

VỤ GIÁO DỤC CHUYÊN NGHIỆP

GIÁO TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

PHÍ TRỌNG HẢO – NGUYỄN THANH MAI

GIÁO TRÌNH **CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

(Sách dùng cho các trường đào tạo hệ Trung học chuyên nghiệp)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Năm 2002, Vụ Giáo dục Chuyên nghiệp – Bộ Giáo dục và Đào tạo đã phối hợp với Nhà xuất bản Giáo dục xuất bản 21 giáo trình phục vụ cho đào tạo hệ THCN. Các giáo trình trên đã được nhiều trường sử dụng và hoan nghênh. Để tiếp tục bổ sung nguồn giáo trình đang còn thiếu, Vụ Giáo dục Chuyên nghiệp phối hợp cùng Nhà xuất bản Giáo dục tiếp tục biên soạn một số giáo trình, sách tham khảo phục vụ cho đào tạo ở các ngành : Điện – Điện tử, Tin học, Khai thác cơ khí. Những giáo trình này trước khi biên soạn, Vụ Giáo dục Chuyên nghiệp đã gửi đề cương về trên 20 trường và tổ chức hội thảo, lấy ý kiến đóng góp về nội dung đề cương các giáo trình nói trên. Trên cơ sở nghiên cứu ý kiến đóng góp của các trường, nhóm tác giả đã điều chỉnh nội dung các giáo trình cho phù hợp với yêu cầu thực tiễn hơn.

Với kinh nghiệm giảng dạy, kiến thức tích lũy qua nhiều năm, các tác giả đã cố gắng để những nội dung được trình bày là những kiến thức cơ bản nhất nhưng vẫn cập nhật được với những tiến bộ của khoa học kỹ thuật, với thực tế sản xuất. Nội dung của giáo trình còn tạo sự liên thông từ Dạy nghề lên THCN.

Các giáo trình được biên soạn theo hướng mở, kiến thức rộng và cố gắng chỉ ra tính ứng dụng của nội dung được trình bày. Trên cơ sở đó tạo điều kiện để các trường sử dụng một cách phù hợp với điều kiện cơ sở vật chất phục vụ thực hành, thực tập và đặc điểm của các ngành, chuyên ngành đào tạo.

Để việc đổi mới phương pháp dạy và học theo chỉ đạo của Bộ Giáo dục và Đào tạo nhằm nâng cao chất lượng dạy và học, các trường cần trang bị đủ sách cho thư viện và tạo điều kiện để giáo viên và học sinh có đủ sách theo ngành đào tạo. Những giáo trình này cũng là tài liệu tham khảo tốt cho học sinh đã tốt nghiệp cần đào tạo lại, nhân viên kỹ thuật đang trực tiếp sản xuất.

Các giáo trình đã xuất bản không thể tránh khỏi những sai sót. Rất mong các thầy, cô giáo, bạn đọc góp ý để lần xuất bản sau được tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về : Ban Kỹ thuật Đại học - Nhà xuất bản Giáo dục – 81 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

VỤ GIÁO DỤC CHUYÊN NGHIỆP - NXB GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay, trong sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước, chế tạo máy là một ngành quan trọng của nền kinh tế quốc dân được sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực công, nông nghiệp.

Các cán bộ kỹ thuật trong ngành chế tạo máy được đào tạo phải có kiến thức kỹ thuật cơ bản đồng thời phải biết vận dụng những kiến thức đó để giải quyết những vấn đề cụ thể trong thực tế sản xuất như chế tạo, lắp ráp, sử dụng, sửa chữa...

Với mục đích đó, tài liệu này cung cấp những phần lý thuyết cơ bản nhất trong lĩnh vực công nghệ chế tạo máy, những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng khi gia công cơ khí, đồng thời giới thiệu các phương pháp gia công thông dụng để tạo ra các dạng bề mặt đạt yêu cầu khác nhau về chất lượng gia công.

Trong tài liệu này cũng trình bày một số quy trình công nghệ gia công các chi tiết điển hình đã được áp dụng trong thực tế sản xuất, các biện pháp kỹ thuật để đảm bảo chất lượng khi lắp ráp sản phẩm.

Do xuất bản lần đầu, nên cuốn sách không tránh khỏi những sai sót. Chúng tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc và các đồng nghiệp. Các ý kiến đóng góp xin gửi về : Bộ môn Công nghệ chế tạo máy, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

Phần một. NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ SỞ CỦA CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

Chương I

KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA

1.1. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT VÀ QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

1.1.1. Quá trình sản xuất

Quá trình sản xuất là quá trình con người tác động vào tài nguyên thiên nhiên để biến nó thành sản phẩm phục vụ cho lợi ích của con người. Quá trình sản xuất bao gồm mọi giai đoạn từ tài nguyên biến thành sản phẩm, ví dụ như quặng sắt được khai thác tại mỏ, chuyển đến nhà máy luyện kim, nấu chảy thành phôi kim loại. Phôi đó được đưa đến các nhà máy cơ khí, qua quá trình gia công cơ, nhiệt tạo thành các chi tiết. Các chi tiết qua quá trình kiểm tra, lắp ráp tạo thành sản phẩm và phục vụ một mục đích nhất định.

Theo nghĩa hẹp, quá trình sản xuất của nhà máy cơ khí là quá trình tổng hợp các hoạt động có ích của con người để biến nguyên liệu và bán thành phẩm thành sản phẩm của nhà máy. Quá trình tổng hợp đó bao gồm: chế tạo phôi; gia công cắt gọt; gia công nhiệt, hoá; kiểm tra; lắp ráp và hàng loạt quá trình phụ khác như chế tạo dụng cụ, chế tạo đồ gá, vận chuyển, chạy thử, điều chỉnh, sơn, bao bì, đóng gói, bảo quản trong kho...

1.1.2. Quá trình công nghệ

Quá trình công nghệ là một phần của quá trình sản xuất, trực tiếp làm thay đổi trạng thái và tính chất của đối tượng sản xuất. Gia công cơ làm thay đổi kích thước và hình dáng của chi tiết gia công. Gia công nhiệt làm thay đổi tính chất vật lý và hoá học của vật liệu chi tiết. Quá trình lắp ráp làm thay đổi vị trí tương quan giữa các chi tiết thông qua mối lắp ghép.

Xác định quá trình công nghệ hợp lý, rồi ghi thành văn kiện công nghệ thì các văn kiện công nghệ đó được coi là *quy trình công nghệ*. Quá trình công nghệ được thể hiện tại chỗ làm việc.

Chỗ làm việc là một phần của phân xưởng sản xuất cho một hoặc một nhóm công nhân làm việc, nó được trang bị thiết bị công nghệ, dụng cụ, đồ gá, thiết bị nâng, giá để phôi và chi tiết.

1.2. THÀNH PHẦN CỦA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

Quá trình công nghệ được chia thành: nguyên công, gá, vị trí, bước chuyển dao, động tác.

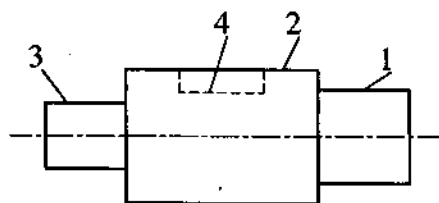
a) *Nguyên công* : là một phần của quá trình công nghệ được hoàn thành liên tục tại một chỗ làm việc do một hoặc một nhóm công nhân thực hiện. Khi thay đổi một trong các điều kiện trên sẽ sang nguyên công khác.

Nguyên công là thành phần cơ bản của quy trình công nghệ. Việc chia quá trình công nghệ thành các nguyên công có ý nghĩa kỹ thuật và kinh tế.

Ý nghĩa kỹ thuật thể hiện ở chỗ không thể thực hiện được việc tiện và phay chi tiết trục (hình 1.1) ở cùng một chỗ làm việc. Tiện trục sẽ được thực hiện trên máy tiện, phay rãnh sẽ được thực hiện trên máy phay.

Ý nghĩa kinh tế là tùy theo sản lượng và yêu cầu kỹ thuật mà phân chia nguyên công. Ví dụ: nên chia việc gia công thô và tinh thành hai nguyên công khác nhau. Vì nguyên công thô thực hiện trên máy tiện có công suất lớn, năng suất cao, máy không cần chính xác, rẻ tiền, còn tiện tinh thực hiện trên máy tiện chính xác đắt tiền. Việc sử dụng máy như vậy sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn.

Ví dụ: gia công chi tiết trục (hình 1.1) tiện cổ trục 1, 2 xong, quay lại tiện cổ trục 3 ngay thì đó là một nguyên công. Nhưng nếu ta lần lượt gia công cổ trục 1, 2 hết một loạt chi tiết, sau đó mới quay sang gia công một loạt chi tiết cổ trục 3 thì đó là hai nguyên công. Hoặc gia công cổ trục 1, 2 trên một máy, gia công cổ trục 3 trên máy khác thì đó cũng là hai nguyên công.



Hình 1.1. Chi tiết trục.

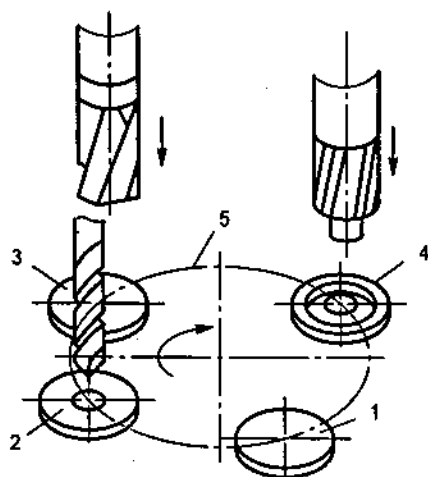
b) *Gá* : là một phần của nguyên công được hoàn thành trong một lần gá đặt. Ví dụ: gia công cổ trục 1, 2 (hình 1.1) là một lần gá; gia công cổ trục 3 là một lần gá thứ hai. Nguyên công có thể có một lần gá hoặc nhiều lần gá.

c) *Vị trí* : là một phần của nguyên công được xác định bởi vị trí tương quan giữa chi tiết gia công và máy hoặc giữa chi tiết gia công và đồ gá hay dụng cụ cắt.

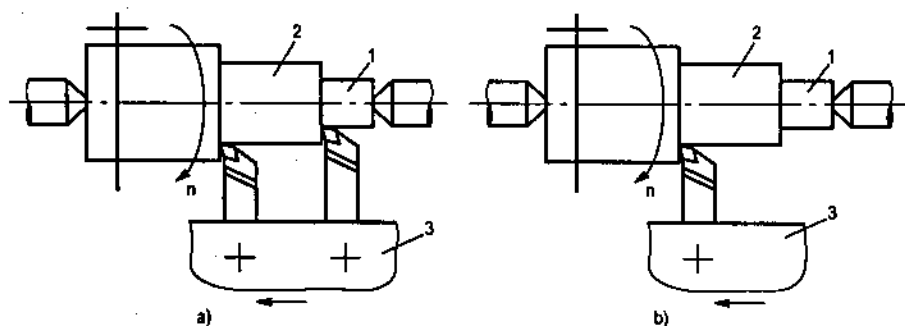
Chi tiết được gá trên bàn máy tại vị trí 1 (hình 1.2). Khi bàn máy quay chi tiết chuyển sang vị trí 2 để khoan, vị trí 3 khoét, vị trí 4 doa và quay về vị trí 1 để tháo ra và lắp chi tiết mới. Như vậy, chi tiết được gá trên bàn máy một lần duy nhất trong suốt quá trình gia công.

Hình 1.2. Gia công chi tiết trên máy khoan 3 trục.

1. Vị trí để gá, tháo chi tiết;
2. Khoan; 3. Khoét; 4. Doa;
5. Bàn máy.



d) Bước : là một phần của các nguyên công để tiến hành gia công một bề mặt (hoặc nhiều bề mặt) bằng một dao (hoặc nhiều dao) với chế độ cắt không đổi.



Hình 1.3. Gia công chi tiết trục.

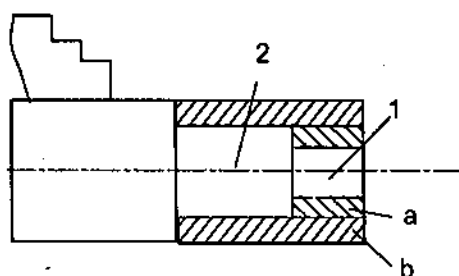
Ví dụ: gia công hai đoạn trục 1, 2 (hình 1.3) theo hai phương án:

- Gia công hai đoạn trục 1, 2 đồng thời bằng hai dao trên một bàn xe dao đó là một bước (hình 1.3a).
- Gia công hai đoạn trục 1, 2 bằng một dao (gia công thực hiện lần lượt trên từng đoạn trục) đó là hai bước (hình 1.3b).

e) Đường chuyển dao : là một phần của bước để hớt đi một lớp vật liệu có cùng chế độ cắt và cùng một dao cắt.

Ví dụ: để gia công đoạn trục 1 không thể cắt một lần vì lớp kim loại cần cắt đi lớn, nên cần phải chia thành hai lần hay nói cách khác là hai đường chuyển dao (hình 1.4). Như vậy một bước có thể có nhiều đường chuyển dao.

g) **Động tác:** là hành động của người công nhân điều khiển máy khi gia công hoặc lắp ráp. Ví dụ: bấm nút, quay ụ dao, kẹp chặt chi tiết. Việc phân chia động tác rất cần thiết để định mức thời gian, đồng thời để nghiên cứu năng suất lao động và tự động hoá nguyên công.



Hình 1.4. Ví dụ đường chuyển dao.
1, 2 : đoạn trục; a, b : hai lần chuyển dao.

1.3. CÁC DẠNG SẢN XUẤT

Dạng sản xuất là khái niệm đặc trưng có tính chất tổng hợp giúp cho việc xác định hợp lý đường lối, biện pháp công nghệ và tổ chức sản xuất để chế tạo ra sản phẩm đạt chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật.

Tuỳ theo sản lượng hàng năm và mức độ ổn định của sản phẩm mà người ta chia ra 3 dạng sản xuất: đơn chiếc, hàng loạt, hàng khối.

1.3.1. Dạng sản xuất đơn chiếc

Sản xuất đơn chiếc là sản xuất có số lượng sản phẩm hàng năm rất ít (thường từ một đến vài chục chiếc) sản phẩm không ổn định, không có chu kỳ sản xuất lại.

Sản xuất đơn chiếc có các đặc điểm sau:

- Các trang thiết bị, dụng cụ vạn năng.
- Máy công cụ được bố trí theo loại.
- Tài liệu công nghệ dưới dạng phiếu tiến trình công nghệ.
- Trình độ thợ có tay nghề cao.
- Năng suất lao động thấp, giá thành cao.

Dạng sản xuất đơn chiếc dùng cho các sản phẩm chế thử hoặc sửa chữa.

1.3.2. Dạng sản xuất hàng loạt

Sản xuất hàng loạt là sản xuất có sản lượng sản phẩm hàng năm tương đối lớn, sản phẩm được chế tạo theo từng loạt với chu kỳ xác định, sản phẩm ổn định.

Sản xuất hàng loạt có đặc điểm sau:

- Các máy công cụ được bố trí theo quy trình công nghệ.
- Có quy trình công nghệ tỉ mỉ.
- Sử dụng máy vạn năng, đồ gá chuyên dùng.
- Công nhân có bậc thợ trung bình.

Sản xuất hàng loạt là dạng sản xuất phổ biến nhất trong ngành công nghệ chế tạo máy. Tùy theo sản lượng và mức độ ổn định của sản phẩm chia thành: sản xuất loạt nhỏ, vừa và lớn.

Sản xuất loạt nhỏ thường gần với sản xuất đơn chiếc. Sản xuất loạt lớn gần với sản xuất hàng khối.

1.3.3. Dạng sản xuất hàng khối

Sản xuất hàng khối là sản xuất có sản lượng lớn, sản phẩm ổn định trong thời gian dài.

Sản xuất hàng khối có đặc điểm sau:

- Thời gian thực hiện một nguyên công bằng nhịp sản xuất hoặc bội số của nhịp sản xuất.
- Các máy bố trí theo thứ tự quy trình công nghệ.
- Có trình độ chuyên môn hoá cao.
- Trang thiết bị, dụng cụ chuyên dùng.
- Trình độ thợ đứng máy thấp, nhưng cần đội ngũ thợ điều chỉnh giỏi.

Dạng sản xuất hàng khối có thể chế tạo ô tô, xe máy, vòng bi. Trong sản xuất hàng khối có đủ điều kiện để áp dụng các phương pháp tổ chức sản xuất tiên tiến nhất để đạt năng suất cao nhất và giá thành sản phẩm hạ.

1.4. NHỊP SẢN XUẤT

Nhịp sản xuất là khoảng thời gian lặp lại chu kỳ gia công hoặc lắp ráp và được tính theo công thức:

$$t_n = \frac{T}{N} \text{ [phút/chiếc]}$$

trong đó : T - khoảng thời gian làm việc (phút);

N - số đối tượng sản xuất ra trong khoảng thời gian T.

1.5. XÁC ĐỊNH DẠNG SẢN XUẤT

Sản lượng là số sản phẩm được sản xuất ra trong một đơn vị thời gian (năm, quý, tháng).

Sản lượng hàng năm của chi tiết được xác định theo công thức:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100}\right)$$

trong đó: N_1 - số sản phẩm được sản xuất trong một năm;

m - số chi tiết trong một sản phẩm;

α - số chi tiết phế phẩm ($\alpha = 3 \div 6$);

β - số chi tiết được chế tạo dự trữ ($\beta = 5 \div 7$).

Sau khi xác định sản lượng hàng năm của chi tiết gia công, dựa vào giá trị trọng lượng chi tiết và sản lượng để chọn dạng sản xuất phù hợp theo bảng 1.1.

Bảng 1.1. Xác định dạng sản xuất.

Dạng sản xuất	Số lượng chi tiết		
	> 200 kg	4 ÷ 200 kg	< 4 kg
	Sản lượng hàng năm (chiếc)		
Đơn chiếc	< 5	< 10	< 100
Loại nhỏ	55 ÷ 100	10 ÷ 200	100 ÷ 500
Loại vừa	100 ÷ 300	200 ÷ 500	500 ÷ 5000
Loại lớn	300 ÷ 1000	500 ÷ 5000	5000 ÷ 50000
Hàng khối	> 1000	> 5000	> 50000

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 1

1. Quá trình công nghệ là gì ? Hãy nêu các thành phần của quá trình công nghệ. Cho ví dụ minh họa.
2. Có mấy dạng sản xuất ? Hãy nêu đặc điểm, phạm vi ứng dụng của mỗi loại.

Chương 2

CHẤT LƯỢNG GIA CÔNG CHI TIẾT

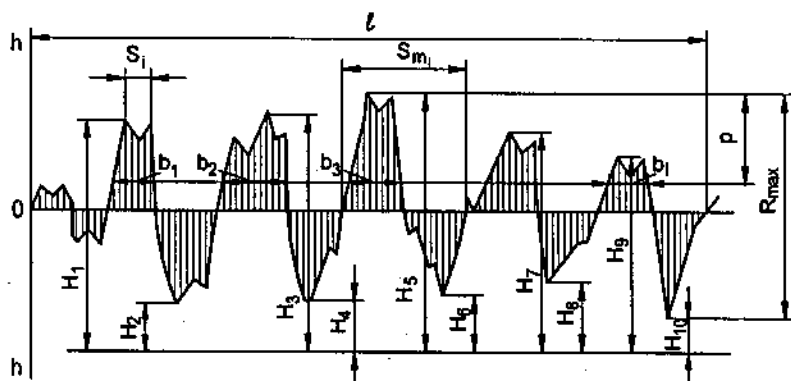
2.1. CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG

Chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc vào phương pháp và điều kiện gia công cụ thể. Chất lượng bề mặt là mục tiêu chủ yếu cần đạt ở bước gia công tinh. Chất lượng bề mặt gia công được đánh giá bằng độ nhấp nhô tế vi, độ sóng và tính chất cơ lý của bề mặt gia công.

2.1.1. Các yếu tố đặc trưng chất lượng bề mặt

1. Độ nhấp nhô tế vi (độ nhám bề mặt)

Trong quá trình cắt, lưỡi cắt đưa dụng cụ cắt và sự hình thành phoi kim loại tạo ra những vết xước cực nhỏ trên bề mặt gia công, đó chính là độ nhấp nhô tế vi. Độ nhấp nhô tế vi được đánh giá bằng chiều cao nhấp nhô R_z và sai lệch profin trung bình cộng (R_a) của lớp nhấp nhô bề mặt (hình 2.1).



Hình 2.1. Sơ đồ xác định độ nhấp nhô tế vi

Chiều cao nhấp nhô R_z là trị số trung bình của 5 khoảng từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của nhấp nhô tế vi tính trong phạm vi chiều dài chuẩn. Trị số R_z được xác định theo công thức:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 H_{cao} - \sum_{i=1}^5 H_{thấp}}{5}$$

Sai lệch *profin* trung bình cộng R_a là trị số trung bình của khoảng cách từ các đỉnh trên đường nhấp nhô tế vi tới đường trục toạ độ:

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^n |h_i|}{n}$$

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

Theo tiêu chuẩn Nhà nước thì độ nhẵn bóng chia thành 14 cấp:

Độ nhẵn bóng cao nhất ứng với cấp 14: $R_a \leq 0,01\mu\text{m}$, $R_z \leq 0,05\mu\text{m}$.

Độ nhẵn bóng thấp nhất ứng với cấp 1: $R_a \leq 80\mu\text{m}$, $R_z \leq 320\mu\text{m}$.

Trên bản vẽ chi tiết :

Trị số R_z dùng cho cấp nhẵn bóng cấp 1 đến cấp 5 và cấp 13, 14.

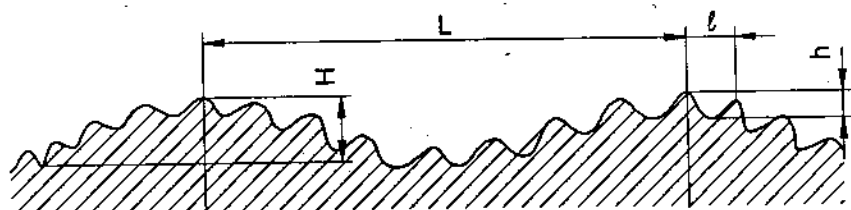
Trị số R_a dùng cho cấp nhẵn bóng cấp 6 đến cấp 12.

Bảng 2.1. Cấp nhẵn bóng bề mặt

Chất lượng bề mặt	Cấp nhẵn bóng	$R_a(\mu\text{m})$	$R_z(\mu\text{m})$	Chiều dài chuẩn (mm)
Thô	1	80	320	8
	2	40	160	2,5
	3	20	80	
	4	10	40	
Bán tinh	5	5	20	2,5
	6	2,5	10	0,8
	7	1,25	6,3	
Tinh	8	0,63	3,2	0,025
	9	0,32	1,6	
	10	0,16	0,8	
	11	0,08	0,4	
Siêu tinh	12	0,04	0,2	0,08
	13	0,02	0,08	
	14	0,01	0,05	

2. Độ sóng bề mặt

Độ sóng bề mặt là chu kỳ không bằng phẳng của bề mặt chi tiết máy được quan sát trong phạm vi lớn hơn độ nhám bề mặt (hình 2.2).



Hình 2.2. Độ nhám và độ sóng bề mặt

Tiêu chuẩn phân biệt độ nhám là tỷ số $\frac{l}{h} < 50$, độ sóng $\frac{L}{H} = 500 \div 1000$

3. Tính chất cơ lý của mặt gia công

Tính chất cơ lý lớp bề mặt được biểu thị bằng độ cứng tế vi và giá trị ứng suất dư trong lớp bề mặt.

Độ cứng tế vi được phát sinh trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt. Mức độ và chiều sâu của lớp bị biến cứng phụ thuộc vào tác dụng lực cắt, mức độ biến dạng dẻo của kim loại và ảnh hưởng nhiệt trong vùng cắt.

Ứng suất dư được sinh ra do các nguyên nhân lực cắt gây nên biến dạng dẻo không đều ở từng khu vực, do nhiệt ở vùng cắt....

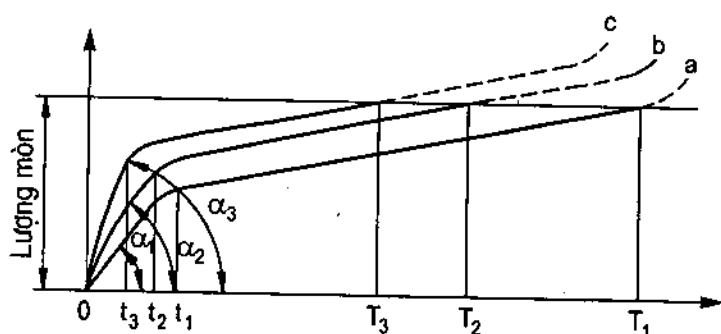
Trị số, dấu và chiều sâu phân bố ứng suất dư trong lớp bề mặt phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể.

2.1.2. Ảnh hưởng của chất lượng bề mặt đến khả năng làm việc của chi tiết máy

1. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt

Do bề mặt chi tiết có độ nhấp nhô, nên khi hai chi tiết lắp ghép giữa hai bề mặt lắp ghép, chi tiết tiếp xúc nhau ở các đỉnh nhấp nhô. Tại các đỉnh nhấp nhô áp lực lớn do diện tích tiếp xúc nhỏ làm cho các điểm tiếp xúc nén đàn hồi và biến dạng dẻo các nhấp nhô. Khi hai bề mặt có chuyển động tương đối với nhau sẽ xảy ra hiện tượng trượt dẻo ở các đỉnh nhấp nhô. Các đỉnh nhấp nhô bị mòn nhanh làm khe hở lắp ghép tăng lên được gọi là hiện tượng trượt dẻo ở các đỉnh nhấp nhô. Các đỉnh nhấp nhô này bị mòn nhanh

dẫn đến khe hở lắp ghép tăng lên. Đó là hiện tượng mòn ban đầu. Quá trình mòn của cặp chi tiết tiếp xúc được thể hiện trên hình 2.3, trong điều kiện làm việc nhẹ và vừa, mòn ban đầu (khu vực I) có thể làm cho chiều cao nhấp nhô giảm đi $65 \div 75\%$, lúc đó diện tích tiếp xúc tăng lên, áp lực giảm xuống. Mòn ban đầu ứng với thời gian chạy rà kết cấu cơ khí. Sau giai đoạn mòn chạy rà, quá trình mòn trở nên bình thường và chậm, giai đoạn này gọi là mòn làm việc (khu vực II). Sau mòn làm việc bề mặt làm việc bị tróc ra, kết cấu bề mặt bị phá huỷ, phá hỏng, giai đoạn này gọi là mòn phá huỷ (khu vực III). Đối với chi tiết máy trước khi bị mòn phá huỷ xảy ra, bề mặt làm việc còn có thể phục hồi, còn sau khi mòn phá huỷ xảy ra chi tiết không thể phục hồi được khả năng làm việc.



Hình 2.3. Quá trình mài mòn của cặp chi tiết tiếp xúc

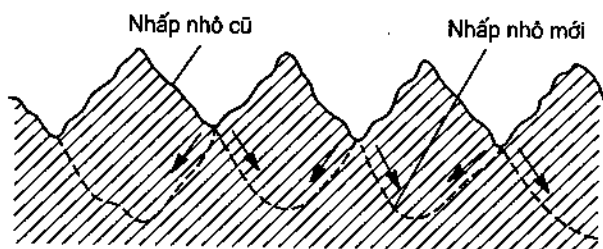
Trên hình 2.3 biểu thị mối quan hệ giữa lượng mòn và thời gian sử dụng của ba cặp chi tiết có độ nhám khác nhau, cặp a có độ nhám lớn nhất, thời gian mòn ban đầu xảy ra nhanh nhất, thời gian sử dụng ngắn nhất : $R_{za} > R_{zb} > R_{zc}$, $T_a < T_b < T_c$.

Như vậy giá trị độ nhám bề mặt ảnh hưởng đến tuổi thọ của chi tiết máy. Độ nhẵn bóng cao thì thời gian làm việc càng dài. Tuy vậy tùy theo điều kiện làm việc cụ thể để chọn độ nhám bề mặt tối ưu.

Độ nhám bề mặt giảm làm tăng độ bền mỏi của chi tiết gia công, ví dụ: Bề mặt vật liệu thép được đánh bóng có độ bền mỏi cao hơn 40% so với bề mặt không được đánh bóng.

Độ nhám bề mặt còn ảnh hưởng đến tính chống ăn mòn hoá học của lớp bề mặt (hình 2.4) các chỗ lõm (đáy, các nhấp nhô tế vi) là nơi chứa các tạp chất axit, muối. Các tạp chất này có tác dụng ăn mòn hoá học đối với kim loại. Quá trình ăn mòn hoá học trên lớp bề mặt làm cho các nhấp nhô mới được hình thành. Sự ăn mòn thực hiện theo chiều mũi tên và hình thành nhấp nhô mới.

Như vậy, bề mặt chi tiết máy có độ nhẵn bóng càng cao thì càng lâu bị ăn mòn hoá học. Có thể chống ăn mòn hoá học bằng cách mạ crom, niken, hoặc tạo ra lớp cứng nguội bề mặt.



Hình 2.4. Quá trình ăn mòn hoá học trên bề mặt chi tiết

Độ chính xác của mỗi lớp ghép phụ thuộc vào chất lượng các bề mặt lắp ghép. Độ bền các mối lắp, độ ổn định của chế độ lắp phụ thuộc vào độ nhám bề mặt lắp ghép. Giá trị hợp lý của chiều cao nhấp nhô R_z được xác định theo độ chính xác của mỗi lớp (dung sai δ).

Khi đường kính lắp ghép $> 50\text{mm}$, thì $R_z = (0,1 \div 0,15)\delta$.

Khi đường kính lắp ghép $18 \div 50\text{mm}$, thì $R_z = (0,15 \div 0,2)\delta$.

Khi đường kính lắp ghép $< 18\text{mm}$, thì $R_z = (0,2 \div 0,25)\delta$.

2. Ảnh hưởng lớp biến cứng bề mặt

Bề mặt bị biến cứng có thể tăng tính chống mòn lên 2 ÷ 3 lần, tăng độ bền mỏi của chi tiết lên khoảng 20%. Chiều sâu và mức độ biến cứng lớp bề mặt đều ảnh hưởng đến độ bền mỏi, hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm phá hỏng chi tiết. Tuy nhiên, bề mặt quá cứng cũng làm giảm độ bền mỏi.

3. Ảnh hưởng của ứng suất dư

Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có khả năng làm tăng độ bền mỏi, còn ứng suất dư kéo trên lớp bề mặt sẽ làm giảm độ bền mỏi của chi tiết. Ví dụ, đối với chi tiết từ vật liệu thép, độ bền mỏi của nó có thể tăng lên 50% khi trên lớp bề mặt có ứng suất dư nén và độ bền mỏi giảm 30% khi trên lớp bề mặt có ứng suất dư kéo.

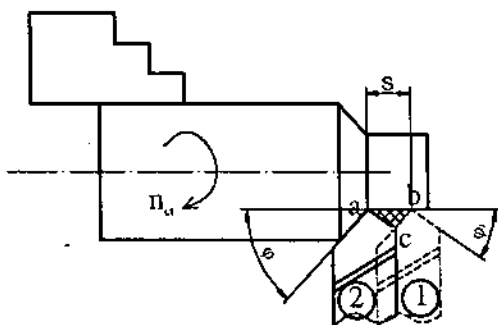
2.1.3. Các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt

1. Ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt

a) Thông số hình học của dụng cụ cắt và bước tiến dao

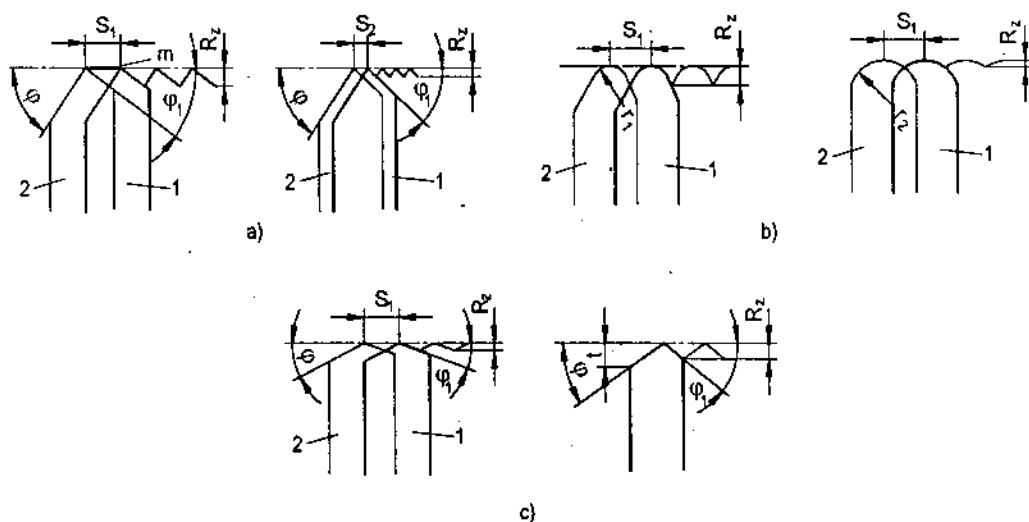
Khảo sát sự hình thành độ nhấp nhô bề mặt khi gia công tiện (h. 2.5) nhận thấy: sau một vòng quay của chi tiết, dao thực hiện một lượng ăn dao là S (mm/v).

Khi dao chuyển từ vị trí 1 sang vị trí 2 có một phần kim loại không được hớt đi là tam giác abc và giá trị chiều cao nhấp nhô R_z chính là đường cao của tam giác abc. Ta thấy hình dáng và giá trị R_z phụ thuộc vào lượng chạy dao S và thông số hình học của dụng cụ như φ, φ_1 .



Hình 2.5. Sơ đồ tạo thành độ nhấp nhô bề mặt

Trên hình 2.6 thể hiện sự ảnh hưởng các thông số hình học của dao tiện và bước tiến dao S đến độ nhám bề mặt.

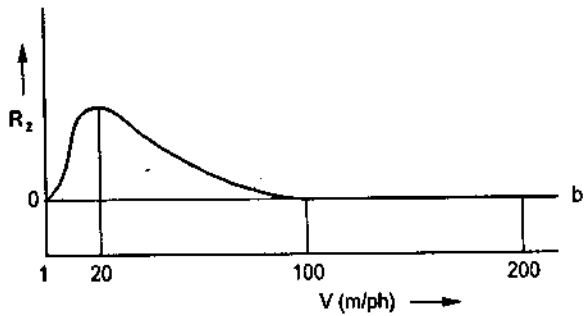


Hình 2.6. Ảnh hưởng các thông số hình học của dao tiện và bước tiến dao đến độ nhám bề mặt

Ví dụ: Khi giảm lượng chạy dao từ S_1 đến giá trị S_2 thì chiều cao nhấp nhô giảm (hình 2.6a). Khi tăng bán kính đỉnh dao từ r_1 đến r_2 chiều cao nhấp nhô giảm (hình 2.6b). Khi tăng góc φ và φ_1 thì chiều cao nhấp nhô tăng (hình 2.6c).

b) *Vận tốc cắt*: Vận tốc cắt có ảnh hưởng rất lớn đến độ nhám bề mặt. Ví dụ, khi cắt thép cacbon ở vận tốc thấp, nhiệt cắt không cao, phoi kim loại tách dễ, biến dạng của lớp kim loại không nhiều, vì vậy độ nhám bề mặt

thấp. Khi tăng vận tốc lên khoảng $15 \div 20\text{m/ph}$ thì nhiệt cắt và lực cắt tăng gây ra biến dạng dẻo mạnh ở mặt trước và mặt sau của dao. Khi lớp kim loại bị nén chặt ở mặt trước và nhiệt độ cao làm hình thành lẹo dao. Lẹo dao có độ cứng cao và tham gia vào quá trình cắt, làm thay đổi góc trước γ , làm độ nhám bề mặt tăng lên. Nhưng nếu tiếp tục tăng vận tốc cắt lên $>60\text{m/ph}$, lẹo dao mất đi, độ nhám bề mặt giảm dần.



Hình 2.7. Ảnh hưởng của vận tốc cắt tới độ nhám bề mặt.

Khi gia công kim loại giòn (như gang) các mảnh kim loại bị trượt và vỡ ra không theo quy luật nhất định, do đó làm tăng độ nhấp nhô bề mặt, nếu tăng vận tốc cắt sẽ làm giảm độ nhấp nhô.

c) *Vật liệu gia công*: Vật liệu gia công ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt, chủ yếu là do khả năng biến dạng dẻo. Vật liệu dẻo, dai bị biến dạng dẻo sẽ làm cho độ nhám bề mặt tăng hơn so với vật liệu cứng và giòn.

Độ cứng của vật liệu gia công tăng thì độ nhám bề mặt giảm và hạn chế ảnh hưởng của vận tốc cắt tới độ nhám bề mặt.

Ví dụ: Khi thường hoá thép cacbon ở nhiệt độ $850 \div 870^{\circ}\text{C}$ trước khi cắt gọt thì độ nhám bề mặt sau gia công giảm.

d) *Rung động của hệ thống công nghệ*: Quá trình rung động của hệ thống công nghệ tạo ra chuyển động tương đối có chu kỳ giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công, làm thay đổi điều kiện ma sát, gây nên độ sóng và độ nhấp nhô tế vi trên bề mặt gia công. Độ sóng và độ nhấp nhô tế vi sẽ tăng nếu lực cắt tăng, chiều sâu cắt lớn, vận tốc cắt cao. Do vậy, muốn tăng độ nhẵn bóng bề mặt phải tăng cường độ cứng của hệ thống công nghệ.

2. Ảnh hưởng đến độ biến cứng bề mặt

Khi tăng lực cắt và mức độ biến dạng dẻo thì mức độ biến cứng của bề mặt tăng. Nếu kéo dài thời gian tác dụng lực thì làm tăng chiều sâu lớp biến cứng.

Khi tiến mức độ và chiều sâu biến cứng tăng khi tăng lượng tiến dao S và bán kính dao r .

Thông số hình học của dao cũng ảnh hưởng đến mức độ biến cứng. Ví dụ, khi tăng góc trước γ của dao từ giá trị âm đến giá trị dương thì mức độ và chiều sâu biến cứng giảm. Vận tốc tăng làm giảm thời gian tác động của lực cắt và nhiệt cắt, do vậy làm giảm mức độ và chiều sâu lớp biến cứng.

3. Ảnh hưởng đến ứng suất dư

Dựa vào kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư lớp bề mặt, ta nhận thấy rằng nếu tăng vận tốc cắt hoặc tăng lượng tiến dao rất có thể làm tăng hoặc giảm ứng suất dư (tùy theo điều kiện cụ thể) nhưng nếu tăng lượng tiến dao sẽ làm tăng chiều sâu ứng suất dư. Khi gia công bằng dụng cụ có lưỡi cắt vật liệu gia công giòn thường gây ứng suất nén, còn vật liệu dẻo gây ra ứng suất kéo. Gia công bằng đá mài thường gây ra ứng suất dẻo kéo. Mài bằng đá mài gây ra ứng suất dư nén.

2.2. ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

2.2.1. Khái niệm

Trên cơ sở những yêu cầu làm việc của máy móc, thiết bị như độ chính xác, độ ổn định, độ bền lâu và năng suất làm việc, mức độ phức tạp, sự an toàn khi làm việc mà người thiết kế lập ra những điều kiện kỹ thuật cần thiết và dung sai cho phép của từng chi tiết máy rồi ghi lên bản vẽ chế tạo. Trong thực tế không thể chế tạo chi tiết có độ chính xác tuyệt đối, bởi vì khi gia công sẽ xuất hiện các sai số. Do vậy độ chính xác gia công chi tiết máy là mức độ giống nhau về hình học, về tính chất cơ lý trên bản vẽ thiết kế.

Độ chính xác gia công được đánh giá theo các yếu tố sau:

1. Độ chính xác kích thước

Đó là độ chính xác và kích thước thẳng hoặc kích thước góc. Độ chính xác kích thước được đánh giá bằng sai số kích thước thật so với kích thước lý tưởng cần có và được thể hiện bằng dung sai kích thước đó.

2. Độ chính xác hình dạng hình học

Đó là mức độ phù hợp giữa hình dạng hình học thực và hình dạng hình học lý tưởng của chi tiết. Ví dụ chi tiết trục được đánh giá qua độ côn, độ ovan, độ đa cạnh... , mặt phẳng được đánh giá qua độ phẳng.

3. Độ chính xác vị trí tương quan

Độ chính xác này thực chất là sự xoay đi một góc nào đó của bề mặt này so với bề mặt kia (đùng làm chuẩn). Độ chính xác vị trí tương quan

thường được ghi thành điều kiện kỹ thuật trên bản vẽ thiết kế. Ví dụ, độ không song song, độ không vuông góc, độ không đồng tâm.

4. Tính chất cơ lý của lớp bề mặt

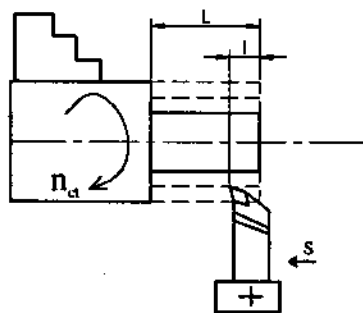
Tính chất này là một trong những chỉ tiêu quan trọng của độ chính xác, nó ảnh hưởng lớn đến điều kiện làm việc của chi tiết máy, nhất là chi tiết làm việc trong điều kiện đặc biệt.

Ví dụ: Trọng lượng của bộ đôi pittông trong động cơ không được có sai số quá 20g để đảm bảo tính động học và động lực học khi động cơ làm việc. Độ cứng bề mặt làm việc của sống trượt máy công cụ không được thấp hơn 55HRC.

2.2.2. Các phương pháp đạt độ chính xác gia công trên máy công cụ

1. Phương pháp cắt thử từng chi tiết riêng biệt

Bản chất phương pháp này là sau khi gá phôi lên trên máy người công nhân đưa dao vào và cắt đi một lớp phoi trên phần ngắn l của mặt gia công, sau đó dừng máy và kiểm tra kích thước. Nếu chưa đạt kích thước thì lại điều chỉnh ăn dao sâu thêm rồi lại cắt thử và kiểm tra. Quá trình đó được lặp đi lặp lại cho đến khi đạt được kích thước mới gia công trên toàn bộ chiều dài L (hình 2.8).



Hình 2.8. Phương pháp cắt thử

Trước khi cắt thử, thường phải lấy dấu để người thợ không làm hỏng phôi khi cho dao ăn sâu hơn mức cho phép ngay từ lần cắt thử đầu tiên.

Phương pháp cắt thử có ưu điểm sau :

- Trên máy không chính xác vẫn có thể đạt độ chính xác gia công cao nhờ vào tay nghề công nhân.
- Loại trừ ảnh hưởng của dao mòn, do dao luôn được điều chỉnh đúng kích thước.
- Có thể tận dụng được phôi không chính xác do có quá trình rà hoặc vạch dấu.
- Không cần có đồ gá phức tạp.

Tuy nhiên phương pháp này còn nhiều nhược điểm :

- Độ chính xác gia công bị giới hạn bởi bề dày bé nhất của phoi. Đối với dao tiện hợp kim cứng có mài bóng lưỡi cắt, bề dày phoi có thể cắt được không nhỏ hơn 0,005mm, đối với dao tiện đã mòn bề dày phoi không nhỏ hơn $0,02 \div 0,05$ mm. Người thợ không thể điều chỉnh dao để cắt đi một lớp kích thước bé hơn chiều dày lớp phoi nổi trên và do đó không đảm bảo được sai số bé hơn chiều dày lớp phoi đó.

- Người thợ phải chú ý cao độ nên dễ mệt mỏi, do đó dễ sinh ra phế phẩm.

- Năng suất thấp, tay nghề công nhân yêu cầu cao, do đó giá thành gia công không cao.

Phương pháp này chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ. Ngoài ra trong nguyên công gia công tinh như mài vẫn dùng phương pháp cắt thử ngay trong dạng sản xuất hàng loạt để loại trừ ảnh hưởng do mòn đá và đạt độ chính xác cao.

2. Phương pháp tự động đạt kích thước

Trong sản xuất loạt lớn và hàng khối, để đạt kích thước gia công, chủ yếu là dùng phương pháp tự động đạt kích thước trên các máy công cụ điều chỉnh sẵn.

Bản chất của phương pháp này là trước khi gia công dụng cụ đã được điều chỉnh trước, có vị trí tương quan cố định so với chi tiết gia công hoặc chính xác hơn là có vị trí tương quan với chi tiết định vị đồ gá. Ví dụ, trên hình 2.9, chi tiết gia công được gá trên phiến tỳ. Trước khi gia công dao phay mặt đầu được gá sao cho lưỡi cắt thấp nhất cách mặt phẳng phiến tỳ một khoảng bằng A. A gọi là kích thước khi điều chỉnh máy, $A = \text{const}$. Nếu không kể đến độ mòn của dao thì kích thước gia công của chi tiết trong cả loạt đầu đều bằng nhau.

Phương pháp tự động đạt kích thước có các ưu điểm sau:

- Đảm bảo độ chính xác gia công, giảm phế phẩm. Độ chính xác gia công không phụ thuộc vào bề dày nhỏ nhất của lớp phoi cắt và trình độ tay nghề của công nhân.

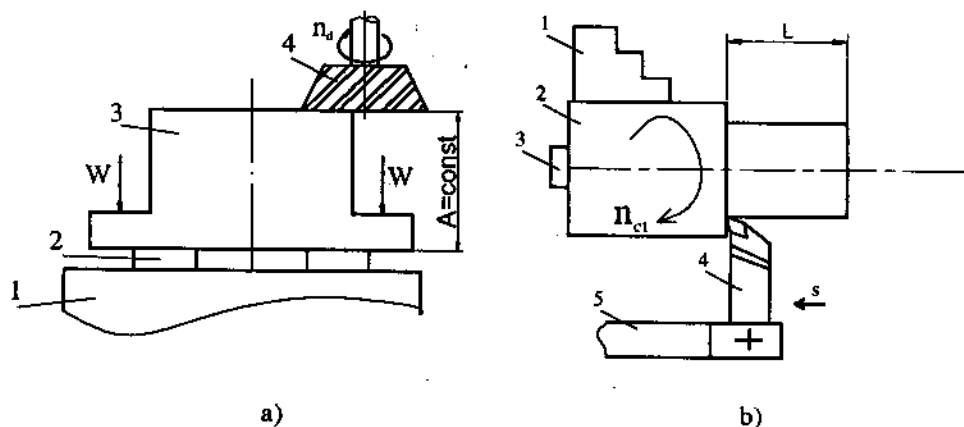
- Năng suất tăng, hạ giá thành gia công.

Tuy nhiên, phương pháp này còn có một số nhược điểm :

- Chi phí thiết kế chế tạo đồ gá cao.

- Yêu cầu về phôi cao.

- Độ chính xác giảm nếu như chất lượng dụng cụ không tốt, mau mòn.



Hình 2.9. Phương pháp tự động đạt kích thước

a) Trên máy phay

1. Đế đỡ gá;
2. Phiến tỳ;
3. Chi tiết gia công;
4. Dao phay mặt đầu.

b) Trên máy tiện

1. Mâm cặp ba chấu;
2. Chi tiết gia công;
3. Cữ chặn;
4. Dao;
5. Cữ hành trình.

Phương pháp này được sử dụng ở dạng sản xuất hàng loạt và khối. Hiệu quả kinh tế mang lại lớn vì giảm được thời gian gia công, không cần thợ tay nghề cao, chỉ cần thợ điều chỉnh có trình độ cao.

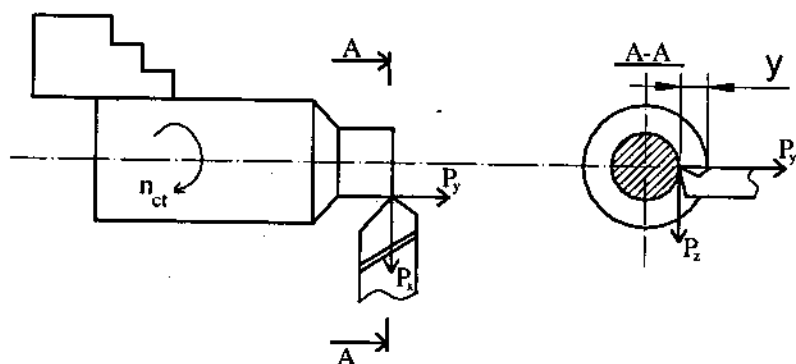
2.2.3. Các nguyên nhân ảnh hưởng tới độ chính xác gia công

1. Biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ

Hệ thống công nghệ (máy – dao – đồ gá - chi tiết gia công) không phải là hệ thống tuyệt đối cứng vững mà khi chịu tác dụng của ngoại lực nó bị biến dạng đàn hồi và biến dạng tiếp xúc. Trong quá trình cắt gọt biến dạng này gây ra sai số kích thước và sai số hình dạng của chi tiết gia công.

Khi cắt, lực cắt tác dụng lên hệ thống công nghệ được chia thành ba thành phần P_x , P_y , P_z và biến dạng theo ba phương X, Y, Z. Nếu là dao nhiều lưỡi hoặc dao định hình (tiện, phay, bào) thì cả ba chuyển vị x, y, z đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công, nhưng y là phương chuyển vị

theo phương pháp tuyến với bề mặt gia công có ảnh hưởng đến kích thước gia công nhiều nhất. Ví dụ hình 2.10 là ảnh hưởng của lượng chuyển vị y đến kích thước gia công trong phương pháp tiện.



Hình 2.10. Ảnh hưởng của lượng chuyển vị y đến kích thước gia công

Độ cứng vững của hệ thống công nghệ là khả năng chống lại sự biến dạng của hệ thống khi có các ngoại lực tác dụng vào. Độ cứng vững của hệ thống công nghệ được thể hiện bằng biểu thức sau:

$$J = \frac{P_y}{y}$$

trong đó: J - độ cứng vững (kG/mm^2) ;

P_y - lực cắt theo hướng kính (kG) ;

y - lượng dịch chuyển của mũi dao theo phương P_y (mm).

Lượng dịch chuyển của dao đối với chi tiết gia công là tổng hợp các chuyển vị của các phần tử trong hệ thống. Do đó:

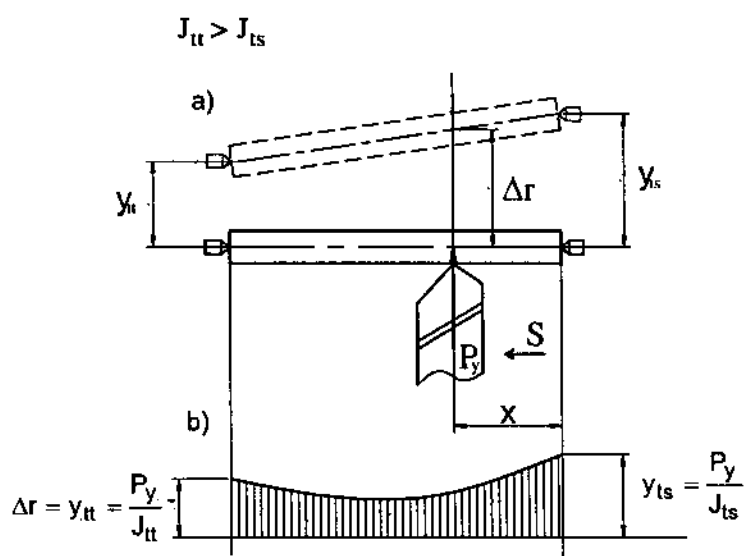
$$y = \sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n \frac{P_y}{J_i}$$

Độ mềm dẻo của hệ thống công nghệ là khả năng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ dưới các tác dụng ngoại lực. Độ mềm dẻo được xác định theo biểu thức sau:

$$w = \frac{1}{J}$$

Để làm rõ hơn về ảnh hưởng của độ cứng vững của hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công, ta hãy khảo sát quá trình tiện trục tròn được gá

trên hai mũi tâm của máy tiện (hình 2.11). Biết rằng độ cứng vững của mũi tâm trước (J_{tt}) lớn hơn độ cứng vững mũi tâm sau (J_{ts}).



Hình 2.11. Khảo sát biến dạng đàn hồi của hai mũi tâm.

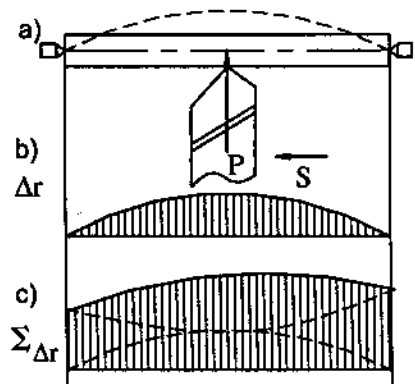
a) Sơ đồ gá đặt; b) Sự thay đổi kích thước gia công do biến dạng đàn hồi của chi tiết.

Từ đó suy ra : $y_{tt} < y_{ts}$

trong đó: y_{tt} – chuyển vị của tâm trước dưới tác dụng của P_y ; y_{ts} – chuyển vị của tâm sau dưới tác dụng của P_y .

Sơ đồ đặt gá phôi trên hai mũi tâm được thể hiện trên hình 2.11a. Như trên sơ đồ ta nhận thấy rằng kích thước chi tiết được tăng lên giá trị Δ_r . Giá trị Δ_r thay đổi phụ thuộc vào khoảng cách x theo phương trình bậc hai và sự thay đổi kích thước gia công do biến dạng đàn hồi của hai mũi tâm thể hiện trên hình 2.11b.

Giả sử, chi tiết gá trên hai mũi tâm (hình 2.12) tuyệt đối cứng vững



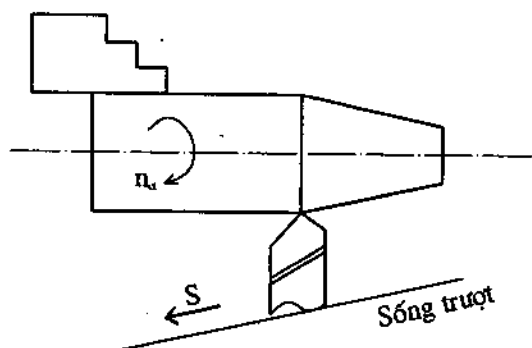
Hình 2.12. Khảo sát biến dạng đàn hồi của chi tiết gia công.

a) Sơ đồ gá đặt; b) Sự thay đổi kích thước gia công do biến dạng đàn hồi của chi tiết; c) Tổng hợp (biến dạng đàn hồi của chi tiết và máy).

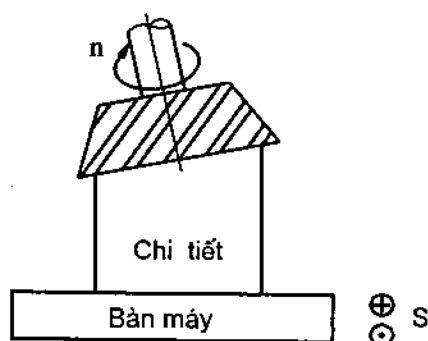
thì sẽ khảo sát được sự thay đổi kích thước gia công do biến dạng đàn hồi của chi tiết gia công. Biến dạng lớn nhất sẽ đạt được ở giữa đoạn trục (h. 2.12b). Như vậy, khi gia công chi tiết trục, do có biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ, kích thước hình dạng hình học của chi tiết trục bị thay đổi (h. 2.12c).

2. Độ chính xác của máy, dao, đồ gá

a) Sai số của máy: Cũng như các loại máy khác, máy công cụ được chế tạo ra với độ chính xác nhất định. Các sai số hình học của máy khi chế tạo như độ đảo trục chính, sai số sống trượt... sẽ được phản ánh lên chi tiết gia công. Ví dụ, nếu đường tâm trục chính máy tiện không song song với sống trượt của thân máy trong mặt phẳng nằm ngang thì khi tiện chi tiết gia công sẽ tạo thành hình côn (hình 2.13).



Hình 2.13. Ảnh hưởng sai số chế tạo của máy tiện

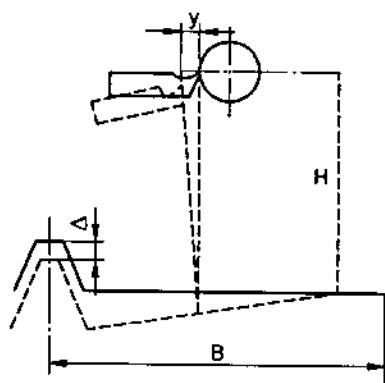


Hình 2.14. Mặt phẳng gia công không song song với mặt phẳng đáy chi tiết

Trên máy phay đứng nếu trục chính của máy không vuông góc với mặt phẳng của bàn máy thì khi phay phẳng, mặt phẳng gia công sẽ không song song với mặt phẳng đáy của chi tiết (hình 2.14).

Sai số bộ phận truyền động của máy cũng gây ra sai số gia công. Ví dụ, khi tiện ren nếu bước ren của trục vítme không chính xác sẽ làm cho bước ren gia công có sai số. Khi gia công răng trên máy phay, nếu cơ cấu phân độ có sai số sẽ gây nên sai số bước răng của bánh răng gia công.

Ngoài ra, sau một thời gian làm việc, máy bị mòn thì tình trạng mòn



Hình 2.15. Tình trạng mòn của máy tiện

của máy sẽ gây nên sai số gia công. Đối với máy tiện, sống trượt phía trước của máy sẽ mòn nhanh hơn sống trượt phía sau, làm cho bàn xe dao bị tụt xuống và vị trí tương đối của dao so với chi tiết sẽ sai đi và sinh ra sai số gia công (hình 2.15).

b) Sai số đồ gá: Đồ gá dùng để đảm bảo vị trí tương đối của chi tiết gia công với dụng cụ cắt. Sai số chế tạo, lắp ráp đồ gá ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Sai số về hình học của đồ gá sẽ phản ánh lên chi tiết gia công. Một số chi tiết của đồ gá như bạc dẫn mũi khoan bị phoi làm mòn, chi tiết định vị như phôi tỳ, chốt tỳ bị mòn khi tiếp xúc nhiều với phôi và chịu tác dụng của lực kẹp. Ngoài ra lớp đồ gá trên máy cũng gây ra sai số gia công.

Để đảm bảo độ chính xác gia công đã định, độ chính xác của đồ gá phải cao hơn một cấp.

c) Sai số của dụng cụ cắt: Độ chính xác chế tạo dụng cụ cắt, mức độ mòn của nó và sai số gá đặt dụng cụ trên máy công cụ đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Đặc biệt các dụng cụ định kích thước như mũi khoan, khoét, doa, taro.... sai số chế tạo ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công.

Khi gia công các mặt định hình bằng dao định hình như dao tiện định hình, dao phay modulun, sai số profin sẽ làm sai dạng bề mặt gia công.

Ngoài sai số chế tạo, trong quá trình cắt, dao sẽ bị mòn và làm ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

3. Biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ

Trong quá trình gia công, hệ thống công nghệ bị nóng lên do ma sát, do nhiệt cắt truyền vào và do ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường xung quanh. Nhiệt độ ở các bộ phận khác nhau của hệ thống cũng khác nhau. Biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ ảnh hưởng đến kích thước và hình dáng chi tiết gia công.

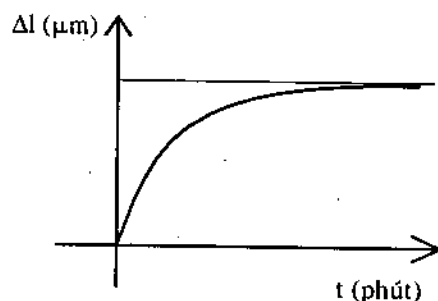
a) Biến dạng nhiệt của máy: Khi máy làm việc, nhiệt độ ở các bộ phận khác nhau có thể chênh lệch khoảng $10 \div 50^{\circ}\text{C}$, trong đó nhiệt độ ở hai ổ trục chính có giá trị lớn nhất và ảnh hưởng lớn nhất đến độ chính xác gia công. Nhiệt độ tăng lên làm tâm trục chính xô dịch theo cả hai phương ngang và đứng. Do đó, chi tiết gia công ở đầu và cuối ca sẽ có kích thước khác nhau. Biến dạng nhiệt theo phương ngang của ổ trục trước sẽ gây ra sai số đường kính và khi gia công các chi tiết lớn có thể gây ra sai số hình dáng hình học.

b) *Biến dạng nhiệt của dụng cụ:* Khi cắt trên bề mặt dụng cụ (thép gió) nhiệt độ có thể đạt tới $700 \div 850^{\circ}\text{C}$, nhưng càng xa vùng gia công nhiệt độ giảm đáng kể.

Ta có thể nhận thấy sự giãn dài của dao trên hình 2.16.

Khi bắt đầu cắt, nhiệt độ dụng cụ tăng dần, sau đó tăng chậm và hầu như không tiếp tục tăng sau một thời gian (dụng cụ đạt sự cân bằng nhiệt). Trong điều kiện bình thường, độ giãn dài của dao khoảng $30 \div 50 \mu\text{m}$.

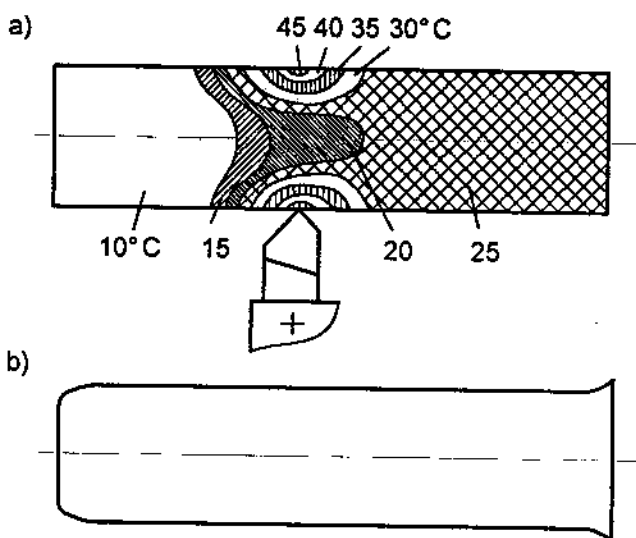
Độ giãn dài của dao tăng khi tăng bước tiến dao, chiều sâu cắt và tốc độ cắt.



Hình 2.16. Biến dạng nhiệt của dụng cụ.

Biến dạng nhiệt của dụng cụ ảnh hưởng đến độ chính xác gia công khi gia công trên các máy đã được điều chỉnh sẵn (tự động đạt kích thước) và khắc phục được khi gia công bằng phương pháp cắt thử.

c) *Biến dạng nhiệt của chi tiết gia công:* Một phần nhiệt ở vùng cắt truyền vào chi tiết gia công làm nó bị biến dạng và gây sai số gia công.



Hình 2.17. Biến dạng nhiệt của chi tiết gia công.

a) Phân bố nhiệt ; b) Chi tiết sau gia công.

Khảo sát biến dạng nhiệt khi tiện một đoạn trục (hình 2.17): Nhiệt độ trên chi tiết phân bố không đồng đều, thay đổi từ $10 \div 45^{\circ}\text{C}$ cao nhất tại mũi dao (vùng gia công). Trường nhiệt di chuyển theo mũi dao từ phải sang trái (theo bước tiến dao) (hình 2.17a). Tại thời điểm bắt đầu cắt, dao được chỉnh đúng kích thước vì chưa có nhiệt, chi tiết chưa bị giãn nở (vùng I), khi nhiệt độ tăng dần, trường nhiệt di chuyển chi tiết bị giãn nở đều (vùng II) đến đoạn cuối chi tiết, môi trường truyền nhiệt thay đổi, làm cho nhiệt tại đây đạt giá trị lớn nhất, chi tiết giãn nở lớn nhất (vùng III). Sau khi nguội chi tiết có hình dạng như trên hình 2.17b.

Nhiệt độ của chi tiết gia công trong quá trình cắt phụ thuộc vào chế độ cắt. Khi tiện tăng vận tốc cắt và bước tiến dao, nhiệt độ chi tiết giảm. Sai số do biến dạng nhiệt của chi tiết chỉ ảnh hưởng đến độ chính xác gia công khi chi tiết mỏng và nhỏ. Khi gia công các chi tiết lớn ảnh hưởng này không đáng kể.

4. Phương pháp gá đặt chi tiết

Để gia công được trên máy, chi tiết phải được định vị và kẹp chặt. Hai quá trình này gọi là gá đặt. Gá đặt cũng ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Sai số gá đặt được tính theo công thức sau:

$$\overset{\rightarrow}{\epsilon}_{g\oplus} = \overset{\rightarrow}{\epsilon}_c + \overset{\rightarrow}{\epsilon}_k + \overset{\rightarrow}{\epsilon}_{\otimes g}$$

trong đó:

- $\overset{\rightarrow}{\epsilon}_{g\oplus}$ - sai số gá đặt;
- $\overset{\rightarrow}{\epsilon}_c$ - sai số chọn chuẩn;
- $\overset{\rightarrow}{\epsilon}_k$ - sai số kẹp chặt;
- $\overset{\rightarrow}{\epsilon}_{\otimes g}$ - sai số đồ gá.

Vấn đề gá đặt sẽ được nêu kỹ hơn ở chương III.

5. Dụng cụ và phương pháp đo

Dụng cụ và phương pháp đo có ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Bản thân dụng cụ đo khi chế tạo đã có sai số, do đó khi dùng để đo, nó sẽ có kết quả không chính xác. Ngoài ra phương pháp đo cũng gây ra sai số và ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 2

1. Hãy nêu các yếu tố đặc trưng cho chất lượng bề mặt.
2. Ảnh hưởng độ nhám đến khả năng làm việc của chi tiết máy.
3. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt là gì ?
4. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ biến cứng và ứng suất dư.
5. Các yếu tố đánh giá độ chính xác gia công là gì ?
6. Hãy so sánh phương pháp cắt thử và tự động đạt kích thước.
7. Hãy nêu những ảnh hưởng của biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công.
8. Hãy nêu những ảnh hưởng của độ chính xác máy, dao, đồ gá và độ mòn của chúng đến độ chính xác gia công.
9. Hãy nêu những ảnh hưởng của biến dạng nhiệt hệ thống công nghệ tới độ chính xác gia công.

Chương 3

CHUẨN VÀ GÁ ĐẶT

3.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI CHUẨN

3.1.1. Định nghĩa

Mỗi chi tiết khi được gia công cơ thường có các dạng bề mặt sau:

Bề mặt gia công, bề mặt dùng để định vị, bề mặt dùng để kẹp chặt, bề mặt dùng để đo lường, bề mặt không gia công. Để xác định vị trí tương quan giữa các bề mặt của một chi tiết hay giữa các chi tiết khác nhau, người ta đưa ra khái niệm về chuẩn.

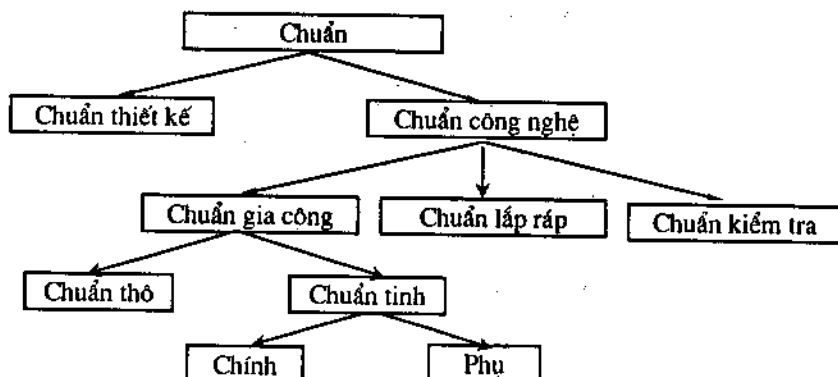
Chuẩn là tập hợp bề mặt, đường hoặc điểm của một chi tiết mà căn cứ vào đó người ta xác định vị trí của các bề mặt, đường hoặc điểm khác của bản thân chi tiết đó hoặc của chi tiết khác.

Cần chú ý rằng tập hợp của bề mặt, đường hoặc điểm có nghĩa là chuẩn đó có thể là một hoặc nhiều bề mặt, đường hoặc điểm. Vị trí tương quan của các bề mặt, đường hoặc điểm được xác định trong quá trình thiết kế, gia công cơ, lắp ráp hoặc đo lường.

Việc xác định chuẩn ở một nguyên công gia công cơ, chính là việc xác định vị trí tương quan giữa dụng cụ cắt và bề mặt cần gia công của chi tiết để đảm bảo những yêu cầu kỹ thuật và kinh tế của nguyên công đó.

3.1.2. Phân loại chuẩn

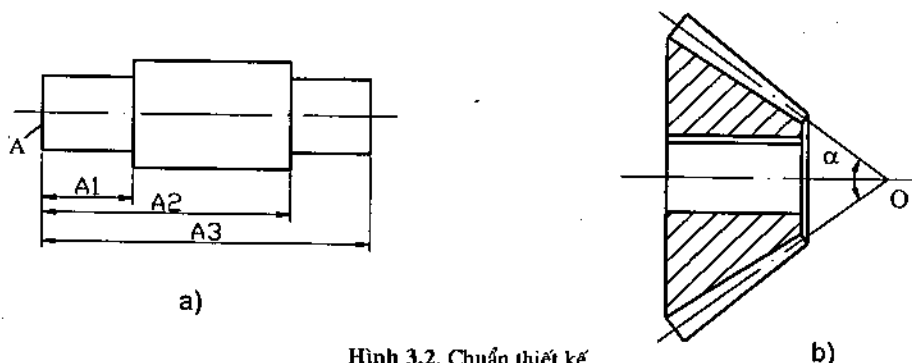
Do mục đích và yêu cầu sử dụng, chuẩn được phân chia thành nhiều loại theo sơ đồ (h. 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ phân loại chuẩn.

1. Chuẩn thiết kế

Chuẩn thiết kế là chuẩn được dùng trong thiết kế. Chuẩn thiết kế được hình thành khi lập các chuỗi kích thước trong quá trình thiết kế. Chuẩn thiết kế có thể là chuẩn thực hay chuẩn ảo (h. 3.2).



Hình 3.2. Chuẩn thiết kế
a) Chuẩn thực; b) Chuẩn ảo.

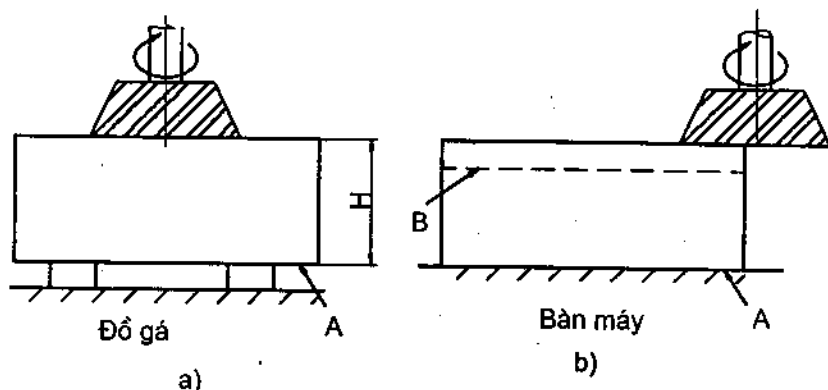
Chuẩn thực là bề mặt A (h. 3.2a) dùng để xác định kích thước các bậc của trục. Chuẩn ảo, điểm O (h. 3.2b) là đỉnh nón của mặt lăn bánh răng côn dùng để xác định góc côn α .

2. Chuẩn công nghệ

Chuẩn công nghệ được chia thành: chuẩn gia công, chuẩn lắp ráp, chuẩn kiểm tra.

a) Chuẩn gia công

Dùng để xác định vị trí của những bề mặt, đường hoặc điểm của chi tiết trong quá trình gia công cơ. Chuẩn gia công bao giờ cũng là chuẩn thực (h. 3.3).



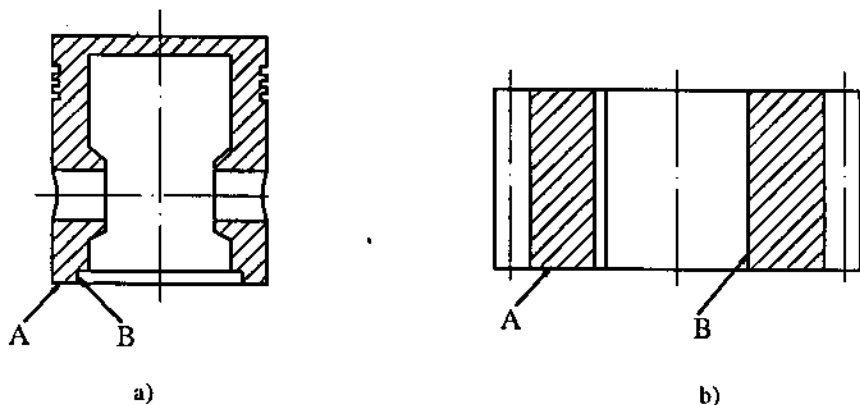
Hình 3.3. Chuẩn gia công

Khi gia công theo phương pháp tự động đạt kích thước, chi tiết gia công được gá trên đồ gá thì mặt A của chi tiết làm nhiệm vụ tỳ và định vị (h. 3.3a). Nếu rà gá từng chi tiết theo đường vạch dấu B thì mặt A chỉ làm nhiệm vụ tỳ, còn chuẩn định vị là đường vạch dấu B (h. 3.3b).

Chuẩn gia công còn chia thành chuẩn thô và chuẩn tinh.

* *Chuẩn thô* là những bề mặt dùng làm chuẩn nhưng chưa được gia công. Trong hầu hết các trường hợp thì chuẩn thô là những bề mặt chưa được qua gia công. Tuy vậy, có một số trường hợp chuẩn thô được tính cho các bề mặt đã qua gia công sơ bộ. Ví dụ, trong sản xuất máy hạng nặng, phôi được chuyển đến phân xưởng cơ khí từ phân xưởng chế tạo phôi, đã được qua gia công sơ bộ tại phân xưởng tạo phôi với mục đích phát hiện phế phẩm ngay ở nơi tạo phôi nhằm giảm chi phí vận chuyển.

* *Chuẩn tinh* là những bề mặt dùng làm chuẩn đã qua gia công. Nếu chuẩn tinh được dùng trong cả quá trình gia công và quá trình lắp ráp thì gọi là *chuẩn tinh chính*, còn những chuẩn tinh chỉ dùng trong quá trình gia công gọi là *chuẩn tinh phụ*.



Hình 3.4. Chuẩn gia công

a) Chuẩn tinh phụ ; b) Chuẩn tinh chính.

Trên hình 3.4a, mặt đầu A và lỗ B được gia công làm chuẩn tinh trong quá trình gia công, nhưng khi lắp ráp đã không dùng đến nó, vì vậy A và B là chuẩn tinh phụ.

Trên hình 3.4b mặt đầu A và lỗ B được dùng làm chuẩn tinh cả khi gia công và lắp ráp, do đó A và B là chuẩn tinh chính.

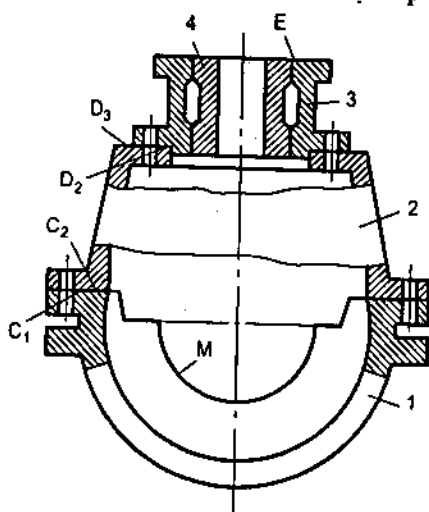
b) Chuẩn lắp ráp

Chuẩn lắp ráp là chuẩn dùng để xác định vị trí tương quan của các chi tiết khác nhau ở một bộ phận máy trong quá trình lắp ráp. Chuẩn lắp ráp có thể trùng với mặt tỳ lắp ráp và có thể không trùng.

Ví dụ: khi lắp ráp thân động cơ đốt trong cần đảm bảo độ thẳng góc giữa tâm lỗ xilanh (mặt E) với tâm ổ lắp trục khuỷu M (của chi tiết) là 0,005/1000 mm (h. 3.5). Khi tiến hành lắp các chi tiết 1, 2, 3, 4 cần phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- + Độ không song song giữa đường tâm ổ trục M với mặt lắp C_1 .
- + Độ không song song giữa mặt lắp D_2 và C_2 .
- + Độ không vuông góc giữa đường tâm lỗ chi tiết 3 với mặt lắp D_3 .

Nếu căn cứ vào các yếu tố trên ta phải giải chuỗi kích thước theo phương pháp lắp lần, khi đó các mặt C_1 , C_2 , D_2 , D_3 là chuẩn lắp ráp. Nhưng nếu thực hiện lắp bằng phương pháp rà kiểm tra mặt M theo mặt E để đảm bảo độ thẳng góc giữa tâm lỗ xilanh với tâm ổ trục khuỷu thì khi đó mặt E trở thành chuẩn lắp ráp và mặt C_1 , C_2 , D_2 , D_3 chỉ là mặt tỳ.

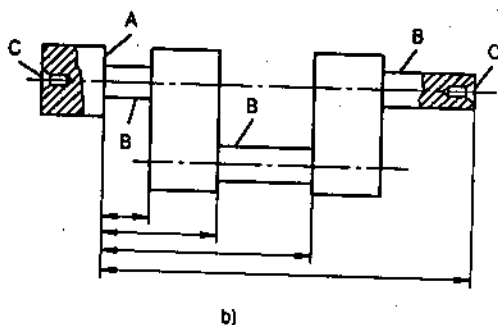
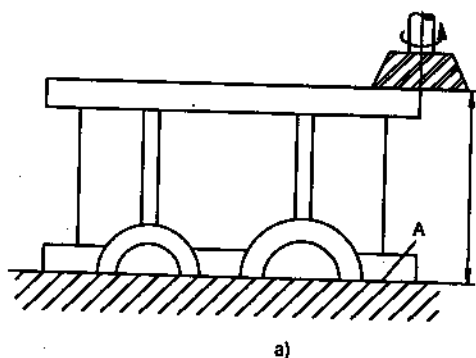


Hình 3.5. Lắp ráp động cơ.

c) Chuẩn kiểm tra

Chuẩn kiểm tra là chuẩn căn cứ vào đó để tiến hành đo hay kiểm tra kích thước về vị trí giữa các yếu tố hình học của chi tiết máy.

Trong thực tế chuẩn thiết kế, chuẩn gia công, chuẩn lắp ráp, chuẩn kiểm tra có thể trùng nhau (h. 3.6a) và không trùng nhau (h. 3.6b).



Hình 3.6. Ví dụ về chuẩn

Trên hình 3.6a, bề mặt A vừa là chuẩn thiết kế, vừa là chuẩn gia công, lắp ráp, kiểm tra.

Trên hình 3.6b, bề mặt A là chuẩn kiểm tra, B là chuẩn lắp ráp, C là chuẩn gia công.

3.2. GÁ ĐẶT CHI TIẾT KHI GIA CÔNG

3.2.1. Khái niệm

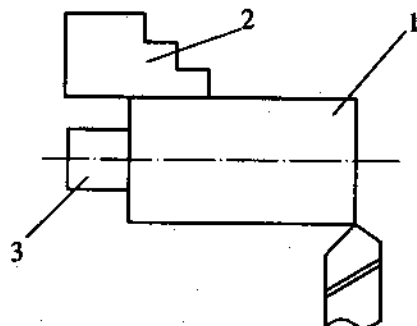
Gá đặt chi tiết trước khi gia công bao gồm hai quá trình: định vị chi tiết và kẹp chặt chi tiết.

Quá trình định vị là quá trình xác định vị trí chính xác của chi tiết so với dụng cụ cắt trước khi gia công.

Quá trình kẹp chặt là quá trình cố định vị trí của chi tiết sau khi đã định vị để chống lại tác dụng của ngoại lực trong quá trình gia công chi tiết, làm cho chi tiết không rời khỏi vị trí đã được định vị. Cần chú ý rằng trong quá trình gá đặt, quá trình định vị bao giờ cũng xảy ra trước, sau đó mới bắt đầu quá trình kẹp chặt. Không bao giờ hai quá trình này xảy ra đồng thời.

Quá trình gá đặt chi tiết trên mâm cặp 3 chấu (h 3.7) được thực hiện như sau:

Người công nhân cầm chi tiết lựa đưa vào 3 chấu của mâm cặp và một đầu chi tiết được chạm vào cữ, sau đó bắt đầu vận cho 3 chấu tiến dần vào, đến khi cả 3 chấu chạm đồng thời vào mặt trụ của chi tiết thì quá trình định vị kết thúc và bắt đầu quá trình kẹp chặt, tiếp tục vận cho đến khi 3 chấu không còn khả năng dịch chuyển thì quá trình kẹp chặt kết thúc.



Hình 3.7. Gá đặt trên mâm cặp ba chấu
1. Chi tiết; 2. Mâm cặp; 3. Cữ.

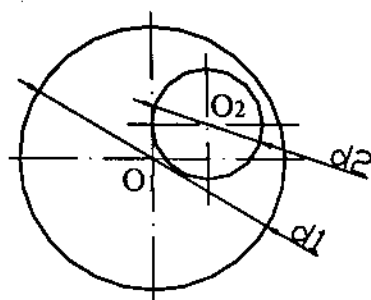
Gá đặt chi tiết hợp lý hay không là một trong những vấn đề cơ bản của việc thiết kế quy trình công nghệ. Chọn được phương pháp gá đặt hợp lý sẽ giảm thời gian phụ, đảm bảo độ cứng vững tốt để nâng cao chế độ cắt, giảm thời gian cơ bản.

3.2.2. Các phương pháp gá đặt

1. Phương pháp rà gá

Có hai trường hợp: rà trực tiếp trên máy và rà theo dấu đã vạch sẵn. Theo phương pháp rà gá, công nhân dùng những dụng cụ như bàn rà, mũi

rà, đồng hồ so hoặc hệ thống ống kính quang học để xác định vị trí của chi tiết so với máy hoặc dụng cụ cắt. Ví dụ, khi gia công lỗ lệch tâm d_2 trên chi tiết trụ có đường kính ngoài d_1 (h. 3.8), chi tiết được gá trên mâm cặp 4 chấu và phải tiến hành rà để cho tâm lỗ O_2 trùng với đường tâm trục chính của máy.

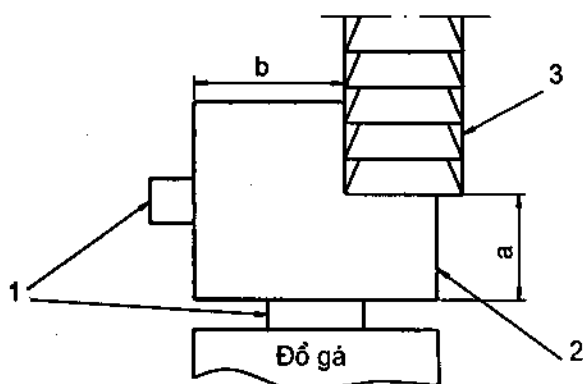


Hình 3.8. Rà khi gia công lỗ lệch tâm

Phương pháp rà gá thường được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ hoặc trong những trường hợp phối quá thô không thể sử dụng đồ gá.

2. Phương pháp tự động đạt kích thước

Theo phương pháp này dụng cụ cắt có vị trí tương quan cố định so với vật gia công, vị trí này được đảm bảo cố định nhờ các cơ cấu định vị của đồ gá. Khi gia công theo phương pháp này, máy và dao được điều chỉnh trước. Khi phay bằng dao phay đĩa ba mặt (h. 3.9) thì dao đã được điều chỉnh trước để đảm bảo kích thước a , b (dao đã có vị trí tương quan xác định với phiên tỳ của đồ gá).



Hình 3.9. Tự động đạt kích thước

1. Phiên tỳ; 2. Chi tiết; 3. Dao phay đĩa ba mặt.

Những đặc điểm của hai phương pháp trên đã được trình bày tại chương 2.

3.3. NGUYÊN TẮC SÁU ĐIỂM KHI ĐỊNH VỊ CHI TIẾT GIA CÔNG

Một vật rắn tuyệt đối trong hệ tọa độ 3 chiều (h.3.10) có 6 chuyển động hoặc 6 bậc tự do. Đó là 3 chuyển động tịnh tiến dọc trục OX , OY , OZ và 3 chuyển động quay quanh các trục đó. Bậc tự do theo phương nào đó của vật rắn tuyệt đối là khả năng di chuyển của vật rắn theo phương đó mà không bị bất kỳ cản trở nào. Ngược lại, vật rắn không thể di chuyển theo phương nào đó, có nghĩa là nó bị khống chế bậc tự do theo phương đó.

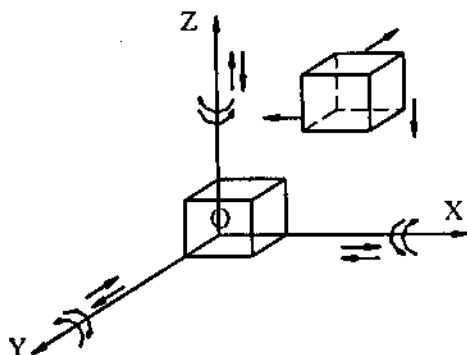
Vật rắn tuyệt đối có hình dạng khối lập phương được đặt trong hệ toạ độ Đêcác thì:

- Khi ta tịnh tiến khối lập phương tiếp xúc với mặt phẳng XOY thì khối lập phương bị khống chế các chuyển động sau : tịnh tiến dọc trục OZ, quay xung quanh các trục OY, OX.

- Khi tịnh tiến khối lập phương cho tiếp xúc với mặt phẳng YOZ, khối lập phương bị khống chế các chuyển động sau: tịnh tiến dọc trục OX, quay xung quanh trục OZ.

- Khi tịnh tiến khối lập phương cho tiếp xúc với mặt phẳng XOZ, khối lập phương bị khống chế chuyển động tịnh tiến dọc trục OY.

Như vậy, khi khối lập phương tiếp xúc với cả 3 mặt phẳng của hệ toạ độ Đêcác thì khối lập phương bị tước bỏ cả 6 chuyển động, hay nói cách khác, nó bị khống chế cả 6 bậc tự do: tịnh tiến $\overline{OX}$, $\overline{OY}$, $\overline{OZ}$, quay quanh OX, OY, OZ.



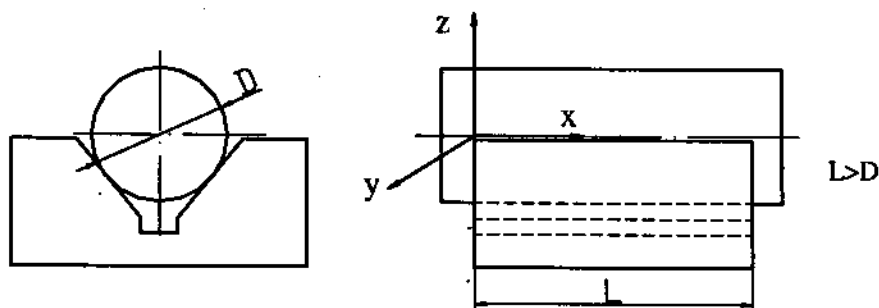
Hình 3.10. Sơ đồ xác định vị trí của vật rắn trong hệ toạ độ Đêcác

Khi một vật bị khống chế cả 6 bậc tự do, có nghĩa là nó có vị trí xác định trong không gian. Đối với chi tiết gia công cũng vậy, muốn xác định vị trí của nó ta phải khống chế các bậc tự do theo phương cần thiết.

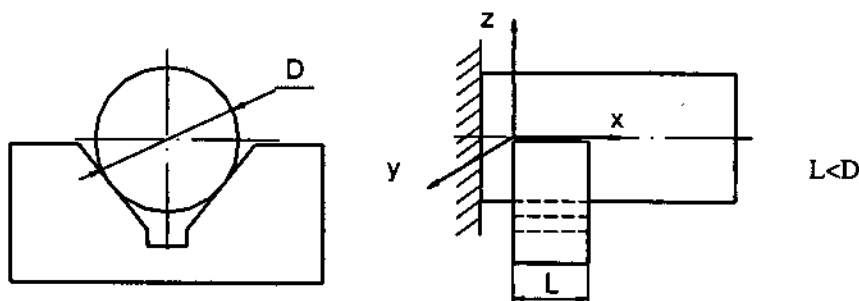
Cần chú ý là mỗi mặt phẳng đều có khả năng khống chế 3 bậc tự do. Mặt phẳng YOZ và XOZ khống chế 2 và 1 bậc tự do, bởi vì các bậc còn lại đã được khống chế trước đó ở mặt phẳng XOY.

Dưới đây là một số ví dụ về các chi tiết định vị :

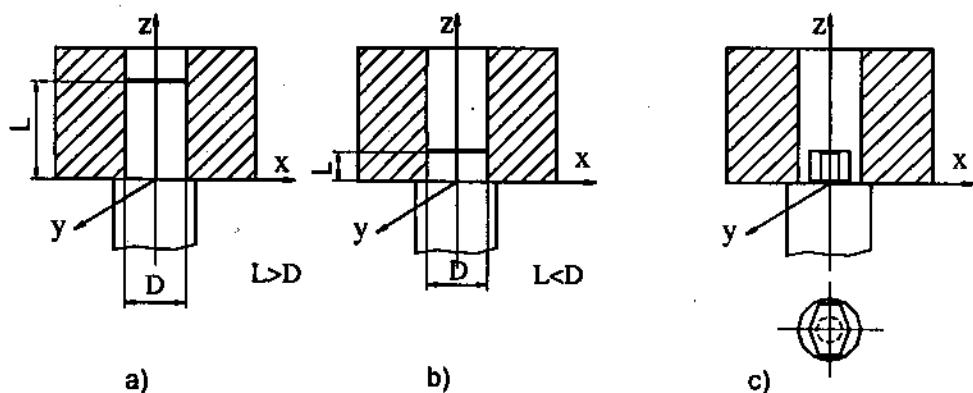
- + Một mặt phẳng khống chế 3 bậc tự do.
- + Một khối V dài khống chế 4 bậc tự do (h. 3.11).
- + Một khối V ngắn khống chế 2 bậc tự do (h. 3.12).
- + Một chốt trụ dài khống chế 4 bậc tự do (h. 3.13a).
- + Một chốt trụ ngắn khống chế 2 bậc tự do (h. 3.13b).
- + Một chốt trám khống chế 1 bậc tự do (h. 3.13c).
- + Một chốt côn khống chế 3 bậc tự do (h. 3.14).



Hình 3.11. Khối V dài không chế 4 bậc tự do ($\overrightarrow{OZ}, \overrightarrow{OY}, \overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OY}$)



Hình 3.12. Khối V ngắn không chế 2 bậc tự do ($\overrightarrow{OZ}, \overrightarrow{OY}$)

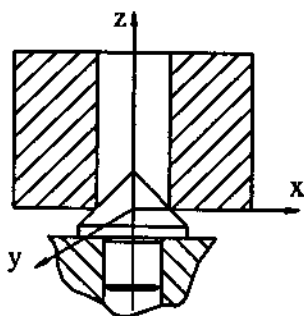


Hình 3.13. Ví dụ về chốt trụ không chế các bậc tự do

a) Chốt trụ dài không chế 4 bậc tự do ($\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OY}, \overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OY}$)

b) Chốt trụ ngắn không chế 2 bậc tự do ($\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OY}$)

c) Chốt trụ tròn không chế 1 bậc tự do.



Hình 3.14. Chốt côn không chế
3 bậc tự do ($\overline{OZ}, \overline{OY}, \overline{OX}$)

Chú ý:

- Trong quá trình định vị, chi tiết không phải lúc nào cũng cần phải khống chế cả 6 bậc tự do mà tùy theo yêu cầu gia công ở từng nguyên công.

Ví dụ: Khi gia công mặt phẳng B đạt kích thước $H^{\pm\delta}$ ta chỉ cần khống chế 3 bậc tự do: tịnh tiến theo OZ, quay quanh OX, OY bởi 3 bậc tự do này ảnh hưởng đến kích thước gia công (h. 3.15).

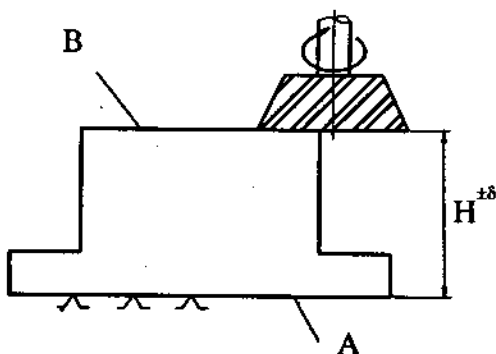
- Một bậc tự do được khống chế thể hiện bằng một kí hiệu $\wedge$ trên sơ đồ định vị.

- Mối lắp giữa mặt định vị và đồ định vị cũng ảnh hưởng đến số bậc tự do được khống chế.

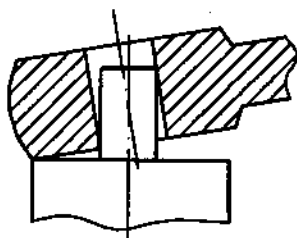
Ví dụ: Khi định vị bằng chốt trụ dài nếu mối lắp ghép giữa chốt định vị và lỗ chi tiết có khe hở lớn thì số bậc tự do bị khống chế không phải là 4 vì khi đó chi tiết bị dịch chuyển tương đối so với chốt định vị (h. 3.16).

- Một bậc tự do bị khống chế quá một lần gọi là siêu định vị.

Ví dụ: Khi định vị bằng chốt trụ dài, mặt trụ dài khống chế 4 bậc tự do (h. 3.17a), nếu mặt đầu của chi tiết cũng khống chế 3 bậc tự do thì sẽ xảy ra hiện tượng siêu định vị. Mặt trụ khống

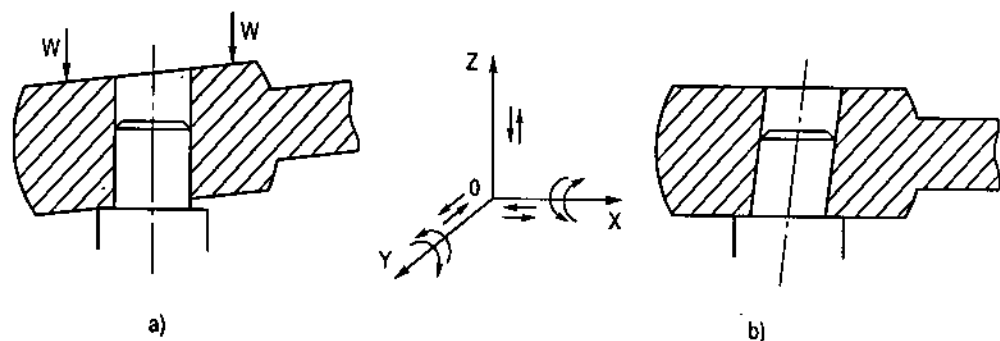


Hình 3.15. Phay mặt phẳng



Hình 3.16. Chi tiết dịch chuyển so
với chốt định vị

chế các bậc : quay quanh OX, OY, tịnh tiến theo OX, OY. Mặt phẳng không chế các bậc: tịnh tiến OZ, quay quanh OX, OY. Như vậy bậc tự do quay quanh OX, OY được khống chế 2 lần. Hiện tượng siêu định vị làm ảnh hưởng đến chất lượng gia công, nếu lực kẹp hướng vào mặt định vị thì nó sẽ làm biến dạng chốt định vị (h. 3.17b).



Hình 3.17. Siêu định vị

3.4. CÁCH TÍNH SAI SỐ GÁ ĐẶT

Như ở chương 2 đã đề cập đến sai số gá đặt chi tiết trong quá trình gia công cơ được xác định theo công thức sau:

$$\bar{\epsilon}_{gd} = \bar{\epsilon}_c + \bar{\epsilon}_k + \bar{\epsilon}_{dg}$$

trong đó: $\bar{\epsilon}_c$ - sai số chọn chuẩn;

$\bar{\epsilon}_k$ - sai số kẹp chặt;

$\bar{\epsilon}_{dg}$ - sai số đồ gá.

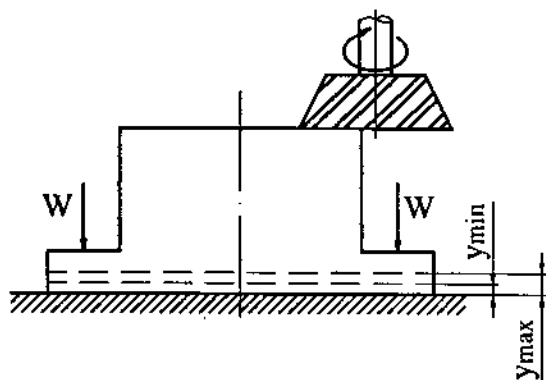
3.4.1. Sai số kẹp chặt

Sai số kẹp chặt là lượng chuyển vị của chuẩn gốc chiếu lên phương kích thước thực hiện do lực kẹp thay đổi gây ra (h. 3.18).

$$\epsilon_k = (y_{\max} - y_{\min}) \cos \alpha$$

trong đó : $y_{\max}$, $y_{\min}$ - lượng chuyển vị lớn nhất và nhỏ nhất của chuẩn gốc khi lực kẹp thay đổi;

α - góc giữa phương kích thước thực hiện và phương dịch chuyển của chuẩn gốc.



Hình 3.18. Sai số kẹp chặt

3.4.2. Sai số đồ gá

Sai số đồ gá sinh ra do chế tạo đồ gá không chính xác, do độ mòn của nó và do gá đặt đồ gá trên máy không chính xác.

Sai số đồ gá được tính theo công thức sau:

$$\bar{\epsilon}_{dg} = \bar{\epsilon}_{ct} + \bar{\epsilon}_m + \bar{\epsilon}_{ld}$$

Trong đó: $\bar{\epsilon}_{ct}$ - sai số do chế tạo đồ gá;

$\bar{\epsilon}_m$ - sai số do mòn của đồ gá;

$\bar{\epsilon}_{ld}$ - sai số do lắp đặt đồ gá trên máy.

Khi chế tạo đồ gá, người ta thường lấy độ chính xác đồ gá cao hơn độ chính xác chi tiết gia công trên nó.

Độ mòn của đồ định vị của đồ gá phụ thuộc vào vật liệu, trọng lượng phôi, tình trạng bề mặt tiếp xúc giữa phôi và đồ gá và điều kiện gá đặt phôi trên đồ gá:

Khi dùng các chốt tỳ, độ mòn của chốt tỳ xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$\epsilon = \beta \sqrt{N}$$

trong đó : N - số lần tiếp xúc của phôi với chốt tỳ;

β - hệ số phụ thuộc vào tình trạng bề mặt và điều kiện tiếp xúc.

Sai số lắp đặt đồ gá trên máy ϵ_{ld} không lớn lắm và có thể điều chỉnh được để giá trị đó bằng không.

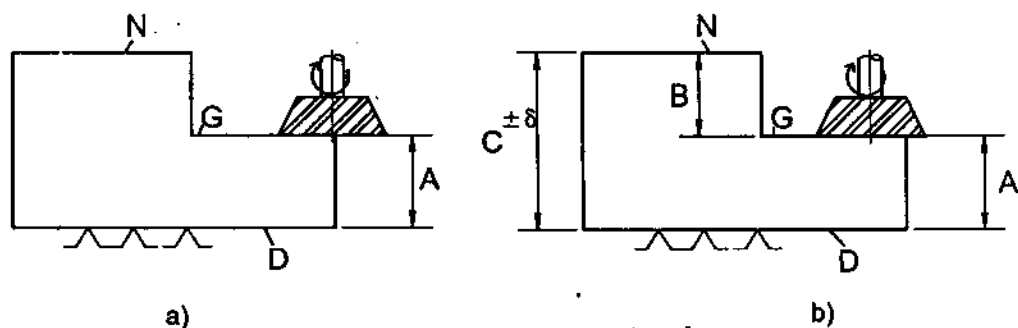
3.4.3. Sai số chọn chuẩn ϵ_c

1. Cách tính sai số chọn chuẩn ϵ_c

Như đã trình bày ở phần trên việc chọn chuẩn có ý nghĩa quan trọng trong thiết kế nguyên công nói riêng và cả quy trình công nghệ. Chọn

chuẩn hợp lý sẽ cho sai số gia công nhỏ còn chọn chuẩn không hợp lý sẽ làm cho chất lượng gia công giảm, thời gian gia công tăng, năng suất gia công giảm...

Sai số chọn chuẩn là sai số phát sinh khi chuẩn định vị không trùng với gốc kích thước và có trị số bằng lượng biến động của gốc kích thước chiếu lên phương kích thước thực hiện.



Hình 3.19. Sự hình thành sai số chuẩn

Xem xét khi gia công mặt G trên hình 3.19a, mặt D vừa là chuẩn định vị vừa là gốc của kích thước A. Trong trường hợp này, kích thước A không có sai số:

$$\varepsilon_c(A) = 0$$

Trên hình 3.19b, vẫn gia công mặt G nhưng gốc kích thước tại mặt N, gốc kích thước có mối quan hệ trong chuỗi kích thước với mặt định vị D. Giả sử khi gia công chi tiết có kích thước $C_{\max}$:

$$B_{\max} = C_{\max} - A$$

A - kích thước điều chỉnh (A = hằng số).

Khi gia công chi tiết có kích thước $C_{\min}$ thì $B_{\min} = C_{\min} - A$

Vậy, sai số chuẩn kích thước B sẽ là:

$$\varepsilon_c(B) = B_{\max} - B_{\min} = (C_{\max} - A) - (C_{\min} - A)$$

$$\varepsilon_c(B) = C_{\max} - C_{\min}$$

$$\varepsilon_c(B) = 2\delta$$

Thực chất, kích thước cần đạt khi gia công là khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ. Chuỗi kích thước được hình thành trong một nguyên công hay trong một số nguyên công. Nếu ta gọi L là khâu khép kín thì L được biểu thị bằng hàm số:

$$L = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n; a_1, a_2, \dots, a_n).$$

trong đó:

$x_1, x_2, \dots, x_n$ - các kích thước thay đổi;

$a_1, a_2 \dots a_n$ - các kích thước không thay đổi.

Tính toán sai số chuẩn cho kích thước L có nghĩa là tìm lượng biến động của nó khi những kích thước liên quan thay đổi. Ta gọi lượng biến động của kích thước L là ΔL thì ΔL , được xác định bằng tổng các lượng biến động của các kích thước liên quan thay đổi:

$$\Delta L = \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \Delta x_1 + \frac{\partial \varphi}{\partial x_2} \Delta x_2 + \dots + \frac{\partial \varphi}{\partial x_n} \Delta x_n$$

$$\Delta L = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right| \Delta x_i$$

$$\varepsilon_c(L) = \Delta L = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right| \Delta x_i$$

Trong thực tế thường dùng hai phương pháp để tính sai số chuẩn.

a) Phương pháp cực đại, cực tiểu

Theo phương pháp này phải lập chuỗi kích thước và sai số chuẩn được tính như sau:

$$\varepsilon_c(L) = \Delta L = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right| \Delta x_i$$

Khi lập chuỗi kích thước công nghệ cần tuân theo nguyên tắc là chuỗi kích thước công nghệ được bắt đầu từ mặt gia công tới mặt chuẩn định vị, đến gốc kích thước rồi khép kín về mặt gia công.

Phương pháp này đạt độ chính xác không cao, thường dùng cho sản xuất loại nhỏ, đơn chiếc.

b) Phương pháp xác suất

Sai số chuẩn được tính theo công thức:

$$\varepsilon_c(L) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right]^2 \cdot K_i^2 \cdot \delta_{xi}^2}$$

trong đó: K_i - hệ số phụ thuộc vào quy luật phân bố của kích thước. Khi phân bố theo đường cong chuẩn $K = 1$.

Phương pháp này đạt độ chính xác cao, sử dụng trong sản xuất loại lớn và hàng khối.

2. Ví dụ

Tính sai số chuẩn cho kích thước H_1, H_2, H_3 theo sơ đồ cho trên hình 3.20. Chi tiết định vị trên khối V dài với góc α ; đường kính chi tiết $D^{\pm\delta}$; kích thước điều chỉnh $L = \text{const}$.

* Tính $\varepsilon_c(H_1)$: Lập chuỗi kích thước công nghệ:

$$H_1 = L - AN$$

$$AN = ON - OA$$

Trong tam giác vuông OIN ta có:

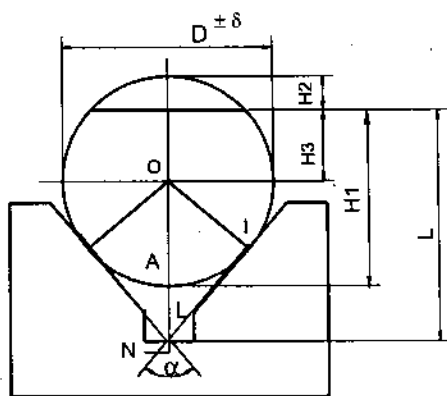
$$ON = \frac{OI}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$AN = \frac{OI}{\sin \frac{\alpha}{2}} - OA$$

$$OA = OI = \frac{D}{2}$$

$$AN = \frac{D}{2} \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right]$$

$$H_1 = L - \frac{D}{2} \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right] = L + \frac{D}{2} \left[1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$



Hình 3.20. Sơ đồ tính sai số chuẩn

Sai số chuẩn được tính theo công thức cực đại, cực tiểu. Áp dụng công thức:

$$\varepsilon_c(H) = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial X_i} \right| \Delta X_i$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial L} = 0, \quad \frac{\partial \varphi}{\partial D} = 2.8$$

$$L = \text{const};$$

D - kích thước thay đổi;

$$\varepsilon_C(H_1) = 0 + \frac{2\delta}{2} \left[1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] = \delta \left[1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

* Tính $\varepsilon_c(H_2)$

$$H_2 = D - H_1 = D - L - \frac{D}{2} \left[1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] = \frac{D}{2} \left[1 + \frac{1}{\sin(\alpha/2)} \right] - L$$

$$\varepsilon_C(H_2) = \delta \left[1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] - 0 = \delta \left[1 + \frac{1}{\sin(\alpha/2)} \right]$$

* Tính $\varepsilon_c(H_3)$

$$H_3 = \frac{D}{2} - H_2 = \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \left[1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] + L = L - \frac{D}{2} \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

$$\varepsilon_c(H_3) = \delta \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] + 0 = \delta \left[\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

3. Bài tập

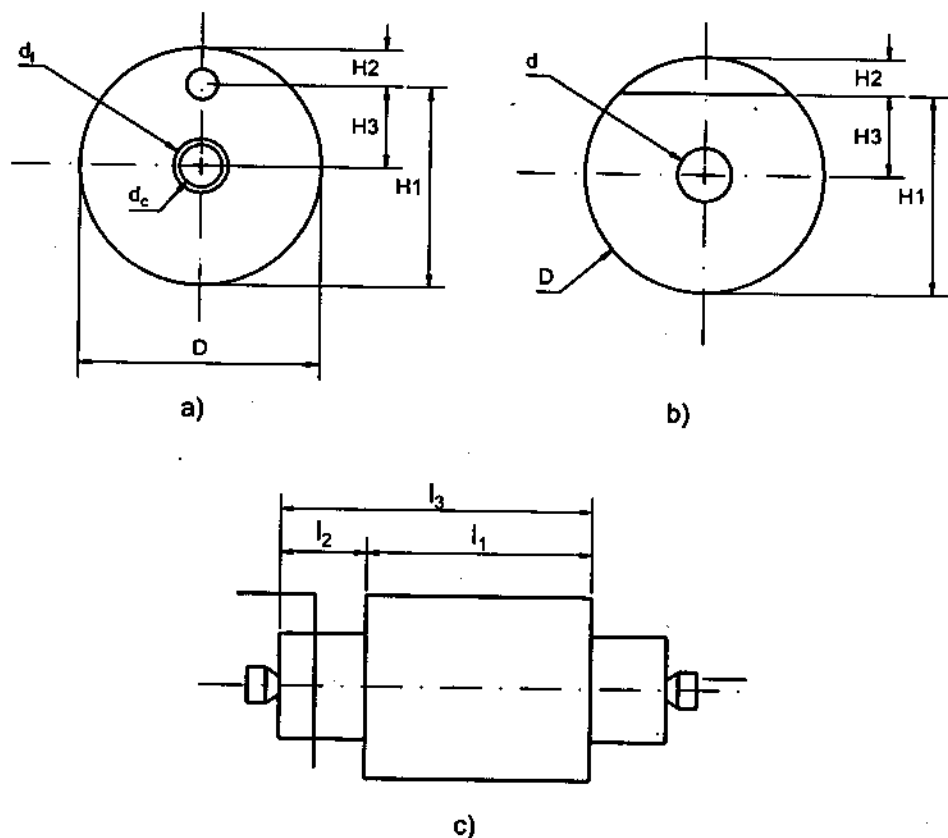
a) Tính sai số chuẩn cho các kích thước H_1, H_2, H_3 khi khoan lỗ

Sơ đồ định vị cho trên hình 3.21a. Chi tiết được định vị trên chốt trụ có khe hở Δ ; đường kính ngoài $D^{\delta D}$; đường kính lỗ $d^{\delta d}$, độ lệch tâm lỗ và mặt ngoài là e ; đường kính chốt $d_c = \text{const}$. Lực kẹp vuông góc với mặt đầu chi tiết.

b) Tính sai số chuẩn cho các kích thước H_1, H_2, H_3 khi phay

Sơ đồ định vị cho trên hình 3.21b. Chi tiết được định vị và kẹp chặt trên trục gá dẫn hồi (trụ dài không có khe hở). Đường kính ngoài $D^{\delta D}$; đường kính lỗ $d^{\delta d}$; độ lệch tâm lỗ và mặt ngoài là e .

c) Tính sai số chuẩn cho kích thước l_1 , l_2 , l_3 khi chỉ tiết định vị trên hai mũi tâm cứng (h. 3.21c).



Hình 3.21. Sơ đồ định vị của các bài tập.

3.5. CÁC NGUYÊN TẮC KHI CHỌN CHUẨN

Khi chọn chuẩn để gia công các chi tiết máy, cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Bảo đảm chất lượng chi tiết máy trong quá trình gia công.
- Nâng cao năng suất, hạ giá thành.

3.5.1. Chọn chuẩn thô

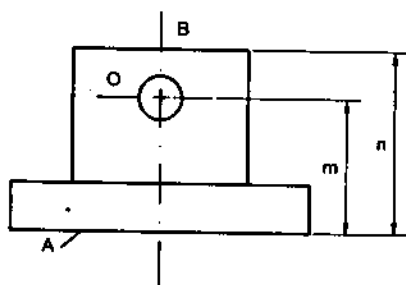
Chuẩn thô thường dùng trong nguyên công đầu tiên của quá trình gia công cơ. Việc chọn chuẩn thô có ý nghĩa quyết định đối với quá trình công

nghệ, có ảnh hưởng đến các nguyên công sau, đến độ chính xác gia công của chi tiết. Khi chọn chuẩn thô cần chú ý hai yêu cầu sau:

- Phân phối đủ lượng dư cho các bề mặt gia công.
- Đảm bảo độ chính xác cần thiết về vị trí tương quan giữa các bề mặt gia công và các bề mặt không gia công.

Ví dụ, trên hình 3.22 là phôi đúc của chi tiết hộp. Phôi đúc cần gia công các bề mặt A, B và lỗ O.

Trường hợp 1 : Không có lỗ đúc sẵn. Trước hết lấy mặt B làm chuẩn thô để gia công mặt A, sau đó lấy mặt A làm chuẩn để gia công hai bề mặt B, O.

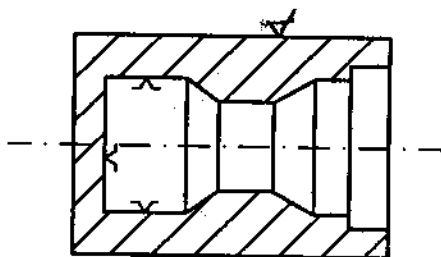


Hình 3.22. Phôi đúc của chi tiết hộp

Trường hợp 2 : Có lỗ đúc sẵn. Khi đó phải lấy lỗ làm chuẩn để gia công mặt A, sau đó lấy mặt A làm chuẩn để gia công mặt B. Như vậy lượng dư phân bố đều, tránh phế phẩm khi lỗ bị dúc lệch, vì nếu lỗ dúc lệch, lượng dư phân bố không đều khi gia công, lỗ bị lệch tâm hoặc có sai số hình dạng hình học do lực cắt thay đổi. Trường hợp lỗ bị dúc lệch quá sẽ không đủ lượng dư để gia công lỗ.

Dựa vào các yêu cầu trên người ta đưa ra các nguyên tắc chọn chuẩn thô.

Nguyên tắc 1 : Nếu chi tiết có 1 bề mặt không gia công thì nên chọn bề mặt đó làm chuẩn thô, vì như vậy sẽ làm cho sự thay đổi vị trí tương quan giữa bề mặt không gia công và bề mặt gia công là nhỏ nhất.



Hình 3.23. Chọn chuẩn thô cho pít tông

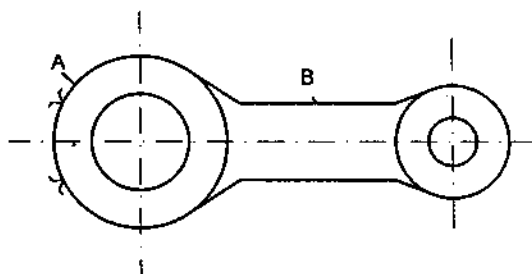
Ví dụ: Khi gia công pít tông (h. 3.23) người ta chọn chuẩn thô là mặt trong không gia công của pít tông để đảm bảo đỉnh và thành pít tông có chiều dày đều theo yêu cầu.

Nguyên tắc 2 : Nếu chi tiết có một số bề mặt không gia công thì nên chọn bề mặt không gia công nào có yêu cầu độ chính xác về vị trí tương quan cao nhất đối với bề mặt sẽ gia công làm chuẩn thô.

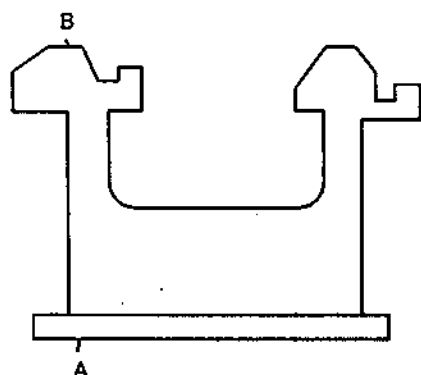
Ví dụ: Khi gia công lỗ biên (h. 3.24), nên lấy mặt A làm chuẩn thô để đảm bảo lỗ gia công có bề dày đều đặn.

Nguyên tắc 3 : Nếu chi tiết có nhiều bề mặt gia công thì nên chọn mặt nào có lượng dư nhỏ, đều làm chuẩn thô.

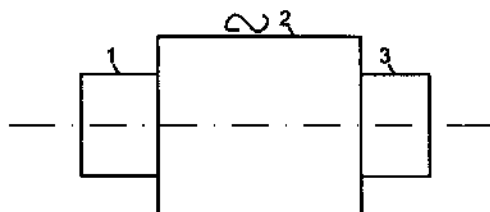
Ví dụ: Khi gia công thân máy tiện (h. 3.25), người ta chọn mặt B làm chuẩn thô để gia công mặt A, sau đó lấy mặt A làm chuẩn tinh để gia công mặt B, vì khi đúc, mặt B nằm ở nửa phần khuôn dưới, do đó mặt B có cấu trúc kim loại tốt, bề mặt đúc nhẵn, đều đặn.



Hình 3.24. Gia công lỗ biên



Hình 3.25. Gia công thân máy tiện



Hình 3.26. Gia công trục bạc

Nguyên tắc 4: Khi chọn chuẩn thô nên chọn bề mặt bằng phẳng không có rìa mép đập, đầu ngót, đầu rớt hoặc quá gồ ghề.

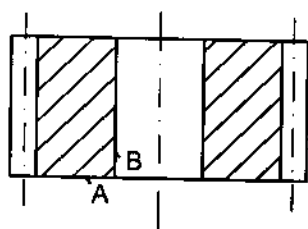
Nguyên tắc 5: Chuẩn thô chỉ nên dùng một lần trong quá trình gia công.

Ví dụ: Khi gia công trục bạc (h. 3.26), bề mặt 2 là bề mặt không gia công được dùng làm chuẩn để gia công mặt 3. Sau đó để gia công mặt 1 ta lấy mặt 3 làm chuẩn tinh. Nếu ta lấy mặt 2 làm chuẩn thô để gia công mặt 1 thì sẽ không đảm bảo độ đồng tâm giữa mặt 1 và mặt 3.

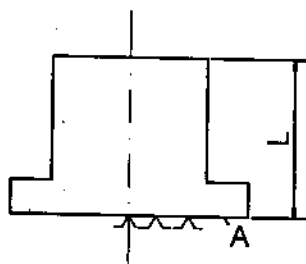
3.5.2. Chọn chuẩn tinh

Nguyên tắc 1 : Khi chọn chuẩn tinh cần cố gắng chọn chuẩn tinh chính, như vậy sẽ làm cho chi tiết lúc gia công có vị trí tương tự như khi làm việc.

Ví dụ: Khi gia công răng của bánh răng (h. 3.27) chuẩn tinh được chọn là lỗ B và mặt đầu A. Lỗ B là bề mặt sau này được lắp ghép với trục truyền động.



Hình 3.27. Gia công răng của bánh răng



Hình 3.28. Phay mặt phẳng $\varepsilon_c(L) = 0$

Nguyên tắc 2 : Cố gắng chọn chuẩn định vị trùng với gốc kích thước để sai số chuẩn $\varepsilon_c(L) = 0$ (h. 3.28).

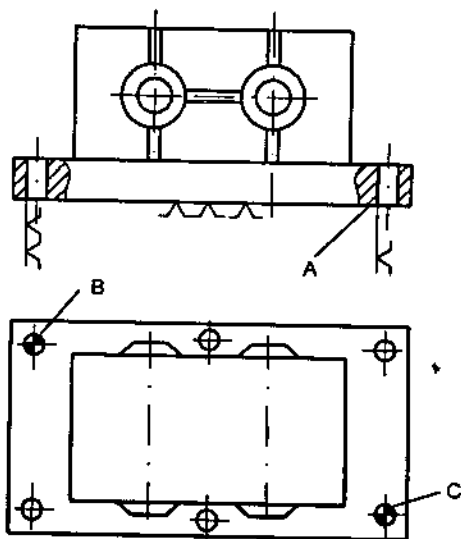
Mặt A là mặt chuẩn định vị và gốc kích thước.

Nguyên tắc 3: Chọn chuẩn sao cho chi tiết không bị biến dạng do lực kẹp, lực cắt. Mặt chuẩn phải có đủ diện tích để định vị.

Nguyên tắc 4 : Chọn chuẩn sao cho kết cấu đồ gá đơn giản và thuận tiện khi sử dụng.

Nguyên tắc 5: Cố gắng chọn chuẩn là chuẩn tinh thống nhất. Chuẩn tinh thống nhất là chuẩn được dùng trong hầu hết các nguyên công của quá trình công nghệ vì nếu khi gá đặt mà thay đổi chuẩn nhiều lần sẽ sinh ra sai số tích lũy làm giảm độ chính xác gia công.

Ví dụ: Khi gia công vỏ hộp giảm tốc (h. 3.29) chuẩn tinh thống nhất được chọn là mặt phẳng A và 2 lỗ B, C. Chuẩn tinh đó sẽ được dùng suốt trong quá trình gia công chi tiết vỏ hộp trừ nguyên công tạo mặt chuẩn và 2 lỗ B, C. Mặt A không chế 3 bậc tự do, lỗ B không chế 2 bậc tự do (chốt trụ ngăn) lỗ C không chế 1 bậc tự do (chốt trám) (chống xoay quanh đường tâm của lỗ B).



Hình 3.29. Gia công vỏ hộp giảm tốc.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 3

1. Định nghĩa và phân loại chuẩn (cho ví dụ minh hoạ).
2. Thế nào là quá trình gá đặt? Phân tích quá trình gá đặt trên mâm cặp 3 chấu.
3. Hãy nêu đặc điểm, phạm vi ứng dụng các phương pháp gá đặt.
4. Hãy nêu nguyên tắc 6 điểm khi định vị chi tiết gia công.
5. Nêu các ví dụ về các chi tiết định vị (mặt phẳng; khối V dài, ngắn; chốt định vị dài, ngắn; chốt côn; chốt trám). Các điểm cần chú ý khi định vị. Thế nào là siêu định vị? Tác hại của nó.
6. Cách tính sai số gá đặt.
7. Thế nào là sai số chuẩn? Cách tính sai số chuẩn.
8. Hãy nêu nguyên tắc chọn chuẩn thô (cho ví dụ minh hoạ).
9. Hãy nêu nguyên tắc chọn chuẩn tinh (cho ví dụ minh hoạ).

Chương 4

PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ - QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

4.1. Ý NGHĨA CỦA VIỆC THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

Bất cứ sản phẩm nào trước khi đưa ra sản xuất đều phải qua giai đoạn chuẩn bị sản xuất. Thiết kế quy trình công nghệ gia công chi tiết máy là nội dung cơ bản của giai đoạn chuẩn bị sản xuất.

Quy trình công nghệ được thiết kế nhằm mục đích hướng dẫn công nghệ, lập chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, kế hoạch sản xuất và điều hành sản xuất.

Có hai trường hợp thiết kế quy trình công nghệ: một là khi thiết kế nhà máy mới, hai là thiết kế quy trình công nghệ chế tạo sản phẩm mới trong điều kiện nhà máy đã có sẵn.

4.2. CÁC TÀI LIỆU BAN ĐẦU CẦN THIẾT KHI THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

Muốn thiết kế quy trình công nghệ phải có các tài liệu ban đầu sau :

- Bản vẽ chế tạo của chi tiết với đầy đủ mặt cắt, hình chiếu (ghi đầy đủ kích thước, dung sai và các điều kiện kỹ thuật khác, ghi rõ những chỗ cần gia công đặc biệt, vật liệu, phương pháp nhiệt luyện, độ cứng yêu cầu).

- Sản lượng chi tiết kể cả thành phần dự trữ cùng những điều kiện hạn chế khác của sản phẩm.

- Hình vẽ bộ phận của sản phẩm, trong đó có chi tiết gia công.

- Những tài liệu về thiết bị, máy công cụ, dụng cụ, đồ gá.

- Các sổ tay công nghệ chế tạo máy.

4.3. TRÌNH TỰ THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

1. Nghiên cứu bản vẽ chi tiết, kiểm tra tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết gia công.

2. Phân loại chi tiết.

3. Xác định dạng sản xuất.

4. Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi.

5. Xác định chuẩn và chọn cách định vị.
6. Lập thứ tự các nguyên công.
7. Chọn máy cho mỗi nguyên công.
8. Tính hoặc tra bảng lượng dư cho các nguyên công, các bề mặt. Xác định kích thước cần thiết của phôi.
9. Chọn dụng cụ cắt, dụng cụ đo tiêu chuẩn. Thiết kế dụng cụ đặc biệt.
10. Chọn đồ gá tiêu chuẩn. Thiết kế đồ gá chuyên dùng.
11. Xác định chế độ cắt.
12. Định bậc thợ công nhân.
13. Tính định mức thời gian và năng suất. So sánh các phương án công nghệ.
14. Lập các phiếu công nghệ.

Nội dung các bước trên đều cần thiết không thể thiếu, tuy vậy mức độ thì khác nhau tùy theo dạng sản xuất và điều kiện cụ thể.

4.4. MỘT SỐ BƯỚC THIẾT KẾ CƠ BẢN

Tùy theo khả năng và mức độ tận dụng các quá trình công nghệ điển hình có sẵn, các quá trình công nghệ đang áp dụng đạt hiệu quả tốt mà tính chất và khối lượng thiết kế quá trình công nghệ sẽ khác nhau. Sau đây là nội dung các bước cơ bản.

4.4.1. Kiểm tra tính công nghệ trong kết cấu chi tiết máy

Tính công nghệ trong kết cấu là tính chất quan trọng của sản phẩm hoặc chi tiết cơ khí nhằm đảm bảo lượng tiêu hao kim loại ít nhất, khối lượng gia công và lắp ráp ít nhất, giá thành chế tạo thấp nhất trong điều kiện và quy mô sản xuất nhất định.

- Khi xét tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết gia công phải được dựa trên các cơ sở sau :

- + Quy mô sản xuất và tính loạt của sản phẩm.
- + Kết cấu tổng thể của sản phẩm, đảm bảo chức năng và điều kiện làm việc của sản phẩm.
- + Điều kiện sản xuất cụ thể của doanh nghiệp.

- Muốn đánh giá tính công nghệ trong kết cấu chi tiết máy cần phải theo các chỉ tiêu sau:

- + Trọng lượng kết cấu nhỏ nhất.
- + Sử dụng vật liệu thống nhất tiêu chuẩn.

- + Quy định kích thước dung sai và độ nhám bề mặt hợp lý.
- + Sử dụng chi tiết máy và bề mặt chi tiết máy thống nhất, tiêu chuẩn.
- + Kết cấu hợp lý để gia công cơ và lắp ráp thuận tiện.

Để đảm bảo hiệu quả chung của quá trình chế tạo sản phẩm thì tính công nghệ trong kết cấu sản phẩm phải được nghiên cứu, phê phán từ khi bắt đầu thiết kế kết cấu sản phẩm. Người kỹ sư thiết kế phải nắm vững các phương pháp gia công cắt gọt để thiết kế chuỗi kích thước công nghệ hợp lý, độ nhẵn bóng và độ chính xác phù hợp với yêu cầu sử dụng nhằm giảm giá thành sản phẩm từ khâu thiết kế.

- Đối với gia công cắt gọt, kết cấu của chi tiết máy phải thỏa mãn được các yêu cầu sau:

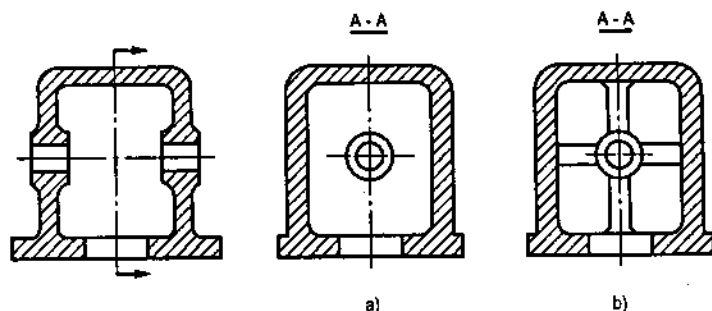
- + Giảm trọng lượng chi tiết nhưng vẫn đảm bảo chi tiết đủ cứng vững, tạo điều kiện cắt gọt với chế độ cắt gọt lớn, năng suất cao.

Ví dụ: Gia công chi tiết có thành mỏng kém cứng vững, khi gia công lỗ phải có thêm gân tăng cứng hoặc khi gia công chi tiết (h. 4.1a):

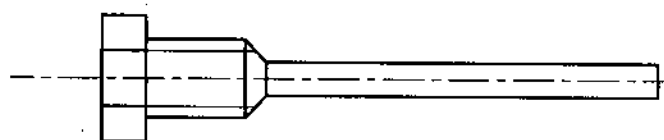
a) Nếu gia công kết cấu nguyên chiếc sẽ tốn vật liệu, chi phí gia công tăng (h. 4.1a).

b) Nếu gia công tách thành hai chi tiết sẽ dễ dàng và giảm chi phí (h. 4.1b).

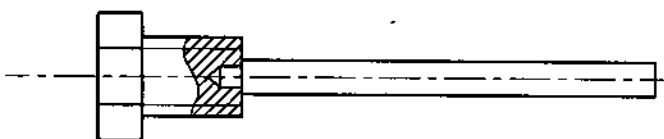
- + Dùng dụng cụ thống nhất, tiêu chuẩn, hạn chế tối đa các dụng cụ định kích thước như mũi khoan, khoét, doa phi tiêu chuẩn.
- + Đơn giản hoá kết cấu, đảm bảo gia công kinh tế, dễ dàng (h. 4.2), năng suất cao.
- + Cần phân biệt rõ ràng giữa các bề mặt gia công với chất lượng bề mặt khác nhau (h. 4.3).
- + Cần thiết kế kết cấu bề mặt chi tiết máy phù hợp với khả năng gia công cơ (h. 4.4).



Hình 4.1. Gia công chi tiết có thành mỏng

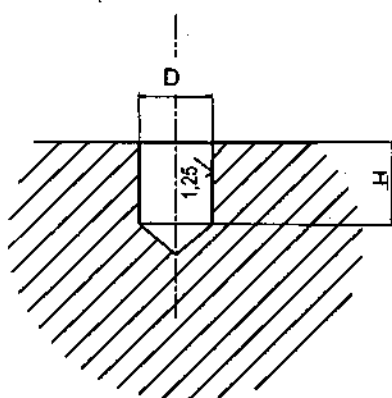


a)

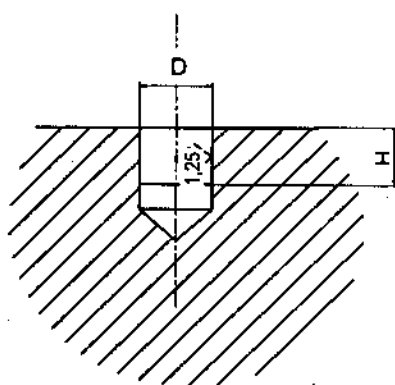


b)

Hình 4.2. Gia công que thâm đầu



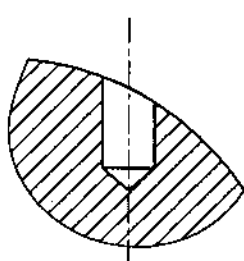
a)



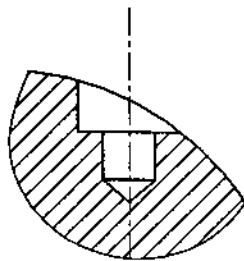
b)

Hình 4.3. Sửa kết cấu lỗ doa

a) Không doa được đến đáy lỗ; b) Đã chữa lại phần thoát cho côn cắt mũi doa.



a)



b)

Hình 4.4. Khoan lỗ trên mặt cong

a) Không khoan được lỗ trên mặt cong, mũi khoan trượt, gãy;
b) Tạo mặt phẳng trước khi khoan.

4.4.2. Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi

Muốn chế tạo chi tiết máy đạt yêu cầu kỹ thuật và chỉ tiêu kinh tế, người thiết kế lập quy trình công nghệ phải xác định được kích thước và chọn loại phôi thích hợp. Kích thước của phôi được xác định theo lượng dư gia công (sẽ nêu ở chương 5, mục 2) còn chọn loại phôi phải căn cứ vào các yếu tố sau:

- + Vật liệu và cơ tính của vật liệu chi tiết gia công.
- + Kích thước, hình dáng và kết cấu của chi tiết.
- + Sản lượng hàng năm hoặc dạng sản xuất.
- + Cơ sở vật chất kỹ thuật của doanh nghiệp.

Muốn chọn phôi hợp lý phải nắm vững các yêu cầu thiết kế, đặc tính các loại vật liệu, các loại phôi, công dụng của từng loại phôi. Những kiến thức về phôi được trình bày khái quát ở chương 5. Chi phí khi gia công được đánh giá qua hệ số sử dụng vật liệu:

$$K = \frac{G_{ct}}{G_{ph}}$$

Trong đó: G_{ct} – trọng lượng chi tiết (kg);

G_{ph} – trọng lượng phôi (kg).

Hệ số K - trình độ kỹ thuật chế tạo phôi. Xu hướng phát triển của công nghệ chế tạo phôi là làm hình dáng, kích thước của phôi càng gần với chi tiết gia công càng tốt.

4.4.3. Lập thứ tự các nguyên công

Khi thiết kế quy trình công nghệ gia công chi tiết máy phải xác định hợp lý thứ tự các nguyên công sao cho chu trình gia công hoàn chỉnh một chi tiết là ngắn nhất, chi phí gia công là nhỏ nhất.

Thứ tự gia công các bề mặt của chi tiết máy phụ thuộc vào tính chất logic của quá trình biến đổi trạng thái, tính chất chi tiết máy, phụ thuộc vào lý thuyết về chuẩn công nghệ và điều kiện sản xuất cụ thể.

Khi xác định thứ tự nguyên công cần dựa vào tiến trình công nghệ điển hình với dạng chi tiết máy cơ bản (trục, hộp, cang, bạc, bánh răng) để cụ thể hoá quy trình cho chi tiết máy thực tế. Các quy trình công nghệ điển hình được trình bày ở chương 15.

Nói chung người ta dựa vào trạng thái cuối cùng của đối tượng gia công để lập ra các phương án thứ tự gia công các bề mặt theo nguyên tắc: trước hết gia công các bề mặt chuẩn công nghệ (chuẩn tinh thống nhất), các bề mặt quan trọng thường qua hai giai đoạn gia công thô và gia công tinh.

4.4.4. Thiết kế nguyên công

1. Chọn máy

Máy công cụ được chọn theo nguyên tắc sau:

- + Kiểu máy được chọn phải đảm bảo thực hiện được phương pháp gia công đã chọn.
- + Kích thước, phạm vi của máy phù hợp với chi tiết gia công.
- + Máy được chọn phải có độ chính xác phù hợp với yêu cầu gia công.
- + Công suất và thông số công nghệ của máy phải đảm bảo chất lượng và năng suất gia công.
- + Chọn máy phù hợp với dạng sản xuất.

2. Xác định chuẩn công nghệ, phương án gá đặt và trang bị công nghệ

Chuẩn công nghệ được xác định theo những nguyên tắc đã được nêu ở chương 3. Tùy theo dạng sản xuất để chọn trang thiết bị tiêu chuẩn, vạn năng hay chuyên dùng. Ví dụ, ở dạng sản xuất đơn chiếc, nên sử dụng máy vạn năng và đồ gá vạn năng như mâm kẹp, êtô, ụ chia độ; ở dạng sản xuất loạt vừa, nên chọn máy công cụ vạn năng và thiết kế đồ gá chuyên dùng; ở dạng sản xuất loạt lớn, hàng khối, nên chọn thiết kế máy chuyên dùng và đồ gá chuyên dùng.

3. Xác định các thông số công nghệ

Các thông số công nghệ có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng gia công và hiệu quả kinh tế của quá trình công nghệ. Giá trị của thông số công nghệ phải được xác định hợp lý theo yêu cầu kỹ thuật và đảm bảo chất lượng gia công.

Thông số công nghệ cơ bản bao gồm: vận tốc cắt, số vòng quay trục chính, lượng tiến dao, chiều sâu cắt, số lần cắt.

Giá trị thông số công nghệ phụ thuộc vào phương pháp gia công, loại máy công cụ, dụng cụ, tính chất vật liệu gia công, trạng thái phôi...

Thông số công nghệ được xác định theo các sổ tay công nghệ bằng cách tính hoặc tra bảng rồi đối chiếu với phạm vi giá trị thực hiện có trên máy, kết hợp với việc kiểm tra công suất máy. Nếu các thông số công nghệ không phù hợp hoặc máy không đáp ứng công suất thì chọn lại máy khác.

Xác định thông số công nghệ được thực hiện theo thứ tự sau:

- + Xác định chiều sâu cắt t .
- + Xác định bước tiến dao S_x .

- + Xác định vận tốc cắt v_c .
- + Tính số vòng quay trục chính n_c .
- + Đối chiếu số vòng quay n_c , bước tiến dao S_c với giá trị có thực trên máy, lấy giá trị gần nhất S_m, n_m .
- + Tính công suất cắt N_c .
- + Kiểm tra công suất $N_m > N_c$.

4. Định mức thời gian gia công

Thời gian gia công từng chiếc t_{ic} được xác định theo công thức sau:

$$t_{ic} = t_o + t_p + t_{pv} + t_{in}$$

trong đó : t_o – thời gian cơ bản;

t_p – thời gian phụ;

t_{pv} – thời gian phục vụ;

t_{in} – thời gian nghỉ ngơi tự nhiên.

* *Thời gian cơ bản khi gia công cơ* là thời gian trực tiếp cắt gọt vật liệu, hay còn gọi là thời gian máy. Thời gian cơ bản tùy từng phương pháp gia công có công thức tính cụ thể. Ví dụ, khi tiện, thời gian cơ bản được tính theo công thức sau :

$$t_o = i \frac{L}{n.S}$$

trong đó : i – số lần chạy dao;

L – chiều dài gia công (mm);

n – số vòng quay trục chính (v/ph);

S – bước tiến dao (mm/v).

* *Thời gian phụ* là thời gian gá đặt, tháo kẹp, bật máy... Giá trị thời gian phụ được tra trong các sổ tay định mức thời gian.

* *Thời gian phục vụ kỹ thuật và tổ chức* là thời gian lau chùi máy, dọn phoi, chuyển phôi ...

Thời gian phục vụ được tính như sau :

$$t_{pv} = (t_o + t_p) \frac{a}{100}$$

Trong đó: a - hệ số thời gian tra trong sổ tay định mức.

* *Thời gian nghỉ ngơi tự nhiên* là thời gian dành cho nhu cầu tự nhiên như vệ sinh cá nhân:

$$t_{in} = (t_o + t_p) \frac{b}{100}$$

trong đó: b - hệ số tra trong các sổ tay định mức.

* *Năng suất* là số sản phẩm làm ra trong một đơn vị thời gian. Năng suất Q được xác định theo công thức sau :

$$Q = \frac{m}{t_{tc}} \cdot k$$

trong đó: m - thời gian (ca, giờ, phút);

k - số máy một công nhân điều khiển.

5. So sánh các phương pháp công nghệ

So sánh các phương pháp công nghệ là phân tích đánh giá chúng về hiệu quả kinh tế-kỹ thuật để chọn phương pháp tối ưu theo điều kiện sản xuất cụ thể.

Trong thực tế, người ta dựa vào chi phí sản xuất ứng với từng phương án công nghệ để xác định phương án tối ưu. Chi phí sản xuất ứng với từng phương án công nghệ được xác định như sau:

$$C = C_v + C_L(\alpha + \beta) + C_M + C_D + C_G \text{ (đồng/năm)}$$

Trong đó: C_v - chi phí vật liệu; C_L - chi phí về lương cho công nhân sản xuất; α - hệ số tiền thưởng, phụ cấp; β - hệ số chi phí quản lý, điều hành; C_M - chi phí máy; C_D - chi phí về dụng cụ; C_G - chi phí về đồ gá.

Giá thành gia công G là đại lượng quan trọng để đánh giá hiệu quả kinh tế của phương án công nghệ. Giá thành gia công được tính như sau:

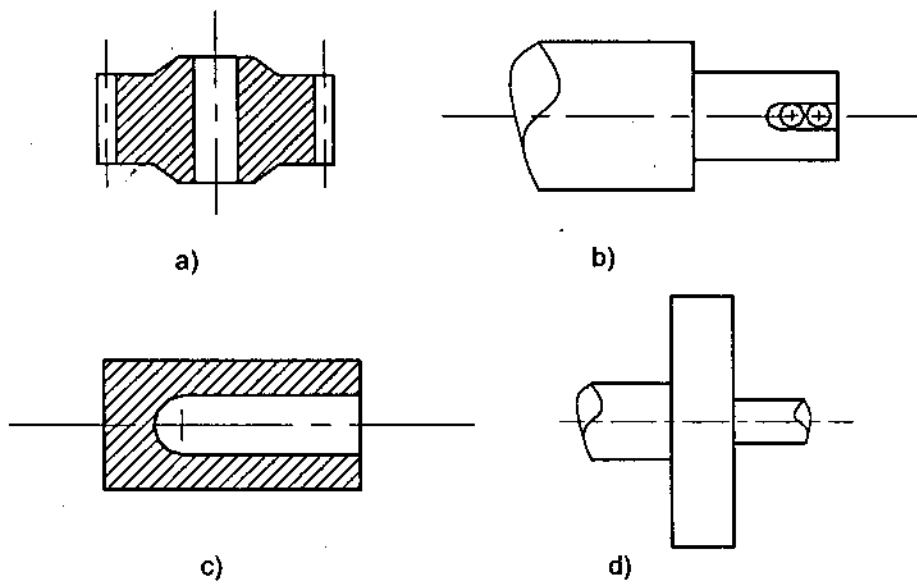
$$G = \frac{C}{N} \text{ (đồng/chiếc)}$$

Trong đó: N - sản lượng hàng năm.

Phương án tối ưu sẽ là phương án có giá thành gia công thấp nhất ($G_{\min}$).

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 4

1. Ý nghĩa của việc thiết kế quy trình công nghệ. Các tài liệu ban đầu để thiết kế quy trình công nghệ.
2. Trình tự thiết kế quy trình công nghệ.
3. Thế nào là tính công nghệ trong kết cấu? Dựa vào chỉ tiêu nào đánh giá tính công nghệ của kết cấu chi tiết?
4. Những kết cấu chi tiết dưới đây không mang tính công nghệ. Hãy phân tích và cho phương án sửa đổi kết cấu (h. 4.5).



Hình 4.5. Sửa đổi kết cấu chi tiết

5. Dựa vào các yếu tố nào để chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi ?
6. Trình bày các bước cơ bản khi thiết kế nguyên công.
7. Thời gian gia công từng chiếc được xác định như thế nào ? (nêu cụ thể từng thành phần của nó).
8. Năng suất gia công là gì ?
9. Hãy so sánh các phương pháp công nghệ ?

Phần hai. ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CƠ KHÍ

Chương 5

CHỌN PHÔI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI

5.1. CÁC PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO PHÔI

Trước khi chế tạo một chi tiết máy cần phải chọn phôi và kích thước phôi thích hợp. Khi chọn loại phôi cần căn cứ vào các yếu tố sau :

- + Vật liệu và cơ tính vật liệu của chi tiết theo yêu cầu thiết kế.
- + Hình dáng, kết cấu và kích thước của chi tiết.
- + Sản lượng chi tiết và mức độ ổn định của sản phẩm.
- + Hoàn cảnh và khả năng cụ thể của xí nghiệp.

Chọn phôi hợp lý không những bảo đảm cơ tính của chi tiết mà còn giảm chi phí về vật liệu và chi phí gia công, nâng cao năng suất và hạ giá thành sản phẩm.

Muốn chọn phôi hợp lý cần hiểu rõ đặc tính của từng loại phôi, phạm vi sử dụng của chúng.

Các loại phôi kim loại thông dụng là phôi đúc, phôi rèn, phôi dập, phôi cán..., ngoài ra còn sử dụng phôi từ các loại vật liệu khác như nhựa, píp, gốm, sứ...

1. Phôi đúc

Đúc là phương pháp chế tạo phôi bằng cách rót kim loại lỏng vào khuôn có hình dạng nhất định. Phôi đúc thông dụng nhất là phôi gang, ngoài ra có thể đúc được phôi thép và kim loại màu.

Đúc có thể tạo ra phôi có hình dáng kết cấu phức tạp mà các phương pháp khác (rèn, dập) khó đạt được.

Độ chính xác và cơ tính vật liệu phụ thuộc vào phương pháp đúc và phương pháp làm khuôn.

Có nhiều phương pháp đúc : đúc trong khuôn cát, đúc trong khuôn kim loại, đúc ly tâm, đúc áp lực, đúc trong khuôn vỏ mỏng, đúc trong khuôn mẫu chảy, đúc trong chân không... Việc chọn phương pháp đúc phụ thuộc vào yêu cầu kỹ thuật, kích thước, hình dáng kết cấu của sản phẩm, dạng sản xuất và khả năng đạt được độ chính xác và yêu cầu kỹ thuật của phương pháp làm phôi.

2. Phôi rèn

Phương pháp rèn cho phôi có cơ tính tốt, kim loại chặt, chịu uốn và xoắn tốt nhưng phôi rèn có hình dáng ít phức tạp so với phôi đúc. Vì yêu cầu cơ tính nên có trường hợp rèn sau khi đúc, cán.

Rèn có thể rèn tự do và rèn khuôn, rèn khuôn đạt năng suất cao hơn, hình dáng phức tạp hơn song máy phải có lực ép lớn.

3. Phôi dập

Phôi dập có ưu điểm :

- Có hình dáng và kích thước gần giống với kích thước của chi tiết gia công.

- Độ chính xác của phôi cao hơn so với rèn có khuôn đơn giản.

- Lượng dư của phôi nhỏ.

- Yêu cầu công nhân đứng máy có trình độ không cao.

Phương pháp dập thường dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối vì có năng suất cao, lượng tiêu hao kim loại ít, phôi có độ chính xác cao.

Tùy theo hình dạng, kích thước và tính chất của chi tiết có thể chọn các phương pháp dập khác nhau như dập nóng hay dập nguội, dập thể tích, dập vuốt hay dập tấm. Dập thể tích thường phải dập nóng, dập vuốt và dập tấm thường là dập nguội. Khi chọn phôi dập cần xét đến cả thời gian và chi phí cho làm khuôn mẫu vì rất tốn kém.

4. Phôi cán

Phôi cán là phôi được chế tạo bằng phương pháp biến dạng dẻo trong các nhà máy luyện kim. Phôi cán thường có hình dạng và kích thước theo tiêu chuẩn: phôi cán tròn, vuông, phôi ống, phôi hình (U, I, L...).

Phôi cán được dùng rộng rãi trong ngành chế tạo máy. Về cơ tính của phôi cán kém hơn so với phôi rèn và phôi dập . Chọn phôi cán đúng hình dáng và kích thước có thể tiết kiệm được vật liệu và khối lượng gia công cơ.

Ngoài ra có thể chế tạo phôi bằng phương pháp hàn. Phương pháp hàn có thể giảm bớt lượng tiêu hao kim loại, nhất là khi chế tạo các máy lớn. Hàn chính xác có khi không cần gia công cơ sau đó. Ngoài ra hàn có thể kết hợp

với các phương pháp khác như dập kết hợp với hàn để tạo ra phôi có hình dáng phức tạp.

Phôi bằng vật liệu phi kim loại như: gỗ, nhựa, cao su... hiện nay thường tạo phôi bằng phương pháp đúc ép, vật liệu chất dẻo có tính chịu mòn tốt, làm việc êm, không gây tiếng ồn, chế tạo đơn giản, năng suất cao, có khi không cần phải gia công cơ sau khi ép nhựa; vật liệu gốm, sứ sau khi thiêu kết có độ cứng cao, có độ bền khi làm việc trong môi trường ăn mòn (xút, axit).

5.2. LƯỢNG DƯ GIA CÔNG VÀ XÁC ĐỊNH KÍCH THƯỚC PHÔI

Trong quá trình gia công cơ, để chế tạo ra chi tiết máy có độ chính xác và chất lượng bề mặt phù hợp với yêu cầu kỹ thuật và điều kiện làm việc của sản phẩm, phải hớt đi một lớp kim loại trên bề mặt phôi làm thay đổi hình dáng, kích thước và độ nhám bề mặt, vì vậy cần phải có lượng dư gia công cơ.

Lượng dư gia công cơ là lớp kim loại được lấy đi trong quá trình gia công cơ khí.

Trong ngành chế tạo máy, tùy theo dạng sản xuất, giá thành vật liệu chiếm từ 50 ÷ 75 % giá thành sản phẩm, trong đó lượng dư (phôi) lấy đi chiếm 20 ÷ 22 % giá thành.

Lượng dư gia công cơ cần phải xác định sao cho trong điều kiện làm việc cụ thể, sản phẩm đạt được chất lượng yêu cầu với giá thành thấp nhất, có nghĩa là phải xác định lượng dư gia công hợp lý.

Nếu lượng dư gia công quá lớn sẽ tốn nguyên vật liệu, chi phí lao động để gia công, chi phí năng lượng điện, dụng cụ cắt và thiết bị... đều tăng, do đó dẫn đến giá thành gia công cao.

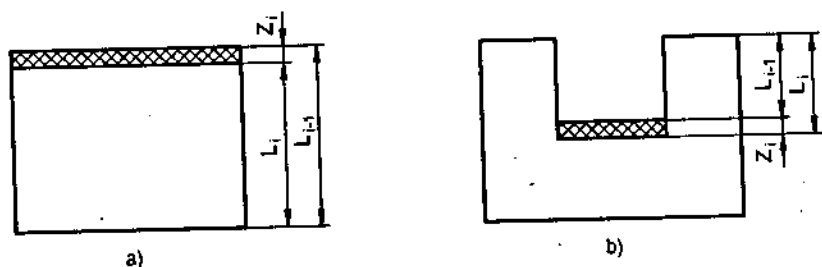
Nếu lượng dư gia công quá nhỏ sẽ không đủ lớp kim loại để hớt đi các sai lệch hư hỏng của phôi để tạo thành chi tiết theo các yêu cầu kỹ thuật.

Các khái niệm về lượng dư

a) *Lượng dư giữa các nguyên công* (hay còn gọi là lượng dư trung gian): là lớp kim loại được lấy đi ở mỗi nguyên công, mỗi bước công nghệ (Z_i). Nó được xác định bằng hiệu số kích thước đo bước (nguyên công) sát trước để lại và kích thước đo bước (nguyên công) đang thực hiện tạo nên (h. 5.1).

Đối với mặt ngoài : $Z_i = L_{i-1} - L_i$.

Đối với mặt trong, rãnh : $Z_i = L_i - L_{i-1}$.



Hình 5.1. Lượng dư trung gian.

a) Mặt ngoài; b) Mặt trong.

b) **Lượng dư tổng cộng** : là toàn bộ lớp kim loại được lấy đi trong quá trình gia công qua tất cả các nguyên công, các bước công nghệ (Z_o).

Đối với mặt ngoài : $Z_o = L_{ph} - L_{ct}$

Đối với mặt trong : $Z_o = L_{ct} - L_{ph}$

Trong đó : L_{ph} - kích thước phôi; L_{ct} - kích thước chi tiết.

c) **Lượng dư đối xứng**: là lớp kim loại được lấy đi khi gia công các bề mặt tròn xoay ngoài (trục), tròn xoay trong (lỗ), hoặc gia công cùng một lúc các bề mặt song song có chiều dày cắt như nhau (ký hiệu là: $2Z_i$ hoặc $2Z_o$).

Đối với mặt trụ ngoài : $2Z_i = D_{j-1} - D_i$

$2Z_o = D_{ph} - D_{ct}$

Đối với mặt trụ trong : $2Z_i = D_i - D_{i-1}$

$2Z_o = D_{ct} - D_{ph}$

Các phương pháp xác định lượng dư:

Để xác định lượng dư gia công thường áp dụng hai phương pháp :

- Phương pháp thống kê kinh nghiệm.
- Phương pháp tính toán phân tích.

* **Phương pháp thống kê kinh nghiệm** là phương pháp được dùng phổ biến trong thực tế sản xuất. Lượng dư gia công được xác định dựa trên tổng lượng dư các bước gia công theo kinh nghiệm và được cho theo bảng trong các sổ tay thiết kế. Phương pháp này có ưu điểm là tra nhanh gọn, không mất nhiều thời gian, nhưng có nhược điểm là lượng dư gia công thường lớn hơn giá trị cần thiết do không tính đến điều kiện gia công cụ thể.

* *Phương pháp tính toán phân tích* là phương pháp dựa trên phân tích và tổng hợp các yếu tố tạo nên lớp kim loại cần hút đi để tạo thành một chi tiết hoàn thiện.

So sánh với phương pháp thống kê kinh nghiệm, lượng dư ở đây có thể giảm từ 6÷15% khối lượng chi tiết.

Nguyên tắc tính toán lượng dư là lấy kích thước chi tiết hoàn thiện làm cơ sở, tính lượng dư trung gian cho các nguyên công, các bước công nghệ, sau đó cộng gộp dần lên từ kích thước chi tiết cho đến nguyên công đầu tiên để có kích thước phôi cần thiết.

Lượng dư trung gian tối thiểu ($Z_{i \min}$) phải đảm bảo loại trừ được các sai số ở bước công nghệ sát trước và sai số gá đặt ở bước đang thực hiện. Nó bao gồm các yếu tố sau :

- + Chiều cao nhấp nhô do bước công nghệ sát trước để lại ($R_{z_{i-1}}$).
- + Chiều sâu lớp hư hỏng bề mặt do bước công nghệ sát trước để lại (T_{i-1}).
- + Sai lệch về vị trí không gian do bước công nghệ sát trước để lại (độ cong vênh, độ lệch tâm, độ không song song...), (ρ_{i-1}).
- + Sai số gá đặt chi tiết ở bước công nghệ đang thực hiện (ϵ_i).

Như vậy, giá trị nhỏ nhất của lượng dư gia công tính toán cho bước công nghệ đang thực hiện được tính:

Đối với mặt phẳng :

$$Z_{i \min} = (R_{z_{i-1}} + T_{i-1}) + \rho_{i-1} + \epsilon_i$$

Đối với mặt trụ trong hoặc ngoài vì phương của (ρ) và (ϵ) có thể khác nhau nên phải tổng hợp chúng theo phương pháp cộng đại số :

$$2.Z_{i \min} = 2 \cdot \left[(R_{z_{i-1}} + T_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \epsilon_i^2} \right]$$

5.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI

Gia công chuẩn bị phôi là những nguyên công mở đầu cho quá trình công nghệ gia công cơ. Cần phải có gia công chuẩn bị phôi vì phôi liệu được tạo ra (đúc, rèn) có chất lượng bề mặt quá xấu so với yêu cầu như dính cát, xù xì, chai cứng trên bề mặt, đậu rớt, đậu ngót... chưa được lấy đi, nếu đưa vào gia công cơ ngay có thể làm dụng cụ cắt mau mòn, dễ vỡ, chế độ cắt khi gia công bị hạn chế, khi cắt dễ sinh va đập làm máy công cụ suy giảm độ chính xác và chóng hỏng.

Một số loại phôi có nhiều sai lệch như cong vênh, lệch khuôn, lệch tâm, méo mó... việc gá đặt khi gia công sẽ rất khó khăn.

Do đó cần phải gia công chuẩn bị phôi. Các nguyên công gia công chuẩn bị phôi được chọn tùy thuộc vào đặc tính phôi liệu, vào dạng sản xuất, vào cơ sở vật chất kỹ thuật cụ thể của nơi sản xuất. Ví dụ, phôi đúc trong khuôn cát phải có nguyên công làm sạch, ủ, gia công bóc vỏ ; phôi cán (phôi thanh) để gia công trục cần phải nắn thẳng, cắt đứt, khoả mặt đầu, khoan lỗ tâm... Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thường nguyên công làm sạch được thực hiện ở phân xưởng chế tạo phôi, còn nguyên công nắn thẳng, gia công bóc vỏ, cắt đứt... thực hiện ở phân xưởng cơ khí. Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, công việc gia công chuẩn bị phôi được tách riêng thành một bộ phận, phân xưởng có các thiết bị riêng như máy làm sạch, máy khoả mặt đầu - khoan tâm, máy gia công phá...

Các nguyên công chính khi gia công chuẩn bị phôi

1. Làm sạch phôi

Các loại phôi đúc, phôi rèn, phôi dập trước khi gia công phải được làm sạch cát, vảy kim loại, vết bẩn gỉ, các rìa mép kim loại... tạo nên các bề mặt sạch sẽ để gia công cắt gọt được dễ dàng.

Phương pháp làm sạch được chọn tùy theo kích thước và sản lượng phôi. Với sản lượng nhỏ, chi tiết lớn sẽ được làm sạch theo phương pháp thủ công bằng bàn chải sắt, dũa, đá mài... Với các chi tiết nhỏ, có thể cho vào thùng quay, các chi tiết khi quay va đập vào nhau, các vết gỉ, vảy, cát... sẽ rơi ra. Với sản lượng lớn, chi tiết lớn có thể dùng khí nén có áp suất $p = 4 \text{ atm}$ để thổi các hạt gang nhỏ và đập vào chi tiết cần làm sạch trên thiết bị chuyên dùng.

2. Nắn thẳng phôi

Nắn thẳng không những dùng cho phôi mà còn cần nắn thẳng chi tiết giữa các nguyên công như nắn thẳng các trục kém cứng vững sau khi tiện thô, nắn thẳng chi tiết sau nhiệt luyện... Phôi sau khi nắn thẳng sẽ có lượng dư đều, gá đặt phôi dễ, giảm được sai số khi gia công.

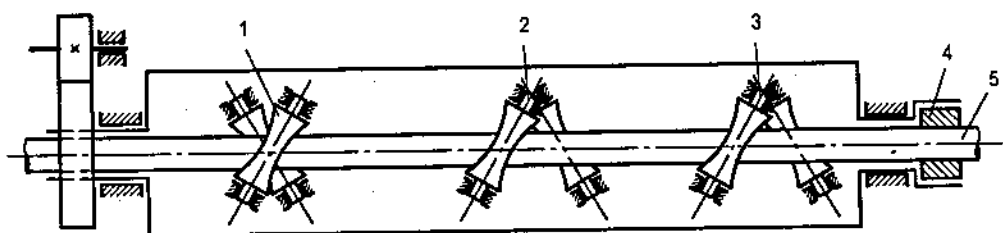
Nắn thẳng có thể thực hiện bằng nhiều cách :

- + Ngắm bằng mắt, nắn bằng búa tay;
- + Nắn ép thẳng dùng đồ gá trên máy ép;
- + Nắn thẳng trên máy chuyên dùng.

Phương pháp nắn thẳng dùng đồ gá trên máy ép có thể thực hiện bằng cách gá đặt chi tiết trên hai khối V, dùng lực ép trên máy ép thủy lực hoặc

trục vít ép từ trên xuống. Nắn theo cách này đỡ tốn công sức so với cách nắn bằng búa tay và có thể nắn được trục có đường kính lớn.

Nắn thẳng trên máy nắn chuyên dùng (h. 5.2). Máy nắn gồm có một thùng quay, trong thùng có ba cặp con lăn có dạng hypecbôlôit tròn xoay được đặt nghiêng một góc $20...25^\circ$. Những bộ con lăn này từng cặp một được đặt chéo nhau vừa quay theo thùng, vừa quay quanh tâm của nó. Cặp con lăn 1 vừa quay vừa đẩy chi tiết tịnh tiến dọc trục, còn cặp con lăn 2 và 3 làm nhiệm vụ ép để nắn thẳng chi tiết 5.



Hình 5.2. Nắn thẳng phôi trên máy chuyên dùng.

Khoảng cách giữa các con lăn có thể điều chỉnh được để phù hợp với các loại đường kính phôi khác nhau. Một số máy còn có vành 4 chứa bột mài để làm nhẵn trục. Máy nắn chuyên dùng thường được sử dụng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, có năng suất cao (0,8 - 1,6 m/ph), độ thẳng sau khi nắn có thể đạt 0,5 - 1 mm trên chiều dài 1000 mm.

3. Gia công phá

Mục đích của gia công phá là bóc đi lớp vỏ ngoài của phôi có sai lệch quá lớn, chai cứng, dính cát, rỉ nứt... Những phôi thép đúc muốn đưa vào rèn đập lại cũng phải bóc vỏ ngoài. Một số trường hợp dùng gia công bóc vỏ ngoài để phát hiện và loại bỏ những phôi đúc có khuyết tật, phôi rèn bị nứt, rạn trước khi đưa vào gia công cơ khí.

Máy dùng để gia công phá không cần chính xác nhưng phải có công suất lớn, đủ độ cứng vững. Khi gia công phá thường xảy ra va đập, tỏa nhiệt nhiều, rung động... do đó dao, máy chóng mòn, vì thế không nên kết hợp gia công phá với gia công tinh trên một máy.

4. Cắt đứt phôi

Cắt đứt phôi thường dùng với các loại phôi thanh, phôi cán cần cắt đứt thành từng đoạn tương ứng theo chiều dài trục (bằng chiều dài phôi trục hoặc bội số của nó) hoặc cắt các đầu rớt, đầu ngót của các phôi đúc...

Có nhiều phương pháp cắt đứt : cắt bằng cưa tay; cắt bằng cưa cần đi lại; cắt bằng cưa đai; cưa đĩa; cắt trên máy công cụ (tiện, phay, bào...); cắt bằng đá mài cắt; cắt bằng hơi hàn; cắt trên máy cắt đột thủy lực,... Khi chọn phương pháp cắt đứt phải xét tới các yếu tố sau :

+ Độ chính xác cắt đứt gồm : độ chính xác kích thước cần cắt, độ chính xác mặt cắt (độ phẳng, độ thẳng góc của mặt cắt).

+ Bề rộng miệng cắt.

+ Năng suất cắt.

Chọn phương pháp cắt đứt tùy theo loại phôi, sản lượng và điều kiện về cơ sở vật chất kỹ thuật.

Sau đây giới thiệu một số phương pháp cắt đứt.

* *Máy cưa cần*: có kết cấu đơn giản, dễ sử dụng, một công nhân có thể đứng nhiều máy, bề rộng miệng cắt: 3 - 4 mm, năng suất thấp do có hành trình chạy không.

* *Máy cưa đai*: có ưu điểm là cắt liên tục nên năng suất cao, bề rộng miệng cắt hẹp, chất lượng mặt cắt tốt, có thể cắt phôi có đường kính lớn, nhưng lưỡi cưa khó chế tạo, dễ đứt, gãy.

* *Cắt đứt bằng đá mài cắt*: thường dùng để cắt phôi ống, phôi thép hình, phôi đặc có chiều dày cắt không lớn hoặc để cắt các loại thép cứng (thép đã tôi). Cắt bằng đá mài có thể đạt độ chính xác cao, chất lượng mặt cắt tốt, năng suất cao.

* *Cắt đứt trên máy cắt đột thủy lực*: là phương pháp cắt đứt dựa trên biến dạng dẻo kim loại ở vùng cắt. Phương pháp này cho năng suất cao nhưng miệng cắt không chính xác do vật liệu bị biến dạng dẻo khi cắt, không cắt được phôi có đường kính lớn.

* *Cắt bằng hơi hàn*: thường dùng để cắt phôi tấm có hình dáng phức tạp, năng suất cao nhưng chất lượng mặt cắt thấp, độ chính xác không cao.

* *Cắt đứt trên máy công cụ*: có thể cắt trên máy phay bằng dao phay đĩa, trên máy bào, máy tiện bằng dao cắt đứt. Cắt đứt trên máy tiện bằng dao tiện cắt thanh chỉ dùng cắt phôi có đường kính không lớn vì đường kính phôi lớn thì dao nhô ra nhiều, càng vào sâu việc thoát phoi, thoát nhiệt càng khó, dễ gãy dao. Khi cắt trên máy tiện thường phải mở rộng miệng cắt, dao phải dịch chuyển đi lại khi cắt nên năng suất thấp, chiều rộng miệng cắt lớn.

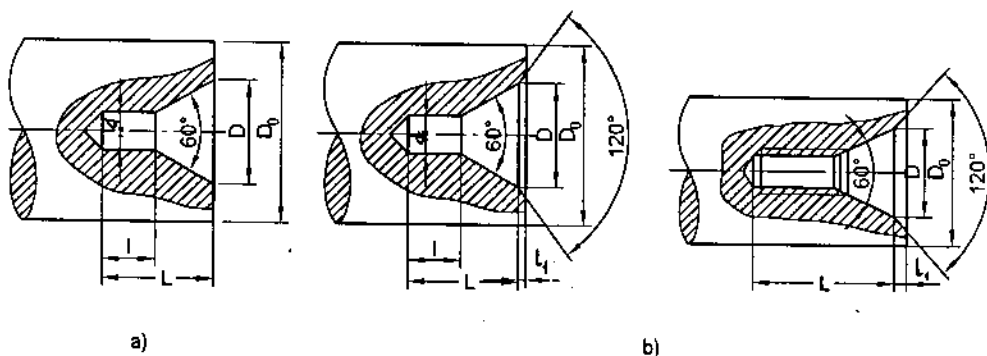
5. Gia công lỗ tâm

Lỗ tâm là chuẩn tinh phụ, thường dùng để gá đặt khi gia công các chi tiết dạng trục. Lỗ tâm không chỉ dùng khi gia công cơ mà còn dùng trong quá trình kiểm tra và sửa chữa sau này.

Lỗ tâm có nhiều loại, nhưng thường dùng hai loại sau (h. 5.3) :

- Loại lỗ tâm có một góc côn (đơn giản) (h. 5.3a) chỉ có một góc côn làm việc 60° , mặt côn làm việc có đường kính D , lỗ (d) là để khi chống mũi tâm vào khối vuông, có khi nó được tarô ren để cố định chi tiết khác trên trục hoặc để bảo vệ lỗ tâm.

- Loại lỗ tâm có hai góc côn (h. 5.3b, c), phần côn vát 120° để bảo vệ lỗ tâm làm việc 60° bên trong khi va đập, ngoài ra nhờ phần côn vát đó có thể gia công suốt mặt đầu trục.



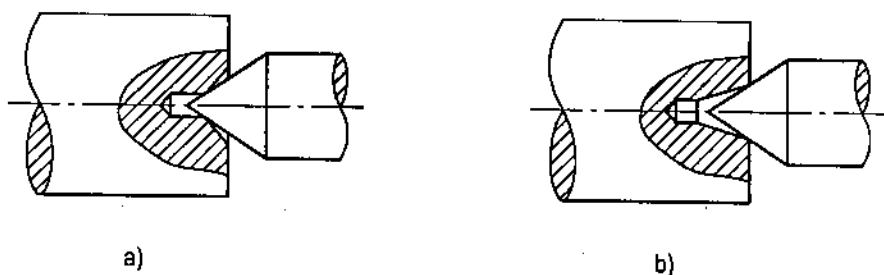
Hình 5.3. Các loại lỗ tâm.

a) Loại có một góc côn; b) Loại có hai góc côn.

Khi gia công lỗ tâm cần bảo đảm những yêu cầu sau :

- + Hai lỗ tâm phải nằm trên cùng một đường tâm để tránh tình trạng mũi tâm tiếp xúc không đều, chống mòn ảnh hưởng tới độ chính xác gá đặt.

- + Góc côn phải đúng, chiều sâu lỗ tâm phải đảm bảo để diện tích tiếp xúc khi gá đặt mũi tâm lớn, tránh biến dạng (h. 5.4).

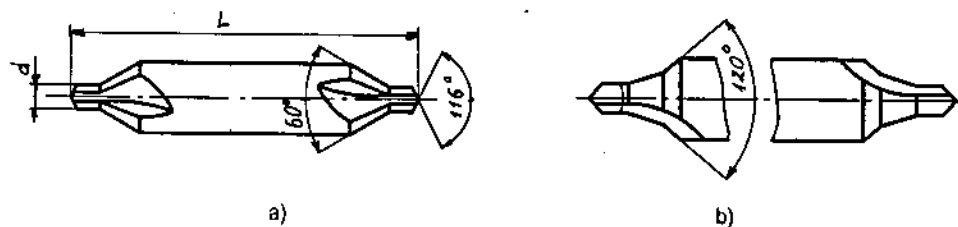


Hình 5.4. Góc côn của lỗ tâm khi gia công không đúng.

- + Bề mặt côn làm việc của lỗ tâm phải nhẵn bóng để chống mòn, giảm bớt biến dạng.

Để gia công lỗ tâm, tùy theo từng điều kiện cụ thể có nhiều phương pháp khác nhau :

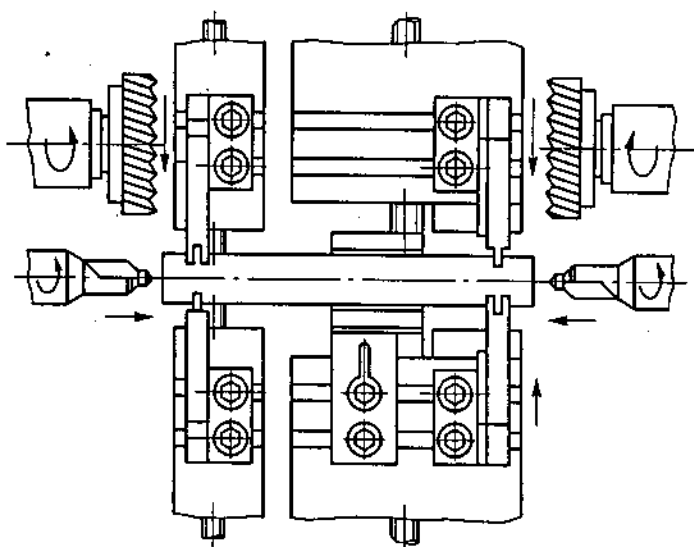
Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ có thể gia công lỗ tâm trên máy công cụ vạn năng như máy tiện, máy phay, máy khoan... khi khoan tâm thường dùng mũi khoan tâm chuyên dùng (h. 5.5). Gia công theo phương pháp này cần chú ý bảo đảm độ đồng tâm của hai lỗ tâm khi quay đầu chi tiết để gia công lỗ tâm thứ hai.



Hình 5.5. Mũi khoan tâm chuyên dùng.

a) Mũi khoan tâm có một góc côn; b) Mũi khoan tâm có hai góc côn.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, gia công lỗ tâm được thực hiện trên máy chuyên dùng (h. 5.6). Trên các máy này, chi tiết được gá đặt trên hai khối V tự định tâm, khi gia công tiến hành theo hai bước: bước thứ nhất phay hai mặt đầu trục cùng một lúc bằng hai dao phay mặt đầu, bước thứ hai, phôi được chuyển sang vị trí thứ hai để tiến hành gia công cùng một lúc hai lỗ tâm bằng mũi khoan tâm chuyên dùng.



Hình 5.6. Gia công lỗ tâm trên máy chuyên dùng.

Gia công lỗ tâm theo phương pháp này, độ chính xác của hai lỗ tâm rất cao, năng suất cao.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 5

1. Nêu các phương pháp chế tạo phôi : đặc điểm, phạm vi sử dụng của từng phương pháp.
2. Nêu các khái niệm về lượng dư gia công, lượng dư trung gian; lượng dư tổng cộng, lượng dư đối xứng.
3. Nêu các phương pháp xác định lượng dư và kích thước phôi.
4. Khái niệm, mục đích, yêu cầu của gia công chuẩn bị phôi là gì ?
5. Nêu nội dung của các nguyên công gia công chuẩn bị phôi (làm sạch, nắn thẳng, gia công phá, cắt đứt, khoan lỗ tâm).

Chương 6

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG MẶT PHẪNG

6.1. KHÁI NIỆM VÀ CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT KHI GIA CÔNG MẶT PHẪNG

Trong chế tạo máy có rất nhiều chi tiết có bề mặt phẳng. Mặt phẳng có loại kết cấu đơn giản hay phức hợp : đế hộp, mặt đầu chi tiết dạng đĩa, cang, mặt quy lát, sống trượt, băng máy...Thông thường các mặt phẳng sau gia công cần bảo đảm lắp ráp chính xác để máy móc làm việc ổn định.

Tuỳ theo chức năng sử dụng mà các mặt phẳng sau khi gia công cần đảm bảo độ nhẵn bóng bề mặt, độ phẳng, độ song song và độ vuông góc so với các bề mặt làm việc khác của chi tiết.

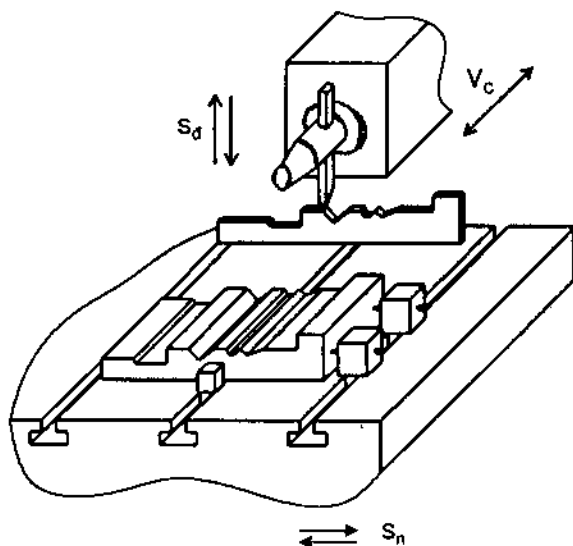
6.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG MẶT PHẪNG

Các phương pháp gia công mặt phẳng thường bao gồm: bào, xọc, phay, chuốt, tiện mặt đầu, cạo, mài, mài nghiêng, đánh bóng mặt phẳng. Việc chọn phương pháp gia công tuỳ thuộc vào điều kiện sản xuất, hình dáng và kích thước chi tiết, độ chính xác và độ nhám bề mặt yêu cầu.

1. Bào và xọc mặt phẳng

Bào mặt phẳng trên máy bào ngang là một phương pháp thông dụng để gia công mặt phẳng. Chuyển động cắt gọt chính trên máy bào ngang là chuyển động đi lại của đầu dao (tính bằng số hành trình kép/phút, mm/hk), các chuyển động tiến dao gồm chuyển động lên xuống (s_d), chuyển động ra vào (s_n) để gia công đạt chiều cao và chiều rộng chi tiết (h. 6.1).

Máy bào có kết cấu đơn giản, độ cứng vững cao, có thể cắt được chiều sâu cắt lớn, chiều sâu cắt thường được lấy $\geq 3\text{mm}$,

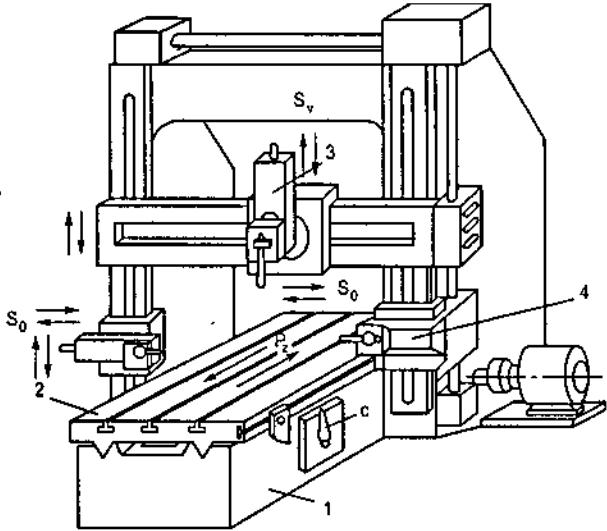


Hình 6.1. Điều chỉnh dao theo đường

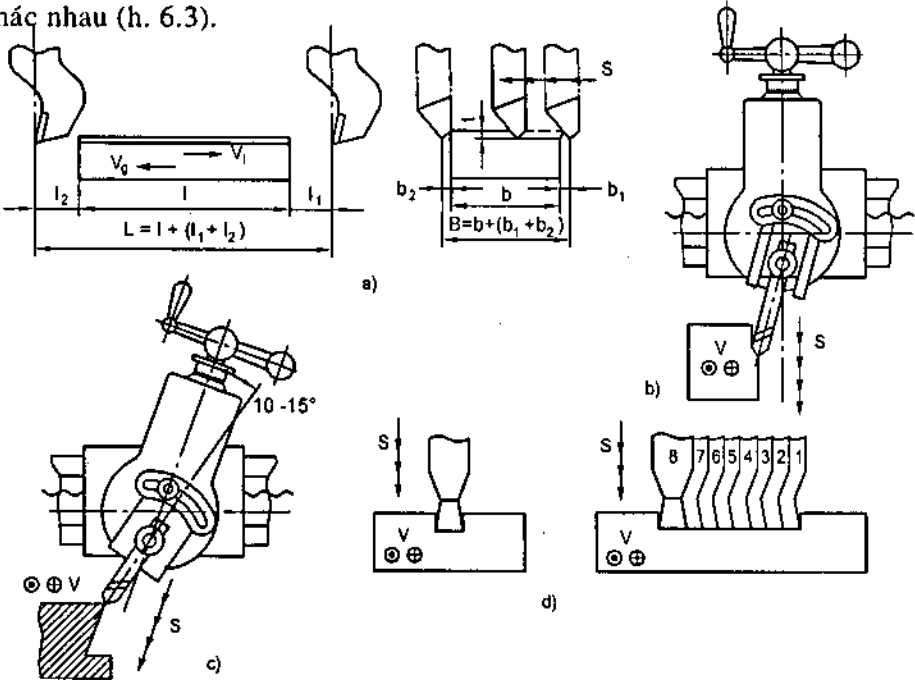
lượng tiến dao 0,1 đến 0,3 mm/hk. Gia công các mặt phẳng lớn thường thực hiện trên máy bào giường (h. 6.2), khi đó, chi tiết được gá đặt trên bàn máy 2 thực hiện chuyển động chính, dụng cụ được lắp trên các đầu dao 3, 4 thực hiện các chuyển động tiến dao ra, vào, lên, xuống.

Hình 6.2. Máy bào giường.

- 1. Đế máy;
- 2. Bàn máy;
- 3; 4. Các đầu dao



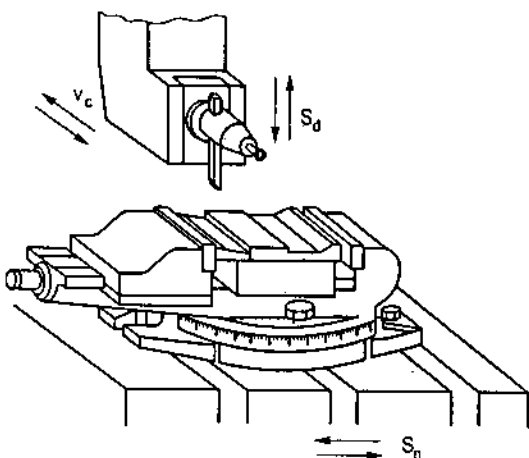
Dao bào là một loại dao có kết cấu đơn giản, chỉ có một vài lưỡi cắt thẳng, dễ chế tạo và mài sắc, có thể gá đặt để gia công mặt phẳng ở các vị trí khác nhau (h. 6.3).



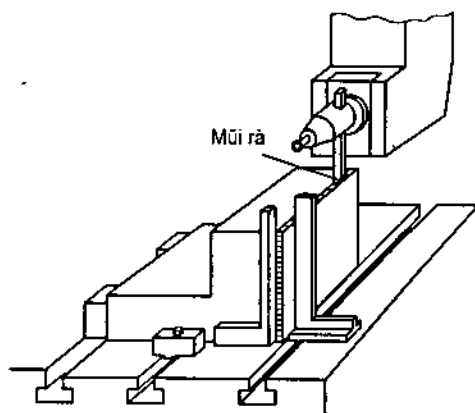
Hình 6.3. Các sơ đồ bào mặt phẳng.

a) Ngang ; b) Thẳng đứng ; c) Nghiêng ; d) Bào rãnh.

Gá đặt chi tiết trên máy bào có thể thực hiện trên êtô (h. 6.4) hoặc nhờ các cữ chặn (h. 6.1), không cần dùng đồ gá phức tạp. Sau khi gá đặt, phải kiểm tra vị trí của chi tiết nhờ mũi rà hoặc đồng hồ so (h. 6.5).



Hình 6.4. Gá đặt trên êtô



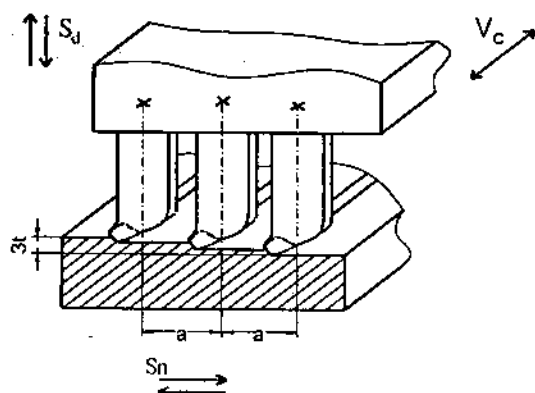
Hình 6.5. Kiểm tra vị trí chi tiết.

Độ chính xác gia công khi bào phụ thuộc nhiều vào tay nghề người công nhân và phương pháp điều chỉnh. Điều chỉnh theo dấu hoặc theo đường (h. 6.1). Khi bào có thể chia ra bào thô và bào tinh. Thông thường sau khi bào thô, do mất cân bằng trạng thái ứng suất trên bề mặt, chi tiết dễ bị biến dạng, vì thế với các chi tiết cần gia công chính xác, trước khi bào tinh chi tiết được đem đi nhiệt luyện già để ổn định trạng thái ứng suất. Khi gia công các chi tiết lớn, sau khi gia công thô chi tiết được nới ra rồi sau đó kẹp chặt lại vừa đủ để giảm bớt biến dạng do lực kẹp.

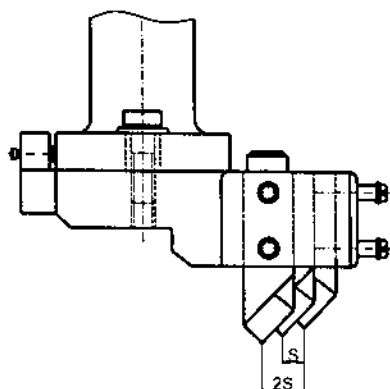
Do đầu bào có chuyển động cắt khứ hồi nên tốc độ cắt khi bào bị hạn chế bởi quán tính lúc đổi chiều chuyển động $v_{cắt} = 12 \div 22$ m/ph và do dùng một dao nên năng suất khi bào thấp. Vì vậy bào thường chỉ dùng để gia công các bề mặt dài, hẹp, lượng dư lớn và sử dụng trong sản xuất hàng loạt nhỏ và đơn chiếc.

Để nâng cao năng suất khi bào, người ta sử dụng bào với nhiều dao trên một đầu dao bằng cách phân chia các dao theo chiều sâu cắt (h. 6.6) hoặc theo lượng tiến dao (h. 6.7).

Theo sơ đồ hình 6.6, chiều sâu cắt ở mỗi hành trình dọc khá lớn nên giải quyết được vấn đề năng suất. Dao có thể bố trí hàng ngang, chất lượng bề mặt được quyết định bởi dao cuối cùng. Sơ đồ hình 6.7 cho phép thực hiện lượng tiến dao lớn, dao bố trí theo chiều dọc và lệch nhau. Theo phương pháp này, nếu các dao mòn không đều nhau, mặt gia công sẽ không bằng phẳng.



Hình 6.6. Bào nhiều dao chia
theo chiều sâu cắt



Hình 6.7. Bào nhiều dao
chia theo lượng tiến dao

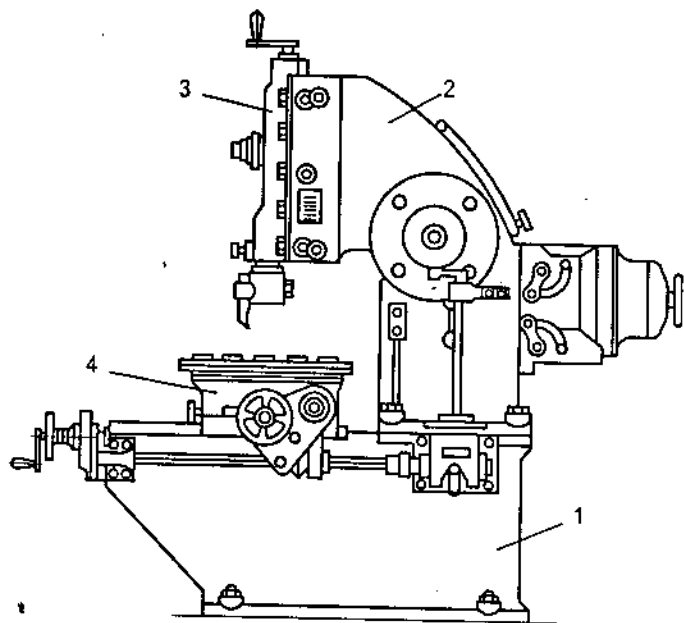
Khi gia công tinh để nâng cao năng suất và chất lượng gia công, có thể dùng phương pháp bào tinh mỏng bằng dao bào rộng bản ($B = 40 \div 80$ mm). Để bào tinh mỏng phải chuẩn bị trước khi gia công thật cẩn thận :

- Máy phải chính xác, đổi chiều êm ;
- Dao có lưỡi cắt mài thẳng, độ nhẵn bóng bề mặt dao cao ($Ra 0,16$);
- Gá đặt dao cẩn thận, không để dao thò ra ngoài nhiều, kiểm tra độ phẳng của dao theo khe hở sáng ;
- Chi tiết gá đặt với lực kẹp vừa phải và đều, các bề mặt tỳ của chi tiết phải nhẵn và phẳng ($Ra < 5 \mu m$).

Khi bào tinh mỏng, thường cắt với chiều sâu cắt nhỏ và chia làm hai lần : lần thứ nhất có $t = 0,3 \div 0,5$ mm; lần thứ hai $t = 0,1$ mm nhưng với lượng tiến dao lớn $s = (0,2 \div 0,5) B$ (B là chiều rộng lưỡi cắt), vận tốc cắt $v = 6 \div 12$ m/ph với dao thép gió và $15 \div 20$ m/ph với dao gắn mảnh hợp kim cứng.

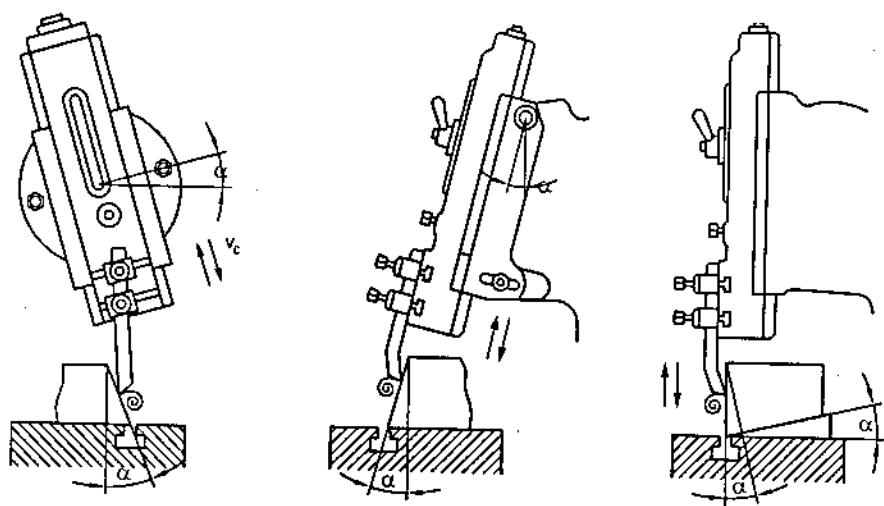
Xọc cũng là một phương pháp tương tự như bào, dùng cho sản xuất hàng loạt nhỏ, đơn chiếc. Ở bào chuyển động cắt là chuyển động đi lại theo phương ngang, còn xọc thì theo phương thẳng đứng. Trên máy xọc (h. 6.8), dao được gá trên đầu dao 3 thực hiện chuyển động cắt khi lên xuống, chi tiết gia công được gá trên bàn quay 4 thực hiện chuyển động tiến dao dọc và ngang. Hình 6.9 giới thiệu các sơ đồ khi xọc.

Xọc chủ yếu dùng gia công các mặt phẳng bên trong, rãnh mà các phương pháp gia công mặt phẳng khác có năng suất cao hơn không thực hiện được. Dao xọc có các góc cắt tương tự như bào, còn hình dáng của dao được chế tạo thích ứng với chuyển động theo phương thẳng đứng. Độ chính xác khi xọc thấp ($0,1 \div 0,25$ mm), độ nhám bề mặt ($25 \div 100 \mu m$).



Hình 6.8. Máy xọc vạn năng.

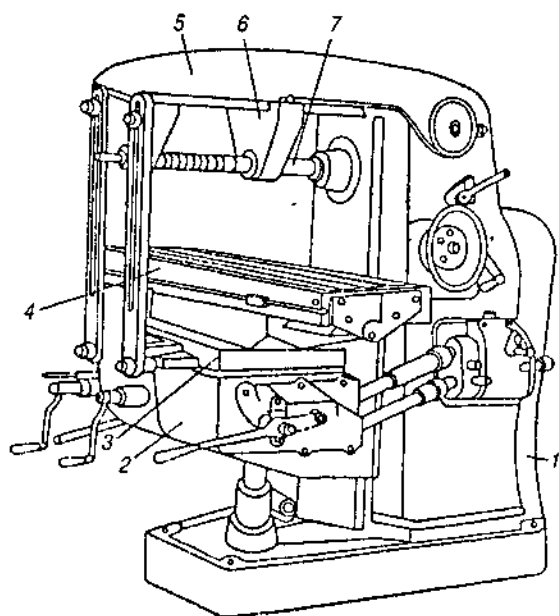
1. Bệ máy; 2. Thân máy; 3. Đầu dao; 4. Bàn quay.



Hình 6.9. Các sơ đồ xọc.

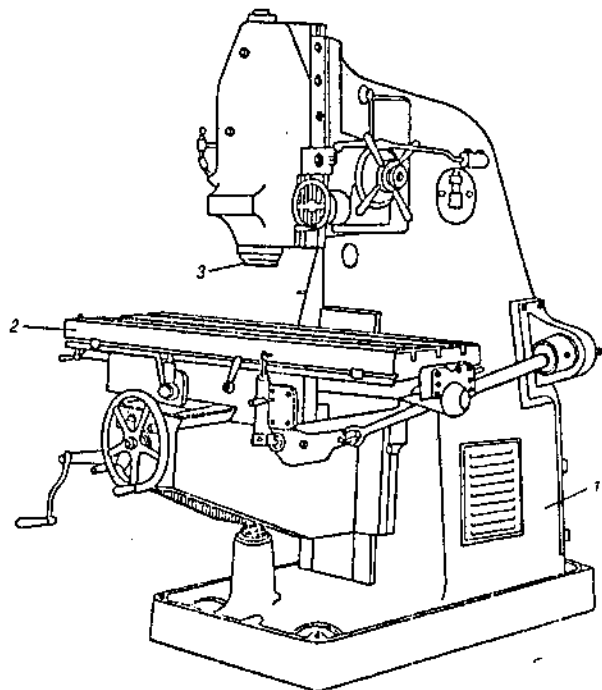
2. Phay mặt phẳng

Phay mặt phẳng là một phương pháp gia công rất phổ biến, thường dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, thay thế cho bào và một phần cho xọc. Phay có thể thực hiện trên máy phay nằm ngang, máy phay đứng, máy phay vạn năng, máy phay giường... Việc chọn máy dựa vào hình dạng và kích thước chi tiết, yêu cầu chất lượng khi gia công và điều kiện sản xuất.



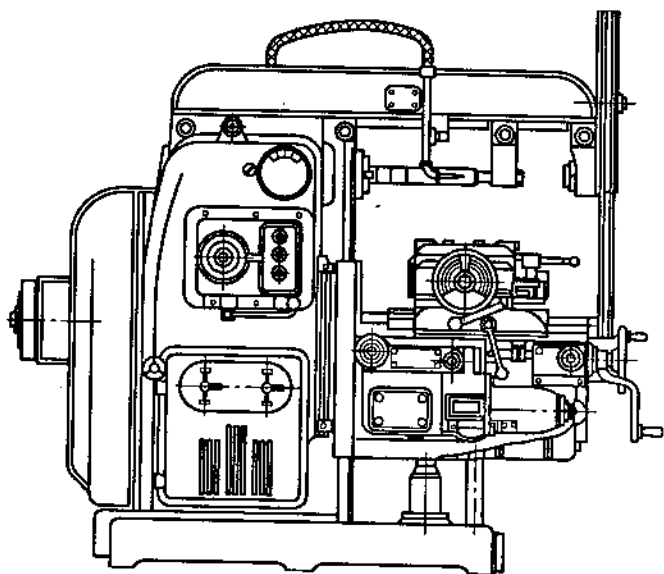
Hình 6.10. Máy phay nằm ngang.

1. Bộ máy; 2. Hộp xe dao; 3. Sổ trượt; 4. Bàn máy; 5. Ủ gối đỡ; 6. Gối đỡ; 7. Trục dao.

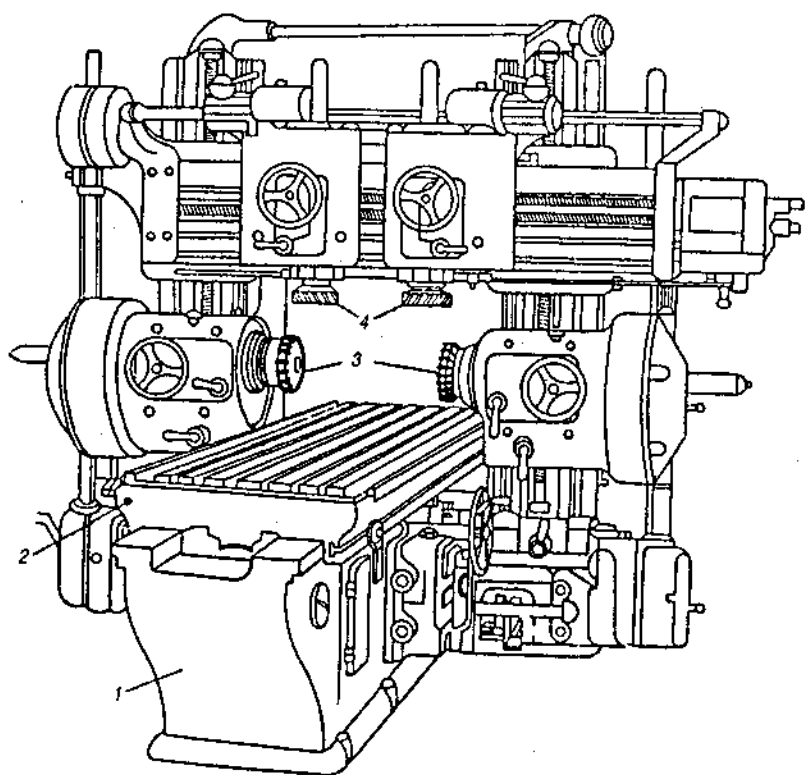


Hình 6.11. Máy phay đứng.

1. Ủ máy; 2. Bàn máy; 3. Ủ đầu dao



Hình 6.12. Máy phay vận nãng.



Hình 6.13. Máy phay giường.

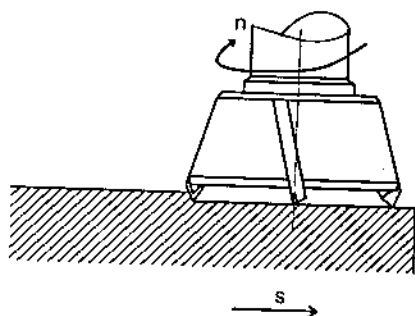
1. Bộ máy; 2. Bàn máy; 3, 4. Đầu dao phay.

Máy phay nằm ngang (h. 6.10) thường lắp dao phay trụ, dao phay đĩa trên trục dao nằm ngang 7 thực hiện chuyển động cắt chính khi quay, chi tiết lắp trên bàn máy 4 thực hiện các chuyển động tiến dao dọc, ngang và lên xuống. Máy phay đứng (h. 6.11), thường lắp dao phay mặt đầu, dao phay ngón trên trục dao thẳng đứng 3 thực hiện chuyển động cắt chính, còn chi tiết được gá đặt trên bàn máy 2 thực hiện chuyển động tiến dao. Máy phay vạn năng (h. 6.12) là máy phay có cả đầu ngang và đầu đứng. Máy phay giường (h. 6.13) có thể lắp nhiều đầu dao 3, 4, còn chi tiết được lắp trên bàn máy 2, thường dùng để phay các mặt phẳng lớn.

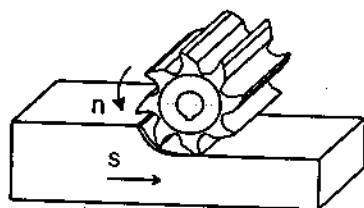
Khi phay mặt phẳng có thể dùng dao phay mặt đầu (răng liền hoặc răng chấp), dao phay trụ, dao phay đĩa, dao phay ngón... nhìn chung dao phay là dụng cụ có nhiều lưỡi cắt, cắt cùng một lúc, quá trình cắt êm, vận tốc cắt lớn nên năng suất cao.

Trong sản xuất loạt lớn, dao phay mặt đầu (h. 6.14) thường được sử dụng nhiều hơn so với dao phay trụ vì:

- Năng suất cao hơn do dùng dao với đường kính lớn nên cắt được mặt phẳng có chiều rộng lớn.
- Độ cứng vững khi gá đặt dao tốt hơn.
- Nâng cao chế độ cắt, quá trình cắt êm hơn.
- Dễ chế tạo các loại răng chấp, dễ mài.
- Lắp được nhiều đầu dao, gia công nhiều bề mặt cùng một lúc như khi gia công chi tiết lớn trên máy phay giường.



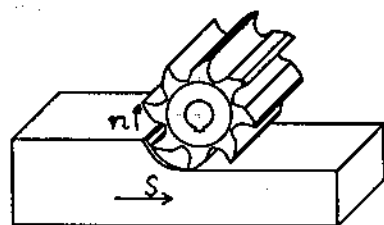
Hình 6.14. Phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu



Hình 6.15. Phay mặt phẳng bằng dao phay trụ (phay thuận)

Dao phay trụ khi gia công mặt phẳng có thể chia thành hai loại: phay cùng chiều với hướng tiến dao - phay thuận (h. 6.15) và phay ngược chiều với hướng tiến dao - phay nghịch (h. 6.16).

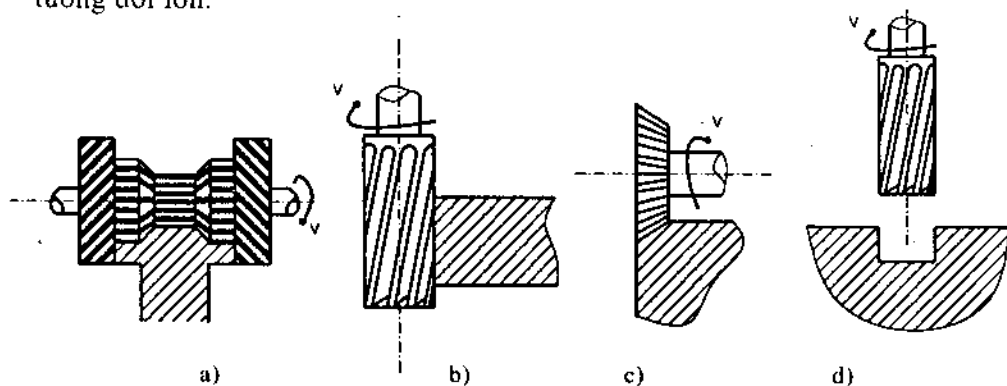
Phay thuận có ưu điểm hơn phay nghịch vì với cùng tuổi bền dao phay, phay thuận cho năng suất cao hơn, chất lượng bề mặt tốt hơn, không gây trượt dao trên bề mặt gia công. Tuy nhiên phay thuận trên máy phay thông thường hiện nay có hiện tượng va đập lớn, dễ vỡ dao nếu cơ cấu dịch chuyển của bàn máy có độ dơ. Để giảm va đập phải loại bỏ khe hở trong bộ phận dịch chuyển của bàn máy bằng những cơ cấu đặc biệt.



Hình 6.16. Phay mặt phẳng bằng dao phay trụ (phay nghịch)

Khi gia công thô, do bề mặt có độ cứng, chiều sâu cắt thay đổi, nên dùng phay nghịch. Khi gia công tinh, chiều sâu cắt nhỏ, nên dùng phay thuận sẽ đạt năng suất và chất lượng gia công tốt hơn.

Dao phay đĩa, dao phay ngón thường dùng gia công các mặt phẳng nhỏ, bậc, rãnh (h. 6.17 a, b, c, d). Dao phay ngón ngoài dùng phay rãnh còn có ưu thế khi phay các mặt phẳng bậc nhỏ, nhưng chiều cao các bậc cách nhau tương đối lớn.



Hình 6.17. Phay mặt phẳng

a, c, Dùng dao phay đĩa; b, d, Dùng dao phay ngón.

Khi chọn dao để gia công cần chú ý : khi gia công thô cần chọn dao đường kính nhỏ, số răng ít, răng lớn, để có thể tăng được chiều sâu cắt và lượng tiến dao trên một răng.

Khi gia công tinh thường chọn dao có đường kính lớn hơn, số răng nhiều, răng nhỏ. Khi gia công vật liệu cứng thường chọn dao răng nhỏ, cắt với chiều sâu cắt nhỏ. Còn gia công vật liệu mềm (kim loại màu) thường chọn dao răng lớn, thưa.

Việc chọn chế độ cắt có liên quan tới phương pháp phay, lựa chọn máy phay, công suất máy, kích thước và kết cấu dao phay, lượng dư gia công, độ chính xác yêu cầu và chất lượng bề mặt. Thường khi phay nên chọn chiều sâu cắt nhỏ và lượng tiến dao trên răng lớn. Khi phay thường cho lượng tiến dao trên một răng (s_z), sau đó ta phải tính ra lượng tiến dao trên một phút theo dịch chuyển của bàn máy bằng công thức :

$$S = s_z \times z \times n \quad (\text{mm/ph})$$

Trong đó : s_z - lượng tiến dao trên một răng (mm/răng);

z - số răng của dao;

n - số vòng quay của dao (vòng/ph).

Khi phay vật liệu cứng với dao thép gió, lượng tiến dao có thể lấy từ 0,04 ÷ 0,8 mm. Khi gia công vật liệu mềm, lấy 0,1 ÷ 0,6 mm, nếu gia công bằng dao có gắn mảnh hợp kim cứng, lượng tiến dao giảm khoảng 50%.

Gá đặt các chi tiết khi phay thường dùng các cách sau :

- Lấy dấu, cắt thử : trước khi gia công, chi tiết được lấy dấu, khi gia công, có thể gá chi tiết trên ê-tô hoặc gá đặt trực tiếp trên bàn máy, dùng các căn lót để rà gá, sau đó cắt thử, kiểm tra và điều chỉnh lại cho đạt yêu cầu. Cách này dùng cho sản xuất hàng loạt nhỏ và đơn chiếc khi sản lượng ít.

- Dùng đồ gá và cữ so dao : cách này dùng cho sản xuất hàng loạt trở lên, để bù lại chi phí cho thiết kế và chế tạo đồ gá chuyên dùng.

Độ chính xác khi gia công mặt phẳng tùy thuộc vào chất lượng máy, đặc trưng kết cấu của dao phay và gá đặt dao, độ chính xác khi mài sắc dao phay và chế độ gia công. Thông thường phay bằng dao phay trụ có thể đạt độ song song và độ phẳng từ 0,1 ÷ 0,5 mm/1000 mm. Dùng dao phay mặt đầu có thể đạt độ chính xác gia công cao hơn, độ nhám bề mặt Ra2,5.

So sánh phay và bào mặt phẳng:

- Về năng suất: nhìn chung năng suất khi phay cao hơn bào. Bào chỉ có năng suất cao hơn khi gia công các mặt phẳng dài, hẹp và khi gia công phôi có lượng dư lớn, nếu dùng phay phải cắt làm nhiều lần.

- Về thời gian: thời gian thay dao (thời gian chuẩn bị kết thúc) của phay lớn hơn bào, còn thời gian phụ (đo, kiểm kích thước) ở phay nhỏ hơn do có thể tận dụng trong khi tiến dao tự động. Đối với những chi tiết sau khi gia công phải cạo thì bề mặt đó nên tiến hành bào vì sau khi bào lớp biến cứng ít hơn ở phay.

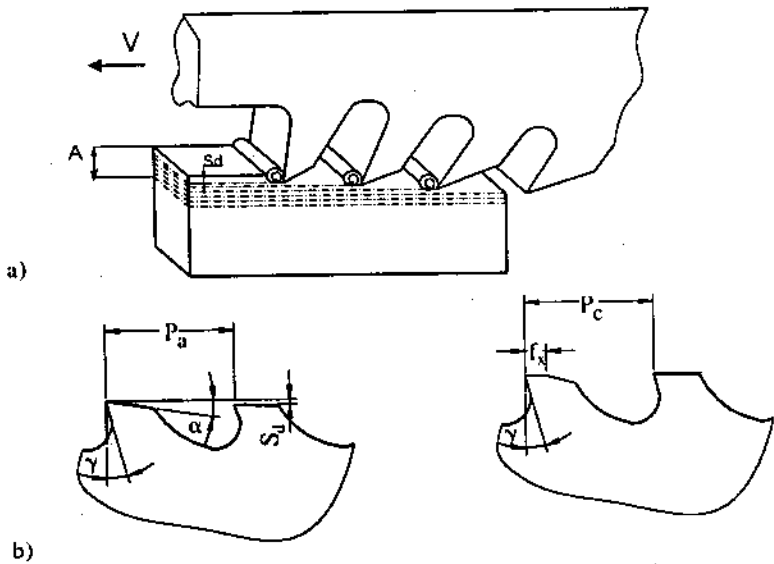
- Về chất lượng gia công: với chi tiết nhỏ, độ chính xác của phay và bào xấp xỉ bằng nhau, còn độ nhám bề mặt của phay thấp hơn, với chi tiết lớn khi

gia công trên máy phay giường hay bào giường, thì bào giường dễ đạt yêu cầu hơn về chất lượng gia công.

3. Chuốt mặt phẳng

Chuốt mặt phẳng là một phương pháp gia công cắt gọt bằng dụng cụ có nhiều lưỡi cắt, cắt cùng một lúc, có năng suất cao. Chuốt thường được dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối (h. 6.18). Chuốt có thể đạt độ chính xác cấp 7, sai lệch độ phẳng: $+0,05/500\text{ mm}$.

Chuyển động cắt của chuốt rất đơn giản, thường chỉ có chuyển động thẳng, vận tốc cắt nhỏ ($2 \div 12\text{ m/ph}$). Chuốt mặt phẳng có thể chuốt đứng (h. 6.19 a), chuốt ngang (h. 6.19 b, d), khi đó chi tiết (bề mặt gia công là rãnh, bậc) được gá lên giá đỡ 8, dao chuốt kẹp trên đầu dao 7 thực hiện chuyển động cắt bằng xilanh thủy lực 5, lùi dao bằng xilanh thủy lực 6. Dầu được cung cấp nhờ bơm thấp áp 3 và bơm cao áp 4.



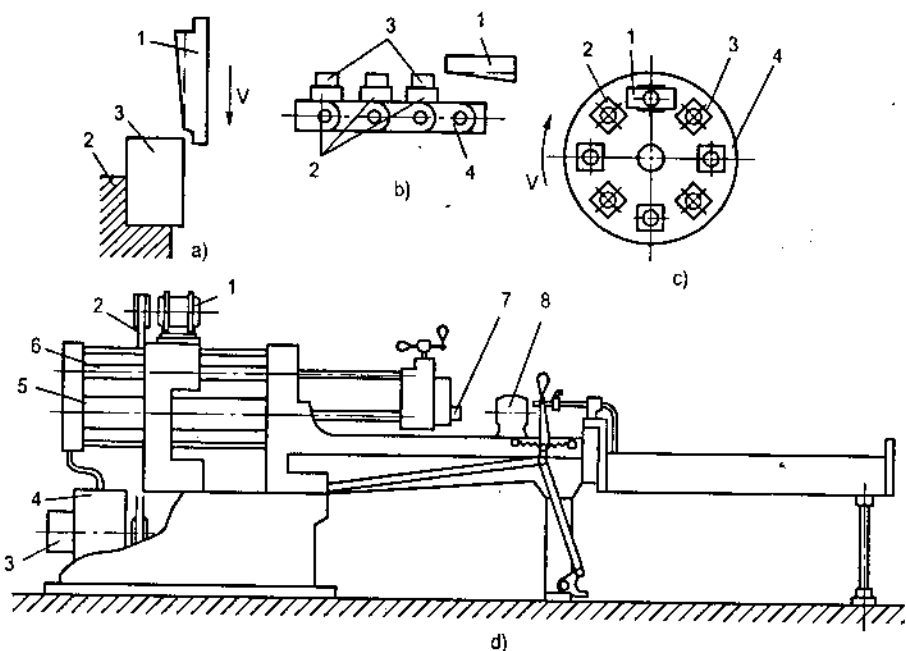
Hình 6.18. Sơ đồ chuốt và các lưỡi cắt của dao chuốt.

a) Sơ đồ chuốt; b) Các lưỡi cắt của dao chuốt

Nhược điểm của phương pháp chuốt là dao chuốt khó chế tạo, giá thành cao, các răng dao chuốt cùng tham gia vào quá trình cắt nên lực chuốt rất lớn ($10 \div 50\text{ tấn}$) đòi hỏi máy, dụng cụ, chi tiết phải đủ cứng vững, không dùng chuốt để gia công các chi tiết có độ cứng vững thấp vì rất dễ biến dạng.

Chuốt mặt phẳng có thể dùng nhiều kiểu dao khác nhau :

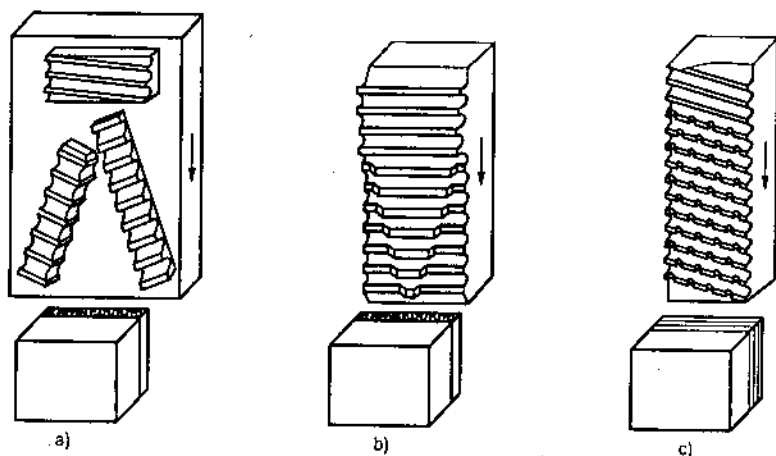
Hình 6.20 a, b là kiểu chuốt mảnh, các răng dao chuốt có độ cao bằng nhau và chiều rộng răng sẽ mở dần ra từ hai phía vào giữa (h. 6.20 a), hoặc mở ra cả hai phía (h. 6.20 b). Phương pháp này thường dùng để chuốt bề mặt thô.



Hình 6.19. Sơ đồ làm việc trên máy chuốt.

- a) Chuốt đứng; b) Chuốt ngang; c) Chuốt bàn quay; 1. Dao; 2. Đồ gá; 3. Chi tiết; 4. Bàn quay;
 d) Sơ đồ chuốt ngang: 1. Động cơ điện; 2. Bộ truyền động; 3, 4. Bơm thủy lực; 5, 6. Xilanh thủy lực; 7. Đầu gá dao; 8. Giá đỡ chi tiết gia công

Hình 6.20c là kiểu chuốt lớp, dao có bề rộng như nhau, từ răng trước đến răng sau có một lượng nâng $s_d = 0,05 \div 0,15 \text{ mm/răng}$, ngoài các răng cắt thô còn có các răng cắt tinh, răng sửa đúng. Phương pháp này dùng để gia công bề mặt đã qua gia công thô.

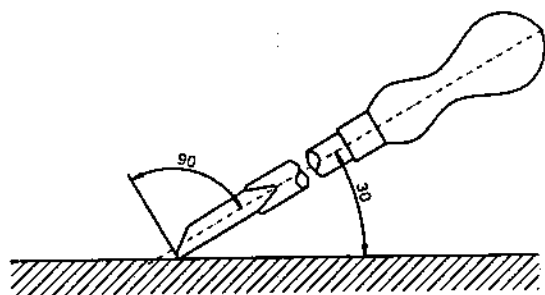


Hình 6.20. Các kiểu dao chuốt mặt phẳng.

Để tăng năng suất khi chuốt mặt phẳng, người ta thay chuyển động tịnh tiến của dao bằng chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động quay liên tục của băng tải xích trên đó gá đặt chi tiết (h. 6.19).

4. Cạo mặt phẳng

Cạo mặt phẳng là phương pháp gia công tinh mà không yêu cầu những thiết bị đặc biệt. Cạo có thể thực hiện bằng tay hoặc cơ khí. Khi cạo bằng tay thường dùng dao cạo bằng thép dụng cụ (h. 6.21). Để giảm nhẹ sức lao động và thời gian gia công có thể dùng các gá lắp cơ khí để cạo.



Hình 6.21. Dao cạo bằng tay

Để cạo mặt phẳng trước đó ta phải dùng bản mẫu (có độ phẳng cao), phủ lên đó một lớp sơn đỏ rất mỏng rồi áp lên chi tiết để kiểm tra độ phẳng, sau đó tìm những điểm cao có đỉnh sơn để cạo. Bề mặt phẳng được đánh giá qua số điểm đỉnh sơn phân bố trên mặt phẳng:

- + Cạo thô: $12 \div 18$ điểm trên diện tích $25 \times 25 \text{ mm}^2$
- + Cạo tinh: $20 \div 25$ điểm trên diện tích $25 \times 25 \text{ mm}^2$.

Lượng dư khi cạo tùy thuộc vào kích thước bề mặt phẳng cần cạo, thường lấy từ $0,1 \div 0,15 \text{ mm}$.

Khi cạo chi tiết tạo nên từ nhiều mặt phẳng (sống trượt, băng máy) người ta thường cạo bề mặt có kích thước lớn trước, bề mặt kích thước nhỏ sau.

Cạo mặt phẳng có những ưu điểm sau :

- Có thể đạt độ phẳng của bề mặt cao ($0,01/100 \text{ mm}$) bằng những dụng cụ đơn giản.
- Có thể gia công tinh những mặt phẳng có kết cấu phức tạp, ở những vị trí mà các phương pháp khác không gia công được.
- Có thể gia công tinh lần cuối các mặt phẳng lớn.
- Mặt phẳng được gia công lần cuối bằng cạo có thể giữ được lớp dầu bảo đảm bôi trơn tốt trong quá trình làm việc.

Tuy nhiên, khi cạo bằng tay thường tốn sức và không cạo được bề mặt quá cứng.

5. Mài mặt phẳng

Mài mặt phẳng là một phương pháp gia công tinh các mặt phẳng có độ cứng cao (mặt phẳng sau khi tôi), các bề mặt sau khi phay hoặc bào. Mài phẳng còn có thể thay thế cho phay, bào khi gia công mặt đầu với các chi tiết khó gá đặt và có lượng dư nhỏ như mài xéc-măng trong sản xuất hàng loạt lớn.

Khi mài để đảm bảo chất lượng gia công, cần chú ý đến việc chọn đá mài, chế độ gia công và vấn đề gá đặt chi tiết khi mài.

a) Chọn đá mài: Khi chọn đá mài cần chú ý đến các yếu tố sau : vật liệu hạt mài, độ hạt, chất dính kết của đá mài, độ cứng và kết cấu của đá mài.

Hạt mài là loại vật liệu có độ cứng rất cao, trên mỗi hạt mài có nhiều lưỡi cắt, trong quá trình cắt, các lưỡi cắt của hạt mài luôn luôn thay đổi nhưng hầu như tất cả đều có góc trước âm. Hạt mài được đặc trưng bởi vật liệu hạt mài và độ hạt. Vật liệu hạt mài thông dụng bao gồm các loại cô-run tự nhiên và cô-run điện phân thường có độ cứng cao, các loại cacbit silic (đen và xanh), silic và kim cương nhân tạo. Độ hạt được xác định thông qua kích thước hạt, thường bao gồm các loại thô, mịn, rất mịn.

Chất dính kết của đá mài bao gồm các loại kêramic (gốm), bakêlit, vuncanit (cao su lưu hoá) ... Gốm là chất dính kết nhằm bảo đảm cho đá có độ bền, chịu được nhiệt độ, độ cứng cao nhưng giòn và không dùng cho đá mỏng, chịu va đập. Bakêlit là chất dính kết bảo đảm cho đá có độ bền, có tính đàn hồi, ít làm nóng chi tiết khi mài, chịu tác dụng hoá học thấp, vì vậy không nên dùng dung dịch trơn nguội, thường dùng mài bóng dụng cụ cắt. Cao su lưu hoá là chất dính kết làm cho đá có độ chặt, đàn hồi cao, nhưng độ bền và chịu nhiệt thấp, thường dùng cho đá xẻ rãnh, cắt đứt, mài yêu cầu có độ bóng cao.

Đá mài có nhiều hình dạng khác nhau, khi mài phẳng thường dùng đá đĩa và đá chậu với các kích thước thay đổi tùy theo máy lựa chọn. Độ cứng của đá mài thường chia ra các loại mềm, trung bình, cứng, rất cứng và siêu cứng.

b) Chọn chế độ mài : Bao gồm vận tốc của đá mài, chiều sâu cắt và lượng tiến dao.

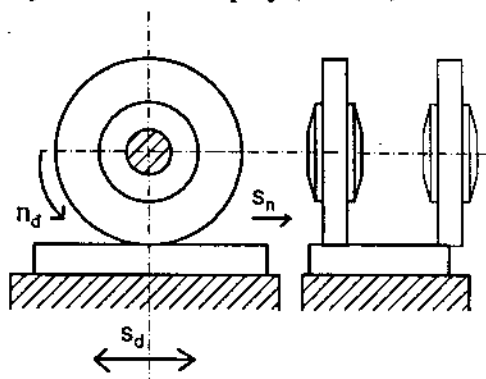
Tốc độ đá mài được chọn tùy theo đặc tính của đá, thường đá cứng chọn tốc độ nhỏ hơn so với đá mềm. Thông thường tốc độ cắt trong khoảng $25 \div 30$ m/s khi gia công thô và $30 \div 50$ m/s khi gia công tinh.

Trong quá trình mài, người ta sử dụng dung dịch ê-mun-xi tưới liên tục vào bề mặt mài để giảm bớt hiện tượng nung nóng cục bộ chi tiết, nâng cao chất lượng gia công và năng suất. Lượng ê-mun-xi được tưới với lưu lượng lớn từ $20 + 200$ l/ph.

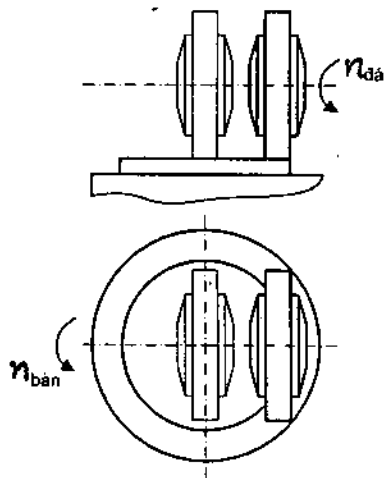
c) *Gá đặt chi tiết khi mài* : Khi mài phẳng, chi tiết gia công được gá đặt trên bàn từ, điện từ. Bề mặt đặt trên bàn từ phải phẳng, kích thước đủ lớn để có thể hút chặt xuống bàn từ. Với các chi tiết không hút từ (kim loại màu) phải gá đặt trên đồ gá. Sau khi mài phẳng, chi tiết thường bị nhiễm từ, nó dễ hút các hạt sắt sinh ra trong quá trình làm việc ảnh hưởng tới tuổi bền của chi tiết, vì vậy sau khi mài phẳng phải tiến hành khử từ cho chi tiết.

Mài phẳng thường có các kiểu mài : mài bằng mặt trụ ngoài của đá và mài bằng mặt đầu của đá.

* *Mài mặt phẳng bằng mặt trụ ngoài của đá* : ngoài chuyển động quay tròn của đá mài ($20 + 35$ m/s) và chuyển động tịnh tiến ra vào, lên xuống, chi tiết gá lắp trên bàn từ có thể dịch chuyển dọc để gia công hết chiều dài (h. 6.22) hoặc quay tròn trên bàn quay (h. 6.23).

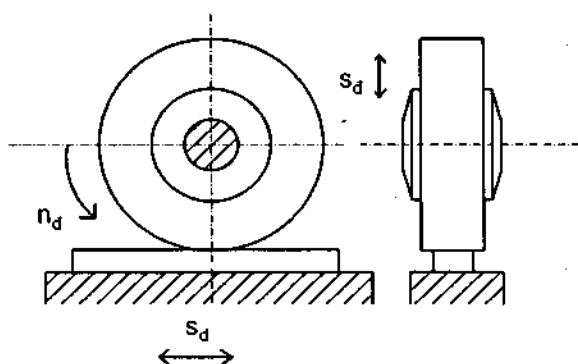


Hình 6.22. Mài phẳng bằng mặt trụ ngoài của đá với bàn máy dịch chuyển dọc.

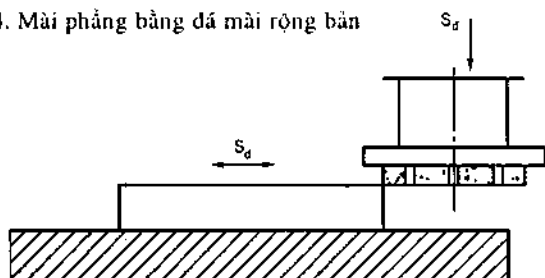


Hình 6.23. Mài phẳng bằng mặt trụ ngoài của đá có bàn quay.

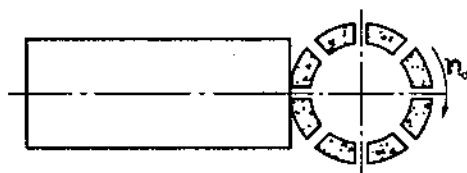
Với chi tiết hẹp có thể dùng đá mài rộng bản, chiều rộng đá lớn hơn chiều rộng chi tiết (h. 6.24), phương pháp này cho năng suất cao, tuy nhiên để bảo đảm độ chính xác gia công cần phải sửa đá thường xuyên.



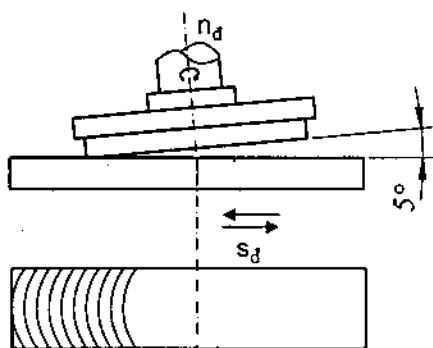
Hình 6.24. Mài phẳng bằng đá mài rộng bản



Hình 6.25. Mài phẳng bằng mặt đầu của đá (khi dùng đá chấp)

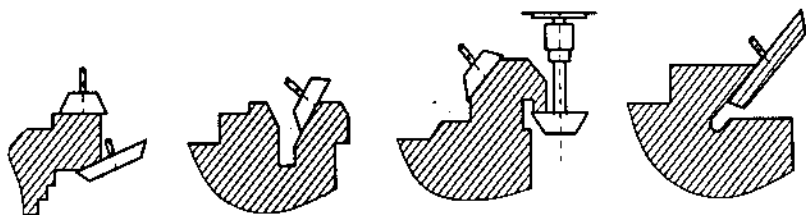


* Mài mặt phẳng bằng mặt đầu của đá: thường dùng đá mài hình chấu liên hoặc ghép bằng nhiều mảnh đá. Dùng đá ghép có thể tránh được nhược điểm của mài bằng mặt đầu của đá là việc tưới dung dịch trơn nguội, thoát phoi, thoát nhiệt kém, ảnh hưởng tới chất lượng khi gia công (h. 6.25). Để thoát phoi và tưới dung dịch trơn nguội tốt hơn, người ta có thể nghiêng đầu đá một góc ($\alpha = 1 \div 5^\circ$). Tuy nhiên, khi ấy bề mặt sau gia công bị lõm, chất lượng bề mặt bị ảnh hưởng (h. 6.26).



Hình 6.26. Mài phẳng với đá nghiêng.

Mài bằng mặt đầu của đá cho năng suất cao, có thể dùng nhiều trục của đá để mài cùng một lúc nhiều bề mặt (h. 6.27).



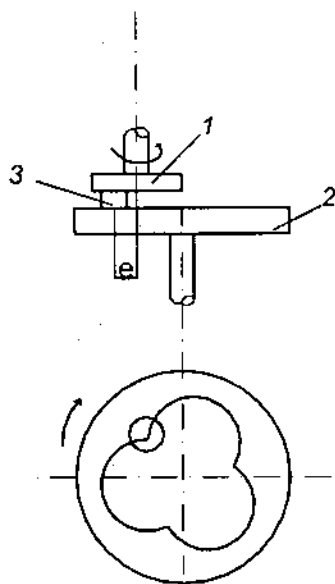
Hình 6.27. Mài bề mặt sống trượt.

Mài mặt phẳng có thể đạt độ chính xác cấp 7, độ nhám bề mặt $Ra1,6$, nếu mài thật cẩn thận (sửa đá, mài đến khi tắt hoa lửa) có thể đạt độ chính xác cấp 6, độ nhám bề mặt $Ra0,4$.

6. Nghiền mặt phẳng

Nghiền mặt phẳng là một phương pháp gia công tinh, có thể đạt độ nhẵn bóng bề mặt rất cao ($R_a = 0,2 + 0,01 \mu m$), độ chính xác đến cấp 6.

Trong quá trình nghiền bột mài với các cỡ kích thước hạt khác nhau tùy theo gia công thô hay tinh được trộn với dầu và một số hoá chất khác và bôi lên các đĩa nghiền. Khi chi tiết tiếp xúc dưới một áp lực nhất định với đĩa nghiền quay, nhờ các chuyển động phức tạp, các hạt mài xoa đều lên bề mặt và bóc đi một lớp kim loại rất mỏng tạo nên độ nhẵn bóng cao trên bề mặt chi tiết (h. 6.28).



Hình 6.28. Sơ đồ nghiền
1, 2. Đĩa nghiền; 3. Chi tiết gia công.

Mài nghiền tùy theo yêu cầu về chất lượng có thể chia ra nghiền thô, nghiền bán tinh và nghiền tinh. Khi nghiền thô, bột nghiền có kích thước và áp suất nghiền lớn hơn so với khi nghiền tinh. Sau mỗi lần nghiền, chi tiết được làm sạch để tránh các hạt mài thô còn sót lại sẽ cào xước bề mặt khi nghiền tinh.

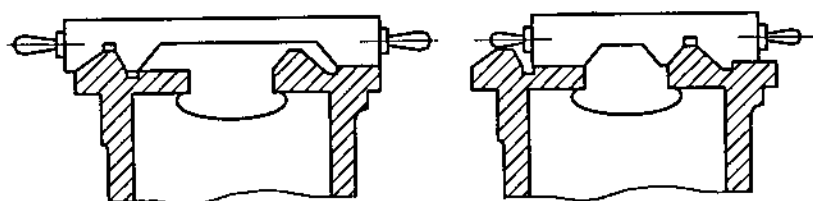
Mài nghiền nói chung có năng suất thấp, vì quá trình cắt là do các hạt mài tự do chuyển động. Mài nghiền thường dùng để nghiền các mặt phẳng có yêu cầu độ kín khít cao (mặt đầu của bơm, mặt đầu van phân phối ...).

6.3. KIỂM TRA MẶT PHẪNG

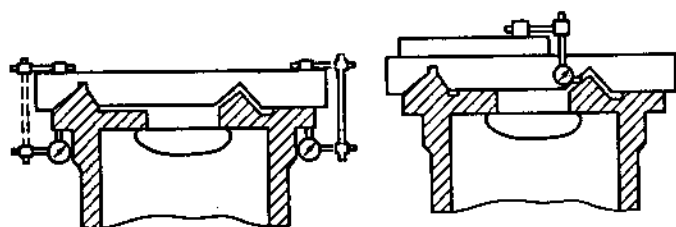
Kiểm tra mặt phẳng sau khi gia công là kiểm tra xem mặt phẳng đó có thoả mãn chức năng làm việc theo thiết kế để nghiệm thu.

Ví dụ : khi gia công sống trượt của máy công cụ, sống trượt là tập hợp nhiều mặt phẳng có chức năng dẫn hướng các bộ phận máy khi di chuyển trên đó. Sau khi gia công cần kiểm tra hình dạng, vị trí của các mặt phẳng, độ chính xác của các khâu trong chuỗi kích thước công nghệ và chất lượng bề mặt gia công.

Hình dạng, độ chính xác vị trí của các mặt phẳng có thể kiểm tra, đánh giá theo dưỡng mẫu bằng cách đặt và dịch chuyển dưỡng trên bề mặt cần kiểm (h. 6.29) hoặc kiểm tra bằng đồng hồ so (h. 6.30).



Hình 6.29. Kiểm tra bề mặt sống trượt bằng dưỡng.

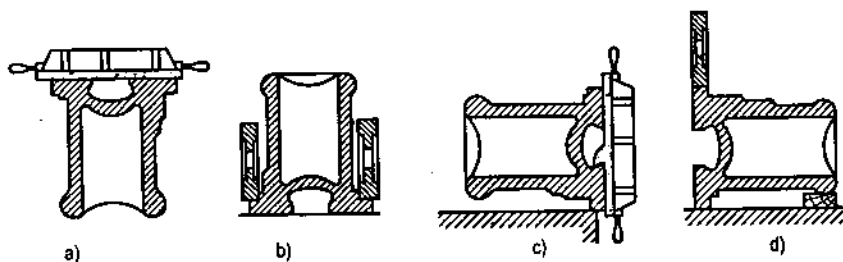


Hình 6.30. Kiểm tra bề mặt sống trượt bằng đồng hồ so.

Kiểm tra độ không phẳng của mặt phẳng có thể dùng dưỡng kiểm, đồng hồ so, phương pháp thủy tĩnh, phương pháp quang học ...

Kiểm tra theo dưỡng được thực hiện bằng cách phủ một lớp sơn đều, mỏng lên mặt phẳng bàn rà, thước rà dùng làm dưỡng mẫu để rà lên bề mặt cần kiểm (h. 6.31), sau khi đẩy các mặt trượt đi lại, những chỗ lồi trên bề mặt cần kiểm sẽ dính lớp sơn. Phương pháp này chỉ phát hiện được độ không phẳng nhưng không xác định được giá trị của các đại lượng đó.

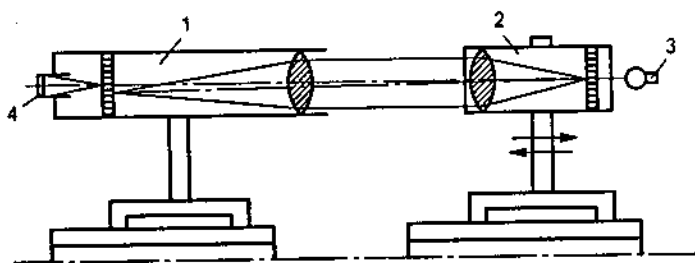
Kiểm tra bằng đồng hồ so, dùng để đánh giá độ song song của hai mặt phẳng trên một chi tiết bằng cách đặt một mặt phẳng lên bàn mấp (có độ phẳng cao) và dùng đồng hồ so di chuyển trên mặt phẳng kia, trị số thể hiện trên đồng hồ đánh giá độ không song song của hai mặt phẳng.



Hình 6.31. Kiểm tra độ phẳng bằng vết son.

Kiểm tra độ thẳng của mặt phẳng bằng phương pháp thủy tĩnh là phương pháp dựa theo nguyên tắc bình thông nhau. Phương pháp này dùng để kiểm tra mặt phẳng (băng máy) dài $10 \div 100$ m hoặc những bề mặt cần kiểm cách nhau xa. Khi đó người ta dùng các bình có vạch chỉ thị (có các tiếp điểm điện khi đóng sẽ làm đèn sáng) đặt ở các vị trí cần kiểm, những bình này nối với nhau bằng những ống chứa nước hoặc thủy ngân. Phương pháp này cũng dùng để căn chỉnh máy khi gá đặt trên sàn nhà xưởng.

Kiểm tra bằng phương pháp quang học có thể thực hiện bằng nhiều cách, hình 6.32 là phương pháp dùng để kiểm tra bằng cách di chuyển ống kính 2 trên bề mặt cần kiểm, nếu bề mặt không phẳng tia sáng được chiếu từ nguồn sáng 3 sẽ lệch đi so với mặt chuẩn trên vật kính của ống ngắm 4.



Hình 6.32. Kiểm tra độ phẳng bằng phương pháp quang học
1. Ống gá kiểm; 2. Ống kính; 3. Nguồn sáng; 4. Ống ngắm.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 6

1. Nêu đặc điểm, khả năng công nghệ và phạm vi sử dụng của các phương pháp gia công mặt phẳng: phay mặt phẳng, bào mặt phẳng, chuốt mặt phẳng, mài mặt phẳng, nghiền mặt phẳng.

2. Hãy so sánh các phương pháp gia công mặt phẳng, mục đích để có thể vận dụng khi gia công một chi tiết cụ thể.

3. Các phương pháp kiểm tra mặt phẳng là gì?

Chương 7

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG MẶT TRỤ NGOÀI

7.1. KHÁI NIỆM VÀ CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT

Trục là loại chi tiết có các bề mặt cơ bản cần gia công là các bề mặt trụ ngoài với các bậc có nhiều kích thước khác nhau. Trục được sử dụng rộng rãi trong các ngành chế tạo máy với nhiều mục đích : trục có thể được dùng để truyền mômen xoắn, truyền chuyển động qua các chi tiết khác lắp trên nó như bánh răng, bánh đai, bánh ma sát... Trục có thể bao gồm các loại trục trơn, trục bậc, trục đặc, trục rỗng, trục có một hoặc nhiều đường tâm... Trục có thể có đường kính và chiều dài lớn, vừa hay nhỏ ...

Để đảm bảo tính năng sử dụng, khi chế tạo trục cần bảo đảm những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu sau :

- Độ chính xác kích thước đường kính các cổ trục để lắp ghép yêu cầu cấp chính xác $7 \div 8$, có thể tới cấp 6 ; các sai số hình dáng, hình học như độ côn, độ ô van ... nằm trong giới hạn dung sai đường kính.

- Độ chính xác kích thước chiều dài mỗi bậc trục trong khoảng $0,05 \div 0,2$ mm.

- Độ chính xác về vị trí tương quan như độ đảo các cổ trục, độ không thẳng góc giữa đường tâm và mặt đầu vai trục sai lệch giới hạn trong khoảng $0,01 \div 0,05$ mm.

- Độ nhám bề mặt của các cổ trục lắp ghép $Ra=1,25 \div 0,16$ tùy theo yêu cầu làm việc cụ thể.

Việc chọn phương pháp gia công trục phụ thuộc vào điều kiện sản xuất, kích thước, hình dạng kết cấu, yêu cầu kỹ thuật, vật liệu làm trục và phương pháp chế tạo phôi.

Phôi cho chi tiết dạng trục có thể là phôi cán theo tiêu chuẩn, dùng gia công các trục trơn, trục bậc có chênh lệch đường kính các bậc không lớn. Phôi rèn khuôn, dập khuôn thường dùng cho các trục có yêu cầu cơ tính cao trong sản xuất hàng loạt lớn, hàng khối. Phôi đúc bằng gang có độ bền cao dùng cho các trục lớn để giảm nhẹ trọng lượng, giảm lượng dư và thời gian gia công.

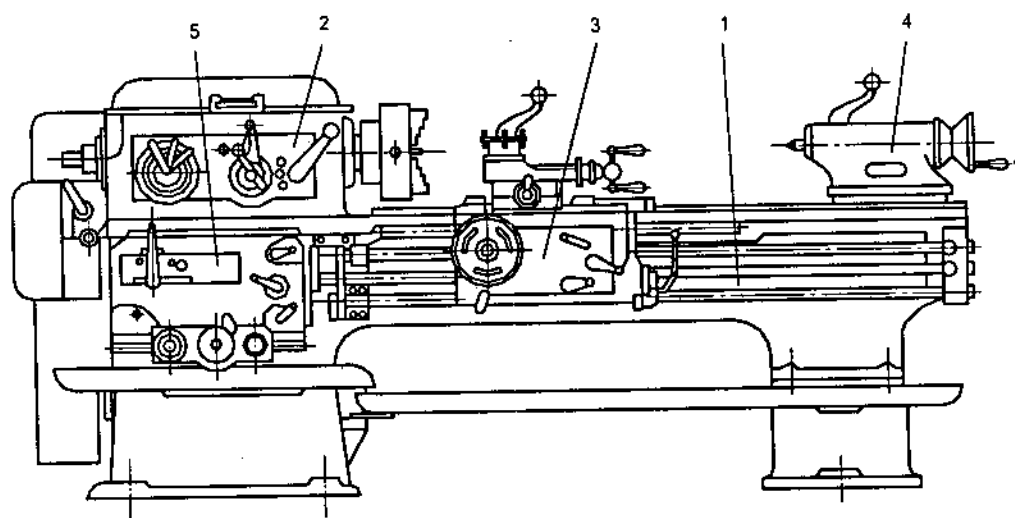
Trước khi đưa vào gia công, thường các chi tiết dạng trục được gia công chuẩn bị để tạo chuẩn. Việc chọn phương pháp gia công chuẩn bị tùy thuộc vào hình dạng, kích thước trục, phương pháp chế tạo phôi. Ví dụ, phôi cán thường bao gồm các việc: cắt đứt tương ứng theo chiều dài trục, nắn thẳng, khoả mặt và khoan lỗ tâm hai đầu.

7.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG MẶT TRỤ NGOÀI

1. Tiện mặt trụ ngoài

Tiện là phương pháp thông dụng nhất để gia công mặt trụ ngoài. Chuyển động chính khi gia công là chuyển động quay tròn thường do chi tiết thực hiện, chuyển động tiến dao bao gồm tiến dao dọc và tiến dao ngang tạo nên kích thước chiều dài và đường kính trục.

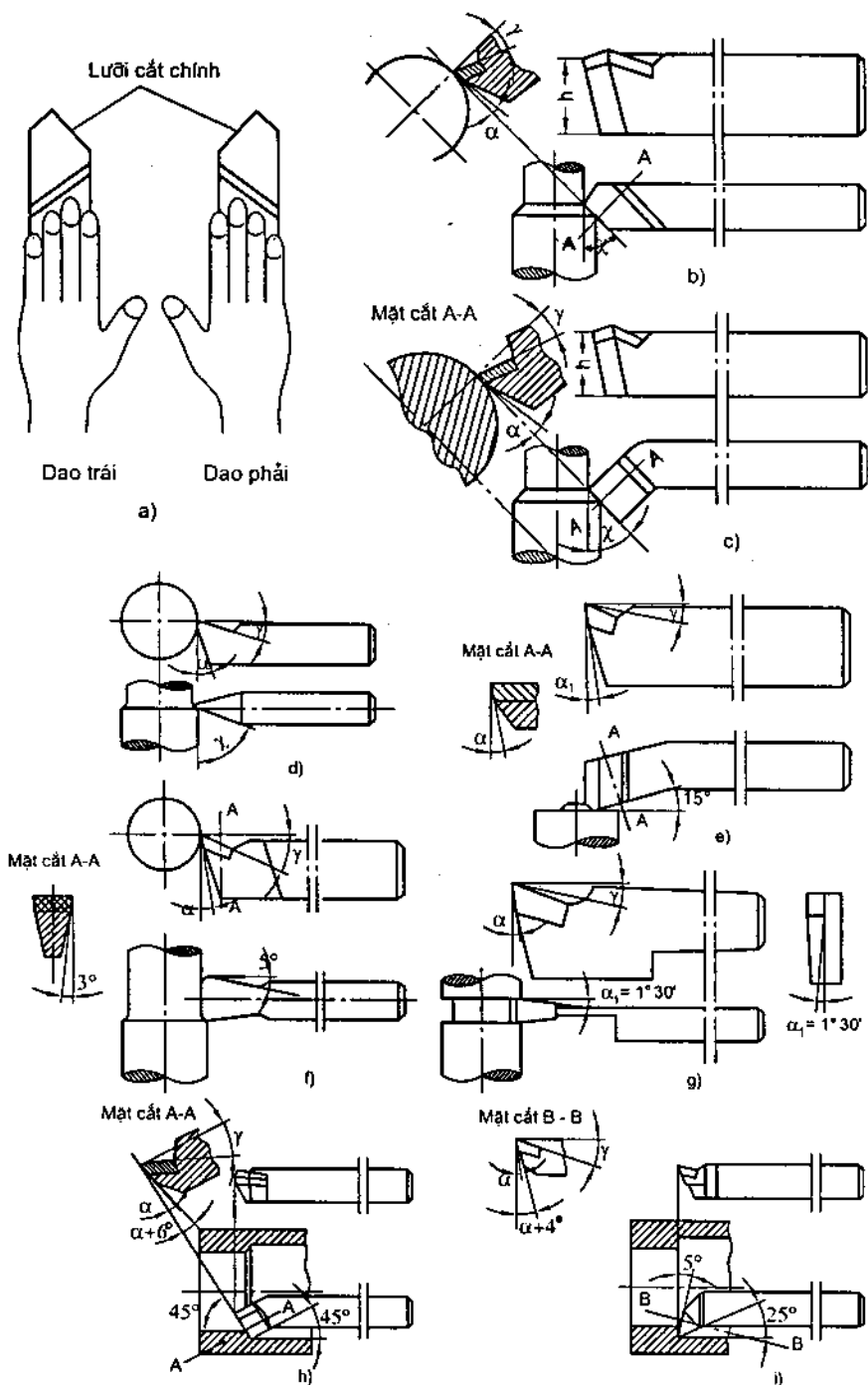
Tiện có thể thực hiện trên các máy tiện vạn năng, máy tiện đứng, máy tiện rơvônve, máy tiện tự động điều khiển theo chương trình... hình 7.1 giới thiệu cấu tạo một máy tiện vạn năng thông dụng.



Hình 7.1. Máy tiện ren vít vạn năng.

1. Trục khởi động; 2. Hộp tốc độ; 3. Bàn dao; 4. Ụ động; 5. Hộp chạy dao.

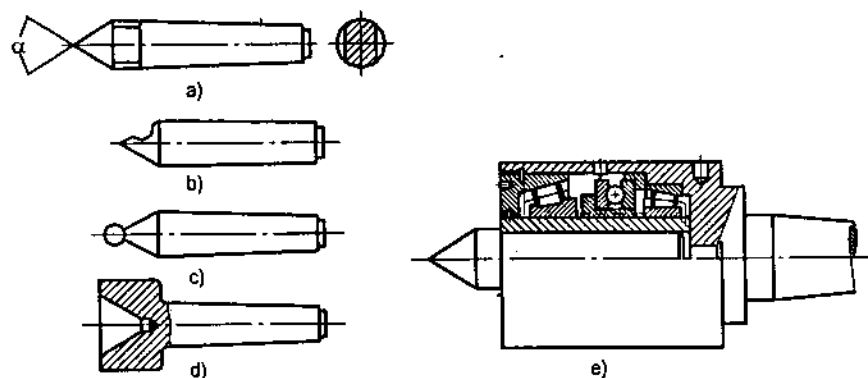
Dao tiện là một loại dao có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo và mài sắc. Hình 7.2 giới thiệu một số kiểu dao tiện điển hình.



Hình 7.2. Một số kiểu dao tiện điển hình

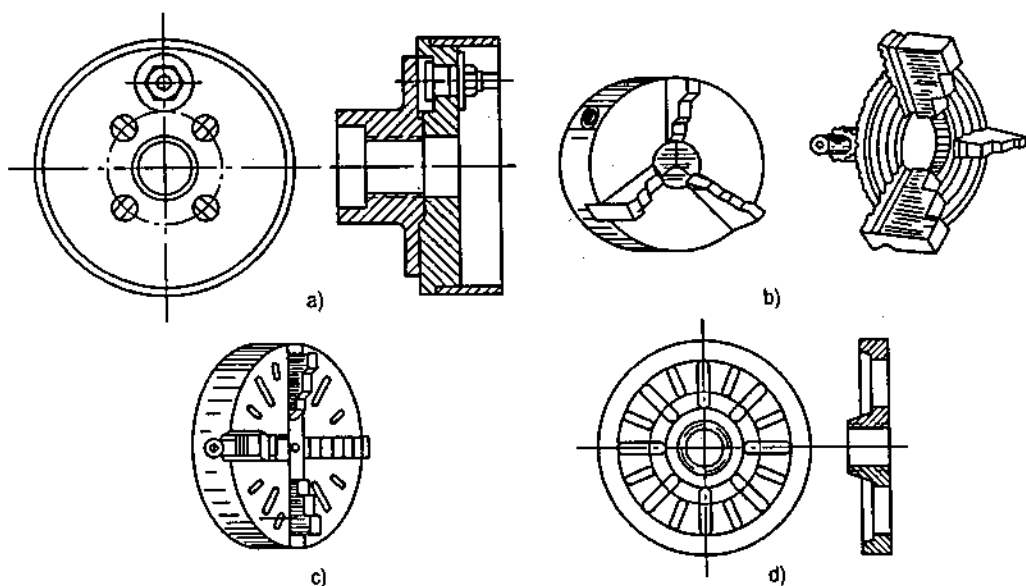
a) Dao trái, dao phải; b) Dao tiện vát ngoài thẳng; c) Dao tiện ngoài đầu cong; d) Dao tiện thô; e) Dao tiện khoà mặt; f) Dao tiện tinh; g) Dao tiện cắt đứt; h) Dao tiện lỗ; i) Dao tiện lỗ bậc.

Hình 7.3 giới thiệu các loại mũi tâm: a, b là mũi tâm dùng để tiện khoả mặt đầu; c là mũi tâm dùng để tiện côn khi dịch chuyển ụ động; d là mũi tâm lồi; e là mũi tâm quay.



Hình 7.3. Các loại mũi tâm.

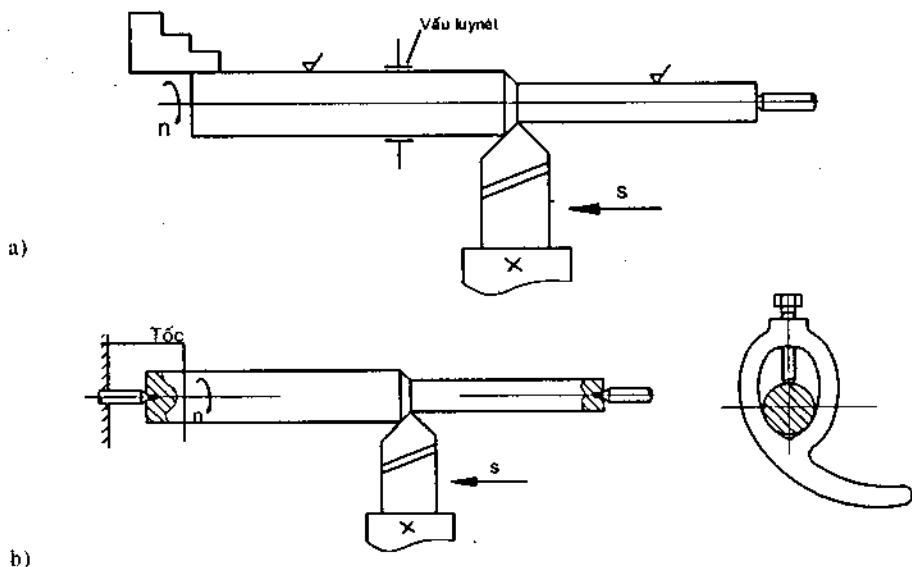
Hình 7.4 giới thiệu các loại bích và mâm cặp lắp trên máy tiện.



Hình 7.4. Các loại bích và mâm cặp.

- a) Mặt bích định tâm; b) Mâm cặp ba châu tự định tâm; c) Mâm cặp bốn châu;
d) Mặt bích đơn giản.

Khi tiện trục, chi tiết thường gá đặt trên mâm cặp ba châu tự định tâm và một đầu chống tâm (h.7.5 a) hoặc chống hai mũi tâm vào hai lỗ tâm và truyền mômen xoắn bằng tốc (h. 7.5 b).



Hình 7.5: Chồng tâm bằng luy-nét

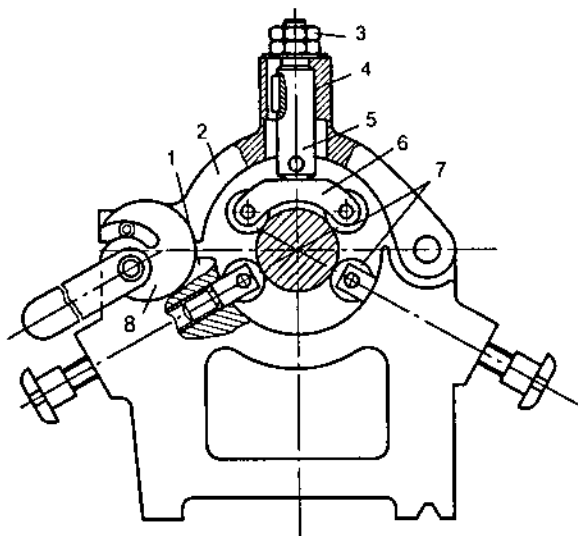
a) Gá đặt trên mâm cặp ba chấu và một đầu chống tâm; b) Gá đặt trên hai mũi tâm, truyền mômen khi cắt bằng tốc.

Gá đặt vào hai lỗ tâm có ưu điểm là bảo đảm độ đồng tâm cao của các bậc trục qua nhiều lần gá, gá đặt nhanh hơn, nhưng độ cứng vững gá đặt thấp hơn gá đặt trên mâm cặp ba chấu và một đầu chống tâm.

Đối với những trục dài, yếu, còn dùng thêm luy-nét để đỡ, tăng độ cứng vững của chi tiết khi gia công.

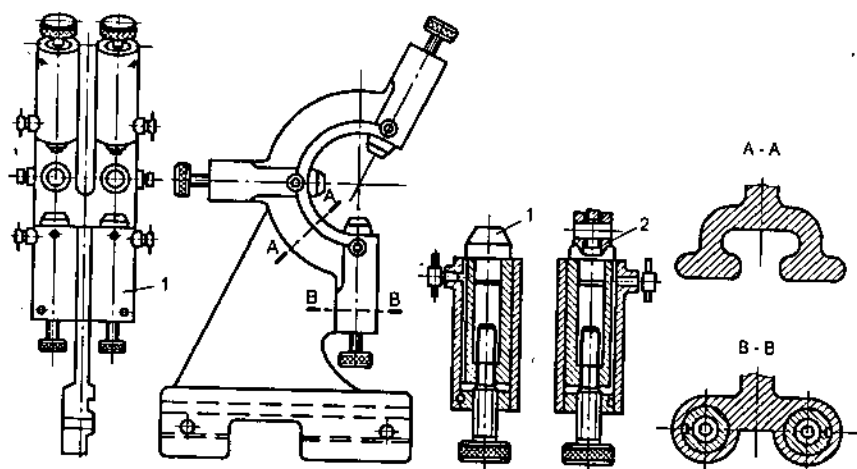
Luy-nét có hai loại: luy-nét tĩnh và luy-nét động.

Luy-nét tĩnh (h. 7.6) được gá cố định trên băng máy, có độ cứng vững cao, sau khi gá đặt chi tiết vào luy-nét, người ta khoá chặt nhờ cơ cấu kẹp 8 và điều chỉnh bằng ren vít các vấu của luy-nét (các con lăn 7) sao cho trùng với tâm của chi tiết sau khi gá đặt. Bề mặt của chi tiết chỗ tiếp xúc với các vấu của luy-nét thường được gia công sơ bộ trước để bảo đảm độ đồng tâm khi gá đặt.



Hình 7.6. Luy-nét tĩnh

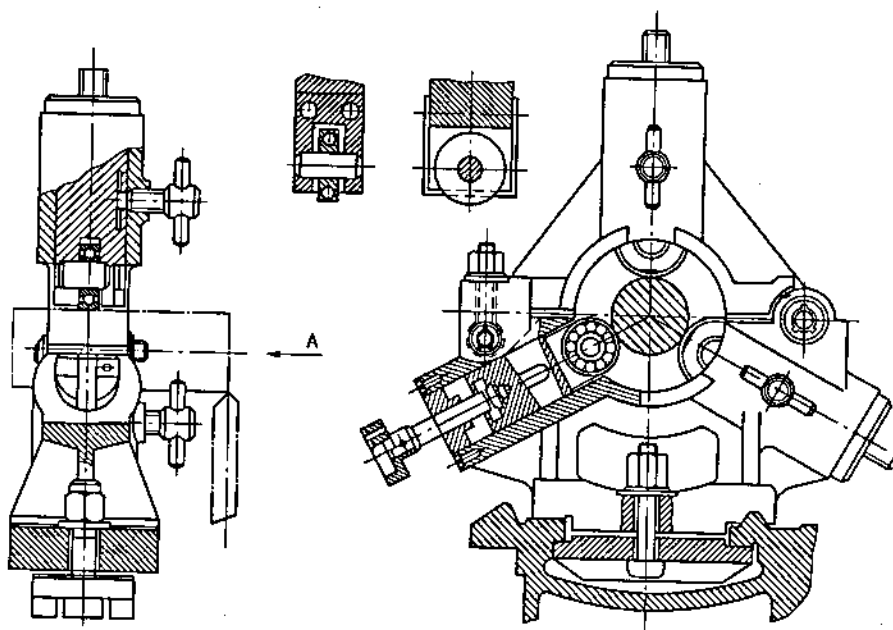
1. Thân dưới; 2. Thân trên; 3. đai ốc hãm; 4. Vít chỉnh; 5, 7. Con lăn; 6. Giá đỡ con lăn; 8. Cơ cấu kẹp



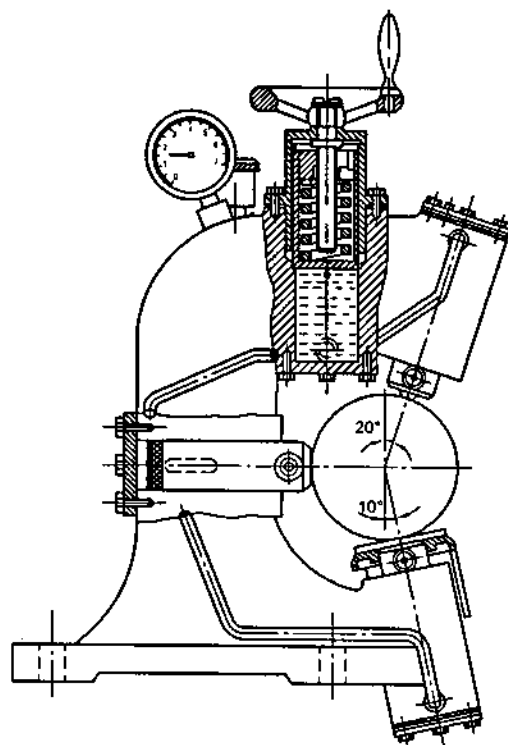
Hình 7.7. Luy-nét động

1. Chốt; 2. Con lán

Luy-nét động được gá đặt trên bàn dao, tuy độ cứng vững thấp hơn luy-nét tĩnh nhưng đỡ chi tiết tốt hơn do gá gắn dao cắt là nơi chịu lực cắt lớn nhất; hình 7.7 giới thiệu luy-nét động kép dùng để đỡ các trục dài, yếu. Các vấu luy-nét có thể là chốt 1 hoặc con lán 2. Các vấu của luy-nét động có thể gá trước hoặc sau vị trí của dao cắt. Gá trước dao cắt chỉ dùng khi bề mặt trục đã qua gia công, còn gá sau dao cắt thường dùng khi tiện trục trơn. Để giảm bớt ma sát có thể dùng luy-nét có các vấu đỡ bằng ổ bi (h. 7.8), còn để giảm bớt rung động có thể dùng luy-nét đỡ bằng các xilanh thủy lực (h. 7.9).



Hình 7.8. Luy-nét đỡ bằng ổ bi



Hình 7.9. Luy-nét đồ bằng thủy lực

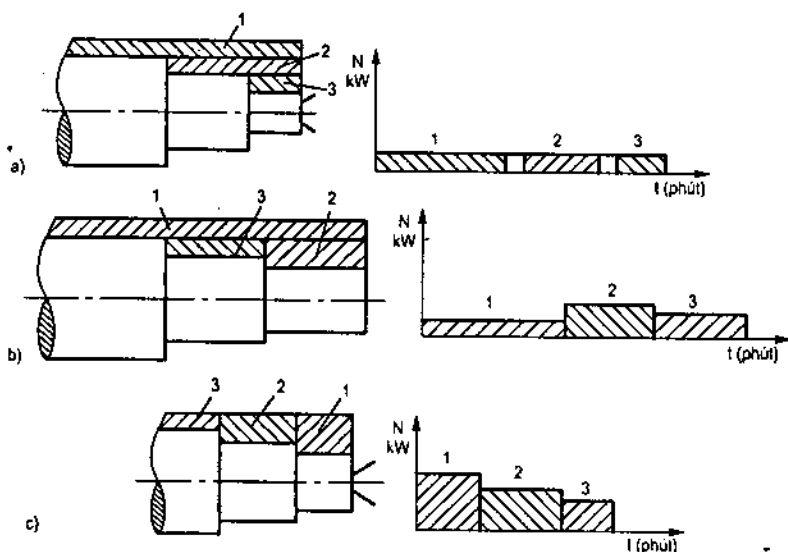
Khi tiện mặt trụ ngoài, tùy theo yêu cầu chất lượng có thể chia thành các bước (nguyên công) : tiện thô, tiện bán tinh và tiện tinh.

Tiện thô : Khi tiện thô tạo hình cần năng suất cao, cắt gọt với lượng dư lớn, do đó phải chọn máy có công suất lớn, dao có hình dáng góc cắt thích hợp.

Tiện thô các mặt trụ ngoài có thể dùng một dao hoặc nhiều dao.

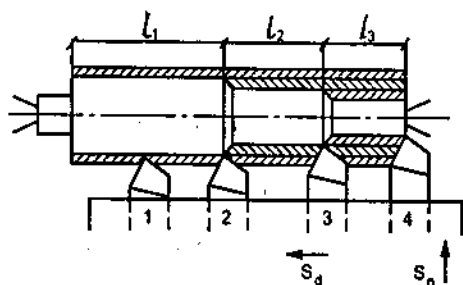
Tiện thô bằng một dao có thể cắt theo các cách : cắt từng lớp, cắt từng đoạn và cắt phối hợp. Cắt từng lớp (h. 7.10 a), dao tiện bóc đi từng lớp theo thứ tự từ lớp 1 đến lớp 3. Cắt theo cách này lực cắt nhỏ, có thể đạt độ chính xác cao, nhưng năng suất thấp. Cắt từng đoạn (h. 7.10 c) khi đó chia các bậc trục ra thành các đoạn và cắt theo từng đoạn. Phương pháp này có năng suất cao hơn, nhưng do lượng dư lớn, lực cắt lớn, biến dạng nhiều dễ ảnh hưởng tới độ chính xác gia công. Để tận dụng ưu điểm của hai cách trên, nên dùng cách cắt phối hợp (h. 7.10 b), lúc đầu bóc vỏ lớp 1, sau đó cắt các đoạn 2, 3.

Tiện thô dùng nhiều dao (h.7.11 và 7.12) với mục đích để nâng cao năng suất, khi đó các dao được bố trí trên một bàn dao bằng cách chia theo chiều dài cắt (h. 7.11) hoặc chia theo lượng dư gia công (h. 7.12).

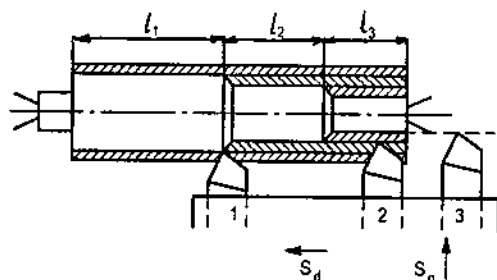


Hình 7.10. Các cách tiện thô bằng một dao.

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



Hình 7.11. Tiện bằng nhiều dao chia theo chiều dài cắt



Hình 7.12. Tiện bằng nhiều dao chia theo lượng dư gia công

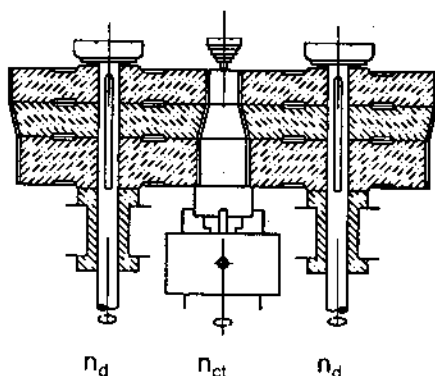
Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, khi gia công các trục lớn và vừa có thể thực hiện trên các máy tiện bán tự động nhiều trục, nhiều dao, ở mỗi trục gá một chi tiết và tiến hành gia công bằng nhiều dao theo một chu trình đã định sẵn.

Phay thô mặt trụ ngoài : Gia công thô mặt trụ ngoài cũng có thể thực hiện bằng dao phay trụ trên máy chuyên dùng. Máy loại này có hai trục dao trên hai trục đó lắp các dao phay và một trục để gá lắp chi tiết.

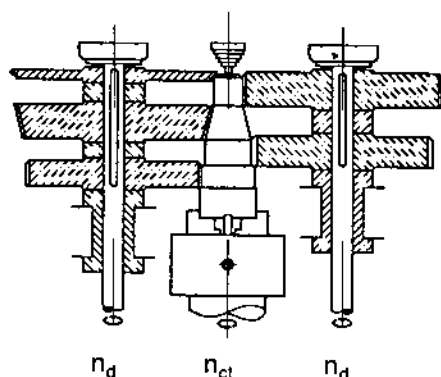
Khi gia công có thể thực hiện theo hai cách:

- Cách thứ nhất dùng khi gia công các trục có kết cấu đơn giản, khi đó mỗi bậc trục được gia công cùng lúc bởi hai dao phay lắp trên hai trục dao (h. 7.13);

- Cách thứ hai dùng khi gia công trục có kết cấu phức tạp hơn, khi đó mỗi bề mặt được gia công bởi một dao riêng (h. 7.14).

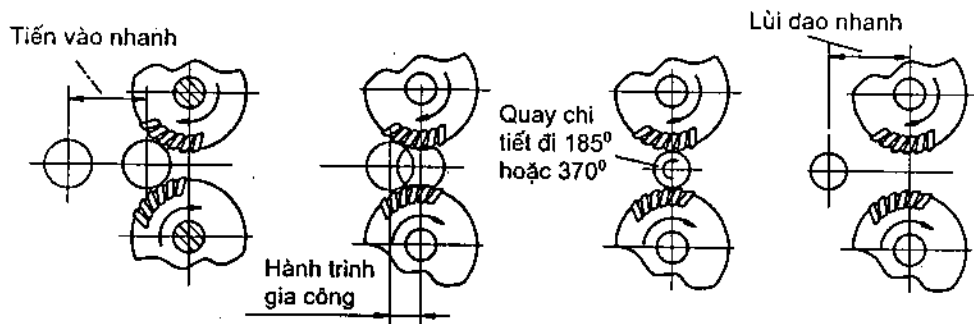


Hình 7.13. Sơ đồ gia công trục trên máy phay chuyên dùng, hai dao gia công một bậc trục



Hình 7.14. Sơ đồ gia công trục trên máy phay chuyên dùng, mỗi dao gia công một bậc trục

Khi gia công theo cách thứ nhất, chỉ tiết sau khi tiến vào vùng gia công phải quay đi một góc 185° để gia công hết toàn bộ chu vi của bề mặt; còn theo cách thứ hai, chỉ tiết phải quay một góc 370° (h. 7.15). Gia công trục theo phương pháp phay cho năng suất rất cao.



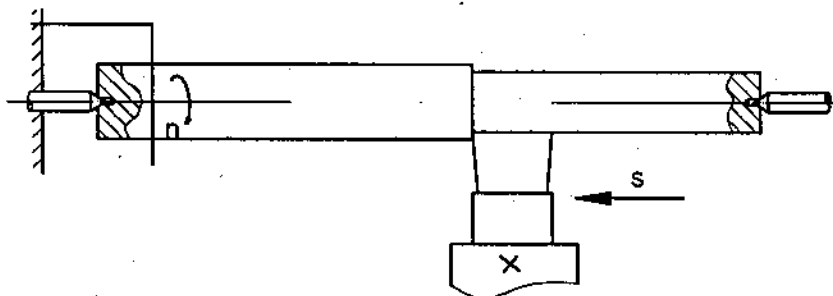
Hình 7.15. Sơ đồ gia công thô mặt trụ ngoài bằng phương pháp phay

Tiện tinh: Để đạt độ nhẵn bóng bề mặt và độ chính xác cao, trước khi tiện tinh, trục cần được kiểm tra và nắn thẳng do biến dạng sau khi tiện thô, một số trường hợp còn thực hiện tiện bán tinh để chiều sâu cắt đều, giảm bớt hiện tượng in dập nhằm nâng cao độ chính xác khi gia công. Tiện bán tinh có thể dùng một hay nhiều dao, chiều sâu cắt $t = 1,5 \div 4$ mm, lượng tiến dao $s = 0,3 \div 0,5$ mm/vg.

Tiện tinh được thực hiện với vận tốc cắt lớn ($v > 110$ m/ph), lượng tiến dao nhỏ ($0,04 \div 0,1$ mm/vòng), chiều sâu cắt nhỏ ($t = 0,05 \div 0,12$ mm).

Tiện bán tinh, tiện tinh để bảo đảm chất lượng gia công nên thực hiện trên các máy mới, chạy êm, có độ cứng vững cao.

Tiện tinh, tiện tinh mỏng các trục có độ cứng vững cao cũng có thể dùng dao rộng bản, với lượng tiến dao lớn ($2+30$ mm/vòng), chiều sâu cắt ($0,1+0,5$ mm) và vận tốc cắt ($2+12$ m/phút) (h. 7.16).

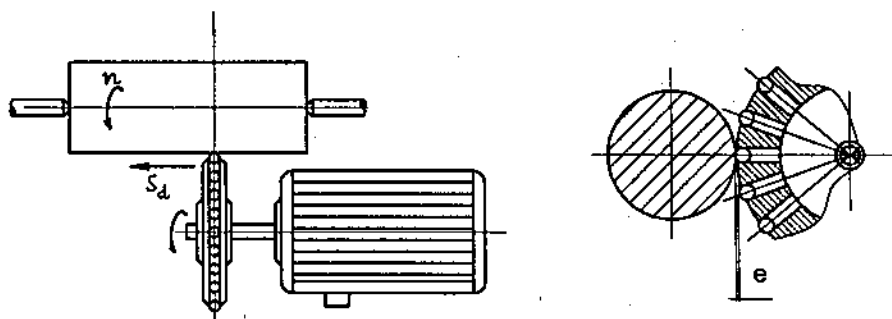


Hình 7.16. Tiện tinh bằng dao rộng bản.

Độ chính xác và độ nhám bề mặt khi tiện mặt trụ ngoài phụ thuộc vào nhiều yếu tố như : độ cứng vững của hệ thống công nghệ, độ chính xác của máy, vật liệu làm dao, độ chính xác chế tạo và mài dao, trình độ tay nghề của người thợ...Thông thường khi tiện thô có thể đạt độ chính xác cấp 12 - 13, Rz80 ; tiện bán tinh đạt cấp 9 -11, Rz20 - Rz10 ; tiện tinh đạt cấp 7 - 8, Ra2,5 và tiện tinh mỏng đạt cấp 6 - 7, Ra1,25 - 0,63.

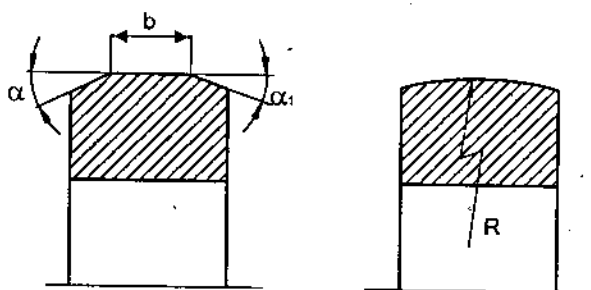
2. Lăn ép mặt trụ ngoài

Lăn ép là phương pháp gia công tinh không phoi dựa trên nguyên lý biến dạng dẻo kim loại. Để gia công, người ta dùng dụng cụ : con lăn, bi có độ cứng cao, khi dụng cụ tiếp xúc với bề mặt chi tiết dưới áp lực thì các nhấp nhô trên bề mặt bị biến dạng dẻo, nén xuống làm giảm chiều cao nhấp nhô ban đầu và tạo thành các vết nhấp nhô mới, nâng cao độ bền chắc, độ cứng lớp bề mặt.



Hình 7.17. Sơ đồ lăn ép bằng bi.

Hình 7.17 là sơ đồ lăn ép mặt trụ ngoài nhờ lực li tâm của các viên bi. Khi đó đĩa chứa các viên bi quay với tốc độ $12 \div 40$ m/s. Tốc độ quay của chi tiết $6 \div 90$ m/ph, khe hở giữa chúng $0,05 \div 0,8$ mm, lượng tiến dao dọc $0,06 \div 1,6$ mm/vg. Sau khi gia công độ nhám bề mặt có thể giảm từ $1 \div 2$ cấp, độ cứng bề mặt tăng $20 \div 60$ %.



Hình 7.18. Hình dạng bề mặt làm việc của con lăn

Ngoài lăn ép bằng bi, có thể dùng lăn ép bằng con lăn hoặc phun bi. Khi lăn ép bằng con lăn, hình dáng con lăn tùy thuộc vào hình dáng bề mặt cần lăn ép. Hình 7.18 là hình dạng con lăn dùng để lăn ép bề mặt trục thẳng, kích thước (b) chọn theo kích thước chi tiết, góc α , α_1 có thể lấy 5° , đường kính con lăn thông thường từ $50 \div 150$ mm, lượng tiến dao khi lăn ép $0,1 \div 0,2$ mm. Con lăn trong khi quay, miết trên bề mặt gia công với một lực ép khá lớn ($50 \div 200$ kG). Khi chi tiết cứng vững có thể dùng một con lăn, còn nếu chi tiết kém cứng vững, có thể dùng hai hoặc ba con lăn bố trí đối xứng qua tâm chi tiết để giảm bớt biến dạng do lực ép.

Khi phun bi, nhờ một dòng khí nén áp suất $5 \div 6$ kG/cm² đẩy một dòng bi nhỏ đường kính $0,6 \div 1,2$ mm bằng thép hoặc gang có độ cứng cao vào bề mặt chi tiết khi quay. Chiều sâu và độ biến cứng trên bề mặt chi tiết phụ thuộc vào trọng lượng và tốc độ phun bi. Vận tốc phun bi có thể đạt 90 m/s với bi gang và 150 - 180 m/s với bi thép.

Độ chính xác gia công khi lăn ép phụ thuộc vào biến dạng dẻo kim loại nghĩa là phụ thuộc vào tính chất vật liệu, lực tác dụng, thời gian tác dụng và độ chính xác gia công ở nguyên công trước đó.

3. Mài mặt trụ ngoài

Mài mặt trụ ngoài là một nguyên công gia công tinh bằng đá mài, thường dùng để gia công các bề mặt trụ ngoài có yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao và gia công các trục có độ cứng cao (trục sau khi tôi).

Khi mài, để đảm bảo chất lượng gia công cần chú ý đến việc chọn đá mài, chế độ gia công và vấn đề gá đặt chi tiết khi mài.

* *Chọn đá mài:* khi chọn đá mài cần chú ý đến các yếu tố sau : vật liệu hạt mài, độ hạt, chất dính kết của đá mài, độ cứng và kết cấu của đá mài. Thường chọn đá mài theo các tiêu chuẩn sau :

- Khi gia công thô, chọn đá cứng, chất dính kết là gốm, độ hạt lớn.
- Khi gia công tinh, chọn đá mềm, chất dính kết hữu cơ, độ hạt nhỏ.
- Khi gia công thép cứng, chọn đá mềm hơn so với khi gia công thép mềm.

* *Chọn chế độ mài:* bao gồm vận tốc của đá mài, vận tốc của chi tiết, chiều sâu cắt và lượng tiến dao.

- Tốc độ đá mài được chọn tùy theo đặc tính của đá, thường đá cứng tốc độ đá nhỏ hơn so với đá mềm. Thông thường tốc độ cắt trong khoảng $25 \div 30$ m/s khi gia công thô và $30 \div 50$ m/s khi gia công tinh.

- Tốc độ chi tiết gia công phụ thuộc vào đặc tính của đá, vào yêu cầu độ nhám bề mặt khi gia công, vào lượng tiến dao. Thông thường tốc độ của chi tiết gia công lấy từ $1 \div 3$ % tốc độ đá mài.

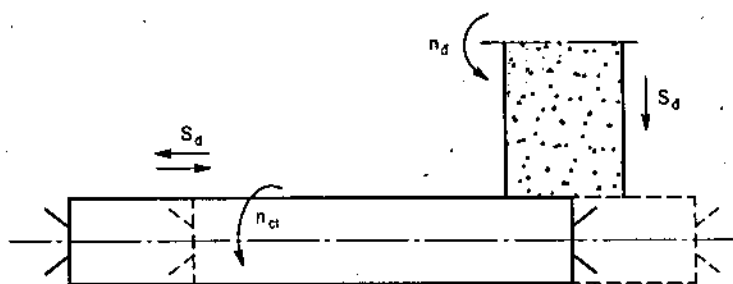
Trong quá trình mài, người ta sử dụng dung dịch ê-mun-xi tưới liên tục vào bề mặt mài để giảm bớt hiện tượng nung nóng cục bộ chi tiết, nâng cao chất lượng gia công và năng suất. Lượng ê-mun-xi được tưới với lưu lượng từ $20 \div 200$ l/ph.

Khi mài, theo yêu cầu về chất lượng có thể chia ra làm hai nguyên công : mài thô và mài tinh. Khi mài thô, lượng dư lấy khoảng 70% còn 30% lượng dư cho mài tinh. Khi mài thô có thể đạt độ chính xác cấp 9, độ nhám bề mặt $Ra_{3,2}$; khi mài tinh đạt độ chính xác cấp 7, $Ra_{1,6 \div 0,4}$; còn khi mài tinh mỏng có thể đạt chính xác cấp 6, $Ra_{0,2 \div 0,1}$.

* *Gá đặt chi tiết khi mài:* khi mài mặt trụ ngoài, chi tiết gia công có thể gá đặt theo hai phương pháp : mài có tâm và mài không tâm.

a. *Mài có tâm:* Là phương pháp mài mặt trụ ngoài, chi tiết gá đặt vào hai lỗ tâm, nhờ đó có thể đảm bảo độ đồng tâm của các bậc trục. Có thể mài rãnh, góc lượn, các mặt trụ ngoài có rãnh. Với các chi tiết đã qua nhiệt luyện, trước khi mài phải kiểm tra mức biến dạng do nhiệt luyện để nếu cần phải tiến hành sửa lỗ tâm, nắn thẳng lại chi tiết.

Mài có tâm có thể chia ra các kiểu: tiến dao dọc, tiến dao ngang và tiến dao nghiêng.

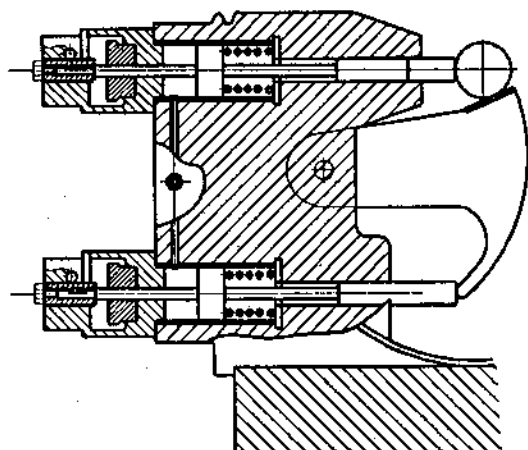


Hình 7.19. Mài có tâm tiến dao dọc

Hình 7.19 là kiểu mài có tâm tiến dao dọc, sau mỗi hành trình tiến dao dọc, mới tiến đá sâu vào. Phương pháp mài này rất thông dụng vì chiều sâu cắt nhỏ, khi cắt thô $t = 0,01 \div 0,04$ mm, khi cắt tinh $t = 0,025 \div 0,01$ mm nên lực mài nhỏ.

Lượng tiến dao dọc được chọn theo chiều rộng đá (B), khi mài thô thường lấy $S_d = (0,3 \div 0,7)B$, khi mài tinh : $S_d = (0,2 \div 0,3)B$.

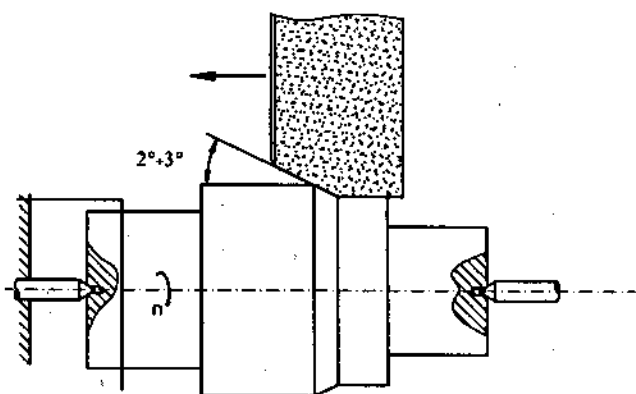
Khi mài trục dài, có yêu cầu độ chính xác cao, cần sử dụng thêm một hoặc nhiều luy-nét đỡ để nâng cao độ cứng vững của trục khi mài (h. 7.20).



Hình 7.20. Luy-nét đỡ chi tiết khi mài

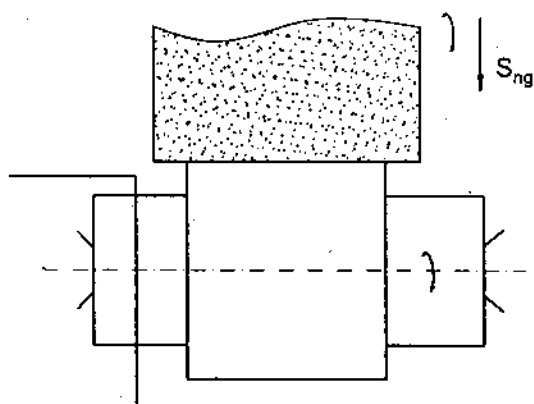
Với các trục có độ cứng vững gá đặt cao, có thể mài một lần với chiều sâu cắt lớn $(0,1 \div 0,3)$ mm, khi đó đá được vát côn một phần với góc côn $2 - 3^\circ$ (h. 7.21) để bảo đảm quá trình sửa đá liên tục, đạt được năng suất cao.

Khi mài tinh bằng cách tiến dao dọc, ở những lần tiến dao cuối cùng người ta không cho đá tiến sâu vào nữa mà vẫn tiếp tục mài cho đến khi tắt hết hoa lửa.



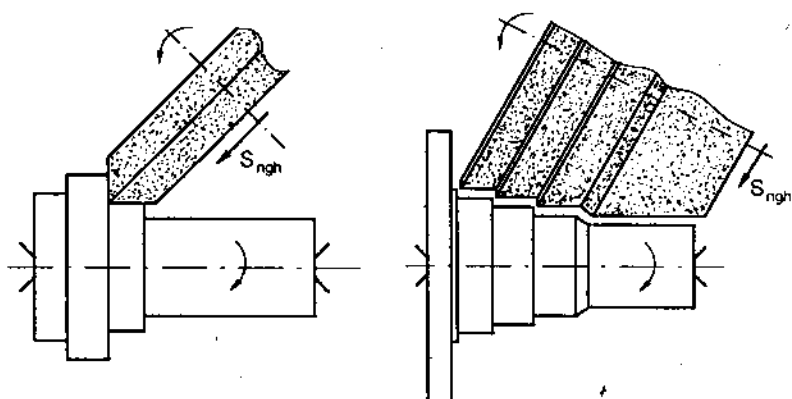
Hình 7.21. Mài bằng đá vát còn.

Hình 7.22 là kiểu mài tiến dao ngang thường dùng mài các trục ngắn, đường kính lớn có độ cứng vững cao trong điều kiện sản xuất loạt lớn và hàng khối. Đá mài được chọn có chiều rộng đá lớn hơn so với chiều dài mặt trụ cần mài. Kiểu mài này cho năng suất cao hơn (30 ÷ 40%) so với các kiểu mài có tâm khác, nhưng để đảm bảo độ chính xác, máy phải cứng vững, có công suất lớn và phải sửa đá thật tốt.



Hình 7.22. Mài bằng phương pháp tiến dao ngang.

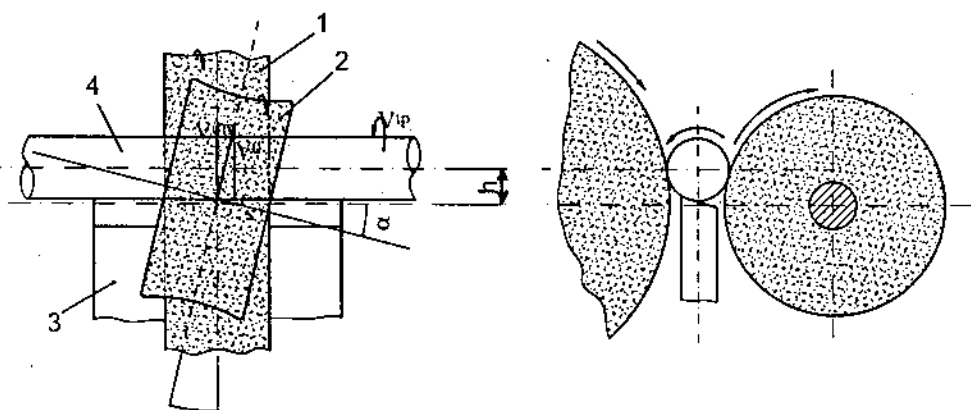
Hình 7.23 là kiểu mài tiến dao nghiêng, khi đó đá được gá nghiêng một góc và có thể mài cùng một lúc nhiều bề mặt, kiểu mài này cho năng suất cao nhưng khó đạt được cấp chính xác cao do đá mài mòn không đều.



Hình 7.23. Mài trục bằng phương pháp tiến dao nghiêng.

b. Mài không tâm: Thông thường mài không tâm có thể thực hiện được bằng hai cách : tiến dao dọc và tiến dao ngang.

+ Mài không tâm tiến dao dọc (h. 7.24), khi đó chỉ tiết được gá đặt giữa hai đá. Đá 1 dùng để mài, đá dẫn 2 làm nhiệm vụ cung cấp cho chỉ tiết hai chuyển động là quay tròn và tịnh tiến theo hướng dọc trục, phía dưới có thanh đỡ 3 đặt song song với đá mài có nhiệm vụ giữ cho chỉ tiết gia công cao hơn tâm của đá mài một khoảng (h) , $h = (1/2 \div 1) \cdot R$, (R - bán kính chỉ tiết). Để tiết diện chỉ tiết sau khi mài không bị đa cạnh, (h) có thể được xác định theo đồ thị. Để chỉ tiết không bị méo khi mài, thanh dẫn còn được vát nghiêng đi một góc để hướng cho chỉ tiết luôn tỳ vào đá dẫn. Đá dẫn có dạng hypecbôlôit tròn xoay, có đường sinh là đường thẳng và được gá nghiêng một góc α , ($\alpha = 1 \div 2^{\circ}30'$), nhờ vậy khi đá dẫn quay, nó truyền cho chỉ tiết chuyển động quay và chuyển động tiến dao tự động được thể hiện trên hình 7.24.



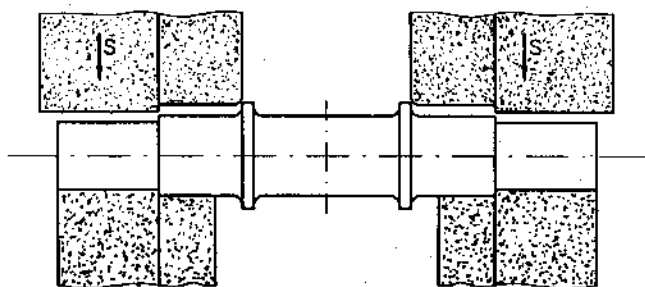
Hình 7.24. Mài không tâm tiến dao dọc.

1. Đá mài; 2. Đá dẫn; 3. Thanh đỡ; 4. Chỉ tiết.

Lượng dư khi mài không tâm được xác định dựa trên kích thước chi tiết, độ chính xác của nguyên công trước đó, thường cho một lần mài thô không quá 0,2 mm, mài tinh không quá 0,02 mm.

+ Mài không tâm tiến dao ngang (h. 7.25) thường dùng để mài các trục ngắn, trục bậc, trục có các bề mặt định hình. Khi đó trục đã dẫn thường đặt song song với trục đá mài và có chuyển động tiến vào, lùi ra so với đá mài để cung cấp cho chi tiết chuyển động quay.

Mài không tâm có ưu điểm là không cần gia công lỗ tâm, độ cứng vững gá đặt cao hơn mài có tâm, không mất nhiều thời gian để gá đặt chi tiết, năng suất cao, dễ tự động hoá sản xuất. Nhược điểm là không mài được các mặt gián đoạn vì đá dẫn không đảm bảo cho chi tiết có chuyển động quay và tịnh tiến đều, nên lúc đó chi tiết dễ bị méo, thời gian điều chỉnh máy dài nên phương pháp này thường chỉ thích hợp trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.



Hình 7.25. Mài không tâm tiến dao ngang

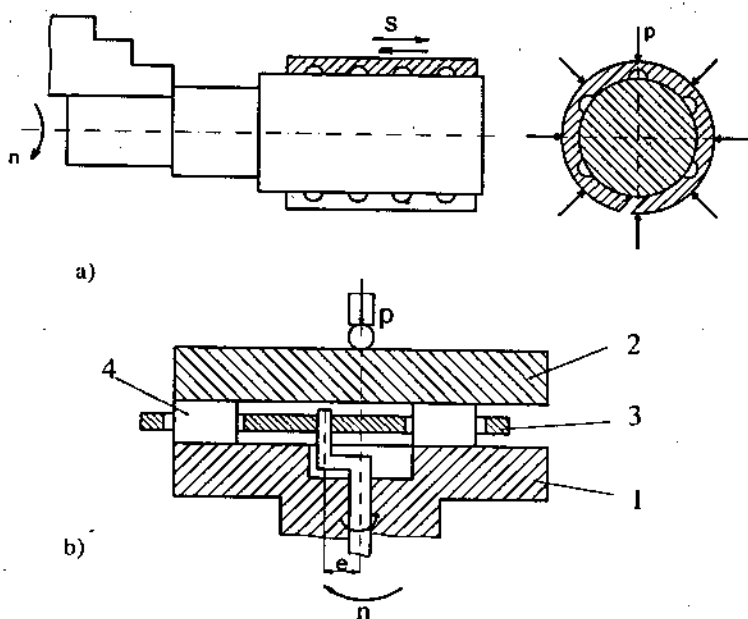
4. Gia công tinh lần cuối mặt trụ ngoài

a. Nghiền mặt trụ ngoài

Là một phương pháp gia công tinh lần cuối đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao. Tùy theo dụng cụ mang bột nghiền, có thể nghiền mặt trụ ngoài từng chiếc bằng bạc nghiền (hình 7.26 a) hoặc nghiền các mặt trụ ngoài trên đĩa nghiền (hình 7.26 b).

Nghiền theo sơ đồ hình 7.26 a, bạc nghiền được xẻ rãnh để có thể bóp lại được tạo áp lực nghiền, bên trong bạc nghiền có các rãnh xoắn để chứa bột nghiền. Các chuyển động khi gia công gồm chuyển động quay của chi tiết, bạc nghiền được giữ không quay mà chỉ thực hiện chuyển động tịnh tiến theo chiều dọc trục để các vết mài xoa đều trên bề mặt chi tiết hớt đi một lớp phoi mỏng nâng cao độ nhẵn bóng và độ chính xác gia công.

Nghiền theo sơ đồ hình 7.26 b, khi đó chi tiết 4 được gá nghiêng không hướng tâm trên đĩa cách 3 và tâm đĩa cách gá đặt lệch tâm một khoảng e so với tâm đĩa nghiền 1.



Hình 7.26. Nghiền mặt trụ ngoài.

a) Nghiền bằng bạc nghiền; b) Nghiền bằng đĩa nghiền.

Khi đĩa nghiền và đĩa cách quay, dưới áp lực nghiền từ đĩa trên (2), đĩa trên có thể đứng yên hoặc quay tròn ngược chiều với đĩa (1), chi tiết gia công 4 có thể quay quanh tâm của nó và chuyển động đi lại dọc theo rãnh trên đĩa cách tạo ra quỹ đạo chuyển động phức tạp của các hạt mài trong bột nghiền, nhờ đó đạt được độ nhẵn bóng bề mặt cao. Tùy theo kích thước hạt mài, áp lực và chế độ cắt khi nghiền mà chia ra nghiền thô, nghiền bán tinh và nghiền tinh.

Vận tốc khi nghiền thường không cao, nghiền thô $v = 30 \div 40$ m/ph, nghiền tinh $v = 25 \div 30$ m/ph, áp lực nghiền $p = 2 \div 4$ kG/cm².

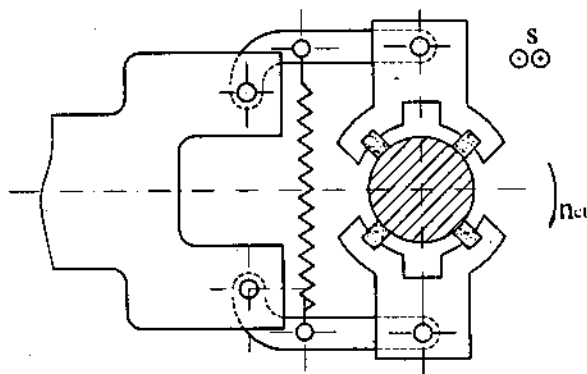
Lượng dư khi nghiền phụ thuộc vào yêu cầu chất lượng sau khi gia công, nhưng thường nhỏ từ $0,002 \div 0,05$ mm.

Do nghiền bằng hạt mài tự do, vận tốc và áp lực nghiền thấp, nên năng suất khi nghiền nói chung thấp.

b, Mài khôn mặt trụ ngoài: là phương pháp gia công tinh mặt trụ ngoài, so với mài khôn lỗ, mài khôn mặt trụ ngoài được sử dụng ít hơn.

Khi khôn, người ta sử dụng đầu khôn (h. 7.27), có gắn các thanh đá với độ hạt rất mịn, lượng dư khi gia công thường nhỏ ($0,03 \div 0,2$ mm) tùy thuộc vào vật liệu và kích thước đường kính chi tiết gia công. Các chuyển động khi mài khôn bao gồm chuyển động quay của chi tiết trục với vận tốc từ $45 \div 75$

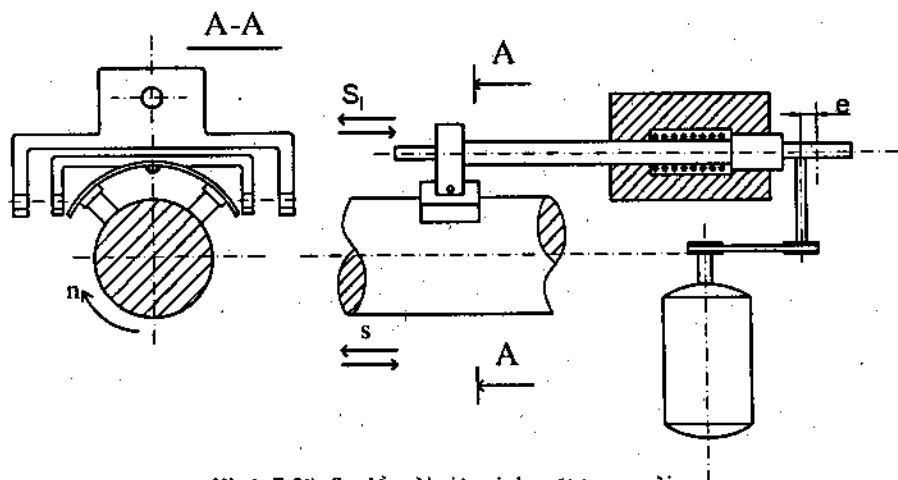
m/ph (giá trị cận dưới dùng cho thép, giá trị cận trên dùng cho kim loại màu), chuyển động tịnh tiến dọc trục của đầu đá với tốc độ $10 \div 22$ m/ph, chất lượng bề mặt sau khi gia công đạt $R_a 0,05 \div 0,5 \mu m$.



Hình 7.27. Mài khôn mặt trụ ngoài.

4. Mài siêu tinh mặt trụ ngoài

Là một phương pháp gia công tinh lần cuối đạt chất lượng gia công cao. Khi mài siêu tinh mặt trụ ngoài, người ta sử dụng hai hay nhiều thanh đá mịn được ghép trên một đầu mài (h. 7. 28).



Hình 7.28. Sơ đồ mài siêu tinh mặt trụ ngoài.

Ngoài chuyển động tịnh tiến đi lại có giá trị $0,1$ mm/vòng và chuyển động quay của chi tiết ($6 \div 30$ m/ph), còn có thêm chuyển động lắc ngấn dọc trục với tần số cao ($500 \div 2000$ hành trình kép/phút) với biên độ nhỏ ($1,5 \div 6$ mm) nhờ một cơ cấu lệch tâm và trên bề mặt gia công được tưới dung dịch trơn nguội. Nhờ có chuyển động phức tạp như vậy nên các vết cắt mới xoá đều lên nhau làm cho độ nhẵn bóng bề mặt cao, có thể đạt $R_a = 0,1 \div 0,025 \mu m$.

Do áp lực khi gia công thấp ($0,05 \div 2,5 \text{ kg/cm}^2$) nên lượng dư gia công rất nhỏ ($5 \div 7 \mu\text{m}$), lượng dư cho mài siêu tinh phụ thuộc vào độ nhám bề mặt trước khi gia công và yêu cầu sau khi gia công.

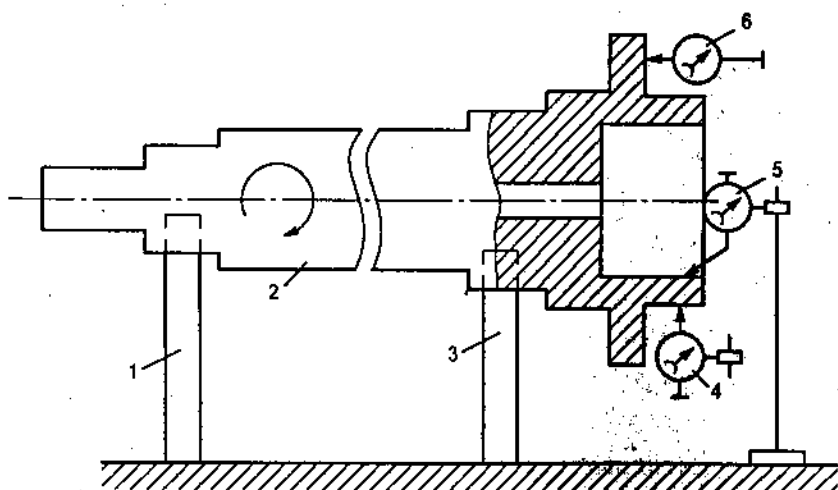
Ví dụ: Yêu cầu đạt $R_{z0,1}$, nếu trước khi mài siêu tinh đạt $R_{a0,32}$ thì lượng dư gia công là $8 \div 10 \mu\text{m}$, còn nếu trước khi mài siêu tinh đạt $R_{a0,16}$ thì lượng dư gia công là $3 \div 5 \mu\text{m}$.

7.3. KIỂM TRA TRỤC

Đối với các bề mặt trụ ngoài thường phải kiểm tra kích thước, độ nhám bề mặt, hình dáng hình học các bề mặt, độ không đồng tâm của các bậc trục, độ đảo mặt đầu vai trục...

Kiểm tra kích thước bao gồm kích thước đường kính và chiều dài các bậc trục, kích thước then, then hoa... trên trục. Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ có thể dùng thước cặp hoặc panme tùy theo dung sai các kích thước này so với vạch chia trên dụng cụ đo. Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối thường dùng calíp hoặc các đồ gá kiểm tra chuyên dùng.

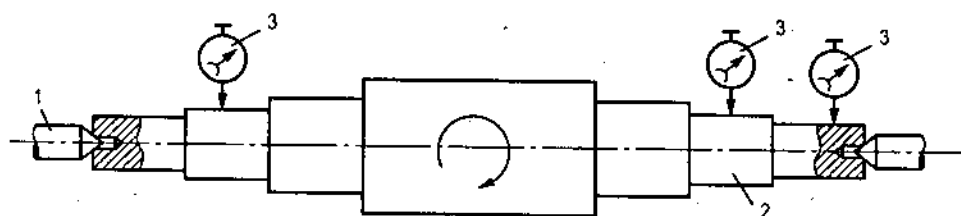
Đối với các trục bậc phải kiểm tra độ đồng tâm giữa các bậc trục, độ đảo mặt đầu vai trục, độ đồng tâm giữa lỗ và đường kính ngoài (đối với trục có lỗ). Gá đặt khi kiểm tra có thể thực hiện theo hai cách :



Hình 7.29. Gá đặt trên khối V khi kiểm tra trục
1, 3. Khối V; 2. Chi tiết; 4, 5, 6. Đồng hồ so.

- Cách thứ nhất là chỉ tiết được gá đặt trên hai khối V gắn vào hai cổ trục, đồng hồ so tỳ vào cổ trục cần đo (h. 7.29). Chuẩn để kiểm tra là hai cổ trục (khi đó sai số hình dáng như độ óvan của hai cổ trục trong phạm vi dung sai cho phép), khi quay chỉ tiết một vòng, trị số chênh lệch trên đồng hồ so thể hiện độ không đồng tâm của các bề mặt so với các cổ trục. Khi kiểm tra độ đảo mặt đầu vai trục (đồng hồ so 6) cần tỳ thêm vai trục vào mặt đầu khối V (3) trước khi quay để kiểm tra.

- Cách thứ hai là gá đặt chỉ tiết trên hai mũi tâm của một đồ gá chuyên dùng, khi đó đồng hồ so được gá đặt trên tất cả các cổ trục để khi đo có thể đánh giá độ không đồng tâm của các bậc trục so với cổ trục (h. 7.30).



Hình 7.30. Gá đặt trên hai mũi tâm khi kiểm tra trục.

1. Mũi tâm ; 2. Chỉ tiết ; 3. Đồng hồ so.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 7

1. Nêu các yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của mặt trụ ngoài trên các chỉ tiết dạng trục.
2. Nêu các phương pháp gia công thô và tinh mặt trụ ngoài.
3. Nêu các phương pháp lăn ép mặt trụ ngoài.
4. Nêu các phương pháp mài mặt trụ ngoài (nội dung, ưu nhược điểm, phạm vi sử dụng của từng phương pháp).
5. Nêu các phương pháp gia công tinh lần cuối mặt trụ ngoài (mài nghiền, mài khôn, mài siêu tinh mặt trụ ngoài).
6. Nêu các phương pháp kiểm tra trục sau khi gia công.

Chương 8

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG LỖ

8.1. KHÁI NIỆM, PHÂN LOẠI VÀ CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT

Trong chế tạo máy đa số các loại chi tiết đều có lỗ cần gia công. Việc chọn công nghệ gia công lỗ phụ thuộc vào đặc điểm hình dạng, kích thước, độ chính xác và yêu cầu về chất lượng bề mặt của lỗ. So với gia công mặt trụ ngoài thì gia công lỗ gặp nhiều khó khăn hơn vì dụng cụ gia công phải chọn theo lỗ, do đó dụng cụ thường có độ cứng vững thấp hơn, vị trí làm việc và dẫn hướng dụng cụ khó khăn hơn, không thể quan sát được quá trình cắt gọt đang xảy ra.

Để thuận tiện hơn trong việc xác định giải pháp công nghệ khi gia công lỗ, thường người ta tiến hành phân loại lỗ theo đường kính (d), chiều sâu lỗ (l), độ chính xác và chất lượng bề mặt gia công. Theo tỉ lệ giữa (l/d) có thể chia ra : lỗ ngắn khi $l/d < 0,5$, lỗ thường khi $0,5 < l/d < 3$, lỗ dài khi $3 < l/d < 10$ và lỗ sâu khi $l/d > 10$.

Độ chính xác của các lỗ gia công bao gồm độ chính xác kích thước đường kính, chiều dài, hình dáng của lỗ, độ thẳng của đường tâm lỗ, độ vuông góc của đường tâm lỗ và mặt đầu, vị trí của lỗ so với mặt ngoài hoặc so với các lỗ khác. Tùy theo yêu cầu sử dụng, đường kính các lỗ có thể đạt cấp chính xác từ cấp 10 + 6, sai số hình dáng nhỏ hơn dung sai đường kính lỗ.

Độ nhám bề mặt lỗ chính xác $R_{a2,5}+0,63$ đôi khi cần đạt $R_{a0,32}+0,16$.

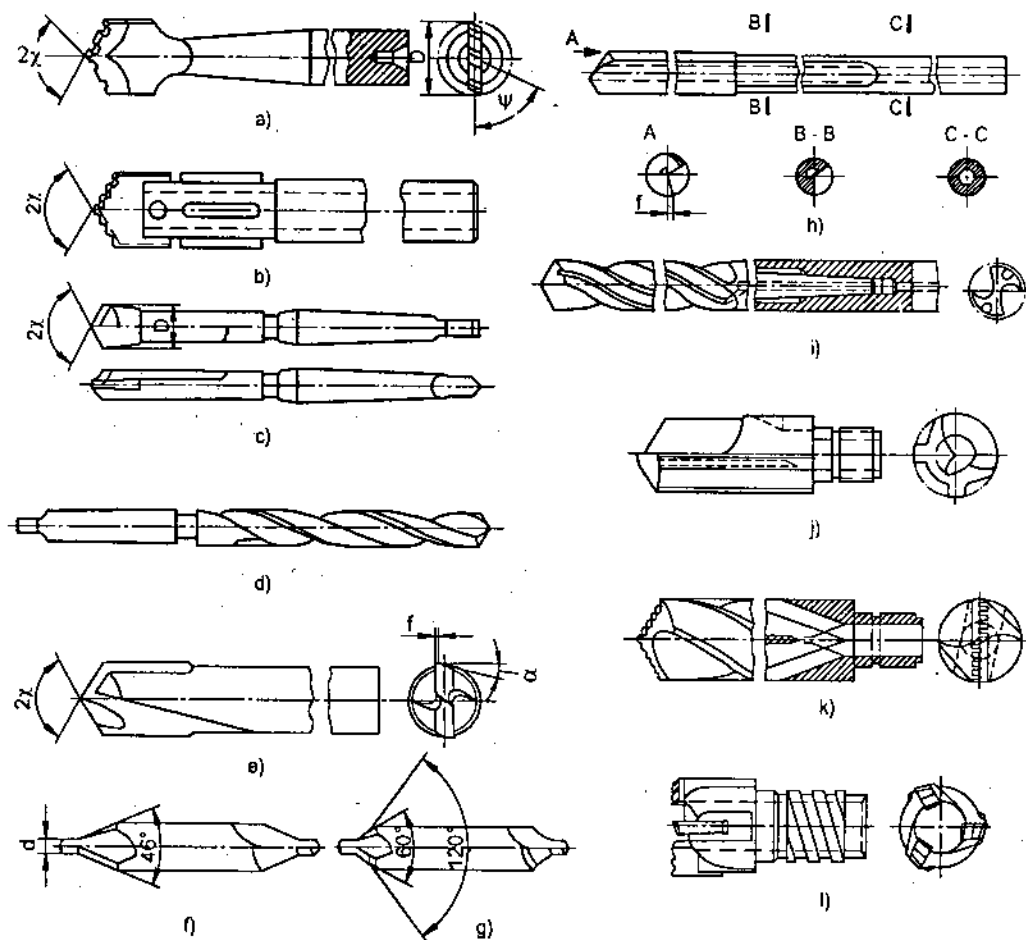
Thông thường các lỗ bắt bu lông, lỗ ren... có độ chính xác không cao, chỉ cần khoan là đủ ; với các lỗ có sẵn (đúc, dập sẵn) thường dùng khoét lỗ, tiện lỗ để sửa những sai lệch vị trí của lỗ ; với những lỗ chính xác cao, chưa có lỗ sẵn sau khi khoan tùy theo yêu cầu chất lượng có thể khoét, doa, tiện rộng lỗ hoặc chuốt lỗ, mài lỗ, các lỗ có yêu cầu chất lượng cao sau đó còn mài nghiền lỗ, mài khôn lỗ...

8.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG LỖ

1. Khoan lỗ

Khoan là một phương pháp gia công lỗ trên vật liệu đặc. Dụng cụ để khoan thường là mũi khoan ruột gà, kết cấu mũi khoan đã được tiêu chuẩn

hoá. Chuôi mũi khoan có hai loại chuôi trụ và chuôi côn, loại chuôi côn có độ chính xác khi gia công cao hơn so với loại chuôi trụ (h. 8.2 b).

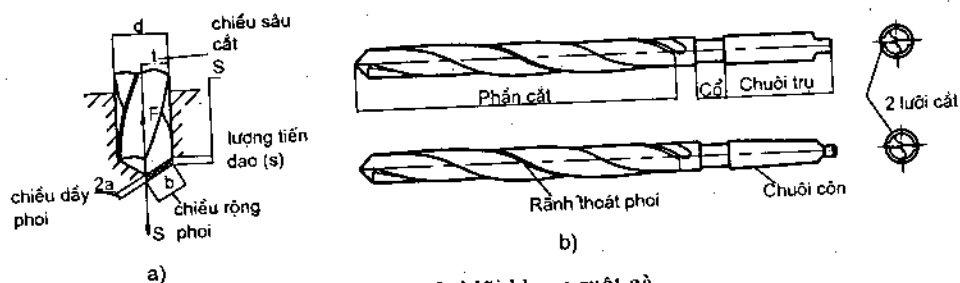


Hình 8.1. Các loại mũi khoan.

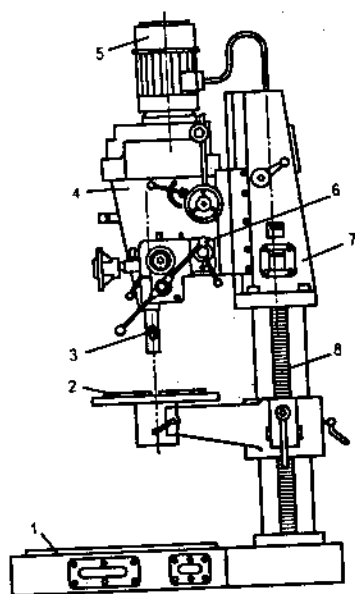
a, b, c) Mũi khoan có gắn lưỡi cắt; d) Mũi khoan ruột gà, chuôi côn; e) Mũi khoan chuôi trụ; f. Mũi khoan tâm; h) Mũi khoan nông súng; i, j, k, l) Mũi khoan có lỗ cấp dung dịch trơn nguội.

Khoan được thực hiện trên nhóm máy khoan (khoan bàn, khoan đứng, khoan cần) và trên các máy doa, máy tiện, máy phay...

Hình 8.3 giới thiệu sơ đồ máy khoan đứng, mũi khoan được lắp vào lỗ côn của trục chính 3, thông qua hộp số 4 được dẫn động bởi động cơ 5 thực hiện chuyển động chính khi quay và chuyển động tiến dao lên xuống. Chi tiết gia công được gá đặt trên bàn 2 có thể điều chỉnh lên xuống nhờ thanh răng 8.



Hình 8.2. Mũi khoan ruột gà
a) Sơ đồ cắt khi khoan; b) Mũi khoan ruột gà.

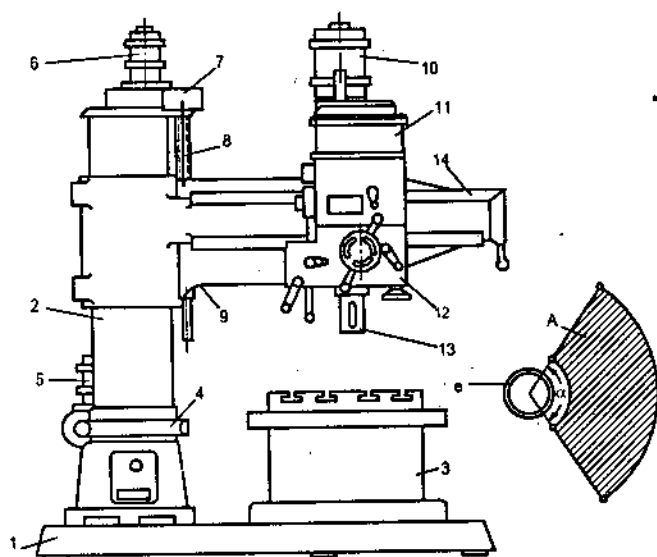


Hình 8.3. Máy khoan đứng

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Bộ máy; | 5. Động cơ điện; |
| 2. Bàn gá chi tiết; | 6. Tay quay; |
| 3. Trục chính; | 7. Thân đầu máy |
| 4. Hộp số; | 8. Thanh răng. |

Hình 8.4 giới thiệu sơ đồ máy khoan cần. Mũi khoan được lắp vào lỗ côn của trục chính 13, được dẫn động bởi động cơ 10 qua hộp tốc độ 11 thực hiện chuyển động cắt khi quay và chuyển động tiến dao qua hộp chạy dao 12. Đầu khoan có thể di trượt dọc theo sống trượt 14 của cần khoan và có thể lên xuống trên trụ đứng 2 nhờ vít me 8 được dẫn động bằng động cơ 6. Chi tiết được gá đặt trên bàn 3.

Khoan có thể gia công lỗ có đường kính đến 80 mm. Nhưng do lực tiến dao khi khoan lớn mà kết cấu máy khoan chưa đảm bảo độ cứng vững nền với lỗ lớn hơn $\Phi 35$ mm thường chia làm một vài lần cắt với mũi khoan có đường kính tăng dần cho tới khi đạt kích thước cần thiết. Ngược lại khi khoan lỗ nhỏ, mũi khoan yếu, dễ gãy, khi đó nên dùng số vòng quay mũi khoan lớn và lượng tiến dao nhỏ. Để gia công lỗ thường ($l/d < 5$) dùng mũi khoan lớn và lượng tiến dao nhỏ. Để gia công lỗ sâu thường dùng mũi khoan đặc biệt (mũi khoan nòng súng) có độ cứng vững cao, bảo đảm độ chính xác đường tâm lỗ.



Hình 8.4. Máy khoan cần

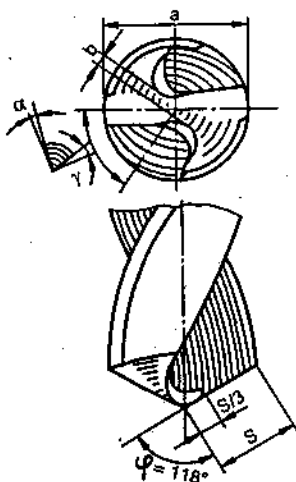
1. Bệ máy; 2. Trụ đứng;
3. Bàn gá đặt chi tiết;
4. Cơ cấu quay;
5. Động cơ quay cần;
6. Động cơ điện;
7. Cơ cấu dẫn động;
8. Vít me; 9. Cán khoan;
10. Động cơ điện;
11. Hộp tốc độ;
12. Hộp chạy dao;
13. Trục chính;
14. Sóng trượt.

Do nhiều nguyên nhân như kết cấu mũi khoan chưa đủ cứng vững, có lưỡi cắt ngang, việc chế tạo và mài mũi khoan chưa đạt yêu cầu nên độ chính xác khi khoan thấp chỉ đạt cấp $12 \div 13$, $R_z 40 \div 80$, vì vậy khoan chỉ dùng gia công các lỗ lắp bu lông, lỗ trước khi cắt ren, lỗ trên vật liệu đặc để chuẩn bị cho các bước gia công tinh lỗ tiếp theo.

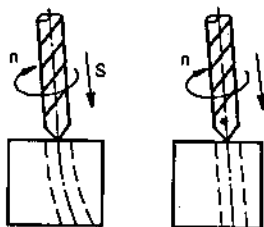
Để nâng cao độ chính xác khi khoan ngoài những yêu cầu đảm bảo về độ chính xác của máy, độ chính xác khi chế tạo và mài dụng cụ, cần áp dụng các biện pháp sau :

- Giảm bớt lực chiều trục và mômen cắt khi khoan bằng cách giảm bớt chiều dài lưỡi cắt ngang khi mài sắc mũi khoan (h. 8.5).

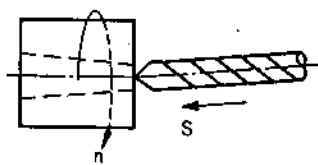
- Khoan lỗ bằng cách cho chi tiết quay, mũi khoan chỉ thực hiện chuyển động tiến dao như khoan trên máy tiện. Khi khoan trên máy khoan, mũi khoan vừa quay vừa tịnh tiến, do mũi khoan kém cứng vững và mài sắc không đều nên lỗ khoan dễ bị nghiêng hoặc bị lệch (h. 8.6) ; khi khoan trên máy tiện, mũi khoan chỉ tịnh tiến, chi tiết khi quay sẽ định tâm mũi khoan, lỗ sau khi khoan chỉ có sai lệch hình dáng (h. 8.7).



Hình 8.5. Mài mũi khoan để giảm lưỡi cắt ngang (b)



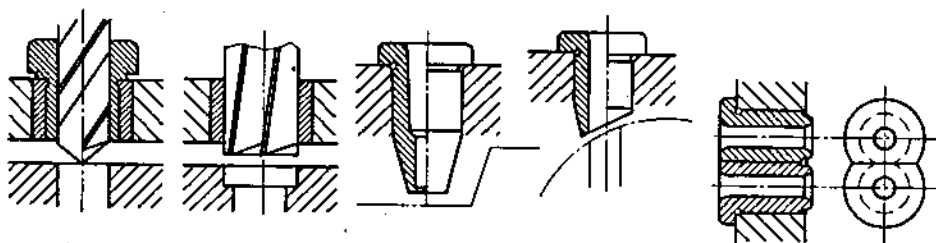
Hình 8.6. Lỗ nghiêng khi khoan trên máy khoan



Hình 8.7. Lỗ có sai số hình dáng khi khoan trên máy tiện

- Khi khoan lỗ nhỏ, có thể dùng mũi khoan to, ngắn có độ cứng vững cao để khoan mỗi trước, định tâm cho mũi khoan nhỏ sau.

- Khoan trên máy khoan nên dùng bạc dẫn hướng cho mũi khoan (h. 8.8).



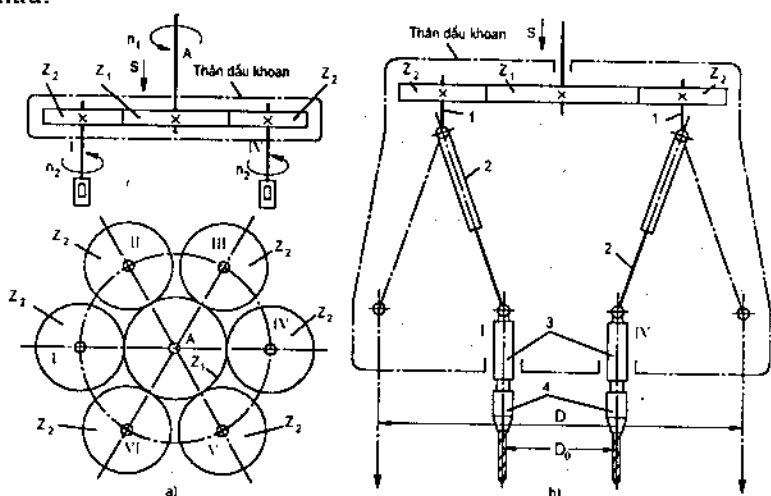
Hình 8.8. Bạc dẫn hướng khi khoan.

Để nâng cao năng suất khi khoan có thể áp dụng các biện pháp sau :

- Chế tạo và mài mũi khoan có kết cấu hợp lý. Hình 8.9 giới thiệu kết cấu mũi khoan có hai bậc để khoan cùng một lỗ có hai đường kính khác nhau.



Hình 8.9. Mũi khoan có hai bậc



Hình 8.10. Đầu khoan nhiều trục.

a) Đầu khoan 6 trục (I - VI) cố định; b) Đầu khoan nhiều trục có thể thay đổi vị trí.

- Dùng đồ gá có cơ cấu dẫn hướng để giảm thời gian gá đặt, tăng chế độ cắt mà vẫn bảo đảm độ chính xác khi khoan.

- Sử dụng các đầu khoan nhiều trục để gia công nhiều lỗ cùng một lúc trong sản xuất hàng loạt (h. 8.10).

2. Khoét lỗ

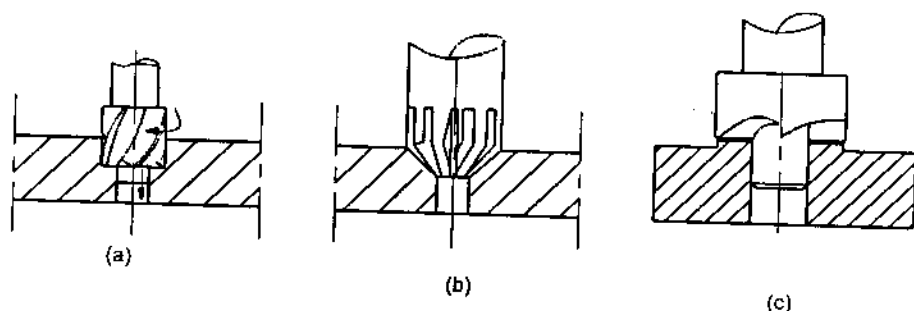
Khoét lỗ là phương pháp gia công lỗ thường dùng trong các trường hợp sau:

+ Khoét để nâng cao độ chính xác của lỗ sau khi khoan, lỗ sau khi khoét có thể đạt cấp chính xác $9 \div 11$, độ nhám $Rz10 \div Rz5$.

+ Khoét là bước trung gian sau khi khoan và trước khi doa để đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao hơn.

+ Khoét dùng để gia công mở rộng các lỗ có sẵn (đúc, dập sẵn), vì dao khoét có nhiều lưỡi cắt, có độ cứng vững cao và có thể sửa được sai lệch về vị trí tương quan của lỗ có sẵn.

+ Ngoài ra khoét còn dùng để khoả mặt đầu, khoét bậc, vát côn (h. 8.11).



Hình 8.11. Các sơ đồ khoét

a) Khoét bậc; b) Khoét côn; c) Khoả mặt đầu.

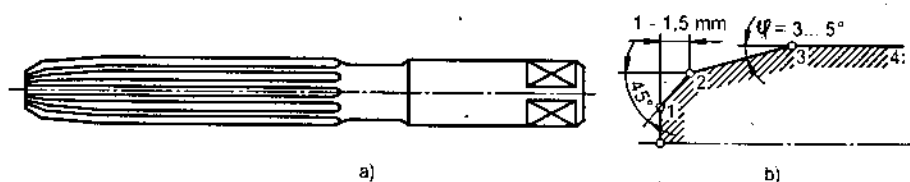
Để nâng cao độ chính xác khi khoét, người ta thường dùng bậc dẫn hướng hoặc dùng dao khoét có chốt dẫn hướng trên dao.

3. Doa lỗ

Doa là phương pháp gia công tinh lỗ sau khi khoan hoặc sau khi khoan và khoét. Doa có thể đạt cấp chính xác $9 \div 7$ có khi tới cấp 6, $R_a = 6,3 \div 1,25 \mu m$ có khi đạt tới $0,63 \mu m$.

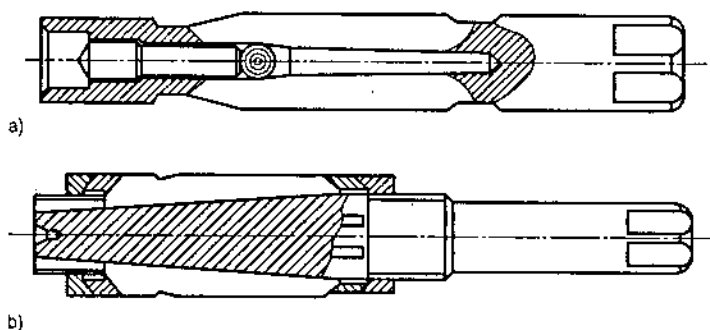
Dao doa có độ cứng vững cao, các lưỡi cắt bố trí không đối xứng nên tránh được hiện tượng rung động. Dao doa có hai loại: doa tay và doa máy. Dao doa tay: loại chuỗi dao có đầu vuông (h. 8.12) để lắp tay quay; loại doa tăng (h. 8.13) có thể điều chỉnh kích thước đường kính bằng ren vít. Dao doa

máy có loại có lỗ để lắp vào trục dao và loại chuỗi côn lắp vào trục chính của máy (h. 8.14 a,b). Dao doa có thể có răng liền hoặc răng chấp (h. 8.15).



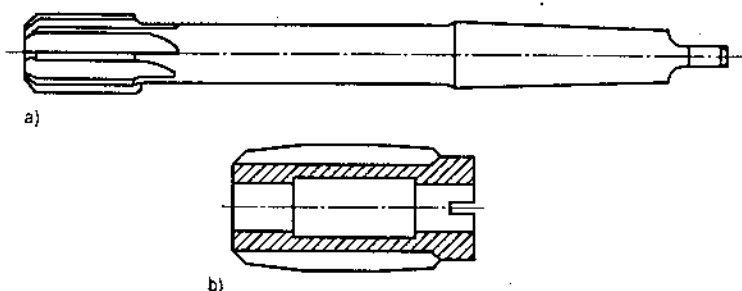
Hình 8.12. Dao doa tay

a) Dao doa tay; b) Biên dạng lưỡi cắt.



Hình 8.13. Dao doa tắng.

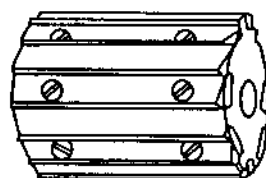
a) Điều chỉnh bằng vít ; b) Điều chỉnh bằng đai ốc.



Hình 8.14. Dao doa máy

a) Dao doa máy có chuỗi côn; b) Dao doa máy có lỗ

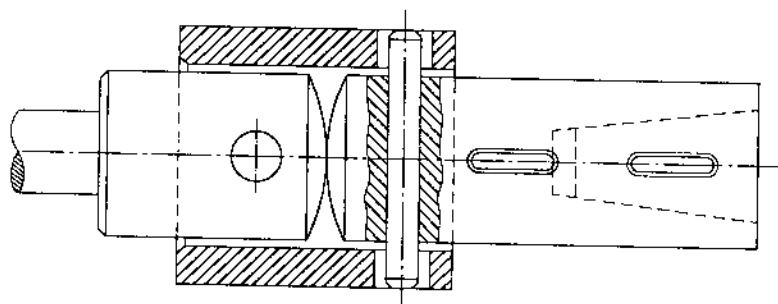
Khi doa lỗ, việc xác định lượng dư cần được hết sức chú ý, nếu lượng dư quá lớn dao chịu tải nhiều, do đó dao chóng mòn, nếu lượng dư nhỏ quá, dao dễ bị trượt, kẹt ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt. Thông thường với các lỗ $\Phi 5 \div \Phi 80$ mm, chọn lượng dư khi doa thô khoảng $0,2 \div 0,4$ mm, khi doa tinh khoảng $0,05 \div 0,15$ mm.



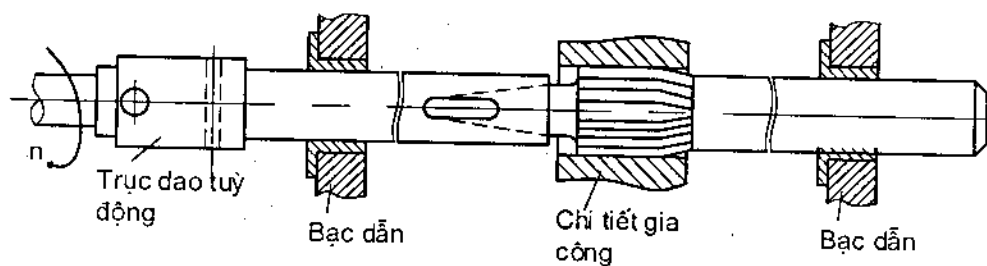
Hình 8.15. Dao doa có răng chấp

Khi doa thường sử dụng tốc độ cắt thấp ($8 + 10$ m/ph) và lượng tiến dao lớn $0,8 + 1,5$ mm/vòng (khi doa thép), $1,7 + 3$ mm/vg (khi doa gang).

Dao doa khi lắp vào trục chính máy thường dễ xảy ra hiện tượng lay rộng lỗ do nhiều nguyên nhân như : do độ không đồng tâm giữa trục dao doa và trục chính của máy; do mài dao doa không đều, xuất hiện hiện tượng lẹo dao ở một số lưỡi cắt. Để tránh hiện tượng trên, ngoài khắc phục các nguyên nhân, thường trục dao doa được lắp tuý động (h. 8.16), dao doa khi đó được định hướng theo lỗ gia công. Để đảm bảo độ chính xác khi doa tuý động, người ta sử dụng bạc dẫn hướng trục dao (h. 8.17).



Hình 8.16. Trục dao doa tuý động

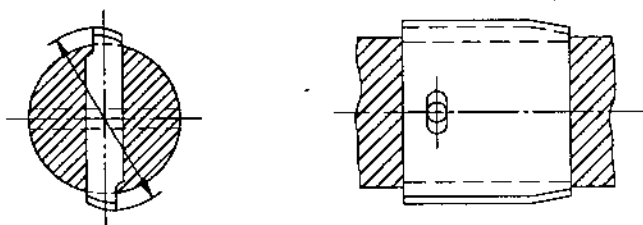


Hình 8.17. Bạc dẫn hướng khi doa lắp tuý động.

Ngoài dùng trục dao tuý động, còn có thể dùng dao doa tuý động, dao doa tuý động thường có hai lưỡi, lưỡi dao có khả năng xê dịch ít nhiều theo hướng kính để tự lựa theo lỗ gia công (h. 8.18).

Doa thường chỉ dùng gia công các lỗ tiêu chuẩn, không nên doa các lỗ quá lớn ($\Phi > 80$ mm), lỗ phi tiêu chuẩn, lỗ ngắn, lỗ có rãnh dọc, lỗ có vật liệu quá cứng hoặc quá mềm.

Năng suất khi doa không cao; dao doa chế tạo phức tạp; yêu cầu về độ chính xác, độ mòn của dao doa khắt khe, cho nên chỉ dùng doa khi cần thiết.



Hình 8.18. Dao doa tuý động.

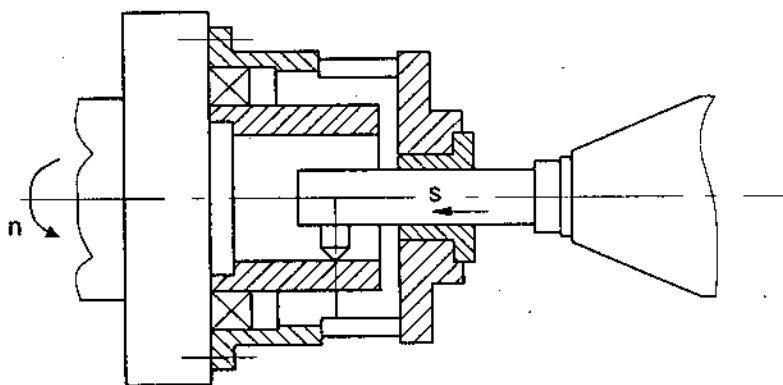
4. Tiện lỗ

Tiện lỗ là phương pháp thường dùng để gia công các lỗ có sẵn khi tạo phôi (lỗ rèn, đúc sẵn), các lỗ phi tiêu chuẩn, lỗ lớn, lỗ ngắn. Vì khi gia công những lỗ nhỏ, dài, kích thước dao tiện lỗ bị giới hạn bởi kích thước lỗ gia công nên độ cứng vững của trục dao thấp.

Tiện lỗ tùy thuộc vào hình dạng và kích thước chi tiết, có thể thực hiện theo một trong hai cách :

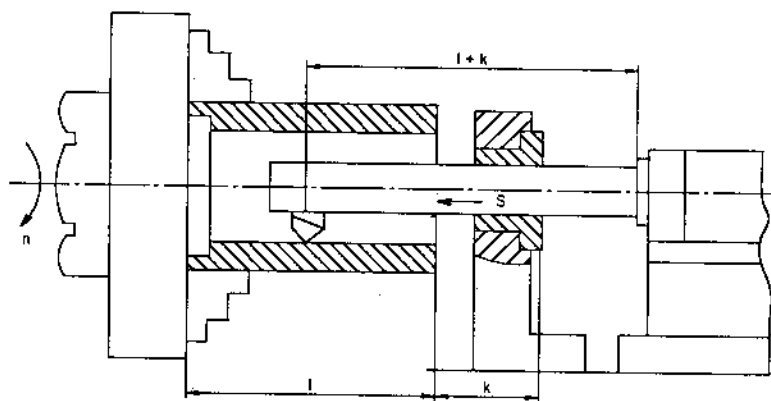
+ Cách thứ nhất là chi tiết quay, dao thực hiện chuyển động tiến dao, cách này thường dùng trên các máy tiện vạn năng, tiện đứng, tiện rơ-vôn-ve...

+ Cách thứ hai là chi tiết đứng yên, dao quay kết hợp với tiến dao thường dùng trên các máy doa.



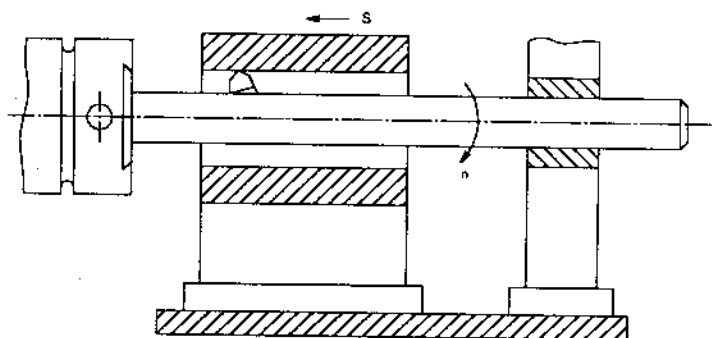
Hình 8.19. Cơ cấu dẫn hướng trên đồ gá khi tiện lỗ.

Để nâng cao độ chính xác và chất lượng bề mặt khi tiện lỗ, người ta thường dùng bạc dẫn hướng để nâng cao độ cứng vững của trục dao. Trên máy tiện, bạc dẫn hướng có thể gá đặt trên đồ gá (h. 8.19) hoặc trên máy (h. 8.20) và điều chỉnh để đường tâm trục dao trùng với tâm quay của chi tiết.

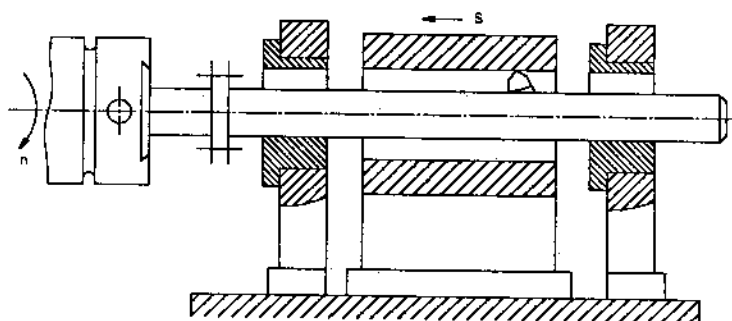


Hình 8.20. Cơ cấu dẫn hướng lắp trên máy khi tiện lỗ

Trên máy doa, trục dao có thể dẫn hướng một phía (h. 8.21) hoặc dẫn hướng hai phía (h. 8.22). Khi dẫn hướng hai phía, trục dao được lắp tùy động.



Hình 8.21. Trục dao dẫn hướng một phía

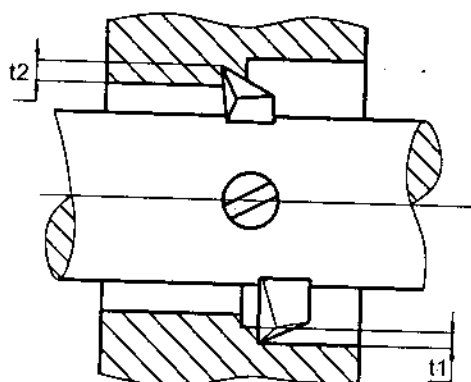


Hình 8.22. Trục dao tùy động được dẫn hướng hai phía

Khi tiện lỗ để giảm bớt ảnh hưởng của lực cắt có thể bố trí hai dao đối xứng nhau (h. 8.23).

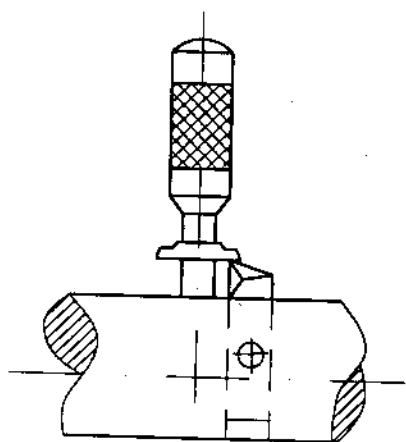
Tiện lỗ trên máy tiện tương tự như khi tiện mặt trụ ngoài, nhưng dao tiện lỗ thường có góc sau lớn hơn so với dao tiện ngoài và thường gá dao cao hơn

tâm của chi tiết để giảm bớt khả năng gây rung động và cọ xát mặt sau của dao vào mặt gia công.

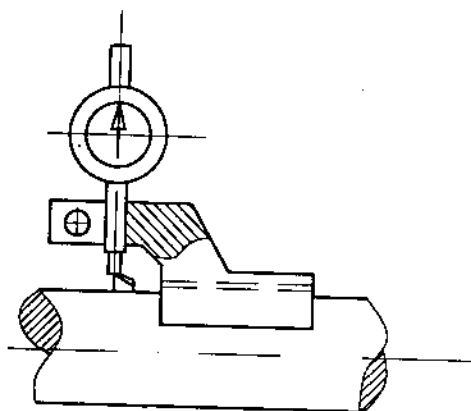


Hình 8.23. Trục dao lắp hai dao chia theo chiều sâu cắt

Dao tiện lỗ lắp trên trục dao sau khi điều chỉnh được giữ chặt bằng ren vít. Điều chỉnh dao cho kích thước đường kính lỗ có thể kiểm tra bằng pan-me (h. 8.24) hoặc bằng đồng hồ so (h. 8.25).



Hình 8.24. Điều chỉnh dao bằng pan-me



Hình 8.25. Điều chỉnh dao bằng đồng hồ so

5. Chuốt lỗ

Chuốt lỗ là phương pháp gia công lỗ đạt độ chính xác và chất lượng bề mặt cao (độ chính xác cấp 7 (6), $R_a 1,2+1,3\mu m$), năng suất cao do nhiều lưỡi cắt cùng tham gia cắt gọt và không mất thời gian cho việc đo, điều chỉnh dao như các phương pháp gia công khác.

Chuyển động cắt của chuốt rất đơn giản, thường chỉ có chuyển động thẳng. Chuốt có thể là chuốt đẩy (h. 8.26b) hoặc chuốt kéo (h. 8.26a).

The diagram shows a mechanical assembly with the following components and dimensions:

- Phần kẹp** (Clamping part) with length l_1
- Phần cổ dao** (Tool neck) with length l_2
- Phần dẫn hướng** (Guide part) with length l_3
- Phần cắt** (Cutting part) with length l_4
- Phần sửa đưng** (Repair part) with length l_5
- Phần dẫn hướng** (Guide part) with length l_6

119

Khi chuốt, các lưỡi cắt cùng tham gia vào cắt nên lực chuốt rất lớn, vì thế không nên chuốt các lỗ thành mỏng, thành dày không đều, vì khi chuốt, lỗ rất dễ bị biến dạng.

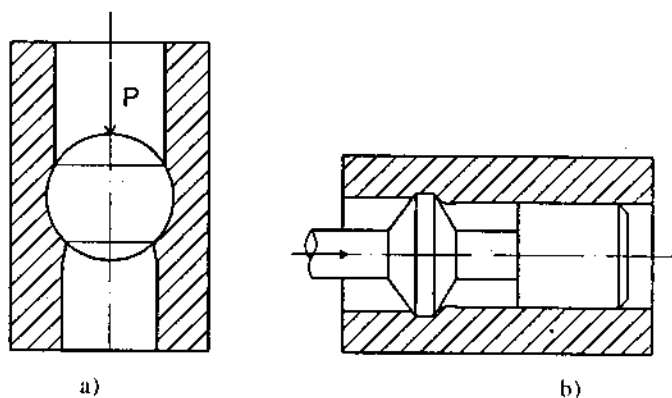
Chuốt không sửa được sai lệch về vị trí tương quan của lỗ, vì thế trước khi chuốt lỗ cần phải gia công lỗ đạt chính xác về vị trí tương quan.

6. Nong ép lỗ

Nong ép lỗ là phương pháp gia công lỗ dựa trên hiện tượng biến dạng dẻo bề mặt gia công ở trạng thái nguội, bảo đảm bề mặt sau khi gia công đạt chất lượng cao, độ bền chắc, độ cứng bề mặt được nâng cao.

Khi nong lỗ người ta dùng dụng cụ : bi, chày nong một nấc hoặc nhiều nấc có độ cứng cao $62 \div 64$ HRC được ép qua lỗ (h. 8.29). Lỗ sau khi nong có thể đạt độ chính xác cấp 7, $Ra = 0,4 \div 0,2 \mu m$.

Khi nong lỗ, việc xác định lượng dư nong để chọn kích thước dụng cụ là một vấn đề khó, thường xác định bằng thực nghiệm vì nó có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng gia công.



Hình 8.29. Nong lỗ

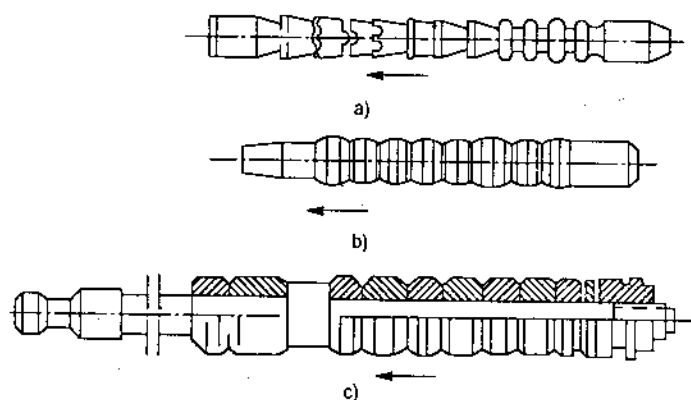
a) Nong lỗ bằng bi; b) Nong lỗ bằng chày nong.

Ngoài chày nong một nấc, người ta còn sử dụng chày nong nhiều nấc (h. 8.30). Chày nong nhiều nấc có các loại :

- Chày tổ hợp các lưỡi cắt và các vòng nong.
- Chày nong nhiều nấc chế tạo thành một dụng cụ liên khối.
- Chày nong nhiều nấc ghép từ các vòng nong với nhau.

Loại a): các lưỡi cắt phía trước tương tự như dao chuốt lỗ, các vòng nong được đặt ngay phía sau. Thường có $4 \div 6$ vòng nong, vòng sau lớn hơn vòng trước từ $0,02 \div 0,04$ mm là các vòng nong ép, sau đó có thêm các vòng nong sửa đúng.

Loại b, c): gồm nhiều vòng nong liên hoặc ghép lại để có thể thay thế khi cần. Các vòng nong cuối cùng thường có kích thước lớn hơn kích thước lỗ cần đạt để bù lượng biến dạng đàn hồi của lỗ sau khi nong, giá trị của lượng lớn hơn này phụ thuộc vào lượng dư và tính chất của vật liệu gia công.



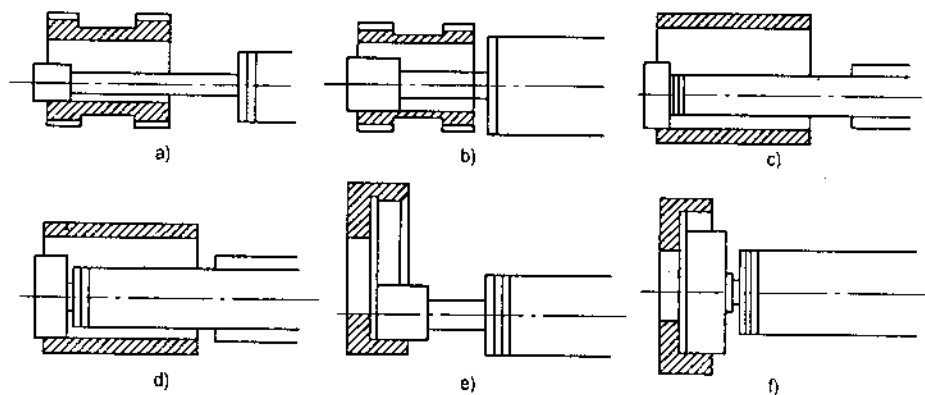
Hình 8.30. Các loại chày nong nhiều nấc

7. Mài lỗ

Mài lỗ là phương pháp gia công tinh các lỗ có yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao. Mài lỗ có thể đạt cấp chính xác 7 - 6, $Ra = 3,2 - 0,2 \mu m$.

Chuyển động cắt và bản chất của quá trình mài lỗ tương tự như mài tròn ngoài nhưng phạm vi sử dụng hạn chế nhiều so với mài tròn ngoài, vì kích thước của đá mài lỗ bị khống chế bởi kích thước lỗ gia công.

Để đảm bảo độ chính xác, chất lượng bề mặt khi gia công cũng như năng suất, trục đá và đá mài cần chọn đủ lớn để đảm bảo độ cứng vững khi gia công. Đường kính đá mài thường chọn từ $0,7 \div 0,9$ đường kính lỗ gia công.



Hình 8.31. Chọn đường kính đá theo lỗ gia công

a, c, e) Không nên chọn; b, d, f) Nên chọn.

Mài lỗ có thể thực hiện trên các máy mài lỗ, máy mài tròn vạn năng, máy mài lỗ không tâm ...

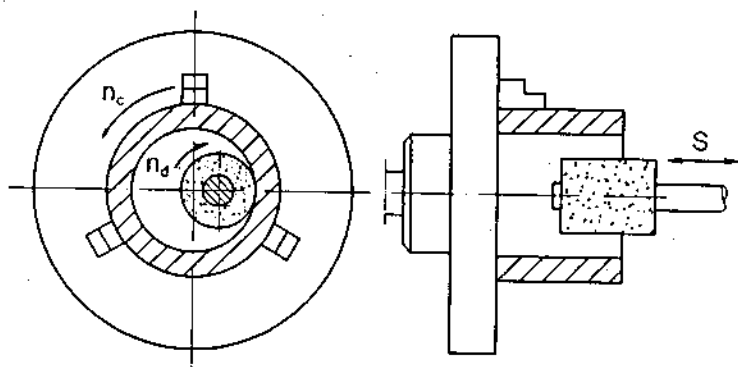
Mài lỗ thường dùng trong các trường hợp sau :

- + Mài các lỗ có độ cứng cao (lỗ đã qua tôi).
- + Mài các lỗ lớn, lỗ phi tiêu chuẩn, lỗ có kết cấu không thuận tiện cho các phương pháp gia công khác và có yêu cầu độ chính xác cao.
- + Mài các lỗ cần sửa lại sai lệch về vị trí tương quan của lỗ do các nguyên công trước để lại.

Mài lỗ có hai phương pháp : mài lỗ có tâm và mài lỗ không tâm.

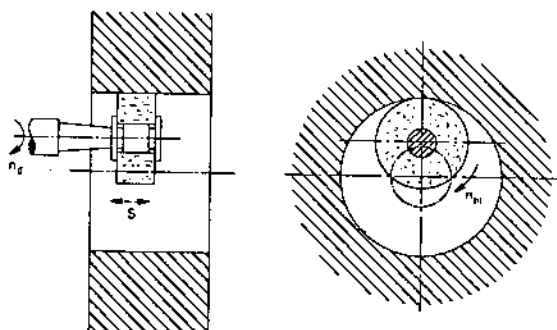
a) *Mài lỗ có tâm*: có hai cách thực hiện là chi tiết quay và chi tiết đứng yên.

* *Chi tiết quay*: Thông thường các chi tiết nhỏ dạng tròn xoay dễ gá trên mâm cặp như: đĩa, bạc, bánh răng thường được dùng theo cách thứ nhất (h. 8.32). Khi đó chuyển động quay của chi tiết ngược chiều với chuyển động quay của đá mài. Ngoài ra còn chọn chiều rộng của đá, lượng tiến dao dọc và lượng tiến dao ngang.



Hình 8.32. Mài lỗ với chi tiết quay

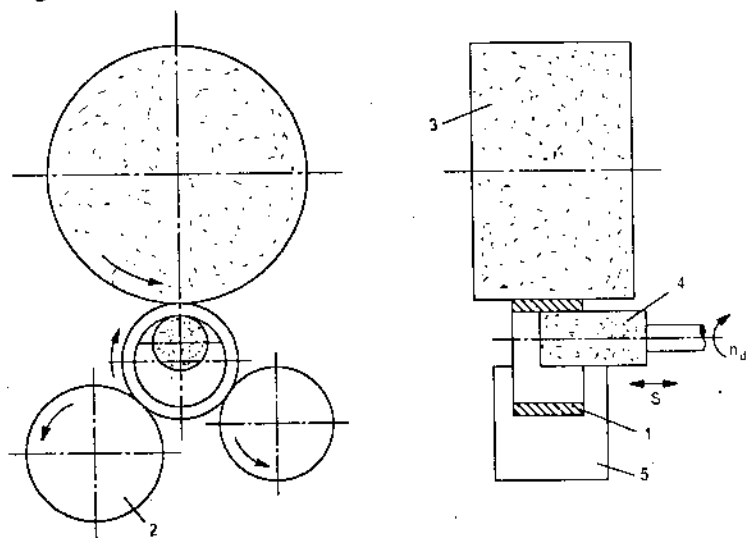
* *Chi tiết đứng yên*: được áp dụng cho chi tiết lớn và có hình dáng phức tạp, công kênh như thân động cơ, thân hộp... rất khó khăn để có thể quay tròn khi gá đặt. Trong trường hợp này ngoài chuyển động quay của đá mài và các chuyển động chạy dao còn có thêm chuyển động quay hành tinh của đá xung quanh tâm lỗ gia công (h. 8.33).



Hình 8.33. Mài lỗ với chi tiết đứng yên.

b) *Mài lỗ không tâm*: là phương pháp mài lỗ có năng suất cao, thường được dùng để gia công các chi tiết có yêu cầu độ đồng tâm cao giữa lỗ và mặt trụ ngoài trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối (h. 8.34). Chi tiết gia công (1) quay nhờ đá dẫn (3) và các con lăn đỡ (2), con lăn ép (5). Đá mài (4) ngoài chuyển động cắt khi quay còn thực hiện các chuyển động chạy dao dọc và ngang.

Mài lỗ không tâm thường dùng để gia công những bạc thành mỏng cần bảo đảm độ đồng tâm cao giữa lỗ và đường kính ngoài. Khi đó mặt ngoài phải gia công tinh để làm chuẩn.



Hình 8.34. Sơ đồ mài lỗ không tâm

1. Chi tiết gia công; 2. Con lăn đỡ; 3. Đá dẫn; 4. Đá mài; 5. Con lăn ép.

8. *Mài khôn lỗ*

Mài khôn là phương pháp gia công tinh lần cuối các lỗ đạt yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao.

Dụng cụ dùng khi mài khôn lỗ là đầu khôn gồm nhiều thanh đá ($3 \div 12$ thanh), (h. 8.35), lắp vào thanh kẹp 5. Các thanh mang đá được lắp vào rãnh hướng kính trên thân để có thể ra vào và được giữ bởi hai lò xo vòng 4 ở trên và dưới.

Khi vận ống ren 2 sẽ làm hai ống còn 3 dịch chuyển để điều chỉnh ra vào của thanh đá, tạo áp lực lên mặt lỗ gia công ($0,5 \div 4 \text{ kG/cm}^2$). Khi đầu khôn quay tròn và lên xuống thì mỗi thanh đá sẽ vạch nên các vết mài chéo nhau (h. 8.36) nhờ vậy có thể đạt được độ nhẵn bóng bề mặt cao, $R_a = 0,4 \div 0,025$, độ chính xác cấp 7 có khi cấp 6.

Trong khi khôn, cũng như các phương pháp mài khác, việc tưới dung dịch trơn nguội phải liên tục trong quá trình gia công.

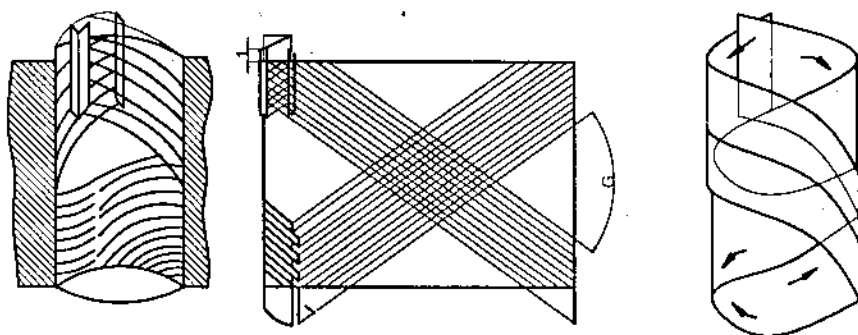
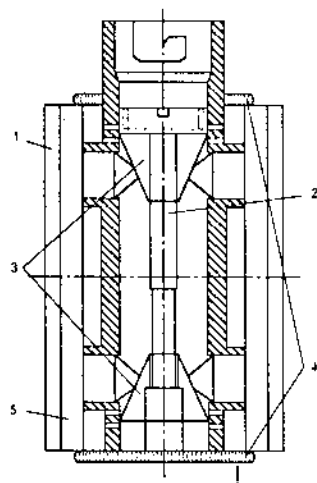
Đầu khôn thường được nối tuý động với máy, nhờ đó độ chính xác gia công không bị ảnh hưởng bởi độ chính xác của máy và không cần gá đặt chính xác vị trí của chi tiết so với đầu khôn khi gia công. Thường lỗ được tiện, khoét, doa, chuốt hoặc mài để bảo đảm độ chính xác vị trí của lỗ trước khi đưa vào mài khôn.

Mài khôn có năng suất cao vì có nhiều thời đá cùng làm việc, tuy mài bằng đá nhưng vận tốc cắt thấp ($50 \div 70$ m/ph) nên tính chất lớp bề mặt ít thay đổi sau khi gia công vì thế có thể đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao nên mài khôn là phương pháp thường dùng để gia công tinh lỗ.

Khi khôn muốn đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao phải chọn tỉ lệ giữa tốc độ quay và tốc độ tịnh tiến hợp lí, áp lực hợp lí và chiều dài thanh đá thò ra ở hai đầu lỗ vừa phải, nếu thò ra nhiều quá thì lỗ dễ bị loe và thò ra ít quá thì lỗ dễ bị tang trống.

Hình 8.35. Đầu khôn lỗ

1. Thanh đá; 2. Ống ren; 3. Ống côn;
4. Lò xo; 5. Thanh kẹp



Hình 8.36 Các vết gia công khi mài khôn

Mài khôn có nhược điểm:

- Các hạt mài ở đầu khôn có thể bị tách ra và găm vào bề mặt gia công làm ảnh hưởng tới quá trình sử dụng của chi tiết. Do đó sau khi mài khôn, chi tiết được làm sạch thật cẩn thận.

- Khi gia công kim loại mềm (kim loại màu), phoi của chúng dễ lấp kín các khoảng trống trên đá làm đá không thể cắt được.

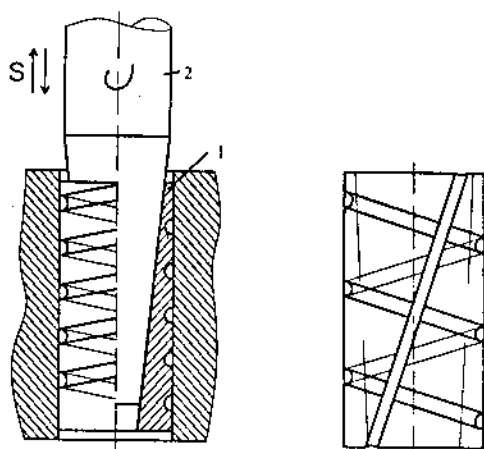
9. Mài nghiền lỗ

Mài nghiền lỗ là phương pháp gia công tinh lần cuối các lỗ, nó hút đi một lớp rất mỏng kim loại để đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao.

Khi nghiền, người ta dùng bột mài trộn với dầu và một số hoá chất bôi lên bạc nghiền 1 (h. 8.37), bạc nghiền có các rãnh chứa bột nghiền và được xẻ rãnh kiểu chữ C, để khi đóng bạc nghiền vào đầu côn của chày nghiền (2), bạc nghiền có thể bung ra tạo áp lực nghiền ($0,5 \div 3 \text{ Kg/cm}^2$). Chày nghiền khi quay tròn và lên xuống đều đặn, các hạt mài có chuyển động cắt phức tạp, hút đi một lớp kim loại rất mỏng ($0,005 \div 0,02 \text{ mm}$) tạo lên độ nhẵn bóng bề mặt cao. Nghiền có thể đạt độ chính xác cấp 6, độ nhám bề mặt $Ra = 0,01 \div 0,3 \mu\text{m}$, sai lệch về kích thước sau khi mài nghiền có thể đạt $0,0005 \text{ mm}$. Để đạt được điều đó, chi tiết trước khi mài nghiền phải được gia công có độ chính xác cao, vì mài nghiền không sửa được sai lệch về vị trí tương quan và không cắt được chiều sâu cắt lớn. Độ nhám bề mặt trước khi mài nghiền phải đạt $Ra = 1,6 - 0,4$, độ chính xác cấp 7, sai lệch hình dáng hình học không quá $0,005 - 0,01 \text{ mm}$.

Tuỳ theo chất lượng yêu cầu, khi nghiền có thể chia thành nghiền thô, nghiền bán tinh, nghiền tinh. Nghiền thô thường chọn hạt mài có kích thước lớn, vận tốc nghiền lớn hơn ($30 - 40 \text{ m/ph}$) và áp lực nghiền lớn. Trước khi chuyển sang nghiền bán tinh, nghiền tinh, chi tiết phải được làm sạch để tránh các hạt mài có kích thước lớn còn sót lại cào xước bề mặt khi gia công tinh.

Mài nghiền lỗ nói chung có năng suất thấp vì hạt mài trong trạng thái tự do, vận tốc nghiền thấp và áp lực nghiền thấp.



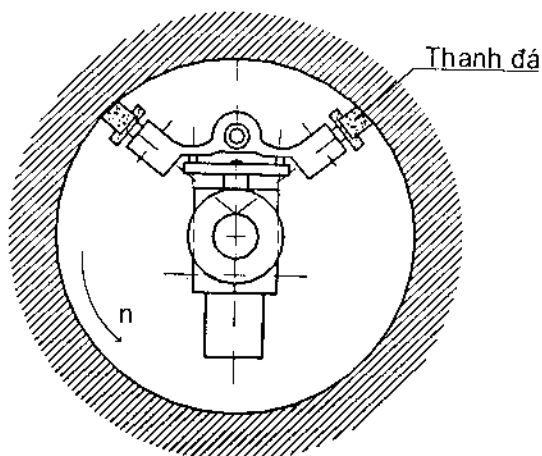
Hình 8.37. Sơ đồ nghiền lỗ với bạc nghiền xẻ rãnh

1. Bạc nghiền; 2. Chày nghiền.

10. Mài siêu tinh lỗ

Mài siêu tinh lỗ là phương pháp gia công tinh lỗ. Về bản chất và các chuyển động tương tự như mài siêu tinh mặt trụ ngoài.

Hình 8.38 là sơ đồ phương pháp mài siêu tinh lỗ. Phương pháp này chỉ áp dụng để cắt đi một lớp kim loại rất mỏng. Bề mặt trước khi mài siêu tinh không cần để lượng dư mà chỉ cần mài lỗ đạt giới hạn trên của kích thước là đủ lượng dư để mài siêu tinh lỗ.



Hình 8.38. Sơ đồ phương pháp mài siêu tinh lỗ

8.3. KIỂM TRA LỖ

Các lỗ sau khi gia công xong phải tiến hành kiểm tra. Tùy theo vị trí của lỗ trên chi tiết có thể có các yêu cầu kiểm tra khác nhau:

* *Đối với các chi tiết dạng bạc:* thường phải kiểm tra các yếu tố về kích thước như đường kính lỗ, chiều dài lỗ bạc, chiều dày thành bạc, độ nhám bề mặt... các yêu cầu kỹ thuật về vị trí tương quan cần kiểm tra bao gồm độ không đồng tâm giữa lỗ và đường kính ngoài, độ không vuông góc giữa lỗ và mặt đầu của bạc...

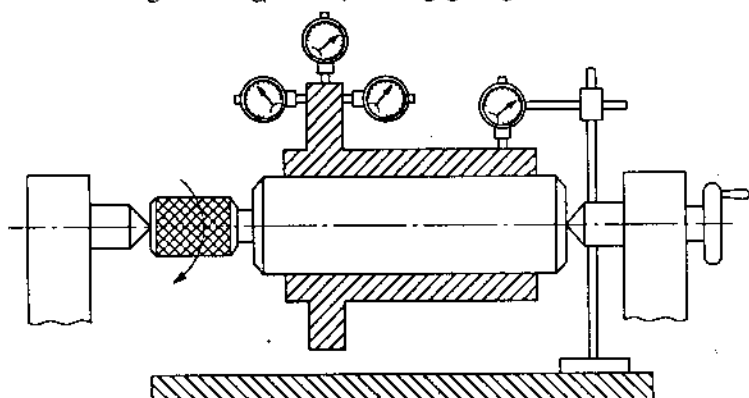
* *Đối với các chi tiết dạng cang:* ngoài kiểm tra các kích thước và độ nhám bề mặt của lỗ còn kiểm tra khoảng cách tâm giữa các lỗ cơ bản, độ không song song của đường tâm các lỗ, độ không vuông góc giữa mặt đầu và đường tâm lỗ.

* *Đối với các chi tiết dạng hộp:* có hệ thống lỗ phức tạp, ngoài kiểm tra các kích thước và độ nhám bề mặt còn kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật về vị trí

tương quan như độ không đồng tâm của các lỗ trên cùng một đường tâm, độ không song song, độ không vuông góc giữa đường tâm các lỗ trên các đường tâm khác nhau, giữa đường tâm lỗ so với mặt phẳng đáy, độ không vuông góc giữa đường tâm lỗ với mặt đầu của lỗ ...

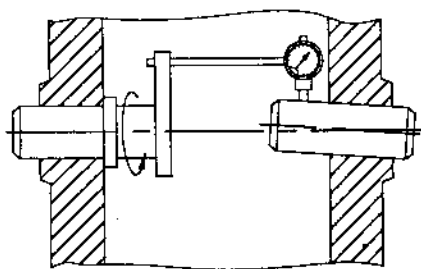
Kích thước và hình dáng hình học của lỗ thường được kiểm tra bằng thước cặp, panme đo lỗ, đồng hồ đo lỗ, calíp nút... tùy theo độ chính xác lỗ cần kiểm tra và điều kiện sản xuất.

Kiểm tra các yếu tố về vị trí tương quan của lỗ so với các bề mặt khác, đối với các chi tiết dạng bạc có thể gá đặt trực tiếp kiểm vào lỗ (h. 8.39). Nếu yêu cầu độ chính xác cao khi kiểm tra, người ta dùng trực tiếp kiểm côn có độ côn $1/2000 - 1/5000$ gá vào trong lỗ, trực tiếp được chống tâm hai đầu, đồng hồ so để ở các vị trí cần kiểm tra, khi quay trực tiếp kiểm có thể đánh giá độ đồng tâm giữa lỗ với đường kính ngoài, độ vuông góc giữa lỗ với mặt đầu của bạc.

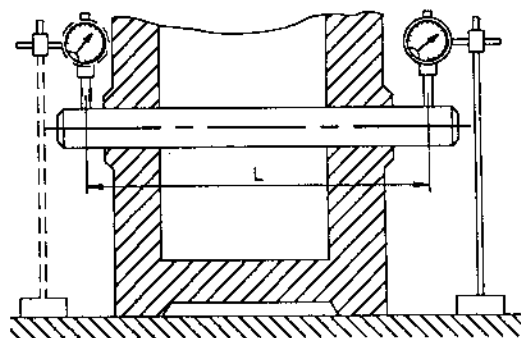


Hình 8.39. Sơ đồ kiểm tra các chi tiết dạng bạc

Kiểm tra các yếu tố về vị trí tương quan của lỗ trong các chi tiết dạng hộp, cang, bao gồm: kiểm tra độ đồng tâm của các lỗ trên một đường tâm



Hình 8.40. Sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm của các lỗ

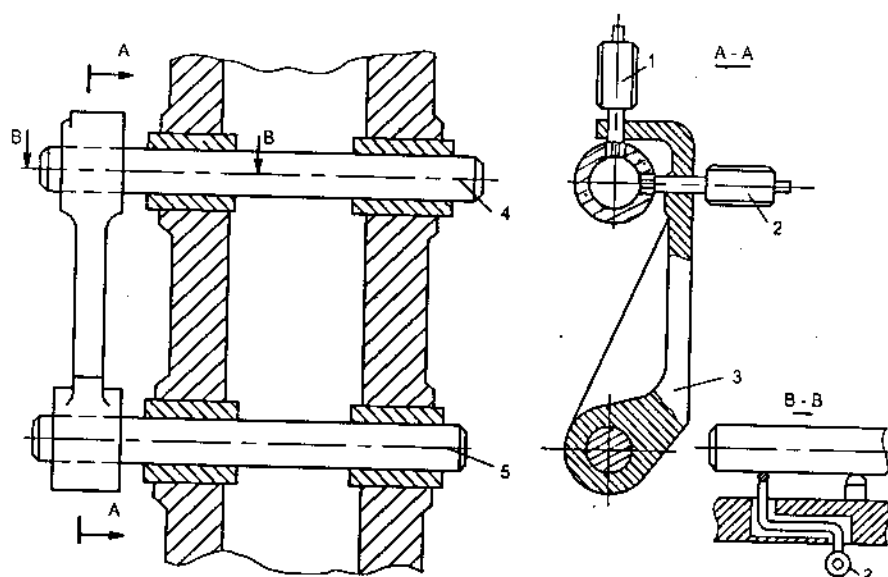


Hình 8.41. Sơ đồ kiểm tra độ song song của tâm lỗ so với mặt phẳng đáy

(h. 8.40); kiểm tra độ song song giữa đường tâm lỗ và mặt phẳng đáy (h. 8.41); kiểm tra độ song song và khoảng cách của đường tâm các lỗ (h. 8.42); kiểm tra độ vuông góc giữa đường tâm các lỗ (h. 8.43); kiểm tra độ vuông góc giữa tâm lỗ và mặt đầu (h. 8.44).

Trong các sơ đồ kiểm tra, thường trực kiểm được lắp trượt với lỗ và kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật về vị trí của lỗ bằng đồng hồ so thông qua trực kiểm. Với những lỗ lớn, ngắn, khi kiểm tra phải gá trực vào lỗ thông qua bạc trung gian để bảo đảm tâm trực kiểm trùng với tâm lỗ.

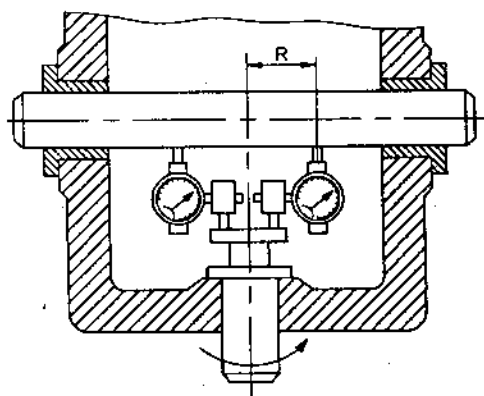
Trong sơ đồ kiểm tra (h. 8.41), khi di chuyển đồng hồ so ở hai vị trí trên khoảng cách L có thể đánh giá độ song song của tâm lỗ so với mặt phẳng đáy, ngoài ra nếu có đường chiều cao, sơ đồ trên cũng có thể kiểm tra khoảng cách từ tâm lỗ tới mặt phẳng đáy.



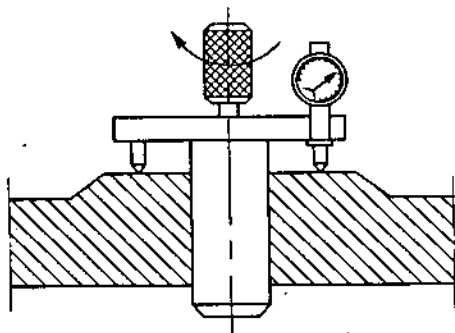
Hình 8.42. Sơ đồ kiểm tra độ song song của đường tâm các lỗ

1. Đồng hồ so đứng; 2. Đồng hồ so ngang; 3. Giá đỡ; 4, 5. Trực kiểm.

Để kiểm tra độ không song song của đường tâm các lỗ (h. 8.42) phải kiểm tra theo hai phương: đứng (bằng đồng hồ so 1) và ngang (bằng đồng hồ so 2). Trên mặt cắt B-B biểu diễn cách đo sai số theo phương ngang, trên bề mặt của tay treo có một chốt tỳ cố định tỳ sát vào trực 4, còn đầu kia có đòn bẩy để qua đó báo trị số khi đo đến đồng hồ so 2, hiệu số chỉ trên đồng hồ so 2 ở hai vị trí đo trên trực cho biết sai số về độ không song song theo phương nằm ngang của hai lỗ.



Hình 8.43. Sơ đồ kiểm tra độ vuông góc của đường tâm các lỗ.



Hình 8.44. Sơ đồ kiểm tra độ vuông góc của tâm lỗ với mặt đầu.

Trong sơ đồ kiểm tra độ vuông góc của đường tâm các lỗ và độ vuông góc của tâm lỗ với mặt đầu (h. 8.43, 8.44), khi quay trục kiểm một vòng sẽ cho giá trị độ không vuông góc trên bán kính của chân đồng hồ khi quay.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 8

1. Hãy nêu đặc điểm, khả năng công nghệ và phạm vi sử dụng của các phương pháp gia công lỗ : khoan lỗ, khoét lỗ, doa lỗ, chuốt lỗ, nong ép lỗ, mài lỗ, mài nghiêng lỗ, mài khôn lỗ, mài siêu tinh lỗ.
2. Hãy so sánh các phương pháp gia công lỗ, mục đích để có thể chọn phương pháp gia công phù hợp trong trường hợp cụ thể.
3. Nêu các phương pháp kiểm tra các điều kiện kỹ thuật của lỗ sau khi gia công.

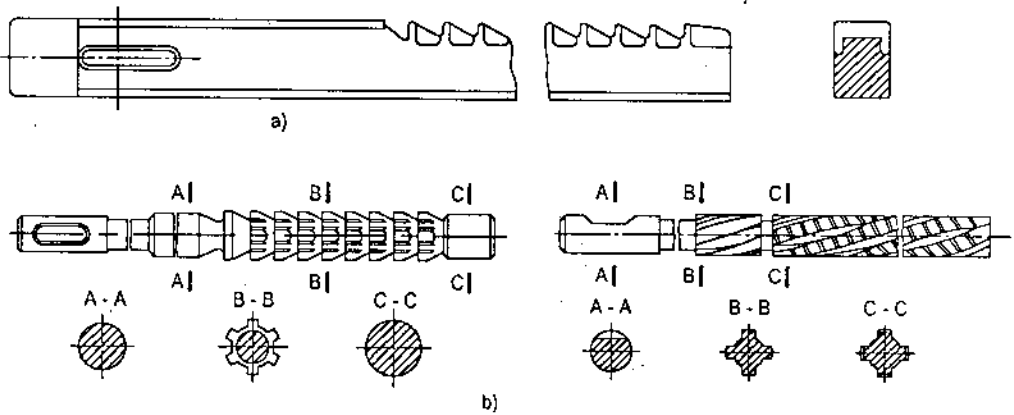
Chương 9

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG RÃNH THEN, THEN HOA

9.1. GIA CÔNG RÃNH THEN

Rãnh then khi gia công cần bảo đảm độ chính xác chiều rộng rãnh then, chiều sâu rãnh, độ đối xứng của hai mặt bên rãnh so với đường tâm.

Với các rãnh then trong lỗ, trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ có thể gia công bằng phương pháp xọc trên máy xọc vạn năng, còn trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối thường dùng dao chuốt để chuốt rãnh then (h. 9.1).



Hình 9.1. Dao chuốt rãnh then (a), then lồi (b).

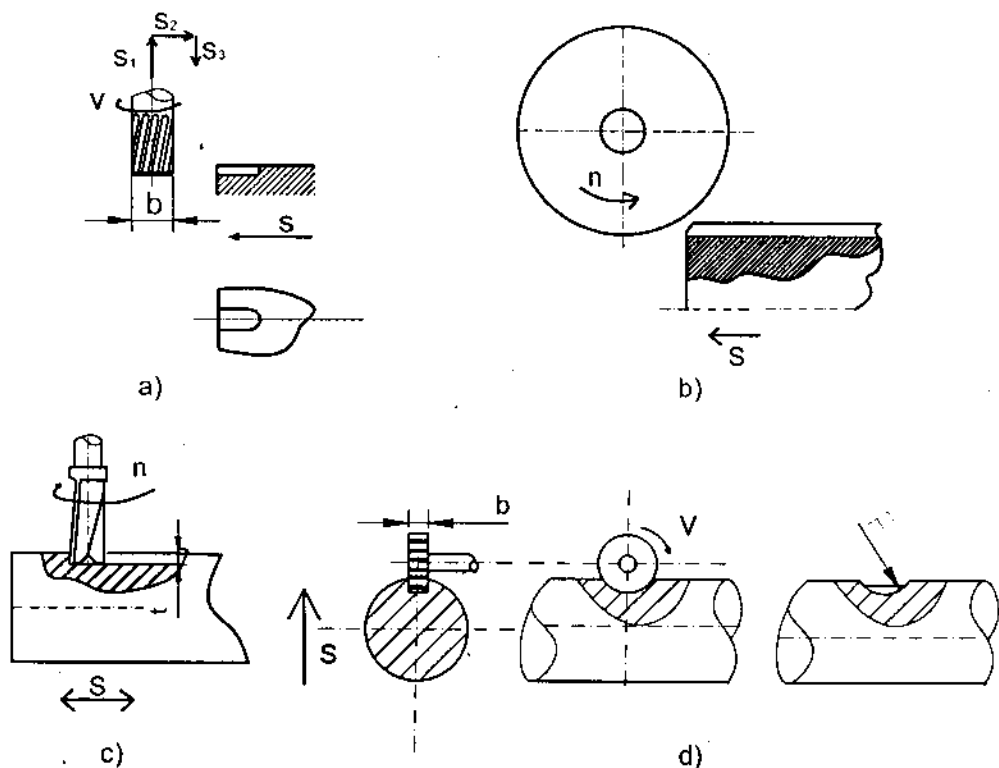
Rãnh then trên trục được gia công bằng phương pháp phay sau khi trục đã tiện tinh. Nếu then có yêu cầu độ đối xứng cao, trước khi phay then, người ta phải mài hai cổ trục để làm chuẩn, khi đó trục được gá trên hai khối V ngắn vào hai cổ trục để gia công rãnh then.

Tuỳ theo hình dạng, kích thước của rãnh then có các phương pháp gia công sau :

a) *Gia công rãnh then bằng:* Thường dùng dao phay ngón có đường kính dao bằng bề rộng rãnh để phay rãnh then trên máy phay đứng (h. 9.2 a). Khi phay rãnh then kín (c) phải dùng dao phay ngón có lưỡi cắt mặt đầu. Với rãnh then trên suốt chiều dài trục, có thể dùng dao phay đĩa ba mặt (b) có đường kính lớn để phay trên máy phay ngang cho năng suất cao.

Khi phay thường chia chiều sâu rãnh then ra nhiều lần cắt và cắt với lượng tiến dao dọc lớn.

b) Gia công rãnh then bán nguyệt: Theo phương pháp này (h. 9.2 d) dùng dao phay đĩa ba mặt có đường kính và bề rộng bằng đường kính và bề rộng rãnh then. Thông thường hay dùng dao chữ T trên máy phay ngang, chuyển động lên xuống là chuyển động tiến dao duy nhất được dùng để đạt chiều sâu rãnh.



Hình 9.2. Các sơ đồ phay rãnh then.

a) Phay bằng dao phay ngón; b) Phay bằng dao phay đĩa

c) Phay rãnh then kín; d) Phay then bán nguyệt

9.2. GIA CÔNG THEN HOA

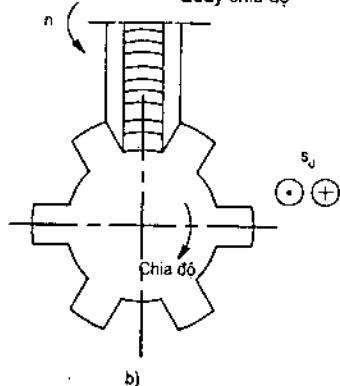
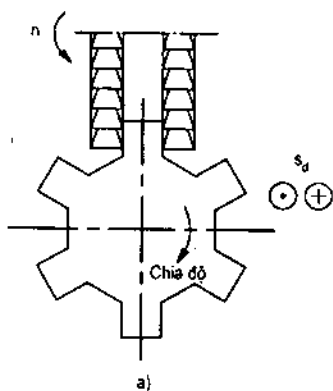
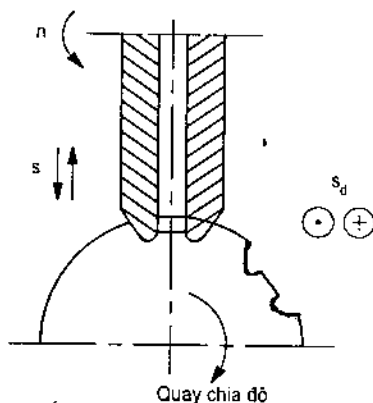
Với then hoa trong lỗ, trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ có thể gia công bằng phương pháp xọc trên máy xọc vạn năng bằng cách xọc từng rãnh sau đó chia độ. Trong sản xuất loạt lớn và hàng khối thường dùng phương pháp chuốt để chuốt lỗ then hoa.

Then hoa trên trục được gia công theo hai phương pháp định hình và bao hình.

a) *Phương pháp định hình*: Phay định hình then hoa có thể dùng dao phay đĩa định hình có hình dạng của rãnh then hoa để gia công (h. 9.3). Ngoài chuyển động cắt chính do dao phay thực hiện khi quay còn có chuyển động tiến dao dọc và lên xuống để gia công đạt chiều dài và chiều sâu. Sau khi phay xong một rãnh, chỉ tiết được chia độ để gia công rãnh tiếp theo.

Ngoài ra cũng có thể dùng hai dao phay đĩa để phay hai cạnh bên của then hoa (h. 9.4 a), sau khi phay xong các cạnh then hoa dùng dao phay định hình để sửa dầy (h. 9.4 b).

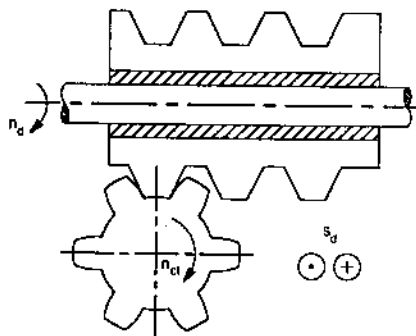
Hình 9.3. Phay then hoa bằng dao phay định hình



Hình 9.4. Phay then hoa bằng dao phay đĩa.

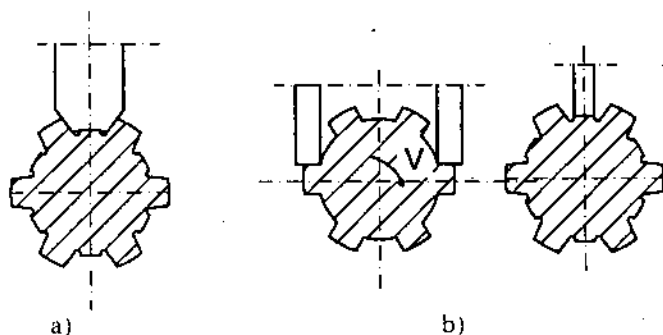
b) *Phương pháp bao hình*

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối thường dùng dao phay lăn then hoa dạng trục vít gia công then hoa trên máy phay lăn chuyên dùng (h. 9.5). Phương pháp này cho năng suất và độ chính xác cao.



Hình 9.5. Phay then hoa theo phương pháp bao hình

Trục then hoa sau khi nhiệt luyện (tôi và ram), nếu yêu cầu độ chính xác cao có thể tiến hành mài then hoa. Cũng như khi phay có thể mài từng cạnh then hoa bằng đá định hình (h. 9.6 a), sau đó chia độ hoặc qua hai nguyên công mài cạnh và mài đáy then hoa (h. 9.6 b). Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, mài then hoa được thực hiện trên máy mài then hoa chuyên dùng.



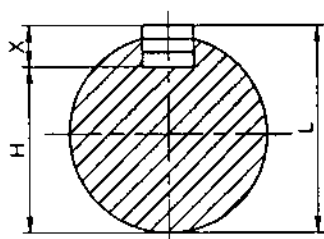
Hình 9.6. Các sơ đồ mài then hoa

a) Mài bằng đá định hình; b) Mài hai cạnh và đáy.

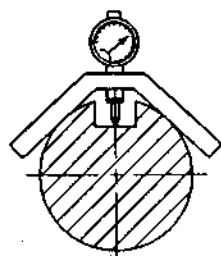
9.3. KIỂM TRA THEN, THEN HOA

Kiểm tra rãnh then và then hoa bao gồm kiểm tra kích thước chiều rộng, chiều cao của rãnh, độ nhám bề mặt. Đối với lò và trục then hoa, kiểm tra kích thước tùy thuộc vào khi lắp ghép then hoa được định tâm theo đường kính ngoài, định tâm theo đường kính trong hay định tâm theo cạnh then hoa. Khi kiểm tra có thể dùng các dụng cụ đo thông dụng như thước cặp, panme hoặc dưỡng kiểm, tùy theo độ chính xác cần kiểm tra và điều kiện sản xuất.

Kiểm tra chiều sâu của rãnh then thường được kiểm tra gián tiếp bằng cách đặt các miếng căn vào rãnh then (h. 9.7), sau đó đo kích thước L , chiều cao H được xác định $H = L - X$. Kích thước H cũng có thể được xác định bằng cách cho mũi dò của đồng hồ so tiếp xúc vào đáy rãnh then (h. 9.8), sau đó quay và đặt mũi dò vào vị trí đường kính ngoài, độ chênh lệch của hai giá trị sẽ là chiều sâu của rãnh then, từ đó xác định được kích thước H .



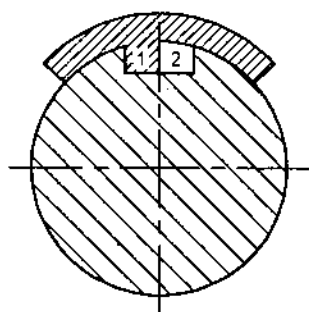
Hình 9.7. Kiểm tra chiều sâu rãnh then bằng căn



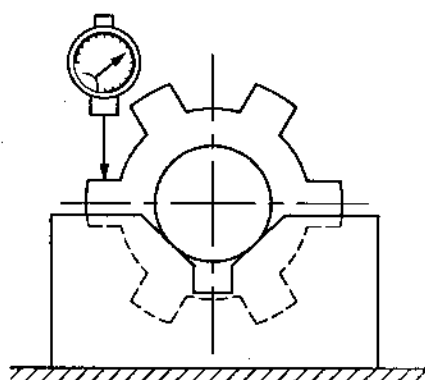
Hình 9.8. Kiểm tra chiều sâu rãnh then bằng đồng hồ so

Ngoài ra, đối với rãnh then phải kiểm tra độ đối xứng của hai mặt bên rãnh so với đường tâm trục, có thể kiểm tra yêu cầu này bằng đường (h. 9.9). Sau khi đặt đường vào vị trí 1 nếu khe hở kín đều thì nhấc ra, quay đường 90° đặt sang vị trí 2, nếu rãnh then đối xứng thì độ tiếp xúc giữa đường và rãnh đều. Sau đó đẩy đường theo chiều dọc trục (kiểm tra theo chiều dài), nếu khe hở đó đều thì rãnh then đó song song.

Kiểm tra độ song song của rãnh then, then hoa so với đường tâm trục có thể thực hiện bằng cách đặt cổ trục lên hai khối V ngấn, còn chân đồng hồ so thì tỳ vào cạnh bên của rãnh then, then hoa (h. 9.10) và tiến hành đo ở hai vị trí.



Hình 9.9. Kiểm tra độ đối xứng của rãnh then bằng đường



Hình 9.10. Kiểm tra độ song song của then hoa với đường tâm trục

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 9

1. Nêu các phương pháp gia công rãnh then (then bằng, then bán nguyệt).
2. Nêu các phương pháp gia công then hoa (phương pháp định hình, phương pháp bao hình).
3. Nêu các phương pháp kiểm tra rãnh then, then hoa.

Chương 10

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG REN

10.1. KHÁI NIỆM VÀ CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT

Gia công ren có nhiều phương pháp khác nhau tùy thuộc vào mục đích sử dụng và độ chính xác yêu cầu của ren. Trong chế tạo máy, ren được sử dụng vào các mục đích: để lắp chặt các chi tiết khi lắp ghép, để đảm bảo độ kín khít và để truyền động.

Những yêu cầu cơ bản khi gia công ren là: độ chính xác bước ren, chiều dày ren trên đường kính trung bình, độ chính xác hình dạng biên dạng ren, độ nhẵn bóng sườn ren. Riêng đối với ren dùng trong dẫn động như vít me trục chính còn yêu cầu độ đồng tâm của bề mặt ren so với cổ trục, độ chính xác cổ trục lắp trong gối đỡ...

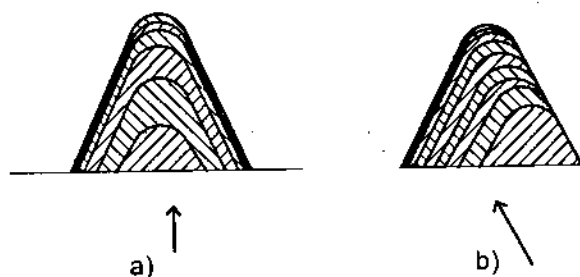
Thông thường gia công ren có thể thực hiện bằng các phương pháp như tiện ren, phay ren, cán ren, mài ren...

10.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG REN

1. Gia công ren trên máy tiện

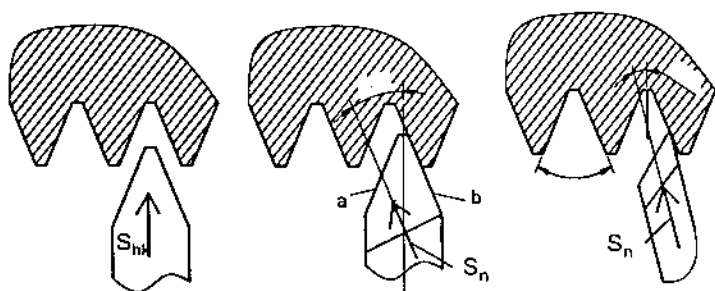
a) Tiện bằng dao tiện ren

Được thực hiện trên máy tiện ren vít, khi đó dao tiện ren được mài tương ứng với rãnh ren. Khi tiện ren phải thực hiện chia chiều sâu ren ra nhiều lần cắt, thường sử dụng hai cách tiến dao là tiến dao hướng kính và tiến dao nghiêng (h. 10.1 a, b).



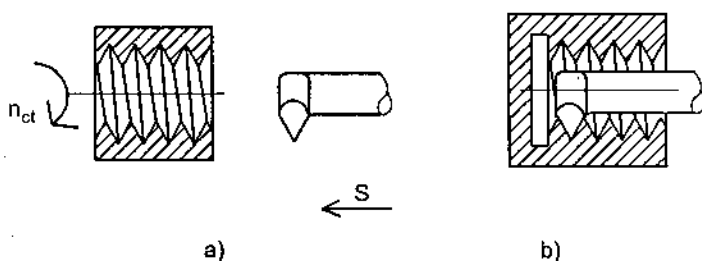
Hình 10.1. Tiện bằng dao tiện ren

a) Tiến dao hướng kính; b) Tiến dao nghiêng.



Hình 10.2. Gá đặt dao khi tiện ren

Khi tiện dao hướng kính việc thoát nhiệt, thoát phoi khó nên năng suất thấp hơn so với tiện dao nghiêng. Tuy nhiên khi tiện dao nghiêng, ở lần cắt cuối cùng nên tiện dao hướng kính để đảm bảo tốt hơn độ nhẵn bóng bề mặt ren. Tiện ren có thể gia công được ren ngoài (h. 10.2), hoặc tiện ren trong (h. 10.3).



Hình 10.3. Tiện ren trong

a) Ren thông; b) Ren không thông.

Nhìn chung, khi tiện ren do thoát phoi và thoát nhiệt kém nên chế độ cắt bị hạn chế. Để tiện ren phải nối xích tiện ren nên ở hành trình lùi dao ra, dao không cắt vì vậy tiện ren trên máy tiện cho năng suất thấp và nhất là khi tiện ren trong lỗ nhỏ, bước lớn, độ cứng vững của trục dao yếu.

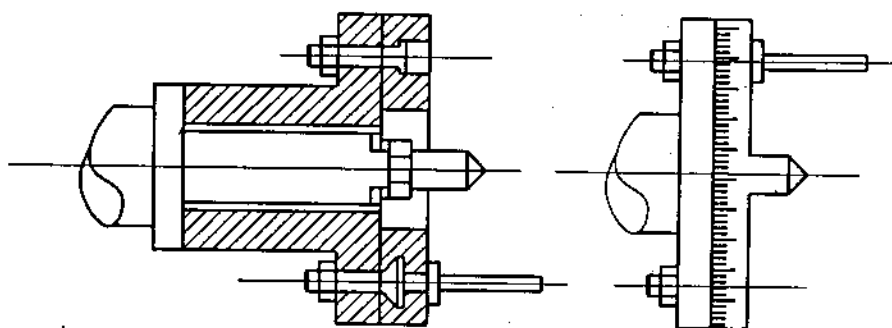
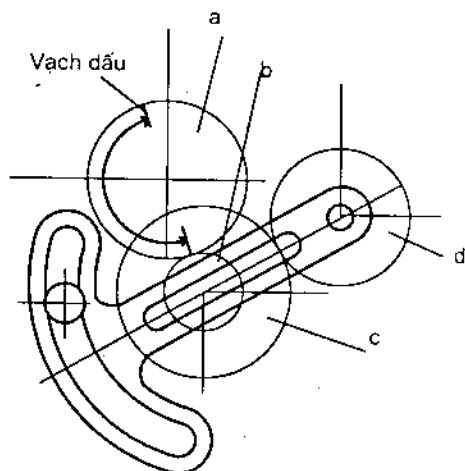
Khi tiện ren nhiều đầu mối, lúc chuyển sang đầu mối khác, cần điều chỉnh dao vào đúng vị trí, khi đó chỉ tiết được tách khỏi xích tiện ren và quay một góc tương ứng so với số đầu mối ren.

Ví dụ: Khi gia công ren hai đầu mối, lúc quay để kiểm tra xem trục chính gá đặt chỉ tiết đã quay đúng góc 180° chưa, người ta có thể vạch dấu vị trí trên bánh răng thay thế ở phía đối diện, nếu bánh răng a là một số chẵn (h. 10.4).

Tách rời hai bánh răng ăn khớp a và b của xích tiện ren trên chạc đầu ngựa, sau đó quay trục chính cho đến khi vạch dấu phía đối diện của bánh răng a vào đúng vị trí ăn khớp với bánh răng b thì nối xích truyền động cho bánh răng a ăn khớp với bánh răng b. Cách này chỉ áp dụng khi số răng của

bánh răng thay thế có thể chia hết cho số đầu mối ren cần thực hiện. Một cách khác khi tiến hành tiện ren nhiều đầu mối là sử dụng vạch chia độ trên mặt bích lắp phía đầu trục chính (h. 10.5).

Hình 10.4. Đánh dấu vị trí ăn khớp khi tiện ren hai đầu mối

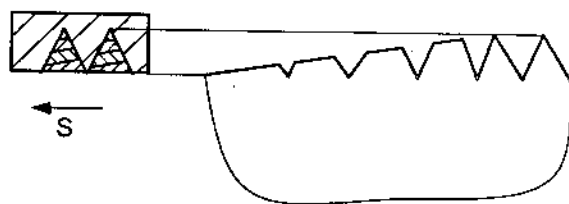


Hình 10.5. Mặt bích chia độ khi gia công ren nhiều đầu mối

b) Tiện ren bằng dao răng lược:

Tiện ren có thể thực hiện bằng dao tiện ren dạng răng lược (h. 10.6).

Dao răng lược được coi như gồm nhiều dao tiện ren đơn có chiều cao tăng dần, để trong một lần chạy ren có thể gia công đủ chiều sâu ren, đảm bảo năng suất cao. Gia công ren bằng dao răng lược chỉ dùng khi cắt ren thông suốt.

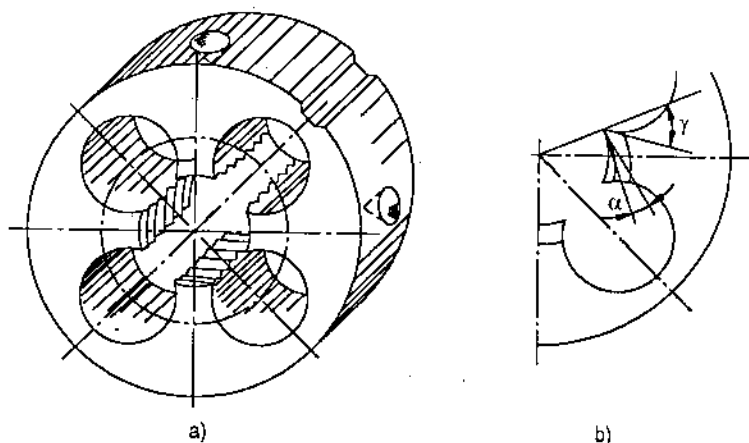


Hình 10.6. Sơ đồ tiện ren bằng dao răng lược.

c) Gia công ren bằng bàn ren, ta rô

Là phương pháp gia công ren cho năng suất thấp. Bàn ren dùng để cắt ren trên trục, tốc độ cắt của bàn ren từ $2 \div 4$ m/ph, thường chỉ áp dụng khi chạy ren bằng tay, bước ren nhỏ.

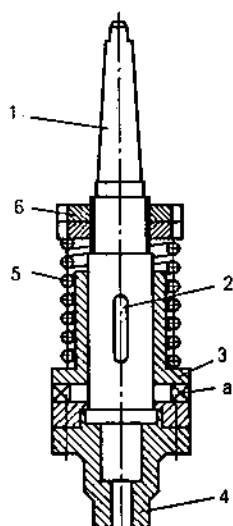
Khi dùng bàn ren cắt ren ngoài, để ren cao đều, tâm bàn ren phải trùng với tâm chi tiết cần cắt ren. Thông thường đường kính đoạn cắt ren cần tiện nhỏ hơn từ $0,08 \div 0,2$ mm tùy theo bước ren để tránh biến dạng khi cắt ren.



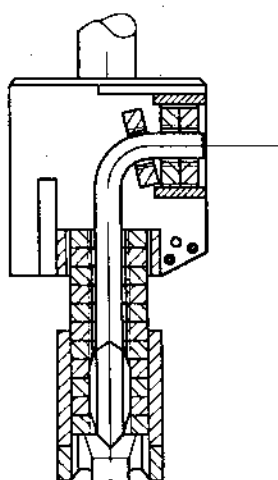
Hình 10.7. Bàn ren

Gia công ren trong lỗ bằng tarô thường được sử dụng trong sản xuất hàng loạt khi gia công ren lỗ có đường kính vừa và nhỏ. Độ chính xác của ren phụ thuộc vào chất lượng tarô. Tarô được mài ren thường dùng khi tarô máy trên máy khoan hoặc máy tiện, còn ta rô tay chỉ dùng khi tarô không được mài ren. Để tarô máy được an toàn, người ta sử dụng đầu kẹp tarô đặc biệt, nó tự dừng khi quá tải để tránh gãy tarô.

Hình 10.8 là một ví dụ về đầu kẹp tarô chống quá tải. Tarô được gá vào lỗ vuông 4 của đầu kẹp. Mômen xoắn được truyền từ trục chính qua côn 1, lò xo 5 được chỉnh bằng đai ốc 6 để khi quá tải, lò xo 5 bị nén lại, răng ăn khớp ở mặt đầu a được nhả ra và tarô dừng lại trong khi trục 1 vẫn quay.



Hình 10.8. Bấu kẹp ta-rô chống quá tải
1. Côn; 2. Trục nối; 3. Bạc có vấu;
4. Lỗ vuông; 5. Lò xo; 6. Đai ốc.

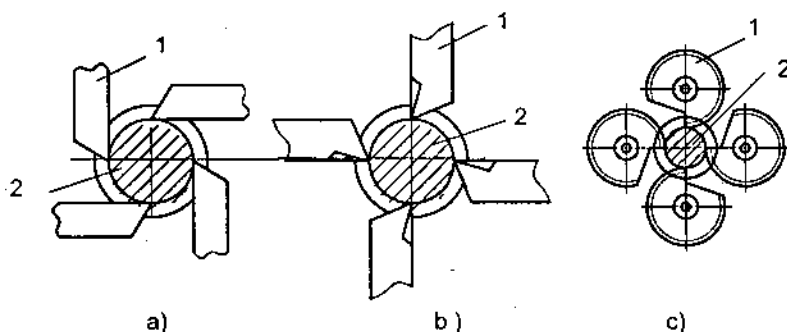


Hình 10.9. Gia công ren trên đai ốc bằng ta-rô đầu cong

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, người ta dùng máy cắt ren tự động bằng tarô đầu cong (h. 10.9). Sau khi cắt ren, đai ốc đi qua chuỗi cong của tarô rồi mới rơi xuống thùng chứa. Cắt ren bằng tarô máy thường dùng với tốc độ cắt thấp từ $2 \div 12$ m/ph.

d) Gia công ren bằng đầu cắt ren

Thường dùng trong sản xuất hàng loạt, gia công bằng đầu cắt ren có thể dùng tốc độ cắt tương đối lớn $15 \div 20$ m/ph và cho năng suất cao hơn hẳn các phương pháp trước (h. 10.10). Các lưỡi cắt có thể lắp tiếp tuyến (h. 10.10a) và hướng kính (h. 10.10b, c) so với chi tiết gia công.



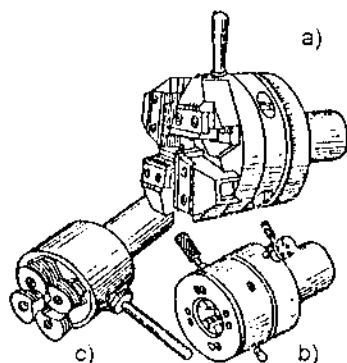
Hình 10.10. Sơ đồ bố trí dao trong đầu cắt ren

1. Dao; 2. Chi tiết gia công

Loại đầu cắt ren có các dao lắp tiếp tuyến thường hay được dùng vì thời gian sử dụng dài hơn, nhờ có thể mài sắc dao lại nhiều lần.

Hình 10.11 giới thiệu kết cấu các đầu cắt ren dao lắp tiếp tuyến a, dao lắp hướng kính b và dao dạng đĩa c. Đầu cắt ren thường được dùng trên các loại máy tiện vạn năng, máy ro-vônve và máy tiện tự động.

Các lưỡi dao có thể mở ra tự động bằng cơ cấu lò xo, điều đó cho phép sau khi cắt ren dao có thể lùi nhanh về vị trí ban đầu.

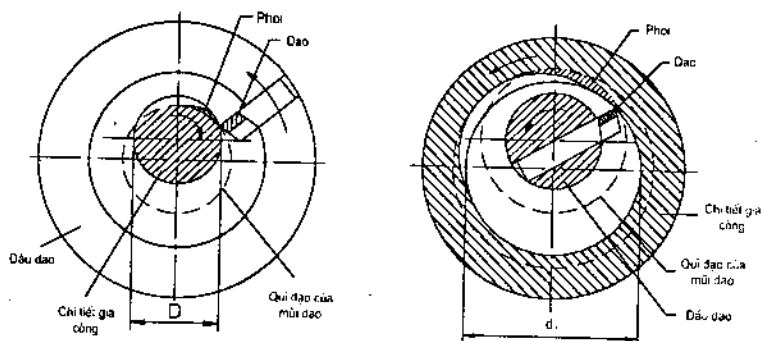


Hình 10.11. Kết cấu các đầu cắt ren

e) Tiện ren cao tốc

Để tiện ren cao tốc, người ta dùng một đầu cắt ren đặc biệt lắp trên các máy tiện vạn năng hoặc máy chuyên dùng. Nguyên lý cắt ren ngoài và ren trong được trình bày trong (h. 10.12). Khi chi tiết quay, đầu dao ngoài chuyển động quay sinh ra vận tốc cắt, đồng thời còn có chuyển động tiến dao dọc nhờ một vít me truyền động.

Đầu tiện ren cao tốc thường lắp 4 ÷ 6 dao và lắp lệch tâm so với tâm chi tiết. Khi quay, mỗi lưỡi dao hớt đi một lượng dư hình vòng cung, chiều sâu không quá 0,1 ÷ 0,15 mm. Đầu ren cao tốc có thể dùng vận tốc cắt lớn vì các dao cắt không liên tục nên thoát phoi và thoát nhiệt tốt, nếu dùng dao thép gió $v = 80 \div 100$ mm/ph, còn dùng dao mảnh hợp kim cứng vận tốc có thể tới 300 m/ph vì vậy năng suất khi cắt ren rất cao.

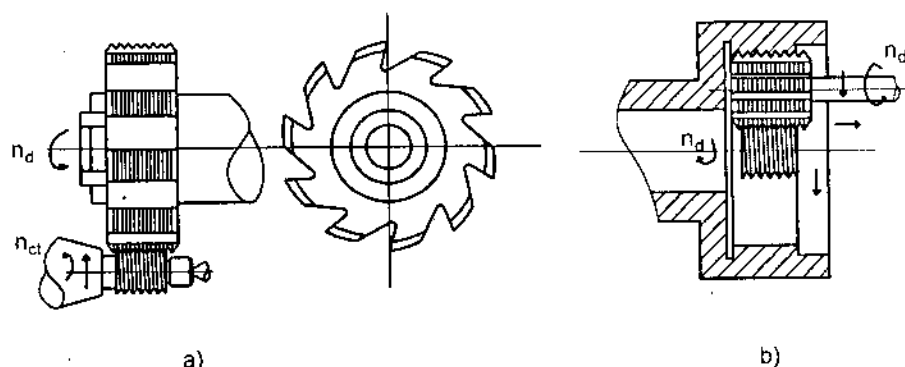


Hình 10.12. Sơ đồ cắt ren cao tốc

Vì dùng vận tốc cắt cao, nhiệt cắt lớn nên dung dịch trơn nguội được tưới liên tục lên mặt gia công và dụng cụ. Đầu dao trước khi đưa vào gia công được cân bằng động để quá trình làm việc được êm không gây rung động.

2. Phay ren

Phay ren là phương pháp gia công ren trong và ren ngoài đạt độ chính xác và năng suất cao. Phay ren dùng gia công ren trong sản xuất hàng loạt trên máy phay ren chuyên dùng. Phay ren được chia ra làm hai phương pháp:



Hình 10.13. Phay ren ngắn

a) Phay ren ngoài; b) Ren trong.

a) Phay đoạn ren ngắn

Đoạn ren ngắn khi chiều dài đoạn ren không vượt quá 2 - 3 lần đường kính ren. Sơ đồ gia công ren ngắn được thể hiện trong hình 10.13. Các chuyển động khi gia công ren bao gồm chuyển động cắt do dao phay thực hiện khi quay, chuyển động quay của chi tiết, chuyển động tiến dao dọc để tạo bước ren nhờ một vít me truyền động và chuyển động tiến dao ngang để gia công hết chiều sâu ren.

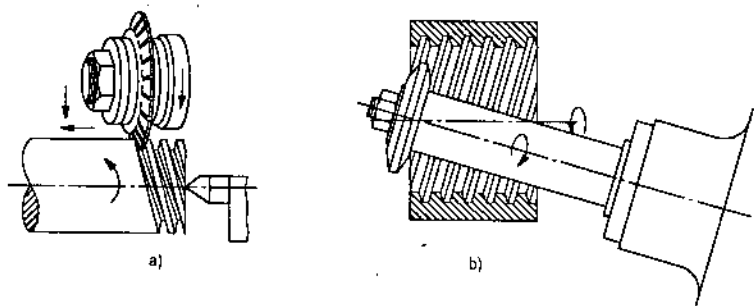
Dao phay để cắt ren là dao phay răng lược tương đương với nhiều dao phay đĩa đơn ghép lại. Chiều dài dao dài hơn chiều dài cần cắt ren từ 2÷3 bước ren.

Vận tốc cắt khi phay ren khá lớn từ 50÷60m/ph, do đó năng suất phay ren cao.

b) Phay ren có chiều dài lớn:

Phương pháp này có thể dùng phay ren ngoài hoặc ren trong (h. 10.14), dạng ren thang, vuông và răng cưa có chiều dài lớn. Dao phay là dao phay đĩa định hình.

So với phương pháp tiện ren, phay ren cho năng suất rất cao nhưng phải dùng dao và máy chuyên dùng, vì thế phay ren chỉ dùng trong sản xuất hàng loạt.



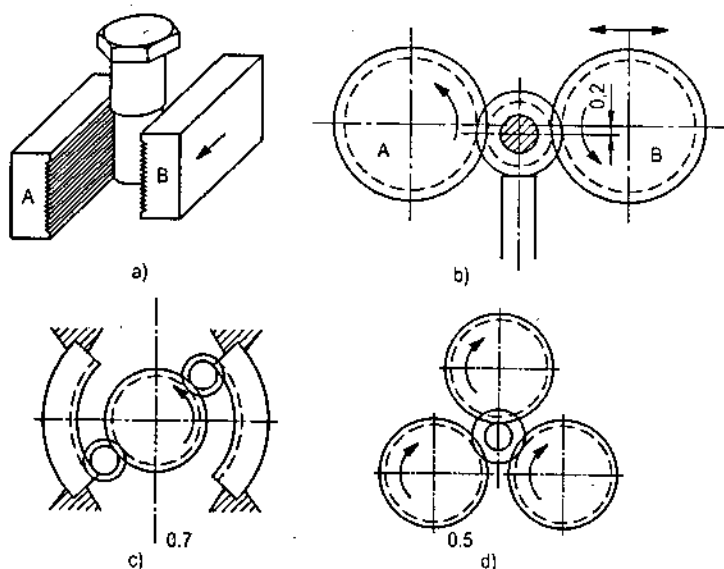
Hình 10.14. Phay ren có chiều dài lớn

a) Ren ngoài ; b) Ren trong.

3. Cán ren

Cán ren là phương pháp gia công ren bằng biến dạng dẻo kim loại, nhờ đó ren có thể đạt cơ tính tốt, tuổi bền của ren cao.

Có nhiều phương pháp cán ren (h. 10.15): cán ren bằng bàn cán phẳng (h. a); bằng 2 quả cán (h.b); bàn cán hình vòng cung (h.c); bằng 3 quả cán (h. d).



Hình 10.15. Các sơ đồ cán ren

Bàn cán ren phẳng gồm một bàn cán cố định và một bàn cán di động, trên bàn cán được tạo ra các rãnh với góc nghiêng ren tương ứng với ren cần gia công.

Khi cán ren bằng hai quả cán, chi tiết được đỡ trên thanh đỡ sao cho tâm chi tiết thấp hơn tâm quả cán khoảng 0,2mm. Quả cán A quay tròn trên trục cố định, quả cán B được dẫn động quay và có thể ra vào để điều chỉnh khi gia công.

Vận tốc cán : $v = 16\text{m/ph}$, có thể cán ren có bước ren từ $0,7 \div 5\text{ mm}$.

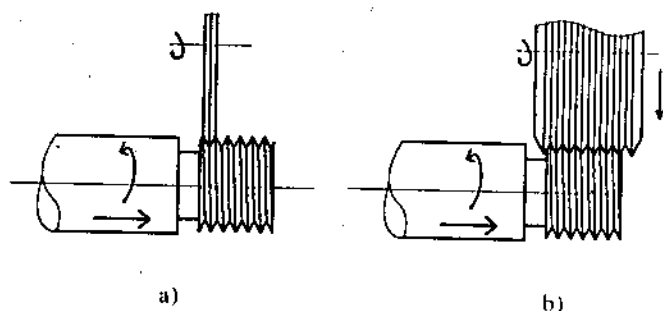
Cán ren bằng ba quả cán cho độ chính xác và năng suất cao. Cán ren bằng bàn cán hình vòng cung thường dùng khi cán ren tự động có năng suất rất cao (20000÷25000 bulông/giờ), song độ chính xác dạng ren không cao.

4. Mài ren

Mài ren dùng để gia công tinh ren có yêu cầu độ chính xác cao và gia công bề mặt ren đã qua nhiệt luyện.

Ren có bước $p \geq 2\text{mm}$ thường được gia công tạo hình ren trước khi nhiệt luyện, để lại lượng dư cho mài ren từ $0,1 \div 0,3\text{mm}$ tùy theo bước ren, còn ren có bước $p < 2\text{mm}$ thường mài ren trực tiếp trên trục trơn sẽ có hiệu quả kinh tế cao hơn.

Về bản chất công nghệ, phương pháp mài ren tương tự như phương pháp mài nói chung. Đá mài ren có thể là đá mài đơn định hình (h. 10.16a) hoặc dạng răng lược (h. 10.16b).



Hình 10.16. Mài ren

a) Mài ren bằng đá đơn; b) Mài ren đá dạng răng lược.

Mài ren được thực hiện trên máy mài ren, khi mài thường chia ra các bước mài thô và mài tinh. Trong quá trình mài ren, đá mài định hình được sửa đá tự động trên máy. Đá mài ren được chọn khi mài ren tùy theo gia công thô hay tinh, với chỉ tiết đã nhiệt luyện hay chưa qua nhiệt luyện.

Mài ren bằng đá đơn định hình đạt độ chính xác cao. Độ chính xác đường kính trung bình đạt $\pm 0,002\text{ mm}$, độ chính xác bước ren $\pm 0,008\text{ mm}/100\text{ mm}$ chiều dài, sai số góc $\pm 5'$.

10.3. KIỂM TRA REN

Kiểm tra ren tùy theo yêu cầu kiểm tra riêng rẽ từng thông số hoặc kiểm tra tổng hợp cùng một lúc nhiều thông số của ren.

Phương pháp kiểm tra riêng rẽ từng thông số của ren thường dùng khi kiểm tra calip ren, ren dụng cụ cắt, ren dụng cụ đo và những chi tiết có cấp

chính xác cao. Phương pháp kiểm tra tổng hợp được dùng cho dạng sản xuất hàng loạt và thường dùng những calíp ren giới hạn để đo.

Thông thường ren được xác định bởi 5 thông số cơ bản sau:

- + Đường kính ngoài d ;
- + Đường kính trong d_1 ;
- + Đường kính trung bình d_2 ;
- + Bước ren S ;
- + Góc nửa prôfin ren α_1 và α_2 .

Trong các thông số đó, đường kính trung bình, góc nửa prôfin và bước ren là quan trọng hơn cả.

Để đo đường kính trung bình của ren có thể áp dụng phương pháp quang học hoặc phương pháp cơ khí. Một trong những phương pháp cơ khí thông dụng nhất để đo đường kính trung bình của ren là phương pháp đo dùng 3 que đo ren. Các que đo ren được chế tạo theo từng bộ, gồm 3 chiếc có đường kính tương ứng với các bước ren tiêu chuẩn trong và ngoài với sai lệch kích thước đường kính và hình dáng hình học không quá $\pm 0,5\mu\text{m}$. Khi đo, hai que đo được đặt ở hai rãnh ren kế tiếp nhau, một que đo được đặt ở rãnh ren đối diện (h. 10.17). Việc đo đường kính trung bình của ren trở thành phép đo gián tiếp qua kích thước M bằng những dụng cụ đo chiều dài thích hợp tùy theo độ chính xác yêu cầu.

Nếu đo ren hệ mét với que đo phù hợp với bước ren thì đường kính trung bình d_2 sẽ được tính như sau:

$$d_2 = M - 0,86603.S - A_1 + A_2$$

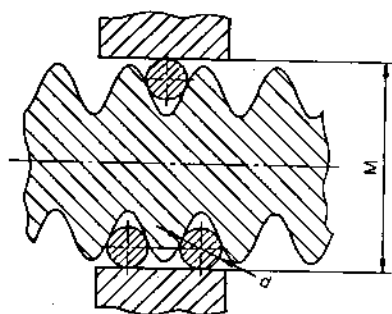
trong đó: A_1 - sai số do vị trí nghiêng của que đo; A_2 - sai số do nén ép que đo.

Đường kính que đo phù hợp nhất được tính như sau:

$$d_o = \frac{S}{2} \cdot \cos \alpha$$

trong đó : α là góc nửa prôfin ren .

Đo bước ren S : có nhiều dụng cụ để đo kiểm bước ren như dưỡng ren, dụng cụ đo chuyên dùng, dụng cụ đo quang học. Đo bằng dưỡng ren là cách đo đơn giản nhất đối với các loại ren thông thường trong các xưởng sản xuất.



Hình 10.17. Đo đường kính trung bình của ren dùng 3 que đo

Đo góc nửa prôfin ren: Phương pháp thông dụng nhất để đo góc nửa prôfin ren là so sánh với dưỡng và nhìn khe sáng. Phương pháp này được dùng nhiều khi tiện ren và yêu cầu chính xác thấp. Muốn đo góc chính xác người ta đo trên máy đo chuyên dùng bằng phương pháp đo quang học.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 10

1. Nêu đặc điểm, khả năng công nghệ và phạm vi sử dụng của các phương pháp gia công ren (tiện ren bằng dao tiện đơn, dao răng lược, đầu cắt ren, phay ren, cán ren, mài ren).
2. So sánh các phương pháp gia công ren để có thể vận dụng khi gia công ren trên một chi tiết cụ thể.
3. Nêu các phương pháp kiểm tra ren.

Chương 11

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG RĂNG

11.1. KHÁI NIỆM, PHÂN LOẠI VÀ CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT

Bánh răng nói chung là những chi tiết dùng để truyền lực và truyền chuyển động giữa các trục, cơ cấu trong các máy khác nhau.

Theo dạng truyền động, các chi tiết dạng bánh răng có thể chia thành các loại:

- + Bánh răng hình trụ dùng để truyền động giữa các trục song song, gồm: bánh răng trụ, răng thẳng và răng nghiêng.

- + Bánh răng côn dùng để truyền động giữa hai trục không song song, thường là hai trục vuông góc nhau, bao gồm bánh răng côn răng thẳng, răng nghiêng và răng xoắn.

- + Bánh vít ăn khớp với trục vít dùng để truyền động giữa hai trục vuông góc có tỷ số truyền lớn.

- + Thanh răng ăn khớp với bánh răng là chi tiết dùng để truyền từ chuyển động quay sang chuyển động tịnh tiến hoặc ngược lại.

Dựa theo kiểu ăn khớp có các loại bánh răng ăn khớp trong và ăn khớp ngoài.

Dựa theo hình dạng kích thước có các loại bánh răng liên trục, bánh răng có lỗ với các kích thước lớn, trung bình và nhỏ.

Về độ chính xác, tùy theo công dụng mà bánh răng có độ chính xác khác nhau. Theo tiêu chuẩn Nhà nước (TCVN), bánh răng được chia thành 12 cấp chính xác, từ cấp 1 (cấp cao nhất) đến cấp 12 (cấp thấp nhất). Trong ngành chế tạo máy dùng nhiều bánh răng từ cấp 1 đến cấp 4 và cấp 5.

Trong TCVN cũng đưa ra các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác của bánh răng, bao gồm:

- + Độ chính xác động học: đánh giá sai lệch về góc quay truyền động xuất hiện trong một vòng quay được đánh giá qua sai số bước vòng và sai lệch khoảng pháp tuyến chung.

- + Độ ổn định khi làm việc: đánh giá mức độ êm khi làm việc do sự thay đổi tốc độ quay qua sai lệch bước cơ sở.

+ Độ chính xác tiếp xúc: đánh giá mức độ, diện tiếp xúc của hai mặt răng ăn khớp qua vết tiếp xúc của biên dạng răng.

+ Độ chính xác khe hở cạnh răng: đánh giá mức hở giữa hai biên dạng răng ở phía không làm việc để tránh hiện tượng kẹt răng và độ chính xác truyền động khi đảo chiều quay.

Thông thường trên bản vẽ chế tạo, các thông số công nghệ của bánh răng gồm: số răng, môđun, góc ăn khớp, biên dạng răng, góc nghiêng răng (bánh răng nghiêng), hệ số dịch chỉnh, chiều cao răng, bề dày răng, chiều dài khoảng pháp tuyến chung, độ cứng của bánh răng (yêu cầu về nhiệt luyện nếu cần)...

Môđun (m) theo tiêu chuẩn gồm: 1 ; 1,25 ; 1,5 ; 1,75 ; 2 ; 2,25 ; 2,5 ; 2,75 ; 3 ; 3,5 ; 4 ; 4,5 ; 5 ; 5,5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 ; 12 ; 14 ; 16...

Biên dạng răng được xác định bởi biên dạng của thanh răng tiêu chuẩn:

- Góc ăn khớp: $\alpha = 20^\circ$
- Chiều cao đỉnh răng: $a = m$
- Chiều cao chân răng: $b = a + c$
- Khe hở chân răng: $c = (0,2 - 0,3) m$
- Chiều cao răng: $h = a + b$
- Bước răng: $p = \pi m$

Ngoài ra trên bản vẽ còn đưa ra các yêu cầu kỹ thuật khác tùy theo yêu cầu và mục đích sử dụng:

Với bánh răng có lỗ: Độ chính xác kích thước và dung sai của đường kính lỗ có thể tới cấp 7 (6), độ nhám của lỗ và bề mặt răng, độ không đồng tâm của lỗ so với đường kính ngoài, độ không vuông góc của lỗ so với mặt đầu.

Với các bánh răng liền trục: Ngoài yêu cầu độ nhám bề mặt và độ chính xác kích thước, còn yêu cầu về độ đồng tâm giữa đường kính vòng chia của bánh răng so với các cổ trục.

Vật liệu để chế tạo bánh răng được chọn tùy theo yêu cầu sử dụng. Các bánh răng chịu tải trọng lớn (ô tô, máy kéo...) thường chế tạo từ các loại thép hợp kim của crôm, măng-gan, moli-bden như 20X, 12XH3A, 18XIT...sau khi thấm C, tôi đạt độ cứng 58 - 62 HRC; các bánh răng chịu tải trung bình (dùng trong máy công cụ, máy công tác...) thường chế tạo từ thép 40X, 45 và tôi cao tần; các bánh răng cần truyền động êm, tải trọng nhỏ (dùng trong máy dệt, máy in...) thường chế tạo từ nhựa, phíp...; các bánh răng không cần độ chính xác cao (máy tuốt lúa, các cơ cấu quay tay...) có thể đúc từ gang.

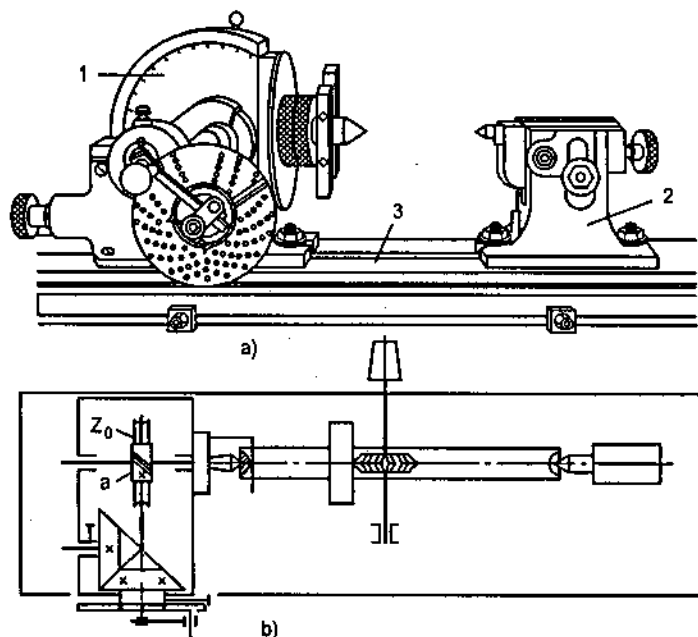
Phôi để chế tạo bánh răng chịu tải lớn, bánh răng có chênh lệch đường kính lớn, bánh răng có kích thước lớn, trong sản xuất hàng loạt thường được rèn khuôn, trong sản xuất hàng loạt nhỏ, phôi được rèn tự do. Các bánh răng thông thường được chế tạo từ phôi cán; bánh răng gang được chế tạo từ phôi đúc, với môđun lớn có thể đúc thành dạng răng; các bánh răng nhựa được ép từ khuôn. Hiện tại người ta còn chế tạo các bánh răng từ gốm, sứ, từ kim loại bột thiêu kết ...

11.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BÁNH RĂNG TRỤ

Có hai phương pháp gia công răng: phương pháp định hình và phương pháp bao hình. Việc chọn phương pháp gia công răng phụ thuộc vào yêu cầu kỹ thuật, độ chính xác của bánh răng để phù hợp với chức năng làm việc, vào sản lượng và vào điều kiện sản xuất của cơ sở.

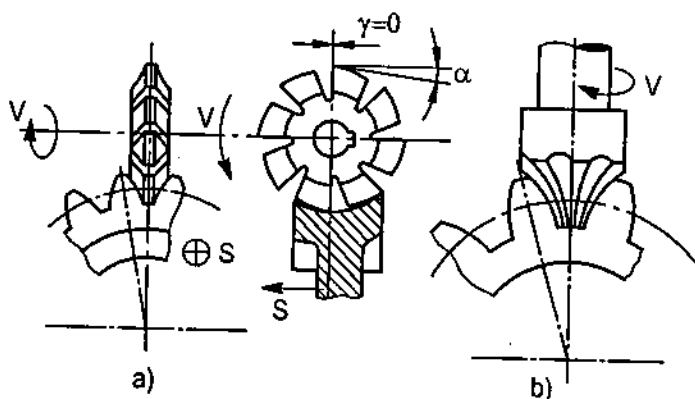
1. Gia công răng theo phương pháp định hình

1.1. Phay định hình: Theo phương pháp này chi tiết thường được gá trên đầu chia độ vạn năng (h. 11.1), dùng dao phay đĩa môđun trên máy phay nằm ngang để cắt từng rãnh răng, sau đó dùng cơ cấu phân độ để quay chi tiết đi một góc $360^\circ/Z$ (Z : số răng của bánh răng cần gia công), để phay rãnh tiếp theo cho đến khi gia công xong các rãnh răng (h. 11.2).



Hình 11.1

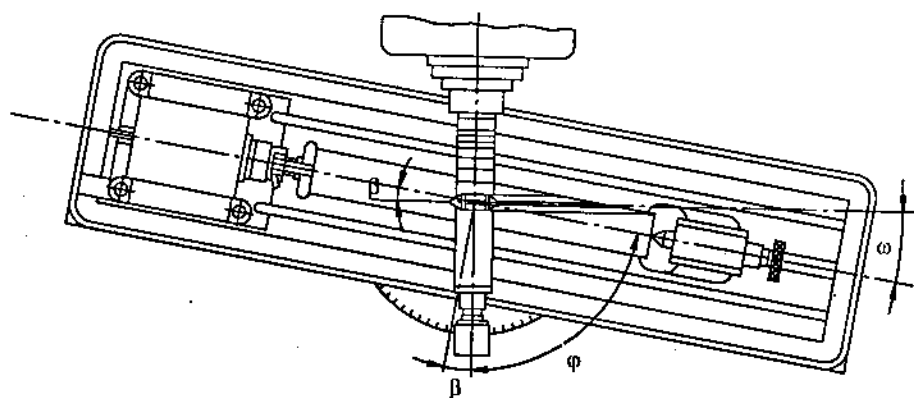
- a) Đầu chia độ vạn năng trên máy phay: 1. Đầu chia độ; 2. Ụ động; 3. Bàn gá
b) Sơ đồ động đầu chia độ vạn năng.



Hình 11.2. Phay răng theo phương pháp định hình

a) Dùng dao phay đĩa modul ; b) Dùng dao phay ngón modul.

Phương pháp phay định hình có thể dùng để gia công bánh răng nghiêng, bằng cách xoay bàn máy đi một góc tương ứng với góc nghiêng của răng. Chi tiết được gá trên đầu chia độ trên bàn máy, còn bàn máy được nối xích phay răng xoắn với trục vít me bàn dao dọc (h. 11.3).



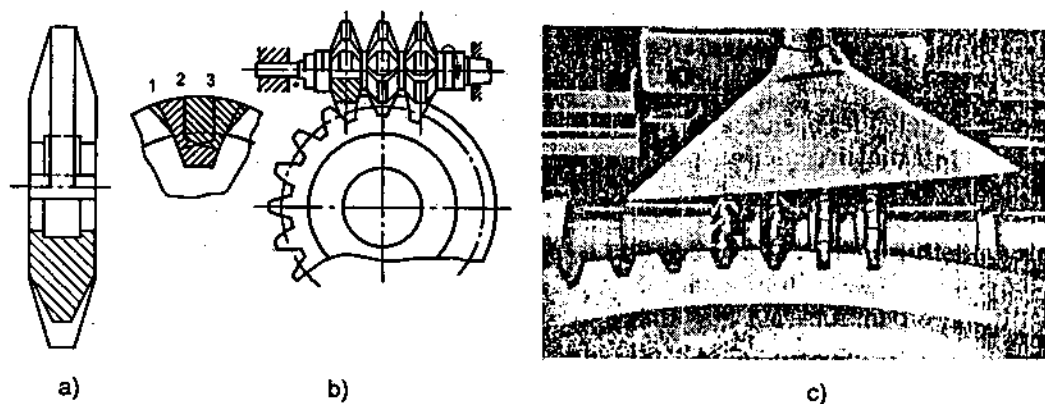
Hình 11.3. Xoay bàn máy khi phay răng nghiêng.

Phay răng theo phương pháp định hình do biên dạng rãnh răng thay đổi theo số răng, nên muốn đạt độ chính xác, dao phải có dạng rãnh răng tương ứng, do đó với bánh răng có số răng và môđun khác nhau, số dao phải chế tạo rất nhiều. Để đảm bảo tính kinh tế, dao phay môđun chỉ sản xuất theo bộ 8, 15 hoặc 26 dao (bảng 11.1). Mỗi dao dùng để phay bánh răng với số răng trong phạm vi nhất định, vì vậy gia công theo phương pháp này độ chính xác dạng răng thấp chỉ dùng cho cơ cấu truyền động có tốc độ không cao ($v < 1,5 \text{ m/s}$) và cho năng suất thấp.

Bảng 11.1. Các bộ dao phay đĩa môđun

Bộ 8 dao		Bộ 15 dao			
Dao số	Số răng chi tiết	Dao số	Số răng chi tiết	Dao số	Số răng chi tiết
1	12 - 13	1	12	5	26 - 29
2	14 - 16	1 1/2	13	5 1/2	30 - 34
3	17 - 20	2	14	6	35 - 41
4	21 - 25	2 1/2	15 - 16	6 1/2	42 - 54
5	26 - 34	3	17 - 18	7	55 - 79
6	35 - 54	3 1/2	19 - 20	7 1/2	80 - 134
7	55 - 134	4	21 - 22	8 1/2	135 và thanh răng
8	135 và thanh răng	4 1/2	23 - 25	-	-

Để nâng cao năng suất lao động, giảm bớt chi phí khi chế tạo dao phay đĩa môđun, khi gia công các bánh răng có số răng và môđun lớn, người ta thường tiến hành theo hai giai đoạn: gia công phá bằng dao phay đĩa thông thường dạng cung tròn cắt bằng nhiều dao (h. 11.4), sau đó gia công tinh bằng dao phay môđun.



Hình 11.4. Gia công phá bằng dao phay đĩa.

a) Dao phay đĩa; b, c) Sơ đồ gia công.

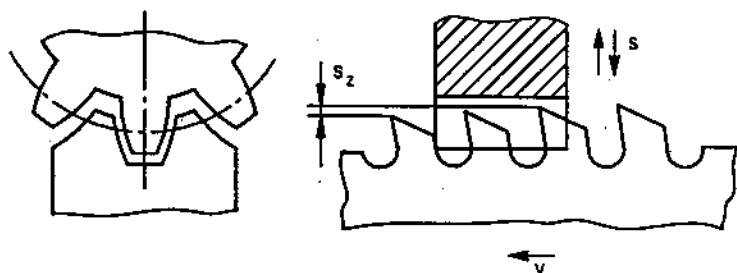
Lượng dư của : 1. Dao số 1; 2. Dao số 2; 3. Dao số 3.

Ngoài dao phay đĩa môđun, người ta còn dùng dao phay ngón môđun để gia công theo phương pháp định hình (h. 11.2 b). Dao phay ngón môđun thường dùng gia công răng có môđun lớn ($m > 12\text{mm}$).

1.2. Chuốt định hình: là phương pháp gia công răng cho năng suất và độ chính xác cao, thường được sử dụng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Dao chuốt được chế tạo có biên dạng như biên dạng của rãnh răng

(h.11.5). Có thể chuốt một hoặc nhiều rãnh răng cùng một lúc, tuy nhiên chuốt toàn bộ các rãnh của bánh răng thường ít dùng vì kết cấu dao phức tạp, lực cắt khi chuốt rất lớn do các lưỡi cắt của dao có lượng nâng s_d và cùng tham gia vào cắt.

Sau mỗi hành trình của dao chuốt, bánh răng được quay đi một góc nhờ cơ cấu phân độ để gia công cung răng tiếp theo.



Hình 11.5. Chuốt định hình bánh răng.

2. Gia công răng theo phương pháp bao hình

Gia công răng theo phương pháp bao hình được tiến hành theo nguyên lý ăn khớp của hai bánh răng hoặc một bánh răng và một thanh răng, trong đó một là dụng cụ cắt còn một là chi tiết gia công.

Các phương pháp gia công răng theo nguyên lý bao hình gồm:

2.1. Phay lăn răng

Phay lăn răng là phương pháp gia công răng theo nguyên lý bao hình cho năng suất và độ chính xác cao. Dụng cụ là dao phay lăn răng dạng trục vít có biên dạng thân khai (h. 11.6), có các rãnh thẳng góc với đường xoắn vít để thoát phoi và tạo nên các góc trước, góc sau của lưỡi cắt.

a) Gia công bánh răng

Để lập lại nguyên lý ăn khớp của hai bánh răng thì chuyển động quay của dao và chuyển động quay của chi tiết phải nằm trong xích truyền động bao hình. Khi phối quay $1/z$ vòng thì dao phay phải quay $1/k$ vòng (z : số răng của bánh răng cần gia công; k : số đầu mối của dao phay lăn răng). Khi gia công bánh răng có số răng khác nhau, người ta tính toán và thay đổi xích bao hình nhờ các bánh răng thay thế của máy.

Phay răng theo phương pháp này được tiến hành trên máy phay răng chuyên dùng. Trong quá trình cắt, theo nguyên lý ăn khớp, dao quay và cắt liên tục tất cả các răng của chi tiết. Ngoài ra dao phay lăn răng còn có chuyển động tịnh tiến dọc của phối để cắt hết chiều dày của bánh răng.

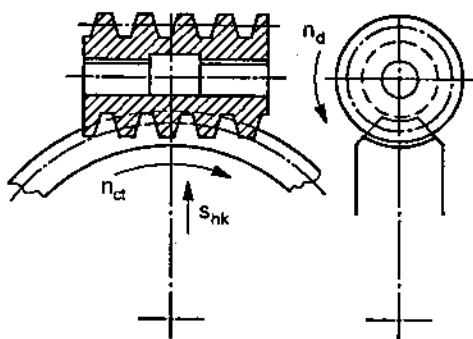
Số TT	Chi tiết gia công	Dao phay lăn răng	Sơ đồ gá đặt
a	Răng thẳng	Dao nghiêng phải	
b	Răng thẳng	Dao nghiêng trái	
c	Răng nghiêng phải	Dao nghiêng phải	
		Dao nghiêng trái	
d	Răng nghiêng trái	Dao nghiêng phải	
		Dao nghiêng trái	

Hình 11.7. Góc nghiêng của dao phay lăn răng khi gia công các loại bánh răng trụ

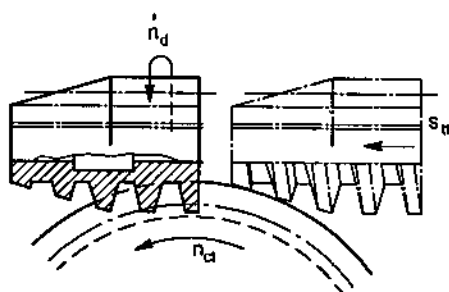
b) Gia công bánh vít

Ngoài gia công bánh răng, trên máy phay lăn răng chuyên dùng còn dùng dao phay lăn dạng trục vít để gia công được bánh vít theo hai phương pháp: tiến dao hướng kính và tiến dao tiếp tuyến.

Phương pháp tiến dao hướng kính: Ngoài chuyển động quay ăn khớp theo xích bao hình giữa dao và chi tiết, còn có chuyển động tiến dao hướng kính của bánh vít về phía dao (h. 11.8).



Hình 11.8. Gia công bánh vít theo phương pháp tiến dao hướng kính



Hình 11.9. Gia công bánh vít theo phương pháp tiến dao tiếp tuyến

Gia công theo phương pháp này cho năng suất cao, tuy nhiên răng bánh vít ở đỉnh thường bị cắt lẹm, nhất là với bánh vít có góc nghiêng ($\phi > 6^\circ$).

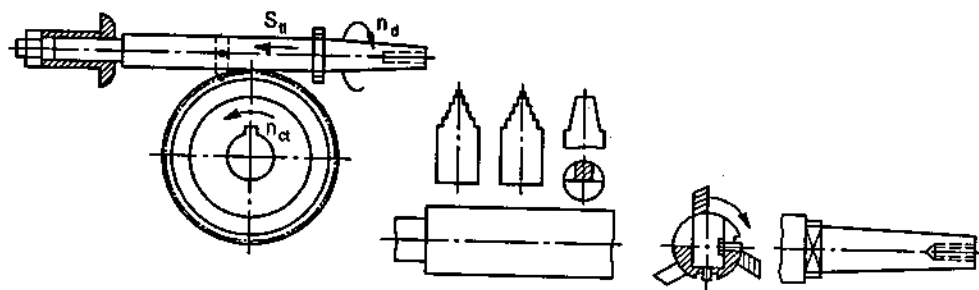
Phương pháp tiến dao hướng tiếp tuyến (h. 11.9) : dao phay ngoài chuyển động quay còn có chuyển động tiến dao tiếp tuyến với bánh vít, vì thế bàn máy cần phải thực hiện thêm chuyển động quay nhờ bộ truyền vi sai để bù lượng dịch chuyển tiếp tuyến, bảo đảm nguyên lý ăn khớp giữa dao và chi tiết.

Phương pháp tiến dao tiếp tuyến gia công bánh vít có thể đạt độ chính xác cao nhưng năng suất thấp hơn so với phương pháp tiến dao hướng kính. Vì thế trong sản xuất hàng loạt lớn thường phối hợp hai phương pháp trên: khi gia công thô dùng phương pháp tiến dao hướng kính; gia công tinh dùng phương pháp tiến dao tiếp tuyến.

Dao phay lăn bánh vít có đường kính tương ứng với trục vít nên thường có góc hớt lưng nhỏ để khi mài sắc mặt trước dao, kích thước dao thay đổi ít, bảo đảm độ chính xác của bộ truyền trục vít-bánh vít, vì thế nó chỉ dùng cho sản xuất hàng loạt.

Trong thực tế khi không có dao phay lăn bánh vít, có thể dùng dao phay lăn bánh răng để gia công bánh vít. Do dao phay lăn răng có đường kính lớn nên sai số gia công lớn khó bảo đảm độ chính xác bộ truyền bánh vít-trục vít. Vì thế trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, để đảm bảo độ chính xác của bộ

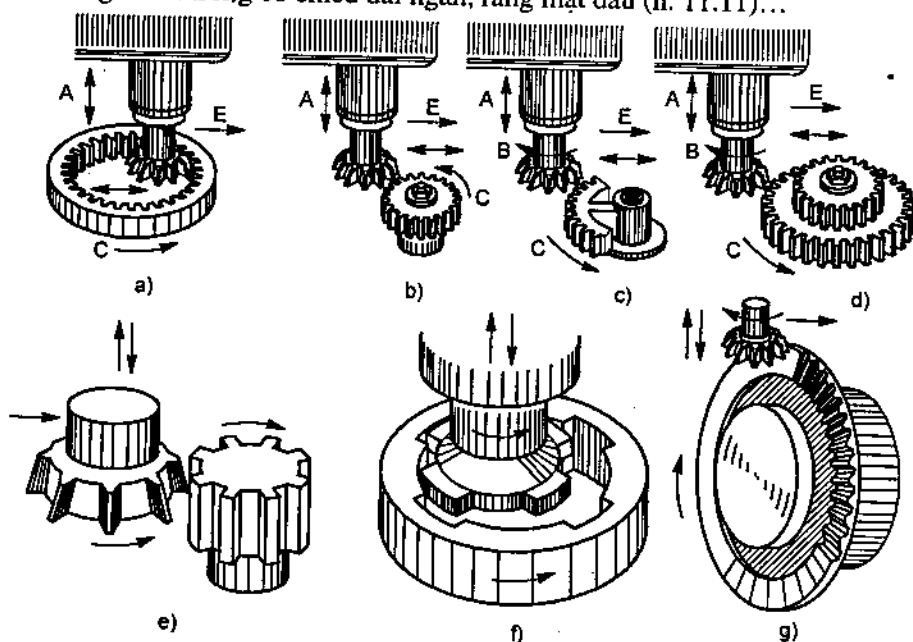
truyền và hiệu quả kinh tế, người ta thường sử dụng dao quay lắp lên trục dao của máy phay lăn răng chuyên dùng (h. 11.10). Trên trục dao có lắp 1 ÷ 3 dao theo góc nâng của trục vít và gia công bánh vít theo phương pháp tiến dao tiếp tuyến. Dao được quay trong xích bao hình ăn khớp với chi tiết theo tỷ số truyền, ngoài ra còn có thêm chuyển động tịnh tiến theo hướng tiếp tuyến. Phương pháp này cho năng suất thấp.



Hình 11.10. Gia công bánh vít bằng dao quay

2.2. Xọc răng

Xọc răng là một phương pháp cắt răng bao hình thực hiện bằng dao có dạng bánh răng hoặc dao dạng thanh răng (dao răng lược) trên máy xọc răng chuyên dùng. Xọc răng có thể gia công răng trong, răng ngoài, cung răng, bánh răng bạc, then hoa ngoài và trong có chiều dài ngắn, răng mặt đầu (h. 11.11)...



Hình 11.11. Xọc bao hình các dạng bề mặt

a) Xọc răng trong; b) Xọc răng ngoài; c) Xọc cung răng; d) Xọc răng tắng; e) Xọc then hoa ngoài; f) Xọc then hoa trong; g) Xọc răng côn;

a) Xọc răng bằng dao xọc dạng bánh răng

Theo phương pháp này, nó lặp lại chuyển động ăn khớp của hai bánh răng trong đó một là chi tiết gia công, một là dao. Dao xọc răng, thực chất là một bánh răng (dạng đĩa, dạng bát, dạng bánh răng liền trục chuỗi côn) mà mặt đầu được tạo thành mặt trước (góc trước) và mặt bên tạo thành mặt sau (góc sau) của các lưỡi cắt.

Chuyển động quay của dao và của chi tiết phải theo tỷ số truyền trong xích truyền động bao hình:

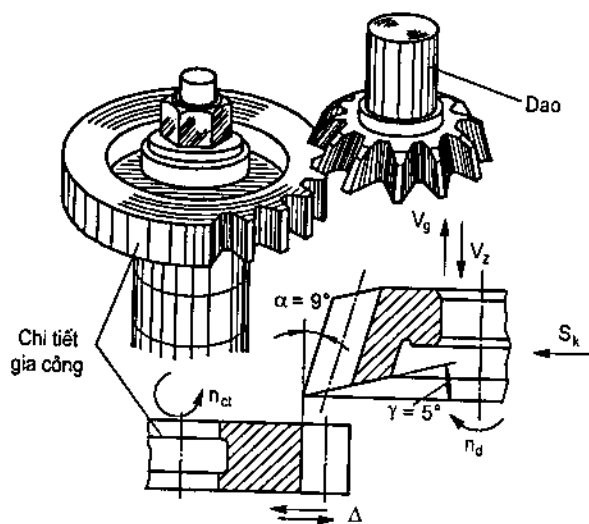
$$n_{ct} / n_d = Z_d / Z_{ct}$$

Trong đó: n_{ct} ; n_d : số vòng quay của chi tiết và của dao xọc;

Z_{ct} ; Z_d : số răng của chi tiết và của dao.

Ngoài ra còn chuyển động lên xuống của đầu dao (số hành trình kép / phút) để gia công hết bề rộng của bánh răng. Chuyển động tiến dao hướng kính để gia công đạt chiều cao răng, đặc biệt có chuyển động nhường dao là khi dao đi lên không cắt, thì chi tiết gia công được dịch lùi ra để tránh ma sát vào mặt sau làm mòn dao (h. 11.12). Chuyển động này được thực hiện bởi cơ cấu cam trên máy xọc răng.

Khi tiến dao hướng kính để đạt chiều sâu cắt, không thể tiến ngay một lúc hết chiều sâu răng răng mà phải tiến từ từ trong khi chi tiết vẫn quay một cung tương ứng với thời gian tiến dao, sau đó chi tiết lại phải quay tiếp ít nhất là một vòng để dao cắt hết chiều cao răng trên cả vòng răng, việc này được thực hiện tự động nhờ cơ cấu cam lắp trên máy. Trên máy có các loại cam cho phép tiến dao một lần với mô đun bánh răng nhỏ $m = 1+2\text{mm}$, cam tiến dao hai lần với $m = 2,25+4\text{mm}$, cam tiến dao ba lần với $m > 4\text{mm}$, số lần tiến dao là số vòng mà phôi quay khi tiến vào để bảo đảm độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt răng.



Hình 11.12. Xọc răng bao hình

Xọc răng là phương pháp gia công răng đạt độ chính xác cao vì dao dễ chế tạo chính xác, nhưng năng suất không cao do cắt không liên tục. Xọc răng cũng là phương pháp duy nhất có thể gia công được các bánh răng nhiều bậc mà khoảng cách giữa các bậc nhỏ, bánh răng chữ V, bánh răng trong.

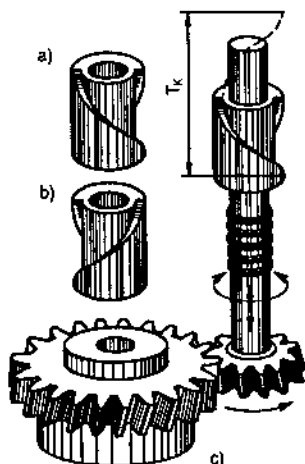
Khi cắt bánh răng trong để tránh hiện tượng cắt lẹm đỉnh răng do chênh lệch giữa số răng chi tiết và số răng dao không lớn nên khi dao tiến sâu vào cắt, đỉnh răng chi tiết dễ bị cắt lẹm. Điều kiện để không bị cắt lẹm được xác định qua đồ thị hoặc tính toán và có liên quan đến số răng của dao, số răng của chi tiết và mức độ dịch chỉnh.

Xọc răng thông thường dùng để gia công các bánh răng thẳng. Tuy nhiên, cũng có thể xọc được bánh răng nghiêng, khi đó dao cũng có răng nghiêng và khi đi xuống cắt dao nhận thêm chuyển động quay phụ nhờ bạc dẫn nghiêng tương ứng (h. 11.13).

Xọc răng có thể gia công được bánh răng chữ V (h. 11.14) khi gia công trên máy chuyên dùng có hai dao xọc, cả hai dao 2 cùng dịch chuyển về phía bên phải, phía bên trái và quay trong xích ăn khớp với chuyển động quay của chi tiết 1.

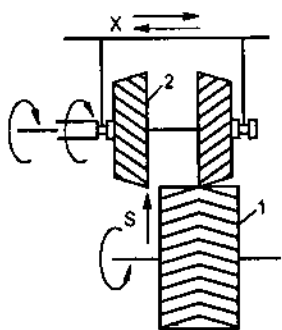
b) Xọc răng bằng dao xọc răng dạng răng lược:

Xọc răng bằng dao dạng răng lược được thực hiện bằng cách lặp lại sự ăn khớp giữa bánh răng cần gia công và thanh răng - dao xọc dạng răng lược. Chuyển động bao hình được thực hiện bằng cách: bánh răng gia công gá trên bàn



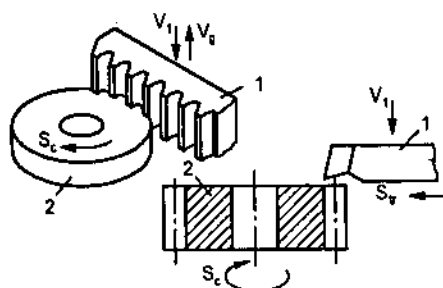
Hình 11.13. Sơ đồ xọc bánh răng nghiêng

a), b) Bạc có rãnh nghiêng; c) Sơ đồ xọc răng nghiêng



Hình 11.14. Sơ đồ xọc bánh răng chữ V bằng hai dao xọc

1. Bánh răng gia công; 2. Dao xọc.



Hình 11.15. Sơ đồ xọc răng bằng dao xọc răng dạng răng lược

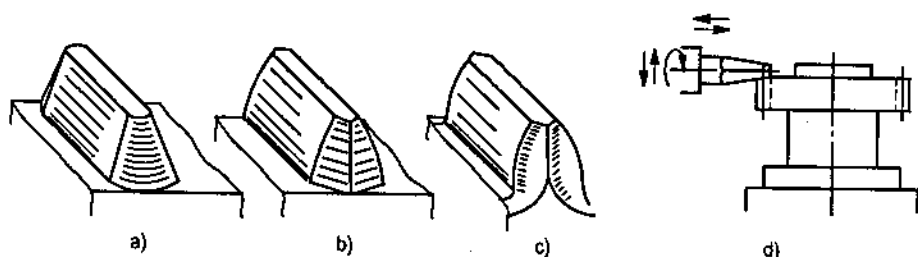
1. Dao xọc; 2. Chi tiết gia công.

máy, khi bánh răng quay, bàn máy mang bánh răng cũng dịch chuyển dọc theo phương của dao xọc răng lược như trong quá trình ăn khớp. Dao xọc thực hiện chuyển động cắt (VI). Dụng cụ có dạng thanh răng được chế tạo với góc độ tương ứng của lưỡi cắt (h. 11.15).

Dao xọc răng dạng răng lược dễ chế tạo chính xác, song máy gia công về mặt động học rất phức tạp, năng suất không cao do vận tốc, quán tính của hành trình đầu dao.

11.3. VÊ ĐẦU RĂNG

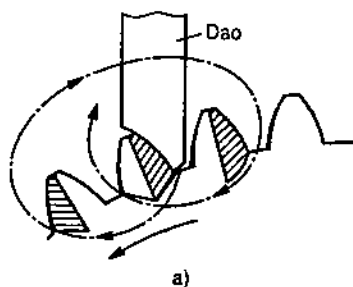
Vê đầu răng được thực hiện sau khi gia công răng, dùng cho những bánh răng cần di trượt, để ra vào ăn khớp không bị va đập gây nứt mẻ đầu răng.



Hình 11.16. Các dạng vê đầu răng

a) Vê tròn ; b, c) Vát nhọn; d) Sơ đồ vê đầu răng.

Đầu răng có thể được vê tròn hay vát nhọn (h. 11.16). Vê đầu răng có thể dùng dao phay ngón, dao phay chuyên dùng (dạng ống, đĩa định hình). Vê đầu răng được thực hiện trên máy chuyên dùng: dao gá được đặt vuông góc với đường tâm chi tiết, khi cắt, dao có chuyển động theo một cung tròn cắt từ cạnh bên này sang cạnh bên kia của một đầu răng, còn bánh răng thì đứng yên. Cắt xong một răng, dao nâng lên, sau khi phân độ, dao trở lại để cắt răng tiếp theo.



b)

Hình 11.17. Vê đầu răng bằng dao chuyên dùng

Để nâng cao năng suất, người ta cắt liên tục theo phương pháp bao hình dùng dao chuyên dùng, khi cắt cả chi tiết và dao đều chuyển động theo xích truyền động bao hình. Quỹ đạo tương đối của dao so với chi tiết là theo đường cong epixicloit (h. 11.17), đầu răng gia công sau khi vẽ được vát nhọn.

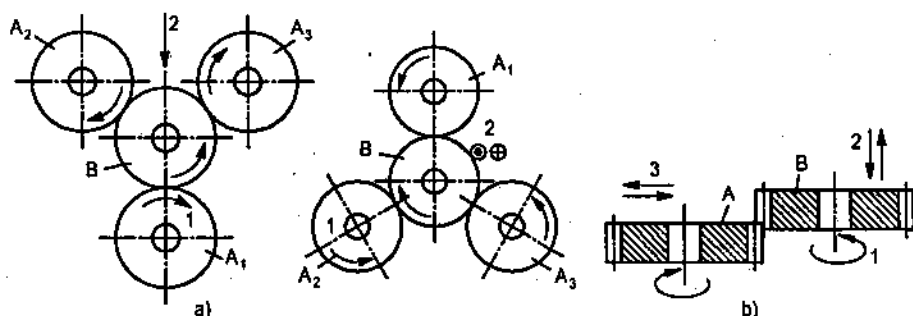
11.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TÍNH RĂNG

1. Chạy rà bánh răng

Chạy rà bánh răng được thực hiện bằng cách cho bánh răng gia công chưa nhiệt luyện B quay ăn khớp với bánh răng mẫu đã được tôi cứng (A_1, A_2, A_3) (h. 11.18a). Trong quá trình gia công, nhờ có áp lực của bánh răng mẫu lên bánh răng gia công nên bề mặt răng của bánh răng gia công được nén và ép phẳng, tăng độ cứng và độ chính xác. Để chạy rà đều cần phải quay theo hai chiều với số vòng quay giống nhau từ 5 - 25 vòng, áp lực $p = 5 - 10 \text{ kG/cm}^2$. Khi chạy rà có thể cho thêm dầu để tránh biến dạng nhiệt.

Với bánh răng đã qua nhiệt luyện, người ta cho thêm bột nghiền vào giữa các bánh răng, khi đó các bánh răng (A_1, A_2, A_3) được làm từ gang (h. 11.18 b), bánh răng gia công B thực hiện chuyển động lên xuống theo hướng 2, còn các bánh răng gang khi quay, được gá nghiêng một góc ($\sim 10^\circ$) so với tâm chi tiết gia công B.

Ngoài nghiền bánh răng còn dùng phương pháp khôn bánh răng, trong đó bánh răng dụng cụ được làm từ vật liệu có tính cắt như đá mài ăn khớp với bánh răng gia công, tương tự như phương pháp cà răng.



Hình 11.18. Sơ đồ chạy rà bánh răng

a) Chạy rà bánh răng ; b) Nghiền bánh răng.

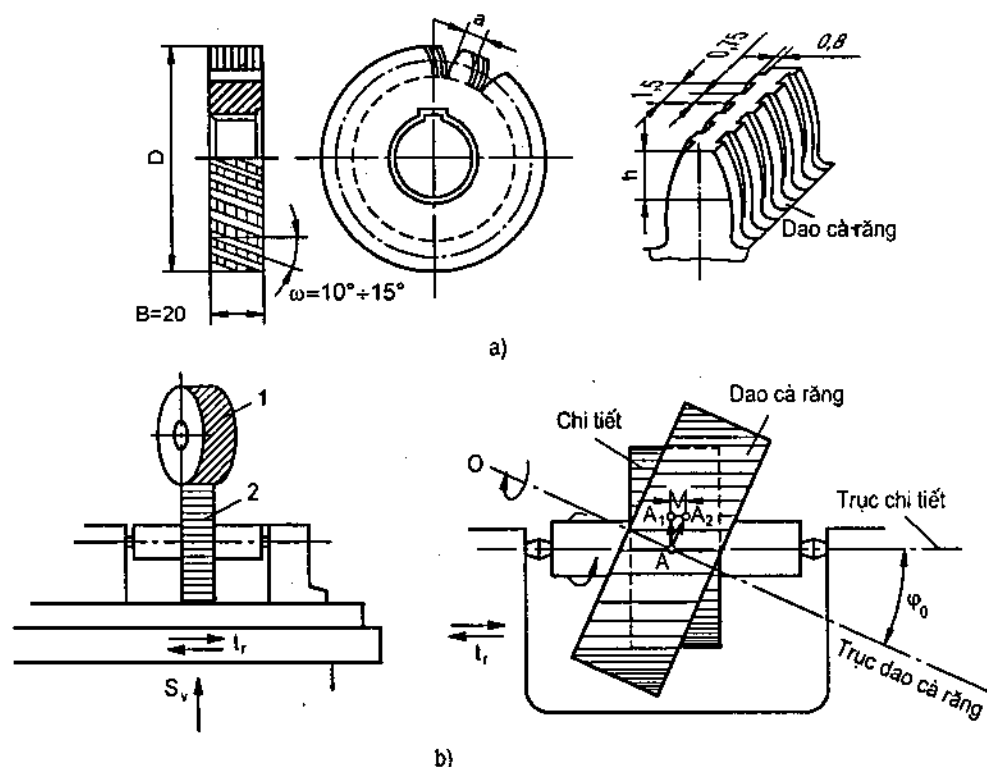
2. Cà răng

Cà răng là một phương pháp gia công tính các bánh răng có độ cứng không cao (bánh răng chưa qua tôi). Cà răng có thể gia công được bánh răng thẳng, răng nghiêng, răng trong hoặc răng ngoài.

Dao cầ răng có hai loại: loại bánh răng và thanh răng. Trên mặt răng của dao được tạo thành các rãnh (h. 11.19) có bề rộng 0,75 mm, chiều sâu $(0,6 \div 1 \text{ mm})$ để tạo ra các cạnh sắc làm lưỡi cắt.

Cầ răng bằng dao cầ dạng bánh răng được sử dụng phổ biến vì có thể cầ được nhiều loại bánh răng có kích thước khác nhau, cầ được răng trong, răng ngoài. Để cắt gọt bề mặt răng, trục của dao cầ và trục của chi tiết gia công phải đặt chéo nhau một góc $\varphi_0 = 5 - 15^\circ$ nhờ vậy hiện tượng trượt tương đối không chỉ xảy ra theo biên dạng mà theo cả hướng răng. Chính thành phần vận tốc trượt theo hướng răng, làm cho các lưỡi cắt trên dao cầ cạo lên bề mặt chi tiết một lớp phoi mỏng. Lượng dư cho cầ răng thường $\leq 0,15 \text{ mm}$.

Khi gia công trên máy cầ răng, dao nhận chuyển động quay từ động cơ, còn chi tiết quay trên hai mũi tâm (h. 11.19 b). Để cầ được cả hai phía của cạnh răng, dao cầ răng phải đổi chiều quay khi gia công, ngoài ra chi tiết còn có chuyển động tiến dao t_r để gia công hết chiều dài cạnh răng.



Hình 11.19. Dao cầ răng và sơ đồ cầ răng

a) Dao cầ răng ; b) Sơ đồ cầ răng

1. Dao cầ răng; 2. Chi tiết gia công

Phương pháp tiến dao để cà răng có ảnh hưởng lớn đến năng suất và chất lượng gia công. Tùy theo hướng tiến dao có thể có các phương pháp cà răng như sau:

- + Cà song song: theo phương pháp này bánh răng thực hiện chuyển động tiến dao song song dọc theo trục của nó (h. 11.19b). Sau mỗi hành trình, bánh răng có chạy dao hướng kính tới dao cà.

- + Cà chéo: là phương pháp cà răng khi tiến dao theo hướng chéo tạo thành một góc so với trục của bánh răng gia công. Cà chéo có ưu điểm so với cà song song là chiều dài hành trình làm việc giảm, dao cà tiếp xúc đều với chi tiết nên tuổi bền của dao cà cao hơn.

- + Cà tiếp tuyến: là phương pháp cà răng khi tiến dao theo hướng vuông góc với trục của bánh răng. Phương pháp này dùng để gia công bánh răng có bề rộng nhỏ hơn chiều rộng dao cà.

Tốc độ cắt khi cà răng thường chọn 70 - 100 m/ph, lượng tiến dao chọn từ 0,2 - 0,5 mm/vòng.

Cà răng để sửa những sai số về hình dáng và nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt răng. Cà răng chỉ hiệu quả cho các bánh răng có môđun: $m = 2 \div 6$ mm. Bánh răng sau khi cà răng có thể đạt $Ra = 0,63 \div 0,16$.

3. Mài răng

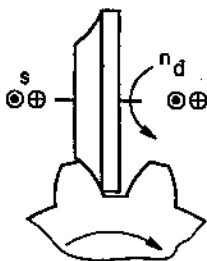
Mài răng là phương pháp gia công tinh bánh răng, có thể đạt cấp chính xác cao (cấp 4÷6), độ nhám mặt răng $Ra = 1,25 \div 0,16$. Thường dùng phương pháp này để gia công các bánh răng có yêu cầu về chất lượng và độ cứng cao (bánh răng sau khi tôi). Máy mài răng có cấu tạo phức tạp, năng suất thấp và giá thành cao nên chỉ sử dụng khi hết sức cần thiết.

Có hai phương pháp mài: mài định hình và mài bao hình.

a) Mài răng theo phương pháp định hình:

Theo phương pháp này đá có biên dạng của rãnh răng cần gia công (h.11.20). Mài định hình, đá mài mòn nhanh, mòn không đều do đó phải thường xuyên sửa đá, vì vậy khó đảm bảo được độ chính xác và năng suất cao.

Khi mài răng theo phương pháp định hình, các chuyển động gia công tương tự như khi phay răng định hình, bao gồm: chuyển động quay của đá mài, chuyển động tiến dao dọc để gia công suốt chiều dài răng. Sau khi mài xong một cạnh răng, chi tiết được phân độ để gia công cạnh răng tiếp



Hình 11.20. Mài răng bằng đá định hình

theo. Đá mài có biên dạng của rãnh răng cần gia công, đá mài cả hai mặt hoặc từng mặt răng. Khi mài từng mặt răng, sau khi gia công xong toàn bộ một mặt răng bên này mới chuyển sang gia công mặt răng bên kia. Để bảo đảm độ chính xác dạng răng, phải tiến hành sửa đá chính xác và thường xuyên theo dưỡng.

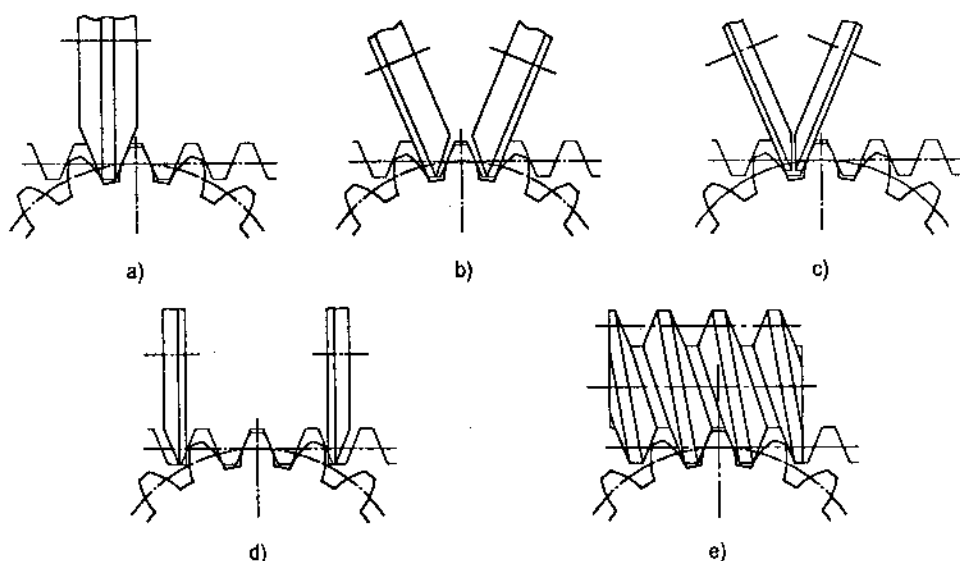
b) Mài răng theo phương pháp bao hình

Mài theo phương pháp bao hình bảo đảm độ chính xác cao và được sử dụng rộng rãi. Mài bao hình dựa trên nguyên lý ăn khớp giữa bánh răng và thanh răng. Trên máy mài chuyên dùng, đá mài có bề mặt làm việc như là răng của một thanh răng trong quá trình ăn khớp.

Khi mài theo phương pháp này, thường chia ra ba loại mài tùy theo mặt tiếp xúc của đá mài với chi tiết:

- Loại thứ nhất: Mặt làm việc của đá là mặt tròn (h. 11.21a) trong đó đá mài còn đóng vai trò như một răng của thanh răng. Phương pháp này thích hợp gia công các bánh răng có kích thước lớn, vì các máy loại này thường bố trí trục gá chi tiết thẳng đứng nên dễ gá đặt hơn.

- Loại thứ hai: Mặt làm việc của đá là mặt phẳng (h. 11.21b, c, d). Khi đó có thể dùng sơ đồ (b), hai đá được gá nghiêng một góc ăn khớp, mài hai cạnh răng ở hai phía; sơ đồ (c), hai đá gá nghiêng cùng mài hai cạnh của một rãnh răng; sơ đồ (d), hai đá được gá song song.



Hình 11.21. Mài răng theo phương pháp bao hình

a) Mài bằng mặt tròn của đá; b, c, d) Mài bằng mặt phẳng của đá; e) Mài bằng đá mài dạng trục vít.

Các chuyển động khi gia công bao gồm: chuyển động quay của đá mài ($v_{\text{cắt}}$) chuyển động tịnh tiến đi lại của bánh răng gia công hay ụ đá mài theo

hướng vuông góc với trục bánh răng trong xích bao hình ăn khớp với chuyển động quay của chi tiết gia công, chuyển động tiến dao của đá dọc theo răng bánh răng và chuyển động quay bánh răng đi một góc sau khi gia công xong một răng.

- Loại thứ ba: Mặt làm việc của đá hình xoắn vít (h. 11.21e). Đá mài được chế tạo có dạng trục vít, thực hiện chuyển động ăn khớp liên tục với bánh răng cần gia công. Phương pháp này cho năng suất rất cao, độ chính xác gia công phụ thuộc vào xích truyền động, vào việc sửa đá, có thể đạt được cấp chính xác $4 \div 5$, độ nhám bề mặt $Ra 1,25 \div 0,32$.

11.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BÁNH RĂNG CÔN, RĂNG THẲNG

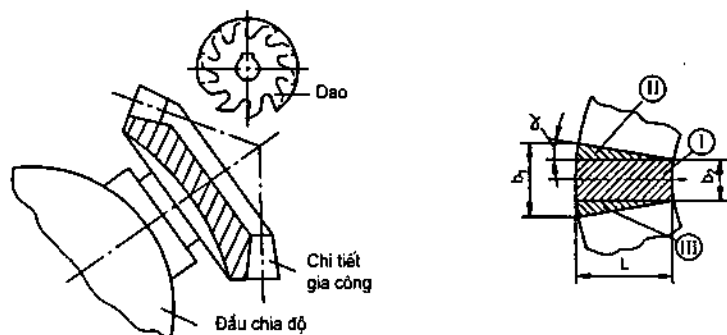
Răng của bánh răng côn được gia công bằng phương pháp bào, phay hoặc chuốt... Gia công răng côn có thể thực hiện theo phương pháp định hình và phương pháp bao hình.

a) Phương pháp định hình:

+ Phay bánh răng côn: Gia công theo phương pháp định hình có thể dùng phay bằng dao phay đĩa môđun trên máy phay vạn năng có đầu chia độ và phay từng rãnh răng. Bánh răng được gá lên ụ chia độ và nghiêng đi một góc sao cho phù hợp với góc côn chân răng (h. 11.22).

Gia công thực hiện theo 3 bước: bước thứ nhất phay phần I (rãnh b_2) bước thứ hai quay ụ chia độ một góc $\alpha = \arctg \frac{b_1 - b_2}{2L}$ về một phía và gia công phần II trên rãnh răng; bước thứ ba: quay góc (φ) về phía ngược lại và gia công phần III của rãnh răng.

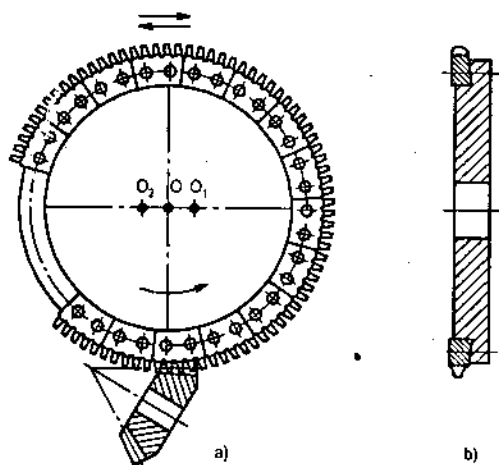
Phương pháp này được sử dụng để gia công bánh răng côn có độ chính xác không cao và bánh răng côn có môđun lớn.



Hình 11.22. Phay định hình bánh răng côn trên máy phay vạn năng

+ Chuốt bánh răng côn: các bánh răng côn có môđun nhỏ, có thể dùng phương pháp chuốt tròn để gia công răng. Dao chuốt tùy theo môđun bao gồm; 15 đến 17 mảnh dao (h. 11.23) mỗi mảnh có 4÷5 răng lắp trên một đĩa tròn. Trên dao chuốt có ba nhóm dao: nhóm đầu tiên để cắt thô, nhóm thứ hai cắt tinh và nhóm cắt lần cuối có biên dạng thân khai.

Trên thân dao chuốt có một phần không lắp mảnh dao, đó chính là vị trí để gá lắp phôi.



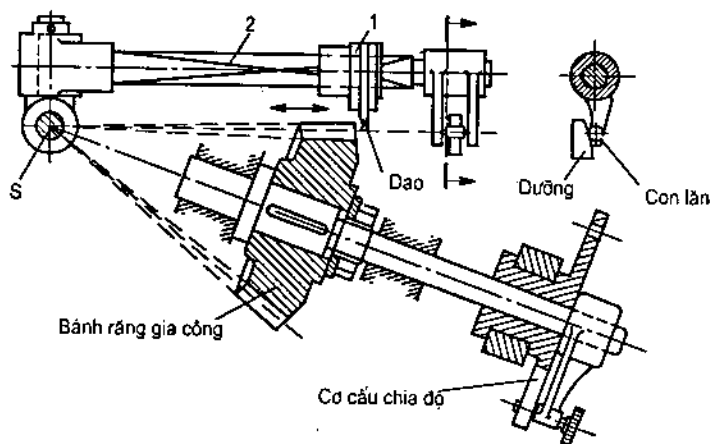
Hình 11.23. Sơ đồ chuốt bánh răng côn bằng dao chuốt tròn

Chuyển động chính là chuyển động quay của đầu dao; để gia công hết chiều dài răng, đầu dao còn có thêm chuyển động tịnh tiến khứ hồi qua lại trên đoạn O_1O_2 song song với phương của đường chân răng. Sau khi cắt xong một rãnh răng, chỉ tiết được phân độ để gia công rãnh răng tiếp theo.

Phương pháp này cho năng suất rất cao, song với mỗi môđun và số răng cần một loại dao, do đó phương pháp này chỉ đem lại hiệu quả khi dùng trong sản xuất hàng loạt lớn như chế tạo các bánh răng côn hành tinh của ô tô, máy kéo.

+ Bào bánh răng côn theo đường: hình 11. 24 giới thiệu sơ đồ bào bánh răng côn thẳng theo đường. Theo sơ đồ này, đầu dao 1 trượt trên sống trượt 2 thực hiện chuyển động cắt gọt chính. Sống trượt 2 có thể quay xung quanh tâm s là đỉnh nón chia của bánh răng côn. Ở phần cuối của sống trượt 2 là con lăn chép hình nó được tỳ vào đường có biên dạng phóng đại của răng gia công, như vậy dao sẽ chuyển động và cắt theo đường sinh một cạnh bên của răng mà các đường này giao nhau ở đỉnh s , nhờ đó đạt được biên dạng của răng. Sau khi gia công xong một cạnh răng, bánh răng được phân độ để gia công biên dạng răng tiếp theo. Cạnh răng phía đối diện được gia công bằng cách quay đường ngược lại sau khi gia công hết một mặt bên của các cạnh răng.

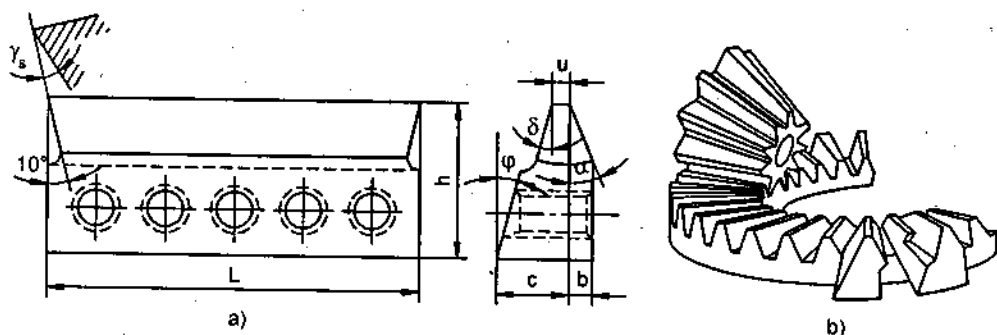
Phương pháp bào theo đường chép hình có độ chính xác không cao do sai số biên dạng đường chép hình, sai số động học của cơ cấu truyền động khi chép hình. Phương pháp này thường dùng để gia công các bánh răng côn có cấp chính xác 9 + 11, có môđun lớn ($m \geq 20 \text{ mm}$).



Hình 11.24. Sơ đồ bào răng côn theo đường

b) Phương pháp bao hình:

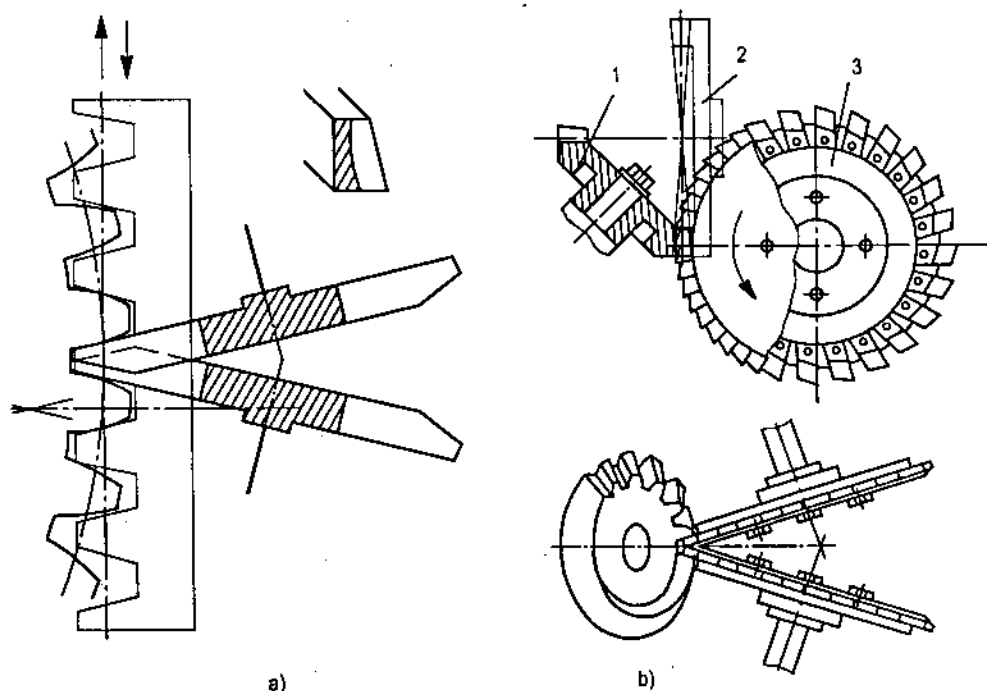
Cơ sở của nguyên lý cắt răng côn theo phương pháp bao hình là dựa vào sự ăn khớp giữa bánh răng côn cần gia công với bánh răng côn dẹt sinh ảo mà mặt lăn của nó là mặt phẳng và biên dạng răng là đường thẳng. Nhờ đó có thể dùng lưỡi cắt có dạng cạnh răng, đóng vai trò như mặt răng của bánh dẹt sinh, do vậy lưỡi cắt thẳng dễ chế tạo. Khi gia công dụng cụ là một hoặc hai dao thực hiện chuyển động đi lại để cắt răng, còn đầu dao nơi gá dụng cụ thực hiện chuyển động ăn khớp với bánh răng côn cần gia công. Hiện tại có một số phương pháp gia công theo nguyên lý nêu trên (h. 11.25).



Hình 11.25. Dao bào răng côn và nguyên lý ăn khớp giữa bánh dẹt sinh và bánh răng côn gia công.

* Phay bánh răng côn bằng hai dao phay đĩa: theo phương pháp bao hình này, người ta dùng hai dao phay đĩa có đường kính lớn, răng chắp, mặt bên

của chúng đóng vai trò như cạnh răng của một bánh răng dẹt sinh (h.11.26). Trục chính dao phay đĩa được đặt trên đầu dao quay quanh trục của bánh dẹt sinh ảo (n_d) trong chuyển động ăn khớp với chuyển động quay của bánh răng côn cần gia công (n_{cl}) có cùng chung đỉnh.



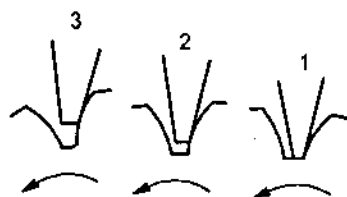
Hình 11.26. Phay bánh răng côn bao hình

a) Sơ đồ gá dao ; b) Sơ đồ cắt ; 1. Chi tiết gia công ; 2 Bánh dẹt sinh ; 3 Dao phay đĩa

Sau khi phay xong một rãnh, bàn quay mang dao phay trở về vị trí ban đầu, chi tiết gia công được quay chia độ và chu trình làm việc lặp lại.

Phay theo phương pháp này cho năng suất rất cao và độ nhẵn bóng bề mặt đạt được cũng cao hơn so với phương pháp bào răng côn bao hình, độ chính xác đạt cấp 6 ÷ 7, ($R_a 1.6 \div 0.8$).

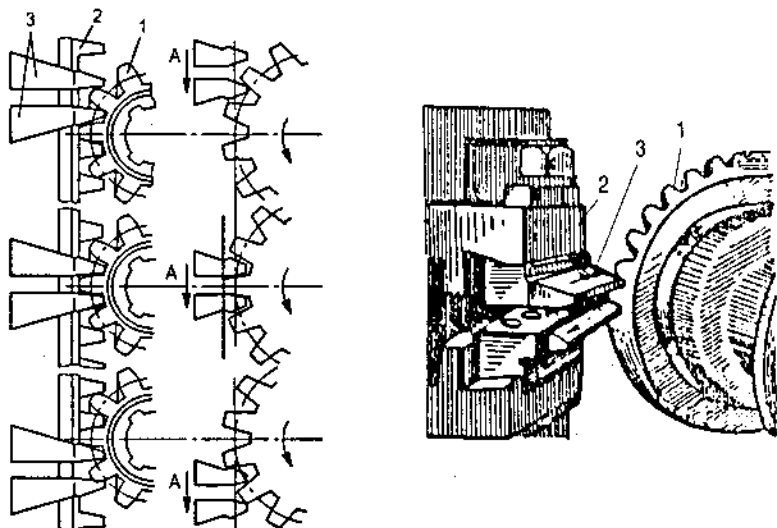
+ Bào bao hình bánh răng côn: có thể gia công được bánh răng côn răng thẳng, răng nghiêng. Có thể bào bằng một dao hoặc hai dao cùng một lúc. Khi bào bằng một dao, dao bào có hai lưỡi cắt chính để gia công hai sườn của một rãnh răng. Khi quay, dao bào lúc đầu cắt



Hình 11.27. Vị trí dao (1, 2, 3) khi bào răng côn bằng một dao

ở lưỡi cắt trái, sau đó cắt sang lưỡi cắt phải tạo nên biên dạng rãnh răng gia công (h. 11.27).

Bào bằng hai dao, thường một dao cắt mặt bên phải, một dao cắt mặt bên trái của răng chỉ tiết 1 (h. 11.28). Hai dao đi lại ngược chiều nhau, đầu 2 thực hiện chuyển động quay ăn khớp với bánh răng gia công. Sau khi cắt xong một đầu răng, chỉ tiết và dao trở về vị trí ban đầu, chỉ tiết được quay đi một cung và chu trình được lặp lại.



Hình 11.28. Sơ đồ bào răng côn bằng hai dao

1. Chỉ tiết gia công, 2. Đầu dao, 3. Dao bào.

11.6. KIỂM TRA BÁNH RĂNG

Khi kiểm tra bánh răng cần căn cứ vào yêu cầu sử dụng và điều kiện kỹ thuật của bánh răng để tiến hành kiểm tra. Kiểm tra bánh răng có thể căn cứ vào các chỉ tiêu về độ chính xác truyền động theo tiêu chuẩn như sau:

1. Kiểm tra độ chính xác động học dùng khi bánh răng có yêu cầu truyền động chính xác như bánh răng trong máy đo, máy gia công chính xác, đầu quang học. Kiểm tra độ chính xác động học bao gồm:

- + Kiểm tra sai số động học hay kiểm tra tổng hợp bánh răng ăn khớp một bên nghĩa là đo sai số góc quay lớn nhất khi chỉ tiết quay một vòng.
- + Kiểm tra sai số tích lũy bước răng.
- + Kiểm tra độ đảo hướng kính.
- + Kiểm tra sai lệch chiều dài khoảng pháp tuyến chung.
- + Kiểm tra sai lệch khoảng cách tâm.

2. Kiểm tra độ ổn định khi làm việc dùng khi bánh răng làm việc ở tốc độ cao, bao gồm:

- + Kiểm tra sai số biên dạng răng.
- + Kiểm tra sai số bước vòng.
- + Kiểm tra sai lệch bước cơ sở.

3. Kiểm tra độ chính xác tiếp xúc dùng khi bánh răng làm việc với tải trọng lớn, bao gồm:

- + Xác định vết tiếp xúc.
- + Đo sai số hướng răng.

4. Kiểm tra chỉ số về khe hở mặt răng dùng khi bánh răng làm việc cả hai chiều, bao gồm:

- + Kiểm tra sai lệch khe hở cạnh bên.
- + Kiểm tra sai lệch chiều dày răng.

Khi kiểm tra bánh răng người ta thường dùng hai phương pháp:

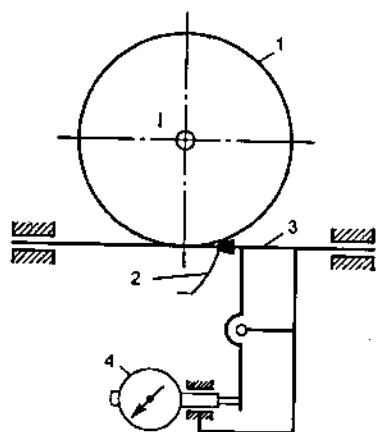
- Đo, kiểm tra từng thông số cơ bản về kích thước và hình dạng răng nhằm phát hiện nguyên nhân gây nên sai số và từ đó có thể điều chỉnh một cách thích hợp để đạt độ chính xác trong quá trình gia công.

- Đo, kiểm tra tổng hợp nhằm đánh giá chất lượng và khả năng sử dụng của bánh răng sau khi gia công xong.

Sau đây giới thiệu một số phương pháp kiểm tra các chỉ tiêu cơ bản của bánh răng trụ.

1. Kiểm tra sai lệch biên dạng răng

Bánh răng truyền động thường có biên dạng của má răng là biên dạng thân khai. Việc xác định sai số biên dạng của má răng rất quan trọng vì nó có ảnh hưởng đến các phép đo của các đại lượng khác. Có thể dùng dụng cụ kiểm tra để kiểm tra biên dạng theo khe sáng. Để đo chính xác hơn, người ta dùng dụng cụ kiểm tra thân khai. Nguyên lý đo của dụng cụ này là dựa vào vòng tròn cơ sở, đĩa 1 (hình 11.29) có đường kính bằng đường kính của



Hình 11.29. Sơ đồ nguyên lý của dụng cụ kiểm tra thân khai

1. Đĩa kiểm; 2. Bánh răng cần kiểm;
3. Thước kiểm; 4. Đồng hồ so.

vòng tròn cơ sở và bánh răng cần kiểm 2 cùng lắp trên trục I. Đĩa 1 luôn luôn tiếp xúc với thước 3. Cơ cấu đo có vị trí cố định trên thước 3 và đầu đo tỳ vào mặt răng của bánh răng cần kiểm 2. Khi đĩa 1 lăn không trượt trên thước 3 và truyền chuyển động thẳng cho thước 3 thì đây chính là chuyển động tạo hình biên dạng thân khai mẫu, cũng lúc đó đầu đo rà theo biên dạng thực của bánh răng. Lượng nhảy của đồng hồ so 4 phản ánh sai lệch biên dạng thực so với lý thuyết.

Theo nguyên lý trên ta thấy:

- Với mỗi một bánh răng phải dùng một đĩa 1 tương ứng.
- Do ảnh hưởng của ma sát giữa đĩa 1 và thước 3 và ở các ổ nên vẫn có hiện tượng trượt ảnh hưởng đến kết quả đo.

Để khắc phục các yếu tố này, dựa theo nguyên lý nói trên, người ta đã chế tạo dụng cụ đo trong đó thước 3 không cố định mà có thể dịch chuyển song song theo phương thẳng đứng và đo dịch chuyển bằng kính hiển vi.

2. Kiểm tra sai lệch khoảng pháp tuyến chung (L)

Chiều dài khoảng pháp tuyến chung là đoạn thẳng nối liền các điểm tiếp xúc A và B của hai profin trái, profin phải được đo trong mặt phẳng thẳng góc với trục bánh răng (h. 11.30).

Giá trị danh nghĩa của chiều dài khoảng pháp tuyến chung được xác định theo công thức:

$$L_{dn} = m \cdot \cos \alpha_o \cdot \left[(Z' - 0,5) \cdot \pi + Z \cdot \operatorname{inv} \alpha_o \right] + 2 \cdot m \cdot x \cdot \sin \alpha_o$$

Trong đó: m - môđun;

α_o - góc ăn khớp ;

Z' - số răng nằm trong khoảng đo ;

Z - số răng của bánh răng cần đo ;

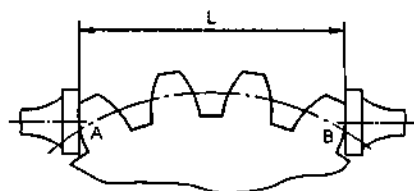
$\operatorname{inv} \alpha_o = \operatorname{tg} \alpha_o - \alpha_o$;

x - hệ số dịch chỉnh ;

Đo chiều dài khoảng pháp tuyến chung L có thể dùng calíp ngàm, panme đo răng, dụng cụ đo răng chuyên dùng...

Sai lệch chiều dài khoảng pháp tuyến chung ΔL được tính như sau:

$$\Delta L = L_{do} - L_{dn}$$



Hình 11.30 . Chiều dài khoảng pháp tuyến chung

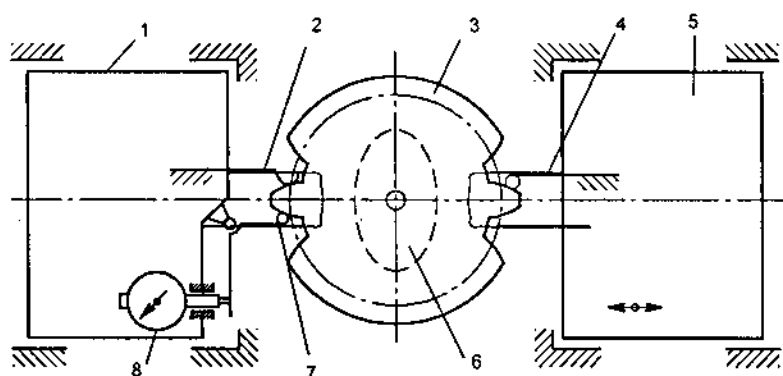
Căn cứ vào sai lệch khoảng pháp tuyến chung có thể xác định sai lệch chiều dày răng ΔS :

$$\Delta S = \Delta L / \cos \alpha_0$$

3. Kiểm tra sai số tích lũy bước vòng Δt_Σ

Sai số tích lũy bước vòng là sai số lớn nhất về vị trí của hai profin răng cùng phía, đo theo cung tròn qua trung điểm chiều cao răng có tâm nằm trên tâm quay của bánh răng.

Sai số tích lũy bước vòng được xác định bằng các dụng cụ đo chuyên dùng. Hình 11.31 là sơ đồ kiểm tra sai số tích lũy bước vòng với góc $\varphi = 180^\circ$ (cung chắn góc giữa hai profin cùng phía).



Hình 11.31. Sơ đồ kiểm tra sai số tích lũy bước vòng.

- 1, 5. Bàn trượt; 2. Lò xo; 3. Bánh răng; 4. Đầu đo cố định; 6. Cam quay;
7. Đầu đo di động; 8: Đồng hồ so.

Theo sơ đồ này, chỉ tiết được gá trên trục kiểm và chống trên hai mũi tâm. Ở mặt phẳng nằm ngang có hai bàn trượt hướng kính 1 và 5. Trên bàn 5 có gắn đầu đo cố định 4, còn trên bàn trượt 1 có đầu đo di động 7 áp sát với bánh răng nhờ lò xo 2. Nhờ đòn bẩy nên dao động khi đo được phản ánh trên đồng hồ so 8. Cần bố trí sao cho hai điểm tiếp xúc của các đầu đo chắn cung 180° .

Sau khi chỉnh đồng hồ 8 có độ căng về vị trí "0", bàn trượt 1 và 5 được lui ra theo hướng kính nhờ quay cam 6, rồi quay bánh răng 3 đi một răng để đo bước thứ hai và làm như vậy cho đến khi bánh răng quay được nửa vòng.

Gọi $\Delta F_{\max}$ và $\Delta F_{\min}$ là các cực trị đo đồng hồ so 8 chỉ thị, ta có:

$$2\Delta t_\Sigma = \Delta F_{\max} - \Delta F_{\min}$$

Khi $\varphi \neq 180^\circ$ thì:

$$\alpha \Delta t_{\Sigma} = \Delta F_{\max} - \Delta F_{\min}$$

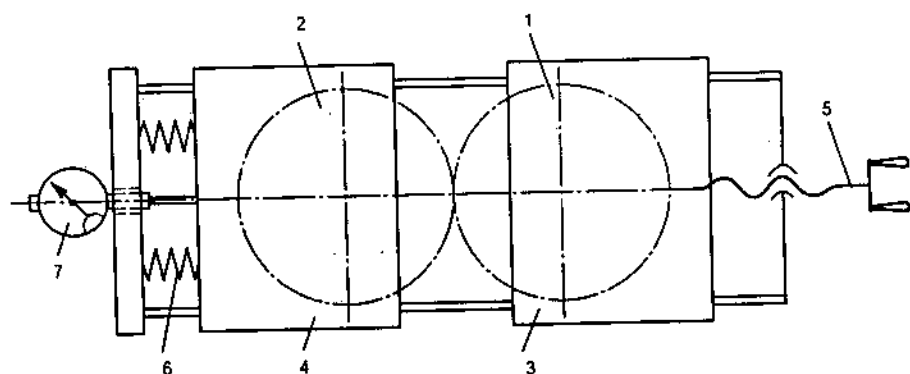
α phụ thuộc vào góc đo φ , khi $\varphi = 90^\circ$ thì $\alpha = 1,5$. Khi số răng của bánh răng là số nguyên lẻ, nếu tính chính xác $\alpha \neq 2$ nhưng sai lệch rất nhỏ nên người ta vẫn dùng cách tính Δt_{Σ} như khi đo với góc $\varphi = 180^\circ$.

4. Kiểm tra tổng hợp bánh răng ăn khớp hai bên

Khi cho bánh răng cần kiểm tra ăn khớp cả hai bên với bánh răng mẫu thì nó sẽ phản ánh tổng hợp các sai số theo phương hướng kính của bánh răng sau một vòng quay hay sau khi quay một răng như: sai số profin, độ đảo vành răng, sai số chiều dày răng ...

Kiểm tra có thể thực hiện trên thiết bị đo chuyên dùng (h. 11.32).

Bánh răng cần kiểm 1 và bánh răng mẫu 2 được lắp trên hai bàn trượt 3 và 4. Khi kiểm tra các bánh răng có khoảng cách tâm khác có thể điều chỉnh bằng vít 5, sau đó bàn trượt 3 được cố định. Bàn trượt 4 bị lò xo 6 ép cho hai bánh răng 1 và 2 ăn khớp hai bên với nhau. Trong quá trình quay ăn khớp, nếu bánh răng 1 có sai số, bàn trượt 4 sẽ dịch chuyển theo phương hướng kính, lượng dịch chuyển được chỉ thị trên đồng hồ 7 hoặc nhờ các cơ cấu ghi khác.



Hình 11.32. Sơ đồ kiểm tra tổng hợp bánh răng ăn khớp hai bên

1. Bánh răng cần kiểm ; 2. Bánh răng mẫu ; 3,4. Bàn trượt ; 5. Vít ; 6. Lò xo ; 7. Đồng hồ so.

Kiểm tra theo phương pháp này có thể đánh giá được các chỉ tiêu sau:

- Dao động khoảng cách tâm sau khi quay một vòng, dùng để đánh giá độ chính xác động học.
- Dao động khoảng cách tâm sau khi quay một răng, dùng để đánh giá độ ổn định khi làm việc do sai số bước cơ sở, sai số biên dạng răng gây ra.

- Dựa vào sai lệch giới hạn khi kiểm tra có thể xác định khe hở mặt bên khi truyền động.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 11

1. Các phương pháp định hình gia công bánh răng trụ.
2. Các phương pháp bao hình gia công bánh răng trụ.
3. So sánh các phương pháp gia công bánh răng trụ.
4. Các phương pháp gia công bánh vít.
5. Các phương pháp vê đầu răng.
6. Các phương pháp gia công tính răng.
7. Các phương pháp định hình gia công bánh răng côn.
8. Các phương pháp bao hình gia công bánh răng côn.
9. Kiểm tra độ chính xác của bánh răng sau khi gia công.

Chương 12

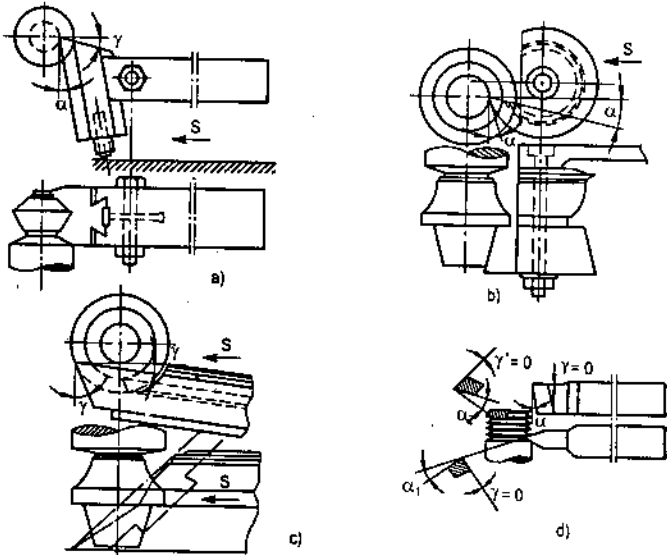
CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BỀ MẶT ĐỊNH HÌNH

Bề mặt định hình có thể gia công bằng dao định hình, bằng dao thông thường trên các đồ gá chép hình và trên các máy chuyên dùng.

12.1. GIA CÔNG BẰNG DAO ĐỊNH HÌNH

Gia công bề mặt định hình bằng dao định hình có hình dạng bề mặt cần gia công là phương pháp thường được sử dụng. Dao định hình thường dùng là dao tiện, dao phay, dao chuốt...

Bề mặt côn, bề mặt định hình tròn xoay, biến dạng không phức tạp, chiều dài ngắn có thể tiện bằng dao tiện định hình (h. 12.1). Dao tiện định hình có thể có dạng lăng trụ, dạng đĩa, các lưỡi cắt của dao là một đường cong hoặc tập hợp của các đường cong và đường thẳng. Ngoài chuyển động quay của chi tiết, dao tiện định hình chỉ thực hiện chuyển động tiến dao ngang với lượng tiến dao nhỏ 0,01 - 0,1 mm/vg.

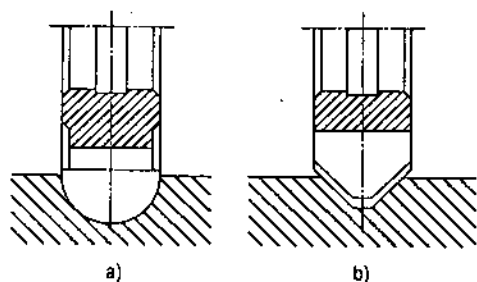


Hình 12.1. Tiện bằng dao tiện định hình.

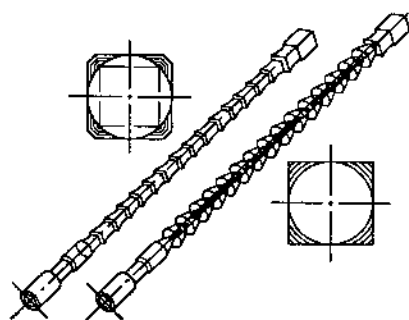
Khi chiều dài mặt định hình lớn thường không dùng dao tiện định hình, vì khi đó dao định hình chế tạo phức tạp, giá thành cao, mặt khác khi cắt, điều kiện cắt xấu, lực cắt lớn, dễ gây rung động.

Bề mặt định hình có đường sinh thẳng có thể gia công bằng dao phay đĩa định hình (h.12.2), tuy nhiên giá thành gia công sẽ cao vì chế tạo dao khó, Độ chính xác khi gia công phụ thuộc vào độ chính xác chế tạo dao phay bằng dao phay định hình thường dùng để gia công các mặt định hình tiêu chuẩn như phay cung tròn, phay định hình bánh răng.

Các lỗ định hình trong sản xuất hàng loạt có thể dùng dao chuốt để gia công (h.12.3).

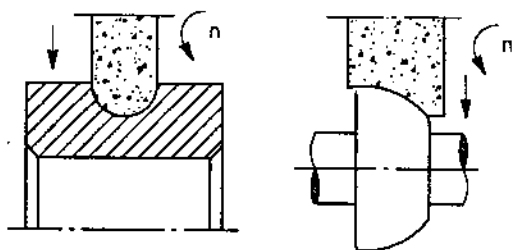


Hình 12.2. Phay rãnh bằng dao phay đĩa định hình



Hình 12.3. Chuốt các lỗ định hình

Bề mặt định hình sau khi tôi có thể dùng đá mài định hình để gia công, Đá mài được sửa đá bằng các đồ gá chép hình, nhờ đó có thể đạt độ chính xác gia công (h. 12.4).



Hình 12.4. Mài bề mặt định hình

12.2. GIA CÔNG BỀ MẶT ĐỊNH HÌNH BẰNG ĐỒ GÁ CHÉP HÌNH

Gia công bề mặt định hình bằng dao thông thường với đồ gá chép hình trên máy công cụ vạn năng thường dùng khi gia công bằng cách tiện, phay, mài...

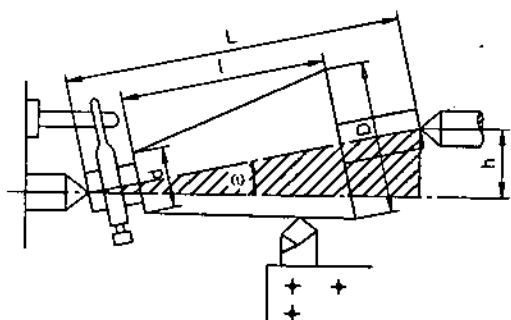
1. Tiện mặt định hình

+ Tiện côn: ngoài việc dùng dao định hình, khi tiện côn có thể dùng các phương pháp sau:

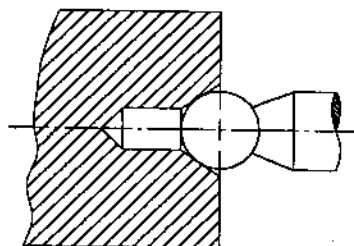
- Tiện côn bằng cách dịch chuyển ụ động theo phương ngang (h. 12.5): khi tiện côn có đường kính lớn D , đường kính nhỏ d , trên chiều dài L , chiều

dài chi tiết gá trên hai mũi tâm là L , ta thực hiện bằng cách dịch chuyển ụ động theo phương ngang một khoảng h tính theo công thức sau:

$$h = \frac{D-d}{2} \times \frac{L}{l}$$



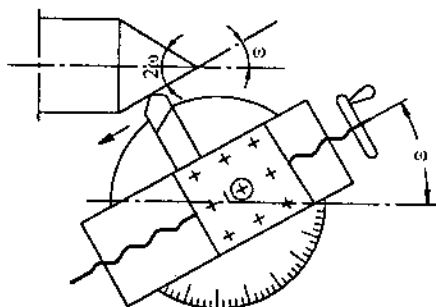
Hình 12.5. Tện côn bằng cách dịch chuyển ụ động



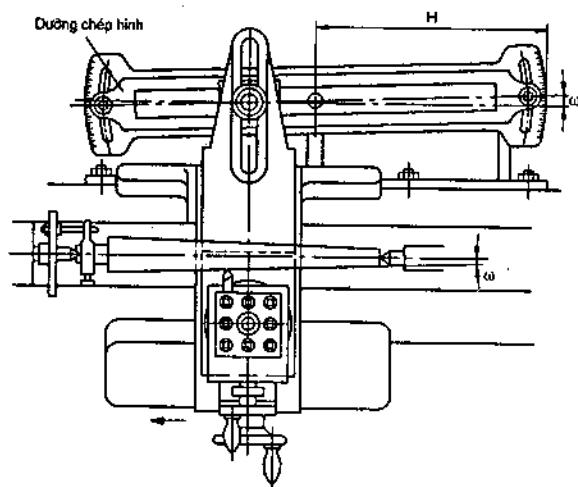
Hình 12.6. Mũi tâm cầu

Khi dịch chuyển theo phương ngang, để gá đặt cứng vững, tránh biến dạng thường sử dụng mũi tâm cầu (h. 12.6). Theo cách này có thể gia công mặt côn có chiều dài lớn.

- Tện côn bằng cách xoay bàn dao trên, khi đó nối lỏng bàn dao trên và xoay đi góc côn tương ứng, sau đó kẹp chặt lại (h. 12.7). Theo cách này chuyển động tiến dao thực hiện bằng tay và chỉ gia công mặt côn có chiều dài ngắn.



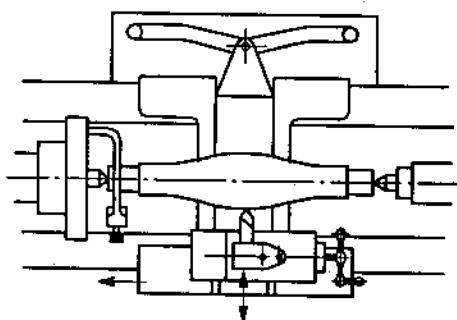
Hình 12.7. Tện côn bằng cách xoay bàn dao trên



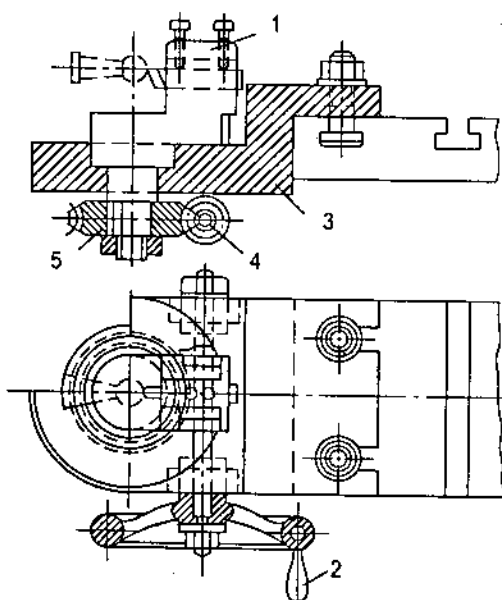
Hình 12.8. Tện côn dùng đường chép hình

- Tiện côn dùng đồ gá chép hình (h. 12.8), khi đó vít-me bàn dao ngang được tách khỏi đai ốc để bàn dao ngang có thể di chuyển dọc theo đường chép hình lắp trên băng máy.

+ Tiện mặt định hình: dùng cơ cấu chép hình (h. 12.8) khi thay đường khác nhau có thể gia công được các mặt định hình tròn xoay khác (h. 12.9). Dùng đồ gá chép hình còn có thể gia công các bề mặt cầu, cam đĩa (đồ gá tiện méo xéc-măng). Hình 12.10 giới thiệu một đồ gá tiện cầu, dùng cơ cấu trục vít - bánh vít. Khi quay tay quay 2, thông qua bộ truyền trục vít- bánh vít, đầu dao 1 sẽ tạo nên mặt cầu.



Hình 12.9. Tiện mặt định hình bằng đường kín

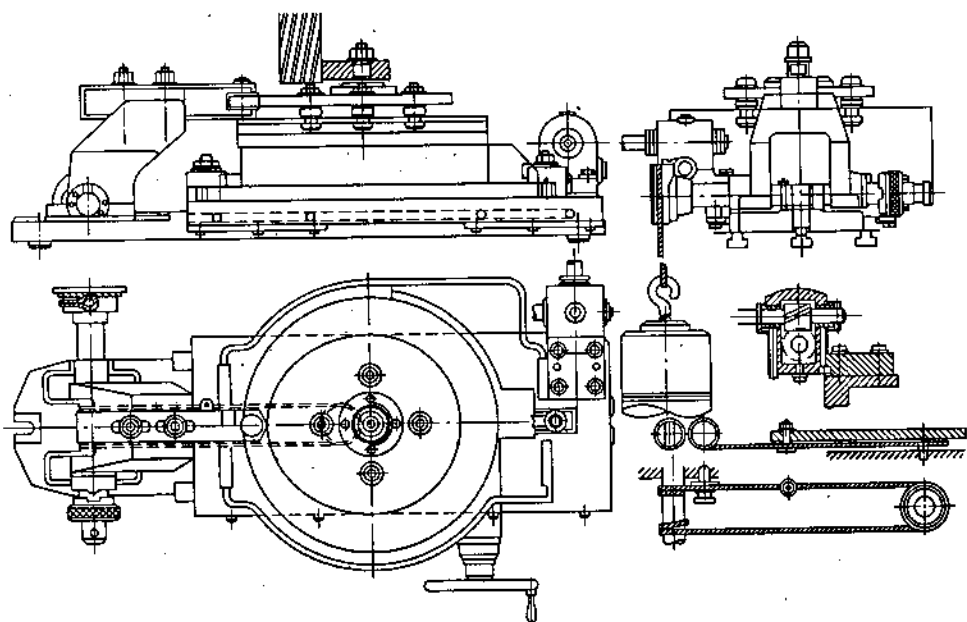


Hình 12.10. Đồ gá tiện cầu
1. Đầu dao; 2. Tay quay; 3. Thân đồ gá;
4. Trục vít; 5. Bánh vít

2. Phay mặt định hình

Phay mặt định hình theo đường chép hình trên đồ gá có thể dùng dao phay thông thường. Hình 12.11 giới thiệu một đồ gá chép hình có bàn quay. Khi bàn 3 quay, nhờ có đối trọng 8 luôn luôn giữ cho đường 2 tiếp xúc với con lăn 6, nhờ đó dao phay có thể gia công được chi tiết 1 có biên dạng như của đường 2.

Độ chính xác của mặt định hình được gia công phụ thuộc vào độ chính xác của mẫu, dưỡng, vào chuyển động của máy và các cơ cấu phụ khác. Thông thường để giảm bớt sai số gia công, dưỡng, mẫu được làm lớn hơn so với bề mặt cần gia công.



Hình 12.11. Đồ gá phay chép hình.

1. Chi tiết gia công; 2. Đường chép hình; 3. Bàn quay; 4. Bàn trượt;
5. Sóng trượt; 6. Con lăn; 7. Giá đỡ con lăn; 8. Đối trọng; 9. Dao phay

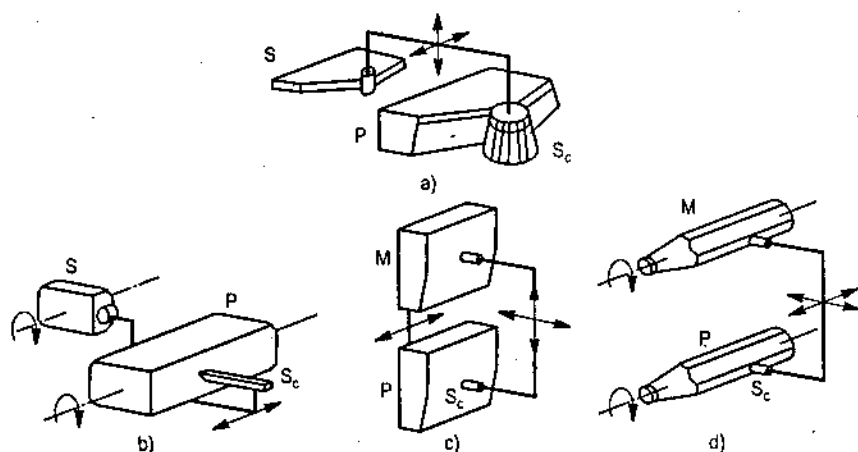
12.3. GIA CÔNG BỀ MẶT ĐỊNH HÌNH TRÊN MÁY CHUYÊN DỤNG

Bề mặt định hình có thể gia công trên máy chép hình chuyên dùng bằng cách sử dụng các đường, mẫu có biên dạng tương tự như bề mặt định hình cần gia công. Thông qua đầu dò luôn luôn tỷ sát với mẫu, nó dẫn cho dụng cụ hoặc chi tiết chuyển động theo biên dạng mẫu để tạo nên bề mặt định hình (h. 12.12).

Cách này thường dùng trên các máy tiện, máy phay chép hình. Hệ thống chép hình có thể được điều khiển bằng cơ khí, thủy lực, điện hoặc phối hợp giữa chúng. Khi đó vít-me bàn máy được tháo rời khỏi đai ốc và bàn máy dịch chuyển theo đầu dò luôn luôn áp với mẫu nhờ lò xo hoặc đối trọng. Đường biên dạng của mẫu chép hình có thể được xác định dựa vào biên dạng của mặt định hình cần gia công, đường kính đầu dò và khoảng cách cố định giữa tâm dao phay và tâm đầu dò.

Chép hình trên máy phay bằng đầu dò có thể được điều khiển bằng thủy lực, điện. Hình 12.13 là cơ cấu chép hình trên máy phay điều khiển bằng thủy lực, trong đó đầu dò 10 khi tiếp xúc với đường 14 sẽ điều khiển dầu vào

buồng của xilanh công tác 8 để nâng bàn máy khi gia công chi tiết 15, bàn máy hạ xuống có thể bằng thủy lực hoặc tự trọng. Hệ thống thủy lực gồm bơm 1, bể dầu 2, van và các đường ống...

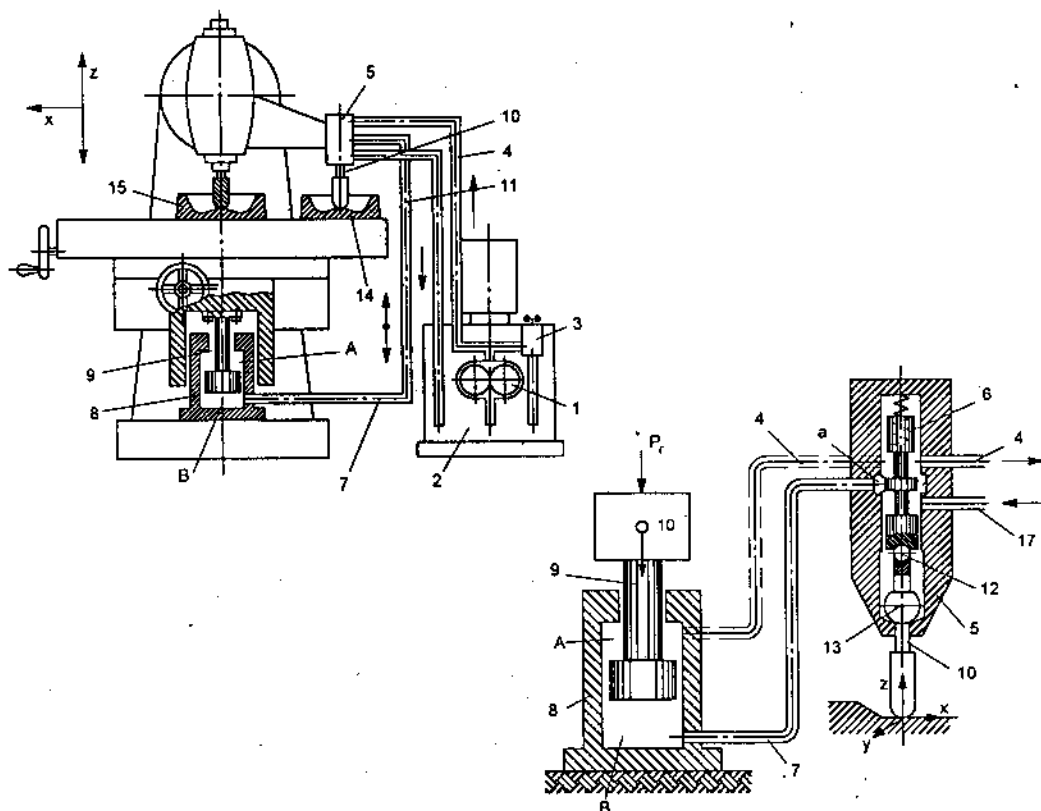


Hình 12.12. Sơ đồ chấp hành theo đường, mẫu

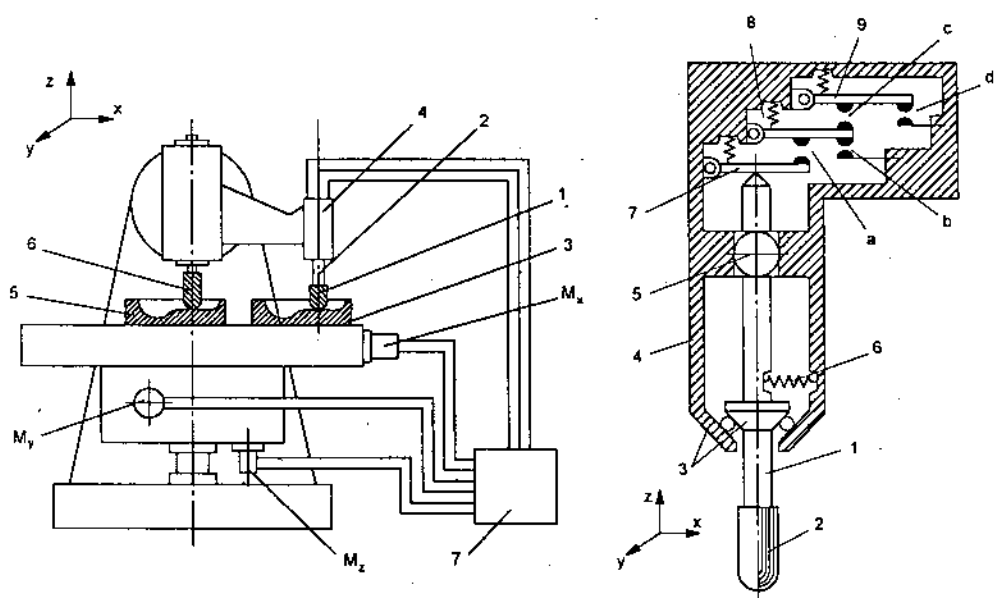
S, M. Đường, mẫu ;

P. Chi tiết gia công ;

Sc. Dụng cụ.



Hình 12.13. Sơ đồ chấp hành với dầu dò điều khiển thủy lực



Hình 12.14. Sơ đồ chép hình với đầu dò điều khiển bằng điện

Hình 12.14 là sơ đồ hệ thống điều khiển bằng điện. Đầu dò 1 khi tiếp xúc với dưỡng 3 sẽ đóng, mở các tiếp điểm điện để điều khiển chuyển động của bàn máy

Ngoài các máy chép hình, có thể gia công bề mặt định hình trên các máy điều khiển theo chương trình. Biên dạng bề mặt định hình được vẽ bằng 2D hoặc 3D trên máy tính với chương trình điều khiển dụng cụ dò theo biên dạng bề mặt định hình để gia công.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 12

1. Các phương pháp gia công mặt định hình bằng dao định hình.
2. Các phương pháp tiện côn.
3. Các phương pháp gia công mặt định hình bằng phương pháp chép hình.

Chương 13

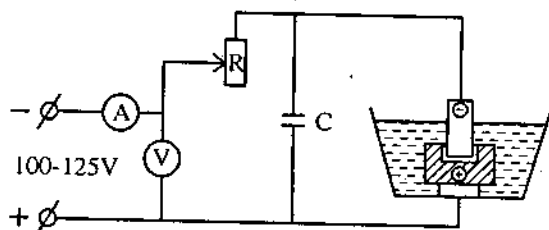
CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG ĐẶC BIỆT

Ngày nay kỹ thuật phát triển cao, phát sinh nhu cầu gia công nhiều loại vật liệu chịu nhiệt, có độ cứng cao, giòn. Việc gia công các vật liệu này bằng phương pháp cắt gọt thông thường gặp nhiều khó khăn trong một số trường hợp là không thể thực hiện được. Vì vậy để gia công các loại vật liệu trên cần có các phương pháp gia công đặc biệt. Các phương pháp này dựa trên cơ sở của các hiện tượng vật lý hoặc hoá học.

13.1. GIA CÔNG BẰNG TIA LỬA ĐIỆN

Phương pháp gia công bằng tia lửa điện là phương pháp gia công điện vật lý bằng cách phóng điện ăn mòn vật liệu gia công khi truyền năng lượng qua rãnh dẫn điện.

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp được thể hiện trên hình 13.1.



Hình 13.1. Sơ đồ nguyên lý gia công bằng tia lửa điện

Chi tiết mang điện cực dương, dụng cụ mang điện cực âm. Hai điện cực tiến gần nhau, khi khe hở giữa chúng đủ bé, giữa chúng xuất hiện tia lửa điện, chóc thủng lớp cách điện giữa hai điện cực, tạo nên rãnh dẫn điện. Nhiệt độ tại vùng này lên tới hàng nghìn độ làm chảy lỏng và đốt cháy phần kim loại trên bề mặt và tạo nên bề mặt gia công. Hình dáng bề mặt gia công phụ thuộc vào hình dáng của điện cực dụng cụ. Quá trình gia công xảy ra trong thời gian phóng điện $t=10^{-4} \div 10^{-7}$ giây. Sau thời điểm phóng điện, mạch trở lại trạng thái ban đầu và khi điện áp của tụ C nâng lên đến mức đủ để phóng điện, khi khe hở giữa hai điện cực đủ bé quá trình phóng điện lại xảy ra. Trị số khe hở giữa hai điện cực phụ thuộc vào môi trường gia công và điện áp phóng điện. Môi trường gia công thường là dầu hỏa hay dầu biến thế.

Phương pháp này chỉ gia công được vật liệu dẫn điện. Năng suất phụ thuộc vào năng lượng của xung điện, thời gian tồn tại nó, cường độ dòng điện, điện dung tụ C, môi trường gia công. Độ chính xác phụ thuộc vào chế độ gia công, chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc vào độ mòn dụng cụ.

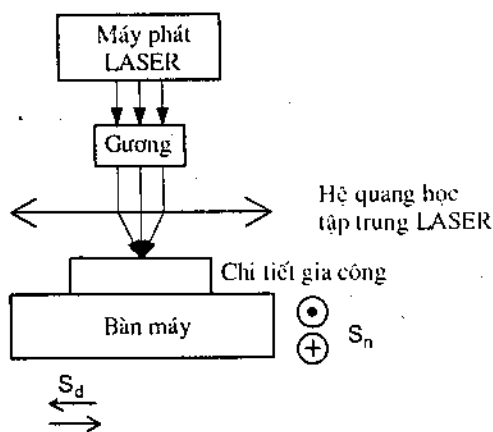
Độ bóng của bề mặt gia công đạt được $Ra = 6,3 \div 3,2 \mu m$, đối với hợp kim cứng $Ra = 1,6 \div 0,8 \mu m$.

Vật liệu điện cực dụng cụ là đồng thau, đồng đỏ, nhôm, gang.

Máy tia lửa điện gồm hai loại: máy điện cực dây và máy điện cực dụng cụ định hình. Máy tia lửa điện được sử dụng rộng rãi trong quá trình gia công khuôn mẫu.

13.2. GIA CÔNG BẰNG CHÙM TIA LASER

Chùm tia LASER là chùm ánh sáng đơn sắc và có góc phân kì khá nhỏ. Tia LASER có độ song song rất cao. Tia LASER không tồn tại trong tự nhiên mà được máy phát LASER tạo ra. Trong công nghiệp có máy LASER rắn và LASER khí CO_2 . LASER khí CO_2 có công suất lớn (15kW) và có hiệu suất cao. Tia LASER có tính chất hội tụ và tập trung cao. Mật độ năng lượng có thể đạt tới 10^{12} w/cm^2 với mật độ năng lượng như trên, nhiệt độ tại vùng gia công có thể lên tới hàng ngàn độ làm chảy lỏng và đốt cháy vật liệu ở vùng tác dụng.

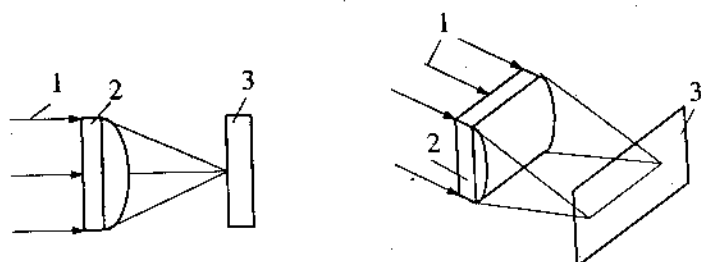


Hình 13.2. Sơ đồ nguyên lý máy LASER

Sơ đồ nguyên lý của máy gia công bằng tia LASER thể hiện trên hình 13.2.

Để tạo nên mật độ năng lượng cao tại vị trí gia công có thể dùng nhiều thấu kính hội tụ. Khi dùng thấu kính cầu (h. 13.3a) vết gia công sẽ là hình tròn, dùng để gia công lỗ, hàn điện. Nếu cung cấp thêm các chuyển động phức tạp cho chỉ tiết gia công thì sẽ tạo nên hình dáng khác nhau. Khi dùng thấu kính hình trụ (h. 13.3b) vết gia công có dạng dài hẹp, dùng gia công rãnh.

Phạm vi ứng dụng của LASER: hàn, cắt, khắc, khoan. Nhất là khoan các lỗ nhỏ đường kính từ $10 \mu m$ đến $500 \mu m$, chiều sâu đạt tới 10 lần đường kính khi khoan kim loại, 40 lần trên chất nhiệt dẻo, không những thế LASER còn



Hình 13.3. Các biện pháp tạo mật độ năng lượng cao

1. Chùm tia; 2. Thấu kính; 3. Chi tiết gia công.

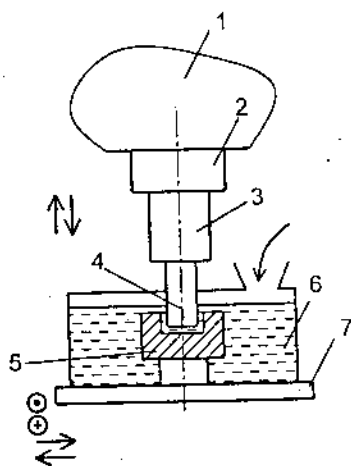
gia công lỗ nhỏ $d = 0,025 \div 0,25\text{mm}$ trên thạch anh, kim cương, rubi. LASER có thể cắt kim loại có chiều dày tới 8mm và chất dẻo có chiều dày 40mm, đặc biệt thủy tinh tổng hợp sau khi cắt có vết cắt trong suốt.

13.3. GIA CÔNG BẰNG SIÊU ÂM

Gia công bằng siêu âm là một dạng gia công cơ. Bản chất là dùng năng lượng va đập đồng thời của một số lượng lớn hạt mài ($3 \cdot 10^4 \div 3 \cdot 10^5$ hạt/cm²) có tần số va đập $18 \div 25$ kHz trên bề mặt gia công để tách ra những hạt kim loại rất nhỏ có kích thước vài μm .

Sơ đồ nguyên lý trình bày trên hình 13.4.

Dao động có tần số từ $18 \div 25$ kHz từ máy phát siêu âm 1 truyền đến biến tử 2. Dao động điện được biến thành dao động cơ học có cùng tần số, biên độ dao động này khoảng $5 \div 10 \mu\text{m}$. Để nhận được dao động cần thiết (biên độ $30 \div 80 \mu\text{m}$) cần có thanh truyền sóng 3. Dụng cụ 4 có hình dạng theo yêu cầu gia công. Dung dịch hạt mài được đưa liên tục vào vùng gia công. Để tạo nên hình dạng bề mặt cần thiết, bàn máy thực hiện chuyển động theo hai phương trên mặt phẳng nằm ngang còn chuyển động theo phương thẳng đứng do đầu máy thực hiện.



Hình 13.4. Sơ đồ nguyên lý gia công bằng siêu âm

1. Máy siêu âm; 2. Biến tử; 3. Thanh truyền sóng; 4. Dụng cụ; 5. Chi tiết gia công; 6. Dung dịch hạt mài; 7. Bàn máy.

Gia công bằng siêu âm, ngoài việc gia công kim loại còn gia công vật liệu bán dẫn và phi kim loại. Phương pháp này thích hợp với việc gia công vật liệu rất cứng và giòn.

Vật liệu dụng cụ thường dùng là thép 45, thép dụng cụ, thép hợp kim.

Hạt mài thường dùng là cacbit bo, cacbit silic, corun điện và bột kim cương. Chất lỏng có thể là nước, dầu mazút, dầu hoả, cồn, dầu máy, dầu biến thế... Đạt năng suất cao nhất khi dùng nước.

Độ chính xác gia công phụ thuộc vào các yếu tố như sự đồng nhất của hạt mài, sự dao động ngang của dụng cụ, chế độ gia công, độ mòn dụng cụ... Khi gia công lỗ đạt được độ chính xác tới $0,05 \div 0,01 \text{ mm}$.

Độ nhẵn bóng bề mặt gia công đạt $Ra = 12,5 \div 0,2 \mu\text{m}$ tùy thuộc vào độ hạt của hạt mài và vật liệu gia công.

Năng suất gia công phụ thuộc vào các yếu tố như vật liệu gia công, vật liệu dụng cụ, biên độ và tần số dao động, áp lực của dụng cụ lên chi tiết gia công, tính chất, kích thước, mật độ hạt mài, diện tích, chiều sâu gia công, hình dáng dụng cụ...

Phương pháp có nhược điểm là dụng cụ mòn nhanh làm ảnh hưởng đến năng suất, chất lượng và cả giá thành gia công.

13.4. GIA CÔNG ĐIỆN HOÁ

Bản chất của gia công điện hoá là quá trình hoà tan điện cực dương trong môi trường chất điện phân khi có dòng điện đi qua. Điện cực dương là chi tiết gia công, điện cực âm là dụng cụ. Dụng cụ có dạng âm bản của bề mặt gia công (h. 13.5).

Theo định luật Faraday nếu gọi Q là lượng kim loại hoà tan trong dung dịch chất điện phân thì Q được xác định như sau:

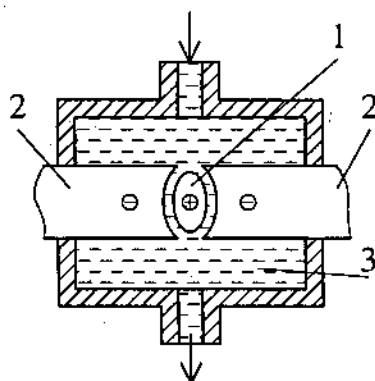
$$Q = k.I.t$$

trong đó:

I : cường độ dòng điện (A);

t : thời gian gia công (giờ);

k : đương lượng điện hoá của vật liệu gia công (g/A.giờ).



Hình 13.5. Sơ đồ nguyên lý gia công điện hoá

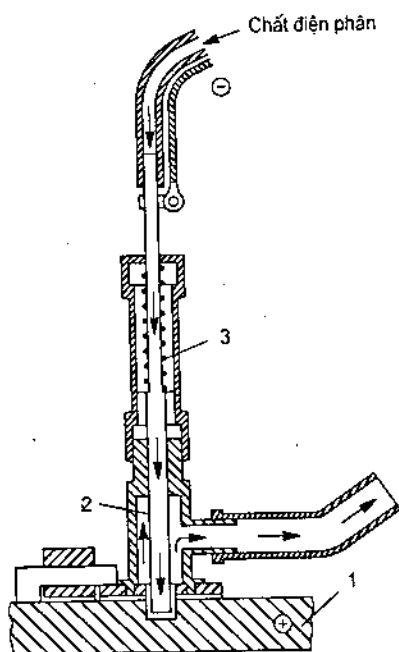
1. Chi tiết gia công; 2. Điện cực dụng cụ;
3. Chất điện phân.

Như vậy ở các điểm khác nhau trên cực dương có khoảng cách tới điểm tương ứng trên cực âm khác nhau thì tốc độ hoà tan vật liệu của cực dương vào chất điện phân sẽ khác nhau. Do đó có thể tạo nên hình thù bất kỳ tương ứng với hình thù của điện cực âm.

Tính chất của các phản ứng điện hoá và những chỉ tiêu công nghệ của phương pháp phụ thuộc nhiều vào thành phần và tính chất vật lý của dung dịch điện phân, ngoài ra còn cần phải tạo ra dòng chảy điện phân để quá trình hoà tan cực dương được liên tục và ổn định.

Phương pháp gia công điện hoá có thể gia công được nhiều bề mặt phức tạp, khả năng gia công không phụ thuộc vào cơ tính vật liệu mà chỉ phụ thuộc vào thành phần hoá học của nó. Độ chính xác gia công được bảo đảm do điện cực dụng cụ không bị mòn. Độ nhẵn bóng bề mặt đạt tới $Ra = 1,6 \div 0,4 \mu m$.

Một số ứng dụng gia công điện hoá như khoan (h. 13.6): chi tiết gia công 1, dụng cụ là ống đồng 2 được bọc cách li và áp xuống chi tiết gia công bằng lò xo 3, chất điện phân chảy qua ống đồng tạo ra khe hở giữa phôi và dụng cụ, nhờ có áp lực của chất điện phân các hạt kim loại được đẩy ra ngoài và tạo thành lỗ gia công.

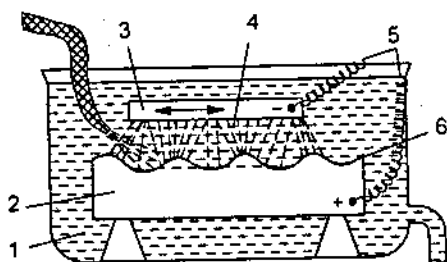


Hình 13.6. Sơ đồ khoan điện hoá.

1. Chi tiết gia công; 2. Dụng cụ;
3. Lò xo.

Trên hình 13.7 thể hiện sơ đồ đánh bóng bằng điện hoá.

Chi tiết gia công 2 đặt trong bình chứa chất điện phân 1. Dụng cụ 3 được nối với cực (-). Khi có dòng điện đi qua đỉnh các nhấp nhô được hòa tan, là phẳng.



Hình 13.7. Sơ đồ đánh bóng bằng điện hoá.

13.5. GIA CÔNG BẰNG TIA NƯỚC ÁP LỰC CAO

Bản chất của phương pháp là sử dụng động lực học của dòng tia áp lực cao với vận tốc phun lớn. Tia nước này tác động lên vật gia công như một lưỡi cắt mảnh, tạo nên vết gia công.

Phạm vi sử dụng của tia nước áp lực cao: dùng để cắt các vật liệu mềm không ổn định như cao su, da, giấy, xốp, PVC hoặc các vật liệu khác.

Ưu điểm của phương pháp cắt dùng tia nước là mạch cắt có chất lượng cao, các cạnh cắt sạch, nhiệt độ cắt không cao, chi tiết không bị biến dạng.

Để tăng khả năng công nghệ của tia nước có thể bổ sung hạt mài. Tia hạt mài áp lực cao ứng dụng để khoan lỗ, mài, đánh bóng bề mặt. Bề mặt được gia công bằng tia hạt mài không có vết xước như gia công bằng phương pháp cắt gọt khác. Tác động của hạt mài tới bề mặt gia công không liên tục mà mang tính chất xung. Số lần va đập của hạt mài phụ thuộc vào điều kiện gia công cụ thể và có thể đạt tới $2.10^6 \div 25.10^6$ lần/giây.

Gia công bằng tia hạt mài là phương pháp gia công nguội và bề mặt sau khi gia công bị cứng nguội làm chi tiết nâng cao tuổi thọ.

Chế độ gia công bằng tia hạt mài thay đổi rộng tùy thuộc vào dạng hạt mài, kích thước hạt mài, tỷ lệ hạt mài trong dung dịch, tốc độ và chiều dài tia, góc phun của tia và cách gá đầu phun. Hình 13.8 là các sơ đồ gia công bằng tia hạt mài.

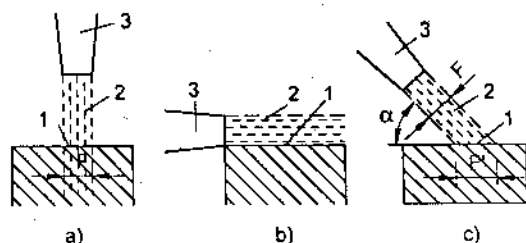
Góc phun $\alpha = 90^\circ$ (h. 13.8a) bề mặt được gia công bằng tia va đập, dùng gia công vật liệu giòn.

Góc phun $\alpha = 0^\circ$ (h. 13.8b) bề mặt được gia công bằng tia trượt, dùng gia công vật liệu dẻo.

Góc phun $\alpha = 0 \div 90^\circ$ (h. 13.8c) bề mặt được gia công bằng tia chéo, dùng gia công vật liệu dẻo.

Kích thước hạt mài phụ thuộc vào độ nhám bề mặt trước khi gia công. Nếu kích thước hạt mài quá nhỏ hoặc quá lớn so với chiều cao nhấp nhô lớp bề mặt đều làm cho độ nhẵn bóng bề mặt gia công giảm, do vậy cần phải chọn kích thước hạt mài hợp lý.

Lượng hạt mài trong dung dịch tăng là tăng năng suất gia



Hình 13.8. Sơ đồ gia công bằng tia hạt mài

a) Tia va đập; b) Tia trượt; c) Tia chéo.

1. Bề mặt gia công; 2. Tia; 3. Ống phun.

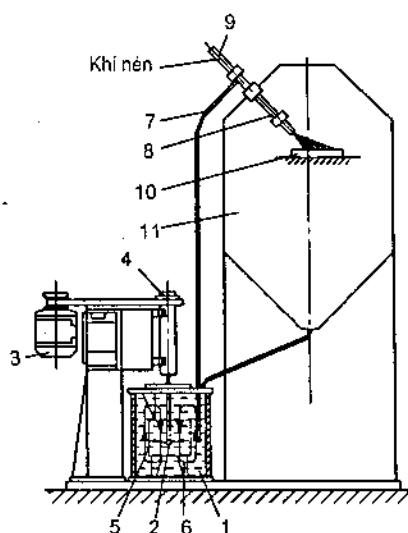
công nhưng nếu quá lớn sẽ làm giảm khả năng cắt của hạt mài, mật độ hạt mài không ảnh hưởng tới độ nhám bề mặt.

Khi góc phun α tăng từ $0 \div 40^\circ$ thì lượng kim loại được bóc tách ra cũng tăng nhưng tới giá trị $\alpha > 40^\circ$ thì năng suất gia công giảm.

Áp lực khí nén P_c (đưa dung dịch hạt mài tới thiết bị phun) và P_p (phun dung dịch hạt mài) cũng ảnh hưởng đến năng suất gia công. Khi tăng áp lực khí nén thì năng suất cũng tăng. Áp lực khí nén khoảng $4 \div 6 \text{ kg/cm}^2$.

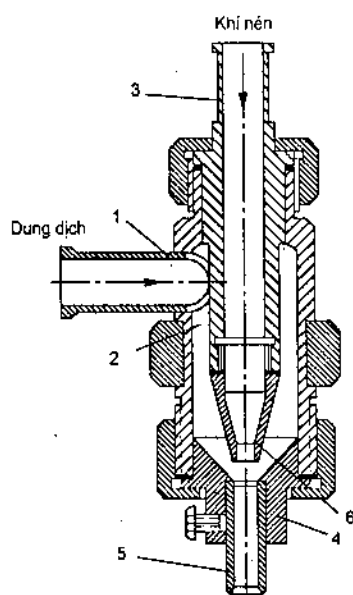
Phương pháp gia công bằng tia hạt mài áp lực cao dùng để làm sạch các chi tiết có hình dạng phức tạp, nâng cao độ bóng bề mặt, tạo độ cứng bề mặt cho lớp bề mặt. Tùy thuộc vào mục đích của phương pháp gia công bằng tia hạt mài, kích thước chi tiết gia công mà sử dụng các loại thiết bị có kết cấu và kích thước khác nhau.

Hình 13.9 thể hiện sơ đồ thiết bị cấp hạt mài tới bề mặt gia công bằng cơ cấu phun nhờ khí nén. Thiết bị gồm bể chứa 1, cơ cấu khuấy 2, cơ cấu này quay nhờ động cơ 3 qua bộ truyền 4. Bên trong bể chứa có cơ cấu định hướng gồm ống dẫn trung tâm 5 và các máng dẫn 6. Khi cơ cấu khuấy quay, dung dịch đưa theo máng dẫn chảy lên trên và xuống dưới, hạt mài được trộn đều. Dung dịch theo ống dẫn 7 cấp cho cơ cấu phun 8 rồi tới chi tiết



Hình 13.9. Sơ đồ thiết bị cấp hạt mài.

1. Bể chứa; 2. Cơ cấu khuấy; 3. Động cơ điện; 4. Bộ truyền; 5. Ống dẫn trung tâm; 6. Các máng dẫn; 7. Ống dẫn; 8. Cơ cấu phun; 9. Ống phun; 10. Chi tiết gia công; 11. Thùng chứa.



Hình 13.10. Kết cấu đầu phun

1. Ống dẫn dung dịch; 2. Lò vành khuyên; 3. Ống dẫn khí; 4. Ống dẫn hướng; 5. Ống phun; 6. Vòi phun;

gia công 10 nhờ khí nén trong ống phun 9 ra khỏi bề mặt gia công, dung dịch chảy xuống phía dưới thùng chứa 11 rồi trở về bể 1.

Bộ phận quan trọng của thiết bị gia công bằng tia hạt mài áp lực cao là bộ phận đầu phun (h. 13.10). Đầu phun này làm việc theo nguyên lý rung phun. Dung dịch hạt mài được cấp vào cơ cấu phun thông qua ống dẫn 1 theo hướng tiếp tuyến với lỗ vành khuyên 2. Vì vậy khi vào lỗ vành khuyên, dòng dung dịch không bị va đập vào ống dẫn khí 3 mà có xu hướng đi ra khỏi cơ cấu thông qua ống dẫn hướng 4 và ống phun 5 tạo ra chuyển động xoắn. Dung dịch hạt mài và khí nén được trộn lẫn vào nhau khi khí nén ra khỏi vòi phun 6.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 13

1. Trình bày nguyên lý của phương pháp gia công bằng tia lửa điện.
2. Khả năng công nghệ và phạm vi sử dụng của phương pháp gia công bằng tia lửa điện.
3. Trình bày nguyên lý của phương pháp gia công bằng chùm tia LASER. Khả năng công nghệ và phạm vi sử dụng. So sánh sự khác biệt giữa gia công bằng tia lửa điện và gia công bằng LASER.
4. Trình bày nguyên lý, khả năng công nghệ và phạm vi ứng dụng của phương pháp gia công bằng siêu âm.
5. Trình bày nguyên lý, khả năng công nghệ, phạm vi ứng dụng của phương pháp gia công bằng điện hoá. So sánh sự khác biệt giữa gia công bằng siêu âm và gia công bằng điện hoá.
6. Nêu bản chất, khả năng công nghệ của gia công bằng tia nước áp lực cao. Sự khác nhau của gia công tia nước áp lực cao và gia công bằng tia hạt mài.
7. Thiết bị công nghệ dùng trong gia công bằng tia hạt mài áp lực cao là gì? Phạm vi ứng dụng của phương pháp gia công tia hạt mài áp lực cao.

Chương 14

CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN MÁY ĐIỀU KHIỂN SỐ

14.1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐIỀU KHIỂN SỐ

1. Khái niệm

Điều khiển số là một hình thức đặc biệt của tự động hoá. Các máy công cụ được lập trình để thực hiện các hoạt động một cách tự động ở một chế độ được xác định trước nhằm tạo ra các chi tiết có các kích thước và yêu cầu kỹ thuật đã được định trước.

Các máy công cụ điều khiển theo chương trình số gọi là máy NC và CNC. Hệ thống điều khiển bao gồm:

a) Hệ thống điều khiển NC:

Trong hệ thống này các thông số hình học của chi tiết và các lệnh điều khiển máy được cho dưới dạng số và in vào băng đục lỗ. Hệ thống này có nhược điểm kém linh hoạt, việc điều chỉnh lại chương trình được thực hiện qua việc sửa băng và việc bảo quản băng khó khăn.

b) Hệ thống điều khiển CNC:

Trong hệ thống này có sự tham gia của máy tính. Chương trình được lập ra và sửa chữa trên máy vi tính nên thuận tiện, dễ dàng nhất là hệ có màn hình đồ hoạ mô phỏng động quá trình cắt gọt.

c) Hệ thống DNC:

Nhiều máy NC được nối với một máy tính. Các chương trình gia công được gọi từ bộ nhớ của máy tính tùy theo nhu cầu của từng máy NC. Ưu điểm hệ thống là có ngân hàng dữ liệu trung tâm, truyền dữ liệu nhanh, có khả năng ghép nối vào hệ thống gia công linh hoạt.

d) Điều khiển thích nghi AC:

Trong hệ thống này các thông số gia công tự động thay đổi cho phù hợp với điều kiện gia công, nâng cao chất lượng gia công, hạ giá thành sản phẩm.

e) Hệ thống gia công linh hoạt FMS:

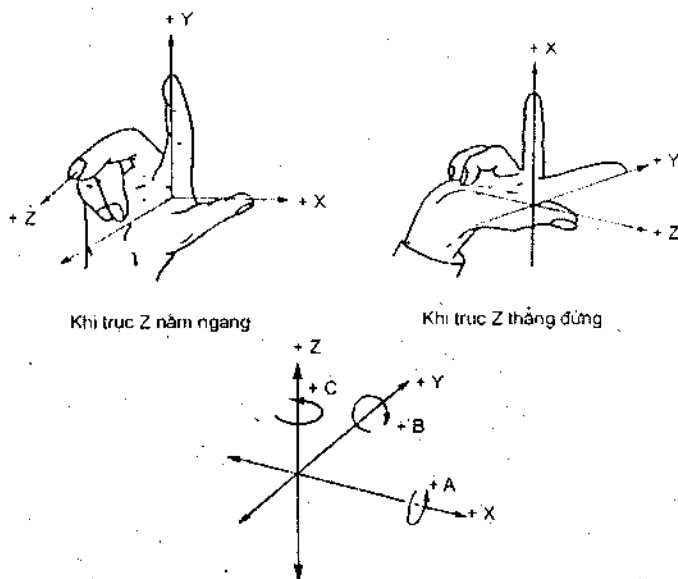
Có khả năng gia công các chi tiết khác nhau với số lượng và thứ tự gia công tùy ý, giá thành chế tạo chi tiết thấp dù ở dạng gia công loạt nhỏ. Hệ

thống này đáp ứng được yêu cầu sản xuất hiện đại có mẫu mã và chủng loại thay đổi nhanh với số lượng không lớn. Hệ thống có 3 thành phần chính.

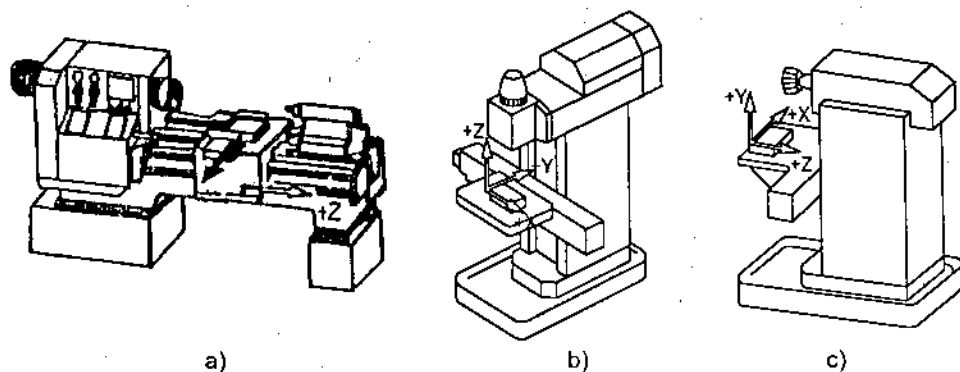
- Máy CNC.
- Hệ thống vận chuyển chi tiết, dụng cụ.
- Hệ thống máy tính điều khiển.

2. Hệ thống tọa độ

Hệ thống tọa độ vuông góc được xác định theo quy tắc bàn tay phải (h. 14.1). Các chuyển động chính của máy NC được thiết lập theo các trục tọa độ X, Y, Z theo nguyên tắc sau: ngón cái là trục X, ngón trỏ là trục Y và ngón giữa là trục Z. Khi lập trình cần nhớ chi tiết đứng yên, dụng cụ chuyển động.



Hình 14.1. Hệ thống trục tọa độ theo quy tắc bàn tay phải



Hình 14.2. Các trục tọa độ trên máy

a) Máy tiện; b) Máy phay đứng; c) Máy phay ngang

Quy định tọa độ trên máy:

- Máy tiện: trục chính là trục Z mang chi tiết quay (h. 14.2 a).
- Máy phay: trục chính là trục song song với trục Z mang dụng cụ quay.

Trục X nằm trong mặt phẳng định vị chi tiết gia công (h. 14.2.b.c).

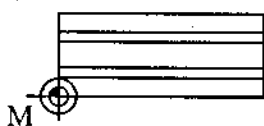
Ngoài các tọa độ X, Y, Z còn có các trục tọa độ song song với chúng, các trục này được ký hiệu U (song song với trục X), V (song song với Y), W (song song với Z).

3. Các điểm không (O) và các điểm chuẩn

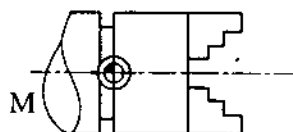
a) Điểm không của máy M (ký hiệu $\odot$):

Điểm không của máy M là điểm gốc của hệ thống tọa độ máy và do nhà chế tạo ra các máy đó xác định theo kết cấu động học của máy.

Trên máy phay, điểm M thường nằm tại điểm giới hạn dịch chuyển của máy.



a) Máy phay

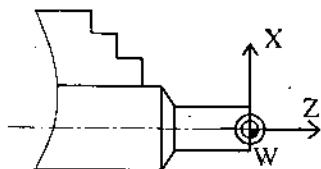


b) Máy tiện

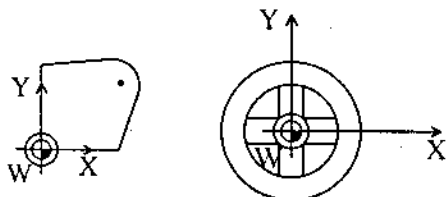
Hình 14.3. Điểm không của máy

b) Điểm không của chi tiết W (ký hiệu $\odot$):

Điểm không của chi tiết là gốc của hệ thống tọa độ gắn lên chi tiết. Vị trí của điểm W do người lập trình tự lựa chọn và xác định sao cho các kích thước trên bản vẽ gia công là các giá trị tọa độ của hệ thống tọa độ (hình 14.4).



a) Máy tiện



b) Máy phay/ khoan

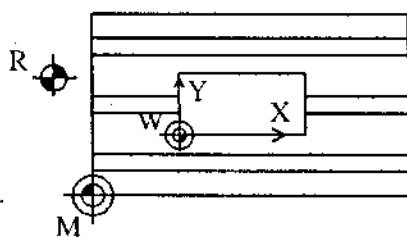
Hình 14.4. Điểm không của chi tiết W

c) Điểm không của chương trình PO (ký hiệu $\odot$):

Điểm không của chương trình là điểm mà dụng cụ sẽ ở đó trước khi gia công. Thường chọn điểm PO sao cho dụng cụ sẽ được thay đổi dễ dàng.

d) *Điểm chuẩn của máy R (ký hiệu $\oplus$):*

Trong máy có hệ thống đo dịch chuyển, khi mất điện các giá trị này sẽ mất theo. Khi có điện trở lại, máy phải chạy tất cả các trục để đưa hệ thống về điểm không M. Trong thực tế nhiều khi chi tiết gia công đã bị kẹp trên máy làm vướng các chuyển động này. Do vậy cần có điểm chuẩn thứ 2 đó là điểm chuẩn máy R.

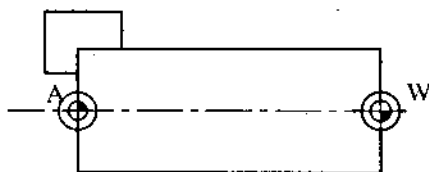


Hình 14.5. Điểm chuẩn máy

e) *Điểm tỷ (ký hiệu $\oplus$):*

Điểm tỷ là giao điểm của các đường trục và mặt phẳng tỷ.

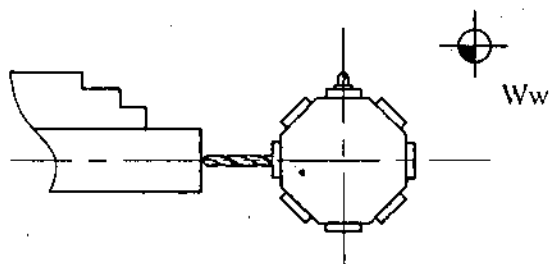
Ví dụ: điểm tỷ A trên máy tiện (h. 14.6)



Hình 14.6. Điểm tỷ A.

g) *Điểm thay dao W_w (ký hiệu $\oplus$):*

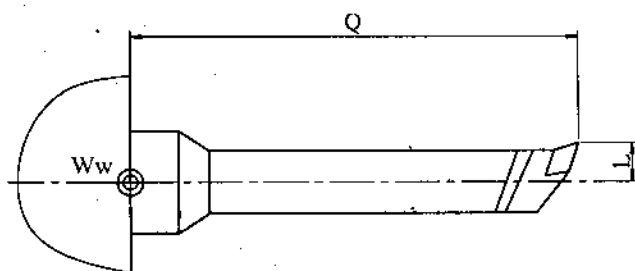
Để tránh va đập vào chi tiết gia công khi thay dao tự động, dao phải chạy đến điểm thay dao (h. 14.7).



Hình 14.7. Điểm thay dao

h) *Điểm điều chỉnh dao (ký hiệu $\oplus$):*

Khi sử dụng nhiều dao, các kích thước của dao phải được xác định trên thiết bị điều chỉnh dao, các thông tin này được đưa vào bộ nhớ để sau này hiệu chỉnh kích thước dao (h. 14.8).



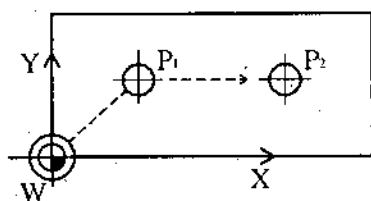
Hình 14.8. Điểm điều chỉnh dao.

4. Các dạng điều khiển

Trên các máy điều khiển số, tùy theo dạng chuyển động giữa điểm đầu và điểm cuối của quãng đường chạy dao người ta phân thành ba dạng điều khiển: điểm, đường, đường viên.

a) Điều khiển theo điểm

Dụng cụ chạy dao nhanh đến điểm đã lập trình (không cắt) và tại điểm này mới bắt đầu thực hiện quá trình cắt. Trên hình 14.9 dụng cụ chạy nhanh từ điểm W đến P_1 ; từ P_1 đến P_2 không cắt gọt, chỉ thực hiện quá trình cắt gọt tại điểm P_1 ; P_2 .

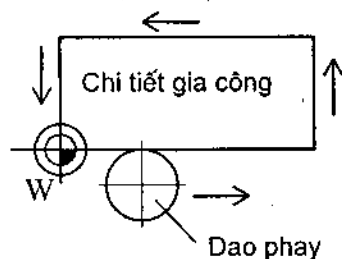


Hình 14.9. Điều khiển theo điểm

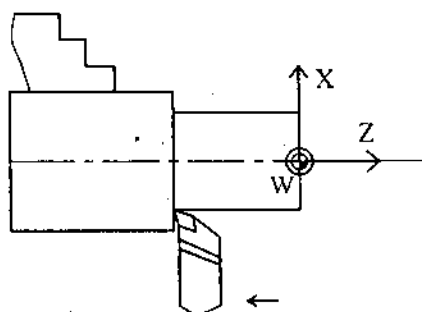
Điều khiển theo điểm ứng dụng tại các máy khoan tọa độ, hàn điểm.

b) Điều khiển theo đường

Điều khiển theo đường tạo ra các đường chạy song song với các trục của máy có cắt gọt. Điều khiển theo đường ứng dụng tại máy phay và máy tiện.



a) Máy phay



b) Máy tiện

Hình 14.10. Điều khiển theo đường.

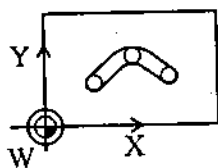
c) Điều khiển theo đường viền

Khi điều khiển theo đường viền, dụng cụ có thể chạy theo đường tùy ý trong mặt phẳng và trong không gian bằng các chuyển động đồng thời của các trục máy mà giữa các trục này có mối quan hệ hàm số. Tùy theo số lượng các trục điều khiển đồng thời mà điều khiển đường viền được chia thành 2D,

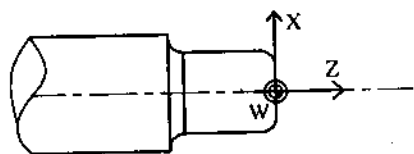
$2\frac{1}{2}$ D, 3D hoặc lớn hơn.

* Điều khiển 2D:

Hai trục có liên quan hàm số với nhau: trục X, Y và X, Z (h. 14.11) các trục còn lại điều khiển độc lập.



a) Máy phay



b) Máy tiện

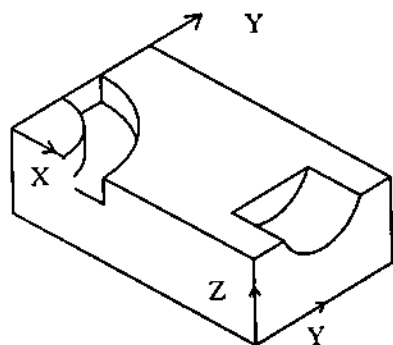
* Điều khiển $2\frac{1}{2}$ D:

Hình 14.11. Điều khiển 2D

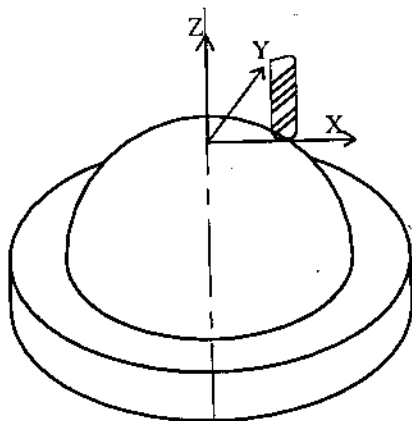
Hai trục điều khiển

liên quan với nhau theo từng cặp. Ví dụ trên máy phay có 3 trục X, Y, Z thì tại mặt phẳng XY có hai trục X, Y có liên quan và tại mặt phẳng YZ có hai trục Y, Z có liên quan (h. 14.12).

* Điều khiển 3D: ba trục điều khiển đồng thời để tạo ra mặt cầu (h. 14.13).



Hình 14.12. Điều khiển $2\frac{1}{2}$ D



Hình 14.13. Điều khiển 3D

14.2. MÁY ĐIỀU KHIỂN SỐ

Máy điều khiển số khác với máy công cụ thông thường, vì việc điều khiển các chức năng của máy được quyết định tự động không phụ thuộc vào người vận hành, do đó chất lượng và năng suất chỉ phụ thuộc vào đặc tính của máy. Các máy công cụ điều khiển số là thiết bị gia công được lập trình phù hợp với việc sản xuất tự động loạt nhỏ và trung bình. Ưu điểm chính của chúng là tính linh hoạt và sự thay đổi nhanh các chương trình gia công. Ngoài ra một đặc điểm quan trọng nữa là gia công đạt độ chính xác cao. Ví dụ sai số dịch chuyển của máy phay và máy khoan vào khoảng $10\mu\text{m}$, ở máy doa, máy mài, máy điện hoá ăn mòn sai số $0,5 \div 1,0\mu\text{m}$. Độ chính xác của máy phụ thuộc vào độ chính xác của các bộ phận, các chi tiết máy, cũng như độ chính xác của cơ cấu dẫn động, chất lượng lắp ráp, độ cứng vững của các phần tử máy, khe hở giữa các bề mặt, điều kiện ma sát giữa các phần tử chuyển động với bộ dẫn hướng và các yếu tố khác. Độ cứng vững của trục chính và các bộ phận quan trọng khác cũng cao hơn so với máy công cụ thường.

1. Máy khoan điều khiển số

Các máy khoan có hai đặc điểm về kết cấu:

- + Có một đầu trục chính với trục khoan thẳng đứng thực hiện chuyển động tiến dao theo trục Z.

- + Có bàn máy trên đồ gá (định vị và kẹp chặt) xác định vị trí phôi theo X, Y.

Máy khoan phù hợp với các phôi ở dạng tấm có thể gia công với một trục hoặc nhiều trục, ngoài ra có thể phay nhẹ.

Kết cấu đơn giản nhất là có một bàn toạ độ điều khiển số còn chiều sâu khoan được điều chỉnh bằng cam hoặc cữ. Ở những máy khoan này chu trình khoan được thực hiện sau khi đặt vị trí thì chu trình tiến triển không có tác động của NC mà nhờ cam hoặc cữ.

Ở những hệ lỗ khoan có vị trí đối xứng, có thể dùng giải pháp đối xứng gương để đơn giản khâu lập trình, tuy theo kết cấu có thể đối xứng 1 hoặc 2 trục. Ngoài ra các hệ CNC đủ mạnh có thể lập trình quay, nghiêng, phóng to, thu nhỏ các hệ lỗ.

Chức năng hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ (bù chiều dài dao) tạo điều kiện sử dụng những dụng cụ mà chiều dài thực tế không tương ứng với chiều dài ghi trong chương trình.

Mức độ tự động hoá của máy khoan được nâng cao hơn khi được trang bị thêm một bàn quay có thể quay tròn và có trục nằm ngang. Khi đó có thể gia công trên 4 mặt của phôi. Ngoài ra năng suất cao hơn nữa nếu lắp thêm hai hoặc nhiều trục gia công (trung tâm khoan).

2. Máy doa

Máy doa thường rất lớn, có trục chính nằm ngang (h.14.14).

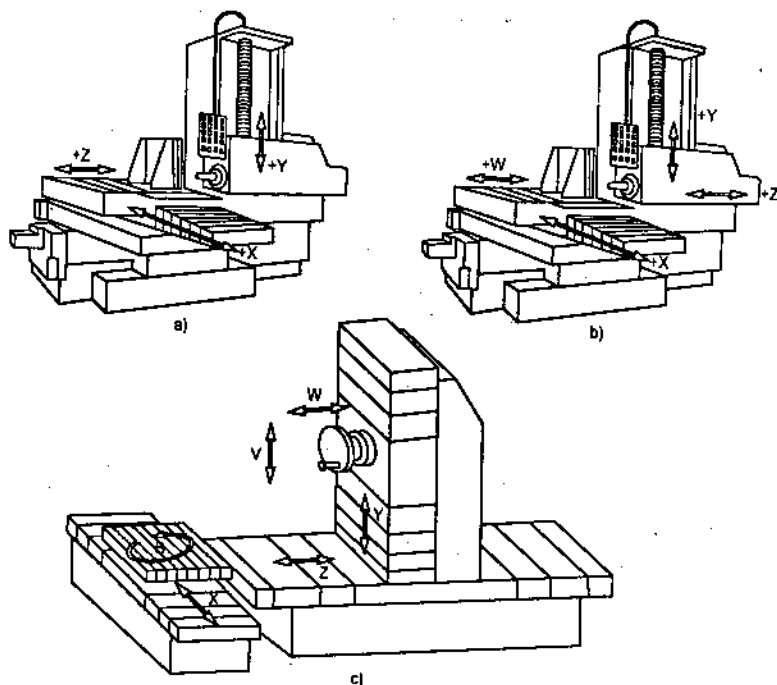
Máy doa thực hiện các công việc sau:

- + Gia công các lỗ phức tạp (lỗ trên vỏ hộp).
- + Hiệu chỉnh độ nghiêng để cân bằng dung sai gá kẹp.
- + Phay lỗ.
- + Phay ren.
- + Chu trình đo.
- + Lập đồ họa có mô phỏng quá trình gia công.

Máy doa có chu trình đặc biệt để gia công vòng tròn lỗ, hàng lỗ, phay định hình hoặc phay hốc.

Tính linh hoạt của máy được nâng cao nhờ các giải pháp:

- + Trang bị ổ tích dụng cụ và tay máy thay đổi dụng cụ tự động.
- + Bàn máy có thể quay, dịch chuyển.
- + Có các đầu lắp phụ có thể thay đổi để khoan, phay, tiện ren, tiện mặt đầu.



Hình 14.14. Máy doa.

a) Máy doa 3 trục tọa độ; b) Máy doa 4 trục tọa độ; c) Máy doa 5 trục tọa độ.

3. Máy phay

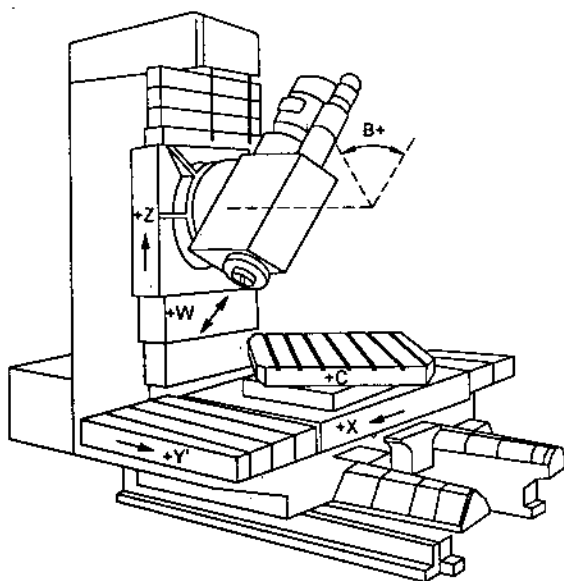
Máy phay có hai loại chính:

- + Phay đứng
- + Phay ngang

Máy phay có từ 3 ÷ 5 trục điều khiển.

a) Máy phay có 5 trục điều khiển:

Loại máy này tạo ra chi tiết có hình dạng phức tạp bằng cách sử dụng các đầu dao có năng suất cao để gia công các bề mặt cong thay thế dao phay ngón hoặc dao phay mặt đầu (h. 14.15). Máy dùng ngôn ngữ lập trình ATP để lập trình gia công. Máy cần đảm bảo mọi dụng cụ có kích thước thống nhất, kích thước chiều dài thống nhất đạt được nhờ các dụng cụ được điều chỉnh trước hoặc các trục chính có khả năng hiệu chỉnh riêng rẽ.



Hình 14.15. Máy phay 5 trục tọa độ.

b) Máy phay tốc độ cao:

- Máy phay tốc độ cao (HSC- High speed cutting) là phương pháp cắt gọt có công suất cao, thỏa mãn 4 yêu cầu:

- + Giảm thời gian cắt nhờ tốc độ và lượng tiến dao cao (thể tích phôi lớn).
- + Giảm lực cắt nhờ tốc độ trục chính cao.
- + Tránh làm nóng phôi gia công (không làm phôi biến dạng)
- + Cải thiện đáng kể về chất lượng gia công (không cần gia công tinh sau đó).

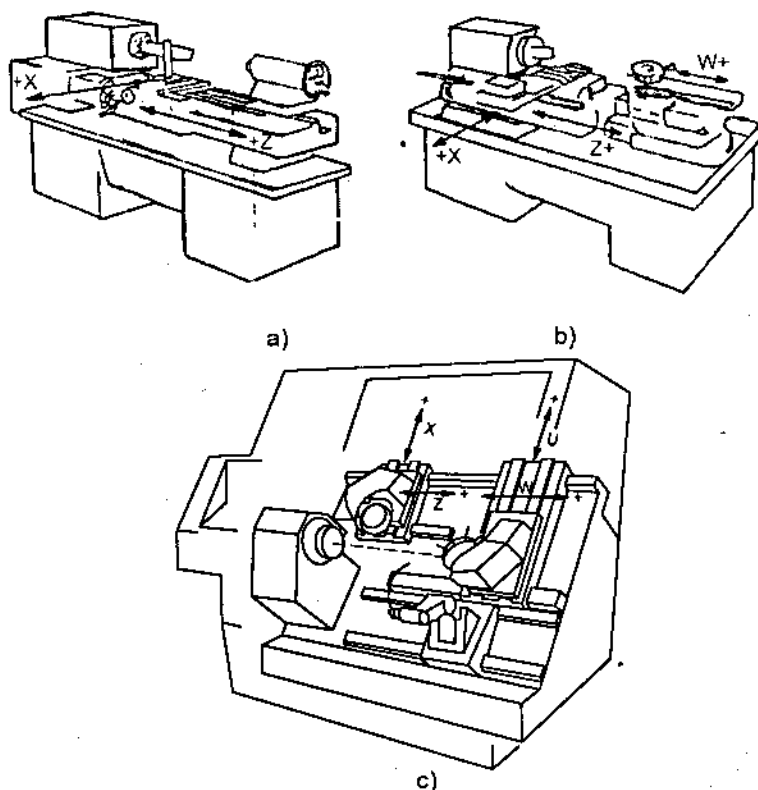
Tốc độ cắt tùy theo vật liệu gia công 1.000 ÷ 7.000 m/ph.

- Các máy gia công cao tốc phải đảm bảo các yêu cầu :
 - + Độ ổn định và độ cứng vững cao để tránh dao động và cộng hưởng (máy có đường trượt ngắn).
 - + Động cơ trục chính không có dao động, cân bằng tốt.
 - + Các bộ phận có gia tốc phải có khối lượng nhỏ để đạt giá trị gia tốc cao.
 - + Có thiết bị hút bụi, phoi khi phay để tránh hư hại các đường trượt và bề mặt gia công.
 - + Có hệ thống che chắn vùng gia công để đảm bảo an toàn.

4. Máy tiện

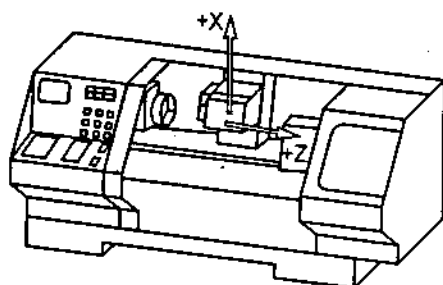
Phân loại máy tiện:

- + Máy tiện trục ngang (h. 14.16)
- + Máy tiện có bệ máy nghiêng (h. 14.17).
- + Máy tiện trục thẳng đứng (h. 14.18).

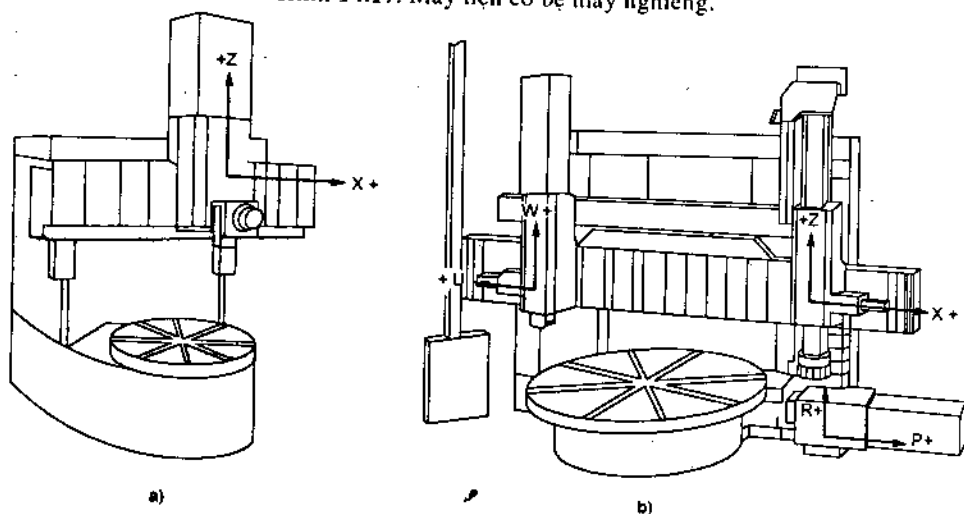


Hình 14.16. Máy tiện trục ngang

a) Máy tiện 2 trục tọa độ ; b) Máy tiện 3 trục tọa độ ; c) Máy tiện 2x2 trục tọa độ.



Hình 14.17. Máy tiện có bệ máy nghiêng.



Hình 14.18. Máy tiện đứng.

a) Máy tiện đứng 2 trục tọa độ; b) Máy tiện đứng 3x2 trục tọa độ.

Chức năng quan trọng của máy tiện là tiện ren: ren côn, ren nhiều cấp, ren có bước ren thay đổi. Tiện ren bằng hệ điều khiển số. Hệ CNC điều khiển đồng bộ giữa vòng quay của trục chính máy và chuyển động tiến dao bằng cách xử lý phù hợp các xung phát ra từ trục chính máy. Để thực hiện chức năng này trục chính có hệ đo (bộ cấp xung gia tăng) để phản hồi tốc độ quay trục chính và vị trí góc chính xác tới hệ CNC.

5. Trung tâm gia công

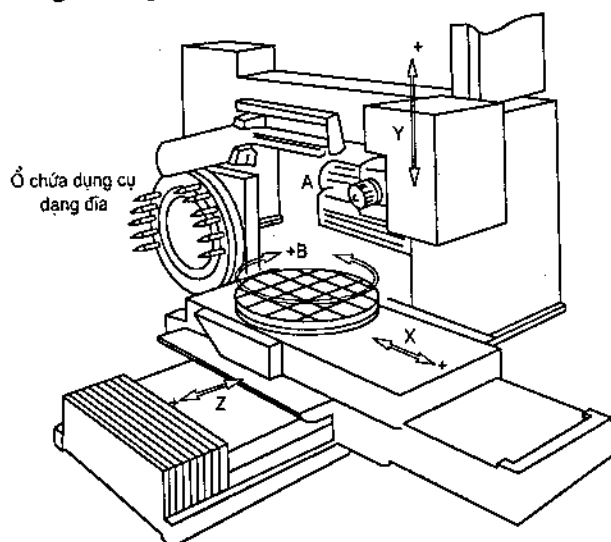
Trung tâm gia công là máy công cụ NC có ít nhất ba trục điều khiển số, nó thực hiện nhiều công việc khác nhau như phay / khoan, tiện / phay (h. 14.19).

Đặc điểm của trung tâm gia công:

- + Các chi tiết lăng trụ có thể gia công trong một lần gá đặt theo 4 hoặc 5 phía nhờ 4 hoặc 5 trục tọa độ được điều khiển theo phương pháp NC.
- + Tất cả các phương pháp gia công đều có thể được tiến hành: phay, khoan, doa, khoét lỗ, cắt ren và các biên dạng phức tạp. Tốc độ trục chính, tỷ số tiến dao được điều khiển theo phương pháp số.

+ Dụng cụ được chọn theo chương trình và đưa vào vị trí hoạt động. Số dao về mặt lý thuyết là không giới hạn ($60 \div 120$ dao).

+ Thiết bị gá và tháo chi tiết tự động rút ngắn thời gian gá đặt bằng cách tháo chi tiết đã gia công trong khi chi tiết khác vẫn đang được gia công.



Hình 14.19. Trung tâm gia công 5 trục tọa độ.

6. Máy mài

Máy mài có vị trí quan trọng trong chế tạo khuôn mẫu và trong việc đạt độ chính xác cao đối với những chi tiết nhỏ, rất nhỏ. Số lượng trục điều khiển NC là 2 đối với máy mài tròn hoặc biên dạng đơn giản là, 9 hoặc nhiều hơn ở các trung tâm mài đặc biệt.

Máy mài phẳng có 3 trục NC, nhiều khi thêm 2 + 3 trục NC khác để gia công các mặt lồi, lõm theo phương X, Y.

Máy mài dụng cụ có 5 trục NC với nội suy đồng thời.

Hệ điều khiển máy mài phải đáp ứng yêu cầu sau:

- + Độ chính xác cao do đó độ phân giải khi đo và lập trình $< 0,1 \mu\text{m}$.
- + Phạm vi giá trị lượng tiến dao rộng: $0,02 \div 60 \text{ m/ph}$.
- + Các chu trình mài và các chương trình thứ cấp truy cập nhanh.
- + Sửa đá mài điều khiển số với dụng cụ kim cương.
- + Hiệu chỉnh (bù) tốc độ quay của trục mài và chuyển động ăn vào của đá mài sau khi sửa đá.
- + Tốc độ tiến dao theo quỹ đạo với sai số về góc bằng 0, để tránh sai số biên dạng khi sửa đá profin cũng như khi đá lắc lư.

+ Lập trình và hiệu chỉnh quá trình mài đơn giản để thợ vận hành máy mài có thể hiệu chỉnh ở mọi thời điểm.

+ Lập trình biên dạng tại máy mài để có thể nạp hình dạng đá mài hoặc hình dạng chi tiết mài nhờ NC.

+ Nạp bằng tay hoặc tự động các giá trị hiệu chỉnh dụng cụ.

+ Có khả năng nạp dữ liệu hiệu chỉnh từ xa.

+ Có nhiều chức năng mài đặc biệt.

7. Máy gia công bằng tia LASER

Trong công nghiệp LASER khí CO₂ có ưu điểm hơn vì nó có công suất cao (15kW) và hiệu suất cao.

Hệ thống điều khiển dùng cho máy gia công bằng tia LASER: điều khiển chuyển động của bàn máy

Phạm vi ứng dụng tia LASER:

+ Cắt kim loại tới 8mm, chất dẻo 40mm.

+ Hàn, khắc, phay.

+ Tạo mẫu nhanh: sự phối hợp giữa kỹ thuật hoá tổng hợp, CAD và kỹ thuật LASER.

8. Máy tia lửa điện (EDM)

Máy tia lửa điện dựa trên nguyên lý gia công điện vật lý.

* Có hai loại máy tia lửa điện:

+ Máy EDM dùng điện cực dây.

+ Máy EDM dùng điện cực dụng cụ định hình.

* Khả năng của máy EDM:

+ Gia công được bề mặt có hình dạng phức tạp.

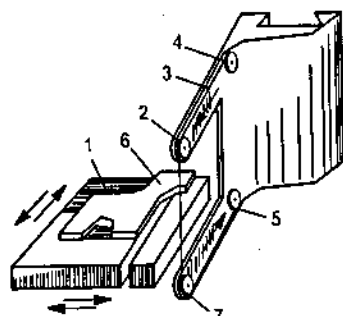
+ Vật liệu gia công có độ cứng cao.

+ Đạt độ chính xác cao.

a) Máy EDM điện cực dây:

Sơ đồ nguyên lý máy EDM điện cực dây được thể hiện trên hình 14.20.

Chất điện môi: nước lã đã



Hình 14.20. Sơ đồ nguyên lý máy EDM

1. Phôi; 2, 7. Các con lăn dẫn hướng; 3. Dây điện cực; 4, 5. Các cuộn dây; 6. Đường chép hình.

khử ion có tác dụng tạo ra kháng trở chuyển tiếp cho các lần phóng điện giữa hai điện cực, cuốn các phôi cắt ra khỏi vùng gia công và làm nguội phôi.

Máy EDM có hệ điều khiển lượng tiến dao cho chuyển động tương đối giữa điện cực dụng cụ và phôi, nhằm tạo ra khoảng cách cần thiết để tạo ra tia lửa điện. Độ chính xác về hình dạng, chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc vào tốc độ tiến dao và mức độ ổn định của nó.

Điện cực dây bị mòn do các lần phóng điện. Dây có thể dùng một lần hoặc nhiều lần.

Vật liệu dây: đồng, tungsten.

Kích thước dây và khối lượng cuộn dây cho trong bảng 14.1.

Bảng 14.1

Kích thước dây (mm)	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	Loại JIS
Khối lượng một cuộn	1	1,6	3	3	3	10	
(kg)			5 10	5 10	5 10		

Hệ điều khiển số điều khiển chuyển động X, Y, khi cắt rãnh nghiêng hoặc rãnh cắt hình khối phải thêm chuyển động thứ hai ở mặt phẳng V, U.

Vật liệu gia công: vật liệu dẫn điện và bán dẫn.

Gia công phôi sau nhiệt luyện có độ chính xác cao và chất lượng bề mặt cao.

b) Máy EDM điện cực dụng cụ định hình :

Máy EDM điện cực dụng cụ định hình dùng để gia công tinh các khuôn. Quá trình đánh bóng phóng điện ăn mòn đảm bảo chất lượng bề mặt cao. Điện cực ở dạng âm bản của chi tiết gia công.

Hệ điều khiển CNC điều khiển điện cực dụng cụ trên mặt phẳng X, Y tiến chậm theo phương Z. Khi xảy ra đoản mạch hệ CNC điều khiển điện cực rút nhanh về vị trí xuất phát, sau đó tái lập lại quá trình gia công.

Công việc lập trình của hệ thống CNC thường thực hiện trực tiếp tại máy có sự hỗ trợ của màn hình đồ họa.

14.3. HỆ DỤNG CỤ DÙNG CHO MÁY GIA CÔNG CNC, NC

Dụng cụ trên các máy CNC phải đáp ứng được các yêu cầu sau:

- + Có tuổi bền cao, được điều chỉnh kích thước bên ngoài.
- + Lắp đặt và điều chỉnh nhanh khi thay thế các chi tiết gia công.

- + Có độ chính xác cao khi gá vào vị trí công tác.
- + Có tính vạn năng cao khi gia công chi tiết khác trên máy khác.
- + Kết cấu có tính công nghệ cao.

Dụng cụ trên các máy CNC được thay đổi tự động. Những phần tử cơ bản của hệ thống cung cấp dụng cụ :

+ Tiếp nhận dụng cụ: phần trung gian để lắp dụng cụ vào trục chính máy công cụ.

+ Dụng cụ.

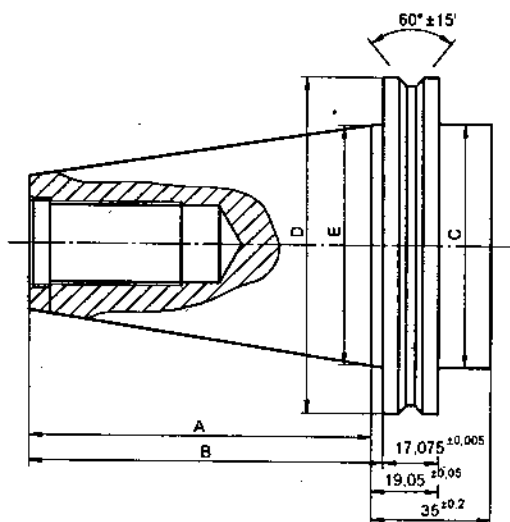
+ Ổ tích dụng cụ: lưu giữ dụng cụ cho quá trình gia công.

+ Cơ cấu thay đổi dụng cụ: thay đổi dụng cụ, gá đặt dụng cụ vào vị trí làm việc và vị trí ổ tích dụng cụ.

1. Hệ dụng cụ và hệ cung cấp dụng cụ trên máy khoan, phay và trung tâm gia công

Đối với máy khoan, phay và trung tâm gia công, phần tử tiếp nhận dụng cụ thường là ống côn. Ống côn được tiêu chuẩn hoá và có kết cấu, kích thước tiêu chuẩn (h. 14.21).

ISO	40	45	50
A	68,25	82,55	101,8
B	71,43	85,73	104,78
C	44,45	59,15	69,85
D	63,5	82,55	98,43
E	44,45	57,15	69,85

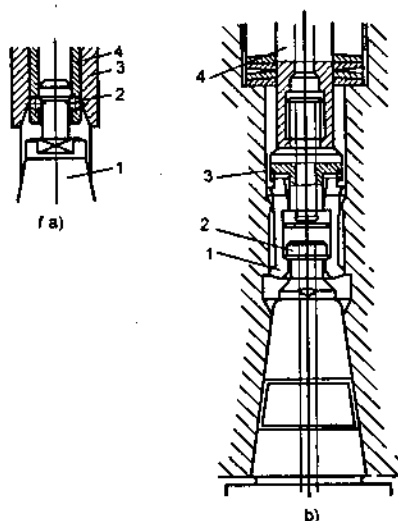


Hình 14.21. Kết cấu ống côn

Quá trình kẹp ống côn trên trục chính của máy được thực hiện nhờ chuyển dịch dọc trục bằng lò xo lá (h. 14.22.a). Khi bạc 4 dịch chuyển dọc trục lên phía trên nhờ lò xo lá, bi 2 sẽ được phần côn của bạc 3 tỳ vào rãnh bóp chuyên dùng kẹp chặt đuôi và kéo nó vào lỗ trục chính. Khi tháo dụng cụ bạc 4 chuyển động xuống dưới các viên bi rời khỏi gờ chặt trên phần côn bạc 3, giải phóng chuỗi ra khỏi lỗ trục chính.

Hoặc quá trình kẹp ống côn trên trục chính của máy được thực hiện nhờ chuyển dịch dọc trục bằng vấu kẹp trên rãnh bóp chuyên dùng bằng bi hoặc châu kẹp đàn hồi (h. 14.22.b) Chuôi dụng cụ được kẹp chặt nhờ châu kẹp đàn hồi 1 khi trục 3 dịch chuyển dọc trục lên phía trên nhờ lò xo lá và bạc 4 bóp các châu lại. Khi trục 3 dịch chuyển xuống phía dưới, châu kẹp nhả ra giải phóng chuôi 2.

Độ chính xác góc côn phải cao để đảm bảo độ cứng vững của mối lắp. Ngoài ra góc côn của chuôi dụng cụ phải lớn hơn góc côn của lỗ trục chính khoảng 1".



Hình 14.22. Sơ đồ kẹp ống côn trên trục chính máy.

a) Kẹp ống côn bằng bi

1. Trục; 2. Bi; 3. Côn bạc; 4. Bạc

b) Kẹp ống côn bằng chân châu đàn hồi

1. Châu kẹp; 2. Chuôi; 3. Trục; 4. Bạc.

2. Hệ dụng cụ và hệ cung cấp dụng cụ trên máy tiện

Trên máy tiện thường dùng hai hệ cung cấp dụng cụ sau:

+ Đầu dao rơvônve.

+ Ổ tích dao với cơ cấu thay dao tự động.

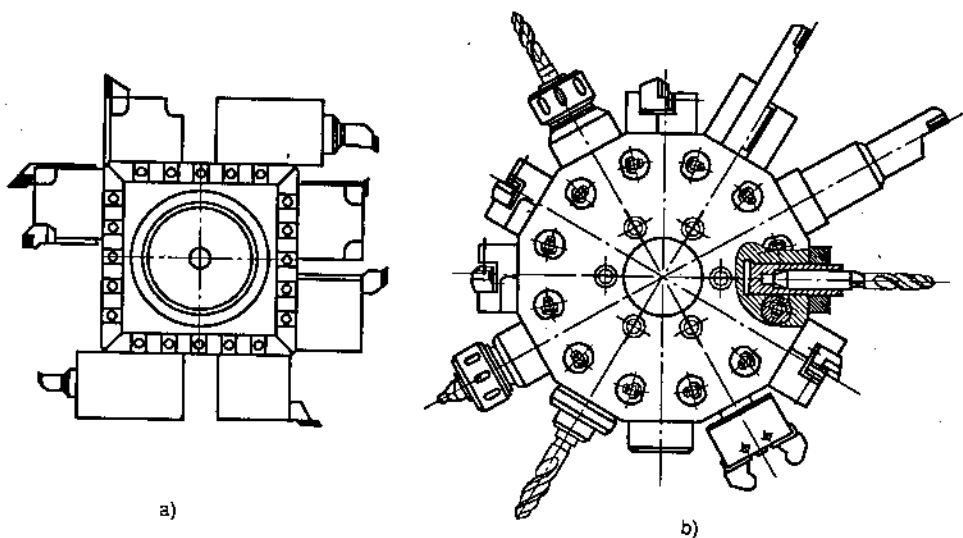
a) Đầu dao rơvônve:

Thay dụng cụ được thực hiện nhờ quay đầu dao tới vị trí yêu cầu, rồi cố định lại. Thời gian thay dụng cụ khoảng $1 \div 4$ giây. Đầu dao rơvônve có các kết cấu sau:

+ Bốn vị trí (h. 14.23a).

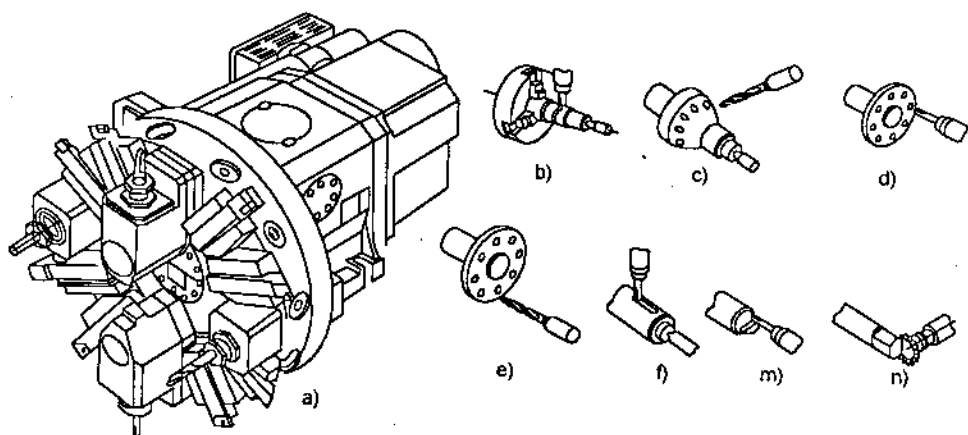
+ Kiểu sao (h. 14.23b).

+ Hình tang trống (h. 14.24).



Hình 14.23. Kết cấu của đầu rovonve

a) Bốn vị trí; b) Kiểu sao



Hình 14.24. Đầu rovonve hình tang trống.

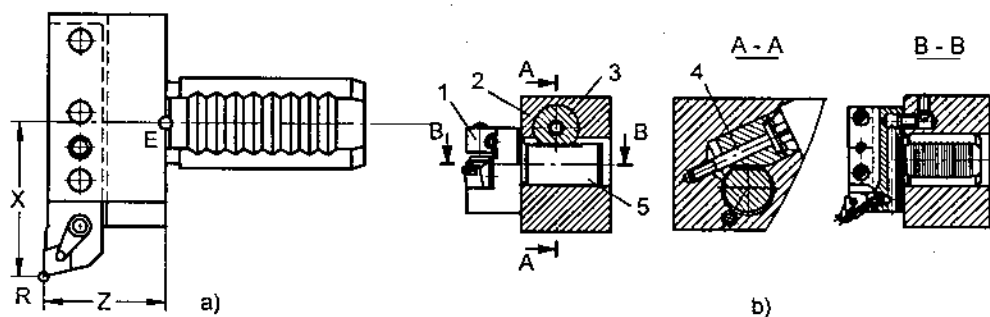
a) Tổng thể; b) Phay rãnh cong; c) Khoan lỗ nghiêng; d, e) Cắt ren và khoan lỗ trên mặt bích;
f) Phay rãnh; g) Phay rãnh trên mặt đầu; h) Phay lục giác.

Kết cấu của cán dao tiện:

+ Dạng trụ.

+ Dạng khối chữ V.

Chuôi trụ: trên các chuôi trụ có răng lược được gia công với bước ren chính xác. Kết cấu của dao tiện chuôi trụ thể hiện trên hình 14.25.



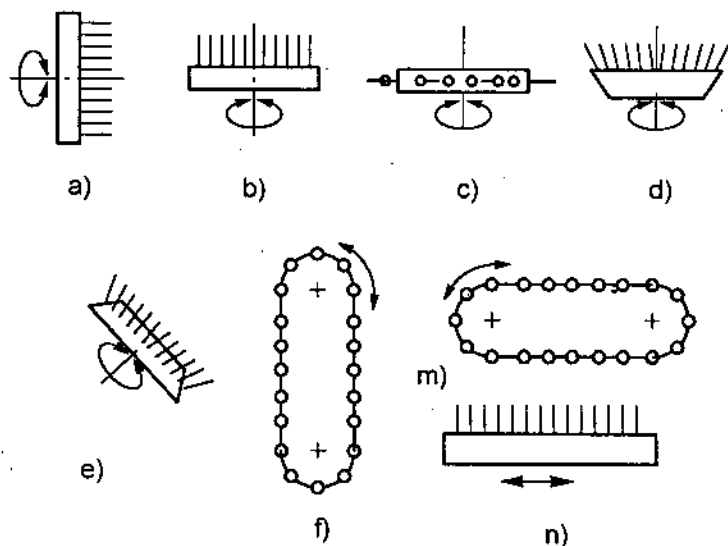
Hình 14.25. Kết cấu dao tiện chuỗi trụ.

a) Dao tiện; b) Dao lắp trên đầu rơnvê;

1. Dao; 2. Đầu rơnvê; 3. Bạc răng; 4. Vít; 5. Chuỗi răng lược.

b) Ổ tích dao với cơ cấu thay dao tự động

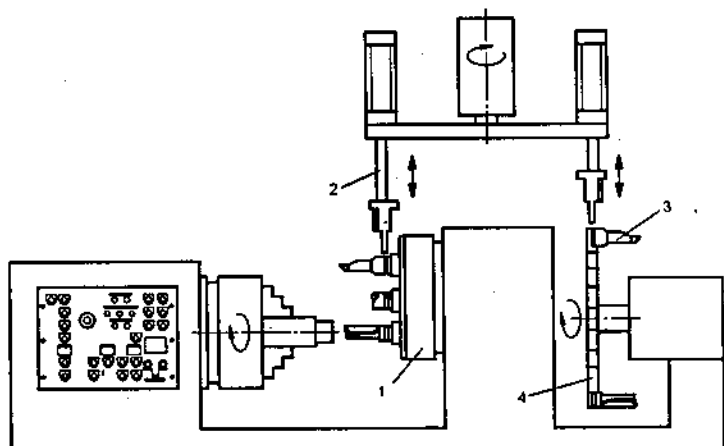
Ổ tích dao có ưu điểm là lưu giữ được nhiều dụng cụ và đảm bảo dụng cụ không bị va đập khi thay dao hoặc gia công. Có nhiều phương án cấu trúc tích dao (h. 14.26).



Hình 14.26. Các phương án cấu trúc ổ tích dao

a, b) Tâm quay nằm ngang, thẳng đứng; c) Dạng hình sao với tâm quay thẳng đứng; d, e) Dạng hình côn với trục quay đứng và nghiêng; f, g) Dạng xích tải; h) Dạng thẳng.

Dao được thay thế tự động bằng rôbôt (h. 14.27).



Hình 14.27. Sơ đồ thay dao tự động.

1. Đầu rơvơve; 2. Rôbôt; 3. Đầu dao; 4. Ổ tích dao.

3. Hiệu chỉnh dụng cụ trước khi gia công

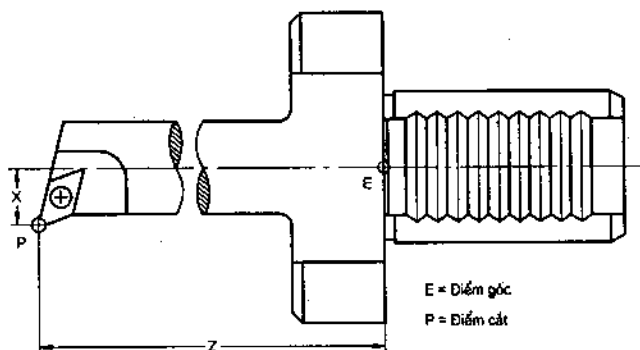
Trên máy CNC dụng cụ cắt trước khi gia công phải được hiệu chỉnh. Hiệu chỉnh này được thực hiện bên ngoài máy công cụ bằng máy hiệu chỉnh có trang bị các bộ thích nghi để đảm bảo gá đặt dụng cụ như ở vị trí làm việc. Vị trí các lưỡi cắt được xác định theo phương pháp quang học nhờ kính hiển vi với ống kính hoặc đĩa chuỗi vạch chuẩn thông qua đầu đo tiếp xúc.

Máy hiệu chỉnh:

- + Kết cấu đứng: dùng cho dụng cụ khoan, phay.
- + Kết cấu ngang: dùng cho dụng cụ máy tiện.

Hiệu chỉnh dụng cụ là đảm bảo sao cho các lưỡi cắt chính và phụ của dụng cụ có vị trí chính xác nhất so với điểm gốc (điểm chuẩn E) của cơ cấu lắp dao theo phiếu hiệu chỉnh dụng cụ (h. 14.28).

Đo dụng cụ để cài đặt vào bộ nhớ giá trị hiệu chỉnh dụng cụ của hệ CNC.

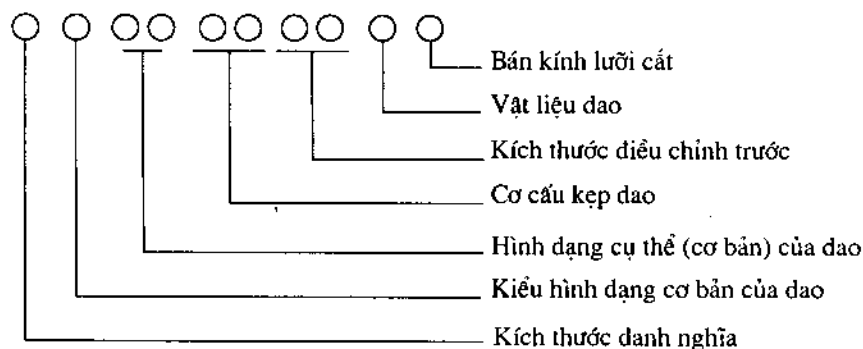


Hình 14.28. Hiệu chỉnh dụng cụ

4. Quản trị dụng cụ trong hệ CNC

Hệ dụng cụ được quản lý nhờ mã hiệu phân loại, mã hiệu chứa các dữ liệu về phương pháp gia công, máy, cách gá đặt dụng cụ, ổ tích dụng cụ, thân dao, lưỡi cắt.

Ví dụ: mã hiệu dao tiện.



Tuỳ theo khả năng của hệ NC và CNC mà phải nạp các dữ liệu sau đây: kiểu dụng cụ, số hiệu dụng cụ, dụng cụ dự bị, thay thế, vị trí dụng cụ trong ổ tích dụng cụ tiêu chuẩn, đầu dao, trọng lượng dụng cụ, lượng tiến dao, mômen quay tối đa, tuổi bền dụng cụ, giới hạn vỡ dao, bán kính dao, bán kính lưỡi cắt, chiều dài dụng cụ, mã hiệu dụng cụ đặc biệt, hiệu chỉnh mòn dao, mã hiệu sai số...

Hệ thống nhận dạng dụng cụ điện tử nhờ con chip được gắn cứng trên dụng cụ.

Ưu điểm của hệ thống:

+ Lưu thông dữ liệu tự động giữa máy điều chỉnh dụng cụ, ổ tích, hệ CNC, người sử dụng.

+ Đảm bảo trao đổi dữ liệu an toàn.

+ Có thời gian điều chỉnh máy gia công ngắn.

+ Tận dụng được tuổi bền dụng cụ.

+ Hợp lý hoá kho dụng cụ và chuẩn bị dụng cụ.

+ Không cần dùng phiếu dụng cụ trong sản xuất.

+ Hỗ trợ công việc lắp ráp và đo kiểm dụng cụ.

+ Tạo điều kiện quản trị dụng cụ tốt.

Thông thường có ba bộ dụng cụ cho một máy gia công:

+ Một trong ổ tích dao tại máy gia công.

- + Một trong kho hoặc tại phòng kiểm tra.
- + Một trong cung ứng để dùng cho chi tiết tiếp theo.

14.4. LẬP TRÌNH GIA CÔNG TRÊN MÁY CNC

1. Khái niệm và định nghĩa

Tính kinh tế của các máy công cụ điều khiển số phụ thuộc nhiều vào hệ thống lập trình để tạo ra các dữ liệu điều khiển. Các chương trình được lập ra tốt và đưa vào máy để dùng nhanh chóng thì quá trình gia công trở nên linh hoạt và kinh tế. Một chương trình được tạo nên bởi các chuỗi lệnh điều khiển, máy công cụ NC tiến hành gia công một chi tiết cụ thể bằng các chuyển động tương đối giữa dao và chi tiết. Các chương trình như vậy chứa tất cả các thông tin cần thiết cho việc gia công chi tiết tự động hoàn toàn. Quá trình thiết lập các chuỗi lệnh cho dụng cụ cắt từ bản vẽ chi tiết và catalog dụng cụ, cùng với việc phát triển các lệnh của chương trình cụ thể, sau đó chuyển tất cả thông tin này sang bộ phận mang dữ liệu được mã hoá đặc biệt cho hệ thống NC được gọi là lập trình.

Chương trình NC là toàn bộ các lệnh cần thiết để gia công chi tiết trên máy công cụ NC. Cấu trúc của chương trình NC câu lệnh NC, từ lệnh NC được quy định theo tiêu chuẩn quốc tế ISO 6983.

* **Từ lệnh NC** là sự phối hợp các con số và chữ cái để tượng trưng hoá chính xác các chức năng yêu cầu thực hiện.

Ví dụ: X42 (Dịch chuyển trên trục X một đoạn 42mm)

* **Câu lệnh NC** là sự ghép nối tối thiểu các từ lệnh cần thiết để thực hiện một chuyển dịch hoặc một chức năng khác của máy công cụ.

Cấu trúc tổng quát một câu lệnh:

N..G..X..Y..Z..A..B..C..I..J..K..HD..T..M..S..F;

Trong đó:

N- Thứ tự câu lệnh trong chương trình;

G- Điều kiện/ dữ liệu dịch chuyển;

X, Y, Z - Các toạ độ thẳng;

A, B, C - Các toạ độ góc;

I, J, K - Các thông số nội suy;

HD - Ghi nhớ hiệu chỉnh;

T - Lệnh dụng cụ gia công;

M - Lệnh chức năng phụ;

S - Thông số về tốc độ quay của trục dao, hoặc vận tốc cắt;

F - Lượng tiến dao;

; - Dấu kết thúc câu lệnh.

2. Mã ISO cơ bản

Tiêu chuẩn quốc tế ISO 6983 quy định bộ cốt mã cho các máy NC để điều khiển quá trình gia công chi tiết cơ khí. (bảng 14.2).

Các hãng chế tạo máy công cụ sử dụng cốt mã ISO có hiệu chỉnh để giữ bản quyền cho mình trong sử dụng máy của hãng.

Bảng 14.2

Ký tự	Chức năng điều khiển	Ký tự	Chức năng điều khiển
A	Chuyển động quay quanh trục X	R	Chuyển động thẳng thứ ba song song với trục Z
B	Chuyển động quay quanh trục Y	S	Tốc độ quay của trục chính máy (vòng/phút)
C	Chuyển động quay quanh trục Z	T	Tuỳ chọn dụng cụ gia công (dao)
D	Ghi kích thước bù dao (hiệu chỉnh dao khi dao mòn)	U	Chuyển động thẳng thứ hai song song với trục X
E	Bước tiến dao thứ hai (mm/phút)	V	Chuyển động thẳng thứ hai song song với trục Y
F	Bước tiến dao thứ nhất (mm/phút)	W	Chuyển động thẳng thứ hai song song với trục Z
G	Chức năng dịch chuyển	X	Chuyển động cơ bản thẳng theo trục X
H	(Tuỳ chọn theo hãng chế tạo)	Y	Chuyển động cơ bản thẳng theo trục Y
I	Tham số/ bước nội suy song song với trục X	L	Tuỳ chọn theo hãng chế tạo
J	Tham số/ bước nội suy song song với trục Y	M	Chức năng phụ
K	Tham số/ bước nội suy song song với trục Z	N	Số thứ tự câu lệnh
O	(Tuỳ chọn theo hãng chế tạo)		
P	Chuyển động thẳng thứ ba song song với trục X	Q	Chuyển động thẳng thứ ba song song với trục Y

a) Các chức năng dịch chuyển

Các chức năng dịch chuyển được biểu thị bằng chữ cái G và hai chữ số đứng sau (chức năng G). Chức năng G được chuẩn hóa thể hiện tại bảng 14.3.

Bảng 14.3. Các chức năng điều khiển dịch chuyển G

Mã hiệu	Chức năng
G00	Dịch chuyển nhanh không cắt
G01	Dịch chuyển cắt thẳng (nội suy đường thẳng)
G02	Dịch chuyển cắt cung tròn (nội suy đường tròn) theo chiều kim đồng hồ
G03	Dịch chuyển cắt cung tròn ngược chiều kim đồng hồ
G04	Thời gian trễ/ dừng (0,1...983 sec).
G17	Gia công theo mặt phẳng ngang XY
G18	Gia công theo mặt phẳng đứng XZ
G19	Gia công theo mặt phẳng đứng YZ
G33	Cắt ren với bước ren không đổi
G34	Cắt ren với bước ren tăng dần
G35	Cắt ren với bước ren giảm dần
G40	Bỏ chế độ bù dao (bỏ hiệu chỉnh dao)
G41	Bù/ hiệu chỉnh dao theo bán kính, về phía trái quỹ đạo cắt
G42	Bù/ hiệu chỉnh dao theo bán kính, về phía phải quỹ đạo cắt
G43	Bù dao dương theo quỹ đạo cắt
G44	Bù dao âm theo quỹ đạo cắt
G53	Xoá lệnh dịch chuyển điểm không
G54, G59	Lệnh dịch chuyển điểm không (G54, G55, G56, G57, G58, G59)
G60	Sai lệch dịch chuyển 1
G61	Sai lệch dịch chuyển 2, kể cả chạy trên đường trượt
G62	Dịch chuyển nhanh không cắt
G63	Đặt bước tiến dao 100%, ví dụ taro ren
G64	Thay đổi bước tiến dao hoặc số vòng quay
G70	Chạy về vị trí ban đầu theo trục Z
G73	Bước tiến theo lập trình = bước tiến theo trục
G74	Chạy về điểm chuẩn/ gốc của trục 1 và 2
G75	Chạy về điểm chuẩn/ gốc của trục 3 và 4
G80	Kết thúc các chu trình đã được gọi
G81	Chu trình khoan lỗ thường
G83	Chu trình khoan lỗ sâu
G84	Chu trình taro ren
G85	Chu trình doa lỗ
G86	Chu trình khoét lỗ
G87	Chu trình phay lỗ vuông
G88	Chu trình phay rãnh then
G89	Chu trình phay lỗ tròn
G90	Kích thước tuyệt đối
G91	Kích thước tương đối, kích thước theo lượng gia tăng
G92	Chuyển dịch điểm chuẩn/ gốc theo lập trình
G94	Cho đơn vị tiến dao là mm/phút
G95	Cho đơn vị tiến dao là mm/vòng

Những lệnh G còn trống là tùy theo hãng chế tạo máy NC, CNC.

Những chức năng dịch chuyển thực hiện nhắc đi nhắc lại trong chương trình gọi là **chu trình**. Ví dụ chu trình khoan. Những chu trình được ứng dụng nhiều là những chức năng được quy chuẩn hoá trong hệ điều khiển.

Người sử dụng cũng có thể lập trình các chu trình riêng theo yêu cầu đặc biệt của mình và cài vào bộ nhớ của hệ điều khiển. Các chu trình này làm giảm chi phí lập trình, tăng sự thuận tiện khi lập trình.

b) Chức năng phụ

Từ biểu thị chức năng phụ bao gồm chữ cái M và hai chữ số.

Chức năng phụ thường gọi là chức năng máy. Ví dụ: M00 dừng chương trình.

Bảng 14.4. Các chức năng phụ trợ

Mã hiệu	Chức năng
M00	Dừng quá trình gia công, khởi động bằng nút START
M01	Dừng có lựa chọn, tương tự như M00
M02	Kết thúc chương trình
M03	Quay trục chính công tác theo chiều kim đồng hồ
M04	Quay trục chính công tác ngược chiều kim đồng hồ
M05	Dừng trục chính
M06	Thay dụng cụ/dao tự động
M07	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 2
M08	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 1
M09	Tắt vòi phun dung dịch trơn nguội
M10	Kẹp
M11	Nhả kẹp
M13	Quay trục chính công tác theo chiều kim đồng hồ và bật vòi phun dung dịch trơn nguội
M14	Quay trục chính công tác ngược chiều kim đồng hồ và bật vòi phun dung dịch trơn nguội
M19	Dừng trục chính ở vị trí góc nhất định
M20	Chức năng M bổ sung (tùy chọn theo hãng chế tạo)
M30	Kết thúc chương trình gia công NC, tương tự như M00 và cuộn lại băng đục lỗ
M31	Nhả khoá hãm
M40...M45	Thay đổi cấp bộ truyền
M50	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 3
M51	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 4
M60	Thay đổi chi tiết gia công
M68	Kẹp chặt chi tiết gia công
M69	Nhả kẹp chi tiết gia công

3. Các lệnh ISO cơ bản

a) Chức năng vận hành máy

Các chức năng vận hành máy bao gồm các từ biểu thị số vòng quay trục chính g, lượng chạy dao F và dụng cụ cắt. Từ dùng để biểu thị số vòng quay trục chính bao gồm chữ cái g và một số nguyên sau nó cho biết số vòng quay trục chính trong một phút.

Trên máy tiện sử dụng vòng quay trục chính trong một phút hoặc tốc độ cắt theo m/phút. Ý nghĩa khác nhau này phân biệt nhờ hai lệnh G96 và G97.

Ví dụ: G96 g120 (tốc độ cắt là 120mm/phút).

G97 g1000 (số vòng quay trục chính 1000v/phút).

Khi gia công trên máy phay hoặc trung tâm gia công sau chữ g là số vòng quay trục chính trong một phút.

Ví dụ: g 1350 (số vòng quay trục chính 1350v/phút)

Từ biểu thị lượng chạy dao bao gồm chữ cái F và số đứng sau nó.

Trên máy tiện cần kết hợp thêm với hai lệnh G94 và G95

Ví dụ: N20 G94 F240 (lượng chạy dao là 240mm/ph)

N30 G95 F0.25 (lượng chạy dao là 0,25mm/v)

Trên máy phay và trung tâm gia công lượng chạy dao tính theo mm/ph.

N30 F320 (lượng chạy dao là 320mm/ph)

Từ biểu thị dụng cụ cắt bao gồm chữ cái T và một con số sau nó.

Ví dụ: T03 (dao số 3 trong ổ chứa dao).

b) Lập trình theo kích thước tuyệt đối và tương đối

Lập trình theo kích thước tuyệt đối là lập trình theo vị trí điểm đích. Điều kiện dịch chuyển được chỉ dẫn bằng lệnh G90. Điểm đích có giá trị tọa độ luôn gắn với điểm không của chi tiết W.

Ví dụ: N10 G90 F200 g3000;

N20 G00 X30 Y30;

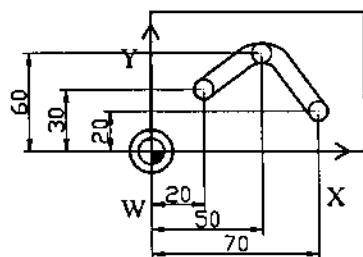
N30 M03;

N40 G01 Z-10;

N50 X50 Y60;

N60 X70 Y20;

N70 G00 Z100;



Hình 14.29. Lập trình kích thước tuyệt đối

N80 X0 Y0;

N90 M30;

Lập trình kích thước tương đối bằng lệnh G91. Điểm đích có các giá trị tọa độ luôn gắn với vị trí của dụng cụ.

Ví dụ: N10 G91 F200 G3000;

N20 G00 X8 Y30;

N30 M03;

N40 G01 Z-10;

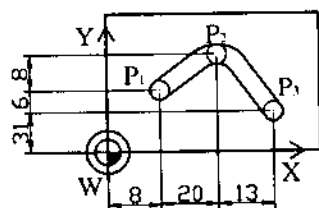
N50 X20 Y8;

N60 X13 Y-14;

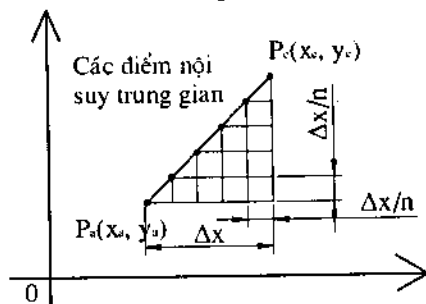
N70 G00 Z100;

N80 X-41 Y-31;

N90 M30.



Hình 14.30. Lập trình theo kích thước tương đối



Hình 14.31. Nội suy đường thẳng

c) Các dạng nội suy

Bộ nội suy của hệ điều khiển dùng để tính toán các điểm trung gian trên quỹ đạo gia công, nó là một cụm phần mềm để gia công liên tục các đoạn gia công tăng bằng nhau theo giá trị tọa độ của điểm xuất phát. Một đường thẳng trong mặt phẳng XOY (h. 14.31) điểm đầu $P_1(x_1, y_1)$ điểm cuối $P_2(x_2, y_2)$ được chia thành nhiều đoạn. Các giá trị tọa độ của các điểm trung gian trên quỹ đạo được tính bằng cách cộng liên tục với số gia $\frac{\Delta x}{n}$ và $\frac{\Delta y}{n}$

* Nội suy đường thẳng:

G00 - dịch chuyển nhanh của dụng cụ cắt từ điểm hiện tại đến điểm tiếp theo với tốc độ tối đa (không gia công)

Ví dụ: G00 X30 Y20;

G01 - dụng cụ dịch chuyển từ điểm hiện tại đến điểm tiếp theo có gia công.

Ví dụ: G01 X50 Y30;

* Nội suy đường tròn:

G02 - thực hiện lệnh dịch chuyển trên cung tròn theo chiều kim đồng hồ

G03 - thực hiện lệnh dịch chuyển trên cung tròn ngược chiều kim đồng hồ

(G03) G02 X..Y..Z..I..J..K..F..

Trong đó: X, Y, Z - Toạ độ điểm đích.

I, J, K - Thông số nội suy.

I - Toạ độ của tâm vòng tròn theo hướng trục X so với điểm đầu của cung.

J - Toạ độ của tâm vòng tròn theo hướng trục Y so với điểm đầu của cung.

K - Toạ độ của tâm vòng tròn theo hướng trục Z so với điểm đầu của cung.

Ví dụ: G02 X20 Y10 I20 J-10 F100;

G03 X-10 Y20 I-10 J20 F100;

Nhiều hệ điều khiển sử dụng số hiệu về bán kính thay cho các thông số nội suy I, K.

Ví dụ: N1 G90

N2 G96 G95 K0.8 g100

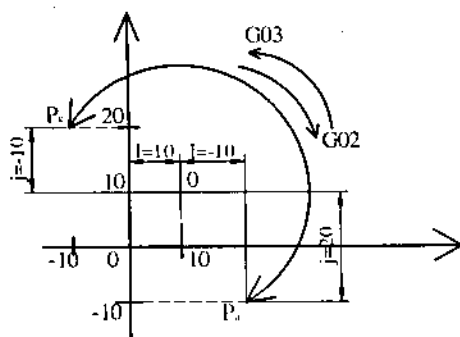
N3 G00 X20 Z1 M04

N4 G01 Z-12

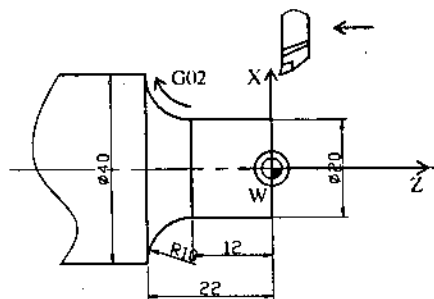
N5 G02 X40 Z-22 R10

N6 G00 X50 Z100

N7 M30



Hình 14.32. Nội suy đường tròn



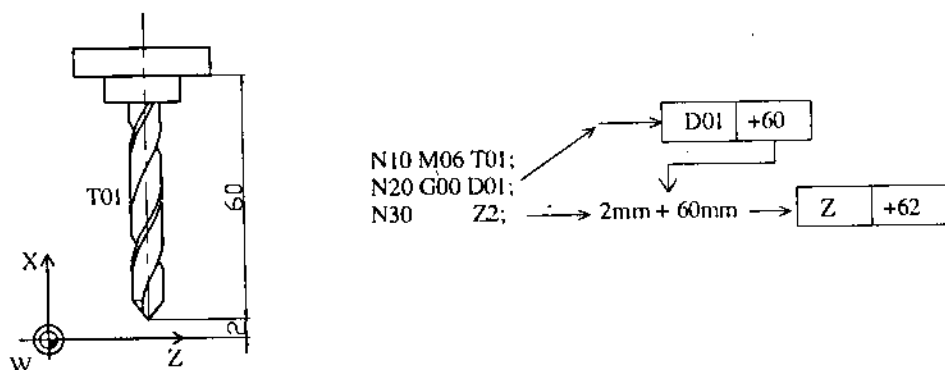
Hình 14.33. Nội suy đường tròn trên máy tiện

d) Các chức năng hiệu chỉnh

Tuỳ thuộc vào phương pháp gia công mà các chức năng hiệu chỉnh khác nhau sẽ được sử dụng.

*** Hiệu chỉnh dao khi khoan và phay:** Trên máy phay và các trung tâm gia công cần hiệu chỉnh chiều dài dao và bán kính dao. Trong một chương trình gia công NC thường sử dụng nhiều dụng cụ có kích thước và chiều dài khác nhau. Vì vậy, người ta căn cứ vào dao gia công đầu tiên để xác định kích thước chênh lệch của tất cả các dao khác và đưa vào bộ nhớ để hiệu chỉnh.

Hiệu chỉnh chiều dài dao thực hiện bằng chữ cái D và một con số gồm hai chữ số tiếp theo D00. Khi hiệu chỉnh chiều dài dao, giá trị hiệu chỉnh của bộ nhớ dụng cụ đã chọn cộng thêm vào giá trị Z đã được lập trình (*chú ý đến dấu*) (h. 14.34).



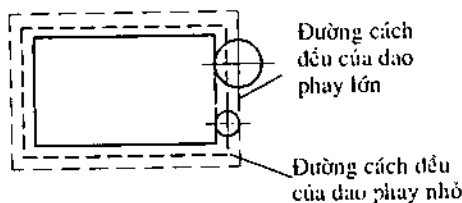
Hình 14.34. Hiệu chỉnh chiều dài dao

Hiệu chỉnh bán kính dao phay khi điều khiển theo đường:

Khi phay, quỹ đạo tâm dao phay gọi là đường cách đều (hình 14.35). Khi không sử dụng hiệu chỉnh bán kính dao phay người lập trình phải lập trình theo đường cách đều. Hiệu chỉnh bán kính dao cho phép lập trình đường gia công không phụ thuộc vào đường kính dao. Đường kính dao đã ghi vào bộ nhớ của hệ điều khiển từ trước.

Hiệu chỉnh bán kính dao phay theo các lệnh sau:

Hình 14.35. Đường cách đều

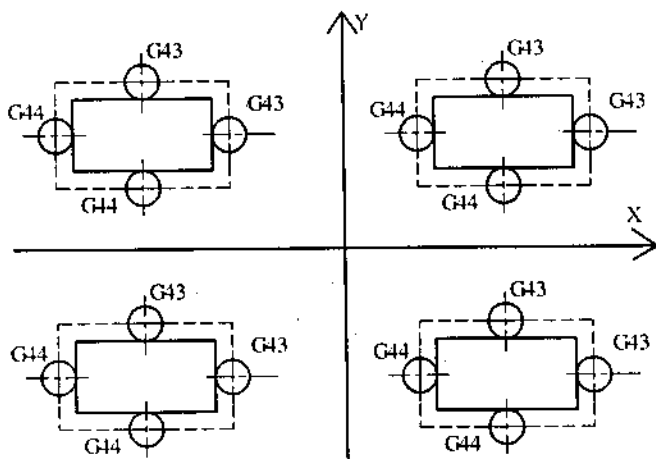


G43 - hiệu chỉnh dao theo chiều dương.

G44 - hiệu chỉnh dao theo chiều âm.

G40 - huỷ bỏ lệnh hiệu chỉnh dao.

Người lập trình chỉ phải xác định: hiệu chỉnh theo hướng nào và chọn lệnh phù hợp (h. 14.36).



Hình 14.36. Hiệu chỉnh bán kính dao khi điều khiển theo đường cách đều

Hiệu chỉnh bán kính dao phay khi điều chỉnh theo đường viền

Điều khiển theo đường viền CNC tự tính toán quỹ đạo của các điểm tâm dao phay và tại từng điểm của đường viền gia công (có chú ý đến hiệu chỉnh dao theo X và Y).

Hệ điều khiển chỉ cần chỉ dẫn duy nhất là dao ở bên phải hoặc ở bên trái đường viền (h.14.37) theo các lệnh sau:

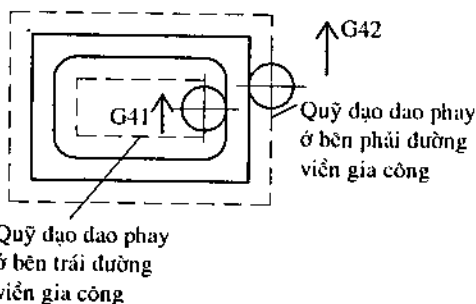
G41 - dao ở bên trái đường viền gia công.

G42 - dao ở bên phải đường viền gia công.

G40 - huỷ bỏ lệnh hiệu chỉnh.

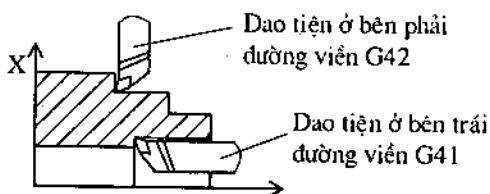
Bổ sung vào chỉ dẫn hiệu chỉnh bán kính dao còn phải chọn bộ nhớ hiệu chỉnh tương ứng thông qua từ D.

Ví dụ: D02 - bộ nhớ hiệu chỉnh số 2.



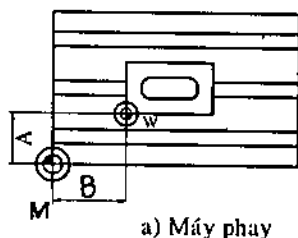
Hình 14.37. Xác định hướng điều chỉnh

* **Bù bán kính lưỡi cắt dao tiện:** dao tiện luôn có bán kính ở đỉnh dao. Chính bán kính này dẫn đến sai lệch đường viền gia công của chi tiết. Phần lớn các hệ điều khiển đã loại bỏ sai lệch này bằng việc bù bán kính đỉnh lưỡi cắt. Giá trị của bán kính đỉnh lưỡi cắt được nhớ vào hệ điều khiển như giá trị điều chỉnh. Việc bù được thực hiện nhờ các lệnh G41 và G42. Tùy theo vị trí của dao tiện phía trước hay phía sau đường tâm quay của máy tiện (h. 14.38) cần phải chú ý đến hướng nhìn lên mặt phẳng X-Z. Đối với các máy có thân máy nghiêng người ta nhìn từ trên xuống. Đối với máy có dao phía trước đường tâm người ta nhìn từ phía dưới lên mặt phẳng X-Z.

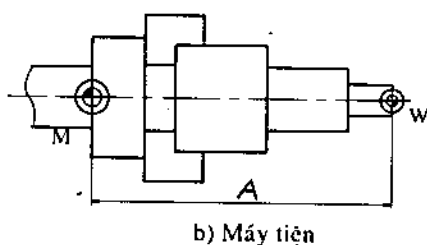


Hình 14.38. Xác định hướng hiệu chỉnh

e) Xê dịch điểm chuẩn



a) Máy phay

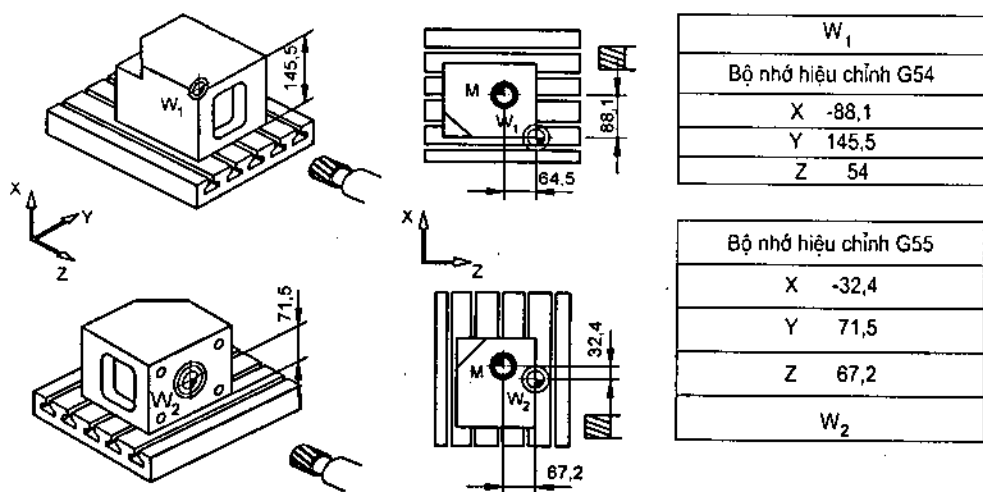


b) Máy tiện

Hình 14.39. Xê dịch điểm chuẩn.

Trong các chương trình NC có các điểm không của chi tiết W nên hệ thống tọa độ cần xê dịch đến điểm này (h. 14.39). Xê dịch điểm chuẩn là khoảng cách từ điểm không của chi tiết W đến điểm không của máy M.

* **Xê dịch điểm chuẩn điều chỉnh:** trong chương trình NC gọi xê dịch điểm chuẩn điều chỉnh bằng lệnh G54, huỷ bỏ xê dịch điểm chuẩn bằng lệnh G53. Khi xê dịch điểm chuẩn điều chỉnh, các kích thước xê dịch chính xác được xác định bằng các thiết bị đo và sẽ được cài đặt vào trong bộ nhớ hiệu chỉnh. Xê dịch điểm chuẩn điều chỉnh rất có ý nghĩa khi gia công trên bàn quay (h. 14.40). Khi gia công bốn mặt của chi tiết bốn điểm không W_1, W_2, W_3, W_4 cần dịch chuyển đến điểm không của máy M.



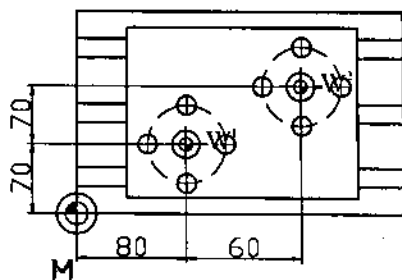
Hình 14.40. Xê dịch điểm chuẩn khi gia công 4 mặt chi tiết

* **Xê dịch điểm chuẩn lập trình:** khi xê dịch điểm chuẩn lập trình các giá trị xê dịch phải được biết rõ trong lập trình và không được cài đặt vào bộ nhớ.

Xê dịch điểm chuẩn lập trình được thực hiện bằng lệnh G59 và huỷ bỏ thực hiện bằng lệnh G53 (h. 14.41)

Việc sử dụng xê dịch điểm chuẩn lập trình cho phép lập lại chương trình gia công nhiều lần tại vị trí bất kỳ trên chi tiết.

Ví dụ: Khoan các hệ thống lỗ giống nhau (h. 14.41)



Hình 14.41. Xê dịch điểm chuẩn lập trình

N10 G54

.....

N40 G59 X60 Y70

.....

.....

N80 G53

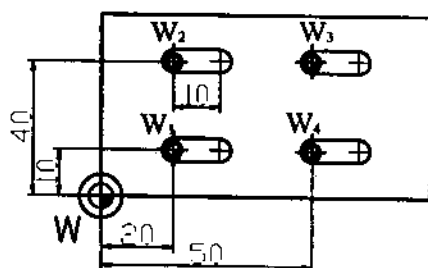
G. Các chương trình con và chu trình

* **Các chương trình con:** các chương trình gia công được lặp lại nhiều lần trong một chương trình gia công chi tiết thì gọi là chương trình con. Các chương trình con do người sử dụng soạn thảo.

Cấu trúc của chương trình con:

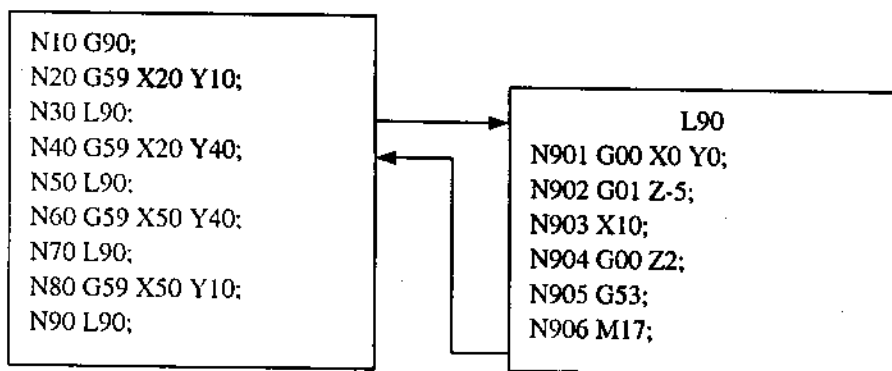
- Bắt đầu chương trình con bằng chữ cái L và số
- Câu lệnh của chương trình con
- Kết thúc chương trình con bằng lệnh M17.

Ví dụ: Gia công bốn rãnh giống nhau trên chi tiết theo kích thước cho trên hình 14.42.



Chương trình chính

Chương trình con

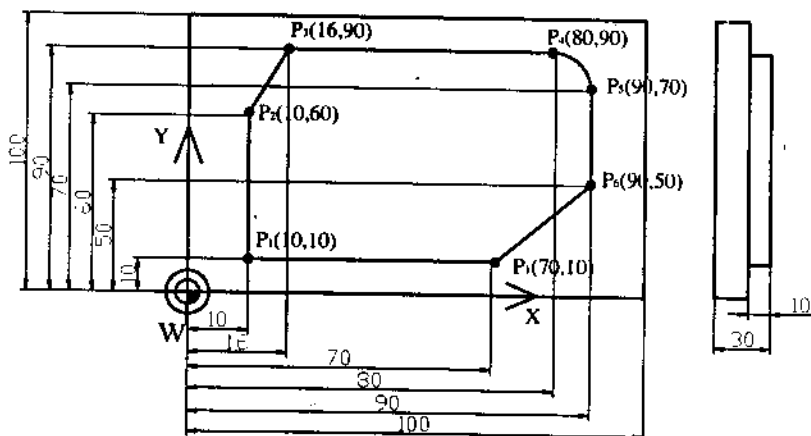


Hình 14.42. Chương trình con

* **Chu trình:** những chức năng dịch chuyển được nhắc đi nhắc lại trong chương trình gọi là chu trình. Các chu trình gia công do các nhà chế tạo hệ điều khiển cài đặt và được quy chuẩn hoá trong hệ điều khiển.

Ví dụ: Chu trình khoan được tiêu chuẩn hoá bằng các lệnh từ G81 đến G89, huỷ bỏ bằng lệnh G80.

14.5. VÍ DỤ MINH HOẠ

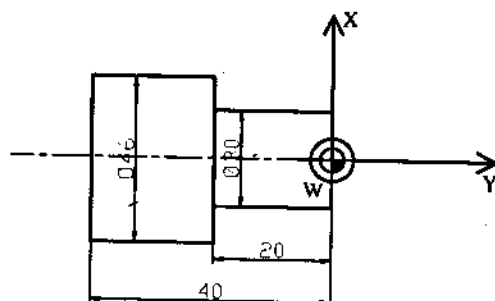


Hình 14.43. Hiệu chỉnh bán kính dao phay

Chương trình có hiệu chỉnh bán kính dao phay được thể hiện trên hình 14.43.

Chương trình	Giải thích
N1 G90 T01 M06	Lập trình theo kích thước tuyệt đối, gọi dao số 1
N2 G41 D01	Hiệu chỉnh bán kính dao, dao bên trái, bộ nhớ D01
N3 F150 g1200	Lượng chạy dao 150mm/ph, Số vòng quay trục chính 1200v/ph
N4 G00 X10 Y10 M03	Chạy dao không đến X=10 Y=10, bật trục chính
N5 G01 Z-10 M08	Cắt xuống sâu Z=-10, bật dung dịch làm mát
N6 G01 Y60	Chạy dao có gia công đến điểm P ₂
N7 X16 Y90	Chạy dao có gia công đến điểm P ₃
N8 X80	Chạy dao có gia công đến điểm P ₄
N9 G02 X90 Y70 J-10	Nội suy đường tròn theo chiều kim đồng hồ
N10 G01 Y50	Chạy dao có gia công đến điểm P ₆
N11 X70 Y10	Chạy dao có gia công đến điểm P ₇
N12 X10	Chạy dao có gia công đến điểm P ₁
N13 G00 Z20	Nhấc dao ra khỏi mặt gia công
N14 G40 M09 M05	Huỷ lệnh hiệu chỉnh, tắt dung dịch, tắt trục chính
N15 M30	Kết thúc chương trình

Ví dụ: Lập trình gia công chi tiết trên máy tiện CNC.



Hình 14.44. Gia công chi tiết trên máy tiện CNC

Bảng 14.6

Chương trình gia công	Giải thích
N1 G90 M06 T01	Lập trình theo kích thước tuyệt đối, gọi dao số 1
N2 G95 G96 F0.6 g100	Lượng chạy dao 0,6mm/vg, tốc độ 100mm/ph
N3 G00 X32 Z2 M04 M08	Chạy dao nhanh, quay ngược chiều kim đồng hồ, bật dung dịch trơn nguội.
N4 G01 Z-2N5 G01 X480	Gia công đường kính $\phi 30$, dài 20mm
N5 G01 X48	Lùi dao đến đường kính $\phi 48$
N6 G01 X-40	Gia công đường kính $\phi 48$ dài 40mm
N7 G00 X50	Chạy nhanh đến đường kính $\phi 5$
N8 G00 X30 Z0	Chạy nhanh đến đường kính $\phi 30$, $Z=0$
N9 G01 X30 Z-20	Gia công đường kính $\phi 30$ dài 20mm
N10 G01 X46	Lùi dao đến đường kính $\phi 46$
N11 G01 Z-40	Gia công đường kính $\phi 46$ dài 40mm
N12 G00 X50 Z40 M05 M09	Chạy nhanh đến $X=50$, $Z=40$, dừng trục chính, tắt trục chính
N13 M30	Kết thúc chương trình

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 14

1. Trình bày khái niệm điều khiển số. Các hệ thống điều khiển.
2. Hệ toạ độ trên máy NC, CNC. Các điểm không và điểm chuẩn.
3. Các dạng điều khiển trên máy CNC, cho ví dụ minh hoạ.
4. Đặc điểm khác biệt giữa điều khiển số và máy công cụ thông thường.
5. Liệt kê các máy NC.
6. Dụng cụ dùng trên máy điều khiển số và yêu cầu đối với dụng cụ.
7. Thành phần cơ bản của hệ thống dụng cụ.
8. Hệ thống cung ứng dụng cụ trên máy khoan phay và trung tâm gia công. Kết cấu ống côn tiêu chuẩn.
9. Hệ thống cung ứng dụng cụ trên máy tiện.
10. Điều chỉnh dụng cụ trước khi gia công. Quản trị dụng cụ trong hệ thống CNC
11. Chương trình NC. Cấu trúc tổng quát của câu lệnh NC (giải thích).
12. Chức năng dịch chuyển (chức năng G), chức năng phụ (chức năng M).
13. Giải thích câu lệnh dùng cho máy tiện: G96 g120 ; G97 g1000 ; G94 F240 ; G95 F0.25.
14. Sự khác biệt giữa lập trình tuyệt đối, tương đối (G90, G91).
15. Khi nào cần hiệu chỉnh bán kính dao, bán kính đỉnh dao ?
16. Cho ví dụ minh hoạ lệnh G40, G41, G42, G43, G44.
17. Điểm khác biệt giữa xe dịch điểm chuẩn điều chỉnh và điểm chuẩn lập trình.
18. Thế nào là chương trình con, chu trình (cho ví dụ minh hoạ) ?

Chương 15

QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH

15.1. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT DẠNG TRỤC

Trục là loại chi tiết có các bề mặt cơ bản cần gia công là các bề mặt tròn xoay ngoài có các bậc với nhiều kích thước khác nhau. Các bề mặt trụ ngoài hầu hết dùng làm bề mặt lắp ghép. Trục được sử dụng rộng rãi trong các ngành chế tạo máy. Công nghệ gia công trục phụ thuộc vào hình dạng, kích thước, vật liệu, chức năng sử dụng của trục, do đó đòi hỏi phải phân loại trục.

Căn cứ vào đặc điểm kết cấu, công nghệ có thể chia các chi tiết dạng trục ra các loại sau:

- Trục trơn: là trục có cùng đường kính trên suốt chiều dài. Trục trơn là trục ngắn khi $\frac{L}{D} < 4$, trục bình thường khi $\frac{L}{D} = 4 \div 10$ và trục dài khi $\frac{L}{D} > 10$.
- Trục bậc: là trục bao gồm các đoạn có các đường kính khác nhau có thể gồm trục bậc về một phía hay hai phía.
- Trục rỗng: Là loại trục có lỗ rỗng ở tâm, có tác dụng làm bề mặt lắp ghép hoặc để giảm nhẹ khối lượng.
- Trục lệch tâm: là loại trục, trong đó mỗi đoạn có một đường tâm (ví dụ trục khuỷu).
- Trục chỉ có một đường tâm nhưng trên đó có những bề mặt định hình khác (ví dụ trục cam).

Trục cũng có thể phân loại theo kích thước đường kính và chiều dài, bao gồm trục lớn, trung bình, nhỏ.

Các chi tiết dạng trục được sử dụng với nhiều mục đích khác nhau, trục có thể được dùng để truyền mô-men xoắn, truyền chuyển động qua các chi tiết khác lắp trên nó như bánh răng, bánh đai, bánh ma sát ... Để đảm bảo tính năng sử dụng, khi chế tạo trục cần bảo đảm những yêu cầu kỹ thuật sau:

- Độ chính xác kích thước đường kính các cổ trục để lắp ghép, yêu cầu cấp chính xác 7÷ 8 có thể tới cấp 6 ; các sai số hình dáng, hình học như độ côn, độ ô van nằm trong giới hạn dung sai đường kính.

- Độ chính xác kích thước chiều dài mỗi bậc trục trong khoảng $0,05 \pm 0,2$ mm.

- Độ chính xác về vị trí tương quan như độ đảo các cổ trục, độ không thẳng góc giữa đường tâm và mặt đầu vai trục sai lệch giới hạn trong khoảng $0,01 \pm 0,1$ mm.

- Độ nhám bề mặt của các cổ trục lắp ghép $Ra = 1,25 \pm 0,16$ tùy theo yêu cầu làm việc cụ thể.

- Về tính chất cơ lý của bề mặt trục như độ cứng bề mặt, độ thấm tôi tùy theo từng trường hợp cụ thể mà có yêu cầu riêng. Một số trục làm việc với tốc độ cao còn có yêu cầu cân bằng tĩnh hoặc cân bằng động.

Vật liệu để chế tạo các chi tiết dạng trục tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng: các loại trục thông thường có thể làm từ thép cacbon như thép 40, 45. Các loại trục chịu tải lớn có thể làm từ các loại thép hợp kim của crôm, ni-ken, mangan... Các loại trục lớn, rỗng có thể chế tạo bằng gang có độ bền cao.

Phôi cho chi tiết dạng trục có các loại:

- Phôi cán theo tiêu chuẩn, dùng để gia công các trục trơn, trục bậc có chênh lệch đường kính các bậc không lớn.

- Phôi rèn khuôn, dập khuôn thường dùng cho các trục có chênh lệch đường kính các bậc lớn, có yêu cầu cơ tính cao, trong sản xuất hàng loạt lớn, hàng khối, còn trong sản xuất hàng loạt nhỏ và đơn chiếc dùng phôi rèn tự do.

- Phôi đúc bằng gang có độ bền cao dùng cho các trục lớn để giảm nhẹ khối lượng, giảm lượng dư và thời gian gia công ...

Việc chọn chuẩn và xác định trình tự các nguyên công gia công các bề mặt của trục phụ thuộc vào hình dáng, kết cấu, kích thước của trục, các yêu cầu kỹ thuật, điều kiện sản xuất, vật liệu và phương pháp chế tạo phôi...

1. Chuẩn và trình tự gia công các bề mặt chi tiết dạng trục

a) Chọn chuẩn để gia công

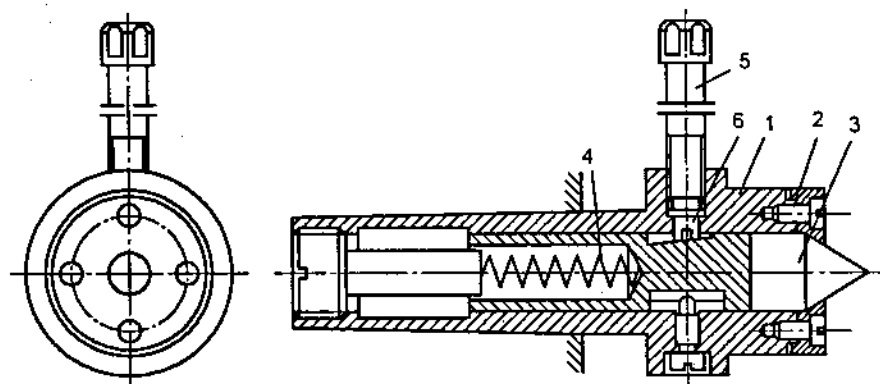
Khi chọn chuẩn để gia công cần căn cứ vào yêu cầu kỹ thuật để chọn. Đối với các chi tiết dạng trục, yêu cầu về độ đồng tâm giữa các cổ trục là rất quan trọng, vì thế chuẩn để gia công thường là hai lỗ tâm, dùng để gia công thô và tinh hầu hết các bề mặt của trục. Dùng hai lỗ tâm làm chuẩn phải dùng tốc kẹp mặt ngoài ở phía đầu trục bên trái để truyền mô-men xoắn, có thể dùng tốc thẳng (khi mài) hoặc tốc cong (khi tiện). Khi gia công bằng nhiều dao, đối với trục dài có thể truyền mô-men xoắn từ cả hai đầu trục.

Khi định vị hai mũi tâm vào hai lỗ tâm để gia công sẽ bảo đảm độ đồng tâm cao của các đường kính trục qua nhiều lần gá, nhưng kích thước chiều dài (theo hướng trục) vẫn có sai số chuẩn nếu mũi tâm trước là mũi tâm cứng khi

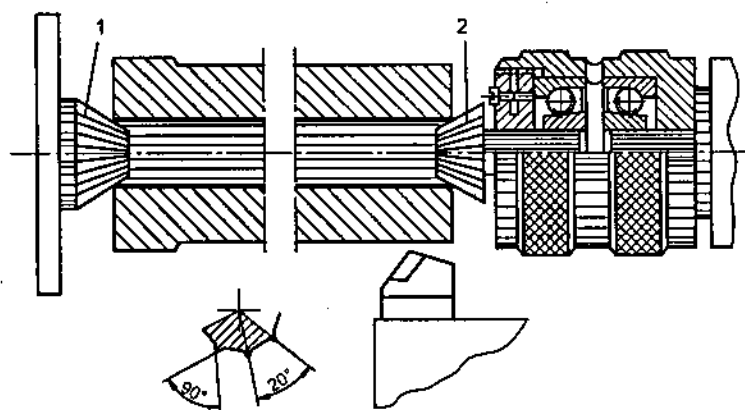
gia công trên máy đã điều chỉnh sẵn. Nguyên nhân là do khi khoan tâm, lỗ tâm có thể sâu, nông khác nhau, khi gá lên hai mũi tâm, trục có thể vào, ra theo chiều sâu lỗ tâm, từ đó dẫn đến vị trí của trục so với dao đã điều chỉnh sẵn thay đổi, sinh ra sai số kích thước chiều dài. Để khắc phục sai số này có thể dùng mũi tâm tùy động (h. 15.1), mũi tâm 3 có lò xo đẩy 4, khi đó mặt đầu chi tiết luôn luôn tỳ vào mặt đầu phiến 2 vì vậy không có sai số chuẩn cho kích thước chiều dài.

Mũi tâm sau có thể là mũi tâm cố định hoặc mũi tâm quay, dùng mũi tâm cố định khi cần độ đồng tâm cao, nhưng số vòng quay của chi tiết gia công nhỏ; còn nếu số vòng quay chi tiết lớn hơn 500 vòng/phút thì việc cho dầu mỡ vào chỗ chống tâm khó bảo đảm và làm mũi tâm dễ mòn, cháy, nên phải dùng mũi tâm sau quay cùng với chi tiết.

Khi gia công trục dài, nhỏ, độ cứng vững kém, phải sử dụng thêm luy-nét làm gối đỡ phụ để tăng độ cứng vững khi gia công.



Hình 15.1. Mũi tâm tùy động



Hình 15.2. Mũi tâm lớn khi gia công trục rỗng.

Đối với trục rỗng, cần bảo đảm độ đồng tâm giữa lỗ và mặt trụ ngoài, chuẩn để gia công phải là cả lỗ và mặt trụ ngoài. Nếu phối rỗng, có thể gá hai mũi tâm lớn vào lỗ để gia công mặt trụ ngoài (h. 15.2), rồi lấy mặt trụ ngoài làm chuẩn để gia công lỗ; riêng nguyên công cuối cùng thường dùng chuẩn là lỗ đã gia công chính xác để gia công tinh mặt trụ ngoài, bảo đảm độ đồng tâm giữa lỗ và mặt trụ ngoài.

Ngoài việc dùng lỗ tâm làm chuẩn, cũng có thể lấy chuẩn là mặt trụ ngoài (thường là các cổ trục lắp ổ đỡ) gá đặt trên hai khối V ngắn để gia công các bề mặt khác như gia công rãnh then, then hoa, các bề mặt định hình trên trục, khoan lỗ... nhằm nâng cao độ cứng vững của trục khi gá đặt để gia công.

b) Trình tự các nguyên công

Trình tự các nguyên công gia công bề mặt của chi tiết dạng trục phụ thuộc vào nhiều yếu tố như hình dạng, kích thước, yêu cầu kỹ thuật, sản lượng... nhưng nói chung thường bao gồm các giai đoạn chính sau:

1- Gia công chuẩn bị phối: mục đích để tạo chuẩn tinh thống nhất (hai lỗ tâm) dùng trong hầu hết quá trình gia công. Nếu là phối thanh, gia công chuẩn bị bao gồm: nắn thẳng, cắt đứt, khoả mặt đầu và gia công lỗ tâm. Nếu là phối rên, phối đập, phối đúc, trước hết cần có nguyên công làm sạch bavia, đậu rọt, đậu ngót ...

2- Gia công cơ trước nhiệt luyện, bao gồm:

+ Tiện thô và bán tinh các mặt trụ.

+ Tiện tinh các mặt trụ, nếu là trục rỗng thì sau tiện thô và bán tinh, ta phải gia công lỗ rồi mới gia công tinh mặt trụ ngoài.

+ Mài thô cổ trục (nếu cần) để làm chuẩn khi gia công các bề mặt khác trên trục (khoan, phay...).

+ Kiểm tra và nắn thẳng nếu cần (chủ yếu với các trục nhỏ, dài, kém cứng vững).

+ Gia công các bề mặt khác trên trục: khoan lỗ, gia công ren, phay then, then hoa, gia công mặt định hình, gia công răng ...

3- Nhiệt luyện.

4- Kiểm tra sau nhiệt luyện như độ cứng, sửa lỗ tâm, nắn thẳng (nếu cần) để khắc phục biến dạng sau nhiệt luyện.

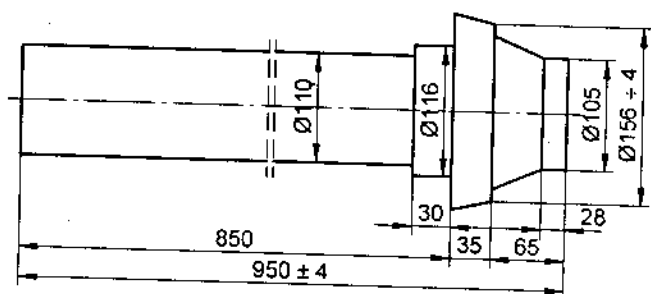
5- Gia công tinh sau nhiệt luyện:

+ Mài thô và tinh các cổ trục, mài các bề mặt định hình.

+ Gia công tinh lần cuối các bề mặt (mài nghiền, mài khôn, mài siêu tinh...) nếu cần.

6- Tổng kiểm tra.

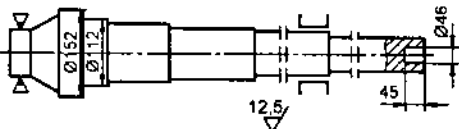
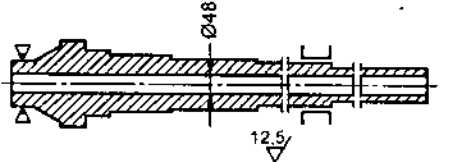
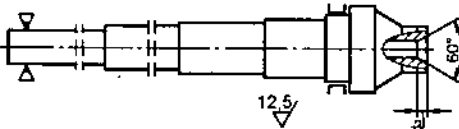
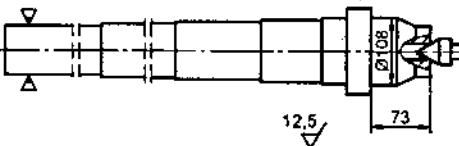
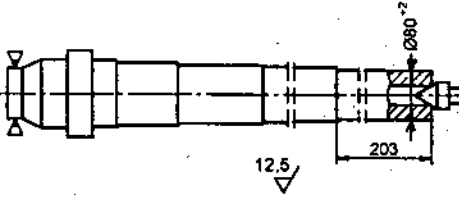
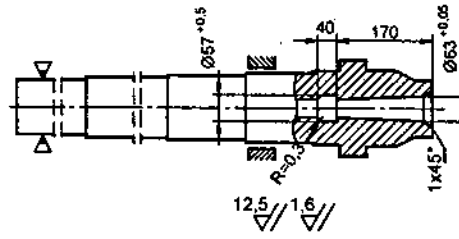
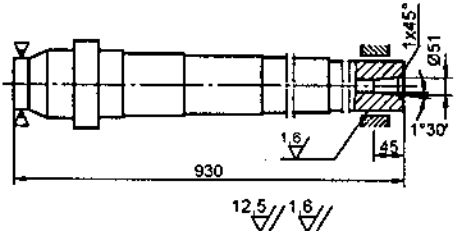
Trong bảng (h. 15.1) giới thiệu quy trình công nghệ gia công trục chính của máy tiện vạn năng chế tạo từ phôi rèn (h. 15.3).



Hình 15.3. Phôi rèn của trục chính máy tiện

Bảng 15.1. Quy trình công nghệ gia công trục chính máy tiện.

Ng. công	Sơ đồ gia công	Nội dung gia công	Máy g. công
1	2	3	4
1		Khoá mặt đầu khoan tâm	Máy chuyên dùng
2		Tiện thô Ø103×25	Máy tiện chép hình
3		Tiện thô các bậc 98, 88, 79, sau đó kiểm tra kích thước	
4		Tiện thô Ø112×93	Máy tiện vạn năng

5		Chuẩn bị khoan lỗ	Máy tiện
6		Khoan lỗ φ 48mm	Máy tiện đặc biệt để khoan
7		Tiện côn 60°	Máy tiện
8		Tiện ngoài và mặt đầu φ108 và 73mm	Máy tiện
9		Tiện ngoài φ80× 203	Máy tiện
10		Tiện lỗ côn móc	Máy tiện
11		- Tiện khoá mặt, kích thước 930 - Tiện côn, vát mép	Máy tiện

12		Tiện thô và tinh các bậc	Máy chép hình theo chương trình
13		Tiện các rãnh	Máy tiện
14		Tiện ren	Máy tiện
15		Tiện côn ngoài, sau đó kiểm tra kích thước	Máy tiện
16		Phay rãnh then	Máy phay

17		Phay then hoa	Máy phay
18		Phay rãnh, sau đó nhiệt luyện mặt trụ ngoài	Máy phay
19		Mài thô mặt trụ ngoài	Máy mài tròn ngoài
20		Mài côn ngoài	Máy mài tròn ngoài
21		Mài lỗ côn móc	Máy mài lỗ

22		Mài tinh mặt trụ ngoài	Máy mài tròn ngoài
23		Mài côn ngoài	Máy mài
24		- Mùi trụ ngoài - Mùi mặt đầu	Máy mài tròn ngoài
25		Mài ngoài	Máy mài tròn ngoài
26		Mài lỗ côn móc	Máy mài lỗ

2. Công nghệ gia công trục khuỷu

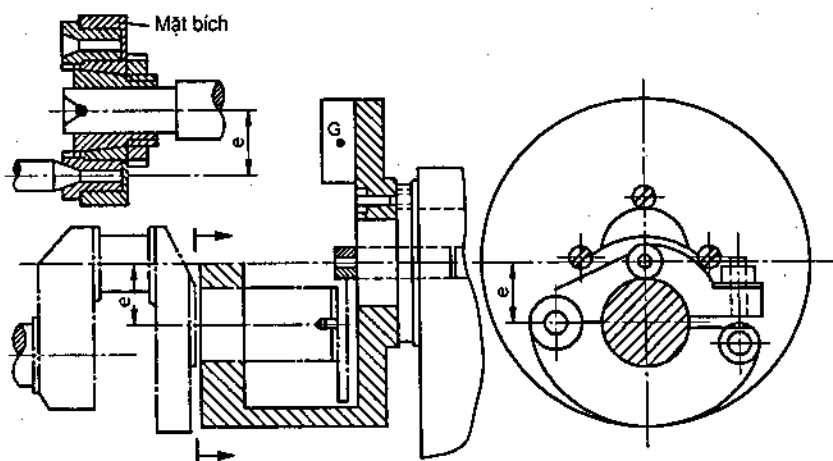
Trục khuỷu là chi tiết dạng trục thường dùng trong động cơ đốt trong để biến chuyển động thẳng thành chuyển động quay. Trên trục khuỷu ngoài các cổ chính trùng với tâm quay của trục còn các bậc trục lệch tâm để lắp với tay biên, gọi là cổ biên.

Về yêu cầu kỹ thuật, cổ chính và cổ biên cần gia công đạt cấp chính xác 7, độ nhám bề mặt $Ra = 0,63 - 0,16$, độ không song song giữa tâm cổ chính và tâm cổ biên không quá $0,01 - 0,03$ mm trên chiều dài cổ biên; trục khuỷu yêu cầu cân bằng động, độ không cân bằng cho phép $15 - 30$ g.cm, cổ chính và cổ biên có độ cứng 52 - 62 HRC.

Trục khuỷu, tùy theo yêu cầu thường chế tạo từ thép 45, thép hợp kim của crôm, niken, mangan. Trục khuỷu thường chia thành hai loại trục khuỷu liền và trục khuỷu ghép. Phôi có thể rèn tự do, rèn khuôn, dập nóng.

Quá trình công nghệ gia công cổ trục khuỷu

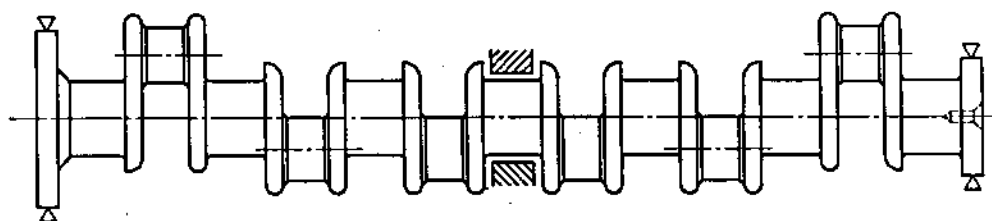
Trục khuỷu là chi tiết máy khó gia công vì kết cấu phức tạp, độ cứng vững gá đặt kém, đòi hỏi yêu cầu kỹ thuật cao. Việc chọn chuẩn để gia công cũng như khi gia công trục thường lấy lỗ tâm làm chuẩn tinh phụ để gia công các cổ chính. Nhưng khi gia công cổ biên, thường không dùng lỗ tâm ở cổ chính làm chuẩn mà dùng ngay cổ chính đã gia công làm chuẩn tinh nhằm bảo đảm độ cứng vững khi gá đặt. Để đưa tâm cổ biên trùng với tâm máy gia công, ta gá lệch tâm cổ chính khỏi tâm máy một đoạn e bằng khoảng cách giữa hai tâm cổ chính và cổ biên, đồng thời định vị để đưa tâm cổ biên trùng với tâm của máy nhờ vào lỗ tâm gia công trên mặt bích đầu trục khuỷu (h. 15-5). Để cân bằng khi quay, có lắp thêm đối trọng G.



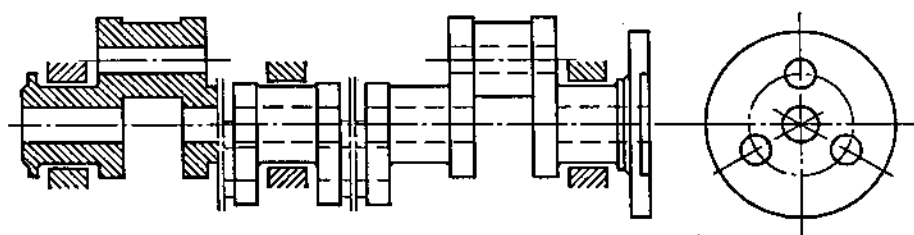
Hình 15.5. Gá đặt khi gia công cổ biên trục khuỷu.

Như vậy, trình tự gia công các bề mặt chính của trục khuỷu liền có phôi rèn khuôn hoặc đúc như sau:

1. Nắn thẳng phôi.
2. Khoả mặt đầu, khoan lỗ tâm ở hai đầu cổ chính.
3. Phay mặt cạnh má trục khuỷu hoặc gia công lỗ trên mặt bích, mục đích để định vị khi gia công cổ biên.
4. Nắn thẳng và kiểm tra độ đảo khi gá trục vào hai lỗ tâm.
5. Gia công thô và bán tinh các cổ chính (chuẩn là hai lỗ tâm và đỡ thêm luyet) (h. 15.6).
6. Gia công thô và bán tinh các cổ biên, các bề mặt má khuỷu.
7. Phay mặt phẳng má khuỷu, bề mặt lắp đối trọng, phay rãnh then ...
8. Gia công lỗ rỗng ở các cổ (h. 15.7), gia công các lỗ dẫn dầu bôi trơn, lỗ lắp đối trọng ...
9. Tỏi và ram các cổ trục.
10. Kiểm tra, nắn thẳng, sửa lỗ tâm.
11. Mài thô và tinh các cổ chính, mặt đầu bích.
12. Mài thô và tinh các cổ biên.
13. Kiểm tra.
14. Cân bằng.
15. Gia công tinh lần cuối cổ chính và cổ biên.



Hình 15.6. Gia công cổ ở giữa để đỡ luyet, nâng cao độ cứng vững khi gia công các cổ chính



Hình 15.7. Gia công các lỗ rỗng trên các cổ trục

Thông thường quá trình gia công chia làm ba giai đoạn:

* Gia công chuẩn phụ: dùng chuẩn thô là cổ chính gá vào khối V và tỳ vào một má trục để khống chế kích thước chiều dài và tiến hành khoả mặt đầu, khoan lỗ tâm. Khi phay mặt cạnh hoặc khoan lỗ mặt bích để làm chuẩn cho gia công cổ biên ta dựa vào cổ biên, để định vị góc xoay. Với phôi rèn tự do, thường gia công theo dấu.

* Gia công trước nhiệt luyện: đây là giai đoạn phức tạp và khó khăn nhất (vì sai lệch của phôi, vì độ cứng vững gá đặt kém). Khi gia công cổ chính, cần chọn cách gá đặt sao cho biến dạng ít nhất. Ví dụ: khi gia công trục khuỷu có 6 xilanh với 7 cổ chính (h. 15.6), trước hết gia công cổ chính ở giữa trước, rồi đặt luy-net vào đó để tăng độ cứng vững gá đặt khi gia công các cổ chính còn lại. Khi gia công cổ biên, thường không dùng lỗ tâm ở cổ chính làm chuẩn mà gá đặt ngay vào cổ chính đã gia công (bằng mâm cặp hoặc khối V) để bảo đảm độ cứng vững gá đặt.

* Gia công tinh và gia công lần cuối sau nhiệt luyện: bao gồm mài thô và tinh các cổ chính, cổ biên. Nếu các cổ trục yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao hơn có thể mài siêu tinh, đánh bóng ... Ngoài ra còn dùng lăn ép để nâng cao độ bền mỏi ở các góc lượn của cổ trục nơi thường có ứng suất tập trung lớn.

15.2. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT DẠNG HỘP

Chi tiết dạng hộp là chi tiết có hình khối rỗng, có các thành vách, nó làm nhiệm vụ là chi tiết cơ sở để lắp các chi tiết, cụm khác tạo thành một bộ phận máy. Hộp có rất nhiều kiểu có công dụng, hình dáng, kết cấu và kích thước rất khác nhau như hộp tốc độ, hộp chạy dao, hộp số, hộp giảm tốc, thân động cơ đốt trong, thân bơm ... Đặc điểm của các chi tiết dạng hộp là có nhiều thành vách, trên đó có hệ thống các lỗ chính xác nằm trên cùng một đường tâm hoặc ở các đường tâm khác nhau với khoảng cách chính xác.

Để thuận tiện cho việc gia công có thể chia các bề mặt cần gia công trên hộp thành ba nhóm: các mặt phẳng hoặc tập hợp các mặt phẳng; các lỗ chính lắp các ổ đỡ yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao; các lỗ và bề mặt phụ không cần gia công chính xác.

Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của các chi tiết dạng hộp bao gồm:

+ Độ không phẳng, độ không song song, độ không vuông góc của các mặt phẳng thường trong khoảng 0,05 - 0,1 mm trên toàn bộ chiều dài, độ nhám bề mặt Rz40 - Ra1,25.

+ Các lỗ chính trên hộp có độ chính xác cao (cấp 8 - 6), độ nhám bề mặt $Ra = 2,5 - 0,16$, sai số hình dáng của các lỗ nhỏ hơn dung sai đường kính lỗ.

+ Dung sai khoảng cách tâm giữa các lỗ tùy thuộc vào chức năng sử dụng, nếu lỗ lắp trục truyền động bằng bánh răng thì dung sai từ $0,02 - 0,1$ mm. Độ không song song của đường tâm các lỗ nhỏ hơn dung sai khoảng cách. Các lỗ lắp bộ truyền bánh răng côn, lắp bộ truyền trục vít - bánh vít, độ không vuông góc của tâm các lỗ trong khoảng $0,02 - 0,06$ mm.

+ Độ không đồng tâm của các lỗ trên cùng một đường tâm, độ không vuông góc giữa đường tâm lỗ với mặt đầu ...tùy theo yêu cầu sử dụng có thể từ $0,01 - 0,1$ mm/100 mm.

Vật liệu để chế tạo các chi tiết dạng hộp tùy theo yêu cầu làm việc có thể là gang xám, hợp kim nhôm, thép đúc, thép hàn hoặc dập tấm. Phôi đúc là loại phôi được dùng phổ biến nhất vì có thể đúc được những hộp có hình dáng phức tạp, có thể đúc bằng khuôn cát, mẫu gỗ, làm khuôn bằng tay trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ hoặc mẫu kim loại, làm khuôn bằng máy trong sản xuất hàng loạt và hàng khối. Phôi hàn từ thép tấm dùng cho hộp có kết cấu đơn giản trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ. Phôi dập dùng cho hộp loại nhỏ, kết cấu không phức tạp, có cơ tính cao trong sản xuất loạt lớn và hàng khối.

1. Chuẩn và trình tự gia công các bề mặt của hộp

a) *Chuẩn gia công*: các chi tiết dạng hộp thường chế tạo từ phương pháp đúc. Chuẩn tinh để gia công thường là một mặt phẳng và hai lỗ chuẩn phụ lắp chốt trụ và chốt trám vuông góc với mặt phẳng đó. Hai lỗ này gia công đạt độ chính xác cấp 7 và có khoảng cách giữa hai lỗ càng xa nhau càng tốt để giảm bớt sai số khi gá đặt. Chuẩn tinh này thường được dùng để gá đặt trong suốt cả quá trình gia công trên nhiều đồ gá để tránh được sai số tích lũy do việc thay đổi chuẩn gây nên.

Tuy nhiên không nhất thiết lúc nào cũng phải dùng hai lỗ chuẩn phụ mà tùy theo kết cấu có thể chọn các bề mặt khác như gờ, rãnh, sống trượt... trên hộp để làm chuẩn định vị khi gia công.

Đối với chi tiết hộp, nguyên công gia công đầu tiên là gia công tạo mặt chuẩn. Việc chọn chuẩn thô cho nguyên công này hết sức quan trọng, nó có ảnh hưởng đến lượng dư gia công cũng như độ chính xác của các nguyên công tiếp theo. Thông thường mặt phẳng làm chuẩn tinh là mặt phẳng đáy, khi gia công mặt phẳng này có thể chọn gờ, vai hoặc mặt phẳng không gia công ở bên trong làm chuẩn thô, cũng có thể chọn lỗ chính làm chuẩn thô nếu lỗ chính yêu cầu lượng dư đều, nhỏ. Tương tự khi gia công hai lỗ chuẩn phụ, việc chọn bề mặt làm chuẩn phải dựa vào các nguyên tắc chọn chuẩn thô.

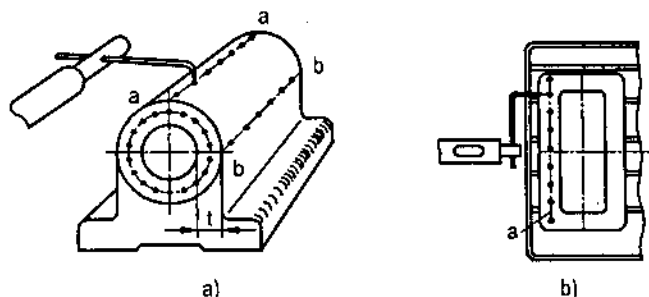
Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, do phôi chế tạo kém chính xác và khi gia công không dùng đồ gá chuyên dùng, sau khi gia công mặt phẳng phải lấy dấu vị trí các lỗ trước khi gia công. Khi lấy dấu có thể chia lại lượng dư với các phôi chế tạo không chính xác. Chuẩn khi gia công chính là các đường vạch dấu.

b) Trình tự gia công các bề mặt của hộp bao gồm:

1. Gia công để tạo chuẩn tinh thống nhất (thông thường gồm mặt phẳng và hai lỗ chuẩn phụ vuông góc với mặt phẳng đó).
2. Gia công các mặt phẳng còn lại.
3. Gia công thô, bán tinh các lỗ chính xác cao dùng để lắp ghép.
4. Gia công tinh các lỗ chính xác.
5. Gia công các lỗ khác còn lại, các bề mặt khác.
6. Gia công tinh lần cuối các lỗ chính xác cao.
7. Kiểm tra, nghiệm thu.

2. Biện pháp công nghệ gia công các lỗ lắp ghép

Trên hộp, thời gian gia công các lỗ chính xác để lắp ghép chiếm tỷ lệ rất lớn. Việc chọn phương pháp gia công các lỗ này tùy thuộc vào yêu cầu kỹ thuật của lỗ, hình dáng, kết cấu, kích thước của hộp, điều kiện sản xuất. Trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, gia công các lỗ được thực hiện theo dấu, nhờ đó có thể tận dụng được phôi đúc kém chính xác. Sau khi gá đặt chi tiết lên bàn máy, dùng mũi rà kiểm tra đường tâm lỗ đã lấy dấu cho song song hoặc vuông góc với đường tâm trục chính của máy (h. 15.8) và rà cho tâm lỗ lấy dấu trùng với tâm trục chính của máy rồi tiến hành gia công lỗ đó. Sau đó dịch chuyển bàn máy cùng với chi tiết gia công bằng du xích trên máy theo khoảng cách tâm đã cho sang lỗ cần gia công tiếp theo, hoặc quay bàn máy nếu là các lỗ vuông góc để tiến hành gia công các lỗ theo thứ tự.



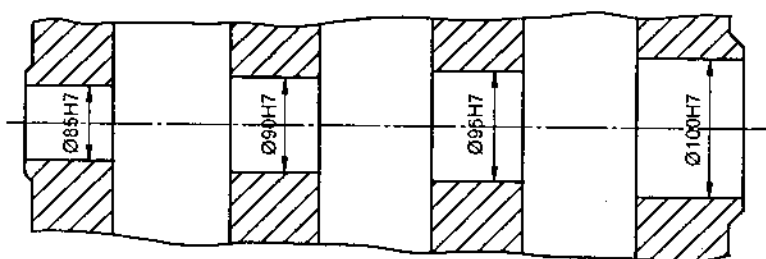
Hình 15.8. Sơ đồ kiểm tra vị trí phôi theo dấu khi gá đặt lên máy

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, chi tiết được định vị bằng chuẩn thống nhất là mặt phẳng và hai lỗ chuẩn phụ. Độ chính xác về vị trí tương quan như độ song song, độ vuông góc của các đường tâm do đồ gá quyết

định. Khi đó độ chính xác về khoảng cách tâm các lỗ có thể đạt được nhờ hai cách: cách thứ nhất là nhờ các bạc dẫn hướng trên đồ gá, cách thứ hai là dịch chuyển theo toạ độ nhờ các vạch du xích trên máy.

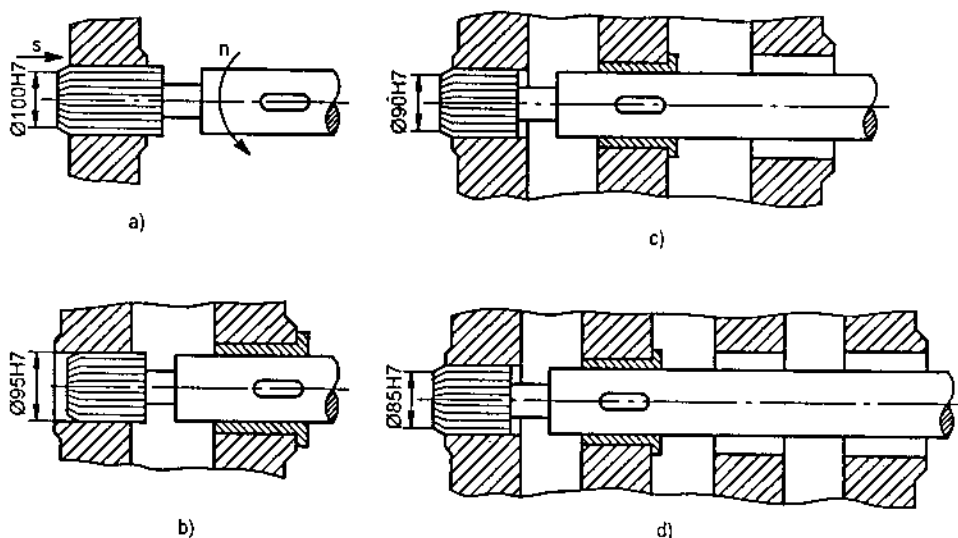
Trong trường hợp có nhiều lỗ đồng trục có khoảng cách giữa các lỗ lớn, ở các thành vách khác nhau của hộp, để bảo đảm độ chính xác gia công của hàng lỗ thường chia làm các nguyên công gia công thô và tinh như sau:

Ví dụ: Căn gia công hệ bốn lỗ $\Phi 85H7$, $\Phi 90H7$, $\Phi 95H7$, $\Phi 100H7$, lỗ đúc sẵn (h. 15.9).



Hình 15.9. Hệ thống lỗ căn gia công trên một đường tâm

Khi gia công thô, trước hết gia công lỗ lớn trước theo hai bước: tiện bóc vỏ cứng do đúc và tiện rộng lỗ, chỉ để lượng dư cho gia công tinh (ví dụ lỗ $\Phi 100$ thì gia công đạt $\Phi 98$). Sau đó gia công lỗ lớn thứ hai, tiếp theo quay chỉ tiết đi 180° nhờ bàn quay để gia công nốt hai lỗ còn lại ở vách đối diện.

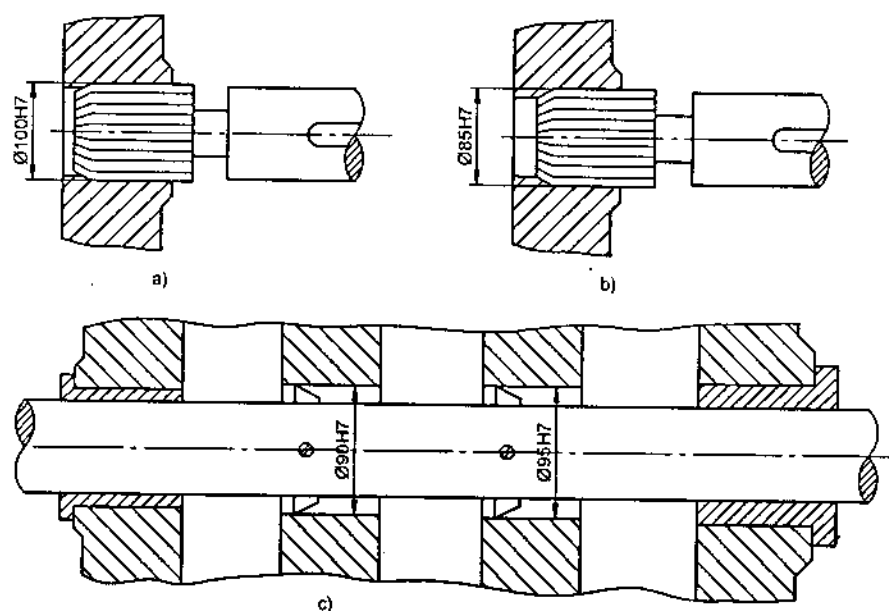


Hình 15.10. Gia công tinh các lỗ trên cùng đường tâm theo phương án thứ nhất

Khi gia công tinh có thể tiến hành theo hai phương án:

+ Phương án thứ nhất: gia công tinh lỗ lớn, số bước gia công tùy thuộc vào độ chính xác và độ nhám bề mặt (ví dụ $\Phi 100H7$ bao gồm gia công bán tinh đạt $\Phi 99,7$, gia công tinh hai bước $\Phi 99,93$ và $\Phi 100H7$), sau đó lắp vào lỗ đó bạc dẫn hướng trục dao để gia công lỗ tiếp theo và cứ tiếp tục như vậy theo nguyên tắc dùng lỗ vừa gia công dẫn hướng để gia công lỗ tiếp theo nhằm mục đích nâng cao độ cứng vững của trục dao (h. 15.10 a, b, c, d).

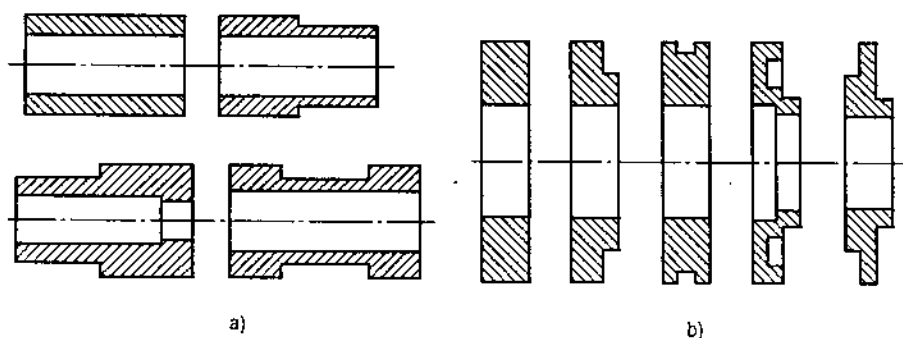
+ Phương án thứ hai: lần lượt gia công hai lỗ ngoài cùng (gồm gia công tinh lỗ $\Phi 100H7$, sau đó quay đi 180° gia công tinh lỗ $\Phi 85H7$) sau đó lắp hai bạc vào hai lỗ này để dẫn hướng dụng cụ gia công các lỗ còn lại bên trong (hình 15.11 a, b, c).



Hình 15.11. Gia công tinh các lỗ trên cùng đường tâm theo phương án hai.

15.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT DẠNG BẠC

Chi tiết dạng bạc là chi tiết có hình ống tròn, thành mỏng, mặt đầu có thể có vai hoặc không có vai, ví dụ: xi lanh khí nén, thủy lực, bạc ổ trượt, sơ mi xi lanh... Bề mặt cơ bản cần gia công của chi tiết dạng bạc là mặt trụ ngoài, mặt lỗ, mặt đầu (h. 15.12).



Hình 15.12. Gia công các bề mặt

a) Các loại bạc; b) Các loại đĩa.

Yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của chi tiết dạng bạc là độ chính xác kích thước đường kính ngoài và lỗ (cấp chính xác 6 - 8), độ nhám bề mặt $Ra = 2,5 - 0,32$. Các yêu cầu về vị trí tương quan như độ đồng tâm giữa lỗ và đường kính ngoài, độ không vuông góc giữa lỗ và mặt đầu, tùy theo điều kiện làm việc cụ thể của bạc từ 0,02 - 0,2 mm / 100 mm.

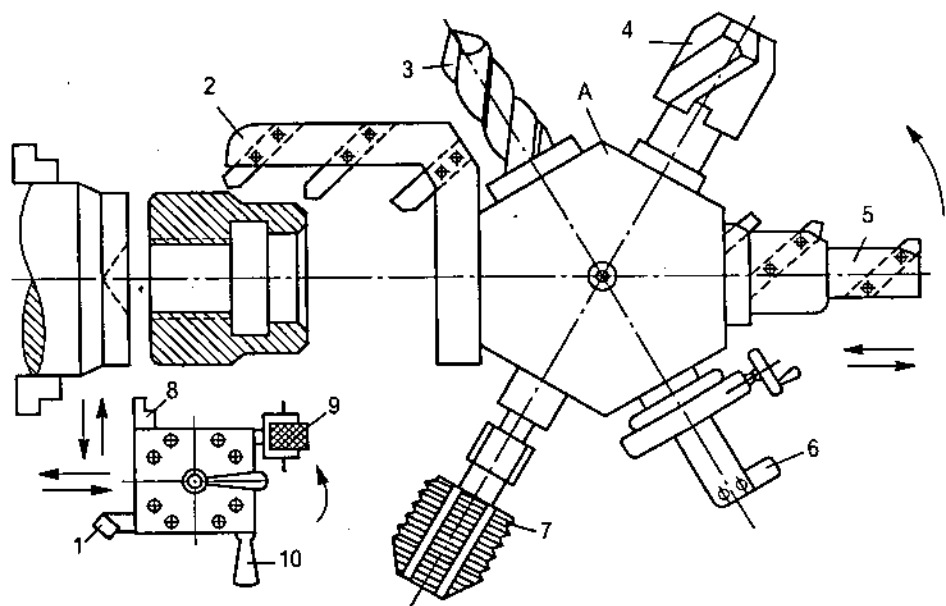
Đặc trưng quan trọng về hình dáng, kích thước của bạc là tỷ số giữa đường kính trong và ngoài của bạc, giữa chiều cao và đường kính ngoài của bạc. Một số loại bạc được xem là có độ cứng vững gia công kém khi tỉ số $d/D < 0,9$ và $H/D < 0,2$ (đĩa mỏng) hoặc $H/D > 15$ (ống mỏng, dài). Trong đó H là chiều cao bạc, d là đường kính lỗ bạc, D là đường kính ngoài của bạc.

Vật liệu để chế tạo các chi tiết dạng bạc là thép, gang, đồng, chất dẻo, gốm sứ và các loại hợp kim khác. Với bạc có kích thước lỗ nhỏ có thể dùng các loại phôi thanh, với bạc có đường kính lỗ lớn thường dùng các phôi ống hoặc phôi đúc có lỗ sẵn để tiết kiệm vật liệu. Những bạc có thành mỏng có thể dùng các tấm kim loại mỏng cuốn lại. Bạc bằng chất dẻo được ép trong khuôn, bạc bằng sứ được ép và thiêu kết.

1. Chuẩn và trình tự gia công các bề mặt của bạc

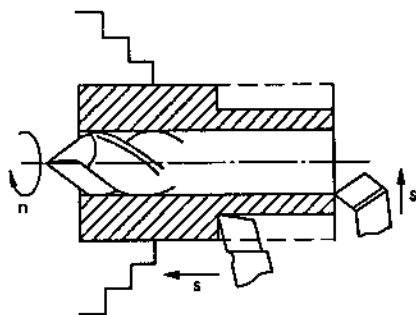
Việc chọn chuẩn và lập trình tự gia công các bề mặt của bạc phụ thuộc vào hình dạng, kết cấu, kích thước, yêu cầu kỹ thuật của bạc, điều kiện sản xuất và hình dạng của phôi.

Với bạc có đường kính nhỏ, kết cấu đơn giản, phôi chọn là phôi thanh, thường tiến hành gia công các bề mặt của bạc trong một lần gá đặt (h. 15.13) bao gồm các bước như: khoả mặt đầu 1, gia công đường kính ngoài 2, gia công lỗ (3,4,5), xấn rãnh 6, ta-rô 7, vát mép 8, lăn nhám 9 và cắt đứt 10... Gia công theo cách này đạt độ chính xác và năng suất cao, có thể thực hiện trên máy tiện revolve, máy tiện tự động...

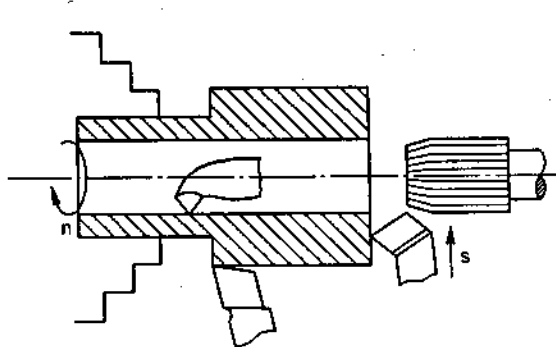


Hình 15.13. Gia công bạc trên máy tiện đầu rovonve trục đứng

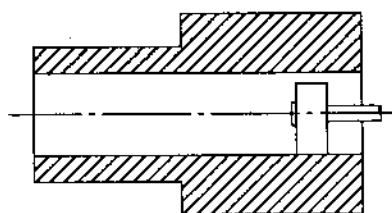
Với các bạc chế tạo từ phôi đúc, rèn, phôi cắt từng chiếc, các bề mặt của bạc được gia công sau một số lần gá đặt qua các nguyên công, khi đó chuẩn gia công lúc đầu có thể là mặt ngoài và mặt đầu để gia công mặt đầu, một phần mặt ngoài và gia công sơ bộ lỗ (h. 15.14). Sau đó quay đầu lại để gia công mặt đầu, mặt ngoài còn lại và gia công bán tinh lỗ (h. 15.15). Những nguyên công cuối cùng thường là sau khi gia công tinh lỗ bằng chuốt, mài ... (h.15.16) thì lấy chuẩn là lỗ (dùng trục gá côn, trục gá đàn hồi) để gia công tinh mặt trụ ngoài, bảo đảm độ đồng tâm giữa lỗ và mặt trụ ngoài (h. 15. 17).



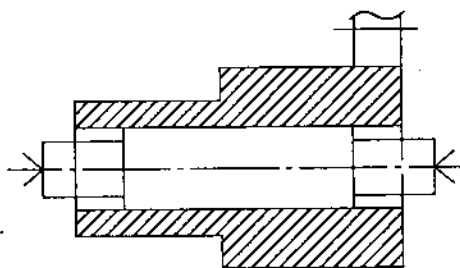
Hình 15.14. Gia công tạo hình bạc



Hình 15.15. Gia công mặt còn lại một phía và lỗ



Hình 15.16. Gia công tinh lỗ

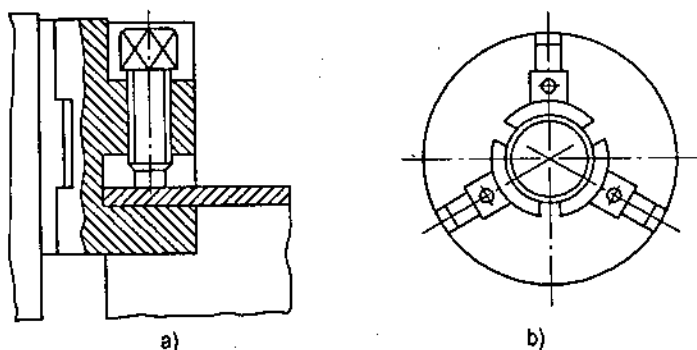


Hình 15.17. Gia công tinh mặt trụ ngoài

Như vậy, trình tự gia công các bề mặt của bạc thường bao gồm các giai đoạn chính sau:

- + Gia công các bề mặt cơ bản của bạc: lỗ, đường kính ngoài, mặt đầu.
- + Gia công các bề mặt khác: khoan lỗ phụ, gia công các mặt định hình gờ bạc, rãnh, rãnh đầu ...
- + Nhiệt luyện (nếu cần).
- + Gia công tinh các bề mặt cơ bản sau nhiệt luyện.
- + Gia công tinh lần cuối (mài khôn, mài nghiền, mài siêu tinh ...).
- + Kiểm tra.

Để bảo đảm độ đồng tâm giữa lỗ và đường kính ngoài của bạc, độ vuông góc giữa lỗ và mặt đầu, cách tốt nhất là gia công các bề mặt này trong một lần gá đặt. Trong trường hợp phải gá đặt nhiều lần, thường sau khi gia công tinh lỗ, lấy lỗ làm chuẩn định vị để gia công đường kính ngoài để bảo đảm độ đồng tâm giữa lỗ và đường kính ngoài. Với bạc thành mỏng, dễ biến dạng có thể gá đặt bằng cách tăng diện tích tiếp xúc của bề mặt kẹp (h. 15.18 b) hoặc kẹp có bề mặt đỡ bên trong (h. 15.18 a).



Hình 15.18. Gá đặt các bạc thành mỏng

2. Công nghệ chế tạo xéc-măng

Xéc-măng là chi tiết máy có yêu cầu chế tạo khá khắt khe về độ chính xác kích thước, độ nhám bề mặt, tính đàn hồi và các yêu cầu kỹ thuật khác như khe hở miệng cắt, sai lệch bề dày, độ không song song của hai mặt đầu xéc-măng.

Để bảo đảm tính năng làm việc, trong trạng thái tự do xéc-măng là một đĩa mỏng có dạng méo để khi lắp với xilanh nó trở thành tròn tạo ra tiếp xúc đồng đều bảo đảm độ kín khít khi làm việc.

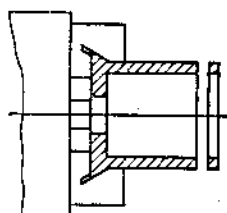
Về mặt công nghệ gia công, xéc-măng là chi tiết có độ cứng vững kém, khó gia công.

Có hai phương pháp chế tạo xéc-măng:

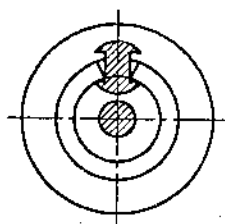
a) Chế tạo xéc-măng từ phôi ống

Phôi để chế tạo xéc-măng được đúc ly tâm dưới dạng ống tròn để bảo đảm chất lượng gang đúc.

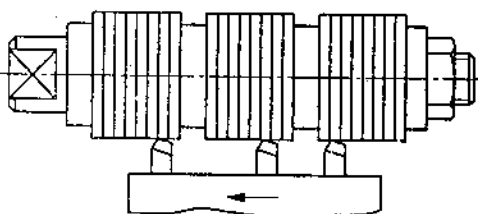
Trình tự gia công bao gồm tiện thô, tinh đường kính trong, đường kính ngoài và cắt đứt từng chiếc (h. 15.19), sau đó là nguyên công mài hai mặt đầu xéc-măng, tiếp theo là phay cắt miệng. Để tạo thành dạng méo, xéc-măng được mở miệng cho thành dạng méo, kẹp chặt trong đồ gá và đem đi định dạng nhờ nhiệt luyện (h. 15.20).



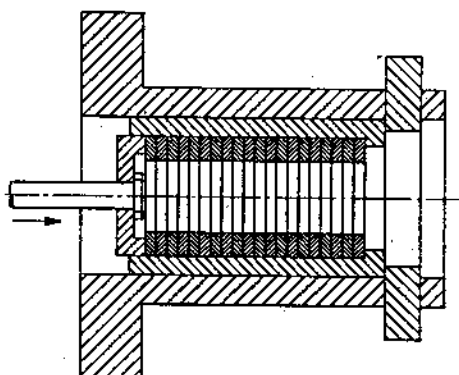
Hình 15.19. Tiện tạo hình xéc-măng từ phôi ống



Hình 15.20. Sơ đồ gá đặt xéc-măng khi nhiệt luyện định dạng



Hình 15.21. Đồ gá tiện ngoài

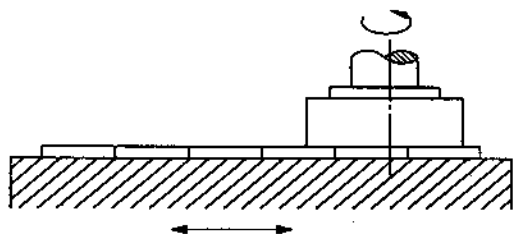


Hình 15.22. Đồ gá gia công tinh xéc-măng lỗ xéc-măng

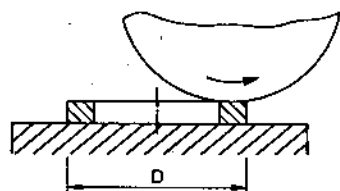
Sau khi nhiệt luyện, xéc-măng có dạng méo, để gia công tinh, xéc-măng được hóp lại trong ống gá của đồ gá cho có hình dạng tròn và kẹp chặt lại để tiến hành gia công tinh mặt trụ ngoài (h. 15.21) và gia công tinh lỗ (h. 15.22).

b) Chế tạo xéc-măng từ phôi đúc từng chiếc

Phương pháp này thường dùng trong sản xuất hàng khối, xéc-măng được đúc từng chiếc có độ méo tương tự như độ méo của xéc-măng thành phẩm. Trình tự gia công cơ bắt đầu từ nguyên công mài thô hai mặt đầu xéc-măng có lượng dư 0,1 - 0,2 mm mỗi bên (hình 15.23). Sau khi nhiệt luyện khử ứng suất, xéc-măng được mài tinh, lượng dư 0,03 - 0,05 mm (hình 15.24) nhờ đó độ song song của hai mặt phẳng có thể đạt 0,0025 mm, $Ra = 0,4 - 0,8$.

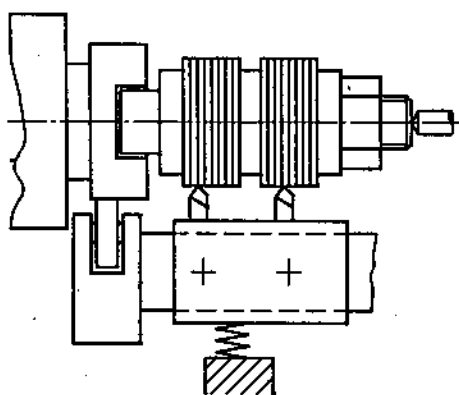


Hình 15.23. Mài thô mặt đầu

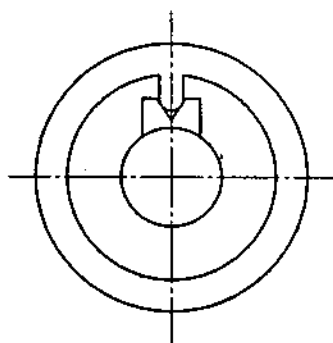


Hình 15.24. Mài tinh mặt xéc-măng

Nguyên công tiện đường kính ngoài có thể gia công cùng một lúc nhiều xéc-măng. Do xéc-măng có dạng méo nên tiện ngoài xéc-măng được thực hiện trên đồ gá chép hình (hình 15.25). Xéc-măng được định vị chống xoay nhờ vấu đúc sẵn để bảo đảm đúng vị trí méo (h. 15.26).

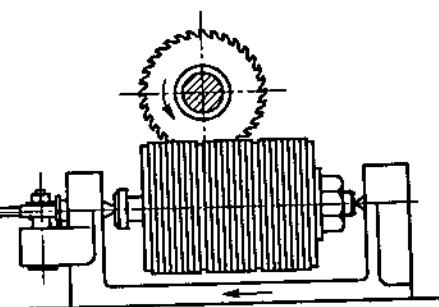


Hình 15.25. Tiện ngoài chép hình xéc măng

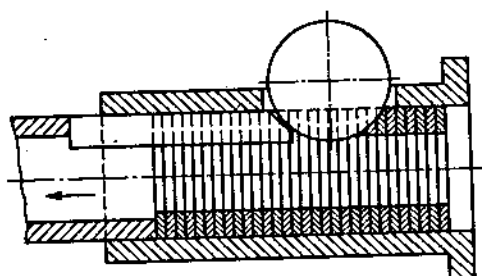


Hình 15.26. Định vị chống xoay xéc măng trên đồ gá khi tiện ngoài

Tương tự, nguyên công phay mở miệng cũng được thực hiện trên đồ gá chuyên dùng (h. 15.27). Nguyên công tiện lỗ xéc-măng có thể gia công nhiều xéc-măng trên đồ gá tương tự đồ gá (h. 15.22). Nguyên công gia công tinh mặt trụ ngoài cũng được thực hiện tương tự đồ gá (h. 15.21). Để bảo đảm yêu cầu làm việc, xéc-măng được tiến hành sửa đúng miệng cắt trong đồ gá trên máy phay (h. 15.28).

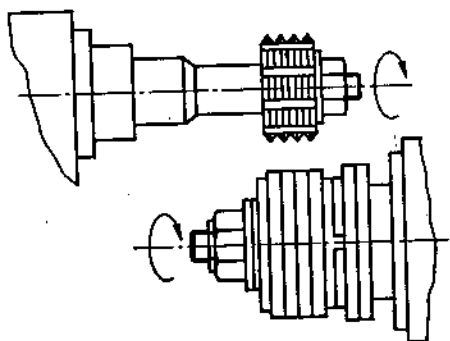


Hình 15.27. Phay mở miệng



Hình 15.28. Đồ gá sửa đúng xéc-măng miệng cắt

Ngoài xéc-măng khí cần bảo đảm độ kín khít khi làm việc, còn có các xéc-măng dầu. Với các xéc-măng dầu, người ta còn phải tiến hành phay các rãnh dầu (h. 15.29).



Hình 15.29. Phay rãnh trên xéc-măng dầu

15.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT DẠNG CÀNG

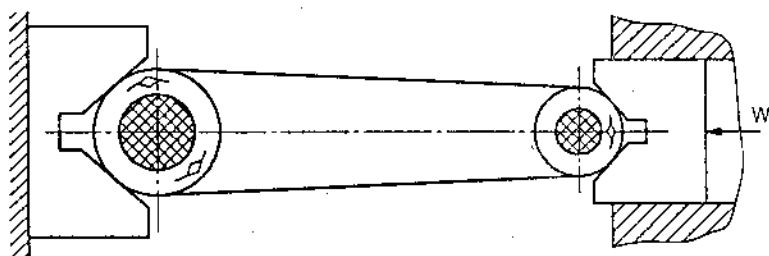
Càng là loại chi tiết thường có chức năng dùng để gạt đẩy trong các cơ cấu điều khiển, gạt các bánh răng vào các vị trí ăn khớp ... Trong các loại càng, tay biên là một dạng đặc biệt của càng có chức năng biến đổi chuyển động tịnh tiến từ pit-tông thành chuyển động quay của trục khuỷu trong động cơ đốt trong.

Trên chi tiết dạng càng, bề mặt có yêu cầu độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao là các lỗ cơ bản trên càng, độ chính xác kích thước các lỗ từ cấp 9 - 7, độ nhám bề mặt Ra 0,63 - 0,32, các yêu cầu kỹ thuật về vị trí tương quan thông thường gồm độ song song của đường tâm các lỗ cơ bản, của các mặt đầu của lỗ, độ vuông góc giữa tâm lỗ và mặt đầu giá trị trong khoảng 0,03 - 0,1 mm. Một số loại càng làm từ thép yêu cầu nhiệt luyện đạt độ cứng 50 - 55 HRC.

Vật liệu dùng để chế tạo các chi tiết dạng còng thường là thép, gang. Còng khi làm việc có tải trọng lớn thường chế tạo từ thép cacbon hoặc thép hợp kim, trong sản xuất hàng loạt lớn có thể tạo phôi bằng phương pháp rèn khuôn, dập. Còng dùng để gát bánh răng trong hộp số chịu tải không lớn có thể làm từ gang và tạo phôi bằng phương pháp đúc.

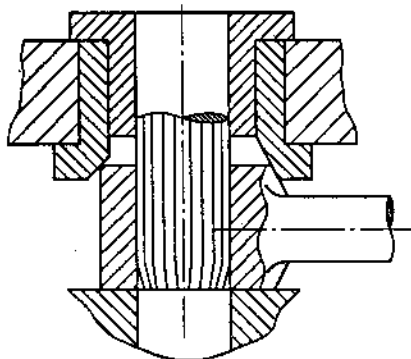
1. Chuẩn và trình tự gia công các bề mặt của còng

Khi gia công các chi tiết dạng còng, phải căn cứ vào các yêu cầu kỹ thuật của còng để chọn chuẩn và xác định trình tự gia công. Với còng, bề mặt có yêu cầu kỹ thuật cao nhất là các lỗ cơ bản. Vì thế khi gia công các lỗ cơ bản, ngoài chuẩn là mặt phẳng (mặt đầu của lỗ) có thể chọn chuẩn thô là vành tròn ngoài của lỗ để bảo đảm lỗ gia công có thành dày đều (h. 15.30).

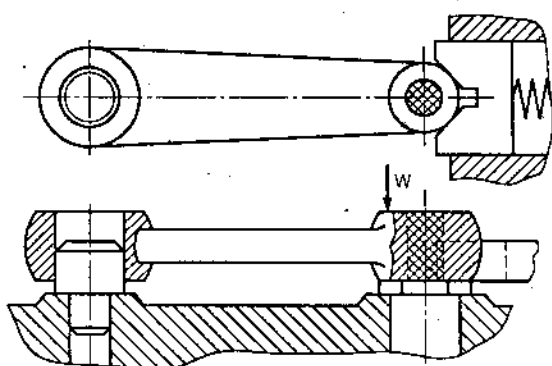


Hình 15.30. Chọn chuẩn khi gia công các lỗ cơ bản trên còng

Cũng có thể tiến hành gia công hai lỗ riêng biệt. Khi gia công lỗ thứ nhất có thể dùng một khối V định vị vào đường kính ngoài của lỗ cơ bản hoặc dùng bạc côn trong chup vào vành ngoài (h. 15.31). Sau khi đã gia công một lỗ, dùng chốt trụ định vị vào lỗ, mặt phẳng tỳ vào mặt đầu và chống xoay vào đầu nhỏ để gia công lỗ thứ hai (h.15.32).

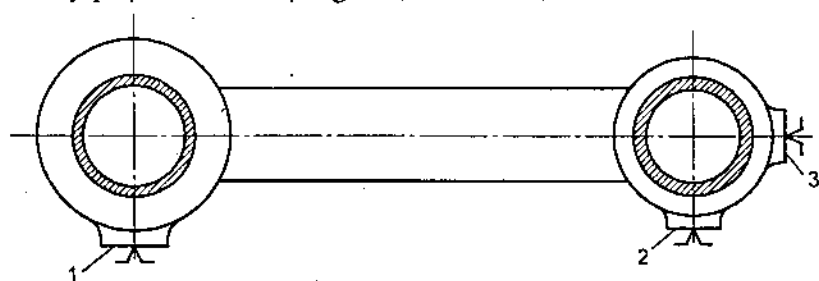


Hình 15.31. Định vị khi gia công lỗ thứ nhất bằng bạc côn



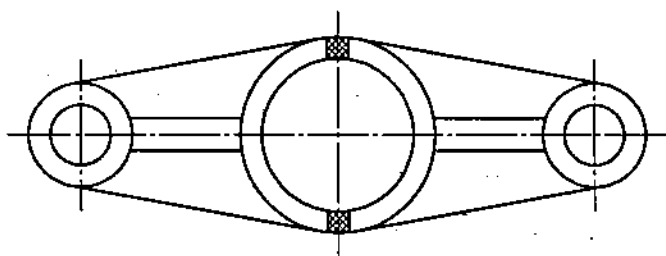
Hình 15.32. Định vị khi gia công lỗ thứ hai

Một số chi tiết dạng cangk có thể dùng chuẩn tinh thống nhất là mặt phẳng và các vấu tỳ phụ có sẵn ở mặt ngoài (hình 15.33).



Hình 15.33. Chọn chuẩn là các vấu tỳ phụ 1, 2, 3

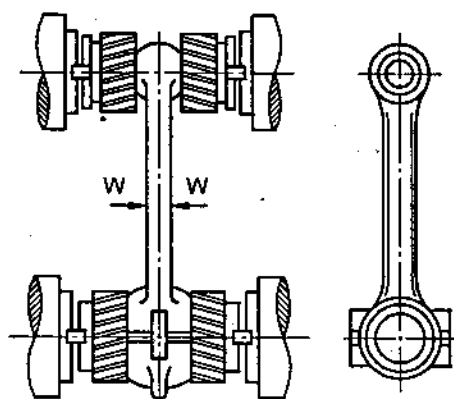
Đối với cangk có một lỗ cơ bản (h. 15.34), thường người ta ghép hai chi tiết lại thành một cangk có ba lỗ cơ bản và dùng chuẩn gia công như các trường hợp trên, sau khi gia công xong, cangk được cắt ra làm hai.



Hình 15.34. Cangk có một lỗ cơ bản

Sau khi gia công xong các mặt đầu và các lỗ cơ bản, có thể dùng mặt phẳng và hai lỗ cơ bản làm chuẩn tinh thống nhất để gia công các bề mặt khác của cangk.

Khi gia công mặt đầu của cangk có thể định vị vào thân cangk hoặc mặt đầu phía bên kia. Đối với tay biên để bảo đảm độ đối xứng, phải gá vào thân biên bằng cơ cấu tự định tâm (h. 15.35) và gia công cùng một lúc hai mặt đầu bằng hai dao phay.



Hình 15.35. Gia công mặt đầu tay biên

Như vậy, gia công các bề mặt của càng thường theo trình tự sau:

- + Gia công các mặt đầu.
- + Gia công các vấu chuẩn phụ (nếu có).
- + Gia công thô và tinh các lỗ cơ bản.
- + Gia công các bề mặt khác: mặt phẳng, các lỗ phụ, rãnh, gờ, bậc...
- + Gia công tinh lần cuối các lỗ cơ bản: mài nghiền, mài khôn ... (nếu cần).
- + Cân bằng trọng lượng (nếu cần).
- + Kiểm tra.

2. Công nghệ chế tạo tay biên

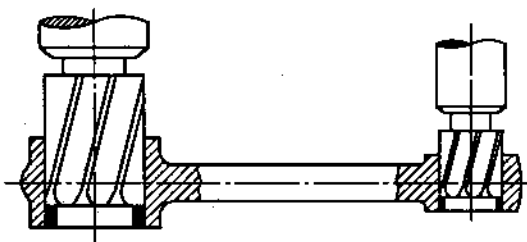
Biên của động cơ đốt trong là một dạng đặc biệt của càng, có chức năng truyền chuyển động tịnh tiến từ pit-tông thành chuyển động quay của trục khuỷu. Biên của động cơ đốt trong thường được chế tạo bằng phương pháp dập nóng từ các loại thép hợp kim có độ bền cao, đầu to của biên có thể rèn liền hoặc rời.

Về yêu cầu kỹ thuật, lỗ đầu nhỏ lắp với chốt ác pit-tông và lỗ đầu to lắp vào cổ biên thường có độ chính xác cấp 6, độ nhám bề mặt $Ra = 0,63 - 0,16$. Độ côn, độ oval nhỏ hơn $0,003 - 0,005$ mm, đường tâm hai lỗ nằm trên cùng một mặt phẳng, sai lệch không quá $0,03 - 0,05$ mm/100 mm, độ không song song giữa đường tâm hai lỗ không quá $0,02 - 0,04$ mm/100 mm, độ đảo mặt đầu so với tâm lỗ không quá $0,1$ mm/100 mm.

Trình tự công nghệ gia công biên có đầu to rèn liền bao gồm các công việc chính sau:

- + Gia công cả hai mặt đầu bằng chuốt, phay hoặc mài, chuẩn gia công là thân biên, để bảo đảm độ đối xứng của tay biên (h. 15.35).

+ Gia công lỗ nhỏ và lỗ lớn: để bảo đảm thành lỗ dày đều, chuẩn gia công là mặt đầu và khối V ở đầu nhỏ, đầu lớn là khối V vát nghiêng di trượt vào để định vị và kẹp chặt chi tiết. Gia công có thể thực hiện bằng khoan (nếu lỗ nhỏ chưa có sẵn), khoét, doa hoặc chuốt lỗ đầu nhỏ và gia công mở rộng lỗ đầu lớn (h. 15.36).

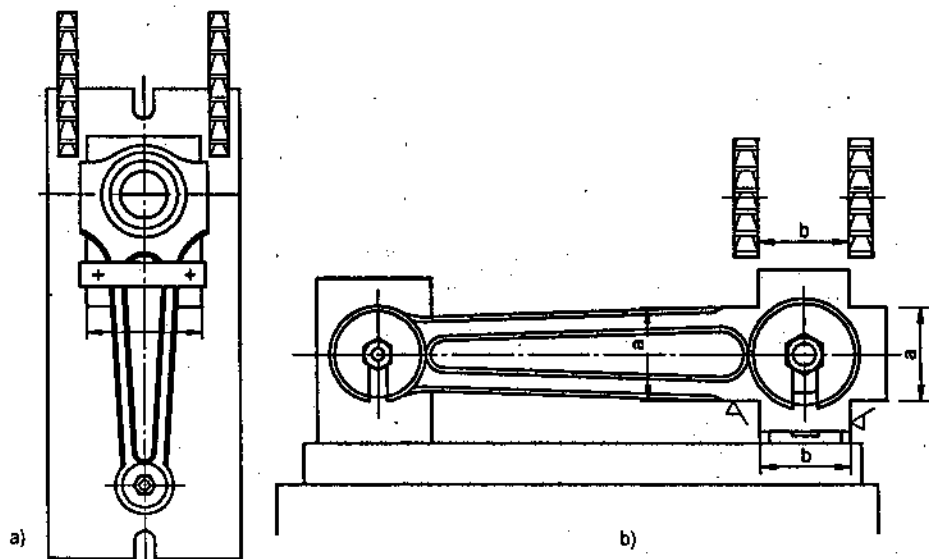


Hình 15.36. Gia công các lỗ trên tay biên

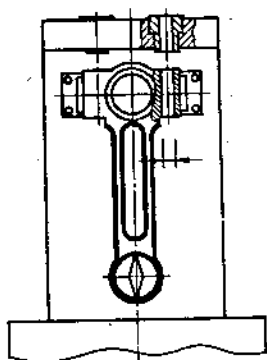
Với biên có vấu chuẩn phụ, thì trước đó tiến hành gia công các vấu, rồi dùng mặt phẳng và các vấu làm chuẩn thống nhất để gia công các lỗ đầu nhỏ và đầu to của biên.

+ Gia công các bề mặt lắp ghép thân và nắp biên, bao gồm gia công mặt bên, mặt đầu lỗ lắp bulông (h. 15.37 a,b), gia công lỗ lắp bulông (h. 15.38).

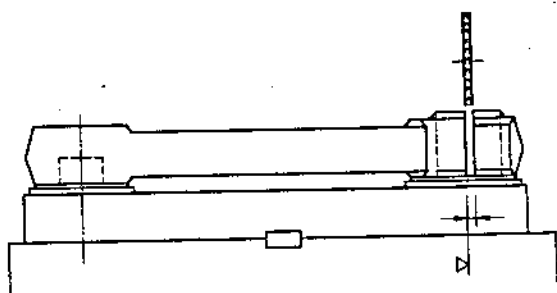
Với biên không có gờ định vị giữa thân và nắp biên thì các lỗ này thông suốt và gia công đạt độ chính xác cấp 8 (hoặc 7) để định vị nắp trên thân biên, còn với biên có gờ định vị thì các lỗ này không cần gia công chính xác. Thông thường chúng được gia công sau khi gia công hình dạng bên ngoài, chuẩn gia công là mặt đầu, lỗ đầu nhỏ và mặt bên.



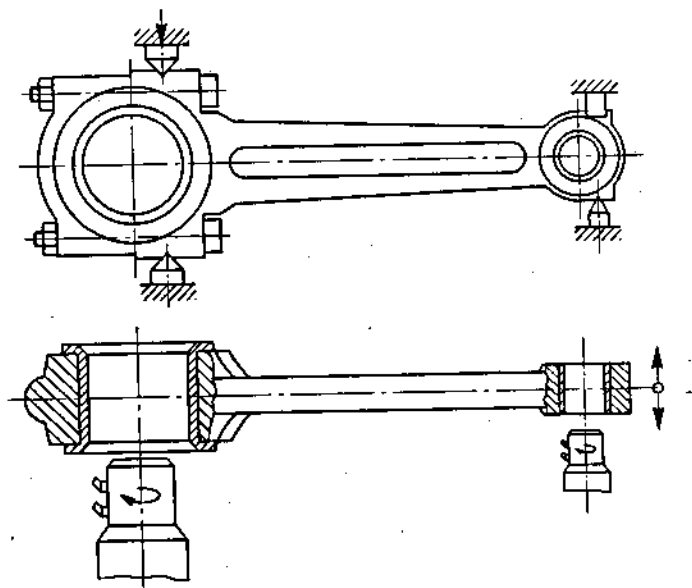
Hình 15.37 a) Phay mặt bên; b) Phay mặt đầu lỗ bulông



Hình 15.38. Gia công lỗ lắp bulông



Hình 15.39. Phay cắt rời nắp và thân biên



Hình 15.40. Gia công tinh các lỗ

- + Phay cắt nắp với thân biên trên máy phay (h. 15.39).
- + Mài mặt tiếp giáp thân và nắp biên.
- + Lắp ráp thân và nắp biên sau khi làm sạch.
- + Gia công (thô và tinh) lỗ đầu lớn.
- + Ép bạc vào lỗ và gia công tinh các lỗ (h. 15.40).
- + Gia công tinh lần cuối lỗ đầu to và đầu nhỏ (khôn lỗ).
- + Sửa lại khối lượng hai đầu biên.
- + Kiểm tra biên.

Phần III: CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

Chương 16

CƠ SỞ CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

16.1. KHÁI NIỆM

Các chi tiết sau khi gia công đạt yêu cầu về chất lượng sẽ được lắp thành một sản phẩm hoàn chỉnh (một bộ phận máy hoặc một thiết bị). Quá trình lắp ráp là giai đoạn cuối cùng của quá trình sản xuất, nó quyết định chất lượng sản phẩm theo thiết kế, khả năng làm việc ổn định và tuổi thọ của sản phẩm.

Quá trình lắp ráp là một quá trình lao động kỹ thuật phức tạp, mức độ phức tạp của lắp ráp là tùy thuộc vào độ chính xác, tuổi bền của sản phẩm yêu cầu và chất lượng của quá trình sản xuất mà chủ yếu là quá trình công nghệ gia công cơ.

Gia công cơ các chi tiết có độ chính xác cao thì lắp ráp sản phẩm càng nhanh, các chi tiết có thể lắp lẫn được, giảm thời gian cho việc sửa lắp, hiệu chỉnh.

Ví dụ: Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, khối lượng lao động lắp ráp chiếm từ 40 - 50 % khối lượng lao động gia công cơ; trong sản xuất hàng loạt vừa 30 - 50 %; trong sản xuất hàng loạt lớn từ 20 - 25 %; còn trong sản xuất hàng khối < 20% khối lượng lao động gia công cơ.

Ngoài ra khối lượng lao động lắp ráp còn phụ thuộc rất nhiều vào việc thiết kế sản phẩm. Thiết kế sản phẩm hợp lý về kết cấu, chuỗi kích thước lắp ráp không phức tạp thì giảm được khối lượng lao động lắp ráp.

Bảng 16.1 cho ví dụ về khối lượng lao động lắp ráp và gia công cơ tính theo % của toàn bộ khối lượng lao động trong các ngành chế tạo máy khác nhau.

Bảng 16.1

Ngành sản xuất	Khối lượng lao động tổng cộng trong đó	
	Gia công cơ (%)	Lắp ráp (%)
Chế tạo : - ô tô	76,5	23,5
- máy kéo	75	25
- máy công cụ	70	30
- xe lửa	59	41
- thiết bị cán	35	65

Như vậy, khối lượng lao động lắp ráp có ảnh hưởng lớn đến giá thành và hiệu quả kinh tế của quá trình chế tạo sản phẩm. Vì vậy, nhiệm vụ của công nghệ lắp ráp là nghiên cứu tìm ra các biện pháp kỹ thuật và tổ chức quá trình lắp ráp để bảo đảm tính năng làm việc của sản phẩm theo yêu cầu và nâng cao năng suất lắp ráp, hạ giá thành sản phẩm.

Để đạt được những yêu cầu trên khi lắp ráp cần phải chú ý một số vấn đề chính sau :

- + Trước khi lắp ráp phải nghiên cứu kỹ bản vẽ lắp, các yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm, phân tích chuỗi kích thước lắp ráp vì từ đây sẽ quyết định vị trí của từng khâu, từng chi tiết trong quan hệ với các chi tiết khác khi lắp ráp, phân tích độ chính xác của từng mối lắp, độ chính xác khi gia công cơ để đưa ra phương pháp lắp ráp phù hợp.

- + Xác định trình tự lắp ráp hợp lý thông qua việc thiết kế sơ đồ lắp. Thiết kế sơ đồ lắp là dựa trên nghiên cứu, phân tích bản vẽ lắp, phân chia sản phẩm ra các bộ phận, cụm, nhóm, vạch ra trình tự các nguyên công lắp ráp các cụm, nhóm, bộ phận cho tới sản phẩm một cách hợp lý, lô gíc để tránh trường hợp không lắp được, lắp thiếu phải tháo ra lắp lại và để dễ dàng kiểm tra, đánh giá chất lượng lắp ráp của từng công đoạn.

- + Áp dụng các biện pháp kỹ thuật và tổ chức sản xuất tiên tiến khi lắp ráp, sử dụng các trang thiết bị lắp ráp, vận chuyển, kiểm tra nhằm giảm nhẹ sức lao động, nâng cao năng suất và chất lượng lắp ráp.

16.2. CHẤT LƯỢNG LẮP RÁP VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP BẢO ĐẢM CHẤT LƯỢNG LẮP RÁP

Khi gia công cơ, chất lượng gia công thể hiện qua độ chính xác gia công và chất lượng bề mặt của các chi tiết máy. Còn khi lắp ráp, chất lượng lắp ráp được thể hiện qua độ chính xác của việc lắp đặt các chi tiết máy với nhau sao cho đúng vị trí, yêu cầu cần thiết để sản phẩm sau khi lắp có thể làm việc như theo thiết kế.

Chất lượng gia công cơ như nhau, nhưng chất lượng làm việc của sản phẩm sau khi lắp rất có thể khác nhau khi chất lượng lắp ráp khác nhau.

Để bảo đảm chất lượng lắp ráp, trong các nhà máy cơ khí thường sử dụng các phương pháp lắp ráp sau đây :

- + Phương pháp lắp lẩn hoàn toàn;
- + Phương pháp lắp lẩn không hoàn toàn;
- + Phương pháp chọn lắp;

- + Phương pháp lắp sửa;
- + Phương pháp lắp điều chỉnh;

Việc chọn phương pháp lắp ráp tùy thuộc vào yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm, sản lượng cần chế tạo, khả năng gia công cơ khí và trình độ công nhân phục vụ cho quá trình lắp ráp.

1. Phương pháp lắp lần hoàn toàn

Nếu ta lấy bất kỳ một chi tiết nào đó đã gia công đem lắp vào vị trí của nó trong sản phẩm lắp, vẫn bảo đảm yêu cầu làm việc mà không cần phải sửa chữa, hiệu chỉnh thì phương pháp này được gọi là phương pháp lắp lần hoàn toàn.

Lắp ráp theo phương pháp này đơn giản, năng suất lắp ráp cao, dễ định mức kỹ thuật chính xác, không đòi hỏi thợ có tay nghề cao, có thể thay thế phụ tùng dễ dàng.

Song nếu chuỗi kích thước lắp ráp gồm nhiều khâu mà dung sai khâu khép kín nhỏ, thì dung sai các khâu thành phần theo nguyên lý ảnh hưởng bằng nhau sẽ bằng dung sai khâu khép kín chia cho số khâu thành phần sẽ có giá trị rất nhỏ nghĩa là đòi hỏi các chi tiết khi chế tạo phải có độ chính xác rất cao, nhiều khi không thực hiện được hoặc nếu thực hiện được thì giá thành chế tạo sẽ cao.

Vì thế phương pháp lắp lần hoàn toàn chỉ thích hợp trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối với các sản phẩm đã được tiêu chuẩn hoá.

2. Phương pháp lắp lần không hoàn toàn

Như trên ta thấy việc áp dụng phương pháp lắp lần hoàn toàn không phải luôn có hiệu quả kinh tế, trong nhiều trường hợp nó bị hạn chế sử dụng.

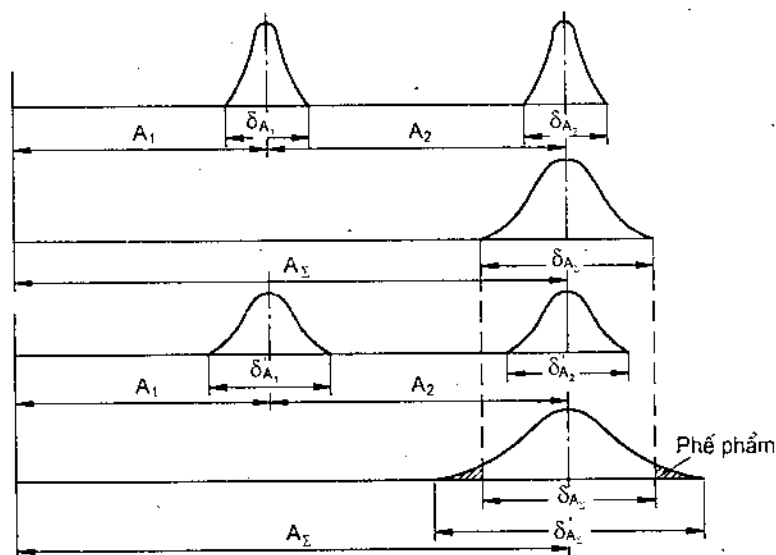
Phương pháp lắp lần không hoàn toàn về nguyên lý dựa trên việc sử dụng các số liệu trong lý thuyết xác suất để cho phép mở rộng dung sai của các khâu thành phần, của chuỗi kích thước lắp ráp cho dễ chế tạo nhưng vẫn bảo đảm độ chính xác lắp ráp. Tuy nhiên việc mở rộng phạm vi dung sai của các khâu thành phần sẽ đưa đến một số phế phẩm, tỷ lệ phế phẩm này tùy thuộc vào yêu cầu cho phép khi tính toán về mặt kinh tế để mở rộng dung sai.

Giả sử ta có chuỗi kích thước gồm ba khâu (h. 16.1): $A_1 + A_2 - A_3 = 0$, theo phương pháp lắp lần hoàn toàn ta có:

$$\delta_{A1} = \delta_{A2} = \delta_{A3} / 2$$

Nếu dùng phương pháp lắp lần không hoàn toàn thì dung sai các khâu thành phần là $\delta_{A3} / 2$ nhỏ, chế tạo khó khăn hoặc không kinh tế. Nếu dùng phương pháp lắp lần không hoàn toàn thì cho phép tăng δ_{A1} lên δ'_{A1} và δ_{A2} lên δ'_{A2} . Như vậy theo hình 16.1 ta thấy sẽ sinh ra một số phần trăm phế phẩm nhất định. Số phế phẩm này phụ thuộc vào quy luật phân bố của đường cong

xác suất và quan hệ giữa số khâu trong chuỗi vì số khâu nhiều, chúng có thể bù trừ cho nhau trong khi lắp.



Hình 16.1. Mở rộng dung sai chế tạo trong phương pháp lắp lần không hoàn toàn

Phương pháp lắp lần không hoàn toàn có thể áp dụng cho sản phẩm có độ chính xác cao và số khâu lại nhiều.

3. Phương pháp chọn lắp

Phương pháp này cho phép mở rộng dung sai chế tạo của các chi tiết nhưng độ chính xác mỗi lắp được bảo đảm qua việc đo và phân loại các chi tiết thành từng nhóm có dung sai nhỏ, sau đó đem các nhóm tương ứng tiến hành lắp lần với nhau.

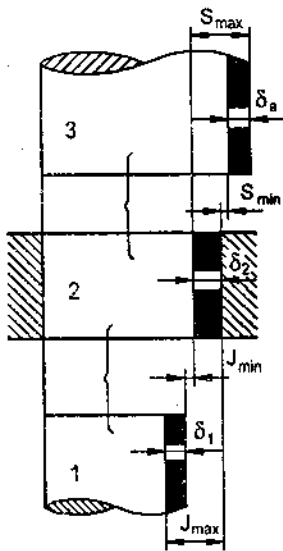
Ví dụ: khi lắp chi tiết bao 2 (lỗ) với chi tiết 1 bị bao (trục), mỗi lắp có khe hở J , hoặc với chi tiết 3 có độ dôi S , (h. 16.2). Ví dụ khi ta lắp ghép có khe hở J , dung sai lắp ghép δ :

$$\delta = J_{\max} - J_{\min} = \delta_1 + \delta_2$$

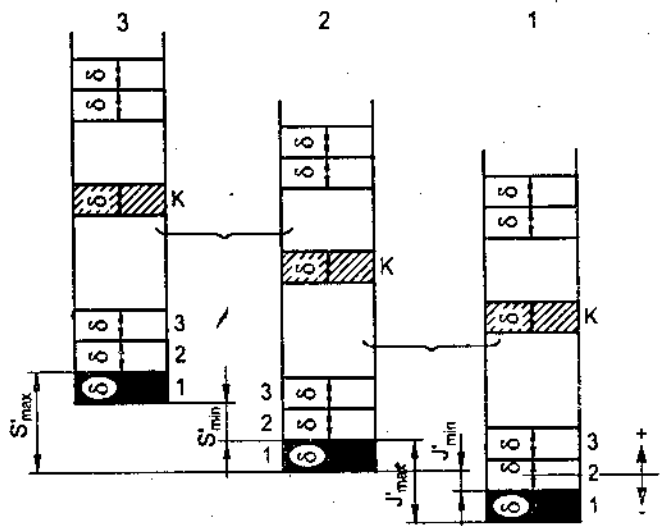
Nếu đem dung sai δ_1 và δ_2 chia ra làm n nhóm ($n=3$ trong hình 16.2) và phân loại kích thước chi tiết theo n khoảng, rồi đem lắp trục và lỗ của từng nhóm tương ứng với nhau (h. 16.3), khi đó dung sai lắp ghép δ' sẽ là:

$$\delta' = J'_{\max} - J'_{\min} = \frac{\delta_1 + \delta_2}{n}$$

Như vậy, sau khi phân nhóm có thể nâng độ chính xác mỗi lắp lên n lần, hoặc nói một cách khác là có thể cho phép mở rộng dung sai chế tạo của các chi tiết để chế tạo dễ hơn, sau đó phân nhóm và lắp chúng theo từng nhóm vẫn bảo đảm độ chính xác mỗi lắp.



Hình 16.2. Mối lắp có độ dôi S , và khe hở J



Hình 16.3. Phân nhóm chi tiết trong phương pháp chọn lắp

Tuy vậy, phương pháp chọn lắp có một số điểm cần chú ý:

- Ngoài việc phân nhóm theo kích thước khi chế tạo, các sai lệch hình dáng hình học, sai lệch về vị trí tương quan và độ nhám bề mặt phải tương ứng với dung sai mối lắp để bảo đảm chất lượng mối lắp.

- Để có thể lắp được hầu hết số chi tiết gia công trong từng nhóm, đòi hỏi đường cong phân bố kích thước của các chi tiết sẽ lắp với nhau phải đồng dạng. Nếu không đồng dạng sẽ có thừa chi tiết ở nhóm này mà lại thiếu chi tiết ở nhóm khác.

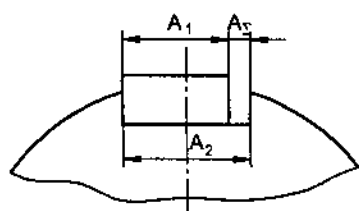
- Phương pháp này thường áp dụng cho các chuỗi kích thước có số khâu ít và khâu khép kín có độ chính xác cao. Ví dụ lắp pittông, xi lanh bơm cao áp, giữa đường kính ngoài của bạc và lỗ của hộp ...

4. Phương pháp lắp sửa

Phương pháp lắp sửa là phương pháp cho phép mở rộng dung sai của các khâu thành phần để dễ chế tạo, nhưng trong đó chọn một khâu cần phải sửa để thoả mãn yêu cầu lắp ráp. Công việc sửa này có thể thực hiện bằng tay hoặc gia công trên máy.

Ví dụ: khi lắp then vào rãnh của trục (h. 16.4), dung sai khâu lắp ghép $\delta_x = 0,02 \text{ mm}$, khi đó để lắp lần hoàn toàn, dung sai bề rộng then và rãnh then sẽ là $0,01 \text{ mm}$. Để dễ chế tạo, then được làm rộng hơn, sau đó sửa để lắp cho vừa với rãnh then.

Khi chọn khâu để sửa (khâu bồi thường) không nên chọn khâu chung của hai chuỗi kích thước liên kết làm khâu bồi thường, vì khi cạo sửa để thoả mãn chuỗi kích thước này thì sẽ không thoả mãn chuỗi kích thước kia.

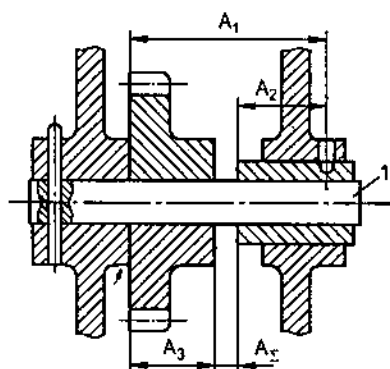


Hình 16.4. Lắp ghép bằng then

Phương pháp lắp sửa có nhược điểm là công việc sửa lắp hầu hết được thực hiện bằng tay, do đó chất lượng phụ thuộc vào tay nghề của công nhân, khó định mức thời gian chính xác cho công việc cạo sửa. Vì thế phương pháp này chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

5. Phương pháp lắp điều chỉnh

Phương pháp lắp điều chỉnh về cơ bản giống phương pháp lắp sửa, nghĩa là độ chính xác của khâu khép kín đạt được là nhờ thay đổi giá trị của khâu bồi thường. Nhưng phương pháp này khác ở chỗ không phải lấy đi một lớp kim loại mà là điều chỉnh vị trí của khâu bồi thường hoặc thay đổi kích thước khác nhau của khâu bồi thường để đạt độ chính xác của khâu khép kín.



Hình 16.5. Lắp ráp điều chỉnh

Ví dụ: Khi lắp bánh răng trong một hộp tốc độ (h. 16.5) để bảo đảm độ chính xác của khâu khép kín A_x có thể thực hiện bằng cách dịch chuyển bạc 1 và cố định vị trí bằng ren vít.

16.3. CÁC HÌNH THỨC TỔ CHỨC LẮP RÁP

Có hai hình thức tổ chức lắp ráp: lắp ráp cố định và lắp ráp di động. Việc chọn hình thức tổ chức lắp ráp có liên quan tới chất lượng sản phẩm và năng suất của quá trình lắp ráp. Khi chọn hình thức tổ chức lắp ráp cần căn cứ vào dạng sản xuất, tính chất của mỗi lắp, chất lượng mỗi lắp yêu cầu, đặc điểm của sản phẩm (khối lượng, hình dáng kết cấu, mức độ phức tạp của sản phẩm...).

1. Lắp ráp cố định

Lắp ráp cố định là một hình thức tổ chức lắp ráp mà các công việc lắp được thực hiện tại một hay một số địa điểm. Lắp ráp cố định được chia thành lắp ráp cố định tập trung và lắp ráp cố định phân tán.

a) Lắp ráp cố định tập trung

Đây là hình thức tổ chức lắp ráp mà đối tượng lắp được hoàn thành tại một vị trí nhất định, nó chỉ rời khỏi vị trí sau khi đã thành sản phẩm hoàn chỉnh. Hình thức lắp ráp này đòi hỏi diện tích mặt bằng làm việc lớn, tổ chức vận chuyển, chỗ làm việc tốt và công nhân có trình độ tay nghề cao.

Lắp ráp cố định thường sử dụng để lắp ráp các máy hạng nặng (máy cán, máy hơi nước...), nó cũng dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ để lắp các sản phẩm đơn giản, có ít nguyên công.

b) Lắp ráp cố định phân tán:

Hình thức này thích hợp với các sản phẩm phức tạp, có thể chia ra thành nhiều bộ phận độc lập, những bộ phận này được lắp ở chỗ riêng, sau đó mới đem đến vị trí lắp chung để tạo thành sản phẩm hoàn chỉnh.

So với lắp ráp cố định tập trung, hình thức này cho năng suất cao hơn, trình độ tay nghề và tính vận năng của công nhân lắp ráp không cần cao, do đó hạ giá thành lắp ráp.

Hình thức tổ chức lắp ráp cố định phân tán thích hợp với sản phẩm phức tạp, dùng trong sản xuất hàng loạt.

2. Lắp ráp di động

Trong hình thức lắp ráp di động, các nguyên công lắp ráp được tiến hành ở nhiều vị trí, đối tượng lắp ráp di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác để thực hiện các nguyên công lắp ráp cho tới khi tạo thành sản phẩm. Theo tính chất di động của đối tượng lắp ráp có thể chia thành hai loại: lắp ráp di động tự do và lắp ráp di động cưỡng bức.

a) Lắp ráp di động tự do:

Đây là hình thức tổ chức lắp ráp mà đối tượng lắp sau khi hoàn thành nguyên công lắp ráp tại một vị trí sẽ được di chuyển (bằng xe đẩy, cầu trục...) sang vị trí lắp tiếp theo một cách tự do mà không cần tuân theo nhịp của chu kỳ lắp.

b) Lắp ráp di động cưỡng bức:

Theo hình thức này, ở mỗi vị trí lắp ráp, thời gian để thực hiện công việc bằng hoặc xấp xỉ bằng nhịp của chu kỳ lắp ráp. Việc di chuyển đối tượng lắp được điều khiển thống nhất bằng các thiết bị như băng tải, xe lăn, bàn quay... Theo hình thức khi di chuyển, có thể chia ra hai trường hợp: di động cưỡng bức liên tục và di động cưỡng bức gián đoạn.

* Lắp ráp di động cưỡng bức liên tục trong đó đối tượng lắp được di chuyển liên tục, công nhân di chuyển theo để lắp, đến hết một đoạn nào đó

công nhân lại trở về vị trí cũ làm lại công việc (h. 16.6). Khi đó cần tính toán tốc độ dịch chuyển của đối tượng v để hoàn thành công việc theo đúng chu kỳ lắp:

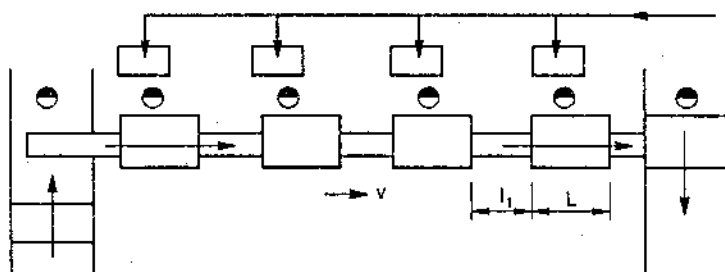
$$v = \frac{L + l_1}{T_m}$$

Trong đó: L : là đoạn đường để công nhân tiến hành lắp;

l_1 : đoạn đường dự trữ ;

T_m : chu kỳ lắp.

Lắp ráp di động cường bức liên tục thường dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, cho các sản phẩm có kích thước và khối lượng không lớn, có kết cấu đơn giản vì độ chính xác lắp ráp bị ảnh hưởng bởi quá trình vận chuyển.



Hình 16.6. Sơ đồ lắp ráp di động cường bức liên tục

* Lắp ráp di động cường bức gián đoạn là hình thức lắp ráp mà đối tượng lắp được dừng lại ở các vị trí lắp trong khoảng thời gian xác định (bằng nhịp lắp ráp) để công nhân thực hiện nguyên công lắp ráp, sau đó tiếp tục di chuyển tới vị trí lắp tiếp theo.

Như vậy nhịp lắp ráp (T_m) trong trường hợp này bao gồm hai thành phần:

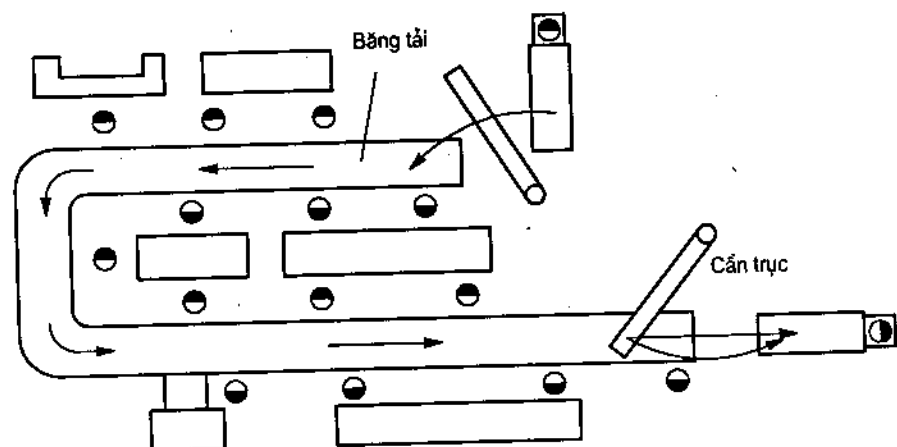
$$T_m = t_r + t_d$$

Trong đó: t_r : thời gian để thực hiện công việc lắp ráp ;

t_d : thời gian cần thiết để di chuyển đối tượng từ vị trí lắp ráp này sang vị trí khác.

Hình 16.7 là sơ đồ dây chuyền lắp ráp di động cường bức gián đoạn. Sau một thời gian xác định (T_m) đối tượng lắp ráp được di chuyển sang chỗ làm việc kế bên bằng băng tải, cần trục.

Lắp ráp di động cường bức gián đoạn thường dùng cho các sản phẩm có trọng lượng trung bình, có mối lắp phức tạp, độ chính xác lắp ráp cao.



Hình 16.7. Sơ đồ dây chuyền lắp ráp di động cường bức gián đoạn

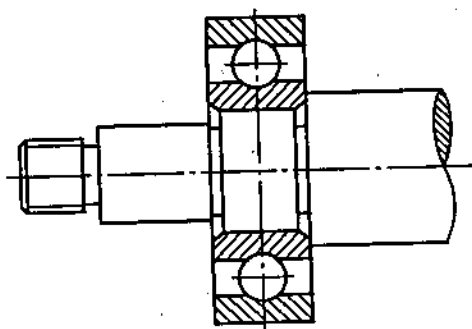
Để nâng cao năng suất và chất lượng lắp ráp, trong thực tế người ta thường phối hợp các hình thức lắp ráp kể trên.

16.4. THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

Mục đích của thiết kế quy trình công nghệ lắp ráp là bảo đảm chất lượng sản phẩm, độ bền vững và độ tin cậy theo thời gian đồng thời vẫn bảo đảm năng suất và hiệu quả kinh tế cao. Do đó nội dung của quy trình công nghệ lắp ráp là xác định trình tự các công việc cần làm để có thể lắp ráp sản phẩm thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật một cách kinh tế nhất.

Quá trình lắp ráp cũng như quá trình công nghệ gia công cơ cũng được chia ra các nguyên công, bước, động tác.

Ví dụ: Nguyên công lắp ráp ổ bi vào trục (h. 16.8) bao gồm hai bước: ép ổ bi vào trục và kiểm tra sau khi ép. Mỗi bước có các động tác điều chỉnh vị trí của trục trên máy ép, đặt ổ bi lên đầu trục, đặt bạc ép lên ổ bi, ép cần máy ép, dùng máy ép, kiểm tra vị trí của ổ bi ...



Hình 16.8. Lắp ổ bi vào trục

1. Trình tự thiết kế quy trình công nghệ lắp ráp

Thiết kế quy trình công nghệ lắp ráp bao gồm các công việc theo trình tự sau:

- 1) Nghiên cứu bản vẽ lắp, phân tích các chuỗi kích thước lắp ráp.
- 2) Chọn phương pháp lắp ráp sản phẩm.
- 3) Lập sơ đồ lắp, xác định thứ tự các nguyên công, các bước lắp ráp.
- 4) Chọn hình thức tổ chức lắp ráp.
- 5) Xác định nội dung cho mỗi nguyên công, mỗi bước lắp ráp.
- 6) Xác định điều kiện kỹ thuật cho từng mối lắp, cụm, bộ phận lắp.
- 7) Chọn dụng cụ, đồ gá và thiết bị cần thiết.
- 8) Chọn phương pháp và cơ cấu kiểm tra chất lượng lắp ráp.
- 9) Xác định phương pháp vận chuyển và thiết bị vận chuyển.
- 10) Xác định định mức thời gian cho từng nguyên công. Tính toán so sánh các phương án về mặt kinh tế.
- 11) Xây dựng các tài liệu cần thiết (bản vẽ, sơ đồ lắp, quy trình công nghệ thống kê trang bị, dụng cụ ...).

Để có thể thiết kế quy trình công nghệ lắp ráp cần có các tài liệu sau:

- + Bản vẽ lắp thể hiện rõ vị trí của các chi tiết với đầy đủ các đặc tính kỹ thuật, yêu cầu khi nghiệm thu, các yêu cầu cần thực hiện khi lắp, kèm theo bản thống kê các chi tiết.
- + Sản lượng và mức độ ổn định của sản phẩm.
- + Các sổ tay, tài liệu về thiết bị, đồ gá, dụng cụ lắp ráp.
- + Khả năng về kỹ thuật của xí nghiệp.

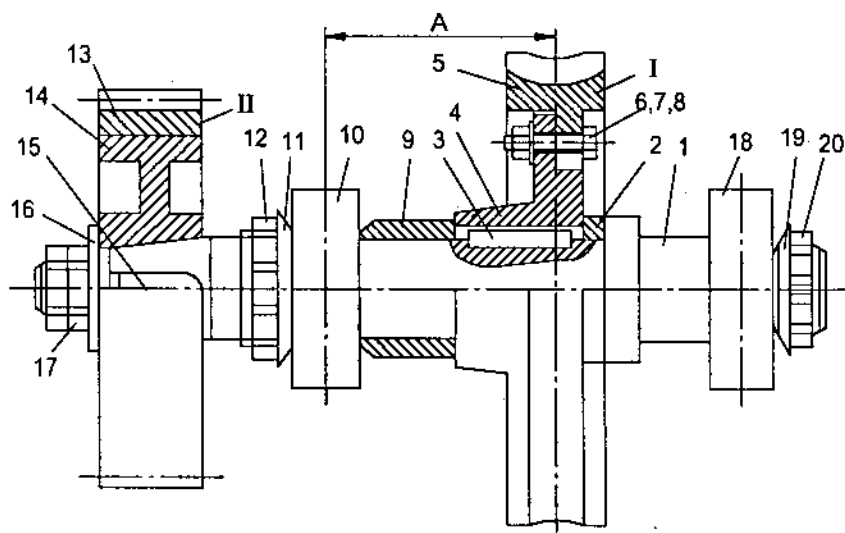
2. Lập sơ đồ lắp ráp

Trong một sản phẩm có thể chia ra thành các bộ phận, mỗi bộ phận chia thành các cụm, mỗi cụm có nhiều nhóm, mỗi nhóm gồm nhiều chi tiết lắp thành. Mỗi phần chia nhỏ (bộ phận, cụm, nhóm) được gọi là một đơn vị lắp. Trong mỗi đơn vị lắp, ta chọn một chi tiết cơ sở là chi tiết mà các chi tiết khác (có thể cả các đơn vị lắp khác) sẽ lắp lên nó theo một thứ tự xác định.

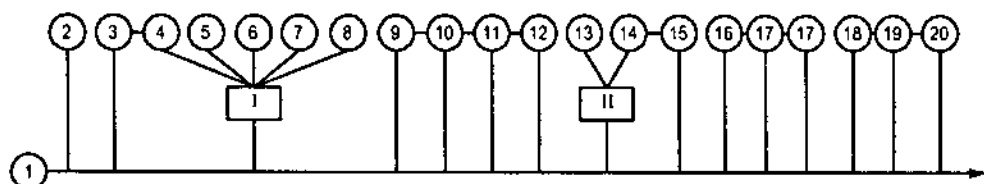
Như vậy các chi tiết sẽ được lắp thành các nhóm, sau đó thành các cụm, các bộ phận và có thể cùng các chi tiết độc lập khác lắp lên chi tiết cơ sở chung để tạo thành sản phẩm lắp.

Nhìn vào sơ đồ lắp ta có thể biết được các đơn vị lắp và trình tự lắp ráp sản phẩm.

Hình 16.9 là bản vẽ lắp của một cụm chi tiết và (h. 16.10) là sơ đồ lắp của cụm đó. Trong cụm chi tiết có hai nhóm: I (bánh vít) và II (bánh răng), chi tiết cơ sở của cụm là chi tiết trục 1.



Hình 16.9. Bản vẽ lắp cụm chi tiết trực



Hình 16.10. Sơ đồ lắp cụm chi tiết trực

Mỗi một chi tiết hoặc một đơn vị lắp được thể hiện trên sơ đồ lắp bằng một khung hình tròn hoặc khung chữ nhật, trong đó ghi rõ tên, ký hiệu, số lượng chi tiết (h. 16.11).

Kí hiệu	Số lượng
Tên chi tiết	

Hình 16.11. Ô ký hiệu trên sơ đồ lắp

Khi lập sơ đồ lắp cần chú ý:

+ Chọn đơn vị lắp sao cho không có chênh lệch quá lớn về số lượng, khối lượng và kích thước chi tiết lắp để có thể dễ định mức lao động, tạo khả năng đồng bộ khi lắp ráp theo dây chuyền, nâng cao năng suất.

+ Chọn đơn vị lắp để khi lắp được thuận tiện nhất, số chi tiết lắp trực tiếp lên chi tiết cơ sở của sản phẩm càng ít càng tốt để tránh bỏ sót khi lắp.

+ Khi cần kiểm tra một bộ phận nào đó nên tách chúng ra một đơn vị riêng để kiểm tra dễ dàng, thuận tiện.

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 16

1. Khái niệm, vị trí và nhiệm vụ của công nghệ lắp ráp.
2. Các phương pháp lắp ráp (nội dung, phạm vi sử dụng của từng phương pháp).
3. Các hình thức tổ chức lắp ráp (nội dung, phạm vi sử dụng).
4. Cách lập sơ đồ lắp.

Chương 17

LẮP RÁP MỘT SỐ MỐI LẮP ĐIỂN HÌNH

Trong công nghệ lắp ráp, yếu tố được quan tâm đầu tiên là thực hiện các mối lắp ghép. Các mối lắp ghép được chia thành hai loại chính: mối lắp ghép cố định và mối lắp ghép di động.

Mối lắp ghép cố định là mối lắp ghép mà vị trí tương đối giữa các chi tiết không đổi. Mối lắp ghép cố định được chia ra thành mối lắp cố định tháo được và mối lắp cố định không tháo được. Mối lắp cố định tháo được như mối lắp ren vít, chêm, then, côn...; mối lắp cố định không tháo được như: hàn, tán, dán, ép...

Mối lắp ghép di động là mối lắp ghép mà các chi tiết lắp có khả năng dịch chuyển tương đối với nhau. Mối lắp di động cũng được chia thành hai loại: mối lắp di động tháo được và không tháo được. Mối lắp di động tháo được như: mối lắp pittông-xi lanh, khớp trượt, ăn khớp bánh răng; mối lắp di động không tháo được như ổ bi, khớp xoắn...

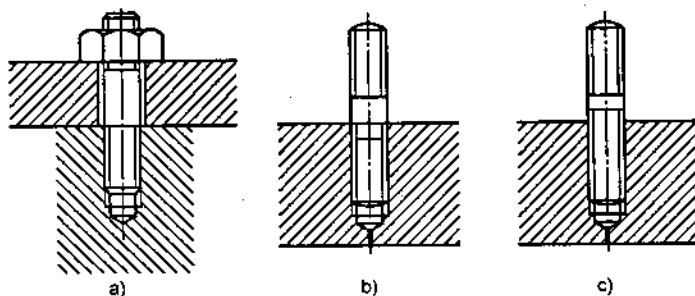
17.1. LẮP CÁC MỐI LẮP CỐ ĐỊNH THÁO ĐƯỢC

1. Mối lắp có ren

Mối lắp có ren được sử dụng rộng rãi, dễ tháo lắp, có khả năng lắp lẫn. Khối lượng lao động lắp ghép bằng ren chiếm khoảng 25 - 35 % khối lượng lao động lắp ráp nói chung.

Yêu cầu với mối lắp có ren là phải chặt, bảo đảm độ bền của ren dưới tải trọng (xoắn, nén), bảo đảm độ kín khít (với ren nối ống dẫn khí, dẫn chất lỏng).

Mối lắp ghép có ren thường là mối lắp vít cấy, bulông, đai ốc.



Hình 17.1 Mối lắp bằng vít cấy.

Vít cấy là chi tiết hình trụ, hai đầu có ren, dùng để lắp hai chi tiết vào nhau, sau đó dùng đai ốc vặn vào (h. 17.1a). Yêu cầu với vít cấy là khi lắp phải thẳng, không được nghiêng, cong, không cao quá hoặc thấp quá, vít cấy có thể có hoặc không có rãnh thoát ren (h. 17.1 b, c).

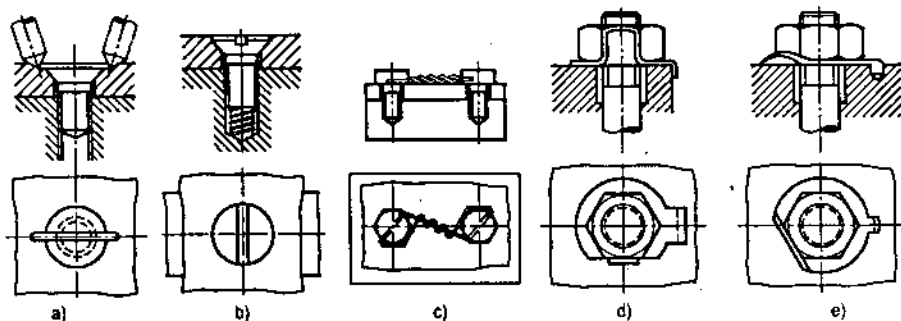
Để lắp vít cấy có thể dùng hai đai ốc công nhau, trong sản xuất hàng loạt lớn có thể dùng các chìa vặn chuyên dùng (h. 17.2).

Mối lắp bulông đai ốc là mối lắp thường hay được sử dụng, yêu cầu khi lắp là mũ ốc phải áp sát vào mặt chi tiết, không kênh, hở, không gây cháy ren.

Khi lắp nhiều mũ ốc trên một chi tiết, nên vặn theo một thứ tự nhất định, với lực vặn đều nhau để tránh cho chi tiết đó bị biến dạng.

Một số trường hợp cần bảo đảm lực xiết khi vặn bulông, đai ốc, khi ấy phải dùng chìa vặn có cơ cấu chỉ thị mômen xoắn đạt được hoặc dùng đồng hồ đo biến dạng kéo dài của bulông dưới tác dụng của lực xiết.

Trong quá trình làm việc, đai ốc, bulông dễ bị tháo lỏng, để khắc phục có thể dùng các biện pháp như (h. 17.3) tán (a), lò xo (b), dây hãm (c), đệm (d).



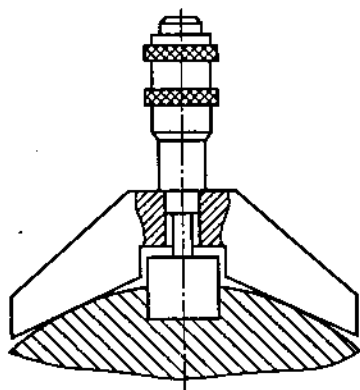
Hình 17.3. Các phương pháp chống tháo lỏng mũ ốc

2. Mối lắp ghép bằng then

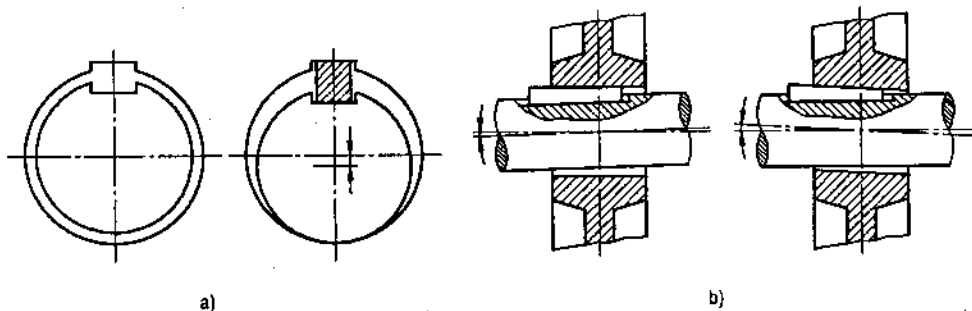
Mối lắp ghép với then bằng thường hay được sử dụng, then thường lắp chặt với trục, lắp lỏng với lỗ. Trước khi lắp phải kiểm tra chiều rộng then, bề rộng rãnh then trên trục và trong lỗ, độ song song và độ đối xứng của rãnh then. Sau khi lắp then lên trục có thể kiểm tra theo sơ đồ (h. 17.4).

Khi mối lắp then không bảo đảm chính xác có thể làm sai lệch vị trí của lỗ lắp trên trục (h. 17.5), sau khi ghép then vào rãnh có thể làm cho trục lệch tâm so với lỗ, hoặc làm lỗ bị nghiêng.

Mối lắp bằng then bán nguyệt thường dùng để truyền mômen nhỏ. Khi cần đổi chiều và truyền mômen lớn thường dùng mối ghép bằng then hoa. Mối ghép bằng then hoa cũng dùng khi chỉ tiết lắp trên nó cần di trượt dọc trục trên then hoa. Mối ghép bằng then hoa có thể được định tâm bằng đường kính trong, đường kính ngoài hoặc bằng cạnh bên.



Hình 17.4. Kiểm tra lắp then trên trục



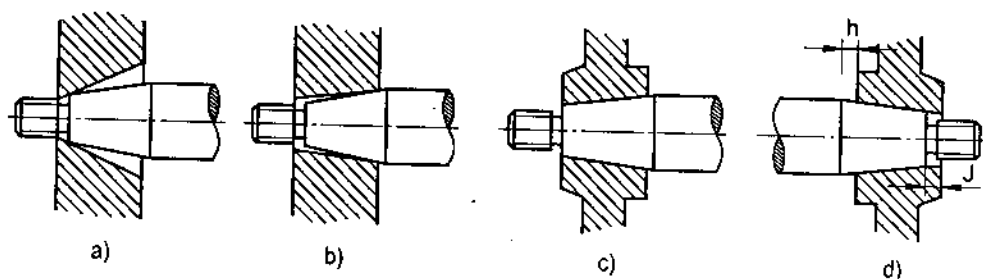
Hình 17.5. Sai lệch khi lắp ghép bằng then

3. Mối lắp ghép bằng côn

Mối lắp ghép bằng côn thường dùng để thay thế cho mối lắp trụ khi cần bảo đảm độ đồng tâm và độ cứng vững cao.

Độ chính xác của mối lắp bằng côn phụ thuộc vào độ chính xác góc côn ngoài, côn trong và độ nhám của bề mặt lắp ghép (h. 17.6 a,b,c). Ngoài ra khi lắp ghép, một phần ren trên trục phải ở bên trong lỗ côn (h. 17.6 d) để bảo đảm mối ghép chặt khi vặn ren.

Do khi gia công bề mặt côn trong và côn ngoài khó bảo đảm độ chính xác góc côn, nên mối lắp ghép bằng côn thường chỉ sử dụng khi thật cần thiết.



Hình 17.6. Mối lắp ghép bằng côn

17.2. LẮP CÁC MỐI LẮP CỐ ĐỊNH KHÔNG THÁO ĐƯỢC

Các mối lắp cố định không tháo được bao gồm những mối lắp ghép có độ dôi, hàn, tán, dán... các chi tiết với nhau.

Các mối lắp căng có độ dôi thường dùng lắp giữa chi tiết bị bao và chi tiết bao (lắp bạc vào lỗ) có thể thực hiện bằng cách nung nóng chi tiết bao, làm lạnh vật bị bao hoặc ép nguội.

1. Lắp căng bằng cách nung nóng chi tiết bao

Cách này thường dùng cho mối ghép có đường kính lớn, chiều dài nhỏ và chịu tải trọng nặng. Dùng cách này đạt được độ căng tốt vì nó không san bằng các nhấp nhô bề mặt.

Khi nung nóng, kích thước tăng lên do giãn nở vì nhiệt. Độ giãn kích thước đường kính lỗ (Δd_a) khi nung nóng được xác định:

$$\Delta d_a = \alpha \cdot d_a \cdot (t_2 - t_1)$$

trong đó: α : hệ số giãn nở ngang của vật liệu khi nung nóng.

d_a : đường kính lỗ ban đầu.

$t_2 - t_1$: độ chênh lệch nhiệt độ trước và sau khi nung.

Nếu gọi (i) là độ dôi: $i = d_b - d_a$, (d_b là đường kính trục).

Để tạo độ căng mối lắp: $i < \Delta d_a$, do đó $i < \alpha \cdot d_a \cdot (t_2 - t_1)$.

$$t_2 = \left(t_1 + \frac{i}{\alpha \cdot d_a} \right) \cdot k$$

trong đó: k : hệ số trừ hao phần nhiệt bị nguội khi lắp.

Nung nóng có thể thực hiện trong dầu, lò điện... Phương pháp này có nhược điểm là những chi tiết phức tạp sẽ dễ bị biến dạng như cong, vênh, nứt khi nung nóng, lớp bề mặt dễ bị oxi hoá khi nung trong lò.

2. Lắp căng bằng cách làm lạnh chi tiết bị bao

Phương pháp làm lạnh chi tiết bị bao khắc phục được nhược điểm của quá trình nung nóng nhưng chi phí tăng lên do phải sử dụng các thiết bị phức tạp. Thiết bị làm lạnh bằng CO₂ có thể làm lạnh tới nhiệt độ -75° C, bằng không khí và nitơ lỏng có thể hạ nhiệt tới -190° C. Khi làm lạnh cần chú ý tránh làm lạnh tức thời để chi tiết không bị biến dạng đột ngột. Thời gian làm lạnh tùy thuộc vào kích thước, hình dáng chi tiết có thể từ 15 phút tới 1 giờ.

3. Lắp căng bằng cách ép

Phương pháp này dùng lực để ép nguội chi tiết, trong quá trình ép cần phải giải quyết hai vấn đề cơ bản là định hướng chi tiết khi ép và xác định lực ép cần thiết cho mỗi ghép. Để dẫn hướng cho tâm chi tiết bị bao (trục) trùng với tâm của chi tiết bao (lỗ) có thể bằng cách vát đầu trục, vát mép lỗ và dùng các cơ cấu dẫn hướng trên đồ gá.

Lực ép được tính căn cứ vào mômen tác dụng vào mỗi ghép (M_t), mômen này được cân bằng với mômen do lực ép ở mỗi ghép sinh ra:

$$M_t = k.F.r$$

trong đó: k : là hệ số an toàn, ($k = 1,5 - 2$).

r : bán kính bề mặt chi tiết lắp.

Lực ép (F) được tính toán từ công thức:

$$F = f \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot p \quad (\text{kg})$$

trong đó: f - hệ số ma sát khi ép ($k = 0,05-0,22$ đối với thép; $0,06-0,14$ đối với gang);

p - áp suất tiếp xúc trên bề mặt lắp (kg/cm^2);

l - chiều dài bề mặt lắp (cm);

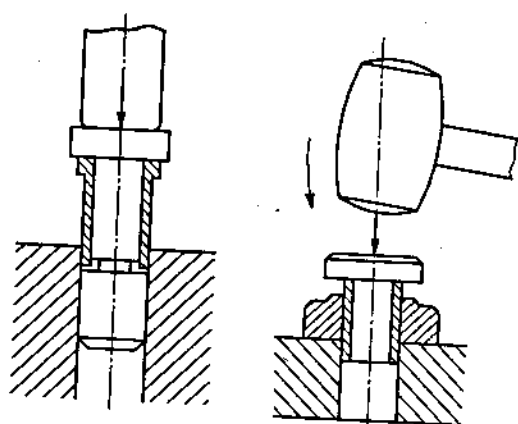
d - đường kính mối lắp (cm).

17.3. LẮP CÁC MỐI LẮP DI ĐỘNG

Các mối lắp di động được dùng phổ biến trong ngành chế tạo máy, trong đó phổ biến nhất là lắp các ổ trục và lắp các bộ truyền ăn khớp răng.

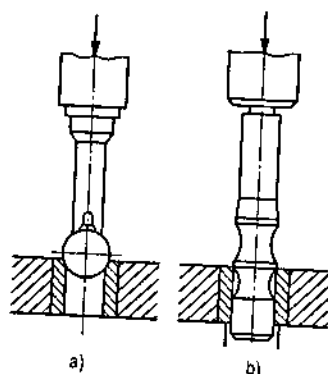
1. Lắp các ổ trượt liên

Các ổ trượt liên (bạc lót) có đặc điểm là đường kính ngoài của ổ lắp chặt với lỗ gối đỡ, còn đường kính trong lắp lỏng với trục.



Hình 17.7. Định hướng khi ép ổ trượt

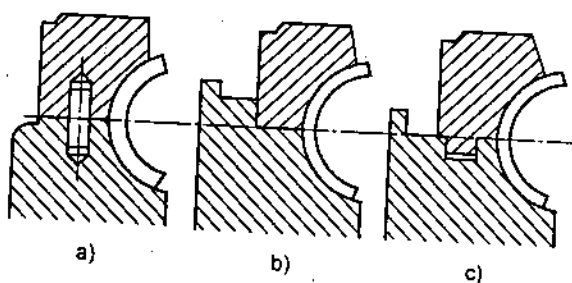
Khi lắp bạc vào lỗ có thể dùng cách nung nóng lỗ sẽ lắp bạc, làm lạnh chi tiết bạc hoặc bằng cách ép nguội. Thường hay dùng cách ép nguội vì đơn giản, dễ sử dụng, khi ép bạc cần chú ý định hướng tốt để tránh biến dạng (h. 17.7). Để bảo đảm hình dạng của lỗ bạc sau khi ép, có thể dùng búa hoặc chày nong để sửa đúng lỗ (h. 17.8).



Hình 17.8. Sửa đúng lỗ bạc sau khi ép

2. Lắp các ổ trượt hai nửa

Các ổ trượt hai nửa thường chế tạo bằng hợp kim bền trong có phủ một lớp vật liệu chịu ma sát với chiều dày khoảng 0,4 - 0,9 mm. Khi lắp có thể định tâm hai nửa ổ (h. 17.9) bằng chốt định vị (a), bằng gờ, rãnh định vị (b, c). Bạc hai nửa khi lắp vào thân gối đỡ theo chế độ lắp trung gian, phải tạo ra một áp suất nhất định giữa bạc và thành lỗ để bạc tiếp xúc đều, kín, không xê dịch khi làm việc.

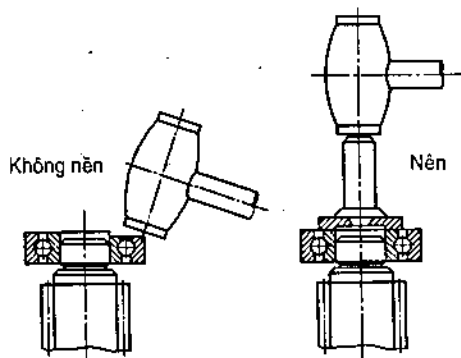


Hình 17.9. Định tâm hai nửa ổ trong gối đỡ

3. Lắp các ổ lăn

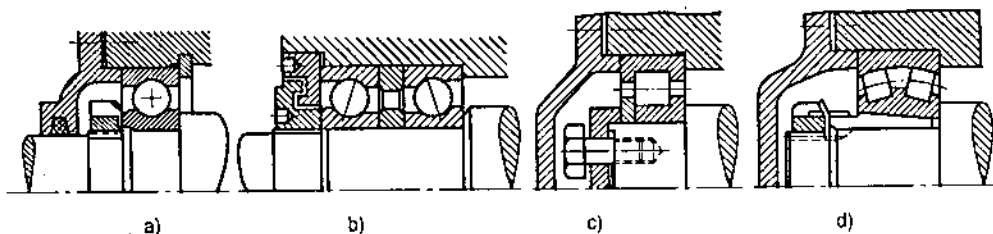
Khi lắp ổ lăn, để trong quá trình làm việc ổ không bị kẹt do giãn nở vì nhiệt, người ta dùng hai cách lắp: vòng trong của ổ lắp chặt với trục còn vòng ngoài lắp trượt với lỗ hoặc vòng trong lắp trượt với trục còn vòng ngoài lắp chặt với lỗ.

Khi lắp chặt vòng trong với trục, người ta phải luộc ổ bi trong dầu (ở nhiệt độ $60 - 100^{\circ}\text{C}$ trong khoảng 15 - 20 phút) sau đó ép vào trục, khi ép cần phải dẫn hướng tốt, tránh dùng búa gõ trực tiếp lên ổ (h. 17.10) có thể làm giảm tuổi bền của ổ.



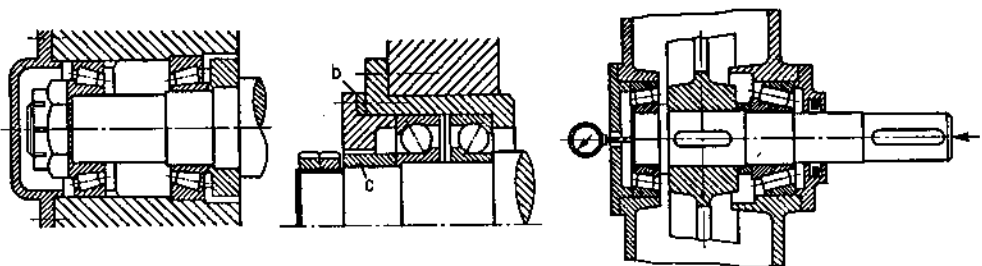
Hình 17.10. Lắp chặt ổ bi lên trục

Ổ bi sau khi lắp cần phải cố định vị trí của chúng theo chiều trục: có thể dùng vòng găng (h. 17.11a), cơ cấu ren vít (h. 17.11b, c, d) kết hợp với vai trục và nắp ổ.



Hình 17.11. Các cách chặn ổ lăn theo chiều trục

Khi lắp các ổ bi đỡ chặn, ổ bi còn phải điều chỉnh khe hở hướng trục của ổ để bảo đảm khe hở làm việc. Điều chỉnh có thể thực hiện bằng ren vít (đai ốc hay vít điều chỉnh) hoặc bằng cách thêm, bớt vòng đệm (h. 17.12).



Hình 17.12. Điều chỉnh khe hở hướng trục của ổ bi

Hình 17.13. Kiểm tra khe hở hướng trục sau khi lắp

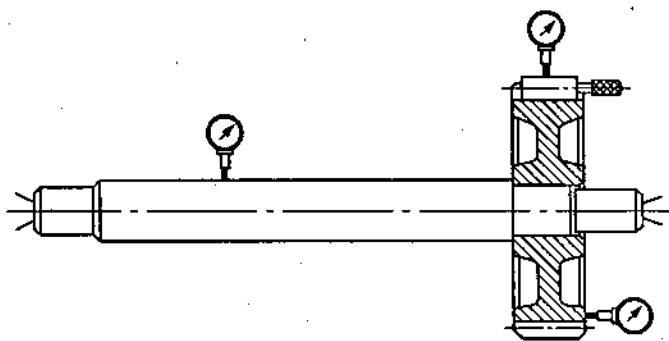
Sau khi lắp xong các ổ bi, ta tiến hành kiểm tra khe hở hướng kính, hướng trục. Hình 17.13 là sơ đồ kiểm tra khe hở hướng trục của ổ bi đỡ chặn sau khi lắp.

17.4. LẮP RÁP BỘ TRUYỀN ĂN KHỚP RĂNG

1. Lắp bộ truyền bánh răng trụ

Trong truyền động bằng bánh răng ở các máy thì bánh răng trụ chiếm 75 - 80% số lượng.

Bánh răng trụ có thể lắp trượt, lắp chặt, lắp lỏng lên trục. Khi lắp chặt cần phải dẫn hướng tốt khi ép bánh răng vào trục. Sau khi lắp cần kiểm tra độ đảo hướng kính, hướng trục của bánh răng so với trục (h. 17.14). Trục lắp bánh răng được gá đặt trên hai khối V hoặc gá trên hai mũi tâm, đo độ đảo hướng trục khi quay bánh răng bằng cách dùng đồng hồ so tỳ vào mặt đầu của bánh răng. Đo độ đảo hướng kính của vòng chia của bánh răng bằng cách dùng con lăn kiểm đặt trên rãnh răng, đồng hồ so đo qua con lăn kiểm ở một số vị trí trên vành răng. Các con lăn kiểm được chế tạo chính xác tùy theo môđun răng cần kiểm.



Hình 17.14. Kiểm tra sau khi ép bánh răng

Để truyền mômen xoắn bánh răng được lắp lên trục có then hoặc then hoa, cố định vị trí chiều trục của bánh răng có thể dùng vai trục, bạc chặn, chốt, vít chỉ, đai ốc...

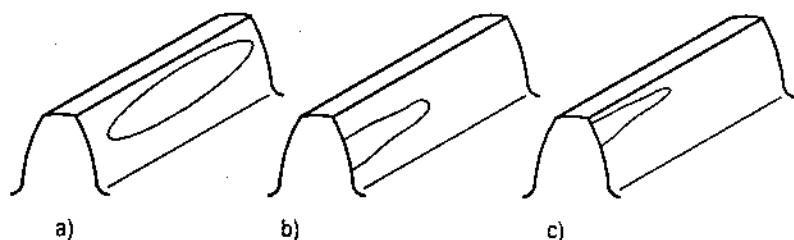
Sau khi lắp bánh răng cần phải kiểm tra chất lượng của bánh răng theo yêu cầu như:

- + Kiểm tra độ đảo hướng kính và hướng trục (h. 17.14).
- + Kiểm tra khe hở mặt bên của răng.
- + Kiểm tra sự ăn khớp nhẹ và êm của bánh răng.
- + Kiểm tra vị trí ăn khớp của bánh răng.
- + Kiểm tra tiếng ồn của bánh răng.

Kiểm tra khe hở mặt bên của răng có thể đơn giản bằng cách giữ một bánh răng cố định còn bánh răng kia xoay qua lại và đánh giá bằng mắt theo kinh nghiệm. Cũng có thể dùng dây chỉ đặt vào giữa hai bề mặt răng ăn khớp xoay qua lại rồi đo chiều dày dây chỉ bị cán mỏng để xác định khe hở ăn khớp.

Kiểm tra ăn khớp nhẹ và êm của bánh răng dựa trên việc ăn khớp của hai bánh răng, trong đó dùng một tay đòn có gắn đồng hồ đo mômen xoắn để quay một trong hai bánh răng, từ đó xác định được lực cần thiết để quay bánh răng.

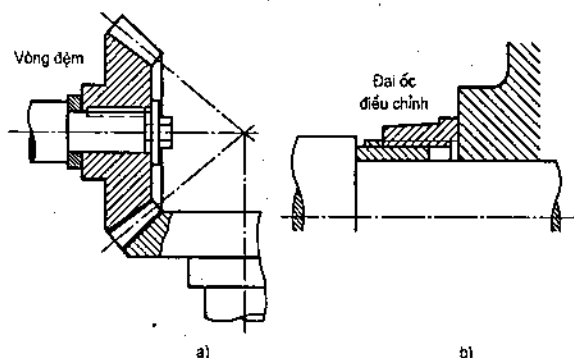
Kiểm tra vị trí ăn khớp của bánh răng được dựa vào vết tiếp xúc (hình 17.15). Người ta bôi một lớp sơn mỏng lên bề mặt làm việc của một bánh răng rồi quay cho chúng ăn khớp một vòng và đánh giá vị trí ăn khớp qua vết sơn để lại trên mặt răng của bánh răng kia, (h. 17.15 a) là vị trí ăn khớp đúng.



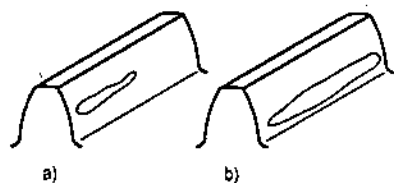
Hình 17.15. Kiểm tra vị trí ăn khớp của bánh răng

Kiểm tra tiếng ồn của bánh răng bằng cách cho máy chạy và đo tiếng ồn. Với tốc độ 5 - 6,5 m/s, tiếng ồn cho phép là 80 - 85 dB.

2. Lắp bộ truyền bánh răng côn



Hình 17.16. Điều chỉnh ăn khớp



Hình 17.17. Vết tiếp xúc trên bánh răng côn

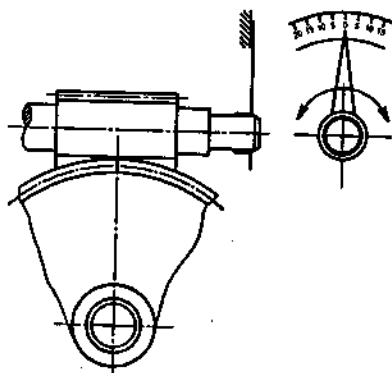
Bánh răng côn lắp lên trục bằng cách lắp chặt hoặc bằng then, then hoa tương tự như bánh răng trụ. Khi lắp bánh răng côn phải điều chỉnh ăn khớp

của hai bánh răng bằng cách dịch chuyển chiều trục của một trong hai bánh răng. Có thể điều chỉnh bằng cách thêm bột hay thay đổi vòng đệm (h. 17.16 a), hoặc dùng đai ốc điều chỉnh (h. 17.16 b).

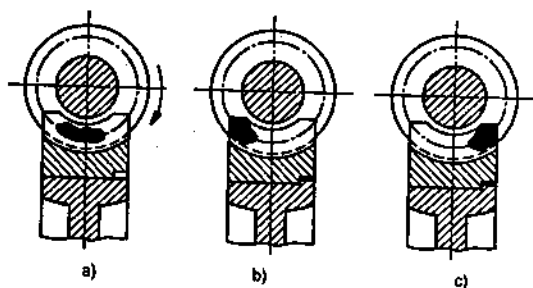
Sau khi điều chỉnh, có thể đánh giá sự ăn khớp qua vết tiếp xúc. Khi quay không tải, vết ăn khớp dịch về phía đỉnh côn (h. 17.17 a), khi có tải vết ăn khớp chuyển về phía giữa cạnh răng (h. 17.17 b).

3. Lắp bộ truyền bánh vít - trục vít

Lắp bộ truyền bánh vít-trục vít cần phải bảo đảm các điều kiện ăn khớp tương tự như các bộ truyền bánh răng. Sau khi lắp có thể kiểm tra khe hở sườn răng bằng đồ gá (h. 17.18). Khi đó giữ chặt bánh vít đồng thời quay trục vít sang phải và trái để đánh giá khe hở sườn răng qua kim đồng hồ.



Hình 17.18. Kiểm tra khe hở sườn răng



Hình 17.19. Kiểm tra vết tiếp xúc

Kiểm tra vết tiếp xúc khi ăn khớp (h. 17.19), nếu ăn khớp tốt thì khi vết ăn khớp ở giữa hơi dịch một ít về hướng quay ra của bộ truyền (h. 17.19 a). Vết tiếp xúc không đúng có thể do nhiều nguyên nhân như: sai số hình dạng sườn răng, sai số hướng răng, độ không trùng tâm, độ không vuông góc của các lỗ trên hộp...

CÂU HỎI ÔN TẬP CHƯƠNG 17

1. Cách lắp mối lắp cố định tháo được (ren, then, côn)
2. Cách lắp các loại ổ trượt, so sánh nội dung các phương pháp lắp.
3. Cách lắp các loại ổ lăn.
4. Cách lắp các loại bánh răng trụ và kiểm tra sau khi lắp.
5. Cách lắp bánh răng côn.
6. Cách lắp bộ truyền trục vít, bánh vít.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Thế Đạt, Trần Văn Định và các tác giả khác. Công nghệ chế tạo máy - Tập 1, 2. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 1998.
2. Nguyễn Đắc Lộc, Tăng Huy. Điều khiển số và Công nghệ trên máy điều khiển số CNC. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 1996.
3. Popovici C. Tehnologia Constructiei de masini. Bucuresti, 1967.
4. Cusuta S. Tehnologia materialelor si masini unelte. Bucuresti, 1965.
5. Georgescu G.S. Indrumator pentru ateliere mecanice. Bucuresti, 1966.
6. Egorov M. Tehnologia Masinostroienia. Moskva, 1965.
7. Loscutop V.V. Zuboabratuvaiusie stanki. Moskva, 1978.
8. Merritt H.E. Gears. Pittman, London 1964.

MỤC LỤC

<i>Lời giới thiệu</i>	<i>Trang</i>
<i>Lời nói đầu</i>	3
	4
Phần một	
NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ SỞ CỦA CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY	5
Chương 1 : KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA	5
1.1. Quá trình sản xuất và quá trình công nghệ	5
1.1.1. Quá trình sản xuất	5
1.1.2. Quá trình công nghệ	5
1.2. Thành phần của quá trình công nghệ	6
1.3. Các dạng sản xuất	8
1.3.1. Dạng sản xuất đơn chiếc	8
1.3.2. Dạng sản xuất hàng loạt	8
1.3.3. Dạng sản xuất hàng khối	9
1.4. Nhịp sản xuất	9
1.5. Xác định dạng sản xuất	9
Câu hỏi ôn tập chương 1	10
Chương 2 : CHẤT LƯỢNG GIA CÔNG CHI TIẾT	
2.1. Chất lượng bề mặt gia công	11
2.1.1. Các yếu tố đặc trưng chất lượng bề mặt	11
2.1.2. Ảnh hưởng của chất lượng bề mặt đến khả năng làm việc của chi tiết máy	13
2.1.3. Các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng bề mặt	15
2.2. Độ chính xác gia công	18
2.2.1. Khái niệm	18
2.2.2. Các phương pháp đạt độ chính xác gia công trên máy công cụ	19
2.2.3. Các nguyên nhân ảnh hưởng tới độ chính xác gia công	21
Câu hỏi ôn tập chương 2	28
Chương 3 : CHUẨN VÀ GÁ ĐẶT	
3.1. Định nghĩa và phân loại chuẩn	29
3.1.1. Định nghĩa	29
3.1.2. Phân loại chuẩn	29
3.2. Gá đặt chi tiết khi gia công	33
3.2.1. Khái niệm	33
3.2.2. Các phương pháp gá đặt	33
3.3. Nguyên tắc sáu điểm khi định vị chi tiết gia công	34
3.4. Cách tính sai số gá đặt	38
3.4.1. Sai số kẹp chặt	38

3.4.2. Sai số đo gá	39
3.4.3. Sai số chọn chuẩn e_c	39
3.5. Các nguyên tắc khi chọn chuẩn	44
3.5.1. Chọn chuẩn thô	44
3.5.2. Chọn chuẩn tinh	46
Câu hỏi ôn tập chương 3	48

Chương 4 : PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ - QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

4.1. Ý nghĩa của việc thiết kế quy trình công nghệ	49
4.2. Các tài liệu ban đầu cần thiết khi thiết kế quy trình công nghệ	49
4.3. Trình tự thiết kế quy trình công nghệ	49
4.4. Một số bước thiết kế cơ bản	50
4.4.1. Kiểm tra tính công nghệ trong kết cấu chi tiết máy	50
4.4.2. Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi	53
4.4.3. Lập thứ tự các nguyên công	53
4.4.4. Thiết kế nguyên công	54
Câu hỏi ôn tập chương 4	56

Phần hai

ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CƠ KHÍ

Chương 5 : CHỌN PHÔI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI	58
5.1. Các phương pháp chế tạo phôi	58
5.2. Lượng dư gia công và xác định kích thước phôi	60
5.3. Các phương pháp gia công chuẩn bị phôi	62
Câu hỏi ôn tập chương 5	68

Chương 6 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG MẶT PHẪNG	
6.1. Khái niệm và các yêu cầu kỹ thuật khi gia công mặt phẳng	69
6.2. Các phương pháp gia công mặt phẳng	69
6.3. Kiểm tra mặt phẳng	86
Câu hỏi ôn tập chương 6	87

Chương 7 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG MẶT TRỤ NGOÀI	
7.1. Khái niệm và các yêu cầu kỹ thuật	88
7.2. Các phương pháp gia công mặt trụ ngoài	89
7.3. Kiểm tra trục	106
Câu hỏi ôn tập chương 7	107

Chương 8 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG LỖ	
8.1. Khái niệm, phân loại và các yêu cầu kỹ thuật	108
8.2. Các phương pháp gia công lỗ	108
8.3. Kiểm tra lỗ	126
Câu hỏi ôn tập chương 8	129

Chương 9 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG RÀNH THEN, THEN HOA	
9.1. Gia công rãnh then	130
9.2. Gia công then hoa	131
9.3. Kiểm tra then, then hoa	133
Câu hỏi ôn tập chương 9	134
Chương 10 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG REN	
10.1. Khái niệm và các yêu cầu kỹ thuật	135
10.2. Các phương pháp gia công ren	135
10.3. Kiểm tra ren	143
Câu hỏi ôn tập chương 10	145
Chương 11 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG RĂNG	
11.1. Khái niệm, phân loại và các yêu cầu kỹ thuật	146
11.2. Các phương pháp gia công bánh răng trụ	148
11.3. Về dầu răng	158
11.4. Các phương pháp gia công tính răng	159
11.5. Các phương pháp gia công bánh răng côn, răng thẳng	163
11.6. Kiểm tra bánh răng	167
Câu hỏi ôn tập chương 11	172
Chương 12 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BỀ MẶT ĐỊNH HÌNH	
12.1. Gia công bằng dao định hình	173
12.2. Gia công bề mặt định hình bằng đồ gá chép hình	174
12.3. Gia công bề mặt định hình trên máy chuyên dùng	177
Câu hỏi ôn tập chương 12	179
Chương 13 : CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG ĐẶC BIỆT	
13.1. Gia công bằng tia lửa điện	180
13.2. Gia công bằng chùm tia LASER	181
13.3. Gia công bằng siêu âm	182
13.4. Gia công điện hoá	183
13.5. Gia công bằng tia nước áp lực cao	185
Câu hỏi ôn tập chương 13	187
Chương 14 : CÔNG NGHỆ GIA CÔNG TRÊN MÁY ĐIỀU KHIỂN SỐ	
14.1. Các khái niệm cơ bản về điều khiển số	188
14.2. Máy điều khiển số	194
14.3. Hệ dụng cụ dùng cho máy gia công CNC, NC	201
14.4. Lập trình gia công trên máy CNC	208
14.5. Ví dụ minh hoạ	219
Câu hỏi ôn tập chương 14	221

Chương 15 : QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH

15.1. Quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng trục	222
15.2. Quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng hộp	233
15.3. Quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng bạc	237
15.4. Quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng càng	243

Phần III

CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

Chương 16 : CƠ SỞ CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

16.1. Khái niệm	249
16.2. Chất lượng lắp ráp và các phương pháp bảo đảm chất lượng lắp ráp	250
16.3. Các hình thức tổ chức lắp ráp	254
16.4. Thiết kế quy trình công nghệ lắp ráp	257
Câu hỏi ôn tập chương 16	260

Chương 17 : LẮP RÁP MỘT SỐ MỐI LẮP ĐIỂN HÌNH

17.1. Lắp các mối lắp cố định tháo được	261
17.2. Lắp các mối lắp cố định không tháo được	264
17.3. Lắp các mối lắp di động	265
17.4. Lắp ráp bộ truyền ăn khớp răng	268
Câu hỏi ôn tập chương 17	270
Tài liệu tham khảo	271
Mục lục	272

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI

Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THỤY

Biên tập nội dung :

NGUYỄN THỊ HIỀN

TRẦN VĂN THẮNG

Trình bày bìa :

TÀO HUYỀN

Sửa bản in:

BÌNH MINH

Chế bản :

ANH ĐỨC

Giáo trình CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

Mã số: 6H152M4

In 3.000 bản, khổ 16 x 24 cm. Tại Công ty in Thái Nguyên. Số in: 740. Số xuất bản: 65/108-04 CXB. In xong và nộp lưu chiểu tháng 8 năm 2004.



NGÔI SAO BẠCH KIM
CHẤT LƯỢNG
QUỐC TẾ

**TÌM ĐỌC GIÁO TRÌNH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO
TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP - DAY NGHỀ
CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC
(NGÀNH KHAI THÁC CƠ KHÍ)**

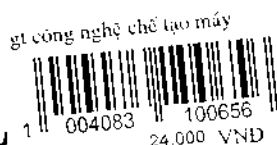
1. Cơ kĩ thuật GS. TS. Đỗ Sanh
2. An toàn lao động PGS.TS. Nguyễn Thế Đạt
3. Vẽ kĩ thuật PGS. Trần Hữu Quế
4. Vật liệu và công nghệ cơ khí PGS.TS. Hoàng Tùng
5. Dung sai lắp ghép - kĩ thuật đo lường
TS. Ninh Đức Tốn - TS. Nguyễn Thị Xuân Bảy
6. Kĩ thuật sửa chữa ô tô, máy nổ
GS.TS. Nguyễn Tất Tiến - GVC. Đỗ Xuân Kính
7. Công nghệ hàn (lý thuyết và ứng dụng)
TS. Nguyễn Thúc Hà - TS. Bùi Văn Hạnh - ThS. Võ Văn Phong
8. Cơ sở kĩ thuật cắt gọt kim loại
(Máy và dụng cụ cắt gọt kim loại - Phạm vi ứng dụng)
PGS. TS. Trần Sỹ Túy - TS. Nguyễn Tiến Lương
9. Kinh tế và quản trị doanh nghiệp (kinh tế và TCQLSX)
TS. Ngô Xuân Bình - TS. Hoàng Văn Hải
10. Công nghệ chế tạo máy Phí Trọng Hào - Nguyễn Thanh Mai
11. Máy tiện và gia công trên máy tiện
PGS. TS. Nguyễn Việt Tiếp

Bạn đọc có thể tìm mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục:

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên, 81 Trần Hưng Đạo, 23 Tràng Tiền.

Tại Đà Nẵng : 15 Nguyễn Chí Thanh.

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : 104 Mai Thị Lựu, Qu



Giá: 24.000đ