

## Chương I

### ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY CẮT KIM LOẠI

#### Yêu cầu:

- Phân biệt được các dạng bề mặt gia công
- Phân biệt được các chuyển động tạo hình
- Phân biệt được các sơ đồ kết cấu động học
- Trình bày được các phương pháp tạo hình trong máy cắt kim loại
- Hiểu, nắm được ký hiệu của một số loại máy cắt kim loại
- Hiểu, nắm vững các cơ cấu truyền dẫn của máy cắt kim loại.

#### 1.1 KHÁI NIỆM MÁY CẮT KIM LOẠI

Máy là tất cả những công cụ hoạt động theo nguyên tắc cơ học, dùng làm thay đổi một cách có ý thức về hình dáng hoặc vị trí của vật thể.

Cấu trúc, hình dáng và kích thước của máy rất khác nhau. Tuy theo đặc điểm sử dụng của nó, có thể phân thành hai nhóm lớn:

- Máy dùng để biến đổi năng lượng từ dạng này sang dạng khác cho thích hợp với việc sử dụng được gọi là *máy biến đổi năng lượng*.
- Máy dùng để thực hiện công việc gia công cơ khí được gọi là *máy công cụ*.

Những máy công cụ dùng để biến đổi hình dáng của các vật thể kim loại bằng cách lấy đi một phần thể tích trên vật thể ấy với những dụng cụ và chuyển động khác nhau được gọi là *máy cắt kim loại*.

Theo Tiêu Chuẩn Việt Nam (TCVN), máy công cụ bao gồm năm loại: máy cắt kim loại, máy gia công gỗ, máy gia công áp lực, máy hàn, máy đúc.

Vật thể cần được làm biến đổi hình dạng gọi là *phôi* hay *chi tiết* gia công, phần thể tích được lấy đi (bỏ đi) của vật thể gọi là *phoi*. Dụng cụ dùng để lấy phoi ra khỏi chi tiết gia công gọi là *dụng cụ cắt* (dao cắt).

#### 1.2 CÁC DẠNG BỀ MẶT GIA CÔNG

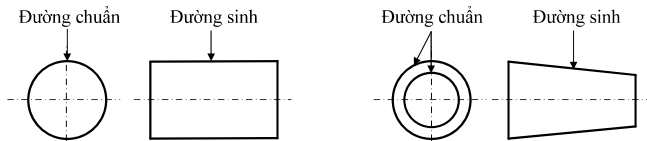
Bề mặt hình học của chi tiết máy rất đa dạng và việc chế tạo các bề mặt này trên các máy cắt kim loại cũng có rất nhiều phương pháp khác nhau. Để có thể xác định các chuyển động cần thiết trên máy, tức là chuyển động của các cơ cấu chấp hành của máy tạo ra bề mặt đó, người ta thường nghiên cứu các dạng bề mặt gia công trên máy cắt kim loại. Các dạng bề mặt thường gặp là: trụ tròn xoay, mặt phẳng, các dạng đặc biệt,...

##### 1.2.1 Dạng trụ tròn xoay

Bề mặt chi tiết dạng trụ tròn xoay được tạo bởi một đường bất kỳ quay một vòng quanh một đường thẳng cố định được gọi là trục quay của mặt tròn xoay. Đường bất kỳ đó được gọi là *đường sinh* của mặt tròn xoay. Một điểm thuộc đường sinh khi quay sẽ tạo thành một đường tròn có tâm nằm trên trục quay, đường đó gọi là *đường chuẩn*.

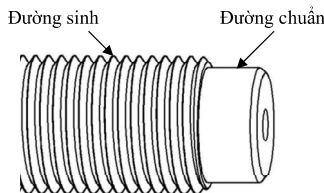
Dạng trụ tròn xoay có các kiểu đường chuẩn, đường sinh như sau:

- Đường sinh là đường thẳng quay xung quanh, đường chuẩn là đường tròn.



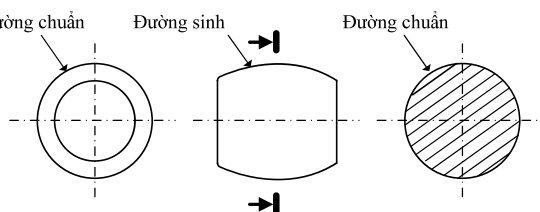
**Hình 1.1:** Dạng bề mặt trụ tròn xoay có đường chuẩn tròn, đường sinh thẳng

- Đường chuẩn là đường tròn, đường sinh là đường gãy khúc.



**Hình 1.2:** Dạng bề mặt trụ tròn xoay đường chuẩn tròn, đường sinh gãy khúc

- Đường chuẩn là đường tròn, đường sinh là đường cong.

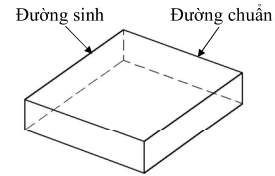


**Hình 1.3:** Dạng bề mặt trụ tròn xoay có đường chuẩn tròn, đường sinh cong

##### 1.2.2 Dạng mặt phẳng

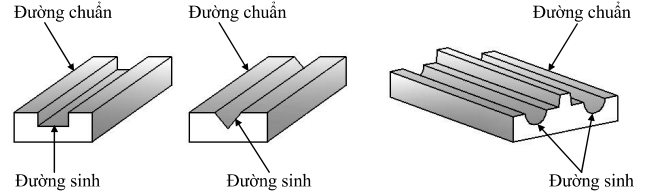
Dạng mặt phẳng thường có các kiểu đường chuẩn, đường sinh như sau:

- Đường chuẩn là đường thẳng, đường sinh là đường thẳng.



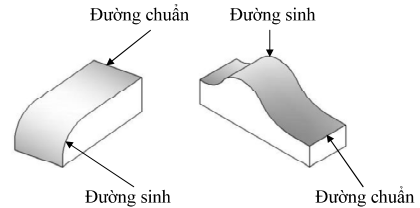
**Hình 1.4:** Đường chuẩn, đường sinh thẳng của mặt phẳng

- Đường chuẩn là đường thẳng, đường sinh là đường gãy khúc.



**Hình 1.5:** Đường chuẩn thẳng, đường sinh gãy khúc của mặt phẳng

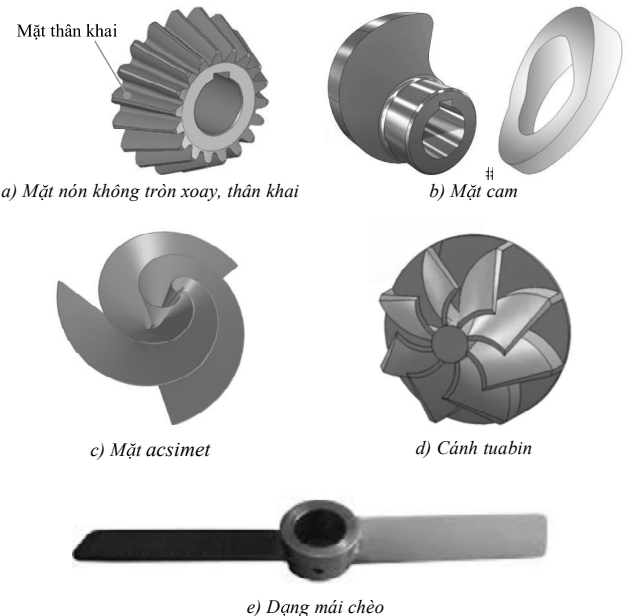
- Đường chuẩn là đường thẳng, đường sinh là đường cong.



**Hình 1.6:** Dạng mặt phẳng đường chuẩn thẳng, đường sinh cong

##### 1.2.3 Các dạng đặc biệt

Các dạng bề mặt đặc biệt thể hiện các dạng mặt trụ, mặt nón không tròn xoay và mặt cam. Ngoài ra, bề mặt đặc biệt còn có dạng thân khai, acsimet, cánh tuabin, mái chèo,...



**Hình 1.7:** Dạng bề mặt đặc biệt

Tóm lại, từ các dạng bề mặt của các dạng nói trên, ta có thể tạo ra chúng bởi hai loại đường sinh sau đây:

- Đường sinh do các chuyển động đơn giản: thẳng và quay tròn đều của máy tạo nên như đường thẳng, đường tròn hay cung tròn, đường thân khai, đường xoắn ốc,...
- Đường sinh do các chuyển động thẳng và quay tròn, không tròn đều của máy tạo nên như đường parabol, hyperbol, ellipse, xoắn logarit,.... Kết cấu máy để có thể thực hiện được các chuyển động này khá phức tạp.

Những chuyển động cần thiết để tạo nên đường sinh và đường chuẩn gọi là *chuyển động tạo hình* của máy cắt kim loại. Nói một cách khác, chuyển động tạo hình là chuyển động bao gồm tất cả các chuyển động tương đối giữa dao và phôi để tạo hình bề mặt gia công. Chuyển động tạo hình thường bao

gồm các chuyển động vòng và chuyển động thẳng mà vận tốc của chúng phụ thuộc vào nhau, các chuyển động đó gọi là chuyển động thành phần.

### 1.3 PHÂN LOẠI VÀ KÝ HIỆU

#### 1.3.1 Phân loại máy

- Theo công dụng bao gồm các nhóm máy cắt kim loại sau: máy tiện, máy phay, máy khoan, máy bào, máy mài, máy doa, máy gia công răng...

- Theo trình độ vận năng bao gồm bốn nhóm máy cắt kim loại như: máy vận năng, máy chuyên môn hoá, máy chuyên dùng, máy tổ hợp. Mức vận năng ở đây chỉ có giới hạn trong phạm vi công nghệ, đối tượng gia công. Ví dụ: tiện ren vít vận năng, phay vận năng có thể làm nhiều việc như tiện, khoan, mài,... như máy IA05 có thể tiện, khoan, phay.

- Theo mức độ chính xác có các nhóm máy cắt kim loại: máy chính xác thường, máy chính xác nâng cao, máy chính xác cao và máy chính xác đặc biệt cao. Theo TCVN máy công cụ có 5 cấp chính xác:

- Cấp chính xác thường E;
- Cấp chính xác nâng cao D;
- Cấp chính xác cao C;
- Cấp chính xác đặc biệt cao B;
- Cấp chính xác siêu chính xác A.

- Theo mức độ tự động hóa có máy vận năng, máy bán tự động, máy tự động,...

- Theo khối lượng thì có máy loại nhẹ ( $\leq 1$  tấn), máy loại trung bình ( $\leq 10$  tấn), máy loại trung bình nặng (10 - 30 tấn), máy loại nặng (30 - 100 tấn), máy loại đặc biệt nặng ( $> 100$  tấn). Ví dụ máy tiện đứng cực nặng có khối lượng lên đến 1600 tấn.

#### 1.3.2 Ký hiệu

Máy thường được ký hiệu bằng các ký số và ký chữ. Ở mỗi nước có qui định về cách ký hiệu máy khác nhau. Theo TCVN (tiêu chuẩn ngành cơ khí TCN-C1-63), ký hiệu máy cắt kim loại như sau:

- Một đến hai ký chữ (chữ cái) đầu tiên để chỉ nhóm máy:
  - T - Máy **T**iện
  - P - Máy **P**hay

- 1 - Máy tiện
- 2 - Máy khoan và máy doa
- 3 - Máy mài
- 4 - Máy tổ hợp
- 5 - Máy gia công ren và răng
- 6 - Máy phay
- 7 - Máy bào, xọc và chuốt
- 8 - Máy cắt đứt
- 9 - Các loại máy khác

Ví dụ 4: 2A150

- 2 - Máy khoan
- A - Máy được cài tiến
- 1 - Dạng đứng
- 50 - Đường kính mũi khoan lớn nhất là 50 mm.

Ví dụ 5: 1K62

- 1 - Máy tiện
- K - Máy được cài tiến
- 6 - Vận năng thông thường
- 2 - Khoảng cách của mũi tâm trục chính đến băng máy là 200 mm

Ví dụ 6: 6M82

- 1 - Máy phay
- M - Máy được cài tiến
- 8 - Dạng máy có trục chính nằm ngang
- 2 - Số hiệu bàn máy là 2 ( $a \times b$ ) = 320 x 1250 mm

Ví dụ 7: 737

- 7 - Máy bào
- 3 - Dạng máy bào ngang
- 7 - Hành trình lớn nhất của đầu bào là 700 mm

- B - Máy **B**ào
- K - Máy **K**hoan
- M - Máy **M**ài
- C - Máy **C**ắt Đứt
- TH- Máy **T**ổ **H**ợp
- BX- Máy **B**ào **X**ọc
- L - Các loại máy khác (máy khác, máy thử dụng cụ,...)

- Ký số tiếp theo chỉ báo kiểu máy (xem trong bảng 1.1).

- Một hoặc hai ký số kế tiếp thể hiện một trong những đặc tính quan trọng nhất của máy: mức độ vận năng; kích thước cơ bản (thông số quan trọng) của máy: đường kính lớn nhất của phôi mà máy có thể gia công, chiều cao mũi tâm trục chính đến băng máy.

- Nếu thêm ký chữ nào đó nữa là chỉ rõ chức năng, mức độ tự động, độ chính xác và sự cài tiến máy.

Ví dụ 1: T620A

- T - Máy **T**iện
- 6 - Vận năng thông thường
- 20 - Một phần mười của chiều cao từ băng máy đến đường tâm máy (200 mm)
- A - Máy được cài tiến

Ví dụ 2: K135

- K - Máy **K**hoan
- 1 - Dạng đứng
- 35 - Đường kính mũi khoan lớn nhất (mm) gia công được trên máy

Ví dụ 3: P82

- P - Máy **P**hay
- 8 - Dạng máy có trục chính nằm ngang
- 2 - Số hiệu bàn máy là 2 ( $a \times b$ ) = 320 x 1250 mm

Ký hiệu máy cắt kim loại của Liên Xô trước đây (ГОСТ) cũng tương tự nhưng các ký chữ đầu tiên được thay bằng ký số, như sau:

**Bảng 1.1:** Ký hiệu máy cắt kim loại (dựa theo tiêu chuẩn Liên Xô)

MÁY CẮT KIM LOẠI	NHÓM MÁY	KIỂU MÁY				
		1	2	3	4	5
Máy tiện	1	Máy tiện TD và BTĐ 1 trục chính	Máy tiện TD và BTĐ nhiều trục chính	Máy tiện Revolve	Máy tiện cắt đứt	Máy tiện đứng
Máy khoan và máy doa	2	Máy khoan đứng	Máy khoan BTĐ 1 trục chính	Máy khoan BTĐ nhiều trục chính	Máy doa tọa độ	Máy khoan cần
Máy mài	3	Máy mài tròn ngoài	Máy mài lỗ	Máy mài thô	Máy mài chuyển dùng	/
Máy tổ hợp	4	Máy vận năng	Máy BTĐ	Máy TD	/	/
Máy gia công ren và răng	5	Máy xọc răng	Máy gia công bánh răng còn	Máy phay lăn răng	Máy gia công trục vít bánh vít	Máy gia công mặt đầu răng
Máy phay	6	Máy phay đứng công son	Máy phay liên tục	/	Máy phay chép hình	Máy phay đứng không công son
Máy bào, xọc và chuốt	7	Máy bào giường 1 trục	Máy bào giường 2 trục	Máy bào ngang	Máy xọc	Máy chuốt ngang
Máy cắt đứt	8	Máy tiện cắt đứt	Máy cắt đứt bằng hạt mài	Máy cưa vòng ma sát	Máy nắn thẳng và cắt đứt	Máy cưa đai
Các loại máy khác	9	Máy cắt ren ống	Máy cưa	Máy nắn thẳng và tiện phôi thanh	/	Máy kiểm tra dụng cụ cắt

Ghi chú:  
- TD Tự động  
- BTĐ Bàn tự động

**Bảng 1.2: Ký hiệu qui ước các cơ cấu máy trong sơ đồ động**

Tên gọi	Ký hiệu
1. Trục	
2. Khớp nối	
- Cố định	
- Dàn hồi	
- Các-đăng	
3. Chi tiết lắp trên trục	
- Lông không	
- Cố định	
- Di trượt	
- Then kéo	
4. Ổ trục	
- Ổ trượt	
- Ổ lăn	
- Ổ côn	
5. Bộ truyền đai	
- Đai thang	

#

8. Vítme - đai ốc	
- Đai ốc liền	
- Đai ốc hai nửa	
9. Ly hợp	
- Ly hợp vấu một chiều	
- Ly hợp vấu hai chiều	
- Ly hợp côn	
- Ly hợp đĩa	
- Ly hợp một chiều	
- Ly hợp điện từ	
10. Cam	
- Cam đĩa	
- Cam thùng	

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

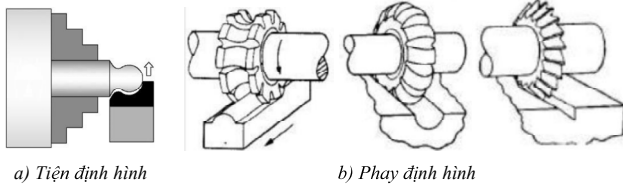
#

#



### 1.5.2 Phương pháp định hình

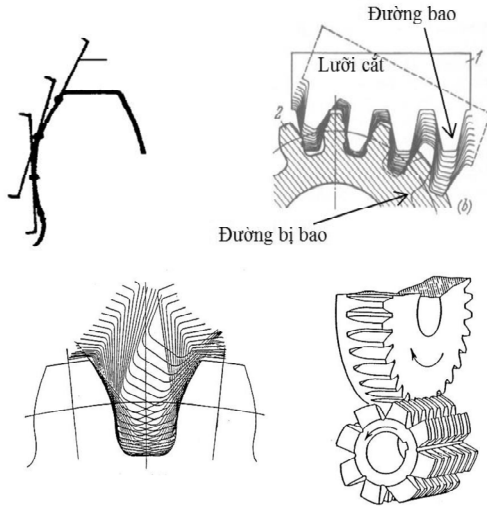
Phương pháp định hình là phương pháp tạo hình bằng cách cho cạnh lưỡi cắt trùng với đường sinh của bề mặt gia công. #



Hình 1.15: Phương pháp gia công định hình

### 1.5.3 Phương pháp bao hình

Phương pháp bao hình là phương pháp dao cắt chuyển động hình thành các đường diêm, quỹ tích các đường diêm hình thành đường bao và đường bị bao, đường bị bao chính là đường sinh chi tiết gia công.



Hình 1.16: Phương pháp gia công bao hình

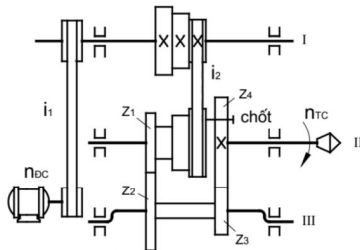
## 1.6 CÁC CƠ CẤU TRUYỀN DẪN TRONG MÁY CÔNG CỤ

### 1.6.1 Cơ cấu truyền dẫn trong hộp tốc độ

#### 1.6.1.1 Cơ cấu truyền dẫn phân cấp

##### a. Cơ cấu truyền dẫn phân cấp dùng puli nhiều bậc

Cơ cấu truyền dẫn loại này thường được sử dụng trong hộp tốc độ của các máy tiện đơn giản như ở hình 1.17



Hình 1.17: Truyền dẫn vô cấp dùng puli nhiều bậc

Từ động cơ điện truyền động qua đai truyền có tỷ số truyền  $i_1$  tới trục I. Từ trục I truyền qua puli 3 bậc xuống puli 3 bậc lồng không trên trục chính II. Muốn truyền chuyển động quay cho trục chính II có thể theo hai đường:

- Chạy trực tiếp (còn gọi là chạy một đầu máy), đóng chốt làm cho chuyển động quay từ puli lồng không trên trục II truyền qua chốt làm quay bánh răng  $Z_4$  và quay trục chính II, được tốc độ cao tính như sau:

$$n_{TC} = n_{DC} \cdot i_1 \cdot i_2 \quad (1.1)$$

Trong đó:  $i_2$  - Tỷ số truyền của puli ba bậc

$n_{DC}$  - Số vòng quay của động cơ

Trục II còn gọi là trục "Hacne", khi chạy trực tiếp sẽ quay trục III sao cho hai cặp bánh răng  $Z_1/Z_2$  và  $Z_3/Z_4$  không ăn khớp với nhau.

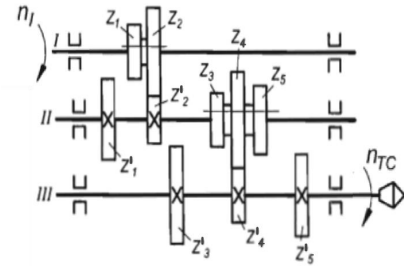
- Chạy gián tiếp (còn gọi là chạy hai đầu máy): rút chốt ra, chuyển động từ puli lồng không trên trục II qua cặp bánh răng  $Z_1/Z_2$  ( $i_3$ ) tới trục III, qua cặp  $Z_3/Z_4$  ( $i_4$ ) tới trục II ta được 3 tốc độ thấp, tính như sau:

$$n_{TC} = n_{DC} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \quad (1.2)$$

Loại hộp tốc độ này sử dụng bộ truyền đai để truyền động cho trục chính có kết cấu đơn giản nhưng tốc độ thấp.

### b. Cơ cấu dùng bánh răng di trượt

Hình 1.18 trình bày sơ đồ động của loại hộp tốc độ máy tiện dùng bánh răng di trượt



Hình 1.18: Truyền dẫn dùng bánh răng di trượt

Chuyển động quay truyền từ trục I → II → III qua hai nhóm bánh răng di trượt:

- Nhóm thứ nhất gồm khối bánh răng di trượt hai bậc  $Z_1, Z_2$  và hai bánh răng cố định  $Z_1', Z_2'$  lần lượt ăn khớp với nhau cho hai tỷ số truyền khác nhau  $Z_1/Z_1'$  và  $Z_2/Z_2'$  nối chuyển động giữa trục I và trục II.

- Nhóm thứ hai gồm khối bánh răng di trượt ba bậc  $Z_3, Z_4, Z_5$  và ba bánh răng cố định  $Z_3', Z_4', Z_5'$  lần lượt ăn khớp với nhau cho ba tỷ số truyền khác nhau  $Z_3/Z_3', Z_4/Z_4'$  và  $Z_5/Z_5'$  nối chuyển động giữa trục II và trục III.

Nếu thay đổi lần lượt các cặp bánh răng ăn khớp giữa hai nhóm bánh răng di trượt trên thì một trị số tốc độ vòng quay của trục I ( $n_1$ ) sẽ cho 6 giá trị tốc độ khác nhau trên trục III ( $n_{TC1}, n_{TC2}, \dots, n_{TC6}$ ) và được tính như sau:

$$\begin{aligned} n_{TC1} &= n_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_1'} \cdot \frac{Z_3}{Z_3'} & n_{TC4} &= n_1 \cdot \frac{Z_2}{Z_2'} \cdot \frac{Z_4}{Z_4'} \\ n_{TC2} &= n_1 \cdot \frac{Z_2}{Z_2'} \cdot \frac{Z_3}{Z_3'} & n_{TC5} &= n_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_1'} \cdot \frac{Z_5}{Z_5'} \\ n_{TC3} &= n_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_1'} \cdot \frac{Z_4}{Z_4'} & n_{TC6} &= n_1 \cdot \frac{Z_2}{Z_2'} \cdot \frac{Z_5}{Z_5'} \end{aligned}$$

Từ đó rút ra công thức tính số cấp tốc độ có trong máy:

$$Z = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_i \quad (1.3)$$

trong đó:

+  $Z$  - Số cấp tốc độ của máy

+  $p_i$  - Tỷ số truyền trong một nhóm truyền (bánh răng di trượt) thứ  $i$

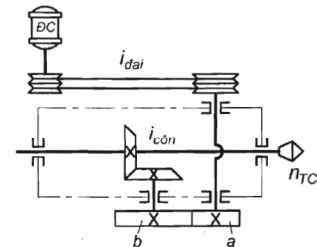
Ví dụ, với hộp tốc độ trên hình 1.18 có:

$$Z = p_1 \cdot p_2 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ cấp tốc độ}$$

Loại cơ cấu bánh răng di trượt này được dùng rộng rãi trong các máy cắt kim loại vạn năng cần thay đổi tốc độ liên tục và yêu cầu nhiều tốc độ khác nhau.

##### c. Cơ cấu sử dụng bánh răng thay thế

Trên hình 1.19 trình bày sơ đồ hộp tốc độ của máy tiện sử dụng bánh răng thay thế.



Hình 1.19: Hộp tốc độ sử dụng bánh răng thay thế

Xích truyền động nối từ động cơ điện qua đai truyền hình thang tới cặp bánh răng thay thế  $a/b$  đến cặp bánh răng côn làm quay trục chính.

Phương trình xích động:

$$n_{TC} = n_{DC} \cdot i_{dai} \cdot \frac{a}{b} \cdot i_{côn} \quad (1.4)$$

Muốn thay đổi tốc độ  $n_{TC}$  chỉ cần thay đổi tỷ số truyền  $a/b$ .

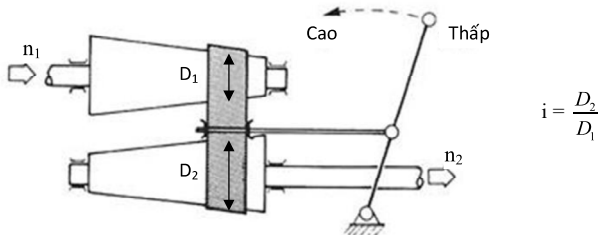
Trong mỗi máy loại này đã có sẵn nhiều bánh răng thay thế khác nhau để đáp ứng yêu cầu thay đổi tốc độ cắt. Loại hộp tốc độ này dùng nhiều trong các máy tự động và máy chuyên dụng.

### 1.6.1.2 Cơ cấu truyền dẫn vô cấp

Cơ cấu truyền dẫn vô cấp được sử dụng trong hộp tốc độ thường gặp có các cơ cấu như cặp puli côn đai dẹt, cặp bánh ma sát, xi lanh - pittông, động cơ servo,...

### a. Cơ cấu truyền dẫn sử dụng puli côn

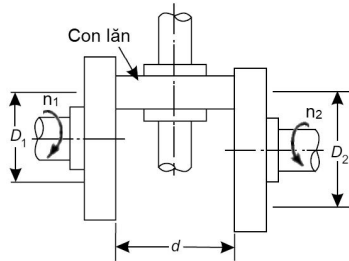
Cơ cấu được thể hiện thông qua sơ đồ kết cấu như hình 1.20. Theo đó, khi muốn thay đổi tỷ số truyền ta sử dụng cần điều khiển để gạt đai sang các vị trí tương ứng để đạt được tỉ số truyền cao/thấp như mong muốn. #



**Hình 1.20:** Cơ cấu truyền dẫn vô cấp sử dụng truyền động puli côn

### b. Cơ cấu dẫn truyền sử dụng bánh ma sát

Hình 1.21 mô tả cơ cấu truyền động của bánh ma sát. Để thay đổi tỷ số truyền ta thay đổi vị trí của con lăn đối với đĩa.



**Hình 1.21:** Cơ cấu truyền dẫn vô cấp sử dụng bánh ma sát

Khi cho rằng con lăn quay không trượt thì tỷ số truyền của cơ cấu bánh ma sát trên được xác định:

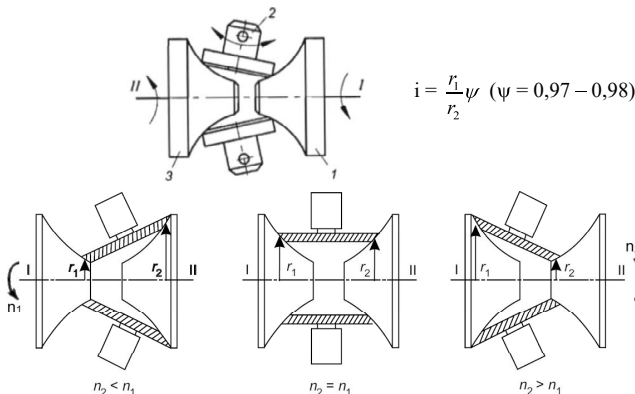
$$i = \frac{D_1}{D_2}$$

Do truyền động nhờ ma sát (dưới tác dụng của một lực tác động) và diện tích tiếp xúc tương đối nhỏ nên hiện tượng trượt đã xảy ra. Do đó, tỷ số

truyền thực tế có thể được biểu thị bằng:

$$i = \frac{D_1}{D_2} \psi^2 \quad (\psi = 0,97 - 0,98)$$

Một biến thể khác của cơ cấu truyền dẫn sử dụng bánh ma sát (còn gọi là cơ cấu biến tốc Svetozarov) được trình bày ở hình 1.22. Khi muốn thay đổi tỷ số truyền ta chỉ cần quay để thay đổi vị trí tiếp xúc của hai con lăn số (2), đường kính tiếp xúc của các bánh ma sát (1) và (3) thay đổi sẽ làm thay đổi tỷ số truyền.



**Hình 1.22:** Cơ cấu truyền dẫn vô cấp sử dụng bánh ma sát con

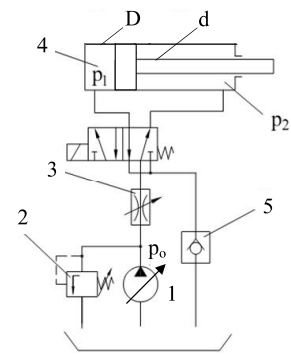
### c. Cơ cấu truyền dẫn sử dụng xilanh - pittông

Đối với cơ cấu truyền dẫn xilanh - pittông việc thay đổi tốc độ được thực hiện bằng cách thay đổi tốc độ tịnh tiến của pittông (hình 1.23). Để làm được điều này có nhiều cách thực hiện, ví dụ như thay đổi lưu lượng dầu vào xilanh (2) bằng van tiết lưu (1) hay thay đổi tốc độ bơm của bơm dầu (5).

Với Q (m³/ph) là lưu lượng dầu chảy vào xilanh, vận tốc của pittông sẽ được tính:

$$- \text{ Khi thực hiện hành trình tiến tới: } v_1 = \frac{4Q}{\pi D^2} \text{ (m/ph)}$$

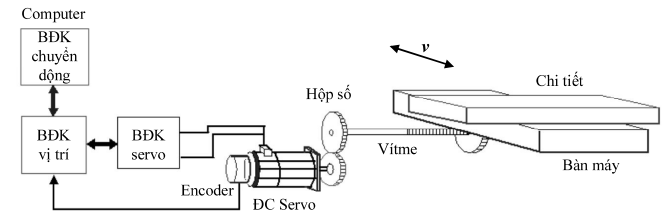
$$- \text{ Khi thực hiện hành trình lùi về: } v_2 = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)} \text{ (m/ph)}$$



**Hình 1.23:** Cơ cấu truyền dẫn vô cấp sử dụng xilanh - pittông

### d. Cơ cấu truyền dẫn trực tiếp sử dụng động cơ điện servo

Cơ cấu truyền dẫn này phổ biến trong các máy CNC. Bằng cách thay đổi các thông số điều khiển gửi đến động cơ servo sẽ cho phép thay đổi được số vòng quay của trục động cơ servo và qua kết nối truyền động sẽ làm thay đổi bước tiến của bàn máy. Hình 1.24 thể hiện sơ đồ sử dụng động cơ servo để thay đổi số vòng quay của vítme điều khiển bàn máy.



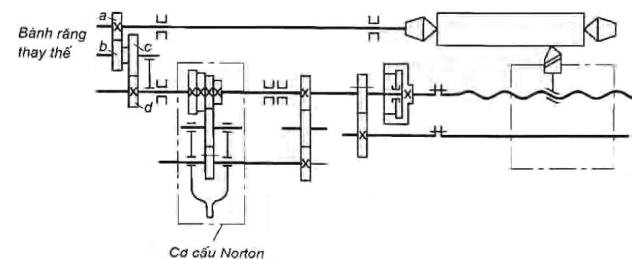
**Hình 1.24:** Cơ cấu truyền dẫn thay đổi số vòng quay vô cấp sử dụng động cơ servo

### 1.6.2 Cơ cấu truyền dẫn trong hộp chạy dao

#### 1.6.2.1 Cơ cấu Norton

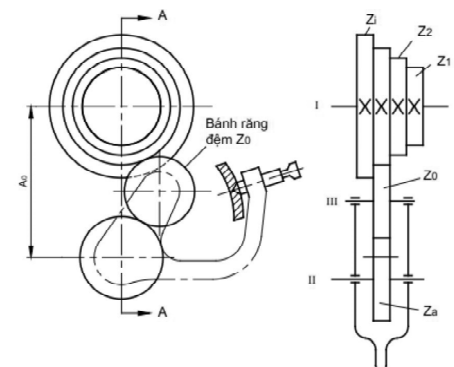
Trên hình 1.25 trình bày xích chạy dao của máy tiện sử dụng cơ cấu Norton (còn gọi là khối bánh răng hình tháp). Xích truyền động được nối liền

từ trục chính qua bánh răng a, b, c, d tới cơ cấu Norton và tới vítme - đai ốc rồi truyền tới dao. Chuyển động truyền từ trục I → II có khoảng cách A0 cố định (hình 1.26). Bánh răng Za di trượt trên trục II được gạt cần lăn lượt tới các vị trí ăn khớp với các bánh răng Z1, Z2, ..., Zi của khối bánh răng hình tháp trên trục I cho các tỷ số truyền: Z1/Za, Z2/Za, ..., Zi/Za khác nhau



**Hình 1.25:** Hộp chạy dao sử dụng cơ cấu Norton

Trong cơ cấu Norton bánh đệm Z0 sẽ làm nhiệm vụ nối truyền động giữa trục I và II: từ bánh răng Zi qua Z0 và đến Za đảm bảo sao cho ba bánh răng lúc nào cũng ăn khớp với nhau.



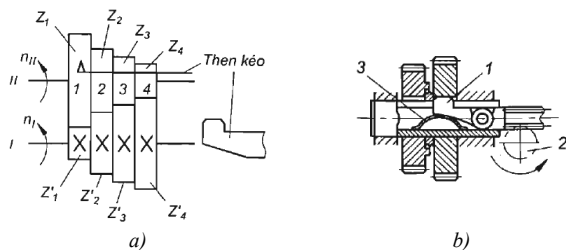
**Hình 1.26:** Cơ cấu Norton

#### 1.6.2.2 Cơ cấu then kéo

Cơ cấu then kéo thường được sử dụng trong hộp chạy dao của máy khoan. Khối bánh răng hình tháp trên trục I cố định, khối bánh răng hình tháp

trên trục II lỏng không. Khi trục I quay sẽ truyền cho bốn bánh răng trên trục II quay nhưng chưa làm quay trục II. Muốn trục II quay phải rút then kéo về ở vị trí 1, 2, 3 hay 4 (hình 1.27a). Theo kéo có tác dụng như một chốt cố định bánh răng với trục (hình 1.27b). Trục I có một trị số vòng quay  $n_I$  sẽ được 4 trị số vòng quay  $n_{II}$  của trục II.

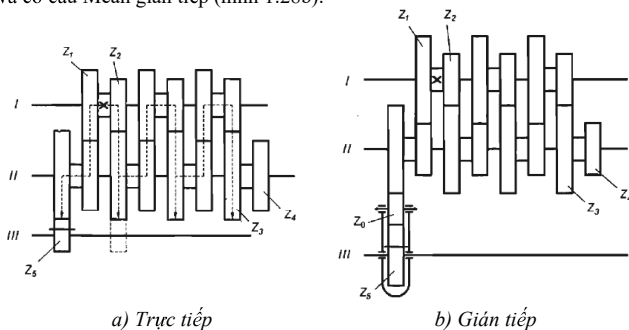
Hình 1.27b trình bày kết cấu của cơ cấu then kéo, trong đó 1 là then kéo, 3 là lò xo lá luôn đẩy cho then kéo chui vào rãnh then của bánh răng, quay bánh răng 2 ăn khớp với thanh răng sẽ kéo cho then kéo lần lượt ăn khớp với bánh răng trong khối hình tháp trên trục II.



**Hình 1.27: Cơ cấu then kéo**

### 1.6.2.3 Cơ cấu Mẻn

Cơ cấu Mẻn (Meander) thường được sử dụng trong hộp chạy dao của máy tiện, phay,... Có hai loại cơ cấu Mẻn: cơ cấu Mẻn trực tiếp (hình 1.28a) và cơ cấu Mẻn gián tiếp (hình 1.28b).



**Hình 1.28: Cơ cấu Mẻn (Meander)**

#### - Cơ cấu Mẻn trực tiếp

Trên trục I có 3 khối bánh răng hai bậc như nhau. Một khối cố định với trục, còn hai khối lỏng không. Trên trục II có 4 khối bánh răng hai bậc như nhau, lắp lỏng không. Bánh răng  $Z_5$  trên trục III di trượt lần lượt ăn khớp với 4 bánh răng lớn trên trục II cho 4 tỷ số truyền khác nhau. Truyền dẫn từ trục I, III theo đường xích zắc.

#### - Cơ cấu Mẻn gián tiếp

Về lắp ghép và đường truyền cũng giống như loại 1, nhưng có thêm bánh răng đệm  $Z_0$ . Trục bánh răng  $Z_0$  quay hành tinh xung quanh trục bánh răng  $Z_5$  (giống cơ cấu Norton) bảo đảm cho bánh răng  $Z_0$  ăn khớp lần lượt với mọi bánh răng to nhỏ trên trục II cho ta nhiều tỷ số truyền hơn so với cơ cấu loại 1.

### 1.6.2.4 Cơ cấu bánh răng thay thế

Để đảm bảo việc thay đổi tỷ số truyền của cơ cấu bánh răng thay thế được linh hoạt khi khoảng cách giữa hai trục truyền động cố định, người ta thường sử dụng cơ cấu bánh răng thay thế chạc đầu ngựa như hình 1.29.

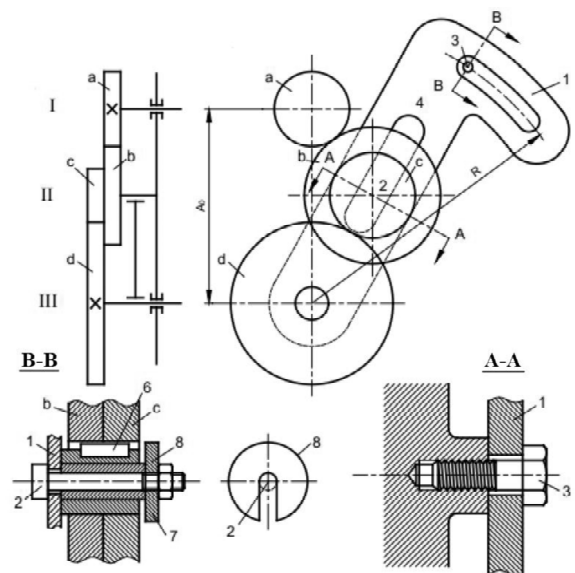
Đường truyền từ trục chủ động I qua bánh răng thay thế a, b, c, d đến trục III. Tỷ số truyền là:

$$i_{\text{thay thế}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \quad (1.5)$$

Khi thay đổi  $i_{\text{thay thế}}$  có nghĩa là thay đổi số răng a, b, c, d thì đường kính bánh răng sẽ thay đổi theo. Khoảng cách giữa trục I và trục II là  $A_0$  cố định. Do đó sử dụng chạc điều chỉnh có hình đầu ngựa để đảm bảo ăn khớp của 4 bánh răng a, b, c, d.

#### - Nguyên tắc điều chỉnh và kết cấu:

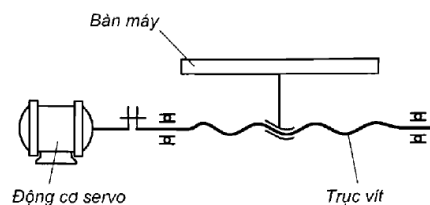
Bánh răng b và c lồng không trên chốt 2 lắp vào chạc 1. Hai bánh răng này có thể điều chỉnh được dọc theo rãnh 4 và bản thân chạc 1 có thể quay điều chỉnh xung quanh trục bánh răng d (nơi lồng bulông 3 ra). Như vậy bánh răng b, c điều chỉnh được vị trí trục nên bảo đảm ăn khớp khi số răng a, b, c, d thay đổi (trong phạm vi đa thiết kế). Rãnh cong đảm bảo ăn khớp bánh răng a và b, rãnh thẳng đảm bảo ăn khớp bánh răng c và d.



**Hình 1.29: Cơ cấu truyền dẫn bánh răng thay thế**

### 1.1.6.5 Cơ cấu truyền dẫn vô cấp với động cơ điện

Trên hình 1.30 trình bày hệ thống chạy dao vô cấp sử dụng động cơ điện servo. Hệ thống này hiện nay được sử dụng rộng rãi trong chuyển động chạy dao của máy điều khiển theo chương trình số, nó cho phép cung cấp lượng chạy dao bất kỳ trong phạm vi cho phép.



**Hình 1.30: Truyền dẫn chạy dao vô cấp với động cơ điện servo**

## 1.7 CƠ CẤU TỔNG HỢP TRUYỀN ĐỘNG VÀ ĐẢO CHIỀU TRONG MÁY CÔNG CỤ

### 1.7.1 Cơ cấu tổng hợp truyền động trong máy công cụ

Cơ cấu tổng hợp chuyển động (còn gọi là cơ cấu hợp thành) dùng để phối hợp hai đường truyền động có tốc độ khác nhau đến cùng một cơ cấu chấp hành. Trong trường hợp này, nếu không có cơ cấu hợp thành, trục quay của đường ra sẽ nhận hai tốc độ khác nhau cùng lúc và sẽ bị xoắn gãy.

Có nhiều loại cơ cấu hợp thành, nhưng trong máy công cụ thường dùng nhất là cơ cấu vi sai.

#### 1.7.1.1 Cơ cấu vi sai

Trên hình 1.31 trình bày cơ cấu vi sai điển hình sử dụng bánh răng côn thường được ứng dụng trong máy cắt kim loại.

##### a. Hai đường vào I và II, đường ra III

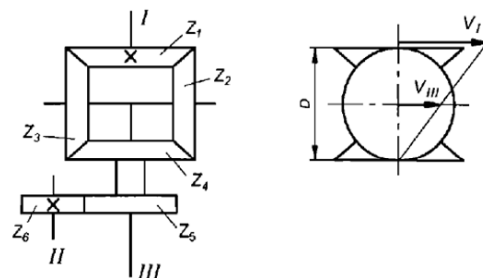
Tính tỷ số truyền  $i_{\text{hợp thành}}$  bằng cách tính các tỷ số truyền riêng của từng đường vào.

- Truyền từ I sang III: coi bánh răng  $Z_4$  đứng yên, theo họa đồ vận tốc:

$$i_{I-III} = \frac{V_{III}}{V_I} = \frac{1}{2} \quad (1.6)$$

- Truyền từ II sang III: coi bánh răng  $Z_1$  đứng yên, cũng phân tích theo họa đồ vận tốc:

$$i_{II-III} = \frac{1}{2} \quad (1.7)$$



**Hình 1.31: Tổng hợp chuyển động**

b. Hai đường vào I và III, đường ra II

$$i_{II} = \frac{1}{1} \quad (\text{lúc này coi như khớp nối trực, và } Z_5 = Z_6) \quad (1.8)$$

$$i_{III-II} = \frac{2}{1} \quad (\text{coi bánh răng } Z_1 \text{ đứng yên}) \quad (1.9)$$

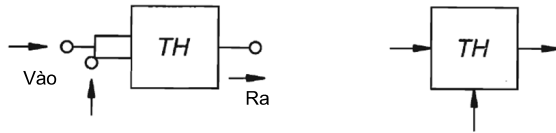
c. Hai đường vào II và III, đường ra I

$$i_{III-I} = \frac{2}{1} \quad (\text{coi bánh răng } Z_5 \text{ đứng yên}) \quad (1.10)$$

$$i_{II-I} = \frac{2}{1} \quad (\text{coi như khớp nối trực}) \quad (1.11)$$

Khi tổng hợp chuyển động vào cơ cấu chấp hành phải chú ý đến chiều quay của từng thành phần chuyển động, thường đề điều chỉnh xích chỉ tính riêng rẽ từng con đường truyền qua vì sai.

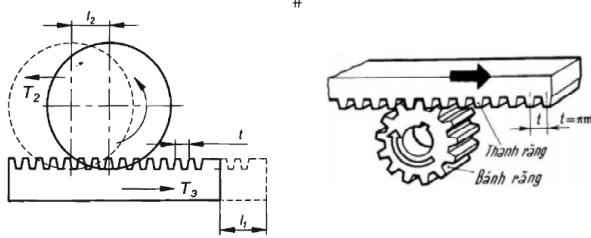
Ký hiệu của cơ cấu tổng hợp chuyển động hay dùng trong các sơ đồ kết cấu động học trình bày trên hình 1.32.



Hình 1.32: Ký hiệu cơ cấu tổng hợp chuyển động

#### 1.7.1.2 Cơ cấu bánh răng thanh răng

Cơ cấu truyền động bánh răng - thanh răng được trình bày trên hình 1.33.

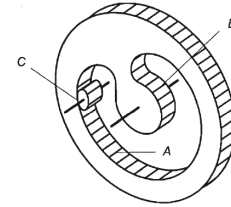


Hình 1.33: Tổng hợp chuyển động bánh răng - thanh răng

- Hình 1.34a: cơ cấu đảo chiều giữa hai trục song song sử dụng bánh răng đi trượt. Gạt bánh răng đi trượt hai bậc sẽ có hai đường truyền từ trục I → II, một đường truyền qua bánh răng đệm  $Z_0$  là đường đảo chiều.

- Hình 1.34b: cơ cấu đảo chiều giữa hai trục vuông góc sử dụng bánh răng côn. Gạt ly hợp M qua phải, trái sẽ có chiều quay của trục II khác nhau.

Trong một số máy cắt kim loại cần đảo chiều chính xác và có chu kỳ người ta sử dụng bánh răng tổ hợp (hình 1.35). Bánh răng chủ động C ăn khớp trong với bánh răng A và ngoài với vành răng B của bánh răng tổ hợp. Bánh răng C quay một chiều, lúc ăn khớp trong với vành răng A sẽ quay bánh răng tổ hợp cùng chiều, khi ăn khớp ngoài với vành răng B sẽ đảo chiều quay của bánh răng tổ hợp. Cơ cấu này sử dụng nhiều trong máy gia công bánh răng.



Hình 1.35: Bánh răng tổ hợp

### 1.7.3 Đồ thị tốc độ cắt n và lượng chạy dao s

#### 1.7.3.1 Đồ thị tia hình quạt

Mỗi máy cắt kim loại có nhiều trị số n và s khác nhau. Tùy theo chi tiết, dao cắt,... mà chọn n và s thích hợp. Trên máy, người ta vẽ sẵn một biểu đồ liên hệ giữa V, n, s, d để người sử dụng máy có thể trực tiếp tìm các thông số gia công cần thiết như n, s,...

Công thức tính tốc độ cắt và lượng chạy dao với máy có chuyển động chính quay tròn:

$$V = \frac{\pi n d}{1000} \quad (\text{m/ph}) \quad (1.12)$$

$$s = \frac{l}{nT} \quad (\text{mm/vg}) \quad (1.13)$$

Giả sử bánh răng vừa quay tròn xung quanh trục của bản thân vừa tịnh tiến theo chiều mũi tên  $T_2$  như hình vẽ. Muốn thanh răng chuyển động một độ dài  $l_1$  theo mũi tên  $T_3$  thì phải tính số vòng quay của bánh răng. Khi đó cần phải tổng hợp hai chuyển động của bánh răng tác dụng lên thanh răng.

a. Xét trường hợp bánh răng quay tròn, không tịnh tiến

Nếu thanh răng tịnh tiến một độ dài  $l_1$  thì bánh răng phải quay  $l_1 / (Z.t)$  vòng ( $Z.t$  là độ dài chu vi vòng chia của bánh răng).

b. Xét trường hợp bánh răng tịnh tiến, không quay

Lúc này thanh răng đứng yên, nhưng vì bánh răng lùi lại có nghĩa là phải lăn trên thanh răng một số vòng quay không. Vậy trục bánh răng lùi lại một đoạn  $l_2$  tương ứng với số vòng quay không của nó là  $l_2 / (Z.t)$ .

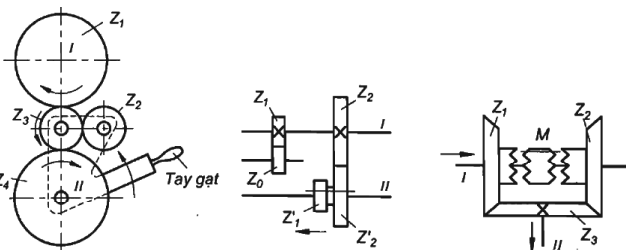
Tổng hợp lại như sau:

	Thanh răng tịnh tiến	Số vòng quay của bánh răng
	$l_1$	$\frac{l_1}{Z.t}$ (vòng)
	0	$\frac{l_2}{Z.t}$ (vòng)
Tổng hợp	$l_1$	$\frac{l_1 \pm l_2}{Z.t}$ (vòng)

Dấu +/- tùy theo chiều chuyển động cần tổng hợp.

#### 1.7.2 Cơ cấu đảo chiều

Trong máy công cụ thường sử dụng các cơ cấu cơ khí để đảo chiều quay của trục chính hay chiều chuyển động chạy dao. Hình 1.34 trình bày cơ cấu đảo chiều có khí thường gặp trong máy cắt kim loại.



Hình 1.34: Một số cơ cấu đảo chiều cơ khí

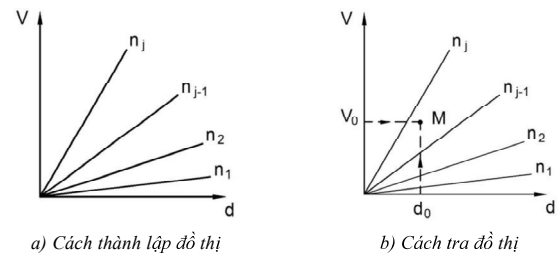
trong đó:

- + d - đường kính của phôi hay của dao (mm)
- + n - số vòng quay trên phút của trục chính (vg/ph)
- + l - độ dài chuyển động của dao (mm)
- + T - thời gian cần thiết để gia công chi tiết tính bằng phút (ph)

$$\text{Từ } V = \frac{\pi n d}{1000} \quad (\text{m/ph}), \text{ ta đặt } m = \frac{\pi n}{1000}$$

$$\text{Ta có: } V = m.d \quad (\text{m/ph}) \quad (1.14)$$

Như vậy V là một hàm bậc nhất đối với biến số d. Đây là phương trình đường thẳng đi qua gốc tọa độ. Biến đổi thông số n ta sẽ được một chùm tia  $n_1, n_2, \dots, n_i$  (hình 1.36a).



Hình 1.36: Đồ thị tia hình quạt

Giả sử chi tiết có đường kính  $d_0$  và gia công với tốc độ  $V_0$ , đóng tọa độ được điểm M nằm giữa hai tia  $n_{j-1}$  và  $n_j$  (hình 1.36b). Chọn  $n_{j-1}$  là góc tọa độ thấp để khi mở máy gia công sẽ đảm bảo được công suất cắt gọt.

Đồ thị này không chính xác và khó tra, vì d tăng thì 2 tia lân cận càng cách xa nhau. Để khắc phục người ta sử dụng đồ thị logarit.

#### 1.7.3.2 Đồ thị logarit

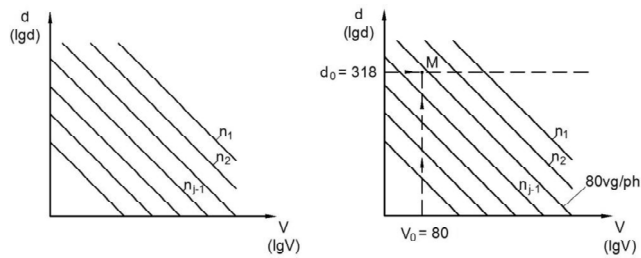
$$\text{Từ } V = \frac{\pi n d}{1000} \quad (\text{m/ph}) \Rightarrow d = V \cdot \frac{1000}{\pi n} \quad (\text{mm})$$

Lấy logarit 2 vế ta có:

$$\lg d = \lg V + \lg \left( \frac{1000}{\pi n} \right) \Rightarrow y = x + b_i \quad (1.15)$$



Đây là phương trình đường thẳng cắt hai trục tọa độ (ghi theo đơn vị log) và nghiêng một góc  $45^\circ$ . Nếu thay đổi  $n$  sẽ có các b khác nhau và biểu thị thành một họ đường thẳng song song (hình 1.37a).



a) Cách thành lập đồ thị

b) Cách tra đồ thị

**Hình 1.37: Đồ thị logarit**

Khi biết  $d_0$  và  $V_0$ , đóng tọa độ được M và lấy trị số  $n$  (trên hình 1.37b có  $n = 80$  vg/ph).

*Ghi chú:* người ta thường lập đồ thị chung cả  $V$ ,  $d$ ,  $s$ ,  $T$  để có thể tìm ngay thời gian định mức của máy gia công chi tiết đó. Mặt khác khi tra bảng có được điểm M, từ đây có thể chọn trị số  $n$  (của đường trên hay đường dưới) nào gần với điểm M hơn nhưng không ảnh hưởng nhiều đến công suất máy.

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Định nghĩa phương pháp gia công theo vết và vẽ hình minh họa.
2. Định nghĩa phương pháp gia công định hình và vẽ hình minh họa.
3. Định nghĩa phương pháp gia công bao hình và vẽ hình minh họa.
4. Phân loại chuyển động tạo hình theo mối quan hệ về mặt chuyển động, cho ví dụ cụ thể.
5. Phân loại sơ đồ kết cấu động học của máy và vẽ hình minh họa.
6. Giới thiệu một số kết cấu điều khiển, điều chỉnh tốc độ.
7. Giới thiệu một số cơ cấu tổng hợp chuyển động và đảo chiều.
8. Cách đọc đồ thị phương trình tốc độ cắt và lượng chạy dao.