

Chương 1: QUÁ TRÌNH CẮT GỌT KIM LOẠI

Mục tiêu:

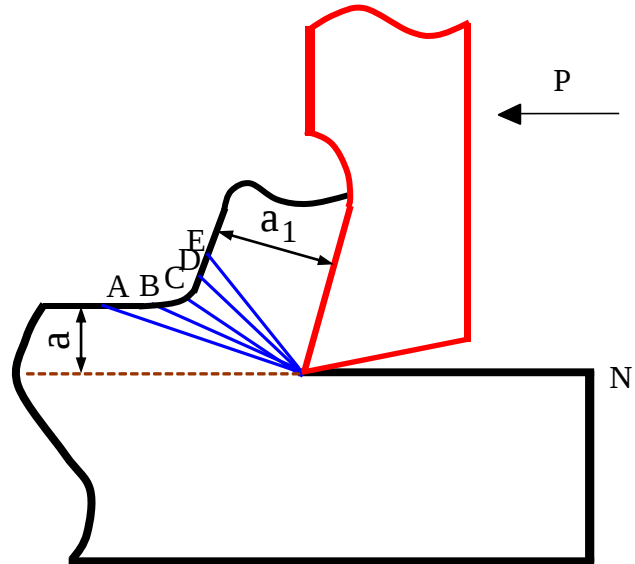
Qua bài học này học viên trình bày được:

- Sự hình thành phôi và các loại phôi hình thành trong quá trình cắt.
- Các biểu hiện biến dạng, các hiện tượng xảy ra trong quá trình cắt, độ nhám bề mặt gia công.

1.1. SỰ HÌNH THÀNH PHOI

Khi cắt để có thể cắt được ra phoi, lực tác dụng vào dao cần phải đủ lớn để tạo ra trong lớp kim loại bị cắt một ứng suất lớn hơn sức bền của vật liệu bị 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, biến dạng này nhanh chóng chuyển sang biến dạng dẻo và một lớp phoi - có chiều dày a_1 - được hình thành từ lớp kim loại bị cắt có chiều dày a , di chuyển dọc theo mặt



Hình 1-1. Sơ đồ hóa miền tạo phoi

trước của dao. 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 gọi là miền tạo phoi. Trong miền này, có những mặt trượt OA, OB, OC, OD, OE. Vật liệu gia công trượt theo 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 nối liền khu vực chưa biến dạng của kim loại và phoi. Trong quá trình cắt, miền tạo phoi AOE di chuyển cùng dao. Vì biến dạng dẻo của phoi có tính lan truyền, do đó lớp kim loại nằm phía dưới đường cắt ON cũng sẽ bị biến dạng dẻo.

1.2. CÁC LOẠI PHOI

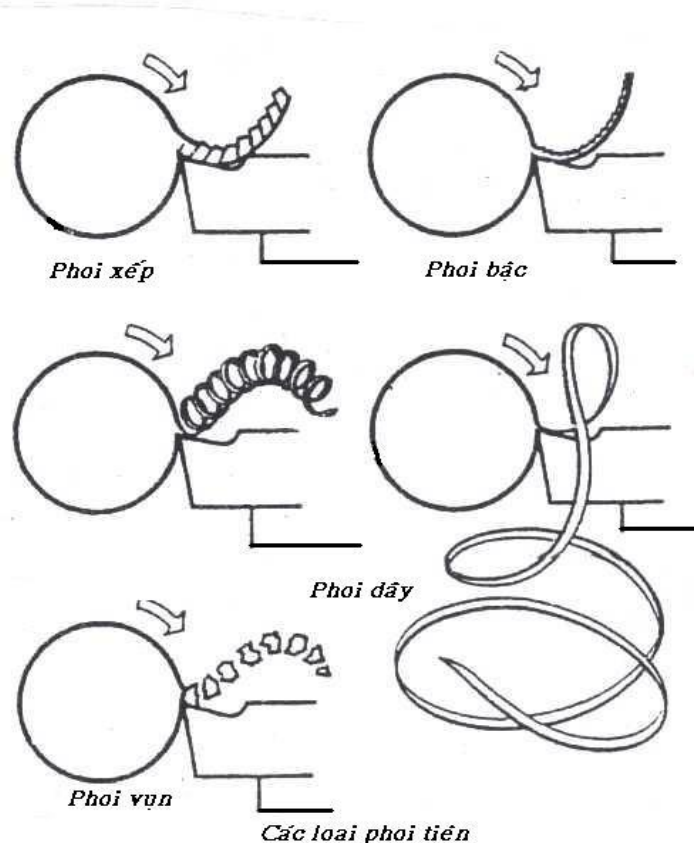
Tùy theo vật liệu gia công, thông số hình học của dao và chế độ cắt mà phoi cắt ra có thể có nhiều hình dạng, tuy nhiên có thể phân thành bốn dạng chủ yếu sau:

1.2.1. Phoi xép: được tạo thành khi gia công các loại vật liệu cứng có độ dẻo nhỏ với tốc độ cắt thấp, chiều dày cắt lớn (Ví dụ: Khi gia công thép cứng, các hợp kim nhôm v.v...). Phoi kéo dài thành từng đoạn ngắn, mặt đối diện với mặt trước của dao rất bóng, mặt còn lại có nhiều gợn nẻ.

1.2.2. Phoi bậc: được tạo thành khi gia công các loại thép có độ cứng trung bình, gia công nhôm và các hợp kim của nhôm với tốc độ cắt trung bình. Loại phoi này là một dải có mặt dưới nhẵn và mặt trên hình răng cưa.

1.2.3. Phoi dây: được tạo thành khi gia công các loại thép mềm (đồng, chì, thiếc và một số loại vật liệu có độ dẻo cao) với tốc độ cắt lớn. Loại phoi này có dạng dài dài (bước tiến dao lớn) hoặc dây xoắn (bước tiến nhỏ). Ở phoi dây khó quan sát thấy mặt trượt như ở phoi xếp. Điều này chứng tỏ mức độ biến dạng dẻo khi tạo thành phoi dây ít hơn khi hình thành phoi xếp.

1.2.4. Phoi vụn: được tạo thành khi gia công các loại vật liệu giòn (gang, đồng thau cứng). Khi gia công vật liệu giòn, lớp kim loại bị cắt không qua giai đoạn biến dạng dẻo mà chỉ xuất hiện biến dạng đàn hồi nứt và phá hủy do ứng suất kéo. Phoi đứt gãy liên tục làm lực cắt dao động gây nên rung động lớn, làm giảm độ bóng bề mặt gia công. Loại phoi này gồm những cục nhỏ tách rời nhau dạng hạt. Khi kéo, các hạt bị kéo dài ra theo phương kéo, còn khi nén các hạt bị dẹp lại. Độ kéo dài hay độ dẹp của hạt tỷ lệ thuận với sự biến đổi về hình dạng của chi tiết.



Hình 1-2. Các loại phoi tiện

1.3. CÁC BIỂU HIỆN BIẾN DẠNG

1.3.1. Co phoi

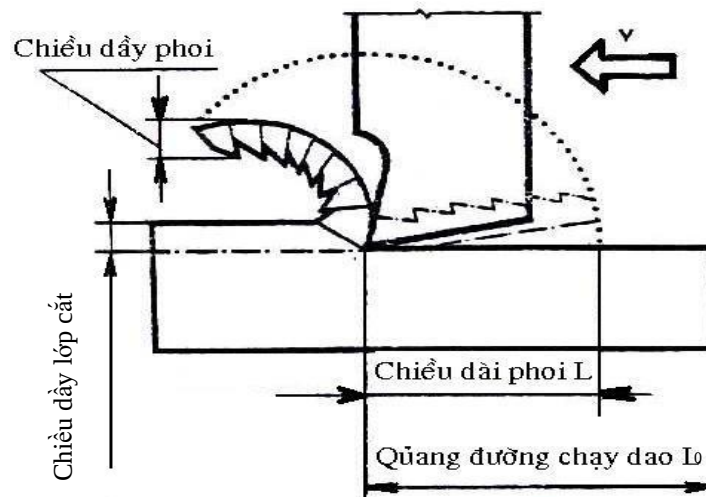
Mỗi phần tử của phoi bị ép lại dưới tác dụng của lực từ phía mặt trước của dao, mặt khác các mạng tinh thể bị xô lệch và trượt lên nhau theo phương tác dụng lực, làm cho chiều dài của phoi ngắn lại và chiều dày của phoi lớn lên.

Hiện tượng này gọi là sự co phoi và được đặc trưng bởi hệ số co phoi.

$$K = \frac{L_0}{L}$$

Trong đó:

- L_0 là chiều dài của bề mặt gia công (quãng đường đi được của dao trên phôi [mm]).
- L là chiều dài của phoi [mm].



Hình 1-3. Sự co phoi khi cắt gọt

Hệ số K luôn luôn lớn hơn 1 ($K = 1,1 \div 10$). Hệ số K càng lớn thì phoi biến dạng càng nhiều, nghĩa là khả năng chống lại sự trượt phá của kim loại giảm (khả năng gia công tốt nhất). Vì vậy từ hệ số co phoi có thể đánh giá được sức bền của kim loại trong quá trình cắt.

1.3.2. Hiện tượng phoi bám

Khi gia công kim loại mềm sẽ xảy ra hiện tượng có mẫu kim loại bám chặt vào mặt trước của dao ở gần lưỡi cắt. Mẫu kim loại này có độ cứng cao hơn vật liệu làm dao 2,5 ÷ 3,5 lần, nó mất đi và xuất hiện liên tục. Hiện tượng đó gọi là phoi bám (lẹo dao).

Nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh có hai loại lẹo dao: lẹo dao ổn định và lẹo dao chu kỳ.

- Lẹo dao ổn định: dạng lẹo dao này nằm dọc theo lưỡi cắt trong suốt quá trình cắt. Loại này gồm một số lớp gần như song song với mặt trước của dao và thường xuất hiện khi cắt thép với chiều dày cắt a nhỏ.

- Lẹo dao chu kỳ, loại này gồm hai phần: Phần nền nằm sát với mặt trước của dao, về cơ bản là lẹo dao ổn định (lẹo dao loại 1). Trên nền đó hình thành phần thứ hai. Phần này sinh ra, lớn lên và mất đi nhiều lần trong một đơn vị thời gian. Sự xuất hiện và mất đi của lẹo dao làm cho góc cắt của dao luôn luôn thay đổi dẫn đến lực cắt cũng thay đổi, tạo ra rung động trong quá trình cắt làm ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt gia công.

+ Nguyên nhân xuất hiện phoi bám

Do có một sự hãm nào đó lớp bề mặt của phoi khi thoát ra theo mặt trước của dao.

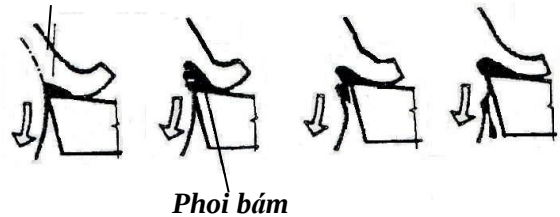
Mẫu phoi bám có độ cứng cao vì nó được nung nóng, sau đó tự nguội nên được tôi cứng. Ngoài ra nó còn tự hóa cứng.

+ Ảnh hưởng của phoi bám

- Khi gia công thô, mẫu phoi bám nhận tải trọng về mình nên giữ được cho mặt trước của dao không bị nung nóng và mài mòn. Vì vậy khi gia công thô, hiện tượng phoi bám không có hại cho dao mà thậm chí còn có lợi.

H

Lớp phoi bị ép lại



- Khi gia công tinh, phoi bám có hại vì nó làm giảm độ chính xác và độ trơn nhẵn của bề mặt gia công. Mẫu phoi bám không tồn tại lâu trên dao, mà nó xuất hiện và biến đi, rơi ra rồi cắm vào bề mặt đã gia công gây nên các vết lõm (xước) trên bề mặt gia công, làm cho bề mặt gia công không trơn nhẵn.

+ Biện pháp khắc phục

- Gia công với tốc độ cắt thích hợp: phoi bám được tạo nên nhiều nhất khi tốc độ cắt $v = 15 \div 20$ m/ph. Khi $v \leq 7$ m/ph nhiệt độ ở vùng cắt gọt không đủ để thiêu kết và tôi cứng mẫu phoi bám, còn khi cắt $v > 80$ m/ph phoi bám không kịp dính vào dao mà bị cuốn nhanh theo phoi ra ngoài. Khi gia công với vật liệu làm dao bằng thép gió cần chọn tốc độ cắt nhỏ. Còn đối với dao chế tạo từ hợp kim cứng thì chọn tốc độ cắt cao.

- Mài bóng mặt trước của dao: sẽ làm giảm ma sát giữa phoi và dao, hạn chế “sự hãm” lớp bề mặt của phoi.

- Dùng dung dịch trơn nguội: nếu dao được tưới nguội tốt sẽ hạn chế được phoi bám ở mức thấp nhất.

1.3.3. HÓA CỨNG BỀ MẶT

Mặt đã gia công bao giờ cũng có độ cứng cao hơn toàn bộ phôi. Đó là kết quả của hiện tượng hóa cứng (thay đổi kết cấu) của lớp bề mặt kim loại gia công do tác dụng của sự biến dạng kim loại đi đôi với sự trượt của các phần tử phôi. Chiều sâu lớp hóa cứng tới $1 \div 2$ mm. Mức độ hóa cứng và chiều sâu lớp hóa cứng phụ thuộc vào tính chất cơ học của vật liệu gia công (kim loại dẻo có độ hóa cứng nhỏ hơn kim loại giòn), vào hình dáng hình học của dao (góc trước của dao càng nhỏ thì độ hoá cứng càng tăng), chế độ cắt, dung dịch trơn nguội và các yếu tố khác. Hiện tượng hóa cứng được khắc phục bằng cách ủ.

1.3.4. CÁC HIỆN TƯỢNG XẢY RA TRONG QUÁ TRÌNH CẮT

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).

1.3.4.1. 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.

- **Nguyên nhân**

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

- 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 rung động của các máy xung quanh.
- Do các cơ cấu truyền chuyển động ăn khớp kém chính xác

- **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, mòn nhanh, giảm tuổi thọ của dao và chất lượng bề mặt gia công, giảm năng suất cắt gọt, làm việc không an toàn và đôi khi không thể cắt gọt được.

- **Biện pháp khắc phục**

- Các chi tiết quay nhanh phải cân bằng.
- Nâng cao độ cứng vững cho hệ thống máy, dao, đồ gá, chi tiết gia công.
- Sửa chữa và thay thế kịp thời các chi tiết máy hư hỏng đồng thời nâng cao độ chính xác của phôi liệu.
- Tránh cắt không liên tục.
- Yêu cầu các chi tiết truyền động của máy có độ chính xác cao.
- Giảm lực kích thích từ bên ngoài truyền tới.
- Gia công các chi tiết có độ chính xác cao phải có cơ cấu giảm rung, có nền giảm rung cách ly với bên ngoài.

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

- **Biện pháp khắc phục**

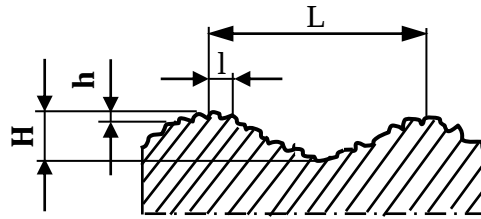
Rung động tự rung trở ngại rất lớn đến việc nâng cao chất lượng và năng suất gia công, và chỉ có thể khắc phục một phần mà không thể loại trừ hoàn toàn rung động tự rung bằng các biện pháp:

- Thay đổi hình dáng hình học của dao sao cho giảm lực cắt ở phương có rung động.
- Dùng dung dịch trơn nguội để giảm bớt mòn dao.
- Chọn tốc độ cắt hợp lý sao cho không nằm trong vùng xuất hiện lẹo dao.
- Tránh hót lớp phoi quá rộng và quá mỏng.
- Sử dụng các trang bị giảm rung nhằm tiêu hao năng lượng tạo rung trong quá trình cắt.
- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.

1.3.5. ĐỘ NHÁM BỀ MẶT GIA CÔNG

Độ nhám bề mặt (độ nhấp nhô tế vi) là cơ sở để đánh giá độ nhẵn bề mặt trong phạm vi chiều dài chuẩn rất ngắn l.

- Theo tiêu chuẩn Việt Nam, độ nhám bề mặt được chia làm 14 cấp, ứng với giá trị của R_a , R_z . Độ nhám bề mặt cấp cao nhất ứng với cấp 14 ($R_a \leq 0,01\mu m$; $R_z \leq 0,05\mu m$). Trên bản vẽ kỹ thuật yêu cầu độ nhám bề mặt được cho theo giá trị của R_a khi độ nhám bề mặt cần đạt từ cấp 6 đến cấp 12 ($R_a = 2,5\mu m \div 0,04\mu m$); Theo giá trị của R_z khi độ nhám bề mặt cần đạt từ cấp 1 ÷ 5 ($R_z = 320\mu m \div 20\mu m$) hoặc từ cấp 13 ÷ 14 ($R_z = 0,08\mu m \div 0,05\mu m$).



Hình 1-5. Tổng quát về độ nhám và độ sóng bề mặt chi tiết

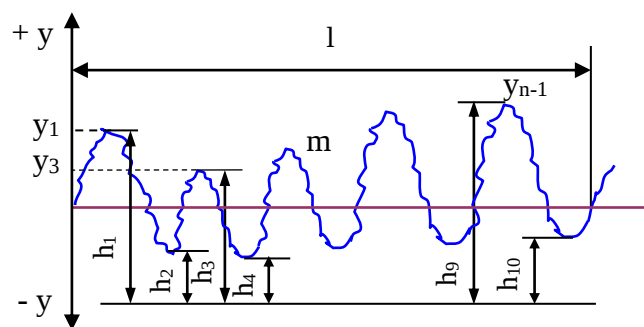
h: Chiều cao nhấp nhô tế vi

l: Khoảng cách giữa hai đỉnh nhấp nhô tế vi

H: Chiều cao của sóng

L: Khoảng cách giữa hai đỉnh sóng

- Độ nhám bề mặt ứng với tỷ lệ: $l/h = 0 \div 50$
- Độ sóng bề mặt ứng với tỷ lệ: $L/H = 50 \div 100$



Hình 1-6. Sơ đồ xác định độ nhấp nhô tế vi của bề mặt chi tiết

Trị số của R_z được xác định như sau:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5}$$

$$= \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) + (h_5 - h_6) + (h_7 - h_8) + (h_9 - h_{10})}{5}$$

- Trong thực tế sản xuất đôi khi người ta đánh giá độ nhám bề mặt chi tiết máy theo các mức độ: thô, bán tinh, tinh và siêu tinh.

Bảng 1-1. Cấp nhẵn bóng bề mặt

Chất lượng bề mặt gia công	Cấp nhẵn bóng	$R_a[\mu m]$	$R_z[\mu m]$	Chiều dài chuẩn $l[mm]$
Gia công thô	1	80	320	8
	2	40	160	
	3	20	80	
	4	10	40	
Gia công bán tinh	5	5	20	2,5
	6	2,5	10	2,5
	7	1,25	6,3	0,8
	8	0,63	3,2	0,25
Gia công tinh	9	0,32	1,6	
	10	0,16	0,8	
	11	0,08	0,4	
Gia công siêu tinh xác	12	0,04	0,2	0,08
	13	0,02	0,08	
	14	0,01	0,05	

- Độ nhám bề mặt và độ chính xác về kích thước có quan hệ chặt chẽ với nhau. Theo kinh nghiệm người ta dựa vào cấp chính xác về kích thước để xác định độ nhám bề mặt tương ứng, cụ thể là độ nhám bề mặt khoảng 5÷20% dung sai của kích thước cần đạt.

Bảng 1-2. Khả năng đạt độ bóng bề mặt của các phương pháp gia công

Phương pháp gia công	Độ nhẵn bóng bề mặt gia công	
	$R_z[\mu m]$	Cấp nhẵn bóng
Cạo 1÷3 điểm/ cm^2	10 ÷ 40	4 ÷ 6
Cạo 3÷5 điểm/ cm^2	2,5 ÷ 10	6 ÷ 9
Đánh bóng: bằng vải	0,06 ÷ 0,25	12 ÷ 14
bằng bột	0,06 ÷ 0,4	11 ÷ 13
Nghiền: nghiền thô	2,5 ÷ 10	6 ÷ 9
nghiền bán tinh	0,63 ÷ 4	8 ÷ 10
nghiền tinh	0,04 ÷ 1	10 ÷ 14

Mài siêu tinh	$0,05 \div 0,8$	$10 \div 14$
Mài khô: mài khô thường	$0,25 \div 1$	$10 \div 12$
mài khô có dao động	$0,04 \div 0,63$	$11 \div 14$
Mài thường: mài thô	$10 \div 40$	$4 \div 6$
mài bán tinh	$4 \div 10$	$6 \div 8$
mài tinh	$0,1 \div 4$	$8 \div 13$
Phay: phay thô	$40 \div 100$	$3 \div 4$
phay bán tinh	$10 \div 40$	$4 \div 6$
phay tinh	$1,6 \div 10$	$6 \div 9$
Doa: doa thô	$4 \div 10$	$6 \div 8$
doa tinh	$0,4 \div 4$	$8 \div 11$
Khoan, khoét	$10 \div 80$	$3 \div 5$
Chuốt: chuốt thô	$2,5 \div 10$	$6 \div 9$
chuốt tinh	$1 \div 2,5$	$8 \div 10$
Tiện: tiện bóc vỏ	$100 \div 400$	$1 \div 2$
tiện thô	$40 \div 100$	$3 \div 4$
tiện bán tinh	$10 \div 40$	$4 \div 6$
tiện tinh với dao hợp kim cứng	$2,5 \div 10$	$6 \div 9$
tiện tinh với dao kim cương	$1 \div 2,5$	$8 \div 10$
Bào: bào thô	$40 \div 100$	$3 \div 4$
bào tinh	$10 \div 40$	$4 \div 6$
bào tinh mỏng với dao rộng bản	$3,2$	$7 \div 8$

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1/ Sự hình thành phoi khi gia công cắt gọt diễn ra như thế nào? Vẽ hình.
- 2/ Người ta phân biệt bao nhiêu loại phoi trong gia công tiện? Cho biết điều kiện hình thành các loại phoi khi tiện. Vẽ hình.
- 3/ Thế nào là sự co phoi? Viết công thức tính hệ số co phoi. Hệ số k nói lên điều gì? Vẽ hình.
- 4/ Thế nào là hiện tượng phoi bám? Cho biết nguyên nhân xuất hiện phoi bám. Ảnh hưởng của phoi bám và biện pháp khắc phục.
- 5/ Cho biết hiện tượng hóa cứng bề mặt.
- 6/ Thế nào là rung động cưỡng bức? Cho biết nguyên nhân gây ra rung động, biện pháp khắc phục.
- 7/ Thế nào là rung động tự rung? Cho biết nguyên nhân gây ra rung động, biện pháp khắc phục.
- 8/ Trình bày tác hại của rung động.

Chương 2: GIA CÔNG TIỆN

Mục tiêu:

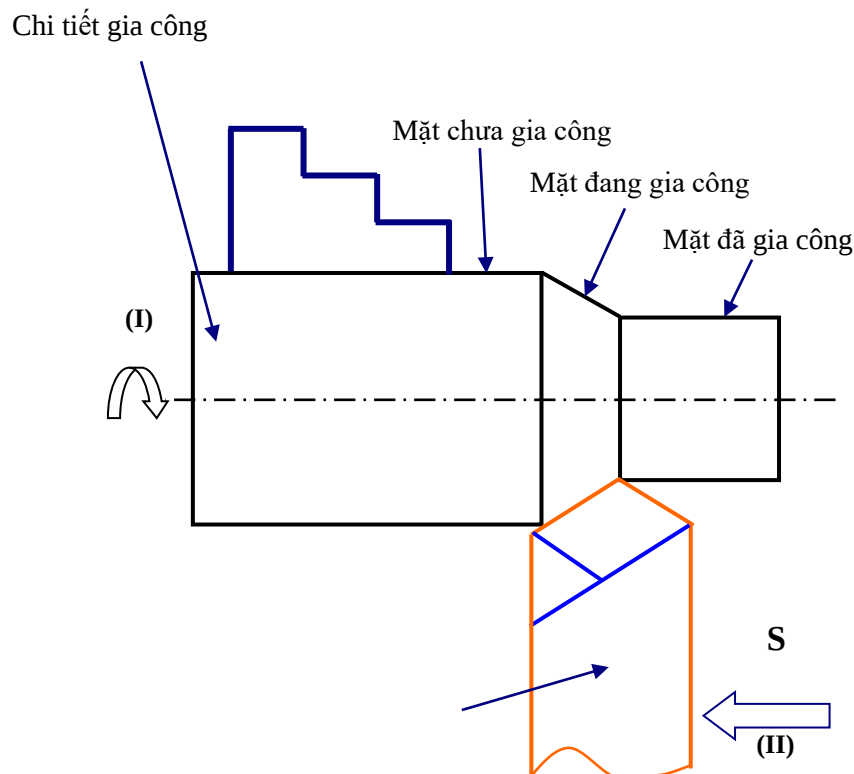
- Qua bài học này học viên trình bày được:
- Nguyên lý gia công tiện và các thông số cơ bản của dao tiện.
- Các yếu tố cắt khi tiện, thông số hình học của tiết diện lớp cắt.
- Các yếu tố cơ bản của dao tiện, thông số hình học phần cắt gọt của dao tiện, sự thay đổi các thông số hình học của dao tiện qua việc gá dao.
- Các lực tác dụng lên dao trong quá trình cắt.
- Các nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt.
- Tính được chế độ cắt khi tiện

A. KHÁI NIỆM VỀ TIỆN VÀ DAO TIỆN

2.1. KHÁI NIỆM VỀ TIỆN

2.1.1. Công dụng và các chuyển động khi tiện

Tiện là một phương pháp gia công cắt gọt thông dụng nhất, nó tạo nên hình dạng mặt gia công bằng hai chuyển động gọi là chuyển động tạo hình.



Hình 2-1. Các bề mặt trên chi tiết gia công

Tiện chủ yếu là gia công các chi tiết tròn xoay (trong và ngoài), các mặt định hình tiết diện tròn xoay, gia công ren các loại v.v... Độ chính xác có thể tới cấp 6 ÷ 5, độ nhẵn bề mặt có thể đạt tới cấp 6 ÷ 8 ($R_a 2,5 \div R_a 0,63$).

Quá trình cắt gọt trên máy tiện được thực hiện bằng sự phối hợp 2 chuyển động: chuyển động chính I là chuyển động quay tròn của phôi và chuyển động tiến II là chuyển động tịnh tiến của dao trong quá trình cắt.

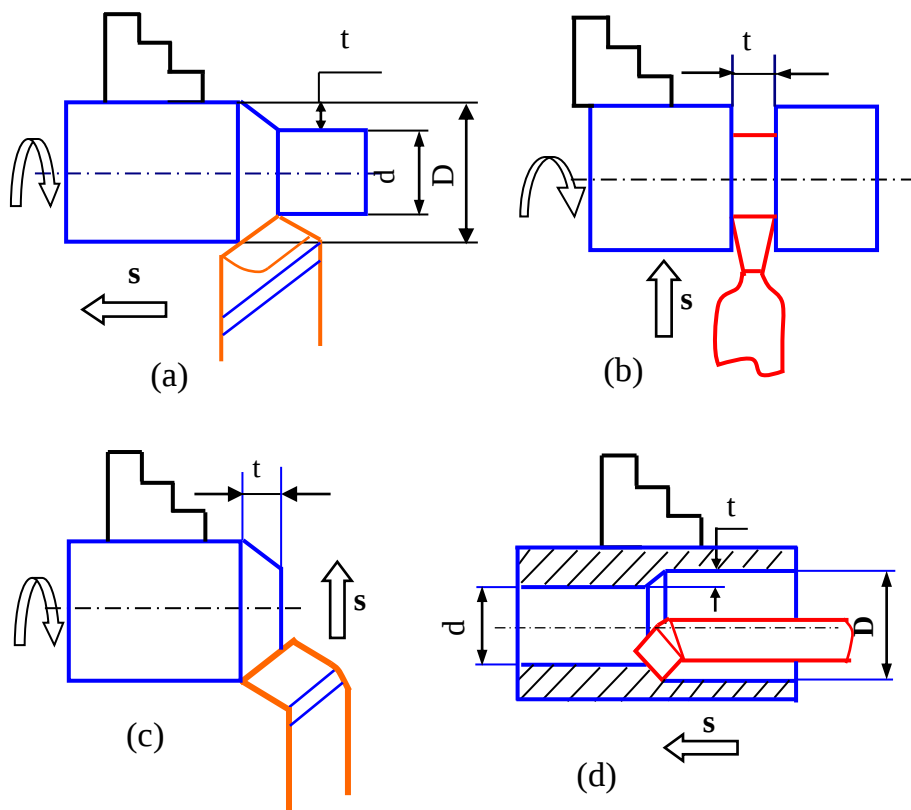
Chuyển động tiến gồm: chuyển động tiến dọc là chuyển động dọc theo đường tâm của phôi; chuyển động tiến ngang có phương vuông góc với đường tâm của phôi; chuyển động xiên so với đường tâm của phôi 1 góc (khi tiện côn) và chuyển động tiến theo 1 quỹ đạo cong (khi tiện định hình).

2.1.2. Các yếu tố cắt khi tiện

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 lượng dư gia công thực hiện trong một lần cắt thì $t = h$ (h : lượng dư của một nguyên công). Khi cắt nhiều lát cắt thì chiều sâu cắt của mỗi lát cắt như sau:

$t = b \cdot \sin \varphi$ (trong đó b là chiều dài của lưỡi cắt làm việc, φ là góc lệch chính)



Hình 2-2. (a) Tiện trụ ngoài ; (b) Tiện cắt rãnh hoặc cắt đứt ; (c) Vạt mặt đầu ; (d) Tiện lỗ

- Tiện trụ ngoài:

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ [mm]}$$

Trong đó:

+ D: đường kính chưa gia công.

+ d: đường kính đã gia công.

- *Tiện lỗ:*

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ [mm]}$$

Trong đó:

+ D là đường kính lỗ đã gia công.

+ d là đường kính lỗ trước khi gia công

- *Vạt 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.

- *Cắt rãnh hoặc cắt đứt:* chiều sâu cắt bằng chiều rộng lưỡi cắt của dao trực tiếp cắt gọt.

- *Bước tiến (lượng chạy dao) s [mm/vòng]*

Là khoảng dịch chuyển của lưỡi cắt theo phương chuyển động tiến sau một vòng quay của chi tiết gia công.

Bảng 2-1. Lượng chạy dao và bán kính mũi dao khi gia công thô

Bán kính mũi dao r[mm]	Lượng chạy dao
0,4	0,25 ... 0,35
0,8	0,40 ... 0,70
1,2	0,50 ... 1,00
1,6	0,70 ... 1,30
2,4	1,00 ... 1,80

Bảng 2-2. Lượng chạy dao được chọn tùy thuộc vào r và R_{Max}

Chiều cao nhấp nhô R _{Max} trên bề mặt gia công [μm]	Bán kính mũi dao r [mm]				
	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
	Lượng chạy dao s [mm/vòng]				
3,2	0,07	0,10	0,12	0,14	0,17
8	0,11	0,15	0,19	0,22	0,26
20	0,17	0,24	0,29	0,34	0,42
32	0,22	0,30	0,37	0,43	0,53
50	0,27	0,38	0,47	0,54	0,66
100				1,08	1,32

- **Tốc độ cắt v [m/phút]**

Là khoảng dịch chuyển tương đối của lưỡi cắt so với bề mặt chi tiết gia công trong một đơn vị thời gian.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ [m /ph]}$$

Theo hệ SI thì: $v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \text{ [m/s]}$

Trong đó: + D: đường kính của chi tiết gia công [mm]

+ n: số vòng quay của trục chính [v/ph]

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ [v/ph]}$$

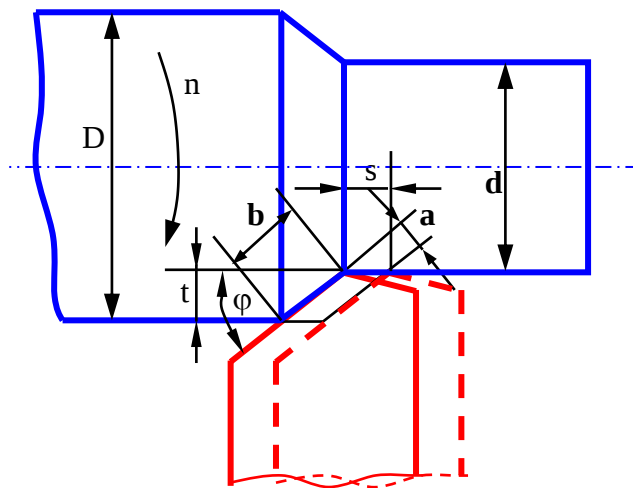
- Nếu đã biết tốc độ cắt v mà các tính chất cắt gọt của dụng cụ cắt cho phép và đường kính D của phôi thì sẽ xác định được số vòng quay cần thiết của phôi và dùng hộp tốc độ của máy để điều chỉnh số vòng quay của trục chính đúng bằng số vòng quay xác định được.

Bảng 2- 3. 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

2.2. THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA TIẾT DIỆN LỚP CẮT

- **Chiều dày cắt (a)** Là khoảng cách giữa hai vị trí liên tiếp của lưỡi cắt sau một vòng quay của chi tiết gia công đo theo phương vuông góc với lưỡi cắt chính.
- **Chiều rộng cắt (b)** Chiều rộng cắt là khoảng cách giữa bề mặt đã gia công và bề mặt chưa gia công đo dọc theo lưỡi cắt chính hay nói cách khác chiều rộng cắt là chiều dài lưỡi cắt chính trực tiếp tham gia cắt gọt.



Hình 2-3. Diện tích lớp kim loại bị cắt

Trong trường hợp lưỡi cắt chính thẳng, góc nâng $\lambda = 0$, dao gá đúng tâm máy thì chiều dày cắt a và chiều rộng cắt b phụ thuộc vào chiều sâu cắt t và góc nghiêng chính φ :

$$s = a/\sin\varphi ; \quad b = \frac{t}{\sin\varphi}$$

- **Diện tích lớp cắt** Khi dao gá đúng tâm, góc trước $\gamma = 0^\circ$ và $\lambda = 0^\circ$ thì diện tích cắt danh nghĩa của lớp kim loại bị cắt được tính theo công thức sau: $F_{dn} = a.b = s.t$ [mm^2].

Trên thực tế, diện tích cắt thực của lớp kim loại bị cắt nhỏ hơn diện tích cắt danh nghĩa một lượng bằng diện tích hình học còn để lại trên bề mặt đã gia công, diện tích để lại đó còn gọi là diện tích dư f_d . Chiều cao của diện tích cắt còn dư R_t chính là độ nhấp nhô bề mặt của chi tiết gia công.

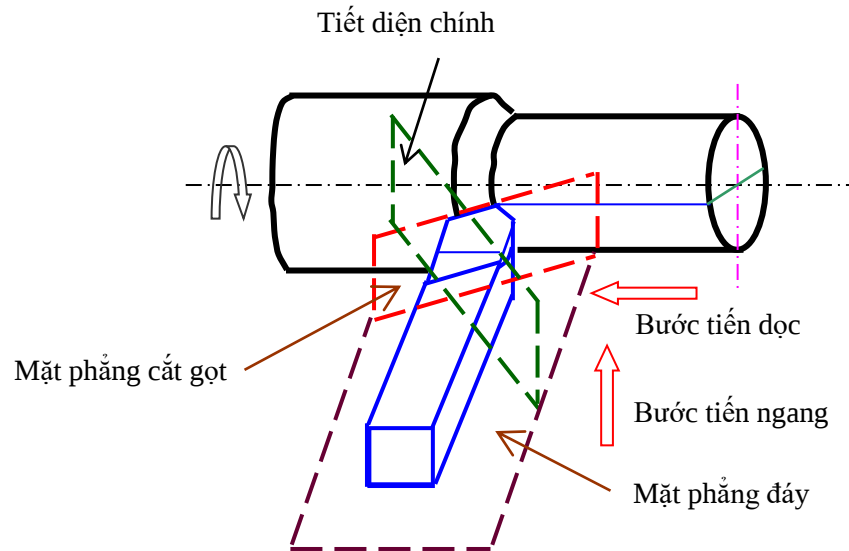
Bề mặt chi tiết gia công sẽ nhẵn và ít nhấp nhô hơn khi tăng bán kính mũi dao r , giảm lượng chạy dao s và giảm góc nghiêng chính φ . Tuy nhiên khi tăng khi tăng bán kính mũi dao, hiện tượng rung động trong quá trình cắt tăng, điều này ảnh hưởng xấu đến chất lượng bề mặt gia công. Khi chiều sâu cắt quá nhỏ so với bán kính mũi dao thì quá trình hình thành phoi cắt không xảy ra, vì lớp kim loại cần cắt nằm dưới mặt trượt cơ bản. Lúc này dao chỉ có tác dụng chà miết trên bề mặt gia công, dẫn đến nhiệt phát sinh lớn, khả năng biến dạng tăng, dao bị mài mòn nhanh, chiều cao nhấp nhô bề mặt tăng.

2.3. HÌNH DÁNG VÀ KẾT CẤU DAO TIỆN

2.3.1. Các mặt phẳng quy ước

Hình dáng hình học nghĩa là các góc của dao sẽ quyết định khả năng làm việc của nó. Để xác định hình dáng hình học của dao cần phải quy ước các mặt phẳng sau:

+ **Mặt phẳng đáy (mặt phẳng cơ sở)**: là mặt phẳng vuông góc với vectơ tốc độ cắt tại điểm đang xét nằm trên lưỡi cắt chính, mặt phẳng đáy thường trùng với mặt tựa của thân dao (dao tiện và dao bào), đối với dao xọc mặt phẳng đáy thẳng góc với mặt tựa của thân dao.



Hình 2-4. Các mặt phẳng quy ước để nghiên cứu hình dáng hình học của dao

+ **Mặt phẳng cắt gọt**: là mặt phẳng tạo bởi phương của lưỡi cắt chính thẳng và vectơ tốc độ cắt v tại điểm đang xét của lưỡi cắt chính. Khi lưỡi cắt chính cong, mặt phẳng cắt được tạo bởi đường tiếp tuyến với lưỡi cắt chính tại điểm đang xét và vectơ tốc độ cắt tại điểm đó. Do đó mặt phẳng cắt gọt luôn vuông góc với mặt phẳng đáy.

+ **Tiết diện chính (mặt cắt chính)**: là mặt phẳng vuông góc với hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt phẳng đáy.

+ **Tiết diện phụ (mặt cắt phụ)**: là mặt phẳng vuông góc với hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt phẳng đáy.

2.3.2. Các góc của dao tiện ở trạng thái tĩnh

+ Các yếu tố cơ bản của dao tiện

Dao cắt gồm có thân (cán) và đầu dao (phần làm việc).

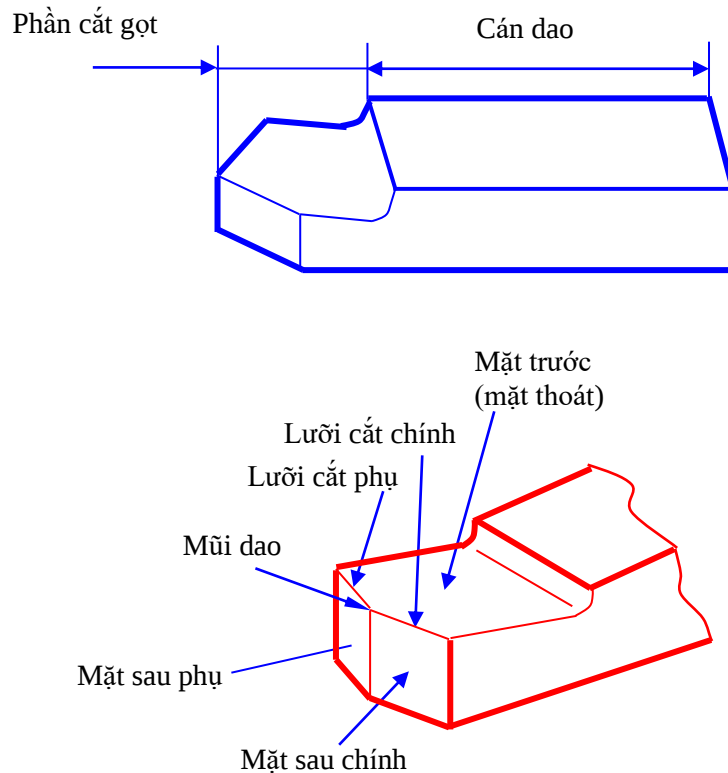
Cán dùng để kẹp dao trên ổ dao.

Đầu dao gồm có các yếu tố sau:

- **Mặt trước**: là mặt theo đó phoi thoát ra.
- **Mặt sau chính**: là mặt của dao đối diện với bề mặt đang gia công trên chi tiết.
- **Mặt sau phụ**: là mặt của dao đối diện với bề mặt đã gia công trên chi tiết.

Lưỡi cắt gọt gồm có **lưỡi cắt chính** (là giao tuyến giữa mặt trước và mặt sau chính của dao) và **lưỡi cắt phụ** (là giao tuyến giữa mặt trước và mặt sau phụ của dao).

- **Mũi dao:** giao điểm giữa lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ. Mũi dao có thể nhọn ($r = 0$), lượn tròn (có bán kính, r được chọn trong khoảng từ $0,4 \div 2,1$ mm) hoặc mài vát.



Hình 2-5. Các bộ phận của dao tiện ngoài

+ Góc trước γ (gama)

Là góc giữa mặt trước của dao và mặt phẳng đáy, đo trong tiết diện chính.

Góc trước có ảnh hưởng đến sự thoát phoi, lực cắt, ma sát giữa phoi và mặt trước của dao trong quá trình gia công.

Nếu góc trước nhỏ, phoi khó biến dạng (phoi bị uốn cong) làm tăng lực cản cắt gọt, gây ra rung động và làm giảm chất lượng bề mặt gia công; Khi tăng góc trước lên, phoi thoát dễ dàng, quá trình cắt ổn định, ít rung động nhưng làm cho phần cắt gọt của dao yếu. Vì vậy γ lớn được chọn khi gia công vật liệu dẻo.

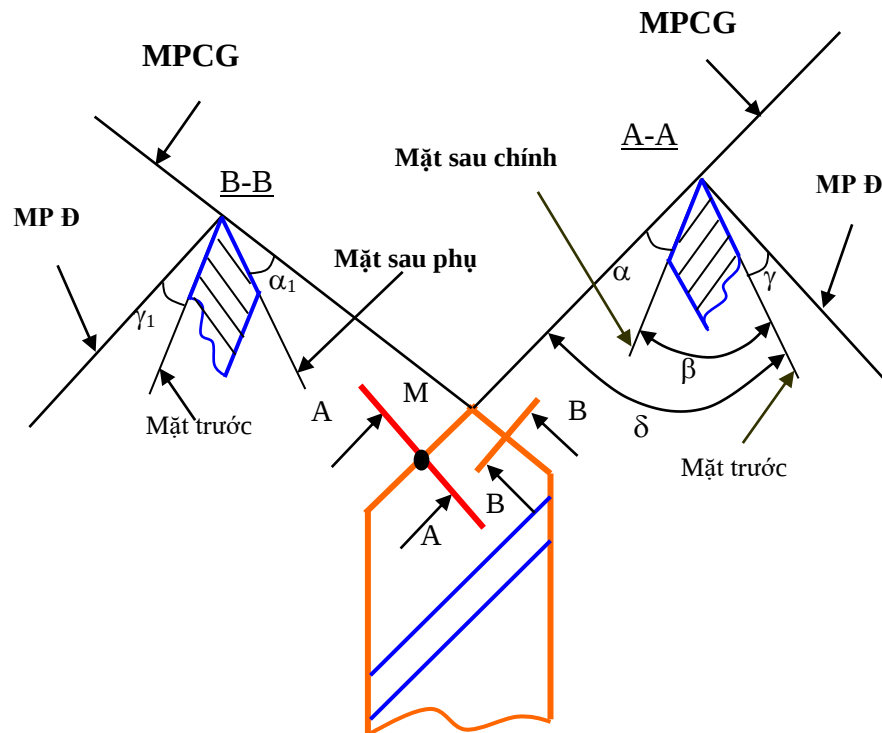
Khi cắt vật liệu giòn, phoi ở dạng vụn nên biến dạng không nhiều và hầu như không trượt trên mặt trước của dao mà chủ yếu tập trung ở gần lưỡi cắt, vì vậy cần chọn góc trước $\gamma = 0$ để bảo vệ lưỡi cắt.

Khi tiện có va đập lớn bằng dao hợp kim cứng cần chọn γ âm để bảo vệ mũi dao không bị phá hỏng vì dao hợp kim cứng có độ giòn cao.

Góc trước của dao được chọn theo “sở tay thợ tiện trẻ” căn cứ vào các tính chất cơ học của vật liệu gia công.

Nếu mặt trước của dao hướng xuống dưới so với mặt phẳng đáy, thì γ có trị số dương ($+\gamma$).

Nếu mặt trước của dao hướng lên so với mặt phẳng đáy thì γ có trị số âm ($-\gamma$).



Hình 2-6. Các góc của dao tiện cắt trên tiết diện chính

Nếu mặt trước của dao song song hoặc trùng với mặt phẳng đáy thì γ có trị số bằng 0 ($\gamma = 0$).

+ Góc sau chính α (alpha)

Là góc giữa mặt sau chính của dao và mặt phẳng cắt gọt, đo trong tiết diện chính.

Góc α thường được chọn trong khoảng $\alpha = 6^\circ \div 12^\circ$ đối với dao thép gió; $\alpha = 4^\circ \div 12^\circ$ đối với dao hợp kim cứng. Góc sau có tác dụng giảm ma sát giữa mặt sau của dao với bề mặt chi tiết đang gia công. Khi chọn góc sau cần phải chú ý tới điều kiện tản nhiệt, độ bền của mũi dao và giảm sự ma sát với bề mặt gia công.

Khi gia công vật liệu dẻo do vật liệu có tính đàn hồi cao, để giảm ma sát với bề mặt chi tiết gia công cần chọn góc sau lớn.

Khi gia công vật liệu giòn cần chọn góc sau nhỏ để tăng độ bền cho mũi dao và tăng khả năng dẫn nhiệt.

+ Góc sắc (góc nêm) β

Là góc tạo bởi mặt trước và mặt sau chính của dao, đo trong tiết diện chính.

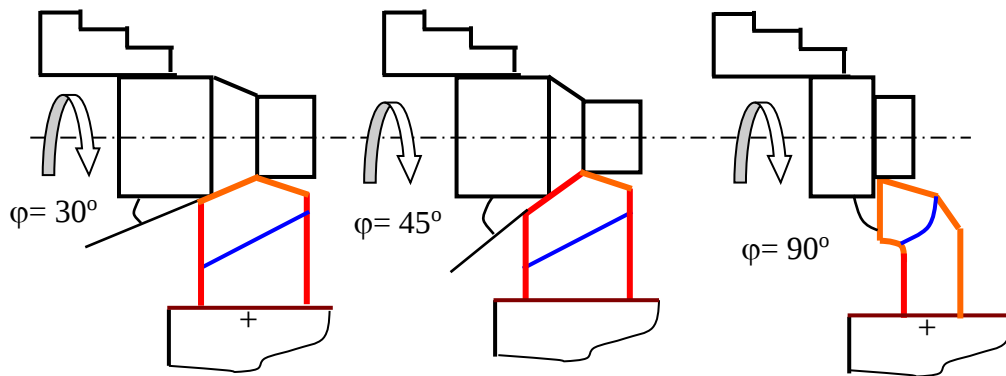
Góc β trực tiếp cắt gọt vật gia công, do đó sự lớn nhỏ của góc này có ảnh hưởng đến tính chất cắt gọt. Góc β càng nhỏ, càng dễ cắt gọt, nhưng β nhỏ quá sẽ làm yếu lưỡi cắt, khi làm việc dao bị nóng lên và nhiệt không truyền nhanh được vào thân dao như khi β đủ lớn. Vì vậy vật gia công càng cứng β càng lớn; β phụ thuộc vào mài α và γ .

$$\beta = 90^\circ - \alpha - \gamma$$

+ Góc cắt gọt δ

Là góc tạo bởi mặt trước của dao và mặt phẳng cắt gọt.

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



Hình 2-7. Chiều dài làm việc của lưỡi cắt chính phụ thuộc vào góc nghiêng chính φ của dao

+ Góc nghiêng chính φ

Là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt phẳng đáy và phương chạy dao.

Nếu góc φ nhỏ thì phần lớn chiều dài của lưỡi cắt tham gia cắt gọt, dao thoát nhiệt tốt và tuổi thọ của dao tăng. Khi góc φ lớn, chỉ một phần nhỏ chiều dài của lưỡi cắt tham gia cắt gọt nên tuổi thọ của dao giảm.

Nếu phôi dài và nhỏ, nghĩa là kém cứng vững, dễ bị uốn, thì tốt nhất là sử dụng dao có góc φ lớn. vì như vậy sẽ giảm được lực đẩy. Để đảm bảo cho tuổi thọ của dao cao và giảm lực đẩy, người ta quy định như sau: Đối với phôi cứng vững $\varphi = 30^\circ \div 45^\circ$; đối với phôi không cứng vững $\varphi = 60^\circ \div 90^\circ$.

+ Góc lệch phụ φ_1

Là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt phẳng đáy và phương chạy dao.

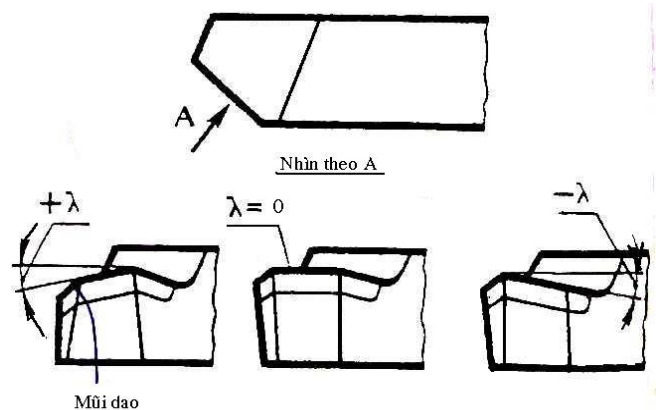
Khi gia công thô dùng dao có góc $\varphi_1 = 10^\circ \div 15^\circ$; còn khi gia công tinh $\varphi_1 = 5^\circ \div 10^\circ$. Dao đầu cong $\varphi_1 = 45^\circ$.

Tác dụng của góc nghiêng phụ là giảm ma sát giữa lưỡi cắt phụ với bề mặt chi tiết đã gia công.

+ Góc mũi dao ε (epsilon)

Là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt chính và hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt phẳng đáy.

Góc ε ảnh hưởng đến khả năng cắt gọt: Nếu ε lớn thì dao bền, nhưng ma sát nhiều, khả năng cắt gọt kém. Mũi dao thường được mài với bán kính R đảm bảo cho mũi dao không bị mẻ và tăng độ trơn nhẵn bề mặt gia công. Bán kính mũi dao phụ thuộc vào kích thước và công dụng của dao (gia công thô hay tinh).



Hình 2-8. Góc nghiêng của lưỡi cắt chính

$$\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^\circ.$$

+ Góc nâng (nghiêng) của lưỡi cắt chính λ

Là góc tạo bởi lưỡi cắt chính và hình chiếu của nó trên mặt phẳng đáy.

- $\lambda = 0$ nếu lưỡi cắt chính song song với mặt phẳng đáy.
- $\lambda > 0$ nếu mũi dao là điểm thấp nhất so với tất cả những điểm khác nằm trên lưỡi cắt chính.
- $\lambda < 0$ nếu mũi dao là điểm cao nhất so với tất cả những điểm khác nằm trên lưỡi cắt chính.

Hướng thoát phoi phụ thuộc vào hướng của lưỡi cắt chính và trị số của góc λ .

- Nếu $\lambda = 0$ phoi thoát ra theo phương vuông góc với lưỡi cắt.
- Nếu $\lambda > 0$ phoi thoát về phía bề mặt đã gia công. Mặt khác khi $\lambda < 0$ mũi dao tiếp xúc với chi tiết gia công sau cùng so với tất cả các điểm khác trên lưỡi cắt, vì vậy nó tránh được các va đập. Đối với tải trọng và đập lớn người ta dùng dao có góc $+\lambda$ và $-\gamma$.

+ Góc trước phụ γ_1

Là góc giữa mặt trước và mặt phẳng đáy, đo trong tiết diện phụ.

+ Góc sau phụ α_1

Là góc giữa mặt sau phụ của dao và mặt phẳng cắt gọt, đo trong tiết diện phụ.

Bảng 2- 4. 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	$8^0 \dots 12^0$	$45^0 \dots 50^0$

2.3.3. Các thông số hình học của dao ở trạng thái động

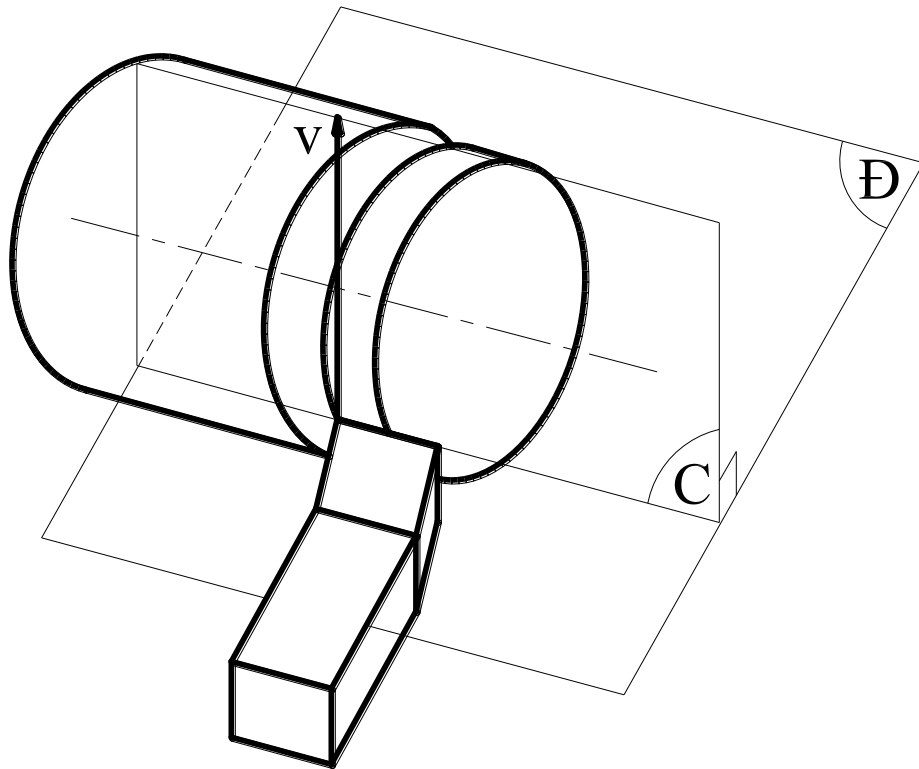
Trong quá trình cắt, các thông số hình học của dao có thể thay đổi so với các thông số ở trạng thái tĩnh. Sự thay đổi này do các nguyên nhân sau:

- Do trong quá trình cắt có kể tới ảnh hưởng của chuyển động chạy dao.
- Do mũi dao gá không ngang tâm máy.
- Do trục thân dao khi gá không vuông góc với đường tâm máy.

a. Ảnh hưởng của chuyển động chạy dao tới các thông số hình học của dao

Ở trạng thái động tức là có kể đến chuyển động chạy dao thì quỹ đạo chuyển động cắt của một điểm bất kỳ trên lưỡi cắt chính là đường xoắn ốc, do đó véc tơ tốc độ cắt (V_c) lệch đi một góc μ so với trạng thái tĩnh. Lúc này véc-tơ tốc độ cắt V_c không trùng với véc tơ tốc độ vòng V_n mà là tổng của hai véc-tơ: véc-tơ tốc độ vòng và véc-tơ tốc độ chạy dao $\vec{V}_c = \vec{V}_n + \vec{V}_s$. Do véc-tơ tốc độ cắt lệch đi một góc dẫn đến mặt phẳng đáy, mặt phẳng cắt và tiết diện cắt chính cũng lệch đi một góc μ so với trạng thái tĩnh.

Trong quá trình tiện thường có hai chuyển động chạy dao: chuyển động chạy dao dọc và chuyển động chạy dao ngang. Khi có chuyển động chạy dao dọc thì quỹ đạo chuyển động cắt của một điểm bất kỳ trên lưỡi cắt là đường xoắn ốc, còn khi có chuyển động chạy dao ngang thì quỹ đạo là đường xoắn Ac-si-met. Trong cả hai trường hợp này các mặt phẳng đều lệch đi một góc μ so với trạng thái tĩnh, do đó các góc độ của dao ở trạng thái động được xác định trên các mặt phẳng đó cũng lệch đi một góc μ so với trạng thái tĩnh.



Hình 2-9. Mặt phẳng đáy ở trạng thái tĩnh

$$\gamma_d = \gamma_t + \mu ; \alpha_d = \alpha_t + \mu$$

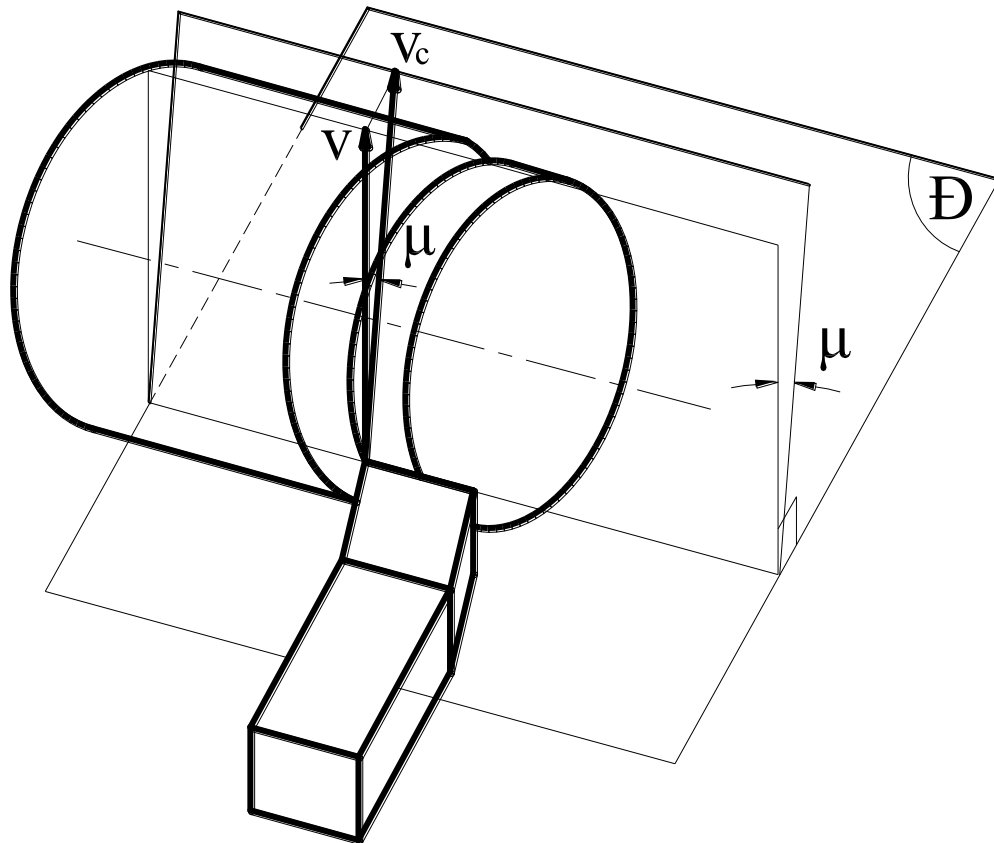
Trong đó:

γ_d : Góc trước của dao ở trạng thái động.

γ_t : Góc trước của dao ở trạng thái tĩnh.

α_d : Góc sau của dao ở trạng thái động.

α_t : Góc sau của dao ở trạng thái tĩnh.



Hình 2-10. Mặt phẳng đáy ở trạng thái động

b. Mũi dao gá không ngang tâm máy

Ta xét 2 góc α và γ : Các góc chính α và γ không chỉ phụ thuộc vào góc mài mà còn phụ thuộc vào việc gá dao:

+ Nếu gá dao cao hoặc thấp hơn tâm chi tiết thì mặt phẳng cắt gọt không còn vuông góc với mặt phẳng đáy cũ, mà lúc này mặt phẳng đáy và mặt phẳng cắt gọt sẽ cùng quay đi một góc μ (gọi là góc động học) nên α và γ cũng thay đổi theo.

Ta có: $\sin \mu = \frac{h}{R}$ (R là bán kính chi tiết).

- Khi tiện ngoài, do mặt phẳng cắt gọt quay đi một góc μ nên góc sau thực tế α_{tt} sẽ giảm so với góc α_m và góc γ_{tt} sẽ tăng so với góc γ_m .

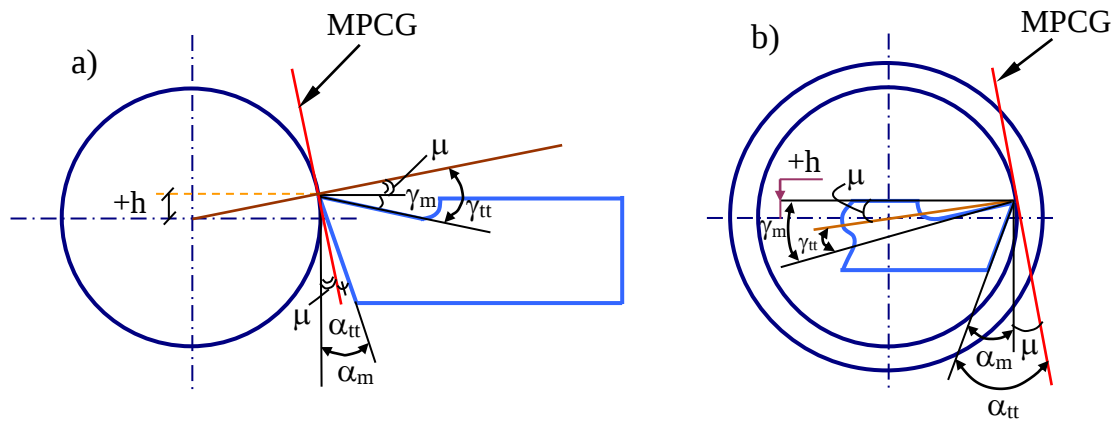
$$\alpha_{tt} = \alpha_m - \mu$$

$$\gamma_{tt} = \gamma_m + \mu$$

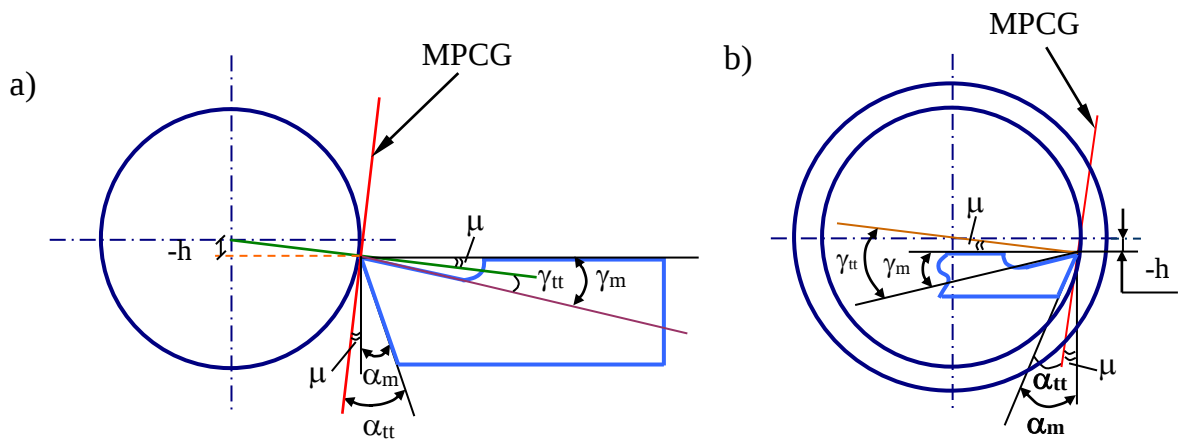
+ Nếu gá dao thấp hơn trục tâm của máy thì góc α_{tt} tăng, còn góc γ_{tt} giảm.

$$\alpha_{tt} = \alpha_m + \mu$$

$$\gamma_{tt} = \gamma_m - \mu$$



Hình 2-11. Gá dao cao tâm
a) Tiện ngoài b) Tiện lỗ



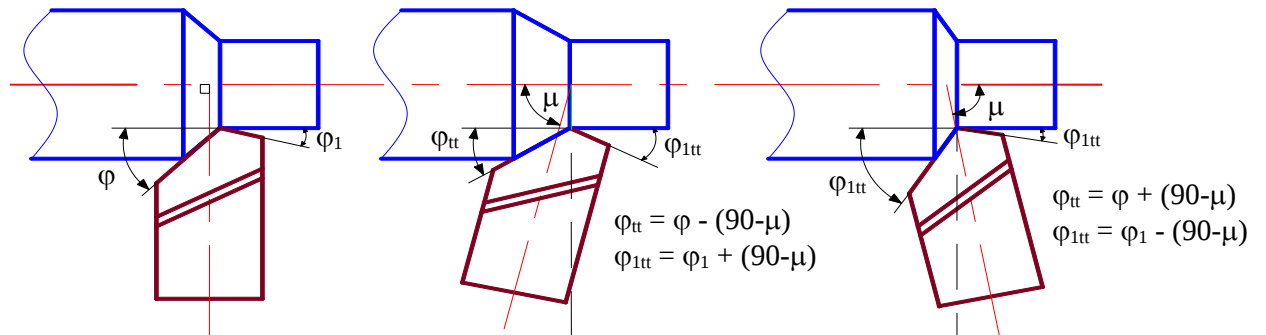
Hình 2-12. Gá dao thấp tâm
a) Tiện ngoài b) Tiện lỗ

Trong thực tế, Khi tiện ngoài cho phép gá dao cao hơn tâm của chi tiết một khoảng $h = 0,02 d$, khi đó lực cắt gọt sẽ ấn dao xuống một chút và mũi dao vẫn giữ ở vị trí ngang với tâm máy.

Khi tiện lỗ, các góc γ_{tt} và α_{tt} cũng thay đổi tùy theo việc gá dao so với trục tâm của máy nhưng theo hướng ngược lại.

c. Ảnh hưởng của trục dao gá không vuông góc với tâm máy

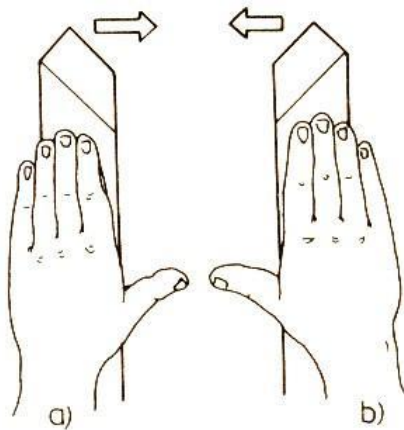
Khi làm việc nếu trục dao gá không vuông góc với tâm máy mà lệch đi một góc $\mu < 90^\circ$ thì các góc φ và φ_1 sẽ thay đổi một góc có giá trị bằng $(90-\mu)$.



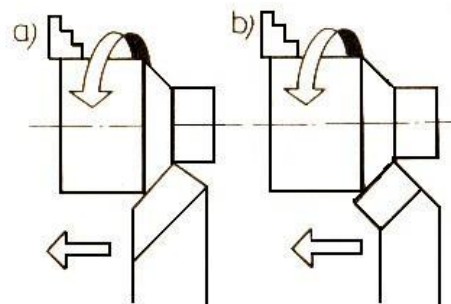
Hình 2-13. Góc gá dao

2.3.4. Các loại dao tiện thông dụng

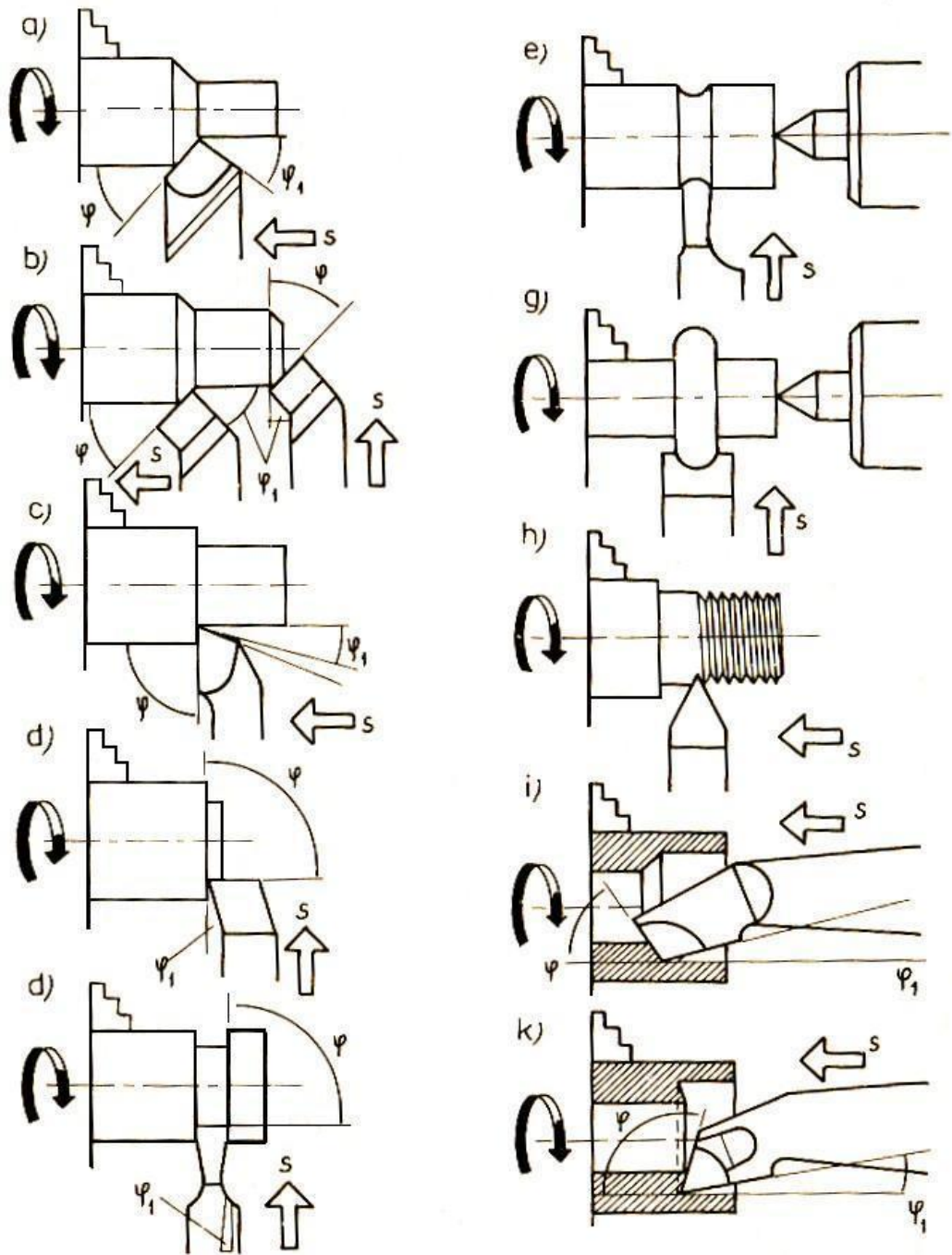
- Trong gia công tiện, thường sử dụng nhiều loại dao khác nhau. Căn cứ vào vị trí của lưỡi cắt, người ta phân thành hai loại: dao tiện trái và dao tiện phải.
- Theo công dụng có dao tiện suốt đầu thẳng, dao tiện suốt đầu cong, dao vai, dao tiện mặt đầu, dao cắt rãnh, dao cắt đứt, dao định hình, dao tiện ren, dao tiện lỗ.



Hình 2-14. Xác định dao tiện trái, phải
a) Dao tiện trái; b) Dao tiện phải



Hình 2-15. Hình dạng của đầu dao
a) Dao đầu thẳng; b) Dao đầu cong

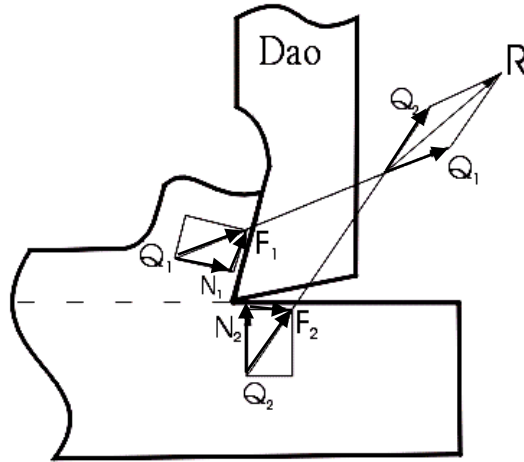


Hình 2-16. Phân loại dao theo công dụng

- a) Dao tiện phá đầu thẳng; b) Dao tiện phá đầu cong; c) Dao vai; d) Dao xén mặt đầu.
 đ) Dao cắt đứt; e) Dao cắt rãnh định hình; g) Dao định hình; h) Dao tiện ren;
 i) Dao tiện lỗ suốt; k) Dao tiện lỗ kín

B. LỰC CẮT KHI TIỆN

2.4. PHÂN TÍCH VÀ TỔNG HỢP LỰC



Hình 2-17. Sơ đồ các lực tác dụng khi gia công

Trong quá trình cắt:

+ Phôi 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 (áp lực) N_2
- Lực ma sát F_2

Tacó:

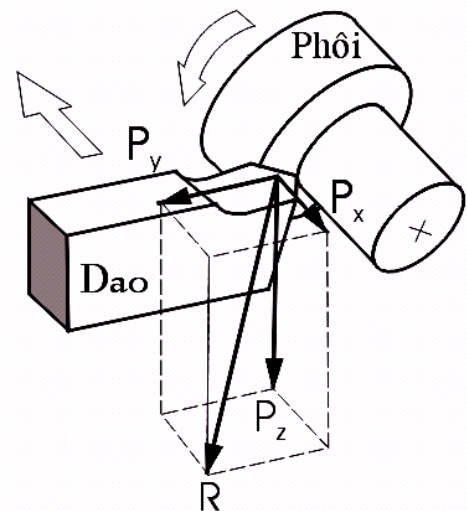
$$\begin{cases} \bar{N}_1 + \bar{F}_1 = \bar{Q}_1 \\ \bar{N}_2 + \bar{F}_2 = \bar{Q}_2 \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} \bar{Q}_1 + \bar{Q}_2 = \bar{R} \end{array} \right.$$

R : chính là lực tác dụng lên dao.

Để nghiên cứu và đo lực cản 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 và Oz .

Ta có: $R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$

Tổng hợp hai lực P_x và P_y ta được lực P_N trùng với phương pháp tuyến của lưỡi cắt.



Hình 2-18. Sơ đồ lực cắt khi tiện

Ta có: $P_N = P_y + P_x$

$$P_x = P_N \cdot \sin \varphi$$

$$P_y = P_N \cdot \cos \varphi$$

Qua thực nghiệm khi tiện dọc bằng dao tiện có góc $\varphi = 45^\circ$; $\lambda = 0$; $\gamma = 15^\circ$ giữa P_x , P_y , P_z có mối quan hệ gần đúng như sau:

$$\frac{P_y}{P_z} = (0,4 \div 0,5);$$

$$\frac{P_x}{P_z} = (0,3 \div 0,4)$$

Thay các trị số P_x , P_y , bằng P_z ta có:

$$R = \sqrt{(P_z^2 + [(0,4 \div 0,5)P_z]^2 + [(0,3 \div 0,4)P_z]^2)}$$

$$R = (1,1 \div 1,18)P_z$$

Như vậy P_z là thành phần lực có trị số lớn nhất vì vậy người ta gọi P_z là lực cắt chính. Khi nghiên cứu lực cắt là chủ yếu nghiên cứu lực P_z .

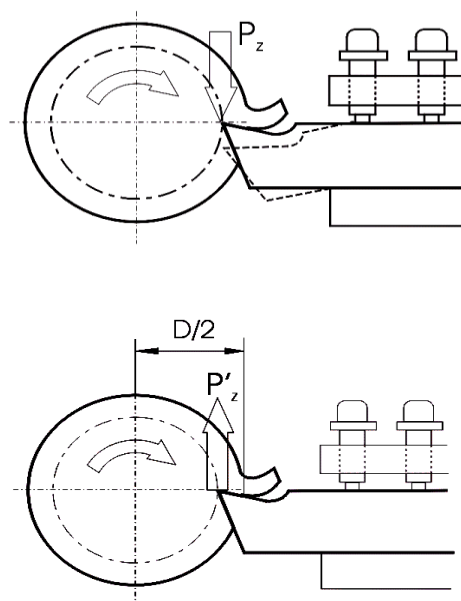
Tỷ số giữa hai lực P_x và P_y phụ thuộc vào góc φ . Nếu góc φ tăng thì lực P_y giảm, còn P_x tăng.

2.5. TÁC DỤNG CỦA LỰC LÊN DAO, MÁY, VẬT GIA CÔNG

2.5.1. Lực cắt gọt P_z (lực tiếp tuyến)

Có phương thẳng đứng theo chiều đi xuống, nằm trong mặt phẳng cắt gọt (véctơ của nó trùng với véctơ tốc độ cắt).

Lực cắt gọt P_z tác dụng lên dao theo phương thẳng đứng có xu hướng uốn và bẻ gãy dao, tiết diện uốn là phần làm việc của dao. Vì vậy khi tính toán độ bền của dao, của máy và công suất máy phải căn cứ vào lực P_z .



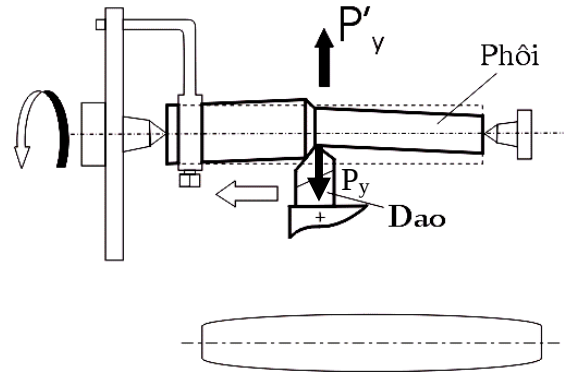
Hình 2-19. Tác dụng của lực cắt gọt

2.5.2. Lực dọc trục P_x

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.

2.5.3. Lực hướng kính P_y

Có phương dọc theo trục của dao, đẩy dao khỏi phôi và tác dụng vào bulong trên ổ dao, phản lực P'_y đẩy phôi làm cong chi tiết. Lực này gây rung động trên mặt phẳng ngang, ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác và độ bóng bề mặt gia công.

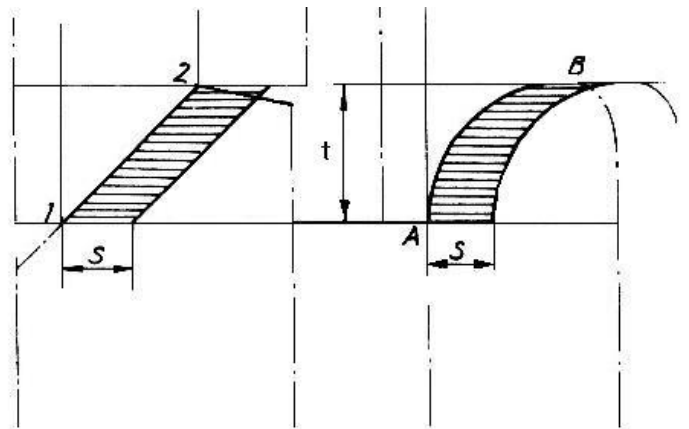


Hình 2-20. Phôi bị uốn do tác dụng của lực hướng kính

2.6. CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN LỰC CẮT

2.6.1. Ảnh hưởng của vật liệu gia công

Tính chất cơ lý của vật liệu gia công ảnh hưởng lớn đến lực cắt. Khi gia công vật liệu dẻo, lực cắt nhỏ hơn so với vật liệu giòn. Ví dụ: khi tiện gang, lực cắt nhỏ hơn khi tiện thép 1,5 lần. Vì khi tiện gang lực biến dạng nhỏ, còn ở thép phần lớn công tiêu phí dùng để biến dạng dẻo lớp cắt. Mặt khác, giới hạn bền của thép cao hơn gang. Kim loại độ hạt càng nhỏ, độ cứng càng cao, lực cắt càng lớn.



Hình 2-21. Sự biến đổi chiều dày cắt khi lưỡi cắt thẳng và cong

2.6.2. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt t , lượng chạy dao s

Chiều sâu cắt t : khi tăng t , lực cắt tăng vì khi đó lực biến dạng của lớp kim loại bị cắt và lực ma sát giữa dao và phôi tăng. Thực nghiệm cho thấy P_z , P_x , P_y , coi như tỷ lệ với t .

Ảnh hưởng của lượng chạy dao s : Khi tăng s thì lực biến dạng và lực ma sát đều tăng nên lực cắt tăng. Song tăng s thì chiều dày cắt a tăng tỷ lệ thuận với s ($a = s \cdot \sin \phi$), như vậy hệ số co phôi và trị số ma sát giảm, do đó lượng chạy dao ảnh hưởng đến lực cắt ít hơn.

2.6.3. Ảnh hưởng của các thông số hình học phần cắt đến lực cắt

- Ảnh hưởng của góc trước γ : Góc trước γ càng nhỏ (góc δ lớn) dao cắt vào chi tiết càng khó, biến dạng dẻo tăng lên, lực cắt tăng.

- *Ảnh hưởng của góc sau α* : Khi cắt mặt sau của dao tiếp xúc với chi tiết gia công. Góc sau càng lớn đoạn tiếp xúc càng nhỏ làm cho ma sát càng giảm, lực cắt giảm. Nếu tiếp tục tăng góc sau α thì lực cắt giảm không đáng kể.

- *Ảnh hưởng của góc nghiêng chính φ và góc nghiêng phụ φ_1* : Khi tăng φ nếu giữ nguyên t và s thì chiều dày cắt a tăng ($a = s \cdot \sin\varphi$) nên P_z giảm. Điều này chỉ đúng khi gia công gang hoặc thép với dao có bán kính $r = 0$. Còn khi dao có bán kính $r \neq 0$, lúc đầu P_z giảm, nhưng khi φ tăng quá 60° , do chiều dài đoạn cong của lưỡi cắt tham gia cắt tăng nên P_z lại tăng. Đối với P_x và P_y có quan hệ:

$$P_x = P_N \cdot \sin\varphi$$

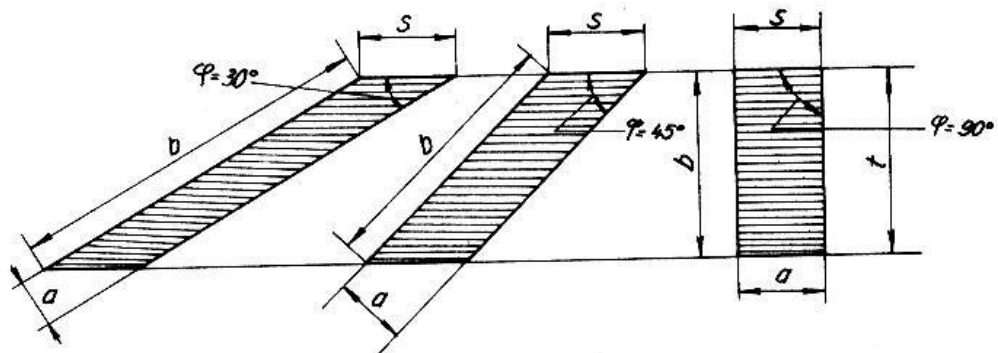
$$P_y = P_N \cdot \cos\varphi$$

Khi φ tăng thì P_x tăng, P_y giảm. Vì P_y ảnh hưởng đến rung động nên khi hệ thống

công nghệ không đủ độ cứng vững nên tận dụng dùng dao có góc φ lớn. Góc nghiêng phụ φ_1 ảnh hưởng ít đến lực cắt có thể bỏ qua.

- *Ảnh hưởng của bán kính mũi dao r* : Khi tăng r , do đoạn cong của lưỡi cắt tham gia cắt tăng nên biến dạng của phôi tăng, lực P_z tăng. Mặt khác, tăng r thì góc φ trên phần cong của lưỡi cắt giảm làm cho lực P_y tăng rất nhanh, còn P_x giảm.

- *Ảnh hưởng của góc λ* Thay đổi λ trong khoảng -5° đến $+5^\circ$, lực cắt biến đổi



Hình 2-22. Sự thay đổi chiều dày cắt a , chiều rộng cắt b theo góc φ

ít, tăng λ lên nữa thì P_z và P_y tăng còn P_x giảm.

- *Ảnh hưởng của sự mài mòn dao*: Mặt dao càng mòn thì diện tích tiếp xúc giữa dao với mặt gia công càng lớn nên lực cắt càng tăng.

- *Ảnh hưởng của dung dịch trơn nguội*: Dung dịch trơn nguội trong quá trình cắt vừa làm giảm nhiệt cắt, đồng thời còn làm giảm ma sát giữa phôi với mặt trước và mặt gia công nên lực cắt giảm.

2.7. CÔNG THỨC TÍNH VÀ TRÌNH TỰ TÍNH CHẾ ĐỘ CẮT KHI TIỆN

2.7.1. Chiều sâu cắt (t)

$$t = \frac{D-d}{2} \text{ [mm]}$$

2.7.2. Bước tiến (s)

a. Tính theo sức bền cán dao có các công thức:

- Với cán dao tiết diện chữ nhật:

$$S_1 = \frac{Y_{PZ}}{\sqrt{6.C_{PZ} t^{X_{PZ}} . V^{n_{PZ}} K_{PZ} l}} \sqrt{B H^2 [\sigma]_u}; \text{ [mm/ vòng]}$$

- Với cán dao tiết diện tròn:

$$S_1 = \frac{Y_{PZ}}{\sqrt{32.C_{PZ} t^{X_{PZ}} . V^{n_{PZ}} K_{PZ} l}} \sqrt{\pi . d^3 [\sigma]_u}; \text{ [mm/ vòng]}$$

b. Tính theo sức bền cơ cấu chạy dao:

$$S_2 = \frac{Y_{Px}}{\sqrt{1,45.C_{Px} t^{X_{Px}} . V^{n_{Px}} K_{Px}}} \sqrt{P_m}; \text{ [mm/ vòng]}$$

c. Tính theo độ chính xác của chi tiết gia công:

$$S_3 = \frac{Y_{Py}}{\sqrt{1,1.L^3 C_{Py} t^{X_{Py}} . V^{n_{Py}} K_{Py}}} \sqrt{KEJ[f]}; \text{ [mm/ vòng]}$$

- Sau khi tính chọn lượng chạy dao nhỏ nhất trong s_1, s_2, s_3 so sánh với máy và chọn $S_m \leq S_{min}$

2.7.3. Vận tốc cắt (v)

Yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến tốc độ cắt của dao là tuổi thọ của dao, chiều sâu cắt t, bước tiến s, các thông số hình học của dao, vật liệu làm dao, vật liệu gia công, dung dịch trơn nguội v.v... Chọn [v] bởi tính năng cắt gọt của dao:

Bảng 2-5. Các dạng gia công và công thức tính Vận tốc cắt

Dạng gia công	Công thức v [m/phút]
Tiện ngoài với bước tiến dọc, ngang và lỗ.	$v = \frac{C_v}{T^m t^{X_v} . s^{Y_v}} K_v$
Cắt đứt và tiện rãnh.	$v = \frac{C_v}{T^m . s^{Y_v}} K_v$

$$K_v = K_{m_v} . K_{n_v} . K_{u_v} . K_{\phi_v} . K_{\phi_{1v}} K_{q_v} \text{ tra sách “ Sổ tay công nghệ CTM tập 2”}.$$

K_v : Hệ số hiệu chuẩn chung về tốc độ cắt

K_{m_v} : Hệ số phụ thuộc vào chất lượng vật liệu gia công (bảng 5-1 đến 5-4)

K_{nv} : Hệ số phụ thuộc vào tình trạng bề mặt phôi (bảng 5-5)

K_{uv} : Hệ số phụ thuộc vào vật liệu của dụng cụ cắt (bảng 5-6)

$K_{\phi v}$, $K_{\phi 1v}$, K_{nv} : Hệ số xét đến ảnh hưởng của thông số hình học kết cấu của dao (9-1)

Tra tài liệu “Chế độ cắt gia công cơ khí” bảng (1-1), (2-1), (7-1), (8-1), (9-1) (5-18)

Từ v tính ra số vòng quay n :

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

Đối chiếu thuyết minh máy 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:

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

2.7.4. Lực cắt

Trong thực tế công thức tổng quát thích hợp nhất để tính lực cắt khi tiện bao gồm các thông số: chiều sâu cắt, lượng chạy dao và tốc độ cắt. Còn các yếu tố khác cho gián tiếp thông qua các hệ số ảnh hưởng.

Công thức tổng quát để tính lực cắt khi tiện được viết dưới dạng sau:

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot s^{y_{Pz}} \cdot v^{n_{Pz}} \cdot K_{Pz} \text{ [KG]}$$

$$P_y = C_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot s^{y_{Py}} \cdot v^{n_{Py}} \cdot K_{Py} \text{ [KG]}$$

$$P_x = C_{Px} \cdot t^{x_{Px}} \cdot s^{y_{Px}} \cdot v^{n_{Px}} \cdot K_{Px} \text{ [KG]}$$

Trong đó:

C_{Pz}, C_{Py}, C_{Px} : Hằng số phụ thuộc vào vật liệu gia công.

x_{Pz}, y_{Py}, n_{Px} : Số mũ chỉ mức độ ảnh hưởng của t, s, v đối với P_z , các số mũ khác chỉ mức độ ảnh hưởng của t, s, v đến P_y và P_x .

K_{Pz}, K_{Py}, K_{Px} : Các hệ số điều chỉnh tính đến ảnh hưởng của các thông số khác đến lực cắt.

Ví dụ:

$$K_{Pz} = K_{vl} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\gamma} \cdot K_{\alpha} \cdot K_{\lambda} \cdot K_r \dots$$

K_{vl} : Hệ số ảnh hưởng của vật liệu gia công

K_{ϕ} : Hệ số ảnh hưởng của góc ϕ

$K_{\gamma}, K_{\alpha}, K_{\lambda}, K_r$: hệ số ảnh hưởng của góc γ , góc α , góc λ , bán kính mũi dao r .

2.7.5. Công suất tiêu thụ khi cắt

$$\text{Tính theo công thức: } N = \frac{P_z.v}{60.102} \text{ [Kw]}$$

So sánh với công suất ở thuyết minh thư – Máy đảm bảo an toàn.

Nếu có nhiều dụng cụ đồng thời tham gia cắt gọt thì công suất tính bằng tổng các công suất riêng của từng dụng cụ.

2.8. BÀI TẬP

Tiện dọc một trục $D = 50^{+0,02}$, chiều dài $L=300$. Vật liệu gia công là thép carbon kết cấu $< 0,6\%C$ không vô cứng, $\sigma_b = 75 \text{ KG/mm}^2$, từ phôi có đường kính $D_F = 54$ bằng dao hợp kim cứng T5K10 có kết cấu như sau: $F = 20 \times 30$, $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$, $\gamma = -15^\circ$, $\lambda = 0$. Quá trình cắt không tưới nguội. Tuổi bền trung bình của dao $T = 50$ phút. Xác định chế độ cắt khi gia công trên máy 1A62. Chi tiết gá trên 2 mũi chống tâm.

Cho biết: $C_v = 273$; $x_v = 0,15$; $y_v = 0,2$; $m = 0,2$; $[\sigma]_u = 20 \text{ KG/mm}^2$; $[f] = 0,2 \div 0,4$ khi tiện thô; Modul đàn hồi của vật liệu: $E = 2,1 \times 10^4 \text{ KG/mm}^2$; $J = 0,05 \text{ xd}^4$; $[P_x] = 50 \text{ KG}$; hiệu suất của máy $\eta = 0,75$.

$C_{Pz} = 300$; $x_{Pz} = 1$; $y_{Pz} = 0,75$; $n_{Pz} = -0,15$; $K_{Pz} = 1,25$; $k_v = 1$; $s_{s\sigma} \text{ bộ} = 0,21$

$C_{Py} = 243$; $x_{Py} = 0,9$; $y_{Py} = 0,6$; $n_{Py} = -0,3$; $K_{Py} = 2$

$C_{Px} = 339$; $x_{Px} = 1$; $y_{Px} = 0,5$; $n_{Px} = -0,4$; $K_{Px} = 2$

Giải

1/ Chiều sâu cắt t

$$h = \frac{D_F - D}{2} = \frac{54 - 50}{2} = 2 \text{ [mm]} \text{ (lượng dư nhỏ nên có thể chọn một lần cắt là đạt kích thước, vậy } t = 2 \text{ mm)}$$

2/ Bước tiến (lượng chạy dao)

1. Tính theo sức bền cán dao:

Với cán dao tiết diện chữ nhật:

$$S_1 = y_{Pz} \sqrt{\frac{BH^2 [\sigma]_u}{6.C_{Pz} t^{x_{Pz}} . V^{n_{Pz}} K_{Pz} l}}; = 4,8 \text{ [mm/ vòng]}$$

2. Tính theo sức bền cơ cấu chạy dao:

$$S_2 = y_{Px} \sqrt{\frac{P_m}{1,45.C_{Px} t^{x_{Px}} . V^{n_{Px}} K_{Px}}}; = 0,2 \text{ [mm/ vòng]}$$

3. Tính theo độ chính xác của chi tiết gia công:

$$S_3 = y_{Py} \sqrt{\frac{KEJ[f]}{1,1.L^3 C_{Py} t^{x_{Py}} . V^{n_{Py}} K_{Py}}}; = 0,3 \text{ [mm/ vòng]}$$

Sau khi tính chọn lượng chạy dao nhỏ nhất trong S_1, S_2, S_3 so sánh với máy và chọn $S_m \leq S_{\min}$

Chọn $S = S_{\min} = 0,2 \text{ mm/vòng}$, theo thuyết minh máy chọn $S_m = 0,2 \text{ mm/vòng}$.

3/ Vận tốc cắt

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} t^{X_v} . S^{Y_v}} K_v \quad [\text{m/phút}]$$

+ Hệ số điều chỉnh chung về tốc độ cắt:

$$K_v = K_{m_v} . K_{n_v} . K_{u_v} . K_{\phi_v} . K_{\phi_{1v}} K_{q_v}$$

Tiền ngoài với bước tiến dọc:

Tra bảng sách “Chế độ cắt gia công cơ khí”

$$(1-1): C_v = 273; X_v = 0,15; Y_v = 0,2; m = 0,2$$

$$(2-1): k_{mv} = 1,0$$

$$(7-1): k_{nv} = 1,0$$

$$(8-1): k_{uv} = 1,0$$

$$(9-1): k_{\phi v} = 1,0; k_{\phi_{1v}} = 1,0; k_{qv} = 1$$

$$K_v = 1$$

Hoặc tra bảng “Sổ tay công nghệ CTM tập 2”

$$(5-17): C_v = 227; X_v = 0,15; Y_v = 0,2; m = 0,2$$

$$(5-1) \text{ và } (5-2): k_{mv} = 1,0$$

$$(5-5): k_{nv} = 1,0$$

$$(8-1): k_{uv} = 1,0$$

$$(5-18): k_{\phi v} = 1,0; k_{\phi_{1v}} = 1,0; k_{qv} = 1$$

$$v = \frac{227}{50^{0,2} 2^{0,15} 0,2^{0,2}} \cdot 1 \quad [\text{m/phút}]$$

Số vòng quay trục chính:

$$n = \frac{1000.v}{\pi.D} \quad \text{v/phút}$$

Chọn số vòng quay thực theo thuyết minh máy: $n_{\text{thực}}$ khi tiện

Vận tốc thực khi tiện:

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

4/ Tính Lực cắt

+ Hệ số điều chỉnh chung về lực cắt:

$$K_{pz} = K_{mpz} . K_{\phi pz} . K_{\gamma pz} . K_{\lambda pz} . K_{rpz}$$

$$K_{px} = K_{mpx} . K_{\phi px} . K_{\gamma px} . K_{\lambda px} . K_{rpx}$$

$$K_{py} = K_{mpy} . K_{\phi py} . K_{\gamma py} . K_{\lambda py} . K_{rpy}$$

Tra sách” Chế độ cắt gia công cơ khí” bảng (11-1),(12-1),(15-1)

Tính lực tiếp tuyến:

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{x_{Pz}} \cdot s^{y_{Pz}} \cdot v^{n_{Pz}} \cdot K_{Pz} \quad [KG]$$

Tính lực dọc trục:

$$P_y = C_{Py} \cdot t^{x_{Py}} \cdot s^{y_{Py}} \cdot v^{n_{Py}} \cdot K_{Py} \quad [KG]$$

Tính lực hướng kính:

$$P_x = C_{Px} \cdot t^{x_{Px}} \cdot s^{y_{Px}} \cdot v^{n_{Px}} \cdot K_{Px} \quad [KG]$$

5/ Công suất tiêu thụ khi cắt

$$N_{cg} = \frac{P_z \cdot v_{thuc}}{60 \cdot 102} \quad [Kw]$$

Muốn cắt gọt được phải đảm bảo $N_{cg} \leq \eta \cdot N_{động cơ}$

So sánh với công suất ở thuyết minh thư – Máy đảm bảo an toàn.

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1/ Cho biết khả năng công nghệ của phương pháp gia công tiện. Các chuyển động cơ bản trong gia công tiện. Vẽ hình.
- 2/ Thế nào là chiều sâu cắt t ? Cho biết chiều sâu cắt t khi tiện trụ ngoài, tiện lỗ, vạt mặt, cắt rãnh cắt đứt. Vẽ hình.
- 3/ Thế nào là bước tiến s , tốc độ cắt v ? Viết công thức tính vận tốc cắt v , từ đó suy ra công thức tính số vòng quay trục chính.
- 4/ Trình bày thông số hình học của tiết diện lớp cắt. Vẽ hình.
- 5/ Người ta nghiên cứu các góc độ của dao dựa vào những mặt phẳng nào? Cho biết các khái niệm của những mặt phẳng đó. Vẽ hình.
- 6/ Cho biết các yếu tố cơ bản của dao tiện. Vẽ hình.
- 7/ Kể tên và định nghĩa các góc trên dao tiện.
- 8/ Cho biết cách lựa chọn các góc α và γ của dao tiện khi gia công.
- 9/ Cho biết cách lựa chọn các góc β , φ và φ_1 của dao tiện khi gia công.
- 10/ Cho biết cách nhận diện góc nâng λ dương, âm, bằng 0. Khi gia công chi tiết có vạt đầu lớn chọn dao có góc độ như thế nào?
- 11/ Khi gia công cắt gọt các góc độ của dao (góc độ dao ở trạng thái động) sẽ thay đổi như thế nào?
- 12/ Cho biết khi gá dao cao tâm các góc độ của dao sẽ thay đổi như thế nào? Vẽ hình.
- 13/ Cho biết khi gá dao thấp tâm các góc độ của dao sẽ thay đổi như thế nào? Vẽ hình.
- 14/ Trình tự tính chế độ cắt khi tiện.

Chương 3: GIA CÔNG PHAY

Mục tiêu:

- Qua bài học này học viên trình bày được:
- Công dụng và phân loại dao phay.
- Cấu tạo dao phay trụ và dao phay mặt đầu.
- Lực cắt khi phay.
- Tính được chế độ cắt khi phay.

1. CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI DAO PHAY

Hiện nay phay là một phương pháp gia công rất phổ biến. Có khả năng công nghệ rộng rãi. Phay có thể gia công được mặt phẳng, rãnh có đường sinh thẳng, xoắn; mặt định hình. Ngoài ra phay còn dùng để gia công các mặt tròn xoay. Độ chính xác đạt được sau khi phay là cấp $4 \div 3$, độ nhẵn bóng cấp $6 (R_a 2,5) \div 9 (R_a 0,32)$. Trường hợp phay tinh có thể đạt cao hơn.

Chuyển động chính của phay là chuyển động quay tròn của dao, còn chuyển động chạy dao thường là chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn máy. Chuyển động chạy dao cũng có thể là chuyển động quay tròn của chi tiết (chi tiết và dao cùng xoay quanh tâm của nó).

Dao phay mặt trụ và dao phay mặt đầu là hai loại dao cơ bản nhất dùng để gia công các mặt phẳng.

Dao phay mặt trụ đường tâm của nó nằm song song với mặt phẳng cần gia công. Các răng làm việc được bố trí trên mặt trụ. Còn dao phay mặt đầu đường tâm của dao vuông góc với mặt phẳng cần gia công, các răng được bố trí ở trên mặt đầu.

Từ hai dạng dao phay cơ bản đó người ta chế tạo ra các loại dao khác bằng cách bố trí răng cả trên mặt đầu và mặt trụ gồm:

- Dao phay rãnh: dùng để gia công rãnh kín hoặc nửa kín cũng có thể dùng gia công các bề mặt bên có bề rộng nhỏ.

- Dao phay ngón: răng được bố trí trên mặt trụ và mặt đầu nên nó có thể làm việc như dao phay mặt trụ khi gia công các bề mặt có độ rộng nhỏ hoặc để gia công các rãnh kín như rãnh then trên trục, dao phay ngón còn dùng để gia công các mặt tròn xoay.

Dao phay định hình có răng trên mặt trụ và mặt đầu, Profin của răng giống như profin của rãnh cần gia công.

- Dao phay cắt là một dạng dao phay rãnh có các răng so le nhau để mở rộng rãnh cắt, dùng để cắt đứt hoặc sẻ rãnh nhỏ.

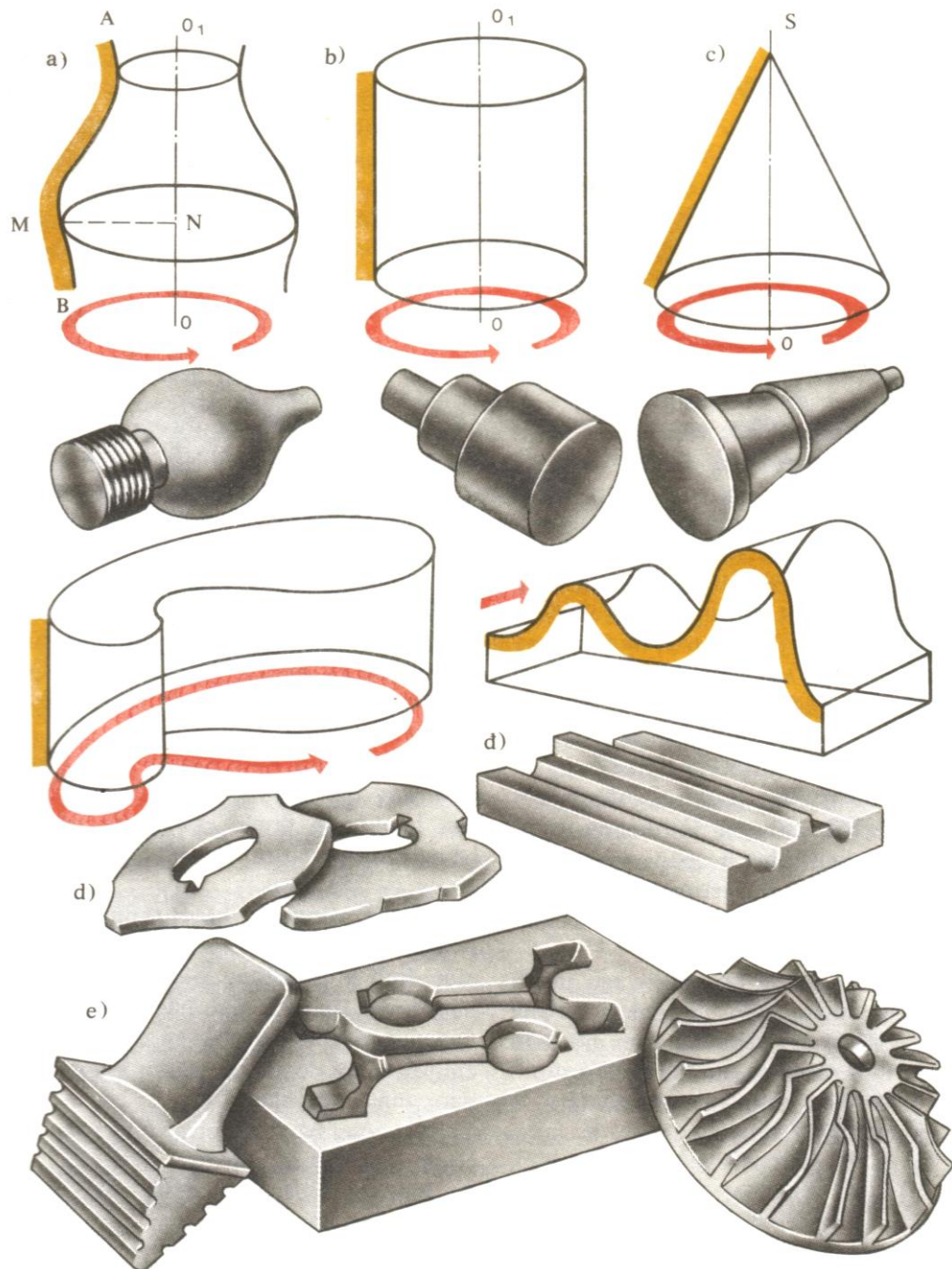
- Ngoài ra còn có dao phay góc răng bố trí trên mặt côn, góc dao phụ thuộc vào góc chi tiết, dùng để gia công các khối V, mang cá v.v...

Ngoài cách phân loại trên, ta còn phân loại theo dạng răng của dao.

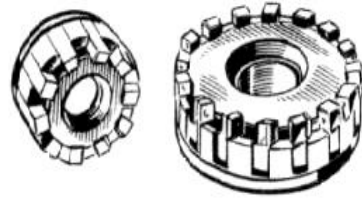
- Dạng răng nhọn: dùng cho tất cả các loại dao không đòi hỏi Profin chính xác như: dao phay mặt trụ, mặt đầu, rãnh, góc v.v...

Dạng răng nhọn khi mài sửa, mài trên mặt sau vì vậy răng khoẻ nhưng Profin thay đổi, dạng này dễ chế tạo nên được dùng rộng rãi để chế tạo các loại dao thông dụng.

- Dạng hót lưng: Khi mài, mài sửa trên mặt trước vì vậy răng gây dần nhưng Profin của răng chính xác như dao phay modul, các loại dao dùng để gia công dụng cụ cắt.



Hình 4-1. Các bề mặt có khả năng gia công được trên máy phay



1. Dao phay mặt đầu



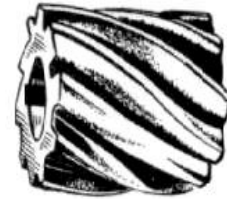
2. Dao phay mặt đầu bậc



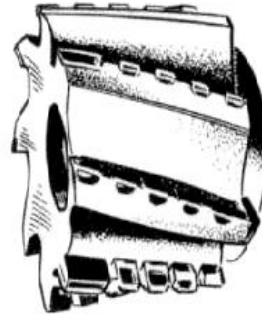
3. Dao phay quay



4. Dao phay mặt đầu tựa



5. Dao phay trụ



6. Dao phay trụ ghép

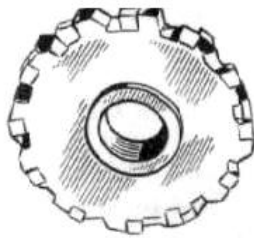


7. Dao phay đĩa hai mặt răng thẳng

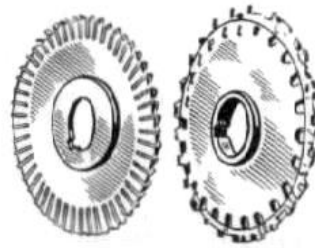


8. Dao phay đĩa hai mặt răng nghiêng





9. Dao phay đĩa hai mặt có răng theo nhiều hướng khác nhau



14. Dao phay đĩa ba mặt gia công rãnh sâu



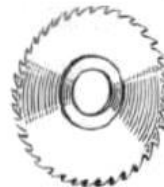
10. Dao phay đĩa ba mặt răng thẳng



15. Dao phay đĩa gia công rãnh then bán nguyệt



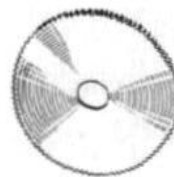
11. Dao phay đĩa ba mặt răng nghiêng



16. Dao phay cắt đứt



12. Dao phay đĩa ba mặt có răng theo nhiều hướng khác nhau



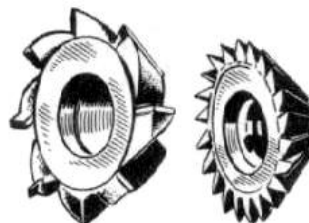
17. Dao phay cắt (chia) rãnh



18. Dao phay góc để vát mép



13. Dao phay đĩa ba mặt ghép



19. Dao phay một góc để phay rãnh



20. Dao phay hai góc không đối xứng



26. Dao phay lõm bán nguyệt ghép



21. Dao phay góc đối xứng



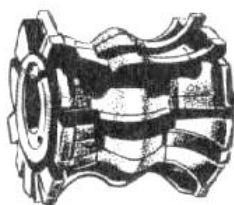
27. Dao phay lõm bốn mặt



22. Dao phay định hình



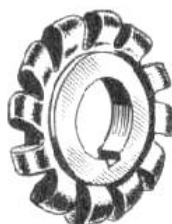
28. Dao phay then hoa



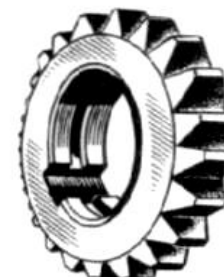
23. Dao phay định hình ghép



29. Dao phay răng lược



24. Dao phay lõm bán nguyệt



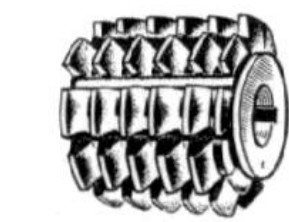
30. Dao phay đĩa gia công ren



25. Dao phay lõm bán nguyệt



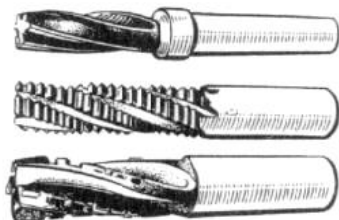
31. Dao phay đĩa modul



32. Dao phay lăn răng



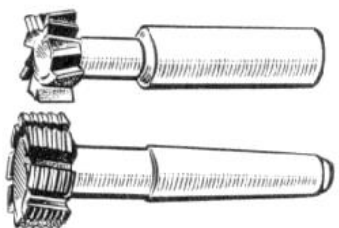
33. Tổ hợp dao phay



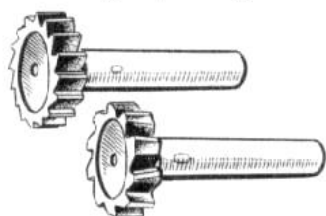
34. Dao phay ngón hình trụ



35. Dao phay ngón để gia công rãnh then



36. Dao phay răng chữ T



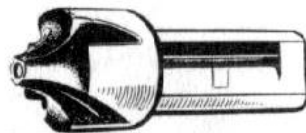
37. Dao phay rãnh then hình bán nguyệt



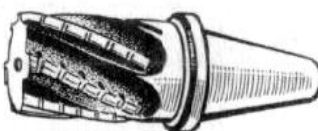
38. Dao phay một góc để phay rãnh



39. Dao phay góc để vát mép



40. Dao phay bốn cạnh tròn



41. Dao phay trụ chép hình



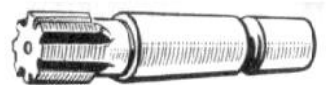
42. dao phay trụ tròn chép hình



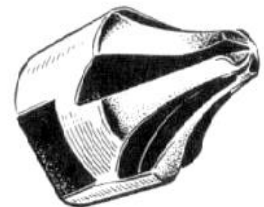
43. Dao phay côn chép hình



44. Dao phay côn tròn chép hình



45. Dao phay răng lược



46. Dao phay ngón modul



47. dao phay dùng cho điêu khắc

Hình 3-2. Các loại dao phay
hình 1 ÷ 4. Dao phay mặt đầu; hình 5 ÷ 33. Dao phay chấp;
hình 34 ÷ 47. Dao phay có đuôi

3.2. CẤU TẠO DAO PHAY MẶT TRỤ VÀ DAO PHAY MẶT ĐẦU

3.2.1. Dao phay mặt trụ

a. Các kích thước cơ bản

Các kích thước của dao phay đều được tiêu chuẩn hoá như: đường kính D, số răng Z, dạng răng, bước, chiều cao răng v.v ...

- Đường kính D: Đường kính D của dao ảnh hưởng đến năng suất và giá thành của dao bởi vì: Khi tăng D thì chiều dày cắt tăng, góc tiếp xúc, số răng cắt đồng thời v.v... tăng, do đó cho phép lượng chạy dao S_z tăng lên, thời gian chạy máy giảm xuống; Khi tăng D moment và công suất cắt tăng lên vì vậy đường kính dao chọn lớn hơn chỉ thích hợp với máy có độ cứng vững cao. Ta có thể chọn D theo kinh nghiệm $D = 2,5 d$ trong đó d là đường kính trục lắp dao. Kích thước D và d đều chọn theo tiêu chuẩn, tra trong sổ tay công nghệ hoặc các sổ tay về chế độ cắt khi phay.

- Chiều cao răng (h) là khoảng cách giữa các lưỡi cắt và đáy của rãnh, đo trong tiết diện hướng kính vuông góc với đường tâm của dao.

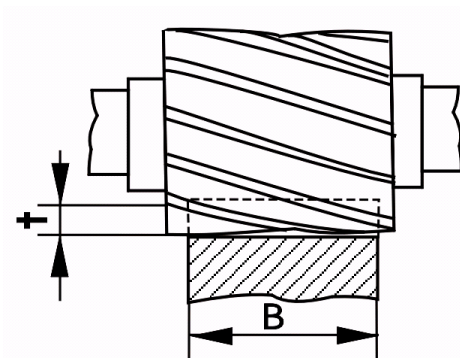
- Bước vòng và bước trục:

+ Bước vòng của răng: là khoảng cách giữa các điểm tương ứng trên lưỡi cắt của hai răng liên nhau được đo theo cung tròn với tâm nằm trên trục dao và trong mặt phẳng vuông góc với mặt này.

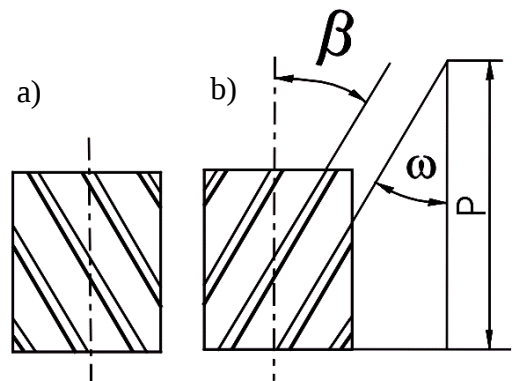
Bước vòng của dao phay có thể bằng nhau và cũng có thể không bằng nhau.

+ Bước vòng phụ thuộc đường kính D và số răng Z:

$$T_v = \frac{\pi D}{Z}$$



Hình 3-3. Chiều rộng và chiều sâu cắt khi phay bằng dao phay trụ



Hình 3-4. Dao phay trụ răng xoắn
(a): Xoắn phải; (b): Xoắn trái

+ Bước trục có quan hệ với bước vòng như sau:

$$T_{\text{vòng}} = \frac{T_{\text{trục}}}{\cotg \omega}$$

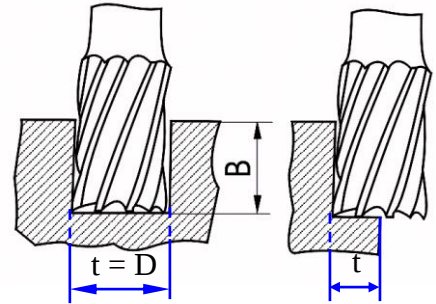
Đối với dao phay răng thẳng $\omega = 0$ nên không xác định $T_{\text{trục}}$

- Số răng Z: số răng Z ảnh hưởng đến số răng cắt đồng thời và độ bền của nó vì vậy mà chọn Z phụ thuộc vào đường kính và vật liệu làm dao, theo

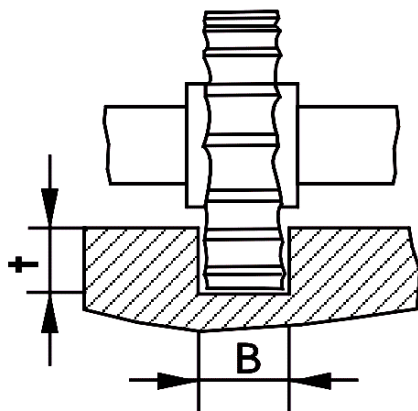
kinh nghiệm chọn số răng Z như sau:

$$z = m\sqrt{D}$$

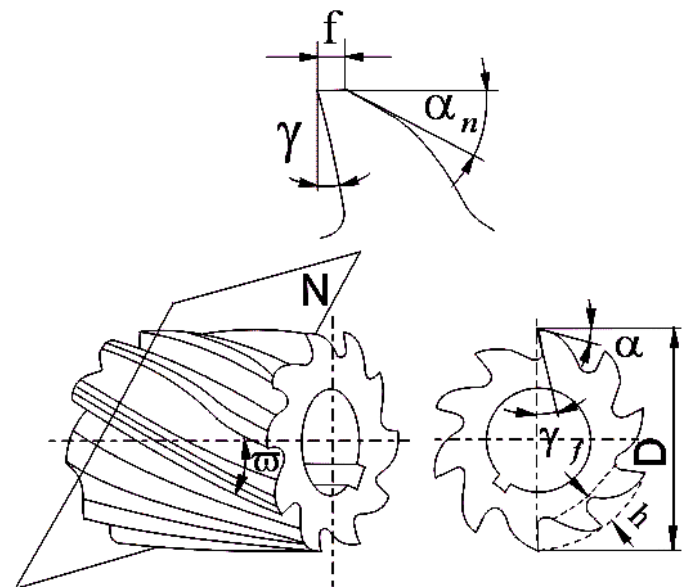
Ở đây $m = 0,5 \div 2$ là hệ số phụ thuộc vào loại dao và điều kiện gia công (ví dụ: khi máy đủ cứng vững và vật liệu làm dao là thép gió thì chọn m lớn. Đối với hợp kim cứng chọn m nhỏ).



Hình 3-5. Chiều rộng và chiều sâu cắt khi phay bằng dao phay ngón



Hình 3-6. Chiều rộng và chiều sâu cắt khi phay bằng dao phay đĩa



Hình 3-7. Thông số hình học của dao phay trụ

Từ 2 yếu tố cơ bản là D và Z ta có thể tra bảng chọn ra các yếu tố khác của dao.

b. Các góc của dao

- Góc xoắn ω : góc xoắn ω càng lớn thì tuổi bền của dao càng cao và độ bóng tăng lên nhưng độ bền uốn kém, vì vậy ω lớn dùng cho dao phay tinh. Thường dùng góc xoắn $\omega = 30 \div 60^\circ$ dao phay trụ răng phẳng góc $\omega = 0$.

- Góc trước γ : lấy mặt phẳng vuông góc với lưỡi cắt chính (B-B). Trị số của nó phụ thuộc vào vật liệu gia công và độ bền của vật liệu làm dao. Đối với dao thép gió thì $\gamma = 5 \div 20^\circ$, còn dao hợp kim cứng $\gamma = -15 \div 15^\circ$ (trị số nhỏ dùng khi gia công vật liệu cứng, trị số lớn dùng khi gia công vật liệu dẻo).

- Góc sau α : lấy trên mặt phẳng vuông góc với đường tâm của dao. Trị số α phụ thuộc vào dạng dao và yêu cầu gia công. Đối với dao thép gió $\alpha = 12 \div 20^\circ$ (dao phay cắt và dao phay rãnh $\alpha = 30^\circ$). Đối với dao hợp kim cứng $\alpha = 8 \div 20^\circ$ (khi phay tinh $\alpha = 5 \div 8^\circ$ nhằm giảm độ mòn mặt sau).

3.2.2. Dao phay mặt đầu

Mối quan hệ giữa các yếu tố với các điều kiện cắt về cơ bản giống nhau như dao phay trụ, nhưng có một số thay đổi như sau:

a. Đường kính D

Khi cắt bằng dao thép gió

$$D = 1.1 B$$

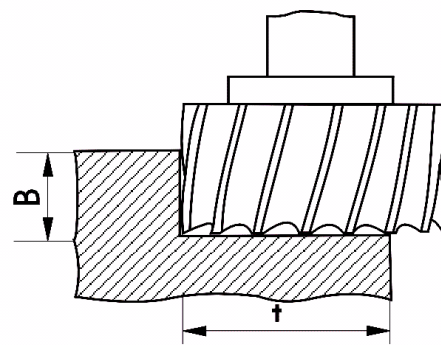
Khi cắt bằng dao hợp kim cứng $D = (1,2 \div 1,6)B$. Trong đó B là chiều rộng phay (đường kính d).

b. Các góc của dao

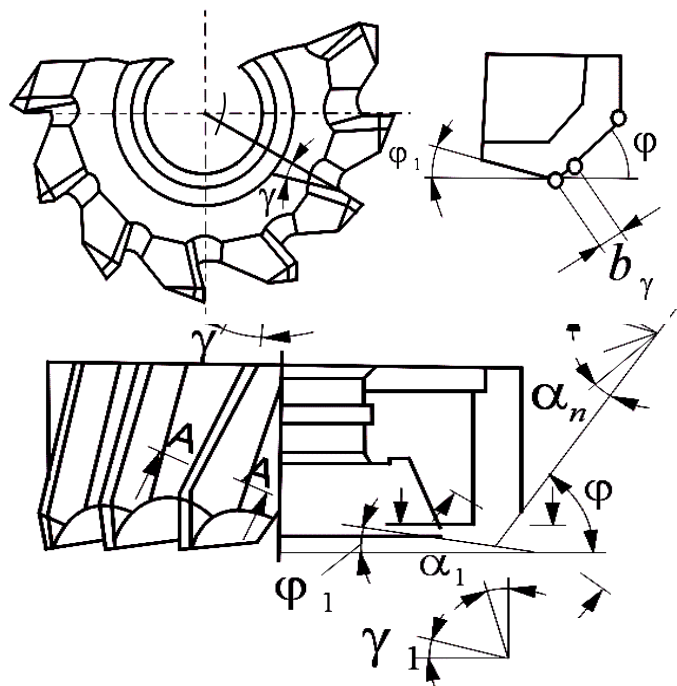
- Góc ω : chọn nhỏ hơn dao phay trụ vì nó ít ảnh hưởng đến độ bóng mà chủ yếu là làm tăng độ bền của lưỡi cắt vì thế ω không nên chọn quá lớn. Chọn $\omega = 25 \div 30^\circ$.

- Góc trước γ và α như dao phay trụ.

- Góc lệch chính φ và φ_1 xác định như dao tiện. Trị số góc φ và φ_1 càng nhỏ thì lực P_0 càng lớn làm tăng độ cứng vững cho dao. Khi φ và φ_1 nhỏ chiều dài lưỡi cắt tăng, tuổi bền tăng, mặt khác làm tăng độ bóng bề



Hình 3-8. Chiều rộng và chiều sâu cắt khi phay bằng dao phay mặt đầu



Hình 3-9. Thông số hình học của dao phay mặt đầu

mặt. Vì vậy dao phay mặt đầu thích hợp với trị số φ và φ_1 nhỏ. $\varphi = 15^\circ \div 25^\circ$, còn $\varphi_1 \leq 3^\circ$. Trường hợp phay tinh có thể lấy $\varphi_1 = 0$ và $l_0 = (4 \div 6)s$.

Trường hợp đặc biệt có thể lấy $\varphi = 90^\circ$.

- Góc nghiêng lưỡi cắt chính λ : để giảm bớt va chạm góc λ chọn như sau: dao HKC góc $\lambda = 12^\circ \div 15^\circ$. Dao thép gió $\lambda = 10^\circ$.

3.3. CÔNG THỨC TÍNH VÀ TRÌNH TỰ CHỌN CHẾ ĐỘ CẮT KHI PHAY

3.3.1. Chiều sâu cắt (t)

Chiều sâu cắt t: phụ thuộc vào lượng dư gia công, độ nhám bề mặt và công suất máy. Trường hợp yêu cầu độ chính xác cao, độ nhẵn bóng cao thì chia làm hai bước: thô và tinh.

Thông thường: phay thô chiều sâu cắt t không quá $4 \div 5$ mm. Khi phay thô bằng dao mặt đầu hợp kim cứng trên máy có công suất lớn, t có thể tới $20 \div 25$ mm và lớn hơn. Phay tinh t không quá $1 \div 2$ mm.

3.3.2. Lượng chạy dao (s)

- Lượng chạy dao răng tính theo công thức:

$$S_z = \frac{S_0}{2} \text{ [mm/răng]}$$

- Lượng chạy dao vòng tính theo công thức:

$$S_0 = S_z \cdot Z \text{ [mm/vòng]}$$

- Lượng chạy dao phút, tính theo công thức:

$$S_{\text{phút}} = n \cdot S_0 = S_z \cdot Z \cdot n \text{ [mm/phút]}$$

- Hoặc khi phay thô bằng dao phay trụ có chấp mảnh hợp kim với răng lớn:

$$s_z = 0,1 \div 0,4 \text{ mm/răng}$$

$$s_z = 0,5 \text{ mm/răng khi gia công gang}$$

- Khi phay tinh thép và gang:

$$s_z = 0,05 \div 0,12 \text{ mm/răng}$$

3.3.3. Vận tốc cắt (v): Xác định theo công thức

$$V = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s_z^{y_v} \cdot B^{u_v} \cdot Z^{p_v}} K_v \text{ [m/ph]}$$

$$K_v = K_{m_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v}$$

$$\text{Xác định số vòng quay } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ [vòng/phút]}$$

Với:

D: Đường kính dao phay [mm].

Chọn $n_{\text{thực}}$ theo thuyết minh máy

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

3.3.4. Lực cắt khi phay: tính theo công thức

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^{x_p} \cdot s_z^{y_p} \cdot B^{u_p} \cdot Z}{D^{q_p} \cdot n^{w_p}} K_p \text{ [KG]}$$

Hệ số hiệu chỉnh chung về lực cắt chỉ phụ thuộc vào vật liệu gia công nên $K_p = K_{mp}$.

Xác định như khi tiện.

3.3.5. Momen xoắn trên trục chính

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} \text{ [KGm]}$$

3.3.6. Công suất cắt gọt: tính theo công thức

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 102} \text{ [Kw]}$$

- So sánh với công suất của động cơ máy. Nếu $N_{đ/cơ} < N$ thì phải giảm tốc độ cắt V.

3.4. Bài tập

CÂU HỎI ÔN TẬP

- 1/Dao phay có những công dụng gì? Cách phân loại ra sao?
- 2/Trình bày các kích thước cơ bản của dao phay mặt trụ.
- 3/Dao phay mặt trụ được hình thành từ những góc độ nào? Cho biết cách chọn các góc độ trên dao phay trụ.
- 4/Cho biết cách chọn đường kính D và các góc độ trên dao phay trụ.
- 5/Chế độ cắt khi phay được xác định theo những trình tự nào?