

CHƯƠNG 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1 Khái niệm về quá trình hình thành sản phẩm cơ khí

1.1.1 Khái niệm về sản phẩm cơ khí

Trong quá trình sản xuất kinh doanh và dịch vụ các mặt hàng cơ khí, sản phẩm cơ khí có thể là những chi tiết kim loại thuần túy hoặc một cụm máy được lắp ghép từ những chi tiết kim loại và phi kim loại hay một máy hoàn chỉnh để đáp ứng một nhu cầu sử dụng nào đó.

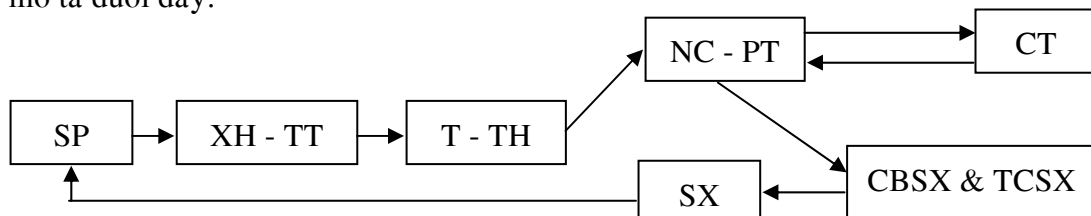
Ví dụ: Nhà máy sản xuất phụ tùng máy nổ, sản phẩm cơ khí ở đây có thể là Piston, xéc măng, thanh truyền v.v... hay nhà máy sản xuất ổ bi thì sản phẩm cơ khí là ổ bi được lắp ghép từ các chi tiết kim loại như vòng bi, viên bi v.v... Còn bộ phận phi kim loại ở đây có thể là vòng cách được chế tạo từ nhựa v.v...

Sản phẩm cơ khí có thể là máy móc thiết bị hoàn chỉnh. *Ví dụ:* Nhà máy sản xuất máy công cụ (máy tiện, máy phay v.v...)

Cũng như bất kỳ sản phẩm nào khác, sản phẩm cơ khí được sản xuất nhằm đáp ứng nhu cầu nào đó mà xã hội và thị trường yêu cầu.

1.1.2 Mô hình hình thành sản phẩm cơ khí

Quá trình hình thành sản phẩm cơ khí được nhận thức rõ qua việc phân tích mối quan hệ mô tả dưới đây:



Ghi chú:

SP:	Sản phẩm
XH – TT:	Xã hội – Thị trường
T – TH:	Tiếp thị
NC – PH:	Nghiên cứu – Phát triển
CT:	Chế thử
CBSX và TCSX:	Chuẩn bị sản xuất và tổ chức sản xuất.
SX:	Sản xuất

Tiếp thị: là bộ phận rất quan trọng, đầu mối giao tế giữa cung và cầu, có các nhiệm vụ:

- Chào và bán hàng.
- Nắm bắt thị hiếu của khách hàng đối với sản phẩm công ty, xí nghiệp đang sản xuất.

- Dự báo về nhu cầu phát triển về số lượng, chất lượng và những yêu cầu khác.
- Kích thích tạo ra nhu cầu chính đáng mới, qua đó tạo thị trường mới. Ở đây một vấn đề cần quan tâm là nhu cầu không phải có sẵn mà phải qua quảng cáo, dùng thử.

Hiện nay để chiếm lĩnh thị trường rất nhiều công ty đã không ngừng phát triển mạnh về quảng cáo – tiếp thị, đặc biệt là các công ty liên doanh, sản phẩm có thể là mới hoặc truyền thống.

Nghiên cứu – Phát triển: là một khâu rất quan trọng có sức mạnh khoa học – công nghệ đủ hoàn thành các công việc:

- Nghiên cứu cải tiến sản phẩm đang sản xuất.
- Nghiên cứu sản xuất những sản phẩm mới do thị trường yêu cầu.
- Nghiên cứu các công nghệ mới đang ứng dụng vào lĩnh vực sản xuất của các xí nghiệp.

Bộ phận nghiên cứu – phát triển luôn gắn liền với khâu tiếp thị và chế thử để từ đó cải tiến không ngừng sản phẩm của mình về mọi mặt: chất lượng và mẫu mã để ngày càng chiếm lĩnh được thị trường trong nước và xuất khẩu .

Ở những hãng hoặc công ty lớn, tỷ lệ đầu tư cho bộ phận nghiên cứu – phát triển rất lớn, nhất là đầu tư về lực lượng kỹ thuật, trang thiết bị v.v... Chính từ bộ phận này, những thành tựu mới về công nghệ đã được nghiên cứu và ứng dụng, góp phần phát triển hãng và góp phần phát triển khoa học – công nghệ cho từng giai đoạn phát triển của xã hội.

Chế thử: Bất cứ công ty, xí nghiệp sản xuất nào muốn phát triển và cải tiến mặt hàng của mình đều phải có bộ phận chế thử. Bộ phận này mục đích kiểm nghiệm về mặt nguyên lý, kết cấu và chất lượng làm việc của thiết bị. Từ thực tế làm việc của thiết bị chế thử chúng ta sẽ tiến hành những thay đổi về các mặt như nguyên lý, kết cấu, vật liệu v.v... để thỏa mãn điều kiện tối ưu. Bộ phận chế thử cần thiết được trang bị đầy đủ máy móc cũng như các phương tiện kiểm tra, đánh giá chất lượng. Cán bộ kỹ thuật cũng như công nhân phải có kiến thức thực tế và tay nghề cao. Có đủ năng lực để thực hiện nhanh chóng những sản phẩm mới do bộ phận nghiên cứu phát triển yêu cầu.

Chuẩn bị sản xuất và tổ chức sản xuất: Đây là công đoạn quan trọng nhất của quá trình sản xuất sản phẩm. Chuẩn bị sản xuất bao gồm: chuẩn bị về thiết kế và chuẩn bị về công nghệ.

- *Chuẩn bị về thiết kế:* Công việc này thường thuộc bộ phận NC – PT. 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.

Từ bản vẽ thiết kế kết cấu đến lúc ra sản phẩm cụ thể là một quá trình phức tạp, chịu tác động của nhiều yếu tố khách quan và chủ quan làm cho sản phẩm cơ khí sau khi chế tạo có sai lệch so với bản thiết kế kết cấu. Như vậy khi chuẩn bị công nghệ chế tạo cần chú ý khống chế sai lệch đó trong phạm vi cho phép.

Công nghệ chế tạo máy là một lĩnh vực khoa học kỹ thuật có nhiệm vụ nghiên cứu, thiết kế và tổ chức thực hiện quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí đạt các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật nhất định trong điều kiện quy mô sản xuất cụ thể. Một mặt công nghệ chế tạo máy lý thuyết phục vụ cho công việc chuẩn bị về công nghệ có hiệu quả nhất. Mặt khác nó nghiên cứu các quá trình hình thành các bề mặt chi tiết và lắp ráp chúng thành sản phẩm.

1.2 Quá trình sản xuất và quá trình công nghệ

1.2.1 Quá trình sản xuất

Quá trình sản xuất là quá trình con người tác động vào tài nguyên thiên nhiên để biến nó thành sản phẩm phục vụ cho lợi ích của con người.

Quá trình sản xuất trong nhà máy cơ khí là tập hợp các hoạt động có ích để biến nguyên vật liệu hay bán thành phẩm thành sản phẩm. Ví dụ, sản phẩm cơ khí thì phải qua khai thác quặng, luyện kim, chế tạo phôi, gia công cơ khí, gia công nhiệt hóa, kiểm tra, lắp ráp và hàng loạt các quá trình phụ như: vận chuyển, chế tạo dụng cụ, bảo quản, sửa chữa thiết bị, chạy thử, điều chỉnh, sơn, bao bì đóng gói .v.v...

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

1.2.3 Các thành phần của quy trình công nghệ

a) 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.

Ví 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 C ngay, đó là một nguyên công.

- Phương án 2: Tiện đầu B cho 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 cũng là 2 nguyên công.

Nguyên công là đơn vị cơ bản của quá trình công nghệ để hoạch 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 hai nguyên công thô và tinh cho hai máy, máy gia công thô và máy gia công chính xác (vì máy gia công chính xác đắt tiền hơn máy gia công thô).

b) Gá

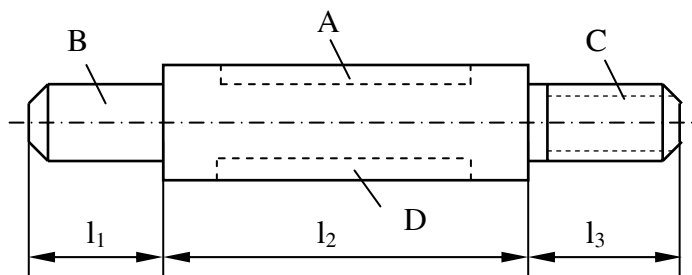
Là một phần của nguyên công được hoàn thành trong một lần gá đặt chi tiết (một lần kẹp chặt). Một nguyên công có thể có một hay nhiều lần gá.

Ví dụ: Tiện một đầu rồi trở đầu kia (hình 1.1) để tiện là hai lần gá.

c) 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 cắt.

Cùng ở hình 1.1 nếu dùng ụ phân độ để gá đặt chi tiết khi phay rãnh then, thì sẽ có hai vị trí khi phay hai rãnh A, D. Như vậy một lần gá có thể có một hoặc nhiều vị trí.



Hình 1-1 Tiện trục bậc

d) 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 ba yếu tố trên là ta đã chuyển qua bước khác.

Ví dụ : Trên hình 1.1, khi ta sử dụng phương án một 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 một, tiện đầu C là bước hai.

e) Đường chuyển dao

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

Ví dụ: Khi tiện đầu B của trục, do lượng dư quá lớn ta phải cắt hai lần với n, s, t như nhau, đó là hai 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.

f) Động tác

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

1.3 Hình thức tổ chức sản xuất và dạng sản xuất

1.3.1 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 v.v...

1.3.2 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 số lượng và chủng loại sản phẩm;

- Tính lặp lại của quá trình sản xuất;
- Mức độ chuyên môn hóa trong sản xuất.

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

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

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 gổĩ đầu kế hoạch (10 ÷ 20 %);
 α - Số phần trăm phế phẩm cho phép ($\leq 3\%$)

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

a) 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.

b) Dạng sản xuất hàng loạt

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

Tùy theo sản lượng và mức độ ổn định 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.

c) 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 chuyên 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 hoá và tự động hoá 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.

$$t_n = T / N$$

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:

$$Tnc_i = Kt_n$$

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 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 cập trong xã hội.

CHƯƠNG 3

CƠ SỞ LÝ THUYẾT CẮT GỌT KIM LOẠI

3.1 Khái niệm chung

Hiện nay có rất nhiều phương pháp để gia công kim loại: Đúc, rèn, cán, hàn ... song các phương pháp này cơ bản là tạo phôi hoặc các sản phẩm thô sơ, thường độ chính xác và độ bóng không cao.

Để nâng cao độ bóng và độ chính xác của các chi tiết theo yêu cầu kỹ thuật thì phải tiến hành gia công bằng cắt gọt kim loại.

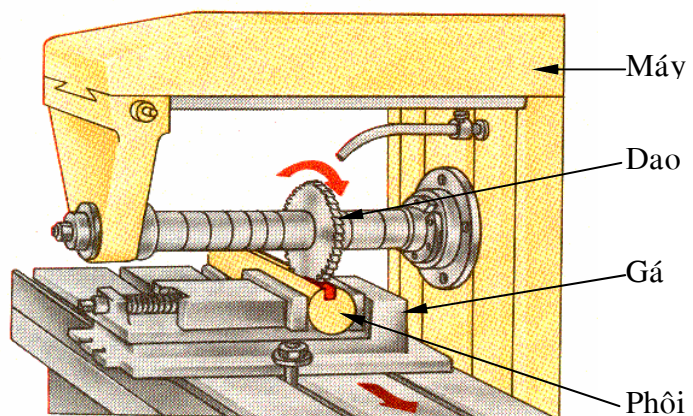
Gia công kim loại bằng cắt gọt (còn gọi gia công cơ có phoi) tức là bóc đi lớp “kim loại thừa” để tạo nên hình dáng chi tiết phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của chi tiết.

Hiện nay tuy đã xuất hiện nhiều phương pháp gia công mới nhưng các phương pháp: tiện, phay, bào, khoan, khoét, doa, chuốt, mài ... vẫn là các phương pháp cơ bản để cắt gọt kim loại.

Hệ thống thiết bị dùng để hoàn thành nhiệm vụ cắt gọt được gọi là hệ thống công nghệ, bao gồm: Máy – Đồ gá – Dao – Chi tiết. Ví dụ trong hình 3.1:

- Máy có nhiệm vụ cung cấp năng lượng cần thiết cho quá trình cắt gọt.
- Đồ gá có nhiệm vụ xác định và giữ vị trí tương quan chính xác giữa dao, máy và chi tiết gia công trong suốt quá trình gia công chi tiết.
- Dao có nhiệm vụ trực tiếp cắt bỏ lớp “kim loại thừa” ra khỏi chi tiết nhờ năng lượng của máy cung cấp thông qua các chuyển động tương đối.
- Chi tiết gia công là đối tượng của quá trình cắt gọt. Mọi kết quả của quá trình cắt đều được phản ánh lên chi tiết gia công.

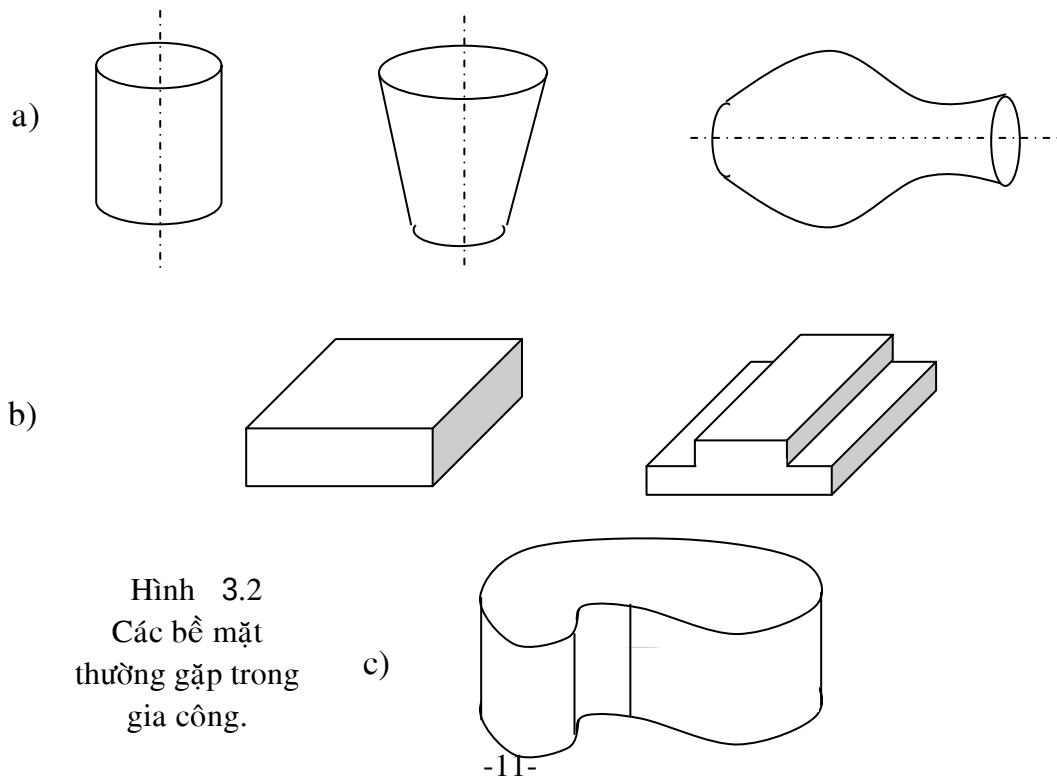
Mỗi phương pháp gia công đều dùng máy, dao và các chuyển động của chúng khác nhau, nên tạo ra các quỹ đạo chuyển động tương đối khác nhau và kết quả hình thành các bề mặt chi tiết khác nhau.



Hình 3.1 Hệ thống M-G-D-P

3.1.1 Các bề mặt thường gặp trong chi tiết máy

Trong gia công cơ khí, các bề mặt chi tiết gia công thường gặp có thể chia ba dạng chính:



Hình 3.2
Các bề mặt
thường gặp trong
gia công.

- Dạng bề mặt tròn xoay: mặt trụ, mặt côn, mặt ren, mặt định hình (hình 3.2a);
- Dạng mặt phẳng hoặc profil tạo nên bởi các mặt phẳng (hình 3.2b);
- Dạng mặt đặc biệt: cam đĩa ... (hình 3.2c).

3.1.2 Các chuyển động tạo hình bề mặt

Chuyển động tạo hình bao gồm mọi chuyển tương đối giữa dao và phôi, trực tiếp tạo ra bề mặt gia công.

Để tạo ra các bề mặt gia công, máy phải truyền cho các cơ cấu chấp hành của máy các chuyển động tương đối. Chuyển động tương đối này phụ thuộc vào bề mặt gia công. Vì vậy cần nghiên cứu các chuyển động tương đối để tạo ra bề mặt, dựa vào đó để thiết kế ra dao và máy. Số chuyển động tạo hình có thể 1 (như chuốt: hình 3.3a), 2 (như tiện, bào, xọc: hình 3.3b, phay: hình 3.3c), 3 (như lăn răng: hình 3.3d). Các chuyển động này (dù phức tạp) đều có thể quy về những chuyển động (đơn giản) của một vài cơ cấu nguyên thủy có chuyển động quay tròn và tịnh tiến.

Trong cắt gọt kim loại, các chuyển động chia thành các chuyển động sau:

- Chuyển động cắt chính: Là chuyển động cơ bản để tạo ra phôi cắt, chuyển động tiêu hao năng lượng cắt lớn nhất (chuyển động 1 – Hình 3.3). Chuyển động cắt chính có thể tịnh tiến, nhưng cũng có thể quay.

- Chuyển động chạy dao: Là chuyển động cần thiết để tiếp tục tạo ra phôi cắt (chuyển động 2 – Hình 2.3). Chuyển động chạy dao có thể tịnh tiến, nhưng cũng có thể quay.

- Chuyển động phụ: Bao gồm các chuyển động như đưa dao vào, lùi dao ra, chạy dao về cắt lần hai ...

Ví dụ:

- Khi chuốt (hình 2.3a) chuyển động cắt chính là chuyển động tịnh tiến (1) của dao, không có chuyển động chạy dao.

- Khi tiện (hình 2.3b) chuyển động cắt chính là chuyển động quay tròn (1) của chi tiết, chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến (2) của dao. Khi bào và xọc (hình 2.3b) chuyển động cắt chính là chuyển động tịnh tiến khứ hồi (1) của dao, chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến (2) của bàn máy mang chi tiết.

- Khi phay (hình 2.3c) chuyển động cắt chính là chuyển động quay tròn (1) của dao, chuyển động chạy dao là chuyển động tịnh tiến (2) của bàn máy mang chi tiết.

- Khi phay bánh răng (hình 2.3d) ngoài chuyển động cắt chính (1) – chuyển động quay của dao, chuyển động chạy dao (2) – chuyển động tịnh tiến của dao, còn chuyển động chạy dao (3) – chuyển động quay của phôi (theo nguyên lý bao hình).

a) Chuyển động cắt chính và vận tốc cắt

Để đặc trưng cho chuyển động chính, ta sử dụng hai đại lượng:

- Vận tốc cắt v (tại một điểm) hay còn gọi tốc độ cắt: Là lượng dịch chuyển tương đối giữa lưỡi cắt và chi tiết gia công trong một đơn vị thời gian.

- Số vòng quay n (hoặc số hành trình kép) trong đơn vị thời gian.

Đối với tiện, tốc độ cắt là tốc độ tổng hợp của tốc độ vòng của chi tiết gia công và tốc độ của chuyển động chạy dao. Tuy nhiên trong thực tế vì tốc độ của chuyển động chạy dao thường rất bé so với tốc độ vòng của chi tiết gia công nên thường bỏ qua.

$$\bar{V} = \bar{V}_n + \bar{V}_s$$

Trong đó: $\bar{V}_n$ - tốc độ vòng của chi tiết gia công.

$\bar{V}_s$ - tốc độ của chuyển động chạy dao.

Vì $\bar{V}_s$ nhỏ so với $\bar{V}_n$ rất nhiều nên trong tính toán có thể bỏ qua.

Vậy công thức gần đúng để tính vận tốc như sau:

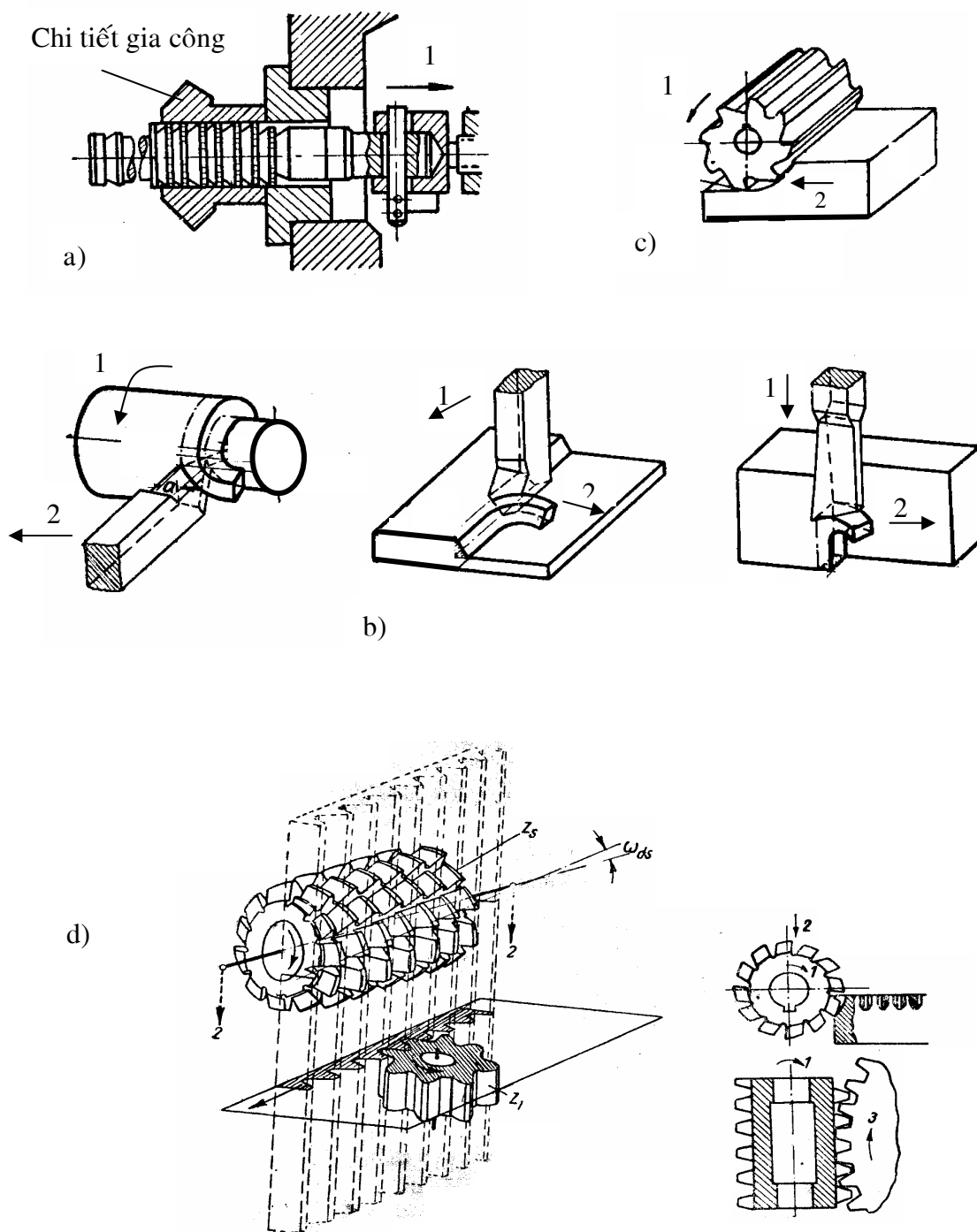
$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} (m / ph)$$

Trong đó D : Đường kính chi tiết gia công (mm).

n : số vòng quay của chi tiết gia công trong một phút (vòng/phút).

Nếu chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến, thì giữa vận tốc cắt (m/phút), số hành trình kép n (hàng/phút) và chiều dài hành trình L (mm) có quan hệ sau:

$$V = \frac{2 \cdot L \cdot n}{1000} (m / ph)$$



Hình 2.3
Các chuyển động tạo hình.

b) Chuyển động chạy dao và lượng chạy dao

Để đặc trưng cho chuyển động chạy dao, ta sử dụng lượng chạy dao. Lượng chạy dao có thể là lượng chạy dao vòng, lượng chạy dao phút ... Ví dụ:

- Lượng chạy dao khi tiện là khoảng dịch chuyển của dao theo phương chuyển động chạy dao sau một vòng quay của chi tiết gia công: S (mm/vòng).

- Lượng chạy dao khi bào, xọc: là lượng dịch chuyển tương đối của bàn máy mang chi tiết sau một hành trình kép của dao: S_k (mm/htk).

- Đối với phương pháp phay, trị số dịch chuyển tương đối của bàn máy trong một phút gọi là lượng chạy dao phút: $S_{ph} = S \cdot n$ (mm/ph); trong đó S là lượng chạy dao vòng, lượng dịch chuyển của bàn máy khi dao quay được một vòng (mm/vòng); n là số vòng quay của dao trong một phút (vòng/ph). Ngoài ra còn có khái niệm lượng chạy dao răng, là lượng dịch chuyển của bàn máy khi dao quay được một góc răng: $S_z = S/z$ (mm/răng); trong đó z là số răng của dao phay.

Tùy theo phương của chuyển động chạy dao có lượng chạy dao dọc, lượng chạy dao ngang, lượng chạy dao thẳng, lượng chạy dao vòng ...

c) Chuyển động phụ và chiều sâu cắt

Chiều sâu cắt t (mm) là khoảng cách giữa bề mặt đã gia công và bề mặt chưa gia công, hoặc là chiều sâu lớp kim loại cắt đi sau một lần cắt đo theo phương thẳng góc với bề mặt đã gia công.

Ví dụ khi tiện chiều sâu cắt được tính theo công thức:

$$t = \frac{D - d}{2} \text{ (mm)}$$

D : Đường kính chi tiết trước khi gia công (mm).

d : Đường kính chi tiết sau khi gia công (mm).

Tập hợp các yếu tố: t, s, v - gọi là chế độ cắt.

2.1.3 Các phương pháp cắt gọt kim loại

Yêu cầu bề mặt gia công rất đa dạng, vì vậy phải có nhiều phương pháp cắt gọt để thỏa mãn những yêu cầu đa dạng đó.

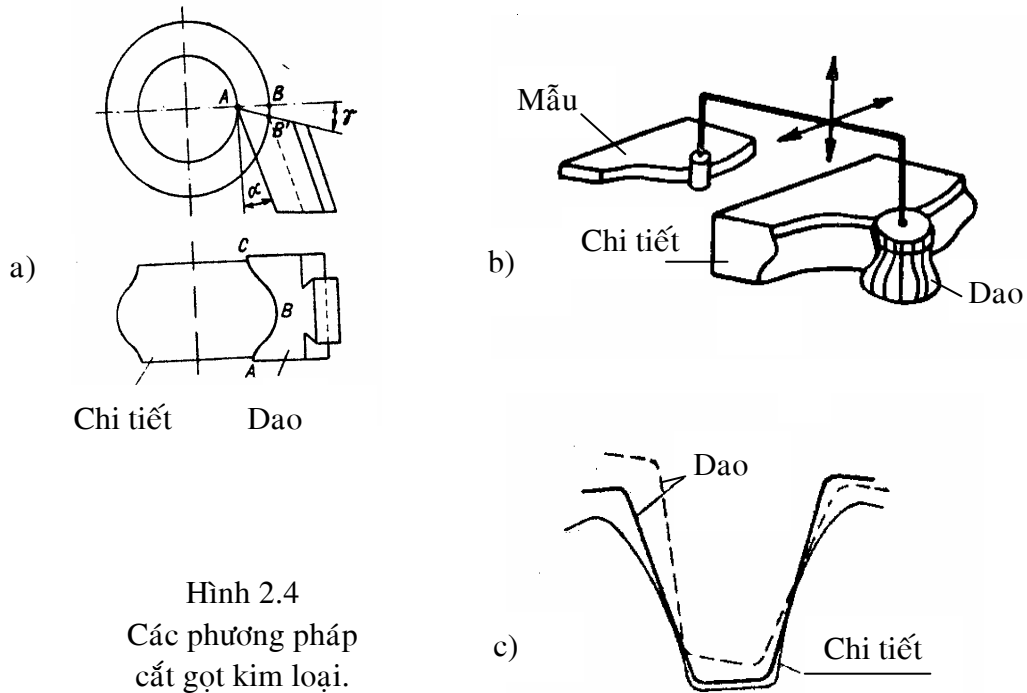
Có nhiều cách phân loại các phương pháp cắt gọt, xuất phát từ mục đích nghiên cứu và sử dụng khác nhau:

- Xuất phát từ nguyên lý tạo hình bề mặt: Phương pháp gia công định hình (định hình dáng dao lên bề mặt chi tiết gia công – hình 2.4a); Phương pháp gia công chép hình (chép lại hình dáng chi tiết mẫu – hình 2.4b); Phương pháp gia công theo vết (phương pháp quỹ tích) như tiện, phay, bào ...; Phương pháp bao hình (bề mặt tạo hình sẽ là đường bao của profil dao cắt khi chúng chuyển động bao hình với nhau – hình 2.4c) như phay lăn răng.

- Xuất phát từ máy cắt kim loại: Phương pháp cắt gọt như tiện, bào, xọc (hình 2.3b), phay (hình 2.3c), mài, khoan, khoét, doa, chuốt (hình 2.3a).

- Xuất phát từ yêu cầu chất lượng chi tiết gia công: Gia công thô, gia công bán tinh, gia công tinh, gia công siêu tinh.

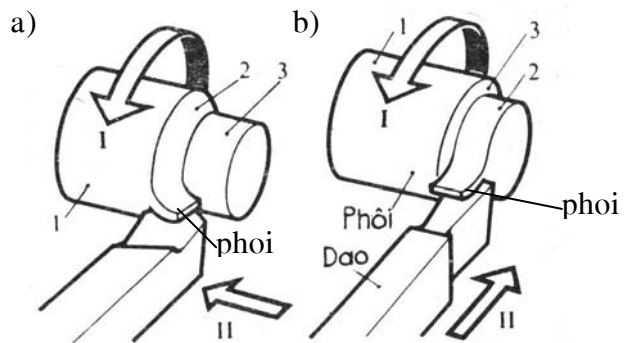
- Xuất phát từ bề mặt chi tiết gia công: Gia công mặt phẳng (hình 2.2b), gia công mặt tròn xoay (hình 2.2a) ...



2.1.4 Khái niệm về các bề mặt hình thành khi gia công chi tiết

Trên chi tiết khi đang gia công ta phân biệt (hình 2.5):

Hình 2.5
Các bề mặt hình thành khi
gia công chi tiết.



- Mặt chưa gia công 1 là bề mặt chi tiết sẽ được cắt đi một lớp kim loại dư. Lớp kim loại dư tách ra khỏi chi tiết gọi là “phoi”.

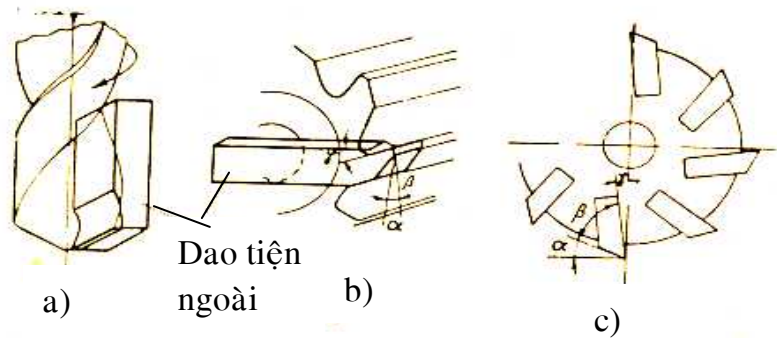
- Mặt đang gia công 2 là bề mặt chi tiết nối tiếp giữa mặt chưa gia công và mặt đã gia công. Trong quá trình cắt, mặt đang gia công luôn tiếp xúc với lưỡi cắt chính của dao.

- Mặt đã gia công 3 là bề mặt chi tiết được tạo thành sau khi cắt đi một lớp kim loại.

2.1.5 Khái niệm cơ bản về dụng cụ cắt

Muốn cắt được kim loại, ngoài yêu cầu về độ cứng, độ bền, độ chịu nhiệt, dao cần phải có hình dáng phần cắt hợp lý. Có rất nhiều loại dao (như dao tiện, phay, mũi khoan, khoét, doa ...) dùng trên các máy khác nhau nhưng xét cho cùng, dù chúng có phức tạp đến đâu, phần cắt của chúng đều có cấu tạo về cơ bản giống như dao tiện ngoài (hình 2.6).

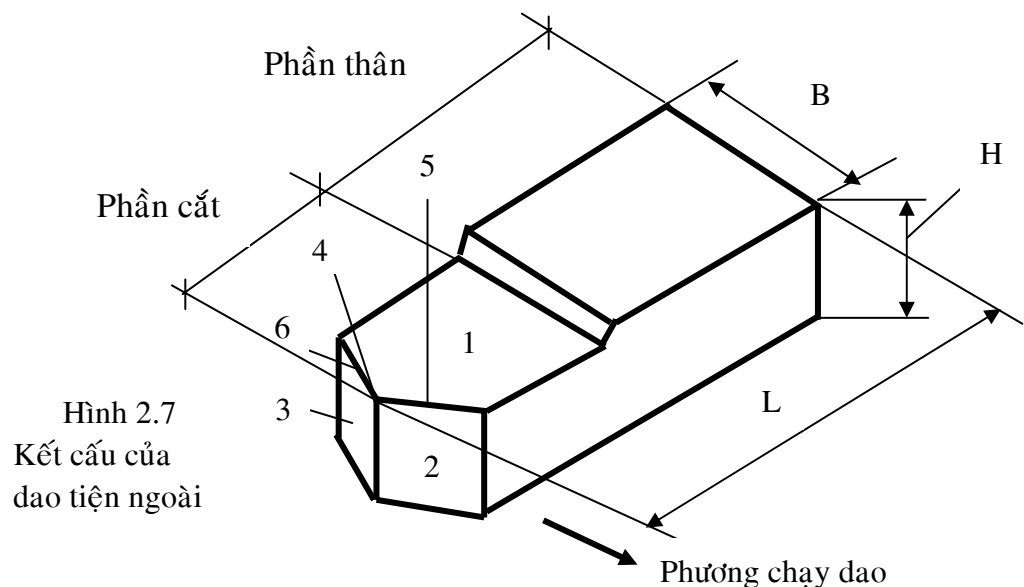
Hình 2.6
Cấu thành các
dụng cụ cắt cơ bản
từ dao tiện.



Do đó chủ yếu ta sẽ nghiên cứu kết cấu và các thông số hình học của dao tiện ngoài và sau đó mở rộng cho các loại dao khác. Các định nghĩa về thông số hình học và hiện tượng xảy ra trong quá trình tiện đều có thể áp dụng đối với các phương pháp gia công khác.

Sau đây, chúng ta nghiên cứu kết cấu của dao tiện ngoài. Trên hình 2.7 là dao tiện ngoài đầu thẳng có kết cấu đơn giản, gồm hai phần chính:

- Phần làm việc (phần cắt) trực tiếp làm nhiệm vụ cắt.



- Phần thân dùng để gá dao vào bàn dao hoặc trục chính.

Trên phần cắt của dao có các mặt sau đây:

- Mặt trước (1) là mặt mà phoi sẽ tiếp xúc và theo đó thoát ra trong quá trình cắt.

- Mặt sau chính (2) là mặt dao đối diện với mặt chi tiết đang gia công.

- Mặt sau phụ (3) là mặt dao đối diện với mặt chi tiết đã gia công.

Các mặt này có thể là mặt phẳng hoặc cong. Giao tuyến của chúng tạo thành các lưỡi cắt của dao. Trên phần cắt gồm các lưỡi cắt sau:

- Lưỡi cắt chính (5) là giao tuyến của mặt trước và mặt sau chính, giữ nhiệm vụ trực tiếp cắt gọt ra phoi trong quá trình cắt.

- Lưỡi cắt phụ (6) là giao tuyến của mặt trước và mặt sau phụ, trong quá trình cắt một phần lưỡi cắt phụ cũng tham gia cắt (rất nhỏ, khoảng $\frac{1}{2}S$). Dao có thể có một mặt sau phụ hay nhiều mặt sau phụ và do đó có một hay nhiều lưỡi cắt phụ.

Phần nối tiếp giữa các lưỡi cắt gọi là mũi dao (4); mũi dao có thể nhọn hoặc có bán kính r ($r \approx 0,1 \div 2\text{mm}$).

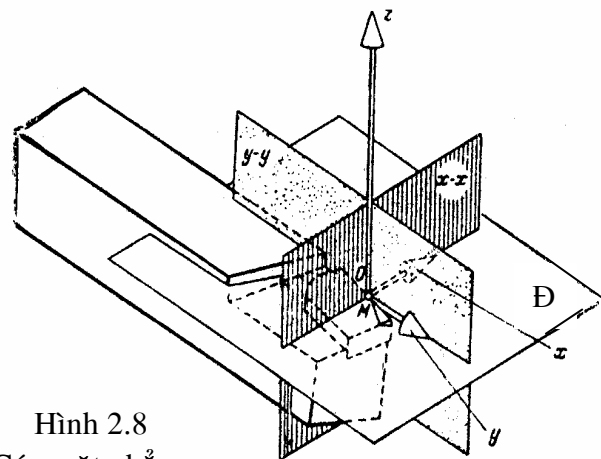
Chiều dài phần cắt của dao là khoảng cách từ mũi dao đến giao tuyến giữa mặt trước và thân dao. Phần thân dao có thể có tiết diện hình tròn hay hình chữ nhật, hình vuông.

2.1.6 Các mặt tọa độ để nghiên cứu dụng cụ cắt

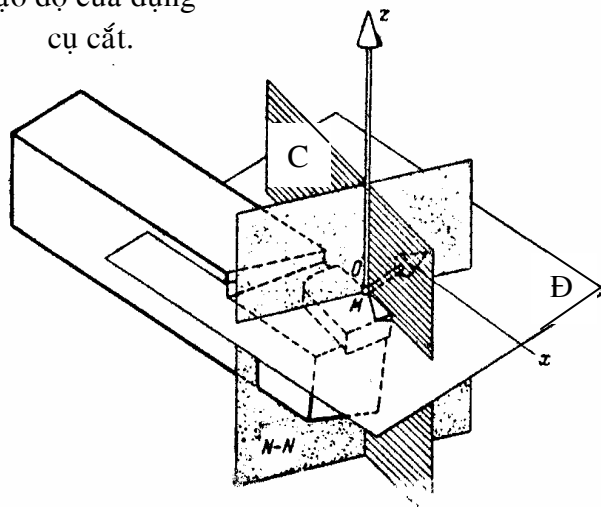
Vị trí tương đối giữa các bề mặt trên phần làm việc của dao so với các bề mặt trên chi tiết gia công có ảnh hưởng lớn tới quá trình cắt gọt. Vị trí các bề mặt và lưỡi cắt được xác định bởi những góc độ trên phần làm việc của dao.

Nói đến góc độ trên phần làm việc của dao nghĩa là nói đến vị trí tương quan giữa các bề mặt và lưỡi cắt so với hệ tọa độ nào đó được chọn làm chuẩn. Hệ tọa độ này gọi là hệ tọa độ xác định.

Trong nghiên cứu dụng cụ cắt, hệ tọa độ xác định được thành lập trên cơ sở của ba chuyển động cắt ($\bar{s}$, $\bar{t}$, $\bar{v}$). Tổng quát hơn, phương của ba chuyển động cắt ($\bar{s}$, $\bar{t}$, $\bar{v}$) tương ứng các phương của hệ tọa độ Đề các (x , y , z). Như vậy bao gồm ba mặt phẳng cơ bản sau: (hình 2.8)



Hình 2.8
Các mặt phẳng
tạo độ của dụng
cụ cắt.



- Mặt cơ bản 1 (x-x) được tạo bởi véc tơ tốc độ cắt $\vec{v}$ và véc tơ chạy dao $\vec{s}$.
- Mặt cơ bản 2 (y-y) được tạo bởi véc tơ tốc độ cắt $\vec{v}$ và véc tơ chiều sâu cắt $\vec{t}$.
- Mặt cơ bản 3 (còn gọi là mặt đáy – ký hiệu Đ) được tạo bởi véc tơ chạy dao $\vec{s}$ và véc tơ chiều sâu cắt $\vec{t}$.

Ngoài ba mặt cơ bản trên, ta cần sử dụng thêm các mặt phẳng và tiết diện phụ trợ:

- Mặt cắt (ký hiệu C) đi qua một điểm nào đó trên lưỡi cắt chính: là một mặt phẳng qua điểm đó, tiếp tuyến với mặt đang gia công và chứa véc tơ vận tốc cắt $\vec{v}$ (nếu lưỡi cắt chính thẳng thì mặt cắt chứa lưỡi cắt chính).

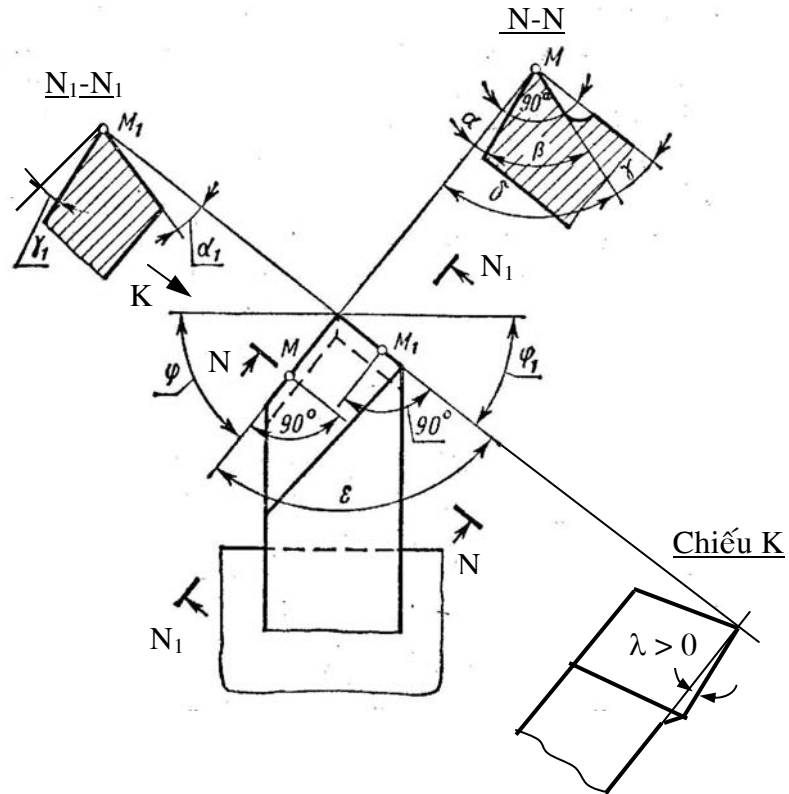
Tốc độ cắt ở đây là tốc độ dịch chuyển tương đối giữa lưỡi cắt và chi tiết gia công. Ở trạng thái thiết kế (tĩnh) hướng của véc tơ vận tốc cắt ngược với hướng quay của chi tiết (thực chất khi thiết kế chi tiết không chuyển động nên véc tơ vận tốc cắt ở đây hoàn toàn quy ước và hướng quay của chi tiết tưởng tượng như khi chi tiết sẽ quay khi cắt gọt). Còn khi xét ở trạng thái làm việc (động), tốc độ cắt là tổng hợp tốc độ chuyển động quay của chi tiết và tốc độ chuyển động chạy dao.

- Tiết diện chính là mặt phẳng thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy (ký hiệu N-N).

- Tiết diện phụ là mặt phẳng thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy (ký hiệu N_1-N_1).

2.1.7 Thông số hình học phần cắt dao tiện khi thiết kế (trạng thái tĩnh)

Hình 2.9
Thông số hình học
dao tiện.

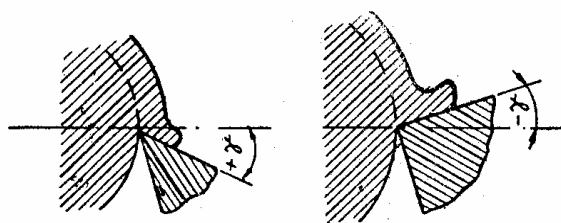


Quá trình thiết kế, thông số hình học của dao được xét trong hai tiết diện chính N-N và tiết diện phụ N₁-N₁, vì phoi thường được thoát ra theo các phương của tiết diện đó, kéo theo các hiện tượng vật lý xảy ra trong quá trình cắt.

Trong tiết diện chính ta có các góc chính, trong tiết diện phụ ta có các góc phụ. Trên hình 2.9, xét tại một điểm M trên lưỡi cắt chính và một điểm M₁ trên lưỡi cắt phụ ta có:

- Góc trước chính γ : là góc giữa mặt trước và mặt đáy đo trong tiết diện chính. Góc trước có trị số dương khi mặt trước thấp hơn mặt đáy, trị số âm khi ngược lại và bằng 0 khi mặt trước trùng mặt đáy (hình 2.10). Góc γ có ảnh hưởng đến quá trình thoát phoi khi cắt.

Hình 2.10
Góc trước chính γ .



- Góc sau chính α : là góc giữa mặt sau chính và mặt cắt đo trong tiết diện chính. Góc α luôn luôn dương và có ảnh hưởng đến vấn đề ma sát khi cắt.

Trong đó góc α và góc γ là hai góc độc lập được chọn trước tùy theo yêu cầu gia công (vật liệu, chất lượng bề mặt gia công ...), còn hai góc β và δ là hai góc phụ thuộc vào góc α và γ .

- Góc sắc chính β : là góc giữa mặt trước và mặt sau chính đo trong tiết diện chính.

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

- Góc cắt δ chính: là góc giữa mặt trước và mặt cắt đo trong tiết diện chính.

- Góc trước phụ γ_1 : là góc giữa mặt trước và mặt đáy đo trong tiết diện phụ. Góc γ_1 cũng có thể âm, dương hoặc bằng không tương tự như γ .

- Góc sau phụ α_1 : là góc giữa mặt sau phụ và mặt phẳng hợp bởi lưỡi cắt phụ và trục Z tại M₁, đo trong tiết diện phụ. Góc α_1 cũng luôn luôn dương.

- Góc sắc phụ β_1 : là góc giữa mặt trước và mặt sau phụ đo trong tiết diện phụ.

- Góc cắt phụ δ_1 : là góc giữa mặt trước và mặt phẳng hợp bởi lưỡi cắt phụ và trục Z tại M₁, đo trong tiết diện phụ.

$$\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 = 90^\circ$$

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

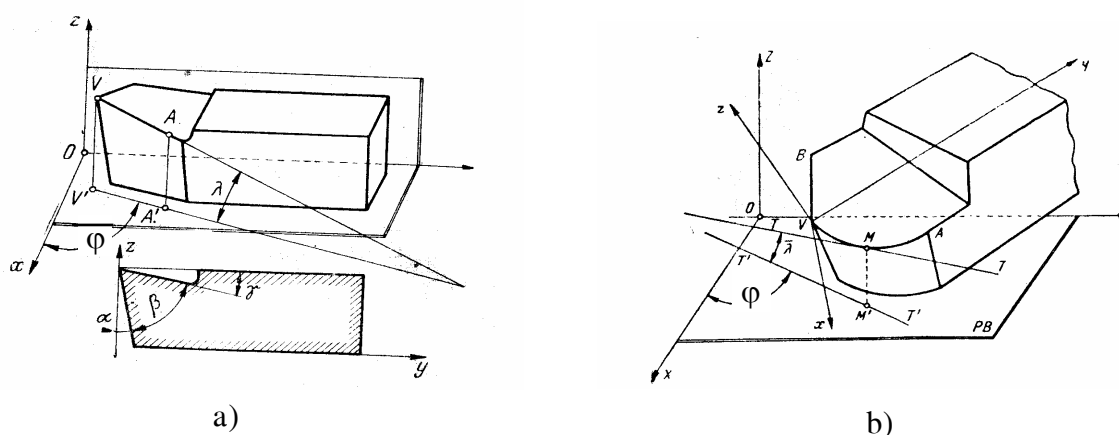
- Góc nghiêng phụ φ_1 : là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy và phương chạy dao.

- Góc mũi dao ε : là góc giữa hình chiếu của lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ trên mặt đáy.

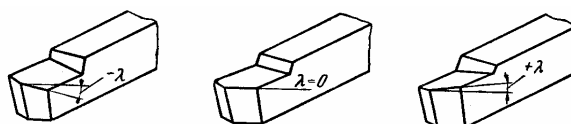
$$\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^\circ$$

- Góc nâng λ : Khi lưỡi cắt chính thẳng thì λ là góc đo giữa lưỡi cắt chính và hình chiếu của nó trên mặt phẳng đáy (hình 2.11a). Khi lưỡi cắt chính cong, λ là góc đo giữa tiếp tuyến tại một điểm bất kỳ trên lưỡi cắt chính và hình chiếu của nó trên mặt phẳng đáy (hình 2.11b).

Góc λ có thể dương, âm hay bằng 0 và có ảnh hưởng đến phương thoát phoi; λ dương khi mũi dao là điểm thấp nhất của lưỡi cắt, λ âm khi mũi dao là điểm cao nhất, còn khi lưỡi cắt song song với mặt đáy thì $\lambda = 0$ (hình 2.12).



Hình 2.11- Góc nâng λ
a) Lưỡi cắt chính thẳng b) Lưỡi cắt chính cong



Hình 2.12 - Các giá trị góc nâng λ .

2.1.8 Ảnh hưởng gá đặt dao và các chuyển động cắt đến góc độ dao

Trong quá trình cắt (trạng thái động), góc độ của dao có thể thay đổi do các nguyên nhân cơ bản sau:

- Khi gá, hướng dao không đảm bảo vị trí tương quan với chi tiết hoặc mũi dao gá không ngang tâm máy.

- Do ảnh hưởng của các chuyển động chạy dao.

- Ngoài ra còn có một số nguyên nhân khác như : trị số góc nâng của lưỡi cắt chính λ , hiện tượng lẹo dao ... cũng ảnh hưởng đến góc độ của dao.

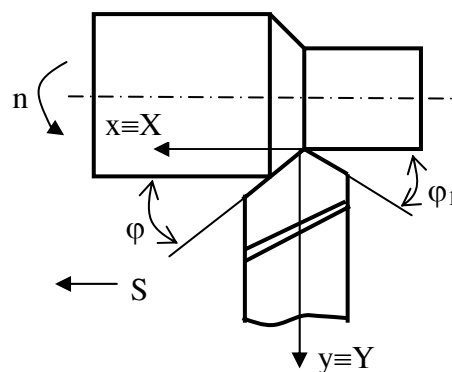
Ta sẽ lần lượt xét ảnh hưởng của ba nguyên nhân trên:

1/ Khi gá hướng dao không đảm bảo vị trí tương quan với chi tiết

Sau khi mài sắc dao có các góc nghiêng chính φ và góc nghiêng phụ φ_1 .

Trường hợp gá dao đúng như khi thiết kế, trục dao vuông góc với trục chi tiết gia công thì φ và φ_1 không đổi (hình 2.13a).

Hình 2.13a
Trường hợp gá dao đúng
 x, y - Tọa độ khi thiết kế dao
 X, Y - Tọa độ khi cắt



Nếu trục dao được gá không vuông góc với trục chi tiết gia công mà xoay đi một góc μ so với trục chi tiết thì φ và φ_1 sẽ biến đổi như sau:

- Gá nghiêng phải : (hình 2.13b)

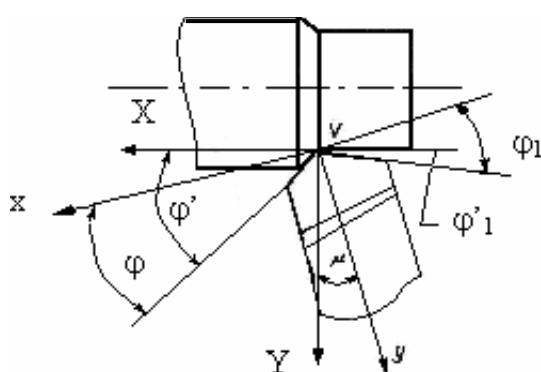
$$\varphi' = \varphi + \mu$$

$$\varphi'_1 = \varphi_1 - \mu$$

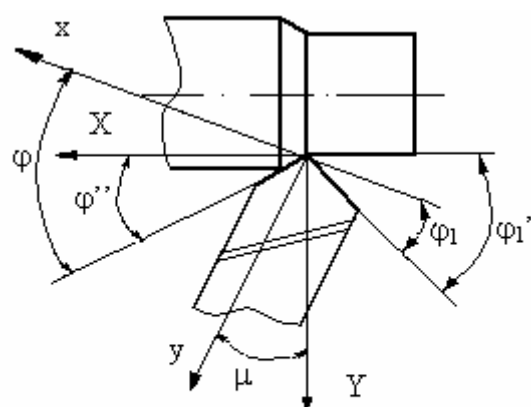
Trong đó:

φ, φ_1 : góc nghiêng chính, góc nghiêng phụ khi thiết kế;

φ', φ'_1 : góc nghiêng chính, góc nghiêng phụ sau khi gá dao;



Hình 2.13b
Trường hợp gá nghiêng phải



Hình 2.13c
Trường hợp gá dao nghiêng trái

- Gá nghiêng trái : (hình 2.13c)

$$\varphi'' = \varphi - \mu$$

$$\varphi_1'' = \varphi_1 + \mu$$

Trong đó:

φ, φ_1 : góc nghiêng chính, góc nghiêng phụ khi thiết kế;

φ'', φ_1'' : góc nghiêng chính, góc nghiêng phụ sau khi gá dao;

2/ Khi gá mũi dao thấp hơn hay cao hơn đường tâm của chi tiết

Khi tiện ngoài nếu mũi dao gá cao hơn đường tâm của máy (hình 2.14a) thì góc trước tăng lên còn góc sau giảm xuống. Ngược lại nếu mũi dao gá thấp hơn đường tâm máy thì góc trước sẽ giảm đi còn góc sau sẽ tăng lên (hình 2.14b).

Khi tiện trong nếu mũi dao được gá cao hoặc thấp hơn đường tâm của máy thì sự biến đổi của các góc dao của dao sẽ ngược với trường hợp tiện ngoài. Trong trường hợp trên, các góc của dao sẽ biến đổi một lượng bằng μ .

- Khi mũi dao cao hơn tâm máy:

$$\gamma_c = \gamma + \mu$$

$$\alpha_c = \alpha - \mu$$

- Khi dao thấp hơn tâm máy:

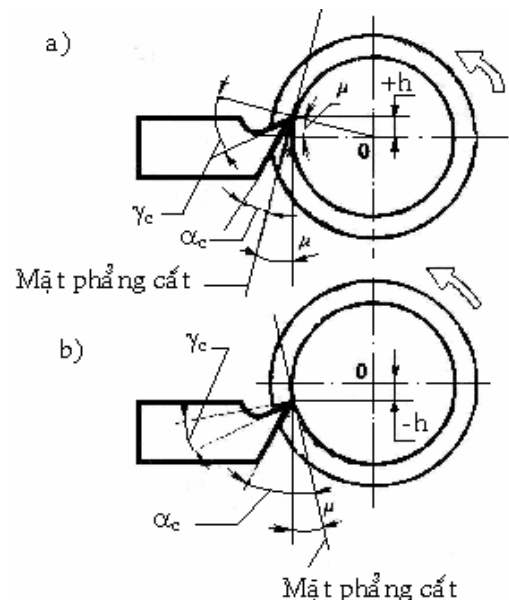
$$\gamma_c = \gamma - \mu$$

$$\alpha_c = \alpha + \mu$$

Trong đó : $\sin \mu = \frac{h}{R}$

h: độ cao của mũi dao so với tâm máy.

R: bán kính chi tiết gia công.



Hình 2.14

a) Gá mũi dao cao hơn tâm máy

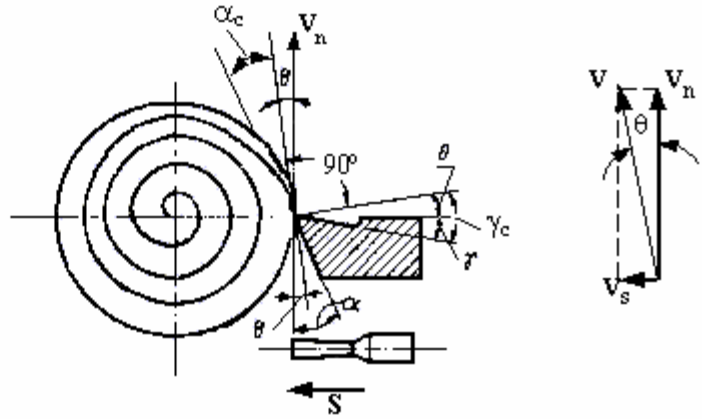
b) Gá mũi dao thấp hơn tâm máy

3/ Do ảnh hưởng của chuyển động chạy dao.

Khi tiện có chuyển động chạy dao dọc hoặc ngang nên mặt cắt và mặt đáy thay đổi vị trí đưa đến góc α, γ cũng thay đổi.

Ví dụ: Khi tiện cắt đứt, do phối hợp hai chuyển động quay tròn của chi tiết (chuyển động chính) và tịnh tiến vuông góc với chi tiết (chuyển động chạy dao ngang), quỹ đạo chuyển động cắt tương đối là đường Acsimét, hướng vectơ tốc độ cắt trong quá trình cắt thay đổi, dẫn đến mặt cắt thay đổi làm thay đổi góc độ của dao (hình 2.15).

$\gamma_c = \gamma + \theta$
 $\alpha_c = \alpha - \theta$
 Trong đó : $\theta = \arctg \frac{S}{\pi D}$
 -S: là lượng chạy dao ngang sau một vòng quay của chi tiết.
 -D: là đường kính của chi tiết.



Hình 2.15 Khi tiến cắt đứt α, γ thay đổi

Thực tế khi cắt đứt hay xén mặt đầu thường trị số S_n bé nên góc θ bé, góc sau của dao giảm không đáng kể. Nhưng khi dao chạy càng gần vào tâm, đường kính của chi tiết D càng giảm làm góc θ càng tăng. Nếu $\theta \geq \alpha_c$ thì α_c sẽ âm hoặc bằng không, lúc đó dao không cắt được mà mặt sau chính của dao sẽ ma sát vào bề mặt chi tiết đang gia công gây ra lực lớn dễ gãy chi tiết hoặc gãy dao. Do đó phải chọn góc α lớn hơn điều kiện cắt bình thường.

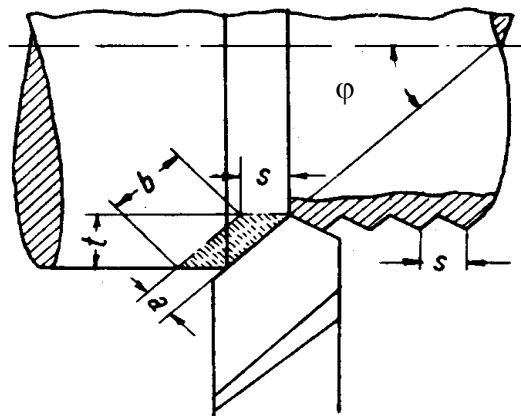
Trong những trường hợp cần sử dụng lượng chạy dao lớn (khi chạy dao dọc) nên chú ý đến sự thay đổi của các góc.

2.1.9 Thông số hình học tiết diện phoi cắt

Các yếu tố của chế độ cắt chủ yếu đặc trưng cho quá trình cắt về mặt năng suất, chưa giải thích đầy đủ bản chất vật lý của quá trình cắt.

Để có thể hiểu được đầy đủ hơn về bản chất của quá trình cắt, cần có khái niệm về thông số hình học của lớp kim loại bị cắt (tiết diện phoi cắt) khi cắt gọt.

Quy ước đo tiết diện phoi cắt trong mặt đáy đi qua mũi dao trong một lần chạy dao s (hình 2.16).



Hình 2.16
Tiết diện và thông số hình học lớp cắt.

Khi lưỡi cắt chính thẳng và tạo một góc φ với phương chạy dao, tiết diện lớp cắt là một hình bình hành có đáy là lượng chạy dao (s) và chiều cao là chiều sâu cắt (t). Thông số hình học của lớp cắt bao gồm chiều rộng cắt (b) và chiều dày cắt (a). Như vậy độ lớn của tiết diện lớp cắt được đặc trưng bởi hai cặp kích thước: a , b và t , s .

Thông số hình học của lớp cắt được định nghĩa như sau:

- Chiều rộng cắt b (mm): là khoảng cách giữa bề mặt đã gia công và bề mặt chưa gia công đo dọc theo lưỡi cắt (hay chiều dài lưỡi cắt tham gia cắt gọt).

- Chiều dày cắt a (mm): là khoảng cách giữa hai vị trí liên tiếp của lưỡi cắt.

Trên hình 2.16 ta có:

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \text{ (mm)}$$

$$a = S \sin \varphi \text{ (mm)}$$

Đối với lưỡi cắt chính cong chiều dày cắt a là khoảng cách giữa hai tiếp tuyến của hai vị trí liên tiếp của lưỡi cắt. Trị số của a thay đổi tại mỗi vị trí của lưỡi cắt.

Đối với lưỡi cắt chính thẳng chiều dày dọc theo lưỡi cắt không đổi.

Diện tích của lớp cắt F (mm^2) được tính:

$$F = a.b = s.t \text{ (mm}^2\text{)}.$$

Thực chất khi cắt trên bề mặt gia công còn dư lại những vết nhấp nhô do dao không cắt hết, chiều cao của các vết nhấp nhô là H (hình 2.17 a,b) sẽ là một đại lượng đặc trưng cho chất lượng bề mặt gia công. Có hai trường hợp sau:

- Mũi dao nhọn bán kính mũi dao $r = 0$ (hình 2.17a):

$$H = CD$$

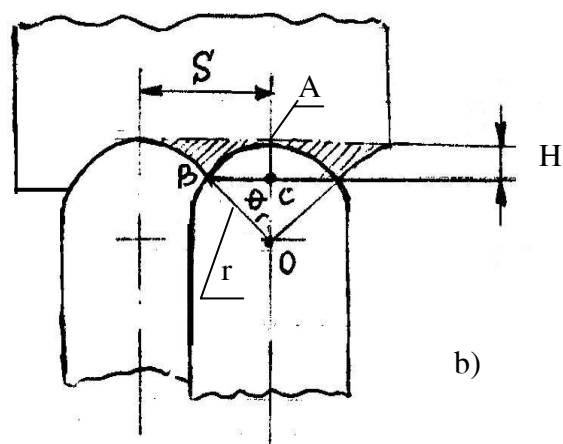
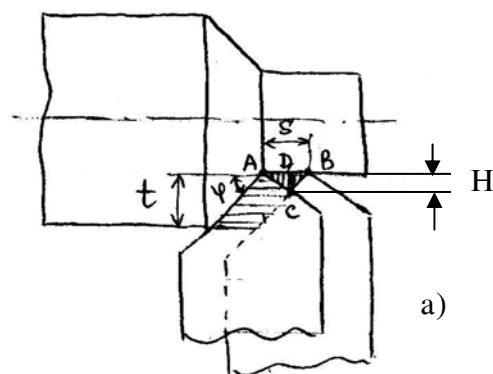
$$AD = CD \cdot \text{ctg} \varphi_1$$

$$DB = CD \cdot \text{ctg} \varphi$$

$$AD + DB = S = CD \cdot (\text{ctg} \varphi_1 + \text{ctg} \varphi).$$

$$CD = H = \frac{S}{\text{ctg} \varphi + \text{ctg} \varphi_1}$$

$$H = \frac{S}{\text{ctg} \varphi + \text{ctg} \varphi_1}$$



Hình 2.17

Chiều cao lớp cắt còn sót lại trên bề mặt.

a) Lưỡi cắt chính thẳng.

b) Lưỡi cắt chính cong.

- Mũi dao có bán kính $r \neq 0$ (hình 2.17b):

$$H = AC = OA - OC = r - OC = r - r \cdot \cos\theta = r \cdot (1 - \cos\theta) = r \cdot 2 \sin^2\theta/2.$$

Trong đó: $\sin\theta = S/2r.$

$$\theta \approx S/2r.$$

$$\theta/2 \approx S/4r.$$

$$\sin^2\theta/2 \approx S^2/16r^2.$$

Suy ra:

$$H = \frac{S^2}{8r}$$

Khi bán kính mũi dao $r = 0$, lượng chạy dao S tăng thì chiều cao nhấp nhô tăng, góc nghiêng chính φ và góc nghiêng φ_1 tăng, $\text{ctg}\varphi$ và $\text{ctg}\varphi_1$ giảm thì H tăng.

Khi bán kính mũi dao $r \neq 0$, lượng chạy dao S tăng thì chiều cao nhấp nhô H tăng, bán kính mũi dao r tăng thì chiều cao nhấp nhô H giảm.

Trong thực tế, chiều cao H lớn hơn so với trị số tính toán vì trong quá trình cắt, bề mặt chi tiết gia công còn chịu ảnh hưởng rất nhiều của các biến dạng như: biến dạng dẻo, biến dạng đàn hồi, rung động vv...

2.2 Vật liệu chế tạo dụng cụ cắt

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

Vật liệu làm dụng cụ cắt là một trong những yếu tố quan trọng quyết định năng suất của quá trình cắt gọt kim loại. Năng suất công tác của mọi loại dụng cụ cắt phụ thuộc rất nhiều vào khả năng giữ được tính cắt trong một khoảng thời gian dài của vật liệu làm dao. Khi cắt, dụng cụ phải chịu áp lực, nhiệt độ cao, rung động, mài mòn... khiến cho tính cắt của vật liệu làm dao chóng bị giảm thấp.

Do đó muốn làm việc được, vật liệu làm dụng cụ cắt phải đảm bảo những yêu cầu cơ bản sau:

a) *Độ cứng*: Để cắt được kim loại, vật liệu làm dao cần có độ cứng cao hơn vật liệu gia công, thông thường có độ cứng từ $62 \div 65\text{HRC}$. Để gia công các loại thép cứng (thép không gỉ, thép chịu nóng...), độ cứng của dụng cụ cắt gọt phải trên 65HRC .

b) *Độ bền cơ học*: Trong quá trình cắt, dao thường chịu những lực cơ học lớn (mặt trước của dao chịu áp lực rất lớn, nên rất dễ vỡ, mẻ...). Ngoài ra còn chịu rung động do hệ thống công nghệ không đủ cứng vững, làm cho lực cắt không ổn định, dễ gây và hỏng dao. Muốn làm việc lâu dài, dao cần phải có độ bền cơ học cao như sức bền và độ dẻo cao.

c) *Độ chịu nhiệt* là tính năng rất quan trọng của vật liệu làm dụng cụ cắt gọt. Vật liệu khi bị nung nóng thì độ cứng của nó bị giảm đi, tuy nhiên nếu trong quá trình nung nóng đó vật liệu không bị biến đổi về tổ chức thì sau khi làm nguội, độ cứng của vật liệu sẽ được phục hồi. Độ chịu nhiệt là khả năng giữ được độ cứng cao và các tính chất khác ở nhiệt độ

cao (không có chuyển biến về tổ chức) trong một thời gian dài. Cùng với độ chịu nhiệt, vật liệu làm dao có tính dẫn điện càng cao càng tốt, ví như vậy sẽ giảm nhiệt độ sinh ra ở khu vực cắt làm cho dao lâu bị mòn.

d) Độ chịu mài mòn: Trong quá trình cắt, trên mặt trước của dao chịu ma sát của phoi khi thoát ra, còn mặt sau tiếp xúc với mặt đang gia công, nên dao chóng mòn. Ngoài ra nguyên nhân chủ yếu làm cho dao chóng mòn là do hiện tượng chày dính giữa vật liệu gia công và vật liệu làm dao. Tính dính được đặc trưng bằng nhiệt độ chảy dính giữa hai vật liệu tiếp xúc nhau. Do đó yêu cầu vật liệu chế tạo dụng cụ cắt gọt phải có nhiệt độ chảy dính cao.

e) Tính công nghệ: Vật liệu làm dụng cụ cắt phải dễ rèn, dễ đập, dễ cắt gọt, hay nói cách khác chúng phải được tạo dáng một cách dễ dàng, để thuận tiện cho công việc chế tạo và phục hồi tính năng của dụng cụ cắt trong sản xuất.

f) Tính kinh tế: Giá cả phải phù hợp, chủng loại phải đa dạng ...

Ngoài những yêu cầu cơ bản trên, vật liệu chế tạo dụng cụ cắt cần có những tính năng hợp lý khác như độ dẫn điện, dẫn nhiệt và phụ thuộc vào yêu cầu sản xuất.

2.2.2 Các loại vật liệu chế tạo dụng cụ cắt

Vật liệu dụng cụ cắt thường được chế tạo từ những nhóm vật liệu sau đây:

- Thép cacbon dụng cụ.
- Thép hợp kim dụng cụ.
- Thép gió.
- Hợp kim cứng.
- Vật liệu sứ.
- Vật liệu mài và các vật liệu tổ hợp khác.

1/ Thép cacbon dụng cụ (tcvn 1822-76)

Thành phần hóa học:

- Cac bon từ: $0,7 \div 1,5\%$.
- Các thành phần hợp kim (Mn, Si, P, Cr, Ni...) không vượt quá $0,1 \div 0,3\%$.

Độ cứng ở trạng thái tôi: $60 \div 62$ HRC. Song vì độ thấm tôi thấp do đó lõi có độ dẻo nhất định, thích hợp cho việc chế tạo một số dụng cụ cắt như đục, dũa...

Độ bền nhiệt thấp, chỉ thích hợp với nhiệt độ $200^{\circ}\text{C} \div 250^{\circ}\text{C}$ do đó cũng chỉ làm việc ở tốc độ cắt thấp ($4 \div 5$ m/ph).

Mác thép cacbon: CD70, CD80, CD80Mn, CD100...

CD70A, CD80A, CD80MnA.... với chất lượng cao.

2/ Thép hợp kim dụng cụ (tcvn 1823-76)

Thép hợp kim dụng cụ là thép cacbon dụng cụ có hàm lượng một số nguyên tố hợp kim vào khoảng 0,5 ÷ 5%. Để tăng tính chịu nóng phải dùng một lượng các hợp kim đặc biệt như: Crôm, Vonfram; tăng độ thấm tôi: Vanadi; tăng độ cứng: Crôm; tăng độ chịu nhiệt và độ mài mòn: Vonfram ...

Thép hợp kim dụng cụ có thể tôi ở 820°C ÷ 850°C trong dầu hoặc nước, sau khi tôi đạt được tính chất sau:

Độ cứng ở trạng thái tôi: đến 62 HRC.

Độ bền nhiệt vào khoảng: 350 ÷ 400°C. Tốc độ cắt tăng 20% so với thép cacbon dụng cụ.

Thường dùng chế tạo các dụng cụ cắt bằng tay như lưỡi cưa, mũi đột dũa, bàn ren, tarô, dao cạo nguội.

Mác thép hợp kim thông dụng: 70CrV, 80CrV, 110Cr, 40Cr5W2Vsi...

3/ Thép gió (chưa có tiêu chuẩn Việt Nam)

Thép gió cũng là loại thép hợp kim dụng cụ nhưng hàm lượng hợp kim Vonfram cao từ 5 ÷ 20%, nên tính năng của nó đặc biệt và tính chịu mòn và tính chịu nhiệt tăng cao. Thép gió được sử dụng rộng rãi vì tốc độ cắt có thể nâng cao gấp 2 ÷ 4 lần, tuổi bền nâng cao từ 8 ÷ 15 lần so với thép cacbon và thép hợp kim dụng cụ. Người ta còn thêm Vanadi và Coban để nâng cao độ chịu nhiệt và dùng gia công các loại thép hợp kim có độ cứng cao.

Độ cứng ở trạng thái tôi: 60 ÷ 70 HRC.

Thép gió có thể cắt ở tốc độ: từ 25 ÷ 35 m/phút.

Độ bền nhiệt: 400 ÷ 600°C.

Mác thép gió tiêu chuẩn Nga (roct 19265-73): P9, P18, P9φ5....P9K5, P9K10, P10K5φ5....

Mác thép gió theo tiêu chuẩn Mỹ (Hệ thống ký hiệu AISI): M1, M2, M3...(Thép gió Molipden): T1, T2, T4,...(Thép gió Vonfram).

Mác thép gió theo tiêu chuẩn Đức: S12-1-4-5, S10-4-3-10,...(hay HS12-1-4-5...)

Mác thép gió theo tiêu chuẩn Nhật (JIS G4403-83): SKH2, SKH3, ...

4/ Hợp kim cứng

Là loại vật liệu làm dao được dùng rộng rãi nhất và có hiệu quả kinh tế cao. Vật liệu này được chế tạo bằng phương pháp luyện kim bột, luyện kim không phải qua nấu chảy mà vẫn ở trạng thái rắn. Hợp kim cứng (HKC) được chế tạo bằng cách ép và thiêu kết, do đó về cấu trúc cũng như tính chất cơ lý có những khác biệt so với thép gió.

Thành phần chủ yếu là các Các-bít Vonfram (WC), Các-bít Titan (TiC). Các-bít Tantan (TaC),... ở dạng hạt mịn, trộn với Côban (Co) sau đó đem ép và thiêu kết ở nhiệt độ,

áp suất cao. Do lượng Cacbit chiếm tỉ lệ rất lớn (> 90%) nên tính chất của HKC phụ thuộc vào tính chất của các Cacbit có mặt trong nó.

Độ cứng của HKC $\geq 70\text{HRC}$.

HKC có thể làm việc ở *hiệt độ* 800 ÷ 1000°C với *tốc độ cắt* lên đến 400m/phút.

Người ta chia HKC ra làm 3 nhóm:

- Nhóm 1 Cacbit:

Tổ chức: WC + Co

Ký hiệu: BK (con số sau chữ K chỉ lượng Coban còn lại là lượng WC).

Ví dụ: BK8 (có 8%Co; 92%WC)

Nhóm BK dẻo hơn cả nên chịu va đập tốt hơn, chịu nhiệt thấp nên thường dùng gia công gang, các loại thép cứng (thép đã tôi, thép không gỉ, thép chịu nóng) và kim loại màu.

- Nhóm 2 Cacbit:

Tổ chức: WC + TiC + Co

Ký hiệu: TK (con số sau chữ T chỉ lượng TiC, con số sau chữ K chỉ lượng Coban, còn lại là lượng WC).

Ví dụ: T15K6 (có 15% TiC, 6% Co, 79%WC).

Nhóm TK có độ cứng và tính chịu nhiệt tốt hơn, đồng thời ở nhiệt độ cao thì hệ số ma sát giảm. Thường dùng gia công thép.

- Nhóm 3 Cacbit:

Tổ chức: WC + TiC + TaC + Co

Ký hiệu: TTK (con số sau chữ TT chỉ lượng TiC+TaC, con số sau chữ K chỉ lượng Coban, còn lại là lượng WC).

Ví dụ: TT7K12 (có 7% TiC+TaC, 12%Co, 81%WC).

Nhóm TTK dùng gia công vật liệu có độ cứng và độ bền cao.

Để tiết kiệm, HKC thường được chế tạo thành các mảnh có kích thước nhất định sau đó gắn lên thân dao bằng phương pháp hàn hoặc ghép cơ khí. Loại lắp ghép có ưu việt là thuận lợi thay đổi lưỡi cắt khi bị mòn.

Khuyết điểm chính của hợp kim cứng là sức bền uốn kém nên khi làm việc có va đập dễ bị mẻ.

Sự phát triển gần đây trong tìm kiếm dụng cụ cắt tốt hơn là tráng phủ hoặc thấm nitride titan cho dụng cụ cắt HKC. Các mảnh hợp kim có lớp thấm nói chung có tuổi bền dài hơn, năng suất cao hơn và phoi thoát dễ dàng hơn. Lớp tráng phủ tác động như một chất bôi trơn lâu dài làm giảm rõ rệt các lực cắt, nhiệt phát sinh và sự mài mòn. Điều này cho phép sử dụng cắt tốc cắt cao hơn khi gia công, đặc biệt khi cần có độ bóng cao. Tính bôi

trơn và các đặc tính chống dính của lớp tráng phủ làm giảm mạnh nhiệt lượng và ứng suất phát sinh khi cắt gọt.

Việc sử dụng các lớp thẩm tráng phủ bằng carbide, nitride và oxide cho các mảnh HKC có tác dụng cải thiện rõ rệt hiệu suất của dụng cụ HKC. Các mảnh HKC với tổ hợp 2 hoặc 3 vật liệu trong lớp tráng phủ có tính chất đặc biệt: carbide titan chống mài mòn cao tạo ra lớp trong cùng; lớp tiếp theo bằng lớp oxide nhôm dày và là tăng độ dai va đập, tính chống va đập cao, tính ổn định hóa học ở nhiệt độ cao; lớp thứ 3 rất mỏng chứa nitride titan làm giảm ma sát.

6/ Vật liệu sứ

Là loại vật liệu rẻ tiền, có tính năng cắt gọt tốt, chịu nóng, chịu mài mòn cao. Thành phần hóa học chủ yếu là xút nhôm (Al_2O_3). Vật liệu sứ chính là đất sét kỹ thuật được nung nóng ở nhiệt độ cao khoảng $1400 \div 1600^\circ C$. Sản phẩm thu được đem nghiền nhỏ đạt kích thước khoảng $1\mu m$, sau đó đem ép thành các mảnh dao có kích thước thích hợp và mang đi thiêu kết.

Sứ có độ cứng $92 \div 93$ HRC và có độ chịu nhiệt từ $1100^\circ C \div 1200^\circ C$.

Tuổi bền dao sứ gấp $2 \div 3$ lần dao hợp kim cứng. Dao sứ có thể cắt đến tốc độ 600m/phút. Có thể gia công được các vật liệu đã nhiệt luyện đến độ cứng 66HRC. Dụng cụ sứ chịu được sự mài mòn của cát và tạp chất có trong các vật đúc.

Khuyết điểm chủ yếu của sứ là giòn, giới hạn bề uốn thấp, không chịu được va đập, rung động và rất khó mài sắc. Hiện nay, một trong những phương hướng nghiên cứu là tìm cách tăng sức bền uốn lên.

7/ Kim cương

Kim cương gồm hai loại: tự nhiên và nhân tạo. Kim cương nhân tạo tổng hợp từ graphit trong điều kiện áp suất và nhiệt độ đặc biệt. Kim cương nhân tạo được sử dụng nhiều để tạo ra đá mài, dùng mài sắc dụng cụ và gia công các loại các loại vật liệu khó gia công. Ngoài ra dùng làm dao tiện để gia công hợp kim cứng, hợp kim màu và vật liệu phi kim loại ở tốc độ cắt cao.

Kim cương có độ cứng cao hơn hợp kim cứng từ $5 \div 6$ lần, tính dẫn nhiệt cao hơn từ $1,5 \div 2,5$ lần. Độ chịu nhiệt thấp, từ $800 \div 1000^\circ C$. Tốc độ cắt có thể lên tới hàng ngàn m/phút.

Nhược điểm của kim cương cứng là dễ giòn, dễ vỡ.

Trong công nghiệp đã sử dụng các dụng cụ cắt kim cương trong nhiều năm để gia công các loại vật liệu không có sắt và mài những vật liệu rất cứng. Vào những năm 1980, người ta đã bắt đầu nghĩ đến việc tráng phủ kim cương dày vài micromét trên dụng cụ cắt bằng hợp kim cứng và thép gió. Tuổi bền của dụng cụ cắt có tráng phủ kim cương có thể gấp 60 lần dụng cụ cắt bằng hợp kim cứng và 240 lần bằng thép gió khi gia công các vật liệu rất cứng, độ mài mòn cao, không chứa sắt hoặc phi kim loại.

Hiện nay kim cương chủ yếu dùng chế tạo đá mài để mài sắc và mài bóng dụng cụ cắt.

8/ Nitrit Bo lập phương (còn gọi là el-bo)

Là loại vật liệu tổng hợp có nhiều tính năng ưu việt như kim cương. Đặc biệt el-bo có tính chịu nhiệt lên tới 2000°C.

Hiện nay el-bo chủ yếu được dùng làm hạt mài trong các dụng cụ mài.

9/ Vật liệu mài

Dùng chế tạo các loại đá mài, thanh mài, thỏi mài cho các nguyên công mài tròn, mài phẳng và làm giấy nhám. Ngoài ra nó còn dùng làm bột nhào cho các nguyên công mài nghiền.

Vật liệu dùng làm hạt mài có hai loại chủ yếu là loại thiên nhiên và loại nhân tạo.

Vật liệu thiên nhiên: Kim cương, oxuýt nhôm (Al_2O_3), thạch anh ... giá thành cao, ít sử dụng.

Vật liệu nhân tạo: Kim cương nhân tạo, oxuýt nhôm điện (thu từ lò điện từ quặng Bôxít), cacbít silic (SiC), cacbít Bo (B_4C).

Oxuýt nhôm điện (còn gọi là Côrun điện) được chia làm hai loại:

- Oxuýt nhôm điện thường: 92% ÷ 95% Al_2O_3 , được dùng phổ biến. Có sức bền cao, được dùng để mài thô, mài bán tinh và tinh các vật liệu có sức bền cao như thép, gang dẻo... và mài sắc dụng cụ cắt.

- Oxuýt nhôm điện trắng: 97% ÷ 98% Al_2O_3 , có độ cứng cao hơn oxuýt nhôm điện thường, được dùng chủ yếu để mài định hình và mài láng.

Cacbit silic (SiC) được chia làm hai loại:

- Cacbit silic đen: 97% ÷ 98% SiC , sức bền cao nhưng độ cứng hơi thấp. Dùng để mài vật liệu có giới hạn bền thấp như: gang trắng, gang xám, đồng thanh, đồng thau, nhôm và các loại vật liệu phi kim loại.

- Cacbit silic xanh: 98% ÷ 99% SiC , có độ cứng chỉ thua kim cương và cacbít bo nhưng sức bền thấp. Dùng mài các loại vật liệu dai, dễ nứt như HKC và mài sắc dụng cụ cắt hợp kim cứng và sứ.

Cacbit Bo gồm 70% ÷ 92% B_4C , rất cứng nhưng giòn hơn cacbit silic. Dùng mài bóng HKC hoặc các vật liệu rất cứng.

Cacbit Bo Silic khác với cacbit bo ở chỗ không có tạp chất graphit nên có tính năng ổn định, bền và giá thành rẻ hơn. Thường chúng được dùng ở nguyên công đánh bóng và cho năng suất cao hơn cacbit bo từ 30% ÷ 40%.

Các loại vật liệu nhân tạo hiện nay được sử dụng rộng rãi phổ biến vì tính ưu việt và giá thành phù hợp.

2.3 Cơ sở vật lý của quá trình cắt kim loại

Quá trình cắt gọt kim loại là quá trình phức tạp có nhiều hiện tượng vật lý kèm theo như biến dạng, tỏa nhiệt, biến cứng, ... Tìm hiểu bản chất của các hiện tượng vật lý có một ý nghĩa rất quan trọng về mặt kinh tế. Từ đó có thể điều khiển quá trình cắt gọt để đạt năng suất cao, chất lượng tốt nhất sau khi gia công.

2.3.1 Quá trình tạo phoi và hiện tượng co rút phoi

a) Sự biến dạng của kim loại

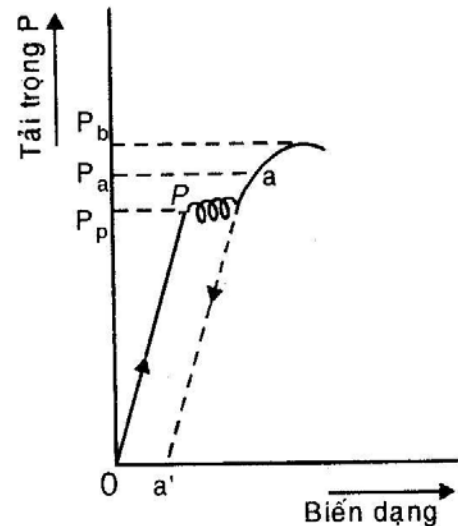
Biến dạng là quá trình làm thay đổi hình dạng của kim loại do tác dụng của tải trọng bên ngoài hay của các hiện tượng vật lý.

Khi tác dụng tải trọng bên ngoài lên kim loại, tùy theo mức độ, kim loại có thể bị biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo hoặc bị phá hủy.

Trên biểu đồ hình 2.18 biến dạng đàn hồi ứng với đoạn OP. Khi tác dụng tải trọng nhỏ hơn P_p mẫu kim loại bị kéo dài ra một đoạn nào đó tỷ lệ thuận với tải trọng nhưng khi bỏ tải trọng thì mẫu kim loại trở về vị trí ban đầu.

Khi tải trọng lớn hơn P_p (ví dụ P_a) thì khi bỏ tải trọng kim loại không trở về theo đường biến dạng ban đầu OP mà theo đường aa' song song với OP. Kết quả mẫu bị kéo dài thêm một đoạn Oa' (biến dạng dẻo).

Khi tải trọng tác dụng đạt tới P_b mẫu bị hình thành cổ thắt, lúc này lực giảm đi nhưng cổ thắt vẫn phát triển dài ra cho đến khi đứt (bị phá hủy).



Hình 2.18
Biểu đồ kéo kim loại

b) Quá trình tạo phoi

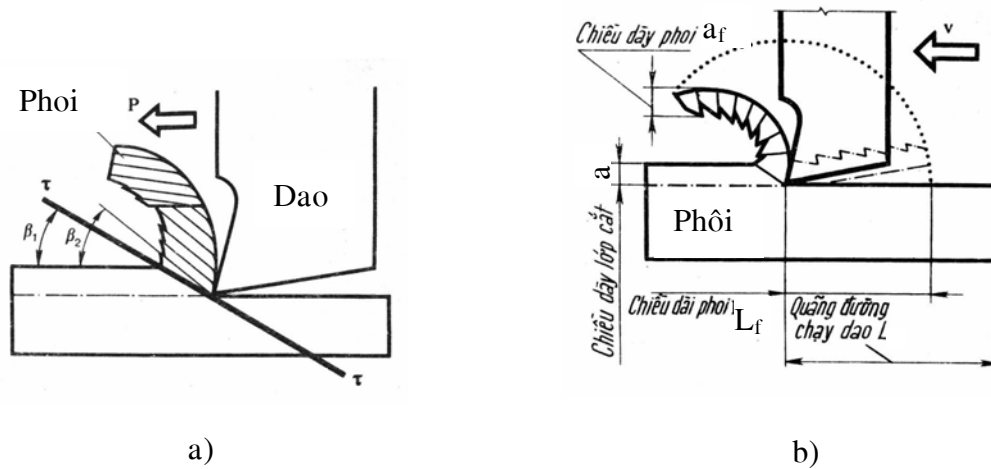
Quan sát thực tế quá trình cắt ta nhận thấy rằng :

- Phoi được tách ra khỏi chi tiết khi cắt không theo phương vận tốc cắt v (tức là phương lực tác dụng) và bị xếp lớp (hình 2.19 a).

- Phoi khi cắt ra bị uốn cong về phía mặt tự do, kích thước của phoi bị thay đổi so với lớp cắt khi còn trên phôi (hình 2.19b).

Quan sát phoi trên hình 2.19a ta thấy phoi bị xếp lớp, các lớp nghiêng một góc β so với phương tác dụng lực, hơn nữa phoi bị cong về phía mặt tự do, tức là mặt đối diện với mặt trước dao. Quan sát hình 2.19b ta lại thấy phoi ngắn hơn nhưng dày hơn so với lớp kim loại trên phôi, nghĩa là quãng đường chạy dao L lớn hơn chiều dài phoi L_f và chiều dày

phoi a_f lớn hơn chiều dày lớp cắt a . Việc thay đổi kích thước phoi như vậy gọi là hiện tượng co rút phoi.



Hình 2.19 Quá trình tạo phoi

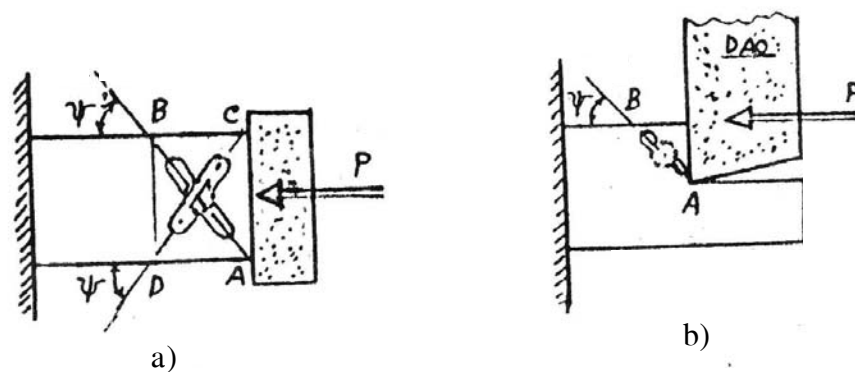
Để giải thích những điều nhận thấy trên ta tiến hành các thí nghiệm sau:

- *Thí nghiệm nén và cắt mẫu kim loại*: thí nghiệm nén mẫu, thí nghiệm cắt mẫu với dao có $\gamma = 0$.

Khi quan sát thí nghiệm nén mẫu (hình 2.20 a), người ta thấy rằng: các phân tử kim loại dưới sức ép của đầu nén bị biến dạng, phương biến dạng là phương AB và CD tạo với phương của ngoại lực tác dụng P một góc ψ xác định đối với từng loại vật liệu (với thép $\psi = 45^\circ$).

Điều tương tự đó cũng xảy ra đối với mẫu cắt (hình 2.20 b), nhưng phương CD thì các phân tử kim loại đã bị phần kim loại trên mẫu chặn lại. Do đó phương biến dạng chỉ còn là AB.

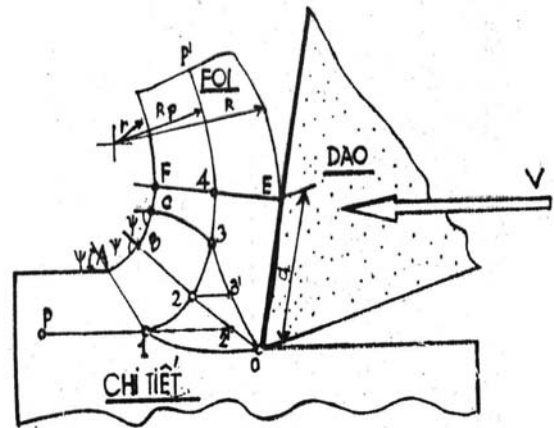
Kết quả trên đã cho ta kết luận quan trọng là: thực chất quá trình tách phoi ra khỏi chi tiết là quá trình biến dạng của các phân tử kim loại dưới sức ép của đầu dao.



Hình 2.20 Thí nghiệm nén và cắt

- *Thí nghiệm quan sát sự dịch chuyển các phần tử khi cắt:* Để tiếp tục làm rõ bản chất của quá trình cắt kim loại, người ta tiến hành một thí nghiệm khác. Ở thí nghiệm này, các phần tử kim loại trên mặt bên của mẫu được đánh dấu. Khi cắt ta quan sát sự dịch chuyển của các phần tử kim loại đã được đánh dấu.

Ví dụ trên hình 2.21 mô tả quá trình dịch chuyển của phần tử kim loại P khi cắt. Từ P đến 1 phần tử kim loại dịch chuyển gần như song song với phương vận tốc cắt V. Qua khỏi điểm 1, đáng lẽ phần tử kim loại chuyển đến điểm 2', nhưng thực tế thì nó dịch chuyển đến điểm 2. Đoạn 2'2 gọi là lượng trượt của phần tử kim loại P tại thời điểm 2. Điểm 1 là điểm bắt đầu trượt của phần tử P khi cắt. Tương tự như vậy ở thời điểm 3 lượng trượt là 3'3. Tiếp tục cắt, sau khi qua khỏi điểm 3 phần tử P di chuyển đến điểm 4. Đoạn đường 34 song song với mặt trước của dao. Điều đó có nghĩa là đến thời điểm 3 thì quá trình trượt của phần tử kim loại P đã kết thúc và nó đã chuyển thành phoi cắt. Điểm 3 được gọi là điểm kết thúc trượt của phần tử P khi cắt. Bằng cách đánh dấu như vậy ta xây dựng được đường dịch chuyển của phần tử kim loại P khi cắt là P1234P'. Trong đó đoạn 4P' là một cung cong về phía mặt tự do của phoi có bán kính R_p . Điểm 4 được xác định bằng cách: từ điểm tách rời giữa phoi và mặt trước dao E ta kẻ EF vuông góc với mặt trước dao ($EF \perp OE$). EF sẽ cắt đường P1234P' tại điểm 4.



Hình 2.21 Quan sát phoi trượt

Vùng giới hạn bởi mặt bắt đầu trượt OA và mặt kết thúc trượt OC gọi là miền biến dạng (miền tạo phoi) hay còn gọi là vùng trượt. Thí nghiệm trên được tiến hành với vận tốc cắt $v = 0,002$ m/ph. Trong thực tế vận tốc cắt lớn hơn nhiều do vậy tốc độ biến dạng cũng rất lớn, hai mặt trượt OA và OC gần như trùng nhau, chỉ cách nhau khoảng 0,03 – 0,2 mm. Để đơn giản ta coi hai mặt này trùng nhau và gọi là mặt trượt τ - τ nằm nghiêng so với phương vận tốc cắt V một góc $\beta_1 = 30^\circ \div 40^\circ$. Bên trong mỗi phần tử cũng diễn ra sự xô dịch giữa các tinh thể dưới một góc $\beta_2 = 60^\circ \div 65^\circ$ (hay là góc tách phoi) (hình 2.19a).

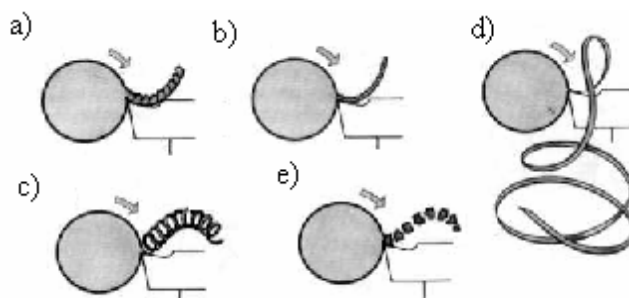
Qua hai thí nghiệm nêu trên, ta có thể kết luận rằng: quá trình hình thành phoi cắt là quá trình biến dạng trượt của các phần tử kim loại theo các mặt trượt của chúng.

c) Các dạng phoi

Nghiên cứu các dạng phoi cắt có ý nghĩa rất thực tế vì tùy từng loại vật liệu gia công, hình dạng hình học của dao, chế độ cắt, ta sẽ thu được hình dáng phoi cắt khác nhau. Do đó căn cứ vào phoi cắt ta có thể đánh giá dụng cụ cắt tốt hay xấu, sự tiêu hao năng lượng nhiều hay ít, bề mặt gia công có bóng hay không.

Có thể chia phoi ra các loại sau: phoi vụn (hình 2.22 e), phoi xếp (hình 2.22a, b), phoi dây (hình 2.22c, d).

Phoi vụn thường gặp khi gia công vật liệu giòn như gang, đồng thau cứng... Sở dĩ như vậy vì các vật liệu này ít biến dạng dẻo, ứng suất đạt ngay tới giới hạn đứt nên vật liệu vụn ra. Trong trường hợp này, lực cắt và nhiệt độ tập trung ở mũi dao, dao chóng bị mòn, sự hình thành phoi cắt không liên tục nên lực cắt biến đổi gây rung động, độ bóng bề mặt gia công không cao.



Hình 2.22
Các dạng phoi

Phoi xếp thường gặp khi gia công vật liệu dẻo như thép, đồng thau mềm ... ở tốc độ cắt thấp, chiều dày cắt lớn và góc cắt của dao có giá trị tương đối lớn. Phoi có dạng từng mảnh xếp lớp lên nhau. Mặt phoi kề mặt trước của dao bóng, mặt kia có những gợn nhỏ. Khi cắt ra phoi này, lực thay đổi ít hơn, do đó rung động ít hơn, bề mặt gia công bóng hơn trường hợp nhận được phoi vụn.

Phoi dây thường gặp khi gia công vật liệu dẻo ở tốc độ cắt cao, chiều dày cắt bé. Phoi dài liên tục, kề mặt trước của dao rất bóng, mặt đối diện hơi bị gợn. Mức độ biến dạng dẻo khi tạo phoi dây ít hơn so với khi tạo phoi xếp. Khi tạo phoi dây, lực cắt đơn vị bé và ít biến đổi, độ bóng bề mặt sẽ cao hơn khi tạo phoi xếp.

Khi hình thành phoi xếp và phoi dây, sự tiếp xúc giữa phoi và mặt trước của dao cách mũi dao một đoạn, điều đó tạo khả năng cải thiện điều kiện làm việc của mũi dao.

d) Hiện tượng co rút phoi

Co rút phoi là đặc tính tiêu biểu nhất nói lên mức độ biến dạng của kim loại khi cắt và là kết quả của sự biến dạng của kim loại về mặt số lượng. Nghiên cứu sự co rút phoi có thể phán đoán việc cắt khó hay dễ, năng lượng tiêu hao nhiều hay ít.

Ở phần trên ta đã xét quá trình hình thành phoi. Mỗi phần tử của phoi bị ép lại dưới tác dụng của lực từ phía mặt trước của dao, kết quả là phoi luôn luôn có chiều dài nhỏ hơn chiều dài của bề mặt mà từ đó phoi được cắt ra. Hay nói cách khác kích thước của phoi tách ra không giống các kích thước lớp cắt tương ứng khi nó còn nằm trong chi tiết: $L > L_f$, $a_f > a$, $b_f = b$ (hình 2.19b).

Hiện tượng đó gọi là hiện tượng co rút phoi và được đặc trưng bởi hệ số co rút phoi:

$$K = L / L_f = a_f / a > 1$$

Trong đó :

L , L_f - chiều dài lớp cắt và chiều dài của phoi.

a_f , a - chiều dày phoi và chiều dày lớp cắt.

b_r, b - chiều rộng phoi và chiều rộng lớp cắt.

Thực nghiệm cho thấy $K = 1,1 \div 10$.

Nhân tố ảnh hưởng đến hệ số co rút phoi

Hệ số K càng lớn thì phoi biến dạng càng nhiều và ngược lại. Các nhân tố có liên quan đến biến dạng và ma sát trong quá trình cắt ít nhiều đều ảnh hưởng đến sự biến dạng của phoi. Bằng cách điều chỉnh các nhân tố đó có thể làm tăng hay giảm bớt sự biến dạng của kim loại. Mặt khác biến dạng có quan hệ trực tiếp đến năng lượng tiêu hao. Khi cắt, biến dạng càng nhiều, năng lượng tiêu hao càng lớn. Do đó việc nghiên cứu sự co rút phoi có một ý nghĩa rất thực tế.

Dưới đây là một số nhân tố chính ảnh hưởng đến hệ số co rút phoi:

- Ảnh hưởng của vật liệu gia công và vật liệu làm dao:

+ Tính chất của vật liệu gia công có ảnh hưởng lớn đến hệ số co rút phoi. Trong điều kiện cắt như nhau, vật liệu càng dẻo thì biến dạng càng lớn.

+ Mỗi loại vật liệu làm dao có hệ số ma sát với vật liệu gia công khác nhau, ma sát càng lớn thì biến dạng càng nhiều và ngược lại.

- Ảnh hưởng của chế độ cắt:

+ Chiều dày cắt a tăng thì biến dạng của kim loại giảm nên K giảm.

+ Chiều sâu cắt t không ảnh hưởng đáng kể đến sự co rút phoi.

+ Tốc độ cắt V ảnh hưởng nhiều nhất đến sự co rút phoi. Qua thực nghiệm ta có quan hệ giữa K và V , quan hệ giữa hệ số ma sát μ và V như hình 2.23.

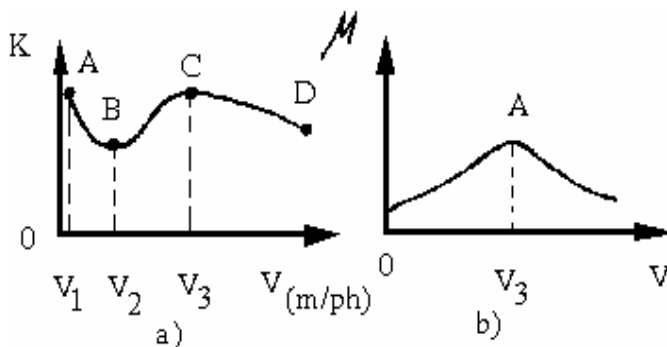
Giải thích:

♦ Tăng từ V_1 đến V_2 ma sát tăng, nên biến dạng tăng, nhưng do ở những tốc độ này thường dễ sinh ra lẹo dao làm góc trước tăng nên biến dạng giảm. Ảnh hưởng lẹo dao nhiều hơn nên kết quả K giảm.

♦ Tiếp tục tăng từ V_2 đến V_3 , ma sát tăng và lẹo dao giảm làm biến dạng tăng nên kết quả là K giảm.

♦ V tiếp tục tăng vượt quá V_3 , không có lẹo dao và ma sát giảm nhanh. Mặt khác do V cao thì tốc độ biến dạng giảm nên K giảm (khi $V \geq 200$ m/phút thì sự co rút phoi hầu như không đổi)

- Ảnh hưởng của thông số hình học của dao:



Hình 2.23

a) Quan hệ giữa hệ số co rút phoi và vận tốc cắt.

b) Quan hệ giữa hệ số ma sát và vận tốc cắt.

+ Góc trước γ càng lớn phoi thoát càng dễ, biến dạng giảm.

+ Góc nghiêng chính ϕ tăng với bán kính mũi dao $r = 0$ thì chiều dày cắt sẽ tăng ($a = S \cdot \sin\phi$) do đó phoi càng dày càng khó biến dạng.

Với bán kính mũi dao $r \neq 0$, khi ϕ thay đổi, sự thay đổi của K phức tạp hơn. Lúc đầu, khi ϕ tăng do chiều dày cắt a tăng nên K giảm. Khi ϕ vượt quá $60^\circ \div 70^\circ$ thì K tăng vì chiều dài phần cong của lưỡi cắt tham gia làm việc tăng lên.

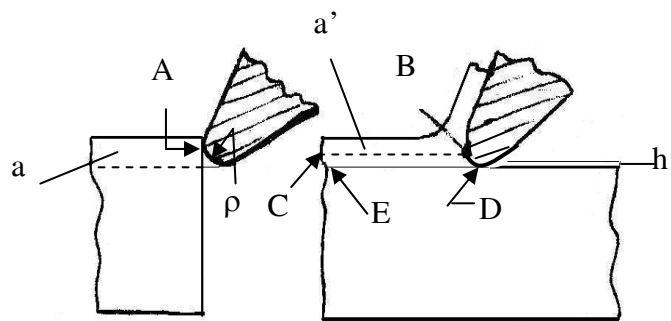
+ Bán kính mũi dao r tăng, chiều dài phần cong của lưỡi cắt tham gia làm việc tăng lên nên K tăng.

- Dung dịch trơn nguội: làm giảm ma sát do đó làm giảm biến dạng.

2.3.2 Quá trình hình thành bề mặt gia công và hiện tượng cứng nguội.

Khảo sát quá trình hình thành bề mặt gia công (hình 2.24a) ta nhận thấy để cắt một lớp kim loại có chiều dày cắt là a và bề mặt hình thành sẽ là DE . Khi bắt đầu cắt, do lưỡi cắt của dao không nhọn lý tưởng mà luôn luôn có một bán kính ρ , sự tiếp xúc của dao và chi tiết bắt đầu từ điểm A . Dao càng đi sâu vào chi tiết, điểm có ứng suất lớn nhất càng hạ thấp và khi quá trình cắt đã ổn định thì chiếm vị trí B (nằm ngay trên mặt trượt) do đó chỉ có một lớp kim loại có chiều dày cắt a' nằm trên đường BC là được cắt thành phoi. Lớp kim loại nằm dưới đường BC không được cắt mà bị nén, do đó chịu biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và sau gia công nó bị cứng nguội (hóa cứng).

Sau khi mũi dao đi qua, lớp bề mặt do sự đàn hồi được nâng lên một chiều cao h , do đó gây nên một áp lực pháp tuyến và ma sát với mặt sau của dao. Kết quả lớp mỏng bề mặt lại chịu biến dạng thêm. Nếu bán kính cong ρ của dao càng lớn, ma sát càng lớn và mức độ biến dạng bề mặt càng tăng.



Hình 2.24a

Khảo sát bề mặt hình thành khi gia công

Để giải thích rõ hơn quá trình hình thành bề mặt gia công (hình 2.24b) ta hãy khảo sát khả năng dịch chuyển của ba phần tử kim loại O_1 , O_2 , O_3 trong quá trình cắt. Ta nhận xét:

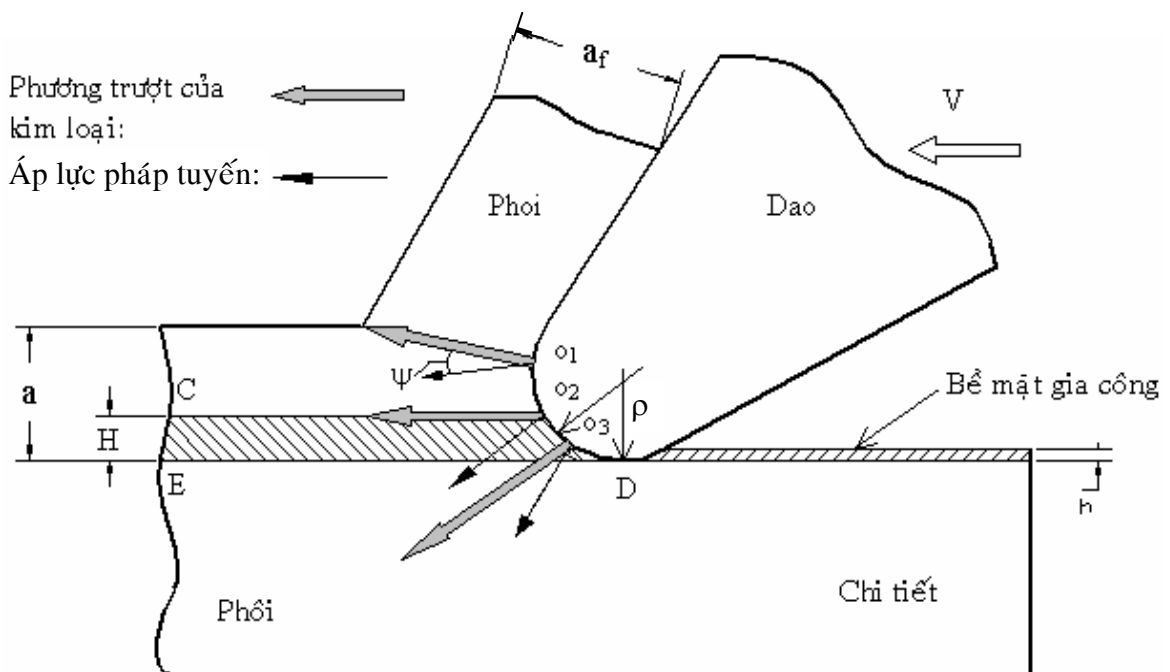
- Phương trượt của hạt kim loại tạo với áp lực pháp tuyến lên phần tử kim loại đó một góc ψ .
- Phần tử kim loại tại O_1 có phương trượt hướng về phía phoi, do đó có khả năng trượt để thành phoi.
- Phần tử kim loại tại O_2 có phương trượt song song với phương vận tốc cắt.
- Phần tử kim loại tại O_3 có phương trượt hướng về phía phoi, do đó có khả năng trượt bị chặn lại, không thể thành phoi cắt.

Từ nhận xét trên ta rút ra kết luận:

Khi cắt, những phần tử kim loại (trên lớp cắt có chiều dày a) nằm trên mặt O_2C sẽ bị trượt và tạo thành phoi; những phần tử nằm dưới có chiều dày H sẽ bị đầu dao nén ép để tạo thành bề mặt gia công.

Sự biến dạng của lớp kim loại H xảy ra cả biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi. Do biến dạng đàn hồi nên sau khi ra khỏi mặt sau dao, một phần của lớp kim loại được phục hồi một lượng $h < H$. Sự phục hồi này xảy ra đột ngột từ trạng thái bị chèn ép sang trạng thái tự do nên dễ phát sinh ra các vết nứt tế vi.

Kết quả của biến dạng dẻo là sau khi gia công một lớp mỏng trên bề mặt chi tiết thay đổi tính chất ban đầu của nó và độ cứng tăng lên, tức là tinh thể kim loại bị nát vụn khiến cho lớp bề mặt trở nên bền và cứng hơn. Hiện tượng đó là hiện tượng cứng nguội. Ngoài ra bề mặt gia công còn có những tính chất như ứng suất dư, các vết nứt tế vi và do sinh nhiệt (biến dạng và ma sát) làm suy yếu bề mặt.



Hình 2.24b

Sơ đồ quá trình hình thành bề mặt gia công

Thông số đặc trưng cho cứng nguội

- Mức độ cứng nguội:

$$\Delta H = \frac{H_s - H_t}{H_t} \times 100\%$$

Trong đó:

H_s - độ cứng lớp bề mặt sau khi biến dạng dẻo.

H_t - độ cứng lớp bề mặt trước khi biến dạng dẻo (vật liệu ban đầu).

- Chiều sâu lớp cứng nguội: Ví dụ khi gia công phôi đúc bằng khuôn kim loại, trong điều kiện bình thường, chiều sâu lớp cứng nguội như sau:

Sau gia công thô bằng dao tiện: $0,04 \div 0,05 \text{ mm}$

Sau gia công tinh bằng dao tiện: $0,02 \div 0,03 \text{ mm}$

Sau mài tinh: $0,015 \text{ mm}$

Nhân tố ảnh hưởng đến cứng nguội có cùng quy luật với nhân tố ảnh hưởng đến co rút phôi. Ví dụ vài nhân tố ảnh hưởng chính:

- Những vật liệu gia công có độ dẻo càng cao thì hiện tượng cứng nguội xảy ra với mức độ càng cao.

- Góc trước của dao càng nhỏ thì mức độ cứng nguội càng tăng.

- Cắt gọt có dung dịch trơn nguội thì mức độ cứng nguội giảm.

Tác dụng của cứng nguội

- Tác dụng tốt: Bảo vệ bề mặt, tăng giới hạn bền mỏi của chi tiết sau gia công;

- Tác dụng xấu:

+ Nếu trên bề mặt chi tiết sau gia công có vết nứt, nứt thì cứng nguội sẽ làm giảm giới hạn bền mỏi.

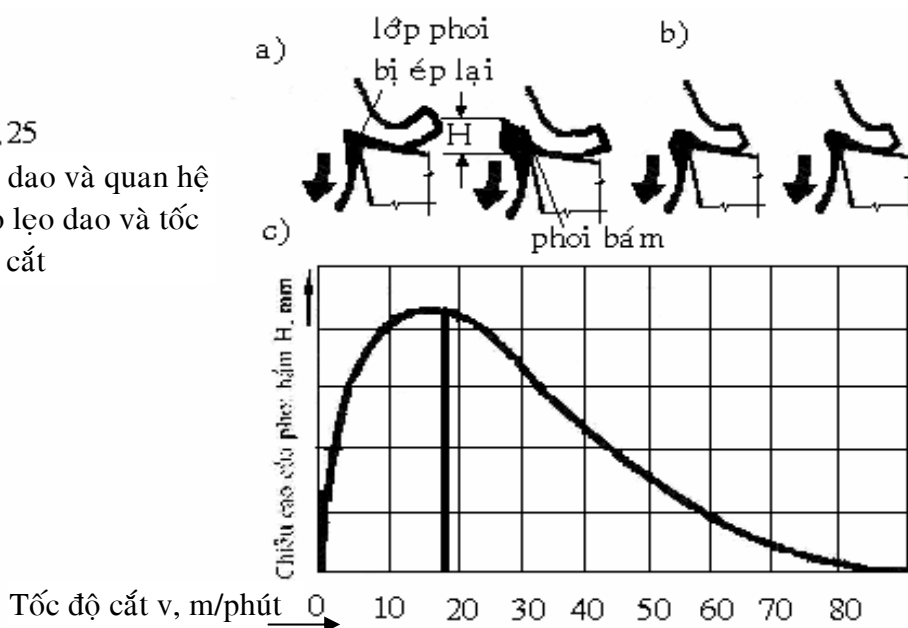
+ Lớp cứng nguội sẽ gây khó khăn cho các nguyên công gia công tinh.

+ Khi gia công thô, cứng nguội dễ gây cong vênh cho những chi tiết yếu cứng vững.

2.3.3 Hiện tượng lẹo dao (phoi bám)

a) *Hiện tượng và điều kiện hình thành lẹo dao*

Hình 2.25
Hiện tượng lẹo dao và quan hệ giữa chiều cao lẹo dao và tốc độ cắt



Khi cắt kim loại, trên mặt trước của dao kề ngay lưỡi cắt, thường xuất hiện lớp kim loại có cấu trúc kim tương khác hẳn với vật liệu gia công và vật liệu làm dao. Nếu lớp kim loại này bám chắc vào lưỡi cắt của dao thì được gọi là lẹo dao hay phoi bám.

Nguyên nhân là trong quá trình cắt có hiện tượng chảy chậm. Khi phoi thoát theo mặt trước của dao thì lớp kim loại sát mặt trước do chịu áp lực lớn và nhiệt độ cao nên lực ma sát lớn làm cho tốc độ dịch chuyển chậm. Với điều kiện lực liên kết trong nội bộ kim loại bé hơn lực ma sát giữa mặt trước của dao và phoi, một lớp kim loại gần mặt trước sẽ tách khỏi phoi và nằm lại trên mặt trước để hình thành lẹo dao (hình 2.25 a).

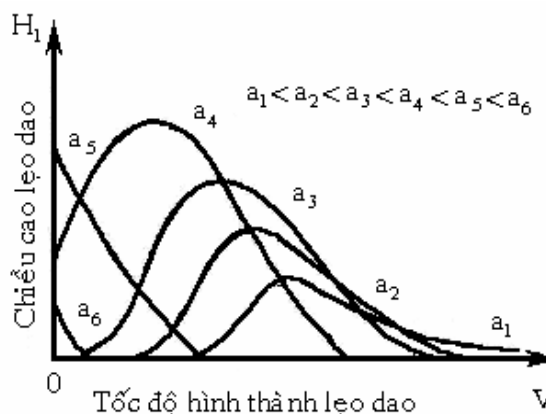
Lẹo dao không tồn tại lâu trên dao, nó định kỳ bị bề gãy rồi rơi vào giữa lưỡi cắt và phoi (hình 2.25b), khi đó các mảnh phoi nhỏ sẽ gây nên các vết lõm (xước) trên bề mặt gia công, làm cho bề mặt gia công không trơn nhẵn.

b) Nhân tố ảnh hưởng đến lẹo dao

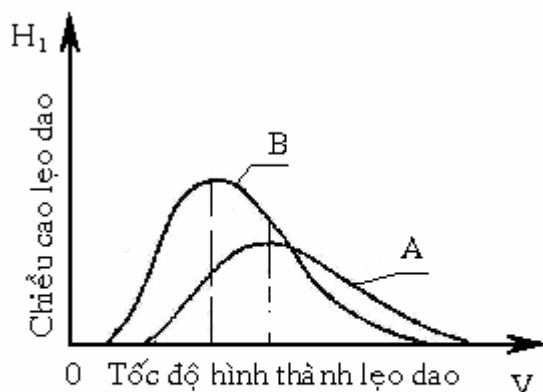
- Vận tốc cắt (hình 2.25 c): Ở tốc độ cắt thấp ($V < 5$ m/phút), lực liên kết trong nội bộ kim loại lớn, tuy rằng hệ số ma sát bên ngoài cũng lớn nhưng chưa chiếm ưu thế nên thường không có lẹo dao.

Khi tốc độ cắt tăng lên cao ($V > 80$ m/phút), lực liên kết trong nội bộ kim loại giảm dần, đồng thời hệ số ma sát cũng giảm nhanh. Mặt khác, lớp kim loại gần mặt trước của dao dưới nhiệt độ cao gần như chảy lỏng, có tác dụng làm nhờn nên không có lẹo dao.

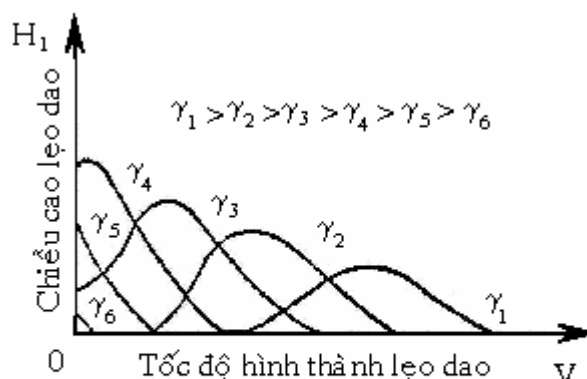
- Chiều dày cắt: Chiều dày cắt a càng lớn, tốc độ hình thành lẹo dao càng thấp và chiều cao lẹo dao càng cao (hình 2.26).



Hình 2.26 - Quan hệ giữa chiều dày cắt và chiều cao lẹo dao



Hình 2.27
Quan hệ giữa vật liệu gia công và chiều cao lẹo dao



Hình 2.28
Quan hệ giữa góc trước và chiều cao lẹo dao

- Vật liệu gia công dẻo khi cắt dễ hình thành lẹo dao hơn vật liệu giòn, vật liệu B dẻo hơn vật liệu A (hình 2.27).

- Góc trước càng lớn thì tốc độ hình thành lẹo dao càng cao và chiều cao lẹo dao càng bé (hình 2.28).

c) Tác dụng của lẹo dao

- Tác dụng tốt:

+ Độ cứng của các khối lẹo dao cao hơn nhiều so với bản thân vật liệu chi tiết (gấp 2,5 ÷ 3,5 lần) nên có thể thay thế lưỡi cắt.

+ Khi gia công thô, lẹo dao có lợi vì nó tăng góc trước của dao khiến cho quá trình tạo phoi dễ dàng và bảo vệ lưỡi cắt khỏi bị mòn.

- Tác dụng xấu: Khi gia công tinh, lẹo dao có hại vì nó làm giảm độ chính xác và độ trơn nhẵn của bề mặt gia công.

Khắc phục hiện tượng lẹo dao và nâng cao chất lượng của bề mặt gia công bằng các biện pháp sau:

- Gia công với tốc độ cắt hợp lý, nên tránh vùng tốc độ cắt thường gây ra lẹo dao $V=7 \div 80$ m/phút (hình 2.25c).

- Mài bóng mặt trước của dao.

- Dùng dung dịch tưới nguội.

2.3.4 Hiện tượng nhiệt

Hiện tượng nhiệt và sự truyền nhiệt trong quá trình cắt rất quan trọng vì nhiệt độ sinh ra trong quá trình cắt và sự phân bố nhiệt độ làm thay đổi tính chất cơ lý của vật liệu gia công ảnh hưởng đến tuổi thọ của dao, làm giảm năng suất và độ chính xác gia công.

a) Nguồn nhiệt.

Trong quá trình cắt công tiêu hao được chuyển hóa thành nhiệt. Nếu gọi Q là nhiệt lượng sinh ra trong quá trình cắt thì nó là kết quả của:

- Công ma sát trong giữa các phần tử vật liệu gia công trong quá trình biến dạng Q_1

- Công ma sát ngoài giữa phoi và mặt trước dao Q_2 .

- Công ma sát giữa bề mặt chi tiết gia công và mặt sau dao Q_3 .

- Công cắt đứt phoi Q_4 .

Phương trình cân bằng nhiệt được viết:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

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

$$Q = \frac{R}{E} = \frac{P_z \times V}{E} = \frac{P_z \times V}{427}$$

Trong đó: Q – Lượng nhiệt (Kcal/phút).

R – Công cắt (KGm/phút).

E – Tương đương giữa nhiệt và công ($E = 427 \text{ KGm/Kcal}$).

P_z – Lực cắt (KG).

V – Vận tốc cắt (m/phút).

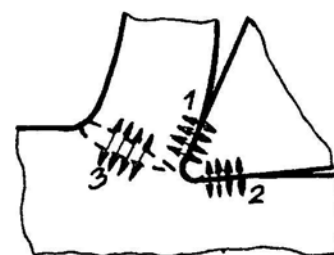
Trong thực tế không phải toàn bộ công tiêu hao chuyển thành nhiệt. Một phần công được tiêu hao để làm thay đổi thế năng của mạng tinh thể. Tuy nhiên tiêu tốn đó rất ít, nên trong tính toán có thể bỏ qua.

Khi cắt có ba khu vực phát sinh nhiệt chính (hình 2.29):

- Khu vực tiếp xúc giữa dao và phoi ở mặt trước (1).

- Khu vực tiếp xúc giữa mặt sau của dao với chi tiết gia công (2).

- Ở mặt đứt phoi (3).



Hình 2.29

Khu vực phát sinh nhiệt khi cắt

b) Sự truyền nhiệt

Muốn điều khiển được quá trình cắt, điều quan trọng không chỉ là biết được lượng nhiệt sinh ra mà là nhiệt độ thực sự ở dao, phoi và chi tiết. Đáng chú ý nhất là nhiệt độ ở dao vì nó có thể làm cho dao mất độ cứng và bị mài mòn nhanh.

Nhiệt sinh ra trong quá trình cắt được truyền qua dao, chi tiết, phoi và không khí.

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_{\text{dao}} + Q_{\text{chi tiết}} + Q_{\text{phoi}} + Q_{\text{kk}}$$

Ví dụ qua thí nghiệm lượng nhiệt phân bố khi gia công thép 40Cr phân bố như sau:

V (m/phút)	Phoi	Chi tiết	Dao	Không khí
$25 \div 50$	45%	50%	2,5%	$1 \div 2,5\%$
$100 \div 350$	75%	22%	1,5%	$1 \div 1,5\%$

Như vậy qua thí nghiệm, khi cắt với tốc độ cao lượng nhiệt truyền vào phoi lớn nhất, rồi đến chi tiết, sau cùng mới là dao. Điều này giải thích như sau: phoi chịu hai nguồn sinh nhiệt (1 và 3) nên lượng nhiệt vào phoi lớn hơn cả; Lượng nhiệt ở dao ít vì tính dẫn nhiệt của dao kém; Lượng nhiệt ở chi tiết lớn hơn vì tính dẫn nhiệt của chi tiết tốt hơn.

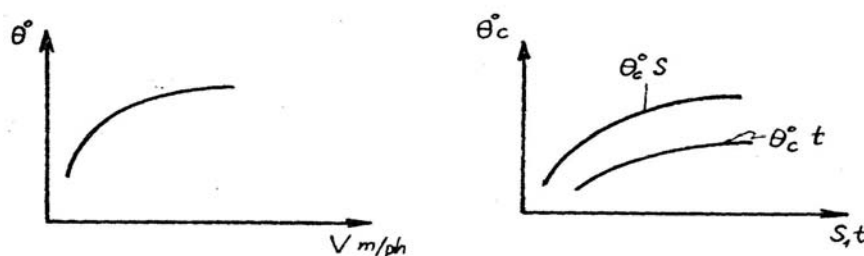
Vận tốc cắt càng lớn, biến dạng và masát chủ yếu nằm trong phoi do thời gian tiếp xúc với dao và chi tiết ít nên nhiệt truyền ít đi, vì vậy nhiệt độ truyền vào chi tiết và dao càng giảm.

Qua nghiên cứu chứng tỏ nhiệt độ cao nhất nằm ở giữa khu vực tiếp xúc giữa dao và phoi, nghĩa là tại điểm cách lưỡi cắt vào khoảng $(0,3 \div 0,5)l$; trong đó l là khoảng cách chiều dài tiếp xúc của phoi và mặt trước của dao. Nhiệt độ đó quy ước là nhiệt độ cắt.

c) Những nhân tố ảnh hưởng đến nhiệt cắt

Tất cả nhân tố ảnh hưởng đến biến dạng đều ảnh hưởng đến nhiệt độ cắt, dưới đây là một vài nhân tố ảnh hưởng chính:

- Chế độ cắt: V , s , t tăng nhiệt độ cắt tăng, nhưng không tỷ lệ thuận (hình 2.30).



Hình 2.30
Quan hệ giữa nhiệt độ cắt và chế độ cắt

- Thông số hình học của dao:
 - + Góc trước γ tăng, biến dạng giảm nên nhiệt độ cắt giảm. Song góc trước tăng, khả năng truyền nhiệt kém đi, kết quả nhiệt độ cắt giảm ít.
 - + Góc nghiêng chính ϕ tăng, a tăng ($a = S \sin \phi$) đưa đến K giảm, điều kiện truyền nhiệt xấu, kết quả nhiệt độ cắt tăng.
- Vật liệu gia công giòn, biến dạng ít, nhiệt độ cắt thấp so với vật liệu dẻo.
- Vật liệu làm dao nào có hệ số ma sát càng lớn và tính truyền nhiệt càng bé thì nhiệt độ trên dao càng cao.
- Khi cắt có tưới dung dịch trơn nguội thì ma sát và nhiệt độ trên dao giảm.

2.3.5 Hiện tượng rung động

Trong quá trình cắt kim loại, hệ thống công nghệ thường xảy ra rung động do yếu cứng vững. Rung động làm ảnh hưởng đến chất lượng chi tiết gia công, đến năng suất cũng như sức khỏe người thợ.

Để có thể nâng cao năng suất, đặc biệt là nâng cao tốc độ, vấn đề rung động càng được đặc biệt chú trọng.

Tuy nhiên vấn đề rung động là một vấn đề hết sức phức tạp, đặc biệt là rung động trong quá trình cắt, mà bản chất của nó cho đến nay tiếp tục được nghiên cứu.

Hiện nay có thể nói một cách khẳng định rằng trong quá trình cắt có hai loại rung động: rung động cưỡng bức và rung động tự rung.

Rung động cưỡng bức (do các nguyên nhân ngoài) trong quá trình cắt được gây ra do những nguyên nhân sau đây:

- Do sự không cân bằng của các bộ phận máy - dao - chi tiết - đồ gá.
- Do hệ thống truyền động của máy có sự va đập tuần hoàn.
- Do vật cắt không tròn, lượng dư gia công không đều.
- Do dao chuyển động không cân bằng.

Những nguyên nhân trên dễ thấy do đó dễ tìm biện pháp khắc phục.

Tự rung động là do lực gây ra và duy trì nó trong quá trình cắt. Có nhiều cách giải thích về những nguyên nhân gây ra tự rung:

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

Các nhân tố ảnh hưởng đến rung động:

- Tăng tốc độ cắt thì biên độ dao động tăng (trong vùng dễ sinh lẹo dao), sau khi biên độ dao động đạt được một giá trị cực đại nào đó thì tốc độ cắt càng tăng, biên độ dao động càng giảm.

- Khi chiều sâu cắt tăng thì biên độ dao động tăng vì lực cắt tăng ảnh hưởng đến hệ thống công nghệ.

- Ảnh hưởng của thông số hình học, đáng kể nhất là góc φ , góc φ càng tăng rung động giảm, (lực $P_y = P_N \cdot \cos \varphi$, là lực cắt ảnh hưởng đến rung động nhiều nhất).

- Khi gia công gang, cắt ra phoi vụn, lực cắt biến đổi nhiều nên rung động tăng. Còn cắt vật liệu dẻo, khi điều kiện hình thành lẹo dao lớn thì rung động càng tăng.

Ngoài ra sự rung động còn chịu ảnh hưởng rất lớn của hệ thống công nghệ. Nếu hệ thống này càng cứng vững thì rung động càng giảm.

Trong thực tế, cần chọn chế độ cắt hợp lý, đồng thời tăng độ cứng vững của hệ thống máy – dao – chi tiết và dùng một số dụng cụ giảm rung chuyên dùng khác.

2.3.6 Hiện tượng mài mòn dao cắt và vấn đề tuổi bền dao

a) Hiện tượng và quy luật mài mòn dao

Khi cắt gọt mặt trước của dao luôn tiếp xúc và có chuyển động tương đối với phoi, mặt sau của dao luôn tiếp xúc và có chuyển động tương đối với mặt gia công, mũi dao và lưỡi dao tiếp xúc và có chuyển động tương đối với mặt đang gia công của chi tiết, vì thế quá trình cắt dao bị mài mòn.

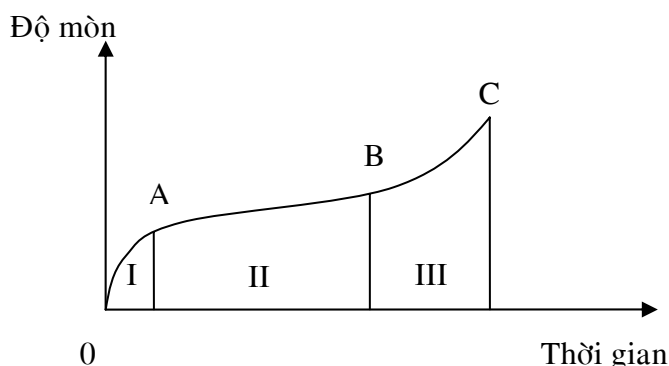
Sự mài mòn của dao giống sự mài mòn của các chi tiết chuyển động tương đối với nhau nhưng điều kiện có nặng nề hơn, vì vậy quy luật mài mòn dao cũng giống như quy luật mài mòn giữa các chi tiết. Sự mài mòn của dao theo thời gian được chia làm 3 giai đoạn như sau (hình 2.31):

Giai đoạn I : Mài mòn khốc liệt do trên mặt dao còn vết nhấp nhô;

Giai đoạn II : Mài mòn ổn định;

Giai đoạn III : Mài mòn phá hủy, ở giai đoạn này nhiệt độ tăng cao, độ cứng giảm nên sự mài mòn xảy ra rất nhanh.

Khi làm việc nếu dao bị mòn gần đến cuối giai đoạn II phải mài dao lại.



Hình 2.31

Quan hệ giữa mài mòn dao và thời gian

Tìm hiểu cơ chế mài mòn dao là một công việc hết sức quan trọng trong việc nghiên cứu quá trình cắt gọt.

b) Nguyên nhân gây ra mài mòn dao

- Ở tốc độ cắt thấp, sự mài mòn chủ yếu do ma sát giữa mặt trước của dụng cụ cắt với phoi và giữa chi tiết với mặt sau của dao, đó là mài mòn cơ học.

- Khi tốc độ cắt tương đối cao, nhiệt độ sinh ra cao đạt một giá trị nào đó, lớp bề mặt của dao thay đổi cấu trúc nên dao chóng mòn hơn, sự mài mòn chủ yếu vì nhiệt.

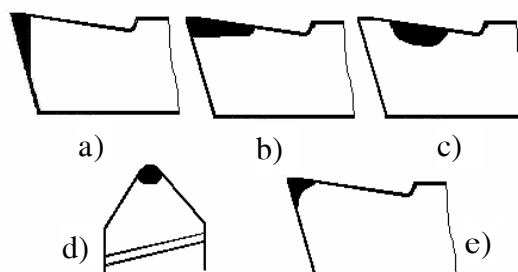
- Khi tốc độ cắt cao, nhiệt độ cao, lớp bề mặt chi tiết bị oxy hóa, trở nên rất giòn, dễ bị phá hủy. Đồng thời với áp suất cao, nhiệt độ cao còn có sự mài mòn vì dính. Khi đó phoi cắt thoát ra dính vào mặt trước của dao, khi chuyển động phoi sẽ kéo theo từng mảnh nhỏ vật liệu ở mặt trước của dao làm cho dao bị mòn. Ngoài ra còn có mài mòn vì khuyếch tán, do khi cắt các loại thép và hợp kim chịu nóng bằng dao hợp kim cứng ở tốc độ cao. Khi nhiệt độ cắt từ 900°C – 1000°C thì có hiện tượng khuyếch tán thành phần của vật liệu dao vào lớp bề mặt chi tiết gia công, kết quả dao bị mòn rất nhanh.

c) Các dạng mài mòn dao

Tùy theo điều kiện cắt gọt, tính chất vật liệu gia công và vật liệu làm dao, dụng cụ cắt gọt có các dạng mài mòn sau:

- Mài mòn mặt sau (hình 2.32a), thường xảy ra khi gia công với chiều dày cắt nhỏ ($a < 0,1 \text{ mm}$) và đặc biệt khi gia công các vật liệu giòn như gang.

- Mài mòn mặt trước (hình 2.32b) và mài mòn lưỡi liềm (hình 2.32c), thường xảy



Hình 2.32

Các dạng mài mòn dao

ra khi gia công vật liệu dẻo có chiều dày cắt $a > 0,5 \text{ mm}$.

- Mài mòn đồng thời cả mặt trước và mặt sau xảy ra khi cắt kim loại dẻo có chiều dày cắt $a = 0,1 \div 0,5$.

- Mài mòn mũi dao (hình 2.32d) và cùn lưỡi cắt (hình 2.32e), thường xảy ra khi gia công tinh các vật liệu có tính dẫn nhiệt. Khi đó dưới ảnh hưởng của nhiệt độ cao, lưỡi cắt nhanh chóng bị mềm và cùn.

Mài mòn mặt sau là dạng chủ yếu và dễ đo nhất. Do đó thường dùng làm tiêu chuẩn mài mòn (hoặc độ mài mòn cho phép). Khi gia công tinh độ mài mòn cho phép tùy thuộc vào độ bóng và độ chính xác gia công.

d) *Tuổi bền dao.*

Thời gian làm việc liên tục giữa 2 lần mài dao gọi là tuổi bền của dao, ký hiệu là T (phút).

Tuổi bền của dao phụ thuộc vào nhiều yếu tố: vật liệu làm dao, vật liệu gia công, thông số hình học của dao, chế độ cắt, dung dịch trơn nguội v.v...

Ảnh hưởng nhiều nhất đến tuổi bền của dao là tốc độ cắt. Tốc độ cắt càng cao, năng lượng tiêu hao trong quá trình cắt càng lớn, nhiệt tỏa ra càng nhiều, quá trình mòn nhiệt và mài mòn diễn ra càng mạnh dẫn đến tuổi bền của dao càng giảm.

Tốc độ cắt là một trong những nhân tố quan trọng ảnh hưởng nhiều đến chất lượng bề mặt gia công, năng suất và giá thành sản phẩm. Khi tăng tốc độ cắt làm tăng năng suất gia công nhưng đồng thời làm dao chóng mòn, hao phí thời gian thay dao và mài lại, khi đó sẽ làm giảm năng suất và tăng giá thành sản phẩm. Do đó việc xác định một tốc độ cắt hợp lý là cần thiết. Tốc độ cắt hợp lý là tốc độ vừa đảm bảo năng suất cao nhất, vừa đảm bảo giá thành hạ nhất.

Thực tế trong điều kiện cắt cụ thể, người ta đã xác định trước tuổi bền hợp lý của dao, nhiệm vụ cắt gọt là phải điều chỉnh máy để có tốc độ phù hợp nhằm đảm bảo tuổi bền dao đã chọn.

Ngoài tốc độ cắt, còn rất nhiều nhân tố ảnh hưởng đến tuổi bền dao như lượng chạy dao, chiều sâu cắt, thông số hình học của dao, vật liệu gia công, vật liệu dao ...

Dưới đây ta xét một vài nhân tố chính ảnh hưởng đến tuổi bền dao:

- Tốc độ cắt càng cao, nhiệt độ cắt càng lớn, tính chất cơ lý của dao thay đổi nên dao chóng mòn.

Ta có quan hệ giữa tuổi bền dao và tốc độ cắt qua thực nghiệm như sau:

$$v = \frac{A}{T^m}$$

Trong đó:

T : tuổi bền dao (phút);

V : tốc độ cắt (m/phút);

A : hằng số phụ thuộc vào vật liệu gia công;

m : giá trị đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của tuổi bền dao đến tốc độ cắt

Đối với dao thép gió $m = 0,125$

Đối với dao hợp kim cứng $m = 0,2$

Đối với dao bằng sứ $m = 0,5$

Từ quan hệ trên ta thấy: nếu tăng V thì T giảm. Do đó muốn giữ cho tuổi bền của dao cao thì phải chọn tốc độ cắt hợp lý.

- Khi cắt, nếu tăng chiều sâu cắt t và lượng chạy dao s thì lực cắt và nhiệt cắt cũng tăng lên dao chóng mài mòn, ảnh hưởng đến tuổi bền dao. Do đó muốn giữ tuổi bền T của dao không đổi thì cần phải giảm tốc độ cắt.

- Thông số hình học dao có ảnh hưởng rất lớn đến tuổi bền dao. Vì vậy tùy theo từng tính chất gia công, vật liệu gia công mà ta có thể chọn dao (vật liệu làm dao, hình dáng hình học, thông số hình học) sao cho hợp lý để đạt được năng suất cao nhất, và chất lượng cao nhất.

+ Ảnh hưởng của góc trước γ : nếu góc trước tăng thì ma sát, lực cắt, nhiệt cắt giảm nhưng nếu góc trước tăng quá lớn sẽ làm góc sắc β giảm, điều kiện truyền nhiệt kém, dao bị chóng mài mòn. Nếu muốn giữ tuổi bền T của dao không đổi thì cần phải giảm tốc độ cắt. Vì vậy cần chọn góc trước hợp lý để có tốc độ cao nhất (hình 2.33a).

+ Ảnh hưởng của góc sau α : nếu góc sau tăng thì sẽ làm giảm ma sát giữa mặt sau và mặt gia công. Tuy nhiên nếu góc sau tăng quá lớn thì sẽ làm giảm góc sắc, giảm điều kiện truyền nhiệt gây nên dao chóng mài mòn. Nếu muốn giữ tuổi bền T của dao không đổi thì cần phải giảm tốc độ cắt. Vì vậy cần chọn góc sau hợp lý để có tốc độ cao nhất (hình 2.33b).



Hình 2.33

Quan hệ giữa vận tốc cắt và góc trước, góc sau của dao.

+ Ảnh hưởng của bán kính mũi dao: nếu bán kính mũi dao lớn thì chiều dài lưỡi cắt tham gia cắt lớn, truyền nhiệt tốt nên có thể tăng tốc độ cắt.

+ Ảnh hưởng của tiết diện thân dao: Thân dao càng lớn điều kiện truyền nhiệt càng tốt, nên có khả năng tăng tốc độ cắt.

- Ảnh hưởng của dung dịch trơn nguội: Dung dịch trơn nguội làm cho sự hình thành phoi dễ dàng, ma sát giảm, nhiệt cắt giảm. Vì vậy khi cắt có dung dịch trơn nguội cho phép nâng cao tốc độ cắt, tăng tuổi bền của dao.

Tổng hợp các nhân tố trên người ta đưa ra các công thức thực nghiệm tính toán vận tốc cắt như sau:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot K_v$$

Trong đó:

T: Tuổi bền dao (phút).

t: Chiều sâu cắt (mm).

s: lượng chạy dao (mm/vòng).

C_v, m, x_v, y_v : phụ thuộc vào điều kiện gia công, tra trong sổ tay “chế độ cắt khi gia công”.

K_v : Hệ số điều chỉnh, tra trong sổ tay “chế độ cắt khi gia công”.

$$K_v = K_m \cdot K_n \cdot K_u \cdot K_r \cdot K_\phi \cdot K_\alpha \cdot K_\gamma \dots$$

Trong đó:

K_m : Hệ số hiệu chỉnh xét đến vật liệu gia công.

K_n : Hệ số hiệu chỉnh xét đến trạng thái phôi.

K_u : Hệ số hiệu chỉnh xét đến ảnh hưởng của vật liệu làm dao.

$K_r ; K_\phi ; K_\alpha ; K_\gamma$: Hệ số hiệu chỉnh xét đến ảnh hưởng của thông số hình học dao.

2.3.7 Hiện tượng lực cắt

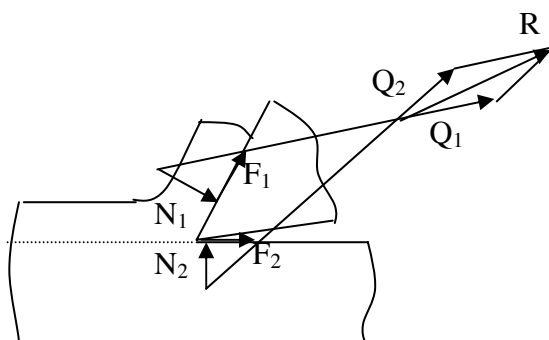
a) Lực cắt

Muốn cắt kim loại cần phải tác dụng vào dao một lực để thắng được lực liên kết trong nôi bộ kim loại. Nghiên cứu lực cắt có một tầm quan trọng rất lớn vì biết lực cắt mới tính được công suất tiêu thụ của máy, mới tính được lực kẹp chi tiết để trên cơ sở thiết kế đồ gá v.v... Lực cắt lớn hay nhỏ ảnh hưởng đến tuổi bền của dao và chất lượng bề mặt gia công.

Trong cắt gọt kim loại, người ta gọi lực sinh ra trong quá trình cắt tác động lên dao là lực cắt; Lực có cùng độ lớn, cùng phương nhưng ngược chiều với lực cắt gọi là phản lực cắt.

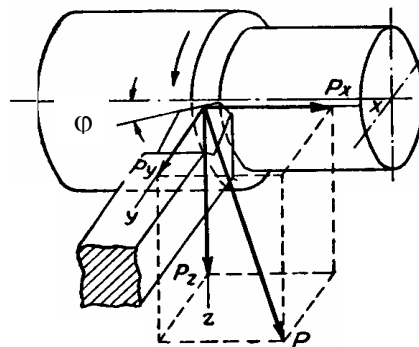
Khi cắt, trên mặt trước của dao do phoi đập vào nên có lực pháp tuyến N_1 (hình 2.34), đồng thời do phoi chuyển động nên có lực ma sát F_1 , ta có:

$$\overline{Q_1} = \overline{F_1} + \overline{N_1}$$



Hình 2.34

Lực tác dụng lên dao



Hình 2.35

Các phương lực cắt

Trên mặt sau của dao do biến dạng đàn hồi và chuyển động nên có áp lực N_2 và ma sát F_2 ; ta có:

$$\overline{Q_2} = \overline{F_2} + \overline{N_2}$$

Nhưng các lực tác dụng lên mặt sau không tham gia quá trình tạo phoi mà gây ra những tải trọng vô ích có ảnh hưởng lớn đến rung động và mài mòn. Tổng hợp các lực trên ta được lực cắt R :

$$\overline{R} = \overline{Q_1} + \overline{Q_2}$$

Để nghiên cứu lực cắt người ta phân lực cắt thành các thành phần theo các phương cần thiết. Khi tiện, các thành phần lực cắt có phương trùng với phương của các chuyển động cắt gọt (hình 2.35):

P_z - lực tiếp tuyến, trùng với phương vận tốc V , có giá trị lớn nhất. Dùng để kiểm nghiệm công suất tiêu thụ của máy.

P_y - lực hướng kính, có phương trùng với phương chiều sâu cắt t . Lực này gây rung động trong mặt phẳng ngang, ảnh hưởng đến độ chính xác và độ bóng bề mặt gia công.

P_x - lực chạy dao, có phương trùng với phương chạy dao s . Lực này tác dụng lên cơ cấu chạy dao. Cơ cấu chạy dao phải khắc phục lực này cùng với lực ma sát trên sống trượt của máy.

Lúc này ta có hợp lực là :

$$\overline{R} = \overline{P_z} + \overline{P_y} + \overline{P_x}$$

hay có thể viết lại:

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

Đây là phương pháp phân tích lực phổ biến nhất, bởi vì phương các chuyển động cắt là hoàn toàn xác định, do vậy việc đo các thành phần lực cắt được tiến hành dễ dàng.

b) Nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt

Nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt cùng quy luật như ảnh hưởng đến biến dạng của phoi. Ví dụ:

- Tính chất cơ lý của vật liệu gia công ảnh hưởng lớn đến lực cắt. Khi gia công vật liệu giòn, lực cắt nhỏ hơn so với vật liệu dẻo. Kim loại có độ hạt càng nhỏ, độ cứng càng cao, lực cắt càng lớn.

- Chiều sâu cắt t và lượng chạy dao s tăng, lực cắt tăng, nhưng ảnh hưởng của t lớn hơn s . Vận tốc cắt v ảnh hưởng đến lực cắt cũng tương tự như ảnh hưởng của nó đến biến dạng của phoi (hình 2.23). Khi v tăng đến v_2 (15 ÷ 20 m/phút) lực giảm; Tiếp tục tăng đến v_3 (40 ÷ 50 m/phút) lực tăng; Tiếp tục tăng nữa lực giảm, cho đến $v \geq 200$ m/phút thì lực hầu như không thay đổi. Hiện nay, xu hướng cắt với vận tốc cắt cao ($v > 50$ m/phút) nên coi quan hệ giữa v và lực cắt như sau: v tăng lực cắt giảm.

- Góc γ và góc α tăng lực cắt giảm ...

- Mỗi loại vật liệu làm dao khác nhau có hệ số ma sát khác nhau nên lực cắt cũng thay đổi.

- Mặt sau dao càng mòn thì diện tích tiếp xúc giữa dao và mặt gia công càng lớn nên lực cắt càng tăng.

- Khi cắt gọt có tưới dung dịch trơn nguội, nhiệt cắt giảm, ma sát giảm ... nên lực cắt giảm.

Tổng hợp các nhân tố ảnh hưởng trên vào công thức tính lực cắt, ta có công thức thực nghiệm như sau:

$$P_z = C_{pz} t^{x_{pz}} s^{y_{pz}} v^{n_{pz}} K_{pz}$$

$$P_y = C_{py} t^{x_{py}} s^{y_{py}} v^{n_{py}} K_{py}$$

$$P_x = C_{px} t^{x_{px}} s^{y_{px}} v^{n_{px}} K_{px}$$

Trong đó: C_{pz}, C_{py}, C_{px} - Hằng số phụ thuộc nhóm vật liệu gia công.

x_{pz}, y_{pz}, n_{pz} - Số mũ chỉ mức độ ảnh hưởng của t, s, v đến lực P_z .

x_{py}, y_{py}, n_{py} - Số mũ chỉ mức độ ảnh hưởng của t, s, v đến lực P_y .

x_{px}, y_{px}, n_{px} - Số mũ chỉ mức độ ảnh hưởng của t, s, v đến lực P_x .

K_{pz}, K_{py}, K_{px} - Các hệ số điều chỉnh tính đến ảnh hưởng của các thông số còn lại như thông số hình học của dao (vật liệu dao, góc độ dao ...).

Các trị số trên được tra trong sổ tay công nghệ hoặc sổ tay chế độ cắt khi gia công cơ.

Ngoài ra trị số lực cắt còn có thể tính theo các công thức khác như tính theo lực cắt đơn vị (là trị số lực cắt khi cắt một diện tích phoi 1 mm^2) và diện tích lớp cắt hoặc bằng cách đo trực tiếp với dụng cụ đo lực cắt.

Để đo lực cắt, trong thực tế thường dùng các loại lực kế khác nhau, các lực kế này đều dựa trên nguyên tắc biến dạng đàn hồi của một phần tử làm việc chịu tác dụng của lực cắt. Phần tử này có thể là xà đàn hồi ở lực kế cơ khí, có thể là lò xo ống ở các lực kế thủy lực, hay các màng kim loại trong các lực kế điện.

Theo nguyên lý tác dụng có thể chia lực kế ra làm 3 nhóm: lực kế cơ khí, lực kế thủy lực và lực kế điện. Tùy vào yêu cầu đo và phương pháp gia công mà dùng các loại lực kế cho phù hợp.

c) Công suất cắt

Công suất tiêu hao khi cắt phụ thuộc vào lực P_z và P_x (P_y không sinh ra công vì theo phương P_y không có chuyển vị).

Công suất có ích khi cắt được tính theo công thức :

$$N_c = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102} (KW)$$

Công suất có ích khi chạy dao :

$$N_{cd} = \frac{P_x \cdot n \cdot s}{60 \cdot 10^3 \cdot 102} (KW)$$

Trong đó:

P_z, P_x : là các lực cắt thành phần (KG).

n : là số vòng quay của chi tiết gia công (vòng/phút).

s : lượng chạy dao (mm/vòng).

v : tốc độ cắt (m/phút).

$$1KW = 102^{-1} \text{ KG.m/s}$$

Công suất cắt toàn phần được tính như sau:

$$N_{ctp} = N_c + N_{cd}$$

Vì thường N_{cd} rất bé nên khi tính toán công suất gần đúng có thể bỏ qua. Công suất cần thiết của động cơ điện được xác định:

$$N_{nc} = \frac{N_c}{\eta} (KW)$$

Trong đó: η - hiệu suất hữu ích của máy ($\eta = 0,7 \div 0,75$)

2.4 Lựa chọn hình dáng mặt trước và thông số hình học hợp lý của dao

Các yếu tố hình học phần cắt của dao có ảnh hưởng rất lớn đến lực cắt, tốc độ cắt, độ mòn dao, chất lượng bề mặt gia công.

Do đó chọn các yếu tố này hợp lý là điều kiện cần thiết trước khi chọn chế độ cắt. Chọn các yếu tố này hợp lý sẽ tạo khả năng đưa cao năng suất khi gia công.

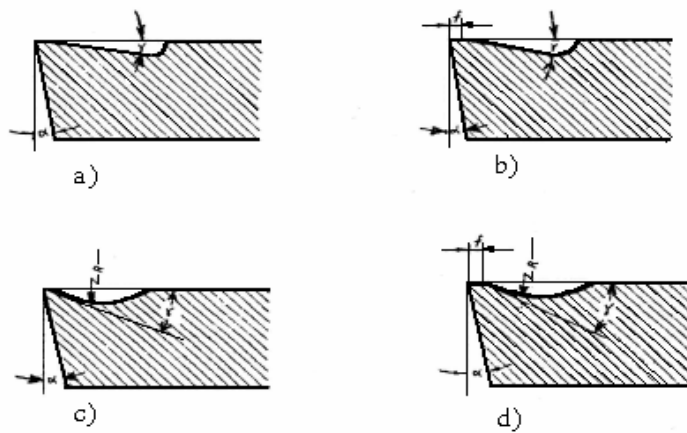
Tùy vào từng loại vật liệu dao, điều kiện cắt, chế độ cắt, vật liệu gia công ... mà ta chọn hình dạng hình học hợp lý của dao khác nhau.

a) Chọn dạng mặt trước của dao

- Đối với dao thép gió

Dao làm bằng thép có ưu điểm là chịu uốn tốt song chịu nhiệt và chịu mài mòn kém hơn HKC. Thường có các dạng mặt trước như sau (hình 2.36):

Hình 2.36
Các dạng mặt trước
của dao thép gió



- Mặt trước phẳng không có cạnh vát (hình 2.36 a): dùng cho các dao gia công vật liệu giòn (gang, đồng thanh), gia công thép với lượng chạy dao $s < 0,2 \text{ mm/vòng}$.

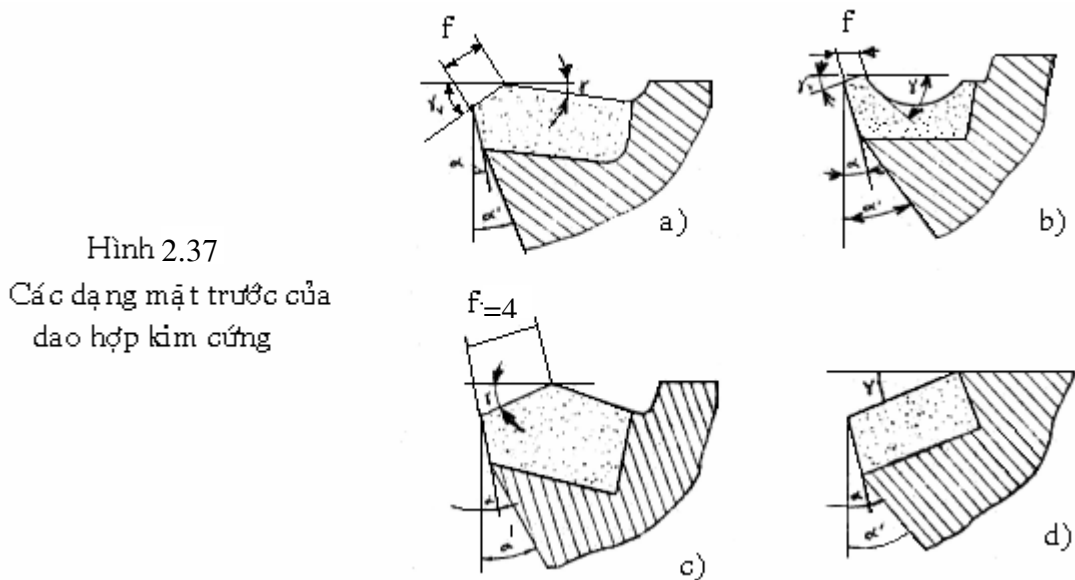
- Mặt trước phẳng có cạnh vát (hình 2.36b): dùng cho các loại dao gia công thép có độ cứng trung bình ($\sigma_b = 700-900 \text{ N/mm}^2$) với $s > 0,2 \text{ mm/vòng}$. Cạnh vát f làm tăng sức bền của lưỡi cắt; $f = 0,2 \div 1 \text{ mm}$. Lượng chạy dao lớn thì chọn f lớn.

- Mặt trước cong không có cạnh vát (hình 2.36c): dùng cho các loại dao gia công thép có độ cứng thấp và độ dẻo cao ($\sigma_b < 700 \text{ N/mm}^2$); với $s \leq 0,2 \text{ mm/vòng}$. Phoi dễ cuốn và dễ đứt.

- Mặt trước cong có cạnh vát (hình 2.36d): Thường dùng cho các loại dao tiện (trừ dao tiện định hình) gia công thép có độ cứng trung bình ($\sigma_b \leq 700 - 900 \text{ N/mm}^2$) với $s > 0,2 \text{ mm/vòng}$. Ưu điểm chính là cuốn phoi, bề phoi tốt hơn và lực cắt giảm.

- Đối với hợp kim cứng

Hợp kim cứng có đặc điểm là giòn, chịu uốn kém song chịu mòn và chịu nhiệt tốt, thường được làm theo các dạng sau (hình 2.37):



Hình 2.37
Các dạng mặt trước của
dao hợp kim cứng

- Mặt trước phẳng có cạnh vát âm (hình 2.37a): Dùng cắt thép có giới hạn bền $\sigma_b \geq 800 \text{ N/mm}^2$, cũng có thể dùng cắt gang xám và gang rèn, góc trước của cạnh vát thường lấy $\gamma_v = 0 \div -5^\circ$, chiều rộng $f = (1 \div 2) a$, (a là chiều dày cắt).

- Mặt trước cong có cạnh vát âm (hình 2.37b): Dùng cắt thép có $\sigma_b \leq 800 \text{ N/mm}^2$ với $t = 1 \div 5 \text{ mm}$, $s = 0,3 \text{ mm/vòng}$, mặt trước cong phoi dễ cuốn và dễ gãy.

- Mặt trước phẳng có góc trước âm kép (hình 2.37c): Dùng cắt thép có $\sigma_b > 800 \text{ N/mm}^2$ khi lượng dư không đều và phôi cứng vững.

- Mặt trước phẳng có góc trước âm đơn (hình 2.37d): Dùng cắt thép có $\sigma_b > 800 \text{ N/mm}^2$ và tốc độ cắt cao, nhưng độ cứng vững của hệ thống gia công phải tốt.

Để tiết kiệm đá mài và giảm thời gian mài các dao tiện có lưỡi cắt bằng hợp kim cứng thường tạo thêm góc sau α' để thoát đá khi mài.

b) Chọn các góc độ dao hợp lý

- Chọn góc trước

Góc trước γ tăng thì biến dạng và ma sát giảm, song nếu γ tăng nhiều quá thì β giảm làm cho dao yếu, tuổi bền của dao giảm. Góc trước chọn dựa vào một yếu tố sau:

+ Vật liệu gia công: Vật liệu càng dẻo thì chọn γ càng lớn, để giảm biến dạng do đó giảm lực cắt; vật liệu giòn ta nhận được phoi vụn, tải trọng tập trung ở mũi dao nên chọn góc trước nhỏ để làm tăng tuổi bền dao.

+ Vật liệu làm dao: Đối với vật liệu làm dao chịu uốn tốt thì nên chọn góc trước có trị số lớn để giảm ma sát và biến dạng khi cắt. Đối với vật liệu làm dao giòn nên chọn γ nhỏ (thường $\gamma_v < 0$) để tránh lưỡi dao bị vỡ khi cắt.

+ Điều kiện gia công: Khi gia công thô, chọn γ lớn để giảm lực P_z . Gia công tinh chọn γ nhỏ để có thể tăng góc sau α .

- Chọn góc sau α .

Nhân tố ảnh hưởng chủ yếu đối với α là chiều dày cắt a . Khi a giảm ma sát mặt sau tăng, dao chóng mòn và làm cho lực cắt P_y tăng. Vì vậy khi gia công tinh nên chọn α lớn.

- Chọn góc nghiêng chính φ và góc nghiêng phụ φ_1

Các góc này có ảnh hưởng rất lớn đến độ cứng vững của hệ thống công nghệ. Trong khi cắt nếu s và t không đổi, cho góc φ thay đổi thì các thông số của diện tích lớp cắt a , b cũng thay đổi, dẫn đến các thành phần lực thay đổi.

Thực nghiệm cho thấy nếu φ càng lớn thì rung động ít, tăng độ cứng vững. Còn φ_1 càng nhỏ thì độ bóng càng tăng.

- Chọn góc nâng của lưỡi cắt chính λ

Góc nâng của lưỡi cắt chính λ có ảnh hưởng đến phương thoát phoi, sức bền của lưỡi cắt và điều kiện cắt vào kim loại của từng điểm trên lưỡi cắt.

Mũi dao thấp nhất khi $\lambda > 0$, lúc đó điểm tiếp xúc đầu tiên của dao và chi tiết nằm phía trong đỉnh dao do đó dao ít bị mẻ. Nếu $\lambda < 0$ thì điểm tiếp xúc nằm ở đỉnh dao cho nên khi có tải trọng va đập thì đầu dao dễ bị vỡ.

+ Khi gia công thô nên chọn $\lambda > 0$ để đầu dao bền.

+ Khi gia công tinh nên chọn $\lambda < 0$ để phoi không đập vào bề mặt gia công.

+ Khi gia công có va đập bằng dao hợp kim cứng, sứ và kim cương thì chọn $\lambda \geq 0$.

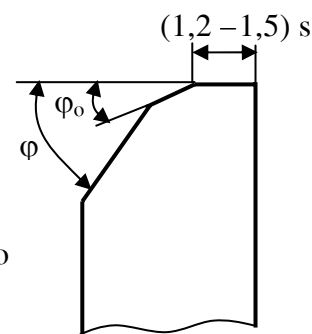
- Chọn bán kính mũi dao r

Bán kính mũi dao càng lớn, độ bóng gia công càng cao, đồng thời truyền nhiệt tốt làm tuổi bền của dao tăng, nhưng nếu r quá lớn dễ gây ra rung động.

Để làm tăng độ bóng bề mặt gia công, dao còn có lưỡi cắt ngang với chiều dài bằng $(1,2 \div 1,5)S$ (Hình 2.38).

Trị số của các góc và bán kính mũi dao được tra trong các sổ tay công nghệ chế tạo máy.

Hình 2.38
Lưỡi cắt ngang của dao



2.5 Xác định chế độ cắt hợp lý khi gia công

Chế độ hợp lý là chế độ cắt đảm bảo năng suất cao, giá thành hạ và đạt được chất lượng yêu cầu đối với chi tiết gia công. Ngoài ra còn phải tận dụng khả năng của vật liệu làm dao.

Xác định chế độ cắt bao gồm:

- Chọn các đặc tính của dao phù hợp với điều kiện gia công (vật liệu phần cắt, phần thân, tuổi bền dao, hình dáng và thông số hình học phần cắt, kích thước thân dao).

- Xác định các yếu tố chế độ cắt : t , s , v .

- Tính công suất máy và khi cần thiết phải kiểm nghiệm lại độ bền, độ cứng vững của một số cơ cấu máy.

- Tính thời gian gia công cơ bản.

Nếu gọi Q là năng suất máy, ta có công thức gần đúng sau:

$$Q \approx \frac{1}{T_0}$$

Trong đó $T_0 = \frac{L.h}{n.s.t}$ là thời gian gia công cơ bản (phút).

L - chiều dài hành trình của dao.

s - lượng chạy dao.

t - chiều sâu cắt.

h - lượng dư gia công.

n - số vòng quay của trục chính

$$n = \frac{1000v}{\pi D} \quad (\text{vòng/phút})$$

$$\text{Cho nên: } Q \approx \frac{100.v.s.t}{L.h.\pi.D}$$

Vì L, h, D là những đại lượng đã biết cho nên ta có thể đặt:

$$A = \frac{1000}{Lh.\pi D}$$

Khi đó ta có: $Q \approx A . v . s . t$

Như vậy năng suất tỷ lệ với các yếu tố chế độ cắt. Tuy nhiên các yếu tố cắt này ảnh hưởng đến năng suất ở các mức khác nhau.

Từ công thức quan hệ giữa vận tốc cắt và tuổi bền của dao:

$$v = \frac{C_v}{T^m . t^{xv} . s^{yv}} K_v$$

$$\text{Suy ra: } T^m = \frac{C_v}{v.t^{xv} . s^{yv}} K_v$$

Ta thấy vận tốc ảnh hưởng đến tuổi bền nhiều nhất, tiếp theo là s và cuối cùng là t ($1 > y_v > x_v$).

Do đó đứng về quan điểm tuổi bền của dao mà xét, nên chọn các yếu tố cắt lần lượt theo thứ tự từ t, đến s, rồi mới đến v.

Ví dụ để xác định chế độ cắt khi tiện cần phải biết vật liệu gia công, kích thước chi tiết gia công, các yêu cầu kỹ thuật và các số liệu động học, động lực học của máy.

Chế độ cắt thường được tiến hành theo trình tự sau đây:

1/ Chọn dụng cụ cắt

Vật liệu dao (phần cắt và phần thân) chọn phụ thuộc vào vật liệu gia công, đặc tính phôi, trạng thái bề mặt phôi và điều kiện cắt. Đồng thời ta chọn luôn tuổi bền của dao theo tiêu chuẩn.

Xác định thông số của hình học của dao phụ thuộc vào tính chất vật liệu gia công, dạng gia công (thô hay tinh) độ cứng vững của hệ thống công nghệ v.v...

2/ Chọn chiều sâu cắt

- Chọn t càng lớn càng tốt, tốt nhất là $t = h$ (lượng dư gia công) như vậy chỉ cần ăn dao một lần.

- Khi gia công thô chọn $t = h$

- Khi gia công bán tinh ($h > 2\text{mm}$) nên cắt hai lần:

Lần thứ nhất
$$t_1 = \left(\frac{2}{3} + \frac{3}{4} \right) h$$

Lần thứ hai
$$t_2 = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{3} \right) h$$

- Khi gia công tinh cần đạt độ bóng cao, có thể cắt 3, 4 lần. Chiều sâu cắt lần cuối tra trong sổ tay công nghệ chế tạo máy.

3/ Xác định lượng chạy dao S

a) Khi tiện thô phải chọn S thỏa mãn 3 điều kiện

- Sức bền thân dao.
- Sức bền của cơ cấu chạy dao.
- Độ cứng vững của chi tiết gia công.

Trình tự thực hiện như sau:

- Chọn $S_{\text{máy}}$ (trị số tra trong thuyết minh của máy thực hiện gia công) qua sổ tay “Chế độ cắt khi gia công cơ” hoặc sổ tay “Thiết kế công nghệ chế tạo máy – tập 1”.

- Tính vận tốc cắt V bằng công thức thực nghiệm:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S_{\text{máy}}^{y_v}} K_v \text{ (m / phut)}$$

- Kiểm tra 3 điều kiện trên:

+ *Đảm bảo sức bền thân dao*

Khi cắt do tác dụng của lực P_z , dao có thể gãy do uốn (hình 2.39). Để đảm bảo dao làm việc tốt: $M_u = P_z \cdot l \leq [M_u] = W[\sigma_u]$

$[\sigma_u]$ - Ứng suất uốn cho phép của vật liệu thân dao (N/mm^2).

W – Môđun chống uốn mm^3 .

Đối với dao có tiết diện thân là hình chữ nhật thì:

$$W = \frac{BH^2}{6} (\text{mm}^3)$$

B : Chiều rộng thân dao.

H : Chiều cao thân dao.

Đối với dao thân tròn:

$$W = \frac{\pi D^3}{32} (\text{mm}^3)$$

D : Đường kính thân dao.

Từ các công thức trên ta có: (trường hợp tiết diện thân là hình chữ nhật).

$$P_z \cdot l \leq [\sigma_u] \frac{BH^2}{6}$$

hay

$$C_{P_z} \cdot t^{x_{P_z}} \cdot S_{may}^{y_{P_z}} \cdot v^{n_{P_z}} \cdot K_{P_z} \cdot l \leq \frac{BH^2}{6} [\sigma_u]$$

+ Đảm bảo sức bền cơ cấu chạy dao

Khi cắt, lực hướng trục có xu hướng chống lại sự chuyển động của dao. Nếu lực này quá lớn thì có thể làm hư hại phần truyền động của cơ cấu mang dao. Vì vậy phải chọn S hợp lý để cơ cấu an toàn.

Trong các thuyết minh máy thường cho lực hướng trục cho phép $[P_x]$. Muốn làm việc được:

$$P_x + f \cdot (P_z + P_y) \leq [P_x]$$

Trong đó : f - hệ số ma sát giữa bàn dao và sống trượt của máy (thường $f = 0,1$)

Vì :

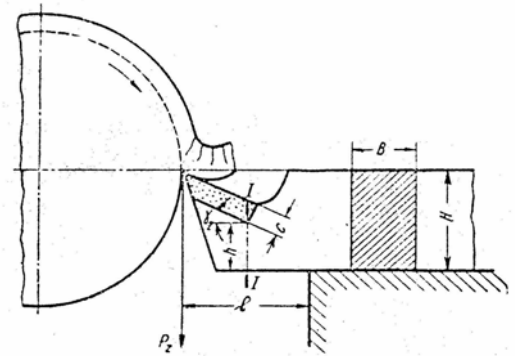
$$\frac{P_y}{P_z} \approx \frac{1}{2}, \frac{P_x}{P_z} = \frac{1}{3}$$

Nên: $[P_x] \geq 1,45P_x = 1,45 C_{P_x} \cdot t^{x_{P_x}} \cdot S_{may}^{y_{P_x}} \cdot v^{n_{P_x}} \cdot K_{P_x}$

+ Đảm bảo độ cứng vững của chi tiết gia công

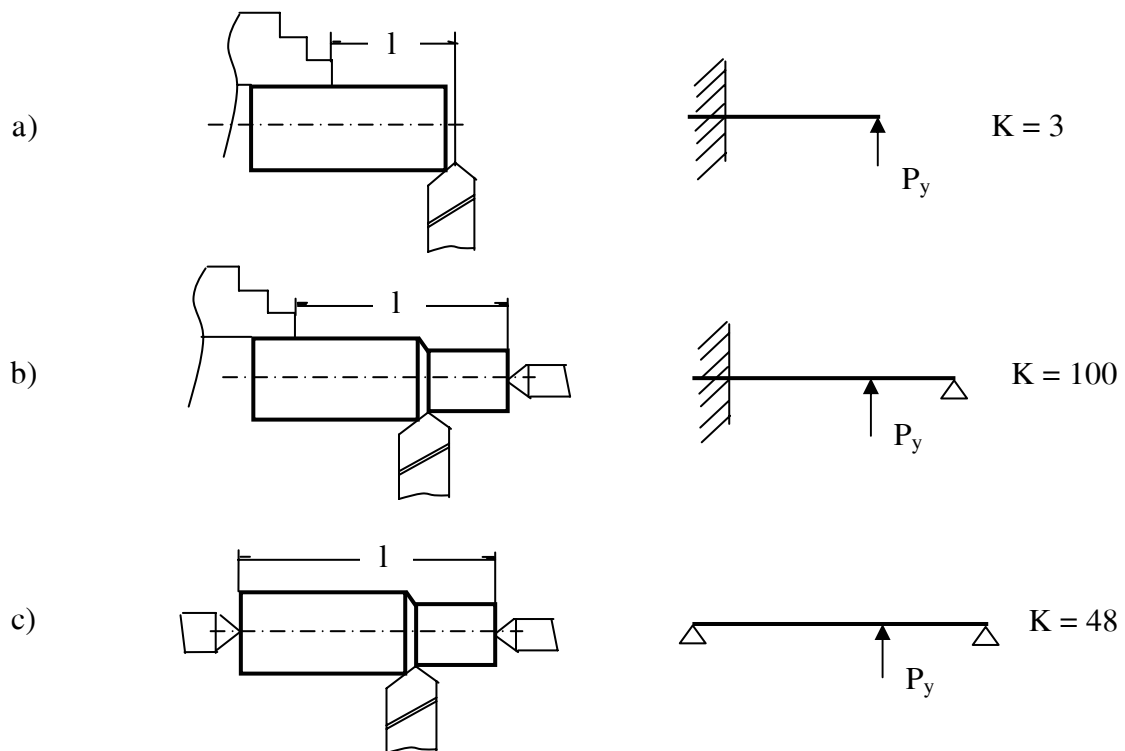
Khi tiện các chi tiết dài, đường kính bé do lực hướng kính mà chi tiết bị uốn cong. Tùy theo phương pháp kẹp chi tiết mà độ võng có thể lớn, nhỏ khác nhau. Do đó chi tiết được chế tạo sẽ không có dạng hình trụ như ta muốn mà có dạng hình tang trống.

Trong thực tế thường có 3 phương pháp kẹp như trên hình 2.40:



Hình 2.39

Sơ đồ lực tác dụng lên dao



Hình 2.40 Các phương pháp gá đặt trên máy tiện

Ba kiểu kẹp chi tiết tương ứng với 3 loại dầm như đã nghiên cứu ở giáo trình sức bền vật liệu. Độ võng f của dầm do lực P_y gây ra được tính theo công thức:

$$f = \frac{P_y \cdot l^3}{K \cdot E \cdot J}$$

Trong đó: l - Chiều dài chi tiết gia công (mm).

K - Hệ số phụ thuộc cách gá đặt (hình 2.40).

E - Môduyn đàn hồi của vật liệu gia công.

J - Mômen quán tính của tiết diện chi tiết gia công (mm^4).

$$J = \frac{\pi D^4}{64} \approx 0,05 D^4 (\text{mm}^4)$$

P_y - Lực hướng kính.

Điều kiện thỏa mãn khi gia công đạt độ chính xác yêu cầu của chi tiết: $f \leq [f]$

$$\frac{C_{py} \cdot t^{x_{py}} \cdot s^{y_{py}} \cdot v^{n_{py}} \cdot K_{py} \cdot l^3}{K \cdot E \cdot J} \leq [f]$$

Khi tiện thô độ võng cho phép $[f] = 0,2 \div 0,4 \text{ mm}$, còn khi tiện bán tinh $[f] = 0,1 \text{ mm}$ và khi tiện tinh $[f] = 0,02 \delta$; δ là dung sai kích thước gia công.

Thường lấy $[f] = 0,25 \delta_i$ (δ_i là dung sai của kích thước ở bước đang thực hiện).

b) Khi gia công tinh lượng chạy dao bị hạn chế bởi độ nhám bề mặt. Trường hợp bán kính mũi dao $r \neq 0$ ta có quan hệ:

$$H = \frac{S^2}{8r}$$

H: chiều cao nhấp nhô bề mặt lớn nhất cho phép.

S: lượng chạy dao.

r: bán kính mũi dao.

Từ đây ta có thể tính được lượng chạy dao khi gia công tinh:

$$S^2 = H.8r$$

3/ Tính số vòng quay và vận tốc cắt thực

Số vòng quay của trục chính được tính như sau: $n = \frac{1000.V}{\pi.D}$ (vòng / phút)

Số vòng quay n tính được cần so sánh với số vòng quay có thực trong máy, có thể gặp trường hợp :

$$n_{1\text{máy}} < n < n_{2\text{máy}}$$

Trong đó $n_{1\text{máy}}$ và $n_{2\text{máy}}$ là hai tốc độ có ở trên máy gia công, kế sát phía dưới và phía trên của n.

Nếu n có trị số sát với $n_{2\text{máy}}$, thì ta chọn $n_{2\text{máy}}$ nhưng phải giảm lượng chạy dao đi một cấp: $S_{\text{máy}-1}$.

Nếu n có trị số sát với $n_{1\text{máy}}$, thì chọn $n_{1\text{máy}}$ và giữ nguyên $S_{\text{máy}}$ đã chọn.

So sánh hai tích: $(n_{1\text{máy}} . S_{\text{máy}})$ và $(n_{2\text{máy}} . S_{\text{máy}-1})$, tích nào lớn hơn thì chọn phương án có số vòng quay và lượng chạy dao đó vì như vậy thời gian gia công cơ bản T_0 sẽ nhỏ nhất.

4/ Kiểm nghiệm động lực của máy

- Muốn cắt được thì: $N_c \leq N_{dc} . \eta$

Hay:
$$\frac{P_z . V}{60.102} \leq N_{nc} . \eta$$

- Mômen xoắn của trục chính $[M_x]$ đã cho trong thuyết minh máy nên:

$$P_z \frac{D}{2} \leq [M_x] \quad \text{Trong đó: } D - \text{đường kính chi tiết gia công.}$$

5/ Thời gian gia công cơ bản

Là thời gian trực tiếp làm thay đổi hình dáng, kích thước và tính chất cơ lý của chi tiết gia công. Thời gian có thể thực hiện trên máy công cụ, nhưng cũng có thể thực hiện trên bàn nguội hoặc trong lò nhiệt luyện.

Thời gian gia công cơ bản trên máy tiện được tính như sau:

$$T_0 = \frac{L.h}{n.S.t} (\text{phút})$$

CHƯƠNG 3

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG

3.1 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 còn quá xấu so với yêu cầu: xù xì, rỉ nứt, chai cứng ... đó là nguyên nhân làm cho dao bị hỏng, mòn nhanh, chế độ cắt (v, s, t) khi cắt bị hạn chế. Quá trình cắt dễ sinh ra va đập và 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: méo, ôvan, độ côn, cong ... Theo qui 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 gia công 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 thanh, dễ bị cong vênh khi vận chuyển, 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 thanh thành từng đoạn phù hợp với chiều dài chi tiết.

- Vì phôi còn xù xì, cong vênh ... nên 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 (gia công bóc vỏ);
- Cắt đứt phôi (đậu ngót, đậu rọt);
- Gia công lỗ tâm.

Chú ý rằng không phải bất cứ loại phôi nào cũng phải qua toàn bộ các nguyên công chuẩn bị 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.

1. Làm sạch phôi

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

- Làm sạch ba via, đậu rọt, 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 làm sạch theo phương pháp thủ công bằng những dụng cụ đơn giản như bàn chải sắt, chổi sắt, dũa, búa v.v... 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 bavaria, đậu rớt, đậu ngót sẽ rơi ra. Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối người ta làm sạch các vật đúc, rèn nhờ các thiết bị chuyên dùng, cơ khí hóa.

2. Nắn thẳng phôi.

Đối với những phôi cán dài, không những vẫn nắn thẳng trong 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 đẩy 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.

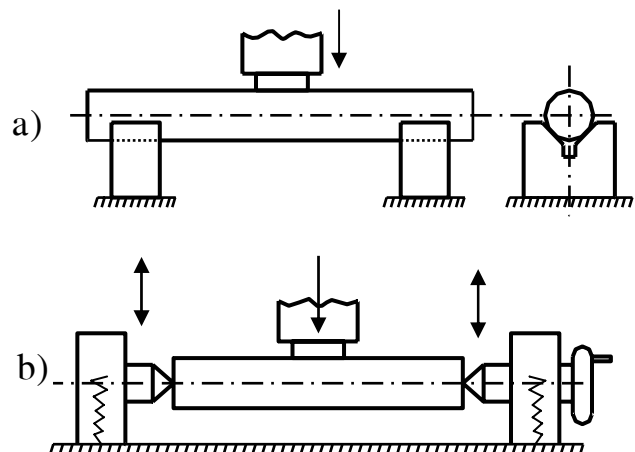
- Ép thẳng: lắp phôi trên 2 mũi nhọn của máy tiện rồi dùng bàn dao hoặc đòn bẩy nắn thẳng. Phương pháp này không nên dùng vì nó phá hoại độ chính xác của máy. Cũng có thể dùng đồ gá để nắn trên máy ép: dùng cho phôi đơn giản, mặt cắt hình tròn hoặc không tròn, nắn thẳng trên máy ép bằng 2 cách:

a) Nắn thẳng trên 2 khối V (hình 3.1a);

b) Nắn thẳng trên 2 mũi tâm, một mũi cố định, một mũi điều chỉnh được. Khi ép, vật và mũi tâm đều di chuyển xuống nhờ lò xo, nắn xong là lại di chuyển về vị trí ban đầu (hình 3.1b).

Hình 3.1

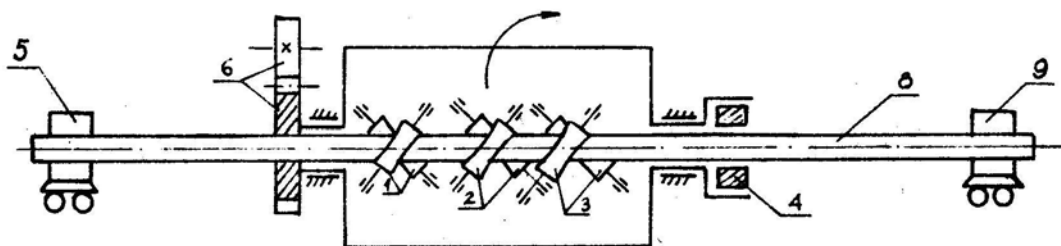
- a) Sơ đồ nắn thẳng trên khối V
b) Sơ đồ nắn thẳng trên mũi tâm



c) Nắn trên máy nắn chuyên dùng. Máy gồm có một thùng quay. Trong thùng có những bộ con lăn hình Hybepolôit đặt chéo nhau (hình 3.2). 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 tới 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

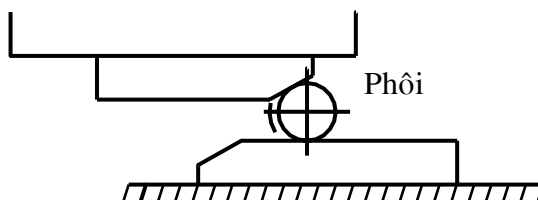
nhỏ 5,9 giữa 2 đầu phôi. Khoảng cách giữa 2 con lăn có thể điều chỉnh được để thích ứng với các loại đường kính khác nhau.



Hình 3.2

Sơ đồ nắn thẳng trên máy nắn chuyên dùng

d) Nắn trên máy cán ren phẳng: khi đó ta thay bàn cán ren bằng bàn phẳng (hình 3.3). Máy này có thể nắn những đoạn ngắn. Độ chính xác đạt từ 0,05 – 0,15 μm đối với mỗi mm đường kính trên chiều dài 1m đường kính. Năng suất cũng rất cao.



Hình 3.3

Sơ đồ nắn thẳng trên máy cán ren phẳng

3. Gia công phá

Mục đích của gia công phá là bóc lớp vỏ ngoài của các loại phôi có bề mặt xấu và có sai lệch quá lớn. Máy dùng để gia công phá cần có công suất lớn, độ cứng vững cao để đạt năng suất cao, còn độ chính xác thì không cần cao lắm.

4. 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 rớt. Khi chọn phương pháp cắt đứt ta phải xét tới một số yếu tố sau đây:

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

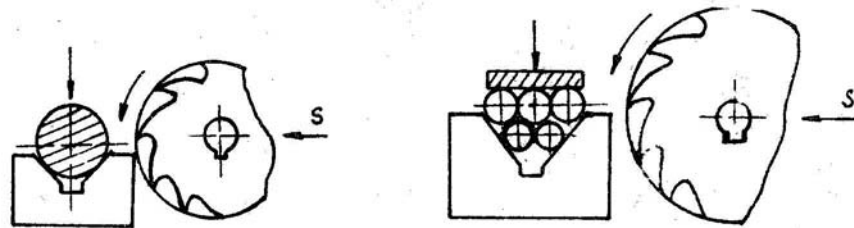
Có rất nhiều phương pháp cắt đứt phôi:

- 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.

- Cửa máy đi lại: máy cấu tạo đơn giản, một công nhân có thể đứng nhiều máy, miệng cắt tương đối hẹp (từ 1-2,5 mm). So với cửa tay thì năng suất cao hơn nhiều và giải phóng được sức người, nhưng so với các kiểu máy cửa khác thì năng suất của máy cửa đi lại thấp hơn vì có hành trình chạy không. Các xí nghiệp nhỏ trang bị loại máy cửa này thích hợp vì bỏ vốn ít.

- Cửa đĩa: dao giống như dao phay đĩa có đường kính từ 275 – 2000 mm, miệng rộng từ 3 – 15 mm. Cửa 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 3.4)

- Cửa đai: là phương pháp cắt liên tục, có năng suất cao hơn loại cửa đi lại nhưng thấp hơn cửa đĩa vì lưỡi cửa có độ cứng vững thấp, chế tạo phức tạp. Miệng cắt 1-1,5 mm. Loại

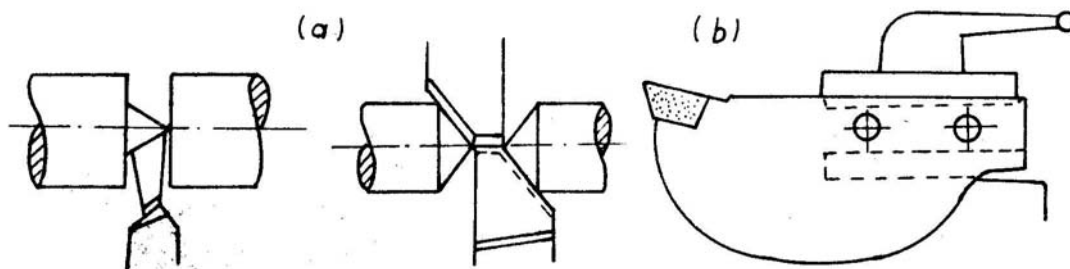


Hình 3.4
Sơ đồ cắt đứt phôi bằng dao phay đĩa

cửa này dùng để cắt đầu ngót, đầu rớt của các vật đúc bằng kim loại màu trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

- Cắt đứt trên máy tiện: có thuận lợi là thực hiện chung trong một lần gá với các bước khác như khoan tâm, tiện ngoài v.v... nhờ vậy mà độ chính xác về vị trí tương quan tốt. Ta có thể cắt trên máy tiện thông thường, máy tiện Revonve ... Có loại máy lớn để cắt các vật đúc có đường kính từ $\Phi 600$ - $\Phi 3200$ mm. Tuy nhiên, cắt đứt bằng phương pháp tiện thì năng suất kém, miệng cắt lớn từ 3-7 mm; dao dễ bị gãy. Có thể cắt đứt những thanh có tiết diện tròn và cả những thanh có tiết diện định hình (hình 3.5)

- Cắt đứt trên máy mài: độ chính xác cao, mặt cắt nhẵn, sau khi cắt không phải gia



Hình 3.5
Sơ đồ cắt đứt phôi trên máy tiện
a) Cắt bằng một dao hoặc hai dao đồng thời;
b) Kết cấu dao để tăng độ cứng vững.

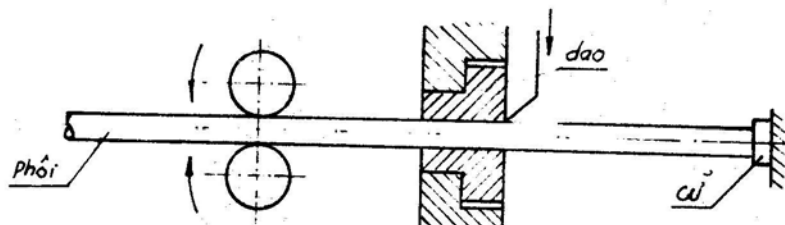
công lại nữa. Dùng để cắt các loại thép, thép đã tôi trong các phân xưởng dụng cụ. Phương

pháp này cho năng suất cắt so với cửa đĩa thì không cao hơn nhưng chất lượng bề mặt lại tốt hơn. Những viên đá dùng để cắt có chiều dày từ 1 – 3 mm.

- Cắt trên các máy cắt chuyên dùng: ở một số xí nghiệp dùng các máy cắt chuyên dùng để cắt thép thanh và thép tấm. Năng suất cắt rất cao nhưng miệng cắt không chính xác. Phần nhiều cắt ở phân xưởng rèn; đường kính vật không được quá lớn (hình 3.6).

- Cắt bằng cửa ma sát : dùng một đĩa làm lưỡi cửa thép, thường dày từ 1,5 – 3 mm, đường kính từ 300 –

1500 mm. Mặt tròn đĩa có khía, khi quay tròn tiếp xúc với phôi sẽ phát nhiệt lớn khiến cho kim loại bị nóng chảy và bị cắt đứt. Trong khi đó thì đĩa được làm nguội



Hình 3.6

Sơ đồ máy cắt chuyên dùng

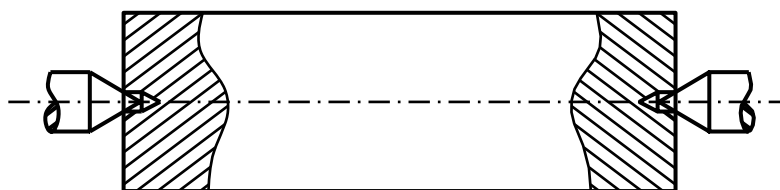
bằng một thùng nước hay vòi nước (không tưới tại chỗ cắt). Phương pháp này có năng suất cao, không tổn lưỡi cửa đắt tiền nên giá thành nguyên công sẽ giảm. Nhưng có nhược điểm là độ chính xác thấp, ồn ào và phải có bộ phận an toàn tốt.

- Cắt đứt bằng tia lửa điện;
- Cắt bằng tia Laser, Plasma v.v ...
- Cũng có thể dùng bào, xọc, phay để cắt đứt.

5. Gia công lỗ tâm

Lỗ tâm là một loại chuẩn tinh phụ dùng để định vị thống nhất đối với chi tiết dạng trục (hình 3.7). Nó dùng trong quá trình gia công, kiểm tra, và cả sửa chữa sau này nữa.

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



Hình 3.7

Sơ đồ định vị bằng lỗ tâm

- Kiểu a (hình 3.8a): là kiểu lỗ tâm đơn giản nhất, góc côn của mặt tỳ thường bằng 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 khi phần côn của mũi tâm tỳ sát vào lỗ côn.

- Kiểu b (hình 3.8b): có phần vát côn 120° để bảo vệ lỗ tâm tránh sứt mẻ ở cạnh; ngoài ra còn tạo điều kiện để có thể gia công suốt mặt đầu. Loại này được dùng trong các trường hợp mà phải dùng lỗ tâm nhiều, trong thời gian dài.

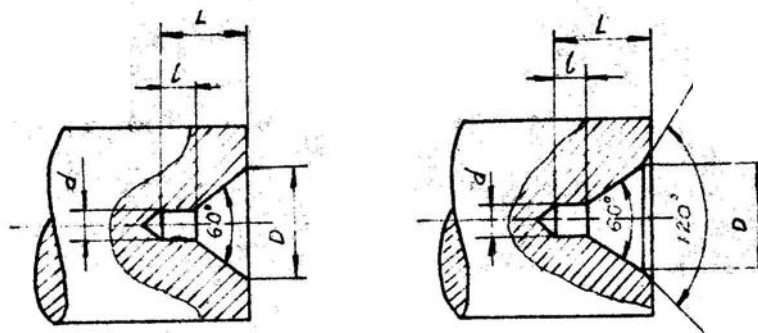
Lỗ tâm là loại chuẩn được dùng lâu dài nên yêu cầu kỹ thuật khi gia công khá cao, bao gồm các yêu cầu sau :

- 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 đảm bảo.

- Lỗ tâm phải nhẵn bóng 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 dao tiếp xúc không đều, chống mòn làm mất độ chính xác ban đầu (hình 3.7)

Các phương pháp gia công lỗ tâm:



Hình 3.8
Kết cấu lỗ tâm

a) Loại đơn giản

b) Có phần vát côn 120° để bảo vệ mũi tâm

- Trong sản xuất hàng loạt nhỏ, người ta có thể gia công các lỗ tâm trên máy thông thường như máy tiện, máy khoan. Đối với các chi tiết lớn thì có thể khoan mũi tâm theo dấu.

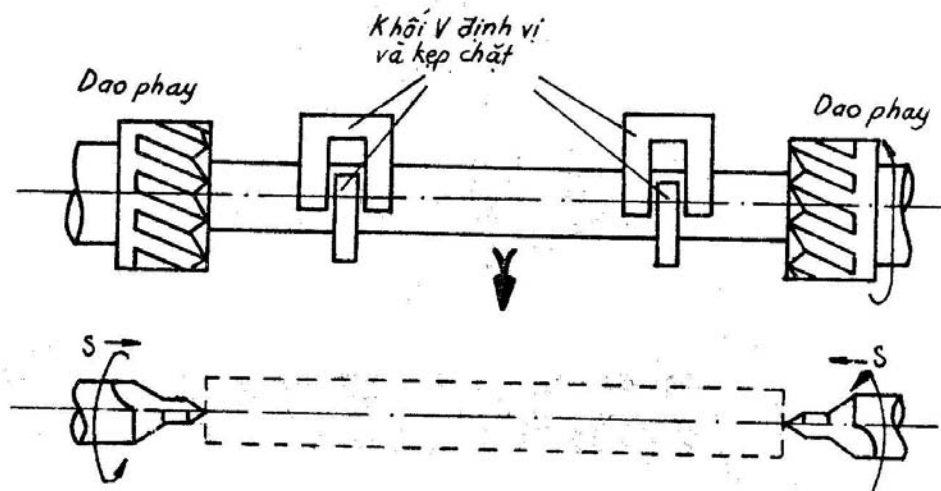
Sai lệch của lỗ tâm khi dùng các phương pháp trên thường là do trở đầu chi tiết để gia công lỗ tâm thứ hai. Sai số hình dáng của lỗ tâm thường do dụng cụ gia công lỗ tâm không chính xác.

- Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, ta dùng những máy chuyên dùng để khoan tâm. Trên các máy này, chi tiết được định tâm bằng khối V và có thể khoan cả hai đầu đồng thời. Ngoài ra còn dùng loại máy liên hợp vừa phay mặt đầu vừa khoan tâm (hình 3.9).

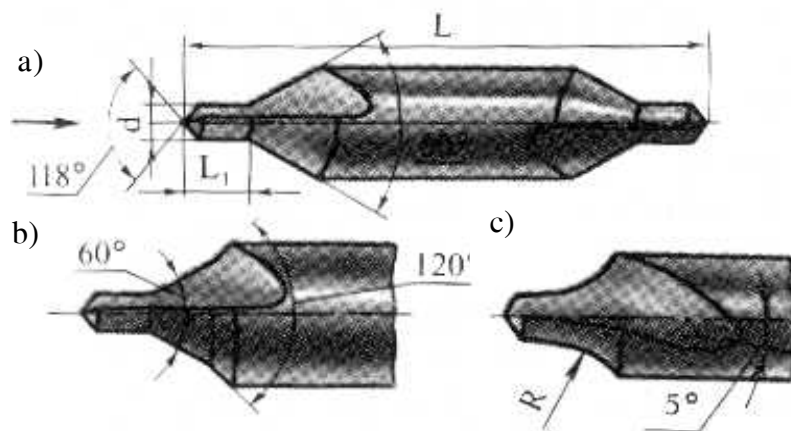
Sau khi phay xong, bàn mang vật dịch chuyển sang vị trí khoan tâm.

Khi khoan tâm có thể dùng mũi khoan nhỏ khoan trước rồi dùng mũi khoan lớn, khoét thêm phần côn. Cách này thường dùng khi không có mũi khoan tâm chuyên dùng, sản xuất nhỏ. Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối thì tốt nhất là dùng mũi khoan tâm chuyên dùng (hình 3.10).

Cần chú ý sau khi nhiệt luyện, trục bị biến dạng nên trước khi gia công tinh ta phải sửa lại lỗ tâm để có hình dạng đúng. Muốn sửa lại, ta phải dùng đá mài hình côn hoặc mài nghiền bằng bột mài.



Hình 3.9
Sơ đồ vật mặt khoan tâm trên máy chuyên dùng



Hình 3.10

Kết cấu mũi khoan tâm

- Kết cấu loại 1, góc mũi tâm 118^0 , góc vát 60^0 , rãnh thoát phoi thẳng.
- Kết cấu loại 2, góc mũi tâm 118^0 , góc vát 60^0 , có thêm góc vát 120^0 , rãnh thoát phoi thẳng.
- Kết cấu loại 3, góc mũi tâm 118^0 , cung tròn R và rãnh thoát phoi nghiêng 5^0

3.2 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 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 phôi để tạo ra 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.

3.2.1 Phương pháp tiện

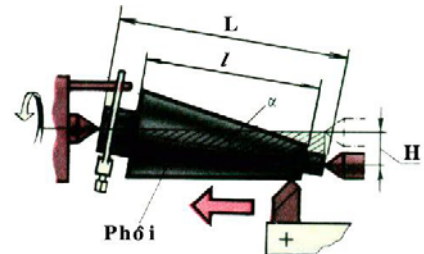
1. Khả năng công nghệ

Tiện là phương pháp gia công cắt gọt thông dụng nhất, được thực hiện bằng sự phối hợp hai chuyển động (hình 2.5 – chương 2) 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. Ngoài ra còn có thể thực hiện trên máy phay (gia công lỗ), máy khoan, máy doa ngang, doa đứng. Tiện chiếm tỷ trọng rất lớn trong gia công kim loại bằng cắt, khoảng 25 ÷ 50%. Vì ngoài nguyên công tiện trên máy tiện còn có thể khoan, khoét, doa, ta rô v.v...

Khả năng công nghệ của tiện rất cao (hình 3.11), phương pháp tiện có thể:

- Gia công mặt trụ ngoài và trong (hình 3.11 a, b, c, i, j);
- Gia công mặt đầu (hình 3.11 b, d);
- Gia công các loại ren vít trong hoặc ngoài (hình 3.11 h, k);
- Gia công mặt định hình (hình 3.11 f, g);
- Gia công rãnh ngoài, cắt đứt (hình 3.11 e);
- Gia công rãnh trong lỗ (hình 3.11 l);
- Gia công mặt côn ngoài và trong (hình 3.12);
- Nếu có thêm đồ gá thì phạm vi gia công có thể mở rộng hơn như: gia công mặt nhiều cạnh, tiện cam, phay hoặc mài v.v...

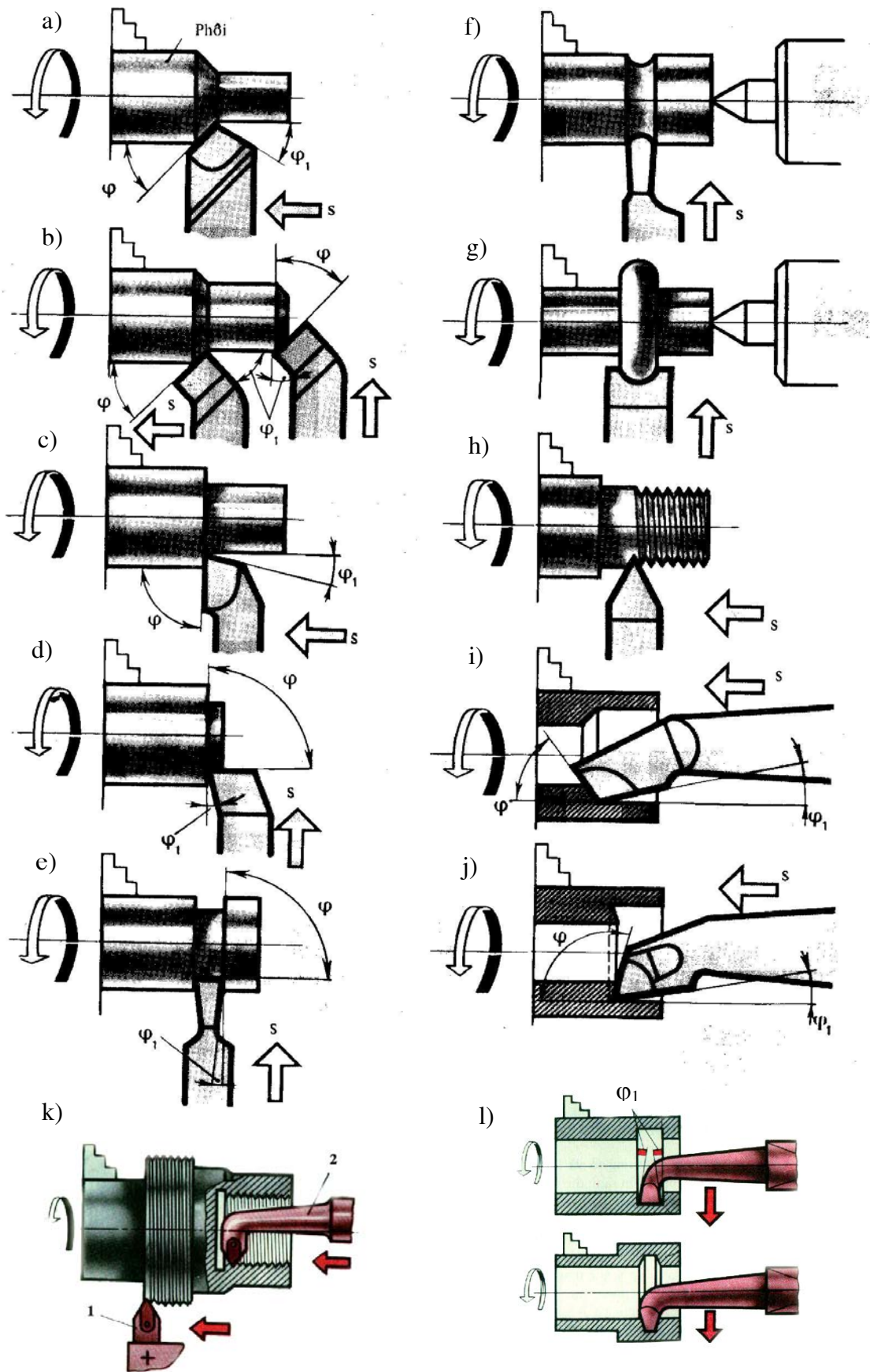


Hình 3.12

Tiện mặt côn bằng cách đánh lệch ự động

Tùy theo vị trí gia công (mặt trong, mặt ngoài, mặt đầu) hoặc phương pháp gia công (tiện thô, tiện tinh). Chất lượng của chi tiết gia công có thể đạt được độ bóng, độ chính xác khác nhau (bảng 3.1)

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



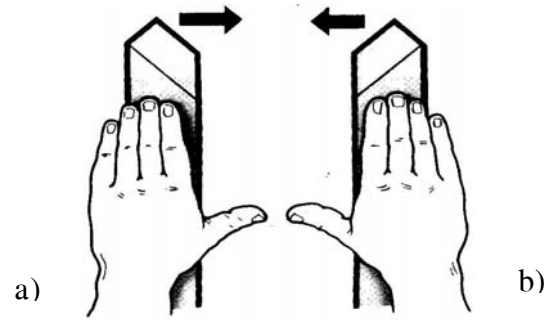
Hình 3.11 Một số sơ đồ cắt khí tiện

Bảng 3.1 Chất lượng chi tiết sau khi tiện

Dạng bề mặt và phương pháp tiện	Độ chính xác kích thước (TCVN)	Chiều cao nhấp nhô [μm]		
		R _a	R _z	▽
1) Tiện ngoài				
- Thô	13 – 12	-	80-40	▽3-▽4
- Bán tinh	11 – 10	-	20	▽5
- Tinh	9 – 8	2,5	-	▽6
- Tinh mỏng	7	1,25 – 0,63	-	▽7-▽8
2) Khoan	12	-	40	▽4
3) Khoét				
- Thô	12	-	40	▽4
- Bán tinh	11-10	-	20	▽5
- Tinh	9 – 8	2,5	-	▽6
4) Doa				
- Thô	9 – 8	2,5	-	▽6
- Tinh	7	1,25	-	▽7
- Tinh mỏng	7	0,63	-	▽8
5) Tiện trong				
- Thô	13 – 12	-	80 – 40	▽3-▽4
- Bán tinh	11 – 10	-	20	▽5
- Tinh	9 – 8	2,5		▽6
- Tinh mỏng	7	1,25 - 0,63		▽7-▽8
6) Xén mặt đầu				
- Thô	12	-	80-40	▽3-▽4
- Bán tinh	11	-	20	▽5-▽6
- Tinh	8 – 7	1,25 – 0,63	-	▽7-▽8

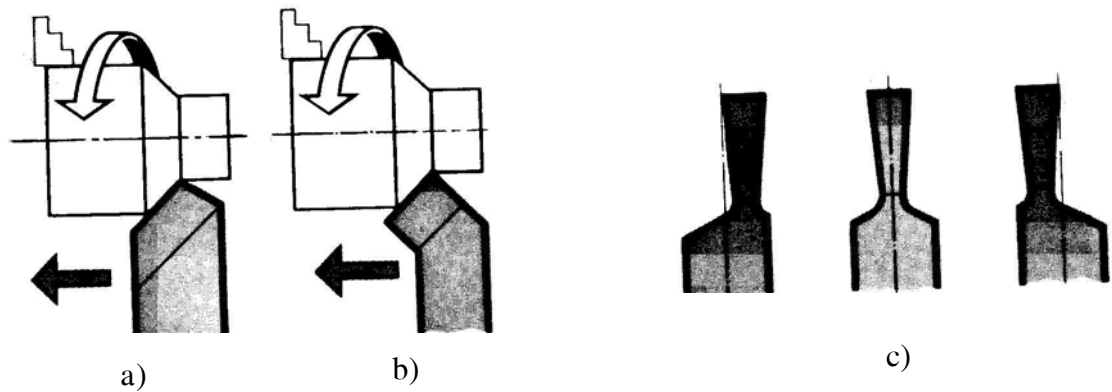
2. Phân loại dao tiện

Để gia công tiện, người ta sử dụng nhiều loại dao khác nhau. Căn cứ vào vị trí của lưỡi cắt, ta có *dao trái* (hình 3.13a) và *dao phải* (hình 3.13b). Trong quá trình làm việc, dao trái thì tiến từ trái qua phải (từ ụ trước đến ụ sau); còn dao phải tiến từ phải qua trái (từ ụ sau đến ụ trước).



Hình 3.13
Vị trí lưỡi cắt chính

Theo hình dáng của đầu dao có *dao thẳng* (hình 3.14a), *dao cong* (hình 3.14b) và dao có đầu vuốt dài (*dao cắt*) (hình 3.14c).



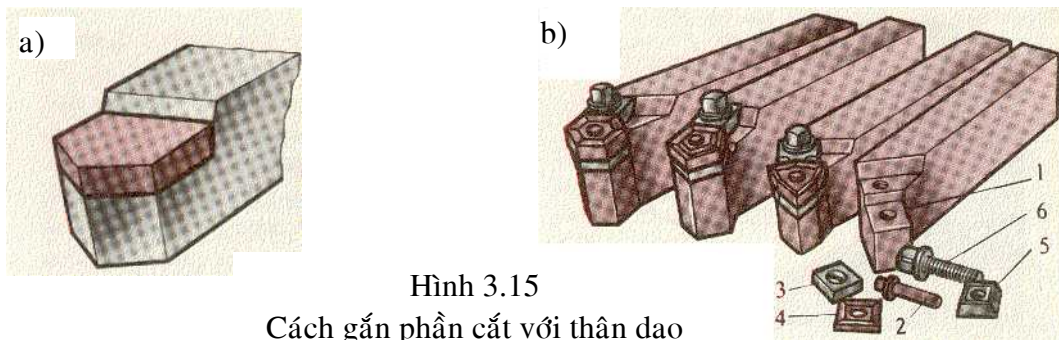
Hình 3.14

Kết cấu đầu dao tiện

Theo công dụng, ta có dao tiện *ngoài đầu thẳng* (hình 3.14a), dao tiện *ngoài đầu cong* (hình 3.14b, c); dao tiện *mặt đầu* (hình 3.11b, d); dao *cắt rãnh* và *cắt đứt* ((hình 3.11e, f); dao tiện *định hình* (hình 3.11g); dao *tiện ren* (hình 3.11h, k); dao *tiện lỗ* (hình 3.11i, j).

Dao còn được chia thành dao *tiện thô* (gia công thô) và dao *tiện tinh* (gia công tinh)

Theo kết cấu, dao có thể là *dao liền* (được làm bằng một loại vật liệu) và *dao chấp* (cán dao làm bằng thép kết cấu, còn phần làm việc làm bằng vật liệu dụng cụ cắt). Phần làm việc của dao chấp được gắn vào cán dao bằng phương pháp hàn (hình 3.15a) hoặc bằng vít (hình 3.15b).



Hình 3.15
Cách gắn phần cắt với thân dao

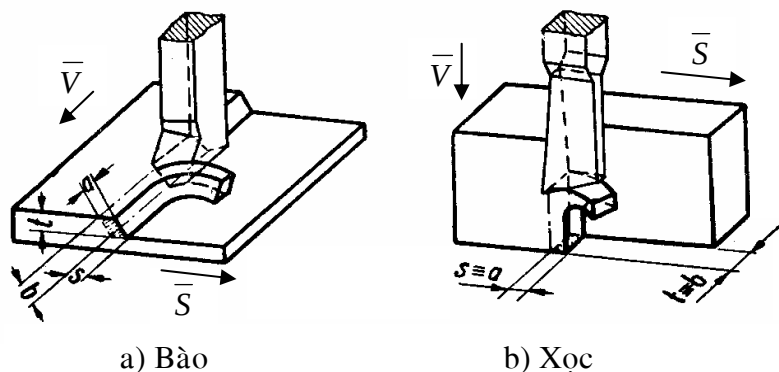
3.2.2 Bào – Xọc

1) Khả năng công nghệ của bào và xọc

Bào và xọc thực hiện bằng các chuyển động sau (hình 3.16):

- Chuyển động cắt chính là chuyển động tịnh tiến Đi – Về do dao thực hiện: bào theo phương nằm ngang (hình 3.16a), còn xọc theo phương thẳng đứng (hình 3.16b).
- 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.

Hình 3.16
Chuyển động tạo hình của
bào và xọc



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 xọc không cần tới đồ gá và dao cụ phức tạp như khi thực hiện trên các loại máy khác. Bào và xọc là phương pháp gia công cắt gọt những phôi có mặt phẳng.

Tuy nhiên 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 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 lí do sau đây:

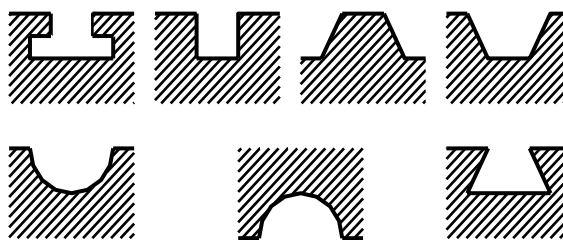
- Số lưỡi cắt tham gia cắt gọt ít;
- Tốn nhiều thời gian cho hành trình chạy dao không;
- Vận tốc cắt thấp vì thực hiện chuyển động thẳng khứ hồi với vận tốc lớn sẽ vô cùng khó khăn do lực quán tính sẽ rất lớn khi đổi chiều chuyển động.

Đa số các máy bào có vận tốc cắt khoảng từ 12 – 22 m/ph, còn vận tốc cắt của máy xọc không vượt quá 12 m/ph. Đối với các máy bào hiện đại vận tốc cũng không vượt quá 50 m/ph. Riêng với máy bào giường cao tốc đặc biệt thì vận tốc cắt có thể tới 90 m/ph, song máy khá phức tạp và không phổ biến.

Hiện nay bào, xọc còn sử dụng rất ít, chủ yếu trong dạng sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc. Bào có ưu điểm là khi chuyển từ gia công mặt hàng này sang 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 3.17).

Hình 3.17
Một số rãnh mà bào và
xoc thực hiện



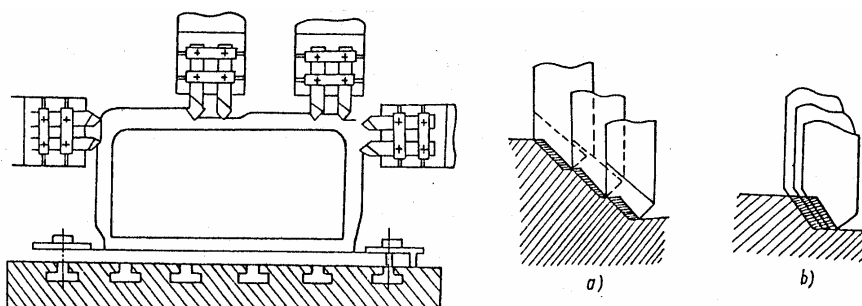
Bào có thể gia công thô, tinh và tinh mỏng. Bằng dao bào rộng bản có thể gia công lần cuối đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng cao, chất lượng đạt được trong bảng 3.2;

Bảng 3.2 Độ chính xác và độ nhám đạt được khi bào

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

Với các chi tiết lớn và phức tạp có thể cắt đồng thời nhiều mặt khác nhau, thường gia công trên máy bào giường (hình 3.18).

Hình 3.18
Bào đồng thời
nhiều dao



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 lắp được từ 2– 3 dao. Dao có thể gá theo cách phân chia chiều sâu cắt (hình 3.18a) hoặc phân chia theo phương chạy dao (hình 3.18b).

Trường hợp này nếu độ mòn của 3 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 3.18b) 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 -mm/ hành trình kép; Z - số dao).

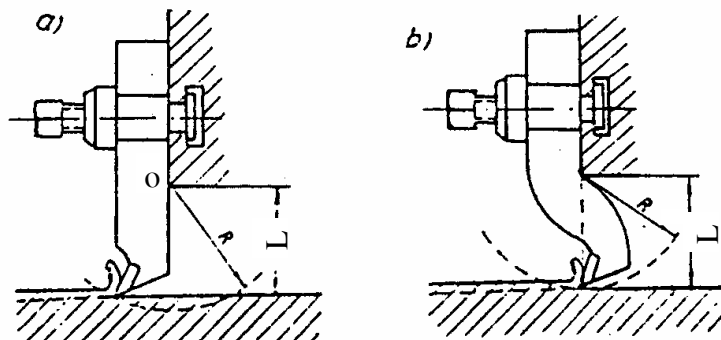
2. Dao bào, dao xọc và các thông số cắt gọt

a) Kết cấu dao và thông số hình học phần cắt

Về phần cắt dao bào tương tự dao tiện, chế tạo đơn giản, rẻ tiền so với các dụng cụ khác. Góc trước γ thường nhỏ hơn góc trước của dao tiện vì trong quá trình cắt có va đập ban đầu. Đối với dao xọc, góc nghiêng chính thường bằng 90° ($\varphi = 90^\circ$).

Trong quá trình cắt do tác dụng của lực cắt P_z , thân dao thẳng có thể bị biến dạng và bị uốn cong quanh O (hình 3.19 a) khi đó mũi dao sẽ chuyển động theo quỹ đạo tròn có bán kính R. Kết quả là bề mặt chi tiết bị cắt lẹm và làm hụt kích thước chi tiết khi gia công. Để khắc phục, ta dùng dao đầu cong như hình 3.19b.

Hình 3.19
Kết cấu dao bào
a) Đầu thẳng
b) đầu cong



b) Thông số hình học lớp cắt và chế độ cắt

Trên hình 3.16 thể hiện các thông số hình học của lớp cắt: t (mm) – chiều sâu cắt; s (mm/h tk) – lượng chạy dao; a (mm) – chiều dày cắt; b (mm) – chiều rộng cắt;

Đối với bào, xọc do tốc độ hành trình làm việc thay đổi (khi “Đi” thì thực hiện tốc độ cắt, còn khi “Về” thì thực hiện tốc độ chạy không); vì vậy tốc độ được tính là tốc độ cắt trung bình (v_{tb}) theo công thức:

$$V_{tb} = \frac{L.K}{1000} (1 + m) \quad (\text{m/ph})$$

Trong đó : L : chiều dài cắt (mm);

K : số hành trình kép của đầu máy bào (xọc) trong một phút;

m : tỉ số giữa vận tốc cắt và vận tốc chạy không;

(thường khi bào $m = 0,75$; Khi xọc $m = 1$)

Tính gần đúng: $V_{tb} = \frac{2.KL}{1000} \quad (\text{m/ph})$

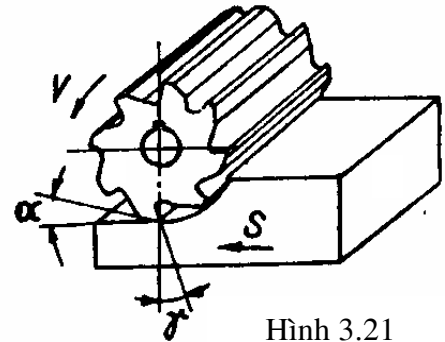
3.2.3 Phương pháp phay

1 Khả năng công nghệ

Phay là 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.

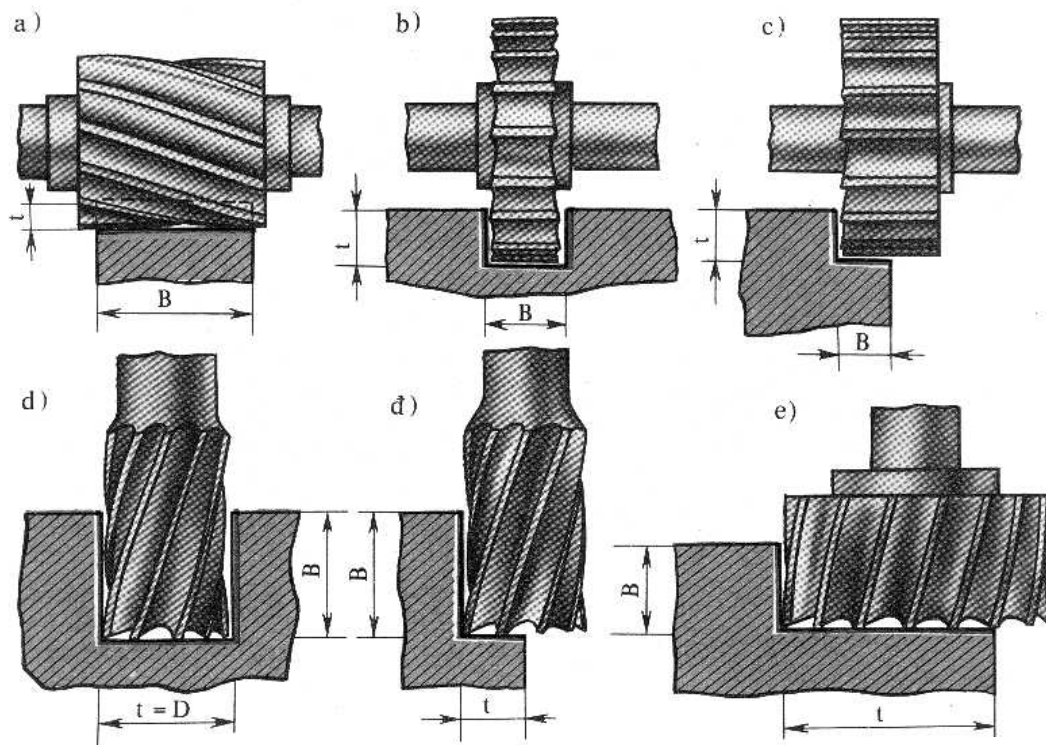
Cũng giống như phương pháp tiện, chuyển động cắt của phay gồm hai chuyển động (hình 3.21):

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



Hình 3.21
Chuyển động
cắt khi phay

Bằng phương pháp phay, có thể gia công mặt phẳng (hình 3.22a, e), rãnh then (hình 3.22b, d), mặt bậc (hình 3.22c, đ) hoặc cắt đứt, gia công mặt tròn xoay, then hoa, cắt ren, bánh răng, mặt định hình phức tạp, v.v...



Hình 3.22
Một số dạng phay chủ yếu

Về độ bóng thì phay thô có thể đạt độ bóng bề mặt cấp $3 \div 4$, độ chính xác 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 (bảng 3.3).

Bảng 3.3 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

2 Dao phay và thông số cắt gọt

a) Kết cấu dao phay

Quá trình phay được thực hiện đồng thời nhiều lưỡi cắt, ta gọi là dao phay. Khác với dao tiện, dao phay có rất nhiều lưỡi cắt, các lưỡi cắt có thể chế tạo liền với thân dao, hoặc có thể chế tạo riêng gọi là răng chấp. Mỗi một răng của dao phay là một lưỡi dao tiện đơn giản (hình 3.23).

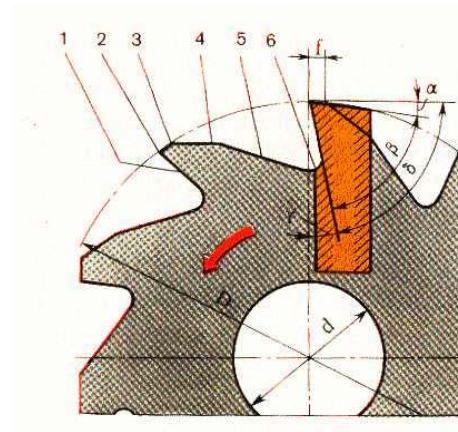
Tùy theo yêu cầu tạo hình bề mặt chi tiết, và điều kiện gia công, cấu tạo dao phay mà ta phân loại dao dựa theo các dạng sau :

- Dựa theo các biên dạng răng cắt (bề mặt mài dao) ta phân thành :

+ Dao phay răng nhọn : răng dao được mài theo mặt sau (hình 3.24a). Giao tuyến giữa mặt sau và mặt phẳng vuông góc với trục dao là một đường thẳng.

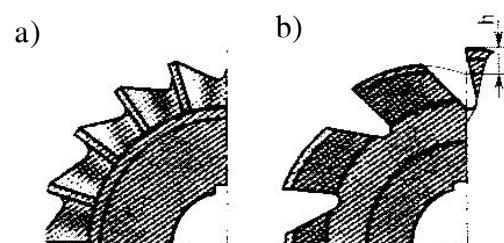
+ Dao phay răng hớt lửng : răng dao chỉ được mài theo mặt trước (hình 3.24b – Trong đó h – chiều cao hớt lửng). Giao tuyến giữa mặt sau và mặt phẳng vuông góc với trục dao là một đường cong Acsimet.

- Dựa theo bố trí răng cắt ta phân thành 2 loại:



Hình 3.23

Hình dáng lưỡi cắt dao phay



Hình 3.24

Biên dạng răng cắt dao phay

+ Dao phay mặt trụ : là loại dao mà lưỡi cắt được bố trí trên mặt trụ của dao (hình 3.22a).

+ Dao phay mặt đầu : là dao có lưỡi cắt được bố trí trên mặt đầu của dao, có thể là răng liền hoặc răng chấp (hình 3.22e).

- Dựa theo cách gá dao mà ta phân thành 2 loại:

+ Dao phay chuỗi liền (hình 3.22d, đ);

+ Dao phay chuỗi lắp (hình 3.22a, b, c, e).

- Dựa theo dạng bề mặt gia công hoặc hình dạng dao, có thể phân ra các loại sau:

+ Dao phay mặt phẳng (hình 3.22 a);

+ Dao phay ngón (hình 3.22 d, đ);

+ Dao phay vai vuông (hình 3.22 c, đ, e);

+ Dao phay đĩa (hình 3.22 b, c);

+ Dao phay định hình (hình 3.25 a);

+ Dao phay góc (hình 3.25 b, f);

+ Dao phay rãnh T (hình 3.25 c);

+ Dao phay lăn răng (hình 3.25 d);

+ Dao phay rãnh then (hình 3.25 e).

Qua việc phân loại trên ta thấy mặc dù dựa vào dạng này hay dạng khác, nhưng nói chung dao phay là loại dụng cụ có nhiều lưỡi cắt, nên quá trình cắt ngoài những đặc điểm giống quá trình cắt khi tiện, còn có những đặc điểm riêng sau:

- Do có một số lưỡi cắt cùng tham gia cắt nên năng suất khi phay cao hơn bào nhiều lần.

- Diện tích cắt khi phay luôn thay đổi, do đó lực cắt thay đổi gây rung động trong quá trình cắt.

- Do lưỡi cắt làm việc gián đoạn vì khi phay mỗi ở mỗi vòng quay của dao lưỡi dao của dao phay lúc vào thì tiếp xúc với chi tiết gia công còn lúc ra thì không tiếp xúc. Lúc dao ăn vào chi tiết gia công sẽ xảy ra hiện tượng va đập và rung động, chính vì vậy khả năng tồn tại lâu

a)



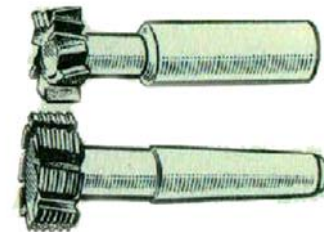
Dao phay lưỡi bán nguyệt

b)



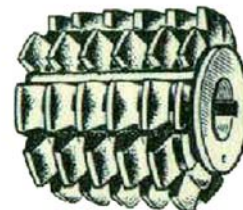
Dao phay hai góc đối xứng

c)



Dao phay rãnh chữ T

d)



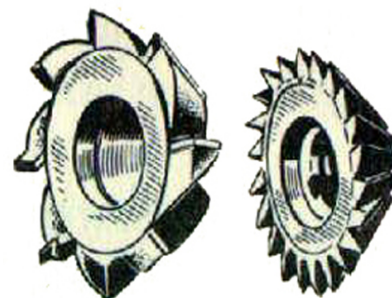
Dao phay lăn răng

e)



Dao phay ngón để gia công rãnh then

f)



Dao phay một góc để phay rãnh

Hình 3.25

dao ít.

b) Thông số hình học phần cắt của dao phay

Trên hình 3.26:

- Dao phay trụ thép gió $\gamma = 5^\circ \div 25^\circ$.

Quan hệ góc trước trong các tiết diện khác nhau:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma_f \cdot \cos \omega$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha_n \cdot \cos \omega$$

ω là góc xoắn của dao phay trụ răng nghiêng. Đối với dao phay trụ răng thẳng không có góc này và hai tiết diện trên trùng nhau.

- Dao phay mặt đầu hợp kim cứng

$$\gamma = -10^\circ \div +10^\circ.$$

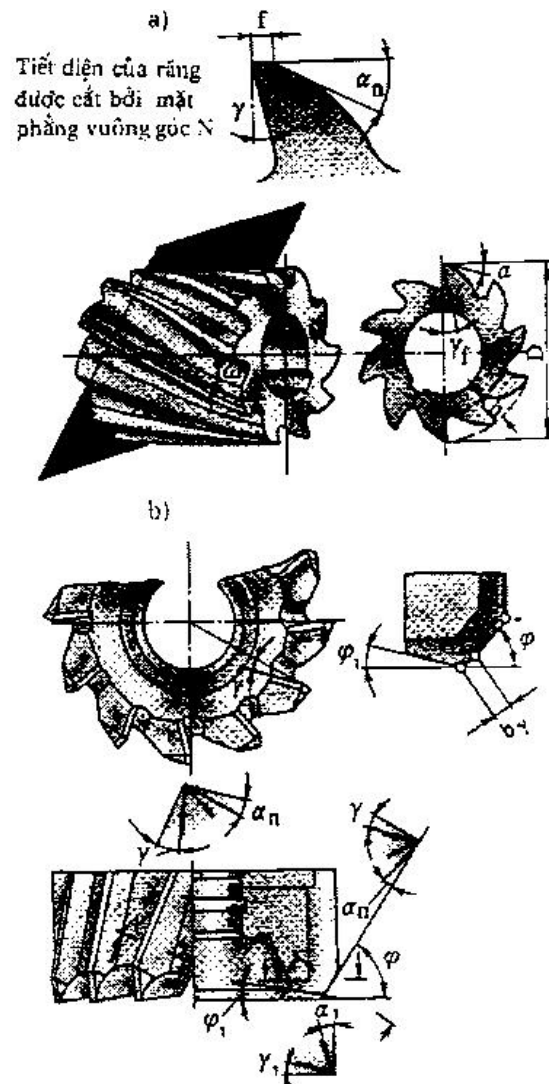
Quan hệ góc trước trong các tiết diện khác nhau:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \gamma_1 \cdot \sin \varphi + \operatorname{tg} \omega \cdot \cos \varphi$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\sin \varphi}$$

Góc sau chính $\alpha = 6^\circ \div 12^\circ$ cho cả hai loại dao.

Góc nâng của lưỡi cắt chính $\lambda = 0 \div 5^\circ$ cho cả hai loại dao. Đối với dao phay trụ răng nghiêng, góc λ chính bằng góc xoắn ω của răng dao.



Hình 3.26

Thông số hình học phần cắt của dao phay

c) Các yếu tố của chế độ cắt và lớp cắt

- Tốc độ cắt V (m/phút);

- Lượng chạy dao phút S_f (mm/phút); Lượng chạy dao vòng S (mm/vòng); Lượng chạy dao răng S_z (mm/răng);

$$S_f = S \cdot n \quad \text{trong đó } n - \text{số vòng quay của dao trong một phút (vòng/phút)}$$

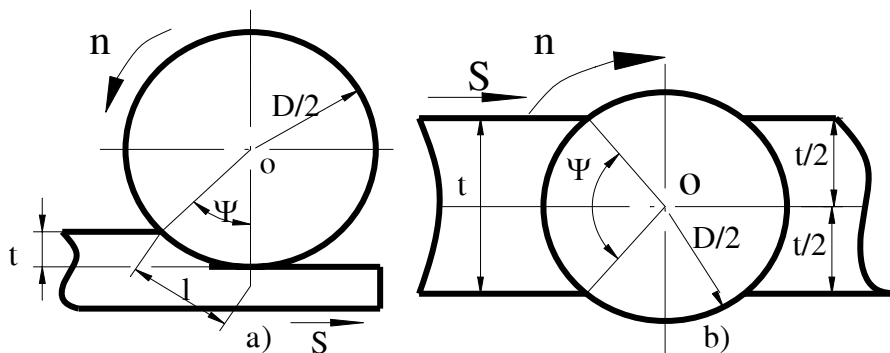
$$S = S_z \cdot Z \quad \text{trong đó } Z - \text{số răng của dao phay}$$

- Chiều sâu cắt t: Là kích thước lớp kim loại được cắt, đo theo phương vuông góc với trục của dao phay ứng với góc tiếp xúc ψ (hình 3.22);

- Chiều sâu phay B: là kích thước lớp kim loại bị cắt, đo theo phương chiều trục của dao phay (hình 3.22);

- Góc tiếp xúc ψ : là góc ở tâm của dao chấn cung tiếp xúc l giữa dao và chi tiết (hình 3.27a – dao phay trụ; hình 3.27b – dao phay mặt đầu);

Hình 3.27
Góc tiếp xúc Ψ
của dao phay
a) Dao phay trụ
b) Dao phay mặt đầu



Khi phay bằng dao trụ, dao phay ngón, dao phay đĩa và dao phay định hình, góc tiếp xúc tính theo công thức:

$$\cos \psi = \frac{R - t}{R} = 1 - \frac{2t}{D}$$

$$\text{Hay} \quad \sin \psi = \sqrt{\frac{1 - \cos \psi}{2}} = \sqrt{\frac{t}{D}}$$

Khi phay đối xứng bằng dao phay mặt đầu thì:

$$\sin \frac{\psi}{2} = \frac{t}{D}$$

- Chiều dày cắt khi phay

Là khoảng cách giữa hai vị trí kế tiếp nhau của quỹ đạo chuyển động của một điểm trên lưỡi cắt ứng với lượng chạy dao răng S_z , được đo theo phương hướng kính của dao. Trong quá trình phay, chiều dày cắt a biến đổi từ trị số $a_{\min}$ đến $a_{\max}$ hoặc từ $a_{\max}$ đến $a_{\min}$ tùy theo phương pháp phay.

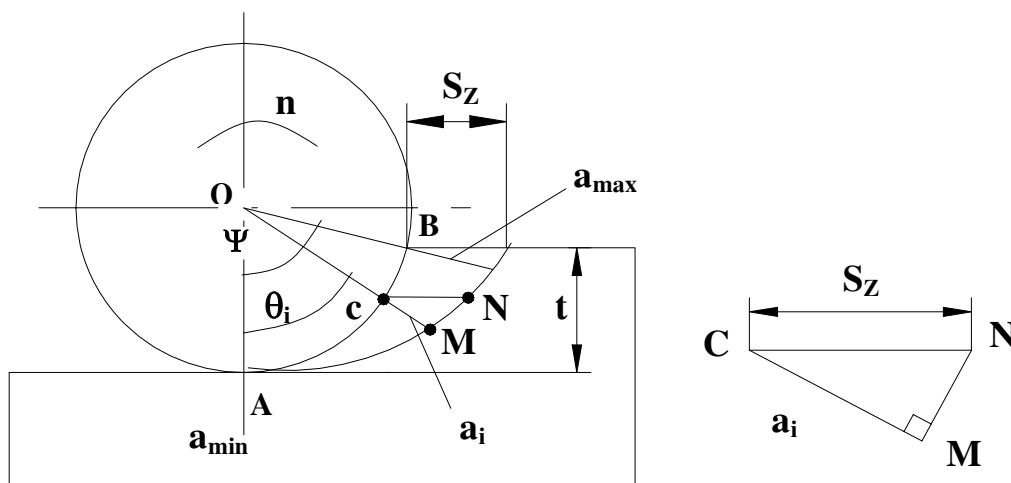
Ta xét chiều dày cắt khi phay ở hai trường hợp :

+ Phay bằng dao trụ (răng thẳng và răng nghiêng) – Hình 3.28: Tại điểm C nằm trên cung tiếp xúc ứng với góc tiếp xúc θ_i , chiều dày cắt được ký hiệu là a_i có chiều dài bằng đoạn CM. Coi cung MN là đường thẳng khi đó ΔCMN là vuông và góc MNC có giá trị bằng θ_i , ta có:

$$a_i = S_z \cdot \sin \theta_i;$$

Nếu θ_i biến thiên từ OA đến OB, có nghĩa tại vị trí OA góc $\theta_i = 0$ và tại vị trí OB góc $\theta_i = \psi$ thì chiều dày cắt a thay đổi từ giá trị min $a_{\min} = 0$ đến giá trị max $a_{\max} = S_z \sin \psi$.

Do đó diện tích lớp cắt và lực cắt cũng bị thay đổi theo .



Hình 3.28 chiều dày cắt khi phay bằng dao phay trụ

+ Phay bằng dao phay mặt đầu – Hình 3.29.

Khi bàn máy dịch chuyển 1 lượng S , một răng cắt thứ i sẽ dịch chuyển được một lượng S_z thì quỹ đạo chuyển động của lưỡi cắt chuyển dịch từ vị trí 1 đến vị trí 2 và lưỡi dao cắt một lớp kim loại có chiều dày a_i thay đổi phụ thuộc vào vị trí điểm M (nghĩa là phụ thuộc giá trị góc θ_i , lấy góc θ_i biến thiên từ I-I: $\theta_i = 0$ và tăng dần về hai phía B-B: $\theta_i = \frac{\psi}{2}$; C-C: $\theta_i = \frac{\psi}{2}$). Theo hình trên ta có:

$a_i = m \cdot \sin \varphi$ - Với góc φ là góc nghiêng chính .

Ta có thể coi AMN là tam giác vuông thì lúc đó : $m = S_z \cdot \cos \theta_i$.

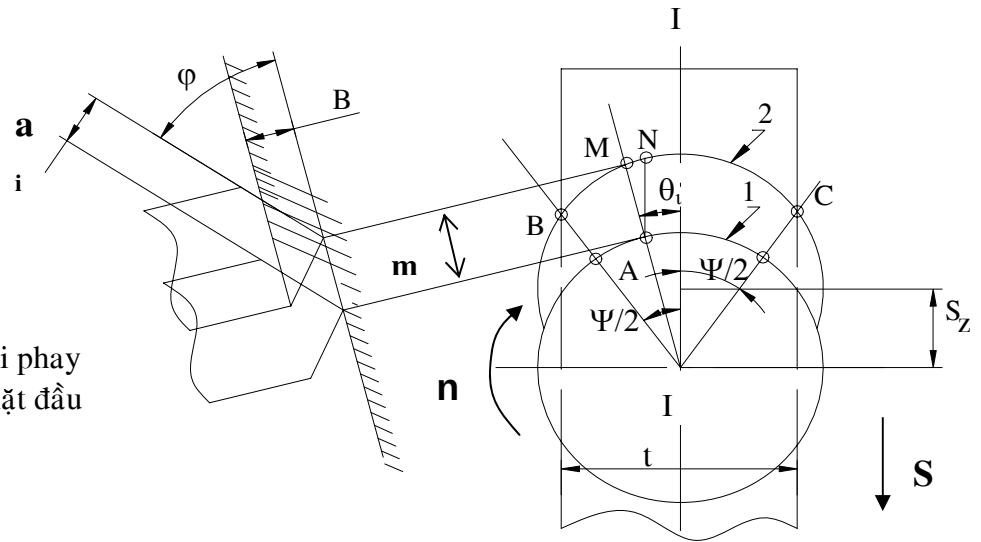
Thay m vào công thức trên ta có : $a_i = S_z \sin \varphi \cdot \cos \theta_i$

Với chiều quay như hình 3.28 mỗi răng lần lượt tham gia cắt ở tiết diện B – B. Ứng với $\theta_i = \frac{\psi}{2}$ rồi theo sự chuyển động của lưỡi cắt, góc θ_i giảm dần đến 0, rồi lại tăng dần đến $\theta_i = \frac{\psi}{2}$ khi dao thoát ra khỏi vùng tiếp xúc với chi tiết ở tiết diện C – C. Như vậy chiều dày cắt a_i sẽ thay đổi liên tục trong quá trình cắt từ giá trị $a_{\max}$ ở B – B đến $a_{\min}$ ở I – I rồi lại tăng lên $a_{\max}$ ở C – C.

Tại tiết diện B – B với $\theta_i = \frac{\psi}{2}$ thì $a_{\min} = S_z \sin \varphi \cdot \cos \frac{\psi}{2}$

Tại tiết diện I – I với $\theta_i = 0$ thì $a_{\max} = S_z \sin \varphi$

Hình 3.29
Chiều dày cắt khi phay
bằng dao phay mặt đầu



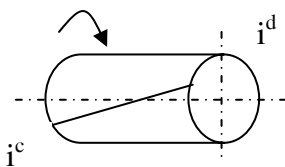
Tại tiết diện C – C với $\theta_i = \frac{\psi}{2}$ thì $a_{\min} = S_z \sin \varphi \cdot \cos \frac{\psi}{2}$

- Chiều rộng cắt

+ Dao phay trụ răng thẳng, chiều rộng cắt của một răng cắt thứ i không đổi:

$$b_i = B$$

+ Dao phay trụ răng nghiêng, chiều rộng cắt của một răng cắt thứ i thay đổi. Lưỡi cắt ăn vào chi tiết dần dần từng điểm một (hình 3.30).



Hình 3.30
Thể hiện một răng
cắt của dao phay trụ
răng nghiêng

$$b_i = \frac{D \cdot (\theta_i^d - \theta_i^c)}{2 \cdot \sin \omega}$$

Trong đó: D – đường kính dao phay

θ_i^d – góc tiếp xúc điểm đầu của răng thứ i

θ_i^c – góc tiếp xúc điểm cuối của răng thứ i

ω – góc xoắn của răng

+ Dao phay mặt đầu, chiều rộng cắt của một răng cắt thứ i không đổi:

$$b_i = \frac{B}{\sin \varphi}$$

- Diện tích cắt

Diện tích cắt của một răng cắt khi phay là một lượng thay đổi phụ thuộc vào góc θ_i :

$$f_i = a_i \cdot b_i$$

Vì dao phay có nhiều răng cùng tham gia cắt, do đó diện tích cắt tổng cộng của các răng đồng thời tham gia cắt khi phay cũng là một lượng thay đổi: $F = \sum_{i=1}^n f_i$ (trong đó n là số răng đồng thời tham gia cắt). Điều đó dẫn đến rung động trong quá trình phay.

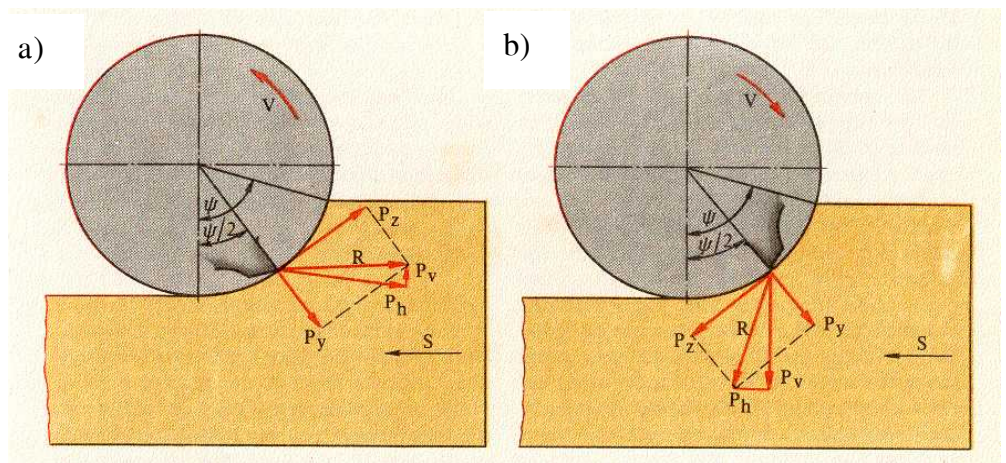
d) Lực cắt khi phay

- Dao phay trụ răng thẳng, lực cắt tổng hợp R tác dụng lên răng cắt được phân như sau (hình 3.31 với chiều ngược lại): P_z – lực tiếp tuyến, có phương tiếp tuyến với vòng quay của dao; P_y – Lực hướng kính, có phương theo bán kính;

Lực tổng hợp R cũng có thể phân ra hai phương nằm ngang P_h và phương đứng P_v . Dựa vào lực P_z người ta tính độ bền của các khâu trong cơ cấu chuyển động chính và kiểm nghiệm công suất động cơ. Lực P_y có xu thế đẩy dao ra khỏi chi tiết gia công làm cho trục gá dao bị uốn cong và gây lực ép lên các ổ bi của trục chính.

Hình 3.31 cho thấy các thành phần lực tác dụng lên chi tiết gia công:

Hình 3.31
Sơ đồ lực cắt
khi phay dao
trụ



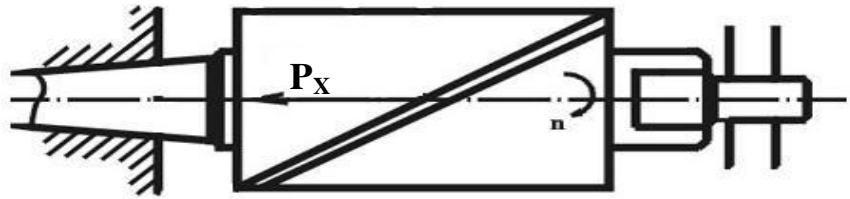
Hình 3.31a là trường hợp phay nghịch – Chiều quay của dao và chiều tịnh tiến của bàn máy ngược chiều nhau. Trường hợp này, thành phần lực thẳng đứng P_v có xu hướng bóc chi tiết lên; thành phần lực nằm ngang P_h tác dụng với cơ cấu chạy dao của bàn máy. Lực P_h ngược chiều với chuyển động chạy dao S sẽ khử được khe hở giữa vít me và đai ốc trong truyền động. Răng cắt của dao sẽ cắt từ chiều dày cắt $a_{\min} = 0$ đến $a_{\max} = S_z \sin \psi$, do đó dễ bị trượt nếu như cắt quá mỏng, gây biến dạng bề mặt chi tiết gia công làm cho chất lượng bề mặt bị ảnh hưởng.

Hình 3.31b là trường hợp phay thuận – Chiều quay của dao và chiều tịnh tiến của bàn máy cùng chiều nhau. Trường hợp này, thành phần lực thẳng đứng P_v có xu hướng đè chi tiết xuống. Lực P_h cùng chiều với chuyển động chạy dao S sẽ không khử được khe hở giữa vít me và đai ốc trong truyền động. Răng cắt của dao sẽ cắt từ chiều dày cắt $a_{\max}$ đến $a_{\min} = 0$ do đó chịu va đập lúc ban đầu, dễ gây hư hỏng dao khi cắt quá dày.

Dựa theo giá trị cực đại của lực P_h , P_v người ta tính các khâu của cơ cấu chạy dao và những cơ cấu kẹp chặt chi tiết trong đồ gá.

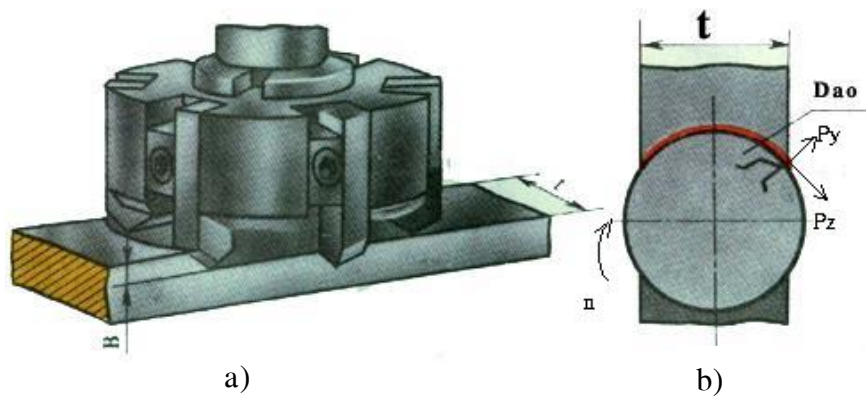
- Trường hợp dao phay trụ răng nghiêng, còn có thêm thành phần lực dọc trục P_x . Lực P_x có xu thế đẩy dao dọc theo trục gá. Gia công bằng dao phay răng phải là phương án tối ưu, bởi vì trong trường hợp này lực P_x hướng vào ổ trục chính, tức là phía có gối đỡ cứng (hình 3.32).

Hình 3.32
Lực chiều trục
của dao phay trụ



- Trường hợp dao phay mặt đầu, các thành phần lực tác dụng cũng giống như dao phay trụ răng thẳng (dao phay mặt đầu răng thẳng - hình 3.33) và nghiêng (dao phay mặt đầu răng nghiêng - hình 3.22e).

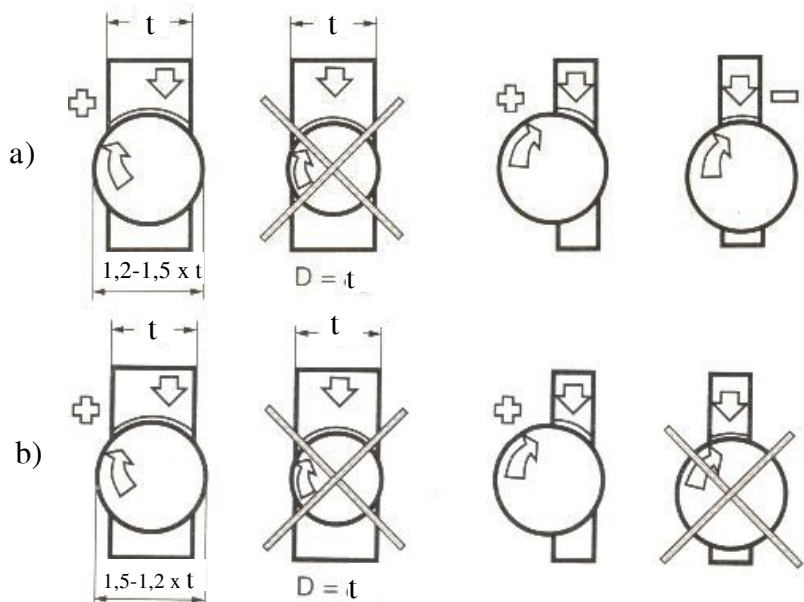
Hình 3.33
Sơ đồ lực cắt
của dao phay
mặt đầu



Phay bằng dao phay mặt đầu cũng có thuận và nghịch. Vị trí và tư thế cắt của dao chọn còn tùy thuộc vào góc nghiêng chính ϕ của lưỡi cắt chính. Ví dụ dưới đây cho hai trường hợp: $\phi = 45^\circ$ (hình 3.34a) và $\phi = 90^\circ$ (hình 3.34b):

Trên hình thể hiện cách chọn đường kính và tư thế cắt của dao phay mặt đầu. Trong đó dấu (+) thể hiện cho phay thuận và dấu (-) thể hiện cho phay nghịch.

Công thức tính toán lực cắt, công suất cắt khi phay và thành phần chế độ cắt có trong sổ tay “Chế độ cắt khi gia công cơ” và các sổ tay công nghệ chế tạo máy.



Hình 3.34
Cách bố trí cắt của dao phay mặt đầu

3.2.4 Khoan – Khoét – Doa

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 như : có thể chỉ cần khoan; hoặc khoan, khoét, rồi doa; hoặc khoét rồi doa (trường hợp lỗ có sẵn).

Về mặt công nghệ, muốn sử dụng hợp lý các phương pháp trên để đạt chất lượng và năng suất, ta cần phải hiểu rõ bản chất và khả năng công nghệ của chúng.

Để thực hiện khoan, khoét, doa cần 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 trục chi tiết của dao.

1. Khoan

a) Khả năng công nghệ

Khoan thường sử dụng để gia công lỗ trên các phôi đặc (phôi chưa có lỗ từ trước), khoan có thể gia công các lỗ có đường kính từ 1÷80mm, nhưng phổ biến nhất là các lỗ có đường kính từ 35 mm trở xuống. Với các lỗ lớn hơn thì đòi hỏi máy có công suất cắt lớn, các lỗ bé đường kính mũi khoan quá nhỏ thì mũi khoan lại rất yếu, dễ gãy. Để giảm bớt dao động ngang của mũi dao (một nguyên nhân làm gãy mũi khoan), có thể dùng tốc độ vòng quay 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 lỗ phôi.

Khoan không những thực hiện trên nhóm máy khoan, máy phay, mà còn thực hiện khá rộng rãi và thường xuyên trên các loại máy tiện vạn năng, tự động và bán tự động.

Độ chính xác gia công của khoan nói chung là thấp, chỉ đạt cấp chính xác 12 ÷ 13 và độ bóng $R_a = 3,2 \div 12,5 \mu m$ (V3 - V4). Đối với các lỗ có yêu cầu độ 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.

b) Kết cấu và thông số hình học phần cắt mũi khoan

Dụng cụ để khoan là mũi khoan. Mũi khoan có nhiều loại khác nhau như mũi khoan ruột gà, mũi khoan nòng súng, mũi khoan đặc biệt gia công lỗ sâu. Nếu gia công lỗ thường ($l/d < 5$) thì mũi khoan ruột gà (tiêu chuẩn) là hợp lý nhất và rất thông dụng.

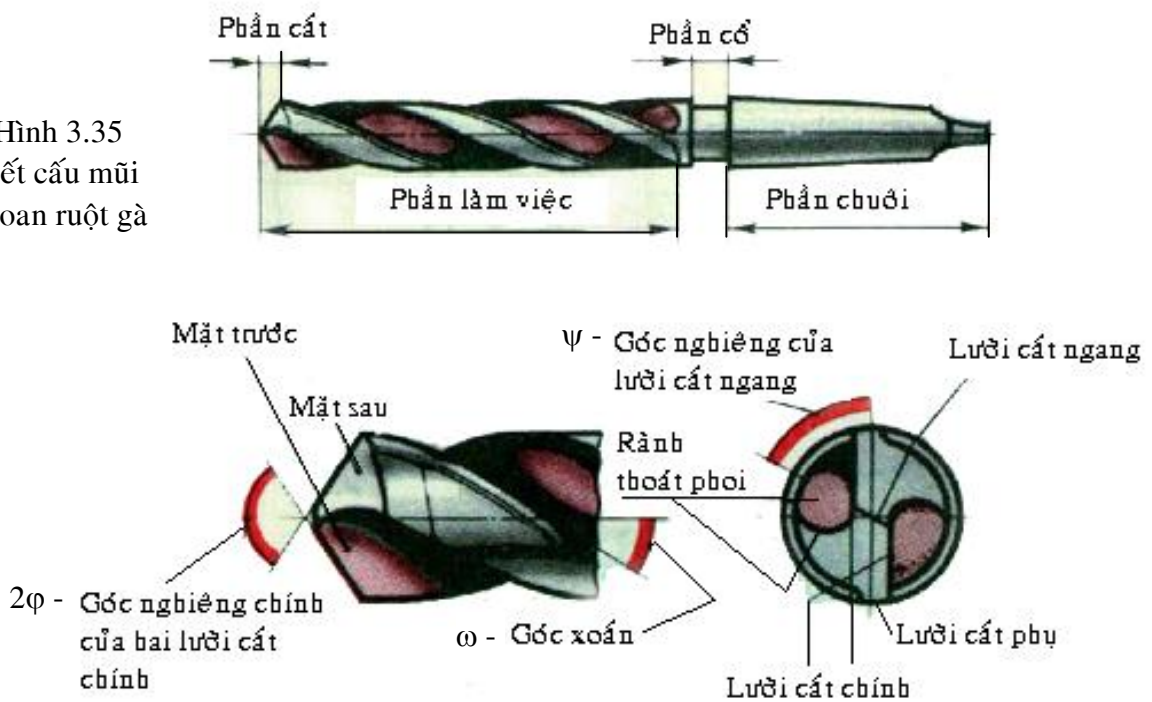
Kết cấu chung mũi khoan ruột gà chia làm 3 phần (hình 3.35)

- *Phần đuôi*: là bộ phận dùng lắp vào trục chính của máy khoan để truyền momen xoắn và truyền chuyển động khi cắt. Mũi khoan đường kính lớn 20 mm thường làm cán hình côn, còn đường kính nhỏ hơn thì dùng cán hình trụ.

- *Phần cổ dao*: là phần nối tiếp giữa cán dao và phần làm việc. Nó chỉ có tác dụng để thoát đá mài khi mài phần đuôi và phần làm việc. Thường ở đây ghi kích thước và nhãn hiệu mũi khoan.

- *Phần làm việc*: gồm có phần trụ định hướng và phần côn cắt.

Hình 3.35
Kết cấu mũi
khoan ruột gà



Phần trụ định hướng có tác dụng định hướng mũi khoan khi làm việc. Nó còn là phần dự trữ khi mài phần cắt đã mòn.

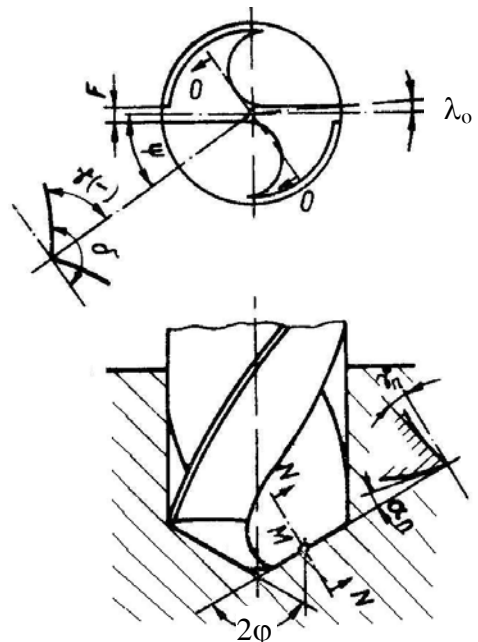
Đường kính của phần trụ định hướng giảm dần từ phần cắt về phần đuôi để tạo thành góc nghiêng phụ ϕ_1 . Lượng giảm thường từ $0,01 \div 0,08\text{mm}/100\text{mm}$ chiều dài. Trên phần định hướng có hai rãnh xoắn để thoát phoi với góc xoắn $\omega = 18^\circ - 20^\circ$ (hình 3.35) thay đổi tùy theo đường kính và điều kiện gia công. Dọc theo rãnh xoắn ứng với đường kính ngoài có hai dải viền chiều rộng f , chính cạnh viền này có tác dụng định hướng mũi khoan khi làm việc, mặt khác nó có tác dụng giảm ma sát giữa mặt trụ mũi khoan và mặt lỗ gia công. Phần kim loại còn lại giữa hai rãnh xoắn là lõi mũi khoan. Thường đường kính lõi làm lớn dần về phía đuôi để tăng sức bền mũi khoan. Lượng tăng thường từ: $1,4 - 1,8\text{mm}/100\text{mm}$ chiều dài.

Mũi khoan gồm 5 lưỡi cắt : (hình 3.35) hai lưỡi cắt chính 1-2 và 3-4 ; hai lưỡi cắt phụ 2-5 và 4-6 ; một lưỡi cắt ngang 1-3.

Phần cắt : là phần chủ yếu của mũi khoan dùng để cắt vật liệu tạo ra phoi. Từ hình 3.36 cho ta các thông số hình học của phần cắt của mũi khoan.

- Mũi khoan gồm 5 lưỡi cắt : hai lưỡi cắt chính; hai lưỡi cắt phụ; một lưỡi cắt ngang.

Lưỡi cắt phụ là đường xoắn chạy dọc cạnh viền của mũi khoan. Nó chỉ tham gia cắt trên



Hình 3.36
Thông số hình học phần cắt
của mũi khoan

một đoạn ngắn chừng một nửa lượng chạy dao.

Lưỡi cắt ngang không tham gia cắt mà còn cản trở quá trình cắt, thường góc trước γ của nó có giá trị âm (hình 3.36). Vì vậy trong quá trình cắt người ta tìm cách giảm chiều dài của lưỡi cắt ngang.

Hai lưỡi cắt chính tạo thành hai góc nghiêng chính 2φ

Mặt trước của mũi dao là mặt xoắn. Mặt sau nó có thể là mặt con, mặt xoắn, mặt phẳng hay mặt trụ tùy theo cách mài mặt sau.

Mũi khoan có thể coi là hai dao tiện ghép với nhau bằng lõi hình trụ. Vì vậy cách xác định góc độ phần cắt của mũi khoan cũng như đối với dao tiện, bao gồm các góc trước γ_n , góc sau α_n (trong tiết diện chính), góc nâng của lưỡi cắt chính λ_o trong hình chiếu mặt đầu, góc nghiêng chính φ , góc nghiêng của lưỡi cắt ngang ψ và góc xoắn ω (hình 3.36).

b) Thông số chế độ cắt và hình học lớp cắt (hình 3.37)

- Chiều sâu cắt t (mm):

Lỗ không thông (lỗ đặc) : $t = D/2$

Lỗ rỗng : $t = \frac{D-d}{2}$

Trong đó: D – đường kính lỗ đang khoan;

d – đường kính lỗ có sẵn.

- Lượng chạy dao S (mm/vòng): là lượng tịnh tiến của mũi khoan ứng với một vòng quay của dao hoặc chi tiết.

Với mũi khoan 2 lưỡi cắt thì mỗi lưỡi cắt tính được:
 $S_z = S/2$.

- Chiều dày cắt a :

$a = S_z \cdot \sin \varphi = S/2 \cdot \sin \varphi$ (mm)

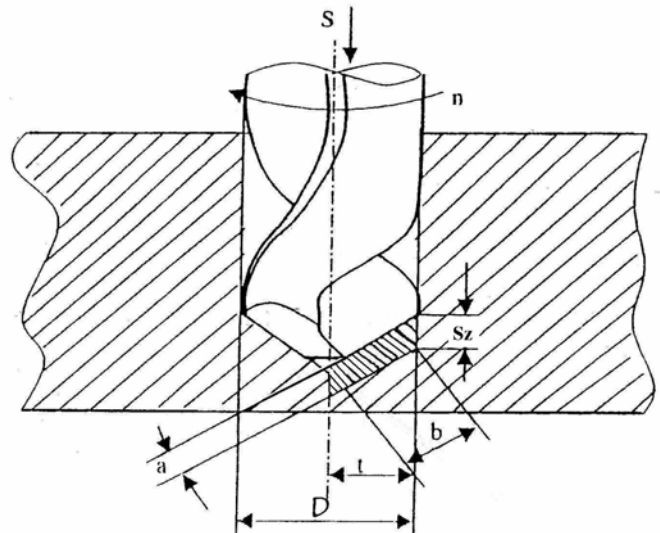
- Chiều rộng cắt b :

Đối với chi tiết đặc :

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

Đối với chi tiết rỗng :

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} = \frac{D-d}{2 \cdot \sin \varphi} \quad (\text{mm})$$



Hình 3.37
Thông số hình học lớp cắt

d) Lực cắt khi khoan (hình 3.38)

Tại mỗi điểm của lưỡi cắt, lực tác dụng khác nhau. Để tiện cho việc nghiên cứu, ta coi hợp lực của các lực phân bố trên lưỡi cắt tập trung tại điểm A cách tâm mũi khoan một đoạn bằng $D/4$ hay $R/2$. Lực cắt khi khoan chia làm 3 thành phần :

- Lực P_y : lực hướng kính. Lực này có tác dụng lên hai lưỡi cắt chính có trị bằng nhau và ngược chiều nhau nên chúng triệt tiêu lẫn nhau. Trên hai lưỡi cắt phụ thì lực P_y cũng triệt tiêu.

- Lực P_0 : lực chiều trục. Lực này có khuynh hướng chống lại lực chạy dao. Lực P_0 bằng tổng các lực sau:

- + Lực chiều trục P_x tác dụng lên lưỡi cắt chính, chiếm khoảng 40% lực P_0 .
- + Lực chiều trục P'_x tác dụng lên lưỡi cắt phụ, chiếm khoảng 3% lực P_0 .
- + Lực chiều trục P_n tác dụng lên lưỡi cắt ngang, chiếm khoảng 57% lực P_0 .

- Lực P_z : lực tiếp tuyến. Lực này tạo ra momen cắt chính. Qua thực nghiệm chứng tỏ rằng 80% momen do lực tiếp tuyến tác dụng lên lưỡi cắt chính; 12% momen là do lực tiếp tuyến tác dụng lên lưỡi cắt phụ; còn 8% trên lưỡi cắt ngang.

Hiện nay chưa có công thức lý thuyết tính momen cắt và lực chiều trục. Người ta dùng công thức thực nghiệm sau:

- Momen cắt:

$$M = C_m D^{x_m} S^{y_m} K_m \quad (\text{Nm})$$

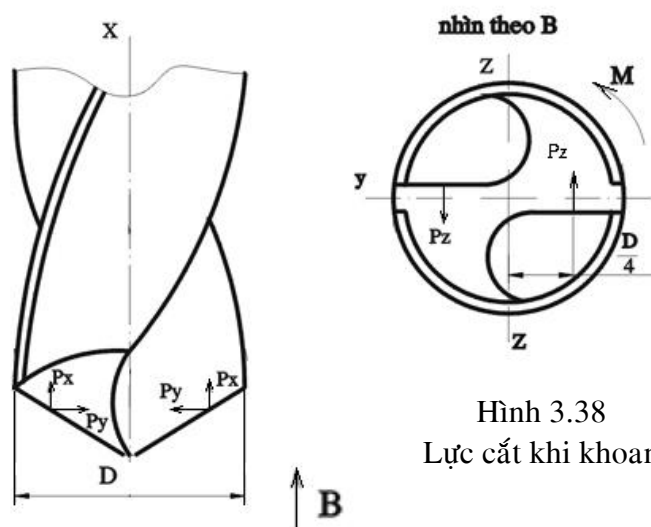
- Lực chiều trục:

$$P_0 = C_0 D^{x_p} S^{y_p} K_p \quad (\text{N})$$

Trong đó:

C_0, C_m : hệ số phụ thuộc tính chất vật liệu gia công;

K_m, K_p : hệ số điều chỉnh.



Hình 3.38
Lực cắt khi khoan

c) Một số 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 gia công 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 càng nhỏ đi. Nếu mài hai lưỡi cắt của khoan không đều, lực tác dụng dọc trục của mũi khoan sẽ không đều làm cho lỗ khoan bị cong hoặc lệch đi (hình 3.39a). 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 bị loe chủ yếu xuất hiện khi khoan trên máy tiện (hình 3.39b).

- Độ cứng vững của mũi khoan yếu, lại thêm có 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 các yêu cầu đảm bảo về máy, dao ... còn có các biện pháp công nghệ sau đây :

- Thực hiện khoan bằng cách cho vật quay, dao tịnh tiến như khi khoan trên máy tiện. Biện pháp này có hiệu quả khi khoan lỗ sâu (hình 3.40 a,b).

- Dùng bạc dẫn khoan, đây là biện pháp tích cực, vừa có thể nâng cao độ cứng vững của mũi khoan vừa đảm bảo chính xác vị trí tâm của mũi 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.

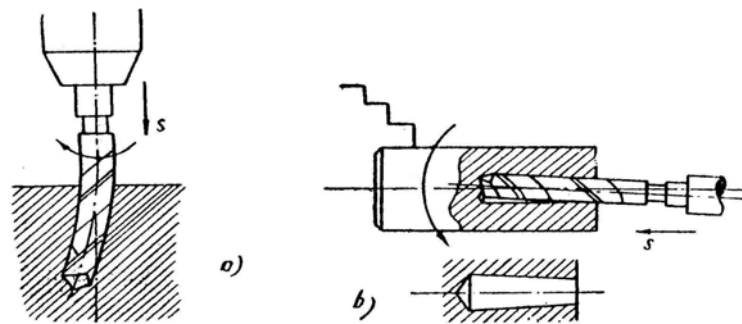
Để tăng năng suất khi khoan, ngoài việc sử dụng các kết cấu hợp lý và tiến tiến của mũi khoan, còn có thể dùng các biện pháp sau đây :

- Dùng đồ gá để giảm bớt thời gian phụ và nguyên công lấy dấu.

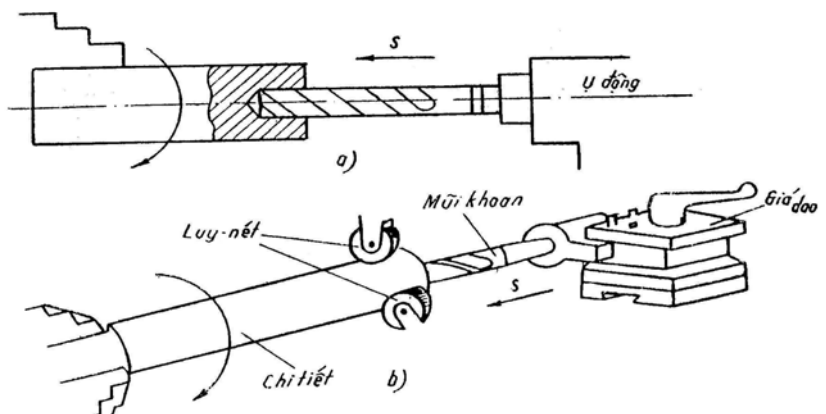
- Dùng đầu khoan nhiều trục để gia công nhiều lỗ cùng một lúc.

- Dùng đầu khoan Rôvonve để giảm thời gian thay dao khi cần gia công nhiều bước trên một nguyên công.

- Cung cấp đầy đủ dung dịch trơn nguội để có khả năng tăng năng suất và độ chính xác gia công.



Hình 3.39 – Sai lệch của lỗ khi khoan
a) Lỗ bị cong b) Lỗ bị lệch



Hình 3.40 – Khoan trên máy tiện
a) Khi chi tiết ngắn b) Khi chi tiết dài

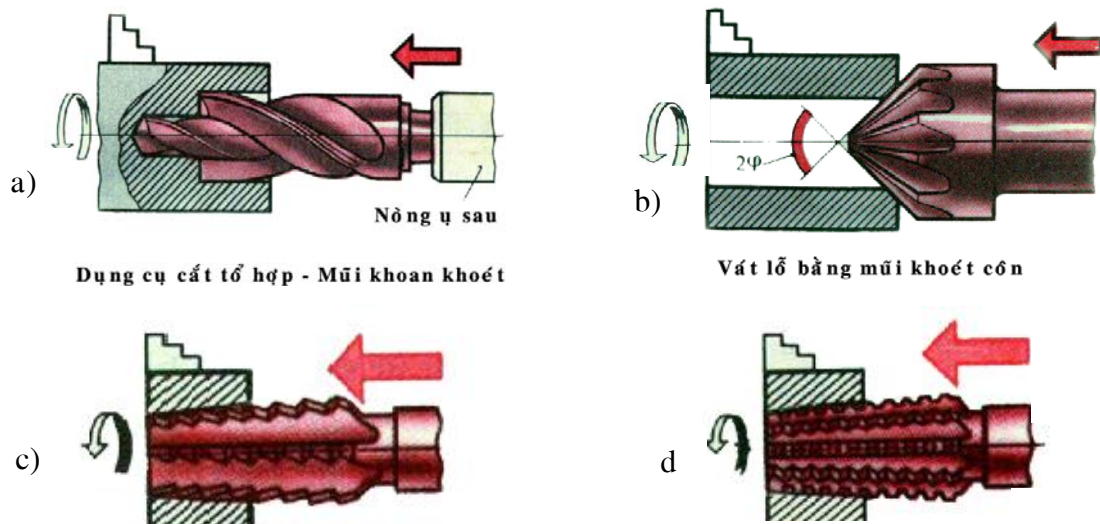
2. Khoét

a) Khả năng công nghệ của khoét

Khoét là phương pháp gia công lỗ nhằm nâng cao độ chính xác của lỗ sau khi khoan hoặc đúc sẵn. Khoét có thể đạt chính xác từ cấp 9-11, độ nhẵn bóng bề mặt $R_z = 2,5-10 \mu m$ ($\nabla 4 - \nabla 6$). 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 thế đảm bảo độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao hơn khoan và sửa được những sai số về vị trí tương quan do khoan lỗ để lại. Cũng vì vậy, đối với các lỗ đúc sẵn, hay dập sẵn, không nên khoan phá mà có thể dùng ngay khoét (hoặc tiện trong) để trừ bỏ về cơ bản những sai lệch về vị trí tương quan có sẵn ở lỗ phôi. Ngoài ra, khoét còn có khả năng nâng cao lượng chạy dao nên có 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 3-41a), khoét vát lỗ (hình 3-41b), khoét lỗ côn (hình 3-41 c, d).



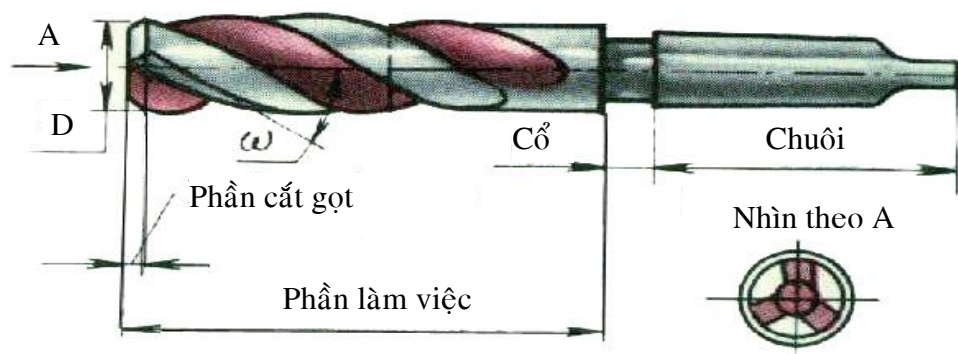
Hình 3.41 – Công dụng của khoét

b) Kết cấu và thông số hình học của mũi khoét

Kết cấu của mũi khoét rất giống mũi khoan, chỉ khác là chúng có nhiều răng hơn (hình 3.42) và không có lưỡi cắt ngang. Lưỡi khoét thường có 3 – 4 răng. Nếu đường kính nhỏ hơn 35 mm thì làm 3 răng (hình 3.42), lớn hơn thì làm 4 răng (hình 3.43). Đôi khi người ta dùng mũi khoét có 2 lưỡi cắt.

Mũi khoét gồm các loại chuôi liền, răng liền bằng thép gió (hình 3.42); chuôi rời, răng chấp bằng các mảnh hợp kim cứng (hình 3.44).

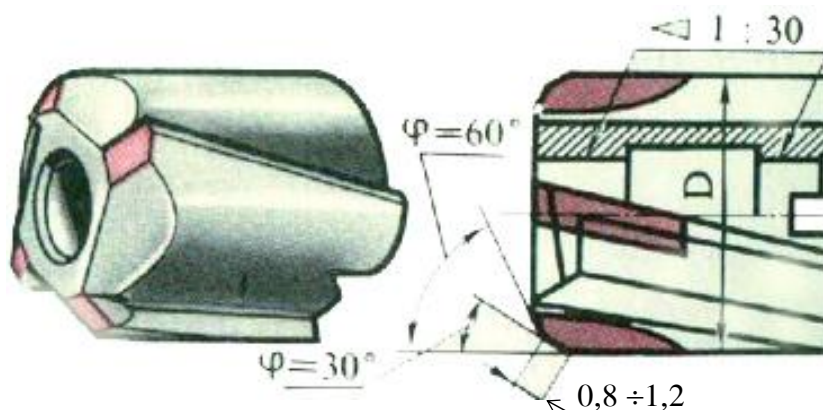
Thông số hình học phần cắt của mũi khoét cũng gồm các góc tương tự như mũi khoan.



Hình 3.42 - Mũi khoét 3 răng thép gió, chuôi liền.



Hình 3.43 – Mũi khoét 4 răng thép gió, chuôi liền.



Hình 3.44 – Mũi khoét 4 răng chấp hơp kim cứng. chuôi

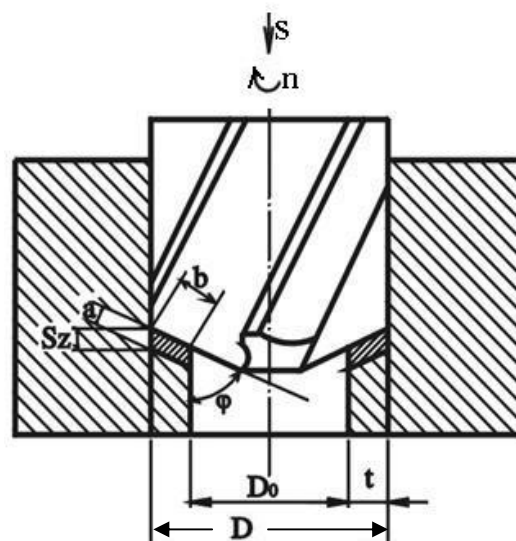
c) Thông số hình học lớp cắt và chế độ cắt (hình 3.45)

Lượng dư để khoét $0,5 \div 2$ mm (theo bán kính) phụ thuộc vào đường kính của lỗ.

Bước tiến S (mm/vòng) khi khoét bằng mũi khoét thép gió: $0,3 \div 1,2$; bằng mũi khoét hợp kim cứng: $0,4 \div 1,5$.

Tốc độ cắt $V = 20 \div 35$ m/phút với mũi khoét thép gió và $V = 60 \div 200$ m/phút với mũi khoét hợp kim cứng.

Hình 3.45 - Thông số hình học lớp cắt và chế độ cắt khi khoét.



3. Doa

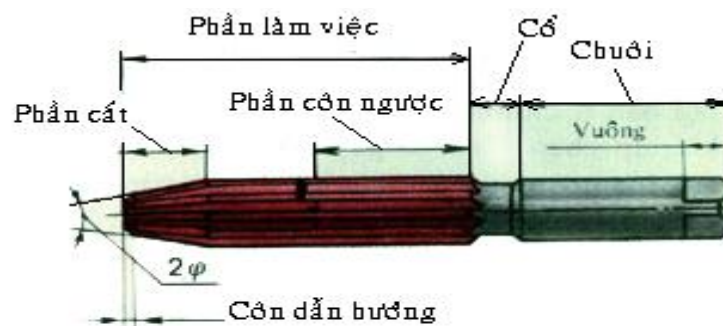
a) Khả năng công nghệ

Doa là một phương pháp gia công bán tinh và tinh những lỗ đã khoét. Doa thực hiện trên máy doa, máy khoan, máy tiện hoặc bằng tay.

Doa có thể đạt độ chính xác cấp 9 - 6 và $R_a = 2,5 \div 0,63$ ($\nabla 6 \div \nabla 8$). Tuy vậy, doa không sửa được sai lệch về vị trí tương quan hoặc nếu có thì rất ít.

b) Kết cấu và thông số hình học của mũi doa

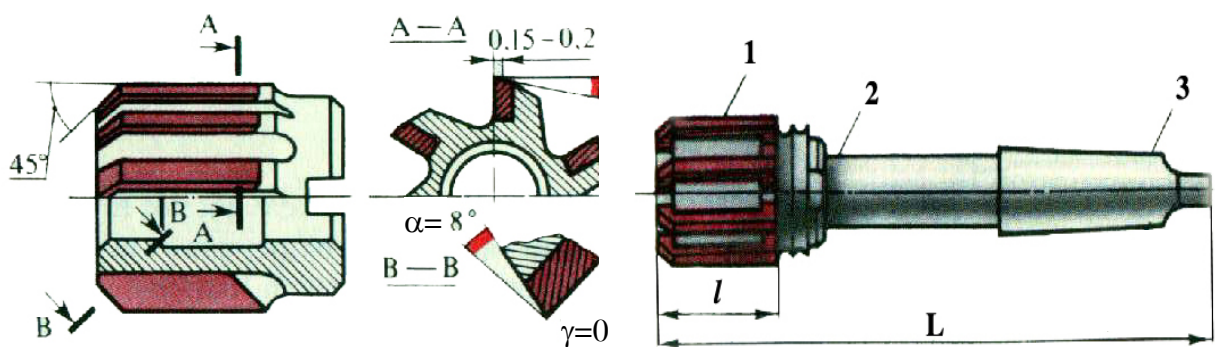
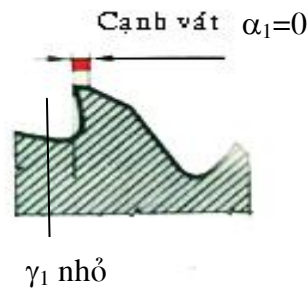
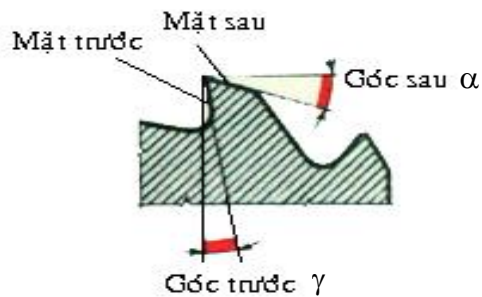
Kết cấu chung của mũi doa cũng giống mũi khoan, nhưng có nhiều lưỡi cắt hơn và không có lưỡi cắt ngang. Mũi doa có từ 6 ÷ 16 lưỡi cắt và số lưỡi cắt luôn luôn chẵn. Mũi doa gồm các loại: mũi doa tay (hình 3.46) và mũi doa máy (hình 3.47).



Hình 3.46
Doa tay

Mặt cắt phần cắt gọt

Mặt cắt phần trụ định hướng



Hình 3.47
Doa máy

a) Chuôi rời

b) Chuôi liền

Góc $2\varphi = 4 \div 12^\circ$ để gia công gang và $2\varphi = 15 \div 30^\circ$ để gia công thép (khi doa lỗ suốt).

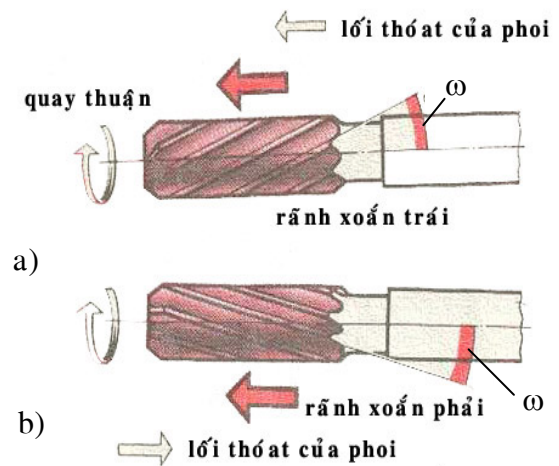
Để mũi doa thoát ra khỏi lỗ được dễ dàng, trên phần trụ định hướng có mài côn ngược dọc theo cạnh viền, đường kính giảm dần về phía chuôi mũi doa khoảng $0,04 - 0,08/100\text{mm}$ chiều dài.

Bước giữa các răng mũi doa được làm không đều nhau, để các vết cắt không trùng nhau, nâng cao chất lượng gia công (tránh được chu kỳ sinh rung động). Nhưng các răng đối diện nhau phải nằm trên một đường thẳng đi qua tâm; điều kiện này rất quan trọng để kiểm tra đường kính mũi doa.

Ngoài ra chất lượng gia công đạt được cao bằng cách dùng mũi doa có răng xoắn (hình 3.48), góc xoắn ω .

Các rãnh xoắn trái khi quay thuận (theo chiều kim đồng hồ) sẽ đẩy phoi thoát ra phía trước, loại trừ được nguy cơ phoi làm hỏng bề mặt gia công (hình 3.48a).

Trường hợp doa lỗ không suốt, nên để phoi thoát ra phía sau (phía chuôi) (hình 3.48b: rãnh xoắn phải và chiều quay thuận).

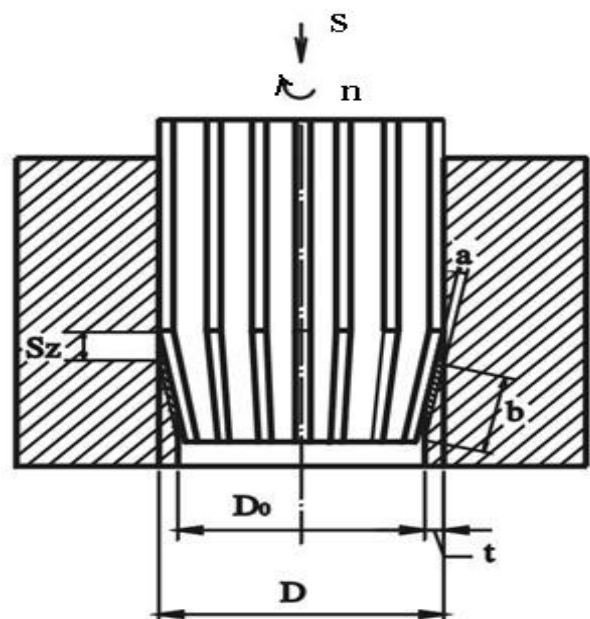


Hình 3.48 – Mũi doa có rãnh xoắn

c) Thông số cắt gọt và một số đặc điểm khi doa

Hình 3.49 thể hiện sơ đồ cắt gọt 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 $0,25-0,5 \text{ mm}$. Còn doa tinh thì khoảng $0,05-0,15 \text{ mm}$. 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



Hình 3.49

Thông số hình học lớp cắt

thay đổi nên dao cạo vào mặt gia công làm cho nó bị biến cứng và doa tinh sau này rất khó khăn.

Lượng chạy dao có thể từ $0,5 \div 3,5$ mm/vòng. Bởi vậy tốc độ doa tuy thấp (8-10 mm/vòng) nhưng năng suất vẫn cao.

Khi doa có thể thực hiện bằng hai cách : cưỡng bức và tùy động.

- Khi doa cưỡng bức nghĩa là mũi doa lắp cứng vào trục máy, thường xảy ra hiện tượng lay rộng lỗ (trường hợp doa trên máy khoan, máy doa) hoặc bị loc (trường hợp doa trên máy tiện). Nguyên nhân có thể là:

- + Tồn tại độ đảo giữa trục dao và trục chính máy.
- + Dao mài không tốt, lẹo dao có thể xuất hiện ở một vài 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 mũi doa 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.

- Trục doa tùy động: trục mũi doa không nối cứng với trục chính của máy mà nối lỏng lẻo. Mũi doa lúc này hoàn toàn dựa vào lỗ gia công để định hướng dao, do đó không chịu ảnh hưởng sai lệch của trục chính hoặc sai lệch về độ đồng tâm giữa trục chính và trục dao.

- Mũi doa tùy động: đây là kiểu dao đơn giản có hai lưỡi. Lưỡi dao có khả năng xô dịch ít nhiều theo hướng kính để tự lựa theo lỗ đã gia công. Loại dao này thường dùng khi đường kính lỗ gia công từ $\phi 75 - \phi 150$. Vì số lưỡi cắt ít nên chóng mòn nhưng mài lại dễ dàng và có thể điều chỉnh lại kích thước đường kính.

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 nên có thể khắc phục hiện tượng rung động, gia công đạt chất lượng cao; nhưng mũi doa đắt tiền và 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 doa bằng tiện trong.

3.2.5 Phương pháp chuốt

1. 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, 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 3.50). Trong một số trường hợp chuốt các mặt tròn xoay thì thêm chuyển động quay tròn của chi tiết.

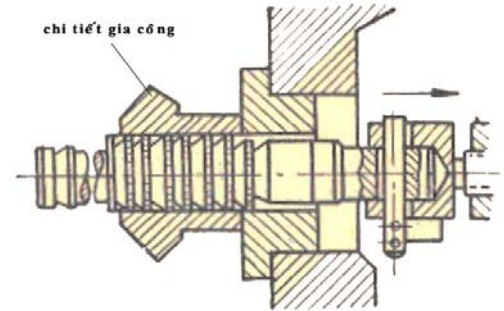
Chuyển động tịnh tiến của dao được thực hiện bằng hai cách (hình 3.51):

- Kéo: là truyền động lực vào đầu dao (hình 3.51a);
- Đẩy: là truyền động lực vào đuôi dao (hình 3.51b).

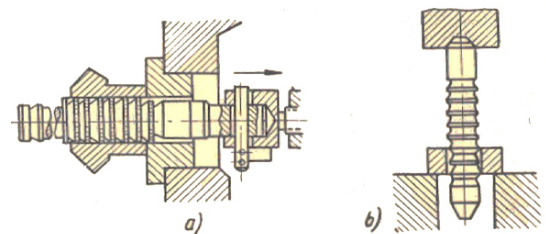
Quá trình chuốt không có chuyển động chạy dao. Để cắt hết lượng dư trong một hành trình thì các răng dao chuốt được làm cao dần lên từ răng cắt thứ nhất đến răng cắt cuối cùng một lượng đúng bằng lượng dư gia công (hình 3.52).

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 3.53); mặt phẳng (hình 3.52). Ngoài ra còn có thể gia công mặt trụ ngoài, các mặt định hình phẳng nhưng nói chung còn ít dùng.

Phương pháp chuốt có thể đạt độ chính xác tới cấp 7, độ bóng bề mặt $R_a = 0,8 \div 0,6 \mu m$ ($\nabla 6 \div \nabla 8$). Nó có thể gia công được các lỗ có đường kính đến 320 mm, chiều rộng của rãnh đến 100 mm, chiều dài của lỗ đến 1000 mm. Chuốt mặt phẳng với chiều rộng khoảng từ vài mm đến 400 mm và chiều dài tối đa là 500 mm. Trong dạng sản xuất hàng



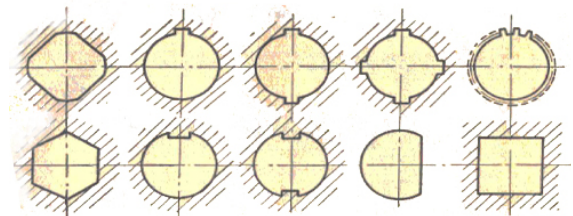
Hình 3.50 – Sơ đồ chuốt lỗ



Hình 3.51 – Phương tác dụng lực
a) Kéo b) Đẩy

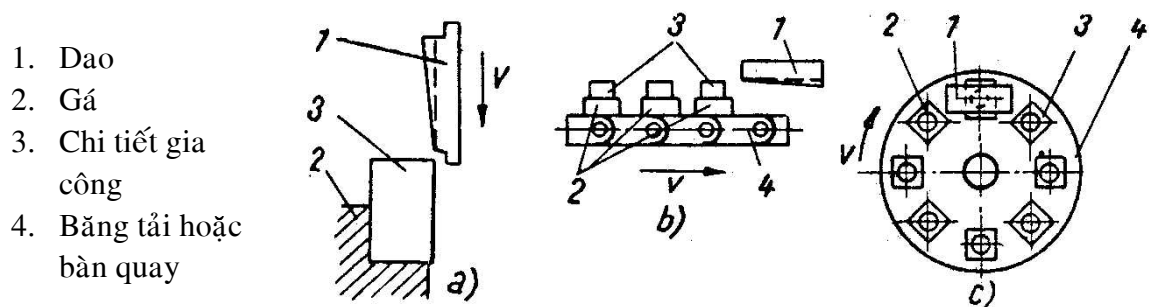


Hình 3.52 – Sơ đồ chuốt mặt phẳng



Hình 3.53 – Một số lỗ mà chuốt có thể thực hiện được

khối, trên các máy bán tự động và tự động, bằng cách thay chuyển động tịnh tiến của dao (hình 3.54a) bằng chuyển động quay liên tục của bàn máy trên đó gá chi tiết bằng băng tải xích (hình 3.54b) hoặc bằng bàn quay (hình 3.54c).



Hình 3.54 – 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 như sau:

- Dao chuốt khó chế tạo, đắt tiền. 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; Mặc dù phoi cắt rất mỏng ($a=0,02 \div 0,2$ mm) nhưng vì số lưỡi cắt tham gia cắt lớn nên tổng chiều dài cắt lớn;

- Vì lực cắt lớn nên tốc độ khi chuốt nhỏ (≤ 20 m/ph), nhiệt độ cắt nhỏ nên dao mài mòn chủ yếu là mặt sau;

- Chỉ gia công được các lỗ thông suốt;

- Chuốt không sửa được các sai lệch về vị trí tương quan;

- Khi chuốt các lỗ có chiều dày thành lỗ không đều thì lỗ dễ bị biến dạng.

2. Kết cấu và thông số hình học của dao chuốt

Dao chuốt là một dụng cụ có nhiều lưỡi cắt. tùy theo hình dạng của bề mặt gia công mà nó có thể là dao chuốt lỗ tròn, dao chuốt lỗ vuông, dao chuốt phẳng, dao chuốt xoắn, dao chuốt định hình.

Xét kết cấu của dao chuốt lỗ tròn làm điển hình (hình 3.55a), nó bao gồm những phần sau:

Phần l_1 – Đầu dao: dùng để kẹp dao chuốt trên máy và truyền lực kéo; thường chọn theo tiêu chuẩn, dựa vào lực cắt (hình 3.50);

Phần l_2 – Cổ dao: nơi thoát đá mài khi mài phần l_1 và phần l_3 ; chiều dài của cổ dao tùy thuộc vào bề dày của thành máy và đồ gá gá chi tiết gia công;

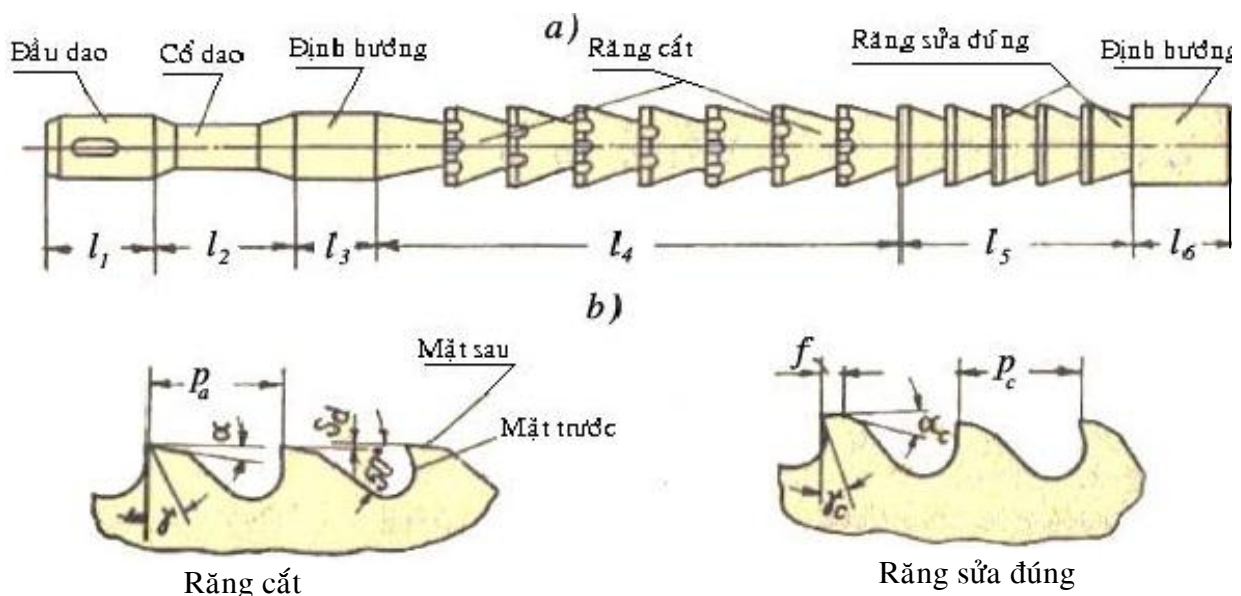
Phần l_3 – Phần định hướng phía trước của dao; phần này có đường kính bằng đường kính của lỗ chi tiết trước khi gia công. Nhờ phần này, khi răng đầu tiên cắt vào chi tiết, dao được định hướng không vì nghiêng mà gãy.

Phần l_4 – Phần cắt của dao; các răng cắt được bố trí cao dần lên một lượng, gọi là lượng nâng S_d của răng cắt (hình 3.55b). Có thể bố trí các răng cắt thô, bán tinh và tinh với S_d cho phù hợp với chất lượng yêu cầu. Tổng lượng nâng của các răng cắt bằng kích thước lớp kim loại cần cắt bỏ (theo bán kính lỗ gia công), có nghĩa răng cắt cuối cùng đi qua thì hình thành lỗ cần gia công. Để giảm bớt lực trên các răng cắt người ta làm nhiều rãnh chia phoi. Các rãnh chia phoi được bố trí lệch pha nhau từ răng cắt này đến răng cắt tiếp theo.

Phần l_5 – Phần sửa đúng kích thước lỗ gia công của dao và làm tăng độ bóng bề mặt gia công; các răng phần này có đường kính bằng nhau và bằng đường kính lỗ chi tiết cần gia công. Số răng sửa đúng có khoảng từ 4 – 8 răng và không có lượng nâng S_d . Trên các răng sửa đúng không có rãnh chia phoi.

Phần l_6 – Phần định hướng phía sau của dao; phần này có đường kính bằng đường kính lỗ chi tiết cần gia công. Nhờ phần này, khi răng cắt cuối cùng chưa ra khỏi lỗ gia công, dao được định hướng không vì nghiêng mà gãy.

Hình 3.55b thể hiện thông số hình học của răng cắt và răng sửa đúng.



Hình 3.55 – Kết cấu và thông số hình học của dao chuốt lỗ tròn

Thường chọn: $\gamma = 5 \div 20^\circ$; $\gamma_c = 0 \div 5^\circ$

$\alpha = 2 \div 3^\circ$; $\alpha_c = 1 \div 2^\circ$

$f \leq 0,2 \text{ mm}$

P_a ; P_c thường chọn theo chiều dài chi tiết gia công trong các sổ tay công nghệ.

3.2.6 Phương pháp mài

1. Khả năng công nghệ

Mài là 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 xát 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 $R_a=2,5 \div 1,25 \mu\text{m}$ ($\nabla 6 \div \nabla 7$), 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 $R_a=0,32 \div 0,16$ ($\nabla 9 \div \nabla 10$) μm .

Mài có thể gia công được các 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 trụ trong và ngoài, các mặt định hình ...

Tùy theo hình dạng bề mặt gia công mà ta chia thành các phương pháp mài sau :

a) *Mài mặt trụ ngoài*: Khi mài mặt trụ ngoài ta có thể thực hiện một trong hai phương pháp:

- Mài có tâm: Chi 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 3.56a), 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 bản, chạy dao dọc $S=0$ (hình 3.56b).

- Mài không tâm: Sử dụng bề mặt đang gia công để làm chuẩn định vị cho chi tiết gia công (hình 3.56c). 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.

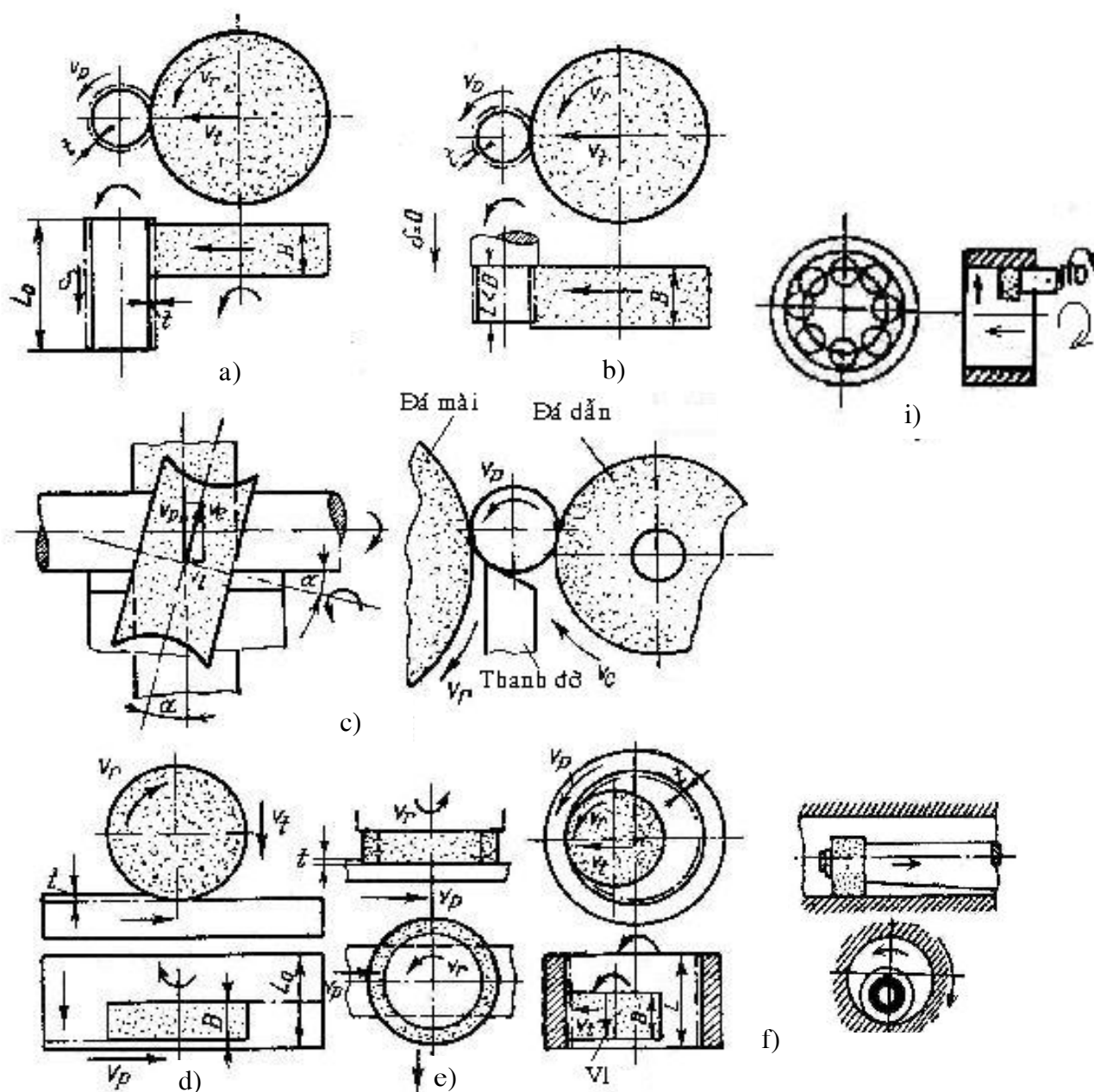
Phương pháp này chỉ dùng mài những chi tiết nhỏ, ngắn.

b) *Mài mặt trụ 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). 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_r) và tịnh tiến dọc trục (V_t). Chuyển động ngang (V_n) do đá mài thực hiện để cắt hết lượng dư (hình 3.56 f).

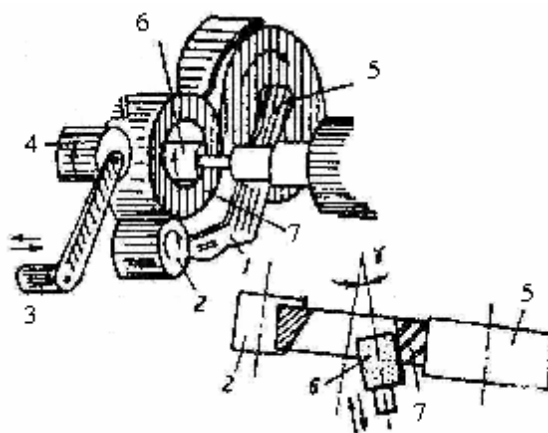
Cách 2: Chi tiết được gá cố định trên mâm cặp, trục mang đá thực tất cả các chuyển động. Ngoài chuyển động quay trục của đá, còn thực hiện chuyển động hành tinh quanh trục chi tiết (hình 3.56 i).



Hình 3.56

Một số khả năng công nghệ của mài

- 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 lỗ côn bằng đá mài 6 (hình 3.57).



Hình 3.57

Mài không tâm mặt tròn trong

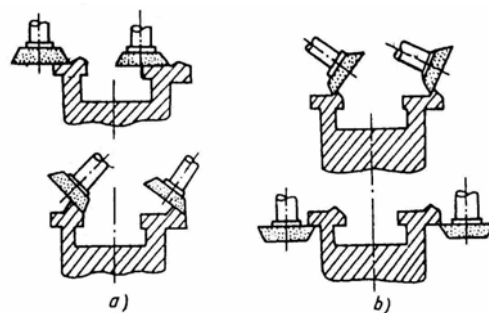
c) *Mài mặt phẳng*

Là phương pháp cơ bản 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 gia công các chi tiết khó định vị và kẹp chặt (như séc măng chẳng hạn).

Hiện nay có nhiều kiểu mài phẳng:

- Mài phẳng bằng mặt trụ của đá (hình 3.56d), 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 3.56e). Có thể dùng mặt đầu của đá hình chậu 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 3.58).



Hình 3.58

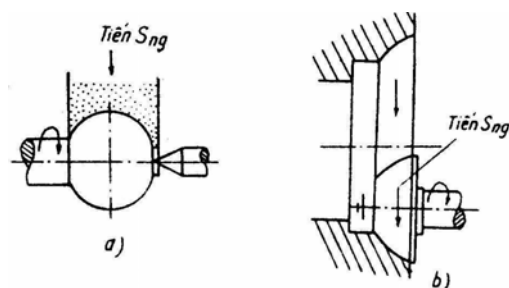
Sơ đồ mài nhiều trục đá

Mài 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 định hình*

Sử dụng đá mài có biên dạng giống như biên dạng của bề mặt gia công, có thể là bề mặt tròn xoay hoặc mặt định hình thẳng (rãnh). Khi mài chỉ có thể tiến dao ngang, và phải sửa đá thật chính xác theo hình dáng yêu cầu.

Mặt định hình tròn xoay chủ yếu được gia công trên máy mài tròn ngoài hay trong (hình 3.59).



Hình 3.59

Sơ đồ mài định hình

Ngoài ra còn có thể mài các bề mặt định hình phức tạp như cam lệch tâm theo nguyên lý chép hình, mài ren và bánh răng theo nguyên lý định hình và bao hình.

2. *Đá mài và đặc điểm của phương pháp mài*

a) *Đá mài*

Đá mài là một vật thể xốp có hình dáng hình học xác định, gồm những hạt mài sắp xếp không theo trật tự và kết hợp với nhau nhờ chất dính kết.

Các đá mài khác nhau ở hình dáng hình học, kích thước, vật liệu hạt mài, độ hạt hay kích thước hạt mài, chất dính kết, độ cứng của đá, ở cấu trúc và tổ chức của đá mài.

Tập hợp những tính chất trên gọi là đặc trưng của đá mài. Các đặc trưng này có thể tìm trong các sổ tay “công nghệ chế tạo máy”.

Hình dáng hình học và kích thước của đá mài có nhiều loại tùy hình dạng và chất lượng bề mặt gia công, dạng sản xuất, điều kiện cụ thể ... mà chọn.

Vật liệu hạt mài đã trình bày ở chương 2, phần vật liệu chế tạo dụng cụ cắt.

Độ hạt hay kích thước của hạt mài thường thể hiện ba kích thước cơ bản: chiều dài, chiều rộng và chiều dày. Tuy nhiên để cho đơn giản, người ta chỉ chọn chiều rộng làm kích thước đặc trưng của hạt mài. Việc phân kích thước hạt mài thường thực hiện bằng lưới rây có lỗ vuông và đo giới hạn kích thước của nhóm cơ bản bằng μm .

Chất dính kết được sử dụng rộng rãi là gốm (đất sét, thạch anh, fenspat tán nhỏ trộn lẫn theo tỉ lệ nhất định); nhựa cây nhân tạo và cao su nhân tạo.

Độ cứng của đá mài là khả năng chống bật hạt mài ra khỏi bề mặt làm việc của đá dưới tác dụng của ngoại lực. Người ta chia ra nhiều cấp từ mềm đến đặc biệt cứng. Độ cứng của đá mài càng cao khi hạt mài liên kết với nhau càng bền, đá càng chịu lực lớn mà không bị mẻ vỡ. Độ cứng của đá mài tùy thuộc vào số lượng hạt mài với chất dính kết, vật liệu hạt mài và quy trình chế tạo (áp suất, chế độ nhiệt luyện ...).

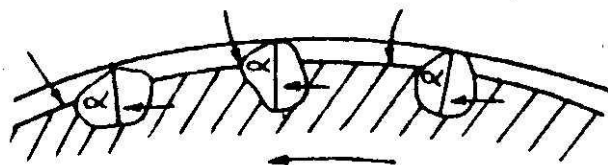
Cấu trúc của đá mài đặc trưng tổ chức bên trong của đá, nghĩa là quan hệ giữa các thể tích của hạt mài, chất dính kết và khoảng trống của đá. Người ta chia ra chặt, trung bình hay xốp. Đá chặt giữ được hình dáng của đá tốt nhưng đá xốp thoát phoi tốt nên cho phép nâng cao chế độ gia công.

b) Đặc điểm của phương pháp mài

So với một số dạng gia công khác, mài có một số đặc điểm:

- Dụng cụ mài có một số lưỡi cắt không liên tục, các hạt mài nằm tách biệt nhau trên bề mặt làm việc của dụng cụ. Do đó xem quá trình mài như là quá trình cào xước liên tục.

- Do không thay đổi được vị trí và hình dạng hình học của hạt đá mài trong đá mài, nên việc điều khiển quá trình mài rất khó khăn. Phần làm việc của đá mài gồm vô số các lưỡi cắt của vô số hạt mài riêng biệt, chúng không có hình dạng giống nhau và phân bố rất lộn xộn trong chất dính kết của đá mài (hình 3.60)



Hình 3. 60 - Góc trước tại những lưỡi cắt

- Tốc độ cắt khi mài lớn, tiết diện phôi cắt ra bé.
- Trong quá trình cắt, đá mài có khả năng tự mài sắc một phần.
- Khi mài, ngoài vấn đề gá đặt chi tiết việc chọn đá mài, chế độ mài hợp lý có vai trò quyết định đối với chất lượng sản phẩm, năng suất gia công.

3.2.7 Phương pháp mài nghiền

Mài nghiền là phương pháp gia công tinh đạt độ bóng và độ chính xác cao, dùng bột mài nhỏ hoặc bột mài kim cương trộn với dầu nhớt, mỡ bôi, parafin và một số axit hữu cơ, rồi bôi lên bề mặt tiếp xúc giữa dụng cụ nghiền và bề mặt cần gia công. Do có chuyển động tương đối giữa hai bề mặt này nên tạo thành quá trình gia công mài nghiền.

Mài nghiền có thể gia công được mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, mặt phẳng hoặc mặt định hình. Mài nghiền không có khả năng sửa chữa những sai lệch về vị trí tương quan và không cắt được lượng dư lớn, nên trước khi mài nghiền cần gia công bề mặt đạt cấp chính xác 7÷6 và độ bóng $R_a = 1,25 \div 0,63 \mu\text{m}$, thì sau khi mài nghiền có thể đạt cấp chính xác 6 và độ bóng $R_a = 0,16 \div 0,01 \mu\text{m}$ ($\nabla 10 \div \nabla 14$).

Tùy theo hình dạng bề mặt cần nghiền mà ta có các dạng sơ đồ mài khác nhau.

Đặc điểm của quá trình mài là :

- Quá trình động học của hạt mài khá phức tạp, làm cho quỹ đạo chuyển động của hạt mài trên bề mặt gia công khó bị lặp lại vết cũ nên tránh được rung động, nâng cao độ bóng bề mặt.
- Sử dụng vật liệu cắt (hạt mài) là bột mịn, số lượng hạt mài cùng tham gia cắt lớn nhưng áp lực vận tốc cắt không lớn.
- Lượng dư mài nghiền phụ thuộc chất lượng sản phẩm cần đạt, nếu chất lượng đòi hỏi cao thì lượng dư nghiền cần phải nhỏ (bảng 3.4).

Bảng 3.4 : Cách chọn lượng dư nghiền

Độ nhám		Độ chính xác (μm)	Số lần nghiền	Lượng dư (mm)
R_a (μm)	R_z (μm)			
0,16	0,8	3÷5	1	0,03÷0,05
0,08	0,4	1÷2	1	0,03÷0,05
			2	0,005÷0,01
0,04	0,2	0,2÷0,5	1	0,03÷0,05
			2	0,005÷0,01
			3	0,002÷0,003
0,02÷0,01	0,1÷0,05	0,1÷0,3	1	0,03÷0,05
			2	0,005÷0,01
			3	0,002÷0,003
			4	0,005÷0,001

3.2.8 Phương pháp mài khô

Mài khô là sự phát triển thêm một bước của mài nghiền nhằm nâng cao năng suất gia công. Mài khô chủ yếu dùng để gia công lỗ, có thể gia công lỗ có đường kính từ 6÷1500mm và chiều dài lỗ từ 100÷2000mm.

Bản chất của mài khô tương tự như mài nghiền, nhưng dụng cụ nghiền ở đây được gọi là đầu khô (hình 3.61). Đầu khô 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 khô có thể cấp chính xác 6 ÷ 7 và độ bóng $R_a=0,4\div0,05\mu\text{m}$.

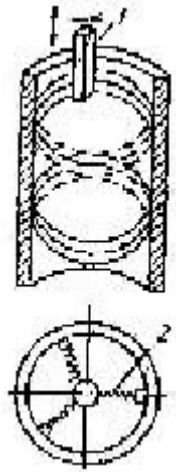
Ưu điểm của mài khô là năng suất cao hơn mài nghiền, vì có nhiều thời gian làm việc, lỗ mài đảm bảo độ tròn cao vì độ cứng vững của đầu khô tốt, không bị biến dạng trực tiếp, quá trình cắt êm ít rung động.

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 phôi của vật liệu này sẽ lấp kín trên đá mài rất nhanh làm cho đá không tiếp tục mài được.

Lượng dư mài khô phụ thuộc đường kính lỗ và vật liệu gia công (bảng 3.5).

Bảng 3.5 : Lượng dư mài khô

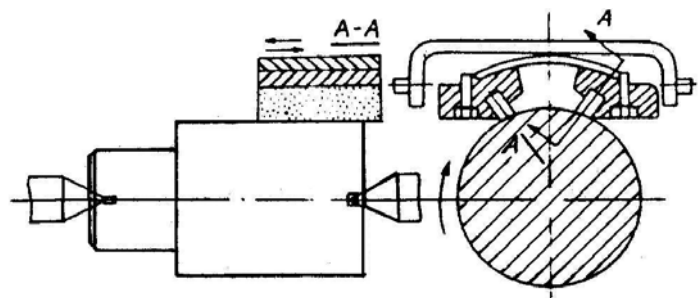
Đường kính lỗ (mm)	Vật liệu gia công	
	Gang	Thép
30÷130	0,02÷0,1	0,01÷0,04
150÷280	0,08÷0,16	0,02÷0,05
300÷500	0,12÷0,2	0,04÷0,06



Hình 3.61
Sơ đồ đầu khô lỗ

3.2.9 Phương pháp mài siêu tinh xác

Mài siêu tinh xác là một phương pháp gia công lần cuối, có thể độ bóng bề mặt cao. Ngoài chuyển động quay của chi tiết gia công để tạo nên chuyển động cắt, và chuyển động tịnh tiến chậm của dụng cụ, dọc theo hướng trục mặt gia công giống như mài khô. Thì



Hình 3.62: Sơ đồ mài siêu tinh xác mặt

mài siêu tinh xác còn có thêm chuyển động lắc ngấn dọc trục với tần số cao (khoảng $500 \div 1200$ hành trình kép trong một phút), nhưng chiều dài hành trình rất ngắn (hình 3.62).

Chính nhờ chuyển động phức tạp như trên, nên các vết cắt mới xóa đều lên nhau làm cho độ nhẵn bóng cao.

Vì áp lực của đá mài tác dụng lên vật gia công rất nhỏ, nên mài siêu tinh xác không sửa được sai lệch về hình dáng (ô van, méo) và vị trí tương quan. Do đó lượng dư để mài siêu tinh xác chỉ khoảng $5 \div 7 \mu\text{m}$.

3.2.10 Phương pháp đánh bóng

Đánh bóng là phương pháp gia công tinh bằng cách dùng hạt mài rất nhỏ trộn với dầu nhờn đặc rồi bôi lên bánh đánh bóng đàn hồi. Bánh này quay với tốc độ rất cao từ $20 \div 40$ m/s.

Đánh bóng bao gồm hai quá trình :

- Lớp kim loại rất mỏng được hớt đi nhờ tốc độ rất lớn;
- Còn phần lớn lượng dư được bóc đi nhờ nhiệt độ cao, có ma sát và các hạt mài chuyển động tự do trên mặt gia công. Khi đó trên lớp bề mặt rất mỏng của kim loại có hiện tượng như lằn ép và sinh ra nhiệt 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 li tâm dễ bị vênh.

Bánh đánh bóng bằng vải thô dùng hạt mài lớn để gia công những chi tiết lớn.

Bánh đánh bóng bằng vải mềm dùng rộng rãi để đánh bóng tinh.

Bánh đánh bóng bằng vải ép dùng để đánh bóng rất tinh như đánh bóng dụng cụ y học, thủy tinh....

Người ta còn đánh bóng bằng dây đai có dính hạt mài (dưới hình thức dây đai dệt) để đạt năng suất cao hoặc dùng những bánh mài có dính thêm than chì (graphit) để dễ đạt $R_a \leq 0.02 \mu\text{m}$ và năng suất cũng cao hơn.

Trước khi đánh bóng, chi tiết phải được mài hoặc gia công tinh khác. Đánh bóng chỉ tăng thêm độ bóng bề mặt, không có khả năng sửa chữa các sai lệch về hình dáng và vị trí tương quan và cả những khuyết tật để lại trên mặt (rỗ, lõm). Nó có thể là nguyên công trước khi mạ.

Có thể chia đánh bóng bằng hai hoặc ba lần. Càng về sau hạt mài càng nhỏ.

Lượng dư đánh bóng chỉ khoảng $5 \mu\text{m}$.

Khi đánh bóng có thể áp chi tiết vào đá mài bằng tay hoặc bằng máy. Trong sản xuất lớn để giảm lao động nặng nhọc, đánh bóng thường thực hiện trên máy chuyên dùng đơn giản.

3.2.11 Phương pháp cạo

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

Ưu điểm của phương pháp gia công này là:

- 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 nhỏ và đơn chiếc. Cạo có thể đạt độ phẳng 0,001/1000mm
- Gia công tinh lần cuối được những mặt phẳng có kết cấu phức tạp mà các phương khác không gia công được.
- Có thể gia công tinh lần cuối những 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 việc cạo chủ yếu phụ thuộc vào 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 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 ($25,4 \times 25,4\text{mm}^2$) là $12 \div 18$ điểm còn cạo tinh là $20 \div 25$ điểm.

Khi cạo cần phải chú ý đến các vấn đề:

- 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 v.v... và sửa hết cạnh sắc. Lượng dư để lại vừa phải.

Khuyết điểm của cạo:

- Tốn nhiều công sức. Hiện nay có xu hướng thay thế cạo bằng mài, mài điện hoá v.v...
- Không cạo được vật liệu quá cứng.

3.3 Các phương pháp gia công bằng điện vật lý và điện hóa

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 v.v... 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 và ngày càng được hoàn chỉnh các phương pháp gia công 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 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 các 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.

- 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 v.v...)

- Các phương pháp gia công bằng các chùm tia (chùm tia điện tử, tia laser, tia plasma v.v...)

- Các phương pháp gia công bằng siêu âm.

- Các phương pháp gia công bằng điện hóa học.

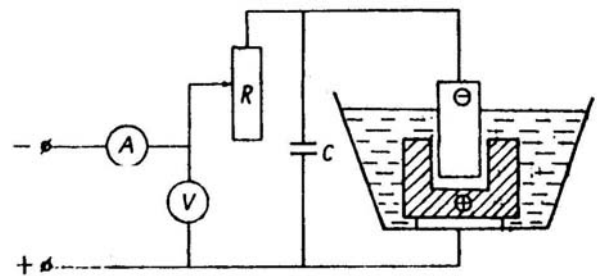
- Các phương pháp gia công phối hợp giữa các phương pháp nói trên với các phương pháp gia công cơ (mài điện hóa v.v...)

Sau đây giới thiệu một số phương pháp tiêu biểu đã được ứng dụng rộng rãi trong một số lĩnh vực.

3.3.1 Phương pháp gia công bằng tia lửa điện

Gia công kim loại bằng tia lửa điện là một dạng gia công bằng 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 trên hình 3.63. Dòng điện một chiều có điện áp 100-125V từ nguồn qua biến trở R nạp vào tụ C . Khi hai điện 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 sự ion hóa cực mạnh ở vùng tác dụng và tạo nên áp lực va đập rất lớn, hất 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 3.63 Sơ đồ nguyên lý gia công công bằng tia

Để đảm bảo quá trình gia công liên tục người ta điều khiển điện lực dụng cụ đi xuống sao cho khe hở giữa hai điện cực là không đổi và ứng với điện áp nạp vào tụ.

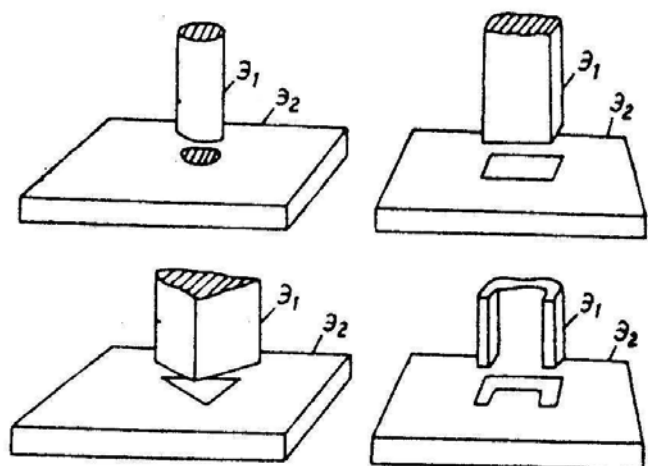
Trị số khe hở giữa hai điện cực phụ thuộc vào môi trường gia công và điện áp phóng điện. Môi trường gia công thường dùng là dầu hỏa.

Phương pháp này chỉ có thể gia công được những vật liệu dẫn điện (kim loại, hợp kim v.v.). Nó có thể tạo nên được những hình dạng phức tạp tương ứng với điện cực dụng cụ như hình 3.64.

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 v.v.

Độ chính xác gia công phụ thuộc vào chế độ gia công (năng lượng xung v.v...), lỗ được gia công sẽ có độ côn lớn hay nhỏ là do dụng cụ mòn nhiều hay ít. Nếu tăng lượng xung càng lớn thì dụng cụ mòn càng nhiều và do đó độ côn của lỗ cũng tăng lên.

Độ bóng bề mặt gia công



Hình 3.64 Các hình dạng phức tạp tạo được bằng gia công tia lửa điện

thông thường đạt $R_a = 6,3 \div 3,2 \mu\text{m}$, với hợp kim cứng có thể đạt $R_a = 1,6 \div 0,8 \mu\text{m}$.

Vật liệu điện cực dụng cụ hay dùng là đồng thau, đồng đỏ, nhôm, gang tùy theo vật liệu gia công và chất lượng, năng suất yêu cầu.

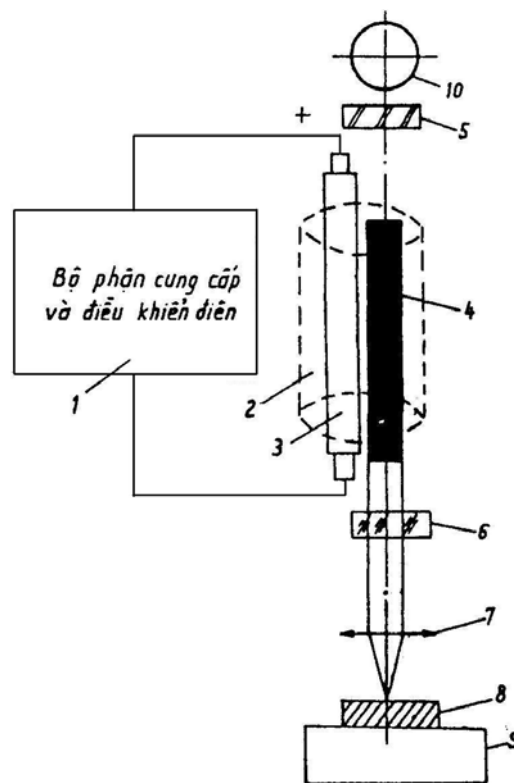
3.3.2 Phương pháp gia công bằng chùm tia lade

Từ những năm đầu 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 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 nung nóng, làm chảy lỏng và đốt cháy kim loại ở vùng nó tác dụng vào. Do đó có thể dùng để 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 3.65.

Nguồn điện công nghiệp qua biến thế và nắn dòng nạp vào hệ thống tụ. Điện áp tối đa của tụ tới 2KV, 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 ellip. Khi đèn 3 phát sáng, toàn bộ năng lượng của nó sẽ tập trung vào tâm thứ hai của nó, tại đó đã đặt sẵn một thanh hồng ngọc 4. Những ion Cr^{+3} của thanh hồng ngọc bị kích lên năng lượng cao, khi tụt xuống chúng sẽ phát ra những lượng tử. Nhờ hệ dao động gương phẳng 5 và 6, những lượng tử này sẽ đi lại nhiều lần qua thanh hồng ngọc và kích các Cr^{+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 khoảng 50%. Nhờ đó một mặt ta vẫn nhận được chùm 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 ta biết năng lượng của chùm tia đã phát ra khỏi máy. Chùm tia nhận được qua gương 6 sẽ được tập trung bởi hệ quang học 7 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.



Hình 3.65 Sơ đồ nguyên lý làm việc

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 v.v... 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 $4\text{ }\mu\text{m}$. Nhờ lade không những có thể gia công được kim loại mà còn gia công được lỗ nhỏ $d = 0,025 \div 0,25\text{mm}$ trên thạch anh, kim cương, rubi hoặc gia công thép có $d = 0,1\text{ mm}$, chiều sâu lỗ $l = 12,7\text{ mm}$. Khi đường kính lỗ $d = 0,1 \div 0,2\text{mm}$ thì độ chính xác của nó khoảng $2 \div 5\text{ }\mu\text{m}$.

3.3.3 Gia công kim loại bằng siêu âm

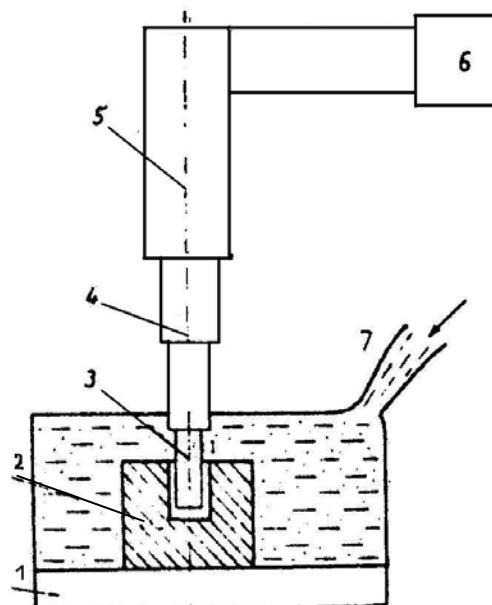
Gia công kim loại bằng siêu âm là một dạng của gia công cơ. Bản chất của nó là dùng năng lượng va đập đồng thời của một số rất lớn các hạt mài ($3 \cdot 10^4 \div 10^5$ hạt mài/ cm^2) có tần số va đập $18 \div 25\text{ kHz}$ lên mặt gia công để tách ra những hạt kim loại rất nhỏ, có kích thước vài μm .

Sơ đồ nguyên lý của phương pháp gia công kim loại bằng siêu âm có thể trình bày như hình 3.66: Dao động có tần số $18 \div 25\text{ kHz}$ 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 $5 \div 10\text{ }\mu\text{m}$. Để có thể nhận được dao động cần thiết cho việc gia công kim loại (biên độ $30 \div 80\text{ }\mu\text{m}$) cần phải có thanh 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.

Vật liệu làm dụng cụ ở đây thường dùng là thép cacbon như thép 45, thép cacbon dụng cụ, thép hợp kim dụng cụ v.v...

Khi chi tiết gia công cố định có thể thực hiện được việc gia công lỗ thông hoặc không thông, lỗ định hình thẳng hoặc cong, cắt rãnh, cắt đứt v.v... Nếu cung cấp cho phôi hoặc dụng cụ thêm một chuyển động phụ thì có thể thực hiện được các nguyên công phay, mài, tiện, cắt đứt, cắt ren v.v... (hình 3.67)

Khuyết điểm cơ bản của phương pháp này là dụng cụ mòn khá nhanh. Nếu gia công thủy tinh chỉ mòn khoảng $1-1,5\%$ nhưng



Hình 3.66 Sơ đồ nguyên lý gia công kim loại bằng siêu âm

khi gia công hợp kim cứng thì độ mòn lên tới 40-60%. Khuyết điểm này không chỉ ảnh hưởng đến năng suất, chất lượng mà còn ảnh hưởng đến cả giá thành gia công.

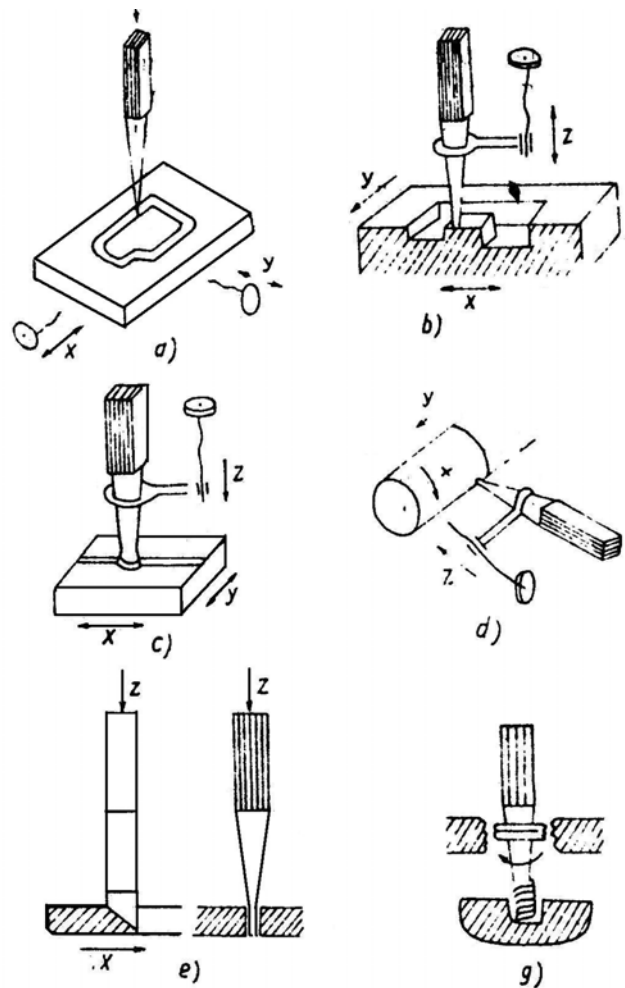
Năng suất gia công bằng siêu âm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như vật liệu gia công, vật liệu làm dụng cụ, biên độ và tần số dao động, áp lực của dụng cụ lên chi tiết gia công, tính chất và nồng độ hạt mài, diện tích và chiều sâu gia công, hình dạng dụng cụ v.v...

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 có ý nghĩa rất quan trọng. Chất lỏng có thể là nước, dầu madut, dầu hỏa, cồn, dầu máy, dầu gai, dầu biến thế và glyxêrin. Trong đó để đạt năng suất cao nhất có thể dùng nước. Gia công bằng siêu âm đạt hiệu quả kinh tế cao khi gia công vật liệu giòn, nhất là vật liệu giòn mà kém cứng vững như thủy tinh. Trong điều kiện như nhau thì năng suất gia công thủy tinh là 9000 mm³/ph còn gia công hợp kim cứng chỉ đạt 200 mm³/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 v.v... Khi gia công lỗ có thể đạt được độ chính xác tới 0.05 ÷ 0.01mm.

Trong thực tế, gia công lỗ bằng siêu âm không thể tránh khỏi bị côn do dụng cụ bị mòn. Nếu lỗ sâu từ 5 – 10 mm, độ côn là 1°, khi gia công hợp kim cứng, độ côn nhỏ nhất có thể đạt từ 1,5° – 2°.

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 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 dáng hình học.



Hình 3.67 Sơ đồ các nguyên công gia công bằng siêu âm

Độ nhẵn bóng bề mặt gia công có thể đạt $R_a = 12,5 - 0,2\mu m$ tùy thuộc 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 trong gia công lỗ, rãnh và bề mặt nhỏ.

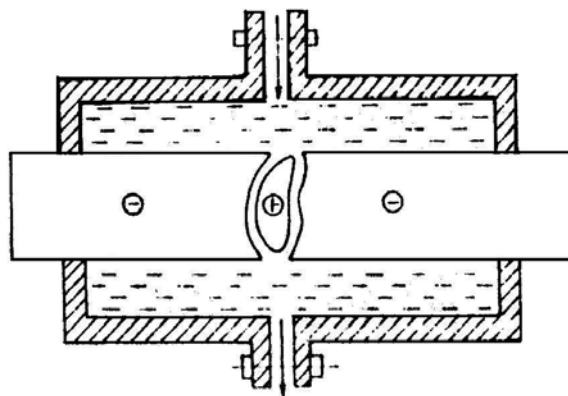
3.3.4. Phương pháp gia công điện hoá

Trong thực tế có nhiều dạng gia công điện hoá nhưng sử dụng đơn giản, có hiệu quả và được dùng nhiều là phương pháp điện hoá dòng điện phân.

Thực chất của phương pháp gia công này là quá trình hoà tan điện cực dương trong môi trường chất điện phân khi có dòng điện đi qua (hình 3.68), 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 hai 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 tỉ lệ nghịch với khoảng cách đó.

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 hoà tan điện cực dương có thể xảy ra như sau :

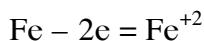
- Phân tử NaCl đã hoà tan trong nước, khi có dòng điện chạy qua sẽ phân tích thành ion Na^+ và Cl^- .
- Phân tử nước cũng được phân tích thành $2H^+$ và OH^- .



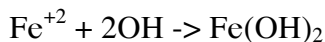
Hình 3.68 Sơ đồ nguyên lý gia công điện hóa

Khi điện thế ở hai điện cực chênh lệch, các phân tử mang điện tích âm như Cl^- và OH^- chuyển động về phía cực dương còn Na^+ và H^+ về phía cực âm làm cho mạch điện được nối liền.

Về phía các điện cực, tại điện cực dương Fe sẽ mất các điện tích âm để tạo thành Fe^{+2} theo phương trình :



Ion Fe^{+2} khi gặp nhóm OH^- sẽ tạo thành Hidroxit 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 NaOH

Để hoà tan 1000 mm³ sắt trong 1 phút cần có một dòng điện có cường độ 450 A.

Tính chất của các phản ứng điện hoá 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 hoá có nhiều loại khác nhau miễn là dễ hoà tan trong nước và kết hợp với kim loại gia công tạo thành một lớp chất dễ tách khỏi vật liệu gia công.

Hiện nay gia công điện hoá có hai hình thức :

- Điện cực dụng cụ cố định.
- Điện cực dụng cụ di chuyển.

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 làm giảm dần và tốc độ bóc 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.

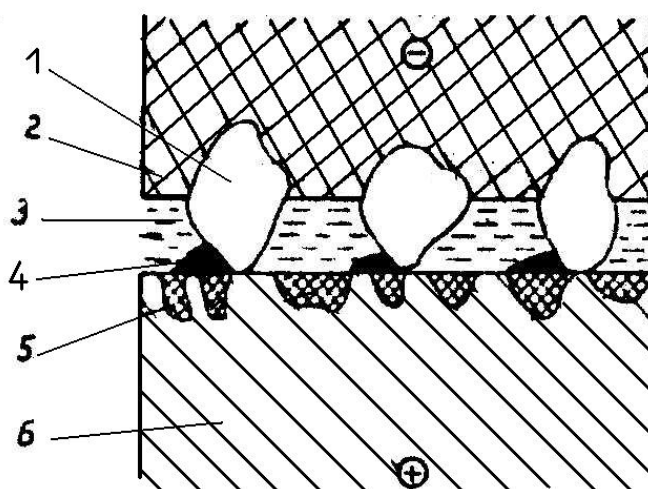
Đặc điểm của phương pháp gia công điện hóa là:

- Có thể gia công được nhiều 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 hoá. Độ nhám bề mặt gia công có thể đạt đến $R_a = 1,6 - 0,4 \mu m$.

3.3.5 Mài điện hoá

Phương pháp gia công mài điện hoá là một phương pháp tổng hợp các tác dụng của phương pháp gia công điện hoá 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 3.69, khe



Hình 3.69 Sơ đồ nguyên lý mài điện hóa

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 hoá – hoà tan điện cực dương. Vật liệu bị hoà tan 4 được tách khỏi bề mặt gia công nhờ tác dụng cơ học của hạt mài khi đá mài chuyển động.

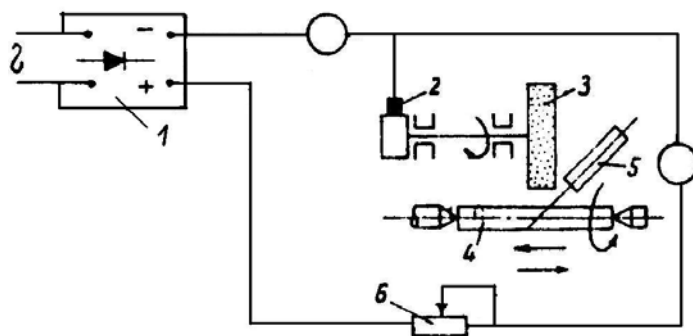
Vật liệu bị hoà tan cùng với chất điện phân được những hạt mài chuyển động cuốn ra ngoài, đồng thời chất điện phân mới được phun vào lại chứa đầy ở vùng khe hở.

Trên hình 3.70 là sơ đồ mài điện hóa mặt trụ ngoài. Đá mài 3 nối với cực âm của nguồn một chiều qua tiếp điểm 2, 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 $V_d = 20 - 30$ m/s, điện thế làm việc $U = 6 - 8$ V. Đối với những vật gia công lớn cường độ dòng điện I có thể lên tới 2000A.

Đá mài có thành phần là graphit hạt mài và chất kết dính. Vật liệu hạt mài thường dùng là kô-run điện chiếm tỉ lệ so với graphit là 1:1 và có độ hạt khoảng 60 – 80.

Dung dịch chất điện phân thường dùng là nước thủy tinh hoặc dung dịch No_3Ca .



Hình 3.70 Sơ đồ nguyên lý mài điện hóa mặt trụ

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 korun điện bằng hạt kim cương thì năng suất và chất lượng sẽ đạt cao hơn nhưng chi phí sản xuất cũng lớn hơn.

CHƯƠNG 4

CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT MÁY

Chất lượng sản phẩm là chỉ tiêu quan trọng phải đặc biệt quan tâm khi chuẩn bị công nghệ chế tạo sản phẩm.

Chất lượng sản phẩm trong ngành chế tạo máy bao gồm chất lượng chế tạo các chi tiết máy và chất lượng lắp ráp chúng thành sản phẩm hoàn chỉnh. Đối với chi tiết máy thì chất lượng chế tạo chúng 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 chúng ta 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.

4.1 Yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt

Khả năng làm việc của chi tiết máy phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng của lớp bề mặt. Chất lượng bề mặt là tập hợp nhiều tính chất quan trọng của lớp bề mặt, cụ thể là:

- Hình dáng, lớp bề mặt (độ sáng, độ nhám ...)
- Trạng thái và tính chất cơ lý của lớp bề mặt (độ cứng, chiều sâu biến cứng, ứng suất dư ...)
- Phản ứng của lớp bề mặt đối với môi trường làm việc (tính chống mòn, khả năng chống xâm thực hóa học, độ bền ...)

Chất lượng bề mặt phụ thuộc vào phương pháp và điều kiện gia công cụ thể. Chất lượng bề mặt là mục tiêu chủ yếu cần đạt ở bước gia công tinh các bề mặt chi tiết máy.

Lớp bề mặt chi tiết máy khác với lớp lõi về cấu trúc kim loại, về tính chất cắt gọt và trạng thái biến cứng. Nguyên nhân chính của sự khác nhau là hiện tượng biến dạng dẻo của lớp bề mặt mà đã được nghiên cứu ở chương 2.

Trong phạm vi phần này chúng ta cần đi sâu vào tính chất hình học và tính chất cơ lý của bề mặt gia công.

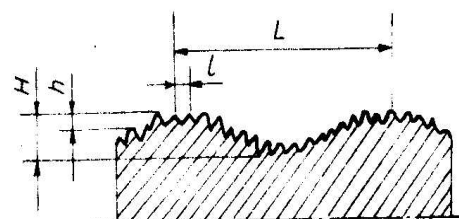
4.1.1. Tính chất hình học của bề mặt gia công

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

a) *Độ nhám nhô tế vi bề mặt (độ nhám)* được biểu thị bằng một trong hai chỉ tiêu R_a và R_z ; được quan sát trong phạm vi rất nhỏ khoảng 1mm^2 .

Độ nhám bề mặt ứng với tỷ lệ: $1/h = 0 \div 50$ (hình 4.1).

Theo tiêu chuẩn Việt Nam thì độ nhẵn bề mặt được chia làm 14 cấp ứng với giá trị của R_a , R_z (bảng 2.1). 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. Trị số R_z cho khi yêu cầu độ nhẵn bề mặt cần đạt từ cấp 1 đến cấp 5 và cấp 13 đến cấp 14.



Hình 4.1
Tổng quan về độ nhám và độ sóng bề mặt chi tiết

Bảng 4.1- Cấp nhẵn bóng bề mặt

Chất lượng bề mặt	Cấp nhẵn bóng	R_a (μm)	R_z (μm)
THÔ	1	80	320
	2	40	160
	3	20	80
	4	10	40
BÁN TINH	5	5	20
	6	2,5	10
	7	1,25	6,3
TINH	8	0,63	3,2
	9	0,32	1,6
	10	0,16	0,8
	11	0,08	0,4
SIÊU TINH	12	0,04	0,2
	13	0,02	0,08
	14	0,01	0,05

b) *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 sóng bề mặt ứng với tỷ lệ: $L/H = 50 - 1000$ (hình 4.1).

4.1.2. Tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết gia công

Tính chất cơ lý của 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 (xem lại chương 2).

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

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

4.2 Ảnh hưởng của chất lượng bề mặt tới khả năng làm việc của chi tiết máy

Chất lượng chế tạo có ảnh hưởng nhiều đến khả năng làm việc của chi tiết máy, đến mối lắp ghép của chúng trong kết cấu tổng thể của máy. Dưới đây sẽ khảo sát một số ảnh hưởng cơ bản của chất lượng bề mặt tới khả năng làm việc của chi tiết máy.

4.2.1 Ảnh hưởng của độ nhấp nhô bề mặt

a) Đối với tính chống mòn

Chiều cao và hình dáng không bằng phẳng của bề mặt cùng với chiều của vết gia công ảnh hưởng đến ma sát và mài mòn.

Trong giai đoạn đầu làm việc các bề mặt chỉ tiếp xúc với nhau ở một số đỉnh cao nhấp nhô (hình 4.2). Tại các đỉnh tiếp xúc đó áp suất rất lớn, thường vượt quá giới hạn chảy và có khi 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.

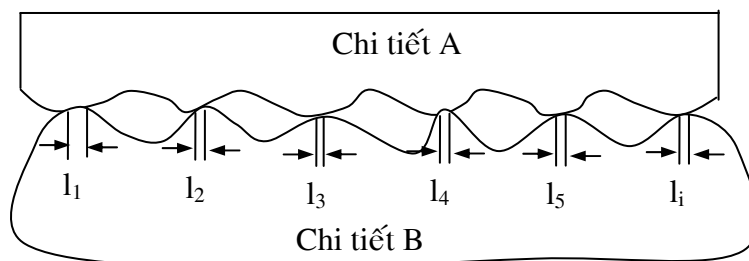
$$K = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{L}$$

K: hệ số tiếp xúc.

L: diện tích mặt tiếp xúc.

l_i : diện tích tiếp xúc thực.

Khi hai bề mặt chuyển động tương đối với nhau xảy ra trượt dẻo ở các đỉnh nhấp nhô



Hình 4.2

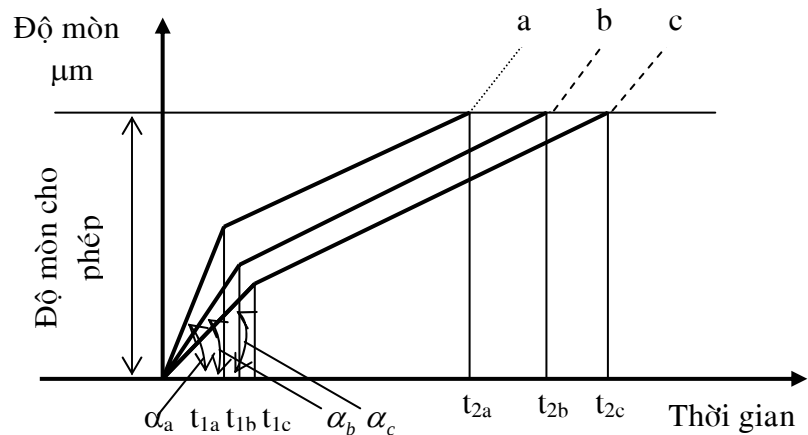
Sơ đồ tiếp xúc ban đầu của cặp chi tiết ma sát với nhau

dẫn đến hiện tượng mòn nhanh chóng ban đầu, khe hở lắp tăng lên. Trong điều kiện làm việc nhẹ và trung bình, 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 giảm xuống. Sau giai đoạn này 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. Quy luật mòn như sau:

- Giai đoạn I là giai đoạn mòn khốc liệt (mòn nhanh);
- Giai đoạn II là giai đoạn mòn ổn định (mòn chậm);
- Giai đoạn III là giai đoạn mòn phá hủy, mòn rất nhanh dẫn đến sự phá hủy.

Trong hình 4.3, 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 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 ($t_{2a} < t_{2b} < t_{2c}$).



Hình 4.3 Quá trình mài mòn của một cặp chi tiết ma sát với nhau

b) Đối với độ bền mỏi của chi tiết

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

Vì dụ: Thực nghiệm khi tiện thép 45 với chiều cao nhấp nhô $75\mu\text{m}$ sẽ có giới hạn mỏi $\delta_{-1} = 195\text{MN/m}^2$ ($19,5\text{KG/mm}^2$) nếu chiều cao nhấp nhô giảm xuống $2\mu\text{m}$ thì $\delta_{-1} = 282\text{MN/m}^2$ ($28,2\text{KG/mm}^2$) tức là tăng 47%.

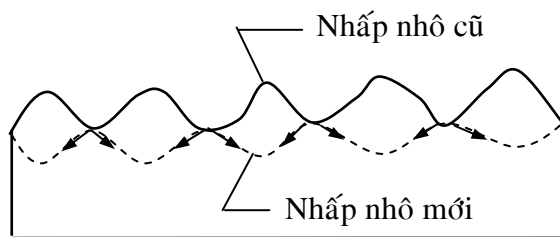
Độ bền khi chịu tải trọng va đập cũng tăng nếu độ nhẵn bóng bề mặt tốt. Thực nghiệm cho thấy nếu tăng độ nhẵn bóng bề mặt của một mẫu thép CT5 từ $\nabla 1$ đến $\nabla 11$ thì độ bền chịu va đập tăng 17%. Vì vậy độ nhẵn bóng bề mặt tốt thì độ bền của chi tiết máy cũng cao.

c) Đối với tính chống ăn mòn của lớp bề mặt

Các chỗ lõm bề mặt là nơi chứa đựng các axit, muối và các tạp chất khác, chúng có tác dụng ăn mòn hoá học 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 4.4) dần dần làm mất các nhấp nhô cũ và hình thành các nhấp nhô mới và cứ thế tiếp tục.

Vì 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 làm chắc bề mặt.



Hình 4.4 Quá trình ăn mòn hóa học trên bề mặt chi tiết

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

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

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

Ví dụ : - Nếu đường kính lắp ghép lớn hơn 50mm thì $R_z = (0,1 \div 0,15)\delta$.

- Nếu đường kính lắp ghép từ 18 đến 50mm 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.

4.2.2 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 làm tăng sự khuếch tán oxyt sắt; FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄ là các oxyt 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 mỗi của chi tiết máy

Bề mặt bị biến cứng có thể làm tăng độ bền mỗi từ 15% -20%. Chiều sâu và mức độ biến cứng của lớp bề mặt đều có ảnh hưởng đến độ bền mỗi của chi tiết máy, vì nó làm cho các vết nứt tế vi phá hoại chi tiết rất khó sinh ra, nhất là khi bề mặt chi tiết có ứng suất dư nén. Người ta thường hay dùng các phương pháp gia công như: phun bi, lăn ép bi hoặc đánh bóng bằng kim cương, nong ép... để tạo nên lớp biến cứng bề mặt.

Tuy vậy biến cứng lại có hại khi chi tiết làm việc lâu ở nhiệt độ cao, vì nó thúc đẩy mạnh quá trình khuếch tán trong lớp bề mặt (do biến dạng dẻo làm tăng thể tích riêng và làm giảm mật độ kim loại nên dưới tác dụng của nhiệt độ cao, chuyển động khuếch tán của các nguyên tử tăng nhanh) làm giảm độ bền mỗi 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 ferit biến dạng nhiều hơn hạt péclit. Điều này làm cho năng lượng nâng cao không đều và thế năng điện tích thay đổi khác nhau. Các hạt ferit biến cứng nhiều hơn sẽ trở thành các anot, các hạt ferit biến cứng ít hơn trở thành các catôt. Cũng do nguyên nhân đó các mạng lưới nguyên tử bị lệch với mức độ khác nhau trong các hạt tinh thể, kết quả của biến dạng dẻo tạo nên sự không đồng nhất tế vi của kim loại đa tinh thể, trong đó sinh ra một số lượng lớn các phần tử ăn mòn, tác dụng này nhiều nhất là ở 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.

Quá trình gia công cơ xảy ra biến cứng bề mặt và thay đổi độ nhẵn bóng bề mặt làm thay đổi tính chống ăn mòn hóa học của kim loại. Tốc độ ăn mòn thép trong dung dịch axit sunfuaric loãng sau khi tiện có thể nhanh gấp 12,5 lần so với sau khi đánh bóng.

4.2.3 Ảnh hưởng của ứng suất dư

a) Đối với tính chống ăn mòn

Ứng suất dư lớp bề mặt sinh ra trong quá trình gia công không có ảnh hưởng gì đến tính chống ăn mòn của chi tiết về sau này trong các điều kiện ma sát bình thường (trượt trong chế độ mòn ôxy hóa). Đó là nói đến ứng suất dư lớp bề mặt còn ứng suất bên trong (toàn tiết diện) của chi tiết có thể ảnh hưởng đến tính chất và cường độ mòn của chi tiết máy.

b) Đối với độ bền mỗi của chi tiết máy

Ứng suất dư nên trên lớp bề mặt có tác dụng nâng cao độ bền mỗi, còn ứng suất dư kéo lại hạ thấp độ bền mỗi của chi tiết máy.

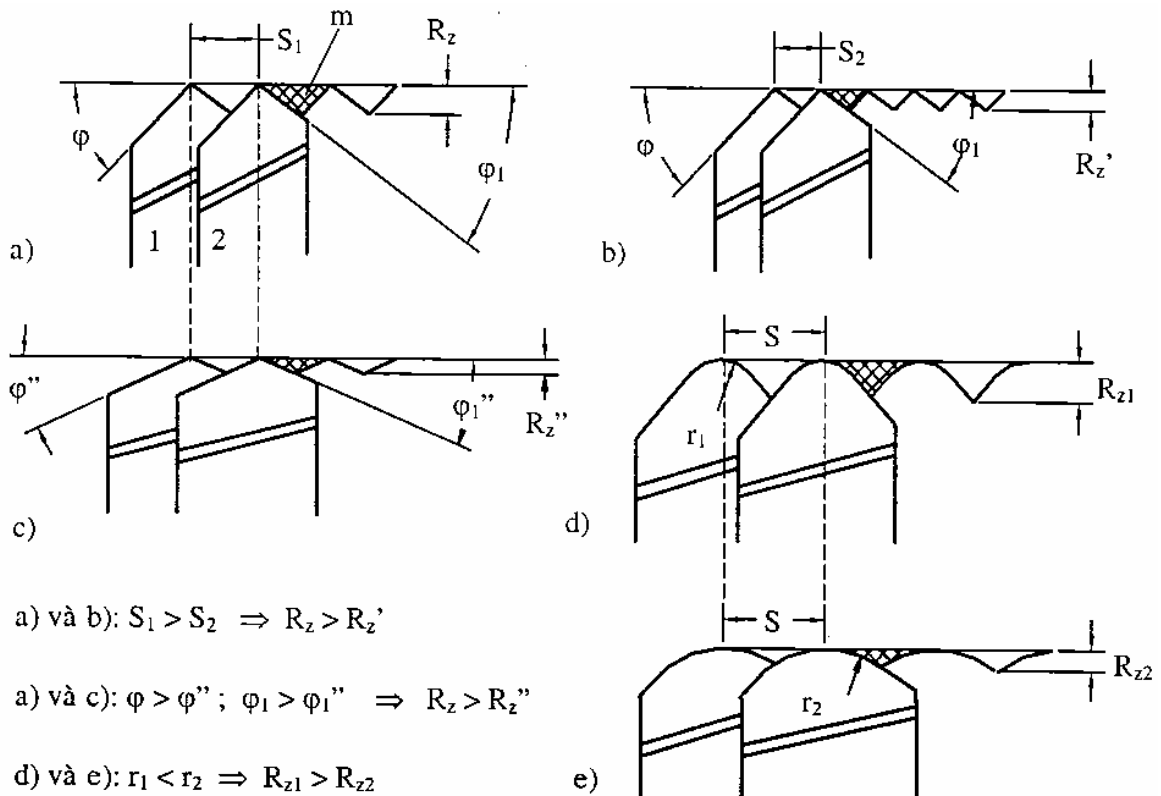
Nếu chi tiết máy làm việc lâu ở nhiệt độ cao thì ảnh hưởng của ứng suất dư lớp bề mặt tới độ bền mỗi của vật liệu sẽ giảm.

4.3 Ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ đến chất lượng bề mặt chi tiết máy

4.3.1 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 tiến bước tiến S_1 , làm dao tiến từ vị trí một sang vị trí hai (hình 4.5a) để lại trên bề mặt gia công phần sót lại m làm thành nhấp nhô bề mặt. Phần sót lại đó phụ thuộc và 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' (hình 4.5b). 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 (hình 4.5c). Nếu bán kính mũi dao dạng tròn là r_1 thì hình thành dạng nhấp nhô cũng có đáy lõm tròn (hình 4.5d). Nếu tăng bán kính mũi dao lên r_2 thì chiều cao nhấp nhô R_{z2} sẽ giảm (hình 4.5e).



Hình 4.5

Ảnh hưởng hình dáng hình học của dao cắt và chế độ cắt đến nhấp nhô bề mặt chi tiết

Chiều cao nhấp nhô khi tiến, ta đã nghiên cứu ở mục 2.1.9 chương 2 có quan hệ:

- Trường hợp bán kính mũi dao $r = 0$:
$$R_z = \frac{S}{\text{ctg}\varphi + \text{ctg}\varphi_1} \quad (\text{mm})$$

- Trường hợp bán kính mũi dao $r \neq 0$: $R_z = \frac{S^2}{8r}$ (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)

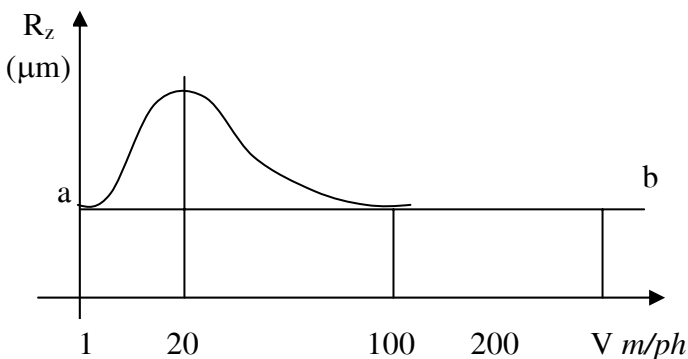
Chiều sâu cắt t thực tế không có ảnh hưởng gì đến độ nhấp nhô bề mặt gia công.

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

- Tốc độ cắt V có ảnh hưởng rất lớn 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 $10 \div 30$ m /ph, nhiệt cắt, lực cắt đều lớn gây ra chảy dẻo ở mặt trước và sau dao. Đến một lúc nào đó lớp kim loại bị nén chặt ở mặt trước của dao, hình thành một lẹo dao có chu kỳ rất nhanh (có rồi lại mất) gây ra rung động ảnh hưởng lớn 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 $70 \div 80$ m/phút lẹo dao biến mất. Từ 80 m/ph lẹo dao không hình thành được và độ nhẵn bóng được nâng cao rõ rệt. (hình 4.6).



Hình 4.6

Ảnh hưởng của tốc độ cắt V đến chiều cao nhấp nhô bề mặt R_z

Khi gia công vật liệu giòn

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

- Bước tiến S ngoài ảnh hưởng mang tính chất hình học còn có ảnh hưởng lớn đến độ biến dạng dẻo và đàn hồi ở bề mặt gia công. Hình 4.7 mô tả quan hệ giữa S và R_z khi gia công thép cacbon, với S trong khoảng $0,02 \div 0,15$ mm/vòng (đoạn AB) độ nhấp nhô thấp nhất. Nếu giảm S đến dưới $0,02$ mm/vòng độ nhấp nhô không những không giảm mà còn tăng lên. Vì lúc đó ảnh hưởng của biến dạng dẻo trội hơn ảnh hưởng các yếu tố hình học.

- Chiều sâu cắt t ảnh hưởng không lớn lắm đến độ nhẵn bóng bề mặt, có thể bỏ qua. Nhưng nếu giảm t đến $0,02 \div 0,03 \text{ mm}$ thì lưỡi dao sẽ trượt trên 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 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 thấp 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 .

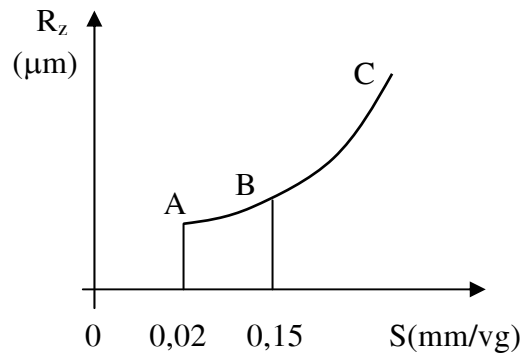
- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ (M – D – G – C) không tốt dẫn đến sự phát sinh ra rung động khi cắt, làm giảm chất lượng bề mặt .

- 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.

4.3.2. Ảnh hưởng đến biến cứng bề mặt

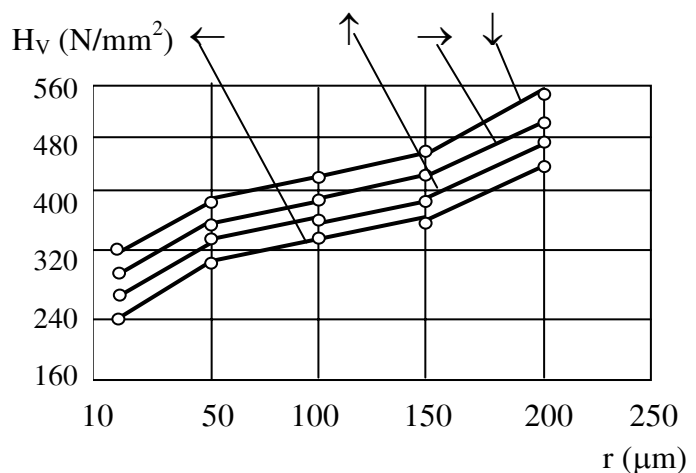
- Khi thay đổi chế độ cắt làm tăng lực cắt và mức độ biến dạng dẻo thì mức độ biến cứng bề mặt tăng. nếu kéo dài tác dụng của lực cắt trên bề mặt kim loại sẽ làm tăng chiều sâu lớp biến cứng bề mặt. Khi tiện, mức độ biến cứng bề mặt chi tiết gia công sẽ tăng nếu tăng lượng tiến dao S và bán kính mũi dao r (hình 4.8).

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 4.9). Những yếu tố trên đây làm tăng lực cắt và vì vậy làm tăng mức độ biến dạng dẻo, tăng mức độ biến cứng bề mặt.



Hình 4.7

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



Hình 4.8 - Ảnh hưởng lượng tiến dao S và bán kính mũi dao r đối với độ biến cứng bề mặt chi tiết máy

1. $S=0,12 \text{ mm/vòng}$
2. $S=0,25 \text{ mm/vòng}$
3. $S=0,5 \text{ mm/vòng}$
4. $S=0,76 \text{ mm/vòng}$

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 tăng 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 bề mặt. Ở hình 4.10 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 làm giảm mức độ và chiều sâu lớp biến cứng bề mặt vì yếu tố quyết định là nhiệt cắt.

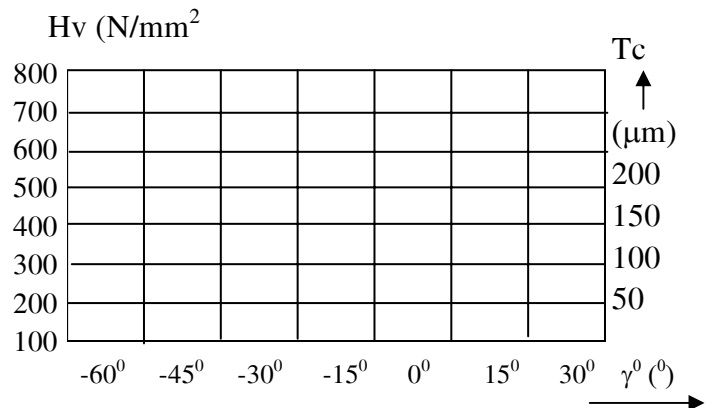
Ngoài ra dụng cụ cắt bị mòn, cùn cũng làm cho biến cứng tăng.

Qua thực nghiệm người ta có kết luận là khi vận tốc cắt $V < 20 \text{ m/ph}$ thì chiều sâu lớp biến cứng t_c tăng theo giá trị của vận tốc cắt; ngược lại khi vận tốc $V > 20 \text{ m/ph}$ thì chiều sâu lớp biến cứng lại giảm. Chiều sâu của lớp biến cứng tăng theo giá trị giảm dần của lượng tiến dao.

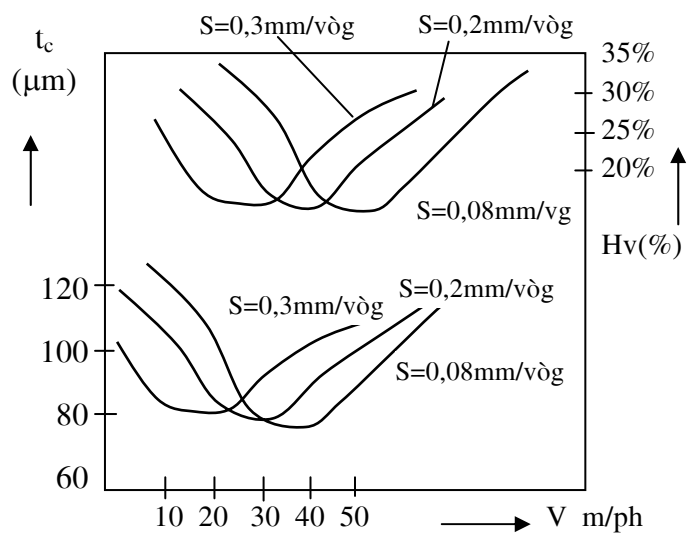
3. Ảnh hưởng đến ứng suất dư bề mặt

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 chuyển pha trong 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 v.v... đối với ứng suất dư cũng khác nhau.



Hình 4.9 – Ảnh hưởng của góc trước γ tới lớp biến cứng bề mặt



Hình 4.10 - Ảnh hưởng tốc độ cắt V và lượng chạy dao S đến lượng biến cứng bề mặt (mức độ biến cứng H_v , chiều sâu biến cứng t_c)

4.4 Các phương pháp nâng cao chất lượng bề mặt gia công chi tiết máy

Chất lượng bề mặt chi tiết máy là một chỉ tiêu rất quan trọng đối với quá trình gia công chi tiết máy, nhất là ở giai đoạn gia công tinh. Để đảm bảo chất lượng bề mặt gia công, trước hết phải chuẩn bị hệ thống công nghệ thật tốt. Mặt khác, khi thiết kế quá trình gia công chi tiết máy, cần phải xét khả năng đạt được cấp độ bóng bề mặt của từng phương pháp gia công.

Khả năng đạt được chất lượng bề mặt của từng phương pháp gia công đã được kiểm nghiệm có hiệu quả và được tổng kết trong các sổ tay “Công nghệ chế tạo máy” hoặc sổ tay “Chế độ cắt khi gia công cơ”.

4.4.1 Phương pháp đạt độ bóng bề mặt

Xuất phát từ các nguyên nhân ảnh hưởng nói trên ta có thể chọn chế độ cắt gọt và phương pháp gia công hợp lý để đảm bảo độ nhẵn bóng bề mặt theo yêu cầu. Khả năng đạt được độ nhẵn bóng bề mặt của các phương pháp gia công như bảng 4.2.

Ngoài ra còn cần cải thiện các yếu tố hình học của dụng cụ cắt và chất lượng mài dụng cụ, bởi đây là những nguyên nhân mang tính chất hình học ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng bề mặt.

Bảng 4.2

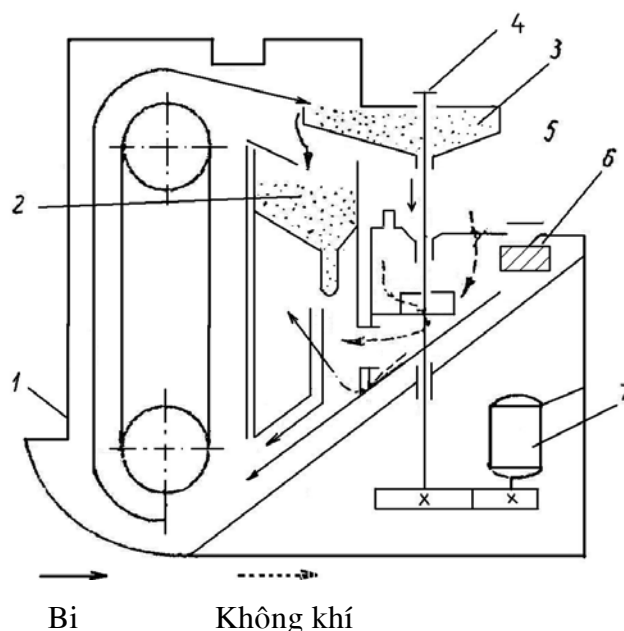
Phương pháp gia công	Độ nhẵn bóng bề mặt đạt được
Tiện, bào, phay thô	$\leq \nabla 4$
bán tinh	$\nabla 5 - \nabla 6$
tinh	$\nabla 7 - \nabla 8$
Khoan	$\nabla 4$
Khoét	$\nabla 5 - \nabla 6$
Doa	$\nabla 7 - \nabla 8$
Chuốt thô	$\nabla 6$
tinh	$\nabla 7 - \nabla 8$
Mài thô	$\nabla 6$
tinh	$\nabla 7 - \nabla 8$
rất tinh	$\nabla 9 - \nabla 10$
Mài nghiền	$\nabla 9 - \nabla 13$
Mài khôn	$\nabla 9 - \nabla 12$
Mài siêu tinh xác	$\nabla 10 - \nabla 14$
Đánh bóng	$\nabla 10 - \nabla 14$
Cạo	$\nabla 8 - \nabla 10$

4.4.2 Các phương pháp tạo lớp cứng nguội bề mặt

Làm chắc bề mặt có thể dùng các phương pháp nhiệt luyện và hóa luyện (tôi, thấm than, xianu hóa, mạ crôm, mạ thép v.v...). Các phương pháp này trình bày nhiều trong các sách riêng thuộc ngành chuyên sâu, ở đây chỉ nói đến các phương pháp cơ khí.

a) phun bi.

Bi được phun lên bề mặt gia công với tốc độ lớn nhờ khí nén (hoặc lực li tâm). Thường dùng lực li tâm nhờ một roto quay rất nhanh, vì thế cách này ít tốn năng lượng. Trong trường hợp gia công mặt trong phải dùng khí nén vì cơ cấu li tâm công kênh khó cho vào mặt trong. Hình 4.11 là sơ đồ một máy phun bi. Cho bi vào ổ (1), bi được cơ cấu nâng lên ổ chứa (3), trong quá trình này các bi rơi rải được rơi vào ổ (2). Nếu mở khóa (4), bi sẽ rơi trong một ống thẳng đứng xuống roto (5) quay nhanh ($2000 \div 3500 \text{vg/ph}$) nhờ động cơ (7). Khi quay roto sẽ làm văng bi vào bề mặt gia công (6). Để quay chi tiết gia công và thực hiện tiến dao phải có một đồ giá riêng. Bi phun rồi lại rơi xuống ổ chứa (1) như lúc đầu. Các mảnh vỡ của bi (gang) hoặc bụi được thổi ra nhờ một luồng không khí do quạt lắp ở bên cạnh thổi. Tốc độ bi gang thường không vượt quá 90m/s , còn bi thép có thể dùng tốc độ lớn gấp $1,5 \div 2$ lần bi gang. Đường kính bi từ $0,4 \div 2 \text{mm}$. Khi chi tiết gia công bé hoặc cần có độ nhấp nhô bé thì đường kính bi nhỏ (từ $0,4 \div 1 \text{mm}$). Phun bi có thể đạt độ nhẵn bóng bề mặt $\nabla 5 \div \nabla 7$, đối với vật liệu cứng (HRC $50 \div 60$) có thể đạt $\nabla 10$. Chiều sâu biến cứng có thể đến $1,5 \text{mm}$. Tại lớp biến cứng sinh ra ứng suất nén dưới 800N/mm^2 .



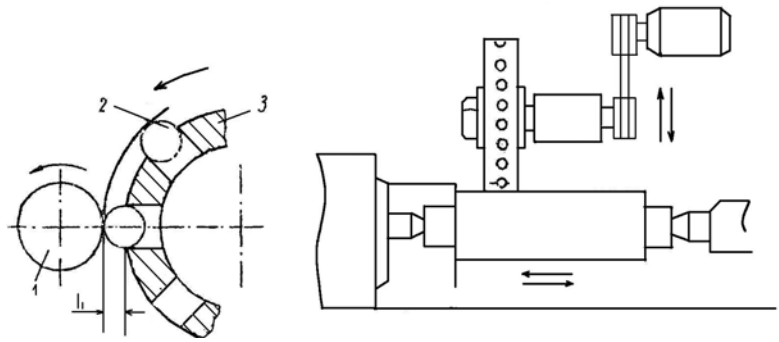
Hình 4.11 - Sơ đồ máy phun bi

Phun bi có thể dùng để chế tạo khuôn dập nguội, bánh răng.

b) lăn ép bằng hoặc lăn bi

Nhờ lực li tâm làm văng các viên bi thép đường kính $7 \div 12 \text{mm}$. Bi dịch chuyển tự do trong các lỗ của một đầu lăn quay với tốc độ $20 \div 40 \text{m/s}$, ép lên bề mặt gia công làm nhẵn bóng và biến cứng bề mặt. Chi tiết gia công quay với tốc độ $30 \div 90 \text{m/ph}$ (hình 4.12).

Độ cứng bề mặt gia công có thể tăng 45% đối với thép 25, 30% ÷ 60% đối với gang, 60% đối với đồng đỏ. Có thể dùng phương pháp này để gia công lần cuối các loại chi tiết như trục khuỷu, xylanh, xéc măng, vòng ổ bi. Có thể gia công mặt ngoài, mặt trong hoặc mặt phẳng.

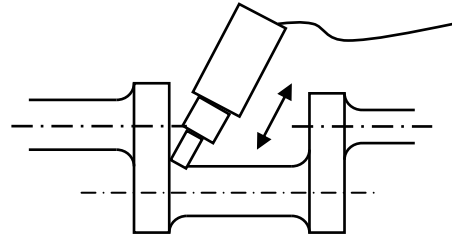


Hình 4.12 – Sơ đồ lăn ép bi

c) Gõ đập

Bản chất phương

pháp này là dùng một đồ gá đặc biệt (kiểu cơ khí, hơi ép hoặc điện) để thao tác một chày đập lên bề gia công (hình 4.13). Nhờ xung lực của chày đập để làm chắc bề mặt, sinh ra ứng suất dư nén dưới 1000N/mm^2 . Chiều sâu biến cứng có thể đến 3,5mm. Độ cứng bề mặt có thể nâng cao $30 \div 50\%$ so với khi chưa gõ.

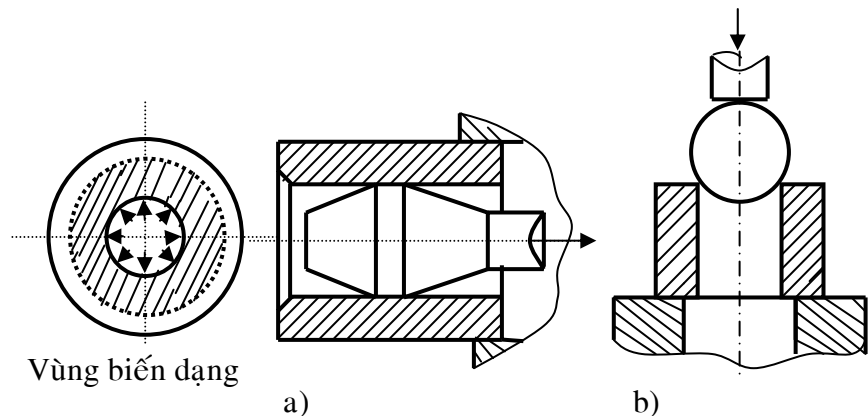


Hình 4.13 – Sơ đồ gõ đập

Có thể dùng gia công góc lượn cổ trục khuỷu (hình 4.13), bánh răng v.v...

d) Nong

Thường để gia công lỗ thông, dùng một dụng cụ đường kính lớn hơn lỗ kéo qua lỗ (có thể làm trên máy chuốt) như hình 4.25a hoặc có thể dùng bi để ấn lót qua lỗ trên máy ép (hình 4.14). Phương pháp này chỉ gia công các lỗ ngắn. Khi chày nong (hoặc bi) đi qua lỗ thì bề mặt biến dạng dẻo rất lớn làm nhẵn bóng bề mặt và nâng cao tính chất cơ lý của nó và độ chính xác. Phương pháp này dùng để gia công lỗ bạc. Độ chính xác có thể đạt cấp 2 và độ nhẵn bóng bề mặt đạt $\nabla 9 \div \nabla 11$.



Hình 4.14 - Sơ đồ nong lỗ

CHƯƠNG 5

ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

5.1 Khái niệm và định nghĩa

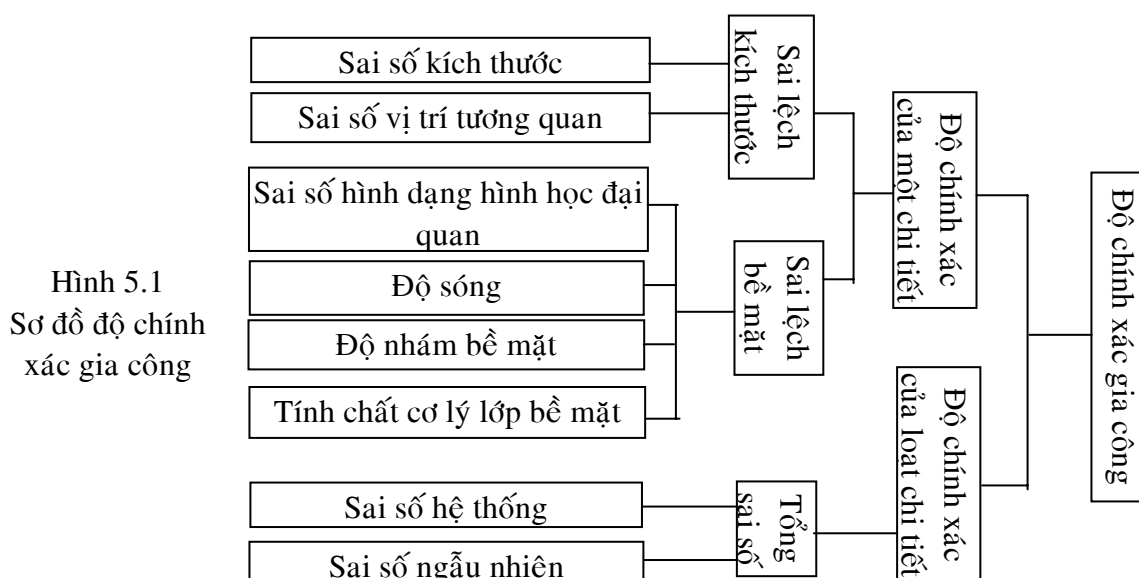
Kỹ thuật ngày nay đòi hỏi máy móc, thiết bị phải gọn, đẹp, tinh vi, làm việc chính xác, độ tin cậy và tuổi thọ cao. Muốn vậy từng chi tiết máy của nó phải có kết cấu hợp lý, độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt phù hợp với yêu cầu làm việc, tính chất cơ lý của lớp bề mặt tốt v.v...

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, năng suất làm việc, mức độ phức tạp, mức độ dễ điều khiển, sự an toàn tuyệt đối khi làm việc v.v... mà người thiết kế xác lập nên những điều kiện kỹ thuật cần thiết và dung sai cho phép của từng chi tiết máy của chúng 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 là người trực tiếp chế tạo và quyết định chất lượng đạt được của chúng.

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

Trong thực tế không thể chế tạo được 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 loạt chi tiết (hình 5.1)



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 mặt kia (dùng làm 80chuẩn). 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 v.v...

Độ chính xác về 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 v.v... đối với hình trụ; độ phẳng đối với mặt phẳng.

Độ bóng; độ nhám bề mặt; tính chất cơ lý bề mặt đã định nghĩa ở phần 4.1, chương 4.

Sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên: 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.

Vì những lý do trên, kích thước thực của mỗi chi tiết trong cả loạt đều khác nhau, khác cả với kích thước điều chỉnh gia công cả loạt. Các kích thước thực đó dao động trong một giới hạn nào đó. Tính chất phân bố, đường cong phân bố, phương sai v.v... của kích thước thực trong mỗi loạt chi tiết gia công, đã được học ở giáo trình “Dung sai”, giáo trình này không đi sâu nữa.

Các nguyên nhân sinh ra sai số hệ thống không đổi:

- Sai số lý thuyết của phương pháp cắt.
- Sai số chế tạo máy, đồ gá, dao cắt.

Các nguyên nhân sinh ra sai số hệ thống thay đổi (theo thời gian):

- Dụng cụ cắt bị mòn theo thời gian.
- Biến dạng vì nhiệt của máy, dao, đồ gá.

Các nguyên nhân sinh ra sai số ngẫu nhiên:

- Độ cứng vật liệu gia công không đồng đều.
- Lượng dư gia công không đều.
- Do sai số gá đặt.
- 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.

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

5.2.1 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 1 lớp phoi trên 1 phần rất ngắn của mặt cần gia công, sau đó dừng 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 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 lần nữa lặp lại quá trình nói trên.

Trước khi cắt thử thường phải lấy dấu để người thợ 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 tiến dao vào quá sâu ngay từ lần cắt đầu tiên.

Phương pháp này có những ưu điểm sau:

- Có thể đạt được độ chính xác nhờ rà gá (tất nhiên có sự 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 đều đặn nhờ vào quá trình vạch dấu hoặc rà trực tiếp;
- Không cần đến đồ gá phức tạp.

Bên cạnh những ưu điểm đó, phương pháp này cũng tồn tại những nhược điểm sau:

- Độ chính xác gia công của phương pháp này bị giới hạn bởi bề dày bé nhất của lớp phoi hớt đi. Đối với dao tiện hợp kim cứng có mài bóng lưỡi cắt, bề dày phoi có thể cắt được không nhỏ hơn 0,005 mm, đối với dao tiện đã mòn bề dày phoi không nhỏ hơn 0,02 – 0,05mm. Người thợ không thể nào điều chỉnh được dụng cụ để lưỡi cắt có thể hớt đi một kích thước chiều dày của lớp phoi nói trên và do đó không thể bảo đảm 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 cao.
- Do năng suất thấp, tay nghề của người thợ yêu cầu cao nên giá thành gia công cao.

Phương pháp này chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc, hàng 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.

5.2.2 Phương pháp tự động đặt kích thước trên máy công cụ đã điều chỉnh sẵn

Trong sản xuất loạt lớn và hàng khối, để đạt độ chính xác gia công, chủ yếu là dùng phương pháp tự động đạt kích thước trên 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 tương quan cố định so với dao cắt. Vị trí này được đảm bảo cố định nhờ các 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.

Ví dụ ở hình 5.2 vật gia công được định vị nhờ cơ cấu định vị tiếp xúc với mặt đáy và mặt bên. Dao phay đĩa 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 bên của phiến định vị dưới một khoảng bằng a . Do đó khi gia công cả loạt phôi, nếu không kể đến độ mòn của dao thì các kích thước a và b nhận được đều bằng nhau.



Phương pháp này có những ưu điểm sau:

- Bảo đảm độ chính xác gia công, giảm bớt phế phẩm. Độ chính xác không phụ thuộc vào trình độ tay nghề của công nhân và bề dày bé nhất của lớp phoi hớt đi, bởi vì lượng dư gia công theo phương pháp này sẽ lớn hơn bề dày nhỏ nhất của lớp phoi có thể cắt được.

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

- Nâng cao hiệu quả kinh tế.

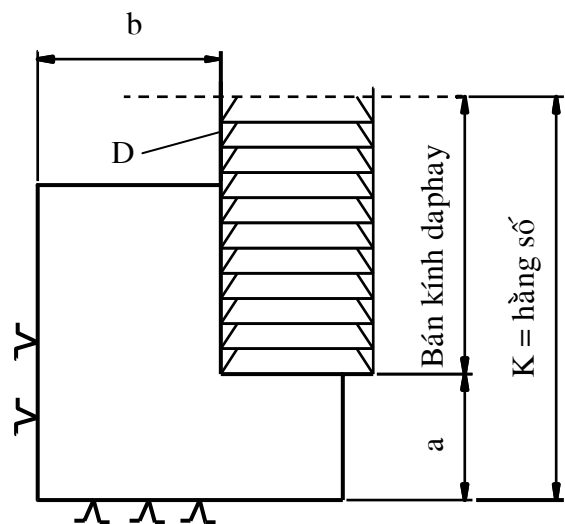
Tuy vậy, phương pháp này cũng có một số hạn chế về mặt hiệu quả kinh tế nếu loạt sản xuất bé quá, vì:

- Phí tổn về công và thời gian cho việc điều chỉnh 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 chi tiết gia công quá ít khi tự động đạt kích thước ở nguyên công đầu tiên.

- Nếu chất lượng dụng cụ cắt quá kém hoặc mau mòn thì kích thước đã điều chỉnh sẽ bị phá hoại nhanh chóng. Nghĩa là bị thay đổi trong một thời gian ngắn. Do đó, cứ phải điều chỉnh lại luôn để khôi phục lại kích thước điều chỉnh ban đầu. Điều này gây tốn kém và phiền phức không ít. Nếu điều chỉnh bằng tay thì phí tổn về thời gian tăng 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 trong ngành chế tạo máy, giảm bớt



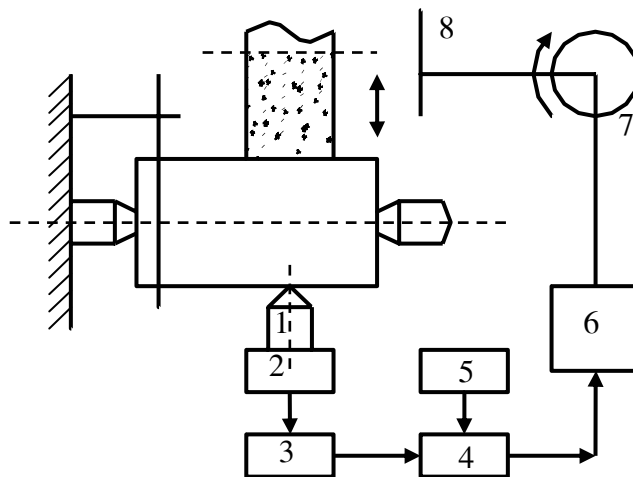
Hình 5.2 – Phương pháp tự động đạt kích thước trên máy phay

thời gian điều chỉnh máy, trên máy công cụ, người ta đặt thêm một thiết bị tự động đo và điều chỉnh. Nhờ nó, khi kích thước gia công vượt khỏi giới hạn của dung sai cho phép mà biện pháp tự đo đã xác định được thì biện pháp điều chỉnh sẽ tự động điều chỉnh lại 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 liên hệ ngược được trình bày trên hình 5.3. 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.

Độ chính xác giữa hai 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 là + hay - để di chuyển cơ cấu chấp hành 8 theo hướng này hay hướng khác (ra hay vào) sao cho độ chênh 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.



Hình 5.3 – Sơ đồ khối tự động điều chỉnh khi mài mặt trụ

5.3 Các nguyên nhân gây 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 độ chính xác cần thiết, chúng ta cần biết rõ từng nguyên nhân sinh ra sai số gia công và phân tích ảnh hưởng của chúng tới độ chính xác gia công.

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

Hệ thống công nghệ M-G-D-C (máy, đồ gá, dao, chi tiết gia công) không phải là một 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, các biến dạng này gây ra sai số kích thước và sai số hình dạng hình học của chi tiết gia công.

Trong thực tế, một mặt lực tác dụng lên chi tiết gia công, sau đó thông qua đồ gá truyền đến bàn 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 các cơ cấu máy, đồ gá, dụng cụ hoặc 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 trực tiếp hoặc gián tiếp làm cho dao cắt rời khỏi vị trí tương đối so với mặt cần gia công đã được điều chỉnh sẵn, 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 ta gọi chuyển vị đó là Δ . Lượng chuyển vị Δ hoàn toàn có thể phân tích thành ba lượng chuyển vị x , y và z theo ba trục tọa độ của hệ tọa 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 nhiều đến kích thước gia công.

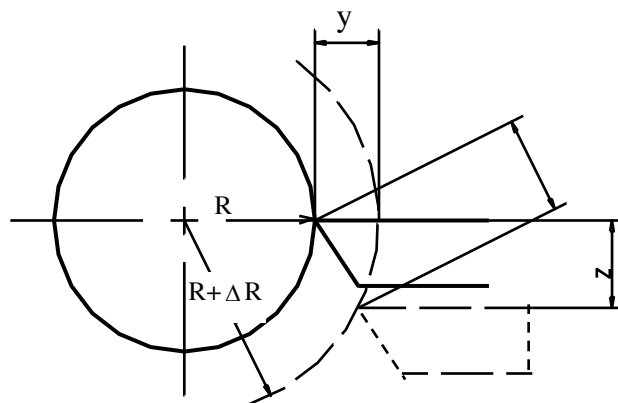
Ví dụ: trên hình 5.4, khi dao tiện có lượng chuyển vị là Δ thì bán kính chi tiết gia công sẽ tăng từ R đến $R + \Delta R$. Ta có :

$$R + \Delta R = \sqrt{(R + y)^2 + Z^2}$$

$$= (R + y) \sqrt{1 + \left(\frac{Z}{R + y}\right)^2}$$

Vì Z là 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:

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



Hình 5.4 Ảnh hưởng của lượng chuyển vị Δ đến kích thước gia công khi tiện

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

Trong thực tế, để xác định ảnh hưởng này người ta phải dùng phương pháp thực nghiệm. Phân lực tác dụng lên hệ thống công nghệ M-G-D-C 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 tỉ lệ với nhau. Tỉ số P_y/y được gọi là độ cứng vững của hệ thống công nghệ và ký hiệu là J_Σ .

$$J_\Sigma = \frac{P_y}{y} (KG/mm)$$

Vậy ta có thể định nghĩa 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 so với chi tiết gia công theo hướng của lực tác dụng.*

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:

$$y_{\Sigma} = y_{\text{máy}} + y_{\text{đg}} + y_{\text{dao}} + y_{\text{c.tiết}}$$

$$\text{hay: } y_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n y_i$$

Nếu thay $y_i = P_y / j_i$ ta được:

$$\frac{P_y}{J_{\Sigma}} = \frac{P_y}{j_1} + \frac{P_y}{j_2} + \dots + \frac{P_y}{j_n}$$

$$\text{Hay } \frac{1}{J_{\Sigma}} = \frac{1}{j_1} + \frac{1}{j_2} + \dots + \frac{1}{j_n}$$

$$\text{Thay } \omega_{\Sigma} = \frac{1}{j_{\Sigma}}, \text{ ta có } \omega_{\Sigma} = \omega_1 + \omega_2 + \dots + \omega_n$$

ω gọi là độ mềm dẻo, là số nghịch đảo của độ cứng vững.

$$\omega = 1 / J = y / P_y$$

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.

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 5.5).

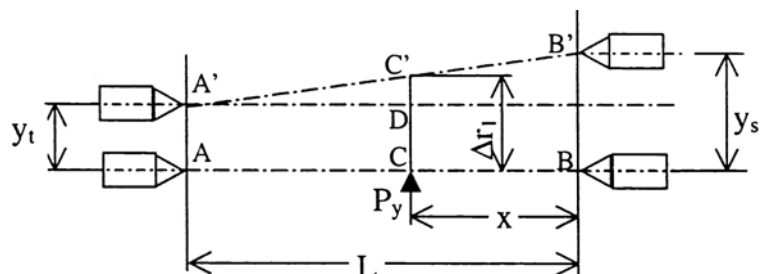
Hai đường cong tăng P_y và giảm P_y không trùng nhau vì ngoài biến dạng đàn hồi còn có biến dạng tiếp xúc và ma sát ở các bề mặt tiếp xúc. Để phân tích độ cứng vững của hệ thống công nghệ ảnh hưởng đến độ chính xác gia công như thế nào, người ta thường sử dụng trị số trung bình của chúng.

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.

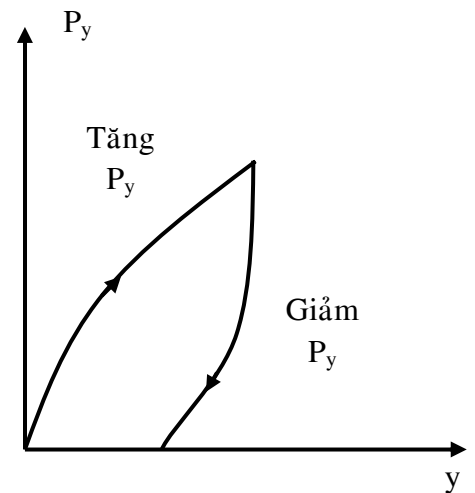
a) Ảnh hưởng của độ cứng vững của hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công

Để sáng tỏ hơn về ảnh hưởng của độ cứng vững của hệ thống công nghệ M-G-D-C đến độ chính xác gia công, ta hãy khảo sát quá trình tiện của một trục trơn được gá trên hai mũi tâm của máy tiện.

Hình 5.6
Sơ đồ tiện trục
trơn gá trên hai
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, ta có thể khảo sát chuyển vị của



Hình 5.5 – Quan hệ giữa lượng chuyển vị y và ngoại lực P_y

từng bộ phận nói trên. Tổng hợp lại sẽ được chuyển vị của cả hệ thống công nghệ và từ đó biết được sai số gia công.

- Sai số do chuyển vị của hai mũi tâm gây ra. Giả sử ta xét tại vị trí mà dao cắt ở cách mũi tâm sau một khoảng là x (hình 5.6). Lực cắt pháp tuyến ở điểm đang cắt là P_y . Lúc đó do kém cứng vững nên hai mũi tâm sau đã dịch chuyển từ B đến B' ($BB' = y_s$), còn mũi tâm trước dịch chuyển từ A đến A' ($AA' = y_t$). 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 sau và mũi tâm trước sẽ là:

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

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

$$y_t = \frac{P_t}{J_t} = \frac{P_y}{J_t} \cdot \frac{x}{L}$$

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

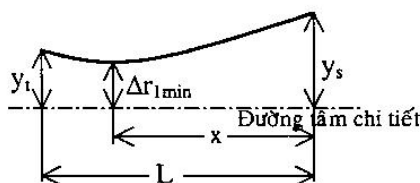
$$CC' = CD + DC' = y_t + (y_s - y_t) \cdot \frac{L-x}{L}$$

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 khác đi đây chính là một phần sai số của chi tiết gia công và có thể viết dưới dạng:

$$\Delta r_1 = \frac{P_y}{J_t} \cdot \frac{x}{L} + \left(\frac{P_y}{J_s} \cdot \frac{L-x}{L} - \frac{P_y}{J_t} \cdot \frac{x}{L} \right) \cdot \frac{L-x}{L} = \frac{P_y}{J_s} \cdot \frac{(L-x)^2}{L^2} + \frac{P_y}{J_t} \cdot \frac{x^2}{L^2}$$

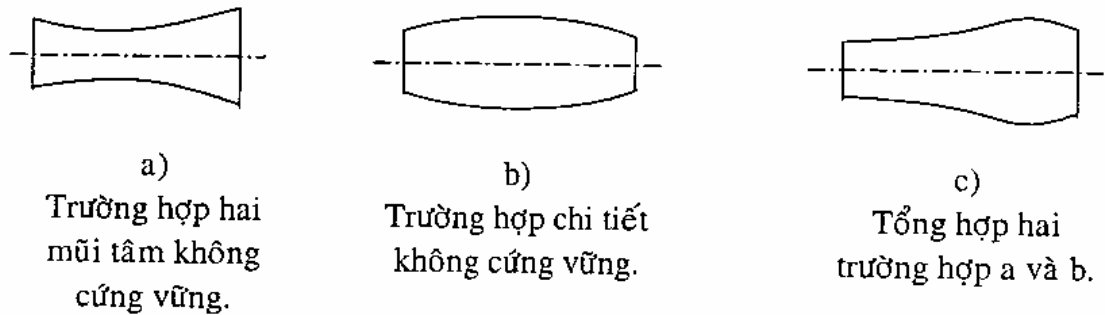
Từ phương trình trên ta thấy khi x thay đổi, tức là khi thực hiện chuyển động chạy dao để cắt hết chiều dài chi tiết, thì lượng tăng bán kính Δr_1 là một đường cong parabol (hình 5.7) có giá trị cực tiểu Δr_{1min} .

Hình 5.7
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 cả sai số hình dáng, nó làm cho trục sau khi tiện có dạng lõm ở giữa và

hai đầu loe ra. Nếu $J_s < J_t$ thì đầu trục gia công về phía mũi tâm sau sẽ có đường kính lớn nhất (điều này thường xảy ra đối với máy tiện, hình 5.8a).



Hình 5.8

Sai số hình dáng chi tiết sau khi tiện mặt trụ

- Sai số gây ra do 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 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 gia công 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:

$$\Delta r_2 = \frac{P_y \cdot L^3}{48EI}$$

Trong đó: E – môđun đàn hồi của vật liệu chi tiết gia công;

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

Trong trường hợp này chi tiết sau khi gia công có dạng tang trống (hình 5.8b).

Tổng hợp cả hai ảnh hưởng của độ cứng vững của hai 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 ở hình 5.8c.

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

Dưới tác dụng của lực cắt, do bàn xe dao và dao cắt không cứng vững chỉ nên cũng bị biến dạng đàn hồi và làm bán kính tăng một lượng:

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

Trong đó J_d là độ cứng vững của dao 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 Δr_3 là một hằng số.

Sai số này rất dễ triệt tiêu bằng cách cắt thử và điều chỉnh lại chiều sâu cắt. Lượng tăng bán kính Δr_3 không ảnh hưởng đến sai số hình dáng hình học của chi tiết gia công.

b) 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.

Trên hình 5.9 ta điều chỉnh vị trí mũi dao theo kích thước điều chỉnh D_{dc} ; 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:

$$D_{ph}^{max} - D_{ph}^{min} = \Delta_{ph} = 2(t_0^{max} - t_0^{min})$$

Trong đó t_0 là chiều sâu cắt tính toán khi điều chỉnh:

$$t_0^{max} = \frac{D_{ph}^{max} - D_{dc}}{2} \quad t_0^{min} = \frac{D_{ph}^{min} - D_{dc}}{2}$$

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

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

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:

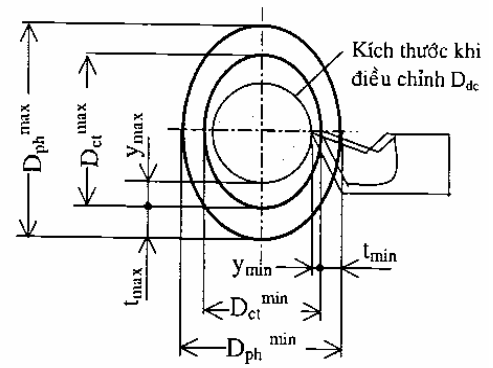
$$2\Delta_{ct} = (D_{ct}^{max} - D_{ct}^{min}) = 2(y_{max} - y_{min}) = 2\Delta_y$$

Nếu gọi $\varepsilon = \frac{\Delta_{ph}}{\Delta_{ct}}$ 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: $\Delta_{ct} = K \cdot \Delta_{ph}$

Người ta đã chứng minh được $K < 1$ (giáo trình này không đi sâu vào chứng minh) và nói chung trong thực tế hầu hết các trường hợp là đúng $K < 1$ và $\varepsilon > 1$. Như vậy mỗi bước gia công sai số sẽ giảm đi. Người công nghệ phải biết xác định số bước gia công (số lần cắt) hợp lý đối với từng loại phôi sao cho có hiệu quả nhất.

Nhưng cũng cần lưu ý, việc tính số bước công nghệ chỉ đúng đến bước thứ i nào đó mà ở 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 đương với khả năng có thể của hệ thống công nghệ mà cứ tăng thêm số bước công nghệ thì sai số gia công không thể giảm đi mà ngược lại sẽ tăng lên.



Hình 5.9

Ảnh hưởng sai số hình dáng của phôi đến sai số hình dáng của chi tiết khi tiện

5.3.2 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:

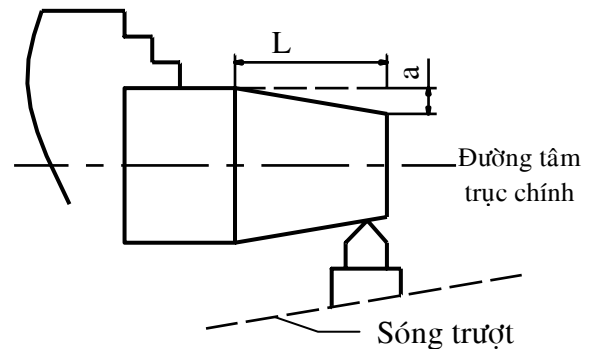
- Độ đảo trục chính theo hướng kính;
- Độ đảo mặt đầu của trục chính;

- Các sai số chế tạo khác của sóng trượt, của bàn máy v.v ... sẽ phản ánh một phần hoặc toàn bộ 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, xe dao, bàn máy ... nếu các bộ phận này có sai số, tất nhiên nó sẽ phản ánh lên chi tiết gia công.

Ví dụ:

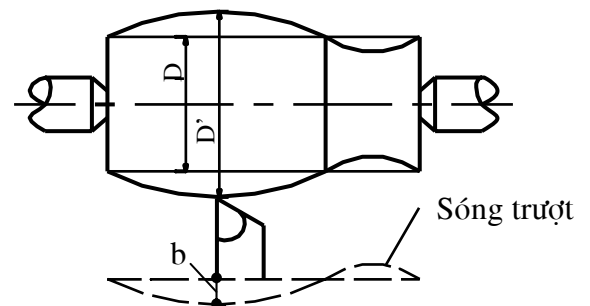
- Nếu đường tâm trục chính máy tiện không song song với sóng trượt ở thân máy trên mặt phẳng nằm ngang thì khi tiện chi tiết gia công sẽ có hình côn (hình 5.10) và đường kính $D_{\max} = D + 2a$; trong đó D là đường kính cần tiện và a là độ không song song trên chiều dài L .



Hình 5.10 Khi tiện, trục chính của máy tiện không song song với sóng trượt của nó

Nếu không song song trên mặt phẳng đứng thì tiện ra chi tiết có hình hyperloid.

- Nếu sóng trượt máy tiện không thẳng trên mặt phẳng nằm ngang sẽ làm cho quỹ tích chuyển động của mũi dao không thẳng khiến cho đường kính chi tiết chỗ to chỗ nhỏ (hình 5.11). Đường kính tại một mặt cắt nào đó $D' = D + 2b$; trong đó D là đường kính cần tiện và b là lượng dịch chuyển lớn nhất của sóng trượt trên mặt phẳng nằm ngang so với vị trí cần tiện.



Hình 5.11 Khi tiện, sóng trượt của máy tiện không thẳng

- Phay đứng, nếu đường tâm trục chính không thẳng góc với mặt phẳng của bàn máy thì khi phay mặt phẳng sẽ không song song với mặt phẳng đáy của chi tiết định vị trên bàn máy.

- Về mặt truyền động nếu có sai số trong xích truyền động, cũng gây nên sai số gia công khi phay bánh răng khứa, nếu cơ cấu phân độ có sai số sẽ gây nên sai số bước răng.

- Khi tiện ren nếu bước ren của trục vít me có sai số thì ren của chi tiết gia công cũng có sai số ... Ta có thể tìm thấy rất nhiều ví dụ khác trong thực tế ...

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. Ví dụ: Đối với máy tiện, thực tế cho thấy sóng trượt sau mòn ít hơn sóng trượt trước. Ngay cả trên chiều dài, sóng trượt mòn cũng không đều. Trên hình 5.12, 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 hai sóng trượt.

b) Sai số của đồ gá

Đồ gá cần 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 chi tiết.

Các chi tiết quan trọng của đồ gá như định vị, dẫn hướng, gá dao... nếu chế tạo và lắp ráp 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.

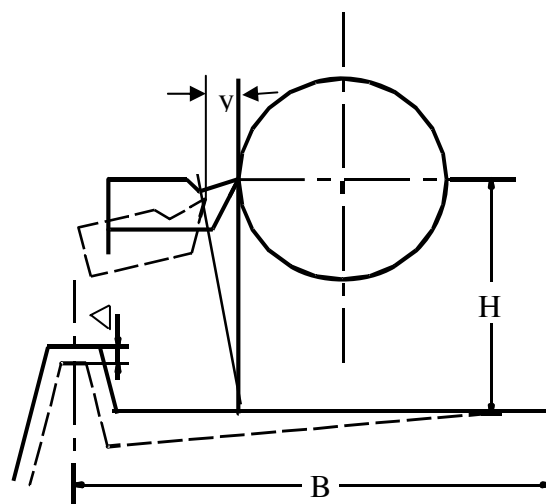
c) Sai số của dao cắt

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 gia công. Sai số về bước ren, góc nâng của ren và đường kính trung bình của tarô, bàn ren đều phản ánh 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 sai số do 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.

5.3.3 Ảnh hưởng do biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ đến độ chính xác gia công

Trong quá trình gia công liên tục, hệ thống máy, đồ gá, dao và chi tiết đều bị đốt nóng lên do ma sát và do ảnh hưởng nhiệt độ của 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.

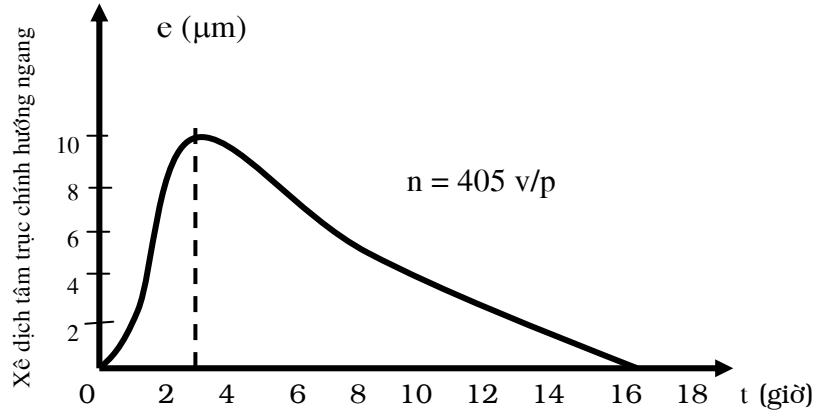


Hình 5.12 - Dịch chuyển của mũi dao khi sóng trượt máy tiện mòn không đều

a) 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 các bộ phận khác nhau có thể chênh lệch khoảng 10 – 50°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 tiếp, 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 10 μm (hình 5.13).



Hình 5.13 – Quan hệ độ xô dịch tâm trục chính hướng ngang và thời gian gia công

Như vậy trong thời gian khoảng 3 giờ 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, 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 – 3 giờ và trong quá trình gia công cố gắng không dừng máy lâu.

b) Biến dạng nhiệt của dao

Lượng nhiệt trong quá trình cắt sẽ truyền một 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:

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

Trong đó: Δl – độ dẫn dài của dao tiện (mm);

C – Hằng số (với $v = 100 \div 200$ m/ph, $t \leq 1,0$ mm, $S \leq 0,2$ mm/vg thì $C=4,5$);

L_p – chiều dài phần công xôn của dao tiện (mm);

F – tiết diện của dao (mm²);

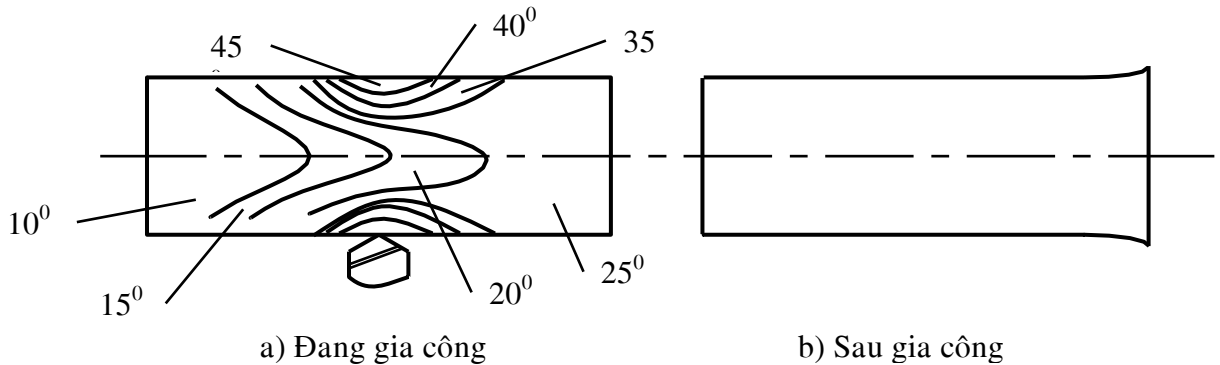
t, s, v – chế độ cắt.

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) Biến dạng nhiệt của chi tiết gia công

Một phần lớn nhiệt cắt truyền vào chi tiết gia công. Nếu chi tiết được đốt nóng đều toàn bộ thì gây nên 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 nên 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 5.14a) và trường nhiệt độ đó lại di chuyển liên tục theo mũi dao từ trái sang phải, nên sau khi gia công xong chi tiết sẽ có dạng như hình 5.14b.



Hình 5.14 – Trường phân bố nhiệt khi tiện và sự biến dạng chi tiết sau gia công

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

5.3.4 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 ε_{gd} 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 ráp chúng lại) - ε_{dg}

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

Sai số gá đặt sẽ được trình bày kỹ ở chương sau.

5.3.5 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 phôi và lực cắt sẽ tăng, giảm theo chu kỳ cũng làm ảnh hưởng tới sai số gia công.

5.3.6 Ảnh hưởng do phương pháp và dụng cụ đo đến độ chính xác gia công

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

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

- Sai số do phương pháp đo: trước khi đo, chi tiết gia công được đặt lên dụng cụ hoặc đồ gá đo, sau khi điều chỉnh chuôi kích thước của dụng cụ hoặc đồ gá đo cho trùng với khâu cần đo. Cuối cùng động tác đo, áp lực đo 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 phù hợp.

5.4 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 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 độ chính xác gia công.

Có thể xác định được độ chính xác gia công bằng các phương pháp dưới đây.

5.4.1 Phương pháp thống kê kinh nghiệm

Đây là phương pháp đơn giản nhất, căn cứ vào “độ chính xác bình quân kinh tế” để đánh giá. Phương pháp này đã được thống kê bằng 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 những đặc điểm sau đây:

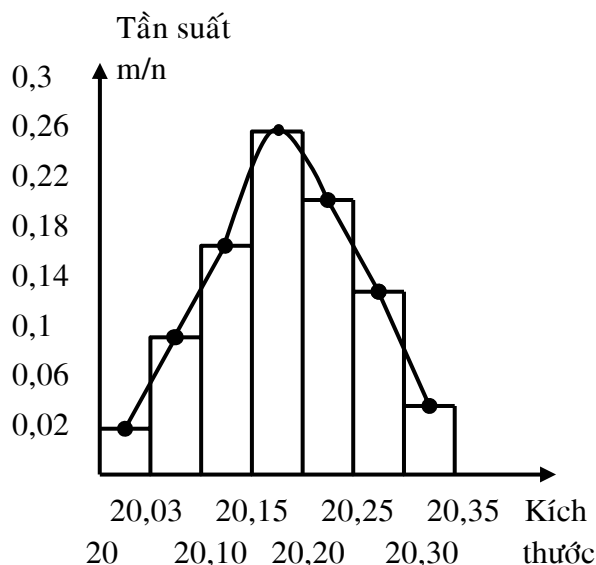
- Thiết bị gia công hoàn chỉnh.
- Trang bị công nghệ đạt được yêu cầu về chất lượng.
- Chế độ cắt theo tiêu chuẩn và định mức thời gian cũng theo tiêu chuẩn.

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 được 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.

5.4.2 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 được phương pháp này, trước tiên phải cắt thử một loạt chi tiết có số lượng đủ để thu được những đặc tính phân bố của kích thước đạt được. Thông thường chi tiết cắt thử phải từ 60 đến 100 chi tiết trong một lần điều chỉnh máy. Đo kích thước đạt được của từng chi tiết trong cả loạt. Tìm kích thước giới nhỏ nhất, lớn nhất của cả loạt, chia khoảng giới hạn lớn nhất, nhỏ nhất đó thành một số khoảng (thường lớn hơn 6). Xác định số chi tiết có kích thước nằm trong mỗi khoảng và dựng đường cong thực nghiệm (hình 5.15). Trục hoành là kích thước đạt được, còn trục tung là tần suất của các chi tiết xuất hiện trong mỗi khoảng.



Hình 5.15 - Đường cong phân bố kích thước thực nghiệm.

Trên đường cong thực nghiệm ta thấy: kích thước phân bố của 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 5.16.

Phương trình đường cong phân bố 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:

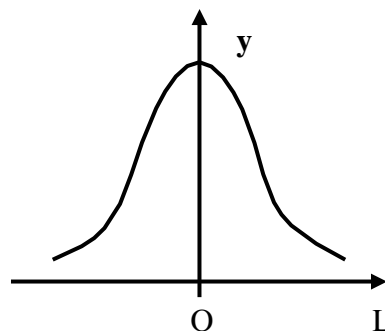
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n}}$$

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

$\bar{L}$ - kích thước trung bình cộng của cả 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.

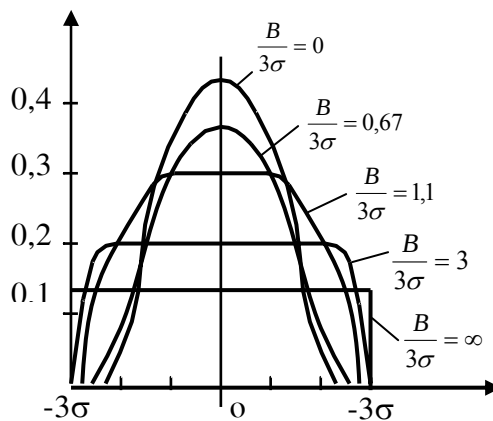


Hình 5.16 - Đường cong phân bố kích thước chuẩn Gauss.

Trong khoảng $\pm 3\sigma$, các nhánh của 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 trong cả loạt cắt thử.

Tuy vậy đường cong phân bố này chỉ mới thể hiện tính chất phân bố của các sai số ngẫu nhiên. Trong quá trình gia công, các sai số ngẫu nhiên, sai số hệ thống thay đổi và hệ thống cố định cũng đồng thời xuất hiện. Vì vậy sau khi xác định được phương sai 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 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 5.17.

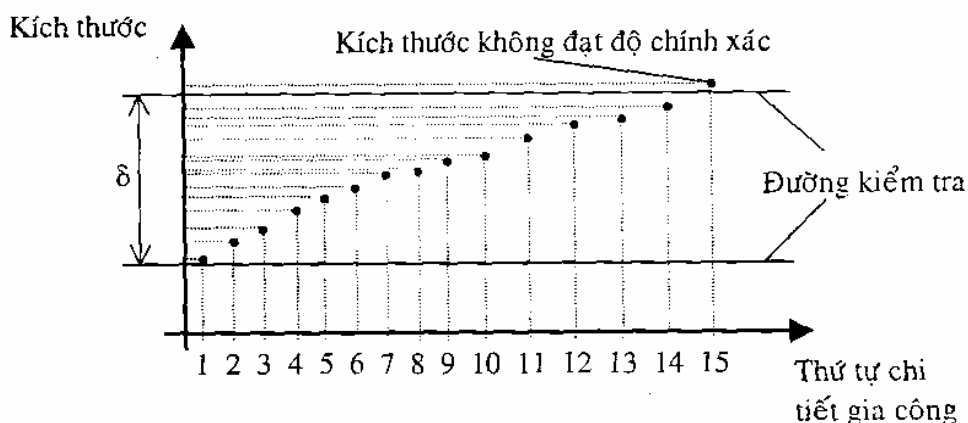


Hình 4.35. Đường cong phân bố kích thước thực

Phương pháp này tuy đơn giản nhưng tốn kém vì phải 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 chất tương tự trong điều kiện gia công tương tự.

5.4.3 Phương pháp đồ thị điểm

Thực chất của phương pháp này là kích thước của chi tiết gia công được thể hiện dưới dạng biểu đồ. Trục tung là kích thước của chi tiết còn trục hoành là số thứ tự của chi tiết hoặc trình tự thời gian gia công chúng (hình 5.18).



Hình 5.18

Biểu đồ kiểm tra độ chính xác kích thước chi tiết gia công

Mỗi chi tiết sau khi gia công được đo kích thước và đánh dấu lên biểu đồ. Các kích thước đạt độ chính xác khi nằm trong giới hạn của đường kiểm tra. Đường kiểm tra được xác định bằng dung sai δ của kích thước trên bản vẽ thiết kế.

Ưu điểm của phương pháp này là đơn giản, cho phép xác định được quy luật biến đổi của kích thước theo thời gian và xác định được một cách tương đối số lượng chi tiết gia công trong một lần điều chỉnh.

Nhược điểm của phương pháp là không phân biệt ảnh hưởng của từng yếu tố khác nhau tác động cùng một lúc đến sai số gia công. Mặt khác nếu chọn số chi tiết kiểm tra ít thì sẽ có sai số trong việc đánh giá độ chính xác gia công.

Phương pháp này thường dùng trong sản xuất hàng loạt trong một lần điều chỉnh.

5.4.4 Phương pháp tính toán phân tích

Theo phương pháp này, trước hết phải phân tích các nguyên nhân có thể gây ra sai số gia công, sau đó tính các 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 cộng phải nhỏ hơn dung sai cho phép của sản phẩm cần chế tạo.

Giả thuyết :

$A_1, A_2, \dots, A_i$	là các sai số hệ thống cố định;
$B_1(t), B_2(t), \dots, B_k(t)$	là các sai số hệ thống thay đổi;
$\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$	là các phương sai của sai số ngẫu nhiên;

Tổng các sai số hệ thống cố định vẫn là sai số hệ thống cố định:

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

Tổng các sai số hệ thống thay đổi vẫn là 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 :

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

Hoặc giả thuyết $\Delta_1, \Delta_2 \dots \Delta_m$ là các sai số ngẫu nhiên và $K_1, K_2, \dots, K_m$ là các hệ số tùy loại phân bố tương ứng thì sai số tổng cộng 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 $K = 1,73$

Hình 5.19 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 $A_0B_0 = A_0C_0 = 3\sigma$.

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 các 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:

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

Trong đó phương sai của $B(t)$ là:

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

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

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

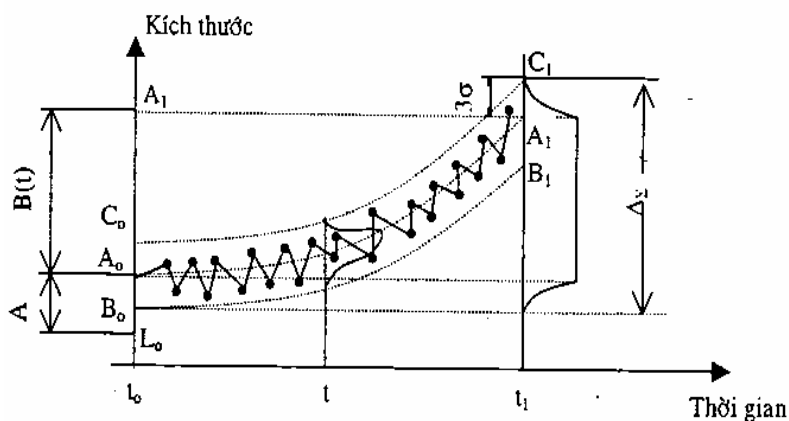
Dùng phương pháp này khối lượng tính toán rất lớn, phải có đầy đủ số liệu như độ cứng vững của hệ thống công nghệ, các biểu đồ về mài mòn dao, lượng dư ... nên trong sản xuất thông thường ít dùng, chỉ dùng trong nghiên cứu khoa học hoặc gia công các chi tiết có độ chính xác rất cao.

5.5 Các phương pháp điều chỉnh máy

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

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

Trong sản xuất 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 bao gồm công việc:



Hình 5.19
Đường phân bố thực kích thước gia công

- 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 đối của dụng cụ cắt, đồ gá, cữ tỳ... để xác định chính xác quỹ tích các điểm 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 có ba phương pháp điều chỉnh máy thường dùng nhất mà chúng ta sẽ nghiên cứu dưới đây.

5.5.1 Điều chỉnh tĩnh

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

Phương pháp này không cho ta độ chính xác gia công cao vì hệ thống công nghệ sẽ bị biến dạng đàn hồi do lực cắt và nhiệt cắt sinh ra. Ngoài ra vị trí tương đối của dao và 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 (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 thực của chi tiết gia công so với kích thước điều chỉnh ta phải thêm vào hoặc bớt đi một lượng bổ sung (thêm vào khi gia công mặt trong, còn bớt đi khi gia công mặt ngoài).

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

Trong đó:

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

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

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

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

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 dụng cụ khi chịu lực không rời khỏi mặt gia công mà lại ăn sâu vào.

Đối với mặt không đối xứng : $\Delta_{bs} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3$

Đối với mặt đối xứng :

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

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

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

P_y - 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 $\Delta_2 = R_z$ (mm).

Δ_3 - khe hở bán kính của ổ đỡ trục chính máy, Δ_3 khác nhau tùy theo loại máy. Đối với máy tiện $\Delta_3 = 0.02 - 0.04$ mm.

5.5.2 Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng calíp làm việc của người thợ

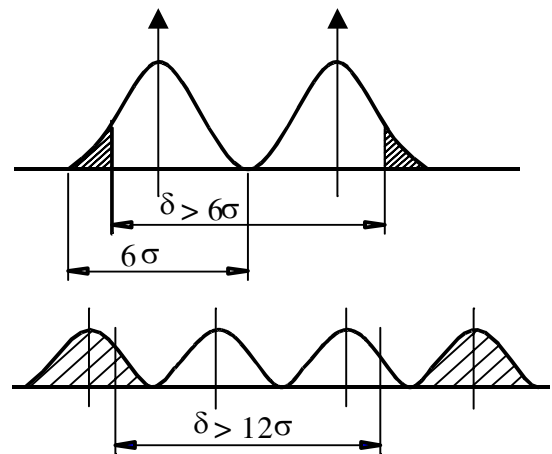
Nội dung của phương pháp này là dùng calíp làm việc của người thợ để tiến hành điều chỉnh. Sau khi xác định vị trí tương đối của dụng cụ cắt so với phôi, người thợ sẽ cắt thử một hoặc vài chi tiết. Nếu kích thước của các chi tiết cắt thử nằm trong phạm vi dung sai cho phép thì điều chỉnh coi như đã được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

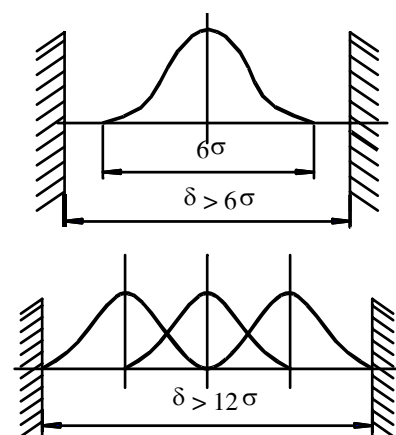
hiện tượng đó bởi vì đường cong phân bố kích thước có thể nằm ở vị trí bất kỳ so với trường dung sai và kích thước của chi tiết cắt thử cũng không biết nằm ở đâu trên đường cong phân bố đó.

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 trên hình 5.20.

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 5.21). Điều này không thể thực hiện nếu số lượng chi tiết cắt thử quá ít.



Hình 5.20 - Khả năng phân bố kích thước của cả loạt chi tiết



Hình 5.21 - Điều kiện để không có phế phẩm

5.5.3 Điều chỉnh theo chi tiết cất thử bằng dụng cụ đo vạn 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, nếu kích thước trung bình cộng của m chi tiết đó nằm trong phạm vi dung sai điều chỉnh $\delta_{đc}$ thì việc điều chỉnh coi là được.

Dựa trên cơ sở lý thuyết xác suất là nếu có một loạt 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 đó thành nhiều nhóm, mỗi nhóm m chi tiết thì kích thước trung bình các nhóm đã phân cũng phân bố theo quy luật chuẩn có phương sai là σ_1 (hình 5.22) và có giá trị như sau:

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

a) Tính toán điều chỉnh khi không kể đến sai số hệ thống thay đổi

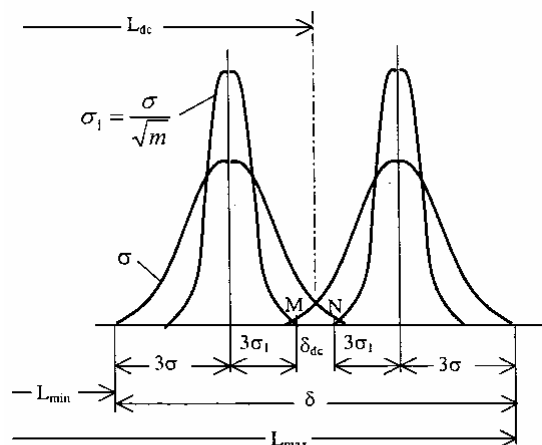
Nếu bỏ qua sai số hệ thống thay đổi (ví dụ như độ mòn của dao) thì kích thước trung bình cộng của m chi tiết thử chỉ lệch với trung bình cộng của cả loạt chi tiết không quá $3 \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$.

Theo hình 5.22 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 đó là dung sai điều chỉnh $\delta_{đc}$, thì nó được xác định như sau:

$$\delta_{\text{dc}} = \delta - 6\sigma(1 + \frac{1}{\sqrt{m}})$$

hoặc : $\delta_{dc} = \delta \left[1 - \frac{1}{\Phi} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \right]$

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



Hình 5.22
Đường cong phân bố kích thước của cả
loạt (σ) và đường cong phân bố kích thước
trung bình của từng nhóm (σ_1).

Như vậy dung sai điều chỉnh $\delta_{đc}$ có quan hệ với dung sai của chi tiết cần chế tạo δ , hệ số an toàn ϕ và số chi tiết thử m . Tăng m có thể mở rộng $\delta_{đc}$ (dễ điều chỉnh, nhưng thời gian cắt thử kéo dài. Thông thường:

$$m > \left(\frac{6\sigma}{\delta - 6\sigma} \right)^2; \text{ Thường lấy } m = 2 \div 8 \text{ chi tiết.}$$

Như ta đã biết, để đảm bảo không có phế phẩm, nếu bỏ qua sai số hệ thống thì trung tâm phân bố phải trùng với trung tâm dung sai và $\delta > 6\sigma$.

Nếu tính cả dung sai điều chỉnh $\delta_{đc}$ thì điều kiện để không sinh ra phế phẩm là:

$$6\sigma.(1+\frac{1}{\sqrt{m}}) + \delta_{\text{dc}} < \delta.$$

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:

$$6\sigma \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) + \delta_{dc} + \Delta_{ht} < \delta \quad (\text{trong đó : } \Delta_{ht} - \text{sai số hệ thống})$$

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

$$L_{dc} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2} \pm 0,5\delta_{dc}$$

Ứng dụng của phương pháp này khi dao ít mòn (dao kim cương chẳng hạn), 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 độ mòn của dao 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 vị trí của đường cong phân bố lùi lại, nằm trong phạm vi dung sai và không sinh ra phế phẩm.

Hình 5.23 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 hai vị trí giới hạn. Có nghĩa là trung tâm phân bố tức thời A nằm trong phạm vi :

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

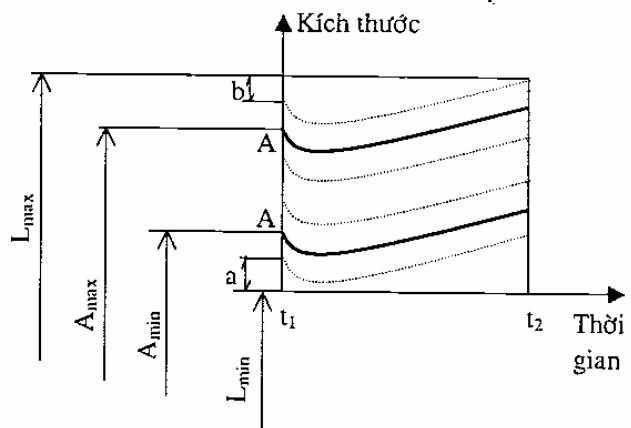
$$A_{min} = L_{min} + 3\sigma + a \quad (II)$$

Trong đó :

L_{max}, L_{min} : giới hạn kích thước chi tiết gia công

σ : phương sai của đường cong phân bố ở thời điểm điều chỉnh (t_1)

a, b : lượng dao động của 2 loại sai số.



Hình 5.23

Biểu đồ quan hệ giữa kích thước và thời gian

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

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

Phương sai phân bố của $\bar{x}$ là: $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$.

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

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

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

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

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:

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

Từ đó ta 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 sinh ra phế phẩm.

CHƯƠNG 6

CHUẨN VÀ CHUỖI KÍCH THƯỚC CÔNG NGHỆ

6.1 Định nghĩa và phân loại chuẩn

Để máy móc có thể làm việc được ổn định và chính xác cần phải đảm bảo vị trí tương quan giữa các chi tiết, các cụm của nó.

Khi gia công trên máy, phôi cũng cần phải có vị trí chính xác tương đối so với các cơ cấu của máy mà xác định quỹ đạo dịch chuyển của dụng cụ cắt (sống trượt, bàn xe dao, đầu dao phay, cữ tỳ, cơ cấu chép hình v.v...). Sai lệch về hình dáng hình học, kích thước của chi tiết gia công một phần cũng là do sai lệch về vị trí của lưỡi cắt và của phôi so với quỹ đạo chuyển động tạo hình đã cho.

Mặt khác đối với bản thân từng chi tiết, các điểm, đường, bề mặt trên chúng cũng phải đảm bảo những điều kiện ràng buộc xác định. Điều kiện ràng buộc này có thể được biểu thị bằng quan hệ kích thước, về vị trí tương quan v.v...

Vấn đề xác định vị trí tương quan giữa các chi tiết trong máy khi lắp ráp hoặc vị trí phôi trên máy khi gia công được giải quyết bằng cách chọn chuẩn.

6.1.1 Định nghĩa

Chuẩn là tập hợp những đường 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.

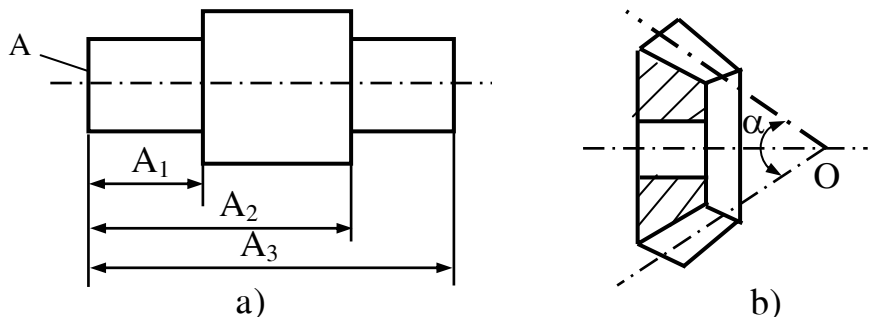
Chú ý : Tập hợp của những bề mặt, đường hoặc điểm có nghĩa là chuẩn đó có thể là một hay nhiều bề mặt, đường hoặc điểm.

6.1.2 Phân loại chuẩn

Tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng của chuẩn mà người ta chia chuẩn ra làm các loại sau đây:

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 6.1
Chuẩn thiết kế

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

Ví dụ: hình 6.1 a cho thấy mặt A là chuẩn thực để xác định các bậc của chi tiết; còn hình 6.1b, tâm O của lỗ là chuẩn ảo.

b) Chuẩn công nghệ

Là chuẩn được 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.

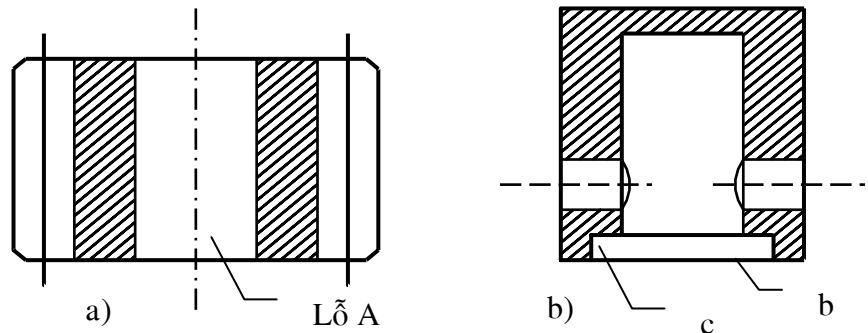
Chuẩn gia công (chuẩn định vị gia công) có thể trùng hoặc không trùng với mặt tỳ của chi tiết lên đồ gá hoặc lên bàn máy.

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 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 cơ sơ bộ thì chuẩn thô bấy 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 (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.

Ví 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 6.2a). 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 6.2b).



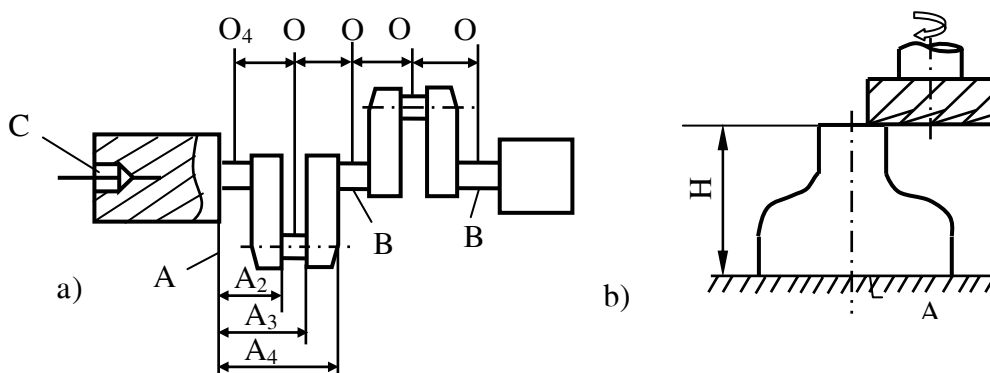
- *Chuẩn điều chỉnh*: là bề mặt có thực trên đồ gá hay máy dùng để điều chỉnh vị trí dụng cụ cắt so với chuẩn định vị gia công.

- *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 ty, 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.

Ví dụ: Hình 6.3a: 0 - chuẩn thiết kế, A- chuẩn đo lường, B- chuẩn lắp ráp, C - chuẩn công nghệ (mặt côn ở lỗ tâm). Hình 6.3b: chuẩn thiết kế, chuẩn công nghệ, đo lường, lắp ráp đều là mặt A.

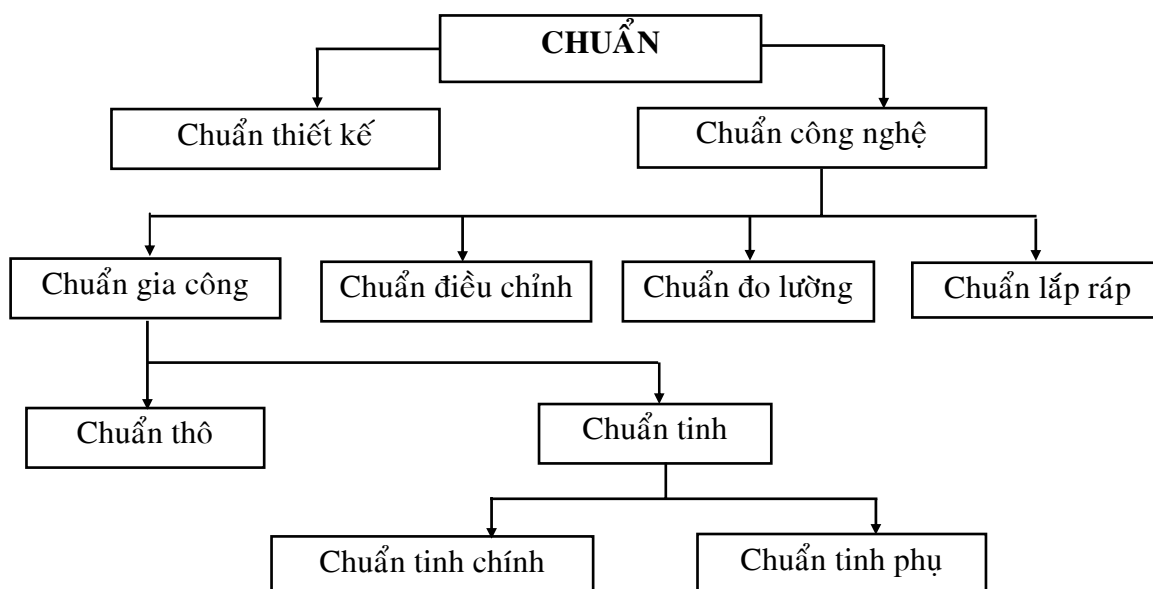


Hình 6.3

Chi tiết có các loại chuẩn không trùng nhau (a) và trùng nhau (b)

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

Sơ đồ phân loại chuẩn như sau (hình 6.4):



Hình 6.4

Sơ đồ phân loại chuẩn

6.2 Quá trình gá đặt chi tiết

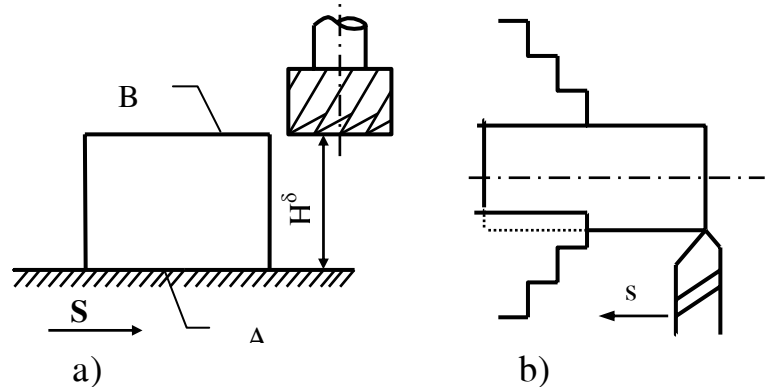
6.2.1 Khái niệm về quá trình gá đặt chi tiết khi gia công

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. Ví dụ trên hình 6.5a, 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 chi tiết làm cho chi tiết rời khỏi vị trí đã được định vị trước đó.

Ví dụ như hình 6.5b, sau khi đưa chi tiết lên mâm cặp, vận cho các chấu cặp tiến vào sao cho tâm của chi tiết trùng với tâm trục chính máy, đó là quá trình định vị. Sau đó tiếp tục vận cho các chấu cặp tạo nên lực kẹp chi tiết để chi tiết không bị dịch chuyển trong quá trình gia công sau này. Đó là quá trình kẹp chặt.



Hình 6.5

Sơ đồ định vị để phay mặt phẳng (a) và định vị để tiện (b)

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 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.

6.2.2 Các phương pháp gá đặt chi tiết trước gia công

1-Phương pháp rà gá

Có 2 trường hợp: Rà gá trực tiếp trên máy và rà theo dấu 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.

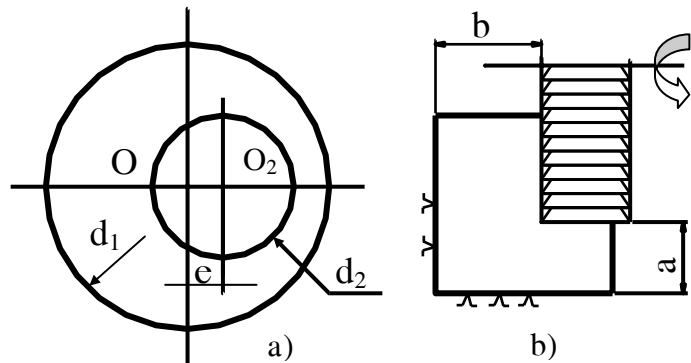
Ví dụ: khoan lỗ d_2 của bạc lệch tâm hình 6.6a trên mâm cặp 4 chấu, ta phải tiến hành rà sao cho tâm O_2 trùng với tâm trục chính của máy (tâm O).

Ưu điểm của phương pháp này:

- Có thể đạt độ chính xác từ thấp đến cao, từ 0,005 đến 0,001 mm (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 của phương pháp:

- Tốn nhiều thời gian rà 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 – 0,5 mm.



Hình 6.6

Sơ đồ gá đặt bằng phương pháp rà gá (a) và tự động đạt kích thước (b)

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.

2. Phương pháp tự động đạt 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.

Ví dụ: các kích thước a, b trên hình 6.6b tự động đạt 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 của phương pháp này là:

- 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 1 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 chính xác không được bù lại nếu số chi tiết gia công quá ít.
- Nếu chất lượng dụng cụ, máy thấp, mau mòn thì kích thước đã 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.

6.3 Nguyên tắc 6 điểm khi định vị chi tiết gia công

6.3.1 Nguyên tắc 6 điểm

Một vật rắn tuyệt đối trong không gian có sáu bậc tự do chuyển động, khi ta đặt nó trong hệ tọa độ Đề-các (không gian ba 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

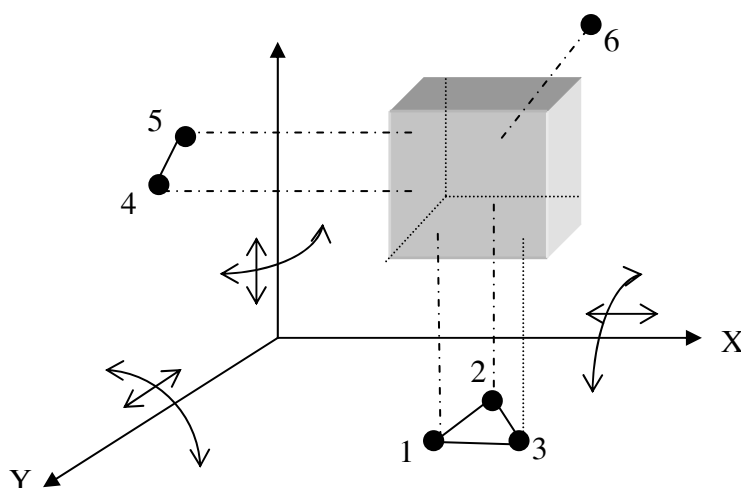
- 3 bậc quay quanh 3 trục

tọa độ, ký hiệu:

$\bar{X}$ - quay quanh trục X

$\bar{Y}$ - quay quanh trục Y

$\bar{Z}$ - quay quanh trục Z



Hình 6.7 – Sơ đồ xác định vị trí của một vật rắn trong hệ tọa độ Đề-các

Ví dụ: Khi đặt một khối lập phương trong hệ tọa độ Đề-các (hình 6.7), có thể thấy các chuyển động trên được khống chế như sau:

- Mặt phẳng XOY khống chế ba bậc tự do. Điểm 1 khống chế bậc tự do tịnh tiến dọc trục $\bar{Z}$; Điểm 2 khống chế bậc tự do quay quanh trục $\bar{X}$; Điểm 3 khống chế bậc tự do quay quanh trục $\bar{Y}$.

- Mặt phẳng YOZ khống chế hai bậc tự do. Điểm 4 khống chế bậc tự do tịnh tiến dọc trục $\bar{X}$; Điểm 5 khống chế bậc tự do quay quanh trục $\bar{Z}$.

- Mặt phẳng XOZ khống chế một bậc tự do. Điểm 6 khống chế bậc tự do tịnh tiến dọc trục $\bar{Y}$.

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 hai và 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.

6.3.2 Ứng dụng nguyên tắc 6 điểm khi định vị chi tiết gia công

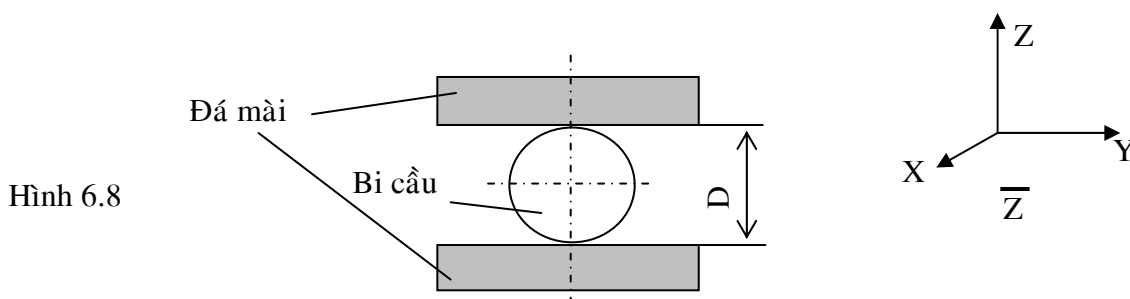
Người ta dùng nguyên tắc 6 điểm trên để định vị chi tiết gia công. Khi đó coi chi tiết như một vật rắn tuyệt đối và cũng đặt nó trong hệ tọa độ Đề các.

Vì vậy nguyên tắc sáu điểm khi định vị chi tiết có thể phát biểu như sau: *Để định vị hoàn toàn phôi (hoặc chi tiết) trong đồ gá cần phải tạo sáu điểm tựa bố trí trên các mặt 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.*

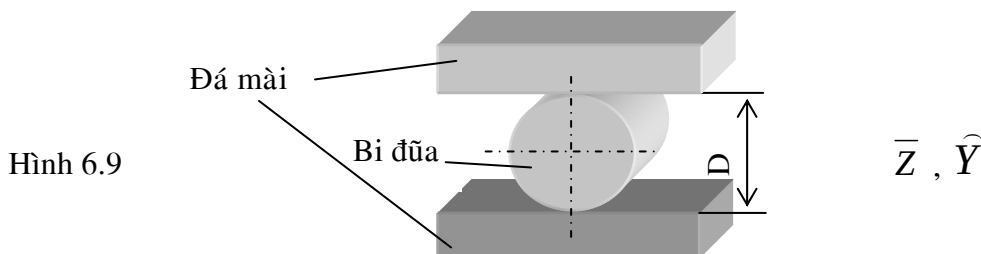
Trong thực tế không phải lúc nào người ta cũng định vị hết cả sáu điểm mà tùy theo yêu cầu gia công ở từng nguyên công mà số bậc tự do định vị có thể từ 1 đến 6.

Ví dụ:

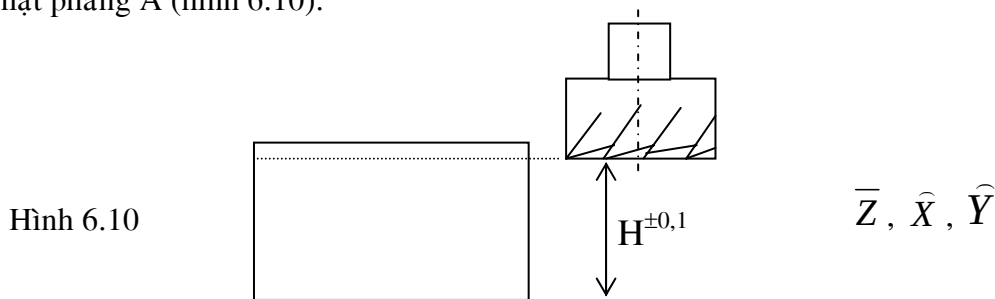
- Chỉ cần hạn chế 1 bậc tự do: trong công nghệ mài bi cầu (hình 6.8).



- Chỉ cần hạn chế 2 bậc tự do: trong công nghệ mài bi đĩa (hình 6.9).

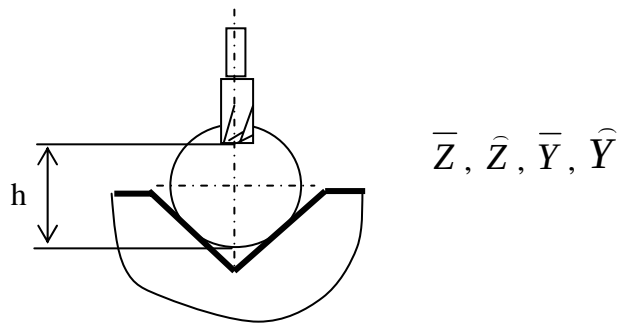


- Chỉ cần hạn chế 3 bậc tự do: phay mặt phẳng B đạt kích thước $H^{\pm 0,1}$ và song song với mặt phẳng A (hình 6.10).



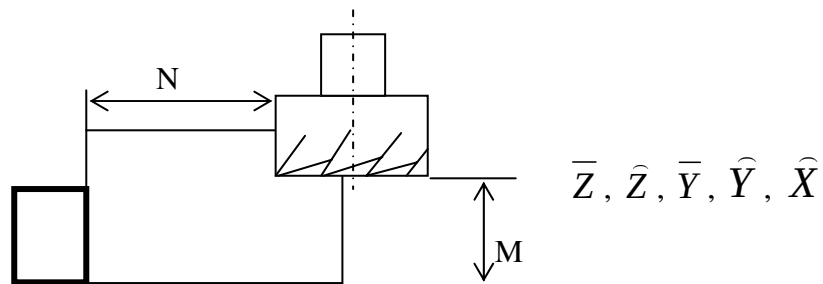
- Chỉ cần hạn chế 4 bậc tự do: phay rãnh then suốt dọc chi tiết trụ, đảm bảo kích thước h và đối xứng qua tâm (hình 6.11).

Hình 6.11



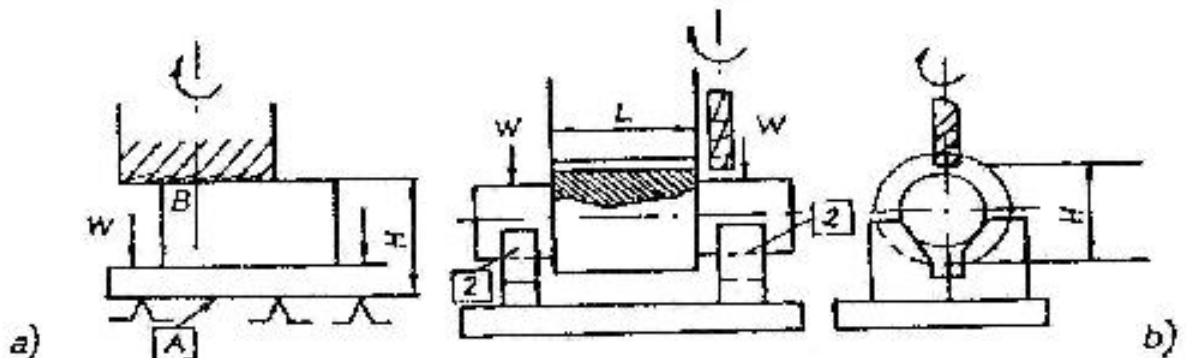
- Chỉ cần hạn chế 5 bậc tự do: phay bậc suốt dọc chi tiết, đảm bảo kích thước M và N (hình 6.12).

Hình 6.12



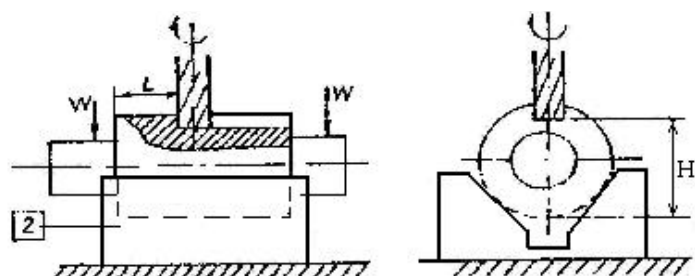
Số điểm định vị còn phụ thuộc vào kích thước của bề mặt được định vị, vào các mối lắp giữa bề mặt định vị của chi tiết với các bề mặt của đồ định vị. Ví dụ:

- Một mặt phẳng tương đương 3 điểm (khống chế 3 bậc tự do) (hình 6.13a, mặt A)
- Một khối V ngắn ($L \ll D$, L = chiều dài tiếp xúc của khối V với mặt trụ chuẩn của chi tiết; D = đường kính của mặt trụ chuẩn) tương đương 2 điểm (hình 6.13b, mặt số 2)

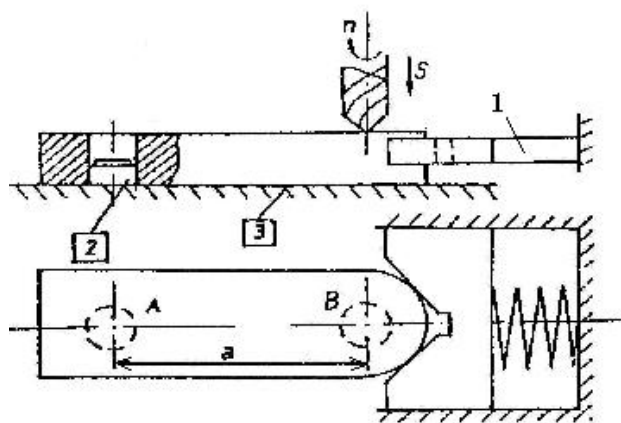


Hình 6.13

- Một khối V dài ($L > D$, L = chiều dài tiếp xúc của khối V với mặt trụ chuẩn của chi tiết; D = đường kính của mặt trụ chuẩn) tương đương 4 điểm (hình 6.14).



Hình 6.14



Hình 6.15

- Một khối V ngăn tương đương 1 điểm (hình 6.15, mặt số 1).

- Một chốt trụ ngắn ($L \ll D$, L = chiều dài tiếp xúc của chốt với lỗ chuẩn của chi tiết; D = đường kính của lỗ chuẩn) tương đương 2 điểm (hình 6.15: chốt trụ ngắn số 2 hạn chế 2 bậc tự do).

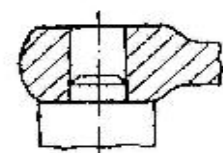
- Một chốt trụ dài tương đương 4 điểm (hình 6.16b).

- Một chốt trám tương đương 1

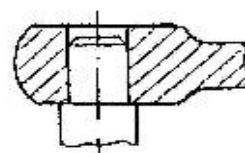
điểm (hình 6.16c).

6.3.3 Một số lưu ý khi định vị chi tiết gia công

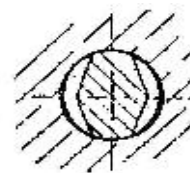
- Mỗi lắp giữa bề mặt chi tiết được định vị và đồ định vị. Ví dụ: khi định vị bằng chốt trụ dài, nếu mỗi lắp có khe hở thì số điểm định vị không còn là 4 nữa; vì khi đó chi tiết có thể dịch chuyển và quay tương đối với chốt (hình 6.17a).



a) Chốt trụ ngắn



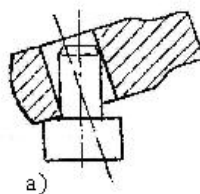
b) Chốt trụ dài



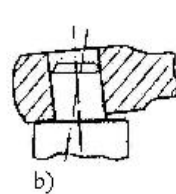
c) Chốt trám

Hình 6.16

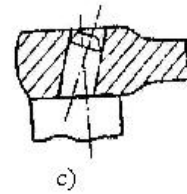
- Trường hợp 1 bậc tự do được khống chế nhiều lần gọi là *siêu định vị*. Ví dụ: dùng chốt trụ dài, mà mặt phẳng ở dưới lại định vị 3 bậc tự do nữa, trường hợp này là siêu định vị (hình 6.17b, c) vì có



a)



b)



c)

Hình 6.17

hai bậc tự do 2 lần (3 điểm mặt phẳng + 4 điểm mặt trụ dài = 7 điểm, mà thực chất còn một bậc tự do quay quanh tâm của chốt chưa khống chế). Lúc này sẽ xảy ra 2 trường hợp: hoặc chi tiết bị cong vênh (hình 6.17b) hoặc đồ định vị sẽ hư hỏng (hình 6.17c). Nguyên nhân là do sai số không thẳng góc của lỗ chi tiết với mặt đầu lỗ hoặc của chốt định vị với mặt đáy của chốt không bằng nhau dưới tác dụng của lực kẹp.

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

6.4 Sai số gá đặt

Độ chính xác gia công của một chi tiết phụ thuộc vào nhiều yếu tố, một trong các yếu tố đó là “sai số gá đặt” mà đã được trình bày ở chương 5 (độ chính xác gia công). Ở đây chỉ trình bày các định nghĩa và cách xác định 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:

$$\vec{\varepsilon}_{gd} = \vec{\varepsilon}_c + \vec{\varepsilon}_{kc} + \vec{\varepsilon}_{dg} \quad \text{hay} \quad \varepsilon_{gd} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_{kc}^2 + \varepsilon_{dg}^2}$$

Trong đó: ε_c – sai số chuẩn;
 ε_{kc} – sai số kẹp chặt;
 ε_{dg} – sai số đồ gá.

6.4.1 Sai số đồ gá

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

6.4.2 Sai số kẹp chặt

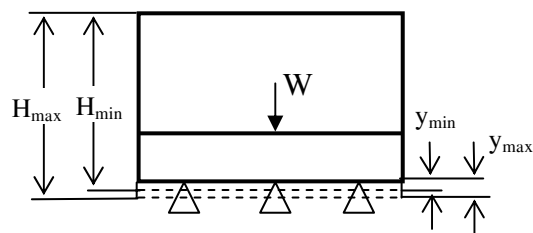
Sai số kẹp chặt là lượng chuyển vị của chuẩn đo lường chiếu lên phương kích thước thực hiện do lực kẹp thay đổi gây ra.

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

Trong đó:

α – góc giữa phương kích thước thực hiện và phương dịch chuyển y 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 6.18 – Sơ đồ xác định sai số kẹp chặt

Ví dụ trên hình 6.18: 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:
 $y = C \cdot q^n$

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, $n < 1$.

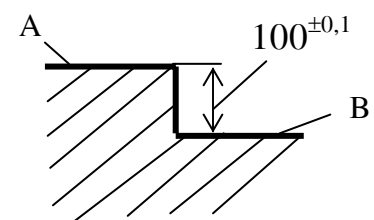
6.4.3 Sai số chuẩn

a) Định nghĩa sai số chuẩn

Ta đã biết, chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ có thể trùng nhau hoặc không trùng nhau. Nếu trùng nhau tức là thể hiện tốt quan điểm công nghệ của công tác thiết kế. Nếu khi chế tạo ta thực hiện dễ dàng các kích thước đã cho khi thiết kế thì về một mặt nào đó, bản thiết kế có tính công nghệ cao. Có những trường hợp, khi chế tạo phải thay đổi một số kích thước thiết kế đã cho.

Đứng về mặt công nghệ thì các kích thước ghi trên bản vẽ chế tạo không còn là kích thước tĩnh và vô hướng nữa, mà có hướng đi rõ rệt. Hướng đó đi từ gốc kích thước tới mặt gia công.

Ví dụ: Xét kích thước $100^{+0,1}$ giữa hai bề mặt A và B của một chi tiết (hình 6.19). Do yêu cầu làm việc sau này của chi tiết, người thiết kế cho kích thước 100 mm với sai lệch cho phép là $\pm 0,1$ mm. Còn trên quan điểm công nghệ thì ta chú ý tới sự hình thành của kích thước đó trong quá trình gia công như thế nào? mặt A hay B sẽ được gia công trước? Sự hình thành kích thước ra sao để tránh bất phế phẩm? Giả sử mặt A đã được gia công ở nguyên công sát trước, mặt B đang được gia công thì kích thước 100 có gốc ở A và hướng về mặt B.



Hình 6.19
Sự hình thành kích thước công nghệ

Khái niệm về gốc kích thước chỉ dùng trong phạm vi công nghệ. Nó có thể trùng hay không trùng với chuẩn thiết kế. Về mặt công nghệ, cần biết gốc kích thước gia công có trùng với chuẩn định vị trong bản thân nguyên công đó hay không? Nếu không trùng với chuẩn định vị thì sẽ phát sinh sai số chọn chuẩn, ảnh hưởng đến độ chính xác của kích thước gia công.

Sai số chuẩn phát sinh khi 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 cần thực hiện.

Ví dụ ở hình 6.20a, khi gia công mặt N, 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 δ_H).

Nhưng nếu kích thước gia công là B (hình 6.20b), gốc kích thước lúc này nằm trên mặt M, không trùng với chuẩn định vị K nữa. Kích thước B chịu ảnh hưởng của biến động gốc M (δ_H). Sai lệch đó do sự chọn chuẩn gây nên gọi là sai số chuẩn, có giá trị bằng:

$$\varepsilon_c(B) = \delta_H.$$

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 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.

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

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

Trong đó:

- $x_1, x_2, \dots, x_n$ – những kích thước có biến động;
- $a_1, a_2, \dots, a_n$ – 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: ($\Delta L = \sum$ các lượng biến động của các kích thước liên quan thay đổi).

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

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

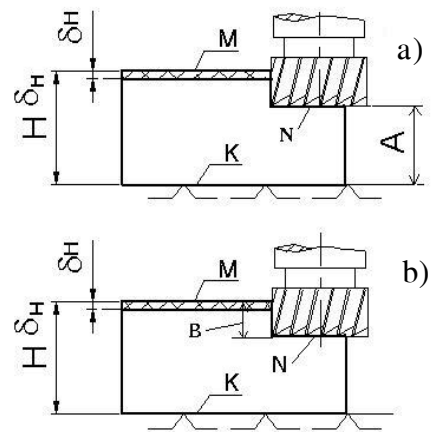
Các kích thước x thường biến động trong phạm vi dung sai của chúng δ_{x_i} , nên sai số chuẩn sẽ là:

$$\varepsilon_{c(L)} = \Delta L = \left| \sum_{i=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \delta_{x_i} \right|$$

Để đơn giản trong việc tính sai số chuẩn, trong trường hợp gia công cả loạt có điều chỉnh sẵn, ta có thể dùng phương pháp giải chuỗi kích thước. Theo phương pháp này ta phải thành lập chuỗi kích thước công nghệ, trong đó khâu khép kín là kích thước cần tính sai số chuẩn. Chuỗi kích thước công nghệ 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 gốc kích thước;
- Từ gốc kích thước trở về mặt gia công.

Như vậy khi lập chuỗi kích thước cần phải đảm bảo tính chất khép kín của nó.



Hình 6.20 – Sơ đồ hình thành kích thước khi phay mặt N

Dựa trên chuỗi kích thước đã thành lập, ta giải chuỗi kích thước và xác định được kích thước cần tính sai số chuẩn: $L = f(x_1, x_2, \dots, x_n; a_1, a_2, \dots, a_n)$

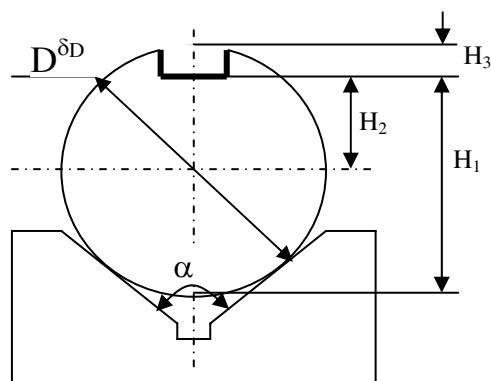
Kết quả sai số chuẩn được tính:
$$\varepsilon_{c(L)} = \left| \sum_{i=1}^n \frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x_i \right|$$

Hay sai số chuẩn của kích thước L chính là:
$$\varepsilon_{c(L)} = \left| \sum_{i=1}^n \delta x_i \right|$$

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

b) Ví dụ 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^0 , hãy tính sai số chuẩn khi thực hiện kích thước H_1 hoặc H_2 hoặc H_3 (hình 6.21).



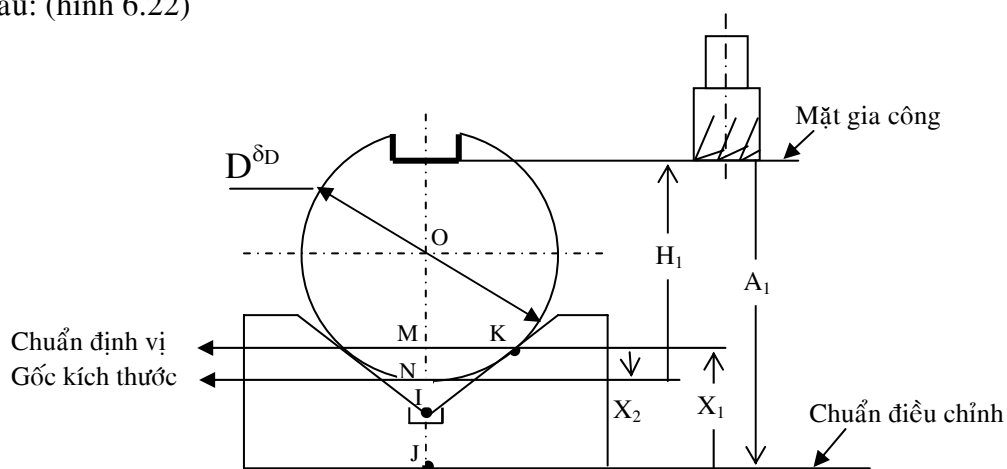
Hình 6.21

Sơ đồ định vị gia công rãnh then

* Tính sai số chuẩn khi thực hiện H_1 :

$\varepsilon_{c(H_1)}$

Sơ đồ chuỗi kích thước thực hiện như sau: (hình 6.22)



Hình 6.22

Sơ đồ chuỗi kích thước hình thành

H_1

Ta có: $A_1 - X_1 + X_2 - H_1 = 0$

$H_1 = A_1 - X_1 + X_2$

Trong đó:

$X_1 = OJ - OM = OI - IJ - OM$

$$X_1 = \frac{D}{2 \sin \alpha / 2} - IJ - \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2$$

$$X_2 = MN = ON - OM$$

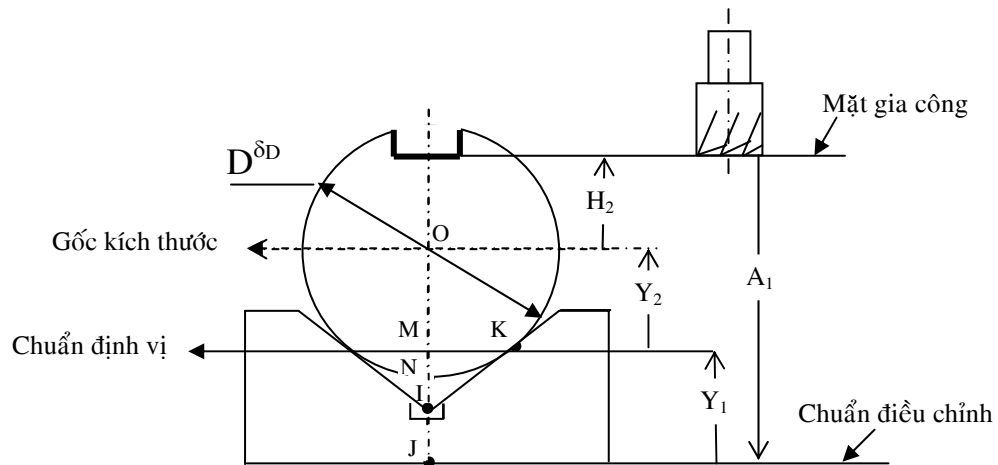
$$= \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2$$

$$\begin{aligned} \text{Suy ra: } H_1 &= A_1 - \frac{D}{2 \sin \alpha / 2} + IJ + \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2 + \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2 = \\ &= A_1 - \frac{D}{2 \sin \alpha / 2} + IJ + \frac{D}{2} \end{aligned}$$

$$\text{Kết quả sai số chuẩn khi thực hiện } H_1: \varepsilon_{c(H1)} = \left| \frac{\delta_D}{2} \left(1 - \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) \right|$$

* Tính sai số chuẩn khi thực hiện H_2 : $\varepsilon_{c(H2)}$

Sơ đồ chuỗi kích thước thực hiện như sau: (hình 6.23)



Hình 6.23

Sơ đồ chuỗi kích thước hình thành

H_2

$$\text{Ta có: } A_1 - Y_1 - Y_2 - H_2 = 0$$

$$H_2 = A_1 - Y_1 - Y_2$$

Trong đó:

$$Y_1 = OJ - OM = OI - IJ - OM$$

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

$$Y_2 = OM = \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2$$

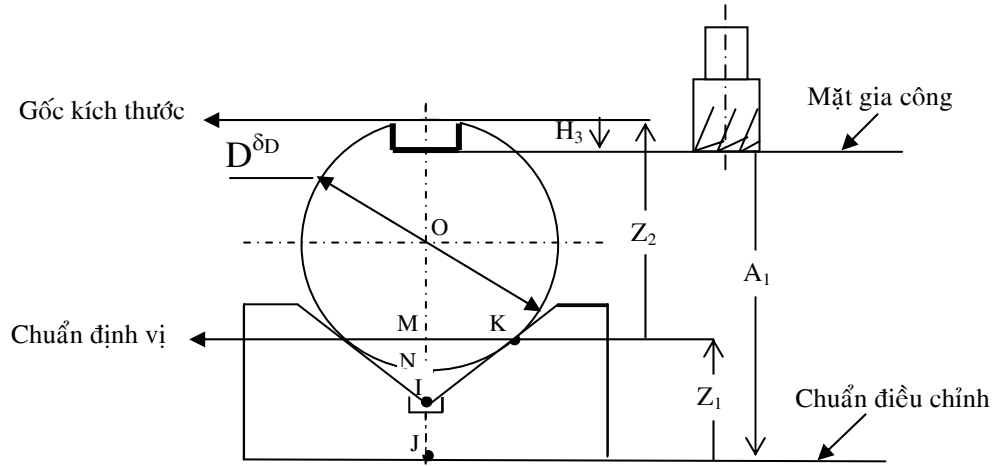
Suy ra:

$$H_2 = A_1 - \frac{D}{2 \sin \alpha / 2} + IJ + \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2 - \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2 = A_1 - \frac{D}{2 \sin \alpha / 2} + IJ$$

Kết quả sai số chuẩn khi thực hiện H_2 : $\varepsilon_{c(H_2)} = \left| -\frac{\delta_D}{2 \sin \alpha / 2} \right| = \frac{\delta_D}{2 \sin \alpha / 2}$

* Tính sai số chuẩn khi thực hiện H_3 : $\varepsilon_{c(H_3)}$

Sơ đồ chuỗi kích thước thực hiện như sau: (hình 6.24)



Hình 6.24

Sơ đồ chuỗi kích thước hình thành

Ta có: $A_1 - Z_1 - Z_2 + H_3$

$$H_3 = A_1 - Z_1 - Z_2$$

Trong đó:

$$Z_1 = OJ - OM = OI - IJ - OM$$

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

$$Z_2 = OM + \frac{D}{2} = \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2 + \frac{D}{2}$$

Suy ra:

$$H_3 = A_1 - \frac{D}{2 \sin \alpha / 2} + IJ + \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2 - \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha / 2 - \frac{D}{2} = A_1 - \frac{D}{2 \sin \alpha / 2} + IJ - \frac{D}{2}$$

Kết quả sai số chuẩn khi thực hiện H_3 :

$$\varepsilon_{c(H_3)} = \left| -\frac{\delta_D}{2 \sin \alpha / 2} - \frac{\delta_D}{2} \right| = \left| -\left\{ \frac{\delta_D}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right) \right\} \right| = \frac{\delta_D}{2} \left(1 + \frac{1}{\sin \alpha / 2} \right)$$

6.5 Hướng dẫn cách 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;
- Bảo đảm năng suất và giảm giá thành.

Khi tiến hành chọn chuẩn ta phân ra 2 trường hợp chọn chuẩn thô và chuẩn tinh.

6.5.1 Chọn chuẩn thô

Chuẩn thô dùng để gá đặt chi tiết gia công lần thứ nhất trong quá trình gia công. Việc chọn chuẩn thô có ý nghĩa quyết định đối với qui trình công nghệ, nó ảnh hưởng đến những nguyên công sau và đến độ chính xác gia công của chi tiết. Cần đảm bảo 2 yêu cầu sau khi chọn chuẩn thô:

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

Chẳng hạn, khi gia công mặt A, B và lỗ O của một chi tiết hộp bằng phôi đúc (hình 6.25), ta chia ra hai trường hợp sau đây:

- Trường hợp đúc đặc, ta có thể lấy mặt A làm chuẩn thô để gia công lỗ, rồi lại lấy lỗ làm chuẩn để gia công mặt A và lấy A làm chuẩn để gia công mặt B.

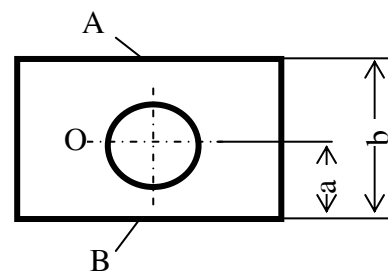
- Trường hợp lỗ đúc rỗng thì phải lấy mặt lỗ làm chuẩn để gia công mặt A, rồi lấy mặt A làm chuẩn để gia công lỗ và mặt B. Làm như vậy mới đảm bảo lượng dư đồng đều khi gia công lỗ.

Dựa vào yêu cầu trên, kinh nghiệm đưa ra 5 điểm cần tuân thủ khi chọn chuẩn thô như sau:

1. Nếu chi tiết gia công có một bề mặt sẽ không gia công thì nên lấy bề mặt đó làm chuẩn thô, 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.

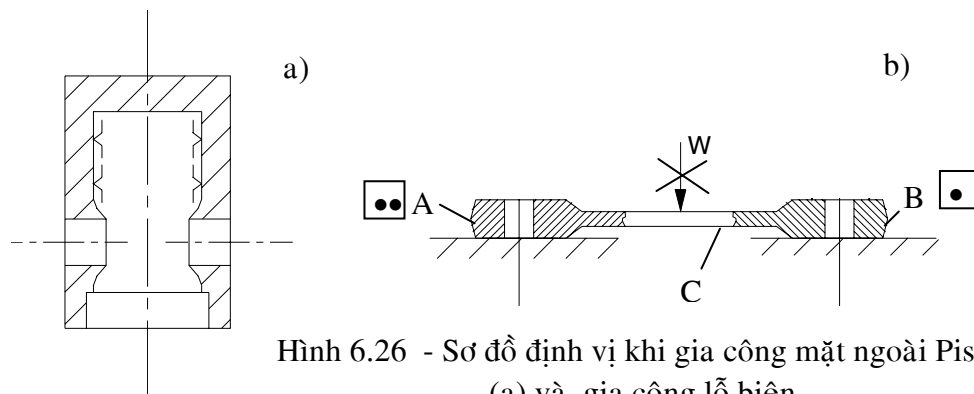
Ví dụ: khi gia công Piston bằng gang đúc trong khuôn cát, ta chọn chuẩn thô là mặt trong (không gia công) để gia công mặt ngoài. Như vậy sẽ đảm bảo thành Piston có bề dày đều đặn (hình 6.26a).

2. Nếu có một số bề mặt không gia công thì nên chọn bề mặt không gia công nào có yêu cầu chính xác về vị trí tương quan cao nhất đối với các bề mặt gia công làm chuẩn thô.



Hình 6.25

Ví dụ về cách chọn chuẩn thô



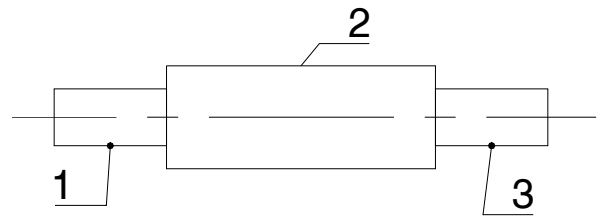
Hình 6.26 - Sơ đồ định vị khi gia công mặt ngoài Piston
(a) và gia công lỗ biên.

Ví dụ : Khi gia công lỗ biên, nên lấy mặt A và B làm chuẩn thô để có để đảm bảo lỗ có bề dày đều đặn vì yêu cầu độ đồng tâm giữa lỗ với mặt A và B quan trọng hơn giữa lỗ với mặt C cũng không gia công (hình 6.26b).

3. Nếu tất cả bề mặt của chi tiết đều phải gia công thì chọn một mặt nào đó có lượng dư yêu cầu đều, nhỏ nhất làm chuẩn thô.

4. Bề mặt chọn làm chuẩn thô nên tương đối bằng phẳng, không có mép rên dập (bavia), đầu rọt, đầu ngót hoặc quá gồ ghề.

5. Chuẩn thô chỉ nên dùng một lần trong quá trình công nghệ gia công. Ví dụ ở hình 6.27, dùng mặt 2 để làm chuẩn gia công mặt 3, rồi lại dùng mặt 2 làm chuẩn để gia công mặt 1 thì khó đảm bảo độ đồng tâm giữa hai bề mặt 1 và 3.



Hình 6.27

Ví dụ chuẩn thô nên dùng một lần

6.4.2 Chọn chuẩn tinh

Khi chọn chuẩn tinh nên tuân thủ 5 điểm sau đây:

1. Cố gắng chọn chuẩn tinh là chuẩn tinh chính, như vậy sẽ làm cho chi tiết gia công có vị trí tương tự lúc làm việc. Vấn đề này rất quan trọng khi gia công. Ví dụ khi gia công bánh răng nên chọn chuẩn tinh là lỗ bánh răng vì lỗ dùng để lắp với trục truyền động của bánh răng sau này.

2. Cố gắng chọn chuẩn tinh trùng gốc kích thước để sai số chuẩn bằng 0.

3. Chọn chuẩn tinh sao cho khi gia công không vì lực cắt, lực kẹp mà chi tiết bị biến dạng quá nhiều. Lực kẹp phải gần bề mặt gia công, đồng thời mặt định vị cần có đủ diện tích. Ví dụ gia công lỗ tay biên, cần kẹp gần lỗ, không nên kẹp vào giữa (mặt C) để tránh biến dạng (hình 6.26b)

4. Chọn chuẩn tinh sao cho kết cấu đồ gá đơn giản và sử dụng tiện lợi.

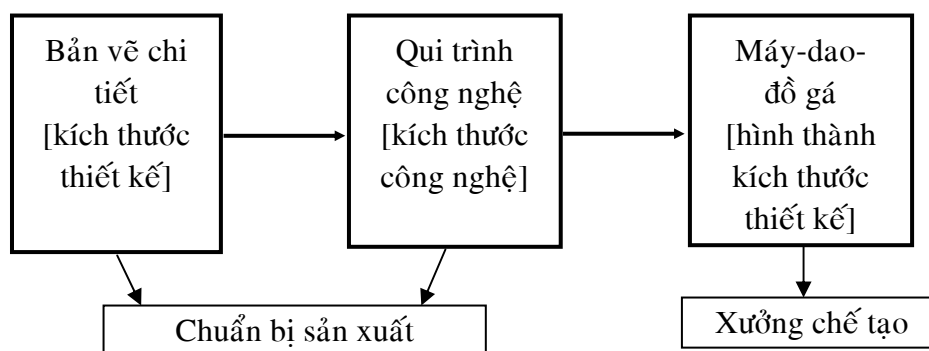
5. Cố gắng chọn chuẩn tinh thống nhất. Chọn chuẩn thống nhất nghĩa là trong nhiều lần gá đặt cũng chỉ dùng một chuẩn để thực hiện các nguyên công của qui trình công nghệ, vì khi thay đổi chuẩn sẽ có sai số tích lũy ở những lần gá sau.

6.6 Kích thước công nghệ

6.6.1 Khái niệm.

Để hình thành một kích thước của chi tiết gia công cho trên bản vẽ thiết kế, người công nghệ cần phải xác định phương pháp, trình tự, công cụ (máy, dao, đồ gá) gia công... cũng như phải chọn được chuẩn công nghệ gia công chi tiết (chuẩn định vị, chuẩn điều chỉnh). Như vậy những kích thước có liên quan đến chuẩn định vị, chuẩn điều chỉnh và máy, dao, đồ gá trong quá trình hình thành kích thước của chi tiết cho trên bản vẽ được gọi là kích thước công nghệ.

Dưới đây là sơ đồ hình thành kích thước yêu cầu trên bản vẽ thiết kế (hay còn gọi là kích thước thiết kế):



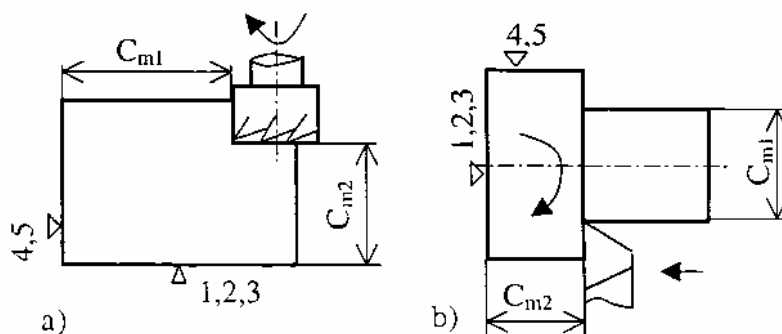
Kích thước công nghệ do cán bộ công nghệ ở khâu chuẩn bị sản xuất lập ra trong quá trình thiết kế qui trình công nghệ dựa trên cơ sở bản vẽ thiết kế (cũng ở khâu chuẩn bị sản xuất nhưng do cán bộ thiết kế đề ra).

Qui trình công nghệ được đưa xuống xưởng chế tạo, các cán bộ kỹ thuật phải điều chỉnh dụng cụ cắt so với chuẩn định vị gia công hoặc chuẩn điều chỉnh trên đồ gá hoặc máy để hình thành kích thước thiết kế.

Như vậy kích thước công nghệ có liên quan đến máy, dao, đồ gá. Vì thực tế có những đồ định vị đi liền với máy (mâm cặp, êtô, bàn máy) nên kích thước công nghệ được chia ra làm 3 loại như sau:

1. Kích thước có liên quan đến máy: ký hiệu C_m .

Là kích thước điều chỉnh vị trí tương đối của dao so với những cơ cấu định vị trên máy công cụ như mâm cặp, êtô, bàn máy. Ví dụ hình 6.28a, chi tiết được định vị trên bàn máy hoặc êtô hạn chế 5 bậc tự do để phay mặt bậc và hình 6.28b, chi tiết được

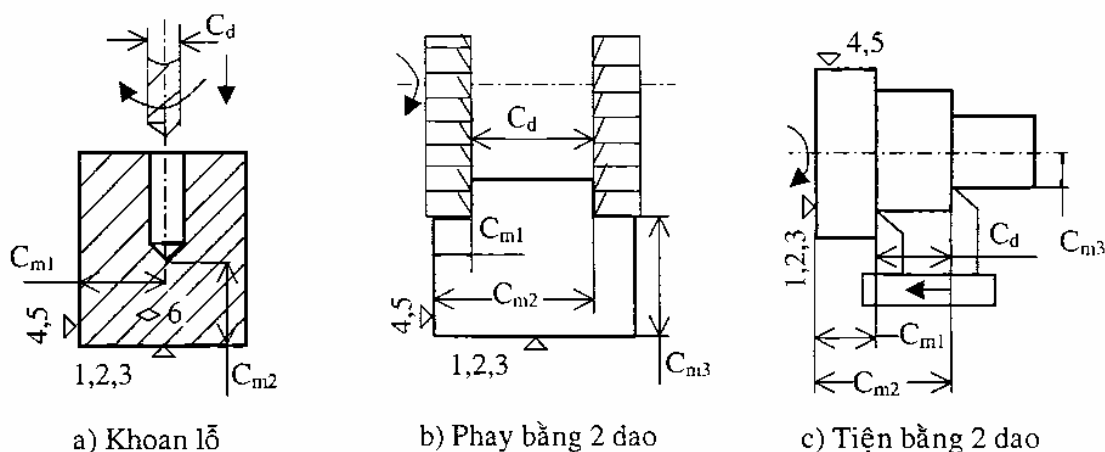


Hình 6.28 – Ví dụ kích thước có liên quan đến máy

định vị trên mâm cặp hạn chế 5 bậc tự do để tiện trục bậc.

2. Kích thước có liên quan đến dao: ký hiệu C_d

Đây là những kích thước do dao định ra như đường kính mũi khoan, mũi khoét, mũi doa, dao tiện định hình, dao phay định hình hoặc các kích thước điều chỉnh nhiều dao gia công cùng lúc.

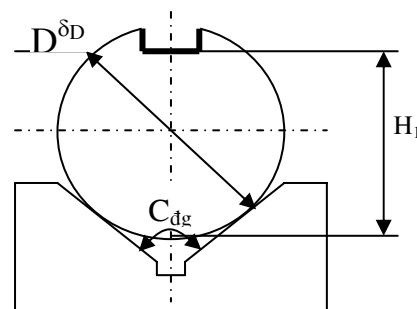


Hình 6.29 – Ví dụ kích thước có liên quan đến dao

3. Kích thước có liên quan đến đồ gá: ký hiệu C_{dg}

Là những kích thước của đồ gá có ảnh hưởng đến kích thước điều chỉnh vị trí tương đối của dao so với chuẩn định vị và điều chỉnh.

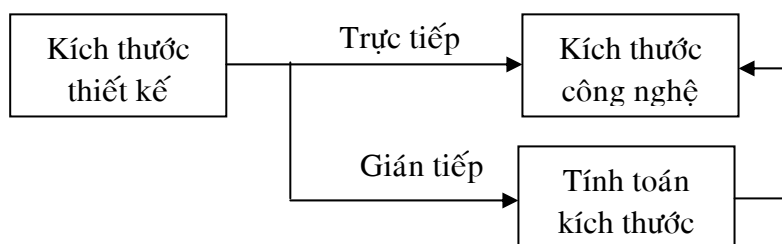
Ví dụ hình 6.30, định vị chi tiết bằng khối V dài để gia công rãnh then. Kích thước góc khối V chính là kích thước công nghệ C_{dg} .



Hình 6.30
Sơ đồ định vị gia công rãnh then

6.6.2 Tính toán kích thước công nghệ

Chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ có thể trùng nhau hoặc không trùng nhau. Trường hợp không trùng nhau người cán bộ công nghệ phải biết chuyển đổi từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ. Có hai cách chuyển đổi từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ là trực tiếp và gián tiếp theo như mô hình sau:



Dưới đây là một số ví dụ cụ thể chuyển đổi từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ.

1. Điều kiện chuyển đổi kích thước

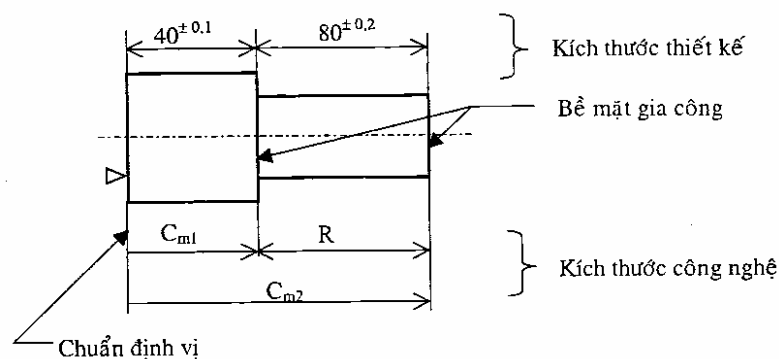
Điều kiện để chuyển đổi kích thước là dung sai khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ bằng tổng dung sai các khâu thành phần trong chuỗi: $\delta_{KKK} = \sum_{i=1}^n \delta_i$ (trong đó n là số khâu thành phần trong chuỗi).

Như vậy muốn chuyển đổi từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ, ta phải hình thành chuỗi kích thước công nghệ. Trong đó kích thước công nghệ sẽ là các khâu thành phần của chuỗi. Việc chọn chuẩn định vị trong quá trình gia công quyết định chuỗi kích thước công nghệ, vì vậy phải chọn thật hợp lý.

Nếu điều kiện chuyển đổi hợp lý, ta sẽ tính toán kích thước công nghệ. Còn nếu điều kiện chuyển đổi không hợp lý người công nghệ phải thay đổi lại chuẩn định vị. Trường hợp không thay đổi được chuẩn định vị, phải thương lượng với người thiết kế thay đổi dung sai của một kích thước thiết kế. Nhưng dung sai của một kích thước thiết kế đó không được là khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ.

2. Ví dụ tính toán kích thước công nghệ

Ví dụ 1:



Kích thước R là khâu khép kín của chuỗi kích thước C_{m1} và C_{m2}.

Như vậy: $R = C_{m2} - C_{m1}$

$$R_{\max} = C_{m2 \max} - C_{m1 \min}$$

$$R_{\min} = C_{m2 \min} - C_{m1 \max}$$

Kích thước C_{m1} và kích thước R đã biết (chuyển trực tiếp từ kích thước thiết kế qua), kích thước C_{m2} chưa biết. Để xác định C_{m2}, cần phải kiểm tra điều kiện chuyển đổi có thực hiện được không:

$$\delta R = \delta C_{m2} + \delta C_{m1}$$

$$0,4 = \delta C_{m2} + 0,2$$

$$\Rightarrow \delta C_{m2} = 0,2$$

Như vậy điều kiện chuyển đổi hợp lý . Vậy kết quả tính như sau:

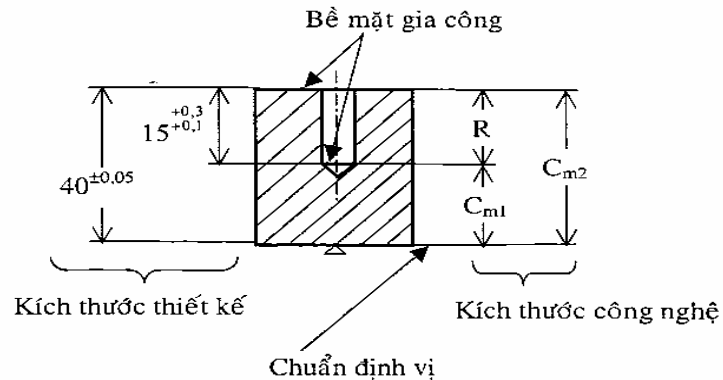
$$C_{m2 \max} = R_{\max} + C_{m1 \min} = 80,2 + 39,9 = 120,1$$

$$C_{m2 \min} = R_{\min} + C_{m1 \max} = 79,8 + 40,1 = 119,9$$

Kết quả :

$$C_{m2} = 120^{+0,1}$$

Ví dụ 2 :



Kích thước R là khâu khớp kín của chuỗi kích thước C_{m1} và C_{m2} .

Như vậy: $R = C_{m2} - C_{m1}$

$$R_{\max} = C_{m2 \max} - C_{m1 \min}$$

$$R_{\min} = C_{m2 \min} - C_{m1 \max}$$

Kích thước C_{m2} và kích thước R đã biết (chuyển trực tiếp từ kích thước thiết kế qua), kích thước C_{m1} chưa biết. Để xác định C_{m1} , cần phải kiểm tra điều kiện chuyển đổi có thực hiện được không:

$$\delta R = \delta C_{m1} + \delta C_{m2}$$

$$0,2 = \delta C_{m1} + 0,1$$

$$\Rightarrow \delta C_{m1} = 0,1$$

Như vậy điều kiện chuyển đổi hợp lý . Vậy kết quả tính như sau:

$$R_{\max} = C_{m2 \max} - C_{m1 \min}$$

$$R_{\min} = C_{m2 \min} - C_{m1 \max}$$

$$C_{m1 \min} = C_{m2 \max} - R_{\max} = 40,05 - 15,3 = 24,75$$

$$C_{m1 \max} = C_{m2 \min} - R_{\min} = 39,95 - 15,1 = 24,85$$

Kết quả:

$$C_{m1} = 25^{-0,15}_{-0,25}$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phùng Nhân – Trương Ngọc Thực – Nguyễn Ngọc Đào
Giáo trình CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY; phần 1 và 2 – trường Đại học Sư phạm kỹ thuật, tp. Hồ Chí Minh – 1996.
2. Đặng Văn Nghìn – Lê Minh Ngọc – Lê Đăng Nguyên – Lê Trung Thực
CƠ SỞ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY; trường Đại học Bách khoa tp. Hồ Chí Minh – 1992.
3. Trần Doãn Sơn – Hồ Đắc Thọ – Lê Đức Quý - ...
CƠ SỞ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY; trường Đại học Bách khoa tp. Hồ Chí Minh – 1995.
4. Lê Văn Tiến – Nguyễn Đắc Lộc - ...
CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY; tập 1 và 2; Nhà xuất bản giáo dục - 1994
5. Constantin Picos
TEHNOLOGIA CONSTRUCTIEI DE MACHINI; Bucuresti - 1974
6. Барбасов
КЎТЎУЎЎТ ТЎЎЎЎ; Nhà xuất bản “MIR” Moscow - 1984
7. Барбасов
КЎТЎУЎЎТ ТЎЎЎЎ; Nhà xuất bản “MIR” Moscow - 1984
8. Dương Văn Linh – Trần Thế San – Nguyễn Ngọc Đào
HƯỚNG DẪN THỰC HÀNH KỸ THUẬT TЎЎЎЎ; nhà xuất bản Đà Nẵng - 2000
9. Hoàng Trí – Nguyễn Thế Hùng - Trần Thế San
THỰC HÀNH CƠ KHÍ; nhà xuất bản Đà Nẵng - 2000

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Chương 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN	3
1.1 Khái niệm về quá trình hình thành sản phẩm cơ khí	3
1.1.1 Khái niệm về sản phẩm cơ khí	
1.1.2 Mô hình hình thành sản phẩm cơ khí	
1.2 Quá trình sản xuất và quá trình công nghệ	5
1.2.1 Quá trình sản xuất	
1.2.2 Quá trình công nghệ	
1.3 Dạng sản xuất và hình thức tổ chức sản xuất	7
1.3.1 Các hình thức tổ chức sản xuất	
1.3.2 Dạng sản xuất	
Chương 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT CẮT GỌT KIM LOẠI	10
2.1 Khái niệm chung	11
2.1.1 Các bề mặt chi tiết máy thường gặp	11
2.1.2 Các chuyển động tạo hình bề mặt	11
2.1.3 Các phương pháp cắt gọt kim loại	14
2.1.4 Khái niệm về các bề mặt hình thành khi gia công chi tiết	15
2.1.5 Khái niệm cơ bản về dụng cụ cắt	16
2.1.6 Các bề mặt tọa độ để nghiên cứu dụng cụ cắt	17
2.1.7 Thông số hình học phần cắt của dao tiện khi thiết kế	18
2.1.8 Ảnh hưởng gá đặt dao và các chuyển động cắt đến góc độ dao	20
2.1.9 Thông số hình học lớp cắt khi cắt gọt	23
2.2 Vật liệu chế tạo dụng cụ cắt	25
2.2.1 Những yêu cầu đối với vật liệu làm dụng cụ cắt	25
2.2.2 Các loại vật liệu chế tạo dụng cụ cắt	26
2.3 Cơ sở vật lý quá trình cắt kim loại	31
2.3.1 Quá trình tạo phoi và hiện tượng co rút phoi	31
2.3.2 Quá trình hình thành bề mặt gia công và hiện tượng cứng nguội	36
2.3.3 Hiện tượng lẹo dao	38
2.3.4 Hiện tượng nhiệt	40
2.3.5 Hiện tượng rung động	42
2.3.6 Hiện tượng mài mòn dao và vấn đề tuổi bền dao	43
2.3.7 Hiện tượng lực cắt	47
2.4 Lựa chọn hình dáng mặt trước và thông số hình học hợp lý của dao	51
2.5 Xác định chế độ cắt hợp lý khi gia công	53

Chương 3: CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG	60
3.1 Các phương pháp gia công chuẩn bị phôi	60
3.2 Các phương pháp gia công cắt gọt	67
3.2.1 Phương pháp tiện	67
3.2.2 Phương pháp bào, xọc	71
3.2.3 Phương pháp phay	74
3.2.4 Phương pháp khoan, khoét, doa	83
3.2.5 Phương pháp chuốt	93
3.2.6 Phương pháp mài	96
3.2.7 Phương pháp mài nghiền	100
3.2.8 Phương pháp mài khôn	101
3.2.9 Phương pháp mài siêu tinh xác	101
3.2.10 Phương pháp đánh bóng	102
3.2.11 Phương pháp cạo	103
3.3 Các phương pháp gia công điện vật lý và điện hóa	104
3.3.1 Phương pháp gia công bằng tia lửa điện	105
3.3.2 Phương pháp gia công bằng chùm tia lade	106
3.3.3 Phương pháp gia công bằng siêu âm	107
3.3.4 Phương pháp gia công điện hoá	109
3.3.5 Mài điện hóa	110
Chương 4: CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT MÁY	112
4.1 Yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt	112
4.1.1 Tính chất hình học bề mặt gia công	112
4.1.2 Tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết gia công	113
4.2 Ảnh hưởng của chất lượng bề mặt tới khả năng làm việc của chi tiết máy	114
4.2.1 Ảnh hưởng của độ nhấp nhô bề mặt	115
4.2.2 Ảnh hưởng của độ biến cứng	116
4.2.3 Ảnh hưởng của ứng suất dư	117
4.3 Ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ tới chất lượng bề mặt chi tiết máy	118
4.3.1 Ảnh hưởng đến nhấp nhô bề mặt	118
4.3.2 Ảnh hưởng đến biến cứng bề mặt	120
4.4 Các phương pháp nâng cao chất lượng bề mặt	122
4.4.1 Phương pháp đạt độ bóng bề mặt	122
4.4.2 Các phương pháp tạo lớp cứng nguội bề mặt	123
Chương 5: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG	125
5.1 Khái niệm và định nghĩa	125
5.2 Các phương pháp đạt độ chính xác gia công trên máy công cụ	127
5.2.1 Phương pháp cắt thử từng kích thước riêng biệt	127
5.2.2 Phương pháp tự động đạt kích thước trên máy công cụ đã điều chỉnh	128

5.3 Các nguyên nhân gây ra sai số gia công	129
5.3.1 Ảnh hưởng do biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ	129
5.3.2 Ảnh hưởng do độ chính xác và tình trạng mòn của hệ thống công nghệ	135
5.3.3 Ảnh hưởng do biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ	136
5.3.4 Ảnh hưởng do sai số gá đặt	138
5.3.5 Ảnh hưởng do rung động của hệ thống công nghệ	138
5.3.6 Ảnh hưởng do phương pháp và dụng cụ đo	139
5.4 Phương pháp xác định độ chính xác gia công	139
5.4.1 Phương pháp thống kê kinh nghiệm	139
5.4.2 Phương pháp thống kê xác suất	140
5.4.3 Phương pháp thống kê theo đồ thị điểm	141
5.4.4 Phương pháp tính toán phân tích	142
5.5 Các phương pháp điều chỉnh máy	143
5.5.1 Điều chỉnh tĩnh	
5.5.2 Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng calíp làm việc của người thợ	145
5.5.3 Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng dụng cụ đo vạn năng	146
Chương 6: CHUẨN VÀ KÍCH THƯỚC CÔNG NGHỆ	149
6.1 Định nghĩa và phân loại chuẩn	149
6.2 Quá trình gá đặt chi tiết	152
6.2.1 Khái niệm về quá trình gá đặt chi tiết khi gia công	
6.2.2 Các phương pháp gá đặt chi tiết trước gia công	153
6.3 Nguyên tắc 6 điểm khi định vị chi tiết	154
6.4 Sai số gá đặt	158
6.4.1 Sai số đồ gá	
6.4.2 Sai số kẹp chặt	
6.4.3 Sai số chuẩn	159
6.5 Hướng dẫn cách chọn chuẩn	164
6.5.1 Cách chọn chuẩn thô	
6.5.2 Cách chọn chuẩn tinh	165
6.6 Kích thước công nghệ	166
6.6.1 Khái niệm	
6.6.2 Tính toán kích thước công nghệ	

Tài liệu tham khảo