

CHƯƠNG 6 CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG

6.1 Tiện.

Tiện là phương pháp gia công cắt gọt thực hiện nhờ chuyển động chính thông thường do phôi quay tròn tạo thành chuyển động cắt kết hợp với chuyển động tiến dao là tổng hợp chuyển động tiến dao dọc và tiến dao ngang.

6.1.1. Dụng cụ dùng để tiện gọi là dao tiện.

Tùy theo công dụng người ta chia dao tiện thành các nhóm sau:

1/ Dao tiện ngoài:

Gồm:

Dao tiện đầu thẳng.

Dao tiện đầu cong, loại dao tiện này vừa dùng để tiện phá mặt ngoài vừa dùng để xén mặt đầu.

2/ Dao tiện mặt đầu:

Loại dao này có góc $\varphi \geq 90^\circ$, chủ yếu để xén mặt đầu và gia công trục có bậc.

Khi tiện các trục dài có độ cứng vững thấp người ta cũng thường dùng loại dao này với mục đích giảm lực hướng kính làm cong chi tiết.



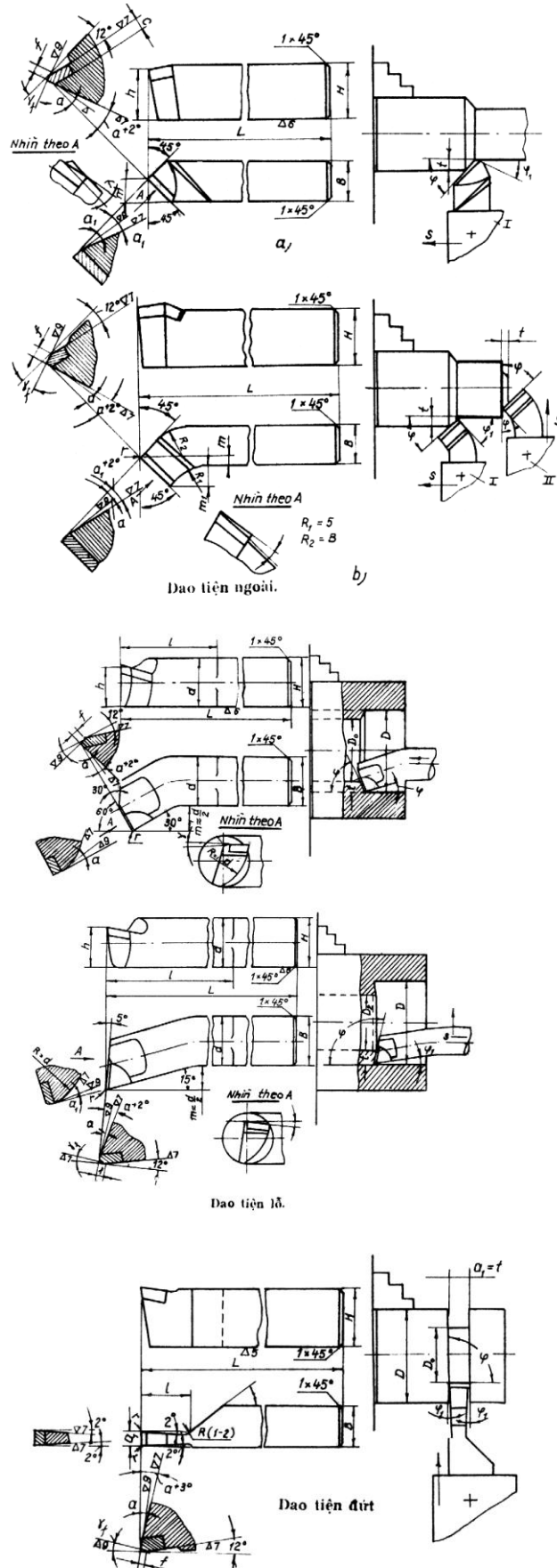
3/ Dao tiện lỗ:

Dùng để mở rộng lỗ thông và lỗ không thông



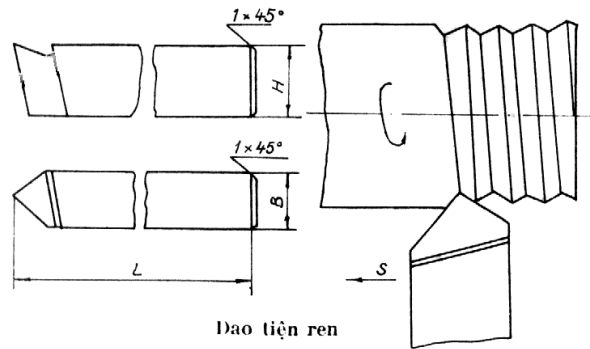
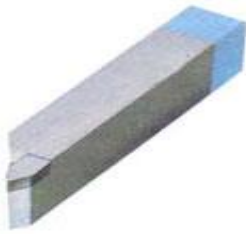
4/ Dao tiện đứt:

Dùng để tiện đứt hoặc cắt rãnh trên các chi tiết hình trụ



e) Dao tiện ren:

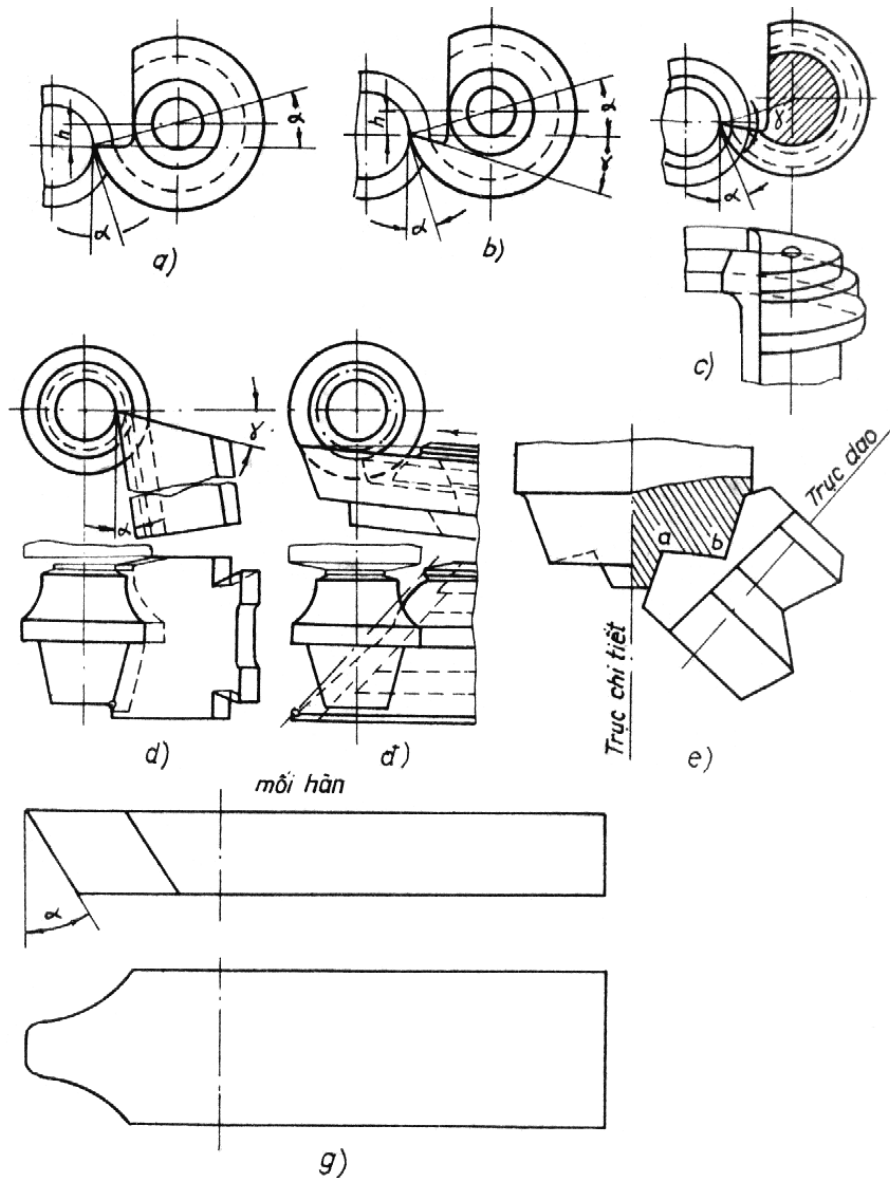
Dùng để tiện ren ngoài, ren trong. Tùy theo profin của ren (ren tam giác, ren hình thang ...) mà dao có profin khác nhau.



f) Dao tiện định hình:

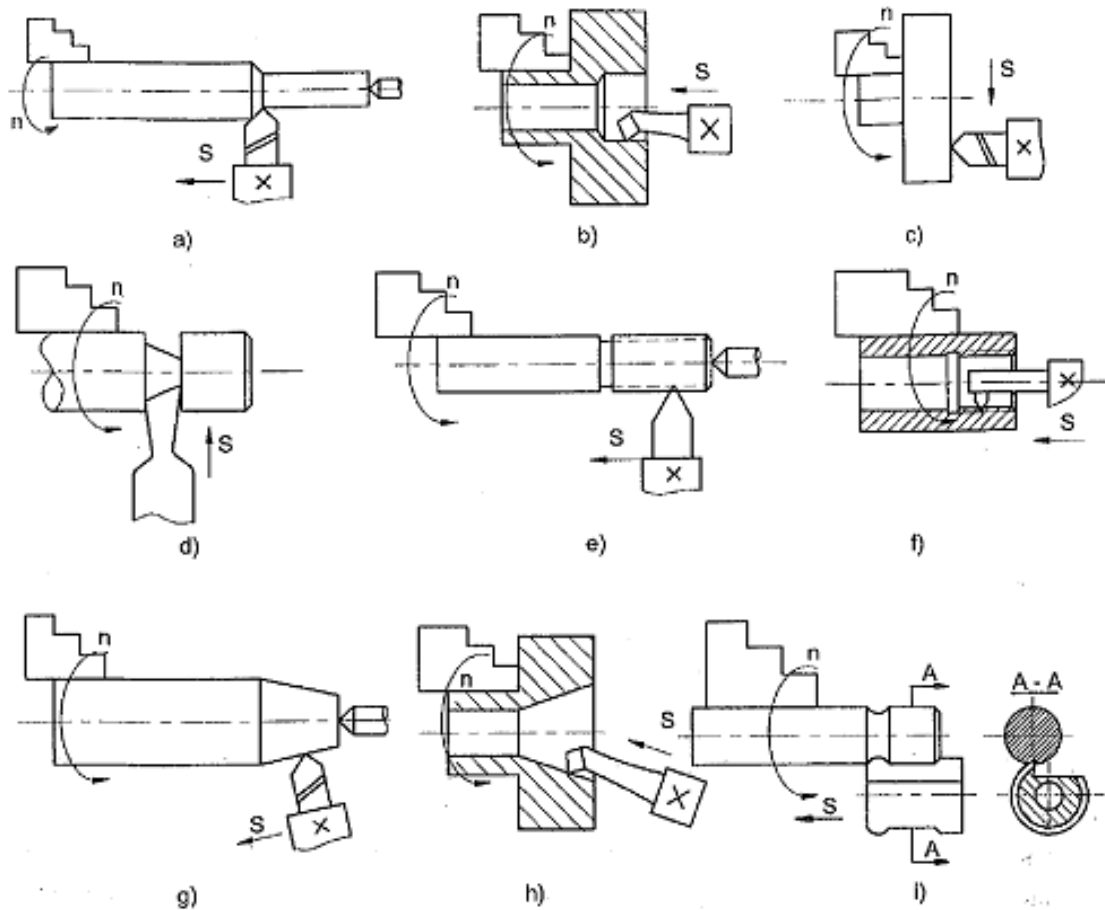
Dùng để gia công các chi tiết định hình tròn xoay.

Loại dao này có profin giống như profin chi tiết gia công. Dựa vào hình dạng dao người ta chia ra dao tiện định hình đĩa và dao tiện định hình lăng trụ



Dao tiện định hình

6.1.2. Khả năng công nghệ của tiện.

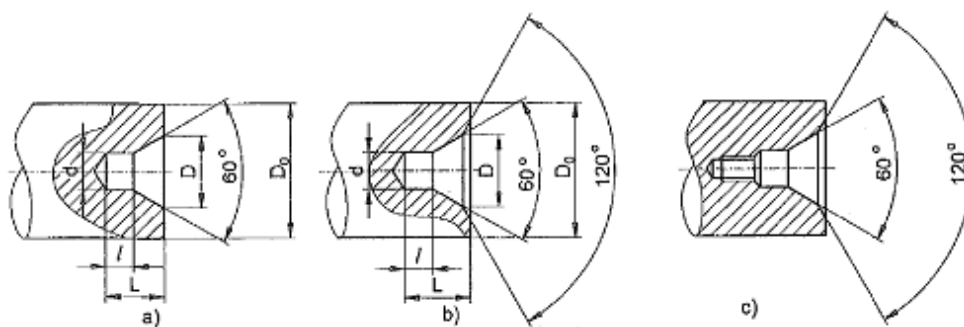


a) Tiện mặt ngoài; b) Tiện lỗ; c) Tiện mặt đầu; d) Tiện cắt đứt; e) Tiện ren ngoài; f) Tiện ren trong; g) Tiện côn ngoài; h) Tiện côn trong; i) Tiện định hình.

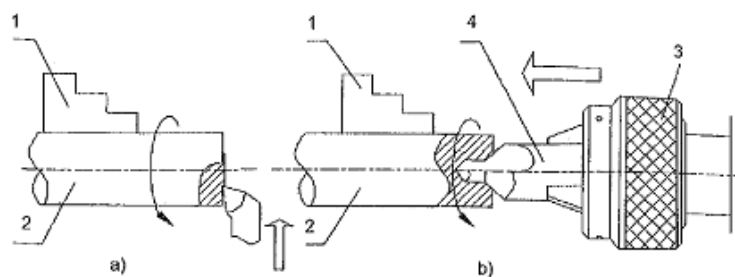
Dạng bề mặt và phương pháp tiện	Độ chính xác kích thước (TCVN)	Chiều cao nhấp nhô [μm]		
		R_a	R_z	∇
<u>Tiện ngoài</u>				
- Thô	13 – 12	-	80-40	$\nabla 3$ - $\nabla 4$
- Bán tinh	11 – 10	-	20	$\nabla 5$
- Tinh	9 – 8	2,5	-	$\nabla 6$
- Tinh mỏng	7	1,25 – 0,63	-	$\nabla 7$ - $\nabla 8$
<u>Tiện trong</u>				
- Thô	13 – 12	-	80 – 40	$\nabla 3$ - $\nabla 4$
- Bán tinh	11 – 10	-	20	$\nabla 5$
- Tinh	9 – 8	2,5		$\nabla 6$
- Tinh mỏng	7	1,25 - 0,63		$\nabla 7$ - $\nabla 8$
<u>Xén mặt đầu</u>				
- Thô	12	-	80-40	$\nabla 3$ - $\nabla 4$
- Bán tinh	11	-	20	$\nabla 5$ - $\nabla 6$
- Tinh	8 – 7	1,25 – 0,63	-	$\nabla 7$ - $\nabla 8$

6.1.3. Các biện pháp công nghệ khi tiện.

6.1.3.1. Các loại lỗ tâm

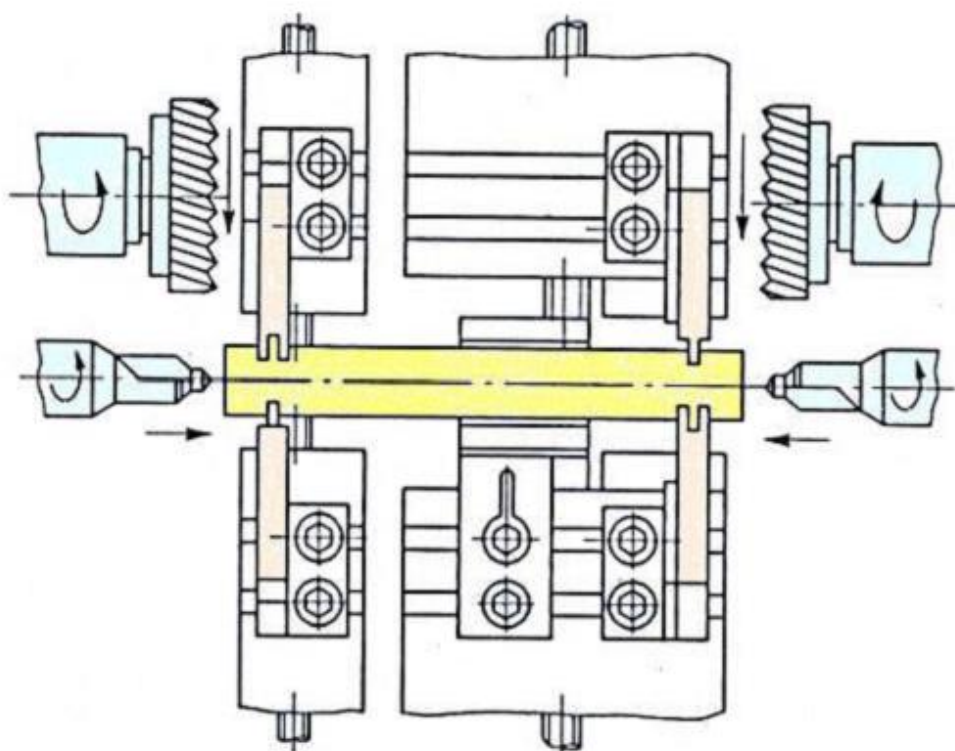


6.1.3.2. Các phương pháp gia công lỗ tâm

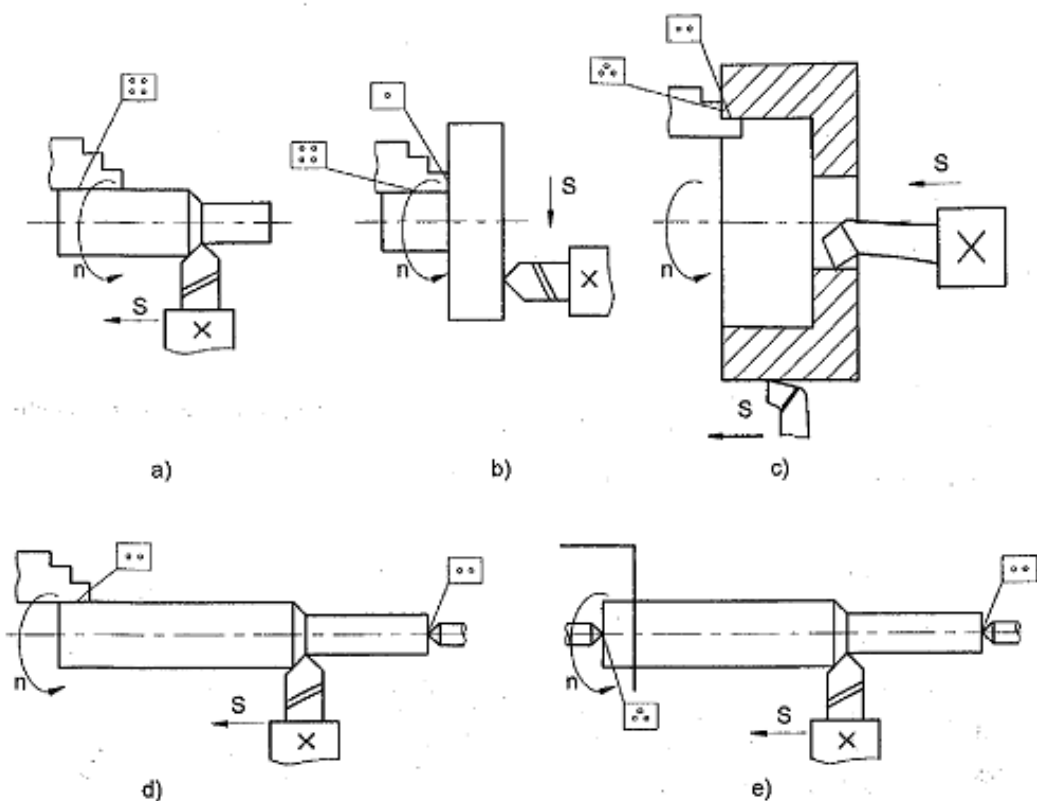


a) Xén mặt đầu; b) Khoan tâm bằng mũi khoan tâm chuyên dùng.

1. Chấu cặp của mâm cặp 3 chấu; 2. Phôi; 3. Bấu kẹp mũi khoan; 4. Mũi khoan tâm chuyên dùng.



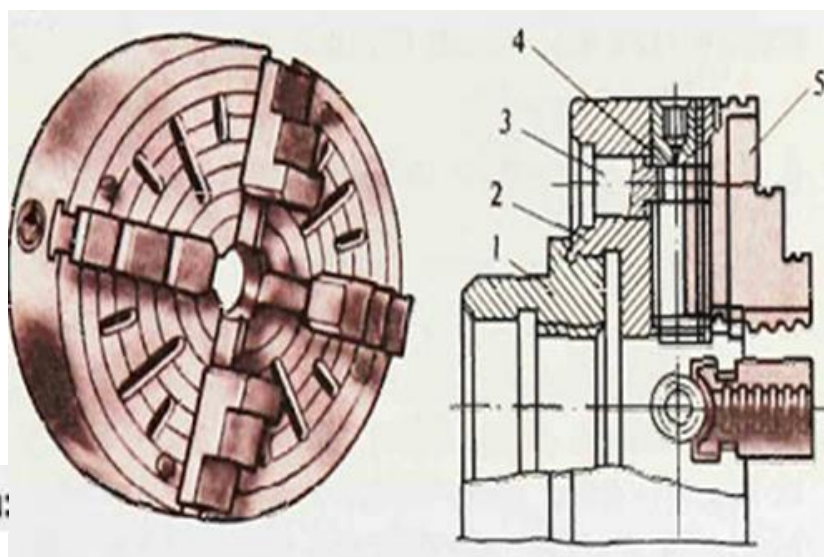
6.1.3.3. Các phương pháp gá đặt khi Tiện



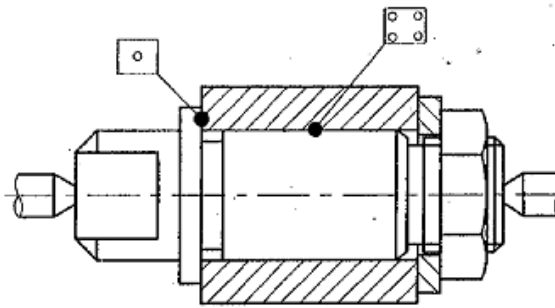
a) Gá đặt trên mâm cặp 3 châu tự định tâm, định vị bằng mặt ngoài; b) Định vị bằng mặt ngoài kết hợp với mặt đầu; c) Định vị bằng mặt lỗ kết hợp với mặt đầu; d) Định vị bằng mặt ngoài kết hợp với lỗ tâm; e) Định vị bằng hai lỗ tâm.

Kiểu gá đặt	Ổn định	Kèm ổn định	Không ổn định
Gá trên 2 mũi tâm	$L \leq 6d$ Với $d > 60 \text{ mm}$	$L \leq (8 \div 12)d$ Với $d < 60 \text{ mm}$	$L \geq 12d$
Gá trên mâm cặp	$L \leq d$	$L = (1 \div 2)d$	$L > 2d$

Mâm cặp bốn châu:



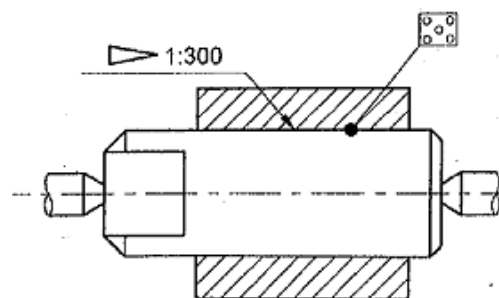
Trục gá trụ



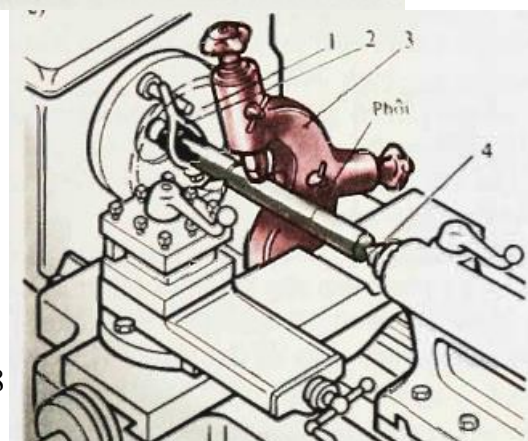
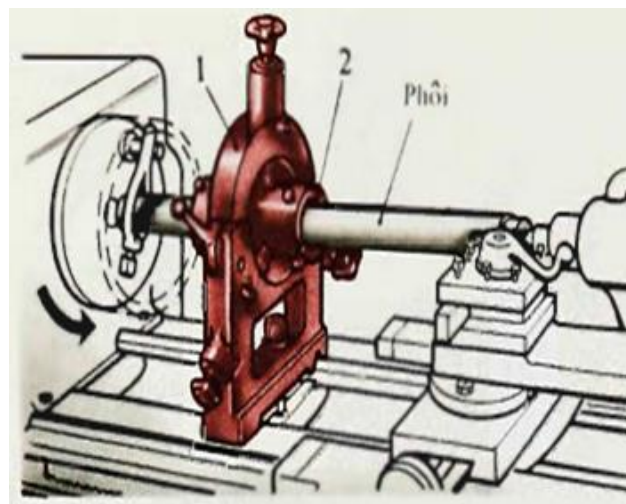
Gá trên hai mũi tâm để gia công mặt ngoài trục rỗng hoặc bạc



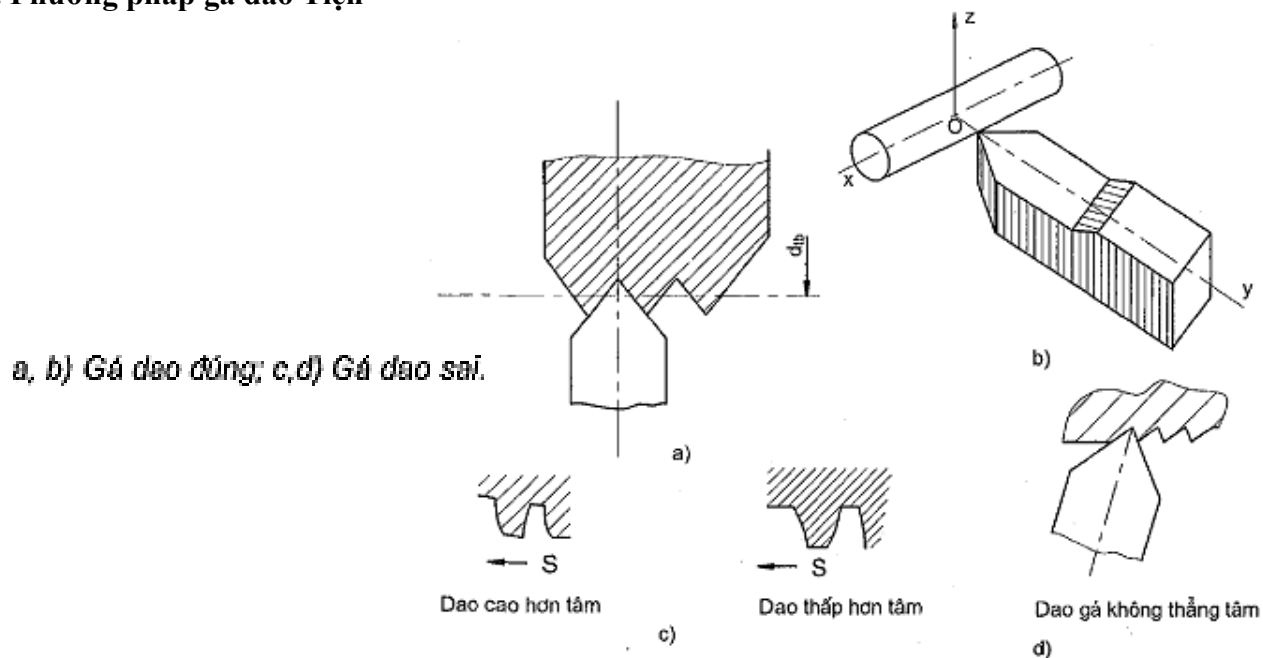
Trục gá côn



Dùng bạc đỡ:

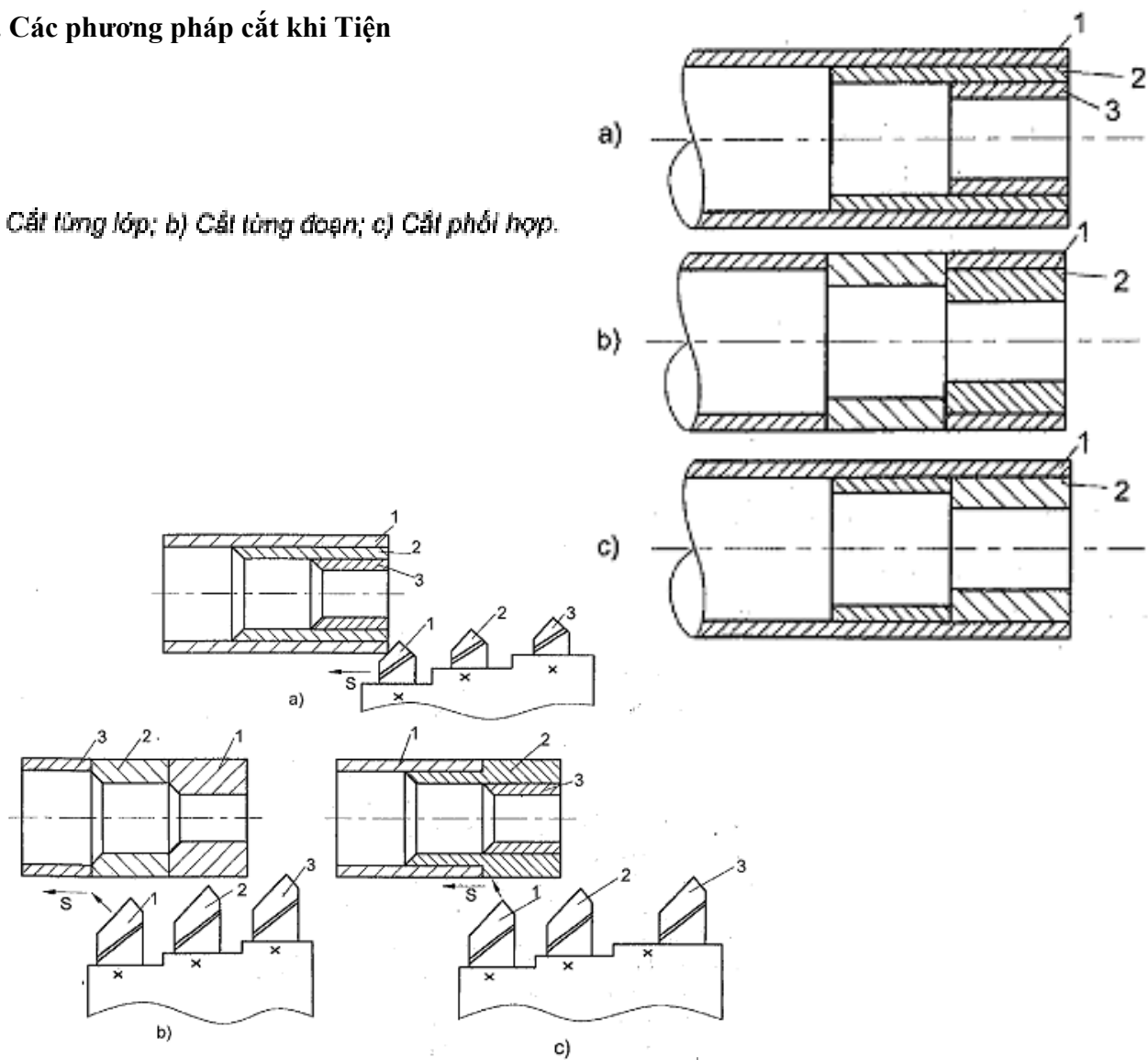


6.1.3.4. Phương pháp gá dao Tiện



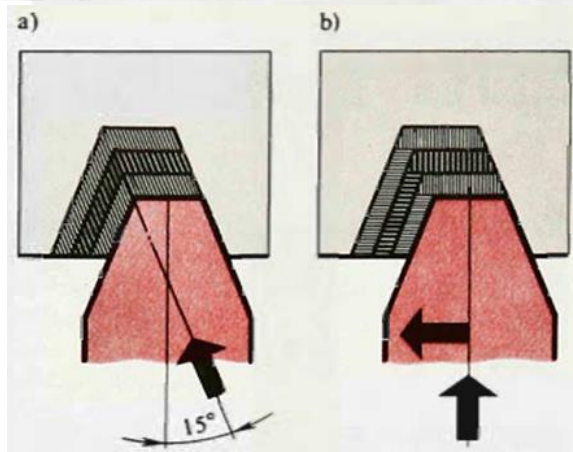
6.1.3.5. Các phương pháp cắt khi Tiện

a) Cắt từng lớp; b) Cắt từng đoạn; c) Cắt phối hợp.

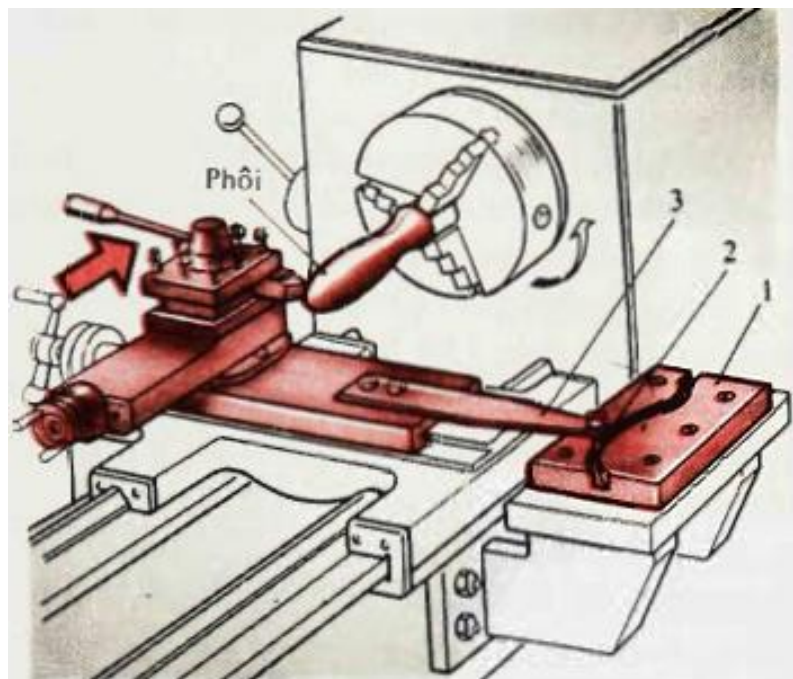


a) Cắt từng lớp; b) Cắt từng đoạn; c) Cắt phối hợp.

Phương pháp tiến dao khi tiện ren thang:



a) tiến dao xiên theo sườn ren; b) phối hợp hai chuyển động



Tiện chép hình theo dưỡng bằng dao tiện thường

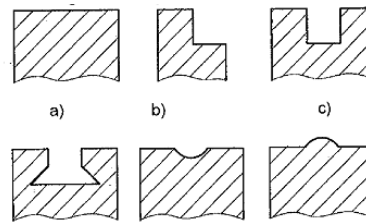
6.2. Phay:

Phay được sử dụng để gia công các mặt phẳng, rãnh thẳng, rãnh xoắn, then hoa, vật tròn xoay, cắt phôi, gia công ren và gia công các mặt định hình.

Chuyển động chính khi phay do dao thực hiện, còn chuyển động chạy dao (chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động quay) do chi tiết thực hiện. Phay có thể đạt độ chính xác cấp 2-4; độ bóng bề mặt cấp 4-7.

Dao phay các loại là dụng cụ cắt thông dụng. Chúng được chia ra các loại sau:

- Dao phay trụ
- Dao phay mặt đầu
- Dao phay ngón
- Dao phay đĩa
- Dao phay góc
- Dao phay rãnh ...



Khi phay trụ, quá trình cắt được thực hiện bằng các răng nằm trên mặt trụ của dao phay có tâm song song với bề mặt gia công.

Còn khi phay mặt đầu quá trình cắt được thực hiện bằng các răng nằm ở mặt bên của dao có tâm quay vuông góc với bề mặt gia công.

Các yếu tố của lớp cắt và chế độ cắt khi phay

Quá trình phay có những đặc điểm sau:

a/ Mỗi một răng của dao phay trong quá trình cắt sẽ hớt ra phoi có dạng như một đầu phẩy còn

chiều dày cắt thay đổi từ 0 – $a_{\max}$

b) Mỗi một răng của dao phay làm việc với chế độ gián đoạn theo chu kỳ.

Ưu điểm là khi răng của dao phay đi ra khỏi chi tiết, nó được “nghỉ”, nghĩa là được làm nguội

Còn nhược điểm là khi răng dao ăn vào chi tiết gia công sẽ gây ra va đập.

c) Phoi cắt phải được nằm tự do trong rãnh giữa các răng của dao phay, vì vậy thể tích của rãnh thoát phoi giữa các răng phải lớn hơn thể tích của phoi cắt

Tốc độ cắt V khi phay được tính theo công thức:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (*)$$

Ở đây:

D - đường kính dao phay (mm)

n - số vòng quay của dao phay trong một phút

Đối với các dao phay có các bề mặt nằm trên các đường kính khác nhau, ví dụ như dao phay định hình hay dao phay góc, đường kính D được chọn để tính tốc độ V theo công thức (*) là đường kính lớn nhất của dao phay.

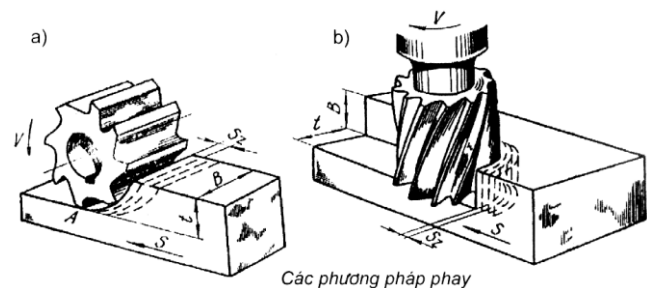
Khi phay, ngoài chiều sâu cắt t cần xét đến bề rộng phay B

Bề rộng phay B là kích thước của bề mặt gia công được đo theo phương song song với trục của dao phay

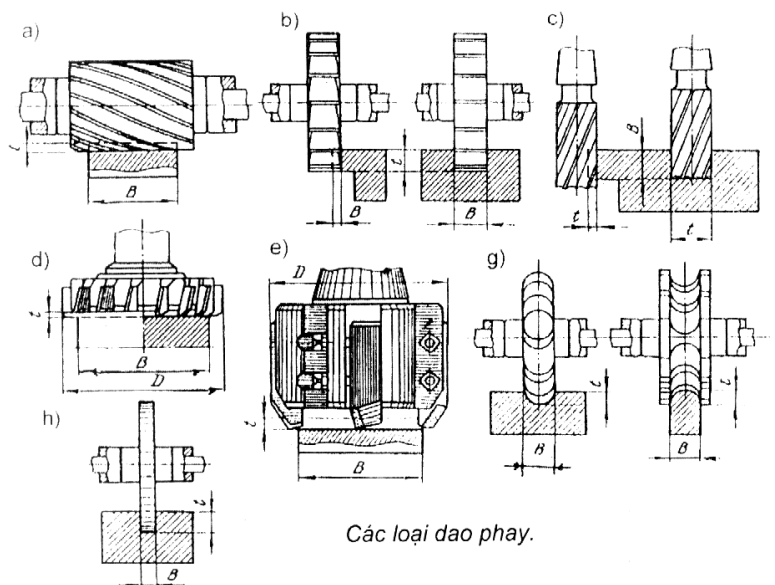
Ngoài ra, khi phay người ta còn phân biệt ba loại chạy dao:

- + Chạy dao răng S_z (mm/ răng) hay chạy dao khi dao quay ~ một răng
- + Chạy dao trong một vòng của dao S_o (mm/vòng)
- + Chạy dao trong một phút S_p (mm/phút)

Các dạng phay	Độ chính xác	Độ nhám		
		R_z	R_a	∇
Phay thô	Cấp 13÷12	80	-	3-4
Phay tinh	Cấp 9 ÷ 8	-	2,5	5-6
Phay tinh mỏng	Cấp 7	-	1.25±0.63	7-8



Các phương pháp phay



Các loại dao phay.

a) dao phay trụ; b) dao phay đĩa và dao phay rãnh; c) dao phay ngón; d, e) dao phay mặt đầu; g) dao phay định hình; h) dao phay cắt đứt.

Giữa các chạy dao trên tồn tại quan hệ phụ thuộc:

$$S_o = S_z \cdot Z; S_p = S_o \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n$$

Ở đây:

Z - số răng của dao phay

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

Phay nghịch và phay thuận

Khi phay bằng dao phay trụ người ta phân biệt:

- Phay nghịch (ngược chiều chạy dao)

- Phay thuận (theo chiều chạy dao).

Khi phay nghịch chiều quay của dao và hướng chạy dao ngược nhau

Trong trường hợp này chiều dày cắt a thay đổi từ 0 đến $a_{\max}$

Khi phay nghịch các răng phay có xu hướng nâng chi tiết gia công lên khỏi bàn máy và gây rung động cho hệ thống công nghệ, làm giảm độ bóng bề mặt gia công

Ngoài ra, mỗi răng đi sau phải cắt lớp bề mặt bị biến cứng do răng đi trước gây ra (do tồn tại hiện tượng trượt ban đầu khi $a = 0$).

Nói cách khác, sự trượt của răng dao phay trên bề mặt gia công sẽ xảy ra cho đến khi chiều dày cắt $a_{\min}$ còn nhỏ hơn bán kính đỉnh răng dao ρ ($\rho = 6 - 30 \mu\text{m}$). Trong trường hợp này nhiệt độ cắt tăng mạnh.

Hiện tượng này là một trong những nguyên nhân chính gây ra mài mòn mặt sau của răng (của lưỡi cắt).

Phay thuận không có nhược điểm như phay nghịch.

Trong trường hợp này, lực cắt có xu hướng ấn phôi (chi tiết gia công) xuống bàn máy. Răng của dao phay bắt đầu cắt với chiều dày cắt lớn nhất $a_{\max}$ và kết thúc với $a = 0$.

Vì vậy bán kính đỉnh răng không ảnh hưởng nhiều đến tuổi bền của dao như trong trường hợp phay nghịch.

Phay thuận có những ưu điểm sau đây so với phay nghịch:

- Tuổi bền của dao cao hơn (khoảng 3 lần) đặc biệt khi lượng chạy dao răng S_z nhỏ.

- Độ bóng bề mặt gia công cao hơn 1 - 2 cấp

- Công suất cắt nhỏ hơn.

Mặc dù có những ưu điểm trên đây nhưng phay thuận rất ít được sử dụng trong thực tế so với phay nghịch.

Điều này được giải thích như sau:

Khi phay nghịch, khe hở giữa trục vít me và đai ốc của bàn máy được chọn trước, còn khi phay thuận lực cắt có xu hướng làm tăng khe hở này (giữa trục vít me và đai ốc của bàn máy) vì vậy khi ăn dao và thoát dao các răng dao làm cho bàn máy dịch chuyển một khoảng bằng khe hở nói trên và khe hở lớn có thể làm cho lưỡi dao bị gãy.

Ngoài ra, khi phay thuận còn sinh ra va đập, làm giảm tuổi bền của dao.

Để phần nào khắc phục những nhược điểm này có thể dùng hai vít me và hai đai ốc hoặc chạy dao bằng cơ cấu thủy lực.

Chọn chế độ cắt hợp lý khi phay

Tiến hành theo các bước sau đây:

- Chọn đặc tính của dao phay.

- Chọn chiều sâu cắt.

Khi phay thô nên chọn chiều sâu cắt bằng lượng dư gia công và thực hiện một lần cắt.

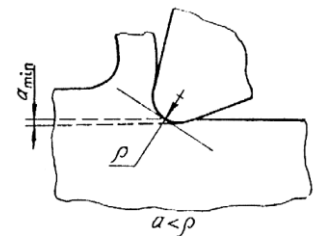
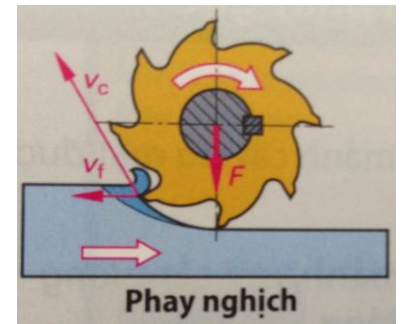
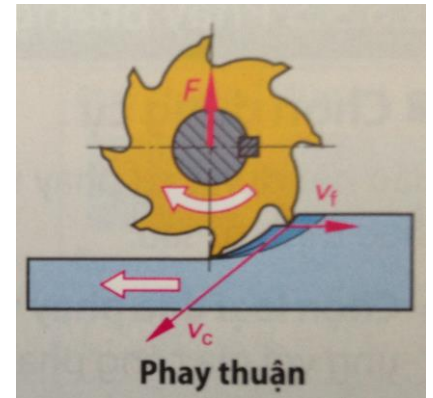
Khi phay bán tinh bằng dao phay thép gió nếu lượng dư nhỏ hơn 5mm nên cắt một lần.

Nếu lượng dư lớn hơn 5 mm thì cắt làm hai bước.

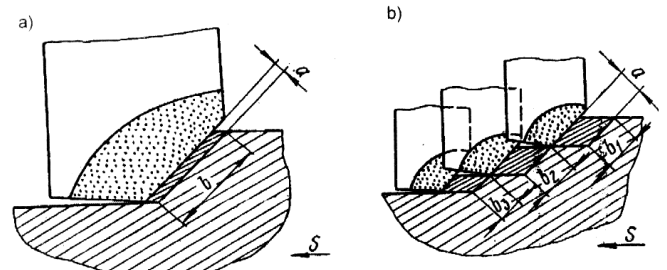
Bước thứ nhất hớt phần lượng dư chủ yếu và để lại 1 - 2 mm cho bước cắt thứ hai.

Trong trường hợp phay cao tốc bằng dao phay mặt đầu, toàn bộ lượng dư nên được hớt trong một bước.

Nếu lượng dư quá lớn có thể dùng dao phay bậc (hình b).



Tương quan giữa chiều dày lớp cắt và bán kính đỉnh răng dao ρ



Sơ đồ cắt bằng các dao phay mặt đầu
a) dao phay thông thường; b) dao phay bậc.

Xác định lượng chạy dao.

Các yếu tố giới hạn lượng chạy dao bao gồm:

Khi phay thô: độ bền của (lưỡi cắt) răng dao phay và độ cứng vững của hệ thống công nghệ.

Khi phay tinh: độ chính xác và độ bóng bề mặt gia công.

Xuất phát từ độ bền của lưỡi cắt có thể chọn chiều dày cắt giới hạn khi gia công thép bằng dao phay thép gió:

$a_{\max} = 0,35$ mm, bằng dao hợp kim cứng: $a_{\max} = 0,25$ mm.

Khi gia công trên các máy phay có công suất trung bình (5 - 10 kW) và độ cứng vững trung bình có thể chọn $a_{\max}$ như sau:

- Phay thô thép bằng dao phay trụ răng lớn: $a_{\max} = 0,12 - 0,13$ mm.

Còn phay thô gang: $a_{\max} = 0,2 - 0,3$ mm.

- Phay thô thép bằng dao phay trụ răng nhỏ: $a_{\max} = 0,06 - 0,08$ mm

Còn phay thô gang: $a_{\max} = 0,10 - 0,15$ mm.

- Phay thô mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu răng lớn: $a_{\max} = 0,10 - 0,15$ mm,
bằng dao phay mặt đầu răng nhỏ: $a_{\max} = 0,06 - 0,10$ mm

- Phay rãnh thép bằng dao phay ngón: $a_{\max} = 0,02 - 0,05$ mm.

Còn phay rãnh gang: $a_{\max} = 0,05 - 0,07$ mm.

- Phay cắt đứt hoặc phay then hoa thép: $a_{\max} = 0,01$ mm.

Còn phay đứt hoặc phay then hoa gang: $a_{\max} = 0,015$ mm.

- Phay thép bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng: $a_{\max} = 0,015$ mm.

Khi phay gang: $a_{\max} = 0,2 - 0,25$ mm.

Khi phay tinh cần chú ý đến độ bóng bề mặt, vì vậy không tính lượng chạy dao răng S_z mà tính lượng chạy dao vòng S_0 . Lượng chạy dao vòng S_0 có ảnh hưởng đến chiều cao nhấp nhô hình thành trong quá trình phay.

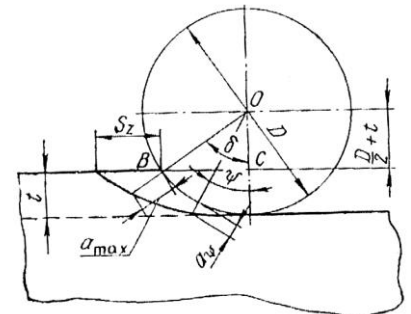
Lượng chạy dao vòng S_0 được chọn tùy thuộc vào cấp độ bóng bề mặt gia công và đường kính dao phay.

Khi gia công thép bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng có góc nghiêng phụ $\varphi_1 = 50^\circ$ để đạt độ bóng cấp 5 ($R_z = 20\mu\text{m}$) có thể chọn

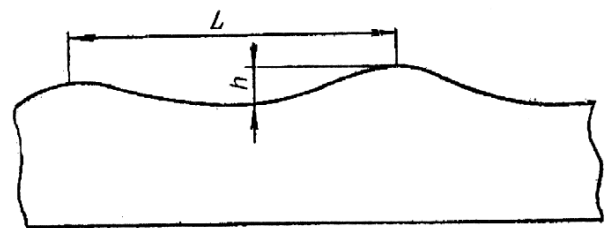
$S_0 = 0,5 - 0,8$ mm/vòng, còn để đạt độ bóng cấp 7 thì $S_0 = 0,2 - 0,3$ mm/vòng.

Khi gia công bằng dao phay trụ thép gió với $S_0 = 1,5 - 2$ mm/vòng có thể đạt độ bóng cấp 5, còn với $S_0 = 1 - 2$ mm/vòng có thể đạt độ bóng cấp 6.

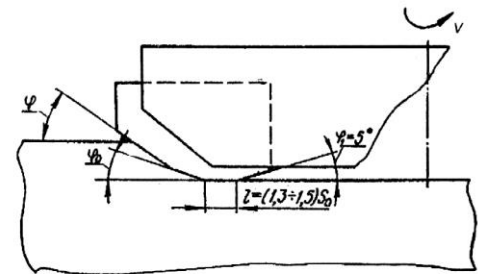
Khi phay cao tốc bằng dao phay mặt đầu, lưỡi cắt được mài phẳng một đoạn có chiều dài $l = (1,3-1,5)S_0$ nhằm mục đích tăng độ bóng bề mặt gia công.



Sơ đồ cắt phoi của răng dao phay.



Độ nhám bề mặt khi phay



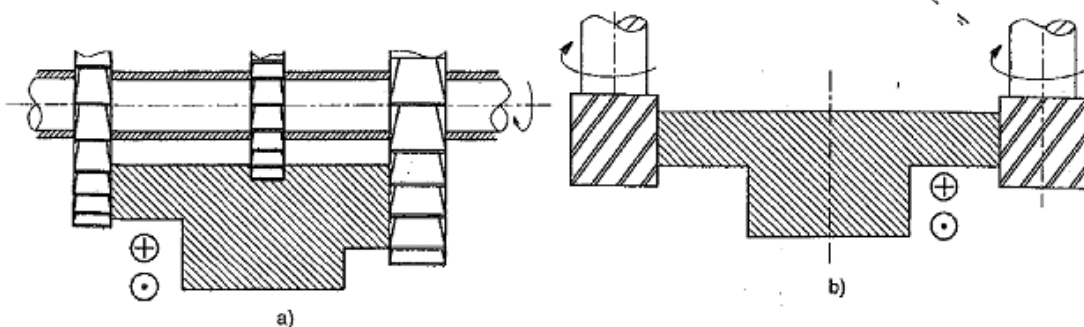
Lưỡi cắt của dao phay mặt đầu được mài phẳng

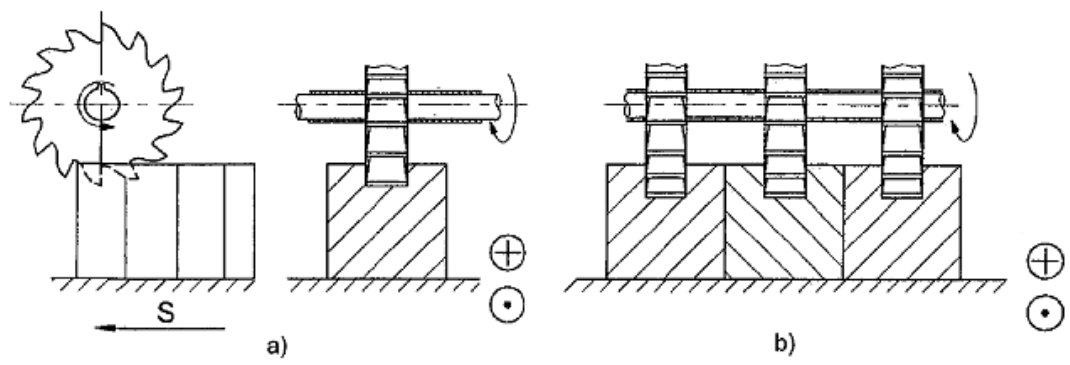
Xác định lượng chạy dao phút.

Lượng chạy dao phút phụ thuộc vào dạng phay, đường kính dao phay, số răng của dao phay, chiều sâu cắt và lượng chạy dao răng S_z .

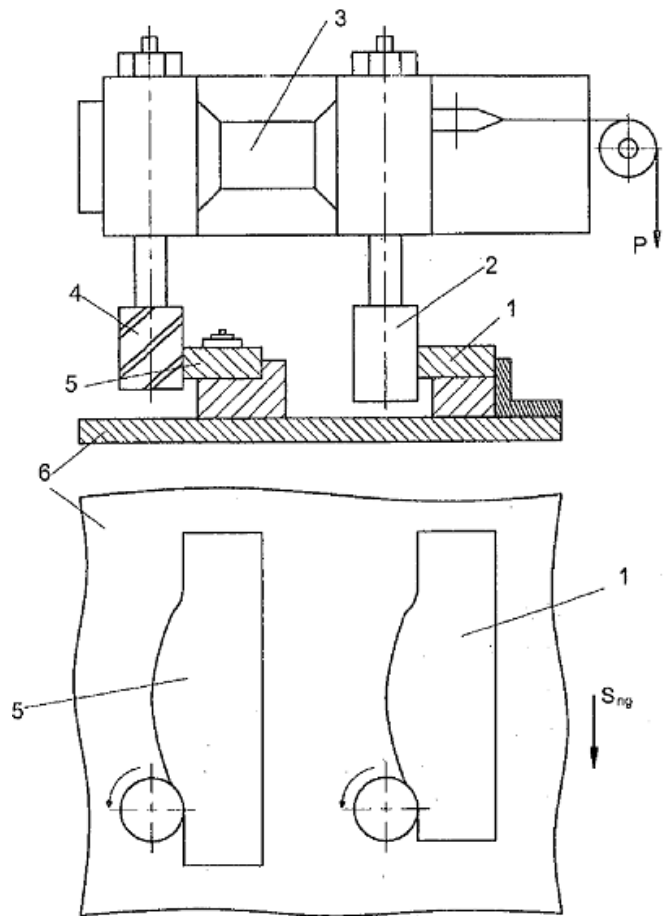
Trong trường hợp điều kiện gia công răng sau khi chọn lượng chạy dao phút cần kiểm tra lại độ bền của cấu chạy dao.

* Các biện pháp nâng cao năng suất khi phay

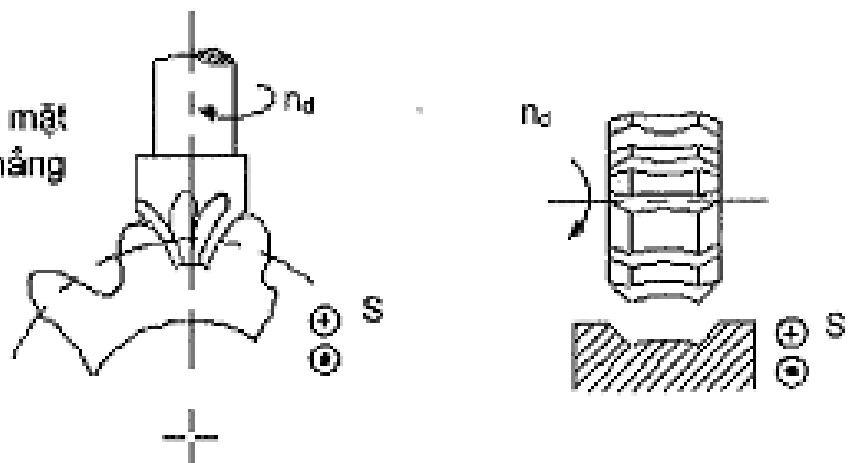


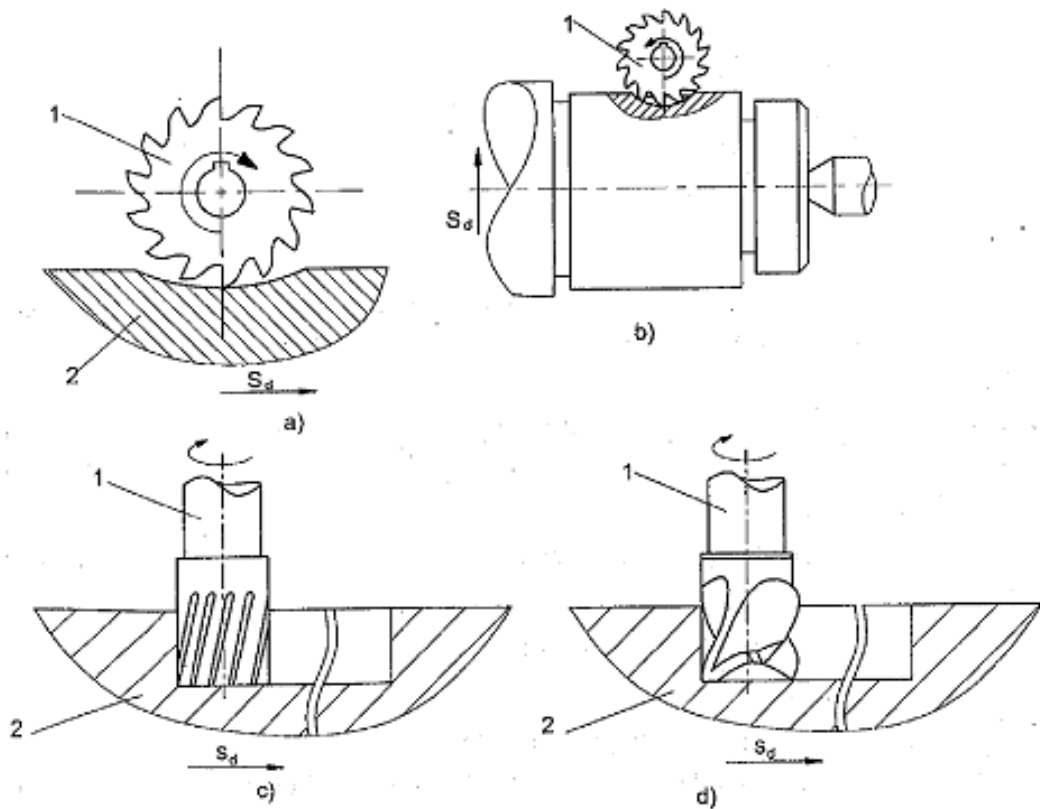


– Phay chép hình theo mẫu (dưỡng).



Sơ đồ nguyên lý phay các mặt định hình có đường sinh thẳng





a) Phay rãnh then bằng dao phay đĩa 3 mặt; b) Phay rãnh then bán nguyệt; c) Phay rãnh then bằng dao hay ngón thường; d) Phay rãnh then bằng dao phay ngón chuyên dùng.

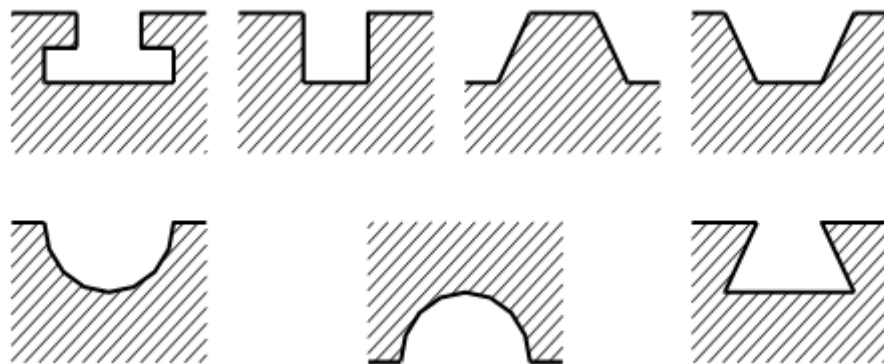
1. Dao ; 2. Chi tiết gia công.

6.3. Bào, xọc:

Bào và xọc được thực hiện bằng 2 chuyển động thẳng nối tiếp nhau: chuyển động cắt là chuyển động thẳng qua lại còn chuyển động chạy dao cũng là chuyển động thẳng. Khi dao chạy lại thì không cắt và lúc này thực hiện chuyển động chạy dao.

Ở bào và xọc tốc độ cắt thường không cố định, hành trình làm việc có tốc độ thấp, hành trình trở lại (chạy không) có tốc độ cao để tăng năng suất.

Khả năng
công nghệ



Có thể bào trên các máy bào ngang, bào giường.

Các dạng bào		Bào thô	Bào tinh	Bào tinh mỏng
Độ chính xác		Cấp 13 – 12	Cấp 9 – 8	Cấp 7 . Riêng độ thẳng tới 0,02 mm/1000mm
Độ nhám	R_z	80		
	R_a		2,5	1,25 – 0,63
	∇	$\nabla 3 - \nabla 4$	$\nabla 5 - \nabla 6$	$\nabla 7 - \nabla 8$

Máy xọc chỉ có loại máy xọc đứng, ở đây dao thực hiện chuyển động cắt lên xuống.

Các máy bào và xọc chỉ sử dụng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Trong sản xuất với sản lượng lớn được thay bằng máy phay và chuốt.

Đối với các chi tiết máy dài và hẹp thì dùng máy bào có năng suất cao hơn phay.

Bào và xọc cho độ bóng bề mặt thấp và độ chính xác thấp.

Các thông số cắt:

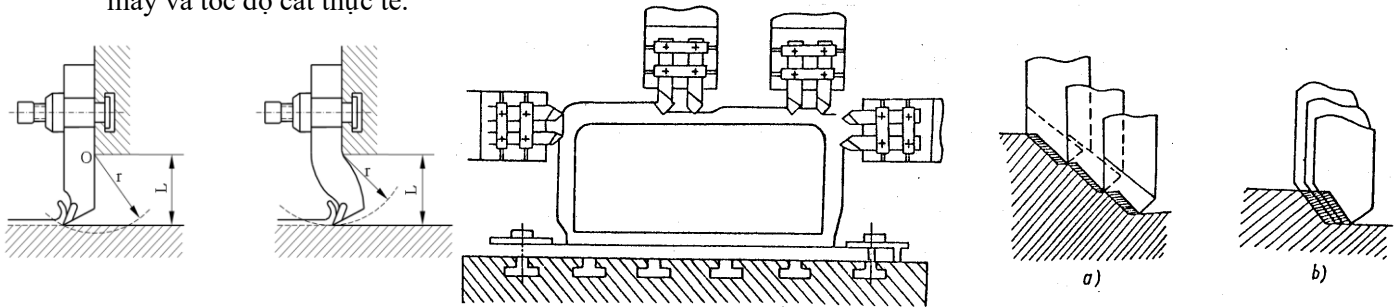
Hình dạng tiết diện lớp kim loại bị cắt giống như khi tiện, phụ thuộc vào hình dạng của lưỡi cắt chính

Chế độ cắt khi bào và xọc

- Chọn dao: căn cứ vào điều kiện kỹ thuật của chi tiết gia công mà chọn vật liệu làm dao, các thông số hình học, kết cấu của dao.
- Xác định chiều sâu cắt: khi xác định chiều sâu cắt phải dựa vào lượng dư và độ chính xác gia công (gia công tinh hay thô)
- Xác định lượng chạy dao cho phép: khi bào mặt phẳng trên máy bào ngang chọn:
 $s = 0,4 - 4 \text{ mm/hành trình kép}$, khi gia công thô thép và gang
 $s = 0,25 - 1,2 \text{ mm/hành trình kép}$, khi gia công tinh thép và gang

Nếu bào tinh (thay cho cạo rà) với $\phi_1=0$ và $t \leq 0,1 \text{ mm}$ thì lấy $s \geq 20 \text{ mm/hành trình kép}$

- Tính tốc độ cắt theo công thức phụ thuộc vào tuổi bền của dao
- Theo tốc độ cắt đã tính, xác định hành trình kép trong một phút, từ đó chọn số hành trình kép có trên máy và tốc độ cắt thực tế.



SO SÁNH KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ GIỮA PHAY VÀ BÀO:

– Về năng suất: Bào có hành trình chạy không, thời gian phụ của bào lớn hơn phay nhưng thời gian chuẩn bị kết thúc của phay (thời gian lắp và tháo đồ gá trên máy) lớn hơn bào. Tốc độ cắt của phay lớn hơn tốc độ cắt của bào, dao phay có nhiều lưỡi cắt tham gia cắt đồng thời. Khi phay có thể dùng nhiều biện pháp công nghệ khác nhau để nâng cao năng suất. Vì thế trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối phay hầu như hoàn toàn thay thế bào. Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ nên dùng bào thay phay, đặc biệt khi gia công các bề mặt dài và hẹp, các chi tiết từ phôi đúc có lượng dư lớn.

– Về chất lượng: Khi gia công mặt phẳng phay và bào có thể đạt chất lượng như nhau. Các chi tiết nhỏ và vừa yêu cầu độ chính xác thấp hơn cấp 9 phay dễ đạt hơn bào. Ngược lại gia công các chi tiết lớn trên máy bào giường sẽ đạt chính xác hơn khi gia công trên máy phay giường.

Khi phay tinh có thể đạt độ chính xác cấp 6 ÷ cấp 7, $Ra = 1,25 \div 0,63 \mu\text{m}$.



Máy Xọc 96



Máy Bào ngang

6.4. Khoan:

Khoan được sử dụng để tạo lỗ trong vật liệu đặc đồng thời để khoan rộng lỗ đã có sẵn.

Khoan cho phép đạt cấp chính xác đến 5 - 4 và độ bóng 3 - 4.

Dụng cụ để khoan là dao khoan các loại.

Quá trình khoan xảy ra về nguyên tắc cũng giống như quá trình tiện.

Tuỳ thuộc vào vật liệu gia công, phoi có thể là phoi dây hoặc phoi xếp và có sự cho rút của phoi.

Khi khoan vật liệu dẻo sẽ xảy ra hiện tượng leo dao. Tuy nhiên, giữa tiện và khoan còn những điểm khác nhau đó là:

- Góc trước ở tâm mũi khoan nhỏ và có giá trị âm ở lưỡi cắt ngang làm cho biến dạng của phoi tăng, lực ma sát tăng, do đó nhiệt độ ở vùng cắt tăng.
- Góc phụ sau ở lưỡi cắt bằng 0 làm cho ma sát trong quá trình khoan tăng.
- Dao khoan trong quá trình cắt luôn luôn tiếp xúc với phoi và bề mặt gia công làm cho điều kiện thoát phoi rất khó khăn. Ngoài ra, phoi khi đi ra khỏi lỗ gia công lại ngăn cản dung dịch trơn nguội đi vào vùng cắt và làm giảm điều kiện thoát nhiệt.
- Tốc độ cắt khác nhau ở các điểm của lưỡi cắt trong quá trình khoan làm phức tạp thêm quá trình biến dạng của phoi và điều kiện thoát phoi ở mặt trước của dao.

Chuyển động chính khi khoan là chuyển động quay của dao hoặc đôi khi là chuyển động quay của chi tiết còn chuyển động chạy dao là dịch chuyển của dao hoặc chi tiết dọc theo tâm của dao.

Tốc độ cắt khi khoan là tốc độ vòng của điểm xa nhất cách tâm dao khoan hoặc là tốc độ được tính theo đường kính của dao khoan:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

Ở đây:

D - đường kính dao khoan (mm)

n - số vòng quay của dao khoan trong một phút (vòng/phút).

Lượng chạy dao là lượng dịch chuyển của dao dọc theo tâm sau một vòng quay của nó S_o (mm/vòng). Vì dao khoan có hai lưỡi cắt chính cho nên lượng chạy dao của mỗi lưỡi S_z bằng:

$$S_z = \frac{S_o}{2}$$

Lượng chạy dao theo phút S_p sẽ bằng:

$$S_p = S_o \cdot n$$

Chiều sâu cắt t khi khoan được xác định theo đường kính dao khoan:

$$T = D/2$$

Còn khi khoan mở rộng t được xác định theo công thức đường kính:

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

Ở đây:

d - đường kính lỗ trước khi khoan mở rộng.

Chiều dày và bề rộng cắt khi khoan được xác định theo các công thức sau (không tính lưỡi cắt ngang):

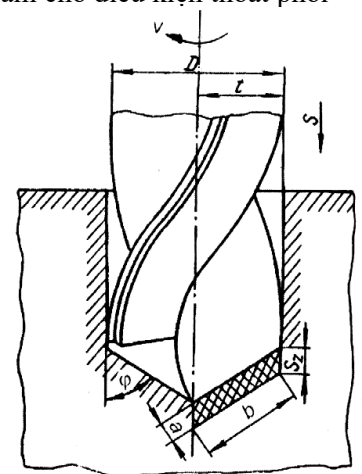
$$a = S_z \cdot \sin \varphi = \frac{S_o}{2} \cdot \sin \varphi$$

$$b = \frac{D}{2 \cdot \sin \varphi}$$

Chiều dày cắt được đo theo phương vuông góc với lưỡi cắt chính, còn bề rộng cắt - dọc theo lưỡi cắt chính.

Diện tích của tiết diện cắt ngang của một lưỡi cắt F_z bằng:

$$F_z = a \cdot b = \frac{S_o}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \frac{D}{2 \cdot \sin \varphi} = \frac{D \cdot S_o}{4}$$



Các yếu tố của lớp cắt khi khoan

Kết cấu và thông số hình học của mũi khoan ruột gà

Mũi khoan ruột gà có kết cấu hình học gồm: phần làm việc l_1 , ngỗng trục l_3 và đuôi l_4 có phần vát ở cuối l_5

Phần làm việc của dao được chia ra: phần cắt l_2 và phần dẫn hướng l_2

Phần cắt của dao bao gồm các yếu tố sau đây:

- Lưỡi cắt phụ 1
- Lưỡi cắt ngang 2
- Rãnh 3.
- Hai lưỡi cắt chính 4.
- Mặt trước 7 và mặt sau 5.
- Hai răng 6.

Đuôi dao có thể được chế tạo hình côn (theo hệ mooc hoặc hệ mét) hoặc hình trụ (các dao có đường kính nhỏ).

Phần vát l_5 của đuôi dao được dùng để tháo dao ra khỏi lỗ côn của trục chính hoặc lỗ côn của ống gá trung gian.

Ngỗng trục l_3 được dùng để thoát đá mài khi chế tạo dao.

Phần dẫn hướng l_2 có tác dụng dẫn hướng cho dao vào lỗ gia công và để tạo ra phần làm việc khi dao bị mài lại.

Tính chất cắt gọt của dao phụ thuộc vào các thông số hình học và vật liệu phần cắt của nó.

Các thông số hình học của mũi khoan.

a. Góc nghiêng ω của rãnh xoắn.

Góc ω là góc giữa đường tâm dao và đường xoắn khai triển của rãnh thoát phoi (hình b). Góc ω không cố định: càng gần tâm dao góc ω càng nhỏ.

Đối với dao khoan thép gió thì góc ω nằm trong khoảng $18 - 35^\circ$ và dao có đường kính nhỏ thì góc ω cũng nhỏ

b. Góc nghiêng của lưỡi cắt ngang ψ

Góc ψ là góc giữa các hình chiếu của lưỡi cắt ngang và một trong các lưỡi cắt chính trên mặt phẳng vuông góc với tâm dao (hình a).

Thông thường góc $\psi = 55^\circ$.

c. Góc đỉnh dao 2φ

Góc 2φ là góc giữa các lưỡi cắt chính của dao.

Góc này phụ thuộc vào vật liệu gia công và nằm trong khoảng $80 - 140^\circ$.

Khi khoan vật liệu dẻo cần chọn góc 2φ lớn hơn khi khoan vật liệu giòn.

Ví dụ khi khoan thép và gang, góc $2\varphi = 116 - 120^\circ$, còn khi khoan nhôm: góc $2\varphi = 140^\circ$.

d. Góc nghiêng phụ φ_1

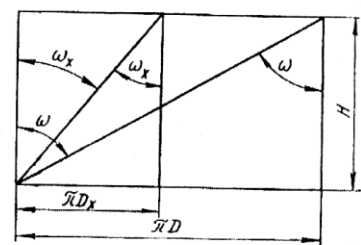
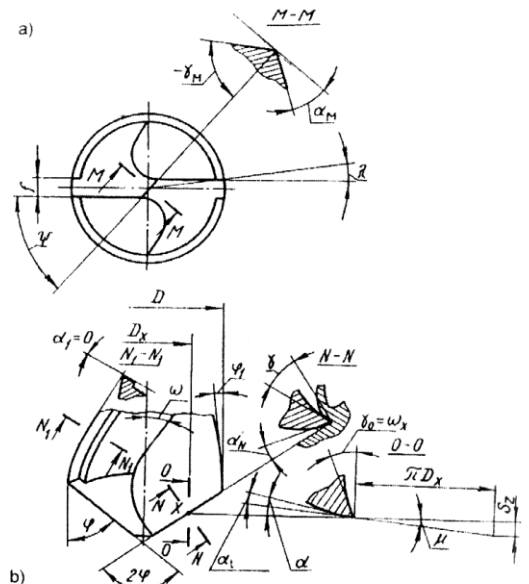
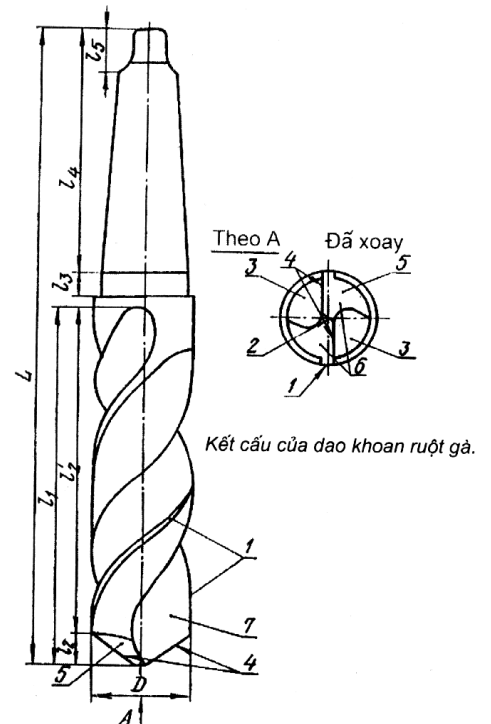
Góc φ_1 được hình thành do chế tạo phần làm việc của dao có côn ngược (hình a). Góc $\varphi_1 = 1 - 2'$

e. Góc sau phụ α_1

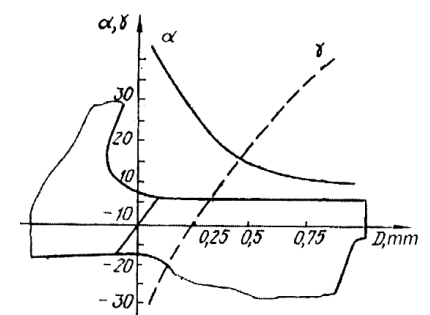
Góc sau phụ trên lưỡi cắt bằng 0 bởi vì mặt sau phụ được tạo nên bằng bề mặt hình trụ.

f. Góc nghiêng của lưỡi cắt chính λ

Góc nghiêng λ cũng được định nghĩa tương tự như các loại dao khác.



Các thông số hình học của dao khoan ruột gà



Sự thay đổi của γ và α dọc theo lưỡi cắt.

g. Góc trước γ

Góc γ là góc giữa tiếp tuyến của mặt trước của dao tại điểm quan sát và đường vuông góc tại điểm này với bề mặt quay được tạo thành khi quay lưỡi cắt xung quanh tâm của dao.

Tại mỗi điểm của lưỡi cắt trong mặt phẳng NN góc γ có các giá trị khác nhau, còn trong mặt phẳng 00, song song với tâm dao, góc γ bằng góc nghiêng ω của rãnh xoắn, có nghĩa là $\gamma = 0$

h. Góc sau α

Góc α là góc giữa tiếp tuyến của mặt sau của lưỡi cắt tại điểm quan sát và tiếp tuyến của vòng tròn quay của nó xung quanh tâm dao.

Góc α được xác định trong mặt phẳng 00 song song với tâm dao và tiếp tuyến của bề mặt hình trụ mà trên đó có điểm của lưỡi cắt.

Ở trạng thái tĩnh (tương tự như góc γ) góc α được xác định trong mặt phẳng vuông góc:

$$\operatorname{tg} \alpha_N = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi$$

Trong quá trình cắt, giá trị thực tế của góc α giảm, bởi vì quỹ đạo thực tế của điểm nằm trên lưỡi cắt chính sẽ không phải là đường tròn mà là đường xoắn vít có bước bằng lượng chạy dao.

Bề mặt cắt cũng là bề mặt xoắn vít.

Vì vậy góc sau thực tế α_1 là góc giữa tiếp tuyến của đường xoắn vít này và tiếp tuyến của mặt sau tại điểm quan sát. Góc α_1 nhỏ hơn góc α một góc μ (xem hình 11.3 a)

Góc α_1 giảm dần từ ngoài vào tâm dao. Hơn nữa ở gần tâm dao góc α_1 giảm mạnh hơn ở gần đường kính ngoài của dao.

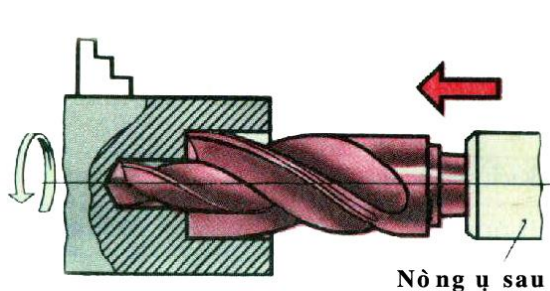
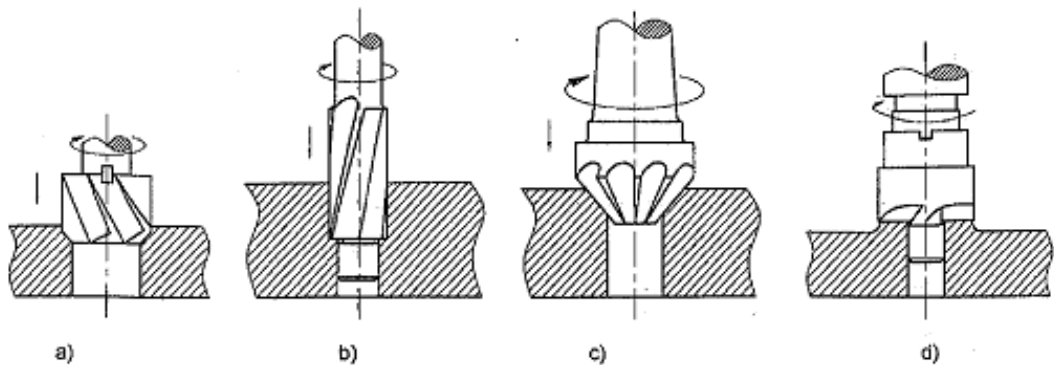
Để đảm bảo góc sau trong quá trình cắt, ở phần lưỡi cắt nằm gần tâm dao, mặt sau của dao được mài sao cho ở đường kính ngoài góc α có giá trị nhỏ nhất, còn gần vào tâm dao góc α tăng dần.

Cách mài dao như vậy được thực hiện nhờ kết cấu của máy mài sắc

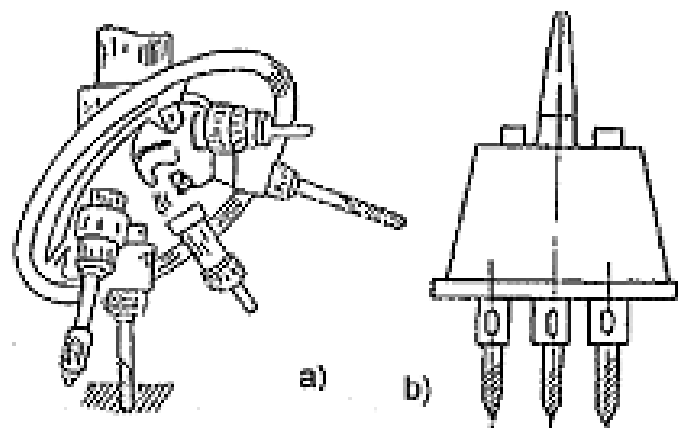
Vì góc trước γ của mũi khoan ở đường kính ngoài lớn hơn, còn góc sau α lại nhỏ hơn, còn ở tâm dao thì ngược lại, có nghĩa là $\alpha > \gamma$ (hình 11.4) cho nên góc sắc của dao sẽ như nhau ở tất cả các điểm của lưỡi cắt.

Góc trước thực tế thay đổi từ 30° đến 0° (tính từ ngoài vào trong) và có cả giá trị âm ở lưỡi cắt ngang.

Góc sau ở đường kính ngoài bằng $6^\circ - 8^\circ$, còn ở lưỡi cắt ngang bằng $25^\circ - 35^\circ$.



Dụng cụ cắt tổ hợp - Mũi khoan khoét

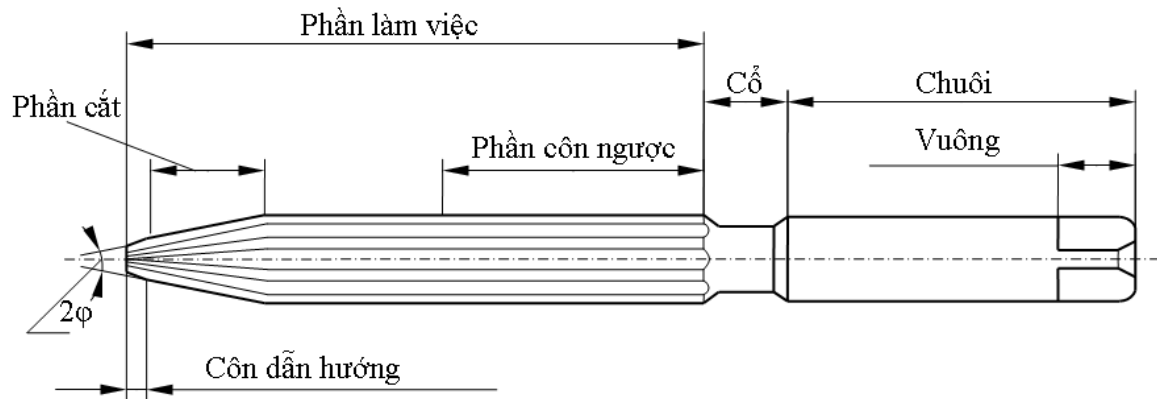


6.5. Doa:

Dao doa có các dạng: hình trụ đuôi liền, dao doa lắp ghép (loại này ít dùng) và dao doa răng chấp lắp ghép.

Các loại dao doa trên đây về kết cấu cũng tương tự như các loại dao khoét nhưng có nhiều lưỡi cắt hơn, góc côn đầu φ nhỏ, còn ở đuôi phía trước có phần côn bảo vệ với chiều dài l_ϕ để dẫn hướng cho dao trong lỗ gia công. Dao doa có phần côn đầu l_1 và phần sửa tinh l_k .

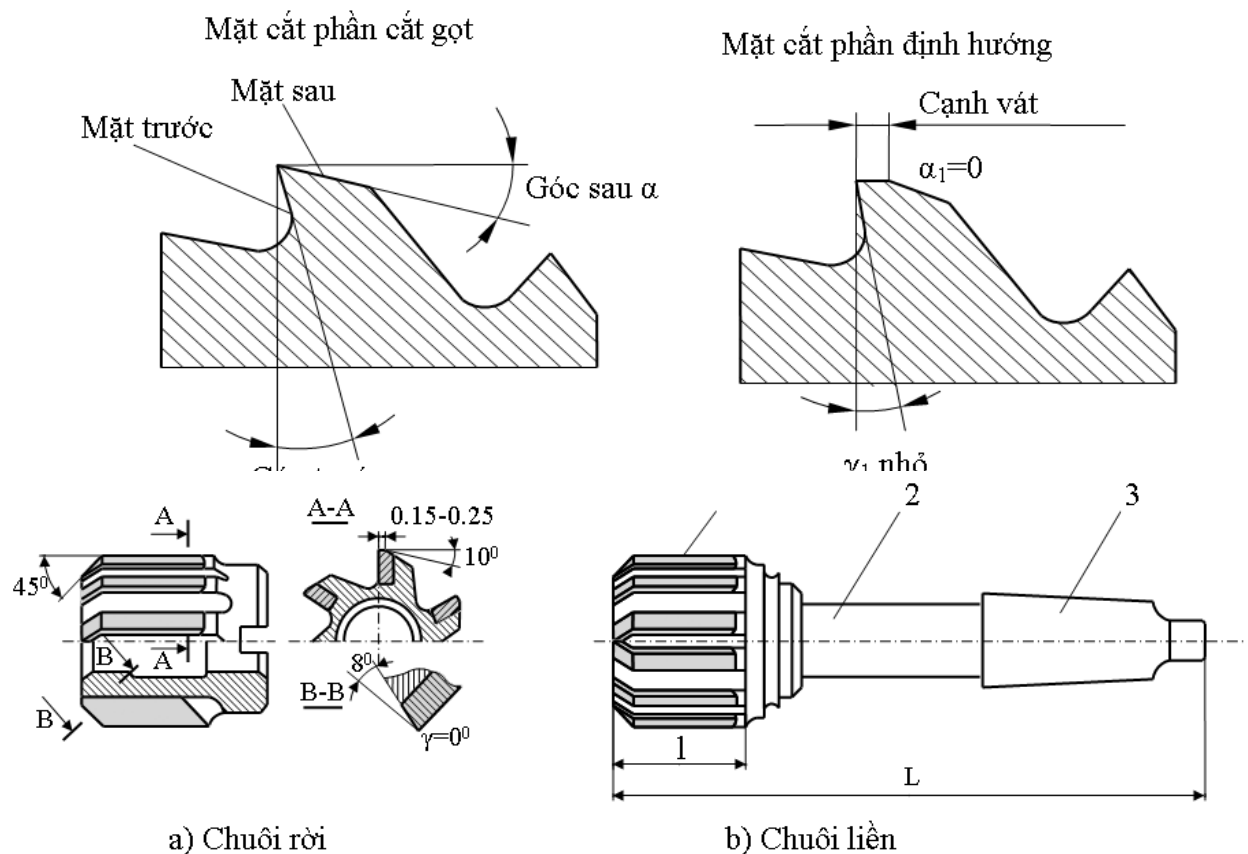
Phần sửa tinh trên chiều dài l_2 được dùng để dẫn hướng dao doa khi cắt, làm sạch bề mặt lỗ và đảm bảo kích thước gia công, còn phần côn với chiều dài l_3 có tác dụng giảm ma sát và ngăn ngừa hiện tượng lay rộng lỗ khi doa. Hiệu các đường kính của phần côn khoảng 0,03 - 0,05 mm.



Góc nghiêng chính $\varphi = 0,5 - 1,5^\circ$ đối với dao doa tay, còn đối với doa máy $\varphi = 15^\circ$ (dao doa thép gió). Dao doa hợp kim cứng có $\varphi = 30 - 45^\circ$.

Góc γ của dao doa thép gió và dao doa thép dụng cụ bằng $0 - 10^\circ$, còn đối với dao doa hợp kim cứng $\gamma = 0 - 15^\circ$. Góc sau $\alpha = 6 - 12^\circ$. Vật liệu gia công càng dẻo góc α càng phải lớn.

Trên phần hiệu chỉnh của dao doa có cạnh vát hình trụ $f = 0,05 - 0,25$ mm. Đường kính dao doa càng lớn thì cạnh vát f càng rộng.



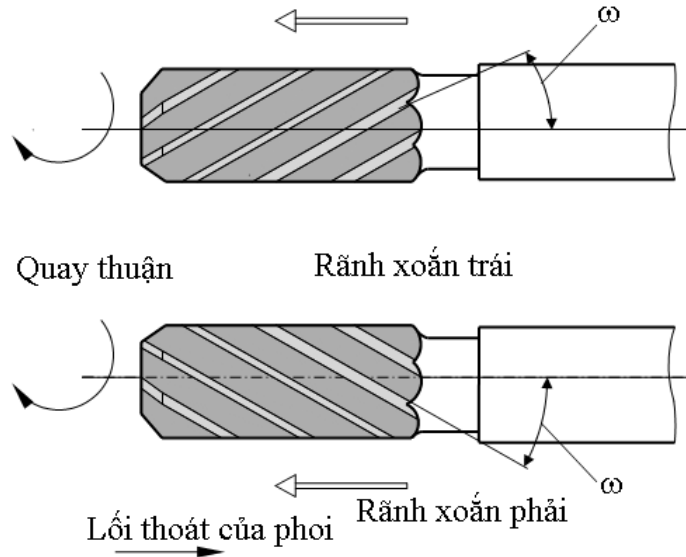
Để thoát phoi tốt, đặc biệt là khi gia công các vật liệu dẻo, dao doa được chế tạo có răng nghiêng và răng xoắn.

Khi gia công lỗ thông suốt chuyển động của phoi phải trùng với phương chạy dao. Điều này có thể đạt được nhờ các **răng nghiêng trái của dao**. Dao doa răng nghiêng cho phép nâng cao độ bóng bề mặt gia công.

Góc nghiêng của răng ω dao động trong khoảng $10 - 15^\circ$. Vật liệu gia công càng dẻo, góc ω càng phải lớn.

Để khử hoặc giảm độ đa cạnh của lỗ gia công, bước vòng của răng dao được gia công không đều nhau, có nghĩa là $\omega_1 \neq \omega_2 \neq \omega_3 \dots$. Khi doa lỗ côn cần dùng **dao doa côn**. Thông thường phải dùng 3 dao doa.

- Dao doa 1 có răng bậc để cắt thô.
- Dao doa 2 có các răng đứt quãng để cắt bán tinh.
- Dao doa 3 để cắt tinh (đảm bảo độ bóng yêu cầu).



Xác định chế độ cắt hợp lý khi doa cũng được tiến hành như sau:

- Chọn vật liệu phân cắt và thông số hình học của dao tùy thuộc vào tính chất của vật liệu gia công và điều kiện cắt (doa lỗ thông suốt hay lỗ không thông suốt) và độ bóng bề mặt yêu cầu.

- Xác định chiều sâu cắt t

Chiều sâu cắt bằng lượng dư một phía, khi doa tính lượng dư phải nhỏ nhất, nhưng không được nhỏ hơn bán kính cong của răng dao.

- Xác định lượng chạy dao S .

Lượng chạy dao S phụ thuộc vào đường kính và vật liệu phân cắt của dao, tính chất của vật liệu gia công, độ chính xác và độ bóng yêu cầu.

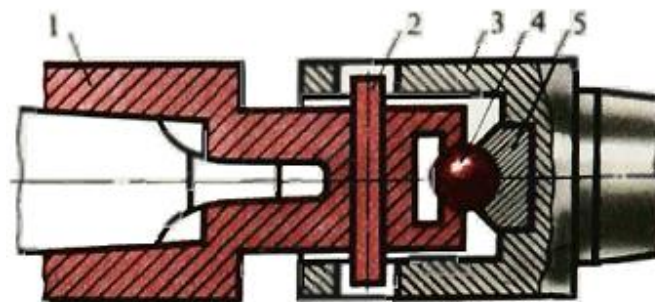
Dao doa có số răng (lưới cắt) lớn hơn số răng của dao khoét, vì vậy lượng chạy dao trong một vòng quay của dao lớn hơn lượng chạy dao khi khoét.

- Theo t và s chọn tuổi bền của dao rồi tính tốc độ cắt và số vòng quay của dao n (của trục chính máy).

Lượng chạy dao s và số vòng quay n cần được hiệu chỉnh theo máy.

Độ bền của cơ cấu chạy dao và công suất của máy thông thường không giới hạn chế độ cắt bởi vì lực chạy dao và công suất cắt không đạt đến giá trị cực đại.

Trục dao doa tùy động

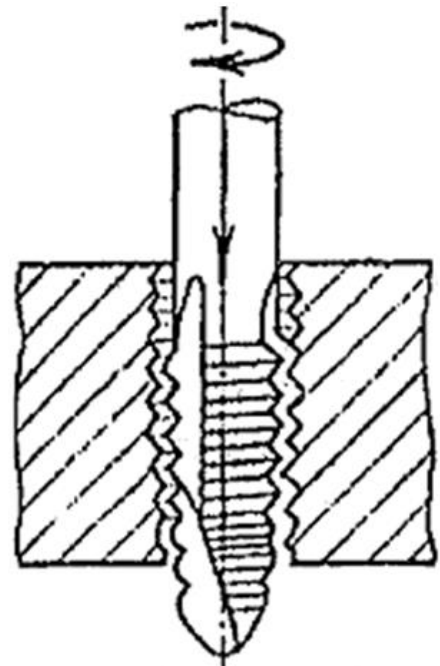
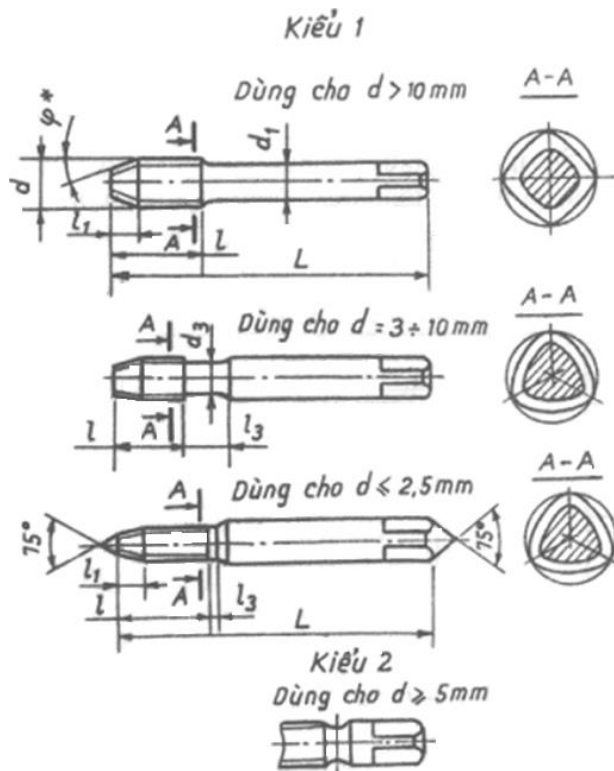


- Nên bố trí khoan – khoét – doa hoặc ít nhất khoét – doa trên cùng một lần gá để tránh sai số gá đặt, đảm bảo lượng dư gia công đồng đều (vì lượng dư doa nhỏ), nâng cao độ chính xác gia công.

Gia công ren bằng taro Gia công

Gia công ren bằng taro chủ yếu dùng gia công ren lỗ có đường kính trung bình và nhỏ theo tiêu chuẩn. Có thể dùng taro để gia công ren trụ, ren côn.

Gia công ren trên máy chuyên dùng bằng dụng cụ tổ hợp khoan – phay ren. Phương pháp này cho năng suất và độ chính xác cao nên hiện nay được áp dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt.



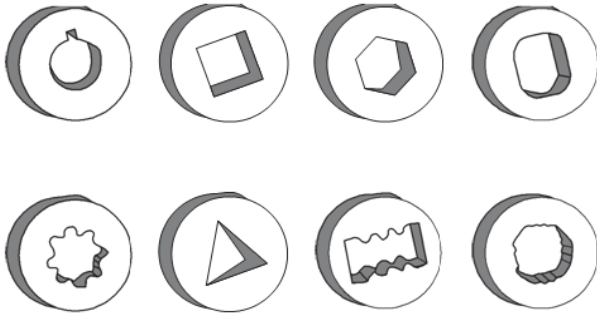
Gia công ren bằng khoan-taro kết hợp

6.6. Chuốt.

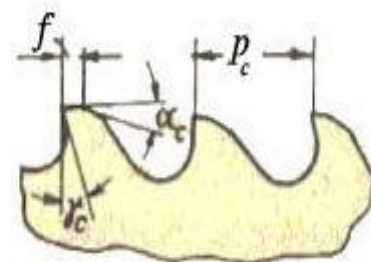
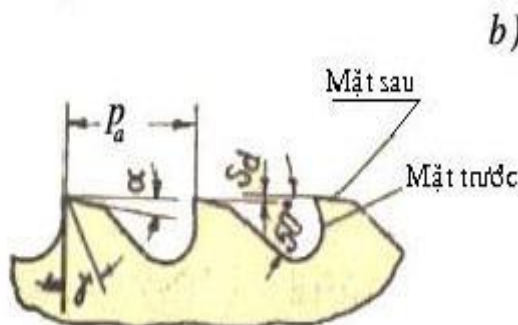
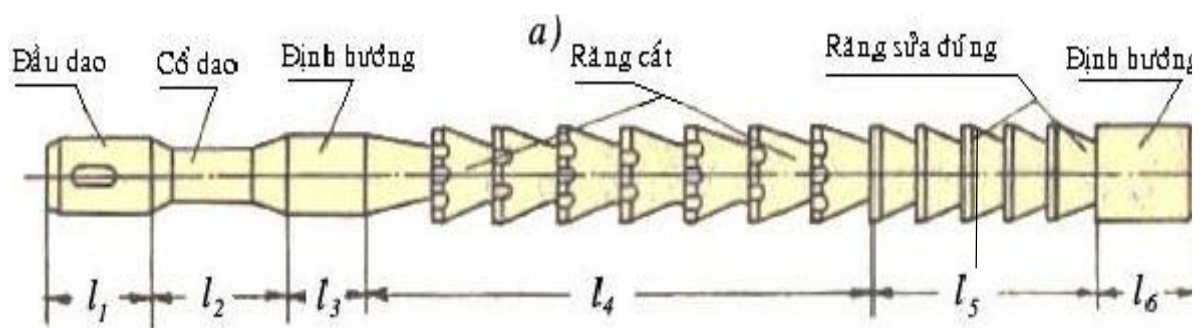
Chuốt là phương pháp được sử dụng rộng rãi để gia công lỗ tròn, lỗ có rãnh thẳng, rãnh xoắn, lỗ then hoa, cắt mặt phẳng, mặt rãnh hoặc các bề mặt định hình có đường sinh thẳng bằng dụng cụ có nhiều lưỡi cắt tham gia cắt cùng một lúc.

Chuốt cũng có thể dùng để gia công mặt trụ ngoài, bánh răng nhưng dao có kết cấu phức tạp nên ít dùng. Thông thường chuốt chỉ có chuyển động tịnh tiến, khi chuốt rãnh xoắn ngoài chuyển động tịnh tiến còn có chuyển động xoay tương đối giữa dao và phôi để tạo nên bước xoắn.

KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ



- Chuốt có thể đạt độ chính xác tới cấp 7, độ bóng bề mặt $Ra = 0,8 \div 0,6 \mu m (\nabla 6 \div \nabla 8)$.
- Gia công được các lỗ có đường kính đến 320 mm, chiều rộng của rãnh đến 100 mm, chiều dài của lỗ đến 1000 mm
- Chuốt mặt phẳng với chiều rộng khoảng từ vài mm đến 400 mm và chiều dài tối đa là 500 mm.
- Một lần cắt có thể là vừa gia công thô, bán tinh và tinh trên cùng một dao



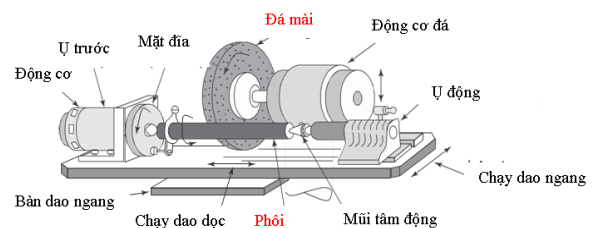
- Quá trình cắt được thực hiện bằng nhiều hạt mài có độ cứng tế vi cao (2200 - 3100 kG/mm²).
- Quá trình cắt được thực hiện với tốc độ cắt cao của hạt mài (30 – 70 m/giây).
- Các hạt mài được bố trí lộn xộn, vì vậy thông thường chúng có góc trước âm và góc cắt lớn hơn 90°.
- Tốc độ cắt lớn và điều kiện cắt không thuận lợi làm tăng nhiệt độ cắt (1000 - 1500°C).
- Điều khiển quá trình mài chỉ có thể được thực hiện bằng cách thay đổi chế độ cắt bởi vì thay đổi hình học của các hạt mài hầu như không thể thực hiện được.
- Trong quá trình gia công đá mài có thể tự mài sắc bởi vì hạt mài sau khi bị mòn làm cho lực cắt tăng, dưới tác dụng của lực cắt lớn các hạt mài tự bề gãy và tạo ra các hạt mài mới có cạnh sắc mới.
- Bề mặt mài được hình thành nhờ tác động của các yếu tố hình học đặc trưng cho quá trình cắt và quá trình biến dạng dẻo kim loại.

Khi nghiên cứu cơ chế hình thành bề mặt mài cần chú ý đến quá trình hình thành độ nhám và độ bóng bề mặt. Từ quan điểm hình học, độ nhám bề mặt được hình thành do quá trình in dập quỹ đạo chuyển động của các hạt mài lên bề mặt gia công.

Biến dạng dẻo xuất hiện trong quá trình cắt làm biến dạng nhấp nhô bề mặt do các yếu tố hình học gây ra.

Nhiều nghiên cứu thực nghiệm đã chứng minh rằng độ nhám bề mặt gia công chịu ảnh hưởng của các yếu tố sau đây (các yếu tố giảm độ nhám theo thứ tự giảm dần):

- Mài chạy đá (là không tăng lượng chạy dao và kết thúc lúc hết hoa lửa).
- Sửa đá bằng bút chì kim cương.
- Mài cao tốc.
- Hạt mài nhỏ.
- Thay đổi chế độ cắt.
- Vật liệu chất kết dính.
- Thành phần hoá học của dung dịch trơn nguội.



Các yếu tố chế độ cắt khi mài

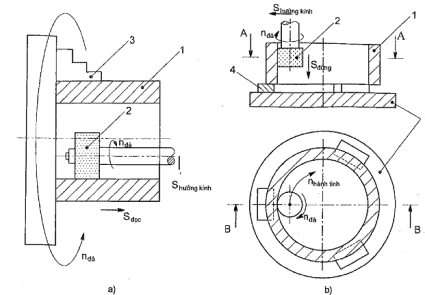
Trong thực tế thường sử dụng các phương pháp mài sau đây:

a) Mài tròn ngoài

- Chạy dao dọc.
- Chạy dao hướng kính (chạy dao ngang).
- Mài vô tâm.

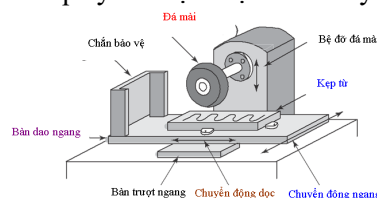
b) Mài tròn trong

- Khi chi tiết quay với chạy dao dọc và chạy dao ngang
- Mài vô tâm.
- Mài hành tinh (khi chi tiết đứng yên còn đá quay và thực hiện các chuyển động khác).



c) Mài phẳng:

- Bằng đá mài tròn.
- Bằng đá mài mặt đầu.



d) Mài ren, mài định hình ...

Quá trình mài thông thường được thực hiện bằng ba chuyển động:

- Chuyển động quay của đá.
- Chuyển động quay hoặc dịch chuyển khứ hồi của chi tiết
- Chuyển động chạy dao của đá hoặc của chi tiết.

Một số chuyển động nói trên có thể không tồn tại, ví dụ chuyển động thẳng khứ hồi không có khi mài ăn dao hướng kính, tuy nhiên chuyển động quay của đá đều tồn tại trong mọi trường hợp.

Tốc độ quay của đá m/giây là tốc độ cắt và được xác định theo công thức:

$$V_k = \frac{\pi D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}$$

Ở đây:

D_k - đường kính ngoài hoặc trong của đá mài (mm)

n_k - số vòng quay của đá mài (vòng /phút).

Tốc độ quay của chi tiết gia công V (m/phút) khi mài tròn ngoài và mài tròn trong được xác định theo công thức:

$$V = \frac{\pi D \cdot n}{1000}$$

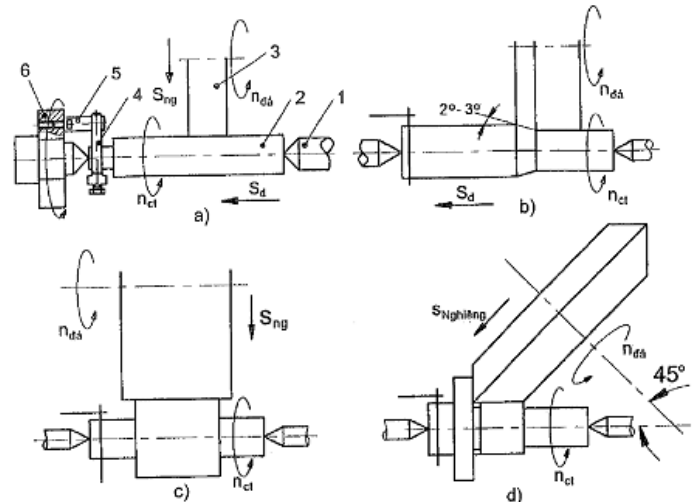
Ở đây:

D - đường kính ngoài hoặc đường kính lỗ của chi tiết gia công, mm

n - số vòng quay của chi tiết (vòng/phút).

Chiều sâu cắt bằng chạy dao ngang S_n khi mài tròn ngoài (hình a) và mài tròn trong với phương pháp chạy dao dọc được xác định trong một hành trình kẹp của chi tiết gia công hoặc hành trình đơn của đá.

- a) Mài tròn ngoài tiến dao dọc ($S_{ng} = 0$)
- b) Sửa đá vát góc $2^\circ \div 3^\circ$
- c) Mài tiến đá hướng kính ($S_d = 0$)
- d) Mài tiến đá theo phương chéo



Sơ đồ nguyên lý các phương pháp mài tròn ngoài.

Khi mài tròn ngoài thô chiều sâu cắt $t = 0,01 - 0,07$ mm/hành trình kẹp.

Còn khi mài tinh (tròn ngoài): $t = 0,005 - 0,02$ mm/hành trình kẹp.

Lượng chạy dao dọc S được chọn theo tỷ lệ của bề rộng đá mài B_K .

Khi mài tròn ngoài thô $S = (0,3 - 0,85) \cdot B_K$

Còn khi mài tròn ngoài hành tinh: $S = (0,2 - 0,3) \cdot B_K$

Mài sâu được sử dụng khi gia công chi tiết ngắn có độ cứng vững cao với lượng dư khoảng 0,4 mm và ăn dao một lần.

Lượng chạy dao dọc được chọn trong khoảng $S = 1 - 6$ mm/vòng.

Đường kính của chi tiết gia công càng lớn, giá trị S càng lớn.

Quá trình cắt được thực hiện chủ yếu do phân côn của đá, còn phần trụ chỉ có tác dụng làm bóng bề mặt gia công.

Biến thể của phương pháp mài sâu là cùng lúc gia công bằng hai đá mài.

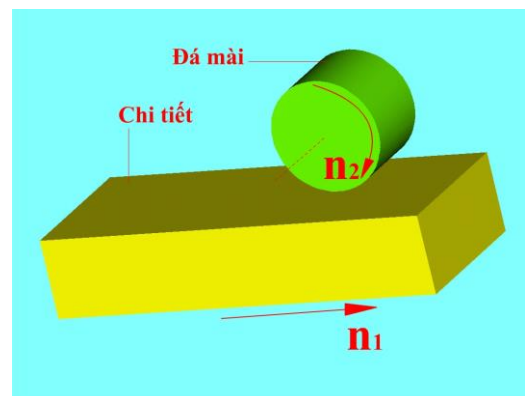
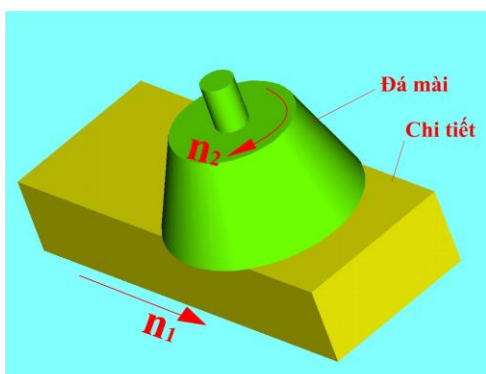
Mài ăn dao hướng kính thường được sử dụng để gia công các mặt định hình và các chi tiết ngắn có độ cứng vững cao.

Lượng chạy dao ngang trong trường hợp này được chọn $S_n = 0,002 - 0,005$ mm/vòng.

Đôi khi lượng chạy dao còn được tính theo phút ($S_p = 0,8 - 3$ mm/phút).

Mài tròn trong có thể được thực hiện bằng phương pháp thông thường hoặc phương pháp hành tinh.

Ở phương pháp thứ nhất chi tiết được kẹp chặt trong mâm cặp và thực hiện chuyển động quay, còn đá quay và thực hiện ăn dao dọc (S) và ăn dao hướng kính $S_n(t)$ trong một hành trình kẹp.



Ở phương pháp mài hành tinh chi tiết được gá cố định, còn tất cả các chuyển động đều do đá thực hiện. Phương pháp này được sử dụng khi gia công các chi tiết lớn và nặng.

Trục đá mài có 4 chuyển động:

- Quay xung quanh trục của nó với tốc độ 35 m/giây.
- Chuyển động hành tinh xung quanh trục của chi tiết gia công với tốc độ 40 - 60 m/phút.
- Chuyển động thẳng đi lại dọc trục được tính theo % của bề rộng đá
- Ăn dao hướng kính sau mỗi hành trình kép (khoảng 0,008 - 0.05 mm/hành trình kép).

Cần nhớ rằng mài tròn trong xảy ra trong điều kiện nặng hơn mài tròn ngoài, bởi vì bề mặt tiếp xúc giữa đá và chi tiết khi mài tròn trong lớn hơn khi mài tròn ngoài, do đó tải trọng tác dụng lên từng hạt mài cũng lớn hơn:

Đường kính đá mài D_K nhỏ hơn đường kính lỗ gia công D theo tỷ lệ: $D_K = (0,75 - 0,25)D$.

Ngoài ra, trục mang đá nhỏ nên độ cứng vững thấp ảnh hưởng đến năng suất gia công.

Điều kiện cấp dung dịch trơn nguội khi mài tròn trong rất khó khăn, do đó điều kiện thoát nhiệt cũng kém hơn. Vì những nhược điểm trên đây của mài tròn trong cho nên chế độ cắt (chiều sâu cắt và lượng chạy dao) thường được chọn nhỏ hơn so với mài tròn ngoài khoảng 2 lần.

Mài phẳng được thực hiện bằng hai phương pháp: bằng đá mài hình trụ và đá mài mặt đầu.

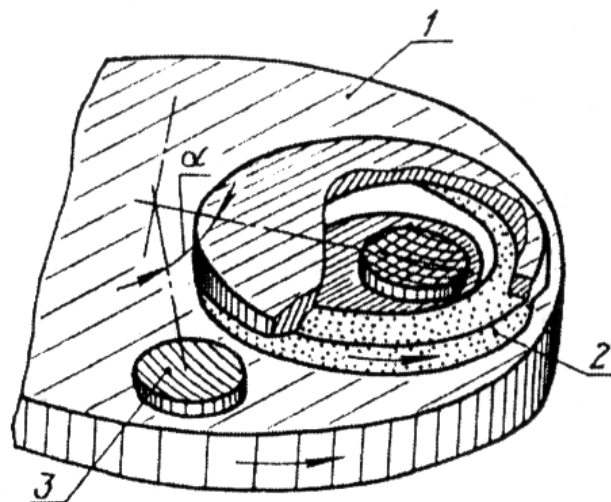
Mài phẳng có thể được thực hiện trên bàn máy hình tròn hoặc bàn máy hình chữ nhật.

Khi mài bằng đá mài mặt đầu bề mặt tiếp xúc lớn hơn khi mài bằng đá mài hình trụ, do đó nhiệt độ toả ra trong vùng cắt cũng lớn hơn.

Vì vậy, mài bằng đá mài mặt đầu được dùng để gia công các chi tiết độ cứng vững cao.

Để nâng cao khả năng cắt của đá mài, trục đá được gá nghiêng so với bàn máy một góc khoảng 30°

Khi mài bằng đá mài mặt đầu bề mặt gia công có vết cắt nhau như mặt lưới, bề mặt này là vết của đá mài khi ăn dao và thoát dao (vết cắt của phần vào và phần ra của đá mài).

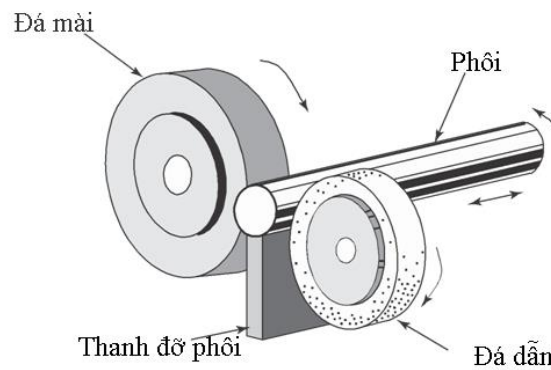


**Sơ đồ tạo thành lưới trên bề mặt mài
khi gia công bằng đá mài mặt đầu
1 – bàn từ; 2 – đá mài; 3 – chi tiết gia công.**

Cần lưu ý rằng, khi mài phẳng bằng đá mài mặt đầu các hạt mài nằm trong vùng cắt lâu hơn và mòn nhanh hơn. Vì vậy, khi mài phẳng bằng đá mài mặt đầu cần chọn đá mài mềm hơn so với khi mài tròn ngoài.

Chiều sâu cắt khi mài phẳng $t = 0,05 - 0,1$ mm. Giá trị t lớn được chọn cho chi tiết có độ cứng vững cao hơn. Các yếu tố chế độ cắt khác của mài phẳng cũng được chọn tương tự như mài tròn ngoài.

Mài vô tâm được sử dụng để mài mặt tròn ngoài cũng như mặt tròn trong. Dưới đây ta xét trường hợp mài tròn ngoài vô tâm.



Chi tiết gia công 2 được đặt trên thanh đỡ 4 giữa hai đá mài 1 và 3 quay với tốc độ khác nhau (V_{PK} và V_{BK}). Đá mài 1 là đá cắt, còn đá mài 3 là đá dẫn (cung cấp chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến cho chi tiết).

Đá dẫn 3 được gá nghiêng một góc $\alpha = 1 - 5^\circ$. Biên dạng của đá dẫn 3 có hình dạng hypecbol để tạo ra tiếp xúc đường thẳng với chi tiết gia công.

Tâm của chi tiết gia công được gá cao hơn tâm của các đá mài một lượng $h = (0,1 - 0,3)d$ (ở đây d là đường kính chi tiết) nhằm mục đích khử độ đa cạnh của chi tiết khi gia công.

Đường kính chi tiết gia công càng nhỏ chiều cao h càng phải lớn.

Véc tơ tốc độ của bánh dẫn 3 được phân ra: véc tơ tốc độ quay của chi tiết V_o và véc tơ tốc độ dịch chuyển chi tiết V_s .

Cũng tương tự như vậy có thể phân véc tơ lực của bánh dẫn P_{BK} thành vectơ P và P_s . Đá cắt 1 quay với tốc độ 30 - 35 m/giây, còn đá dẫn 3 quay với tốc độ 15 - 30 m/phút

Do tốc độ quay khác nhau của các đá mài, ma sát giữa đá dẫn và chi tiết lớn hơn lực cắt vòng (lực cắt tiếp tuyến) rất nhiều, do đó làm quay chi tiết.

Tốc độ V_o và V_s được tính theo các công thức sau đây (m/phút):

$$V_o = V_{BK} \cdot \cos \alpha = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000} \cdot \cos \alpha$$

Nếu $\alpha = 50^\circ$, $\cos 5^\circ = 1$. Khi đó $V = V_{BK}$.

D_K là đường kính của đá dẫn, còn n_K là số vòng quay của nó.

$$V_s = V_{BK} \sin \alpha \cdot K = \pi \cdot D_K \cdot n_K \cdot \sin \alpha \cdot K$$

Ở đây:

K - hệ số trượt dọc của chi tiết, $K = 0,05 - 0,99$.

Khi biết V_s và số vòng quay của chi tiết $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$ có thể tính được lượng chạy dao dọc trong một vòng quay của chi tiết:

$$S = \frac{V_s \cdot \pi \cdot d}{1000 \cdot V}$$

Góc α có ảnh hưởng ít nhiều đến năng suất và chất lượng gia công.

Góc α càng lớn, năng suất gia công càng lớn nhưng chất lượng bề mặt càng giảm.

Trong thực tế, khi mài thô thường chọn $\alpha = 3 - 5^\circ$, còn khi mài tinh: $\alpha = 1 - 2^\circ$

Đối với mài tròn trong vô tâm, tất cả các chuyển động chính cũng giống như mài tròn trong thông thường. Sự khác nhau về nguyên tắc của máy mài tròn trong vô tâm so với máy mài tròn trong thông thường là phương pháp kẹp chi tiết.

Chi tiết 1 được gá giữa các con lăn 2,3 và 4. Con lăn 2 truyền chuyển động quay cho chi tiết và được gọi là con lăn dẫn. Con lăn 3 đỡ chi tiết được gọi là con lăn tỳ. Con lăn 4 có tác dụng ấn chi tiết xuống cho tiếp xúc với con lăn 2 và 3, nó được gọi là con lăn xiết chặt.

Con lăn dẫn nhận chuyển động từ cơ cấu của máy và nhờ ma sát nó làm quay chi tiết, về phần mình chi tiết lại làm quay con lăn tỳ và con lăn xiết chặt. Con lăn xiết chặt 4 còn có chuyển động chu kỳ trong mặt phẳng đứng để tháo chi tiết đã gia công ra và gá chi tiết mới vào.

Ở phương hướng trục chi tiết được tỳ vào thanh đỡ hoặc ống tỳ, ống tỳ quay theo chi tiết nhờ chuyển động quay từ chi tiết truyền sang.

Khi mài tròn trong vô tâm, chi tiết và đá mài cùng quay theo một chiều như trường hợp mài tròn ngoài vô tâm.

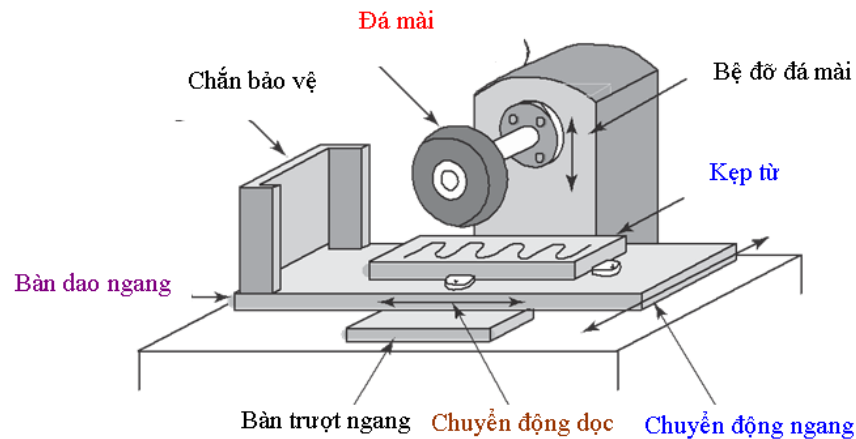
Phương pháp xiết chặt vô tâm chỉ có thể được sử dụng cho chi tiết có mặt ngoài đồng tâm với mặt lỗ gia công.

Phương pháp xiết chặt vô tâm này cho phép nâng cao độ chính xác gia công do chúng không có đồ gá trên máy và cho phép tự động hoá quá trình mài.

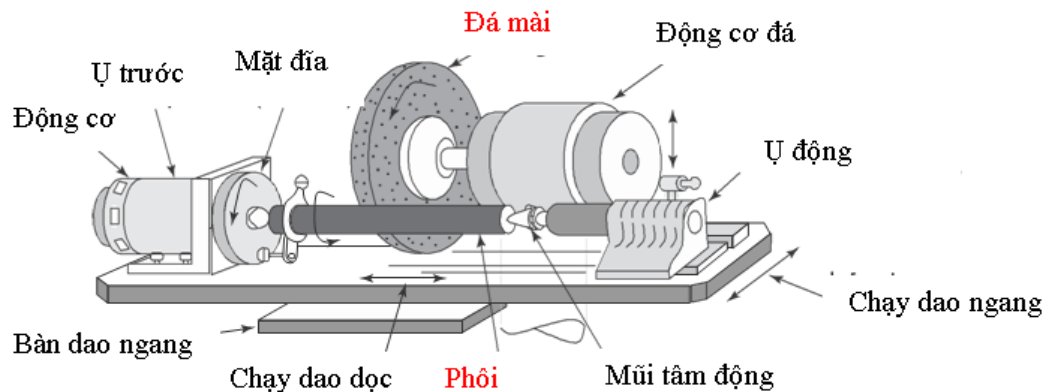
Tuy nhiên cần lưu ý rằng, sai số hình dáng hình học của bề mặt ngoài chi tiết gia công (độ ô van, độ đa cạnh v.v.) sẽ làm cho chuyển động quay mất chính xác, do đó gây ra sai số cho nguyên công mài.

Hơn nữa cũng cần lưu ý rằng, ứng dụng phương pháp mài tròn trong vô tâm chỉ có hiệu quả kinh tế khi gia công loạt lớn chi tiết, bởi vì máy để mài mòn trong vô tâm chủ yếu làm việc theo chu kỳ mài tự động.

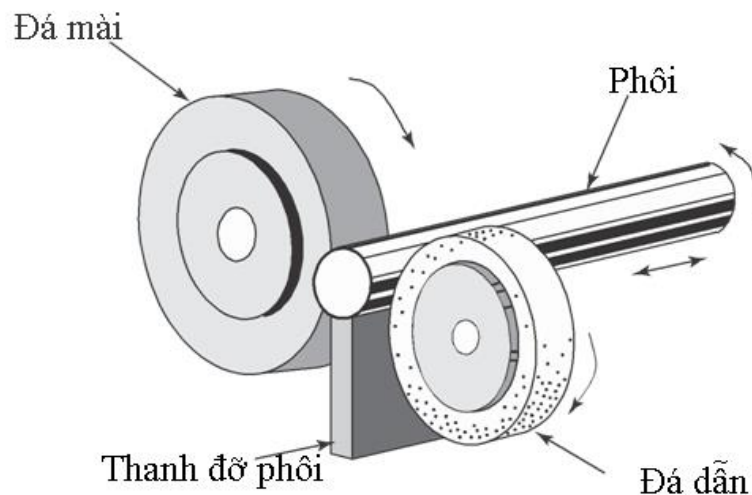
Mài phẳng



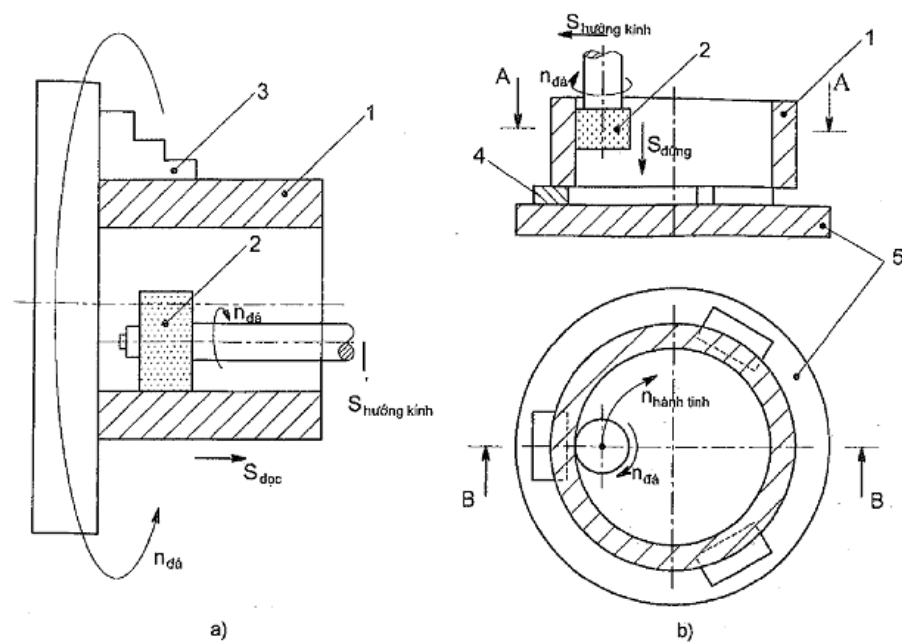
Mài trụ ngoài



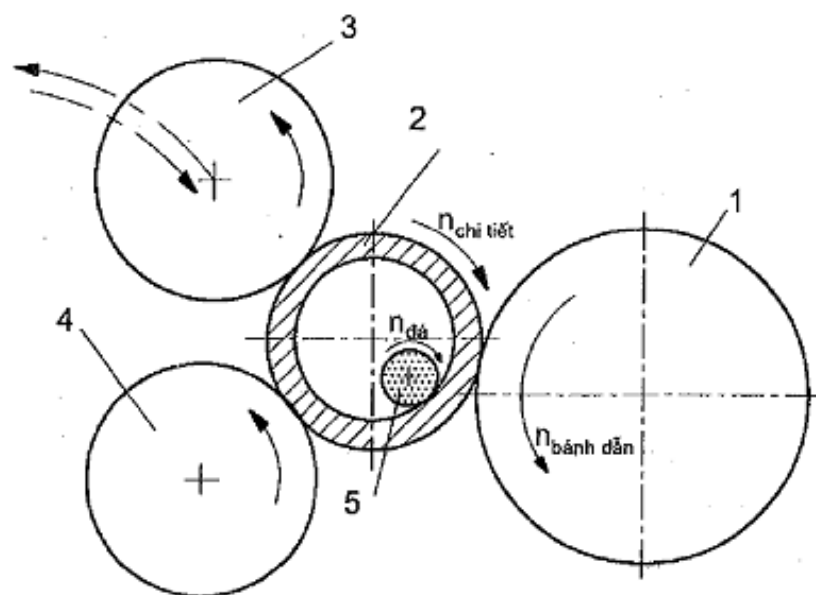
Mài trụ ngoài không tâm



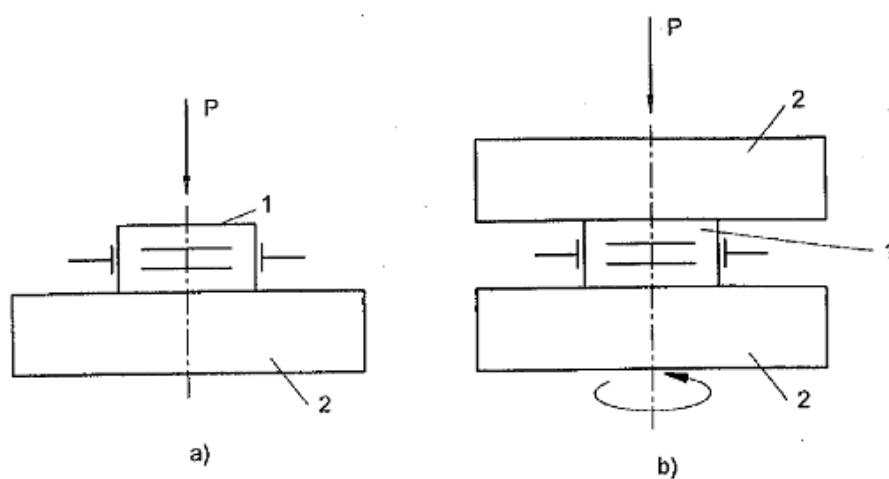
Mài trụ trong



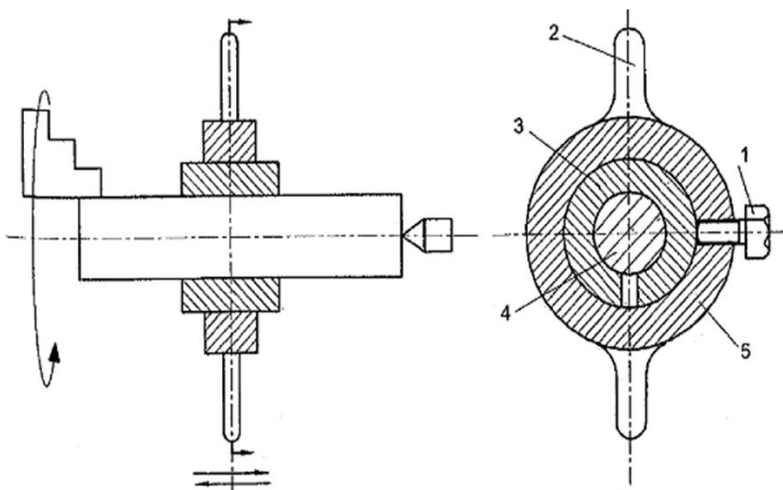
Mài trụ trong không tâm



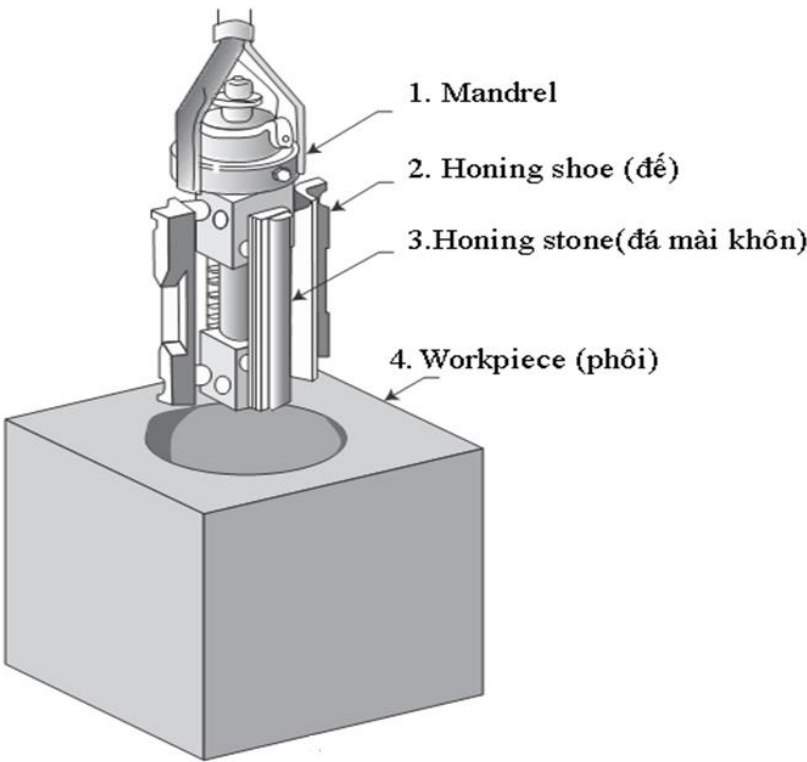
Sơ đồ nghiền phẳng



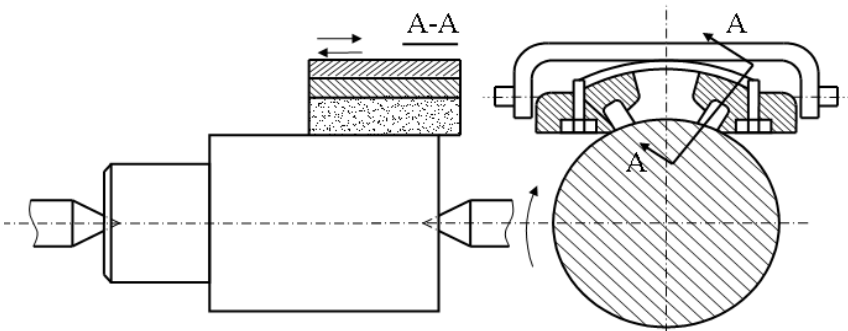
Sơ đồ nghiền mặt trụ ngoài



Mài khô



SƠ ĐỒ MÀI SIÊU TINH XÁC



6.8. Phương pháp đánh bóng

- ❖ Đánh bóng là phương pháp gia công tinh bằng cách dùng hạt mài rất nhỏ trộn với dầu nhờn đặc rồi bôi lên bánh đánh bóng đàn hồi. Bánh này quay với tốc độ rất cao từ 20÷40 m/s.
- ❖ Đánh bóng bao gồm hai quá trình:
 - + Lớp kim loại rất mỏng được hớt đi nhờ tốc độ rất lớn.
 - + Còn phần lớn lượng dư được bóc đi nhờ nhiệt độ cao, có ma sát và các hạt mài chuyển động tự do trên mặt gia công.
- ❖ Để đánh bóng người ta dùng những bánh mài bằng gỗ, bằng vải hoặc da ép lại quay với tốc độ khá nhanh.
- ❖ Bánh đánh bóng bằng gỗ dùng để đánh bóng sơ bộ. Bánh này có độ bền nhỏ, khi có lực li tâm dễ bị vênh.
- ❖ Bánh đánh bóng bằng vải thô dùng hạt mài lớn để gia công những chi tiết lớn.
- ❖ Bánh đánh bóng bằng vải mềm dùng rộng rãi để đánh bóng tinh.
- Bánh đánh bóng bằng vải ép dùng để đánh bóng rất tinh như đánh bóng dụng cụ y học, thủy tinh....
- Người ta còn đánh bóng bằng dây đai có dính hạt mài để đạt năng suất cao hoặc dùng những bánh mài có dính thêm than chì (graphit).
- Trước khi đánh bóng, chi tiết phải được mài hoặc gia công tinh khác. Đánh bóng chỉ tăng thêm độ bóng bề mặt, không có khả năng sửa chữa các sai lệch về hình dáng và vị trí tương quan và cả những khuyết tật để lại trên mặt.
- Có thể chia đánh bóng bằng hai hoặc ba lần. Càng về sau hạt mài càng nhỏ.
- Lượng dư đánh bóng chỉ khoảng 5µm.
- Khi đánh bóng có thể áp chi tiết vào đá mài bằng tay hoặc bằng máy. Trong sản xuất lớn để giảm lao động nặng nhọc, đánh bóng thường thực hiện trên máy chuyên dùng đơn giản.

6.9. Phương pháp cạo

- Cạo là một phương pháp gia công tinh thực hiện bằng tay hay bán cơ khí.
- Tuy cạo có năng suất thấp nhưng lại gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau như mặt phẳng, mang cá, rãnh then, mặt trụ trong (các loại bạc) v.v...
- Vì lẽ đó cạo được dùng phổ biến trong cả chế tạo, lắp ráp và sửa chữa.

Ưu điểm của phương pháp cạo:

- Có thể đạt độ chính xác cao về nhẵn bóng bề mặt hoặc vị trí tương quan giữa chúng bằng những dụng cụ đơn giản.
- Gia công tinh lần cuối được những mặt phẳng có kết cấu phức tạp.
- Trong lắp ráp theo dạng sửa lắp dùng cạo để gia công bổ sung, sửa lại các chi tiết máy ngay tại chỗ lắp ráp mà không cần đến thiết bị phức tạp.
- Có thể gia công tinh lần cuối những mặt phẳng của chi tiết lớn
- Bề mặt gia công lần cuối bằng cạo có thể giữ được lớp dầu đảm bảo bôi trơn tốt trong quá trình làm việc.

Công việc cạo chủ yếu phụ thuộc vào trình độ tay nghề của công nhân.

Khuyết điểm của cạo:

- ❖ Tốn nhiều công sức.
- ❖ Không cạo được vật liệu quá cứng.