

CHƯƠNG 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT CẮT KIM LOẠI

2.1. VẬT LIỆU CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT

2.1.1 Những yêu cầu đối với vật liệu làm dụng cụ cắt

- **Độ cứng**

Thường vật liệu cần gia công trong chế tạo cơ khí là thép, gang ... có độ cứng cao, do đó để có thể cắt được, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có độ cứng cao hơn 60 – 65 HRC

- **Độ bền cơ học**

Dụng cụ cắt thường phải làm việc trong điều kiện rất khắc nghiệt: tải trọng lớn không ổn định, nhiệt độ cao, ma sát lớn, rung động ... để làm lưỡi cắt của dụng cụ sút mẻ

Do đó vật liệu làm phần cắt dụng cụ cần có độ bền cơ học (sức bền uốn, kéo, nén, va đập...) càng cao càng tốt

- **Tính chịu nóng**

Ở vùng cắt nơi tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết gia công, do kim loại bị biến dạng, ma sát ... nên nhiệt độ rất cao $700^{\circ} - 800^{\circ}\text{C}$, có khi đạt đến hàng ngàn độ

Ở nhiệt độ này, vật liệu làm dụng cụ cắt có thể bị thay đổi cấu trúc do chuyển biến pha làm cho các tính năng cắt giảm xuống

Vì vậy vật liệu phần cắt dụng cụ cần có tính chịu nóng cao nghĩa là vẫn giữ được tính cắt ở nhiệt độ cao trong một thời gian dài

- **Tính chịu mài mòn**

Làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, ma sát lớn thì sự mòn dao là điều thường xảy ra

Thông thường vật liệu càng cứng thì tính chống mòn càng cao

Tuy nhiên ở điều kiện nhiệt độ cao khi cắt ($700^{\circ} - 800^{\circ}\text{C}$) thì hiện tượng mòn cơ học không còn là chủ yếu nữa, mà ở đây sự mài mòn chủ yếu do hiện tượng chảy dính (bám dính giữa vật liệu gia công và vật liệu làm dụng cụ cắt) là cơ bản

Ngoài ra do việc giảm độ cứng ở phần cắt do nhiệt độ cao khiến cho lúc này hiện tượng mòn xảy ra càng khốc liệt. Vì vậy vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính chịu mòn cao

- **Tính công nghệ**

Vật liệu làm dụng cụ cắt phải dễ chế tạo: dễ rèn, cán, dễ tạo hình bằng cắt gọt có tính thấm tôi cao, dễ nhiệt luyện . . .

Ngoài các yêu cầu chủ yếu nêu trên, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính dẫn nhiệt tốt, độ dai chống va đập cao và giá thành rẻ

2.1.2. Các loại vật liệu chế tạo dụng cụ cắt

- **Thép cacbon dụng cụ**

- Để đảm bảo cho thép cacbon dụng cụ có đủ độ cứng và tính chịu mòn cao, lượng cacbon trong thép không được thấp dưới 0,7%

- Thép cacbon dụng cụ có độ cứng cao sau khi nhiệt luyện (60 – 62 HRC) và độ cứng thấp ở trạng thái ủ (107 – 217 HB), do đó chúng có tính cắt gọt và chịu áp lực rất tốt

- Độ thấm tôi thấp, phải tôi trong nước khiến dụng cụ sau khi tôi dễ bị nứt vỡ, hư hỏng vì thế không dùng để làm những dụng cụ có kích thước lớn

Tuy nhiên một số trường hợp độ thấm tôi thấp lại là ưu điểm vì lõi không được tôi nên có độ dẻo nhất định. Làm những dụng cụ như đục, giũa ...

- Tính chịu nóng thấp, làm cho độ cứng của dụng cụ giảm nhanh
- Nhược điểm của thép cacbon dụng cụ là tuổi bền nhiệt thấp ($200^{\circ} - 250^{\circ}\text{C}$)

Thép cacbon dụng cụ được dùng để chế tạo dụng cụ làm việc với tốc độ cắt nhỏ ($v = 10 - 12\text{m/phút}$)

Thép cacbon dụng cụ được chia ra hai loại:

Thép cacbon chất lượng thường

Thép cacbon chất lượng cao

Tăng lượng cacbon trong thép làm độ cứng tăng nhưng đồng thời cũng làm tăng độ giòn của vật liệu.

Thép cacbon dụng cụ có độ cứng cao sau khi nhiệt luyện và có độ cứng thấp sau khi ủ, nhờ đó mà thép cacbon dụng cụ có tính cắt gọt tốt.

- **Thép hợp kim dụng cụ**

Là thép có lượng cacbon cao và hàm lượng một số nguyên tố hợp kim trong khoảng 0,05 – 0,3%

Các nguyên tố hợp kim trong thép có 2 tác dụng:

- Làm tăng tính thấm tôi của thép, cải thiện tính dễ tôi cứng
- Làm tăng tính chịu nóng

Thép hợp kim so với thép cacbon có ưu điểm hơn về độ dai và ít biến dạng khi nhiệt luyện

Tính chất cắt gọt của thép hợp kim (thép hợp kim dụng cụ) và của thép cacbon (thép cacbon dụng cụ) gần giống nhau, bởi vì chúng có tuổi bền nhiệt thấp ($200^{\circ} - 250^{\circ}\text{C}$)

Thép hợp kim được dùng rộng rãi để chế tạo dụng cụ cắt và các trang bị công nghệ (đồ gá và dụng cụ phụ)

- **Thép gió**

Thép gió là loại vật liệu làm dao có tính cắt tốt nhất và được sử dụng rộng rãi

Thép gió có thể cắt với tốc độ gấp 2 – 4 lần, tuổi bền 8 – 15 lần cao hơn thép cacbon và thép hợp kim dụng cụ

Thép gió là loại thép chứa trong thành phần ngoài cacbon ra còn có các nguyên tố hợp kim như vonfram, crôm, vanadi, molybden có khả năng tạo thành cacbit bền vững sau nhiệt luyện

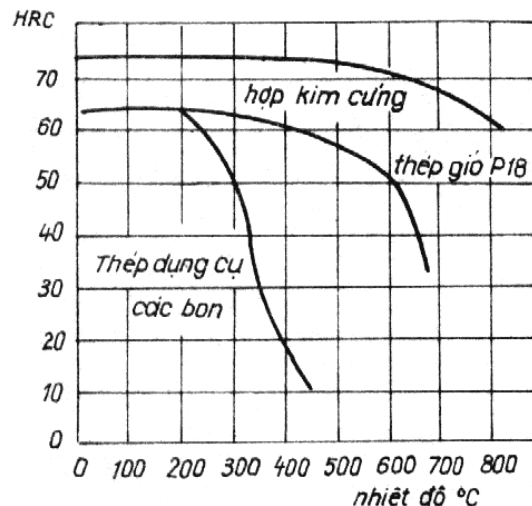
Ngoài các nguyên tố cacbit ra, trong thành phần của một số mác thép gió còn có coban

Các loại thép gió sau khi tôi cải thiện có độ cứng, độ bền, độ chống mòn và tuổi bền nhiệt cao, giữ được tính cắt gọt ở nhiệt độ $560^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$

Ưu điểm chủ yếu của thép gió là có khả năng cắt với tốc độ cao khi gia công các loại thép có độ bền và độ cứng cao

Có thể phân thép gió thành 2 nhóm:

nhóm có năng suất thường và nhóm có năng suất cao



Chất lượng thép gió phụ thuộc vào rất nhiều vào chế độ nhiệt luyện

- Hợp kim cứng

Hợp kim cứng được chế tạo cách ép và thiêu kết

Trong các loại vật liệu làm dao thường dùng hợp kim cứng là loại vật liệu có nhiệt độ làm việc cao hơn cả

Thành phần của hợp kim cứng bao gồm: cacbit của kim loại dễ nóng chảy và kim loại thấm cacbon (côban)

Để chế tạo hợp kim cứng người ta dùng cacbit vonfram, titan và tantan

Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO phân loại hợp kim cứng theo dạng phoi, điều kiện gia công và vật liệu gia công. Theo ISO, tất cả các loại hợp kim cứng được chia ra ba nhóm: P, K và M

- Nhóm hợp kim cứng P được dùng để gia công kim loại với sự hình thành phoi dây băng (khi gia công thép đúc, gang dẻo)

- Nhóm hợp kim cứng K được dùng để gia công kim loại với sự hình thành phoi vụn, phoi xếp lớp (khi gia công gang xám, kim loại màu)

- Nhóm hợp kim cứng M được dùng để gia công vật liệu khó gia công, thép chịu nhiệt và thép không gỉ, gang có độ cứng cao

- Hợp kim gôm

Ưu điểm của hợp kim gôm là có thể giữ được độ cứng ở nhiệt độ cao trong vùng cắt.

Ví dụ ở nhiệt độ 1000°C độ cứng của hợp kim gôm là 61 HRC, còn độ cứng của hợp kim cứng là 28 HRC

Gia công bằng dao hợp kim gôm cho phép giảm độ nhám bề mặt so với trường hợp gia công thép bằng dao hợp kim cứng, bởi vì khi gia công bằng dao hợp kim gôm không có khả năng hình thành lẹo dao

Như vậy, có thể ứng dụng hợp kim gôm để nâng cao năng suất lao động và hiệu quả kinh tế, đặc biệt khi gia công tinh thép, gang, kim loại màu và hợp kim chịu lửa

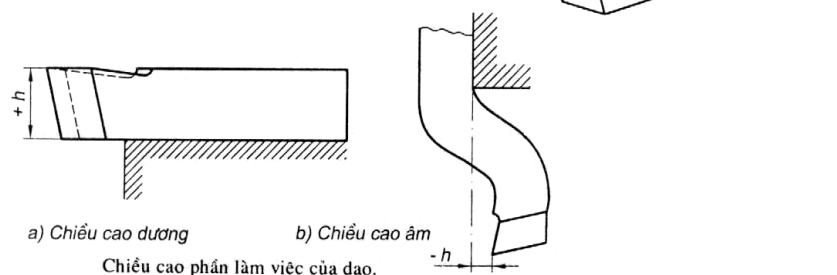
2.2 CƠ SỞ VẬT LÝ QUÁ TRÌNH CẮT KIM LOẠI

2.2.1. Khái niệm cơ bản về dụng cụ cắt

Muốn hớt đi một lớp kim loại dư thừa ra khỏi bề mặt cần gia công để đạt được hình dáng, kích thước và các yêu cầu kỹ thuật của chi tiết, trên các máy gia công kim loại bằng phương pháp cắt gọt phải dùng các dụng cụ thường gọi là dụng cụ cắt.

Dụng cụ cắt gồm hai phần:

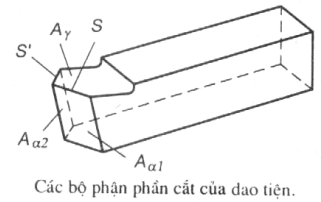
- Phần làm việc
- Thân dao



Phần cắt (phần làm việc) có nhiệm vụ ăn sâu vào vật liệu được cắt (thường là kim loại có độ cứng, sức bền cao) có tác dụng như một lưỡi dao, do đó phải được làm từ một loại vật liệu riêng biệt có những tính năng cần thiết để đảm bảo cắt được và giữ được khả năng cắt gọt trong một thời gian dài (độ cứng, độ chịu mòn ...)

Người ta gọi đó là vật liệu làm dụng cụ cắt hay chính xác hơn là vật liệu làm phần cắt của dụng cụ

- *Chiều dài phần làm việc*: được tính từ mũi dao đến giao tuyến giữa mặt trước và thân dao
- *Chiều cao phần làm việc h* : là khoảng cách từ mũi dao đến mặt tỳ của thân dao
- *Chiều cao phần làm việc* có thể dương hoặc âm



Phần làm việc của dụng cụ do các mặt sau đây tạo nên

Mặt trước A_γ : bề mặt dụng cụ theo đó phoi thoát ra khi cắt.

Mặt sau chính $A_{\alpha 1}$: bề mặt của dụng cụ đối diện với bề mặt đang gia công của chi tiết.

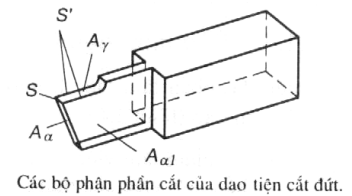
Mặt sau phụ $A_{\alpha 2}$: bề mặt của dụng cụ đối diện với bề mặt đã gia công của chi tiết

Giao tuyến của các bề mặt nói trên hình thành của lưỡi cắt của dụng cụ

Nếu các mặt nói trên là những mặt phẳng thì giao tuyến giữa chúng là đường thẳng, do đó lưỡi cắt là thẳng.

Khi một trong các mặt nói trên là mặt cong thì lưỡi cắt sẽ cong.

Người ta phân biệt:



Lưỡi cắt chính S : giao tuyến giữa mặt trước và mặt sau chính. Lưỡi cắt chính giữ nhiệm vụ chủ yếu trong quá trình gia công.

Lưỡi cắt phụ S' : giao tuyến giữa mặt trước và mặt sau phụ. Trong quá trình cắt, một phần của lưỡi cắt phụ tham gia quá trình hình thành bề mặt gia công.

Dụng cụ cắt có thể có một mặt sau phụ (dao tiện ngoài) hoặc nhiều mặt sau phụ (dao tiện cắt đứt), do đó tương ứng với mỗi loại dụng cụ cắt có thể có một, hai hoặc nhiều lưỡi cắt phụ (hình 2.6, hình 2.7)

2.2.2 Các mặt tọa độ để nghiên cứu dụng cụ cắt

Các mặt tọa độ của dụng cụ cắt nghiên cứu ở *trạng thái tĩnh*:

Để định nghĩa các góc của dao, người ta quy ước các mặt phẳng tọa độ ở trạng thái tĩnh sau đây:

Mặt phẳng đáy P_r (tại một điểm của lưỡi cắt)

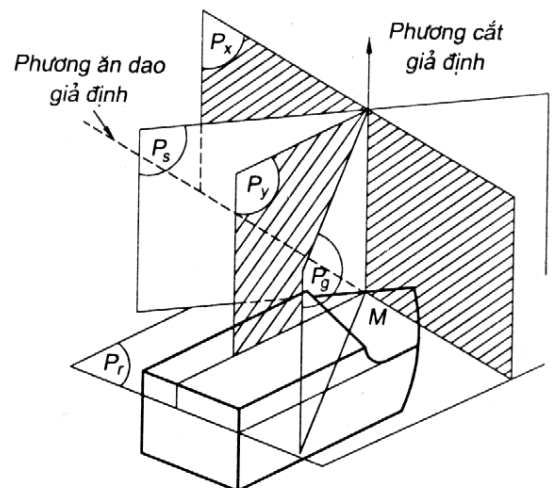
Là mặt phẳng đi qua điểm khảo sát của lưỡi cắt và chứa trục dụng cụ đối với dụng cụ quay tròn khi làm việc như mũi khoan, dao phay hoặc song song với mặt dùng để gá đặt (định vị) dụng cụ trên bàn dao (dao tiện, dao bào ...).

Mặt đáy luôn luôn thẳng góc với phương của tốc độ cắt giả định.

Mặt phẳng cắt P_s (tại 1 điểm của lưỡi cắt)

Mặt phẳng tiếp tuyến với lưỡi cắt tại điểm khảo sát (nếu lưỡi cắt là cong) hoặc chứa toàn bộ lưỡi cắt (nếu lưỡi cắt thẳng) và chứa phương của vectơ tốc độ giả định tại điểm khảo sát. Do đó mặt phẳng cắt P_s luôn luôn vuông góc với mặt phẳng đáy P_r .

Mặt phẳng làm việc quy ước (tiết diện ngang) P_x (tại một điểm của lưỡi cắt)



Là mặt phẳng thẳng góc với mặt đáy Pr tại điểm khảo sát M của lưỡi cắt và song song với phương chạy dao giả định của dụng cụ.

Mặt phẳng P_x chứa phương của tốc độ giả định do đó nó thẳng góc với mặt đáy Pr .

Mặt phẳng dọc trục thân dao (tiết diện dọc) P_y (tại một điểm của lưỡi cắt):

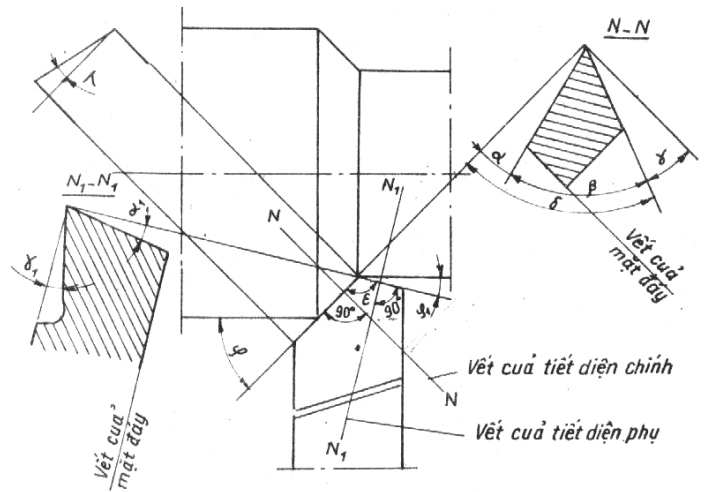
Là mặt phẳng đồng thời thẳng góc với mặt đáy Pr và mặt phẳng làm việc quy ước P_x tại điểm khảo sát.

Tiết diện chính NN

Là mặt phẳng đi qua 1 điểm của lưỡi cắt chính và thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy.

Tiết diện phụ NN_1

Là mặt phẳng đi qua 1 điểm của lưỡi cắt phụ và thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy



2.2.3. Thông số hình học phần cắt của dụng cụ cắt

Tất cả các loại dụng cụ cắt đều có mặt cắt chính và mặt cắt phụ

Tiết diện chính $N-N$ là mặt phẳng vuông góc với hình chiếu của **lưỡi cắt chính** trên mặt phẳng đáy.

Tiết diện phụ N_1-N_1 là mặt phẳng vuông góc với hình chiếu của **lưỡi cắt phụ** trên mặt phẳng đáy.

Các góc được đo trong tiết diện chính gọi là các góc chính.

Các góc được đo trong tiết diện phụ được gọi là các góc phụ

Các góc này được định nghĩa như sau:

Góc sau chính α : là góc giữa mặt cắt và mặt sau chính đo trong tiết diện chính.

Cần có góc sau để giảm ma sát giữa mặt sau của dao và mặt của chi tiết gia công.

Góc sau thường lấy trong khoảng $2^\circ - 12^\circ$

Góc trước γ : là góc giữa mặt trước và mặt đáy đo trong tiết diện chính

Góc này cần có để giảm lực cắt, đồng thời giảm ma sát giữa phoi và mặt trước của dao.

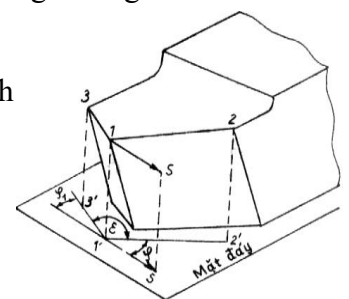
Khi **gia công kim loại dẻo**, góc γ thường lấy trong khoảng $10 - 20^\circ$ hoặc lớn hơn.

Khi **gia công thép**, đặc biệt khi dao làm bằng hợp kim cứng, góc γ lấy bằng 0 hoặc trị số âm.

Còn khi **gia công bằng các dao định hình** (dao tiện định hình, dao phay định hình, dao phay ren, dụng cụ cắt răng. . .) góc trước γ phải bằng 0 hoặc rất nhỏ ($2 - 4^\circ$)

Góc sắc β : là góc giữa mặt trước và mặt sau chính của dao đo trong tiết diện chính. Độ bền phần làm việc của dao phụ thuộc vào góc này.

Góc cắt δ : là góc giữa mặt trước của dao và mặt cắt đo trong tiết diện chính



Các góc phụ của dao α_1, γ_1 đo trong mặt cắt phụ và cũng được xác định tương tự như các góc chính của dao

Góc nghiêng chính φ : là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy và chiều chạy dao.

Góc nghiêng phụ φ_1 : là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy và chiều ngược với phương chạy dao.

Góc đỉnh dao ε : là góc giữa các hình chiếu của lưỡi cắt chính và phụ trên mặt phẳng đáy.

Giữa các góc α, γ, δ và có mối quan hệ sau:

$$\delta + \gamma = 90^\circ$$

$$\alpha + \gamma = 90^\circ \quad \text{Nếu góc } \gamma \text{ dương; Còn nếu góc } \gamma \text{ âm ta có: } \delta - \gamma = 90^\circ$$

Góc nghiêng của lưỡi cắt chính λ : là góc giữa lưỡi cắt chính và đường thẳng đi qua đỉnh dao song song với mặt phẳng đáy hoặc góc gồm lưỡi cắt chính và pháp tuyến của vectơ tốc độ cắt (đo trong mặt phẳng cắt)

Góc λ được đo trong mặt phẳng đi qua lưỡi cắt chính vuông góc với mặt phẳng đáy có nghĩa là, trong mặt cắt 3 và có thể bằng 0, âm hoặc dương

Góc λ xác định hướng thoát phoi.

Khi $\lambda = 0$ phoi thoát theo hướng vuông góc với lưỡi cắt chính.

Khi $\lambda > 0$ phoi thoát theo hướng bề mặt đã gia công.

Khi $\lambda < 0$ phoi thoát theo hướng bề mặt đang gia công

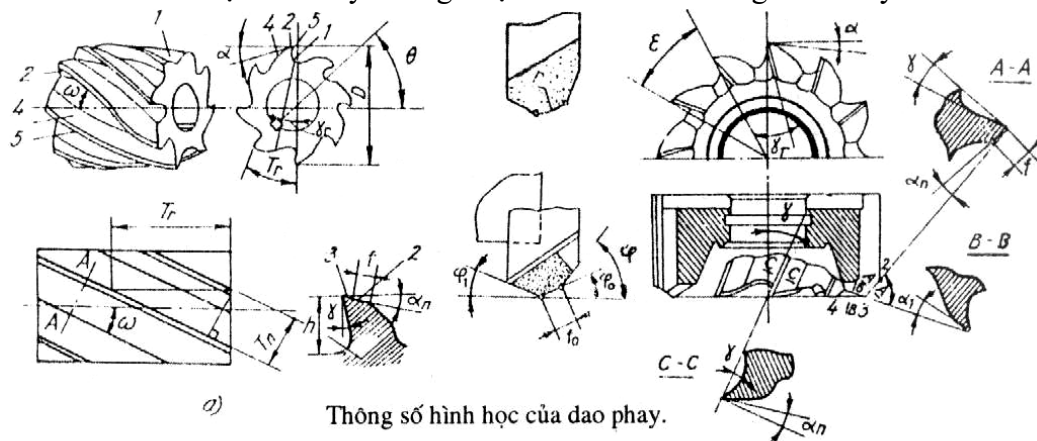
Nếu lưỡi cắt chính song song với mặt phẳng đáy thì góc $\lambda = 0$.

Nếu đỉnh dao là điểm cao nhất của lưỡi cắt chính thì góc $\lambda < 0$.

Còn nếu đỉnh dao là điểm thấp nhất của lưỡi cắt chính thì góc $\lambda > 0$

Tất cả các góc trên đây của dao được xác định trong những điều kiện sau đây:

- Đỉnh dao được gá trên tâm quay của chi tiết gia công.
- Tâm hình học của thân dao được gá vuông góc với tâm quay của chi tiết gia công. Nếu hai điều kiện trên đây không được thỏa mãn thì các góc sẽ thay đổi.

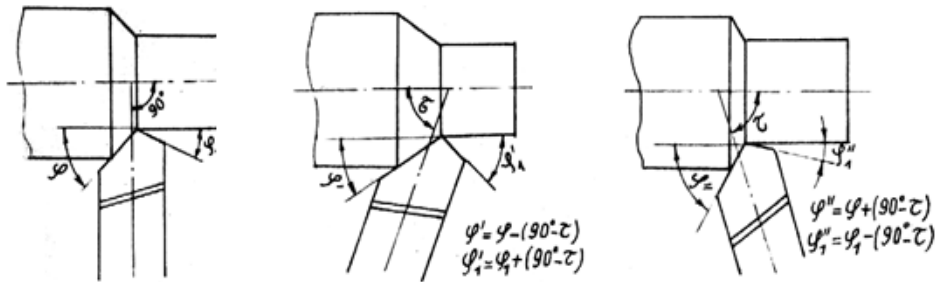


a- dao phay hình trụ; b- dao phay mặt đầu răng chấp.

2.2.4. Ảnh hưởng của gá dao và chuyển động chạy dao đến góc độ dao

Trong quá trình cắt, góc độ của dao có thể thay đổi do những nguyên nhân sau đây:

- + Do trục thân dao khi gá không thẳng góc với đường tâm máy.
- + Do mũi dao gá không ngang tâm của máy.
- + Do trong quá trình cắt có các chuyển động phụ.



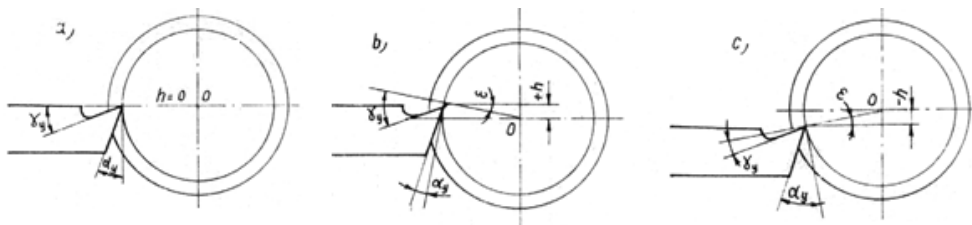
Hình trên cho thấy:

Dao sau khi mài sắc có các góc nghiêng chính φ và góc nghiêng phụ φ_1

Nếu trục dao được gá tạo với trục quay của chi tiết 1 góc $\tau < 90^\circ$ thì các góc φ và φ_1 sẽ biến đổi 1 góc có trị số bằng $(90^\circ - \tau)$

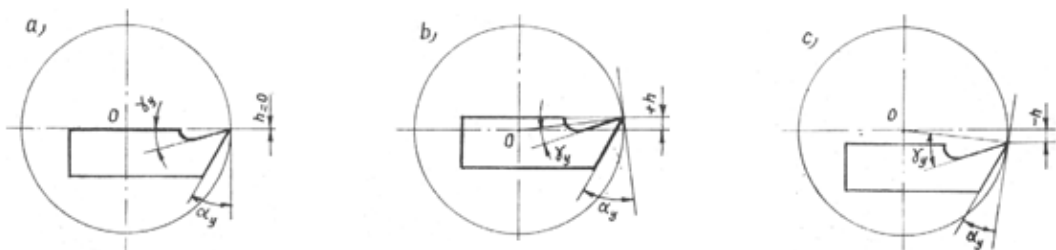
Khi tiện ngoài

Khi tiện ngoài, nếu mũi dao gá cao hơn đường tâm của máy (b) thì góc trước γ sẽ tăng lên, còn góc sau α sẽ giảm xuống và ngược lại



Khi tiện trong

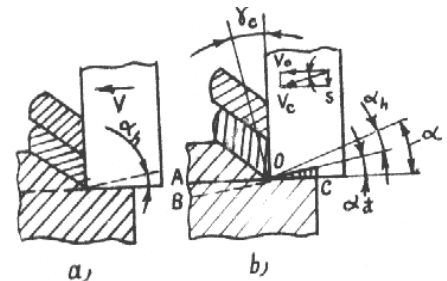
Khi tiện trong, nếu mũi dao gá cao hoặc thấp hơn tâm của máy thì sự biến đổi các góc của dao sẽ ngược lại với trường hợp tiện ngoài.



Trong cả 2 trường hợp trên, các góc của dao sẽ biến đổi một góc bằng ω tính theo công thức:

$$\tan \omega = \frac{h}{\sqrt{R^2 - h^2}}$$

Với:



h – độ cao (hay thấp) của mũi dao so với tâm máy (mm)

R – bán kính của chi tiết gia công (mm)

Quá trình cắt thực hiện được là do có các chuyển động tương đối giữa dụng cụ cắt và chi tiết.

Tập hợp những chuyển động mà các cơ cấu máy chuyển cho dao và chi tiết trong quá trình cắt được gọi là sơ đồ cắt động học

Giả sử cắt được tiến hành theo sơ đồ cắt động học cho trên hình 1-28a.

Ở đây chỉ có một chuyển động thẳng đều của dao còn chi tiết đứng yên. Dao là một khối lăng trụ với góc $\gamma = \alpha = 0^\circ$

Mặt cắt trong quá trình cắt trùng với mặt cắt ở trạng thái tĩnh nên góc sau α trong quá trình cắt bằng 0. Do đó mặt sau của dao và chi tiết có ma sát. Để giảm ma sát cần tạo khoảng hở giữa mặt sau của dao và mặt cắt.

Giả sử cắt được tiến hành theo sơ đồ cắt động học cho trên hình 1-28b.

Chi tiết đứng yên, dao đồng thời tham gia 2 chuyển động thẳng đều. Một trong 2 chuyển động đó là chuyển động cắt chính với tốc độ v_0 , chuyển động kia là chuyển động chạy dao với tốc độ s . Dụng cụ cắt vẫn như trước.

Lúc này quỹ đạo của quỹ đạo tương đối là đường thẳng nghiêng OB song song với phương của tốc độ cắt, vết của mặt cắt ở trạng thái tĩnh là đường OA.

Muốn cắt được góc sau phải có giá trị tối thiểu bằng α_d

Trị số α_d tính theo công thức: $\alpha_d = s / v_0$

Ta thấy rằng γ_c đúng bằng α_d

Để không có ma sát giữa mặt sau của dao và chi tiết gia công, góc sau của dao phải mài với góc lớn hơn ($\alpha = \alpha_d + \alpha_h$)

Góc sau âm hoặc không đủ lớn sẽ làm cho dụng cụ nhanh mòn, chất lượng bề mặt gia công xấu...

2.2.5. Các yếu tố chế độ cắt và lớp cắt kim loại

- *Tốc độ cắt, lượng chạy dao và chiều sâu cắt*

Tốc độ vòng tương đối của phôi so với lưỡi cắt của dụng cụ được gọi là tốc độ cắt.

Tốc độ cắt (m/phút) được tính theo công thức:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (\text{m/Phút})$$

Ở đây:

D - đường kính bề mặt gia công (mm)

n - số vòng quay của phôi trong một phút (vòng/phút)

Lượng dịch chuyển của lưỡi cắt tương đối so với phôi trong một khoảng thời gian xác định được gọi là lượng chạy dao.

Khi gia công trên máy tiện thường chọn lượng chạy dao trong một vòng quay của phôi S (mm/vòng). Đôi khi lượng chạy dao được tính cho một phút S_p (mm/phút).

Lượng chạy dao vòng S_v và lượng chạy dao phút S_p có quan hệ sau đây:

$$S_v = \frac{S_p}{n}$$

Chiều sâu cắt t được gọi là khoảng cách giữa bề mặt đang gia công và bề mặt đã gia công được đo theo phương vuông góc với bề mặt đã gia công

Chiều sâu cắt t luôn luôn vuông góc với phương chạy dao

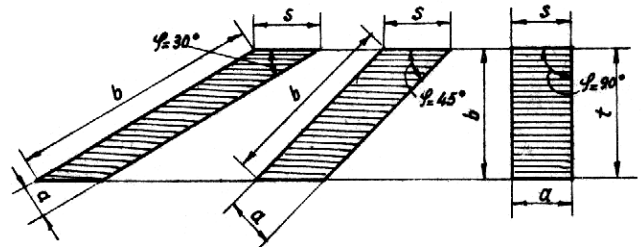
Chiều sâu cắt t được tính bằng mm.

Như vậy, khi tiện chạy dao dọc (chạy dao song song với tâm của phôi) **chiều sâu cắt là nửa hiệu của đường kính phôi D và đường kính bề mặt đã gia công D_0 :**

$$t = \frac{D - D_0}{2}$$

Khi tiện trong thì chiều sâu cắt t bằng nửa hiệu của đường kính lỗ sau khi gia công D_0 và đường kính lỗ trước khi gia công:

$$t = \frac{D_0 - D}{2}$$



Sự thay đổi chiều dày cắt a và chiều rộng cắt b theo góc φ

Khi **tiện mặt đầu chiều sâu cắt t bằng bề rộng của lớp cắt.**

- Chiều dày, bề rộng và tiết diện lớp cắt

Các đại lượng a và b không phải là chiều dày và bề rộng của lớp phoi được cắt mà là kích thước của lớp cắt trước khi tạo thành phoi.

Kích thước của phoi có nghĩa là của lớp kim loại được cắt sẽ khác, đặc biệt là chiều dày của nó.

Điều này được giải thích rằng, lớp cắt bị biến dạng dẻo, do đó chiều dài của phoi bị ngắn lại so với lớp kim loại được bóc ra nhưng chiều dày của nó theo tiết diện ngang lại tăng lên.

Chiều dày lớp cắt a được đo theo phương vuông góc với vót lưỡi cắt chính

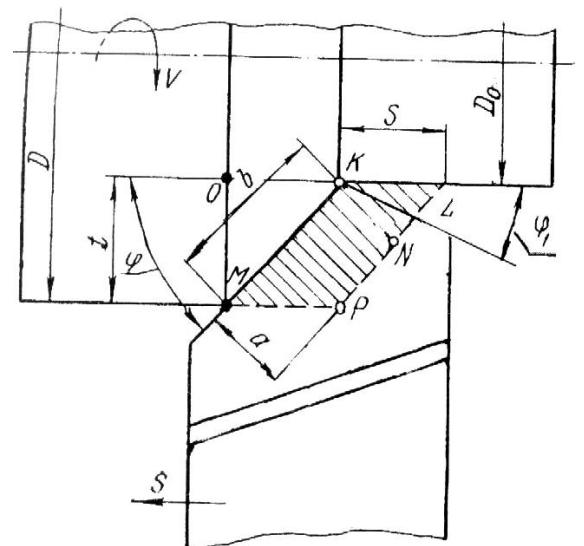
Chiều rộng cắt b là khoảng cách giữa bề mặt và bề mặt chưa gia công dọc theo lưỡi cắt

Các thông số a và b được tính theo mm

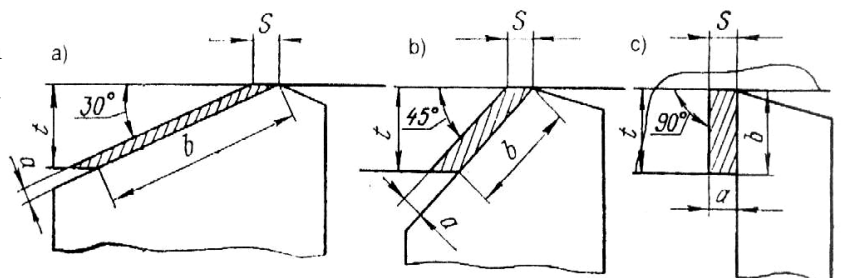
Giữa chiều dày lớp cắt a và lượng chạy dao s cũng như giữa chiều sâu cắt t và bề rộng cắt b tồn tại một quan hệ xác định.

Từ tam giác vuông KLN ta có:

$$KN = KL \cdot \sin \varphi$$



Các yếu tố của lớp cắt khi tiện



Hình dạng tiết diện ngang của lớp cắt khi gia công bằng các dao có góc nghiêng chính φ khác nhau

Hoặc: $a = S \cdot \sin \varphi$; Còn từ tam giác vuông OKM ta có: $b = \frac{t}{\sin \varphi}$ Ở đây: φ - góc nghiêng chính

Từ các công thức trên và hình 2.15 ta thấy cùng một lượng chạy dao S và chiều sâu cắt t khi góc nghiêng chính φ tăng thì chiều dày lớp cắt a tăng, còn bề rộng lớp cắt b giảm.

Chiều sâu cắt t và lượng chạy dao S đặc trưng cho quá trình cắt ở khía cạnh công nghệ. Vì vậy chúng được gọi là yếu tố công nghệ của chế độ cắt

Chiều dày và bề rộng lớp cắt đặc trưng cho khía cạnh vật lý của quá trình cắt. Vì vậy chúng được gọi là các yếu tố vật lý của chế độ cắt.

Diện tích (mm^2) của tiết diện cắt ngang của lớp cắt PKLM (hình 2.14) được xác định theo công thức: $f = ab = t \cdot S$

Thể tích phoi (mm^3) được bóc tách trong một phút được tính theo công thức: $Q = v \cdot t \cdot S$;
V : vận tốc cắt (m/ph)

Khi cắt bằng dao có lưỡi cắt tròn với bán kính r (hình 2.16), diện tích lớp cắt được tính theo công thức: $f = t \cdot S$ - diện tích ABC

-Diện tích ABC=diện tích ABNM-(diện tích quạt AMC+diện tíchMCN + diện tích quạt BCN)(*)

-Diện tích ABNM = Sr ;

-Diện tích quạt AMC + diện tích quạt BCN = $r^2 \alpha = r^2 \cdot \arcsin \frac{S}{2r}$

-Diện tích MNC = $\frac{S}{2} \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}}$;

Đặt các giá trị ABNM, AMC và BCN, MCN vào công thức(*)ta có:

-Diện tích ABC = $Sr - \left(\frac{S}{2} \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}} + r^2 \arcsin \frac{S}{2r} \right)$;

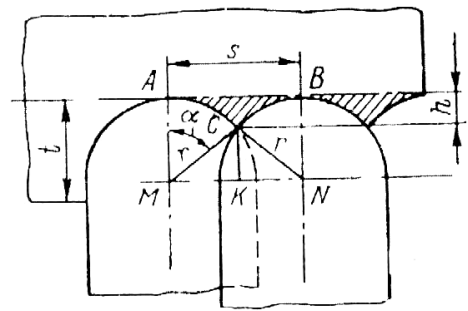
Như vậy: $f = t \cdot S - \left[Sr - \left(\frac{S}{2} \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}} + r^2 \arcsin \frac{S}{2r} \right) \right]$

Chiều cao của lớp cắt sẽ bằng: $h = r - \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}}$

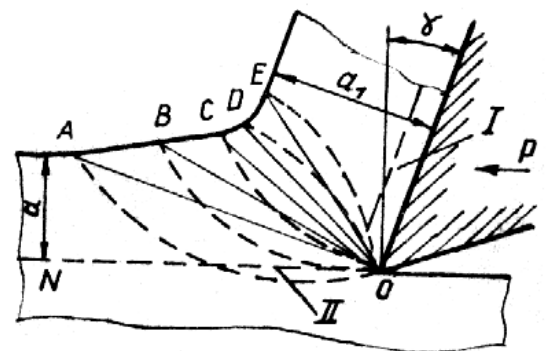
- **Quá trình tạo phoi và hình thành bề mặt gia công**

Khi cắt do tác dụng của lực P, dao bắt đầu nén vật liệu gia công theo mặt trước.

Khi dao tiếp tục chuyển động, trong vật liệu gia công phát sinh biến dạng đàn hồi và nhanh chóng chuyển sang biến dạng dẻo, một lớp phoi (có chiều dày a_1) được hình thành từ lớp kim loại bị cắt có chiều dày a, di chuyển theo mặt trước của dao.



Xác định tiết diện của lớp cắt khi mũi dao có bán kính r



Sơ đồ hóa miền tạo phoi.

Trước khi biến thành phoi, lớp kim loại bị cắt đã trải qua một giai đoạn biến dạng nhất định, nghĩa là giữa lớp kim loại bị cắt và phoi có một khu vực biến dạng. Khu vực này có thể gọi là miền tạo phoi.

Trong miền này có những mặt trượt OA, OB, OC, OD, OE. Vật liệu gia công trượt trên những mặt đó.

Miền tạo phoi được giới hạn bởi đường OA (dọc theo đường đó phát sinh những biến dạng dẻo đầu tiên), đường OE (đường kết thúc biến dạng dẻo) và đường AE (đường chuyển tiếp giữa khu vực chưa biến dạng của kim loại và phoi).

Trong quá trình cắt, miền tạo phoi AOE di chuyển cùng với dao.

- Các thông số đặc trưng cho mức độ biến dạng khi cắt

Lớp kim loại bị cắt sau khi đã biến dạng trong miền tạo phoi, di chuyển thành phoi còn chịu thêm biến dạng phụ do ma sát với mặt trước của dao.

Những lớp kim loại phía dưới của phoi, kề với mặt trước của dao (Hình 4.11 khu I) chịu biến dạng phụ thêm nhiều hơn các lớp phía trên.

Mức độ biến dạng của chúng lớn đến mức là các hạt tinh thể trong chúng bị kéo dài ra theo một hướng nhất định

Như vậy phoi cắt ra chịu biến dạng không đều

Mức độ biến dạng của phoi

$$K_f = K_{bd} + K_{ms}$$

Ở đây:

K_{bd} – mức độ biến dạng của phoi

K_{ms} – mức độ biến dạng của phoi do ma sát với mặt trước của dao

Vì biến dạng dẻo của phoi có tính lan truyền, do đó lớp kim loại nằm phía dưới đường cắt ON cũng sẽ chịu biến dạng dẻo

Chiều rộng của miền tạo phoi phụ thuộc vào tính chất vật liệu gia công và điều kiện cắt (thông số hình học của dao, chế độ cắt ...)

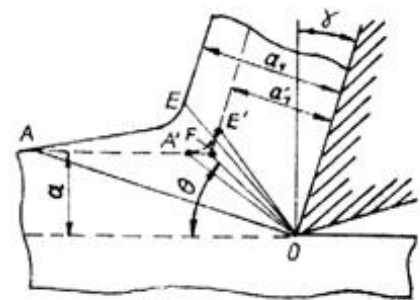
Tốc độ cắt có ảnh hưởng lớn nhất đến chiều rộng miền tạo phoi.

Tăng tốc độ cắt miền tạo phoi sẽ co hẹp lại. Giải thích như sau

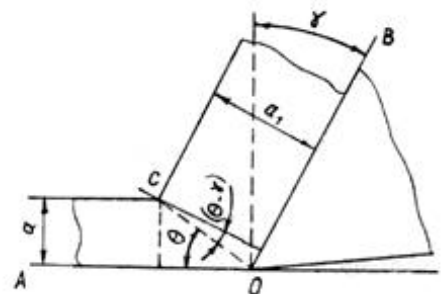
Khi tăng tốc độ, vật liệu gia công sẽ chuyển qua miền tạo phoi với tốc độ nhanh hơn, vật liệu gia công sẽ đi ngang qua đường OA nhanh đến mức mà sự biến dạng dẻo không kịp xảy ra theo đường OA mà chậm đi một thời gian – theo đường OA’

Tương tự như vậy, nơi kết thúc quá trình biến dạng trong miền tạo phoi sẽ là đường OE’ chậm hơn so với OE

Như vậy ở tốc độ cắt thấp có miền tạo phoi là AOE thì ở tốc độ cắt cao miền tạo phoi sẽ là A’OE’. A’OE’ quay đi một góc theo chiều quay của kim đồng hồ và khi đó chiều dày cắt giảm đi so với trước ($a'_1 < a_1$) vì biến dạng dẻo giảm đi



Miền tạo phoi
với tốc độ cắt khác nhau.



Ở tốc độ cắt lớn **miền tạo phoi co hẹp đến** mức mà chiều rộng của nó chỉ **khoảng vài phần trăm mm**. Trong trường hợp đó sự biến dạng của vật liệu gia công có thể xem như nằm lân cận mặt OF.

Do đó để đơn giản, ta có thể xem một cách gần đúng quá trình biến dạng dẻo khi cắt xảy ra ngay trên mặt phẳng OF đi qua lưỡi cắt và làm với phương chuyển động của dao một góc bằng θ

Mặt OF được gọi là mặt trượt quy ước, còn góc θ là góc trượt. Góc trượt θ là thông số đặc trưng cho hướng và giá trị của biến dạng dẻo trong miền tạo phoi.

Theo hình 4.13 nếu chiều dày kim loại bị cắt là a , chiều dày của phoi là a_1 ta có

$$r = \frac{a}{a_1} = \frac{OC \cdot \sin \theta}{OC \cdot \cos(\theta - \gamma)} = \frac{\sin \theta}{\cos(\theta - \gamma)}$$

$$r \cos(\theta - \gamma) = \sin \theta$$

$$r(\cos \theta \cdot \cos \gamma + \sin \theta \sin \gamma) = \sin \theta$$

$$\frac{r(\cos \theta \cdot \cos \gamma + \sin \theta \sin \gamma)}{\sin \theta} = 1 \Rightarrow r \cot \theta \cos \gamma + \sin \gamma = 1$$

$$\cot \theta = \frac{1 - \sin \gamma}{r \cdot \cos \gamma} \quad \text{Hoặc} \quad \tan \theta = \frac{r \cdot \cos \gamma}{1 - r \cdot \sin \gamma} = \frac{\cos \gamma}{\frac{1}{r} - \sin \gamma}$$

Nên đặt: $K = 1/r$ Ta có: $\tan \theta = \frac{\cos \gamma}{K - \sin \gamma}$

- Lực trong quá trình cắt

Trong quá trình cắt:

Phoi tác dụng lên mặt trước của dao

- Lực pháp tuyến N_1

- Lực ma sát F_1

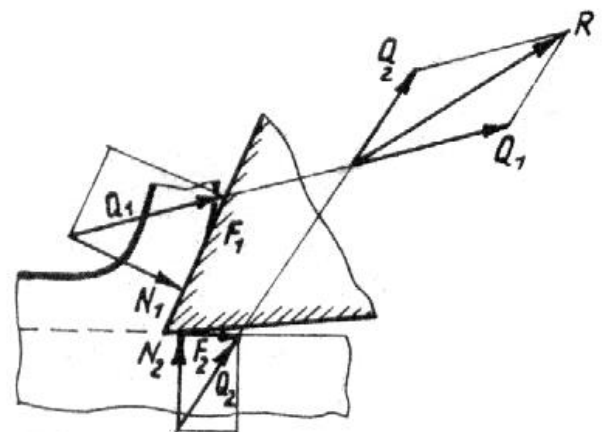
Phôi tác dụng lên mặt sau của dao

- Lực pháp tuyến N_2

- Lực ma sát F_2

Ta có: $\vec{N}_1 + \vec{F}_1 = \vec{Q}_1$; $\vec{N}_2 + \vec{F}_2 = \vec{Q}_2$

Do đó: $\vec{Q}_1 + \vec{Q}_2 = \vec{R}$; $\vec{R}$ chính là lực tác dụng lên dao

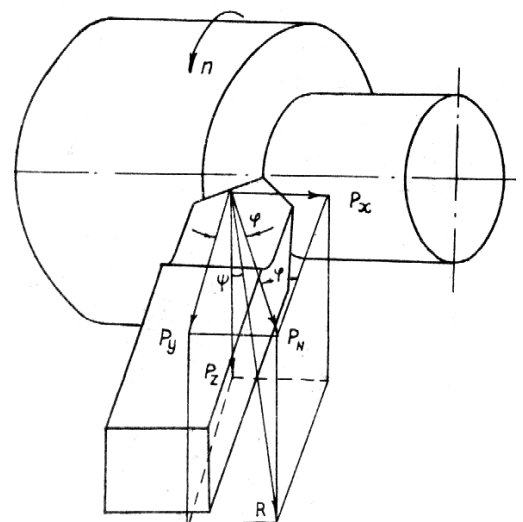


Sơ đồ lực tác dụng lên dao tiện

Để nghiên cứu và đo lực cắt gọt được dễ dàng, người ta phân tích lực R thành các lực thành phần P_x , P_y và P_z theo hệ trục tọa độ Ox , Oy , Oz

- Lực cắt gọt P_z (lực tiếp tuyến)

Có phương thẳng đứng theo chiều xuống, nằm trong mặt phẳng cắt gọt (véctơ của nó trùng với véctơ tốc độ cắt). Lực cắt gọt P_z có xu hướng uốn và bẻ gãy



Sơ đồ lực cắt khi tiện

dao, vì vậy khi **tính toán độ bền của dao phải căn cứ vào lực Pz**

Phản lực Pz' tác động từ phía dao lên phôi cản trở chuyển động quay của phôi tạo nên mômen cắt gọt

$$M_{cat.got} = \frac{Pz'.D}{2.1000} (N.m) \quad \text{Với } Pz' (N) ; D (mm)$$

Muốn cắt gọt được thì momen xoắn của động cơ đặt vào trục chính phải vượt quá mômen cắt gọt

- **Lực dọc trục Px**

Phương song song với phương chạy dao (nằm trong mặt phẳng ngang) chiều ngược với hướng tiến của dao, làm cản chuyển động tiến của dao. Căn cứ vào lực này để **tính toán cơ cấu bước tiến của máy**

- **Lực hướng kính Py**

Có phương dọc theo trục của dao, đẩy dao khỏi phôi và tác dụng vào bulong trên ổ dao, phản lực Py' đẩy phôi

Căn cứ vào **lực Py để tính toán độ cứng vững của phôi và dung sai kích thước của chi tiết gia công khi bị uốn**

Ta có: $R = \sqrt{Px^2 + Py^2 + Pz^2}$

- Lực Pz có trị số lớn nhất.

- Tỷ số giữa 2 lực Px và Py phụ thuộc vào góc φ

Nếu góc φ tăng thì lực Py giảm, còn Px tăng.

- **Xác định lực cắt gọt Pz**

Lực cắt gọt Pz phụ thuộc trước hết vào vật liệu gia công.

- Độ bền cơ học của vật liệu càng cao thì lực cản cắt gọt càng lớn và lực cắt gọt Pz càng lớn.
- Yếu tố thứ hai ảnh hưởng đến lực cắt gọt là diện tích lớp cắt $F = t \cdot S \text{ (mm}^2\text{)}$

Hay nói cách khác là chiều sâu cắt t và bước tiến s.

Lực cắt gọt Pz được xác định theo công thức thực nghiệm (trong điều kiện làm việc cụ thể) sau:

$$Pz = C_{PZ} \cdot t \cdot s^{0,75} \cdot K_{MPZ} \cdot K_{\gamma PZ} \cdot K_{dPZ}$$

(tra trong sách “kỹ thuật tiện” của Nguyễn Quang Châu dịch)

Trong đó:

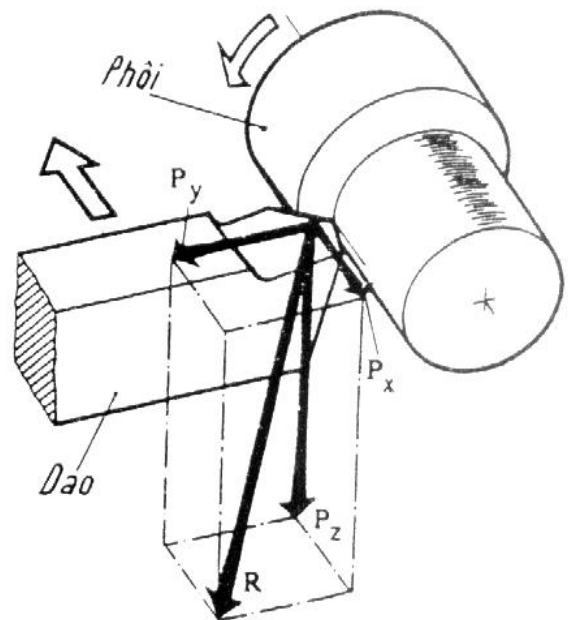
C_{PZ} là hệ số phụ thuộc vào vật liệu gia công và góc lệch φ

K_{MPZ} là hệ số phụ thuộc vào các tính chất cơ học của vật liệu gia công.

$K_{\gamma PZ}$ là hệ số phụ thuộc vào góc trước γ

K_{dPZ} là hệ số phụ thuộc vào các tính chất của dung dịch trơn nguội

Các hệ số trên được tra trong “sổ tay kỹ thuật”



Các lực tác dụng vào dao

2.3. NHIỆT TRONG QUÁ TRÌNH CẮT VÀ HIỆN TƯỢNG RUNG ĐỘNG

2.3.1. Nhiệt trong quá trình cắt

Nhiệt lượng Q sinh ra trong quá trình cắt là kết quả của

- Công ma sát giữa các phần tử của vật liệu gia công trong quá trình biến dạng
- Công ma sát ngoài giữa phoi và mặt trước của dao
- Công ma sát giữa bề mặt chi tiết gia công và mặt sau của dao

- Công đứt phoi tạo nên những mặt mới

Nếu cho rằng toàn bộ công cơ học khi cắt biến thành nhiệt lượng thì

$$Q = \frac{P_z \cdot V}{E} (\text{Kcal} / \text{ph})$$

Trong đó:

$P_z \times V$ - là công cắt (KGm/ph); E là đương lượng công của nhiệt ($E = 427 \text{ KGm} / \text{Kcalo}$)

Nhiệt cắt gọt trong vùng cắt sẽ truyền vào dao, chi tiết, phoi và ra ngoài không khí

Phoi bị nung nóng nhiều nhất (hấp thụ tới 75%), 20% dao, 4% phôi và gần 1% ra môi trường xung quanh

Do đó sự cân bằng nhiệt có thể biểu thị như sau

$$Q_{\text{tổng}} = Q_{\text{chi tiết}} + Q_{\text{dao}} + Q_{\text{phoi}} + Q_{\text{không khí}}$$

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy

Khi gia công với tốc độ cắt không lớn (30 – 40 m/phút) tỷ lệ nhiệt như sau

- $Q_{\text{phoi}} = 60 - 70\%$
- $Q_{\text{dao}} = 3\%$
- $Q_{\text{chi tiết}} = 30 - 40\%$
- $Q_{\text{không khí}} = 1 - 2\%$

Khi tốc độ cắt tăng, tỷ lệ nhiệt vào phoi tăng.

Khi tốc độ cắt $V = 400 - 500 \text{ m/phút}$; $Q_{\text{phoi}} = 97 - 98\%$; $Q_{\text{dao}} = 1\%$

Thực nghiệm cũng đã khẳng định rằng tính dẫn nhiệt của chi tiết gia công càng nhỏ thì nhiệt tỏa vào dụng cụ cắt càng lớn

2.3.2. Hiện tượng rung động

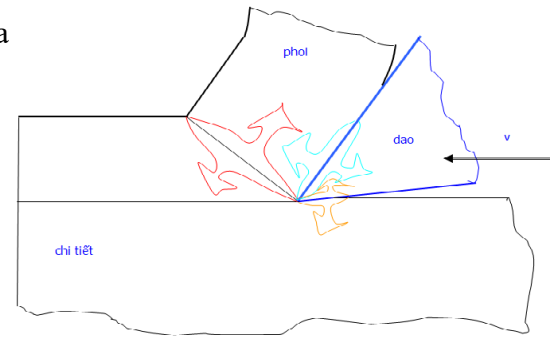
- Hiện tượng

Trong quá trình cắt gọt xuất hiện sự rung động của dụng cụ cắt, phôi và máy

Thông thường có 2 loại rung động: rung động cưỡng bức và rung động tự rung (tự phát)

- Nguyên nhân

- **Rung động cưỡng bức** là do các lực kích thích từ bên ngoài truyền đến. Rung động cưỡng bức có thể có hoặc không có chu kỳ tùy theo lực kích thích có hoặc không có chu kỳ



Nguồn gốc và sự phân bố nhiệt cắt

Nguyên nhân của các lực kích thích gây ra rung động cưỡng bức có thể là:

- Các chi tiết của máy, dao cắt hoặc chi tiết gia công quay nhanh nhưng không cân bằng động
- Có sai số của các chi tiết truyền động trong máy
- Do lượng dư gia công không đều, bề mặt gia công không liên tục
- Các mặt tiếp xúc có khe hở
- Do các cơ cấu truyền chuyển động ăn khớp kém chính xác
- Do rung động của các máy xung quanh
- **Rung động tự rung (tự phát)** Là do bản thân quá trình cắt gây ra, nó được duy trì bởi lực cắt. Khi ngừng cắt, thì hiện tượng tự rung cũng kết thúc

Nguyên nhân:

- Do sự thay đổi của lực ma sát ở mặt trước và mặt sau của dao trong quá trình cắt.
 - Do sự thay đổi tính dẻo của vật liệu gia công trong quá trình cắt khiến cho lực cắt thay đổi
 - Do sự phát sinh và mất đi của lẹo dao
 - Do sự biến dạng đàn hồi của dao và chi tiết
- **Tác hại**

Rung động của hệ thống công nghệ trong quá trình cắt không những làm tăng độ nhám bề mặt và độ sóng, làm cho dao mòn nhanh mà còn làm cho lớp kim loại bề mặt bị cứng nguội, hạn chế khả năng cắt gọt.

Rung động làm cho vị trí tương đối giữa dao cắt và vật gia công thay đổi theo chu kỳ, do đó ghi lại trên bề mặt chi tiết hình dáng không bằng phẳng

Nếu tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt

Nếu tần số cao biên độ nhỏ sẽ sinh ra độ nhám bề mặt

Ngoài ra do rung động, chiều sâu cắt, tiết diện phoi và lực cắt sẽ tăng, giảm theo chu kỳ ảnh hưởng tới sai số gia công

Rung động xảy ra phần lớn là do độ cứng vững của hệ thống công nghệ kém

Rung động làm cho máy làm việc không ổn định, không an toàn, mòn nhanh, giảm tuổi thọ của dao và chất lượng bề mặt gia công, giảm năng suất cắt gọt và đôi khi không thể cắt gọt được.

- **Các biện pháp giảm rung động**

+ **Giảm rung động cưỡng bức**

- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ
- Giảm lực kích thích từ bên ngoài
- Các chi tiết truyền động cần được gia công với độ chính xác cao
- Các chi tiết quay nhanh cần được cân bằng tốt
- Tránh cắt không liên tục
- Khi gia công các chi tiết có độ chính xác cao cần phải có cơ cấu giảm rung và có nền móng giảm rung cách ly với bên ngoài.

+ Giảm tự rung

- Không nên cắt lớp phoi quá rộng và quá mỏng
- Chọn chế độ cắt hợp lý sao cho không nằm trong vùng có lợ dao
- Thay đổi hình dáng hình học của dao sao cho giảm lực cắt ở phương có rung động
- Dùng dụng dịch trơn nguội để giảm bớt mòn dao
- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ
- Sử dụng các cơ cấu giảm rung

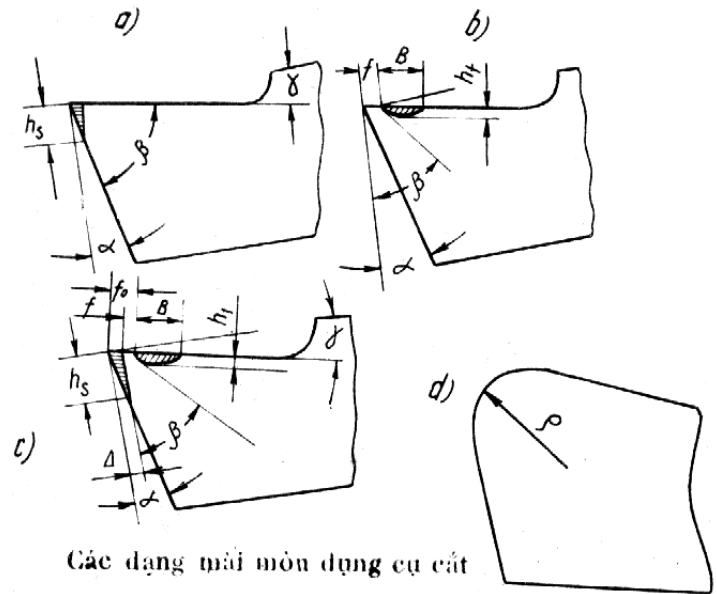
2.4. HIỆN TƯỢNG MÀI MÒN DAO CẮT

Mài mòn dụng cụ cắt là quá trình phức tạp xảy ra kèm theo những hiện tượng lý hóa ở nơi tiếp xúc của dụng cụ cắt, phoi và vật liệu gia công

Khi bị mài mòn hình dạng của lưỡi cắt biến đổi

Sự mài mòn của dụng cụ cắt xảy ra trong điều kiện khắc nghiệt hơn nhiều so với sự mài mòn của chi tiết máy

Dụng cụ cắt có thể mài mòn theo những hình thức sau:



Các dạng mài mòn dụng cụ cắt

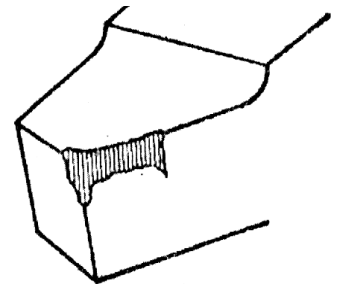
2.4.1. Mài mòn theo mặt sau

Thường xảy ra khi gia công với chiều dày cắt bé ($a < 0,1 \text{ mm}$), đặc biệt khi gia công các vật liệu giòn như gang ...

2.4.2. Mài mòn theo mặt trước

Trên mặt trước của dao, phoi “mài” thành vết lõm (rãnh hẹp) có chiều sâu h_t . Quá trình mài mòn tiếp tục làm rãnh rộng dần ra và có thể tiến đến lưỡi cắt rồi phá hủy nó

Mài mòn theo mặt trước thường gặp khi gia công vật liệu dẻo với chiều dày cắt lớn hơn $0,6 \text{ mm}$, khi mà mặt sau được lợ dao bảo vệ hoặc khi nhiệt độ ở mặt trước cao hơn nhiệt độ ở mặt sau



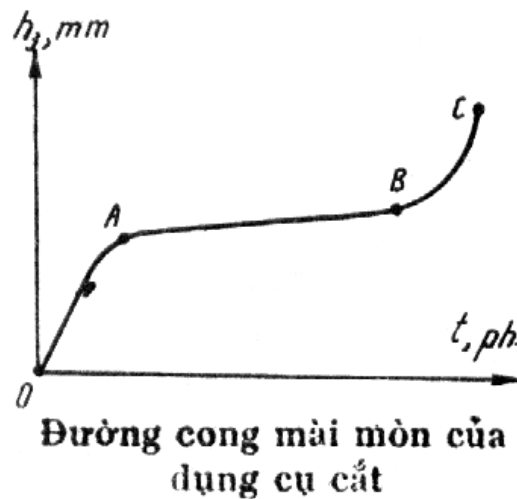
2.4.3. Mài mòn động thời cả hai mặt trước và sau

Chiều rộng cạnh vát của mặt trước đồng thời giảm dần từ cả hai phía và do đó độ bền của lưỡi cắt giảm nhanh.

Trường hợp này thường gặp khi gia công vật liệu dẻo có chiều dày cắt khoảng $0,1 - 0,5 \text{ mm}$

Trị số h_s gọi là độ mòn cho phép hoặc tiêu chuẩn mài mòn

Chiều cao h_s càng lớn ma sát càng tăng, dao càng bị ma sát nhiều và càng nhanh mòn. Điều này rất dễ làm cho lưỡi cắt phá hủy.



2.4.4. Làm tròn bán kính của lưỡi cắt

Thường gặp khi gia công tinh những vật có tính dẫn điện kém, đặc biệt là chất dẻo

Do nhiệt độ cao lưỡi cắt dường như bị mềm ra và cùn nhanh.

Cần chú ý là dạng mòn này xảy ra trong mọi trường hợp nhưng trong những điều kiện nói trên nó chiếm ưu thế.

Sự mài mòn dụng cụ cắt biểu diễn ở hình bên

Ở giai đoạn đầu, dao bị mài mòn nhanh (đoạn OA), tiếp đó là giai đoạn mòn bình thường (đoạn AB). Khi đã đạt đến trị số h_s nhất định (điểm B), dao sẽ bị mài mòn rất nhanh (đoạn BC), cứ tiếp tục cắt gọt thì dao sẽ nhanh chóng mất hình dạng hình học

2.5. DUNG DỊCH BÔI TRƠN VÀ LÀM NGUỘI

2.5.1. Tác dụng của dung dịch trơn nguội

- Bôi trơn các bề mặt làm việc
- Giảm ma sát giữa phoi, dao, chi tiết làm cho quá trình biến dạng dẻo dễ dàng hơn và do đó giảm lực cắt nên công suất cần thiết cho quá trình cắt giảm đi.
- Độ bóng bề mặt được nâng cao
- Hấp thụ nhiệt làm giảm nhiệt cắt, làm dao không vượt quá nhiệt độ ram của nó và chi tiết không dẫn nở ảnh hưởng đến độ chính xác gia công, cho phép tăng tốc độ cắt tuổi bền dao.
- Cuốn phoi ra khỏi vùng cắt gọt.

2.5.2. Dung dịch trơn nguội có thể chia ra làm các nhóm sau

- Nhóm có tác dụng làm lạnh là chủ yếu: các dung dịch nước điện ly ...
- Nhóm có tác dụng làm lạnh và phần nào có tác dụng bôi trơn: dung dịch nước xà phòng, dung dịch êmunxi ...
- Nhóm có tác dụng bôi trơn và phần nào có tác dụng làm lạnh: các chất dầu ...

Nhóm	Tên	Thành phần %
I	Dung dịch nước	Nước
		98
		Các – bo – nát can xi
		2
		Nước
II	Dung dịch nước và xà phòng	99
		Tờ – ri natri phốt phát
		0,8
		Nitrit natri
		0,2
III	Sulfophorêzôn	Nước
		98,2
		Xà phòng
		0,9
		Tờ – ri natri phốt phát
IV	10 % Ê – mun – xi	0,5
		Nitrit natri
		0,4
		Nước
		90
V	Dầu phức hợp	Ê – mun – sơn
		10
		Dầu cọc sợi số 3
		80
		Ni – gờ – rôn
VI	Dầu thực vật	18
		Lưu huỳnh
		02
VII	Dầu thực vật	Sulfophorêzôn
		70
VIII	Dầu thực vật	Dầu thực vật
		30

2.6. CHẾ ĐỘ CẮT KHI GIA CÔNG CƠ

2.6.1. Tốc độ cắt và vấn đề tuổi bền của dao

- Tuổi bền của dao

Khoảng thời gian làm việc liên tục của dao cho đến khi phải mài lại (tính theo phút).

Có nghĩa là thời gian giữa hai lần mài lại được gọi là tuổi bền (T) của dụng cụ.

Đôi khi để biểu thị khả năng công nghệ thì tuổi bền của dụng cụ được tính theo mét của quãng đường cắt được theo số lượng chi tiết được gia công giữa hai lần mài dao.

- Tốc độ cắt V (vòng/phút)

Tốc độ này được tính toán theo công thức thực nghiệm.

Cho tất cả các dạng gia công V có dạng tổng quát sau:

$$V_b = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}$$

C_v – hệ số; m, x, y – các số mũ

T - Chu kỳ bền của dụng cụ cắt, được lấy theo từng dạng gia công và được giới thiệu trong các bảng

V_b - tốc độ cắt lấy theo một giá trị cụ thể của S, t, T , còn tốc độ cắt thực khi xác định theo V_b thì phải kể thêm một loạt các yếu tố khác, vì vậy để nhận được tốc độ cắt thực. V cần phải đưa vào các hệ số điều chỉnh tốc độ cắt k_v

Khi đó tốc độ cắt thực $V = V_b \times k_v$

Trong đó: k_v – tích số của một loạt các hệ số.

Các hệ số quan trọng nhất dùng chung cho các loại gia công khác nhau là:

k_{mv} – hệ số phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu gia công

k_{nv} – hệ số phụ thuộc vào tình trạng của bề mặt phôi

k_{uv} – hệ số phụ thuộc vào chất lượng vật liệu dụng cụ cắt

2.6.2. Lựa chọn hình dáng hợp lý của dao tiện

- Đối với dao làm bằng thép gió

- Mặt trước phẳng không có cạnh vát:

Để gia công vật liệu giòn với lượng chạy dao $S \leq 0,2\text{mm/vòng}$

- Mặt trước phẳng có cạnh vát:

Gia công thép có độ cứng trung bình với chiều dày lớp cắt $a > 0,2\text{ mm}$.

Công dụng của cạnh vát f là làm cho lưỡi cắt khỏe hơn ($f = 0,2 - 1\text{ mm}$).

Lượng chạy dao càng lớn thì f càng lớn

- Mặt trước cong không có cạnh vát:

Gia công thép có độ cứng thấp và độ dẻo cao với chiều dày cắt $a \leq 0,2\text{ mm}$, phần cong này giúp phoi dễ xoắn và dễ đứt.

- Mặt trước cong có cạnh vát:

Thường dùng để gia công thép có độ cứng trung bình với chiều dày cắt $a > 0,2\text{ mm}$

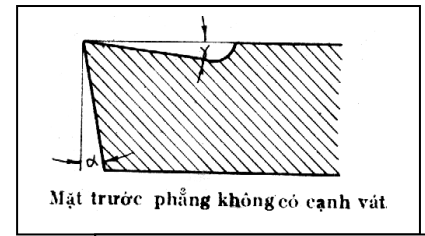
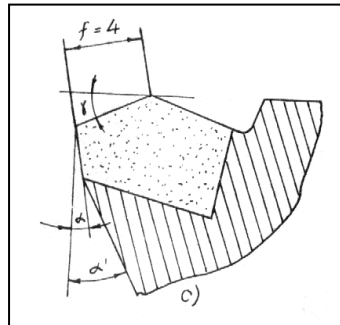
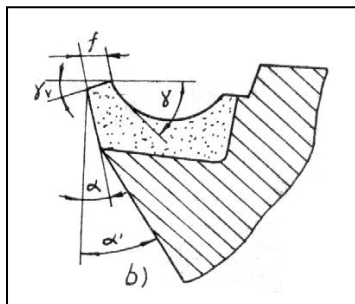
- Đối với dao hợp kim cứng

- Mặt trước phẳng có cạnh vát âm (hình a): cắt thép có giới hạn bền $\sigma_b \geq 800\text{ N/mm}^2$, cắt gang xám và gang rèn, $\gamma_v = 0 - 5^\circ$, $f = (1 - 2)a$, với a là chiều dày cắt.

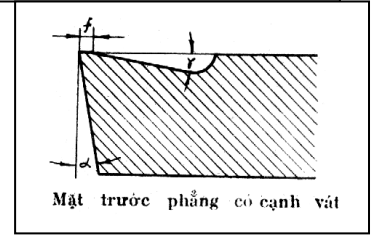
- Mặt trước cong có cạnh vát âm (hình b): gia công thép có $\sigma_b \leq 800\text{ N/mm}^2$ với $t = 1 - 5\text{ mm}$; $s = 3\text{ mm/vòng}$

- Mặt trước phẳng có góc trước âm kép (hình c): gia công thép có $\sigma_b > 800\text{ N/mm}^2$ khi lượng dư không đều và phôi đủ cứng vững

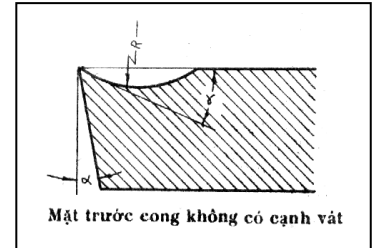
- Mặt trước phẳng có góc trước âm đơn (hình d): gia công thép có $\sigma_b > 800\text{ N/mm}^2$ và tốc độ cắt cao, hệ thống gia công phải tốt.



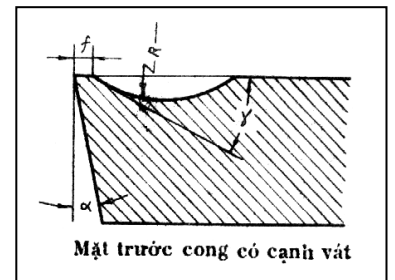
Mặt trước phẳng không có cạnh vát



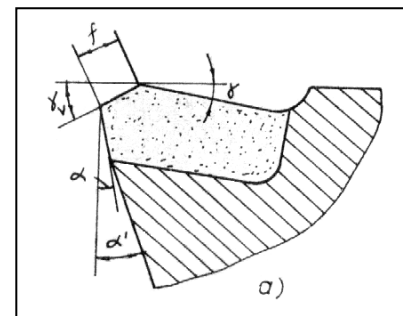
Mặt trước phẳng có cạnh vát



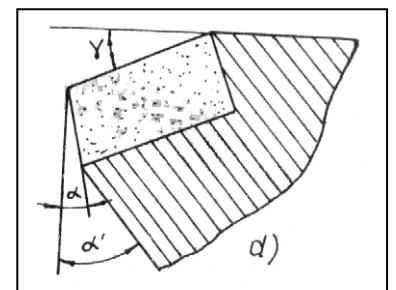
Mặt trước cong không có cạnh vát



Mặt trước cong có cạnh vát



a)



d)

2.6.3. Xác định chế độ cắt hợp lý khi gia công

Chế độ cắt gồm: chiều sâu cắt (t), bước tiến (S) và tốc độ cắt (v)

- Chiều sâu cắt t (mm)

Chiều sâu cắt t là chiều dày của lớp kim loại được bóc đi sau một lần chạy dao, nói cách khác t là khoảng cách giữa mặt chưa gia công và mặt đã gia công sau một lát cắt.

Khi tiện trụ ngoài : $t = \frac{D-d}{2} (mm)$

Trong đó: D là đường kính chưa gia công; d là đường kính **đã** gia công.

Khi tiện lỗ: $t = \frac{D-d}{2} (mm)$

Trong đó: D là đường kính lỗ **đã** gia công; d là đường kính lỗ trước khi gia công.

Khi xén mặt đầu, chiều sâu cắt là chiều dày lớp kim loại bị bóc đi được đo theo phương vuông góc với mặt đầu đã gia công.

Khi cắt đứt hoặc cắt rãnh chiều sâu cắt bằng chiều rộng của rãnh cắt do lưỡi cắt của dao tạo nên.

- Bước tiến s (mm/vòng)

Là khoảng dịch chuyển của lưỡi cắt theo phương chuyển động tịnh tiến khi chi tiết quay đúng 1 vòng

Tích của chiều sâu cắt với trị số bước tiến là diện tích lớp cắt $F = t \cdot S (mm^2)$

- Tốc độ cắt V (m/phút)

Là quãng đường đi được của điểm thuộc mặt cắt và nằm cách xa trục quay nhất so với lưỡi cắt của dao trong một đơn vị thời gian

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} (m / ph)$$

Trong đó:

D – là đường kính của chi tiết gia công (mm)

n – số vòng quay của trục chính (Vòng / phút)

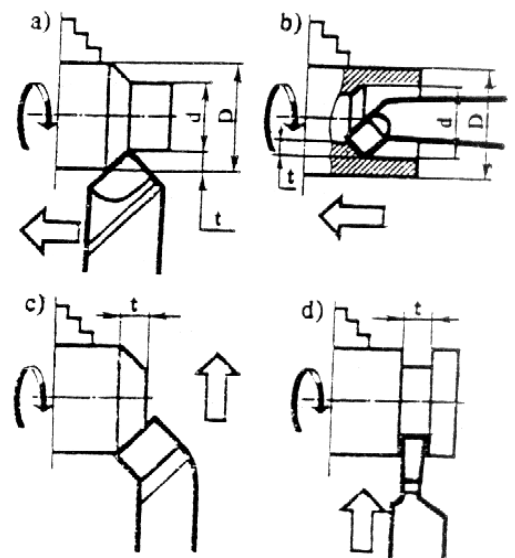
Nếu đã biết tốc độ cắt V và đường kính D

Ta có :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} (vg / ph) \quad (\text{Chọn } n \text{ máy dựa vào các cần gạt trên máy đang gia công})$$

Sau đây chúng ta tìm hiểu những thông số nào ảnh hưởng nhiều, ít ra sao đến năng suất, ta chú ý đến các công thức quan hệ giữa chúng.

Dạng gia công	Công thức V [m/phút]
Tiện ngoài với bước tiến dọc, ngang và lỗ.	$V = \frac{C_v}{T^{m_v} S^{x_v}} K_v$
Cắt đứt và tiện rãnh.	$V = \frac{C_v}{T^{m_v} S^{x_v}} K_v$



Chiều sâu cắt khi tiện.
a) Khi tiện ngoài. b) Khi khoét lỗ.
c) Xén mặt đầu. d) Cắt đứt.

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_{\phi_v} \cdot K_{\phi_{lv}} \cdot K_{q_v} \text{ tra sách " sổ tay công nghệ CTM tập 2".}$$

Từ v tính ra số vòng quay n:

$$n = \frac{1000.V}{\pi.D} \text{ [vòng/phút]}$$

Đối chiếu thuyết minh thư tìm n : $n_{thực} < n_{tính}$ (được phép lấy lớn nhưng không quá 5%)

Sau khi chọn $n_{thực}$ tính lại $V_{thực}$ để kiểm nghiệm :

$$V_{thực} = \frac{\pi.D.n_{thực}}{1000} \text{ [m/phút]}$$

Các yếu tố của chế độ cắt

Vật liệu gia công	Tính chất gia công	Vật liệu làm dao là thép gió (HSS)			Vật liệu làm dao là hợp kim cứng		
		V [m/ ph]	S [mm/vòng]	t [mm]	V [m/ ph]	S [mm/vòng]	t [mm]
Thép mềm (Ct 42, Ct 45)	Gia công thô	20 . . . 40	1,0	8,0	50 . . . 70	1,5	10,0
	Gia công tinh	50 . . . 60	0,1	0,5	120 . . 200	0,1	1,0
Thép hợp kim	Gia công thô	10 . . . 20	0,8	6,0	20 . . . 40	1,0	8,0
	Gia công tinh	20 . . . 30	0,1	0,5	50 . . . 100	0,1	1,0
Gang đúc	Gia công thô	10 . . . 20	1,5	10,0	30 . . . 50	1,5	10,0
	Gia công tinh	40 . . . 50	0,1	0,5	80 . . . 100	0,1	1,0
Kim loại màu	Gia công thô	50 . . . 70	0,5	6,0	150 . . 220	0,5	6,0
	Gia công tinh	100 . . 120	0,2	2,0	200 . . 300	0,2	2,0
Chất dẻo tổng hợp	Gia công thô	100 . . 200	0,3	3,0	200 . . 300	0,3	3,0
	Gia công tinh	150 . . 300	0,1	1,0	400 . . 600	0,1	1,0

Góc độ của dao chọn theo vật liệu gia công và vật liệu làm dao

Vật liệu gia công	Vật liệu làm dao				
	Thép gió (HSS)			Hợp kim cứng	
	α	β	γ	α	β
Thép đúc, vật liệu giòn, hợp kim, CuZn	6^0	84^0	0^0	$2^0 \dots 6^0$	80^0
Thép hợp kim	8^0	74^0	8^0	$2^0 \dots 6^0$	$75^0 \dots 80^0$
Thép Cacbon, hợp kim CuZn mềm	8^0	62^0	20^0	$4^0 \dots 6^0$	65^0
Loại thép mềm	8^0	55^0	27^0	$4^0 \dots 6^0$	65^0
Vật liệu mềm, nhôm kỹ thuật	10^0	40^0	40^0	$8^0 \dots 12^0$	$45^0 \dots 50^0$
Vật liệu dẻo	12^0	66^0	12^0	$8^0 \dots 12^0$	$45^0 \dots 50^0$

Câu hỏi ôn tập:

1. Vận tốc cắt, lượng chạy dao, tốc độ chạy dao: quan hệ giữa chúng với số vòng quay n .
2. Định nghĩa các góc độ của dao tiện (góc trước, sau chính, sau phụ, góc nghiêng chính, nghiêng phụ...)
3. Nguyên nhân gây rung động, ảnh hưởng đến chất lượng gia công. Cách khắc phục hiện tượng rung động.
4. Lực cắt sinh ra do các yếu tố nào, những nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt, lực cắt ảnh hưởng gì đến quá trình gia công
5. Tại sao phân chia lực cắt thành 3 thành phần, thành phần nào lớn nhất?
6. Trình tự hợp lý để xác định chế độ cắt khi gia công: t , S , V