

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**  
**TRUNG TÂM CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY VÀ SỬ DỤNG ĐIỆN SỨC**



# **CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

## **TẬP II**



**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**  
**TRUNG TÂM CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY VÀ SỬ DỤNG ĐIỆN SỨC**

Pts Nguyễn Trọng Bình, Pgs. Pts Nguyễn Thế Đạt,  
Pgs. Pts Trần Văn Dịch, Pts Nguyễn Văn Huyền,  
Pgs. Pts Nguyễn Đắc Lộc, Pgs. Pts Lê Văn Tiến,  
Pgs. Pts Nguyễn Việt Tiếp, Pts Đỗ Đức Túy,  
Pts Trần Xuân Việt, Pts Lê Văn Vinh

---

# CÔNG NGHỆ

# CHẾ TẠO MÁY

Tập II



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI 1998

*Chủ biên và hiệu đính*

**Pgs. Pts NGUYỄN ĐẮC LỘC ; Pgs. Pts LÊ VĂN TIẾN**

*Chịu trách nhiệm xuất bản* : **Pgs. Pts Tô Đăng Hải**  
*Biên Tập* : **Nguyễn Hòa Bình**  
**Diệu Thúy**  
*Sửa chế bản* : **Hòa Bình**  
*Trình bày và làm chế bản* : **Đỗ Phú**  
*Vẽ bìa* : **Hương Lan**

---

In 1000 cuốn khổ 14,5 x 26,5. Tại Xí nghiệp In Bưu điện

Số xuất bản: 290 - 75 - 2.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 7/1998

## Chương 7

# TỐI ƯU HOA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT

Ngày nay do trình độ khoa học - kĩ thuật phát triển nên tại một trung tâm gia công thường có các máy cắt gọt làm việc với sự trợ giúp của người máy (robot) và một hệ thống điều khiển chung. Hệ thống điều khiển có nhiệm vụ đảm bảo cho người máy làm việc theo một chương trình xác định và đảm bảo cho các máy cắt gọt làm việc theo một trình tự và chế độ gia công tối ưu.

Như vậy, một trong những vấn đề mấu chốt cần giải quyết để nâng cao hiệu quả kinh tế - kĩ thuật của quá trình chế tạo cơ khí là phải xác định được chế độ cắt tối ưu cho từng nguyên công khác nhau để cung cấp cho các trung tâm gia công, nhằm đảm bảo thời gian gia công và chi phí gia công nhỏ nhất.

Việc xác định chế độ cắt tối ưu là đòi hỏi tất yếu, khách quan của nền sản xuất cơ khí hiện đại vì :

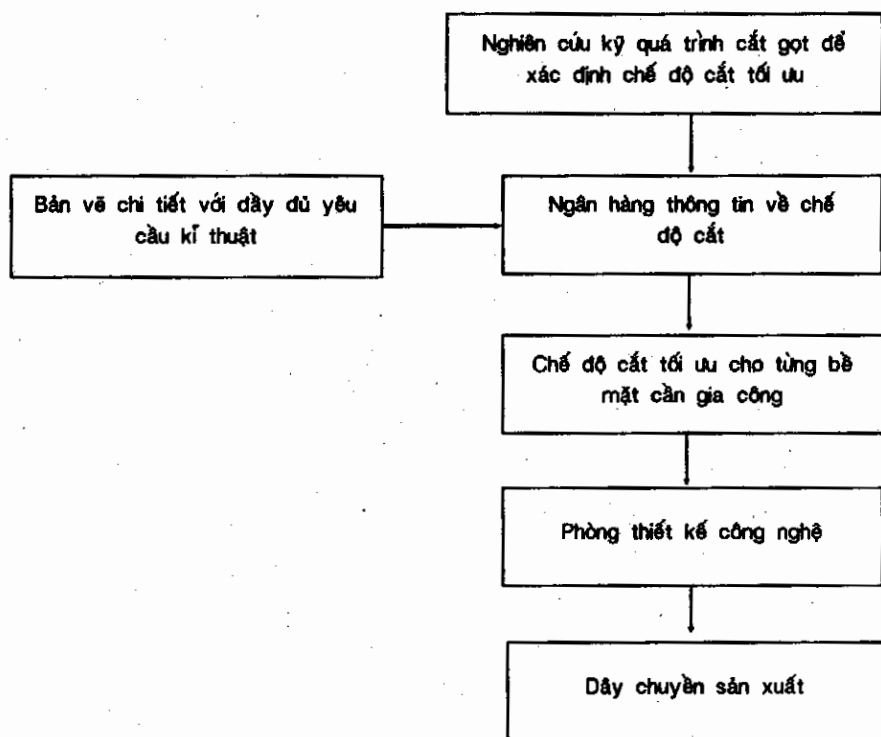
- Trong chế tạo cơ khí, gia công cắt gọt là phương pháp gia công được áp dụng rộng rãi nhất, chiếm tỉ lệ cao nhất so với các phương pháp gia công khác.

- Các máy cắt gọt kim loại ngày càng được hiện đại hóa và có khả năng tự động hóa cao. Việc sử dụng các máy đắt tiền như vậy chỉ mang lại hiệu quả khi máy làm việc với chế độ cắt tối ưu.

- Khi thực hiện tự động hóa dây chuyền sản xuất cần đầu tư vốn lớn. Nếu máy làm việc với chế độ cắt không hợp lí sẽ gây lãng phí và hiệu quả thu được không đủ bù chi phí sản xuất.

Theo các số liệu đã công bố, việc sử dụng chế độ cắt tối ưu góp phần nâng cao năng suất của máy công cụ từ 8 - 10 %, tăng tuổi bền của dụng cụ cắt từ 10 - 15 % . Tối ưu hóa chế độ cắt được nghiên

cứu và phát triển rất mạnh ở các nước công nghiệp tiên tiến như Cộng hòa liên bang Đức, Pháp, Nhật, Thụy Điển... Ở các nước này, song song với việc nghiên cứu tối ưu hóa chế độ cắt, người ta thành lập các ngân hàng thông tin về chế độ cắt để giúp cho việc chuẩn bị công nghệ được nhanh chóng và có hiệu quả. Sự phát triển đó có thể mô tả theo sơ đồ hình 7-1.



Hình 7-1. Sơ đồ áp dụng tối ưu hóa quá trình cắt gọt trong sản xuất.

Theo sơ đồ trên, trước hết người ta tiến hành nghiên cứu tối ưu hóa chế độ cắt cho từng nguyên công cụ thể. Việc nghiên cứu này được tiến hành dựa trên các điều kiện kĩ thuật và công nghệ cụ thể như : yêu cầu kĩ thuật của chi tiết cần gia công, vật liệu chi tiết, vật liệu dao, thiết bị gia công... Các kết quả nghiên cứu được lưu trữ tại ngân hàng thông tin về cắt gọt. Quá trình nghiên cứu trên luôn luôn

được hoàn thiện và bổ sung vì cùng với sự tiến bộ của khoa học - kĩ thuật, trong thực tế thường xuyên xuất hiện các loại vật liệu mới, thiết bị mới.

Khi cần chế tạo một chi tiết, người ta chuyển bản vẽ tới ngân hàng thông tin. Căn cứ vào yêu cầu kĩ thuật của chi tiết (như độ chính xác về kích thước, độ chính xác về hình dạng, độ nhám bề mặt...), vật liệu chi tiết, vật liệu dao, thiết bị gia công, điều kiện gia công (có dùng hay không dùng dung dịch trơn nguội)..., ngân hàng thông tin sẽ cung cấp chế độ cắt tối ưu khi gia công từng bề mặt khác nhau của chi tiết bao gồm tốc độ cắt  $v$ , chiều sâu cắt  $t$ , bước tiến dao  $s$ , đồng thời cho biết thời gian cần thiết gia công từng bề mặt cũng như thời gian gia công toàn bộ chi tiết. Dựa vào các số liệu đó, phòng công nghệ tiến hành thiết kế công nghệ rồi đưa vào dây chuyền sản xuất.

## I. MỘT VÀI KHÁI NIỆM TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT

### 1. Tối ưu hóa trước quá trình cắt gọt (tối ưu hóa tĩnh)

Tối ưu hóa trước quá trình cắt gọt là phương pháp xác định các thông số cắt gọt hợp lí trước khi quá trình cắt gọt diễn ra, thông qua việc xây dựng mối quan hệ toán học giữa mục tiêu kinh tế với một hệ thống giới hạn về các mặt kĩ thuật, chất lượng tổ chức của nhà máy.

Tối ưu hóa trước quá trình cắt gọt (còn gọi là tối ưu hóa tĩnh) dựa trên mô hình tĩnh của quá trình cắt. Nhược điểm cơ bản của phương pháp này là không chú ý tới động lực học của quá trình, nghĩa là không chú ý tới các đặc điểm mang tính ngẫu nhiên và thay đổi theo thời gian.

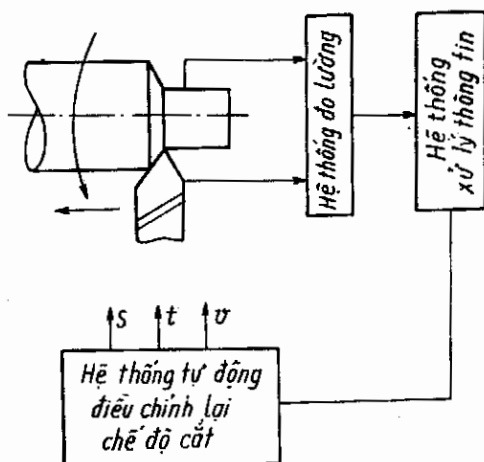
Đối với tối ưu hóa tĩnh, sau khi xác định được các thông số cắt gọt hợp lí, người ta điều chỉnh máy làm việc theo các thông số đó. Các thông số này được điều chỉnh lại trong thực tế.

### 2. Tối ưu hóa trong quá trình cắt gọt (tối ưu hóa động)

Tối ưu hóa trong quá trình cắt gọt (còn gọi là tối ưu hóa động) dựa trên mô hình động của quá trình cắt. Do đó, có xét tới các đặc điểm mang tính ngẫu nhiên và thay đổi theo thời gian.

Khác với tối ưu hóa tĩnh, ở tối ưu hóa động, chế độ cắt tối ưu không những được điều chỉnh trước mà còn được tự động điều chỉnh ngay cả trong quá trình cắt (hình 7-1).

Theo sơ đồ hình 7-2, ban đầu máy được điều chỉnh để làm việc với chế độ cắt tối ưu đã xác định trước. Trong quá trình làm việc mặc dù luôn xuất hiện các yếu tố ngẫu nhiên và thay đổi theo thời gian như độ cứng phôi không đồng đều, lượng dư không đều, lượng mòn của dao thay đổi theo thời gian...



Hình 7-2 Sơ đồ tối ưu hóa động.

nhưng nhờ có các tín hiệu đo do hệ thống đo lường chủ động cung cấp, hệ thống xử lý thông tin xác định được chế độ cắt tối ưu cung cấp cho hệ thống tự động điều chỉnh để điều chỉnh lại máy đảm bảo cho máy luôn luôn làm việc với chế độ cắt tối ưu vừa được tính toán.

So với tối ưu hóa tĩnh, tối ưu hóa động giải quyết các vấn đề triệt để nhưng cũng phức tạp hơn rất nhiều, bởi lẽ tối ưu hóa động gắn với đo lường tích cực, điều khiển thích nghi và kĩ thuật tự động hóa.

Hiệu quả của phương pháp tối ưu hóa phụ thuộc vào mức độ chính xác của mô hình thí nghiệm, so với quá trình cắt thực và mức độ chính xác của mô hình toán học được xây dựng để khảo sát đối tượng trong quá trình nghiên cứu. Muốn tối ưu hóa quá trình cắt gọt, phải xây dựng mô hình nghiên cứu dựa trên các điều kiện gia công cụ thể. Về mặt thực tiễn nếu phân tích được càng nhiều yếu tố ảnh hưởng tới quá trình gia công thì vấn đề được giải quyết càng toàn

diện và triệt để. Nhưng về mặt toán học thì quá trình nghiên cứu càng phức tạp thì càng khó áp dụng vào sản xuất. Ngược lại nếu bỏ qua nhiều yếu tố ảnh hưởng thì kết quả thu được không chính xác. Do đó, cần giới hạn bài toán sao cho thích hợp. Ngoài ra hiệu quả của phương pháp tối ưu hóa cũng còn phụ thuộc vào mức độ chính xác và ổn định của dụng cụ đo cũng như phụ thuộc vào kĩ thuật xử lí số liệu.

Thực chất của phương pháp tối ưu hóa là xây dựng rồi giải bài toán tìm cực trị để xác định được phương án tối ưu cho quá trình cần nghiên cứu. Nhận xét đó cho thấy :

- Tối ưu hóa là một phương pháp, một công cụ cho các nhà nghiên cứu kinh tế và kĩ thuật.

- Tối ưu hóa gắn liền với mô hình hóa. Hay nói cách khác, mô hình hóa là bước thứ nhất của tối ưu hóa.

## II. CƠ SỞ TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT

Muốn tối ưu hóa quá trình cắt gọt cần phải dựa vào các mối quan hệ kinh tế - kĩ thuật được thiết lập dựa trên bản chất vật lý của quá trình cắt và tính chất đặc trưng của từng nguyên công. Các mô hình toán học mô tả mối quan hệ giữa các lực cắt, tuổi bền dụng cụ cắt với các thông số công nghệ cần tối ưu hóa, cơ sở để thực hiện tối ưu hóa quá trình cắt gọt.

### 1. Mô hình lực cắt

Phương trình lực cắt có dạng :

$$K = \frac{F_z}{A} = \frac{F_z}{b \cdot h} = \frac{F_z}{t \cdot S} = K_1 \cdot h^{K_2} \quad (1)$$

với  $h = S \cdot \sin \varphi$

$$b = \frac{1}{\sin \varphi} \quad (2)$$

Trong đó :

$K$  - lực cắt đơn vị tính bằng  $N/mm^2$ .



$K_1$  - hệ số, khi cắt kim loại  $K_1 > 0$ .

$K_2$  - số mũ, khi cắt kim loại  $-1 < K_2 < 0$ .

$K_1, K_2$  phụ thuộc vào điều kiện cắt cụ thể như vật liệu gia công, vật liệu dao, kết cấu bộ phận cắt của dao, chế độ cắt, dung dịch trơn nguội, độ cứng vững của hệ thống công nghệ ...

$A$  - tiết diện ngang của phoi  $\text{mm}^2$

$b$  - chiều rộng phoi  $\text{mm}$

$h$  - chiều dày phoi  $\text{mm}$

$t$  - chiều sâu cắt  $\text{mm}$

$S$  - bước tiến dao  $\text{mm}$

$\varphi$  - góc nghiêng chính của dao đo bằng độ.

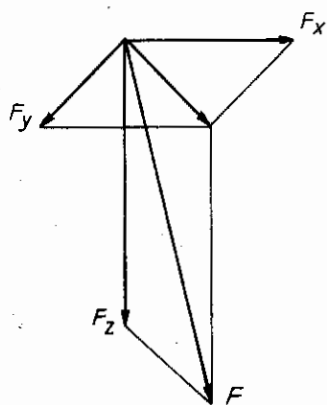
Từ (1) ta có :

$$F_z = K_1 \cdot b \cdot h^{(1+K_2)} = K_1 \cdot t \cdot S^{(1+K_2)} \sin^{K_2} \varphi \quad (3)$$

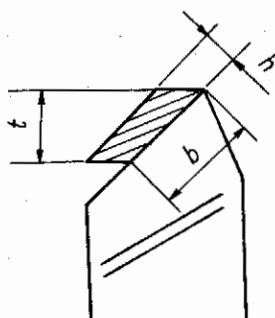
Ở đây :

$$K_1 = K_{10} \cdot K_{11} \cdot K_{12} \dots$$

Với  $K_{11}$  là các hệ số xét đến ảnh hưởng của tốc độ cắt, thông số hình học mũi cắt của dao, sự mài mòn của lưỡi cắt ..., tối lực cắt ứng với từng phương pháp gia công cắt gọt cụ thể và được xác định bằng thực nghiệm.



Hình 7-3. Lực cắt.



Hình 7-4. Tiết diện phoi cắt.

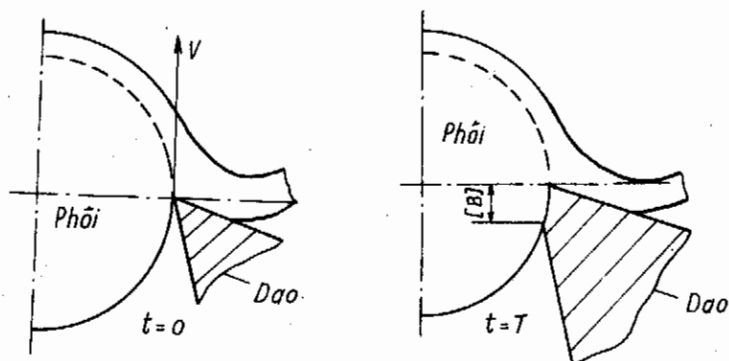
$$F_x = C_x F_z$$

$$F_y = C_y F_z \quad (5)$$

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 + F_z^2 \quad (6)$$

Trong đó  $C_x, C_y$  là các hệ số mô tả quan hệ giữa  $F_x, F_y$  với  $F_z$  và được xác định bằng thực nghiệm.

## 2. Mô hình mài mòn

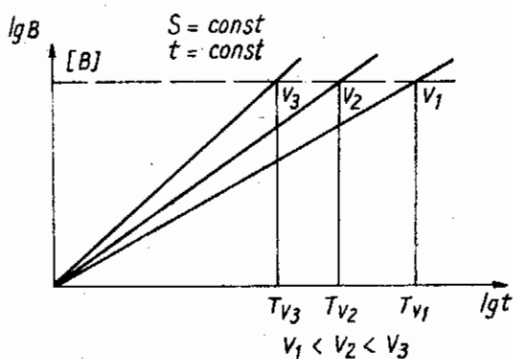


Hình 7-5. Quá trình mài mòn dao.

$t$  - thời gian cắt;  $T$  - tuổi bền dao;  $[B]$  lượng mài mòn cho phép.

Chiều rộng vết mòn mặt sau  $B$  của dụng cụ cắt được dùng làm chỉ tiêu đánh giá quá trình mài mòn (hình 7-5).

Quá trình mài mòn phụ thuộc chủ yếu vào thời gian cắt và tốc độ cắt (hình 7-6).



Hình 7-6. Sự phụ thuộc của mòn dao vào thời gian cắt và tốc độ cắt.