

## Chương 6.

# MÀI MÒN VÀ TUỔI BỀN DAO

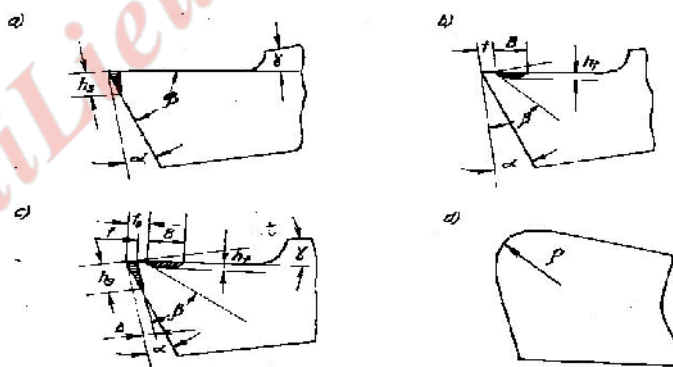
## 6.1. HIỆN TƯỢNG MÀI MÒN DAO.

Trong quá trình cắt, phoi cắt chuyển động trượt và ma sát trên mặt trước dao, mặt đang gia công của chi tiết chuyển động tiếp xúc với mặt sau của dao trong điều kiện áp lực lớn, nhiệt độ cao, ma sát khốc liệt và liên tục gây nên hiện tượng mài mòn dao.

Mài mòn dao là một quá trình phức tạp, xảy ra theo các hiện tượng cơ lý hoá ở các bề mặt tiếp xúc giữa phoi, chi tiết với dụng cụ gia công. Khi bị mài mòn, hình dạng và thông số hình học phần cắt dao thay đổi gây nên những hiện tượng vật lý có ảnh hưởng xấu đến quá trình cắt và chất lượng bề mặt gia công. Do đặc điểm của quá trình cắt phức tạp nên khác với mài mòn trên các chi tiết máy bình thường, mài mòn dao có nhiều dạng khác nhau.

### 6.1.1. Các dạng mài mòn dao.

Phần cắt dao trong quá trình cắt thường bị mài mòn theo các dạng sau:



Hình 7.1 – Các dạng mài mòn phần cắt dụng cụ

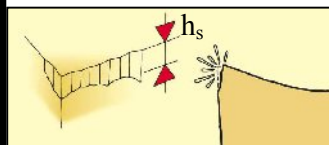
Hình 6.1 – Các dạng mài mòn của dụng cụ cắt

### 1. Mài mòn theo mặt sau:

Được đặc trưng bởi một lớp vật liệu dao bị tách khỏi mặt sau trong quá trình cắt và được đánh giá bởi chiều cao mòn  $h_s$ . Mài mòn mặt sau thường xảy ra khi gia công với chiều dày cắt nhỏ, đối với các loại vật liệu gia công giòn. Kết quả giảm góc sau  $\alpha$ , tăng sự tiếp xúc giữa mặt sau dao và bề mặt đang gia công, tăng mức độ ma sát.



Hình 6.2 – Mài mòn mặt sau



### Mài mòn theo mặt trước.

Một lớp vật liệu trên mặt trước dao bị tách đi dẫn đến góc trước dao  $\gamma$  âm, tăng biến dạng và tăng tải trọng.

## 2. *Mài mòn Crater.*

Trong quá trình cắt, phoi trượt liên tục trên mặt trước hình thành một trung tâm áp lực cách lưỡi cắt một khoảng nào đó nên mặt trước bị mòn theo dạng lưỡi liềm (Crater). Vết lõm lưỡi liềm thường xảy ra dọc theo lưỡi cắt và được đánh giá bởi chiều rộng  $B$ , chiều sâu  $h_t$  và khoảng cách từ lưỡi dao đến vết lõm  $K_T$  theo mặt trước. Dạng mài mòn này thường xảy ra khi cắt vật liệu dẻo với chiều dày cắt  $a$  lớn ( $a > 0,6\text{mm}$ ) dẫn đến góc  $\gamma$  tăng lên, phoi dễ thoát ra nhưng sẽ làm yếu dần lưỡi dao.



Hình 6.3 – *Mài mòn Crater*

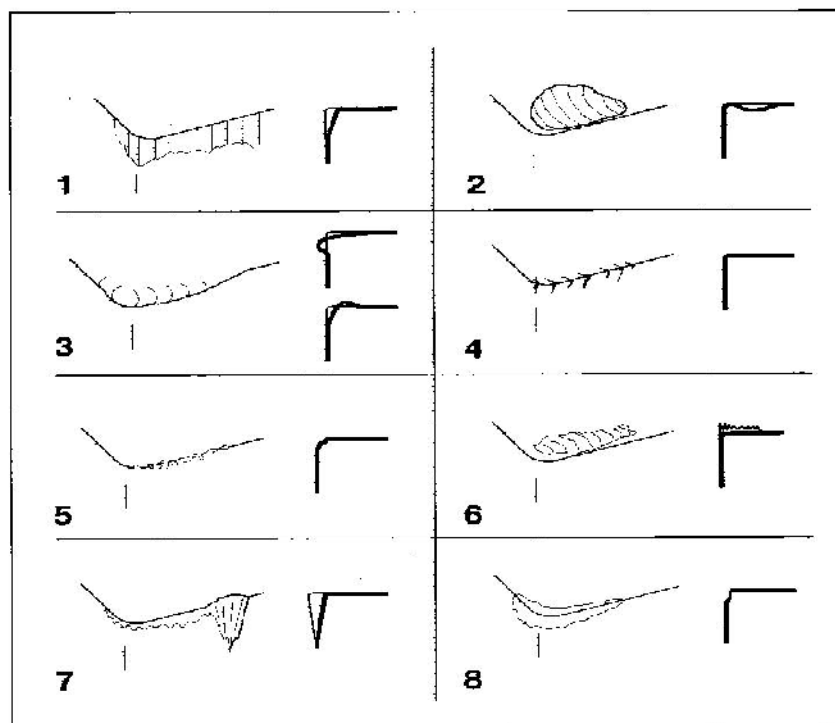


## 3. *Mài cùn lưỡi cắt.*

Dao bị mòn dọc theo lưỡi cắt tạo thành dạng cung hình trụ có bán kính  $\rho$  đo theo mặt vuông góc lưỡi cắt. Dạng mòn này thường gặp khi gia công các loại vật liệu có tính dẫn nhiệt kém, nhiệt cắt tập trung tại lưỡi cắt nên bị tù nhanh dẫn đến dao không tách được phoi mà bị trượt.

## 4. *Mài mòn mũi dao.*

Phân kim loại ở mũi dao bị mất dần đi hình thành nên bán kính mũi dao  $R$ . Dạng mài mòn này sẽ làm biến đổi vị trí tiếp xúc giữa dao và chi tiết dẫn đến thay đổi kích thước gia công.



Principal tool wear in stainless steel turning: 1. Flank wear, 2. Crater wear, 3. Plastic deformation, 4. Thermal cracking, 5. Chipping, 6. RUF, 7. Notch wear, 8. Flaking.

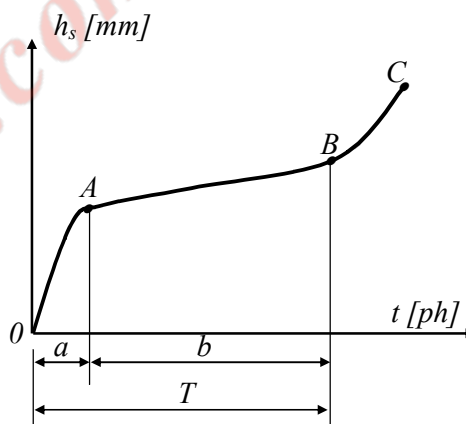
Hình 6.4 – *Các dạng mài mòn chính khi tiện*

Trong các dạng mài mòn trên thì mài mòn theo mặt sau là quan trọng và dễ xác định nhất. Chiều cao mài mòn  $h_s$  và diện tích lõm mài mòn Crater  $A_k$  được dùng làm tiêu chuẩn để đánh giá lượng mài mòn.

### 6.1.2. Quá trình mài mòn dao.

Quá trình mài mòn dao theo thời gian cũng giống như quá trình mài mòn của các chi tiết máy khi làm việc, diễn ra theo 3 giai đoạn:

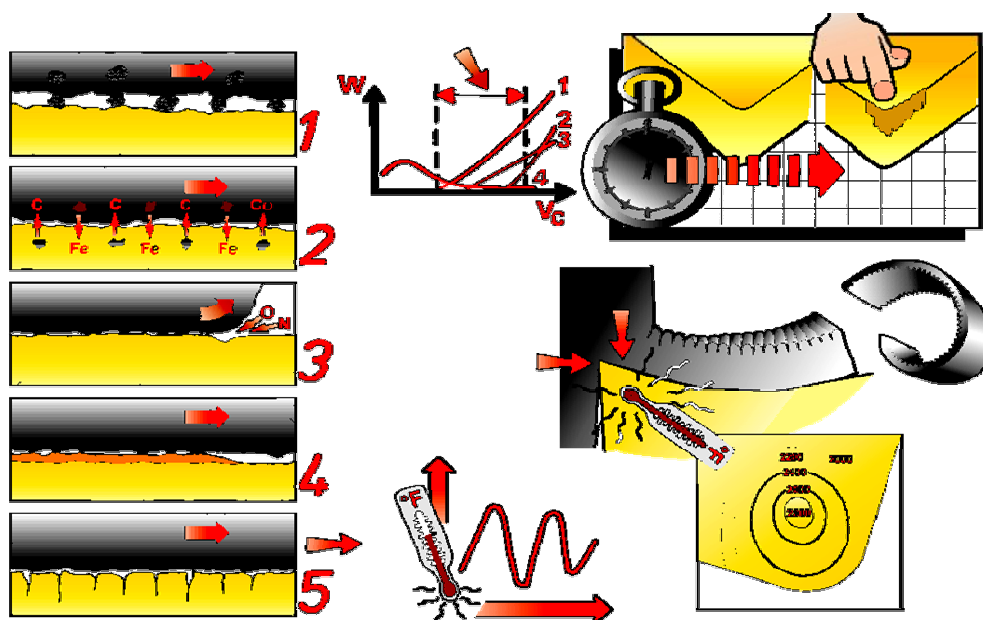
- **Giai đoạn bắt đầu mài mòn:** OA diễn ra trong thời gian rất ngắn  $a$  với tốc độ mài mòn cao, thực hiện san bằng cơ học các nhấp nhô trên bề mặt sau gia công cơ.
- **Giai đoạn mài mòn bình thường:** AB diễn ra trong thời gian dài  $b$  với tốc độ mài mòn nhỏ, đây là giai đoạn làm việc bình thường.
- **Giai đoạn mài mòn khốc liệt:** BC dụng cụ không thể tiếp tục cắt vì sẽ dẫn đến bị cháy hoặc bị gãy vỡ.



Hình 6.5-Quan hệ giữa lượng mòn và thời gian

### 6.1.3. Cơ chế mài mòn dao.

Để có thể xác định được quan hệ thay đổi có tính qui luật của sự mài mòn dao, trước hết cần phải nghiên cứu cơ chế quá trình mài mòn dao khi cắt.



Hình 6.6 – Các cơ chế mài mòn dao

Những nghiên cứu về mài mòn dao xác định rằng dụng cụ cắt có thể bị mài mòn do các cơ chế sau đây:

### **1. Mài mòn do cào xước hay hạt mài.**

Bản chất của mài mòn hạt mài là các hạt cứng của vật liệu gia công và phoi cào xước vào bề mặt tiếp xúc của dao như tác dụng của các hạt mài nhỏ cắt vào bề mặt dụng cụ trong quá trình cắt. Khi cắt ở tốc độ thấp, nhiệt cắt thấp cơ chế mài mòn cào xước cơ học là chính. Các hạt tạp chất có độ cứng cao trong vật liệu gia công khi chuyển động cào xước vào bề mặt tiếp xúc của dao tạo thành các vết xước song song với phương thoát phoi.

### **2. Mài mòn do khuếch tán.**

Ở nhiệt độ cao, mòn khốc liệt HKC thường xảy ra do hiện tượng khuếch tán vật liệu dụng cụ vào vật liệu gia công và phoi. Về mặt vật lý, tại vùng tiếp xúc của 2 kim loại được ép vào nhau và đốt nóng sẽ xuất hiện hiệu điện thế. Dưới hiệu điện thế đó, các phần tử kim loại của 2 vật tiếp xúc sẽ khuếch tán vào nhau, kết quả một phần vật liệu dao sẽ mất đi dẫn đến dao bị mài mòn.

Khi cắt dùng dao HKC ở tốc độ cắt cao, nhiệt cắt khoảng gần  $1000^{\circ}\text{C}$  thì dao thường bị mòn do khuếch tán

### **3. Mài mòn do oxy hoá.**

Trong môi trường nhiệt độ cao, các phần tử kim loại trên bề mặt dao bị oxy hoá. Lớp Oxy hoá này có độ bền yếu nên dễ bị vỡ và rơi đi trong quá trình tạo phoi kéo theo một số vật liệu của dao nên dẫn đến bị mài mòn.

### **4. Mài mòn do chảy dính.**

Dụng cụ mòn là do các phần tử nhỏ của dao trong quá trình chuyển động bị dính vào chi tiết gia công và phoi. Do áp lực và nhiệt độ cao, bề mặt tiếp xúc chuyển động liên tục trong khi cắt tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình chảy dính, đó là tạo ra mối liên kết kim loại như sự hàn ở pha rắn tại những vùng tiếp xúc, trong quá trình chuyển động chúng bị bứt ra và rơi đi. Khi cắt ở tốc độ thấp ứng với nhiệt cắt thấp ( $300-400^{\circ}\text{C}$ ) ta thấy rằng kích thước và khối lượng các phần tử chảy dính trên bề mặt dao HKC cao hơn nhiều so với thép gió, chứng tỏ rằng sức bền tế vi của các lớp bề mặt thép gió cao hơn HKC. Ngược lại, ở tốc độ cắt cao, nhiệt cắt lớn thép gió bị mài mòn nhiều hơn so với HKC.

### **5. Mài mòn do mỏi.**

Mảnh cắt khi cắt nằm trong điều kiện thay đổi liên tục và theo chu kỳ về nhiệt độ và lực tác động do vậy dễ gây ra hiện tượng gãy vỡ do mỏi.

Ngoài ra quá trình cắt có lẹo dao cũng gây nên mài mòn đáng kể.

Trong quá trình cắt, tùy theo điều kiện cắt cụ thể mà cơ chế mài mòn nào sẽ là chủ yếu làm dao bị mài mòn, nhưng thực tế rất khó phân biệt chính xác các giai đoạn mài mòn do các cơ chế trên.

## **6.2. TUỔI BỀN DAO T.**

### **6.2.1. Khái niệm tuổi bền dao.**

Tuổi bền dao T (ph) là thời gian làm việc liên tục của dao giữa 2 lần mài sắc.

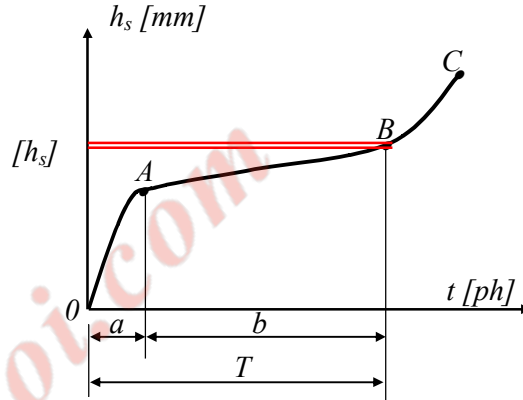
Tuổi bền dao là nhân tố quan trọng ảnh hưởng đến năng suất và giá thành sản phẩm.

Theo quan điểm tuổi bền dao, tuổi bền dao T được xác định trên cơ sở các yêu cầu về chất lượng chi tiết gia công, năng suất và giá thành chế tạo sản phẩm với giá trị mài mòn cho phép  $[h_s]$  hay  $[A_k]$ . Thời gian làm việc của dụng cụ cắt giữa hai lần mài sắc là thời gian làm việc liên tục của dụng cụ đến khi dụng cụ bị mòn đến giới hạn cho phép, khi dụng cụ bị mòn đến giới hạn cho phép tương ứng thì không thể tiếp tục cho cắt gọt nữa mà phải được mài sắc

lại hạc phải thay dao mới. Vì vậy xác định tuổi bền  $T$  của dụng cụ là xác định thời gian làm việc liên tục của dụng cụ cho đến khi bị mòn đến độ mòn giới hạn cho phép.

Một con dao có thể được mài lại để sử dụng nhiều lần ( $N$  lần), tổng thời gian sử dụng của dao gọi là tuổi thọ dao, ký hiệu là  $T_{\Sigma}$  đơn vị tính là phút.

$$T_{\Sigma} = \sum_1^{N+1} T$$



Hình 6.7- Tuổi bền dao  $T$  ứng với  $[h_s]$

### 6.2.2. Phương pháp xác định tuổi bền dụng cụ.

Nghiên cứu ảnh hưởng của các nhân tố của quá trình cắt đến tuổi bền  $T$  bằng phương pháp thực nghiệm (đo độ mòn cho phép mặt sau  $[h_s]$  hay diện tích tiết diện lõm mòn Crater  $[A_k]$ ). Với các kết quả thực nghiệm, các đồ thị quan hệ giữa độ mòn, tuổi bền và các nhân tố ảnh hưởng được xác lập. Trên cơ sở đó xác định được quan hệ giữa tuổi bền dao và các nhân tố ảnh hưởng.

Giả sử bằng thực nghiệm khảo sát mối quan hệ giữa độ lớn mài mòn mặt sau dao  $h_s$  với các yếu tố cắt gọt như thời gian cắt  $\tau$ , tốc độ cắt  $v$ , chiều dày cắt  $a$ , chiều rộng cắt  $b$ ... khi cắt một vật liệu nào đó ta thu được các số liệu và sau khi xử lý ta nhận được phương trình có dạng hàm mũ sau:

$$h_s = C_{hs} \cdot \tau^p \cdot v^q \cdot a^u \cdot b^r \quad (\text{mm})$$

Nếu sau một thời gian độ lớn mài mòn  $h_s$  đạt đến giới hạn mài mòn cho phép  $[h_s]$ , thì thời gian cắt  $\tau$  ứng với độ lớn mài mòn đó chính là tuổi bền dao  $T$ . Do vậy ta có thể viết:

$$[h_s] = C_{hs} \cdot T^p \cdot v^q \cdot a^u \cdot b^r$$

Công thức trên có thể biến đổi thành:

$$T = \frac{\left\{ \frac{[h_s]}{C_{hs}} \right\}^{1/p}}{v^{q/p} a^{u/p} b^{r/p}}$$

$$\text{Đặt: } \left\{ \frac{[h_s]}{C_{hs}} \right\} = C_T, \quad \frac{q}{p} = e, \quad \frac{u}{p} = n, \quad \frac{r}{p} = k$$

$$\text{Ta có: } T = \frac{C_T}{v^e a^n b^k} \quad (\text{ph})$$

Trong thực tế sử dụng, thường trong những điều kiện cắt cụ thể người ta xác định trước tuổi bền hợp lý của dao dựa trên một số mục tiêu cụ thể, nhiệm vụ cắt gọt phải điều chỉnh máy để có tốc độ cắt nhằm đảm bảo mức độ mòn của dao sao cho ứng với tuổi bền dao đã chọn. Vì vậy công thức trên thường biểu diễn dưới dạng:

$$v = \frac{C_v}{T^m a^{x_v} b^{y_v}} \quad \text{hay} \quad v = \frac{C_{v_0}}{T^m a^{x_v} b^{y_v}} K_v$$

Trong đó:  $C_v = (C_T)^{\frac{1}{e}} = C_{v0} \cdot K_v$ ,  $m = \frac{1}{e}$ ,  $x_v = \frac{n}{e}$ ,  $y_v = \frac{k}{e}$

Phương trình trên được gọi là phương trình tuổi bền dao Taylor.

Ngoài ra, với các thông số  $s$  và  $t$  điều chỉnh trên máy khi cắt, ta cũng có thể viết phương trình tuổi bền dao dưới dạng:

$$v = \frac{C_{v0}}{T^m s^{x_v} t^{y_v}} K'_v.$$

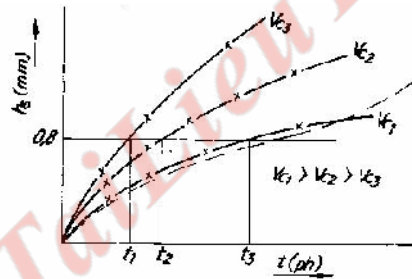
### 6.2.3. Ảnh hưởng của các yếu tố đến tuổi bền dao.

Các hằng số, số mũ và hệ số điều chỉnh trong phương trình tuổi bền dao trên đây được xác định bằng thực nghiệm thông qua việc khảo sát ảnh hưởng các yếu tố cắt gọt đến tuổi bền dao.

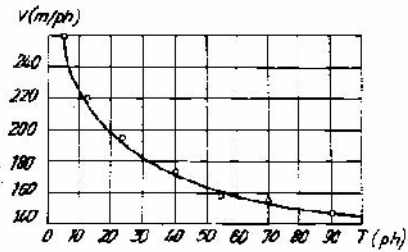
Thực tế cho thấy rằng tất cả các yếu tố có liên quan đến quá trình cắt gọt đều có ảnh hưởng đến tuổi bền dao.

#### 1. Các yếu tố của chế độ cắt.

a. Ảnh hưởng của tốc độ cắt  $v$  đến tuổi bền dao  $T$ .



Hình 6.8 – Quan hệ giữa độ mòn dao, tốc độ và thời gian cắt.



Hình 6.9 – Quan hệ giữa tốc độ cắt  $v$  và tuổi bền dao  $T$

Bằng cách giữ nguyên các yếu tố khác, ta lần lượt thay đổi tốc độ cắt  $v_1, v_2, \dots, v_n$ . Ta xác định được giá trị tuổi bền dao tương ứng  $T_1, T_2, \dots, T_n$ . Trên cơ sở lập được đồ thị quan hệ giữa tốc độ cắt  $v$  và tuổi bền dao  $T$  và chuyển sang đồ thị lôgarit, ta có:

$$T = \frac{C_T}{v^m} \text{ (ph)} \quad \text{hay} \quad v = \frac{C_v}{T^m} \text{ (m/ph)}$$

Có thể xác định  $m$  như sau:  $m = \frac{\lg v_2 - \lg v_1}{\lg T_1 - \lg T_2}$  theo đồ thị log.

$m$  phụ thuộc chủ yếu vào vật liệu làm dao; thường đối với thép gió:  $m=0,125$ , đối với thép hợp kim:  $m=0,25$ . Do trị số của số mũ  $m$  nhỏ như vậy nên ta thấy rằng nếu chỉ cần tăng tốc độ cắt lên khoảng nhỏ thì tuổi bền dao giảm rất nhiều.

b. Ảnh hưởng của lượng chạy dao  $s$  đến tuổi bền dao.

Trong điều kiện giữ nguyên các yếu tố khác, ta cho  $a$  (vì  $a = s \cdot \sin \phi$ ) thay đổi một số giá trị và bằng thực nghiệm ta xác định được các giá trị tuổi bền dao tương ứng, đưa các kết quả lên đồ thị  $(T-a)$  ta nhận được 2 đường hyperbol giao nhau tại một điểm. Điểm giao nhau này ứng với giá trị  $a = 0,2-0,4\text{mm}$ , đó là khoảng ranh giới của chiều dày cắt thô và cắt tinh. Xây dựng với đồ thị  $(\log T - \log a)$  ta nhận được 2 đoạn thẳng giao nhau. Từ kết quả thực nghiệm ta nhận thấy rằng khi tăng  $a$  thì tuổi bền dao giảm vì rằng  $a$  tăng làm tăng tải trọng trên một đơn vị chiều dài lưỡi cắt đồng thời làm tăng nhiệt khi cắt dẫn đến tăng tốc độ mài mòn dao.



Để đảm bảo tuổi bền dao chọn trước không đổi, khi có thay đổi chiều dày cắt  $a$  ta cần phải điều chỉnh tốc độ cắt  $v$  theo công thức sau:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot a^{x_v}} \quad (\text{m/ph})$$

Theo thực nghiệm ta có: khi tiện thép với  $a < 0,2\text{mm}$  thì  $x_v = 0,33$   
với  $a > 0,2\text{mm}$  thì  $x_v = 0,66$

### c. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt $t$ đến tuổi bền dao.

Tương tự như trên, trong điều kiện giữ nguyên các yếu tố khác, ta cho  $b$  (vì  $b = t/\sin\varphi$ ) thay đổi một số giá trị và bằng thực nghiệm ta xác định được các giá trị tuổi bền dao tương ứng, đưa các kết quả lên đồ thị ( $T$ - $b$ ) ta nhận được đường hyperbol. Xây dựng với đồ thị ( $\log T$ - $\log b$ ) ta nhận được đồ thị là một đoạn thẳng. Từ kết quả thực nghiệm ta nhận thấy rằng khi tăng  $b$  thì tuổi bền dao giảm vì rằng  $b$  tăng một mặt làm tăng chiều dài làm việc thực tế của lưỡi cắt làm tăng biến dạng và ma sát, tăng tải trọng nhưng đồng thời làm tăng khả năng tản nhiệt khi cắt dẫn đến tăng tốc độ mài mòn dao nhưng chậm hơn so với khi tăng  $a$ .

Để đảm bảo tuổi bền dao chọn trước không đổi, khi có thay đổi chiều rộng cắt  $b$  ta cần phải điều chỉnh tốc độ cắt  $v$  theo công thức sau:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot a^{x_v} \cdot b^{y_v}} \quad (\text{m/ph})$$

Theo thực nghiệm ta có: khi tiện thép  $y_v = 0,25$ .

Đây chính là phương trình tuổi bền dao đã nêu. Tuy nhiên cần thấy rõ rằng: ngoài những đại lượng đã cho biến thiên như  $v$ ,  $a$  và  $b$ ; tất cả các yếu tố còn lại như chi tiết, dao... có ảnh hưởng đến tuổi bền dao đều nằm trong hằng số thực nghiệm  $C_v$ .

## 2. Các yếu tố của chi tiết gia công.

\* Tính chất cơ – lý – hoá của vật liệu chi tiết gia công ảnh hưởng lớn đến biến dạng và ma sát, dẫn đến sự thay đổi tải trọng lực và nhiệt trên dao làm cho tốc độ mài mòn dao thay đổi nên tuổi bền dao cũng thay đổi.

Rõ ràng vật liệu có độ bền, độ cứng càng cao thì tốc độ mài mòn dao càng lớn, muốn đảm bảo tuổi bền dao không đổi ta phải cắt với tốc độ cắt thấp hơn.

Bằng thực nghiệm, với  $T=1\text{ph}$ ,  $a=1\text{mm}$ ,  $b=1\text{mm}$  ta có thể xây dựng mối quan hệ  $v$ - $\sigma_B$  đối với vật liệu dẻo và  $v$ - $HB$  đối với vật liệu dòn:

$$v = \frac{C_v}{\sigma_B^f} \quad \text{hay} \quad v = \frac{C_v}{HB^z} \quad (\text{m/ph})$$

Để đặc trưng ảnh hưởng của độ bền hay độ cứng của vật liệu gia công đến tuổi bền dao  $T$  khi thay đổi vật liệu khác với vật liệu làm thí nghiệm, ta nhân vào công thức điều chỉnh tốc độ cắt  $v$  một hệ số điều chỉnh tương ứng:  $K_{\sigma v}$  hay  $K_{HBv}$ .

\* Tính chất của phôi liệu như phương pháp tạo phôi, trạng thái bề mặt phôi... cũng có ảnh hưởng đến tuổi bền dao qua hệ số hiệu chỉnh  $K_{fv}$ .

Như vậy ảnh hưởng của chi tiết gia công đến tuổi bền dao được thể hiện bằng việc nhân thêm hệ số điều chỉnh vào công thức điều chỉnh tốc độ cắt:

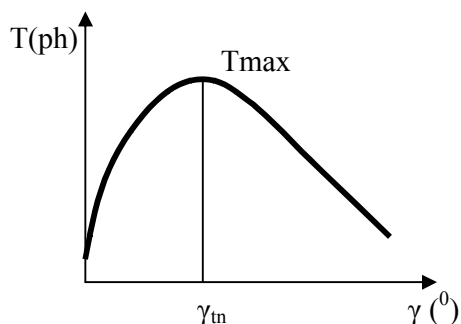
$$K_{cv} = K_{\sigma v} \cdot K_{fv} \quad \text{hay} \quad K_{cv} = K_{HBv} \cdot K_{fv}$$

## 3. Các yếu tố của dao.

\* Vật liệu phân cắt của dao có ảnh hưởng đáng kể đến tuổi bền dao được thể hiện thông qua hệ số điều chỉnh  $K_{dl}$  trong công thức điều chỉnh tốc độ cắt.

\* Các yếu tố hình học của dao.

- Ảnh hưởng của góc trước  $\gamma$ : được biểu thị bằng đồ thị thực nghiệm.



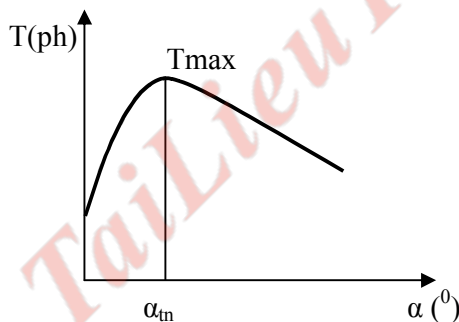
Hình 6.10 – Quan hệ T - γ

Khi  $\gamma < \gamma_{tn}$  nếu tăng  $\gamma$  sẽ làm giảm biến dạng phơi làm giảm tải trọng dẫn đến tuổi bền dao tăng lên.

Khi  $\gamma > \gamma_{tn}$  nếu tăng  $\gamma$  thì bên cạnh hiệu quả làm giảm tuổi bền dao như trên còn có tác dụng ngược lại nhưng lớn hơn đó là làm cho góc sắc  $\beta$  giảm dẫn đến đầu dao yếu, độ bền giảm, tiết diện truyền nhiệt giảm nên mài mòn dao tăng, do vậy tuổi bền dao giảm.

Tổng hợp các ảnh hưởng này người ta biểu thị bằng cách xác định hay tiêu chuẩn hoá giá trị tốt nhất của góc trước ở giá trị tốt nhất  $\gamma_{tn}$  trong sổ tay.

- Ảnh hưởng của góc sau  $\alpha$ :



Tương tự như ảnh hưởng của góc trước, quan hệ giữa tuổi bền dao và góc sau  $\alpha$  cũng cho ta một giá trị góc sau tốt nhất  $\alpha_{tn}$  để có tuổi bền dao lớn nhất được tiêu chuẩn hoá trong các sổ tay cắt gọt.

Hình 6.11 – Quan hệ T - α

- Ảnh hưởng của góc nghiêng chính  $\varphi$  được xét thông qua sự thay đổi của chiều dày cắt  $a$  và chiều rộng cắt  $b$ . Ảnh hưởng này được biểu thị bằng hệ số điều chỉnh  $K_{\varphi v}$  (sử dụng khi trong công thức có  $s$  và  $t$ ).
- Ảnh hưởng của bán kính mũi dao  $R$ : Tương tự như trường hợp của  $\varphi$ , ta có hệ số điều chỉnh  $K_{Rv}$ .
- Ảnh hưởng của kích thước thân dao đến tuổi bền dao được chú đến khả năng tản nhiệt của thân dao khi cắt với hệ số điều chỉnh:  $K_{Fv}$

Tóm lại ảnh hưởng của dụng cụ đến tuổi bền dao được biểu thị bằng tích các hệ số điều chỉnh.

$$K_d = K_{dl} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{Rv} \cdot K_{Fv}$$

Ngoài ra khi cắt có tưới dung dịch trơn nguội cũng sẽ cải thiện được mức độ tác động của tải trọng lực và nhiệt nhờ vào việc giảm ma sát và làm nguội của dụng cụ; ảnh hưởng này được ghi nhận qua hệ số điều chỉnh  $K_{nv}$ . Còn lại ảnh hưởng của các yếu tố khác được biểu thị qua hệ số điều chỉnh  $K'_v$ .

Tổng hợp tất cả các ảnh hưởng nêu trên, bằng thực nghiệm ta xác lập được công thức điều chỉnh tốc độ cắt như đã biết:

$$v = \frac{C_{v_0}}{T^m a^{x_v} b^{y_v}} K_v \quad \text{với } K_v \text{ là tích của các hệ số điều chỉnh trên đây.}$$



### 6.3. XÁC ĐỊNH TUỔI BỀN HỢP LÝ CỦA DAO.

Tuổi bền hợp lý của dao là khái niệm xuất phát từ yêu cầu cắt gọt cụ thể định ra. Khi gia công một chi tiết hay một sản phẩm cần phải đạt được 3 yêu cầu:

- Đảm bảo chất lượng tốt nhất (độ chính xác, độ bóng...)
- Đảm bảo năng suất gia công cao nhất.
- Đảm bảo giá thành gia công (chi phí gia công) thấp nhất.

Từ ba yêu cầu trên tương ứng ta có 3 khái niệm tuổi bền dao: *Tuổi bền dao chất lượng, tuổi bền dao năng suất và tuổi bền dao kinh tế.*

#### 6.3.1. Tuổi bền năng suất của dao.

Tuổi bền năng suất là tuổi bền của dao mà ứng với giá trị đó thời gian gia công một chi tiết (hoặc một sản phẩm) là nhỏ nhất; tức là cho ta năng suất gia công cao nhất.

Thời gian gia công cần thiết cho một chi tiết được xác định theo công thức:

$$\tau = t_{m1} + t_{td1} + t_{p1} \quad (\text{ph})$$

Trong đó:

$t_{p1}$  - thời gian phụ dùng để thực hiện gá lắp, tháo, điều chỉnh chi tiết, máy tính cho một chi tiết.

$t_{td1}$  - thời gian cần cho việc thay dao tính cho một chi tiết.

$t_{m1}$  - thời gian gia công cơ bản (thời gian máy) đối với một chi tiết.

$$t_{m1} = \frac{L}{n.s} . i = \frac{L.h}{n.s.t} \quad (\text{ph})$$

Trong đó:

$L$  - chiều dài hành trình cắt.

$n$  - số vòng quay trục chính.

$s$  - lượng chạy dao.

$t$  - chiều sâu cắt

$i$  - số lần chạy dao

$h$  - lượng dư gia công cơ.

Ta có:

$$n = \frac{1000.v}{\pi D} \quad ; \quad v = \frac{C_v}{T^m}$$

Suy ra: 
$$t_{m1} = C_0.T^m \quad , \quad C_0 = \frac{L.h.\pi.D}{1000.s.t.C_v} = \text{const}$$

Và ta có:  $t_{td1} = \frac{t_{m1}}{T} . t_{td}$  vì trong khoảng thời gian tuổi bền dao  $T$  ta có thể gia công được  $Q = T/t_{m1}$  và có thời gian thay dao  $t_{td}$  tương ứng.

Do vậy:

$$\tau = C_0.T^m + C_0.t_{td}.T^{m-1} + t_{p1}$$

Để tìm  $T$  cho thời gian  $\tau$  nhỏ nhất ta giải phương trình:  $\frac{d\tau}{dT} = 0$  với điều kiện  $T$  thỏa

mãn: 
$$\frac{d^2\tau}{dT^2} > 0$$

$$\frac{d\tau}{dT} = mC_0.T^{m-1} + (m-1)C_0.t_{td}.T^{m-2} = 0$$

Ta có: 
$$T_{ns} = \frac{1-m}{m} t_{td} \quad (\text{ph})$$

### 6.3.2. Tuổi bền kinh tế của dao.

Tuổi bền kinh tế là tuổi bền của dao mà ứng với giá trị đó các chi phí cho quá trình gia công một chi tiết (hoặc một sản phẩm) là nhỏ nhất; tức là cho ta giá thành gia công một chi tiết thấp nhất. Ở đây ta chú ý đến chi phí về cắt gọt.

Giá thành gia công một chi tiết được xác định theo công thức:

$$K = t_m \cdot E + \frac{t_{td}}{Q} \cdot E + \frac{e}{Q} \quad (\text{đồng})$$

Trong đó:

$t_{td}$  - thời gian cần cho một lần thay dao.

$t_m$  - thời gian gia công cơ bản (thời gian máy) đối với một chi tiết.

$$t_m = C_0 \cdot T^m$$

$Q$  - số lượng chi gia công được trong khoảng tuổi bền dao  $T$ :  $Q = \frac{T}{t_m}$

$E$  - giá thành một phút sử dụng máy (tiền công trả cho công nhân đứng máy, tiền hao phí sử dụng máy)

$e$  - hao phí chế tạo và sử dụng dụng cụ cắt trong một chu kỳ tuổi bền dao  $T$ .

Do vậy:

$$K = C_0 \cdot T^m \cdot E + C_0 (E t_{td} + e) \cdot T^{m-1}$$

Để tìm  $T$  cho thời gian  $K$  nhỏ nhất ta giải phương trình:  $\frac{dK}{dT} = 0$  với điều kiện  $T$  thỏa

mãn:  $\frac{d^2 K}{dT^2} > 0$

$$\frac{dK}{dT} = m C_0 \cdot T^{m-1} \cdot E + (m-1) C_0 \cdot T^{m-2} (E t_{td} + e) = 0$$

Ta có:  $T_{kt} = \frac{1-m}{m} (t_{td} + \frac{e}{E}) \quad (\text{ph})$

### 6.3.3. Tuổi bền chính xác kích thước của dao.

Vị trí của dao trong quá trình gia công rất quan trọng đối với độ chính xác gia công, đặc biệt khi sử dụng máy tự động. Dao trong quá trình cắt luôn bị mòn liên tục, tác động làm tăng tải trọng lực và nhiệt theo chu trình kín. Tất cả các nguyên nhân đó dẫn đến làm mất độ chính xác gia công.

Trong các loại mài mòn dao đã nêu thì mài mòn mũi dẫnh hướng chủ yếu đến sự thay đổi kích thước gia công.

Gia sử rằng tất cả các yếu tố có liên quan đến quá trình cắt không đổi ta chỉ thay đổi độ lớn mài mòn mũi dao  $\Delta R$  thì kích thước của chi tiết gia công thay đổi. Sự thay đổi kích thước này có thể được khắc phục bằng một trong hai phương pháp:

- Phải thay dao mới hoặc mài sắc rồi điều chỉnh lại.
- Sử dụng hệ thống tự động điều khiển để điều chỉnh bù trừ sai số do mòn dao ngay trong quá trình gia công.

Liên quan đến phương pháp thay dao mới hay mài lại là việc phải khống chế độ lớn mài mòn mũi dao  $\Delta R$  thông qua xác định tuổi bền dao.

Tuổi bền chính xác kích thước là tuổi bền dao mà trong khoảng tuổi bền đó thì sự thay đổi kích thước của chi tiết gia công vẫn còn nằm trong phạm vi dung sai cho phép.