

**BỘ LAO ĐỘNG THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VĨNH LONG**

GIÁO TRÌNH

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

(Tài liệu lưu hành nội bộ)

Mã môn học: CK 1301

NĂM 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay trong sự nghiệp công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, ngành 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 được biên soạn gồm có 8 chương, mỗi chương 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.

Mặc dù đã cố gắng biên soạn với tinh thần và trách nhiệm cao nhất nhưng trong quá trình biên soạn chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp quý báu của các bạn đồng nghiệp để lần tái bản sau được hoàn thiện hơn.

Các ý kiến đóng góp xin gửi về Khoa Cơ khí Chế tạo máy trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long, số 73 Nguyễn Huệ, phường 2 TP Vĩnh Long.

CHƯƠNG 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

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 lợi ích cho con người.

Quá trình sản xuất trong nhà máy cơ khí là tập hợp các hoạt động có ích để biến vật liệu hay bán thành phẩm thành sản phẩm.

1.2.1. Quá trình công nghệ:

Quá trình công nghệ là một phần của quá trình sản xuất trực tiếp làm thay đổi hình dáng, kích thước, tính chất lý hóa của bản thân chi tiết và vị trí tương quan giữa các chi tiết trong sản phẩm.

Quá trình công nghệ gia công cơ là quá trình cắt gọt phôi để làm thay đổi hình dáng và kích thước của nó.

Quá trình công nghệ nhiệt luyện là quá trình làm thay đổi tính chất lý hóa của vật liệu chi tiết.

Quá trình công nghệ lắp ráp là quá trình tạo thành những quan hệ tương quan giữa các chi tiết thông qua các loại liên kết mối lắp ghép.

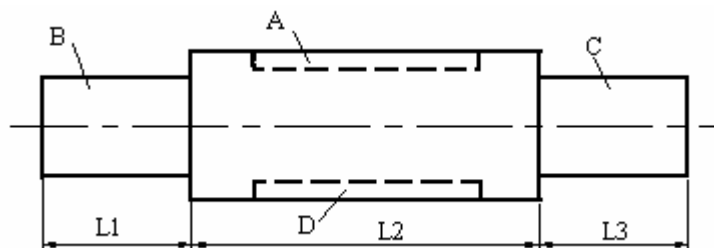
Xác định công nghệ hợp lý rồi ghi thành văn kiện công nghệ thì các văn kiện công nghệ đó gọi là quy trình công nghệ.

1.2. CÁC THÀNH PHẦN CỦA QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

1.2.1. Nguyên công:

Là một phần của quá trình công nghệ, được hoàn thành liên tục, tại một chỗ làm việc và do một hay một nhóm công nhân cùng thực hiện.

Nếu thay đổi một trong các điều kiện tính liên tục hoặc chỗ làm việc thì ta đã chuyển sang một nguyên công khác.



Hình 1-1
Tiện trục bậc

Thí dụ: Tiện một trục bậc như hình 1-1 có thể có 3 phương án gia công như sau:

Phương án 1: Tiện đầu B xong rồi trở đầu tiện ngay, đó là một nguyên công.

Phương án 2: Tiện đầu B xong cả loạt, xong mới tiện đầu C cũng cho cả loạt trên máy đó, như vậy ta đã chia thành 2 nguyên công vì tính liên tục không bảo đảm.

Phương án 3: Tiện đầu B trên máy số 1, tiện đầu C trên máy số 2. Như vậy cũng là 2 nguyên công vì chỗ làm việc đã thay đổi mặc dù tính liên tục vẫn bảo đảm.

Còn thực hiện nguyên công tiện xong, phay rãnh then A, D ở một máy khác đó là 2 nguyên công.

Nguyên công là đơn vị cơ bản của quá trình công nghệ để hạch toán kinh tế và tổ chức sản xuất. Phân chia quá trình công nghệ ra thành các nguyên công có ý nghĩa kỹ thuật và kinh tế.

* Ý nghĩa kỹ thuật: là ở chỗ không thể vừa tiện vừa phay hay vừa tiện vừa mài một chi tiết trên cùng một máy, nên phải chia thành 2 nguyên công

(khái niệm này đúng khi không có máy vạn năng tổ hợp).

* Ý nghĩa kinh tế: là ở chỗ việc phân chia thành ít hay nhiều nguyên công còn tùy thuộc điều kiện thiết bị và sản lượng hàng năm. Hoặc trên một máy chính xác không nên làm cả công việc thô lẫn công việc tinh mà phải chia thành 2 nguyên công thô và tinh cho 2 máy, máy gia công thô và máy gia công chính xác (vì máy gia công chính xác đắt tiền hơn máy gia công thô).

1.2.2. Gá:

Là một phần của nguyên công được hoàn thành trong một lần gá đặt chi tiết (một lần kẹp chặt). Một nguyên công có thể có một hay nhiều lần gá.

Thí dụ: Tiện một đầu rồi trở đầu kia (hình 1-1) để tiện là 2 lần gá.

1.2.3. Vị trí:

Là một phần của nguyên công, được xác định bởi một vị trí tương quan giữa chi tiết gia công với máy hoặc dụng cụ.

Cũng ở hình 1-1 nếu dùng ụ phân độ để gá đặt chi tiết khi phay rãnh then thì sẽ có 2 vị trí khi phay hai rãnh A, D. Như vậy một lần gá có thể có một hoặc nhiều vị trí.

1.2.4. Bước:

Là một phần của nguyên công được đặc trưng bởi:

- Gia công một bề mặt hoặc nhiều bề mặt cùng lúc.
- Sử dụng một dao hoặc một nhóm dao ghép.
- Cùng một chế độ cắt.

Thay đổi một trong 3 yếu tố trên là ta đã chuyển qua bước khác.

Thí dụ: Trên hình 1-1 khi ta sử dụng phương án 1 để gia công thì nguyên công tiện có hai bước khác nhau vì đã thay đổi bề mặt gia công, nghĩa là tiện đầu B là bước 1, tiện đầu C là bước 2.

1.2.5. Đường chuyển dao:

Là một phần của bước để hớt đi một lớp kim loại, sử dụng cùng một dao và cùng một chế độ cắt.

Thí dụ: Khi tiện đầu B của trục, do lượng dư quá lớn ta phải cắt 2 lần với n, s, t như nhau, đó là 2 đường chuyển dao trong cùng một bước. Nếu lần cắt thứ hai ta sử dụng chế độ cắt khác thì đó là hai bước chứ không phải hai đường chuyển dao.

1.2.6. Động tác:

Là một hành động của công nhân để điều khiển máy thực hiện việc gia công hay lắp ráp. Thí dụ: nhấn nút, quay ụ dao, xiết mâm cặp, . . .

1.3. CÁC DẠNG SẢN XUẤT VÀ HÌNH THỨC TỔ CHỨC SẢN XUẤT

* Các dạng sản xuất:

Dạng sản xuất là một khái niệm cho ta hình dung về qui mô sản xuất một sản phẩm nào đó. Nó giúp cho việc định hướng hợp lý cách tổ chức kỹ thuật - công nghệ cũng như tổ chức toàn bộ quá trình sản xuất. Các yếu tố đặc trưng cho dạng sản xuất là:

Sản lượng tính bằng đơn vị sản phẩm hoặc trọng lượng.

- Tính ổn định về chủng loại và số lượng sản phẩm.
- Tính lặp lại của quá trình sản xuất.
- Mức độ chuyên môn hoá trong sản xuất.

Sản lượng chi tiết cần chế tạo trong một năm của nhà máy được tính như sau:

$$N = N_0 . m . (1 + \frac{\beta}{100}) . (1 + \frac{\alpha}{100}) \quad (1-1)$$

Trong đó:

N_0 : số sản phẩm trong một năm theo kế hoạch.

m : Số lượng chi tiết như nhau trong một sản phẩm.

β : Số phần trăm gọt đầu kế hoạch (10 ÷ 20)%.

α : Số phần trăm phế phẩm cho phép ($\leq 3\%$).

Tuỳ thuộc vào các dạng đặc trưng đã nêu, người ta chia các dạng sản xuất như sau:

1.3.1. Dạng sản xuất đơn chiếc:

Sản lượng ít thường từ 1 đến vài chục chiếc, chủng loại nhiều, tính lặp lại không biết trước. Đối với dạng sản xuất này ta phải tổ chức kỹ thuật công nghệ như sau:

Thiết bị vạn năng đáp ứng tính đa dạng của sản phẩm. Máy móc được bố trí theo loại máy, thành từng bộ phận sản xuất khác nhau.

Trình độ thợ đa năng có thể thực hiện được nhiều công việc khác nhau.

Tài liệu hướng dẫn công nghệ chỉ là nét cơ bản, qui trình công nghệ chỉ thể hiện dưới dạng tiến trình.

1.3.2. Dạng sản xuất hàng loạt:

Sản lượng không ít, sản phẩm được chế tạo từng loại theo chu kỳ xác định và có tính tương đối ổn định.

Tuỳ theo sản lượng và mức độ ổn định của sản phẩm mà ta chia ra loạt nhỏ, loạt vừa và loạt lớn.

Dạng sản xuất loạt nhỏ gần với sản xuất đơn chiếc, còn sản xuất loạt lớn thường dùng nhiều thiết bị chuyên dùng, qui trình công nghệ được thành lập một cách khá tỉ mỉ.

1.3.3. Dạng sản xuất hàng khối:

Có sản lượng lớn, sản phẩm ổn định, trình độ chuyên môn hóa sản xuất cao, trang thiết bị, dụng cụ, công nghệ thường xuyên dùng, qui trình công nghệ được thiết kế và tính toán chính xác và được ghi thành các tài liệu công nghệ có nội dung rất chi tiết và tỉ mỉ. Việc bố trí thiết bị theo thứ tự nguyên công của qui trình công nghệ và tạo thành dây chuyền sản xuất. Trình độ thợ đứng máy không cần cao nhưng phải có thợ điều chỉnh máy giỏi. Dạng sản xuất hàng khối cho phép ta ứng dụng các phương pháp công nghệ tiên tiến, tạo điều kiện cơ khí hóa và tự động hóa sản xuất.

Khi sản xuất theo kiểu dây chuyền ta phải tính toán số lượng máy và năng suất làm việc ở từng nguyên công sao cho quá trình sản xuất đảm bảo đồng bộ tiến độ gia công, tuân theo nhịp sản xuất của dây chuyền. Nhịp sản xuất là khoảng thời gian lặp lại chu kỳ gia công hoặc lắp ráp, trong khoảng thời gian đó đối tượng sản xuất được hoàn thiện và được chuyển ra khỏi dây chuyền sản xuất.

$$t_n = T / N \quad (1-2)$$

t_n : nhịp sản xuất của dây chuyền.

T : khoảng thời gian làm việc (phút).

N : số lượng sản phẩm được hoàn thành trong thời gian T .

Để đảm bảo tính đồng bộ của dây chuyền sản xuất và đảm bảo số lượng sản phẩm theo kế hoạch cần phải thỏa mãn điều kiện:

$$Tnc_i = Kt_n \quad (1-3)$$

Trong đó :

Tnc_i : thời gian nguyên công thứ i của qui trình công nghệ.

K : số nguyên. Tùy thuộc $K = 1, 2, 3$ mà ta cần chọn số máy sao cho không bị ứ đọng sản phẩm.

Sự phát triển của nền kinh tế – xã hội trong vài thập kỷ gần đây đã xuất hiện nhu cầu đòi hỏi phải có sản phẩm đa dạng, mẫu mã luôn thay đổi, với số lượng nhỏ hoặc lớn theo nhu cầu từng lúc, từng nơi, từng đối tượng khách hàng. Do vậy đặc trưng của tổ chức kỹ thuật – công nghệ vừa chứa đựng những đặc trưng của sản xuất đơn chiếc vừa bao gồm các yếu tố của sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Để đáp ứng yêu cầu này nhiều kỹ thuật công nghệ mới đã được ứng dụng. Ví dụ gia công bằng CNC (Computer numerical control), với loại thiết bị này sẽ đáp ứng được:

- Gia công với chất lượng và năng suất cao và sản phẩm ổn định.
- Có khả năng thay đổi các hoạt động chức năng một cách dễ dàng nhờ xử lý phần mềm chương trình.
- Quá trình chuẩn bị được thực hiện nhanh chóng nhờ sử dụng các kỹ thuật tính toán hiện đại.

Ngày nay nhờ ứng dụng các thành tựu về điện tử – tin học, xử lý điện toán và kỹ thuật điều khiển tự động, công nghệ của quá trình sản xuất được thực hiện bởi các máy

và được điều khiển tự động nhờ máy tính điện tử, có khả năng lập trình đa dạng để thích nghi với sản phẩm mới.

Dạng sản xuất như vậy được gọi là sản xuất linh hoạt cũng là dạng sản xuất đặc trưng và ngày càng phổ biến trong xã hội.

❖ Các hình thức tổ chức sản xuất

Tổ chức sản xuất theo dây chuyền: mỗi nguyên công hoàn thành tại một địa điểm nhất định nhưng có quan hệ với nhau về mặt thời gian và không gian. Ta còn gọi là tuân thủ nhịp gia công T (phút) và bước vận chuyển L (mét). Số lượng nguyên công phải được tính toán thông qua nhịp sản xuất và độ tin cậy của từng nguyên công. Phương pháp tổ chức sản xuất theo dây chuyền luôn luôn mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Tổ chức sản xuất không theo dây chuyền: Mỗi nguyên công được thực hiện một cách độc lập, không có liên quan về không gian và thời gian với các nguyên công khác. Hiệu quả kinh tế ở phương pháp này thấp. Việc bố trí thiết bị thường theo nhóm máy: Tiện, phay, bào, mài... Phương pháp này phù hợp với sản xuất nhỏ, sửa chữa, chế tạo phụ tùng thay thế...

1.4. QUAN HỆ GIỮA BIỆN PHÁP CÔNG NGHỆ VÀ QUI MÔ SẢN XUẤT TRONG VIỆC CHUẨN BỊ SẢN XUẤT

Tùy thuộc vào quy mô sản xuất mà chọn biện pháp công nghệ cho phù hợp, nhằm tạo điều kiện cho quá trình chuẩn bị và sản xuất được đảm bảo về mặt kỹ thuật và kinh tế.

Khái niệm về chuẩn bị sản xuất:

Chuẩn bị sản xuất bao gồm: chuẩn bị về thiết kế và chuẩn bị về công nghệ, chuẩn sản xuất là cầu nối quan trọng giữa hai quá trình trên.

- Chuẩn bị về thiết kế: căn cứ vào yêu cầu sử dụng, thiết kế ra nguyên lý của thiết bị, từ nguyên lý thiết kế ra kết cấu thực sau đó đưa ra bộ phận chế thử kiểm nghiệm kết cấu và sửa đổi hoàn chỉnh rồi mới đưa sang chuẩn bị sản xuất.

- Chuẩn bị về công nghệ: Nhà công nghệ chế tạo căn cứ vào kết cấu đã được thiết kế để chuẩn bị những tài liệu công nghệ hướng dẫn quá trình sản xuất và tổ chức sản xuất. Giai đoạn chuẩn bị công nghệ cần phải tiến hành nhanh chóng, ngày nay nhờ trang bị kỹ thuật hiện đại như sử dụng các thiết bị vi tính với phần mềm mạnh đã giúp cho các nhà công nghệ hoàn thành nhanh chóng công việc này với thời gian cần thiết để nhanh chóng đưa vào sản xuất hàng loạt. Có như vậy sản phẩm mới không bị lạc hậu và chiếm lĩnh thị trường nhờ khả năng độc quyền của mặt hàng.

Phần này chỉ nghiên cứu về tập trung nguyên công và phân tán nguyên công.

- Tập trung nguyên công: là một biện pháp công nghệ nhằm nghiên cứu, thiết lập một nguyên công (hoặc bước) mà nguyên công (hoặc bước) đó được tập trung lại từ hai hay nhiều nguyên công (hoặc bước) khác.

- Phân tán nguyên công: là một biện pháp công nghệ nhằm nghiên cứu, thiết lập một nguyên công (hoặc bước) mà nguyên công (hoặc bước) đó được tách ra từ một hay nhiều nguyên công (hoặc bước) khác. Nguyên công phân tán triệt để nhất là nguyên công chỉ có một bước, bước phân tán triệt để nhất là bước chỉ có một đường chuyển dao.

Tập trung nguyên công thường được sử dụng trong mọi loại hình sản xuất, tùy từng điều kiện cụ thể mà có các biện pháp tập trung thích hợp.

Ví dụ: trong sản xuất đơn chiếc loạt nhỏ thường tập trung cao độ trên các máy vạn năng còn trong sản xuất hàng khối thường tập trung cao độ trên các máy chuyên dùng.

Phân tán nguyên công: thường chỉ được sử dụng trong sản xuất kém phát triển và cũng tùy điều kiện cụ thể mà chọn biện pháp phân tán thích hợp.

Ví dụ: trong sản xuất loạt lớn hàng khối thường phân tán nguyên công triệt để trên các máy chuyên dùng đơn giản.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Hãy phân biệt các khái niệm:

a/ Phôi, phoi, thành phẩm, phế phẩm.

b/ Quá trình chuẩn bị sản xuất, quá trình sản xuất, quá trình công nghệ, quy trình công nghệ.

c/ Nguyên công, bước, gá, vị trí, đường chuyển dao, động tác.

2. Các dạng sản xuất; đặc trưng, ý nghĩa từng dạng sản xuất ?

3. Các hình thức tổ chức sản xuất, phạm vi ứng dụng? Mối liên quan giữa hình thức tổ chức sản xuất và dạng sản xuất?

2.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI

2.1.1. Định nghĩa:

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

Chú ý: Tập hợp của những bề mặt, đường hoặc điểm có nghĩa là chuẩn đó có thể là một hay nhiều bề mặt, đường hoặc điểm.

2.1.2. Phân loại chuẩn:

a. Chuẩn thiết kế:

Chuẩn thiết kế là chuẩn dùng để xác định vị trí của những bề mặt, đường hoặc điểm của bản thân chi tiết hay của những chi tiết khác của sản phẩm trong quá trình thiết kế. Chuẩn này được hình thành khi lập chuỗi kích thước trong quá trình thiết kế.



Hình 2-1 Chuẩn thiết kế

Chuẩn thiết kế có thể là chuẩn thực hay chuẩn ảo.

Thí dụ: hình 2-1a cho ta thấy mặt A là chuẩn thực để xác định các bậc của chi tiết, còn hình 2-1b tâm O của lỗ là chuẩn ảo.

b. Chuẩn công nghệ:

Là chuẩn dùng để xác định vị trí của phôi hoặc của chi tiết trong quá trình chế tạo và sửa chữa.

Chuẩn công nghệ chia ra:

- *Chuẩn gia công* (chuẩn định vị gia công) dùng để xác định vị trí tương quan giữa các bề mặt, đường hoặc điểm của chi tiết trong quá trình gia công cơ. Chuẩn này luôn là chuẩn thực, chuẩn gia công có thể trùng hoặc không trùng với mặt tỳ của chi tiết lên đồ gá hoặc lên bàn máy.

Chuẩn gia công được chia làm chuẩn thô và chuẩn tinh:

Chuẩn thô là chuẩn xác định trên những bề mặt chưa được gia công, mang các yếu tố hình học thực của phôi chưa được gia công. Có khi trong sản xuất hạng nặng, phôi rèn, đúc rất to, để giảm khối lượng gia công cơ và vận chuyển, người ta đã gia công sơ bộ thì chuẩn thô bây giờ mới là các bề mặt đã gia công.

Chuẩn tinh là chuẩn xác định trên những bề mặt đã được gia công. Nếu chuẩn này (những bề mặt này) được dùng trong lắp ráp sau đó thì gọi là chuẩn tinh chính. Ngược lại, những bề mặt chuẩn tinh này gọi là chuẩn tinh phụ.

Thí dụ: Mặt lỗ A của bánh răng được dùng làm chuẩn tinh chính khi gá đặt để gia công răng vì lỗ A cũng được dùng làm chuẩn khi lắp ráp với trục (hình 2-2a). Còn ở mặt b và gờ trong c của piston chỉ được dùng làm chuẩn tinh để gia công các kích thước khác, khi lắp ráp không dùng nữa, đó là chuẩn tinh phụ (hình 2-2b).

- *Chuẩn điều chỉnh*: là bề mặt có thực trên đồ gá hay máy dùng để điều chỉnh vị trí của dụng cụ cắt so với chuẩn định vị gia công.

- *Chuẩn đo lường*: là chuẩn xác định trên bề mặt, đường, điểm có thực trên chi tiết mà ta lấy làm gốc để đo vị trí mặt gia công.

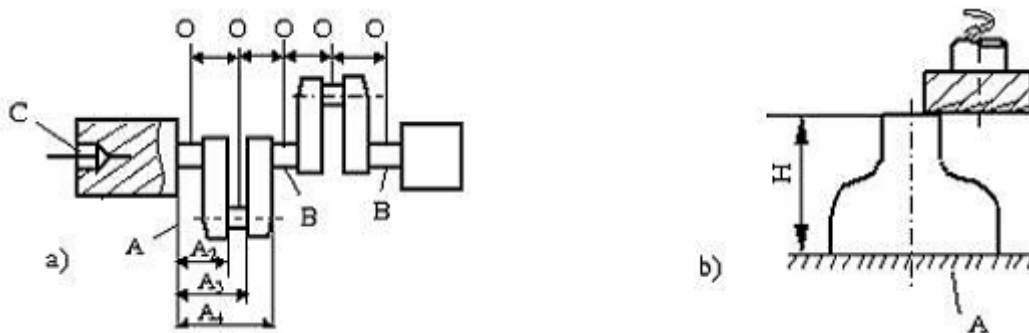
- *Chuẩn lắp ráp (chuẩn định vị lắp ráp)*: là những bề mặt, đường, điểm dùng để xác định vị trí tương quan của các chi tiết khác nhau trong quá trình lắp ráp sản phẩm.

Chuẩn lắp ráp có thể trùng với mặt tỳ, cũng có thể là những bề mặt dùng để kiểm tra vị trí của các chi tiết khi lắp ráp mà không phải là mặt tỳ lắp ráp.



Hình 2-2 Chuẩn tinh

Thí dụ: Hình 2-3a: 0 – chuẩn thiết kế, A – chuẩn đo lường, B – chuẩn lắp ráp, C – chuẩn công nghệ (mặt côn ở lỗ tâm). Hình 2-3b: chuẩn thiết kế, chuẩn công nghệ, chuẩn đo lường, chuẩn lắp ráp đều là mặt A

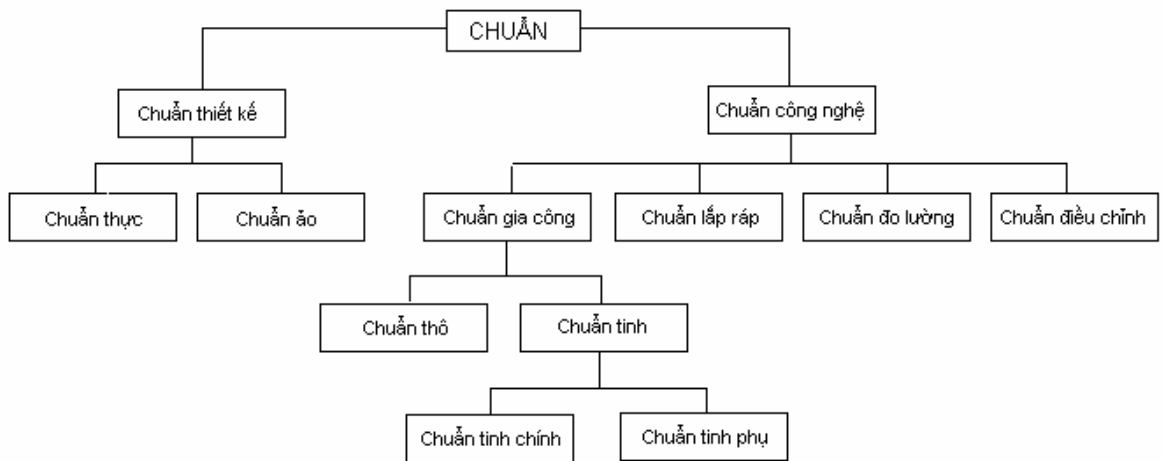


Hình 2-3

Chi tiết có các loại chuẩn trùng nhau và không trùng nhau

Trong thực tế có khi chuẩn thiết kế, chuẩn công nghệ, chuẩn đo lường, chuẩn lắp ráp có khi trùng nhau hoặc không trùng nhau.

Sơ đồ phân loại chuẩn như sau:



Hình 2-4

2.2. QUÁ TRÌNH GÁ ĐẶT CHI TIẾT GIA CÔNG

2.2.1. Khái niệm về quá trình gá đặt chi tiết khi gia công

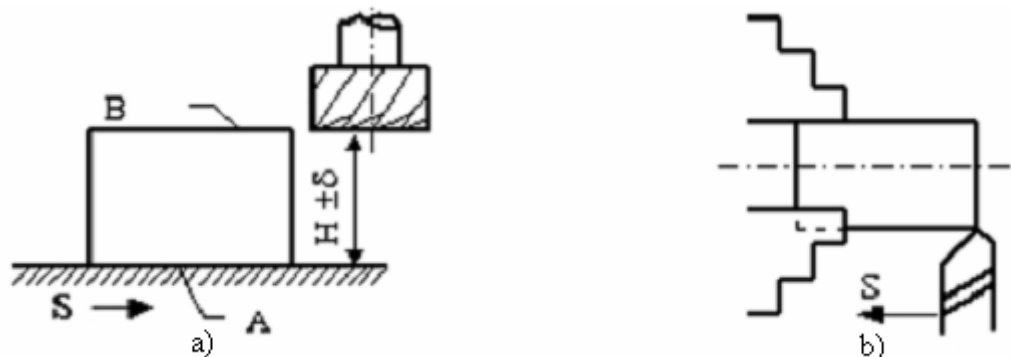
Gá đặt chi tiết gồm 2 quá trình: Định vị chi tiết và kẹp chặt.

- Quá trình định vị chi tiết: là sự xác định vị trí chính xác của chi tiết tương đối so với máy hoặc dụng cụ cắt.

Thí dụ: trên hình 2-5a định vị bằng mặt A để phay mặt B sao cho đảm bảo kích thước H_δ , dụng cụ cắt được điều chỉnh theo kích thước H_δ , mà chuẩn điều chỉnh là bàn máy (hoặc bề mặt của đồ định vị trên bàn máy).

- 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 (chủ yếu là lực cắt) trong quá trình gia công làm cho chi tiết rời khỏi vị trí đã được định vị trước đó.

Thí dụ: Như hình 2-5b, sau khi đưa chi tiết lên mâm cặp, vặn cho các chấu cặp tiến vào sao cho tâm của chi tiết trùng với tâm trục chính của máy, đó là quá trình định vị. Sau đó tiếp tục vặn cho các chấu cặp tạo nên lực kẹp trên chi tiết để chi tiết không bị dịch chuyển trong quá trình gia công sau này. Đó là quá trình kẹp chặt.



Hình 2-5

a) Định vị chi tiết để phay b) Gá đặt trên mâm cặp 3 chấu

Chú ý rằng trong quá trình gá đặt, bao giờ quá trình định vị cũng xảy ra trước rồi mới tới quá trình kẹp chặt. Không bao giờ hai quá trình này xảy ra đồng thời.

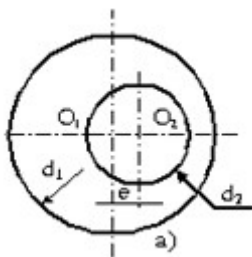
Quá trình gá đặt hợp lý hay không là một trong những vấn đề cơ bản của việc thiết kế quy trình công nghệ. Vì khi đã khống chế được những nguyên nhân khác sinh ra sai số trong quá trình gia công trong một mức độ nhất định thì độ chính xác của chi tiết gia công chủ yếu do quá trình gá đặt quyết định. Chọn phương án gá đặt hợp lý còn giảm được thời gian phụ, đảm bảo độ cứng vững tốt để nâng cao chế độ cắt, giảm thời gian gia công.

2.2.2. Các phương pháp gá đặt chi tiết khi gia công:

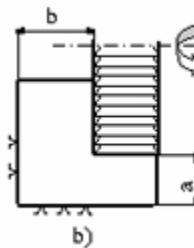
a. Phương pháp rà gá

Có hai trường hợp: Rà trực tiếp trên máy và rà theo dấu đã vạch sẵn.

Theo phương pháp này người công nhân dùng mắt kết hợp với dụng cụ khác như đồng hồ so, mũi rà, bàn rà hoặc hệ thống kính quang học (trên máy đo tọa độ) để xác định vị trí của chi tiết so với máy hoặc dụng cụ cắt.



Hình 2-6a



Hình 2-6b

Thí dụ: Khoan lỗ d_2 của bạc lệch tâm hình 2-6a trên mâm cặp 4 chấu, ta phải tiến hành rà sao cho tâm O_2 trùng với tâm trục chính của máy (tâm O).

Ưu điểm:

- Có thể đạt độ chính xác từ thấp đến cao, từ 0,005 đến 0,001mm (bằng đồng hồ so).
- Có thể tận dụng được các phôi kém chính xác (như phôi đúc) bằng cách linh động phân bố lượng dư.
- Loại trừ ảnh hưởng của dao mòn do mỗi chi tiết đều được rà gá.
- Không cần những đồ gá phức tạp.

Nhược điểm:

- Tốn nhiều thời gian rà và vạch dấu.
- Đòi hỏi thợ có tay nghề cao.
- Đường vạch dấu có chiều rộng, nên khi rà theo đường vạch dấu sẽ gây ra sai số, chỉ chính xác từ 0,2 đến 0,5mm.

Do vậy phương pháp này dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, trong trường hợp bề mặt phôi quá thô, khó dùng đồ gá.

b. Phương pháp tự động đặt kích thước:

Là phương pháp mà dụng cụ cắt có vị trí tương quan cố định so với vật gia công (tức là vị trí đã được điều chỉnh trước). Vị trí này đảm bảo cố định nhờ cơ cấu định vị đồ gá và máy, dao được điều chỉnh sẵn.

Thí dụ : các kích thước a, b trên hình 2-6b cho phép tự động đặt kích thước khi phay mặt bậc bằng dao phay đĩa ba mặt cắt khi vị trí dao đã được điều chỉnh sẵn so với chi tiết.

Ưu điểm:

- Đảm bảo độ chính xác gia công, giảm phế phẩm, độ chính xác ít phụ thuộc vào trình độ tay nghề.
- Năng suất cao, do chỉ cắt một lần, không tốn thời gian cắt thử.

Nhược điểm:

- Phí tổn về công việc hiệu chỉnh máy có thể vượt quá hiệu quả do phương pháp này mang lại.
- Phí tổn do chế tạo phôi không chính xác không bù lại được nếu số chi tiết gia công quá ít.
- Nếu chất lượng dụng cụ, máy thấp, mau mòn thì kích thước điều chỉnh sẽ bị phá vỡ nhanh, phải điều chỉnh lại, như thế sẽ gây tốn kém, phiền phức. Nếu điều chỉnh bằng tay thì phí tổn thời gian tăng lên và độ chính xác sẽ thấp.

Phương pháp này thường áp dụng cho sản xuất hàng loạt và hàng khối.

2.3. NGUYÊN TẮC 6 ĐIỂM KHI ĐỊNH VỊ CHI TIẾT GIA CÔNG

2.3.1. Nguyên tắc 6 điểm:

Một vật rắn tuyệt đối trong không gian có 6 bậc tự do chuyển động, khi ta đặt nó trong hệ tọa độ Đề-các (không gian 3 chiều) đó là:

- 3 bậc tịnh tiến dọc 3 trục tọa độ, ký hiệu:

$\bar{X}$ tịnh tiến dọc trục X.

$\bar{Y}$ tịnh tiến dọc trục Y.

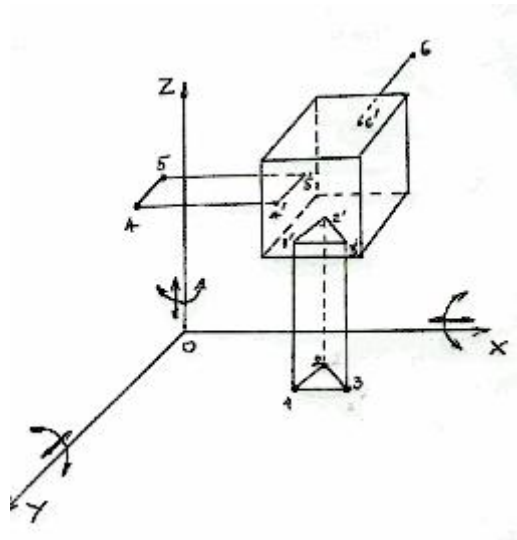
$\bar{Z}$ tịnh tiến dọc trục Z.

- 3 bậc quay quanh 3 trục tọa độ, ký hiệu:

$\widehat{OX}$ quay quanh trục X.

$\widehat{OY}$ quay quanh trục Y.

$\widehat{OZ}$ quay quanh trục Z.



Hình 2-7

Sơ đồ xác định vị trí của một vật rắn trong hệ tọa độ Đề các

Thí dụ: Khi đặt một khối lập phương trong hệ tọa độ Đề-các (hình 2-7) có thể thấy các chuyển động trên được khống chế như sau:

- Mặt phẳng XOY khống chế 3 bậc tự do:

Điểm 1 khống chế bậc tự do tịnh tiến dọc trục Z.

Điểm 2 khống chế bậc tự do quay quanh trục X. Điểm 3 khống chế bậc tự do quay quanh trục Y.

- Mặt phẳng YOZ khống chế 2 bậc tự do: Điểm 4 khống chế không chế bậc tự do tịnh tiến dọc trục X. Điểm 5 khống chế bậc tự do quay quanh trục Z.

- Mặt phẳng XOZ khống chế một bậc tự do: Điểm 6 khống chế bậc tự do tịnh tiến dọc trục Y.

Cần chú ý rằng mỗi mặt phẳng đều có khả năng khống chế 3 bậc tự do, nhưng ở những mặt phẳng YOZ và XOZ chỉ cần khống chế 2 hoặc một bậc tự do vì có những bậc tự do ở mặt này có thể khống chế thì ở mặt XOY đã khống chế rồi.

Như vậy 6 bậc tự do chuyển động của vật thể rắn tuyệt đối đã được khống chế hay nói cách khác ta đã xác định được vị trí duy nhất của vật thể rắn trong không gian và chỉ một vị trí mà thôi. Nếu chỉ cần để cho vật thể được chuyển động theo một bậc tự do nào đó thì vật thể đó sẽ có vô số vị trí và do đó không có vị trí cố định trong không gian.

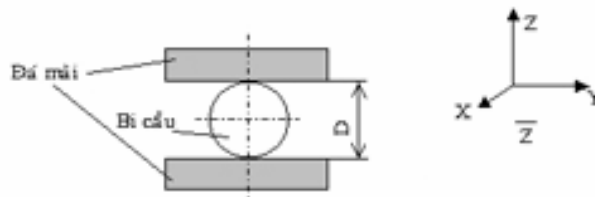
2.3.2. Ứng dụng nguyên tắc 6 điểm khi định vị chi tiết gia công:

Người ta dùng nguyên tắc 6 điểm trên để định vị chi tiết gia công. Khi đó coi chi tiết như là một vật rắn tuyệt đối và cũng đặt nó trong hệ tọa độ Đề-các.

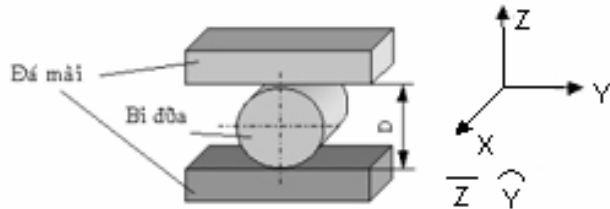
Vì vậy nguyên tắc 6 điểm có thể phát biểu như sau: Để định vị hoàn toàn phôi (hoặc chi tiết) trong đồ gá cần phải tạo 6 điểm tựa bố trí trên các mặt phẳng chuẩn của phôi (hoặc chi tiết) để khống chế 6 bậc tự do chuyển động (3 tịnh tiến và 3 quay) trong hệ tọa độ Đề-các.

Trong thực tế không phải lúc nào người ta cũng định vị hết cả 6 điểm mà tùy theo yêu cầu gia công ở từng nguyên công mà số bậc tự do định vị có thể từ 1 đến 6.

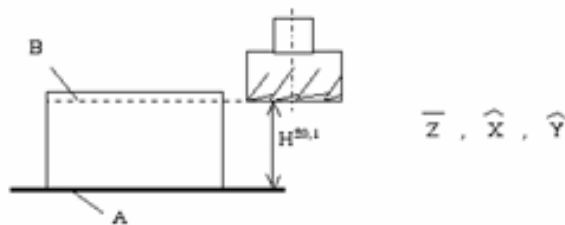
Thí dụ:



Hình 2-8a Khống chế một bậc tự do



Hình 2-8b Khống chế hai bậc tự do



Hình 2-8c Khống chế ba bậc tự do

Chú ý:

- Số bậc tự do được khống chế còn phụ thuộc vào kích thước của bề mặt định vị của chi tiết và các bề mặt định vị của đồ gá.

- Trong trường hợp một bậc tự do khống chế quá 1 lần thì gọi là siêu định vị hay chi tiết khống chế quá 6 bậc tự do cũng là trường hợp siêu định vị. Như vậy khi định vị chi tiết cần tránh rơi vào tình trạng siêu định vị vì nó sẽ gây ra sai số trong quá trình gia công.

- Khi định vị phải hạn chế đủ bậc tự do cần thiết. Không nên hạn chế thừa bậc tự do cần thiết, vì như thế đồ gá sẽ phức tạp. Tuy nhiên trong 1 số trường hợp khi gá đặt, để giảm thời gian phụ, nâng cao năng suất, người ta hạn chế đủ 6 bậc tự do khi định vị.

2.4. CÁCH TÍNH SAI SỐ GÁ ĐẶT

Sai số gá đặt của một chi tiết trong quá trình gia công cơ được xác định bằng công thức sau:

$$\overline{\varepsilon_{gd}} = \overline{\varepsilon_c} + \overline{\varepsilon_{kc}} + \overline{\varepsilon_{dg}} \quad \text{hay} \quad \varepsilon_{dg} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_{kc}^2 + \varepsilon_{dg}^2} \quad (2-1)$$

Trong đó:

ε_c : sai số chuẩn

ε_{kc} : sai số kẹp chặt

ε_{dg} : sai số đồ gá

2.4.1 Sai số kẹp chặt:

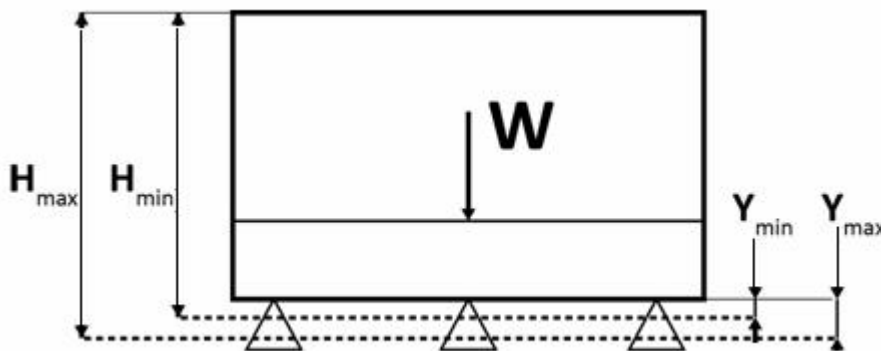
Sai số kẹp chặt là lượng chuyển vị của chuẩn đo lường chiếu lên phương kích thước thực hiện do lực kẹp thay đổi gây ra.

$$\varepsilon_{kc} = (y_{\max} - y_{\min}) \cdot \cos \alpha \quad (2-2)$$

Trong đó:

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

$Y_{\max}$, $Y_{\min}$ – lượng dịch chuyển lớn nhất và nhỏ nhất của chuẩn đo khi lực kẹp thay đổi.



Hình 2-9
Sai số do lực kẹp gây ra

Thí dụ: Dưới tác dụng của lực kẹp W , chỗ tiếp xúc giữa bề mặt của chi tiết gia công và đồ định vị của đồ gá (phương của lực kẹp vuông góc với bề mặt đó) sinh ra biến dạng tiếp xúc (lún xuống). Ứng với $W_{\max}$ sinh ra $Y_{\max}$ và ứng với $W_{\min}$ sinh ra $Y_{\min}$ do đó kích thước đạt được sẽ là $H_{\max}$ hoặc $H_{\min}$.

Công thức xác định biến dạng tiếp xúc giữa mặt chi tiết gia công và đồ định vị của đồ gá:

$$Y = C \cdot q^n \quad (2-3)$$

Trong đó:

C – hệ số phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng bề mặt tiếp xúc.

q – áp lực riêng trên bề mặt tiếp xúc (N/mm^2).

n – chỉ số mũ, $n < 1$.

2.4.2 Sai số đồ gá:

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

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

Độ mòn đồ định vị của đồ gá phụ thuộc vào vật liệu và trọng lượng của phôi, vào tình trạng bề mặt tiếp xúc giữa phôi với đồ gá đó.

Sai số do gá đặt đồ gá lên máy không lớn lắm. Khi định vị đồ gá trên bàn máy, phải điều chỉnh những khe hở ở mặt dẫn hướng hay độ đồng tâm trên các trục của máy.

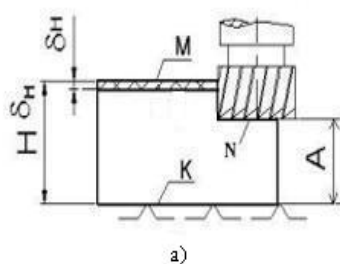
Sai số của đồ gá nhiều khi rất khó xác định và thường rất nhỏ nên trong trường hợp yêu cầu độ chính xác không cao ta có thể bỏ qua.

2.4.3 Sai số chuẩn:

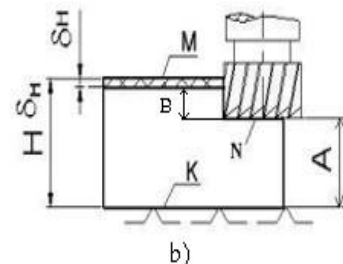
Định nghĩa sai số chuẩn:

Sai số chuẩn 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.

Ví dụ: Khi gia công mặt N (hình 2-10a), gốc kích thước gia công A và chuẩn định vị trùng nhau, đều nằm trên K. Kích thước gia công không bị ảnh hưởng của sự biến động của mặt M (tức H)



Hình 2-10a



Hình 2-10b

Trường hợp nếu gốc kích thước là M khi tiến hành gia công mặt N (hình 2-10b) và chuẩn định vị là K (chuẩn định vị không trùng với gốc kích thước). Như vậy kích thước B chịu ảnh hưởng của sự biến động của gốc kích thước là δ^H . Khi đó sai số chuẩn của kích thước là B là $\mathcal{E}_{cB} = \mathcal{E}_H$

Thực chất kích thước gia công là khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ, chuỗi đó được hình thành qua một hay một số nguyên công. Các khâu của chuỗi có thể thay đổi, mà sự thay đổi đó ảnh hưởng đến sự biến động của khâu khép kín hoặc là những khâu cố định. Như vậy để tính sai số chuẩn ta cần phải lập chuỗi kích thước công nghệ và phải đảm bảo tính chất khép kín của nó. Dựa trên chuỗi kích thước đã thành lập, ta giải chuỗi kích thước và xác định được kích thước cần tính sai số chuẩn.

Gọi L là khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ thì có thể biểu diễn L dưới dạng sau:

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

Trong đó:

$x_1, x_2, \dots, x_n$ là những kích thước có biến động.

$a_1, a_2, \dots, a_n$ là những kích thước không biến động.

Tính sai số chuẩn cho kích thước L nghĩa là tìm lượng biến động ΔL của nó khi những kích thước liên quan thay đổi, ΔL có được khi lấy vi phân hàm

$$L: (\Delta L = \Sigma \text{ các lượng biến động của các kích thước liên quan thay đổi})$$

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

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

Kết quả sai số chuẩn được tính:

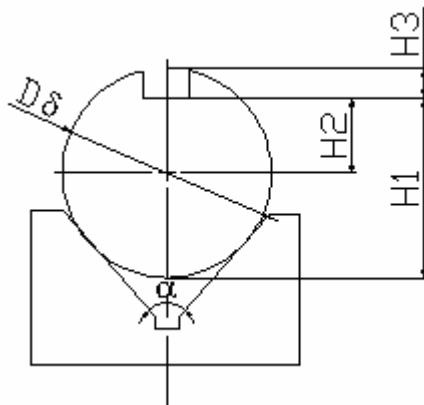
$$\varepsilon_{C(L)} = \Delta L = \left| \sum_{i=1}^n \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \Delta x_i \right| \quad (2-4)$$

Hay sai số chuẩn của kích L

Trong đó: δx_i – là dung sai của các khâu biến động trong chuỗi.

Ví dụ về tính sai số chuẩn:

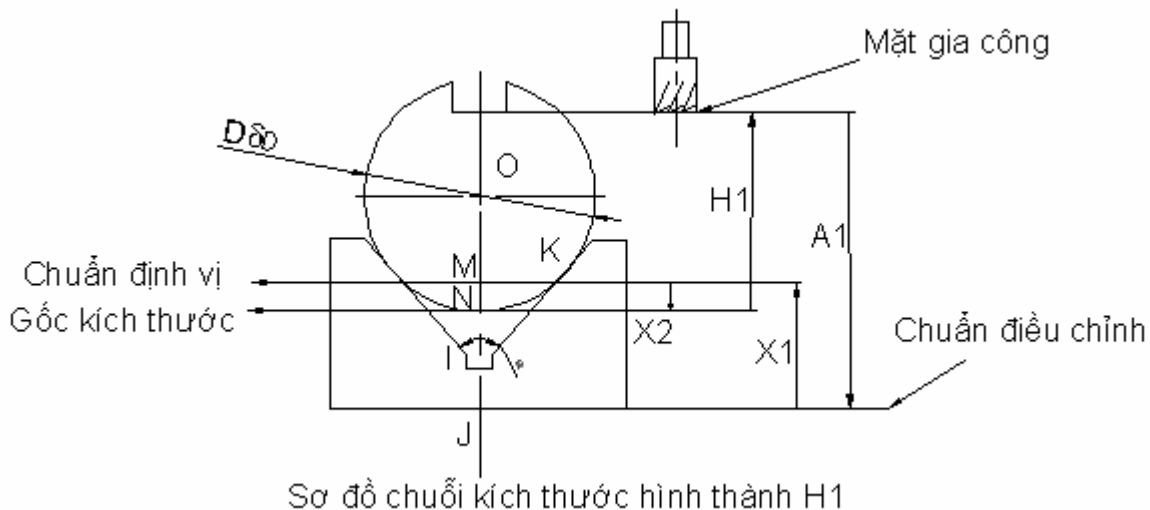
Trong trường hợp gia công rãnh then trên chi tiết trục có đường kính $D_{\delta D}$ được gá trên khối V dài có góc V là α . Hãy tính sai số chuẩn khi thực hiện kích thước H1 hoặc H2 hoặc H3



Sơ đồ định vị để gia công rãnh then

- Tính sai số chuẩn khi thực hiện kích thước H1:**

Sơ đồ chuỗi được thực hiện như sau:



Sơ đồ chuỗi kích thước hình thành H1

Ta có: $A1 - X1 + X2 - H1 = 0$

$$H1 = A1 - X1 + X2$$

Trong đó:

$$X1 = OJ - OM = OI + IJ - OM$$

$$X1 = \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + IJ - \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$X2 = MN = ON - OM$$

$$= \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

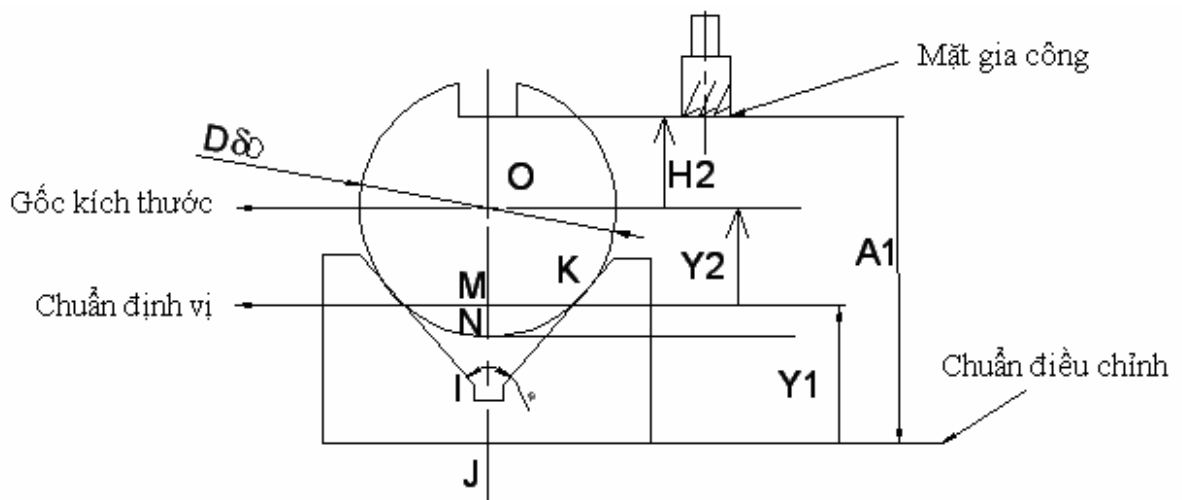
Suy ra:
$$H1 = A1 - \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - IJ + \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

Kết quả sai số chuẩn thực hiện H1 :

$$\varepsilon_c(H1) = \left| \frac{\delta D}{2} \left(1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) \right|$$

- **Tính sai số chuẩn khi thực hiện kích thước H2:**

Sơ đồ chuỗi được thực hiện như sau:



Sơ đồ chuỗi kích thước hình thành H2

Ta có:

$$A1 - Y1 - Y2 - H2 = 0$$

$$H2 = A1 - Y1 - Y2$$

Trong đó:

$$Y1 = OJ - OM = OI + IJ - OM$$

$$= \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + IJ - \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$Y2 = OM = \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

Suy ra:

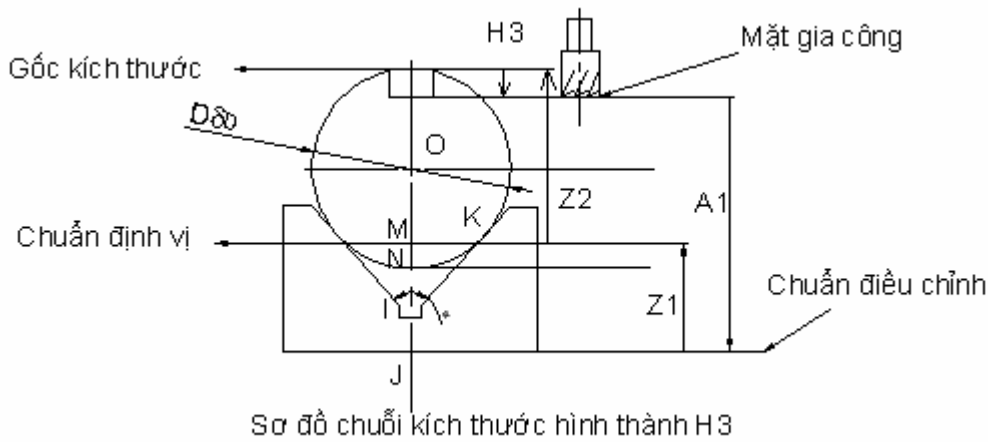
$$\begin{aligned}
 H2 &= A1 - \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - IJ + \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2} - \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2} \\
 &= A1 - \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} - IJ
 \end{aligned}$$

Kết quả khi thực hiện sai số chuẩn H2:

$$\varepsilon_c (H2) = \left| -\frac{\delta D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \right| = \frac{\delta D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}$$

- **Tính sai số chuẩn khi thực hiện kích thước H3:**

Sơ đồ chuỗi được thực hiện như sau:



Ta có:

$$A1 - Z1 - Z2 + H3 = 0$$

$$H3 = Z1 + Z2 - A1$$

Trong đó:

$$Z1 = OJ - OM = OI + IJ - OM$$

$$= \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + IJ - \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$Z2 = OM + \frac{D}{2} = \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2}$$

Suy ra:

$$\begin{aligned}
 H3 &= \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + IJ - \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2} \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2} - A1 \\
 &= \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + IJ + \frac{D}{2} - A1
 \end{aligned}$$

Kết quả sai số chuẩn thực hiện H3 là:

$$\begin{aligned}\varepsilon_c(H3) &= \left| \frac{\delta D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{\delta D}{2} \right| = \left| \left(\frac{\delta D}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) \right) \right| \\ &= \frac{\delta D}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)\end{aligned}$$

Chú ý: Chuỗi kích thước công nghệ bao gồm 4 khâu cơ bản sau:

- Từ mặt gia công (mặt dao cắt) tới chuẩn điều chỉnh;
- Từ chuẩn điều chỉnh đến chuẩn định vị;
- Từ chuẩn định vị đến góc kích thước;
- Từ góc kích thước trở về mặt gia công.

2.5. NHỮNG YÊU CẦU KHI CHỌN CHUẨN

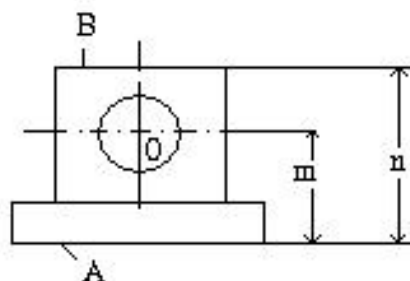
Công việc chọn chuẩn có ý nghĩa khá quan trọng. Mục đích của việc chọn chuẩn là đảm bảo được 2 yêu cầu sau đây:

- Chất lượng của chi tiết trong quá trình gia công.
- Nâng cao năng suất và giảm giá thành.

2.5.1. Chọn chuẩn thô:

Chuẩn thô thường được dùng ở nguyên công đầu tiên trong quá trình gia công cơ. Việc chọn chuẩn thô có ý nghĩa quyết định trong quá trình công nghệ, nó có ảnh hưởng tới những nguyên công sau và đến độ chính xác gia công của chi tiết. Khi chọn chuẩn thô cần chú ý hai yêu cầu:

1. Phân phối đủ lượng dư cho các bề mặt gia công.
2. Đảm bảo độ chính xác cần thiết về vị trí tương quan giữa các mặt không gia công với những bề mặt sắp gia công.



Hình 2-11
Phôi đúc cho chi tiết hộp

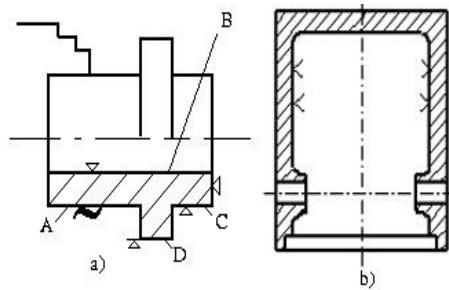
Ví dụ: Khi gia công mặt A, mặt B và lỗ O của một chi tiết hộp bằng phôi đúc cần chia ra hai trường hợp:

*Trường hợp lỗ đúc đặc (chưa có lỗ) thì có thể lấy mặt A làm chuẩn thô để gia công lỗ, rồi ngược lại lấy làm chuẩn để gia công mặt A. Cuối cùng lấy mặt A làm chuẩn để gia công mặt B.

*Trường hợp lỗ đúc rỗng, thì phải lấy lỗ làm chuẩn thô để gia công mặt A, rồi sau đó lấy mặt A làm chuẩn để gia công mặt B và lỗ. Như vậy lượng dư sẽ phân bố đều, tránh được phế phẩm do lỗ đúc bị lệch. Vì nếu lỗ đúc bị lệch lượng dư phân bố không đều khi cắt dễ bị lệch, sinh ra sai số hình học (độ côn, độ ôvan...) và lực cắt không đều sẽ sinh ra rung động và nếu lỗ đúc bị lệch nhiều quá sẽ không đủ lượng dư để gia công lỗ.

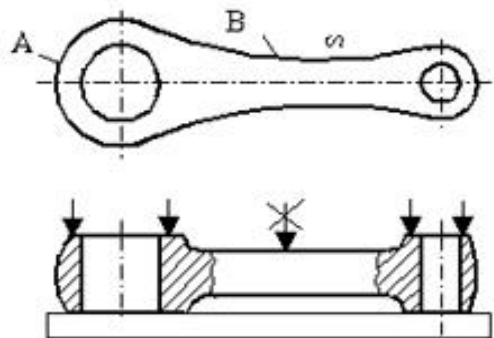
Dựa vào những yêu cầu trên, người ta đưa ra 5 điểm cần tuân thủ khi chọn chuẩn thô:

- Nếu chi tiết gia công có một 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 gia công và bề mặt không gia công là nhỏ nhất



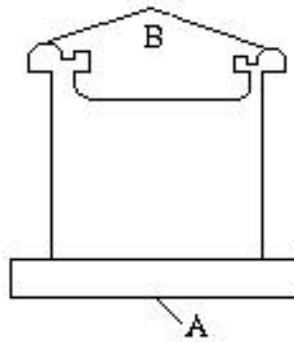
Hình 2-12
Chuẩn thô là mặt không gia công

- Nếu 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 các bề mặt gia công làm chuẩn thô.



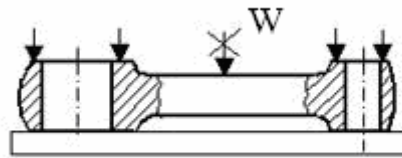
Hình 2-13
Chuẩn thô là mặt không gia công có vị trí tương quan cao nhất

- Trong các bề mặt phải gia công, nên chọn mặt nào có lượng dư nhỏ, đều làm chuẩn thô.



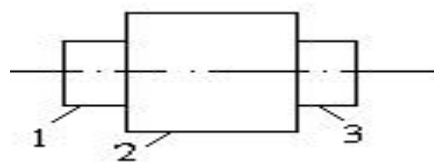
Hình 2-14
Chọn mặt B làm chuẩn thô

- Cố gắng chọn bề mặt làm chuẩn thô tương đối bằng phẳng, không có mép rèn đập (bavia), đầu ngót, đầu rút hoặc quá gồ ghề.
- Chuẩn thô chỉ nên dùng một lần trong cả quá trình gia công.



Hình 2-15
Sơ đồ kẹp chặt khi gia công biên

Thí dụ: Nếu lần gá thứ nhất dùng mặt 2 làm chuẩn để gia công mặt 3 và gá lần thứ hai vẫn dùng mặt 2 làm chuẩn để gia công mặt thì sẽ khó bảo đảm độ đồng tâm giữa các mặt 1 và 3.



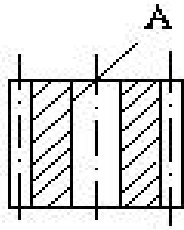
Hình 2-16
Trục bậc

2.5.2. Chọn chuẩn tinh:

Khi chọn chuẩn tinh cần tuân theo 5 điểm sau đây:

- Cố gắng chọn chuẩn tinh là chuẩn tinh chính, như vậy sẽ làm cho chi tiết lúc gia công có vị trí tương tự lúc làm việc.

Thí dụ: Khi gia công răng của bánh răng, chuẩn tinh được chọn là bề mặt lỗ A. Lỗ A cũng là bề mặt sau này được lắp với trục truyền động của bánh răng.



Hình 2-17 Bánh răng

- Cố gắng chọn chuẩn tinh trùng với góc kích thước để sai số chuẩn bằng 0.
- Chọn chuẩn sao cho khi gia công chi tiết không bị biến dạng khi cắt, lực kẹp. Mặt chuẩn phải đủ diện tích định vị.
- Chọn chuẩn sao cho kết cấu đồ gá đơn giản và thuận tiện khi sử dụng.
- Cố gắng chọn chuẩn thống nhất.

Chọn chuẩn thống nhất có nghĩa là trong nhiều lần gá cũng chỉ dùng một chuẩn để thực hiện các nguyên công của cả quá trình công nghệ. Vì khi thay đổi chuẩn sẽ sinh ra sai số tích lũy ở những gán gá sau.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Chuẩn trong chế tạo máy là gì? Có bao nhiêu loại chuẩn, phạm vi ứng dụng?
2. Thế nào là chuẩn thô, chuẩn tinh? Các nguyên tắc chọn chuẩn thô, chuẩn tinh?
3. Thế nào là quá trình gá đặt phôi? Các giai đoạn của quá trình gá đặt? Nếu quá trình gá đặt không đúng sẽ ảnh hưởng ra sao tới quá trình cắt? cho ví dụ.
4. Thế nào là sai số gá đặt, nó bao gồm những thành phần nào? Tại sao sinh ra và cách xác định thế nào? Cho ví dụ.
5. Sai số chuẩn là gì? Tại sao phải tính sai số chuẩn?
6. Tính sai số chuẩn khi định vị chi tiết gia công bằng hai mũi tâm, chốt trụ, khối V dài, khi gia công mặt phẳng nghiêng một góc β ?
7. Để bảo đảm yêu cầu kỹ thuật của chi tiết gia công, ta có những phương pháp gá đặt nào và phạm vi ứng dụng của chúng?
8. Thế nào là nguyên tắc định vị 6 điểm? Cho biết những ứng dụng của nguyên tắc này để định vị bằng chốt trụ dài, trụ ngắn, chốt trám, mặt phẳng, mặt côn dài, côn ngắn, khối V dài, khối V ngắn, hai mũi tâm, mâm cặp tự định tâm cặp dài và cặp ngắn, một đầu gá trên mâm cặp và một đầu chống tâm...?
9. Thế nào là số bậc tự do tối thiểu cần hạn chế khi gia công? cho ví dụ.
10. Thế nào là định vị thiếu, định vị thừa, siêu định vị? Chúng ảnh hưởng thế nào đến quá trình gia công? Cho ví dụ?

CHƯƠNG 3

CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT MÁY

Chất lượng chế tạo bề mặt chi tiết máy được đánh giá bằng các thông số cơ bản sau đây:

- Độ chính xác về kích thước của các bề mặt.
- Độ chính xác về hình dạng của các bề mặt.
- Độ chính xác về vị trí tương quan giữa các bề mặt.
- Chất lượng bề mặt.

Trong chương này đi sâu nghiên cứu các yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt, ảnh hưởng của chất lượng bề mặt tới khả năng làm việc của chi tiết máy, các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt và các phương pháp đảm bảo chất lượng bề mặt trong quá trình chế tạo chi tiết máy.

3.1. CÁC YẾU TỐ ĐẶC TRƯNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

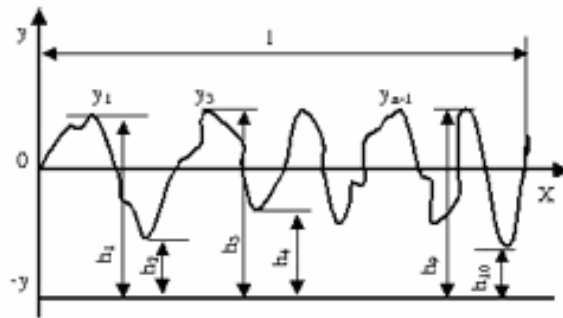
3.1.1. Tính chất hình học của bề mặt gia công:

Tính chất hình học của bề mặt gia công được đánh giá bằng độ nhấp nhô tế vi và độ sóng bề mặt.

a. *Độ nhấp nhô tế vi:*

Độ nhấp nhô tế vi của bề mặt gia công được đo bằng chiều cao nhấp nhô (R_z) và sai lệch profin trung bình cộng (R_a) của lớp bề mặt.

Chiều cao nhấp nhô (R_z) là trị số trung bình của 5 khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của nhấp nhô bề mặt tế vi tính trong phạm vi chiều dài chuẩn l .



Hình 3-1

Sơ đồ xác định độ nhấp nhô tế vi của bề mặt chi tiết máy

Trị số của R_z được xác định như sau:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5} = \frac{(h_1 - h_2) + (h_3 - h_4) + (h_5 - h_6) + (h_7 - h_8) + (h_9 - h_{10})}{5} \quad (3-1)$$

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 tọa độ OX:

- Tính gần đúng:

$$R_a \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \quad (3-2)$$

- Tính chính xác:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_{x=0}^l |y_i| dx \quad (3-3)$$

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

Theo tiêu chuẩn nhà nước thì độ nhẵn bề mặt được chia làm 14 cấp ứng với giá trị của R_a , R_z . Độ nhẵn bề mặt cao nhất ứng với cấp 14 ($R_a \leq 0,01\mu\text{m}$; $R_z \leq 0,05\mu\text{m}$). Trên bản vẽ chi tiết máy, yêu cầu về độ nhám bề mặt được cho theo giá trị của R_a hoặc R_z . Trị số R_a cho khi yêu cầu độ nhẵn bề mặt cần đạt từ cấp 6 đến cấp 12 ($R_a = 2,5 \div 0,04 \mu\text{m}$). Trị số R_z được ghi trên bản vẽ nếu yêu cầu độ nhẵn bề mặt cần đạt trong phạm vi từ cấp 1 đến cấp 5 là ($R_z = 320 \div 20\mu\text{m}$), hoặc từ cấp 13 đến cấp 14 là ($R_z = 0,08 \div 0,05 \mu\text{m}$). Trong thực tế sản xuất nhiều khi người ta đánh giá độ nhám bề mặt chi tiết máy theo các mức độ: thô, bán tinh, tinh và siêu tinh (bảng 3-1).

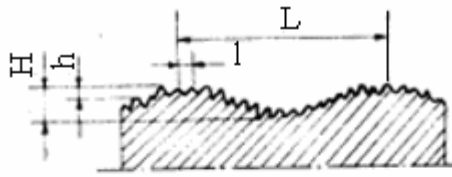
Bảng 3-1. Cấp nhẵn bóng bề mặt

Chất lượng bề mặt	Cấp nhẵn bóng	R_a (μm)	R_z (μm)	Chiều dài chuẩn l (mm)
THÔ	1	80	320	8
	2	40	160	
	3	20	80	
	4	10	40	
BÁN TINH	5	5	20	2,5
	6	25	10	2,5
	7	125	6,3	0,8
TINH	8	0,63	3,2	0,25
	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	

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

b. 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 (từ 1 đến 10 mm).



Hình 3-2
Tổng quát về độ nhám
và độ sóng bề mặt chi tiết máy

h - chiều cao nhấp nhô tế vi
l - khoảng cách giữa 2 đỉnh nhấp nhô tế vi
H - chiều cao sóng
L - khoảng cách giữa 2 đỉnh sóng

Độ nhám là bề mặt ứng với tỷ lệ $l/h = 0 \div 50$.

Độ sóng bề mặt ứng với tỷ lệ $L/H = 50 \div 1000$

3.1.2. Tính chất cơ lý của bề mặt gia công

Tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết máy được biểu thị bằng độ cứng bề mặt, sự biến đổi về cấu trúc mạng tinh thể lớp bề mặt, độ lớn và dấu của ứng suất trong lớp bề mặt, chiều sâu lớp biến cứng bề mặt.

Mức độ biến cứng và chiều sâu lớp biến cứng bề mặt phụ thuộc vào tác dụng của lực cắt, mức độ biến dạng dẻo của kim loại và ảnh hưởng nhiệt trong vùng cắt.

Khi gia công, trong lớp bề mặt chi tiết có ứng suất dư. Trị số, dấu và chiều sâu phân bố của ứng suất dư trong lớp bề mặt phụ thuộc vào điều kiện gia công cụ thể. Sau đây là một số nguyên nhân chủ yếu gây ra ứng suất dư trong lớp bề mặt chi tiết máy sau khi gia công:

Khi cắt một lớp kim loại, do biến dạng dẻo cho nên bề mặt ngoài được làm chắc, thể tích riêng tăng. Lớp bề mặt ngoài có xu hướng tăng thể tích, nhưng vì có liên hệ với lớp bên trong nên ở lớp ngoài sinh ra ứng suất dư nén còn lớp bên trong sinh ra ứng suất dư kéo.

Khi gia công, nhiệt cắt nung nóng bề mặt ngoài của chi tiết làm cho mô đun đàn hồi của nó bị giảm tới mức tối thiểu. Sau đó bị nguội nhanh, cho nên bề mặt ngoài bị co lại. Nhưng vì có liên hệ với lớp bên trong nên ở lớp ngoài cùng sinh ra ứng suất dư kéo, còn lớp bên trong sinh ra ứng suất dư nén.

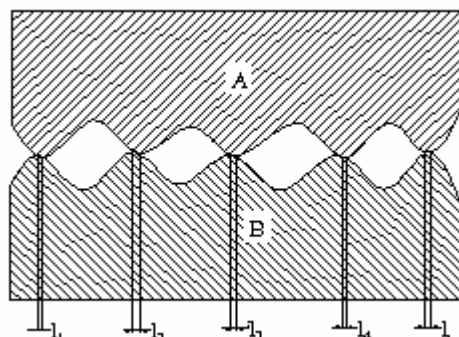
3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT TỚI KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY

3.2.1. Ảnh hưởng của độ nhấp nhô bề mặt

a. Đối với tính chống mòn:

Chiều cao và hình dạng của nhấp nhô tế vi trên bề mặt cùng với chiều của vết gia công có ảnh hưởng đến ma sát và mài mòn chi tiết máy.

Trong giai đoạn đầu làm việc các bề mặt hai chi tiết tiếp xúc nhau ở một số đỉnh cao nhấp nhô. Tại các đỉnh tiếp xúc đó áp suất rất lớn, thường vượt quá giới hạn chảy, có khi vượt quá cả giới hạn bền của vật liệu. Áp suất đó làm cho các điểm tiếp xúc bị nén đàn hồi và làm biến dạng dẻo các nhấp nhô, tức là biến dạng tiếp xúc. Biến dạng loại này đóng một vai trò quan trọng đối với độ cứng vững của máy móc.



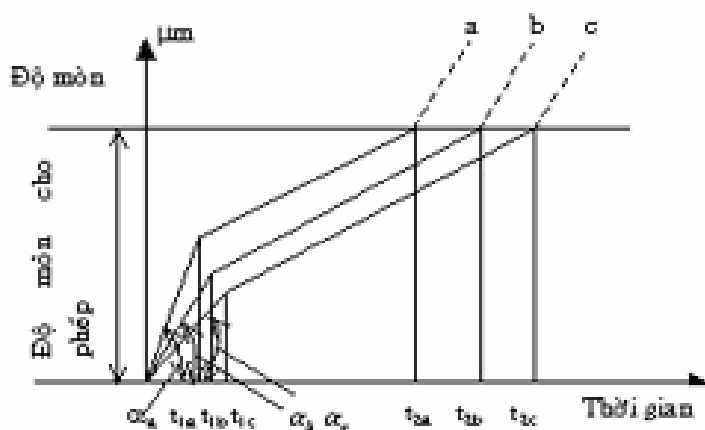
Hình 3-3

Sơ đồ tiếp xúc ban đầu của cặp chi tiết ma sát với nhau

Khi hai bề mặt có chuyển động tương đối với nhau sẽ xảy ra hiện tượng trượt dẻo ở các đỉnh nhấp nhô, dẫn đến hiện tượng mòn nhanh chóng ban đầu làm khe hở lắp ghép tăng lên. Trong điều kiện làm việc nhẹ và vừa, mòn ban đầu có thể làm cho chiều cao nhấp nhô giảm 65 ÷ 75%; lúc đó diện tích tiếp xúc thực tăng lên và áp suất tiếp xúc giảm xuống. Sau giai đoạn này quá trình mài mòn trở nên bình thường và chậm.

Quá trình mài mòn của một cặp chi tiết ma sát với nhau thường qua 3 giai đoạn:

- Giai đoạn 1 là giai đoạn mòn khốc liệt (mòn nhanh)
- Giai đoạn 2 là giai đoạn mòn ổn định (mòn chậm)
- Giai đoạn 3 là giai đoạn mòn phá hủy, mòn rất nhanh dẫn đến phá hủy.



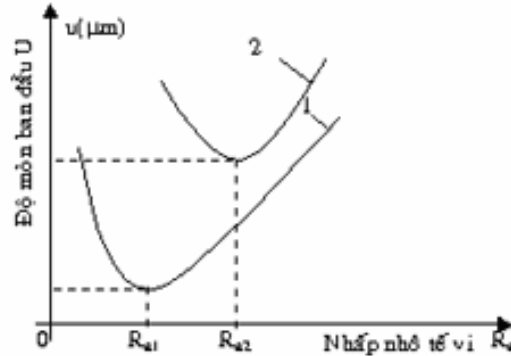
Hình 3-4

Quá trình mài mòn của một cặp chi tiết ma sát với nhau

Ở hình 3-4 đường cong biểu diễn 3 độ mòn ban đầu khác nhau ($\alpha_a > \alpha_b > \alpha_c$) do độ nhẵn bóng bề mặt ban đầu khác nhau. Bề mặt có độ nhẵn bóng bề mặt ban đầu kém thì giai đoạn mòn ban đầu rất nhanh ($t_{1a} < t_{1b} < t_{1c}$) và tuổi thọ của chi tiết (vì mòn) cũng rút ngắn ($t_{2a} < t_{2b} < t_{2c}$).

b. Đối với độ bền mỏi của chi tiết:

Độ nhẵn bóng bề mặt có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy, nhất là khi chi tiết máy chịu tải trọng chu kỳ có đổi dấu, vì ở các đáy nhấp nhô có ứng suất tập trung với trị số lớn, có khi trị số này vượt quá giới hạn mỏi của vật liệu. Lúc đó dễ tạo thành các vết nứt là nguồn gốc gây phá hoại chi tiết máy.



Hình 3-5

Quan hệ giữa lượng mòn ban đầu (U) và sai lệch profile trung bình cộng (R_a)

Đường 1 ứng với điều kiện làm việc nhẹ

Đường 2 ứng với điều kiện làm việc nặng

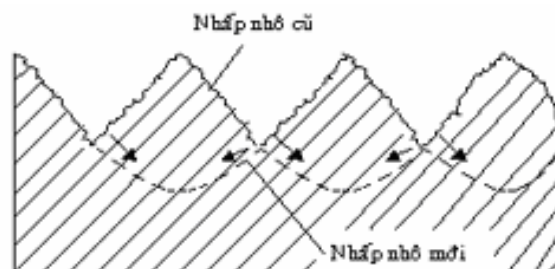
Thí dụ:

Thực nghiệm khi tiện thép 45 với chiều cao nhấp nhô $75\text{ }\mu\text{m}$ sẽ có giới hạn mỏi là $\sigma_{-1} = 195\text{ MN/m}^2$ (195 N/mm^2). Nếu chiều cao nhấp nhô giảm xuống $2\text{ }\mu\text{m}$ thì có giới hạn mỏi là $\sigma_{-1} = 282\text{ MN/m}^2$ ($28,2\text{ KG/mm}^2$). Tức là tăng 47%.

Độ bền khi chịu tải trọng va đập cũng tăng nếu độ nhẵn bóng bề mặt tốt. Thực nghiệm cho thấy nếu tăng độ nhẵn bóng bề mặt của một mẫu thép CT5 từ $\Delta 1$ đến $\Delta 11$ thì độ bền chịu va đập tăng 17%. Vì vậy độ nhẵn bóng bề mặt tốt thì độ bền của chi tiết máy cũng cao.

c. Đối với tính chống ăn mòn của lớp bề mặt:

Các chỗ lõm bề mặt là nơi chứa đựng các tạp chất như axit, muối và các tạp chất khác, chúng có tác dụng ăn mòn hóa học đối với kim loại. Sau khi ăn mòn hết bề mặt lại tạo thành các nhấp nhô mới và cứ thế tiếp tục. Các chất ăn mòn đọng ở các chỗ lõm của vết nhấp nhô sẽ ăn mòn theo sườn dốc của các nhấp nhô đó theo chiều mũi tên (hình 3-6) dần dần làm mất các nhấp nhô cũ và hình thành các nhấp nhô mới và cứ thế tiếp tục.



Hình 3-6

Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt chi tiết

Như vậy bề mặt càng nhẵn bóng thì càng ít bị ăn mòn, bán kính đáy lõm càng lớn thì mức độ chống ăn mòn càng cao. Để chống ăn mòn ta thường phủ lên bề mặt một lớp bảo vệ như mạ Crôm, mạ Niken hoặc bằng phương pháp cơ khí làm chắc lớp bề mặt.

d. Đối với độ chính xác và các mối lắp ghép:

Độ chính xác của các mối lắp ghép quyết định bởi khe hở (hoặc độ dôi), mà khe hở lại quyết định phần lớn bởi độ nhẵn bóng các bề mặt lắp ghép. Ta biết rằng 2 lần chiều cao nhấp nhô ($2R_z$) tham gia vào trường dung sai chế tạo chi tiết (đối với lỗ thì dung sai của kích thước đường kính sẽ giảm là $2R_z$, còn đối với trục thì lại tăng thêm $2R_z$).

Trong giai đoạn mòn ban đầu chiều cao nhấp nhô có thể giảm đi (65 ÷ 75)% điều này làm cho khe hở lắp ghép tăng lên và độ chính xác lắp ghép giảm đi. Như vậy, đối với các mối lắp ghép lỏng, để đảm bảo độ ổn định của mối lắp trong thời gian sử dụng, trước hết phải giảm độ nhấp nhô các mặt làm việc đến tối thiểu. Giá trị hợp lý của chiều cao nhấp nhô R_z được xác định theo độ chính xác của mối lắp, tùy theo trị số của dung sai kích thước lắp ghép δ .

Ví dụ:

- Nếu đường kính lắp ghép lớn hơn 50 mm thì $R_z = (0,1 \div 0,15)\delta$.
- Nếu đường kính lắp ghép từ 18 đến 50 mm thì $R_z = (0,15 \div 0,2)\delta$.
- Nếu đường kính lắp ghép nhỏ hơn 18 mm thì $R_z = (0,2 \div 0,25)\delta$.

Trong đó δ và R_z tính bằng μm .

Thực nghiệm cho thấy độ bền của mối lắp ghép có quan hệ trực tiếp với độ bóng bề mặt lắp ghép. Tăng chiều cao nhấp nhô thì độ bền mối lắp ghép giảm.

3.2.2. Ảnh hưởng của độ biến cứng:

a. Đối với tính chống mòn:

Kim loại lớp bề mặt bị biến cứng thường nâng cao tính chống mòn vì nó làm giảm tác động tương hỗ giữa các phân tử và tác dụng tương hỗ cơ học ở chỗ tiếp xúc làm tăng sự khuếch tán oxy sắt, FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 là các ôxyt có tác dụng ăn mòn kim loại.

Hiện tượng biến cứng bề mặt chi tiết máy còn hạn chế quá trình biến dạng dẻo toàn phần của chi tiết máy, qua đó hạn chế hiện tượng chảy và hiện tượng mài mòn của kim loại.

b. Đối với độ bền mỏi của chi tiết máy:

Bề mặt bị biến cứng có thể làm tăng độ bền mỏi từ 15% đến 20%. Chiều sâu và mức độ biến cứng của lớp bề mặt đều có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy; cụ thể là hạn chế khả năng gây ra các vết nứt tế vi làm phá hỏng chi tiết, nhất là khi bề mặt chi tiết có ứng suất dư nén.

Khi chi tiết máy làm việc ở môi trường có nhiệt độ cao, dưới tác dụng nhiệt quá trình khuếch tán các phân tử kim loại trong lớp bề mặt sẽ tăng lên, làm giảm độ bền mỏi của chi tiết máy.

c. Đối với tính chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt chi tiết máy:

Biến dạng dẻo và biến cứng lớp bề mặt có mức độ khác nhau, tùy theo thành phần kim loại khác nhau. Hạt ferrit biến dạng nhiều hơn hạt peclit. Điều đó làm cho năng lượng nâng cao không đều và thế năng điện tích của các hạt thay đổi khác nhau. Các hạt ferrit biến cứng nhiều hơn sẽ trở thành các anôt. Các hạt peclit bị biến cứng ít hơn sẽ trở thành các catôt. Cũng do nguyên nhân đó các mạng lưới nguyên tử sẽ bị lệch với mức độ khác nhau trong các hạt tinh thể, trong đó sinh ra một số lượng lớn các phần tử ăn mòn, tác dụng này nhiều nhất là ở các mặt phẳng trượt. Trong vùng này xảy ra hiện tượng hấp thụ mạnh và phát triển nhanh quá trình ăn mòn và khuếch tán ở lớp bề mặt.

Bề mặt chi tiết máy qua quá trình gia công cơ sẽ bị biến cứng, độ nhám bề mặt bị thay đổi làm cho tính chống ăn mòn hóa học của kim loại cũng bị thay đổi. Sau khi tiện, tốc độ ăn mòn thép trong dung dịch axit sunfuric loãng có thể nhanh gấp 12,5 lần so với sau khi đánh bóng.

3.2.3. Ảnh hưởng của ứng suất dư:

a. Đối với tính chống mòn:

Ứng suất dư ở lớp bề mặt chi tiết máy nói chung không ảnh hưởng đáng kể tới tính chống mòn, nếu chi tiết máy làm việc trong điều kiện ma sát bình thường. Còn ứng suất bên trong xét trên toàn bộ tiết diện của chi tiết máy, có thể có ảnh hưởng đến tính chất và cường độ mòn của chi tiết máy.

b. Đối với độ bền mỏi của chi tiết máy:

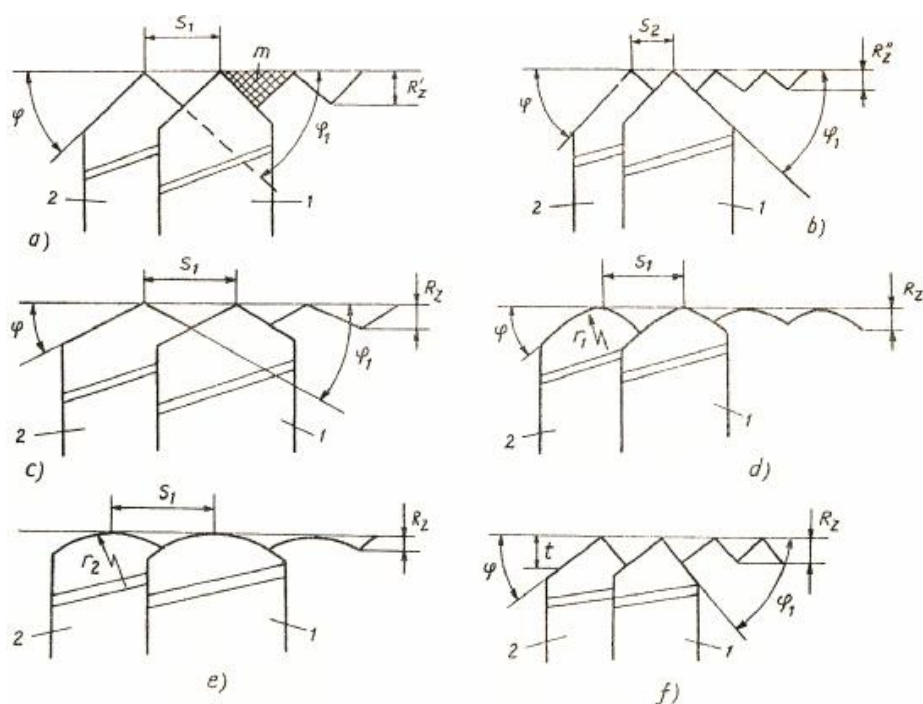
Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có tác dụng nâng cao độ bền mỏi, còn ứng suất dư kéo lại hạ thấp độ bền mỏi của chi tiết máy. Nếu chi tiết máy làm việc lâu ở nhiệt độ cao thì ảnh hưởng của ứng suất dư lớp bề mặt tới độ bền mỏi của vật liệu sẽ giảm.

3.3. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY

3.3.1. Ảnh hưởng đến nhấp nhô bề mặt:

a. Các yếu tố mang tính chất in dập hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt đến độ nhấp nhô bề mặt:

Khi tiện bước tiến S_1 , làm dao tiện từ vị trí 1 sang vị trí 2 (hình 3-7) để lại trên bề mặt gia công phần sót lại làm thành nhấp nhô bề mặt. Phần sót lại đó phụ thuộc vào bước tiến S_1 và hình dáng hình học của dao cắt. Giảm từ bước tiến $S_1 - S_2$ chiều cao nhấp nhô sẽ từ R_z giảm xuống còn R_z' . Nếu thay đổi góc φ và φ_1 không những làm thay đổi chiều cao nhấp nhô mà còn thay đổi cả hình dáng nhấp nhô. Nếu bán kính mũi dao dạng tròn là r_1 thì hình dáng nhấp nhô cũng có đáy lõm tròn. Nếu tăng bán kính mũi dao lên r_2 thì chiều cao nhấp nhô R_{z2} sẽ giảm.



Hình 3-7

Ảnh hưởng của hình dáng hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt đến nhấp nhô bề mặt khi tiện

Chiều cao nhấp nhô khi tiện với bán kính mũi dao r có quan hệ như sau:

- Khi $r = 0$: $R_z = \frac{S}{\text{ctg} \varphi + \text{ctg} \varphi_1}$ (mm)

- Khi $r \neq 0$: $R_z = \frac{S^2}{8r}$ (mm)

Trong đó: R_z : chiều cao nhấp nhô khi tiện.

φ, φ_1 : góc nghiêng chính và nghiêng phụ của dao tiện.

S : bước tiến (mm/vg).

r : bán kính mũi dao (mm).

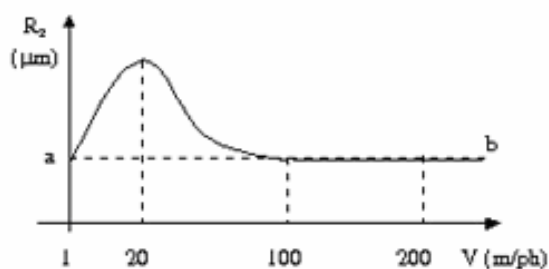
Chiều sâu cắt t thực tế không có ảnh hưởng gì đến nhấp nhô bề mặt gia công.

b. Những hiện tượng phát sinh trong quá trình cắt và có liên quan đến biến dạng dẻo lớp bề mặt:

- Tốc độ cắt V có ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt, V cao phoi dễ tách, biến dạng giảm, vì vậy độ nhấp nhô bề mặt ít, độ bóng tăng.

Khi thay đổi tốc độ cắt khoảng (10÷30)m/ph, nhiệt cắt, lực cắt đều lớn gây ra chảy dẻo ở mặt trước và sau dao. Đến 1 lúc nào đó lớp kim loại bị nén chặt ở mặt trước của dao, hình thành 1 lẹo dao có chu kỳ rất nhanh (có rồi lại mất) gây ra rung động ảnh hưởng đến độ bóng bề mặt.

Nếu tiếp tục tăng V , lẹo dao bị nung nóng nhanh hơn, vùng biến dạng sẽ bị phá hủy, lực dính của lẹo dao không thắng nổi lực ma sát của dòng phoi và lẹo dao bị cuốn đi, khoảng (70÷80)m/ph lẹo dao biến mất. Từ 80 m/ph lẹo dao không hình thành được và độ nhẵn bóng được nâng cao rõ rệt.

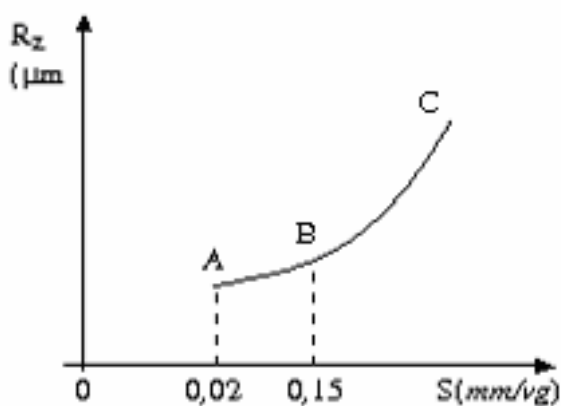


Hình 3-8

Ảnh hưởng của tốc độ cắt V
Đến chiều cao nhấp nhô tế vi R_a

Khi gia công kim loại giòn (gang) các mảnh kim loại bị trượt và vỡ ra không có thứ tự làm tăng độ nhấp nhô tế vi bề mặt. Tăng vận tốc cắt sẽ giảm được hiện tượng vỡ vụn của kim loại, làm tăng độ nhẵn bóng của bề mặt gia công.

- Bước tiến dao S ngoài ảnh hưởng mang tính chất hình học, còn có ảnh hưởng lớn đến mức độ biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi ở bề mặt gia công. Hình 3-8 cho biết quan hệ giữa lượng tiến dao S và chiều cao nhấp nhô tế vi R_z khi gia công thép cacbon, với giá trị của lượng tiến dao $S = 0,02 \div 0,15$ mm/vòng thì bề mặt gia công có độ nhấp nhô tế vi thấp nhất, nếu giảm $S < 0,02$ mm/vòng thì độ nhấp nhô tế vi sẽ tăng lên, độ nhẵn bóng bề mặt giảm. Vì lúc đó ảnh hưởng của biến dạng dẻo lớn hơn ảnh hưởng của các yếu tố hình học. Nếu trị số của lượng tiến dao $S > 0,15$ mm/vòng thì biến dạng đàn hồi sẽ ảnh hưởng đến sự hình thành các nhấp nhô tế vi, kết hợp với ảnh hưởng của các yếu tố hình học, làm cho độ nhám bề mặt tăng lên nhiều (đoạn BC, hình 3-9).



Hình 3-9

Ảnh hưởng của lượng tiến dao S
đối với chiều cao nhấp nhô R_z

- Chiều sâu cắt t ảnh hưởng không lớn lắm đến độ nhẵn bóng bề mặt, có thể bỏ qua. Nhưng nếu giảm t đến $0,02 \div 0,03$ mm thì lưỡi dao sẽ trượt trên bề mặt gia công, nó sẽ theo chu kỳ mà ăn vào mặt gia công và cắt thành những đoạn rời rạc. Cho nên không chọn t quá bé.

- Vật liệu gia công ảnh hưởng đến độ nhẵn bóng bề mặt chủ yếu là do biến dạng dẻo. Vật liệu có độ dẻo cao sẽ cho độ nhẵn bóng bề mặt thấp. Độ cứng vật liệu gia công tăng thì chiều cao nhấp nhô giảm.

- Dung dịch trơn nguội dùng khi cắt kim loại sẽ làm tăng độ bóng bề mặt gia công.

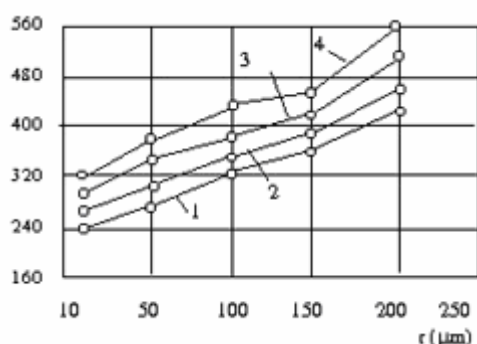
c. Nguyên nhân rung động của hệ thống công nghệ:

- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ (M-G-D-C) không tốt dẫn đến sự phát sinh ra rung động khi cắt, làm giảm chất lượng bề mặt.

- Quá trình rung động tạo nên chuyển động tương đối có chu kỳ giữa dụng cụ cắt và vật liệu gia công làm thay đổi điều kiện ma sát do đó gây nên độ sóng và các nhấp nhô trên bề mặt.

3.3.2. Ảnh hưởng đến biến cứng bề mặt:

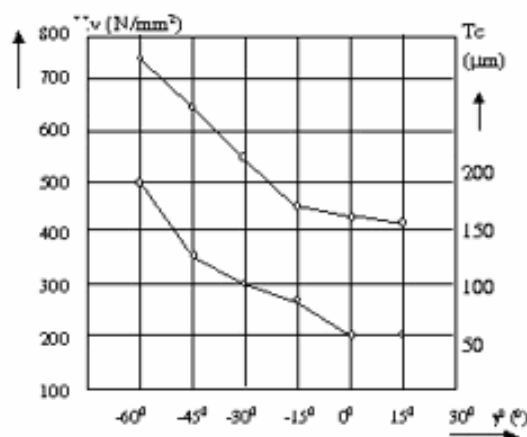
Khi thay đổi chế độ cắt bằng cách tăng lực cắt và mức độ biến dạng dẻo thì mức độ biến cứng bề mặt tăng. Nếu kéo dài tác dụng của lực cắt trên bề mặt kim loại sẽ làm tăng chiều sâu lớp biến cứng bề mặt. Khi tiện, mức độ biến cứng bề mặt chi tiết gia công sẽ tăng nếu tăng lượng tiến dao S và bán kính mũi cắt r (hình 3-10).



Hình 3-10

Ảnh hưởng lượng tiến dao S và bán kính mũi dao r đối với độ biến cứng bề mặt chi tiết máy

Nếu góc trước γ tăng từ giá trị âm đến giá trị dương thì mức độ và chiều sâu biến cứng bề mặt chi tiết giảm (hình 3-11). Những yếu tố trên đây làm tăng lực cắt và vì vậy làm tăng độ biến dạng dẻo, tăng mức độ biến cứng bề mặt.



Hình 3-11

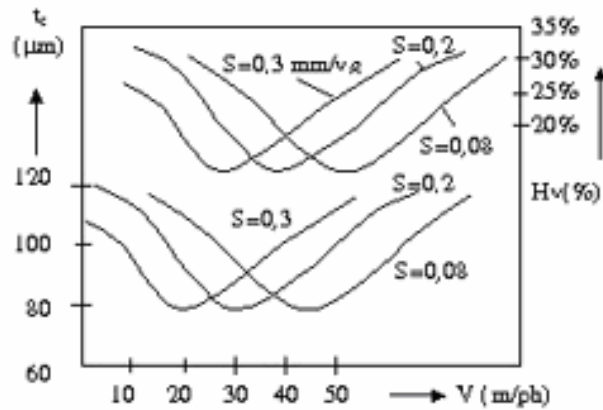
Ảnh hưởng của góc trước γ tới lớp biến cứng bề mặt

Vận tốc cắt có tác dụng kéo dài hoặc rút ngắn thời gian tác động của lực cắt và nhiệt cắt trên bề mặt chi tiết máy. Vận tốc cắt tăng làm giảm thời gian tác động của lực gây ra biến dạng kim loại, do đó làm giảm chiều sâu biến cứng và mức độ biến cứng và mức độ biến cứng bề mặt. Ở hình 3-12 là ảnh hưởng của tốc độ cắt, lượng tiến dao và nhiệt cắt tới mức độ và chiều sâu biến cứng bề mặt. Khi tăng lượng tiến dao thì có

lúc làm tăng, có lúc lại làm giảm mức độ và chiều sâu lớp biến cứng bề mặt vì yếu tố quyết định là nhiệt cắt. Qua thực nghiệm người ta có kết luận là khi vận tốc cắt $v < 20$ m/ph thì chiều sâu lớp biến cứng t_c tăng theo giá trị của vận tốc cắt; ngược lại khi vận tốc cắt $v > 20$ m/ph thì chiều sâu lớp biến cứng lại giảm.

Chiều sâu lớp biến cứng tăng theo giá trị lớn dần của lượng tiến dao S .

Ngoài ra, biến cứng bề mặt cũng tăng nếu dụng cụ cắt bị mòn, bị cùn.



Hình 3-12

Ảnh hưởng tốc độ cắt (V), lượng tiến dao (S) đối với lượng biến cứng bề mặt. (mức độ biến cứng H_v , chiều sâu biến cứng t_c)

3.3.3. Ảnh hưởng đến ứng suất dư bề mặt:

Khi cắt quá trình hình thành ứng suất dư trên lớp bề mặt quyết định bởi biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo, biến đổi nhiệt và hiện tượng chuyển pha trong cấu trúc kim loại. Quá trình này rất phức tạp.

Nói chung, chế độ cắt, hình dạng hình học của dụng cụ cắt, dung dịch trơn nguội là những yếu tố có ảnh hưởng nhiều đến sự hình thành ứng suất dư trên bề mặt chi tiết gia công, kể cả những ứng suất tiếp tuyến, pháp tuyến và hướng trục. Tuy nhiên rất khó xác lập các quan hệ cụ thể. Các phần khác nhau trên bề mặt gia công thường có ứng suất khác nhau về trị số và dấu. Nên ảnh hưởng của chế độ cắt, của thông số hình học dụng cụ cắt, của dung dịch trơn nguội,... đối với ứng suất dư cũng khác nhau.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các yếu tố đặc trưng cho chất lượng bề mặt. Nêu rõ tính chất hình học của bề mặt? Trình bày tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết gia công?
2. Chất lượng bề mặt là gì? Bao gồm những yếu tố nào, cách xác định các yếu tố đó?
3. Nêu ảnh hưởng của độ nhấp nhô tế vi đến tính chống ăn mòn của chi tiết máy, đến độ bền mỏi của chi tiết máy, đến tính chống ăn mòn hóa học và độ chính xác lắp ghép?
4. Nêu ảnh hưởng của các yếu tố mang tính chất hình học của dụng cụ cắt đến độ nhám bề mặt, các ảnh hưởng của các yếu tố phụ thuộc biến dạng dẻo đến độ nhám?

CHƯƠNG 4

ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

4.1 KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA

4.1.1 Khái niệm

Kỹ thuật ngày nay đòi hỏi máy móc, thiết bị phải gọn, đẹp, tinh vi, làm việc chính xác, độ tin cậy cao. Muốn vậy từng chi tiết máy của nó phải có kết cấu hợp lý, độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt phù hợp với yêu cầu làm việc, tính chất cơ lý của lớp bề mặt tốt,...

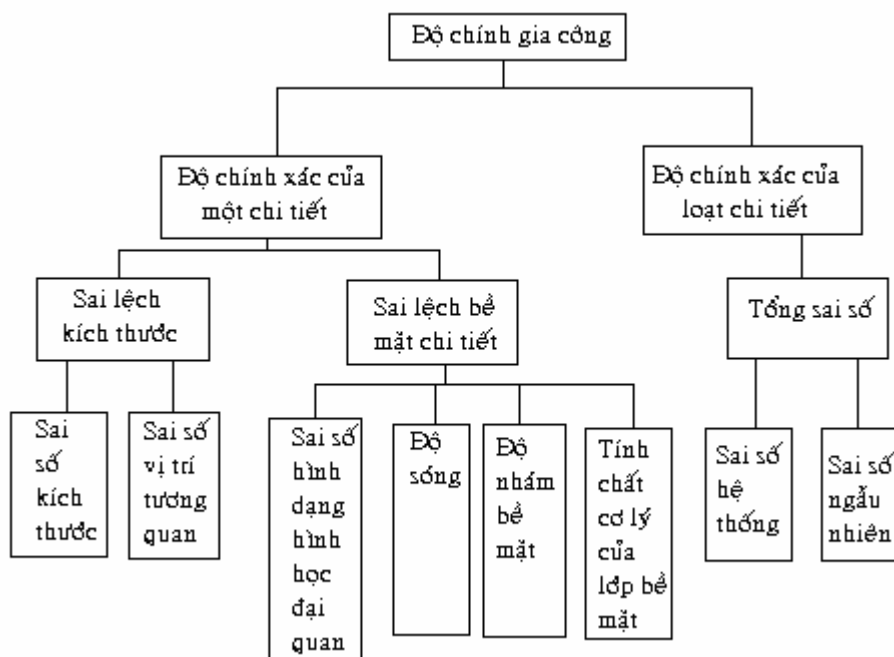
Độ chính xác của một chi tiết máy hay một cơ cấu máy là do người thiết kế quyết định. Trên cơ sở những yêu cầu làm việc của máy móc, thiết bị như độ chính xác, độ ổn định, độ bền lâu, năng suất làm việc, mức độ dễ điều khiển, mức độ phức tạp, sự an toàn tuyệt đối khi làm việc,... mà người thiết kế xác lập nên những điều kiện kỹ thuật cần thiết và dung sai cho phép của từng chi tiết máy, rồi ghi lên bản vẽ chế tạo. Tuy vậy, cho đến lúc này tất cả những điều đó cũng chỉ là trên giấy, còn người công nghệ mới trực tiếp chế tạo và quyết định độ chính xác đạt được của chi tiết máy đó.

4.1.2 Định nghĩa

Độ chính xác gia công của chi tiết máy là mức độ giống nhau về hình học, về tính chất cơ lý của lớp bề mặt của chi tiết máy được gia công so với chi tiết máy lý tưởng trên bản vẽ thiết kế.

Trong thực tế không thể chế tạo chi tiết máy hoàn toàn chính xác mà có sai lệch. Giá trị sai lệch đó gọi là sai số gia công. Sai số gia công càng nhỏ thì độ chính xác gia công càng cao. Người ta dùng sai số gia công để đánh giá độ chính xác gia công.

Độ chính xác gia công bao gồm hai khái niệm: độ chính xác của một chi tiết và độ chính xác của một loạt chi tiết (hình 4-1).



Hình 4-1
Sơ đồ độ chính xác gia công

Độ chính xác kích thước của bề mặt gia công là độ chính xác về 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 trên bản vẽ thiết kế mà nó được thể hiện qua dung sai của kích thước đó.

Độ chính xác về vị trí tương quan giữa hai bề mặt, thực chất là sự xoay đi một góc nào đó của bề mặt này so với bề mặt kia (dùng làm mặt chuẩn). Độ chính xác vị trí tương quan thường được ghi thành một điều kiện kỹ thuật riêng trên bản vẽ thiết kế như: độ đồng tâm, độ song song, độ vuông góc,...

Độ chính xác hình dạng hình học đại quan của chi tiết máy là mức độ phù hợp lớn nhất của chúng với hình dạng hình học lý tưởng của nó trên bản vẽ thiết kế như độ côn, độ ôvan, độ trống... đối với hình trụ, độ phẳng đối với mặt phẳng.

Độ sóng của bề mặt là chu kỳ không phẳng của bề mặt chi tiết máy được quan sát trong phạm vi nhỏ (từ 1 đến 100 mm).

Độ nhám bề mặt được biểu thị bằng một trong hai chỉ tiêu R_a và R_z . Đây là sai số của bề mặt thực quan sát trong một miền rất nhỏ khoảng 1 mm^2 .

Tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết gia công là một trong những chỉ tiêu quan trọng của độ chính xác gia công, nó ảnh hưởng lớn đến điều kiện làm việc của chi tiết máy nhất là các chi tiết chính xác và các chi tiết làm việc trong những điều kiện đặc biệt.

Khi gia công một loạt chi tiết trong cùng một điều kiện xác định mặc dù những nguyên nhân sinh ra từng sai số nói trên của mỗi chi tiết là giống nhau nhưng xuất hiện giá trị sai số tổng cộng trên từng chi tiết lại khác nhau. Sở dĩ có hiện tượng như vậy là do tính chất khác nhau của các sai số thành phần.

Một số sai số xuất hiện trên từng chi tiết của cả loạt đều có giá trị không đổi hoặc thay đổi theo một quy luật nhất định. Những sai số này gọi là sai số hệ thống không đổi hoặc sai số hệ thống thay đổi.

Một sai số khác mà giá trị của chúng xuất hiện trên mỗi chi tiết không theo một quy luật nào cả. Những sai số này gọi là sai số ngẫu nhiên.

- Các nguyên nhân sinh ra sai số hệ thống không đổi là:
 - Sai số lý thuyết của phương pháp cắt.
 - Sai số chế tạo của máy, đồ gá, dụng cụ cắt.
- Các nguyên nhân sinh ra sai số hệ thống thay đổi (theo thời gian gia công) là:
 - Dụng cụ cắt bị mòn theo thời gian cắt.
 - Biến dạng vì nhiệt của máy, dao, đồ gá.
- Các nguyên nhân sinh ra sai số ngẫu nhiên là:
 - Tính chất vật liệu (độ cứng) không đồng đều.
 - Lượng dư gia công không đều.
 - Vị trí của phôi trong đồ gá thay đổi (dẫn đến sai số gá đặt).
 - Sự thay đổi của ứng suất dư.
 - Do gá dao nhiều lần.

- Do mài dao nhiều lần.
- Do thay đổi nhiều máy để gia công một loạt chi tiết.
- Do dao động nhiệt của chế độ cắt gọt.

4.2 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐẠT ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG TRÊN MÁY CÔNG CỤ

4.2.1. Phương pháp cắt thử từng kích thước riêng biệt

Sau khi gá chi tiết gia công lên máy, người thợ đưa dao vào và cắt đi một lớp phoi trên một phần rất ngắn của một mặt cần gia công, sau đó dùng máy đo thử kích thước nhận được. Nếu chưa đạt kích thước yêu cầu thì lại điều chỉnh dao ăn sâu thêm nữa dựa vào du xích trên máy, rồi lại cắt thử tiếp một phần nhỏ của mặt cần gia công, lại đo thử.v.v...và cứ thế tiếp tục cho đến khi đạt kích thước yêu cầu thì mới tiến hành cắt toàn bộ chiều dài gia công. Khi gia công chi tiết tiếp theo thì lại một lần nữa lặp lại quá trình nói trên.

Trước khi cắt thử thường phải lấy dấu để người thợ có thể rà chuyển động của lưỡi cắt trùng với dấu đã vạch một cách nhanh chóng và để tránh sinh ra phế phẩm do quá tay mà tiện dao vào quá sâu ngay từ lần cắt đầu tiên.

Ưu điểm:

- Có thể đạt được độ chính xác về kích thước nhờ rà gá (tất nhiên có phụ thuộc vào tay nghề của người thợ).
- Có thể loại trừ ảnh hưởng của dao mòn đến độ chính xác gia công, vì khi rà gá, công nhân đã bù lại các sai số hệ thống thay đổi trên từng chi tiết .
- Đối với phôi không chính xác người thợ có thể phân bố lượng dư một cách đều đặn nhờ vào quá trình vạch dấu hoặc rà trực tiếp.
- Không cần đến đồ gá phức tạp.

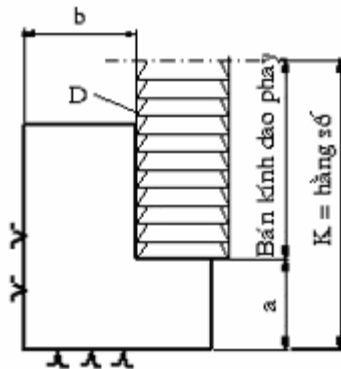
Nhược điểm:

- Độ chính xác gia công của phương pháp này bị giới hạn bởi bề dày lớn nhất của lớp phoi hót đi. Đối với dao tiện hợp kim cứng có mài bóng lưỡi cắt, bề dày phoi có thể hơn (0,02-0,05)mm. Người thợ không thể nào điều chỉnh được dụng cụ để lưỡi cắt có thể hót đi một kích thước bé hơn chiều dày của lớp phoi trên và do đó không thể bảo đảm được sai số bé hơn chiều dày lớp phoi đó.
- Người thợ phải chú ý cao độ nên dễ mệt do đó dễ sinh ra phế phẩm.
- Do phải cắt thử nhiều lần nên năng suất thấp.
- Trình độ tay nghề người thợ yêu cầu phải cao.
- Do năng suất thấp, yêu cầu tay nghề của người thợ phải cao nên giá thành gia công cao.

Phương pháp này thường chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, trong công nghệ sửa chữa và chế thử. Ngoài ra trong một vài nguyên công gia công tinh, ví dụ như mài vẫn có thể dùng phương pháp cắt thử trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, lúc đó có thể bù lại lượng mòn của dụng cụ mài, tuy vậy việc này khó làm chính xác và dễ sinh ra sai số.

4.2.2. Phương pháp tự động đạt kích thước trên các máy công cụ đã điều chỉnh sẵn

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, để đạt được độ chính xác gia công, chủ yếu là dùng phương pháp tự động đạt kích thước trên các máy công cụ đã điều chỉnh sẵn. Theo phương pháp này dụng cụ cắt có vị trí tương quan cố định so với vật gia công (tức là vị trí đã được điều chỉnh). Nói ngược lại thì vật gia công cũng phải có vị trí xác định so với dụng cụ cắt. Vị trí này được đảm bảo nhờ có cơ cấu định vị của đồ gá. Còn đồ gá lại có vị trí xác định trên bàn máy cũng nhờ các đồ định vị riêng. Hay nói cách khác khi gia công theo phương pháp này máy và dao đã được điều chỉnh sẵn.



Hình 4-2

Phương pháp tự động đạt kích thước trên máy phay

Ví dụ, trên hình 4-2 vật gia công đã được định vị nhờ cơ cấu định vị tiếp xúc với mặt đáy và mặt bên. Dao phay đã ba mặt đã được điều chỉnh trước sao cho mặt bên D của dao cách mặt bên của đồ định vị một khoảng bằng b cố định và đường sinh thấp nhất của dao cách mặt trên của phiến định vị phía dưới một khoảng bằng a . Do đó khi gia công cả loạt phôi, nếu không kể đến độ mòn của dao (coi như dao không mòn) thì các kích thước b và a nhận được trên vật gia công của cả loạt đều bằng nhau.

Ưu điểm:

- Đảm bảo độ chính xác gia công, giảm bớt phế phẩm. Độ chính xác đạt được khi gia công hầu như không phụ thuộc vào trình độ tay nghề của công nhân và bề dày bé nhất của lớp phoi bị hút đi, bởi vì lượng dư gia công theo phương pháp này sẽ lớn hơn bề dày bé nhất của lớp phoi có thể cắt được.

- Chỉ cắt một lần là đạt kích thước yêu cầu, không mất thời gian cắt thử, đo nhiều lần do đó năng suất cao.

- Nâng cao hiệu quả kinh tế.

Nhược điểm:

Phương pháp này còn có một số hạn chế về mặt hiệu quả kinh tế nếu loạt sản xuất quá bé vì:

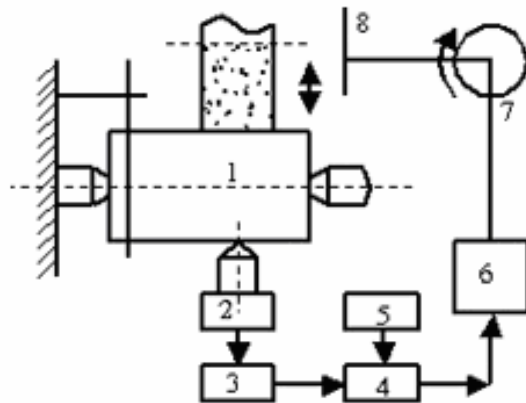
- Phí tổn về việc thiết kế, chế tạo đồ gá cũng như phí tổn về công và thời gian điều chỉnh máy, dao lớn có thể vượt quá hiệu quả mà phương pháp này mang lại.

- Phí tổn về việc chế tạo phôi chính xác không bù lại được, nếu số lượng chi tiết gia công quá ít khi tự động đạt kích thước ở nguyên công đầu tiên.

- Nếu chất lượng dụng cụ kém, mau mòn thì kích thước đã điều chỉnh sẽ bị phá hoại nhanh chóng. Nghĩa là, bị thay đổi trong khoảng thời gian ngắn. Do đó cứ phải điều chỉnh lại, luôn phải khôi phục lại kích thước ban đầu. Điều này gây tốn kém và phiền phức. Nếu điều chỉnh bằng tay thì phí tổn về thời gian tăng lên và độ chính xác thấp.

Trong những năm gần đây, nhờ sự phát triển nhanh chóng của lý thuyết tự động và điều khiển tự động, để nâng cao độ chính xác gia công cho ngành chế tạo máy, giảm bớt thời gian điều chỉnh máy, trên máy công cụ người ta đặt thêm một thiết bị tự động đo và điều chỉnh. Nhờ đó, khi kích thước gia công vượt khỏi giới hạn của dung sai cho phép mà bộ phận tự động đo đã xác định được thì bộ phận điều chỉnh sẽ tự động điều chỉnh lại hệ thống để đạt được kích thước qui định. Lúc này, tất cả các chi tiết gia công đều là chính phẩm.

Về cơ bản, sơ đồ khối của biện pháp tự động điều chỉnh có thể liên hệ ngược được trình bày trên hình 4-3. Nguyên lý làm việc của phương pháp này như sau: kích thước gia công được xác định nhờ đầu đo chủ động 1, kích thước này được chuyển đổi thành tín hiệu điện nhờ bộ chuyển đổi 2 rồi qua cơ cấu khuếch đại 3 và đi vào cơ cấu so sánh 4. Mặt khác kích thước yêu cầu được chuyển đổi thành tín hiệu mẫu nhờ cơ cấu 5 rồi cũng đưa qua cơ cấu so sánh 4.



Hình 4-3
Sơ đồ khối của bộ điều khiển tự động có liên hệ ngược

Độ chính xác giữa 2 tín hiệu có cả dấu (ví dụ: $\pm \Delta D$), được đưa qua cơ cấu khuếch đại 6 để điều khiển động cơ 7 quay thuận hay ngược chiều kim đồng hồ, tùy theo dấu của độ chênh lệch là + hay - để di chuyển cơ cấu chấp hành 8 theo hướng này hay hướng khác (ra hay vào) sao cho độ chênh lệch luôn bằng không.

Ngoài ra còn có thể thêm các cơ cấu phụ tiến dao nhanh vào vị trí làm việc khi mở máy và lùi dao nhanh khi tắt máy.

4.3 CÁC NGUYÊN NHÂN SINH RA SAI SỐ GIA CÔNG.

Trong quá trình gia công có rất nhiều nguyên nhân sinh ra sai số gia công, để có thể điều khiển được quá trình gia công ở một nguyên công cụ thể nhằm đạt được độ chính xác gia công cần thiết, chúng ta phải biết rõ từng nguyên nhân sinh ra sai số gia công và phân tích ảnh hưởng của chúng đến độ chính xác gia công.

4.3.1 Ảnh hưởng do biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ:

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

Trong thực tế, một mặt lực cắt tác dụng lên chi tiết gia công, sau đó thông qua đồ gá truyền đến bàn máy, thân máy, mặt khác lực cắt cũng tác dụng lên dao cắt và thông qua cán dao bàn dao truyền đến thân máy. Bất kỳ một chi tiết nào của cơ cấu máy, đồ gá, dụng cụ và chi tiết gia công khi chịu tác dụng của lực cắt ít nhiều đều bị biến dạng. Vị trí xuất hiện biến dạng tuy không giống nhau nhưng các biến dạng đều trực tiếp hay gián tiếp đều làm cho dao cắt rời khỏi vị trí tương đối so với mặt cần gia công đã được điều chỉnh sẵn và gây ra sai số gia công.

Khi cắt, dưới tác dụng của lực cắt trên hệ thống công nghệ MGDC xuất hiện lượng chuyển vị tương đối giữa dao và chi tiết gia công, giả sử gọi lượng chuyển vị đó là Δ . Lượng chuyển vị Δ hoàn toàn có thể phân tích thành 3 lượng chuyển vị x, y, z theo 3 trục toạ độ của hệ toạ độ vuông góc, trong đó chuyển vị y có ảnh hưởng tới kích thước gia công nhiều nhất (vì y là chuyển vị theo phương pháp tuyến của bề mặt gia công), còn lượng chuyển vị x không ảnh hưởng tới kích thước gia công.

Ví dụ hình 4-4:

Khi dao tiện có lượng chuyển dịch là Δ thì bán kính của chi tiết gia công sẽ tăng từ R đến $R + \Delta R$.

Ta có:

$$\begin{aligned} R + \Delta R &= \sqrt{(R + y)^2 + z^2} \\ &= (R + y) \sqrt{1 + \left(\frac{z}{R + y}\right)^2} \end{aligned}$$

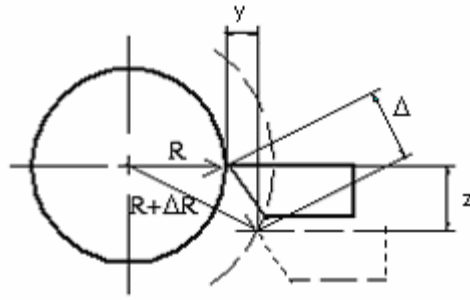
Vì z rất nhỏ so với R nên $\left(\frac{z}{R + y}\right)^2$ là đại lượng nhỏ không đáng kể.

Do đó tính gần đúng ta có:

$$R + \Delta R \approx R + y \text{ và } \Delta R \approx y$$

Nếu là dao nhiều lưỡi hoặc dao định hình (tiện, phay, bào) thì có trường hợp cả 3 lượng chuyển vị x, y, z đều có ảnh hưởng tới độ chính xác gia công, lúc đó cần có sự phân tích cụ thể.

Tính toán sự biến dạng (lượng chuyển vị) của hệ thống công nghệ MGDC là vấn đề khá phức tạp vì đây không phải là biến dạng của một chi tiết mà là biến dạng của một hệ thống gồm nhiều chi tiết lắp ghép với nhau. Vì vậy cần xác định ảnh hưởng tổng hợp của chúng đối với vị trí tương quan giữa chi tiết gia công và dao.



Hình 4-4

Ảnh hưởng của lượng chuyển vị Δ đến kích thước gia công khi tiện

Trong thực tế, để xác định ảnh hưởng này người ta phải dùng phương pháp thực nghiệm. Phân lực cắt tác dụng lên hệ thống công nghệ MGDC thành ba thành phần P_x , P_y , P_z , sau đó đo biến dạng của hệ thống theo ba phương x , y , z . Trong đó lực P_y có ảnh hưởng lớn hơn cả vì có hướng vuông góc với bề mặt gia công.

Gọi P_y là thành phần lực pháp tuyến thẳng góc với mặt gia công và y là lượng chuyển vị tương đối giữa dao và chi tiết gia công theo hướng đó. Thông thường P_y và y tỷ lệ với nhau. Tỷ số P_y / y được gọi là độ cứng vững của hệ thống công nghệ và kí hiệu J_Σ :

$$J_\Sigma = \frac{P_y}{y} \text{ MN/mm (kG/mm)}$$

Vì vậy ta có thể định nghĩa về độ cứng vững như sau:

Độ cứng vững của hệ thống công nghệ là khả năng chống lại ngoại lực làm nó biến dạng. Nó được xác định bằng tỉ số giữa lực cắt và chuyển vị của dao và chi tiết gia công theo hướng của lực tác dụng.

Lượng chuyển vị y của dao đối với chi tiết gia công là tổng hợp các chuyển vị của các chi tiết chịu lực trong hệ thống công nghệ.

Do đó:

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

Trong đó:

y_i - lượng chuyển vị của chi tiết hay bộ phận thứ i theo hướng pháp tuyến.

J_i - độ cứng vững của chi tiết hay bộ phận thứ i .

Nhưng theo định nghĩa thì $y = \frac{P_y}{J_\Sigma}$ nên ta có:

$$\frac{P_y}{J_\Sigma} = \sum_{i=1}^n \frac{P_y}{J_i} \quad \text{hay} \quad \frac{1}{J_\Sigma} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{J_i}$$

Nếu gọi $\omega = 1/J$ là độ mềm dẻo, sẽ có định nghĩa về độ mềm dẻo như sau:

“Độ mềm dẻo của hệ thống công nghệ là khả năng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ dưới tác dụng của ngoại lực”.

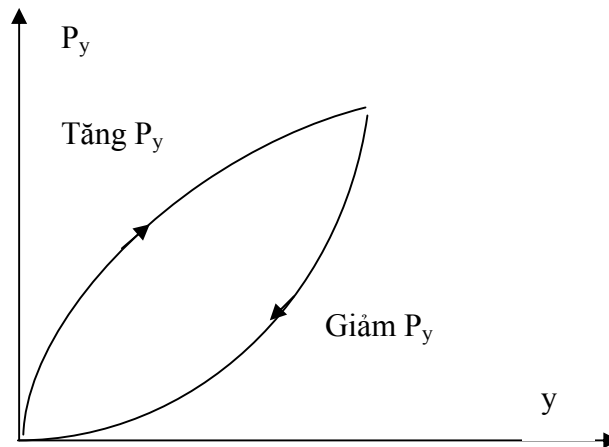
Lúc này sẽ có:

$$\omega_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \omega_i$$

Thông thường độ cứng vững của hệ thống công nghệ có thể viết dưới dạng:

$$\frac{1}{J_{\Sigma}} = \frac{1}{J_m} + \frac{1}{J_{\tilde{n}}} + \frac{1}{J_{ct}}$$

Trong thực tế cho thấy độ cứng vững của hệ thống công nghệ không phải là hằng số mà thay đổi tùy theo tăng lực hay giảm lực.



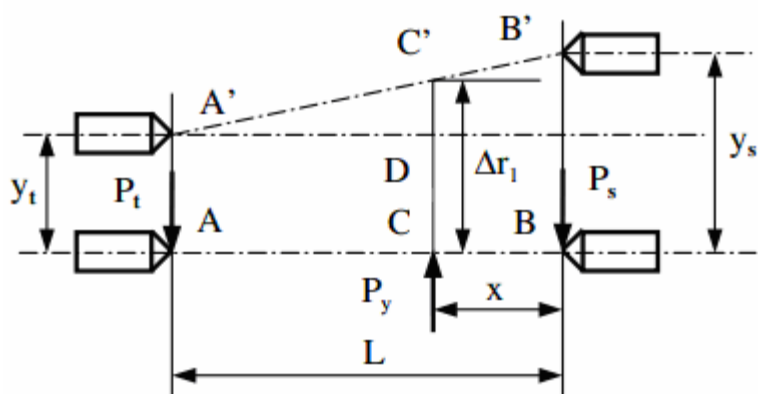
Hình 4-5
Quan hệ giữa lượng chuyển vị y và ngoại lực P_y

Hai đường cong tăng P_y và giảm P_y không trùng nhau vì ngoài biến dạng đàn hồi còn có biến dạng tiếp xúc và ma sát ở các bề mặt tiếp xúc. Để phân tích độ cứng vững của hệ thống công nghệ ảnh hưởng đến độ chính xác gia công như thế nào, người ta sử dụng trị số trung bình của chúng.

Dưới đây là một số ví dụ ảnh hưởng do yếu cứng vững và sai số hình học của một số chi tiết trong hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công.

a. Ảnh hưởng của độ cứng vững của hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công:

Để sáng tỏ hơn về ảnh hưởng của độ cứng vững hệ thống công nghệ MGDC đến độ chính xác gia công, ta hãy khảo sát quá trình tiện một trục tròn có đường kính 2 mm của máy tiện.



Hình 4-6
Sơ đồ tiện trục trơn gá trên 2 mũi tâm của máy tiện.

Lúc này, vị trí tương đối giữa chi tiết gia công và dao phụ thuộc vào vị trí tương đối của ụ trước, ụ sau và bàn dao. Do đó trong trường hợp này, có thể khảo sát chuyển vị của từng bộ phận nói trên rồi tổng hợp lại sẽ được chuyển vị của hệ thống công nghệ và từ đó biết được sai số gia công.

- Sai số gia công do chuyển vị của 2 mũi tâm gây ra.

Giả sử xét tại vị trí mà dao cắt cách mũi tâm sau một khoảng là x (hình 4-5). Lực cắt pháp tuyến ở điểm đang cắt là P_y . Lúc đó do kém cứng vững nên mũi tâm sau đã dịch chuyển từ B đến B' ($BB' = y_s$), còn mũi tâm trước dịch chuyển từ A đến A' ($AA' = y_{tr}$). Nếu coi chi tiết gia công có độ cứng vững tuyệt đối thì đường tâm của chi tiết sẽ bị dịch chuyển từ AB đến $A'B'$ khi có tác động của lực cắt. Gọi L là chiều dài của trục cần gia công, lúc này lực tác dụng lên mũi tâm P_s là:

$$P_s = P_y \cdot \frac{L - x}{L}$$

Lực tác dụng lên mũi tâm trước là:

$$P_{tr} = P_y \cdot \frac{x}{L}$$

Lượng chuyển vị theo phương tác dụng P_y của mũi tâm sau là:

$$y_s = \frac{P_s}{J_s} = \frac{P_y}{J_s} \cdot \frac{L - x}{L}$$

Lượng chuyển vị theo phương tác dụng P_y của mũi tâm trước là:

$$y_{tr} = \frac{P_{tr}}{J_{tr}} = \frac{P_y}{J_{tr}} \cdot \frac{x}{L}$$

Vị trí tương đối của mũi dao so với tâm quay của chi tiết sẽ xô dịch đi một khoảng từ C đến C' .

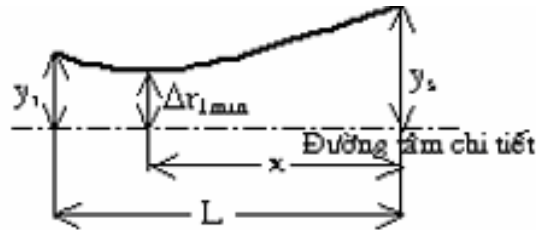
$$\overline{CC'} = \overline{CD} + \overline{CD'} = y_{tr} + (y_s - y_{tr}) \cdot \frac{L - x}{L}$$

Như vậy, nếu chưa kể đến biến dạng của chi tiết gia công thì đại lượng CC' chính là lượng tăng bán kính của chi tiết gia công Δr_1 ở mặt cắt đó. Nói cách khác đây chính là một phần của chi tiết gia công và có thể viết dưới dạng:

$$\Delta r_1 = \frac{P_y}{J_{tr}} \cdot \frac{x}{L} + \left(\frac{P_y}{J_s} \frac{L-x}{L} - \frac{P_y}{J_{tr}} \frac{x}{L} \right) \frac{L-x}{L}$$

$$\Delta r_1 = \frac{P_y}{J_s} \cdot \frac{(L-x)^2}{L^2} + \frac{P_y}{J_{tr}} \cdot \frac{x^2}{L^2} \quad (*)$$

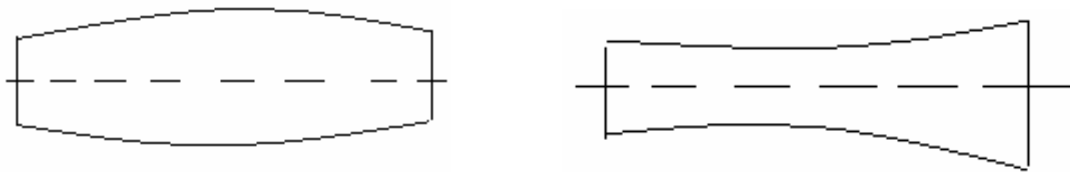
Từ phương trình (*) có thể thấy, khi x thay đổi, tức là khi thực hiện chuyển động chạy dao để cắt hết chiều dài chi tiết, thì lượng tăng bán kính Δr_1 là một đường cong parapol như hình 4-7, có giá trị cực tiểu (Δr_{1min})



Hình 4-7

Quan hệ giữa lượng tăng bán kính Δr_1 và x

Tóm lại ảnh hưởng của độ cứng vững của hai mũi tâm không những đã gây ra sai số kích thước mà còn gây ra sai số hình dáng, nó làm cho trục đã tiện lõm giữa và hai đầu loe to ra. Nếu $J_s < J_{tr}$ (điều này thường xảy ra đối với máy tiện) thì đầu trục về phía mũi tâm sau sẽ có đường kính lớn nhất.



Hình 4-8

Trường hợp chi tiết không cứng vững (a)

Trường hợp 2 mũi tâm không cứng vững (b)

- Sai số gây ra biến dạng của chi tiết gia công.

Bản thân chi tiết gia công khi chịu tác dụng của lực cắt cũng bị biến dạng. Ngay tại điểm mà lực cắt tác dụng chi tiết gia công sẽ bị võng. Độ võng đó chính là lượng tăng bán kính Δr_2 và cũng là một thành phần của sai số gia công.

Trường hợp chi tiết được gá trên hai mũi tâm và vị trí của dao ở chính giữa chiều dài chi tiết thì Δr_2 là lớn nhất. Ta có:

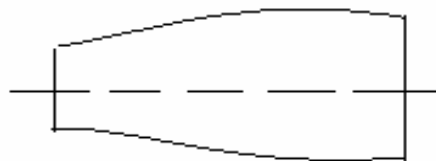
$$\Delta r_{2max} = \frac{P_y L^3}{48EI}$$

Trong đó:

E - môđun đàn hồi của vật liệu chi tiết gia công.

I - mômen quán tính của mặt cắt chi tiết gia công.

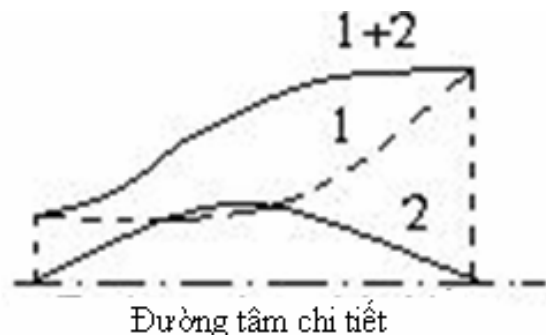
Tổng hợp cả 2 ảnh hưởng của độ cứng vững của 2 mũi tâm và của bản thân chi tiết gia công ta được lượng tăng tổng cộng của bán kính gia công là: $\Delta r = \Delta r_1 + \Delta r_2$. Lúc này sai số hình dáng chi tiết được thể hiện như hình vẽ.



Hình 4-9

Tổng 2 trường hợp a và b ($\Delta r_1 + \Delta r_2$)

Đường 1 biểu diễn sự thay đổi bán kính chi tiết gia công Δr_1 , đường 2 biểu diễn Δr_2 , còn đường 1+2 biểu diễn hình dạng và kích thước của chi tiết có sai số Δr_1 và Δr_2 .



Hình 4-10

Sự biến đổi về kích thước và hình dáng chi tiết trục khi tiện.

- Sai số do biến dạng của dao cắt và ụ gá dao.

Dao cắt và ụ gá dao khi chịu tác dụng của lực cắt cũng bị biến dạng đàn hồi và làm cho bán kính chi tiết tăng lên một lượng Δr_3

$$\Delta r_3 = \frac{P_y}{J_d}$$

J_d : độ cứng vững của dao cắt và ụ gá dao.

Vì ụ gá dao và dao cắt di chuyển dọc theo trục của chi tiết với chế độ cắt không đổi, nên chịu tác dụng của P_y không đổi, cho nên giá trị của Δr_3 là một hằng số.

Điều đó chứng tỏ rằng Δr_3 chỉ có thể gây ra sai số kích thước đường kính của chi tiết gia công mà không gây ra sai số hình dáng của nó. Do đó bằng cách cắt thử, đo và điều chỉnh lại chiều sâu cắt hoàn toàn có thể khử được Δr_3 .

b. Ảnh hưởng do dao mòn

Dao mòn làm cho kích thước gia công thay đổi một cách trực quan, mà nó còn làm cho lực cắt P_y thay đổi một lượng là ΔP_y tỷ lệ với diện tích mòn U_m .

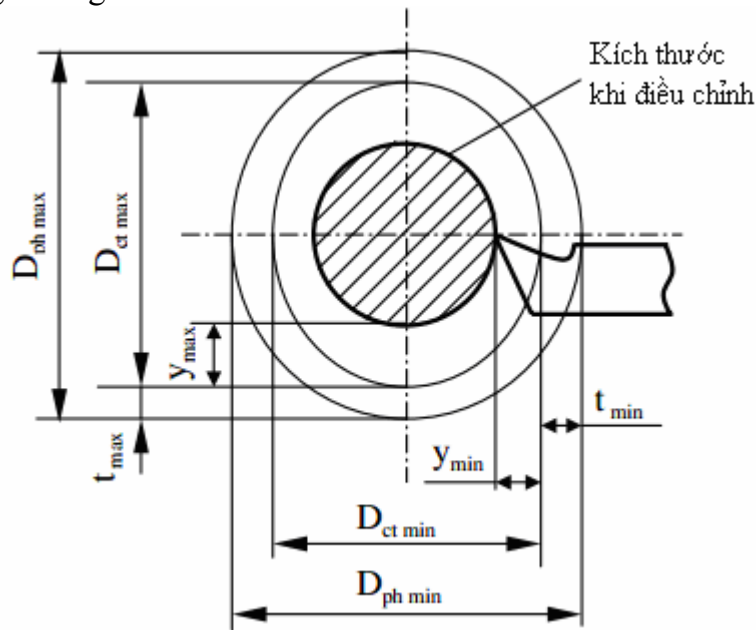
Ngoài ra, các thông số hình học của dao cũng có ảnh hưởng đến lượng thay đổi lực pháp tuyến P_y . Do vậy, khi xác định ΔP_y ngoài mòn dao còn phải nhân thêm các hệ số điều chỉnh.

Ta có: $\Delta P_y = K_{dm} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\gamma} \cdot K_r \cdot U_m$ (các hệ số tỷ lệ được tra theo bảng)

Khi gia công trên các máy đã điều chỉnh sẵn (theo phương pháp tự động đạt kích thước), mòn dao sẽ gây ra sai số hệ thống thay đổi.

c. Ảnh hưởng do sai số hình học của phôi:

Trong quá trình cắt, do những sai số hình dạng hình học của phôi làm cho chiều sâu cắt t thay đổi và lực cắt P_y thay đổi theo và gây nên sai số hình dạng cùng loại trên chi tiết gia công.



Hình 4-11
Ảnh hưởng sai số hình dáng của phôi đến
sai số hình dáng của chi tiết khi tiện

Trên hình 4-11 ta điều chỉnh mũi dao theo kích thước điều chỉnh D_c , nếu gọi Δ_{ph} là sai số của phôi thì khi gia công sẽ dẫn đến lượng tăng chiều sâu cắt trên các đoạn khác nhau. Có nghĩa là:

$$D_{ph}^{max} - D_{ph}^{min} = \Delta_{ph} = 2(t_o^{max} - t_o^{min})$$

Trong đó t_o là chiều sâu cắt tính toán khi điều chỉnh:

$$t_o^{max} = \frac{D_{ph}^{max} - D_{dc}}{2}$$

$$t_o^{min} = \frac{D_{ph}^{min} - D_{dc}}{2}$$

Chiều sâu cắt thay đổi làm cho lực cắt tăng một lượng ΔP_y và gây ra chuyển vị đàn hồi Δy :

$$2\Delta y = 2(y_{max} - y_{min})$$

Nếu gọi t là chiều sâu cắt thực thì: $t = t_0 - y$

Do đó:

$$t_{\max} = t_0^{\max} - y_{\max}$$
$$t_{\min} = t_0^{\min} - y_{\min}$$

Kết quả kích thước chi tiết đạt được:

$$D_{ct}^{\max} = D_{ph}^{\max} - 2t_{\max}$$
$$D_{ct}^{\min} = D_{ph}^{\min} - 2t_{\min}$$

Như vậy chi tiết gia công cũng xuất hiện sai số cùng loại là Δ_{ct} và ta có:

$$2\Delta_{ct} = (D_{ct}^{\max} - D_{ct}^{\min}) = 2(y_{\max} - y_{\min}) = 2\Delta y$$

Nếu gọi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta ph}{\Delta ct} \quad \text{là hệ số chính xác hóa}$$

Và: $K = \frac{\Delta ct}{\Delta ph}$ là hệ số giảm sai hay hệ số in dập, thì sai số gia công của chi tiết được xác định như sau:

$$\Delta_{ct} = K \cdot \Delta_{ph}$$

Nói chung trong hầu hết các trường hợp $\varepsilon > 1$ và $K < 1$ thì khi tăng số bước gia công (số lần cắt một bề mặt), sai số của phôi sẽ giảm và độ chính xác sẽ tăng lên. Người công nghệ phải biết xác định số bước gia công hợp lý đối với từng loại phôi sao cho có hiệu quả nhất.

Cần chú ý rằng việc tính số bước công nghệ chỉ đúng đến số bước thứ i nào đó $\Delta_{ct} < \Delta_{ph}$ (Δ_{ct} là sai số của chi tiết ở bước công nghệ thứ i). Khi sai số của chi tiết đã đủ nhỏ, tương ứng với khả năng có thể của hệ thống công nghệ mà cứ tăng lên số bước công nghệ thì sai số gia công không thể giảm đi mà ngược lại sẽ tăng lên.

4.3.2. Ảnh hưởng của độ chính xác của Máy-Gá-Dao và tình trạng mòn của chúng đến độ chính xác gia công

a/ Sai số của máy công cụ (do chế tạo và lắp ráp)

Máy công cụ cũng chỉ chế tạo được đến một độ chính xác nhất định. Các sai số hình học của máy do chế tạo như :

- Độ đảo trục chính theo hướng kính,
- Độ đảo mặt cầu của trục chính.
- Các sai số chế tạo khác của sống trượt, của bàn máy, v.v... sẽ phản ánh toàn bộ hoặc một phần lên chi tiết gia công dưới dạng sai số hệ thống.

Ngoài ra việc hình thành các bề mặt gia công là do các chuyển động cắt của những bộ phận chính như: trục chính, bàn máy, hoặc bàn dao, v.v... Nếu các bộ phận này có sai số, tất nhiên chúng sẽ 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 sau khi tiện chi tiết gia công sẽ có hình côn (hình 4-9) và đường kính lớn nhất của nó là $D_{\max}$ tính như sau:

$$D_{\max} = D + 2a$$

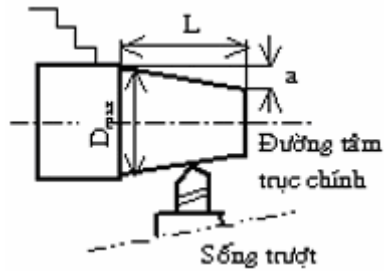
Trong đó:

D: là đường kính cần tiện.

a: độ không song song trên chiều dài L trong mặt phẳng nằm ngang.

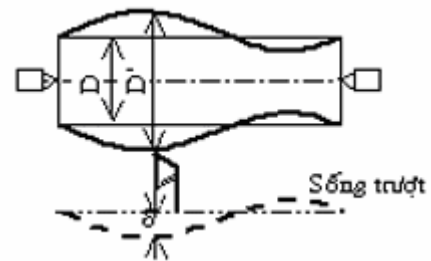
- Nếu sóng trượt không song song với đường tâm trục chính trong mặt phẳng đứng thì tiện ra có hình hypecbôlôit.

- Nếu sóng trượt không thẳng trên mặt phẳng nằm ngang sẽ làm cho quỹ đạo chuyển động của mũi dao không thẳng khiến cho đường kính chi tiết gia công chỗ to, chỗ nhỏ như hình 4-13.



Hình 4-12

Khi tiện, trục chính máy tiện không song song với sóng trượt của nó



Hình 4-13

Khi tiện, sóng trượt máy tiện không thẳng

Đường kính D' tại một mặt cắt nào đó bằng:

$$D' = D + 2\delta$$

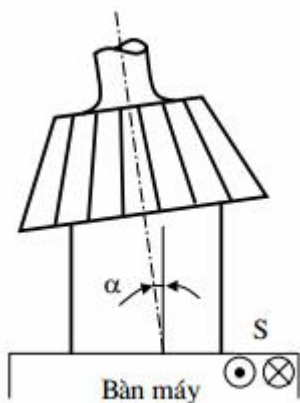
Trong đó:

D: đường kính nhận được ở tiết diện mà tại đó sóng trượt trùng với vị trí đúng theo tính toán.

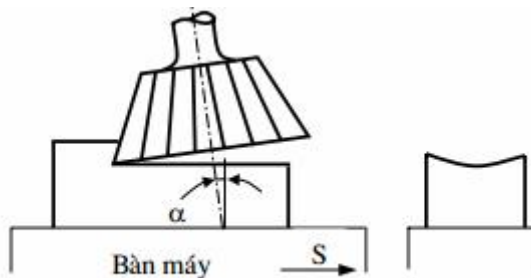
δ : lượng dịch chuyển lớn nhất của sóng trượt trên mặt phẳng nằm ngang so với vị trí tính toán.

Trên các máy công cụ khác cũng vậy. Sai số do chế tạo máy không chính xác sẽ trực tiếp gây ra sai số gia công.

Ví dụ: Trên máy phay đứng. Nếu trục chính của máy không thẳng góc với mặt phẳng của máy, thì mặt phẳng phay được sẽ không song song với mặt phẳng đáy của chi tiết đã định vị trên bàn máy.



Hình 4-14
Mặt phẳng gia công không
song song với mặt phẳng đáy chi tiết



Hình 4-15
Mặt phẳng gia công bị lõm

Nếu không thẳng góc theo phương dọc của bàn máy thì mặt gia công sẽ bị lõm như hình 4-15.

Sai số của bộ phận truyền động do chế tạo không chính xác cũng gây ra sai số gia công.

Ví dụ:

Khi tiện ren nếu bước ren của trục vít me không chính xác sẽ làm cho bước ren gia công sai đi.

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 được gia công.

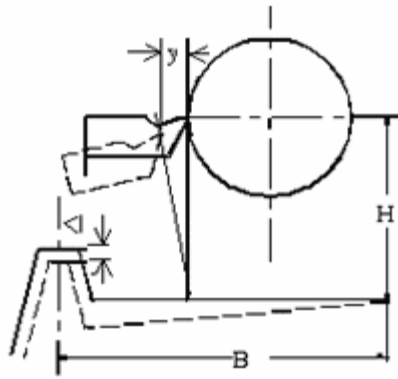
Trạng thái mòn của máy cũng ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Cụ thể gây ra sai số hệ thống thay đổi theo thời gian. Trong quá trình sử dụng do ma sát giữa các bề mặt trượt với nhau, do phoi, bụi trộn lẫn với dầu bôi trơn làm sóng trượt mòn dần.

Trong hình (hình 4-16) sóng trượt trước của máy tiện mòn nhiều hơn sóng trượt sau một lượng là Δ gây nên độ nghiêng của bàn xe dao làm cho đỉnh dao dịch chuyển một lượng là y theo phương nằm ngang và làm tăng bán kính chi tiết gia công.

Độ dịch chuyển y có thể xác định theo công thức

$$y = \frac{H}{B} \cdot \Delta$$

Trong đó H là chiều cao tâm máy so với bàn xe dao và B là khoảng cách giữa 2 sóng trượt.



Hình 4-16
Sơ đồ tính toán lượng dịch chuyển của mũi dao

b. Sai số của đồ gá.

Đồ gá nhằm đảm bảo cho chi tiết gia công có vị trí tương quan chính xác so với dao cắt. Sai số hình học và vị trí tương quan của đồ gá cũng ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Ví dụ: Đường tâm lỗ bạc dẫn hướng không vuông góc với mặt định vị, gây nên sai số gia công là độ không vuông góc của lỗ so với mặt đáy của chi tiết.

Các chi tiết quan trọng của đồ gá như chi tiết định vị, dẫn hướng, gá dao... nếu chế tạo và lắp ghép kém chính xác hoặc bị mài mòn trong quá trình gia công đều gây nên sai số gia công. Sai số này mang tính chất hệ thống.

c. Sai số của dụng cụ cắt

Độ chính xác chế tạo dao, mức độ mài mòn và sai số điều chỉnh dao trên máy đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Các dao định kích thước như mũi khoan, khoét, doa, chuốt ảnh hưởng trực tiếp đến đường kính lỗ chi tiết gia công. Sai số về bước ren, góc nâng của ren, và đường kính trung bình của tarô, bàn ren đều phản ánh trực tiếp lên ren gia công. Các loại dao định hình như dao tiện định hình, đá mài định hình, dao phay định hình nếu có sai số đều làm sai dạng bề mặt gia công.

Ngoài ra sai số chế tạo, vấn đề mòn của dao là một yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác gia công. Khi gia công trên máy đã điều chỉnh sẵn (phương pháp tự động đạt kích thước), mòn dao sẽ gây ra sai số hệ thống thay đổi.

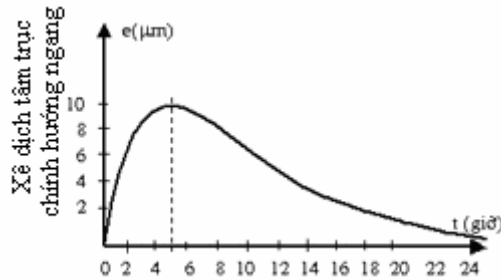
4.3.3. Ảnh hưởng do biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ (MGDC) đến độ chính xác gia công

Trong quá trình gia công liên tục, hệ thống máy, đồ gá, dao và chi tiết đều bị nóng lên do ma sát, do ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường xung quanh, gây ra sai số hệ thống thay đổi. Mức độ đốt nóng và thứ tự trước sau có khác nhau, bộ phận nào gần nguồn nhiệt thì tăng trước và nhiệt độ cao hơn.

a. Sai số do biến dạng nhiệt của máy

Nguyên nhân cơ bản sinh nhiệt là tiêu hao ma sát trong các cơ cấu di động (ổ lăn, bộ truyền bánh răng), truyền động thủy lực và các thiết bị điện,... Khi máy làm việc nhiệt độ ở các bộ phận khác nhau có thể chênh lệch khoảng $(10 \div 50)^{\circ}\text{C}$, sinh ra biến dạng không đều và máy sẽ mất chính xác.

Ảnh hưởng lớn nhất đến độ chính xác gia công là việc đốt nóng trực chính, bàn máy và băng máy. Khi máy làm việc, nhiệt sinh ra đã làm tâm trục chính xô dịch theo hướng ngang và thẳng đứng. Nhiệt tăng nhiều nhất ở ổ đỡ trục chính. Ví dụ: Xô dịch hướng ngang của tâm trục chính khi gia công trên hai mũi tâm (trường hợp tiện) trong vòng 3 giờ đầu có thể lên tới 10μm



Hình 4-17
Quan hệ giữa độ xô dịch tâm trục chính hướng ngang và thời gian gia công

Như vậy trong thời gian 3h đầu biến dạng vì nhiệt theo hướng ngang sẽ sinh ra sai số đường kính và hình dáng trục gia công. Sai số này thay đổi theo thời gian và mang tính chất hệ thống.

Sau đó nhiệt độ đốt nóng cũng như vị trí tâm trục chính sẽ ổn định. Khi tắt máy sẽ xảy ra quá trình làm nguội chậm và tâm trục chính sẽ xô dịch theo hướng ngược lại.

Để khắc phục sai số gia công do biến dạng nhiệt gây ra có thể mở máy chạy không tải chừng 2 đến 3 giờ và trong quá trình gia công không dừng máy lâu.

b. Sai số do biến dạng nhiệt của dụng cụ cắt

Lượng nhiệt trong quá trình cắt sẽ truyền 1 phần vào dao cắt làm cho mũi dao dài ra. Trong quá trình cân bằng nhiệt độ, độ dẫn dài của dao được tính theo công thức sau:

$$\Delta L_c = C \frac{L_p}{F} \sigma_B (t.s)^{0,75} \cdot \sqrt{v}$$

Trong đó:

ΔL_c : độ dẫn dài của dao tiện.

C: hằng số khi $v = 100$ đến 200 m/ph.

$t < 1.0$ mm.

$s < 0.2$ mm/vòng thì $C = 4.5$.

L_p : chiều dài phần côngxôn của dao tiện (mm).

F : tiết diện cán dao (mm²).

σ_B : giới hạn bền của vật liệu gia công (kG/ mm²).

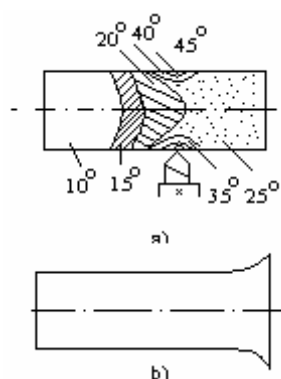
t, s, v : chế độ cắt.

Sự dẫn dài của dao làm thay đổi kích thước của chi tiết gia công và gây nên sai số gia công. Khi dao ngừng cắt thì nó nguội đi và sẽ co ngắn lại cho đến khi giai đoạn cắt tiếp theo.

c. Sai số do biến dạng nhiệt của chi tiết gia công

Một phần lớn nhiệt cắt truyền vào chi tiết gia công, làm cho nó biến dạng và gây ra sai số gia công. Nếu chi tiết được nung nóng đều toàn bộ thì chỉ gây ra sai số kích thước. Nhưng phần lớn các chi tiết gia công khi cắt không được đốt nóng đều mà đốt nóng cục bộ gây ra sai số hình dáng.

Ví dụ: Khi tiện một trục, nhiệt độ ở xung quanh vùng cắt không đều nhau, thay đổi từ $(10 \div 45)^{\circ}\text{C}$ (hình 4-15a) và trường nhiệt đó lại di chuyển liên tục theo mũi dao từ trái sang phải nên sau khi gia công xong chi tiết có dạng hình 4-15b.



Hình 4-18 a) Trường phân bố nhiệt khi tiện
b) Sự biến dạng chi tiết sau khi tiện

Để khắc phục biến dạng nhiệt của chi tiết gia công cần phải dùng đủ dung dịch trơn nguội.

4.3.4. Ảnh hưởng do chọn chuẩn và gá đặt chi tiết gia công đến độ chính xác gia công:

Để có thể gia công được phải gá đặt chi tiết lên máy. Bản thân việc gá đặt này cũng có sai số và ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công. Sai số gá đặt bao gồm:

- Sai số chuẩn (do chọn chuẩn gây ra) ε_c
- Sai số kẹp chặt (lượng biến dạng của chi tiết do lực kẹp gây ra) ε_{kc}
- Sai số của đồ gá (do chế tạo các chi tiết của đồ gá và lắp chúng lại) ε_{dg}

$$\varepsilon_{gd} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_{dg}^2}$$

4.3.5. Ảnh hưởng do rung động đến độ chính xác gia công:

Rung động của hệ thống công nghệ trong quá trình cắt không những làm tăng độ nhám bề mặt và độ sóng, làm cho dao mòn nhanh mà còn làm cho lớp kim loại bề mặt bị cứng nguội, hạn chế khả năng cắt gọt. Rung động làm cho vị trí của dao cắt và bề mặt gia công thay đổi theo chu kỳ, do đó ghi lại trên bề mặt chi tiết hình dáng không

bằng phẳng. Nếu tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt; nếu tần số cao, biên độ nhỏ sẽ sinh ra độ nhám bề mặt.

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

4.3.6. Ảnh hưởng do phương pháp và dụng cụ đo đến độ chính xác gia công:

Trong quá trình chế tạo, đo lường cũng gây ra sai số và ảnh hưởng độ chính xác gia công. Những sai số do đo lường bao gồm:

- Sai số của dụng cụ đo. Tuy dụng cụ đo là dụng cụ có thể đánh giá độ chính xác của chi tiết gia công, nhưng bản thân nó khi chế tạo, lắp ráp và điều chỉnh cũng gây ra sai số gia công.

- Sai số do phương pháp đo. Trước khi đo, chi tiết gia công được gá đặt lên dụng cụ hoặc đồ gá đo, sau đó điều chỉnh chuỗi kích thước của dụng cụ hoặc đồ gá đo cho trùng với khâu cần đo. Cuối cùng động tác đo, áp lực đo, v.v. cũng gây ra sai số đo và dẫn đến sai số gia công.

Để giảm bớt ảnh hưởng của đo lường đến độ chính xác gia công, khi đo lường phải chọn dụng cụ đo và phương pháp đo cho phù hợp.

4.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

Khi tiến hành một quá trình gia công, người công nghệ cần phải nắm vững các nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số gia công, dự đoán trước được công nghệ đã chọn. Trong khi cắt thử cũng như khi điều chỉnh máy, phải dự đoán được độ chính xác gia công căn cứ vào số liệu đo được, nghĩa là phải xác định được chính xác gia công.

Có thể xác định độ chính xác gia công bằng các phương pháp sau đây:

4.4.1. Phương pháp thống kê kinh nghiệm

Đây là một phương pháp đơn giản nhất, căn cứ vào “độ chính xác bình quân kinh tế” để đánh giá. Phương pháp này được thống kê bằng các bảng biểu trong các sổ tay công nghệ chế tạo máy.

Độ chính xác bình quân kinh tế là độ chính xác có thể đạt được một cách kinh tế trong điều kiện sản xuất bình thường. Điều kiện sản xuất bình thường là điều kiện sản xuất có đặc điểm sau :

- Thiết bị gia công hoàn chỉnh.
- Trang bị công nghệ đạt yêu cầu về chất lượng.
- Sử dụng bậc thợ trung bình.
- Chế độ cắt theo tiêu chuẩn và định mức thời gian theo tiêu chuẩn.

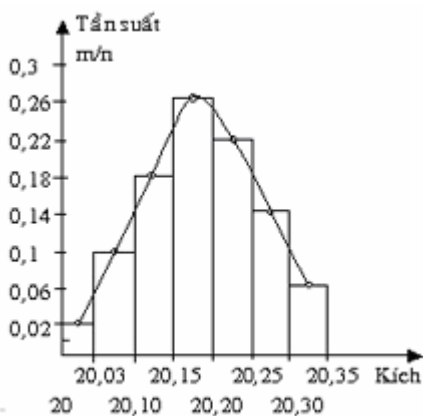
Độ chính xác bình quân kinh tế không phải là độ chính xác cao nhất có thể đạt được của một phương pháp gia công và cũng không phải là độ chính xác có thể đạt được trong bất kỳ điều kiện nào. Vì vậy để đánh giá độ chính xác gia công cần thiết phải phân tích những điều kiện gia công cụ thể, hoặc có khi phải làm một số thí nghiệm thống kê. Những công việc này rất cần thiết đối với sản xuất hàng loạt và hàng khối.

4.4.2. Phương pháp thống kê xác suất

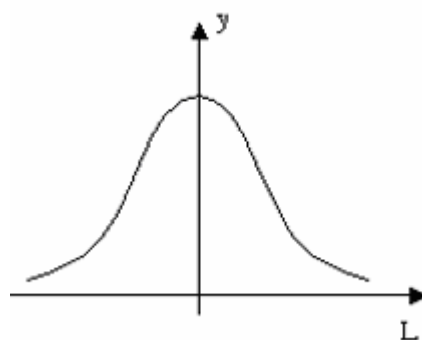
Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, việc xác định độ chính xác gia công được thực hiện bằng phương pháp thống kê xác suất.

Để thực hiện phương pháp này, trước tiên phải cắt thử một loạt các chi tiết có số lượng đủ để thu được những đặc tính phân bố của kích thước đạt được. Thông thường số lượng chi tiết cắt thử phải từ 60 đến 100 chi tiết cho một lần điều chỉnh máy. Đo kích thước đạt được của từng chi tiết cho cả loạt. Tìm kích thước giới hạn lớn nhất, nhỏ nhất của cả loạt, chia khoảng giới hạn lớn nhất nhỏ nhất đó thành một số khoảng (thường lớn hơn 6 khoảng). Xác định số chi tiết có kích thước nằm trong mỗi khoảng và dựng đường cong thực nghiệm (hình 4-19). Trục hoành là kích thước đạt được còn trục tung là tần suất của các kích thước xuất hiện trong mỗi khoảng.

Trên đường cong thực nghiệm ta thấy: kích thước phân bố cho cả loạt chi tiết cắt thử tập trung ở khoảng giữa, số chi tiết cắt thử trong một lần điều chỉnh máy càng lớn thì đường cong càng có dạng tiệm cận đến đường cong phân bố chuẩn (Gauss) có dạng như hình 4-20.



Hình 4-19
Đường cong phân bố
kích thước thực nghiệm



Hình 4-20
Đường cong phân bố
kích thước chuẩn Gauss

Phương trình đường cong chuẩn được viết dưới dạng:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(L_i - \bar{L})^2}{2\sigma^2}}$$

Trong đó:

σ - phương sai của đường cong phân bố tức thời được xác định theo công thức:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n}}$$

L_i - kích thước đạt được của chi tiết cắt thử.

$\bar{L}$ - kích thước trung bình cộng của loạt chi tiết cắt thử.

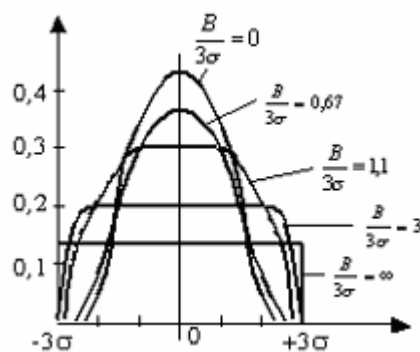
$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

n - số lượng chi tiết cắt thử của một loạt trong một lần điều chỉnh máy.

Trong khoảng $\pm 3\sigma$ của nhánh đường cong gần sát với trục hoành và giới hạn tới 99.73% toàn bộ diện tích của nó. Như vậy trong khoảng $\pm 3\sigma$ đường cong phân bố chuẩn chứa tới 99.73% số chi tiết cho cả loạt cắt thử.

Tuy vậy đường cong phân bố này mới chỉ thể hiện tính chất phân bố của các sai số ngẫu nhiên. Trong quá trình gia công các sai số ngẫu nhiên, hệ thống thay đổi và sai số hệ thống không đổi cũng đồng thời xuất hiện. Vì vậy sau khi xác định phương sai σ của sai số ngẫu nhiên cần phải xác định quy luật biến đổi của sai số hệ thống thay đổi $B(t)$. Riêng sai số hệ thống cố định sẽ không ảnh hưởng đến sự phân tán kích thước gia công và có thể triệt tiêu khi điều chỉnh máy.

Như vậy trong quá trình gia công phân bố kích thước thực phải là tổ hợp của quy luật phân bố chuẩn và quy luật biến đổi sai số hệ thống thay đổi là quy luật đồng xác suất. Lúc này đường cong phân bố kích thước sẽ phụ thuộc vào tỷ lệ $B/3\sigma$ và có dạng như hình 4-18.



Hình 4-21

Đường cong phân bố kích thước thực

Phương pháp này tuy đơn giản nhưng tốn kém do cắt thử cả loạt chi tiết. Để giảm bớt chi phí đồng thời rút ngắn thời gian xác định quy luật phân bố kích thước người ta có thể dùng các số liệu có sẵn để tham khảo khi gia công các kích thước có tính tương tự trong điều kiện gia công tương tự.

4.4.3. Phương pháp tính toán phân tích

Theo phương pháp này, trước hết phải phân tích các nguyên nhân sinh ra sai số gia công, sau đó tính sai số đó, cuối cùng tổng hợp chúng lại thành sai số tổng cộng và căn cứ vào đó để đánh giá độ chính xác gia công. Trong mọi trường hợp sai số gia công tổng hợp phải nhỏ hơn dung sai cho phép của sản phẩm cần chế tạo.

Giả thuyết :

$A_1, \dots, A_i, \dots, A_i$ – những sai số hệ thống không đổi.

$B_1(t), \dots, B_j(t), \dots, B_k(t)$ - những sai số hệ thống thay đổi.

$\sigma_1, \dots, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ – là các phương sai của sai số ngẫu nhiên.

Thì các sai số hệ thống sẽ cộng theo phương pháp đại số:

-Tổng các sai số hệ thống cố định là một sai số hệ thống cố định:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_i$$

- Tổng các sai số hệ thống thay đổi là một sai số hệ thống thay đổi, trị số của nó bằng một hàm của thời gian.

$$B(t) = B_1(t) + B_2(t) + \dots + B_k(t)$$

- Tổng các sai số ngẫu nhiên vẫn là sai số ngẫu nhiên, phương sai của nó bằng:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}$$

Nếu coi $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ là các sai số ngẫu nhiên có dạng phân bố tương ứng là $K_1, K_2, \dots, K_n$. Thì sai số tổng cộng sẽ là :

$$K\Delta = \sqrt{(K_1\Delta_1)^2 + (K_2\Delta_2)^2 + \dots + (K_m\Delta_m)^2}$$

Trong đó:

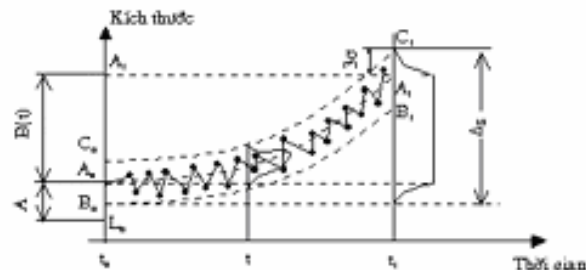
K_m là hệ số đặc trưng cho dạng đường cong phân bố.

Qui luật Gauss $K=1,00$

Qui luật Simson $K=1,22$

Qui luật đồng xác suất $K=1,73$

Trên hình 4-22 là đường phân bố kích thước gia công trên cơ sở tổng hợp cả ba loại sai số trên. Ở thời điểm bắt đầu gia công, trung tâm phân bố là A_0 , khoảng phân tán là B_0C_0 với $A_0B_0 = A_0C_0 = 3\sigma$.



Hình 4-22
Đường phân bố thực kích thước gia công

Sau đó theo thời gian sai số hệ thống thay đổi sẽ làm cho trung tâm phân bố di động theo đường A_0A_1 và giới hạn phân bố của nó cũng biến đổi theo đường B_0B_1 và C_0C_1 . Như vậy trong quá trình gia công kích thước của chi tiết đạt được, theo thời gian sẽ thay đổi trong hai đường giới hạn B_0B_1 và C_0C_1 .

Đường cong tổng hợp của sai số hệ thống thay đổi $B(t)$ và sai số ngẫu nhiên σ , có bề rộng là :

$$\Delta\Sigma = B(t) + 6\sigma$$

Phương sai của nó bằng:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{(\sigma_b)^2 + \sigma^2}$$

Trong đó phương sai của $B(t)$ là:

$$\sigma_B^2 = \frac{1}{t_t - t_0} \int_{t_0}^{t_1} B^2 dt - \bar{B}^2$$

Giá trị trung bình $\bar{B}$ của $B(t)$ là:

$$\bar{B} = \frac{1}{t_1 - t_0} \int_{t_0}^{t_1} B dt$$

Dùng phương pháp này khối lượng tính toán lớn, phải có đầy đủ số liệu như độ cứng vững của hệ thống công nghệ, các biểu đồ về mài mòn dao, lượng dư, v.v... nên trong sản xuất thông thường ít dùng, chỉ dùng trong nghiên cứu khoa học hoặc gia công các chi tiết có độ chính xác cao.

4.4.5. ĐIỀU CHỈNH MÁY

Để đảm bảo độ chính xác của từng nguyên công cần phải tiến hành điều chỉnh máy. Đây là quá trình chuẩn bị, gá đặt dụng cụ cắt, đồ gá và trang bị công nghệ khác lên máy; xác định vị trí tương đối giữa dụng cụ và mặt cần gia công nhằm làm giảm bớt các sai số gia công, đạt được các yêu cầu đã cho trên bản vẽ.

Trong điều kiện sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ, độ chính xác yêu cầu có thể đạt được bằng phương pháp cắt thử.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối độ chính xác gia công nhận được bằng phương pháp tự động đạt kích thước trên máy đã điều chỉnh sẵn. Nhiệm vụ điều chỉnh máy lúc này là:

- Gá đặt đồ gá và dụng cụ cắt vào vị trí có lợi nhất cho điều kiện cắt gọt.
- Xác định chế độ làm việc của máy.
- Đảm bảo vị trí tương quan của dụng cụ cắt, đồ gá, cữ tỳ, mẫu chép hình v.v... (nếu có) để xác định chính xác quỹ tích và lượng dịch chuyển của dụng cụ cắt so với chi tiết gia công. Đây là vấn đề phức tạp nhất trong nhiệm vụ của việc điều chỉnh máy đồng thời có ý nghĩa quyết định đến độ chính xác gia công.

Hiện nay các phương pháp điều chỉnh hay dùng nhất là:

- Điều chỉnh tĩnh.
- Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng calip làm việc (calip thông thường của công nhân).
- Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng dụng cụ vạn năng.

4.5.1. Điều chỉnh tĩnh

Điều chỉnh tĩnh là gá dụng cụ cắt theo calip hoặc dưỡng mẫu trên máy chưa chuyển động (khi chưa cắt). Khi lắp gá dụng cụ cắt thì calip hoặc dưỡng mẫu được lắp vào vị trí của chi tiết gia công, sau đó dịch chuyển dụng cụ sao cho tỳ sát vào bề mặt calip hoặc dưỡng mẫu rồi kẹp chặt lại. Các cữ tỳ cũng theo calip hoặc dưỡng đó mà điều chỉnh một cách tương tự.

Phương pháp này không cho độ chính xác gia công cao vì hệ thống công nghệ bị biến dạng đàn hồi do lực cắt và nhiệt gây ra. Ngoài ra, vị trí tương đối của dao và bề mặt gia công còn bị thay đổi do khe hở của ổ trục chính, do độ nhám bề mặt của chi

tiết gia công v.v... (khi gá dao thì mũi dao tiếp xúc với đáy nhấp nhô còn khi đo thì ở đỉnh nhấp nhô.). Do đó kích thước thực gia công được sẽ lớn hơn (đối với mặt ngoài) hoặc bé hơn (đối với mặt trong) so với kích thước yêu cầu.

Để bù lại lượng thay đổi kích thước của chi tiết gia công so với kích thước điều chỉnh phải thêm vào hoặc bớt đi một lượng bổ sung (thêm vào khi gia công mặt trong còn bớt ra khi gia công mặt ngoài).

$$L_{nc}^{tính} = L_{nc}^{ct} \pm \Delta_{bs}$$

Trong đó :

$L_{nc}^{tính}$ kích thước điều chỉnh tính toán.

L_{nc}^{ct} kích thước thực của chi tiết gia công nhận được sau khi điều chỉnh máy.

Nếu điều chỉnh ban đầu vào giữa trường dung sai thì :

$$L_{đc}^{ct} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2}$$

L_{max} - kích thước lớn nhất ghi trên bản vẽ.

L_{min} - kích thước nhỏ nhất ghi trên bản vẽ.

Δ_{bs} - lượng bổ sung cho biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ, độ nhấp nhô bề mặt của chi tiết gia công và khe hở của ổ trục chính.

Lượng Δ_{bs} bao giờ cũng là số dương, trừ trường hợp lưỡi cắt của dụng cụ khi chịu lực không rời khỏi mặt gia công ăn sâu vào.

Đối với mặt không đối xứng:

$$\Delta_{bs} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$$

Đối với mặt đối xứng:

$$\Delta_{bs} = 2(\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3)$$

Trong đó:

Δ_1 - lượng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ khi

$$\Delta_1 = \frac{P_y}{J}$$

P_y - phản lực pháp tuyến của lực cắt (kN hoặc kG).

J - độ cứng vững của hệ thống công nghệ (kN/m hoặc kG/mm).

Δ_2 - chiều cao nhấp nhô của bề mặt gia công $\Delta_2 = R_z$.

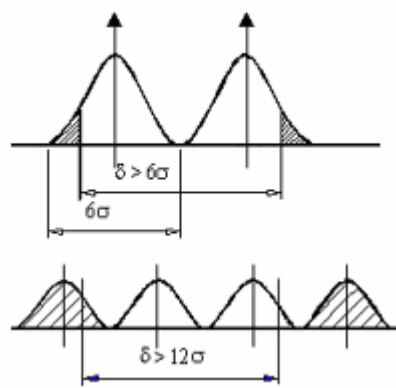
Δ_3 - khe hở bán kính của ổ trục chính máy, Δ_3 khác nhau tùy theo loại máy, đối với máy tiện $\Delta_3 = (0,02 \div 0,04)$ mm.

4.5.2. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ calip làm việc của người thợ:

Nội dung của phương pháp này là dùng calip làm việc của người thợ để tiến hành điều chỉnh. Sau khi xác định vị trí tương đối của dụng cụ cắt so với phôi, người thợ sẽ cắt thử một hoặc vài chi tiết. Nếu kích thước của chi tiết cắt thử nằm trong phạm vi dung sai cho phép thì điều chỉnh coi như đã được và cho phép tiến hành gia công cả loạt chi tiết.

Điều chỉnh máy theo phương pháp này không thể tránh khỏi phế phẩm ngay cả khi dung sai lớn hơn trường phân bố kích thước. ($\delta > 6\sigma$ hoặc $\delta > 12\sigma$). Có hiện tượng đó bởi vì đường cong phân bố kích thước có thể nằm ở vị trí bất kì so với trường dung sai và kích thước của chi tiết cắt thử cũng không biết nằm ở đâu trên đường cong phân bố đó.

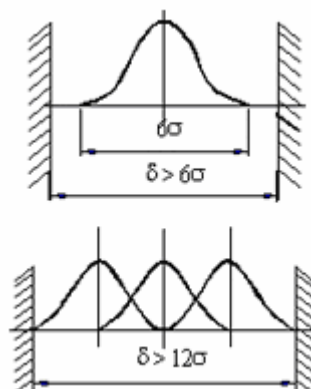
Nếu số lượng chi tiết cắt thử càng nhiều thì phế phẩm càng giảm nhưng cũng không thể loại trừ hoàn toàn phế phẩm như hình 4-23.



Hình 4-23

Khả năng phân bố kích thước của cả loạt chi tiết

Để đảm bảo chắc chắn không có phế phẩm dù khi dung sai lớn hơn trường phân bố kích thước ($\delta > 6\sigma$) phải thực hiện được việc điều chỉnh sao cho trung tâm phân bố kích thước trùng với tâm dung sai (hình 4-24). Điều này không thể thực hiện khi chi tiết cắt thử quá ít.



Hình 4-24

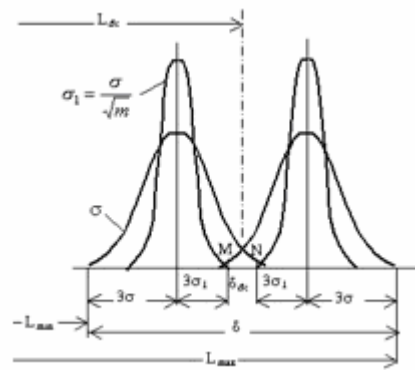
Điều kiện để không có phế phẩm

4.5.3. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ dụng cụ đo vụn năng.

Thực chất của phương pháp này là gá đặt dụng cụ và các cử hành trình căn cứ vào kích thước điều chỉnh $L_{đc}$ sau đó cắt thử m chi tiết đó nằm trong phạm vi dung sai điều chỉnh $\delta_{đc}$ thì việc điều chỉnh coi như là được.

Dựa trên cơ sở lí thuyết xác suất là nếu có một loại chi tiết mà kích thước của nó phân bố theo quy luật chuẩn (đường cong Gauss) với phương sai là σ và nếu phân loại chi tiết thành nhiều nhóm, mỗi nhóm có m chi tiết thì kích thước trung bình của các nhóm đã phân cũng phân bố theo quy luật chuẩn nhưng có phương sai là σ_1 (hình 4-25) và có giá trị như sau:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$$



Hình 4-25

Đường cong phân bố kích thước của cả loạt (σ)

Và đường cong phân bố kích thước trung bình của từng nhóm (σ_1)

a. Tính Toán Điều Chỉnh Khi Không Kể Đến Sai Số Hệ Thống Thay Đổi

Nếu bỏ qua sai số hệ thống thay đổi (ví dụ dao mòn) thì kích thước trung bình cộng m của chi tiết trong nhóm cắt thử chỉ lệch với kích thước trung bình cộng của cả loạt chi tiết không quá $3 \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$

Theo hình 4-25 nếu kích thước trung bình cộng của m chi tiết cắt thử rơi vào khoảng MN thì sẽ không có phế phẩm. Gọi khoảng MN là dung sai điều chỉnh $\delta_{đc}$ thì nó được xác định như sau:

$$\delta_{đc} = \delta - 6\sigma\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right)$$

hoặc

$$\delta_{đc} = \delta \left[1 - \frac{1}{\phi} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \right]$$

$$\text{(nếu đặt } \frac{\delta}{6\sigma} = \phi \text{)}$$

Như vậy δ_{dc} có quan hệ với dung sai của chi tiết cần chế tạo δ , với hệ số an toàn ϕ và số chi tiết thử m . Tăng m , có thể mở rộng δ_{dc} để điều chỉnh nhưng thời gian cắt thử kéo dài. Thông thường m chính xác như sau:

$$m > \left(\frac{6\sigma}{\delta - 6\sigma} \right)^2$$

Thường $m = 2 \div 8$ chi tiết.

Khi sai số hệ thống có ảnh hưởng rõ rệt đến độ chính xác gia công thì điều kiện để không sinh ra phế phẩm là:

$$6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}} \right) + \delta_{dc} + \Delta_{ht} < \delta$$

Trong đó:

Δ_{ht} - sai số hệ thống.

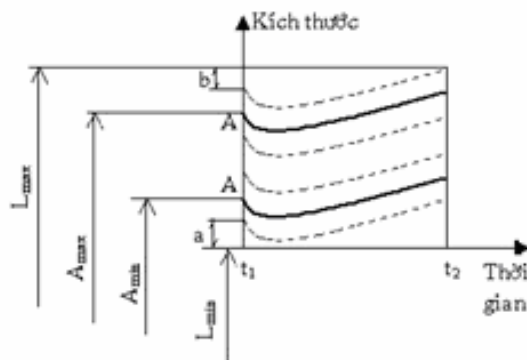
Nếu trung tâm phân bố trùng với trung tâm dung sai thì kích thước điều chỉnh có thể xác định như sau:

$$L_{dc} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2} \pm \frac{\delta_{dc}}{2}$$

Ứng dụng của phương pháp này khi dao ít mòn như gia công bằng dao kim cương hoặc loạt chi tiết ít, dao chưa kịp mòn.

b. Tính Toán Điều Chỉnh Khi Kể Đến Sai Số Hệ Thống Thay Đổi

Để điều chỉnh chính xác hơn, cần phải tính đến cả độ mòn của dụng cụ cắt. Khi lượng mòn của dao làm cho kích thước gia công sắp vượt ra khỏi vùng dung sai cho phép thì phải điều chỉnh lại để đường cong phân bố lùi lại, nằm trong phạm vi dung sai cho và không sinh ra phế phẩm.



Hình 4-26

Biểu đồ quan hệ giữa kích thước và thời gian

Hình 4-26 là biểu đồ thay đổi kích thước gia công theo thời gian. Sai số hệ thống lúc đầu hơi giảm, sau đó tăng dần theo thời gian. Sở dĩ có hiện tượng như vậy vì lúc đầu dao chưa mòn.

Điều kiện để không sinh ra phế phẩm giữa hai lần điều chỉnh t_1 và t_2 là biểu đồ phân bố kích thước phải nằm trong phạm vi giữa hai vị trí giới hạn. Nghĩa là trung tâm phân bố tức thời A phải nằm trong phạm vi:

$$A_{\max} = L_{\max} - 3\sigma - b \quad (\text{I})$$

$$A_{\min} = L_{\min} + 3\sigma + a \quad (\text{II})$$

Trong đó:

$L_{\max}, L_{\min}$: kích thước giới hạn của chi tiết gia công.

σ : phương sai của đường cong phân bố ở thời điểm t_1 .

a, b : lượng dao động của hai loại sai số.

Để xác định được trung tâm A của giải phân bố tức thời, thì sau khi điều chỉnh máy, cắt vài chi tiết thử, phải tính trị số trung bình $\bar{x}$ của chi tiết đó.

Vì chi tiết cắt thử không lớn ($m = 2 \div 8$) nên số trung bình $\bar{x}$ chưa hẳn là trung tâm phân bố tức thời, nhưng mặt khác trung tâm phân bố của $\bar{x}$ lại trùng với A.

Phương sai phân bố của $\bar{x}$ là:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$$

Sai lệch lớn nhất của $\bar{x}$ với A không vượt quá $3 \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$.

Thay vào (I) và (II) thì số trung bình $\bar{x}$ của m chi tiết cần phải nằm trong phạm vi:

$$\bar{x}_{\max} = L_{\max} - b - 3\sigma - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{m}} = L_{\max} - b - 3\sigma(1 + \frac{1}{\sqrt{m}})$$

$$\bar{x}_{\min} = L_{\min} + a + 3\sigma + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{m}} = L_{\min} + a + 3\sigma(1 + \frac{1}{\sqrt{m}})$$

mới có thể đảm bảo trong thời gian gia công từ t_1 đến t_2 không sinh ra phế phẩm.

Dung sai của kích thước trung bình $\bar{x}$ khi điều chỉnh là:

$$\delta_{\bar{x}} = \bar{x}_{\max} - \bar{x}_{\min} = L_{\max} - L_{\min} - (a + b) - 6\sigma(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}) = \delta - (a + b) - 6\sigma(1 + \frac{1}{\sqrt{m}})$$

Từ đó có thể thấy, số lượng chi tiết thử m càng lớn thì $\delta_{\bar{x}}$ càng lớn. Nếu $m=1$ thì chỉ khi $\delta > (a+b)+12\sigma$ mới có thể điều chỉnh không có phế phẩm.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Độ chính xác gia công là gì? Các phương pháp để xác định độ chính xác gia công?
3. Cho biết các nguyên nhân gây ra sai số gia công?
4. Thế nào là độ cứng vững, độ mềm dẻo của một kết cấu? Cách tính toán?
5. Hãy chứng minh: Khi hệ thống công nghệ thiếu cứng vững thì chi tiết được gia công trên hệ thống đó sẽ phạm phải sai số gia công?
6. Dùng khái niệm độ cứng vững để giải thích hiện tượng sai số in dập? Muốn giảm sai số in dập ta phải làm thế nào?

ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG

5.1. CHỌN PHÔI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI

5.1.1. Chọn phôi

Muốn chế tạo một chi tiết máy đạt yêu cầu kỹ thuật và chỉ tiêu kinh tế, người công nghệ phải xác định được kích thước của phôi và chọn loại phôi thích hợp. Kích thước của phôi được tính toán theo lượng dư gia công, còn chọn loại phôi thì phải căn cứ vào các yếu tố sau:

- Vật liệu và cơ tính của vật liệu mà chi tiết cần phải có theo yêu cầu thiết kế.
- Kích thước, hình dáng và kết cấu của chi tiết.
- Số lượng chi tiết cần có hoặc dạng sản xuất.
- Cơ sở vật chất kỹ thuật cụ thể của nơi sẽ sản xuất nó.

Chọn phôi hợp lý chẳng những bảo đảm tốt những tính năng kỹ thuật của chi tiết mà còn có ảnh hưởng tốt đến năng suất và giá thành sản phẩm. Chọn phôi tốt sẽ làm cho quá trình công nghệ đơn giản đi nhiều và phí tổn về vật liệu cũng như chi phí gia công giảm đi.

Chi phí kim loại gia công được đánh giá bằng hệ số:

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

Trong đó:

K: hệ số sử dụng vật liệu.

G_{ct} : khối lượng chi tiết hoàn thiện (kg).

G_{ph} : khối lượng phôi.

Hệ số K còn nói lên trình độ kỹ thuật chế tạo phôi. Xu hướng chung là làm cho hình dáng và kích thước của phôi giống như chi tiết gia công. Ngày nay kỹ thuật chế tạo phôi tiến bộ rất nhiều đã làm giảm nhiều công sức trong gia công, thậm chí có trường hợp bỏ hẳn được việc gia công cơ.

Trong gia công cơ khí các dạng phôi có thể là: phôi đúc, phôi rèn, phôi dập, phôi cán và các loại vật liệu phi kim loại như gỗ, píp, nhựa,... Phôi được chế tạo ra dưới dạng thỏi, tấm hoặc ép thành những chi tiết định hình. Các loại phôi bằng vật liệu phi kim loại nói chung rẻ tiền và giảm được công sức gia công.

5.1.2. 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 có các nguyên công gia công chuẩn bị phôi vì những lý do sau:

- Phôi được chế tạo ra có chất lượng bề mặt quá xấu so với yêu cầu như xì, rỉ, nứt, lớp bề mặt bị chai cứng, các đậu ngót, đậu rớt,... Đó là nguyên nhân làm cho dao bị hỏng, mòn nhanh, chế độ cắt bị hạn chế. Quá trình cắt dễ sinh ra va đập, rung động làm máy chóng hỏng hoặc giảm độ chính xác ban đầu.

- Phôi có nhiều sai lệch so với yêu cầu của chi tiết như méo mó, ô van, độ côn, độ cong vênh, lệch tâm... Theo quy luật in dập sai số, nếu sai lệch của phôi lớn thì sai lệch in dập lại trên chi tiết sẽ lớn, khiến cho khi cắt ta phải thực hiện nhiều lần chạy dao. Nếu ta dùng những máy có công suất lớn, độ cứng vững cao để gia công phá đi lần đầu (thường gọi là bóc vỏ) thì ở các nguyên công về sau tức là khi gia công bán tinh và tinh ta dễ đạt độ chính xác cao mà không phải cắt nhiều lần.

- Đối với các loại phôi cán (phôi thanh) cần phải nắn thẳng trước khi đưa lên máy để gia công nhất là đối với những máy tiện cần cấp phôi tự động. Trong nhiều trường hợp lại phải cắt thành từng đoạn phù hợp với chiều dài của chi tiết.

Vì phôi còn xù xì, cong vênh,... nên trong quá trình gá đặt (định vị và kẹp chặt) gặp nhiều khó khăn. Việc gia công chuẩn bị bao gồm:

- Làm sạch phôi.
- Nắn thẳng phôi.
- Gia công phá.
- Cắt đứt phôi.
- Gia công lỗ tâm.

Chú ý rằng không phải bất cứ loại phôi nào cũng phải qua toàn bộ các nguyên công chuẩn bị nói trên, mà còn tùy thuộc vào dạng phôi, dạng sản xuất và tình hình cụ thể của thiết bị.

Sau đây ta nghiên cứu một số nguyên công chính khi gia công chuẩn bị phôi.

a/ Làm sạch phôi:

Đối với phôi đúc hoặc rèn, dập ta phải tiến hành:

- Làm sạch ba via, đậu rót, đậu ngót.
- Làm sạch cát bám.

Tùy theo các chi tiết có kích thước khác nhau và sản lượng khác nhau mà ta chọn các phương pháp làm sạch thích ứng. Khi sản lượng nhỏ, người ta thường làm sạch bằng phương pháp thủ công bằng những dụng cụ đơn giản như bàn chải sắt, giũa, búa... Phương pháp này đạt năng suất thấp. Với sản lượng nhiều, chi tiết nhỏ ta có thể làm sạch bằng cách cho vào một thùng quay, làm cho các chi tiết va đập vào nhau, các lớp ba via, đậu rót, đậu ngót sẽ rơi ra.

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, người ta làm sạch vật rèn và vật đúc nhờ các thiết bị chuyên dùng cơ khí hóa.

b/ Nắn thẳng phôi.

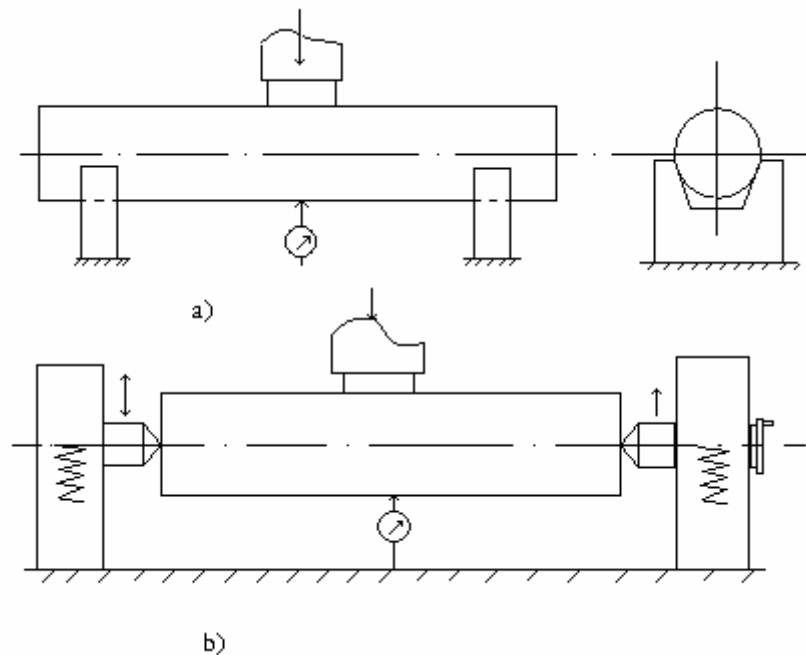
Đối với những phôi dài không những cần nắn thẳng cho nguyên công đầu tiên mà ngay giữa các nguyên công cũng cần nắn thẳng như: trước khi mài, sau khi tiện....Sau khi nắn thẳng, lượng dư đều, giảm sai số gia công, bảo đảm đầy phôi dễ, kẹp chặt tốt Có thể nắn thẳng bằng các phương pháp sau đây:

- Ngắm bằng mắt, nắn bằng búa tay: Là phương pháp thủ công năng suất thấp, độ chính xác kém.
- Ép thẳng: lắp phôi trên hai mũi tâm của máy tiện rồi dùng bàn dao hoặc đòn bẩy để nắn thẳng. Phương pháp này không nên dùng vì nó sẽ phá hoại độ chính xác

của máy. Cũng có thể dùng đồ gá để nắn trên máy ép: dùng cho phôi đơn giản, mặt cắt hình tròn hoặc không tròn, nắn thẳng trên máy ép bằng 2 cách:

+ Nắn thẳng trên hai khối V.

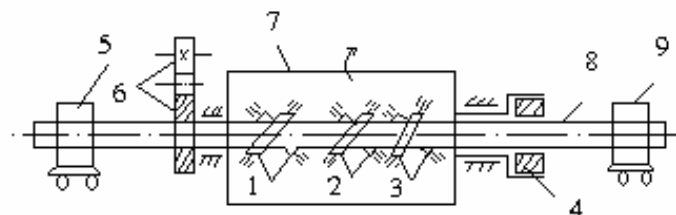
+ Nắn thẳng trên hai mũi tâm, trong đó một cố định, một điều chỉnh được theo hướng trục. Khi nắn ép chi tiết và hai mũi tâm đều bị xô dịch xuống nhờ lò xo, khi nắn xong lò xo lại đẩy về vị trí ban đầu.



Hình 5-1
a. Nắn thẳng trên hai khối V.
b. Nắn thẳng trên hai mũi tâm

- Nắn thẳng trên máy chuyên dùng: Máy gồm có một thùng quay. Trong thùng có những bộ con lăn hình hypecbôlôit đặt chéo nhau. Trong hình 1, 2, 3: các bộ phận con lăn, 4: vành gối đỡ bột mài làm nhẵn, 5, 9: xe lăn đỡ phôi, 6: hệ thống bánh truyền chuyển động từ động cơ đến thùng quay, 7, 8: phôi.

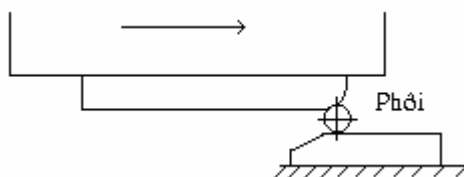
Những con lăn 1, 2, 3 vừa quay theo thùng 7 vừa quay quanh bản thân nó. Chúng làm nhiệm vụ nắn thẳng phôi và dẫn phôi đi. Phôi được đặt vào giữa các bộ con lăn nhờ 2 xe nhỏ 5, 9 giữa 2 đầu phôi. Khoảng cách giữa 2 con lăn có thể điều chỉnh được để thích ứng với các loại đường kính khác nhau.



Hình 5-2
Máy nắn thẳng chuyên dùng

- Nắn thẳng trên máy cán ren phẳng. Khi đó ta thay bàn cán ren bằng bàn phẳng (hình 5-3). Máy này có thể nắn thẳng những đoạn ngắn. Độ chính xác đạt từ $(0,05 \div$

0,15) μm đối với mỗi milimet đường kính, trên chiều dài 1m. Năng suất của phương pháp này rất cao.



Hình 5-3

Sơ đồ nắn thẳng trên máy cán ren phẳng

c/ Gia công phá:

Mục đích của gia công phá là bóc đi lớp vỏ ngoài của các loại phôi có bề mặt quá xấu (rỗ, dính cát, hóa cứng, nứt,...) và có sai lệch quá lớn.

Máy dùng để gia công phá cần phải có công suất lớn, độ cứng vững cao để đạt được năng suất cao, còn độ chính xác thì không cần cao lắm.

d/ Cắt đứt phôi:

Đối với phôi thanh ta phải cắt đứt thành từng đoạn ứng với chiều dài chi tiết hoặc bội số của nó. Đối với phôi đúc ta phải cắt đầu ngót, đầu rọt.

Khi chọn phương pháp cắt đứt phải xét đến một số yếu tố sau đây:

- Lượng dư ở đầu chi tiết.
- Độ chính xác cắt đứt.
- Bề rộng miệng cắt.
- Năng suất cắt.

Có rất nhiều phương pháp cắt đứt phôi:

+ *Cưa tay*: Năng suất rất thấp, mất nhiều công sức, miệng cưa khó thẳng, nhưng tiết kiệm được vật liệu vì miệng cưa hẹp, đồng thời không đòi hỏi thiết bị phức tạp.

+ *Cưa máy (máy cưa cần)*: máy cấu tạo đơn giản, một công nhân có thể đứng nhiều máy, miệng cắt tương đối hẹp từ $(1 \div 2,5)\text{mm}$. So với cưa tay thì năng suất cao hơn nhiều và giải phóng được sức người, nhưng so với các kiểu máy cưa khác thì năng suất của máy cưa cần thấp hơn vì có hành trình chạy không. Các xí nghiệp nhỏ trang bị loại máy cưa này vì bỏ vốn ít.

+ *Cưa đĩa*: Dao giống như dao phay đĩa có đường kính từ $(275 \div 2000)\text{mm}$, miệng rộng từ $(3 \div 15)\text{mm}$. Cưa bằng dao phay đĩa là phương pháp cắt năng suất cao, chất lượng mặt cắt tốt nhưng miệng cắt rộng thường dùng trong sản xuất hàng loạt lớn.

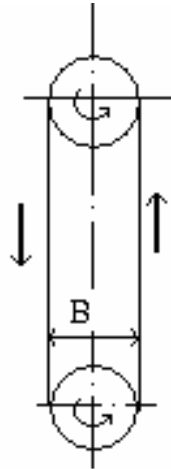


Hình 5-4

a. Cắt từng phôi

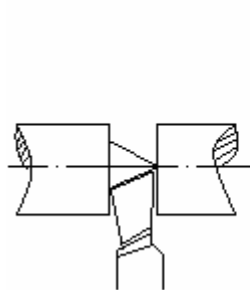
b. Cắt nhiều phôi

+ **Cưa đai:** là phương pháp cắt liên tục, có năng suất cao hơn so với khi cắt trên máy cưa cần nhưng thấp hơn khi cắt bằng cưa đĩa vì lưỡi cưa có độ cứng vững kém, dễ đứt, gãy, khó chế tạo. Miệng cắt nhỏ ($1 \div 1,5\text{mm}$), loại cưa này dùng để cắt đầu ngót, đầu rót của các vật đúc bằng kim loại màu trong dạng sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

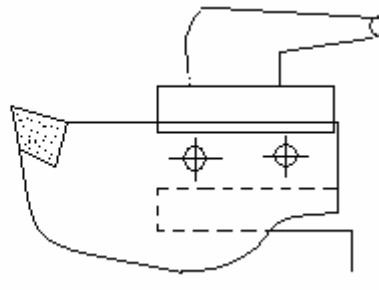


Hình 5-5 Cưa đai

+ **Cắt đứt trên máy tiện:** Có thuận lợi là có thể thực hiện chung trên một lần gá với các bước khác như khoan tâm, tiện ngoài, ... Nhờ vậy mà độ chính xác về vị trí tương quan tốt. Ta có thể cắt đứt trên máy tiện vạn năng thông thường hoặc máy tiện rêvônve... Có thể dùng loại máy khá lớn để cắt các vật đúc có đường kính từ 600 đến 3200mm. Tuy nhiên cắt đứt bằng phương pháp tiện thì năng suất kém miệng cắt lớn từ ($3 \div 7$) mm, dao dễ bị gãy. Có thể cắt đứt những thanh có tiết diện tròn hoặc tiết diện định hình.



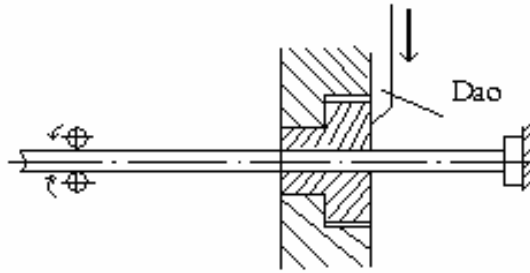
Hình 5-6
Mài vát lưỡi cắt chính



Hình 5-7
Kết cấu dao nâng độ cứng vững

+ **Cắt đứt trên máy mài:** độ chính xác cao, mặt cắt nhẵn, sau khi cắt không cần gia công lại, Dùng để cắt đứt các loại thép, thép đã tôi trong các phân xưởng dụng cụ. Phương pháp này cho năng suất cắt so với phương pháp cắt bằng đĩa thì không cao hơn nhưng chất lượng mặt cắt tốt hơn. Những viên đá dùng để cắt có chiều dày từ ($1 \div 3$) mm.

+ **Cắt đứt trên máy chuyên dùng:** ở một số xí nghiệp dùng các máy cắt chuyên dùng để cắt thép thanh và thép tấm. Năng suất rất cao, nhưng miệng cắt không chính xác. Phần nhiều cắt ở phân xưởng rèn, đường kính vật cắt không được lớn quá.



Hình 5-8
Sơ đồ máy cắt chuyên dùng

+ **Cắt đứt bằng bánh ma sát:** dùng một đĩa làm lưỡi cưa thép, thường dày từ $(1,5 \div 3)$ mm và đường kính từ $(300 \div 1500)$ mm. Mặt tròn của đĩa có khía, khi quay tròn nó tiếp xúc với phôi phát ra lượng nhiệt lớn làm cho kim loại bị nóng chảy và bị cắt đứt. Trong khi đó thì đĩa được làm nguội bằng ngâm một phần trong thùng nước hoặc được tưới liên tục bằng một vòi nước (nhưng không tưới vào vị trí cắt). Phương pháp này có năng suất khá cao, không cần những lưỡi cưa đắt tiền nên giá thành nguyên công sẽ giảm. Nhưng nhược điểm của nó là độ chính xác thấp, ồn ào và phải có biện pháp an toàn tốt.

+ *Cắt đứt bằng tia lửa điện.*

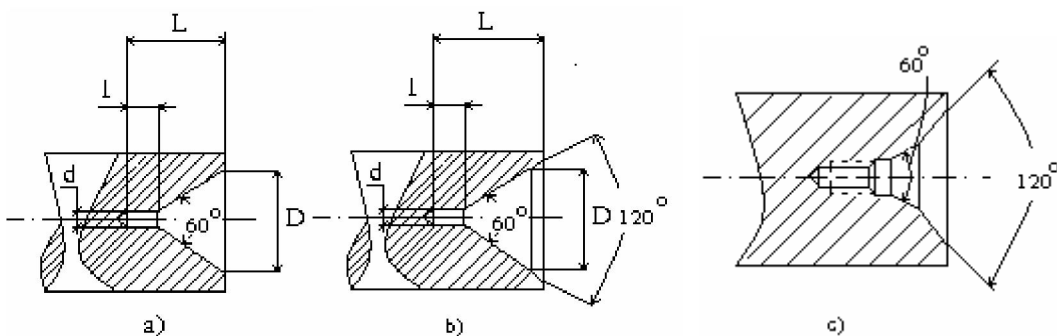
+ *Cắt đứt bằng tia Laser, Plasma,*

+ *Cũng có thể dùng bào, xọc, phay để cắt đứt.*

e/. Gia công lỗ tâm:

Lỗ tâm là một loại chuẩn tinh dùng để định vị chi tiết dạng trục trong nhiều lần gá hoặc nhiều nguyên công khác nhau. Lỗ tâm không những dùng làm chuẩn trong quá trình gia công mà còn dùng cả trong quá trình kiểm tra và sửa chữa sau này.

Dùng lỗ tâm để gá đặt thì nhanh chóng, đảm bảo kích thước hướng kính tốt mặc dù phải trải qua nhiều lần gá.. Lỗ tâm có nhiều loại, thường dùng hai loại sau:



Hình 5-9. Các loại lỗ tâm

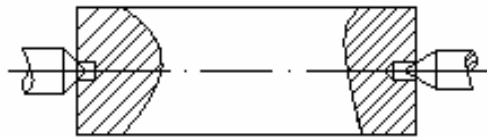
Kiểu (a) là kiểu đơn giản nhất, góc côn của mặt tỳ thường là 60° , chỉ trong trường hợp chi tiết lớn mới dùng loại có góc côn lớn hơn (75° hoặc 90°). Lỗ có đường kính d để cho đầu mũi tâm thoát còn phần côn của mũi tâm thì sát vào lỗ côn.

Kiểu (b) có thêm phần côn vát 120° để lỗ tâm khỏi bị sút mẻ ở mép ngoài, đồng thời còn có thể cho phép gia công suốt cả mặt đầu của trục. Loại này được dùng trong các trường hợp mà phải dùng lỗ tâm nhiều, trong thời gian dài.

Kiểu (c) còn có thêm phần ren ở lỗ tâm để khi sử dụng xong lỗ tâm dùng một nút có ren vặn vào đó nhằm bảo vệ lỗ tâm không bị hư hỏng.

Lỗ tâm là loại chuẩn được dùng lâu dài nên yêu cầu cần kỹ thuật khi gia công khá cao. Những yêu cầu cơ bản của lỗ tâm như sau:

- + Lỗ tâm phải là mặt tựa vững chắc của chi tiết, diện tích tiếp xúc phải đủ, góc côn phải chính xác, độ sâu lỗ tâm phải bảo đảm.
- + Lỗ tâm phải nhẵn bóng (phần côn 60°) để chống mòn và giảm bớt biến dạng tiếp xúc, tăng cường độ cứng vững.
- + Hai lỗ tâm phải nằm trên một đường tâm để tránh tình trạng mũi tâm tiếp xúc không đều nên chống mòn và làm cho mặt trụ sẽ gia công không thẳng góc với mặt đầu (hình 5-10).



Hình 5-10
Độ đồng tâm của hai lỗ tâm

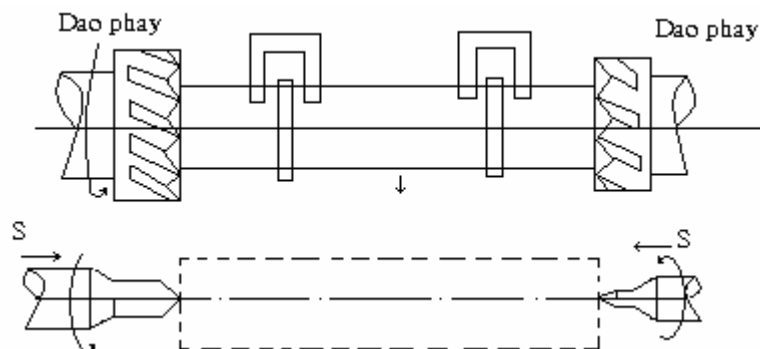
Các phương pháp gia công lỗ tâm:

Trong sản xuất nhỏ người ta có thể gia công lỗ tâm trên các máy vạn năng thông thường (máy tiện, máy khoan). Có thể dùng mũi khoan nhỏ khoan trước phần trụ sau đó dùng mũi khoan lớn khoét thêm phần côn, nếu không có mũi khoan tâm chuyên dùng.

Đối với các chi tiết lớn có thể dùng phương pháp gia công lỗ tâm theo dấu.

Sai lệch của lỗ tâm khi gia công bằng các phương pháp nói trên thường là do trở đầu chi tiết để gia công lỗ thứ hai. Còn sai số hình dáng của lỗ tâm thường là do dụng cụ gia công không chính xác.

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, việc gia công lỗ tâm được thực hiện trên máy chuyên dùng. Trên các máy này chi tiết được gá đặt trên hai khối V tự định tâm và có thể gia công được hai lỗ tâm đồng thời. Ngoài ra còn có thể dùng loại máy tiện liên hợp vừa phay mặt đầu vừa khoan lỗ tâm.



Hình 5-11
Sơ đồ gá gia công hai lỗ tâm trên máy liên hợp

Cần chú ý sau khi nhiệt luyện, trục bị biến dạng, nên trước khi gia công tinh cần thiết phải sửa lại lỗ tâm để đảm bảo đúng hình dạng và các yêu cầu khác. Muốn sửa lại lỗ tâm, phải dùng đá mài hình côn hoặc nghiền bằng bột mài.

5.2. ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT

Trong số những phương pháp chế tạo chi tiết cho các loại máy móc, cơ cấu, khí cụ, cũng như các loại sản phẩm khác, phương pháp cắt gọt là phương pháp được sử dụng rộng rãi nhất: đó là tiện, bào, phay, khoan, mài,....

Quá trình cắt gọt là quá trình hớt đi lớp kim loại thừa trên bề mặt chi tiết có hình dạng, kích thước, độ bóng bề mặt và độ chính xác theo yêu cầu thiết kế.

Thực chất của phương pháp cắt gọt là tạo nên những bề mặt mới bằng cách làm biến dạng, sau đó tách ra những lớp vật liệu bề mặt để thành phoi.

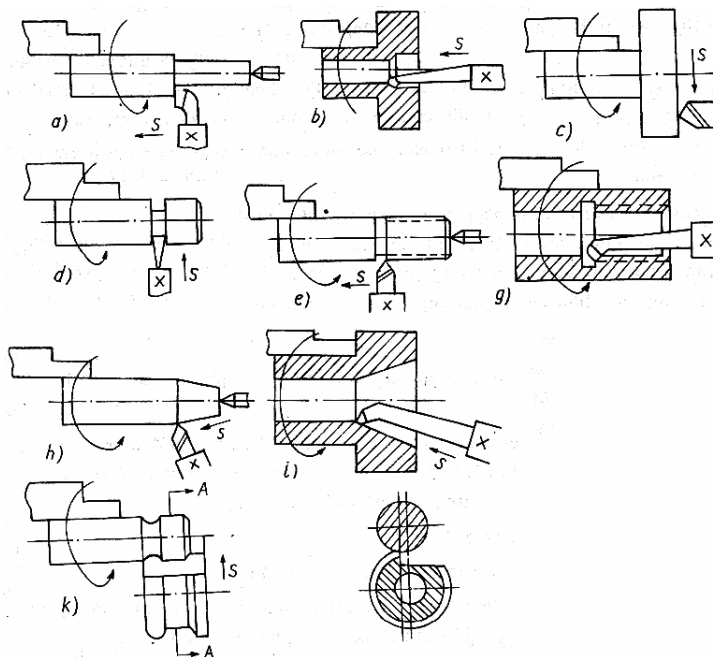
5.2.1. Tiện

Tiện là một phương pháp gia công cắt gọt thông dụng nhất, nó tạo nên hình dạng mặt gia công bằng hai chuyển động tạo hình. Gồm chuyển động cắt chính là chuyển động quay tròn của chi tiết (trong một số trường hợp sẽ là của dao) và chuyển động chạy dao (chuyển động chạy dao dọc và chuyển động chạy dao ngang).

Tiện thường được thực hiện trên máy tiện. Trong sản xuất nhỏ đôi khi còn thực hiện trên máy phay (gia công lỗ), máy khoan. Đối với các chi tiết lớn, dạng hộp còn có thể tiện lỗ trên máy doa ngang, doa đứng. Tiện chiếm tỷ trọng rất lớn trong gia công kim loại bằng cắt, khoảng $(25 \div 50)\%$, vì ngoài nguyên công tiện, trên máy tiện còn có thể khoan, khoét, doa, tarô,...

a/ Khả năng công nghệ của phương pháp tiện.

Tiện có thể tạo được nhiều dạng bề mặt khác nhau như các mặt trụ, mặt côn (cả trong lẫn ngoài), các mặt đầu, mặt định hình tròn xoay, ren trong và ngoài,... như trên hình 5-12. Khối lượng công việc tiện chiếm khoảng $(30-40)\%$ toàn bộ khối lượng gia công cơ khí.



Hình 5-12. Khả năng công nghệ của phương pháp tiện

Tùy theo vị trí mặt gia công (mặt trong, mặt ngoài, mặt đầu), phương pháp gia công (tiện thô, bán tinh hoặc tiện tinh) chất lượng của chi tiết gia công có thể đạt được khác nhau (bảng 5-1).

Độ chính xác về vị trí tương quan như độ đồng tâm giữa các bậc trục, giữa mặt trong và mặt ngoài có thể đạt tới 0,01 mm tùy thuộc vào phương pháp gá mặt phôi.

Bảng 5-1. Chất lượng chi tiết sau khi tiện

Dạng bề mặt gia công	Độ chính xác kích thước (TCVN)	Chiều cao nhấp nhô (μm)		
		Ra	Rz	∇
1. Tiện ngoài:				
- Thô	13 – 12	-	80-40	$\nabla 3$ - $\nabla 4$
- Bán tinh	11 – 10	-	20	$\nabla 5$
- Tinh	9 – 8	2,5	-	$\nabla 6$
- Tinh mỏng	7	1,25-0,63	-	$\nabla 7$ - $\nabla 8$
2. Khoan:	12	-	40	$\nabla 4$
3. Khoét:				
- Thô	12	-	40	$\nabla 4$
- Bán tinh	11 – 10	-	20	$\nabla 5$
- Tinh	9 – 8	2,5	-	$\nabla 6$
4. Doa				
- Thô	9 – 8	2,5	-	$\nabla 6$
- Tinh	7	1,25	-	$\nabla 7$
- Tinh mỏng	7	0,63	-	$\nabla 8$
5. Tiện trong:				
- Thô	13 – 12	-	80-40	$\nabla 3$ - $\nabla 4$
- Bán tinh	11 – 10	-	20	$\nabla 5$
- Tinh	9 – 8	2,5	-	$\nabla 6$
- Tinh mỏng	7	1,25-0,63	-	$\nabla 7$ - $\nabla 8$
6. Xén mặt đầu:				
- Thô	12	-	80-40	$\nabla 3$ - $\nabla 4$
- Bán tinh	11	-	20	$\nabla 5$ - $\nabla 6$
- Tinh	8 - 7	1,25-0,63	-	$\nabla 7$ - $\nabla 8$

Ghi chú: các số liệu trong bảng ghi theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN)

b/ Các biện pháp công nghệ khi tiện.

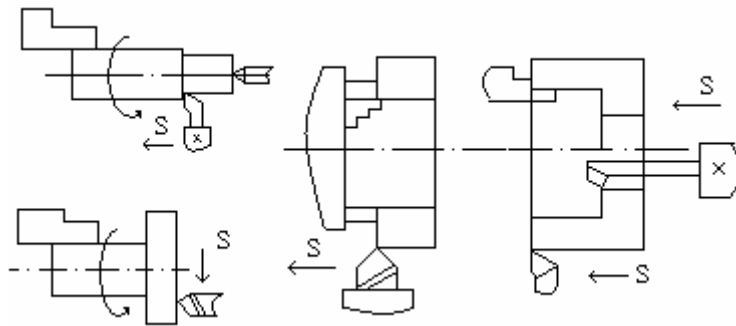
+ Chuẩn và các phương pháp gá đặt khi tiện: Chuẩn công nghệ khi tiện phụ thuộc vào vị trí của mặt gia công (mặt trong, mặt ngoài, mặt đầu), hình dạng và kích thước chi tiết gia công (dài, ngắn, to, nhỏ), độ chính xác về kích thước cũng như hình dạng hình học và vị trí tương quan.

Tùy theo phương pháp chọn chuẩn, khi gia công bằng phương pháp tiện có nhiều cách gá đặt khác nhau như:

- Gá trên mâm cặp ba chấu tự định tâm (mặt ngoài hoặc mặt trong).
- Gá trên mâm cặp và một đầu chống tâm.
- Gá vào hai lỗ tâm.

- Gá trên mâm cặp bốn chấu không tự định tâm.
- Gá đặt bằng ống kẹp đàn hồi (chuẩn là mặt ngoài hoặc mặt trong).
- Gá trên các mũi tâm lớn.
- Gá trên các loại trục gá (chuẩn là mặt trong).
- Gá trên các loại trục gá chuyên dùng.

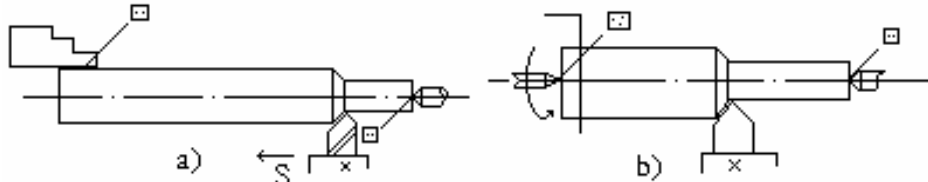
Gá trên mâm cặp ba chấu tự định tâm: thường dùng để gia công những chi tiết ngắn, chiều dài của chi tiết $l < 5d$.



Hình 5-13: Gá trên mâm cặp ba chấu tự định tâm.

Với phương pháp gá đặt này có thể gia công được mặt ngoài, mặt trong, xén mặt đầu và cắt đứt (hình 5-13). Phương pháp gá đặt này tuy đơn giản nhưng năng suất không cao và độ chính xác tự định tâm thấp.

Gá đặt trên mâm cặp ba chấu tự định tâm và một đầu chống tâm (hình 5-14a) hoặc gá vào hai lỗ tâm (hình 5-14b) để gia công những trục có $10 \geq \frac{l}{d} \geq 5$



Hình 5-14

- a/ Gá trên mâm cặp ba chấu tự định tâm và một đầu chống tâm.
b/ Gá trên hai mũi tâm.

Gá vào hai lỗ tâm:

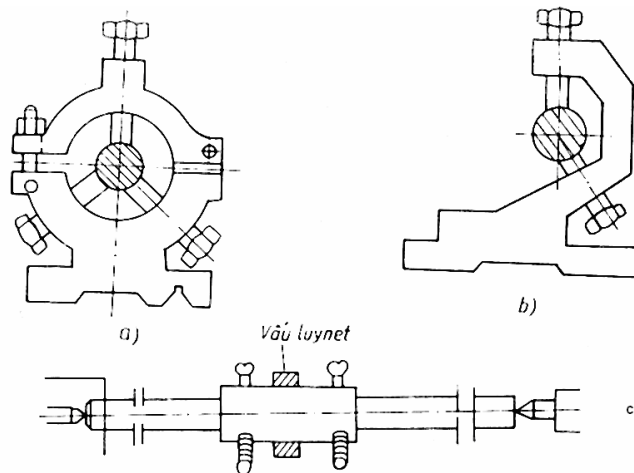
Đối với những trục dài, yếu ($l/d > 12$) ngoài việc gá trên mâm cặp và một đầu chống tâm hoặc gá trên hai mũi tâm còn có thể dùng luynet để tăng độ cứng vững của chi tiết.

Có hai loại luynet: luynet tĩnh và luynet động (hình 5.15a,b)

Luynet tĩnh gá cố định trên băng máy. Loại này có độ cứng vững tốt nhưng đòi hỏi phải điều chỉnh các vấu luynet cẩn thận. Bề mặt của chi tiết tiếp xúc với các vấu luynet phải được gia công trước sao cho tâm của nó trùng với đường tâm của hai lỗ tâm hoặc phần cặp trên mâm cặp và lỗ tâm.

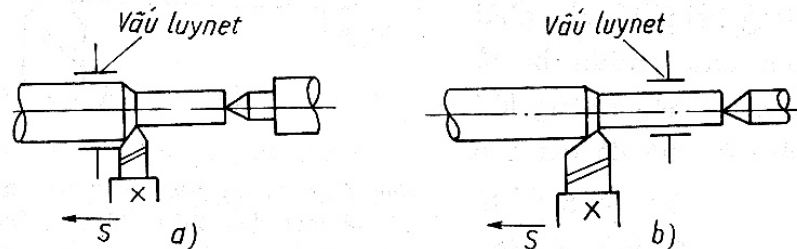
Đối với những trục yếu còn thô, có thể lắp vào chi tiết một ống đỡ có mặt trụ ngoài đã được gia công tinh. Ống này được kẹp chặt vào chi tiết nhờ ba hoặc sáu vít (hình 5-15c). Trước khi kẹp chặt ống đỡ phải điều chỉnh sao cho tâm mặt ngoài của

ống trùng với tâm quay của chi tiết (cũng là đường tâm của trục chính máy tiện). Có như vậy mặt ngoài của ống đỡ mới tiếp xúc tốt với các vấu luynet.



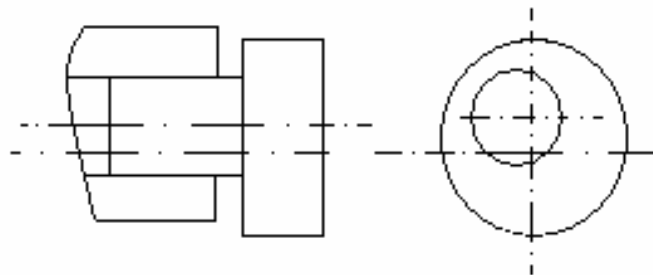
Hình 5-15. Các cách gá dùng thêm giá đỡ luynet.

Luynet động có độ vững kém hơn luynet tĩnh nhưng lại có ưu điểm là luôn luôn nằm gần vị trí của dao cắt. Ở vị trí này chi tiết gia công chịu lực lớn nhất vì nó được lắp cố định vào bàn dao và chuyển động cùng với bàn dao, do đó phát huy được tác dụng hơn so luynet tĩnh. Luynet động thường dùng khi tiện trục trơn. Các vấu của nó tiếp xúc với các chi tiết có thể nằm trước hoặc sau vị trí của lưỡi cắt theo hướng tiến dao. Vấu của luynet hoạt động chạy trước vị trí của dao cắt chỉ dùng khi tiện tinh hoặc bán tinh (hình 5-16a), còn luynet động chạy sau có thể dùng cả khi tiện thô lẫn tiện tinh (Hình 5.16b).



Hình 5-16 Sơ đồ gá có giá đỡ (luynet) động

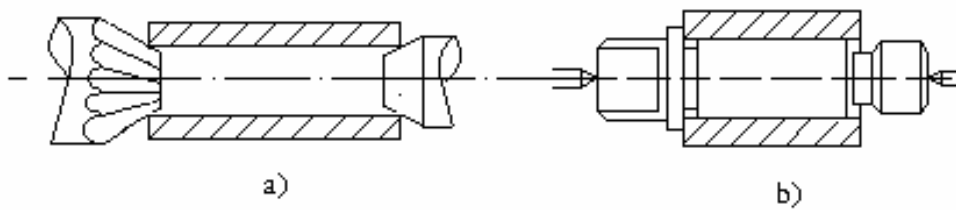
Mâm cặp bốn chấu (không tự định tâm, điều chỉnh từng vấu một): có thể gá được những chi tiết có hình dáng bất kỳ đồng thời có thể bảo đảm được độ đồng tâm cao khi dùng đồng hồ so để rà. (hình 5-17).



Hình 5-17. Sơ đồ gá trên mâm cặp bốn chấu.

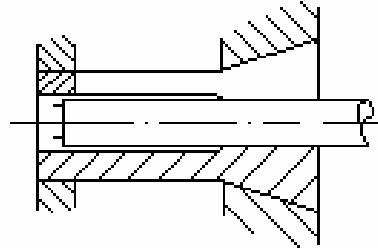
Khi gia công mặt ngoài những chi tiết ống, bạc, đĩa có thể dùng các loại mũi tâm lớn để gá đặt. Các loại mũi tâm này vừa dùng để định tâm chi tiết, vừa truyền mômen xoắn tốt (hình 5.18a). Muốn đảm bảo thành ống đều hoặc đảm bảo độ đồng tâm giữa

lỗ và mặt ngoài của chi tiết người ta còn dùng các loại trục gá để định vị vào mặt lỗ. (hình 5.18b).



Hình 5-18. Sơ đồ trục gá bằng loại mũi tâm lớn (a). Và loại trục gá định vị (b)

Chấu kẹp đàn hồi để gá đặt chi tiết gia công có ưu điểm hơn so với các loại mâm cặp vì nó không phá hỏng bề mặt dùng làm chuẩn và kẹp chặt khi gá đặt, đồng thời có thể đạt được độ chính xác định tâm cao hơn ($0,03 \div 0,05$)mm. (hình 5-19).

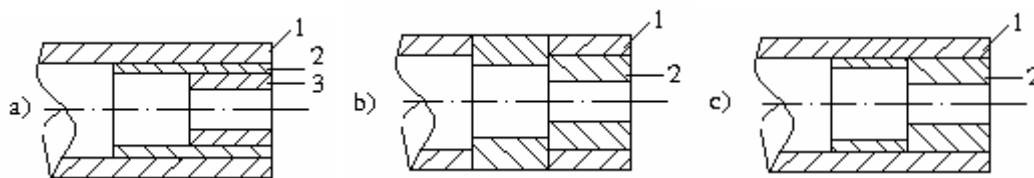


Hình 5-19. Sơ đồ gá dùng chấu kẹp đàn hồi.

+ Các phương pháp cắt khi tiện: Phương pháp cắt có liên quan rất nhiều đến năng suất và chất lượng.

Khi tiện thô các mặt trụ ngoài có thể cắt theo lớp, cắt từng đoạn và cắt phối hợp (hình 5-20)

Cắt từng lớp bằng một dao theo thứ tự từ lớp 1 đến lớp 3 (hình 5-20a). Phương pháp này có độ cứng vững tốt, lực cắt nhỏ nên có thể đạt độ chính xác cao nhưng năng suất tương đối thấp. Cắt từng đoạn như hình 5-20b. Ở đầu đoạn không thể cắt một lần hết lượng dư do đó cắt làm hai lớp 1 và 2. Đoạn 2 cắt đi một lớp. Phương pháp này có năng suất cao nhưng lượng dư lớn và không đều nhau, lực cắt lớn và độ cứng vững bị giảm xuống. Còn phương pháp cắt phối hợp (hình 5-20c) có thể điều hòa được nhược điểm của hai phương pháp cắt nói trên.



Hình 5-20 Sơ đồ tiện thô các mặt trụ ngoài.

Những sơ đồ trên thường chỉ dùng khi gia công thô. Nếu gia công tinh, hành trình còn tùy thuộc vào cách ghi kích thước, cách chọn chuẩn và độ chính xác yêu cầu.

Khi tiện lỗ phương pháp cắt hoàn toàn giống như khi tiện ngoài nhưng nó bị hạn chế bởi kích thước lỗ gia công, do đó bao giờ độ cứng vững cũng thấp hơn, nhất là đối

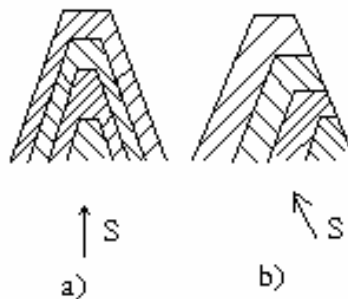
với các lỗ nhỏ, dài. Vì vậy tiện lỗ chỉ có hiệu quả tốt khi gia công lỗ phi tiêu chuẩn, lỗ to và ngắn, lỗ đúc, rèn sẵn.

Tiện ren trong cũng như ren ngoài là một phương pháp phổ biến trong sản xuất hàng loạt và đơn chiếc, mặc dù khi cắt ren phải thực hiện làm nhiều đường chuyển dao, do đó năng suất thấp. Nó có thể cắt được cả ba loại ren: ren lắp chặt, ren lắp kín và ren truyền động.

+ Các phương pháp tiến dao khi tiện ren :

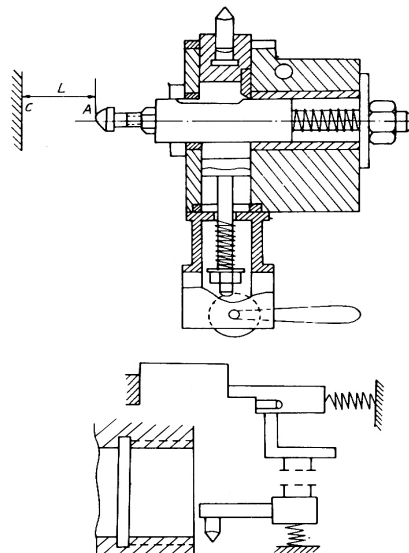
- Tiến dao hướng kính (hình 5-21a). Phương pháp này có thể đạt được độ nhẵn bóng mặt ren cao, nhưng khó thoát phoi nên chỉ có thể sử dụng chế độ cắt tương đối thấp do đó năng suất thấp.

- Tiến dao theo phương pháp tiến dao nghiêng tuy dễ thoát phoi hơn, điều kiện cắt tốt hơn, năng suất cao hơn nhưng độ nhẵn bóng mặt ren lại thấp (hình 5-25b). Thông thường khi áp dụng kiểu cắt này thì đường chuyển dao cuối cùng vẫn phải tiến dao theo hướng kính mới đảm bảo được độ nhẵn bóng mặt ren.



Hình 5-21. Sơ đồ tiện ren.

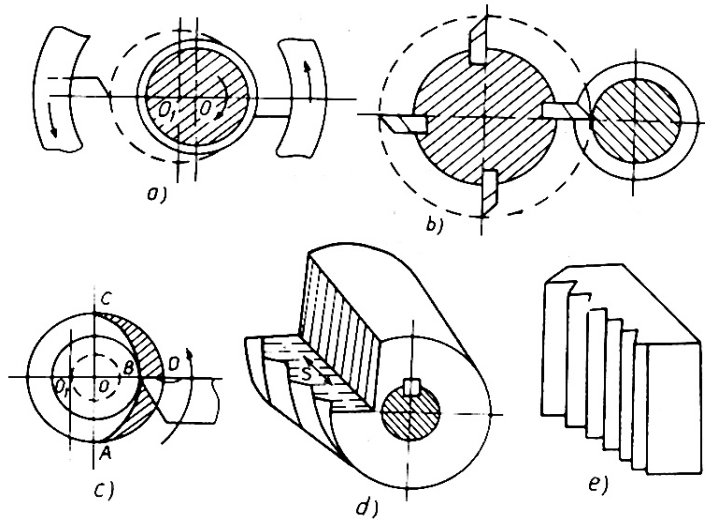
Để tăng năng suất tiện ren ta có thể sử dụng cơ cấu rút dao nhanh khi tiện ren được trình bày trên hình 5-22.



Hình 5-22. Các kết cấu rút dao nhanh khi tiện ren.

Ngoài ra để tăng năng suất khi cắt ren người ta còn dùng phương pháp tiện ren gió lốc (Hình 5-23a và b) tiện ren bằng dao tiện răng hình lược (hình 5-23d và e)

Cắt ren theo sơ đồ của hình 5.23b thì hoàn toàn tương tự như sơ đồ cắt một dao: ở đây chỉ khác là trên trục dao quay được gá bốn dao, mỗi dao cắt không liên tục nên có thời gian tỏa nhiệt và do đó có thể nâng cao được vận tốc cắt.



Hình 5-23. Sơ đồ các phương pháp tiện ren năng suất.

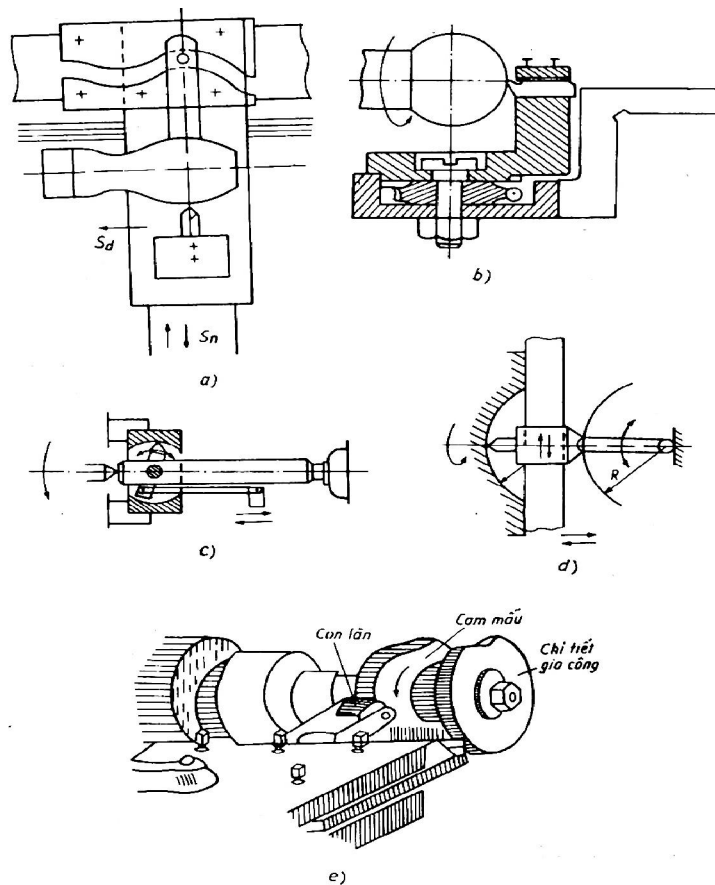
Cắt ren bằng dao tiện răng lược cho phép thực hiện được bằng một đường chuyển dao, nhưng chỉ cắt được những ren thông suốt.

+ Tiện các mặt định hình. Tiện định hình có thể gia công được các mặt tròn xoay (mặt tạo nên bởi một đường cong khi nó quay xung quanh một trục cố định), mặt trụ lệch tâm hoặc mặt làm việc của các loại cam đĩa...

Có hai phương pháp tiện các mặt định hình:

- Dùng dao tiện định hình, trong đó lưỡi cắt của dao là một đường cong hoặc tập hợp những đường cong và đường thẳng như trình bày trên hình 5-24.

- Dùng dao tiện thường nhưng thêm cho nó một chuyển động chạy dao hướng kính nhờ cơ cấu chép hình hoặc những thiết bị khác.



Hình 5-24.

Các sơ đồ gá đặt gia công các bề mặt định hình bằng dao tiện thường.

5.2.2. Bào và xọc:

a/. Khả năng công nghệ của phương pháp bào và xọc.

Bào và xọc thực hiện bằng các chuyển động sau:

- Chuyển động cắt chính là chuyển động Đi-Về do dao thực hiện: bào theo phương nằm ngang, còn xọc theo phương thẳng đứng.
- Chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến của bàn máy mang chi tiết gia công khi dao thực hiện được một hành trình Đi-Về.

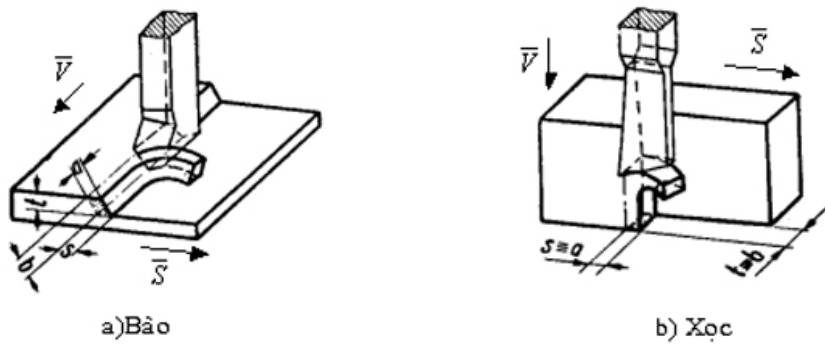
Bào và xọc là những phương pháp gia công được dùng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt nhỏ và đơn chiếc.

Những công việc được thực hiện trên máy bào và máy xọc không cần tới đồ gá và dao cụ phức tạp như khi thực hiện trên các loại máy khác. Bào và xọc là những phương pháp gia công cắt gọt những phôi có dạng mặt phẳng. Tuy nhiên những phương pháp này ngày nay ít dùng vì có nhiều nhược điểm nên trong các nhà máy cơ khí chiếm tỷ lệ ít.

Bào và xọc là những phương pháp gia công có tính vạn năng cao và có khả năng công nghệ cũng khác nhau. Tuy nhiên năng suất của chúng đều thấp vì những lý do sau:

- Số lưỡi cắt tham gia cắt gọt ít.
- Tốn nhiều thời gian cho hành trình dao chạy không.

- Vận tốc cắt thấp vì thực hiện chuyển động thẳng khứ hồi với vận tốc cắt lớn sẽ vô cùng khó khăn do lực quán tính sẽ rất lớn khi đổi chiều chuyển động.

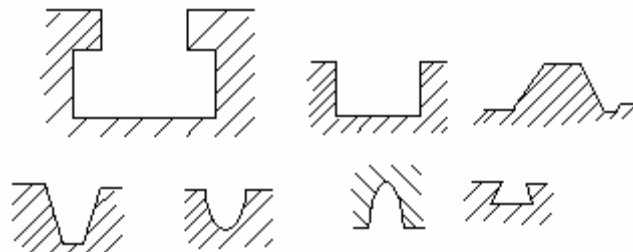


Hình 5-25

Đa số các máy bào có vận tốc cắt khoảng $(12 \div 22)\text{m/ph}$, còn vận tốc cắt của máy xọc thì không vượt quá 12m/ph . Đối với các máy bào hiện đại vận tốc cắt cũng không vượt quá 50m/ph . Riêng đối với máy bào giường cao tốc đặc biệt thì vận tốc cắt có thể tới 90m/ph song máy này khá phức tạp và sử dụng không phổ biến.

Hiện nay bào và xọc còn sử dụng rất ít, chủ yếu trong sản xuất hàng loạt nhỏ và đơn chiếc. Bào có ưu điểm là khi chuyển từ gia công mặt hàng này sang gia công mặt hàng khác thì mọi phí tổn và thời gian chuẩn bị đều ít nên thích hợp.

Bào thường dùng để gia công mặt phẳng và các mặt định hình có đường sinh thẳng. Với các rãnh hẹp và dài thì gia công trên máy bào có năng suất hơn phay. Còn xọc thì chủ yếu để gia công các mặt trong lỗ lớn như rãnh then trên bánh răng.



Hình 5-26. Các mặt định hình có đường sinh thẳng.

Bào có thể gia công thô, tinh và tinh mỏng. Bằng dao bào rộng bản có thể gia công lần cuối đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng cao. Chất lượng gia công của phương pháp bào được cho trong bảng 5-2.

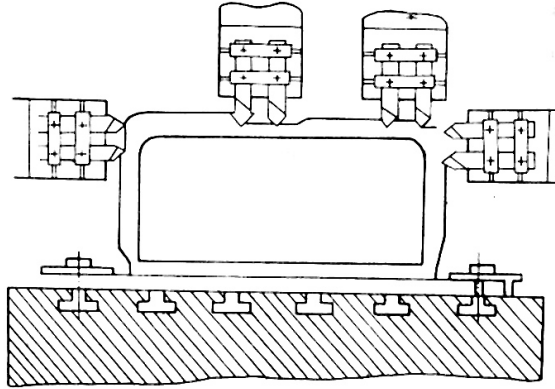
Bảng 5-2. Độ chính xác đạt được và độ nhám khi bào.

Các dạng bào		Bào thô	Bào tinh	Bào tinh mỏng
Độ chính xác		cấp $13 \div 12\text{c}$	cấp $8 \div 7$	cấp $7 \div 6$. Riêng độ thẳng tới $0,02\text{mm}/1000\text{mm}$
Độ nhám	$Ra(\mu\text{m})$	80		$1,25 \div 0,63$
	$Rz(\mu\text{m})$	$\nabla 3 - \nabla 4$	2,5	$\nabla 7 - \nabla 8$
	∇		$\nabla 5 - \nabla 6$	

b/. Các biện pháp công nghệ khi bào và xọc.

Các chi tiết gia công bằng bào hay xọc thường được gá đặt theo dấu vạch sẵn hoặc rà gá cắt thử. Phương pháp gá đặt này rất tốn thời gian và chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc. Trong sản xuất hàng loạt để tăng năng suất gia công, người ta còn sử dụng đồ gá đặt chi tiết và cữ để gá đặt dụng cụ cắt.

Đối với các chi tiết lớn, phức tạp để có thể cắt đồng thời nhiều mặt khác nhau phải gia công trên máy bào giường.



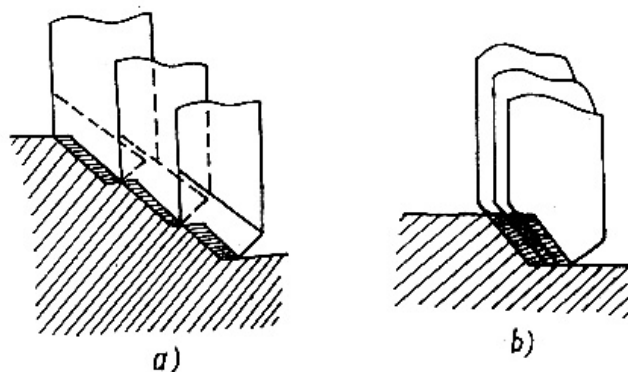
Hình 5-27. Sơ đồ dùng nhiều đầu dao cùng cắt

Để tăng năng suất khi bào người ta có thể thực hiện như sau:

- Các chi tiết hẹp nên gá nối tiếp thành hàng dọc theo phương chuyển động cắt.
- Dùng nhiều đầu dao cùng cắt. Dùng nhiều dao trên một đầu dao, phương pháp này chủ yếu dùng trên máy bào giường có nhiều ụ dao, trên mỗi ụ dao được lắp từ 2-3 dao.

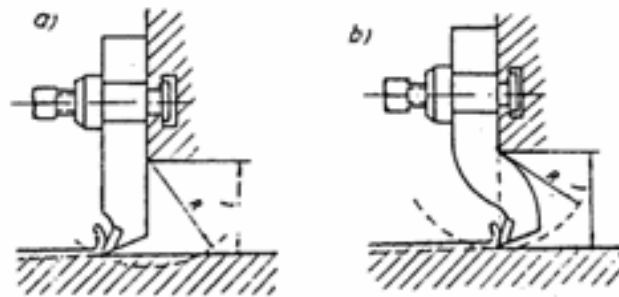
Dao có thể gá theo cách phân chia chiều sâu cắt, (hình 5-28a) hoặc phân chia theo phương chạy dao (hình 5-28b).

Trường hợp này nếu độ mòn của ba dao không đều nhau thì cũng ít ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt gia công vì chất lượng bề mặt ở đây do dao thứ ba quyết định. Nếu gá dao theo cách phân chia lượng chạy dao (hình 5-28b) thì cho phép thực hiện được lượng chạy dao khá lớn. Lượng chạy dao đó chia nhỏ cho nhiều dao. Lúc này dao được bố trí theo chiều dọc và lệch nhau một lượng S/Z (S lượng chạy dao của bàn máy mm/ hành trình kép, Z - số dao).



Hình 5-28. Sơ đồ gá dao theo chiều sâu cắt (a)
Và lượng chạy dao (b)

- Dùng đồ gá để gá đặt chi tiết và cữ để gá dao nhanh (đã nói ở trên).
- Dùng phương pháp bào tinh mỏng bằng dao rộng bản.
- Theo phương pháp này ngoài khả năng đạt độ chính xác và chất lượng bề mặt cao, còn giải quyết được vấn đề năng suất khi gia công tinh mặt phẳng.
- Máy phải chính xác, đổi chiều êm, có độ cứng vững tốt, không dùng máy bào đã gia công thô để bào mỏng. Phải khử lại các khe hở ở các mối lắp ghép quan trọng và kiểm tra máy thường xuyên.
- Dao phải đủ độ cứng vững, đầu dao bắt thò xuống ngắn ($60 \div 130$)mm. Ta thường dùng loại dao đầu cong, nhưng cũng có thể dùng dao đầu thẳng.



Hình 5-29

a. Dao bào đầu thẳng b. Dao bào đầu cong

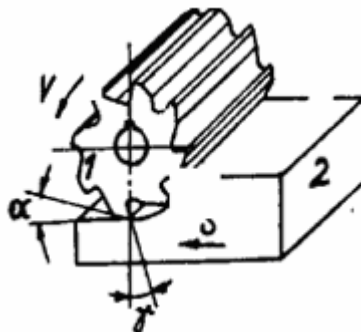
5.2.3. Phay:

➤ Khả năng công nghệ:

Phay là một phương pháp gia công kim loại được phổ biến trong ngành cơ khí chế tạo máy, mặc dù phay không cho độ chính xác và độ bóng cao lắm, nhưng nó là một trong những phương pháp gia công đạt năng suất cao cũng như khả năng công nghệ rộng rãi.

Cũng giống như phương pháp tiện, chuyển động cắt của phay gồm hai chuyển động:

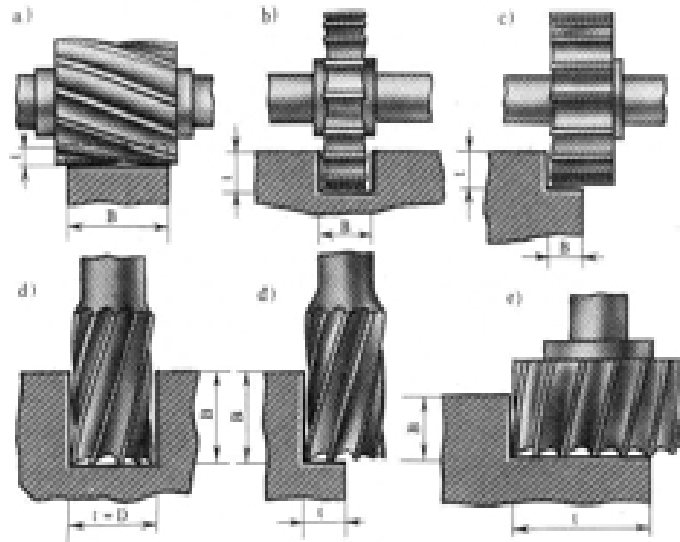
- Chuyển động cắt chính là chuyển động quay tròn của dao.
- Chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến của chi tiết gia công theo phương dọc hoặc ngang do bản máy thực hiện.



Hình 5-30

Chuyển động cắt của phay

Bằng phương pháp phay, có thể gia công mặt phẳng, rãnh then, mặt bậc hoặc cắt đứt, gia công mặt tròn xoay, then hoa, cắt ren, bánh răng, mặt định hình phức tạp,



Hình 5-31
Các bề mặt gia công

Về độ bóng thì phay có thể đạt độ bóng bề mặt cấp (3÷4), độ chính xác cấp (13÷12). Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, phay hầu như hoàn toàn thay thế bào và một phần lớn của xọc.

Khi phay tinh bằng dao có độ chính xác cao, máy phay có độ cứng vững tốt và khi chọn chế độ cắt hợp lý thì độ bóng có thể đạt cấp (7÷8).

Độ chính xác và độ nhám đạt được khi phay.

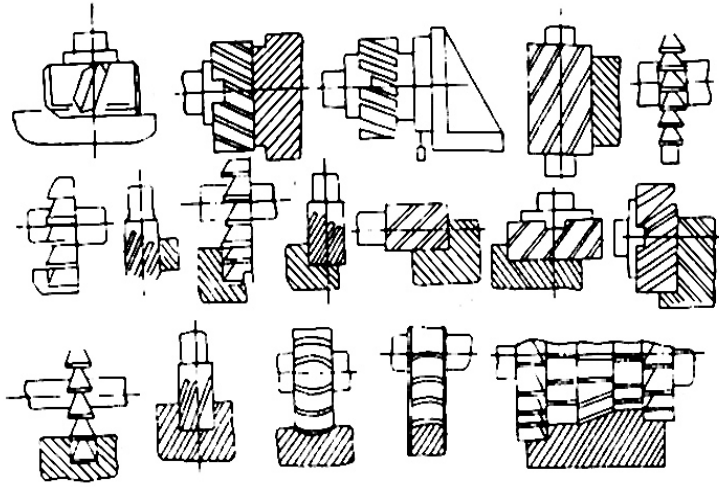
Các dạng phay	Độ chính xác	Độ nhám		
		R_z	R_a	∇
Phay thô	Cấp 13÷12	80	-	3÷4
Phay tinh	Cấp 9÷8	-	2,5	5÷6
Phay tinh mỏng	Cấp 7	-	1,25÷0,63	7÷8

Dao phay có nhiều loại: Dao phay mặt đầu, dao phay trụ, dao phay đĩa (một, hai hoặc ba mặt), dao phay ngón, dao phay định hình...

Phay được thực hiện trên các kiểu máy phay như máy phay vạn năng nằm ngang hoặc đứng... Trong sản xuất hàng loạt lớn còn thực hiện trên các máy phay nhiều trục, máy phay có bàn quay, máy phay chuyên dùng... Khi gia công các chi tiết lớn như thân máy, các chi tiết dạng hộp... còn dùng máy phay giường.

Dao phay có nhiều loại: Dao phay mặt đầu, dao phay trụ, dao phay đĩa (một, hai hoặc ba mặt), dao phay ngón, dao phay định hình...

Tùy theo kết cấu của dao phay và kiểu máy phay sử dụng, người công nghệ có thể gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau bằng các phương pháp phay như hình 5-31.



Hình 5-32. Các dạng phay.

a/. Phay mặt phẳng.

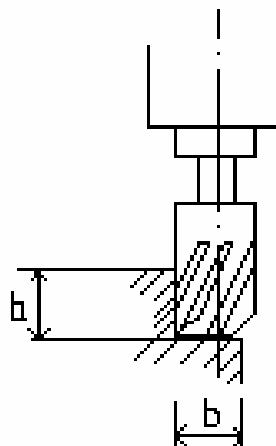
Đề phay mặt phẳng có thể dùng dao phay hình trụ, dao phay mặt đầu, dao phay ngón hoặc dao phay đĩa.

Trong đó dao phay mặt đầu được sử dụng nhiều hơn nhất là ở sản xuất lớn do:

- Độ cứng vững dao lớn.
- Đường kính dao lớn, năng suất cao.
- Quá trình cắt gọt êm do nhiều lưỡi cắt cùng tham gia cắt gọt.
- Dễ chế tạo, dễ mài.
- Có thể phay nhiều bề mặt cùng một lúc.

Dao phay đĩa hai mặt hoặc ba mặt làm việc như dao phay mặt đầu, nhưng mặt cắt ở vị trí thẳng đứng, thẳng góc với trục dao nằm ngang. Trong trường hợp đặc biệt nó có thể làm việc như dao phay hình trụ và gia công được rãnh, mặt đầu, mặt bậc...

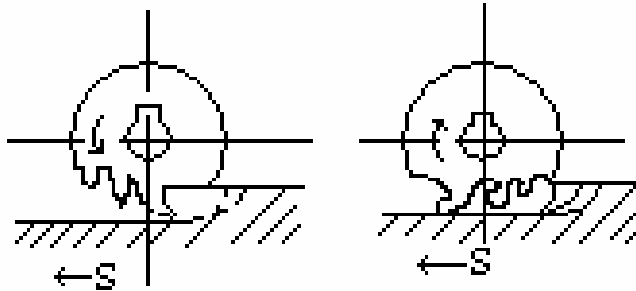
Dao phay ngón ngoài công dụng phay rãnh còn có ưu điểm đặc biệt về năng suất khi phay các mặt phẳng bậc nhỏ nhưng chiều cao cách nhau tương đối lớn (hình 5-33).



Hình 5-33. Sơ đồ phay mặt bậc bằng dao phay ngón.

* Phương pháp phay:

Khi gia công mặt phẳng bằng dao phay hình trụ, tùy theo chiều quay của dao, hướng tiến dao người ta phân chúng thành hai loại phay thuận và phay nghịch (hình 5-34).



Hình 5-34. Sơ đồ phay mặt phẳng bằng dao phay hình trụ.

* Phay thuận:

Ưu điểm:

- Không gây hiện tượng trượt trên bề mặt gia công.
- Độ bóng tăng.
- Năng suất cao.

Nhược điểm:

- Va đập lớn.

* Phay nghịch:

Ưu điểm:

- Ít va đập.
- Nâng cao tuổi bền dao.

Nhược điểm:

- Độ nhẵn bóng bề mặt kém.
- Năng suất thấp.

* Gá đặt các chi tiết khi phay:

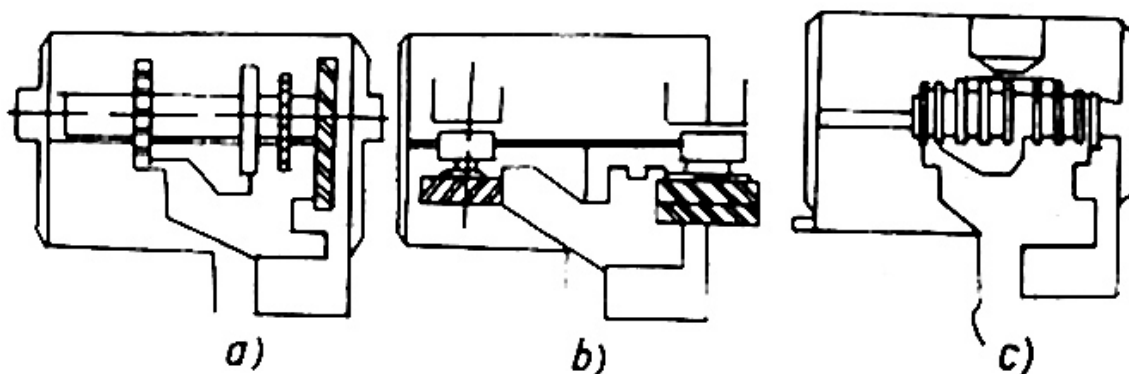
- *Lấy dấu, cắt thử:* Lúc này chi tiết có thể gá trực tiếp trên bàn máy, rà theo dấu và kê lót để xác định vị trí sau đó kẹp chặt bằng ren vít, mỏ kẹp. Cũng có thể gá chi tiết trên ê-tô cắt thử và điều chỉnh dần để đạt kích thước yêu cầu.

- *Dùng các đồ gá khác nhau có cỡ so dao.* Tùy theo kết cấu chi tiết, sơ đồ định vị để xác định vị trí của chi tiết và dao.

* Nâng cao năng suất khi phay:

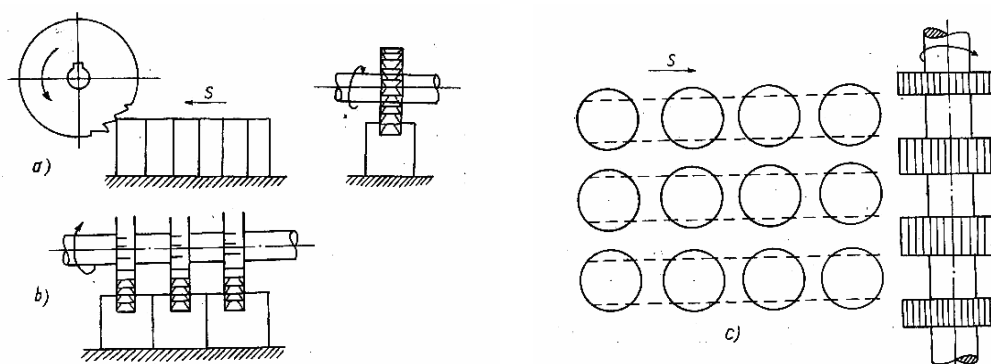
- *Phay đồng thời nhiều bề mặt của chi tiết.* Phương pháp này nhằm tận dụng công suất của máy, dùng nhiều dao cắt cùng một lúc, giảm bớt công gá đặt nhiều lần, đồng thời làm cho thời gian máy gia công các mặt đó trùng nhau. Phương pháp này có thể thực hiện bằng hai cách:

- + Cách thứ nhất: lắp nhiều dao trên một trục. (hình 5-35a).
- + Cách thứ hai: lắp nhiều dao trên nhiều trục (hình 5-35b và c).



Hình 5-35. Phay nhiều mặt cùng một lúc bằng nhiều dao.

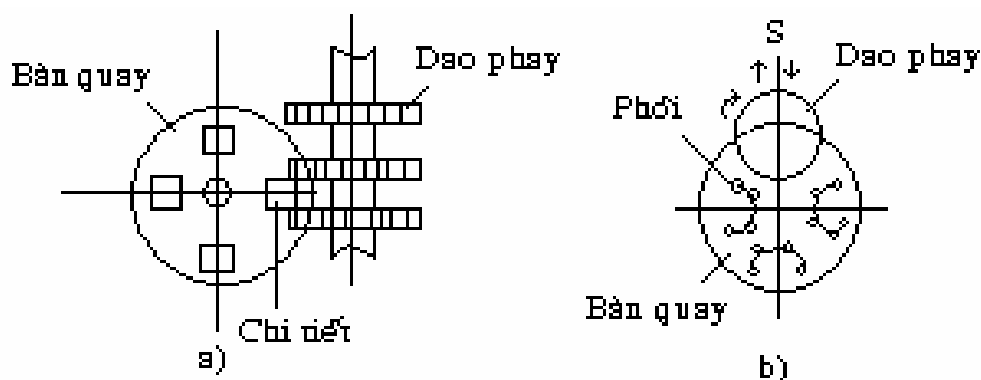
- *Phay nhiều chi tiết trên một lần gá.* Trên bàn gá hay đồ gá có thể gá nhiều chi tiết dọc theo hướng tiến dao như hình 5-36a (gá tuần tự), hoặc gá thành hàng ngang như hình 5-36b (gá song song) hoặc kết hợp cả hai cách như hình 5-36c.



Hình 5-36. Phay nhiều chi tiết trên một lần gá

- *Sử dụng các loại đồ gá khác nhau trên máy phay:*

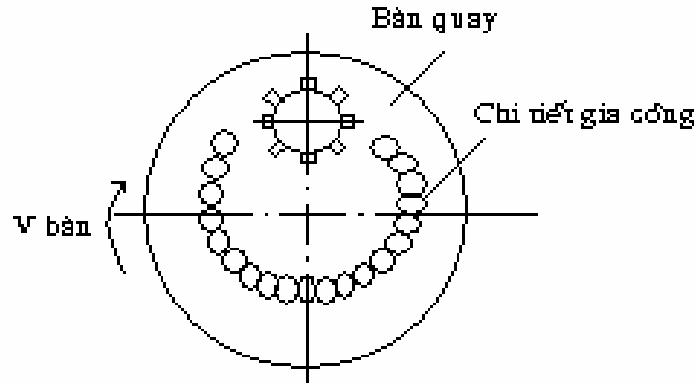
Sử dụng bàn quay không liên tục (hình 5-37a, b) hoặc bàn quay liên tục (hình 5-38).



Hình 5-37. Sơ đồ phay trên bàn quay không liên tục.
a. Dùng 3 dao phay 3 mặt răng để cắt 4 mặt tại một vị trí.
b. Dùng dao phay mặt đầu để cắt nhiều chi tiết cùng một vị trí

Khi cắt bằng bàn quay liên tục vận tốc bàn quay phải nhỏ hơn lượng chạy dao cho phép nhằm:

- Đảm bảo độ nhám bề mặt yêu cầu.
- Đảm bảo cho công nhân có khả năng tháo chi tiết đã gia công và lắp phôi mới vào vị trí trên đồ gá trong tầm tay của họ.



Hình 5-38. Sơ đồ phay liên tục

*So sánh giữa phay và bào:

Khi gia công mặt phẳng người ta có thể phay hoặc bào. Lúc này người công nghệ phải biết so sánh để chọn phương pháp có hiệu quả.

Nhìn chung, phay có năng suất cao hơn bào. Tuy vậy bào có năng suất cao hơn trong các trường hợp sau:

- Khi gia công các chi tiết dài, hẹp.
- Khi gia công phá vật đúc có lượng dư lớn.

b/. Phay rãnh then và then hoa.

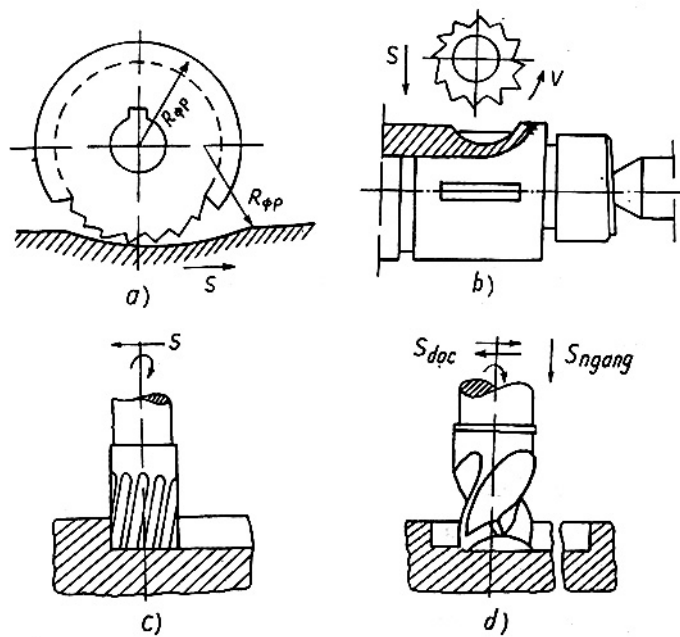
- Phay rãnh then:

- Phay bằng dao phay đĩa ba mặt hoặc dao phay đĩa mỏng: (hình 5-39a).

Các phương pháp này có năng suất thấp đồng thời chất lượng gia công phụ thuộc rất nhiều vào tay nghề của công nhân. Phay rãnh then bằng dao phay đĩa 3 mặt thường thực hiện trên máy phay ngang bằng một hoặc nhiều đường chuyển dao tùy theo độ chính xác yêu cầu.

- Phay rãnh then bán nguyệt (hình 5-39b). Trường hợp này chỉ có một chuyển động chạy dao hướng kính, đường kính dao thường bé nên rất hạn chế vận tốc cắt, do đó năng suất cũng thấp.

- Phay rãnh then bằng dao phay ngón: Có thể dùng dao phay ngón thường hoặc dao phay ngón chuyên dùng.

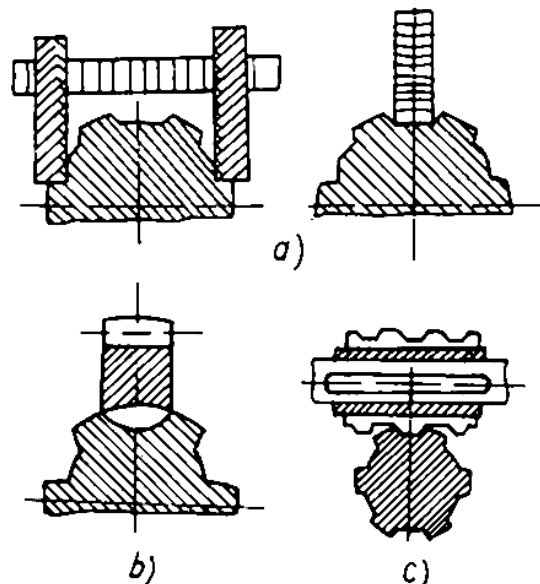


Hình 5-39. Các phương pháp phay rãnh then.

- Phay then hoa.

Phay then hoa có thể thực hiện bằng một hoặc hai dao khác nhau tùy theo sản lượng.

Trong sản xuất hàng loạt phay then hoa được thực hiện bằng hai lần cắt: đầu tiên phay hai mặt bên bằng dao phay đĩa ba mặt, sau đó phay phần mặt trụ (hình 5-40a) hoặc chỉ phay một lần tất cả các mặt bằng dao phay định hình (hình 5-40b). Còn trong sản xuất loạt lớn việc gia công then hoa được thực hiện bằng phương pháp bao hình nhờ dao phay lăn then hoa trên máy phay lăn răng (hình 5-40c).



Hình 5-40. Sơ đồ phay trục then hoa

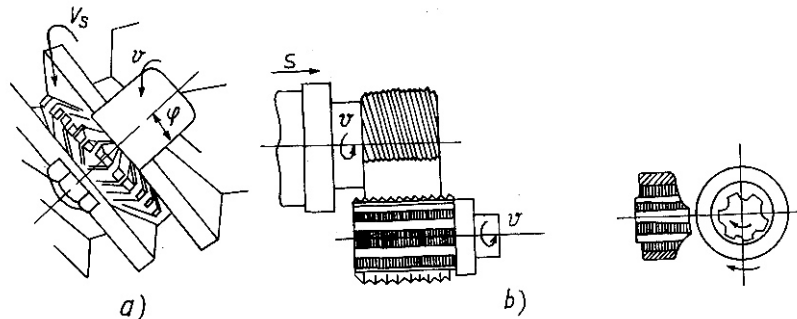
c/. Phay ren.

Phay ren có thể thực hiện bằng dao phay đĩa hoặc dao phay răng lược.

Nếu phay bằng dao phay đĩa, trục dao phải nghiêng so với trục của chi tiết một góc φ bằng góc nâng của ren (hình 5-41a) nghĩa là:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \beta = \frac{S}{\pi d_{tb}}$$

D_{tb} : đường kính trung bình của ren.



Hình 5-41. Các phương pháp phay ren

Phay ren chỉ dùng để gia công ren có yêu cầu độ chính xác không cao hoặc gia công thô ren, còn sau đó gia công tinh ren lại bằng phương pháp tiện mặc dù năng suất của quá trình phay ren cao hơn nhiều so với phương pháp tiện.

Phay ren bằng dao phay răng lược hình trụ có năng suất và độ chính xác cao hơn phay bằng dao phay đĩa. Gia công ren bằng phương pháp này trục dao được gá song song với trục của chi tiết gia công. Khi làm việc chi tiết quay chậm và tiến dọc trục, dao chỉ có chuyển động quay. Lượng tiến của chi tiết chỉ cần khoảng từ một đến hai bước ren (hình 5-41b). Về bản chất, quá trình phay ren bằng dao phay răng lược tương tự như tiện ren bằng dao tiện răng lược. Vì vậy khi trục dao và chi tiết song song với nhau và lưỡi cắt nằm trong mặt phẳng chứa hai đường tâm đó thì dạng của lưỡi cắt sẽ là đường thẳng, dao dễ chế tạo, có thể đạt độ chính xác dạng ren cao hơn phay ren bằng dao phay đĩa. Nhìn chung độ chính xác của ren khi phay răng lược bằng độ chính xác ren khi tiện ren.

d/. Phay các mặt định hình.

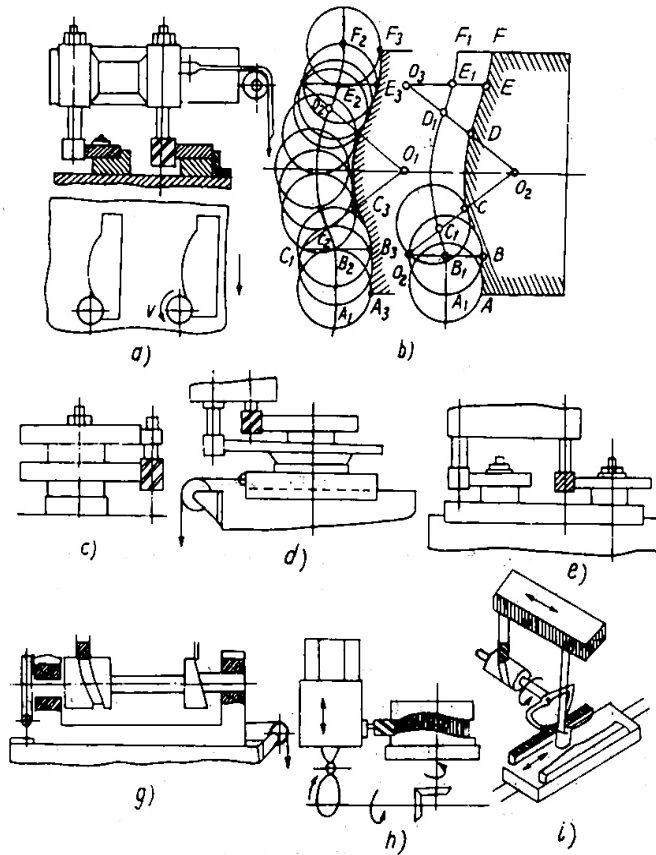
- Phay mặt định hình bằng dao định hình:

Phương pháp này gia công được các mặt định hình mà đường sinh là đường thẳng. Do vậy giá thành gia công sẽ cao vì chế tạo dao khó, chế độ cắt thấp và năng suất gia công thấp. Độ chính xác gia công phương pháp này phụ thuộc rất nhiều vào độ chính xác chế tạo dao, phương pháp gá đặt và độ chính xác của bề mặt dùng làm chuẩn.

- Phay chép hình theo mẫu (dưỡng). Phương pháp này dựa theo mẫu đã chế tạo trước, không cần đến dao phay định hình mà có thể dùng dao phay thông thường kết hợp với hay chuyển động chạy dao vuông góc với nhau.

Độ chính xác của mặt định hình được gia công phụ thuộc vào độ chính xác dạng cam, vào chuyển động của máy và các cơ cấu phụ, đồng thời phụ thuộc vào độ chính xác điều chỉnh máy.

Để giảm ảnh hưởng của sai số dạng cam đến sai số mặt gia công, nên làm cam mẫu lớn hơn nhiều so với vật gia công. Tuy nhiên, điều này sẽ làm cho kết cấu thêm cồng kềnh.



Hình 5-42. Các phương pháp phay chép hình

5.2.4. Khoan, khoét, doa và tarô.

Khoan, khoét, doa là những phương pháp gia công lỗ có thể đạt chất lượng gia công khác nhau. Tùy theo hình dạng, kích thước, tính chất vật liệu, loại phôi và chất lượng yêu cầu mà việc ứng dụng có khác nhau: có thể chỉ cần khoan hoặc khoan rồi doa; hoặc khoan, khoét rồi doa; hoặc khoét rồi doa.

Về mặt công nghệ muốn sử dụng hợp lý các phương pháp trên để đạt năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế, người công nghệ phải nắm vững bản chất và khả năng công nghệ của chúng.

Để thực hiện khoan, khoét, doa cần có các chuyển động sau: chuyển động cắt chính là chuyển động quay tròn của dao hoặc chi tiết, chuyển động chạy dao là chuyển động dọc của chi tiết hoặc của dao.

a/. Khoan:

+ Khả năng công nghệ:

Khoan thường sử dụng để gia công lỗ trên các phôi đặc. Khoan có thể gia công được các lỗ có đường kính ϕ ($0,1 \div 80$)mm, nhưng phổ biến nhất là để gia công những lỗ $\phi \leq 35$ mm. Với các lỗ lớn hơn thì đòi hỏi máy phải có công suất cắt lớn, các lỗ bé thì đường kính mũi khoan quá nhỏ thì mũi khoan lại rất yếu, dễ gãy. Để giảm bớt dao động ngang của mũi khoan, một trong những nguyên nhân chính làm cho mũi khoan dễ gãy, có thể dùng vận tốc vòng của mũi khoan cao và lượng chạy dao nhỏ. Với các

lỗ đục hay dập sẵn, nói chung không nên dùng khoan để gia công phá vì mũi khoan có sức bền kém, không chịu nổi lớp vỏ cứng bên trong của lỗ có sẵn, do đó nó càng yếu và bị lệch theo độ lệch có sẵn của phôi.

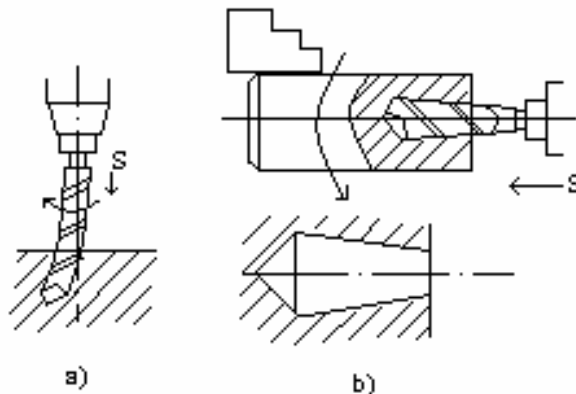
Khoan không những thực hiện trên nhóm máy khoan, máy phay, mà còn thực hiện khá rộng rãi và thường xuyên trên các máy tiện vạn năng, tự động và bán tự động.

Độ chính xác gia công của khoan nói chung là rất thấp, chỉ đạt cấp 12, cấp 13 và độ bóng $R_a = (3,2 \div 12,5) \mu m$ ($\nabla 3 \div \nabla 4$). Đối với các lỗ có yêu cầu chính xác cao thì khoan chỉ là bước gia công thô. Khoan còn là bước chuẩn bị cho việc cắt ren lỗ tiêu chuẩn, tiện ren lỗ không tiêu chuẩn và tiện tinh các lỗ.

+ *Biện pháp công nghệ khi khoan:*

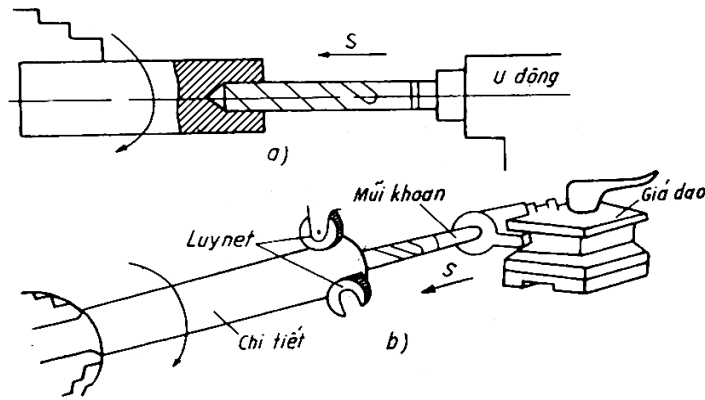
Khoan đạt độ chính xác thấp vì:

- Kết cấu của mũi khoan chưa hoàn thiện.
- Sai số do chế tạo và mài mũi khoan sinh ra (mài không đối xứng hai lưỡi cắt chính) sẽ làm cho lỗ bị lay rộng ra. Mặt khác, phần trụ định hướng của mũi khoan có độ côn ngược về phía chuôi (giảm ma sát khi khoan), khi mũi khoan phải mài lại, lượng mài càng nhiều thì kích thước lỗ sẽ nhỏ đi. Nếu mài hai lưỡi cắt của mũi khoan không đều, lực tác dụng dọc trục của mũi sẽ không đều làm cho lỗ khoan bị cong hoặc lệch đi (hình 5-43a). Trường hợp lỗ sau khi khoan bị cong hoặc lệch thường xuất hiện trên máy khoan hoặc máy phay (chi tiết đứng yên), còn lỗ khoan bị loe chủ yếu xuất hiện khi khoan trên máy tiện (hình 5-43b).



Hình 5-43. Các hiện tượng sai lệch khi khoan

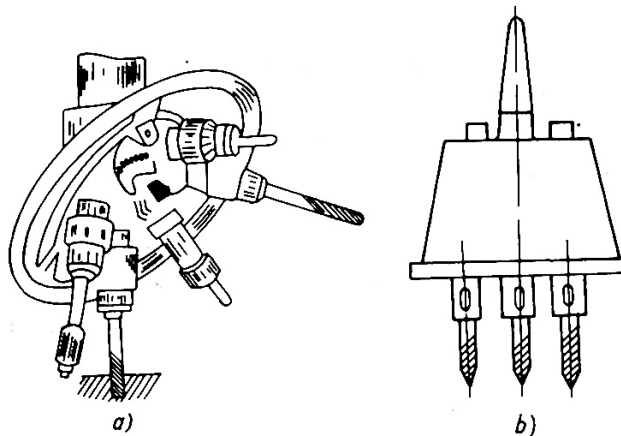
- Độ cứng vững của mũi khoan yếu, lại có thêm lưỡi cắt ngang nên khi ăn vào chi tiết gia công, mũi khoan dễ bị lệch khỏi tâm quay.
 - Để khắc phục những sai số đó, ngoài những yêu cầu cần đảm bảo về máy, dao còn có các biện pháp công nghệ sau đây:
 - Thực hiện khoan bằng cách cho vật gia công quay, dao tịnh tiến như khoan trên máy tiện. Biện pháp này có hiệu quả khi khoan lỗ sâu (hình 5-44).



Hình 5-44. Khoan trên máy tiện

a. Khi chi tiết ngắn; b. khi chi tiết dài.

- Dùng bạc dẫn khoan. Đây là một biện pháp tích cực vừa có thể nâng cao độ cứng vững của mũi khoan, vừa đảm bảo vị trí chính xác của tâm lỗ khoan.
- Dùng lượng chạy dao nhỏ để ít chịu ảnh hưởng của lực cắt.
- 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 sau.
- Để tăng năng suất khi khoan ngoài việc sử dụng các kết cấu hợp lý và tiên tiến của mũi khoan, còn có thể dùng các biện pháp sau:
 - Dùng đồ gá để giảm bớt thời gian phụ và bỏ nguyên công lấy dầu.
 - Dùng đầu khoan nhiều trục để gia công nhiều lỗ cùng một lúc (hình 5-45).
 - Dùng đầu ro-vôn-ve để giảm thời gian thay dao khi cần gia công nhiều bước trên một nguyên công (hình 5-45a).



Hình 5-45 Đầu khoan.

a. Đầu có ro-vôn-ve. b. Đầu nhiều trục.

- Cung cấp đầy đủ dung dịch trơn nguội để làm nguội mũi khoan, dễ thoát phoi và giảm lực cắt, tăng độ chính xác gia công.

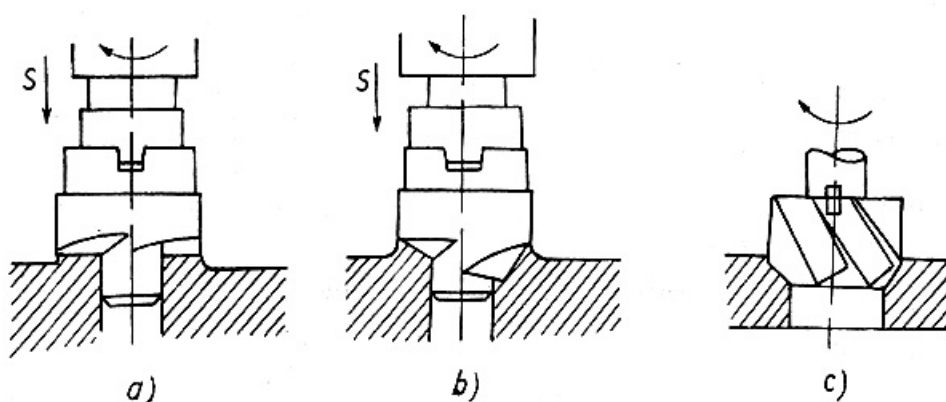
b/. Khoét.

+ Khả năng công nghệ của khoét:

Khoét là một phương pháp gia công lỗ nhằm các mục đích nâng cao độ chính xác của lỗ sau khi khoan hoặc đúc sẵn. Khoét có thể đạt độ chính xác từ cấp 9÷11 và độ bóng $R_z = (2,5 \div 10) \mu\text{m}$. ($\nabla 4 \div \nabla 6$). Khoét có thể là nguyên công cuối hoặc trung gian giữa khoan và doa.

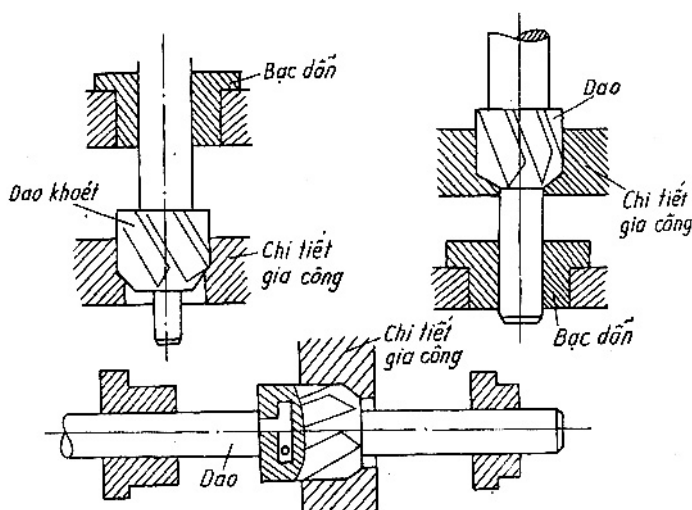
Mũi khoét có nhiều lưỡi cắt hơn mũi khoan, nên độ cứng vững của nó cao hơn. Vì vậy khi khoét không những đảm bảo được độ chính xác, độ nhẵn bóng bề mặt cao hơn khoan mà còn sửa được sai lệch về vị trí tương quan của lỗ do khoan để lại. Cũng vì vậy đối với các lỗ đúc sẵn hoặc rèn, đập không nên khoan phá mà phải dùng khoét (hoặc tiện trong) để loại bỏ về cơ bản những sai lệch vị trí tương quan có trên lỗ của phôi. Ngoài ra khoét còn có khả năng nâng cao lượng chạy dao nên đạt được năng suất cao hơn khoan.

Khoét có nhiều công dụng khá rộng rãi. Ngoài lỗ trụ, khoét còn có khả năng gia công lỗ bậc, phối hợp cùng với khoan lỗ (hình 5-46) khoét vát lỗ, khoét lỗ côn.



Hình 5-46

Các loại dao khoét và khả năng gia công của nó



Hình 5-47.

Các kiểu dẫn hướng khi khoét

Để nâng cao độ chính xác đồng thời nâng cao năng suất, khi khoét thường dùng bạc dẫn hướng. Bạc dẫn hướng khi khoét có thể dùng ở một đầu hoặc cả hai đầu để nâng cao độ cứng vững. (hình 5-47).

c/. Doa:

+ Khả năng công nghệ:

Doa là một phương pháp gia công bán tinh và tinh lỗ đã được khoan hoặc khoét. Doa được thực hiện trên máy doa, máy khoan, máy tiện hoặc doa bằng tay.

Doa có thể đạt độ chính xác cấp $(9\div6)$ và độ bóng $R_a = (2,5\div0,63)\mu\text{m}$ ($\nabla 6\div\nabla 8$). Tuy vậy, doa không sửa được sai lệch vị trí tương quan hoặc nếu có thì rất ít.

+ Thông số cắt gọt và một số đặc điểm khi doa:

Mũi doa có số lưỡi cắt nhiều, γ lớn nên lưỡi cắt dao doa cắt được lớp phôi rất mỏng dù lượng chạy dao lớn. Khi doa thô lượng dư doa khoảng $(0,25\div0,5)$ mm. Còn doa tinh thì khoảng $(0,05\div0,15)$ mm. Lượng dư của doa tương đối khắc khe. Nếu quá nhỏ dao sẽ bị trượt làm cho độ bóng giảm. Ngược lại khi lượng dư lớn, do phải chịu tải lớn, mài mòn làm sai kích thước cần đạt. Do đó không dùng dao đã mòn để doa thô vì khi đó góc cắt thay đổi nên dao cạo vào mặt gia công làm cho nó biến cứng và doa tinh sau này rất khó khăn.

Lượng chạy dao có thể từ $(0,5 \div 0,35)$ mm/vòng. Bởi vậy, tốc độ cắt khi doa thấp $(8 \div 10)$ mm/vòng nhưng năng suất doa vẫn cao.

Khi doa có thể thực hiện bằng 2 cách: doa cưỡng bức và doa tùy động.

- Doa cưỡng bức:

Nghĩa là dao doa lắp cứng vào trục máy, thường xảy ra hiện tượng lay rộng lỗ (trường hợp doa trên máy khoan, máy doa) hoặc bị loe (trường hợp doa trên máy tiện). Nguyên nhân gây ra hiện tượng lay rộng lỗ có thể là:

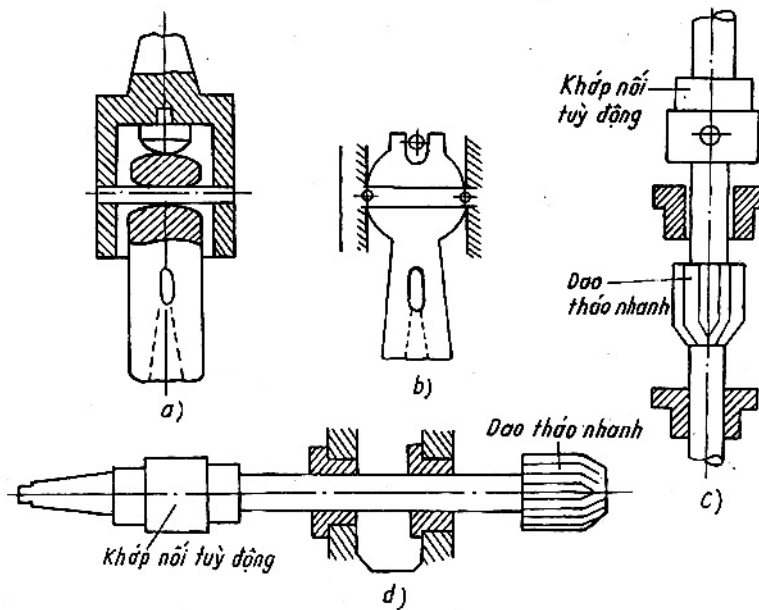
- . Tồn tại độ đảo giữa trục dao doa và trục chính của máy.
- . Dao doa mài không tốt, có hiện tượng lẹo dao xuất hiện ở một số lưỡi cắt.
- . Vật liệu ở thành lỗ gia công không đồng đều.

Hiện tượng này càng rõ rệt khi doa kim loại dẻo và khi dao doa đã bị mòn. Để khắc phục hiện tượng lay rộng lỗ có thể dùng các biện pháp doa tùy động: trục doa tùy động và mũi doa tùy động.

- Doa tùy động:

Dùng trục doa tùy động: trục mũi doa không nối cứng với trục chính của máy mà nối lắc lư, mũi doa lúc này được định hướng bằng lỗ gia công do đó không chịu ảnh hưởng sai lệch của trục chính hoặc sai lệch về độ đồng tâm giữa trục chính và trục dao (hình 5-48a, b).

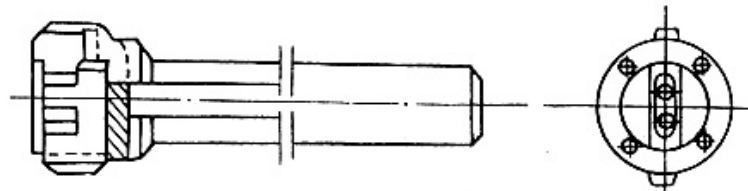
Trên máy khoan cần còn dùng trục dao doa tùy động kết hợp với cơ cấu tháo dao nhanh và có khi còn dùng cả bạc dẫn hướng trục dao (hình 5-48c, d).



Hình 5-48

Các loại trục dao doa tùy động có và không có bạc dẫn hướng

Dùng mũi doa tùy động: Đây là loại dao doa đơn giản, chỉ có hai lưỡi cắt. Lưỡi dao doa có khả năng xô dịch ít nhiều theo hướng kính để tự lựa theo lỗ đã gia công. Loại này thường dùng khi gia công các lỗ có đường kính từ $(75 \div 150)$ mm. Nó có ưu điểm là gọn, nhẹ, đơn giản và đảm bảo được độ chính xác gia công. Do số lưỡi cắt ít, nên dao chóng mòn nhưng mài lại dễ dàng và có thể điều chỉnh lại kích thước đường kính (hình 5-49).



Hình 5-49.

Dao doa tùy động điều chỉnh lại được kích thước đường kính

Trong sản xuất đơn chiếc, sửa chữa, lắp ráp còn có thể dùng phương pháp doa tay. Tất cả mọi chuyển động ở đây đều do tay công nhân thực hiện. Dao có góc φ nhỏ hơn so với dao doa máy, phần dẫn dài, nhiều lưỡi cắt. Khi cắt dao hoàn toàn dựa vào lỗ có sẵn nên không chịu ảnh hưởng sai lệch của máy. Nếu thao tác của công nhân nhịp nhàng, đều đặn thì có thể đạt độ chính xác cao hơn doa máy. Tuy vậy dùng doa tay sẽ tốn nhiều công sức và giá thành sẽ cao hơn.

Phương pháp doa còn bị hạn chế trong các trường hợp sau:

- Không nên doa các lỗ quá lớn, không tiêu chuẩn chỉ doa các lỗ có đường kính $\Phi \leq 80$ mm.
- Không nên doa các lỗ ngắn, lỗ không thông, lỗ có rãnh. Bởi vì nếu lỗ ngắn sẽ không có khả năng định hướng mũi doa và lỗ doa sẽ bị lay rộng. Lỗ không thông sẽ không doa được tới đáy lỗ. Còn lỗ có rãnh dọc thì không có khả năng định hướng đúng dao và lỗ gia công sẽ bị méo.

- Không nên doa trên vật liệu quá cứng hoặc quá mềm (kim loại màu) .

Tuy rằng mũi doa có độ cứng vững rất cao, lưỡi cắt bố trí với các bước không đều nhau có thể khắc phục hiện tượng rung động, gia công đạt chất lượng cao, nhưng mũi doa đắt tiền vì phải đi theo bộ với mũi khoan, mũi khoét nên chỉ kinh tế trong sản xuất hàng loạt. Còn trong sản xuất hàng loạt nhỏ và đơn chiếc, chi phí cho dao với nhiều đường kính khác nhau sẽ rất tốn kém nên ít dùng. Lúc đó thường thay thế bằng tiện trong.

d/. Gia công ren bằng tarô.

Phương pháp gia công ren bằng tarô chủ yếu dùng để gia công ren trong tiêu chuẩn, nhất là lỗ ren có đường kính trung bình và nhỏ. Bằng phương pháp này có thể gia công được ren trụ, ren côn thông hoặc không thông

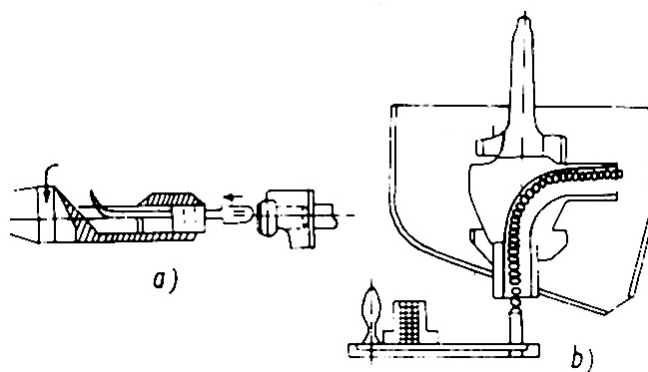
Nhìn chung, vận tốc khi tarô ren thấp ($5 \div 15$)mm/ph. Sở dĩ như vậy vì khi gia công nhiều lưỡi cắt cùng làm việc một lúc, điều kiện tỏa nhiệt lại khó khăn, nếu cắt với vận tốc cắt cao, đỉnh ren sẽ bị cháy. Ngoài ra nếu đường kính ren lớn thì mômen xoắn sẽ rất lớn và càng dễ gãy tarô máy. Khi cắt ren lỗ thông, có thể chạy dao một lần nếu thực hiện trên bằng máy tarô, còn thực hiện bằng tay thì tùy theo đường kính có thể chạy dao hai hoặc ba lần bằng hai hoặc ba tarô khác nhau làm thành một bộ.

Độ chính xác khi cắt ren phụ thuộc vào vật liệu và độ chính xác chế tạo tarô và biện pháp thực hiện khi cắt ren. Nếu tarô khi chế tạo được mài phần cắt thì độ chính xác khi gia công ren có thể đạt tới cấp 7, nếu không chỉ đạt cấp 8.

Năng suất gia công ren bằng tarô rất thấp không những vì vận tốc cắt thấp mà còn vì có hành trình chạy ngược lại.

Để có năng suất cao, trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối người dùng tarô tự bóp lại sau khi cắt ren xong để có thể rút thẳng tarô ra. Loại tarô này chỉ dùng được khi cắt lỗ ren không quá bé.

Khi gia công mũ ốc có thể dùng tarô máy đầu cong trên máy khoan hoặc máy tiện, có thể gia công liên tục, loại bỏ được hành trình chạy không nên có năng suất cao (hình 5-50).



Hình 5-50.

Các kiểu tarô gia công mũ ốc trên máy.

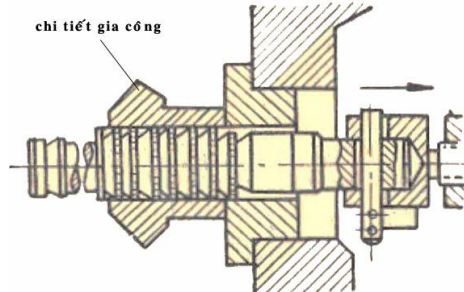
a. Trên máy tiện b. Trên máy khoan.

5.2.5. Chuốt.

+ *Khả năng công nghệ của phương pháp chuốt:*

Chuốt là phương pháp gia công cắt gọt bằng nhiều lưỡi cắt cùng một lúc, có năng suất cao trong sản xuất hàng loạt và hàng khối. Đặc điểm quan trọng của chuốt là hình dáng, kích thước, chất lượng bề mặt gia công hoàn toàn phụ thuộc vào dao chuốt.

Chuyển động của chuốt rất đơn giản. Khi chuốt lỗ và các mặt định hình phẳng thì chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến thẳng của dao, còn chi tiết đứng yên (hình 5-51).

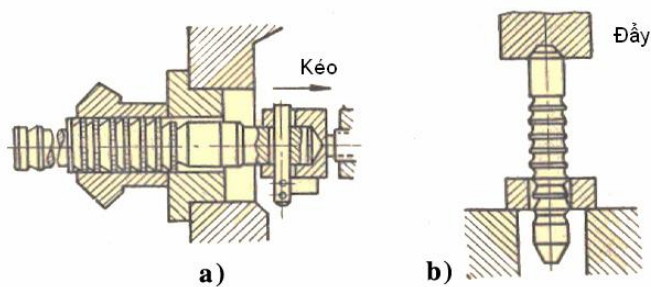


Hình 5-51 Sơ đồ chuốt lỗ

Trong một số trường hợp chuốt các mặt tròn xoay thì thêm chuyển động quay tròn của chi tiết.

Chuyển động tịnh tiến của dao được thực hiện bằng hai cách

- Kéo là truyền động lực vào đầu dao. (hình 5-52a)
- Đẩy là truyền động lực vào đuôi dao. (hình 5-52b)



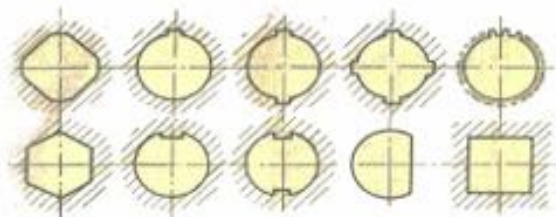
Hình 5-52
Phương tác dụng lực
a). Kéo b). Đẩy

Quá trình chuốt không có chuyển động chạy dao. Để cắt hết lượng dư trong một hành trình thì các răng dao chuốt được làm cao dần lên từ răng cắt thứ nhất đến răng cắt cuối cùng một lượng đúng bằng lượng dư gia công. (hình 5-53)



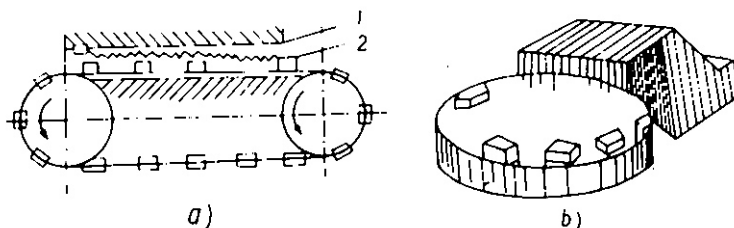
Hình 5-53
Sơ đồ chuốt mặt phẳng

Chuốt có thể gia công mở rộng lỗ trụ, vuông, đa cạnh, rãnh then, then hoa hoặc rãnh xoắn trong lỗ có sẵn, biên dạng bánh răng (hình 5-54), mặt phẳng. Ngoài ra còn có thể gia công mặt trụ ngoài, mặt định hình phẳng nhưng nói chung còn ít dùng.



Hình 5-54
Một số lỗ mà chuốt có thể thực hiện được

Phương pháp chuốt có thể đạt độ chính xác đến cấp 7, độ nhám bề mặt có $R_a = (0,8 \div 0,6)\mu\text{m}$ ($\nabla 6 \div \nabla 8$). Nói có thể gia công được các lỗ có đường kính đến 320mm, chiều rộng của rãnh đến 100mm, chiều dài của lỗ đến 1000mm. Chuốt mặt phẳng với chiều rộng khoảng từ vài mm đến 400mm và chiều dài tối đa là 500mm. Trong dạng sản xuất hàng khối, trên các máy tự động và bán tự động, bằng cách thay chuyển động tịnh tiến của dao bằng chuyển động quay liên tục của bàn máy trên đó gá chi tiết bằng tải xích hoặc bằng bàn quay.

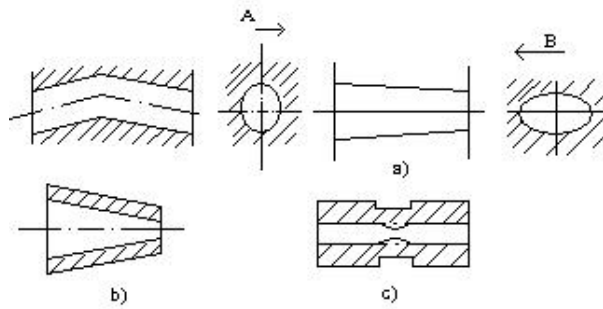


Hình 5-55
Một số biện pháp nâng cao năng suất chuốt

Một lần cắt có thể là vừa gia công thô, bán tinh và tinh trên cùng một dao.

Nói chung phương pháp chuốt có năng suất cao, tuy nhiên còn có những nhược điểm sau:

- Dao chuốt khó chế tạo, đắt tiền, nhất là loại dao dài. Không gian thoát phoi của dao chuốt là kín, nên không gian đó phải đảm bảo đủ chứa phoi, vì vậy dao thường dài (nhất là đối với dao chuốt lỗ).
- Đòi hỏi máy phải có công suất lớn vì lực chuốt lớn. Mặt dù phoi rất mỏng ($a = 0,02 \div 0,2\text{mm}$) nhưng vì số lưỡi cắt tham gia lớn nên tổng chiều dài lớn.
- Chuốt không sửa được sai lệch về vị trí tương quan.
- Chỉ gia công được các lỗ thông suốt.
- Khi chuốt các lỗ có chiều dày không đều thì lỗ dễ bị biến dạng.

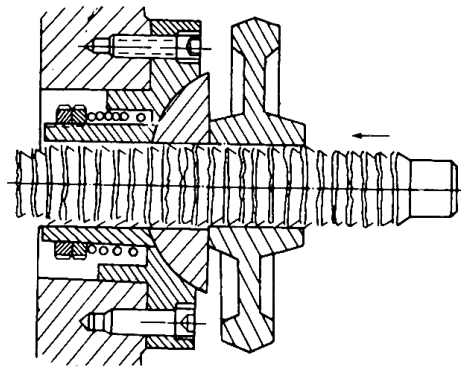


Hình 5-56.

Các loại sai số xuất hiện khi chuốt

Chuốt lỗ:

Trước khi chuốt lỗ yêu cầu phải gia công đạt chính xác về vị trí tương quan. Vì lúc đó mặt đầu của lỗ chỉ có tác dụng để tỳ, nếu mặt đầu thẳng góc với tâm lỗ thì có thể tỳ ngay lên thành máy và đạt được yêu cầu thẳng góc. Nếu mặt đầu của lỗ lớn nhất thiết phải thêm đệm cầu tự lựa để tránh phá hỏng định vị (hình 5-57).



Hình 5-57

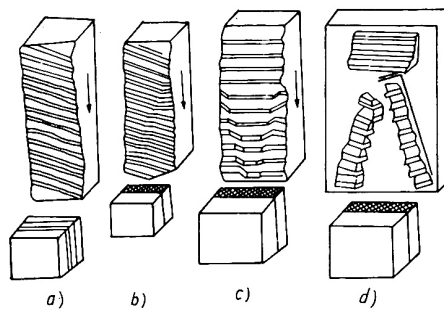
Sơ đồ gá đặt chuốt có đệm cầu tự lựa

Chuốt mặt phẳng:

Chuốt mặt phẳng là một dạng chuốt ngoài. Lúc này yêu cầu về công suất máy, độ cứng vững của máy và dao, việc kẹp chặt chi tiết phải hết sức chắc chắn. Chuốt mặt phẳng có thể dùng nhiều kiểu dao khác nhau.

Chuốt lớp (hình 5-58a) dùng để gia công bề mặt đã qua gia công thô và đạt độ chính xác tốt.

Nếu chuốt bề mặt thô nên dùng chuốt mảnh (hình 5-58 b, c, d).



Hình 5-58

Các kiểu dao chuốt.

Chuốt bằng phương pháp này răng của dao chuốt có độ cao bằng nhau và chiều rộng của răng sẽ được mở dần ra về một phía hoặc từ giữa mở rộng ra cả hai phía, hoặc từ hai phía mở vào giữa. Lượng mở rộng ra cả hai phía có thể tới $(0,1 \div 0,4)\text{mm/răng}$. Lúc đó dao chuốt làm việc tương tự như một hành trình bào có gá nhiều dao, dao này sau dao kia như hình 5-31b. Kiểu này thường chỉ để gia công thô.

Ngoài ra còn có thể kết hợp cả hai kiểu trên để gia công thô và tinh khá thuận lợi.

Cùng với nguyên lý trên, chuốt còn có thể gia công được những mặt định hình hoặc gia công những mặt phẳng ngoài thẳng góc với nhau trong một hành trình chuốt. Tất nhiên lúc này dao phải có dạng phù hợp.

Trong ngành chế tạo máy nói chung và ngành chế tạo ô tô máy kéo nói riêng, chuốt đang được dùng phổ biến. Để gia công mặt ghép đầu to thanh truyền động cơ diesel, dùng chuốt ngoài đạt năng suất 60 cái trong 1 giờ.

5.2.6. Mài

➤ Khả năng công nghệ:

Mài là một nguyên công gia công tinh. Về nguyên lý mài có tính chất tương tự giống phay, chỉ khác về kích thước và số lượng lưỡi cắt ở dao phay và đá mài. Bản chất của quá trình mài là sự cọ sát tế vi bề mặt vật rắn bằng những hạt mài có vận tốc cao.

Gia công bằng phương pháp mài khi mài thô, có thể đạt độ chính xác cấp 9 và độ nhám bề mặt $R_a = (2,5 \div 1,5)\mu\text{m}$ ($\nabla 6 \div \nabla 7$), khi mài tinh có thể đạt độ chính xác cấp $8 \div 7$ và độ nhám bề mặt $R_a = (1,25 \div 0,63)\mu\text{m}$ ($\nabla 7 \div \nabla 8$). Còn khi mài tinh mỏng (siêu tinh) thì đạt độ chính xác cấp $(7 \div 6)$ và độ nhám bề mặt $R_a = (0,32 \div 0,16)\mu\text{m}$ ($\nabla 9 \div \nabla 10$).

Mài có thể gia công được vật liệu rất cứng nhưng lại không phù hợp với vật liệu quá mềm.

Mài có thể gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau như mặt phẳng, mặt tròn trong và ngoài, các mặt định hình

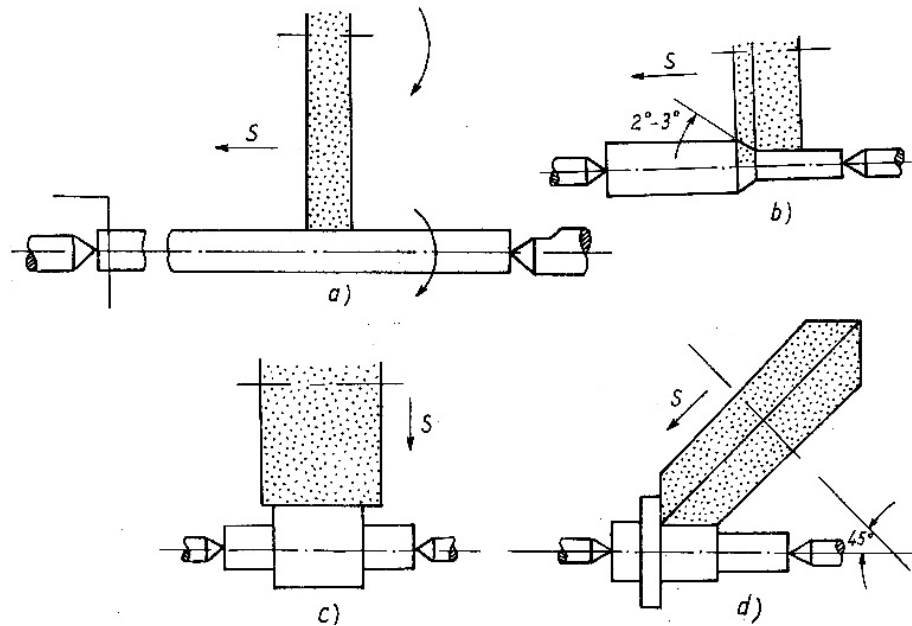
Tùy theo dạng bề mặt gia công mà ta chia ra các phương pháp mài sau:

a/. Mài tròn ngoài:

Khi mài mặt trụ ngoài ta có thể thực hiện một trong hai phương pháp:

- Mài có tâm:

Chỉ tiết được gá bằng hai lỗ tâm hoặc một đầu cặp vào mâm cặp còn đầu kia chống tâm. Mài có tâm thường mài bằng mặt trụ của đá, thực hiện chạy dao dọc S (hình 5-59a) chạy dao ngang V_t để cắt hết lượng dư. Để mài có năng suất cao người ta thường vát côn một phần đá $(2 \div 3)^\circ$. Đối với trục ngắn có đường kính lớn thì thực hiện chạy dao ngang V_t với đá rộng bán, chạy dao dọc $S=0$ (hình 5-59b).

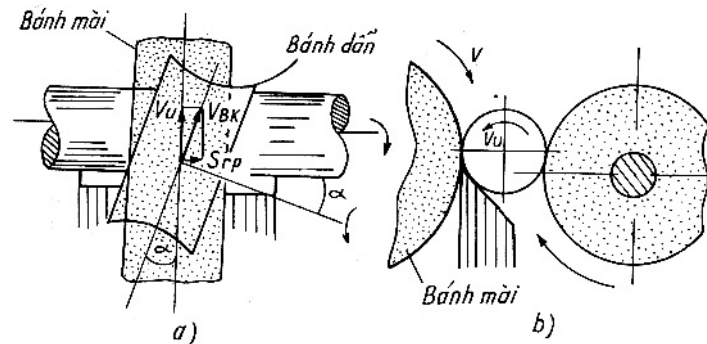


Hình 5-59
Các phương pháp mài có tâm

- Mài không tâm:

Sử dụng bề mặt đang gia công để làm chuẩn định vị cho chi tiết gia công (hình 5-60). Chi tiết gia công được tựa vào đá dẫn (quay tự do theo nó) và đá mài. Kích thước đường kính gia công được quyết định bằng khoảng cách giữa hai mặt đá. Dưới chi tiết có một thanh đỡ. Để tạo cho chi tiết gia công có thêm chuyển động tịnh tiến (vận tốc trượt), đá dẫn được đặt nghiêng đi một góc α so với đá mài và có bề mặt hơi lõm để có thể tiếp xúc tốt với chi tiết gia công.

Phương pháp này chỉ dùng để mài những chi tiết nhỏ, ngắn.



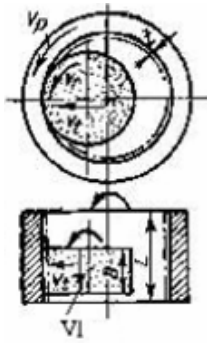
Hình 5-60
Mài không tâm

b/. Mài tròn trong:

Khi mài mặt trụ trong thì đường kính đá mài phải nhỏ hơn đường kính lỗ mài (thường chọn đường kính đá mài bằng $0,7 \div 0,9$ đường kính lỗ cần mài). Khi mài mặt trụ trong cũng tiến hành bằng hai phương pháp:

- **Mài có tâm:** Ta có hai cách gá đặt chi tiết.

Cách 1: Chi tiết được kẹp chặt trên mâm cặp và quay tròn (V_p), trục mang đá thực hiện chuyển động quay (V_t) và tịnh tiến dọc trục (V_l), chuyển động ngang (V_t) do đá mài thực hiện để cắt hết lượng dư. (hình 5-61a).



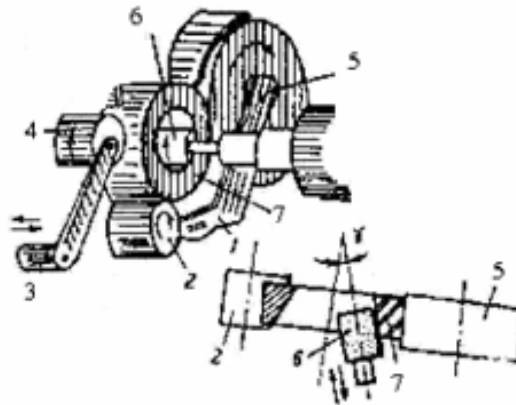
Hình 5-61a



Hình 5-61b

Cách 2: Chi tiết được gá cố định trên mâm cặp, trục mang đá thực hiện tất cả các chuyển động. Ngoài chuyển động quay trục của đá, còn thực hiện chuyển động hành tinh quanh trục chi tiết (hình 5-61b).

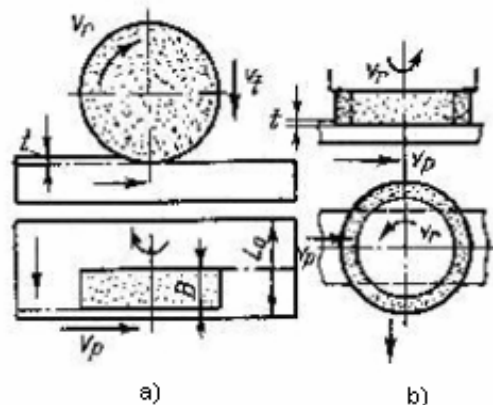
- *Mài không tâm:* Vì bề mặt ngoài của chi tiết là mặt chuẩn định vị, nên trước khi mài phải gia công tinh hoặc bán tinh bề mặt này. Nhờ các cơ cấu và con lăn 1, 2, 3, 4, 5 mà chi tiết 7 được mài lõm côn bằng đá mài 6 (hình 5-62).



Hình 5-62 Mài không tâm mặt tròn trong

c/. Mài phẳng:

Là một phương pháp cơ bản để gia công tinh mặt phẳng. Nó có thể dùng để gia công lần cuối các mặt đã qua nhiệt luyện. Ngoài ra mài phẳng còn có thể thay cho phay, bào trong sản xuất lớn hoặc để gia công các chi tiết khó định vị và kẹp chặt (như xéc măng chẳng hạn).

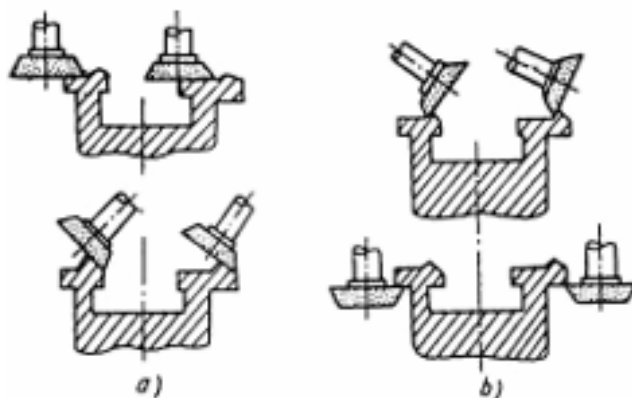


Hình 5-63 Mài phẳng

Hiện nay có nhiều kiểu mài phẳng:

- Mài phẳng bằng mặt trụ của đá (hình 5-63a), có thể thực hiện trên máy mài phẳng có chuyển động tịnh tiến khứ hồi V_p , chuyển động quay của đá V_r , chuyển động chạy dao ngang V_n và thẳng đứng V_d . Phương pháp này đảm bảo được chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao nhưng vì diện tích tiếp xúc với chi tiết không lớn nên năng suất thấp.

- Mài phẳng bằng mặt đầu của đá (hình 5-63b). Có thể dùng mặt đầu của đá hình chấu nguyên hoặc răng chấp. Phương pháp này có thể mở rộng được khả năng công nghệ của mài vì có thể dùng nhiều trục đá để mài nhiều mặt đồng thời (hình 5-64)



Hình 5-64

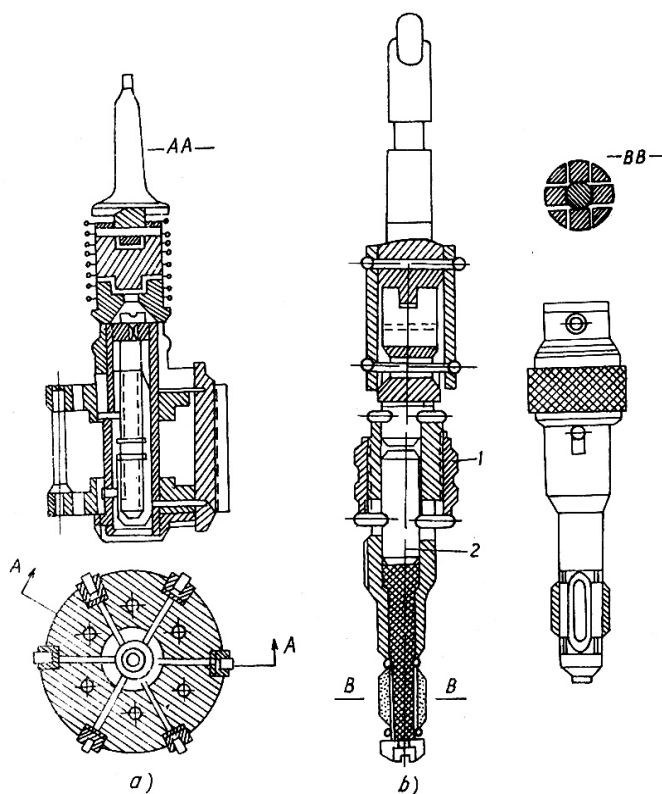
Sơ đồ mài nhiều trục đá

Mài mặt phẳng bằng mặt đầu của đá cho năng suất cao. Tuy nhiên việc thoát phoi, thoát nhiệt và tưới dung dịch trơn nguội khó khăn nên nói chung độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt thấp hơn khi mài bằng mặt trụ của đá. Vì vậy muốn đạt được độ chính xác và độ nhẵn bóng cao phải dùng chế độ cắt thấp.

d. Mài khôn:

Mài khôn là sự phát triển thêm một bước của mài nghiền nhằm nâng cao năng suất gia công. Mài khôn chủ yếu dùng để gia công lỗ, có thể gia công lỗ có đường kính từ $(6\div 1500)\text{mm}$ và chiều dài từ $(100\div 2000)\text{mm}$.

Bản chất của mài khôn tương tự như mài nghiền, nhưng dụng cụ nghiền ở đây được gọi là đầu khôn



Hình 5-65 Đầu khôn

Đầu khôn thực hiện chuyển động quay tròn và tịnh tiến, tỉ lệ giữa hai chuyển động được qui định tùy theo chất lượng yêu cầu.

Độ chính xác của mài khôn có thể cấp chính xác 6÷7 và độ bóng $Ra = (0,4 \div 0,05) \mu m$.

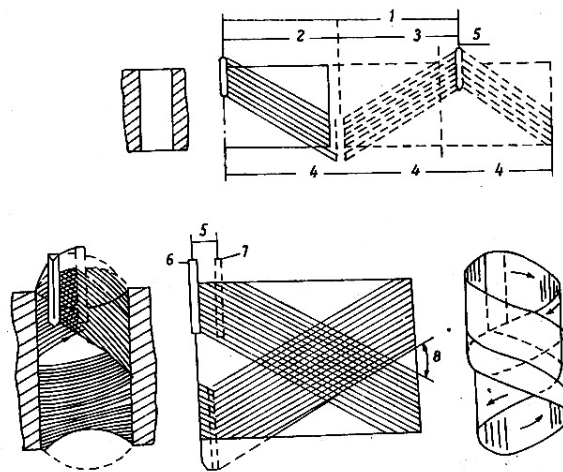
Ưu điểm của mài khôn là năng suất cao hơn mài nghiền, vì có nhiều thổi đá cùng làm việc, lỗ mài đảm bảo độ tròn cao vì độ cứng vững của đầu khôn tốt, không bị biến dạng trực đá, quá trình cắt êm ít rung động.

Về nhược điểm là cũng không sửa được các sai lệch về vị trí tương quan, không phù hợp khi gia công kim loại màu vì phoi của vật liệu này sẽ lấp kín trên đá mài rất nhanh làm cho đá không tiếp tục mài được.

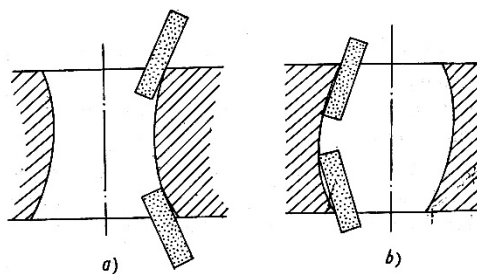
Lượng dư mài khôn phụ thuộc đường kính lỗ và vật liệu gia công

Bảng 5-4 Lượng dư mài khôn

Đường kính lỗ	Vật liệu gia công	
	Gang	Thép
30÷130	0,02÷0,1	0,01÷0,04
1500÷280	0,08÷0,16	0,02÷0,05
300÷500	0,12÷0,2	0,04÷0,06



Hình 5-66 Vết gia công khi mài khôn



Hình 5-67 Các dạng sai lệch của lỗ khi mài khôn

e. Đánh bóng:

Đánh bóng là phương pháp gia công tinh, dùng hạt mài rất nhỏ trộn với dầu nhòn đặc bôi lên bánh đánh bóng đàn hồi. Bánh này quay với tốc độ rất cao từ (20÷40) m/s.

Đánh bóng bao gồm hai quá trình:

- Lớp kim loại rất mỏng được hớt đi nhờ tốc độ rất lớn.
- Còn phần lớn lượng dư được bóc đi vì nhiệt độ cao, có ma sát và các hạt mài chuyển động tự do trên mặt gia công. Khi đó trên lớp bề mặt rất mỏng của kim loại có hiện tượng như lăn ép và sinh ra trượt dẻo.

Để đánh bóng người ta dùng những bánh mài bằng gỗ, bằng vải hoặc da ép lại quay với tốc độ khá nhanh.

Bánh đánh bóng bằng gỗ dùng để đánh bóng sơ bộ. Bánh này có độ bền nhỏ, khi có lực ly tâm dễ bị vênh.

Bánh đánh bóng bằng vải thô dùng hạt mài lớn chỉ để gia công thô những chi tiết lớn.

Bánh đánh bóng bằng vải mềm dùng rộng rãi để đánh bóng tinh.

Bánh đánh bóng bằng vải ép dùng để đánh bóng rất tinh như đánh bóng dụng cụ y học, thủy tinh,...

Người ta còn đánh bóng bằng dây đai có dính hạt mài (dưới hình thức dây đai dệt) để đạt năng suất cao hoặc dùng những bánh mài có thêm than chì (graphit) để dễ đạt $Ra \leq 0,02 \mu m$ và năng suất cũng cao hơn.

Trước khi đánh bóng chi tiết đã phải qua mài hoặc các phương pháp gia công tinh khác. Đánh bóng chỉ để tăng độ nhẵn bóng bề mặt. Đánh bóng không thể chữa được sai lệch về hình dạng, vị trí tương quan và cả những khuyết tật để lại trên bề mặt (rỗ, lõm). Nó có thể là nguyên công trước khi mạ.

Có thể chia đánh bóng thành hai hoặc ba lần. Càng về sau hạt mài càng nhỏ.

Lượng dư đánh bóng chỉ khoảng $5 \mu m$.

Khi đánh bóng có thể áp chi tiết vào bánh mài bằng tay hoặc bằng máy. Trong sản xuất lớn, để giảm lao động nặng nhọc, đánh bóng thường thực hiện trên máy chuyên dùng đơn giản.

f. Cạo

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

Ưu điểm:

- Có thể đạt độ chính xác cao về nhẵn bóng bề mặt hoặc vị trí tương quan giữa chúng bằng những dụng cụ đơn giản. Vì vậy nó rất phù hợp với dạng sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc. Cạo có thể đạt độ phẳng ($0,01/1000$) mm. Nếu làm cẩn thận có thể đạt độ chính xác cao hơn.

- Gia công tinh lần cuối được những mặt phẳng có kết cấu phức tạp mà các phương pháp khác không gia công được.

- Có thể gia công tinh lần cuối các mặt phẳng của chi tiết lớn.

- Trong lắp ráp theo dạng sửa lắp dùng cạo để gia công bổ sung, sửa lại các chi tiết máy ngay tại chỗ lắp ráp mà không cần đến thiết bị phức tạp.

- Bề mặt gia công lần cuối bằng cạo có thể giữ được lớp dầu đảm bảo bôi trơn tốt trong quá trình làm việc.

Công nghệ cạo chủ yếu phụ thuộc trình độ tay nghề của công nhân. Trước mỗi lần cạo phải dùng bản mẫu (âm bản) trát một lớp sơn đỏ rất mỏng áp lên chi tiết để kiểm tra độ phẳng. Sau đó tìm ra những điểm cao có dính sơn để cạo.

Bề mặt sẽ đạt yêu cầu khi các điểm dính sơn phân bố đều. Nếu cạo thô số điểm phân bố trong một phân vuông Anh ($25,4 \times 25,4$) mm² là $12 \div 18$ điểm còn cạo tinh là ($20 \div 25$) điểm.

Khi cạo phải chú ý đến các vấn đề sau:

- Gá đặt chi tiết ổn định, vững vàng. Di chuyển và thay đổi vị trí của nó nhẹ nhàng.

- Bản mẫu phải có độ chính xác và độ cứng vững cao.

- Trước khi cạo phải gia công tinh bề mặt bằng phay, bào, doa... và sửa hết cạnh sắc. Lượng dư để lại vừa phải (bảng 5-5).

Khuyết điểm:

- Tốn nhiều công sức. Hiện nay có xu hướng thay thế cạo bằng mài, mài điện hóa,...
- Không cạo được vật liệu quá cứng.

Bảng 5-5: Lượng dư cạo (mm)

Chiều rộng mặt phẳng	Lượng dư cạo khi chiều dài mặt phẳng (mm)				
	100 - 500	500 -1000	1000-2000	2000-4000	4000-6000
< 100	0,1	0,15	0,20	0,20	0,30
100 - 500	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
500 - 1500	0,18	0,25	0,35	0,45	0,50

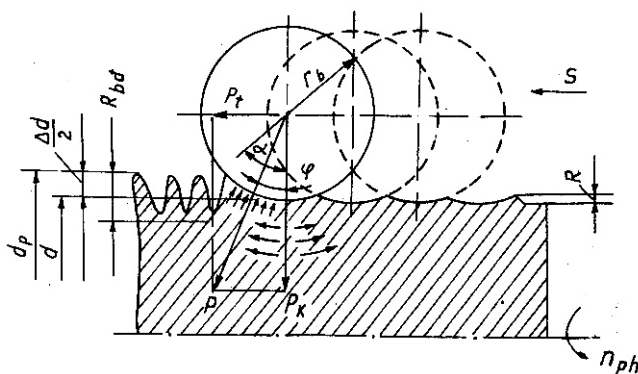
5.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TINH BẰNG BIẾN DẠNG DẸO

Phương pháp gia công tinh bằng biến dạng dẻo là phương pháp gia công không phoi dựa trên nguyên lý biến dạng dẻo bề mặt gia công ở trạng thái nguội.

* Ưu điểm:

- Nâng cao độ bền chắc.
- Nâng cao độ cứng lớp bề mặt.
- Tăng tính chống mòn lớp bề mặt.
- Nâng cao độ bền mỏi.

* Điều kiện biến dạng dẻo:



Hình 5-68.

Gia công bằng biến dạng dẻo.

Để đạt được độ nhám bề mặt nhỏ, lực tác động của dụng cụ vào mặt gia công phải đủ làm biến dạng dẻo các đỉnh nhấp nhô ban đầu. Muốn vậy góc tiếp xúc giữa dụng cụ và nhấp nhô ban đầu α phải nhỏ. Nói khác đi chiều cao ban đầu không lớn, có nghĩa là tỷ số $\frac{P_t}{P_k}$ phải nhỏ.

Nếu $\frac{P_t}{P_k} = \min$ thì có thể đạt chiều cao nhấp nhô R_a sau khi gia công khá nhỏ $R_a = 0,02 \div 0,01 \mu m$.

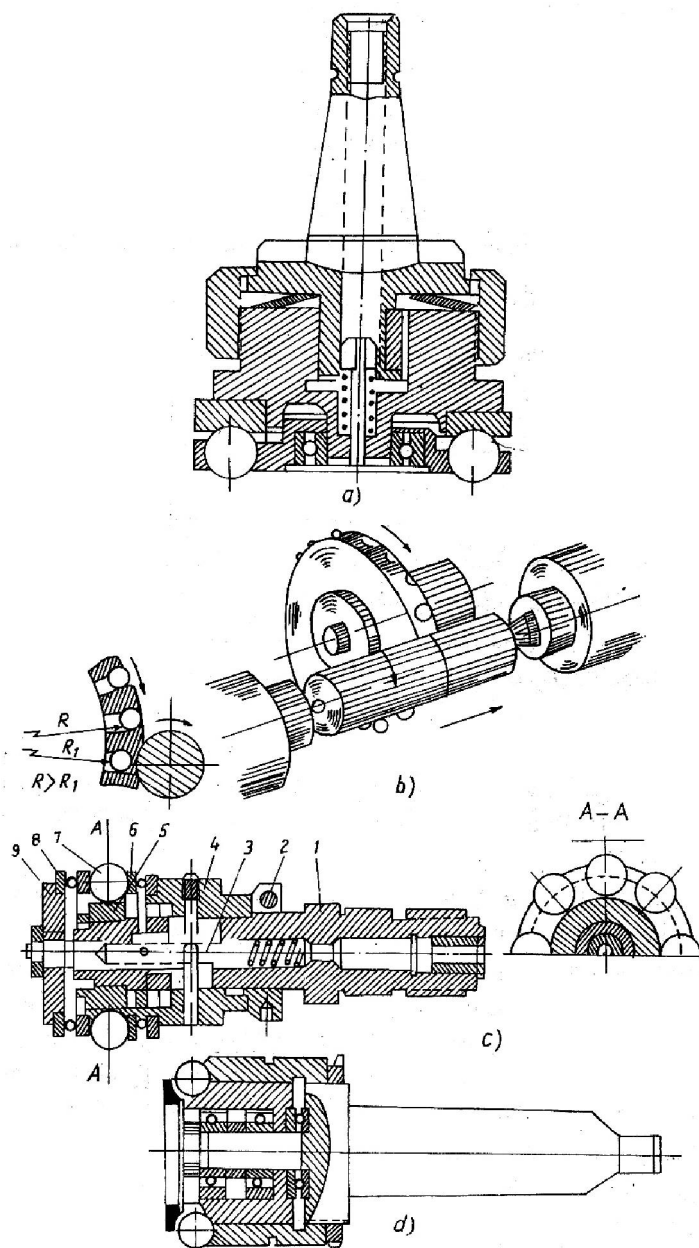
➤ Các phương pháp gia công tinh bằng biến dạng dẻo:

+ *Lăn ép bằng con lăn hoặc bi.*

Gia công được các dạng mặt phẳng, mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, thậm chí có thể lăn ép cả các bán kính lượn giữa các bậc của trục.

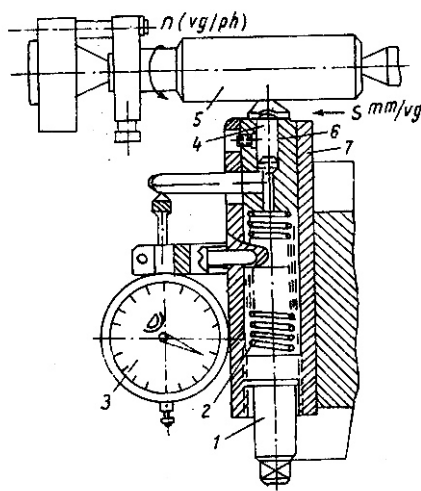
Các thông số công nghệ có thể là:

- Độ dôi: $0,05 \div 0,8 \text{ mm}$
- Tốc độ của dầu lăn: $20 \div 150 \text{ m/ph}$
- Tốc độ của phôi: $30 \div 90 \text{ m/ph}$
- Bước tiến: $0,1 \div 0,5 \text{ mm/vòng}$
- Đường kính bi: $7 \div 10 \text{ mm}$



Hình 5-69 Các sơ đồ lăn ép

+ *Chà sát bằng các mũi kim cứng hoặc kim loại cứng:*

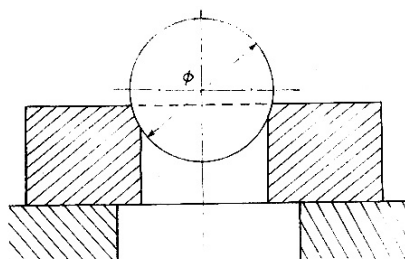


Hình 5-70. Chà sát bằng mũi kim cương

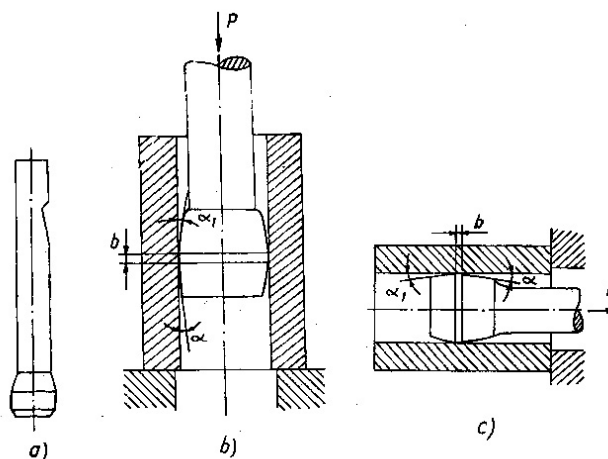
Chà sát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng là một phương pháp gia công tinh bằng biến dạng dẻo. Phương pháp này có khả năng dùng trong các điều kiện sản xuất khác nhau, khi các phương pháp khác không thực hiện được. Trên hình 5-70 là kết cấu một dụng cụ chà sát bằng mũi kim cương. Mũi kim cương 4 có tác dụng đàn hồi để gia công mặt trụ ngoài hoặc mặt đầu. Lực gia công có thể điều chỉnh được nhờ vít 1 và số đo lực được chỉ thị trên đồng hồ 3.

+ *Nong lỗ bằng bi hoặc chày nong:*

Phương pháp này dùng để gia công các lỗ thông với dụng cụ bằng bi hoặc chày nong, thực hiện bằng tay hoặc dùng máy.



Hình 5-71. Nong lỗ bằng bi



Hình 5-72 Nong lỗ bằng chày nong

- Nong bằng bi có thể đạt độ chính xác cấp 7 và $Ra = (0,2 \div 0,1)\mu m$ khi bi có độ chính xác kích thước cấp 6 và bề mặt nhẵn bóng đúng tiêu chuẩn.

- Chày nong có nhiều loại: một nấc và nhiều nấc, loại một nấc chủ yếu dùng để gia công các lỗ nhỏ (hình 5-72), có thể đạt độ chính xác cấp 7 hoặc cấp 8 và $Ra = (0,8 \div 0,4)\mu m$.

Thông thường chày nong có góc côn vào $\alpha = (30 \div 50)^\circ$; góc côn ra $\alpha_1 = (40 \div 60)^\circ$; chiều rộng làm việc $b = (0,5 \div 1,2)$ mm (tùy theo đường kính chày nong). Vật liệu làm chày nong có thể là Y10A, Y12A; thép hợp kim XBF, IIX15; thép gió P18, khi tôi đạt độ cứng $(62 \div 65)$ HRC.

Trong quá trình nong ép cần tưới dung dịch trơn nguội vào vùng gia công. Phải căn cứ vào vật liệu gia công để chọn chất bôi trơn. Khi gia công thép có thể dùng dầu máy; gia công gang đúc dùng dầu mazut, dầu hỏa; gia công hợp kim nhôm dùng nước xà phòng ...

5.4. ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG PHI CỎ ĐIỀN

5.4.1. Đặc tính và khả năng công nghệ của các phương pháp gia công phi cỏ điển

Gần đây, trong ngành chế tạo máy cũng như nhiều ngành khác người ta dùng khá nhiều các loại vật liệu chịu nhiệt, chịu mòn như các loại thép hợp kim, thép không gỉ, hợp kim cứng,... Việc gia công các loại vật liệu đó bằng các phương pháp cắt gọt thông thường gặp không ít khó khăn nhất là khi cần tạo hình phức tạp hoặc kích thước nhỏ. Bởi vậy, để khắc phục khó khăn trên, bên cạnh những phương pháp gia công cắt gọt, đã sử dụng các phương pháp gia công mới dựa trên cơ sở của hiện tượng vật lý khi tác dụng năng lượng lên vật rắn hoặc các hiện tượng hóa học xuất hiện trong khu vực gia công để tạo hình.

Những phương pháp này ngoài khả năng tạo hình phức tạp, kích thước nhỏ, còn có thể gia công vật liệu có độ cứng vững cao cũng như vật liệu sau khi tôi.

Đặc điểm chung của các phương pháp này là:

- Chất lượng và tính chất gia công không phụ thuộc vào tính chất cơ lý của vật liệu mà chỉ phụ thuộc vào các thông số về nhiệt của nó.
- Có thể đạt độ chính xác cao ngay cả trong các trường hợp không thể hoặc khó thực hiện được bằng phương pháp gia công cắt gọt thông thường.
- Không cần dụng cụ gia công có độ cứng cao hơn vật liệu gia công.
- Tiết kiệm được nguyên liệu, nâng cao hệ số sử dụng vật liệu.
- Công nghệ tương đối đơn giản và có khả năng gia công một bộ phận nhỏ của chi tiết lớn.
- Dễ cơ khí hóa và tự động hóa.
- Năng suất bóc vật liệu ra khỏi vật gia công không lớn nhưng trong nhiều trường hợp có hiệu quả kinh tế lớn, nhất là khi các phương pháp gia công bằng cắt gọt thông thường không thực hiện được.

Về cơ bản, hiện nay các phương pháp gia công này có thể chia thành 5 nhóm:

- Các phương pháp gia công bằng phóng điện ăn mòn, (tia lửa điện, xung điện,...)

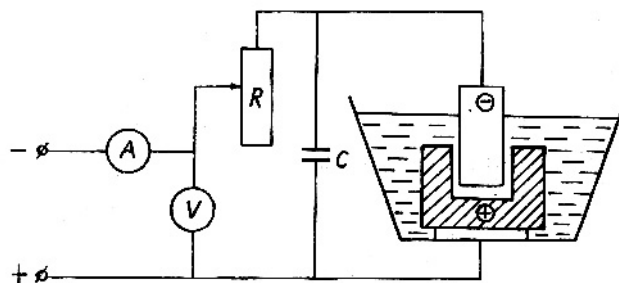
- Các phương pháp gia công bằng các chùm tia (chùm tia điện tử, tia lade, tia plasma,...)
- Các phương pháp gia công bằng siêu âm.
- Các phương pháp gia công bằng điện hóa học.
- Các phương pháp gia công phối hợp giữa các phương pháp nói trên với nhau với các phương pháp gia công cơ (mài điện hóa,...)

Sau đây giới thiệu một số phương pháp tiêu biểu đã được ứng dụng rộng rãi trong một số lĩnh vực.

5.4.2. Phương pháp gia công bằng tia lửa điện

Gia công kim loại bằng tia lửa điện là một dạng gia công phóng tia lửa điện để ăn mòn vật liệu gia công, khi truyền năng lượng qua rãnh dẫn điện.

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp này cho trên hình 5-73. Dòng điện một chiều có điện áp (100 ÷ 125)V từ nguồn qua biến trở R nạp vào tụ C. Khi hai cực tiến lại gần nhau, khe hở giữa chúng đủ bé thì giữa chúng xuất hiện tia lửa điện, chọc thủng lớp cách điện giữa tới hàng ngàn độ làm chảy lỏng, đốt cháy phần kim loại trên bề mặt gia công (cực dương) và tạo nên hình dạng cần thiết tùy theo hình dạng của điện cực dụng cụ (cực âm). Trong quá trình phóng điện, xuất hiện ion hóa cực mạnh ở vùng tác dụng và tạo nên áp lực va đập rất lớn, hạt kim loại bị phá hỏng ra khỏi vùng gia công dưới dạng những hạt nhỏ hình cầu. Toàn bộ quá trình trên xảy ra trong thời gian phóng điện rất ngắn $t = 10^{-4}$ đến 10^{-7} s (giây). Sau thời gian phóng điện, được nâng lên đến mức đủ để phóng điện, quá trình trên lại xảy ra ở điểm có khoảng cách gần nhất.



Hình 5-73 Sơ đồ nguyên lý gia công bằng tia lửa điện.

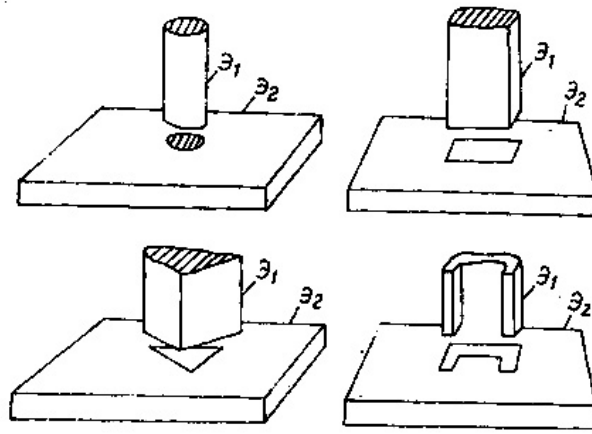
Để đảm bảo quá trình gia công liên tục người ta điều khiển điện cực dụng cụ đi xuống sau cho khe hở giữa hai điện cực là không đổi và ứng với điện áp nạp vào tụ điện C.

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.

Phương pháp này chỉ có thể gia công được những vật liệu dẫn điện (kim loại, hợp kim...). Nó có thể tạo nên những hình dạng phức tạp tương ứng với điện cực dụng cụ như hình 5-73.

Năng suất gia công phụ thuộc vào năng lượng của xung điện, thời gian tồn tại của nó, cường độ dòng điện, điện dung của tụ C, môi trường gia công,...

Độ chính xác gia công phụ thuộc vào chế độ gia công (năng lượng xung...). Lỗ được gia công sẽ có độ côn lớn hay nhỏ là do dụng cụ mòn nhiều hay ít. Nếu năng lượng xung càng lớn thì dụng cụ mòn càng nhiều và do đó độ côn của lỗ cũng tăng lên.



Hình 5-74 Các hình dạng phức tạp tạo được bằng gia công tia lửa điện

Độ bóng bề mặt gia công thông thường đạt $R_a = (6,3 \div 3,2) \mu\text{m}$, với hợp kim cứng có thể đạt $(1,6 \div 0,8) \mu\text{m}$.

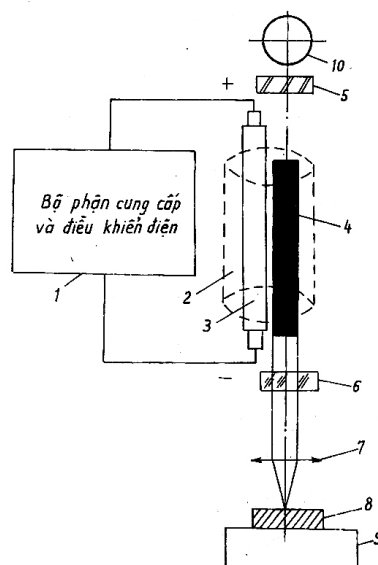
Vật liệu điện cực dụng cụ hay là đồng thau, đồng đỏ, nhôm, gang, tùy theo vật liệu gia công và chất lượng năng suất yêu cầu.

5.4.3. Phương pháp gia công bằng chùm tia lade

Từ những năm của thập kỷ 60 sau khi phát hiện ra tia lade người ta đã biết sử dụng chùm tia lade để gia công vật liệu.

Thực chất chùm tia lade chỉ là một chùm ánh sáng đơn sắc, có tính định hướng cao, bước sóng rất ngắn nên có thể dùng như một hệ thống quang học để tập trung nó trên một diện tích rất nhỏ, có mật độ năng lượng rất cao, có thể đạt tới 10^{12}W/cm^2 hoặc cao hơn. Với mật độ như vậy, nhiệt độ có thể lên tới hàng ngàn độ, có thể đun nóng, làm nóng chảy và đốt cháy kim loại ở vùng nó tác dụng vào. Do đó có thể dùng làm bền chắc bề mặt, hàn những mối hàn rất nhỏ hoặc gia công các lỗ rãnh định hình có kích thước nhỏ.

Hiện nay máy phát lade có nhiều loại, dùng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Nguyên lý làm việc của nó được minh họa trên hình 5-75.



Hình 5-75 Sơ đồ nguyên lý làm việc của máy K-3M

Nguồn điện công nghiệp qua biến thế và nắn dòng nạp vào hệ thống tụ. Điện áp tối đa của tụ tới 2 kV, khi điều khiển sự phóng điện tới đèn phát xung 3 đặt ở một trong hai tâm của bộ phận phản xạ ánh sáng 2. Bộ phận này có dạng hình trụ mà tiết diện ngang là hình elip. Khi đèn 3 phát sáng, toàn bộ năng lượng của nó sẽ tập trung vào tâm thứ 2 của nó, tại đó đã đặt sẵn một thanh hồng ngọc 4. Những ion C_r^{+3} của thanh hồng ngọc bị kích lên mức năng lượng cao, khi tụt xuống chúng sẽ phát ra những lượng tử. Nhờ hệ thống dao động gương phẳng 5 và 6, những lượng tử này sẽ đi lại nhiều lần quanh thanh hồng ngọc và kích các C_r^{+3} khác để rồi cùng phóng ra chùm tia lượng tử. Trong thực tế gương 5 có độ phản xạ ánh sáng gần 99% còn gương 6 còn 50%. Nhờ đó một mặt vẫn nhận được chùm tia lade ở phía dưới. Mặt khác 1% chùm tia thoát ra qua gương 5 sẽ được tế bào quang điện 10 thu lại, qua hệ thống chuyển đổi cho biết năng lượng của chùm tia đã phát ra khỏi máy. Chùm tia nhận được qua gương 6 sẽ tập trung bởi hệ quang học bởi và tác dụng lên vật gia công 8 đặt trên bàn có khả năng di chuyển tọa độ của vật gia công theo 3 phương x, y, z.

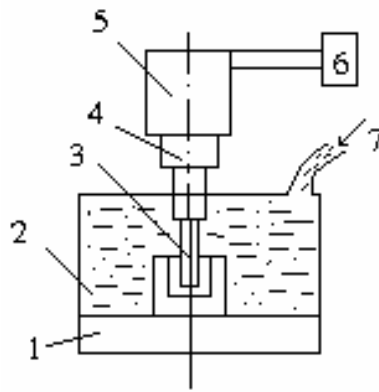
Khi tập trung tia lade vào vị trí cần gia công phải chọn hệ thống quang học và các thông số công nghệ như: năng lượng chùm tia, thời gian xung tác dụng của chùm tia, tiêu cự của hệ thống quang học, số xung lade,... tùy theo yêu cầu gia công.

Hiện nay gia công lỗ nhỏ bằng chùm tia lade rất có hiệu quả. Đường kính lỗ nhỏ nhất có thể đạt tới $d = 4 \mu m$. Nhờ lade không những có thể gia công được kim loại mà còn gia công được lỗ nhỏ $d = (0,025 \div 0,25) mm$ trên thạch anh, kim cương, rubi hoặc gia công thép có $d = (0,1 \div 0,2) mm$, chiều sâu lỗ $l = 12,7 mm$. Khi đường kính lỗ $d = (0,1 \div 0,2) mm$ thì độ chính xác của nó khoảng $(2 \div 5) \mu m$.

5.4.4. Gia công kim loại bằng siêu âm

Gia công kim loại bằng siêu âm là một dạng gia công cơ. Bản chất của nó là dùng năng lượng va đập đồng thời của một số rất lớn các hạt mài ($3 \cdot 10^4 \div 10^5$) hạt mài/ $1 cm^2$ có tần số va đập $(18 \div 25) kHz$ lên mặt gia công để tách ra những hạt kim loại rất nhỏ, có kích thước vài μm .

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp gia công kim loại bằng siêu âm có thể trình bày như hình 5-76. Dao động có tần số $(18 \div 25) kHz$ từ máy phát siêu âm 6 truyền đến biến tử 5. Ở đây dao động điện được biến thành dao động cơ học có cùng tần số, còn biên độ dao động khoảng $(5 \div 10) \mu m$. Để có thể nhận được dao động cần thiết cho việc gia công kim loại biên độ $(30 \div 80) \mu m$ cần phải có truyền sóng 4, đặt sau biến tử 5. Dụng cụ 3, có hình dạng theo hình dạng yêu cầu gia công, được lắp ngay vào đầu ra của thanh truyền sóng 4. Dung dịch hạt mài 7 được đưa vào vùng gia công ở phía dưới đầu dụng cụ. Tổng hợp chuyển động dao động của đầu dụng cụ và tác dụng của hạt mài sẽ chép lại hình thù của dụng cụ 3 trên vật gia công 2 được gá đặt trên bàn máy 1. Bàn máy có khả năng dịch chuyển theo hai phương nằm ngang thẳng góc với nhau, còn chuyển động theo phương thẳng đứng do đầu máy thực hiện.



Hình 5-76

Sơ đồ nguyên lý gia công kim loại bằng siêu âm.

1. bàn máy ; 2. chi tiết gia công; 3. dụng cụ; 4. thanh truyền sóng;
5. biến trở; 6. máy phát siêu âm; 7. dung dịch hạt mài.

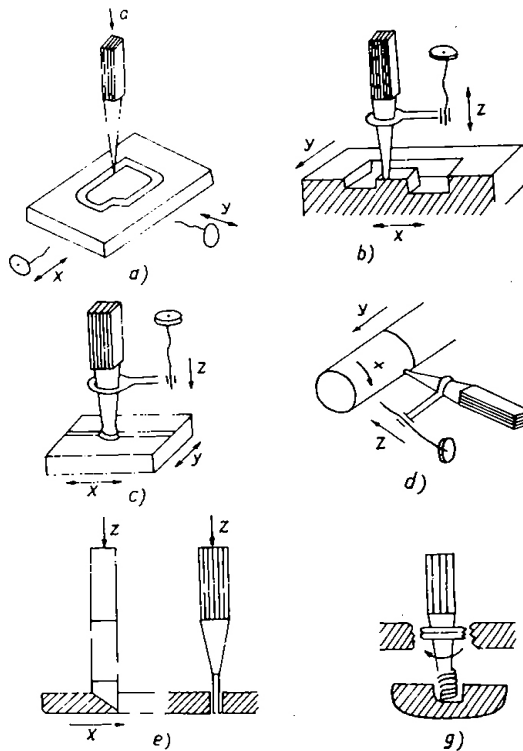
Vật liệu làm dụng cụ ở đây thường dùng là thép cacbon như thép 45; thép dụng cụ Y8A, Y10A, thép hợp kim 40X, 60Γ...

Khi chi tiết gia công cố định có thể thực hiện được việc gia công được lỗ thông hoặc lỗ không thông, lỗ định hình thẳng hoặc cong, cắt rãnh, cắt đứt...nếu cung cấp cho phoi hoặc dụng cụ thêm một chuyển động phụ thì có thể thực hiện được các nguyên công phay, mài, tiện, cắt đứt, cắt ren... (hình 5-77).

Khuyết điểm cơ bản của phương pháp này là dụng cụ mòn khá nhanh. Nếu gia công thủy tinh dụng cụ chỉ mòn khoảng $(1 \div 1,5)\%$, nhưng khi gia công hợp kim cứng thì độ mòn lên tới $(40 \div 60)\%$ thậm chí có khi lên tới 150% khối lượng kim loại bóc ra. Khuyết điểm này không những ảnh hưởng đến năng suất chất lượng, mà còn ảnh hưởng đến cả giá thành gia công.

Năng suất gia công bằng siêu âm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như vật liệu gia công, vật liệu làm dụng cụ, biên độ và tần số dao động, áp lực của dụng cụ lên chi tiết gia công, tính chất và nồng độ của hạt mài, điều kiện thay đổi hạt mài, diện tích và chiều sâu gia công, hình dạng dụng cụ,...

Hạt mài thường dùng là cacbit bo, cacbit silic, kôrun điện và bột kim cương. Trong điều kiện như nhau nếu dùng hạt mài là cacbit bo thì đạt năng suất cao nhất. Ngoài ra chất lỏng trong dạng huyền phù cũng có ý nghĩa rất quan trọng. Chất lỏng có thể là nước, dầu mazut, dầu hỏa, côn, dầu máy, dầu gai, dầu biến thế và glixêrin. Trong đó để đạt năng suất cao nhất có thể dùng nước.



Hình 5-77

Sơ đồ các nguyên công gia công bằng siêu âm.

Gia công bằng siêu âm đạt hiệu quả kinh tế cao khi gia công vật liệu giòn, mà kém cứng vững như thủy tinh. Trong điều kiện như nhau thì năng suất gia công thủy tinh là $9000 \text{ mm}^3/\text{ph}$ còn gia công hợp kim cứng chỉ đạt $200 \text{ mm}^3/\text{ph}$.

Độ chính xác gia công bằng siêu âm phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó những yếu tố cơ bản là sự đồng nhất của hạt mài, sự tồn tại dao động ngang của dụng cụ, chế độ gia công, độ mòn của dụng cụ,... Độ chính xác khi gia công lỗ thông hầu như chỉ phụ thuộc vào hai yếu tố đầu. Nói chung khi gia công lỗ có thể đạt được lỗ chính xác tới $(0,05 \div 0,01) \text{ mm}$.

Trong thực tế, gia công lỗ bằng siêu âm không thể tránh khỏi bị côn do dụng cụ mòn. Nếu lỗ sâu từ $(5 \div 10) \text{ mm}$ độ côn là 1° thì gia công hợp kim cứng, độ côn nhỏ nhất có thể đạt từ $1,5^\circ \div 2^\circ$.

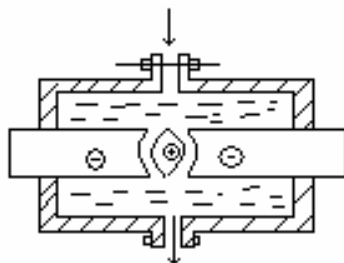
Khe hở giữa dụng cụ và thành lỗ phụ thuộc vào kích thước hạt mài và bằng khoảng 1,5 kích thước hạt mài. Trong quá trình gia công dụng cụ không những mòn ở mặt đầu mà còn mòn ở thành bên, điều này cũng ảnh hưởng không ít đến độ chính xác kích thước. Dao động ngang làm cho khe hở trên tăng lên, gây ra sai lệch không những về kích thước mà còn cả về hình dạng hình học.

Độ nhẵn bóng bề mặt gia công có thể đạt $R_a = (12,5 \div 0,2) \mu\text{m}$ tùy theo việc sử dụng hạt mài, thành phần dung dịch và vật liệu gia công. Với khả năng công nghệ nói trên, hiện nay phương pháp này chủ yếu để gia công vật liệu rất cứng mà các phương pháp khác khó gia công, như gia công lỗ, rãnh và bề mặt nhỏ.

5.4.5. Phương pháp gia công điện hóa

Trong thực tế có nhiều dạng gia công điện hóa nhưng sử dụng đơn giản, có hiệu quả và được dùng nhiều là phương pháp điện hóa dòng điện phân.

Thực chất phương pháp gia công này là quá trình hòa tan điện cực dương trong môi trường chất điện phân khi có dòng điện đi qua (hình 5-78), trong đó điện cực dương là vật gia công, còn điện cực âm là dụng cụ cắt, dụng cụ này có dạng âm bản của mặt gia công. Nếu khoảng cách giữa 2 điểm tương ứng trên chi tiết gia công và dụng cụ khác nhau thì cường độ dòng điện đi qua đó sẽ khác nhau và tỷ lệ nghịch với khoảng cách đó.



Hình 5-78

Sơ đồ nguyên lý gia công điện hóa.

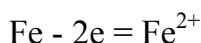
Khi gia công một loại vật liệu nào đó, lấy sắt (Fe) làm ví dụ, với dung dịch chất điện phân là NaCl khoảng 10 ÷ 15% thì quá trình hòa tan điện cực dương có thể xảy ra như sau:

- Phân tử NaCl đã hòa tan trong nước, khi có dòng điện chạy qua sẽ phân tích thành ion Na^+ và Cl^-

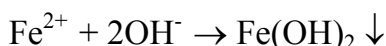
- Phân tử nước cũng được phân tích thành 2H^+ và OH^-

Khi điện thế ở hai điện cực chênh lệch, các phân tử mang điện tích âm như Cl^- OH^- chuyển động về phía cực dương, còn Na^+ và H^+ về phía cực âm làm cho mạch điện được nối liền.

Về phía điện cực, tại điện cực dương Fe có thể mất điện tích âm để tạo thành Fe^{2+} theo phương trình:



Ion theo Fe^{2+} gặp nhóm OH^- sẽ tạo thành hydroxyt sắt và lắng xuống:



Còn ở cực âm ion H^+ sẽ nhận thêm điện tử và trở thành H_2 bay lên:

- Cl có thể tác dụng với Fe^{+2} để cho FeCl_2 hoặc tạo thành Cl_2 .

- Ở điện cực âm ion Na^+ kết hợp với nước tạo thành xút NaOH.

Để hòa tan 1000 mm³ sắt trong một phút cần có một dòng điện có cường độ 450A.

Tính chất của phản ứng điện hóa và những chỉ tiêu công nghệ của phương pháp này phụ thuộc rất nhiều vào thành phần và tính chất vật lý của dung dịch chất điện phân.

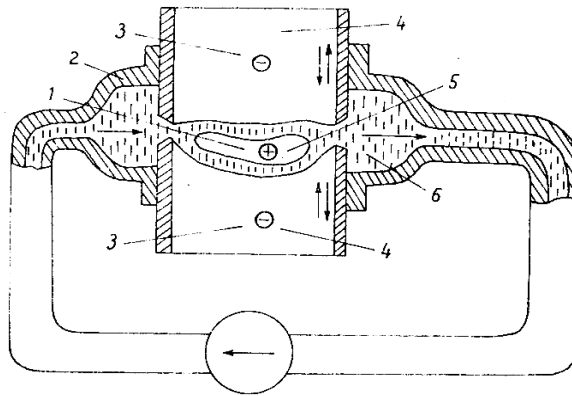
Nói chung chất điện phân dùng trong gia công điện hóa có nhiều loại khác nhau, miễn là dễ hòa tan trong nước và dễ kết hợp với kim loại gia công tạo thành một hợp chất dễ tách khỏi vật liệu gia công.

Hiện nay gia công điện hóa có hai hình thức:

- + Điện cực dụng cụ cố định (hình 5-78)

- + Điện cực dụng cụ di chuyển (hình 5-79).

Trường hợp điện cực dụng cụ cố định thì khoảng cách giữa hai điểm tương ứng trên chi tiết và dụng cụ sẽ xa dần, làm cho cường độ dòng điện qua đó sẽ giảm dần, chất lượng bề mặt sẽ kém. Vì vậy để khắc phục tình trạng này người ta cho dụng cụ điện cực di chuyển sao cho tốc độ di chuyển điện cực dụng cụ theo hướng hòa tan vật liệu bằng tốc độ hòa tan vật liệu ở điện cực dương, nhờ đó khoảng cách giữa hai điện cực là không đổi, tốc độ hòa tan vật liệu là hằng số, chất lượng bề mặt gia công được đồng đều và cao hơn so với hình thức gia công điện cực dụng cụ cố định.



Hình 5-79

Gia công điện hóa với điện cực dụng cụ di chuyển

Đặc điểm của phương pháp gia công điện hóa là:

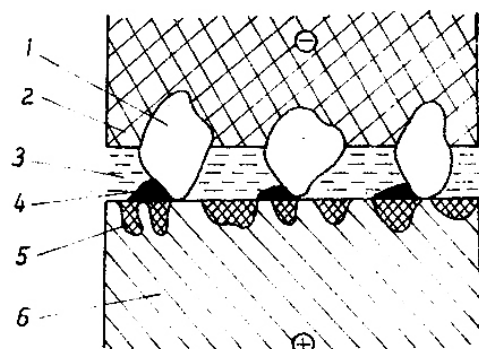
- Có thể gia công được nhiều dạng bề mặt phức tạp
- Khả năng gia công không phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu mà phụ thuộc vào thành phần hóa học của nó.
- Điện cực dụng cụ nói chung không bị mòn.
- Có thể đạt năng suất cao so với các phương pháp gia công khác trong nhóm các phương pháp điện vật lý và điện hóa.
- Độ nhám bề mặt gia công có thể đạt tới $Ra = (1,6 \div 0,4)\mu m$.

5.4.6. Mài điện hóa

Phương pháp gia công mài điện hóa là một phương pháp tổng hợp các tác dụng của phương pháp gia công điện hóa và phương pháp cơ học của hạt mài. Nó có thể dùng để gia công mặt phẳng, mặt trụ, mặt định hình hoặc mài sắc lưỡi cắt của dụng cụ cắt.

Khi gia công, đá mài là hai điện cực âm, trên đó những hạt mài 1 nhô lên tạo thành khe hở giữa đá mài 2 (cực âm) và chi tiết gia công 6 (cực dương) như trên hình 5-80. Khe hở nói trên chứa đầy dung dịch chất điện phân 3. Do đó trong vùng này khi có dòng điện một chiều chạy qua sẽ tồn tại quá trình điện hóa - hòa tan điện cực dương. Vật liệu hòa tan 4 bị tách ra khỏi bề mặt gia công nhờ tác dụng cơ học của hạt mài khi đá mài chuyển động.

Vật liệu bị hòa tan cùng với chất điện phân được những hạt mài chuyển động cuốn ra ngoài, đồng thời chất điện phân mới được phun vào lại chứa đầy ở vùng khe hở.



Hình 5-80

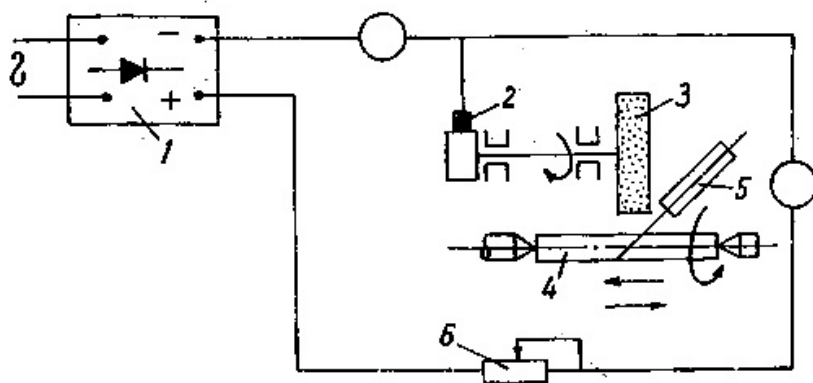
Sơ đồ nguyên lý mài điện hóa.

1. hạt mài; 2. đá mài (điện cực dụng cụ); 3. dung dịch điện phân;
4. vật liệu gia công bị hòa tan; 5. vết lõm ở chi tiết gia công; 6. chi tiết gia công.

Trên hình 5-80 là sơ đồ mài điện hóa mặt trụ ngoài. Đá mài 3 nối với cực âm của nguồn một chiều qua 2 tiếp điểm, chi tiết 4 nối với cực dương thông qua biến trở 6 để điều chỉnh cường độ dòng điện cần thiết trong mạch. Dung dịch chất điện phân 5 được đưa vào vùng gia công nhờ bơm.

Khi sử dụng phương pháp này vận tốc đá mài $V_d = (20 \div 30) \text{m/s}$, điện thế làm việc $U = (6 \div 8) \text{V}$. Đối với những vật gia công lớn cường độ dòng điện I có thể lên tới 2000A .

Đá mài có thành phần graphite hạt mài và chất kết dính. Vật liệu hạt mài thường dùng là kôrun điện chiếm tỷ lệ so với graphite là 1:1 và có độ hạt khoảng $(60 \div 80)$.



Hình 5-81

Sơ đồ mài điện hóa mặt trụ ngoài.

1. bộ chỉnh lưu; 2. tiếp điểm; 3. đá mài; 4. chi tiết gia công;
5. dung dịch điện phân; 6. biến trở.

Dung dịch chất điện phân thường dùng là nước thủy tinh hoặc dung dịch NO_3Ca .

Năng suất của quá trình mài điện hóa phụ thuộc nhiều vào độ hạt và nồng độ của hạt mài. Nồng độ của hạt mài trong đá mài sẽ ảnh hưởng đến tính dẫn điện của đá mài. Nếu thay kôrun điện bằng hạt kim cương thì năng suất và chất lượng sẽ đạt cao hơn nhưng chi phí sản xuất cũng lớn hơn.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Cho biết khả năng công nghệ của các phương pháp gia công cơ bản? (tiện, phay, bào)?
2. Cho biết khả năng công nghệ của các phương pháp gia công cơ bản? (khoan- khoét- doa, mài)?
3. Trình bày nguyên lý bản chất của gia công tinh bằng biến dạng dẻo?
4. Nguyên lý phương pháp gia công bằng tia lửa điện, bằng tia laze, bằng siêu âm?
5. Nguyên lý của phương pháp lăn ép bằng bi cầu hoặc con lăn, nguyên lý của phương pháp chà sát bằng mũi kim cương, Nguyên lý phương pháp nóng chảy bằng bi hoặc chày nóng?

CHƯƠNG 6

THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT MÁY

6.1. Ý NGHĨA CỦA CÔNG VIỆC CHUẨN BỊ SẢN XUẤT

Chuẩn bị sản xuất là một công việc rất quan trọng, một trong các công việc chính là thiết lập quy trình công nghệ gia công.

Thiết kế quy trình công nghệ là một nội dung quan trọng của công việc chuẩn bị sản xuất, nếu quy trình công nghệ hợp lý phù hợp với điều kiện sản xuất thì sẽ đạt năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế cao.

6.2. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT MÁY

6.2.1. Các tài liệu ban đầu:

Khi thiết kế quy trình công nghệ cần phải có các tài liệu sau:

- Bản vẽ chi tiết với đầy đủ các hình chiếu, vật liệu, kích thước, dung sai, độ bóng, độ cứng, các yêu cầu kỹ thuật về vị trí, hình dáng, các yêu cầu đặc biệt như cân bằng, tôi bề mặt hay thể tích....
- Sản lượng hàng năm, hoặc số lượng của một đợt sản xuất.
- Thời gian thực hiện xong kế hoạch (tháng, năm...)
- Điều kiện sản xuất.

Khi thiết kế quy trình công nghệ thì điều kiện thiết bị rất quan trọng, có ba trường hợp đặt ra là:

- + Thiết kế quy trình công nghệ cho nhà máy mới.
- + Thiết kế quy trình công nghệ cho một nhà máy có sẵn.
- + Thiết kế quy trình công nghệ cho một nhà máy có thêm phần mở rộng sản xuất (nghĩa là đầu tư thêm cho nhà máy cũ).

Các tài liệu cần để thiết kế quy trình công nghệ là: các sổ tay công nghệ, thuyết minh của các máy, các tiêu chuẩn về đồ gá, sổ tay dụng cụ cắt, dụng cụ đo, sổ tay về dung sai, các sổ tay về định mức kỹ thuật... Ngoài ra cần có thể có máy vi tính và các phần mềm chuyên dụng để tính và tra chế độ cắt, lượng dư gia công hay thiết lập trình tự gia công.

6.2.2. Trình tự thiết kế quy trình công nghệ.

- Tìm hiểu chi tiết cần gia công: tìm hiểu điều kiện làm việc của chi tiết, tính ổn định sản phẩm trong nhu cầu sử dụng của xã hội. Nghiên cứu các yêu cầu kỹ thuật kết cấu của chi tiết xem tính công nghệ có phù hợp với yêu cầu sản xuất hay không?
- Xác định quy mô sản xuất và lựa chọn phương pháp tổ chức sản xuất.
- Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi.
- Xác định thứ tự các nguyên công. Cách gá đặt, chọn máy.
- Xác định lượng dư và dung sai cho từng bước công nghệ và lượng dư tổng để quy định kích thước phôi.

- Xác định chế độ cắt gọt hợp lý.
- Chọn hoặc thiết kế đồ gá cho từng nguyên công.
- Xác định bậc thợ cho từng nguyên công.
- Định mức thời gian và tính toán năng suất thực tế. So sánh các phương án công nghệ.

Với trình tự vừa kể trên, có thể dựa vào các quy trình công nghệ điển hình để giảm bớt khối lượng thiết kế. Với một chi tiết mới, không có quy trình công nghệ điển hình, chúng ta phải thực hiện đầy đủ các bước thiết kế đã nêu.

6.3. MỘT SỐ BƯỚC THIẾT KẾ CƠ BẢN

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

➤ *Cơ sở để đánh giá tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết gia công:*

- Tính công nghệ của kết cấu chi tiết gia công phụ thuộc nhiều vào quy mô sản xuất.

- Tính công nghệ của kết cấu phải được nghiên cứu đồng bộ với kết cấu tổng thể của sản phẩm cơ khí, không tính riêng từng phần tử kết cấu, trên cơ sở đảm bảo chức năng và điều kiện làm việc của chi tiết.

- Tính công nghệ trong kết cấu phải được chú trọng triệt để trong từng giai đoạn của quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí.

- Tính công nghệ phải phù hợp với điều kiện sản xuất cụ thể.

➤ *Các chỉ tiêu đánh giá tính công nghệ trong kết cấu:*

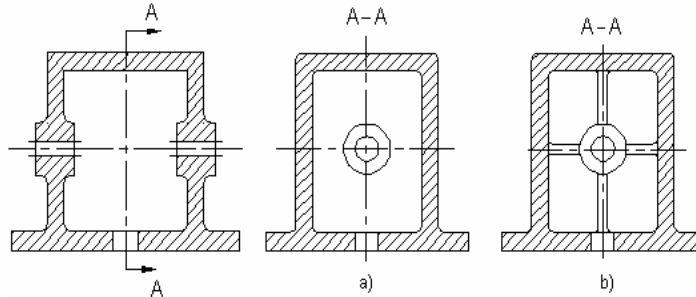
- Trọng lượng kết cấu nhỏ nhất.
- Sử dụng vật liệu thông nhất, tiêu chuẩn dễ tìm và rẻ.
- Quy định kích thước, dung sai và độ nhám bề mặt hợp lý.
- Sử dụng chi tiết máy và bề mặt chi tiết máy thống nhất tiêu chuẩn.
- Kết cấu hợp lý để gia công cơ khí và lắp ráp thuận tiện.

Đặc biệt đối với quá trình gia công cắt gọt phải đảm bảo các yêu cầu sau:

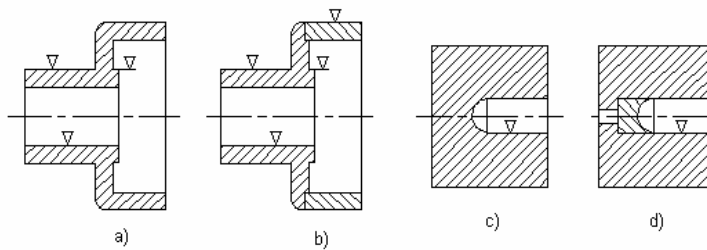
- Giảm lượng vật liệu bằng cách thiết kế phôi và các bề mặt gia công hợp lý, xác định chính xác lượng dư gia công.
- Giảm quãng đường chạy dao khi cắt gọt.
- Đơn giản hóa kết cấu, đảm bảo tính kinh tế khi gia công và sử dụng phôi liệu (ví dụ: tách một chi tiết phức tạp thành nhiều chi tiết đơn giản để dễ gia công, tiết kiệm vật liệu).
- Tạo điều kiện sử dụng dao thông nhất tiêu chuẩn.
- Đảm bảo dao cắt làm việc thuận tiện, không bị va đập khi cắt.
- Đảm bảo chi tiết đủ cứng vững, tạo điều kiện cắt gọt với chế độ cắt cao.
- Góp phần giảm phí tổn điều chỉnh thiết bị, trang bị công nghệ, giảm số lần gá đặt chi tiết khi gia công.

- Phân biệt rõ ràng giữa bề mặt gia công và bề mặt không gia công cũng như giữa các bề mặt ứng với các nguyên công khác nhau.
- Khi sử dụng phương pháp gia công đặc biệt hay thiết bị chuyên dùng phải chú ý đến đặc điểm riêng về kết cấu để phù hợp với chi tiết gia công.

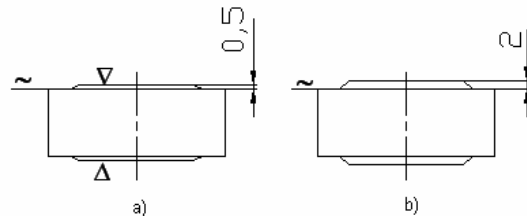
Sau đây là các ví dụ về phân tích tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết máy:



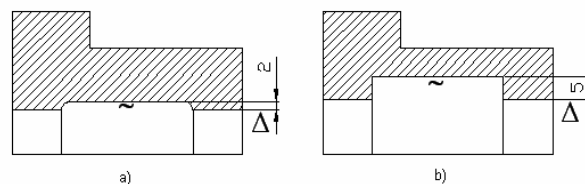
Hình 6-1 a) Chi tiết có thành mỏng kém cứng vững khi gia công lỗ.
b) Thêm gân trợ lực để tăng cứng vững



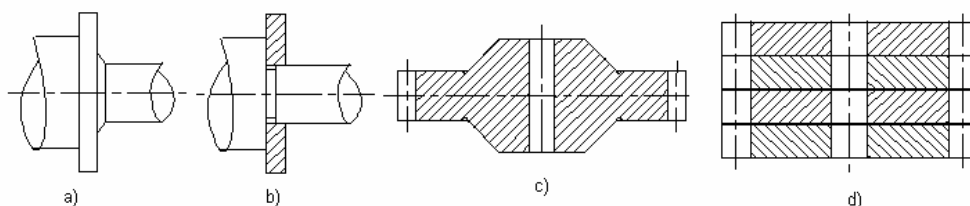
Hình 6-2 a) c) Chi tiết có kết cấu phức tạp khó gia công
b) d) Kết cấu gồm hai chi tiết để gia công hơn



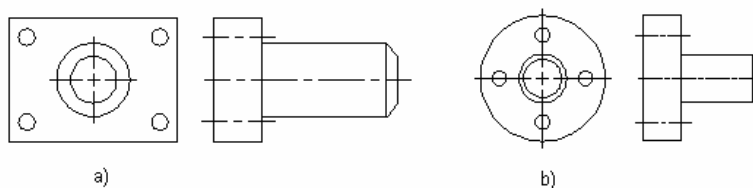
Hình 6-3 a) Kết cấu chưa phân biệt rõ mặt gia công và mặt không gia công
b) Kết cấu hợp lý hơn.



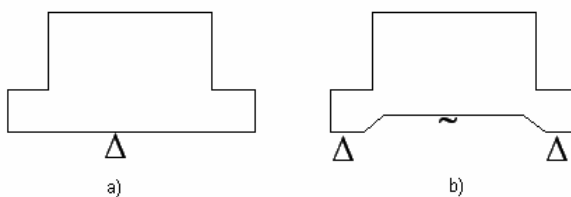
Hình 6-4 a) Kết cấu không phân biệt mặt gia công và mặt không gia công.
b) Kết cấu đúng.



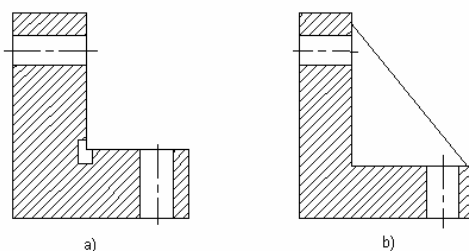
- Hình 6-5
- a) Kết cấu hao phí vật liệu vì phải bỏ đi nhiều lượng dư.
 - b) Kết cấu gồm hai chi tiết ít hao phí vật liệu.
 - c) Kết cấu không gá được nhiều phôi.
 - d) Kết cấu tạo điều kiện gá đặt nhiều phôi.



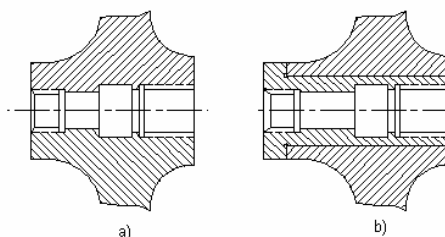
- Hình 6-6
- a) Mặt bích vuông dễ gá và đập khi tiện mặt đầu.
 - b) Mặt bích tròn tránh được va đập khi tiện.



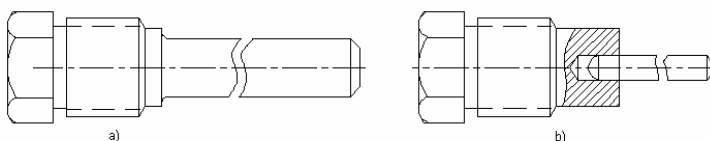
- Hình 6-7
- a) Kết cấu có diện tích gia công lớn, gây tổn kém khi cắt gọt.
 - b) Kết cấu giảm diện tích gia công cắt gọt.



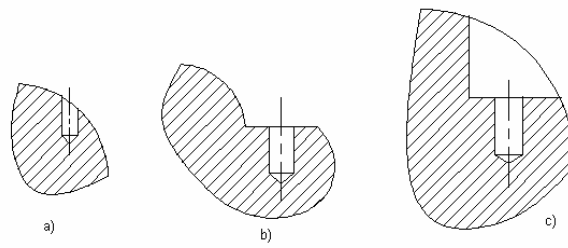
- Hình 6-8
- a) Êke tốn nhiều vật liệu.
 - b) Êke có gân chịu lực, thành mỏng, ít tốn vật liệu.



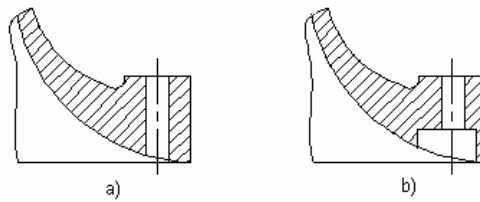
- Hình 6-9
- a) Kết cấu gồm một khối liền không sửa chữa được.
 - b) Kết cấu chi tiết được lắp thêm bạc nên dễ sửa chữa, thay thế.



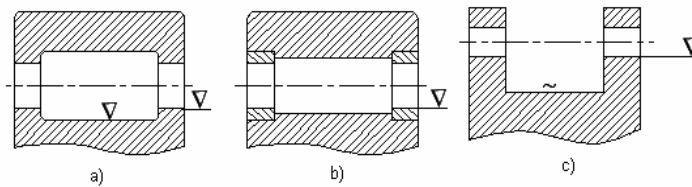
- Hình 6-10
- a) Kết cấu là một khối liền, khó chế tạo và không thuận lợi cho việc sửa chữa.
 - b) Kết cấu hợp lý hơn, gồm hai chi tiết ráp lại, chế tạo đơn giản.



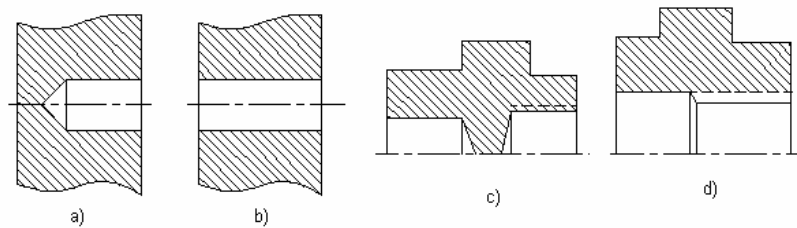
Hình 6-11 a) Kết cấu khó gia công dễ gãy mũi khoan.
b) c) Là kết cấu tạo điều kiện khoan an toàn.



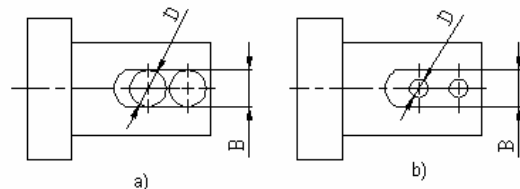
Hình 6-12 a) Kết cấu như vậy lỗ sẽ bị lay rộng và nghiêng khi khoan.
b) Kết cấu hợp lý hơn.



Hình 6-13 a) Kết cấu khó chế tạo, không thuận lợi khi sử dụng.
b) Kết cấu có bạc, dễ chế tạo và sử dụng hơn.
c) Kết cấu đơn giản, dễ chế tạo và sửa chữa.

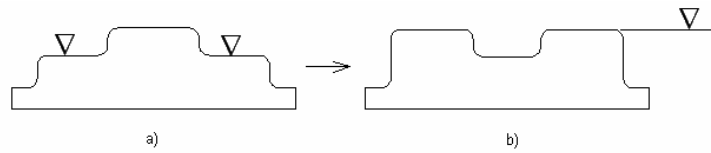


Hình 6-14 a) c) Kết cấu không có rãnh thoát dao nên dễ bị gãy, bể dao.
b) d) Kết cấu hợp lý hơn nên dễ chế tạo và lắp ráp hơn.



Hình 6-15

a) Đường kính mũi khoan bằng kích thước rãnh nên dễ gãy mũi khoan.
b) Đường kính mũi khoan nhỏ hơn chiều rộng rãnh nên an toàn hơn.



Hình 6-16

- a) Kết cấu không tạo khả năng gia công cùng một đường chuyển dao.
b) Kết cấu hợp lý hơn.

6.3.2. Xác định lượng dư gia công, chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi.

6.3.2.1. Xác định lượng dư gia công

➤ Khái niệm và định nghĩa

+ Khái niệm:

Trong cơ khí chế tạo, tùy theo dạng sản xuất mà chi phí về vật liệu có thể chiếm từ 30% đến 60% tổng chi phí chế tạo.

Xác định lượng dư gia công hợp lý về trị số và dung sai sẽ góp phần làm giảm chi phí về vật liệu và đảm bảo hiệu quả kinh tế của quá trình công nghệ vì:

- Lượng dư gia công lớn sẽ tốn nguyên vật liệu, tiêu hao lao động, tiêu tốn nhiều năng lượng điện, dụng cụ cắt, vận chuyển nặng....dẫn đến giá thành tăng.

- Ngược lại lượng dư quá nhỏ sẽ không đủ để hút đi các sai lệch của phôi do có hiện tượng in dập từ phôi qua chi tiết gia công. Hệ số in dập giảm dần qua mỗi lần gia công, vì vậy để hoàn thành một bề mặt đạt chất lượng phải trải qua nhiều bước gia công. Lượng dư phải đủ để thực hiện các nguyên công cần thiết đó. Mặt khác lượng dư quá nhỏ có thể xảy ra hiện tượng trượt giữa dao và chi tiết, dao sẽ bị mòn nhanh, bề mặt gia công không đạt độ bóng yêu cầu.

+ Định nghĩa:

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

Để hoàn thành một bề mặt phải trải qua nhiều bước gia công nên có hai khái niệm quan trọng là: Lượng dư tổng cộng và lượng dư trung gian.

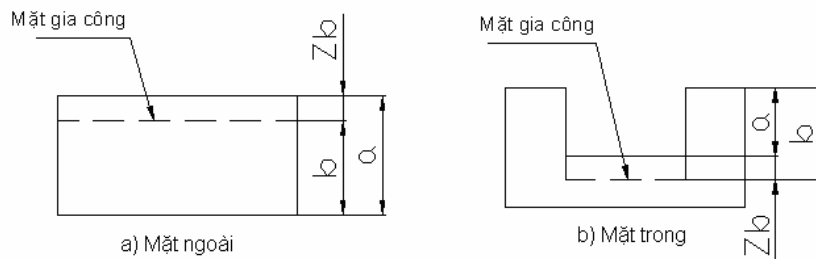
- *Lượng dư gia công tổng cộng (ký hiệu Z_0) là toàn bộ lớp kim loại được hút đi trong quá trình gia công qua tất cả các nguyên công hay bước công nghệ.*

- *Lượng dư gia công trung gian (ký hiệu Z_b) là lớp kim loại được hút đi ở mỗi bước công nghệ hoặc mỗi nguyên công.*

Quan hệ giữa Z_0 và Z_b là:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n Z_{bi}$$

(n là số nguyên công hay bước công nghệ)



Hình 6-17 Lượng dư gia công trung gian Z_b

Trên hình 6-17 thể hiện việc gia công ở nguyên công thứ I nào đó, ta có:

- Đối với mặt ngoài: $Z_b = a - b$
- Đối với mặt trong: $Z_b = b - a$

Trong đó:

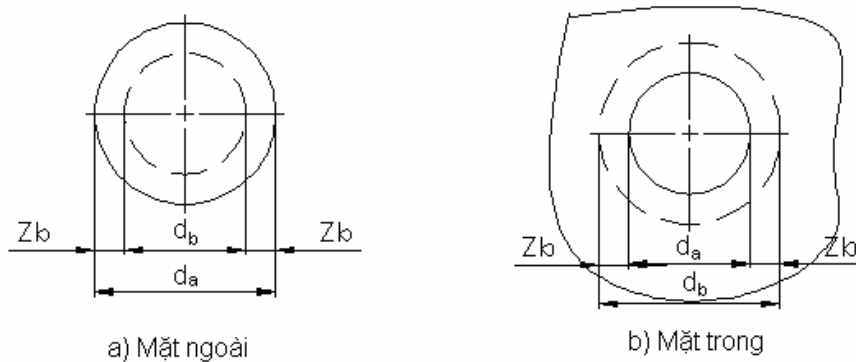
a - là kích thước của bước (hay nguyên công) sát trước để lại.

b - là kích thước của bước (hay nguyên công) đang thực hiện.

Lượng dư tổng cộng được xác định như sau:

Đối với mặt ngoài: $Z_0 = \text{Kích thước phôi} - \text{Kích thước chi tiết} = \sum_1^n Z_{bi}$

Đối với mặt trong: $Z_0 = \text{Kích thước chi tiết} - \text{Kích thước phôi} = \sum_1^n Z_{bi}$



Hình 6-18 Lượng dư đối xứng

Khi xác định lượng dư cho các bề mặt đối xứng, ví dụ mặt trụ ta thường tính $2Z_b$ để tránh nhầm lẫn khi cộng các kích thước đường kính. Trên hình 6-18 ta có:

- Đối với mặt ngoài: $2Z_b = d_a - d_b$
- Đối với mặt trong: $2Z_b = d_b - d_a$

Trong đó:

d_a - là kích thước đường kính của nguyên công (hay bước) sát trước để lại.

d_b - là kích thước đường kính đang thực hiện.

Lượng dư tổng cộng của bề mặt đối xứng sẽ là:

- Đối với mặt ngoài: $2Z_0 = 2\sum_1^n Z_{bi} = d_{\text{phôi}} - d_{\text{chi tiết}}$

- Đối với mặt trong: $2Z_0 = 2\sum_1^n Z_{bi} = d_{\text{chi tiết}} - d_{\text{phôi}}$

➤ Các phương pháp xác định lượng dư gia công

Muốn xác định kích thước phôi, ta phải xác định được lượng dư tổng, sau đó cộng với kích thước chi tiết. Trong ngành cơ khí chế tạo máy thường áp dụng hai phương pháp chính đó là:

- Phương pháp tra bảng.
- Phương pháp tính toán.

❖ Phương pháp tra bảng dựa vào cơ sở thống kê kinh nghiệm. Ở phương pháp này lượng dư được tra trong các bảng của sổ tay công nghệ chế tạo máy, hoặc các sổ tay tra cứu chuyên dùng thuộc các phân xưởng sản xuất. Việc lập các bảng này dựa vào việc thống kê kinh nghiệm.

Ưu điểm của phương pháp này là nhanh, dễ thực hiện, nhưng nhược điểm của nó là không xét đến điều kiện gia công cụ thể nên giá trị lượng dư thường lớn hơn giá trị cần thiết. Chỉ có một số bảng tra của riêng phân xưởng hay nhà máy lập nên là phù hợp với điều kiện thực tế.

❖ Phương pháp tính toán: dựa trên việc phân tích và tổng hợp các yếu tố tạo thành lớp kim loại cần hớt bỏ để có một chi tiết hoàn thiện. Phương pháp này đưa lại hiệu quả kinh tế lớn nên đã có nhiều nhà khoa học đã nghiên cứu và đưa ra phương pháp tính toán riêng. Sau đây ta tìm hiểu phương pháp tính lượng dư của giáo sư tiến sĩ V.M Kôvan.

+ *Quan điểm về lượng dư của Kôvan:*

Khi gia công một loạt phôi cùng loại trên máy đã điều chỉnh sẵn; vì kích thước phôi dao động trong giới hạn dung sai nên lượng dư cũng sẽ dao động:

- Ở những phôi có kích thước $a_{\min}$

Khi gia công xong sẽ có kích thước $b_{\min}$

Lượng dư gia công cũng sẽ là $Z_{b\min}$

- Ở những phôi có kích thước $a_{\max}$

Khi gia công xong sẽ có kích thước $b_{\max}$

Lượng dư gia công cũng sẽ là $Z_{b\max}$

Lượng dư khi gia công cả loạt sẽ dao động từ $Z_{b\min} - Z_{b\max}$

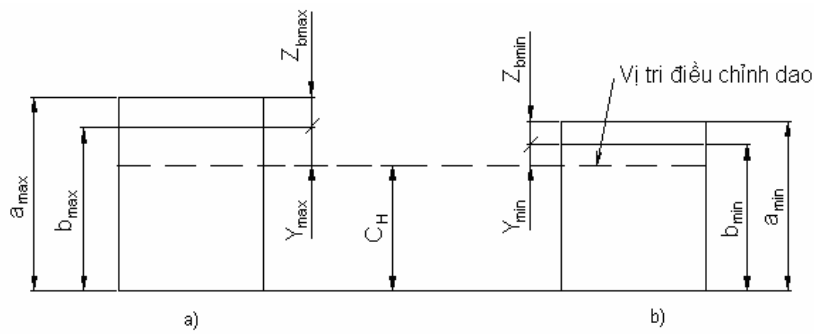
Vậy khi gia công mặt ngoài trên máy đã điều chỉnh sẵn như hình 6-19 ta có:

$$\begin{aligned} Z_{b\min} &= a_{\min} - b_{\min} \\ Z_{b\max} &= a_{\max} - b_{\max} \end{aligned}$$

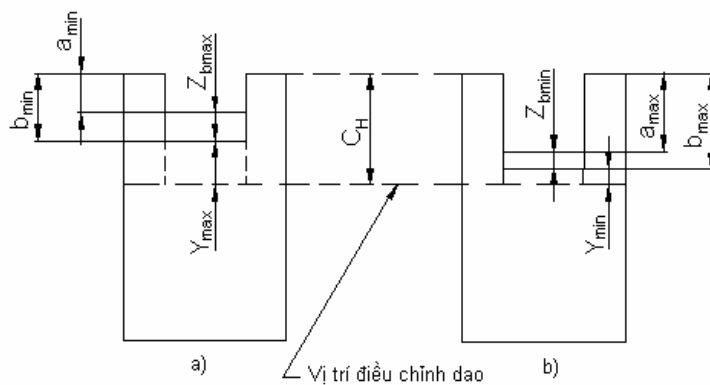
Còn mặt trong như hình 6-20:

$$Z_{b\min} = b_{\max} - a_{\max}$$

$$Z_{b\max} = b_{\min} - a_{\min}$$



Hình 6-19 Gia công mặt ngoài



Hình 6-20 Gia công mặt trong

C_H – là kích thước điều chỉnh.

b – kích thước đạt được ở nguyên công (hay bước) đang thực hiện.

a – kích thước đạt được ở nguyên công (hay bước) sát trước.

Đối với mặt ngoài đối xứng:

$$2Z_{b\min} = D_{a\min} - D_{b\min}$$

$$2Z_{b\max} = D_{a\max} - D_{b\max}$$

Đối với mặt trong đối xứng:

$$2Z_{b\min} = D_{b\max} - D_{a\max}$$

$$2Z_{b\max} = D_{b\min} - D_{a\min}$$

Giữa kích thước max và kích thước min sai lệch nhau một lượng là δ , nên ta có:

$$\delta_z = Z_{b\max} - Z_{b\min} = \delta_a - \delta_b$$

Mặt đối xứng:

$$\delta_z = 2Z_{b\max} - 2Z_{b\min} = \delta D_a - \delta D_b$$

Các công thức trên đây dùng để tính kích thước trung gian của các nguyên công (hay bước) khi đã biết lượng dư trung gian. Sau đây ta tìm hiểu cách tính lượng dư trung gian theo phương pháp phân tích.

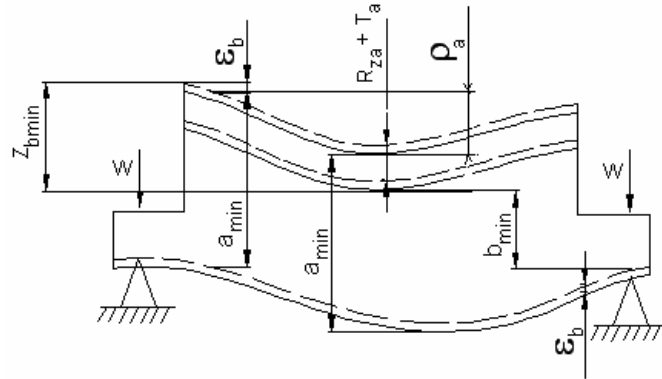
+ Công thức tính toán lượng dư trung gian theo Kôvan:

Đối với mặt phẳng:

$$Z_{bmin} = (R_{za} + T_a) + \rho_a + \varepsilon_b \quad (6-1)$$

Đối với mặt ngoài đối xứng:

$$2Z_{bmin} = 2 \left| (R_{za} + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2} \right| \quad (6-2)$$



Hình 6-21 Các yếu tố tạo thành lượng dư gia công

Trong đó:

R_{za} – Chiều cao trung bình lớp nhấp nhô bề mặt do nguyên công hay bước sát trước để lại.

T_a – Chiều sâu lớp hư hỏng bề mặt do nguyên công hay bước sát trước để lại.

ρ_a – Sai lệch về vị trí không gian do nguyên công hay bước sát trước để lại.
Ví dụ: độ không song song, độ cong vênh,... Sai lệch này tách khỏi sai lệch về hình dáng hình học như độ côn, độ ô van.

ε_b – Sai số gá đặt do nguyên công đang thực hiện sinh ra. Sai số này bao gồm sai số chuẩn và sai số kẹp chặt.

➤ Các chú ý khi sử dụng công thức tính lượng dư:

- Sau nguyên công thứ nhất đối với chi tiết làm bằng gang hay kim loại màu thì không còn T_a trong công thức nữa.

- Sau nhiệt luyện mà đem mài thì không tính T_a trong công thức lượng dư mài vì T_a là lớp kim loại được làm cứng do nhiệt luyện, đó là lớp kim loại cần thiết khi sử dụng, lớp này có chiều sâu khá lớn.

- Một số nguyên công như: doa, chuốt lỗ, mài nghiền, mài vô tâm,... thì không khắc phục được sai số không gian và sai số gá đặt nên không tính ρ_a và ε_b vào công thức lượng dư.

Như vậy:

$$2Z_{bmin} = 2(R_{za} + T_a)$$

- Có nhiều nguyên công chỉ nhằm mục đích nâng cao độ bóng bề mặt như: đánh bóng, mài nghiền lần cuối.... thì công thức lượng dư đối với mặt tròn xoay chỉ là:

$$2Z_{bmin} = 2R_{za}$$

Các thành phần của lượng dư vừa kể trên phải tra bảng và tính toán:

R_{za} – thường tra theo bảng về chỉ tiêu độ bóng bề mặt.

Ví dụ:

Phôi rèn dập:

$R_{za} = 150 \div 300 \mu\text{m}$. Phôi thép tiện thô $R_{za} = 50 \mu\text{m}$.

Phôi thép tiện tinh:

$R_{za} = 25 \mu\text{m}$. Phay mặt đầu: $R_{za} = 100 \mu\text{m}$.

T_a – Trong nhiều trường hợp cho chung với R_{za} .

Ví dụ:

Phôi cán $R_{za} + T_a = 300 \mu\text{m}$.

Phôi rèn tự do $R_{za} + T_a = 2000 \div 5000 \mu\text{m}$

Phôi đúc cấp III $R_{za} + T_a = 800 \div 2000 \mu\text{m}$

ρ_a – Khi tính ρ_a cần xem xét dạng phôi và kích thước.

Ví dụ:

Trục phôi dập $\rho_a = \sqrt{\rho_{lk}^2 + \rho_{ct}^2}$

ρ_{lk} – độ lệch khuôn dập;

ρ_{ct} – độ cong của trục.

Cách tính ρ_{ct} như sau: $\rho_{ct} = \Delta_c \cdot L_c$

Δ_c – độ cong đơn vị ($\mu\text{m}/\text{mm}$)

L_c – chiều dài tính toán (mm).

Sau mỗi bước ta phải tính sai lệch không gian còn lại

Thông thường: $\rho_{\text{còn lại}}$ tính theo $\rho_{\text{ban đầu}}$

Ví dụ:

Sau tiện thô $\rho_{\text{tiện thô}} = 0,06 \rho_{\text{phôi}}$

Sau tiện tinh $\rho_{\text{tiện tinh}} = 0,04 \rho_{\text{tiện thô}}$

ε_b thường tính theo công thức (đã học ở cơ sở công nghệ chế tạo máy)

$$\varepsilon_b = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_b^2} \quad (\text{bỏ qua sai số gá đặt})$$

➤ Trình tự tính lượng dư theo cách lập bảng

Để tính toán lượng dư theo cách lập bảng (do Kôvan đề ra) cho một bề mặt nào đó, ta lập bảng gồm 12 cột như sau:

Thứ tự các bước công nghệ	Các yếu tố của lượng dư (μm)				Lượng dư tính toán Z_{bmin} (μm)	Kích thước tính toán (mm)	Dung sai (μm)	Kích thước giới hạn (mm)		Trị số giới hạn của lượng dư (μm)	
								Max	Min	Max	Min
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Phôi Tiện thô Tiện tinh											

Sau khi lập bảng trình tự tiến hành như sau:

1. Lập thứ tự các bước hay nguyên công ghi vào cột (1)
2. Tra bảng các giá trị R_{za} và T_a của các bước công nghệ ghi vào cột (2), (3)
3. Tra và tính các giá trị của ρ_a ghi vào cột (4)
4. Tính ε ghi vào cột (5)
5. Tra hoặc ước lượng giá trị dung sai ở từng bước công nghệ và ghi vào cột (8), ở bước cuối cùng ghi theo trị số dung sai ghi trên bản vẽ, các bước trung gian dung sai sẽ tăng dần cho đến dung sai phôi.
6. Tính Z_{bmin} theo công thức (1-1) và (1-2) rồi ghi vào cột (6)
 Khi tính cần lưu ý: Các yếu tố mang chỉ số a là của nguyên công hay bước sát trước (như R_{za} , T_a , ρ_a), còn chữ số mang chữ b là của nguyên công hay bước đang thực hiện (ε_b)
7. Ghi các kích thước tính toán vào cột (7). Cách tính kích thước như sau:

Đối với mặt ngoài:

Ở nguyên công hay bước cuối cùng ghi kích thước nhỏ nhất theo bản vẽ. Cộng kích thước này với lượng dư tính toán ở cột (6) sẽ được kích thước tính toán của nguyên công hay bước sát trước rồi ghi vào cột (7). Lặp lại làm như vậy cho đến khi được kích thước của phôi.

Đối với mặt trong:

Ở nguyên công hay bước cuối cùng ghi kích thước lớn nhất theo bản vẽ. Lấy kích thước này trừ đi lượng dư tính toán ở cột (6) sẽ được kích thước tính toán của nguyên công hay bước sát trước rồi ghi vào cột (7). Tiếp tục làm như vậy cho đến khi được kích thước tính toán của phôi.

8. Ghi kích thước giới hạn vào cột (9) và (10) như sau:

Đối với mặt ngoài:

Lấy kích thước tính toán ở cột (7) đem quy tròn rồi ghi vào cột (10). Cách quy tròn tùy theo hằng số có nghĩa của dung sai nhưng tăng lên một đơn vị. Sau đó lấy kích thước ở cột (10) cộng với dung sai ở cột (8) sẽ được kích thước ghi vào cột (9).

Đối với mặt trong:

Lấy kích thước tính toán ở cột (7) đem quy tròn rồi ghi vào cột (9). Cách quy tròn cũng lấy theo hàng số có nghĩa của dung sai nhưng giảm đi một đơn vị. Sau đó lấy kích thước ở cột (9) trừ đi dung sai ở cột (8) sẽ được kích thước ghi vào cột (10).

Việc tính toán ở bước này tiến hành theo hàng ngang.

9. Tính trị số giới hạn của lượng dư để ghi vào cột (11) và (12).

Với mặt ngoài: $Z_{bmin} = a_{min} - b_{min}$

$$Z_{bmax} = a_{max} - b_{max}$$

a_{min} , b_{min} lấy ở cột (10); a_{max} , b_{max} lấy ở cột (9); Z_{bmax} ghi vào cột (11); còn Z_{bmin} ghi vào cột (12).

Với mặt trong:

$$Z_{bmin} = b_{max} - a_{max}$$

$$Z_{bmax} = b_{min} - a_{min}$$

Cách ghi cũng như mặt ngoài.

10. Cộng tất cả các giá trị lượng dư ở cột (11) ta có lượng dư tổng cộng Z_{bmax} . Cộng tất cả các giá trị lượng dư ở cột (12) ta có Z_{bmin} .

11. Kiểm tra lại mọi việc tính toán bằng các biểu thức:

$$Z_{bmax} - Z_{bmin} = \delta_a - \delta_b$$

$$Z_{omax} - Z_{omin} = \delta_{phôi} - \delta_{chi tiết}$$

➤ Ví dụ về tính lượng dư gia công:

Ví dụ 1:

Gia công trục trơn: $D^{0,215}$; $L=300mm$; $R_z=20$; thép C: 200HB.

Chọn loại phôi: Phôi rèn tự do, dung sai phôi $\delta_{ph} = \pm 10mm$.

Gia công trên máy tiện: Gá đặt một đầu trên mâm cặp 4 chấu và một đầu chống tâm.

1. Để đạt $R_z = 20$ cần qua 2 bước tiện thô và tiện tinh, như vậy ở cột (1) ta ghi ba dòng: phôi, tiện thô, tiện tinh.
2. Ghi các giá trị R_{za} và T_a vào cột (2), (3):

Phôi: $R_{za}+T_a = 3000$ (theo sổ tay rèn dập hoặc sổ tay CNCTM tập 1)

Tiện thô: $R_z= 50$, $T=50$ (*)

Tiện tinh: $R_z= 20$, $T= 20$ (*)

(*) Theo tài liệu cơ sở CNCTM chương độ chính xác gia công

3. Tính và ghi giá trị ρ_a vào cột (4)

Phôi:

$$\rho = \sqrt{\rho_{cong}^2 + \rho_{ph}^2}$$

Với: $\rho_{\text{cong}} = \Delta k \cdot L = 0,8 \cdot 3 = 2,4 \text{ mm}$

$$\rho_{\text{phôi}} = \sqrt{2,4^2 + 5^2} \approx 5,55 \text{ mm}$$

Sai lệch do khoan tâm $\rho_{\text{lt}} = 0,25 \cdot 20 = 5 \text{ mm}$

Tiện thô: $\rho = 0,06 \cdot 5,55 = 0,333 \text{ mm} = 333 \mu\text{m}$

Tiện tinh: $\rho = 0,04 \cdot 333 = 13,32 \mu\text{m}$

4. Tính và ghi vào cột (5)

Khi chi tiết gia công được gá đặt một đầu vào mâm cặp 4 chấu, một đầu chống tâm, thì sai số gá đặt ε_b sẽ được xác định bằng phương pháp rà gá trên mâm 4 chấu.

Khi tiện thô: $\varepsilon_b = 1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$

Khi tiện tinh: $\varepsilon_b = 0$

5. Ghi giá trị dung sai δ vào cột (8).

Ở bước tiện tinh $\delta = 215 \mu\text{m}$ (theo bản vẽ chi tiết)

Ở bước tiện thô $\delta = 2350 \mu\text{m}$ (chọn tăng lên).

Phôi: $\delta = 2000 \mu\text{m}$ (Độ chính xác của phôi rèn tự do có đường kính $D = 350 \text{ mm}$).

6. Tính Z_{bmin} rồi ghi vào cột (6)

Tiện thô:

$$2Z_{\text{bmin}} = 2 \left(R_{za} + T_a + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2} \right) = 2 \left(3 + \sqrt{5,55^2 + 1^2} \right) = 17,3 \text{ mm} = 17300 \mu\text{m}$$

Tiện tinh:

$$2Z_{\text{bmin}} = 2 \left[\left((50 + 50) + \sqrt{333^2 + 0^2} \right) \right] = 866 \mu\text{m}$$

Bắt đầu từ bước (7) ta thực hiện theo hướng dẫn và ghi vào bảng.

Bảng tính lượng dư $\phi 350^{-0,215}$

Thứ tự các bước công nghệ	Các yếu tố của lượng dư (μm)				Lượng dư tính toán Z_{bmin} (μm)	Kích thước tính toán (mm)	Dung sai (μm)	Kích thước giới hạn (mm)		Trị số giới hạn của lượng dư (μm)	
								Max	Min	Max	Min
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Phôi	3000		5550			367,951	20000	390,0	370,0		
Thô	50	50	333	1000	17300	350,651	2350	353,05	350,70	36950	19300
Tinh	20	20	13,3	0	866	349,785	215	350,0	349,785	3050	915
Tổng										40000	20215

Lượng dư tổng cộng: $Z_{\text{omax}} = 40,000\text{mm}$.

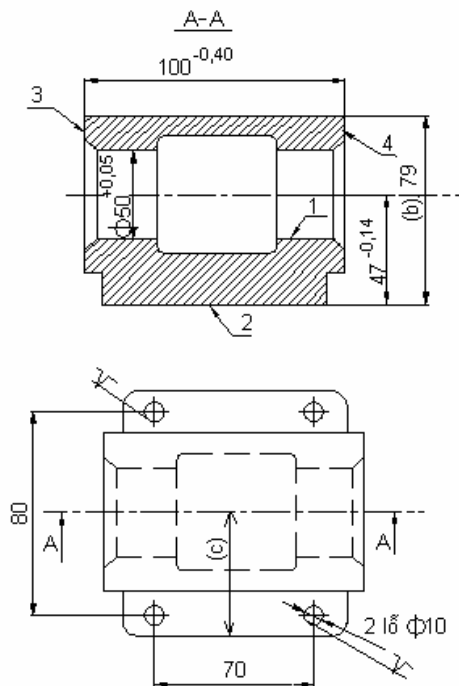
$$Z_{\text{omin}} = 20,215\text{mm}.$$

Kiểm tra lại: $Z_{\text{omax}} - Z_{\text{omin}} = 40,000 - 20,215 = 19,785 \text{ mm}$.

$$\rho_{\text{phôi}} - \rho_{\text{ct}} = 20,000 - 0,215 = 19,785 \text{ mm}.$$

Ví dụ 2:

Tính lượng dư khi gia công lỗ $\phi 50^{+0,05}$ Độ chính xác của phôi cấp 1, khối lượng phôi: 3,5kg, vật liệu phôi gang xám (hình 6-22)



Hình 6-22

Quy trình công nghệ gồm 2 nguyên công (hai bước): tiện thô và tiện tinh, chi tiết được định vị mặt phẳng 2 (dùng hai phiến tì) và hai lỗ $\phi 10$ (chốt trụ và chốt trám). Các mặt định vị đã được gia công. Để tiện cho việc tính toán ta lập bảng.

Theo bảng 10 sách Thiết Kế Đồ Án CNCTM – PGS.PTS Trần Văn Định ta có giá trị $T+R_z = 350+250 = 600 \mu\text{m}$. Sau bước thứ nhất đối với gang có thể loại trừ T, chỉ còn R_z có giá trị $50 \mu\text{m}$ và $20 \mu\text{m}$ (bảng 12).

Sai lệch không gian tổng cộng được xác định theo công thức sau:

$$\rho_{\text{phôi}} = \sqrt{\rho_c^2 + \rho_{cm}^2}$$

Giá trị cong vênh của ρ_c của lỗ được tính theo cả hai phương hướng kính và hướng trục:

$$\rho_c = \sqrt{(\Delta_k \cdot d)^2 + (\Delta_k \cdot l^2)} = \sqrt{(0,7 \cdot 50)^2 + (0,7 \cdot 100)^2} = 78 \mu\text{m}$$

Trong đó giá trị Δ_k bảng 15 sách Thiết Kế Đồ Án CNCTM-PGS.PTS Trần Văn Định, còn l, d là chiều dài và đường kính lỗ.

Bảng tính lượng dư lỗ $\phi 50^{+0,05}$

Thứ tự các bước công nghệ	Các yếu tố của lượng dư (μm)				Lượng dư tính toán Z_{bmin} (μm)	Kích thước tính toán (mm)	Dung sai (μm)	Kích thước giới hạn (mm)		Trị số giới hạn của lượng dư (μm)	
								Max	Min	Max	Min
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Phôi		600	294			48,078	20000	400	48,08	47,68	
Thô	50		15	127	920	49,918	170	49,92	49,75	2070	1840
Tinh	20			6	66	50,05	50	50,05	50,00	250	130
Tổng										2320	1970

Giá trị ρ_{cm} được xác định theo công thức sau:

$$\rho_{\text{cm}} = \sqrt{\left(\frac{\delta_b}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_c}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{400}{2}\right)^2 + \left(\frac{400}{2}\right)^2} = 284 \mu\text{m}$$

Ở đây: ρ_b , ρ_c là dung sai kích thước b, c của phôi.

Như vậy sai lệch không gian tổng cộng là:

$$\rho_{\text{phôi}} = \sqrt{(284)^2 + (78)^2} = 294 \mu\text{m}$$

Sai lệch không gian còn lại sau tiện thô là:

$$\rho_l = 0,05. \rho_{\text{phôi}} = 0,05.294 = 15 \mu\text{m}.$$

Sai số gá đặt khi tiện thô lỗ được xác định như sau:

$$\varepsilon_{\text{gd}} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2}$$

Sai số chuẩn trong trường hợp này xuất hiện là do chi tiết bị xoay khi định vị vào hai chốt mà hai chốt có khe hở với lỗ định vị.

$$\rho_{\text{max}} = \delta_A + \delta_B + \rho_{\text{min}}$$

Ở đây: δ_A là dung sai của lỗ định vị $\delta_A = 16 \mu\text{m} = 0,016 \text{ mm}$.

δ_B là dung sai đường kính chốt, $\delta_B = 14 \mu\text{m} = 0,014 \text{ mm}$.

ρ_{min} là khe hở nhỏ nhất giữa lỗ và chốt, $\rho_{\text{min}} = 13 \mu\text{m} = 0,013 \text{ mm}$.

Góc xoay lớn nhất của chi tiết được xác định như sau:

$$\text{tg} \alpha = \frac{\delta_{\text{max}}}{H}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{0,016 + 0,01 + 0,013}{\sqrt{(70)^2 + (80)^2}} = 0,0004$$

Ở đây: H là khoảng cách giữa hai lỗ chuẩn. Như vậy:

Khi đó sai số chuẩn trên chiều dài lỗ gia công:

$$\varepsilon_c = L.\text{tg} \alpha = 100.0,0004 = 40 \mu\text{m}.$$

Trong đó L là chiều dài lỗ gia công.

Sai số kẹp chặt được tra trong sổ tay CNCTM tập 1 và $\varepsilon_k = 120 \mu m$.
 Vậy sai số gá đặt là:

$$\varepsilon_{gđ} = \sqrt{(40)^2 + (120)^2} = 127 \mu m$$

Sai số gá đặt còn lại ở nguyên công tiện tinh là:

$$\varepsilon_{gđ2} = 0,015 \cdot \varepsilon_{gđ} = 6 \mu m$$

Bây giờ ta xác định lượng dư nhỏ nhất theo công thức:

$$2Z_{\min} = 2 \left(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

Ở đây: i - chỉ nguyên công đang thực hiện.

$i-1$ chỉ nguyên công sát trước.

Lượng dư nhỏ nhất của tiện thô là:

$$2Z_{\min} = 2 \left(600 + \sqrt{(294)^2 + (127)^2} \right) = 2920 \mu m$$

Lượng dư nhỏ nhất của tiện tinh là:

$$2Z_{\min} = 2 \left(50 + \sqrt{(15)^2 + 6^2} \right) = 266 \mu m$$

Cột kích thước tính toán được xác định như sau: lấy kích thước tính toán và làm tròn theo hàng số có nghĩa của dung sai ta được $d_{\max}$ sau đó lấy dung sai $d_{\max}$ trừ dung sai $d_{\min}$ vậy ta có:

Sau tiện tinh: $d_{\max} = 50,05 \text{ mm}; \quad d_{\min} = 50,05 - 0,05 = 50 \text{ mm}.$

Sau tiện thô: $d_{\max} = 49,92 \text{ mm}; \quad d_{\min} = 49,92 - 0,17 = 49,75 \text{ mm}.$

Kích thước của phôi: $d_{\max} = 48,08 \text{ mm}; \quad d_{\min} = 48,08 - 0,4 = 47,68 \text{ mm}.$

Cột lượng dư giới hạn được xác định như sau: $Z_{\min}$ bằng hiệu giữa hai kích thước nhỏ nhất của hai nguyên công kề nhau. Vậy ta có:

Khi tiện tinh:

$$2Z_{\min} = 50,05 - 49,92 = 0,13 \text{ mm} = 130 \mu m.$$

$$2Z_{\max} = 50 - 49,75 = 0,25 \text{ mm} = 250 \mu m.$$

Tất cả các kết quả tính toán được ghi vào bảng tính lượng dư và lượng dư tổng cộng được tính như sau:

$$2Z_{\text{omin}} = 130 + 1840 = 1970 \mu m.$$

$$2Z_{\text{omax}} = 250 + 2070 = 2320 \mu m.$$

Kiểm tra kết quả tính toán:

Sau tiện tinh:

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = 250 - 130 = 120 \mu m;$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 170 - 50 = 230 \mu m.$$

Hoặc:

$$2Z_{\text{omax}} - 2Z_{\text{omin}} = 2320 - 1970 = 350 \text{ } \mu\text{m}.$$

$$\delta_{\text{phôi}} - \delta_2 = 400 - 50 = 350 \text{ } \mu\text{m}.$$

6.3.2.2. Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi.

Trong thực tế sản xuất phôi thường được xác định theo hai phương hướng sau:

a/. Sử dụng phôi có hình dạng và kích thước gần như chi tiết hoàn chỉnh với mục đích giảm chi phí gia công chi tiết.

b/. Sử dụng phôi với lượng dư gia công lớn, dung sai lớn để giảm chi phí chế tạo phôi, nhưng phải chịu chi phí gia công chi tiết lớn.

Phương án a thích hợp với qui mô sản xuất lớn (hàng loạt lớn và hàng khối). Phương án b thích hợp với qui mô sản xuất nhỏ (hàng loạt nhỏ, đơn chiếc). Ở qui mô sản xuất vừa tùy theo sản lượng thực tế mà chọn hướng chế tạo phôi thích hợp.

Khi xác định loại phôi và phương pháp chế tạo phôi cho chi tiết máy cần phải chú ý các yếu tố sau:

- Đặc điểm về kết cấu và yêu cầu chịu tải khi làm việc của chi tiết máy (hình dạng, kích thước, vật liệu, chức năng làm việc).
- Sản lượng hàng năm của chi tiết máy, có xét đến số lượng dự trữ và tỉ lệ phế phẩm.
- Điều kiện sản xuất thực tế xét về mặt kỹ thuật sản xuất và tổ chức sản xuất.

Mặt khác khi xác định phương án phôi cho chi tiết máy cần chú ý đặc tính của các loại phôi và lượng dư gia công ứng với từng loại phôi. Các dạng phôi được sử dụng như: phôi đúc, phôi rèn, phôi bằng vật liệu định hình.

6.3.3. Xác định trình tự gia công hợp lý

Lập trình tự gia công là một công việc phức tạp, vì có nhiều phương án giải quyết. Mục đích chính là phải chọn được một trình tự có chu kỳ gia công hoàn chỉnh một chi tiết là ngắn nhất, góp phần hạn chế chi phí gia công, bảo đảm hiệu quả sản xuất.

Trình tự gia công hợp lý các bề mặt được thể hiện ở mỗi thứ tự tối ưu các nguyên công của quá trình công nghệ. Thứ tự gia công đó phụ thuộc vào:

- Lý thuyết về chuẩn công nghệ.
- Điều kiện sản xuất cụ thể (thiết bị, trang bị công nghệ....)

Khi xác định thứ tự các nguyên công cần dựa vào quy trình công nghệ điển hình của các chi tiết cơ bản như: Trục, càng, bạc, hộp, bánh răng,... và tuân theo các chỉ dẫn sau:

1/. Đầu tiên phải gia công các mặt chuẩn định vị (tốt nhất là chuẩn tinh thống nhất)

Ở nguyên công đầu này việc chọn chuẩn thô phải tuân thủ các hướng dẫn ở chương chuẩn và gá đặt (cơ sở CNCTM)

2/. Tiếp tục gia công các bề mặt làm chuẩn trên cơ sở đã có một bề mặt làm chuẩn tinh, ví dụ ở nguyên công đầu tiên đã gia công được mặt phẳng thì nguyên công thứ

hai phải gia công được một hoặc hai lỗ để phối hợp với mặt phẳng hạn chế 6 bậc tự do. Hoặc gia công tiếp hai mặt phẳng để định vị thêm ba bậc tự do nữa.

3/. Các nguyên công tiếp theo cần chia ra: Những bề mặt cần độ chính xác cao và những bề mặt cấp độ chính xác thấp. Khi gia công các bề mặt cần độ chính xác thấp, không ảnh hưởng gì đến các bề mặt có chính xác cao thì nên gia công chúng sau. Ưu tiên gia công các bề mặt có chính xác cao trước vì những bề mặt này dễ bị phế phẩm, lúc đó ta chưa gia công các bề mặt có độ chính xác thấp.

Nếu gia công các bề mặt có độ chính xác thấp ảnh hưởng đến các bề mặt có độ chính xác cao thì nên gia công chúng trước và bề mặt có độ chính xác cao nhất sẽ được gia công sau cùng.

4/. Nếu chi tiết hay bề mặt có qua nhiệt luyện thì nên chia ra hai giai đoạn: trước và sau nhiệt luyện.

5/. Những bề mặt có độ chính xác rất cao phải trải qua gia công lần cuối như: mài nghiền, mài khôn, mài siêu tinh, đánh bóng thì nên tách gia đoạn này riêng ra để dùng những thiết bị và môi trường gia công đặc biệt.

6/. Cố gắng phân chia khối lượng gia công của từng nguyên công đều nhau: nghĩa là thời gian nguyên công bằng nhau hay là bội số của nhau để dễ bố trí máy sản xuất theo dây chuyền.

6.3.4. Thiết kế nguyên công:

Thiết kế nguyên công là thực hiện theo những công việc sau đối với từng nguyên công:

- Chọn máy và dụng cụ cắt.
- Xác định chuẩn công nghệ, phương án gá đặt phôi, chọn đồ gá và các trang bị khác.
- Xác định chế độ cắt hợp lý.
- Định mức thời gian gia công.
- Xác định máy và nhân công.

Sau đây là phân tích cụ thể từng công việc:

a. Chọn máy: Phải tuân thủ các nguyên tắc tổng quát sau:

- Kiểu máy được chọn phải thực hiện được phương pháp gia công đã xác định, ứng với phương pháp gia công.

- Kích thước của máy phải đảm bảo quá trình gia công thuận tiện, an toàn, tương ứng với các kích thước trang bị, dụng cụ công nghệ và hành trình cắt theo các phương và chiều khác nhau.

- Máy được chọn phải đảm bảo chất lượng gia công nghĩa là có độ chính xác cao hơn độ chính xác gia công trên đó.

- Công suất máy phải phù hợp với công suất cắt gọt, nghĩa là không nhỏ hơn và cũng không lớn hơn công suất cắt quá nhiều gây lãng phí.

- Nếu chọn máy có năng suất cao, các phí tổn về thời gian chạy không là ít nhất. Ưu tiên các máy bán tự động, tự động, điều khiển số...

- Ở dạng sản xuất loạt nhỏ nên tập trung nguyên công trên một vài máy để giảm chi phí vận chuyển và các chi phí khác trong sản xuất.

- Chú ý đến điều kiện sản xuất thực tế khi chọn máy.

b. Xác định chuẩn công nghệ, phương án gá đặt phôi và trang bị công nghệ:

- Chuẩn công nghệ phải được xác định trên nguyên tắc đã nêu ở phần cơ sở công nghệ.

- Việc kẹp chặt tham khảo chương (Thiết Kế Đồ Gá).

- Sử dụng đồ gá chuyên dùng hoặc đồ gá tháo lắp nhanh trên máy chuyên dùng.

c. Xác định thời gian gia công:

Định mức thời gian gia công nhằm mục đích xác định khối lượng thời gian cần thiết để hoàn thành nội dung công việc cho từng nguyên công và toàn bộ và toàn bộ quá trình công nghệ trong điều kiện sản xuất cụ thể nào đó. Định mức thời gian gia công thường sử dụng theo hai phương pháp là bấm giờ và dựa vào định mức tiêu chuẩn để xác định khối lượng thời gian cần thiết để hoàn thành nội dung công việc cho từng nguyên công và toàn bộ quá trình công nghệ trong điều kiện sản xuất bình thường trên cơ sở đảm bảo sử dụng hiệu quả cao vốn thời gian làm việc của thiết bị, dụng cụ lao động và sức lao động.

d. Xác định số lượng máy và công nhân:

- Số lượng máy:

$$M = \frac{T_m \cdot k}{T_M \cdot m}$$

T_m : Tổng số giờ máy cần thiết để gia công sản lượng chi tiết (giờ/năm).

T_M : vốn thời gian làm việc thực tế của 1 máy theo chế độ 1 ca sản xuất hàng ngày. ($T_M \approx 2200$ giờ/năm)

k : hệ số xét đến khả năng vượt định mức tăng năng suất. $k = 0,9 \div 0,95$

m : số ca sản xuất hàng ngày ($m = 1, 2, 3$)

M : số máy tính toán cần thiết cho nguyên công.

- Số lượng công nhân:

$$M = \frac{T_n \cdot k}{T_c}$$

T_n : Tổng giờ người cần thiết cho ca sản lượng (giờ/năm)

T_c : vốn thời gian làm việc thực tế của 1 công nhân theo chế độ 1 ca sản xuất hàng ngày ($T_c \approx 2000$ giờ/năm)

Hoặc $R = R_0 \cdot M$

M : số máy sử dụng của nguyên công.

R_0 : Số lượng công nhân cần thiết để vận hành 1 máy (hoặc 1 công nhân đứng nhiều máy).

6.3.5. So sánh các phương án công nghệ

Khi thiết kế các quá trình công nghệ, ta phải so sánh các phương án công nghệ khác nhau để tìm ra phương án tối ưu. Chỉ tiêu đánh giá là năng suất và giá thành.

Khi so sánh các phương án công nghệ phải chú ý tới giá trị sản lượng giới hạn (N_G). Giá trị N_G cho biết phạm vi ứng dụng kinh tế của từng phương án. Ví dụ, khi so sánh hai phương án với giá thành gia công là G_A và G_B ta có sản lượng giới hạn là:

$$N_G = \frac{G_{1B} - G_{1A}}{G_{2A} - G_{2B}}$$

Theo biểu đồ hình 1-24, nếu sản lượng thực tế $N < N_G$ thì chọn phương án công nghệ A vì $G_A < G_B$, ngược lại nếu sản lượng thực tế lớn hơn N_G thì chọn phương án B $G_B < G_A$.

Khi so sánh các phương án công nghệ thì ta thấy rõ là: phương án nào chi phí ít thì hiệu quả kinh tế cao. Đặc biệt là phí tổn về thời gian, vì phí tổn thời gian càng thấp thì chi phí càng cao. Chính vì vậy các biện pháp tăng năng suất, hạ giá thành ở đây chính là các biện pháp giảm chi phí, ở đây ta chú trọng tới chi phí về thời gian vì nó liên quan tới công nghệ nhiều.

6.3.6. Tối ưu hóa quá trình cắt gọt:

“Tối ưu” là tốt nhất. “Tối ưu hóa” là làm cho tốt nhất.

Như vậy khi nói “làm cho tốt nhất” có nghĩa là công việc ta đang xét có nhiều cách làm và trong quá trình làm nó bị chi phối bởi nhiều yếu tố. Từ nhiều cách có thể làm trong tập hợp các yếu tố chi phối, ta cần tìm cách làm tốt nhất, công việc đó gọi là tối ưu hóa.

Riêng trong chế tạo máy, cơ sở công nghệ gia công liên quan chặt chẽ với từng phương pháp gia công. Vì vậy khi thiết kế quá trình công nghệ cắt gọt nhất trí phải đảm bảo chất lượng sản phẩm gia công trong những điều kiện cụ thể đã cho nhằm đạt được hiệu quả kinh tế cao nhất.

6.4. NĂNG SUẤT LAO ĐỘNG VÀ GIÁ THÀNH SẢN PHẨM

6.4.1 Năng suất lao động; Giá thành sản phẩm

a. *Năng suất lao động: là số lượng sản phẩm làm ra trong một đơn vị thời gian.*

$$N = \frac{1}{T} \quad (\text{chiếc/phút, tấn/giờ, m}^3/\text{giờ, m}^3/\text{phút})$$

N – Năng suất.

T – thời gian cần thiết để làm ra 1 sản phẩm.

- Năng suất lao động:

$$N_{LD} = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_m + t_v + t_l + t_d + t_{sc} + t_{px}} \quad (6-3)$$

Trong đó:

t_m – thời gian chi phí lao động trong quá khứ để làm ra công cụ lao động (máy, đồ gá, dụng cụ...).

t_v - thời gian chi phí lao động quá khứ để làm ra vật tư.

t_l - thời gian chi phí cho lao động sống biến vật tư thành sản phẩm.

t_d - thời gian chi phí lao động quá khứ để làm ra năng lượng điện.

t_{sc} - thời gian chi phí lao động quá khứ để bảo dưỡng sửa chữa máy.

t_{px} - thời gian chi phí lao động để tổ chức hoạt động sản xuất được trôi chảy và các chi phí khác.

Tất cả lao động quá khứ và hiện tại (lao động sống) đều tính cho 1 sản phẩm.

b. *Giá thành sản phẩm: là tổng số tiền chi phí để làm ra 1 sản phẩm.*

$$C = V + L + D + Đ + S + P + H \quad (6-4)$$

Trong đó:

V – tiền mua vật tư.

L – tiền công chế tạo.

D – tiền dao cụ mau mòn và rẽ tiền.

Đ – tiền điện.

S – tiền sửa chữa máy, bảo dưỡng thiết bị.

H – tiền khấu hao thiết bị máy móc, đồ gá, dụng cụ chuyên dùng, diện tích nhà xưởng liên quan.

P – chi phí phân xưởng, chi phí gián tiếp.

Giá thành có thể tính cho một sản phẩm cụ thể hoặc cho tổng sản lượng trong một năm, một quý. Thông thường việc xác định chi phí sản xuất được tính cho một năm.

Giá thành có thể tính theo 2 cách:

- Tính gần đúng.

- Tính chính xác.

Tính gần đúng thường được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, sản phẩm đa dạng.

➤ Đối với những sản phẩm đơn giản thì giá thành được tính như sau:

$$C = 2M.g$$

Trong đó:

M – khối lượng sản phẩm (kg).

g – giá 1kg vật liệu (nghĩa là giá gia công lắp ráp = giá vật tư).

➤ Đối với những sản phẩm phức tạp thì giá thành được tính như sau:

$$C = (3 \div 5)M.g$$

6.4.2 Quan hệ giữa năng suất lao động và giá thành sản phẩm

Từ công thức tính năng suất lao động (6-3) nếu ta quy các các thời gian lao động quá khứ và lao động hiện tại thành tiền thì ta có:

$$- t_m = \frac{T_m}{n.Q} = H \quad \text{chi phí khấu hao tính trên 1 đơn vị sản phẩm.}$$

n : số năm sản xuất phải khấu hao thiết bị.

Q : số lượng sản phẩm trong 1 năm.

T_M : tiền mua máy móc thiết bị và chi phí liên quan.

$$- t_v = \frac{T_v}{Q} = V \quad \text{chi phí mua vật tư tính cho một đơn vị sản phẩm.}$$

T_v : tiền chi phí mua vật tư trong một năm.

$$- t_l = \frac{T_l}{Q} = L \quad \text{chi phí tiền công lao động sống tính cho một đơn vị sản phẩm.}$$

T_L : tổng tiền lương của công nhân trực tiếp sản xuất trong một năm.

$$- t_d = \frac{T_d}{Q} = D \quad \text{chi phí tiền dụng cụ mau mòn.}$$

T_D : tổng chi phí tiền dụng cụ.

$$- t_d = \frac{T_d}{Q} = D \quad \text{chi phí tiền điện tính cho một đơn vị sản phẩm.}$$

T_D : tổng chi phí tiền điện trong một năm.

$$- t_{sc} = \frac{T_{sc}}{Q} = S \quad \text{chi phí sửa chữa, bảo trì máy móc sản xuất tính cho một đơn vị sản phẩm.}$$

T_{SC} : tổng chi phí sửa chữa tính cho một năm.

$$- t_{px} = \frac{T_{px}}{Q} = P \quad \text{chi phí gián tiếp tính trên một đơn vị sản phẩm.}$$

T_{PX} : tổng chi phí gián tiếp tính cho một năm.

Vậy từ (6-3) ta có:

$$N = \frac{1}{H + V + L + D + D + S + P} = \frac{1}{C}$$

Từ đó ta thấy giá thành là một đại lượng nghịch đảo của năng suất lao động. Nếu tăng năng suất lao động thì sẽ giảm giá thành và ngược lại. Vì thế nhiệm vụ của nhà sản xuất và công nhân là không ngừng tăng năng suất lao động hay nói cách khác là giảm giá thành sản phẩm mà chất lượng sản phẩm vẫn đảm bảo, nghĩa là làm cho quá trình sản xuất ngày càng tốt hơn.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nội dung chọn phối hợp lý? Cơ sở hoàn thành các nội dung đó.
2. Lượng dư gia công là gì? Thế nào là lượng dư trung gian, lượng dư tổng cộng, lượng dư đối xứng và lượng dư không đối xứng?
3. Trình tự tính toán lượng dư?
4. Lượng dư gia công là gì? Bao gồm những thành phần nào? Các phương pháp tính toán lượng dư?
5. Cho biết mối quan hệ giữa dung sai, sai số gia công và lượng dư gia công?
6. Các chỉ tiêu đánh giá tính công nghệ trong kết cấu?
7. Để thiết kế quy trình công nghệ hợp lý ta phải căn cứ vào những cơ sở nào? Các cơ sở đó chi phối thế nào trong quá trình thiết kế quy trình công nghệ?
8. Cách tính chi phí sản xuất và so sánh các phương án công nghệ bằng giá thành, so sánh các phương án công nghệ về mặt kinh tế.
9. Biên pháp tăng năng suất hạ giá thành sản phẩm.

CHƯƠNG 7

ĐIỂN HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ VÀ CÔNG NGHỆ GIA CÔNG NHÓM

7.1. KHÁI NIỆM ĐIỂN HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

Thiết kế quá trình công nghệ là một công việc phức tạp cần phải xét tới rất nhiều yếu tố và giải quyết nhiều vấn đề tổng hợp. Khi làm công việc đó người làm công nghệ thường dựa vào kinh nghiệm bản thân. Do vậy cùng một vấn đề công nghệ có thể có nhiều cách giải quyết khác nhau dựa trên kinh nghiệm riêng của từng người.

Trong cùng một điều kiện sản xuất, một loạt chi tiết sẽ có một quá trình công nghệ đại thể giống nhau đối với các bề mặt gia công chủ yếu. Việc tập hợp những quá trình công nghệ giống nhau lại thành từng nhóm gọi là điển hình hóa quá trình công nghệ.

Mục đích chủ yếu của điển hình hóa quá trình công nghệ là tùy theo loại hình công nghệ để tổ chức sản xuất, nâng sản xuất loạt nhỏ đơn chiếc lên thành sản xuất hàng loạt và nâng sản xuất hàng loạt lên thành sản xuất dây chuyền đưa đến năng suất lao động cao, giảm chi phí sản xuất, hạ giá thành. Đó là con đường chủ yếu để đưa sản xuất loạt nhỏ - đơn chiếc lên thành sản xuất hàng loạt và hàng loạt lớn.

Quá trình điển hình hóa quá trình công nghệ bao gồm:

- Phân loại chi tiết gia công.
- Phân tích các chi tiết gia công khác nhau đối với từng loại chi tiết.
- Thiết lập quá trình công nghệ điển hình cho từng loại chi tiết.
- Chọn các trang bị và thiết bị điển hình.

7.2. PHÂN LOẠI CHI TIẾT GIA CÔNG

7.2.1 Phân loại dựa trên cơ sở chia các chi tiết gia công ra thành loại và kiểu

Cơ sở để chia thành từng loại trong hệ thống này là những dấu hiệu về kết cấu, nó cho phép ta có thể chia rất nhiều chi tiết thành một số loại có giới hạn. Nó cho phép khi nhìn bản vẽ đã có thể xếp chi tiết vào loại nào.

Đến kiểu thì việc phân chia lại dựa vào các dấu hiệu công nghệ, cách này cho phép liên hệ được kết cấu của chi tiết với công nghệ chế tạo chúng. Có khoảng $(65 \div 80)\%$ chi tiết có thể ghép vào các kiểu xác định, điều này rất có lợi cho việc điển hình hóa quá trình công nghệ trong sản xuất hàng loạt nhỏ và hàng loạt. Do đó hệ thống phân loại này gọi là hệ thống kết cấu công nghệ.

Hai cách phân thành loại và kiểu của hệ thống trên cũng còn cho phép phân nhỏ thêm thành các nhóm dựa trên các đặc điểm cụ thể của chi tiết. Dấu hiệu bổ sung để chia thành nhóm là các thông số chỉ rõ hơn nữa ảnh hưởng của nó tới nội dung của quá trình công nghệ điển hình.

Các dấu hiệu kết cấu để phân chia thành loại là sự thống nhất về: vật liệu hình dạng, kích thước, độ chính xác và các đặc trưng kết cấu khác.

Các dấu hiệu về công nghệ đã chia thành kiểu là sự thống nhất về: các nguyên công công nghệ, thiết bị, trang bị, chế độ gia công và các yếu tố công nghệ khác.

Bảng 7 – 1 chia các chi tiết gia công trên máy cắt thành các loại trên cơ sở phân tích kết cấu.

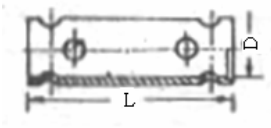
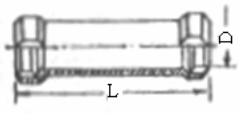
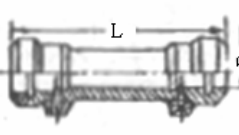
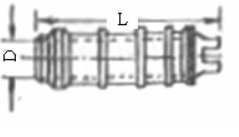
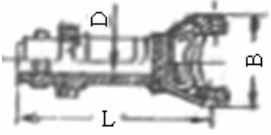
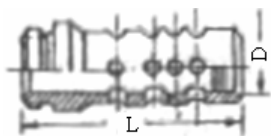
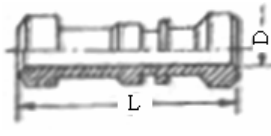
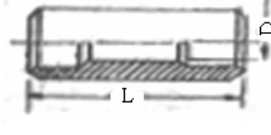
Phân loại các chi tiết gia công trên máy cắt kim loại bảng 7 – 1

Loại	Tên gọi loại	Kết cấu điển hình	Đặc trưng của chi tiết
A	Chi tiết nối ống		Để nối ống với nhau
B	Bulông, vít		Chi tiết có ren để nối các chi tiết khác lại với nhau
C	Xà, đòn		Bộ phận chịu lực
D	Bạc, ly hợp		Hình trụ để lắp ghép, dẫn hướng, truyền lực và nối trục
E	Trục nhỏ, chốt, cán		Hình trụ tròn trơn hoặc có bạc
G	Đai ốc		Có ren trong, để nối các chi tiết khác lại với nhau
H	Định hình		Có biên dạng định hình
I	Bánh răng		Bánh răng trụ và côn
K	Giá đỡ		Các chi tiết phẳng hoặc không gian có lỗ để gá kẹp các bộ phận khác lên trên
L	Thân, vỏ		Thân hình trụ và hình hộp có lỗ ở các mặt
M	Pittông, con trượt		Hình trụ hoặc định hình để truyền áp lực và đẩy chất lỏng hoặc chất khí
N	Ray		Hình cong tiết diện chữ T
O	Khung		Hình khung không gian phức tạp có các mặt cong bậc hai
P	Tấm, Panen		Có mặt phẳng hoặc mặt cong lớn, có gân dọc hoặc ngang tăng cứng vững

Bảng 7 – 2 chia loại chi tiết hình trụ trực tiếp thành các kiểu mà không qua chia nhỏ bổ sung.

Chia nhỏ loại chi tiết hình trụ T

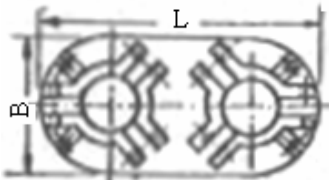
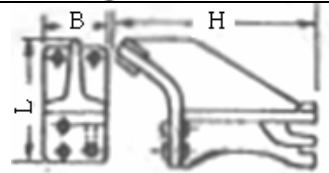
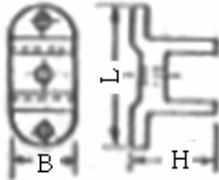
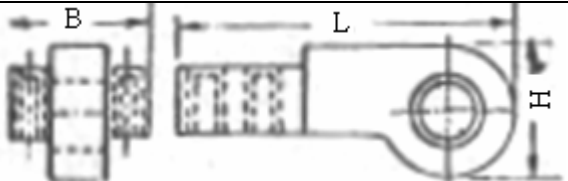
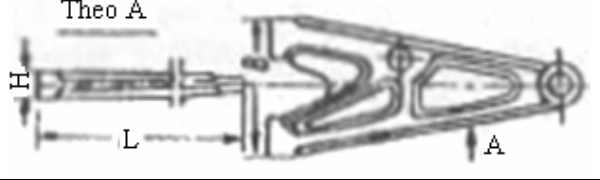
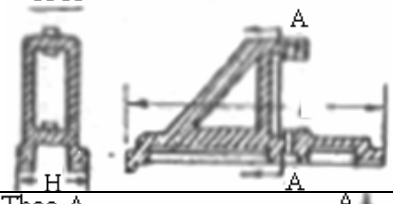
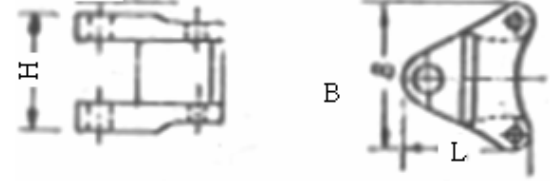
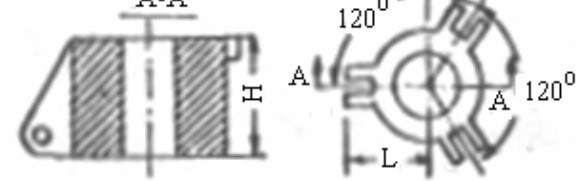
bảng 7 – 2

Kiểu	Kết cấu điển hình	Kích thước hình trụ (mm)	Đặc trưng của chi tiết
T-1	Chi tiết nối ống		Hình trụ tròn, mặt trong và mặt ngoài gia công, có lỗ xuyên tâm.
T-2	Bulông, vít		Có mặt trong và mặt ngoài gia công định hình, có ren.
T-3	Xà, đòn		Nhiệt luyện sau khi hàn có lỗ thông gia công, có tiện rãnh và bậc tròn trong.
T-4	Bạc, ly hợp		Nhiệt luyện sau khi hàn có lỗ gia công không thông và rãnh phay.
T-5	Trục nhỏ, chốt, cán		Nhiệt luyện sau khi hàn có lỗ gia công không thông và rãnh phay.
T-6	Đai ốc		Phôi ống, có mặt ngoài và mặt trong gia công định hình, có ren.
T-7	Định hình		Phôi thanh, có mặt ngoài gia công định hình.
T-8	Bánh răng		Nhẫn, có gia công bậc trong.

Bảng 7 – 3 chia loại chi tiết giá đỡ thành các loại nhỏ (chia nhỏ bổ sung) sau đó mới chia thành các kiểu.

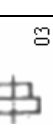
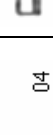
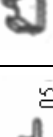
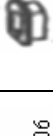
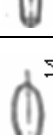
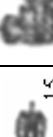
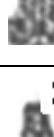
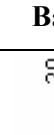
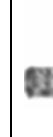
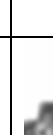
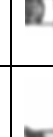
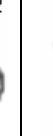
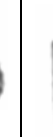
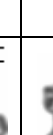
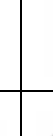
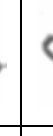
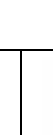
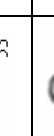
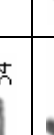
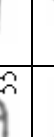
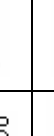
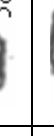
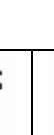
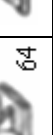
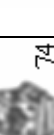
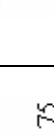
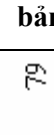
Chia nhỏ loại chi tiết giá đỡ K

bảng 7 - 3

Loại nhỏ	Kiểu	Kết cấu điển hình	Kích thước (mm)	Đặc trưng chi tiết
Đúc chính xác	K – 1		$L = 70 \div 100$ $B = 40 \div 80$	Có lỗ ở mặt phẳng chính, có rãnh hướng kính
	K – 85		$L = 150 \div 200$ $B = 50 \div 100$ $H = 150 \div 200$	Các mặt chính thẳng góc với nhau, có trạc (gân)
Ép định hình	K – 85		$L = 50 \div 200$ $B = 50 \div 100$ $H = 30 \div 80$	Có vách vuông góc với nhau, không có gân tăng cứng vững
	K – 80		$L = 30 \div 80$ $B = 20 \div 40$ $H = 10 \div 50$	Dạng bảng lề
Đúc và Rèn	K – 70		$L = 500 \div 1200$ $B = 200 \div 600$ $H = 50 \div 100$	Có lỗ ép vào ụ đỡ
	K – 135		$L = 150 \div 600$ $B = 530 \div 650$ $H = 160 \div 220$	Dạng ke có ụ đỡ công xôn
Rèn	K – 136		$L = 100 \div 150$ $B = 100 \div 16$ $H = 25 \div 35$	Dạng thanh lắc có lỗ chốt
	K – 143		$L = 150 \div 220$ $B = 120 \div 200$	Có lỗ ở tâm, có rãnh và ba lỗ chốt

Bảng phân loại

bảng 7 – 4

Nhóm	CÁC LOẠI									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 – Các chi tiết không gia công cắt gọt.					04					09
1 – Các chi tiết kết nối và nối ống									18	19
2 – Chi tiết hình trụ có $L > 3D$										29
3 – Chi tiết hình trụ có $L < 3D$										39
4 – Bánh răng.										49
5 – Các chi tiết phẳng										59
6 – Các chi tiết có biên dạng phức tạp										69
7 – Chi tiết hộp, vỏ.						75	76	77	78	79
8 – Bàn trượt và giá đỡ.										89
9 – Thân, trụ, xà, cột.						L > 3D				99

7.2.2 Phân loại các chi tiết theo hình thức gia công (loại gia công trên máy cắt, loại dập, loại hàn,.....)

Các chi tiết trong cùng một hình thức gia công lại chia nhỏ thành ba họ theo mức độ về kết cấu: họ tiêu chuẩn, họ điển hình và họ lớn.

Đặc trưng của họ tiêu chuẩn là biến dạng cố định và theo một dãy kích thước quy định.

Đặc trưng của họ điển hình là biến dạng thay đổi ít. Kích thước của các chi tiết điển hình có thể khác nhau.

Họ lớn gồm các chi tiết có biên dạng phức tạp không có dấu hiệu gì khác với các chi tiết khác hoặc chỉ có những dấu hiệu không phải là bản chất không ảnh hưởng đến công nghệ gia công chi tiết.

Loại chi tiết thuộc họ điển hình có số lượng nhiều nhất, rồi đến họ tiêu chuẩn và cuối cùng là họ lớn.

Trong các họ này cũng phân thành các loại như các chi tiết gia công trên máy cắt. Sau loại cũng có thể phân thành loại nhỏ, nhóm, nhóm nhỏ, kiểu.

Các chi tiết thuộc hình thức gia công khác như đúc, hàn, cũng phân loại tương tự theo các nguyên tắc trên.

7.2.3 Phân loại theo hệ thống đánh số

Là hệ thống dùng các chữ số để biểu thị sự phân loại, dùng chung được cho nhiều ngành chế tạo máy khác nhau, nâng cao tính hàng loạt trong sản xuất có hiệu quả bằng cách chế tạo chúng theo các quy trình công nghệ điển hình.

Hệ thống này gồm hai phần:

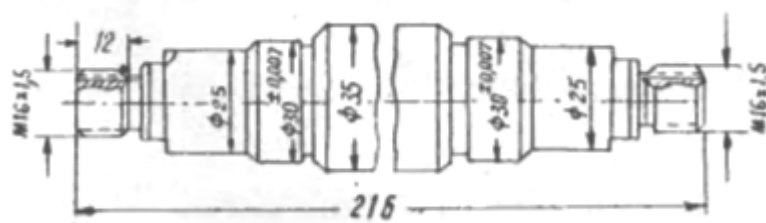
Phần thứ nhất là một bảng (bảng 7-4) chia các chi tiết thành nhóm và loại gọi là “bảng phân loại”.

Phần thứ hai của hệ thống gồm một loạt bảng bao gồm mọi chi tiết của tất cả các loại, trừ các chi tiết liệt kê ở bảng phân loại (tức là bảng 7-4).

Các đặc điểm của chi tiết được diễn tả trong phần đánh số thứ hai gồm các yếu tố sau:

Kết cấu chung của chi tiết, các hình dạng đặc biệt, độ chính xác gia công, kích thước, vật liệu và nhiệt luyện. Đối với một loại thì mỗi đặc điểm kể trên được ghi từ 1 đến 3 ký hiệu bằng số. Trong phạm vi giới hạn đó, đối với mỗi loại các đặc điểm được sắp xếp thống nhất bằng số, mỗi số biểu hiện một đặc điểm.

Thí dụ: Hình 7- 1 là một ví dụ đánh số một trục bậc theo hệ thống này.



Hình 7 – 1 trục bậc để đánh số.

Theo cách đánh số nói trên trục được đánh số theo thứ tự sau: 210023060014. Mỗi số trong mười hai chữ số đó diễn tả một đặc điểm của chi tiết như sau:

Số thứ nhất: 2 – Vật tròn xoay có $L > 3D$ (nhóm).

Số thứ hai: 1 – trục có bậc hai đầu, đặc (loại).

Số thứ ba: 0 – mặt ngoài không có côn.

Số thứ tư: 0 – không có lỗ ở giữa tâm.

Số thứ năm: 2 – đường kính ngoài có rãnh then.

Số thứ sáu: 3 – đường kính ngoài có vai phẳng và ren.

Số thứ bảy: 0 – không có lỗ phụ và lỗ ở giữa tâm.

Số thứ tám: 6 – đường kính ngoài chính xác ($30^{+0,007}$).

Số thứ chín: 0 – rãnh then, vai phẳng và ren không chính xác, không có lỗ phụ.

Số thứ mười: 0 – chiều dài $L = 216\text{mm}$.

Số thứ mười một: 1 – đường kính ngoài lớn nhất $D_{\max} = 35\text{mm}$.

Số thứ mười hai: 4 – vật liệu là thép cacbon tôi cải thiện.

Hệ thống đánh số mang đầy đủ tính chất kết cấu – công nghệ. Một số loại chi tiết như lò xo, bánh răng, trục, giá đỡ, các chi tiết kẹp chặt rất thống nhất cho mọi ngành chế tạo máy. Tuy nhiên cũng không thể xem chúng là bất di bất dịch.

7.2.4 Phân loại theo từng ngành chế tạo máy

Các loại máy trong ngành máy công cụ được chọn vào hệ thống này để phân loại gồm:

1. Nhóm máy tiện:

- Tiện tự động một trục, tiện Rêvônve, tiện dọc.
- Tiện tự động nhiều trục ngang.
- Tiện tự động nhiều trục ngang và đứng.
- Tiện Rêvônve và bán tự động.
- Tiện bán tự động nhiều dao.
- Tiện ren vít.
- Tiện ren cỡ lớn.
- Tiện đứng.

2. Nhóm máy khoan:

- Khoan đứng một trục và nhiều trục.
- Khoan cần.
- Khoan bàn.

3. Nhóm máy doa:

- Doa ngang.
- Doa tọa độ.

- Doa kim cương.

4. *Nhóm máy mài:*

- Mài ngoài.

- Mài trong.

- Mài phẳng.

5. *Nhóm máy gia công bánh răng:*

6. *Nhóm máy phay:*

- Phay vụn năng.

- Phay giường.

7. *Nhóm máy bào và xọc:*

8. *Nhóm máy chuốt:*

Hệ thống phân loại này có thể dùng để xác định các vấn đề điển hình khi thiết kế các bộ phận sản xuất cũng như khi thiết kế quá trình công nghệ điển hình và xác định các thiết bị điển hình.

7.2.5 Phân loại chia nhỏ theo dạng gia công

Quá trình chuẩn bị để hệ thống hóa các chi tiết có công dụng chung theo thứ tự sau:

Trong mỗi ngành chế tạo máy chọn ra các chi tiết mang nhiều dấu hiệu đặc trưng nhất cho nhóm chi tiết cùng họ, tức là chi tiết điển hình.

Trong đó chọn ra các chi tiết gia công trên máy cắt. Các chi tiết này được phân loại theo các dấu hiệu kết cấu công nghệ.

Phân loại chi tiết theo:

- Các dấu hiệu kết cấu – công nghệ chia thành các dạng, mỗi dạng lại chia nhỏ thành các nhóm kết cấu – công nghệ theo các kiểu bề mặt gia công.
- Vật liệu chi tiết và dạng mạ.
- Dạng nhiệt luyện và cấp chính xác.

Trong mỗi loại đó lại chia nhỏ theo kích thước chi tiết.

Nhờ hệ thống phân loại này ta có thể biết khả năng gia công các chi tiết trong cùng một khoảng kích thước theo một quá trình công nghệ điển hình trên một nhóm máy nhất định.

Mỗi chi tiết có bảy ký hiệu bằng số:

Ký hiệu thứ nhất gồm 1 chữ số: chỉ dạng chi tiết.

Ký hiệu thứ hai gồm 2 chữ số: chỉ kích thước của dạng đó.

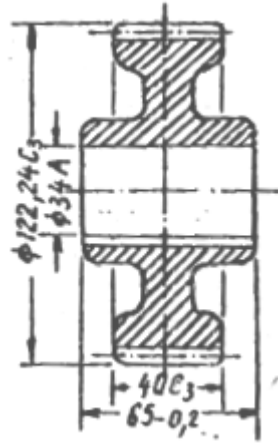
Ký hiệu thứ ba gồm 1 chữ số: chỉ dạng vật liệu và mạ.

Ký hiệu thứ tư gồm 2 chữ số: chỉ bề mặt chi tiết trơn hay có bậc, cùng một cấp chính xác và một dạng nhiệt luyện.

Ký hiệu thứ năm gồm 2 chữ số: chỉ nhóm chi tiết chia theo mặt (gia công) ngoài.

Ký hiệu thứ sáu gồm 2 chữ số: chỉ dạng lỗ trên chi tiết.

Ký hiệu thứ bảy gồm 2 chữ số: chỉ các dấu hiệu bổ sung theo mặt (gia công) trong.



Hình 7 – 2 Bánh răng để phân loại bằng đánh số.

Thí dụ ký hiệu phân loại bánh răng hình 7 – 2 là: 3.14.2.12.33.50.86. Hệ thống phân loại này làm giảm bớt việc thống kê các chi tiết điển hình khác nhau, nó cho ta các phương hướng hợp lý hơn trong việc điển hình quá trình công nghệ và gia công nhóm một số lượng rất lớn các chi tiết trong mọi ngành chế tạo máy.

7.3. KHÁI NIỆM VỀ GIA CÔNG NHÓM

Gia công nhóm là một phương pháp công nghệ nhằm giải quyết các vấn đề về sản xuất và chuẩn bị sản xuất trong sản xuất hàng loạt và loạt nhỏ, nhằm rút ngắn thời gian chuẩn bị sản xuất đến mức tối đa trong những điều kiện sản xuất cụ thể. Khác với quy trình công nghệ điển hình, cần phân biệt rõ quy trình công nghệ gia công nhóm là lấy nhóm làm đối tượng chính và được đặc trưng bằng sự thống nhất về thiết bị, dụng cụ, đồ gá,trong một nguyên công hoặc vài nguyên công gia công nhóm, còn trình tự và nội dung của các nguyên công và các bước có thể cho phép thay đổi một ít.

Quy trình công nghệ gia công nhóm là sự tổng hợp công nghệ chỉ trên một hoặc vài nguyên công (mà không phải là quy trình gia công) cho một nhóm chi tiết bao gồm số lượng nhiều hơn rất nhiều và kết cấu cũng khác nhau rất nhiều so với quy trình công nghệ điển hình. Cho nên so với quy trình công nghệ điển hình thì quy trình công nghệ gia công nhóm có tính vạn năng và sinh động hơn nhiều. Cũng vì lẽ đó mà nó rất thích hợp với dạng sản xuất hàng loạt và loạt nhỏ, trong một quy mô chuẩn bị sản xuất đơn giản hơn, nhỏ bé hơn điển hình hóa, nó đã có thể mang lại hiệu quả kinh tế lớn.

7.4. NỘI DUNG PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG NHÓM

Phương pháp gia công nhóm có liên quan với vấn đề tiêu chuẩn hóa các chi tiết máy và bộ phận máy. Trình độ tiêu chuẩn hóa càng cao thì càng tạo điều kiện thuận lợi cho công nghệ gia công nhóm. Vì kết cấu càng được tiêu chuẩn hóa thì sự khác biệt càng ít, do đó càng làm giảm bớt sự khác nhau về quy trình công nghệ.

Cơ sở của phương pháp gia công nhóm dựa trên sự phân nhóm các chi tiết gia công. Các chi tiết được tập hợp trong cùng một nhóm có những đặc trưng công nghệ

gần như nhau, vì vậy có thể tiến hành gia công chung bằng những phương pháp gá đặt những chuyển động cắt, những quá trình điều chỉnh tương tự trên cùng một đồ gá, một dụng cụ và một thiết bị. Sự khác biệt rất ít trên một nguyên công cụ thể và có thể ở mức cao hơn trong cả quy trình chế tạo, đối với những chi tiết cụ thể có thể chỉ cần thêm bớt một vài nguyên công. Trường hợp này xảy ra khi phân nhóm rất tốt nghĩa là các đặc trưng công nghệ (gá đặt, điều chỉnh các mặt gia công, mặt chuẩn, chuyển động cắt,...) của các chi tiết rất giống nhau.

Phạm vi của gia công nhóm tuy hẹp hơn công nghệ điển hình hóa công nghệ (bao gồm số nguyên công ít hơn và số bề mặt ít hơn) nhưng lại rất cụ thể và đưa lại hiệu quả kinh tế cao và nhanh chóng hơn, vì số chi tiết bao gồm trong nhóm tăng lên rất nhiều với kết cấu khác nhau khá xa, việc phân loại và thiết kế quy trình đơn giản hơn, thiết kế và chế tạo các trang bị, dụng cụ cũng nhanh hơn và vì các nguyên công đã được chọn để gia công nhóm đều là các nguyên công chiếm khối lượng gia công lớn nhất.

Để đạt được hiệu quả cao cần giải quyết các vấn đề sau:

1. Loại trừ càng nhiều càng tốt sự khác nhau giữa các quy trình công nghệ của các chi tiết trong cùng một nhóm, sửa đổi lại những kết cấu chi tiết không hợp lý làm cho các quy trình của chúng càng gần nhau càng có hiệu quả. Nâng cao tính công nghệ trong kết cấu các chi tiết gia công.

2. Nâng cao các quy trình công nghệ lạc hậu lên mức tiên tiến.

3. Hết sức cố gắng dùng các đồ gá tiên tiến có khả năng điều chỉnh nhanh chóng để chuyển sang gia công các chi tiết khác một cách dễ dàng.

4. Phải tạo điều kiện cho việc tự động hóa thiết bị và tự động hóa quá trình gia công, để có thể phát triển lên thành các dây chuyền tự động điều chỉnh được.

Các vấn đề trên cần gắn liền với các yêu cầu:

1. Thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa các chi tiết máy, các dụng cụ, đồ gá và cả quy trình công nghệ.

2. Tăng tính chất hàng loạt của sản xuất bằng cách gộp các chi tiết có những yếu tố công nghệ lại với nhau thành nhóm.

3. Mỗi thiết bị, trang bị, dụng cụ phải dùng chung được cho mọi chi tiết trong nhóm.

7.5 CÁC BƯỚC CẦN LÀM KHI GIA CÔNG NHÓM

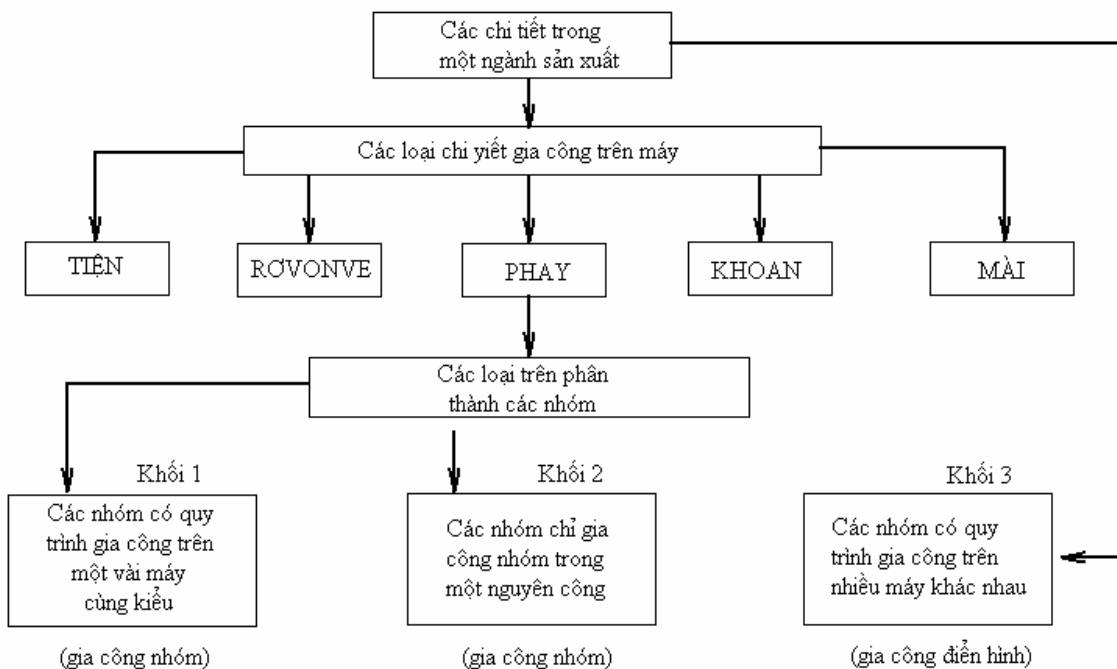
7.5.1 Phân nhóm chi tiết gia công

Phân nhóm là công việc quan trọng đầu tiên, nếu phân nhóm tốt tức là bao gồm nhiều đặc trưng công nghệ chung cho mỗi nhóm thì về căn bản đã xác định đúng phương hướng công nghệ, tạo điều kiện rất thuận lợi cho hai bước sau.

Theo phương pháp gia công nhóm thì việc phân loại, phân nhóm không chỉ dựa vào kết cấu và nhiệm vụ công nghệ mà còn phải dựa vào nguyên tắc phân nhóm theo thiết bị, bảo đảm việc gia công hợp lý nhất nghĩa là phân nhóm gia công dựa trên các thiết bị cụ thể.

Nhóm là cơ sở để xây dựng quy trình công nghệ gia công, là đơn vị công nghệ chính.

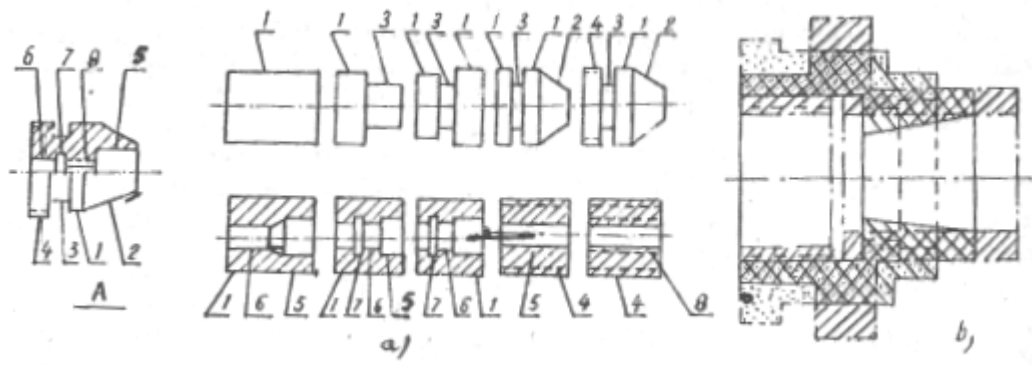
Sơ đồ phân nhóm trong gia công nhóm có thể được diễn tả như sau:



Việc phân nhóm cũng chưa có một nguyên tắc nào thật hoàn chỉnh. Hiện nay có nhiều cách phân chia khác nhau. Tuy nhiên đối với gia công nhóm có thể dựa vào các nguyên tắc sau để phân nhóm:

1. Những chi tiết có hình dáng hình học gần như nhau.
2. Những chi tiết có các bề mặt gia công giống nhau.
3. Những chi tiết có mặt chuẩn định vị giống nhau.
4. Những chi tiết có những yêu cầu kỹ thuật gần giống nhau.
5. Phương pháp chế tạo phôi giống nhau.
6. Những chi tiết có trình tự công nghệ gần giống nhau có thể dùng những phương pháp gia công và thiết bị giống nhau.
7. Việc điều chỉnh thiết bị, dụng cụ, đồ gá không khác nhau lắm.
8. Những chi tiết có số lượng quá ít so với các chi tiết khác mà kết cấu hình dạng hoặc kích thước lại khác nhiều có thể loại ra. Sau khi phân nhóm cần xây dựng một chi tiết điển hình cho cả nhóm. Chọn một chi tiết có nhiều mặt gia công chung rồi cứ thêm các chi tiết khác trong nhóm có mặt gia công mới khác hơn. Về một chi tiết đại biểu gồm tất cả các dạng bề mặt trong nhóm làm chi tiết điển hình như hình 7– 3a.

Cũng có thể dùng giấy can vẽ các chi tiết theo cùng một tỷ lệ rồi xếp các hình vẽ chồng lên nhau (để cho đường tâm và một mặt đầu nào đó của chúng trùng nhau) sẽ thấy rõ tất cả các dạng bề mặt cần gia công trong nhóm và kích thước của chúng như hình 7 – 3b



Hình 7 – 3 Xây dựng chi tiết điển hình cho nhóm.

- a. xây dựng chi tiết điển hình bằng cách tìm ra một chi tiết có đủ các mặt của cả nhóm: chi tiết A
- b. xây dựng chi tiết điển hình bằng cách vẽ chồng.
 - 1.mặt trụ ngoài lớn, 2. mặt côn ngoài, 3.mặt trụ ngoài nhỏ, 4. mặt ren ngoài,
 - 5.mặt trụ trong lớn, 6.mặt trụ trong nhỏ, 7.rãnh trong, 8.ren trong.

7.5.2 Lập quy trình công nghệ gia công nhóm

Quy trình công nghệ gia công nhóm là một quy trình thích hợp với bất kỳ chi tiết nào trong nhóm, nhưng có thể cho phép thay đổi một ít tùy theo đặc điểm riêng của từng chi tiết. Nhóm là đối tượng của quy trình được đặc trưng bằng sự thống nhất về thiết bị, dụng cụ đồ gá và phương pháp điều chỉnh trong thiết bị,...trên nguyên công đang thực hiện.

Lập quy trình công nghệ gia công nhóm có thể dựa vào các nguyên tắc sau:

1. Thứ tự của mỗi bước (hoặc một số nguyên công) phải đảm bảo có thể gia công được bất kỳ chi tiết nào trong nhóm đó và phải đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật của từng chi tiết.
2. Những dụng cụ đồ gá, ... dùng trong quá trình công nghệ đều có thể gia công được bất kỳ chi tiết nào trong nhóm.
3. Khi chuyển sang gia công một chi tiết khác cùng nhóm thì việc điều chỉnh trang thiết bị càng ít càng tốt, chi phí về việc điều chỉnh và thay thế trang bị phải ít nhất.

Quy trình đó cần vẽ thành sơ đồ theo thứ tự các bước, các nguyên công với đầy đủ nội dung công nghệ của từng bước, từng nguyên công cho từng chi tiết.

Bảng 7 – 5 là một ví dụ về sơ đồ quy trình công nghệ gia công một nhóm chi tiết trên máy Revolve.

Sơ đồ chi tiết trong nhóm				
Đầy phôi đến v				
Khoan lỗ tâm				
Khoan				
Tiện ngoài $d(B_3)$, lăn hoa, hoặc cắt ren				
Tiện trong lỗ				
Cắt đứt				

Trong sơ đồ cần sắp xếp và bố trí dụng cụ đảm bảo gia công đạt kích thước và thay dao nhanh chóng khi cần, cũng như trình tự các dụng cụ theo thứ tự các bước, các nguyên công.

Cuối cùng phải lập một phiếu điều chỉnh máy và sơ đồ điều chỉnh dao theo thứ tự gia công từng chi tiết đối với từng bề mặt. Ngoài ra còn phải tính thời gian gia công một chi tiết và cả loạt chi tiết để lập thành một bảng tải trọng máy.

7.5.3 Thiết kế đồ gá gia công nhóm

Công nghệ gia công nhóm dựa trên cơ sở phân nhóm các chi tiết gia công. Về căn bản các chi tiết trong nhóm có những đặc trưng công nghệ giống nhau, trong số đó đặc trưng về gá đặt có thể nói là quan trọng nhất phải giải quyết trước, nghĩa là các chi tiết trong một nhóm có mặt chuẩn và sơ đồ gá đặt gần như nhau, chỉ khác nhau về kích thước hoặc khác nhau một ít về hình dáng hình học. Những phần khác nhau này phải có số lượng chi tiết ít và gọi là các bộ phận điều chỉnh, phần còn lại là bộ phận vạn năng dùng chung cho cả nhóm chiếm đến (80÷90)% (thường là các chi tiết thân, đế, cơ cấu phân độ, các cơ cấu truyền lực, ...). Khi chuyển từ gia công chi tiết này sang chi tiết khác trong nhóm, bộ phận vạn năng không đổi mà chỉ điều chỉnh hoặc thay thế bộ

phận điều chỉnh. Loại đồ gá như vậy gọi là đồ gá vạn năng - điều chỉnh, nó có ưu điểm:

1. Thích hợp với rất nhiều chi tiết gia công trong một nhóm.
2. Giá thành chế tạo tính cho cả nhóm thấp.
3. Thời gian chuẩn bị sản xuất được rút ngắn.

Nhược điểm của nó là: thông thường độ cứng vững kém hơn các loại đồ gá khác.

Đồ gá gia công nhóm cần có những đặc điểm sau:

1. Có thể gá đặt chính xác và nhanh chóng bất kỳ chi tiết nào trong nhóm.
2. Điều chỉnh hoặc thay thế nhanh chóng khi chuyển đổi tượng gia công.
3. Độ chính xác và độ cứng vững đủ yêu cầu, không làm biến dạng khi gia công.
4. Tháo lắp đồ gá nhanh chóng.
5. Thao tác dễ dàng và ít tốn sức.

Tùy theo kết cấu của đồ gá và các chi tiết gia công trong nhóm, ta có thể dùng một trong các phương pháp sau đây để thực hiện việc điều chỉnh đồ gá cho cả nhóm gia công.

1. Dịch chuyển (hiệu chỉnh) các bộ phận gá đặt (bằng vít me, căn, ...) ví dụ các mâm cặp, êtô có vít me để dịch chuyển chấu kẹp má êtô.
2. Định vị lại và kẹp chặt lại các bộ phận gá đặt đến một vị trí khác.
3. Thay đổi một phần hoặc toàn bộ những bộ phận định vị, kẹp chặt, dẫn hướng tức là phải dùng những bộ phận thay thế, ví dụ tấm dẫn có trụ trượt, trục tâm, ống kẹp đàn hồi, băng kẹp chi tiết, ...
4. Vừa thay thế vừa dịch chuyển (hiệu chỉnh) các bộ phận gá đặt. Ví dụ êtô có má kẹp thay đổi,....

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Mục đích, ý nghĩa của việc phân loại chi tiết gia công? Cơ sở của việc phân loại chi tiết gia công?
2. Mục đích và bản chất của hình thức gia công nhóm và công nghệ điển hình?
3. Lập quy trình công nghệ gia công nhóm cho một chi tiết cụ thể?

CHƯƠNG 8

QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG

MỘT SỐ CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH

Trong ngành Chế tạo máy, chi tiết gia công có hình dạng hình học rất phong phú và với mỗi chi tiết thì sẽ có một quy trình công nghệ chế tạo. Tuy nhiên, chúng ta có thể tập hợp một số rất lớn các chi tiết và nhóm máy thành một số loại có hạn, bảo đảm có khả năng chuyển từ quá trình công nghệ đơn chiếc thành quá trình công nghệ hàng loạt mang dấu hiệu điển hình đặc trưng cho từng loại. Những chi tiết được xếp cùng một loại hay nhóm khi chúng có chức năng và quy trình công nghệ tương tự nhau.

Trong điều kiện sản xuất hàng loạt, quy trình công nghệ điển hình có tác dụng làm giảm bớt công việc chuẩn bị sản xuất, không cần lập một hoặc một vài phương án công nghệ cho riêng từng chi tiết, không cần thiết kế và chế tạo trang bị công nghệ riêng cho từng chi tiết...

Hiện nay, các chi tiết cơ khí được phân loại thành các chi tiết dạng hộp, dạng càng, dạng bạc, dạng trục,... Chương này sẽ trình bày quy trình công nghệ gia công cho từng dạng chi tiết điển hình này.

Khi làm công tác chuẩn bị sản xuất một chi tiết nào đó, trước hết cần xem xét nó thuộc dạng chi tiết nào trong các dạng trên để định hướng và tham khảo quy trình công nghệ điển hình của chi tiết tương ứng, trên cơ sở đó bổ sung những nội dung cần thiết để có được quy trình công nghệ gia công cho chi tiết cần sản xuất.

8.1. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG HỘP

8.1.1. Những yêu cầu chủ yếu của chi tiết dạng hộp

- Độ không thẳng và độ không song song của các bề mặt chính trong khoảng $0,05 \div 0,01$ mm trên toàn bộ chiều dài, độ nhám của chúng từ $R_a = 5 \div 1,25$ ($\nabla 5 \div \nabla 7$).
- Các lỗ có độ chính xác cấp $5 \div 7$ và độ nhám bề mặt $R_a = 2,5 \div 0,63$, đôi khi cần đạt $R_a = 0,32 \div 0,16$. Sai số hình dáng của lỗ là $0,5 \div 0,7$ dung sai đường kính lỗ.
- Dung sai khoảng cách tâm giữa các lỗ phụ thuộc vào chức năng của nó. Nếu lỗ lắp trục bánh răng thì dung sai bằng $0,02 \div 0,01$ mm. Dung sai độ không song song của các tâm lỗ bằng dung sai của khoảng cách tâm. Độ không vuông góc của các tâm lỗ khi lắp bánh răng côn và trục vít là $0,02 \div 0,06$ mm.
- Dung sai độ không đồng tâm của các lỗ bằng $\frac{1}{2}$ dung sai đường kính lỗ nhỏ nhất.
- Độ không vuông góc giữa mặt đầu và tâm lỗ trong khoảng $0,01 \div 0,05$ mm trên 100 mm bán kính.

8.1.2. Vật liệu và phương pháp chế tạo phôi

Vật liệu để chế tạo các chi tiết hộp thường dùng là gang xám, thép đúc, hợp kim nhôm và những thép tấm để hàn.

Tùy theo điều kiện làm việc, số lượng hộp và vật liệu mà phôi được chế tạo bằng các phương pháp khác nhau. Phổ biến nhất là phôi gang đúc, phôi thép đúc, phôi hợp kim nhôm đúc, trong một số trường hợp người ta dùng phôi dập, phôi hàn.

* Phôi đúc bao gồm cả phôi gang, thép hoặc hợp kim nhôm là những loại phôi phổ biến nhất để chế tạo các chi tiết dạng hộp. Thường dùng các phương pháp đúc sau để chế tạo phôi đúc:

- Đúc gang trong khuôn cát, mẫu gỗ, làm khuôn bằng tay. Phương pháp này cho độ chính xác thấp, lượng dư gia công cắt gọt lớn, năng suất thấp, đòi hỏi trình độ công nhân cao. Phương pháp này thích hợp đối với dạng sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

- Đúc gang trong khuôn cát, mẫu kim loại, làm khuôn bằng máy. Phương pháp này cho độ chính xác cao, lượng dư gia công cắt gọt nhỏ. Phương pháp này thích hợp đối với dạng sản xuất hàng loạt và hàng khối.

- Đúc trong khuôn vỏ mỏng thì chi tiết đúc ra đạt độ chính xác $0,3 \div 0,6$ mm, tính chất cơ học tốt. Phương pháp này dùng trong hàng loạt lớn và hàng khối nhưng thường chỉ dùng để đúc các chi tiết có trọng lượng nhỏ.

- Đúc áp lực có thể tạo nên các chi tiết hộp cỡ nhỏ có hình thù phức tạp.

Các chi tiết hộp đúc ra thường nguội không đều, gây ra biến dạng nhiệt và ứng suất dư. Cho nên cần có biện pháp khử ứng suất dư trước khi gia công cắt gọt.

* Phôi hàn được chế tạo từ thép tấm rồi hàn lại thành hộp. Loại này được dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ vì sẽ rút ngắn được thời gian chuẩn bị phôi, đạt hiệu quả kinh tế cao (so với phôi đúc). Phôi hàn có 2 kiểu:

- Kiểu thô: Hàn các tấm thép lại thành hộp rồi mới gia công.

- Kiểu tinh: Hàn các tấm thép đã được gia công sơ bộ các bề mặt cần thiết thành hộp, sau đó mới gia công tinh lại.

Phôi hàn thì luôn có ứng suất dư và việc khử ứng suất dư của phôi hàn thường gặp khó khăn.

* Phôi dập được dùng đối với các chi tiết hộp nhỏ có hình thù không phức tạp ở dạng sản xuất loạt lớn và hàng khối. Ta có thể dập nóng đối với thép còn hợp kim màu thì có thể dập nguội. Phương pháp dập tạo được cơ tính tốt và đạt năng suất cao.

8.1.3. Tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết dạng hộp

Tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết dạng hộp có ý nghĩa rất quan trọng bởi vì nó không những ảnh hưởng rất lớn đến công sức lao động khi chế tạo mà còn ảnh hưởng tới việc tiêu hao vật liệu. Vì vậy, khi thiết kế cần phải đảm bảo các yêu cầu về tính công nghệ của kết cấu như:

- Hộp phải có đủ độ cứng vững để khi gia công không bị biến dạng và có thể dùng chế độ cắt cao, đạt năng suất cao.

- Các bề mặt dùng làm chuẩn phải có đủ diện tích nhất định, phải cho phép thực hiện nhiều nguyên công khi dùng bề mặt đó làm chuẩn và phải cho phép thực hiện quá trình gá đặt nhanh.

- Các bề mặt cần gia công của hộp không được có vấu lồi, lõm, phải thuận lợi cho việc ăn dao, thoát dao. Kết cấu của các bề mặt phải tạo điều kiện cho việc gia công đồng thời bằng nhiều dao.

- Các lỗ trên hộp nên có kết cấu đơn giản, không nên có rãnh hoặc có dạng định hình, bề mặt lỗ không được đứt quãng. Các lỗ đồng tâm nên có đường kính giảm dần từ ngoài vào trong. Các lỗ nên thông suốt và ngắn.

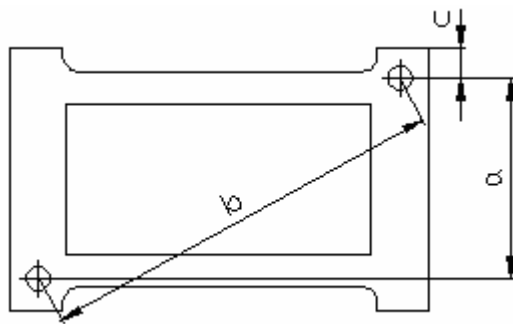
- Không nên bố trí các lỗ nghiêng so với mặt phẳng của các vách để khi gia công tránh hiện tượng dao khoan, khoét, doa bị ăn dao lệch hướng.
- Các lỗ kẹp chặt của hộp phải là các lỗ tiêu chuẩn.

8.1.4. Quy trình công nghệ gia công chi tiết dạng hộp

8.1.4.1. Chuẩn định vị để gia công chi tiết hộp:

Khối lượng để gia công chi tiết dạng hộp chủ yếu là gia công lỗ. Để gia công được các lỗ trên các bề mặt khác nhau của hộp ta cần tạo nên một chuẩn tinh thống nhất cho chi tiết hộp.

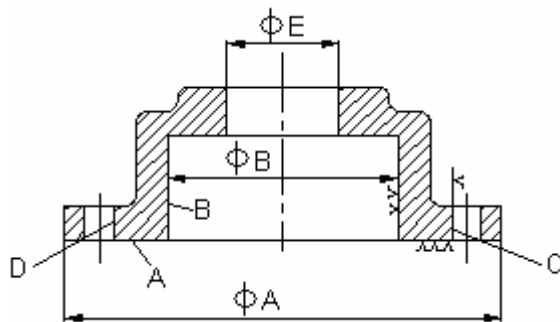
- Chuẩn đó thường là một mặt phẳng nào đó và hai lỗ chuẩn tinh phụ vuông góc với mặt phẳng đó. Hai lỗ chuẩn tinh phụ phải được gia công đạt đến độ chính xác cấp 7 và có khoảng cách càng xa càng tốt. (hình 8-1)



Hình 8-1

Phương pháp chọn chuẩn định vị trên chi tiết hộp

- Khi gia công hộp dạng mặt bích. Chọn chuẩn là mặt đầu A, lỗ chính B và một trong các lỗ xỏ bu lông (hoặc C, hoặc D). (hình 8-2)



Hình 8-2

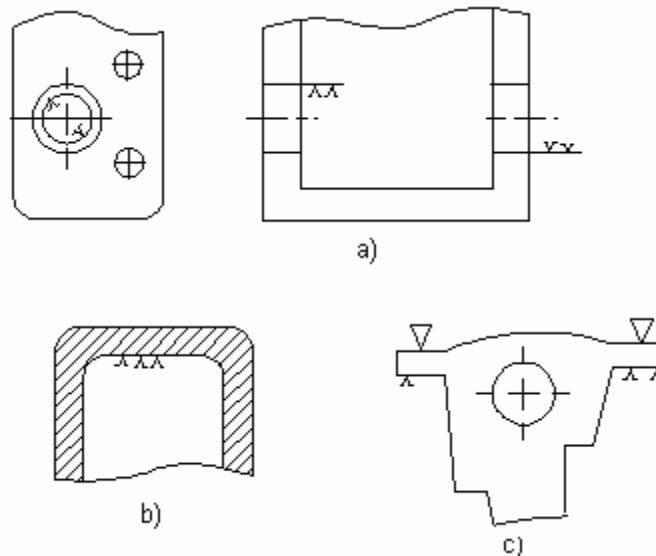
Chọn chuẩn định vị trên chi tiết hộp dạng mặt bích

Với sơ đồ gá đặt như trên cho phép gá đặt chi tiết qua nhiều nguyên công trên nhiều đồ gá, tránh được sai số tích lũy do việc đổi chuẩn gây nên.

Vì vậy đối với chi tiết hộp, nguyên công đầu tiên phải là gia công tạo mặt chuẩn (không kể nguyên công làm sạch và cắt đầu rút, đầu ngót của phôi).

Việc chọn chuẩn thô cho nguyên công này hết sức quan trọng vì nó ảnh hưởng đến lượng dư gia công và độ chính xác ở các nguyên công tiếp theo. Ở trường hợp này ta có thể dùng những phương án chọn chuẩn thô như sau:

- + Mặt thô của lỗ chính không chế 4 bậc tự do. (hình 8-3a)
- + Mặt thô không gia công ở bên trong không chế 3 bậc tự do. (hình 8-3b)
- + Mặt trên ở gờ vai không chế 3 bậc tự do. (hình 8-3c)



Hình 8-3

Sơ đồ định vị khi chọn chuẩn thô ở nguyên công đầu tiên

8.1.4.2. Trình tự gia công các bề mặt chủ yếu của hộp:

- Gia công mặt phẳng chuẩn và các lỗ chuẩn để làm chuẩn tinh thống nhất.
- Dùng mặt phẳng và hai lỗ định vị làm chuẩn thống nhất để lần lượt gia công các mặt còn lại như:
 - + Gia công các mặt phẳng còn lại.
 - + Gia công thô và bán tinh các lỗ lắp ghép.
 - + Gia công các lỗ không chính xác dùng để kẹp chặt.
 - + Gia công chính xác các lỗ lắp ghép.
 - + Tổng kiểm tra.

8.1.5. Biện pháp công nghệ thực hiện các nguyên công chính

8.1.5.1. Gia công mặt chuẩn:

Mặt để làm chuẩn cho gia công chi tiết dạng hộp gồm một mặt phẳng và hai lỗ chuẩn.

- Gia công mặt phẳng chuẩn. Tùy theo kích cỡ khác nhau và sản lượng của hộp mà có thể dùng các loại máy khác nhau để gia công, như máy phay, máy bào, máy tiện, máy chuốt, máy tổ hợp hoặc máy chuyên dùng.
- Gia công hai lỗ chuẩn. Thường được thực hiện trên máy khoan cần. Nếu ở sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối thì có thể dùng máy khoan nhiều trục hoặc máy chuyên dùng.

8.1.5.2. Gia công các mặt ngoài của hộp:

Tùy theo điều kiện và dạng sản xuất có thể dùng các phương pháp như bào, phay, tiện, mài, chuốt,....

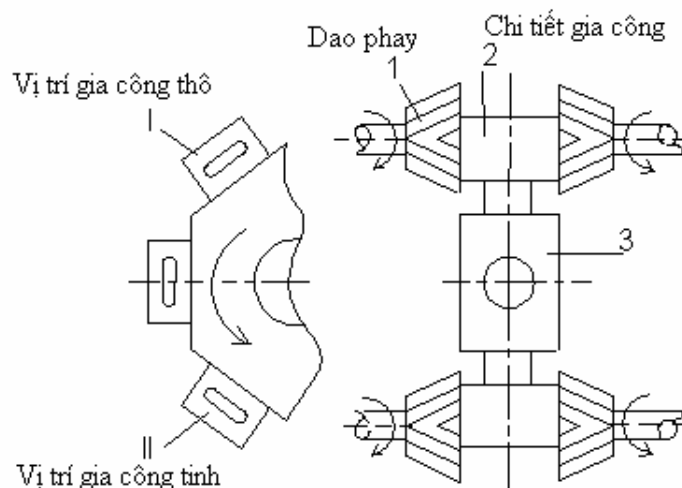
Trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ, thường dùng phương pháp bào vì đơn giản và rẻ tiền. Năng suất của bào tuy thấp nhưng có thể khắc phục bằng cách gá nhiều chi tiết gia công cùng một lúc.

Trong sản xuất hàng loạt vừa và lớn, việc gia công mặt ngoài có thể bằng phương pháp phay. Với hộp có kích thước nhỏ thì xếp nhiều chi tiết để gia công cùng một lúc. Hộp có kích thước lớn thì gia công mặt ngoài trên máy phay giường hoặc bào giường.

Trong sản xuất hàng khối thì đã và đang sử dụng phương pháp phay liên tục trên máy phay có bàn quay và máy phay có tang trống để gia công hai mặt phẳng song song cùng một lúc bằng hai dao.

Ngoài ra, hiện nay còn sử dụng rộng rãi cả phương pháp chuốt để gia công mặt phẳng của hộp. Những hộp có mặt ngoài và mặt trong tròn xoay được gia công trên máy tiện đứng.

Gia công tinh các mặt ngoài của hộp trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối được thực hiện trên máy mài, còn trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thường dùng phương pháp cạo.



Hình 8-4

Sơ đồ gia công mặt phẳng ngoài của hộp trên máy phay có bàn quay
Gia công mặt phẳng song song bằng 2 dao

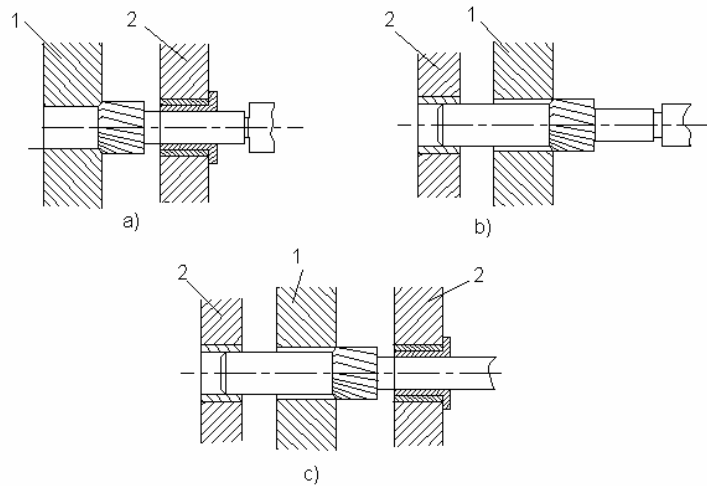
8.1.5.3. Gia công các lỗ lắp ghép:

Đối với các lỗ lắp ghép thì:

- Đường kính các lỗ cơ bản phụ thuộc vào kích thước của dao (dao định kích thước) hoặc phụ thuộc vào việc điều chỉnh kích thước của mũi dao lắp trên trục dao.

- Độ chính xác về khoảng cách tâm, độ song song và độ vuông góc giữa các đường tâm lỗ với nhau, cũng như các yêu cầu khác về vị trí của lỗ được đảm bảo bằng hai phương pháp sau:

- + Gia công các lỗ theo các bậc dẫn hướng trên đồ gá. (hình 8-5)



Hình 8-5

Sơ đồ định hướng dụng cụ khi doa lỗ chi tiết hộp

a) Định hướng phía trước b) Định hướng phía sau

c) Định hướng cả hai phía

1. Chi tiết gia công 2. Đồ gá

+ Gia công các lỗ theo phương pháp xác định vị trí bằng tọa độ nhờ các vạch kích thước trên máy.

Tùy vào từng dạng sản xuất mà các phương pháp trên được thể hiện bằng biện pháp cụ thể.

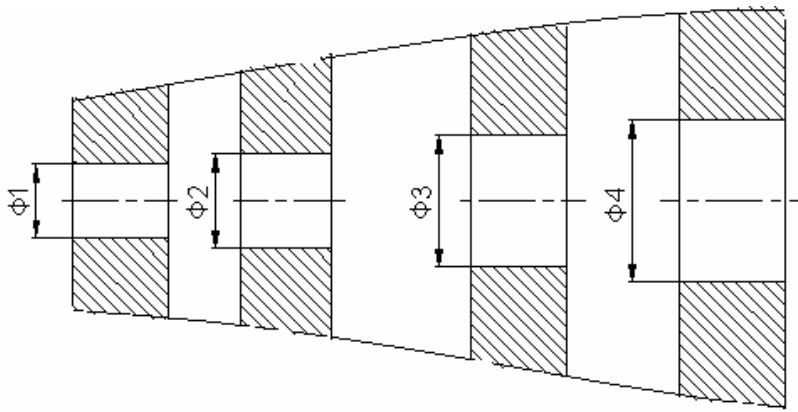
- Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối các lỗ lắp ghép được gia công trên máy doa, máy tổ hợp nhiều trục.
- Trong sản xuất hàng loạt các lỗ chính xác của hộp được gia công trên máy doa ngang, doa đứng.
- Trong sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc việc gia công lỗ hộp có thể thực hiện trên máy khoan cần hoặc máy doa đứng doa ngang. Khi cắt không cần bạc dẫn hướng mà sử dụng phương pháp rà gá để gia công từng lỗ một.

Nếu có nhiều lỗ đồng trục trên một hàng, có thể thực hiện gia công trên máy doa với biện pháp thích hợp. Để đảm bảo độ chính xác của hàng lỗ nên chia ra hai nguyên công thô và tinh.

Khi gia công thô, trước tiên gia công lỗ ngoài cùng ở một phía của hộp bằng trục dao công xôn. Sau đó gia công lỗ tiếp theo, làm như vậy cho đến khi xong một nửa số lỗ trên hàng lỗ đó. Quay bàn máy đi 180° để gia công các lỗ còn lại ở phía đối diện của hộp với biện pháp như các lỗ ở phía bên kia. Làm như vậy cho đến hết.

Khi gia công tinh, có thể tiến hành theo hai cách. Cách thứ nhất là gia công liên tục các lỗ bằng cách sử dụng các lỗ vừa gia công được để dẫn hướng cho việc gia công các lỗ tiếp theo. Cách thứ hai là lần lượt gia công hai lỗ ngoài của hai mặt ngoài cùng đối diện của hộp, sau đó dùng hai lỗ này để dẫn hướng cho dụng cụ cắt cho việc gia công các lỗ còn lại ở giữa.

Thí dụ, cần gia công 4 lỗ trên một hàng lỗ của chi tiết hộp như sau: (hình 8-6)



Hình 8-6
Sơ đồ các lỗ trên một hàng lỗ của hộp

- Gia công thô:

+ Bước 1: Gia công lỗ $\Phi 4$.

+ Bước 2: Gia công lỗ $\Phi 3$.

Sau đó, quay bàn máy để quay chi tiết 180° và tiếp tục gia công.

+ Bước 3: Gia công lỗ $\Phi 1$.

+ Bước 4: Gia công lỗ $\Phi 2$.

- Gia công tinh:

+ Nếu dùng cách thứ nhất, gia công lỗ $\Phi 4$ trước. Sau đó, dùng lỗ $\Phi 4$ (gắn bạc dẫn hướng) để dẫn trục dao gia công lỗ $\Phi 3$. Cứ như vậy, dùng lỗ $\Phi 3$ để định hướng gia công cho lỗ $\Phi 2$, dùng lỗ $\Phi 2$ để định hướng gia công lỗ $\Phi 1$.

+ Nếu dùng cách thứ hai, tiến hành gia công lỗ $\Phi 4$ trước. Sau đó, quay bàn máy để quay chi tiết 180° để gia công lỗ $\Phi 1$. Dùng hai lỗ $\Phi 4$ và $\Phi 1$ vừa gia công xong để dẫn hướng cho trục dao gia công các lỗ $\Phi 3$ và $\Phi 2$.

8.1.5.4. Gia công các lỗ kẹp chặt:

- Đối với các lỗ có cấp chính xác từ $12\div 10$ và $R_Z = 80\div 40$ thì chỉ cần khoan.

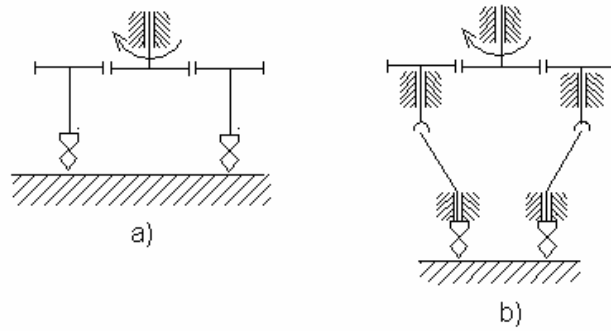
- Đối với các lỗ có cấp chính xác từ $10\div 9$ và $R_Z = 20$ thì sau khi khoan phải khoét, còn đối với lỗ qua khoan, khoét, doa chỉ áp dụng khi cấp chính xác đạt từ $7\div 8$.

Việc gia công các lỗ này tùy thuộc vào sản lượng để chọn biện pháp gia công.

+ Khi sản lượng ít, các lỗ được gia công trên máy khoan đứng hoặc khoan cần.

+ Trong sản xuất hàng loạt vừa các lỗ kẹp chặt được gia công trên máy khoan cần có lắp đầu Rovônve.

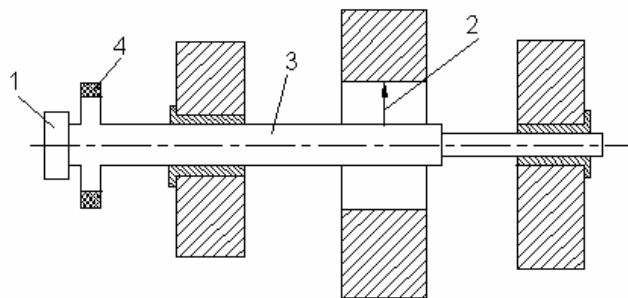
+ Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối đối với chi tiết cỡ vừa thì lỗ được gia công trên các máy khoan tổ hợp hoặc dùng đầu khoan nhiều trục.(hình 8-7)



Hình 8-7
Sơ đồ nguyên lý đầu khoan nhiều trục

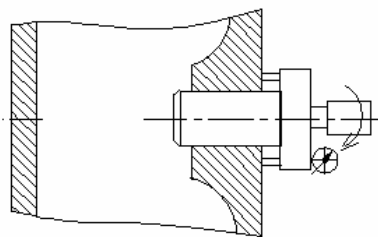
8.1.5.5. Kiểm tra hộp:

- Kiểm tra độ thẳng của các mặt phẳng.
- Kiểm tra hình dáng hình học của các lỗ.
- Kiểm tra độ đồng tâm giữa các lỗ.(hình 8-7)
- Kiểm tra độ song song và khoảng cách giữa các tâm lỗ.
- Kiểm tra độ vuông góc giữa tâm các lỗ.
- Kiểm tra độ vuông góc giữa đường tâm lỗ với mặt đầu.(hình 8-8)



Hình 8-7
Sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm của ba lỗ trên ba vách hộp.

Đồng hồ đo 1 liên hệ với mũi đo 2 nhờ hệ thống tay đòn. Khi quay tay quay 4 làm cho trục kiểm 3, đã gá trong hai lỗ của hộp, quay. Nhờ mũi đo 2 áp sát vào mặt lỗ và có liên hệ với đồng hồ so 1, có thể đọc được độ lệch tâm của lỗ giữa so với hai lỗ bên.



Hình 8-8
Kiểm tra độ vuông góc giữa tâm lỗ và mặt đầu.

8.2. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG CÀNG

8.2.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT

8.2.1.1. Đặc điểm:

Càng là một loại chi tiết có một hoặc một số lỗ cơ bản mà tâm của chúng song song với nhau hoặc tạo với nhau một góc nào đó.

Chi tiết càng thường có chức năng biến chuyển động thẳng của chi tiết này thành chuyển động quay của chi tiết khác. Ngoài ra chi tiết dạng càng còn dùng để thay đổi vị trí ăn khớp của các bánh răng.

8.2.1.2. Điều kiện kỹ thuật:

- Kích thước các lỗ cơ bản được gia công với độ chính xác cấp 7÷9, độ nhám bề mặt $R_a = 0,63 \div 0,32$.
- Độ không song song của các tâm lỗ cơ bản trong khoảng $0,03 \div 0,05$ mm trên 100 mm chiều dài.
- Độ không vuông góc của tâm lỗ so với mặt đầu trong khoảng $0,05 \div 0,1$ mm trên 100 mm bán kính.
- Độ không song song của các mặt đầu các lỗ cơ bản khác trong khoảng $0,05 \div 0,25$ mm trên 100 mm bán kính mặt đầu.
- Các rãnh then được gia công đạt cấp chính xác 8÷10 và độ nhám $R_z = 40 \div 10$ hay $R_a = 10 \div 2,5$.
- Các mặt làm việc của càng được nhiệt luyện đạt độ cứng 50÷55 HRC.

8.2.2. VẬT LIỆU VÀ CÁCH CHẾ TẠO PHÔI

Vật liệu để chế tạo các chi tiết dạng càng thường dùng là thép cacbon 20, 40, 45. Thép hợp kim có độ bền cao hoặc gang xám hay gang rèn.

Tùy vào điều kiện làm việc cụ thể mà ta chọn các loại phôi khác nhau. Các dạng phôi thường dùng là phôi rèn, phôi dập, phôi gang đúc, thép đúc,...

- Càng cỡ vừa và nhỏ nếu sản lượng ít thì dùng phương pháp rèn tự do, nếu sản lượng lớn thì dập, sau đó ép tinh trên máy ép để vừa tăng cơ tính vừa chống cong vênh cho càng.

- Càng loại lớn nếu sản lượng ít, chủ yếu là dùng phôi hàn, sản lượng nhiều hơn thì kết hợp dùng hàn và dập tấm.

- Phôi đúc dùng cho càng bằng gang, kim loại màu và cả bằng thép. Tùy theo điều kiện sản xuất và sản lượng mà có thể đúc trong khuôn cát, khuôn kim loại, khuôn mẫu chảy.

8.2.3. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU CỦA CÀNG

Đối với chi tiết dạng càng tính công nghệ có ý nghĩa quan trọng vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất và độ chính xác gia công. Vì vậy, khi thiết kế càng nên chú ý tới kết cấu của nó như:

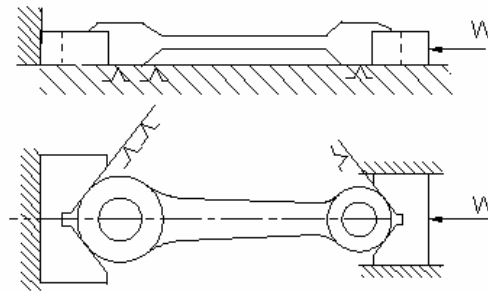
- Độ cứng vững của càng.
- Chiều dài của các lỗ cơ bản nên bằng nhau và các mặt đầu của chúng cùng nằm trên hai mặt phẳng song song với nhau là tốt nhất.
- Kết cấu của càng nên đối xứng qua một mặt phẳng nào đó. Đối với những càng có các lỗ vuông góc với nhau thì kết cấu phải thuận lợi cho việc gia công các lỗ đó.

- Kết cấu của cang phải thuận lợi cho việc gia công nhiều chi tiết cùng một lúc.
- Hình dáng của cang phải thuận lợi cho việc chọn chuẩn thô và chuẩn tinh thống nhất.

8.2.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CHI TIẾT DẠNG CANG

8.2.4.1. Chuẩn định vị gia công

Khi định vị chi tiết cang để gia công, cần phải đảm bảo vị trí tương đối giữa các bề mặt với nhau, của các lỗ với nhau và độ vuông góc giữa lỗ và mặt đầu của nó.



Hình 8-9
Sơ đồ gá đặt khi gia công mặt đầu
và lỗ cơ bản của thanh truyền.

Cang là loại chi tiết kém cứng vững, để tránh biến dạng chi tiết khi kẹp chặt thì điểm đặt của lực kẹp phải đặt vào các điểm tì hay gần các điểm tì.

8.2.4.2. Thứ tự gia công các nguyên công của cang

- Gia công mặt đầu.
- Gia công thô các vấu chuẩn phụ (nếu có).
- Gia công thô và tinh các lỗ cơ bản.
- Gia công các lỗ khác, các lỗ có ren.
- Cân bằng trọng lượng nếu cần.
- Kiểm tra.

8.2.5. BIỆN PHÁP THỰC HIỆN CÁC NGUYÊN CÔNG

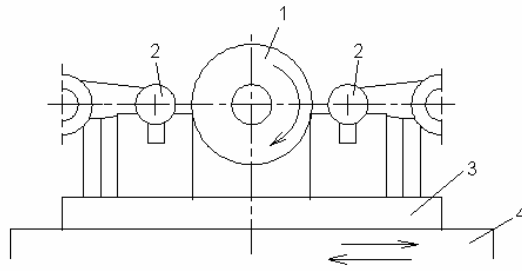
8.2.5.1. Gia công mặt đầu

Các mặt đầu của cang thường lồi lên có diện tích nhỏ rải rác. Các mặt đầu này thường dùng làm chuẩn cho các nguyên công khác vì vậy tùy vào các dạng sản xuất và điều kiện cụ thể ta có thể dùng các phương pháp gia công khác nhau như mài, phay, chuốt, tiện,...

Ngoài ra khi chọn phương pháp gia công còn phụ thuộc vào lượng dư gia công lớn hay nhỏ mà chọn phương pháp mài, phay hay chuốt.

Khi gia công mặt đầu của cang thì gia công từng mặt một hoặc hai mặt cùng một lúc. Để tăng năng suất khi gia công có thể dùng các đồ gá chuyên dùng.

Trường hợp cang có bề dày khác nhau thì gia công đầu lớn trước rồi gia công đầu nhỏ sau.



Hình 8-10

Sơ đồ kiểu chạy dao đi lại

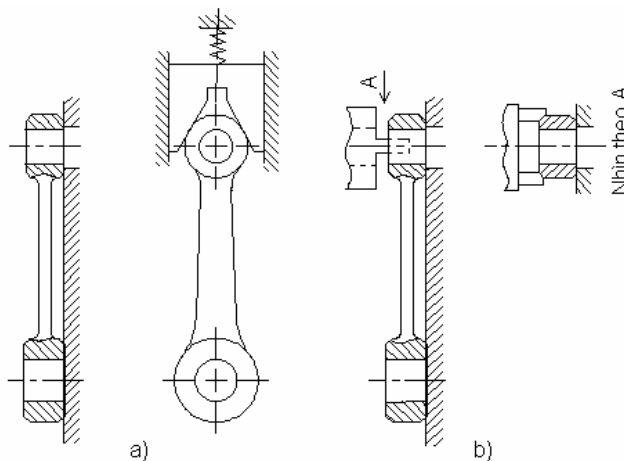
- | | |
|-------------|----------------------|
| 1. Dao phay | 2. Chi tiết gia công |
| 3. Đồ gá | 4. Bàn máy |

8.2.5.2. Gia công thô và tinh các lỗ trên càng

Các lỗ cơ bản của càng có yêu cầu chính xác bản thân cao vì nó lắp ghép với chi tiết khác. Nó cũng có yêu cầu chính xác về vị trí tương quan cũng như độ vuông góc với mặt đầu, độ song song của đường tâm các lỗ. Tùy theo sản lượng và điều kiện sản xuất mà có biện pháp gia công thích hợp.

- Trong sản xuất nhỏ, sản lượng ít với mọi cỡ của càng, lỗ cơ bản được gia công trên máy khoan đứng, khoan cần hoặc trên máy tiện, máy doa ngang bằng phương pháp lấy dấu rà gá.

- Trong sản xuất hàng loạt, sản lượng nhiều hơn, các lỗ cơ bản của càng được gia công trên máy khoan đứng, khoan cần hoặc máy khoan có đầu Rovônve bằng phương pháp tự động lấy kích thước nhờ bạc lắp trên phiên dẫn.



Hình 8-11

Sơ đồ định vị để gia công lỗ tiếp theo của càng.

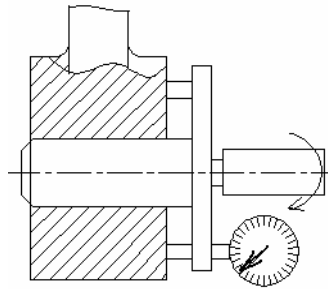
- a) Dùng khối V tùy động chống xoay.
- b) Dùng vấu côn chống xoay.

8.2.5.3. Gia công các lỗ có ren, lỗ để kẹp chặt

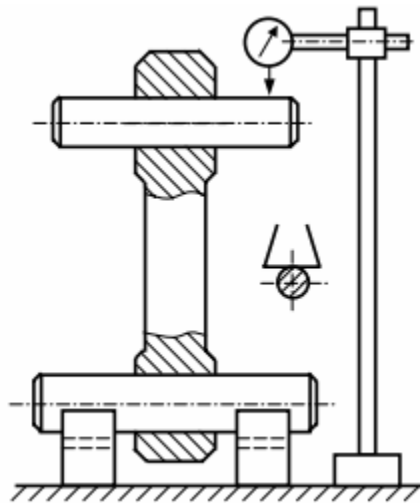
Thông thường các lỗ này có yêu cầu về độ chính xác không cao thường là cấp 10, thì dùng phương pháp khoan. Còn những lỗ yêu cầu độ chính xác cao hơn thì phải khoan, khoét, doa. Tùy theo sản lượng mà trên cơ sở của sơ đồ định vị thiết kế các đồ gá, các thiết bị có năng suất phù hợp.

8.2.5.4. Kiểm tra các chi tiết dạng cang

- Đường kính các lỗ cơ bản được kiểm tra bằng thước cặp, calip hoặc đồng hồ đo lỗ.
- Độ không song song giữa các đường tâm lỗ được kiểm tra bằng đồng hồ so với đồ gá.
- Độ vuông góc giữa lỗ và mặt đầu của cang được kiểm tra bằng đồ gá chuyên dùng và đồng hồ so.



Hình 8-12
Sơ đồ kiểm tra độ vuông góc
của lỗ và mặt đầu cang.



Hình 8-13
Sơ đồ kiểm tra độ không
song song của lỗ cang.

Ta cho hai trục kiểm vào hai lỗ cần kiểm tra độ không song song. Đặt trục kiểm ở lỗ lớn hơn lên hai khối V giống nhau, ở đầu kia được đỡ bằng một chốt định vị, chi tiết được định vị 5 bậc tự do khi kiểm tra.

Cho đồng hồ so đo một bên đầu trục kiểm, chỉnh đồng hồ so về số 0. Sau đó, cho đồng hồ sang đo ở đầu bên kia. Chỉ số trên đồng hồ so là độ không song song của hai lỗ cang.

Để thực hiện được chính xác việc đo, mũi dò của đồng hồ so phải dò đúng đường sinh trên cùng. Người ta sẽ thay mũi dò của đồng hồ so có dạng lưỡi ngang như một con dao tiện cắt đứt.

8.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG TRỤC

8.3.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT

8.3.1.1. Đặc điểm:

Các chi tiết dạng trục là loại chi tiết được dùng rất phổ biến trong ngành chế tạo máy. Chúng có bề mặt cơ bản cần gia công là mặt tròn xoay ngoài. Mặt này thường dùng làm mặt lắp ghép. Tùy theo kết cấu mà có thể chia các chi tiết dạng trục ra làm các loại sau:

- Trục trơn: trên suốt chiều dài của trục chỉ có một kích thước đường kính d .

Khi:

$L/d < 4$: trục trơn ngắn.

$L/d = 4 \div 10$: trục trơn thường.

$L/d > 10$: trục trơn dài.

- Trục bậc: trên suốt chiều dài L của trục có một số kích thước đường kính khác nhau. Trên trục bậc có thể còn có rãnh then, hoặc then hoa hoặc có ren.

- Trục rỗng: loại trục rỗng ở giữa có tác dụng giảm trọng lượng và cũng có thể làm mặt lắp ghép.

- Trục răng: là loại trục mà trên đó có các bánh răng liền trục.

- Trục lệch tâm: là loại trục có những cổ trục không cùng nằm trên một đường tâm như trục khuỷu.

8.3.1.2. Điều kiện kỹ thuật

- Kích thước đường kính các cổ lắp ghép yêu cầu cấp chính xác từ $7 \div 10$, trong một số trường hợp đạt cấp 5.

- Độ chính xác về hình dạng hình học như độ côn, độ ô van của các trục nằm trong giới hạn $0,25 \div 0,5$ dung sai đường kính cổ trục.

- Bảo đảm dung sai chiều dài mỗi bậc trục trong khoảng $0,05 \div 0,2$ mm.

- Độ đảo của các cổ trục lắp ghép không vượt quá $0,01 \div 0,03$ mm.

- Độ không song song của các rãnh then hay then hoa đối với tâm trục không vượt quá 0,01 mm trên 100 mm chiều dài.

- Độ nhám của các cổ trục lắp ghép đạt $Ra = 1,25 \div 1,16$, của các mặt đầu $RZ = 40 \div 20$ và bề mặt không lắp ghép $RZ = 80 \div 40$.

Về tính chất cơ lý của bề mặt trục như độ cứng bề mặt, độ thấm tôi tùy từng trường hợp cụ thể mà đặt điều kiện kỹ thuật.

Ngoài ra đối với một số trục làm việc với tốc độ cao còn có yêu cầu cân bằng tĩnh và cân bằng động.

8.3.2. VẬT LIỆU VÀ PHÔI CHẾ TẠO TRỤC

Vật liệu để chế tạo các chi tiết dạng trục thông thường là thép cacbon như thép 35, 40, 45; thép hợp kim như 40Cr, 40Mn, 50Mn... dùng cho trục chịu tải trọng lớn.

Đối với các trục đặc biệt như trục cán, trục khuỷu, trục chính máy cắt kim loại thường được chế tạo từ gang có độ bền cao, gang cầu vì những vật liệu này có tính chống mòn cao và giảm rung động tốt.

Khi chế tạo trục trơn thì tốt nhất là dùng phôi thanh. Với trục bậc có đường kính chênh nhau không lớn lắm thì dùng phôi cán nóng.

Trong sản xuất nhỏ và đơn chiếc, phôi của trục được chế tạo bằng cách rèn tự do hoặc rèn tự do trong khuôn đơn giản trên máy búa, đôi khi dùng phôi cán nóng. Phôi của trục lớn được chế tạo bằng cách rèn tự do hoặc hàn ghép từng phần lại.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, phôi của trục được chế tạo bằng dập nóng trên máy dập hoặc ép trên máy ép; với trục bậc có thể rèn trên máy rèn ngang hoặc bằng phương pháp đúc.

Đối với phôi trục bằng gang độ bền cao được chế tạo bằng phương pháp đúc. Phôi đúc cho phép giảm lượng dư và khối lượng gia công trong quá trình chế tạo.

8.3.3. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU CỦA TRỤC

Khi thiết kế chi tiết dạng trục cần phải chú ý đến các vấn đề sau:

- Các bề mặt trên trục có khả năng gia công được bằng các dao thông thường.
- Đường kính các cổ trục nên giảm dần về hai đầu.
- Giảm đường kính trục đến mức có thể mà vẫn đảm bảo mọi chức năng làm việc của nó.
- Nghiên cứu khả năng thay rãnh then kín bằng rãnh then hở để nâng cao năng suất gia công.
- Nghiên cứu khả năng gia công trục trên các máy thủy lực.
- Xem xét đến độ cứng vững của trục khi gia công.

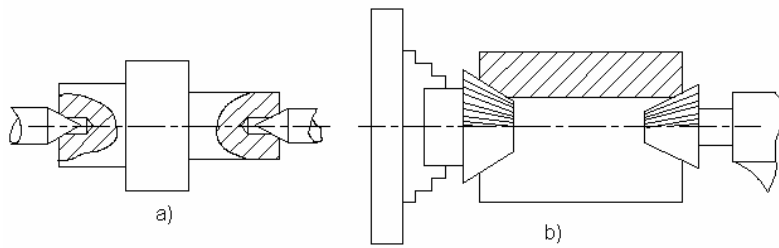
Ngoài ra cần chú ý là quy trình công nghệ chế tạo trục trơn khác hẳn trục bậc về tính đơn giản và tính kinh tế, vì vậy cần nghiên cứu khả năng thay trục bậc bằng trục trơn.

8.3.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CHI TIẾT DẠNG TRỤC

8.3.4.1. Chuẩn định vị:

Để đảm bảo độ đồng tâm giữa các cổ trục với nhau khi gia công, cần phải dùng chuẩn tinh thống nhất.

- Chuẩn cơ bản dùng để gia công chi tiết dạng trục là lỗ tâm.
- Đối với trục rỗng khi gia công tinh các mặt ngoài ta định vị bằng mặt trong lỗ đã được gia công để đảm bảo độ đồng tâm giữa mặt trong và mặt ngoài.
- Ngoài hai lỗ tâm cũng có thể lấy chuẩn là mặt ngoài của trục để gia công các mặt ngoài của các bậc trục khác, hoặc gia công các rãnh then, then hoa, mặt đầu cũng như các mặt khác trên trục.
- Ngoài ra để gia công trục có thể dùng chuẩn phôi hợp cả mặt ngoài và lỗ tâm.



Hình 8-14

Sơ đồ định vị trục bằng hai lỗ tâm trên hai mũi tâm.

a) Hai mũi tâm thường. b) Hai mũi tâm có khía nhám.

8.3.4.2. Thứ tự gia công các bề mặt và biện pháp công nghệ

❖ *Thứ tự gia công các bề mặt:*

a. Gia công chuẩn bị:

- Cắt đứt phôi.
- Khỏa mặt đầu và khoan lỗ tâm.

b. Gia công trước nhiệt luyện:

- Tiện thô và bán tinh các mặt trụ.
- Tiện tinh các mặt trụ, Nếu là trục rỗng thì sau khi tiện thô và bán tinh phải khoan và doa lỗ rồi mới gia công tinh mặt ngoài.
- Mài thô một số cổ trục để đỡ chi tiết khi phay.
- Nắn thẳng trục có $\Phi < 100$ và $L/D > 10$.
- Gia công các mặt định hình, rãnh then, rãnh chốt trên trục.
- Gia công các lỗ vuông góc hoặc làm thành một góc với đường tâm trục, gia công các mặt có ren, mặt không quan trọng.

c. Nhiệt luyện:

d. Nắn thẳng sau khi nhiệt luyện để khắc phục biến dạng.

e. Gia công tinh sau nhiệt luyện.

- Mài thô và tinh các cổ trục
- Mài thô và tinh các mặt định hình (nếu có).
- Đánh bóng.
- Tổng kiểm tra.

❖ *Biện pháp thực hiện các nguyên công chính:*

a. Khỏa mặt đầu và khoan lỗ tâm:

Đối với trục có $L > 120$ mm từ phôi dập hoặc phôi thanh thì dùng hai lỗ tâm để làm chuẩn định vị.

Tùy thuộc vào dạng sản xuất mà công việc này có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau như gia công trên máy tiện, phay, khoan hay các máy gia công chuyên dùng.

b. Tiện thô và tinh mặt trụ của các bậc trục:

Công việc tiện thô và tinh được thực hiện trên các loại máy như: máy tiện van năng, máy tiện có trang bị bàn dao chép hình thủy lực, máy bán tự động chép hình thủy lực, máy tiện một trục nhiều dao.

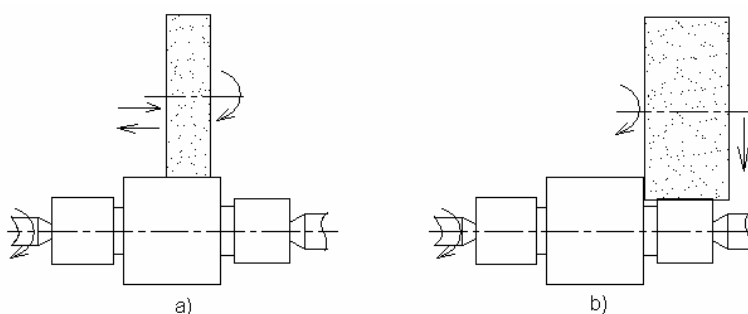
Tùy theo dạng sản xuất và kết cấu cụ thể mà chọn các phương pháp gia công thích hợp.

c. Mài thô và tinh các cổ trục:

Được thực hiện trên máy mài tròn ngoài với bước tiến dao dọc và ngang.

- Tiến dao ngang khi $l < 80$ mm và chiều dài trên đoạn gia công nhỏ hơn bề rộng của đá mài hoặc khi gia công các mặt định hình tròn xoay.

- Tiến dao dọc khi $l > 80$ mm.



Hình 8-15

Sơ đồ mài mặt trụ ngoài của trục trên máy mài tròn ngoài.

a) Tiến dao dọc.

b) Tiến dao ngang.

d. Gia công các mặt định hình:

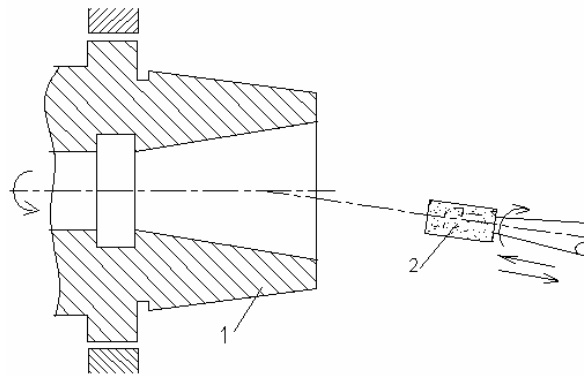
Các mặt định hình trên trục bao gồm các mặt có ren, bánh răng, then hoa, rãnh then, các mặt lệch tâm,... Để gia công các mặt này phải có biện pháp kỹ thuật thích hợp.

e. Gia công các lỗ chính xác dọc trục:

Ở một số loại trục như các trục chính của máy cắt kim loại và một vài chi tiết khác như nòng súng, thường có lỗ rỗng bên trong và trên đó có những bề mặt côn hoặc trụ đòi hỏi độ chính xác về kích thước cũng như độ đồng tâm so với mặt ngoài của trục. Vì vậy tùy theo dạng phôi mà chọn các phương pháp gia công thích hợp.

Nếu phôi đặc thì khoan lỗ sau đó gia công tinh bằng khoét, doa hay tiện trong. Sau khi có lỗ đã gia công tinh thì dùng lỗ định vị để gia công tinh mặt ngoài.

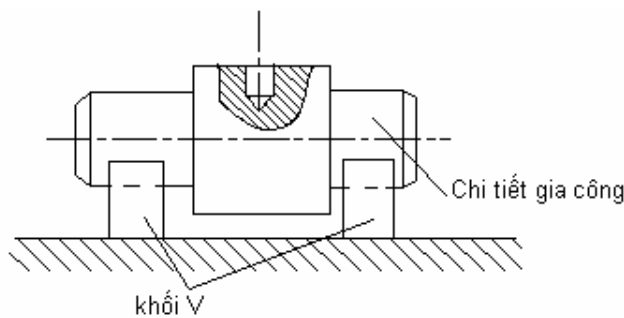
Nếu phôi đã có lỗ sẵn thì dùng chính ngay lỗ thô đó làm chuẩn (định vị trên hai mũi tâm khía nhám) để gia công thô các bậc ngoài của trục. Sau đó dùng mặt ngoài làm chuẩn tinh định vị để gia công lỗ.



Hình 8-16
Sơ đồ mài lỗ côn trên trục rỗng.
1) Trục gia công. 2) Đá mài.

f. Khoan lỗ vuông góc với đường tâm trục:

Để khoan lỗ thường dùng máy khoan, tùy theo kết cấu và điều kiện cụ thể gá đặt thích hợp để gia công.



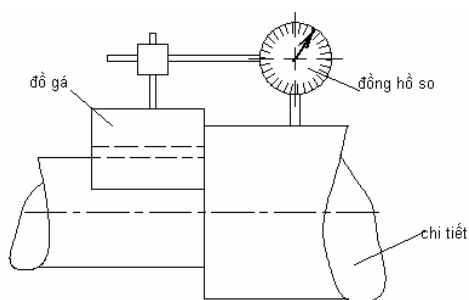
Hình 8-17
Sơ đồ định vị khoan lỗ vuông góc với tâm trục

g. Gia công tinh lần cuối:

Đối với các trục có độ chính xác thông thường thì chỉ cần mài tinh là đủ. Song đối với một số loại trục chính xác cao như trục chính của các loại máy cắt, trục khuỷu thì sau khi mài tinh các cổ trục, phải qua gia công tinh lần cuối bằng cách đánh bóng hoặc mài khôn hoặc mài siêu tinh xác.

h. Kiểm tra lại trục:

- Kiểm tra kích thước bao gồm kích thước đường kính và chiều dài các bậc trục, kích thước then, then hoa và ren trên trục,...
- Kiểm tra hình dạng hình học của các cổ trục.
- Kiểm tra vị trí tương quan giữa các bề mặt trục như:
 - + Độ dao động giữa các cổ trục.
 - + Độ song song của các then, then hoa.
 - + Độ đồng tâm giữa các cổ trục.



Hình 8-18
Sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm giữa hai cổ trục.

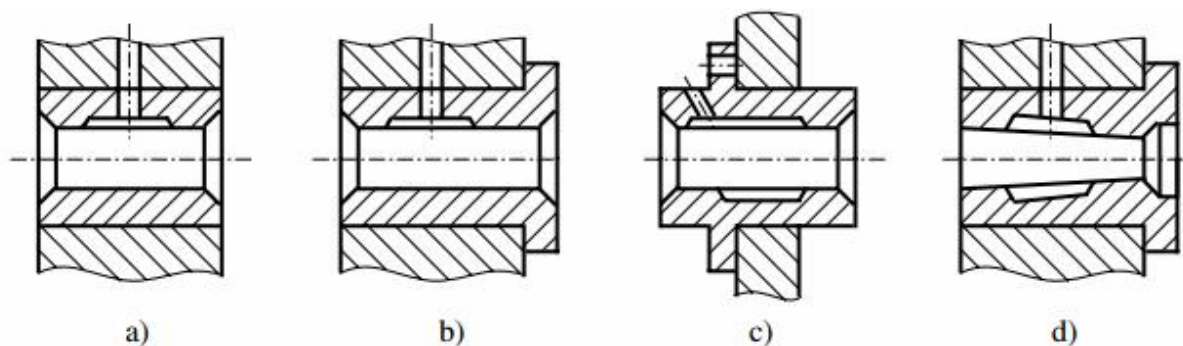
8.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG BẠC

8.4.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT

8.4.1.1. Đặc điểm:

Bạc là chi tiết được dùng rộng rãi trong ngành chế tạo máy. Đó là những chi tiết hình ống tròn, thành mỏng, mặt đầu có vai hoặc không có vai, mặt trong có thể trụ hoặc côn, bạc có thể nguyên hoặc xẻ rãnh, mặt làm việc của bạc có rãnh dầu, trên bạc có lỗ ngang để tra dầu.

Về mặt kết cấu có thể chia bạc ra các dạng sau:



Hình 8-19 – Một vài dạng kết cấu của bạc

- Loại bạc trơn không có gờ.
- Loại bạc có gờ hoặc mặt bích.
- Loại bạc có lỗ hình côn.
- Loại bạc có xẻ rãnh.
- Loại bạc có lát thêm lớp hợp kim chống mòn.
- Loại bạc mỏng có xẻ rãnh.

Đặc trưng quan trọng về kích thước của bạc là tỉ số giữa chiều dài và đường kính ngoài lớn nhất của chi tiết. Tỉ số đó nằm trong khoảng $0,5 \div 3,5$.

8.4.1.2. Điều kiện kỹ thuật:

- Đường kính mặt ngoài của bạc đạt cấp chính xác từ 7÷10.

- Đường kính lỗ đạt cấp chính xác 7, đôi khi cấp 10, đối với các lỗ bạc cần lắp ghép chính xác có thể yêu cầu cấp 5.

- Độ dày thành bạc cho phép sai lệch trong khoảng $0,03 \div 0,15$ mm.

- Độ đồng tâm giữa mặt ngoài và mặt lỗ bạc tùy từng điều kiện làm việc của bạc mà quy định cụ thể, thông thường độ không đồng tâm này lớn hơn 0,015mm.

- Độ không vuông góc giữa mặt đầu và đường tâm lỗ nằm trong khoảng $(0,1 \div 0,2\text{mm})/100\text{mm}$ bán kính. Với bạc chịu tải trọng theo chiều trục thì độ không vuông góc này từ $(0,02 \div 0,03\text{mm})/100\text{mm}$ bán kính.

- Độ nhám bề mặt thường cho:

+ Với bề mặt ngoài cần đạt $Ra=2,5$.

+ Với bề mặt lỗ tùy theo yêu cầu mà cho: $Ra=2,5 \div 0,63$, đôi khi $Ra=0,32$.

+ Với mặt đầu $RZ=40 \div 10$; $Ra=2,5$.

8.4.2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO PHÔI

Vật liệu thường dùng để chế tạo các chi tiết dạng bạc là thép, đồng thau, đồng đỏ, gang và các hợp kim đặc biệt khác. Ngoài ra còn dùng chất dẻo và gốm sứ để chế tạo một số bạc đặc biệt.

Việc chọn phôi để chế tạo các chi tiết dạng bạc, phụ thuộc vào điều kiện làm việc, hình dạng và sản lượng của nó, cụ thể là:

Với bạc có đường kính lỗ < 20 mm thường dùng thép thanh định hình và thép thanh cán nóng hoặc phôi đúc đặc với vật liệu là hợp kim đồng, gang.

Với bạc có đường kính lỗ > 20 mm thường dùng các phôi ống hoặc phôi đúc có lỗ sẵn. Thông thường đúc trong khuôn cát, làm khuôn bằng tay, khi sản lượng lớn có thể đúc ly tâm, đúc trong khuôn kim loại, đúc áp lực,...

Đối với bạc có thành mỏng và xẻ rãnh thường làm bằng đồng thau hoặc đồng đỏ, cũng có thể dùng các tấm kim loại cuộn lại.

Đối với bạc có yêu cầu làm việc suốt đời vì không thể thay thế được thì dùng hợp kim xốp, sau đó thấm dầu vào để trong quá trình làm việc nhiệt độ tăng lên dầu sẽ tự tiết ra.

Với những bạc làm bằng vật liệu sứ hoặc chất dẻo thường được làm bằng cách ép và sau đó thiêu kết. Những phôi ép và đúc áp lực đều có thể tạo sẵn được các lỗ có đường kính nhỏ tới 3mm hoặc nhỏ hơn nữa.

8.4.3. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU CỦA BẠC

Cũng như các chi tiết dạng khác, tính công nghệ trong kết cấu của bạc có ý nghĩa quan trọng đối với việc gia công để đạt các yêu cầu kỹ thuật cần thiết.

Đặc trưng quan trọng của bạc là tỉ số giữa chiều dài và đường kính ngoài lớn nhất của chi tiết. Tỉ số đó phải nằm trong giới hạn $0,5 \div 3,5$.

Phải chú ý đến kích thước lỗ của bạc, bởi vì cùng một đường kính gia công lỗ bao giờ cũng khó gia công hơn trục.

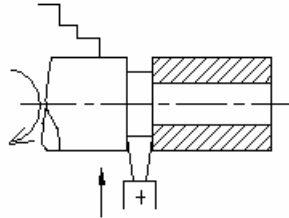
Bề dày thành bạc cũng không nên mỏng quá để tránh biến dạng khi gia công và nhiệt luyện.

8.4.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ KHI GIA CÔNG BẠC

8.4.4.1. Chuẩn định vị để gia công:

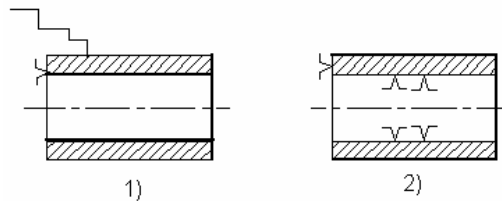
Để đảm bảo điều kiện kỹ thuật cơ bản của bạc là độ đồng tâm giữa mặt ngoài và mặt lỗ, độ vuông góc giữa đường tâm lỗ và mặt đầu của bạc. Ta có thể sử dụng các phương pháp sau:

- Gia công cả mặt ngoài, lỗ và mặt đầu trong cùng một lần gá.



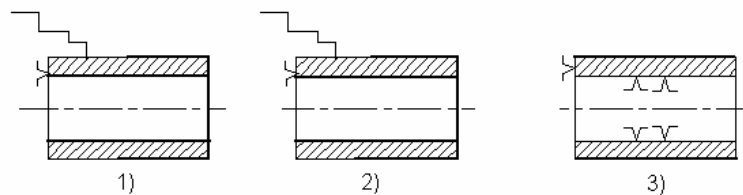
Hình 8-20
Gia công các mặt chính
của bạc trong cùng một lần gá.

- Gia công tất cả các mặt chính sau hai lần gá đặt hoặc là sau hai nguyên công trong đó có một lần định vị vào lỗ để gia công tinh mặt ngoài.



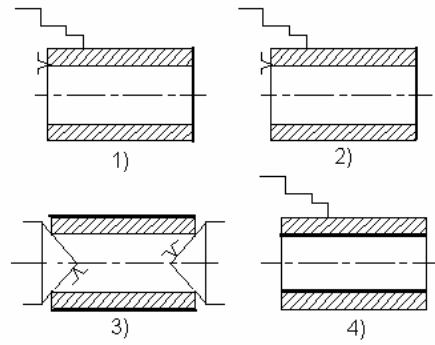
Hình 8-21
Gia công các mặt chính của bạc sau hai lần gá.
1. Gia công mặt trong và một mặt đầu.
2. Gia công mặt ngoài và một mặt đầu.

- Gia công tất cả các mặt chính sau ba lần gá đặt hoặc là sau ba nguyên công trong đó có một lần định vị vào lỗ để gia công tinh mặt ngoài.



Hình 8-22
Gia công các mặt chính sau ba lần gá
1. Gia công một phần mặt ngoài, một mặt đầu,
Gia công thô mặt trong.
2. Gia công nốt phần mặt ngoài và mặt đầu
còn lại, gia công tinh mặt trong.
3. Gia công tinh mặt ngoài.

- Gia công tất cả các mặt chính sau bốn lần gá đặt hay là sau bốn nguyên công trong đó có một lần định vị vào mặt ngoài để gia công tinh lỗ.



Hình 8-23

Gia công các mặt chính sau bốn lần gá.

1. Gia công một mặt đầu. 2. Gia công mặt đầu còn lại.
3. Gia công mặt ngoài. 4. Gia công mặt trong.

8.4.4.2. Trình tự gia công các bề mặt

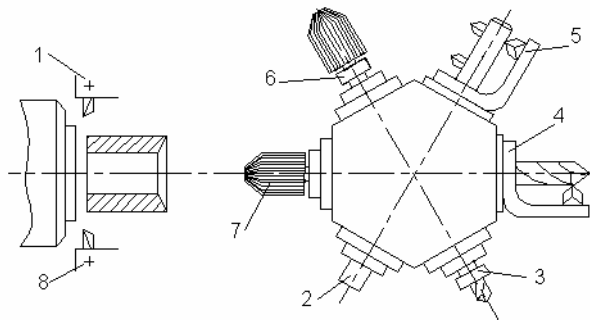
- Gia công các mặt chính của bạc.
- Khoan các lỗ phụ.
- Gia công các mặt định hình.
- Nhiệt luyện.
- Gia công các lỗ, các mặt ngoài.
- Đánh bóng các mặt yêu cầu có độ bóng cao.
- Kiểm tra.

8.4.5. BIỆN PHÁP THỰC HIỆN CÁC NGUYÊN CÔNG

8.4.5.1. Gia công mặt chính của bạc:

a. Các bạc chế tạo từ phôi thanh:

- Nếu sản lượng ít thì tiến hành gia công trên máy tiện vụn năng trong một lần gá qua các bước: xén đầu, khoan mũi, khoan lỗ, tiện trong, tiện ngoài, cắt đứt.
- Nếu sản lượng lớn, việc gia công các mặt chính của bạc được thực hiện trên máy Rovônve tự động một trục hoặc nhiều trục trong một lần gá qua các bước: xén mặt đầu, đẩy thanh tới cỡ tì, khoan lỗ, tiện mặt tròn ngoài, vát mép, doa thô, doa tinh và cắt đứt.



Hình 8-24

Sơ đồ gia công các mặt chính của bạc từ phôi thanh trên máy Rovônve.

1. Dao xén đầu. 2. Cữ tì. 3. Khoan chính. 4. Dao khoét lỗ, gia công thô ngoài.
5. Tiện rộng lỗ và tiện ngoài. 6. Doa thô. 7. Doa tinh. 8. Cắt đứt.

b. Các bạc chế tạo từ phôi ống:

Gia công giống như phôi thanh nhưng thay nguyên công khoan lỗ bằng khoét và doa lỗ.

c. Các bạc chế tạo từ phôi đúc hoặc rèn từng chiếc:

- Sản lượng ít với chi tiết cỡ lớn và vừa thì gia công trên máy tiện cắt, tiện đứng. Chi tiết cỡ nhỏ thì có thể gia công các mặt chính trên các máy tiện vạn năng thông thường.
- Sản lượng nhiều với chi tiết cỡ nhỏ và vừa, gia công các mặt chính trên các máy tiện một trục nhiều dao hay máy tiện nhiều trục nhiều dao.

8.4.5.2. Gia công các lỗ phụ:

Các lỗ phụ trên bạc thường là các lỗ để tra dầu, lỗ có ren để kẹp chặt với các chi tiết khác. Để gia công các lỗ bạc này, bạc được định vị bằng mặt ngoài và mặt đầu hoặc mặt trong và mặt đầu.

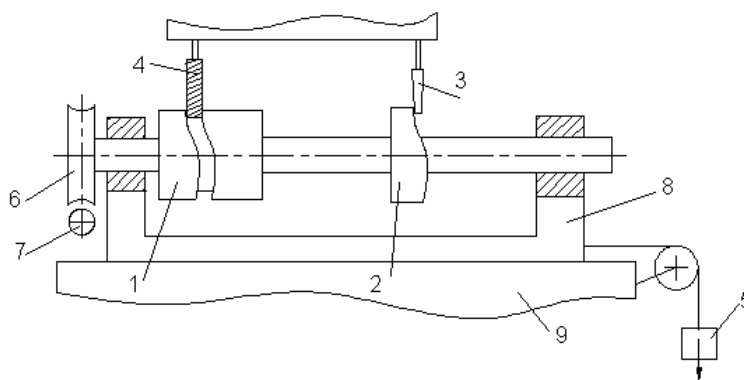
- Nếu sản lượng ít, lỗ được khoan trên máy khoan đứng với đồ gá có bạc dẫn hoặc khoan theo dấu.

- Nếu sản lượng nhiều có thể dùng máy khoan có đầu ro-vônve hoặc đầu khoan nhiều trục để gia công tất cả các lỗ cùng một lúc. Với chi tiết **cỡ** vừa, có thể gia công trên máy tổ hợp.

8.4.5.3. Gia công thô và tinh các mặt định hình trong và ngoài

Những mặt định hình này bao gồm các rãnh then, rãnh dầu, răng khía và rãnh then trong.

- Rãnh then: gia công trên máy xọc, chuốt.
- Rãnh then mặt ngoài: gia công bằng dao phay ngón trên máy phay đứng hoặc phay đĩa trên máy phay ngang.
- Rãnh dầu hoặc mặt định hình ở mặt trong được gia công bằng phương pháp chép hình.
- Răng khía trên bạc hay răng liên trục được gia công trên máy phay, bào, xọc, lăn răng.



Hình 8-25

Sơ đồ nguyên lý gá phay chép hình rãnh trên mặt ngoài của bạc.

1. Chi tiết gia công. 2. Đường chép hình. 3. Con lăn. 4. Dao phay ngón.
5. Đầu trục. 6, 7. Bộ truyền trục vít. 8. Thân đồ gá. 9. Bàn máy.

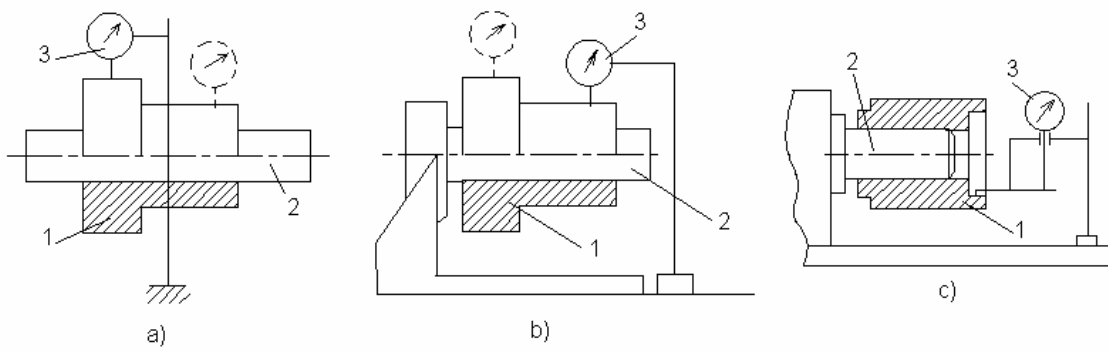
8.4.5.4. Gia công tinh các bề mặt sau khi tôi

Các bề mặt chính xác của bạc sau khi nhiệt luyện cần phải gia công tinh (thường là các mặt trong của bạc, cũng có khi là mặt ngoài). Để đảm bảo độ đồng tâm của các bề mặt, cần lấy mặt nọ làm định vị để gia công mặt kia.

Các bề mặt gia công tinh thường được thực hiện trên máy mài. Đối với chi tiết có đường kính lớn, khó gia công trên máy mài thì phải dùng loại dao hợp kim cứng hoặc kim cương để tiện mỏng trên máy tiện cắt, tiện đứng với các đồ gá thích hợp. Nếu bề mặt cần độ nhẵn bóng và chính xác cao hơn, thì có thể dùng phương pháp mài khô hoặc mài nghiền để gia công tinh lần cuối.

8.4.5.5. Kiểm tra bạc:

Các chi tiết bạc thường được kiểm tra các yếu tố về kích thước bản thân như đường kính ngoài, đường kính lỗ, chiều dài của bạc, chiều dày thành bạc, độ nhám bề mặt,....



Hình 8-26

Sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm giữa các bề mặt.

1. Chi tiết kiểm tra. 2. Trục tâm. Đồng hồ so.
a, b. Độ đồng tâm giữa mặt trong và ngoài.
c. Độ đồng tâm của hai lỗ bạc.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng hộp? Chuẩn định vị để gia công chi tiết dạng hộp?
2. Đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật đối với chi tiết dạng càng? Vật liệu và phôi chế tạo chi tiết dạng càng?. Biện pháp công nghệ gia công các bề mặt của càng?
3. Yêu cầu kỹ thuật và chuẩn định vị gia công đối với chi tiết dạng trục? Công nghệ chế tạo trục lệch tâm?
4. Phân loại và điều kiện kỹ thuật đối với chi tiết dạng bạc? Trình tự và phương án gia công các bề mặt của chi tiết dạng bạc?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Công nghệ Chế tạo Máy (tập 1 & 2) – Trần Doãn Sơn - Trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh.
- [2] Công nghệ Chế tạo Máy (tập 1 & 2) - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [3] Công nghệ Chế tạo Máy (tập 1 & 2) – Nhà xuất bản Khoa học & Kỹ thuật Hà Nội 1998

MỤC LỤC

Chương 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN	5
1.1. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT	5
1.1.1. Quá trình sản xuất	5
1.2.1. Quá trình công nghệ	5
1.2. CÁC THÀNH PHẦN CỦA QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ	5
1.2.1. Nguyên công	5
1.2.2. Gá	6
1.2.3. Vị trí	6
1.2.4. Bước	6
1.2.5. Đường chuyển dao	6
1.2.6. Động tác	7
1.3. CÁC DẠNG SẢN XUẤT VÀ HÌNH THỨC TỔ CHỨC SẢN XUẤT	7
1.3.1. Dạng sản xuất đơn chiếc	7
1.3.2. Dạng sản xuất hàng loạt	7
1.3.3. Dạng sản xuất hàng khối	8
1.4. QUAN HỆ GIỮA BIỆN PHÁP CÔNG NGHỆ VÀ QUI MÔ SẢN XUẤT TRONG VIỆC CHUẨN BỊ SẢN XUẤT	9
Chương 2: CHUẨN	11
2.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI	11
2.1.1. Định nghĩa	11
2.1.2. Phân loại chuẩn	11
2.2. QUÁ TRÌNH GÁ ĐẶT CHI TIẾT GIA CÔNG	13
2.2.1. Khái niệm về quá trình gá đặt chi tiết khi gia công	13
2.2.2. Các phương pháp gá đặt chi tiết khi gia công	14
2.3. NGUYÊN TẮC 6 ĐIỂM KHI ĐỊNH VỊ CHI TIẾT GIA CÔNG	15
2.3.1. Nguyên tắc 6 điểm	15
2.3.2. Ứng dụng nguyên tắc 6 điểm khi định vị chi tiết gia công	16
2.4. CÁCH TÍNH SAI SỐ GÁ ĐẶT	17
2.4.1 Sai số kẹp chặt	18
2.4.2 Sai số đồ gá	18
2.4.3 Sai số chuẩn	19
2.5. NHỮNG YÊU CẦU KHI CHỌN CHUẨN	23

2.5.1. Chọn chuẩn thô	23
2.5.2. Chọn chuẩn tinh	25
Chương 3: CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT MÁY	27
3.1. CÁC YẾU TỐ ĐẶC TRƯNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT	27
3.1.1. Tính chất hình học của bề mặt gia công	27
3.1.2. Tính chất cơ lý của bề mặt gia công	29
3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT TỚI KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY	29
3.2.1. Ảnh hưởng của độ nhấp nhô bề mặt	29
3.2.2. Ảnh hưởng của độ biến cứng	32
3.2.3. Ảnh hưởng của ứng suất dư	33
3.3. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ CÔNG NGHỆ ĐẾN KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY	33
3.3.1. Ảnh hưởng đến nhấp nhô bề mặt	33
3.3.2. Ảnh hưởng đến biến cứng bề mặt	36
3.3.3. Ảnh hưởng đến ứng suất dư bề mặt	37
Chương 4: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG	38
4.1 KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA	38
4.1.1 Khái niệm	38
4.1.2 Định nghĩa	38
4.2 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐẠT ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG TRÊN MÁY CÔNG CỤ	40
4.2.1. Phương pháp cắt thử từng kích thước riêng biệt	40
4.2.2. Phương pháp tự động đạt kích thước trên các máy công cụ đã điều chỉnh sẵn	41
4.3 CÁC NGUYÊN NHÂN SINH RA SAI SỐ GIA CÔNG	42
4.3.1 Ảnh hưởng do biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ	42
4.3.2. Ảnh hưởng của độ chính xác của Máy-Gá-Dao và tình trạng mòn của chúng đến độ chính xác gia công	50
4.3.3. Ảnh hưởng do biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ (MGDC) đến độ chính xác gia công	53
4.3.4. Ảnh hưởng do chọn chuẩn và gá đặt chi tiết gia công đến độ chính xác gia công	54
4.3.5. Ảnh hưởng do rung động đến độ chính xác gia công	55
4.3.6. Ảnh hưởng do phương pháp và dụng cụ đo đến độ chính xác gia công	55
4.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG	56

4.4.1. Phương pháp thống kê kinh nghiệm	56
4.4.2. Phương pháp thống kê xác suất	57
4.4.3. Phương pháp tính toán phân tích	58
4.4.5. ĐIỀU CHỈNH MÁY	60
4.5.1. Điều chỉnh tĩnh	60
4.5.2. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ calip làm việc của người thợ	62
4.5.3. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ dụng cụ đo vạn năng	63
Chương 5: ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG	67
5.1. CHỌN PHÔI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI	67
5.1. 1. Chọn phôi	67
5.1.2. Các phương pháp gia công chuẩn bị phôi	67
5.2. ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT	74
5.2.1. Tiện	74
5.2.2. Bào và xọc	81
5.2.3. Phay	84
5.2.4. Khoan, khoét, doa và tarô	92
a/. Khoan	92
b/. Khoét	94
c/. Doa	96
d /. Gia công ren bằng tarô.	98
5.2.5. Chuốt	98
5.2.6. Mài	102
a/. Mài tròn ngoài	102
b/. Mài tròn trong	103
c/. Mài phẳng	104
d. Mài khôn	105
e. Đánh bóng	107
f. Cạo	108
5.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TINH BẰNG BIẾN DẠNG ĐỀO	109
5.4. ĐẶC TRƯNG CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG PHI CỔ ĐIỆN	112
5.4.1. Đặc tính và khả năng công nghệ của các phương pháp gia công phi cổ điện	112
5.4.2. Phương pháp gia công bằng tia lửa điện	113

5.4.3. Phương pháp gia công bằng chùm tia lade	114
5.4.4. Gia công kim loại bằng siêu âm.....	115
5.4.5. Phương pháp gia công điện hóa	117
5.4.6. Mài điện hóa.....	119
Chương 6: THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT MÁY	122
6.1. Ý NGHĨA CỦA CÔNG VIỆC CHUẨN BỊ SẢN XUẤT	122
6.2. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT MÁY	122
6.2.1. Các tài liệu ban đầu	122
6.2.2. Trình tự thiết kế quy trình công nghệ	122
6.3. MỘT SỐ BƯỚC THIẾT KẾ CƠ BẢN	123
6.3.1. Kiểm tra tính công nghệ trong kết cấu chi tiết máy	123
6.3.2. Xác định lượng dư gia công, chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi	127
6.3.2.1. Xác định lượng dư gia công	127
6.3.2.2. Chọn phôi và phương pháp chế tạo phôi	139
6.3.3. Xác định trình tự gia công hợp lý	139
6.3.4. Thiết kế nguyên công	140
6.3.5. So sánh các phương án công nghệ	142
6.3.6. Tối ưu hóa quá trình cắt gọt	142
6.4. NĂNG SUẤT LAO ĐỘNG VÀ GIÁ THÀNH SẢN PHẨM	142
6.4.1 Năng suất lao động; Giá thành sản phẩm.....	142
6.4.2 Quan hệ giữa năng suất lao động và giá thành sản phẩm	143
Chương 7: ĐIỂN HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ VÀ CÔNG NGHỆ GIA CÔNG NHÓM.....	146
7.1. KHÁI NIỆM ĐIỂN HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ.....	146
7.2. PHÂN LOẠI CHI TIẾT GIA CÔNG	146
7.2.1 Phân loại dựa trên cơ sở chia các chi tiết gia công ra thành loại và kiểu	146
7.2.2 Phân loại các chi tiết theo hình thức gia công	151
7.2.3 Phân loại theo hệ thống đánh số.....	151
7.2.4 Phân loại theo từng ngành chế tạo máy	152
7.2.5 Phân loại chia nhỏ theo dạng gia công.....	153
7.3. KHÁI NIỆM VỀ GIA CÔNG NHÓM	154
7.4. NỘI DUNG PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG NHÓM	154

7.5 CÁC BƯỚC CẦN LÀM KHI GIA CÔNG NHÓM	155
7.5.1 Phân nhóm chi tiết gia công	155
7.5.2 Lập quy trình công nghệ gia công nhóm	157
7.5.3 Thiết kế đồ gá gia công nhóm	158
Chương 8: QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG MỘT SỐ CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH	160
8.1. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG HỘP	160
8.1.1. Những yêu cầu chủ yếu của chi tiết dạng hộp	160
8.1.2. Vật liệu và phương pháp chế tạo phôi	160
8.1.3. Tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết dạng hộp	161
8.1.4. Quy trình công nghệ gia công chi tiết dạng hộp	162
8.1.4.1. Chuẩn định vị để gia công chi tiết hộp	162
8.1.4.2. Trình tự gia công các bề mặt chủ yếu của hộp	163
8.1.5. Biện pháp công nghệ thực hiện các nguyên công chính	163
8.1.5.1. Gia công mặt chuẩn	163
8.1.5.2. Gia công các mặt ngoài của hộp	164
8.1.5.3. Gia công các lỗ lắp ghép	164
8.1.5.4. Gia công các lỗ kẹp chặt	166
8.1.5.5. Kiểm tra hộp	167
8.2. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG CÀNG	168
8.2.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT	168
8.2.1.1. Đặc điểm	168
8.2.1.2. Điều kiện kỹ thuật	168
8.2.2. VẬT LIỆU VÀ CÁCH CHẾ TẠO PHÔI	168
8.2.3. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU CỦA CÀNG	168
8.2.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CHI TIẾT DẠNG CÀNG	169
8.2.4.1. Chuẩn định vị gia công	169
8.2.4.2. Thứ tự gia công các nguyên công của cang	169
8.2.5. BIỆN PHÁP THỰC HIỆN CÁC NGUYÊN CÔNG	169
8.2.5.1. Gia công mặt đầu	169
8.2.5.2. Gia công thô và tinh các lỗ trên cang	170
8.2.5.3. Gia công các lỗ có ren, lỗ để kẹp chặt	170
8.2.5.4. Kiểm tra các chi tiết dạng cang	171
8.3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG TRỤC	172
8.3.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT	172

8.3.1.1. Đặc điểm	172
8.3.1.2. Điều kiện kỹ thuật	172
8.3.2. VẬT LIỆU VÀ PHÔI CHẾ TẠO TRỤC	173
8.3.3. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU CỦA TRỤC	173
8.3.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CHI TIẾT DẠNG TRỤC	173
8.3.4.1. Chuẩn định vị	173
8.3.4.2. Thứ tự gia công các bề mặt và biện pháp công nghệ	174
8.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG CHI TIẾT DẠNG BẠC	177
8.4.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ ĐIỀU KIỆN KỸ THUẬT	177
8.4.1.1. Đặc điểm	177
8.4.1.2. Điều kiện kỹ thuật	177
8.4.2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO PHÔI	178
8.4.3. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU CỦA BẠC	178
8.4.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ KHI GIA CÔNG BẠC	179
8.4.4.1. Chuẩn định vị để gia công	179
8.4.4.2. Trình tự gia công các bề mặt	180
8.4.5. BIỆN PHÁP THỰC HIỆN CÁC NGUYÊN CÔNG	180
8.4.5.1. Gia công mặt chính của bạc	180
8.4.5.2. Gia công các lỗ phụ	181
8.4.5.3. Gia công thô và tinh các mặt định hình trong và ngoài	181
8.4.5.4. Gia công tinh các bề mặt sau khi tôi	182
8.4.5.5. Kiểm tra bạc	182
TÀI LIỆU THAM KHẢO	183
MỤC LỤC	184