

TS. Nguyễn Bê

Giáo trình

ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

ĐÀ NẴNG - 2007

Các ký hiệu sử dụng để giải thích hoạt động sơ đồ:

- 1- $A(x) = 1$: phần tử A ở dòng thứ x có điện (nếu là cuộn dây) hoặc đóng lại (nếu là tiếp điểm)
- 2- $A(x) = 0$: phần tử A ở dòng thứ x mất điện (nếu là cuộn dây) hoặc mở ra (nếu là tiếp điểm)
- 3- $A(x,y)$: phần tử A ở giữa hai dòng x và y hoặc hai điểm x,y.
- 4- $A(\text{đl})$: phần tử A trên mạch *động lực*

Ví dụ:

- $\text{ĐG}(\text{đl}) = 1$: tiếp điểm ĐG ở mạch động lực đóng (tr 33)
- $K_2(\text{đl}) = 0$: tiếp điểm K_2 ở mạch động lực mở (tr33).
- Ấn nút M1(22) \rightarrow LĐT(22) = 1, \rightarrow LĐT(17) = 1, + LĐT(22,23) = 1: khi ấn nút M1 ở dòng 22 thì cuộn dây role LĐT ở dòng 22 có điện làm cho tiếp điểm LĐT ở dòng 17 đóng, đồng thời tiếp điểm LĐT giữa dòng 22 và 23 đóng....(tr36)
- $R_8(15-13) = 1$, + $R_8(1-3) = 1$, \rightarrow $R_{\omega}(5-9)$: tiếp điểm R8 ở giữa điểm 15 và 13 đóng lại, đồng thời tiếp điểm R8 ở giữa điểm 1 và 3 cũng đóng làm cho điện trở $R_{\omega}(5-9)$... (tr40)

Chương 1

TRANG BỊ ĐIỆN MÁY CẮT KIM LOẠI

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).

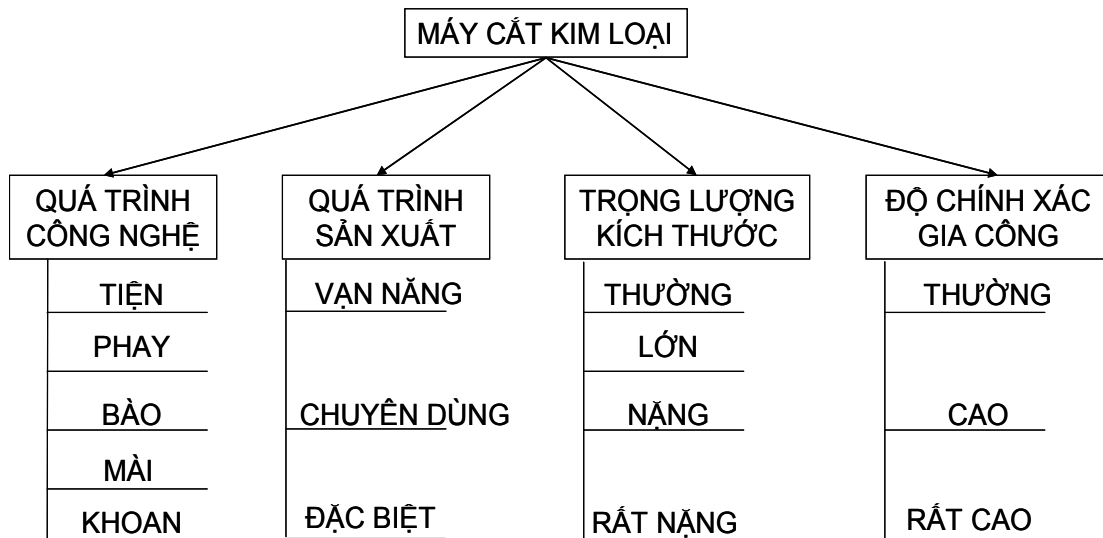
1.1. Các yêu cầu chính và những đặc điểm công nghệ đặc trưng của trang bị điện và tự động hoá các máy cắt kim loại

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

1.1.1. 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 1.1



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.

1.1.2 Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên MCKL

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

Chuyển động cơ bản là 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 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.

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

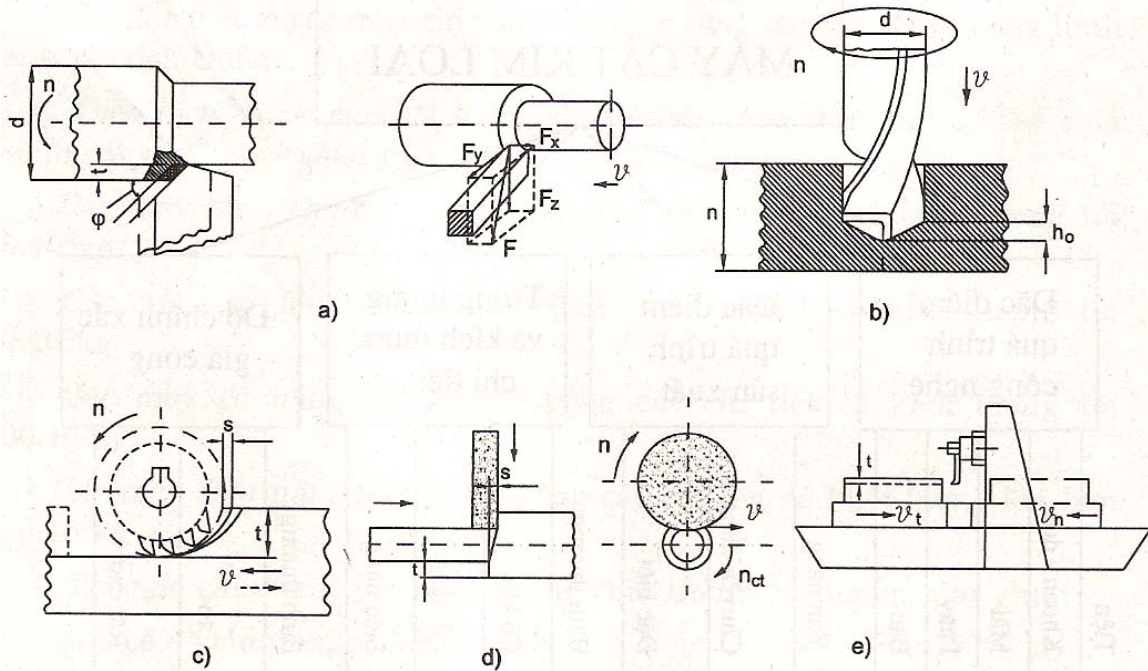
- Gia công trên máy tiện (hình 1-2a): n - tốc độ quay của chi tiết (chuyển động chính); v - vận tốc xô dịch của dao cắt vào chi tiết (chuyển động ăn dao).

- 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).

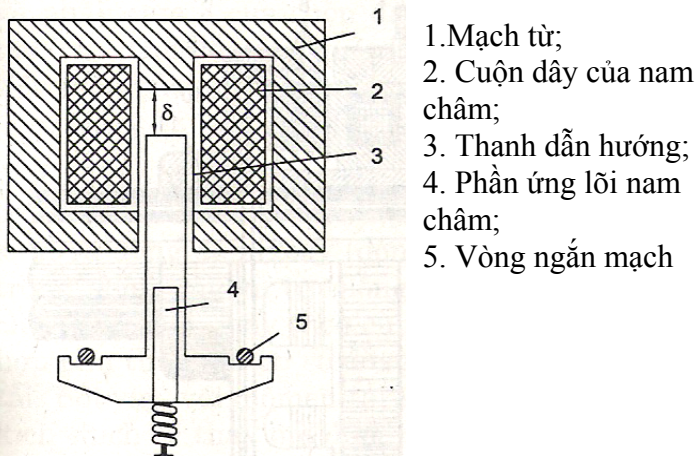


Hình 1-2 Các dạng gia công kim loại trên các máy cắt kim loại

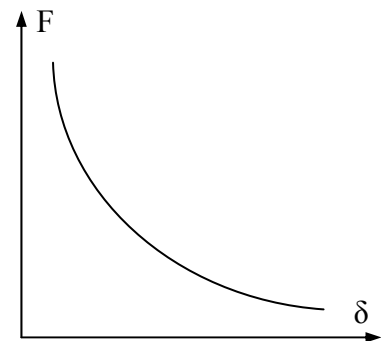
a) Tiện b) Khoan c) Phay d) Mài e) Bào

1.1.3. 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.



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

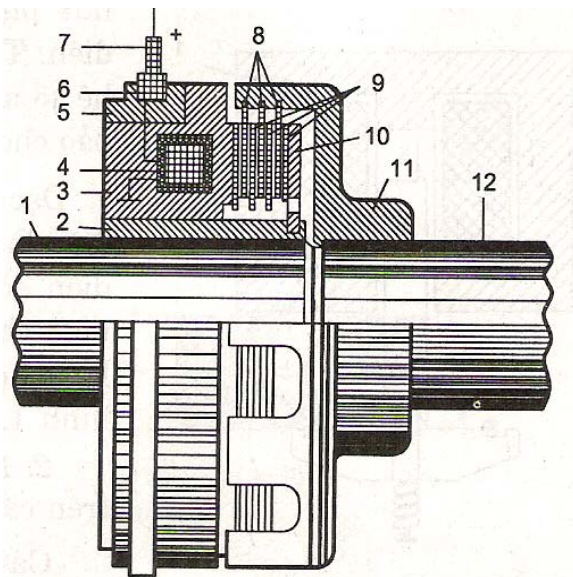
Bàn từ được cấp nguồn 1 chiều (trị số điện áp có thể là 24, 48, 110 và 220V với công suất từ 100 ÷ 3000W) từ các bộ chỉnh lưu dùng điốt bán dẫn. Sau khi gia công xong, muốn lấy chi tiết ra khỏi bàn phải khử từ dư của bàn từ, thực hiện bằng cách đảo cực tính nguồn cấp cho bàn từ.

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 1-6 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). Nguồn cấp cho cuộn dây của ly hợp được cấp

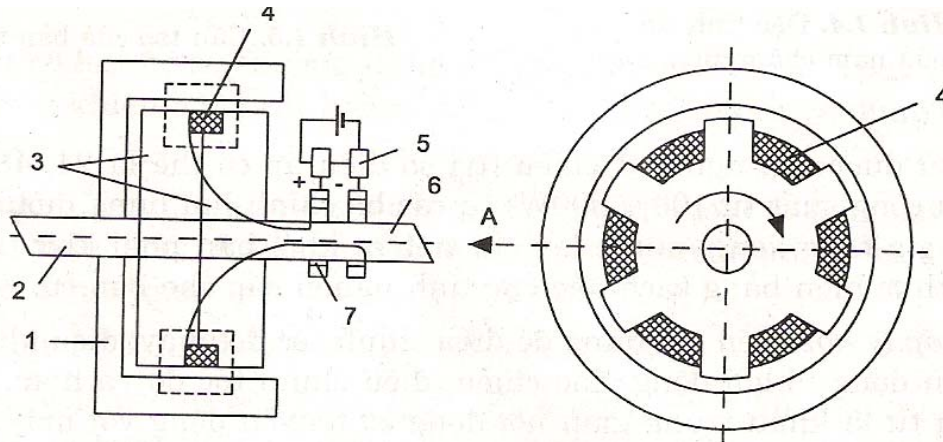


H1-6. Khớp ly hợp điện từ ma sát

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 1-7.



Hình 1-7 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.

1.2 Chọn hệ truyền động và tính chọn công suất động cơ truyền động của máy cắt gọt kim loại

1.2.1. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại

1. 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.

2. *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 quấn stato của động cơ để thay đổi số đôi cực với công suất duy trì không đổi.

3. *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.

1.2.2 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.

1. *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 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

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

Trong đó

t : chiều sâu cắt, mm;

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

T : độ bền 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

2. *Lực cắt* : trong quá trình gia công, tại điểm tiếp xúc giữa chi tiết và dao có một lực tác dụng \vec{F} , lực này được phân ra 3 thành phần (hình 1-2a):

- 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.

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

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

$$F_x = 9,81 C_F \cdot t_F^x \cdot s_F^y \cdot v^n \quad [\text{N}] \quad (1-3)$$

Trong đó: C_F, t_F^x, s_F^y, 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:

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

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 gọt gọi là phương pháp gia công trên máy.

Ví dụ: đối với máy tiện:

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

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:

$$n = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot v}{\pi d} \quad [\text{vg/ph}] \quad (1-7)$$

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

Ta có:

$$t_m = \frac{\pi d L}{60 \cdot 10^3 \cdot v \cdot s} \quad [\text{s}] \quad (1-8)$$

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 .

1.2.3. 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:

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

Trong đó: F_z - lực cắt, N;

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

Mômen hữu ích trên động cơ là:

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

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:

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

Trong đó: ρ 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:

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

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

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

2. Cơ cấu truyền động ăn dao

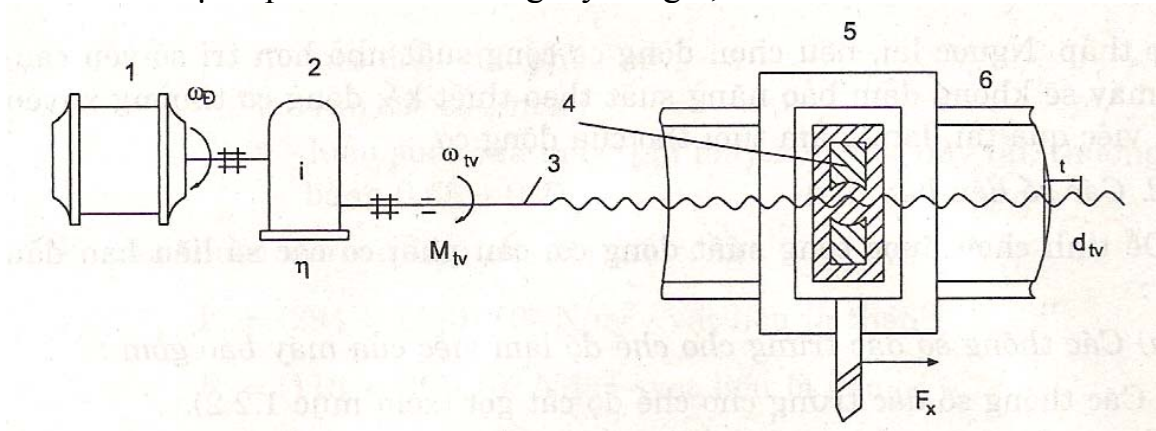
Trong hệ truyền động ăn dao, động cơ thực hiện di chuyển bàn dao, hoặc dịch chuyển chi tiết để thực hiện được quá trình cắt gọt. Hệ truyền động ăn dao được thực hiện bằng nhiều phương án khác nhau. Phương án điển hình là cơ cấu ăn dao kiểu trục vít – êcu. Sơ đồ động học của cơ cấu ăn dao đó được biểu diễn trên hình 1.8

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



Hình 1-8. 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_{ado}

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

- khi cắt gọt

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

Trong đó: α - góc nghiêng của ren vít vô tận;

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

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

1.2.4. Tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy cắt kim loại

1. 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.

2. 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.

3. 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:

$$P_c = \frac{P_z}{\eta}$$

Trong đó η 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:

$$M_d = J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt}$$

Trong đó

J_{Σ} 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:

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

M_{tdm} 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.

1.3. Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt 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 thay đổi tốc độ động cơ và thay

đôi 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, trơn 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:

1. Phạm vi điều chỉnh tốc độ: tỉ số tốc độ góc lớn nhất ω_{\max} và tốc độ góc nhỏ nhất của chi tiết ω_{\min}

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

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

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

2. Độ trơn điều chỉnh tốc độ: là tỉ số giữa hai giá trị kề nhau của tốc độ:

$$\varphi = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i} \quad (1-22)$$

Trong đó: ω_i , ω_{i+1} là tốc độ cấp thứ i và $i+1$

Nó được xác định bằng công thức sau:

$$\varphi = z^{-1} \sqrt{\frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}} = z^{-1} \sqrt{D} \quad (1-23)$$

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

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

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

$$M_c = M_0 + (M_{dm} + M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_{dm}} \right)^q \quad (1-24)$$

q là số mũ tùy thuộc vào loại máy $[-1, 0, 1, 2]$

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

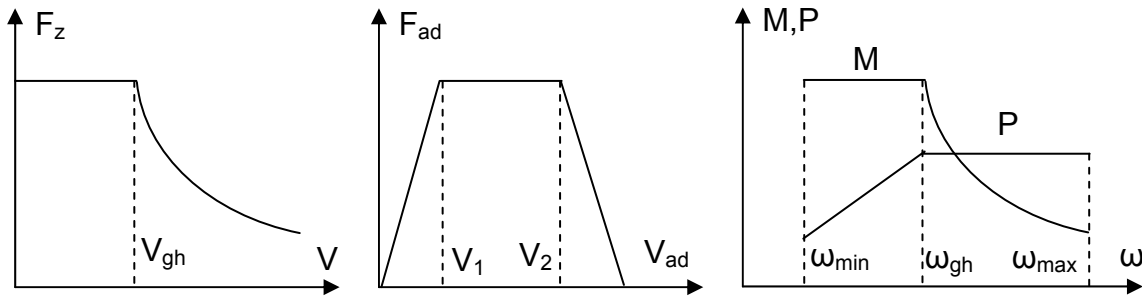
$q = 0$ ta có $M_c = M_{dm} = \text{const}$ ứng với truyền động ăn dao

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

Trong thực tế, đặc tính cơ của máy không giữ được cố định theo 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 $\text{ĐM}_{\text{đl}}$ khi thay đổi U_{tr} và Φ

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 phần ứng và giữ từ thông không đổi, ta có:

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

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

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

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

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

5) Tính kinh tế: xét đến giá thành chi phí vận hành, tổn hao năng lượng trong quá trình làm việc ổn định và QTQĐ. Ngoài ra còn phải đánh giá mức độ tin cậy, thuận tiện trong vận hành, dễ kiểm vật tư thay thế.

1.4. Điều khiển chương trình số các máy cắt gọt kim loại

1.4.1. Khái niệm cơ bản về điều khiển chương trình số

1. Khái niệm và định nghĩa

Khi gia công trên các máy cắt kim loại thông thường, các bước gia công chi tiết do người thợ thực hiện bằng tay như: điều chỉnh số vòng quay, lượng ăn dao, kiểm tra vị trí của dụng cụ cắt để đạt kích thước cần gia công trên bản vẽ v.v...

Ngược lại, trên các máy cắt gọt điều khiển theo chương trình số, quá trình gia công được thực hiện một cách tự động theo chương trình đã thiết kế trước. Chương trình được thiết kế bằng nhiều phương pháp khác nhau. Ví dụ như các máy chép hình dùng để gia công các chi tiết có bề mặt không gian phức tạp (cánh tua bin, khuôn dập có cấu hình phức tạp), chương trình cho trước được thiết kế dưới dạng các vật mẫu. Quá trình gia công trên các máy chép hình thực chất là quá trình chép nguyên mẫu theo vật mẫu. Tuy nhiên, tính linh hoạt của các máy không cao. Muốn thay đổi loại chi tiết để gia công, phải thay đổi hình dáng, vị trí, số lượng và qui luật chuyển động của các bộ phận cam, vật mẫu, vị trí công tác hành trình ... Như vậy việc chỉnh máy phức tạp, chế tạo vật mẫu mất nhiều thời gian.

Để khắc phục những khuyết điểm trên của máy chép hình, trong các máy điều khiển theo chương trình số, chương trình đưa vào các thiết bị điều khiển số dùng các băng đục lỗ hoặc băng từ. Các băng đó thực hiện chức năng là một bộ mang chương trình gia công dưới dạng một chuỗi các lệnh điều khiển. Hệ thống điều khiển số có khả năng thực hiện các lệnh đó và kiểm tra chúng như một hệ thống đo, sự dịch chuyển của các bàn trượt của máy.

Như vậy, điều khiển số (Numerical Control - NC) là một hình thức đặc biệt của tự động hoá mà cụ thể là các máy cắt gọt tự động được lập trình để thực hiện một loạt các hoạt động ở một chế độ được xác định trước nhằm tạo ra

một chi tiết có kích thước, hình dáng và các thông số công nghệ có thể dự đoán trước.

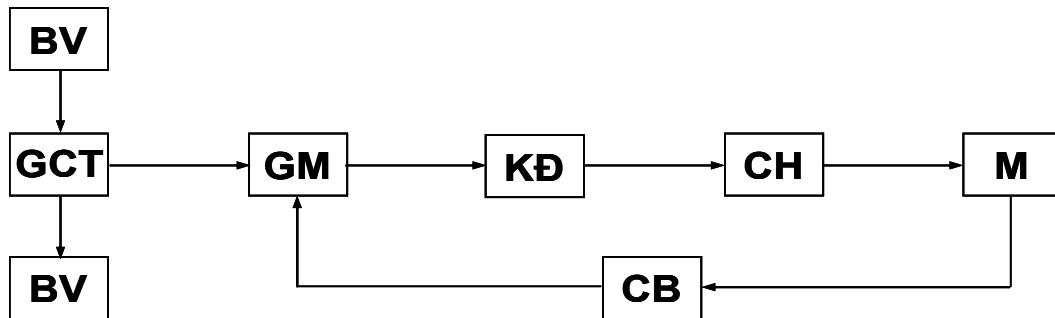
Các máy cắt gọt kim loại điều khiển theo chương trình số gọi là máy NC hoặc các máy CNC (Computer Numerical Control).

Một máy cắt gọt kim loại NC gồm hai bộ phận chính: Bộ điều khiển máy (The Machine Control Unit - MCU) và bản thân máy cắt gọt kim loại. Bộ MCU gồm hai thành phần: bộ xử lý dữ liệu (The Data Processing Unit - DPU) và bộ điều khiển lặp lại (Control Loops Unit - CLU).

DPU có chức năng xử lý dữ liệu và mã hoá, những dữ liệu này được đọc từ bộ mang chương trình và phản ánh các thông tin về: Vị trí của mỗi trục, chiều chuyển động, tỷ số tiến dao và các tín hiệu điều khiển các chức năng phụ tới CLU.

CLU có chức năng điều khiển các cơ cấu chuyển động của máy.

Sơ đồ khối của một máy cắt kim loại điều khiển số biểu diễn trên hình 1-11



Hình 1-11. Sơ đồ khối máy điều khiển chương trình số

BV - bản đồ chi tiết gia công; GCT- khối chuẩn bị và ghi chương trình; CN - các thông số công nghệ; GM - bộ giải mã; KĐ - khối khuếch đại; CH - cơ cấu chấp hành; M - máy cắt gọt kim loại; CB - bộ cảm biến các tín hiệu phản hồi.

Bộ ghi chương trình gồm hai khâu chính:

Khâu chuẩn bị chương trình và khâu ghi chương trình đã được chuẩn bị vào bộ mang chương trình. Để thiết lập được chương trình, các dữ liệu cần có là:

- Bản vẽ chi tiết gia công.

Thông số công nghệ của chi tiết gia công gồm: kích thước, vật liệu, độ chính xác gia công.

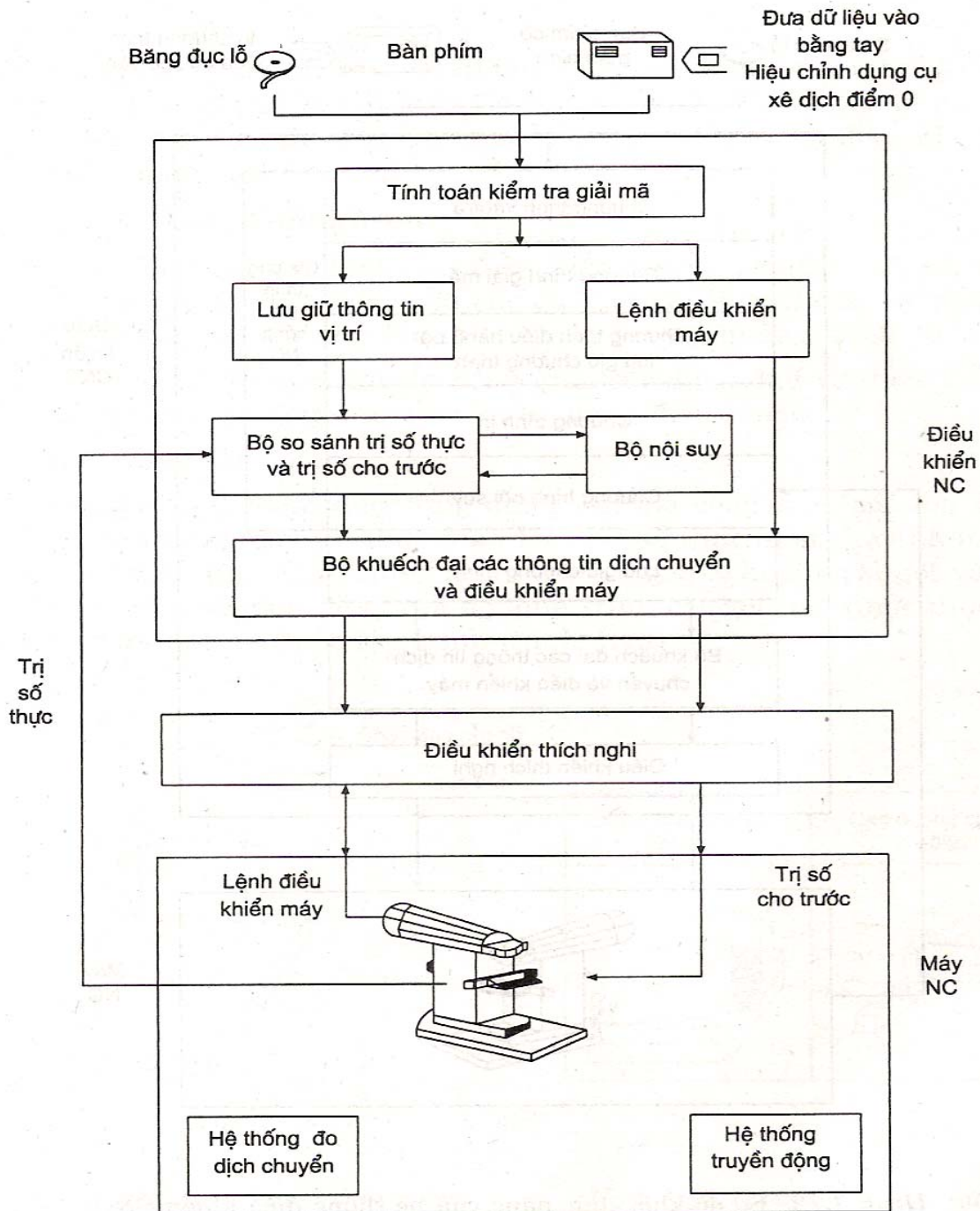
- Các loại dao cắt yêu cầu.

- Các loại đồ gá.

- Các thông số cắt gọt: chiều sâu cắt t , lượng ăn dao s , và tốc độ cắt v .

2. Hệ thống điều khiển.

Các hệ thống NC đầu tiên ra đời do sự cần thiết chế tạo các chi tiết của máy bay với số lượng không nhiều. Trong hệ thống NC, các thông số hình học của chi tiết và các lệnh điều khiển máy được đưa ra là dãy các con số.



Hình 1-12 Sơ đồ khối điều khiển chức năng của hệ thống điều khiển NC

Sơ đồ khối chức năng hệ thống điều khiển NC gồm có các bộ phận chính sau:

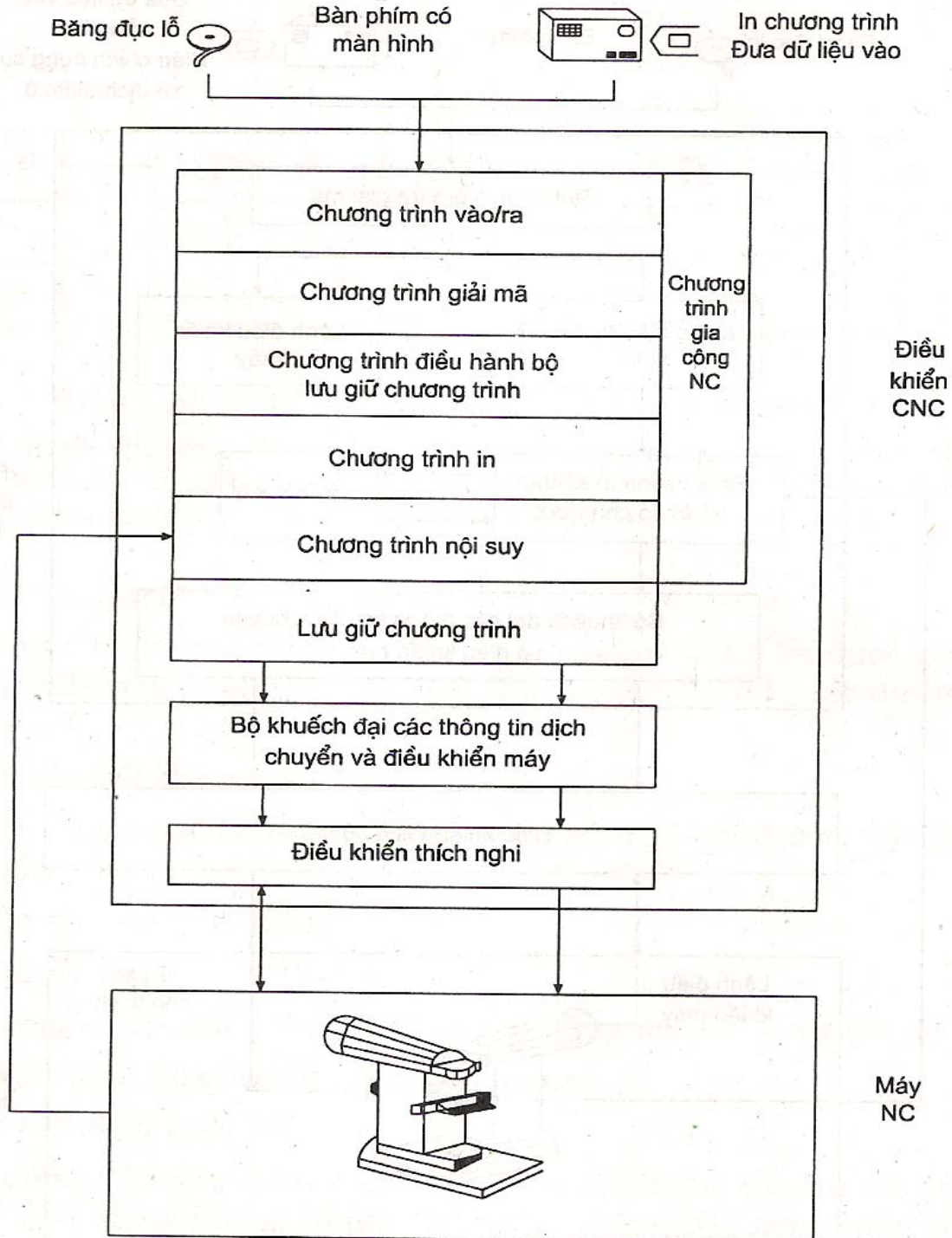
+ Nạp dữ liệu vào hệ thống gồm bàn phím và băng đục lỗ (hoặc băng từ). Toàn bộ các chỉ dẫn gia công được in vào băng đục lỗ (hoặc băng từ) dưới dạng các câu lệnh chương trình.

+ Hệ thống điều khiển thực hiện chức năng xử lý dữ liệu và đưa ra dữ liệu.

+ Bộ thích nghi là một mắt xích nối giữa máy NC vào hệ thống điều khiển

b) Hệ thống điều khiển CNC

Hệ thống điều khiển NC có nhược điểm là kém linh hoạt. Muốn thay đổi chương trình phải làm lại băng đục lỗ hoặc thay băng từ khác. Hiện nay để khắc phục nhược điểm trên, dùng hệ thống điều khiển CNC, sơ đồ khối chức năng được biểu diễn trên hình 1-13



Hình 1-13 Sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều khiển CNC

+ Nạp dữ liệu vào hệ thống

Trong hệ thống điều khiển CNC chương trình gia công có thể đưa vào trong hệ thống điều khiển thông qua bảng điều khiển có màn hình.

+ Hệ thống điều khiển CNC

Chương trình gia công đã đưa vào bây giờ có thể gọi ra bất cứ lúc nào từ bộ nhớ chương trình. Thay đổi, sửa chữa chương trình có thể thực hiện ngay trên máy. Các câu lệnh có thể bổ sung, thay thế.

+ Bộ thích nghi.

Bộ thích nghi trong các hệ điều khiển NC thông thường là một bộ chuyển đổi liên động. Trong hệ điều khiển CNC, bộ chuyển đổi liên động này được thay thế bằng một bộ điều khiển chương trình lưu giữ, bộ điều khiển này được nối với máy tính.

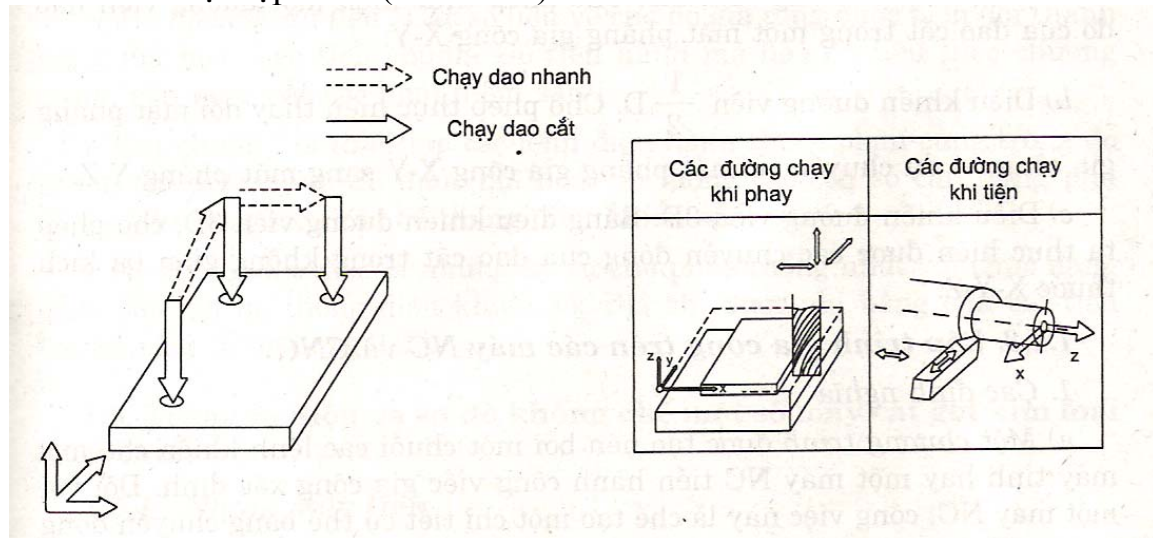
1.4.2. Các dạng điều khiển

Trên các máy cắt gọt kim loại điều khiển theo chương trình số, quãng đường đi của các dao cắt hoặc của các chi tiết đã được cho trước một cách chính xác thông qua các chỉ dẫn điều khiển trong chương trình NC.

Tùy theo dạng của các chuyển động giữa các điểm đầu và điểm cuối của quãng đường đi này, người ta chia làm ba dạng điều khiển:

1. Điều khiển theo điểm

Điều khiển theo điểm được ứng dụng khi gia công theo các tọa độ xác định đơn giản (như máy khoan – doa). Dao cắt sẽ thực hiện chạy nhanh đến các điểm đã được lập trình, trong hành trình này dao không cắt gọt vào kim loại, chỉ khi dao đến đúng tọa độ, quá trình cắt gọt mới được thực hiện theo lượng ăn dao đã được lập trình (hình 1-14)



Hình 1-14. Điều khiển theo điểm

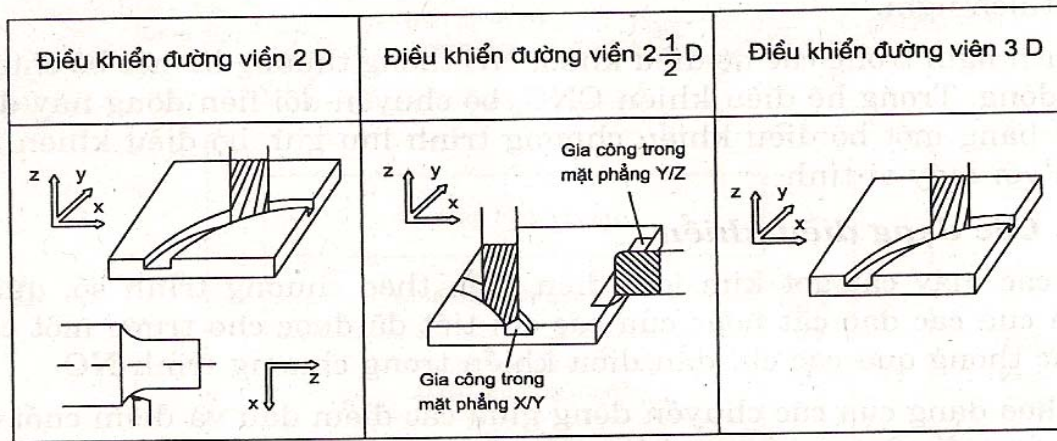
Hình 1-15. Điều khiển theo đường

2. Điều khiển theo đường

Điều khiển theo đường tạo ra các đường chạy song song với các trục của máy. Trong khi dao chạy đồng thời thực hiện cắt gọt liên tục tạo nên bề mặt gia công (hình 1-15)

3. Điều khiển theo đường viền

Bằng điều khiển theo đường viền, phương pháp điều khiển này có thể tạo ra các đường viền hoặc đường thẳng tùy ý trong mặt phẳng hoặc trong không gian. Điều đó đạt được nhờ sự chuyển động đồng thời của các bàn trượt theo hai hoặc nhiều chiều và giữa các trục chuyển động đó có quan hệ hàm số (hình 1-16)



Hình 1-16 Điều khiển theo đường viền

- Điều khiển đường viền 2D. Cho phép thực hiện một đường viền nào đó của dao cắt trong một mặt phẳng gia công X-Y.
- Điều khiển đường viền 1/2D. Cho phép thực hiện một đường viền nào đó của dao cắt trong một mặt phẳng gia công X-Y sang mặt phẳng Y-Z.
- Điều khiển đường viền 3D. Bằng điều khiển đường viền 3D, cho phép ta thực hiện được các chuyển động của dao cắt trong không gian ba kích thước X-Y-Z

1.4.3 Lập trình gia công trên các máy NC và CNC

1. Các định nghĩa

a) Một chương trình được tạo nên bởi một chuỗi các lệnh khiến cho một máy tính hay một máy NC tiến hành công việc gia công xác định. Đối với một máy NC, công việc này là chế tạo một chi tiết cụ thể bằng chuyển động tương đối giữa dao cắt và chi tiết.

b) Quá trình thiết lập các chuỗi lệnh cho các dao cắt từ bản vẽ chi tiết gia công, cùng với sự phát triển các lệnh chương trình cụ thể và sau đó chuyển tất cả các thông tin này sang bộ phận mang dữ liệu được mã hoá đặc biệt cho một hệ thống NC và có thể đọc nó một cách tự động được gọi là *lập trình*.

2. Nội dung của chương trình NC

Nội dung của chương trình được cấu thành từ một số khối mô tả quá trình hoạt động của máy bằng các bước hoặc các câu lệnh.

Trong mỗi khối có thể bao gồm các lệnh khác nhau, có các kiểu lệnh sau:

- Các lệnh hình học điều khiển chuyển động tương đối giữa dao cắt và phôi là ABC...XYZ.

- Các lệnh công nghệ qui định tỷ số bước tiến (F), số vòng quay của trục chính (S) và các loại dao cắt (T).

- Các lệnh chuyển dịch lựa chọn dao cắt (T), các lệnh phụ khác (M) v.v...

Hệ thống địa chỉ thường là một chữ cái qui định các giá trị bằng số và sau đó lưu giữ lại. Mỗi địa chỉ được xuất hiện trong một khối.

3. Các bước lập chương trình

Quá trình lập chương trình được thực hiện theo các bước sau:

a) Chuẩn bị dữ liệu (thông tin về công nghệ)

Để lập được chương trình cần có các dữ liệu về công nghệ như: kích thước và vật liệu chi tiết gia công, độ chính xác gia công, dao cắt, đồ gọt, các thông số đặc trưng cho chế tạo cắt gọt.

b) *Mô tả toán học*: Vẽ lại các bản vẽ chi tiết gia công, trên đó ghi đầy đủ các kích thước, đặc điểm công nghệ, đặc điểm điều khiển theo từng nguyên công.

c) *Mã hoá các dữ liệu*: Các số liệu về chế độ gia công được biến đổi thành dạng mã hoá theo tiêu chuẩn. Để tiến hành mã hoá dữ liệu theo chương trình, cần nắm bắt các khái niệm sau:

+ Tạo khuôn: là thiết lập các lệnh điều hành thuộc phần cứng trong đó thông tin điều hành đã được mã hoá. Số lượng các con số cần dùng phụ thuộc vào từng kiểu các hệ thống điều khiển số.

+ Hệ thống địa chỉ: là những ký tự cho phép thống nhất với chức năng đảm bảo bởi hệ thống điều khiển số. Địa chỉ được ghi bằng chữ cái tiêu chuẩn như trong bảng 1.1.

Bảng 1.1 Bảng chữ cái tiêu chuẩn ghi hệ thống địa chỉ

Ký hiệu	Ý nghĩa
A	Chuyển động xoay xung quanh trục X
B	Chuyển động xoay xung quanh trục Y
C	Chuyển động xoay xung quanh trục Z
D	Bộ nhớ hiệu chỉnh dụng cụ cắt
E	Lượng chạy dao thứ hai
F	Lượng chạy dao
G	Điều kiện chuyển động
H	Có thể sử dụng tự do
I	Thông số nội suy song song với trục X
J	Thông số nội suy song song với trục Y
K	Thông số nội suy song song với trục Z
L	Có thể sử dụng tự do
M	Chức năng phụ
N	Số thứ tự câu lệnh
O	Có thể sử dụng tự do
P	Chuyển động thứ ba song song với trục X
Q	Chuyển động thứ ba song song với trục Y
R	Chuyển động thứ ba song song với trục Z hoặc chuyển động nhanh theo trục Z
S	Số vòng quay của trục chính
T	Dụng cụ cắt
U	Chuyển động thứ hai song song với trục X
V	Chuyển động thứ hai song song với trục Y
W	Chuyển động thứ hai song song với trục Z
X	Chuyển động theo hướng của trục X
Y	Chuyển động theo hướng của trục Y
Z	Chuyển động theo hướng của trục Z

