....	21
<b>II. Phân tích nguyên lý hoạt động của máy mài tròn 3K225B</b> .....	22
1. <b>Giới thiệu thiết bị của máy</b> .....	22
2. <b>Nguyên lý hoạt động</b> .....	23
3. <b>Liên động và bảo vệ</b> .....	27
<i>Chương 3</i> .....	29
<b>Phân tích lựa chọn phương án thay thế mạch lực của hệ truyền động quay chi tiết</b> .....	29
<b>I. Các phương án điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều</b> .....	29

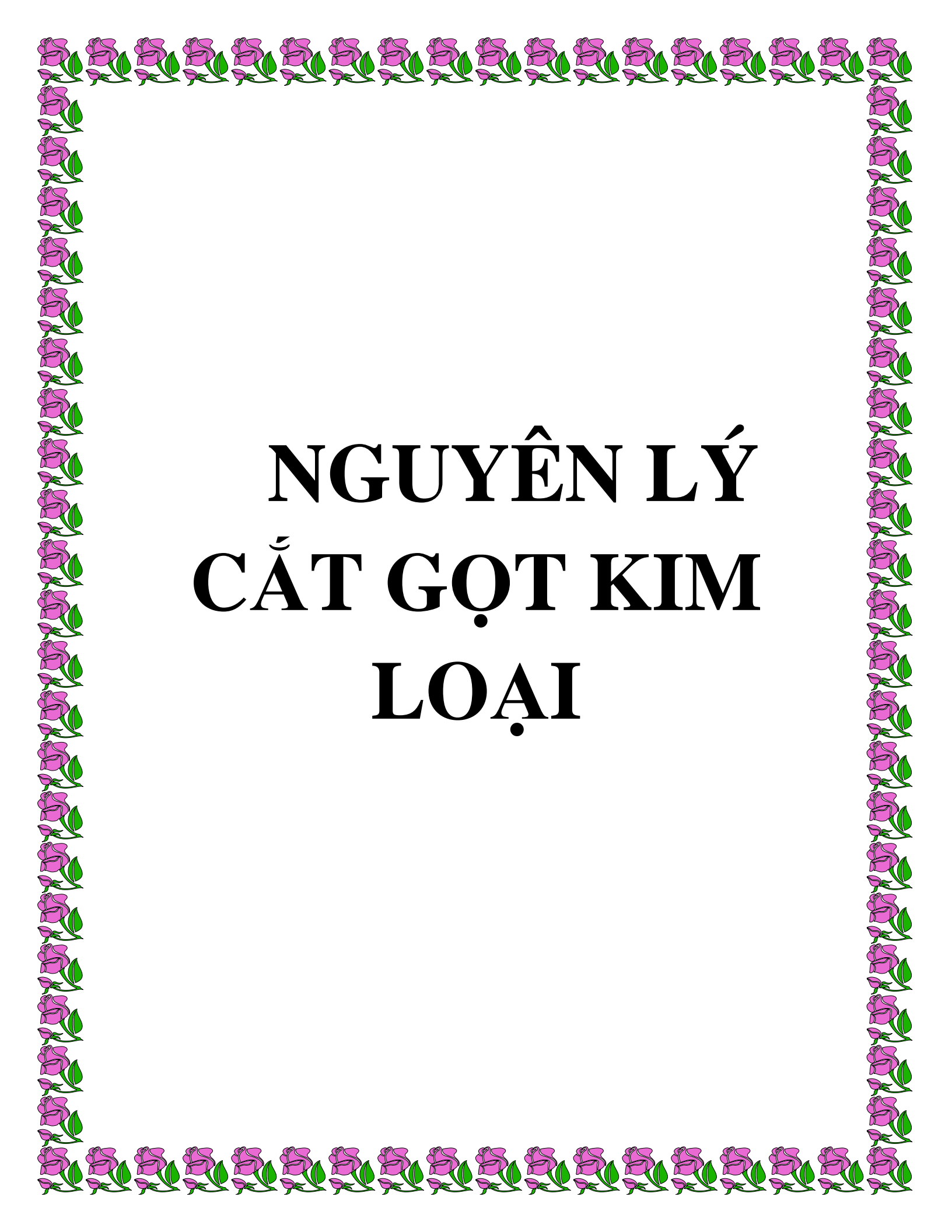
---

---

---

1.	<i>Nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều</i> .....	30
2.	<i>Các phương án truyền động theo nguyên lý điều chỉnh điện áp phản ứng</i> .....	35
II.	<i>Phân tích lựa chọn</i> .....	40
1.	<i>Chỉnh lưu một nửa chu kỳ</i> .....	41
2.	<i>Chỉnh lưu một pha hai nửa chu kỳ</i> .....	43
3.	<i>Chỉnh lưu 3 pha hình tia có điều khiển</i> .....	45
4.	<i>Chỉnh lưu cầu một pha</i> .....	47
5.	<i>Chỉnh lưu cầu 3 pha</i> .....	52
	<i>Chương 4</i> .....	56
	<i>Tính toán lựa chọn các phần tử trong mạch lực</i> .....	56
1.	<i>Tính chọn van</i> .....	58
2.	<i>Tính chọn cuộn kháng lọc</i> .....	59
3.	<i>Bảo vệ quá điện áp cho van bán dẫn</i> .....	64
	<i>Chương 5</i> .....	64
	<i>Thiết kế mạch điều khiển bộ chỉnh lưu</i> .....	64
I.	<i>Khái quát về mạch điều khiển Tiristor</i> .....	65
1.	<i>Yêu cầu đối với mạch điều khiển</i> .....	65
2.	<i>Lựa chọn mạch điều khiển</i> .....	65
II.	<i>Thiết kế mạch điều khiển</i> .....	67
1.	<i>Khởi đồng pha</i> .....	67
2.	<i>Khởi tạo xung răng cưa</i> .....	67
	<b>KẾT LUẬN</b> .....	73
	<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	74

---



**NGUYÊN LÝ  
CẮT GỌT KIM  
LOẠI**

# HỌC TRÌNH 1

## NGUYÊN LÝ CHUNG

### **Bài 1 CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ NGUYÊN LÝ CẮT GỌT**

#### **I. Đặc điểm và vai trò của gia công cắt gọt :**

- Cắt gọt kim loại là quá trình công nghệ tạo nên những sản phẩm cơ khí có hình dáng kích thước độ bóng bề mặt ... theo yêu cầu kỹ thuật từ một phôi liệu ban đầu nhờ sự cắt bỏ lớp kim loại dưới dạng phoi.

- Gia công cắt gọt được thực hiện ở nhiệt độ bình thường của môi trường (cả trước và sau nguyên công nhiệt luyện). Nó cho độ bóng và độ chính xác cao hơn các phương pháp gia công hàn, đúc, rèn, dập nóng...

- Phương pháp gia công bằng cắt gọt chiếm 30% khối lượng công việc gia công cơ khí và trong tương lai có thể nhiều hơn.

#### **II. Những khái niệm và định nghĩa cơ bản :**

##### **1. Chuyển động trong quá trình cắt gọt :**

- Mỗi một loại máy cắt kim loại có quỹ đạo chuyển động tương đối giữa dao và chi tiết khác nhau. Người ta phân ra ba loại chuyển động :

**a> Chuyển động chính** : (chuyển động cắt chính) là chuyển động cơ bản của máy cắt được thực hiện qua dụng cụ cắt hay chi tiết gia công. Nó có thể là chuyển động quay, tịnh tiến khứ hồi hoặc ở dạng kết hợp ...

**Ví dụ:** Khi tiện chuyển động chính là chuyển động quay tròn của phôi gá trên mâm cặp; khi phay, khoan, mài chuyển động chính là chuyển động quay tròn của dao phay, khoan và đá mài; còn khi bào và xọc là chuyển động tịnh tiến khứ hồi qua lại và lên xuống của dao...

**b> Chuyển động chạy dao:** là chuyển động của dao hay chi tiết gia công nó kết hợp với chuyển động chính tạo nên quá trình cắt gọt.

Chuyển động chạy dao có thể liên tục hay gián đoạn. Chuyển động này thường được thực hiện trong xu hướng vuông góc với chuyển động chính, cụ thể :

- Khi tiện, chuyển động chạy dao là chuyển động ngang – dọc của bàn dao khi cắt:

- Khi phay là chuyển động ngang- dọc- đứng của bàn máy mang phôi;

- Khi bào là chuyển động ngang (đứng) của bàn máy và chuyển động lên xuống của đầu dao;

- Khi mài là chuyển động tịnh tiến ngang (dọc) của bàn máy mang phôi hay trục của đá mài.

- Khi khoan là chuyển động ăn xuống của mũi khoan.

**c> Chuyển động phụ:** là chuyển động không trực tiếp tạo ra phôi như chuyển động tịnh tiến, lùi dao ( không cắt vào phôi).

## 2. Chế độ cắt:

\***Vận tốc cắt** ( $\vec{V}_c$ ) là lượng dịch chuyển tương đối giữa lưỡi cắt và chi tiết gia công trong một đơn vị thời gian (hoặc lượng dịch chuyển tương đối của một điểm trên bề mặt chi tiết gia công và lưỡi cắt trong một đơn vị thời gian) ta có :

$$\vec{V}_c = \vec{V} + \vec{S}$$

Đa số các trường hợp trị số của vận tốc chuyển động chạy dao S rất nhỏ nên có thể coi vận tốc cắt là vận tốc chuyển động chính  $V \approx V$ .

Ví dụ khi tiện ngoài chi tiết đường kính D (mm) số vòng quay trục chính n (vg/ph) thì trị số của tốc độ cắt có thể tính theo công thức:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, (m / ph)$$

“Khi tiện lỗ thì D là đường kính lỗ sau khi gia công, khi khoan D là đường kính mũi khoan, khi phay D là đường kính dao phay, khi mài D là đường kính của đá mài“.

Nếu chuyển động chính là tịnh tiến (bào, xọc ) thì trị số vận tốc lấy theo giá trị vận tốc trung bình:

$$V_{tb} = \frac{2 \cdot L \cdot n}{1000}, (m / ph)$$

Trong đó:

L: là chiều dài hành trình chạy dao (mm).

n: là số hành trình kép trong một phút .

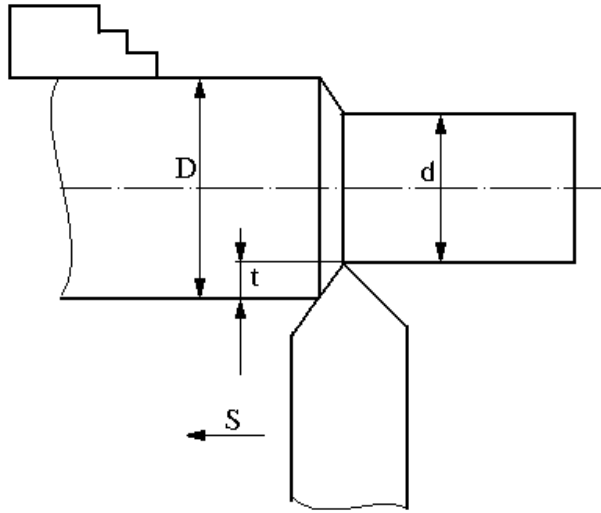
\***Chiều sâu cắt** (t) : là chiều sâu lớp kim loại bị hớt đi sau một lần cắt (hoặc là khoảng cách giữa hai bề mặt đã và chưa gia công kề nhau đo theo phương vuông góc với phương chạy dao).

Ví dụ: Khi tiện thì chiều sâu cắt được tính:

$t = (D - d)/2$  (khi tiện ngoài)mm

$t = (d - D)/2$  (khi tiện trong)mm

\***Lượng chạy dao (S)** là quãng đường tương đối của lưỡi cắt so với chi tiết theo phương chuyển động chạy dao sau một đơn vị thời gian, sau một vòng quay của phôi hay sau một hành trình kép.

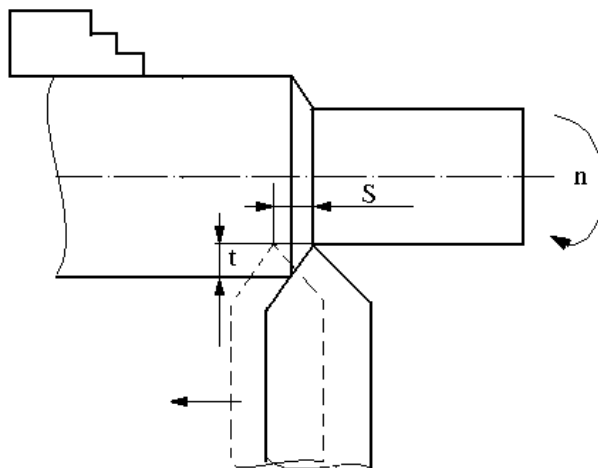


Khi tiện, lượng chạy dao S là lượng dịch chuyển của dao theo phương chạy dao dọc theo bề mặt gia công sau một vòng quay của phôi (mm/vg)

Khi bào và xọc lượng chạy dao S là lượng dịch chuyển của dao hay bàn máy sau một hành trình kép của bàn máy (hoặc dao) – mm/h.t.kép.

Đối với dao nhiều lưỡi cắt như dao phay có thể tính lượng chạy dao sau một răng dao (mm/rg), lượng chạy dao sau một vòng quay của dao (mm/vg), lượng chạy dao sau một phút làm việc của dao (mm/ph).

=> Tập hợp các yếu tố vận tốc cắt V, chiều sâu cắt t, lượng chạy dao S gọi là chế độ cắt. Một chế độ cắt được xác lập trên hệ thống công nghệ bao gồm : Máy – Dao

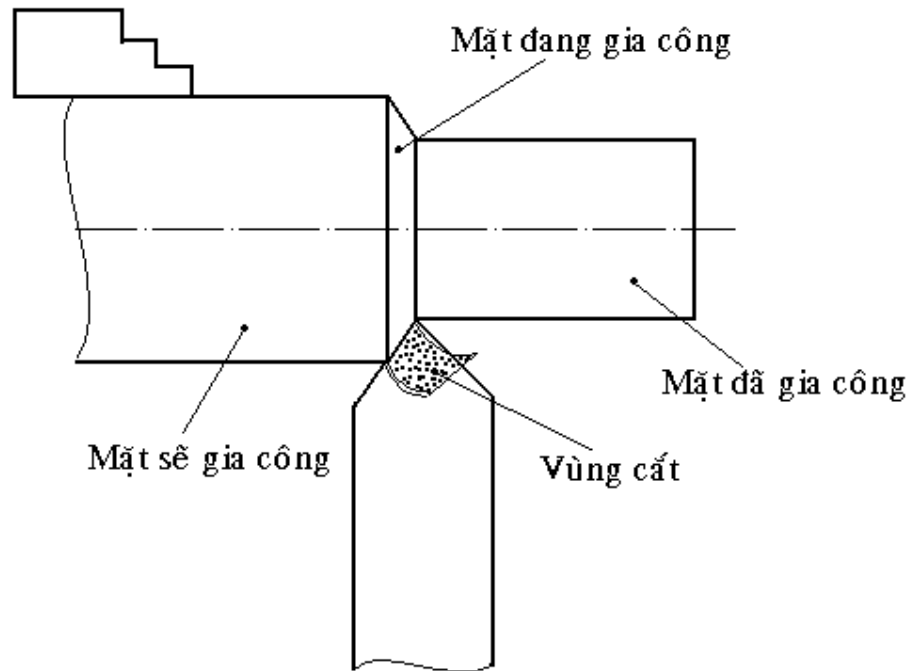


– Đồ gá và Chi tiết gia công.

### III. Sự hình thành các bề mặt trên chi tiết trong quá trình cắt:

Bất kỳ phương pháp gia công nào, quá trình hút bỏ dần lớp lượng dư gia công cơ (quá trình cắt) đều hình thành trên chi tiết 3 bề mặt có đặc điểm khác nhau. Xét tại

một thời điểm nào đó trong quá trình gia công (khi tiện), ba bề mặt trên được phân biệt như sau:



+**Mặt sẽ gia công**: là bề mặt của phôi mà dao sẽ cắt đến theo qui luật chuyển động. Tính chất của bề mặt này là tính chất bề mặt phôi.

+**Mặt đã gia công**: là bề mặt trên chi tiết mà dao đã cắt qua. Tính chất của bề mặt này là phản ánh những kết quả của các hiện tượng cơ lý trong quá trình cắt.

+**Mặt đang gia công**: là bề mặt trên chi tiết mà lưỡi dao đang trực tiếp thực hiện tách phôi. Cũng là mặt nối tiếp giữa mặt đã gia công và mặt sẽ gia công. Trên bề mặt này đang diễn ra các hiện tượng phức tạp.

+**Vùng cắt**: Là phần kim loại của chi tiết vừa được tách ra ở gần mũi dao và lưỡi cắt nhưng chưa thoát ra ngoài. Đây là vùng đang xảy ra các quá trình cơ lý phức tạp.

#### IV. Các mặt phẳng cơ bản của dao cắt kim loại:

Để xác định các góc độ của dao và khảo sát về lực cắt, vận tốc cắt, nhiệt cắt ... người ta qui định các mặt phẳng tọa độ của dao ( dao tiện).

Hệ tọa độ được xác định trên cơ sở của ba phương chuyển động cắt ( $S$ ,  $t$ ,  $V$ )

+Mặt phẳng cơ bản 1 : Được tạo bởi vectơ tốc độ  $V$  và vectơ chạy dao  $S$

+Mặt phẳng cơ bản 2 : Được tạo bởi vectơ tốc độ  $V$  và vectơ chiều sâu cắt  $t$ .

+Mặt phẳng cơ bản 3 :(còn gọi là mặt đáy) Được tạo bởi vectơ chạy dao  $S$  và vectơ chiều sâu cắt  $t$ . Là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và vuông góc với vectơ vận tốc cắt tại điểm đó .

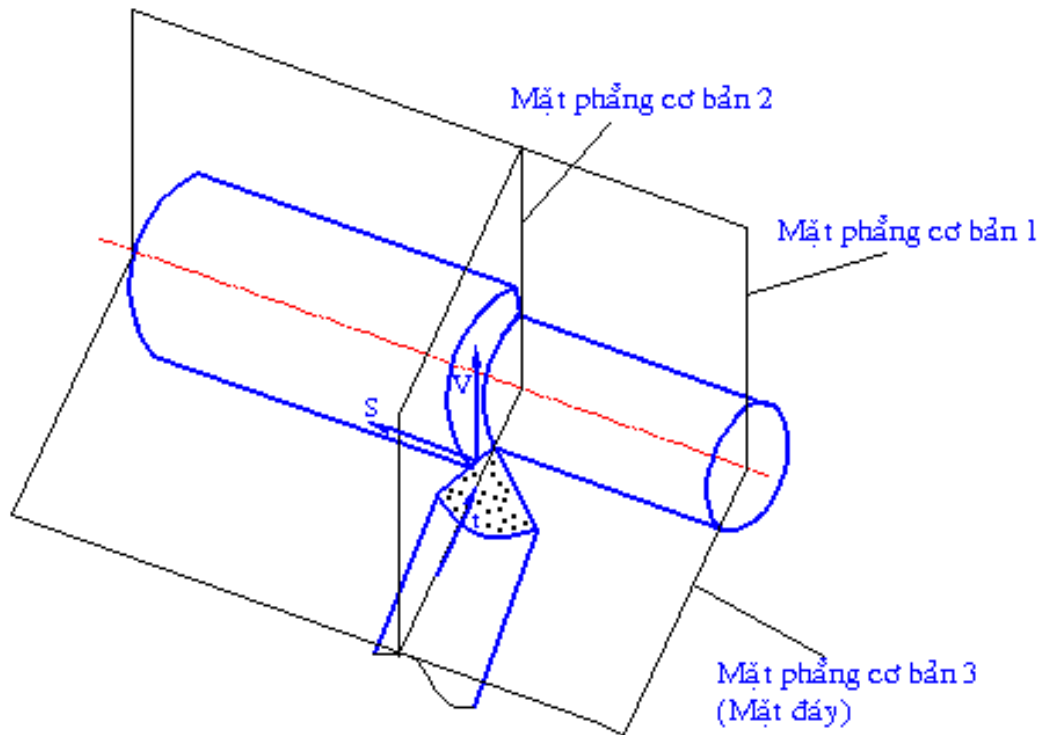


Đối với dao có tiết diện là hình lăng trụ thì mặt đáy song song với mặt tỳ của thân dao trên ổ gá dao.

+Mặt phẳng cắt là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và tiếp xúc với mặt đang gia công. Mặt cắt chứa vectơ vận tốc cắt  $V$ . Hay mặt phẳng chứa lưỡi cắt chính và vectơ vận tốc cắt mà nó vuông góc với mặt đáy (gọi là mặt phẳng cắt gọt).

Tiết diện chính  $N - N$  :là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và vuông góc với hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy .

Tiết diện phụ  $N_1 - N_1$  :là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt phụ và vuông góc với hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy.

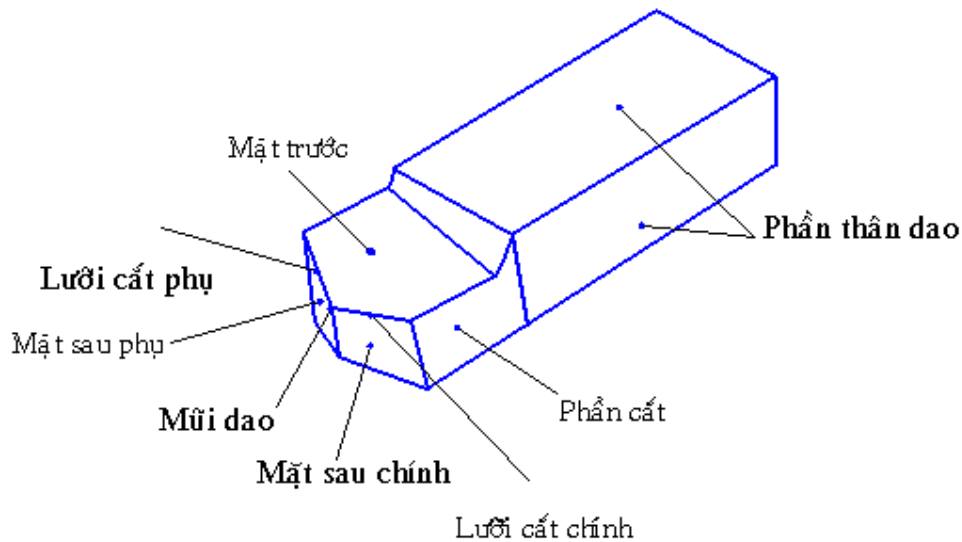


## V. Những bộ phận chính của dụng cụ cắt:

Dao cắt kim loại giữ vai trò quan trọng trong quá trình gia công, nó trực tiếp tác động vào phôi liệu để tách ra phoi tạo thành bề mặt gia công.

Mỗi dao ( điển hình là dao tiện) thường gồm hai phần:

\***Thân dao**: dùng để gá vào bàn dao, nó phải đủ độ bền và độ cứng vững,...



Nhằm đảm bảo vị trí tương quan giữa dao và chi tiết.

\***Đầu dao**: là phần làm nhiệm vụ cắt gọt. Đầu dao được hợp thành bởi các bề mặt sau:

- Mặt trước(1): là bề của dao tiếp xúc với phoi và phoi trực tiếp trượt trên trên đó và thoát ra ngoài.

- Mặt sau chính(2): là bề của dao đối diện với mặt đang gia công.

- Mặt sau chính(3): là bề của dao đối diện với mặt đã gia công.

- Lưỡi cắt chính: là giao tuyến của mặt trước và và mặt sau chính, nó trực tiếp cắt vào kim loại. Độ dài lưỡi cắt chính có liên quan đến chiều sâu cắt và bề rộng của phoi.

- Lưỡi cắt phụ: là giao tuyến của mặt trước và và mặt sau phụ, một phần lưỡi cắt phụ gần mũi dao cũng tham gia cắt với lưỡi cắt chính.

- Lưỡi cắt nối tiếp: (chỉ có một số loại dao tiện) là phần nối tiếp giữa lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ. Khi không có lưỡi cắt nối tiếp dao tiện sẽ có mũi. Mũi dao có thể nhọn hoặc lạng tròn (bán kính mũi dao  $R = 1 - 2\text{mm}$ ). Các lưỡi cắt có thể thẳng hoặc cong và một đầu dao nên có thể có một hoặc hai lưỡi cắt phụ .

Một dao có thể có nhiều đầu dao nên có rất nhiều lưỡi cắt. Tùy theo số lượng của lưỡi cắt chính, người ta chia ra :

+Dao một lưỡi cắt : dao tiện, dao bào...

+Dao hai lưỡi cắt : mũi khoan

+Dao nhiều lưỡi cắt : dao phay, dao doa, dao cưa...

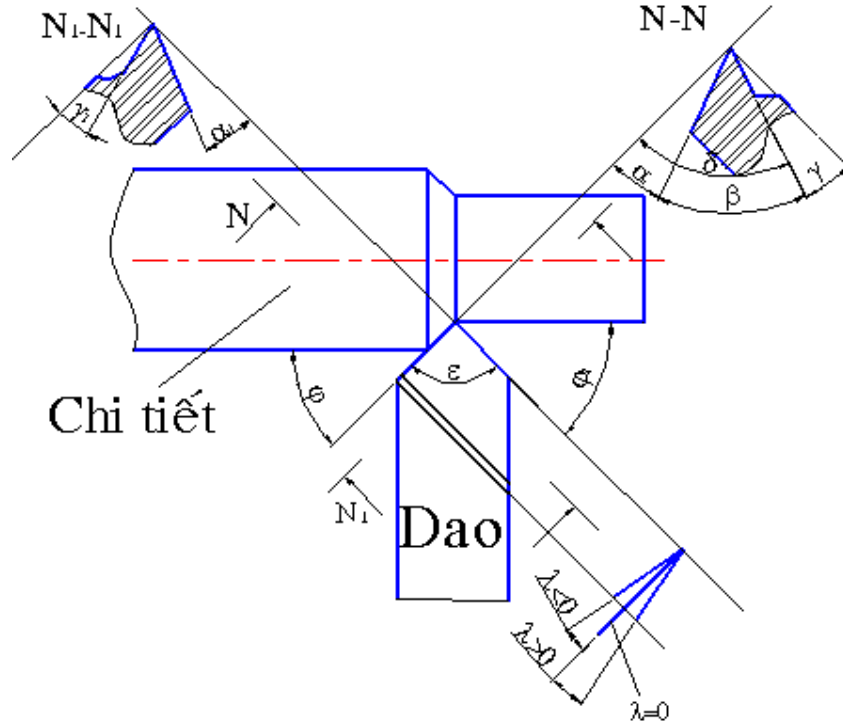
+Dao có vô số lưỡi cắt là đá mài, (mỗi hạt mài có vai trò như một lưỡi cắt)

## VI. Thông số hình học của dao ở trạng thái tĩnh (dao tiện):

Để đảm bảo năng suất – chất lượng bề mặt gia công, dao cắt cần phải có hình dáng và góc độ hợp lý.

Thông số hình học của dao được xét ở trạng thái tĩnh (khi dao chưa làm việc). Góc độ của dao được xét trên cơ sở : dao tiện đầu thẳng đặt vuông góc với phương chạy dao, mũi dao được gá ngang tâm phôi.

Các thông số hình học của dao nhằm xác định vị trí các góc độ của dao nằm trên đầu dao. Những thông số này được xác định ở tiết diện chính N – N, ở mặt đáy, ở tiết



diện phụ  $N_1 - N_1$  và trên mặt phẳng cắt gọt.

+Góc trước  $\gamma$  : là góc tạo thành giữa mặt trước và mặt đáy đo trong tiết diện chính N – N

Góc trước có giá trị dương khi mặt trước thấp hơn mặt đáy tính từ mũi dao, có giá trị âm khi mặt trước cao hơn mặt đáy và bằng không khi mặt trước song song với mặt đáy.

Khi góc trước lớn biến dạng phoi nhỏ, việc thoát phoi dễ dàng, lực cắt và công tiêu hao giảm, năng suất tăng.

+Góc sau chính  $\alpha$  : là góc tạo thành giữa mặt sau và mặt phẳng cắt gọt đo trong tiết diện chính. Góc sau thường có giá trị dương. Góc sau càng lớn mặt sau ít bị ma sát vào bề mặt gia công nên chất lượng bề mặt gia công càng tốt.

+Góc cắt  $\delta$  : là góc tạo bởi giữa mặt trước và mặt cắt đo trong tiết diện chính

+Góc sắc  $\beta$  : là góc được tạo bởi mặt trước và mặt sau chính đo trong tiết diện chính

ta có quan hệ :  $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$  ;  $\delta = \alpha + \beta$

+Góc trước phụ  $\gamma_1$  : tương tự như góc trước, nhưng đo trong tiết diện phụ N – N,

+Góc sau phụ  $\alpha_1$  : tương tự như góc sau, nhưng đo trong tiết diện phụ N – N

+Góc mũi dao  $\varepsilon$  : là góc hợp bởi hình chiếu lưỡi cắt chính và hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt phẳng đáy.

+Góc nghiêng chính  $\varphi$  : là góc của hình chiếu lưỡi cắt chính với phương chạy dao đo trong mặt đáy.

+Góc nghiêng phụ  $\varphi_1$  : là góc của hình chiếu lưỡi cắt phụ với phương chạy dao đo trong mặt đáy.

Ta có :  $\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^\circ$

+Góc nâng của lưỡi cắt chính  $\lambda$  : là góc tạo bởi lưỡi cắt chính và hình chiếu của nó trên mặt đáy.

$\lambda$  Có giá trị dương, khi mũi dao là điểm thấp nhất của lưỡi cắt .

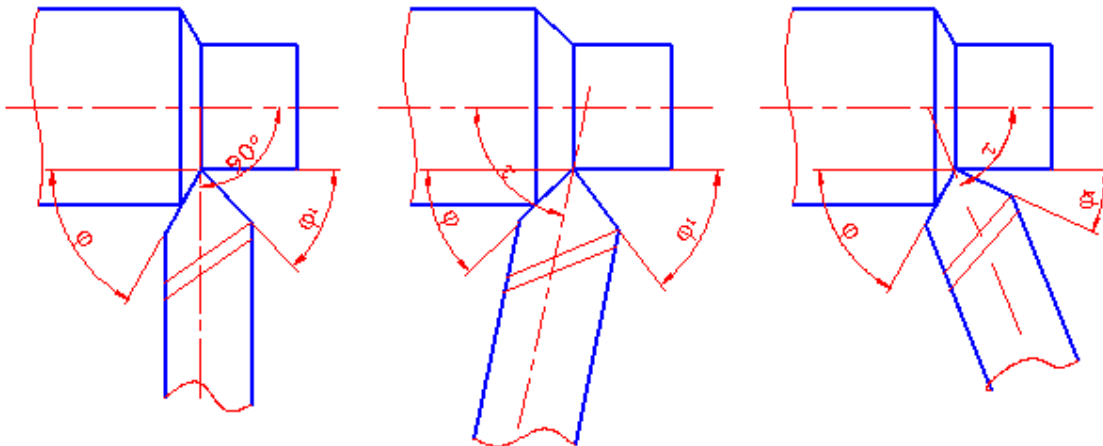
$\lambda$  Có giá trị âm, khi mũi dao là điểm cao nhất của lưỡi cắt.

$\lambda = 0$  Khi lưỡi cắt nằm ngang ( song song với mặt đáy).

Các định nghĩa trên cũng đúng cho các loại dao khác.

## VII. Thông số hình học của dao trong quá trình cắt:

### 1. Sự thay đổi giá trị các góc $\varphi$ và $\varphi_1$ khi gá trục dụng cụ cắt không thẳng góc với đường tâm chi tiết:



Dụng cụ sau khi mài sắc có các góc nghiêng chính và góc nghiêng phụ

Nếu khi gá dao, trục dao không vuông góc với đường tâm thì:

+Nếu gá dao nghiêng về bên trái:

\*Góc nghiêng chính khi làm việc

$$\varphi_c = \varphi - (90^\circ - \tau)$$

\*Góc nghiêng phụ khi làm việc

$$\varphi_{1c} = \varphi_1 + (90^\circ - \tau)$$

+Nếu gá dao nghiêng về bên phải:

\*Góc nghiêng chính khi làm việc

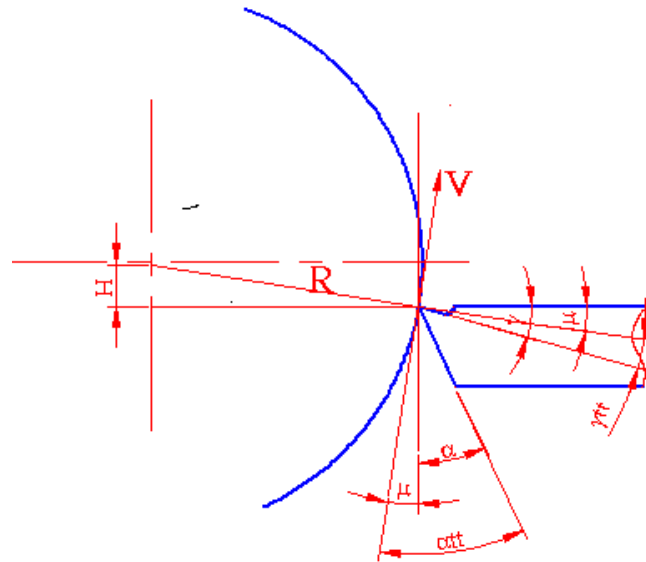
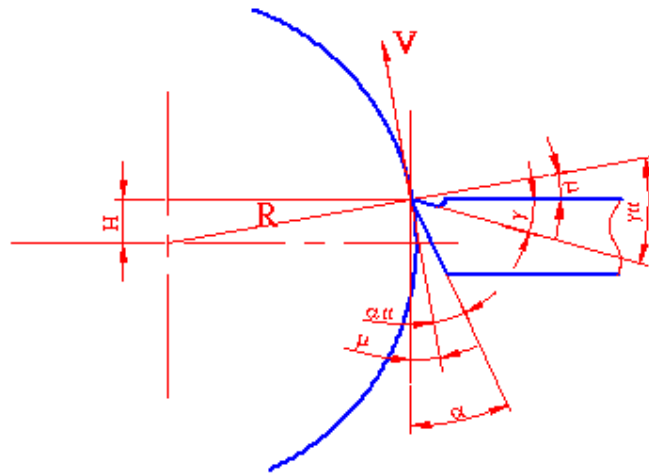
$$\varphi_c = \varphi + (90^\circ - \tau)$$

\*Góc nghiêng phụ khi làm việc

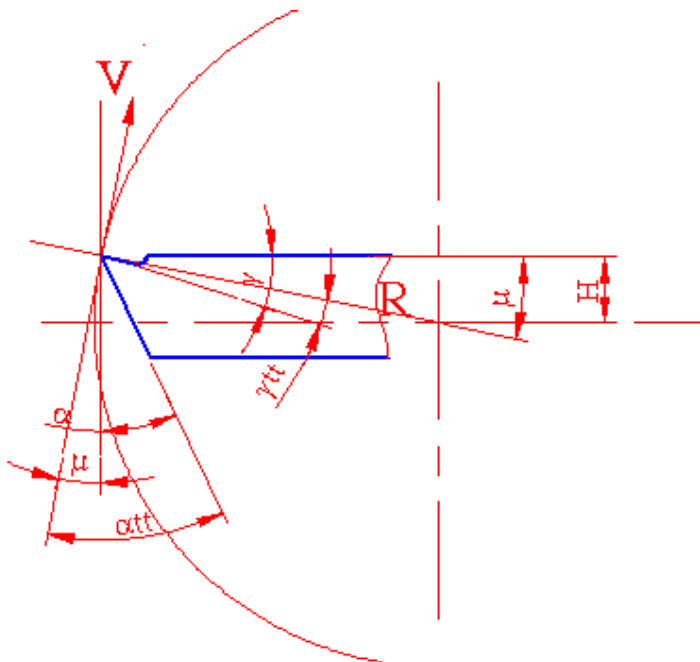
$$\varphi_{1c} = \varphi_1 - (90^\circ - \tau)$$

### 2. Sự thay đổi giá trị các góc khi mũi dao gá không ngang tâm máy :

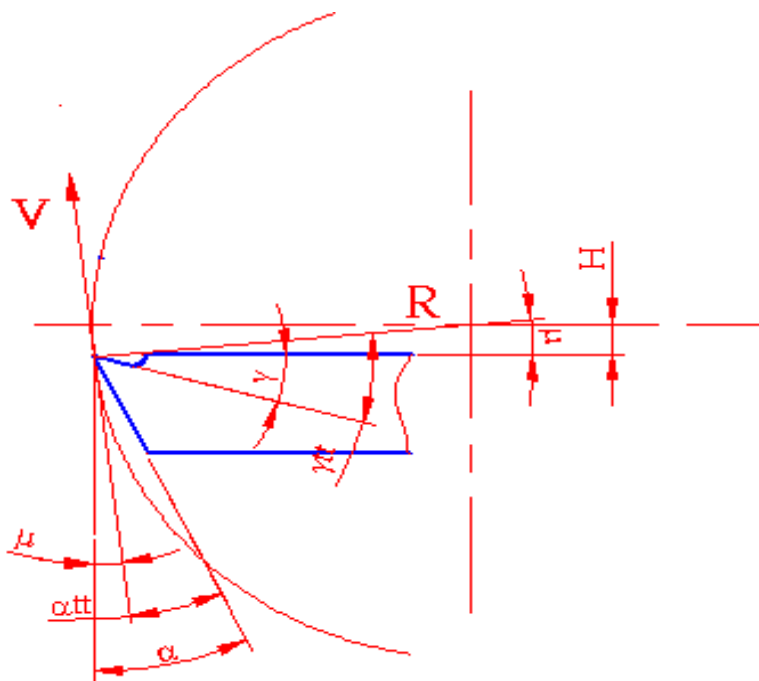
Cao hơn tâm (tiền ngoài)



Thấp hơn tâm (tiện ngoài)  
 Gá cao hơn tâm (tiện trong)



Gá thấp hơn tâm (tiện trong)



- Khi tiện ngoài, nếu mũi dao gá cao hơn đường tâm của máy thì góc trước của dụng cụ khi làm việc  $\gamma_{tt}$  sẽ tăng lên, góc sau  $\alpha_{tt}$  sẽ giảm đi ; còn khi gá dao thấp hơn đường tâm của máy thì góc trước khi làm việc  $\gamma_{tt}$  sẽ giảm đi, còn góc sau khi làm việc  $\alpha_{tt}$  sẽ tăng lên.

- Khi tiện trong kết quả sẽ ngược lại.

Ở cả hai trường hợp trên, giá trị của các góc sẽ thay đổi một giá trị bằng góc  $\mu$ . Góc đó được tính theo công thức :

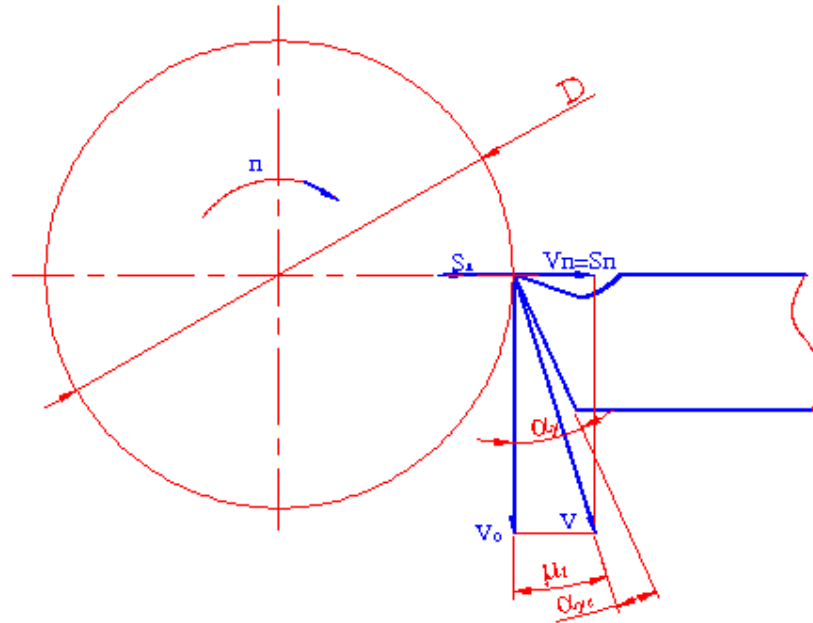
Trong đó:

H : là độ cao (thấp) của mũi dao so với tâm máy.

R : là bán kính của bề mặt được gia công ( hay bán kính chi tiết )

$$\mu = \arcsin H/R$$

### 3. Sự thay đổi giá trị các góc của dao khi có thêm các chuyển động phụ:



Chuyển động chạy dao ngang và chuyển động chạy dao dọc

+ Chuyển động chạy dao ngang (khi xén mặt đầu, cắt đứt..)

Khi có chuyển động chạy dao ngang thì quỹ đạo của chuyển động cắt tương đối là đường acsimét.

Do có lượng chạy dao ngang nên hướng của vectơ tốc độ cắt tổng hợp luôn luôn thay đổi, làm thay đổi góc độ của dụng cụ cắt.

Ta có :

$$\gamma_{yc} = \gamma_y + \mu_1$$

$$\alpha_{yc} = \alpha_y - \mu_1$$

Góc  $\mu_1$  được tính theo biểu thức sau:

Trong đó :

$S_n$  : lượng chạy dao ngang sau một vòng quay của chi tiết (mm/vg)

D : là đường kính của chi tiết ở điểm khảo sát (mm)

*Ví dụ 1 :*

Tiền cắt đức một chi tiết hình trụ với lượng chạy dao ngang  $S_n = 0.2$  mm/vòng. Dao tiện cắt đức sau khi mài có  $\alpha_y = 12^\circ$ . Tính góc sau thực tế khi cắt đến điểm cách tâm một khoảng  $r = 1$  mm.

Giải : Tính góc  $\mu$  theo công thức cho trên.

$$\begin{aligned} \text{Ta có : } \operatorname{tg} \mu_1 &= S_n / 2\pi \cdot r = 0.2 / 2 \times 3.14 \\ &= 0.0318 \end{aligned}$$

$$\text{Do đó } \mu = 1^\circ 49'$$

Góc sau khi cắt đến điểm cách tâm 1 mm sẽ là :

$$\alpha_{yc} = \alpha_y - \mu_1 = 12^\circ - 1^\circ 49' = 10^\circ 11'$$

Như vậy do lượng chạy dao ngang bé nên sự thay đổi góc sau không đáng kể, có thể không đáng quan tâm.

**Ví dụ 2 :**

Tiền hót lưng một dao phay định hình có các thông số sau: đường kính ngoài  $D = 75$  mm, số răng  $Z = 10$ , lượng hót lưng  $K = 4.5$  mm, cần mài góc sau  $\alpha_y$  là bao nhiêu để làm việc ta có  $\alpha_{yc} = 8^\circ$

Giải

$$\text{Ta có: } \alpha_{yc} = \alpha_y - \mu \text{ với } \operatorname{tg} \mu = S_n / \pi D$$

Lượng hót lưng  $K = 4.5$  mm, nghĩa là sau một góc giữa hai răng  $(360^\circ / z)$  thì lượng tiến dao là 4.5 mm

Vậy sau một vòng lượng tiến dao sẽ là:

$$S_n = K \cdot Z = 4.5 \times 10 = 45 \text{ mm/vòng}$$

Khi đó:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \mu &= \frac{45}{3,14 \times 75} = 0,190985 \\ &= 10.812^\circ = 10^\circ 48' \end{aligned}$$

$$\text{Vì } \alpha_y = \alpha_y - \mu \text{ hay } \alpha_y = \alpha_{yc} + \mu$$

$$\text{Vậy cần mài góc sau: } \alpha_y = 8^\circ + 10^\circ 48' = 18^\circ 48'$$

- Chuyển động chạy dao dọc

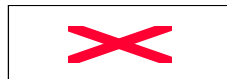
Khi có chuyển động chạy dao dọc thì quỹ đạo của chuyển động cắt tương đối là đường xoắn ốc, do đó vectơ tốc độ cắt tổng hợp sẽ nghiêng với vectơ tốc độ cắt ở trạng thái tĩnh một góc  $\mu_2$

Ta có:

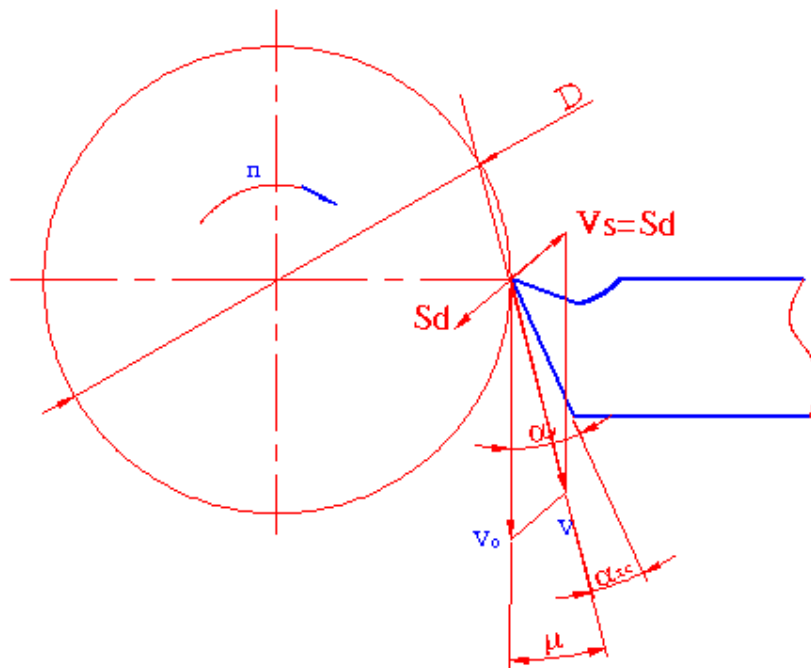
$$\alpha_{xc} = \alpha_x - \mu_x$$

$$\gamma_{xc} = \gamma_x + \mu_x$$

Giá trị của  $\mu_2$  được tính từ biểu thức:







Trong đó:

$S_d$ : là lượng chạy dao dọc sau một vòng quay chi tiết (mm/vg)

$D$ : là đường kính chi tiết tại điểm khảo sát

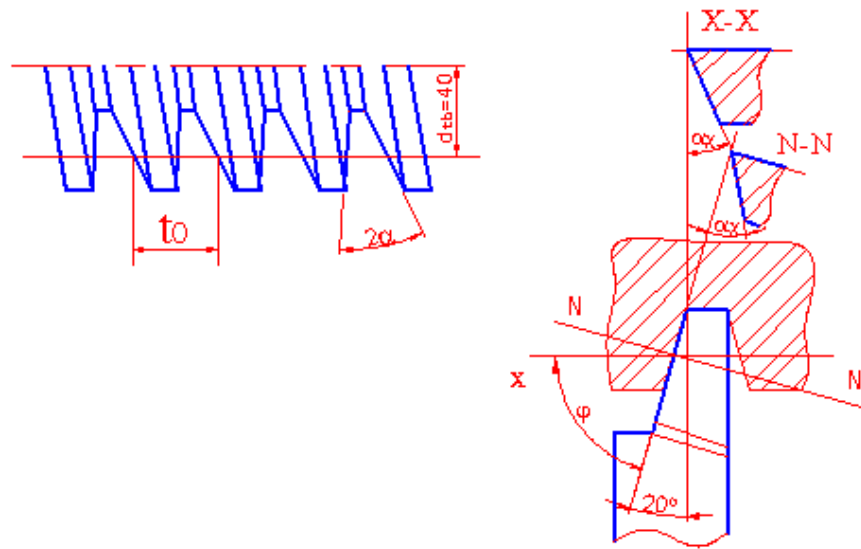
Lượng chạy dao dọc càng lớn, đường kính chi tiết gia công càng bé thì góc  $\mu_2$  càng lớn. Do đó khi cắt với lượng chạy dao lớn như khi cắt ren bước lớn như ren nhiều đầu mỗi, thì khi mài dao cần phải chú ý đến góc  $\mu_2$  để đảm bảo góc sau khi cắt không âm.

### Ví dụ 3 :

Tiện một trục vít hình thang có Prôfin như hình vẽ, đường kính trung bình của trục vít  $d_{\text{trung bình}} = 40$  mm, môđun chiều trục  $m = 6$ . Góc Prôfin của ren  $= 20^\circ$

Người ta tiến hành tiện từng mặt một.

Dao tiện tinh mặt trái ren có dạng như hình sau, góc trước  $\gamma = 0^\circ$ ,  $\varphi = 70^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ . Góc mũi dao ngang tâm máy. Để tiện đạt yêu cầu thì góc sau tiết diện XX Phải là  $\alpha_{x0} = 10^\circ$ . Hỏi phải mài dao với góc  $\alpha_n$  bằng bao nhiêu ở điểm nằm trên đường kính trung bình ?



Giải:

$$\alpha_{xe} = \alpha_x - \mu_x$$

$$\operatorname{tg} \mu_x = S_d / 2\pi \cdot \rho$$

Tính  $\mu_x$  với  $S_d$  là lượng chạy dao theo chiều trục, lúc nào bằng bước chiều trục  $t_0$ , do đó  $S_d = t_0 = m\pi = 6\pi$ .

$\rho$  là bán kính vectơ tại điểm ta xét  $\rho = 20 \text{ mm}$

Do đó :

$$\operatorname{tg} \mu_x = \frac{6 \cdot \pi}{2 \cdot \pi \cdot D \cdot 20} = 0,15$$

$$\Rightarrow \mu_x = 8^{\circ}53'$$

tính góc sau  $\alpha$  trong tiết diện NN  $\alpha_n$

Ta đã có quan hệ:

$$\operatorname{ctg} \alpha_x - \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \sin \varphi \pm \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi$$

$$\text{Vì } \lambda=0 \text{ nên } \operatorname{ctg} \alpha_x = \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \sin \varphi$$

$$\text{Hay : } \operatorname{ctg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_x \cdot \sin \varphi$$

$$\text{Ở đây : } \alpha_x = \alpha_{xc} = 18^{\circ}53', \text{ góc } \varphi = 70^{\circ}$$

$$\text{Do đó } \operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_{xc} \cdot \sin \varphi \\ = \operatorname{tg} 18^{\circ}53' \cdot \sin 70^{\circ}$$

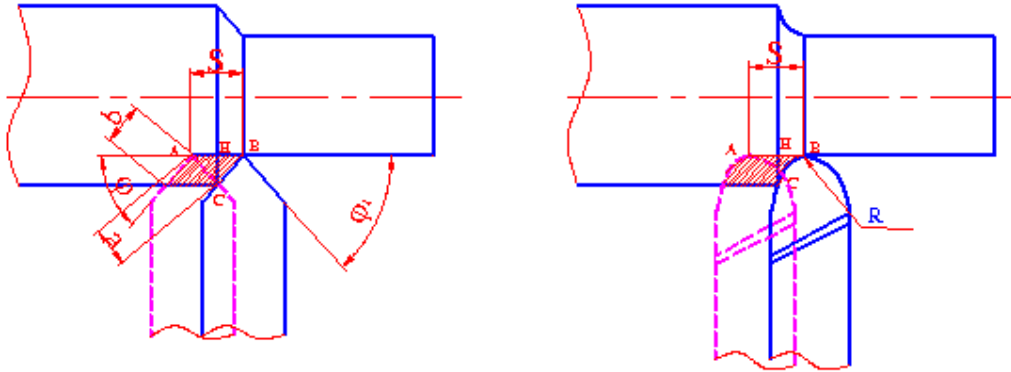
$$\operatorname{tg} \alpha_n = 0.31496.$$

$$\Rightarrow \alpha_n = (17,48)^{\circ} = 17^{\circ}26'.$$

## VIII. Các thông số của lớp kim loại bị cắt :

\* **Chiều dày cắt  $a$** : là khoảng cách giữa hai vị trí liên tiếp của lưỡi cắt sau một vòng quay của phôi hay một hành trình kép của dao (bàn máy) đo theo phương thẳng góc với chiều rộng cắt .

\* **Chiều rộng cắt  $b$** : là khoảng cách giữa hai bề mặt chưa gia công và bề mặt đã gia công đo dọc theo lưỡi cắt (tính bằng mm).



Nếu lưỡi cắt thẳng thì  $b$  là chiều dài phần lưỡi đang tham gia cắt, còn nếu lưỡi cắt cong chiều rộng cắt  $b$  là chiều dài cung cong của lưỡi cắt đang tham gia cắt.

Thông số hình học của phôi có ảnh hưởng đến lực cắt và nhiệt cắt. Khi tăng  $a$  thì lực cắt và nhiệt cắt tăng, dao bị mòn nhanh còn khi tăng  $b$  thì lực cắt và nhiệt cắt trên đơn vị dài của lưỡi cắt không thay đổi.

Trường hợp tiện (dao gá ngang tâm phôi, dao có  $\gamma = 0, \lambda = 0$ ):

$$b = \frac{t}{\sin \varphi}$$

$$a = S \cdot \sin \varphi ;$$

nếu  $\gamma \neq 0$  thì

$$a = S \frac{\sin \varphi}{\cos \gamma}$$

Như vậy, (nếu :  $t = \text{const}$ ;  $\varphi$  càng nhỏ )  $a$  sẽ nhỏ,  $b$  sẽ lớn- phôi sẽ mỏng và dài.

\*Diện tích cắt: và tích số giữa chiều rộng và chiều dày cắt .Ví dụ khi tiện ( dao gá ngang tâm phôi , dao có:  $\gamma = 0 ; \lambda = 0$ )

+Diện tích danh nghĩa :  $F_{dn} = a \cdot b = s \cdot t \text{ (mm)}^2$

+Diện tích thực tế:  $F = F_{dn} - \Delta F$  ;

$\Delta F$  – diện tích nhấp nhô mà dao không cắt hết. Được tính:

- Khi lưỡi cắt thẳng :

$$\Delta F = F \cdot \Delta (ABC) = 1/2 AB \times CH ;$$

$$AB = S + CH \times (\cotg \varphi + \cotg \varphi_1 )$$

$$CH = S / \cotg \varphi + \cotg \varphi_1 \Rightarrow$$

- Khi lưỡi cắt cong :

$$\Delta F = \frac{1}{2} \cdot \frac{S^2}{\cot g \varphi + \cot g \varphi_1}$$

$$AB = S; CH = HI - CI =$$

$$\Rightarrow (CH - R)^2 = R^2 - S^2/4$$

$$(CH)^2 - 2CH \times R + R^2 = R^2 - S^2/4$$

Bỏ qua vô cùng bé  $(CH)^2:CH \approx S^2/8R$ ; Lắp ghép như trên.

$$\Delta F = \frac{R\Gamma}{2} \sqrt{R^2 - \frac{S^2}{4}} \approx \frac{S^3}{16R}$$

Có thể nhận thấy:  $CH = R_z$  - Chiều cao nhấp nhô trung bình bề mặt chi tiết gia công (thông số về nhám bề mặt)

Nếu tăng thì  $R_z$  tăng (độ bóng bề mặt gia công giảm) và nếu  $R$  tăng thì nhấp nhô bề mặt giảm (độ bóng sẽ tăng).

## Bài2 VẬT LIỆU LÀM DAO

### I. Khái niệm:

Muốn hớt đi một lớp kim loại dư thừa ra khỏi bề mặt cần gia công để đạt được hình dáng, kích thước và các yêu cầu kỹ thuật của chi tiết, trên các máy gia công kim loại bằng phương pháp cắt gọt phải dùng các dụng cụ thường gọi là dụng cụ cắt.

### II. Những đặc điểm và yêu cầu cơ bản đối với vật liệu làm dao:

#### 1. Đặc điểm làm việc:

- Khi cắt dao làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao (800 – 1000°C) có ảnh hưởng xấu đến cơ lý tính của vật liệu.

- Trong quá trình cắt mỗi đơn vị diện tích trên bề mặt làm việc của dao phải chịu lực rất lớn điều đó chỉ gây nên hiện tượng rạn nứt và gãy vỡ dao khi cắt.

- Khi cắt giữa bề mặt tiếp xúc của dao và phoi với chi tiết gia công xảy ra quá trình ma sát rất lớn. Hệ số ma sát lên đến (0,4 – 1).

- Nhiều trường hợp khi cắt dao phải làm việc trong điều kiện bị va đập (như phay, bào, xọc... ) và sự dao động đột ngột về nhiệt độ có ảnh hưởng rất xấu đến khả năng làm việc của dao.

- Ở một số phương pháp gia công (chuốt, khoan) thì điều kiện thoát phoi, thoát nhiệt khó khăn làm tăng nhiệt độ, dễ gây ra hiện tượng kẹt dao.

## **2. Yêu cầu đối với vật liệu làm dao.**

### **a. Độ cứng:**

Thường vật liệu cần gia công trong chế tạo cơ khí là thép, gang... có độ cứng cao, do đó để có thể cắt được, vật liệu làm dao phần cắt dụng cụ phải có độ cứng cao hơn (60 – 65HRC)

### **b. Độ bền cơ học:**

Dụng cụ cắt thường phải làm việc trong điều kiện rất khắc nghiệt : tải trọng lớn không ổn định, nhiệt độ cao, ma sát lớn, rung động.... Để làm lưỡi cắt của dụng cụ sút mẻ. Do đó vật liệu làm phần cắt dụng cụ cần có độ bền cơ học (sức bền uốn, kéo, nén, va đập...) càng cao càng tốt.

### **c. Tính chịu nóng:**

Ở vùng cắt, nơi tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết gia công dụng cụ và chi tiết gia công, do kim loại bị biến dạng, ma sát... nên nhiệt độ rất cao (700 – 800°C), có khi đạt đến hàng ngàn độ (khi mài). Ở nhiệt độ này vật liệu làm dụng cụ cắt có thể bị thay đổi cấu trúc do chuyển biến pha làm cho các tính năng cắt giảm xuống. Vì vậy vật liệu phần cắt dụng cụ cần có tính chịu nóng cao nghĩa là vẫn giữ được tính cắt ở nhiệt độ cao trong một thời gian dài.

### **d. Tính chịu mài mòn:**

Làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, ma sát lớn thì sự mòn dao là điều thường xảy ra. Thông thường vật liệu càng cứng thì tính chống mài mòn càng cao. Tuy nhiên ở điều kiện nhiệt độ cao khi cắt (700 – 800°C) thì hiện tượng mài mòn cơ học không còn là chủ yếu nữa, mà ở đây sự mài mòn chủ yếu do hiện tượng chảy dính (bám dính giữa vật liệu gia công và vật liệu làm dụng cụ cắt) là cơ bản. Ngoài ra do việc giảm độ cứng ở phần cắt do nhiệt độ cao khiến cho lúc này hiện tượng mòn xảy ra càng khốc liệt.

Vì vậy, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính chịu mòn cao.

### **c. Tính công nghệ:**

Vật liệu làm dụng cụ cắt phải dễ chế tạo: dễ rèn, cán, dễ tạo hình bằng cắt gọt, có tính thấm tôi cao, dễ nhiệt luyện...

Ngoài các yêu cầu chủ yếu nêu trên, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính dẫn nhiệt tốt, độ dai chống va đập cao và giá thành rẻ.

## **III. Các loại vật liệu làm dao:**

Để làm phần cắt dụng cụ, người ta có thể dùng các loại dụng cụ khác nhau tùy thuộc vào tính cơ lý của vật liệu cần gia công và điều kiện sản xuất cụ thể.

Dưới đây lần lượt giới thiệu làm phần cắt dụng cụ theo sự phát triển và sự hoàn thiện về khả năng làm việc của chúng.

Năm	Vật liệu dụng cụ	$V_e, m/ph$	Nhiệt độ giới hạn đặt tính cắt $^{\circ}C$	Độ cứng HRC
1894	Thép Cacbon dụng cụ	5	200-300	60 60
1900	Thép hợp kim dụng cụ	8	300-500 -	
1900	Thép gió	12	-	
1908	Thép cải tiến	15-20	500-600	60-64
1913	Thép gió(tăng Co và WC)	20-30	600-650	
1931	Hợp kim cứng Cácbitvonfram	200	1000-1200	91
1934	Hợp kim cứng WC và TiC	300	1000-1200	91-92
1955	Kim cương nhân tạo		800	100.000HV
1957	Gốm	300-500	1500	92-94
1965	Nitrit Bo	100-200	1600	8.000HV
1970	Hợp kim cứng phủ(TiC)	300	1000	18.000HV

## 1. Thép Cacbon dụng cụ:

Để đạt được độ cứng, tính chịu nhiệt và chịu mài mòn, lượng C trong thép Cacbon dụng cụ không thể được dưới 0,7% (thường từ 0,7- 1,3%) và lượng P, S thấp ( $P < 0,035\%$ ,  $S < 0,025\%$ )

Độ cứng sau khi tôi và ram đạt HRC = 60 - 62.

-Sau khi ủ độ cứng đạt được khoảng HB = 107-217 nên dễ gia công cắt và gia công bằng áp lực.

-Độ thấm tôi nên thường tôi trong nước do đó dễ gây ra nứt vỡ nhất là những dụng cụ có kích thước lớn.

-Tính chịu nóng kém, độ cứng giảm nhanh khi nhiệt độ đạt đến  $200^{\circ} - 300^{\circ}C$  ứng với tốc độ cắt 4-5 m/ph.

-Khó mài và dễ biến dạng khi nhiệt luyện do đó ít dùng để chế tạo những dụng cụ định hình, cần phải mài theo profile khi chế tạo.

Dưới đây là bản nêu thành phần hóa học, cơ lý tính và phạm vi ứng dụng của một số mác thép Cacbon dụng cụ thường gặp.

Giả sử ta có nhãn hiệu Y10A

-Chữ Y: kí hiệu của Cacbon.

-Chữ A:kí hiệu của chất lượng tốt(hàm lượng P,S <0,03%)

-Số10: giá trị trung bình của cacbon trong thép(0,95- 1,09%)

Ngoài ra còn có các nhãn hiệu khác như Y7,Y8...Y10,Y12 nhưng chất lượng kém hơn(không có chữ A) nên hiện nay ít dùng

## 2.Thép hợp kim dụng cụ:

Thép hợp kim dụng cụ là loại thép có hàm lượng Cacbon cao, ngoài ra còn có thêm một số nguyên tố hợp kim với hàm lượng nhất định ( 0.5 – 3%)

Các nguyên tố hợp kim như: Cr, W, Co, V có tác dụng:

- Làm tăng tính thấm tôi của thép

- Tăng tính chịu nóng đến 300°C, tương ứng với tốc độ cắt cao hơn thép cacbon dụng cụ khoảng 20%.

Thành phần hoá học của một số nhãn hiệu thép hợp kim dụng cụ %

Nhóm	Nhãn hiệu	Kí hiệu Liên xô cũ	C	Mn	Si	Cr	W	V
I	Thép Cr05 85CrV		12,5-1,1	0,2-0,4	<0,35	0,04-0,06	-	-
		XB	0,8-,0,9	0,3-0,6	<0,35	0,45-0,7	-	0,15-0,3
II	Cr 9CrSi	X	0,95-1,1	<0,4	<0,35	1,3-,1,6	-	-
		9XC	0,85-0,95	0,3-0,6	1,2-1,6	0,95- ,1,25	-	-
III	CrMn CrWMn	XГ	1,3-1,5	0,45-0,7	<0,35	1,3-1,6	-	-
		XBГ	0,9-1,0	0,8-1,0	0,15-0,35	0,9-1,2	1,2-1,6	-
IV	CrW5	XB5	1,25-,1,5	<0,3	<0,3	0,4-0,7	4,5-5,5	0,15-0,30

Chú thích: C – cacbon, Mn – mangan, Si – silic, Cr – crôm, W – vonfram, V – vanadi.

Ký hiệu của liên xô cũ: X – Crôm, T – mangan, B – vongam

Thép hợp kim dụng cụ nhóm I thường dùng chủ yếu để chế tạo các loại dụng cụ dùng để gia công gỗ .

Thép hợp kim dụng cụ nhóm II do có lượng Crôm lớn ( 1 – 1.5 %) nên có tính thấm tôi và cắt gọt tốt hơn. Loại này chịu nhiệt khoảng 220 – 300°C.

Thép hợp kim dụng cụ nhóm III có độ thấm tôi cao, ít thay đổi kích thước khi nhiệt luyện, nên thường chế tạo các loại dụng cụ cắt có độ chính xác cao và hình dáng phức tạp: mũi doa, ta rô, dao chuốt và các loại dụng cụ đo...

Thép hợp kim dụng cụ nhóm IV có hàm lượng Vonfram lớn, hạt mịn nên độ cứng cao, tuy nhiên độ thấm tôi thấp dùng để chế tạo các loại dụng cụ cắt cần có lưỡi cắt sắc bén. Tuổi bền cao và để gia công các loại vật liệu cứng.

Nhìn chung, thép hợp kim dụng cụ chủ yếu được dùng để chế tạo các loại dụng cụ cầm tay và gia công ở tốc độ thấp.

## 3. Thép gió: (HSS – High Speed Steel – thép cao tốc).

Thép gió có tính cắt cao hơn hẳn các loại thép nên trên, do đó từ khi thép gió ra đời, nó đã tạo ra một cuộc cách mạng về cắt gọt và năng suất gia công, làm xuất hiện một thế hệ các máy bán tự động và tự động tốc độ cao.

Nền cơ bản của thép gió vẫn là thép cacbon, nhưng có hàm lượng Cacbon cao hơn, đặc biệt hàm lượng các nguyên tố hợp kim Crôm, Vonfram, Côban, Vana di tăng lên đáng kể nhất là wonfram.

Những nguyên tố hợp kim này hợp với Cácbon tạo thành các cacbít kim loại có độ cứng cao, chịu mòn tốt, trong đó cacbít wonfram (WC) đóng vai trò nòng cốt. Các cacbít này ở nhiệt độ nhỏ hơn 600°C sẽ không thoát ra khỏi mạng máctensit nên vật liệu vẫn giữ được tính cắt tốt.

Tác dụng chủ yếu của Crôm là tăng độ thấm tôi, Vanadi tạo thành cacbít Vanadi có độ cứng cao, chịu mòn tốt, Côban không tạo thành cacbít mà hoà tan vào sắt, khi lượng Cácbon lớn hơn 5% thì tính chịu nhiệt của thép gió nâng cao.

Ngoài ra còn có các loại thép gió có năng suất cao

Ngoài ra, chất lượng thép gió phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt luyện. Vì vậy khi nhiệt luyện thép gió cần chú ý một số điểm chủ yếu sau:

Không nung nóng thép gió đột ngột đến nhiệt độ cao, (nhiệt độ tôi khoảng 1300°C) mà phải tăng nhiệt độ dần dần từ 650°C, vì thép gió có độ dẫn nhiệt kém. Thông thường thép gió được nung nóng qua ba lò với nhiệt độ lần lượt 650 °C, 850 °C, và 1300°C

Phải ram sau khi tôi nhiều lần (3 lần) mỗi lần trong 1 giờ (nhiệt độ ram 560°C). Sau mỗi lần ram phải để nguội đến nhiệt độ thường.

Những tính năng cơ bản của thép gió là:

-Độ thấm tôi lớn, sau khi tôi đạt độ cứng HRC = 63 – 66.

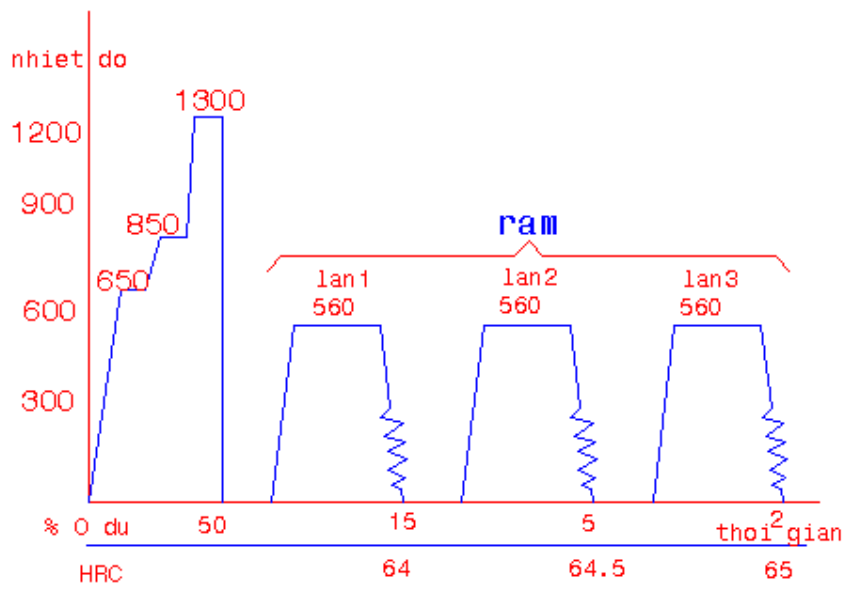
-Độ chịu nhiệt khoảng 600°C tương ứng với tốc độ cắt V = 25 - 35m/ph.

So sánh giữa P18 và P9:

-Năng suất gia công khác nhau không đáng kể.

-P9 rẻ hơn P18 (vì hàm lượng W chỉ bằng một nửa)

-P18 chịu mòn tốt hơn, dễ mài sắc, mài bóng hơn và có tính bền cao hơn P9.





## 4. Hợp kim cứng(HKC)

Từ năm 1915-1925 ở Mỹ và Đức đã tiến hành thử nghiệm chế tạo hợp kim cứng. Ở Liên Xô cũ, hợp kim cứng ra đời vào những năm 1930-1935.

Hợp kim cứng là loại vật liệu làm phần cắt dụng cụ được chế tạo theo phương pháp luyện kim bột.

Thành phần chủ yếu của HKC là Cácbit của một số kim loại khó nóng chảy như Vonfram, Titan, Tantan và được liên kết bởi kim loại cơ bản

Tính cắt của HKC do các pha Cácbit kim loại quyết định. Độ bền cơ học do Coban tạo nên.

Những tính năng cơ bản của HKC so với các loại vật liệu làm dao khác như sau:

- Độ cứng cao  $HRA = 80 - 90$  ( $HRC > 70-71$ )
- Độ chịu nhiệt cao:  $800-1000^{\circ}C$ , do đó tốc độ cắt cho phép của HKC có thể đạt đến  $V > 100$  m/ph.
- Độ chịu mòn gấp 1,5 lần so với thép gió.
- Chịu nén tốt hơn chịu uốn (hàm lượng Coban càng lớn thì sức bền uốn càng cao).

Hợp kim cứng được chế tạo qua các giai đoạn sau:

- Tạo bột Vonfram, Titan và Tantan nguyên chất.
- Tạo ra các Cácbit tương ứng từ các bột nguyên chất W, Ti, Ta
- Trộn bột Cácbit với bột Coban theo thành phần tương ứng với các loại hợp kim cứng.
- Ép hỗn hợp dưới áp suất lớn ( $100-140MN/mm^2$ ) nung sơ bộ đến  $900^{\circ}C$  trong khoảng 1 giờ.

-Tạo hình theo các dạng yêu cầu.

- Thêu kết lần cuối ở nhiệt độ cao  $1400-1500^{\circ}C$  trong 1 đến 3 giờ tạo thành HKC
- Sau khi thêu kết, HKC có độ cứng cao nên chỉ có thể gia công bằng phương pháp mài hoặc bằng các phương pháp đặc biệt (điện hoá, tia lửa điện...)

Hợp kim cứng là loại kim loại bột nên có độ xốp (khoảng 5%)

Hạt cácbit càng mịn, phân bố càng đều thì tính năng thì tính năng của hợp kim cứng càng cao, chủ yếu là độ cứng và tính chịu mài mòn. Độ cứng của hợp kim cứng phụ thuộc vào lượng Cácbit Vonfram, Cácbit Titan và Cácbit Tantan. Lượng Cácbit càng lớn thì độ cứng càng cao.

Lượng coban càng nhiều thì độ cứng càng giảm, tuy nhiên độ bền và tính dẻo càng tăng

Có ba nhóm hợp kim cứng thường gặp như sau:

**a. Nhóm một Cácbit** – kí hiệu K (ISO) hoặc BK (Nga) thành phần gồm: Cácbit vonfram (WC) và Coban (Co) nhóm này chủ yếu để gia công vật liệu giòn: gang, kim loại màu...

**b. Nhóm hai cácbit** – kí hiệu là P (ISO) hoặc TK (Nga) thành phần gồm: Cácbit Vonfram (WC), Cácbit Titan (TiC) và Coban (Co).

Nhóm hai Cácbit có tính chống dính cao hơn nên được dùng để gia công kim loại dẻo như thép,...(thường hình thành phoi dây khi cắt và có nhiệt độ cắt cao ở mặt trước).

**c. Nhóm ba cácbit** – kí hiệu M (ISO) hoặc TTK ( Nga) thành phần gồm: Cácbit Vonfram (WC), Cácbit Titan (TiC) và Coban (Co) và Cácbit Tantan (TaC)

Loại này thường được dùng để gia công các loại vật liệu khó gia công.

Ở nước ta, cũng đã từng sản xuất thử nghiệm hợp kim cứng. Tuy nhiên do chất lượng chưa ổn định, mặt khác giá thành cao.

### ***ISO phân hợp kim cứng theo ba nhóm chính khi tạo phoi:***

- Nhóm kí hiệu P cho các vật liệu cắt ra phoi dây.

- Nhóm kí hiệu M là loại vạn năng dùng gia công các loại vật liệu cắt ra phoi dây và phoi xếp.

- Nhóm loại K dùng gia công các loại vật liệu cho phoi hạt và phoi vụn.

Đặt tính chung của hợp kim cứng khi tăng độ cứng và tính chịu mài mòn thì sẽ giảm tính dẻo. Khi tăng tính dẻo (tăng lượng Coban) sẽ làm giảm tính mài mòn và tính chịu nhiệt.

Sự phát triển của hợp kim cứng xuất phát từ các nhóm công cụ (ví dụ: loại P10, P20, P30) theo hai hướng. Một hướng là tăng thành phần Cácbit Titan (ví dụ P03) làm tăng tính chịu mòn và cắt được ở tốc độ cao. Hướng thứ hai là tạo được hợp kim cứng có độ dẻo cao dùng để cắt các loại vật liệu có độ cứng và va đập mạnh (ví dụ, bào và tiện thô) với tốc độ cắt thấp, diện tích và lực cắt lớn hơn. Các loại hợp kim cứng P40, P50 để gia công thép có thành phần Coban (Co) tương đối lớn.

Hợp kim cứng được chế tạo thành các dạng theo tiêu chuẩn (các mảnh hợp kim cứng). Các mảnh đó được hàn, kẹp lên thân dụng cụ tiêu chuẩn. Ngày nay, các mảnh hợp kim cứng được phủ lên một lớp mỏng vài micromet bằng các loại cácbit cứng như TiC, TiC/ TiN (Cácbit Titan, Nitrít Titan). Các lớp phủ làm tăng độ cứng, tính chịu mài mòn và chịu nhiệt của hợp kim cứng (độ cứng > 91 HRA, chịu được nhiệt độ khoảng 1000 độ C, ứng với tốc độ cắt  $V > 300\text{m/ph}$ ).

### **Để sử dụng hợp lí và có hiệu quả hợp kim cứng cần chú ý các điều kiện sau:**

#### **\* Chế độ gia công:**

- Lựa chọn hợp kim cứng cho vật liệu gia công (các nhóm P,K) và theo yêu cầu gia công (gia công, thô, tinh, lần cuối).

- Xác định chế độ gia công (tốc độ cắt lượng chạy dao, chiều sâu cắt) phù hợp cặp vật liệu (chi tiết- dụng cụ cắt) và yêu cầu gia công cần chú ý đến việc lựa chọn tuổi bền kinh tế.

- Không dùng dung dịch trơn nguội (gia công khô) hoặc phải tưới mạnh và nhiều.

#### **\* Đối với dụng cụ:**

- Xác định thông số hình học theo điều kiện gia công.

- Đảm bảo kích thước thân dụng cụ để khi gia công không có rung động.

- Mài sắc hợp lý và từ từ bằng đá mài sần Cácbit Silic hoặc đá mài kim cương.

**\*Đối với máy công cụ:**

-Máy có độ cứng vững tốt không rung động ở tốc độ cắt cao và lực cắt lớn. đảo bảo kẹp chặt tốt dụng cụ và chi tiết.

-Kiểm tra công suất cắt và công suất máy để tránh quá tải.

**5. Vật liệu gốm:**

Vật liệu gốm được nghiên cứu từ những năm 1930 và đưa vào sử dụng sau 1950.

Thành phần chính của gốm là “đất sét kỹ thuật”(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) gồm hai pha của oxit nhôm:

$\gamma$ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> có  $\rho = 3,65\text{g/cm}^3$  và  $\alpha$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> với  $\rho = 3,96\text{g/cm}^3$

Để chuyển hoá hòa toàn từ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sang  $\alpha$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Người ta nung đất sét kĩ thuật ở nhiệt độ 1400-1600<sup>0</sup>C. Sau đó nghiền nhỏ thành bột mịn. Bột được ép thành những mảnh dao có hình dạng và kích thước tiêu chuẩn sau đó đem thêu kết.

Hiện nay có 3 loại vật gốm được sử dụng gồm:

**a. Oxit nhôm thuần khiết (99%Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):**

Hiện nay Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> còn thêm không dưới 10% oxit kẽm (ZnO<sub>2</sub>) làm tăng thêm sức bền.

**b. Vật liệu gốm trộn:**

Ngoài Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> là chính, còn thêm các Cácbit kim loại như Cácbit Titan (TiC), Cacbit vonfram (WC), Cacbit Tantan (TaC), Nitrit Titan(TiN).

Loại này có sức bền cao, dùng để tiện tinh, phay tinh các loại vật liệu như gang cứng, thép tôi.

**c. Vật liệu gốm không Oxit:**

Loại này được chế tạo từ nitrit silic (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) có sức bền uốn cao hơn nhiều so với hai loại trên, chủ yếu được dùng để gia công nhôm và hợp kim nhôm.

Đối với vật liệu gốm thì độ hạt càng mịn, sức bền uốn càng tăng

**\*Các tính năng chủ yếu của vật liệu gốm:**

- + Độ cứng và tính giòn cao.
- + Chịu mòn và chịu nhiệt cao nên thường dùng để cắt ở tốc độ cao .
- + Tính dẫn nhiệt kém nên khi cắt không dùng dung dịch trơn nguội .
- + Tính dẻo kém do sức bền uốn kém, vì vậy không dùng để gia công khi có rung động, va đập và lực cắt lớn .

+ Mài sắc bằng đá mài kim cương.

**\*Phạm vi sử dụng của vật liệu gốm:**

- Tốc độ cắt không nhỏ hơn 100m/ph.
- Khi gia công thép, tốc độ cắt: V=1 – 2 lần so với khi cắt bằng HKC.
- Khi gia công gang, tốc độ cắt V = 2 – 3 lần so với HKC
- Tốc độ cắt tinh lớn nhất khi gia công thép xây dựng có thể đạt đến 600m/ph, khi gia công gang, V = 800m/ph.
- Vì chịu rung rộng và va đập kém nên chủ yếu được dùng để gia công tinh chiều sâu cắt và lượng chạy dao bé.

- Vì tính dẫn nhiệt kém nên không dùng dung dịch trong nguội khi cắt. Riêng đối với Nitritsilic ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) có sức bền và tính dẫn nhiệt cao hơn Oxit nhôm khoảng bốn lần nên có thể dùng dung dịch trong nguội.

- Nhờ có tính mòn cao nên thường dùng để gia công lần cuối để đạt độ chính xác kích thước và độ nhẵn bề mặt cao.

- Các mảnh dao gôm thường được kẹp cơ khí vào thân dao và không mài sắc lại

**\* So với HKC, mảnh dao gôm có những ưu điểm sau:**

- Năng suất cao hơn vì thời gian máy giảm do tốc độ cắt cao khi cùng một tuổi bền.

- Tuổi bền tăng nếu cắt cùng một tốc độ cắt .

- Sai lệch kích thước gia công nhỏ hơn.

- Chất lượng bề mặt đạt được cao hơn.

- Giá thành rẻ hơn.

**6. Vật liệu tổng hợp (nhân tạo) siêu cứng:**

Sau vật liệu gôm, người ta tiếp tục nghiên cứu và chế tạo một loại vật liệu làm dụng cụ mới. Đó là vật liệu tổng hợp siêu cứng. Có hai loại thường gặp là: kim cương tổng hợp và Nitrit Bo lập phương (còn gọi là El bo).

**a> Kim cương nhân tạo:**

Kim cương nhân tạo được tổng hợp từ than chì (Graphit) ở áp lực và nhiệt độ cao.

\* Những tính năng cơ bản của kim cương:

+ Độ cứng tế vi của kim cương cao nhất trong các loại vật liệu hiện nay, cao hơn của hợp kim cứng từ 5 – 6 lần, độ cứng tế vi của hợp kim cứng khoảng  $(120 - 180) \cdot 10^8 \text{Pa}$   $1 \text{Pa} = 1 \text{Nm}^2$

+ Độ dẫn nhiệt cao gấp hai lần hợp kim cứng.

+ Độ chịu nhiệt kém  $\approx 800^\circ\text{C}$ .

+ Giòn, chịu tải trọng va đập kém.

+ Chịu mài mòn, tuy nhiên khi gia công thép C có hàm lượng Cacbon thấp thì lại bị mòn nhanh do hiện tượng khuếch tán.

Do hệ số dẫn nhiệt cao, nên tuy chịu nhiệt kém, kim cương vẫn có thể cắt được ở tốc độ rất cao.

**\* Phạm vi sử dụng :**

+ Thường được dùng làm đá mài để mài sắc dụng cụ cắt bằng hợp kim cứng.

+ Dùng làm dao tiện để gia công gang và các kim loại màu.

**b> Nitrit Bo lập phương (còn gọi là El bo):**

Là hợp chất giữa Nitơ và nguyên tố Bo. Tính cắt của nó tương tự như kim cương.

- Độ cứng tế vi của El bo là  $(600 - 800) \cdot 10^8 \text{Pa}$  .

- Chịu nhiệt khoảng  $1500 - 2000^\circ\text{C}$ .

- Hệ số ma sát bé .

- Chống mài mòn tốt.

- Hệ số ma sát với kim loại nhỏ.

**\* Ứng dụng:**

- Gia công tinh thép tôi có HRC  $\approx 39 - 66$ , và gang HKC, đặc biệt là thép gió.

## **Bài 3 CƠ SỞ VẬT LÝ CỦA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT**

### **I. Quá trình hình thành phôi cắt :**

Khi cắt lưỡi cắt của dao tác dụng vào kim loại một lực ( lực cắt ), nó gây ra một sự thay đổi cơ lý tại vùng cắt của vật liệu.

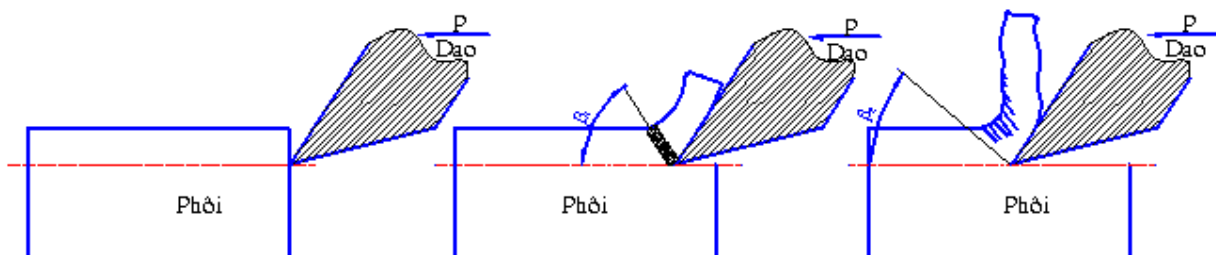
- Đầu tiên dưới tác dụng của lực  $P$  kim loại bị nén và biến dạng đàn hồi

- Dao tiến sâu vào ( lực  $P$  càng lớn) gây nên ứng suất bên trong kim loại lớn hơn giới hạn đàn hồi do đó kim loại bắt đầu bị biến dạng dẻo ( các phần tử bên trong kim loại bắt đầu bị trượt theo mặt trượt và phương trượt)

-Do biến dạng các tinh thể trên phương này bị kéo dài thành hình elíp (góc của mặt trượt so với phương của lực cắt là  $\beta_1$ )

-Khi dao tiếp tục tiến thêm  $\Rightarrow$  áp lực gia tăng làm ứng suất tăng vượt quá giới hạn bền kim loại bị biến dạng lớn và bắt đầu bị phá hủy.

Trên phần kim loại của phôi ở mặt trước daop xuất hiện các vết nứt theo góc phá



huỷ  $\beta_2 (\beta_2 \neq \beta_1)$

- Khi dao tiếp tục tiến, phoi bị cắt sẽ trượt trên mặt trước của dao, còn dao tiếp tục ép lên các phần tử kim loại tiếp theo.

## II. Các dạng phoi cắt:

Các nhà công nghệ có thể căn cứ vào sự hình thành phoi cắt mà đánh giá được các thông số của dụng cụ cắt, các yếu tố chế độ cắt được hợp lý hay chưa, mức độ tiêu hao năng lượng nhiều hay ít, chất lượng bề mặt gia công có đảm bảo hay không....

Có các dạng phoi cắt sau đây:

**\*Phoi vụn:** phoi cắt ra là những hạt nhỏ rời rạc có hình dáng kích thước khác nhau. Phoi vụn thường gặp khi gia công vật liệu giòn hay cắt với vận tốc thấp.

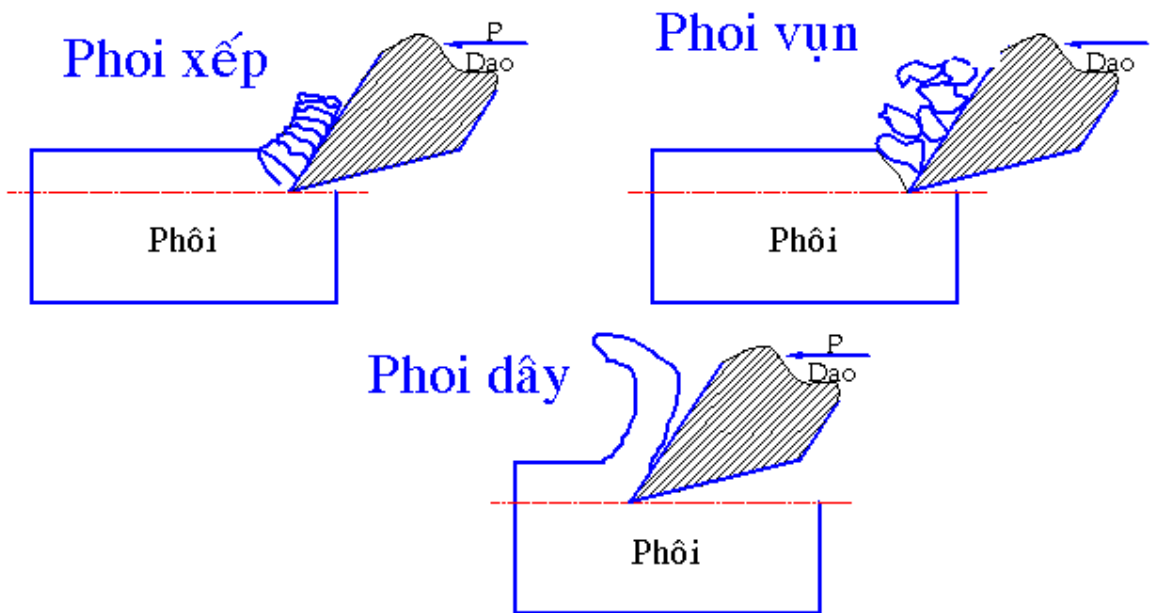
Sự hình thành phoi không liên tục (phoi vụn) làm lực cắt thay đổi gây ra va đập, rung động ... chất lượng bề mặt xấu đi, nhiệt và lực cắt chỉ tập trung ở mũi dao.

**\*Phoi xếp:** Mặt phoi tiếp xúc với mặt trước của dao thì nhả bóng mặt đối diện với nó có những nếp gợn (nứt nhỏ), phoi bị đứt ra thành từng mảnh hoặc từng đoạn ngắn.

Dạng phoi này thường xuất hiện khi cắt các vật liệu dẻo vừa, (vận tốc cắt, lượng chạy dao trung bình và dao có góc trước  $\gamma$  lớn).

Khi cắt ra phoi xếp thì bề mặt ra công nhẵn bóng hơn.

**\*Phoi dây:** Thường gặp khi cắt các vật liệu dẻo hoặc khi cắt với - vận tốc cao, góc độ mài dao hợp lý. Phoi có dạng dây dài - xoắn (mặt phoi tiếp xúc với mặt trước của dao nhả bóng, mặt còn lại gợn nứt). Phoi dây vẫn còn khả năng biến dạng dẻo.



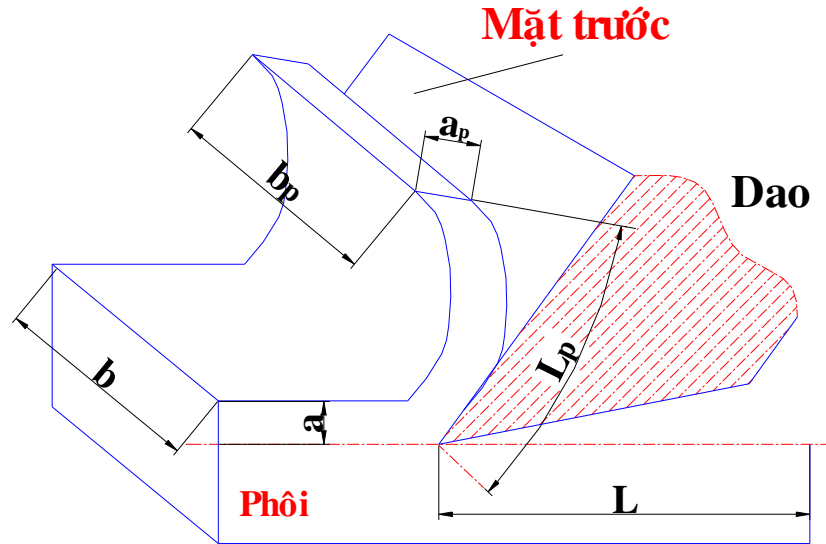
Do có phoi dây mà lực cắt thay đổi rất ít, tiêu hao năng lượng giảm, chất lượng bề mặt gia công càng tốt.

Cần chú ý rằng ngay cùng một loại vật liệu gia công nhưng tùy theo điều kiện cắt gọt, thông số hình học của dao, chế độ cắt,... có thể cho ta phoi vụn, phoi xếp hoặc phoi dây. Vì vậy từ chỗ quan sát phoi khi cắt người thợ có thể phán đoán nguyên nhân để có những điều chỉnh kịp thời.

### III. Sự co rút phoi:

Sự co rút phoi là đặc tính tiêu biểu nói lên mức độ biến dạng về lượng của kim loại cắt gọt. Từ nghiên cứu về sự co rút phoi trên phương diện thể tích có thể nhận biết được việc cắt diễn ra khó hay dễ, năng lượng tiêu hao nhiều hay ít.

Gọi  $a, b, L$ , là kích thước cần cắt;  $a_p, b_p, c$  là kích thước phoi, thì:



$$L > L_p$$

$$a > a_p$$

$$b > b_p$$

hệ số co rút phoi theo:

-Chiều dài:  $K_L = L / L_p > 1$

-Chiều dài:  $K_a = a_p / a > 1$

Theo định luật bảo toàn thể tích:  $a \cdot b \cdot L = a_p \cdot b_p \cdot L_p$

Ta có:  $L / L_p = a_p / a$  hay:  $K_L = K_a$ .

### IV. Hiện tượng lẹo dao:

\* **Hiện tượng** : Khi cắt kim loại ở một khoảng tốc độ nào đó, trên mặt trước của dao xuất hiện một khối kim loại có độ cứng khá lớn, có tổ chức và tính chất khác biệt với vật liệu chi tiết gia công, vật liệu làm dao. Khối kim loại này lúc to, lúc nhỏ khác nhau... Nó xuất hiện và biến mất hàng chục lần trong một giây. Đó là hiện tượng lẹo dao.

\* **Nguyên nhân**:

Tại vùng vật liệu phoi tiếp xúc với mặt trước của dao đồng thời chịu tác dụng của ba lực:

$\vec{T}$ - Lực ma sát giữa phoi và mặt trước của dao.

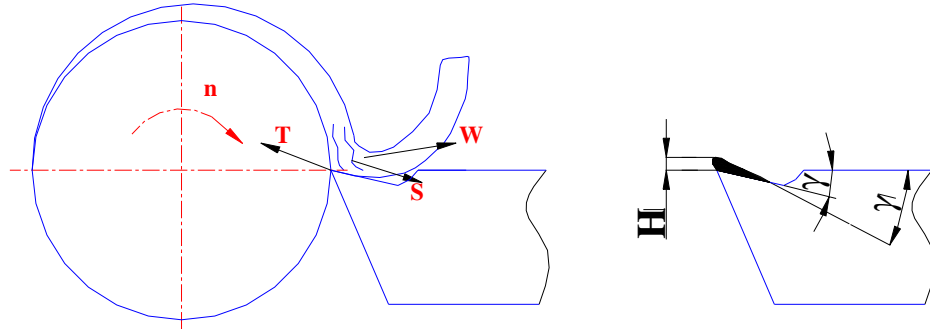
$\vec{S}$ - Lực liên kết giữa các lớp kim loại thuộc phoi.

$\vec{W}$ - Lực thoát phoi.



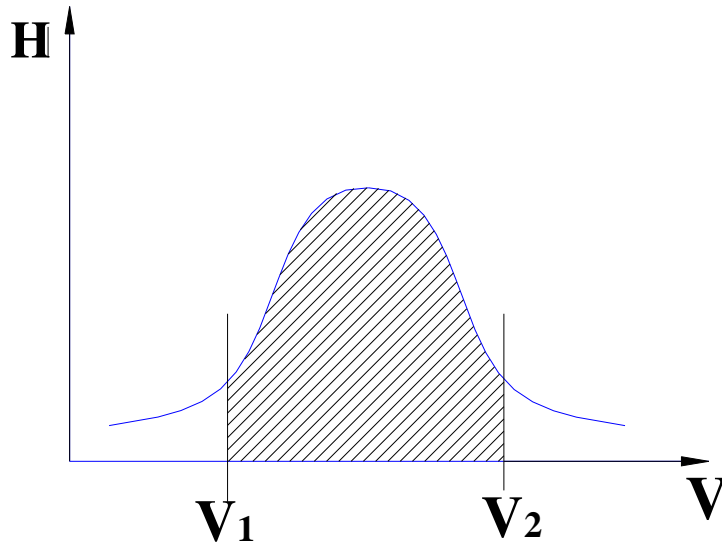
Ở nhiệt độ thấp lực liên kết S ( nội lực ma sát) còn lớn, khi nhiệt độ tăng lên lực S giảm dần nên :  $T > S + W$  và kim loại thuộc lớp tiếp xúc tách khỏi phoi nằm lại trên mặt trước của dao tạo thành khối lẹo dao.

Khi nhiệt độ cao hơn nữa, lớp kim loại gần đến trạng thái nóng chảy làm cả nội ma sát (S) và cả ngoại ma sát (T) đều giảm nhưng T giảm nhanh hơn S nên lẹo dao không được hình thành, còn lẹo dao trước đó bị nung chảy rồi bị lực của dòng phoi cuốn đi.



Lẹo dao có tác dụng tích cực là bảo vệ lưỡi cắt khỏi bị mòn nhanh, làm tăng góc trước ( $\gamma_{ld} > \gamma$ ) giảm được lực cắt. Tuy nhiên lẹo dao làm lưỡi cắt “cùn - tù” và sự hình thành biến mất của nó nhiều lần sẽ gây ra rung động trong quá trình cắt làm giảm độ bóng, độ chính xác gia công. Do đó ta cần phải tránh xảy ra hiện tượng lẹo dao trong quá trình gia công.

\* **Những nhân tố ảnh hưởng đến lẹo dao:**



+ **Tốc độ cắt:** Từ thực nghiệm với một số điều kiện nhất định cho thấy lẹo dao chỉ hình thành trong phạm vi tốc độ cắt từ  $V_1$  đến  $V_2$ .

+ **Vật liệu gia công:** Khi gia công vật liệu giòn phoi dễ phá hủy và đứt ra sớm nên khó hình thành lẹo dao.



Lẹo dao thường được hình thành khi gia công vật liệu dẻo. Tính dẻo của vật liệu khác nhau thì khoảng tốc độ để hiện tượng lẹo dao ( $V_1, V_2$ ) và chiều cao lẹo dao ( $H_1$ ) cũng khác nhau.

**+Góc trước của dao ( $\gamma$ ):** Góc trước của dao nhỏ, phoi biến động nhiều hơn nên tần số hình thành và biến mất của lẹo dao thấp, chiều cao lẹo dao lớn.

**+ Anh hưởng của chiều dày cắt ( $a$ ):** Khi chiều dày cắt lớn, tần số hình thành và biến mất của lẹo dao lớn.

## V. Hiện tượng cứng nguội.

Trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt, trên lớp bề mặt chi tiết gia công xảy ra hiện tượng dẻo  $\Rightarrow$  các hạt tinh thể bị kéo lệch mạng và giữa chúng sinh ra ứng suất. Tác dụng này làm tăng thể tích riêng và làm giảm mật độ kim loại  $\rightarrow$  độ cứng, độ giòn, giới hạn bền tăng lên còn tình dẻo – dai bị giảm, tính dẫn từ thay đổi, ... bề mặt kim loại được làm chắc” gọi là hiện tượng cứng nguội.

Đặc trưng của hiện tượng cứng nguội là cứng độ tế vi.

Mức độ biến dạng cứng, chiều sâu lớp biến cứng tỷ lệ với mức độ biến dạng dẻo của lớp bề mặt kim loại.

Hiện tượng cứng nguội gây ảnh hưởng xấu, làm giảm độ bóng, độ chính xác và cơ tính tổng hợp của lớp bề mặt chi tiết gây cản trở đến lần gia công tiếp theo.

**Các nhân tố ảnh hưởng đến hiện tượng này gồm:**

- Các thông số hình học của dao, các yếu tố của chế độ cắt làm tăng mức độ biến dạng của phoi, phoi thì đều tăng độ cứng nguội.

- Mức độ mài mòn của dao tăng thì độ cứng nguội tăng;

- Bán kính mũi dao tăng, độ cứng nguội cũng tăng lên.

Muốn giảm hiện tượng cứng nguội ta phải lựa chọn chế độ cắt hợp lý, thông số hình học dao thích hợp kết hợp với dung dịch trơn nguội trong khi cắt.

Đồng thời với hiện tượng làm chắc lớp kim loại bề mặt thì còn tồn tại một quá trình ngược lại là làm cho kim loại suy yếu đi và trở lại trình trạng ban đầu chưa biến cứng. Quá trình này phụ thuộc vào nhiệt độ trong vùng cắt và khi nhiệt độ lớn kéo dài thì kim loại bề mặt có thể suy yếu mạnh. Tính chất cuối cùng của lớp bề mặt tùy theo tỷ lệ tác động hai yếu tố **lực** và **hiệt** tại vùng cắt.

## VI. Ứng suất dư trên bề mặt gia công:

Ứng suất dư sinh ra trên lớp bề mặt chi tiết gia công được giải thích:

Khi cắt một lớp mỏng kim loại sẽ tồn tại một trường lực  $\Rightarrow$  gây nên biến dạng dẻo không đều ở từng vùng. Khi thôi cắt, trường lực mất đi thì biến dạng dẻo làm xuất hiện ứng suất dư.

Khi lớp kim loại bề mặt bị cứng nguội, thể tích riêng của nó tăng lên, lớp bên trong không bị biến dạng vẫn giữ thể tích bình thường. Do có sự liên hệ giữa hai lớp

nên ở lớp ngoài sinh ra ứng suất dư nén lớp bên trong để cân bằng sẽ sinh ra ứng suất dư kéo.

Trong vùng cắt, nhiệt cắt nung nóng cục bộ lớp bề mặt làm môđun đàn hồi của nó giảm xuống tối thiểu. Sau đó bề mặt chi tiết nhanh chóng nguội đi và co lại. Nhưng vì có liên hệ với lớp bên trong nên lớp ngoài sinh ra ứng suất dư kéo, còn lớp trong để cân bằng sinh ra ứng suất dư nén.

Khi cắt nhiệt sinh ra làm thay đổi cấu trúc kim loại, kim loại chuyển pha làm thể tích của nó bị thay đổi. Ở lớp kim loại có thể tích riêng lớn sinh ra ứng suất dư nén, ngược lại lớp nào có cấu trúc thể tích riêng nhỏ sẽ sinh ứng suất dư kéo.

Tóm lại, khi gia công cơ trên bề mặt sinh ứng suất dư – trị số, dấu và chiều sâu phân bố của nó phụ thuộc vào phương pháp gia công và chế độ cắt.

Ứng suất dư làm giảm chất lượng bề mặt chi tiết gia công, làm giảm khả năng chịu mỏi,... Hạn chế khi sử dụng chi tiết máy sau này. Nếu ứng suất dư quá lớn, sau khi gia công chi tiết bị biến dạng, vỡ, nứt... không dùng được.

Để giảm ứng suất dư cần phải chọn được chế độ cắt, góc độ dao hợp lý và tưới dung dịch trơn nguội vào vùng cắt.

## VII. Hiện tượng nhiệt khi cắt :

Trong quá trình cắt, công tiêu hao được chuyển thành nhiệt năng. Nhiệt sinh ra trong quá trình cắt là một hiện tượng vật lý quan trọng trực tiếp ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của vật liệu gia công và độ bền của dao cụ. Nhiệt sinh ra làm giảm năng suất và độ chính xác gia công.

$$Q = Q_F + Q_d + Q_c + Q_{mt}$$

$Q_F$  – Nhiệt đi vào phoi. (Khoảng 75 – 80%)

$Q_d$  – Nhiệt đi vào dao. (Khoảng 15 – 20%)

$Q_c$  – Nhiệt đi vào chi tiết. (Khoảng 4%)

$Q_{mt}$  – Nhiệt đi vào môi trường. (Khoảng 2%)

## VIII. Hiện tượng rung động khi cắt:

Rung động làm cho vị trí giữa dao cắt và chi tiết gia công thay đổi theo chu kỳ. Khi tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt, khi tần số cao, biên độ nhỏ sẽ sinh ra độ nhấp nhô bề mặt. Rung động làm cho dao cụ mau mòn. Ngoài ra do rung động mà chiều sâu cắt, lực cắt, tiết diện phoi biến động làm tăng sai số gia công.

Rung động của hệ thống công nghệ gồm hai loại : rung động cưỡng bức và tự rung.

\***Rung động cưỡng bức** là do các lực kích thích từ bên ngoài truyền đến. Tùy theo nguồn lực kích thích rung động cưỡng bức có thể có chu kỳ hoặc không chu kỳ. Nguồn gốc sinh ra lực kích thích là do sai số cá biệt của chi tiết trong máy, các mặt tiếp xúc có khe hở, các khâu quay không cân bằng, lượng dư gia công không đều, bề mặt gia công không liên tục hoặc rung động do các máy xung quanh truyền sang ....

### **Biện pháp để giảm rung động cưỡng bức :**

- Tăng độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Yêu cầu độ chính xác chế tạo – lắp ráp máy, đồ gá cao.
- Phải cân bằng các khâu quay cao tốc.
- Tránh cắt không liên tục.
- Phôi cần được chọn lọc và gia công sơ bộ.
- Trang bị thêm cơ cấu giảm rung động.
- Móng máy đủ khả năng dập tắt dao động và được cách chân với xung quanh.

\***Tự rung** là loại dao động không giảm được, nó được duy trì bởi một nguồn năng lượng không đổi do bản thân chuyển động cắt gây ra – có nghĩa là khi nào ngừng cắt thì tự rung cũng chấm dứt. Tự rung làm ảnh hưởng đến chất lượng gia công, việc khắc phục nó rất khó khăn. Cho đến nay vẫn chưa có giả thiết nào giải thích thỏa đáng bản chất của hiện tượng này.

Để hạn chế tự rung động cần giảm năng lượng truyền đến và tăng năng lượng tiêu hao.

Biện pháp giảm năng lượng truyền đến :

Thay đổi hình dạng hình học dao cắt và chế độ cắt để giảm lực cắt ở phương có rung động.

Sử dụng dung dịch trơn nguội hợp lý để giảm bớt mòn dao.

**+Để tăng năng lượng tiêu hao, cần :**

Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ, nâng cao tần số tự rung để làm tăng sức cản của ma sát và giảm biên độ dao động xuống.

Sử dụng các trang bị giảm rung để thu bớt năng lượng dao động .

Nguyên lý của trang bị giảm rung động là : Dựa vào chi tiết dao động một khối lượng nhỏ sao cho tần số của khối lượng này bằng tần số dao động của chi tiết. Trang bị giảm rung sẽ tạo ra một dao động lệch pha với dao động của chi tiết là  $180^0$ . Lực sinh ra sẽ bằng lực dao động nhưng ngược chiều nên cân bằng nhau và làm triệt tiêu dao động.

## **IX. Dung dịch trơn nguội:**

Để cải thiện điều kiện cắt gọt, nâng cao năng suất, tăng độ bóng bề mặt gia công ... Người ta tưới vào vùng cắt một loại dung dịch trơn nguội. Dung dịch trơn nguội có hai tính năng quan trọng:

- Làm nguội để giảm nhiệt độ vùng cắt, giảm biến dạng nhiệt, ...
- Bôi trơn để giảm ma sát, giảm lực cắt để nâng cao năng suất.

**Yêu cầu đối với dung dịch trơn nguội** là phải luôn ổn định có nghĩa là không bị biến chất trong một thời gian dài, mặt khác là không ảnh hưởng đến công nhân như gây mùi hôi hoặc ăn mòn da thịt – quần áo ... ; không đông đặc hay ngưng tụ làm cản trở cho việc bơm tưới ; không làm gỉ sét hay ăn mòn máy, dao, chi tiết gia công.

**Các loại dung dịch trơn nguội thông dụng :**

Khi gia công thô người ta thường dùng dung dịch nước có pha chất chống ăn mòn như: Axit Nitơrit loãng, Xút, Êmuxi, ....

Còn khi gia công tinh thường dùng dung dịch chứa các chất hoạt tính như Axít béo hữu cơ, Axít béo, Kiềm hữu cơ, Dầu thực vật....

Để tưới dung dịch trơn nguội vào vùng cắt người ta người ta sử dụng hệ thống bơm kết hợp với vòi phun. Lưu lượng dung dịch trơn nguội được tính toán và điều chỉnh sao cho đảm bảo được hiệu quả làm nguội và bôi trơn tại vùng cắt.

## **X. Hiện tượng và phương thức mài mòn dao:**

### **a. Hiện tượng mài mòn dao khi cắt kim loại :**

Trong suốt quá trình cắt gọt mặt trước của dao luôn tiếp xúc và có chuyển động tương đối với mặt đã gia công của chi tiết. Sự tiếp xúc giữa các phần tử kim loại có những đặc điểm đáng chú ý:

- Sự tiếp xúc thực hiện dưới áp lực lớn.
- Quá trình diễn ra ở nhiệt độ cao.
- Hệ số ma sát tại vùng tiếp xúc có chuyển động rất lớn ( $\mu = 0.4 - 1$ )
- Mỗi phần tử kim loại của dao chỉ tiếp xúc với phần tử phoi hay chi tiết có một lần và không lặp lại.

Từ lý thuyết về mài mòn Summer Smiht và Delepiereux đã khái quát thành 4 nguyên nhân dẫn đến mài mòn dao như sau :

#### **+Mài mòn do quá trình ma sát cơ học gây nên**

Khi cắt các bề mặt của dao luôn tiếp xúc và chuyển động tương đối với phoi và chi tiết. Dưới tác dụng của tải trọng các phần tử kim loại tại vùng tiếp xúc sẽ phát sinh mối liên kết kim loại. Nếu mối liên hệ này lớn hơn độ bền bản thân mỗi kim loại tham gia tiếp xúc thì bản thân các phần tử kim loại có độ bền nhỏ sẽ bị bức ra và lồi đi.

#### **+Mài mòn do sự xuất hiện và mất đi liên tục của các khối lẹo dao:**

Khi cắt tại vùng tiếp xúc gần mũi dao hình thành nên các khối lẹo dao có độ cứng cao hơn độ cứng của bản thân kim loại tham gia tiếp xúc. Mặt khác do sinh ra và bị lồi đi liên tục dẫn đến tốc độ mài mòn trên các bề mặt dao tăng lên.

#### **+Mài mòn do hiện tượng khuếch tán tại vùng tiếp xúc:**

Vật lý đã chứng minh : Có hai kim loại ép vào nhau nếu ta đốt nóng tại vùng tiếp xúc thì ở đó xuất hiện hiệu điện thế. Các phần tử kim loại của hai vật tiếp xúc sẽ khuếch tán vào nhau. Hiện tượng này còn gọi là hiện tượng thẩm thấu.

#### **+Sự xuất hiện và phát triển các vết nứt tế vi dẫn đến gãy vỡ dao**

### **b. các dạng mài mòn dao:**

- Mài mòn mặt sau
- Mài mòn mặt trước
- Mài mòn lưỡi liềm
- Mài mòn mũi dao
- Mài mòn lưỡi cắt

Thông thường cả 5 dạng mài mòn đồng thời xảy ra trên dao cắt. Song với một dao cho trước tại một thời điểm khảo sát với những điều kiện cắt cụ thể thì có 1 hoặc 2 dạng mài mòn là đặc trưng. Loại mài mòn đặc trưng thường phụ thuộc vào vật liệu gia công, vật liệu dao, phương pháp cắt và tính chất cắt gọt.

+**Mũi dao bị mài mòn** : Vị trí tiếp xúc giữa dao và chi tiết (theo phương  $\tau$ ) sẽ thay đổi dẫn đến thay đổi đường kính gia công, mặt khác bán kính mũi dao ( $R$ ) thay đổi sẽ dẫn đến sự thay đổi khi cắt.

+**Mặt sau khi bị mài mòn** (góc sau  $\alpha \rightarrow 0^\circ$ ) làm tăng sự tiếp xúc giữa mặt sau dao và mặt đang gia công của chi tiết. Sự tiếp xúc làm tăng sự đáng kể tải trọng lực và nhiệt.

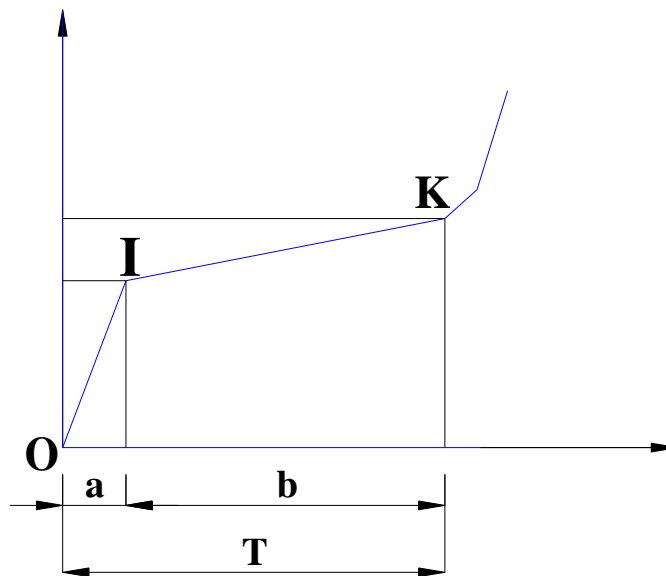
+**Mặt trước** dao bị mài mòn ( góc trước dao  $\gamma$  âm ) làm tăng mức độ biến dạng khi cắt và cũng dẫn đến tăng tải trọng.

+**Mài mòn lưỡi liềm**: làm tăng góc trước  $\gamma$  tăng lên phoi dễ thoát, nhưng ngược lại làm yếu dao ( $\beta$ ). Độ lớn lưỡi liềm này tăng đến mức nào đó dao không còn khả năng chịu được lực cắt được nữa sẽ gây gãy vỡ dao.

+**Cùn lưỡi cắt**: Dao cùn sẽ không thể hút bết lớp kim loại ra khỏi chi tiết mà chỉ trượt trên bề mặt gia công.

### c. Các giai đoạn của quá trình mài mòn dao:

Lý thuyết mài mòn nói chung và kết quả thí nghiệm về mài mòn dao đã nói riêng đã chứng minh rằng: quá trình mài mòn dao diễn ra trong ba giai đoạn.



+Giai đoạn bắt đầu mài mòn IO có tốc độ mài mòn lớn diễn ra trong thời gian ngắn, mài mòn chủ yếu trong giai đoạn này là sang bằng cơ học các nhấp nhô để lại khi gia công cơ.

+Giai đoạn mài mòn bình thườngIK có tốc độ mài mòn nhỏ diễn ra trong thời gian dài, giai đoạn tương tự như giai đoạn làm việc bình thường của các chi tiết máy sau thời kỳ chạy rà.

+Giai đoạn mài mòn khốc liệt (sauK) với tốc độ lớn diễn ra trong thời gian ngắn liền sau đó là dao bị cháy hoặc bị gãy vỡ mất khả năng cắt. Điểm K được gọi là điểm mòn tới hạn. Độ cứng mài mòn tương ứng với điểm K gọi là độ mài mòn cho phép.

## XI. Chất lượng bề mặt gia công.

## 1. Độ bóng bề mặt gia công.

### a. Khái niệm về chất lượng gia công:

Đối tượng của quá trình cắt gọt là chi tiết gia công. Do ảnh hưởng nhiều yếu tố có liên quan đến quá trình cắt gọt cho nên chi tiết thực tế được gia công bao giờ cũng có sai lệch với chi tiết thực tế. Những sai đó phân làm 2 nhóm:

-**Nhóm sai lệch đại quan** (phát hiện bằng mắt thường) về kích thước, hình dáng vị trí tương quan giữa các bề mặt → khái niệm về độ chính xác gia công.

-**Nhóm sai lệch tế vi**: độ nhấp nhô bề mặt, sự thay đổi tính chất cơ lý lớp bề mặt, ..... → khái niệm về chất lượng bề mặt gia công.

### b. Chất lượng bề mặt đã gia công.

\* Độ nhám và độ bóng bề mặt:

Nguyên nhân sự khác nhau giữa bề mặt lý tưởng và bề mặt gia công thực tế.

- Bề mặt đã gia công là sự sao chép hình dạng lưỡi cắt của dao.

- Có lượng chạy dao S làm cho các vết cắt không liên tục để lại phần kim loại chưa cắt.

- Do sự rung động của hệ thống công nghệ MGDC.

- Do quá trình biến dạng và ma sát làm phát sinh những vết nứt tế vi.

Kết quả của những nguyên nhân trên đã để lại trên bề mặt của chi tiết sau gia công những vết lồi, lõm. Vết lồi, lõm được gọi là độ nhấp nhô và tùy thuộc vào chiều cao của các nhấp nhô phân làm các cấp độ bóng.

\* Các số đo nhám bề mặt: Đặt trung 4 loại:

+Độ không bằng phẳng ( $R_{max}$ ) là khoảng cách đo theo phương y từ đỉnh cao nhất

tới đáy nhấp nhô của các nhấp nhô trong khoảng chiều dài 1 đơn vị tính là **mk**.

+Chiều cao nhấp nhô trung bình ( $R_a$ ) là khoảng cách trung bình của các điểm trên profin đến đường trung bình.  $R_a$  được xác định theo công thức:

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

$$h_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l y^2 dx}$$

+Số đo độ nhám  $h_q$  được tính theo biểu thức:

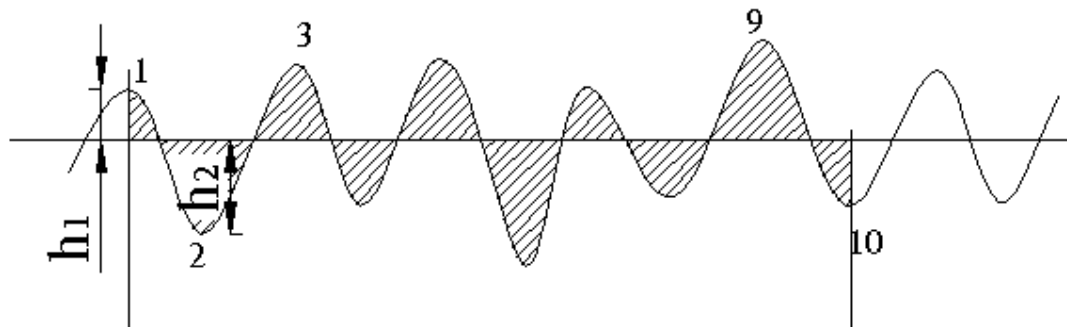
+Chiều cao nhấp nhô  $R_z$

Chiều cao nhấp nhô  $R_z$  được xác định bằng cách chọn trên chiều dài cơ sở 5 đỉnh nhấp nhô ổn định và 5 đáy nhấp nhô ổn định. Độ chênh lệch trung bình giữa các đỉnh và đáy đó chính là  $R_z$ .

Ví dụ: ta chọn 5 đỉnh 1,3,5,7,9 có khoảng cách tới đường chuẩn là  $h_1, h_3, h_5, h_7, h_9$

5 đáy 2,4,6,8,10 có khoảng cách từ đáy tới đường chuẩn là  $h_2, h_4, h_6, h_8, h_{10}$  thì:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) + (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}$$



## 2. Hiện tượng cứng nguội:

Hậu quả của biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo sau khi cắt là tạo trên bề mặt chi tiết 1 lớp kim loại bị nén khiến cho bề mặt đó trở nên bền và cứng hơn so với bản thân cấu trúc của kim loại đó. Đó là hiện tượng cứng nguội, để đánh giá hiện tượng cứng nguội người ta dùng một số thông số sau:

- Mức độ cứng nguội  $\Delta H$

$$\Delta H = \frac{H - H_0}{H_0} \times 100 \%$$

Trong đó: H độ cứng lớp mỏng bề mặt sau khi biến dạng dẻo.

$H_0$  độ cứng lớp mỏng bề mặt trước khi biến dạng dẻo.

- Chiều sâu cứng nguội.

- Trị số, chiều sâu và dấu của ứng suất dư ở lớp bề mặt.

Khi gia công do mũi dao không nhọn lí tưởng mà có bán kính R nên khi cắt mặt sau của dao trượt trên bề mặt gia công càng làm tăng mức độ biến dạng dẻo trên bề mặt chi tiết. Còn sự biến dạng của khối kim loại ở vùng phía trước mặt dao sẽ làm tăng chiều sâu cứng nguội.

Tất cả các thông số về chế độ cắt, hình dáng hình học của dao làm tăng sự biến dạng. Còn khi dao bị cùn góc sau giảm, không dùng dung dịch bôi trơn nguội,... sẽ làm tăng mức độ cứng nguội.

Hiện tượng cứng nguội có ảnh hưởng xấu đến chi tiết vì lớp cứng nguội giòn dễ bị rạn nứt đồng thời gây khó khăn cho lần gia công sau.



# HỌC TRÌNH II

## TIỆN - CẮT REN - BÀO (XỌC) - GIA CÔNG LỖ

### § 1-TIỆN

#### I. Tính chất của tiện:

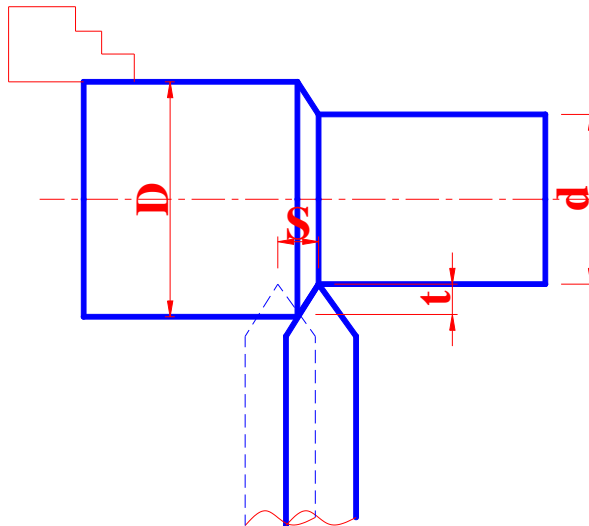
- Tiện là phương pháp gia công cắt gọt kim loại thông dụng nhất. Trong các nhà máy cơ khí, máy tiện chiếm số lượng lớn nhất, khoảng 30% đến 40%.
- Chuyển động chính khi tiện là chuyển động quay tròn của phôi, chuyển động chạy dao là chuyển động thẳng của dao tiện theo phương dọc trục hoặc hướng kính của phôi.
- Tốc độ cắt trung bình khi tiện được xác định theo công thức:  
Trong đó:

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} (m / ph)$$

D- đường kính trung bình của bề mặt cần gia công và bề mặt đã gia công [mm].

n- số vòng quay của phôi trong một phút [vg/ph].

Lượng chạy dao (bước tiến) được biểu thị bằng quãng đường của mũi dao di chuyển sau một vòng quay của phôi, có đơn vị tính là: mm/vòng.



Chiều sâu cắt được tính theo công thức:

$$t = \frac{D - d}{2} (mm)$$



Trong đó:

$D$  – đường kính của bề mặt cần gia công [mm]

$d$  - đường kính của bề mặt đã được gia công [mm]

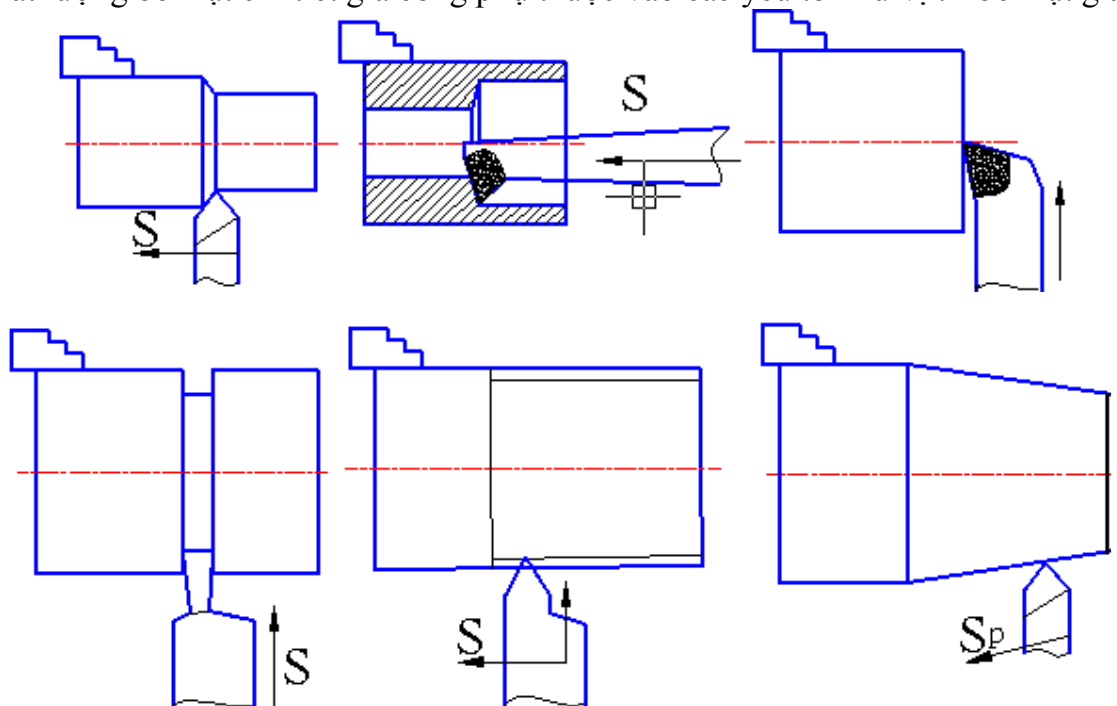
## II. Khả năng công nghệ của tiện:

Tiện chủ yếu để gia công các bề mặt có dạng tròn xoay như mặt trụ ngoài, trụ trong, mặt côn ngoài, côn trong, các mặt đầu, mặt định hình tròn xoay, ren trong, ren ngoài.

Độ chính xác của gia công tiện phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Độ chính xác của máy tiện.
- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Dụng cụ cắt.
- Trình độ tay nghề của công nhân.

Chất lượng bề mặt chi tiết gia công phụ thuộc vào các yếu tố như vị trí bề mặt gia



công (mặt ngoài, mặt trong, mặt đầu) và phương pháp gia công (tiện thô, bán tinh, tiện tinh).

Độ chính xác về vị trí tương quan như độ đồng tâm giữa các bậc của trục, giữa mặt trong và mặt ngoài có thể đạt tới 0.01mm tùy thuộc vào phương pháp gá đặt phôi.

Năng suất gia công tiện phụ thuộc vào nhiều yếu tố như độ chính xác về hình dạng, kích thước và vị trí tương quan của các chi tiết, phương pháp gá đặt, vật liệu làm dao, kết cấu dao, vật liệu gia công, dung dịch trơn nguội.v.v. Nhìn chung năng suất của tiện là thấp. Muốn nâng cao năng suất khi tiện phải có những giải pháp công nghệ thích hợp cụ thể.

## III. Gá đặt chi tiết khi tiện:

Khi tiện ta có thể có một số cách gá đặt chi tiết như sau:

- Gá trên mâm cặp 3 châu tự định tâm (mặt ngoài hoặc mặt trong) đối với chi tiết ngắn, có  $l < 5d$ .

$$10 \geq \frac{l}{d} \geq 5$$

- Gá trên một đầu vào mâm cặp 3 châu và một đầu vào mũi tâm khi:

- Gá trên mâm cặp 4 châu không tự định tâm.

- Gá vào 2 lỗ tâm có sử dụng kẹp tặc khi  $l/d > 10$ .

- Gá trên các loại đồ gá khi chuẩn là mặt trong .

- Gá trên các loại đồ gá chuyên dùng.

Trong thực tế, kiểu gá một đầu vào mâm cặp 3 châu tự định tâm và một đầu vào mũi tâm được sử dụng nhiều nhất.

Đối với những trục dài, yếu, có  $l/d > 12$ , ngoài việc trục được gá trên mâm cặp và mũi tâm còn phải dùng luy-nét (giá đỡ) để tăng độ cứng vững cho chi tiết.

Có 2 loại luy-nét, đó là

luy-nét tĩnh và luy-net động (hình 8.3a,b)

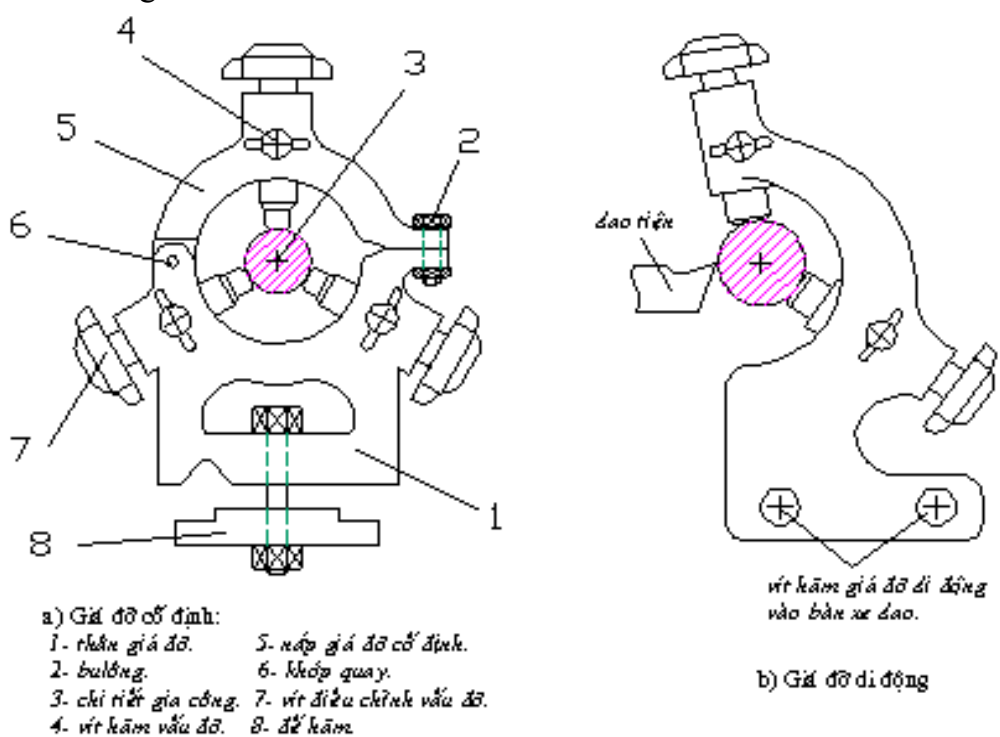
Luy nét tĩnh được gá cố định trên bàn máy tiện .

Luy-net động thường được gắn trên xe dao và nó di chuyển theo dao trong quá trình cắt.

Luy-nét động có độ cứng vững kém hơn nhưng do được di chuyển theo dao nên luôn luôn nằm gần vị trí của dao cắt nên phát huy được tác dụng hơn so với luy-net tĩnh. Luy-net động thường chỉ sử dụng khi tiện trục trơn và trục đã gia công sơ bộ.

#### IV. Các loại dao tiện:

Tùy theo từng dạng bề mặt cần gia công, tùy theo mục đích sử dụng và tùy theo phương pháp tiện mà ta có thể sử dụng một trong các loại dao. Khi tiện ta còn có thể sử dụng một số loại dao khác như mũi khoan, mũi khoét ... để gia công lỗ và các loại



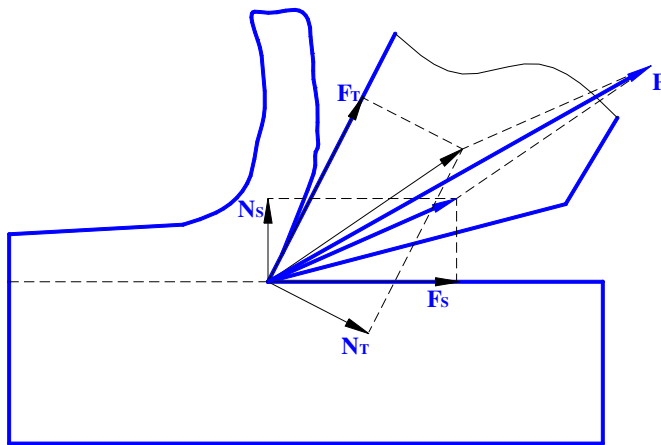
dao tiện định hình để gia công các bề mặt trụ có đường sinh trùng với biên dạng lưỡi cắt của dao.

## V. Lực cắt khi tiện:

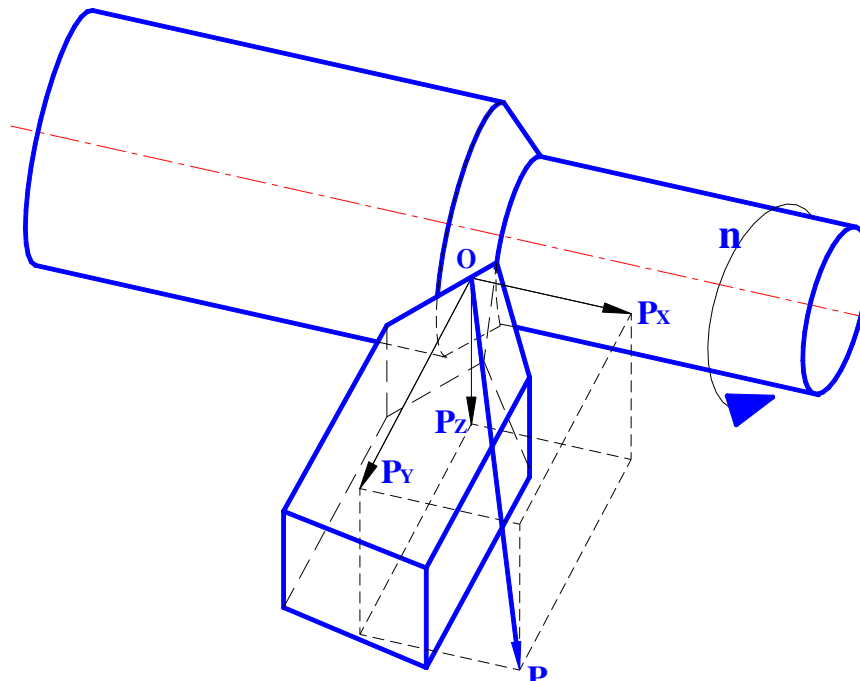
Lực cắt là lực tác dụng từ dao vào phôi để tách ra phoi tạo nên bề mặt chi tiết gia công.

Như đã phân tích, quá trình hình thành phoi là một quá trình cơ nhiệt phức tạp. Việc nghiên cứu lực cắt là nghiên cứu nguyên nhân sâu xa của sự hình thành phoi. Mặt khác giá trị của lực cắt là thông số để xác định lượng tiêu hao công suất máy, tính sức bền của thân dao, đồ gá,...

\* Tổng hợp và phân tích lực cắt:



Khi cắt, trên mặt trước của dao xuất hiện lực pháp tuyến  $N_T$  và lực tiếp tuyến  $F_T$  (lực ma sát giữa dao và phôi). Trên mặt sau của dao xuất hiện lực pháp tuyến  $N_S$  và lực tiếp tuyến  $F_S$  (lực ma sát giữa dao và phôi). Hợp các lực lại ta được lực cắt P.



Lực cắt phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố và thay đổi trong một phạm vi rộng theo khả năng cắt của máy. Để thuận tiện cho nghiên cứu, ta thiết lập một hệ tọa độ Đề các và phân lực P thành 3 lực theo 3 phương x, y, z.

Trong đó:

$\vec{P}_x$  \_ Lực chiều trục, tác dụng lên cơ cấu chạy dao (còn gọi là lực chạy dao).

$\vec{P}_y$  \_ Lực hướng kính, gây võng chi tiết gia công, gây rung động trong mặt phẳng ngang xOy. Lực  $P_y$  có ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác hình dáng hình học và chất lượng bề mặt chi tiết gia công.

$\vec{P}_z$  \_ Lực tiếp tuyến có phương trùng với phương của chuyển động cắt chính. Nó có trị số lớn nhất trong 3 thành phần lực phân tích, còn gọi là lực cắt chính.

Lực  $P_z$  dùng để tính hoặc kiểm nghiệm về công suất cắt (mômen), tính hoặc kiểm nghiệm sức bền thân dao.

Trong điều kiện gia công tiện bình thường với dao có mũi được gá ngang tâm (với  $S < t$ ;  $\varphi = \gamma = 15^0$ ;  $\lambda = 0$ ). Ta có:

$$P_z : P_y : P_x = 1 : 0.4 : 0.25$$

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2} = 1,11P_z$$

\* Những nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt.

Có thể coi lực cắt là một hàm của các yếu tố:

$$P = f(V, t, S, \alpha, \gamma, \lambda, R, \varphi, \varphi_1, \dots, \Delta, M, N, O, \dots).$$

Ở đây:

V, t, S – Các yếu tố của chế độ cắt;

$\alpha, \gamma, \lambda, R, \varphi, \varphi_1, \dots$  \_ Các thông số hình học của dao cắt;

$\Delta$  \_ Lượng mòn của dao;

O \_ Dung dịch trơn nguội ;

M \_ Vật liệu gia công ;

N \_ Vật liệu làm dao.

\* Một số tính toán liên quan đến các thành phần lực cắt.

+ Công suất khi tiện :

$$N_c = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1000}, (KW)$$

\_ Công suất cắt :

$$N_{dc} = \frac{P_x \cdot n \cdot S}{60 \cdot 10^6}, (KW)$$

\_ Công suất chạy dao:

Công suất cần thiết để chọn động cơ cho máy gia công :

$$N_{dc} = \frac{N_c + N_{cd}}{\eta}$$

+ Mômen cắt của trục chính máy tiện :

$$M_c = P_z \frac{D}{2} \leq [M]_x, Nmm$$

$$y = \frac{P_y \cdot l^3}{KEI} \leq [Y]_y (mm)$$

+ Độ võng của chi tiết gia công khi tiện. (chi tiết được coi như một dầm chịu lực tập trung  $P_Y$ ):

Trong các công thức trên:

$P_X, P_Y, P_Z$  tính bằng N;

$V$  – Vận tốc chuyển động chính (m/ph);

$N$  – Số vòng quay trục chính máy (vg/ph);

$S$  – Lượng chạy dao (mm/vg);

$\eta$  – Hiệu suất các khâu truyền động trong máy tính từ động cơ;

$D$  – đường kính chi tiết gia công (mm);

$[M]_x$  – Mômen xoắn cho phép trên trục chính (Nmm);

$l$  – Chiều dài chi tiết gia công (mm);

$I$  – Mômen quán tính tiết diện chính của chi tiết gia công ( $mm^4$ );

$E$  – Môđun đàn hồi vật liệu gia công ( $N/mm^2$ );

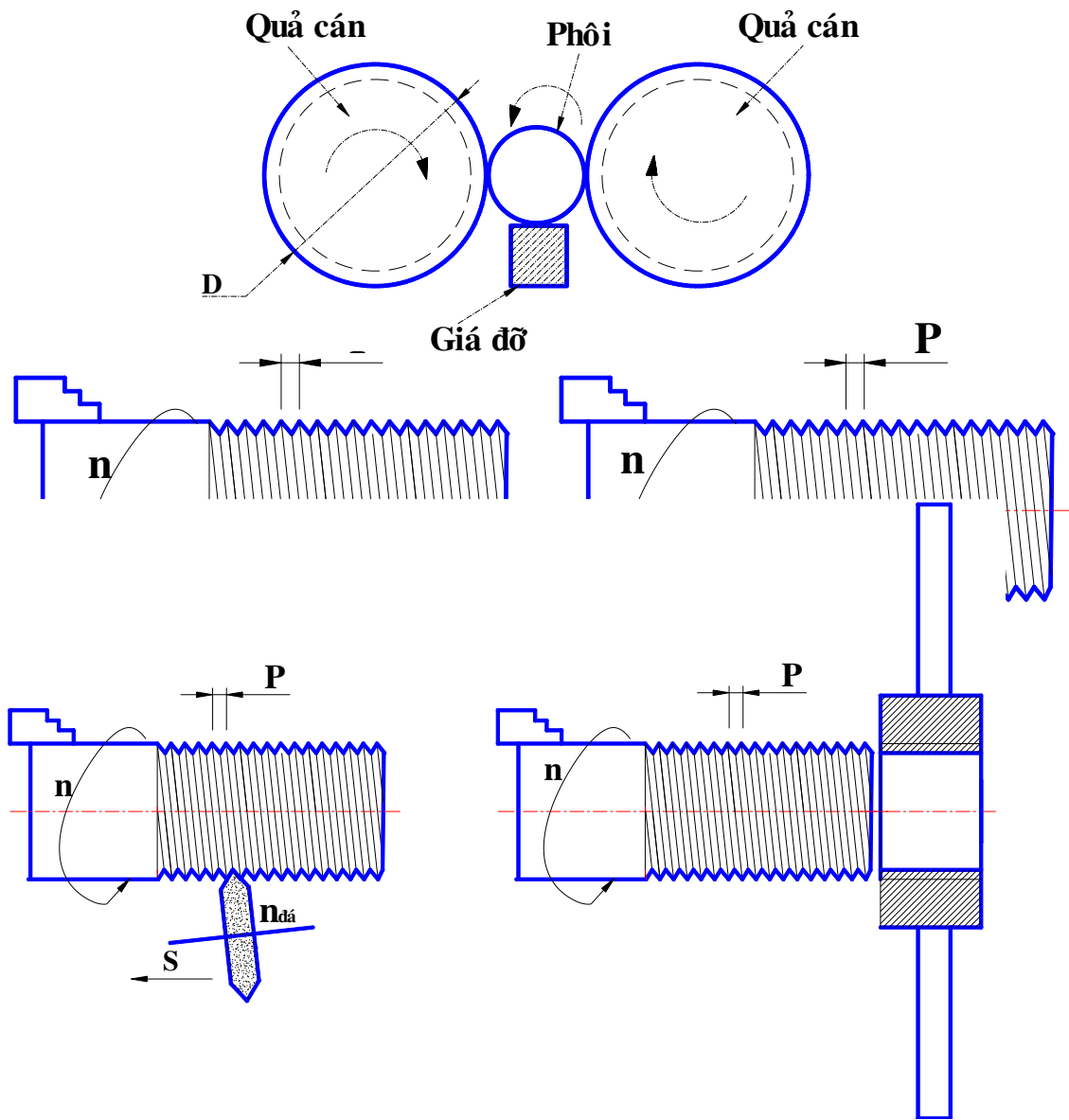
$K$  – Hệ số phụ thuộc dạng liên kết ;

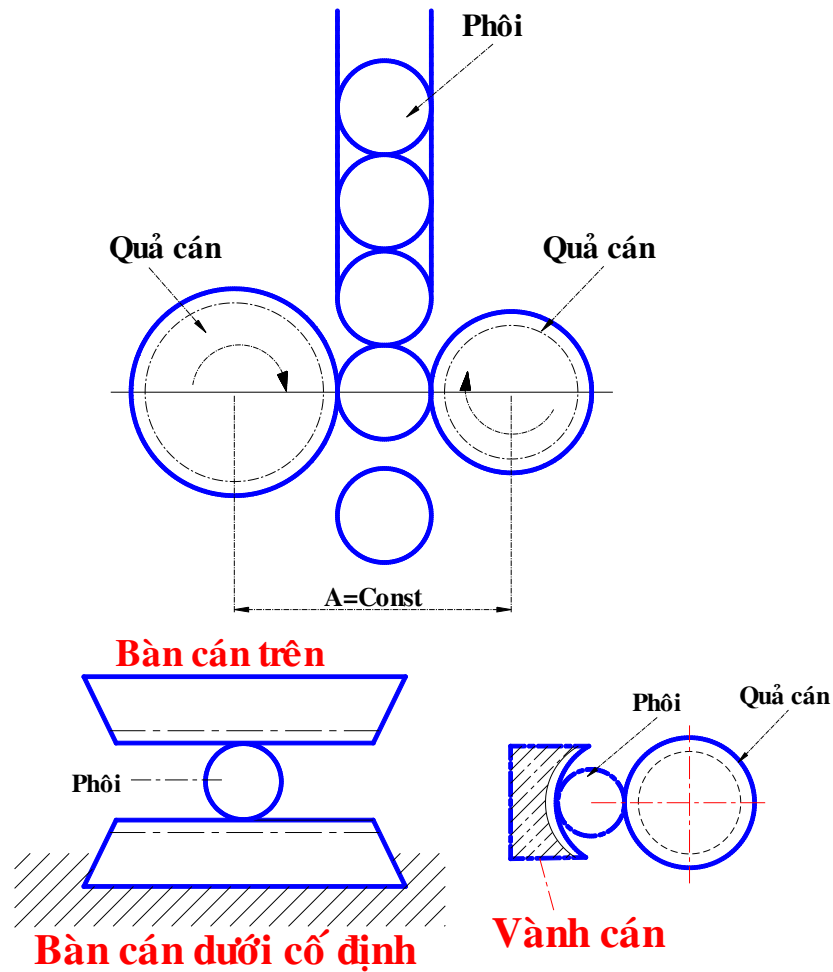
$[y]$  – độ võng cho phép của chi tiết (mm).

## Bài 2 CẮT REN

### I/ Các phương pháp gia công ren –đặc điểm quá trình gia công:

Quá trình tạo ren, nhất là ren chính xác cao là một quá trình phức tạp và công phu. Tùy theo dạng ren, kích thước ren, độ chính xác của ren và loại hình sản xuất mà người ta có thể tạo ren bằng các phương pháp khác nhau.





+Cắt ren bằng dao tiện ren: được tiến hành trên máy tiện ren vạn năng. Đó là phương pháp gia công ren vạn năng nhất và được dùng phổ biến. Bằng cách tiện người ta có thể tiến hành tạo ren có hình dạng tùy theo ý muốn kích thước bất kỳ.

+Cắt ren bằng tarô bàn ren: được tiến hành bằng tay hay trên máy khoan kèm theo đồ gá, trên máy rê –von –ve ,máy tự động, máy chuyên dùng.

+Cắt ren bằng dao răng lược thường tiến hành trên các máy Rơ-von-ve, bán tự động và tự động. Nó là một hình thức tiện ren với dao tiện có kết cấu đặc biệt.

+Cắt ren bằng dao phay được tiến hành trên máy phay chuyên dùng gia công ren. Dụng cụ phay ren để cắt ren trên các chi tiết lớn, ren nhiều đầu mối hoặc ren trên các chi tiết có rãnh và chi tiết có thành mỏng. Nó có thể tạo ren ngoài hoặc ren trong đạt cấp chính xác 2-3 trên các chi tiết hình trụ hoặc côn. Phương pháp gia công ren bằng phay thường được dùng trong sản xuất hàng loạt .

+Cắt ren bằng đầu cắt ren : Dụng cụ cắt ren có thể cắt ren ngoài và ren trong trên máy chuyên dùng hoặc trên máy tiện ren vạn năng. Trên thân của đầu cắt ren có lắp các dao cắt ren răng lược.Ở cuối hành trình cắt, các dao này có thể được nói nhanh ra khỏi vùng tiếp xúc với chi tiết, do đó việc lùi dao (hành trình chạy không) được tiến hành nhanh hơn và sẽ giảm thời gian phụ.

Năng suất của quá trình cắt ren bằng đầu cắt ren rất cao, do đó cắt ren bằng đầu cắt ren thường được dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

+Mài ren : Mài ren thường gọi là gia công tinh, gia công chính xác ren đã qua tôi cứng.

+Cán ren : Có các phương pháp cán ren như sau: cán ren hướng kính, cán ren tiếp tuyến, cán bằng bàn cán, cán bằng vành cán.

Cán ren hướng kính: Bước ren của quả cán được chế tạo bằng bước ren cần cán. Đường kính của cán  $D$  và số vòng quay  $n$  như nhau quay ngược chiều nhau, phôi cần cán đặt giữa hai quả cán trong vùng cán phôi tự quay tại chỗ, một trong hai quả cán tiến dần ( $A$ ) vào phôi để cán.

Khi tiến đủ chiều cao ren cần cán thì ngừng chạy vào và chạy ra ngược lại để lấy phôi. Phương pháp này ép dần dần nên cán được ren có kích thước lớn, đường kính của quả cán không phụ thuộc vào đường kính ren cần cán, nhưng có nhược điểm là thời gian chạy không lớn (quả cán phải lùi ra để lấy sản phẩm).

Cán ren tiếp tuyến: Nguyên tắc của cán ren tiếp tuyến là, Với kích thước bước ren đường kính ren nhất định phải tính toán thiết kế các thông số hình học quả cán hoặc số vòng quay các trục cán sao cho phôi cán vừa tự quay và tự chuyển động qua vùng cán, khi đó khoảng cách tâm hai trục cán không đổi ( $A=const$ ).

Phương pháp này năng suất cao, dễ tự động hoá cấp, thời gian chạy không rất bé(cán liên tục), nhưng hạn chế về kích thước phôi cán do hạn chế công suất kém.

Cán ren bằng bàn cán rất phù hợp cho cán ren đường kính bé như nan hoa xe đạp, đinh vít....

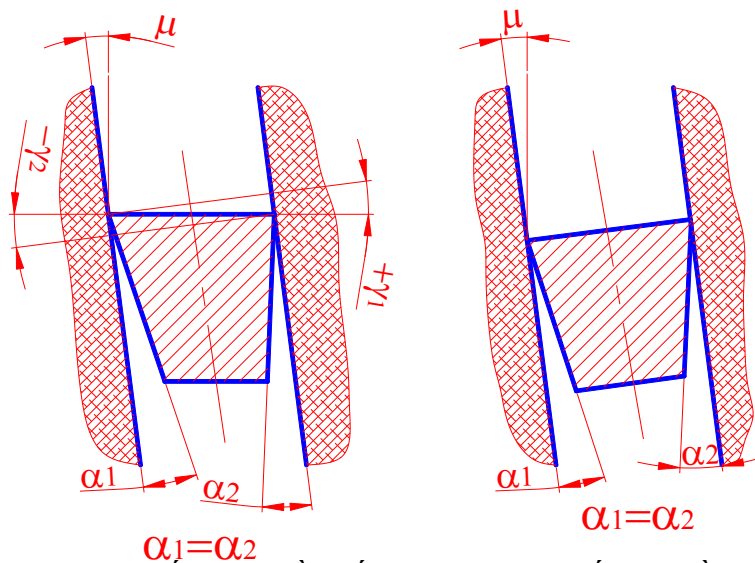
## II/Tiện ren

Tiện ren là phương pháp gia công ren được dùng rộng rãi nhất. Nó được tiến hành trên máy vạn năng. Dụng cụ tiện có hình dạng lưỡi cắt thích hợp, người ta có thể tiện ren tam giác, ren hình thang, ren vuông, ren tròn vv...với mức ren đường kính tùy ý.



**+Dao tiện ren :** Tùy theo yêu cầu của sản xuất và của máy sử dụng mà người ta có thể dùng dao tiện ren hình vuông ,hình thông thường hoặc dao hình lăng trụ một và nhiều răng , dao ren hình đĩa răng lược.

Loại dao tiện ren hình thang được dùng phổ biến hơn cả, vì nó đơn giản, nhưng khi mòn ta phải mài lại cả mặt trước và mặt sau nên tuổi thọ kém. Dao tiện ren hình đĩa và lăng trụ (một răng hay răng lược) khi mòn chỉ mài theo mặt trước ,do đó tuổi thọ cao hơn.



Khi tiện ren, vị trí tương đối của phần cắt của lưỡi dao đối với bề mặt gia công có ảnh hưởng tới độ chính xác của ren được cắt và các góc độ của dao trong quá trình cắt.

Nói chung bề mặt ren dùng trong các mối lắp ghép trong ngành cơ khí thường là bề mặt vít Ac-si-mét. Do đó để đảm bảo độ chính xác hình học của ren , dao tiện ren

phải có góc trước  $\gamma = 0$ , góc mũi dao  $\varepsilon$  trên mặt trước bằng góc dạng ren và khi gá dao phải đảm bảo mặt trước của dao nằm trong mặt phẳng đáy đi qua tâm chi tiết khi gia công thô, có thể lấy  $\gamma = 5-25$  độ tùy theo vật liệu gia công và vật liệu dao.

Do ảnh hưởng của lượng chạy dao (bằng bước ren) nên góc sau ở hai lưỡi bên của dao tiện ren bị thay đổi. Nếu kí hiệu góc sau mài  $\alpha_1$  và  $\alpha_2$ , góc sau khi cắt và  $\alpha_{c1}$  và  $\alpha_{c2}$ , lượng thay đổi  $\mu_x$  thì ta có:

Nếu kí hiệu góc sau mài là  $\alpha_1$  và  $\alpha_2$ , góc sau khi cắt là  $\alpha_{c1}$  và  $\alpha_{c2}$ , lượng thay đổi  $\mu_x$  thì ta có :

$$\alpha_{c1} = \alpha_1 + \mu_x$$

$$\alpha_{c2} = \alpha_2 + \mu_x$$

Góc sau  $\mu_x$  chính là góc nâng của đường ren ứng với điểm ren khảo sát trên lưỡi cắt.

Nếu ta lấy điểm mẫu trên đường kính trung của ren để khảo sát:

$$\operatorname{Tg} \mu_x = \frac{S}{\pi \cdot D}$$

Trong đó: S bước ren (mm)

D đường kính trung bình của ren (mm)

Chính góc sau trong quá trình cắt  $\alpha_{c1}$  và  $\alpha_{c2}$  mới có vai trò quan trọng khi cắt ren tam giác thì góc  $\mu_x$  thường nhỏ (nhỏ hơn 2-3 độ) do đó ta có thể bỏ qua đồng thời để đơn giản cho giản cho chế tạo ta lấy góc sau mài ở hai đầu lưỡi bên bằng nhau và bằng góc sau khi cắt.

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_c$$

Khi cắt ren hình thang, ren vuông hoặc các rãnh xoắn có bước lớn thì thường góc  $\mu_x$  có giá trị lớn. Lúc đó phải đảm bảo góc sau tối thiểu khi cắt ở tiết diện chính A-A và B-B khoảng 2-3 độ. Nghĩa là khi mài ta phải đảm bảo góc sau ở lưỡi trái ( $\alpha_A$ ) và lưỡi cắt phải ( $\alpha_B$ ) như sau:

$$\alpha_A = \alpha_{cA} + \mu_N$$

$$\alpha_B = \alpha_{cB} - \mu_N$$

$$\alpha_{c1} = \alpha_1 + \mu_x$$

$\alpha_{cA}$  và  $\alpha_{cB}$  là góc sau trong quá trình cắt đo trong tiết diện pháp với lưỡi cắt trái và phải

$\mu_N$  là lượng chênh lệch giữa góc sau tĩnh và động trong tiết diện pháp.

$$\operatorname{tg} \mu_N = \operatorname{tg} \mu_x \sin \varphi$$

$$\varphi = \frac{180^\circ - \varepsilon^\circ}{2}$$

$\varepsilon$ : là góc hình dạng của ren.

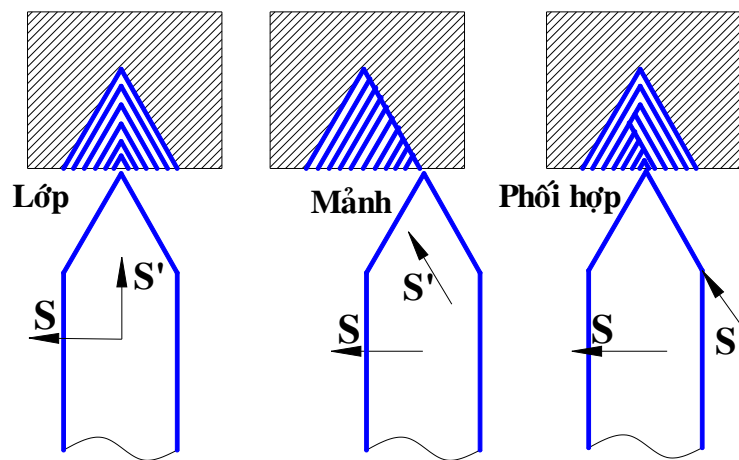
Trường hợp gia công thô, để tránh phải mài lại hai góc sau khác nhau, đồng thời để cải tạo điều kiện cắt ở lưỡi cắt bên phải (tại đây góc trước có giá trị âm), ta quay dao tiện đi quanh trục của nó một góc  $\mu$ . Khi đó góc sau trong quá trình cắt ở lưỡi trái và phải bằng nhau.

$$\alpha_{c1} = \alpha_{c2}$$

Và  $\gamma_1 = \gamma_2 = 0$

### + Sơ đồ cắt ren khi tiện ren:

Cắt ren với những sơ đồ khác nhau có ảnh hưởng đến độ chính xác và tuổi bền của dao. người ta có thể cắt ren theo các sơ đồ cắt sau đây.



Theo sơ đồ hình (a) trên sau mỗi lần chuyển dao, dao tiện được chuyển dịch thẳng góc với đường tâm chi tiết để cắt lớp kim loại tiếp theo. Trường hợp này cả hai lưỡi cắt cùng tham gia cắt, do đó lực cắt lớn nhưng độ bóng mặt ren cao, thường được dùng gia công ren có bước  $P \leq 2.5\text{mm}$ .

Theo sơ đồ hình (b) lưỡi dao bên phải hầu như tham gia cắt. Nó chỉ ma sát với bề mặt gia công, do đó mặt ren không bóng, lưỡi dao chóng mòn. Song lưỡi bên trái lại cắt lớp phoi có chiều dày cắt lớn, do đó lực cắt đơn vị giảm đi, điều kiện thoát phoi tốt hơn. Thường áp dụng cho việc gia công thô ren có bước  $P \geq 2.5\text{mm}$

Sơ đồ hình (c) kết hợp cả hai sơ đồ a và b để tận dụng ưu điểm của chúng khi cắt thô thì theo sơ đồ b, đến lúc cắt tinh thì theo sơ đồ a, ren được cắt sẽ có độ bóng cao và điều kiện cắt thuận lợi hơn.

### + Chế độ cắt khi tiện ren.

a- Lượng chạy dao ngang  $s_z$ :

Giá trị của  $s_z$  quyết định số lần chuyển dao. Thường những hành trình trước lấy  $s_z$  lớn còn những hành trình cuối lấy  $s_z$  nhỏ để đảm bảo độ bóng của ren cao.

Khi cắt thô:  $s_z = 0,4 - 0,25$  mm

Khi cắt tinh:  $s_z = 0,15 - 0,1$  mm

*b- Tốc độ cắt:*

Khi tiện ren bằng dao tiện thép gió, tốc độ cắt tính theo công thức sau:

$$v = \frac{C_v}{T^m S^{y_v} S_z^{x_v}} K_v \quad \text{m/ph}$$

Trong đó : T tuổi bền của dao phút.

S bước ren mm.

$S_z$  lượng chạy dao ngang sau mỗi hành trình chạy dao mm.

$$v = \frac{C_v \cdot i^{q_v}}{T^m S^{y_v} \sigma_b^{n_v}} K_v \quad \text{m/ph}$$

Trong đó : i số hành trình chạy dao.

$\sigma_b$  giới hạn bền của vật liệu gia công N /mm<sup>2</sup>.

+**Tính thời gian máy.**

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i \cdot q \quad \text{phút.}$$

$$L = l_1 + l_2 + l$$

Trong đó :

$l_1$  lượng ăn tới  $l_1 = (1-3) s$  mm.

$l_2$  lượng vượt quá mm lấy  $l_2 = l_1$ .

l chiều dài đoạn ren bị cắt mm.

i số lần chạy dao để cắt hết chiều cao ren.

n số vòng quay của chi tiết trong một phút vg/ph.

s bước ren mm.

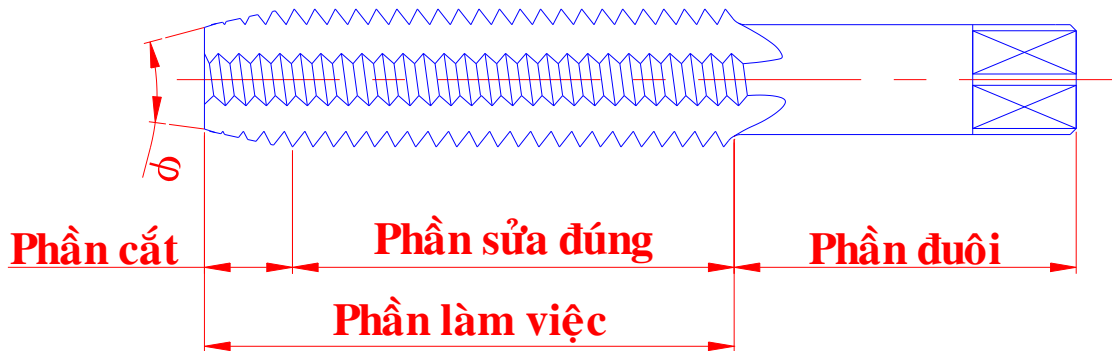
q số đầu nối ren.

### III - Cắt ren bằng ta-rô và bàn ren:

Ta rô và bàn ren là hai dụng cụ cắt ren đã được tiêu chuẩn hóa và thông dụng. Ta rô dùng để cắt ren trong, còn bàn ren để cắt ren ngoài. Tùy theo hình dạng kết cấu và độ chính xác chế tạo mà ta rô có thể cắt ren đạt tới độ chính xác cấp 1, còn bàn ren thường chỉ để cắt ren cấp chính xác 3. Người ta có thể sử dụng chúng bằng tay (trong sản xuất đơn chiếc hay sửa chữa ) hoặc trên các máy vạn năng, máy tự động và máy chuyên dùng.

#### 1 - Kết cấu của ta rô.

Theo công dụng có thể chia ta rô thành các nhóm sau : Ta rô tay, ta rô máy, ta rô đai ốc, ta rô để gia công bàn ren, v.v... Nhưng về mặt kết cấu chung thì chúng đều giống nhau.



Ta rô có hai thành phần chính : phần làm việc và phần cán (phần đuôi). Trên phần làm việc lại được chia ra làm hai phần :

- Phần cắt có chiều dài : với góc nghiêng chính là  $\varphi = 25 - 30^0$ , làm nhiệm vụ cắt lượng dư kim loại và tạo hình ren.

- Phần sửa đúng : dùng để sửa đúng profin của ren đồng thời có tác dụng định hướng ta-rô trong quá trình cắt. Do đó người ta còn gọi phần này là phần định hướng. Để giảm ma sát giữa bề mặt ren của ta-rô và của chi tiết gia công, đồng thời để giảm độ lay rộng lỗ ren, người ta làm đường kính ren ở phần sửa đúng nhỏ dần về phía chuôi với lượng giảm khoảng 0,1 - 0,3 mm trên 100 mm chiều dài .

- Phần cán : dùng kẹp ta-rô trong đầu kẹp để truyền mô-men xoắn khi tarô. Ở cuối phần chuôi có một đoạn ngắn có tiết diện vuông, để kẹp ta-rô trong tay quay khi làm việc bằng tay. Ngoài ra phần cán còn là nơi để ghi nhãn hiệu và số của ta-rô trong bộ .

- Đối với ta-rô tay mỗi bộ có từ 2-3 chiếc. Đường kính của ta-rô số 1 nhỏ nhất rồi đến số 2 hoặc 3 (nếu là bộ 3 chiếc). Ta-rô số cuối cùng trong bộ có đường kính phù hợp với đường kính ren cần gia công. Mục đích là nhằm phân chia tải trọng cho mỗi lần cắt.

#### **Thông số hình học của tarô:**

Góc trước của tarô chọn trong khoảng  $0 - 30^0$  tùy theo vật liệu gia công .

Góc sau trên phần còn cắt được tạo ra bằng cách mài hót lưng răng theo đường kính ngoài. Tùy theo vật gia công và kiểu ta-rô mà  $\alpha = 3 - 12^0$ .

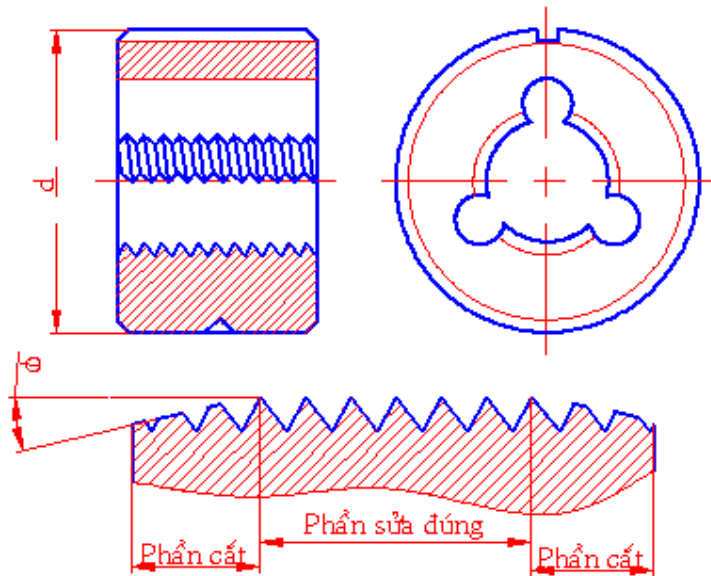
Đối với những ta-rô có mài profin ren thì người ta tạo góc sau cả trên phần định hướng ở đường kính ngoài và hai lưỡi bên của răng. Góc sau trên hai lưỡi cắt đo trong tiết diện vuông góc với trục ta-rô không lớn lắm, thường khoảng 15-20 phút. Việc hót lưng tiến hành đồng thời với quá trình mài ren ở trên máy mài ren.

Góc nghiêng chính  $\varphi$  tùy theo loại ta-rô và điều kiện cắt mà có giá trị khoảng  $3^0 30' \div 25^0$ .

Rãnh ta rô dùng để chứa phoi. Tùy theo đường kính mà số rãnh có thể từ 3 - 6. Đối với ta-rô tiêu chuẩn, để dễ chế tạo người ta thường làm rãnh thẳng. Khi gia công ren có độ chính xác cao như ren của bàn ren hay ren trong lỗ sâu, để dễ thoát phoi người ta làm rãnh xoắn. Để gia công ren trong lỗ sâu thì làm rãnh xoắn trái, còn thông

thường thì làm rãnh xoắn phải. Góc xoắn  $\omega$  thường lấy từ  $10 \div 16^\circ$ . Ở tarô rãnh thẳng, để hướng phoi về phía đầu ta-rô (khi gia công ren trong lỗ thông) thì người ta mài vát rãnh trên phần côn cắt nghiêng một góc  $\lambda = 7 \div 10^\circ$

## 2. Kết cấu bàn ren tròn:



Bàn ren là dụng cụ để cắt ren ngoài của ren tiêu chuẩn. Về mặt cấu tạo chung giống như một chi tiết có ren trong (đai ốc), xung quanh được khoan từ 3 đến 5 lỗ để tạo ra lưỡi cắt và thoát phoi. Ngoài ra trên bàn ren còn có rãnh chống xoay, lỗ để tỳ vít bắt chặt ...

Các kích thước của bàn ren tròn như sau:

Đường kính ngoài của bàn ren  $d$ : đường kính này đã được tiêu chuẩn hoá phù hợp với kích thước của dụng cụ lắp bàn ren.

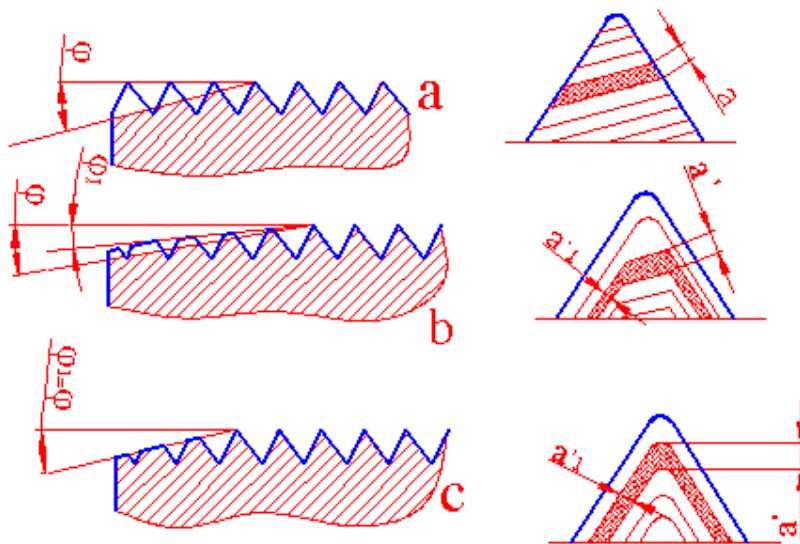
Bề dày bàn ren  $l$ : tùy theo kích thước bước ren mà có chiều dày khác nhau, nhưng ít nhất cũng phải đủ cho phần sửa đúng của bàn ren có từ 5 đến 6 đỉnh ren.

Trong phần làm việc của bàn ren có cấu tạo kiểu răng lược, phần cắt có cả ở hai đầu và độ vát với góc  $\varphi$  khoảng  $30^\circ$  để cắt dần chiều sâu ren và định hướng cho bàn ren đi đúng khi bắt đầu cắt. Phần dẫn hướng và phần sửa đúng làm nhiệm vụ cắt tinh đảm bảo cho ren đúng kích thước.

Góc trước  $\gamma$  ở bàn ren lấy trong khoảng  $10 \div 25^\circ$  phụ thuộc vào vật liệu gia công. Góc sau  $\alpha$  của bàn ren ở phần côn cắt và lấy khoảng  $6^\circ \div 9^\circ$  đo trong tiết diện vuông góc với đường tâm của bàn ren.

Việc tạo góc sau trên phần còn cắt ở cả hai đầu bàn ren được thực hiện bằng cách hót lưng (tiện và mài) theo phương chiều trục của bàn ren. Răng trên phần sửa đúng không có góc sau.

## 3- Sơ đồ cắt và các yếu tố cắt khi cắt ren bằng ta-rô và bàn ren.



Tùy theo yêu cầu về độ chính xác của ren được gia công mà người ta dùng các sơ đồ ở cắt khác nhau.

Theo sơ đồ hình (a): cắt bề mặt ren sau khi cắt có độ bóng thấp, nhưng việc chế tạo phần còn cắt của dụng cụ dễ dàng, vì chỉ có một góc  $\varphi$ .

Khi chế tạo ta-rô hay bàn ren, người ta chỉ việc hớt bỏ phần đỉnh theo góc  $\varphi$ . Loại này thường dùng cho các loại ta-rô để gia công ren cấp chính xác thông thường và cho bàn ren tiêu chuẩn.

Theo hình (b): Ren trên phần côn cắt được chế tạo dưới dạng ren côn với góc nghiêng của ren là  $\varphi_1$  và góc nghiêng của bề mặt phần côn cắt là  $\varphi$ . Với sơ đồ cắt này, bề mặt ren được cắt ra sẽ có độ bóng tốt hơn loại trên, nhưng chiều dày cắt do lưỡi cắt ra nhỏ mà chiều rộng cắt lại lớn.

Do tải trọng đơn vị sẽ tăng lên, thêm vào đó, việc chế tạo phần ren côn sẽ khó khăn hơn. Kết cấu loại thường chỉ dùng cho ta-rô để gia công thô bàn ren và một số ta-rô tinh khác.

Theo sơ đồ (c), cả 3 đường kính của ren ở phần côn cắt đều có góc nghiêng  $\varphi_1$ , nghĩa là có dạng ren côn có góc côn là  $2\varphi_1$ . Ren được cắt theo sơ đồ này sẽ đạt độ bóng và chính xác cao. Lưỡi cắt ở đỉnh cắt lớp kim loại có chiều dày  $a$  mỏng hơn loại theo sơ đồ hình b. Việc chế tạo loại ta-rô theo kiểu sơ đồ cắt này cũng phức tạp như loại thứ hai. Nó thường chỉ dùng cho ta-rô để gia công tinh bàn ren và ca-líp ren trong lỗ.

Chiều rộng cắt  $b$  là một lượng thay đổi từ lớp cắt nọ đến lớp cắt kia. Chiều dày cắt là  $a'$  đo trong phương vuông góc với lưỡi cắt (ở đây là vuông góc với phương b). Song vì góc  $\varphi$  thường nhỏ, nên chiều dày cắt gần đúng được lấy là  $a$  vuông góc với ta-rô.

Nếu ta-rô có Z rãnh thì trên chiều dài bằng một bước ren, chiều dày cắt tổng sẽ là  $Z.a$ . Chiều dày cắt do một răng cắt ra được tính theo công thức sau:

$$a = \frac{t}{P} \quad \text{mm}$$

Trong đó :  $t$  - chiều cao của ren mm

$P$ - số răng cắt (hình răng lược) trên tất cả các mặt cắt thuộc phần côn cắt. Nếu gọi  $n$  là số răng trên một mc của ta-rô (hay bàn ren) thì:

$$p = n.Z$$

do đó : 
$$a = \frac{t}{n.Z}$$

Vì  $n = t_1/s$  nên có thể viết như sau :

$$a = \frac{t.s}{t_1.Z} \quad \text{mm}$$

Vì  $t/t_1 = \text{tg } \varphi$  nên ta có :

$$a = \frac{s}{Z} \text{tg} \varphi \quad (*)$$

Trong đó :  $t_1$  chiều dài phần côn cắt mm

$s$  bước ren mm

$Z$  số rãnh chứa phoi (hay số mc).

Theo công thức (\*) thì chiều dày cắt  $a$  tỷ lệ nghịch với số mc  $Z$  và tỷ lệ thuận với  $\text{tg} \varphi$ . Qua quan hệ này, ta có thể phân tích được ảnh hưởng của góc  $\varphi$  hoặc số rãnh  $Z$  đến lực cắt đơn vị, nhiệt cắt, độ mòn của lưỡi cắt...qua sự thay đổi của chiều dày cắt  $a$ .

Diện tích cắt tổng do tất cả các răng cùng cắt khi ta-rô làm việc (đối với ren tam giác) tính theo công thức sau:

$$F = \frac{s.t}{2}$$

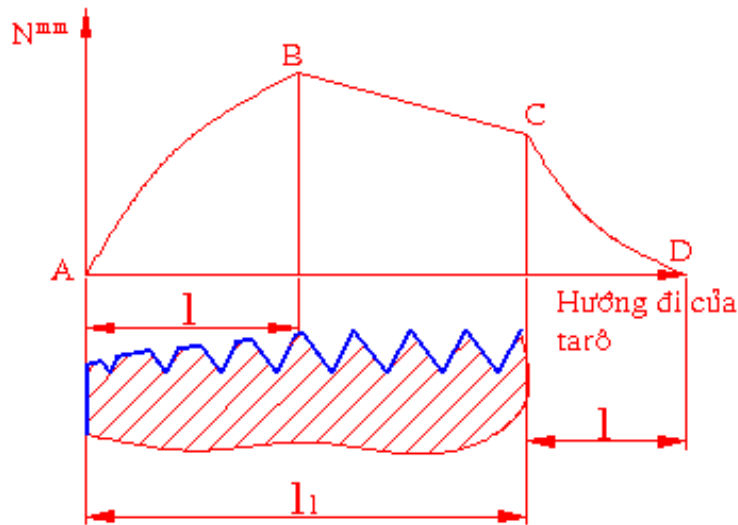
#### 4. Mô men xoắn và tốc độ cắt khi cắt ren bằng ta-rô và bàn ren:

Trong quá trình cắt, kháng lực chính tác dụng lên ta-rô và bàn ren là mô-men xoắn. Các nhân tố gây ra mô-men xoắn là: mô-men cắt do lực tạo phoi  $P_z$  mô-men ma sát do sự ma sát giữa mặt sau của các răng cắt vào bề mặt ren được gia công và mô-men ma sát của phoi vào bề mặt rãnh thoát phoi trong quá trình thoát phoi.

Lực chiều trục trên ta-rô khi ta-rô làm việc bị triệt tiêu nhau trên các mặt ren đối lập.

Trong trường hợp chiều dài lỗ  $l$  ngắn hơn chiều dài phần côn cắt  $l_1$ , thì ban đầu mô-men xoắn tăng dần (theo đường cong AB). Đến khi suốt chiều dài lỗ  $l$  đã được tiếp xúc với các răng trên phần còn cắt, có nghĩa là số răng của ta-rô tham gia làm việc đạt trị số lớn nhất, thì mô men xoắn đạt giá trị cực đại ở điểm B. Sau đó, theo mức độ đi ra khỏi lỗ của phần còn cắt thì mô-men xoắn giảm dần (theo đường BC). Lúc này các răng sửa đúng chưa tham gia cắt, nhưng vì các răng càng về phía cuối phần côn cắt thì cắt lớp kim loại có diện tích cắt càng nhỏ (vì chiều rộng cắt  $b$  nhỏ dần), nên lực cắt  $P_z$  nhỏ dần, do đó mô-men xoắn giảm. Khi các răng sửa đúng bắt đầu đi vào lỗ ren thì mô-men cắt giảm dần (theo đường CD).





Trường hợp chiều dài lỗ ren  $l$  lớn hơn chiều dài  $l_1$  của phần côn cắt thì sau khi mô men đạt đến trị số cực đại ở điểm B nó sẽ giữ nguyên giá trị (theo đường BC) cho tới khi răng đầu tiên trên phần côn cắt bắt đầu ra khỏi lỗ thì mô-men cắt giảm dần (theo đường CD). Thực ra do có ma sát ở phần sửa đúng, nên khi các răng của phần côn cắt tuy đã hoàn toàn ra khỏi lỗ nhưng mô-men xoắn ở điểm D vẫn còn có giá trị nhất định (tuy nhỏ). Mô-men xoắn khi cắt ren bằng ta-rô và bàn ren được tính theo công thức sau :

$$M_x = C_m \cdot D^{x_m} \cdot s^{y_m} \cdot K_m \quad \text{N.mm} \quad (1)$$

Trong đó :  $D$  -đường kính ngoài của ren mm.

$S$  -bước ren mm.

$C_m$  -hệ số cố định.

$K_m$  -hệ số hiệu chỉnh đến ảnh hưởng của vật liệu gia công, độ mòn của dao, dung dịch trơn nguội .

Độ bóng mặt ren của tarô càng cao thì lực ma sát càng giảm, do đó  $M_x$  giảm. Khi dùng dung dịch trơn nguội mô-men xoắn giảm đi đáng kể.

Sự thay đổi của mômen xoắn khi cắt ren trong lỗ thông bằng ta rô

a- Chiều dài phần côn cắt lớn hơn chiều sâu lỗ ren.

b- Chiều dài phần côn cắt nhỏ hơn chiều sâu lỗ ren.

Số rãnh của ta-rô giảm và góc trước tăng sẽ làm  $M_x$  giảm. Nếu khe hở giữa đường kính của lỗ và đường kính trong của ren ta-rô bé hơn  $0,1 \div 0,2$  mm thì  $M_x$  tăng lên rất lớn. Công suất cắt khi cắt ren bằng ta-rô và bàn ren được tính theo công thức sau :

$$N_c = \frac{M_x \cdot n}{975000} \quad \text{kW}$$

$M_x$  -mô-men xoắn Nmm.

$n$  - số vòng quay của dụng cụ cắt (hay chi tiết) vg/ph

Tốc độ cắt tính theo công thức sau :

$$v = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot S^{y_v}} \quad \text{kW} \quad (2)$$

T là tuổi bền của dao phút.

Trong thực tế, khoảng tốc độ cắt trung bình thường dùng để gia công ở trên máy: đối với ta -rô P9 và P18 có tưới nước làm nguội thì:  $V = 6 \div 15\text{m/ph}$  ; đối với bàn ren tròn Y10 và Y12 thì  $v = 3 \div 6\text{m/ph}$  .

Giá trị của các hệ số và số mũ trong các công thức (1) và (2) cho trong các sổ tay về chế độ cắt.

## Bài 3 BÀO VÀ XỌC

### I. Tính chất chung của bào và xọc:

Bào và xọc là hai phương pháp gia công kim loại có các chuyển động gần giống nhau trong quá trình cắt.

Đối với bào, chuyển động chính là chuyển động thẳng, tịnh tiến khứ hồi gồm một hành trình có tải và một hành trình không tải. Chuyển động này có thể do dao hoặc bàn máy mang chi tiết thực hiện. Chuyển động này thường có phương nằm ngang.

Xọc là trường hợp đặc biệt của bào có chuyển chính do dao thực hiện theo phương thẳng đứng còn chuyển động chạy dao do chi tiết thực hiện.

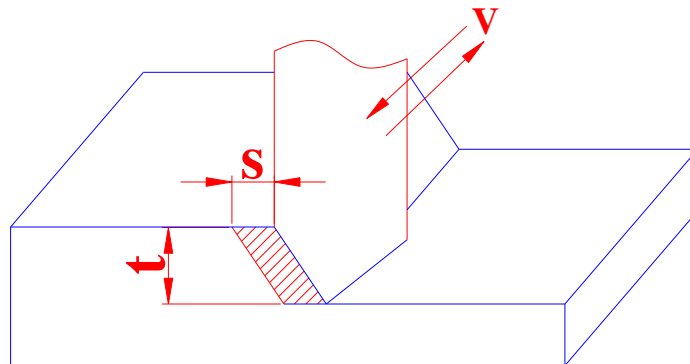
Do chuyển động cắt thực hiện theo hai phương khác nhau nên tính năng và khả năng công nghệ cũng khác nhau. Nhìn

chung năng suất của cả hai phương pháp này đều thấp vì các lí do sau:

-Sử dụng dao chỉ có một lưỡi cắt.

-Tốn thời gian cho hành trình chạy không tải.

-Tốc độ cắt bị hạn chế do quá trình chuyển động khứ hồi. Khi thay đổi chiều quay đòi hỏi mômen quán tính lớn.



Để biến chuyển động quay của mô tơ thành chuyển động thẳng của đầu dao bào cần thông qua một hệ cơ cấu culít. Tốc độ chuyển động thẳng khứ hồi được xác định như sau:

$$V_t = \frac{2 \cdot L \cdot z}{1000} [m / ph]$$

$$V_c = \frac{L \cdot z \cdot 360}{\alpha \cdot 1000} [m / ph]$$

$$V_o = \frac{L \cdot z \cdot 360}{\beta \cdot 1000} [m / ph]$$

Trong đó:

$V_t$  – tốc độ trung bình của hành trình kép

$V_c$  – tốc độ trung bình của hành trình cắt.

$V_o$  – tốc độ trung bình của hành trình chạy không.

$L$  – độ dài chuyển động thẳng của cơ cấu Culít(mm).

$Z$  – tổng số hành trình kép sau một phút.

$\alpha$  - góc giới hạn vị trí của cơ cấu culít, được tính:

$$\alpha = 360 - \beta.$$

Ở đây  $\beta$  được xác định như sau:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{L}{2 \cdot R}$$

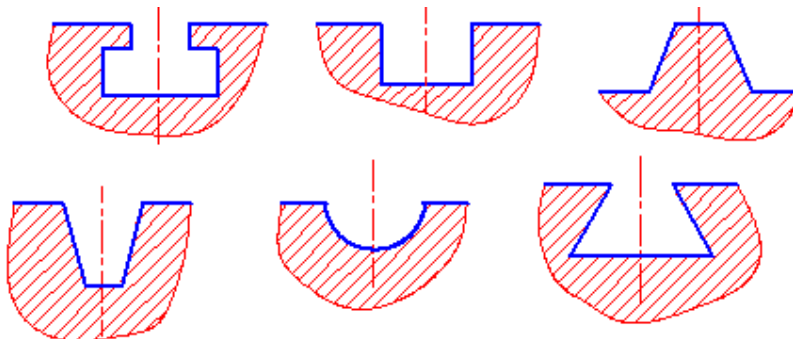
$R$  –chiều dài cánh tay đòn của cơ cấu culít.

## II. Khả năng công nghệ của bào và xọc.

Bào chủ yếu để gia công các mặt phẳng, ngoài ra còn có thể gia công các bề mặt định hình có đường sinh thẳng.

Bào có thể đạt độ chính xác tối đa là cấp 8 đến cấp 7 và độ bóng đạt là  $Ra = 2,5 \mu m$ .

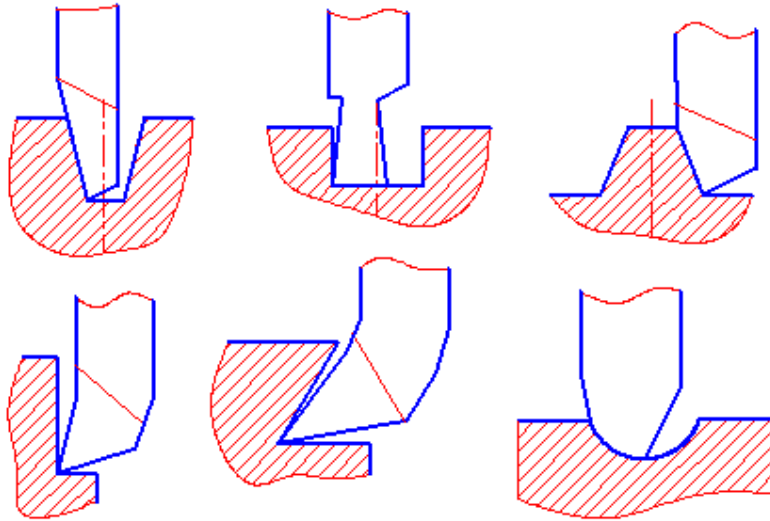
Xọc chủ yếu để gia công các bề mặt trong, các rãnh then trên ống, trên bánh răng.v.v.



### III. Dao bào và dao xọc:

Các thông số hình học của dao bào và dao xọc nhìn chung rất giống ở dao tiện. Tuy theo vị trí của lưỡi cắt, dao bào cũng được chia thành dao bào phải, dao bào trái. Dao xọc có khác hơn chút ít vì dao xọc được gá song song với trục chính theo phương thẳng đứng.

Các loại dao bào xọc gồm một số loại dao phụ thuộc vào biện pháp công nghệ và tính chất công việc như dao bào lưỡi cắt cong; dao gia công bề mặt thẳng đứng dao gia công bề mặt nghiêng; dao gia công rãnh; dao gia công tinh; dao xọc.



Nhìn chung về kết cấu, các loại dao bào và xọc đơn giản, chế tạo dễ dàng, giá thành không cao.

### IV. Máy bào và máy xọc:

Tùy theo những đặc trưng về công nghệ và kích thước của máy, máy bào được chia thành nhóm máy bào ngang, nhóm máy bào giường, máy bào đứng (máy xọc) và nhóm máy bào chuyên dụng. Trong mỗi nhóm trên lại có nhiều kiểu máy với kích thước và các thông số kỹ thuật khác nhau.

Máy bào ngang có chuyển động chính là chuyển động của đầu bào. Loại máy này thường có chiều dài hành trình lớn nhất của đầu bào là 600 mm, nên chủ yếu gia công các chi tiết nhỏ và trung bình. Máy bào ngang thường sử dụng cơ cấu cu lít để biến chuyển động quay của động cơ thành chuyển động thẳng của đầu bào. Chuyển động chạy dao do bàn máy thực hiện và chuyển động gián đoạn nhờ cơ cấu cóc trong máy.

Máy bào giường dùng để gia công các chi tiết lớn, có thể lên đến 12 mét. Chuyển động chính do bàn máy thực hiện. Chuyển động chạy dao do đầu dao thực hiện gián đoạn. Máy bào giường có thể có từ 2 đến 4 ổ gá dao.

### V. Các thông số cắt và tiết diện lớp kim loại bị cắt:

Trên hình biểu diễn hướng chuyển động của phôi và dao cũng như hình dạng hình học của lớp kim loại bị cắt khi bào.

Hình dạng lớp kim loại bị cắt khi bào cũng giống như ở tiện, phụ thuộc vào hình dạng lưỡi cắt chính. Do đó việc xác định các thành phần của tiết diện cắt cũng như tiện.

Quan hệ giữa chiều dày cắt và lượng chạy dao, chiều rộng cắt và chiều sâu cắt, cũng như diện tích tiết diện ngang của lớp kim loại bị cắt, được biểu diễn bằng các công thức:

$$a = S \cdot \sin\varphi \quad \text{mm}; \quad b = \frac{t}{\sin\varphi} \quad (\text{mm})$$

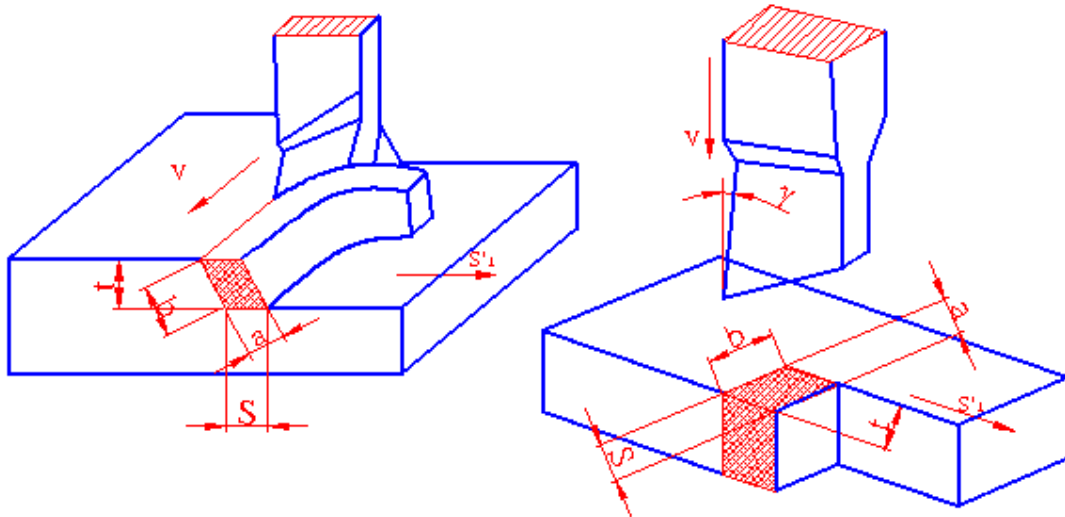
$$f = a \cdot b = S \cdot t \quad (\text{mm}^2)$$

Trong đó : a chiều dày cắt  
b chiều rộng cắt  
S lượng chạy dao  
t chiều sâu cắt  
f diện tích cắt

Sơ đồ cắt khi xọc răng giống bào, chỉ khác là dao xọc thường có  $\varphi = 90^\circ$  nên:

$$a = S \quad (\text{mm}); \quad b = t \quad (\text{mm})$$

$$f = a \cdot b = S \cdot t \quad (\text{mm}^2)$$



Đối với bào, khi tốc độ hành trình làm việc thay đổi thì tốc độ cắt trung bình  $v_{tb}$  có thể tính theo công thức:

$$v_{tb} = \frac{L \cdot k}{1000} (1 + m) \quad \text{m/ph}$$

Trong đó :

L chiều dài hành trình dao theo hướng chuyển động chính (chiều dài này bằng chiều dài bề mặt gia công, cộng thêm với lượng ăn tới và lượng vượt quá của dao mm).

K- số hành trình kép của đầu máy bào hoặc bàn trượt của máy xọc trong một phút.

M- tỉ số vận tốc của hành trình làm việc chạy không, trung bình  $m = 0,75$ .

Khi xọc thì trị số  $m = 1$  và do đó tốc độ cắt trung bình có thể tính theo công thức:

$$V = \frac{2L.k}{1000} \text{ m/ph}$$

Thông số hình học của dao xọc và bào, về cơ bản giống dao tiện và phụ thuộc điều kiện cắt.

Góc trước  $\gamma$  thường nhỏ hơn góc trước của dao tiện, vì trong quá trình cắt có va đập (nhằm tăng góc  $\beta$ ). Tùy từng trường hợp cụ thể, góc trước có thể có trị số từ  $-15 + 20^0$ .

Một số góc chủ yếu khác của dao có thể chọn như sau :

$$\alpha = 6 \div 16^0; \quad \varphi = 20 \div 70^0; \quad \varphi_1 = 0 \div 15^0; \quad \lambda = 6 \div 20^0$$

Trong quá trình cắt, do tác dụng của lực  $P_x$ , thân dao thẳng có thể bị biến dạng và bị uốn quanh điểm O, khi đó mũi dao sẽ chuyển động theo quỹ đạo tròn bán kính R. Kết quả là bề mặt chi tiết bị cắt lẹm làm hụt kích thước chi tiết gia công.

Để tránh hiện tượng trên, thường người ta dùng dao bào đầu cong. Đặc điểm của dao này là mũi dao và mặt tựa của thân dao cùng nằm trong một mặt phẳng. Do đó bán kính R bằng chiều dài đoạn nhô ra của đầu dao. Với dao có kết cấu thân cong như vậy thì khi bị uốn cong sẽ không sinh ra hiện tượng cắt lẹm vào chi tiết gia công.

## VI- Lực cắt và tốc độ cắt khi bào và xọc:

Thực chất của quá trình cắt khi bào và xọc cũng giống như gia công trên máy tiện, chỉ khác là khi bào và xọc dao làm việc trong điều kiện có va đập. Do đó tuy rằng dao chạy không (trong chuyển động trở lại), không cắt nhưng điều kiện làm việc của bào và xọc khó khăn hơn tiện.

Quá trình tạo phoi khi bào và xọc cũng giống như tiện. Cho nên có thể tính lực cắt khi bào và xọc theo công thức tính lực cắt khi tiện.

Chúng ta cũng đem lực biến dạng khi cắt và lực ma sát R chiếu xuống 3 trục XX, YY, ZZ và chúng ta cũng được ba phân lực:

$P_z$  Theo phương của chuyển động cắt chính.

$P_y$  song song với phương chạy dao.

$P_x$  Thẳng góc với  $P_z$  và  $P_y$  tác dụng vào thân dao.

Trong ba phân lực kể trên thì  $P_z$  lớn hơn cả và gọi là lực cắt chính.

Nhưng khi cần tính công suất một cách chính xác thì ngoài lực cắt ra còn phải tính thêm lực ma sát trên sống trượt của máy theo công thức.

$$F = \mu (P_y + G_{ch} + G_b)$$

Trong đó : F Lực ma sát trên sống trượt của máy (N).

$\mu$  Hệ số ma sát.

$P_y$  Lực hướng tâm (N).

$G_{ch}$  Trọng lượng chi tiết gia công (N).

$G_b$  Trọng lượng bàn máy (N).

Tải trọng dùng để tính công suất :

$$P = P_z + F$$

Công suất cắt khi bào và xọc được tính theo công thức sau :

$$N_c = \frac{P \cdot v_c}{60 \cdot 1000} \quad \text{kW.}$$

Trong đó:  $v_c$  Vận tốc cắt ứng với hành trình làm việc, vận tốc này là vận tốc cho phép bởi tuổi bền của dao.

Quy luật mòn của dao khi bào và xọc giống như tiện. Ví dụ khi bào thép bằng dao thép gió, trước tiên dao mòn ở mặt sau, đồng thời mòn cả ở mặt trước, sau đó trên mặt trước cũng tạo ra rãnh lưỡi liềm ở phía trong lưỡi cắt với một chiều sâu nhất định. Cứ tiếp tục cắt đến khi mòn dao ở mặt sau đến tiêu chuẩn mòn cho phép  $h_s$  (khoảng 2mm) thì phải đem dao đi mài lại.

Quan hệ giữa tuổi bền  $T$  và tốc độ  $V$  cũng có dạng giống như tiện

$$\frac{V_1}{V_2} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^m$$

$V_1, V_2 \dots$  là tốc độ cắt cho phép ứng với tuổi bền  $T_1, T_2, \dots$

Số mũ  $m$  nói lên ảnh hưởng của tuổi bền đến tốc độ cắt. Trị số  $m$  còn phụ thuộc vào chiều dài hành trình bào. Nếu tăng chiều dài hành trình bào thì trị số  $m$  sẽ tăng và do đó tốc độ sẽ tăng, khi đó số va đập trong một đơn vị thời gian giảm đi và điều kiện cắt sẽ tốt hơn.

Khi tuổi bền của dao  $T = 60$  phút thì công thức tốc độ cắt của bào và xọc tính theo công thức tốc độ cắt khi tiện ngoài :

$$v_{60} = \frac{C_v}{I^{x_v} \cdot S^{y_z}} \cdot K_v \quad \text{m/ph}$$

Các hệ số, số mũ và hệ số điều chỉnh tốc độ có thể tra trong các sổ tay.

Vì trong quá trình bào và xọc có va đập nên tốc độ cắt tính theo công thức trên phải giảm đi khoảng 20 - 40 % hoặc nhân với một hệ số điều chỉnh tốc độ mà giá trị của nó cho trong các sổ tay cắt gọt.

## VII- Chế độ cắt khi bào và xọc:

Như đã trình bày ở trên, máy bào và máy xọc vì nguyên lý kết cấu truyền chuyển động, nên không làm việc được ở tốc độ cao khi cắt. Do đó phải ưu tiên chọn chiều sâu cắt lớn, lượng chạy dao tối đa cho phép rồi mới chọn tốc độ cắt. Khi công suất của máy bị hạn chế, thì phải giảm tốc độ cắt và tăng lượng chạy dao

Trình tự xác định chế độ cắt như sau:

1- Chọn dao :

Căn cứ vào điều kiện kỹ thuật của chi tiết gia công mà chọn vật liệu làm dao, các thông số hình học, kết cấu thân dao.

2- Xác định chiều sâu cắt:

Khi xác định chiều sâu cắt phải dựa vào lượng dư và độ chính xác gia công (gia công tinh hay thô).

3- Xác định lượng chạy dao cho phép :

Khi bào mặt phẳng trên máy bào ngang thì chọn :

$S = 0,4 - 4 \text{ mm/}$  hành trình kép, khi gia công thô thép và gang.

$S = 0,25 - 1,2$  mm/ hành trình kép, khi gia công tinh thép và gang .  
 Nếu bào tinh (dao rộng bản) với  $\varphi_1 = 0$  và  $t \leq 0,1$  mm , thì lấy :

$S \geq 20$ mm/ hành trình kép.

4- *Tính tốc độ cắt:*

Theo công thức phụ thuộc vào tuổi bền của dao.

5- *Tính tốc độ cắt:*

Theo tốc độ cắt đã tính, xác định hành trình kép trong một phút, từ đó chọn số hành trình kép có trên máy và tốc độ cắt thực tế.

Tốc độ cắt thực tế tính như sau :

$$V_c = \frac{k.L(1+m)}{1000} \quad \text{m/ph}$$

Ở máy bào, do tốc độ hành trình của đầu máy thay đổi nên  $V_c$  cũng là tốc độ cắt trung bình ( $v_{tb}$ ) như ở trên.

6- *Xác định thời gian máy:*

Thời gian công nghệ cơ bản (thời gian máy) khi bào và xọc có thể tính theo công thức:

$$T_0 = \frac{B+B_1+B_2}{n.S} \quad (\text{ph})$$

Trong đó : B - chiều rộng của bề mặt gia công mm.

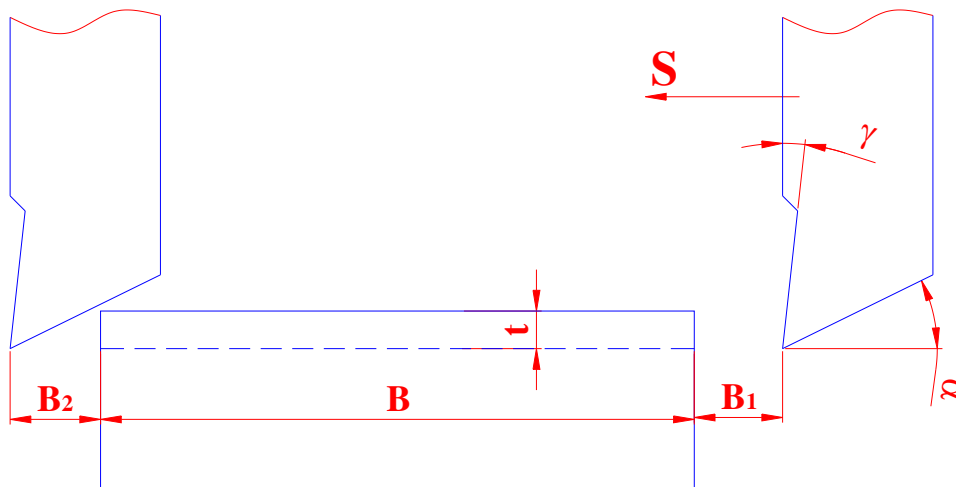
$B_1$ - lượng ăn tới của dao mm.

$B_1 = t \cdot \cotg\varphi$ .

$B_2$  - lượng vượt quá của dao mm.

S - lượng chạy dao mm/hành trình kép;

n - số hành trình kép trong một phút.





## Bài 4 GIA CÔNG LỖ

### I. Tính chất chung của khoan, khoét, doa:

Khoan, khoét, doa đều là phương pháp gia công lỗ. Tùy theo hình dạng, kích thước lỗ, tính chất vật liệu gia công và chất lượng yêu cầu mà ta chọn một, hai hay cả ba phương pháp nêu trên để gia công một lỗ.

Ví dụ: có lỗ chỉ cần khoan, có lỗ khoan xong rồi khoét nhưng có lỗ khoan xong rồi khoét và doa.

Tuy khoan, khoét, doa có thể đạt độ chính xác khác nhau nhưng chúng đều có chung các chuyển động sau đây:

- Chuyển động chính là chuyển động quay tròn của dao (dụng cụ cắt).
- Chuyển động chạy dao là chuyển động dọc trục mang dao.
- Tốc độ cắt được tính :

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} [m / ph]$$

Trong đó : D – đường kính của mũi khoan, doa, khoét.

n – số vòng quay sau một phút.

-Lượng chạy dao sau một vòng quay được tính :  $S_0 = S_z \cdot Z$

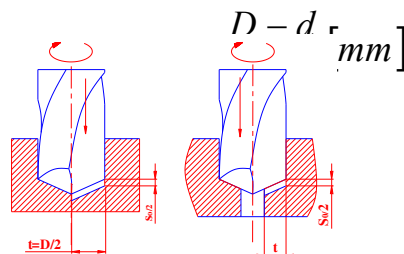
Trong đó :  $S_z$  - lượng chạy dao của một lưỡi cắt của dao.

Z - số lưỡi cắt của dao.

-Chiều sâu cắt khi khoan (phôi chưa có lỗ) được tính

$$t = \frac{D}{2} [mm]$$

Khi phôi đã có lỗ với đường kính d thì chiều sâu cắt được tính :



## II. Khả năng công nghệ của khoan:

Khoan thường sử dụng để gia công lỗ trên các phôi đặc (phôi chưa có lỗ hay phôi có lỗ từ trước). Khi khoan thường sử dụng dao là mũi khoan ruột gà.

Khoan có thể gia công các lỗ có đường kính 0,1 đến 80 mm, phổ biến nhất là các lỗ có đường kính từ 35mm trở xuống. Với các lỗ lớn hơn thì đòi hỏi máy có công suất rất lớn, các lỗ bé quá thì mũi khoan không đảm bảo độ cứng vững.

Đối với lỗ có đường kính lớn nên khoan trước lỗ nhỏ rồi khoan thành nhiều lần để giảm chiều sâu cắt khi khoan.

Khi khoan các lỗ lớn và sâu nên dùng phương án chi tiết quay đồng thời sử dụng các loại mũi khoan nòng súng hoặc mũi khoan sâu.

Độ chính xác gia công khoan nói chung là thấp chỉ đạt cấp chính xác 12 – 13 và  $Ra = 3,2 - 12,5\mu\text{m}$ . Đối với các lỗ có yêu cầu độ chính xác cao thì khoan chỉ là bước gia công thô .

Nguyên nhân đạt độ chính xác thấp khi khoan là do kết cấu của mũi khoan chưa hợp lý, khi chế tạo mũi khoan hay có các sai số như độ đồng tâm giữa phần cắt và phần chuôi, do khi mài hai phần cắt của mũi khoan không đều.v.v...

Máy khoan không đa dạng như máy tiện hoặc máy phay. Chủ yếu có mấy loại sau đây :

a- Máy khoan bàn là loại máy đơn giản nhất, kích thước nhỏ, thường đặt trên các bàn nguội, lỗ khoan lớn nhất là 12mm .

b-Máy khoan đứng là loại máy khoan có trục chính chỉ chuyển động dọc trục của nó. Có thể gia công các lỗ có đường kính  $\leq 50\text{mm}$  .

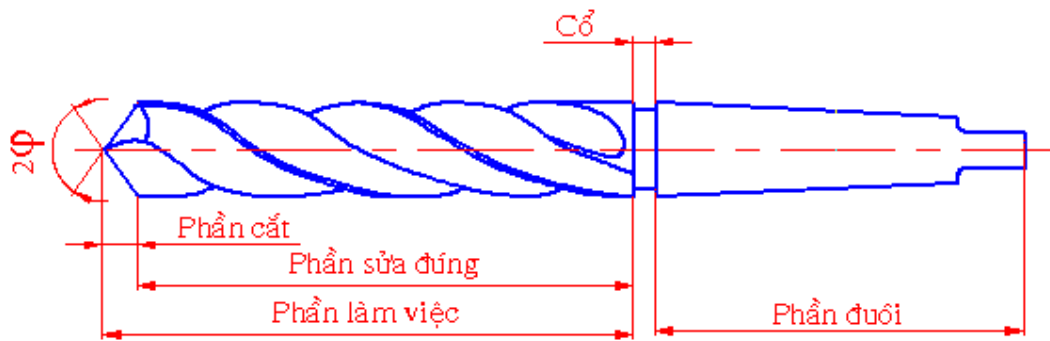
c- Máy khoan cần là máy mà trục dao ngoài khả năng dịch chuyển dọc trục còn có thể dịch chuyển lên xuống, ra vào và xoay quay thân máy. Với các chuyển động nêu trên của trục mang dao nên có thể khoan được lỗ trên bất kỳ toạ độ nào. Phù hợp để gia công các chi tiết lớn, công kênh .

d- Máy khoan nhiều trục là máy có khả năng khoan đồng thời nhiều lỗ nhờ một đầu dao có gá nhiều mũi khoan. Loại máy này phù hợp trong sản xuất hàng loạt.

e- Máy khoan sâu là loại máy chuyên dùng, có trục chính nằm ngang dùng để gia công các lỗ có chiều sâu lớn .

### 1- Cấu tạo mũi khoan xoắn, các thông số hình học của mũi khoan:

Cấu tạo mũi khoan xoắn ruột gà

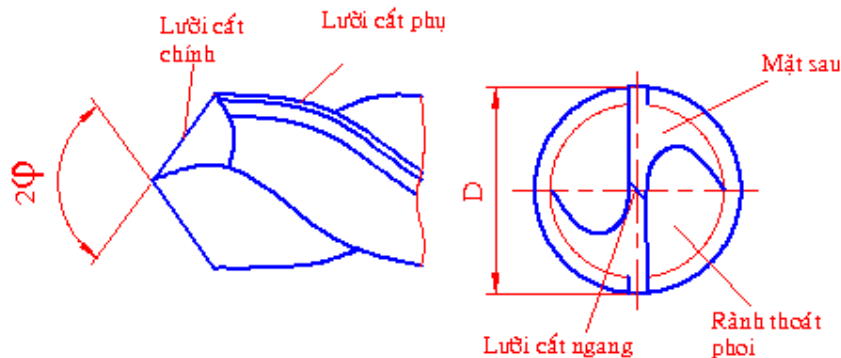


Về mặt kết cấu chung thì mũi khoan chia làm ba bộ phận:

1-Phần cán (đuôi): là bộ phận dùng lắp vào trục chính của máy khoan để truyền mô men xoắn và truyền chuyển động khi cắt. Mũi khoan đường kính lớn hơn 20mm làm cán hình côn, còn đường kính nhỏ hơn 10mm thì có cán hình trụ, đường kính từ 10 đến 20 có thể cán hình côn hoặc trụ.

2-Phần cổ dao : là phần nối tiếp giữa cán dao và phần làm việc. Nó chỉ có tác dụng để thoát đá mài khi mài phần chuôi và phần làm việc. Thường ở đây được ghi nhãn hiệu của mũi khoan.

3-Phần làm việc : gồm có phần sửa đúng và phần cắt :

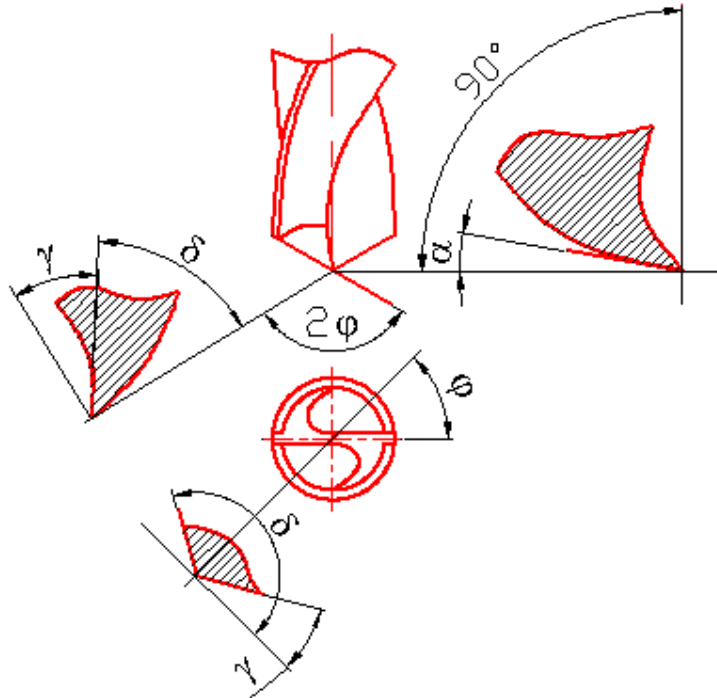


a- Phần sửa đúng (trụ định hướng) : có tác dụng định hướng mũi khoan khi làm việc. Nó còn là phần dự trữ khi mài lại phần cắt đã bị mòn.

Đường kính của phần định hướng giảm dần từ phần cắt về phía chuôi, để tạo thành góc nghiêng phụ  $\varphi_1$ . Lượng giảm thường là từ 0,01-0,08 mm trên 100 mm chiều dài. Trên phần định hướng có hai rãnh xoắn để thoát phoi, với góc xoắn  $\omega = 18-30^\circ$ , thay đổi tùy theo đường kính và điều kiện gia công. Dọc theo rãnh xoắn, ứng với đường kính ngoài có 2 dãy cạnh viền chiều rộng  $f$ . Chính cạnh viền này có tác dụng định hướng mũi khoan khi làm việc. Mặt khác nó có tác dụng làm giảm ma sát giữa mặt trụ mũi khoan và mặt đã gia công của lỗ. Phần kim loại giữa 2 rãnh xoắn là lõi mũi khoan. Thường đường kính lõi làm lớn dần về phía chuôi để tăng sức bền của mũi khoan. Lượng tăng thường từ 1,4-1,8 mm trên 100 mm chiều dài của mũi khoan, tùy theo vật liệu làm dụng cụ.

b- Phần cắt : là phần chủ yếu của mũi khoan dùng để cắt vật liệu tạo ra phoi. Mũi khoan có thể coi như là hai dao tiện ghép với nhau bằng lõi hình trụ.

Mũi khoan gồm có 5 lưỡi cắt: 2 lưỡi cắt chính và; hai lưỡi cắt phụ và một lưỡi cắt ngang. Lưỡi cắt phụ là đường xoắn, chạy dọc cạnh viền của mũi khoan, nó chỉ tham gia cắt trên một đoạn ngắn chừng một nửa lượng chạy dao.



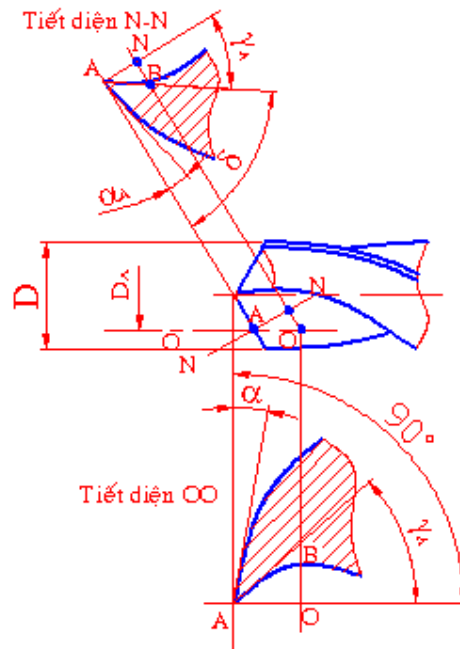
Mặt trước của mũi khoan là mặt xoắn. Mặt sau của nó có thể là mặt côn, mặt xoắn, mặt phẳng hay mặt trụ, tùy theo cách mài mặt sau.

### **Thông số hình học của mũi khoan xoắn:**

Cách xác định góc độ của phần cắt mũi khoan tiến hành cũng như đối với dao tiện, nghĩa là vẫn dùng các mặt toạ độ, các góc độ của dao thường biểu diễn trên các tiết diện chính.

Nếu không kể đến chuyển động chạy dao, thì mặt đáy tại mỗi điểm của lưỡi cắt là mặt phẳng tạo thành bởi điểm đó và trục của mũi khoan, còn mặt cắt là mặt phẳng chứa lưỡi cắt chính (khi lưỡi cắt chính thẳng) và tiếp xúc với bề mặt gia công.

*Góc trước  $\gamma$* : Góc trước ở mũi khoan được đo trong tiết diện chính N-N chúng ta hãy xem góc trước  $\gamma$  phụ thuộc vào những thông số nào.



Nếu lấy điểm A trên lưỡi cắt của mũi khoan bố trí trên hình trụ có đường kính  $D_A$  thì đối với điểm này, góc nghiêng của rãnh xoắn được xác định bằng công thức:

$$\operatorname{tg} \omega_A = \frac{\pi \cdot D_A}{H}$$

Trong đó : H- bước của rãnh xoắn.

$\omega_A$ - góc nghiêng của rãnh xoắn ở điểm A

Góc trước ở tiết diện OO bằng góc xoắn  $\omega_A$ .

Góc trước  $\gamma_A$  ở tiết diện N-N có thể biểu thị qua góc  $\omega_A$  hay góc trước ở tiết diện O-O

Muốn vậy trên tiết diện N-N và O-O, ta chú ý tam giác ANO.

Chiếu cạnh AN xuống tiết diện N-N ta có:

$$\operatorname{AN} = \frac{\mathbf{NB}}{\operatorname{tg} \gamma_A} \quad \text{hay} \quad \mathbf{NB} = \mathbf{NA} \operatorname{tg} \gamma_A$$

Chiếu cạnh AO xuống tiết diện Q-O ta có :

$$\mathbf{AO} = \frac{\mathbf{BD}}{\operatorname{tg} \omega_A} \quad \text{hay} \quad \mathbf{D} = \mathbf{AO} \operatorname{tg} \omega_A$$

Vì  $\mathbf{NB} = \mathbf{BD}$  nên có :

$$\mathbf{NA} \operatorname{tg} \gamma_A = \mathbf{AO} \operatorname{tg} \omega_A$$

Trong tam giác AMO ta có :  $\frac{\mathbf{AM}}{\mathbf{AO}} = \sin \varphi$  , vì AN = AM

$$\text{Nên ta có : } \operatorname{tg} \gamma_A = \frac{\operatorname{tg} \omega_A}{\sin \varphi}$$

Thay thế vào biểu thức của  $\operatorname{tg} \omega_A$  đã tính ở trên và chú ý rằng

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\text{tg } \omega} \quad \text{cuối cùng ta có :}$$

$$\text{tg } \gamma_A = \frac{D_A}{D} \cdot \frac{\text{tg } \omega}{\sin \varphi}$$

Do đó, góc trước ở một điểm bất kỳ trên lưỡi cắt của mũi khoan, phụ thuộc vào góc nghiêng của rãnh xoắn ứng với đường kính  $D$ , góc nghiêng  $\varphi$  và đường kính  $D_A$  ( $D_A$  là đường kính ứng với điểm khảo sát A).

Từ công thức trên ta thấy rằng, góc trước của mũi khoan là một lượng thay đổi phụ thuộc vào đường kính  $D_A$ : càng gần tâm mũi khoan,  $D_A$  càng giảm thì góc  $\gamma_A$  càng nhỏ.

Nếu trên đường kính ngoài cùng góc trước của mũi khoan có trị số khoảng  $18 - 33^\circ$ , thì ở gần lưỡi cắt ngang góc trước sẽ giảm xuống gần bằng không, rồi đạt trị số âm ở lưỡi ngang.

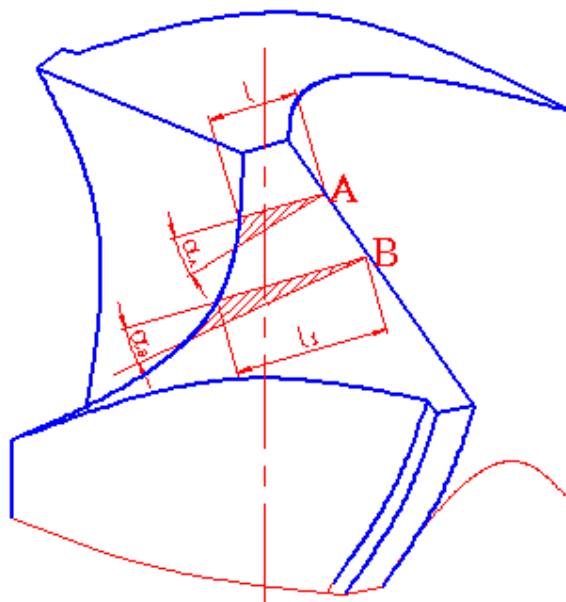
Các công thức tính góc trước của mũi khoan trình bày ở trên chỉ là những công thức gần đúng, vì khi khảo sát góc trước ta đã coi như không có lưỡi cắt ngang và coi như lưỡi cắt chính đi qua tâm mũi khoan.

*Góc sau  $\alpha$ :* Góc sau của mũi khoan được đo trên bề mặt của quỹ đạo chuyển động của các điểm trên lưỡi cắt, tức là trên bề mặt hình trụ có trục trùng với trục mũi khoan.

Để cụ thể hơn ta xét hình vẽ sau đây:

Xét điểm A bất kỳ nằm trên lưỡi cắt chính của một mũi khoan. Khi mũi khoan quay tròn quanh trục O-O thì điểm A sẽ vẽ nên một vòng tròn. Qua vòng tròn đó, ta dựng một hình trụ đồng trục với mũi khoan. Giao tuyến của mặt trụ này với mặt sau mũi khoan sẽ là một đường cong C.

Nếu qua điểm A ta vẽ 2 đường tiếp tuyến: một đường với giao tuyến C, còn một đường kia với vòng tròn do điểm A vẽ ra ở trong mặt phẳng chứa vòng tròn đó, thì góc giữa hai đường tiếp tuyến này là góc  $\alpha$ .



Vậy góc sau  $\alpha$  tại một điểm bất kỳ trên lưỡi cắt của mũi khoan là góc hợp bởi: .đường tiếp tuyến (tại điểm đang khảo sát) của tiếp tuyến tạo bởi mặt trụ (đồng trục với mũi khoan) và mặt sau của mũi khoan, với: .đường tiếp tuyến của vòng tròn là quỹ đạo của điểm khảo sát khi nó quay quanh trục của mũi khoan.

Góc sau  $\alpha_N$  của mũi khoan đo ở tiết diện pháp tuyến được xác định gần đúng bằng công thức:

$$\operatorname{tg}\alpha_N = \operatorname{tg}\alpha \cdot \sin \varphi$$

Cũng như góc trước, góc sau tại những điểm khác nhau của lưỡi cắt cũng là một lượng thay đổi, nhưng góc sau lớn dần về phía tâm mũi khoan. Ở đường kính ngoài cùng thường  $\alpha = 8-14^\circ$  còn ở gần tâm  $\alpha = 25-35^\circ$ . Độ thay đổi góc sau của mũi khoan còn phụ thuộc vào cách mài mặt sau nữa.

Góc sau lưỡi cắt phụ  $\alpha_1$  được đo trong mặt phẳng thẳng góc với trục của mũi khoan. Ở mũi khoan tiêu chuẩn thường  $\alpha_1 = 0$ .

Góc trước và góc sau của lưỡi ngang được đo ở mặt phẳng pháp tuyến  $B_3B_3$  hình 7-5

Góc nghiêng chính  $\varphi$  : góc này cũng được xác định như ở dao tiện. Góc ở mũi khoan là  $2\varphi$ . Tùy theo vật liệu gia công mà góc  $2\varphi$  có các trị số dao động trong khoảng  $80-140^\circ$ .

Ví dụ: Khi gia công đá hoa thì  $2\varphi = 80^\circ$ .

Khi gia công nhôm thì  $2\varphi = 140^\circ$ .

Khi gia công thép và gang  $2\varphi = 116-120^\circ$ .

Mũi khoan tiêu chuẩn lấy  $2\varphi = 116-120^\circ$ .

Góc nghiêng phụ  $\varphi_1$  ở mũi khoan do độ côn ngược mà có, thông thường  $\varphi_1 = 2-4^\circ$ .

*Lưỡi cắt ngang và góc nghiêng  $\Psi$  của lưỡi cắt ngang .*

Góc nghiêng  $\Psi$  của lưỡi cắt ngang là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt ngang và lưỡi cắt chính trên mặt phẳng vuông góc với trục mũi khoan. Mũi khoan tiêu chuẩn có  $\Psi = 55^\circ$ .

Thông thường lưỡi cắt ngang không cắt (do góc trước có trị số âm), mà tì lên bề mặt gia công làm cho lực chiều trục sinh ra rất lớn. Các cải tiến của mũi khoan hiện tại là nhằm làm cho lưỡi cắt ngang càng ngắn càng tốt .

*Góc nâng  $\lambda$  của lưỡi cắt chính.*

Góc  $\lambda$  của mũi khoan được xác định như ở dao tiện.

*Góc xoắn  $\omega$  của rãnh thoát phoi .*

Góc  $\omega$  là một thông số quan trọng đối với mũi khoan. Trị số của nó ảnh hưởng đến quá trình cắt, sự thoát phoi, lực cắt, độ bền và tuổi thọ của mũi khoan .

Tùy theo vật liệu gia công mà ta chọn trị số của góc  $\omega$  .

Đối với đồng thanh, đồng thau , ê-bô-nít  $\omega = 8 - 12^\circ$

Đối với thép và gang  $\omega = 25 - 30^\circ$

Đối với nhôm, đồng đỏ  $\omega = 35 - 40^\circ$

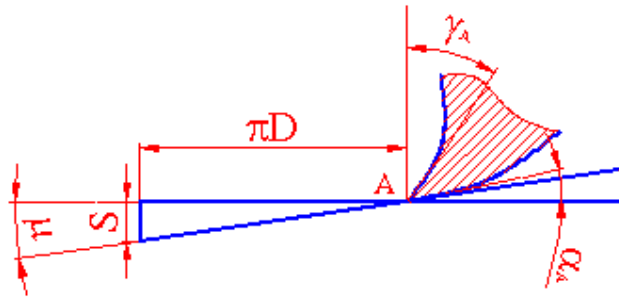
Cũng như dao tiện, khi làm việc do chuyển động chạy dao mà góc độ mũi khoan bị thay đổi. Sự thay đổi này phải được tính đến để đảm bảo mũi khoan làm việc ổn định .

Từ hình 4-8 ta thấy vì có chuyển động phụ, mà vết mặt cắt và vết mặt đáy bị thay đổi. Kết quả là góc sau thực tế  $\alpha_c$  giảm một lượng  $\mu$  và góc trước thực tế  $\gamma_c$  đồng thời cũng tăng một lượng  $\mu$  .

$$\text{Hay } \alpha_c = \alpha - \mu$$

$$\gamma_c = \gamma + \mu$$

Với 
$$\text{tg } \mu = \frac{s}{\pi \cdot D_A}$$



Vì lượng chạy dao s so với đường kính mũi khoan D nhỏ hơn rất nhiều nên góc  $\mu$  thường là nhỏ .

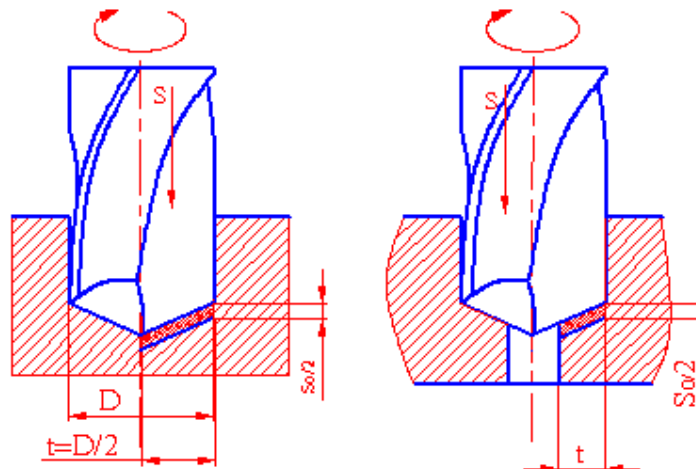
## 2- Các yếu tố của chế độ cắt khi khoan:

Các sơ đồ cắt chủ yếu khi khoan gồm :

a- khoan lỗ không thông trong vật liệu đặc

b- Khoan rộng lỗ đã có trước trong phôi

Trên hình vẽ này đã ký hiệu các yếu tố cắt trong hai sơ đồ khác nhau gồm:





Các yếu tố của chế độ cắt khi khoan

- Tốc độ cắt  $v$  : Đó là tốc độ vòng ứng với đường kính lớn nhất của mũi khoan.

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \quad \text{m/ph}$$

Trong đó :  $D$  - đường kính của mũi khoan ,mm  
 $n$  - số vòng quay của mũi khoan trong một phút , vg/ph.

- Chiều sâu cắt  $t$  :

$$\text{Khi khoan lỗ trong phôi đặc : } t = \frac{D}{2} \quad \text{mm}$$

$$\text{Khi khoan rộng lỗ : } t = \frac{D - d}{2} \quad \text{mm}$$

Trong đó :  $d$ - đường kính lỗ trước khi khoan rộng mm.

- Lượng chạy dao  $S$  : Lượng dịch chuyển của mũi khoan theo chiều trục sau khi mũi khoan quay một vòng (mm/vg).

Vì mũi khoan có hai lưỡi cắt chính nên lượng chạy dao do mũi lưỡi thực hiện là:

$$S_z = \frac{S}{2} \quad \text{mm/răng}$$

Lượng chạy dao phút tính theo công thức:

$$S_{ph} = S \cdot n \quad \text{mm/ph.}$$

- Chiều rộng cắt  $b$ , chiều dày cắt  $a$  và diện tích cắt  $f$  :

Khi tính ta bỏ qua không tính đến ảnh hưởng của lưỡi cắt ngang. Ta có:

$$b = \frac{D}{2 \sin \varphi} \quad \text{mm} \quad ; \quad a = \frac{S}{2} \sin \varphi \quad \text{mm.}$$

$$\text{Khi khoan lỗ ở vật liệu đặc thì: } f = a.b = D \frac{S}{4} \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Khi khoan rộng lỗ : } f = a.b = \frac{(D - d)s}{4} \quad \text{mm}^2.$$

Diện tích cắt ứng với một vòng quay của mũi khoan là:

$$F = 2f = 2ab \quad \text{mm}^2.$$

### 3- Đặc tính của quá trình cắt khi khoan:

Quá trình tạo phoi khi khoan giống với quá trình tiện. Khi khoan vật liệu dẻo nói chung ta có phoi dây, phoi xếp. Khi khoan vật liệu giòn ta có phoi mảnh, phoi vụn.

Khi khoan lưỡi cắt ngang làm việc trong khu vực có tốc độ cắt thấp, lại có góc trước âm nên gây lực hướng trục lớn. Khi cắt lưỡi cắt ngang tỳ lên mặt gia công làm cho lưỡi cắt mòn rất nhanh.

Lưỡi cắt phụ có góc  $\alpha_1 = 0$ , góc sắc  $\beta$  lại nhỏ, mũi dao chịu nhiệt kém nên chóng mòn. Còn ở lưỡi cắt chính thì các góc cắt thay đổi theo chiều dài lưỡi cắt. Từ ngoài vào tâm, góc trước giảm rất nhanh, làm tăng công biến dạng và ma sát khi tạo phoi, đồng thời làm tăng nhiệt lượng và nhiệt độ ở vùng cắt.

Không gian thoát phoi khi khoan là nửa kín, phoi thoát ra khó và chậm, thời gian tiếp xúc và ma sát giữa phoi, dao với mặt gia công lâu, hơn nữa dung dịch trơn nguội khó vào khu vực trực tiếp gia công và khi tới vùng cắt thì đã bị phoi làm nóng. Do đó nhiệt cắt khi khoan lớn, truyền nhiệt khó khăn, tốc độ khoan không chọn cao được. Ngoài ra tốc độ cắt khi khoan khác nhau trên chiều dài lưỡi cắt, ảnh hưởng xấu đến quá trình tạo phoi. Mũi khoan khó mà đối xứng hai lưỡi cắt. Khi lắp mũi khoan vào máy thì đường tâm mũi khoan và đường tâm trục chính không trùng nhau. Do đó sau khi khoan lỗ thường bị loe ra ở miệng một lượng rộng nhất định.

#### **4 - Lực cắt khi khoan:**

Công cắt khi khoan là do lực tác dụng lên lưỡi cắt của mũi khoan sinh ra. Tuy rằng tại mỗi điểm của lưỡi cắt lực tác dụng khác nhau, song để tiện nghiên cứu ta coi hợp lực của các phân tố đó tập trung ở điểm A cách tâm điểm khoan một đoạn bằng  $D/4$

Cũng như dao tiện, lực tác dụng lên mũi khoan cũng được phân thành ba thành phần lực theo các trục tọa độ  $ox, oy, oz$ . Các thành phần đó là:

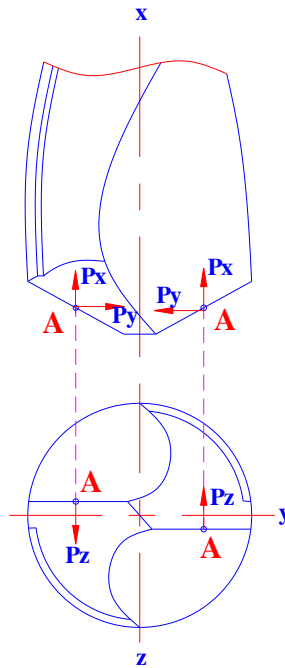
a- Lực  $P_y$  còn gọi là lực hướng kính tác dụng trên hai lưỡi cắt chính, có trị số bằng nhau và ngược chiều nhau nên cùng triệt tiêu lẫn nhau. Nếu chú ý cả hai lưỡi cắt phụ thì phải kể cả hai lực  $P_y'$  nữa và chúng cũng triệt tiêu lẫn nhau.

b- Lực chiều trục  $P_0$  có xu hướng chống lại lực chạy dao. Lực  $P_0$  bằng tổng các lực chiều trục  $P_x$  tác dụng lên lưỡi cắt chính, lực chiều trục  $P_x'$  tác dụng lên lưỡi cắt phụ và lực chiều trục  $P_n$  tác dụng lên lưỡi cắt ngang.

Lực  $P_x$  chiếm khoảng 40% lực  $P_0$ .

Lực  $P_x'$  chiếm khoảng 3% lực  $P_0$ .

Lực  $P_n$  chiếm khoảng 57% lực  $P_0$ .



c- Lực tiếp tuyến  $P_z$  gây ra mômen cắt chính. Thực nghiệm chứng tỏ rằng 80% mômen là do lực tiếp tuyến tác dụng trên lưỡi cắt chính, 12% là do lực tiếp tuyến trên lưỡi cắt phụ, còn lại 8% là do lực tiếp tuyến trên lưỡi cắt ngang.

Hiện nay chưa có công thức lý thuyết để tính mômen cắt và lực chiều trục. Người ta nghiên cứu bằng thực nghiệm ảnh hưởng của các yếu tố cắt và điều kiện gia công đến mô men và lực cắt rồi từ đó lập nên các công thức thực nghiệm có dạng sau đây:

$$\text{Mô men cắt} : M_x = C_m \cdot D^{x_m} \cdot s^{y_m} K_m \quad \text{N.mm}$$

$$\text{Lực chiều trục} : P_0 = C_0 \cdot D^{x_p} \cdot s^{y_p} K_{p_0} \quad \text{N}$$

Trong đó :  $C_m, C_0$  - Hệ số phụ thuộc tính chất vật liệu gia công, hình dạng hình học của mũi khoan và các điều kiện khác.

D-Đường kính mũi khoan mm

S- lượng chạy dao mm/vg

Các giá trị của các hệ số  $C_m, C_0$  của các số mũ  $x_m, y_m, x_p, y_p$ , các giá trị của hệ số điều chỉnh  $K_m, K_{p_0}$  có thể tra trong sổ tay về chế độ cắt.

### 1-Ảnh hưởng của góc xoắn $\omega$ :

Từ công thức tính góc trước đã thiết lập ở trên ta thấy rằng khi  $\varphi = \text{const}$  và  $D_A = D$  thì  $\gamma_A = k \text{tg}\omega$ , hay nói khác đi, góc trước trên phần cắt của mũi khoan tỉ lệ với góc nghiêng  $\omega$  của rãnh xoắn. Như vậy tăng góc  $\omega$  tăng lên thì góc trước tăng dần, công biến dạng dẻo và ma sát giảm xuống làm cho mô men xoắn  $M_x$  và lực chiều trục  $P_0$  giảm xuống. Song qua thực nghiệm, người ta đã xác định rằng, nếu tăng  $\omega$  lên đến 35% thì lúc đó lực chiều trục  $P_0$  và mô men xoắn  $M_x$  giảm không đáng kể. Đó là vì với góc  $\omega$  lớn, phoi thoát ra sẽ phải chuyển động theo đường xoắn dài hơn, nên lực ma sát

giữa phoi và thành rãnh tăng lên. Ngoài ra khi tăng  $\omega$  lên cũng đồng thời làm giảm độ bền của mũi khoan.

Vì thế ở mũi khoan thép gió thường chọn  $\omega = 25-30^\circ$  để gia công thép và gang và  $\omega = 40^\circ-45^\circ$  để gia công kim loại màu.

Đối với mũi khoan đường kính nhỏ ( $D < 10\text{mm}$ ), để tăng độ bền và độ cứng vững của chúng người ta chọn góc xoắn  $\omega = 18-28^\circ$ .

### **2-Anh hưởng của góc nghiêng chính $\varphi$ :**

Góc  $\varphi$  có ảnh hưởng khác nhau đến lực chiều trục  $P_0$  và mô men xoắn  $M_x$ . Tăng góc  $\varphi$  (khi  $D = \text{const}$ ) thì chiều dày lớp cắt tăng lên và chiều rộng giảm xuống (diện tích lớp cắt không đổi) do đó biến dạng của phoi giảm xuống.

Mặt khác, nếu góc  $\varphi$  tăng lên sẽ làm cho mũi khoan khó ăn vào kim loại, lực hướng trục  $P_0$  sẽ tăng lên, vì thành phần lực hướng tâm trên lưỡi cắt chính tăng lên ( $P_x = P_N \sin \varphi$ ).

### **3- Ảnh hưởng của lưỡi ngang và phương pháp mài sắc lưỡi ngang:**

Do kết cấu đặc biệt của mũi khoan mà hình thành lưỡi ngang (vì không thể chế tạo mũi khoan có đường kính lõi bằng không). Như (hình II-31) ta thấy góc nghiêng chính của lưỡi ngang  $\varphi_n = 90^\circ$ , do đó thành phần lực hướng trục ở đây có giá trị lớn ( $P_x = P_N \sin \varphi_n$ )  $P_x \approx P_N$ . Mặt khác tại lưỡi ngang góc trước có trị âm, cho nên lưỡi ngang càng dài thì  $P_0$  càng lớn. Đối với mômen xoắn  $M_x$  thì lưỡi ngang ảnh hưởng không đáng kể, vì chiều dài lưỡi ngang nhỏ hơn chiều dài lưỡi cắt chính.

Như vậy đối với quá trình cắt thì lưỡi ngang là một yếu tố có hại. Để đảm bảo độ bền, mũi khoan đã chế tạo có đường kính bằng  $(0,12 - 0,15)D$ , nhưng để giảm lực chiều trục người ta đã có nhiều biện pháp cải tiến lưỡi ngang.

### **4-Ảnh hưởng của góc nghiêng $\Psi$ của lưỡi cắt ngang:**

Ta biết góc  $\varphi$  quyết định độ dài của lưỡi ngang. Nếu tăng góc  $\Psi$  thì chiều dài lưỡi ngang sẽ giảm đi, lực chiều trục  $P_0$  sẽ giảm. Song sự thay đổi của góc  $\Psi$  có ảnh hưởng đến trị số của góc sau  $\alpha_n$  ở lưỡi ngang. Góc  $\Psi$  tăng sẽ làm cho góc  $\alpha_n$  giảm. Điều đó làm tăng ma sát ở mặt sau (ứng với lưỡi ngang) với bề mặt gia công, do đó lưỡi ngang bị mòn nhanh.

Với những lý do kể trên, trong thực tế đối với mũi khoan  $D \leq 15\text{mm}$  ta chọn  $\Psi = 50^\circ$ , còn đối với mũi khoan  $D > 15\text{mm}$  thì chọn  $\varphi = 55^\circ$ .

### **5- Ảnh hưởng của dung dịch trơn nguội:**

Không gian thoát phoi khi khoan là nửa kín, việc thoát phoi khi khoan khó khăn, điều kiện truyền nhiệt khi khoan cũng không tốt, nên khi khoan nếu dùng dung dịch trơn nguội thích hợp thì lực hướng trục và momen xoắn giảm đi rất nhiều, vì dung dịch có tác dụng làm giảm ma sát giữa phoi và rãnh thoát phoi, đồng thời tạo ra áp lực đẩy phoi ra. Khi khoan lỗ sâu thì việc tưới dung dịch trơn nguội là điều bắt buộc.

### **6-Ảnh hưởng của lượng chạy dao và đường kính mũi khoan đến lực hướng trục và momen xoắn :**

Sự ảnh hưởng này có qui luật như khi tiện .

Khi lượng chạy dao tăng lên thì  $P_0$  và  $M_x$  tăng, ví dụ khi khoan thì các số mũ  $y_m$  và  $y_p$  trong công thức tính lực cắt có giá trị như sau:

Khi khoan thép :  $y_m = 0,8$  và  $y_p = 0,7$ ;

Khi khoan gang :  $y_m = 0,8$  và  $y_p = 0,8$ ;

Đường kính mũi khoan có tác dụng đến lực cắt giống như chiều sâu cắt khi tiện. Do đó  $x_p = 1$ . Trong công thức momen, một nửa đường kính  $d/2$  là cánh tay đòn của cặp ngẫu lực tác dụng lên lưỡi cắt, do đó mà số mũ ( $x_m = 1,9$ ).

Khi gia công thép các bon kết cấu ( $\sigma_b = 750 \text{ N/mm}^2$ ) thì  $C_m = 33,8$  và  $C_0 = 84,7$ ; khi gia công gang xám thì  $C_m = 23,3$  và  $C_0 = 60,5$ .

### 7. Ảnh hưởng của tốc độ cắt đến $P_0$ và $M_x$ :

Tăng tốc độ cắt thì biến dạng đơn vị của kim loại giảm, đồng thời cũng làm cho nhiệt độ cắt ở các bề mặt tiếp xúc tăng lên. Hiện tượng này làm thay đổi tính chất cơ lý của vật liệu gia công ở vùng cắt, dẫn đến sự thay đổi lực chiều trục  $P_0$  và momen xoắn  $M_x$ .

### 8-Ảnh hưởng của vật liệu gia công:

Thay đổi tính chất cơ lý của vật liệu gia công cũng dẫn đến sự thay đổi lực chiều trục và mô men xoắn. Cũng như khi tiện, ta biểu hiện ảnh hưởng của vật liệu gia công đến lực cắt qua giới hạn bền  $\sigma_b$  khi cắt thép, còn khi cắt gang và vật liệu dòn thì biểu hiện qua độ cứng HB.

## 5 - Tốc độ cắt khi khoan và các nhân tố ảnh hưởng đến tốc độ cắt:

Tốc độ cắt khi khoan phụ thuộc vào lượng chạy dao  $s$ , đường kính mũi khoan  $D$ , tuổi bền  $T$ , chiều sâu khoan lỗ  $l$ , các thông số hình học của bộ phận cắt, vật liệu chế tạo mũi khoan, vật liệu gia công dung dịch trơn nguội.

Qua nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến tốc độ cắt, ta lập được các công thức thực nghiệm có dạng sau đây:

$$V = \frac{C_v \cdot D^{x_v}}{T^m \cdot s^{y_v}} K_v \quad \text{m/ph}$$

Trong đó :  $C_v$  Hệ số tỉ lệ ứng với một loại vật liệu gia công nhất định

$K_v$  hệ số điều chỉnh tốc độ đo do các điều kiện cắt khác nhau.

Dưới đây ta xét ảnh hưởng của các nhân tố đến tốc độ cắt khi khoan.

**a. Ảnh hưởng của lượng chạy dao:** Khi tăng lượng chạy dao thì tốc độ cắt phải giảm xuống. Mức độ giảm được biểu thị bằng số mũ  $y_v$ . Trị số của số mũ này phụ thuộc vào lượng chạy dao, vật liệu chế tạo mũi khoan và vật liệu gia công.

**b. Ảnh hưởng của đường kính mũi khoan:** Khi tăng đường kính mũi khoan thì độ cứng vững của mũi khoan tăng, điều kiện truyền nhiệt cũng được cải thiện. Nhưng khi tăng đường kính mũi khoan thì vì  $t = D/2$  tăng nên hạn chế việc tăng tốc độ cắt.

**c. Ảnh hưởng của chiều sâu lỗ khoan  $l$ :** chiều sâu lỗ khoan càng lớn (khoan càng sâu) thì điều kiện cắt càng xấu. Vì lỗ khoan càng sâu thoát phoi càng khó, dung dịch trơn nguội càng khó đưa vào khu vực cắt. Do đó khi khoan lỗ có chiều dài  $l > 3D$  thì tốc độ cắt khi khoan phải nhân với hệ số điều chỉnh tốc độ  $K_v$  lỗ (tra trong các sổ tay kỹ thuật).

Chú ý : + Khi khoan gang xám có phoi vụn thì chiều sâu cắt không ảnh hưởng đáng kể đến tốc độ cắt .

+ Khi khoan lỗ  $l \geq 5D$  thì nên dùng mũi khoan sâu.

**d. Ảnh hưởng của vật liệu gia công đến tốc độ khi khoan:** Ảnh hưởng của vật liệu gia công đến tốc độ cắt được biểu thị bằng hệ số điều chỉnh  $K_{VL}$

Chỉ tiêu quan trọng nhất về tính gia công của vật liệu thép khi khoan là giới hạn bền  $\sigma_b$  khi khoan gang là độ cứng HB.

Giá trị gần đúng của hệ số  $K_{vI}$  có thể tính theo công thức thực nghiệm sau đây:

$$K_{vI} = \left( \frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v}$$

Trong đó :  $\sigma_b$  giới hạn bền của vật liệu  $N/mm^2$ .

$n_v$  số mũ .

Nếu  $\sigma_b < 550 N/mm^2$  thì  $n_v = -0,9$

Nếu  $\sigma_b > 550 N/mm^2$  thì  $n_v = 0,9$

Khi khoan gang xám

$$K_{vI} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}$$

Trong đó : HB Độ cứng của vật liệu gia công (Brinen).

$n_v$  số mũ. giá trị  $n_v = 1,3$

**e. Ảnh hưởng của vật liệu làm mũi khoan đến tốc độ cắt .**

Ảnh hưởng của vật liệu làm dao được biểu thị bằng hệ số điều chỉnh  $K_{vd}$ . Đối với mũi khoan thép gió P18 và P9 thì  $K_{vd} = 1$  còn đối với mũi khoan chế tạo bằng thép hợp kim dụng cụ 9XC có  $K_{vd} = 0,65$ , mũi khoan bằng thép cac bon dụng cụ  $K_{vd} = 0,5$  và mũi khoan hợp kim cứng thì  $K_{vd} = 2 - 3$ .

**g. Ảnh hưởng của dung dịch bôi trơn:**

Để làm giảm nhiệt độ khi khoan (đặc biệt là khoan thép) phải tưới dung dịch trơn nguội với lưu lượng 4-5 l/ph. Dùng dung dịch trơn nguội có thể làm tăng tốc độ cắt lên từ 1,4 - 1,45 lần.

Trong công thức tính tốc độ cắt , hệ số tỷ lệ  $C_v$  có giá trị như sau :

+ Khi khoan thép bằng mũi khoan thép gió:  $S < 0,2mm/vg$  ;  $C_v = 5,0$

$S > 0,2mm/vg$  ;  $C_v = 7,0$

+ Khi khoan gang bằng mũi khoan thép gió:  $S < 0,3 mm.vg$ ;  $C_v = 10,5$

$S > 0,3mm/vg$ ;  $C_v = 12,2$

+ Khi khoan thép bằng mũi khoan hợp kim cứng :  $S < 0,12mm/vg$  ;

$C_v = 750$

$S > 0,12mm/vg$  ;  $C_v = 490$

## 6- Chọn chế độ cắt hợp lý khi khoan:

Phương pháp xác định chế độ cắt khi khoan cũng tiến hành như trên, để xác định chế độ cắt và các thông số hình học hợp lý của mũi khoan. phải xuất phát từ các điều cơ bản sau :

a. Lượng chạy dao nên chọn lớn nhất, nhưng phải phù hợp với các điều kiện kỹ thuật của lỗ gia công như độ bóng, độ chính xác, các nguyên công tiếp sau khi khoan.

b. Tốc độ cắt phải đảm bảo tuổi bền lớn nhất .

**Cụ thể chế độ cắt được lựa chọn theo trình tự sau:**

1. Chọn mũi khoan: Mũi khoan có thể có nhiều hình dạng khác nhau tùy theo công dụng và vật liệu chế tạo mũi khoan. Ở mũi khoan thép gió thì các thông số hình học của phần cắt mũi khoan đã được tiêu chuẩn hoá, còn đối với mũi khoan gắn hợp kim cứng tùy từng loại vật liệu gia công mà hình dáng hình học có thể khác nhau. Khi chọn hình dáng hình học phải xét sao cho có lợi về mặt lực cắt, tốc độ cắt và tuổi bền của dao.

2. Với đường kính lỗ  $D < 35\text{mm}$  thì khoan 1 lần, khi đó chiều sâu cắt là  $t = D/2$ . với  $D > 35\text{mm}$  thì khoan 2 lần, lần đầu dùng mũi khoan có đường kính  $D_1 = (0,5 - 0,7) D$

3. Chọn lượng chạy dao tối đa cho phép .

Như đã biết lượng chạy dao phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố : điều kiện kỹ thuật, độ bền của mũi khoan, độ bền và độ cứng vững của cơ cấu chạy dao, chiều sâu khoan.

Lượng chạy dao cho phép bởi độ bền của mũi khoan có thể tính theo công thức sau:

$$\text{Khoan thép} \quad s = 38,8 \frac{D^{0,81}}{\sigma_b^{0,94}} \quad \text{mm/vg}$$

$$\text{Khoan gang} \quad s = 7,34 \frac{D^{0,81}}{HB^{0,75}} \quad \text{mm/vg}$$

Trong đó :  $\sigma_b$  giới hạn của vật liệu gia công .

HB Độ cứng của gang được gia công .

4- Với  $D$  và  $s$  đã chọn cho trước tuổi bền  $T$ , tính chế độ cắt và số vòng quay .

5- Xác định lực chiều trục  $P_0$ , mômen xoắn  $M_x$  và công suất cắt  $N_c$ . Nếu như đã chọn máy trước thì kiểm nghiệm  $P_0$ ,  $M_x$ ,  $N_c$  theo  $D$ ,  $s$ ,  $n$ ,  $v$  đã chọn.

6- Tính thời gian máy. Thời gian máy  $T_0$  được tính theo công thức:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot s} \quad (\text{ph})$$

Trong đó :  $L$  - chiều dài hành trình của mũi khoan theo phương chạy dao mm

$$L = l + l_1 + l_2$$

$l$  - chiều dài (chiều sâu) khoan mm

$$l_1 - \text{lượng ăn tới mm} . \text{ Ta có : } l_1 = \frac{D}{2} \cot \varphi$$

$l_2$  - lượng vượt quá mm.

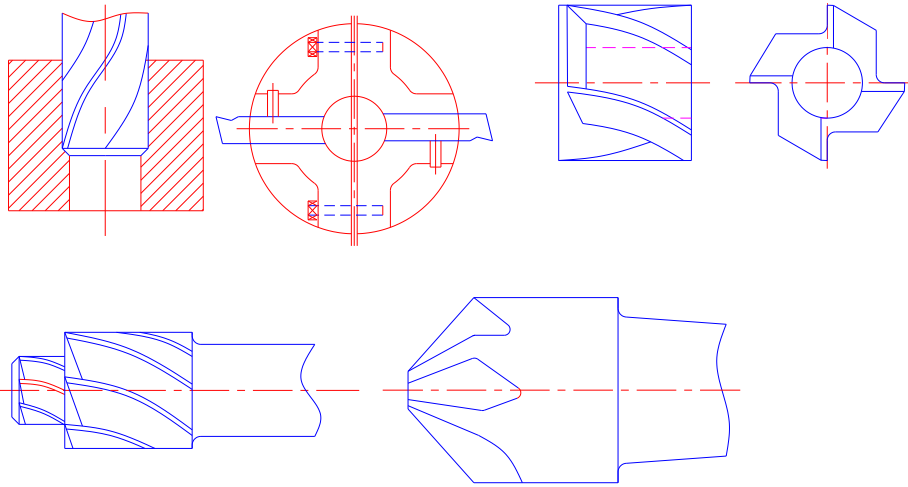
Đối với mũi khoan tiêu chuẩn có thể lấy  $l_1 + l_2 = 0,3 D$ .

### III. Khoét

#### 1. Khả năng công nghệ của khoét:

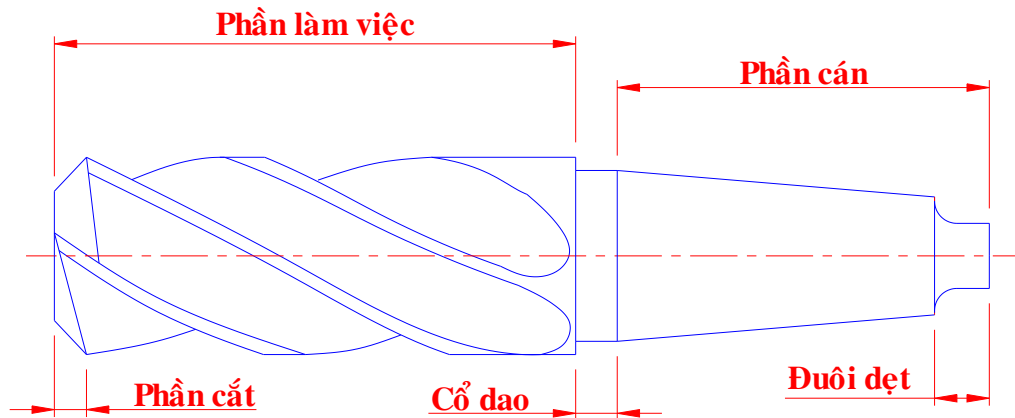
Khoét nhằm mục đích nâng cao độ chính xác của lỗ sau khi khoan. Khoét có thể đạt độ chính xác cấp 9 – 12 và độ bóng đạt  $Ra=1,6$  đến  $12,5\mu m$  khoét có thể chỉ là nguyên công trung gian cho doa.

Dao khoét thường có nhiều lưỡi cắt hơn mũi khoan tuy nhiên đối với các trường hợp gia công lỗ có đường kính lớn có thể sử dụng loại dao có 1 hoặc 2 lưỡi cắt được gắn vào trục hoặc đầu dao. Đặc biệt là khi gia công phá các lỗ lớn đục sâu hoặc rên, đập.



## 2- Kết cấu của mũi khoét và quá trình cắt khi khoét:

### a- Các yếu tố về kết cấu của mũi khoét:



Cấu tạo của mũi khoét rất giống mũi khoan chỉ khác là chúng có nhiều răng hơn và không có lưỡi cắt ngang. Mũi khoét thường có 3 - 4 răng. Nếu đường kính nhỏ hơn 35 mm thì làm 3 răng, còn đường kính lớn hơn 35 mm làm 4 răng. Mũi khoét cũng gồm các phần: cán dao, cổ dao, phần làm việc,...giống như mũi khoan.

Góc trước  $\gamma$  của răng mũi khoét là góc làm bởi mặt phẳng tiếp tuyến với mặt trước ở một điểm nhất định và mặt phẳng chứa trục mũi khoét đi qua điểm đang khảo sát.

Góc trước  $\gamma$  được đo trong tiết diện chính N-N, ở tiết diện AA và BB ta có góc trước  $\gamma_1$  đo trong tiết diện ngang. Còn ở tiết diện FF tiết diện dọc ta có góc trước  $\gamma_2$ .



Giữa góc trước  $\gamma$  và góc trước  $\gamma_1, \gamma_2$  và  $\varphi$  ta có quan hệ sau:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma_1 \cdot \cos \varphi + \operatorname{tg} \gamma_2 \cdot \sin \varphi$$

Góc nghiêng chính  $\varphi$  của lưỡi cắt là góc làm bởi hình chiếu của lưỡi cắt trên mặt phẳng qua trục của mũi khoét và phương chạy dao. Đối với mũi khoét thép gió chọn  $\varphi = 45 - 60^\circ$ , còn đối với mũi khoét hợp kim cứng thì  $\varphi = 60 - 75^\circ$ .

Góc sau của mũi khoét cũng thay đổi tùy theo từng điểm của lưỡi cắt chính. Chọn góc sau cũng phải dựa vào chiều dày lớp cắt. Thông thường mũi khoét làm việc với lượng chạy dao 0,4 - 1,2mm/vg và chiều dày lớp cắt tương ứng  $a = 0,28 - 0,85 \text{ mm}$ , do đó với mũi thép bằng thép gió góc sau hợp lý  $\alpha = 6 - 10^\circ$ , còn đối với mũi khoét hợp kim cứng thì  $\alpha = 10 - 15^\circ$ .

Góc nghiêng  $\omega$  của rãnh xoắn thoát phoi có quan hệ với góc trước theo công thức:

$$\operatorname{tg} \omega = \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi$$

Do đó, nếu tăng  $\omega$  thì góc trước tăng, lực chiều trục  $P_0$  và mômen  $M_x$  giảm xuống. Ngoài ra góc nghiêng  $\omega$  còn ảnh hưởng đến sự thoát phoi. Do đó khi dùng mũi khoét để gia công thép ta chọn  $\omega = 20 - 30^\circ$

Ở mũi khoét cạnh viền dùng để định hướng mũi khoét vào trong lỗ và để đạt được kích thước cuối cùng của lỗ. Thực nghiệm chứng tỏ rằng hợp lý nhất là chọn chiều rộng cạnh viền  $f = 12 - 1,3 \text{ mm}$ . Nếu chiều rộng mà giảm thì lưỡi cắt của mũi khoét sẽ mòn nhanh ở góc và lưỡi cắt dễ bị lay rộng, nhưng chiều rộng cạnh viền chọn quá lớn sẽ làm cho ma sát giữa mũi khoét và bề mặt gia công tăng, dễ kẹt phoi, răng dao mòn nhanh và độ bóng bề mặt gia công giảm xuống.

Góc nâng  $\lambda$  cũng như ở dao tiện có thể có các trị số âm, bằng không hay dương. Góc  $\lambda$  biểu diễn theo  $\gamma_1, \gamma_2$  và  $\varphi$  theo công thức sau:

$$\operatorname{tg} \lambda = \operatorname{tg} \gamma_1 \cdot \cos \varphi - \operatorname{tg} \gamma_2 \cdot \sin \varphi$$

Góc  $\lambda$  nằm trong giới hạn từ  $-5 \div 15^\circ$ . Để thoát phoi về phía đầu dao (khi khoét lỗ thông) thì chọn  $\lambda < 0$ , còn muốn thoát phoi về phía cán dao chọn  $\lambda > 0$ .

Tùy theo đường kính mũi khoét, với mục đích tiết kiệm kim loại làm dụng cụ, mũi khoét có thể được chế tạo răng liền hay răng chắp, cán liền hay cán lắp. Hình 4-16 cho ta kết cấu mũi khoét cán lắp.

#### **b- Các yếu tố khi khoét:**

Giống như khi khoan rộng, các yếu tố khi khoét gồm:

-Chiều sâu cắt

$$t = \frac{D - d}{2} \quad \text{mm}$$

-Lượng chạy dao răng

$$s_x = \frac{s_0}{z} = \frac{s_{ph}}{n \cdot s} \quad \text{mm/vg}$$

Trong đó:  $z$  - số răng của mũi khoét

$s_0$ - lượng chạy dao sau một vòng quay của chi tiết mm/vg

$s_{ph}$ - lượng chạy dao sau một phút mm/ph

n - số vòng quay sau một phút vg/ph.

-Chiều dày cắt

$$a = s_x \sin \varphi = \frac{s}{z} \sin \varphi \quad \text{mm}$$

-Chiều rộng cắt

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \quad \text{mm.}$$

Diện tích cắt do mỗi răng cắt ra:

$$f_x = ab = \frac{s \cdot t}{z} = \frac{s(D-d)}{2z} \quad \text{mm}^2$$

Tổng diện tích do z răng cắt ra là:

$$F = f_x \cdot z = \frac{s(D-d)}{2} \quad \text{mm}^2.$$

Trong đó : d -đường kính lỗ trước khi khoét mm

D-đường kính lỗ sau khi khoét mm.

### c- Lực và mômen xoắn khi khoét:

Cũng như khoan, khi khoét có lực chiều trục  $P_0$  và mômen xoắn  $M_x$ . Song vì lưỡi khoét cắt lớp kim loại có diện tích cắt nhỏ nên lực  $P_0$  và mômen xoắn  $M_x$  nhỏ hơn khi khoan nhiều. Do đó việc tính lực cắt và mômen xoắn để tính công suất hiệu dụng của máy khoan chỉ có ý nghĩa khi cắt ở tốc độ cao bằng mũi khoét gắn hợp kim cứng.

Mômen xoắn khi khoét được tính theo các công thức sau:

a-Với mũi khoét gắn hợp kim T15K6, gia công thép các-bon, thép hợp kim crôm, crôm-ni-ken .

$$M_x = 370 \cdot D^{0.75} \cdot t^{0.8} \cdot s^{0.95} \cdot \sigma_b^{0.75} \quad \text{N/mm.}$$

b-Với mũi khoét gắn hợp kim cứng BK8 dùng gia công gang xám và gang rèn:

$$M_x = 84 \cdot D^{0.85} \cdot t^{0.8} \cdot s^{0.7} \cdot \text{HB}^{0.6} \quad \text{N/mm}$$

Công suất hiệu dụng :

$$N_c = \frac{M_x \cdot n}{975 \cdot 10^4} \quad \text{kW}$$

### d-Tuổi bền và tốc độ cắt khi khoét

Tùy theo điều kiện gia công, mũi khoét có thể mòn theo mặt sau, mặt trước và theo cạnh viền.

Độ mòn theo cạnh viền trước tiên phát triển chậm, sau khi đạt đến trị số tiêu chuẩn (khoảng 1-2mm) thì phát triển rất nhanh.

Độ mòn theo mặt trước thường tạo ra rãnh lõm không sâu (20-30 micron).

Khi dùng mũi khoét thép gió gia công gang, người ta thường lấy độ mòn cạnh viền (mòn góc) làm tiêu chuẩn. Tiêu chuẩn mòn  $h_v = 0,8-1,5\text{mm}$ .

Khi gia công thép, tiêu chuẩn mòn theo mặt sau là  $h_s = 1,2-1,5\text{mm}$ , thép tôi  $h_s = 0,7\text{mm}$ .

Tuổi bền của mũi khoét nằm trong giới hạn  $T = 15-80$  phút. Đường kính mũi khoét càng lớn thì chọn tuổi bền càng lớn

Tốc độ cắt khi khoét được tính theo công thức .

$$V = \frac{C_v \cdot D^{Z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot K_v$$

Các hệ số và số mũ tra trong sổ tay chế độ cắt

## IV. Dao:

### 1. Khả năng công nghệ của dao:

Dao là nguyên công gia công tinh các lỗ đã được khoan hoặc khoét. Độ chính xác có thể đạt từ cấp 7 đến 9, độ bóng có thể đạt được  $Ra=1,6$  đến  $6,3\mu m$ . Với dao có chất lượng tốt, chế độ cắt hợp lý, dao có thể đạt cấp 6 và  $Ra= 0,63 \mu m$ .

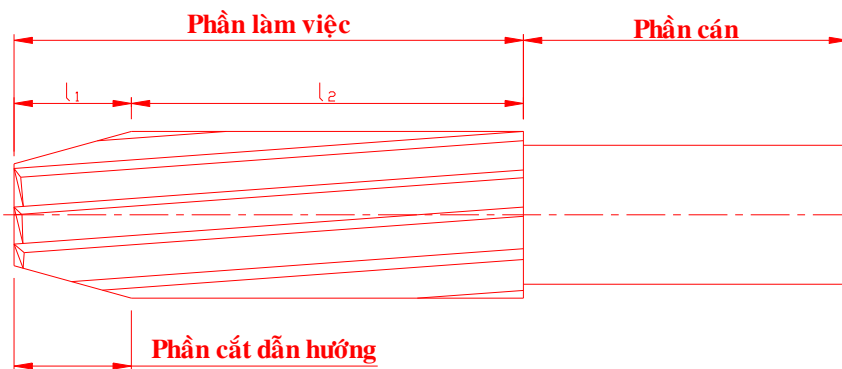
Khi dao có thể thực hiện bằng dao cưỡng bức hoặc dao tùy động.

Dao cưỡng bức là khi dao dao được lắp cứng vào trục máy. Phương pháp này có hiện tượng lay rộng lỗ, nguyên nhân là do tâm của trục dao và trục chính của máy có độ đảo, do dao mài không tốt, do lẹo dao xuất hiện ở một số lưỡi cắt, do vật liệu ở thành lỗ gia công không đồng đều.

Dao tùy động là dao được nối lắp với trục máy, nên loại trừ được sai số giữa tâm trục máy và trục dao. Để khắc phục hiện tượng dao bị mòn do mài nhiều lần có thể sử dụng loại dao dao tùy động có khả năng tự điều chỉnh kích thước đường kính.

Tùy theo yêu cầu chất lượng và kích thước mà chọn dao hợp lý. Dao dao thường có nhiều lưỡi cắt, cá lưỡi cắt song song hoặc nghiêng với trục dao một góc rất bé.

### 2 -Kết cấu của mũi dao và quá trình cắt dao:



#### 1 -Các yếu tố về kết cấu:

Tùy theo đường kính lỗ gia công mà mũi dao có kết cấu khác nhau. Có thể có các mũi dao răng liền, dao răng chấp (điều chỉnh theo đường kính). Các răng dao có thể làm bằng thép cac bon, thép hợp kim dụng cụ, thép gió hoặc hợp kim cứng.

Cũng như mũi khoan, khoét, mũi doa cũng có 3 phần: phần làm việc, cổ doa và chuôi.

Phần làm việc là phần chính của mũi doa, có chiều dài  $L$ . Đầu mút phần làm việc có độ lớn tương đối lớn ( $45^0$ ) để mũi doa dễ đưa vào lỗ. Tiếp sau đó là phần còn cắt nghiêng một góc  $\varphi$ . Phần này có lưỡi cắt chính để cắt hết lượng dư khi doa. Tiếp theo là phần trụ có chiều dài  $l_2$ , dùng để định hướng mũi doa trong lỗ khi làm việc, đồng thời làm phần dự trữ khi mài lại mũi doa. Trên phần hình trụ này có các lưỡi cắt phụ dọc theo răng của mũi doa. Các lưỡi cắt phụ có tác dụng sửa đúng và làm tăng độ bóng bề mặt lỗ, do đó phần trụ còn có tên gọi là phần sửa đúng.

Sau phần sửa đúng là phần côn ngược  $l_3$ . Phần này có tác dụng giảm ma sát giữa mũi doa và bề mặt lỗ đã gia công và giảm lượng lay rộng lỗ. Đối với lưỡi do tay thì độ côn ngược là 0,005mm, đối với lưỡi doa máy là 0,04 - 0,06 mm trên cả chiều dài phần côn ngược.

Mũi doa có số lưỡi cắt lớn ( $z= 6 - 18$ ). Lưỡi cắt có thể bố trí thẳng hoặc nghiêng đối với trục doa. Do công dụng mà chia ra doa máy, doa tay, . . . Hình II-49 cho ta các yếu tố hình học phần cắt của doa.

Góc nghiêng chính  $\varphi$  của mũi doa trên phần côn cắt có tác dụng như mũi khoét. Đối với mũi doa máy dùng gia công vật liệu dẻo thì góc  $\varphi=15^0$ . Với trị số này của góc  $\varphi$  đảm bảo độ bóng gia công cao nhất và độ lay rộng lỗ nhỏ nhất.

Khi doa thô cũng như khi doa lỗ không thông, góc  $\varphi = 45^0$ . Khi gia công vật liệu ít dẻo thì  $\varphi = 5^0$ . Đối với mũi doa hợp kim cứng thì  $\varphi = 30 - 45^0$ .

Góc trước  $\gamma$  của lưỡi cắt đo trong tiết diện chính AA hình 4- 21 được chọn theo vật liệu gia công và vật liệu làm dao. Góc trước của mũi doa tinh có trị số bằng không, còn đối với mũi doa thô thì góc trước chọn từ  $5 - 10^0$ .

Góc sau  $\alpha$  cũng đo trong tiết diện AA, được chọn trong giới hạn từ  $6 - 12^0$ . Khi gia công vật liệu dẻo và gia công thô thì lấy trị số lớn, còn khi gia công tinh thì lấy giá trị nhỏ.

Trên phần sửa đúng, dọc theo các răng có cạnh viền  $f$  nằm trên mặt trục của dao. Chiều rộng cạnh viền  $f= 0,05 - 0,3\text{mm}$ . Cạnh viền đảm bảo để mũi dao hướng đúng vào lỗ và làm cho lỗ đạt được độ bóng và độ chính xác cao. Khi gia công vật liệu dẻo để tránh hiện tượng kẹt phoi ta giảm chiều rộng cạnh viền xuống khoảng 0,05 - 0,08 mm.

Góc sau của bộ phận sửa đúng  $\alpha_1=10 - 20^0$

Mũi doa thường được chế tạo với răng thẳng vì phoi cắt ra là phoi vụn. Song để thoát phoi được tốt, tăng chất lượng bề mặt gia công, nhất là khi doa những lỗ trong có rãnh thì người ta làm răng nghiêng.

Khi gia công lỗ thông, để thoát phoi về phía đầu dao, người ta làm rãnh xoắn trái, còn khi gia công lỗ thông người ta làm rãnh xoắn phải.

Khi gia công thép cứng thì  $\omega = 7 - 8^0$ , khi gia công gang rèn và thép dẻo vừa thì  $\omega = 12 - 20^0$ . Khi gia công kim loại màu thì  $\omega = 35 - 45^0$ .

## **2 - Các yếu tố của quá trình cắt:**