

GS. TS Trần Văn Địch (chủ biên)
PGS. TS Nguyễn Trọng Bình, PGS. TS Nguyễn Thế Đạt,
PGS. TS Nguyễn Việt Tiếp, PGS. TS Trần Xuân Việt

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

(Giáo trình cho sinh viên cơ khí các trường đại học khối kỹ thuật)

In lần thứ 3, có sửa chữa



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2008**

Tác giả: **GS. TS Trần Văn Địch**
PGS. TS Nguyễn Trọng Bình, PGS. TS Nguyễn Thế Đạt,
PGS. TS Nguyễn Việt Tiếp, PGS. TS Trần Xuân Việt

Chủ biên: GS.TS Trần Văn Địch

Chịu trách nhiệm xuất bản: **PGS, TS. Tô Đăng Hải**
Biên tập và sửa chế bản: **Nguyễn Diệu Thuý**
Trình bày và chế bản: **Quang Hùng**
Vẽ hình: **Nguyễn Thị Hạnh**
Vẽ bìa: **Đỗ Thịnh**

In 500 cuốn khổ 16 x 24cm, tại Công ty TNHH Bao bì & in Hải Nam.
Giấy phép xuất bản số: 832-2007/CXB/98.1-37/KHKT cấp ngày 1/11/2007.
In xong và nộp lưu chiểu Quý I năm 2008.

LỜI NÓI ĐẦU

Chế tạo máy là một ngành quan trọng của nền kinh tế quốc dân. Phạm vi sử dụng sản phẩm của ngành chế tạo máy rất rộng rãi. Từ con tàu vũ trụ cho đến giày, dép và quần áo - tất cả những sản phẩm này đều được chế tạo ra nhờ các máy móc khác nhau.

Ngành chế tạo máy là nền tảng của công nghiệp chế tạo máy. Chính vì vậy, Đảng và Nhà nước ta đã và đang quan tâm đặc biệt đến ngành chế tạo máy công cụ.

Trong lĩnh vực chế tạo máy công cụ thì công nghệ chế tạo máy đóng vai trò rất quan trọng. Nó nghiên cứu các quy luật tác động trong quá trình chế tạo sản phẩm nhằm nâng cao năng suất, chất lượng và giảm chi phí gia công.

Môn học công nghệ chế tạo máy là môn học chính trong chương trình đào tạo kỹ sư chế tạo máy cung cấp cho người học những kiến thức cơ bản về năng suất, chất lượng và giá thành sản phẩm, về phương pháp thiết kế qui trình công nghệ, về phương pháp xác định chế độ cắt tối ưu và về những phương pháp gia công mới, v.v...

Giáo trình này là tài liệu chính dùng cho sinh viên cơ khí thuộc các hệ đào tạo, là tài liệu giảng dạy cho các giảng viên, đồng thời là tài liệu tham khảo cho các cán bộ kỹ thuật cơ khí, các nghiên cứu sinh và các học viên cao học thuộc các ngành chế tạo máy.

Nội dung của giáo trình này gồm 24 chương và do 5 tác giả biên soạn:

PGS.TS. Nguyễn Trọng Bình biên soạn các chương 8, 9, 14.

PGS.TS. Nguyễn Thế Đạt biên soạn các chương 5, 20.

PGS.TS. Trần Văn Địch biên soạn các chương 1, 2, 3, 4, 6, 11, 12, 17, 19, 22, 23, 24.

PGS.TS. Nguyễn Việt Tiếp biên soạn các chương 7, 10, 16.

PGS.TS. Trần Xuân Việt biên soạn bài mở đầu và các chương 13, 15, 18, 21.

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn và mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để lần tái bản sau cuốn sách này được hoàn thiện hơn.

Những ý kiến góp ý xin gửi về Bộ môn công nghệ chế tạo máy, trường Đại học Bách khoa Hà Nội hoặc Ban biên tập Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Các tác giả

BÀI MỞ ĐẦU

Khái niệm Công nghệ đã được giáo sư người Đức tên là JOHANN BECKMANN ở Viện Hàn lâm Khoa học Hoàng gia GOETTINGEN nêu ra từ thế kỷ thứ 18. Từ đó, một ngành khoa học mới đã được hình thành đó là ngành Công nghệ. Như vậy, Công nghệ có thuộc tính khoa học.

KARL MARX (Các Mác) cũng đã khẳng định vai trò của công nghệ trong hoạt động biến đổi tự nhiên để tạo ra sản phẩm phục vụ con người.

Công nghệ được hiểu là Kỹ thuật hoặc Kỹ nghệ chế tạo ra sản phẩm vật chất và sản phẩm tinh thần phục vụ con người và xã hội; từng ngành sản xuất và dịch vụ của nền kinh tế xã hội có công nghệ riêng, ví dụ: Công nghệ thông tin, Công nghệ sinh học, Công nghệ khai thác, Công nghệ cơ khí, Công nghệ giáo dục, v.v...

Trong những thập niên gần đây, Công nghệ đã được coi là một động lực phát triển quan trọng đối với nhiều quốc gia. Để phát triển nền kinh tế của mình, từng quốc gia đã có những quốc sách phù hợp ưu tiên phát triển Công nghệ, đặc biệt là lưu tâm đến vấn đề chuyển giao công nghệ. Các nước công nghiệp mới (NICs) được coi là mô hình tốt về ứng dụng và phát triển công nghệ nhanh tạo cơ sở để công nghiệp hóa và hiện đại hóa nền kinh tế đất nước.

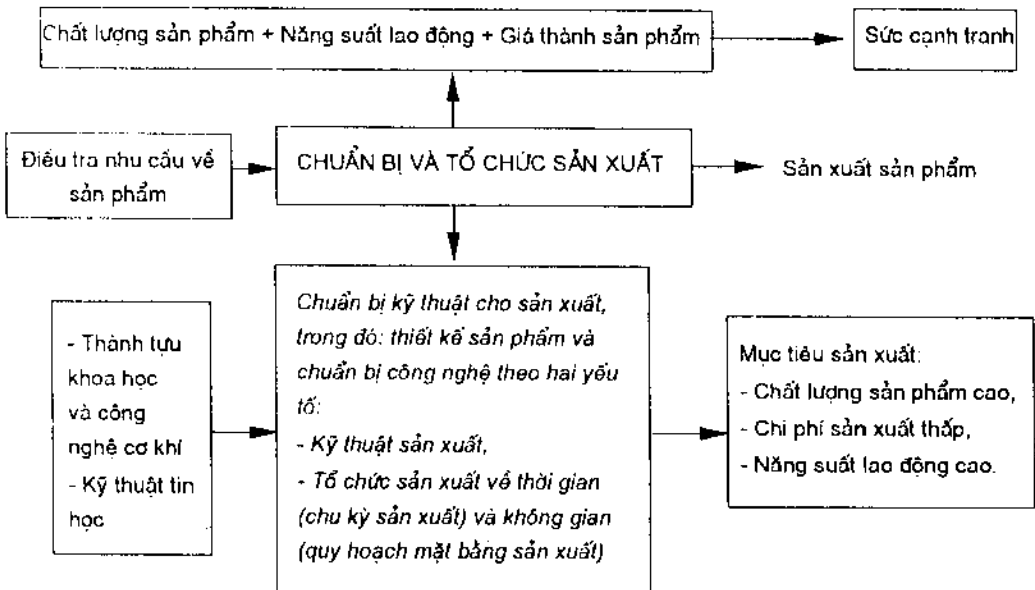
Trong phạm trù Công nghệ, Công nghệ cơ khí — thường gọi là Công nghệ chế tạo máy (*Technology of Mechanical Engineering*) được hiểu là kỹ thuật tạo ra chi tiết và sản phẩm cơ khí (máy móc) đạt giá trị sử dụng tốt và kinh tế; nghĩa là đạt các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật như sau: chất lượng cao, giá thành rẻ và đủ sức cạnh tranh trên thị trường hàng hóa nội địa, khu vực và thế giới.

Đảng ta, ngay từ Đại hội lần thứ 3 trong năm 1960 đã xác định ngành cơ khí là then chốt trong sự nghiệp công nghiệp hóa. Bắt đầu sự nghiệp đổi mới với mốc lịch sử là Đại hội lần thứ 6 của Đảng trong năm 1986, Khoa học và Công nghệ đã được coi là động lực quan trọng để phát triển đất nước theo mục tiêu công nghiệp hóa và hiện đại hóa.

Để phát triển và hoà nhập với nền kinh tế thế giới, *chuyển giao công nghệ (technology transfer)* là một giải pháp đang được coi trọng; với nghĩa *chuyển giao (transfer)* để làm chủ về công nghệ, nghĩa là biết cách làm như thế nào và làm được (KNOW HOW); ví dụ như muốn câu được cá thì phải có công cụ là cần câu, mỗi câu và phải biết câu cá, như vậy phải quan tâm đến công nghệ làm cần câu và công nghệ câu cá... *Hình thức liên doanh liên kết sản xuất với các công ty nước ngoài (joint venture)* đang được triển khai ở nhiều lĩnh vực sản xuất và dịch vụ là một cách đi cụ thể để tiếp cận và nắm bắt công nghệ hiện đại trong sản xuất và dịch vụ.

Sản phẩm cơ khí được coi là *hàng hóa*, được hình thành như sau: trước hết phải *thiết kế kết cấu sản phẩm*, rồi *chế tạo sản phẩm theo quy mô và điều kiện sản xuất nhất định*, sau đó là *bảo quản sản phẩm* và cuối cùng là *tiêu dùng sản phẩm*.

Để có thể chế tạo được sản phẩm đã thiết kế theo quy mô và điều kiện sản xuất nhất định đạt hiệu quả tốt trước hết phải tiến hành *chuẩn bị sản xuất* và *chế thử (bán sản xuất)*. Vai trò, chức năng của khâu *chuẩn bị công nghệ* trong phạm vi *chuẩn bị sản xuất* sản phẩm cơ khí được thể hiện như sơ đồ hình 1 dưới đây.



Hình 1. Bài toán công nghệ.

Biện pháp chủ yếu để tăng năng suất lao động, giảm chi phí sản xuất là giảm thời gian chế tạo sản phẩm thông qua việc áp dụng phương án tối ưu về kỹ thuật sản xuất và tổ chức sản xuất đảm bảo cho dây chuyền công nghệ chế tạo sản phẩm có tính đồng bộ phù hợp về các mặt kỹ thuật, thời gian và không gian.

Như vậy, trước khi triển khai sản xuất một sản phẩm công nghiệp nào đó để đưa ra thị trường tiêu dùng nhất thiết phải thực hiện công việc *chuẩn bị sản xuất về các mặt kỹ thuật và tổ chức* để tạo lập các qui trình công nghệ và dây chuyền sản xuất chế tạo sản phẩm có hiệu quả kinh tế kỹ thuật phù hợp với quy mô và điều kiện sản xuất nhất định, nhằm góp phần quyết định đến khả năng cạnh tranh của sản phẩm trên thị trường, đảm bảo thu hồi vốn đầu tư và tăng lợi nhuận để tích lũy nhằm phát triển sản xuất sau này.

Xuất phát từ những nhận thức trên, môn học *Công nghệ chế tạo máy* cung cấp những kiến thức cơ bản và hiện đại về công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí, công nghệ lắp ráp sản phẩm cơ khí, tạo khả năng vận dụng thực tế nhằm góp phần thiết thực nhất vào sự nghiệp đào tạo kịp thời và có chất lượng lực lượng nhân lực kỹ thuật đáp ứng nhu cầu của công cuộc công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước.

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT VÀ QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

1.1.1. Quá trình sản xuất

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

Theo nghĩa rộng, ví dụ, để có một sản phẩm cơ khí thì con người phải thực hiện các quá trình như khai thác quặng, luyện kim, gia công cơ, gia công nhiệt, hóa, lắp ráp, kiểm tra, v.v...

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

1.1.2. Quá trình công nghệ

Quá trình công nghệ là một phần của quá trình sản xuất trực tiếp làm thay đổi trạng thái và tính chất của đối tượng sản xuất. Thay đổi trạng thái và tính chất bao hàm: thay đổi hình dạng, thay đổi kích thước, thay đổi tính chất cơ lý hóa của vật liệu và thay đổi vị trí tương quan giữa các bộ phận của chi tiết.

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

Quá trình công nghệ nhiệt luyện là quá trình làm thay đổi tính chất vật lý và hóa học 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.

Ngoài ra còn có các quá trình công nghệ chế tạo phôi như quá trình đúc (công nghệ đúc), quá trình gia công áp lực, v.v...

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

Quá trình công nghệ hợp lý là quá trình công nghệ thoả mãn được các yêu cầu của chi tiết như độ chính xác gia công, độ nhám bề mặt, vị trí tương quan giữa các bề mặt, độ chính xác hình dáng học, v.v...

Quá trình công nghệ được thực hiện tại các chỗ làm việc.

1.1.3. Chỗ làm việc

Chỗ làm việc là một phần của xưởng sản xuất được dùng để thực hiện công việc bằng một hoặc một nhóm công nhân. Tại đây được bố trí các loại dụng cụ, đồ gá, máy cắt gọt, thiết bị nâng hạ, giá đỡ phôi, chi tiết hoặc đơn vị lắp ráp.

1.2. THÀNH PHẦN SẢN XUẤT CỦA NHÀ MÁY CHẾ TẠO MÁY

Các nhà máy chế tạo máy bao gồm các đơn vị sản xuất riêng biệt được gọi là các phân xưởng và các cơ cấu khác.

Thành phần của các phân xưởng và các cơ cấu được xác định bằng sản lượng của sản phẩm, đặc tính của qui trình công nghệ, yêu cầu đối với chất lượng sản phẩm và các yếu tố sản xuất khác, đồng thời bằng mức độ chuyên môn hóa sản xuất và sự hợp tác của nhà máy với các xí nghiệp khác trong ngành cũng như ngoài ngành.

Chuyên môn hóa đòi hỏi phải tập trung sản xuất một khối lượng lớn hàng hóa (của một số dạng sản phẩm nhất định) trong từng nhà máy.

Sự hợp tác đòi hỏi cung cấp phôi (phôi đúc, phôi rèn, phôi dập) và các thiết bị (hoặc cơ cấu) khác từ các nhà máy chuyên môn hóa.

Nếu một nhà máy được thiết kế sẽ nhận phối đúc từ nhà máy khác thì trong thành phần của nhà máy này không có phân xưởng đúc. Ví dụ, một số nhà máy chế tạo máy công cụ nhận phối đúc từ một nhà máy đúc phối chuyên môn hóa, nhà máy này có khả năng cung cấp các loại phối đúc cho tất cả các khách hàng theo một trình tự tập trung hóa cao độ.

Thành phần của thiết bị cung cấp năng lượng của nhà máy cũng rất đa dạng, tùy thuộc vào khả năng hợp tác với các xí nghiệp công nghiệp khác đối với việc cung cấp năng lượng điện, ga, hơi, nước, v.v...

Trong sản xuất lớn có rất nhiều nhà máy đã biết hợp tác với các nhà máy chuyên môn hóa để được cung cấp các bộ phận sản phẩm dùng cho sản phẩm được chế tạo tại nhà máy, ví dụ, các nhà máy chế tạo ô tô và chế tạo máy kéo đã đặt hàng các động cơ từ các nhà máy khác.

Nhìn chung thành phần của một nhà máy chế tạo máy có thể được chia ra các nhóm sau đây:

- 1) Các phân xưởng chuẩn bị phối (phân xưởng đúc thép, phân xưởng đúc gang, phân xưởng đúc hợp kim màu, phân xưởng rèn dập, v.v...)
- 2) Các phân xưởng gia công (phân xưởng gia công cơ, phân xưởng nhiệt luyện, phân xưởng dập nguội, phân xưởng gia công gỗ, phân xưởng mạ, phân xưởng lắp ráp, phân xưởng sơn, v.v...).
- 3) Các phân xưởng phụ (phân xưởng dụng cụ, phân xưởng sửa chữa cơ khí, phân xưởng sửa chữa điện, phân xưởng chế tạo khuôn mẫu, phân xưởng thí nghiệm, phân xưởng chế thử, v.v...)
- 4) Các kho chứa (kho chứa vật liệu, kho chứa dụng cụ, kho chứa khuôn mẫu, kho chứa nhiên liệu, kho chứa sản phẩm, v.v...).
- 5) Các trạm cung cấp năng lượng (trạm cung cấp điện, trạm cung cấp nhiệt, các trạm cung cấp hơi ẹp và khí nén, trạm cung cấp nước).
- 6) Các cơ cấu vận chuyển.
- 7) Các thiết bị vệ sinh - kỹ thuật (thiết bị sưởi ấm, thiết bị thông gió, đường ống cấp nước, hệ thống cống rãnh).
- 8) Các bộ phận chung của nhà máy (phòng thí nghiệm trung tâm, phòng thí nghiệm công nghệ, phòng thí nghiệm đo lường trung tâm, các văn phòng, trạm xá, nhà ăn, hệ thống liên lạc, v.v...)

1.3. CÁC THÀNH PHẦN CỦA QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

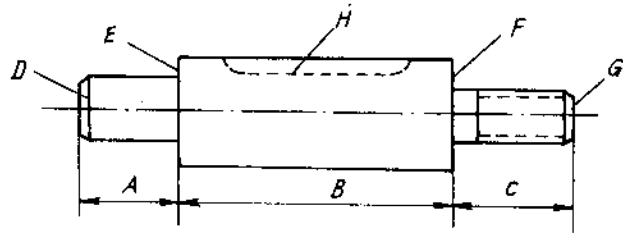
Quy trình công nghệ gia công cơ được chia ra các thành phần: nguyên công, gá, vị trí, bước, đường chuyển dao, động tác.

1) Nguyên công.

Nguyên công là một phần của quy trình công nghệ được hoàn thành liên tục tại một chỗ làm việc do một hay nhiều nhóm công nhân thực hiện để gia công một hoặc một số chi tiết cùng lúc (khi không có công nhân nào phục vụ thì đó là nguyên công được tự động hóa hoàn toàn).

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

Ta xét trường hợp gia công trục bậc trên hình 1.1.



Hình 1.1 . Gia công trục bậc

Nếu ta tiện một đầu rồi trở đầu ngay để tiện đầu kia thì vẫn thuộc một nguyên công. Nhưng nếu tiện một đầu cho cả loạt chi tiết rồi mới tiện đầu kia cho cả loạt chi tiết thì ta có hai nguyên công. Hoặc là trên một máy chỉ tiện một đầu, còn đầu kia được tiện trên máy khác thì ta cũng có hai nguyên công.

Sau khi tiện xong ở một (hoặc hai máy tiện) tiến hành phay rãnh then H trên máy phay thì sẽ có nguyên công khác (nguyên công phay).

Nguyên công là đơn vị cơ bản của quy trình công nghệ. Phân chia quy trình công nghệ ra thành các nguyên công có ý nghĩa kỹ thuật và ý nghĩa kinh tế.

Ý nghĩa kỹ thuật là ở chỗ tùy theo yêu cầu kỹ thuật của chi tiết mà phải gia công bề mặt nào đó bằng phương pháp bào, phay hay mài.

Ý nghĩa kinh tế (ví dụ, trường hợp gia công trục bậc trên hình 1.1) là ở chỗ tùy theo sản lượng và điều kiện sản xuất cụ thể mà chia quy trình công nghệ ra làm nhiều nguyên công (phân tán nguyên công) hoặc tập trung ở một vài nguyên công (tập trung nguyên công) nhằm đảm bảo sự cân bằng

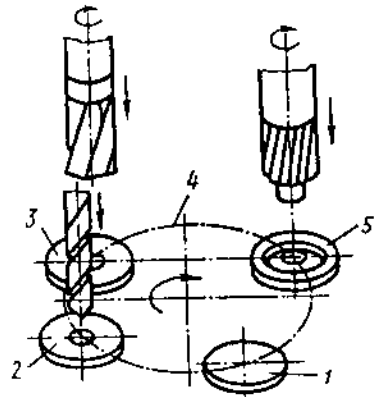
của nhíp sản xuất. Hoặc trên một máy chính xác không nên làm cả việc thô và việc tinh mà phải chia thành hai nguyên công: thô và tinh cho hai máy (máy thô và máy chính xác).

2) Gá.

Gá là một phần của nguyên công được hoàn thành trong một lần gá đặt một hoặc nhiều chi tiết cùng lúc. Ví dụ, trên một đầu của chi tiết (hình 1.1) rồi gá lại chi tiết ở đầu kia là hai lần gá đặt. Một nguyên công có thể có một hoặc nhiều lần gá.

3) Vị trí.

Vị trí là một phần của nguyên công được xác định bởi một vị trí tương quan giữa chi tiết gia công và máy hoặc giữa chi tiết gia công và đồ gá hay dụng cụ cắt. Ví dụ, mỗi lần phay một cạnh hoặc khoan một lỗ trên chi tiết có nhiều lỗ được gọi là một vị trí. Trường hợp gia công một lỗ nhưng qua nhiều bước khác nhau như khoan, khoét, doa (hình 1.2) cũng được xem là chi tiết có nhiều vị trí.



Hình 1.2. Gia công chi tiết có 4 vị trí trên máy khoan ba trục chính

1-vị trí gá và tháo chi tiết; 2-khoan; 3- khoét; 4-bàn máy; 5-đoa

Khi thiết kế quy trình công nghệ cần lưu ý là giảm số lần gá đặt (trong khi vẫn giữ được số vị trí cần thiết) bởi vì mỗi một lần gá đặt sẽ gây ra sai số gia công.

Khi lắp ráp, đối tượng lắp cùng với đồ gá (ví dụ, đồ gá vệ tinh) trên băng tải xích có thể dịch chuyển tới vị trí mới để thực hiện nguyên công lắp ráp.

4) Bước.

Bước là một phần của nguyên công để tiến hành gia công một bề mặt (hoặc nhiều bề mặt) bằng một dao hoặc nhiều dao với chế độ cắt không thay đổi. Nếu thay đổi một trong các điều kiện như: bề mặt gia công hoặc chế độ cắt (tốc độ, lượng chạy dao hoặc chiều sâu cắt) thì ta đã chuyển sang bước khác. Ví dụ, tiện ba đoạn A, B, C (hình 1.1) là ba bước khác nhau, tiện bốn mặt đầu D, E, F, G (hình 1.1) là bốn bước độc lập với nhau. Sau khi tiện ngoài ta thay dao, thay đổi tốc độ và bước tiến dao (lượng chạy dao) để tiện

ren là hai bước khác nhau. Hoặc khi gia công lỗ chính xác lần lượt bằng các phương pháp khoan, khoét, doa thì có ba bước khác nhau.

Bước có thể là bước đơn giản và bước phức tạp. Ví dụ, khi tiện một trục bậc gồm ba đoạn với đường kính khác nhau (bằng một dao) thì ta phải thực hiện ba bước đơn giản. Còn khi tiện trục bậc đó đồng thời bằng nhiều dao thì ta có một bước phức tạp.

Khi lắp ráp bước được xem là một quá trình nối ghép các chi tiết lại với nhau để đạt độ chính xác cần thiết hoặc các quá trình khác như cạo sửa then để lắp nó vào vị trí, lắp một vòng bi trên trục, v.v...

Một nguyên công có thể có một hoặc nhiều bước.

5) Đường chuyển dao.

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

Ví dụ, để tiện mặt trụ ngoài ta có thể dùng một dao với cùng một chế độ cắt để hớt làm nhiều lần, mỗi lần là một đường chuyển dao, hoặc khi mài một bề mặt nào đó ta phải thực hiện nhiều đường chuyển dao. Như vậy, mỗi bước có thể có một hoặc nhiều đường chuyển dao.

6) Động tác.

Động tác là một hành động của người công nhân để điều khiển máy khi gia công hoặc lắp ráp. Ví dụ: bấm nút, quay ụ dao, đẩy ụ động, thay đổi chế độ cắt, v.v... Còn đối với lắp ráp thì động tác là lấy chi tiết, lau sạch chi tiết, bôi mỡ trên chi tiết, cắm clê, siết đai ốc, v.v...

Việc phân chia thành động tác rất cần thiết để định mức thời gian khi gia công và lắp ráp, đồng thời để nghiên cứu nâng suất lao động và tự động hóa nguyên công.

1.4. SẢN LƯỢNG VÀ SẢN LƯỢNG HÀNG NĂM

Sản lượng là số lượng máy, chi tiết hoặc phối được chế tạo ra trong một đơn vị thời gian (năm, quý, tháng).

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

$$N = N_1 \cdot m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right) \quad (1.1)$$

ở đây: N - số chi tiết được sản xuất trong một năm;

N_1 - số sản phẩm (số máy) được sản xuất trong một năm;

m - số chi tiết trong một sản phẩm (một máy);

β - số chi tiết được chế tạo thêm để dự phòng ($\beta = 5+7\%$)

Nếu tính đến số $\alpha\%$ chi tiết phế phẩm (chủ yếu trong các phân xưởng đúc và rèn) thì ta có công thức xác định N như sau:

$$N = N_1 \cdot m \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100} \right) \quad (1.2)$$

Trong đó: $\alpha = 3+6\%$.

Số lượng máy, chi tiết hoặc phôi được chế tạo theo một bản vẽ nhất định được gọi là xeri (loạt). Mỗi một loại máy mới ra đời đều được đánh số xeri (số loạt).

1.5. CÁC DẠNG SẢN XUẤT

Qui trình công nghệ mà ta thiết kế phải đảm bảo được độ chính xác và chất lượng gia công, đồng thời phải đảm bảo tăng năng suất lao động và giảm giá thành. Qui trình công nghệ này phải đảm bảo được sản lượng đạt ra. Để đạt được các chỉ tiêu trên đây thì qui trình công nghệ phải được thiết kế thích hợp với dạng sản xuất.

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

1.5.1. Sản xuất đơn chiếc

Sản xuất đơn chiếc là sản xuất có số lượng sản phẩm hàng năm rất ít (thường từ một đến vài chục chiếc), sản phẩm không ổn định do chủng loại nhiều, chu kỳ chế tạo lại không được xác định.

Sản xuất đơn chiếc có những đặc điểm sau:

- Tại mỗi chỗ làm việc được gia công nhiều loại chi tiết khác nhau (tuy nhiên các chi tiết này có hình dáng hình học và đặc tính công nghệ tương tự).
- Gia công chi tiết và lắp ráp sản phẩm được thực hiện theo tiến trình công nghệ (qui trình công nghệ sơ lược).

- Sử dụng các thiết bị và dụng cụ vạn năng. Thiết bị (máy) được bố trí theo từng loại và theo từng bộ phận sản xuất khác nhau.

- Sử dụng các đồ gá vạn năng. Đồ gá chuyên dùng chỉ được sử dụng để gia công những chi tiết thường xuyên được lặp lại.

- Không thực hiện được việc lắp lẩn hoàn toàn, có nghĩa là phần lớn công việc lắp ráp đều được thực hiện bằng phương pháp cạo sửa. Ở đây việc lắp lẩn hoàn toàn chỉ được đảm bảo đối với một số mối ghép như ren, mối ghép then hoa, các bộ phận truyền bánh răng và các bộ phận truyền xích.

- Công nhân phải có trình độ tay nghề cao.

- Năng suất lao động thấp, giá thành sản phẩm cao. Ví dụ, dạng sản xuất đơn chiếc là chế tạo các máy hạng nặng hoặc các sản phẩm chế thử, các sản phẩm được chế tạo theo đơn đặt hàng.

1.5.2. Sản xuất hàng loạt

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

- Sản xuất hàng loạt là dạng sản xuất phổ biến nhất trong ngành chế tạo máy (70÷80% sản phẩm của ngành chế tạo máy được chế tạo theo từng loạt).

Sản xuất hàng loạt có những đặc điểm sau đây:

- Tại các chỗ làm việc được thực hiện một số nguyên công có chu kỳ lặp lại ổn định.

- Gia công cơ và lắp ráp được thực hiện theo qui trình công nghệ (qui trình công nghệ được chia ra các nguyên công khác nhau).

- Sử dụng các máy vạn năng và chuyên dùng.

- Các máy được bố trí theo qui trình công nghệ.

- Sử dụng nhiều dụng cụ và đồ gá chuyên dùng.

- Đảm bảo nguyên tắc lắp lẩn hoàn toàn.

- Công nhân có trình độ tay nghề trung bình.

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

Sản xuất hàng loạt nhỏ rất gần với sản xuất đơn chiếc, còn sản xuất hàng loạt lớn rất gần với sản xuất hàng khối.

Ví dụ, dạng sản xuất hàng loạt có thể là chế tạo máy công cụ, chế tạo máy nông nghiệp, v.v...

Trong dạng sản xuất hàng loạt vừa có thể tổ chức các dây chuyền sản xuất linh hoạt (dây chuyền sản xuất thay đổi). Điều này có nghĩa là sau một khoảng thời gian nhất định (2-3 ngày) có thể tiến hành gia công loạt chi tiết khác có kết cấu và quy trình công nghệ tương tự.

1.5.3. Sản xuất hàng khối

Sản xuất hàng khối là dạng sản xuất có sản lượng rất lớn, sản phẩm ổn định trong thời gian dài (có thể từ 1 đến 5 năm).

Sản xuất hàng khối có những đặc điểm sau đây:

- Tại mỗi vị trí làm việc (chỗ làm việc) được thực hiện cố định một nguyên công nào đó.
- Các máy được bố trí theo quy trình công nghệ rất chặt chẽ.
- Sử dụng nhiều máy tổ hợp, máy tự động, máy chuyên dùng và đường dây tự động.
- Gia công chi tiết và lắp ráp sản phẩm được thực hiện theo phương pháp dây chuyền liên tục.
- Sử dụng đồ gá chuyên dùng, dụng cụ chuyên dùng và các thiết bị đo tự động hóa.
- Đảm bảo nguyên tắc lắp lẫn hoàn toàn.
- Năng suất lao động cao, giá thành sản phẩm hạ.
- Công nhân đứng máy có trình độ tay nghề không cao nhưng thợ điều chỉnh máy lại có trình độ tay nghề cao.

Ví dụ, dạng sản xuất hàng khối có thể là chế tạo ô tô, chế tạo máy kéo, chế tạo vòng bi, chế tạo các thiết bị đo lường, v.v... Sản xuất hàng khối chỉ có thể mang lại hiệu quả kinh tế đối với sản lượng của chi tiết (hoặc của sản phẩm) đủ lớn, khi mà tất cả mọi chi phí cho việc tổ chức sản xuất hàng khối được hoàn lại và giá thành một đơn vị sản phẩm nhỏ hơn so với sản xuất hàng loạt.

Hiệu quả kinh tế khi chế tạo số lượng lớn sản phẩm được tính theo công thức:

$$n \geq \frac{c}{S_L - S_K} \quad (1.3)$$

ở đây: n - số đơn vị sản phẩm;

c - chi phí cho việc thay đổi từ dạng sản xuất hàng loạt sang dạng sản xuất hàng khối;

S_L - giá thành của một đơn vị sản phẩm trong sản xuất hàng loạt;

S_K - giá thành của một đơn vị sản phẩm trong sản xuất hàng khối.

Điều kiện xác định hiệu quả của sản xuất hàng khối trước hết là sản lượng và mức độ chuyên môn hóa của nhà máy đối với từng loại sản phẩm cụ thể. Nhưng điều kiện thích hợp nhất của sản xuất hàng khối là chỉ chế tạo một loại sản phẩm với một kết cấu duy nhất.

Tuy nhiên, với sự phát triển của khoa học và kỹ thuật thì kết cấu của sản phẩm cũng cần được thay đổi để có chất lượng hoàn thiện hơn. Trong những trường hợp như vậy quy trình công nghệ cũng cần được hiệu chỉnh lại.

1.6. NHỊP SẢN XUẤT

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối thường sử dụng phương pháp sản xuất dây chuyền (cả gia công cơ và lắp ráp). Theo phương pháp này thì các máy được bố trí theo thứ tự các nguyên công. Số vị trí (chỗ làm việc) và năng suất phải được tính toán sao cho đồng bộ (không bị đình đốn giữa các nguyên công). Muốn cho dây chuyền sản xuất đồng bộ phải tuân theo nhịp sản xuất nhất định.

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

$$t = \frac{F}{q} \quad (1.4)$$

ở đây: t - nhịp sản xuất (phút);

F - thời gian làm việc tính theo ca, tháng, năm (phút);

q - số lượng sản phẩm (hoặc chi tiết) được chế tạo ra trong thời gian F .

Ví dụ, trong một ngày làm việc 8 giờ, ta có: $F = 8 \times 60 \text{ phút} = 480 \text{ phút}$.

Gia công được $q = 160$ chi tiết. Như vậy nhịp sản xuất $t = \frac{480}{160} = 3 \text{ phút}$. Có

nghĩa là thời gian của mỗi nguyên công là 3 phút (kể cả vận chuyển) hoặc là bội số của 3 (ví dụ, ở nguyên công cắt răng cần có 4 máy làm việc mới kịp cho nguyên công trước đó bởi vì mỗi máy cắt răng phải cắt một chi tiết mất 12 phút tức là bội số của 3).

1.7. XÁC ĐỊNH DẠNG SẢN XUẤT

Sau khi xác định được sản lượng hàng năm N của chi tiết theo công thức (1.2) ta phải xác định khối lượng của chi tiết. Khối lượng Q của chi tiết được xác định theo công thức:

$$Q = V \cdot \gamma \quad (1.5)$$

ở đây: V - thể tích của chi tiết (dm^3);

γ - khối lượng riêng của vật liệu (γ của thép là $7,852 \text{ kg/ dm}^3$; γ của gang dẻo là $7,2 \text{ kg/ dm}^3$; γ của gang xám là 7 kg/ dm^3 ; γ của nhôm là $2,7 \text{ kg/ dm}^3$ và γ của đồng là $8,72 \text{ kg/ dm}^3$).

Khi có N và Q dựa vào bảng 1.1 để chọn dạng sản xuất phù hợp.

Khi thiết kế đồ án môn học và đồ án tốt nghiệp công nghệ chế tạo máy sinh viên thường gặp các dạng sản xuất hàng loạt vừa, hàng loạt lớn và hàng khối để thiết kế qui trình công nghệ với các đồ gá chuyên dùng, máy chuyên dùng, máy bán tự động, dao đặc chủng, v.v...

Bảng 1.1. Xác định dạng sản xuất

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

1.8. TẬP TRUNG VÀ PHÂN TÁN NGUYÊN CÔNG

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối gia công chi tiết có thể được thực hiện theo phương pháp tập trung nguyên công hoặc theo phương pháp phân tán nguyên công.

1.8.1. Phương pháp tập trung nguyên công

Tập trung nguyên công có nghĩa là bố trí nhiều bước công nghệ vào một nguyên công và được thực hiện trên một máy. Thông thường tập trung nguyên công được thực hiện đối với các bước công nghệ gần giống nhau như: khoan, khoét, doa, cắt ren hoặc tiện ngoài, tiện trong, v.v...

Phương pháp tập trung nguyên công được ứng dụng cho những chi tiết phức tạp có nhiều bề mặt cân gia công. Để gia công các loại chi tiết này người ta phải dùng máy có năng suất cao. Đó là các máy tổ hợp, máy nhiều trục chính (gia công được tiến hành tuần tự trên từng trục chính và đồng thời trên nhiều vị trí khác nhau). Trong trường hợp này thời gian gia công một chi tiết bằng thời gian gia công trên một trục chính. Năng suất gia công tăng nhờ gia công song song và sự trùng hợp của thời gian máy. Thời gian phụ bằng thời gian quay của bàn máy đi một vị trí. Ngoài các máy tổ hợp và máy nhiều trục chính ra người ta còn dùng các máy nhiều dao để thực hiện gia công theo phương pháp tập trung nguyên công.

Ngoài năng suất cao ra, phương pháp tập trung nguyên công còn cho phép nâng cao hệ số sử dụng mặt bằng sản xuất. Tuy nhiên phương pháp này có nhược điểm là dùng máy có độ phức tạp cao và điều chỉnh máy cũng rất khó khăn.

1.8.2. Phương pháp phân tán nguyên công

Phương pháp phân tán nguyên công có nghĩa là chia quy trình công nghệ ra nhiều nguyên công nhỏ, mỗi nguyên công được thực hiện trên một máy. Trong trường hợp này người ta sử dụng các máy thông dụng, các dụng cụ tiêu chuẩn và các trang bị công nghệ đơn giản. Nhờ những nét đặc trưng đó mà phương pháp phân tán nguyên công có tính linh hoạt cao, cụ thể là quá trình chuyển đổi đối tượng gia công được thực hiện rất nhanh chóng và chi phí không đáng kể.

Hiện nay trong lĩnh vực chế tạo máy, nhìn chung người ta có xu hướng áp dụng phương pháp tập trung nguyên công trên cơ sở tự động hóa sản xuất nhằm tăng năng suất lao động, rút ngắn chu kỳ sản xuất, giảm chi phí điều hành và lập kế hoạch sản xuất. Còn phương pháp phân tán nguyên công chỉ áp dụng ở quy mô sản xuất lớn nếu: trình độ sản xuất kém nhìn từ góc độ kỹ thuật sản xuất.

Chương 2

CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG

2.1. KHÁI NIỆM VỀ CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG

Chất lượng bề mặt gia công được đánh giá bằng hai yếu tố đặc trưng:

- Tính chất cơ lý của lớp kim loại bề mặt.
- Độ nhám bề mặt.

Chất lượng của lớp kim loại bề mặt được tạo thành bởi tính chất của kim loại và phương pháp gia công cơ. Trong quá trình gia công cơ dưới tác dụng của lưỡi cắt dụng cụ, trên bề mặt kim loại tạo thành những vết lồi, lõm và cấu trúc của lớp bề mặt cũng thay đổi (lớp bề mặt bị biến dạng dẻo và tạo thành biến cứng, đồng thời xuất hiện ứng suất dư).

Mức độ biến cứng và chiều sâu biến cứng phụ thuộc vào phương pháp gia công và chế độ cắt (lượng chạy dao, chiều sâu cắt và tốc độ cắt). Khi tăng lượng chạy dao và chiều sâu cắt, chiều sâu biến cứng tăng lên, ngược lại khi tăng tốc độ cắt thì chiều sâu biến cứng giảm xuống.

Các sai số của bề mặt gia công được phân biệt theo dấu hiệu hình học như sau:

- Sai số hình dáng (độ ô van, độ côn, độ tang trống, độ đa cạnh, v.v...)
- Độ sóng bề mặt.
- Độ nhám bề mặt (được tạo thành bằng những vết lồi, lõm dưới tác dụng của lưỡi cắt).

Bề mặt có thể có độ sóng và độ nhám cao (bề mặt 1 trên hình 2.1), độ sóng và độ nhám vừa phải (bề mặt 2 trên hình 2.1), bề mặt tương đối bằng phẳng nhưng có độ nhám cao (bề mặt 3 trên hình 2.1) hoặc bề mặt phẳng với độ nhám thấp (bề mặt 4 trên hình 2.1).

Sai số hình dáng hình học là một trong những yếu tố của độ chính xác gia công, vì vậy các sai số này sẽ được nghiên cứu sâu ở chương 3 (độ chính xác gia công).

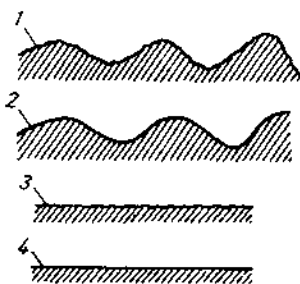
Độ sóng bề mặt xuất hiện khi gia công có rung động của hệ thống công nghệ (Máy - Dao - Đồ gá - Chi tiết gia công), quá trình cắt không liên tục, độ đảo của dụng cụ cắt, v.v... Thông thường độ sóng bề mặt xuất hiện khi gia công các chi tiết có kích thước vừa và lớn bằng các phương pháp tiện, phay và mài.

Bề mặt chi tiết được gia công bằng các dụng cụ có lưỡi cắt (dao tiện, dao phay, dao bào, v.v...) có độ nhám với các đặc tính khác nhau:

- Độ nhám dọc (trùng với phương của vector tốc độ cắt - hình 2.2a).
- Độ nhám ngang (vuông góc với phương của vector tốc độ cắt - hình 2.2b).

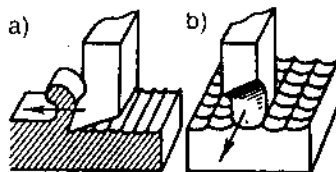
Độ nhám dọc xuất hiện khi lực cắt có biến đổi gây ra rung động. Ngoài ra, độ nhám dọc còn xuất hiện do nguyên nhân lợ dao (hiện tượng lớp kim loại bị dính chặt trên mũi dao).

Độ nhám ngang thông thường lớn hơn độ nhám dọc. Khi gia công tinh bề mặt bằng dụng cụ hạt mài, độ nhám bề mặt theo các phương ngang và dọc gần như nhau.



Hình 2.1. Các dạng bề mặt gia công

1 - độ sóng và độ nhám cao; 2 - độ sóng và độ nhám vừa phải; 3 - bề mặt phẳng và độ nhám cao; 4 - bề mặt phẳng và độ nhám thấp.



Hình 2.2. Độ nhám dọc (a) và độ nhám ngang (b)

Chất lượng, bề mặt gia công phụ thuộc vào những yếu tố sau đây:

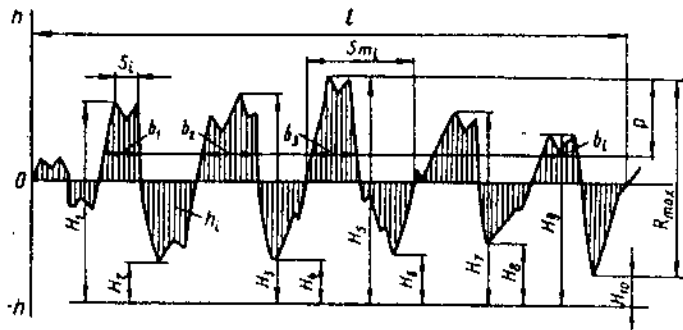
- Tính chất của vật liệu gia công.
- Phương pháp gia công (tiện, bào, phay, mài, v.v...).
- Chế độ cắt (tốc độ cắt, lượng chạy dao, chiều sâu cắt).
- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ (Máy - Dao - Đồ gá - Chi tiết gia công).
- Thông số hình học của dao.
- Dung dịch trơn nguội.

2.2. ĐỘ NHÁM BỀ MẶT

Độ nhám bề mặt (độ nhấp nhô tế vi) là tập hợp tất cả những bề lồi, lõm với bước cực nhỏ và được quan sát trên một khoảng ngắn tiêu chuẩn.

Hình 2.3 là độ nhám bề mặt gia công được phóng đại lên nhiều lần.

Để đánh giá độ nhám, trước hết ta phải vẽ được đường thẳng chuẩn. Đường thẳng chuẩn là đường trung bình được vẽ sao cho trong phạm vi chiều dài chuẩn l tổng diện tích (phần gạch đứng) từ hai phía (của đường chuẩn) bằng nhau.



Hình 2.3. Độ nhám bề mặt

Chiều dài chuẩn l là chiều dài dùng để đánh giá các thông số của độ nhám ($l = 0,01$ đến 25 mm).

R_a - sai lệch profin trung bình cộng bằng giá trị trung bình cộng của các giá trị chiều cao h tính từ đường trung bình trong phạm vi chiều dài chuẩn l .

R_a được xác định theo công thức sau:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |h| dl \approx \frac{\sum_{i=1}^n |h_i|}{n} \quad (2.1)$$

ở đây: l - chiều dài chuẩn;

h - tung độ của profin được đo từ đường thẳng chuẩn;

n - số lượng tung độ của profin được đo.

R_z - chiều cao nhấp nhô bằng giá trị trung bình giữa năm đỉnh cao nhất và năm đỉnh thấp nhất của profin được đo trong phạm vi chiều dài chuẩn l :

$$R_z = \frac{(H_1 + H_3 + H_5 + H_7 + H_9) - (H_2 + H_4 + H_6 + H_8 + H_{10})}{5} \quad (2.2)$$

S_m - bước nhấp nhô theo đường trung bình bằng giá trị trung bình của các bước nhấp nhô (theo đường trung bình) trong phạm vi chiều dài chuẩn l :

$$S_m = \frac{\sum_{i=1}^n S_{m_i}}{n} \quad (2.3)$$

ở đây: n - bước nhấp nhô (theo đường trung bình) trong phạm vi chiều dài chuẩn;

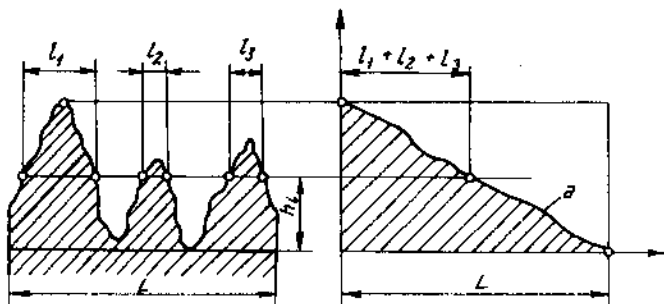
S - bước nhấp nhô theo đỉnh bằng giá trị trung bình của các bước nhấp nhô (theo đỉnh) trong phạm vi chiều dài chuẩn l :

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \quad (2.4)$$

ở đây: n - bước nhấp nhô (theo đỉnh) trong phạm vi chiều dài chuẩn l ;

Đường thẳng cách đều đường trung bình được vẽ cách đỉnh cao nhất của độ nhám một lượng là P . Đại lượng P được chọn trong khoảng $5 + 90\% R_{max}$ (chiều cao nhấp nhô cực đại).

Hình dáng của độ nhám ảnh hưởng đến phần vật liệu. Chiều dài của phần vật liệu ở vị trí nào đó là tổng chiều dài của phần kim loại đi qua các điểm của độ nhám (hình 2.4)



Hình 2.4. Đường cong của phần vật liệu.

Đôi khi phần vật liệu F được đánh giá theo phần trăm (%) của bề mặt gia công:

$$F = \frac{l_1}{L} 100\% \quad (2.5)$$

ở đây: l_1 - chiều dài của độ nhám ở một vị trí nào đó;

L - chiều dài của phần bề mặt được quan sát.

Đường cong a (xem hình 2.4) cho phép xác định giá trị của phần vật liệu ở các độ cao khác nhau của profin bề mặt. Đường cong này cho biết phần không gian giữa các bề mặt song song đi qua các đỉnh cao nhất và thấp nhất của độ nhám được điền đầy bằng lớp kim loại.

Đường cong a của phần vật liệu đặc trưng cho khả năng chịu tải của bề mặt.

Mỗi một điểm của đường cong này được dựng bằng cách cộng tất cả các khoảng cách bề rộng của độ nhám ($l_1 + l_2 + l_3$) nằm trên cùng một độ cao h (h là tung độ đường cong).

Mức độ diễn dầy bề mặt bằng kim loại càng cao thì độ chống mòn và độ kín khít của các bề mặt lắp ghép càng cao. Như vậy, cùng một chiều cao của độ nhám, phần vật liệu sẽ khác nhau hay nói cách khác thì hình dáng của độ nhám khác nhau thì phần vật liệu sẽ khác nhau.

Ngoài các thông số trên đây người ta còn đánh giá độ nhám theo chiều

cao nhất nhỏ nhất R_{\max} . Chiều cao nhấp nhô R_{\max} là khoảng cách giữa hai đỉnh cao nhất và thấp nhất của độ nhám (xem hình 2.3).

Theo tiêu chuẩn nhà nước thì độ nhám bề mặt được chia làm 14 cấp ứng với các giá trị R_a và R_z . Độ nhám bề mặt thấp nhất (hay độ nhẵn bóng bề mặt cao nhất) ứng với cấp 14 ($R_a = 0,01 \mu\text{m}$; $R_z = 0,05 \mu\text{m}$). Trên bản vẽ chi tiết máy, yêu cầu về độ nhám bề mặt được cho theo giá trị của R_a hoặc R_z . Trị số R_a được cho khi yêu cầu độ nhám bề mặt (độ nhẵn bóng bề mặt) cần đạt từ cấp 6 đến cấp 12 ($R_a = 2,5 \div 0,04 \mu\text{m}$). Trị số R_z được ghi trên bản vẽ nếu yêu cầu độ nhám bề mặt cần đạt trong phạm vi từ cấp 1 đến cấp 5 ($R_z = 320 \div 20 \mu\text{m}$) hoặc từ cấp 13 đến 14 ($R_z = 0,08 \div 0,05 \mu\text{m}$). Ký hiệu độ nhám bề mặt theo R_a được thể hiện như sau: $\sqrt[0,63]{}$ (giá trị $R_a \leq 0,63 \mu\text{m}$) còn ký hiệu R_z là $\sqrt[20]{}$ (giá trị $R_z \leq 20 \mu\text{m}$). Trong thực tế sản xuất nhiều khi người ta đánh giá độ nhám bề mặt chi tiết máy theo các mức độ: thô (cấp 1÷4), bán tinh (cấp 5 ÷ 7), tinh (cấp 8 ÷ 11) và siêu tinh (cấp 12 ÷ 14).

Bảng 2.1 là các giá trị R_a , R_z và chiều dài chuẩn l ứng với các cấp độ nhám.

Bảng 2.1. Cấp độ nhám và các giá trị l tương ứng

Cấp độ nhám	R_a (μm)	R_z (μm)	Chiều dài chuẩn l (mm)
	Không lớn hơn		
1	84	320	8
2	40	150	
3	20	80	
4	10	40	2,5
5	5	20	
6	2,5	10	0,8
7	1,25	6,3	
8	0,63	3,2	
9	0,32	1,6	0,25
10	0,16	0,8	
11	0,08	0,4	
12	0,04	0,2	
13	0,02	0,1	
14	0,01	0,05	0,08

2.3. ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ NHÁM BỀ MẶT TỚI TÍNH CHẤT SỬ DỤNG CỦA CHI TIẾT MÁY

Nhiều công trình nghiên cứu đã chứng minh rằng ma sát và độ mòn của chi tiết máy phụ thuộc vào chiều cao và hình dáng của độ nhám bề mặt và phương của vết gia công.

Hình 2.5 là các đường cong chỉ độ nhám tối ưu (các điểm O_1 và O_2) ứng với độ mòn ban đầu nhỏ nhất của các bề mặt tiếp xúc. Ta thấy: đối với điều kiện làm việc nặng đường cong mòn dịch chuyển về phía trên và bên phải (đường cong 2) ứng với độ nhám tối ưu có giá trị lớn hơn.

Thực tế cho thấy độ mòn ban đầu của chi tiết máy có thể san phẳng 65÷75% chiều cao của độ nhám và như vậy trong một số trường hợp điều kiện lắp ghép có thể bị phá hỏng. Do đó độ nhám bề mặt cần được chọn trên cơ sở trường dung sai δ :

Khi đường kính lắp ghép > 50 mm:

$$R_z = (0,1 \div 0,15) \delta \quad (2.6)$$

Khi đường kính lắp ghép trong khoảng 18÷50 mm:

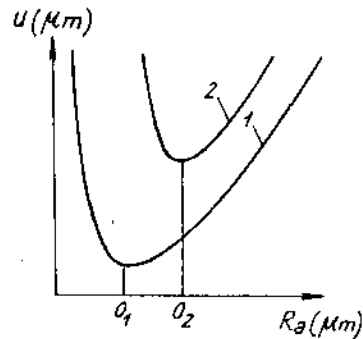
$$R_z = (0,15 \div 0,2) \delta \quad (2.7)$$

Khi đường kính lắp ghép < 18 mm:

$$R_z = (0,2 \div 0,25) \delta \quad (2.8)$$

ở đây: trường dung sai δ và độ nhám R_z có đơn vị đo là μm .

Độ nhám bề mặt tăng có ảnh hưởng xấu đến độ bền của mối ghép căng (lắp chặt) bởi vì khi ép, độ nhám bề mặt bị chèn xuống làm cho độ bền của mối ghép giảm xuống. Chẳng hạn, độ bền của mối ghép giữa trục chính và bánh xe tàu hoả có độ nhám $36,5 \mu\text{m}$ giảm 40% so với độ bền của mối ghép có độ nhám $18 \mu\text{m}$.

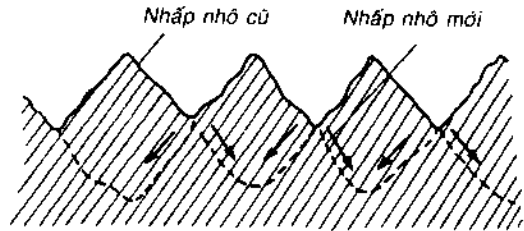


Hình 2.5. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt R_z tới độ mòn U của chi tiết.

- 1 - điều kiện làm việc nhẹ;
- 2 - điều kiện làm việc nặng.

Độ nhám bề mặt giảm (độ nhẵn bóng bề mặt tăng) cho phép nâng cao độ bền mỏi của chi tiết. Ví dụ, bề mặt vật liệu thép được đánh bóng có độ bền mỏi cao hơn 40% so với bề mặt không được đánh bóng.

Độ nhám bề mặt còn ảnh hưởng rất lớn đến tính chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt chi tiết (hình 2.6).



Hình 2.6. Quá trình ăn mòn hóa học trên bề mặt chi tiết máy.

Các chỗ lõm trên bề mặt chi tiết (đáy các nhấp nhô tế vi) là nơi chứa các tạp chất như axit, muối, v.v... Các tạp chất này có tác dụng ăn mòn hóa học đối với kim loại. Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt chi tiết làm các nhấp nhô mới hình thành. Quá trình ăn mòn hóa học này ở lớp bề mặt xảy ra dọc sườn dốc của các nhấp nhô tế vi theo chiều từ đỉnh xuống đáy (theo mũi tên trên hình 2.6) các nhấp nhô, làm cho các nhấp nhô cũ bị biến mất và các nhấp nhô mới hình thành.

Như vậy, bề mặt chi tiết máy có độ nhám càng thấp (độ nhẵn bóng càng cao) thì càng ít bị ăn mòn hóa học. Bán kính đáy các nhấp nhô càng lớn thì khả năng chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt càng cao. Có thể chống ăn mòn hóa học bằng phương pháp mạ (mạ crom, mạ niken) hoặc bằng các phương pháp cơ khí tạo ra lớp cứng nguội bề mặt.

2.4. ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN CỨNG BỀ MẶT TỚI TÍNH CHẤT SỬ DỤNG CỦA CHI TIẾT MÁY

Bề mặt biến cứng có thể tăng độ bền mỏi của chi tiết lên khoảng 20%, tăng độ chống mòn của nó lên 2+3 lần. Chiều sâu và mức độ biến cứng của lớp bề mặt đều có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy, cụ thể là nó hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm phá hỏng chi tiết. Tuy nhiên, bề mặt quá cứng (mức độ biến cứng quá cao) sẽ làm giảm độ bền mỏi của chi tiết máy.

2.5. ẢNH HƯỞNG CỦA ỨNG SUẤT DƯ BỀ MẶT TỚI TÍNH CHẤT SỬ DỤNG CỦA CHI TIẾT MÁY

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

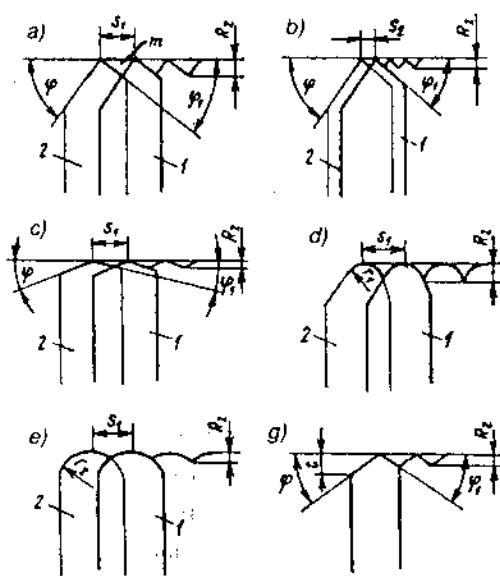
2.6. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ĐỘ NHÁM BỀ MẶT GIA CÔNG

2.6.1. Thông số hình học của dụng cụ cắt

Qua thực nghiệm đối với phương pháp tiện người ta đã xác định được mối quan hệ giữa các thông số độ nhám (chiều cao nhấp nhô tế vi) R_z , lượng tiến dao S , bán kính mũi dao r và chiều dày phoi nhỏ nhất h_{\min} .

Hình 2.7 mô tả sự hình thành độ nhám bề mặt khi gia công bằng các loại dao tiện khác nhau.

Ở đây khi tiện, sau một vòng quay của chi tiết gia công dao thực hiện một lượng ăn dao S_1 (mm/vòng) và dịch chuyển từ vị trí 1 sang vị trí 2 (hình 2.7a). Trong trường hợp này trên bề mặt gia công còn lại phần kim loại chưa được hơn đi (phần m). Phần m này chính là độ nhám bề mặt sau khi gia công. Ta thấy, hình dáng và giá trị của độ nhám bề mặt phụ thuộc vào lượng chạy dao S_1 và hình dáng của lưỡi cắt. Ví dụ, khi giảm lượng chạy dao từ S_1 xuống S_2 ,



Hình 2.7. Ảnh hưởng của thông số hình học của dao tiện tới độ nhám bề mặt.

chiều cao nhấp nhô tế vi (chiều cao độ nhám) R_z giảm xuống R'_z (hình 2.7b). Nếu thay đổi góc nghiêng chính φ và góc nghiêng phụ φ_1 thì chiều cao và hình dáng của độ nhám sẽ thay đổi (hình 2.7c). Khi gia công bằng dao có bán kính mũi dao lớn thì hình dáng của độ nhám cũng có dạng được vẽ tròn (hình 2.7d). Nếu tăng bán kính mũi dao tới r_2 thì chiều cao của độ nhám R_z giảm xuống (hình 2.7e).

Trong quá trình hình thành độ nhám khi tiện bằng dao có bán kính mũi dao không lớn và lượng chạy dao lớn thì độ nhám bề mặt không chỉ chịu ảnh hưởng của bán kính mũi dao mà còn chịu ảnh hưởng của lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ (hình 2.7g) có nghĩa là ảnh hưởng của các góc φ và φ_1 .

Từ những lập luận trên đây mà giáo sư người Nga Trebusep đã đưa ra công thức biểu thị mối quan hệ giữa R_z với s , r và h_{\min} như sau:

$$\text{- Khi } S > 0,15 \text{ mm/vòng thì: } R_z = \frac{S^2}{8r}$$

$$\text{- Khi } S < 0,1 \text{ mm/vòng thì: } R_z = \frac{S^2}{8r} + \frac{h_{\min}}{2} \left(1 + \frac{rh_{\min}}{S^2} \right)$$

Ở đây, chiều dày phoi kim loại h_{\min} phụ thuộc vào bán kính mũi dao r . Nếu mài lưỡi dao cắt bằng đá kim cương mịn ở mặt trước và mặt sau lưỡi cắt, khi $r = 10 \mu\text{m}$ thì $h_{\min} = 4 \mu\text{m}$. Mài dao hợp kim cứng bằng đá thường nếu $r = 40 \mu\text{m}$ thì $h_{\min} \geq 20 \mu\text{m}$.

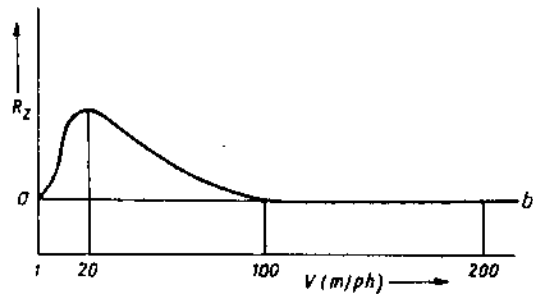
Nếu lượng chạy dao S quá nhỏ ($S < 0,03 \text{ mm/vòng}$) thì trị số của R_z lại tăng, nghĩa là thực hiện bước tiện tinh hoặc phay tinh với lượng chạy dao S quá nhỏ sẽ không có ý nghĩa đối với việc cải thiện chất lượng bề mặt.

2.6.2. Ảnh hưởng của tốc độ cắt

Tốc độ cắt có ảnh hưởng rất lớn đến độ nhám bề mặt (hình 2.8).

Khi cắt thép cacbon ở tốc độ cắt thấp, nhiệt cắt không cao, phoi kim loại tách dễ, biến dạng của lớp kim loại không nhiều, vì vậy độ nhám bề mặt thấp. Khi tăng tốc độ cắt lên khoảng $15 \div 20 \text{ m/phút}$ thì nhiệt cắt và lực cắt đều tăng, gây ra biến dạng dẻo mạnh, ở mặt trước và mặt sau của dao kim loại bị chảy dẻo. Khi lớp kim loại bị nén chặt ở mặt trước dao và nhiệt độ cao làm tăng hệ số ma sát ở vùng cắt sẽ hình thành lẹo dao. Đó là do một ít kim loại bị chảy và bám vào mặt trước và một phần mặt sau của dao. Về cấu

trúc, thì leo dao là hạt kim loại rất cứng, nhiệt độ nóng chảy lên tới khoảng 3000°C , bám rất chắc vào mặt trước và một phần mặt sau của dao. Leo dao làm tăng độ nhám bề mặt gia công. Nếu tiếp tục tăng tốc độ cắt, leo dao bị nung nóng nhanh hơn, vùng kim loại biến dạng bị phá huỷ, lực dính của leo dao không thắng nổi lực ma sát của dòng phoi và leo dao bị cuốn đi. Leo dao biến mất ứng với tốc độ cắt trong khoảng $30 + 60$ m/phút. Với tốc độ cắt lớn hơn 60 m/phút thì leo dao không hình thành được, nên độ nhám bề mặt gia công giảm (độ nhẵn bóng bề mặt tăng).



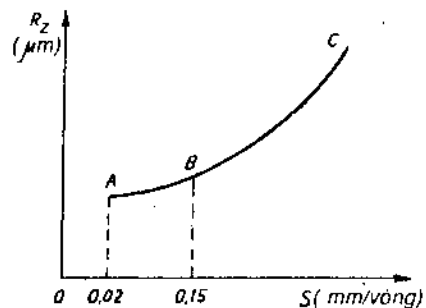
Hình 2.8. Ảnh hưởng của tốc độ cắt tới độ nhám bề mặt khi gia công thép.

Khi gia công kim loại giòn (gang) các mảnh kim loại bị trượt và vỡ ra không theo thứ tự do đó làm tăng độ nhấp nhô (độ nhám) bề mặt. Tăng tốc độ cắt sẽ giảm được hiện tượng vỡ vụn của kim loại và như vậy làm giảm độ nhấp nhô bề mặt.

2.6.3. Ảnh hưởng của lượng chạy dao

Lượng chạy dao S ngoài ảnh hưởng mang tính chất hình học như đã nói ở trên, còn có ảnh hưởng lớn đến mức độ biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi ở bề mặt gia công, làm cho độ nhám thay đổi. Hình 2.9 là đồ thị quan hệ giữa lượng chạy dao S và chiều cao nhấp nhô tế vi (độ nhám bề mặt) R_z khi gia công thép cacbon.

Khi gia công với lượng chạy dao $S = 0,02 + 0,15$ mm/vòng thì bề mặt gia công có độ nhấp nhô tế vi giảm. Nếu gia công với $S < 0,02$ mm/vòng thì độ nhấp nhô tế vi sẽ tăng lên (độ nhẵn bóng giảm xuống) vì ảnh hưởng của biến dạng dẻo lớn hơn ảnh hưởng của các yếu tố hình học. Nếu lượng chạy dao $S > 0,15$ mm/vòng thì biến dạng đàn hồi sẽ ảnh hưởng đến sự hình



Hình 2.9. Ảnh hưởng của lượng chạy dao S tới chiều cao nhấp nhô tế vi R_z .

thành các nhấp nhô tế vi, kết hợp với ảnh hưởng của các yếu tố hình học, làm cho độ nhám bề mặt tăng lên (đoạn BC trên hình 2.9).

Như vậy, để đảm bảo độ nhẵn bóng bề mặt và năng suất gia công nên chọn giá trị lượng chạy dao S trong khoảng từ 0,05 đến 0,12 mm/vòng đối với thép cacbon.

2.6.4. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt

Chiều sâu cắt nhìn chung không có ảnh hưởng đáng kể đến độ nhám bề mặt. Tuy nhiên nếu chiều sâu cắt quá lớn thì rung động trong quá trình cắt tăng, do đó độ nhám có thể tăng. Ngược lại, chiều sâu cắt quá nhỏ sẽ làm cho dao bị trượt trên bề mặt gia công và xảy ra hiện tượng cắt không liên tục, do đó độ nhám bề mặt lại tăng. Hiện tượng gây trượt dao thường ứng với giá trị của chiều sâu cắt trong khoảng 0,02 ÷ 0,03 mm.

2.6.5. Ảnh hưởng của vật liệu gia công

Vật liệu gia công ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt (độ nhấp nhô tế vi) chủ yếu là do khả năng biến dạng dẻo. Vật liệu dẻo và dai (thép ít cacbon) dễ biến dạng dẻo sẽ làm cho độ nhám bề mặt tăng hơn so với vật liệu cứng và giòn.

Để đạt độ nhám bề mặt thấp (độ nhẵn bóng bề mặt cao) người ta thường tiến hành thường hóa thép cacbon ở nhiệt độ 850 ÷ 870°C trước khi cắt gọt.

Độ cứng của vật liệu gia công tăng thì chiều cao nhấp nhô tế vi giảm và hạn chế ảnh hưởng của tốc độ cắt tới chiều cao nhấp nhô tế vi. Khi độ cứng của vật liệu gia công đạt tới giá trị $HB = 5000 \text{ N/mm}^2$ thì ảnh hưởng của tốc độ cắt tới chiều cao nhấp nhô tế vi (R_z) hầu như không còn. Mặt khác, giảm tính dẻo của vật liệu gia công bằng biến cứng bề mặt cũng làm giảm chiều cao nhấp nhô tế vi.

2.6.6. Ảnh hưởng của rung động của hệ thống công nghệ

Quá trình rung động trong hệ thống công nghệ tạo ra chuyển động tương đối có chu kỳ giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công, làm thay đổi điều kiện ma sát, gây nên độ sóng và nhấp nhô tế vi trên bề mặt gia công. Sai lệch của các bộ phận máy làm cho chuyển động của máy không ổn định, hệ thống công nghệ sẽ có dao động cưỡng bức, nghĩa là các bộ phận máy khi làm việc sẽ có rung động với những tần số khác nhau, gây ra sóng dọc và

sóng ngang trên bề mặt gia công với bước sóng khác nhau. Khi hệ thống công nghệ có rung động, độ sóng và độ nhấp nhô bề vi dọc sẽ tăng nếu lực cắt tăng, chiều sâu cắt lớn và tốc độ cắt cao, ví dụ, khi mài.

Tình trạng của máy có ảnh hưởng lớn đến độ nhám bề mặt gia công. Muốn đạt độ nhám bề mặt gia công thấp trước hết phải đảm bảo có đủ độ cứng vững cần thiết.

Độ nhám của bề mặt gia công còn phụ thuộc vào độ cứng vững của chi tiết khi kẹp chặt. Ví dụ, khi kẹp chi tiết gia công dạng trục một đầu (kẹp công xôn), độ nhám bề mặt tăng dần từ đầu được kẹp chặt sang đầu không được kẹp chặt. Khi chi tiết gia công được chống tâm hai đầu thì độ nhám bề mặt tăng dần từ hai đầu tới tâm của chi tiết (nếu tỷ lệ giữa chiều dài l và đường kính d phối $\frac{l}{d} \leq 15$).

2.7. PHƯƠNG PHÁP ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

Để đảm bảo chất lượng bề mặt gia công, trước hết phải chuẩn bị hệ thống công nghệ thật tốt, đặc biệt ở khâu gia công tinh. Mục tiêu ở đây là xác định và áp dụng có hiệu quả các biện pháp công nghệ nhằm cải thiện chất lượng bề mặt về các yếu tố như: độ nhám (độ nhẵn bóng) bề mặt, chiều sâu và mức độ biến cứng bề mặt, ứng suất dư của lớp bề mặt.

2.7.1. Phương pháp đạt độ bóng bề mặt

Có thể chọn phương pháp gia công với chế độ cắt S , V , t hợp lý để tạo ra độ bóng (độ nhám) bề mặt theo yêu cầu. Bảng 2.2 cho biết các phương pháp gia công cơ có khả năng tạo ra các cấp độ bóng tương ứng.

Bảng 2.2. Phương pháp gia công cơ và độ bóng tương ứng

Phương pháp gia công	Cấp độ bóng
Tiện, bào thô	3
Tiện, bào tinh	4 ÷ 6
Tiện, bào rất tinh	6 + 7
Phay thô	4
Phay tinh	5+ 7

tiếp bảng 2.2

Phương pháp gia công	Cấp độ bóng
Khoan, khoét	3 + 6
Doa	6 + 8
Chuốt	6 + 7
Chuốt tinh	7 + 8
Mài thô	5 + 6
Mài tinh	7 + 8
Mài rất tinh	9 + 10
Mài nghiền	9 + 13
Mài khôn	7 + 10
Mài siêu tinh xác	10 + 14
Đánh bóng bằng bột mài	11 + 13
Đánh bóng bằng vải	12 + 14

2.7.2. Phương pháp đạt độ cứng bề mặt

Độ cứng bề mặt (mức độ và chiều sâu biến cứng) phụ thuộc vào các phương pháp gia công và các thông số hình học của dao. Bảng 2.3 cho biết các phương pháp gia công có khả năng tạo ra mức độ và chiều sâu biến cứng khác nhau.

Bảng 2.3. Mức độ và chiều sâu biến cứng của các phương pháp gia công.

Phương pháp gia công	Mức độ biến cứng (%)	Chiều sâu biến cứng (μm)
Tiên thô	120 + 150	30 + 50
Tiên tinh	140 + 180	20 + 60
Phay bằng dao phay mặt đầu	140 + 160	40 + 100
Phay bằng dao phay trụ	120 + 140	40 + 80
Khoan và khoét	160 + 170	180 + 200
Doa	150 + 160	150 + 200
Chuốt	150 + 200	20 + 75
Phay lăn răng và xọc răng	160 + 200	120 + 150
Cà răng	120 + 180	80 + 100

tiếp bảng 2.3

Phương pháp gia công	Mức độ biến cứng (%)	Chiều sâu biến cứng (μm)
Mài tròn thép chưa nhiệt luyện	140 + 160	30 + 60
Mài tròn ngoài thép ít cacbon	160 + 200	30 + 60
Mài tròn ngoài thép nhiệt luyện	125 + 130	20 + 40
Mài phẳng	150	16 + 25

2.7.3. Phương pháp đạt ứng suất dư bề mặt

Quá trình hình thành ứng suất dư bề mặt khi gia công phụ thuộc vào biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo, biến đổi nhiệt và hiện tượng chuyển pha trong cấu trúc kim loại. Quá trình này rất phức tạp.

Khi gia công bằng dụng cụ cắt có lưỡi, quá trình hình thành ứng suất dư trên bề mặt phụ thuộc vào biến dạng đàn hồi của vật liệu gia công và dụng cụ cắt, đồng thời cũng phụ thuộc vào chế độ cắt, thông số hình học của dao và dung dịch trơn nguội.

Như ta đã biết, ứng suất dư nén có ảnh hưởng tốt đến độ bền của chi tiết máy, còn ứng suất dư kéo có ảnh hưởng ngược lại.

Khi bào, muốn đạt ứng suất dư nén thì dao phải có góc trước γ âm.

Các thành phần khác nhau trên bề mặt gia công chi tiết máy thường có ứng suất dư khác nhau về trị số và dấu, nên ảnh hưởng của chế độ cắt, của thông số hình học của dụng cụ cắt, của dung dịch trơn nguội đối với ứng suất dư cũng khác nhau.

Dựa vào những kết quả nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư trong lớp bề mặt của chi tiết gia công có thể kết luận sơ bộ như sau:

- 1) Tăng tốc độ cắt (V) hoặc tăng lượng chạy dao (S) cũng có thể tăng hoặc giảm ứng suất dư trên bề mặt gia công của chi tiết máy.
- 2) Lượng chạy dao (S) làm tăng chiều sâu có ứng suất dư.
- 3) Góc trước (γ) có trị số âm gây ra ứng suất dư nén (ứng suất dư có lợi).
- 4) Gia công vật liệu giòn bằng dụng cụ cắt có lưỡi gây ra ứng suất dư nén, còn gia công bằng vật liệu dẻo thường gây ra ứng suất dư kéo.
- 5) Gia công bằng đá mài thường gây ra ứng suất dư kéo, còn gia công bằng đai mài thường tạo ra ứng suất dư nén.

2.8. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

2.8.1. Đánh giá độ nhám bề mặt

Để đánh giá độ nhám bề mặt người ta dùng các phương pháp sau đây:

- 1) Phương pháp quang học (dùng kính hiển vi Linich).
- 2) Phương pháp đo độ nhám R_a , R_z và R_{max} bằng máy đo profin.
- 3) Phương pháp so sánh bằng mắt. Trong các phân xưởng sản xuất người ta mang vật mẫu so sánh với bề mặt gia công và kết luận xem bề mặt gia công đạt độ bóng cấp nào (phương pháp này cho phép xác định được cấp bóng từ 3 đến 7).

2.8.2. Đánh giá mức độ và chiều sâu biến cứng

Để đánh giá mức độ và chiều sâu biến cứng người ta chuẩn bị một mẫu kim tương rồi đưa mẫu này lên kiểm tra ở máy đo độ cứng.

Nguyên lý kiểm tra như sau: dùng đầu kim cương tác động lên bề mặt mẫu một lực P , sau đó xác định diện tích bề mặt mẫu do đầu kim cương ấn xuống.

Độ biến cứng được xác định theo công thức:

$$H_v = \frac{P}{S} \quad (2.9)$$

ở đây: H_v - độ biến cứng (N/mm^2);

P - lực tác dụng của đầu kim cương (N);

S - diện tích bề mặt do đầu kim cương ấn xuống (mm^2).

Để đo chiều sâu biến cứng, dùng đầu kim cương tác động lần lượt xuống bề mặt mẫu từ ngoài vào trong, sau mỗi lần tác động lại xác định diện tích bị lún S cho đến khi diện tích S không thay đổi thì dừng lại và đo được chiều sâu biến cứng.

2.8.3. Đánh giá ứng suất dư

Để đánh giá (xác định) ứng suất dư người ta thường dùng các phương pháp sau đây:

1) Phương pháp tia Rơnghen.

Dùng tia Rơnghen kích thích trên bề mặt mẫu một lớp dày $5-10 \mu m$ và

sau mỗi lần kích thích ta chụp ảnh đồ thị Ronghen. Phương pháp này cho phép đo được cả chiều sâu biến cứng. Tuy nhiên, phương pháp này rất phức tạp và tốn nhiều thời gian cho điều chỉnh đồ thị Ronghen (mất khoảng 10 giờ trong một lần đo).

2) *Tính toán lượng biến dạng*

Sau khi hút từng lớp mỏng kim loại bằng phương pháp hóa học và điện cơ kít ta tính toán lượng biến dạng của chi tiết mẫu. Dựa vào lượng biến dạng này ta xác định được ứng suất dư. Cũng có thể dùng tia Ronghen để đo khoảng cách giữa các phân tử trong lớp kim loại biến dạng và không biến dạng. Với khoảng cách này có thể xác định được ứng suất dư.

Chương 3

ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

3.1. KHÁI NIỆM

Khi thiết kế và chế tạo một máy nào đó, bên cạnh việc tính toán động học, tính toán độ bền, độ cứng vững và độ chống mòn còn cần phải tính toán độ chính xác của nó.

Độ chính xác là đặc tính chủ yếu của chi tiết máy. Trong thực tế, ta không thể chế tạo chi tiết có độ chính xác tuyệt đối bởi vì khi gia công xuất hiện các sai số. Vì vậy, độ chính xác gia công có thể rất khác nhau.

Nâng cao độ chính xác gia công và độ chính xác lắp ráp sẽ làm tăng độ bền và tuổi thọ của máy. Ví dụ, khi tăng độ chính xác của vòng bi (giảm khe hở) xuống từ 20 đến 10 μm thì thời gian phục vụ của nó tăng lên từ 740 đến 1200 giờ.

Độ chính xác của quá trình sản xuất đóng vai trò quan trọng nhất. Nâng cao độ chính xác của phôi cho phép giảm khối lượng gia công cơ, giảm lượng dư gia công và tiết kiệm nguyên vật liệu. Các phôi có độ chính xác như nhau ở tất cả các nguyên công là một trong những điều kiện tiên quyết để tự động hóa quá trình gia công và lắp ráp.

Nâng cao độ chính xác gia công cơ cho phép loại bỏ công việc điều chỉnh khi lắp ráp, tạo điều kiện cho việc lắp lẫn hoàn toàn và thực hiện phương pháp lắp ráp theo dây chuyền. Như vậy nó không chỉ giảm nhẹ khối lượng lắp ráp mà còn giảm nhẹ công việc sửa chữa máy khi vận hành.

Khi giải quyết vấn đề độ chính xác trong chế tạo máy, nhà công nghệ cần đảm bảo:

- Độ chính xác gia công và lắp ráp với năng suất và hiệu quả kinh tế cao.
- Các thiết bị kiểm tra độ chính xác thực tế khi gia công và lắp ráp.
- Xác định dung sai của các nguyên công và kích thước phối và phương pháp đạt được kích thước trong quá trình gia công.

Ngoài ra, nhà công nghệ còn phải nghiên cứu độ chính xác thực tế của quá trình và phân tích các nguyên nhân gây ra sai số gia công và lắp ráp.

Độ chính xác gia công của chi tiết máy là mức độ giống nhau về kích thước, hình dáng hình học, vị trí tương quan của chi tiết gia công trên máy và chi tiết lý tưởng trên bản vẽ.

Như vậy, độ chính xác của chi tiết được đánh giá theo các yếu tố sau đây:

1. Độ chính xác kích thước.

Đó là độ chính xác về kích thước thẳng hoặc kích thước góc. Độ chính xác kích thước được đánh giá bằng sai số của kích thước thực so với kích thước lý tưởng được ghi trên bản vẽ.

2. Độ chính xác hình dáng hình học.

Đó là mức độ phù hợp giữa hình dáng hình học thực và hình dáng hình học lý tưởng của chi tiết. Ví dụ, khi gia công chi tiết hình trụ, độ chính xác hình dáng hình học được đánh giá qua độ côn, độ ôvan, độ đa cạnh, độ tang trống, v.v..., còn khi gia công mặt phẳng, độ chính xác hình dáng hình học được đánh giá qua độ phẳng của nó so với độ phẳng lý tưởng.

3. Độ chính xác vị trí tương quan.

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

Cần nhớ rằng độ chính xác càng cao (sai số càng nhỏ) thì giá thành càng cao (hình 3.1).

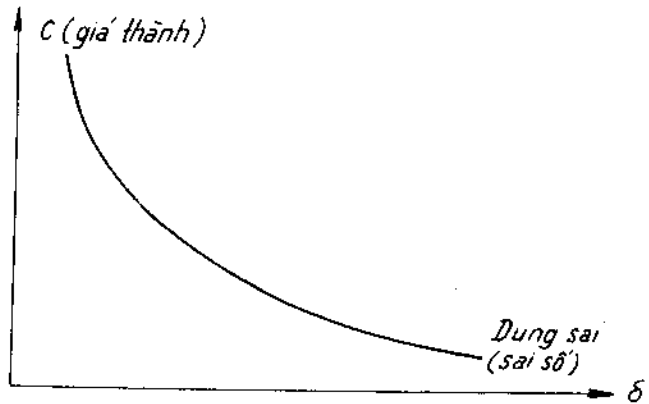
Độ chính xác gia công trong điều kiện sản xuất phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, do đó người ta thường gia công chi tiết với "độ chính xác kinh tế" chứ không phải "độ chính xác có thể đạt tới".

+ "Độ chính xác kinh tế" là độ chính xác đạt được trong điều kiện sản xuất bình thường với giá thành hạ nhất.

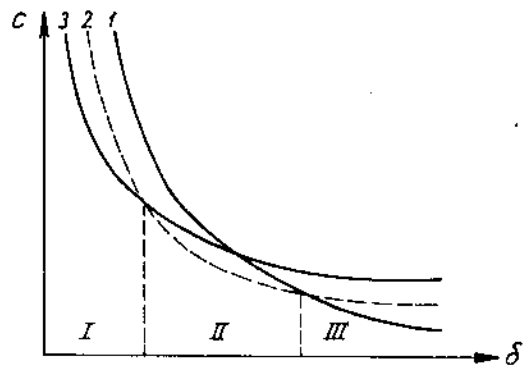
+ "Độ chính xác có thể đạt tới" là độ chính xác đạt được trong những điều kiện đặc biệt không tính đến giá thành gia công (máy chính xác, đồ gá tốt, công nhân có tay nghề cao, v.v...).

Hình 3.2 mô tả mối quan hệ giữa giá thành gia công và độ chính xác (sai số) δ của các phương pháp cắt gọt khác nhau. Đường 1 mô tả mối quan hệ giữa C và δ khi tiện thô, đường 2 - khi tiện tinh và đường 3 - khi mài.

Ta thấy đường cong 2 cắt cả hai đường cong 1 và 3, tạo ra ba vùng I, II, III khác nhau. Như vậy, vùng I có thể gọi là độ chính xác có thể đạt tới (độ chính xác cao nhất), vùng II là độ chính xác kinh tế còn vùng III là độ chính xác đảm bảo. Ta có thể phân tích các đường cong này như sau: Ví dụ, bằng phương pháp tiện tinh (đường cong 2) có thể đạt được mức độ chính xác ở vùng I nhưng giá



Hình 3.1. Quan hệ giữa độ chính xác δ (sai số) và giá thành C .



Hình 3.2. Quan hệ giữa giá thành gia công C và độ chính xác (sai số δ).

1. tiện thô; 2. tiện tinh; 3. mài.

thành C cao, vì vậy bằng phương pháp mài cho ta giá thành hạ hơn (đường cong 3). Độ chính xác ở vùng III có thể đạt được bằng tiện tinh (đường cong 2) nhưng tốt hơn là dùng phương pháp tiện thô (đường cong 1). Để đạt độ chính xác ở vùng II tốt nhất là dùng phương pháp tiện tinh vì có giá thành hạ nhất.

3.2. TÍNH CHẤT CỦA SAI SỐ GIA CÔNG

Khi gia công một loạt chi tiết trong cùng một điều kiện xác định mặc dù những nguyên nhân gây ra từng sai số của mỗi chi tiết là giống nhau nhưng 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 qui luật nào đó. Những sai số này gọi là sai số hệ thống cố định hoặc hệ thống thay đổi.

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

1. Các nguyên nhân gây ra sai số hệ thống cố định:

- Sai số lý thuyết của phương pháp cắt.
- Sai số chế tạo của máy, dao, đồ gá.
- Biến dạng nhiệt của chi tiết gia công.

2. Các nguyên nhân gây ra sai số hệ thống thay đổi (theo thời gian gia công)

- Dụng cụ bị mòn theo thời gian gia công.
- Biến dạng nhiệt của máy, dao và đồ gá.

3. Các nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên:

- Độ cứng của vật liệu không đồng đều.
- Lượng dư gia công không đồng đều.
- Vị trí của phôi trong đồ gá thay đổi (dẫn đến sai số gá đặt).
- Thay đổi của ứng suất dư.

- Gá dao nhiều lần.
- Mài dao nhiều lần.
- Thay đổi nhiều máy để gia công một loạt chi tiết.
- Dao động nhiệt của quá trình cắt.
- Các loại rung động trong quá trình cắt.

3.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐẠT ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

Để đạt độ chính xác gia công người ta thường dùng 2 phương pháp sau đây:

- Phương pháp cắt thử.
- Phương pháp tự động đạt kích thước.

3.3.1. Phương pháp cắt thử

Bản chất của phương pháp là sau khi gá phôi trên máy người công nhân đưa dao vào và tiến hành cắt thử một lượng dư nhất định, sau đó dùng máy để kiểm tra kích thước. Nếu chưa đạt yêu cầu thì lại điều chỉnh dao ăn sâu thêm nữa rồi lại cắt thử và kiểm tra, công việc được lặp lại cho đến khi đạt được kích thước yêu cầu.

Trước khi cắt thử, phôi thường được lấy dấu để người thợ có thể đưa dao vào vị trí (đã lấy dấu) một cách nhanh chóng và để tránh phế phẩm (do dao được đưa vào quá sâu).

Phương pháp cắt thử có những ưu điểm sau đây:

- Trên máy không chính xác vẫn có thể đạt được độ chính xác cao (nhờ vào tay nghề của người công nhân).
- Loại trừ ảnh hưởng của mòn dao khi gia công cả loạt chi tiết (do dao luôn luôn được điều chỉnh đúng vị trí).
- Không cần chế tạo đồ gá đắt tiền mà chỉ cần người thợ rà gá chính xác.

Tuy nhiên, phương pháp rà gá có những nhược điểm sau:

- Độ chính xác gia công phụ thuộc vào bề dày nhỏ nhất của lớp phoi được hút đi. Ví dụ, khi tiện bằng dao hợp kim (có mài bóng lưỡi) bề dày

phoi có thể cắt được không nhỏ hơn 0,05 mm, còn khi tiện bằng dao đã mòn thì bề dày phoi có thể cắt được không nhỏ hơn 0,05 mm. Như vậy, khi gia công bằng phương pháp cắt thử người thợ không thể điều chỉnh được dao để lưỡi cắt có thể hút đi bề dày phoi bé hơn bề dày phoi nói trên, do đó không thể đảm bảo được kích thước có sai số nhỏ hơn bề dày lớp phoi đó.

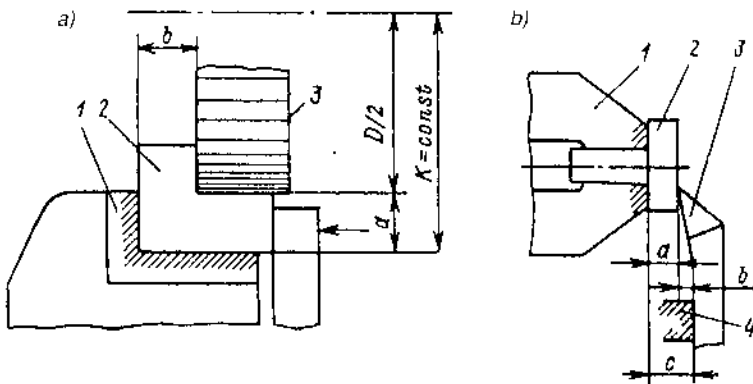
- Người thợ phải làm việc căng thẳng nên dễ mệt, do đó có thể gây ra phế phẩm.
- Năng suất thấp do phải cắt nhiều lần.
- Do năng suất thấp nên giá thành gia công cao.

Với những nhược điểm trên đây, cho nên phương pháp cắt thử chỉ được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ, trong sản xuất thử và trong sửa chữa hoặc trong các phân xưởng dụng cụ. Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, phương pháp cắt thử chủ yếu được dùng ở nguyên công mài bởi vì lượng mòn của đá có thể được bù lại nhờ điều chỉnh đá bằng tay trong quá trình gia công.

Nếu sử dụng hệ thống điều chỉnh tự động thì phương pháp cắt thử sẽ không còn được sử dụng đối với nguyên công mài.

3.3.2. Phương pháp tự động đạt kích thước

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối để đạt độ chính xác gia công chủ yếu người ta dùng phương pháp tự động đạt kích thước. Bản chất của



Hình 3.3. Gia công chi tiết theo phương pháp tự động đạt kích thước

- a: 1. êtô; 2. chi tiết gia công; 3. dao phay;
 b: 1. đố gá; 2. chi tiết gia công; 3. dao phay; 4. mặt tỳ.

phương pháp này là trước khi gia công, dụng cụ cắt được điều chỉnh sẵn để có vị trí tương quan cố định so với chi tiết gia công. Nói cách khác thì chi tiết gia công cũng phải có vị trí xác định so với dụng cụ cắt. Vị trí này của chi tiết gia công được đảm bảo nhờ cơ cấu định vị của đồ gá. Còn đồ gá cũng có vị trí xác định trên máy nhờ cơ cấu định vị riêng.

Ví dụ, khi phay phôi (chi tiết gia công) 2 để đạt kích thước a và b (hình 3.3a) bàn máy phay được điều chỉnh sao cho mặt tỳ của má tĩnh 1 của ếtô cách trục quay của dao phay một đoạn $K = \frac{D}{2} + a$ (D - đường kính dao phay).

Trong trường hợp này mặt bên của dao phay-3 nằm cách mặt đứng của má tĩnh của ếtô một đoạn bằng b. Việc điều chỉnh máy này được thực hiện bằng phương pháp cắt thử hoặc nhờ cơ cấu so dao của đồ gá chuyên dùng. Sau khi điều chỉnh xong, việc gia công được tiến hành tự động mà không cần phải dịch chuyển bàn máy theo hai phương ngang và đứng.

Do trong quá trình gia công các kích thước K và b cố định nên độ chính xác của các kích thước a và b của chi tiết gia công sẽ như nhau đối với cả loạt phôi được gia công trên máy.

Một ví dụ khác, khi tiện mặt đầu của phôi 2 (hình 3.3.b) kích thước a được xác định bằng khoảng cách c tính từ mặt đầu của đồ gá 1 tới mặt tỳ 4 (mặt tỳ 4 được dùng để hạn chế dịch chuyển của dao 3) và kích thước b tính từ mặt tỳ 4 tới đỉnh dao 3, có nghĩa là $a = c - b$. Nếu các kích thước điều chỉnh c và b cố định thì độ chính xác của kích thước a cũng cố định.

Như vậy, khi sử dụng phương pháp tự động đạt kích thước thì việc đảm bảo độ chính xác gia công không phải do người công nhân thực hiện mà do: thợ điều chỉnh (có nhiệm vụ điều chỉnh máy); thợ chế tạo dụng cụ (có nhiệm vụ chế tạo đồ gá) và nhà công nghệ (có nhiệm vụ xác định chuẩn công nghệ, kích thước phôi và phương pháp gá đặt nó trên đồ gá).

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

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

- + Chỉ cắt một lần là đạt kích thước, không mất thời gian lấy dấu và cắt

thứ, do đó năng suất gia công tăng.

+ Sử dụng hợp lý nhân công có trình độ tay nghề cao. Với sự phát triển của tự động hóa quá trình sản xuất, những công nhân có trình độ tay nghề cao có khả năng điều chỉnh máy và cùng lúc phục vụ nhiều máy khác nhau.

+ Nâng cao hiệu quả kinh tế.

Tuy nhiên phương pháp này có những nhược điểm sau đây:

+ Chi phí cho việc thiết kế, chế tạo đồ gá cũng như chi phí cho việc điều chỉnh máy, điều chỉnh dao có khi vượt quá hiệu quả kinh tế của phương pháp mang lại.

+ Chi phí cho việc chế tạo phôi chính xác đôi khi không bù lại được nếu số chi tiết gia công quá ít.

+ Nếu dụng cụ mau mòn thì kích thước đã được điều chỉnh sẽ thay đổi nhanh, do đó cần phải điều chỉnh lại nhiều lần. Điều này gây tốn kém cả về thời gian và kinh phí, đồng thời làm cho độ chính xác giảm.

3.4. CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY RA SAI SỐ GIA CÔNG

3.4.1. Biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ

Hệ thống công nghệ (máy - dao - đồ gá - chi tiết gia công) là một hệ thống đàn hồi. Sự thay đổi các giá trị biến dạng đàn hồi dưới tác dụng của lực cắt sẽ gây ra sai số kích thước và sai số hình dáng hình học của chi tiết gia công.

Lực cắt thay đổi là do lượng dư gia công không cố định, tính chất cơ lý của vật liệu gia công không cố định và do mòn dao. Biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ phụ thuộc vào lực cắt và độ cứng vững của bản thân hệ thống đó.

3.4.1.1. Độ cứng vững của hệ thống công nghệ

Độ cứng vững của hệ thống công nghệ là khả năng chống lại biến dạng của nó do ngoại lực gây ra.

Độ cứng vững của hệ thống công nghệ được biểu diễn định lượng bằng công thức sau:

$$J = \frac{P_y}{y} \quad (3.1)$$

ở đây J - độ cứng vững (kN/m hoặc kG/mm);

P_y - lực tác dụng theo phương hướng kính của bề mặt gia công (kN hoặc kG);

y - lượng dịch chuyển của mũi dao theo phương tác dụng của lực (mm).

Độ cứng vững của hệ thống công nghệ có thể được biểu diễn qua số gia:

$$J = \frac{\Delta P_y}{\Delta y} \quad (3.2)$$

ở đây: ΔP_y và Δy - số gia của lực tác dụng và của lượng dịch chuyển (hay biến dạng) có cùng đơn vị đo như trong công thức (3.1).

Đôi khi người ta còn dùng khái niệm độ mềm dẻo (khả năng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ dưới tác dụng của ngoại lực) để biểu diễn giá trị đảo ngược của độ cứng vững.

Độ mềm dẻo của hệ thống công nghệ được xác định theo công thức sau:

$$\omega = \frac{y}{P_y} \quad (3.3)$$

ở đây: ω - độ mềm dẻo (m/kN hoặc mm/kG);

P_y - lực tác dụng (kN hoặc kG).

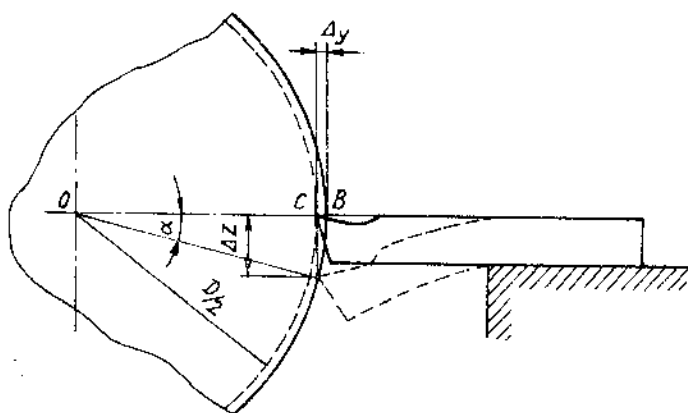
Hoặc:

$$\omega = \frac{1}{J} \quad (3.4)$$

ở đây: J - độ cứng vững.

Trong ba thành phần lực cắt P_x , P_y và P_z thì P_y (lực hướng kính) có ảnh hưởng lớn nhất đến lượng biến dạng đàn hồi. Vì vậy, để đơn giản khi tính toán ta chỉ giới hạn lực P_y .

Bây giờ ta nghiên cứu ảnh hưởng của lực P_z tới độ chính xác gia công. Ảnh hưởng này không lớn lắm. Ta giả sử rằng, khi tiện chi tiết dạng trục và



Hình 3.4. Ảnh hưởng biến dạng của dao theo phương tiếp tuyến đến bán kính của chi tiết gia công

dao bị biến dạng theo phương tiếp tuyến một lượng Δz (hình 3.4).

Từ tam giác ABC có thể xác định lượng tăng bán kính Δy do biến dạng của dao Δz theo phương tiếp tuyến:

$$\Delta y \approx \Delta z \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3.5)$$

Từ tam giác vuông OAC ta có:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2\Delta z}{D} \quad (3.6)$$

Do đó:

$$\Delta y = 2 \frac{(\Delta z)^2}{D} \quad (3.7)$$

ở đây: D - đường kính của chi tiết gia công (mm).

Do biến dạng đàn hồi của dao có giá trị không lớn, cho nên lượng thay đổi bán kính Δy của chi tiết gia công rất nhỏ.

Ảnh hưởng của thành phần lực P_x (thành phần lực dọc trục chi tiết) tới biến dạng của hệ thống công nghệ theo phương hướng kính còn nhỏ hơn nhiều.

3.4.1.2. Biến dạng tiếp xúc và biến dạng của bản thân chi tiết

Lượng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ (hoặc của các phần tử trong hệ thống) phụ thuộc vào biến dạng của bản thân các chi tiết và biến

dạng tiếp xúc của các bề mặt lắp ghép.

Biến dạng của bản thân chi tiết (biến dạng kéo, biến dạng nén, biến dạng uốn, biến dạng xoắn hoặc tổng hợp các biến dạng đó) được tính theo các công thức của sức bền vật liệu hoặc theo lý thuyết đàn hồi.

Ví dụ, khi tiện trục tròn có chống tâm hai đầu, độ võng của chi tiết có thể được tính theo xà đặt trên hai gối đỡ. Độ võng y của chi tiết có giá trị lớn nhất khi dao nằm ở giữa trục và nó được xác định theo công thức:

$$y = \frac{P_y L^3}{48EI} \quad (3.8)$$

Độ võng y ở bất kỳ vị trí nào của chi tiết được tính theo công thức sau đây:

$$y = \frac{P_y}{3EI} \cdot \frac{x^2(L-x)^2}{L} \quad (3.9)$$

ở đây: L - chiều dài của chi tiết (mm);

E - môđun đàn hồi;

I - môđun quán tính của tiết diện chi tiết (chi tiết có tiết diện tròn thì

$I = 0,05 D^4$; D là đường kính của chi tiết);

x - khoảng cách tính từ mặt đầu bên trái của trục.

Như vậy, khi dao nằm ở giữa trục thì độ cứng vững của trục sẽ là:

$$J = \frac{P_y}{y} = \frac{48EI}{L^3} \quad (3.10)$$

Khi dao nằm ở vị trí cách mặt đầu bên trái của chi tiết một khoảng x thì độ cứng vững của chi tiết được tính theo công thức:

$$J = \frac{3EIL}{x^2(L-x)^2} \quad (3.11)$$

Đối với trục tròn được kẹp một đầu (kẹp côngxôn) trên mâm cặp thì độ võng lớn nhất được xác định theo công thức:

$$y = \frac{P_y L^3}{3EI} \quad (3.12)$$

Như vậy, độ cứng vững của chi tiết sẽ là:

$$J = \frac{3EI}{L^3} \quad (3.13)$$

Trong trường hợp kẹp một đầu trên mâm cặp và một đầu chống tâm, độ võng y của chi tiết sẽ là:

$$y = \frac{P_y L^3}{100EI} \quad (3.14)$$

Và độ cứng vững của chi tiết:

$$J = \frac{100EI}{L^3} \quad (3.15)$$

Biến dạng tiếp xúc phụ thuộc vào độ nhám bề mặt, độ sóng bề mặt, sai số hình dáng hình học, tính chất đàn hồi của vật liệu tiếp xúc, điều kiện bôi trơn và đặc tính tải trọng của các bề mặt tiếp xúc.

Độ cứng vững tiếp xúc được xác định theo công thức:

$$\xi = \frac{q}{y}$$

ở đây: ξ - độ cứng vững tiếp xúc (N/mm^3 hoặc kG/mm^3);

q - áp lực riêng (N/mm^2 hoặc kG/mm^2);

y - biến dạng (mm).

3.4.1.3. Xác định độ cứng vững của hệ thống công nghệ bằng phương pháp tính toán

Để xác định độ cứng vững của hệ thống công nghệ cần phải xác định lượng chuyển vị tương đối giữa mũi dao và chi tiết gia công dưới tác dụng của lực cắt cố định.

Như ta đã biết, biến dạng của toàn bộ hệ thống bằng tổng các biến dạng của các khâu thành phần của hệ thống đó. Độ cứng vững của các khâu thành phần có thể được xác định bằng phương pháp thực nghiệm.

Như vậy, biến dạng tổng hợp y được tính theo công thức:

$$y = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + \dots + y_n \quad (3.16)$$

ở đây: $y_1, y_2 \dots y_n$ - biến dạng của các khâu thành phần.

Cũng tương tự, độ mềm dẻo của hệ thống:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4 + \dots + \omega_n \quad (3.17)$$

Hoặc độ mềm dẻo được viết dưới dạng khác:

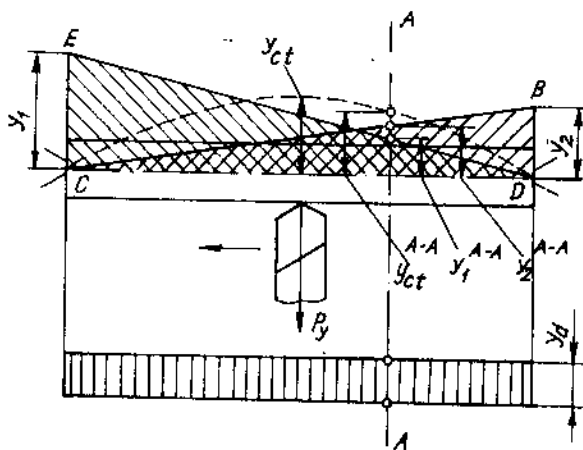
$$\frac{1}{J} = \frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} + \frac{1}{J_3} + \frac{1}{J_4} + \dots + \frac{1}{J_n} \quad (3.18)$$

ở đây: $J_1, J_2, J_3, J_4 \dots J_n$ - độ cứng vững của các khâu thành phần;

J - độ cứng vững của hệ thống.

Biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ thường biến đổi (không cố định) do đó nó gây ra sai số kích thước và hình dạng của chi tiết gia công. Điều này có thể dễ thấy khi tiện trục tròn có chống tâm hai đầu (hình 3.5).

Giả sử rằng thành phần lực cắt P_y gây ra biến dạng đàn hồi của ụ sau y_2 khi dao di chuyển từ ụ sau về ụ trước và y_2 biến đổi theo đường thẳng BC, còn biến dạng đàn hồi của ụ trước y_1 biến đổi theo đường thẳng ED. Độ võng (độ uốn) của đường tâm chi tiết dưới tác dụng của lực P_y được biểu diễn bằng đường nét đứt. Các biến dạng trên đây xảy ra ở phía bên kia tính từ đường tâm của chi tiết gia công. Dưới tác dụng của thành phần lực P_y mũi dao bị biến dạng về phía bên này tính từ đường tâm của chi tiết gia công. Như vậy, tất cả biến dạng của hệ thống công nghệ làm cho kích thước của đường kính chi tiết tăng lên so với kích thước điều chỉnh. Tuy nhiên, kích thước của chi tiết gia công thay đổi theo chiều dài. Ví dụ, ở một vị trí A-A nào đó, đường kính thực $d_{(A-A)}$ của chi tiết gia công sẽ bằng:



Hình 3.5. Sơ đồ biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ khi tiện trục tròn.

$$d_{l(A-A)} = d_{dc} + 2(y_{1(A-A)} + y_{2(A-A)} + y_{d(A-A)} + y_{c(A-A)}) \quad (3.19)$$

ở đây: d_{dc} - đường kính điều chỉnh;

$d_{l(A-A)}$ - đường kính thực của chi tiết gia công tại vị trí A-A;

$y_{1(A-A)}$ - biến dạng của \bar{u} trước tại vị trí A-A;

$y_{2(A-A)}$ - biến dạng của \bar{u} sau tại vị trí A-A;

$y_{d(A-A)}$ - biến dạng của mũi dao tại vị trí A-A;

$y_{c(A-A)}$ - biến dạng của chi tiết gia công tại vị trí A-A;

Có thể thấy giá trị thực của đường kính chi tiết ở một vị trí nào đó chịu ảnh hưởng của tổng biến dạng đàn hồi của tất cả các khâu trong hệ thống tại chính điểm đó.

Để làm ví dụ tính toán độ cứng vững của hệ thống chúng ta chọn trường hợp khi dao nằm ở điểm giữa của chi tiết gia công. Bản thân chi tiết gia công được xem là có độ cứng vững tuyệt đối. Khi đó biến đổi của đường kính chi tiết sẽ chịu ảnh hưởng đàn hồi của \bar{u} trước, \bar{u} sau và của bàn xe dao. Các giá trị của biến dạng đàn hồi đó được tính như sau:

$$y_{bd} = \frac{P_y}{J_{bd}} \quad (3.20)$$

$$y_1 = \frac{P_y}{2J_1} \quad (3.21)$$

$$y_2 = \frac{P_y}{2J_2} \quad (3.22)$$

ở đây: y_{bd} - biến dạng đàn hồi của bàn xe dao;

y_1 - biến dạng đàn hồi của bàn \bar{u} trước;

y_2 - biến dạng đàn hồi của bàn \bar{u} sau;

J_{bd} - độ cứng vững của bàn xe dao;

J_1 - độ cứng vững của \bar{u} trước;

J_2 - độ cứng vững của \bar{u} sau;

P_y - thành phần lực hướng kích (bàn xe dao chịu tác dụng của toàn bộ thành phần lực P_y , còn \bar{u} trước và \bar{u} sau chỉ chịu tác dụng của $\frac{P_y}{2}$).

Tổng biến dạng của φ trước và φ sau ở vị trí điểm giữa của chi tiết sẽ là:

$$y_o = y_1 + y_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{P_y}{2J_1} + \frac{P_y}{2J_2} \right) = \frac{P_y}{4} \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} \right) \quad (3.23)$$

Như vậy, biến dạng của máy y_m được tính như sau:

$$y_m = \frac{P_y}{J_{bd}} + \frac{P_y}{4} \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} \right) \quad (3.24)$$

Ta đưa ra khái niệm “độ cứng vững của máy” J_m , có quan hệ với biến dạng của máy y_m như sau:

$$y_m = \frac{P_y}{J_m} \quad (3.25)$$

Cân bằng hai phương trình (3.24) và (3.25) ta được:

$$\frac{1}{J_m} = \frac{1}{J_{bd}} + \frac{1}{4} \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} \right) \quad (3.26)$$

Ví dụ:

Bằng phương pháp thực nghiệm ta xác định được độ cứng vững của các khâu thành phần trong hệ thống công nghệ như sau:

$$J_1 = 100.000 \text{ N/mm (10.000 kG/mm)}$$

$$J_2 = 50.000 \text{ N/mm (5.000 kG/mm)}$$

$$J_{bd} = 100.000 \text{ N/mm (10.000 kG/mm)}$$

Khi đó độ cứng vững của máy J_m :

$$\frac{1}{J_m} = \frac{1}{100.000} + \frac{1}{4} \left(\frac{1}{100.000} + \frac{1}{50.000} \right) \approx 57.000 \text{ N/mm (5.700 kG/mm)}$$

Nếu dao nằm ở vị trí của φ sau thì độ cứng vững của máy J_m :

$$\frac{1}{J_m} = \frac{1}{J_{bd}} + \frac{1}{J_2} \quad (3.27)$$

Hoặc:

$$\frac{1}{J_m} = \frac{1}{100.000} + \frac{1}{50.000} \approx 33.000 \text{ N/mm (3.300 kG/mm)}$$

Khi dao nằm ở vị trí cách mặt đầu bên trái của trục (chi tiết gia công), độ cứng vững của máy J_m tại điểm đó được xác định theo công thức:

$$\frac{1}{J_m} = \frac{1}{J_{bd}} + \left(1 - \frac{x}{L}\right)^2 \frac{1}{J_1} + \left(\frac{x}{L}\right)^2 \frac{1}{J_2} \quad (3.28)$$

ở đây: J_{bd} - độ cứng vững của bàn xe dao;

J_1 - độ cứng vững của ụ trước;

J_2 - độ cứng vững của ụ sau;

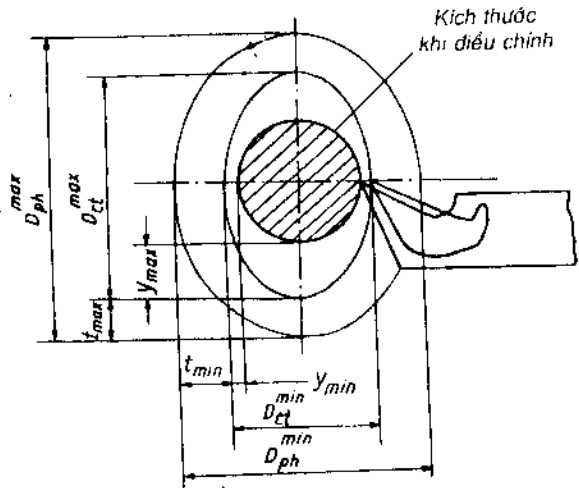
L - chiều dài của chi tiết gia công (trục);

x - khoảng cách từ một vị trí nào đó của chi tiết gia công cách mặt đầu bên trái của nó.

Trong trường hợp này độ cứng vững của chi tiết gia công được giả định là tuyệt đối. Cũng cần lưu ý rằng đôi khi người ta cho rằng độ cứng vững của một số bộ phận của máy là tuyệt đối và chúng hầu như không ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết gia công. Các bộ phận đó thường là thân máy, bệ máy, hộp tốc độ, hộp xe dao, v.v...

3.4.1.4. Ảnh hưởng do sai số của phôi

Khi gia công, dao bị mòn làm cho lực cắt P_y và biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ tăng lên, do đó kích thước của chi tiết máy cũng bị biến động. Còn sự biến động của độ cứng vật liệu và lượng dư gia công sẽ gây ra sai số hình dáng hình học của chi tiết. Hơn nữa, trong thực tế cũng tồn tại hiện tượng in dập (di truyền công nghệ) sai số hình dáng hình học cùng



Hình 3.6. Ảnh hưởng sai số hình dáng của phôi đến sai số hình dáng của chi tiết.

tính chất của phôi và chi tiết gia công như độ ô van, độ côn, độ đảo, v.v...

Dưới đây ta xét trường hợp phôi có sai số hình dáng hình học và ảnh hưởng của nó tới độ chính xác của chi tiết gia công (hình 3.6).

Giả sử phôi có độ ô van (sai số hình dáng) Δ_{ph} :

$$\Delta_{ph} = D_{ph}^{max} - D_{ph}^{min} \quad (3.29)$$

Do đó khi tiện tinh hoặc bán tinh, chi tiết cũng có sai số tương tự (sai số hình dáng dưới dạng ô van):

$$\Delta_{ct} = D_{ct}^{max} - D_{ct}^{min} \quad (3.30)$$

Ta thấy: độ ô van của phôi tạo ra lượng dư không đều, làm cho chiều sâu cắt biến đổi từ t_{min} đến t_{max} . ứng với chiều sâu cắt t_{min} và t_{max} là biến dạng đàn hồi y_{min} và y_{max} .

Gọi tỷ số ε là hệ số chính xác hóa:

$$\varepsilon = \frac{\Delta_{ph}}{\Delta_{ct}} \quad (3.31)$$

Và K là hệ số giảm sai (hệ số in đập):

$$K = \frac{\Delta_{ct}}{\Delta_{ph}} \quad (3.32)$$

Như vậy, chi tiết sau một lần cắt gọt thì sai số sẽ giảm đi K lần so với trước lúc cắt. Nếu quá trình gia công gồm n lần chạy dao với các hệ số $K_1, K_2 \dots K_n$ thì hệ số giảm sai tổng cộng K_Σ là:

$$K_\Sigma = K_1 \cdot K_2 \dots K_n \quad (3.33)$$

Ví dụ, $K_1 = K_2 = K_3 = \dots = K_n = 0,1$ thì $K_\Sigma = 0,1^n$.

Do đó, muốn đạt độ chính xác cao cần phân ra nhiều lần cắt (cắt thô, cắt bán tinh, cắt tinh). Đương nhiên, không nên gia công để cho $K_1 = K_2 = \dots = K_n$ vì như vậy sẽ không kinh tế. Trong thực tế khi thiết kế qui trình công nghệ cần chú ý đến qui luật sau:

$$K_1 < K_2 < K_3 \dots < K_n$$

Vì những hệ số $K_1 < K_2$ ban đầu có thể đạt được giá trị nhỏ một cách nhanh chóng để có kinh tế cao (những nguyên công đầu là những nguyên công thô, sử dụng máy, dao, đồ gá ít tiền nên phải đạt giá trị K nhỏ ngay).

3.4.1.5. Xác định độ cứng vững bằng phương pháp thực nghiệm

Có hai phương pháp để xác định độ cứng vững của hệ thống công nghệ bằng thực nghiệm: xác định độ cứng vững tĩnh và xác định độ cứng vững động.

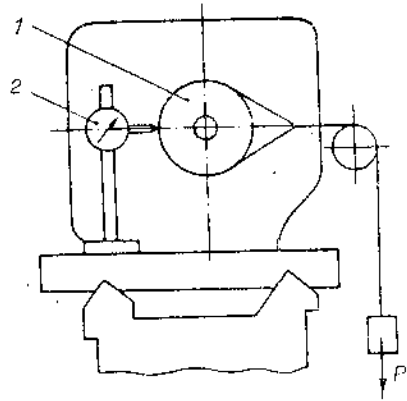
1. Xác định độ cứng vững tĩnh.

Độ cứng vững tĩnh được xác định khi gá chi tiết trên máy ở trạng thái tĩnh (trạng thái không làm việc). Hình 3.7 là sơ đồ nguyên lý xác định độ cứng vững tĩnh của các bộ phận của trục chính máy ở trạng thái tĩnh.

Tải trọng P được tăng dần và dùng đồng hồ so 2 để xác định lượng biến dạng đàn hồi của trục chính 1. Lực P tăng dần từ 0 đến một giá trị cực đại nào đó (phụ thuộc vào loại và kích thước của máy). Sau khi lực P đạt giá trị cực đại thì nó được giảm dần và dùng đồng hồ so 2 để xác định lượng biến dạng tương ứng.

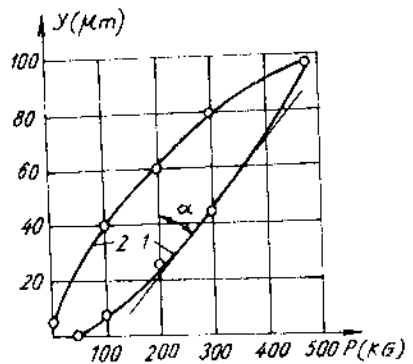
Khi tăng và giảm lực P , đồ thị quan hệ giữa biến dạng y và lực P : $y=f(P)$ được xây dựng như trên hình 3.8. Ta thấy: hai đường cong khi tăng và giảm lực không trùng nhau. Điều này được giải thích rằng ngoài biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ còn có biến dạng tiếp xúc và ma sát ở các bề mặt lắp ghép.

Nếu tại một điểm nào đó trên các



Hình 3.7. Sơ đồ xác định độ cứng vững tĩnh

1-trục chính; 2-đồng hồ so.



Hình 3.8. Đồ thị quan hệ giữa biến dạng và lực tác dụng.

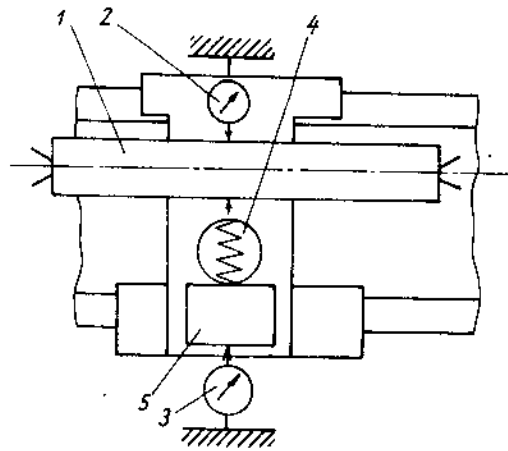
1-khi tăng lực; 2-khi giảm lực.

đường cong ta vẽ đường tiếp tuyến với đường cong thì $\text{tg } \alpha$ (α là góc giữa đường tiếp tuyến và trục y) là độ cứng vững của bộ phận máy.

Cũng tương tự như vậy ta có thể xây dựng các đường cong biến dạng của chi tiết gia công và bàn xe dao máy tiện trong trường hợp khi dao nằm ở vị trí điểm giữa của chi tiết gia công. Sơ đồ nguyên lý của trường hợp này được trình bày trên hình 3.9.

Trục mẫu 1 (chi tiết gia công) được gá trên hai mũi tâm

của máy tiện. Lực kế 4 được gá giữa trục gá 1 và bàn xe dao 5 để tăng hoặc giảm lực theo ý muốn. Các đồng hồ so 2 và 3 được dùng để đo lượng biến dạng của trục gá 1 và của bàn xe dao 5.



Hình 3.9. Sơ đồ xác định biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ bằng phương pháp tĩnh.

1-chi tiết gia công (trục mẫu); 2, 3-đồng hồ so;
4-lực kế; 5-bàn xe dao.

Khi xác định được lượng biến dạng ta có thể xây dựng được đồ thị phụ thuộc giữa y (lượng biến dạng) và lực P do lực kế tạo nên. Lực cắt (trong trường hợp này được thay bằng lực của lực kế) được đặt ở mũi dao và lượng biến dạng của mũi dao (do lực này gây ra) được quy ước là giá trị dương. Lực ngược chiều tác động vào chi tiết gia công sẽ xảy ra theo hai hướng ngược chiều nhau (dịch chuyển của chi tiết đi về hướng của đồng hồ so 2, còn dịch chuyển của dao và của bàn xe dao đi về hướng của đồng hồ so 3). Góc toạ độ để tính lượng biến dạng của chi tiết gia công và của mũi dao được quy ước là hình chiếu của mũi dao (khi chưa có lực tác dụng) lên mặt phẳng vuông góc với trục của chi tiết gia công.

Trên cơ sở lý luận trên đây ta xây dựng được đặc tính biến dạng của hệ thống công nghệ như trên hình 3.10. Đồ thị có hai nhánh: nhánh biến dạng dương (ABC) và nhánh biến dạng âm (A'B'C') được tạo ra bởi tăng lực (AB và A'B') và giảm lực (BC và B'C').

Hiệu giữa giá trị biến dạng sau khi giảm lực hoàn toàn và giá trị ban đầu của nó (của biến dạng) được gọi là biến dạng dư (Z' và Z''). Hiệu giữa các giá trị của biến dạng dư sau khi giảm lực hoàn toàn được gọi là sự gián đoạn của đặc tính đàn hồi công nghệ Z_0 .

Trong trường hợp có khe hở giữa các bề mặt tiếp xúc và có sự là ép độ nhám bề mặt sẽ xảy ra sự trượt một phần đối với một phần khác của hệ thống công nghệ một lượng Z_0 là:

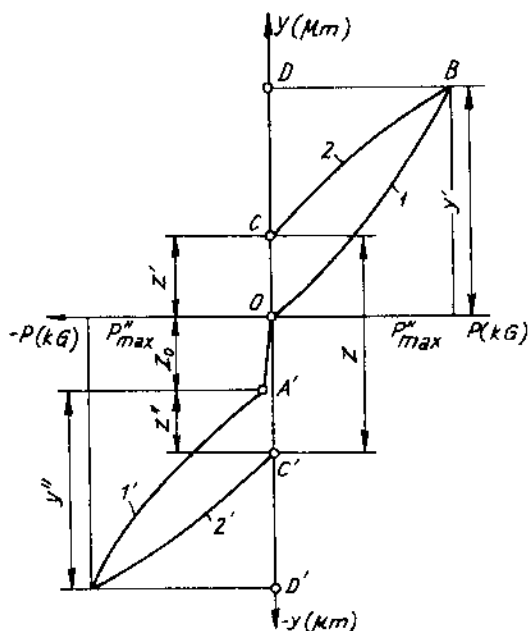
$$Z_0 = Z - (Z' + Z'') \tag{3.34}$$

Lượng dịch chuyển tương đối lớn nhất giữa dao và chi tiết gia công trong trường hợp này là khoảng cách DD' .

2. Xác định độ cứng vững động

Phương pháp xác định độ cứng vững động (khi máy làm việc) cho phép đánh giá độ cứng vững của máy chính xác hơn phương pháp xác định độ cứng vững tĩnh (khi máy chưa làm việc). Bởi vì độ cứng vững tĩnh không tính đến ảnh hưởng của rung động và va đập (khi gia công) biến dạng của hệ thống công nghệ.

Tính toán độ chính xác theo độ cứng vững tĩnh làm cho sai số gia công giảm, cho nên độ chính xác gia công cao được tính toán theo độ cứng vững



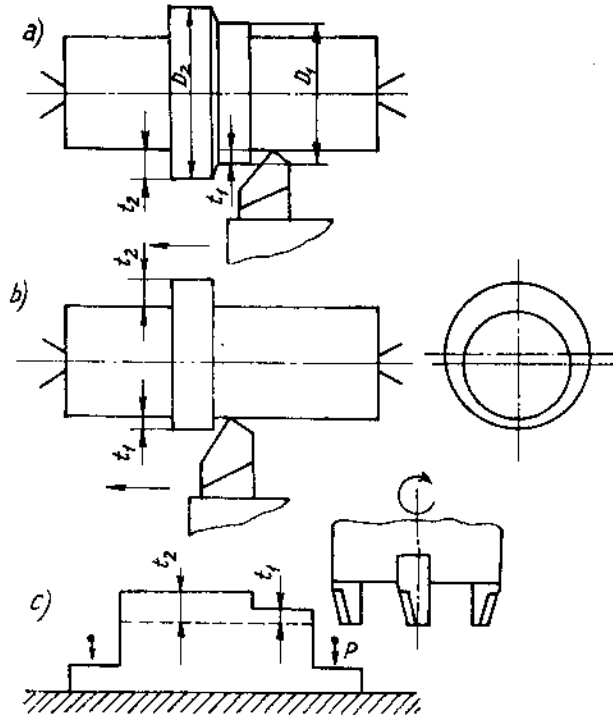
Hình 3.10. Đồ thị quan hệ giữa biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ (chi tiết gia công và bàn xe dao và lực tác dụng).

1, 1' - khi tăng lực; 2, 2' - khi giảm lực;

y - biến dạng của chi tiết gia công về phía đồng hồ so 2;

- y - biến dạng của dao và bàn xe dao về phía đồng hồ so 3.

động, còn độ cứng vững tĩnh có thể được dùng để kiểm tra độ cứng vững của các máy mới.



Hình 3.11. Xác định độ cứng vững động (khi gia công với chiều sâu cắt thay đổi).

a, b - liên phối bậc và phối lệch tâm; c - phay mặt phẳng bậc bằng dao phay mặt đầu.

Để xác định độ cứng vững động (trên máy gia công) ta gia công trục bậc hoặc trục lệch tâm (hình 3.11). Trong trường hợp này phối phải có độ cứng vững cao (cao hơn độ cứng vững của máy 5-6 lần) để loại trừ ảnh hưởng của máy tới độ chính xác gia công.

Khi dao chuyển từ bậc này sang bậc khác, chiều sâu cắt và biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ thay đổi, vì vậy xảy ra hiện tượng in dập của các đoạn bậc nhưng với giá trị nhỏ hơn. Hiện tượng in dập sai số đầu vào là cơ sở để xác định độ cứng vững động.

Theo nguyên lý cắt kim loại thì thành phần lực hướng kính được xác định theo công thức:

$$P_y = C_p \cdot t^{X_p} \cdot S_y^Y \quad (3.35)$$

Lượng biến dạng của bộ phận máy khi gia công bậc thứ i:

$$y_i = P_y \frac{\omega_i}{1000} = C_p t^{x_r} S^{y_r} \frac{\omega_i}{1000} \quad (3.36)$$

Hiệu các biến dạng khi gia công các bậc kế nhau với lượng chạy dao không đổi sẽ là:

$$y_i - y_{i-1} = C_p S^{y_r} \frac{\omega_i}{1000} (t^{x_r} - t_{i-1}^{x_r}) \quad (3.37)$$

Ta ký hiệu:

$$t_i^{x_r} - t_{i-1}^{x_r} = \Delta_{ph} \quad (3.38)$$

ở đây: Δ_{ph} - sai số của phôi (chiều cao của bậc).

Và:

$$y_i - y_{i-1} = \Delta_{ct} \quad (3.39)$$

ở đây: Δ_{ct} - sai số của chi tiết (lượng in dập của chiều cao bậc).

Từ công thức (3.37) xác định độ mềm dẻo như sau:

$$\omega_i = \frac{1000 \Delta_{ct}}{C_p S^{y_r} \Delta_{ph}} \quad (3.40)$$

Tỷ số $\frac{\Delta_{ph}}{\Delta_{ct}}$ là hệ số chính xác hóa, cho nên độ mềm dẻo ω_i sẽ là:

$$\omega_i = \frac{1000}{C_p \cdot S^{y_r} \cdot \varepsilon} \quad (3.41)$$

Như vậy, độ cứng vững của máy:

$$j = \frac{1000}{\omega_i} = C_p \cdot S^{y_r} \cdot \varepsilon \quad (3.42)$$

3.4.1.6. Các phương pháp nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ

Tăng độ cứng vững của hệ thống công nghệ có thể được thực hiện bằng các biện pháp sau đây:

1. Tăng độ cứng vững của từng khâu trong hệ thống công nghệ bằng cách chọn kích thước và hình dáng hợp lý, chọn vật liệu và phương pháp nhiệt luyện hợp lý.

2. Tăng độ cứng vững tiếp xúc bằng cách giảm độ nhám và độ sóng bề mặt đồng thời tạo độ căng (trong mối lắp ghép chặt) và khe hở (trong mối lắp ghép lỏng) hợp lý.

3. Giảm số khâu trong hệ thống công nghệ, bởi vì như ta đã biết: độ mềm dẻo của hệ thống công nghệ là tổng độ mềm dẻo của các khâu thành phần.

4. Sử dụng các cơ cấu làm tăng độ cứng của toàn bộ hệ thống như các chốt tỳ và các luynet điều chỉnh hoặc trục điều chỉnh.

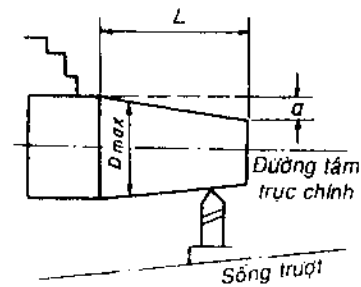
3.4.2. Ảnh hưởng của độ chính xác của máy tới sai số gia công

Thông thường máy công cụ có những sai số hình học như sau:

- Độ đảo hướng kính của trục chính.
- Độ đảo của lỗ côn trục chính.
- Độ đảo mặt đầu của trục chính.
- Các sai số của các bộ phận khác như sống trượt, bàn máy, v.v...

Các sai số trên đây sẽ phản ánh một phần hoặc toàn bộ lên chi tiết gia công dưới dạng sai số hệ thống. Việc hình thành các bề mặt gia công là do chuyển động cưỡng bức của các bộ phận chính như trục chính, bàn máy hoặc bàn dao, v.v... Nếu các chuyển động này có sai số chúng sẽ phản ánh lên bề mặt của chi tiết gia công.

Ví dụ: nếu đường tâm của trục chính máy tiện không song song với sống trượt của thân máy trong mặt phẳng nằm ngang thì khi tiện chi tiết gia công sẽ có hình côn (hình 3.12).



Hình 3.12. Chi tiết có sai số hình côn khi trục chính không song song với sống trượt.

Đường kính lớn nhất của chi tiết D_{\max} được tính như sau:

$$\frac{D_{\max}}{2} = \frac{D}{2} + a \quad (3.43)$$

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

Nếu sóng trượt không song song với đường tâm của trục chính trong mặt phẳng đứng thì chi tiết gia công sẽ có hình hypecboloit với đường kính lớn nhất D_{\max} là:

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{d^2}{4} + b^2} \quad (3.44)$$

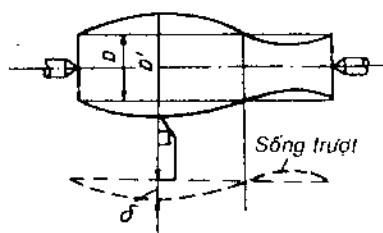
ở đây: b - độ không song song trong mặt phẳng đứng trên chiều dài L .

Nếu sóng trượt không thẳng trên mặt phẳng nằm ngang thì quỹ đạo chuyển động của mũi dao không thẳng làm cho đường kính của chi tiết gia công không đều nhau (hình 3.13). Đường kính D' tại một vị trí nào đó bằng:

$$D' = D + 2\delta \quad (3.45)$$

D - đường kính của chi tiết ở tiết diện mà ở đó sóng trượt trùng với vị trí đúng theo tính toán;

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



Hình 3.13. Chi tiết gia công có đường kính khác nhau khi sóng trượt không thẳng.

Độ lệch tâm của mũi tâm trước so với tâm quay của trục chính sẽ làm cho đường tâm của chi tiết gia công không trùng với đường tâm của hai lỗ tâm đã được gia công trước để làm chuẩn (hình 3.14).

Nếu độ lệch tâm của mũi tâm trước là e thì trong khi quay đường nối hai lỗ tâm sẽ đảo thành một hình chóp mà đỉnh là mũi tâm sau.

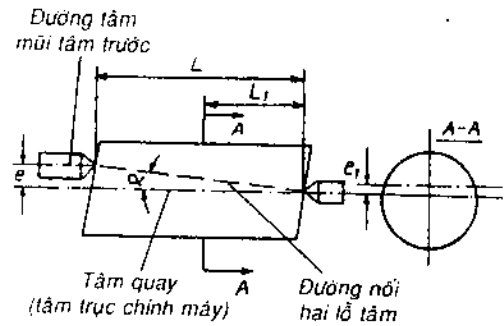
Sau khi gia công, tại một mặt cắt A-A' nào đó (thẳng góc với phương chạy dao) tiết diện vẫn là hình tròn nhưng tâm của nó bị lệch so với đường nối hai lỗ tâm một lượng là e_1 và được xác định theo tỷ lệ:

$$\frac{e_1}{e} = \frac{l_1}{L} \quad (3.46)$$

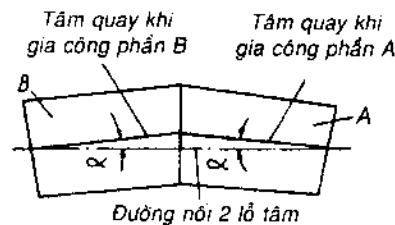
Nếu gia công trong một lần gá đặt thì đường tâm của chi tiết vẫn là đường thẳng nhưng nó làm với đường nối hai lỗ tâm một góc α (radian):

$$\alpha = \frac{e}{L} \quad (3.47)$$

Ở đây: L - chiều dài của chi tiết gia công.



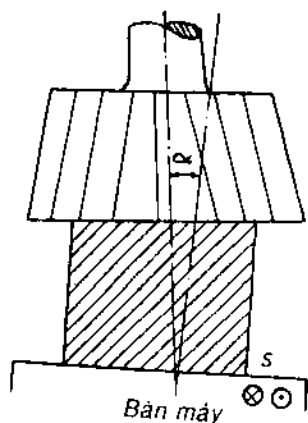
Hình 3.14. Đường tâm của trục chính không trùng với đường tâm của hai lỗ tâm.



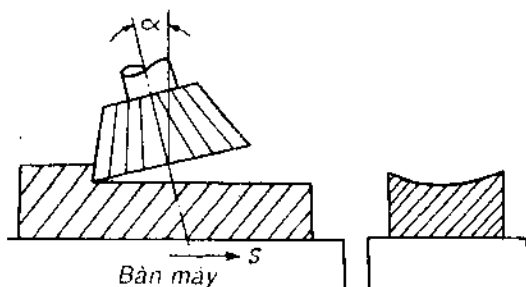
Hình 3.15. Chi tiết được gia công trong hai lần gá đặt.

Nhưng nếu phải gia công trong hai lần gá đặt (trở đầu chẳng hạn) thì mỗi đoạn cắt sẽ có một đường tâm riêng và chúng không trùng nhau như trên hình 3.15.

Đối với các máy công cụ khác cũng vậy, sai số chế tạo của máy sẽ trực



Hình 3.16. Mặt phẳng gia công không song song với mặt phẳng đáy của chi tiết.

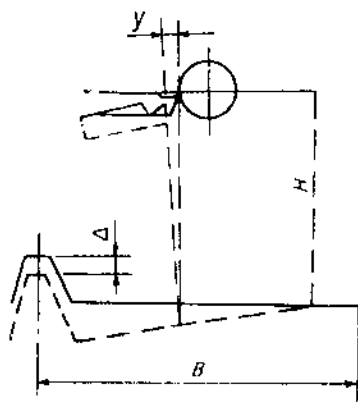


Hình 3.17. Mặt phẳng gia công bị lõm.

tiếp gây ra sai số gia công. Ví dụ, trên máy phay đứng, nếu trục chính của máy không thẳng góc với bàn máy theo phương ngang của bàn máy thì mặt phẳng gia công sẽ không song song với mặt đáy của chi tiết đã định vị trên bàn máy. Độ không song song này sẽ bằng độ không vuông góc của đường tâm trục chính so với bàn máy (hình 3.16).

Nếu trục chính không vuông góc với bàn máy theo phương dọc thì bề mặt gia công sẽ bị lõm (hình 3.17).

Đối với máy tiện nếu sóng trượt của thân máy bị mòn nó sẽ làm cho bàn xe dao tụt xuống và vị trí tương đối của dao so với chi tiết gia công bị thay đổi và gây ra sai số gia công. Thông thường sóng trượt phía trước của máy sẽ mòn nhanh hơn vì chịu lực lớn hơn, do đó làm cho dao bị nghiêng (hình 3.18).



Hình 3.18. Sơ đồ tính lượng dịch chuyển y của dao theo lượng Δ của sóng trượt.

Lượng dịch chuyển y của dao theo phương ngang được tính theo công thức sau:

$$y = \frac{H}{B} \Delta \quad (3.48)$$

ở đây: H - chiều cao tính từ mặt đáy của sống trượt tới tâm chi tiết;

B - khoảng cách giữa hai sống trượt;

Δ - lượng mòn của sống trượt.

Nếu lượng dịch chuyển y thay đổi theo chiều dài của sống trượt thì nó không chỉ gây ra sai số kích thước mà còn gây ra sai số hình dáng hình học của chi tiết gia công.

3.4.3. Ảnh hưởng của sai số của đồ gá tới độ chính xác gia công

Sai số chế tạo và lắp ráp của đồ gá cũng ảnh hưởng đến độ chính xác của chi tiết gia công. Các chi tiết quan trọng của đồ gá như các chi tiết định vị, dẫn hướng, so dao, v.v... nếu có sai số do chế tạo hoặc mòn sẽ làm thay đổi vị trí tương đối giữa máy-dao-chi tiết, do đó cũng gây ra sai số gia công. Sai số này có thể xác định được bằng tính toán dựa vào dung sai của các chi tiết chủ yếu của đồ gá hoặc có thể dựa vào kích thước thực tế của các chi tiết đó khi chế tạo.

Nhìn chung, tốc độ mòn của đồ gá cũng như của máy công cụ rất chậm, vì vậy sai số về hình học của đồ gá sẽ phản ánh lên các chi tiết được gia công là như nhau và mang tính hệ thống.

Ngoài ra, sai số do lắp ráp đồ gá lên máy cũng gây ra sai số gia công vì nó làm mất vị trí chính xác của đồ gá so với dụng cụ cắt.

Để đảm bảo độ chính xác gia công thì độ chính xác của đồ gá được chế tạo ra phải cao hơn ít nhất là một cấp so với độ chính xác của kích thước gia công.

3.4.4. Ảnh hưởng của sai số của dụng cụ cắt tới độ chính xác gia công

Độ chính xác chế tạo dụng cụ cắt, mức độ mài mòn của nó và sai số gá đặt trên máy đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Khi gia công bằng các dụng cụ định kích thước (ví dụ như mũi khoan, mũi khoét, dao doa, dao chuốt...) thì sai số của chúng ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công.

Khi gia công rãnh then bằng dao phay ngón, dao phay đĩa thì sai số

đường kính và bề rộng của dao cũng ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác chiều rộng của rãnh then.

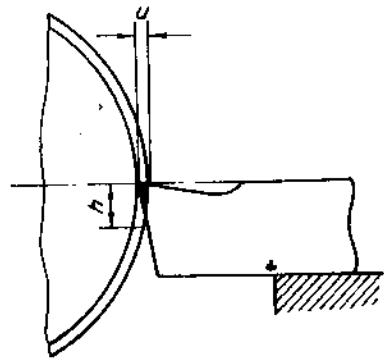
Sai số bước ren, góc nâng của ren, góc đỉnh ren, đường kính trung bình của các loại tarô và bàn ren đều phản ánh trực tiếp lên ren gia công.

Khi gia công các mặt định hình bằng các dao định hình (như dao tiện định hình, dao phay răng môđun) thì sai số prophin của dao sẽ gây ra sai số hình dạng bề mặt.

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

Độ mòn mặt sau h (hình 3.19) có ảnh hưởng lớn nhất đến kích thước gia công.

Trong trường hợp này mũi dao lùi ra khỏi chi tiết gia công một lượng là U .

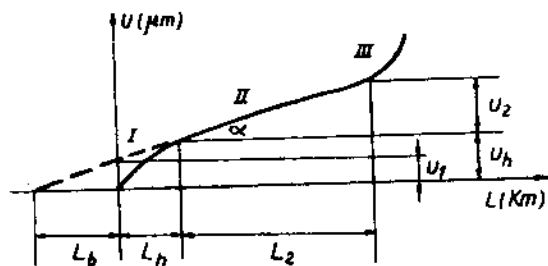


Hình 3.19. Ảnh hưởng của độ mòn mặt sau của dao tới kích thước đường kính của chi tiết gia công.

Khi gia công trục dài, độ mòn của dao sẽ gây ra sai số hình dáng hình học (độ côn), còn khi gia công trục có độ dài nhỏ thì độ mòn của dao sẽ gây ra sai số kích thước cho cả loạt chi tiết (kích thước đường kính ngoài tăng dần). Nếu gia công lỗ thì kích thước đường kính trong giảm dần.

Hình 3.20 là qui luật mòn của dao khi cắt.

Ở giai đoạn cắt ban đầu (I) dao mòn nhanh. Độ mòn ở giai đoạn này được gọi là mòn ban đầu (U_h). Độ mòn ban đầu U_h phụ thuộc vào chiều dài đường cắt L_n , vật liệu làm dao, vật liệu gia công, chất lượng



Hình 3.20. Quan hệ giữa độ mòn của dao U và chiều dài cắt L .

ti và đánh bóng phần cắt. Chiều dài đường cắt L_n của phần này thường nằm trong khoảng $500 \div 1500$ m.

Ở giai đoạn hai (II) dao mòn bình thường, lượng mòn có quan hệ với chiều dài đường cắt theo đường thẳng. Đường thẳng này làm với trục hoành một góc α .

Cường độ mòn của giai đoạn này U_o ($\mu\text{m}/\text{km}$) được xác định công thức:

$$U_o = \text{tg } \alpha = \frac{U_2}{L_2} \quad (3.49)$$

ở đây: U_2 - lượng mòn trong giai đoạn hai (μm);

L_2 - chiều dài đường cắt trong giai đoạn hai (km)

Chiều dài đường cắt ở giai đoạn II (L_2) khi gia công thép bằng dao tiện T15K6 có thể đạt 40000 m (40 km).

Giai đoạn III là giai đoạn mòn kịch liệt, có thể làm cho dao bị gãy, vì vậy cần phải mài lại dao hoặc thay dao.

Lượng mòn của dao U (μm) ảnh hưởng đến độ chính xác gia công được xác định theo công thức:

$$U = U_o \frac{L}{1000} \quad (3.50)$$

ở đây: L - chiều dài đường cắt tính bằng m và được xác định tùy theo phương pháp gia công.

Khi tiện, chiều dài đường cắt (m) được tính theo công thức:

$$L = \frac{\pi D}{1000} \cdot \frac{l}{S} \quad (3.51)$$

ở đây: D - đường kính gia công (mm);

l - chiều dài gia công (mm);

S - lượng chạy dao dọc của dao (mm/vòng).

Khi phay bằng dao phay mặt đầu thì L được tính như sau:

$$L = \frac{IB}{1000 \cdot S_o} = \frac{IB}{1000 Z \cdot S_z} \quad (3.52)$$

ở đây: l - chiều dài gia công trên chi tiết (mm);

B - bề rộng phay (mm);

S_o - lượng chạy dao vòng (mm/vòng);

S_z - lượng chạy dao răng (mm/răng);

Z - số răng của dao phay.

Các công thức trên đây được dùng để tính độ mòn trong giai đoạn II (mòn trung bình), không kể đến sự mòn nhanh của giai đoạn I.

Đối với dao mới hoặc dao mài lại, để xác định chính xác độ mòn dao trong quá trình cắt phải kể đến chiều dài đường cắt ban đầu L_n và độ mòn của giai đoạn đầu U_n . Khi đó lượng mòn tổng cộng được tính theo công thức:

$$U = \frac{L + L_n}{1000} U_o \quad (3.53)$$

ở đây: L_n - chiều dài đường cắt bổ sung (m).

Bảng 3.1. Cường độ mòn của dao khi tiện tinh

Vật liệu gia công	Vật liệu dao	Tốc độ cắt m/phút	Cường độ U_o m/km
Thép hợp kim có $\sigma_B = 92 \text{ kg/mm}^2$	T15K6	135	8,5
	T30K4		3,5
	T30K6		2,0
	BK3		9,5
	BK4		20,0
Thép 20	T30K4	150	4,0
	T15K6		8,0
Thép 20	T30K4	120	4,0
	T15K6		8,0
Thép 45	T15K6	120	12
	T30K4	480	3,0
Gang xám 15 - 36	9K8	100	13,0
		120	18,0
		140	35,0
Gang hợp kim HB = 230	BK3	90	2,5
		120	18,0
		240	11,0

Chiều dài đường cắt bổ sung L_b trung bình có thể lấy khoảng 1000m. Khi tính lượng mòn U thì giá trị lượng mòn tương đối (cường độ mòn) U_0 được chọn theo bảng 3.1.

Dưới đây xét ví dụ tính lượng mòn U theo phương pháp trên.

Tiện tinh trục (vật liệu là thép 20) với lượng dư đường kính 3 mm, lượng chạy dao $S = 0,3$ mm/vòng. Chiều dài trục $l = 2000$ mm, đường kính trục $D = 200$ mm. Cần xác định độ côn do mòn dao gây ra.

Các bước tính toán được tiến hành như sau:

+ Chiều dài đường cắt L :

$$L = \frac{\pi D}{1000} \cdot \frac{l}{S} = \frac{\pi \cdot 200}{1000} \cdot \frac{2000}{0,3} = 4200 \text{ m}$$

+ Chọn giá trị cường độ mòn U_0 theo bảng 3.1 (đối với vật liệu là thép 20, chọn vật liệu dao là T15K6 với tốc độ cắt $V = 150$ m/phút) bằng $8 \mu\text{m}/\text{km}$.

+ Lấy chiều dài đường cắt bổ sung $L_b = 1000$ m. Khi đó:

$$U = \frac{L + L_b}{1000} U_0 = \frac{4200 + 1000}{1000} \cdot 8 = 42 \mu\text{m}$$

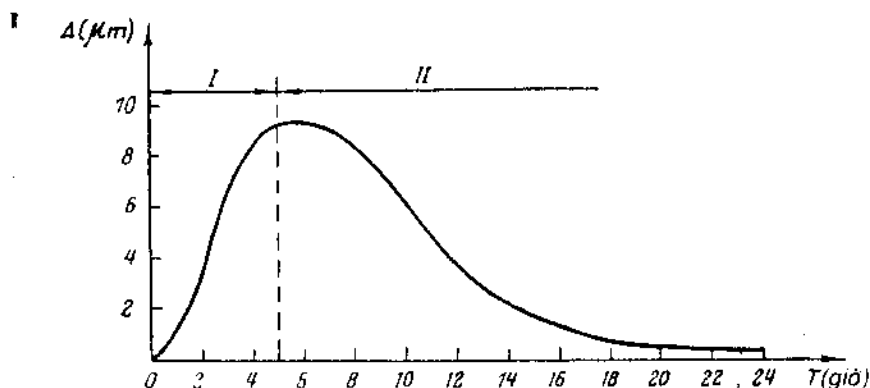
Như vậy, đường kính của chi tiết gia công tăng lên do độ mòn dao gây ra là: $42 \times 2 = 84 \mu\text{m} = 0,084$ mm. Trong khi đó dung sai của cấp chính xác 3 khi tiện trục có đường kính 200 mm bằng $96 \mu\text{m}$. Điều này cho thấy sai số hình dáng hình học (độ côn) của chi tiết do mòn dao gây ra nằm trong phạm vi dung sai cho phép.

3.4.5. Ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của máy tới độ chính xác gia công

Khi máy làm việc, các bộ phận khác nhau của nó bị nung nóng chủ yếu là do nhiệt ma sát, nhiệt phát ra từ động cơ và từ hệ thống thủy lực. Nhiệt độ của các bộ phận khác nhau có thể chênh lệch trong khoảng $10 \div 50^\circ\text{C}$, trong đó nhiệt độ ở hai ổ trục chính có giá trị lớn nhất và có ảnh hưởng lớn nhất đến độ chính xác gia công. Nhiệt độ tăng lên làm cho tâm trục chính xô dịch theo cả hai phương ngang và đứng. Do đó các chi tiết gia công ở đầu và cuối ca làm việc sẽ có các kích thước khác nhau.

Hình 3.21 là quan hệ phụ thuộc giữa lượng xê dịch của tâm ụ trước Δ của máy tiện và nhiệt nung nóng khí gia công bằng công bằng chống tâm hai đầu.

Từ đồ thị trên ta thấy trong khoảng 3 ÷ 5 giờ ụ trục chính bị nung nóng nhanh (nhiệt độ tăng nhanh) nhưng sau đó có xu hướng ổn định. Độ xê dịch này có thể đạt tới 10 ÷ 17 μm . Khi tăng số vòng quay của trục chính độ xê dịch này sẽ tăng lên và tỷ lệ với \sqrt{n} (n là số vòng quay của trục chính).



Hình 3.21. Xê dịch theo phương ngang của tâm ụ trước Δ của máy tiện khi nó bị nung nóng trong trường hợp gia công bằng công bằng chống tâm hai đầu.

T - thời gian làm việc của máy (giờ);

I, II - tăng nhiệt và giảm nhiệt

(khi máy làm việc và khi máy dừng).

Như vậy, biến dạng nhiệt theo phương ngang của ụ trước sẽ gây ra sai số đường kính và khi gia công các chi tiết lớn có thể gây ra sai số hình dáng hình học.

Ngoài ra, nhiệt độ trong phòng hoặc ánh nắng mặt trời cũng làm cho các máy có độ chính xác cao bị nung nóng và mất chính xác.

Để giảm biến dạng nhiệt của máy người ta dùng những biện pháp sau đây:

+ Kết cấu của máy phải đảm bảo điều kiện toả nhiệt tốt.

+ Các bộ phận như động cơ, hệ thống thuỷ lực phải được bố trí sao cho

hiệt độ của chúng ít ảnh hưởng đến máy đồng thời có khả năng giảm rung động cho máy.

- + Các chi tiết máy phải có đủ diện tích để toả nhiệt.
- + Chọn thùng chứa dầu hợp lý để dầu có khả năng toả nhiệt nhanh chóng trong quá trình làm việc.
- + Các máy có độ chính xác cao phải được bố trí ở nơi có đủ ánh sáng nhưng tránh ảnh hưởng của ánh nắng mặt trời.

3.4.6. Ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của dao cắt tới độ chính xác gia công

Khi cắt, nhiệt độ truyền vào dao với tỷ lệ không lớn (10 ÷ 20%). Tuy nhiên, tỷ lệ nhiệt này cũng gây ra biến dạng đáng kể của dao cắt. Hình 3.22 là quan hệ phụ thuộc giữa độ giãn dài của phần công-xôn của dao và thời gian cắt.

Chiều sâu cắt cho cả 4 trường hợp là $t = 0,25 \text{ mm}$, còn lượng chạy dao tương ứng $S = 0,1 \text{ mm/vòng}$.

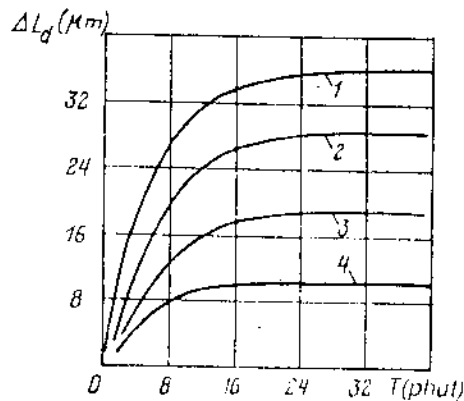
Độ giãn dài của dao có thể đạt tới 30 ÷ 50 μm . Ta thấy, độ giãn dài của dao tăng lên khi tốc độ cắt tăng.

Độ giãn dài của dao ΔL_d có thể được xác định theo công thức:

$$\Delta L_d = C \frac{L_d}{F} \sigma_b (t.S)^{0,75} \sqrt{V} \quad (3.54)$$

ở đây: C - hệ số ($C = 45$ khi chế độ cắt: $t \leq 1,5 \text{ mm}$; $S \leq 0,2 \text{ mm/vòng}$ và $V = 100 \div 200 \text{ m/phút}$);

L_d - chiều dài công-xôn của dao (mm);



Hình 3.22. Quan hệ giữa độ giãn dài của dao (ΔL_d) và thời gian cắt liên tục (T).

1, 2, 3, 4 - các tốc độ tương ứng (200, 124, 72 và 42 m/phút; $t = 0,25 \text{ mm}$; $S = 0,1 \text{ mm/vòng}$).

F - tiết diện của dao cắt (mm^2);

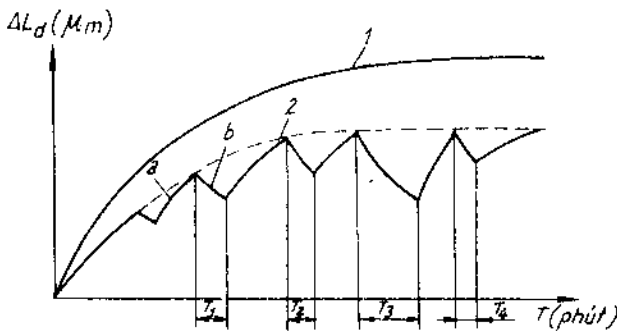
σ_b - giới hạn bền của vật liệu gia công (kG/mm^2);

t - chiều sâu cắt (mm);

S - lượng chạy dao (mm/vòng);

V - vận tốc cắt (m/phút).

Theo hình 3.22 ta thấy ở giai đoạn đầu khi mà nhiệt độ chưa được cân bằng thì độ giãn dài của dao có ảnh hưởng đến kích thước gia công. Khi gia công các chi tiết nhỏ thì độ giãn dài của dao gây ra sai số kích thước còn khi gia công các chi tiết lớn nó gây ra sai số hình dáng hình học.



Hình 3.23. Ảnh hưởng của gia công gián đoạn tới biến dạng nhiệt của dao.

1 - khi gia công liên tục; 2 - khi gia công gián đoạn.
a - nung nóng; b - làm nguội.

Khi gia công loạt chi tiết thì trong thời gian dao nghỉ (khi chuyển từ chi tiết này sang chi tiết khác), dao được làm nguội, do đó chiều dài của nó giảm xuống tới vị trí xuất phát của lần cắt tiếp theo (gia công chi tiết tiếp theo). Ngoài ra, khi cắt không liên tục (trên bề mặt gia công có các rãnh) hiện tượng dao được nung nóng và làm nguội cũng xảy ra tương tự (tương ứng với dao dài ra và ngắn lại). Hình 3.23 là sơ đồ nguyên lý mô tả hiện tượng dao bị dài ra và ngắn lại khi cắt gián đoạn. Trong trường hợp, nếu quá trình cắt xảy ra một cách nhịp nhàng (thời gian làm cho dao nguội $T_1 = T_2$) thì ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của dao sẽ cố định đối với tất cả các chi tiết trong loạt.

Nếu như độ nhịp nhàng của quá trình cắt không được đảm bảo thì biến dạng nhiệt của dao không ổn định, do đó nó sẽ gây ra sai số của kích thước gia công.

Tuy nhiên, khi gia công gián đoạn, nhìn chung biến dạng nhiệt (độ giãn dài) của dao giảm xuống (đường cong 2 trên hình 3.23 thấp hơn đường cong 1).

Đối với các loại dao như dao phay, dao chuốt, dao cắt răng ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của chúng tới độ chính xác gia công ít hơn so với các loại dao tiện. Còn đối với các loại đá mài thì ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của chúng tới độ chính xác gia công còn ít hơn bởi vì vật liệu chất kết dính (như Keramit, Vuncanlit và Bakelit) phát nhiệt rất yếu và hệ số giãn dài của chúng rất nhỏ. Vì vậy, khi mài và các nguyên công khác tương tự thì ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của dụng cụ cắt (các loại đá mài) tới độ chính xác gia công không đáng kể và có thể bỏ qua.

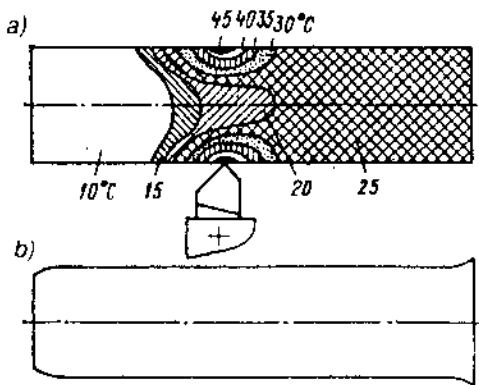
3.4.7. Ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của chi tiết tới độ chính xác gia công

Một phần nhiệt ở vùng cắt được truyền vào chi tiết gia công, làm cho nó biến dạng và gây ra sai số gia công. Nếu chi tiết nung nóng đều thì chỉ gây ra sai số kích thước, còn nếu nó bị nung nóng cục bộ, không đều thì ngoài sai số kích thước còn gây ra sai số hình dáng.

Nhiệt độ được truyền vào chi tiết phụ thuộc vào chế độ cắt. Ví dụ, khi tiện với tốc độ cắt và lượng chạy dao cao, có nghĩa là rút ngắn thời gian tác động nhiệt tới chi tiết gia công thì nhiệt độ giảm. Chẳng hạn, khi tăng tốc độ cắt từ 30 đến 150 m/phút với chiều sâu cắt không đổi (3 mm) và lượng chạy dao 0,44 mm/vòng thì nhiệt độ của chi tiết giảm từ 24°C xuống 11°C. Khi tăng lượng chạy dao từ 0,11 đến 0,44 mm/vòng với tốc độ cắt không đổi (140 m/phút) và chiều sâu cắt 3 mm thì nhiệt độ của chi tiết giảm từ 36°C xuống 11°C.

Trong trường hợp tăng chiều sâu cắt thì nhiệt độ của chi tiết tăng. Ví dụ, khi tăng chiều sâu cắt từ 0,75 đến 4 mm thì nhiệt độ của chi tiết tăng từ 4°C lên 11°C (tốc độ cắt 130 m/phút và lượng chạy dao trong trường hợp này không thay đổi).

Nhiệt độ của chi tiết có ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác khi gia công các chi tiết thành mỏng. Khi gia công các chi tiết lớn, ảnh hưởng của nhiệt độ tới độ chính xác gia công là không đáng kể.



Hình 3.24. Nhiệt độ của chi tiết khi tiện.

Hình 3.24 là sơ đồ mô tả nhiệt độ của chi tiết gia công phát sinh trong quá trình cắt. Ta thấy: nhiệt độ của chi tiết thay đổi theo chiều dài của nó. Hiện tượng này làm cho việc tính toán sai số gia công có thể rất khó khăn. Hơn nữa, các sai số gia công có thể đạt các giá trị rất lớn so với dung sai gia công. Ví dụ, khi gia công thân máy bằng gang có chiều dài 2000 mm và chiều cao 600 mm, nhiệt độ ở phía được gia công chỉ có 2,4°C nhưng gây ra độ võng trên toàn chiều dài là 0,02 mm. Cũng tương tự, sai số gia công theo độ thẳng trên toàn chiều dài 1000 mm sẽ là 0,01 mm.

Nếu chi tiết được nung nóng đều thì nhiệt độ trung bình của nó được xác định theo công thức sau:

$$t = \frac{Q}{C\gamma V} \quad (3.55)$$

ở đây: C - nhiệt dung của vật liệu chi tiết (kCal/kg.độ hoặc Jun/kg.độ).

γ - mật độ của vật liệu chi tiết (kg/m³).

V - thể tích của chi tiết (m³).

Biến dạng nhiệt ΔL của chi tiết theo phương của một kích thước chiều dài L nào đó được xác định theo công thức:

$$\Delta L = \alpha L t \quad (3.56)$$

ở đây: α - hệ số giãn dài của chi tiết.

Ví dụ

Trên máy khoan đứng 3 trục chính có bàn quay 3 vị trí (một vị trí cấp phối) người ta khoan và doa lỗ ống gang với đường kính ngoài $D = 40$ mm, đường kính lỗ $d = 20$ mm và chiều dài $L = 40$ mm. Hãy xác định lượng giảm của đường kính lỗ sau khi chi tiết được làm nguội tới nhiệt độ của môi trường. Số vòng quay của trục chính $n = 310$ vòng/phút, lượng chạy dao $S = 0,36$ mm/vòng, công suất của trục chính $N = 956,8$ W (1,3 mã lực).

Cách giải:

Lượng nhiệt Q (kCal) toả ra sau khoan bằng:

$$Q = \frac{75 \cdot N \cdot t_0 \cdot 60}{427} \quad (3.57)$$

ở đây: t_0 - thời gian cơ bản khi khoan.

Thời gian cơ bản t_0 được tính như sau:

$$t_0 = \frac{L}{nS} = \frac{40}{310 \cdot 0,36} = 0,5 \text{ phút}$$

Khi đó Q bằng:

$$Q = \frac{75 \cdot 1,3 \cdot 0,5 \cdot 60}{427} = 6,85 \text{ kCal} = 13,7 \text{ kJ} = 13700 \text{ Jun}$$

Giả sử rằng 50% nhiệt được truyền vào chi tiết:

$$Q' = 0,5 Q = 3,42 \text{ kCal}$$

Thể tích của chi tiết V :

$$V = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} L = \frac{3,14(4^2 - 2^2)}{4} \cdot 4 = 38 \text{ cm}^3$$

Chọn tỷ trọng của gang $\gamma = 7600$ kG/m³ và nhiệt dung của nó $C = 440$ Jun/kG.độ (0,11 kCal/kG.độ) ta xác định được nhiệt độ nung nóng của chi tiết:

$$t = \frac{13700}{440 \cdot 7600 \cdot 0,00038} = 107^\circ\text{C} \quad (3.58)$$

Nếu bỏ qua nhiệt độ nung nóng chi tiết khi doa thì sai số đường kính Δd sẽ là :

$$\Delta d = 0,000012 \cdot 20 \cdot 107 = 0,026 \text{ mm}$$

(hệ số giãn dài $\alpha = 0,000012$)

Giá trị 0,026 mm tương ứng với dung sai của độ chính xác cấp 2, do đó để giảm sai số gia công cần phải làm nguội chi tiết trước khi doa.

Để khắc phục biến dạng nhiệt của chi tiết gia công người ta dùng những biện pháp sau đây:

- Tưới dung dịch trơn nguội vào vùng gia công theo chế độ hợp lý.
- Gia công chi tiết có yêu cầu nhiệt độ chính xác cao trong phân xưởng riêng.
- Trước khi gia công nên cho máy chạy không một thời gian để cân bằng nhiệt (để cho nhiệt độ của các khâu trong máy tăng đến mức cân bằng nhiệt với môi trường xung quanh, có nghĩa là lượng nhiệt tăng thêm lên đúng bằng lượng nhiệt truyền ra môi trường xung quanh).

3.4.8. Ảnh hưởng của rung động trong quá trình cắt tới độ chính xác gia công

Rung động của hệ thống công nghệ trong quá trình cắt làm cho vị trí tương đối giữa dao cắt và chi tiết gia công thay đổi theo chu kỳ, do đó ghi lại trên bề mặt chi tiết hình dáng không bằng phẳng. Nếu tần số rung động thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt, nếu tần số rung động cao và biên độ thấp sẽ sinh ra độ nhám bề mặt. Ngoài ra, do rung động chiều sâu cắt, tiết diện phoi và lực cắt sẽ tăng, giảm theo chu kỳ làm ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Rung động có hai loại: rung động cưỡng bức và tự rung động.

3.4.8.1. Rung động cưỡng bức

Nguyên nhân gây ra rung động cưỡng bức là do các lực kích thích từ bên ngoài truyền vào. Rung động cưỡng bức có thể có hoặc không có chu kỳ tùy theo lực kích thích có hoặc không có chu kỳ.

Nguồn gốc sinh ra rung động cưỡng bức là:

- Các chi tiết máy, dao hoặc chi tiết gia công quay nhanh nhưng không được cân bằng tốt.

- Các chi tiết truyền động trong máy có sai số lớn.
- Lượng dư gia công không đều.
- Bề mặt gia công không liên tục.
- Các bề mặt tiếp xúc có khe hở lớn.

Để giảm rung động cưỡng bức người ta thường sử dụng các biện pháp sau đây:

- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Giảm lực kích thích từ bên ngoài.
- Các chi tiết truyền động cần phải được gia công với độ chính xác cao.
- Các chi tiết quay nhanh cần phải được cân bằng tốt.
- Tránh cắt không liên tục.
- Khi gia công các chi tiết có độ chính xác cao cần phải có cơ cấu giảm rung và có nền móng giảm rung cách ly với bên ngoài.

3.4.8.2. Tự rung động

Tự rung động (hay là tự rung) là rung động sinh ra bởi quá trình cắt và nó được duy trì bởi lực cắt. Khi ngừng cắt thì hiện tượng tự rung cũng kết thúc.

Để giảm bớt tự rung người ta dùng các biện pháp sau đây:

- Không nên cắt lớp phoi quá rộng và quá mỏng.
- Chọn chế độ cắt hợp lý sao cho không nằm trong vùng có xuất hiện lẹo dao.
- Thay đổi hình dáng hình học của dao sao cho giảm lực cắt ở phương có rung động.
- Dùng dung dịch trơn nguội để giảm bớt mòn dao.
- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Sử dụng các cơ cấu giảm rung.

3.4.9. Ảnh hưởng của phương pháp gá đặt tới độ chính xác gia công

Để gia công được trên máy, chi tiết phải được định vị và kẹp chặt. Hai quá trình này (định vị và kẹp chặt) được gọi là gá đặt. Bản thân gá đặt này cũng có sai số và ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công.

Sai số gá đặt bao gồm:

- Sai số chuẩn $\bar{\varepsilon}_c$
- Sai số kẹp chặt $\bar{\varepsilon}_k$
- Sai số đồ gá $\bar{\varepsilon}_{dg}$

Sai số gá đặt ε_{gd} được tính theo công thức:

$$\bar{\varepsilon}_{gd} = \bar{\varepsilon}_c + \bar{\varepsilon}_k + \bar{\varepsilon}_{dg} \quad (3.59)$$

Phép cộng vectơ (công thức 3.59) được giải thích là: phương của các sai số rất khó xác định hay nói cách khác là phương của chúng không trùng nhau.

Để xác định giá trị ε_{gd} ta dùng công thức:

$$\varepsilon_{gd} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_{dg}^2} \quad (3.60)$$

Vấn đề gá đặt chi tiết sẽ được nghiên cứu sâu ở chương 5. Chuẩn.

3.4.10. Ảnh hưởng của dụng cụ đo và phương pháp đo tới độ chính xác gia công

Dụng cụ đo và phương pháp đo cũng gây ra sai số và ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Bản thân dụng cụ đo khi chế tạo cũng có sai số, do đó khi dùng nó để xác định độ chính xác của chi tiết sẽ cho ta kết quả không chính xác.

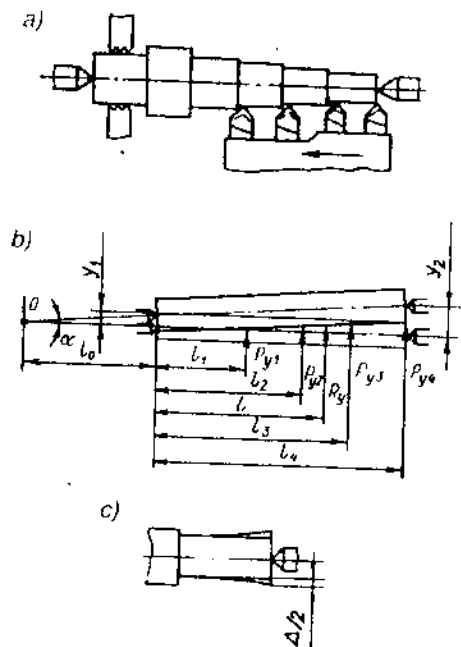
Ngoài ra phương pháp đo (gá chi tiết gia công lên dụng cụ đo hoặc đồ gá, sau đó điều chỉnh chuôi kích thước rồi thực hiện phép đo) cũng gây ra sai số và ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Để giảm bớt ảnh hưởng của đo lường đến độ chính xác gia công cần phải chọn dụng cụ đo và phương pháp đo hợp lý.

3.5. ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG ĐỒNG THỜI BẰNG NHIỀU DAO

Một trong những hướng quan trọng của công nghệ chế tạo máy hiện đại là tập trung hóa nguyên công nhờ phương pháp gia công đồng thời bằng nhiều dao và sử dụng nhiều trục chính cùng lúc. Phương pháp này cho phép nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế. Vì giảm được số lần gá đặt do đó giảm được sai số gá đặt cho nên sai số vị trí tương quan của các bề mặt gia công về nguyên tắc sẽ giảm xuống. Tuy nhiên, trong trường hợp này có thể xuất hiện một số sai số riêng biệt (có gắn liền với biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ) làm cho độ chính xác kích thước và hình dáng hình học giảm.

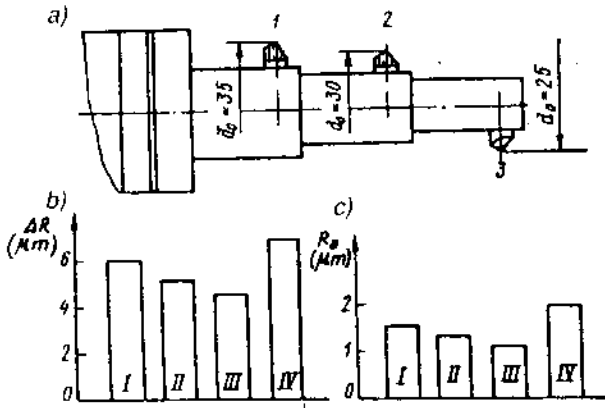
Ví dụ, khi gia công trục bậc bằng nhiều dao với cùng thời điểm xuất phát và kết thúc (hình 3.25a), biến dạng đàn hồi y_1 của \bar{u} trước và y_2 của \bar{u} sau dưới tác dụng của tổng hợp lực R_y của các thành phần lực cắt P_y của mũi dao đã làm cho đường tâm của chi tiết gia công dịch chuyển và xoay đi một góc α (hình 3.25b) do đó gây ra sai số kích thước và hình dáng hình học của từng đoạn (hình 3.25c). Trong trường hợp này sai số kích thước và hình dáng hình học giảm dần về phía đầu trái. Việc tính toán các sai số này được thực hiện trên cơ sở xác định biến dạng của \bar{u} trước và \bar{u} sau và các kích thước thẳng của từng đoạn bậc gia công.



Hình 3.25. Sai số kích thước và hình dáng hình học khi gia công đồng thời bằng nhiều dao.

Khi gia công lỗ bậc đồng thời bằng nhiều dao trên máy doa kim cương, rung động của nhiều dao làm việc đồng thời tác động qua lại với nhau làm cho sai số tổng cộng và độ nhám bề mặt tăng lên. Trong trường hợp này giá

trị sai số biến động tùy thuộc vào số lượng và vị trí tương quan của các dao làm việc đồng thời (hình 3.26).

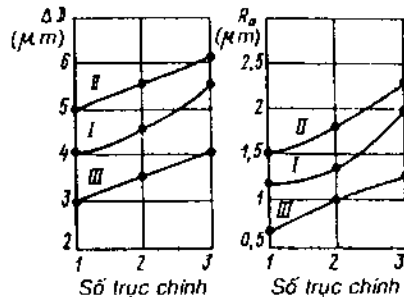


Hình 3.26. Ảnh hưởng của gia công đồng thời bằng nhiều dao tới độ chính xác của lỗ doa trên vật liệu thép 45.

a-trục gá nhiều dao để tiện ba lỗ bậc với $v = 180$ m/phút; $S = 0,06$ mm/vòng; $t = 0,1$ mm; b - độ không tròn (sai số hình dáng hình học); c - độ nhám bề mặt; I - dao 3 làm việc; II - dao 3 và 2 cùng làm việc đồng thời; III - dao 3 và 1 cùng làm việc đồng thời; IV - các dao 3, 2 và 1 cùng làm việc đồng thời;

Khi gia công trên máy doa kim cương đồng thời bằng nhiều trục chính (mỗi trục chính có nhiều dao) thì sai số hình dáng hình học (độ không tròn và độ không trụ) của các lỗ tăng lên tỷ lệ thuận với số lượng trục chính (hình 3.27).

Trong trường hợp này với kết cấu của máy doa kim cương có nhiều trục chính thì mỗi trục chính khi làm việc sẽ giảm độ chính xác (trung bình là 10÷15%).



Hình 3.27. Ảnh hưởng của số lượng trục chính làm việc đồng thời tới độ trụ a) và độ nhám b) của lỗ gia công

I - thép 45; II - gang xám; III - nhôm.

Các ví dụ trên đây cho thấy rằng khi tổ chức gia công đồng thời bằng nhiều dao và dùng nhiều trục chính cần phải tính đến khả năng xuất hiện các sai số bổ sung đối với từng điều kiện cụ thể trong các nguyên công chịu ảnh hưởng của độ cứng vững của hệ thống công nghệ.

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

Để xác định độ chính xác gia công người ta thường dùng các phương pháp sau đây:

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

3.6.1. Phương pháp thống kê kinh nghiệm

Phương pháp này rất đơn giản, nó dựa vào “độ chính xác kinh tế” để đánh giá. Độ chính xác kinh tế (như trên đã nói) là độ chính xác đạt được trong điều kiện sản xuất bình thường. Như vậy, trong thực tế người ta chỉ căn cứ vào từng phương pháp gia công cụ thể để đánh giá độ chính xác đạt cấp nào và tương ứng từng cấp chính xác có thể tính ra gần đúng dung sai (độ chính xác) của nguyên công. Nhìn chung phương pháp này mang tính chất định tính hơn là định lượng.

3.6.2. Phương pháp tính toán - phân tích.

Khi gia công trên máy đã điều chỉnh sẵn thì sai số tổng cộng Δ_{Σ} được tính theo công thức:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_y + \varepsilon + \Delta_H + \Delta_m + \Delta_T + \Sigma \Delta_{hd} \quad (3.61)$$

ở đây: Δ_y - sai số kích thước xuất hiện khi có biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ;

ε - sai số gá đặt (gồm sai số chuẩn, sai số kẹp chặt và sai số đồ gá);

Δ_H - sai số phát sinh do điều chỉnh máy gây ra;

Δ_m - sai số do dụng cụ cắt bị mòn gây ra;

Δ_T - sai số do biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ gây ra;

$\Sigma \Delta_{hd}$ - sai số hình dáng hình học do sai số của máy và biến dạng của chi tiết gây ra.

Một số thành phần của sai số trên đây có thể không xuất hiện trong một số trường hợp. Ví dụ, khi gia công mặt trụ tròn xoay hoặc các mặt phẳng đối xứng thì không có ε . Khi gia công loạt nhỏ chi tiết mà không thay dao thì không tính Δ_H (trong trường hợp này sai số tổng cộng bằng hiệu của các kích thước lớn nhất và nhỏ nhất sẽ giảm).

Ví dụ:

Xác định sai số tổng cộng nếu $\Delta_y = 10 \mu\text{m}$; $\varepsilon = 25 \mu\text{m}$; $\Delta_H = 30 \mu\text{m}$; $\Delta_m = 15 \mu\text{m}$; $\Delta_T = 10 \mu\text{m}$; $\Sigma \Delta_{hd} = 20 \mu\text{m}$.

Cách giải:

Theo công thức (3.16) ta có:

$$\begin{aligned} \Delta \Sigma &= \Delta_y + \varepsilon + \Delta_H + \Delta_m + \Delta_T + \Sigma \Delta_{hd} = \\ &= 10 + 25 + 30 + 15 + 10 + 20 = 110 \mu\text{m}. \end{aligned}$$

3.6.3. 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.

Khi gia công một loạt chi tiết trên máy đã được điều chỉnh sẵn, kích thước thực của chi tiết là một đại lượng ngẫu nhiên. Nhiều nghiên cứu thực nghiệm đã khẳng định rằng khi gia công cơ các sai số do các yếu tố ngẫu nhiên gây ra đều phân bố theo quy luật chuẩn. Về mặt lý thuyết quy luật này được mô tả bằng đường cong Gauss.

Để xây dựng đường cong phân bố thực nghiệm, trước tiên, phải cắt thử một loạt chi tiết rồi kiểm tra kích thước của từng chi tiết. Sau đó các kích thước này được chia ra từng khoảng (một số khoảng) và xác định tần suất, có nghĩa là tỷ số giữa số chi tiết có kích thước nằm trong từng khoảng chia đó và tổng số chi tiết của cả loạt $\frac{m}{n}$ (ở đây m là số chi tiết có kích thước nằm trong từng khoảng chia còn n là tổng số chi tiết của cả loạt).

Giả sử loạt chi tiết có 100 chi tiết và kích thước thực nằm trong khoảng từ 50,00 đến 50,36 mm. Các kích thước này được phân chia ra 7 khoảng và được ghi trong bảng 3.1.

Bảng 3.1

Khoảng kích thước (mm)	Tần số m	Tần suất $\frac{m}{n}$
50,00 - 50,05	2	0,02
50,05 - 50,10	12	0,12
50,10 - 50,15	18	0,18
50,15 - 50,20	27	0,27
50,20 - 50,25	23	0,23
50,25 - 50,30	15	0,15
50,30 - 50,35	3	0,03
	$\sum m = 100$	$\sum \frac{m}{n} = 1$

Theo số liệu của bảng 3.1 có thể xây dựng đồ thị thực nghiệm (hình 3.28). Trên trục hoành đặt các khoảng kích thước, còn trên trục tung đặt tần số (m) hoặc tần suất ($\frac{m}{n}$). Các cột hình chữ nhật 1 được gọi là đặc tính phân bố. Nếu nối các điểm ở giữa các khoảng phân bố ta được đường cong gấp khúc và nó được gọi là đường cong phân bố thực nghiệm 2.

Khi tăng số lượng chi tiết trong loạt, giảm giá trị khoảng chia và tăng số lượng khoảng chia thì đường gấp khúc sẽ gần trùng với đường cong lý thuyết của quy luật chuẩn Gaus.

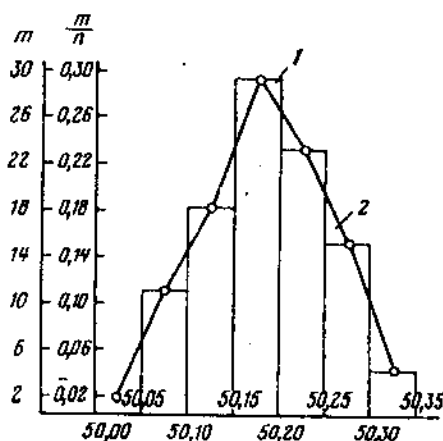
Sai số gia công trong công nghệ chế tạo máy thông thường phân bố theo các quy luật sau đây:

- Quy luật chuẩn (quy luật Gaus).

- Quy luật xác suất đều.

- Quy luật Simson (quy luật hình tam giác).

- Quy luật Maxvel (quy luật lệch tâm).



Hình 3.28. Phân bố kích thước thực của chi tiết
1- đặc tính phân bố; 2 - đường cong thực nghiệm.

3.6.3.1. Quy luật chuẩn

Khi nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên tới độ chính xác

gia công, cần giả thiết rằng có nhiều yếu tố trong các yếu tố này tác động tới tần số xuất hiện như nhau và chúng không phụ thuộc vào nhau.

Quy luật chuẩn được đặc trưng bằng các đại lượng sau đây:

- Kích thước trung bình cộng (hay sai lệch trung bình cộng).
- Sai lệch bình phương trung bình σ .

Kích thước trung bình cộng của loạt chi tiết được xác định theo công thức sau:

$$L_{tb} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (3.62)$$

ở đây: L_i - kích thước của chi tiết thứ i .

n - số chi tiết trong loạt.

Sai lệch bình phương trung bình σ được tính theo công thức:

$$\sigma = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}} \quad (3.63)$$

ở đây: $x_i = L_i - L_{tb}$.

Đại lượng σ đặc trưng cho phân tán kích thước và hình dáng của đường cong phân bố. Hiệu giữa kích thước thực lớn nhất và nhỏ nhất của các chi tiết trong loạt gọi là khoảng phân bố hay trường phân tán:

$$\Delta_p = L_{\max} - L_{\min} \quad (3.64)$$

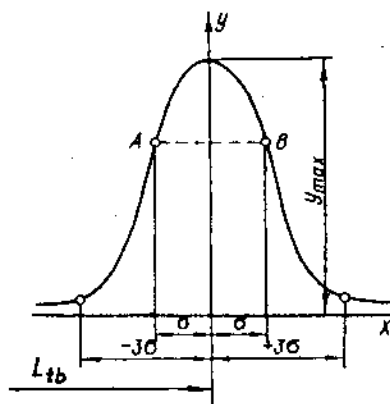
Đường cong phân bố chuẩn được trình bày trên hình 3.29 và được viết bằng phương trình:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (3.65)$$

ở đây: e - cơ số của lôgarit tự nhiên.

Đường cong phân bố chuẩn có các đặc tính sau đây:

+ Đối xứng qua trục tung và hai nhánh tiệm cận với trục hoành. Đỉnh của đường cong (trục tung) khi $L_i = L_{tb}$ được xác định theo công thức:



Hình 3.29. Đường cong phân bố chuẩn (đường cong Gauss)

$$y_{\max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \approx \frac{0,4}{\sigma} \quad (3.66)$$

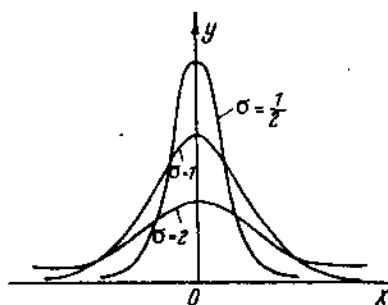
+ ở khoảng cách $\pm\sigma$ tính từ đỉnh, đường cong có hai điểm uốn (các điểm A và B) với các trục tung:

$$y_A = y_B = \frac{1}{2\sigma\sqrt{2\pi}e} = \frac{y_{\max}}{\sqrt{e}} \approx 0,6y_{\max} = \frac{0,24}{\sigma} \quad (3.67)$$

+ Diện tích giới hạn của đường cong chuẩn được tính theo công thức:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} y dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx = \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx = 1 \quad (3.68)$$

Hình 3.30. Ảnh hưởng của sai lệch bình phương trung bình σ tới hình dáng của đường cong phân bố chuẩn.



Trong phạm vi $\pm 3\sigma$ diện tích chiếm khoảng 99,73% toàn bộ diện tích giới hạn của đường cong. Như vậy, thực tế (với sai số 0,27%) có thể cho rằng trong phạm vi $\pm 3\sigma$ đường cong phân bố chuẩn chứa tới 99,73% số chi tiết trong cả loạt.

Khi tăng σ , tung độ y_{\max} giảm, còn trường phân bố (phân tán) 6σ tăng, do đó đường cong giãn ra, có nghĩa là độ chính xác giảm. Đại lượng σ càng nhỏ thì độ phân tán của kích thước càng nhỏ, do đó độ chính xác gia công càng cao (hình 3.30).

Nếu tâm phân bố trùng với tâm dung sai thì nguyên công không có phế phẩm nếu thoả mãn điều kiện:

$$\delta \geq \Delta_p \quad (3.69)$$

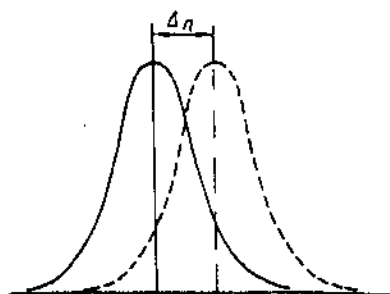
ở đây: Δ_p - trường phân bố, bằng 6σ ;

δ - dung sai nguyên công.

Sai số hệ thống (ví dụ: sai số điều chỉnh máy hoặc thay dao đã mòn) không ảnh hưởng đến hình dáng của đường cong phân bố mà chỉ dịch chuyển nó đi một giá trị tương ứng (hình 3.31).

Khi tính đến lượng dịch chuyển của đường cong phân bố thì nguyên công không có phế phẩm nếu thoả mãn điều kiện sau đây:

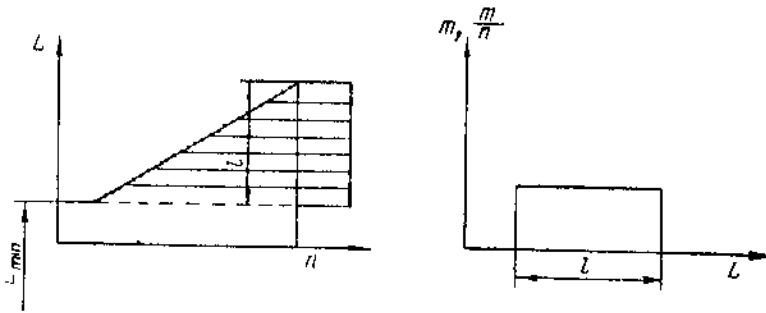
$$\delta \geq \Delta_p + \Delta_n = 6\sigma + \Delta_n \quad (3.70)$$



Hình 3.31. Ảnh hưởng của sai số hệ thống tới vị trí của đường cong phân bố.

3.6.3.2. Quy luật xác suất đều

Trong trường hợp, khi gia công chi tiết mà sai số của nó chịu ảnh hưởng của một yếu tố nào đó, ví dụ, độ mòn dao, thì kích thước thực của chi tiết sẽ



Hình 3.32. Ảnh hưởng của mòn dao đến thay đổi kích thước thực a) và phân bố kích thước theo quy luật xác suất đều b).

phân bố theo quy luật xác suất đều. Giả sử, khi gia công đường kính ngoài của loạt trục thì kích thước giới hạn nhỏ nhất L_{min} trong loạt sẽ tăng theo quy luật tuyến tính (hình 3.32a). Các chi tiết được gia công ở cuối sẽ có độ chênh lệch đường kính là l . Nếu đại lượng l này được chia ra nhiều khoảng thì rõ ràng trong mỗi khoảng sẽ có số lượng chi tiết như nhau, có nghĩa là tần số (hoặc tần suất) sẽ có giá trị cố định (hình 3.32b). Điều này chứng tỏ kích thước phân bố theo quy luật xác suất đều.

Khoảng phân bố thực của kích thước trong trường hợp này được xác định theo công thức:

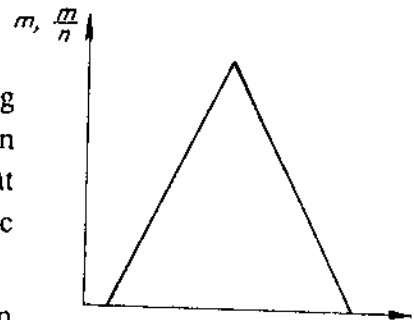
$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot \sigma \quad (3.71)$$

ở đây: σ - sai lệch bình phương trung bình, được xác định theo công thức (3.63).

3.6.3.3. Quy luật Simson

Khi gia công chi tiết trong hệ thống công nghệ không đủ độ cứng vững thì phân bố kích thước có thể tuân theo quy luật Simson hay còn gọi là quy luật hình tam giác (hình 3.33).

Đặc điểm của quy luật này là nguyên nhân kích động ở nửa giai đoạn đầu xảy ra chậm, còn ở nửa giai đoạn sau xảy ra nhanh.



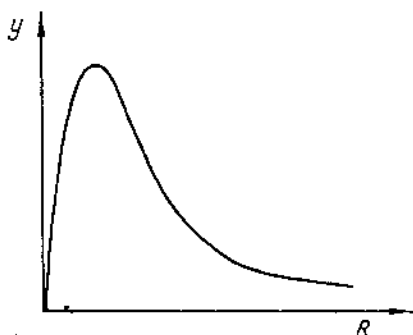
Hình 3.33. Phân bố kích thước theo quy luật Simson.

Trường phân bố kích thước trong trường hợp này được xác định theo công thức:

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{6} \cdot \sigma \tag{3.72}$$

3.6.3.4. Quy luật Maxwell

Trong thực tế, có một số sai số gia công như độ lệch tâm, độ đảo mặt đầu, độ oval, độ không vuông góc, độ không song song, sai số bước ren, v.v... phân bố theo quy luật Maxwell (quy luật lệch tâm). Các sai số trên đây luôn luôn dương (biến đổi từ 0 đến giá trị nào đó) cho nên quy luật này thuộc loại quy luật một thông số. Cần nhớ rằng quy luật phân bố chuẩn thuộc loại quy luật hai thông số (vì các sai số có thể âm hoặc dương).



Hình 3.34. Đường cong phân bố theo quy luật Maxwell (quy luật lệch tâm).

Hình 3.34 là đường cong lý thuyết phân bố theo quy luật Maxwell.

Hình dáng của đường cong không đối xứng. Đặc điểm của đường cong này là phần lớn chi tiết gia công có độ lệch tâm R nhỏ, còn phần còn lại có R lớn.

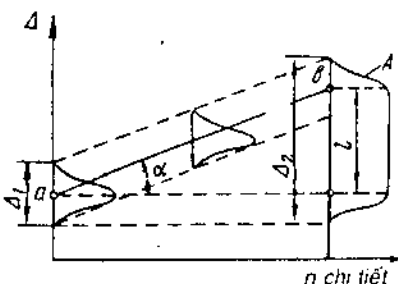
Trường phân bố của đường cong Maxwell được tính theo công thức:

$$\Delta = 3,44\sigma \tag{3.73}$$

3.6.3.5. Tổ hợp các đường cong phân bố

Hình 3.35. Ảnh hưởng của yếu tố kích thích và các yếu tố ngẫu nhiên tới trường phân bố kích thước của chi tiết.

- Δ_1 - phân tán kích thước do tác động của các yếu tố ngẫu nhiên;
- I - phân tán kích thước do tác động của các yếu tố kích thích (mòn dau);
- Δ_2 - phân tán kích thước do tác động của tổ hợp các yếu tố.



Trong thực tế, đôi khi có các đường cong là tổ hợp của các đường cong phân bố trên đây. Ví dụ, khi xuất hiện yếu tố kích thích (mòn dao) và đồng thời xuất hiện nhiều yếu tố ngẫu nhiên thì sẽ nhận được đường cong phân bố A như trên hình 3.35.

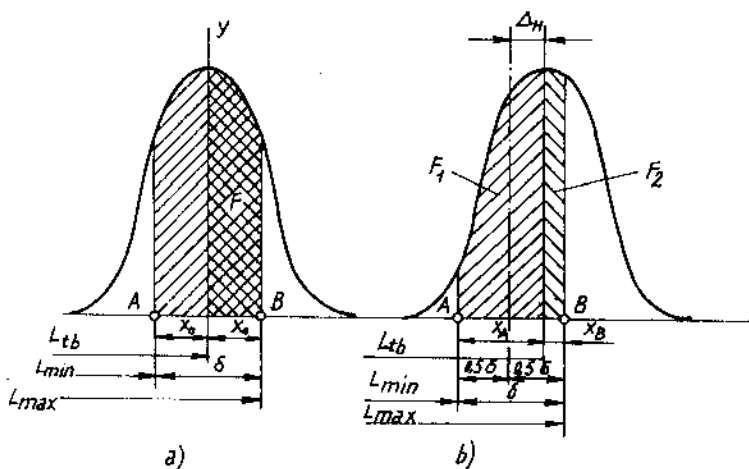
Ta thấy: đường ab là thay đổi kích thước do tác động của yếu tố kích thích (mòn dao) còn l là giá trị lớn nhất của đường ab. Trường phân bố kích thước do tác động của các yếu tố kích thích là $\Delta_1 = 6\sigma$. Như vậy, khoảng phân tán tổng cộng của kích thước là $\Delta_2 = \Delta_1 + l$.

Đường cong như trên có thể xuất hiện khi độ mòn dao có ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác gia công.

3.6.3.6. Ứng dụng các quy luật phân bố kích thước để xác định phần trăm phế phẩm của chi tiết

Hình 3.36 là các trường hợp gia công chi tiết khi trường phân bố của kích thước lớn hơn dung sai nguyên công ($6\sigma > \delta$).

Trong những trường hợp đó ắt xuất hiện phế phẩm. Ở trường hợp thứ nhất điều chỉnh máy được thực hiện sao cho tâm phân bố của đường cong trùng với tâm dung sai (hình 3.36a) còn ở trường hợp thứ hai: hai tâm lệch nhau một đoạn Δ_H (hình 3.36b).



Hình 3.36. Sơ đồ tính phần trăm phế phẩm khi phân bố đối xứng a) và không đối xứng b) của tâm phân bố và tâm dung sai.

Phần gạch chéo dưới đường cong ứng với số chi tiết thành phẩm, còn phần không gạch chéo ứng với số chi tiết phế phẩm. Xác suất nhận được các chi tiết thành phẩm được xác định bằng tỷ số giữa phần diện tích được gạch chéo và toàn bộ diện tích dưới đường cong. Đối với một khoảng x nào đó diện tích F được xác định theo tích phân:

$$F = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (3.74)$$

Để đơn giản hóa khi tính toán tích phân trên được viết dưới dạng $z = \frac{x}{\sigma}$. Vì phân biểu thức này ta được $dx = \sigma dz$.

Đặt z và dx vào công thức (3.74) ta được hàm số $\phi(z)$:

$$\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (3.75)$$

Giá trị của hàm $\phi(z)$ phụ thuộc vào z và nó được trình bày trong bảng 3.2.

Bảng 3.2. Giá trị hàm $\phi(z)$

z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$
0,00	0,0000	0,26	0,1026	0,52	0,1985	1,05	0,3531	2,6	0,4953
0,01	0,0040	0,27	0,1064	0,54	0,2054	1,10	0,3643	2,70	0,4965
0,02	0,0080	0,28	0,1103	0,56	0,2123	1,15	0,3749	2,80	0,4974
0,03	0,0120	0,29	0,1141	0,58	0,2190	1,20	0,3849	2,90	0,4981
0,04	0,0160	0,30	0,1179	0,60	0,2257	1,25	0,3944	3,00	0,49865
0,05	0,0199	-	-	-	-	-	-	-	-
0,06	0,0239	0,31	0,1217	0,62	0,2324	1,30	0,4032	3,20	0,49931
0,07	0,0279	0,32	0,1255	0,64	0,2389	1,35	0,4115	3,40	0,49966
0,08	0,0319	0,33	0,1293	0,66	0,2454	1,40	0,4192	3,60	0,499841
0,09	0,0359	0,34	0,1331	0,68	0,2517	1,45	0,4265	3,80	0,499928
0,10	0,0398	0,35	0,1368	0,70	0,2590	1,50	0,4332	4,00	0,499968
0,11	0,0438	0,36	0,1406	0,72	0,2642	1,55	0,4394	4,50	0,499997
0,12	0,0478	0,37	0,1443	0,74	0,2703	1,60	0,4452	5,00	0,49999997

tiếp bảng 3.2

z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$	z	$\phi(z)$
0,13	0,0517	0,38	0,1480	0,76	0,2764	1,65	0,4505	-	-
0,14	0,0557	0,39	0,1517	0,78	0,2823	1,70	0,4554	-	-
0,15	0,0596	0,40	0,1554	0,80	0,2881	1,75	0,4599	-	-
0,16	0,0636	0,41	0,1591	0,82	0,2939	1,80	0,4641	-	-
0,17	0,0675	0,42	0,1628	0,84	0,2995	1,85	0,4678	-	-
0,18	0,0714	0,43	0,1664	0,86	0,3051	1,90	0,4713	-	-
0,19	0,0753	0,44	0,1700	0,88	0,3106	1,95	0,4744	-	-
0,20	0,0793	0,45	0,1736	0,90	0,3159	2,00	0,4772	-	-
0,21	0,0832	0,46	0,1772	0,92	0,3212	2,10	0,4821	-	-
0,22	0,0871	0,47	0,1808	0,94	0,3264	2,20	0,4861	-	-
0,23	0,0910	0,48	0,1844	0,96	0,3315	2,30	0,4893	-	-
0,24	0,0948	0,49	0,1879	0,98	0,3365	2,40	0,4918	-	-
0,25	0,09987	0,50	0,1915	1,00	0,3413	2,50	0,4938	-	-

Đối với trường hợp phân bố đối xứng (hình 3.36a) diện tích gạch chéo trong khoảng AB bằng $\phi(z) + \phi(z) = 2\phi(z)$. Vì toàn bộ diện tích dưới đường cong bằng 1 nên phần trăm phế phẩm được tính theo công thức:

$$P = [1 - 2\phi(z)] \cdot 100\% \quad (3.76)$$

Đối với trường hợp phân bố không đối xứng (hình 3.36b) thì phép tính cũng được thực hiện tương tự nhưng với các diện tích F_1 và F_2 khác nhau.

Khi gia công mặt trụ ngoài thì tất cả các kích thước nằm ở bên trái điểm A đều là phế phẩm không sửa được, còn ở bên phải điểm B là phế phẩm có thể sửa được. Khi gia công lỗ thì phế phẩm được tính theo hướng ngược lại.

Trong phạm vi $x = \pm 3\sigma$ có nghĩa là $z = \pm 3$ sẽ có 99,73% số chi tiết (còn 0,27% chi tiết nằm ngoài phạm vi nói trên). Dưới đây ta xét hai ví dụ xác định phần trăm chi tiết thành phẩm và phế phẩm.

Ví dụ 1

Trên máy ronvone người ta gia công loạt trục (1000 trục) với dung sai đường kính $\delta = 0,1$ mm. Giả sử rằng $\sigma = 0,025$ mm. Hãy xác định số chi tiết thành phẩm và phế phẩm trường hợp đường cong phân bố đối xứng (tương tự như hình 3.36a).

Cách giải

Trong trường hợp này $6\sigma = 6 \cdot 0,025 = 0,15 > \delta$, do đó có khả năng xuất hiện phế phẩm.

$$\text{Giá trị } x_o = \frac{\delta}{2} = \frac{0,1}{2} = 0,05, \text{ khi đó } z = \frac{x_o}{\sigma} = \frac{0,05}{0,025} = 2.$$

Theo bảng 3.2 khi $z = 2$ có $\phi(z) = 0,4772$. Diện tích F này ứng với 47,72% chi tiết thành phẩm (hàm $\phi(z)$ được tính trong phạm vi từ 0 đến x_o). Như vậy, đối với cả loạt chi tiết thì số chi tiết thành phẩm bằng $2 \times 47,72\% = 95,44\%$ hay 954 chi tiết. Số chi tiết phế phẩm sẽ là 4,56% hay 46 chi tiết.

Ví dụ 2

Giả sử khi gia công có sai số điều chỉnh máy, cho nên kích thước phân bố không đối xứng (tương tự như hình 3.36b). Giả sử rằng lượng dịch chuyển giữa tâm phân bố và tâm dung sai là $\Delta_H = 0,02$ mm. Hãy xác định số chi tiết thành phẩm và phế phẩm, nếu biết $\delta = 0,1$ mm. Số chi tiết: 1000.

Cách giải

Xác định số chi tiết thành phẩm theo diện tích F_1 :

$$X_A = \frac{\delta}{2} + \Delta_H = 0,05 + 0,02 = 0,07$$

$$Z_A = \frac{X_A}{\sigma} = \frac{0,07}{0,025} = 2,8$$

Theo bảng 3.2 có $\phi(Z_A) = 0,4974$, có nghĩa là 49,74% chi tiết thành phẩm và 0,26% (3 chi tiết) phế phẩm (ở đây số phần trăm chi tiết thành phẩm và phế phẩm được tính cho 50% chi tiết trong loạt, có nghĩa là 500 chi tiết).

Xác định số chi tiết thành phẩm theo diện tích F_2 :

$$X_B = \frac{\delta}{2} - \Delta_H = 0,05 - 0,02 = 0,03$$

$$Z_B = \frac{X_B}{\sigma} = \frac{0,03}{0,025} = 1,2$$

Theo bảng 3.2 ta có $\phi(Z_B) = 0,3849$, có nghĩa là 38,49% chi tiết thành

phẩm và 11,51% (115) chi tiết phế phẩm (ở đây số phần trăm chi tiết thành phẩm và phế phẩm được tính cho 50% chi tiết trong loạt, có nghĩa là 500 chi tiết).

Tổng số chi tiết thành phẩm là:

$$49,74 + 38,49 = 88,23\% \text{ hay } 882 \text{ chi tiết.}$$

Tổng số chi tiết phế phẩm là:

$$0,26 + 11,51 = 11,77\% \text{ hay } 118 \text{ chi tiết.}$$

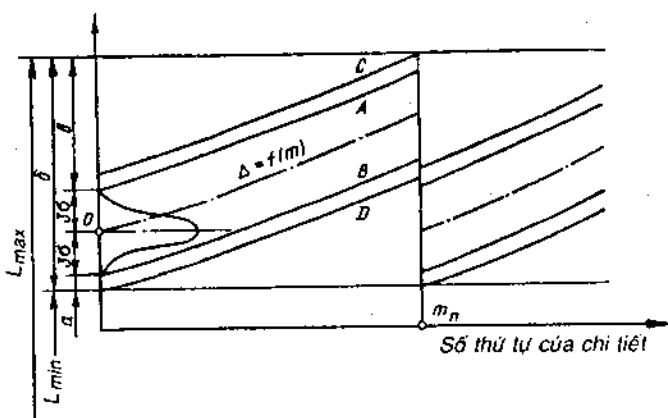
3.7. ĐIỀU CHỈNH MÁY

Để thực hiện bất kỳ một nguyên công nào ta phải thực hiện việc điều chỉnh máy.

Điều chỉnh máy là quá trình gá đặt dụng cụ cắt, đồ gá và các cơ cấu khác (cam, cữ chặn, v.v...) để đảm bảo vị trí tương quan giữa chi tiết và dụng cụ cắt nhằm đạt được độ chính xác gia công cần thiết. Điều chỉnh máy còn bao gồm cả chọn chế độ cắt. Đối với mỗi quy trình công nghệ được thiết kế mới hoặc đang tồn tại có thể phân tích - tính toán và xây dựng sơ đồ đặc trưng cho độ chính xác gia công (hình 3.37). Trên trục tung ta đặt kích thước của chi tiết (ví dụ, kích thước của trục) còn trên trục hoành đặt số thứ tự của chi tiết. Để cho đơn giản, nên chọn kích thước giới hạn nhỏ nhất L_{\min} làm gốc tọa độ.

Từ kích thước này đặt sai số cố định, chẳng hạn sai số đo $a = \Delta_{\Delta_0}$. Tiếp theo đó đặt trường dung sai 6σ thể hiện khoảng phân tán của kích thước do các yếu tố ngẫu nhiên gây ra. Điểm giữa O của trường dung sai được chọn làm gốc để xây dựng đường cong $\Delta = f(m)$, mô tả ảnh hưởng của các yếu tố hệ thống thay đổi theo quy luật tới độ chính xác gia công. Yếu tố hệ thống đó có thể là độ mòn dao. Trên khoảng cách $\pm 3\sigma$ ta vẽ các đường cong cách đều (với đường $\Delta = f(m)$, A và B). Cũng tương tự như vậy, trên khoảng cách $\Delta_j = a$ ta vẽ các đường cong cách đều (với các đường A và B). Các đường cong trên đây là giới hạn thay đổi của kích thước chi tiết khi gia công. Chúng dần dần tiến tới kích thước lớn nhất L_{\max} .

Khi gia công chi tiết thứ m_n , hệ thống công nghệ cần phải được hiệu chỉnh lại, bởi vì nếu tiếp tục gia công thì kích thước của chi tiết có thể vượt ra ngoài phạm vi dung sai. Khi điều chỉnh, tất cả các đường cong cách đều dịch xuống giới hạn dưới của trường dung sai, có nghĩa là trở về vị trí ban đầu.



Hình 3.37. Đồ thị thay đổi độ chính xác kích thước khi gia công loạt chi tiết.

Từ đồ thị trên hình 3.37 ta thấy: luôn luôn cần đặt trường phân bố 6σ tương quan với giới hạn của trường dung sai sao cho phần còn lại của trường dung sai B được dùng để bù lại sai số do các yếu tố hệ thống thay đổi gây ra (mòn dao chẳng hạn).

Hiện nay có hai phương pháp điều chỉnh hay được dùng là: điều chỉnh tĩnh và điều chỉnh động.

3.7.1. Điều chỉnh tĩnh

Điều chỉnh tĩnh là gá dụng cụ cắt để xác định khoảng cách từ nó đến chuẩn định vị của chi tiết trên máy chưa chuyển động (khi chưa cắt).

Khi điều chỉnh máy cần phải biết cách đặt trường phân bố một cách hợp lý so với các giới hạn của trường dung sai. Ví dụ, khi tiện trục nên dịch trường phân bố về phía kích thước giới hạn nhỏ nhất. Trong trường hợp này do mòn dao mà trường phân bố kích thước dịch dần về phía kích thước giới hạn lớn nhất, như vậy thời gian giữa hai lần điều chỉnh tăng lên. Kích thước cần đạt trong quá trình điều chỉnh được gọi là kích thước điều chỉnh thực (kích thước gia công). Khi điều chỉnh tĩnh thì calip hoặc dưỡng, mẫu được lắp vào vị trí của chi tiết gia công, sau đó dịch chuyển dụng cụ cắt sao cho nó tỳ sát vào bề mặt calip hoặc dưỡng, mẫu rồi kẹp chặt. Các cỡ tỳ cũng được điều chỉnh một cách tương tự.

Để có kích thước điều chỉnh thực khi gia công trục, cần phải dùng chi tiết mẫu (dưỡng) có đường kính nhỏ hơn.

Giá trị nhỏ hơn của kích thước phải bằng tổng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ và độ nhám bề mặt mà theo đó ta tiến hành điều chỉnh. Khi gia công lỗ thì kích thước của chi tiết mẫu (dưỡng) phải lớn hơn kích thước điều chỉnh thực.

Kích thước điều chỉnh tĩnh được xác định theo công thức:

$$L_{đc} = L_{ct} \pm \Delta_{bs} \quad (3.77)$$

ở đây: $L_{đc}$ - kích thước điều chỉnh tĩnh;

L_{ct} - kích thước thực của chi tiết gia công;

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.

Nếu điều chỉnh vào giữa trường dung sai thì:

$$L_{ct} = \frac{L_{max} + L_{min}}{2} \quad (3.78)$$

ở đây: L_{max} - kích thước giới hạn lớn nhất theo bản vẽ chi tiết;

L_{min} - kích thước giới hạn nhỏ nhất theo bản vẽ chi tiết.

Lượng bổ sung Δ_{bs} bao giờ cũng là số dương, nó được tính như sau:

+ Bề mặt không đối xứng:

$$\Delta_{bs} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \quad (3.79)$$

+ Bề mặt đối xứng:

$$\Delta_{bs} = 2 (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3) \quad (3.80)$$

ở đây: Δ_1 - lượng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ. Δ_1 được tính theo công thức:

$$\Delta_1 = \frac{P_y}{J} \quad (3.81)$$

ở đây: P_y - thành phần lực cắt hướng kính (kG hoặc kN);

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

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

Δ_3 - khe hở bán kính của ổ đỡ trục chính ($\Delta_3 = 0,02 \div 0,04$ mm).

Trong công thức (3.77) dấu (+) được dùng khi gia công trục, còn dấu (-) được dùng khi gia công lỗ.

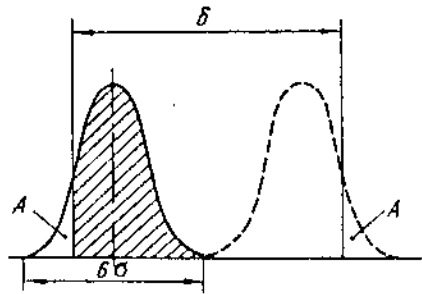
Nhược điểm của phương pháp điều chỉnh tĩnh là không biết được chính xác lượng bổ sung Δ_{ps} . Nó thường được xác định bằng kinh nghiệm, do đó dùng phương pháp điều chỉnh tĩnh rất khó đạt độ chính xác lớn hơn cấp 4.

3.7.2. Điều chỉnh động

Điều chỉnh động thực hiện trong quá trình gia công theo hai phương pháp sau đây:

3.7.2.1. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ calíp làm việc của người thợ

Nội dung của phương pháp này là người thợ tiến hành cắt thử một hoặc một số chi tiết. Nếu kích thước của các chi tiết cắt thử nằm trong phạm vi dung sai thì điều chỉnh xem như đã được và cho phép gia công cả loạt chi tiết. Phương pháp điều chỉnh này không thể tránh khỏi phế phẩm ngay cả khi dung sai lớn hơn trường phân bố kích thước của cả loạt chi tiết. Khi cắt thử một chi tiết, không thể biết chi tiết này nằm ở vị trí nào của đường cong (hình 3.38), vì vậy trong trường hợp này có khả năng xuất hiện nhiều phế phẩm. Có nghĩa là đường cong phân bố kích thước có thể nằm ở vị trí bất kỳ so với trường dung sai và kích thước cắt thử cũng không biết nằm ở đâu trên đường cong phân bố đó (các điểm A).



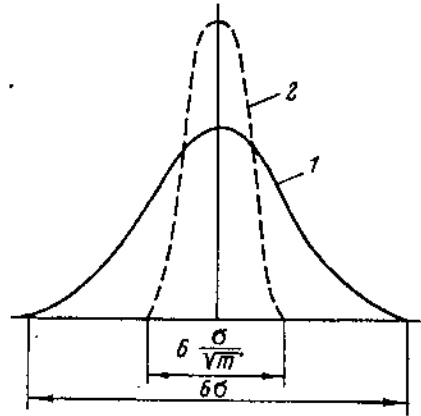
Hình 3.38. Khả năng xuất hiện phế phẩm (phần A) khi điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ calíp làm việc của người thợ ($\delta > 6\sigma$).

Để đảm bảo không có phế phẩm ngay cả trong trường hợp dung sai lớn hơn trường phân bố kích thước ($\delta > 6\sigma$) phải điều chỉnh sao cho tâm phân bố kích thước trùng với tam dung sai. Điều này không thể thực hiện được nếu số chi tiết cắt thử quá ít.

3.7.2.2. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ dụng cụ đo vạn năng

Phương pháp điều chỉnh này được xây dựng trên cơ sở của lý thuyết xác suất. Cơ sở của lý thuyết xác suất được hiểu như sau:

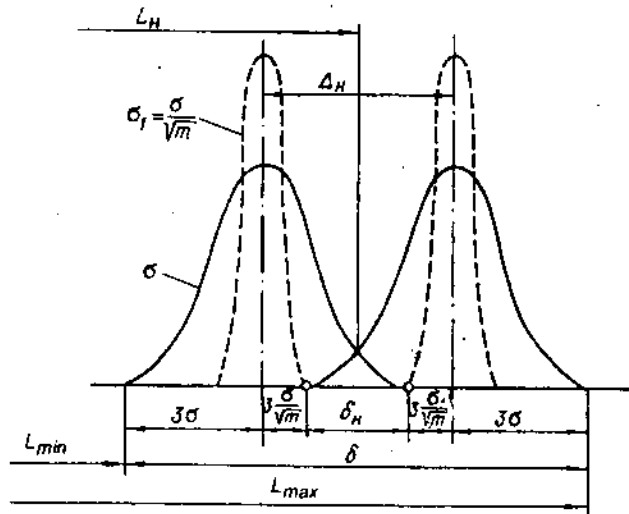
Nếu kích thước của cả loạt chi tiết phân bố theo quy luật chuẩn với sai lệch bình phương trung bình σ (đường cong 1 trên hình 3.39) và nếu loạt chi tiết này được chia ra các nhóm nhỏ gồm m chi tiết và xác định sai lệch trung bình cộng của mỗi nhóm thì phân bố kích thước của các giá trị trung bình của các nhóm có thể tuân theo quy luật chuẩn với sai lệch bình phương trung bình $\sigma_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$ (đường cong 2 trên hình 3.39).



Hình 3.39. Phân bố kích thước của loạt chi tiết đường 1 và của các giá trị trung bình của các nhóm đường 2.

Như vậy, khi cắt thử m chi tiết, nếu kích thước trung bình cộng của chúng nằm trong phạm vi dung sai thì việc điều chỉnh coi như đạt yêu cầu.

Trong trường hợp này khi gia công loạt chi tiết bằng dao có độ mòn ít và khi gia công kim loại màu bằng dụng cụ hạt mài thì ảnh



Hình 3.40. Sơ đồ điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ dụng cụ đo vạn năng (khi mòn dao không đáng kể).

hướng của mòn dao có thể bỏ qua. Kích thước điều chỉnh L_H hợp lý nhất khi nó trùng với tâm dung sai δ . Sơ đồ điều chỉnh theo phương pháp này được trình bày trên hình 3.40.

Ở đây mô tả các vị trí ngoài cùng của đường cong phân bố nằm trong phạm vi dung sai $\delta = L_{\max} - L_{\min}$ và các vị trí ngoài cùng của các đường cong phân bố của các giá trị trung bình cộng của các nhóm chi tiết mà theo đó gia công không có phế phẩm. Với các điều kiện cụ thể có thể cho rằng kích thước trung bình cộng của m chi tiết lệch với kích thước trung bình cộng của cả loạt chi tiết một giá trị không quá $3 \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$.

Nếu kích thước trung bình cộng của m chi tiết rơi vào khoảng δ_H (dung sai điều chỉnh) thì việc điều chỉnh coi như được và sẽ không có phế phẩm khi gia công.

Theo hình 3.40 ta có:

$$\delta_H = \delta - 6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \quad (3.82)$$

Số chi tiết m có thể chọn từ 2 đến 8.

Như vậy, điều kiện để không có phế phẩm là

$$6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}} \right) + \delta_H < \delta \quad (3.83)$$

Nếu tính đến sai số hệ thống (trong nhiều trường hợp) có ảnh hưởng đến kích thước thì điều kiện để không có phế phẩm sẽ là:

$$6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}} \right) + \delta_H + \Delta < \delta \quad (3.84)$$

ở đây: Δ - sai số hệ thống.

Dung sai điều chỉnh δ_H không trùng với sai số điều chỉnh Δ_H . Sai số điều chỉnh Δ_H là khoảng cách giữa các vị trí ngoài cùng cho phép của các đỉnh đường cong phân bố khi điều chỉnh.

Sai số điều chỉnh Δ_H chịu ảnh hưởng của các sai số sau đây:

- Sai số dịch chuyển Δ_1 của tâm phân bố kích thước so với kích thước điều chỉnh.

- Sai số điều chỉnh vị trí Δ_2 của dao.
- Sai số đo chi tiết mẫu (dưỡng) Δ_3 .

Ba loại sai số trên đây là những đại lượng ngẫu nhiên, không phụ thuộc vào nhau, cho nên sai số điều chỉnh Δ_H được tính theo nguyên tắc căn bậc hai tổng các giá trị bình phương:

$$\Delta_H = 1,2\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.85)$$

ở đây: 1,2 - hệ số tính đến độ sai lệch của quy luật phân bố thực so với quy luật chuẩn.

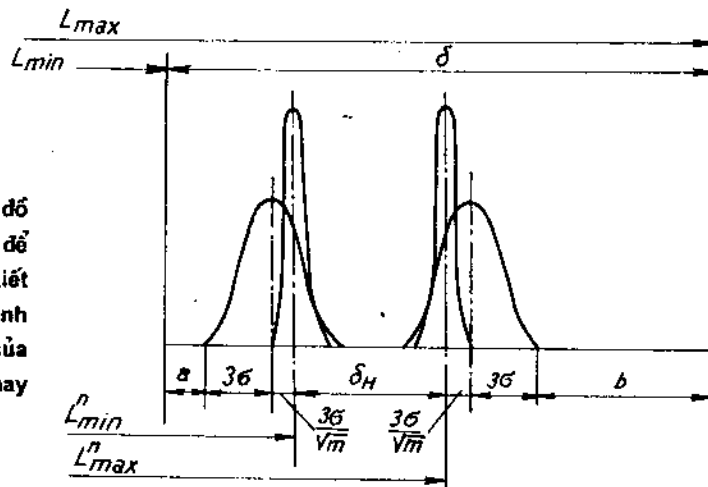
Dung sai điều chỉnh được tính theo công thức:

$$\delta_H = 1,2\sqrt{\Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.86)$$

Từ sơ đồ trên hình 3.40 ta thấy dung sai điều chỉnh δ_H nhỏ hơn sai số điều chỉnh Δ_H một lượng $\Delta_1 = \frac{6\sigma}{\sqrt{m}}$.

Theo sơ đồ điều chỉnh như hình 3.40 thì kích thước điều chỉnh được tính theo công thức:

$$L_H = \frac{L_{\sigma_0} + L_{max}}{2} \pm 0,5\delta_H \quad (3.86)$$



Hình 3.41. Sơ đồ điều chỉnh máy để gia công chi tiết dạng trục có tính đến ảnh hưởng của sai số hệ thống thay đổi.

Trong trường hợp gia công loạt lớn chi tiết (ví dụ như các chi tiết dạng trục) cần phải tính đến độ mòn dao, do đó khi điều chỉnh máy phải tính toán sao cho trường phân bố này; trong trường dung sai để phân lớn trường dung sai được dùng để bù lại lượng mòn dao và các sai số hệ thống biến đổi khác. Giải quyết được vấn đề này sẽ cho phép tăng thời gian sử dụng của máy mà không cần phải điều chỉnh lại.

Hình 3.41 là sơ đồ điều chỉnh máy hợp lý để gia công loạt chi tiết dạng trục.

Trong trường hợp này một phần trường dung sai a được dùng để bù lại sai số đo, phần thứ hai của trường dung sai được dùng để bù lại sai số điều chỉnh δ_{II} , phần thứ ba $6\sigma\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right)$ được dùng để bù lại tác động của các sai số ngẫu nhiên, phần còn lại b của trường dung sai được dùng để bù lại sai số do các yếu tố hệ thống thay đổi gây ra (mòn dao).

Rõ ràng, trong trường hợp này kích thước điều chỉnh không thể trùng với tâm dung sai δ . Nó dịch chuyển về phía kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục. Do đó cần phải xác định các kích thước giới hạn của kích thước trung bình của nhóm nhỏ chi tiết.

Giới hạn nhỏ nhất L_{\min}^n của kích thước trung bình của nhóm được xác định theo công thức:

$$L_{\min}^n = L_{\min} + a + 3\sigma\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) \quad (3.87)$$

Giới hạn lớn nhất L_{\max}^n của kích thước trung bình của nhóm được xác định theo công thức:

$$L_{\max}^n = L_{\max} - b - 3\sigma\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) \quad (3.88)$$

Dung sai điều chỉnh δ_{II} được xác định theo công thức:

$$\delta_{II} = L_{\max}^n - L_{\min}^n \quad (3.89)$$

Thay các giá trị L_{\max}^n và L_{\min}^n vào công thức (3.89) sẽ được:

$$\delta_H = \delta - 6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}} \right) - a - b \quad (3.90)$$

Công thức (3.90) cho thấy: để tăng dung sai điều chỉnh δ_H (làm cho việc điều chỉnh đơn giản và rẻ tiền) cần phải giảm giá trị b , nhưng điều này làm tăng số lần điều chỉnh. Trong thực tế phương pháp điều chỉnh này được tiến hành như sau: gia công nhóm chi tiết thứ nhất rồi tính kích thước trung bình của nhóm. Nếu kích thước trung bình của nhóm nằm trong phạm vi dung sai điều chỉnh thì việc điều chỉnh coi như đạt yêu cầu. Trong trường hợp ngược lại cần thêm lượng hiệu chỉnh bổ sung vào kích thước điều chỉnh tinh và gia công nhóm chi tiết thứ hai rồi tính kích thước trung bình của nhóm chi tiết đó và đối chiếu xem nó có nằm trong phạm vi của dung sai điều chỉnh δ_H hay không. Công việc được lặp lại cho đến khi kích thước trung bình của nhóm nằm trong phạm vi dung sai điều chỉnh δ_H .

Khi gia công đồng thời bằng nhiều dao thì việc điều chỉnh hệ thống công nghệ phức tạp hơn nhiều, vì vậy để điều chỉnh được người ta thường dùng đường hoặc chi tiết đã được gia công chính xác trước đó.

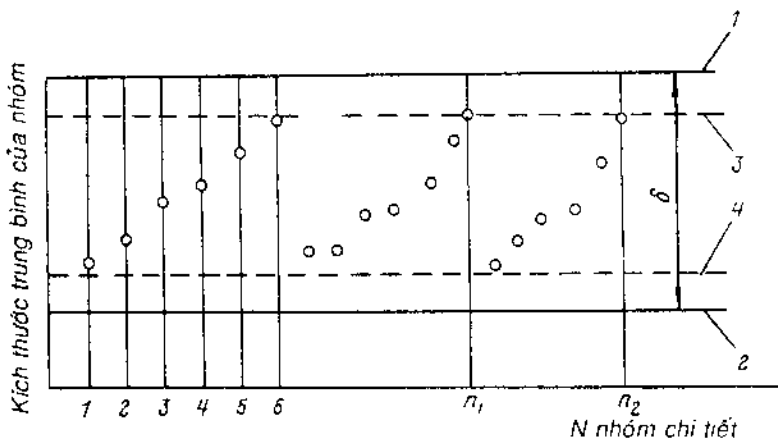
Trong trường hợp này cần gá tất cả các dao sao cho chúng tiếp xúc với các bề mặt (cân gia công) của chi tiết mẫu hoặc đường. Sau khi gia công thử một chi tiết cần phải hiệu chỉnh lại các dao theo các bề mặt đã được xác định trước. Nói cách khác, chi tiết mẫu (hoặc đường) chỉ cho phép điều chỉnh tinh mà trong đó cần có thêm các hiệu chỉnh do điều chỉnh động gây ra. Trong những trường hợp khi biết được độ chính xác của hệ thống công nghệ (khi biết lượng biến dạng đàn hồi) thì chi tiết mẫu hoặc đường được chế tạo theo kích thước đã hiệu chỉnh.

3.8. ĐIỀU KHIỂN ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

Điều chỉnh máy phải đảm bảo được hai yêu cầu: độ chính xác và năng suất gia công. Trong quá trình gia công, dưới tác dụng của các sai số hệ thống (chủ yếu là mòn dao) trường phân bố kích thước của chi tiết (do các yếu tố ngẫu nhiên gây ra) dịch chuyển từ vị trí 1 đến vị trí 2 (hình 3.42).

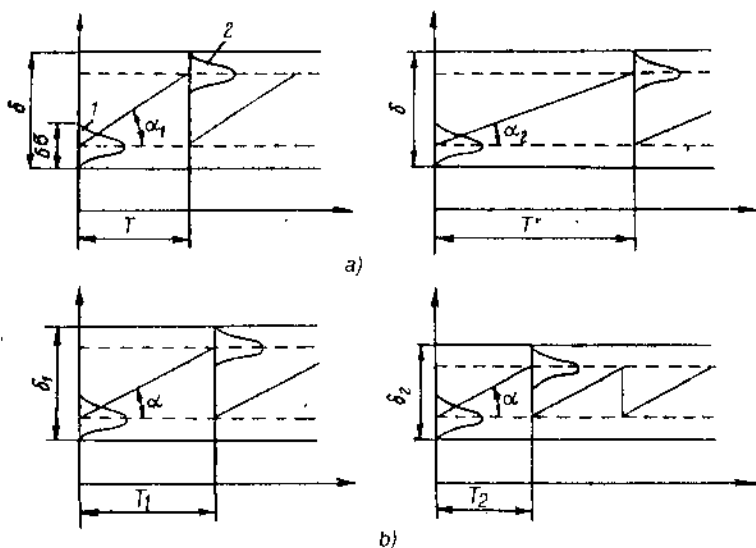
Ta thấy, sau một thời gian gia công kích thước của chi tiết có khả năng vượt ra ngoài phạm vi dung sai δ . Để loại trừ nguy cơ đó cần phải "điều chỉnh lại" máy để cho trường phân bố kích thước trở về vị trí ban đầu (vị trí

của lần điều chỉnh đầu tiên). Như vậy, “điều chỉnh lại” (vi chỉnh) được gọi là quá trình khôi phục lại kích thước vị trí tương quan của dụng cụ cắt và chi tiết gia công được xác định khi điều chỉnh ban đầu.



Hình 3.42. Sơ đồ kiểm tra thống kê độ chính xác gia công của chi tiết.

1, 2 - giới hạn trên và dưới của trường dung sai; 3, 4 - đường kiểm tra giới hạn trường phân bố của kích thước trung bình của các nhóm.



Hình 3.43. Ảnh hưởng của các sai số hệ thống thay đổi tới độ chính xác và năng suất gia công.

Hình 3.43 là các sơ đồ mô tả ảnh hưởng của sai số hệ thống thay đổi tới độ chính xác và năng suất gia công.

Góc α trên hình đặc trưng cho cường độ mòn.

Trong thực tế rất cần xác định thời gian giữa hai lần “điều chỉnh lại”. Việc xác định thời gian này có thể thực hiện được nếu ta đo kích thước của các chi tiết gia công (có nghĩa là xác định thời điểm cần điều chỉnh lại).

Nếu với cùng độ chính xác (cùng dung sai δ) khi gia công bằng dao có độ mòn ít thì thời gian giữa các lần “điều chỉnh lại” tăng lên vì $\alpha_2 < \alpha_1$ (hình 3.43a). Điều này cho phép nâng cao năng suất gia công.

Nhưng nếu gia công bằng dao ít mòn mà thời gian giữa các lần “điều chỉnh lại” cũng như khi gia công bằng dao có độ mòn nhanh, có nghĩa là làm cho $T_1 = T$ (hình 3.43a) thì độ chính xác gia công tăng lên.

Nâng cao độ chính xác gia công cũng có thể được thực hiện nhờ giảm thời gian giữa các lần “điều chỉnh lại” (xem hình 3.43b). Ở đây, với cường độ mòn của dụng cụ như nhau (góc α như nhau) và với điều kiện $T_2 < T_1$ (thời gian giữa hai lần điều chỉnh lại) thì trường dung sai δ giảm ($\delta_2 < \delta_1$). Tuy nhiên, khi số lần “điều chỉnh lại” được thực hiện bằng tay tăng lên thì thời gian máy bị dừng (không làm việc) tăng lên. Điều này làm cho năng suất gia công giảm.

Như vậy, xuất hiện mâu thuẫn giữa mong muốn nâng cao độ chính xác (do giảm thời gian làm việc của máy giữa hai lần điều chỉnh lại). Để giải quyết mâu thuẫn này cần ứng dụng phương pháp kiểm tra tích cực (kiểm tra chủ động) và các cơ cấu điều chỉnh tự động. Nhưng nhược điểm chính của các cơ cấu điều chỉnh tự động là kết cấu phức tạp và rất khó thực hiện dịch chuyển rất nhỏ của dụng cụ cắt. Ví dụ, để đảm bảo độ chính xác trong phạm vi phần trăm mm thì cơ cấu điều chỉnh tự động phải thực hiện được dịch chuyển trong phạm vi phần nghìn mm. Với lượng dịch chuyển nhỏ như vậy thường xảy ra cắt không liên tục mà có bước nhảy, ảnh hưởng xấu tới quá trình gia công.

Để nâng cao độ chính xác gia công, giáo sư Balacsin đã đề xuất các phương pháp điều khiển biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ. Đó là hai phương pháp điều khiển biến dạng đàn hồi bằng cách thay đổi kích thước điều chỉnh tĩnh và điều chỉnh động.

Khi gia công, chi tiết được gá và kẹp chặt trên máy hoặc đồ gá, do đó tạo thành kích thước gá đặt A_y . Sau đó xác định kích thước điều chỉnh tĩnh A_c , có nghĩa là xác định khoảng cách giữa lưỡi cắt của dụng cụ và bề mặt chuẩn của máy hoặc đồ gá (mặt chuẩn này xác định vị trí của chi tiết gia công).

Kích thước gia công A_Δ có thể được xác định bằng tổng đại số hoặc tổng vectơ sau đây:

$$A_\Delta = A_y + A_c + A_d \quad (3.91)$$

ở đây: A_y - kích thước gá đặt;

A_c - kích thước điều chỉnh tĩnh;

A_d - kích thước điều chỉnh động (A_d bằng biến dạng đàn hồi $A_d = y = \frac{P_y}{J}$).

Giáo sư Balacsin cho rằng bước thứ nhất của quá trình điều khiển biến dạng đàn hồi (hay điều khiển độ chính xác gia công) là bù lại lượng thay đổi Δ_d của kích thước điều chỉnh động A_d xuất hiện trong quá trình gia công nhờ đưa vào lượng hiệu chỉnh Δ_c đối với kích thước điều chỉnh A_c :

$$A_\Delta = A_y + (A_c - \Delta_c) + (A_d + \Delta_d) \quad (3.92)$$

ở đây $\Delta_c = \Delta_d$

Bước thứ hai của phương pháp là bù lại lượng thay đổi Δ_d của kích thước điều chỉnh động A_d bằng cách đưa thêm vào nó (A_d) lượng hiệu chỉnh Δ_d nhưng với dấu âm:

$$A_\Delta = A_y + A_c + (A_d + \Delta_d - \Delta'_d) \quad (3.93)$$

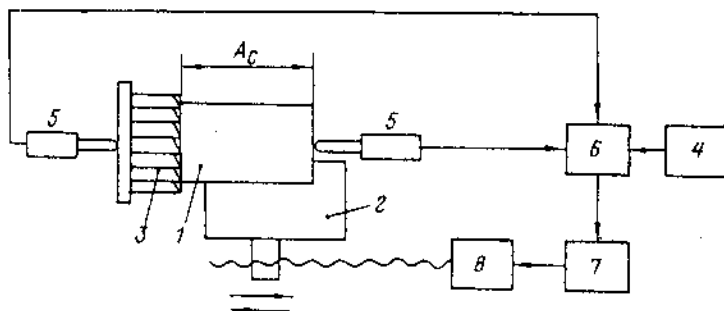
ở đây $\Delta'_d = \Delta_d$.

Thật vậy, mục tiêu đặt ra của phương pháp này là giữ cho kích thước điều chỉnh động luôn luôn cố định.

Dưới đây ta nghiên cứu ứng dụng thực tế của các phương pháp nói trên.

3.8.1. Điều khiển biến dạng đàn hồi nhờ thay đổi kích thước điều chỉnh tĩnh

Giả sử chi tiết 1 (hình 3.44) được gá và kẹp chặt trong đồ gá 2 và được gia công bằng dao phay ?



Hình 3.44. Sơ đồ hệ thống điều khiển thích nghi kích thước điều chỉnh tinh A.

Sai lệch (lượng thay đổi của kích thước điều chỉnh động) Δ_s được bù lại nhờ thay đổi kích thước điều chỉnh tinh A_c . Trong trường hợp này chi tiết gia công cùng đồ gá và bàn máy dịch chuyển đi một lượng điều chỉnh cần thiết theo hướng ngược lại. Lượng dịch chuyển này có thể được thực hiện hoàn toàn tự động hoặc bằng tay.

Khi gia công chi tiết đầu tiên, điều chỉnh được thực hiện để đạt độ chính xác bằng phương pháp bình thường.

Chỉ số của dụng cụ đo được đặt ở vị trí O. Sau khi gá chi tiết tiếp theo thì độ lệch của kim chỉ số (của dụng cụ đo) cho biết giá trị và dấu hiệu chỉnh cần đưa vào nhờ dịch chuyển bàn xe dao theo hướng thích hợp cho đến khi kim chỉ của dụng cụ đo trở về vị trí O. Việc này được thực hiện khi chưa gia công (chưa có tải trọng). Tuy nhiên, phương án tốt nhất là lượng hiệu chỉnh được thực hiện tự động.

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ trên hình 3.44 như sau:

Lượng biến dạng đàn hồi được điều chỉnh do đătttric (sensor) 4 chỉ thị. Đătttric 5 xác định lượng dịch chuyển dọc của dao phay và chi tiết và truyền tín hiệu điện vào cơ cấu so sánh 6, nơi có sự so sánh với giá trị cho trước và tính toán giá trị và dấu của tín hiệu chênh lệch. Khi qua bộ khuếch đại 7, tín hiệu được truyền vào cơ cấu chấp hành 8, cơ cấu này thực hiện lượng chuyển dịch nhỏ của bàn dao cùng chi tiết.

Phương pháp này cho phép đưa vào lượng hiệu chỉnh cần thiết theo các thông số đầu vào, có nghĩa là giảm được trường phân bố của kích thước do các yếu tố ngẫu nhiên gây ra (lượng dư gia công và độ cứng của vật liệu thay đổi).

Các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy ứng dụng hệ thống điều khiển thích nghi bằng thay đổi kích thước điều chỉnh tĩnh A_c cho phép nâng cao độ chính xác của nguyên công phay lên 3 lần. Ví dụ, khi lượng dư thay đổi trong phạm vi từ 2 đến 8 mm, trường phân bố của kích thước giảm từ 0,06 xuống 0,02 mm.

Phương pháp điều khiển thích nghi trên đây cho phép trong nhiều trường hợp thực hiện gia công bằng một bước thay cho hai bước nhằm nâng cao năng suất lao động.

3.8.2. Điều khiển biến dạng đàn hồi nhờ thay đổi kích thước điều chỉnh động

Trong trường hợp này kích thước điều chỉnh tĩnh A_c có giá trị cố định trong quá trình gia công. Biến dạng đàn hồi thay đổi xuất hiện trong hệ thống công nghệ do lượng dư gia công và độ cứng vật liệu thay đổi được bù lại nhờ biến dạng đàn hồi của các khâu (các chi tiết) trong hệ thống công nghệ theo hướng ngược lại. Nói cách khác, hiệu chỉnh biến dạng đàn hồi của bản thân hệ thống đó mà không cần đến lượng dịch chuyển nào của các cơ cấu của máy.

Như ta đã biết, biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ $A_d = y = \frac{P}{J}$,

có nghĩa là phụ thuộc vào lực cắt và độ cứng vững của hệ thống. Do đó, khi biết độ cứng vững của hệ thống có thể điều khiển được thông số A_d bằng cách thay đổi lực cắt P . Lực cắt P khi gia công thép và gang được tính theo công thức:

$$P = \sqrt{(C_x t S^{0.75} HB^{0.6})^2 + (C_y t^{0.9} S^{0.75} HB^2)^2 + (C_z t^{1.2} S^{0.6} HB^{1.5})^2} \quad (3.94)$$

Ta thấy: khi các thông số đầu vào (chiều sâu cắt và độ cứng vật liệu gia công) thay đổi thì lực cắt P thay đổi. Các hệ số C_x, C_y, C_z trong những điều kiện cắt cụ thể (thông số hình học của dao, tốc độ cắt, dung dịch trơn nguội) là những đại lượng không đổi. Cho nên, điều khiển lực cắt nhờ thay đổi lượng chạy dao dọc là phương pháp hợp lý nhất (không gây ra các bước nhảy dao đột ngột và có thể thay đổi lượng biến dạng đàn hồi một cách liên tục).

Điều khiển lượng chạy dao có thể được thực hiện bằng tay hoặc bằng hệ điều khiển tự động.

Khi điều khiển bằng tay thì người thợ phải thường xuyên quan sát kim chỉ số của dụng cụ đo và thay đổi lượng chạy dao với hệ thống điều khiển tự động khi lượng dư và độ cứng vật liệu tăng thì lượng chạy dao giảm. Khi gia công chi tiết tiếp theo có lượng dư và độ cứng vật liệu giảm thì lượng chạy dao tăng.

Phương pháp điều khiển tự động cho phép giảm trường phân bố kích thước của chi tiết xuống $3 \div 9$ lần. Ví dụ, khi gia công trục bằng vật liệu thép trên máy tiện 1A616 trường phân bố kích thước bằng 0,1 mm nhưng khi sử dụng hệ thống điều khiển tự động thì trường phân bố kích thước chỉ bằng 0,03 mm. Thời gian gia công trong trường hợp này giảm được 50%.

Nhược điểm của phương pháp này là khi độ nhám bề mặt thay đổi làm cho lượng chạy dao thay đổi và khi lượng chạy dao thay đổi lại làm cho độ nhám bề mặt thay đổi. Vì vậy, bề mặt chi tiết thường có độ nhám khác nhau.

Tuy nhiên, nhược điểm này không đáng quan tâm lắm, bởi vì sau khi gia công thô, chi tiết thường được gia công tinh để giảm độ nhám bề mặt.

Chương 4

CHUỖI KÍCH THƯỚC CÔNG NGHỆ

Khi thiết kế qui trình công nghệ chúng ta phải tính toán dung sai và kích thước nguyên công đồng thời phải tính cả lượng dư gia công. Trong những trường hợp khác các chuẩn công nghệ, chuẩn thiết kế và chuẩn đo lường không trùng nhau mà lại cần thay đổi chuẩn thì nhà công nghệ phải xác định kích thước công nghệ và tính lại dung sai. Tất cả những công việc này được giải quyết trên cơ sở tính chuỗi kích thước công nghệ.

4.1. CHUỖI KÍCH THƯỚC

Chuỗi kích thước là tập hợp các kích thước được bố trí theo một mạch (côngtua) khép kín, xác định vị trí tương quan của các bề mặt hoặc các đường tâm bề mặt của một chi tiết hoặc của nhiều chi tiết trong một đơn vị lắp ráp (hình 4.1a).

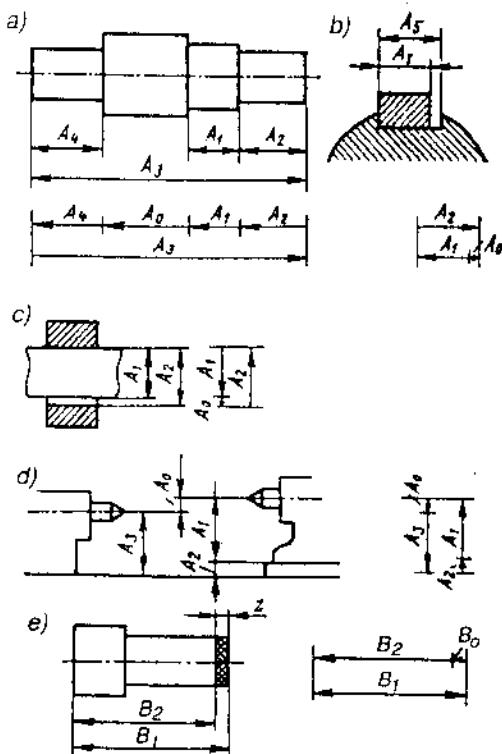
Chuỗi kích thước kết cấu xác định khoảng cách hoặc góc quay tương đối giữa các bề mặt hoặc giữa các đường tâm của các bề mặt chi tiết trong sản phẩm (hình 4.1b, c, d). Khi thiết kế qui trình công nghệ lắp ráp các chuỗi kích thước thiết kế thường được gọi là chuỗi kích thước lắp ráp.

Chuỗi kích thước công nghệ xác định khoảng cách giữa các bề mặt của chi tiết khi thực hiện nguyên công hoặc lắp ráp, khi điều chỉnh máy hoặc tính kích thước nguyên công và lượng dư (hình 4.1e).

Các kích thước của chuỗi kích thước được gọi là các khâu. Khâu cho

trước của chuỗi kích thước được gọi là khâu khép kín. Các khâu còn lại của chuỗi kích thước là các khâu thành phần.

Khâu khép kín của chuỗi kích thước xác định độ chính xác kích thước của các khâu thành phần. Dung sai và kích thước giới hạn của các khâu thành phần được xác định trên cơ sở khâu khép kín. Ví dụ, khi xác định các kích thước A_2 của rãnh then và kích thước A_1 của then (hình 4.1b), đường kính A_1 của trục và đường kính A_2 của lỗ (hình 4.1c) phải xuất phát từ yêu cầu đảm bảo khe hở A_0 (A_0 trong trường hợp này là khâu khép kín). Chiều dài B_1 của trục được xác định từ yêu cầu đảm bảo lượng dư gia công $Z = B_0$ (B_0 trong trường hợp này là khâu khép kín).



Hình 4.1. Các loại chuỗi kích thước

Tùy thuộc vào cách bố trí kích thước mà chuỗi kích thước được chia ra:

- Chuỗi kích thước đường thẳng (bao gồm các kích thước thẳng song song với nhau).
- Chuỗi kích thước góc (bao gồm các kích thước góc và được ký hiệu bằng các chữ Hy Lạp: α , δ , ϵ , λ và ω).
- Chuỗi kích thước mặt phẳng (bao gồm các kích thước nằm trong các mặt phẳng không song song với nhau).

Hình 4.2 là sơ đồ chuyển đổi chuỗi kích thước mặt phẳng (hình 4.2a) thành kích thước đường thẳng (hình 4.2b).

Trong trường hợp này mức độ ảnh hưởng của kích thước và sai số của các khâu thành phần tới kích thước và sai số của khâu khép kín nhỏ hơn trong các chuỗi kích thước đường thẳng với các khâu song song với nhau, bởi vì ở đây không bao gồm các kích thước và sai số của các khâu thành phần A_1, A_2, A_3 mà là các hình chiếu của chúng lên phương của khâu khép kín, có nghĩa là:

$$A'_1 = A_1 \sin \beta; A'_2 = A_2 \cos \beta; A'_3 = A_3 \sin \beta.$$

Hệ số đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của kích thước và sai số của khâu thành phần tới kích thước và sai số của khâu khép kín được gọi là tỷ số truyền ϵ . Các chuỗi kích thước với các khâu không song song có tỷ số truyền ϵ nằm trong khoảng $0 \leq \epsilon \leq 1$ (đối với các khâu tăng) và $-1 \leq \epsilon \leq 0$ (đối với các khâu giảm).

Các chuỗi kích thước với các khâu song song có tỷ số truyền: $\epsilon = +1$ (đối với các khâu tăng) và $\epsilon = -1$ (đối với các khâu giảm).

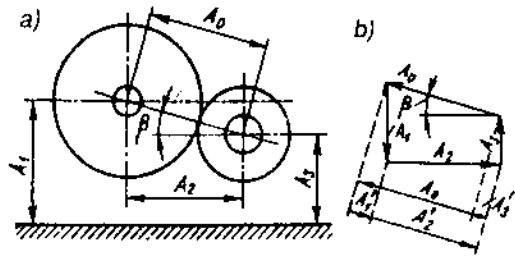
Khâu thành phần được gọi là khâu tăng nếu khi nó tăng sẽ làm cho khâu khép kín tăng.

Khâu thành phần được gọi là khâu giảm nếu khi nó tăng sẽ làm cho khâu khép kín giảm.

4.2. CÁC DẠNG BÀI TOÁN VÀ CÁCH GIẢI

Máy và các cơ cấu của nó là một hệ kích thước phức tạp mà trong đó không một yếu tố nào có thể thay đổi một cách tùy tiện vì chúng có quan hệ ràng buộc với nhau. Vì vậy chúng ta có hai dạng bài toán:

- Tính chuỗi kích thước công nghệ được tạo thành khi gia công cơ chi tiết.
- Tính chuỗi kích thước kết cấu trong các sản phẩm lắp ráp.



Hình 4.2. Sơ đồ chuyển đổi chuỗi kích thước mặt phẳng thành chuỗi kích thước đường thẳng.

Các bài toán trên đây được giải trên cơ sở lý thuyết chuỗi kích thước. Người ta phân biệt hai dạng bài toán: thuận và nghịch tùy thuộc vào khâu nào của chuỗi kích thước cho trước còn khâu nào là khâu phải tìm.

4.2.1. Bài toán thuận

Bài toán thuận là bài toán xác định dung sai, toạ độ tâm dung sai và sai lệch giới hạn của các khâu thành phần trong chuỗi kích thước (bài toán thiết kế).

Trình tự các bước giải bài toán thuận được tiến hành như sau:

- Đặt bài toán và xác định khâu khép kín.
- Xác định tâm dung sai Δ_0 , dung sai δ_A hoặc các sai lệch giới hạn của khâu khép kín.
- Xác định các khâu thành phần và xây dựng sơ đồ chuỗi kích thước, lập phương trình và tính tỷ số truyền.
- Tính kích thước danh nghĩa của các khâu thành phần.
- Chọn phương pháp giải chuỗi kích thước công nghệ có tính đến yếu tố kinh tế trong điều kiện sản xuất xác định.
- Tính dung sai, toạ độ tâm dung sai và sai lệch giới hạn của các khâu thành phần trong chuỗi kích thước.

4.2.2. Bài toán nghịch

Bài toán nghịch là bài toán xác định kích thước danh nghĩa, dung sai, toạ độ tâm dung sai và sai lệch giới hạn của khâu khép kín (bài toán kiểm tra).

Trình tự giải bài toán nghịch được tiến hành như sau:

- Đặt bài toán và xác định khâu khép kín.
- Xác định các khâu thành phần và xây dựng sơ đồ chuỗi kích thước, xây dựng phương trình và xác định tỷ số truyền.
- Tính kích thước danh nghĩa của khâu khép kín (nếu chưa biết).
- Chọn phương pháp giải chuỗi kích thước.
- Tính tất cả các thông số của khâu khép kín.

4.3. CÁC CÔNG THỨC TÍNH CHUỖI KÍCH THƯỚC CÔNG NGHỆ

Kích thước danh nghĩa của khâu khép kín A_{Δ} và của các khâu thành phần A_i có quan hệ với nhau bằng phương trình sau:

$$A_{\Delta} = \sum_1^{m-1} \varepsilon_i A_i \quad (4.1)$$

ở đây: ε_i - tỷ số truyền (trong một số trường hợp ε_i là đạo hàm: $\varepsilon_i = \frac{dA_{\Delta}}{dA_i}$).

m - số khâu trong chuỗi kích thước.

Đối với các chuỗi kích thước có các khâu song song thì tỷ số truyền $\varepsilon = 1$ (cho các khâu tăng) và $\varepsilon = -1$ (cho các khâu giảm).

Dung sai của khâu khép kín δ_{Δ} được xác định tùy thuộc vào phương pháp tính.

Khi tính theo phương pháp cực đại - cực tiểu thì:

$$\delta_{\Delta} = \sum_1^{m-1} |\varepsilon_i| \delta_i \quad (4.2)$$

Khi tính theo phương pháp xác suất thì:

$$\delta_{\Delta} = t_{\Delta} \sqrt{\sum_1^{m-1} \varepsilon_i^2 \lambda_i^2 \delta_i^2} \quad (4.3)$$

ở đây: t_{Δ} - hệ số rủi ro;

λ_i - sai lệch bình phương trung bình tương đối;

δ_i - dung sai của các khâu khép kín.

Hệ số rủi ro t_{Δ} phụ thuộc vào phần trăm rủi ro P và quy luật phân bố của sai số.

Đối với quy luật phân bố chuẩn khi tâm phân bố trùng với tâm dung sai thì quan hệ giữa hệ số t_{Δ} và phần trăm rủi ro P có tỷ lệ như sau:

P	32	10	4,5	1	0,27	0,1	0,01
t_{Δ}	1	1,65	2	2,57	3	3,29	3,89

Sai lệch bình phương trung bình tương đối λ_i được xác định theo công thức:

$$\lambda_i = \frac{2\sigma_i}{\omega_i} \quad (4.4)$$

ở đây: σ_i - sai lệch bình phương trung bình;

ω_i - trường phân bố.

Đối với quy luật phân bố chuẩn thì λ_i được xác định theo công thức:

$$\lambda_i^2 = \frac{1}{9} \quad (4.5)$$

Đối với các quy luật phân bố khác thì các hệ số t_Δ và λ_i^2 được xác định theo bảng 4.1 có tính đến số lượng các khâu thành phần trong chuỗi kích thước. Khi chuỗi kích thước có số khâu thành phần lớn hơn 6 thì có thể lấy $t_\Delta = 3$ không phụ thuộc vào quy luật phân bố. Nếu không biết được quy luật phân bố (cho các chi tiết trong sản xuất hàng loạt nhỏ và sản xuất đơn chiếc) thì nên chọn quy luật phân bố xác suất đều.

Bảng 4.1. Giá trị các hệ số t_Δ và λ_i^2

Quy luật phân bố	Hệ số λ_i^2	Giá trị t_Δ cho các số khâu thành phần				
		2	3	4	5	6
Quy luật hình tam giác	$\frac{1}{9}$	2,8	2,83	2,86	2,88	2,91
Quy luật phân bố xác suất đều	$\frac{1}{3}$	2,45	2,55	2,61	2,65	2,68

Dung sai trung bình δ_o của các khâu thành phần khi giải bài toán thuận được xác định theo các công thức sau đây:

- Khi tính theo phương pháp cực đại - cực tiểu:

$$\delta_o = \frac{\delta_\Delta}{\sum_i^{m-1} |\epsilon_i|} \quad (4.6)$$

đối với chuỗi kích thước đường thẳng với các khâu song song thì $|\epsilon_i| = 1$ và

$$\delta_o = \frac{\delta_\Delta}{m-1} \quad (4.7)$$

- Khi tính theo phương pháp xác suất:

$$\delta_o = \frac{\delta_\Delta}{t_\Delta \sqrt{\sum_1^{m-1} \varepsilon_i^2 \lambda_i^2}} \quad (4.8)$$

Dung sai kích thước của một khâu thành phần nào đó δ_n khi biết dung sai kích thước của các khâu còn lại được xác định theo công thức sau:

- Khi tính theo phương pháp cực đại - cực tiểu:

$$\delta_n = \frac{(\delta_\Delta - \sum_1^{m-2} |\varepsilon_i| \delta_i)}{|\varepsilon_n|} \quad (4.9)$$

trong trường hợp đặc biệt khi $|\varepsilon_i| = |\varepsilon_n| = 1$ thì

$$\delta_n = \delta_\Delta - \sum_1^{m-2} \delta_i \quad (4.10)$$

- Khi tính theo phương pháp xác suất:

$$\delta_n = \frac{1}{t_{\Delta n}} \sqrt{\frac{\delta_\Delta^2 - \sum_1^{m-2} t_\Delta^2 \varepsilon_i^2 \lambda_i^2 \delta_i^2}{\varepsilon_n^2 \lambda_n^2}} \quad (4.11)$$

ở đây: n - số thứ tự của khâu cần tìm.

Phân bố dung sai tương đối so với kích thước danh nghĩa và các sai lệch giới hạn được xác định không phụ thuộc vào phương pháp tính chuỗi kích thước.

Toạ độ tâm dung sai của khâu khép kín $\Delta_{O\Delta}$ và toạ độ tâm dung sai kích thước của các khâu thành phần Δ_{O_i} có quan hệ với nhau bằng phương trình:

$$\Delta_{O\Delta} = \frac{\Delta_{B\Delta} + \Delta_{H\Delta}}{2} = \sum_1^{m-1} \varepsilon_i \left(\frac{\Delta_{B_i} + \Delta_{H_i}}{2} \right) \quad (4.12)$$

ở đây: Δ_{BA} , Δ_{HA} , Δ_{BI} , Δ_{HI} - sai lệch trên và sai lệch dưới của khâu khép kín và các khâu thành phần.

Khi giải bài toán thuận (bài toán thiết kế) thông thường ta chỉ biết tọa độ tâm dung sai của khâu khép kín, vì vậy tọa độ tâm dung sai của tất cả các khâu thành phần được lấy theo quan điểm kết cấu hoặc công nghệ, ngoại trừ một khâu nào đó mà tọa độ tâm dung sai của nó được xác định theo công thức (4.12).

Sai lệch giới hạn của kích thước của một khâu bất kỳ nào đó được xác định theo các công thức sau:

$$\Delta_{\theta} = \Delta_{\circ} + \frac{\delta}{2} \quad (4.13)$$

$$\Delta_{H} = \Delta_{\circ} - \frac{\delta}{2} \quad (4.14)$$

ở đây: Δ_{B} , Δ_{H} - sai lệch giới hạn trên và giới hạn dưới của kích thước khâu;
 Δ_{\circ} - tọa độ tâm dung sai của kích thước khâu;
 δ - dung sai của kích thước khâu.

Khi giải chuỗi kích thước trên cơ sở kết quả kiểm tra loạt chi tiết người ta sử dụng các công thức sau:

- Tọa độ tâm của trường phân bố kích thước của khâu khép kín $\Delta_{\omega\Delta}$

$$\Delta_{\omega\Delta} = \sum_1^{m-1} \varepsilon_i \Delta_{\omega_i} \quad (4.15)$$

ở đây: Δ_{ω_i} - tọa độ tâm phân bố kích thước của khâu thành phần.

- Tọa độ tâm của sai số kích thước của khâu khép kín

$$M(x)_{\Delta} = \sum_1^{m-1} \left(\varepsilon_i \Delta_{\omega_i} + \alpha_i \frac{|\varepsilon_i| \omega_i}{2} \right) \quad (4.16)$$

ở đây: α_i - hệ số lệch tâm (không đối xứng) tương đối:

$$\alpha_i = 2 \cdot \frac{M(x)_i - \Delta_{\omega_i}}{\omega_i} \quad (4.17)$$

và $M(x)_i$ - tọa độ tâm của sai số kích thước của khâu thành phần.

Trường phân bố kích thước của khâu khép kín ω_A được xác định theo các công thức sau:

- Khi tính theo phương pháp cực đại - cực tiểu:

$$\omega_A = \sum_1^{m-1} |\varepsilon_i| \omega_i \quad (4.18)$$

- Khi tính theo phương pháp xác suất:

$$\omega_A = t_A \sqrt{\sum_1^{m-1} \varepsilon_i \lambda_i^2 \omega_i} \quad (4.19)$$

4.4. TÍNH CHUỖI KÍCH THƯỚC CÔNG NGHỆ

4.4.1. Phương pháp xây dựng chuỗi kích thước công nghệ

Để xây dựng chuỗi kích thước công nghệ ta phải dùng quy trình công nghệ mà cụ thể hơn là các sơ đồ nguyên công với các kích thước biểu thị các khâu của chuỗi kích thước.

Trong trường hợp này chi tiết được thể hiện với các lượng dư nguyên công, các kích thước nguyên công với dung sai theo trình tự gia công bắt đầu từ kích thước phôi cho tới kích thước của chi tiết ở nguyên công cuối cùng.

Xây dựng chuỗi kích thước được bắt đầu từ việc xác định khâu khép kín tùy thuộc vào bài toán đặt ra. Khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ có thể là:

- Kích thước với dung sai không trực tiếp do gia công tạo ra.
- Lượng dư gia công, mà xuất phát từ giá trị nhỏ nhất của nó ta xác định kích thước nguyên công.

Khi xác định khâu khép kín cần phải lần lượt thêm vào nó các khâu thành phần cho tới khi chuỗi kích thước được khép kín.

Hình 4.3 là ví dụ xây dựng chuỗi kích thước xuất phát từ nhiều điều kiện khác nhau.

Gia công các mặt đầu 1, 2, 3, 4, 5 được thực hiện qua bốn bước (hoặc

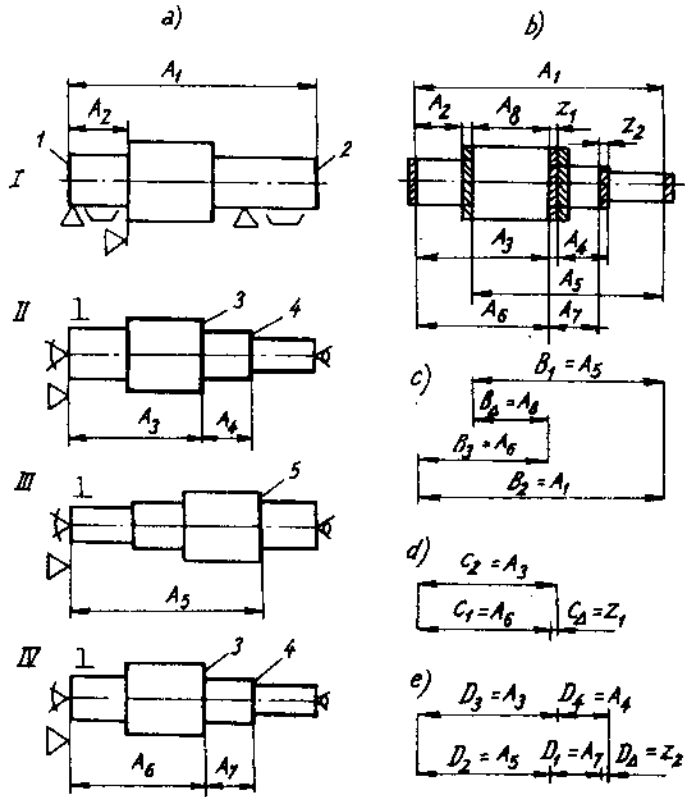
bốn nguyên công). Hình 4.3a là sơ đồ hình thành các kích thước ở các nguyên công này. Các kích thước đường kính trên các sơ đồ gia công không được thể hiện, bởi vì trong trường hợp này chúng không được tính đến khi giải bài toán đặt ra.

Để xây dựng sơ đồ hình thành kích thước của quá trình công nghệ ta gộp tất

cả các kích thước nguyên công và lượng dư trên một hình (hình 4.3b). Trong trường hợp cần thiết trên sơ đồ cũng cần ghi cả kích thước phối.

Đối với ví dụ trên đây ta có các phương án xây dựng chuỗi kích thước sau đây:

1. Cần xây dựng chuỗi kích thước nối kết trực tiếp kích thước A_8 với các kích thước hình thành trong quá trình gia công. Khâu khép kín B_Δ được chọn trùng với kích thước A_8 , bởi vì A_8 là kích thước phải tìm. Sau đó ta lần lượt bổ sung các khâu thành phần để tạo thành chuỗi khép kín, có nghĩa là $B_1 = A_5$; $B_2 = A_1$; $B_3 = A_6$. Như vậy ta được chuỗi kích thước B (hình 4.3c). Cần lưu ý rằng các kích thước khác (ví dụ, A_2 , A_3) không nằm trong chuỗi kích thước này, bởi vì chúng không tạo thành chuỗi khép kín với B_Δ .



Hình 4.3. Sơ đồ xây dựng chuỗi kích thước công nghệ

a- sơ đồ nguyên công; b- sơ đồ hình thành kích thước;

c, d, e- chuỗi kích thước; I, II, III, IV - các bước gia công cơ.

2. Cần xác định hoặc kiểm tra lượng dư nhỏ nhất khi gia công mặt đầu
 3. Xây dựng chuỗi kích thước được bắt đầu từ kích thước Z_1 và chọn Z_1 làm khâu khép kín C_A (hình 4.3b, c). Chuỗi khép kín ngắn nhất được hình thành bởi các khâu: $C_1 = A_6$ và $C_2 = A_3$. Các kích thước khác không nằm trong chuỗi kích thước này. Như vậy ta xây dựng được chuỗi kích thước C.

3. Cần xác định hoặc kiểm tra lượng dư nhỏ nhất khi gia công mặt đầu
 4. Trong trường hợp này khâu khép kín là $D_A = Z_2$. Cùng với nó có các khâu $D_1 = A_7$, $D_4 = A_4$, $D_2 = A_6$ và $D_3 = A_3$. Như vậy ta được chuỗi kích thước D.

4.4.2. Chọn phương pháp giải chuỗi kích thước

Để giải chuỗi kích thước công nghệ ta có thể dùng hai phương pháp:

- Phương pháp cực đại - cực tiểu.
- Phương pháp xác suất.

Chọn phương pháp này hay phương pháp khác phụ thuộc vào điều kiện cụ thể của bài toán đặt ra.

Ưu điểm của phương pháp cực đại - cực tiểu là đảm bảo không có phế phẩm mà nguyên nhân của nó có thể là sai số của phương pháp tính. Một ưu điểm khác của phương pháp là đơn giản trong tính toán và khối lượng tính toán ít.

Phương pháp xác suất phải xác định quy luật phân bố kích thước khi gia công và cộng các sai số của các khâu thành phần. Dung sai của các khâu thành phần tính theo phương pháp này không có phần dự trữ độ chính xác, do đó nó cho phép giảm chi phí gia công chi tiết. Tuy nhiên phương pháp xác suất có thể tạo ra phế phẩm, đồng thời phương pháp có khối lượng tính toán lớn và phức tạp.

Hiệu quả sử dụng các phương pháp tính toán trên đây phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau. Yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất là số lượng các khâu thành phần trong chuỗi kích thước. Khi số lượng các khâu thành phần tăng thì hiệu quả sử dụng phương pháp xác suất tăng theo. Một yếu tố khác cũng có ảnh hưởng nhiều đến hiệu quả của các phương pháp tính toán là sự phân bố của các kích thước thực. Nếu kích thước phân bố theo quy luật chuẩn (quy luật Gauss) thì sử dụng phương pháp xác suất có hiệu quả hơn. Phân bố kích thước càng khác quy luật chuẩn (nói cách khác thì sai lệch bình phương trung bình tương đối λ_1 càng lớn) thì hiệu quả sử dụng phương pháp xác suất càng thấp.

4.4.3. Giải chuỗi kích thước công nghệ bằng phương pháp cực đại - cực tiểu

Ví dụ 1 (Bài toán thuận)

Do yêu cầu lắp ghép của trục với các chi tiết khác cho nên kích thước chiều dài 350 mm cần được gia công đạt độ chính xác $\pm 0,25$ mm (hình 4.4a).

Trục được chế tạo từ phôi thanh trong sản xuất hàng loạt nhỏ theo tiến trình công nghệ sau đây:

1. Tiện các bề mặt 7 và 8, tiện các mặt đầu 6 và 9 để đạt kích thước 54 mm (định vị và kẹp chặt theo mặt 5 trên mâm cặp ba chấu tự định tâm).

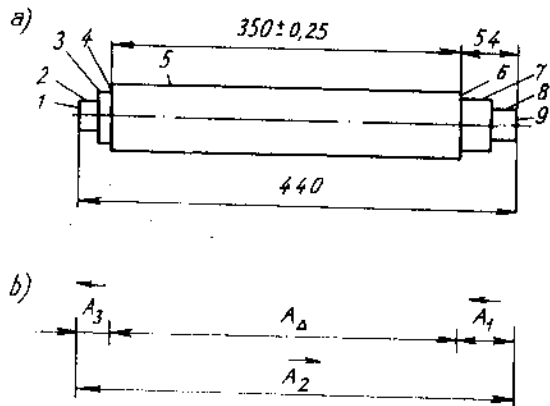
2. Cắt phôi đạt kích thước 440 mm.

3. Tiện các bề mặt 2 và 3, tiện các mặt đầu 1 và 4 (định vị và kẹp chặt theo mặt 5 trên mâm cặp ba chấu tự định tâm).

Như vậy kích thước $350 \pm 0,25$ không được đảm bảo khi gia công trực tiếp.

Bài toán đặt ra như sau: xác định kích thước với độ chính xác nào đó để đảm bảo điều kiện đặt ra.

Ta xác định khâu khép kín $A_A = 350$ mm. Trên cơ sở bản vẽ chi tiết và tiến trình công nghệ ta xây dựng chuỗi kích thước (hình 4.4b). Trong trường hợp này cần xác định khâu thành phần nào là khâu tăng và khâu thành phần nào là khâu giảm. Ta thấy: ở phía trên các chữ có vẽ mũi tên chỉ khâu tăng khi mũi tên hướng về bên phải và chỉ khâu giảm khi nó hướng về bên trái. Như vậy ta có: \bar{A}_1 và \bar{A}_3 là các khâu giảm, còn \bar{A}_2 là khâu tăng. Chuỗi kích thước này có số khâu $m = 4$.



Hình 4.4. Sơ đồ tính chuỗi kích thước bằng phương pháp cực đại - cực tiểu

a- bản vẽ chi tiết; b- chuỗi kích thước.

Theo sơ đồ chuỗi kích thước (hình 4.4b) và theo công thức (4.1) ta có:

$$A_{\Delta} = - A_1 + A_2 - A_3$$

Ta tính kích thước danh nghĩa của tất cả các khâu thành phần:

$$A_1 = 54 \text{ mm}; A_2 = 440 \text{ mm}; A_3 = 36 \text{ mm}.$$

Ta chọn phương pháp giải chuỗi kích thước: do việc chế tạo chi tiết thuộc dạng sản xuất hàng loạt nhỏ và số khâu thành phần bằng 3 cho nên ta chọn phương pháp cực đại - cực tiểu.

Theo điều kiện của bài toán thuận ta chỉ biết rằng dung sai kích thước của khâu khép kín bằng tổng dung sai kích thước của các khâu thành phần có tính đến tỷ số truyền (công thức 4.2). Để giải phương trình có nhiều ẩn số ta phải ứng dụng nguyên tắc: ảnh hưởng như nhau, có nghĩa ta chia dung sai kích thước của khâu khép kín δ_{Δ} ra các phần bằng nhau giữa các khâu thành phần trong chuỗi kích thước. Như vậy ta phải xác định dung sai trung bình δ_0 của kích thước của các khâu thành phần theo công thức (4.6):

$$\delta_0 = \frac{0,5}{3} = 0,17 \text{ mm}.$$

Tiếp theo đó ta xác định dung sai kích thước của các khâu thành phần bằng cách tra sổ tay. Như vậy, ta có dung sai của khâu A_1 là $\delta_1 = 0,12 \text{ mm}$ và dung sai của khâu A_3 là $\delta_3 = 0,1 \text{ mm}$. Khi đó dung sai δ_2 của khâu A_2 được xác định theo công thức (4.10):

$$\delta_2 = 0,5 - (0,12 + 0,1) = 0,28 \text{ mm}$$

Kiểm tra phép tính theo công thức (4.2):

$$\delta_{\Delta} = 0,12 + 0,28 + 0,1 = 0,5 \text{ mm}$$

Ta xác định tâm dung sai của các khâu thành phần. Đối với các khâu A_1 và A_3 ta chọn các sai lệch trên và dưới của dung sai nằm cùng một phía (phía dương), có nghĩa là tọa độ tâm dung sai của khâu A_1 : $\Delta_{01} = 0,06 \text{ mm}$ và của khâu A_3 : $\Delta_{03} = 0,05 \text{ mm}$.

Tọa độ tâm dung sai của khâu A_2 được xác định theo công thức (4.12):

$$\Delta_{0\Delta} = - \Delta_{01} + \Delta_{02} - \Delta_{03}$$

Khi đó:

$$\Delta_{02} = \Delta_{0A} + \Delta_{01} + \Delta_{03} = 0 + 0,06 + 0,05 = 0,11 \text{ mm.}$$

Xác định sai lệch giới hạn của kích thước của các khâu thành phần theo công thức (4.13) và công thức (4.14):

$$\Delta_{B1} = 0,06 + \frac{0,12}{2} = 0,12 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{H1} = 0,06 - \frac{0,12}{2} = 0$$

$$\Delta_{B1} = 0,11 + \frac{0,28}{2} = 0,25 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{H12} = 0,11 - \frac{0,28}{2} = -0,03 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{B3} = 0,05 + \frac{0,1}{2} = 0,1 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{H3} = 0,05 - \frac{0,1}{2} = 0.$$

Như vậy, để đạt được kích thước $350 \pm 0,25$ mm ta phải đảm bảo được các kích thước nguyên công với các dung sai sau đây:

$$A_1 = 54^{+0,12} \text{ mm}; A_2 = 440_{-0,03}^{+0,25} \text{ mm}; A_3 = 36^{+0,1} \text{ mm};$$

Ví dụ 2 (Bài toán nghịch).

Theo sơ đồ chi tiết trên hình 4.4 và cũng theo tiến trình công nghệ như trong ví dụ 1 ta có các kích thước sau: $A_1 = 85^{+0,14}$ mm; $A_2 = 450_{-0,25}$ mm và $A_3 = 35^{+0,1}$ mm. Cần xác định độ chính xác (dung sai) của kích thước 350.

Giải:

Theo chuỗi kích thước trên hình 4.4b ta có công thức xác định kích thước của khâu khép kín A_Δ :

$$A_\Delta = -A_1 + A_2 - A_3 = -85 + 450 - 35 = 330 \text{ mm}$$

Ta chọn phương pháp cực đại - cực tiểu để giải chuỗi kích thước. Trước hết ta xác định tâm dung sai của khâu khép kín theo công thức:

$$\Delta_{\text{đA}} = - (+0,07) + (-0,125) - (+0,05) = - 0,245 \text{ mm}$$

Dung sai kích thước của khâu khép kín được xác định theo công thức (4.2):

$$\delta_{\Delta} = 0,14 + 0,25 + 0,1 = 0,49 \text{ mm}$$

Sai lệch giới hạn của khâu khép kín được xác định theo các công thức (4.13) và (4.14):

$$\Delta_{\text{Bđ}} = -0,245 + \frac{0,49}{2} = 0$$

$$\Delta_{\text{Hđ}} = -0,245 - \frac{0,49}{2} = -0,49 \text{ mm}$$

Như vậy kích thước của khâu khép kín A_{Δ} :

$$A_{\Delta} = 330 - 0,49 \text{ mm}$$

4.4.4. Giải chuỗi kích thước công nghệ bằng phương pháp xác suất

Ví dụ 1 (Bài toán thuận).

Xuất phát từ yêu cầu lắp ráp cho nên chiều dài đoạn trục có đường kính lớn nhất (hình 4.5a) phải được gia công với độ chính xác $50 - 0,16 \text{ mm}$. Chế tạo chi tiết được thực hiện trong điều kiện sản xuất hàng khối. Tiến trình công nghệ được thể hiện trên hình 4.3. Cần xác định các kích thước với dung sai để đảm bảo yêu cầu đặt ra (đạt kích thước $50 - 0,16 \text{ mm}$).

Giải:

Trước hết xác định kích thước khâu khép kín $B_{\Delta} = 50 \text{ mm}$, tọa độ tâm dung sai $\Delta_0 = - 0,08 \text{ mm}$ và dung sai $\delta_{\Delta} = 0,16 \text{ mm}$. Trên cơ sở bản vẽ chi tiết và các sơ đồ nguyên công ta xây dựng chuỗi kích thước (hình 4.5b). Ta phải xác định các khâu tăng và các khâu giảm. Các khâu tăng được ký hiệu bằng các mũi tên hướng về bên phải, còn các khâu giảm được ký hiệu bằng các mũi tên hướng về bên trái. Tổng số khâu $m = 4$.

Theo sơ đồ chuỗi kích thước và trên cơ sở của công thức (4.1) ta có:

$$B_{\Delta} = B_1 - B_2 + B_3$$

Xác định kích thước danh nghĩa của tất cả các khâu thành phần:

$B_1 = 140 \text{ mm}$, $B_2 = 200 \text{ mm}$, $B_3 = 110 \text{ mm}$.

Chi tiết được chế tạo trong điều kiện sản xuất hàng khối. Ngoài ra, các kích thước danh nghĩa của các khâu thành phần khác nhau không quá 2 lần và được gia công với độ chính xác gần như nhau (dung sai khác nhau không nhiều). Do đó ta có thể chọn phương pháp xác suất để tính chuỗi kích thước này. Để tính dung sai trung bình của các khâu thành phần trước hết ta phải tự đặt ra phần trăm rùi ro và chọn quy luật phân bố kích thước của các khâu thành phần. Giả sử phần trăm rùi ro $P = 1\%$, khi đó hệ số rùi ro $t_\Delta = 2,57$.

Vì gia công chi tiết được thực hiện trên các máy được điều chỉnh sẵn (trong sản xuất hàng khối) cho nên có thể giả thuyết rằng phân bố của các sai số gần với quy luật chuẩn (quy luật Gauss).

Do đó ta có thể lấy hệ số $\lambda^2_1 = \frac{1}{9}$ cho tất cả các khâu thành phần.

Dung sai trung bình của các khâu thành phần được xác định theo công thức (4.8):

$$\delta_0 = \frac{0,16}{2,57 \sqrt{3 \cdot \frac{1}{9}}} = 0,108 \text{ mm}$$

Khi có dung sai trung bình δ_0 ta có thể xác định dung sai của từng khâu thành phần: $\delta_1 = 0,1 \text{ mm}$ và $\delta_3 = 0,09 \text{ mm}$.

Dung sai của kích thước B_2 được xác định theo công thức (4.11):

$$\delta_2 = \frac{1}{2,57} \sqrt{\frac{0,16^2 - 2,57^2 \cdot \frac{1}{9} (0,1^2 + 0,09^2)}{\frac{1}{9}}} = 0,129 \text{ mm} \approx 0,13 \text{ mm}.$$

Kiểm tra phép tính theo công thức (4.3):

$$\delta_\Delta = 2,57 \sqrt{\frac{1}{9} (0,1^2 + 0,13^2 + 0,09^2)} = 0,16 \text{ mm}$$

Như vậy phép tính đã được thực hiện đúng.

Nếu kết quả kiểm tra không đạt yêu cầu thì ta chọn phương án phân bố dung sai khác cho các khâu thành phần.

Tiếp theo ta xác định tọa độ tâm dung sai của các khâu thành phần. Đối với các khâu B_1 và B_2 ta chọn dung sai theo phía âm, có nghĩa là: $\Delta_{01} = -0,05$ mm, $\Delta_{03} = -0,045$ mm. Tọa độ tâm dung sai của khâu B_2 được tính theo công thức (4.12):

$$\Delta_{0\Delta} = \Delta_{01} - \Delta_{02} + \Delta_{03}$$

Từ đó ta có:

$$\Delta_{02} = \Delta_{01} + \Delta_{03} - \Delta_{0\Delta} = (-0,05) + (-0,045) - (-0,08) = -0,015.$$

Sai lệch giới hạn của các khâu thành phần được tính theo các công thức (4.13) và (4.14):

$$\Delta_{B1} = -0,05 + \frac{0,1}{2} = 0; \quad \Delta_{H1} = -0,05 - \frac{0,1}{2} = -0,1 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{B2} = -0,015 + \frac{0,13}{2} = 0,05 \text{ mm}; \quad \Delta_{H2} = -0,015 - \frac{0,13}{2} = -0,08 \text{ mm.}$$

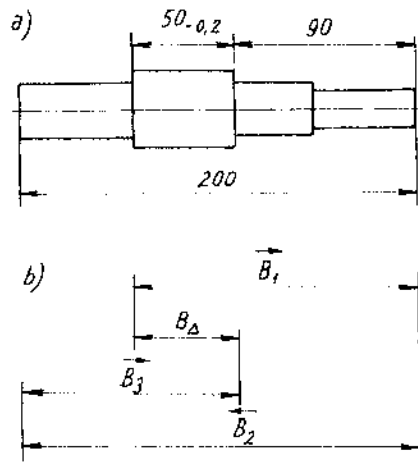
$$\Delta_{B3} = -0,045 + \frac{0,09}{2} = 0; \quad \Delta_{H3} = -0,045 - \frac{0,09}{2} = 0,09 \text{ mm.}$$

Như vậy ta có: $B_1 = 140_{-0,1}$ mm; $B_2 = 200_{-0,08}^{+0,05}$ mm; $B_3 = 110_{-0,09}$ mm.

Ví dụ 2 (bài toán nghịch).

Gia công chi tiết trên hình 4.5 theo tiến trình công nghệ ở ví dụ 1 để đạt các kích thước:

$$B_1 = 220_{-0,185} \text{ mm}; \quad B_2 = 280_{-0,21} \text{ mm}; \quad B_3 = 110_{-0,14} \text{ mm.}$$



Hình 4.5. Tính chuỗi kích thước bằng phương pháp xác suất

a- chi tiết; b- chuỗi kích thước.

Cần xác định độ chính xác của chiều dài đoạn trục có đường kính lớn nhất khi gia công chi tiết theo tiến trình công nghệ nói trên.

Giải:

Xây dựng chuỗi kích thước (hình 4.5b) và xác định các khâu tăng và các khâu giảm. Kích thước danh nghĩa của khâu khép kín được xác định theo công thức (4.1):

$$B_{\Delta} = B_1 - B_2 + B_3 = 220 - 280 + 110 = 50 \text{ mm.}$$

Ta chọn phương pháp xác suất để tính chuỗi kích thước này.

Toạ độ tâm dung sai của khâu khép kín được xác định theo công thức (4.12):

$$\Delta_{\Delta} = (-0,0925) - (-0,105) + (-0,07) = -0,0575 \text{ mm.}$$

Dung sai của khâu khép kín được tính theo công thức (4.3).

Ta chọn phần trăm rủi ro $P = 0,27\%$, hệ số rủi ro $t_{\Delta} = 3$, sai lệch bình phương trung bình tương đối của các khâu thành phần $\lambda_i^2 = \frac{1}{9}$. Do đó:

$$\delta_{\Delta} = 3 \sqrt{\frac{1}{9}(0,185^2 + 0,21^2 + 0,14^2)} = 0,313 \text{ mm} \approx 0,31 \text{ mm.}$$

Sai lệch giới hạn của khâu khép kín được xác định theo các công thức (4.13) và (4.14):

$$\Delta_{B\Delta} = -0,0575 + \frac{0,31}{2} = 0,0975 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{H\Delta} = -0,0575 - \frac{0,31}{2} = -0,2125 \text{ mm.}$$

Nếu làm tròn số các giá trị sai lệch giới hạn này thì ta được:
 $B_{\Delta} = 50_{-0,21}^{+0,1} \text{ mm.}$

4.4.5. Cấp chính xác của các khâu thành phần

Khi giải bài toán thuận (bài toán thiết kế) dung sai của khâu khép kín có thể được phân bố cho các khâu thành phần trong chuỗi kích thước theo phương pháp "cấp chính xác ngang nhau" (xuất phát từ giả thuyết là tất cả

các kích thước đều được thực hiện theo một cấp chính xác) có tính đến hệ số chính xác a_c .

Hệ số chính xác a_c và số đơn vị dung sai i có quan hệ như sau:

- Khi tính theo phương pháp cực đại - cực tiểu

$$a_c = \frac{\delta_{\Delta}}{\Sigma i} \quad (4.20)$$

- Khi tính theo phương pháp xác suất

$$a_c = \frac{\delta_{\Delta}}{t\sqrt{\lambda^2 \Sigma i^2}} \quad (4.21)$$

Số đơn vị dung sai i được xác định theo công thức:

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D_i} + 0,001 D_i \quad (4.22)$$

ở đây: D_i - kích thước trung bình trong phạm vi các kích thước (mm).

Giá trị số đơn vị dung sai (hoặc dung sai) của các phạm vi kích thước khác nhau được ghi trong bảng 4.2.

Bảng 4.2. Giá trị i trong các phạm vi kích thước

Phạm vi kích thước (mm)	≤ 3	3÷6	6÷10	10÷18	18÷30	30÷50	50÷80	80÷120	120÷180	180÷250	250÷315	315÷400	400÷500
i	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,89	3,12	3,54	3,89

Dựa theo bảng 4.3 ta xác định cấp chính xác của các khâu thành phần. Sau đó, dựa theo cấp chính xác ta xác định dung sai của các khâu. Tổng dung sai của các khâu thành phần $\Sigma \delta_i$ phải nhỏ hơn hoặc bằng dung sai của khâu khép kín δ_{Δ} :

$$\Sigma \delta_i \leq \delta_{\Delta} \quad (4.23)$$

Nếu điều kiện trên không được thoả mãn thì cần phải thay đổi dung sai của các khâu thành phần i .

Bảng 4.3. Quan hệ giữa cấp chính xác của các khâu thành phần và hệ số chính xác

a_c	5,1	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640
Cấp chính xác	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Ví dụ :

Xác định cấp chính xác của các khâu thành phần và dung sai của các khâu $A_1 = 54 \text{ mm}$; $A_2 = 440 \text{ mm}$; $A_3 = 36 \text{ mm}$; $\delta_A = 500 \text{ mm}$;

Giải:

Theo bảng 4.2 ta có số đơn vị dung sai của các khâu là:

$$i_1 = 1,86; i_2 = 3,89; i_3 = 1,56.$$

Hệ số chính xác theo phương pháp cực đại - cực tiểu:

$$a_c = \frac{500}{1,86 + 3,89 + 1,56} = 68,4$$

Với hệ số $a_c = 68,4$ ta có cấp chính xác ≈ 10 (bảng 4.3). Theo "Số tay dung sai" hoặc "Số tay công nghệ chế tạo máy" ta xác định các giá trị dung sai đối với cấp chính xác 10:

$$\delta_1 = 120 \mu\text{m}; \delta_2 = 250 \mu\text{m}; \delta_3 = 100 \mu\text{m}.$$

Tổng dung sai của các khâu thành phần:

$$\Sigma\delta_i = 120 + 250 + 100 = 470 \mu\text{m}$$

có nghĩa là: $\Sigma\delta_i < \delta_A$

Khi điều chỉnh dung sai của khâu A_2 tới $280 \mu\text{m}$ thì tổng dung sai của các khâu thành phần sẽ bằng dung sai của khâu khép kín:

$$\Sigma\delta_i = 120 + 280 + 100 = 500 \mu\text{m}.$$

Cũng cách làm tương tự như trên ta có thể xác định được dung sai của các khâu thành phần khi tính chuỗi kích thước theo phương pháp xác suất.

Chương 5

CHUẨN

5.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI CHUẨN

5.1.1. Định nghĩa

Khi gia công các chi tiết hay các sản phẩm cơ khí cần đảm bảo chất lượng theo yêu cầu và giá thành rẻ nhất.

Một chi tiết tiến hành gia công thường bao gồm các dạng bề mặt như sau:

- Bề mặt gia công.
- Bề mặt dùng để định vị.
- Bề mặt dùng để kẹp chặt.
- Bề mặt dùng để đo lường.
- Bề mặt không gia công.

Trong thực tế có thể có một bề mặt của chi tiết làm nhiều nhiệm vụ khác nhau, chẳng hạn có bề mặt của chi tiết vừa dùng để định vị, vừa dùng để kẹp chặt hay đo lường.

Để xác định vị trí tương quan giữa các bề mặt của một chi tiết hay giữa các chi tiết khác nhau người ta đưa ra khái niệm về chuẩn.

Chuẩn được định nghĩa như sau:

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

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

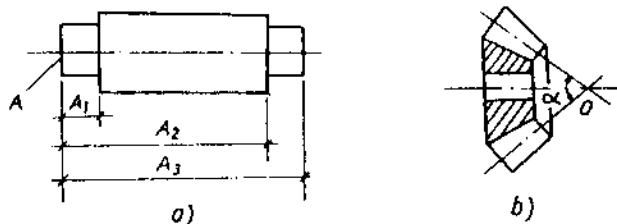
Việc xác định chuẩn ở một nguyên công gia công cơ chính là việc xác định vị trí tương quan giữa dụng cụ cắt và bề mặt gia công của chi tiết để đảm bảo những yêu cầu kỹ thuật và kinh tế ở nguyên công đó.

5.1.2. Phân loại chuẩn

Do mục đích và yêu cầu sử dụng, chuẩn được phân chia ra nhiều loại:

a- Chuẩn thiết kế

Chuẩn được dùng trong quá trình thiết kế được gọi là chuẩn thiết kế, chuẩn thiết kế được hình thành khi lập các chuỗi kích thước trong quá trình thiết kế. Chuẩn thiết kế có thể là chuẩn thực: mặt A ở hình 5-1a, và chuẩn ảo: điểm O ở hình 5-1b dùng để xác định góc côn α .



Hình 5.1. Chuẩn thiết kế

b- Chuẩn công nghệ

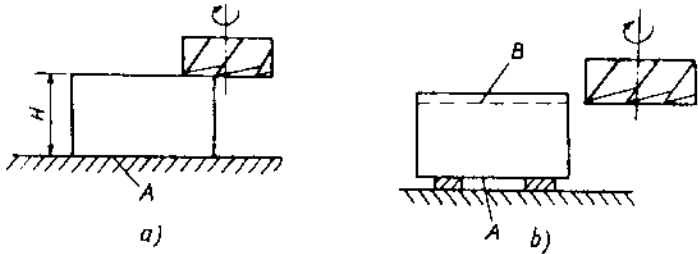
Chuẩn được dùng trong quá trình công nghệ được gọi là chuẩn công nghệ, chuẩn công nghệ còn chia ra các loại như sau:

- Chuẩn gia công dùng để xác định vị trí các bề mặt, đường hoặc điểm của chi tiết trong quá trình gia công cơ.

Cần lưu ý rằng chuẩn gia công bao giờ cũng là chuẩn thực (hình 5.2).

Ví dụ ở hình 5.2 cho thấy:

+ Nếu gá đặt để tự động đạt kích thước cho cả loạt chi tiết máy thì mặt A làm cả 2 nhiệm vụ mặt tỳ và mặt định vị (hình 5.2a).



Hình 5.2. Chuẩn gia công

+ Nếu gá đặt chi tiết theo đường vạch dấu B thì mặt A chỉ làm nhiệm vụ mặt tỳ còn mặt định vị là đường vạch dấu B (hình 5.2b).

Như vậy chuẩn gia công có thể trùng hay không trùng với mặt tỳ của chi tiết trên đồ gá hay trên bàn máy.

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

+ Chuẩn thô là những bề mặt chưa được gia công dùng làm mặt chuẩn.

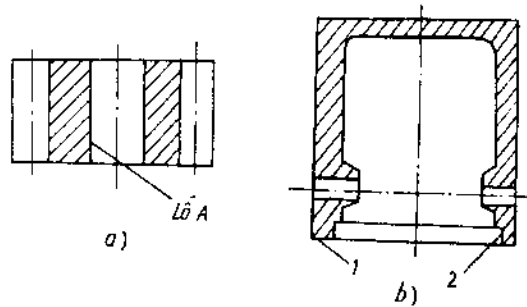
Trong hầu hết các trường hợp thì chuẩn thô là những yếu tố hình học thực của phôi chưa được gia công. Tuy nhiên cũng có một số trường hợp chuẩn thô là những bề mặt đã được gia công (chẳng hạn trước khi đưa vào xưởng người ta đã tiện bóc vỏ các trục lén ở phần xưởng chuẩn bị phôi, mục đích là để phát hiện phế phẩm của quá trình tạo phôi để vận chuyển dễ và giảm khối lượng gia công cơ).

+ Chuẩn tinh là những bề mặt đã được gia công dùng làm mặt chuẩn, chuẩn tinh còn chia ra chuẩn tinh chính và chuẩn tinh phụ. Nếu chuẩn tinh còn dùng trong quá trình lắp ráp sau này thì gọi là chuẩn tinh chính. Còn những chuẩn tinh không được dùng trong quá trình lắp ráp sau này thì gọi là chuẩn tinh phụ.

Ví dụ:

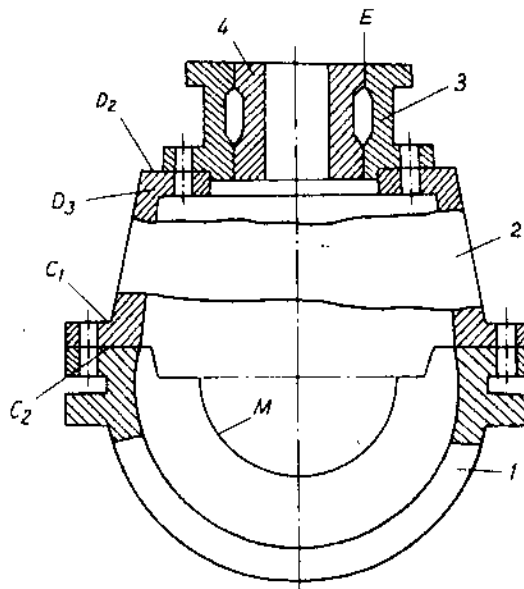
+ Mặt lỗ A của bánh răng được dùng làm chuẩn tinh để gia công răng,

nhưng mặt lỗ A sau này cũng được dùng để lắp với trục truyền khí lắp ráp, nên lỗ A được gọi là chuẩn tinh chính (hình 5.3a).



Hình 5.3. Ví dụ về chuẩn tinh

+ Mặt 1 và 2 của piston được gia công để làm chuẩn khi gia công các mặt khác nhưng nó không được dùng khi lắp ráp nên mặt 1 và 2 được gọi là chuẩn tinh phụ (hình 5.3b).



Hình 5.4. Chuẩn lắp ráp

c) Chuẩn lắp ráp

Chuẩn dùng để xác định vị trí tương quan của các bề mặt, đường hoặc điểm trong quá trình lắp ráp các chi tiết máy để tạo thành các bộ phận của máy hay sản phẩm thì được gọi là chuẩn lắp ráp.

Cần lưu ý là một bề mặt dùng làm chuẩn lắp ráp cũng có thể trùng hoặc không trùng với bề mặt tỳ lắp ráp.

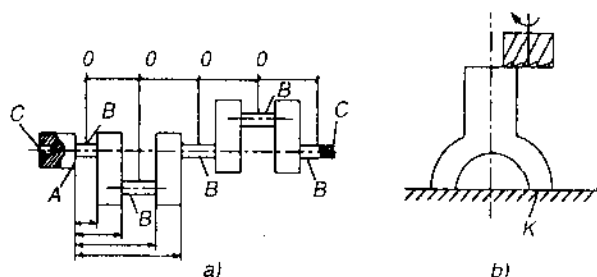
Vi dụ:

Khi lắp ráp thân động cơ đốt trong cần đảm bảo độ thẳng góc giữa tâm lỗ xylanh (mặt E) và tâm lỗ trục khuỷu M (của chi tiết 1) là $0,05 / 1000$ mm (hình 5.4), vì vậy khi tiến hành lắp ráp các chi tiết 1, 2, 3, 4 phải đảm bảo những yêu cầu sau:

- + Độ không song song cho phép của ổ trục M với mặt lắp C_1 .
- + Độ không song song cho phép của 2 mặt D_1 và C_2 .
- + Độ không vuông góc cho phép của tâm lỗ chi tiết 3 và mặt D_3 .

+ Độ không đồng tâm cho phép của lỗ E và mặt ngoài của chi tiết 4.

Để đảm bảo các yêu cầu đã nêu ở trên thì ta phải giải một chuỗi kích thước theo phương pháp lắp lần, khi đó các mặt C_1 , C_2 , D_2 , D_3 là chuẩn lắp ráp.



Hình 5.5. Các loại chuẩn

- a) A - Chuẩn kiểm tra; B - Chuẩn lắp ráp; C - Chuẩn gia công;
O - Chuẩn thiết kế

- b) Mặt K vừa là chuẩn thiết kế vừa là chuẩn gia công, vừa là chuẩn lắp ráp, vừa là chuẩn kiểm tra

Nhưng nếu thực hiện lắp bằng phương pháp rà và kiểm tra độ không vuông góc của mặt lỗ E với mặt M thì khi đó mặt E trở thành chuẩn rà lắp ráp và các mặt C_1 , C_2 , D_2 , D_3 chỉ là những mặt tỳ.

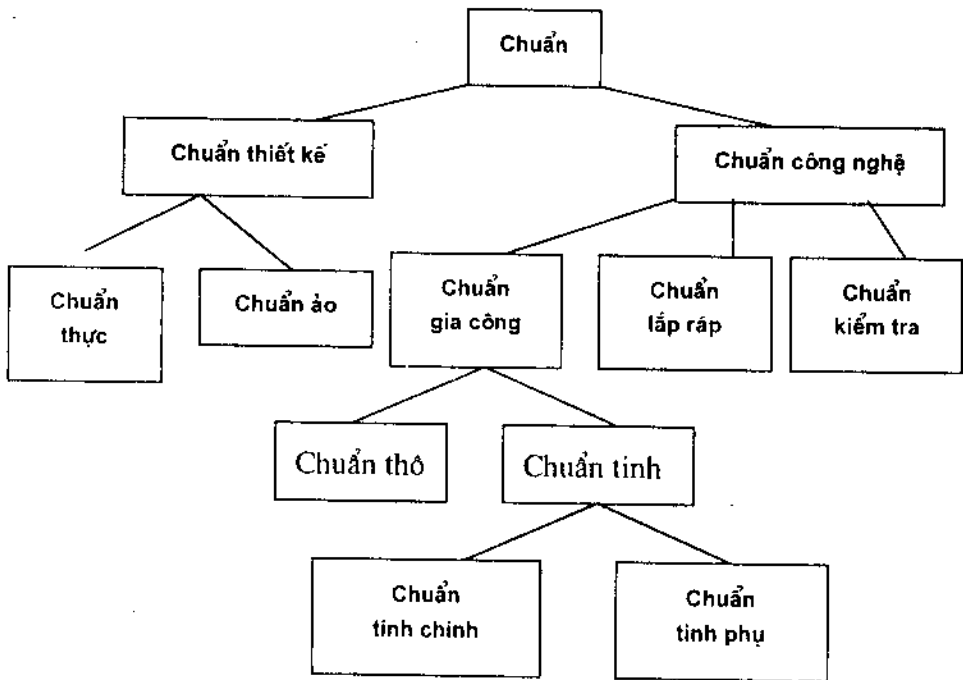
d) Chuẩn kiểm tra (hay còn gọi là chuẩn đo lường)

Chuẩn kiểm tra là chuẩn mà người ta căn cứ vào đó để kiểm tra các kích thước, vị trí tương quan giữa các yếu tố hình học của chi tiết máy (chẳng

hạn, ở hình 4.1a, bề mặt A vừa là chuẩn thiết kế vừa là chuẩn kiểm tra để xác định vị trí tương quan của các bề mặt theo kích thước A_1 , A_2 , A_3).

Cần lưu ý, trong thực tế có khi chuẩn thiết kế, chuẩn gia công, chuẩn lắp ráp và chuẩn kiểm tra không trùng nhau (hình 5.5a) và cũng có khi hoàn toàn trùng nhau (hình 5.5b).

Có thể tóm tắt phân loại chuẩn như sơ đồ sau:



5.2. QUÁ TRÌNH GÁ ĐẶT CHI TIẾT KHI GIA CÔNG

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

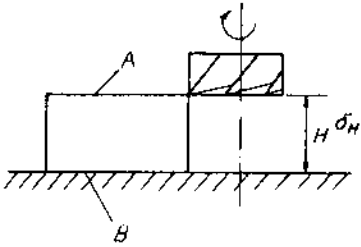
Chi tiết trước khi gia công phải được tiến hành gá đặt, quá trình gá đặt chi tiết khi gia công bao gồm hai quá trình.

a) Quá trình định vị chi tiết.

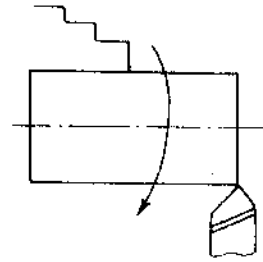
Quá trình định vị chi tiết là sự xác định vị trí tương quan của chi tiết so với dụng cụ cắt trước khi gia công.

Chẳng hạn khi gia công mặt A hình 5.6 thì chi tiết được định vị bằng

mặt B để đảm bảo kích thước $H \pm \delta_H$



Hình 5.6. Mặt định vị B khi phay



Hình 5.7. Định vị bằng mâm cặp 3 chấu tự định tâm

b) Quá trình kẹp chặt chi tiết

Quá trình kẹp chặt chi tiết là quá trình cố định vị trí của chi tiết đã định vị để chống lại tác động của ngoại lực (chủ yếu là lực cắt) trong quá trình gia công chi tiết, làm cho chi tiết không rời khỏi vị trí đã định vị.

Ví dụ, khi gá đặt chi tiết trục trên mâm cặp 3 chấu tự định tâm (hình 5.7). Sau khi đưa chi tiết lên mâm cặp, vận cho các chấu cặp tiến vào cho đến khi tâm chi tiết trùng với tâm trục chính của máy, đó là quá trình định vị. Sau đó tiếp tục vận cho các chấu tiến vào kẹp chặt chi tiết, để chi tiết sẽ không bị dịch chuyển trong quá trình gia công sau đó. Đó là quá trình kẹp chặt.

Cần lưu ý rằng quá trình gá đặt bao giờ cũng được thực hiện theo trình tự sau: quá trình định vị rồi đến quá trình kẹp chặt. Không bao giờ làm ngược lại.

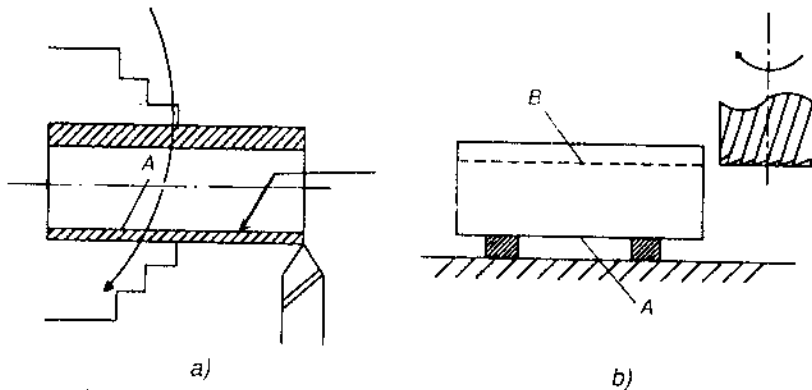
5.2.2. Các phương pháp gá đặt chi tiết khi gia công

a) Phương pháp rà gá

Một trong những phương pháp gá đặt là rà gá. Có thể chia ra hai trường hợp là rà trực tiếp trên máy (hình 5.8a) hoặc rà theo dấu đã vạch sẵn (hình 5.8b).

Để thực hiện phương pháp rà gá người ta sử dụng một số dụng cụ như bàn máy hoặc mũi rà, đồng hồ so, hệ thống đo quang học (như trên máy đo tọa độ) để xác định vị trí của chi tiết so với máy hoặc dụng cụ cắt.

Ở hình 5.8a là cách rà trực tiếp trên máy, chi tiết rà là 1 bạc lệch tâm do



Hình 5.8. Các phương pháp rà gá

tạo phôi sai, để tận dụng phôi người ta gá chi tiết trên mâm cặp 4 chấu rồi rà theo mặt A để đảm bảo tâm của lỗ bạc trùng với tâm của trục chính của máy, bằng cách điều chỉnh các chấu cặp của mâm cặp 4 chấu. Làm như vậy khi tiện mặt ngoài của bạc sẽ đảm bảo chiều dày của bạc đều nhau. Trong trường hợp này mặt A đóng vai trò là chuẩn rà định vị.

Ở hình 5.8b là cách rà theo dấu vạch sẵn. Trước khi phay, người ta rà sao cho quỹ đạo chuyển động của lưỡi dao phay trùng với đường vạch dấu B bằng cách kê ở mặt A, trong trường hợp này đường vạch dấu B đóng vai trò định vị.

Ưu điểm của phương pháp rà gá:

+ Có thể đạt độ chính xác nhất định nhờ rà gá (độ chính xác đạt được ở đây phụ thuộc vào tay nghề của người thợ).

+ Có thể loại trừ được ảnh hưởng do dao mòn đến độ chính xác gia công.

+ Có thể tận dụng được một số phôi có sai số chế tạo phôi lớn.

+ Không cần đồ gá phức tạp.

Nhược điểm của phương pháp rà gá:

+ Độ chính xác thấp.

+ Chất lượng phụ thuộc nhiều vào tay nghề của người thợ.

+ Năng suất thấp.

Phương pháp này thường được dùng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ,

trong sửa chữa và chế tạo thử.

b) Phương pháp tự động đạt kích thước

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối để đảm bảo chất lượng và năng suất khi gia công người ta dùng phương pháp tự động đạt kích thước. Theo phương pháp này sự xác định vị trí tương quan giữa chi tiết, máy và dụng cụ cắt thông qua các cơ cấu định vị của đồ gá.

Ví dụ, trên hình 5.9, trước khi phay chi tiết được định vị bởi mặt A để đảm bảo kích thước H^{δ_H} khi gia công được định vị bởi mặt B để đảm bảo kích thước a^{δ_a} .

Do đó khi gia công cả loạt phôi (trong một lần điều chỉnh dao) nếu như độ mòn 2 mặt dao nhỏ hơn dung sai cho phép δ_H, δ_a thì các kích thước H và a trong loạt gia công này đều đạt yêu cầu.

Ưu điểm của phương pháp tự động đạt kích thước:

+ Độ chính xác gia công ít phụ thuộc vào tay nghề của người thợ và do đó có khả năng đạt được độ chính xác cao.

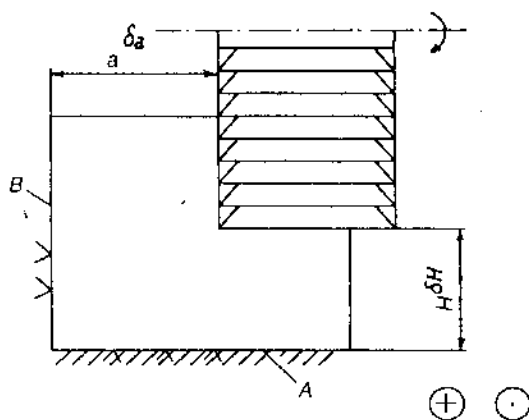
+ Thời gian gia công nhanh hơn và do đó nâng cao được năng suất hạ giá thành sản phẩm.

Nhược điểm của phương pháp tự động đạt kích thước:

+ Số lượng chi tiết gia công trong một loạt phải đủ lớn (để giảm chi phí thay đổi cho việc chế tạo đồ gá, dụng cụ cắt và dụng cụ đo chuyên dùng, cũng như thời gian điều chỉnh máy...).

+ Không tận dụng được một số phôi có sai số quá lớn do quá trình chế tạo phôi gây ra.

+ Cần lưu ý rằng, nếu dụng cụ cắt mòn nhanh trong quá trình gia công, làm cho thời gian giữa hai lần điều chỉnh máy ngắn lại, làm giảm độ chính



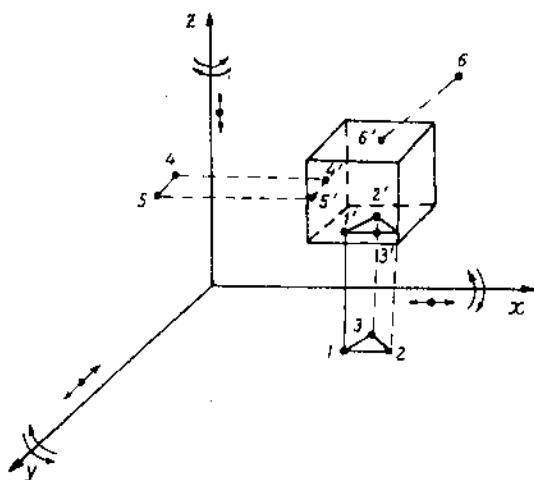
Hình 5.9. Phương pháp tự động đạt kích thước

xác gia công và làm tăng chi phí gia công do đó sẽ dẫn đến giảm hiệu quả kinh tế.

5.3. NGUYÊN TẮC 6 ĐIỂM KHI ĐỊNH VỊ CHI TIẾT

5.3.1. Khái niệm về bậc tự do của một vật rắn tuyệt đối

Cần hiểu rằng về phương diện hình học đơn thuần thì bậc tự do theo một phương nào đó của một vật rắn tuyệt đối là khả năng di chuyển của vật rắn tuyệt đối theo phương đó mà không bị bất kỳ cản trở nào. Tuy nhiên khái niệm này trong phạm vi công nghệ chế tạo máy cần được hiểu rằng nếu vật rắn tuyệt đối có thể dịch chuyển trong một giới hạn nào đó theo một phương, cũng có nghĩa là vật rắn tuyệt đối đó có bậc tự do theo phương đó.



Hình 5.10. Sơ đồ xác định vị trí của một vật rắn tuyệt đối trong hệ tọa độ Đề Các

Ngược lại vật rắn tuyệt đối không thể dịch chuyển theo một phương nào đó có nghĩa là nó bị khống chế bậc tự do theo phương đó.

Chẳng hạn, khi một vật rắn tuyệt đối là một khối lập phương trong một hệ tọa độ Đề Các, thì nó bị khống chế bởi các chuyển động nào (hình 5.10)?

Ta lần lượt thực hiện các việc sau:

- Tịnh tiến khối lập phương tiếp xúc với mặt phẳng XOY, khi đó khối lập phương bị khống chế các chuyển động:

+ Tịnh tiến theo phương \overline{OZ} .

+ Quay quanh phương \widehat{OY} .

+ Quay quanh phương \widehat{OY} .

- Tịnh tiến khối lập phương tiếp xúc với mặt phẳng YOZ, khi đó khối lập phương bị khống chế các chuyển động.

+ Tịnh tiến theo phương \overline{OX} .

+ Quay quanh phương \widehat{OY} .

+ Quay quanh phương \widehat{OZ} .

- Tịnh tiến khối lập phương tiếp xúc với mặt phẳng XOZ, khi đó khối lập phương bị khống chế các chuyển động:

+ Tịnh tiến theo phương \overline{OY} .

+ Quay quanh phương \widehat{OX} .

+ Quay quanh phương \widehat{OZ} .

Nếu hình dung khi khối lập phương tịnh tiến để tiếp xúc với cả 3 mặt phẳng trên, có nghĩa là, một góc khối lập phương sẽ trùng với điểm O của hệ toạ độ Đề Các, thì vật rắn tuyệt đối là khối lập phương bị khống chế 6 bậc tự do sau:

+ Tịnh tiến theo: $\overline{OX}, \overline{OY}, \overline{OZ}$.

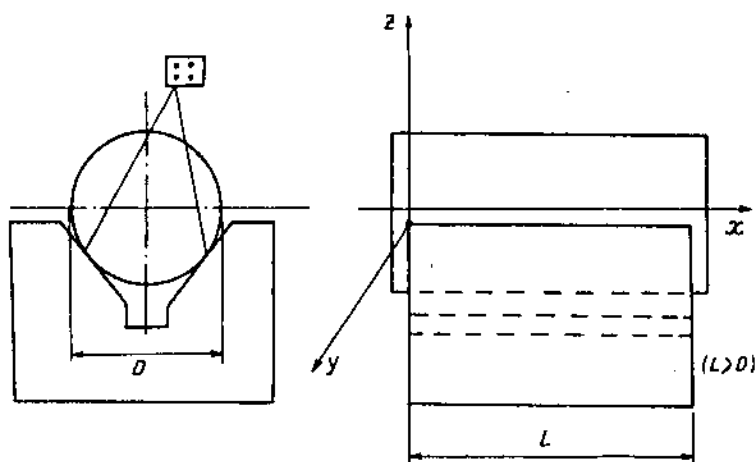
+ Quay quanh: $\widehat{OX}, \widehat{OY}, \widehat{OZ}$.

Thực ra khi khối lập phương trùng đến điểm O của hệ toạ độ Đề Các, thì có những bậc tự do được khống chế quá một lần, chẳng hạn chuyển động quay quanh \widehat{OX} được khống chế ở mặt phẳng XOY, và cũng được khống chế bởi mặt phẳng XOZ... ta gọi trường hợp đó là siêu định vị. Như vậy siêu định vị là trường hợp bậc tự do bị khống chế quá một lần, trường hợp này không cho phép thực hiện trong quá trình công nghệ khi gá đặt chi tiết, điều này sẽ được nói rõ ở phần sau.

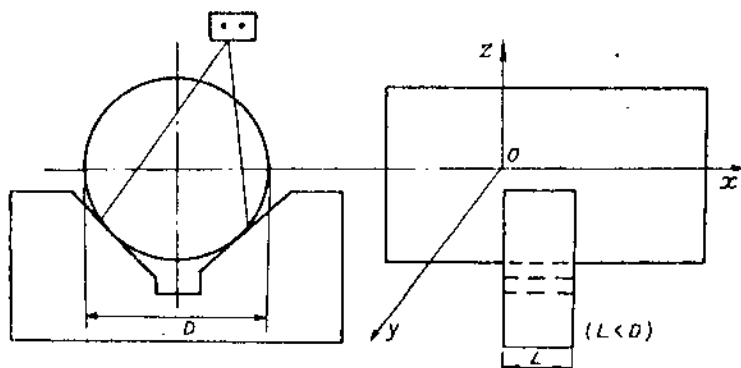
Từ sự phân tích trên, nếu vật rắn tuyệt đối là một chi tiết gia công, muốn xác định vị trí của chi tiết trong quá trình định vị thì chi tiết đó cũng được khống chế 6 bậc tự do khi đặt nó trong hệ toạ độ Đề Các, nghĩa là:

+ Tịnh tiến theo 3 phương: $\overline{OX}, \overline{OY}, \overline{OZ}$.

+ Quay quanh 3 phương: $\widehat{OX}, \widehat{OY}, \widehat{OZ}$.



Hình 5.11. Khối V dài khống chế 4 bậc tự do $\vec{o}z, \vec{o}y, \vec{o}z, \vec{o}y$.



Hình 5.12. Khối V ngắn khống chế 2 bậc tự do $\vec{o}z, \vec{o}y$.



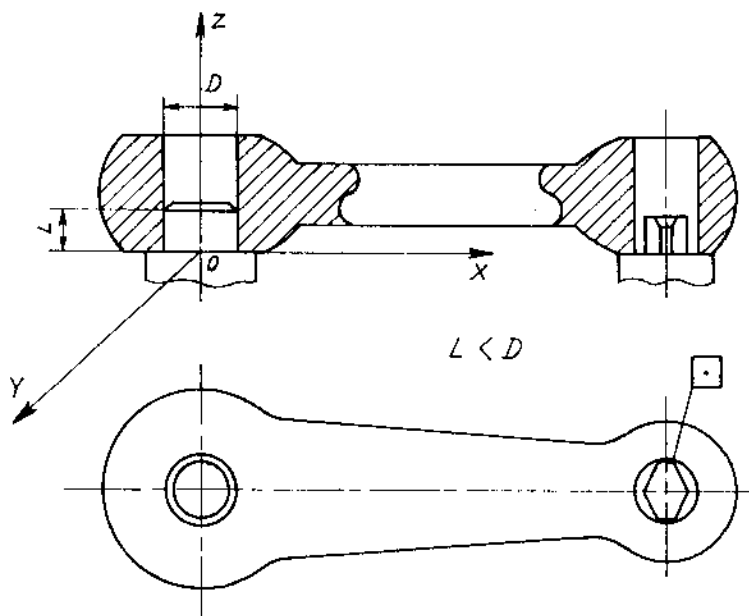
Chốt trụ dài khống chế 4 bậc tự do
 $\vec{o}x, \vec{o}y, \vec{o}x, \vec{o}y$

Chốt trụ ngắn khống chế 2 bậc tự do $\vec{o}x, \vec{o}y$

Hình 5.13. Định vị chi tiết bằng chốt trụ dài và chốt trụ ngắn.

Cần lưu ý rằng trong quá trình định vị chi tiết không phải lúc nào cũng khống chế cả 6 bậc tự do, mà tùy theo yêu cầu gia công ở từng nguyên công, số bậc tự do có thể khống chế từ 1 đến 6. Nói cách khác là khi định vị chi tiết gia công thì số bậc tự do chỉ nên khống chế cần và đủ.

Điều cần chú ý nữa là số bậc tự do được khống chế (số điểm định vị) còn phụ thuộc vào kích thước của bề mặt định vị của chi tiết và đồ gá.

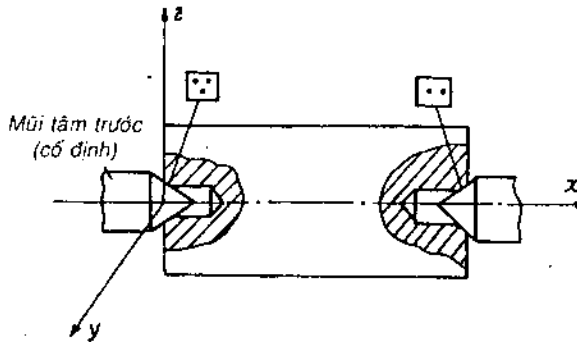


Hình 5.14. Chốt trám khống chế không chế 1 bậc tự do $\vec{o_2}$.

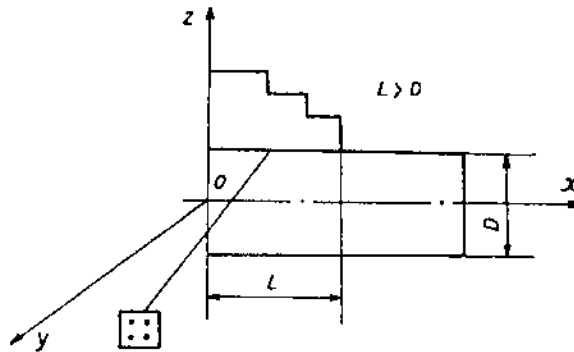
Dưới đây là một số ví dụ về các chi tiết định vị:

- Mặt phẳng tương đương 3 điểm (khống chế 3 bậc tự do).
- Đường thẳng tương đương 2 điểm (khống chế 2 bậc tự do).
- Khối V dài tương đương 4 điểm (khống chế 4 bậc tự do, hình 5.11).
- Khối V ngắn tương đương 2 điểm (khống chế 2 bậc tự do, hình 5.12).
- Chốt trụ dài tương đương 4 điểm (khống chế 4 bậc tự do, hình 5.13a).
- Chốt trụ ngắn tương đương 2 điểm (khống chế 2 bậc tự do, hình 5.13b).

- Chốt trám tương đương 1 điểm (khống chế 1 bậc tự do, hình 5.14).
- Hai mũi tâm tương đương 5 điểm (khống chế 5 bậc tự do, hình 5.15).
- Mâm cặp 3 chấu tự định tâm tương đương 4 điểm (khống chế 4 bậc tự do, hình 5.16).



Hình 5.15. Định vị bằng 2 mũi tâm không chế 5 bậc tự do $\vec{oz}, \vec{ox}, \vec{oy}, \vec{oz}, \vec{oy}$.



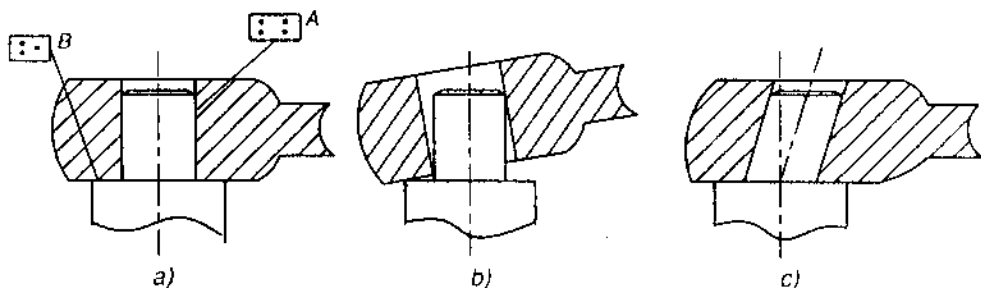
Hình 5.16. Mâm cặp 3 chấu tự định tâm không chế 4 bậc tự do $\vec{oz}, \vec{oy}, \vec{oz}, \vec{oy}$.

Trở lại khái niệm siêu định vị: khi một bậc tự do được khống chế quá một lần thì gọi là siêu định vị; trong quá trình định vị chi tiết không cho phép xảy ra trường hợp siêu định vị.

Ví dụ, ở hình 5.17a nếu chi tiết được định vị bằng mặt A với chốt trụ dài là 4 bậc tự do, và mặt B là 3 bậc tự do thì trường hợp này là siêu định vị và khi đó xảy ra 2 trường hợp sau:

- + Chi tiết bị nghiêng, mặt B của chi tiết không tiếp xúc với mặt phẳng của chốt trụ (hình 5.17b).
- + Chốt định vị có thể bị bẻ nghiêng để mặt B của chi tiết có thể tiếp xúc

với mặt phẳng của chốt tỳ (hình 5.17c).



Hình 5.17. Siêu định vị

Cần lưu ý rằng khi chi tiết bị khống chế quá 6 bậc tự do cũng là một trường hợp của siêu định vị. Cho nên khi định vị chi tiết, số bậc tự do được khống chế tối đa là 6 bậc tự do.

5.4. CÁCH TÍNH SAI SỐ GÁ ĐẶT

Một trong những yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác gia công là sai số gá đặt của chi tiết. Sai số này được xác định bằng công thức sau:

$$\overline{\varepsilon_{gd}} = \overline{\varepsilon_c} + \overline{\varepsilon_{kc}} + \overline{\varepsilon_{dg}}$$

trong đó: ε_c - sai số chuẩn.

ε_{kc} - sai số kẹp chặt.

ε_{dg} - sai số của đồ gá.

5.4.1. Cách tính sai số kẹp chặt (ε_{kc})

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

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

trong đó: α - góc hợp bởi phương kích thước thực hiện và phương dịch chuyển y của chuẩn gốc.

$y_{\max} - y_{\min}$ - lượng chuyển vị lớn nhất và nhỏ nhất của chuẩn gốc khi lực kẹp thay đổi.

Sự dịch chuyển của chuẩn gốc là do tác dụng của lực kẹp làm biến dạng

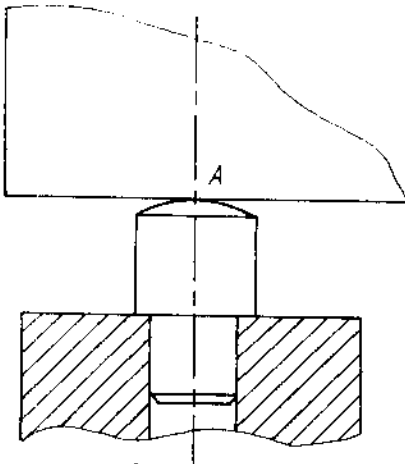
bề mặt của chi tiết dùng để định vị và những thành phần định vị của đồ gá (chẳng hạn chốt tỳ hay phiến tỳ). Bằng thực nghiệm giáo sư A.P Xócôlốpki đã đưa ra công thức xác định biến dạng ở chỗ tiếp xúc giữa mặt chi tiết với chốt tỳ của đồ gá (tại điểm A hình 5.18):

$$y = C \cdot q^n$$

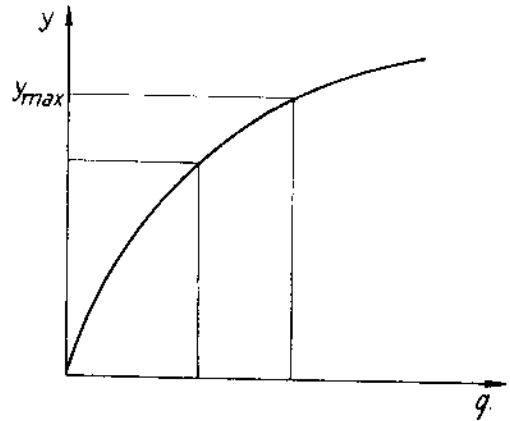
Trong đó: C - hệ số phụ thuộc vào vật liệu và tình trạng của bề mặt tiếp xúc.

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

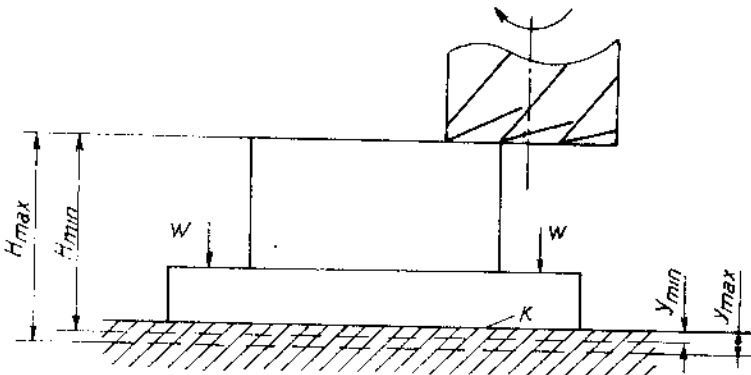
n - chỉ số xác định bằng thực nghiệm ($n < 1$).



Hình 5.18. Biến dạng tiếp xúc của chốt tỳ của đồ gá với bề mặt chi tiết gia công



Hình 5.19. Quan hệ giữa lực kẹp và chuyển vị khi gá chi tiết trên đồ gá



Hình 5.20. Sai số đo lực kẹp gây ra

Sự dịch chuyển của chuẩn gốc có thể đo lực kẹp thay đổi, do biến dạng tiếp xúc của bề mặt chi tiết và đồ gá. Quan hệ giữa lực kẹp khi thay đổi và chuyển vị được biểu diễn ở hình 5.19.

Hình 5.20 là một ví dụ về sai số do lực kẹp gây ra, khi lực kẹp thay đổi từ W_{\min} đến W_{\max} thì phôi cũng chuyển vị từ y_{\min} đến y_{\max} và do đó kích thước gia công thay đổi từ H_{\min} đến H_{\max} .

5.4.2. Cách tính sai số của đồ gá (ϵ_{dg})

Có thể tính sai số của đồ gá theo công thức sau:

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

trong đó:

- ϵ_{ct} - sai số chế tạo đồ gá, nó thể hiện ở độ không chính xác của cơ cấu đồ gá khi chế tạo, chẳng hạn như cơ cấu định vị, cơ cấu dẫn hướng, cỡ so dao...
- ϵ_m - sai số mòn khi sử dụng đồ gá, chẳng hạn, độ mòn của đồ định vị làm thay đổi vị trí định vị của chi tiết gá đặt, độ mòn của đồ định vị phụ thuộc vào nhiều yếu tố như kết cấu, vật liệu, kích thước, trọng lượng và tình trạng tiếp xúc của bề mặt chi tiết gia công. Chẳng hạn, độ mòn của những chốt tỳ khi định vị có thể xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$U = \beta\sqrt{N} \quad (\mu\text{m})$$

(N - số lần tiếp xúc của bề mặt phôi hay chi tiết với chốt tỳ.

β - hệ số phụ thuộc vào tình trạng bề mặt và điều kiện tiếp xúc giữa phôi hay chi tiết với chốt tỳ.)

- $\epsilon_{gđ}$ - sai số gá đặt đồ gá trên máy, sai số này có thể xác định theo từng trường hợp cụ thể của việc gá đặt đồ gá trên máy, những sai số này không lớn nếu thực hiện việc gá đặt đồ gá trên máy theo đúng yêu cầu.

5.4.3. Cách tính sai số chuẩn (ϵ_j)

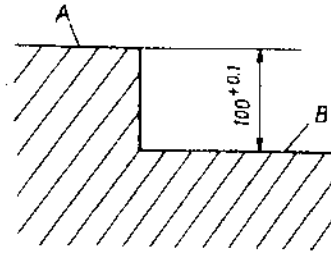
Như đã biết, chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ có thể trùng nhau hoặc không trùng nhau, nếu chúng trùng nhau thì có nghĩa là đã thể hiện tốt quan điểm công nghệ khi thiết kế hay nói cách khác bản thiết kế có tính công nghệ cao.

Tuy vậy, không phải trường hợp nào cũng tạo được chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ trùng nhau, vì vậy trong một số trường hợp khi chế tạo phải

thay đổi một số kích thước thiết kế đã cho. Chẳng hạn một kích thước khi thiết kế có thể là tĩnh và vô hướng, nhưng trong công nghệ kích thước đó có thể biến đổi và có hướng.

Ví dụ, xét kích thước $100^{+0,1}$ giữa 2 bề mặt A và B của chi tiết hình 5.21.

Do yêu cầu làm việc sau này của chi tiết, người thiết kế cho kích thước 100 mm với sai lệch cho phép $+0,1$ mm. Còn trên quan điểm công nghệ thì chú ý đến sự hình thành của kích thước đó trong quá trình công nghệ như thế nào. Mặt A hay mặt B sẽ được gia công trước? Giả sử mặt A được gia công ở nguyên công sát trước và



Hình 5.21. Sự hình thành kích thước công nghệ

mặt B được gia công ở nguyên công tiếp theo thì kích thước 100mm có gốc ở A và hướng về mặt B. Kích thước công nghệ có hướng rõ rệt, hướng đó đi từ gốc kích thước tới mặt gia công. Khái niệm về gốc kích thước chỉ dùng trong phạm vi công nghệ, nó có thể trùng hoặc không trùng với chuẩn thiết kế (vì có thể kích thước đó sẽ được thay đổi trong quá trình công nghệ). Về mặt công nghệ điều quan trọng là khi gia công chuẩn định vị và gốc kích thước có trùng nhau không? Vì nếu chuẩn định vị không trùng với gốc kích thước thì sẽ sinh ra sai số chuẩn và sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác của kích thước gia công.

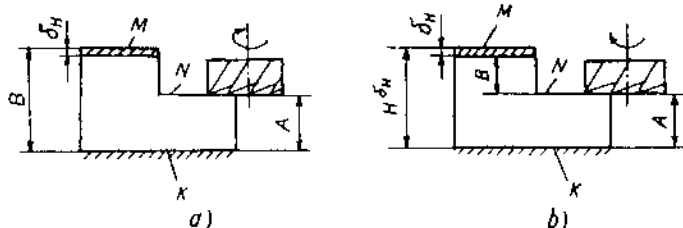
Lấy ví dụ dưới đây để xác định sai số chuẩn.

Ở hình 5.22a khi gia công mặt N sẽ hình thành kích thước A, thì chuẩn định vị và gốc kích thước là mặt K (chuẩn định vị trùng với gốc kích thước) do đó sai số chuẩn của kích thước A là $\varepsilon_{cA} = 0$.

Ở hình 5.22b khi gia công mặt N chuẩn định vị là mặt K và gốc kích thước là mặt M (chuẩn định vị và gốc kích thước không trùng nhau) như vậy kích thước B chịu ảnh hưởng của biến động của góc kích thước M là δ_H . Khi đó sai số chuẩn của kích thước B là $\varepsilon_{cB} = \delta_H$.

Từ cách phân tích trong ví dụ trên có thể định nghĩa về sai số chuẩn như sau:

Sai số chuẩn sinh ra khi chuẩn định vị không trùng với góc kích thước và có giá trị bằng lượng biến động của góc kích thước chiếu lên phương kích thước thực hiện.



Hình 5.22. Sai số chuẩn sinh ra khi chuẩn định vị không trùng với kích thước

Thực chất kích thước cần đạt được khi gia công là khâu khớp kín của chuỗi kích thước công nghệ, chuỗi đó được hình thành trong một nguyên công hay một số nguyên công.

Các khâu của chuỗi kích thước có thể là những kích thước thay đổi (ảnh hưởng đến sự biến động của khâu khớp kín) hoặc là những kích thước không thay đổi (chẳng hạn, kích thước từ lưỡi dao đến bề mặt bàn máy hay đồ gá...).

Nếu gọi L là kích thước cần đạt được khi gia công, thì nó phụ thuộc vào các kích thước thay đổi và những kích thước không thay đổi trong một chuỗi kích thước liên quan khi gia công:

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

Trong đó:

$x_1, x_2 \dots x_n$ - những kích thước thay đổi.

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

Khi tính sai số chuẩn cho một kích thước L nào đó (ε_{C_L}) có nghĩa là phải xác định lượng biến động của kích thước đó khi những kích thước liên quan thay đổi.

Nếu gọi lượng biến động của kích thước L là ΔL thì nó được xác định

bằng tổng các lượng biến động của các kích thước liên quan:

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

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

Trong thực tế thường dùng 2 phương pháp cực đại - cực tiểu và xác suất để tính sai số chuẩn:

a) Phương pháp cực đại và cực tiểu

Khi độ chính xác gia công không cao, trong điều kiện sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ thì có thể dùng phương pháp này.

Theo phương pháp này trước hết phải lập chuỗi kích thước công nghệ cho kích thước cần tính sai số chuẩn L. Với vai trò là khâu khép kín khi đó kích thước L đóng vai trò là một hàm số, còn các khâu thành phần trong chuỗi kích thước công nghệ là biến số. Sai số của kích thước L được tính như sau:

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

Khi lập chuỗi kích thước công nghệ cần thực hiện theo nguyên tắc sau: chuỗi kích thước công nghệ bắt đầu từ mặt gia công tới mặt chuẩn định vị, sau đó đến chuẩn đo lường (gốc kích thước) rồi cuối cùng trở về mặt gia công. Như vậy khi lập chuỗi kích thước cần đảm bảo tính khép kín của nó.

b) Phương pháp xác suất

Phương pháp này được sử dụng khi yêu cầu độ chính xác gia công cao, thường được dùng trong sản xuất loạt lớn hay hàng khối. Tính sai số chuẩn theo phương pháp này cho độ chính xác cao hơn phương pháp cực đại - cực tiểu.

Theo phương pháp xác suất thì sai số chuẩn của một kích thước L nào đó được tính như sau:

$$K_{\Sigma} \cdot \varepsilon_{C_i} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right]^2} K_i^2 \delta_{x_i}^2$$

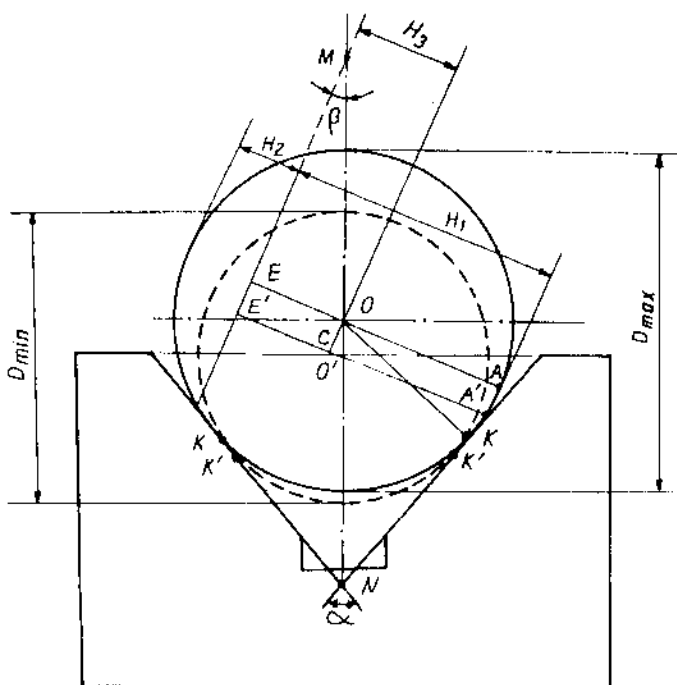
Trong đó: K_i là hệ số phụ thuộc vào quy luật phân bố của các kích thước trong chuỗi kích thước công nghệ, thường lấy $K_i = 1 \div 1,5$. Khi phân bố theo đường phân bố chuẩn (Gaus) thì $K = 1$.

Như vậy khi muốn tính sai số chuẩn cho một kích thước L nào đó, trước tiên phải xác định được chuỗi kích thước liên quan của nó sau đó dùng công thức trên để tính.

Dưới đây là một số ví dụ về cách tính sai số chuẩn của kích thước gia công theo phương pháp cực đại và cực tiểu:

Ví dụ 1:

Tính sai số chuẩn cho các kích thước H_1, H_2, H_3 trong trường hợp phay vát một mặt trụ (hình 5.23) có đường kính $D^{+0,0}$. Chi tiết được định vị trên khối V dài với góc α .



Hình 5.23. Sơ đồ định vị trục trên khối V dài để phay mặt vát.

- Tính $\epsilon_{C_{II_1}}$: $H_1 = AO + OE = AO + MO \cdot \sin \beta$

$$MO = MN - NO \text{ và } NO = AO \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \text{ (vì } OA = OK)$$

Vậy $H_1 = AO + \sin \beta \left(MN - \frac{AO}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$ với $AO = \frac{D}{2}$ thì

$$H_1 = MN \cdot \sin \beta + AO - AO \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

đặt $a_1 = MN \cdot \sin \beta$; $x_1 = AO$; $x_2 = \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \cdot OA$ và

$$\frac{\partial \varphi}{\partial a_1} = 0; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} = \frac{\delta_D}{2}$$

Áp dụng công thức: $\epsilon_{C_{I_1}} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right| \Delta x_i$

$$\epsilon_{C_{II_1}} = \frac{\delta_D}{2} - \frac{\delta_D}{2} \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$\epsilon_{C_{II_1}} = \frac{\delta_D}{2} \left(1 - \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

- Tính $\epsilon_{C_{II_2}}$: $H_2 = D - H_1$

$$\epsilon_{C_{II_2}} = \delta_D - \frac{\delta_D}{2} \left(1 - \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

$$\epsilon_{C_{II_2}} = \frac{\delta_D}{2} \left(1 + \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

- Tính $\epsilon_{C_{1h}}$

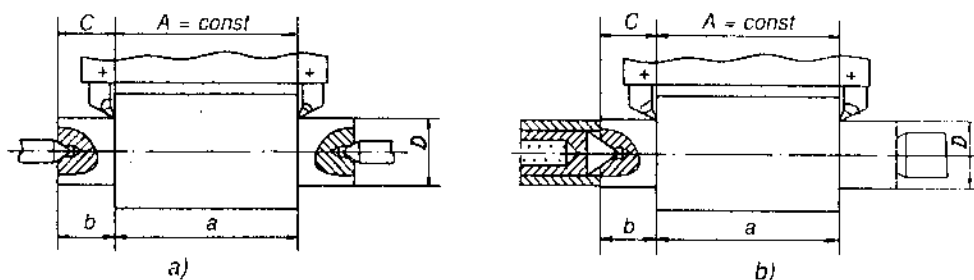
$$H_3 = OE = H_1 - D/2$$

$$\epsilon_{C_{1h}} = \frac{\delta_D}{2} \left(1 - \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) - \frac{\delta_b}{2}$$

$$\epsilon_{C_{1h}} = \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \frac{\delta_D}{2}$$

Ví dụ 2:

Định vị chi tiết bằng mũi tâm (hình 5.24).



Hình 5.24. Sơ đồ định vị trên 2 mũi tâm

Khi chi tiết định vị bằng 2 mũi tâm (hình 5.24a) thì sai số chuẩn của các kích thước như sau:

+ Sai số chuẩn của kích thước a

$\epsilon_{C_a} = 0$ vì $A = \text{const}$ được điều chỉnh sẵn trong mỗi loạt chi tiết.

+ Sai số chuẩn của kích thước b

$\epsilon_{C_b} \neq 0$ vì kích thước chiều sâu lỗ tâm thay đổi (mặt chuẩn định vị) do ảnh hưởng của dung sai góc côn các chi tiết trong loạt gia công, làm cho vị trí mặt đầu bên trái không cố định so với dụng cụ đã chỉnh sẵn.

+ Sai số chuẩn của kích thước đường kính D

$\epsilon_{C_D} = 0$ vì kích thước đường kính D không chịu ảnh hưởng của sai số

góc côn, nhưng độ lệch tâm của 2 lỗ tâm (chuẩn định vị) có thể gây ra sai số chuẩn của kích thước đường kính D , khi đó có thể lấy $\epsilon_{c_n} = \epsilon_n = 1/4 \delta_D$ (ϵ_n là độ lệch tâm giữa 2 lỗ tâm trên chi tiết gia công).

Khi chi tiết được định vị trên 2 mũi tâm: mũi tâm trái mềm còn mũi tâm phải cứng (hình 5.24b) khi đó mũi tâm trái mềm sẽ tự điều chỉnh sai lệch chiều sâu lỗ tâm ứng với loạt chi tiết. Do đó vị trí mặt đầu bên trái của chi tiết không thay đổi so với dụng cụ định sẵn, vì thế sai số chuẩn của kích thước gia công b sẽ là:

$$\epsilon_{c_n} = 0$$

Ví dụ 3:

Định vị chi tiết trên chốt trụ dài để gia công mặt vát chi tiết có đường kính ngoài là D^{δ_D} đường kính lỗ $d_1^{\delta_{d_1}}$, độ lệch tâm của lỗ và mặt ngoài là e , chốt có đường kính là $d_c^{\delta_{d_c}}$.

Dưới đây tính sai số chuẩn của các kích thước H_1 , H_2 và H_3 trong 3 trường hợp:

+ Trường hợp 1: chi tiết được gá trên chốt trụ dài không có khe hở (hình 5.25a).

$$\epsilon_{c_{H_1}} = \frac{\delta_D}{2} + 2e$$

$$\epsilon_{c_{H_2}} = \frac{\delta_D}{2} - 2e$$

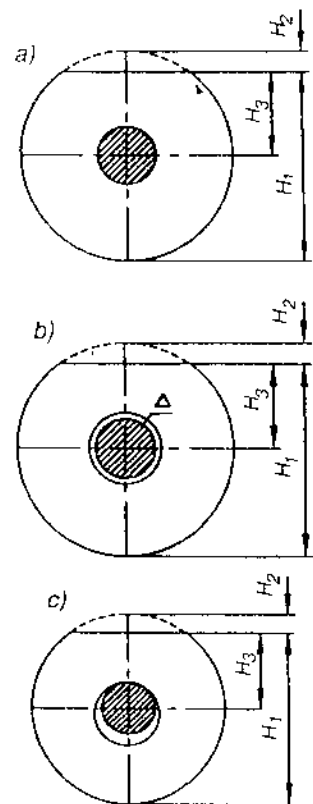
$$\epsilon_{c_{H_3}} = 2e$$

+ Trường hợp 2: chi tiết được gá trên chốt trụ dài có khe hở Δ (hình 5.25b).

$$\epsilon_{c_{H_1}} = \frac{\delta_D}{2} + \delta_1 + \delta_c + 2e + 2\Delta$$

$$\epsilon_{c_{H_2}} = \frac{\delta_D}{2} - \delta_1 - \delta_c - 2e - 2\Delta$$

$$\epsilon_{c_{H_3}} = \delta_1 + \delta_c + 2e + 2\Delta$$



Hình 5.25. Định vị chi tiết trên chốt trụ dài để gia công mặt vát.

+ Trường hợp 3: chi tiết được gá trên chốt trụ dài có khe hở một phía (hình 5.25c).

$$\varepsilon_{C_{11}} = \frac{\delta_D}{2} + \frac{\delta_C}{2} + \frac{\delta_1}{2} + 2e$$

$$\varepsilon_{C_{12}} = \frac{\delta_D}{2} - \frac{\delta_C}{2} - \frac{\delta_1}{2} - 2e$$

$$\varepsilon_{C_{13}} = \frac{\delta_C}{2} + \frac{\delta_1}{2} + 2e$$

5.5. NHỮNG ĐIỂM CÂN TUÂN THỦ KHI CHỌN CHUẨN

Khi chọn chuẩn để gia công các chi tiết máy ta phải xác định chuẩn cho nguyên công đầu tiên và chuẩn cho các nguyên công tiếp theo. Thông thường chuẩn dùng ở nguyên công đầu tiên trong quá trình gia công chi tiết máy là chuẩn thô, còn chuẩn dùng cho các nguyên công tiếp theo là chuẩn tinh.

Mục đích của việc chọn chuẩn là để đảm bảo hai yêu cầu:

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

Dưới đây là một số điểm cân tuân thủ khi chọn chuẩn.

5.5.1. Chọn chuẩn thô

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

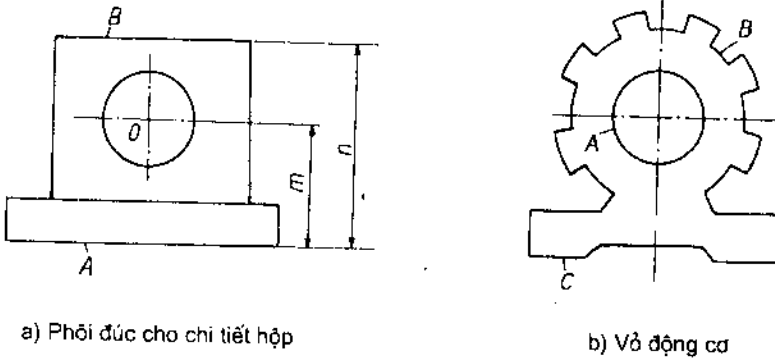
1 - Phân phối đủ lượng dư cho các bề mặt gia công.

2 - Bảo đảm độ chính xác cần thiết về vị trí tương quan giữa các bề mặt không gia công với những bề mặt được gia công.

Ví dụ, khi gia công các bề mặt A, mặt B và lỗ O của một chi tiết hộp bằng phôi đúc (hình 5.26a), ta chia hai trường hợp sau:

- Trường hợp lỗ đúc đặc (chưa có lỗ) thì có thể lấy mặt A làm chuẩn thô để gia công lỗ, sau đó lấy lỗ làm chuẩn để gia công mặt A. Cuối cùng lấy

mặt A làm chuẩn để gia công mặt B.

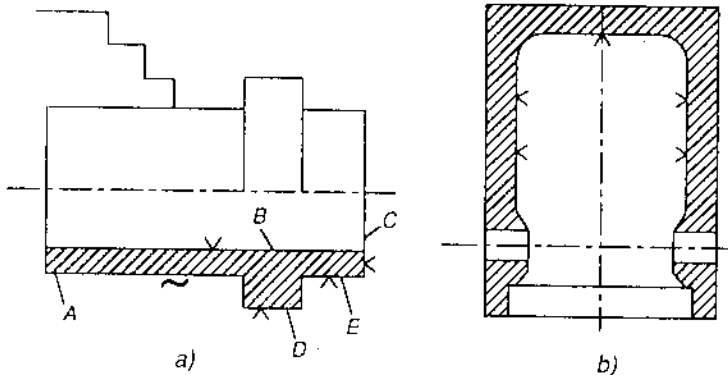


a) Phôi đúc cho chi tiết hộp

b) Vỏ động cơ

Hình 5.26. Ví dụ về cách chọn chuẩn thô.

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



Hình 5.27. Chọn chuẩn thô là mặt không gia công

Khi gia công vỏ động cơ điện (hình 5.26b) yêu cầu phải đảm bảo độ dày của thành vỏ đều đặn, nên chọn lỗ A làm chuẩn thô để gia công mặt đáy C, rồi sau đó lấy C làm chuẩn để gia công lỗ A, thì sẽ đảm bảo độ đồng tâm với

mặt B. Khi không có độ gá thì cần lấy dấu lỗ A để đảm bảo thành lỗ giữa A và B có độ dầy đều đặn, lấy dấu như vậy chính là lấy lỗ A làm chuẩn định vị.

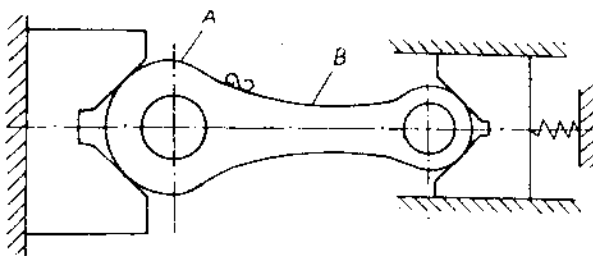
Dựa vào những yêu cầu trên người ta đưa ra năm điểm cần tuân thủ khi chọn chuẩn thô:

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

Chẳng hạn trên hình 5.27a chọn mặt A (là mặt không gia công) làm chuẩn thô để gia công các bề mặt B, C, D, E. Khi gia công piston bằng phôi gang đúc trong khuôn cát (hình 5.27b) thì người ta chọn chuẩn thô là mặt trong và một điểm ở đầu piston, để thành piston có chiều dầy đều theo yêu cầu.

2 - Nếu có một số bề mặt không gia công, thì nên chọn bề mặt không gia công nào đó có yêu cầu độ chính xác về vị trí tương quan cao nhất (đối với các bề mặt không gia công) làm chuẩn thô.

Chẳng hạn khi gia công lỗ biên (hình 5.28) nên lấy mặt A làm chuẩn thô để đảm bảo bề dầy lỗ đều nhau, vì độ chính xác về vị trí tương quan giữa lỗ tâm với mặt A cao hơn với mặt B.



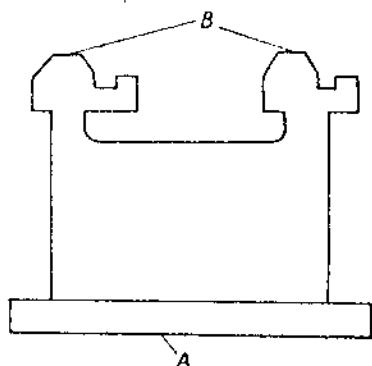
Hình 5.28. Chuẩn thô A là mặt không gia công có yêu cầu về độ chính xác vị trí tương quan cao nhất.

3- Trong các bề mặt phải gia công nên chọn bề mặt nào có lượng dư

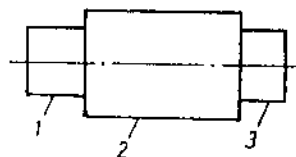
nhỏ và đều làm chuẩn thô. Ví dụ, khi gia công bằng máy tiện (hình 5.29) nên chọn mặt B làm chuẩn thô để gia công mặt A, sau đó lấy mặt A làm chuẩn để gia công lại mặt B, vì khi đúc mặt B nằm ở nửa phần khuôn dưới có cấu trúc kim loại tốt hơn mặt A và do đó có khả năng chống mòn tốt hơn.

4- Cố gắng chọn bề mặt làm chuẩn thô tương đối bằng phẳng không có mép rên dập (bavia), đầu hơi, đầu ngót hoặc quá gồ ghề.

5- Chuẩn thô chỉ nên dùng một lần trong cả quá trình gia công.



Hình 5.29. Chọn chuẩn thô khi gia công bằng máy tiện.



Hình 5.30. Chọn chuẩn thô khi gia công trục bậc.

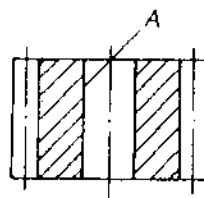
Ví dụ, khi gia công trục bậc (hình 5.30) nếu lần thứ nhất lấy mặt 2 làm chuẩn để gia công mặt 1, và lần thứ hai vẫn lấy mặt 2 làm chuẩn để gia công mặt 3 thì khó đảm bảo độ đồng tâm giữa mặt 1 và mặt 3.

5.5.2. Chọn chuẩn tinh

Khi chọn chuẩn tinh cần lưu ý các điểm sau đây:

1- Cố gắng chọn chuẩn tinh là chuẩn tinh chính, như vậy làm cho sai số về vị trí tương quan khi gia công và khi làm việc là nhỏ nhất, điều này rất quan trọng khi gia công tinh.

Chẳng hạn, khi gia công răng của bánh răng ta chọn bề mặt lỗ A làm



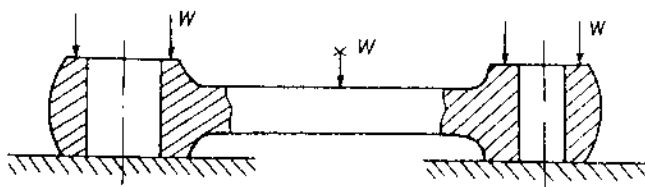
Hình 5.31. Lỗ A dùng làm chuẩn tinh chính khi gia công răng của bánh răng.

chuẩn tinh (hình 5.31), nhưng lỗ A sau này cũng là bề mặt lắp ráp với trục chuyển động của bánh răng.

2- Cố gắng chọn chuẩn định vị trùng với góc kích thước để sai số chuẩn bằng không (xem ví dụ ở hình 5.22a khi có $\epsilon_{c_A} = 0$).

3- Chọn chuẩn sao cho khi gia công chi tiết không bị biến dạng do lực cắt, lực kẹp, mặt chuẩn phải đủ diện tích định vị.

Ví dụ, sơ đồ kẹp chặt chi tiết khi gia công lỗ biên (hình 5.32).



Hình 5.32. Sơ đồ kẹp chặt chi tiết khi gia công lỗ biên.

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

5- Cố gắng chọn chuẩn thống nhất để sai số chuẩn là nhỏ nhất. Chọn chuẩn thống nhất, có nghĩa là, trong nhiều lần gá có thể dùng cùng một chuẩn. Vì trong quá trình gá đặt nếu thay đổi chuẩn nhiều lần thì sẽ sinh ra sai số tích lũy ở những lần gá sau.

Dưới đây là một ví dụ để so sánh khi chọn chuẩn thống nhất thì sai số chuẩn nhỏ hơn là khi chọn chuẩn không thống nhất.

Ví dụ:

Khi gia công các mặt của một vỏ hộp (hình 5.33), có thể so sánh hai trường hợp chọn chuẩn thống nhất và chọn chuẩn không thống nhất khi tính sai số chuẩn cho các kích thước a, b, h để thấy rằng khi chọn chuẩn thống nhất thì sai số chuẩn sẽ nhỏ hơn (bảng 5.1).

1- Tính sai số chuẩn cho các kích thước a, b, h khi gia công trong trường hợp chọn chuẩn không thống nhất (hình 5.33).

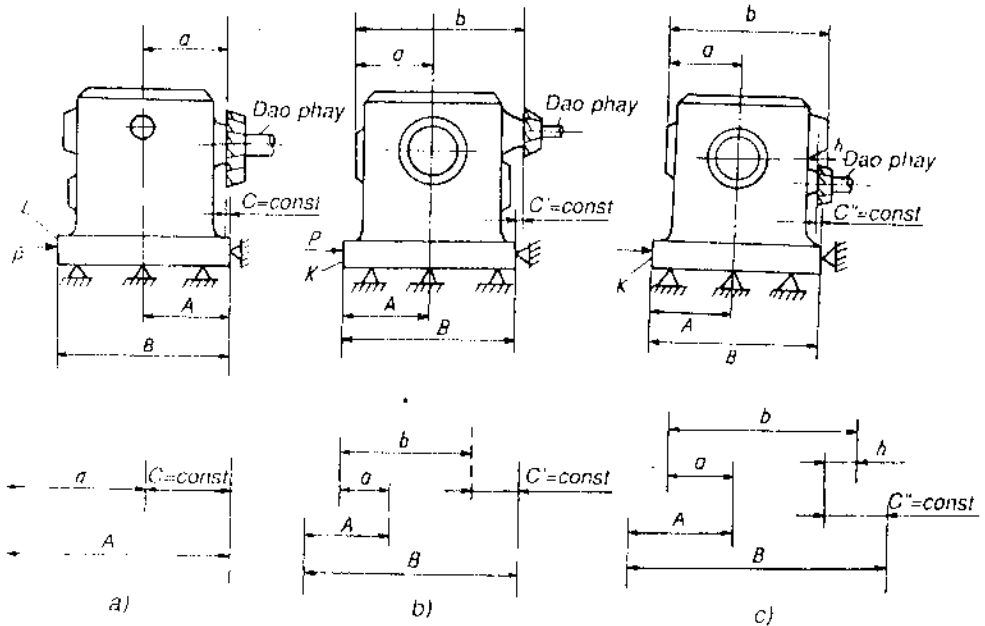
- Khi gia công để đạt kích thước a (hình 5.33a) chuẩn định vị là mặt đáy

(3 điểm) và mặt K (2 điểm), và kẹp chặt từ mặt L bằng lực kẹp W. Khi đó sai số chuẩn của kích thước a là:

$$\varepsilon_{C_a} = \delta_A$$

- Khi gia công để đạt kích thước b (hình 5.33b) chuẩn định vị là mặt đáy (3 điểm) và mặt L (2 điểm), và kẹp chặt từ mặt K bằng lực kẹp W. Chú ý, ở đây đã đổi chuẩn từ mặt K sang mặt L. Khi đó sai số chuẩn của kích thước b là:

$$\varepsilon_{C_b} = \delta_a + \delta_A + \delta_B$$



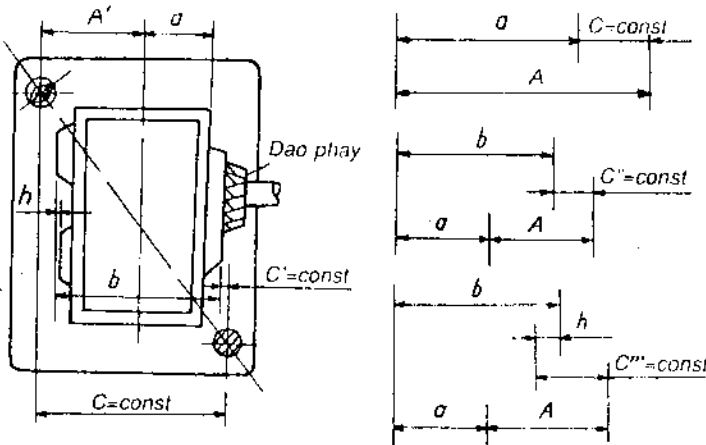
Hình 5.33. Sơ đồ định vị khi gia công vỏ hộp trong trường hợp chọn chuẩn không thống nhất.

- Khi gia công để đạt kích thước h (hình 5.33c), chuẩn định vị cũng

giống như trường hợp gia công kích thước b . Khi đó sai số chuẩn của kích thước h là:

$$\epsilon_{C_h} = \delta_a + \delta_b + \delta_A + \delta_B$$

2- Tính sai số chuẩn cho các kích thước a, b, h khi gia công trong trường hợp chọn chuẩn thống nhất (hình 5.34).



Hình 5.34. Chọn chuẩn thống nhất khi gia công các kích thước a, b, h .

Để gia công các kích thước a, b, h cần chọn chuẩn thống nhất là mặt đáy (3 điểm) một chốt trụ ngắn (2 điểm) và một chốt trám (1 điểm) như trên sơ đồ hình 5.34 và sai số chuẩn của các kích thước a, b, h là:

- Sai số chuẩn của kích thước a : $\epsilon_{C_a} = \delta_A$
- Sai số chuẩn của kích thước b : $\epsilon_{C_b} = \delta_a + \delta_A$
- Sai số chuẩn của kích thước h : $\epsilon_{C_h} = \delta_a + \delta_b + \delta_A$

Bảng 5.1. So sánh sai số chuẩn của các kích thước a, b, h trong 2 trường hợp chọn chuẩn thống nhất và chọn chuẩn không thống nhất.

Khi chọn chuẩn thống nhất	Khi chọn chuẩn không thống nhất
$\epsilon_{C_a} = \delta_A$	$\epsilon_{C_a} = \delta_A$
$\epsilon_{C_b} = \delta_a + \delta_A$	$\epsilon_{C_b} = \delta_a + \delta_A + \delta_B$
$\epsilon_{C_h} = \delta_a + \delta_b + \delta_A$	$\epsilon_{C_h} = \delta_a + \delta_b + \delta_A + \delta_B$

Bảng 5.1 là sự so sánh sai số chuẩn của các kích thước a, b, h trong 2 trường hợp chọn chuẩn thống nhất và chọn chuẩn không thống nhất.

Cần lưu ý rằng khi định vị bằng chốt (trong trường hợp chọn chuẩn thống nhất) thì sai số kích thước A' nhỏ hơn sai số kích thước A, có nghĩa là $\delta_{A'} < \delta_A$. Vì vậy so sánh kết quả trên ta có thể thấy:

$$\varepsilon'_{c_a} < \varepsilon_{c_a}$$

$$\varepsilon'_{c_b} < \varepsilon_{c_b}$$

$$\varepsilon'_{c_h} < \varepsilon_{c_h}$$

Điều đó cho thấy, khi chọn chuẩn thống nhất thì sai số chuẩn sẽ nhỏ hơn khi chọn chuẩn không thống nhất.

5.6. XÁC ĐỊNH CHUẨN TRÊN MÁY ĐIỀU KHIỂN SỐ CNC

Việc xác định chuẩn trên máy điều khiển số CNC chính là việc xác định vị trí tương quan giữa máy, dụng cụ cắt và chi tiết gia công thông qua các điểm chuẩn gốc và các điểm có liên quan.

5.6.1. Điểm zero và các điểm liên quan

Ở mỗi máy điều khiển số cần phải xác định các điểm zero và các điểm liên quan, mà căn cứ vào đó để tiến dao cũng như xác định kích thước của chi tiết.


1- Điểm zero của máy (machine zero point) M

Đó là điểm cố định trên bàn máy, do nhà chế tạo quy định và không được thay đổi. Nó là cơ sở để xác định các điểm khác, vị trí chính xác của điểm M sẽ được chỉ rõ trong hướng dẫn sử dụng máy, song người sử dụng không nhất thiết phải biết.

2- Điểm gốc (reference point) R

Đây là một điểm nằm trong vùng làm việc của máy, được xác định chính xác nhờ các cử hành trình. Vị trí tương quan đối với điểm M và điểm R luôn luôn xác định. Thay cho điểm M trong quá trình làm việc, hệ thống

do và bộ điều khiển luôn lấy điểm R làm gốc kích thước. Vai trò của R tương tự như của cột cây số trên đường. Sau khi mở máy hoặc sau khi sự cố (ví dụ, mất điện) phải cho máy chuẩn lại vị trí điểm R.

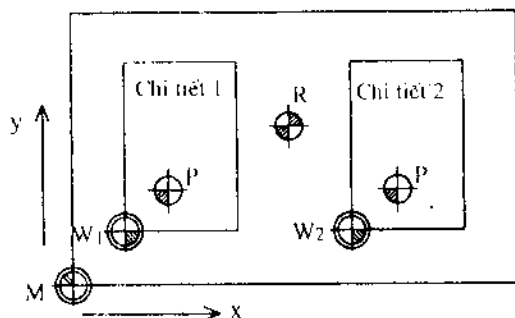
3- Điểm zero của chi tiết (workpiece zero point) W 


W là gốc để xác định các kích thước trên chi tiết gia công. Muốn gia công kích thước đạt yêu cầu, vị trí của W so với M (hay R) phải luôn luôn xác định. Việc làm này (Zero offset hay Datum setting) phải tiến hành ngay sau khi gá phôi lên máy. Thông thường điểm W có vị trí như trên hình 5.35, điều đó làm cho việc đo kích thước dễ dàng, đồng thời tăng mức độ an toàn cho quá trình gia công vì muốn ăn dao vào chi tiết thì phải cho $Z < 0$.


Trong chương trình có thể thay đổi vị trí điểm W cho phù hợp với gốc kích thước thiết kế và tạo điều kiện thuận lợi cho việc lập trình.


5.6.2. Ví dụ điểm zero và các điểm liên quan trên các máy điều khiển số CNC


1- Điểm zero và các điểm liên quan trên máy khoan và máy phay CNC (hình 5.35).



 M: điểm zero của máy

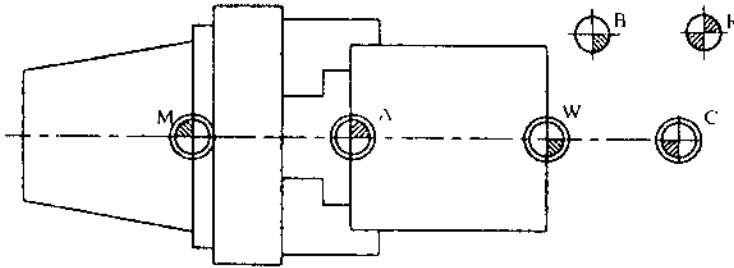
 P: điểm zero của chương trình

 W: điểm zero của chi tiết

 R: điểm gốc của máy

Hình 5.35. Điểm zero và điểm gốc của máy khoan và máy phay CNC.

2- Điểm zero và các điểm liên quan trên máy tiện CNC (hình 5.36).



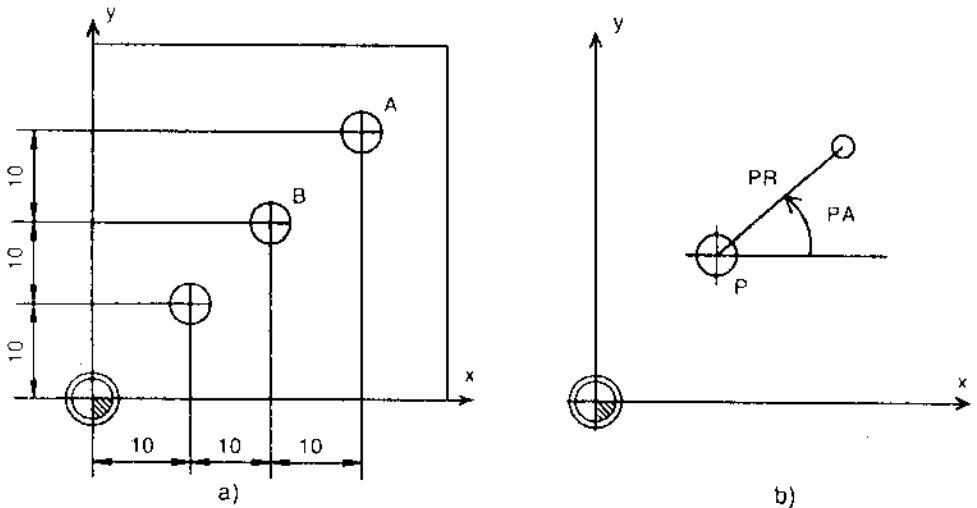
- ⊕ M: điểm zero của máy.
- ⊕ W: điểm zero của chi tiết.
- ⊕ C: điểm zero điều khiển, nếu có thể dịch chuyển được điểm zero của chi tiết.
- ⊕ R: điểm gốc.
- ⊕ A: điểm bắt đầu có thể trùng với điểm zero của chi tiết.
- ⊕ B: điểm xuất phát của một chương trình nhất định, ở đây bắt đầu một dụng cụ gia công.

Hình 5.36. Điểm zero và các điểm liên quan trên máy tiện CNC.

5.6.3. Tọa độ tuyệt đối và tọa độ theo gia số

1- Tọa độ tuyệt đối

Mỗi điểm trong vùng làm việc của dụng cụ cắt có thể được tính trực tiếp từ gốc tọa độ (điểm W). Trong trường hợp đó ta nhận được tọa độ tuyệt đối (absolute coordinates) của điểm.



Hình 5.37. Các loại tọa độ.

Ví dụ, lệnh chạy dao theo đường thẳng từ điểm hiện tại đến điểm A trên hình 5.37a là:

$$LX + 30Y + 30$$

2- Tọa độ tính theo gia số

Nếu tọa độ của điểm A được tính từ điểm B biết trước thì nhận được tọa độ tính theo gia số (Incremental Coordinates). Trong chương trình, tọa độ tính theo gia số có thêm chữ "I".

Ví dụ, lệnh chạy dao trên đường thẳng từ A đến B là:

$$LIX + 10IY + 10$$

Có thể dùng kết hợp 2 loại tọa độ trong cùng một câu lệnh.

Ví dụ, $LIX + 10Y + 30$

3- Tọa độ độc cực

Tọa độ một điểm có thể biểu diễn nhờ khoảng cách PR và góc PA tính từ điểm biết trước P (hình 5.37b), đó là tọa độ độc cực (Polar Coordinates).

Ví dụ $LP PR 10 PA 45$

Chương 6

LƯỢNG DƯ GIA CÔNG

6.1. KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA

Muốn đạt được chi tiết có hình dạng, kích thước và chất lượng phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật ghi trên bản vẽ ta phải thực hiện gia công qua nhiều nguyên công (hay nhiều bước). Tại mỗi nguyên công (hay mỗi bước) ta phải hớt đi một lượng kim loại nhất định.

Lớp kim loại được hớt đi trong quá trình gia công được gọi là lượng dư gia công.

Xác định lượng dư gia công hợp lý sẽ góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế.

Lượng dư gia công quá lớn sẽ dẫn đến:

- Tốn vật liệu, làm cho hệ số sử dụng vật liệu giảm xuống.
- Tăng khối lượng lao động để gia công chi tiết.
- Tốn năng lượng điện (vì phải cắt nhiều lần hoặc phải dùng máy có công suất lớn).
- Hao mòn dụng cụ cắt.
- Máy mòn nhanh.
- Vận chuyển nặng.

Ngoài ra, lượng dư lớn còn gây khó khăn cho việc gia công trên máy được điều chỉnh sẵn, tăng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ, do đó giảm độ chính xác gia công. Tất cả những tồn tại trên đây làm cho giá thành

của sản phẩm tăng.

Lượng dư gia công quá nhỏ sẽ dẫn đến:

- Lượng dư không đủ để hút đi sai lệch của phôi.
- Lượng dư quá nhỏ sẽ xảy ra hiện tượng trượt giữa dao và chi tiết, dao sẽ bị mòn nhanh, bề mặt gia công không bóng.
- Tăng phế phẩm và tăng giá thành của sản phẩm.

6.2. PHÂN LOẠI LƯỢNG DƯ GIA CÔNG

6.2.1. Lượng dư trung gian

Lượng dư trung gian là lớp kim loại được hút đi ở mỗi bước hay mỗi nguyên công. Lượng dư trung gian là hiệu số kích thước đo trước (hay nguyên công) sát trước để lại và kích thước đo trước (hay nguyên công) đang thực hiện tạo nên. Ta ký hiệu lượng dư trung gian là Z_b . Như vậy, đối với trường hợp gia công mặt ngoài (hình 6.1a):

$$Z_b = a - b \quad (6.1)$$

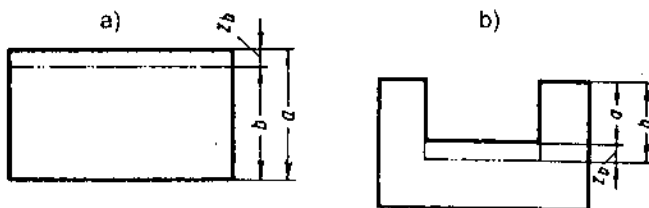
Đối với trường hợp gia công mặt trong (hình 6.1b):

$$Z_b = b - a \quad (6.2)$$

ở đây: Z_b - lượng dư trung gian;

a - kích thước của bước hay nguyên công sát trước để lại;

b - kích thước của bước hay nguyên công đang thực hiện tạo nên.



Hình 6.1. Lượng dư gia công

a- gia công mặt ngoài; b - gia công mặt trong.

6.2.2. Lượng dư tổng cộng

Lượng dư tổng cộng là lớp kim loại cần hớt đi trong tất cả các nguyên công (hay các bước). Lượng dư tổng cộng được ký hiệu bằng Z_o và bằng hiệu số kích thước của phôi và của chi tiết.

Đối với trường hợp gia công mặt ngoài:

$$Z_o = a_p - a_{ct} \quad (6.3)$$

Đối với trường hợp gia công mặt trong:

$$Z_o = a_{ct} - a_p \quad (6.4)$$

ở đây: Z_o - lượng dư tổng cộng;

a_p - kích thước của phôi;

a_{ct} - kích thước của chi tiết.

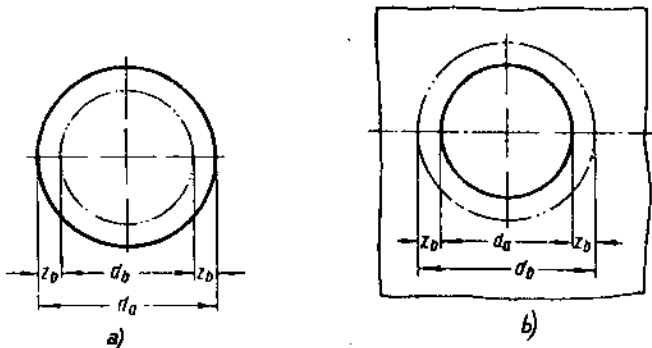
Như vậy, lượng dư tổng cộng bằng tổng các lượng dư trung gian:

$$Z_o = \sum_1^n Z_{bi} \quad (6.5)$$

ở đây: n - tổng số bước hoặc nguyên công.

6.2.3. Lượng dư đối xứng

Lượng dư đối xứng tồn tại khi gia công các mặt tròn xoay (tròn ngoài, tròn trong) đối xứng (hình 6.2) và khi gia công các mặt phẳng đối xứng.



Hình 6.2. Lượng dư đối xứng

a- gia công mặt ngoài; b- gia công mặt trong.

Khi gia công mặt tròn ngoài (hình 6.2a):

$$Z_b = \frac{d_a - d_b}{2} \quad (6.6)$$

Hoặc:

$$2Z_b = d_a - d_b \text{ và } 2Z_b = l_a - l_b \quad (6.7)$$

Khi gia công mặt tròn trong (hình 6.2b):

$$Z_b = \frac{d_b - d_a}{2} \quad (6.8)$$

Hoặc:

$$2Z_b = d_b - d_a \text{ và } Z_b = l_b - l_a \quad (6.9)$$

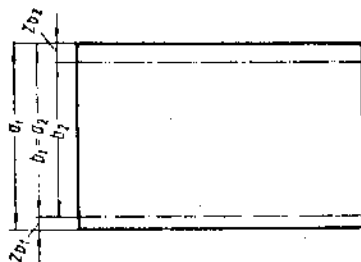
ở đây: $2Z_b$ - lượng dư gia công đường kính hoặc lượng dư hai phía khi gia công các mặt phẳng đối xứng;

d_a và d_b - các đường kính bề mặt ở bước hay nguyên công trước (d_a) và ở bước hay nguyên công đang thực hiện (d_b);

l_a và l_b - các kích thước giữa các mặt phẳng ở bước hay nguyên công trước (l_a) và ở bước hay nguyên công đang thực hiện (l_b).

6.2.4. Lượng dư không đối xứng

Lượng dư không đối xứng tồn tại khi các bề mặt được gia công không phụ thuộc lẫn nhau (hình 6.3).



Hình 6.3. Lượng dư không đối xứng.

Như vậy ta có:

$$Z_{b1} = a_1 - b_1 \quad (6.10)$$

$$Z_{b2} = a_2 - b_2 \quad (6.11)$$

Lượng dư gia công một phía là một trường hợp đặc biệt của lượng dư gia công không đối xứng khi có một bề mặt đối diện không được gia công.

6.3. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH LƯỢNG DƯ

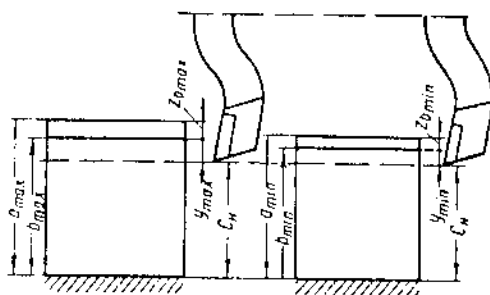
Trong công nghệ chế tạo máy người ta thường áp dụng hai phương pháp xác định lượng dư gia công: phương pháp thống kê - kinh nghiệm và phương pháp tính toán - phân tích.

6.3.1. Phương pháp thống kê - kinh nghiệm

Phương pháp thống kê - kinh nghiệm được sử dụng phổ biến trong sản xuất. Theo phương pháp này thì lượng dư gia công được xác định bằng tổng giá trị lượng dư theo kinh nghiệm. Nhược điểm của phương pháp này là không tính đến điều kiện gia công cụ thể, cho nên lượng dư gia công thường lớn hơn giá trị cần thiết. Giá trị lượng dư của các bước (hay nguyên công) được cho trong sổ tay công nghệ chế tạo máy.

6.3.2. Phương pháp tính toán - phân tích

Phương pháp này dựa trên cơ sở phân tích các yếu tố tạo thành lượng dư đo giá sư Kovan đề xuất.



Hình 6.4. Phôi có kích thước nhỏ nhất và lớn nhất.

y_{\max} , y_{\min} - biến dạng lớn nhất và nhỏ nhất ;

C_H - kích thước điều chỉnh.

Khi gia công loạt chi tiết trên máy được điều chỉnh sẵn, vì kích thước của phôi dao động trong phạm vi dung sai, nghĩa là a_{\min} đến a_{\max} , cho nên

kích thước của chi tiết đạt được là b_{\min} và b_{\max} . Lượng dư gia công tương ứng là $Z_{b\min}$ và $Z_{b\max}$ (hình 6.4).

Trong trường hợp này ta có:

$$Z_{b\min} = a_{\min} - b_{\min} \tag{6.12}$$

$$Z_{b\max} = a_{\max} - b_{\max} \tag{6.13}$$

Thay $a_{\max} = a_{\min} + \delta_a$ và $b_{\max} = b_{\min} + \delta_b$ vào công thức (6.13) ta được:

$$Z_{b\max} = a_{\min} + \delta_a - b_{\min} - \delta_b$$

Hoặc

$$Z_{b\max} = Z_{b\min} + \delta_a - \delta_b \tag{6.14}$$

Đối với trường hợp gia công mặt tròn ngoài đối xứng có các công thức sau:

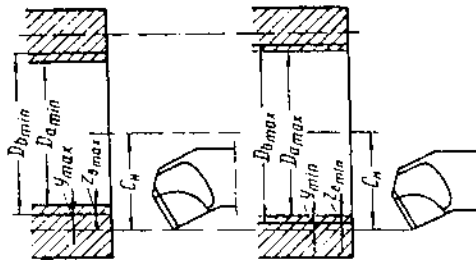
$$2Z_{b\min} = D_{a\min} - D_{b\min} \tag{6.15}$$

$$2Z_{b\max} = D_{a\max} - D_{a\min} \tag{6.16}$$

Khi gia công mặt tròn trong đối xứng (hình 6.5) ta có:

$$2Z_{b\min} = D_{b\max} - D_{a\max} \tag{6.17}$$

$$2Z_{b\max} = D_{b\min} - D_{a\min} \tag{6.18}$$



Hình 6.5. Phôi có kích thước nhỏ nhất và lớn nhất.

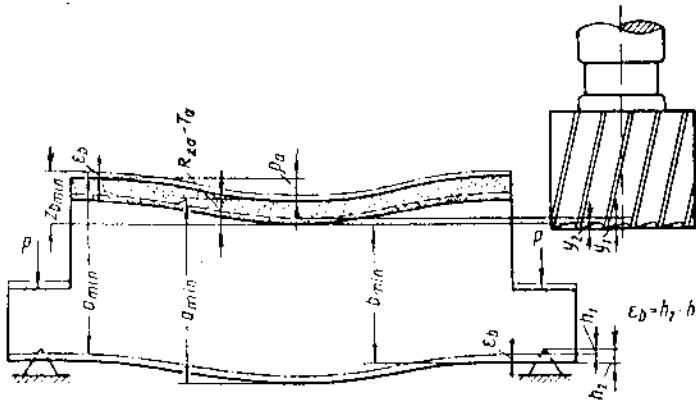
y_{\max}, y_{\min} - biến dạng lớn nhất và nhỏ nhất;

C_H - kích thước điều chỉnh.

Lượng dư trung gian là lượng dư gia công ứng với từng bước công nghệ, phải đảm bảo loại trừ được các sai số ở bước công nghệ sát trước và sai số gá

đặt ở nguyên công đang thực hiện. Như vậy lượng dư trung gian nhỏ nhất (hình 6.6) bao gồm các yếu tố sau đây:

- R_{za} - chiều cao nhấp nhô do nguyên công (hay bước) sát trước để lại.
- T_a - chiều sâu lớp hư hỏng bề mặt do nguyên công (hay bước) sát trước để lại.
- ρ_a - sai lệch về vị trí không gian do nguyên công (hay bước) sát trước để lại. Sai lệch này là độ cong vênh, độ lệch tâm, độ không song song của chi tiết.
- ϵ_b - sai số gá đặt do nguyên công (hay bước) đang thực hiện tạo nên.



Hình 6.6. Lượng dư nhỏ nhất khi gia công mặt ngoài.

Như vậy lượng dư nhỏ nhất Z_{bmin} được xác định như sau:

Khi gia công mặt phẳng ngoài không đối xứng:

$$Z_{bmin} = a_{min} - b_{min} = (R_{za} + T_a) + \rho_a + \epsilon_b \quad (6.19)$$

Khi gia công mặt phẳng trong không đối xứng:

$$Z_{bmin} = b_{min} - a_{min} = (R_{za} + T_a) + \rho_a + \epsilon_b \quad (6.20)$$

Khi gia công mặt phẳng ngoài đối xứng:

$$2Z_{bmin} = a_{min} - b_{min} = 2 \left[(R_{za} + T_a) + \rho_a + \epsilon_b \right] \quad (6.21)$$

Khi gia công mặt phẳng trong đối xứng:

$$2Z_{bmin} = b_{min} - a_{min} = 2 \left[(R_{za} + T_a) + \rho_a + \epsilon_b \right] \quad (6.22)$$

Khi gia công mặt tròn ngoài đối xứng:

$$2Z_{b_{\min}} = d_{a_{\min}} - d_{b_{\min}} = 2 \left[(R_{za} + T_a) + |\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_b| \right] \quad (6.23)$$

Vì phương của $\bar{\rho}_a$ và $\bar{\varepsilon}_b$ không trùng nhau và khó xác định, cho nên khi tính $2Z_{b_{\min}}$ để gia công mặt tròn ngoài đối xứng ta phải dùng công thức:

$$2Z_{b_{\min}} = 2 \left[(R_{za} + T_a) + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2} \right] \quad (6.24)$$

Khi gia công mặt tròn trong đối xứng ta cũng dùng công thức (6.24) để xác định $2Z_{b_{\min}}$.

Tuy nhiên, tùy từng điều kiện gia công cụ thể mà một số yếu tố tạo thành lượng dư trong các công thức (6.19) ÷ (6.24) không tồn tại, do đó các công thức trên được rút gọn hơn nhiều. Xét các trường hợp sau đây:

- Sau nguyên công đầu tiên đối với gang và kim loại màu thì $T_a = 0$, bởi vì gang và kim loại màu có độ hạt lớn nên ít bị biến dạng dẻo, do đó lớp dư hỏng bề mặt do biến dạng dẻo gây ra không đáng kể.

- Khi chuẩn định vị trùng với bề mặt gia công (như mài vô tâm, doa tùy động, chuốt lỗ, mài nghiền) thì sai số chuẩn $\varepsilon_c = 0$, nếu bỏ qua sai số do kẹp chặt và đổ gá gây ra thì sai số gá đặt $\varepsilon_b = 0$.

- Bước hay nguyên công lần cuối với mục đích tăng độ bóng bề mặt thì $2Z_{b_{\min}} = 2R_{za}$ hay $Z_{b_{\min}} = R_{za}$.

- Bề mặt qua nhiệt luyện, sau đó qua mài, khi mài phải giữ lại lớp bề mặt đã xử lý nhiệt nên đại lượng T_a khi mài sau nhiệt luyện bằng 0.

Trị số ρ_a phụ thuộc vào dạng phôi và kích thước của phôi.

Đối với phôi dập:

$$\rho_a = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_c^2} \quad (6.25)$$

ở đây: ρ_k - độ lệch của khuôn dập; ρ_c - độ cong của đường tâm phôi (phụ thuộc vào chiều dài phôi).

Độ cong của đường tâm phôi ρ_c được xác định theo công thức:

$$\rho_c = \Delta_c \cdot L \quad (6.26)$$

ở đây: Δ_c - độ cong đơn vị ($\mu\text{m}/\text{mm}$);

L - chiều dài của phôi (mm).

Đối với các nguyên công (các bước) tiếp theo cần tính giá trị của sai lệch không gian còn lại $\rho_{\text{còn lại}}$ ($\rho_1; \rho_2; \rho_3; \rho_4 \dots$) theo giá trị của sai lệch không gian ban đầu (sai lệch không gian của phôi ρ_p) có tính đến hệ số giảm sai K.

Ví dụ: sau gia công thô thì $\rho_1 = 0,06 \rho_p$; sau gia công bán tinh thì $\rho_2 = 0,04 \rho_p$; sau khi gia công siêu tinh thì $\rho_4 = 0,03 \rho_p$.

6.4. TRÌNH TỰ TÍNH LƯỢNG DƯ

Khi tính lượng dư theo phương pháp của Giáo sư Kovan cần tuân theo trình tự các bước sau đây:

- 1- Lập quy trình công nghệ và phương án gá đặt phôi.
- 2- Xác định thứ tự từng bước công nghệ.
- 3- Xác định các giá trị $R_{za}; T_a; \rho_a$ và ϵ_b .
- 4- Xác định Z_{bmin} cho tất cả các bước.

Các bước tiếp theo để tính lượng dư mặt ngoài và mặt trong được thực hiện như sau:

Mặt ngoài	Mặt trong
5. Ghi kích thước nhỏ nhất theo bản vẽ vào cột "kích thước tính toán".	5. Ghi kích thước lớn nhất theo bản vẽ vào cột "kích thước tính toán".
6. Cộng kích thước giới hạn nhỏ nhất với Z_{bmin} ta được kích thước tính toán cho bước sát trước.	6. Trừ kích thước giới hạn lớn nhất đi lượng Z_{bmin} ta được kích thước tính toán cho bước sát trước.
7. Cộng lượng dư tính toán Z_{bmin} với kích thước tính toán tương ứng ta được kích thước tính toán tiếp theo.	7. Lấy kích thước tính toán trừ đi Z_{bmin} ta có kích thước tính toán tiếp theo.
8. Xác định kích thước giới hạn nhỏ nhất bằng cách quy tròn kích thước tính toán theo hàng số có nghĩa của dung sai (lấy 2 số sau dấu phẩy).	8. Xác định kích thước giới hạn lớn nhất bằng cách quy tròn kích thước tính toán theo hàng số có nghĩa của dung sai (lấy 2 số sau dấu phẩy).
9. Xác định kích thước giới hạn	9. Xác định kích thước giới hạn

lớn nhất bằng cách cộng dung sai với kích thước giới hạn nhỏ nhất đã quy tròn.

10. Xác định Z_{bmax} bằng hiệu hai kích thước giới hạn lớn nhất, Z_{bmin} bằng hiệu hai kích thước giới hạn nhỏ nhất của bước sát trước và bước đang gia công.

nhỏ nhất bằng cách lấy kích thước lớn nhất trừ đi dung sai.

10. Xác định Z_{bmax} bằng hiệu hai kích thước giới hạn nhỏ nhất, Z_{bmin} bằng hiệu hai kích thước giới hạn lớn nhất của bước sát trước và bước đang gia công.

11. Xác định lượng dư tổng cộng Z_{omax} ; Z_{omin} bằng cách cộng các lượng dư trung gian.

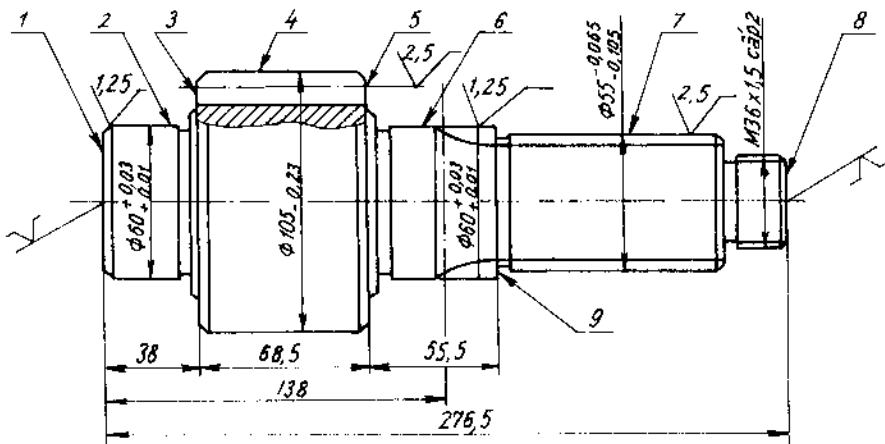
12. Kiểm tra phép tính: tìm hiệu số của lượng dư và của dung sai:

$$Z_{omax} - Z_{omin} = \delta_p - \delta_{ct} \quad (6.27)$$

6.5. VÍ DỤ TÍNH LƯỢNG DƯ

Ví dụ 1

Tính lượng dư để gia công mặt trụ ngoài $\Phi 60_{+0,01}^{+0,03}$ của trục răng. Phôi: phôi dập trên máy búa nằm ngang, độ chính xác đạt cấp 2. Khối lượng của phôi: 11,3 kg. Các bước công nghệ: tiện thô, tiện tinh, mài thô, mài tinh. Tiện và mài đều được thực hiện bằng chống tâm hai đầu (hình 6.7).



Hình 6.7. Trục răng

Xác định lượng dư để gia công mặt trụ ngoài $\Phi 60_{+0,01}^{+0,03}$ được tiến hành theo trình tự sau đây:

1- Lập bảng 6.1 và ghi trình tự các bước công nghệ: tiện thô, tiện tinh, mài thô, mài tinh. Do chống tâm hai đầu nên sai số gá đặt $\varepsilon_g = 0$.

2- Tính sai lệch không gian ρ_p của phôi:

$$\rho_p = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_c^2 + \rho_t^2}$$

ở đây: ρ_k - độ lệch của khuôn dập (phôi trong khuôn bị lệch so với tâm danh nghĩa của phôi). Độ lệch này phụ thuộc vào khối lượng của phôi và $\rho_k = 1\text{mm}$;

ρ_c - độ cong của phôi thô (độ cong của đường tâm phôi):

$$\rho_c = \Delta_c \cdot L = 1.138 \approx 0,14\text{mm} \quad (\Delta_c - \text{độ cong đơn vị, } \Delta_c = 1\mu\text{m/mm});$$

L - chiều dài từ mặt đầu của phôi tới tâm đoạn cần gia công;

ρ_t - sai lệch do lấy tâm làm chuẩn:

$$\rho_t = \sqrt{\left(\frac{\delta_p}{2}\right)^2 + 0,25^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,52\text{mm}$$

($\delta_p = 3\text{mm}$ - dung sai của phôi).

Như vậy, ta có:

$$\rho_p = \sqrt{1^2 + 0,14^2 + 1,52^2} = 1,82\text{mm} = 1820 \mu\text{m}$$

3 - Tính sai lệch còn lại sau các nguyên công:

- sau tiện thô: $\rho_1 = 0,06 \quad \rho_p = 0,06 \cdot 1820 = 109 \mu\text{m}$.

- sau tiện tinh: $\rho_2 = 0,05 \quad \rho_p = 0,05 \cdot 1820 = 91 \mu\text{m}$.

- sau mài thô: $\rho_3 = 0,04 \quad \rho_p = 0,04 \cdot 1820 = 73 \mu\text{m}$.

4- Tính lượng dư nhỏ nhất:

$$2Z_{\text{bmin}} = 2(R_{za} + T_a + \rho_a)$$

- Tiện thô: $2Z_{\text{bmin}} = 2(150 + 250 + 1820) = 2.2220 \mu\text{m}$.

- Tiện tinh: $2Z_{\text{bmin}} = 2(50 + 50 + 109) = 2.209 \mu\text{m}$.

- Mài thô: $2Z_{\text{bmin}} = 2(30 + 30 + 91) = 2.151 \mu\text{m}$.

- Mài tinh: $2Z_{\text{bmin}} = 2(10 + 20 + 73) = 2.103 \mu\text{m}$.

Bảng 6.1. Tính lượng dư gia công

Bước công nghệ	Các yếu tố (μm)				Lượng dư tính toán ZZ_{bmin} (μm)	Kích thước tính toán d (mm)	Dung sai δ (μm)	Kích thước giới hạn (μm)		Lượng dư giới hạn (μm)	
	R_{a}	T_s	S_s	ϵ_b				d_{min}	d_{max}	$2Z_{\text{bmin}}$	$2Z_{\text{bmax}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phôi	150	250	1820	-	-	65,376	3000	65,38	68,38	-	-
Hiện thô	50	50	109	0	2.2220	60,936	400	60,94	61,34	4400	7040
Trục tinh	30	30	91	0	2.209	60,518	120	60,52	60,64	420	700
Mài thô	10	20	73	0	2.151	60,126	30	60,22	60,25	300	390
Mài tinh	5	15	-	0	2.103	60,01	20	60,01	60,03	210	220

5- Tính "kích thước tính toán" (cột số 7 bảng 6.1) bằng cách ghi kích thước nhỏ nhất của chi tiết vào hàng cuối cùng, còn các kích thước khác thì lấy kích thước trước đó cộng với lượng dư tính toán nhỏ nhất. Như vậy ta có:

- Mài tinh: $d_4 = 60,01 \text{ mm}$.
- Mài thô: $d_3 = 60,01 + 2.103 = 60,216 \text{ mm}$.
- Tiện tinh: $d_2 = 60,216 + 2.151 = 60,518 \text{ mm}$.
- Tiện thô: $d_1 = 60,518 + 2.209 = 65,936 \text{ mm}$.
- Phôi: $d_p = 60,936 + 2.2220 = 65,376 \text{ mm}$.

6- Tra dung sai của các nguyên công theo sổ tay công nghệ chế tạo máy và ghi kết quả vào cột số 8.

7- Tính kích thước giới hạn nhỏ nhất bằng cách làm tròn số kích thước tính toán và lấy hai chữ số sau dấu phẩy (cột số 8).

8- Tính kích thước giới hạn lớn nhất (cột số 10) bằng cách cộng kích thước giới hạn nhỏ nhất với dung sai nguyên công. Như vậy ta có:

- Mài tinh: $d_4 = 60,01 + 0,02 = 60,03 \text{ mm}$.
- Mài thô: $d_3 = 60,22 + 0,03 = 60,25 \text{ mm}$.
- Tiện tinh: $d_2 = 60,52 + 0,12 = 60,64 \text{ mm}$.
- Tiện thô: $d_1 = 60,94 + 0,40 = 61,34 \text{ mm}$.
- Phôi: $d_p = 65,38 + 3 = 68,38 \text{ mm}$.

9- Xác định lượng dư giới hạn:

$2Z_{bmax}$ là hiệu các kích thước giới hạn lớn nhất.

$2Z_{bmin}$ là hiệu các kích thước giới hạn nhỏ nhất.

Như vậy ta có:

- Mài tinh: $2Z_{bmax} = 60,25 - 60,03 = 0,22 \text{ mm} = 220 \mu\text{m}$.
 $2Z_{bmin} = 60,22 - 60,01 = 0,21 \text{ mm} = 210 \mu\text{m}$.
- Mài thô: $2Z_{bmax} = 60,64 - 60,25 = 0,39 \text{ mm} = 390 \mu\text{m}$.
 $2Z_{bmin} = 60,52 - 60,22 = 0,30 \text{ mm} = 300 \mu\text{m}$.
- Tiện tinh: $2Z_{bmax} = 61,34 - 60,64 = 0,70 \text{ mm} = 700 \mu\text{m}$.

$$2Z_{\text{bmin}} = 60,94 - 60,52 = 0,42 \text{ mm} = 420 \mu\text{m}.$$

$$\text{- Tiện thô: } 2Z_{\text{bmax}} = 68,38 - 61,34 = 7,04 \text{ mm} = 7040 \mu\text{m}.$$

$$2Z_{\text{bmin}} = 65,38 - 60,94 = 4,44 \text{ mm} = 4440 \mu\text{m}.$$

10- Xác định lượng dư tổng cộng:

$$2Z_{\text{omax}} = \sum_1^n 2Z_{\text{bmaxi}} = 220 + 390 + 700 + 7040 = 8350 \mu\text{m}$$

$$2Z_{\text{omin}} = \sum_1^n 2Z_{\text{bmini}} = 210 + 300 + 420 + 4440 = 5370 \mu\text{m}$$

11- Kiểm tra phép tính.

Phép tính được thực hiện đúng khi:

$$2Z_{\text{omax}} - 2Z_{\text{omin}} = \delta_p - \delta_{ct}$$

Thay số liệu vào công thức trên ta có:

$$8350 - 5370 = 3000 - 20 = 2980$$

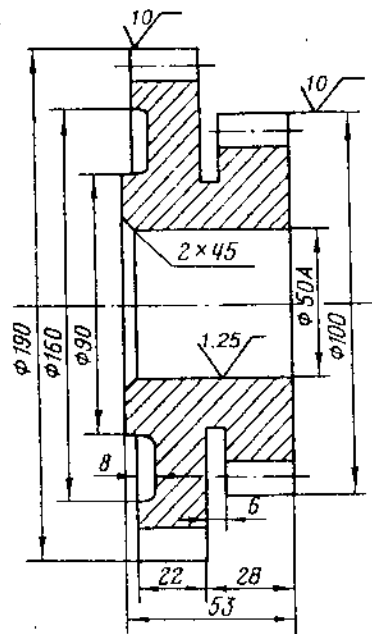
Ví dụ 2.

Tính lượng dư và các kích thước gia công đường kính $\phi 50A$ ($\phi 50^{+0,027}$) của bánh răng trụ (hình 6.8).

Phôi được chế tạo bằng phương pháp dập nóng trên máy ép. Độ chính xác của phôi: cấp 2, khối lượng của phôi: 7 kg. Sản lượng hàng năm: 100.000 chi tiết. Tiến trình công nghệ gồm các nguyên công (các bước) sau đây: khoét thô, khoét tinh, doa thô, doa tinh.

Trình tự tính toán cũng được tiến hành tương tự như ví dụ 1:

1- Trước hết ghi trình tự gia công vào cột 1, các thông số R_{Za} , T_a , ρ_a và ϵ_b vào các cột 2, 3, 4, 5 (bảng 6.3).



Hình 6.8. Bánh răng trụ.

2- Tính sai lệch không gian của phôi ρ_p :

$$\rho_p = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_{L_t}^2}$$

ở đây: ρ_k - độ lệch của khuôn dập (phôi trong khuôn bị lệch so với tâm danh nghĩa của phôi). Độ lệch này phụ thuộc vào khối lượng của phôi và $\rho_k = 0,9$ mm;

ρ_{L_t} - độ lệch tâm của phôi ($\rho_{L_t} = 1,4$ mm). Như vậy,

$$\rho_p = \sqrt{0,9^2 + 1,4^2} = 1,66 \text{ mm} = 1660 \text{ }\mu\text{m}$$

3- Tính sai lệch không gian còn lại sau các nguyên công:

- sau khoét thô: $\rho_1 = 0,06$ $\rho_p = 0,06 \cdot 1660 = 99,60 \text{ }\mu\text{m} \approx 100 \text{ }\mu\text{m}$.

- sau khoét tinh: $\rho_2 = 0,05$ $S_p = 0,05 \cdot 99,6 = 4,980 \text{ }\mu\text{m} \approx 5 \text{ }\mu\text{m}$.

- sau doa thô: $\rho_3 = 0,04$ $S_p = 0,04 \cdot 99,6 = 3,984 \text{ }\mu\text{m} \approx 4 \text{ }\mu\text{m}$.

4- Tính sai số gá đặt ε_b

Sai số gá đặt ε_b trong trường hợp này bằng sai số kẹp chặt, vì sai số chuẩn khi định vị chỉ tiết trên mâm cặp 3 chấu tự định tâm bằng 0. Khi đó, theo "Số tay gia công cơ":

$$\varepsilon_{b1} = 580 \text{ }\mu\text{m}$$

Ở bước công nghệ (nguyên công) tiếp theo: khoét tinh, ta có:

$$\varepsilon_{b2} = 0,06 \varepsilon_{b1} + \varepsilon_o = 0,06 \cdot 580 + 50 = 85 \text{ }\mu\text{m}$$

Ở đây: ε_o là sai số gá đặt bổ sung khi gia công trên máy có nhiều trục chính (do cơ cấu mang các trục chính quay). Đối với bước công nghệ (nguyên công) doa thô, sai số gá đặt ε_{b3} chỉ lấy bằng ε_o , có nghĩa là $\varepsilon_{b3} = 50 \text{ }\mu\text{m}$.

5- Tính lượng dư nhỏ nhất:

$$\text{- Khoét thô: } 2Z_{\text{bmin}} = 2 (R_{z_a} + T_a + \sqrt{\rho_a^2 + \varepsilon_b^2}) =$$

$$= 2 (150 + 250 + \sqrt{1660^2 + 580^2}) = 2.2160 \text{ }\mu\text{m}.$$

- Khoét tinh: $2Z_{\text{bmin}} = 2(50 + 50 + \sqrt{100^2 + 85^2}) = 2.231 \mu\text{m}$.

- Doa thô: $2Z_{\text{bmin}} = 2(30 + 40 + \sqrt{5^2 + 50^2}) = 2.120 \mu\text{m}$.

- Doa tinh: $2Z_{\text{bmin}} = 2(5 + 10 + \sqrt{4^2 + 0^2}) = 2.19 \mu\text{m}$.

6- Tính "kích thước tính toán" (cột 7) bằng cách ghi kích thước lớn nhất của chi tiết vào hàng cuối cùng, còn các kích thước khác thì lấy kích thước trước đó trừ đi lượng dư tính toán nhỏ nhất. Như vậy, ta có:

- Doa tinh: $d_4 = 50,027 \text{ mm}$.

- Doa thô: $d_3 = 50,027 - 0,038 = 49,989 \text{ mm}$.

- Khoét tinh: $d_2 = 49,989 - 0,24 = 49,749 \text{ mm}$.

- Khoét thô: $d_1 = 49,749 - 0,462 = 49,287 \text{ mm}$.

- Phôi: $d_p = 49,287 - 4,32 = 44,967 \text{ mm}$.

7- Tra dung sai của các nguyên công theo sổ tay công nghệ chế tạo máy và ghi kết quả vào cột số 8.

8. Tính kích thước giới hạn lớn nhất bằng cách làm tròn số kích thước tính toán theo hàng số có nghĩa của dung sai (số chữ số sau dấu phẩy bằng số chữ số của dung sai). Như vậy, kích thước giới hạn lớn nhất của nguyên công (bước) doa tinh là 50,027 (cột số 10).

9- Tính kích thước giới hạn nhỏ nhất (cột số 9) bằng cách lấy kích thước giới hạn lớn nhất trừ đi dung sai nguyên công. Như vậy ta có:

- Doa tinh: $d_4 = 50,027 - 0,027 = 50 \text{ mm}$.

- Doa thô: $d_3 = 49,989 - 0,039 = 49,95 \text{ mm}$.

- Khoét tinh: $d_2 = 49,75 - 0,17 = 49,58 \text{ mm}$.

- Khoét thô: $d_1 = 49,3 - 0,3 = 49 \text{ mm}$.

- Phôi: $d_p = 44,9 - 4,75 = 42,15 \text{ mm}$.

10- Tính lượng dư giới hạn:

$2Z_{\text{bmin}}$ là hiệu các kích thước giới hạn lớn nhất giữa hai nguyên công.

$2Z_{\text{bmax}}$ là hiệu các kích thước giới hạn nhỏ nhất giữa hai nguyên công.

Như vậy ta có:

- Doa tinh:

$$2Z_{bmin} = 50,027 - 49,989 = 0,038 \text{ mm} = 38 \text{ } \mu\text{m}.$$

$$2Z_{bmax} = 50 - 49,95 = 0,05 = 50 \text{ } \mu\text{m}.$$

- Doa thô:

$$2Z_{bmin} = 49,989 - 49,75 = 0,239 \text{ mm} = 239 \text{ } \mu\text{m}.$$

$$2Z_{bmax} = 49,95 - 49,58 = 0,37 = 370 \text{ } \mu\text{m}.$$

- Khoét tinh:

$$2Z_{bmin} = 49,75 - 49,3 = 0,45 \text{ mm} = 450 \text{ } \mu\text{m}.$$

$$2Z_{bmax} = 49,58 - 49 = 0,58 = 580 \text{ } \mu\text{m}.$$

- Khoét thô:

$$2Z_{bmin} = 49,3 - 44,9 = 4,4 \text{ mm} = 4400 \text{ } \mu\text{m}.$$

$$2Z_{bmax} = 49 - 42,15 = 6,85 = 6850 \text{ } \mu\text{m}.$$

11- Xác định lượng dư tổng cộng:

$$2Z_{omax} = \sum_1^n 2Z_{bmax i} = 50 + 370 + 580 + 6850 = 7850 \text{ } \mu\text{m}.$$

$$2Z_{omin} = \sum_1^n 2Z_{bmin i} = 38 + 239 + 450 + 4400 = 5127 \text{ } \mu\text{m}.$$

12- Kiểm tra phép tính.

Để kiểm tra các phép tính có đúng hay không phải so sánh hiệu các lượng dư trung gian với hiệu các dung sai nguyên công. Phép tính được xem là đúng nếu thoả mãn đẳng thức sau đây:

$$2Z_{bmax} - 2Z_{bmin} = \delta_a - \delta_b$$

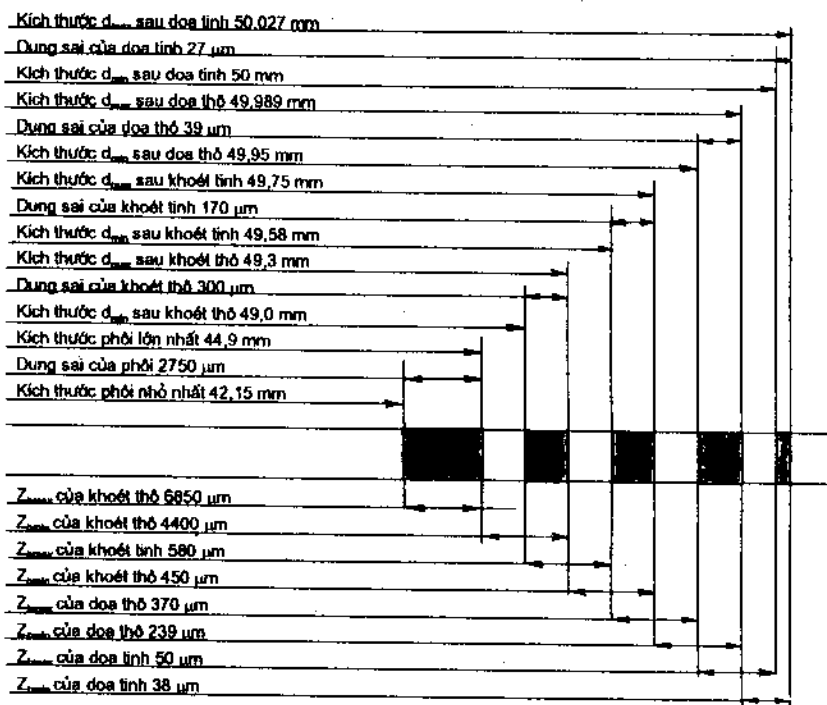
và
$$2Z_{omax} - 2Z_{omin} = \delta_p - \delta_{ct}$$

Bảng 6.2 là kết quả kiểm tra các phép tính.

Bảng 6.2. So sánh kết quả tính toán.

Nguyên công (bước)	So sánh các bước trung gian	
	Hiệu các lượng dư (μm)	Hiệu các dung sai (μm)
Khoét thô	$6850 - 4400 = 2450$	$2750 - 300 = 2450$
Khoét tinh	$580 - 450 = 130$	$300 - 170 = 130$
Đoa thô	$370 - 239 = 131$	$170 - 39 = 131$
Đoa tinh	$50 - 38 = 12$	$39 - 27 = 12$
	Kiểm tra tổng hợp	
	$7850 - 5127 = 2723$	$2750 - 27 = 2723$

Trên cơ sở các số liệu ở bảng 6.3 xây dựng sơ đồ phân bố lượng dư và dung sai khi gia công lỗ $\phi 50^{+0,027}$ (hình 6.9).



Hình 6.9. Sơ đồ phân bố lượng dư và dung sai khi gia công lỗ $\phi 50^{+0,027}$.

Bảng 6.3. Tính lượng dư gia công

Các nguyên công	Các yếu tố (μm)				Lượng dư tính toán Z_{min} (μm)	Kích thước tính toán (mm)	Dung sai (μm)	Kích thước giới hạn (mm)		Lượng dư giới hạn	
	R_{z_2}	T_s	P_s	ϵ_p				d_{min}	d_{max}	$2Z_{\text{min}}$	$2Z_{\text{max}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phôi	150	250	1660	-	-	44,967	2750	42,15	44,9	-	-
Khoét thô	50	50	100	580	2.2160	49,287	300	49,0	49,3	4400	6850
Khoét tinh	30	40	5	85	2.231	49,749	170	49,58	49,75	450	580
Đoa thô	5	10	4	50	2.120	49,989	39	49,95	49,989	239	370
Đoa tinh	-	-	-	-	2.19	50,027	27	50	50,027	38	50

Chương 7

TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU

7.1. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU

Tính công nghệ trong kết cấu được hiểu là hình dạng kết cấu của chi tiết máy hay toàn máy sao cho với hình dạng kết cấu này đảm bảo sản xuất là kinh tế nhất mà vẫn thực hiện đầy đủ chức năng của chúng.

Do đó tính công nghệ trong kết cấu có ảnh hưởng rất yếu đến lượng vật liệu tiêu hao, khối lượng lao động chế tạo và giá thành sản phẩm. Chính vì thế khi thiết kế một sản phẩm phải chú ý đến tính công nghệ của nó.

Quan điểm công nghệ có liên quan chặt chẽ đến điều kiện sản xuất của nhà máy, nơi chi tiết sẽ được gia công với điều kiện sản xuất đơn chiếc, hàng loạt hay hàng khối.

Tính công nghệ trong kết cấu có một ý nghĩa kinh tế rất lớn và là một trong những yếu tố thúc đẩy sự tăng năng suất của chế tạo cơ khí mà không cần phải chi phí cho mua sắm thêm bất kỳ một phương tiện sản xuất nào.

Sự hợp lý hóa sản xuất bắt đầu ngay từ công việc của những nhà thiết kế, vì họ đề xuất được sự thích hợp của chi tiết máy ngay từ lúc thiết kế và họ có khả năng làm ảnh hưởng đến tính kinh tế của sản xuất. Từ đó đòi hỏi các nhà thiết kế phải có kiến thức tốt về công nghệ.

Tính công nghệ trong kết cấu được đảm bảo nhờ sự hợp tác chặt chẽ giữa những nhà thiết kế và nhà công nghệ.

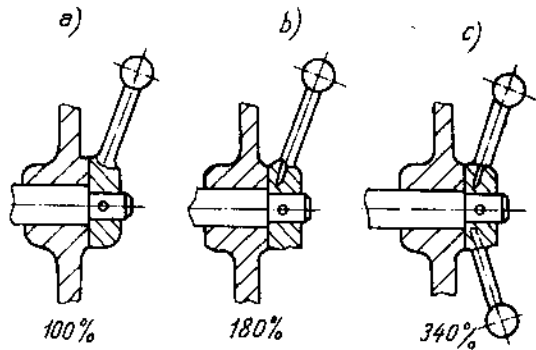
7.2. NHỮNG NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU

Mức độ tính công nghệ của chi tiết máy bị ảnh hưởng bởi các nhân tố chính như sau:

- Sự đơn giản và hợp lý của kết cấu.
- Chọn vật liệu ban đầu và phương pháp tạo phôi.
- Độ chính xác và độ nhám bề mặt gia công.
- Cách ghi kích thước và chọn dung sai.
- Khối lượng lao động để sản xuất ra chi tiết và lắp ráp (phụ thuộc vào hình dáng hình học chi tiết máy).
- Mức độ tiêu chuẩn hóa, điển hình hoá và thống nhất hóa các chi tiết máy.
- Loại dao cụ và dụng cụ cần thiết cho sản xuất.

7.2.1. Sự đơn giản và gọn nhẹ của kết cấu

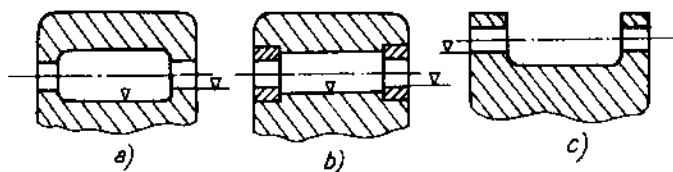
Tính công nghệ của kết cấu không những được nghiên cứu đối với từng chi tiết máy mà còn được nghiên cứu đối với toàn máy hay toàn sản phẩm. Từ quan điểm tính công nghệ tổng thể thì mức độ tính công nghệ của toàn máy phụ thuộc vào tổng các chi tiết mà từ chúng tạo thành máy, phụ thuộc vào khối lượng của nó và phụ thuộc vào mức độ khó khăn lắp ráp nó.



Hình 7.1. Phương án chọn kết cấu khác nhau của chi tiết tay gạt.

Sự đơn giản và hợp lý của kết cấu đòi hỏi phải loại trừ tất cả các thành phần thừa không cần thiết cho chức năng của máy. chọn các yếu tố kết cấu được tạo nên từ hình dạng hình học đơn giản nhất, đó là **mặt phẳng** và **mặt trụ**, những bề mặt này có thể gia công được trên các máy có động học đơn giản, bằng các dụng cụ tiêu chuẩn thông thường. Ví dụ, chọn kết cấu khác

nhau cho chi tiết tay gạt được trình bày trên hình 7.1. Ở phương án hình 7.1a là tay gạt liền khối cho tính công nghệ 100%, ở



Hình 7.2. Đơn giản hóa các mặt định hình.

a- lỗ hình cổ chai khó gia công ; b- hợp lý do dễ gia công ; c- hợp lý nhất

phương án hình 7.1b tay gạt được lắp từ hai chi tiết cho tính công nghệ 180%, và ở phương án hình 7.1c được lắp từ ba chi tiết cho tính công nghệ 340% do nó đẹp hơn và tiện dụng hơn.

Ngoài ra cũng cần đơn giản hóa các mặt định hình để dễ gia công. Ví dụ như hình 7.2 với kết cấu hình 7.2a sẽ rất khó gia công, có thể đơn giản kết cấu như hình 7.2b hoặc như hình 7.2c thì càng tốt.

7.2.2. Chọn vật liệu ban đầu và phương pháp tạo phôi

Trong chi phí sản xuất thì chi phí về vật liệu là thành phần có ý nghĩa hơn so với thành phần lương cho công nhân. Các vật liệu công nghệ phải đáp ứng được các điều kiện kỹ thuật và công nghệ như tính bền, tính rèn, tính đúc, tính hàn và tính gia công.

Các vật liệu phải đảm bảo được điều kiện là khối lượng gia công là nhỏ nhất ở tất cả các giai đoạn của quá trình sản xuất.

Chọn vật liệu phụ thuộc vào phương pháp sản xuất đã được lựa chọn trước, phụ thuộc vào tính chất của vật liệu từ quan điểm sử dụng khi chế tạo phôi và từ quan điểm tính gia công.

Khi chọn vật liệu phải xuất phát từ quan điểm kinh tế, tuy nhiên cũng cần áp dụng quan điểm tính chất cơ học của vật liệu. Ví dụ như nếu chọn vật liệu bền hơn thì thường đắt hơn, nhưng nó lại cho phép giảm được khối lượng và kích thước của sản phẩm.

Tiếp theo là chọn hợp lý kích thước của phôi để sao cho lượng dư gia công là nhỏ nhất.

Đặc biệt là ở các máy cần sử dụng số lượng chủng loại vật liệu khác nhau là ít nhất. Bởi lẽ nếu sử dụng nhiều chủng loại vật liệu khác nhau thì sẽ

làm phức tạp quá trình sản xuất ở ngay cả nguyên công tạo phôi và ở các nguyên công gia công cắt gọt. Các mác khác nhau của vật liệu đòi hỏi phải sử dụng những dụng cụ có thông số hình học khác nhau và chế độ cắt khác nhau. Khi dùng nhiều mác vật liệu sẽ làm tăng danh mục và lượng dự trữ vật liệu trong kho, làm tăng xác suất ngừng hoạt động của thiết bị nào đó do sự thiếu mác hoặc kích thước của một vật liệu nào đó. Điều đó dẫn đến sự cần thiết phải thay đổi mác và kích thước của vật liệu bị thiếu bằng vật liệu khác, sẽ làm tăng khối lượng lao động chế tạo chi tiết, bộ phận và toàn máy.

Việc giảm chủng loại vật liệu sẽ giúp cho việc dự trữ, mua sắm vật liệu được nhanh chóng và do đó có thể rút ngắn thời gian chuẩn bị sản xuất. Các loại vật liệu càng ít khác nhau thì sử dụng càng đỡ nhầm lẫn, quản lý dễ dàng, kho tàng đỡ phức tạp, v.v...

Nhìn chung phôi ban đầu để chế tạo các chi tiết máy là các vật cán, vật rèn, vật dập, vật đúc hoặc vật hàn. Trong một số trường hợp việc chọn phôi được định hướng rõ ràng, nhưng cũng có nhiều trường hợp loại phôi có thể được chọn một cách bất kỳ.

Ngoài ra, vật liệu chi tiết còn có ảnh hưởng đến tính gia công của phôi. Cụ thể là vật liệu nào chịu được gia công tốt thì nó cho phép nhận được độ nhám bề mặt định trước bằng sự áp dụng phương pháp gia công thông thường, chế độ cắt tiêu chuẩn và với dụng cụ cắt tiêu chuẩn.

Gia công nhiệt được chọn theo vật liệu chi tiết và theo chỉ số cho trước của độ bền, độ cứng. Độ bền cơ học, độ bền mỏi, độ bền mòn của chi tiết phụ thuộc nhiều vào vật liệu và gia công nhiệt.

Yêu cầu chung của tính công nghệ đối với vật liệu chi tiết, phôi và gia công nhiệt bao gồm những vấn đề sau:

1. Vật liệu chi tiết và tính công nghệ của nó cần đảm bảo khả năng áp dụng phương pháp hợp lý nhất để nhận được phôi tùy theo quy mô sản xuất. Cụ thể là trong điều kiện sản xuất hàng loạt lớn chọn vật liệu như thế nào đó cho chi tiết, mà vật liệu này cho phép nhận được phôi có hình dạng gần giống với hình dạng và kích thước của chi tiết và khối lượng gia công cơ tiếp theo là ít nhất do rút ngắn số lượng bề mặt gia công và do giảm lượng dư gia công. Trong sản xuất hàng loạt đôi khi người ta áp dụng phổ biến phôi đúc theo khuôn mẫu chảy thay cho phôi dập có hình dáng phức tạp. Trong trường hợp này cũng cần chọn vật liệu cho chi tiết để có thể nhận được phôi

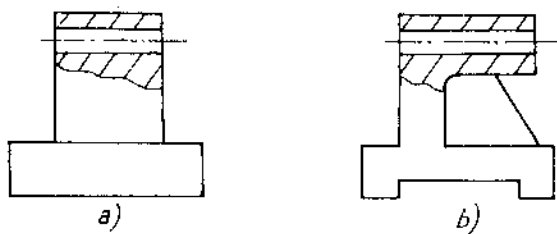
là thép đúc có mác tương ứng thay thế cho thép cán.

2. Vật liệu chi tiết phải có tính gia công tốt. Để đảm bảo yêu cầu này không nên dùng thép có độ dẻo cao. Khi yêu cầu đảm bảo độ nhẵn bóng bề mặt gia công cao hơn cấp 6 với $R_z \leq 10 \mu\text{m}$ nên chọn thép có hàm lượng cacbon lớn hơn $0,2 \div 0,3\%$.

Thép được gia công tốt khi có cấu trúc Ferit-Peclit. Khi gia công loại thép này bảo đảm tuổi bền cao cho dụng cụ cắt, lực cắt không cao, độ nhám bề mặt sau khi gia công thấp. Vì vậy để cải thiện tính gia công, những phôi thép cacbon thấp trước khi gia công phải được thường hóa, và những phôi từ thép cacbon trung bình và cao phải có giá thành hạ.

Những phôi từ gang trước khi gia công phải được ủ sao cho đạt được sự phân bố hoàn toàn hay cục bộ của xementit cùng tinh. Những chi tiết chế tạo từ hợp kim nhôm, trước khi gia công để nâng cao tính gia công cần phải tôi và hóa già.

3. Chọn phương pháp gia công nhiệt cho chi tiết xuất phát từ vật liệu và tính chất cơ lý theo yêu cầu của nó. Gia công nhiệt cho chi tiết sẽ là hợp lý nếu như đảm bảo nhận được tính chất cho trước của vật liệu với biến dạng chi tiết là ít nhất và tiêu tốn cho các phương tiện là ít nhất.

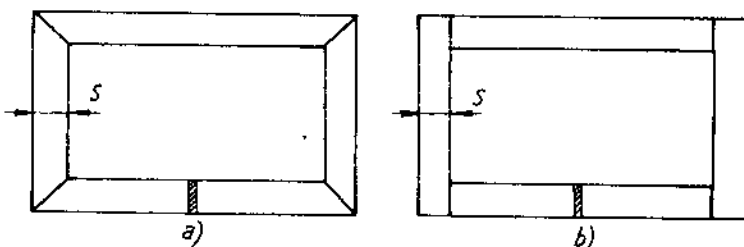


Hình 7.3. Thay đổi kết cấu để chi tiết có trọng lượng nhỏ
a- không hợp lý do tốn nhiều vật liệu;
b- hợp lý do nhẹ, tốn ít vật liệu.

4. Để đảm bảo tính công nghệ trong kết cấu của máy, khi thiết kế ở các máy cần sử dụng số lượng chủng loại vật liệu khác nhau là ít nhất.

5. Chọn vật liệu và phôi sao cho trọng lượng máy, bộ phận và chi tiết là nhỏ nhất. Để thực hiện được điều này cần tính toán thiết kế với hệ số an toàn độ bền tối ưu. Cũng có thể áp dụng vật liệu có độ bền cao thay cho vật liệu có độ bền thấp để giảm được kích thước dẫn đến giảm trọng lượng chi tiết. Khi thiết kế kết cấu có thể tạo nên hình dáng kết cấu chi tiết tối ưu nhờ thêm gân tăng cứng vững, chịu được lực lớn mà chi tiết lại nhẹ hơn (hình 7.3).

Khi pha cắt vật liệu để tạo phối hàn cho chi tiết cũng cần biết thay đổi kết cấu sao cho tốn ít vật liệu nhất (hình 7.4).



Hình 7.4. Kết cấu khung hàn

a- không có tính công nghệ

b- có tính công nghệ do vật liệu ngắn hơn 0,4 chiều rộng s.

Ngoài ra còn cần tìm cách chế tạo phối đảm bảo lượng dư đồng đều và chọn đúng hệ số sử dụng vật liệu.

$$\eta = \frac{g_1}{g_2} \geq 0,75$$

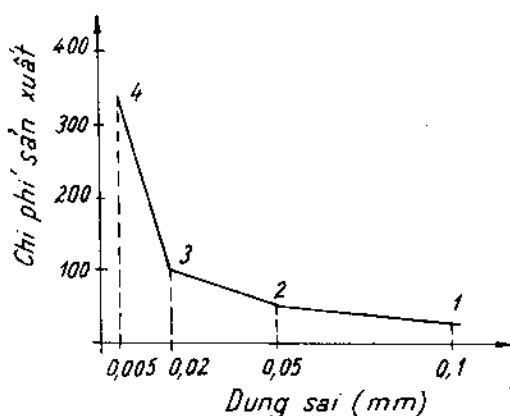
Trong đó: g_1 - trọng lượng chi tiết;

g_2 - trọng lượng phối;

η - hệ số sử dụng vật liệu (càng gần 1 càng tốt).

7.2.3. Độ chính xác chế tạo và độ nhám bề mặt

Công sức sản xuất bị ảnh hưởng đáng kể bởi chất lượng bề mặt gia công yêu cầu. Độ chính xác kích thước và hình dáng càng cao, độ nhám bề mặt càng nhỏ đòi hỏi phải sử dụng các nguyên công gia công tinh lần cuối như mài, nghiền, mài



Hình 7.5. Quan hệ giữa chi phí sản xuất và dung sai.

khôn, mài siêu tinh, v.v... Đó là những nguyên công rất đắt tiền. Chi phí sản xuất sẽ tăng trong mối quan hệ với dung sai được chỉ ra trên hình 7.5.

Với sự nâng cao độ chính xác và giảm độ nhám bề mặt chi tiết gia công sẽ làm tăng mạnh khối lượng lao động gia công cơ. Cho nên việc nâng cao độ chính xác và nhẵn bóng bề mặt gia công sẽ gây nên sự tăng giá thành gia công.

Việc đảm bảo tính lặp lẩn của các bộ phận và chi tiết có giá trị tối ưu của dung sai cũng là một yếu tố thực tế đặc trưng của tính công nghệ trong kết cấu của máy. Thiếu tính lặp lẩn của các bộ phận và chi tiết sẽ làm tăng một cách đáng kể khối lượng lao động chế tạo ra máy do phải thêm công việc sửa chữa và điều chỉnh. Tính lặp lẩn của chi tiết và bộ phận máy định trước được việc chế tạo chúng với kích thước ở trong trường dung sai xác định.

Tuy nhiên cũng cần thấy rằng kích thước càng chính xác thì khối lượng lao động chế tạo chi tiết cũng càng lớn, có nghĩa là máy trở nên ít tính công nghệ.

Khối lượng lao động của những chi tiết được chế tạo với độ chính xác cao bị tăng lên đáng kể do cần thiết phải đưa vào những nguyên công bổ sung gia công lần cuối. Cho nên độ chính xác chế tạo của chi tiết cần nằm trong giới hạn giá trị tối ưu của dung sai bảo đảm tính lặp lẩn của chi tiết, chất lượng, cũng như các yêu cầu sử dụng phải được định ra đối với máy hoặc cơ cấu.

Mặt khác cũng cần thấy rằng nếu như độ chính xác gia công cho trước được xác định thấp đi thì sẽ gây khó khăn khi lắp ráp bộ phận hay toàn máy và làm giảm độ tin cậy cũng như tuổi thọ của chúng. Hạ thấp độ chính xác gia công cũng có nghĩa là tăng dung sai cho kích thước đường thẳng hoặc đường kính và tăng sai số hình dạng hình học, tăng sai số vị trí tương quan giữa các bề mặt của chi tiết, hạ thấp độ chính xác lắp ráp. Trong trường hợp này phát sinh sự cần thiết công việc chỉnh sửa, dẫn đến làm tăng khối lượng công việc lắp ráp và hạ thấp tính lặp lẩn của các chi tiết máy. Do nguyên nhân này mà công việc chỉnh sửa chỉ có thể cho phép đối với sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ. Khi sản xuất hàng loạt thì công việc chỉnh sửa không nên thực hiện.

Vì vậy khi nghiên cứu bản vẽ chế tạo, điều kiện kỹ thuật của chi tiết chế tạo, cần thiết phải xác định đầy đủ sự phù hợp của dung sai và độ nhám bề

mặt đối với điều kiện làm việc trong mối lắp, đối với các yêu cầu của độ chính xác mối lắp và đối với điều kiện sản xuất.

Qua phân tích như trên có thể rút ra những yêu cầu chung của tính công nghệ đối với độ chính xác gia công và độ nhẵn bóng bề mặt chi tiết gồm những vấn đề sau:

1- Độ chính xác gia công và độ nhẵn bóng bề mặt của chi tiết cần cho theo khả năng thấp, nhưng phải đủ để thoả mãn những yêu cầu về sử dụng và độ chính xác lắp ráp.

2- Những kích thước của những chi tiết tham gia vào thành phần của chuỗi kích thước lắp ráp của bộ phận hay toàn máy, cũng như kích thước của các bề mặt liên quan với các chi tiết khác, cần được cho cùng với dung sai.

3- Trị số dung sai cho kích thước đường thẳng hoặc đường kính, cho hình dạng hình học và vị trí tương đối của các bề mặt tương quan của chi tiết cần được liên hệ với nhau và cần được chỉ ra trên bản vẽ chi tiết hoặc ở các điều kiện kỹ thuật.

4- Trị số dung sai cho kích thước đường thẳng hoặc đường kính, dung sai cho hình dạng hình học và vị trí tương đối của các bề mặt tương quan của chi tiết cần phải phù hợp với giá trị độ chính xác kinh tế của phương pháp gia công được chọn.

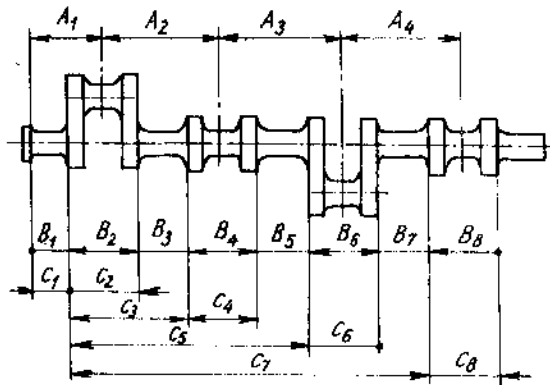
5- Độ chính xác gia công cần được gắn liền với độ nhẵn bóng bề mặt như thế nào đó để khi gia công chi tiết đến cuối cùng độ nhẵn bóng được đảm bảo một cách tự động, nghĩa là không phải yêu cầu một cách gia công đặc biệt nào đó tác động thêm. Thêm vào đó bề mặt được gia công cần tương ứng với độ nhám tối ưu.

6- Những bề mặt của chi tiết không gây ảnh hưởng đến độ chính xác lắp ráp và không liên quan với các chi tiết khác, chúng sẽ được gia công với độ chính xác nhỏ và kích thước của chúng được chỉ ra không cần dung sai. Độ chính xác gia công và độ nhẵn bóng các bề mặt này cần phù hợp độ với chính xác kinh tế ứng với trường hợp năng suất cao nhất của phương pháp gia công.

7.2.4. Ghi kích thước và chọn dung sai

Chuẩn công nghệ

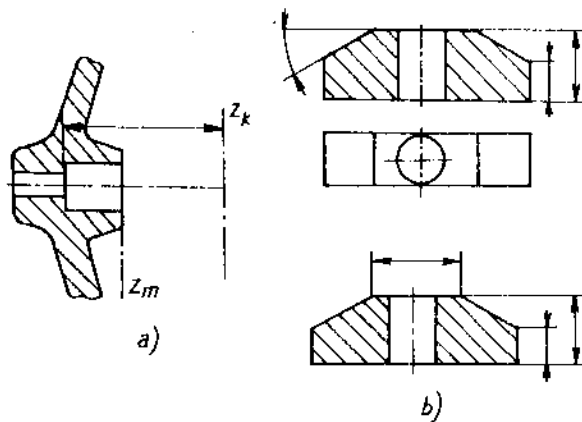
Bằng kích thước trên bản vẽ người thiết kế xác định ra độ lớn của các bề mặt tương quan của chi tiết máy. Khi ghi kích thước người thiết kế xuất phát từ sự hình dung ra chức năng của chi tiết trong bộ phận lắp, trong khi đó người công nghệ lại xuất phát từ sự hình dung việc chế tạo chi tiết. Và như vậy sự hình dung này có thể khác biệt nhau. Quan niệm công nghệ về ghi kích thước phải ưu tiên hàng đầu là quan tâm đến chức năng của chi tiết, thế nhưng lại phải đồng thời tôn trọng phương pháp chế tạo, thứ tự từng nguyên công, phương pháp gá kẹp trên máy, phương pháp đo kích thước đạt được và thậm chí cả làm dễ dàng cho lắp ráp sau này.



Hình 7.6. Cách ghi kích thước theo chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ ở chi tiết trục khuỷu.

Việc ghi kích thước công nghệ phải xuất phát từ chuẩn công nghệ. Trong nhiều trường hợp các chuẩn này trùng với chuẩn thiết kế và cũng có nhiều trường hợp các chuẩn này khác nhau. Ở chi tiết trục khuỷu (hình 7.6a) các chuẩn này là khác nhau. Từ quan điểm chức năng của chi tiết thì khoảng cách giữa tâm của các trục bị ràng buộc bởi hệ thống kích thước A. Từ quan điểm công nghệ thì việc ghi kích thước xuất phát từ hệ thống kích thước B và C.

Chuẩn đo lường thường trùng với chuẩn gá đặt. Về mặt công nghệ thì ghi kích thước không thể đúng khi kích thước đó

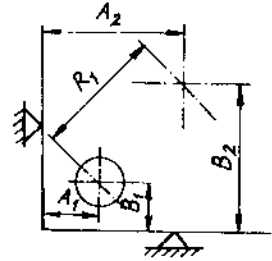


Hình 7.7. Cách ghi kích thước đúng là kích thước có thể đo được.

không thể đo được.

Ví dụ như trên hình 7.7a, ghi kích thước từ đáy lỗ đến một đường tâm tương đương ZK của chi tiết là không đúng. Ghi kích thước đúng là từ mặt đầu lỗ Zm đến đáy lỗ. Trên hình 7.7b, ghi kích thước như hình ở phía dưới là không đúng, ghi phải như hình phía trên có thêm góc α .

Sự khác nhau của yêu cầu về công nghệ và yêu cầu về chức năng được biểu hiện khi ghi kích thước vị trí các lỗ chính xác ở chi tiết dạng hộp. Từ quan điểm chức năng cần thiết phải ghi theo tọa độ cực. Nhưng theo quan điểm công nghệ thì lại nên ghi kích thước theo tọa độ vuông góc nhau. Trong thực tế người ta chọn cách ghi kích thước tổng hợp cả hai phương pháp: vừa theo tọa độ vuông góc và vừa theo cả khoảng cách hai tâm (hình 7.8).



Hình 7.8. Cách ghi kích thước tâm lỗ trên chi tiết hộp.

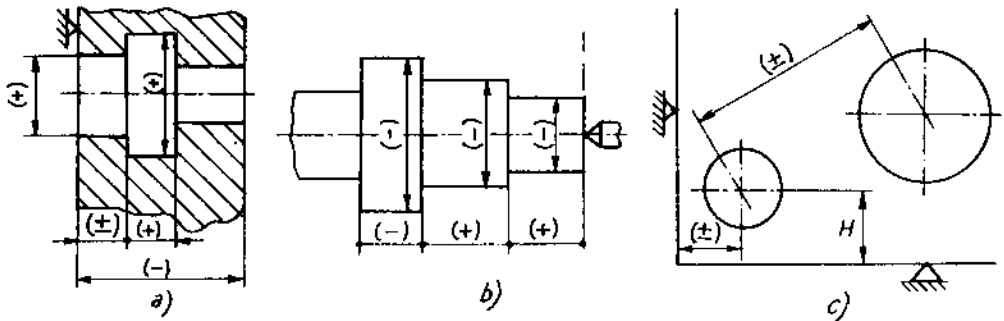
Ghi kích thước vị trí tương quan giữa các bề mặt có thể thực hiện bằng các cách như sau:

- Ghi kích thước theo chuỗi: với trường hợp này thì sai số chế tạo của một khâu không ảnh hưởng đến các khâu còn lại.
- Ghi kích thước theo tọa độ: với trường hợp này thì sai số chế tạo của một khâu thành phần có ảnh hưởng đến sai số chế tạo của các khâu trước.
- Ghi kích thước phối hợp: với trường hợp này có sự bù đắp nhất định cho sai số chế tạo.

Cách ghi dung sai:

Dung sai kích thước có ảnh hưởng đáng kể đến công nghệ chế tạo một chi tiết định trước. Dung sai có thể được ký hiệu trên bản vẽ hoặc bằng giá trị theo số với ký hiệu cộng (+), trừ (-), cộng trừ (\pm) hoặc theo cấp chính xác do tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) quy định (ví dụ, $\phi 20 \frac{H7}{h6}$).

Vì lý do công nghệ mà xác định ra việc sử dụng ký hiệu dung sai (+; -; \pm). Thông thường thì cho dung sai đối với lỗ là cộng (+) và đối với trục là trừ (-) như hình 7.9 a, b. ở các kích thước theo chiều dài thì chọn dung sai cộng (+) hay trừ (-) phụ thuộc vào chuẩn công nghệ. Khoảng cách tâm hai lỗ cho dung sai là cộng trừ (\pm) như hình 7.9 c.



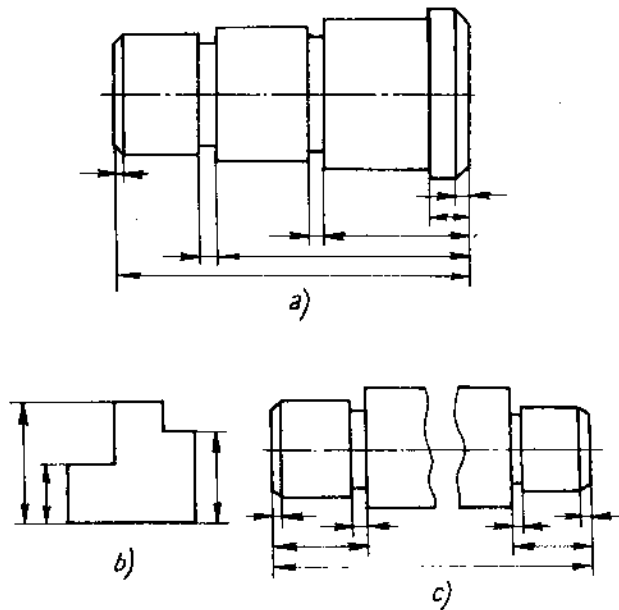
Hình 7.9. Cách ghi dung sai kích thước khi thiết kế.

Yêu cầu chung của tính công nghệ trong kết cấu đối với hệ thống ghi kích thước và dung sai gồm các vấn đề sau:

1. Kích thước của chi tiết được xác định từ chuẩn gá đặt (chuẩn công nghệ). Trong trường hợp đó khi gia công trên máy được điều chỉnh sẵn thì việc tính lại kích thước được loại bỏ và độ chính xác chế tạo được nâng lên (hình 7.10).

2. Những kích thước của các chi tiết được gia công trên máy ro-vônve hay máy tiện bán tự động với phôi thanh được xác định từ mặt đầu phải, vì đó là chuẩn gá đặt khi dịch chuyển phôi thanh đến cỡ tỳ.

3. Hệ thống ghi kích thước cho phép đo chi tiết trên máy khi gia công và khi



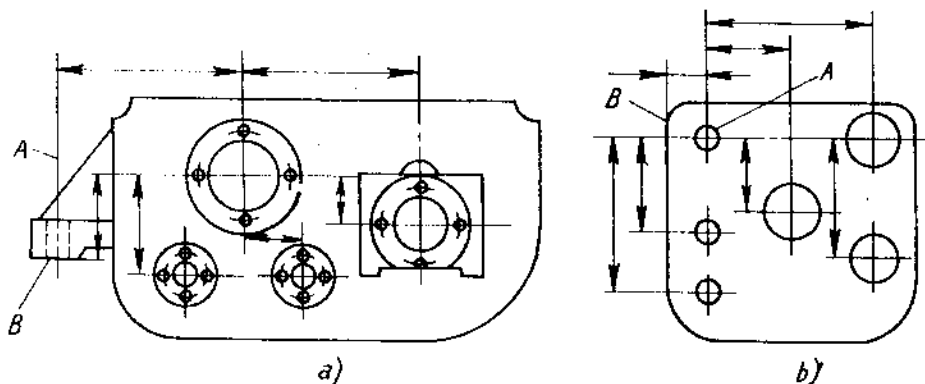
Hình 7.10. Sơ đồ chỉ dẫn việc ghi kích thước.

- a, b - khi gia công chi tiết từ một phía;
- c - khi gia công chi tiết cả hai phía.

kiểm tra lần cuối một cách tin cậy và đơn giản.

4. Hệ thống ghi kích thước bảo đảm sự liên tục hợp lý gia công các bề mặt của chi tiết.

5. Ở chi tiết dạng hộp các kích thước được xác định từ mặt phẳng và tâm lỗ được chọn làm chuẩn gá đặt. Nếu như bề mặt gia công có khoảng cách lớn đối với chuẩn gá đặt thì một trong các bề mặt gia công có liên quan chính xác với chuẩn được chọn để từ mặt này xác định tất cả các kích thước còn lại (hình 7.11).



Hình 7.11. Sơ đồ ghi kích thước ở chi tiết dạng hộp.

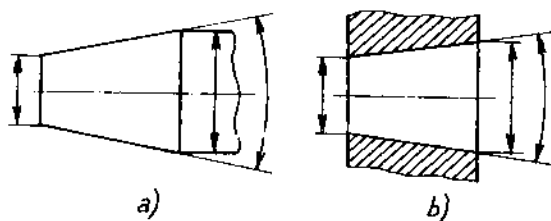
a- lỗ cơ bản có khoảng cách lớn đối với mặt phẳng chuẩn.

b- lỗ cơ bản được phân bố gần với mặt phẳng chuẩn.

A và B- lỗ chuẩn và mặt phẳng chuẩn.

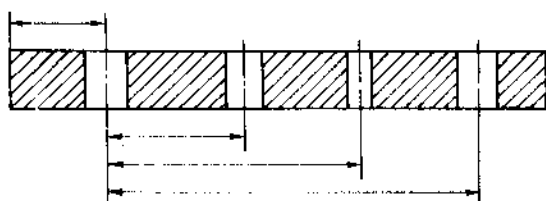
6. Trên bề mặt côn của chi tiết phải ghi cả hai kích thước: đường kính và góc côn. Hệ thống ghi kích thước như vậy sẽ làm thuận lợi cho việc điều chỉnh máy và đo kiểm chi tiết (hình 7.12).

7. Nếu như chi tiết có một số lỗ được phân bố trên một hàng thì đối với tâm tất cả các lỗ kích thước được ghi từ tâm một lỗ nào đó và cuối cùng là từ tâm lỗ này đến mặt chuẩn (hình 7.13).



Hình 7.12. Sơ đồ ghi kích thước trên bề mặt côn.

a- mặt ngoài; b- mặt trong.



Hình 7.13. Sơ đồ ghi kích thước của một số lỗ bố trí trên một hàng.

7.2.5. Tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa chi tiết

Tính công nghệ trong kết cấu của máy được nâng lên đáng kể do kết quả sử dụng số lượng lớn các bộ phận và chi tiết tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa.

Khi nghiên cứu quá trình công nghệ chế tạo các chi tiết máy khác nhau có thể nhận thấy một điều là các chi tiết máy có những dấu hiệu chung, đó là do chúng được tạo nên từ một số dạng bề mặt nhất định.

Để thực hiện tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa các chi tiết và bộ phận máy trước hết khi thiết kế người ta hình thành các chi tiết máy từ một số dạng bề mặt tiêu chuẩn và thống nhất như mặt phẳng, mặt trụ, mặt côn, mặt ren, mặt răng với những kích thước tiêu chuẩn. Sau đó khi chuẩn bị công nghệ cho sản xuất phải thực hiện phân loại các chi tiết máy thành một số loại, nhóm nhất định. Những chi tiết được xếp vào cùng một loại hay cùng một nhóm khi chúng có hình dáng hình học tương tự nhau và về cơ bản chúng có chung một quy trình, được gia công với biện pháp công nghệ tương tự nhau, đó là công nghệ điển hình. Cũng có thể xếp các chi tiết vào cùng một loại hay một nhóm nếu chúng được gia công bằng cùng một phương pháp, đó là công nghệ nhóm.

Với biện pháp tổ chức và kỹ thuật như vậy sẽ giảm được số loại chi tiết và làm tăng được số lượng chi tiết trong loạt khi gia công. Điều đó cho phép áp dụng các biện pháp công nghệ hợp lý và tiên tiến như các thiết bị có năng suất cao, phương pháp sản xuất theo dây chuyền nhằm giảm khối lượng lao động chế tạo ra các chi tiết máy, bộ phận máy và toàn máy.

Yêu cầu chung của tính công nghệ trong kết cấu đối với tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa gồm các vấn đề sau:

1. Thực hiện thiết kế theo tiêu chuẩn các kích thước, những mối ghép dùng cho nhiều loại cơ cấu, máy móc khác nhau như mối ghép hình trụ trơn, mối ghép then, then hoa, mối ghép ren, các mô đun của bánh răng.

2. Ứng dụng công nghệ điển hình và công nghệ nhóm đối với tất cả các loại chi tiết khi thiết kế công nghệ chuẩn bị sản xuất ở mọi dạng sản xuất để nâng cao số lượng chi tiết gia công trong loạt.

3. Các chi tiết có công dụng chung cho nhiều máy như các loại bánh răng, tay gạt, thanh truyền, các loại ổ bi, các nắp đậy, v.v... cần được tiêu chuẩn hóa trước về hình dáng, kết cấu, kích thước và được xếp thành một số loại nhất định để nâng cao được số lượng chi tiết gia công.

4. Những bộ phận máy, những cơ cấu được dùng cho nhiều loại máy khác nhau cũng cần được tiêu chuẩn hóa ngay để tạo điều kiện cho những cơ sở chuyên sản xuất các bộ phận này đáp ứng cho tất cả các ngành khác trong sử dụng và sửa chữa. Ví dụ về các bộ phận máy dùng chung này là các loại động cơ điện, các loại hộp giảm tốc, các loại động cơ gắn liền với hộp giảm tốc.

5. Với sự cần thiết về sử dụng số lượng lớn các bộ phận và chi tiết tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa thì số cỡ dụng cụ cắt, dụng cụ đo lường ở các dạng khác nhau cũng sẽ giảm đi đáng kể, và do đó chi phí cho dụng cụ cắt, chi phí cho sản xuất giảm đi, đó cũng là vấn đề tăng tính công nghệ trong kết cấu.

Bằng sự áp dụng tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa các chi tiết và bộ phận máy cho phép nâng cao số lượng chi tiết hay nâng cao tính loạt trong sản xuất. Ngoài ra do sử dụng chi tiết tiêu chuẩn mà dễ dàng mua được các chi tiết đó trên thị trường khi cần phải thay thế, sửa chữa. Nhờ vào các biện pháp tổ chức và kỹ thuật trên mà giảm được chi phí cho sản xuất, giảm chi phí cho dụng cụ, hạ giá thành sản phẩm.

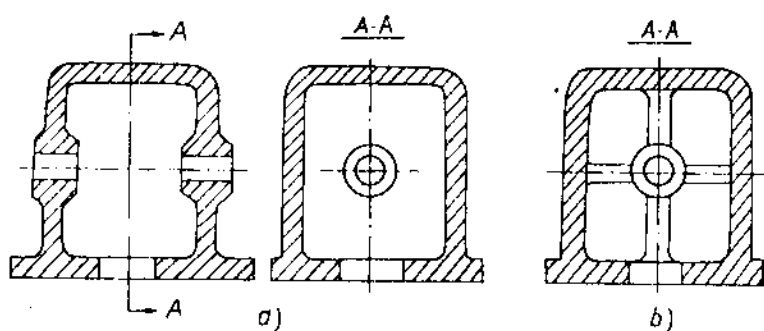
Trong kết cấu máy nếu sử dụng được số lượng lớn các bộ phận và các chi tiết máy tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa thì kết cấu đó có tính công nghệ càng cao.

7.2.6. Hình dáng hình học của chi tiết

Hình dáng hình học của chi tiết có ảnh hưởng đến việc chọn phương pháp chế tạo phối, chọn các phương pháp và dụng cụ hợp lý để gia công chi

tiết. Hình dáng hình học của chi tiết phải sao cho chi tiết được chế tạo với sự tiêu tốn thời gian và phương tiện cũng như vật liệu là nhỏ nhất. Để đảm bảo được điều này yêu cầu chung của tính công nghệ trong kết cấu đối với hình dáng hình học chi tiết cần đáp ứng các vấn đề sau:

1. Hình dáng hình học và kích thước của chi tiết cần có khả năng bảo đảm độ cứng vững đầy đủ để dưới tác dụng của lực cắt, lực kẹp thì chi tiết biến dạng ít nhất. Ví dụ kết cấu chi tiết dạng hộp như trên hình 7.14.



Hình 7.14. Kết cấu chi tiết hộp.

a- chi tiết có thành mỏng kém cứng vững khi gia công lỗ.

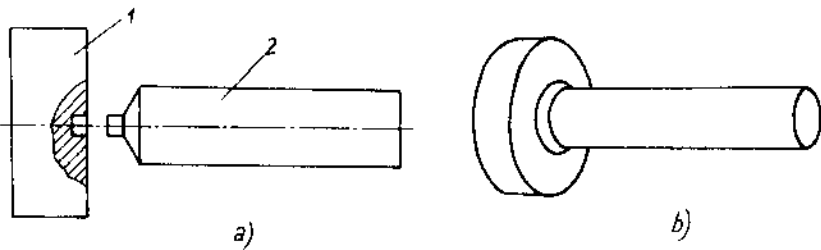
b- thêm gân trợ lực để tăng cứng vững khi gia công.

2. Chuẩn gá đặt dùng để kẹp chặt chi tiết lên máy cần được đảm bảo gá đặt chi tiết thuận tiện và tin cậy với sai số chuẩn bé nhất. Chuẩn gá đặt cần được bảo vệ sau khi gia công chi tiết.

3. Gia công tất cả các bề mặt tương quan với nhau với điều kiện song song, vuông góc, đồng tâm, v.v... cần được tiến hành với một lần gá chi tiết trên máy.

4. Hình dạng hình học của chi tiết cần đơn giản, chi tiết cần được gia công dễ dàng. Nếu như yêu cầu này không thực hiện được thì cần thiết phải tách chi tiết thành một số yếu tố đơn giản hơn để dễ gia công.

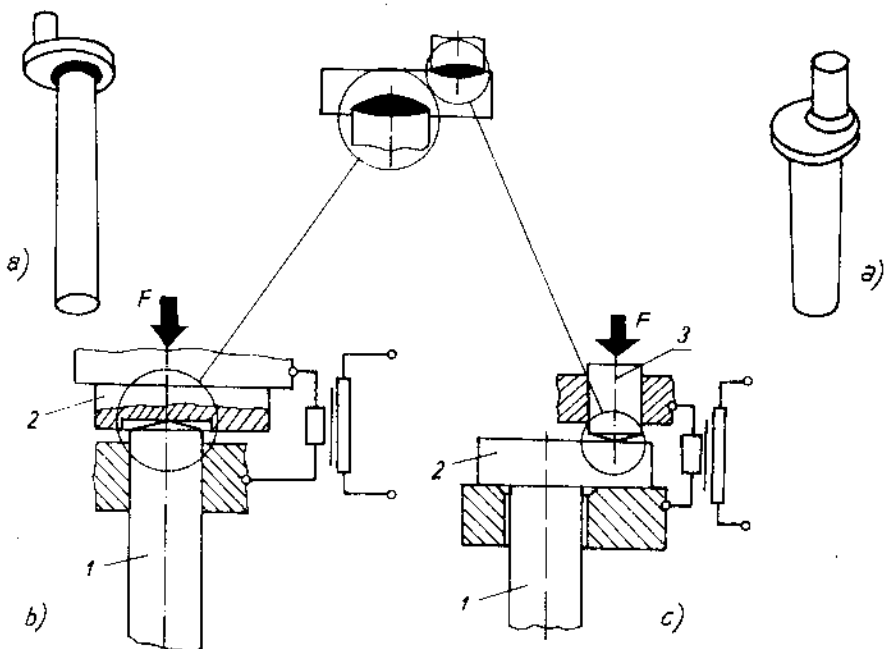
Ví dụ, phôi của bánh răng hình 7.15b được ghép hàn từ hai chi tiết 1 và 2 như hình 7.15a.



Hình 7.15. Phôi để chế tạo bánh răng được ghép từ hai yếu tố đơn giản.

b- phôi bánh răng; a- phôi được ghép từ chi tiết 1 và chi tiết 2.

Trên hình 7.16 trình bày sơ đồ ghép nối bằng hàn từ ba chi tiết đơn giản để tạo thành một trục lệch tâm.



Hình 7.16. Sơ đồ ghép nối bằng hàn để tạo thành trục lệch tâm từ ba chi tiết đơn giản.

a- trục lệch tâm; b- hàn lần một; c- hàn lần hai.

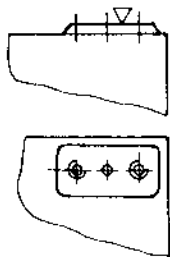
1, 2, 3- các chi tiết ghép thành trục lệch tâm.

5. Hình dạng hình học và kích thước của bề mặt gia công của chi tiết cần phải phù hợp với hình dạng và kích thước của dụng cụ cắt tiêu chuẩn.

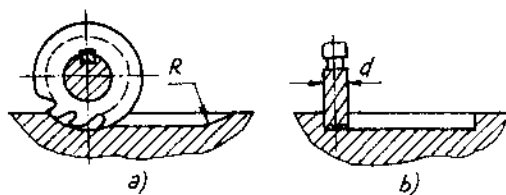
Ngoài ra còn phải có kết cấu phù hợp với dao cắt có năng suất cao hơn.

Trên hình 7.17 là sơ đồ phay rãnh bằng dao phay đĩa và dao phay ngón. Việc ghi kích thước rãnh phải phù hợp với dao. Gia công bằng dao phay đĩa cho năng suất cao hơn. Còn trên hình 7.18 thể hiện sự thay đổi kết cấu cho phù hợp với dao cắt có năng suất. Kết cấu như hình 7.18a có thể dùng dao phay đĩa cho năng suất cao hơn.

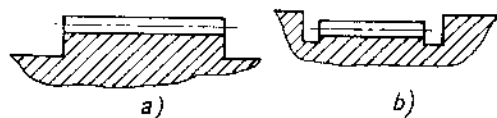
6. Bề mặt gia công của chi tiết cần có kích thước tối thiểu để giảm khối lượng gia công cắt gọt và giảm thời gian của chu trình sản xuất, để hạn chế tiêu hao dụng cụ cắt và hạn chế tiêu hao vật liệu (hình 7.19).



Hình 7.19. Bề mặt gia công có kích thước tối thiểu bằng cách làm nhỏ lên một mặt phẳng nhỏ.

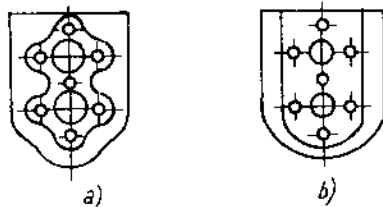


Hình 7.17. Hình dạng hình học rãnh phù hợp với dao cắt.
a- dao phay đĩa có đường kính = $2R$ cắt rãnh có bán kính R .
b- dao phay ngón có $d =$ bề rộng rãnh.



Hình 7.18. Thay đổi kết cấu phù hợp với dao cắt có năng suất.

a- dùng được dao phay đĩa cắt rãnh sâu.
b- chỉ dùng được dao phay ngón cắt rãnh nông.



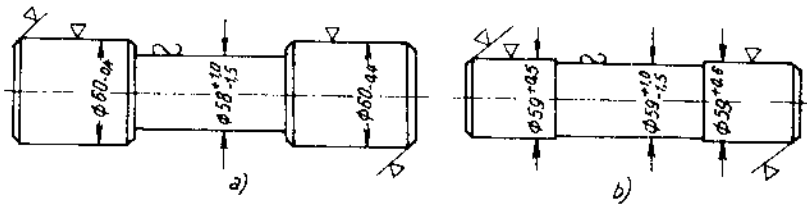
Hình 7.20. Sửa kết cấu để có bề mặt gia công có kích thước nhỏ nhất.

a- hợp lý; b- không hợp lý.

Trên hình 7.20 trình bày sự sửa kết cấu chi tiết hộp để có bề mặt gia

công có kích thước nhỏ nhất (hình 7.20a).

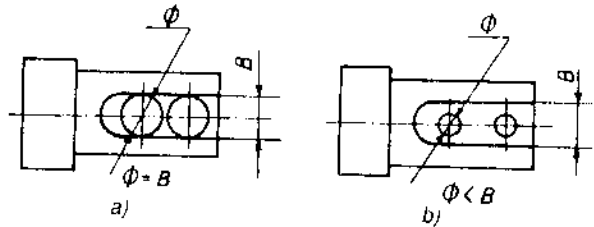
7. Bề mặt gia công và không gia công của chi tiết cần có sự phân biệt rõ ràng, để loại trừ việc gia công vào mặt phối thờ. Ví dụ như hình 7.21 thể hiện ranh giới mặt gia công và không gia công. Thể hiện như hình 7.21a là hợp lý hơn. Ngoài ra cũng cần phân rõ ranh giới giữa bề mặt gia công trên các nguyên công khác nhau. Ví dụ như hình 7.22. Nếu phay xong rãnh B rồi khoan $\phi = B$ (hình 7.22a) thì rất khó khăn, nên phân biệt rõ hai bề mặt ấy (như hình 7.22b) thì dễ gia công hơn.



Hình 7.21. Phân biệt ranh giới mặt gia công và không gia công.

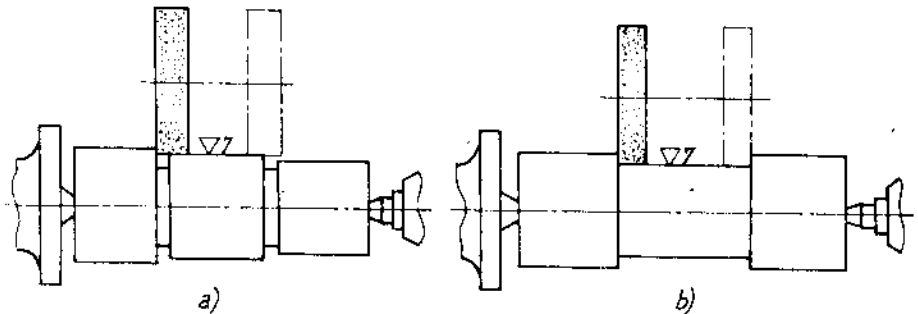
a- hợp lý do khoảng cách hai mặt là rõ ràng; b- không hợp lý do khoảng cách hai mặt quá nhỏ.

8. Kết cấu của chi tiết cần có chỗ cho ăn dao vào và thoát dao ra để thuận lợi cho việc gia công và bảo vệ dụng cụ cắt khỏi bị gãy. Ví dụ như hình 7.23, hình 7.24, hình 7.25, 7.26.



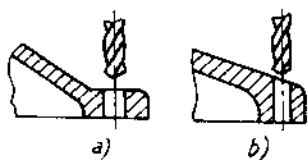
Hình 7.22. Phân biệt ranh giới mặt gia công trên các nguyên công.

a- không hợp lý; b- hợp lý.



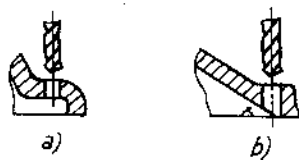
Hình 7.23. Kết cấu chi tiết cần có chỗ ăn dao vào và thoát dao ra

a- hợp lý do lượng trước chỗ ăn dao và thoát dao khi mài; b- không hợp lý.



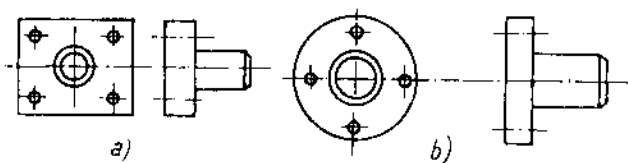
Hình 7.24. Kết cấu chi tiết tạo điều kiện cho dao vào cắt thuận lợi.

a- hợp lý do hệ mặt lỗ vuông góc mũi khoan.
b- không hợp lý do khoan trên mặt nghiêng.



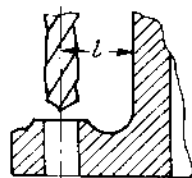
Hình 7.25. Kết cấu chi tiết tạo điều kiện cho dao thoát ra thuận lợi.

a- hợp lý; b- không hợp lý do cắt không đều.



Hình 7.26. Kết cấu chi tiết cần tránh va đập khi cắt.

a- không hợp lý do khi cắt mặt đầu có va; b- hợp lý.



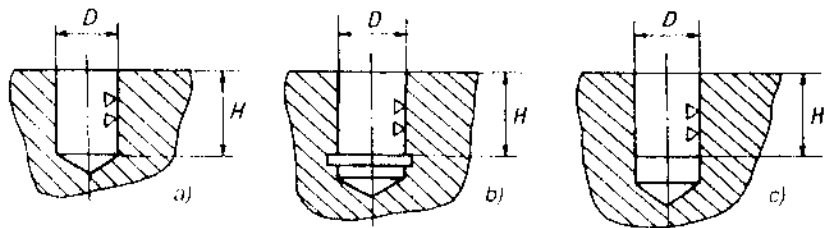
Hình 7.27. Vị trí tương quan của tâm lỗ so với thành đứng của chi tiết.

Để thuận lợi cho khoan những lỗ song song với thành đứng của chi tiết (hình 7.27) thì khoảng cách từ tâm lỗ đến thành đứng của phôi phải thoả mãn điều kiện:

$$L \geq \frac{D_n}{2} + (2 \div 5 \text{ mm}) \quad (7.1)$$

Trong đó: D_n - đường kính hầu cấp mũi khoan hoặc đường kính trục chính máy khoan.

Các lỗ sâu phải gia công chính xác cũng cần có kết cấu để thoát dao (hình 7.28):

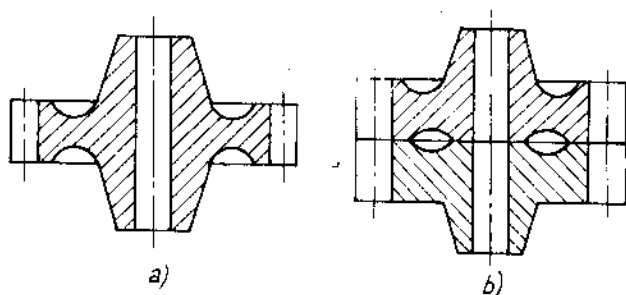


Hình 7.28. Kết cấu lỗ sâu phải gia công chính xác.

a- không hợp lý vì không thể doa đạt chính xác trên suốt chiều sâu 4.

b, c- hợp lý vì có chỗ thoát dao doa.

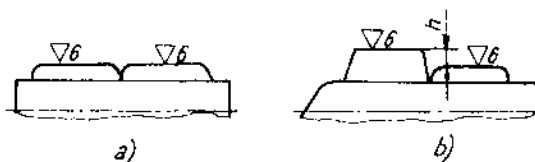
9. Kết cấu của chi tiết cần lường trước khả năng gá đồng thời trên máy một số chi tiết để gia công cùng một lúc (hình 7.29).



Hình 7.29. Kết cấu của bánh răng.

a- không hợp lý do khó gá nhiều chi tiết; b- hợp lý do gá đồng thời được một số chi tiết.

10. Các mặt phẳng gia công ở cùng một phía trên chi tiết cần được bố trí trên cùng một mức độ cao để giảm thời gian gia công nhờ khả năng gia công bằng một hành trình chạy dao đồng thời một số chi tiết (hình 7.30 và hình 7.31). Kết cấu ở hình 7.30a và hình 7.31b là hợp lý do hai mặt phẳng ở cùng một độ cao, việc gia công sẽ dễ dàng và năng suất hơn.



Hình 7.30. Bố trí các mặt gia công trên cùng một phía.

a- hợp lý; b- không hợp lý.

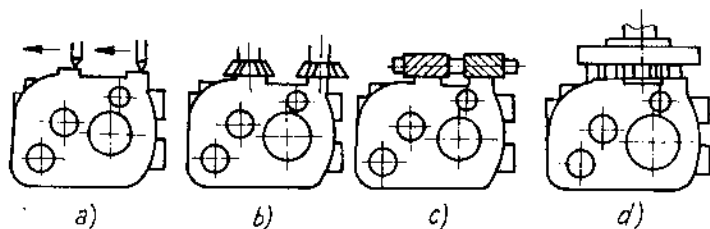
Trên hình 7.32 là sơ đồ gia công các mặt phẳng ở cùng một mức độ cao trên cùng một phía của chi tiết hộp bằng các loại dao và phương pháp gia công khác nhau.



Hình 7.31. Bố trí các mặt phẳng gia công bằng một đường chuyển dao.

a- không hợp lý do chạy dao bị đứt quãng;

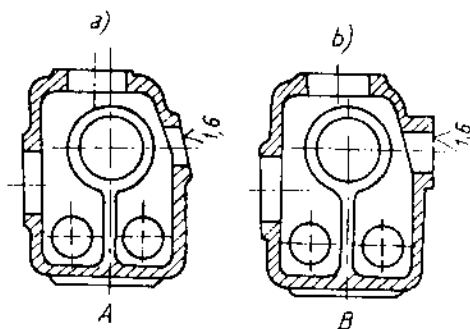
b- hợp lý do chỉ cần một đường chuyển dao là gia công xong.



Hình 7.32. Sơ đồ gia công mặt phẳng với cùng mức độ cao trên cùng một phía của chi tiết hộp với các dao khác nhau.

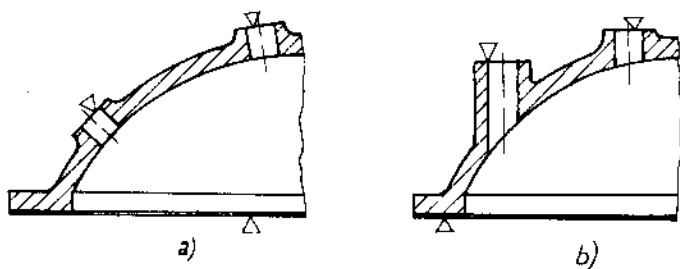
a- dao bào; b- dao phay mặt đầu, c- dao phay trụ; d- đầu phay.

11. Những bề mặt gia công trên chi tiết ở vị trí đối diện nhau hoặc liên tiếp nhau cần được bố trí song song hoặc vuông góc nhau, để giảm giá thành gia công do dùng được đồ gá có kết cấu đơn giản hơn và do có thể gia công chi tiết từ một số phía. Ví dụ, sửa chữa kết cấu cho hợp lý với mục đích này được thực hiện trên hình 7.33; 7.34.



Hình 7.33. Kết cấu mặt đầu và lỗ trên thành hộp.

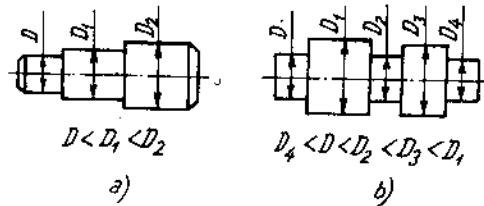
a- không hợp lý; b- hợp lý do mặt đầu vuông góc với lỗ.



Hình 7.34. Kết cấu mặt ngoài chi tiết hộp.

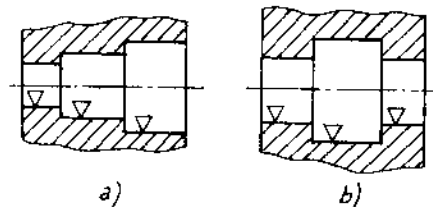
a- không hợp lý do các mặt gia công chéo nhau; b- hợp lý do các mặt gia công song song nhau.

12. Các trục bậc cần có đường kính phân biệt nhau rõ ràng và đường kính tăng hoặc giảm dần về một phía (hình 7.35). Tương tự các lỗ đồng trục không nên có lỗ lớn ở giữa (hình 7.36) để thuận tiện cho việc gia công và áp dụng phương pháp gia công có năng suất cao.



Hình 7.35. Kết cấu trục bậc.

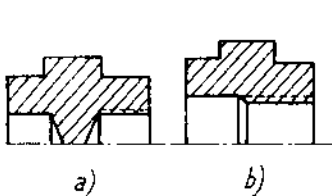
a- hợp lý do các bậc tăng dần về một phía; b- không hợp lý.



Hình 7.36. Kết cấu lỗ đồng trục.

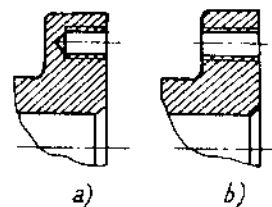
a- hợp lý; b- không hợp lý.

13. Các lỗ, rãnh trên chi tiết nên được gia công thông suốt để thuận lợi khi gia công do không phải lấy cỡ chiều sâu lỗ. Ví dụ như hình 7.37; 7.38; 7.39.



Hình 7.37. Kết cấu hai lỗ đối đầu nhau.

a- không hợp lý; b- hợp lý.

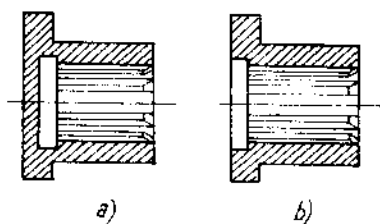


Hình 7.38. Kết cấu lỗ ren trên mặt bích.

a- không hợp lý; b- hợp lý.

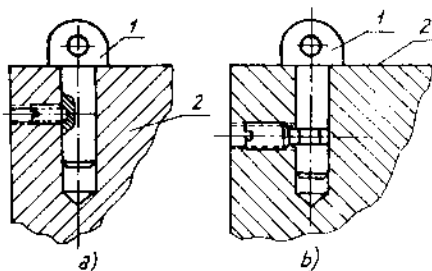
14. Kết cấu của chi tiết phải tránh tới mức tối đa việc phải gia công khi lắp. Theo hình 7.40a thì sau khi lắp chi tiết 1 vào chi tiết 2 phải khoan lỗ sau đó tarô lỗ để bắt vít cố định hai chi tiết 1 và 2. Việc gia công cả cụm chi tiết sẽ khó khăn rất nhiều. Để tránh phải gia công khi lắp nên thực hiện kết cấu như hình 7.40b. Chi tiết 1 được xăn rãnh khi gia công, chi tiết 2 được làm lỗ

ren khi gia công. Khi lắp chỉ việc bắt vít cố định hai chi tiết 1 và 2.



Hình 7.39. Kết cấu lỗ trong bạc.

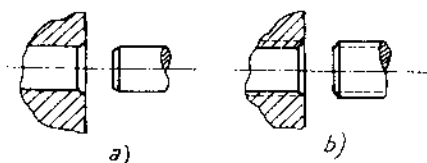
a- không hợp lý; b- hợp lý.



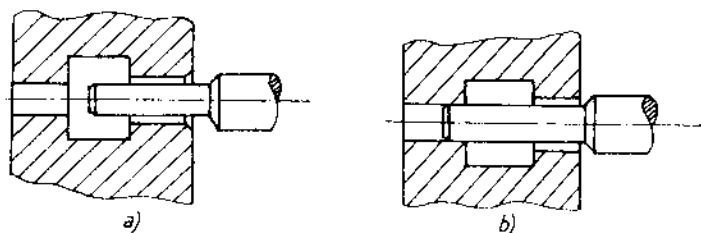
Hình 7.40. Kết cấu chi tiết tránh phải gia công khi lắp.

a- không hợp lý; 1,2- các chi tiết lắp;
b- hợp lý vì không phải gia công khi lắp.

15. Để lắp ráp được dễ dàng, do đó giảm được khối lượng lao động trong lắp ráp, các chi tiết được lắp với nhau cần được vát mép dẫn hướng (hình 7.41). Nói chung chỉ cần vát mép trục hoặc lỗ và tốt hơn cả là vát mép cả trục và lỗ.



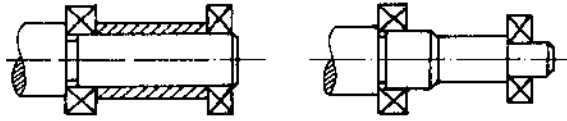
Hình 7.41. Kết cấu các chi tiết lắp ráp với nhau.
a- vát mép trục và lỗ trơn; b- vát mép trục và lỗ ren.



Hình 7.42. Kết cấu hai chi tiết lắp ráp với nhau.

a- không hợp lý do thực hiện cả mỗi lắp đường kính bé và lớn đồng thời.
b- hợp lý do lần lượt hai mỗi lắp.

Ngoài ra kết cấu của hai chi tiết lắp ráp với nhau phải sao cho khi lắp không phải thực hiện đồng thời hai mỗi lắp (hình 7.42). Và kết cấu chi tiết sao cho giảm bớt khoảng bề mặt cần trượt khi lắp (hình 7.43).



Hình 7.43. Kết cấu trục có lắp ổ bi.

- a- không hợp lý do ổ bi bên trái phải trượt trên đoạn trục dài khi lắp
b- hợp lý do giảm khoảng bề mặt cần trượt.

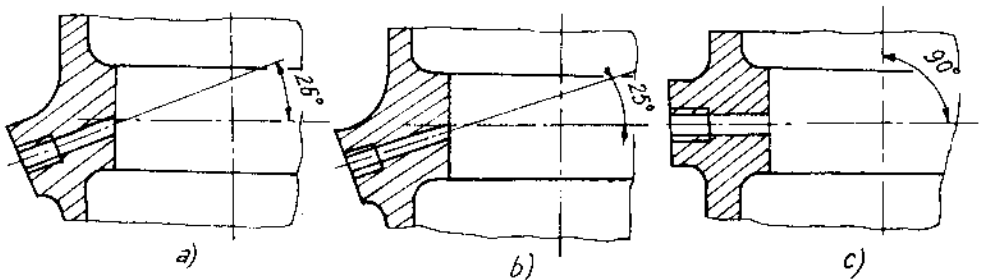
7.3. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU VỚI QUAN ĐIỂM SẢN XUẤT TRÊN MÁY NC.

Ngày nay việc tiến hành kỹ thuật NC để gia công chi tiết máy đã được phát triển. Do đó những vấn đề về tính công nghệ trong kết cấu của các chi tiết máy được sản xuất trên các máy NC, các trung tâm cũng nảy sinh. Điều đó đòi hỏi các nhà thiết kế phải thường xuyên tiếp cận với khả năng công nghệ của các máy NC.

Nguyên tắc về tính công nghệ có thể thu tóm ở một số vấn đề sau:

- Tận dụng khả năng công nghệ của các máy NC.
- Tôn trọng nguyên tắc gá đặt dễ dàng vào đồ kẹp chặt tổ hợp.
- Tôn trọng trang bị dụng cụ tiêu chuẩn của máy NC.
- Ghi kích thước hợp lý.

Ở phần lớn các máy NC và trung tâm gia công thì chi tiết gia công được gá trên bàn quay. Việc gia công có thể tiến hành trên hai bề mặt vuông góc nhau và ở vị trí được xác định theo 5 vạch chia của du xích. Từ lý do đó khi ghi kích thước góc của lỗ phải chọn phương án như hình 7.44.

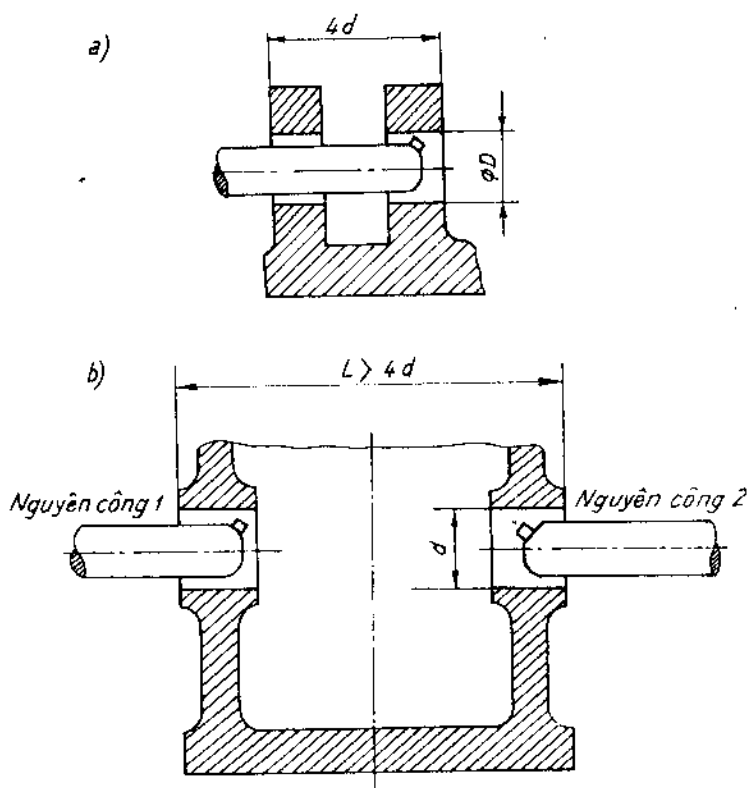


Hình 7.44. Thiết kế kích thước góc của lỗ cần gia công.

- a- không thích hợp; b- thích hợp; c- thích hợp nhất.

Trên máy NC ở nguyên công doa lỗ không được dùng trục doa với côngxôn quá lớn. Việc gia công lỗ có thể được tiến hành từ một hoặc hai phía thành hộp đến khoảng cách tối đa $L = 4d$ (với d là đường kính trục). Điều này được thể hiện trên hình 7.45.

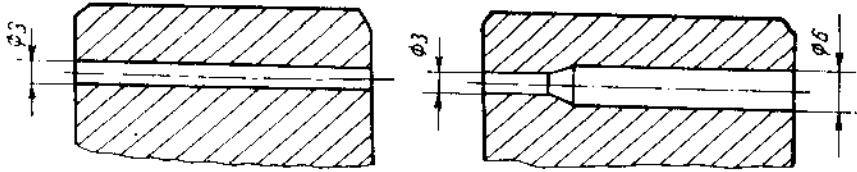
Cần hạn chế lỗ nhỏ và dài để giảm bớt nguy cơ gãy dụng cụ. Tuy nhiên để đảm bảo tính năng của chi tiết thì cần phải dùng mũi khoan lớn hơn gia công trước với phần lớn chiều dài và dùng mũi khoan nhỏ thực hiện gia công phần chiều dài còn lại (hình 7.46).



Hình 7.45. Bố trí chiều dài lỗ và trục doa trên máy NC.

a- khoảng cách hai thành hộp $\leq 4d$; b- khoảng cách hai thành hộp $> 4d$.

Trên các trung tâm gia công có thể cắt ren một cách an toàn chỉ với đường kính M4 trở lên. Ở những lỗ ren không thông phải khoan vượt quá chiều dài ren từ 30% ÷ 50%, phần dài hơn này để làm chỗ chứa phoi.



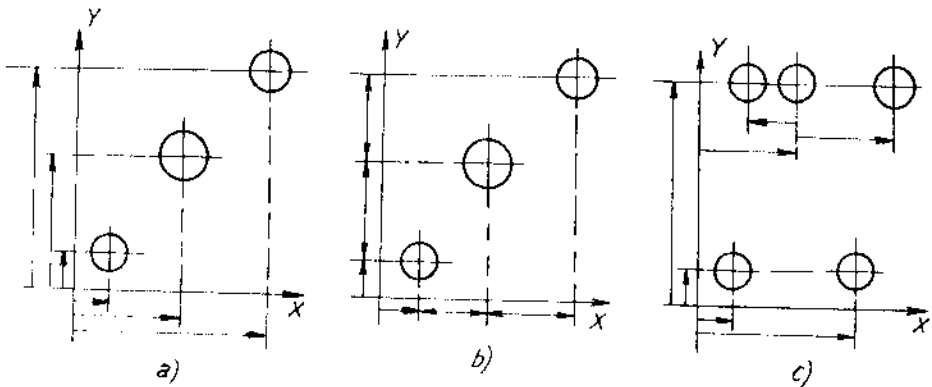
Hình 7.46. Kết cấu lỗ nhỏ và dài.

a) không thích hợp; b) thích hợp

Cần hạn chế các lỗ khoan với nhiều kích thước khác nhau.

Khi thiết kế các chi tiết máy gia công trên máy NC, việc ghi kích thước phải phù hợp đối với sản xuất trên máy NC. Tạo điều kiện cho chương trình NC sử dụng trực tiếp được bản vẽ thiết kế cơ khí. Do đó việc ghi kích thước có thể xuất phát từ một hoặc hai chuẩn gá vuông góc nhau. Có 3 cách ghi kích thước (hình 7.47) sau:

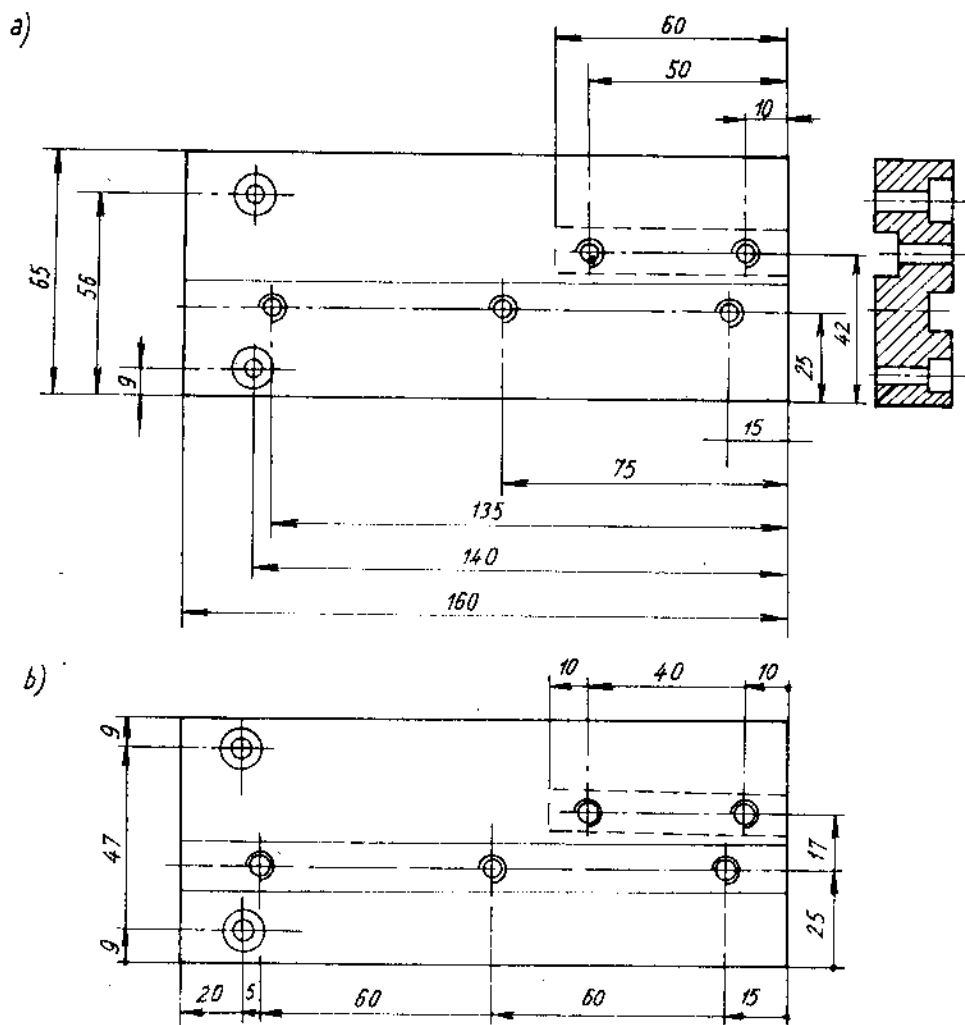
- Ghi kích thước tuyệt đối (hình 7.47a) cho biết khoảng cách của một bề mặt tới chuẩn gốc.
- Ghi kích thước tương đối (hình 7.47b) cho biết khoảng cách của một bề mặt tới bề mặt trước nó. Cũng có thể gọi là phương pháp ghi kích thước theo gia số.
- Ghi kích thước hỗn hợp (hình 7.47c) kết hợp cả hai cách trên.



Hình 7.47. Cách ghi kích thước phù hợp với chương trình NC.

a) kích thước tuyệt đối; b) kích thước tương đối; c) kích thước hỗn hợp.

Trong thực tế phương pháp ghi kích thước tuyệt đối hay được dùng. Trên hình 7.48 trình bày cụ thể một bản vẽ của một chi tiết máy được ghi kích thước theo các phương pháp này.



Hình 7.48. Ví dụ về ghi kích thước cho chi tiết máy gia công trên NC.

a) kích thước tuyệt đối; b) kích thước tương đối

7.4. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU

Sự phân tích và kiểm tra mức độ đạt được của tính công nghệ trong kết cấu thường được tiến hành trong hai giai đoạn. Một mặt tiến hành trong quá trình thiết kế, đó là khi đề xuất phương án của sản phẩm tổng thể và khi thiết kế từng phần riêng của máy, một mặt tiến hành sau khi hoàn thiện kết cấu sản phẩm tổng thể.

Thế nhưng tính công nghệ không thể đánh giá tuyệt đối, mà nó luôn cần thiết phải so sánh với sản phẩm của một loại tương tự mà thông thường là phải so sánh với kiểu đã có trước đó.

Ở các phần trên đã nêu ra những yếu tố có ảnh hưởng đến tính công nghệ trong kết cấu. Từ đó nên chọn yếu tố có lợi cho tính công nghệ. Nhìn chung có thể xếp các chỉ tiêu tính công nghệ vào ba nhóm sau:

- Chỉ tiêu về sự tiêu tốn vật liệu.
- Chỉ tiêu về khối lượng lao động cho gia công và lắp ráp.
- Chỉ tiêu về sự giảm chi phí sản xuất bằng các biện pháp kinh tế - công nghệ.

7.4.1. Chỉ tiêu về sự tiêu tốn vật liệu

Liên quan đến chỉ tiêu này bao gồm các yếu tố đã được trình bày ở phần trên như: sự đơn giản và hợp lý của kết cấu; chọn vật liệu ban đầu và phương pháp tạo phôi; trọng lượng máy, bộ phận và chi tiết nhỏ nhất. Khi thiết kế để đảm bảo sự tiêu tốn vật liệu là ít nhất phải dựa vào các yếu tố này. Có như vậy chi tiết mới có tính công nghệ. Tuy nhiên để đánh giá về lượng theo chỉ tiêu này còn phải kết hợp với các chỉ tiêu khác sẽ trình bày ở dưới đây.

7.4.2. Chỉ tiêu về khối lượng lao động cho gia công và lắp ráp

Liên quan đến chỉ tiêu này bao gồm các yếu tố đã được trình bày ở phần trên như: độ chính xác chế tạo và độ nhám bề mặt; cách ghi kích thước và chọn dung sai hợp lý; hình dáng hình học của chi tiết hợp lý.

Những yếu tố này đều có ảnh hưởng đến khối lượng lao động chế tạo và lắp ráp chi tiết. Một chi tiết máy hoặc máy có tính công nghệ khi kết cấu của nó được đánh giá là có khối lượng lao động và vật liệu chế tạo ra nó là ít

nhất. Thế nhưng khối lượng lao động và vật liệu chế tạo ra máy phụ thuộc không chỉ vào kết cấu mà còn phụ thuộc đáng kể vào quá trình công nghệ được chọn, vào trình độ trang bị công nghệ và chế độ gia công. Cho nên khi xác định tính công nghệ trong kết cấu người ta dùng tỷ số giữa khối lượng lao động chế tạo ra chi tiết đó và khối lượng lao động chế tạo cũng với chi tiết ấy nhưng theo phương án kết cấu khác khi cùng một điều kiện sản xuất như nhau.

Nếu ta ký hiệu tính công nghệ trong kết cấu của hai phương án kết cấu chi tiết là K_1 và K_2 , và khối lượng lao động chế tạo ra chúng khi cùng một điều kiện sản xuất là T_1 và T_2 thì:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ hay } K_1 = m \cdot K_2 \quad (7.2)$$

Trong đó:

$$m = \frac{T_1}{T_2} \text{ là mức độ tính công nghệ của phương án kết cấu thứ nhất.}$$

Đối với n kết cấu như nhau của chi tiết thì mức độ tính công nghệ của các phương án khác nhau bao gồm:

$$m_1 = \frac{T_1}{T_n}; m_2 = \frac{T_2}{T_n}; m_3 = \frac{T_3}{T_n}; m_{n-1} = \frac{T_{n-1}}{T_n} \quad (7.3)$$

Khi xác định khối lượng lao động chung để chế tạo ra máy ta lấy tổng khối lượng lao động chế tạo từng chi tiết, và khối lượng lao động lắp ráp thành các bộ phận và máy. Cho nên tính công nghệ của kết cấu máy có thể xem như là tổng tính công nghệ trong kết cấu của từng chi tiết và bộ phận.

Khối lượng lao động chung chế tạo ra máy có thể được xác định chỉ sau khi việc thiết kế công nghệ sản xuất chúng đã xong, có nghĩa là khi kết cấu máy đã được hình thành. Điều đó nói lên rằng việc phân tích những yếu tố ảnh hưởng đến tính công nghệ có thể thấy rõ ràng nhưng đánh giá nó bằng một chỉ tiêu, một số đo cụ thể là không đơn giản.

7.4.3. Chỉ tiêu về sự giảm chi phí sản xuất bằng các biện pháp kinh tế - công nghệ

Liên quan đến chỉ tiêu này có các yếu tố như tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa chi tiết. Đây là một biện pháp có tính chất tổ chức kỹ

thuật nhằm giảm được số loại chi tiết và làm tăng được số lượng chi tiết gia công trong loạt. Nhờ đó cho phép áp dụng các biện pháp công nghệ hợp lý và tiên tiến nhằm giảm khối lượng lao động chế tạo ra các chi tiết và máy, dẫn đến giảm chi phí sản xuất.

Vậy thì việc áp dụng tiêu chuẩn hóa, điển hình hóa và thống nhất hóa cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến tính công nghệ trong kết cấu của máy. Dựa vào yếu tố này có thể đánh giá về lượng của tính công nghệ trong kết cấu.

Theo phương pháp này chỉ tiêu tính công nghệ là tỷ số giữa số lượng tên của các chi tiết hay bộ phận đã được thống nhất hóa và số lượng tổng các chi tiết hay bộ phận có trong máy.

Nếu ta ký hiệu số lượng tổng các chi tiết có trong máy là N , và số lượng tên các chi tiết nguyên bản (đã thống nhất hóa) là n , thì tỷ số $\frac{n}{N} = y$ được gọi là hệ số thống nhất hóa của chi tiết máy.

Ta nhận thấy rằng tỷ số $\frac{n}{N}$ càng nhỏ, có nghĩa là hệ số thống nhất hóa càng nhỏ, thì mức độ thống nhất hóa của các chi tiết máy càng cao. Và như vậy mức độ thống nhất hóa là:

$$\varepsilon = \frac{1}{y} \quad (7.4)$$

Ví dụ, nếu một máy có số lượng tổng các chi tiết là $N = 745$, và tên các chi tiết nguyên bản (đã thống nhất hóa) là $n = 149$, thì hệ số thống nhất hóa của máy đã cho là:

$$y = \frac{n}{N} = \frac{149}{745} = 0,2$$

Tất cả các chi tiết của một máy bất kỳ đều có thể xếp thành từng loại và có thể xác định được hệ số thống nhất hóa của các chi tiết trong mỗi loại. Trong trường hợp đó hệ số thống nhất hóa trung bình của các chi tiết trong toàn máy y_{tb} được xác định như trung bình số học tổng các giá trị của từng hệ số thống nhất hóa theo mỗi loại.

$$\text{Nghĩa là: } y_{tb} = \frac{1}{x} \sum_{i=1}^x \frac{n}{N} \quad (7.5)$$

Trong đó: x - số loại mà theo đó các chi tiết máy được tập hợp.

Tính công nghệ trong kết cấu máy theo mức độ thống nhất hóa của từng bộ phận kết cấu cũng có thể được xác định theo phương pháp này.

Nếu như ta ký hiệu số lượng chung của từng bộ phận kết cấu trong máy (như lỗ, đường kính ren, đường kính các cổ trục...) là N_i , và số lượng khác nhau của các bộ phận này là n_i , thì tỷ số $\frac{n_i}{N_i} = y_i$ đặc trưng cho hệ số thống nhất hóa của các bộ phận đã cho trong máy.

Trong trường hợp này hệ số thống nhất hóa trung bình của từng bộ phận y_{tb} được xác định theo công thức:

$$y_{tb} = \frac{1}{x} \sum_{i=1}^x \frac{n_i}{N_i} \quad (7.6)$$

trong đó: x - số lượng các bộ phận khác nhau.

Mức độ thống nhất hóa của bộ phận sẽ được xác định:

$$\varepsilon_i = \frac{1}{y_i} \quad (7.7)$$

Như vậy là mức độ thống nhất hóa càng cao thì tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết, bộ phận và toàn máy càng cao.

Ngoài phương pháp đánh giá tính công nghệ trong kết cấu như trên còn có thể đánh giá tính công nghệ dựa trên chi phí cho sản xuất từ khâu tạo phôi cho đến gia công hoàn thiện chi tiết. Chúng ta nhận thấy rằng chỉ tiêu bao trùm nhất và có thể dùng trong mọi trường hợp là giá thành chế tạo sản phẩm. Giá thành chế tạo sản phẩm thể hiện được khối lượng lao động bỏ ra trong toàn bộ quá trình sản xuất ra sản phẩm cũng như chi phí về vật liệu, thử nghiệm, điều chỉnh, v.v... Giá thành sản phẩm được tính dựa trên chi phí sản xuất. Chi phí cho sản xuất được tính theo công thức:

$$N = M + N_o + \frac{N_{sp}}{n} + \frac{N_p}{n_p} \quad (7.8)$$

Trong đó: N - chi phí cho sản xuất

M - chi phí cho vật liệu phôi

N_o - chi phí cho gia công chi tiết

- N_{sp} - chi phí cho thiết kế và sản xuất đồ gá để gia công chi tiết
- N_p - chi phí cho thiết kế và sản xuất các trang bị cần thiết cho sản xuất phôi
- n - số chi tiết sẽ được sản xuất trong thời gian nhất định
- n_p - số lượng phôi sẽ được sản xuất trong thời gian tuổi thọ của trang bị sản xuất phôi

Tính công nghệ trong kết cấu của máy, của các chi tiết và các bộ phận máy cần được xem xét ngay trong quá trình hình thành chúng từ khâu thiết kế đến chế tạo chúng. Nghĩa là thực hiện kiểm tra tính công nghệ từ bản vẽ chi tiết trong giai đoạn tạo dựng thiết kế kết cấu máy. Bản vẽ chi tiết, bộ phận máy hay toàn máy sau khi thiết kế sơ bộ được đưa đến kiểm tra tính công nghệ và xét tính công nghệ trong kết cấu ở điều kiện này có thể chi theo tính chủ quan hay là phụ thuộc vào trình độ kiến thức nhà công nghệ, người thực hiện kiểm tra tính công nghệ. Để đánh giá khách quan tính công nghệ trong kết cấu máy, các chi tiết máy và bộ phận của nó cần thiết phải dựa vào các yếu tố ảnh hưởng và cách đánh giá đã trình bày trên đây.

Chương 8

CHỌN PHÔI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI

Chi phí phôi chiếm từ 20% ÷ 50% giá thành sản phẩm. Vì vậy việc chọn vật liệu phôi, phương pháp tạo phôi và gia công chuẩn bị phôi hợp lý chẳng những góp phần đảm bảo yêu cầu kỹ thuật của chi tiết mà còn giảm chi phí, góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của quá trình sản xuất.

8.1. CƠ SỞ KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA VIỆC CHỌN PHÔI

Việc nghiên cứu tìm ra các loại vật liệu mới cũng như nghiên cứu tối ưu hóa quá trình tạo phôi là nhiệm vụ của kỹ sư các ngành công nghệ vật liệu, đúc, gia công áp lực và hàn. Nhiệm vụ của người kỹ sư công nghệ chế tạo máy là chọn đúng chủng loại vật liệu phôi và phương pháp tạo phôi.

Hai yêu cầu cơ bản của việc chọn phôi là:

- Đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm.
- Đảm bảo chi phí phôi nhỏ nhất góp phần giảm chi phí sản xuất.

Muốn vậy người ta phải dựa vào yêu cầu kỹ thuật, hình dạng, kích thước của chi tiết, dạng sản xuất và cơ sở vật chất - kỹ thuật của cơ sở sản xuất để giải quyết các vấn đề sau đây:

8.1.1. Chọn vật liệu chế tạo phôi

Xuất phát từ yêu cầu kỹ thuật và điều kiện làm việc của chi tiết để chọn đúng chủng loại vật liệu có các tính chất cơ lý thích hợp. Chọn vật liệu không đúng chủng loại sẽ không đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật hoặc dẫn đến chi phí phôi tăng do vật liệu quá tốt không cần thiết.

8.1.2. Chọn phương pháp chế tạo phôi

Việc chọn phương pháp chế tạo phôi trước hết phải dựa vào yêu cầu kỹ thuật, hình dạng, kích thước của chi tiết cần gia công, dạng sản xuất và cơ sở vật chất - kỹ thuật của cơ sở sản xuất.

Nếu chi tiết làm việc ở trạng thái chịu tải phức tạp như tải trọng thay đổi, kéo-nén, uốn, xoắn đồng thời cần chọn phôi đã qua gia công áp lực. Nếu chi tiết có dạng trục và tiết diện ngang ít thay đổi nên chọn phôi là thép cán. Nếu chi tiết có yêu cầu chịu tải không phức tạp nên chọn phôi được chế tạo bằng phương pháp đúc.

Dạng sản xuất sẽ quyết định phương pháp tạo phôi. Nếu sản xuất đơn chiếc nên chọn phương pháp tạo phôi đơn giản như rèn tự do hay đúc trong khuôn cát để chi phí đầu tư cho khâu tạo phôi thấp. Nếu sản xuất hàng loạt nên chọn các phương pháp tạo phôi có độ chính xác cao như dập thể tích (còn gọi là rèn khuôn) hay đúc trong khuôn kim loại hoặc đúc mẫu chảy để đạt được độ chính xác cao, lượng dư gia công cơ đồng đều và nhỏ, giảm được chi phí gia công mặc dù chi phí đầu tư cho công nghệ tạo phôi tăng.

Để đánh giá hiệu quả sử dụng vật liệu gia công người ta dùng hệ số sử dụng vật liệu K:

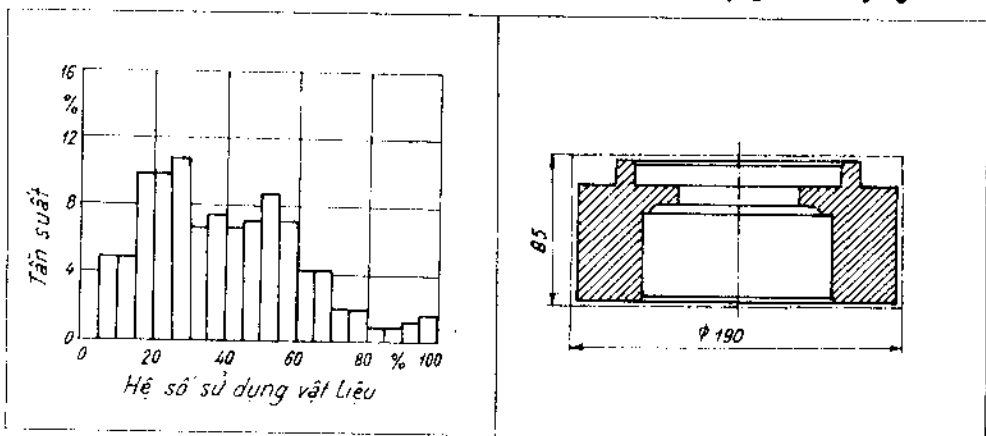
$$K = \frac{G_{\text{cht}}}{G_{\text{ph}}} \quad (8.1)$$

Trong đó: G_{cht} - khối lượng của chi tiết (kg)

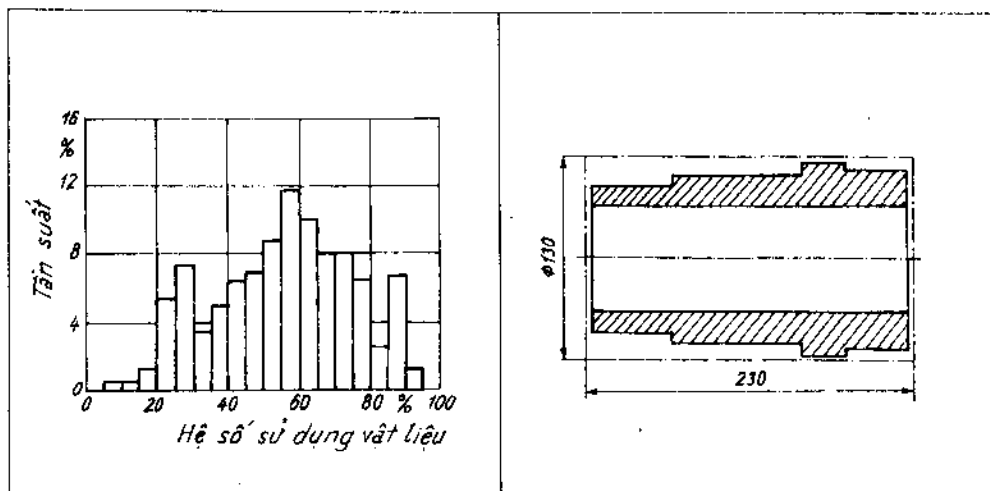
G_{ph} - khối lượng của phôi (kg)

Các bảng 8.1+8.3 là các ví dụ về các chi tiết có hệ số K thấp.

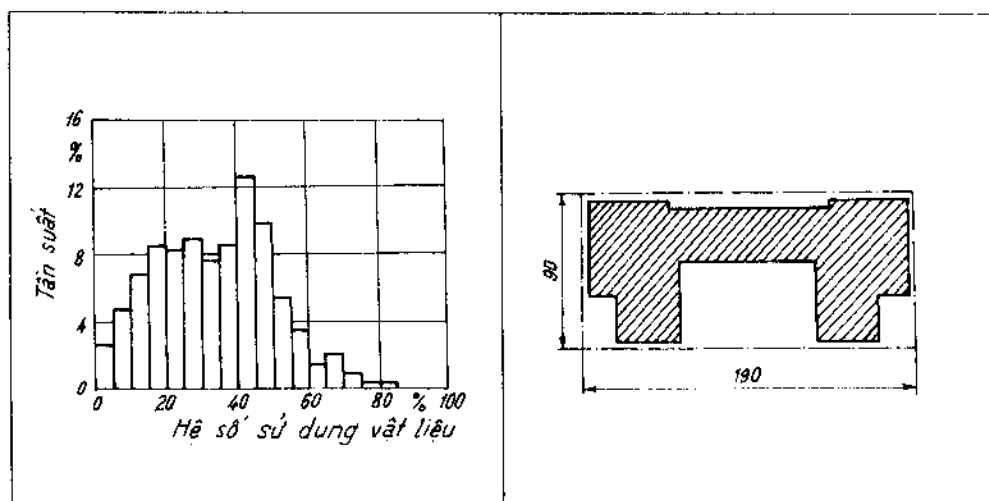
Bảng 8.1. Sự phân bố của hệ số sử dụng vật liệu đối với phôi có dạng tròn xoay ngắn



Bảng 8.2. Sự phân bố của hệ số sử dụng vật liệu đối với phôi có dạng tròn xoay dài.



Bảng 8.3. Sự phân bố của hệ số sử dụng vật liệu đối với phôi có hình dạng bất kỳ.



Xu hướng chung hiện nay là đẩy mạnh nghiên cứu thực hiện tối ưu hóa quá trình tạo phôi nhằm nâng cao độ chính xác về hình dạng, kích thước và chất lượng bề mặt của phôi dẫn tới nâng cao hệ số sử dụng vật liệu K, giảm chi phí gia công cơ góp phần giảm chi phí sản xuất. Vì thế hệ số K còn thể hiện trình độ kỹ thuật của nền sản xuất của một quốc gia.

Số liệu ở các bảng 8.1, 8.2, 8.3 cho thấy hệ số sử dụng vật liệu phân bố rất rộng.

8.2. VẬT LIỆU PHÔI

Tuỳ theo yêu cầu kỹ thuật phôi có thể được chế tạo từ các loại vật liệu sau đây:

8.2.1. Vật liệu kim loại

Vật liệu kim loại bao gồm kim loại đen, kim loại màu và các hợp kim của chúng.

8.2.1.1. Thép

Có nhiều loại thép khác nhau nhưng trong ngành chế tạo máy thường sử dụng các loại thép chính sau đây:

a) Thép cacbon

Thép cacbon là hợp kim trên cơ sở sắt và cacbon có hàm lượng $C \leq 2.14\%$. Thép cacbon có các ưu điểm chính sau đây:

- Do không phải dùng nguyên tố hợp kim và quá trình nấu luyện đơn giản nên giá thành thấp.

- Có cơ tính đảm bảo ở một mức độ nhất định. Sau khi nhiệt luyện thép cacbon cao có độ cứng tương đương thép hợp kim có hàm lượng C tương tự.

- Tính công nghệ tốt: dễ đúc, hàn, gia công áp lực và cắt gọt.

Sơ với thép hợp kim, thép cacbon có các nhược điểm sau:

- Độ bền, độ dẻo và độ dai va đập thấp.

- Độ thấm tôi thấp.

- Khi làm việc ở nhiệt độ cao ($>300^\circ$) thì độ bền và độ cứng rất thấp.

- Khả năng chống mài mòn thấp do trong thép không tồn tại hoặc tồn tại rất ít các loại cacbit hợp kim.

- Khả năng chống ăn mòn ngay cả trong môi trường khí quyển thấp vì dễ tạo thành oxit sắt.

Thép cacbon được sử dụng rộng rãi để chế tạo các chi tiết máy có yêu cầu cơ tính không cao.

Theo công dụng thép cacbon được chia ra:

- Thép cacbon thông dụng (còn gọi là thép cacbon chất lượng thường) có các ký hiệu theo TCVN từ CT31, CT33, CT34... CT61, trong đó C là nguyên tố cacbon, T là thép, các con số ghi giới hạn bền của thép (σ_b , N/mm²).

Ví dụ: Thép CT38 là thép cacbon thông dụng có giới hạn bền $\sigma_b = 380 \div 390$ N/mm²).

Thép cacbon thông dụng có cơ tính không cao, chỉ dùng để chế tạo các chi tiết máy làm việc trong điều kiện chịu tải trọng nhỏ.

- Thép cacbon kết cấu là nhóm thép cacbon chất lượng tốt, có hàm lượng tạp chất S và P thấp ($S \leq 0,04\%$, $P \leq 0,035\%$), hàm lượng cacbon và chỉ tiêu cơ tính chính xác, có các ký hiệu Co8; C10; C15; C20; ...; C85, trong đó C là cacbon, các con số biểu thị hàm lượng cacbon tính theo phần vạn.

Thép cacbon kết cấu thường dùng chế tạo các chi tiết chịu tải trọng cao và phức tạp như trục, bánh răng, tay biên...

- Thép cacbon dụng cụ có hàm lượng cacbon cao ($0,7 \div 1,3\%$), lượng tạp chất S, P thấp ($<0,025\%$), theo TCVN thép cacbon dụng cụ có các ký hiệu CD70; CD80; ...; CD130, trong đó C là cacbon, D là dụng cụ, các con số chỉ lượng cacbon theo phần vạn, độ cứng nằm trong khoảng $187 \div 217$ HB.

Thép cacbon dụng cụ sau nhiệt luyện có độ cứng cao nhưng khả năng chịu nhiệt thấp nên thường dùng chế tạo các loại dụng cụ cắt có tốc độ thấp như đục, dũa, tarô...

b) Thép hợp kim

Thép hợp kim là hợp kim Fe-C có chứa các nguyên tố hợp kim như Mn, Si, Cr, Ni, Ti, W, Mo, ... đồng thời lượng tạp chất S, P, O rất thấp. So với thép cacbon thép hợp kim có các ưu điểm sau:

- Ở trạng thái chưa nhiệt luyện cơ tính của thép hợp kim không khác biệt so với thép cacbon. Sau nhiệt luyện thép hợp kim có độ bền và độ cứng cao nhưng độ dẻo và dai giảm.

- Thép hợp kim giữ được độ cứng ở nhiệt độ 800° , giữ được khả năng chống oxy hóa ở môi trường $800 \div 1000^\circ\text{C}$, do đó thép hợp kim có khả năng chống mài mòn và ăn mòn cao.

- Tính công nghệ kém so với thép cacbon: khó đúc, khó hàn, khó cắt gọt hơn, nhất là các thép hợp kim có chứa hàm lượng nguyên tố hợp kim lớn.

Thép hợp kim thường dùng để chế tạo các chi tiết máy làm việc trong điều kiện tải trọng lớn, yêu cầu khả năng chống mài mòn cao như bánh răng, trục, các bulông, đai ốc chịu lực...

Có nhiều cách phân loại thép hợp kim nhưng phân loại theo công dụng là phương pháp được sử dụng rộng rãi trong chế tạo máy. Dựa vào công dụng người ta chia thép hợp kim ra các nhóm sau đây:

- Thép hợp kim kết cấu có chứa 0,1÷0,85% C, hàm lượng nguyên tố hợp kim thấp. Các loại thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon thấp như 15Cr, 20Cr... được dùng để chế tạo các chi tiết máy có yêu cầu độ bền, độ dai va đập và độ cứng bề mặt cao. Do hàm lượng cacbon thấp nên trước khi nhiệt luyện phải thấm cacbon. Sau khi nhiệt luyện bề mặt chi tiết có độ cứng cao nhưng bên trong vẫn không thấm tới nên không bị giòn.

Ví dụ, thép hợp kim kết cấu hàm lượng cacbon thấp 20Cr thường dùng để chế tạo bánh răng có môđun nhỏ, trục có yêu cầu chống mài mòn cao. Các thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon trung bình (40Cr, 40CrMn) dùng để chế tạo trục, bánh răng, sau nhiệt luyện đạt độ cứng trung bình từ 48 ÷ 52 HRC có khả năng chống mài mòn và có độ bền cao.

- Thép hợp kim dụng cụ có hàm lượng cacbon từ 0,7 ÷ 1%, sau nhiệt luyện đạt độ cứng 60 ÷ 62 HRC, thường dùng để chế tạo các khuôn đột dập, ví dụ, thép 90Cr Si, 100 CrWMn...

- Thép hợp kim đặc biệt là thép hợp kim có chứa những nguyên tố hợp kim phù hợp để tạo cho thép có những tính chất đặc biệt.

- Thép ổ lăn theo TCVN 4805-90 có ký hiệu OL (ổ lăn) với các con số kèm theo chỉ phần vạn cacbon và phần trăm lượng nguyên tố hợp kim.

Ví dụ, thép OL100 Cr2 chứa 0,95 ÷ 1,05% C, 1,3 ÷ 1,65% Cr, 0,2 ÷ 0,4% Mn, 0,17 ÷ 0,37% Si.

Thép ổ lăn sau nhiệt luyện có độ cứng, độ bền và khả năng chống mài mòn cao. Thép ổ lăn dùng để chế tạo các ổ lăn, trục cán, tarô, bàn ren, vòi phun, kim phun của bộ vòi bơm cao áp...

- Thép không gỉ là họ hợp kim trên cơ sở của sắt có chứa các nguyên tố

hợp kim như Cr, Mo, Si, Ni, Mn... Khi lượng Cr > 12% thép sẽ không bị oxy hóa (không gỉ) trong môi trường oxy hóa. Xuất phát từ yêu cầu kỹ thuật khi làm việc mà các chi tiết máy có thể được chế tạo từ các loại thép không gỉ khác nhau có khả năng bền đối với các môi trường ăn mòn yếu (không khí, nước ngọt...) hay môi trường ăn mòn mạnh (dung dịch axit, muối...).

- Thép hợp kim chịu nhiệt là hợp kim trên cơ sở của Fe có chứa các nguyên tố hợp kim như Cr, Mo, W, Ni, V, Si. Thép hợp kim chịu nhiệt có 2 tính chất cơ bản:

+ Tính bền hóa học ở nhiệt độ cao, nghĩa là, có khả năng chống lại sự phá hủy của môi trường ở nhiệt độ cao như không tạo thành các loại oxit sắt Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO.

+ Giữ được độ bền cơ học ở nhiệt độ cao.

Nhờ 2 ưu điểm cơ bản đó, tùy theo thành phần hóa học cụ thể mà thép chịu nhiệt có thể được dùng để chế tạo các chi tiết làm việc ở môi trường nhiệt độ cao như ghi lò, suppap xả của động cơ đốt trong, nồi hơi...

8.2.1.2. Gang

Gang là hợp kim Fe-C với hàm lượng cacbon nằm trong khoảng 2,14% ÷ 6,67% và luôn chứa các nguyên tố khác như P, S, Si, Mn. Thông thường gang chứa 2 ÷ 4% Mn; 0,04 ÷ 0,65% P; 0,02 ÷ 0,15% S.

Thông thường người ta phân gang thành các loại sau đây:

a- Gang trắng

Gang trắng là hợp kim Fe-C với hàm lượng cacbon, silic thấp và nhận được khi làm nguội rất nhanh trong quá trình kết tinh từ gang lỏng. Người ta còn có thể cho thêm các nguyên tố hợp kim Cr, Mo, Ni để tăng khả năng chịu nhiệt, chống mài mòn và khả năng chống va đập của gang trắng. Cacbon tồn tại trong gang trắng dưới dạng cacbit sắt (Fe_3C) do đó có độ cứng của gang cao (450 ÷ 650 HB), tính đúc kém, khó gia công cắt gọt. Gang trắng chỉ dùng để chế tạo gang dẻo hoặc để chế tạo các chi tiết máy có yêu cầu chống mài mòn cao như bi nghiền, trục cán...

b- Gang xám

Gang xám là hợp kim Fe-C trong đó cacbon tồn tại dưới dạng grafit tấm. Thông thường gang xám có chứa 2,8 ÷ 3,6% C; 1,2 ÷ 2,8% Si;

0,5 ÷ 1,6% Mn, tới 0,65% P và 0,15% S. Theo TCVN gang xám được ký hiệu GX với 2 cặp số tiếp theo để chỉ độ bền kéo và nén tối thiểu.

Ví dụ: GX 15-32 có độ bền kéo 12 kG/cm², độ bền nén 20 kG/cm².

Gang xám có độ bền kéo thấp nhưng có độ bền nén cao, có khả năng chống mài mòn tốt, đặc biệt có tính công nghệ cao như dễ đúc, dễ gia công cắt gọt cho nên gang xám thường được dùng để chế tạo các thân máy, vỏ hộp tốc độ, bánh răng... Gang xám chiếm 80% tổng khối lượng gang đúc. Người ta cũng thường cho thêm vào gang xám những chất biến tính để tạo ra các loại gang xám có độ cứng thấp (90HB) nhưng có khả năng chống mài mòn cao để chế tạo các loại bạc đặc biệt dùng trong công nghiệp dệt sợi. GX 21-40; GX 24-44; GX 28-48; GX 32-52 sau khi biến tính bằng FeSi hoặc CaSi có cơ tính và khả năng chống mài mòn cao được dùng để chế tạo các chi tiết chịu tải trọng cao và chịu mài mòn. GX 35-56; GX 38-60 sau khi biến tính như trên nhưng cho thêm 0,3÷0,7%Cr; 0,5-0,8%Ni sẽ có cơ tính cao, có khả năng chịu mài mòn cao và có khả năng chống ăn mòn của môi trường ở nhiệt độ cao nên thường được dùng để chế tạo các block xilanh của máy nổ và chế tạo các chi tiết máy chịu tải trọng nặng. Gang xám chứa 0,35÷0,50% Cu hoặc Ni có tính đàn hồi cao được dùng để chế tạo xemăng.

- Gang xám biến trắng nhận được khi làm nguội rất nhanh lớp bề mặt của vật đúc bằng gang xám (ví dụ, đúc trong khuôn kim loại), do đó bề mặt vật đúc là gang trắng nhưng bên trong vẫn là gang xám.

Gang xám biến trắng có lượng C ≤ 3,5%, Mn ≤ 3%, 0,7÷0,8% Si, lượng P, S thấp.

Ngoài ra gang xám biến trắng còn có thể được hợp kim hóa với hàm lượng Cr ≤ 2,5%, Ni < 2,5%, 0,6% Mo để tăng lớp biến trắng. Độ cứng gang xám biến trắng giảm dần từ ngoài vào trong. Độ cứng lớp bề mặt đạt 400÷650HB. Độ bền kéo của gang xám biến trắng có thể đạt 100÷550Pa. Gang xám biến trắng thường dùng để chế tạo các chi tiết chịu tải lớn và chịu mài mòn như trục cán, bánh xe tàu hoả, các chi tiết cam...

c) Gang cầu

Gang cầu nhận được bằng cách biến tính gang xám bằng các nguyên tố cầu hóa như Mg, Ce và các nguyên tố đất hiếm để tạo ra graphit ở dạng cầu sau đó thực hiện biến tính lần thứ hai bằng FeSi, CaSi để chống biến trắng.

Gang cầu chứa 3,0-3,6%C; 2,0-3,0%Si; 0,2-1,0%Mn; 0,04-0,035%Mg; $\leq 0,03\%S$; $\leq 0,15\%P$. Do graphit tồn tại dưới dạng cầu nên gang cầu có độ bền và độ dẻo cao. Theo TCVN gang cầu được ký hiệu bằng chữ cái GC với hai cặp số để chỉ giới hạn bền kéo σ_b^k (kG/mm²) và độ dẻo δ (%).

Ví dụ: GC 40-10 có $\sigma_b^k \geq 400$ KG/mm², $\delta \geq 10\%$ độ cứng đạt 156÷197 HB.

Sau khi gia công nhiệt gang cầu có thể đạt $\sigma_b^k = 1000\div1300$ kG/mm², $\delta = 4\div8\%$, HB = 302÷369.

Gang cầu có cơ tính không thua thép nhưng lại có tính công nghệ cao như dễ đúc, dễ gia công cắt gọt, rẻ nên trong nhiều trường hợp gang cầu được dùng thay thế cho thép để chế tạo các chi tiết chịu tải trọng nặng và phức tạp, chịu mài mòn như trục khuỷu, cam, bánh răng truyền lực...

d) Gang giun

Từ gang xám ở thể lỏng, sau khi biến tính lần thứ nhất bằng các nguyên tố Ce, Mg và biến tính lần thứ hai bằng các chất graphit hóa như FeSi, CaSi... người ta nhận được gang có graphit tồn tại ở dạng giun (đang trung gian giữa tấm và cầu) gọi là gang giun. Gang giun có thành phần hóa học gần giống gang cầu nhưng graphit tồn tại dưới dạng "giun" do đó gang giun có cơ tính gần với gang cầu nhưng tính công nghệ lại gần với gang xám (dễ đúc, dễ gia công cơ) vì vậy gang giun được dùng thay thế cho gang cầu để chế tạo các chi tiết chịu va đập, chịu nhiệt, chịu mài mòn như nắp và bloc xilanh động cơ diesel, seemãng, guốc phanh tàu hoả, khuôn đúc thép...

e) Gang dẻo

Khi ủ gang trắng ở nhiệt độ từ 760÷1060°C (tùy theo thành phần của gang) trong khoảng 60÷120h graphit trong gang chuyển thành dạng cụm (còn gọi là dạng bông) ta nhận được gang dẻo. Ngày nay với các biện pháp công nghệ tiên tiến người ta có thể rút ngắn thời gian ủ xuống 12 đến 60h để giảm giá thành. Gang dẻo có cơ tính, đặc biệt là tính dẻo cao. Theo tiêu chuẩn Việt Nam gang dẻo được ký hiệu bằng chữ GZ và 2 cụm chữ số chỉ giới hạn bền kéo và độ dẻo.

Ví dụ: GZ 35-10 có $\sigma_b^k \geq 350$ MPa, $\delta \geq 10\%$.

Do cơ tính cao nhưng giá thành chế tạo cao nên gang dẻo chỉ được dùng

chế tạo các chi tiết có khối lượng nhỏ, có thành mỏng, chịu va đập dòn trong công nghiệp chế tạo máy kéo, ô tô, máy nông nghiệp, máy dệt.

Ngoài các loại gang thông dụng kể trên khi thay đổi thành phần và tỷ lệ nguyên tố hợp kim người ta còn có thể tạo ra các loại gang có tính chất đặc biệt như có khả năng chống ăn mòn trong môi trường ôxi hóa, muối, axit hoặc có khả năng làm việc ở nhiệt độ cao tới $800\div 900^{\circ}\text{C}$.

8.2.1.3. Kim loại màu và hợp kim màu

Kim loại màu và hợp kim màu bao gồm các loại chính sau đây:

a) Đồng và hợp kim đồng

Đồng nguyên chất có cơ tính thấp nên trong chế tạo máy thường chỉ dùng đồng dưới dạng hợp kim. Hợp kim đồng có 2 nhóm chính:

- La tông (còn gọi là đồng thau)

La tông là hợp kim đồng với Zn. Theo TCVN La tông được ký hiệu bằng chữ L với các chữ Cu, Zn và các chữ số chỉ hàm lượng trung bình của các nguyên tố tính theo phần trăm.

Ví dụ: L Cu Zn 40 P_b2 chứa trung bình 40% Zn, 2% P_b, còn lại là 58%Cu.

- Brông

Brông là hợp kim của đồng với các nguyên tố hợp kim khác như Sn, Zn, Al, P_b... Brông thiếc là hợp kim đồng với thiếc trong đó hàm lượng thiếc nhỏ hơn 13,5%. Brông thiếc có cơ tính cao, tính chống ăn mòn và khả năng chịu mài mòn tốt nên người ta thường sử dụng làm các bạc lót, bánh vít. Theo TCVN brông thiếc được ký hiệu bằng chữ B kèm theo tên các nguyên tố hợp kim và con số chỉ hàm lượng nguyên tố hợp kim tính theo %.

Ví dụ: B Cu Sn5 Zn5 P_b5 chứa 5% Sn, 5% Zn, 5% P_b, còn lại là đồng.

Brông nhôm là hợp kim Cu-Al trong đó lượng Al nhỏ hơn 9,4%. Brông nhôm có khả năng chống mài mòn và chống ăn mòn trong môi trường khí quyển hoặc nước biển. Do đó người ta thường dùng brông nhôm để chế tạo các chi tiết của máy bơm, gối đỡ.

b) Nhóm và hợp kim nhôm

Trong chế tạo máy ít khi dùng nhôm nguyên chất vì độ bền và độ cứng của nhôm thấp ($\sigma_b = 60 \text{ N/mm}^2$, độ cứng 25 HB), thường chỉ dùng nhôm dưới dạng hợp kim vì hợp kim nhôm nhẹ, có độ bền, độ cứng, khả năng chống mài mòn và chịu nhiệt cao. Hợp kim nhôm thường dùng để chế tạo các chi tiết máy như piston, tay biên và vỏ hộp tốc độ xe máy.

Trong chế tạo máy thường sử dụng 2 dạng hợp kim nhôm thông dụng sau đây:

a- Hợp kim nhôm biến dạng

Hợp kim nhôm biến dạng dùng để chế tạo các chi tiết bằng phương pháp gia công áp lực nóng hoặc nguội. Có 2 nhóm hợp kim nhôm biến dạng:

- Nhóm hợp kim nhôm biến dạng không hóa bền bằng nhiệt luyện gồm:

+ Hợp kim hệ Al-Mn có thể gia công biến dạng nóng hoặc nguội, có cơ tính cao, tính hàn tốt và có khả năng chống ăn mòn trong khí quyển, thường dùng để chế tạo các khung cửa trong các công trình xây dựng.

+ Hợp kim hệ Al-Mg có khối lượng riêng nhỏ, có tính hàn tốt, giới hạn bền mỗi tương đối lớn, có khả năng chống ăn mòn trong môi trường khí quyển và giảm chấn tốt. Hợp kim Al-Mg được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp chế tạo ô tô, thiết bị dệt và trong các công trình xây dựng.

- Nhóm hợp kim nhôm biến dạng hóa bền bằng nhiệt luyện gồm nhiều loại nhưng trong thực tế thường sử dụng 2 loại sau:

+ Hợp kim Al-Cu và Al-Cu-Mg (còn gọi là đũa) có các ký hiệu: AlCu4; 5Mg0,5MnSi; AlCu4,5Mg1,5Mn0,5Al; AlCu6,5Mn0,5Ti... Sau biến dạng, tôi và hóa già đũa có độ bền rất cao. Nếu tỷ lệ Mg/Cu hợp lý thì đũa giữ được độ bền ở nhiệt độ 200÷250°C. Tuy nhiên đũa có tính hàn và khả năng chống ăn mòn kém. Đũa ra được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt trong công nghiệp chế tạo máy bay, ô tô và tuabin.

+ Hợp kim Al-Mg-Si có cơ tính trung bình và tính hàn tốt, dễ gia công áp lực nóng, thường dùng để chế tạo các kết cấu phải hàn, các chi tiết làm việc ở nhiệt độ dưới 150°C.

b) Hợp kim nhôm đúc

Hợp kim nhôm đúc có tính đúc tốt (tính chảy loãng cao, khả năng điền

đầy khuôn tốt) nhưng tính dẻo thấp. Hợp kim nhôm đúc được ký hiệu bằng dãy ký hiệu tên các nguyên tố hợp kim, tiếp theo là con số chỉ tỷ lệ hàm lượng hợp kim và tận cùng có chữ Đ (đúc).

Ví dụ: AlSi12Cu2Mg1Mn0,6Ni1Đ: có 12% Si; 2% Cu; 1% Mg; 0,6% Mn; 1% Ni, có tính đúc tốt, hệ số giãn nở nhiệt nhỏ, khả năng chống ăn mòn tốt, do đó thường được dùng để chế tạo piston. Hợp kim nhôm đúc dạng Al-Cu có giới hạn mỏi lớn, giữ được cơ tính ở nhiệt độ cao nhưng khả năng chịu ăn mòn và tính đúc kém. Người ta sử dụng hệ hợp kim Al-Cu chế tạo ra các hợp kim nhôm bền nóng dùng để chế tạo các chi tiết làm việc ở môi trường nhiệt độ 250÷350°C.

8.2.2. Vật liệu phi kim

Vật liệu phi kim bao gồm các loại sau đây:

8.2.2.1. Vật liệu polyme

Polyme là một hợp chất gồm các phân tử được hình thành do sự lặp lại nhiều lần của một hay nhiều loại nguyên tử hay một nhóm nguyên tử liên kết với nhau với số lượng lớn để tạo nên một loạt tính chất mà chúng thay đổi không đáng kể khi lấy đi hoặc thêm vào một vài đơn vị cấu tạo (theo IUPAC: International Union for Pure and Applied Chemistry - Liên hiệp quốc tế về hóa học các hợp chất sạch và công nghiệp).

a) Phân loại

Có nhiều cách phân loại khác nhau nhưng trong thực tế người ta dùng các cách phân loại chủ yếu sau đây:

- Theo nguồn gốc hình thành vật liệu polyme được chia ra:
 - + Polyme thiên nhiên có nguồn gốc thực vật hoặc động vật như: xenlulo, cao su, protein, enzym.
 - + Polyme tổng hợp được sản xuất từ những loại monome bằng các phản ứng trùng hợp, trùng ngưng như: polyolefin, polyvinylclorit, nhựa phenolformandehyt, polyamit...

Theo khả năng chịu nhiệt người ta chia ra:

- + Polyme nhiệt dẻo (còn gọi là nhựa nhiệt dẻo) là loại polyme có khả năng chuyển hóa được từ trạng thái rắn sang trạng thái dẻo hoặc lỏng tùy

theo nhiệt độ nung. Nhiệt độ chuyển hoá trạng thái phụ thuộc vào từng loại vật liệu polyme cụ thể.

+ Polyme nhiệt rắn (còn gọi là nhựa nhiệt rắn) là vật liệu khi được nung nóng độc lập hoặc có trộn thêm chất đóng rắn sẽ chảy mềm để được tạo hình trong lòng khuôn. Sau khi đông cứng, khác với nhựa nhiệt dẻo, nhựa nhiệt rắn không thể chảy mềm lần thứ 2 dưới tác dụng của nhiệt và không hoà tan trong dung môi.

- Theo lĩnh vực ứng dụng người ta chia polyme thành chất dẻo, sợi, cao su, sơn và keo.

b) Tính chất cơ lý

Tính chất cơ lý của vật liệu polyme (được đặc trưng bằng môđun đàn hồi, giới hạn bền kéo, độ dai va đập và độ bền mỏi) thay đổi rất mạnh dưới tác động của nhiệt độ và thành phần hóa học của môi trường.

Môđun đàn hồi của các polyme rất thấp so với môđun đàn hồi của kim loại và nằm trong khoảng từ 7 MPa - $4 \cdot 10^3$ MPa (trong khi môđun đàn hồi của kim loại là $48 \cdot 10^3$ MPa ÷ $410 \cdot 10^3$ MPa).

Các polyme có giới hạn bền kéo vào khoảng 100 MPa, độ giãn dài tới 1000% trong khi kim loại và hợp kim có giới hạn bền kéo lớn (có thể đạt tới 4100 MPa), có độ giãn dài bé (ít kim loại có độ giãn dài lớn hơn 100%). So với kim loại các polyme có khối lượng riêng thấp (trong khoảng 0,9 ÷ 2,2 g/cm³), hệ số giãn nở nhiệt cao, độ dẫn điện thấp, có điện trở rất thấp vì vậy có tính cách điện cao.

c) Các chất phụ gia và các chất tăng cường

Các chất phụ gia:

Các chất phụ gia là các chất khi cho thêm chúng vào polyme sẽ làm thay đổi một số tính chất cơ lý của các polyme.

- Chất bột để cải thiện một số tính chất cơ lý nhưng chủ yếu để giảm giá thành sản phẩm. Các chất bột thường dùng là bột gỗ, bột tan, đất sét, bột nhẹ...

- Chất hóa dẻo có tác dụng tăng độ dẻo, giảm độ cứng của các polyme giòn ở nhiệt độ thường như PVC, epoxy... Các chất hóa dẻo ở dạng lỏng thường dùng là adipat, sebacat, polyeste aliphatic và các phốt phát.

- Chất ổn định có tác dụng làm giảm chậm thậm chí ức chế quá trình phân huỷ các polyme dưới tác dụng của oxy và ánh sáng, đặc biệt là các tia tử ngoại. Các chất chống oxy hóa thường dùng là các amin, phenol, photphit. Các chất ổn định cản trở sự tác dụng của ánh sáng thông dụng là muối than và một số chất hữu cơ khác.

- Các chất tạo màu thường dùng là TiO_2 , ZnO (màu trắng), CdS (màu vàng), oxit sắt (màu đỏ), coban alumimat (màu xanh) và phtaloxiamin (màu đen).

- Chất chống cháy khống chế quá trình bắt cháy đồng thời làm vật liệu khó cháy bằng cách ức chế phản ứng oxy hóa của các polyme hoặc bằng cách "làm lạnh" do phản ứng thu nhiệt mạnh (ví dụ, alumin, thiếc oxit).

Các chất tăng cường

Các chất tăng cường là những hợp chất được sử dụng dưới dạng hạt, bột, sợi (ngắn hoặc dài), vải dệt hoặc rối. Phối hợp các chất tăng cường với polyme để cải thiện tính chất cơ lý của vật liệu.

- Thủy tinh có tác dụng tăng độ bền cơ học, khả năng chống ăn mòn của môi trường, khả năng chịu nhiệt và tính cách điện. Thủy tinh dạng hình cầu có tác dụng nâng cao độ bền nén, dạng sợi ngắn từ 3 ÷ 300 mm hoặc dạng vải tăng khả năng chịu kéo dọc thớ sợi.

- Cacbon được sử dụng dưới dạng graphit bột có tác dụng tự bôi trơn hoặc dưới dạng sợi để tăng khả năng chịu tải phức tạp.

- Mica được dùng dưới dạng vảy (có kích thước 20 ÷ 450 μ m) làm tăng khả năng chịu nhiệt, có khả năng chống ăn mòn tốt trong môi trường nước.

d) Công nghệ gia công vật liệu polyme

Có nhiều phương pháp khác nhau để gia công vật liệu polyme. Để chế tạo các chi tiết phục vụ cho công nghiệp chế tạo trang thiết bị người ta thường sử dụng 2 phương pháp sau đây:

- Phương pháp đúc phun

Vật liệu polyme dưới dạng hạt được gia nhiệt tới trạng thái dẻo hoặc lỏng rồi được điền đầy khuôn dưới tác dụng của áp lực đẩy. Sản phẩm được định hình trong khuôn nhờ quá trình làm lạnh khuôn bằng nước. Toàn bộ quá trình cấp liệu, gia nhiệt, ép, lấy sản phẩm khỏi khuôn được tự động hóa

nên năng suất gia công rất cao, chu kỳ ép có khi chỉ cần $10 \div 30$ s. Sau khi tính toán thiết kế khuôn và điều chỉnh quá trình công nghệ ép hợp lý có thể chế tạo được các chi tiết chính xác thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật mà không cần qua gia công cắt gọt.

- Phương pháp đúc ép

Vật liệu được định lượng để ép lần 1 thành các phôi thô. Sau khi nung nóng sơ bộ phôi thô được đưa vào khuôn để gia nhiệt tiếp tới trạng thái lỏng đồng thời được diên đẩy trong khuôn dưới tác dụng của lực ép và được định hình trong khuôn. Phương pháp đúc ép cho năng suất thấp nên chỉ dùng để gia công các loại nhựa nhiệt cứng.

Ngoài hai phương pháp trên người ta còn chế tạo vật liệu polyme dưới dạng phôi trụ hoặc tấm sau đó dùng phương pháp gia công cắt gọt thông thường để chế tạo ra các chi tiết có độ chính xác cao như bánh răng, bạc, trục vít...

e) Ứng dụng của vật liệu polyme

Do có các đặc tính như độ bền, độ đàn hồi, khả năng cách nhiệt, cách điện, chống mài mòn và chống ăn mòn trong môi trường khí quyển cao, hệ số ma sát và khối lượng riêng nhỏ, đặc biệt là tính công nghệ cao (dễ gia công) thích hợp với dạng sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối nên vật liệu polyme được sử dụng rộng rãi trong đời sống và trong các ngành công nghiệp. Trong khuôn khổ có hạn chúng tôi chỉ nêu ra một số ứng dụng chính của vật liệu polyme trong lĩnh vực chế tạo thiết bị.

- Acrylonitritbutadienstyren (ABS) có độ bền cơ học và bền nhiệt cao, thường dùng chế tạo các loại suốt, các loại ống cuốn sợi trong công nghiệp dệt.

- Acrylic có khả năng cho ánh sáng xuyên qua tốt, thường dùng để chế tạo cửa kính dùng cho các phương tiện vận chuyển như ô tô, máy bay...

- Flocacbon (còn gọi là Teflon-TFE) có độ bền cơ học cao, hệ số ma sát nhỏ, không tan trong hầu hết các môi trường, thường dùng để chế tạo bạc lót, bánh răng, đệm chịu hóa chất...

- Polyamit (PA) có độ bền cơ học cao, khả năng chống mài mòn lớn, bền trong môi trường nước, thường được dùng để chế tạo các bạc lót cho các

xe máy, băng tải, máy bơm nước..., đặc biệt được dùng để chế tạo các bánh răng, con lăn và bản cách sợi trong ngành chế tạo thiết bị dệt.

8.2.2.2. Vật liệu composit

Vật liệu composit là vật liệu nhiều pha khác nhau về thành phần hóa học, không tan vào nhau, phân cách nhau bằng ranh giới pha và được sắp xếp theo ý đồ định trước nhằm phát huy tính ưu việt của từng pha.

a) Đặc điểm và phân loại vật liệu composit

+ Đặc điểm

Vật liệu composit có các đặc điểm sau:

- Vật liệu composit bao gồm nhiều pha (tối thiểu là 2 pha) phân cách nhau bằng ranh giới pha rõ rệt, các pha liên kết với nhau liên tục được gọi là nền, các pha phân bố gián đoạn (được nền bao bọc) được gọi là cốt.

- Tỷ lệ, hình dáng, kích thước, quy luật phân bố của cốt trên nền được xác định trước.

- Vật liệu composit không chứa đựng tất cả các tính chất của các pha thành phần riêng biệt mà chỉ lựa chọn và phát huy tính chất ưu việt của các pha thành phần.

+ Phân loại:

Dựa vào nền người ta chia ra các loại vật liệu composit sau đây:

- Vật liệu composit nền polyme.
- Vật liệu composit nền kim loại.
- Vật liệu composit nền gốm (keramic).
- Vật liệu composit nền hỗn hợp.

Dựa vào hình dạng và cấu trúc cốt người ta chia ra:

- Vật liệu composit cốt hạt.
- Vật liệu composit cốt sợi.
- Vật liệu composit cấu trúc lớp, tấm hay tổ ong.

b) Tính chất và ứng dụng của vật liệu composit

Nền của vật liệu composit đóng vai trò quan trọng và có các chức năng sau:

- Liên kết các phần tử cốt thành một khối vật liệu thống nhất.
- Bảo vệ cốt tránh khỏi tác động cơ học và hóa học của môi trường.
- Tạo khả năng thuận lợi cho việc gia công vật liệu composit nhằm thu được các chi tiết hoặc các sản phẩm đáp ứng các yêu cầu kinh tế - kỹ thuật.

Tùy theo thành phần các pha, dạng tương tác giữa các pha và cấu trúc của sự kết hợp mà vật liệu composit có các tính chất khác nhau.

- Vật liệu composit nền polyme cốt vải sợi tuý tinh có độ bền cao, có khả năng chống ăn mòn ở môi trường nước bẩn và môi trường axit, do đó được dùng để chế tạo các ống cống dẫn nước thải của các nhà máy hóa chất hoặc dùng để bọc các bể chứa dung dịch tẩy sợi trong các nhà máy dệt...

- Vật liệu composit nền polyme cốt SiO_2 (cát) và sỏi có độ bền nén cao, hệ số giãn nở bé, bền trong môi trường không khí và nước bẩn nên hiện nay được sử dụng rộng rãi trong ngành chế tạo máy để chế tạo thân máy, thân đồ gá, bàn máy, vỏ máy bơm nước...

- Vật liệu composit polyme cốt oxit nhôm dạng hạt hình cầu cho thêm sợi cacbon có độ bền ngang với thép nhưng rất nhẹ, do đó được dùng để chế tạo các bộ phận chuyển động như các cánh tay của các robot.

- Vật liệu composit hạt thô nền kim loại thực chất là các hợp kim cứng được tạo bằng phương pháp luyện kim bột có thành phần là các cacbit vonfram, cacbit titan, cacbit tantan (WC, TiC, TaC) được liên kết với nhau trên nền kim loại là coban. Các hợp kim cứng này có độ bền, độ cứng, khả năng chịu nhiệt và chống mài mòn cao nên thường được dùng để chế tạo dụng cụ cắt.

8.3. CÁC LOẠI PHÔI

Phôi có thể được chế tạo bằng các phương pháp đúc, gia công áp lực, hàn.

8.3.1. Phôi chế tạo bằng phương pháp đúc

Phôi đúc được chế tạo bằng cách rót kim loại lỏng vào khuôn có hình

dạng, kích thước xác định. Sau khi kim loại kết tinh ta thu được chi tiết có hình dạng, kích thước theo yêu cầu.

Phôi từ các kim loại đen, kim loại màu và hợp kim của chúng thường được chế tạo bằng phương pháp đúc.

8.3.1.1. Ưu, nhược điểm của phương pháp đúc

Phương pháp tạo phôi bằng đúc có các ưu điểm sau:

- Có thể đúc được tất cả các loại kim loại và hợp kim có thành phần khác nhau.

- Có thể đúc được các chi tiết có hình dạng, kết cấu phức tạp mà các phương pháp khác khó hoặc không chế tạo được.

- Tùy theo mức độ đầu tư công nghệ mà chi tiết đúc có thể đạt độ chính xác cao hay thấp.

Ngoài ra đúc còn có ưu điểm dễ cơ khí hóa, tự động hóa; cho năng suất cao, giá thành thấp và đáp ứng được tính chất linh hoạt trong sản xuất.

Tuy nhiên đúc cũng có nhược điểm tốn kim loại cho hệ thống đậu rót và đậu ngót và để kiểm tra chất lượng của vật đúc cần phải có thiết bị hiện đại.

8.3.1.2. Ý nghĩa kinh tế - kỹ thuật của đúc

Tạo phôi bằng phôi đúc có ý nghĩa rất lớn trong công nghiệp chế tạo máy. Hầu như không có ngành chế tạo thiết bị nào là không dùng các chi tiết hay các phôi được chế tạo bằng phương pháp đúc.

Để đánh giá mức độ sử dụng phôi đúc trong một ngành chế tạo thiết bị người ta đưa ra hệ số sử dụng phôi đúc K_d (bảng 8.4):

$$K_d = \frac{m_d}{m_{sph}} \quad (8.2)$$

Trong đó:

m_d - khối lượng các chi tiết được chế tạo từ phôi đúc.

m_{sph} - tổng khối lượng của các sản phẩm.

Bảng 8.4. Hệ số sử dụng phôi đúc K_d trong các ngành chế tạo thiết bị

Loại sản phẩm	K_d (%)
Động cơ diesel	45-52
Phương tiện giao thông	10-17
Mô tô - xe máy	24-30
Khớp nối	40-60
Máy ép trục khuỷu	25-50
Máy tiện	55-66
Máy mài	49-65
Máy ép nhựa	49-58
Máy bơm	65-90

Ngày nay công nghệ vật liệu được xem là một trong các ngành khoa học trọng điểm. Người ta đã tạo ra những vật liệu có tính chất ưu việt với giới hạn bền, độ bền nhiệt, khả năng chống mài mòn và ăn mòn trong môi trường khí quyển và hóa chất cao, hệ số ma sát và khối lượng riêng nhỏ... Do vậy kỹ thuật đúc ngày càng được phát triển theo hướng nâng cao hệ số sử dụng phôi đúc K_d và hệ số sử dụng vật liệu K để giảm chi phí vật liệu và chi phí gia công góp phần hạ giá thành sản phẩm.

8.3.1.3. Các loại phôi đúc

Căn cứ vào bản vẽ chi tiết kỹ sư công nghệ tính toán lượng dư gia công, thành lập bản vẽ phôi. Dựa vào chủng loại vật liệu, hình dạng, kích thước phôi, dạng sản xuất, điều kiện sản xuất người ta tiến hành chọn phương pháp đúc và thiết kế quy trình công nghệ đúc bao gồm quy trình nấu kim loại, thiết kế chế tạo khuôn, rót kim loại...

Để tạo phôi cho gia công cắt gọt thông thường người ta sử dụng các phương pháp đúc sau đây:

- Phương pháp đúc trong khuôn cát.

Phương pháp đúc trong khuôn cát có các ưu điểm sau:

+ Đúc được các loại vật liệu kim loại khác nhau có khối lượng từ vài chục gam đến vài chục tấn.

+ Đúc được các chi tiết có hình dạng phức tạp mà các phương pháp

khác khó hoặc không thể gia công được.

- + Tính chất sản xuất linh hoạt, thích hợp với các dạng sản xuất.
- + Đầu tư ban đầu thấp.
- + Dễ cơ khí hóa và tự động hóa.

Tuy nhiên đúc trong khuôn cát cũng có những nhược điểm như:

- + Độ chính xác vật đúc không cao dẫn tới lượng dư gia công lớn, hệ số sử dụng vật liệu K nhỏ.
- + Chất lượng phôi đúc thấp, thường có rỗ khí, rỗ xỉ, chất lượng bề mặt vật đúc thấp.

- Phương pháp đúc trong khuôn kim loại

Đúc trong khuôn kim loại có các ưu nhược điểm sau:

- + Độ chính xác về hình dạng và kích thước cao.
- + Tổ chức vật đúc mịn chặt, chất lượng bề mặt vật đúc cao.
- + Dễ cơ khí hóa và tự động hóa, năng suất cao.
- + Khối lượng vật đúc hạn chế, khó chế tạo được các vật đúc có hình dạng phức tạp và có thành mỏng, bề mặt chi tiết dễ bị biến cứng cho nên sau khi đúc thường phải ủ để chuẩn bị cho gia công cơ tiết theo.

Ngoài ra người ta còn dùng các phương pháp đúc áp lực, đúc trong khuôn mẫu chảy, đúc chân không, đúc ly tâm... để tạo phôi.

8.3.2. Phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực

Gia công kim loại bằng áp lực là dùng ngoại lực tác dụng thông qua các dụng cụ làm cho kim loại bị biến dạng ở trạng thái mạng tinh thể theo các hướng định trước để thu được chi tiết có hình dạng, kích thước theo yêu cầu.

Khi gia công kim loại bằng áp lực khối lượng và thành phần hóa học của vật liệu luôn luôn được duy trì.

8.3.2.1. Đặc điểm của phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực:

Dưới tác dụng của ngoại lực tinh thể kim loại được định hướng và kéo dài tạo thành tổ chức sợi hoặc thớ làm tăng khả năng chịu kéo dọc thớ và chịu cắt ngang thớ.

Trong quá trình biến dạng cấu trúc mạng bị xô lệch mất cân bằng làm cho tính dẻo của vật liệu giảm đi, độ cứng tăng lên. Quá trình đó được gọi là quá trình biến cứng. Mức độ biến cứng (bao gồm độ cứng và chiều sâu lớp biến cứng) phụ thuộc vào mức độ biến dạng.

Các ưu điểm cơ bản của phôi nhận được từ phương pháp gia công áp lực là:

- Cơ tính của vật liệu được cải thiện.

- Độ chính xác hình dạng, kích thước, chất lượng bề mặt phôi cao do đó giảm được thời gian gia công cắt gọt và tổn thất vật liệu, nâng cao hệ số sử dụng phôi K, góp phần giảm chi phí sản xuất.

- Rút ngắn được các bước của quá trình công nghệ.

- Dễ cơ khí hóa và tự động hóa nên nâng suất cao.

Bên cạnh các ưu điểm trên gia công áp lực cũng có những nhược điểm:

- Khó chế tạo các chi tiết có hình dạng phức tạp.

- Không áp dụng được đối với các kim loại và hợp kim có tính dẻo thấp như gang, hợp kim đồng...

- Tính linh hoạt của phương pháp bị hạn chế, ví dụ, dập thể tích (còn gọi là rèn khuôn) chỉ có ý nghĩa kinh tế khi số lượng chi tiết yêu cầu đủ lớn.

8.3.2.2. Các loại phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực

Có rất nhiều loại phôi được chế tạo từ các phương pháp gia công áp lực khác nhau, sau đây là một số loại phôi chính.

a) Phôi từ thép cán

Thép cán có hình dạng, kích thước tiết diện ngang và chiều dài theo tiêu chuẩn, độ chính xác, chất lượng bề mặt cao, thành phần hóa học ổn định hơn so với phôi đúc.

Phôi của các chi tiết có tiết diện ngang hình trụ hoặc hình chữ nhật thường được cắt từ thép cán, ví dụ, phôi các chi tiết dạng trục, bánh răng, bộ đôi bơm cao áp...

Sử dụng phôi cắt từ thép cán cho hệ số sử dụng vật liệu thấp, do đó thường chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc hoặc dùng trong sản xuất hàng

loạt với điều kiện hình dạng, kích thước tiết diện ngang của phôi gần giống với tiết diện ngang của chi tiết.

b) Phôi rèn tự do

Rèn tự do là dùng ngoại lực tác dụng (bằng tay hoặc bằng máy) thông qua các dụng cụ làm kim loại biến dạng tự do ở nhiệt độ rèn để tạo ra sản phẩm có hình dạng, kích thước theo yêu cầu.

Rèn tự do có các ưu điểm sau:

- Phương pháp gia công có tính linh hoạt cao, phạm vi gia công rộng (có thể gia công được vật nhỏ từ vài gam đến hàng trăm tấn), có thể gia công được các vật lớn hơn so với dập thể tích.

- Có khả năng biến tổ chức hạt thành tổ chức thớ phức tạp, do đó làm tăng khả năng chịu tải trọng của vật liệu.

- Thiết bị đơn giản, vốn đầu tư ít.

Rèn tự do có các nhược điểm sau:

- Độ chính xác về kích thước và hình dạng thấp, do đó để lại lượng dư gia công cắt gọt lớn, chi phí gia công cơ tăng, hệ số sử dụng vật liệu K thấp do đó hiệu quả kinh tế không cao.

- Chất lượng giữa các phần của phôi cũng như giữa các phôi không đồng đều và phụ thuộc vào tay nghề của công nhân.

- Năng suất thấp.

Rèn tự do được sử dụng rộng rãi trong sản xuất đơn chiếc, trong công nghiệp sửa chữa của tất cả các ngành chế tạo thiết bị, đặc biệt trong các ngành chế tạo tàu thủy, tàu hỏa... Khi chi tiết lớn và chịu tải trọng phức tạp thì hợp lý nhất là tạo phôi bằng phương pháp rèn tự do.

c) Phôi dập thể tích

Phôi dập thể tích có độ chính xác về hình dạng, kích thước và chất lượng bề mặt cao. Hầu như kim loại bị biến dạng ở trạng thái ứng suất khối nên tính dẻo cao hơn, do đó biến dạng triệt để, chế tạo được các phôi có hình dạng phức tạp, hệ số sử dụng vật liệu cao hơn so với rèn tự do.

Nhược điểm của dập thể tích là thiết bị cần có công suất lớn, không chế tạo được phôi lớn, chi phí chế tạo khuôn cao, do đó chỉ có hiệu quả khi số lượng chi tiết đủ lớn.

d) Phôi dập tấm

Phôi dập tấm có độ cứng vững, độ chính xác và chất lượng bề mặt cao, thường không phải gia công cơ hoặc gia công cơ rất ít do đó hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao.

Phương pháp tạo phôi bằng dập tấm dễ cơ khí hóa và tự động hóa, năng suất rất cao, phù hợp với sản xuất hàng loạt và hàng khối.

Phôi được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp chế tạo ô tô (chiếm tới 60% khối lượng sản phẩm), công nghiệp chế tạo thiết bị điện (60÷70%)...

8.3.3. Phôi hàn

Phôi hàn được chế tạo từ thép cán (thép tấm hoặc thép hình) nhờ ghép nối bằng hàn. Phôi hàn tiết kiệm được từ 30÷50% khối lượng vật liệu so với phôi đúc. Khi chế tạo các chi tiết dạng hộp ở dạng sản xuất đơn chiếc thì sử dụng phôi hàn là hợp lý nhất. Chất lượng phôi hàn phụ thuộc vào chất lượng mối hàn. Khi hàn vật bị nung nóng cục bộ tạo nên ứng suất dư lớn, tổ chức kim loại vùng gần mối hàn bị thay đổi theo chiều hướng xấu làm giảm khả năng chịu tải trọng động. Sau khi gia công cắt gọt và cùng với quá trình làm việc trạng thái ứng suất dư ở các mối hàn bị thay đổi dẫn đến chi tiết dễ bị biến dạng.

8.4. GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI

Chọn hình thức tổ chức gia công chuẩn bị phôi phụ thuộc vào bản chất công việc, dạng sản xuất và cơ sở vật chất kỹ thuật của nơi sản xuất.

Trong sản xuất hàng loạt lớn việc gia công chuẩn bị phôi được tiến hành tại phân xưởng riêng hoặc tại phân xưởng gia công phôi với đầy đủ các thiết bị chuyên dùng. Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ việc gia công chuẩn bị phôi được tiến hành rất linh hoạt: phần làm sạch được thực hiện ở phân xưởng đúc hoặc phân xưởng gia công áp lực, phần nắn thẳng, gia công lỗ tâm, gia công phá lại được tiến hành ở phân xưởng gia công cắt gọt. Đôi khi người ta kết hợp gia công chuẩn bị với gia công tạo chuẩn trong một nguyên công.

8.4.1. Cát bavia, đậu rớt, đậu ngọt

Bavia của phôi đập thể tích thường được cắt ngay trên khuôn. Bavia vật đúc được làm sạch bằng búa, đục hoặc máy mài cầm tay. Tùy theo kích thước phôi, đậu ngọt, đậu rớt của vật đúc có thể được cắt bằng ngọn lửa hàn hoặc dùng búa tay.

8.4.2. Làm sạch phôi

Làm sạch phôi loại bỏ cát và cháy cát dính bám trên bề mặt phôi đúc hoặc các vảy ôxit trên bề mặt phôi rèn để hạn chế mòn dao trong lần cắt gọt đầu tiên tiếp theo. Đối với sản xuất đơn chiếc hoặc loạt nhỏ người ta thường làm sạch thủ công bằng các dụng cụ đơn giản cầm tay như bàn chải sắt, đục, búa, máy mài cầm tay... Phương pháp này cho năng suất thấp, điều kiện lao động nặng nhọc.

Đối với sản xuất loạt vừa, loạt lớn và hàng khối, nếu chi tiết nhỏ việc làm sạch được tiến hành trong các tang quay có chứa các mảnh gang, thép nhọn và cứng, cát và cháy cát được làm sạch do va đập. Các chi tiết lớn được làm sạch bằng súng phun cát với áp lực cao hoặc các máy làm sạch bằng tia nước với áp lực phun lớn. Phương pháp này cho năng suất, chất lượng cao, điều kiện lao động được cải thiện nhưng đầu tư ban đầu lớn.

8.4.3. Cắt phôi

Thép cán có tiết diện tiêu chuẩn được cắt thành từng đoạn có kích thước yêu cầu bằng các phương pháp sau:

- Cưa tay:

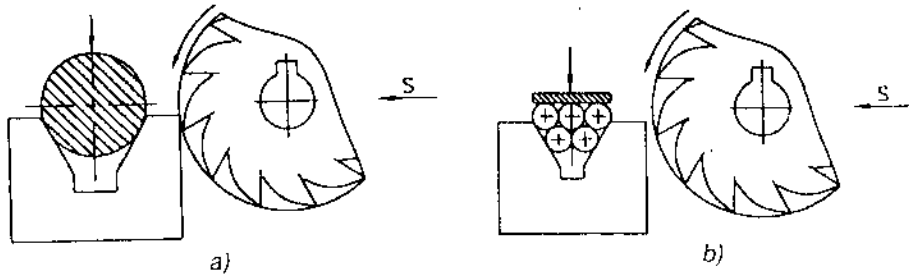
Cưa tay có nhược điểm mạch cắt không thẳng, cường độ lao động cao, năng suất thấp, do đó chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc để cắt các phôi có đường kính nhỏ.

- Cắt đứt bằng máy cưa cần:

Máy cưa cần có kết cấu đơn giản, giảm được cường độ lao động, có thể cắt được chi tiết có đường kính lớn tới vài trăm mm tùy theo kích thước của máy, mạch cắt hẹp ($1 \div 2,5$ mm). Tuy nhiên tốc độ cắt thấp và có hành trình chạy không nên năng suất thấp. Máy cưa cần thường được sử dụng ở các xí nghiệp có qui mô nhỏ vì vốn đầu tư thấp, dễ sử dụng.

- Cắt đứt bằng cưa đĩa:

Lưỡi cưa đĩa có chiều dày từ $3 \div 15$ mm, đường kính $D = 275 \div 2000$ mm, tốc độ cắt thép $V = 12 \div 30$ m/ph, cắt gang $V = 8 \div 13$ m/ph, cắt kim loại màu $V = 100 \div 200$ m/ph. Lượng tiến dao răng trong khoảng từ $0,01 \div 0,03$ mm/răng. Năng suất cắt bằng cưa đĩa cao do quá trình cắt liên tục, chất lượng mặt cắt tốt nhưng mạch cắt rộng.



Hình 8.1. Cắt phôi bằng cưa đĩa

a) Cưa một phôi trong 1 lần gá; b) Cưa nhiều phôi trong 1 lần gá

Khi cắt bằng cưa đĩa có thể cắt 1 hoặc nhiều chi tiết cùng một lúc (hình 8.1). Có 2 cách tiến dao khi cắt:

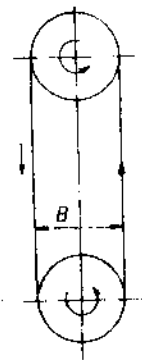
+ Cắt với lượng tiến dao S không đổi: khi cắt phôi tròn tiết diện cắt tăng dần từ ngoài vào tâm phôi sau đó lại giảm dần, do đó lực cắt và công suất cắt thay đổi từ min tới max rồi lại trở về min, vì thế ở giai đoạn đầu và cuối không sử dụng hết công suất.

+ Cắt với lượng tiến dao thay đổi: dùng cơ cấu thủy lực được điều chỉnh tự động đảm bảo lượng tiến dao trong quá trình cắt luôn thay đổi từ S_{max} tới S_{min} rồi lại tăng dần tới S_{max} phù hợp với sự thay đổi của tiết diện cắt từ F_{min} tới F_{max} rồi lại giảm dần tới F_{min} , do đó công suất cắt luôn luôn là hằng số và điều chỉnh S sao cho tận dụng tối đa công suất của máy.

Cắt bằng cưa đĩa thường được sử dụng trong sản xuất hàng loạt.

- Cắt đứt bằng cưa đai (hình 8.2):

Lưỡi cưa chuyển động vòng khép kín nên quá trình cắt liên tục vì thế năng suất cao hơn máy cưa cấn, mạch cắt hẹp ($1 \div 1,5$



Hình 8.2. Cưa đai

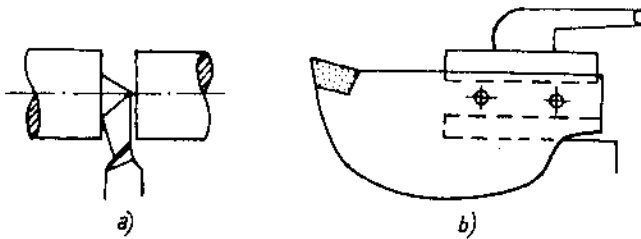
mm), phẳng và vuông góc với đường tâm phôi do đó đôi khi không cân gia công lại mặt đầu. Tuy vậy độ cứng vững của lưỡi cưa thấp, lưỡi cưa dễ đứt, khó chế tạo.

- Cắt đứt bằng đĩa mài:

Cắt đứt bằng đĩa mài cho độ chính xác và chất lượng mặt cắt cao, sau khi cắt không cần gia công lại, thường dùng để cắt các loại thép cứng và các loại thép đã qua nhiệt luyện, chất lượng mạch cắt tốt, tiết kiệm vật liệu vì mạch cắt nhỏ do chiều dày đĩa mài nằm trong khoảng $1 \div 3$ mm nhưng năng suất cắt không cao.

- Cắt đứt trên máy tiện:

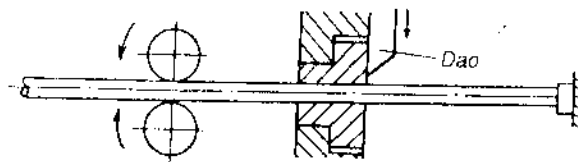
Cắt đứt trên máy tiện thường kết hợp với khoan mặt đầu và khoan tâm. Nền mài dao có lưỡi cắt chính nghiêng một góc thích hợp để khi cắt không để lại lõi nhỏ trên mặt đầu (hình 8.3a). Khi cắt phôi có đường kính lớn phần côngxôn của dao lớn, độ cứng vững dao bé gây ra rung động làm giảm chất lượng bề mặt cắt. Người ta khắc phục hiện tượng này bằng cách dùng dao có kết cấu như hình 8.3b. Để tránh gãy dao khi cắt phải chú ý mở mạch.



Hình 8.3. Cắt trên máy tiện

a) tiện cắt đứt; b) dao tiện cắt đứt dùng mảnh hợp kim cứng

Bề rộng tối thiểu của mạch cắt trên máy tiện bằng khoảng $3 \div 7$ mm và phụ thuộc vào đường kính phôi. Cắt trên máy tiện cho năng suất thấp vì vậy chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc.



Hình 8.4. Cắt đứt bằng máy cắt chuyên dùng

Cắt đứt trên

máy cắt chuyên dùng (hình 8.4) cho năng suất rất cao nhưng tiết diện cắt không chính xác. Máy cắt chuyên dùng thường được sử dụng ở phân xưởng gia công áp lực để cắt các loại thép có tiết diện tròn, thép hình và thép tấm.

- Cắt bằng hỗn hợp khí oxy và axetylen C_2H_2 cho năng suất cao, với thiết bị điều khiển theo chương trình người ta có thể cắt được các phôi có hình dạng phức tạp từ thép tấm. Tuy nhiên cắt bằng hỗn hợp khí oxy và axetylen C_2H_2 cho độ chính xác kích thước thấp, chất lượng mặt cắt không tốt, thường phải gia công lại sau khi cắt.

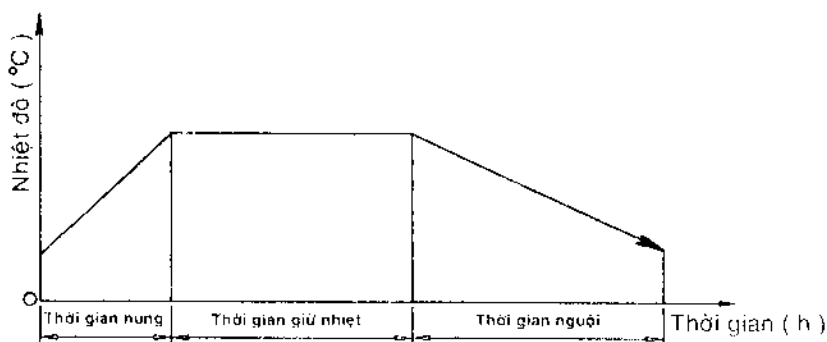
- Cắt bằng máy cắt dây cho độ chính xác cao nhưng năng suất thấp, thường dùng để cắt các loại thép hợp kim đã qua nhiệt luyện dùng trong công nghệ chế tạo khuôn dập.

8.4.4. Ủ phôi

Do nguội nhanh lớp bề mặt phôi đúc trong khuôn kim loại có độ cứng đạt 450-600 HB.

Đối với phôi gia công áp lực do xuất hiện hiện tượng biến cứng đồng thời với quá trình biến dạng dẻo nên tính dẻo của vật liệu giảm, độ cứng, nhất là độ cứng bề mặt tăng. Các loại phôi này cần được ủ nhằm giảm độ cứng và phục hồi tính dẻo của vật liệu trước khi gia công cắt gọt.

Chế độ ủ (bao gồm tốc độ nung, thời gian ủ, tốc độ nguội) phụ thuộc vào thành phần hóa học của vật liệu, hình dạng và kích thước của phôi (hình 8.5).



Hình 8.5. Sơ đồ ủ.

8.4.5. Nắn phôi

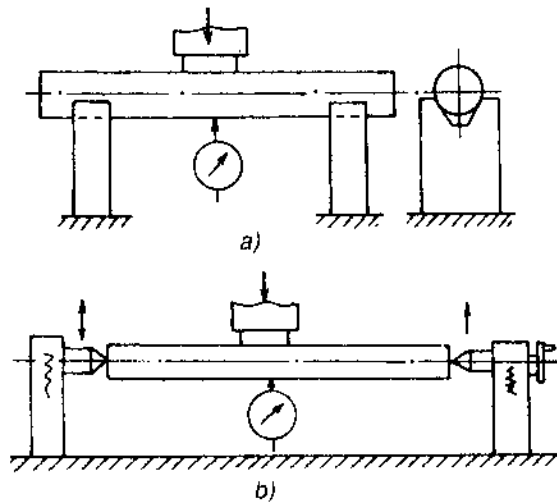
Nắn phôi nhằm đảm bảo lượng dư phân bố đủ và đều. Với loại chi tiết có dạng trục nắn thẳng chẳng những được thực hiện ở nguyên công đầu tiên trước khi tạo chuẩn mà còn được thực hiện ngay cả ở sau nguyên công tiện và nhiệt luyện trước khi đem mài.

Các phương pháp nắn thẳng:

- Nắn thẳng có thể thực hiện bằng búa tay, búa máy hoặc máy ép, kết hợp với ngám bằng mắt thường. Phương pháp này cho năng suất thấp, chất lượng phụ thuộc vào tay nghề của công nhân.

- Nắn thẳng bằng ép kết hợp với đồ gá đơn giản như nắn trên hai khối V hay trên hai mũi tâm (hình 8.6). Không nên nắn thẳng các chi tiết lớn trực tiếp trên 2 mũi tâm của máy tiện vì lực ép lớn sẽ làm giảm độ chính xác của máy. Chỉ nên nắn thẳng trên máy tiện đối với các chi tiết có đường kính nhỏ.

Có thể nắn trên máy ép thủy lực, máy ép ma sát, máy ép kiểu trục vít. Dùng máy ép thủy lực hoặc khí nén có thể nắn được chi tiết có đường kính lớn. Các phương pháp nắn trên đây được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc hoặc loạt nhỏ đối với các phôi đã qua gia công thô hoặc bán thành phẩm đã qua nhiệt luyện.

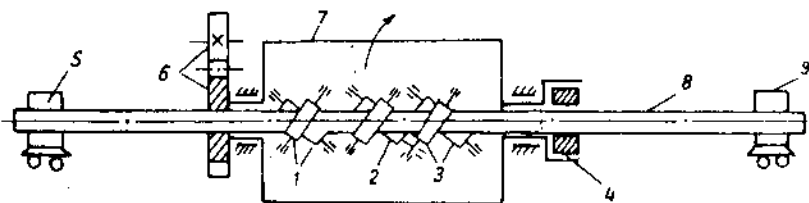


Hình 8.6. Sơ đồ nắn thẳng

a- nắn thẳng trên 2 khối V; b- nắn thẳng trên 2 mũi tâm.

- Nắn thẳng trên máy nắn chuyên dùng (hình 8.7).

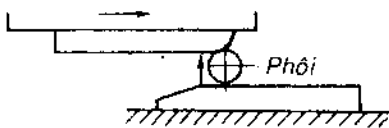
Máy nắn thẳng chuyên dùng bao gồm 1 hệ các cặp con lăn hình hypecbôlôit tròn xoay 1, 2, 3 được gá trên thùng quay. Các cặp con lăn vừa quay theo thùng quay vừa tự quay quanh tâm để nắn thẳng phôi 8 và đồng thời kéo phôi tịnh tiến nhờ phôi được đỡ bằng hai xe 5 và 9 ở hai đầu. Sau khi nắn phôi thô có thể đạt độ thẳng $0,5 \div 0,9$ mm trên chiều dài 1 m ($0,5 \div 0,9$ mm/m). Nếu nắn phôi đã qua gia công thô có thể đạt độ thẳng $0,1 \div 0,2$ mm/m. Phương pháp này cho năng suất cao ($0,8 \div 1,6$ m/phút) nhưng thiết bị cồng kềnh, chiếm diện tích lớn do đó chỉ dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.



Hình 8.7. Sơ đồ cấu tạo máy nắn thẳng chuyên dùng.

- Nắn thẳng trên máy cán ren phẳng (hình 8.8):

Có thể sử dụng máy cán ren phẳng để nắn thẳng các phôi tròn có chiều dài nhỏ bằng cách thay tấm cán ren bằng tấm phẳng. Phương pháp này cho độ thẳng cao và năng suất rất cao, do đó thường được sử dụng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối.



Hình 8.8. Sơ đồ nắn thẳng trên máy cán ren phẳng.

8.4.6. Gia công phá

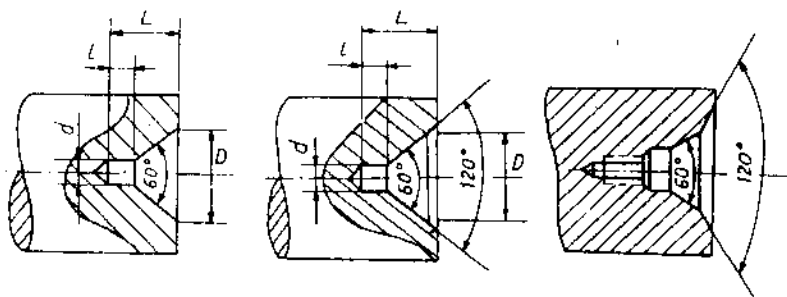
Gia công phá nhằm bóc đi lớp mặt ngoài quá xấu do nguyên công tạo phôi để lại (như rỉ cát, rỉ xỉ, ...) hoặc để giảm đi sự sai lệch quá lớn của phôi

nhằm giảm sai số in dập, tăng độ chính xác gia công cho các nguyên công cắt gọt. Phôi thép đúc trước khi cán hoặc rèn thường được gia công bóc vỏ để loại bỏ lớp xỉ xỉ của mặt ngoài do đúc tạo ra nhằm đảm bảo chất lượng bề mặt của nguyên công cán hoặc rèn tiếp theo.

Khi gia công phá lượng dư thường không đều hay có hiện tượng va đập, dao luôn tiếp xúc với lớp vỏ cứng và cháy cát do đúc để lại nên chóng mòn. Tiết bị gia công phá không yêu cầu độ chính xác cao nhưng cần có độ cứng vững và công suất lớn. Trong sản xuất hàng loạt gia công phá thường được tiến hành ngay ở phân xưởng chế tạo phôi để bụi đỡ lan sang các bộ phận khác, đồng thời phát hiện loại bỏ những phôi không đạt yêu cầu, giảm được khối lượng vận chuyển.

8.4.7. Gia công lỗ tâm

Lỗ tâm là chuẩn tinh phụ của chi tiết dạng trục được dùng cho cả quá trình gia công cơ, kiểm tra và sửa chữa phục hồi chi tiết sau này. Có 3 loại lỗ tâm nhưng kết cấu đều gồm các phần chính như sau (hình 8.9):



Hình 8.9. Các loại lỗ tâm.

Phần côn 60° là bề mặt định vị tiếp xúc với mũi tâm, trường hợp chi tiết lớn thì dùng góc côn 75 hoặc 90° . Phần lỗ có đường kính d để thoát đầu mũi tâm. Kiểu a có kết cấu đơn giản, kiểu b có thêm phần côn 120° để bảo vệ bề mặt định vị (phần côn 60°) không bị sứt và có thể gia công toàn bộ mặt đầu, kiểu c có thêm phần ren bên trong để lắp chi tiết bảo vệ bề mặt côn định vị sau khi gia công hoặc dùng để gá văm lắp ổ bi.

Lỗ tâm cần đảm bảo diện tích bề mặt định vị (phần côn 60°) cũng như chiều sâu lỗ đủ lớn, góc côn định vị chính xác. Bề mặt côn định vị phải có độ nhẵn cao để giảm biến dạng tiếp xúc, tăng độ cứng vững. 2 lỗ tâm ở 2

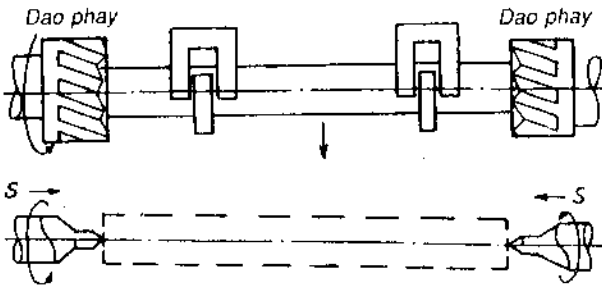
đầu phải đồng tâm nhằm đảm bảo các bề mặt định vị tiếp xúc đều với mũi tâm.

Việc chọn phương pháp gia công lỗ tâm phụ thuộc vào điều kiện thiết bị của cơ sở sản xuất và dạng sản xuất.

Trong sản xuất đơn chiếc thường gia công lỗ tâm trên máy tiện (kết hợp khoá mặt đầu) hoặc trên máy khoan cân bằng mũi khoan tâm chuyên dùng. Trước khi gia công trên máy khoan cần phải lấy dấu lỗ tâm. Trong trường hợp không có mũi khoan tâm chuyên dùng thì khoan lỗ bằng mũi khoan nhỏ, sau đó dùng mũi khoan lớn để tạo mặt côn.

Nhược điểm của phương pháp trên là không đảm bảo độ đồng tâm giữa 2 lỗ tâm do khoan tâm được thực hiện ở 2 lần gá khác nhau và có sai số hình dạng do mài mũi khoan không chính xác.

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối người ta thực hiện gia công lỗ tâm trên máy chuyên dùng. Chi tiết được gá trên 2 khối V tự định tâm (hình 8.10), ở vị trí thứ nhất chi tiết được khoá phẳng mặt đầu sau đó bàn máy mang chi tiết dịch chuyển sang vị trí 2 để khoan tâm. Phương pháp này đảm bảo được độ đồng tâm giữa 2 lỗ tâm.



Hình 8.10. Sơ đồ gia công lỗ tâm trên máy chuyên dùng.

Sau khi nhiệt luyện chi tiết bị biến dạng, do đó trước khi gia công tinh cần nắn thẳng và sửa lại 2 lỗ tâm bằng mài hoặc nghiền.

Chương 9

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT

Dựa theo tính chất của dụng cụ cắt người ta chia các phương pháp gia công cắt gọt thành hai nhóm chính sau đây:

- Bằng dụng cụ với lưỡi cắt có hình dạng hình học xác định.
- Bằng dụng cụ với lưỡi cắt có hình dạng hình học không xác định.

A. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT BẰNG DỤNG CỤ VỚI LƯỠI CẮT CÓ HÌNH DẠNG HÌNH HỌC XÁC ĐỊNH

9.1. TIỆN

Tiện là phương pháp gia công cắt gọt được thực hiện nhờ chuyển động chính thông thường do phôi quay tròn tạo thành chuyển động cắt V_c kết hợp với chuyển động tiến dao là tổng hợp của hai chuyển động tiến dao dọc S_d và tiến dao ngang S_{ng} do dao thực hiện (hình 9.1).

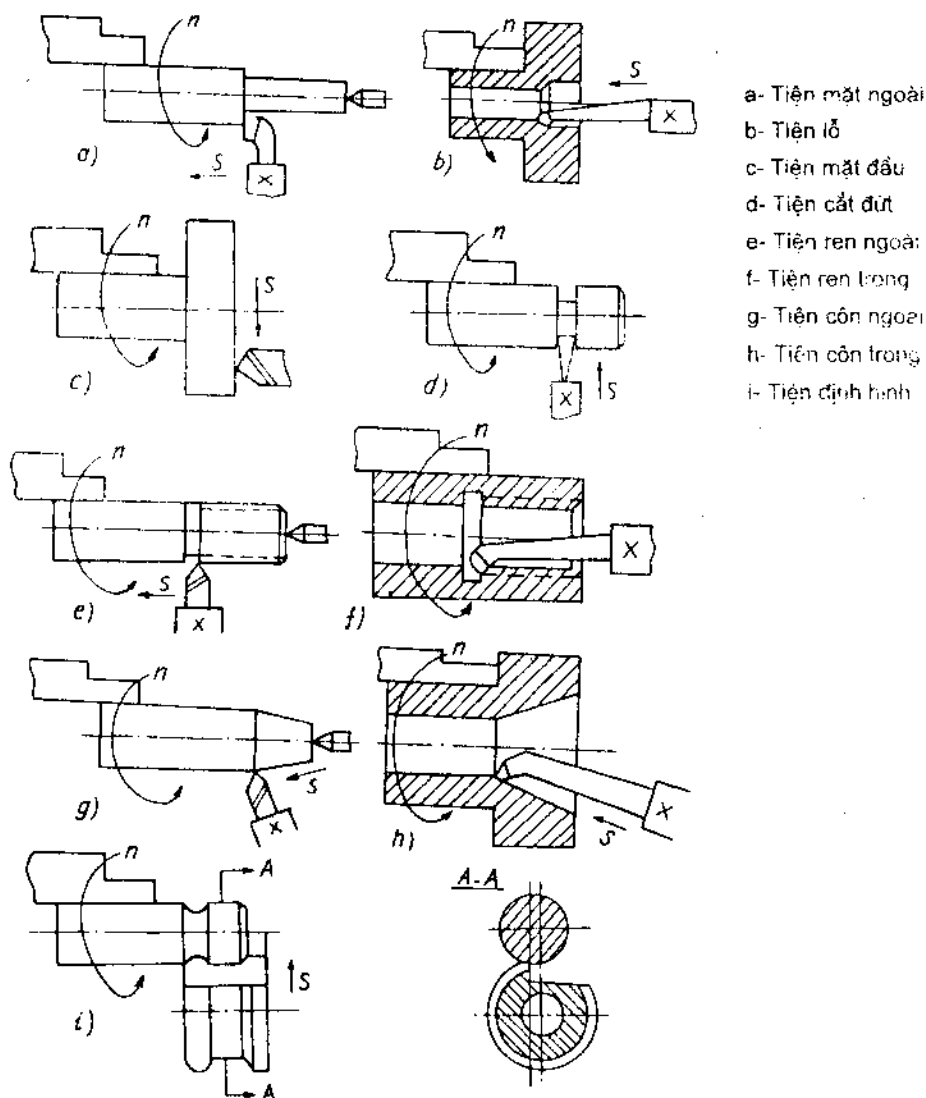
Khi tiện trục tron chuyển động tiến dao ngang $S_{ng} = 0$, chuyển động tiến dao dọc $S_d \neq 0$. Khi tiện mặt đầu hoặc cắt đứt chuyển động tiến dao dọc $S_d = 0$, chuyển động tiến dao ngang $S_{ng} \neq 0$.

Tiện là phương pháp gia công cắt gọt thông dụng nhất. Máy tiện chiếm khoảng 25% đến 35% tổng số thiết bị trong phân xưởng gia công cắt gọt.

9.1.1. Khả năng công nghệ của tiện

a) Khả năng tạo hình.

Tiện có thể gia công được nhiều loại bề mặt khác nhau như các mặt tròn xoay trong và ngoài, các loại ren, các bề mặt côn, các mặt định hình v.v... (hình 9.1).



Hình 9.1. Khả năng công nghệ tạo hình của phương pháp tiện

b) Khả năng đạt độ chính xác gia công khi tiện.

Độ chính xác của nguyên công tiện phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố sau đây:

- Độ chính xác của máy bao gồm: độ đảo trục chính, độ song song của sống trượt với đường tâm trục chính, độ đồng tâm giữa tâm ụ động và tâm trục chính, v.v...
- Tình trạng dao cụ.
- Trình độ tay nghề của công nhân.

Khi gia công trên máy tiện CNC chất lượng nguyên công ít phụ thuộc vào kỹ năng và kỹ xảo của người thợ so với khi gia công trên máy vạn năng.

Độ chính xác khi gia công mặt đầu và mặt trụ trên máy tiện cho ở bảng 9.1.

Bảng 9.1. Độ chính xác mặt đầu và mặt trụ khi gia công trên máy tiện

Dạng bề mặt gia công	Độ chính xác kích thước (TCVN)	Chiều cao nhấp nhô (μm)	
		R_z	R_a
- Tiện ngoài:			
thô	13-12	80	-
bán tinh	11-9	40-20	-
tinh	8-7	-	2,5
tiện mỏng	7-6	-	1,25-0,63
- Khoan	12-11	40-20	-
- Khoét:			
thô	12-11	40	-
bán tinh	11	20	-
tinh	9-8	-	2,5
- Đoa:			
thô	9-8	-	2,5-1,25
tinh	7-6	-	0,63-0,32
mỏng	6	-	0,16
- Tiện trong			
thô	13-12	80-40	-
bán tinh	11-10	40-20	-
tinh	9-7	-	2,5-0,63
mỏng	6	-	0,32-0,08
- Xén mặt đầu:			
thô	12	40	-
tinh	11	20	-
Mỏng	8-7	-	2,5-1,25




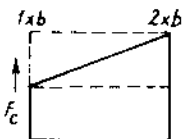
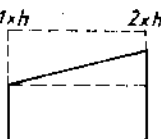
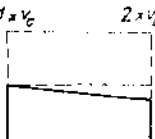

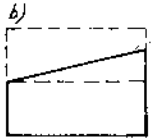
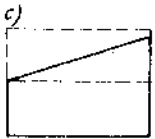
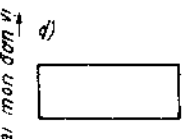
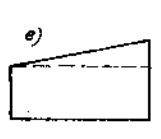
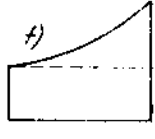
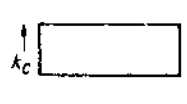

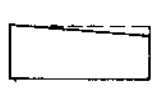
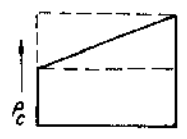
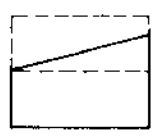
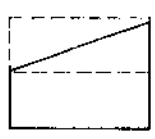
Ghi chú: Các số liệu trong bảng ghi theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN)

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

Khi tiện ren độ chính xác có thể đạt cấp 7, $R_a = 2,5 \div 1,25 \mu\text{m}$.

9.1.2. Năng suất và chi phí gia công khi tiện

Bảng 9.2. Sự thay đổi lực cắt F_c , lực cắt đơn vị K và công suất P khi thay đổi chế độ cắt.

<p>Tăng thể tích phoi trong 1 đơn vị thời gian Q (mm/s) thông qua:</p> <p>Sự thay đổi của các đại lượng</p>	<p>Tăng chiều sâu cắt t $S, V_c = \text{constan}$</p> 	<p>Tăng bước tiến s $T, V_c = \text{constan}$</p> 	<p>Tăng tốc độ cắt V_c $t, S = \text{constan}$</p> 
<p>1. Lực cắt F_c</p>			
<p>2. Nhiệt độ ở lưỡi cắt</p>	<p>a)</p> 	<p>b)</p> 	<p>c)</p> 
<p>3. Lượng mài mòn đơn vị trên 1 mm chiều dài lưỡi cắt</p>	<p>d)</p> 	<p>e)</p> 	<p>f)</p> 
<p>4. Lực cắt đơn vị $K_c = F_c/A$</p>			
<p>5. Công suất cắt $P_c = F_c \cdot V_c$</p>			

Năng suất và chi phí gia công khi tiện phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể như độ cứng vững của hệ thống công nghệ, vật liệu phôi, hình dạng kích thước phôi, vật liệu dao, kết cấu của bộ phận cắt của dao, chế độ cắt, công nghệ trơn nguội (thành phần, phương pháp, chế độ bôi trơn và làm nguội), trình độ tay nghề của công nhân, yêu cầu kỹ thuật của nguyên công...

Lựa chọn chế độ cắt kinh tế khi tiện.

Nếu gọi Q là thể tích phoi được cắt đi trong một đơn vị thời gian ta có:

$$Q = A \cdot v = t \cdot s \cdot v \text{ (mm}^3\text{/giây hoặc mm}^3\text{/phút)}$$

Trong đó:

$A = s \cdot t$ là tiết diện ngang của phoi (mm^2).

v là vận tốc trung bình (mm/phút hoặc mm/giây).

Khi thay đổi chế độ cắt thì lực cắt F_c , lực cắt đơn vị K_c và công suất cắt P_c cũng thay đổi (bảng 9.2).

Kết quả ở bảng trên cho thấy:

- Tăng chiều sâu cắt dẫn tới lực cắt và công suất cắt tăng mạnh trong khi đó nhiệt độ ở lưỡi cắt, lực cắt đơn vị K_c và lượng mòn đơn vị của dụng cụ cắt (ví dụ, lượng mài mòn trên một đơn vị chiều dài của lưỡi cắt) không tăng.

- Tăng bước tiến dao dẫn tới lực cắt, công suất cắt, nhiệt độ trên lưỡi cắt tăng do đó lượng mòn đơn vị của dụng cụ cắt và lực cắt đơn vị giảm nhẹ.

- Tăng tốc độ cắt dẫn tới tăng công suất cắt và nhiệt độ ở lưỡi cắt, do đó tăng lượng mòn đơn vị của dụng cụ cắt mặc dù lực cắt và lực cắt đơn vị giảm nhẹ.

Như vậy muốn chọn chế độ cắt kinh tế phải giải bài toán tối ưu khi tiện trong điều kiện gia công cụ thể (xem chương "Tối ưu hóa quá trình cắt gọt").

Trong trường hợp chưa có điều kiện giải bài toán xác định chế độ cắt tối ưu có thể sử dụng các thông tin kinh nghiệm sau đây:

- Khi tiện thô nên chọn t , s lớn để giảm số lần cắt và thời gian cơ bản t_0 và nâng cao năng suất cắt.

- Khi tiện tinh nên chọn t sao cho nhiệt cắt không quá lớn ảnh hưởng tới chất lượng và độ chính xác gia công, chọn s theo quan điểm đảm bảo độ nhám bề mặt nhưng không quá nhỏ gây ra hiện tượng trượt và rung động ảnh hưởng đến chất lượng và năng suất.

- Khi tiện tinh mỏng nên dùng dao kim cương và dao hợp kim cứng hoặc dao chế tạo từ vật liệu CBN (cacbit bo nitrit có cấu trúc mạng tinh thể lập phương thể tâm) được mài đúng tiêu chuẩn, chọn bước tiến s và chiều sâu cắt t nhỏ, tốc độ cắt v lớn.

Ví dụ, khi tiện tinh các kim loại đen chọn $s = 0,01 \div 0,02$ mm/vg; $t = 0,05 \div 0,3$ mm; $v = 120 \div 130$ m/phút, với kim loại màu $v = 1000$ m/phút.

Khi tiện tinh mỏng có thể đạt độ chính xác cấp 5, $R_a = 1,6 \mu\text{m}$.

Muốn đạt độ chính xác cao có thể cắt bằng hai lần chuyển dao trên cùng một lần gá với 1 dao hoặc cắt bằng một lần chuyển dao nếu dùng 2 dao gá so le sẽ nâng cao năng suất mà vẫn đảm bảo chất lượng với lượng dư:

$$Z_{b1} = \frac{2}{3} Z_{b0} \quad Z_{b2} = Z_{b0}$$

Trong đó $Z_{b1} = 0,3 \div 0,4$ mm.

Khi tiện tinh mỏng cũng như khi gia công thô cần dùng dung dịch trơn nguội để giảm nhiệt độ ở vùng cắt, giảm ma sát, giảm mài mòn của dụng cụ, do đó nâng cao năng suất và độ chính xác gia công. Thành phần của dung dịch trơn nguội, chế độ công nghệ và phương pháp tưới dung dịch trơn nguội phụ thuộc vào thành phần vật liệu gia công và vật liệu làm dao.

9.1.3. Các biện pháp công nghệ khi tiện

9.1.3.1. Các phương pháp gá đặt chi tiết khi tiện

Chọn chuẩn và phương pháp gá đặt hợp lý chẳng những góp phần đảm bảo yêu cầu kỹ thuật của chi tiết gia công mà còn giúp cho việc thiết kế đồ gá đơn giản, dễ thao tác, có thể gia công nhiều bề mặt cùng một lúc làm giảm thời gian gia công cơ bản T_o , giảm thời gian phụ T_{ph} và thời gian chuẩn bị kết thúc T_{kt} , góp phần nâng cao năng suất và hạ giá thành.

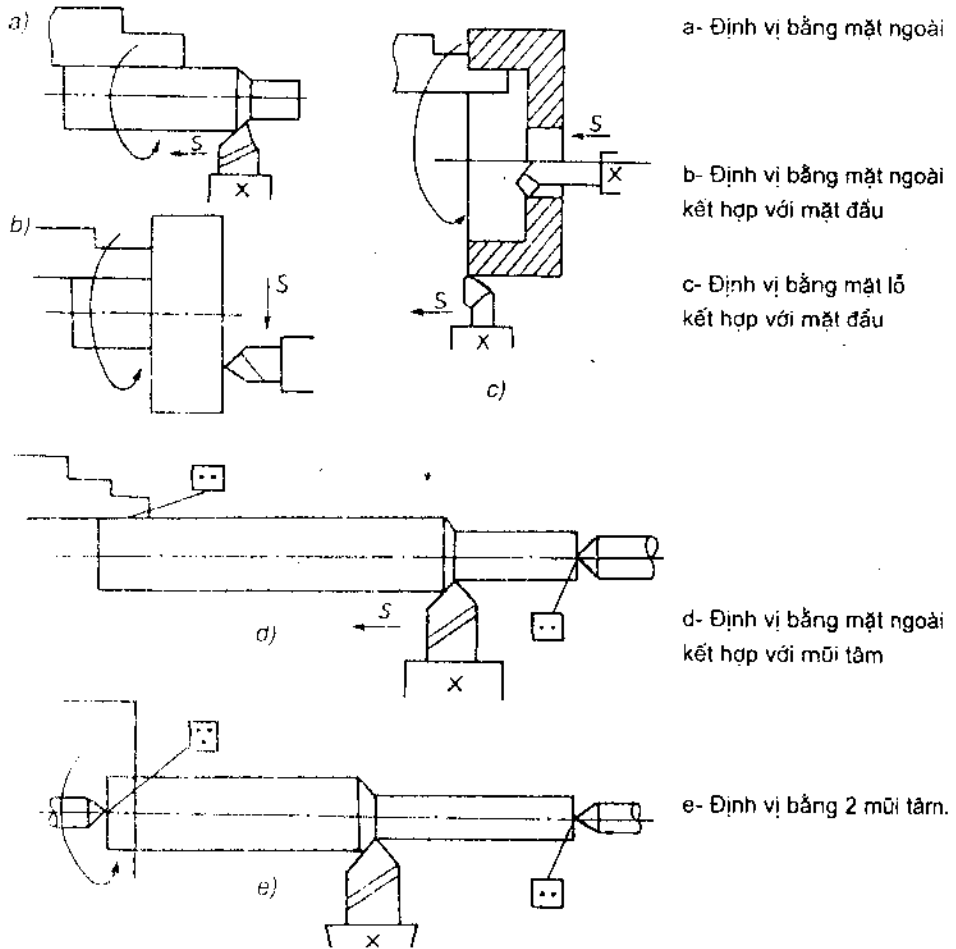
Việc chọn chuẩn công nghệ khi tiện phụ thuộc vào vị trí mặt cần gia công (mặt trong, mặt ngoài hay mặt đầu), hình dạng kích thước chi tiết và độ chính xác yêu cầu.

Khi gia công mặt ngoài thì chuẩn có thể là mặt ngoài, mặt ngoài kết hợp với mặt đầu, 2 lỗ tâm, mặt đầu kết hợp với lỗ tâm, mặt lỗ (nếu chi tiết có lỗ đã qua gia công) hoặc mặt lỗ kết hợp với mặt đầu.

Khi gia công mặt trong thì chuẩn là mặt ngoài hoặc mặt ngoài kết hợp với mặt đầu.

Khi gia công chi tiết dạng hộp hoặc dạng càng người ta thường chọn chuẩn là mặt phẳng đáy kết hợp với hai lỗ vuông góc với đáy.

Tùy theo cách chọn chuẩn có thể có các cách gá đặt sau đây khi gia công trên máy tiện (hình 9.3):



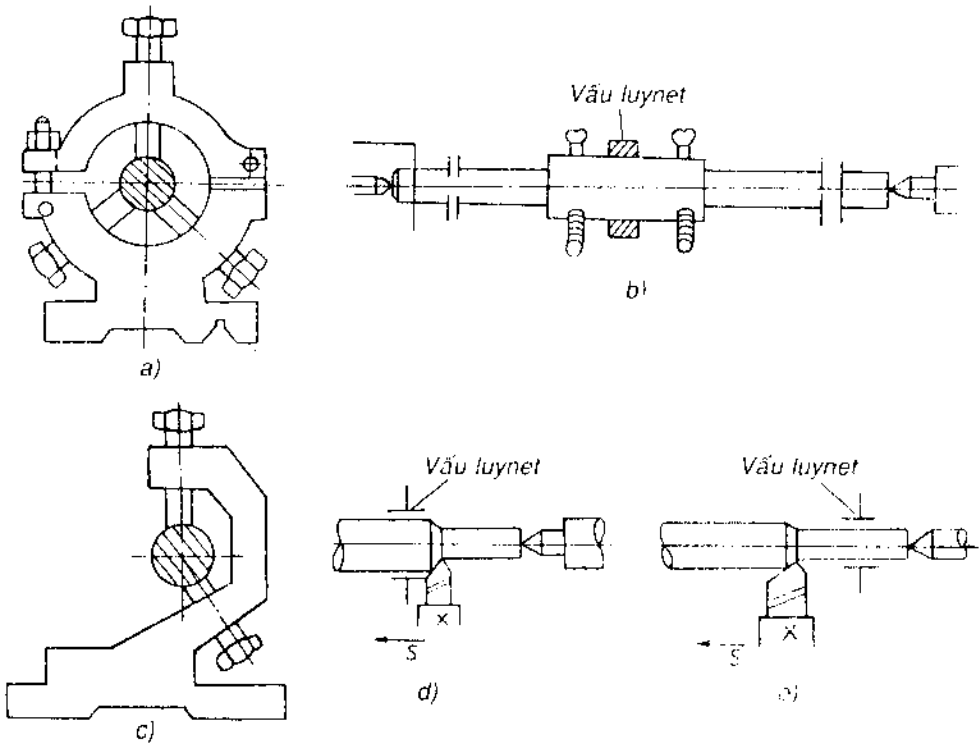
Hình 9.3. Các phương pháp gá đặt khi tiện

Mối tương quan giữa đường kính và chiều dài của phôi ảnh hưởng rất lớn tới sự ổn định của chi tiết khi gá đặt (bảng 9.3).

Bảng 9.3. Sự ổn định khi gá đặt chi tiết trên máy tiện.

Kiểu gá đặt	Ổn định	Kém ổn định	Không ổn định
gá trên 2 mũi tâm	$L \leq 6 \cdot d$ với $d > 60\text{mm}$	$L = (6 \dots 12) \cdot d$ với $d < 60\text{mm}$	$L \geq 12 \cdot d$
gá trên mâm cặp	$L \leq d$	$L = (1 \dots 2) \cdot d$	$L > 2 \cdot d$

Với các chi tiết dạng trục có chiều dài $L > d$ sẽ gây ra mất ổn định khi cắt. Trong trường hợp đó người ta phải sử dụng luynet để tăng độ cứng vững của chi tiết gia công (hình 9.4).



Hình 9.4. Các loại luynet và cách gá chúng.

- a- luynet tĩnh;
- b- dùng ống đỡ kết hợp với luynet;
- c- luynet động;
- d- luynet đỡ phía dưới;
- e- luynet đỡ phía sau.

Các loại luynet:

Luynet tĩnh (hình 9.4a) gá cố định trên băng máy có độ cứng vững cao nhưng yêu cầu phải điều chỉnh các vấu luynet chính xác, phần bề mặt phôi tiếp xúc với vấu luynet phải được gia công sao cho đồng tâm với đường tâm của hai lỗ tâm của phôi.

Trường hợp bề mặt tiếp xúc của phôi với luynet chưa gia công thì có thể dùng ống đỡ có mặt ngoài đã qua gia công tinh (hình 9.4b). Khi gá cần điều chỉnh các vít sao cho tâm mặt ngoài của ống đỡ trùng với đường tâm của hai lỗ tâm của chi tiết cũng chính là tâm của trục chính của máy.

Luynet động (hình 9.4c) được lắp cố định trên bàn dao, chuyển động cùng với bàn dao nên độ cứng vững kém hơn luynet tĩnh nhưng do luôn luôn đỡ gá nên vị trí cắt nên tác dụng đỡ cao hơn so với luynet tĩnh.

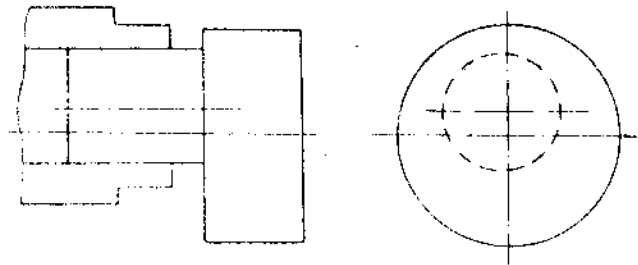
Luynet có thể lắp đặt ở trước (hình 9.4d) hoặc sau vị trí cắt (hình 9.4e).

Sơ đồ ở hình 9.4d chỉ dùng khi tiện bán tinh hoặc khi tiện tinh (vì bề mặt tiếp xúc với luynet phải được gia công trước), sơ đồ ở hình 9.4e có thể dùng cho cả tiện bán tinh và tiện tinh.

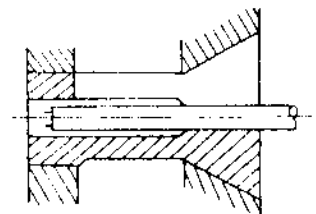
Mâm cặp 4 chân dùng để gá các chi tiết có hình dạng phức tạp hoặc dùng khi gia công các trục hoặc bạc lót tâm (hình 9.5).

Chấu kẹp đàn hồi dùng khi đường kính chi tiết nhỏ, phần tiếp xúc với chấu đã qua gia công (hình 9.6).

Gá bằng chấu kẹp đàn hồi đạt được độ chính xác định tâm cao ($0,03 \pm 0,05$ mm), bề mặt định vị của chi tiết không bị phá hủy, thời

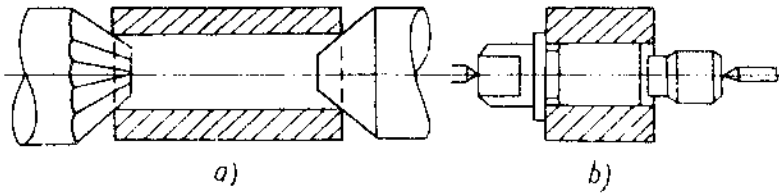


Hình 9.5. Sơ đồ gá trên mâm cặp bốn chân.



Hình 9.6. Sơ đồ gá bằng chấu kẹp đàn hồi

gian gá đặt nhỏ. Phương pháp gá đặt bằng chấu kẹp đàn hồi thường dùng trên máy tiện tự động, máy tiện revolve hoặc máy tiện vạn năng với đồ gá chuyên dùng.

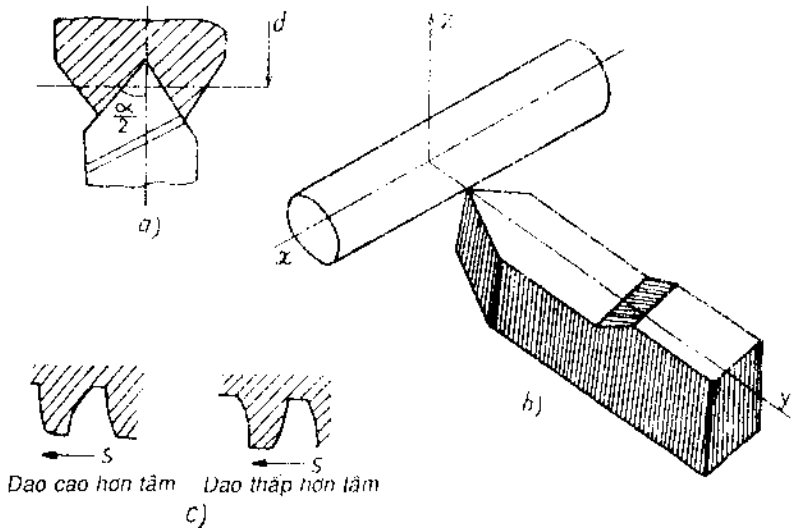


Hình 9.7. Sơ đồ gá trên hai mũi tâm và trên trục gá
a) gá trên 2 mũi tâm; b) gá trên trục gá.

Khi gia công mặt ngoài các chi tiết dạng bạc hoặc đĩa người ta có thể gá chi tiết trên hai mũi tâm lớn (hình 9.7a) hoặc trên trục gá (hình 9.7b). Ngoài tác dụng định tâm mũi tâm bên trái còn có tác dụng truyền mômen xoắn.

9.1.3.2. Gá đặt dao khi tiện

Thông thường phải gá dao sao cho lưỡi dao cắt nằm trong mặt phẳng nằm ngang đi qua tâm của chi tiết, đặc biệt đối với tiện cắt đứt và tiện ren.



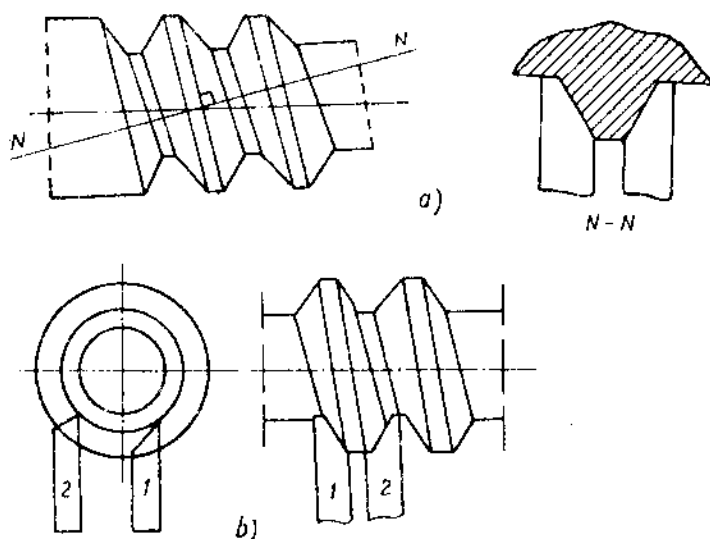
Hình 9.8. Sơ đồ gá dao khi tiện ren

Nếu mũi dao cao hơn tâm khi tiện cắt đứt sẽ để lại 1 lõi nhỏ, càng vào gần tâm càng khó cắt và dao dễ bị gãy.

Để đảm bảo profin ren chính xác khi tiện ren phải gá dao sao cho trục đối xứng của dao vuông góc với đường tâm chi tiết, đồng thời mặt trước của dao phải trùng với mặt phẳng nằm ngang đi qua tâm chi tiết (hình 9.8).

Nếu trục dao không vuông góc với tâm chi tiết profin ren sẽ không đối xứng, người ta gọi hiện tượng đó là ren bị “đỏ”.

Nếu mặt trước của dao cao hoặc thấp hơn tâm, hoặc mũi dao nằm trong mặt phẳng ngang tâm nhưng mặt trước của dao quay quanh trục ox hoặc oy một góc nhỏ sẽ dẫn tới lưỡi dao cao hoặc thấp hơn tâm làm cho profin ren bị sai lệch (hình 9.8c).



Hình 9.9. Sơ đồ gá dao khi gia công trục vít

Khi tiện ren vít acsimet dao được gá như khi tiện ren. Khi gia công trục vít với profin ren có dạng thẳng cần phải gá dao sao cho lưỡi cắt nằm trong mặt phẳng $N-N$ thẳng góc với đường xoắn vít (hình 9.9a).

Khi tiện ren vít thân khai lưỡi cắt phải nằm trong mặt phẳng tiếp xúc với trụ cơ sở của trục vít và mũi dao nằm trên đường tròn chân răng (hình 9.9b). Việc gá dao như vậy sẽ gặp khó khăn nhưng nếu gá dao để các lưỡi cắt nằm trong mặt phẳng ngang tâm thì lưỡi cắt phải có dạng cong rất khó chế tạo.

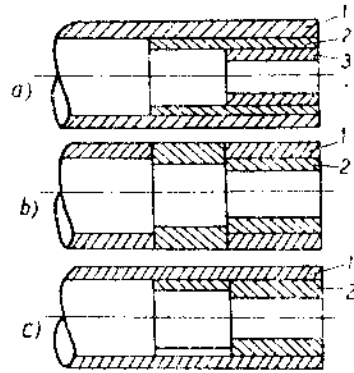
9.1.3.3. Các phương pháp cắt khi tiện

Phương pháp cắt có ảnh hưởng quyết định tới năng suất và chất lượng nguyên công.

Khi tiện thô mặt ngoài có thể cắt theo từng lớp (hình 9.10a), cắt từng đoạn (hình 9.10b) hoặc cắt phối hợp (hình 9.10c).

Cắt từng lớp theo thứ tự 1, 2, 3 (hình 9.10a) lực cắt nhỏ, biến dạng hệ thống nhỏ nên độ cứng vững cao, có thể đạt độ chính xác cao nhưng năng suất thấp vì tổng đoạn đường đi chuyển dao lớn.

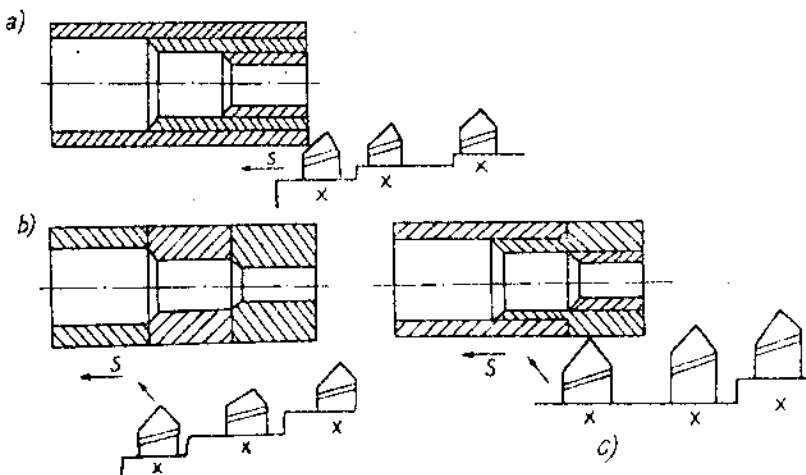
Khi cắt theo từng đoạn (hình 9.10b), trên mỗi đoạn không thể cắt 1 lần mà phải phân chia làm nhiều lần cắt, lượng dư lớn và không đều, lực cắt lớn, biến dạng hệ thống lớn nên độ cứng vững thấp, tuy nhiên phương pháp này cho năng suất cao.



Hình 9.10. Sơ đồ cắt khi tiện thô mặt ngoài.

a- cắt từng lớp; b- cắt từng đoạn;

c- cắt phối hợp.



Hình 9.11. Sơ đồ cắt nhiều dao.

a- cắt từng lớp; b- cắt từng đoạn; c- cắt phối hợp.

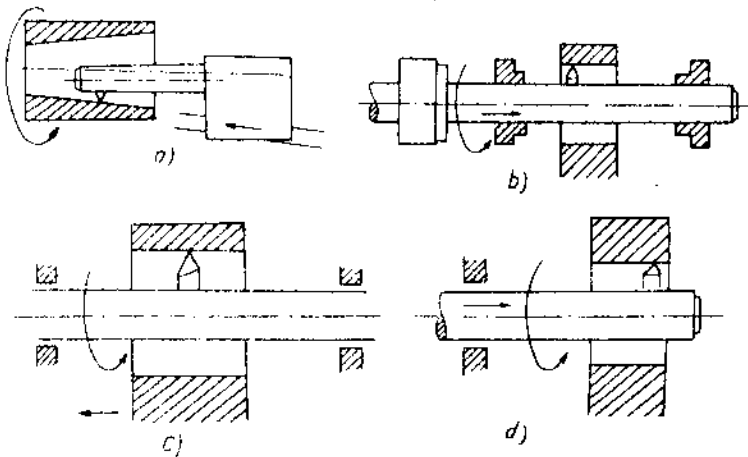
Phương pháp cắt phối hợp (hình 9.10c) khắc phục được nhược điểm của 2 phương pháp trên.

Để giảm chiều dài đường cắt (giảm T_c) đồng thời giảm hành trình chạy không nhằm nâng cao năng suất người ta có thể dùng phương pháp cắt nhiều dao đồng thời (hình 9.11).

Khi tiện lỗ độ cứng vững của hệ thống công nghệ thấp do không gian lỗ bị hạn chế, dao có chiều dài phần nhô ra khỏi đài dao lớn, nhất là đối với các lỗ có đường kính nhỏ, chiều dài lỗ lớn. Do đó tiện lỗ chỉ có hiệu quả khi lỗ có đường kính phi tiêu chuẩn, lỗ to, ngắn, lỗ được tạo thô sẵn bằng phương pháp đúc hoặc rèn.

Dao tiện lỗ có góc lớn hơn góc của dao tiện ngoài và thường được gá cao hơn tâm để giảm ma sát của mặt sau của dao với bề mặt lỗ đã gia công và giảm rung động. Tiện lỗ chủ yếu được thực hiện trên máy tiện, máy doa, máy phay, đôi khi cả trên máy khoan (hình 9.12).

Tiện lỗ trên máy tiện chỉ dùng để gia công lỗ trụ hoặc côn có chiều dài nhỏ (hình 9.12a). Nếu lỗ có chiều dài lớn thì độ cứng vững của hệ thống công nghệ thấp.



Hình 9.12. Sơ đồ tiện lỗ trên máy tiện và máy doa.

Nếu chi tiết nhỏ, lỗ ngắn nên gia công trên máy tiện (hình 9.12a), nếu lỗ dài độ cứng vững của cả dao và chi tiết đều kém.

Tiện lỗ chi tiết dạng hộp thường được thực hiện trên máy doa vì gá đặt ổn

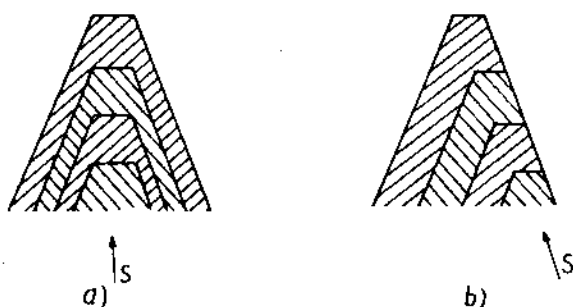
định (chuẩn là mặt đáy và 2 lỗ vuông góc với mặt đáy), khoảng cách giữa 2 gối đỡ của trục dao bé, độ cứng vững của hệ thống công nghệ cao.

Nếu tiện theo sơ đồ hình 9.12b khoảng cách giữa hai gối đỡ trục dao nhỏ, độ cứng vững tốt nhưng thay đổi theo vị trí cắt, do đó có thể gây ra sai số hình học, lỗ có thể bị loe hai đầu.

Nếu tiện theo sơ đồ hình 9.12c thì khoảng cách giữa 2 gối đỡ phải lớn hơn 2 lần chiều dài lỗ nên độ cứng vững trục dao nhỏ nhưng ít thay đổi trong quá trình tiện vì thế sai số hình dạng của lỗ nhỏ. Nếu tiện theo sơ đồ hình 9.12d trục dao ngắn, nhưng nếu lỗ xa mặt đầu thì trục dao dài, độ cứng vững của trục dao kém và thay đổi theo vị trí cắt, lỗ có thể bị loe một đầu.

Sơ đồ tiến dao khi tiện ren.

Tuy năng suất thấp vì phải cắt nhiều lần nhưng tiện ren trong và ren ngoài vẫn được dùng phổ biến trong sản xuất. Khi tiện ren thường có 2 cách tiến dao (hình 9.13).



Hình 9.13. Sơ đồ tiện ren.

- a- tiện ren theo phương pháp tiến dao hướng kính;
- b- tiện ren theo phương pháp tiến dao nghiêng.

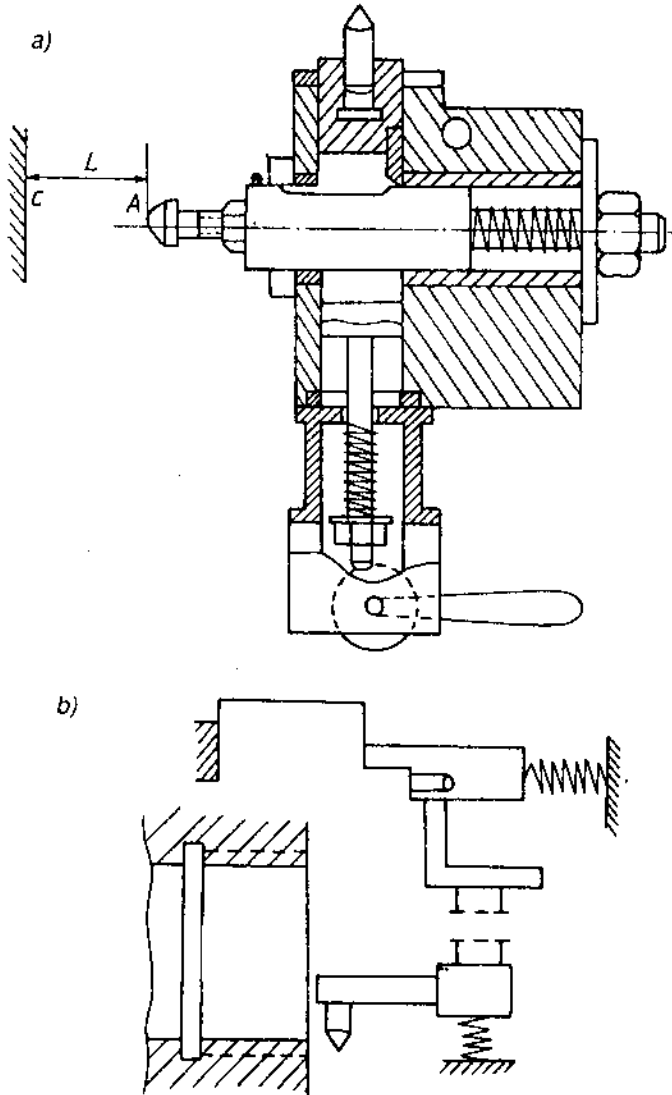
- Khi tiện ren theo phương pháp tiến dao hướng kính (hình 9.13a) tất cả các lưỡi

dao đều tham gia cắt nên độ bóng mặt ren cao nhưng khó thoát phoi, lực cắt lớn do đó phải cắt với chế độ cắt thấp, năng suất thấp.

- Tiện ren theo phương pháp tiến dao theo hướng nghiêng (hình 9.13b) chỉ có 1 lưỡi dao cắt và cung nối giữa hai lưỡi cắt làm việc nên dễ thoát phoi, lực cắt không lớn có thể làm việc với chế độ cắt lớn để đạt được năng suất cao nhưng độ bóng mặt ren thấp.

Thông thường khi cắt thô người ta sử dụng phương pháp tiến dao nghiêng, khi cắt tinh sử dụng phương pháp tiến dao hướng kính để tận dụng được ưu điểm của cả hai phương pháp trên.

Để tăng năng suất khi tiện ren người ta thường áp dụng các biện pháp sau:



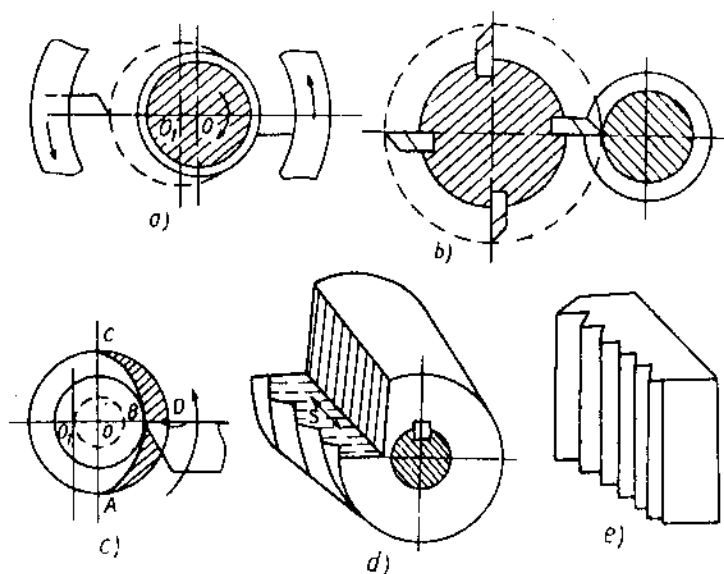
Hình 9.14. Sơ đồ cơ cấu lùi dao nhanh.

- a) sơ đồ cơ cấu lùi dao nhanh khi tiện ren ngoài;
 b) sơ đồ cơ cấu lùi dao nhanh khi tiện ren trong.

- Tăng tốc độ cắt V . Khi tăng tốc độ cắt V phải đảm bảo rút dao nhanh, nhất là trường hợp chiều dài phân ren ngắn hoặc khi tiện ren trong. Muốn an toàn phải có cơ cấu lùi dao nhanh (hình 9.14).

- Dùng phương pháp tiện ren gió lốc (hình 9.15 a, b, c). Giả sử chi tiết đứng yên, dao quay cắt đi phần vật liệu có biên dạng hình lưỡi liềm ABCD (hình 9.15c). Nhưng do chi tiết quay nên toàn bộ lớp vật liệu bao quanh chi tiết được lấy đi tạo thành một vòng ren đầy đủ. Khi tiện ren gió lốc người ta gá nhiều dao tiện trên cùng một đài dao quay (hình 9.15b), như vậy dao sẽ cắt không liên tục, nhiệt độ của dao thấp do đó có thể tăng tốc độ cắt.

- Cắt ren bằng dao răng lược (hình 9.15 d, e). Dao tiện răng lược thực chất gồm nhiều dao tiện đơn ghép lại. Dùng dao răng lược cho phép hoàn thành việc tiện ren trong một đường chuyển dao nên năng suất cao nhưng chỉ cắt được ren thông suốt.



Hình 9.15. Sơ đồ các phương pháp tiện ren năng suất cao.

Các chi tiết nhỏ có kết cấu phức tạp có thể được tiến hành gia công trên máy tiện révonve, máy tiện bán tự động, máy tiện tự động một hoặc nhiều trục nhằm giảm bớt thời gian phụ và gia công được nhiều bề mặt đồng thời cùng một lúc bằng nhiều dao khác nhau. Khi lập trình tự gia công trên các thiết bị này cần đảm bảo sao cho thời gian chuyển từ bước này sang bước khác là nhỏ nhất, đồng thời đảm bảo được việc hình thành chuỗi kích thước công nghệ hợp lý nhằm giảm sai số gia công.

Các chi tiết gia công trên máy révonne có thể được gá trên mâm cặp ba chấu hoặc ống kẹp đàn hồi, đầu révonne có thể quay quanh trục thẳng đứng hoặc nằm ngang và có từ 6 đến 16 vị trí gá dao, ngoài ra còn có một bàn gá dao ngang.

Gia công trên máy révonne không phải cắt thử, đo từng chi tiết mà chỉ cần điều chỉnh dao một lần theo cỡ, có thể thực hiện các bước công nghệ khoan, khoét, doa đạt độ chính xác tương đương với gia công trên máy vạn năng bằng cách chạy dao tự động trong một lần gá phôi.

Độ chính xác khi tiện trên máy tiện révonne thấp hơn khi tiện trên máy tiện vạn năng, thường chỉ đạt độ chính xác cấp 8, cấp 9.

Vì thời gian điều chỉnh máy lớn nên gia công trên máy tiện révonne chỉ có hiệu quả khi:

$$n = \frac{T_{CBKT}^R - T_{CBKT}^{VN}}{T_{nc}^{VN} - T_{nc}^R}$$

Trong đó:

n - số chi tiết gia công được trên máy révonne trong một lần điều chỉnh máy.

T_{CBKT}^R - thời gian chuẩn bị kết thúc khi gia công trên máy tiện révonne.

T_{CBKT}^{VN} - thời gian chuẩn bị kết thúc khi gia công trên máy tiện vạn năng.

T_{nc}^{VN} - thời gian nguyên công trên máy tiện vạn năng.

T_{nc}^R - thời gian nguyên công trên máy tiện révonne.

Gia công trên máy tiện tự động nhiều trục.

Máy tiện tự động n trục (thường $n = 4 \div 6$) có n vị trí làm việc trong đó có một vị trí để gá đặt phôi và tháo chi tiết, còn lại là $n-1$ vị trí cắt tại đó có bố trí một hoặc nhiều dao. Việc tiến dao vào vị trí cắt hoặc lùi dao sau khi cắt xong được thực hiện nhờ hệ thống cam lắp trên trục phân phối. Như vậy trên máy tiện tự động có thể cùng một lúc gia công được nhiều chi tiết, ở mỗi vị trí một phần công việc khác nhau được thực hiện, tổng hợp lại ta được chi tiết hoàn thiện.

Khi gia công trên máy tiện tự động nhiều trục do có thể gia công đồng thời nhiều bề mặt khác nhau nên thời gian gia công các bề mặt trùng nhau, làm giảm thời gian cơ bản T_o , đồng thời thời gian gá phôi và tháo chi tiết trùng với thời gian gia công nên thời gian nguyên công T_{nc} giảm đi. Ngoài ra máy tiện tự động nhiều trục cũng có các ưu khuyết điểm tương tự như máy tiện revolve.

Tiện các mặt định hình.

Thông thường phôi thực hiện chuyển động quay tròn để tạo nên chuyển động cắt, dao thực hiện chuyển động tịnh tiến \vec{S} để đảm bảo cho quá trình cắt diễn ra liên tục.

$$\vec{S} = \vec{S}_{ng} + \vec{S}_d$$

Nếu bước tiến dao $\vec{S}_{ng} = 0$ thì $S = S_d$, ta được mặt trụ trơn.

Nếu $\vec{S}_d = 0$ thì $\vec{S} = \vec{S}_{ng}$, đó là trường hợp tiện mặt đầu hoặc tiện cắt dứt.

Nếu $S_{ng} \neq 0, \vec{S}_d \neq 0$ thì $\vec{S} = \vec{S}_{ng} + \vec{S}_d$, đó là trường hợp tiện mặt định hình.

Từ đó có 2 phương pháp tiện định hình:

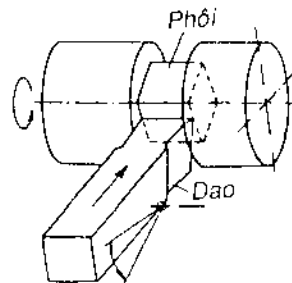
- Tiện định hình tiến dao ngang ($\vec{S}_d = 0$):

Trong trường hợp này phôi quay tròn, dao chỉ thực hiện chuyển động tiến ngang, lưỡi cắt của dao có dạng đường sinh của chi tiết và phải nằm trong mặt phẳng nằm ngang đi qua tâm chi tiết. Phương pháp này chỉ áp dụng khi mặt định hình có chiều dài nhỏ hơn 60 mm. Nếu mặt định hình có chiều dài lớn hơn 60 mm lưỡi cắt sẽ dài, khó chế tạo chính xác, lực cắt lớn dễ gây ra rung động làm giảm độ chính xác và chất lượng bề mặt. Để giảm lực cắt và rung động người ta thường lấy $S_{ng} = 0,01 \div 0,1$ mm/vòng.

Nếu dùng đồ gá tiện định hình tiến dao ngang có thể gia công được chi tiết không tròn xoay (hình 9.16).

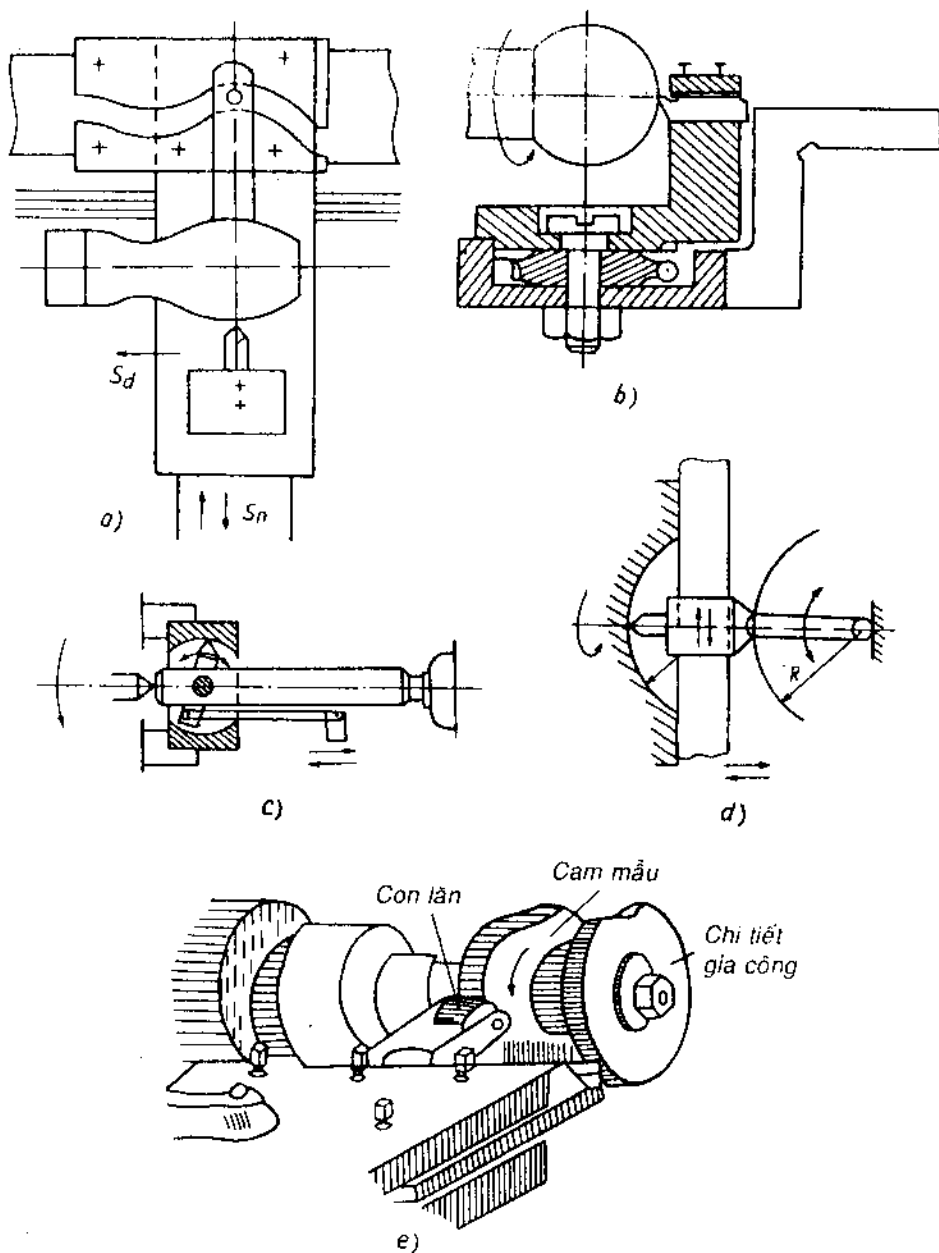
- Tiện định hình bằng cách phối hợp chuyển động tiến dao ngang và tiến dao dọc:

Phương pháp này chẳng những gia công được mặt định hình tròn xoay mà còn có khả năng gia công các mặt lệch tâm, mặt cam, mặt cầu trong và ngoài,



Hình 9.16. Sơ đồ tiện chi tiết vuông.

có thể tiện chép hình theo đường (hình 9.17a) hoặc dùng đồ gá (hình 9.17 b, c, d, e).



Hình 9.17. Sơ đồ gia công các bề mặt định hình bằng tiện.

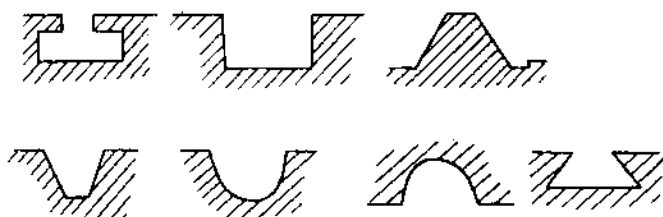
9.2. BÀO VÀ XỌC

Bào và xọc được dùng rộng rãi trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ và hàng loạt. Trong quá trình gia công ít phải dùng đồ gá và các dao cụ phức tạp.

Năng suất của bào và xọc thấp do:

- Có hành trình chạy không.
- Đầu dao có chuyển động tịnh tiến khứ hồi do đó không thể làm việc với vận tốc cắt lớn. Để tránh lực quán tính lớn sinh ra khi đảo chiều chuyển động thông thường vận tốc cắt khi bào $v = 12 \div 22$ m/ph, vận tốc cắt khi xọc $v = 12$ m/ph.
- Khi bào hoặc xọc không có khả năng gia công bằng nhiều dao cùng một lúc (trừ máy bào giường).

9.2.1. Khả năng công nghệ của bào và xọc



Hình 9.18. Khả năng gia công các mặt định hình có đường sinh thẳng của bào.

Bào và xọc là các phương pháp gia công có tính vạn năng cao, chuyển động cắt đơn giản. Bào chủ yếu dùng gia công các mặt phẳng nhưng cũng gia công được các mặt định hình có đường sinh thẳng (hình 9.18).

Bào có các dạng bào thô, bào tinh, bào tinh mỏng và bào tinh rộng bản. Bào tinh rộng bản có khả năng đạt độ chính xác và độ nhẵn bề mặt cao.

Xọc chủ yếu dùng để gia công các rãnh then trong lỗ. Trong sửa chữa đôi khi dùng xọc để gia công rãnh then hoa trong lỗ hoặc xọc răng theo nguyên lý định hình.

Bảng 9.4 là độ chính xác và độ nhẵn bề mặt của một số dạng dao.

Bảng 9.4

		Độ chính xác và độ nhám bề mặt khi bào		
Các dạng bào		Bào thô	Bào tinh	Bào tinh mỏng
Độ chính xác		Cấp 13 ÷ 12	Cấp 8 ÷ 7	Cấp 7 ÷ 6 Riêng độ thẳng tới 0,02 mm / 1000 mm
Độ nhám	R_z (μm)	80	-	-
	R_a (μm)	-	2,5	1,25 - 0,63

9.2.2. Các biện pháp công nghệ khi bào và xọc

Để tăng năng suất khi bào người ta dùng các biện pháp sau:

- Gá đặt:

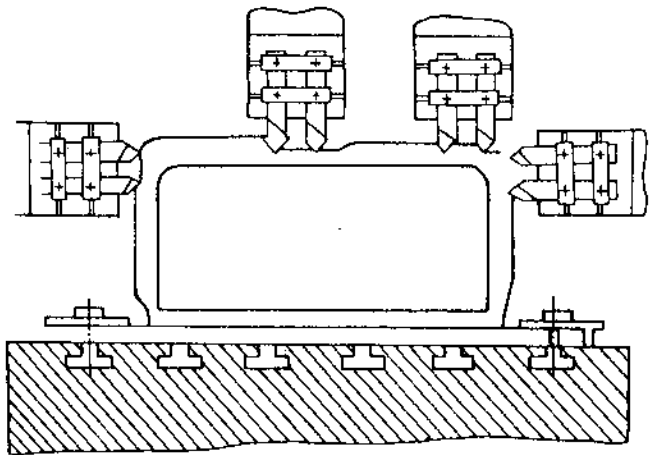
Trong sản xuất đơn chiếc phối được gá đặt dựa theo dấu, rà gá và cắt thử nên năng suất thấp. Trong sản xuất hàng loạt người ta sử dụng đồ gá cũng như cũ so dao để gá đặt chi tiết và dụng cụ cắt nhằm tăng năng suất.

- Chọn máy:

Các chi tiết lớn nên gia công trên các máy bào giường để có thể gia công đồng thời nhiều bề mặt bằng nhiều đầu dao và nhiều dao khác nhau (hình 9.19).

Khi dùng nhiều dao có thể gá dao theo 2 cách:

+ Gá dao theo cách phân chia chiều sâu cắt làm nhiều lớp (hình 9.20a) sẽ



Hình 9.19. Sơ đồ gia công dùng nhiều đầu dao và nhiều dao trên máy bào giường

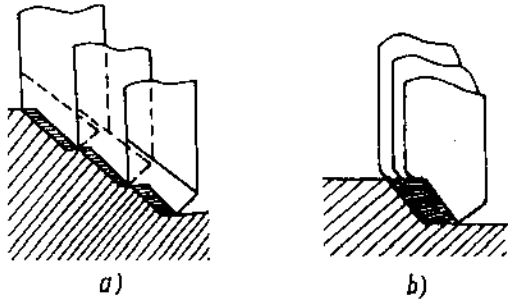
tránh được ảnh hưởng của hiện tượng mòn dao không đồng đều tới chất lượng bề mặt gia công.

+ Gá dao theo cách đặt các dao nối tiếp liên tục theo phương tiến dao cho phép gia công với bước tiến dao S lớn (hình 9.20b). Khi đó bước tiến cho 1 dao là

$\frac{S}{n}$ với n là số lượng dao và hiện tượng mòn không đều của các dao sẽ ảnh hưởng

tới chất lượng bề mặt gia công.

- Các chi tiết có bề mặt gia công hẹp nên gá thành hàng dọc theo phương chuyển động cắt.



Hình 9.20. Sơ đồ gá dao bào khi gia công dùng nhiều dao

a. Gá nhiều dao theo phương của chiều sâu cắt

b. Gá nhiều dao theo phương tiến dao.

9.2.3. Các biện pháp nâng cao độ chính xác khi bào

Để nâng cao độ chính xác gia công khi bào người ta dùng các biện pháp công nghệ sau đây:

- Khi gia công các chi tiết lớn nên tách thành hai nguyên công gia công thô và tinh riêng biệt để giảm ảnh hưởng của hiện tượng phân bố lại ứng suất dư sau khi gia công gây ra biến dạng chi tiết sau khi gia công. Trường hợp nếu gia công thô và tinh trong cùng một lần gá trên máy bào giường thì sau bước gia công thô nên rời lỏng các đòn kẹp để chi tiết biến dạng tự do gây ra hiện tượng phân bố lại ứng suất dư sau khi cắt thô, sau đó kẹp nhẹ để tiếp tục cắt tinh.

- Dùng phương pháp bào tinh mỏng bằng dao rộng bản chế tạo từ hợp kim cứng: dao bào có bề rộng từ 40 mm ÷ 120 mm, cắt với chiều sâu cắt t nhỏ ($t_1 = 0,1 \div 0,2$ mm, $t_2 = 0,05 \div 0,1$ mm) bằng 1 hoặc 2 lần chạy dao, bước tiến cắt lớn ($S = 0,5$ bề rộng dao), $v_c = 15 \div 200$ m/ph.

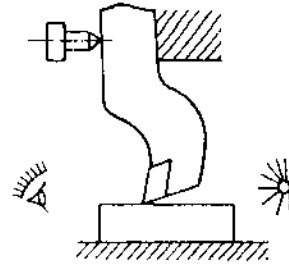
Bào tinh mỏng bằng dao rộng bản có các yêu cầu sau:

+ Máy phải đảm bảo chính xác.

+ Dao đủ cứng vững, phần côngxôn của dao ngắn, lưỡi dao phải thẳng và được đánh bóng đạt $R_a = 0,16 \mu\text{m}$, gá đặt dao phải kiểm tra bằng khe sáng.

+ Các mặt tỳ của chi tiết phải thẳng và có $R_a < 5 \mu\text{m}$.

Bào tinh mỏng bằng dao rộng bản đạt được độ chính xác kích thước, độ phẳng, độ nhám bề mặt cao, có thể thay thế cho cạo hoặc khi không có phương tiện khác như mài phẳng, chuốt.



Hình 9.21. Kiểm tra gá dao bằng cách quan sát khe sáng.

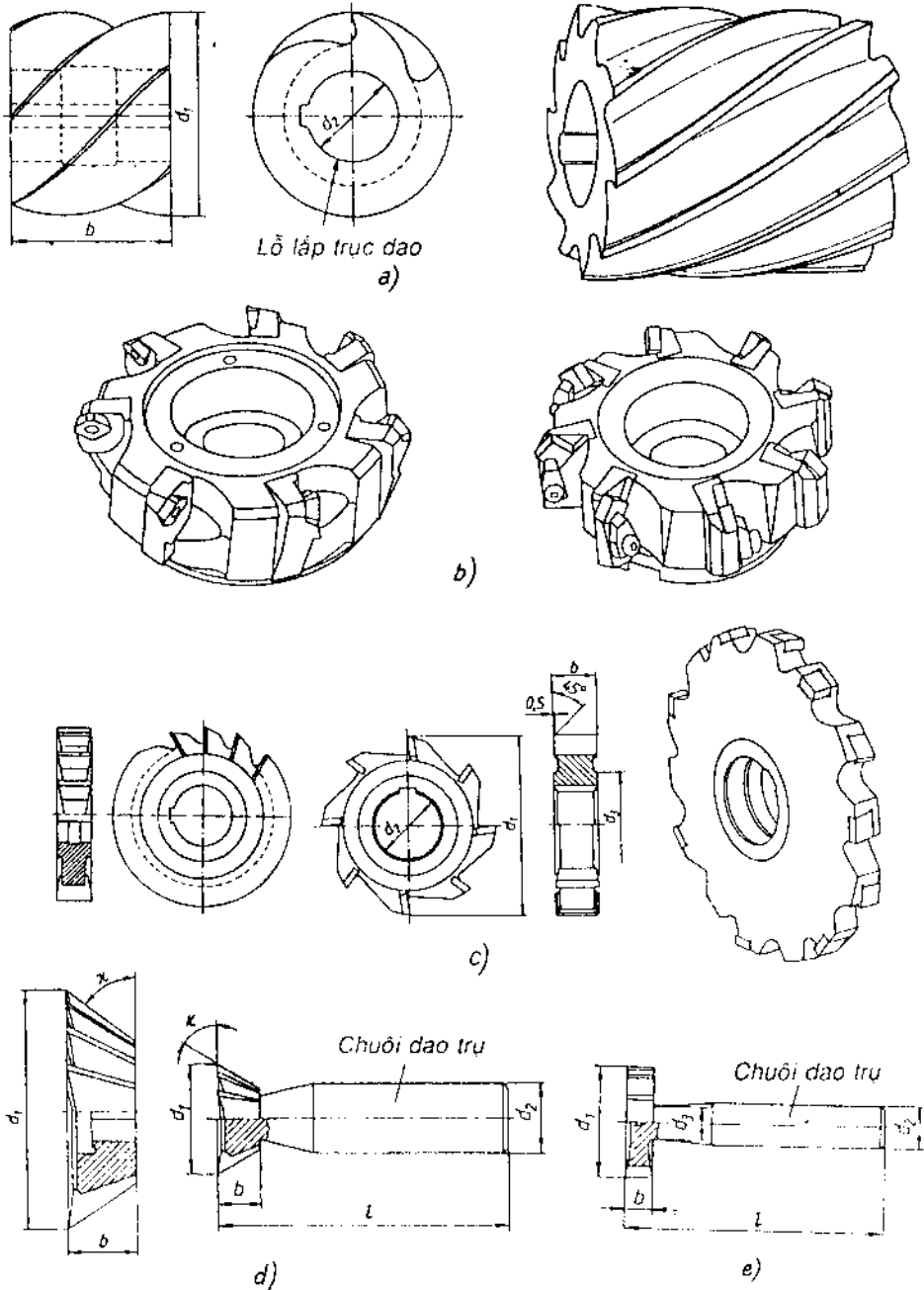
9.3. PHAY

Phay là phương pháp gia công cắt gọt trong đó dụng cụ cắt quay tròn tạo ra chuyển động cắt. Chuyển động tiến dao thông thường do máy, cũng có khi do dao hoặc do cả máy và dao cùng thực hiện theo các hướng khác nhau. Khác với tiện và khoan, các lưỡi cắt của dao phay không tham gia cắt liên tục, phoi ngắn hơn, lưỡi cắt bị nung nóng gián đoạn nên khả năng chịu tải tốt hơn.

Tiết diện ngang của phoi không đồng đều nên lực cắt dao động và lưỡi cắt chịu tải trọng va đập gây ra rung động trong quá trình phay, vì thế máy phay phải được chế tạo sao cho có độ cứng vững cao. Hiện nay có các loại máy phay đứng, máy phay ngang, máy phay giường hoặc máy phay chuyên dùng. Trong những năm gần đây máy phay CNC đã được đưa vào sử dụng rộng rãi trong sản xuất. Ngoài ra người ta còn chế tạo các trung tâm gia công để có thể thực hiện những công việc khác nhau như phay, khoan, khoét, doa... trong cùng một lần gá.

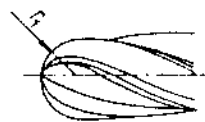
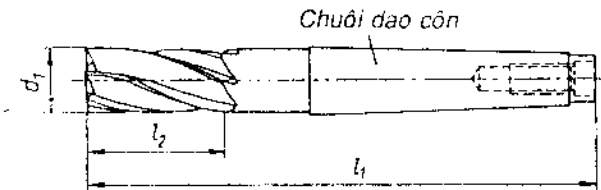
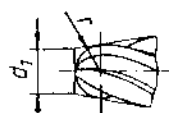
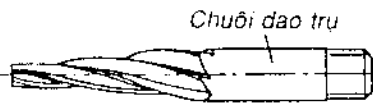
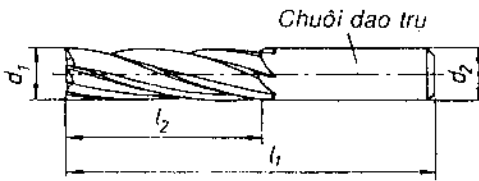
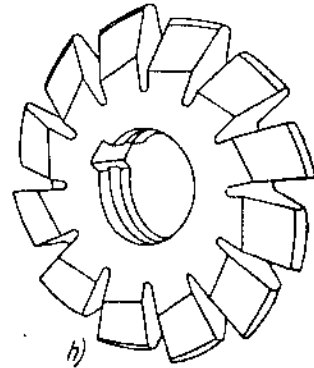
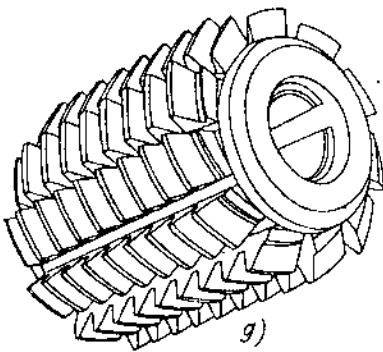
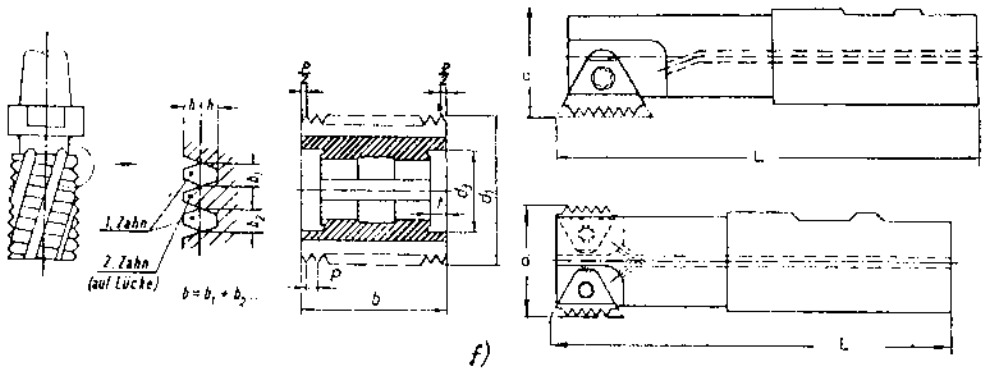
Dao phay có nhiều loại khác nhau như dao phay trụ, dao phay mặt đầu, dao phay đĩa (một, hai hoặc ba mặt), dao phay ngón, dao phay lăn răng, dao phay định hình... (hình 9.22). Dao phay có độ cứng vững cao và có nhiều lưỡi cắt hơn dao tiện.

Dao có thể chế tạo liền như dao phay trụ, dao phay lăn răng..., cũng có thể được chế tạo rời phần thân với phần cắt. Trong trường hợp này các mảnh dao, còn gọi là mảnh cắt quay, được chế tạo theo tiêu chuẩn và được kẹp chặt vào đầu dao nhờ cơ cấu kẹp chặt bằng vít (hình 9.22b). Mỗi mảnh cắt quay có thể



Hình 9.22. Các loại dao phay

a) dao phay trụ; b) dao phay mặt đầu sử dụng mảnh cắt quay; c) dao phay đĩa; d) dao phay rãnh mang cá; e) dao phay rãnh chữ T; f) dao phay ren; g) dao phay lẫn răng; h) dao phay đĩa rỗng; i) các loại dao phay ngón.



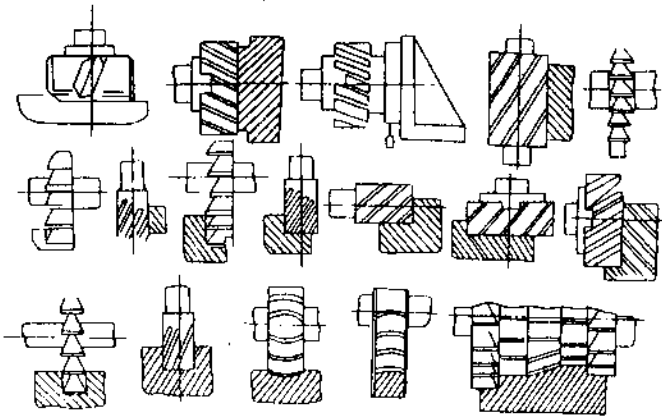
i)

Hình 9.22. Các loại dao phay (tiếp)

có nhiều lưỡi cắt. Khi lưỡi cắt mòn người ta xoay lại vị trí của mảnh cắt quay để cắt bằng lưỡi cắt mới khác. Khi tất cả các lưỡi cắt đều mòn thì thay mảnh cắt quay mới. Kết cấu dao kiểu này cho phép giảm thời gian gá dao, mài dao, điều chỉnh dao, đồng thời đảm bảo bộ phận cắt luôn có các góc theo tiêu chuẩn.

9.3.1. Khả năng gia công các dạng bề mặt của phay.

Phay có thể gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau bằng các loại dao và các phương pháp phay khác nhau (hình 9.23).



Hình 9.23. Các dạng phay

9.3.1.1. Phay mặt phẳng

* Chọn dao khi phay mặt phẳng.

Khi phay mặt phẳng có thể dùng các loại dao phay trụ, dao phay mặt đầu, dao phay ngón, dao phay đĩa.

- Dao phay mặt đầu. Trong sản xuất hàng loạt lớn thường dùng dao phay mặt đầu vì:

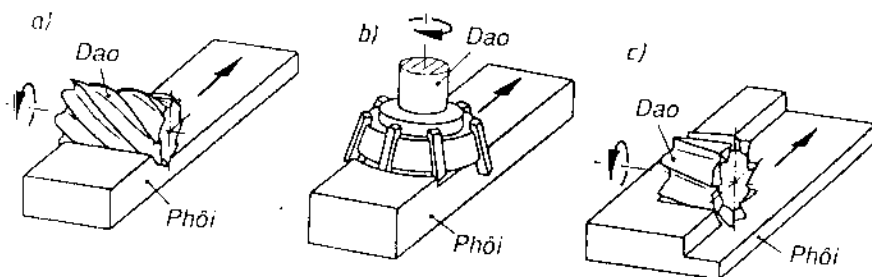
+ Dao phay mặt đầu có độ cứng vững cao hơn độ cứng vững của các loại dao phay khác do trục gá dao ngắn.

+ Có thể sử dụng dao phay mặt đầu có đường kính lớn để gia công được mặt phẳng có bề rộng lớn với tốc độ cắt lớn, nâng cao năng suất cắt.

+ Có nhiều lưỡi cắt cùng tham gia cắt nên quá trình cắt êm hơn so với cắt bằng dao phay hình trụ.

+ Mỗi mảnh cắt quay có từ 3 đến 4 lưỡi cắt được chế tạo theo tiêu chuẩn rồi được kẹp chặt vào đầu dao. Sau khi lưỡi cắt mòn dễ dàng xoay mảnh cắt quay để sử dụng các lưỡi cắt khác, khi tất cả các lưỡi cắt bị mòn có thể thay nhanh mảnh cắt quay mới do đó rút ngắn thời gian phụ.

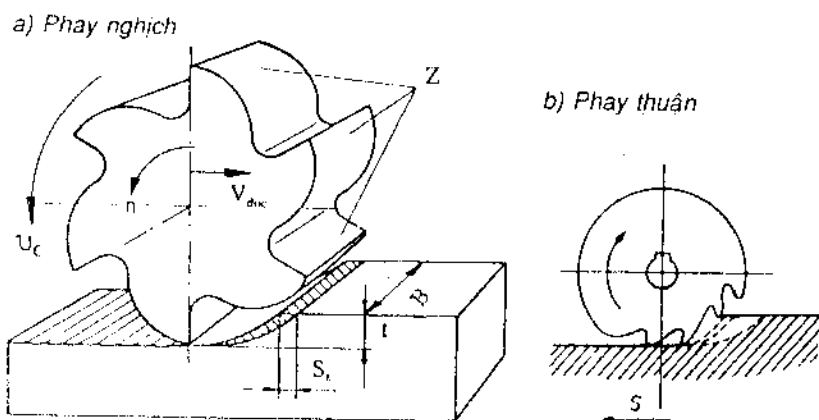
+ Trong trường hợp sử dụng máy chuyên dùng có thể gia công đồng thời nhiều bề mặt khác nhau bằng nhiều dao mặt đầu khác nhau.



Hình 9.24. Gia công mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu và dao phay trụ

- Dao phay trụ.

Khi phay mặt phẳng bằng dao phay trụ tùy theo chiều quay của dao và hướng tiến dao người ta chia ra phay nghịch (hình 9.25a) và phay thuận (hình 9.25b). Phay nghịch chiều dày phoi biến đổi từ min tới max nên quá trình cắt ít bị va đập nhưng dễ gây nên hiện tượng trượt ở thời điểm dao bắt đầu tiếp xúc với bề mặt chi tiết, làm tăng chiều cao nhấp nhô bề mặt.



Hình 9.25. Sơ đồ gia công mặt phẳng bằng dao phay trụ

Ngược lại, phay thuận chiều dày phôi thay đổi từ max tới min nên sẽ không có hiện tượng trượt, năng suất cắt cao hơn. Với cùng một điều kiện gia công, cùng chế độ cắt, do không có hiện tượng trượt khi cắt nên phay thuận có năng suất cao hơn phay nghịch tới 50%. Tuy nhiên phay thuận có va đập, đặc biệt ở thời điểm ban đầu dao tiếp xúc trực tiếp với bề mặt thô của phôi (thường có độ cứng cao do nguyên công tạo phôi để lại như đúc trong khuôn kim loại, gia công áp lực... hoặc có lớp cháy cát, do đúc trong khuôn cát) do đó dao chóng mòn. Để giảm va đập cần phải khử bỏ khe hở giữa các bộ phận dịch chuyển của bàn máy.

Từ những nhận xét trên cho thấy khi cắt lớp vỏ cứng của phôi thô nên dùng phay nghịch, sau đó nên dùng phay thuận để đạt năng suất cắt cao, đặc biệt khi cắt tinh với lượng dư nhỏ hoặc cắt kim loại mềm nên dùng phay thuận để tránh được hiện tượng trượt làm tăng chiều cao nhấp nhô bề mặt.

- Gia công mặt phẳng bằng dao phay ngón thường dùng khi gia công rãnh và các mặt bậc dài, hẹp nhưng có khoảng cách giữa 2 mặt lớn (hình 9.26).

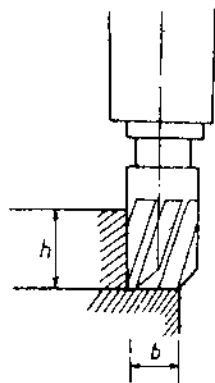
* Các biện pháp gá đặt khi phay mặt phẳng.

Khi phay mặt phẳng thường sử dụng 2 phương pháp gá đặt sau đây:

+ Lấy dấu cắt thử: chi tiết gá trực tiếp trên bàn máy hoặc ê tô, dùng các căn dệm để kê chi tiết và thực hiện rà theo dấu do đó năng suất thấp, chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc. Trong trường hợp này chuẩn là các đường vạch dấu hoặc các mặt dùng để rà.

+ Dùng các đồ gá có cũ so dao để gá đặt nhanh chi tiết và dao do đó thời gian gá đặt giảm góp phần nâng cao năng suất, thường dùng trong sản xuất hàng loạt.

* Các biện pháp tăng năng suất khi phay mặt phẳng:

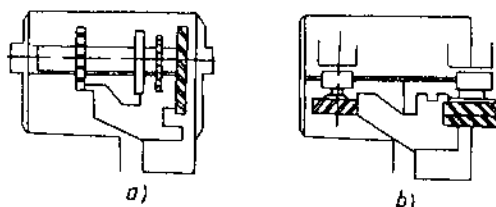


Hình 9.26. Sơ đồ gia công mặt bậc bằng dao phay ngón

Để nâng cao năng suất khi phay mặt phẳng người ta dùng các biện pháp sau đây:

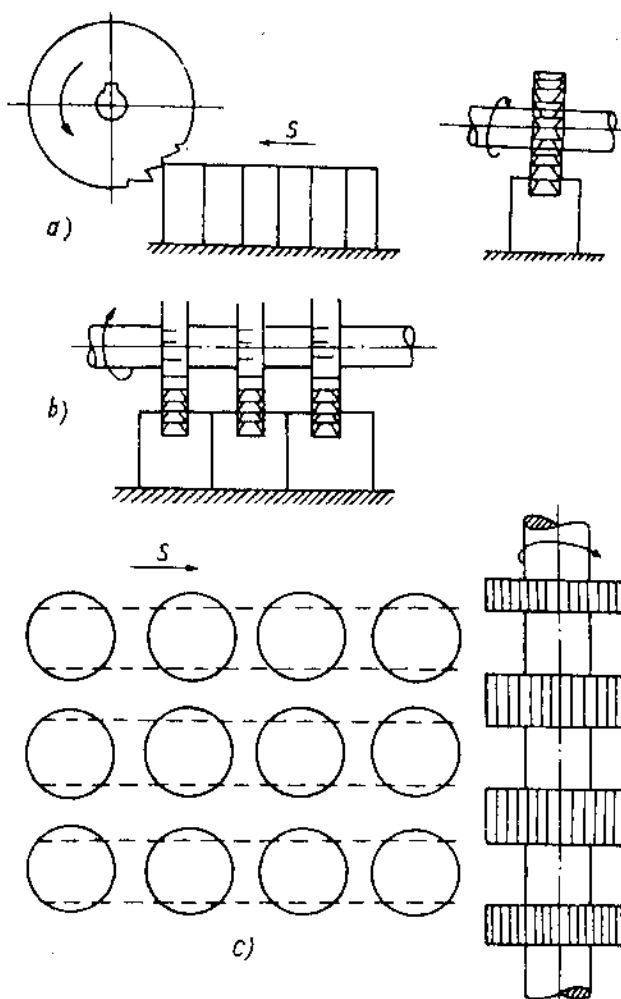
- Phay đồng thời nhiều bề mặt cùng một lúc bằng cách dùng nhiều dao trên một trục dao (thường dùng trên máy vạn năng) hoặc dùng máy phay chuyên dùng có nhiều trục dao nhằm tận dụng hết công suất của máy, giảm thời gian gá đặt, làm cho thời gian gia công các mặt trùng nhau (hình 9.27).

+ Phay nhiều chi tiết trên cùng một lần gá trên cùng một lần gá theo cách gá tuần tự (hình 9.28a), cách gá song song (hình 9.28b) hoặc cách gá phối hợp (hình 9.28c).



Hình 9.27. Phay đồng thời nhiều bề mặt

- a) phay đồng thời nhiều bề mặt bằng nhiều dao trên 1 trục dao;
b) phay đồng thời nhiều bề mặt trên máy chuyên dùng có nhiều trục.



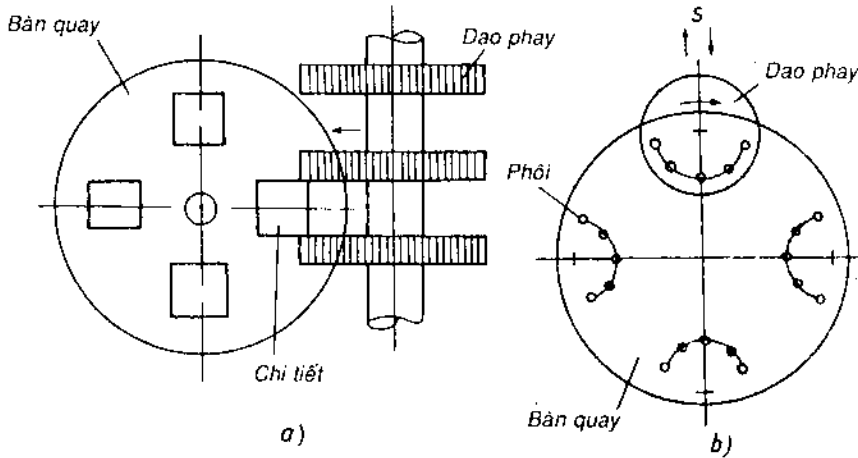
Hình 9.28. Sơ đồ phay nhiều chi tiết trên cùng một lần gá

- a) gá tuần tự; b) gá các chi tiết song song; c) gá phối hợp.

+ Sử dụng các loại đồ gá thích hợp nhằm giảm thời gian phụ (thời gian gá và tháo chi tiết), có thể gia công nhiều bề mặt cùng một lúc (hình 9.29a) hoặc bố trí sao cho thời gian phụ trùng với thời gian gia công cơ bản (hình 9.29b, hình 9.30).

Khi dùng đồ gá quay liên tục (hình 9.30) cần đảm bảo vận tốc quay của đồ gá phải nhỏ hơn hoặc bằng lượng chạy dao cho phép nhằm:

- Đảm bảo độ nhám bề mặt yêu cầu.
- Đảm bảo đủ thời gian cho công nhân tháo và gá chi tiết.

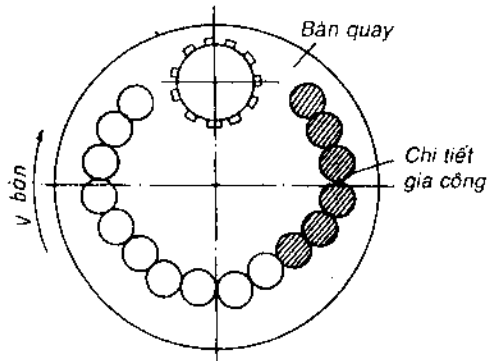


Hình 9.29. Sử dụng các đồ gá quay không liên tục

* So sánh phay và bào.

- Về mặt năng suất:

Thời gian phụ của bào lớn hơn phay, nhưng thời gian chuẩn bị kết thúc của phay lớn hơn của bào, do đó trong sản xuất hàng loạt nên dùng phay thay bào, trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ nên dùng bào thay phay, đặc biệt khi gia công các chi tiết dài và hẹp, các chi tiết từ phôi đúc có lượng dư lớn.



Hình 9.30. Sơ đồ gia công dùng đồ gá có bàn quay liên tục

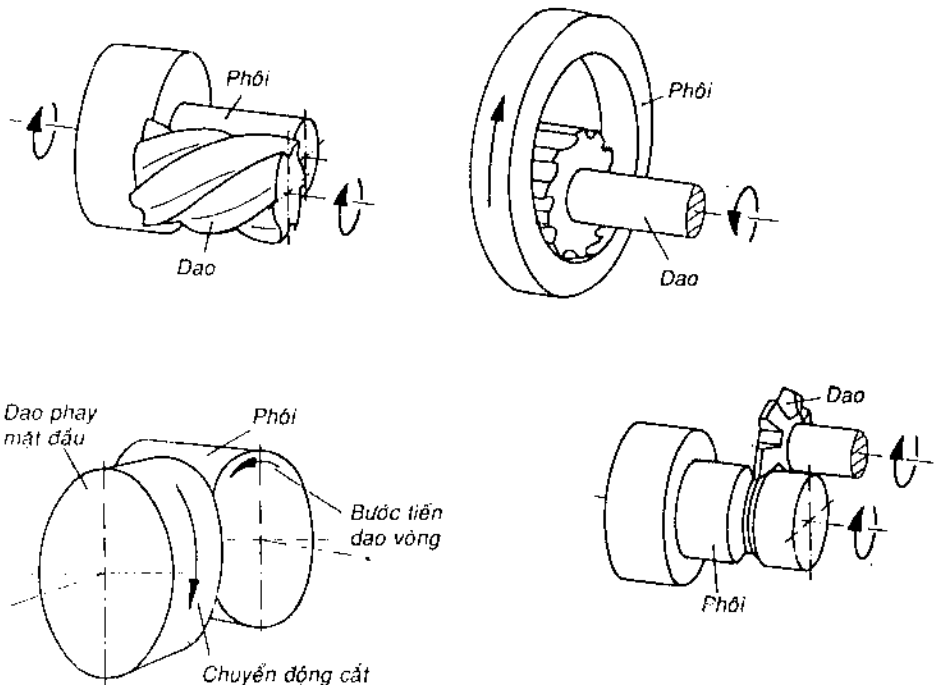
Tốc độ cắt của phay cao hơn bào, dao phay có nhiều lưỡi cắt cùng tham gia cắt đồng thời, khi phay có thể sử dụng nhiều biện pháp công nghệ khác nhau để nâng cao năng suất, vì thế trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối phay hầu như hoàn toàn thay thế bào.

- Về chất lượng: khi gia công mặt phẳng phay và bào đều có thể đạt chất lượng như nhau. Đối với chi tiết nhỏ và vừa, độ chính xác thấp hơn cấp 9 phay dễ đạt hơn. Ngược lại gia công chi tiết lớn trên máy bào giường dễ đạt chính xác hơn khi gia công trên máy phay giường.

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

9.3.1.2. Phay các mặt trụ tròn xoay

Những năm gần đây người ta dùng phay để gia công các mặt trụ ngoài, mặt trụ trong, phay rãnh tròn xoay trên mặt trụ dựa trên nguyên tắc cả dao và phôi cùng quay (hình 9.31). Do không có chuyển động tiến dao dọc và có nhiều lưỡi cắt cùng tham gia cắt nên năng suất cao hơn tiện, do đó trong nhiều trường hợp các phương pháp này được sử dụng thay tiện.



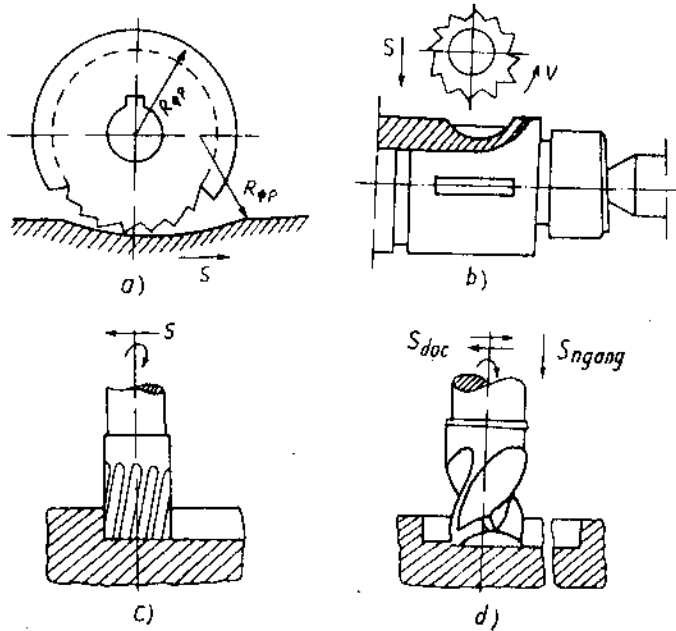
Hình 9.31. Gia công các mặt trụ tròn xoay bằng phay.

9.3.1.3. Phay rãnh then

Phay rãnh then được thực hiện sau nguyên công tiện tinh, chuẩn là hai cổ trục kết hợp với vai trục. Nếu yêu cầu chính xác cao cần phải mài hai cổ làm chuẩn công nghệ trước khi phay để tạo điều kiện đảm bảo hai mặt bên của rãnh đối xứng với nhau qua mặt phẳng qua tâm.

Các phương pháp phay rãnh then:

- Phay rãnh then bằng dao phay đĩa 3 mặt (hình 9.32a) trên máy phay ngang bằng một hoặc nhiều đường chuyển dao tùy theo độ chính xác gia công yêu cầu cho năng suất cao khi đường kính dao đủ lớn, nhưng bề rộng rãnh



Hình 9.32. Các phương pháp phay rãnh then.

then bị lay rộng do biến dạng đàn hồi của trục gá dao và do dao bị đảo. Ngoài ra nếu mài dao nhiều lần chiều dày dao thay đổi dẫn tới bề rộng rãnh then thay đổi. Muốn đảm bảo chính xác nên dùng dao có chiều dày nhỏ hơn bề rộng rãnh để cắt một mặt bên của rãnh sau đó chỉnh máy để cắt mặt bên còn lại. Phương pháp này cho năng suất thấp, chất lượng phụ thuộc tay nghề công nhân.

- Phay rãnh then bán nguyệt trên máy phay ngang bằng dao phay đĩa ba mặt có đường kính nhỏ, vận tốc cắt hạn chế, chỉ có tiến dao hướng kính do đó có năng suất thấp (hình 9.32b).

- Phay rãnh then chữ nhật trên máy phay đứng bằng dao phay ngón.

+ Đối với rãnh then kín trước khi phay phải khoan mối sau đó dùng dao phay ngón để thực hiện một hoặc hai đường chuyển dao. Phương pháp này tốn thời gian thay dao nên chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc (hình 9.32c).

+ Dùng dao phay rãnh then chuyên dùng (hình 9.32d) không phải khoan mối, do đó không phải thay dao nhưng phải tiến dao nhiều lần do chiều sâu cắt t

nhỏ ($t = 0,05 \div 0,25$), tuy vậy năng suất vẫn cao hơn so với dùng dao phay ngón thông thường.

- Phay trục then hoa.

+ Trong sản xuất đơn chiếc dùng dao phay đĩa cắt hai mặt bên (hình 9.33a). Sau đó dùng dao phay định hình cắt mặt đáy trụ của rãnh (hình 9.33b) hoặc dùng dao định hình cắt một lần (hình 9.33c). Các phương pháp này cho năng suất thấp.

+ Trong sản xuất hàng loạt dùng phương pháp bao hình bằng dao phay lăn then hoa trên máy phay lăn răng, phương pháp này cho năng suất cao, chất lượng ổn định (hình 9.33c).

9.3.1.4. Phay ren

- Khi phay ren bằng dao phay đĩa trục dao phải tạo với trục chi tiết 1 góc bằng góc nâng của ren (hình 9.34):

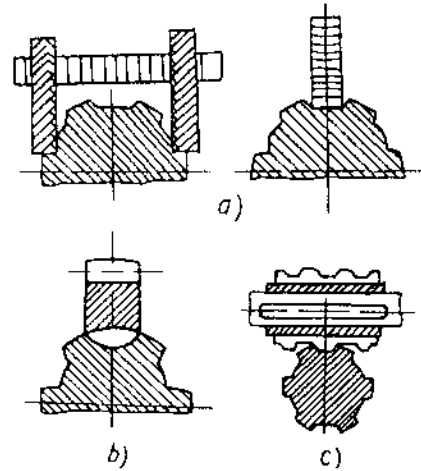
$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \beta = s / \pi d_b$$

Trong đó:

s - bước ren.

d_b - đường kính trung bình của ren.

β - góc nâng của ren xác định trên đường kính trung bình.



Hình 9.33. Các phương pháp phay trục then hoa.

Do trục dao đặt nghiêng một góc φ nên ở tất cả các đường kính khác của ren cũng chịu ảnh hưởng của góc φ , do đó sẽ dẫn tới sai số dạng ren.

Mặt khác khi phay ren lưới cắt không nằm trong mặt phẳng qua tâm, để

tránh sai số dạng ren cần phải chế tạo lưới cắt có dạng cong, như vậy việc chế tạo dao quá phức tạp do đó trong thực tế người ta vẫn chế tạo dao phay ren có lưới cắt thẳng và chấp nhận chịu sai số dạng ren khi phay ren. Vì vậy, khi không yêu cầu độ chính xác cao hoặc khi gia công thô người ta dùng phay ren để đạt năng suất cao sau đó tiến hành gia công tinh bằng tiện.

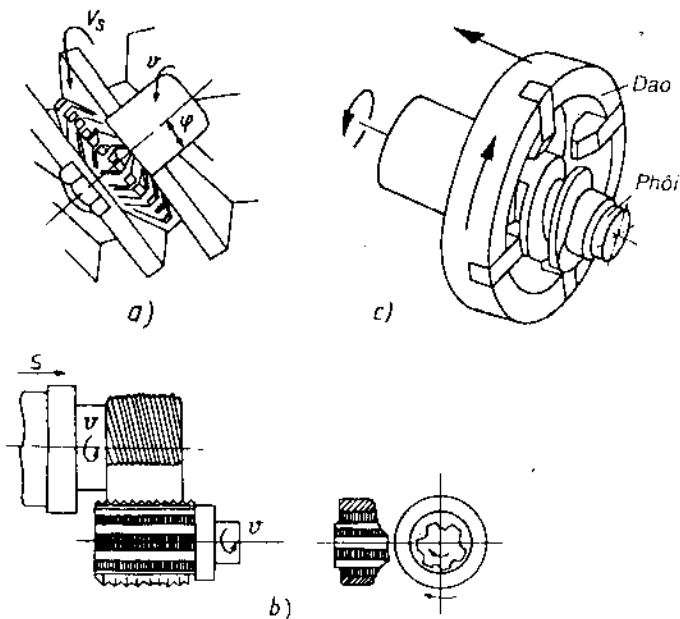
- Phay ren bằng dao phay răng lược:

Dao phay răng lược thực chất gồm nhiều dao đĩa có lưới cắt thẳng ghép lại do đó bản chất giống tiện ren. Trục dao gá song song với tâm chi tiết, các lưới cắt nằm trong mặt phẳng chứa tâm dao và tâm chi tiết. Dao quay tròn tạo ra chuyển động cắt, chi tiết quay và tịnh tiến dọc trục một khoảng từ 1 đến hai bước ren. Phương pháp này đạt độ chính xác như tiện ren nhưng cho năng suất cao hơn.

9.3.1.5. Phay các mặt định hình

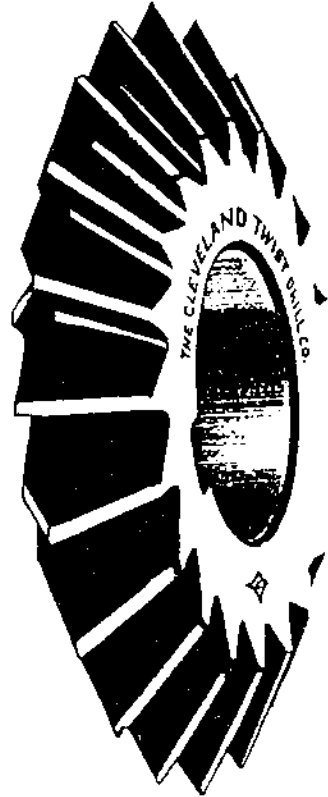
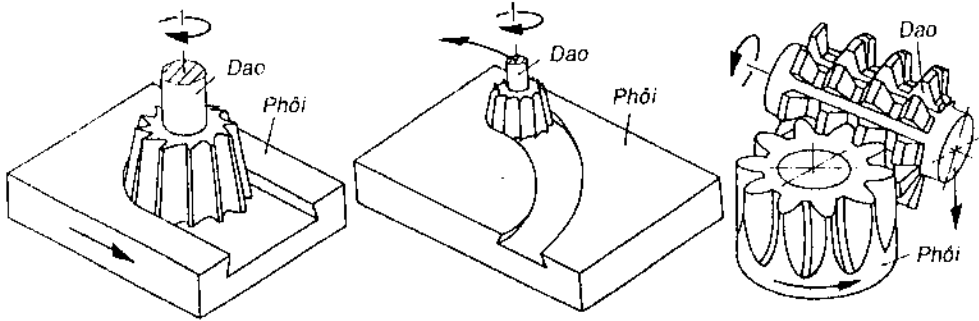
Có thể phay mặt định hình bằng các phương pháp sau đây:

- Phay định hình bằng dao định hình (hình 9.35) có thể gia công được các



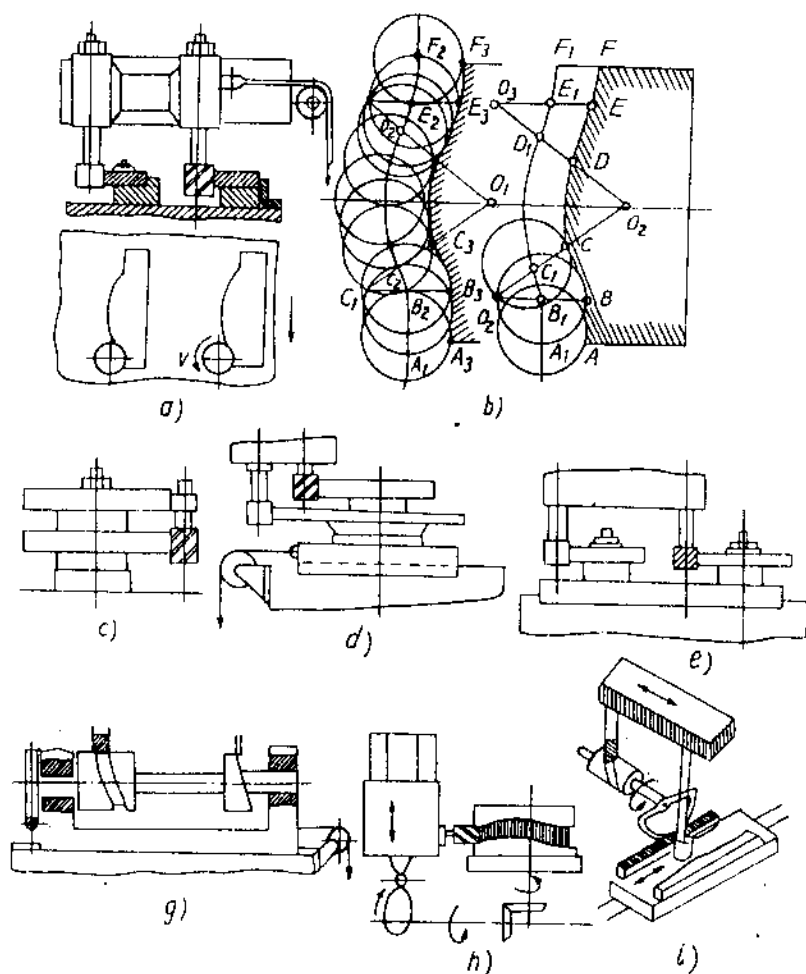
Hình 9.34. Các phương pháp phay ren.

rãnh định hình có đường sinh thẳng như gia công các rãnh hình chữ nhật, rãnh hình cung tròn, rãnh then hoa, rãnh mang cá và gia công bánh răng...



Hình 9.35. Sơ đồ gia công các mặt định hình bằng dao phay định hình.

Do vận tốc cắt của các điểm trên lưỡi cắt không giống nhau nên dao bị mòn không đều, dao khó chế tạo, vận tốc cắt không cao dẫn đến năng suất thấp. Độ chính xác gia công phụ thuộc vào độ chính xác khi chế tạo dao, phương pháp gá đặt và độ chính xác của bề mặt dùng làm chuẩn.



Hình 9.36. Sơ đồ phay chép hình theo mẫu.

- Phay chép hình theo mẫu (dương). Bản chất của phay chép hình theo mẫu là ngoài chuyển động cắt do dao quay tròn còn cần hai chuyển động tiến dao: chuyển động tiến dao dọc S_d do bàn máy thực hiện và chuyển động tiến dao ngang S_{np} do đầu dao thực hiện bằng cách con lăn hoặc đầu dao luôn tiếp xúc với mặt dương nhờ lực ép của lò xo hoặc tải trọng của đối trọng (hình

9.36a). Đường biên của mẫu chép hình được xác định trên cơ sở đường biên của mặt định hình cần gia công, bán kính chốt dò và khoảng cách không đổi giữa tâm dao và tâm chốt dò (hình 9.36b).

Khi phay chép hình các cung kín (ví dụ, phay cam đĩa) cũng áp dụng nguyên lý chép hình trên nhưng trong quá trình cắt cả đường và phối đều quay tròn, con lăn luôn tiếp xúc với mặt đường để thực hiện chuyển động tiến dao hướng kính (hình 9.36c, d, e).

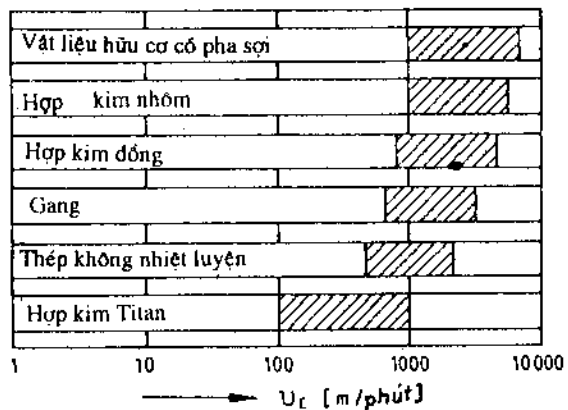
Cũng có thể dùng cam mặt đầu hoặc cam rãnh kín làm đường điều khiển chuyển động tiến dao hướng trục để gia công rãnh định hình trên chi tiết dạng trụ tròn xoay (còn gọi là cam thùng, hình 9.36g). Ngoài ra cũng có thể dùng cam đĩa (hình 9.36h) hoặc cam phẳng (hình 9.36i) làm mẫu để gia công cam thùng (cam có rãnh khép kín).

Độ chính xác khi gia công mặt định hình phụ thuộc vào độ chính xác của cam mẫu, độ chính xác của việc thiết kế và chế tạo đồ gá cũng như độ chính xác của việc điều chỉnh máy.

Để giảm ảnh hưởng sai số của dạng cam mẫu tới dạng bề mặt gia công nên làm cam mẫu lớn hơn so với vật gia công, nhưng như vậy cũng có nhược điểm là kết cấu đồ gá sẽ cồng kềnh.

9.3.2. Phay tốc độ cao

Gia công ở tốc độ cao là gia công với tốc độ cắt lớn gấp 5 ÷ 10 lần tốc độ cắt thông thường hiện nay. Tốc độ cắt được chọn phụ thuộc vào cặp vật liệu gia công - vật liệu dao và các điều kiện gia công cụ thể khác. Sự lựa chọn tốc độ cắt hợp lý ứng với tuổi bền thích hợp sẽ đem lại hiệu quả kinh tế cao nhất.

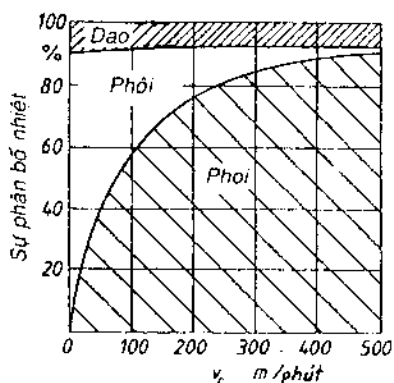


Hình 9.37. Lựa chọn tốc độ cắt khi phay ở tốc độ cao ứng với các loại vật liệu khác nhau.

Tại các nước công nghiệp phát triển người ta đang đẩy mạnh nghiên cứu gia công cắt gọt ở tốc độ cao đối với tất cả các phương pháp gia công có phoi. Tuy nhiên kết quả nghiên cứu về phay với tốc độ cao là rõ ràng hơn cả và được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp.

Các kết quả nghiên cứu lựa chọn tốc độ cắt khi phay ở tốc độ cao bằng thực nghiệm của Schulz và Scherer cho ở hình 9.37.

Tỷ lệ % phân bố nhiệt cắt vào phoi, phôi và dao khi cắt ở tốc độ cao thay đổi rất mạnh phụ thuộc vào tốc độ cắt (hình 9.38). Nếu tốc độ cắt tăng, % nhiệt cắt truyền vào phoi tăng mạnh rồi được truyền ra môi trường xung quanh, ngược lại % nhiệt cắt truyền vào chi tiết gia công giảm nhanh trong khi đó % nhiệt cắt truyền vào dụng cụ cắt hầu như không thay đổi. Tuy nhiên vì cắt ở tốc độ cao lượng nhiệt sinh ra lớn, nhiệt ở dụng cụ cắt không thoát kịp do đó nhiệt ở lưỡi cắt tăng nhanh làm giảm tuổi bền của dụng cụ (hình 9.39).



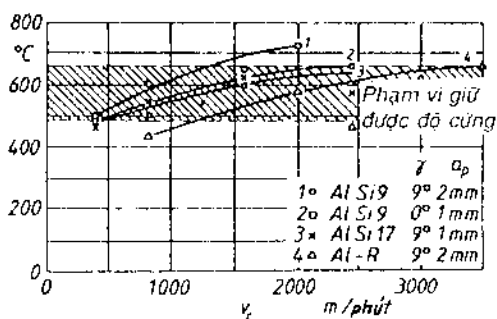
Hình 9.38. Sự phân bố nhiệt phụ thuộc vào tốc độ cắt khi phay ở tốc độ cao.

Phay ở tốc độ cao được phát triển theo hai hướng sau:

- Phay công suất cao.

Theo hướng này đồng thời với tăng tốc độ cắt người ta còn tăng tốc độ tiến dao, sau khi đạt tới một giá trị thích hợp người ta giữ nguyên lượng tiến dao răng S_z . Khi đó thể tích phoi trong một đơn vị thời gian tăng dẫn tới năng suất tăng.

- Phay với tốc độ cắt cao nhưng lượng tiến dao



Hình 9.39. Nhiệt độ ở mặt trước của dao tiện khi gia công hợp kim nhôm.

răng S_z nhỏ. Trong trường hợp này lực cắt giảm do đó biến dạng của dao và chi tiết gia công giảm dần tới độ chính xác gia công tăng.

Dao phay dùng gia công ở tốc độ cao có thể được chế tạo liền hoặc dùng đầu dao có lắp các mảnh cắt quay. Trong cả hai trường hợp đầu dao đều phải được chế tạo chính xác, đảm bảo cân bằng. Độ lệch tâm cho phép của đầu dao so với đường tâm của trục chính của máy là 0,1 μm . Sai số vị trí của các mảnh cắt quay cho phép trong phạm vi vài μm để đảm bảo tải trọng phân bố đều trên các lưỡi cắt.

Vật liệu dao cắt khi gia công ở tốc độ cao thường là hợp kim cứng có phủ các loại cacbit kim loại có độ cứng cao như cacbit bo, cacbit silic, cacbit titan... Ngoài ra người ta còn sử dụng vật liệu CBN (nitrit bo có cấu trúc ở dạng lập phương thể tâm).

Phay tốc độ cao có các đặc điểm sau:

- Năng suất cao.
- Lực cắt nhỏ.

Bằng thực nghiệm người ta đã chứng minh được rằng ở phạm vi tốc độ cắt cao lực cắt tỷ lệ nghịch với tốc độ cắt:

$$F_c \sim \frac{1}{V_c}$$

Do đó tốc độ cắt càng cao lực cắt càng nhỏ, biến dạng của hệ thống công nghệ cũng như biến dạng đàn hồi ở lớp bề mặt của chi tiết gia công nhỏ dẫn tới độ chính xác và chất lượng bề mặt cao.

- Tỷ lệ nhiệt cắt truyền vào phoi lớn.
- Tần số rung khi cắt cao.

Hiện nay phay tốc độ cao được áp dụng rộng rãi trong việc chế tạo các chi tiết chính xác từ hợp kim nhôm, gang, thép dùng trong công nghiệp chế tạo máy bay, ô tô, các chi tiết của dụng cụ đo, các chi tiết quang học...

9.4. KHOAN, KHOÉT, DOA, TARÔ

Khoan, khoét, doa đều là các phương pháp gia công lỗ nhưng khả năng công nghệ khác nhau do đó phạm vi sử dụng cũng khác nhau.

9.4.1. Khoan

Khoan là phương pháp tạo lỗ từ phôi đặc trên các máy khoan, máy tiện và đôi khi cả trên máy

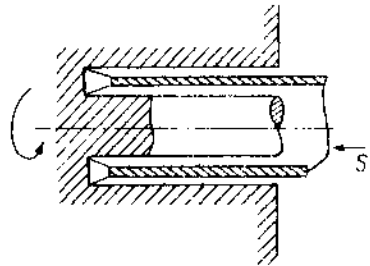


Hình 9.40. Mũi khoan ruột gà có lỗ dẫn dung dịch trơn nguội

phay vạn năng. Ngày nay do có những tiến bộ đáng kể trong lĩnh vực thiết bị nên nhiều khi khoan được thực hiện ngay cả ở các trung tâm gia công để khép kín quy trình công nghệ gia công các lỗ chính xác trên cùng một lần gá. Để gia công các lỗ có $l/d \leq 10$ người ta dùng mũi khoan ruột gà có hai lỗ xoắn theo hai bên để dẫn dung dịch trơn nguội trực tiếp vào vùng cắt (hình 9.40).

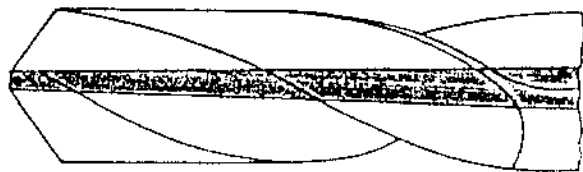
Khoan có khả năng tạo lỗ có đường kính $\phi = 0,1 \div 80$ mm. Đối với lỗ $\phi \geq 20$ mm, trong sản xuất hàng loạt người ta tạo lỗ thô ban đầu bằng đúc hoặc gia công áp lực, sau đó dùng khoét mở rộng lỗ để đạt kích thước yêu cầu.

Khi khoan lỗ có $\phi \geq 20$ lực cắt dọc trục lớn, công suất máy yêu cầu lớn, các máy khoan không đảm bảo độ cứng vững. Để khắc phục người ta áp dụng phương pháp khoan mở rộng lỗ nhiều lần bằng các mũi khoan có đường kính tăng dần hoặc khoét mở rộng lỗ để thay cho khoan hoặc dùng mũi khoan có kết cấu đặc biệt để khoan lấy lõi (hình 9.41).

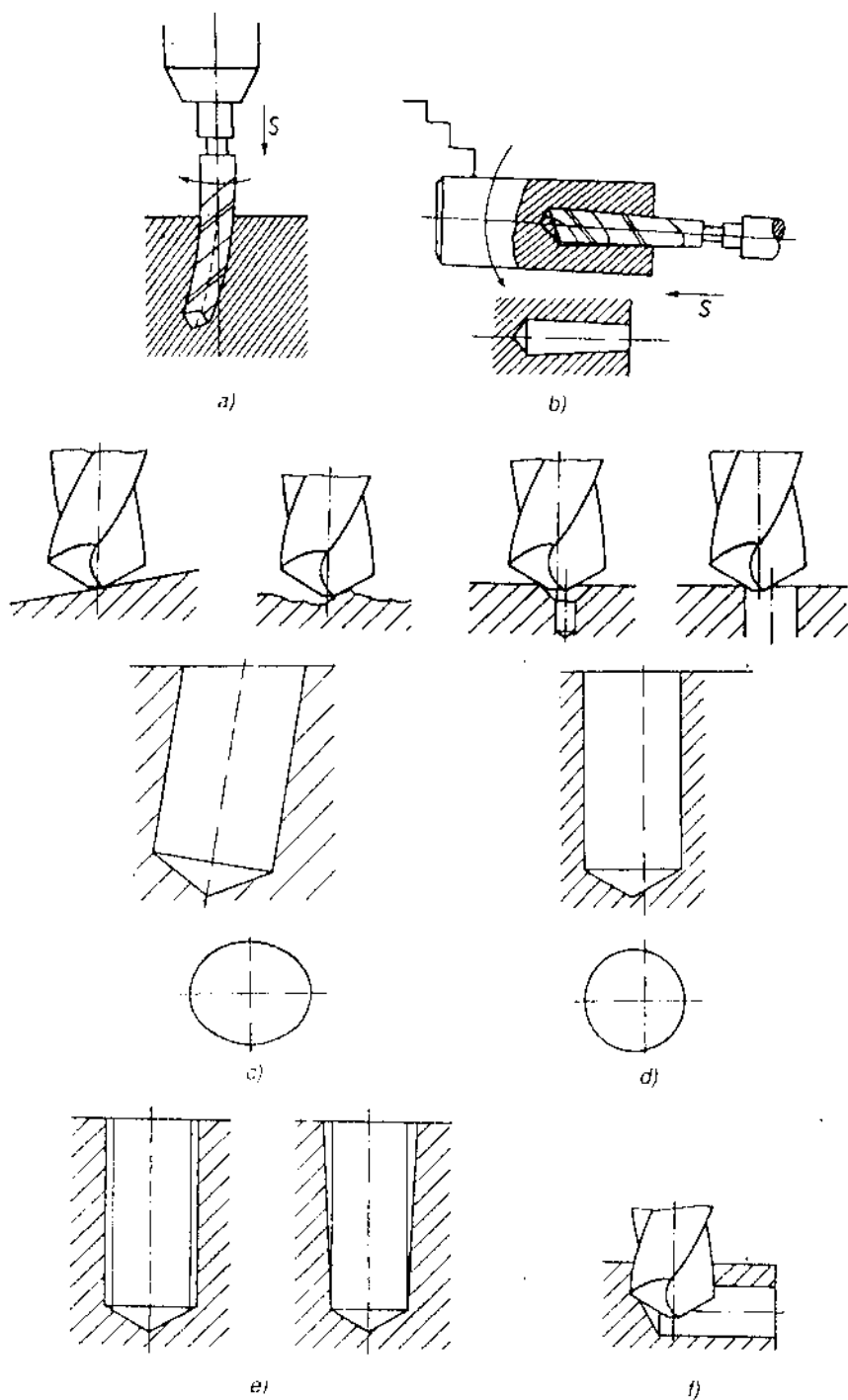


Hình 9.41. Mũi khoan có kết cấu đặc biệt để khoan lấy lõi.

Khi khoan lỗ nhỏ ($\phi \leq 4$ mm) nên dùng tốc độ cắt cao với bước tiến s nhỏ nhằm giảm dao động ngang và lực dọc trục để tránh gãy mũi khoan.



Hình 9.42. Cấu tạo của mũi khoan ruột gà.



Hình 9.43. Các nguyên nhân và các hiện tượng sai lệch xuất hiện khi khoan.

Khoan đạt độ chính xác thấp vì mũi khoan có các nhược điểm sau đây:

- Kết cấu của mũi khoan chưa hoàn thiện, phân lõi giữa của mũi khoan nhỏ nên mũi khoan có độ cứng vững kém (hình 9.42).

- Phần cắt và phần cán của mũi khoan được chế tạo ở hai nguyên công khác nhau do đó giữa chúng có độ lệch tâm, khi khoan lỗ sẽ bị lay rộng.

- Do không có đồ gá chuyên dùng nên khi mài lại hai lưỡi cắt không đều nhau, lực cắt tác dụng trên hai lưỡi cắt theo phương dọc trục không đều nên lỗ khoan dễ bị cong hoặc bị lệch khi vật đứng yên, mũi khoan quay và tịnh tiến (khoan trên máy phay hoặc máy khoan, hình 9.43a). Ngược lại khi vật quay (khoan trên máy tiện) lỗ thường bị loe (hình 9.43b).

Ngoài ra khi khoan còn có thể xuất hiện các sai lệch khác do các nguyên nhân sau:

- Mặt đầu bị nghiêng hoặc không phẳng dẫn tới đường tâm lỗ bị nghiêng làm cho tiết diện ngang của lỗ có dạng ô van (hình 9.43c).

- Khoan tâm hoặc khoan lần 1 với khoan lần 2 thực hiện ở hai lần gá khác nhau tạo ra sai số gá đặt gây ra độ lệch tâm giữa tâm mũi khoan và tâm lỗ mỗi lần dẫn tới sai lệch về vị trí tương quan của lỗ khoan (hình 9.43d).

- Hai lưỡi cắt mài không đối xứng làm cho đường kính lỗ bị lớn lên hoặc lỗ bị côn (hình 9.43e).

- Hai lỗ khoan giao nhau không đúng dẫn tới lượng dư gia công không đều, mũi khoan bị đẩy lệch làm cho lỗ không tròn hoặc bị loe (hình 9.43f).

- Mũi khoan có lưỡi cắt ngang cản trở quá trình cắt nên dễ gây ra sai lệch vị trí lỗ.

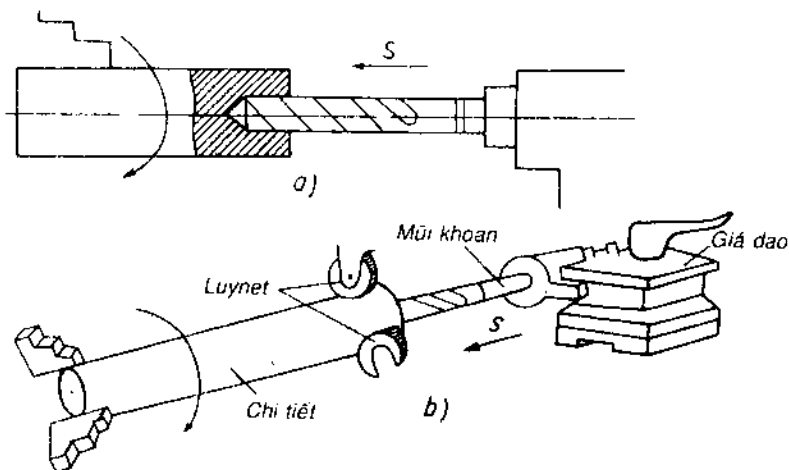
- Độ cứng vững của mũi khoan kém nên không dùng khoan để mở rộng lỗ đục vì lượng dư gia công không đều và đường tâm lỗ không thẳng sẽ gây ra hiện tượng gãy mũi khoan hoặc độ cứng lớp vỏ lớn (phôi đục trong khuôn kim loại hoặc phôi gia công áp lực) làm mũi khoan mòn nhanh.

Do các tồn tại trên đây nên khoan chỉ đạt độ chính xác thấp (cấp 12 ÷ 13, $R_a = 3,2 \div 12,5 \mu\text{m}$), lỗ khoan có sai số về hình dạng, kích thước và về vị trí tương quan.

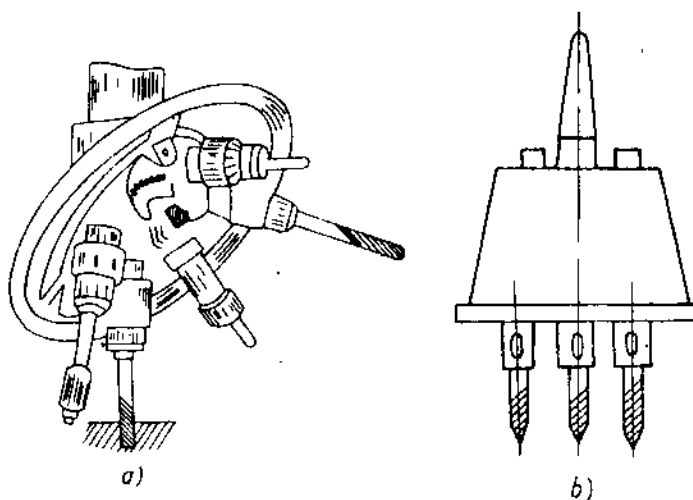
Để nâng cao độ chính xác và năng suất khi khoan người ta sử dụng các biện pháp công nghệ sau đây:

- Khi khoan lỗ sâu trên chi tiết nhỏ, ngắn và để gá đặt nên gá chi tiết trên

mâm cặp của máy tiện để chi tiết quay, dao tịnh tiến (hình 9.44a), nếu chi tiết dài nên đỡ bằng luynet tinh (hình 9.44b).



Hình 9.44. Khoan trên máy tiện.



Hình 9.45. Đầu khoan révonve và đầu khoan nhiều trục:

a) đầu khoan révonve; b) đầu khoan nhiều trục.

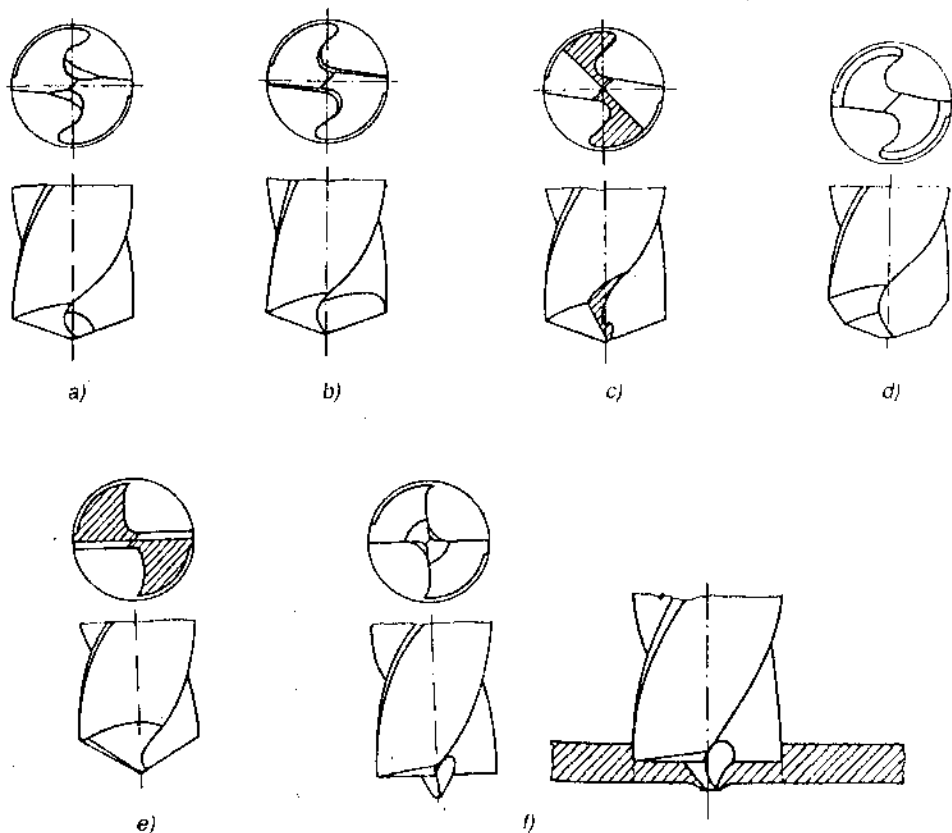
- Dùng đầu khoan révonve để giảm thời gian thay dao khi gia công lỗ bằng nhiều bước liên tục (hình 9.45a).

- Dùng đầu khoan nhiều trục để gia công đồng thời nhiều lỗ trong cùng một lần tiến dao (hình 9.45b).

- Dùng bạc dẫn hướng để tăng độ cứng vững của mũi khoan đồng thời đảm bảo độ chính xác về vị trí tương quan của tâm lỗ so với các bề mặt khác.

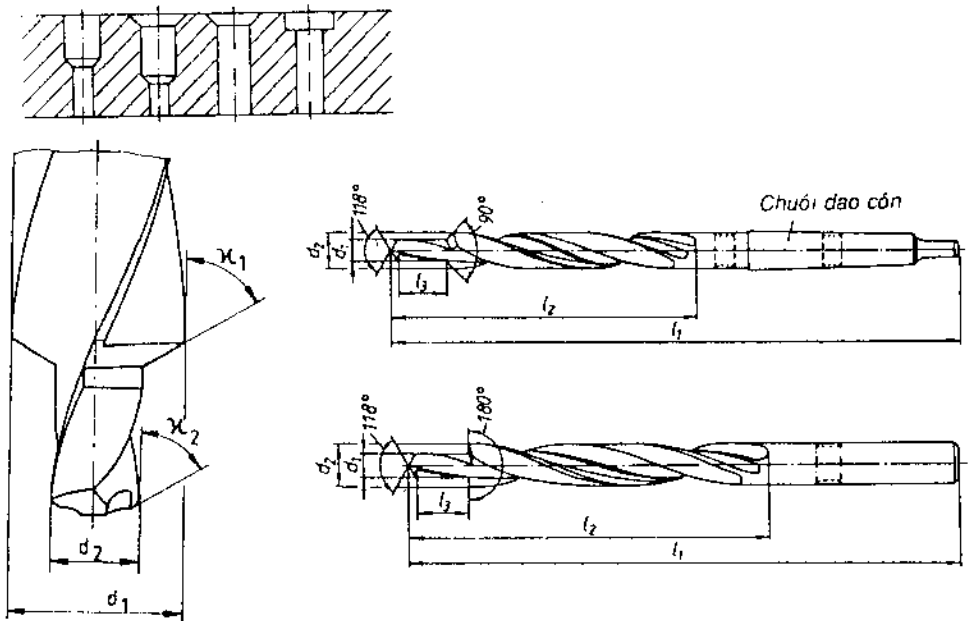
- Trước khi khoan nên dùng mũi khoan tâm tạo lỗ nhỏ để nâng cao độ chính xác về vị trí tương quan của lỗ, dùng bước tiến nhỏ để giảm lực dọc trục tránh gãy mũi khoan.

- Dùng đồ gá nhằm bỏ nguyên công lấy dấu và giảm thời gian gá đặt.



Hình 9.46. Các kiểu mũi khoan.

- Mài thu hẹp lưỡi cắt ngang để giảm lực cản chiều trục (hình 9.46a).
- Mài thay đổi hình dạng của lưỡi cắt chính (hình 9.46b) hoặc thay đổi đồng thời hình dạng của cả lưỡi cắt chính và lưỡi cắt ngang (hình 9.46c) để giảm lực cản chiều trục đồng thời cải thiện điều kiện cắt của lưỡi cắt chính.
- Mài lưỡi cắt chính thành nhiều đoạn gãy khúc nối tiếp nhau để chia nhỏ phoi tạo điều kiện thoát phoi dễ dàng. Kiểu mài mũi khoan này đặc biệt có hiệu quả khi gia công gang (hình 9.46d).
- Mài thay đổi hình dạng lưỡi cắt chính và lưỡi cắt ngang đồng thời thu hẹp mặt sau nhằm giảm lực cản chiều trục, cải thiện điều kiện cắt của lưỡi cắt chính đồng thời giảm ma sát của mặt sau, tạo không gian dẫn dung dịch trơn nguội trực tiếp vào vùng cắt nâng cao hiệu quả của quá trình bôi trơn và làm nguội trong khi khoan (hình 9.46e).
- Mài tạo ra mũi khoan tâm ngay trên đầu mũi khoan đồng thời mài lưỡi cắt chính có dạng nằm ngang (hình 9.46f). Kiểu mũi khoan này đặc biệt có hiệu quả khi khoan lỗ trên các tấm mỏng.



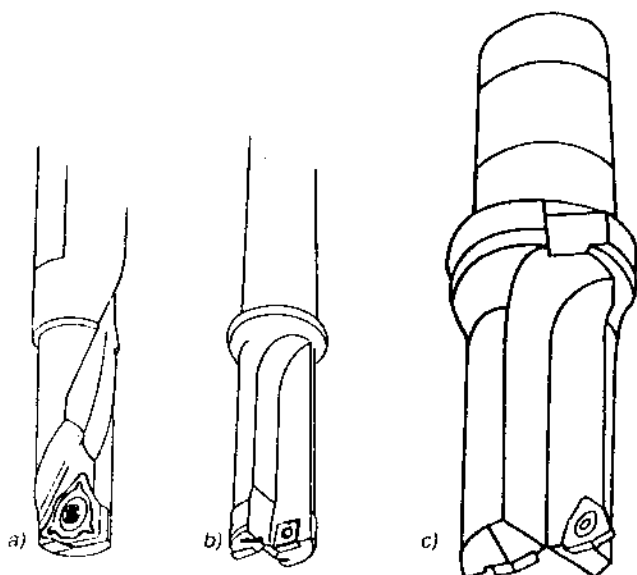
Hình 9.47. Mũi khoan dùng gia công lỗ bạc.

- Dùng mũi khoan có hai dương dẫn dung dịch trơn nguội từ cán tới mặt sau của phần cắt nhằm đưa dung dịch trực tiếp vào vùng cắt, tăng hiệu quả bôi trơn, làm nguội và tạo điều kiện thoát phoi dễ dàng.

- Khi gia công lỗ bậc, để đảm bảo độ đồng tâm giữa các bậc của lỗ và chỉ cần tiến dao 1 lần người ta mài mũi khoan có dạng bậc với chiều dài và các góc vát phù hợp với yêu cầu (hình 9.47).

Trong

những năm gần đây, để nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của nguyên công khoan người ta dùng mũi khoan có sử dụng mảnh cắt quay bằng hợp kim cứng có phủ các lớp phủ đặc biệt để tăng khả năng chống mài mòn, tăng tuổi bền của dao (hình 9.48).

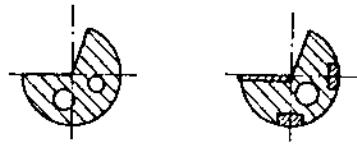
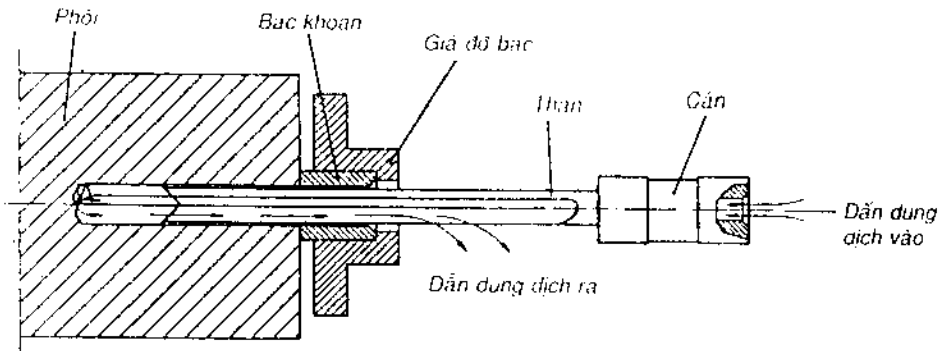


Hình 9.48. Mũi khoan sử dụng tấm cắt quay.

- a) mũi khoan có 1 tấm cắt quay;
- b) mũi khoan có 2 tấm cắt quay hình tứ giác;
- c) mũi khoan với 2 tấm cắt quay có nhiều lưỡi cắt.

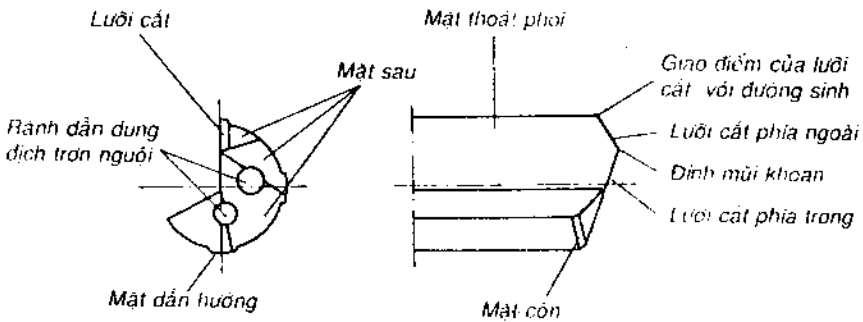
Các biện pháp công nghệ khi khoan lỗ sâu:

Khi khoan lỗ sâu (l/d > 5) bằng mũi khoan ruột gà sẽ gặp phải các khó khăn như độ cứng vững mũi khoan thấp, tính chất dẫn hướng kém, mặt khác khó đưa dung dịch trơn nguội vào vùng cắt, khó thoát phoi, do đó lỗ dễ bị lệch, sai số hình dạng hình học, sai số vị trí tương quan của lỗ cũng như chiều cao nhấp nhô bề mặt lớn. Trong trường hợp này nên khoan trên máy khoan sâu với mũi khoan sâu chuyên dùng (hình 9.49).



Đầu bằng hợp kim cứng

Ghép hợp kim cứng



Hình 9.49. Mũi khoan sâu.

Cấu tạo mũi khoan sâu gồm 3 phần: phần cán, phần thân và phần cắt.

Phần cán hình trụ được lắp vào đầu kẹp mũi khoan và được truyền mômen xoắn nhờ vít kẹp ngang.

Phần thân dùng để truyền mômen xoắn và dẫn dung dịch trơn nguội tới vùng cắt. Với chiều sâu lỗ lớn thường phần thân là một ống rỗng có tiết diện đặc biệt được chế tạo từ thép tốt. Với lỗ có chiều sâu nhỏ phần thân thường được chế tạo liền với phần cắt.

Bộ phận cắt có thể được chế tạo toàn bộ từ vật liệu dụng cụ cắt hoặc được

chế tạo từ thép tốt có ghép các mảnh hợp kim cứng để tạo thành mảnh cắt trên đó có lưỡi cắt và 2 mảnh đóng vai trò dẫn hướng. Lưỡi cắt gồm một đoạn (khi lỗ nhỏ) hoặc nhiều đoạn gãy khúc nối tiếp (khi lỗ lớn) để dễ bẻ phoi. Phần dẫn hướng có độ côn ngược khoảng $5/1000$ để tránh kẹt và có cung tròn từ $250 \div 260''$ để tỳ vào bạc dẫn.

Kiểu mũi khoan sâu trên đây có độ cứng vững cao, khi khoan cho năng suất, độ chính xác và chất lượng bề mặt cao.

Dung dịch trơn nguội có áp lực từ $20 \div 100$ atm được dẫn từ cán qua thân, qua lỗ nhỏ của phần cắt trực tiếp vào khu vực cắt rồi thoát ra ngoài qua mặt trước của dao và rãnh của phần thân cùng với phoi.

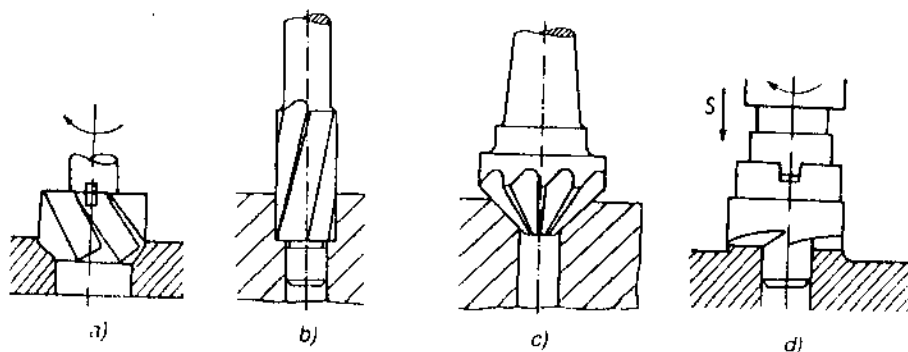
Khi khoan sâu cần lưu ý:

- Trong sản xuất hàng loạt dùng bạc dẫn hướng dẫn phần cắt của dụng cụ vào vị trí khoan, sau khi khoan đủ chiều dài dẫn hướng thì đoạn lỗ vừa gia công sẽ đóng vai trò bạc dẫn cho quá trình khoan tiếp theo. Chính vì vậy độ chính xác của bước gia công đoạn lỗ đầu tiên có ý nghĩa hết sức quan trọng.

- Trong sản xuất đơn chiếc có thể khoan sâu trên máy tiện bằng cách cho chi tiết quay, mũi khoan tịnh tiến. Ban đầu dùng mũi khoan ngắn có độ chính xác và có độ cứng vững cao để khoan mỗi một đoạn có đủ chiều dài dẫn hướng, sau đó dùng mũi khoan sâu khoan tiếp.

Với máy khoan sâu và mũi khoan sâu trên đây người ta khoan được lỗ $\phi 5 \times 500$ mm.

9.4.2. Khoét



Hình 9.50. Khả năng gia công các dạng bề mặt khác nhau của khoét.

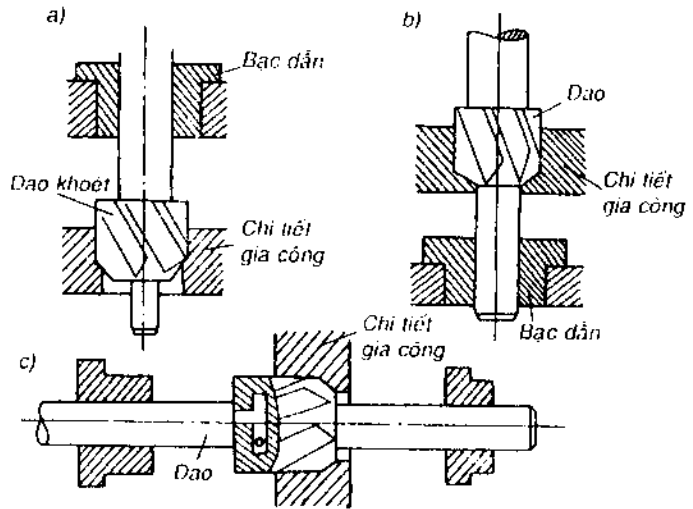
a) khoét rộng lỗ; b) khoét lỗ bậc; c) khoét lỗ côn; d) khoét mặt đầu

Khoét là phương pháp gia công mở rộng lỗ trên máy khoan, máy tiện, máy phay hoặc máy doa nhằm:

- Nâng cao độ chính xác và chất lượng bề mặt của lỗ.
- Chuẩn bị cho doa để đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao hơn.

Khoét có khả năng đạt độ chính xác cấp $10 \div 12$, $R_a = 2,5 \div 10 \mu\text{m}$.

Dao khoét có nhiều lưỡi cắt hơn dao khoan do đó có độ cứng vững cao hơn mũi khoan. Vì vậy khoét không những đạt được độ chính xác, độ nhẵn bóng cao hơn khoan mà còn sửa được sai số về vị trí tương quan của lỗ do khoan, đúc hoặc gia công áp lực để lại đồng thời đạt được năng suất cao hơn do có khả năng cắt với lượng chạy dao lớn.



Hình 9.51. Các kiểu dẫn hướng khi khoét.

- a) dẫn hướng phía trước;
- b) dẫn hướng phía sau;
- c) dẫn hướng cả 2 phía.

Khoét có thể gia công được lỗ trụ, lỗ bậc, lỗ côn và mặt đầu vuông góc với tâm lỗ tùy theo kết cấu của dao (hình 9.50).

Khi khoét có thể dùng bạc dẫn hướng ở một hoặc hai đầu để nâng cao độ cứng vững, do đó nâng cao độ chính xác và năng suất (hình 9.51).

9.4.3. Doa

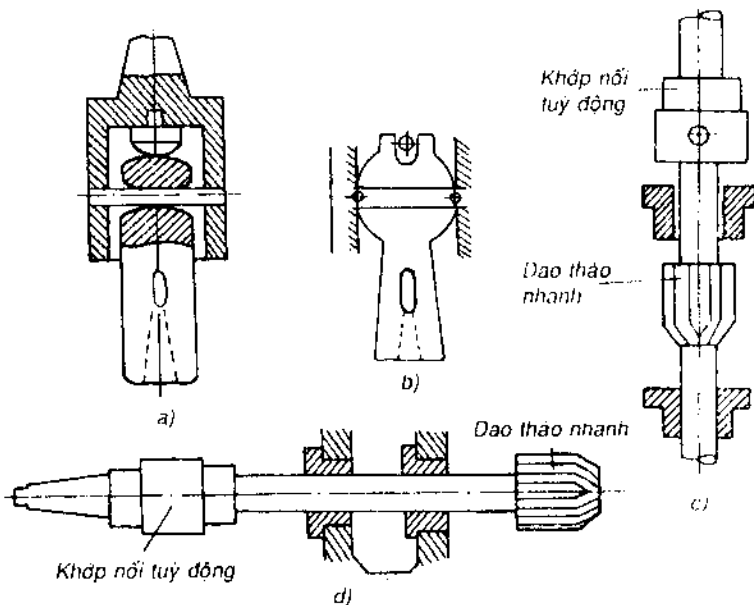
Doa là phương pháp gia công tinh các lỗ đã được khoan, khoét hoặc tiện. Doa thường được thực hiện trên máy khoan, máy tiện, máy phay hoặc máy doa. Lượng dư doa thô khoảng $0,25 \div 0,5 \text{ mm}$, doa tinh khoảng $0,05 \div 0,15 \text{ mm}$. Nếu

lượng dư quá nhỏ khi doa dao bị trượt hoặc bị kẹt làm độ nhẵn bóng (hoặc độ nhám bề mặt tăng) bề mặt giảm, nếu lượng dư lớn tải trọng trên dao lớn, dao chóng mòn làm sai lệch kích thước gia công. Do lượng dư khi doa nhỏ nên doa không sửa được sai lệch về vị trí tương quan hoặc có thể sửa được nhưng rất ít. Vì vậy nên thực hiện khoét và doa trên cùng một lần gá.

Doa có thể đạt độ chính xác cấp $9 \div 7$, $R_a = 0,63 \div 1,25 \mu\text{m}$, khi chuẩn bị công nghệ và dao tốt, chọn chế độ cắt hợp lý có thể đạt cấp chính xác 6, $R_a = 0,63 \mu\text{m}$ nhưng chi phí sản xuất cao, năng suất thấp nên ít dùng.

Doa có độ cứng vững cao, lưỡi cắt thường phân bố không đối xứng nên giảm được rung động trong quá trình cắt, góc trước lớn nên có thể cắt được lớp phoi mỏng. Khi dao doa mòn góc trước thay đổi, nếu tiếp tục cắt dao sẽ trượt trên bề mặt gia công gây ra hiện tượng biến cứng lớp bề mặt gây khó khăn cho bước gia công tiếp theo. Tuy vận tốc cắt nhỏ $8 \div 10 \text{ m/ph}$ nhưng bước tiến dao lớn ($0,5 \div 3,5 \text{ mm/vòng}$) nên năng suất doa vẫn cao.

Các phương pháp doa:



Hình 9.52. Các kiểu trục doa tủy động có và không có bạc dẫn hướng.

Khi doa trên máy có thể dùng các phương pháp doa sau đây:

- Doa cưỡng bức:

Dao doa được lắp cứng với trục máy, có thể có hoặc không có bạc dẫn. Doa cưỡng bức thường xảy ra hiện tượng lay rộng lỗ do:

- + Có độ lệch tâm giữa trục dao và trục máy.
- + Dao mài không tốt nên ở một số lưỡi cắt xuất hiện hiện tượng lẹo dao.
- + Vật liệu trên thành lỗ có độ cứng không đều, hoặc khi doa chi tiết chế tạo từ vật liệu dẻo làm cho biến dạng lớp bề mặt không đều.

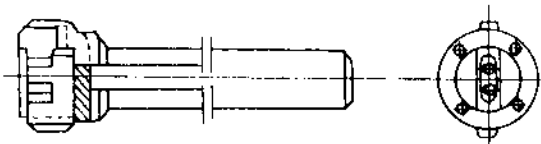
+ Dao doa bị mòn.

- Doa tuỳ động:

Trục doa được nối với trục máy bằng khớp tuỳ động, nghĩa là giữa trục doa và trục máy có chuyển động lắc tương đối đối với nhau theo cả hai phương. Khi doa dao được định hướng nhờ bề mặt lỗ của chi tiết do đó khắc phục được ảnh hưởng sai lệch của trục chính và ảnh hưởng của độ không đồng tâm giữa trục dao và trục chính (hình 9.52 a, b). Có thể thực hiện doa tuỳ động trên máy khoan, khi đó cần kết hợp với việc sử dụng hai bạc dẫn hướng trên trục doa (hình 9.52 c, d).

Cũng có thể thực hiện doa tuỳ động bằng dao doa tuỳ động đơn giản chỉ có hai lưỡi cắt (hình 9.53). Lưỡi dao doa có khả năng xê dịch chút ít theo phương hướng kính để

tự lựa theo lỗ đã gia công, lưỡi dao ít nên dao chóng mòn nhưng dao có kết cấu đơn giản và dễ mài lại, thường dùng gia công các lỗ có đường kính $\phi 75 \div 150$.



Hình 9.53. Dao doa tuỳ động.

Trong sản xuất đơn chiếc hoặc trong sửa chữa có thể dùng phương pháp doa tay. Dao doa tay (hình 9.54) có nhiều lưỡi và có góc φ nhỏ hơn so với góc φ của dao doa máy, phần dẫn dài. Dao doa tay có hai loại:

- Loại đường kính cố định theo tiêu chuẩn có lưỡi cắt thẳng hoặc lưỡi cắt xoắn trái dùng để doa các lỗ theo tiêu chuẩn.

- Loại có đường kính thay đổi được trong phạm vi hẹp (còn gọi là dao doa tăng) dùng để doa các lỗ phi tiêu chuẩn.

Khi doa tay dao được định vị vào bề mặt lỗ đã gia công, chi tiết được kẹp chặt trên ê tô hoặc bàn máy. Năng suất doa tay thấp, điều kiện lao động nặng nhọc nhưng phù hợp đối với dạng sản xuất đơn chiếc và công việc sửa chữa.

Các điều cần chú ý khi doa:

- Chỉ nên doa các lỗ có $\phi < 80$ mm. Không nên doa các lỗ quá lớn và các lỗ có kích thước phi tiêu chuẩn.

- Không nên doa các lỗ ngắn vì dao doa không được định vị ổn định lỗ sẽ bị lay rộng.

- Không nên doa các lỗ không thông vì không doa được tới đáy lỗ.

- Không nên doa các lỗ có rãnh vì khi cắt dao không được định hướng tốt lỗ sẽ bị méo.

- Không nên doa vật liệu quá cứng hoặc quá mềm.

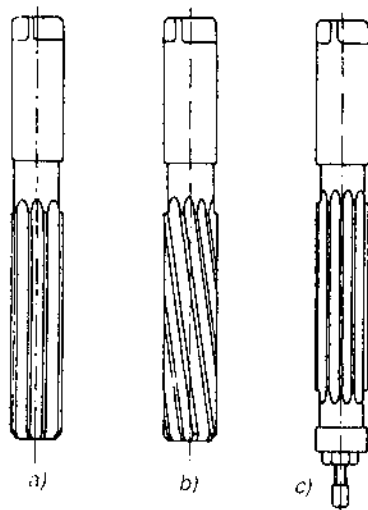
- Nên bố trí khoan-khoét-doa hoặc ít nhất khoét - doa trên cùng một lần gá để tránh sai số gá đặt, đảm bảo lượng dư gia công đồng đều, nâng cao độ chính xác gia công.

Doa đạt độ chính xác cấp 7, $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ và chỉ đạt hiệu quả kinh tế trong sản xuất hàng loạt khi khoan-khoét-doa được phối hợp đồng bộ. Trong sản xuất đơn chiếc chỉ nên doa các lỗ có kích thước tương ứng với các dao doa tay đã có theo tiêu chuẩn. Nếu không chọn được loại dao doa tay đã có sẵn thì nên thay thế doa bằng tiện lỗ để đảm bảo tích kinh tế.

9.4.4. Gia công ren bằng tarô

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

Khi tarô nhiều lưỡi dao cùng tham gia cắt nên toả nhiệt nhiều và thoát phoi khó, ngoài ra nếu đường kính ren lớn thì mômen xoắn lớn, để tránh gãy .



Hình 9.54. Các loại dao doa tay:

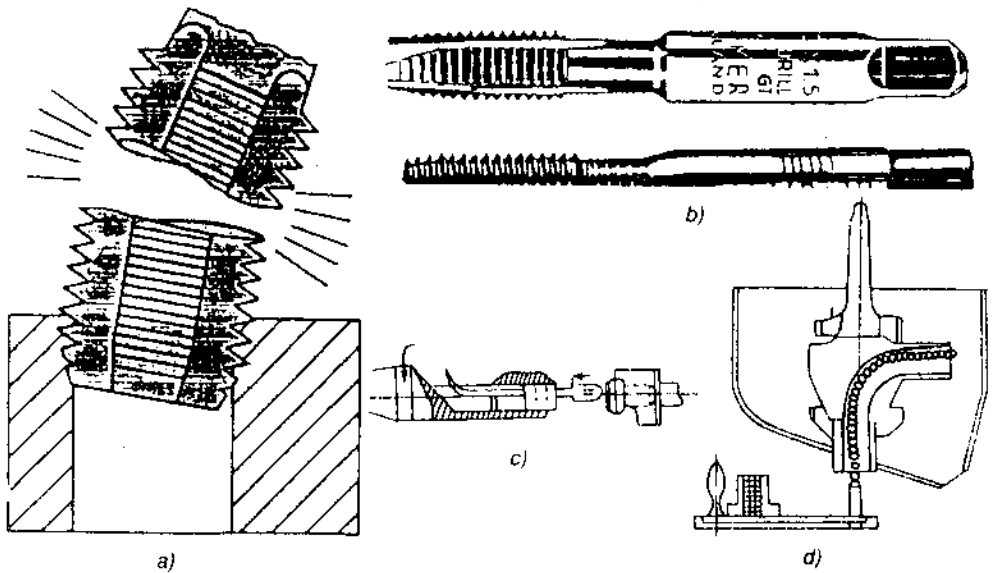
- a) dao doa tay có lưỡi cắt thẳng;
- b) dao doa tay có lưỡi cắt xoắn trái;
- c) dao doa tăng.

phải gia công với vận tốc cắt thấp (từ $5 \div 15$ m/ph). Cắt ren lỗ thông có thể thực hiện bằng tay hoặc máy, cắt ren lỗ không thông phải thực hiện bằng tay. Một bộ tarô tay có 2 hoặc 3 chiếc có đường kính khác nhau để tarô 2 hoặc 3 lần nhằm giảm mômen xoắn, tránh gãy tarô, giảm cường độ lao động và nâng cao độ bóng mặt ren.

Độ chính xác và chất lượng bề mặt ren phụ thuộc vào chất lượng tarô và biện pháp công nghệ khi cắt ren. Nếu phần cắt ren của tarô được mài thì độ chính xác của ren có thể đạt được cấp 7.

Khi tarô bằng máy nên tiến hành khoan và tarô trong cùng một lần gá để đảm bảo lượng dư cắt ren đều, đường tâm tarô trùng với tâm lỗ, tránh hiện tượng gãy tarô. Nếu khoan và tarô thực hiện ở hai lần gá khác nhau thì phải dùng đầu tarô tự lựa để tránh ảnh hưởng của độ không đồng tâm giữa lỗ và trục chính của máy.

Dụng cụ tarô bằng tay có phần côn dẫn hướng dài để dễ dẫn hướng đảm bảo đường tâm tarô trùng với đường tâm lỗ, tránh ren bị lệch dẫn tới gãy tarô (hình 9.55).



Hình 9.55. Gia công ren bằng tarô.

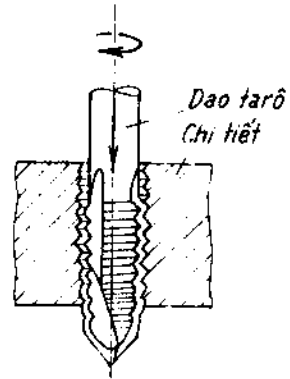
a) gãy tarô do lệch; b) bộ tarô tay; c) tarô trên máy tiện; d) tarô trên máy khoan.

Khi tarô vận tốc cắt nhỏ đồng thời do có hành trình chạy không quay ngược để rút tarô nên năng suất thấp. Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối người ta dùng tarô tự bóp lại sau khi cắt ren để có thể rút tarô qua lỗ nhằm nâng cao năng suất. Loại tarô này chỉ dùng được khi lỗ ren không quá bé. Để tăng năng suất khi gia công mũ ốc có thể dùng tarô máy đầu cong thực hiện trên máy khoan hoặc máy tiện (hình 9.55 b,c).

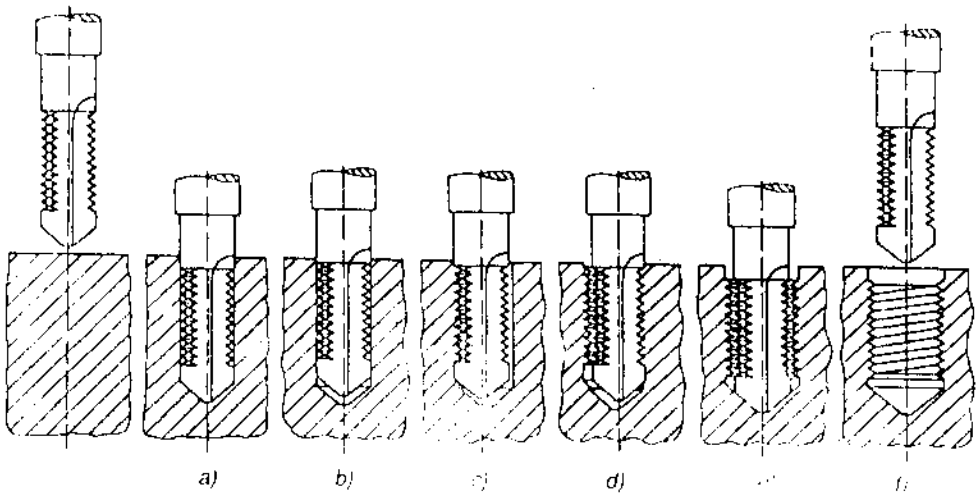
Để tăng năng suất khi gia công ren trong ngày nay người ta đã sử dụng 2 biện pháp sau đây:

- Sử dụng dụng cụ khoan tarô tổ hợp để kết hợp khoan với tarô trong 1 hành trình tiến dao (hình 9.56). Phát minh này đã được ứng dụng vào sản xuất từ năm 1982 ở Cộng hoà liên bang Đức.

- Gia công ren trên máy chuyên dùng bằng dụng cụ tổ hợp khoan - phay ren. Trên mặt đầu của dụng cụ có lưỡi cắt để khoan lỗ, trên dọc mặt bên các lưỡi cắt định hình để phay ren.



Hình 9.56. Gia công ren bằng khoan tarô kết hợp.



Hình 9.57. Gia công ren bằng khoan - phay kết hợp.

Quá trình khoan - phay ren được tiến hành theo các bước sau đây:

- Dụng cụ tiến dao dọc, các lưỡi cắt trên mặt đầu thực hiện việc khoan lỗ chuẩn bị cho bước phay ren tiếp theo (hình 9.57a).

- Dụng cụ lùi ngược trở lại theo phương thẳng đứng tối thiểu 1 bước ren (hình 9.57b).

- Điều chỉnh dao dịch chuyển hướng kính đảm bảo đường kính đỉnh ren để chuẩn bị phay ren (hình 9.57c).

- Tiến hành phay ren (hình 9.57d).

- Lùi dao theo phương hướng kính để tâm dao trùng với tâm lỗ (hình 9.57e).

- Dao lùi theo phương thẳng đứng trở về vị trí xuất phát để chuẩn bị cho quá trình gia công chi tiết tiếp theo (hình 9.57f).

Phương pháp khoan - phay ren tổ hợp đạt được năng suất và chất lượng cao vì vậy hiện nay đang được sử dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt.

9.5. CHUỐT

Chuốt là phương pháp được sử dụng rộng rãi để gia công lỗ tròn, lỗ có rãnh thẳng, rãnh xoắn, lỗ then hoa, mặt phẳng, mặt rãnh bằng dụng cụ có nhiều lưỡi tham gia cắt cùng một lúc. Chuốt cũng có thể dùng để gia công mặt trụ ngoài, bánh răng nhưng do kết cấu dao phức tạp nên ít dùng.

Thông thường chuốt chỉ có chuyển động tịnh tiến, khi chuốt rãnh xoắn ngoài chuyển động tịnh tiến còn có chuyển động xoay tương đối giữa dao và phôi để tạo nên bước xoắn của rãnh.

Phương pháp chuốt có các ưu điểm sau:

- Độ chính xác có thể đạt cấp 7, $R_a = 0,8 \div 0,6 \mu\text{m}$, tốc độ cắt thấp nên biến dạng dẻo ít vì thế chất lượng bề mặt tốt.

- Chuốt có thể thay cho gia công thô và tinh. Khi gia công lỗ chuốt có thể thay cho cả khoan rộng, khoét và doa.

- Chuyển động đơn giản.

- Vận tốc cắt thấp nhưng năng suất cao do có nhiều lưỡi cắt cùng tham gia cắt một lúc.

- Có thể gia công được các lỗ thông suốt có đường tâm thẳng và tiết diện ngang không đổi như lỗ tròn, lỗ vuông... Chuốt có thể gia công được các lỗ trụ

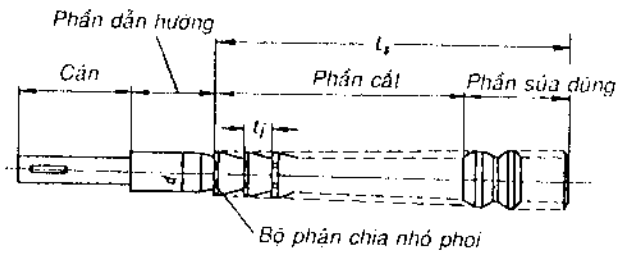
có đường kính tới 320 mm, lỗ có then hoa với đường kính 420 mm, rãnh rộng đến 100 mm và chiều dài lỗ đến 10 m.

Tuy vậy chuốt có các nhược điểm sau:

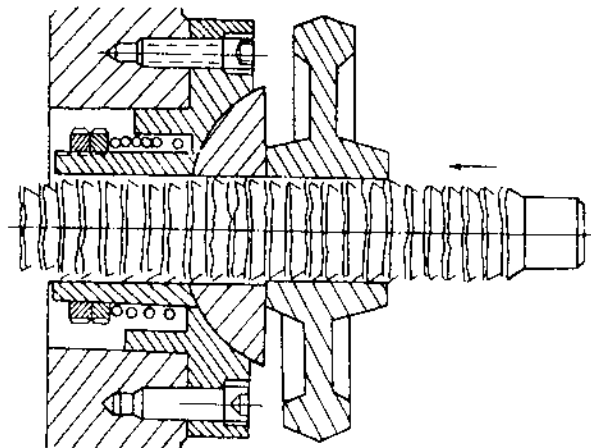
- Dao chuốt khó chế tạo, đắt tiền, nhất là dao dài (hình 9.58).

- Nhiều lưỡi cắt cùng tham gia cắt nên lực chuốt lớn vì vậy yêu cầu máy phải có công suất lớn, hệ thống công nghệ phải đủ độ cứng vững.

- Khi chuốt áp lực tác động theo phương vuông góc với thành lỗ rất lớn, nếu chi tiết có thành dày không đều hoặc thành mỏng thì biến dạng đàn hồi và dẻo theo phương hướng kính lớn và khác nhau trong khi chuốt nên sau khi chuốt biến dạng dư cũng khác nhau tạo ra sai số hình dạng hoặc lỗ bị bé đi.



Hình 9.58. Sơ đồ cấu tạo dao chuốt lỗ.



Hình 9.59. Sơ đồ gá đặt chuốt có đệm cấu tự lùa.

- Chuốt không sửa được sai lệch về vị trí không gian do đó trước khi chuốt lỗ cần có bước gia công chuẩn bị nhằm đảm bảo độ chính xác về vị trí tương quan của lỗ.

- Trước khi chuốt phải đảm bảo mặt đầu của chi tiết vuông góc với tâm lỗ và mặt đầu là mặt tỳ, mặt định vị chính là mặt lỗ đã qua gia công chuẩn bị. Nếu mặt đầu không vuông góc với lỗ đồ gá sẽ phức tạp hơn, thời gian gá đặt lớn hơn.

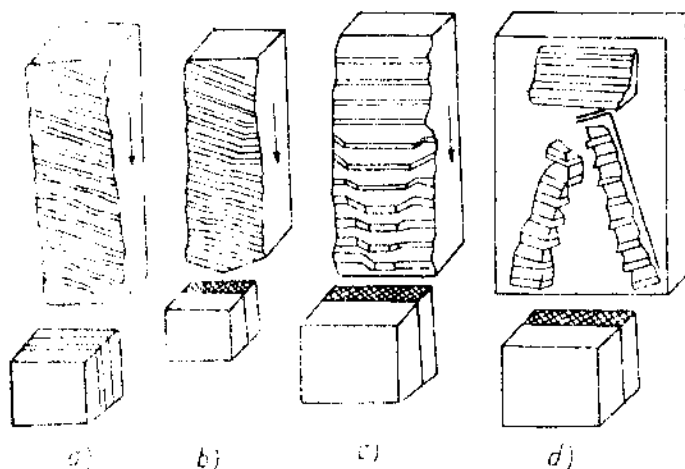
- Khi chuốt cho phép tỳ trực tiếp vào mặt đầu nếu mặt đầu nhỏ.

- Nếu mặt đầu lớn nhất thiết phải dùng đệm cầu tự lựa (hình 9.59) để khắc phục sai số về độ không vuông góc giữa mặt đầu với tâm lỗ.

Chuốt mặt phẳng là dạng chuốt ngoài, lực tác động lên dao và chi tiết không đối xứng như chuốt lỗ, khi chuốt có nhiều lưỡi dao cùng tham gia cắt do đó yêu cầu công suất máy lớn và độ cứng vững của hệ thống công nghệ lớn.

Khi chuốt mặt phẳng có thể dùng các kiểu dao chuốt sau đây:

- Nếu mặt đã qua gia công thô nên dùng chuốt lớp (hình 9.60a) vì chiều sâu cắt trên từng lưỡi cắt đồng đều, độ chính xác đạt được cao.



Hình 9.60. Sơ đồ chuốt mặt phẳng.

- Nếu mặt chưa qua gia công thô nên dùng phương pháp chuốt mảnh (hình 9.60 b, c, d). Trong trường hợp này răng của dao có độ cao bằng nhau, chiều rộng của lưỡi cắt được mở rộng từ một phía hoặc mở rộng từ giữa ra cả hai phía. Lượng mở rộng cả hai phía từ 0,1 ÷ 0,4 mm/răng.htk. Lúc đó hành trình chuốt giống như một hành trình bào có gá nhiều dao. Phương pháp này chỉ áp dụng khi chuốt thô. Cũng có thể kết hợp cả hai kiểu chuốt mảnh và chuốt lớp để kết hợp gia công thô và tinh.

Để tăng năng suất khi chuốt mặt phẳng người ta có thể cho dao đứng yên còn chi tiết gá trên bàn máy thực hiện chuyển động tịnh tiến hoặc quay liên tục.

Ngoài ra trong sản xuất hàng loạt người ta còn có thể chuốt các mặt định hình bằng các dao chuốt định hình.

Chuốt được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt để chế tạo các chi tiết của các ngành chế tạo máy, chế tạo ô tô...

B. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT BẰNG DỤNG CỤ CẮT VỚI LƯỚI ĐAO CÓ HÌNH DẠNG HÌNH HỌC KHÔNG XÁC ĐỊNH

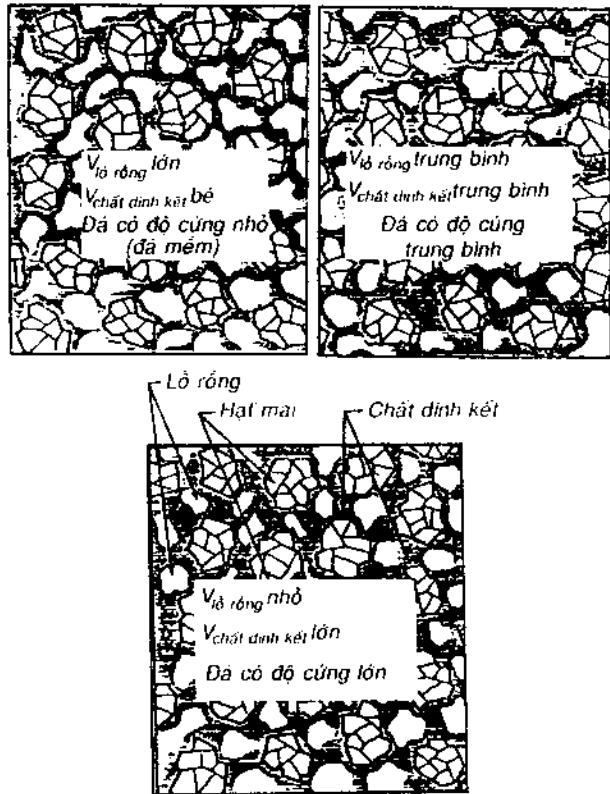
9.6. MÀI

Bản chất của mài là quá trình cắt gọt được thực hiện đồng thời bởi nhiều hạt mài có các lưới cắt khác nhau được phân bố một cách ngẫu nhiên trên bề mặt đá mài (hình 9.61).

Cấu tạo đá mài.

Đá mài được chế tạo từ vật liệu mài kết hợp với chất dính kết được tạo hình và thiêu kết trong những điều kiện xác định và đảm bảo quan hệ:

$$V_{\text{hạt mài}} + V_{\text{dính kết}} + V_{\text{lỗ rỗng}} = 100\%$$



Hình 9.61. Cấu tạo của đá mài.

Trong đó:

$V_{\text{hạt mài}}$ - thể tích hạt mài.

$V_{\text{đính kết}}$ - thể tích chất dính kết.

$V_{\text{lỗ rỗng}}$ - thể tích lỗ rỗng trong toàn bộ viên đá.

9.6.1. Vật liệu hạt mài

Hạt mài được chế tạo từ các vật liệu có độ cứng rất cao. Trên mỗi hạt lại có nhiều lưỡi cắt với góc trước $\gamma < 0$. Số lưỡi cắt trên một hạt mài tham gia trong quá trình cắt luôn luôn biến đổi phụ thuộc vào tải trọng cơ nhiệt của vùng tiếp xúc. Hạt mài được đặc trưng bằng vật liệu hạt và kích thước hạt.

Hạt mài thường được chế tạo từ các loại vật liệu sau đây:

- Nhóm vật liệu corun bao gồm các loại:

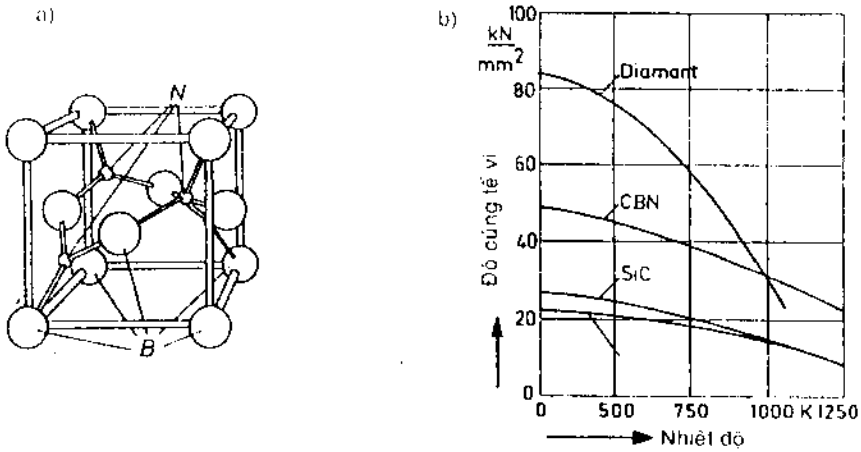
+ Corun trắng gồm 99,9% Al_2O_3 , có độ cứng và độ tròn cao, nhạy cảm ở nhiệt độ cao, khi mài đòi hỏi phải tưới dung dịch trơn nguội, thích hợp với việc mài các loại thép, thép hợp kim nhiệt luyện và chưa nhiệt luyện.

+ Corun đỏ là vật liệu trên cơ sở corun trắng có chứa thêm các ôxit kim loại, đặc biệt có chứa Cr_2O_3 , do đó có độ bền cao hơn, thích hợp với việc mài các loại thép hợp kim cao, mài định hình.

+ Corun nâu có chứa 94 ÷ 95% Al_2O_3 , thích hợp cho việc mài các thép thường, thép không nhiệt luyện, gang.

- Cacbit silic có độ cứng và độ tròn cao hơn corun. Tại vùng mài do nhiệt độ cao silic có khuynh hướng kết hợp với cacbon trong vật liệu gia công. Vì vậy vật liệu cacbit silic thích hợp với việc mài các loại thép có chứa lượng cacbon thấp và trung bình. Tuy nhiên loại cacbit silic xanh có độ bền cao thường được dùng để gia công hợp kim cứng, thủy tinh, gốm sứ, các loại đá quý, đá nhân tạo và dùng trong gia công tinh.

- Nitrit bo có cấu trúc mạng tinh thể lập phương (CBN) được tổng hợp ở nhiệt độ từ 2000 ÷ 3000° K dưới áp lực từ 110 ÷ 140 bar (hình 9.62). Các hạt CBN có thể tồn tại dưới dạng đơn tinh thể hoặc đa tinh thể. Các hạt CBN ở dạng đa tinh thể được dùng để chế tạo các hạt mài mịn có độ bền cao hơn và sắc hơn hạt mài CBN ở dạng đơn tinh thể. Vật liệu hạt mài từ CBN có độ cứng, độ bền và đặc biệt giữ được cơ tính ở nhiệt độ cao hơn so với vật liệu corun và cacbit silic (hình 9.63), trong khi đó giá thành lại thấp hơn diamant, vì thế trong những năm gần đây chúng được sử dụng rất rộng rãi trong việc chế tạo đá mài.



Hình 9.62. Cấu tạo mạng tinh thể của nitrit bo và so sánh độ cứng tế vi của các loại vật liệu hạt mài.

a) cấu tạo mạng tinh thể của nitrit bo; b) so sánh độ cứng tế vi của các loại vật liệu hạt mài.

- Diaman là cacbon có cấu trúc mạng tinh thể lập phương. Diaman tự nhiên rất đắt. Diaman nhân tạo được tổng hợp ở nhiệt độ trên 3000°K dưới áp lực 10 kN/mm^2 ($=100 \text{ kbar}$). Việc sử dụng diaman làm vật liệu mài có những hạn chế như sau:

- + Diaman (cả tự nhiên và nhân tạo) rất đắt.
- + Từ 1000°K diaman có phản ứng hóa học với ôxy dẫn tới hạt mài bị mòn nhanh.
- + Độ cứng tế vi giảm nhanh khi nhiệt độ tăng (hình 9.62).

Chất dính kết

Chất dính kết có ảnh hưởng quyết định tới độ bền cơ học và độ cứng của đá. Độ cứng của đá được đánh giá bằng khả năng tách hạt mài khỏi bề mặt đá dưới tác dụng cơ nhiệt của quá trình mài.

Đá có khả năng khó tách hạt mài khỏi bề mặt của nó được gọi là đá cứng. Ngược lại đá có khả năng dễ tách hạt mài khỏi bề mặt được gọi là đá mềm.

Các chất dính kết thường dùng là vật liệu gốm sứ, vật liệu silicat (NaSiO), vật liệu tổng hợp hữu cơ, cao su tổng hợp, chất dính kết kim loại...

Độ rỗng của đá.

Thể tích lỗ rỗng tạo ra không gian thoát phoi trong quá trình mài, do đó

ảnh hưởng tới khả năng cắt của đá. Mặt khác thể tích lỗ rỗng ảnh hưởng trực tiếp tới độ bền cơ học của đá mài.

Topografie của đá mài.

Tập hợp các lỗi lõm trên bề mặt đá mài được gọi là topografie của đá. Topografie của đá phụ thuộc vào chế độ công nghệ khi sửa đá cũng như phụ thuộc vào vật liệu hạt, độ hạt, độ cứng của đá và luôn luôn biến đổi phụ thuộc vào tải trọng cơ nhiệt xuất hiện trong quá trình mài. Topografie đặc trưng cho khả năng cắt của đá. Ứng với mỗi một loại đá cụ thể (độ hạt, độ cứng, cấp cấu trúc xác định) sẽ có một chế độ sửa đá thích hợp sao cho tạo ra được một topografie phù hợp nhất để có khả năng cắt tốt nhất, tuổi bền đá cao nhất. Chế độ sửa đá hợp lý này phải xác định bằng thực nghiệm dựa trên các điều kiện gia công cụ thể.

Như vậy các tính chất đặc trưng cho một viên đá mài là vật liệu hạt mài, độ cứng, độ hạt và độ rỗng (hay còn gọi là cấp cấu trúc) của đá.

Chọn đá mài

Chọn đá mài chủ yếu phụ thuộc vào vật liệu gia công và yêu cầu kỹ thuật của nguyên công.

- Nếu vật liệu gia công có độ cứng cao, hạt mài chóng mòn cần chọn đá mềm để các hạt mài đã mòn dễ tách khỏi bề mặt đá tạo điều kiện cho các hạt mài mới tham gia vào quá trình cắt, giảm rung động trong khi mài, nâng cao năng suất cắt và đảm bảo độ nhẵn bề mặt gia công.

- Nếu vật liệu gia công mềm, hạt mài lâu mòn cần chọn đá cứng để sử dụng hết khả năng cắt của hạt mài, tăng tuổi bền của đá, giảm chi phí sửa đá và tiêu hao đá, nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của nguyên công.

- Khi mài tinh yêu cầu độ nhẵn bề mặt cao nên chọn đá có kích thước hạt nhỏ, ngược lại mài thô để nâng cao năng suất nên chọn đá có kích thước hạt lớn.

9.6.2. Các phương pháp mài

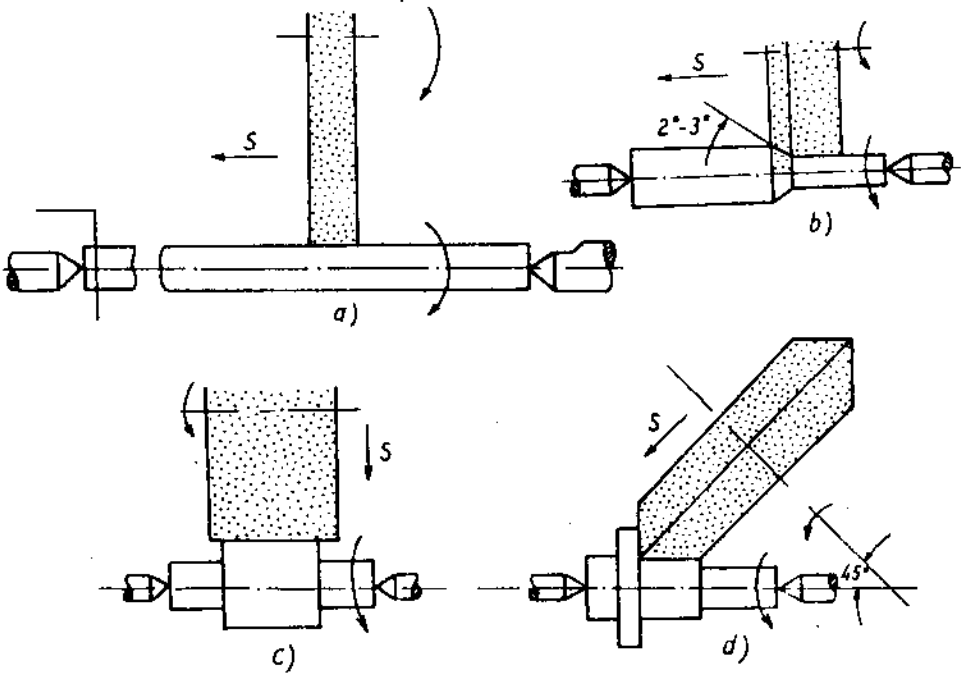
a. Mài tròn ngoài

** Mài tròn ngoài có tâm*

Mài tròn ngoài có tâm có tính vạn năng cao. Khi mài có thể gá chi tiết trên hai mũi tâm hoặc một đầu trên mâm cặp, một đầu trên mũi tâm. Nên dùng hai

lỗ tâm làm chuẩn tinh thống nhất để lượng dư đều và đảm bảo đồng tâm giữa các bậc trục. Sau khi nhiệt luyện cần nắn thẳng và sửa lại lỗ tâm trước khi mài.

Thông thường nên sử dụng phương pháp mài tròn ngoài có tâm tiến dao dọc (hình 9.63a) với $s_{ng} = 0,005 \div 0,02 \text{ mm/1}$ hành trình kép để lực hướng kính bé, chi tiết ít biến dạng, nâng cao độ chính xác gia công. Để nâng cao năng suất bóc phoi ta sửa đá vát góc $2 \div 3^\circ$ (hình 9.63b). Khi mài tinh ở những hành trình cuối không thực hiện tiến dao ngang mà chỉ thực hiện tiến dao dọc cho tới khi mài hết hoa lửa.



Hình 9.63. Sơ đồ nguyên lý các phương pháp mài tròn ngoài.

Khi chi tiết ngắn, đường kính lớn, độ cứng vững cao người ta dùng phương pháp tiến đá hướng kính ($S_{dọc} = 0$; $S_{ngang} \neq 0$) để tăng năng suất (hình 9.63c). Với phương pháp này có thể mài định hình bằng cách sửa đá có hình dạng là a_n : bản của chi tiết cần gia công.

Người ta có thể tiến hành gia công đồng thời mặt trụ và mặt đầu bằng

phương pháp tiến đá theo phương tạo với trục nằm ngang một góc 45° (hình 9.63d). Phương pháp này cho năng suất cao nhưng độ chính xác không cao vì tốc độ cắt của các điểm trên đá khác nhau dẫn tới đá mòn không đều.

* Mài thô

Nếu gọi Q là thể tích phoi lấy đi trong 1 đơn vị thời gian thì khi mài tròn ngoài tiến dao dọc (hình 9.64a) ta có:

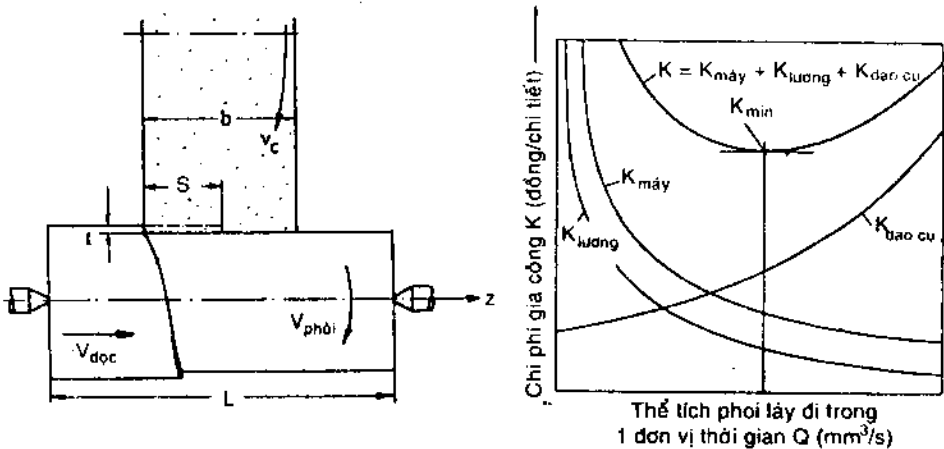
$$Q = t \cdot s_{\text{dọc}} \cdot v_{\text{ph}} \quad (\text{mm}^3/\text{s})$$

Trong đó: t - chiều sâu cắt,

$s_{\text{dọc}}$ - bước tiến dọc,

v_{ph} - vận tốc của phoi.

Mục đích của mài thô là lấy đi được thể tích của phoi Q lớn nhất với chi phí gia công thấp nhất.



Hình 9.64. Sự phụ thuộc giữa chi phí gia công và thể tích phoi Q (mm^3/s):

a) sơ đồ mài tròn ngoài tiến dao dọc;

b) sự phụ thuộc giữa chi phí gia công và thể tích phoi Q (mm^3/s).

Vậy để tăng Q ta có thể tăng chiều sâu cắt t , bước tiến $s_{\text{dọc}}$ hoặc tốc độ phoi v_{ph} . Tuy nhiên khi tăng Q sẽ dẫn tới:

- Lực pháp tuyến tăng do đó có thể gây ra sai số hình dạng ở phôi mà nguyên công mài tinh không thể sửa hết được. Để khắc phục người ta dùng đá có kích thước hạt lớn, tiến hành sửa đá thô và kẹp chặt chi tiết ổn định.

- Công suất cắt tăng, vì vậy khi tăng Q cần phải đảm bảo công suất cắt nhỏ hơn công suất của động cơ mang đá hoặc chọn máy mài có công suất lớn.

- Nhiệt độ ở lớp bề mặt phôi tăng dần tới xuất hiện các vết cháy hoặc nứt trên bề mặt chi tiết mà khi mài tinh không xóa hết được. Để khắc phục người ta sử dụng đá có kích thước hạt lớn, sửa đá thô và nên tăng tốc độ phôi v_{ph} hơn là tăng chiều sâu cắt t .

- Lượng mòn của đá tăng làm tăng chi phí sửa đá và chi phí đá, điều đó lại dẫn tới tăng chi phí gia công. Biện pháp khắc phục là sử dụng đá có độ cứng lớn và chủ yếu là phải giải bài toán tối ưu hóa nhằm xác định giá trị Q ứng với chi phí gia công thấp nhất (hình 9.64b).

- Rung động tăng làm tăng tốc độ mài mòn của đá cũng như làm tăng chiều cao nhấp nhô bề mặt và tăng sai lệch hình dạng của chi tiết. Trong trường hợp này nên kẹp phôi ổn định, sửa đá thô và chọn bước tiến dọc s_{dvc} nhỏ.

* Mài tinh

Mục đích của mài tinh là đảm bảo được độ chính xác về hình dạng và độ chính xác về kích thước cũng như chất lượng bề mặt của chi tiết. Muốn vậy người ta thực hiện các biện pháp sau đây:

- Mài với thể tích phoi Q lấy đi trong một đơn vị thời gian nhỏ (hình 9.65), muốn vậy có thể sử dụng một trong các biện pháp sau đây:

+ Chọn chiều sâu cắt t nhỏ, lần tiến dọc cuối không thực hiện tiến đá ngang mà mài cho đến hết hoa lửa.

+ Chọn bước tiến dao dọc s_{dvc} nhỏ.

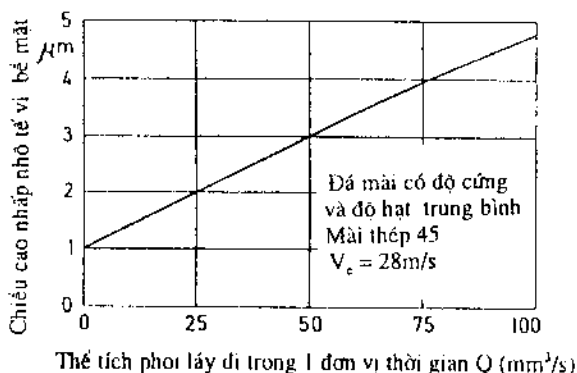
+ Chọn tốc độ phôi v_{ph} nhỏ.

- Chọn chế độ sửa đá tinh.

- Sử dụng đá mài có hạt nhỏ.

- Dùng dầu làm dung dịch tron nguội thay thế cho emuxi.

- Tăng tốc độ cắt v_c .



Hình 9.65. Ảnh hưởng của thể tích phoi lấy đi trong một đơn vị thời gian Q tới nhấp nhô bề mặt khi mài tròn ngoài tiến dao dọc.

* Chọn chế độ cắt kinh tế khi mài tròn tiến dao dọc

Chế độ cắt khi mài bao gồm vận tốc cắt v_c , tốc độ phôi v_{ph} , bước tiến dọc s_d và chiều sâu cắt t (chính là lượng tiến dao ngang sau mỗi hành trình kép của bàn máy s_{ngang}).

- Vận tốc cắt v_c :

Vận tốc cắt v_c phụ thuộc chủ yếu vào độ bền cơ học của đá, vật liệu hạt mài và vào việc kẹp chặt chi tiết sao cho ổn định:

$$v_c = v_{đá} = \pi \cdot D_{đá} \cdot n_{đá} \quad (m/s)$$

Nếu vận tốc cắt bé thời gian chịu tải của hạt mài trong vùng cắt lớn, tải trọng trên mỗi hạt lớn, hạt mài mau mòn và dễ bị tách khỏi đá dẫn tới đá mòn nhanh.

Nếu vận tốc cắt lớn, lực cắt nhỏ, biến dạng hệ thống và biến dạng lớp bề mặt nhỏ do đó độ chính xác và chất lượng bề mặt tăng, nhưng nếu vận tốc cắt quá lớn, lực ly tâm lớn gây nguy hiểm cho người và thiết bị.

Hiện nay ở nước ta vận tốc cắt khi mài được lấy theo kinh nghiệm như sau: đá mài có chất dính kết gốm (keramit) mài ngang $v_c = 18 \div 25$ m/s, mài thép $v_c = 25 \div 30$ m/s, mài tinh $v_c = 30 \div 35$ m/s.

Tại các nước công nghiệp tiên tiến hiện nay người ta sử dụng phổ biến đá mài có vật liệu hạt mài là CBN làm việc với vận tốc cắt 150 m/s. Trong tương lai họ hướng tới tốc độ cắt từ 200 ÷ 300 m/s để nâng cao độ chính xác và chất lượng bề mặt của chi tiết gia công.

- Vận tốc phôi v_{ph} :

Vận tốc phôi v_{ph} có ảnh hưởng tới độ nhám bề mặt của chi tiết gia công, độ mòn của đá và năng suất cắt khi mài:

$$V_{ph} = \pi \cdot d_{ph} \cdot n_{ph} \quad (m/s)$$

Khi mài tròn ngoài, theo kinh nghiệm người ta chọn $v_{ph} = 1 \div 3\% v_{đá}$.

- Tỷ số tốc độ mài q được định nghĩa bằng biểu thức:

$$q = v_c / v_{ph}$$

Tỷ số tốc độ mài q là một đại lượng quan trọng của quá trình mài, nó có ảnh hưởng rất lớn tới lực cắt, độ chính xác và chất lượng bề mặt chi tiết gia công. Độ lớn của q phụ thuộc vào vật liệu gia công và chất lượng bề mặt yêu cầu, thông thường mài thép chọn $q = 60 \div 100$, mài kim loại màu lấy giá trị q nhỏ, khi mài thô lấy q nhỏ hơn khi mài tinh.

Với tốc độ cắt v_c không đổi nếu tăng tốc độ phôi v_{ph} có nghĩa là giảm q , điều đó dẫn tới:

+ Với cùng 1 vòng quay của đá đá phải tiếp xúc với một đoạn đường trên bề mặt phôi dài hơn, tải trọng trên mỗi hạt mài lớn hơn dẫn tới độ mòn đơn vị của đá tăng lên.

+ Lực cắt tăng lên do đó sai số hình dạng cũng như chiều cao nhấp nhô bề mặt tăng.

+ Thể tích phoi lấy đi trong một đơn vị thời gian Q tăng, năng suất cắt tăng.

- Lượng tiến dao dọc $s_{dọc}$ phụ thuộc vào độ nhám bề mặt yêu cầu và lấy theo bề rộng của đá. Nếu gọi a là chiều rộng của đá thì:

+ Mài thô thép $s_{dọc} = (0,3 \div 0,7)a$, mài thô gang $s_{dọc} = (0,05 \div 0,95)a$.

+ Mài tinh thép $s_{dọc} = (0,2 \div 0,3)a$, mài tinh gang $s_{dọc} = 0,4a$.

- Lượng tiến dao ngang s_{ngang} sau mỗi hành trình kép của bàn máy (hay còn gọi là chiều sâu cắt t) phụ thuộc vào độ hạt của đá, độ nhám bề mặt yêu cầu và độ cứng vững của chi tiết.

Mài thô thép $s_{ngang} = (0,01 \div 0,06)$ mm/l hành trình kép.

Mài thô gang $s_{ngang} = (0,02 \div 0,08)$ mm/l hành trình kép.

Mài tinh $s_{ngang} = (0,005 \div 0,015)$ mm/l hành trình kép.

Khả năng công nghệ của mài.

Mài thô có khả năng đạt độ chính xác kinh tế cấp 9, $R_a = 3,2 \mu\text{m}$.

Mài tinh đạt độ chính xác kinh tế cấp 7, $R_a = 1,6 \div 0,4 \mu\text{m}$.

Mài siêu tinh có khả năng đạt độ chính xác cấp 6, $R_a = 0,2 \div 0,1 \mu\text{m}$.

** Mài tròn ngoài không tâm.*

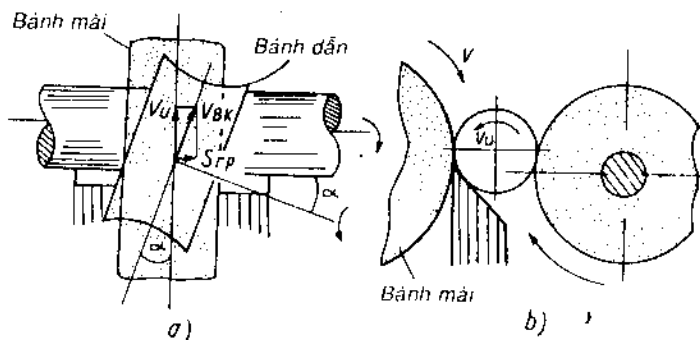
Khi mài không tâm chuẩn định vị chính là mặt đang gia công do đó không mài được chi tiết có rãnh trên bề mặt.

Có hai phương pháp mài tròn ngoài không tâm:

- Mài không tâm chạy dao dọc (hình 9.66a):

Chi tiết quay và tịnh tiến dọc trục nhờ bánh dẫn có dạng hypecbôlôit tròn xoay có trục đặt lệch với trục chi tiết một góc $= 1^{\circ}12' \div 3^{\circ}30'$. Chi tiết được gá

cao hơn tâm đá mài một khoảng từ $(0,5 \div 1)R$ nhờ thanh đỡ ở dưới đặt song song với tâm chi tiết với R là bán kính chi tiết, còn đá mài thực hiện chuyển động cắt.



Hình 9.66. Sơ đồ mài tròn ngoài không tâm:

a) mài không tâm tiến dao dọc;

b) mài không tâm tiến dao ngang.

- Mài tròn ngoài không tâm tiến dao ngang (hình 9.66b) tương tự mài có tâm tiến dao ngang, bánh dẫn không cần có dạng hypecbôlôit và được bố trí sao cho đường tâm song song với trục đá. Khi sửa đá chính xác có thể mài được mặt côn và mặt định hình.

Mài không tâm có các ưu điểm sau:

- Giảm thời gian gá đặt và thời gian gia công mặt chuẩn.
- Dễ tự động hóa quá trình mài.
- Độ cứng vững của hệ thống công nghệ cao hơn mài có tâm.
- Có thể mài được các trục dài mà mài có tâm không thực hiện được.

Tuy nhiên mài không tâm cũng có các nhược điểm:

- Không có khả năng đảm bảo độ đồng tâm giữa các bậc trục do đó chỉ dùng để mài chi tiết dạng trục trơn.

- Không mài được các bề mặt gián đoạn vì bánh dẫn không truyền được chuyển động quay đều và tịnh tiến cho chi tiết.

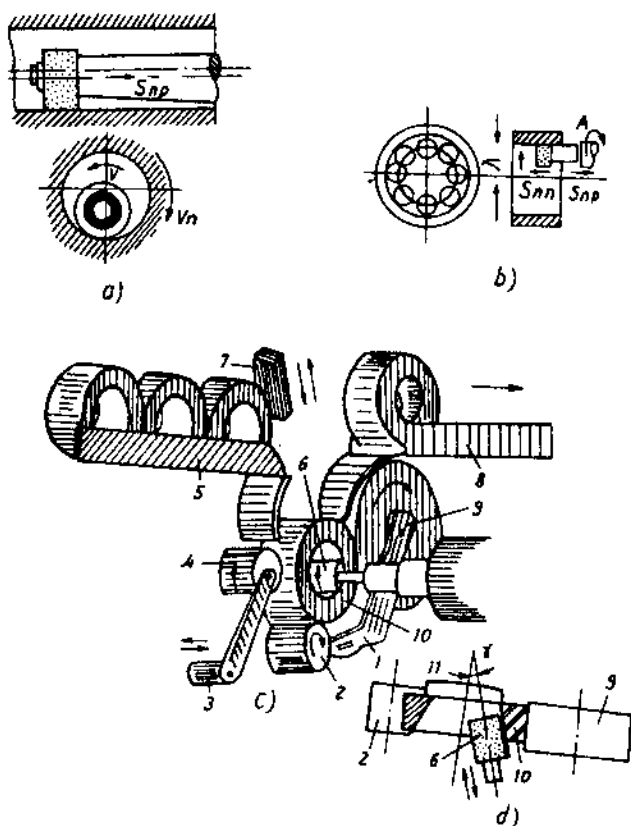
Mài không tâm được dùng nhiều trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, đặc biệt dùng chế tạo các chi tiết dùng trong công nghiệp dệt - sợi như các cọc sợi, các trục con lăn...

b. Mài tròn trong (mài lỗ)

Mài lỗ có khả năng gia công lỗ trụ, lỗ côn, lỗ định hình. Có hai phương pháp mài lỗ: mài lỗ không tâm và mài lỗ có tâm.

Mài lỗ có tâm

- Mài lỗ có tâm thường thực hiện trên các máy mài lỗ chuyên dùng, máy mài vạn năng có đầu mài lỗ hoặc đôi khi trên máy tiện vạn năng có trang bị đồ gá mài lỗ (hình 9.67).



Hình 9.67. Sơ đồ các phương pháp mài lỗ:

- a) chi tiết quay, đá quay quanh trục đá và tịnh tiến dọc;
- b) chi tiết cố định, đá quay quanh trục đá và thực hiện chuyển động hành tinh;
- c) mài không tâm lỗ trụ;
- d) mài không tâm lỗ côn.

Mài lỗ có tâm có thể thực hiện theo hai cách sau:

- Cách thứ nhất: lấy chuẩn là mặt ngoài kết hợp với mặt đầu gá chi tiết trên mâm cặp 3 chấu. Khi hình dạng bên ngoài của chi tiết phức tạp phải sử dụng mâm cặp 4 chấu và rà theo mặt lỗ, chuẩn là mặt lỗ hoặc mặt lỗ kết hợp với mặt đầu. Chi tiết quay tròn, đá quay tròn và thực hiện chuyển động tiến dao dọc S_d để mài hết chiều dài lỗ và tiến dao ngang S_{ng} để cắt hết lượng dư gia công (hình 9.67a). Phương pháp này thường dùng gia công chi tiết nhỏ để gá trên mâm cặp ba chấu hoặc bốn chấu của máy mài vạn năng hoặc máy tiện vạn năng có đồ gá chuyên dùng.

- Cách thứ hai (hình 9.67b): chi tiết gá cố định trên bàn máy nhờ chuẩn là mặt đầu kết hợp với mặt ngoài hoặc mặt lỗ. Trục mang đá thực hiện tất cả các chuyển động: chuyển động quay tròn quanh tâm đá để tạo ra chuyển động cắt, chuyển động hành tinh của trục đá quanh tâm lỗ, chuyển động chạy dao dọc S_d để mài hết chiều dài lỗ và chuyển động S_{ng} sau một hành trình mài để mài hết lượng dư gia công. Phương pháp này thuận lợi khi gia công lỗ các chi tiết lớn và có hình dạng phức tạp như lỗ trên thân máy búa, thân động cơ...

Mài lỗ không tâm

Mài lỗ không tâm là một trong các phương pháp gia công tinh lỗ có năng suất, độ chính xác và độ đồng tâm cao. Chuẩn gia công là mặt ngoài do đó mặt ngoài của chi tiết phải được gia công tinh hoặc bán tinh trước khi mài lỗ. Khi mài lỗ không tâm ngoài đá mài, bánh dẫn còn phải có các con lăn đỡ và ép chi tiết tiếp xúc liên tục với bánh dẫn (hình 9.67.).

Mài không tâm lỗ còn được thực hiện bằng cách điều chỉnh trục đá nghiêng một góc còn so với trục chi tiết. Trục đá thực hiện chuyển động quay tròn và chuyển động tiến dao dọc S_d (hình 9.67d).

Mài lỗ có các ưu điểm sau đây:

- Mài được lỗ của các chi tiết có kết cấu phức tạp mà không thuận tiện đối với các phương pháp gia công khác.
- Mài được lỗ phi tiêu chuẩn.
- Mài lỗ sửa được sai lệch về vị trí tương quan của tâm lỗ so với các bề mặt khác do các nguyên công trước để lại.
- Mài lỗ có khả năng đạt được độ chính xác cao (cấp 6).
- Mài được các rãnh định hình sau khi nhiệt luyện mà các phương pháp khác không gia công được.

- Trong sản xuất hàng loạt mài lỗ để cơ khí hóa và tự động hóa, ví dụ, mài rãnh trong của ca bi ngoài.

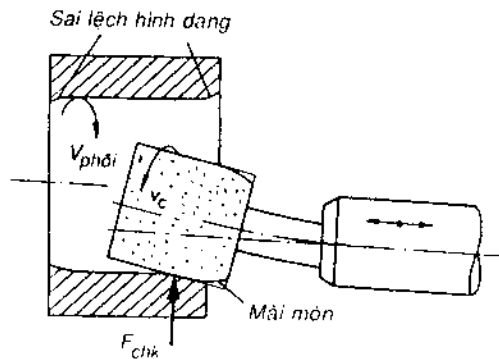
Tuy vậy mài lỗ cũng có những nhược điểm như:

- Cung tiếp xúc giữa đá và chi tiết khi mài lỗ lớn hơn mài ngoài, khó tưới dung dịch trơn nguội vào vùng cắt, điều kiện thoát phoi và thoát nhiệt khó khăn do đó đá mòn nhanh hơn so với mài ngoài.

- Đường kính lỗ càng bé trục đá càng bé nên độ cứng vững của trục đá kém, điều đó ảnh hưởng tới độ chính xác và năng suất nguyên công, đặc biệt khi mài lỗ nhỏ có chiều dài lớn (hình 9.68).

- Để đảm bảo tốc độ mài nhằm giảm tốc độ mòn của đá, khi lỗ càng nhỏ yêu cầu số vòng quay của trục đá càng lớn, điều đó dẫn tới khó khăn trong việc thiết kế và chế tạo máy mài.

Mặc dù có những nhược điểm như trên nhưng do tính ưu việt của nó mà mài lỗ vẫn được áp dụng rộng rãi trong sản xuất, đặc biệt trong sản xuất hàng loạt như trong công nghệ chế tạo ổ bi.



Hình 9.68. Sự mòn đá và sai số hình dạng xuất hiện khi mài lỗ.

c. Mài phẳng

Mài phẳng là phương pháp gia công tinh các mặt phẳng sau khi qua phay hoặc bào, đã hoặc chưa qua nhiệt luyện.

Ngày nay do trình độ công nghệ được nâng cao, xu hướng chung là người ta tập trung nghiên cứu thực hiện tối ưu hóa quá trình tạo phoi, giảm lượng dư gia công cắt gọt, nâng cao độ chính xác hình dạng, độ chính xác kích thước cũng như chất lượng bề mặt của phôi, sau đó dùng mài thô thay cho các phương pháp gia công cắt gọt khác nhằm tiết kiệm vật liệu, giảm chi phí gia công cơ và rút ngắn quy trình công nghệ, đặc biệt đối với các chi tiết khó gá đặt (ví dụ, sec măng).

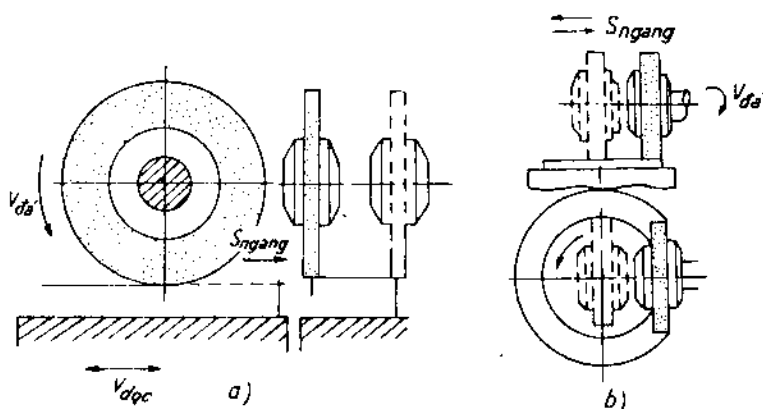
Mài phẳng thông thường đạt độ chính xác cấp 7, $R_a = 1,6 \mu\text{m}$, nếu chuẩn bị công nghệ tốt có thể đạt độ chính xác cấp 6, $R_a = 0,4 \mu\text{m}$.

Các phương pháp mài phẳng:

- Mài mặt phẳng bằng đá mài hình trụ thực hiện trên máy mài phẳng có bàn máy chuyển động tịnh tiến khứ hồi thực hiện chuyển động tiến dao dọc $S_{dọc}$, đầu mang đá thực hiện chuyển động tiến dao ngang S_{ng} để mài hết chiều rộng chi tiết và tiến dao đứng S_d sau một lượt mài để mài hết lượng dư gia công (hình 9.69a) hoặc thực hiện trên máy có bàn máy quay tròn quanh tâm của nó còn đầu đá thực hiện chuyển động tiến dao ngang S_{ng} và chuyển động tiến dao đứng S_{dng} sau mỗi lượt mài (hình 9.69b).

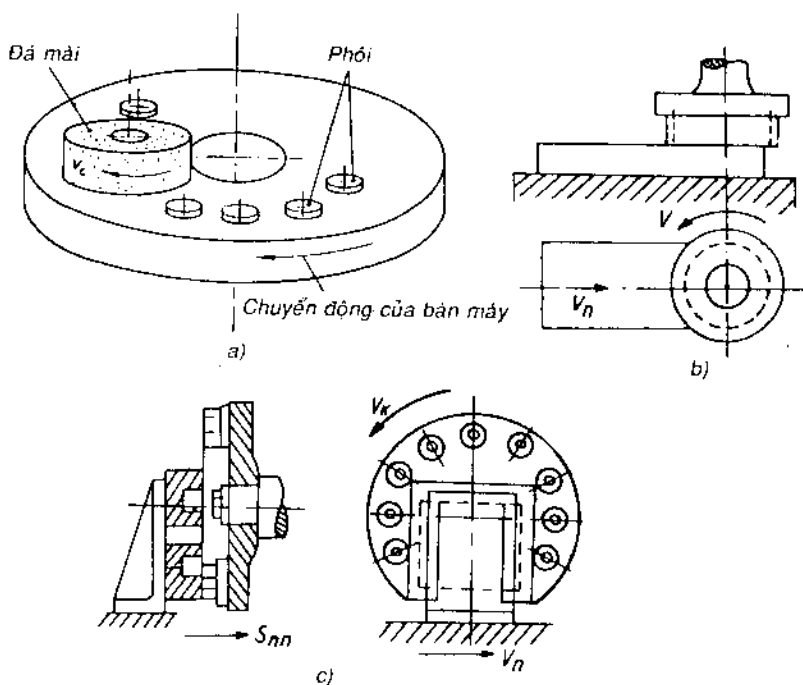
Phương pháp mài phẳng bằng đá mài hình trụ có ưu điểm dễ thoát phoi, dễ thoát nhiệt do dễ đưa dung dịch trơn nguội vào vùng cắt, do đó đảm bảo được độ chính xác cấp 7 và chiều cao nhấp nhô bề mặt $R_a = 1,6 \mu m$, nếu chuẩn bị công nghệ cẩn thận có thể đạt độ chính xác cấp 6 và $R_a = 0,4 \mu m$.

Tuy nhiên, do diện tích tiếp xúc giữa đá và chi tiết nhỏ nên năng suất thấp. Để khắc phục nhược điểm này người ta có thể sử dụng đá có bề rộng lớn hơn bề rộng chi tiết. Trong trường hợp này đầu đá chỉ thực hiện tiến dao đứng S_{dng} sau mỗi hành trình kép của bàn máy, tuy nhiên máy phải đảm bảo đủ độ cứng vững và phải sửa đá cẩn thận để tránh mặt đá bị côn hoặc đường sinh đá không thẳng dễ gây ra sai số in đập trên bề mặt chi tiết gia công.

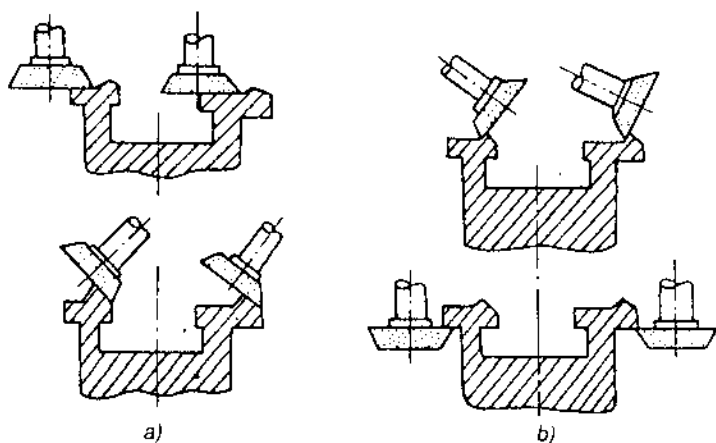


Hình 9.69. Sơ đồ các phương pháp mài phẳng bằng đá mài hình trụ.

- Mài phẳng bằng đá mài mặt đầu: mài phẳng bằng mặt đầu của đá chậu nguyên hoặc ghép (hình 9.70a, b, c) cho năng suất cao, tiết kiệm đá và mở rộng được khả năng công nghệ của mài do:



Hình 9.70. Sơ đồ các phương pháp mài phẳng bằng đá mài mặt đầu.

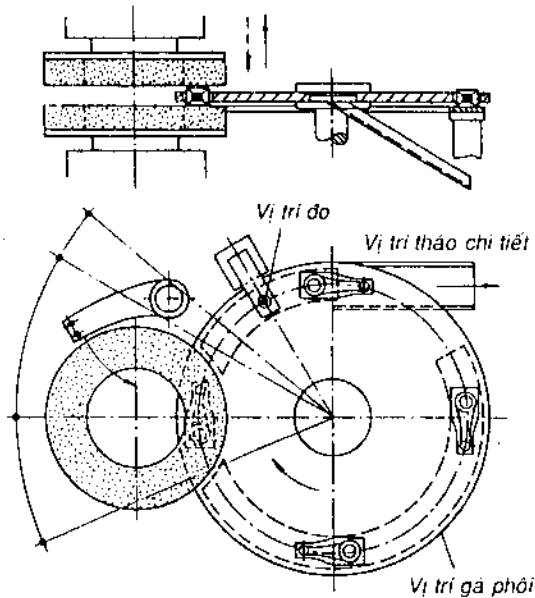


Hình 9.71. Sơ đồ mài phẳng đá mài mặt đầu trên máy mài chuyên dùng có nhiều trục đá.

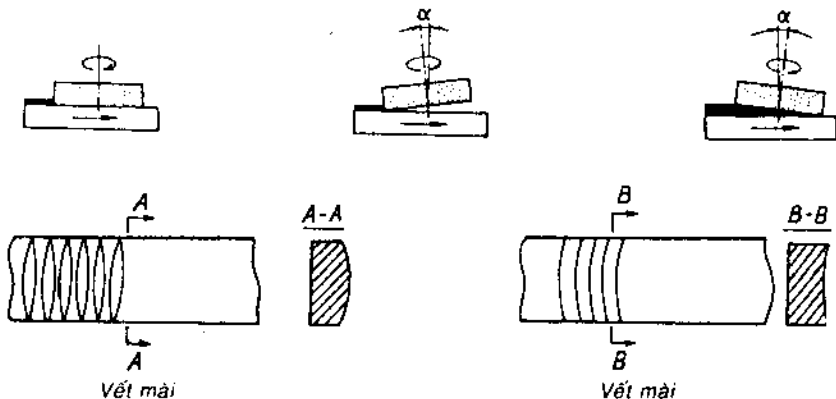
+ Có thể mài đồng thời nhiều bề mặt trên máy mài chuyên dùng có nhiều trục đá khác nhau (hình 9.71).

+ Có thể mài đồng thời hai mặt của một chi tiết bằng hai mặt đầu của hai viên đá khác nhau (hình 9.72).

Nhược điểm của mài mặt đầu là khó thoát phoi, khó dẫn dung dịch trơn nguội vào vùng cắt do đó khó thoát nhiệt, vì vậy độ chính xác và độ nhẵn bề mặt thấp hơn so với mài bằng đá mài hình trụ.



Hình 9.72. Sơ đồ mài đồng thời hai mặt phẳng song song của chi tiết bằng hai mặt đầu của hai viên đá khác nhau.



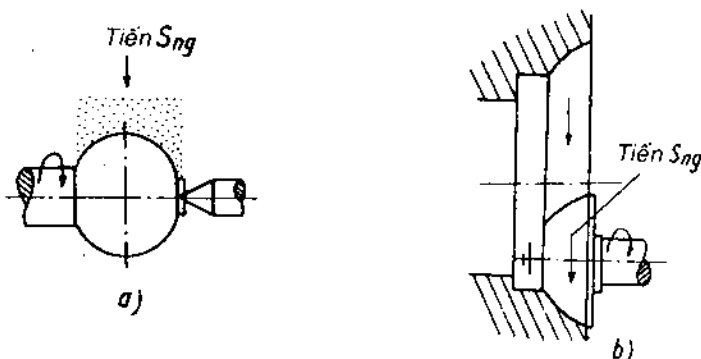
Hình 9.73. Sơ đồ mài mặt phẳng bằng đá mài mặt đầu với trục đá nghiêng:

- trục đá thẳng góc với bề mặt gia công;
- trục đá nghiêng với bề mặt gia công (không nên);
- trục đá nghiêng với bề mặt gia công (nên).

Muốn đạt độ chính xác và độ nhẵn bóng cao phải dùng chế độ cắt thấp. Để nâng cao năng suất người ta bố trí trục đá nghiêng một góc $2^\circ \div 4^\circ$ so với phương thẳng đứng nhưng do mặt đầu của đá không tiếp xúc toàn bộ với bề mặt gia công nên các vết mài không xoá lên nhau do đó độ nhẵn bóng bề mặt kém, bề mặt gia công không phẳng (hình 9.73).

d. Mài định hình

Mài có thể gia công được các bề mặt định hình có đường sinh thẳng, ví dụ, mài các mặt định hình có tiết diện không thay đổi theo phương tiến dao dọc trên máy mài phẳng, các bề mặt định



Hình 9.74. Sơ đồ mài định hình.

hình tròn xoay ngoài và trong (hình 9.74) như các rãnh của ca bi ngoài và trong. Mài định hình được thực hiện bằng cách sửa đá có hình dạng và kích thước theo âm bản của chi tiết. Khi mài rãnh định hình trên máy mài phẳng đầu đá chỉ thực hiện tiến dao thẳng đứng S_d sau mỗi hành trình kép để cắt hết chiều sâu rãnh. Khi mài các mặt định hình tròn xoay ngoài hoặc trong đầu đá chỉ thực hiện tiến dao ngang S_{ng} .

Khi mài cam cần phải có cơ cấu chép hình giống như phay chép hình.

9.7. MÀI NGHIÊN

Bản chất của mài nghiền là quá trình cắt của các hạt mài tự do chuyển động cưỡng bức (còn gọi là bột nghiền) dưới một áp lực xác định giữa dụng cụ nghiền và bề mặt chi tiết được gia công.

Bột nghiền gồm bột mài trộn với dầu nhớt, parafin, mỡ bò và các axit hữu cơ theo một tỷ lệ nhất định. Khi nghiền hồ cần sử dụng bột mài có kích thước hạt lớn, khi nghiền tinh sử dụng bột mài có kích thước hạt nhỏ.

Dụng cụ nghiền (bạc nghiền, tấm nghiền) thường làm bằng gang để có khả năng giữ được hạt mài trên bề mặt của dụng cụ.

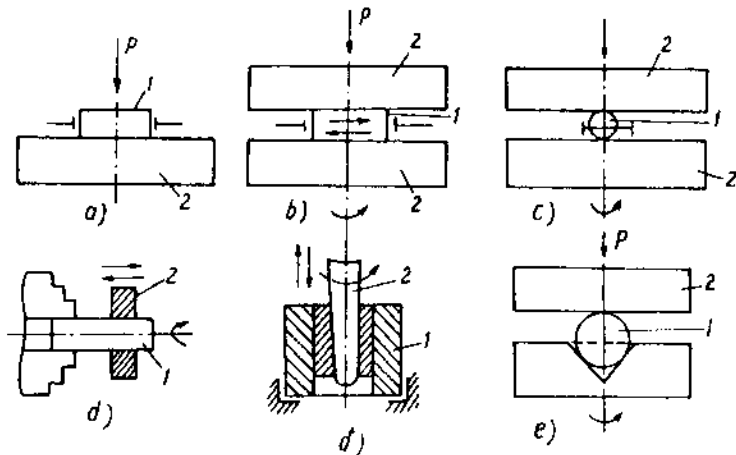
Nghiền gồm hai quá trình: Quá trình hóa học diễn ra rất nhanh (trong vài phần trăm giây) tạo thành trên bề mặt gia công lớp màng axit và lớp hấp phụ rất mỏng, sau đó nhờ tác dụng cơ học các hạt mài phá vỡ màng axit và lấy đi lớp hấp phụ dưới dạng phoi rồi đẩy ra ngoài.

Quá trình nghiền có các đặc điểm sau đây:

- Mặc dù có nhiều hạt mài cùng tham gia cắt nhưng vì lớp kim loại được cắt đi rất mỏng, lực và vận tốc cắt không lớn nên nhiệt cắt không cao.

- Quá trình động học của các hạt mài phức tạp do quỹ đạo chuyển động của chúng trên bề mặt gia công khó lặp lại vết cũ, các vết xoá nhau nhiều lần dẫn tới độ nhẵn bóng bề mặt gia công cao.

- Nghiền chỉ cắt được lớp lượng dư rất nhỏ (0,02 mm) nên không sửa được sai lệch về vị trí tương quan. Do đó trước khi mài nghiền chi tiết phải đạt độ chính xác cấp 7, sai số hình dạng hình học không quá $0,005 \div 0,1$ mm, $R_a = 1,6 \div 0,4$ μ m.



Hình 9.75. Sơ đồ các dạng mài nghiền:

1. chi tiết gia công; 2. dụng cụ nghiền.

a) nghiền mặt phẳng; b) nghiền hai mặt phẳng song song;

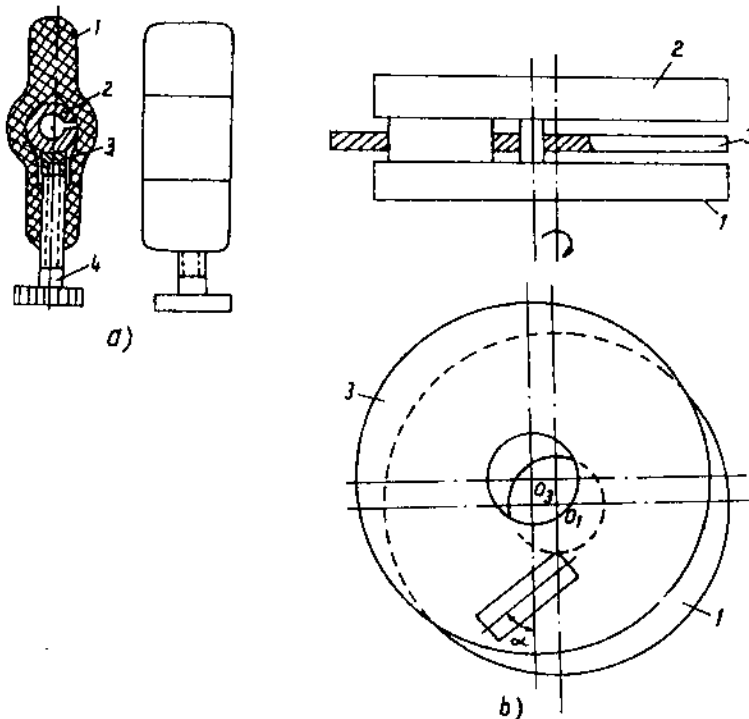
c) nghiền mặt trụ ngoài bằng hai đĩa nghiền; d) nghiền mặt trụ ngoài bằng bạc.

đ) nghiền lỗ; e) nghiền mặt cầu.

Mài nghiền có thể gia công được các mặt phẳng, mặt trụ ngoài và trong, các mặt định hình đạt độ chính xác cấp 6, $R_a = 0,2 \div 0,01 \mu\text{m}$, sai lệch về kích thước sau mài nghiền có thể nhỏ hơn hoặc bằng $0,6 \mu\text{m}$. Do đó mài nghiền được sử dụng rộng rãi để gia công các bộ đôi xilanh bơm cao áp, các chi tiết trong thiết bị thủy lực, các bộ truyền bánh răng đòi hỏi độ chính xác cao, mặt phân khuôn trong công nghệ chế tạo khuôn...

Tùy theo hình dạng bề mặt gia công ta có các phương pháp nghiền sau:

- Nghiền mặt phẳng (hình 9.75a): dụng cụ nghiền là hai tấm phẳng bằng gang đã qua gia công tinh. Bột nghiền xoa lên mặt dụng cụ, chi tiết 1 được tiếp xúc với mặt dụng cụ và có chuyển động tịnh tiến qua lại nhờ tay hoặc máy. Lực tác dụng P để tạo ra áp lực nghiền. Đôi khi không cần lực P mà khối lượng bản thân chi tiết cũng tạo ra được áp lực nghiền đủ lớn. Phương pháp nghiền mặt phẳng hay dùng nghiền mặt phân khuôn trong công nghệ chế tạo khuôn nhựa để nâng cao độ kín khít của khuôn.



Hình 9.76. Sơ đồ nghiền mặt trụ:

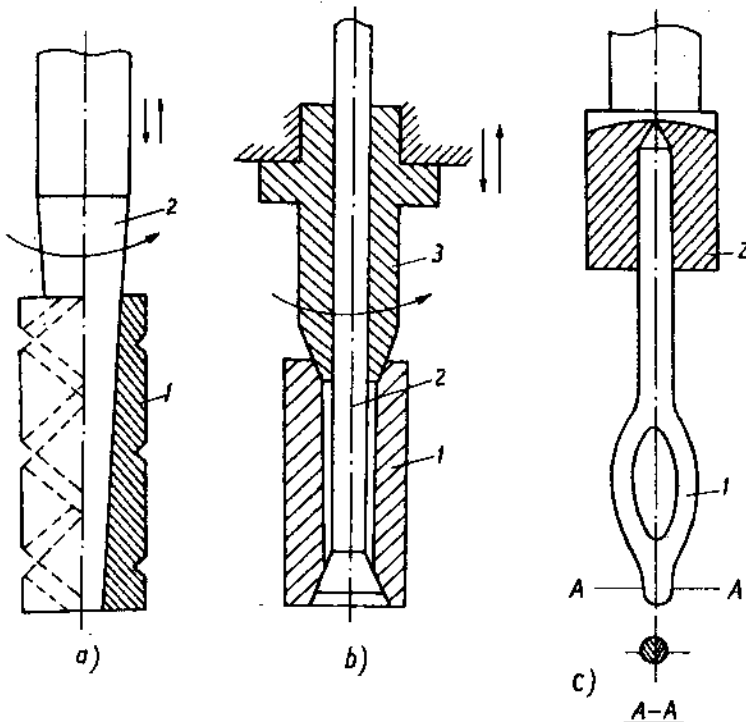
a) nghiền mặt trụ bằng bạc nghiền chữ C; b) nghiền mặt trụ bằng máy nghiền đĩa.

- Nghiền mặt trụ: nghiền mặt trụ có thể thực hiện bằng bạc nghiền hay đĩa nghiền.

Khi nghiền mặt trụ ngoài dùng bạc nghiền chữ C bằng gang có xẻ rãnh để điều chỉnh được áp lực trong quá trình nghiền (hình 9.76a), mặt trong của bạc có rãnh xoắn để chứa bột nghiền, bề mặt chi tiết chính là chuẩn định vị, vì vậy chiều dài phần tiếp xúc của bạc với chi tiết phải đủ lớn để sự tiếp xúc giữa bạc và chi tiết trong quá trình nghiền được ổn định. Theo kinh nghiệm thực tế nên lấy $l_{\text{bạc}} = (2 \div 4)d_{\text{lỗ}}$.

Nghiền mặt trụ bằng bạc chủ yếu dùng trong công nghệ sửa chữa, sản xuất đơn chiếc và thường thực hiện trên máy tiện hoặc máy khoan.

Ngoài ra có thể thực hiện nghiền mặt trụ ngoài bằng máy nghiền đĩa có hai đĩa nghiền phẳng 1 và 2 ở giữa có đĩa ngăn cách 3 bố trí lệch tâm so với đĩa 1 để giữ chi tiết gia công (hình 9.76b).



Hình 9.77. Sơ đồ nghiền lỗ.

- a) Bạc nghiền chữ C có lỗ côn; b) bạc nghiền chữ C có hai đầu lỗ vát côn.
 c) chày nghiền đàn hồi dùng gia công các lỗ có đường kính nhỏ.

Tâm đối xứng của rãnh giữ chi tiết đi qua trung điểm bán kính của đĩa 3 đồng thời tạo với bán kính một góc $\alpha = 15^\circ$ khi nghiêng thô và $\alpha = 6^\circ$ khi nghiêng tinh. Đĩa 1 quay chủ động, đĩa 2 có thể đứng yên hoặc quay ngược chiều đĩa 1. Khi đĩa 1 quay đĩa ngăn cách 3 sẽ chuyển động song phẳng làm cho chi tiết tự quay quanh tâm của nó, đồng thời tịnh tiến khứ hồi dọc theo đường tâm của rãnh giữ chi tiết.

Nghiên mặt trụ ngoài bằng máy nghiền đĩa thường được sử dụng trong sản xuất hàng loạt để gia công chi tiết piston trong bộ đôi bơm cao áp.

Khi nghiền mặt trụ trong (nghiền lỗ) dùng bạc chữ C bằng gang, trên mặt ngoài của bạc có rãnh xoắn để chứa bột nghiền. Để điều chỉnh áp lực nghiền người ta có thể dùng các kết cấu khác nhau (hình 9.77 a, b, c). Khi nghiền lỗ chi tiết có thể quay tròn, trục mang bạc nghiền tịnh tiến (nghiền trên máy tiện) hoặc chi tiết tịnh tiến còn trục mang bạc nghiền quay tròn (nếu chi tiết nhỏ) hay chi tiết đứng yên (nếu chi tiết lớn) còn trục mang bạc vừa quay tròn vừa tịnh tiến (khi nghiền trên máy khoan).

Tỷ lệ giữa vận tốc dài do bạc nghiền quay tròn tạo ra V_q với vận tốc tịnh tiến V_u được đặc trưng bằng biểu thức:

$$\operatorname{tg} \alpha = V_q / V_u = 0,6 \div 1 \text{ hay } \alpha = 35^\circ \div 45^\circ.$$

Góc α càng lớn năng suất nghiền càng cao nhưng chiều cao nhấp nhô bề mặt càng tăng, vì thế trị số α nhỏ dùng cho nghiền tinh, trị số α lớn dùng cho nghiền thô.

Chất lượng nguyên công phụ thuộc chủ yếu vào tốc độ cắt V_c , áp lực nghiền p , vật liệu và kích thước hạt mài...

Khi nghiền thô lấy $V_c = 30 \div 40$ m/ph, nghiền tinh $V_c = 25 \div 30$ m/ph, nghiền siêu tinh $V_c = 15 \div 20$ m/ph, áp lực nghiền $p \leq 0,2 \div 0,4$ MN/m² ($0,2 \div 4$ kG/cm²).

Lượng dư nghiền phụ thuộc vào yêu cầu kỹ thuật gia công. Nếu yêu cầu độ chính xác và độ nhám bề mặt càng cao thì trước khi nghiền bề mặt cũng phải đạt độ chính xác và độ nhám cao và lượng dư nghiền phải nhỏ. Lượng dư nghiền thông thường nằm trong khoảng $0,002 \div 0,05$ mm (bảng 9.3). Nếu lượng dư nghiền tinh lớn thì năng suất nguyên công thấp, không những khó đạt

được độ chính xác yêu cầu mà còn có thể tạo ra sai số hình dáng hình học của bề mặt cần gia công.

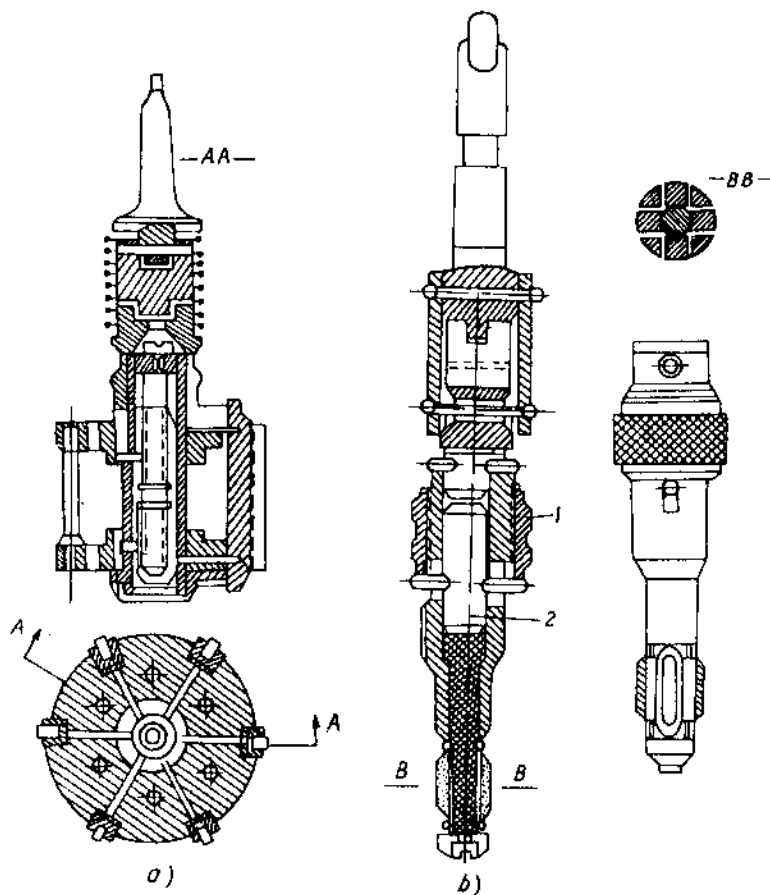
Nghiên không sửa được sai số về vị trí tương quan, đồng thời có năng suất thấp do tốc độ cắt thấp, bột nghiền có kích thước hạt nhỏ và áp lực nghiền thấp.

Bảng 9.3. Cách chọn lượng dư nghiền.

Độ nhám		Độ chính xác kích thước (μm)	Số lần nghiền	Lượng dư (mm)
R_a (μm)	R_z (μm)			
0,16	0,8	3,0 ÷ 5,0	1	0,03 ÷ 0,05
0,08	0,4	1,0 ÷ 2,0	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

9.8. MÀI KHÔN

Mài khôn dùng để gia công tinh lỗ nhờ đầu khôn quay tròn và tịnh tiến dọc trục. Đầu khôn gồm 2, 4 hoặc 6 thỏi đá được giữ bằng các thanh kẹp lắp trong các rãnh xẻ hướng kính dọc theo thân, ở bên trong có một hoặc hai ống côn dùng để điều chỉnh vành ngoài của đá, tạo ra áp lực hướng kính của đá tác dụng lên mặt lỗ gia công. Các thỏi đá được giữ bằng hai lò xo vòng ở trên và dưới. Việc điều chỉnh áp lực đá được thực hiện nhờ ren vít ở hai đầu côn (hình 9.78a). Cũng có thể điều chỉnh áp lực đá bằng cách sử dụng chất dẻo (hình 9.78b). Sau khi đưa đầu khôn vào lỗ, tăng đai ốc 1 đẩy piston 2 đi xuống, chất dẻo bị nén tác động lên đá làm tăng áp lực của đá lên bề mặt lỗ gia công. Sau khi gia công xong vặn đai ốc theo chiều ngược lại để giảm áp lực của đá tác dụng lên bề mặt lỗ và lấy đầu khôn ra khỏi lỗ.



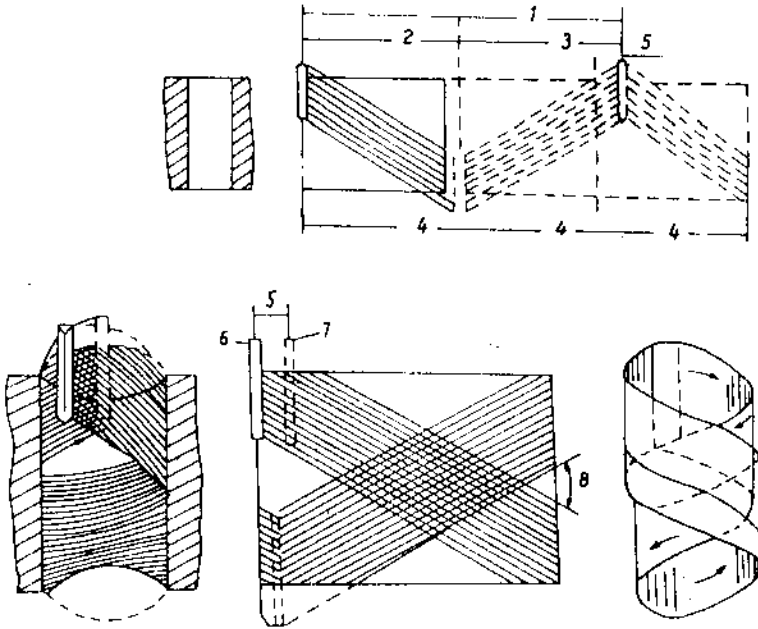
Hình 9.78. Kết cấu đầu khôn.

Trong quá trình khôn mỗi thanh đá tạo nên một lưới quỹ đạo của các hạt mài đan chéo nhau (hình 9.79). Do có nhiều thanh đá nên vết các hạt mài xoá nhau nhiều lần vì vậy khôn thông thường đạt độ chính xác cấp 7, đôi khi cấp 6, $R_a = 0,4 \div 0,05 \mu\text{m}$.

Trong quá trình mài khôn cần chú ý:

- Phải cấp dung dịch trơn nguội đều đặn và liên tục.
- Có thể gá đầu khôn và chi tiết theo hai cách:

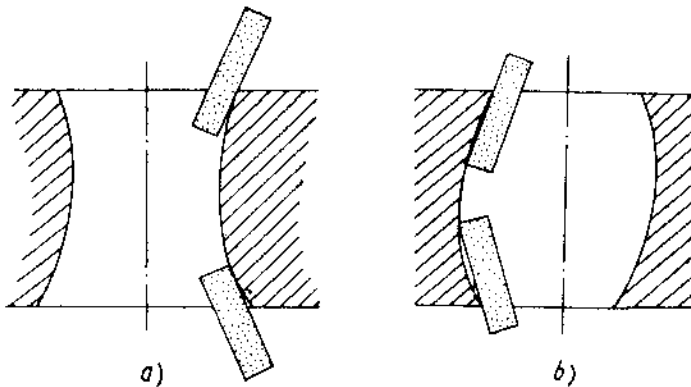
+ Đầu khôn lắp cứng với đầu máy, chi tiết lắp cố định trên bàn máy. Trong trường hợp này phải dùng đồ gá hoặc rà gá sao cho đảm bảo được độ đồng tâm giữa tâm lỗ gia công và tâm trục chính của máy.



Hình 9.79. Vết gia công khi mài khôn.

+ Đầu khôn lắp tụy động với trục chính của máy, như vậy việc gá đặt chi tiết đơn giản hơn và không yêu cầu độ đồng tâm giữa lỗ của chi tiết và trục chính cao.

- Phải chọn khoảng nhô ra của đá so với hai đầu của lỗ thích hợp để tránh lỗ bị loc ở hai đầu hoặc bị phình ở giữa (hình 9.80) đồng thời phải chọn được tỷ



Hình 9.80. Các dạng sai lệch khi mài khôn.

số giữa tốc độ quay với tốc độ tịnh tiến, áp lực khôn hợp lý để nâng cao độ chính xác và năng suất khi khôn.

- Khi khôn các hạt mài tách ra khỏi đầu khôn có thể găm vào bề mặt gia công làm tăng tốc độ mài mòn của chi tiết đối tiếp khi giữa chúng có chuyển động tương đối đối với nhau. Vì vậy sau khi mài khôn nhất thiết phải làm sạch bề mặt lỗ cẩn thận.

- Mài khôn không sửa được sai số về hình dạng và sai lệch về vị trí không gian của lỗ. Do đó trước khi khôn phải khắc phục các sai lệch đó bằng tiện tinh, chuốt hoặc mài.

- Về lý thuyết khôn gia công được các chi tiết từ thép, gang, kim loại màu, nhưng khi gia công kim loại màu phoi bịt nhanh các lỗ trên bề mặt đá nên khả năng cắt của đá bị giảm rất nhanh.

Mài khôn có các ưu điểm cơ bản sau đây:

- Các hạt mài có quỹ đạo xác định, có nhiều hạt mài cùng tham gia cắt cho nên lượng dư gia công có thể lớn (bảng 9.4) và đạt được năng suất cao hơn nghiên.

Bảng 9.4. Lượng dư mài khôn.

Đường kính lỗ (mm)	Vật liệu gia công	
	Gang	Thép
30 ÷ 130	0,02 ÷ 0,10	0,01 ÷ 0,04
150 ÷ 280	0,08 ÷ 0,16	0,02 ÷ 0,005
300 ÷ 500	0,12 ÷ 0,20	0,04 ÷ 0,06

- Vận tốc cắt thấp (gia công thép $V_c = 40 \div 60$ m/ph, gia công gang, đồng thau $V_c = 60 \div 75$ m/ph), nhiệt cắt thấp (nhiệt độ vùng gia công $t = 50 \div 150^\circ\text{C}$) cho nên không làm thay đổi cấu trúc mạng tinh thể lớp bề mặt, do đó giữ được cơ tính đồng thời giảm được ứng suất dư lớp bề mặt của chi tiết gia công.

- Độ cứng vững của đầu khôn cao, trục gá không bị biến dạng do lực tác dụng lên trục cân bằng lẫn nhau do đó đảm bảo lỗ gia công tròn.

- Quá trình cắt êm do ít rung động vì vậy có thể đạt độ chính xác cao.

Tuy vậy, mài khôn cũng có những nhược điểm như sau:

- Khi khôn các hạt mài tách ra khỏi đầu khôn có thể găm vào bề mặt gia

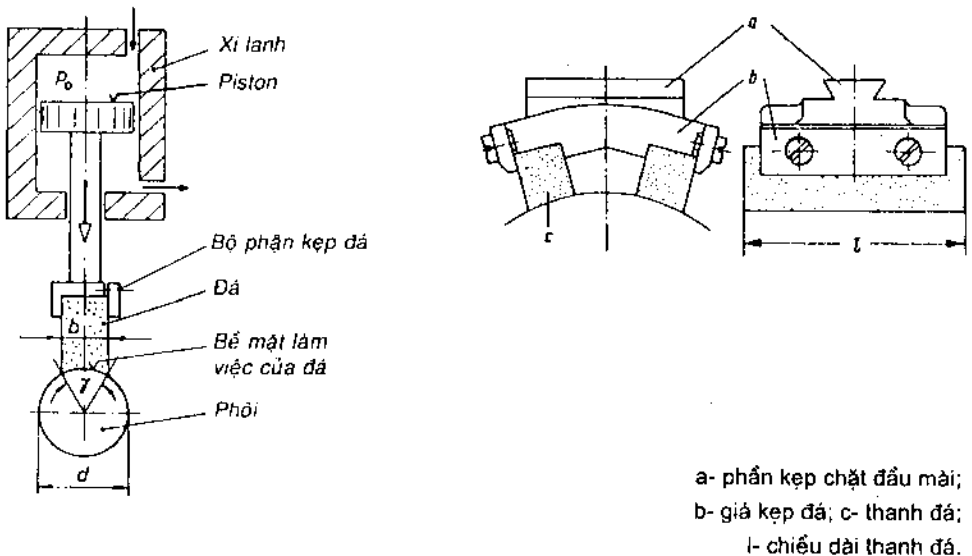
công làm tăng tốc độ mài mòn của chi tiết đối tiếp khi giữa chúng có chuyển động tương đối đối với nhau. Vì vậy sau khi mài khôn nhất thiết phải làm sạch bề mặt lỗ cẩn thận.

- Mài khôn không sửa được sai số về hình dạng và sai lệch về vị trí không gian của lỗ. Do đó trước khi khôn phải khắc phục các sai lệch đó bằng tiện tinh, chuốt hoặc mài.

- Về lý thuyết khôn gia công được các chi tiết từ thép, gang, kim loại màu, nhưng khi gia công kim loại màu phoi bịt nhanh các lỗ trên bề mặt đá nên khả năng cắt của đá bị giảm rất nhanh.

Khôn gia công được các lỗ có đường kính từ $\phi 6$ tới $\phi 1500$, chiều dài lỗ từ 10 mm tới 20 mm, khả năng đạt độ chính xác và nhẵn bóng bề mặt cao, năng suất của khôn cao hơn nghiền do quỹ đạo các hạt mài hoàn toàn xác định và số hạt mài tham gia cắt cùng một lúc nhiều, vì vậy khôn được dùng rộng rãi trong công nghệ sửa chữa cũng như trong sản xuất hàng loạt để gia công các xilanh xe máy, động cơ và các xilanh thủy lực.

9.9. MÀI SIÊU TINH XÁC



Hình 9.81. Sơ đồ mài siêu tinh xác.

a) đường kính chi tiết nhỏ; b) đường kính chi tiết lớn.

Mài siêu tinh xác là phương pháp gia công tinh có thể đạt độ chính xác và độ nhẵn bề mặt cao (hình 9.81).

Thanh đá bằng vật liệu cacbit silic xanh có chiều rộng $b = \frac{1}{2}d$ (khi đường kính d của chi tiết nhỏ, hình 9.81a) được kẹp chặt trên cán của piston. Khi đường kính của chi tiết lớn phải dùng 2 thanh đá, mỗi thanh có $b \leq 20$ mm để dễ phun dầu trơn nguội vào vị trí cắt (hình 9.81b). Góc ôm $\gamma = 60^\circ$. Chiều dài l của thanh đá phụ thuộc chiều dài của bề mặt gia công nhưng $l_{\max} = 60$ mm. Bộ truyền xi lanh - piston để tạo ra áp lực cần thiết giữa đá với bề mặt của chi tiết cần gia công.

Mài siêu tinh xác có các chuyển động sau đây (hình 9.82):

- Chi tiết quay tròn tạo ra tốc độ tiếp tuyến:

$$V_{tt} = \pi d.n$$

Trong đó d - đường kính của chi tiết gia công;

n - số vòng quay của chi tiết trong một phút.

- Dụng cụ gia công thực hiện chuyển động dao động điều hoà a dọc trục chi tiết:

$$a = A_0 \cdot \sin \omega t$$

Trong đó biên độ $A_0 = 1,5 \div 5$ mm, ω là tốc độ góc của dao động, t là thời gian.

Vì vậy tốc độ của dao động V_{dt} là:

$$V_{dt} = \frac{da}{dt} = A_0 \cdot \omega \cos \omega t$$

Vì $\cos \omega t$ có giá trị cực đại là 1, do đó tốc độ dao động cực đại $V_{dt\max}$ là:

$$V_{dt\max} = A_0 \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot A_0 \cdot f$$

với f - tần số của dao động, $f = 500 \div 1200$ h.t.k/1ph.

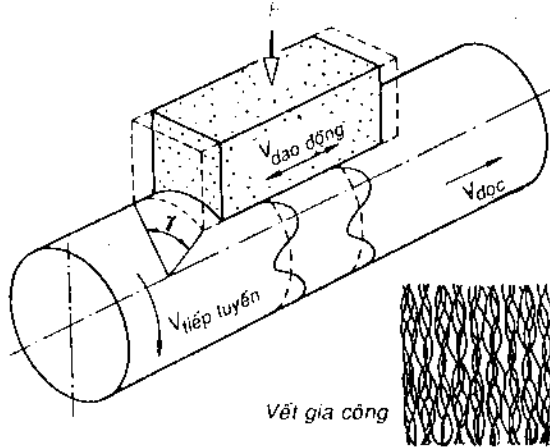
Do $\cos \omega t$ biến đổi giữa 0 và 1 nên tốc độ cắt dao động cũng biến đổi từ 0 đến $V_{dt\max}$ và đổi hướng.

Như vậy tốc độ cắt V_c là tổng hợp của hai vectơ tốc độ tiếp tuyến V_{tt} và tốc độ dao động V_{dt} sẽ là một đại lượng biến đổi:

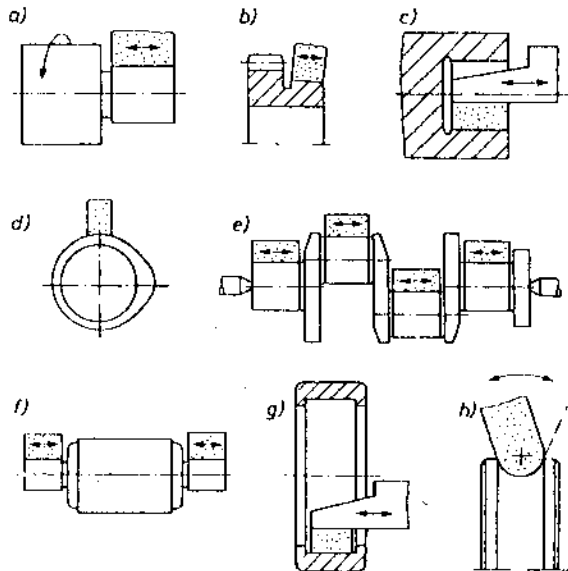
$$V_{c\min} = V_{tt} = \pi \cdot d \cdot n$$

$$V_{cmax} = \sqrt{V_{ti}^2 + V_{dlmax}^2}$$

Thông thường $V_c = 1 \div 1,5$ m/ph.



Hình 9.82. Sơ đồ chuyển động của mài siêu tinh xác.



Hình 9.83. Sơ đồ gia công các chi tiết bằng mài siêu tinh xác.

- Chi tiết thực hiện chuyển động dọc trục với bước tiến dọc:

$S_{dọc} = 0,1 \text{ mm/l vòng quay của chi tiết.}$

Do có chuyển động phức tạp như vậy nên quỹ đạo các hạt mài xoá nhau nhiều lần dẫn tới thời gian gia công giảm đi và độ nhẵn bóng bề mặt tăng lên.

Áp lực đá tác dụng trên bề mặt gia công nhỏ ($0,005 \div 0,25 \text{ MN/m}^2$ hay $0,05 \div 2,5 \text{ kG/cm}^2$) nên không sửa được sai lệch hình dạng (méo, ó van) và sai số về vị trí tương quan, do đó trước khi mài siêu tinh chi tiết phải được mài (đối với vật liệu gia công là kim loại đen) để đạt được giới hạn trên của kích thước và đảm bảo độ chính xác về vị trí tương quan hoặc tiên tình (đối với vật liệu gia công là kim loại màu), do đó lượng dư mài siêu tinh nhỏ ($5 \div 7 \mu\text{m}$).

Trong quá trình mài phải cấp dung dịch trơn nguội liên tục theo tỷ lệ 9% là dầu máy bay hay dầu thực vật, còn lại là dầu hoả.

Mài siêu tinh được sử dụng trong công nghiệp chế tạo ô tô và máy bay (hình 9.83).

9.10. ĐÁNH BÓNG

Đánh bóng là phương pháp gia công tinh nhằm nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt bằng cách dùng bánh đánh bóng kết hợp với bột mài chà xát lên bề mặt gia công với tốc độ cao.

Bánh đánh bóng gồm các loại sau:

- Bánh đánh bóng bằng gỗ có độ bền nhỏ dễ bị cong vênh thường dùng đánh bóng sơ bộ.

- Bánh đánh bóng bằng vải thô dùng hạt mài có kích thước lớn để gia công thô các chi tiết lớn.

- Bánh đánh bóng bằng vải mềm dùng hạt mài có kích thước nhỏ dùng để đánh bóng tinh.

- Bánh đánh bóng bằng vải ép dùng để đánh bóng rất tinh.

Tốc độ đánh bóng khoảng $20 \div 40 \text{ m/s}$, trên mặt bánh có bôi bột đánh bóng bằng các hạt mài rất mịn, đôi khi cho thêm bột grafit để đạt $R_a \leq 0,02 \mu\text{m}$. Có thể đánh bóng 2 hoặc 3 lần bằng các bột có kích thước nhỏ dần.

Đánh bóng không sửa chữa được sai lệch về hình dạng, sai lệch về vị trí tương quan và khuyết tật trên bề mặt gia công. Vì vậy trước khi đánh bóng chi tiết phải được gia công tinh và chỉ để lại lượng dư khoảng $5 \mu\text{m}$.

Khi đánh bóng có thể áp chi tiết vào bánh đánh bóng bằng tay hoặc bằng máy. Trong sản xuất hàng loạt đánh bóng thường được thực hiện bằng dây đai có dính hạt mài.

9.11. CẠO

Cạo là phương pháp gia công tinh thực hiện bằng tay với các dụng cụ đơn giản được chế tạo từ thép dụng cụ hoặc thép gió.

Chất lượng cạo chủ yếu phụ thuộc vào trình độ tay nghề của công nhân. Trước khi cạo cần kiểm tra độ phẳng của mặt gia công bằng cách dùng bản mẫu bôi một lớp bột màu rất mỏng rồi áp và xoa đều lên bề mặt chi tiết, sau đó cạo những điểm cao (những điểm có dính bột màu). Sau khi cạo xong cần kiểm tra độ phẳng theo tiêu chuẩn sau:

Trên diện tích $25,4 \times 25,4 \text{ mm}^2$ có $12 \div 18$ điểm đối với cạo thô và $20 \div 25$ điểm đối với cạo tinh.

Khi cạo cần lưu ý:

- Phải gá đặt chi tiết ổn định.
- Bản mẫu phải có độ chính xác và độ cứng vững cao.
- Bề mặt trước khi cạo phải được gia công tinh bằng phay, bào, doa... và để lại lượng dư vừa phải (bảng 9.5).

Bảng 9.5. Lượng dư cạo

Chiều dài mặt phẳng (mm) \ Chiều rộng mặt phẳng (mm)	100÷500	500÷1000	1000÷2000	2000÷4000	4000÷6000
< 100	0,1	0,15	0,20	0,20	0,30
100 ÷ 500	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
500 ÷ 1500	0,18	0,25	0,35	0,45	0,50

Cạo có các ưu điểm sau:

- Cạo có thể đạt được độ chính xác về kích thước, độ nhẵn bề mặt, độ chính xác về vị trí tương quan cao bằng các dụng cụ đơn giản (ví dụ, cạo có thể đạt

được độ phẳng 0,01/1000mm), do đó cạo rất phù hợp với dạng sản xuất đơn chiếc.

- Có thể gia công tinh các mặt phẳng có kết cấu và hình dạng phức tạp (rãnh mang cá, mặt lỗ của bạc...) mà các phương pháp khác không thể gia công được.

- Có thể dùng cạo để gia công tinh lần cuối các mặt phẳng có kích thước lớn.

- Bề mặt sau khi cạo có khả năng giữ dầu bôi trơn tốt trong quá trình làm việc.

Tuy vậy cạo cũng có các nhược điểm như:

- Năng suất thấp, thực hiện bằng tay nên chất lượng gia công phụ thuộc vào tay nghề của công nhân, cường độ lao động nặng nhọc.

- Không cạo được vật liệu quá cứng.

Do các nhược điểm trên nên xu hướng hiện nay muốn thay thế cạo bằng các nguyên công gia công tinh khác như mài, mài điện hóa...

9.12. CÔNG NGHỆ BÔI TRƠN - LÀM NGUỘI TỐI THIỂU TRONG QUÁ TRÌNH CẮT

Để giảm nhiệt cắt và ma sát người ta tưới trực tiếp dung dịch trơn nguội vào vùng cắt trong quá trình gia công.

Phương pháp tưới tràn đang dùng hiện nay ở nước ta có những ưu điểm sau:

- Giúp đỡ quá trình gia công cắt gọt bằng chức năng làm nguội, bôi trơn, dội rửa.

- Bảo vệ dụng cụ cắt, giảm tác dụng xấu của nhiệt cắt.

- Đảm bảo nhiệt độ của môi trường làm việc thấp và ổn định.

- Góp phần đảm bảo chất lượng của chi tiết ổn định.

- Tạo điều kiện vận chuyển phoi ra khỏi vùng cắt dễ dàng.

Tuy nhiên phương pháp tưới tràn có các nhược điểm như sau:

- Tốn chi phí cho việc sản xuất, tái chế và thải các chất bôi trơn làm lạnh.

Tại Cộng hoà Liên bang Đức, theo luật bảo vệ môi trường, trước khi thải dung dịch trơn nguội đã loại bỏ vào môi trường người ta phải làm sạch. Chi phí cho

làm sạch 1 tấn dung dịch trơn nguội phế thải là 1.500 Euro (tương đương 21.000.000 VN đồng).

- Gây ô nhiễm môi trường làm việc cũng như ô nhiễm đất đai, nguồn nước...

Để khắc phục các tồn tại trên đây người ta giải quyết theo các hướng sau:

- Nghiên cứu chế tạo các chất bôi trơn làm nguội ít độc hại và có tuổi thọ cao.

- Nghiên cứu tối ưu hóa chế độ công nghệ bôi trơn-làm nguội.

- Nghiên cứu áp dụng công nghệ bôi trơn - làm nguội tối thiểu.

- Nghiên cứu áp dụng công nghệ gia công khô.

9.12.1. Công nghệ bôi trơn - làm nguội tối thiểu

Bản chất của công nghệ bôi trơn - làm nguội tối thiểu là dùng một thể tích dung dịch trơn nguội nhỏ nhất tưới vào vùng cắt sao cho vẫn đảm bảo được chức năng bôi trơn - làm nguội.

Muốn vậy người ta trộn dung dịch trơn-nguội với khí nén áp suất cao để phun trực tiếp vào vùng cắt. Dưới tác dụng của áp lực cao dung dịch trơn nguội được chuyển thành vô số hạt hình cầu do đó sẽ tăng diện tích tiếp xúc của dung dịch trơn nguội với dao, chi tiết gia công và phoi dẫn tới tăng khả năng tải nhiệt khỏi vùng cắt, phát huy được chức năng bôi trơn và làm nguội tới mức tối đa với một thể tích dung dịch trơn nguội tối thiểu.

So với gia công ướt (bôi trơn theo phương pháp tưới tràn), phương pháp bôi trơn - làm nguội tối thiểu có những ưu điểm say đây:

- Giảm lượng tiêu hao dung dịch trơn nguội góp phần giảm chi phí gia công.

- Giảm được lượng chất thải và chi phí cho việc làm sạch chất thải, hạn chế ô nhiễm môi trường.

- Đảm bảo được tuổi thọ của dụng cụ cắt và chất lượng bề mặt khi gia công.

- Không gian làm việc sạch.

Tuy nhiên bôi trơn - làm nguội tối thiểu vẫn còn các nhược điểm sau:

- Tác dụng làm nguội bị hạn chế so với phương pháp tưới tràn do đó nhiệt

độ chi tiết gia công cao hơn so với khi gia công có sử dụng phương pháp tưới tràn.

- Chức năng dội rửa bị hạn chế do đó vận chuyển phoi khỏi vùng cắt khó khăn hơn.

Mặc dù còn có những tồn tại như trên nhưng do hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao, đặc biệt là góp phần bảo vệ môi trường nên công nghệ bôi trơn làm nguội tối thiểu đang được áp dụng rộng rãi trong gia công cắt gọt ở các nước công nghiệp tiên tiến.

9.12.2. Công nghệ gia công khô

Trong những năm gần đây để hạn chế ô nhiễm môi trường và giảm chi phí gia công người ta đã tiến hành nghiên cứu gia công khô bằng cách phun một dòng khí lạnh với áp suất cao trực tiếp vào vùng cắt để giảm nhiệt cắt ở dao, chi tiết gia công và phoi.

So với công nghệ bôi trơn - làm nguội tối thiểu, công nghệ gia công khô có những hạn chế như sau:

- Không thực hiện được việc bôi trơn, không giảm ma sát trong quá trình cắt.

- Khả năng tản nhiệt ra khỏi vùng cắt thấp hơn, do đó nhiệt độ ở vùng cắt cao hơn.

- Tuổi bền của dụng cụ cắt thấp hơn trong cùng điều kiện gia công.

- Dễ lùa những phoi có kích thước nhỏ (bụi kim loại) vào các khe hẹp của các bộ phận của thiết bị. Các bụi kim loại này là tác nhân làm tăng tốc độ mài mòn của các bề mặt tiếp xúc giữa các chi tiết có chuyển động tương đối đối với nhau.

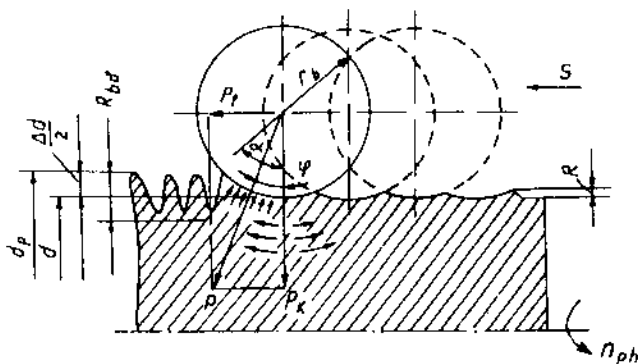
Do những tồn tại trên đây nên công nghệ gia công khô đang còn được nghiên cứu thử nghiệm và việc triển khai áp dụng còn rất hạn chế.

Chương 10

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TINH BẰNG BIẾN DẠNG ĐÈO

10.1. KHÁI NIỆM VÀ SỰ HÌNH THÀNH LỚP BỀ MẶT KHI GIA CÔNG TINH BẰNG BIẾN DẠNG ĐÈO

Ngày nay ngoài các phương pháp gia công tinh bằng cắt gọt, người ta còn dùng phổ biến các phương pháp gia công tinh không phoi dựa trên nguyên lý biến dạng dẻo bề mặt gia công ở trạng thái nguội. Phương pháp này có những



Hình 10.1. Sơ đồ biến dạng các nhấp nhô bề mặt khi gia công tinh bằng biến dạng dẻo

ưu điểm mà phương pháp gia công cắt gọt không có được như: nâng cao độ cứng lớp bề mặt, tăng tính chống mòn lớp bề mặt, nâng cao giới hạn chảy, và đặc biệt là nâng cao giới hạn mỏi của chi tiết máy, v.v... Vì vậy các phương pháp gia công tinh bằng biến dạng dẻo mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Gia công tinh bằng biến dạng dẻo dựa trên cơ sở làm biến dạng dẻo kim loại chi tiết gia công ở trạng thái nguội. Bản chất của phương pháp gia công này là: dưới áp lực của các dụng cụ (như con lăn, bi hoặc chày, v.v...) có độ cứng cao hơn kim loại bị gia công, làm các nhấp nhô trên bề mặt gia công bị biến dạng dẻo và bị ép xuống, do đó chiều cao các nhấp nhô ban đầu bị giảm đi, tạo thành các vết nhân tế vi mới có chiều cao thấp hơn, đồng thời vật liệu lớp bề mặt chi tiết gia công được làm chắc lại (hình 10.1).

Sơ đồ biến dạng các nhấp nhô bề mặt chi tiết khi lăn ép bằng con lăn hoặc bi để gia công tinh được biểu diễn như hình 10.1.

Khi gia công, ở chỗ tiếp xúc giữa bi (hoặc con lăn) với bề mặt chi tiết gia công, kim loại của các đỉnh nhấp nhô cao R_{n0} di chuyển theo cả hai phương của hai thành phần lực hướng kính P_k và lực tiếp tuyến P_t . Để đạt được độ nhám R bề mặt gia công nhỏ thì lực tác động của dụng cụ vào bề mặt gia công tạo nên lực P_k và P_t phải đủ để làm biến dạng dẻo các đỉnh nhấp nhô ban đầu R_{n0} . Thành phần lực hướng kính P_k có xu hướng làm cho các đỉnh nhấp nhô ban đầu được "dát rộng" ra và làm bề mặt chi tiết được chắc lại. Thành phần lực tiếp tuyến P_t gây ra hiện tượng "xô trượt" các nhấp nhô ban đầu tạo thành một lớp kim loại trên bề mặt không gắn chắc với nền vật liệu của chi tiết và dễ bị tróc đi khi chi tiết làm việc sau này.

Mục đích của phương pháp gia công này là các nhấp nhô ban đầu bị "dát rộng", bị ép xuống và bề mặt chi tiết được chắc lại và không muốn xảy ra hiện tượng các nhấp nhô ban đầu bị "xô trượt". Để thực hiện được điều này thì góc tiếp xúc α giữa dụng cụ (con lăn hoặc bi) và nhấp nhô ban đầu phải nhỏ và thành phần lực tiếp tuyến P_t phải nhỏ so với thành phần lực hướng kính P_k .

Nghĩa là chiều cao nhấp nhô ban đầu R_{n0} không lớn và tỷ số $\frac{P_t}{P_k}$ phải nhỏ. Đây là hai điều kiện để bảo đảm hiệu quả của gia công tinh bằng biến dạng dẻo. Tuy nhiên cũng cần thấy rằng nếu góc tiếp xúc mà bé thì tỷ lệ $\frac{P_t}{P_k}$ cũng bé.

Trong trường hợp giới hạn, nếu góc φ (giữa P_k và P) tiến tới 0, ta có $P_t = 0$,

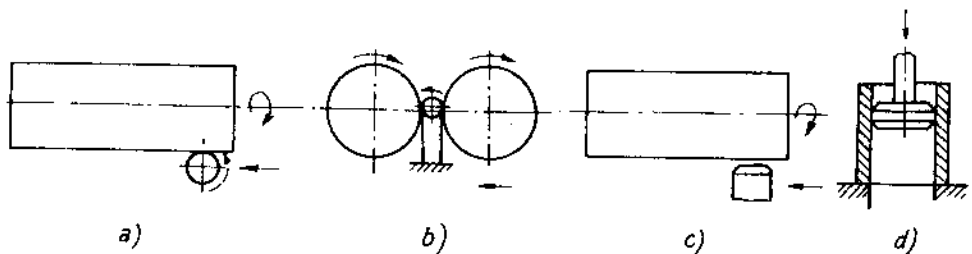
đó là trường hợp lăn ép không có tiến dao dọc S. Điều kiện biến dạng dẻo trong trường hợp này là tốt nhất, có thể đạt độ nhẵn bóng bề mặt cao.

Nếu tỷ lệ $\frac{P_t}{P_k} \rightarrow \text{min}$ thì có thể đạt chiều cao nhấp nhô R_a của bề mặt sau

khi gia công từ $0,02 \div 0,01 \mu\text{m}$.

Nhìn chung, khả năng của phương pháp gia công này có thể đạt độ chính xác cấp 6, hoặc cấp 7 với $R_a = 0,1 \div 0,05 \mu\text{m}$ nếu nhấp nhô ban đầu R_{ni} không lớn hơn $0,4 \mu\text{m}$.

Gia công tinh bằng biến dạng dẻo có thể được thực hiện dưới các dạng khác nhau. Tuy nhiên có thể tổng hợp chúng thành bốn dạng chính sau (hình 10.2):



Hình 10.2. Các dạng chính của gia công tinh bằng biến dạng dẻo.

- Lăn ép bằng con lăn hoặc bi (hình 10.2a) với chuyển động quay cưỡng bức của phôi.
- Lăn ép giữa các con lăn với chuyển động quay cưỡng bức của các con lăn (hình 10.2b).
- Chà xát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng với chuyển động quay cưỡng bức của phôi (hình 10.2c).
- Nong lỗ bằng bi hoặc chày nong với chuyển động thẳng của bi hoặc chày nong (hình 10.2d).

Hai phương pháp trên, khi làm việc có ma sát lăn giữa bề mặt gia công và dụng cụ. Hai phương pháp sau có ma sát trượt giữa bề mặt gia công và dụng cụ.

10.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP VÀ DỤNG CỤ GIA CÔNG TINH BẰNG BIẾN DẠNG ĐÈO

Để gia công tinh bằng biến dạng dẻo có bốn dạng chính theo hình 10.2. Ở phần này sẽ trình bày các phương pháp với những sơ đồ gia công cụ thể cùng với kết cấu dụng cụ phục vụ cho gia công.

10.2.1. Lăn ép bằng con lăn hoặc bi

Với phương pháp này có thể gia công được các dạng mặt phẳng, mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, thậm chí có thể lăn ép cả các bán kính lượn giữa các bậc trục, các rãnh cung tròn.

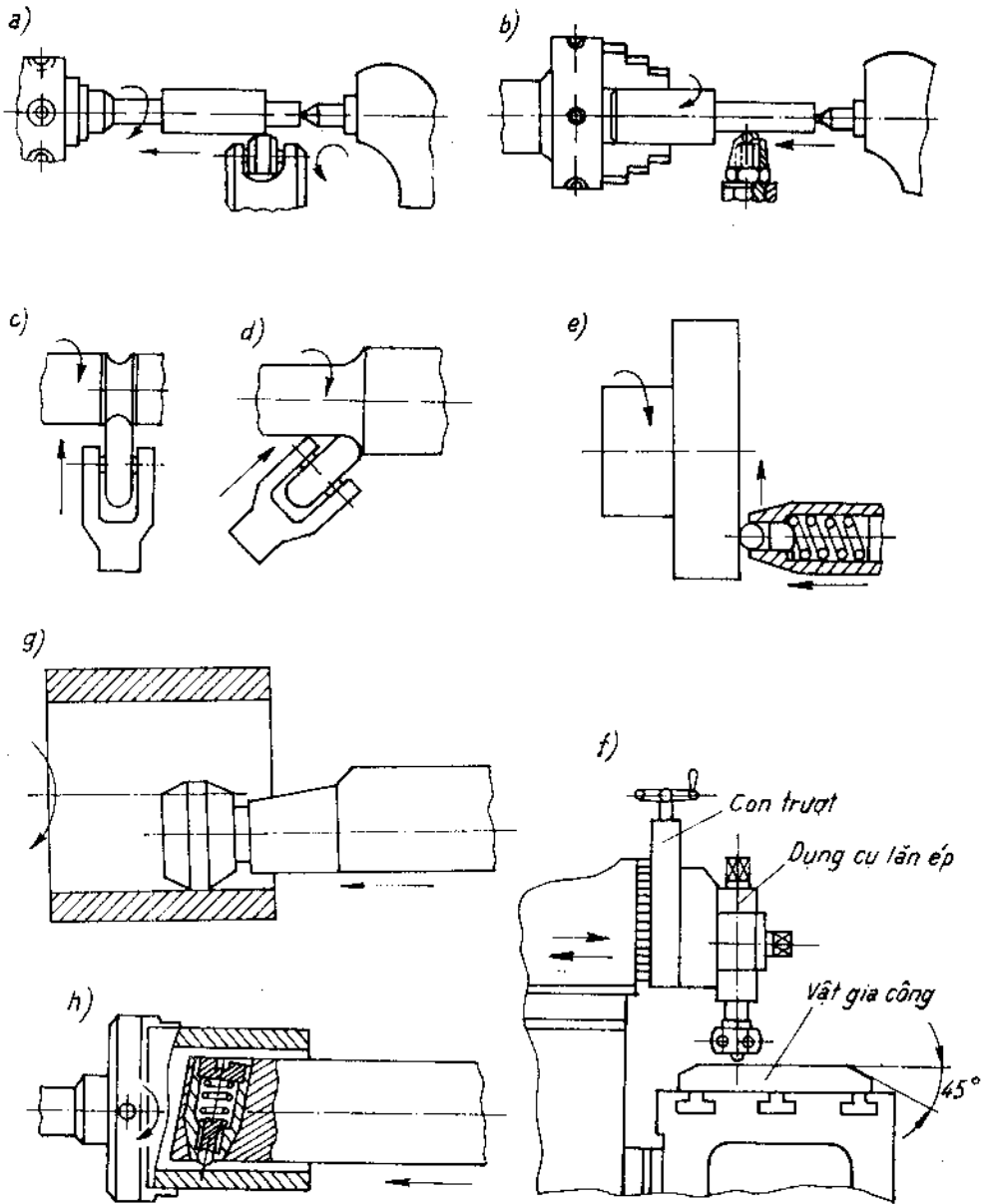
Khi lăn ép cần tạo nên một áp lực lên bề mặt gia công từ $0,2 \div 10$ KN từ một hoặc nhiều con lăn (hoặc bi). Các con lăn này được quay tự do trong rãnh và ép lên bề mặt gia công với lực đàn hồi bằng lò xo hoặc lực cố định.

Điều kiện làm việc khi lăn ép, đó là áp lực lên các con lăn, số vòng quay của vật gia công và lượng chạy dao của con lăn phụ thuộc vào mỗi loại vật liệu gia công và phương pháp gia công trước khi lăn ép.

Lăn ép có thể được tiến hành nhờ các dụng cụ gá trên các máy tiện, máy khoan, máy bào, máy phay hoặc máy mài.

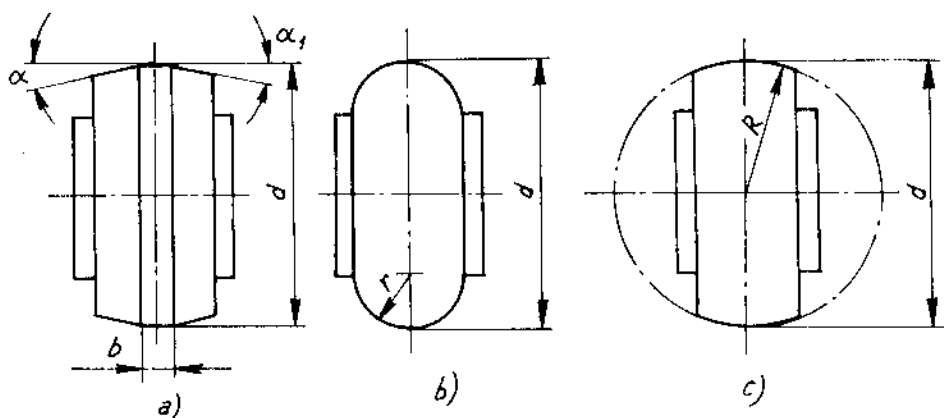
Nhờ lăn ép mà sự giảm độ nhám bề mặt đạt được rất đáng kể. Ví dụ, bề mặt sau khi tiện $R_a = 3,2 \mu\text{m}$, nhưng sau khi lăn ép độ nhám bề mặt $R_a = 0,25 \mu\text{m}$. Bằng lăn ép cũng nâng cao được giới hạn mỏi của chi tiết. Ví dụ, trục của các toa xe đường sắt nếu được lăn ép sẽ có thời hạn sử dụng là 800.000 km lớn hơn so với trục không được lăn ép (thời hạn sử dụng của trục này chỉ là 140.000 km). Bề mặt chi tiết được lăn ép sẽ giảm cường độ ăn mòn khi chi tiết làm việc trong môi trường có ăn mòn. Ngoài ra với lăn ép còn sửa được khuyết tật bên trong và bên ngoài của các bề mặt phẳng và tròn xoay.

Tuỳ theo hình dạng bề mặt chi tiết cần lăn ép và điều kiện ở nơi sản xuất mà người ta tiến hành làm những đồ gá chuyên dùng để mang các con lăn thực hiện trên các máy vạn năng khác nhau. Sơ đồ lăn ép bằng một con lăn (hoặc bi) để gia công mặt trụ ngoài, mặt rãnh, góc lượn vai trục, mặt phẳng đầu được trình bày trên hình 10.3 a, b, c, d, e; để gia công bề mặt trong được trình bày trên hình 10.3 g, h. Với các sơ đồ này việc lăn ép được thực hiện trên máy tiện. Chi tiết gia công được gá trên mũi tâm hoặc mâm cặp, cán hoặc đồ gá mang con lăn được gá vào bàn dao. Riêng hình 10.3f trình bày sơ đồ lăn ép mặt phẳng thực hiện trên máy bào ngang, khi đó trụ đầu trượt gá dụng cụ mang con lăn và bàn máy gá chi tiết gia công.



Hình 10.3. Sơ đồ lăn ép bằng con lăn và bi cầu.

Biên dạng các con lăn được trình bày trên hình 10.4. Để nhận được bề mặt gia công có độ nhẵn bóng cao, khi lăn ép mặt trụ ngoài áp dụng con lăn có dạng hình 10.4a, khi lăn ép rãnh định hình dùng con lăn hình 10.4b, khi lăn ép các vai trục có bán kính lượn dùng con lăn hình 10.4c. Các con lăn này được làm từ vật liệu X12, X12M, XBT hoặc Y10A, Y12A được tôi cứng 60 ± 65 HRC, đôi khi bề mặt làm việc của các con lăn được mạ crôm.

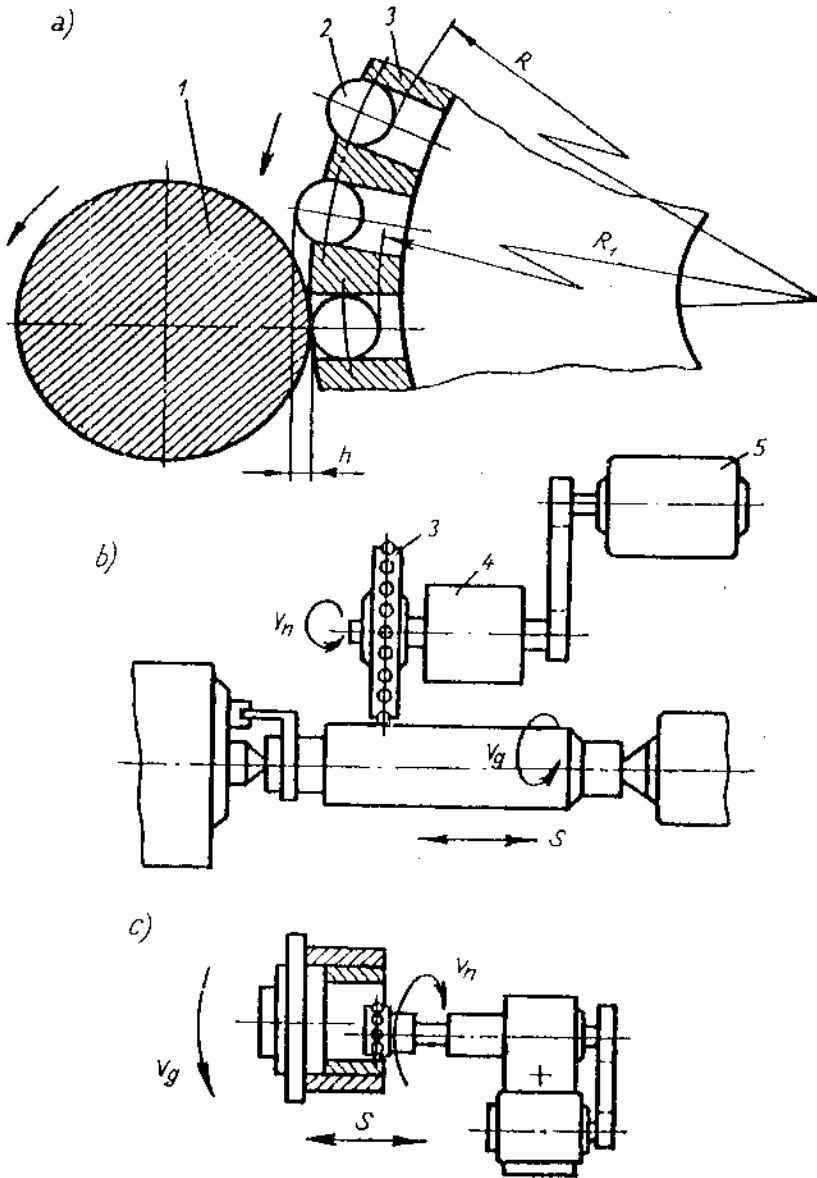


Hình 10.4. Hình dạng các con lăn làm việc.

Khi gia công, chạy dao có ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt gia công. Để nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt gia công áp dụng lượng chạy dao $S \leq 0,5$ mm/vòng, khi lăn ép mặt trụ bằng con lăn $S = (0,3 \div 0,5)b$ (với b là chiều rộng phần trụ của con lăn hình 10.4a). Khi dùng bi cầu $S = 0,1 \div 0,2$ mm/vòng. Khi gia công bằng dụng cụ có nhiều con lăn thì lượng chạy dao có thể cho tăng tương ứng với số con lăn.

Tốc độ lăn ép không thể hiện ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt gia công. Tuy nhiên trong thực tế áp dụng tốc độ đến 200 m/phút. Khi gia công có thể chạy dao một số hàng trình. Hai hàng trình đầu tiên của con lăn (hoặc bi) làm tăng chất lượng bề mặt gia công. Việc tăng số hàng trình chạy dao tiếp theo có thể gây nên làm giảm chất lượng.

Việc bôi trơn làm lạnh có ảnh hưởng đến tuổi bền của con lăn, đến chất lượng bề mặt, và ảnh hưởng cả đến công suất tiêu hao cho gia công. Chất bôi trơn được áp dụng là dầu lưu hoá, dầu ma dút, mỡ hỗn hợp 95% và axit thực vật 5%.



Hình 10.5. Sơ đồ gia công bằng phương pháp va đập động lực học.

1- chi tiết; 2- bi cầu; 3- đĩa ngăn bi; 4- hộp giảm tốc; 5- động cơ điện.

Để nâng cao độ bền mỏi và giảm độ nhấp nhô bề mặt chi tiết gia công một cách có hiệu quả hơn người ta thực hiện gia công với dụng cụ hay đầu lăn mang nhiều bi cấu dựa trên nguyên tắc va đập động lực học của các bi cấu lên bề mặt gia công bằng lực ly tâm của các viên bi được lắp tự do trong lỗ hướng kính của đĩa ngăn bi trên đầu lăn (hình 10.5a). Với phương pháp này có thể gia công được mặt trụ ngoài (hình 10.5b) và mặt trụ trong (hình 10.5c).

Với các sơ đồ này có thể thực hiện trên máy tiện khi phải có động cơ điện tạo chuyển động quay cho đầu lăn. Tuy nhiên cũng có thể gá đầu lăn thay vào chỗ đá mài để thực hiện trên máy mài tròn ngoài và tròn trong.

Thông số của quá trình gia công được đặc trưng bởi tốc độ vòng v , độ biến dạng h , số lượng bi cấu và đường kính bi cấu, lượng chạy dao S và số hành trình chạy dao. Giá trị của các thông số này được cho như sau: tốc độ của đầu lăn $v = 10 \div 50$ m/s; tốc độ vòng của chi tiết $v_c = 30 \div 90$ m/ph; độ biến dạng $h = 0,05 \div 0,8$ mm; đường kính bi $d = 7 \div 10$ mm; lượng chạy dao $S = 0,1 \div 0,5$ mm/vòng; số hành trình chạy dao $l \div 3$.

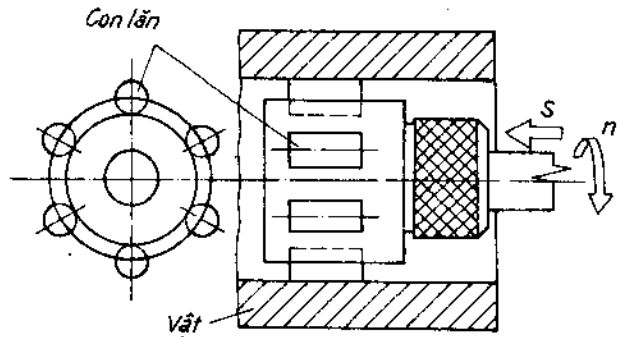
Quá trình gia công cần cung cấp dầu bôi trơn có hỗn hợp dầu pha sơ (60%) và dầu hoả (40%). Dầu bôi trơn được tưới lên vùng gia công sau khoảng thời gian 5 ÷ 10 phút được thực hiện một lần. Sau khi gia công độ chính xác đạt cấp 7 ÷ 8; độ nhẵn bóng bề mặt đạt cấp 7 ÷ 10.

Độ cứng bề mặt được lăn sau khi gia công được tăng lên với vật liệu nhôm 50%, thép 25 ÷ 45%, gang 30 ÷ 60%, đồng thau 60%. Chiều sâu lớp biến cứng đạt 0,6 ÷ 0,8 mm và có thể lớn hơn.

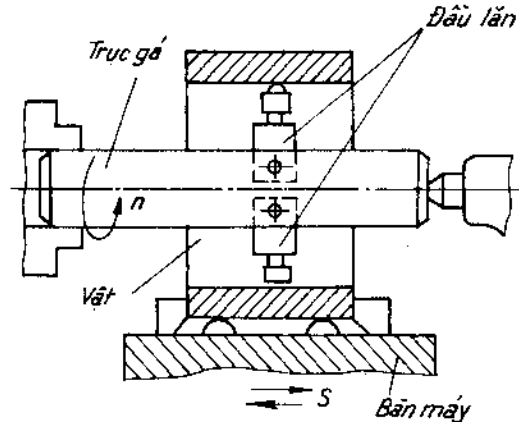
Đối với phương pháp gia công chi tiết bằng va đập động lực học không đòi hỏi để lượng dư vì với bề mặt có độ nhẵn bóng cấp 5 ÷ 6 thì kích thước chi tiết chỉ thay đổi tối đa đến 0,02 mm.

Lăn ép bằng các con lăn hoặc bi cấu được tiến hành trên các máy tiện, máy mài tròn ngoài, máy mài tròn trong như trên, ngoài ra còn có thể thực hiện trên máy phay, máy mài phẳng và các loại máy cắt gọt kim loại khác. Hình 10.6 trình bày sơ đồ lăn ép lỗ với nhiều con lăn thực hiện trên máy phay hoặc máy khoan, khi đó đầu lăn ép được lắp vào trục chính và vật gia công được gá trên bàn máy. Để lăn ép những lỗ sâu, và dài của các chi tiết lớn có thể thực hiện với dụng cụ nhiều bi được gá vào trục gá của máy doa ngang (hình 10.7). Khi đó vật gia công được gá trên bàn máy còn dụng cụ được gá trên mâm cặp và một đầu chống tâm.

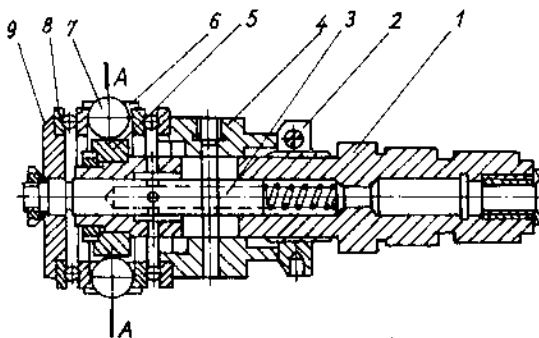
Trên cơ sở những vấn đề đã trình bày trên, để gia công được bằng phương pháp này phải thiết kế và chế tạo được các dụng cụ mang các con lăn hoặc bi cầu hay còn gọi là đầu lăn. Hình 10.8 là kết cấu dụng cụ lăn ép lỗ nhiều bi không ly tâm. Các viên bi 7 được bố trí trong tấm ngăn 6, các bi này tựa trên một vòng có độ côn 5 và được chặn bằng hai ổ chặn 8 để xác định vị trí hướng trục. Các ổ chặn 8 được lắp trên đĩa 9 và 4 đồng thời được kẹp chặt bằng trục rút 3. Toàn bộ các chi tiết trên được lắp trên cán 1 nhờ đai ốc 2. Việc



Hình 10.6. Sơ đồ lăn ép lỗ trên máy phay bằng dụng cụ nhiều con lăn.



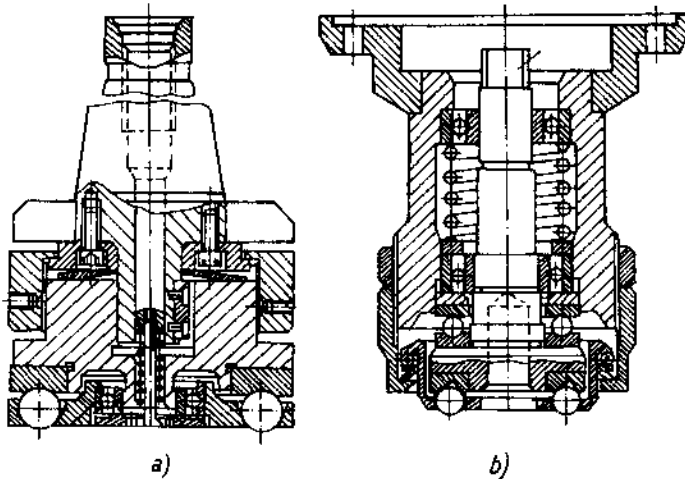
Hình 10.7. Sơ đồ lăn ép lỗ bằng dụng cụ nhiều bi trên máy doa.



Hình 10.8. Dụng cụ lăn ép lỗ nhiều bi không ly tâm.

- 1- thân cán;
- 2- đai ốc;
- 3- trục rút;
- 4- đĩa;
- 5- vòng có độ côn;
- 6- tấm ngăn;
- 7- bi cầu;
- 8- ổ chặn;
- 9- đĩa.

tăng, giảm đường kính dụng cụ được thực hiện bằng cách vận đai ốc 2 để dịch chuyển bi về phía phải hoặc phía trái. Số lượng bi thường dùng từ $6 \div 16$.



Hình 10.9. Kết cấu đầu lăn ép mặt phẳng:

a) loại lắp vào lỗ côn trục chính;

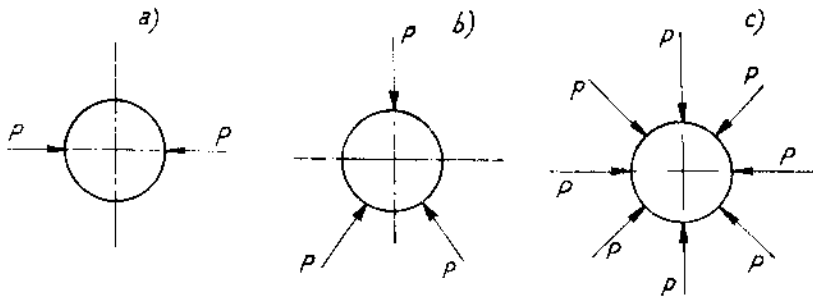
b) loại lắp vào mặt bích của trục chính.

Để gia công mặt phẳng thường dùng đầu lăn ép cứng hoặc đầu lăn ép tác động dần hồi. Dùng loại đầu cứng thì sai lệch về độ phẳng đạt được sau gia công sẽ nhỏ hơn, nhưng chỉ dùng được khi máy có đủ độ cứng vững. Kết cấu của đầu lăn ép mặt phẳng như hình 10.9. Các loại đầu lăn ép này được gá vào trục chính máy phay đứng.

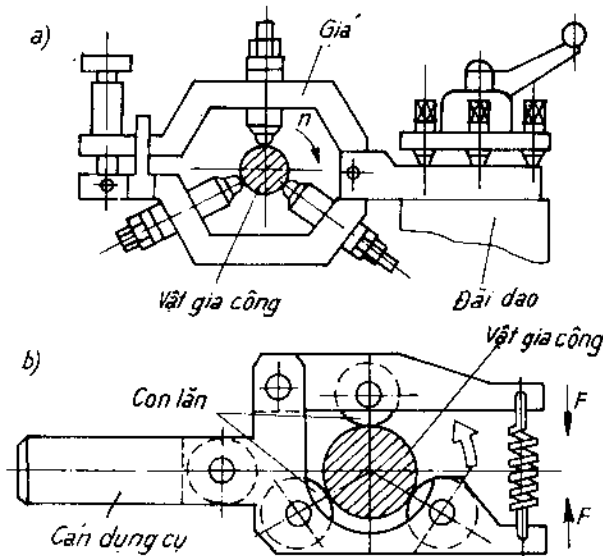
10.2.2. Lăn ép giữa các con lăn

Lăn ép bằng dụng cụ một con lăn hoặc một bi hoặc nhiều bi nhưng lực tác dụng một phía được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp, nhưng có nhược điểm cơ bản là lực hướng kính của con lăn tác động lên mặt gia công và bộ phận máy ở về một phía, năng suất không cao, không thích hợp với chi tiết kém cứng vững. Để tránh nhược điểm đó có thể dùng dụng cụ mang nhiều con lăn tác động lên mặt gia công theo sơ đồ ở hình 10.10. Sơ đồ này làm cho hệ lực tác động lên chi tiết gia công triệt tiêu lẫn nhau.

Trên cơ sở của các sơ đồ trên, để lăn ép được mặt trụ ngoài, người ta đã thiết kế ra kết cấu dụng cụ lăn ép với ba con lăn (hình 10.11).



Hình 10.10. Sơ đồ lực tác dụng khi lăn ép bằng nhiều con dao lăn hoặc bi, a) với hai con lăn; b) với ba con lăn; c) với tám con lăn.

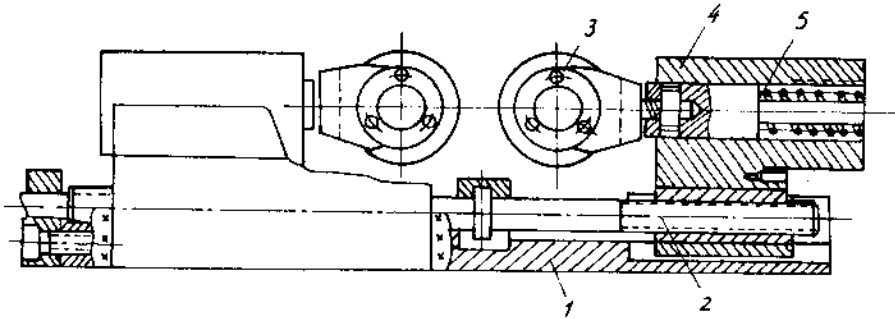


Hình 10.11. Dụng cụ lăn ép với ba con lăn gia công mặt trụ ngoài. a) với ba bi cầu lực tác động cứng; b) với ba con lăn lực tác động đàn hồi.

Bằng các dụng cụ này có thể thực hiện gia công mặt trụ ngoài trên máy tiện nhờ việc gá cán dụng cụ lên đai gá dao và vật gia công được gá trên mâm cặp và một đầu chống tâm. Có thể lăn ép được các trục có đường kính ngoài khác nhau nhờ việc điều chỉnh hướng tâm các vít mang bi.

Một trong những dụng cụ hai con lăn có kết cấu cụ thể như hình 10.12.

Kết cấu dụng cụ lăn ép này bao gồm hai con lăn 3 được lắp trên hai lỗ của hai giá đỡ 4. Bộ phận mang con lăn được đàn hồi nhờ lò xo 5. Hai giá đỡ 4 có



Hình 10.12. Dụng cụ lăn ép mặt trụ ngoài với hai con lăn.

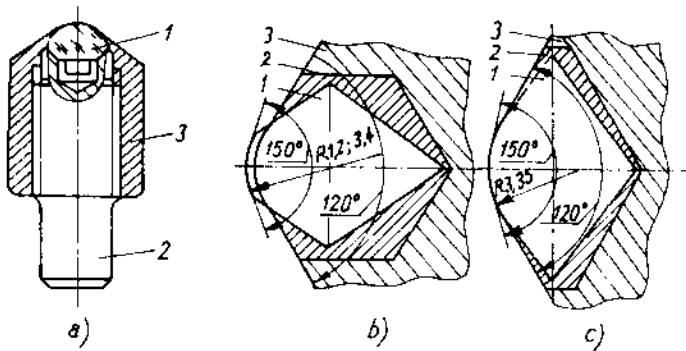
1- thân dụng cụ; 2- vít me trái chiều; 3- con lăn; 4- giá đỡ; 5- lò xo.

thể dịch chuyển ra vào nhờ vít me trái chiều 2 lắp trên thân dụng cụ 1, lượng dịch chuyển này sao cho phù hợp với đường kính trục gia công. Với dụng cụ này có thể thực hiện trên máy tiện, máy doa ngang, máy mài tròn ngoài. Kết cấu này cho phép lăn ép với chế độ công nghệ lớn. Khi gia công chi tiết kém cứng vững có thể tránh được biến dạng hình kính và hướng trục.

10.2.3. Chà sát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng

Đây là một phương pháp gia công tinh bằng biến dạng dẻo. Phương pháp này có khả năng dùng trong các điều kiện sản xuất khác nhau, khi các phương pháp khác không thực hiện được.

Để gia công được bằng phương pháp này cần tạo

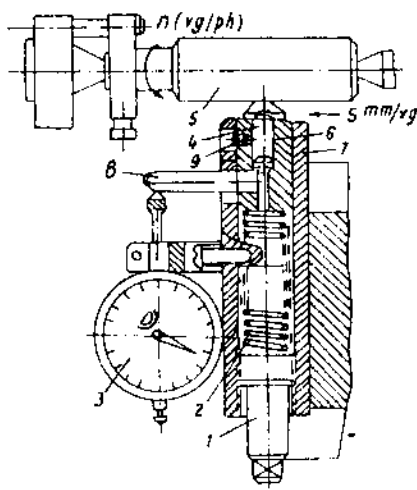


Hình 10.13. Một số kết cấu dụng cụ chà sát và phương pháp kẹp phần làm việc của nó.

1- mũi chà sát; 2- thân dụng cụ; 3- phần kẹp
a) kẹp bằng ren; b, c) kẹp bằng hàn.

ra dụng cụ chà sắt.
 Dụng cụ chà sắt được đặc trưng bởi vật liệu phần làm việc, dạng bề mặt phần làm việc, phương pháp kẹp phần làm việc lên thân dụng cụ. Kết cấu dụng cụ chà sắt và phương pháp kẹp phần làm việc của nó được thể hiện trên hình 10.13.

Các mũi chà sắt này lại được lắp lên một đồ gá hay một dụng cụ để thực hiện việc gia công. Trên hình 10.14 thể hiện kết cấu toàn bộ dụng cụ chà sắt bằng mũi kim cương có tác dụng đàn hồi để gia công mặt trụ ngoài hoặc mặt đầu.



Hình 10.14. Kết cấu dụng cụ chà sắt bằng mũi kim cương.

- 1- vít điều chỉnh áp lực; 2- lò xo; 3- đồng hồ so; 4- mũi kim cương;
 5- chi tiết gia công; 6- ống giữ dụng cụ; 7- ống bọc;
 8- tay đòn; 9- vít giữ.

Dụng cụ chà sắt bao gồm mũi kim cương 4 được bắt chặt vào ống giữ 6 nhờ vít 9. Ống giữ 6 có thể di trượt trong ống bọc 7 để điều chỉnh áp lực khi vặn vít 1 tác động vào lò xo 2. Giá trị của áp lực được biết thông qua đồng hồ so 3 có mũi tỷ luân tỷ vào tay đòn 8, tay đòn này được bắt chặt với ống giữ 6. Với dụng cụ này có thể thực hiện gia công trên máy tiện.

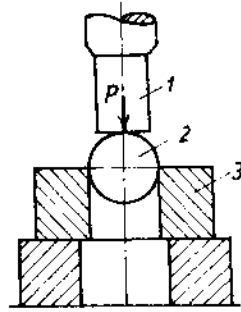
10.2.4. Nong lỗ bằng bi hoặc chày nong

Nong lỗ là phương pháp gia công nén ép bề mặt lỗ để nâng cao độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt lỗ. Nong lỗ có thể thực hiện bằng bi cầu hoặc chày nong.

10.2.4.1. Nong lỗ bằng bi cầu

Khi gia công những lỗ thông suốt có thể chọn bi tiêu chuẩn đúng kích thước cần gia công rồi dùng cơ cấu đơn giản thực hiện bằng tay hoặc dùng máy để ép bi qua lỗ. Phương pháp thực hiện như vậy gọi là nong lỗ bằng bi cầu.

Sơ đồ nong lỗ bằng bi cầu được thể hiện trên hình 10.15. Phương pháp này cho độ thẳng của tâm lỗ kém so với phương pháp dùng chày đẩy có phần dẫn hướng. Vì thế chỉ dùng để gia công những lỗ ngắn thông suốt với vật liệu bằng kim loại màu. Lỗ sau khi nong bi có thể đạt độ chính xác cấp 7 và độ nhẵn bóng $R_a = 0,2 \div 0,1 \mu\text{m}$ khi bi có độ chính xác kích thước cấp 7 và độ nhẵn bóng bề mặt đúng tiêu chuẩn.



Hình 10.15. Sơ đồ nong lỗ bằng bi cầu.

1- đầu ép; 2- bi cầu; 3- vật gia công

10.2.4.2. Nong lỗ bằng chày nong

Đây là phương pháp gia công thực hiện bằng cách đẩy hoặc kéo chày nong có kết cấu và kích thước thích hợp với lỗ gia công qua lỗ gia công đó. Với phương pháp gia công này có thể dùng một trong hai loại chày nong một nấc và nhiều nấc.

1) Nong lỗ bằng chày nong một nấc

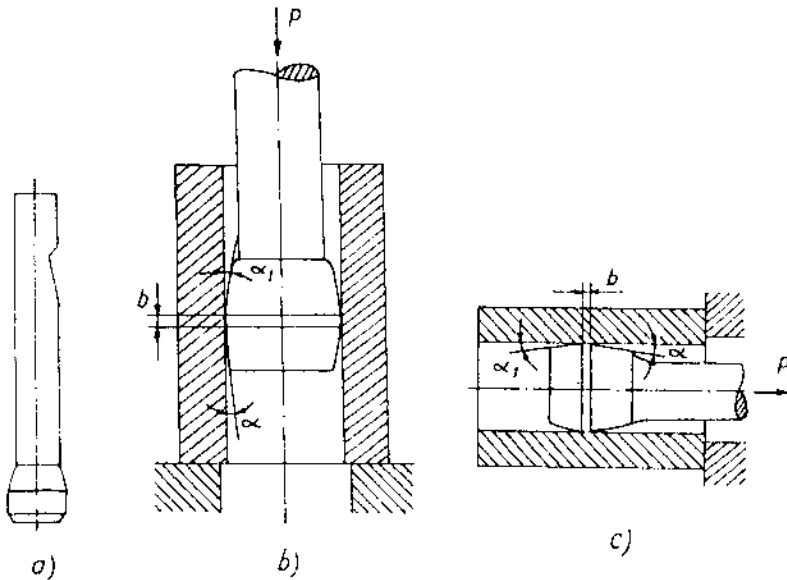
Sơ đồ gia công với chày nong một nấc và kết cấu chày nong một nấc được trình bày trên hình 10.16.

Chày nong một nấc chủ yếu dùng để gia công các lỗ nhỏ, có thể đạt độ chính xác cấp 7 ÷ 8 và độ nhám bề mặt $R_a = 0,8 \div 0,4 \mu\text{m}$.

Chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của phương pháp gia công phụ thuộc chủ yếu vào việc chọn kết cấu chày thích hợp, chọn lượng dư và chế độ gia công hợp lý.

- Hình dạng hình học và kết cấu chày nong (hình 10.16).

Chày nong có bộ phận làm việc thường có góc côn vào α và có góc côn ra α_1 . Các góc đó được chọn như sau: $\alpha = 3'' \div 5''$ và $\alpha_1 = 1'' \div 6''$. Bề rộng làm việc



Hình 10.16. Sơ đồ gia công với chày nóng một nấc
 a) kết cấu chày nóng một nấc; b) đẩy chày; c) kéo chày

được lấy theo một giá trị tùy theo đường kính của chày. Thông thường bề rộng b được chọn từ $0,5 \div 1,2$ mm.

Vật liệu làm chày nóng có thể dùng CD100A (Y10A), CD120A (Y12A), thép crôm: CrWMn (XBΓ), OLCr1,5 (IIIX15), thép gió P18 tôi đạt độ cứng $62 \div 65$ HRC. Để nâng cao tính chống mòn phần làm việc của chày nóng có thể phủ một lớp crôm dày khoảng $0,005 \div 0,012$ mm, hoặc thấm nitơ với chiều sâu chừng $0,5 \div 0,7$ mm. Làm được như vậy thì tuổi bền của chày nóng nâng cao được từ 2 ÷ 4 lần. Ngoài ra người ta còn có thể làm chày nóng có phần làm việc bằng hợp kim cứng BK8, BK15, với kim loại này đạt tuổi bền rất cao. Phần hợp kim cứng này có thể làm rời thành một vòng rồi kẹp chặt bằng cơ khí hoặc hàn với chuôi chày nóng. Một chày nóng như vậy có thể gia công được 500 nghìn bạc bằng thép 20 có thành dày 5 mm.

- Lượng dư gia công

Việc xác định lượng dư gia công của phương pháp này là khó. Thông thường có thể căn cứ vào đặc tính biến dạng của vật liệu gia công, yêu cầu kỹ

thuật của bề mặt gia công để tính toán theo phương pháp giải tích, hoặc căn cứ vào kết quả thực nghiệm để xác định lượng dư nong. Lượng dư gia công lớn hay nhỏ sẽ tạo nên lực ép lớn hay nhỏ và ảnh hưởng quyết định đến chất lượng gia công.

Lượng dư cần phải bảo đảm đủ để sau khi nong ép không để lại một dấu vết nào trên bề mặt sau khi gia công. Nhìn chung thì lượng dư sẽ tăng theo đường kính và chiều dài lỗ gia công và giảm khi tăng độ nhẵn bóng bề mặt trước khi gia công. Cụ thể như sau: đường kính lỗ $5 \div 30$ mm, dài $5 \div 40$ mm, đã đạt cấp chính xác 7 ÷ 8 thì lượng dư theo đường kính khoảng $0,05 \div 0,2$ mm. Nếu đường kính lỗ nhỏ hơn 5 mm, tỷ lệ chiều dài trên đường kính $L/d = 2 \div 8$ đã đạt cấp chính xác 7 thì lượng dư theo đường kính $2Z_n = 0,03 \div 0,1$ mm.

Nếu gia công chi tiết gang hoặc thép có đường kính và chiều dài khoảng 30 mm thì lượng dư $2Z_n = 0,12$ mm, nếu đường kính $D < 5$ mm và tỷ lệ $L/D = 2 \div 7$ (các chi tiết bạc, lỗ bánh răng...) thì lượng dư $2Z_n = 0,02 \div 0,04$ mm.

- Chế độ gia công:

Độ dôi khi nong ép sẽ quyết định lực kéo (hoặc đẩy) lớn hay nhỏ, mức độ và chiều sâu biến dạng, độ nhẵn bóng bề mặt được ép. Chất lượng gia công bằng phương pháp này ít phụ thuộc vào tốc độ ép. Tốc độ ép chủ yếu ảnh hưởng đến năng suất gia công. Tuy nhiên khi nong lỗ, tốc độ gia công v (m/ph) được chọn theo một vật liệu gia công. Có thể tham khảo số liệu sau: vật liệu thép cacbon có độ cứng $HB = 143 \div 320$ chọn $v = 12 \div 15$ m/ph; với $HB > 320$ chọn $v = 8 \div 10$ m/ph; nếu vật liệu là nhôm, đồng thau, đồng thanh, chọn $v = 20 \div 25$ m/ph; nếu vật liệu là babit chọn $v = 15 \div 20$ m/ph.

2) Nong lỗ bằng chảy nong nhiều nấc

Ngoài loại chảy nong một nấc để nong lỗ người ta còn sử dụng loại chảy nong nhiều nấc. Loại này thường dùng để gia công lỗ có đường kính trên 6 mm. Hình 10.17 là kết cấu ba loại chảy nong nhiều nấc.

Chảy nong nhiều nấc tổ hợp cả lưới cắt và vòng nong (hình 10.17a).

Chảy nong nhiều nấc chế tạo liền một khối (hình 10.17b).

Chảy nong nhiều nấc bằng cách ghép các vòng nong với nhau (hình 10.17c).

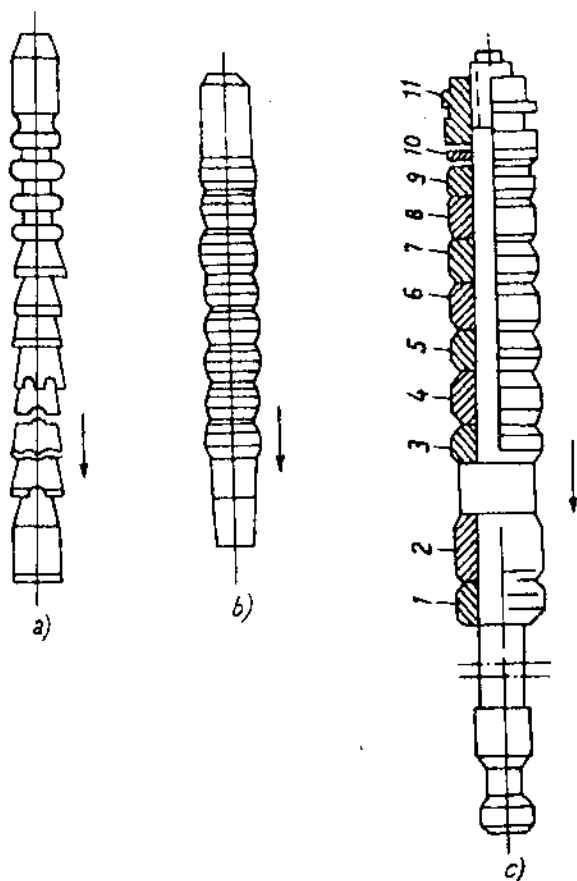
Đối với loại như hình 10.17a chảy nong có phần lưới cắt. Phần lưới cắt có kết cấu tương tự như dao chuốt lỗ. Các vòng nong được xếp ngay sau lưới cắt tinh chính. Lượng dư của mỗi vòng nong (độ chênh kích thước của hai vòng nong liền

tiếp) không quá $0,03 \div 0,04$ mm (thường có từ 4 ÷ 6 vòng nong loại này). Đôi khi sau những vòng nong nói trên, người ta còn làm thêm vòng nong tinh chỉnh có kích thước bằng kích thước vòng nong cuối của phân nong.

Nhìn chung trong một chày nong nhiều nấc (như hình 10.17 b, c) phải có nhiều chày nong. Các vòng nong được chia làm ba loại chính (hình 10.18) như sau:

- Các vòng nong ép.
- Các vòng nong sửa chỉnh.
- Các vòng nong kết thúc.

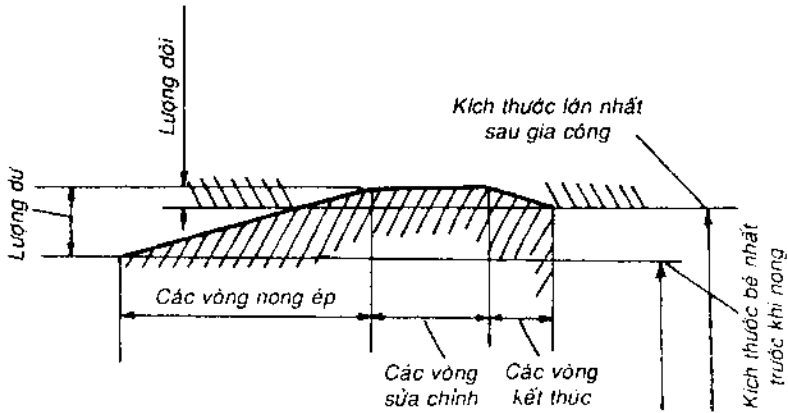
Trong các điều kiện làm việc bình thường thì độ chính xác gia công, độ nhẵn bóng bề mặt và năng suất phụ thuộc vào độ nâng của các vòng nong cạnh nhau. Tổng số của các vòng nong phụ thuộc lượng dư gia công. Lượng dư lỗ gia công quyết định bởi hiệu số giữa kích thước lớn nhất sau khi gia công lần cuối



Hình 10.17. Các loại chày nong nhiều nấc.

a) chày nong nhiều nấc tổ hợp cả lưới cắt và nòng nong; b) chày nong nhiều nấc liền khối; c) chày nong nhiều nấc ghép từ các vòng nong.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10- các nòng nong.



Hình 10.18. Các loại nòng nong trên chấy nong nhiều nấc.

và kích thước bé nhất trước khi nong cộng với lượng dôi. Lượng dôi bằng hiệu số kích thước lớn nhất của vòng nong và kích thước lớn nhất của lỗ gia công (hình 10.18). Cần phải có lượng dôi này là vì sau khi nong xong bề mặt gia công sẽ có biến dạng đàn hồi, làm cho lỗ bé lại so với kích thước lớn nhất của vòng nong ép (vòng nong sửa chỉnh), do đó kích thước của vòng sửa chỉnh phải lớn hơn kích thước gia công cần đạt. Lượng lớn hơn này gọi là lượng dôi. Lượng dôi này phụ thuộc vào lực nong (lượng dư) và tính chất của vật liệu gia công. Bảng 10.1 trình bày lượng dôi của phần làm việc các chấy nong đẩy hoặc kéo khi gia công các loại vật liệu khác nhau.

Bảng 10.1. Lượng dôi phần làm việc các chấy nong đẩy hoặc kéo.

Đường kính lỗ trong (mm)	Vật liệu chi tiết			
	Đồng thiếc (Bạc ép)	Đồng thau (Bạc ép)	Thép	
			Chưa tôi	Đã tôi
10 - 20	0,030 ÷ 0,035	0,035 ÷ 0,045	0,025 ÷ 0,040	0 ÷ 0,01
21 - 30	0,034 ÷ 0,040	0,045 ÷ 0,060	0,040 ÷ 0,050	0,005 ÷ 0,015
31 - 45	0,040 ÷ 0,060	0,060 ÷ 0,075	0,050 ÷ 0,060	0,01 ÷ 0,020
46 - 60	-	0,075 ÷ 0,080	-	-

- Lượng dư gia công:

Lượng dư gia công phụ thuộc vào đường kính, chiều dài và vật liệu lỗ. Cụ thể, khi đường kính lỗ từ 10 ÷ 60 mm, lượng dư khoảng 0,1 ÷ 0,3 mm.

Lượng nâng của hai vòng nong cạnh nhau chọn là 0,005 ÷ 0,015 mm. Khi gia công các ống mỏng độ cứng vững thấp thì dùng lượng nâng bé, ngược lại thì dùng lượng nâng lớn.

- Bước vòng t:

Khoảng cách giữa hai vòng nong cạnh nhau gọi là bước vòng. Bước giữa hai vòng nong có thể tích theo công thức:

$$t = (1 \div 1,2) \sqrt{L} \quad (\text{mm}) \quad (10.1)$$

Trong đó: t- bước vòng (mm)

L- chiều dài lỗ gia công (mm)

Để giảm chiều dài tổng cộng của chày nong, nâng cao năng suất gia công nên cố gắng giảm ngắn bước vòng. Nhưng nếu làm như vậy thì phụ tải lớn và phát nhiệt nhiều. Vì thế việc giảm ngắn bước vòng bị hạn chế. Bảng 10.2 chỉ rõ cách chọn bước vòng ứng với chiều dài lỗ gia công khác nhau.

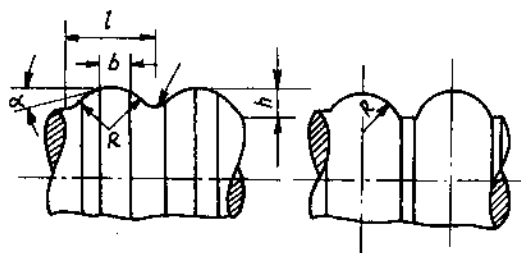
Bảng 10.2. Bước vòng của chày nong đẩy hoặc kéo.

Chiều dài lỗ gia công (mm)	10 ÷ 13	14 ÷ 22	23 ÷ 36	37 ÷ 52	53 ÷ 75	76 ÷ 110	111 ÷ 160	≥ 161
Số vòng làm việc đồng thời	3	4	5	6	7	8	9	10
Bước vòng (mm)	4	6	8	10	12	15	18	20

- Hình dạng các vòng nong:

Các vòng nong của chày nong đẩy hoặc kéo có hai dạng như hình 10.19.

Các thông số thiết kế có thể tham khảo ở bảng 10.3.



Hình 10.19. Hình dạng vòng nong của chày nong nhiều nấc.

Bảng 10.3. Các thông số hình học của vòng nong.

Góc lượn R (mm)	Bề rộng phần làm việc b (mm)	Độ cao h (mm)	Bán kính lõm r (mm)	Góc côn vào α (°)
$0,15 \pm 0,25$	$0,15 \pm 0,10$	$0,15 \pm 0,25$	0,10	$1^\circ \div 5^\circ$

Vật liệu chày nong nhiều nấc có thể là thép dụng cụ hoặc thép hợp kim. Ở loại chày nong ghép (hình 10.17c) các vòng nong có thể làm bằng hợp kim cứng, nếu được như vậy thì có tuổi thọ rất cao.

Về kết cấu dụng cụ nong kéo và đẩy có hình dạng phần làm việc giống nhau. Chúng khác nhau ở chỗ chày nong kéo không chịu lực uốn như chày nong đẩy, chày nong kéo về cơ bản chỉ chịu lực kéo. Do đó nếu gia công với cùng một tiết diện lỗ thì chày nong kéo dài gấp 2 ÷ 3 lần chày nong đẩy. Trong các điều kiện làm việc như nhau thì một chày nong kéo tạo nên một trị số biến dạng dẻo lớn hơn chày nong đẩy.

Trong quá trình nong ép cần có dụng dịch bôi trơn và làm nguội tưới vào vùng làm việc. Phải căn cứ vào tính chất kim loại gia công để chọn thành phần chất bôi trơn. Gia công thép có thể dùng dầu máy, gia công gang dùng dầu ma dút, dầu hoả; gia công hợp kim nhôm cứng dùng nước xà phòng.

10.3. CHẤT LƯỢNG ĐẠT ĐƯỢC KHI GIA CÔNG TINH BẰNG BIẾN DẠNG ĐÉO

10.3.1. Độ chính xác hình dáng

Độ chính xác hình dáng đạt được phụ thuộc vào loại dụng cụ định kích thước hoặc không định kích thước.

10.3.1.1. Lăn ép bằng con lăn hoặc bi có cơ cấu đàn hồi

Trong trường hợp tiếp xúc giữa con lăn hoặc bi với mặt gia công có cơ cấu đàn hồi thì hình dạng phôi không đổi sau khi gia công, nghĩa là không sửa được sai số hình dáng của phôi. Sau khi lăn ép kích thước phôi nhỏ lại đều nhau trên toàn bề mặt gia công với hình dáng như cũ. Đường kính gia công thay đổi Δd có thể tính gần đúng theo công thức (10.2) nếu trước đó đã tiện đạt độ nhẵn bóng bề mặt cấp 5 ÷ 6.

$$\Delta d = K (R_{\text{bd}} - R_r) \quad (\mu\text{m}) \quad (10.2)$$

Trong đó: R_{bd} - độ nhấp nhô bề mặt trước khi lăn ép (μm)

R_r - độ nhấp nhô bề mặt sau khi lăn ép (μm)

K- hệ số phụ thuộc tính chất dẻo của vật liệu gia công.

Hệ số K của một số kim loại được chọn như sau:

Thép 12CrNi3A (12XH3A)	K = 1,21
Thép CD100A (Y10A)	K = 1,41
Thép C45 (45)	K = 1,32
Đồng thanh brông БрЦ6-6-3	K = 1,31
Đồng thau latông Л62	K = 1,26
Đura Д1	K = 1,30
Gang xám GX18-36 (C418-36)	K = 1,36

Công thức trên có thể dùng để tính lượng dư khi gia công tinh bằng biến dạng dẻo. Tuy nhiên khi lăn ép với lượng dư lớn sẽ xảy ra biến dạng trượt đáng kể theo hướng tiến dao, khi đó lượng Δd chỉ có thể xác định bằng thực nghiệm.

10.3.1.2. Lăn ép bằng con lăn hoặc bi cứng (không đàn hồi)

Phương pháp gia công này thuộc loại định kích thước, vì nó sửa được sai số hình dáng theo hướng kính và hướng trục. Phôi bị biến dạng dẻo không đều nhau ở các vùng tiếp xúc với dụng cụ. Việc sửa sai số hình dáng phôi chỉ có thể nằm trong giới hạn biến dạng dư được xác định theo công thức (10.2).

Khả năng sửa sai số hình dáng hình học của phôi (theo hướng kính cũng như hướng trục phải thoả mãn điều kiện sau):

$$\Delta d \geq (\delta - \delta') \quad (10.3)$$

hoặc $(\delta - \delta') \leq K (R_{bd} - R_z)(10.4)$

Trong đó: δ - dung sai của phôi trước khi lăn ép (μm)

δ' - dung sai của chi tiết gia công sau khi lăn ép (μm).

Điều kiện này khá chính xác với trường hợp lăn ép các lỗ nhỏ ($d < 10 \text{ mm}$) sai lệch trong phạm vi $0,003 \div 0,001 \text{ mm}$, còn đối với các lỗ lớn thì kém chính xác hơn.

10.3.2. Độ sóng

So với phương pháp gia công bằng cắt gọt thì gia công bằng biến dạng dẻo tỏ ra có ưu điểm hơn về mặt khắc phục độ sóng. Sở dĩ như vậy vì nó không tồn tại các yếu tố như: lưỡi cắt thay đổi đại quan và tế vi, sự xuất hiện lẹo dao theo chu kỳ, độ mòn của các hạt mài, gia công bị ngắt quãng vì dao cắt có nhiều lưỡi. Đó là những yếu tố dẫn đến độ sóng trong gia công cắt gọt.

Quá trình gia công bằng biến dạng dẻo đồng đều và ổn định hơn gia công bằng cắt gọt vì sự tiếp xúc liên tục của phần làm việc của dụng cụ với mặt gia công, độ nhấn bóng phần làm việc của dụng cụ cao (cấp $10 \div 12$), tính chất bề mặt của nó giữ được lâu ($15 \div 20$ giờ công tác).

Khi gia công bằng dụng cụ đàn hồi thì độ sóng của nguyên công trước để lại không thay đổi (sai số hình dáng không sửa được). Khi gia công bằng dụng cụ cứng (không đàn hồi) có thể làm giảm được độ sóng ban đầu cũng như sai số hình dáng vì áp lực gia công lớn. Tuy nhiên áp lực ở các vùng tiếp xúc khác nhau sinh ra biến dạng khác nhau (đỉnh sóng biến dạng nhiều, chân sóng biến dạng ít). Nhưng cũng có thể sinh ra sóng mới. Nguyên nhân có sóng mới là do độ đảo của các con lăn theo hướng kính, vật liệu gia công không đồng đều, bán kính cong của con lăn không đều, độ nhấn bóng ban đầu của phôi không đều. Một nguyên nhân nữa, cũng có thể do hệ thống công nghệ chịu tải lớn, bước tiến dọc không đều, độ đảo hướng trục của các con lăn trên dụng cụ (kể cả dụng cụ cứng và dụng cụ đàn hồi). Điều đó làm cho bước tiến thực tế và bước tiến danh nghĩa sai khác nhau một lượng ΔS nghĩa là:

$$S_{\text{thực tế}} = S + \Delta S \quad (10.5)$$

Trong đó: $S_{\text{thực tế}}$ - bước tiến thực tế của dụng cụ.

S - bước tiến danh nghĩa của dụng cụ.

Trường hợp đường kính phôi và đường kính con lăn là bội số của nhau thì mặc dù con lăn có bị đảo bước tiến sẽ không đổi và do đó không sinh ra sóng hoặc hạn chế được độ sóng.

Biến dạng dẻo không đều trong quá trình lăn ép cũng sinh ra độ sóng. Để giảm hiện tượng này cần giảm mức độ biến dạng.

10.3.3. Độ nhẵn bóng bề mặt gia công

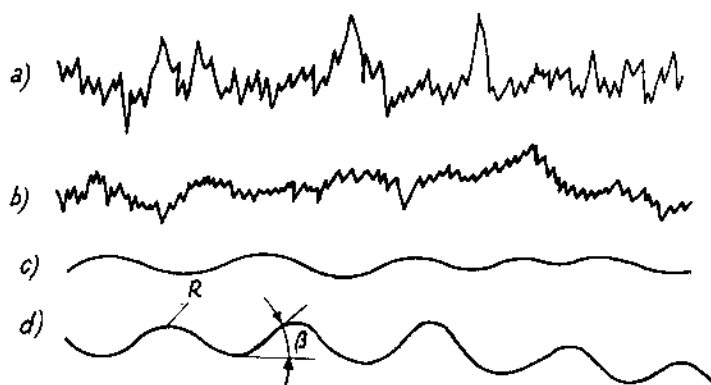
Cũng như phương pháp gia công bằng cắt gọt, khi gia công bằng biến dạng dẻo thì độ nhẵn bóng bề mặt theo hướng ngang cao hơn theo hướng dọc. Khi gia công biến dạng dẻo làm phẳng các nhấp nhô ban đầu của phôi.

Rung động ít ảnh hưởng đến độ nhẵn bóng bề mặt, do đó có thể đạt độ nhẵn bóng cao khi gia công trên một máy đã mòn, kém cứng vững. Gia công bằng phương pháp này còn có một đặc trưng nữa là tỷ lệ bước của các nhấp nhô đối với chiều cao nhấp nhô là lớn hơn so với phương pháp gia công bằng cắt gọt. Hình 10.20 thể hiện profin bề mặt cùng một cấp nhẵn bóng $\nabla 8$ của các phương pháp tiện, mài và lăn ép.

Lăn ép có thể đạt độ nhẵn bóng cao $\nabla 8, \nabla 9$ ($R_a = 1,6 \div 1,8 \mu\text{m}$) với bước tiến lớn ($S \geq 0,5 \text{ mm/vòng}$) trong khi gia công cắt gọt muốn đạt độ nhẵn bóng ấy thì phải giảm bước tiến hoặc dùng hạt mài nhỏ hơn. Độ dài của bước nhấp nhô phụ thuộc vào kết cấu dụng cụ lăn ép, dạng của phần làm việc của dụng cụ, vì chúng quyết định diện tích tiếp xúc với mặt gia công theo hướng chạy dao dọc. Ví dụ như để đạt độ nhẵn bóng cấp $9 \div 10$ ($R_a = 0,4 \div 0,2 \mu\text{m}$) khi lăn bằng bi cầu thì bước tiến S ít khi vượt qua $0,3 \div 0,1 \text{ mm/vòng}$, nhưng khi lăn bằng con lăn hình côn bước tiến S có thể đạt tới 2 mm/vòng .

Hình dạng của nhấp nhô tế vi khi gia công bằng biến dạng dẻo có nét đặc trưng đặc biệt (hình 10.20d). Với phương pháp gia công này tạo được bán kính đỉnh R lớn và góc dốc β bé và có tỷ lệ $\frac{R}{R_{z\text{max}}}$ rất lớn ($R_{z\text{max}}$ là chiều cao nhấp nhô tế vi), tỷ lệ này đặc trưng cho diện tích tiếp xúc thực.

Trị số R và β có quan hệ với kích thước phần làm việc của dụng cụ như đường kính bi, bán kính cầu của con lăn, bán kính lượn của con lăn hình côn.



Hình 10.20. Profin bề mặt cùng một cấp độ nhẵn bóng σ_8 khi gia công bằng các phương pháp khác nhau.

- a) profin mặt sau khi tiện; b) profin mặt sau khi mài;
c) profin mặt sau khi lăn ép; d) bán kính đỉnh R và góc dốc β của nhấp nhô sau khi lăn ép.

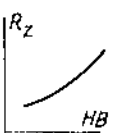

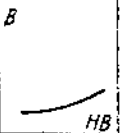
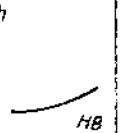
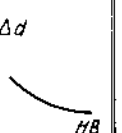
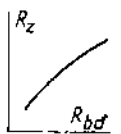

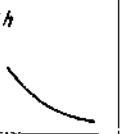
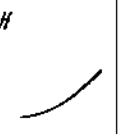
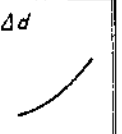
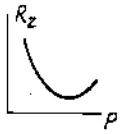
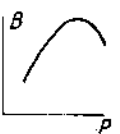
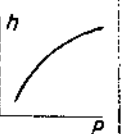
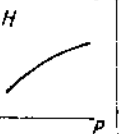
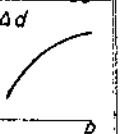

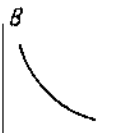
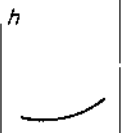
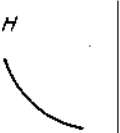
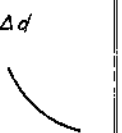
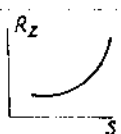
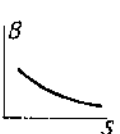
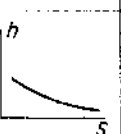
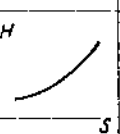
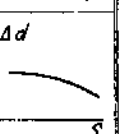
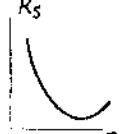
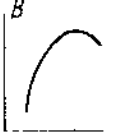
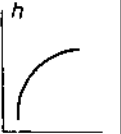
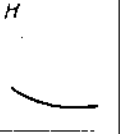
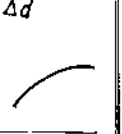
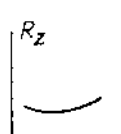
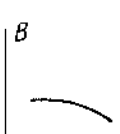
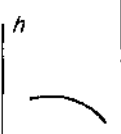
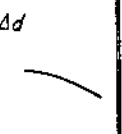
Hình dạng nhấp nhô tế vi do gia công bằng biến dạng dẻo tạo ra được như trên có ảnh hưởng tốt đến tính chất sử dụng của chi tiết máy.

Gia công bằng biến dạng dẻo cũng tạo nên vết gia công trên bề mặt chi tiết. Chiều của vết gia công chỉ quyết định bởi sơ đồ chuyển động của quá trình gia công, cho nên chiều của vết gia công không có sự khác biệt giữa gia công bằng biến dạng dẻo và gia công bằng cắt gọt. Tuy nhiên khi dùng phương pháp gia công bằng lăn ép có rung thì có thể thay đổi được hướng của vết gia công dễ dàng hơn vì chuyển động của nó điều chỉnh được trong một phạm vi rộng.

10.3.4. Tính chất cơ lý lớp bề mặt

Gia công bằng biến dạng dẻo nâng cao được rất nhiều tính chất cơ lý lớp bề mặt bao gồm cấu trúc kim loại, độ cứng tế vi, biến cứng, ứng suất bề mặt. Tuy nhiên nếu các thông số lực nâng cao quá mức thì khi gia công sẽ vượt quá giới hạn cho phép sẽ dẫn tới biến cứng quá độ làm xấu tính chất sử dụng của kim loại. Do đó cần chọn chế độ làm việc tối ưu, nhất là các thông số lực cho quá trình gia công. Cần thiết kể dụng cụ có khả năng điều chỉnh lực nhay, nhỏ, chọn kết cấu và kích thước phần làm việc của dụng cụ hợp lý, có khả năng thay đổi, điều chỉnh được.

Bảng 10.4. Quan hệ giữa các chỉ tiêu chất lượng bề mặt và các thông số công nghệ khi gia công bằng phương pháp biến dạng dẻo.

Thông số công nghệ	Chỉ tiêu chất lượng	Độ nhấp nhô bề mặt sau gia công R_z (μm)	Mức độ biến cứng B (KG/mm^2)	Chiều sâu biến cứng h (μm)	Độ sóng H (μm)	Kích thước thay đổi Δd (μm)
1	Độ cứng ban đầu HB của kim loại					
2	Độ nhấp nhô ban đầu của bề mặt R_{bd} (μm)					
3	Lực gia công P (KG)					
4	Bán kính cầu, con lăn theo tiết diện dọc trục, đường kính bi lăn r (mm)					
5	Bước tiến S (mm/vg)					
6	Số bước gia công n					
7	Tốc độ gia công v (m/ph)					

Bảng 10.4 tóm tắt quan hệ giữa các chỉ tiêu chất lượng bề mặt và các thông số công nghệ khi gia công bằng biến dạng dẻo. Từ bảng đó thấy rõ tính chất phi tuyến của nhiều đường cong quan hệ. Điều đó cũng nói lên việc chọn các thông số công nghệ tối ưu là rất quan trọng của phương pháp gia công này.

Dụng cụ gia công biến dạng dẻo có nhiều chủng loại, có thể tham khảo ở những tài liệu riêng về vấn đề này. Biến dạng gia công cơ bản trình bày ở trên có thể dùng để gia công mặt ngoài, mặt trong, mặt phẳng, mặt định hình. Thuộc loại gia công biến dạng dẻo còn có thể kể tới như phương pháp phun bi, phun cát với mục đích nâng cao độ sạch, tính chất cơ lý lớp bề mặt mà không tăng độ chính xác nên không trình bày ở đây.

Chương 11

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TINH BẰNG ĐIỆN VẬT LÝ VÀ ĐIỆN HÓA

Trong chương này chúng ta sẽ nghiên cứu các phương pháp gia công mới, chúng đã được ứng dụng rộng rãi trong thực tế sản xuất từ sau đại chiến thế giới lần thứ hai.

Đặc điểm của các phương pháp gia công này là chúng có thể gia công được các vật liệu rất cứng hoặc rất mềm mà bằng các phương pháp gia công cơ không thể thực hiện được. Ngoài ra, chúng có thể gia công được những biên dạng rất phức tạp. Điều này đạt được trong hầu hết các trường hợp bằng sử dụng năng lượng điện, năng lượng hóa hoặc năng lượng cơ khí trực tiếp trong vùng gia công. Nếu có năng lượng điện tác động vào vùng gia công thì nó sẽ trở thành năng lượng nhiệt, năng lượng hóa hoặc năng lượng cơ khí để phá hủy lượng dư gia công.

11.1. GIA CÔNG BẰNG TIA LỬA ĐIỆN

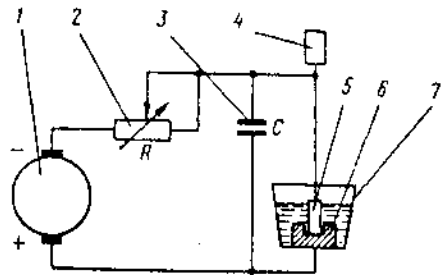
Bản chất của phương pháp là phóng tia lửa điện để ăn mòn kim loại khi truyền năng lượng qua rãnh dẫn điện. Phương pháp này được dùng để gia công các lỗ hoặc các bề mặt có biên dạng bất kỳ trên các chi tiết từ hợp kim cứng và thép nhiệt luyện (các bộ khuôn, các ván kéo sợi, các dụng cụ cắt, v.v...), để cắt đứt vật liệu cứng v.v...

Hình 11.1 là sơ đồ nguyên lý của máy phát xung RC trong máy tia lửa điện (hình 11.2) để gia công lỗ và các mặt định hình.

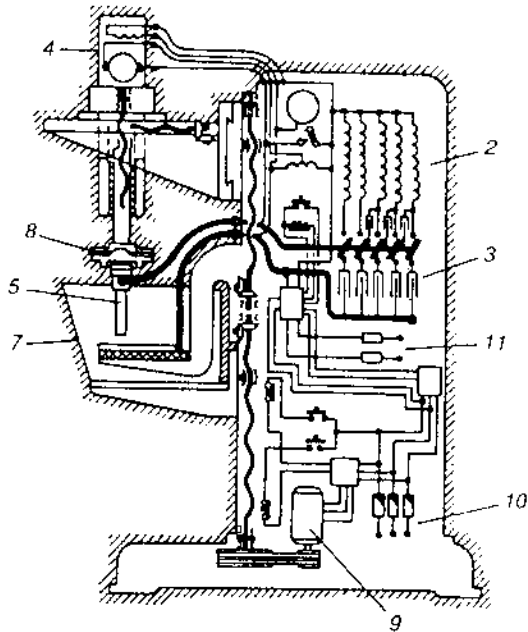
Máy phát xung RC (các thông số quan trọng là R- điện trở và C- dung lượng) có cấu tạo gồm nguồn điện 1, điện trở 2, tụ điện 3 và các điện cực 5, 6

được ngâm trong dung dịch cách điện. Dụng cụ điện cực khí gia công bằng tia lửa điện luôn luôn là catod (cực âm) chi tiết gia công là anod (cực dương). Khe hở giữa các điện cực phải luôn luôn cố định. Khe hở cố định này được bộ điều chỉnh chạy dao tự động 4 đảm bảo. Khi hai điện cực tiến lại gần nhau (khe hở đủ bé) thì giữa chúng xuất hiện tia lửa điện, chọc thủng lớp cách điện giữa hai điện cực, tạo nên rãnh dẫn điện. Lúc này nhiệt độ ở vùng gia công lên tới hàng ngàn độ, làm nóng chảy và đốt cháy phân kim loại trên bề mặt gia công (cực dương) và tạo ra hình dạng theo hình dạng của điện cực dụng cụ (cực âm).

Hình 11.2 cho ta thấy khả năng dịch chuyển của chi tiết gia công và điện cực dụng cụ (các ký hiệu cũng tương tự như trên hình 11.1). Bể chứa 7 (cùng với chi tiết gia công) được nâng lên nhờ động cơ điện 9 thông



Hình 11.1. Sơ đồ nguyên lý của máy phát xung RC.
 1- nguồn điện; 2- điện trở; 3- tụ điện; 4- bộ điều chỉnh lượng chạy dao; 5, 6- các điện cực; 7- bể chứa dung dịch và chi tiết gia công.



Hình 11.2. Máy gia công tia lửa điện.
 2- điện trở; 3- tụ điện; 4- bộ điều chỉnh lượng chạy dao; 5- điện cực dụng cụ; 7- bể chứa dung dịch và chi tiết gia công; 8- đồ gá; 9- động cơ điện; 10, 11- các đầu dây.

qua bộ truyền đai và bộ truyền trục vít. Điện cực dụng cụ 5 có thể dịch chuyển bằng tay theo ba phương vuông góc với nhau và được cố định bằng đồ gá 8 (đồ gá 8 được lắp trên ống trục chính của máy). Dòng điện hai pha được nối với máy qua các đầu dây 11, còn dòng điện ba pha được nối với máy qua các đầu dây 10.

Điện cực dụng cụ có mặt đầu thường được chế tạo từ các vật liệu như đồng thau, đồng vàng, gang, nhôm và đôi khi cả vonfram. Khi gia công tinh lỗ, đường kính của điện cực dụng cụ cần lấy nhỏ hơn kích thước yêu cầu khoảng $0,05 \div 0,1$ mm. Tùy thuộc vào chế độ gia công, độ chính xác của phương pháp có thể đạt từ $\pm 0,3$ đến $\pm 0,01$ mm, còn độ bóng bề mặt nằm trong khoảng cấp 1 ÷ 7.

Môi trường gia công (dung dịch) bằng tia lửa điện là dầu hoả, dầu biến thế hoặc có thể gia công trong môi trường không khí, tuy nhiên trường hợp này có hiệu quả rất thấp.

Nhược điểm của phương pháp gia công bằng tia lửa điện là năng suất thấp (khoảng $800 \div 900$ mm³/phút khi gia công thép), tiêu hao năng lượng điện lớn ($10 \div 17$ kW/giờ trên 1 kG trọng lượng kim loại được bóc đi) và hao mòn dụng cụ lớn (khoảng $25 \div 50\%$, đôi khi 100% thể tích kim loại được bóc đi).

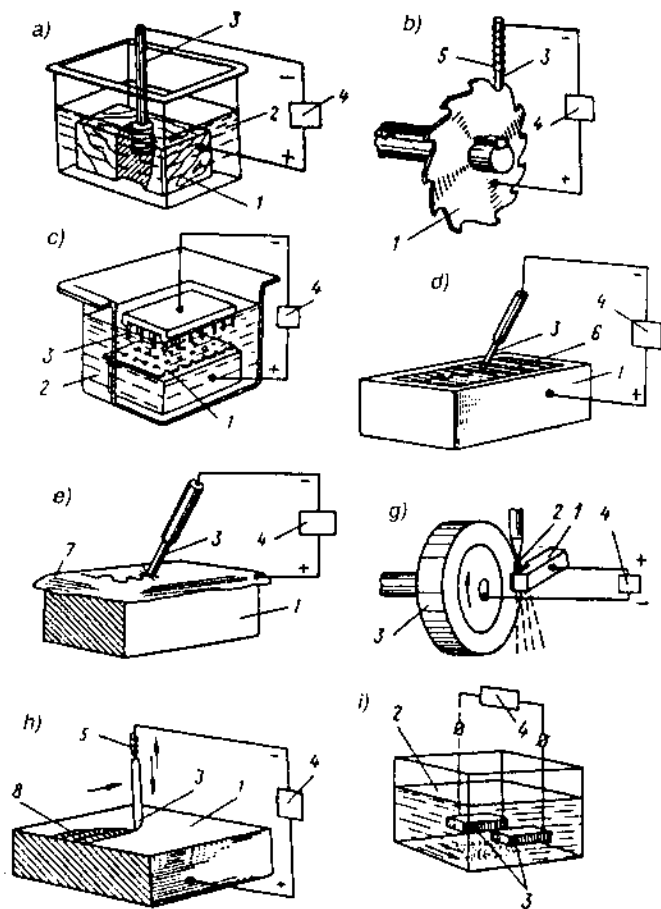
11.2. GIA CÔNG BẰNG XUNG ĐIỆN

Gia công bằng xung điện cũng là một phương pháp gia công kim loại bằng phương pháp ăn mòn điện cực. Gia công bằng xung điện khác gia công bằng tia lửa điện ở việc sử dụng máy phát xung loại khác và thời gian của các xung xảy ra lâu hơn. Do đó các xung có thể tác động theo một phương cố định để hướng toàn bộ năng lượng vào việc bóc tách kim loại, nâng cao hiệu quả của quá trình và giảm hao mòn điện cực dụng cụ. Ngoài ra, thời gian của các xung xảy ra chậm cho phép giảm đáng kể nhiệt độ ở vùng gia công.

Điều này cho phép dùng vật liệu graphit (than) để làm điện cực dụng cụ. Dùng điện cực dụng cụ graphit có thể tăng được chế độ gia công (tăng năng suất gia công).

Một số đặc điểm khác nữa của gia công bằng xung điện là cực dương là dụng cụ, còn cực âm là chi tiết gia công và môi trường gia công (dung dịch) không phải là dầu hoả mà là dầu biến thế hoặc dầu diezen.

Gia công bằng xung điện có hiệu quả cao khi bóc tách kim loại trên điện



Hình 11.3. Các ví dụ ứng dụng phương pháp gia công bằng tia lửa điện và xung điện.

- a) rút dao bị gãy ra khỏi chi tiết gia công; b) tăng độ bền của dao;
- c) gia công mặt sàng; d) khắc chữ trên vật liệu kim loại;
- e) khắc chữ trên vật liệu phi kim; g) mài dụng cụ hợp kim cứng;
- h) phủ lớp kim loại; i) chế tạo bột kim loại.

1- chi tiết gia công (trên hình 11.3a có thêm dao bị gãy cần được lấy ra); 2- dung dịch (môi trường gia công); 3- điện cực dụng cụ (trên hình 11.3i dụng cụ được đập vụn thành bột); 4- máy phát xung; 5- máy rung; 6- lớp dầu; 7- lớp kim loại; 8- lớp kim loại được phủ.

tích rộng (tới 100x100 mm) vì năng suất tăng lên đáng kể. Với cùng một chế độ gia công thì phương pháp xung điện có năng suất bóc tách kim loại trên một

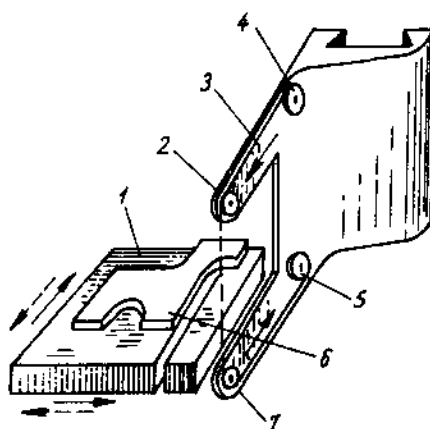
đơn vị diện tích cao hơn phương pháp tia lửa điện khoảng $8 \div 10$ lần (khoảng $8000 \div 10000 \text{ mm}^2/\text{phút}$).

Gia công bằng xung điện cũng như tia lửa điện được dùng để chế tạo khuôn dập, khuôn ép nhựa, v.v...

Hình 11.3 là một số sơ đồ gia công bằng tia lửa điện và xung điện.

11.3. GIA CÔNG BẰNG ĐIỆN CỰC DÂY

Điện cực dây là phương pháp được dùng để gia công các chi tiết có độ cứng cao. Trong trường hợp này điện cực là một dây đồng, vonfram hoặc molipden (hình 11.4). Phôi 1 được gá trên bàn máy có khả năng dịch chuyển đi lại theo hai hướng vuông góc với nhau. Dây điện cực 3 (hay điện cực dây) được chuyển từ cuộn dây 4 sang cuộn dây 5 nhờ một động cơ chuyên dùng. Các con lăn dẫn hướng 2 và 7 được dùng để giữ dây điện cực tương đối so với phôi 1. Quá trình cắt



Hình 11.4. Sơ đồ gia công bằng điện cực dây.

1- phôi; 2, 7- các con lăn dẫn hướng; 3- dây điện cực;
4, 5- các cuộn dây; 6- dưỡng chếp hình.

rãnh prophin được thực hiện theo dưỡng 6 hoặc theo chương trình phần mềm của máy. Dưỡng 6 có thể được kẹp chặt hoặc dán (bằng keo) trên phôi 1.

Dung môi (dung dịch) để gia công là dầu hoả hoặc nước. Trong trường hợp dùng dầu hoả thì phôi phải được ngâm trong dầu hoả, còn trong trường hợp dùng nước thì cần phun tia vào vùng gia công.

Ưu điểm chính của phương pháp là độ chính xác gia công cao, kết cấu của máy đơn giản và có khả năng tự động hóa nguyên công.

Phương pháp này được dùng để gia công các rãnh có độ chính xác cao, gia công các cam đĩa hợp kim cứng, gia công các dưỡng chếp hình, các khuôn mẫu và các loại bánh răng trụ răng thẳng ăn khớp trong và ngoài, v.v...

Năng suất của phương pháp được xác định bằng tốc độ tăng diện tích của bề mặt rãnh F ($\text{mm}^2/\text{phút}$):

$$F = \frac{L \cdot H}{\tau} \quad (11.1)$$

ở đây: L - chiều dài rãnh (mm); H - chiều dày của phôi (mm); τ - thời gian cắt rãnh (phút).

Dung môi có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định và năng suất gia công. Dầu hoả và nước có độ nhớt và mật độ khác nhau rất ít nhưng tính dẫn điện của nước lớn hơn tính dẫn điện của dầu khoảng 40 lần.

Khi dùng dung môi là nước cất, năng suất gia công các kim loại màu (đồng, niken, nhôm, v.v...) đạt $10 \div 20 \text{ mm}^2/\text{phút}$, năng suất gia công thép (thép kết cấu, thép dụng cụ, thép không gỉ) đạt $5 \div 8 \text{ mm}^2/\text{phút}$ và năng suất gia công hợp kim cứng (BK8; BK20M) đạt $6 \div 12 \text{ mm}^2/\text{phút}$.

Độ chính xác gia công có thể đạt $0,2 \div 0,3 \text{ mm}$. Độ chính xác này phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Sai số của hệ thống đo của máy.
- Sai số của quỹ đạo chuyển động của bàn máy.
- Rung động của máy.
- Độ cứng vững của máy.

Bề rộng của rãnh b (mm) được gia công bằng điện cực dây có đường kính d (mm) được xác định theo công thức:

$$b = d + 2a \quad (11.2)$$

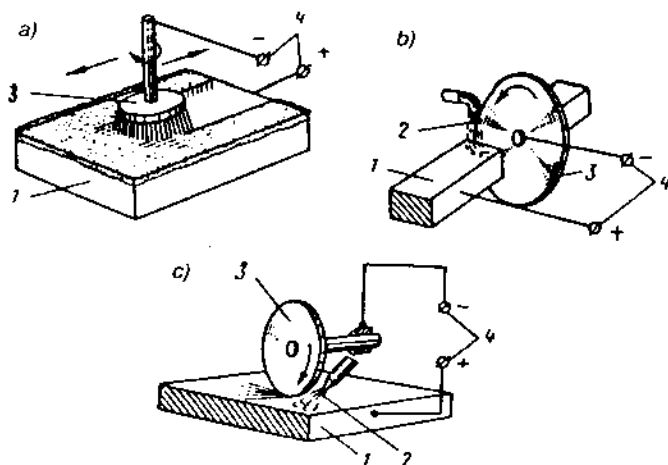
ở đây: a - khe hở một phía giữa dây điện cực và mặt rãnh (mm).

Cần nhớ rằng khi gia công chi tiết có chiều dày lớn ($>30 \text{ mm}$), rãnh ở giữa có bề rộng lớn hơn ở hai đầu, nghĩa là xuất hiện sai số hình dáng, được gọi là độ tang trống. Sai số này có thể được giảm nhờ điều chỉnh dụng cụ đúng hướng kéo căng dây điện cực.

11.4. GIA CÔNG BẰNG ĐIỆN TIẾP XÚC

Đặc điểm của phương pháp gia công này là trong thời gian ngắn phóng điện hồ quang được tạo ra do dịch chuyển nhanh (quay nhanh) của điện cực dụng cụ khi nó tiếp xúc với bề mặt gia công (hình 11.5).

Phương pháp này có năng suất và hiệu quả rất cao khi gia công thô như tẩy



Hình 11.5. Các sơ đồ gia công bằng điện tiếp xúc.

a- tẩy sạch gỉ sắt; b- cắt phôi; c- mài mặt phẳng;

1- chi tiết gia công; 2- dung dịch gia công; 3- điện cực dụng cụ; 4- điện nguồn.

gỉ sắt, cắt đứt, làm sạch vật đúc v.v. Độ chính xác của phương pháp có thể đạt được cấp 4-5 và độ bóng bề mặt: cấp 1-2.

Khi cắt phôi và mài mặt phẳng điện cực dụng cụ (cực âm) là đĩa kim loại từ thép cacbon thường (hình 11.5 b, c) quay với tốc độ $30 \div 80$ m/giây còn khi tẩy sạch gỉ sắt điện cực dụng cụ là bàn chải sắt (hình 11.5 a).

Khi có dòng điện từ nguồn điện 4 đi qua và khi dụng cụ 3 tiếp xúc với chi tiết gia công, bề mặt kim loại bị nung nóng và các phần tử kim loại hoặc gỉ sắt bị nóng chảy rồi được tách ra khỏi bề mặt gia công (nhờ dụng cụ quay nhanh). Dung dịch 2 có tác dụng giảm nhiệt độ và tăng hiệu quả gia công. Dung dịch gia công (môi trường gia công) có thể là dầu công nghiệp, nước hoặc không khí. Quá trình gia công được thực hiện với điện thế $10 \div 25V$ và áp lực của điện cực dụng cụ lên chi tiết khoảng $0,3 \div 0,5$ kG/cm². Năng suất gia công của phương pháp có thể đạt 7.10^5 mm³/phút.

Năng suất gia công bị giới hạn bởi ứng suất dư và vết nứt trên bề mặt bởi vì tăng thời gian tác động của các xung sẽ làm cho nhiệt độ cắt tăng và tăng chiều sâu truyền nhiệt (nguyên nhân gây ra ứng suất dư và vết nứt trên lớp bề mặt).

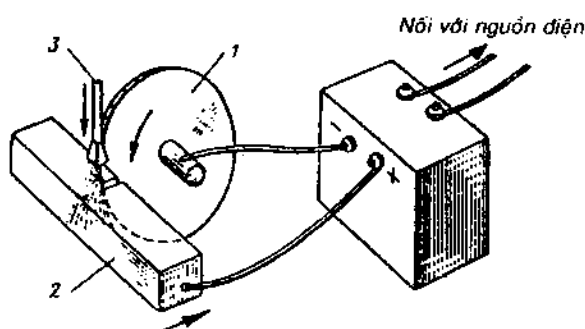
Nếu thay đổi chế độ gia công có thể đạt độ bóng bề mặt tới cấp 8, tuy nhiên trong trường hợp này cũng không thể tránh được các vết nứt.

Với chế độ gia công thấp có thể dùng phương pháp này để là phẳng các bề

mặt gia công trên máy tiện bằng một dụng cụ chuyên dùng hoặc để mài tinh dụng cụ cắt, v.v...

11.5. GIA CÔNG BẰNG CỰC DƯƠNG CƠ KHÍ

Gia công bằng cực dương cơ khí là quá trình bao gồm các phương pháp gia công điện ăn mòn và điện hóa. Nếu tăng công suất ở vùng gia công thì tính chất của quá trình gắn với điện ăn mòn, còn khi giảm công suất thì tính chất của quá trình gắn với điện hóa. Gia công bằng cực dương cơ khí được dùng để cắt các vật liệu cứng, các vật liệu khó gia công bằng cắt gọt, đồng thời được dùng để mài dao hợp kim cứng, mài các mặt phẳng, mặt trụ và nhiều công việc khác.



Hình 11.6. Sơ đồ cắt kim loại bằng cực dương cơ khí.

1- điện cực dụng cụ; 2- chi tiết gia công; 3- dung môi.

Quá trình gia công được thực hiện trong môi trường dung dịch natri hoặc dung dịch muối (chỉ khi mài tinh). Hình 11.6 là sơ đồ cắt đứt kim loại bằng phương pháp cực dương cơ khí trên máy chuyên dùng.

Chi tiết gia công 2 được kẹp chặt trên bàn máy (cực dương) còn dụng cụ là một đĩa quay 1 (cực âm). Dụng cụ được dịch chuyển tới chi tiết gia công dưới một áp lực nhỏ rồi tưới dung môi 3 vào vùng tiếp xúc giữa các điện cực (chi tiết gia công và dụng cụ). Như vậy, giữa các điện cực ngoài hiện tượng ăn mòn điện còn xảy ra quá trình điện hóa làm cực dương (chi tiết gia công) biến thành dung dịch.

Dụng cụ quay với tốc độ vòng $15 \div 20$ m/giây có tác dụng đẩy lớp màng dung dịch và các hạt nhỏ kim loại ra khỏi vùng gia công.

Năng suất cắt của phương pháp phụ thuộc vào chế độ gia công. Lượng kim

loại được bóc tách tối đa trong một phút có thể đạt 6000 mm. Độ bóng bề mặt sau khi gia công đạt cấp 2 ÷ 4.

11.6. GIA CÔNG BẰNG ĐIỆN HÓA

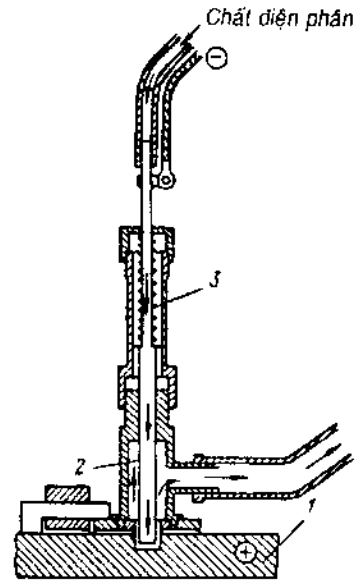
Bản chất của phương pháp gia công này là không có sự tác động cơ khí của dụng cụ tới bề mặt gia công.

Hình 11.7 là sơ đồ khoan bằng phương pháp điện hóa.

Chi tiết gia công 1 là anod (cực dương) còn dụng cụ là ống đồng 2 (cực âm) được bọc cách ly với bên ngoài và được ấn xuống chi tiết gia công bằng lò xo 3. Dưới một áp lực nào đó, chất điện phân chảy qua ống đồng, tạo ra khe hở nhỏ giữa phôi và dụng cụ, do đó nó đẩy những hạt kim loại nhỏ (hay dung dịch) của phôi (cực dương) ra ngoài. Như vậy, lỗ trên phôi (chi tiết gia công) được hình thành.

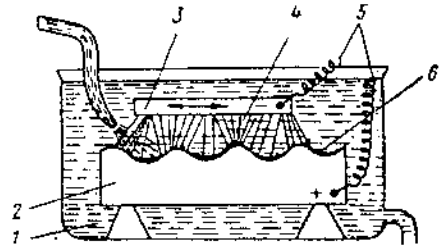
Hình dạng của lỗ phụ thuộc vào hình dạng của điện cực dụng cụ. Khi khe hở giữa các điện cực nhỏ và dòng điện phân mạnh, mật độ dòng điện có thể đạt $200 \div 300 \text{ a/cm}^2$, còn tốc độ bóc tách kim loại theo chiều dài tới 6 mm/phút. Độ bóng bề mặt gia công đạt cấp 8 - 9, còn độ chính xác gia công khoảng $\pm 0,02 \text{ mm}$.

Gia công bằng điện hóa còn được dùng để đánh bóng bề mặt (hình 11.8). Chi tiết gia công 2 được đặt trong bể chứa chất điện phân 1. Khi nối nguồn điện 5 với dụng cụ 3 và chi tiết gia công 2, đỉnh và đáy nhấp nhỏ 4, 6 dần dần được san phẳng. Ta thấy các



Hình 11.7. Sơ đồ khoan bằng điện hóa.

1- chi tiết gia công; 2- ống đồng; 3- lò xo.



Hình 11.8. Sơ đồ đánh bóng bằng điện hóa.

1- chất điện phân; 2- chi tiết gia công; 3- điện cực dụng cụ; 4, 6- đỉnh và đáy nhấp nhỏ trên bề mặt phôi; 5- nguồn điện.

đường lực do điện cực tạo ra đều tập trung hướng vào các đỉnh nhọn nhờ 4, do đó các đỉnh này được san phẳng nhanh hơn các đáy 6. Độ bóng bề mặt gia công có thể đạt cấp $12 \div 13$.

Phương pháp đánh bóng bằng điện hóa có những ưu điểm sau:

- Có khả năng đánh bóng bề mặt cứng.
- Không có biến dạng và thay đổi cấu trúc lớp bề mặt.
- Có khả năng tự động hóa được quá trình gia công.
- Năng suất gia công cao.
- Giảm nhẹ điều kiện lao động của công nhân.

11.7. GIA CÔNG BẰNG ĐIỆN HÓA - CƠ KHÍ

Gia công bằng điện hóa - cơ khí được dùng chủ yếu để mài kim loại và hợp kim cứng. Phương pháp có năng suất cao gấp 2 lần so với phương pháp mài thông thường. Có hai phương pháp mài bằng điện hóa - cơ khí:

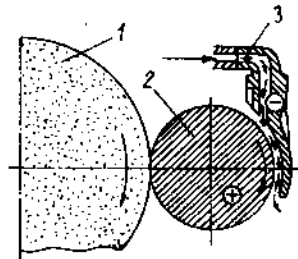
- Dùng đá mài dẫn điện.
- Dùng đá mài trung tính (không dẫn điện).

Trong trường hợp thứ nhất người ta dùng đá mài dẫn điện. Năng suất gia công của phương pháp có thể đạt $1000 \text{ mm}^3/\text{phút}$. Độ chính xác của kích thước gia công đạt cấp 2, còn độ bóng bề mặt gia công đạt cấp $7 \div 8$, đôi khi cấp $10 \div 12$ (khi lượng dư gia công $0,01 \div 0,05 \text{ mm}$).

Ưu điểm của phương pháp là có khả năng mài được bất kỳ kim loại nào, không phụ thuộc vào độ cứng hay độ dẻo và không có phóng điện hồ quang hay tia lửa điện.

Nhược điểm của phương pháp: mật độ dòng điện lớn đòi hỏi phải có công suất nguồn điện lớn và tiêu hao chất điện phân lớn. Phương pháp này được dùng để mài rãnh thoát phoi trên các dụng cụ hợp kim cứng và mài nhiều loại chi tiết hợp kim cứng khác.

Hình 11.9 là sơ đồ mài điện hóa - cơ khí bằng đá mài trung tính (đá mài không dẫn điện).



Hình 11.9. Sơ đồ mài điện hóa - cơ khí bằng đá mài trung tính.

1- đá mài không dẫn điện; 2- chi tiết gia công (cực dương); 3- ống (cực âm).

Chất điện phân chảy qua ống 3 tới bề mặt của chi tiết 2. Đá mài trung tính 1 chỉ có nhiệm vụ tách những hạt nhỏ kim loại tạo ra do phản ứng điện hóa từ bề mặt chi tiết gia công. Quá trình mài được tiến hành với chế độ sau đây: áp lực riêng của đá trong khoảng $0,5 \div 5 \text{ kG/cm}^2$, mật độ dòng điện $0,5 \div 1,2 \text{ a/cm}^2$, tốc độ vòng của đá mài $20 \div 30 \text{ m/giây}$. Độ chính xác của phương pháp đạt cấp 2 và độ bóng bề mặt đạt cấp $8 \div 9$.

Phương pháp này được dùng chủ yếu để mài mặt ngoài và để mài khôn lỗ. Phương pháp cũng có những ưu, nhược điểm như mài bằng đá mài dẫn điện, nhưng chi phí đá mài thấp hơn và không đòi hỏi phải có cường độ dòng điện mạnh.

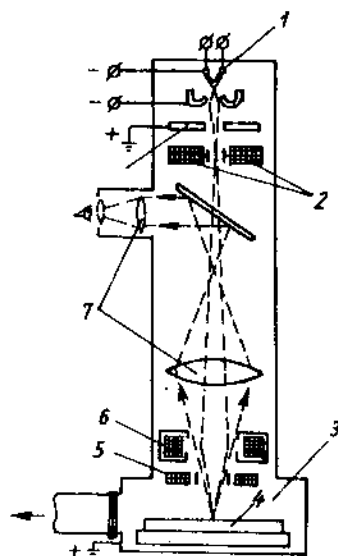
11.8. GIA CÔNG BẰNG CHÙM TIA ĐIỆN TỬ

Phương pháp này được dùng để gia công thép nhiệt luyện, hợp kim cứng, kim loại khó gia công như: vonfram, molipden, titan, tantan, v.v... đồng thời để gia công kim cương, đá hồng ngọc, thạch anh và các vật liệu khó gia công khác.

Bản chất của phương pháp gia công bằng chùm tia điện tử như sau: chi tiết gia công 4 được đặt trong một buồng chân không 3 (hình 11.10), một chùm tia điện tử có tốc độ và động năng lớn được tập trung hướng vào bề mặt của chi tiết gia công, nung nóng nó và làm bốc hơi vật liệu gia công.

Nguồn sinh ra điện tử tự do thông thường là một sợi dây vonfram 1 (cực âm). Năng lượng cao của các điện tử đạt được nhờ điện thế cao được tạo ra bằng cực dương 8. Các điện tử chuyển động (tập trung thành chùm tia) hướng tới chi tiết gia công với tốc độ gần bằng tốc độ của ánh sáng.

Đường kính của chùm tia sau khi đi



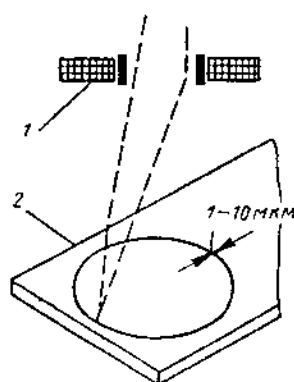
Hình 11.10. Sơ đồ gia công bằng chùm tia điện tử.

1- cực âm; 2- hệ thống tập trung chùm tia; 3- buồng chân không; 4- chi tiết gia công; 5- hệ thống đánh nghiêng chùm tia; 6- thấu kính từ; 7- hệ thống quang học; 8- cực dương.

qua hệ thống tập trung 2 và thấu kính từ 6 có thể đạt tới phần trăm hoặc phần nghìn mm, còn mật độ công suất có thể đạt tới vài nghìn kW trên 1 mm^2 . Năng lượng tác động được đo bằng các xung có thời gian $10^{-3} \div 10^{-4}$ giây. Khi gặp bề mặt gia công, năng lượng của chùm tia điện tử chuyển thành nhiệt năng và nung nóng cục bộ lớp bề mặt gia công. Nếu ở vùng tiếp xúc trực tiếp của chùm tia với chi tiết gia công nhiệt độ lên tới $300 \div 4000^\circ \text{C}$ thì ở cách đó khoảng $1 \mu\text{m}$ nhiệt độ không vượt quá 300°C . Cách truyền nhiệt như vậy cho phép gia công bất kỳ vật liệu nào mà không ảnh hưởng đến cấu trúc của vật liệu ở vùng ngoài gia công. Để quan sát quá trình gia công người ta lắp thêm hệ thống quang học 7. Hệ thống 5 có tác dụng đánh nghiêng chùm tia đi một góc mong muốn.

Cần nhớ rằng đối với nhiều loại vật liệu chiều sâu thâm nhập của chùm tia điện tử (chiều sâu gia công) có thể lớn gấp 100 lần đường kính. Như vậy, chùm tia tập trung có đường kính 0,01 mm cho phép cắt đứt tấm dày 1 mm. Bằng chùm tia điện tử có thể gia công lỗ nếu dùng hệ thống đánh nghiêng chùm tia 5 trên hình 11.10 (xem hệ thống 1 trên hình 11.11) hoặc cơ cấu dịch chuyển phối tương đối so với chùm tia (bàn chữ thập) đồng thời có thể cắt đứt và phay các mặt định hình trong cũng như ngoài hoặc cắt biên dạng trên phối tấm 2 (hình 11.11).

Chu kỳ gia công chi tiết trên các máy có sử dụng chùm tia điện tử có thể được tự động hóa hoặc điều khiển theo chương trình số.



Hình 11.11. Sơ đồ cắt biên dạng bằng chùm tia điện tử.

- 1- hệ thống đánh nghiêng chùm tia;
2- phối tấm.

11.9. GIA CÔNG BẰNG CHỤM TIA LADE

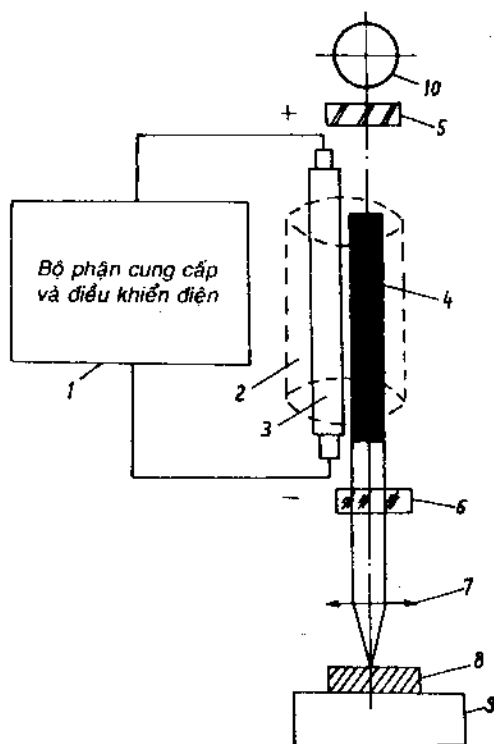
Quá trình gia công bằng chùm tia lade xảy ra tương tự như quá trình gia công bằng chùm tia điện tử và cũng được sử dụng với cùng mục đích mặc dù các nguồn năng lượng của hai quá trình này hoàn toàn khác nhau. Khi gia công bằng chùm tia lade nguồn năng lượng sinh ra do máy phát lượng tử quang học hay còn gọi là máy phát lade.

Máy phát lade là một thiết bị phát ra chùm ánh sáng đơn sắc có tính định

hướng cao, có 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 1000 kW/mm^2 .

Hình 11.12 là một dạng máy phát lade.

Nguồn điện công nghiệp 1 qua biến thế và nắn dòng được nạp vào hệ thống tụ. Điện áp tối đa của tụ là 2 kV để điều khiển sự phóng điện tới đèn phát xung 3 đặt ở trong bộ phận phản xạ ánh sáng 2. Bộ phận này có dạng hình trụ với tiết diện mặt cắt ngang là elíp. Khi đèn 3 phát sáng, toàn bộ năng lượng sẽ tập trung tại vị trí có đặt thanh hồng ngọc 4. Những ion Cr^{+3} của thanh hồng ngọc bị kích lên mức năng lượng cao, khi tụt xuống chúng sẽ phát ra những lượng tử. Nhờ hệ dao động của các gương phẳng 5 và 6, những lượng tử này sẽ đi lại nhiều lần qua thanh hồng ngọc và kích các ion Cr^{+3} khác để rồi cùng



Hình 11.12. Sơ đồ nguyên lý của máy phát lade.

- 1- bộ phận cấp điện; 2- bộ phận phản xạ ánh sáng; 3- đèn phát xung; 4- thanh hồng ngọc;
5, 6- các gương phẳng; 7- hệ quang học; 8- chi tiết gia công; 9- bàn máy.

phóng ra chùm tia lượng tử. Gương 5 có độ phản xạ ánh sáng gần 99%, còn gương 6 gần 50%. Nhờ đó, một mặt ta vẫn nhận được chùm tia lade ở phía dưới, mặt khác khoảng 1% chùm tia phát ra qua gương 5 sẽ được tế bào quang điện 10 thu lại và qua hệ thống chuyển đổi ta biết được 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 chi tiết gia công 8 (đặt trên bàn máy 9) có khả năng di chuyển toạ độ theo ba phương X, Y, Z.

Khi tập trung tia lade vào vị trí gia công cần chọn hệ thống quang học và chế độ gia công như năng lượng chùm tia, thời gian xung tác dụng của chùm tia, tiêu cự của hệ thống quang học và số xung lade.

Quá trình tác dụng của chùm tia lade vào vị trí gia công được chia ra các giai đoạn sau:

- Vật liệu gia công hút năng lượng của chùm tia lade và chuyển năng lượng này thành nhiệt năng.

- Đốt nóng vật liệu gia công tới nhiệt độ có thể phá hỏng vật liệu đó. Giai đoạn này ứng với quá trình truyền nhiệt trong vật rắn tuyệt đối bị giới hạn về một phía theo phương tác dụng của chùm tia kể từ bề mặt tác dụng.

- Phá hỏng vật liệu gia công và đẩy chúng ra khỏi vùng gia công. Giai đoạn này ứng với quá trình truyền nhiệt mà bề mặt tác dụng luôn luôn thay đổi theo phương tác dụng của chùm tia lade.

- Vật liệu gia công nguội dần sau khi chùm tia lade tác dụng xong.

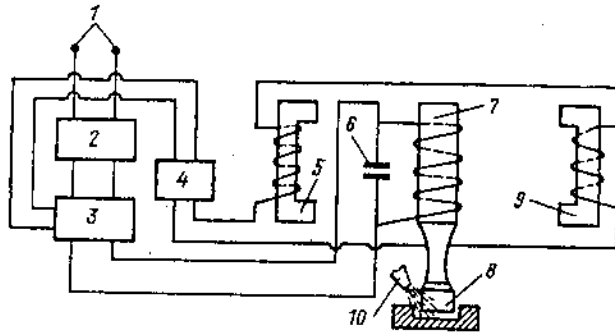
Gia công bằng chùm tia lade rất có hiệu quả đối với lỗ nhỏ. Đường kính lỗ nhỏ nhất có thể đạt 4 μm . Sử dụng chùm tia lade có thể gia công được các vật liệu khác nhau như kim loại, thạch anh, kim cương, rubi, v.v... Chiều sâu lỗ gia công có thể đạt 12,7 mm. Khi gia công đường kính lỗ 0,1 ÷ 0,2 mm thì độ chính xác có thể đạt 2 - 5 μm .

11.10. GIA CÔNG BẰNG SIÊU ÂM

Dao động được thực hiện trong một môi trường nào đó được gọi là siêu âm, nếu tần số của nó vượt qua tần số mà tai con người có thể hấp thụ được. Thông thường dao động siêu âm có tần số cao hơn 16 ÷ 20 kHz.

Dao động siêu âm được tạo ra bởi một thiết bị chuyên dùng gọi là máy phát siêu âm. Nguyên lý hoạt động của nó dựa trên hiện tượng "co giãn nhiễm từ", có nghĩa là khả năng của một số kim loại (coban, niken và các hợp kim của

chúng) co ngắn kích thước dưới tác dụng của từ trường và khi từ trường mất đi kích thước của chúng lại trở lại trạng thái ban đầu. Như vậy, nếu có một thanh kim loại (coban, niken và các hợp kim của chúng) được bọc trong một cuộn dây, khi cho dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây đó, dòng điện sẽ tạo ra một từ trường có tần số bằng tần số dao động của thanh kim loại đó (lúc dài ra, lúc ngắn lại), nhờ đó mà tạo ra được dao động siêu âm.



Hình 11.13. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị gia công bằng siêu âm.

1- nguồn điện; 2- máy phát siêu âm; 3- bộ phận khuếch đại; 4- bộ phận nắn dòng; 5, 9- các nam châm; 6- tụ điện; 7- thanh dao động; 8- dụng cụ; 10- dụng cụ đỡ.

Nếu thanh kim loại phát dao động được nối với một dụng cụ thì dụng cụ sẽ dao động với cùng tần số của thanh kim loại đó.

Hình 11.13 là sơ đồ nguyên lý của thiết bị gia công cơ có sử dụng dao động siêu âm.

Máy phát siêu âm 2 được nối với nguồn điện xoay chiều 1, tần số siêu âm được khuếch đại nhờ bộ phận khuếch đại 3. Từ bộ phận khuếch đại 3 dòng điện đi theo hai hướng: một tới cuộn dây của thanh phát dao động 7 và một tới bộ nắn dòng 4. Tụ điện 6 được lắp song song với cuộn dây của thanh phát dao động 7.

Dòng điện một chiều từ bộ nắn dòng 4 đi tới các cuộn dây của các thanh nam châm 5 và 9 để tạo ra từ trường. Như vậy, từ trường tạo ra điều kiện để thanh 7 dao động với tần số siêu âm. Dao động của thanh 7 đi qua bộ biến tốc để tăng biên độ rồi truyền tới dụng cụ 8. Dụng cụ 8 được chế tạo từ thép dụng cụ không nhiệt luyện và có tiết diện tương ứng với tiết diện cần gia công. Biên độ dao động qua bộ biến tốc thường nằm trong giới hạn $10 \div 100 \mu\text{m}$.

Quá trình cắt (hớt lượng dư từ bề mặt gia công) được thực hiện bằng dòng dung dịch hạt mài 10 được phun vào vùng giữa mặt đầu của dụng cụ 8 và bề

mặt gia công. Quá trình cắt xảy ra nhờ dao động của dụng cụ mà nó không tiếp xúc với bề mặt gia công nhưng lại tạo cho các hạt mài có vô số lần va đập vào bề mặt gia công. Vì vậy, phương pháp này được dùng để gia công các kim loại cứng và giòn, các vật liệu phi kim loại như kính gương. Năng suất gia công không tỷ lệ thuận với tính chất cơ lý của vật liệu. Nhiệt độ không lớn ở vùng gia công không làm thay đổi tính chất của vật liệu, không gây ra các vết nứt và không gây ra sai số do biến dạng nhiệt.

Phương pháp siêu âm có thể gia công được lỗ có hình dạng bất kỳ (chỉ phụ thuộc vào hình dạng của mặt cắt ngang của dụng cụ). Độ chính xác của phương pháp đạt cấp $2 \div 3$, còn độ bóng bề mặt đạt cấp $8 \div 9$.

Các dạng hạt mài được dùng là cacbit bo, cacbit silic. Độ hạt của hạt mài tăng sẽ tăng năng suất gia công nhưng lại giảm độ bóng bề mặt.

Chương 12

GIA CÔNG BẰNG TIA NƯỚC VÀ TIA HẠT MÀI ÁP LỰC CAO

Gia công các bề mặt của chi tiết máy bằng các phương pháp tiện, phay, khoan, chuốt, mài, v.v... được đặc trưng bằng sự cọ xát của các lưỡi cắt hoặc đá mài với bề mặt chi tiết trong suốt quá trình gia công. Trong trường hợp này tạo ra một hệ thống động học khép kín, bao gồm: máy, dao và chi tiết gia công. Quá trình gia công xảy ra cùng với sự nung nóng và rung động của tất cả các chi tiết trong hệ thống công nghệ (máy-dao-chi tiết-đồ gá).

Để giảm giá thành gia công và để loại trừ phương pháp nổi cứng giữa dụng cụ cắt và các cơ cấu khác của máy hoặc đồ gá người ta đã có ý tưởng áp dụng các phương pháp gia công mới. Đó là các phương pháp gia công vật liệu bằng tia nước và tia hạt mài áp lực cao.

12.1. GIA CÔNG BẰNG TIA NƯỚC ÁP LỰC CAO

Tia nước áp lực cao có thể được sử dụng trong các lĩnh vực sau đây.

1. Cắt đứt hoặc cắt định hình các bề mặt kim loại hoặc phi kim loại.
2. Khoan lỗ bằng tia nước áp lực cao.
3. Ứng dụng tia nước trong công nghiệp làm sạch bề mặt.
4. Ứng dụng tia nước trong công nghiệp khai thác mỏ.
5. Ứng dụng tia nước trong kỹ thuật đào đường hầm.

Công nghệ cắt bằng tia nước có những ưu điểm so với cắt bằng dao kim loại như sau:

- Dao kim loại sau một thời gian cắt sẽ bị cùn, nhưng tia nước thì luôn luôn sắc.
- Dao kim loại cần phải luôn luôn hướng theo phương tiếp tuyến với phương cắt, nhưng tia nước lại không cần định hướng chính xác.

- Dùng dao kim loại rất khó cắt dọc theo các đường cong, đặc biệt là đường cong lõm còn tia nước không phân biệt hình dạng đường bao.

- Miệng cắt của tia nước rất mảnh, do đó có thể tiết kiệm được vật liệu.

- Trong vùng cắt toả nhiệt ít, do đó không làm biến dạng vật liệu gia công.

Lĩnh vực áp dụng của tia nước áp lực cao rất đa dạng và rộng rãi, nó có thể gia công được những vật liệu rất mềm nhưng nó cũng có thể gia công được những vật liệu rất cứng.

Cơ sở của công nghệ gia công bằng tia nước áp lực cao là động lực học của dòng tia mà trong đó áp lực động của tia nước là một yếu tố quan trọng có ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình gia công. Yếu tố này lại bị ảnh hưởng của áp lực của bản thân thiết bị, của khoảng cách từ vòi phun đến bề mặt gia công, của kích thước và hình dạng của vòi phun.

Tuy vậy, công nghệ gia công bằng tia nước áp lực cao trong lĩnh vực chế tạo máy vẫn còn mới mẻ mà nhiều vấn đề lý thuyết và thực tiễn chưa được giải quyết hoặc giải quyết chưa triệt để. Nhược điểm chính của phương pháp gia công bằng tia nước là khó kiểm soát độ chính xác về kích thước (khi gia công các loại chi tiết) và giá thành thiết bị còn cao.

Để nâng cao hiệu quả khi gia công người ta dùng tia nước có bổ sung hạt mài (gọi là tia hạt mài).

12.2. GIA CÔNG BẰNG TIA HẠT MÀI ÁP LỰC CAO

Khi bổ sung hạt mài thì khả năng công nghệ của tia nước được mở rộng rõ rệt, cụ thể là ngoài khả năng cắt vật liệu nó còn có thể ứng dụng để khoan lỗ, mài và đánh bóng bề mặt.

Gia công bằng tia hạt mài áp lực cao là tác động của tia dung dịch gồm nước và hạt mài tới bề mặt gia công.

Tia dung dịch này thông thường được đẩy bằng khí nén nhằm mục đích tăng tốc độ của dòng chảy. Bề mặt được gia công bằng tia hạt mài không có vết xước như bề mặt được gia công bằng các phương pháp khác (các phương pháp gia công có tạo phoi).

Tác động của hạt mài tới bề mặt gia công không liên tục mà mang tính chất xung (va đập). Số lần va đập của các hạt mài phụ thuộc vào điều kiện gia công cụ thể và chúng có thể đạt tới $2 \cdot 10^6 + 25 \cdot 10^6$ trong một giây.

Gia công bằng tia hạt mài là phương pháp gia công nguội và bề mặt sau

khi gia công có một lớp mỏng có độ cứng, độ bền và độ giòn cao hơn lớp kim loại bên trong. Chi tiết được gia công bằng phương pháp này cho phép nâng cao tuổi thọ phục vụ khi tải trọng hấp thụ được giữ nguyên hoặc tăng khả năng hấp thụ tải trọng khi tuổi thọ phục vụ được giữ nguyên.

Tất cả các quá trình gia công cơ đều làm tăng nhiệt độ ở vùng cắt và chi tiết gia công, đồng thời làm cho bề mặt gia công bị biến dạng dẻo, trong khi đó gia công bằng tia hạt mài hầu như không làm thay đổi nhiệt độ của chi tiết gia công.

Chế độ gia công bằng tia hạt mài có thể được thay đổi trong phạm vi rất rộng tùy thuộc vào dạng hạt mài, kích thước hạt mài, tỷ lệ của hạt mài trong dung dịch, tốc độ và chiều dài của tia (khoảng cách giữa đầu phun và bề mặt gia công), góc phun của tia và cách gá đầu phun.

Gia công bằng tia hạt mài được sử dụng có hiệu quả đối với các chi tiết có hình dạng phức tạp bởi vì với thời gian gia công giảm, phương pháp này cho phép thực hiện việc cơ khí hóa quá trình gia công bề mặt và cải thiện điều kiện lao động. Phương pháp có thể được ứng dụng trong sản xuất hàng loạt theo dây chuyền hoặc sản xuất nhỏ trong các phân xưởng cơ khí.

Bề mặt trước khi gia công bằng tia hạt mài được tẩy sạch bụi, phoi, dầu nhớt, axit và các tạp chất khác.

12.2.1. Các sơ đồ gia công bằng tia hạt mài.

Hình 12.1 là các sơ đồ gia công bằng tia hạt mài áp lực cao:

- Góc phun $\alpha = 90^\circ$ (hình 12.1a). Trong trường hợp này bề mặt được gia công bằng tia va đập.

- Góc phun $\alpha = 0$ (hình 12.1b). Trong trường hợp này bề mặt được gia công bằng tia trượt.

- Góc phun $\alpha = 0 \div 90^\circ$ (hình 12.1c) - bề mặt được gia công bằng tia chéo.

Khi gia công vật liệu giòn nên dùng phương pháp tia va đập (hình 12.1a) còn khi gia công vật liệu dẻo nên dùng các phương pháp tia trượt và tia chéo (hình 12.1b và hình 12.1c).

Dung dịch khí va đập vào bề mặt gia công tạo ra một lớp màng mà chiều dày của nó phụ thuộc vào thành phần của dung dịch (hình 12.1d). Các hạt mài trong tia dung dịch (tia hạt mài) phải phá vỡ màng dung dịch này để đạt chất lượng theo yêu cầu.

Quãng đường đi của hạt mài qua màng dung dịch càng lớn khi góc phun

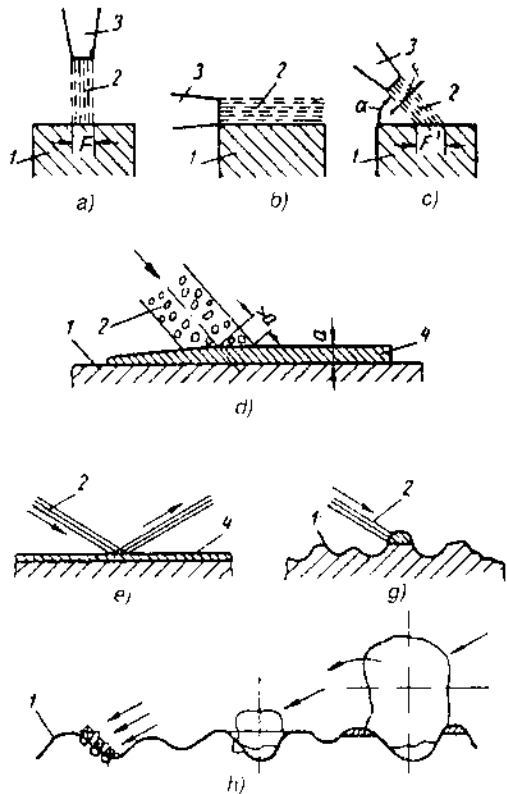
α càng nhỏ. Hạt mài nào đi tới phần của bề mặt gia công thì nó chịu sức cản của màng dung dịch (do có chiều dày lớn) cho nên chiều dày phoi được cắt giảm xuống.

Nếu bề mặt gia công có độ phẳng lý tưởng thì các hạt mài bị phản xạ bởi màng dung dịch, do đó các hạt mài bị bề mặt hút lên và không sinh ra một công đáng kể nào (hình 12.1e).

Nếu tia hạt mài đi tới các đỉnh nhấp nhô thì các đỉnh nhấp nhô này sẽ bị phá vỡ (hình 12.1g). Quá trình này xảy ra liên tục cho đến khi tất cả các đỉnh nhấp nhô bị san phẳng.

Kích thước của các hạt mài được chọn phụ thuộc vào độ nhám bề mặt trước khi gia công. Nếu kích thước của các hạt mài (hình 12.1h bên trái) quá nhỏ so với nhấp nhô (độ nhám) thì các hạt mài không chỉ tác động tới các đỉnh nhấp nhô mà còn tác động tới cả đáy của chúng nữa. Như vậy, quá trình gia công sẽ tạo ra bề mặt có prophin tương tự nhưng với độ nhám thấp hơn. Nếu kích thước của các hạt mài quá lớn thì chúng không thể xâm nhập xuống các đáy nhấp nhô được, do đó chúng chỉ có khả năng san phẳng các phần trên của nhấp nhô (hình 12.1h bên phải). Hình 12.1h (ở giữa) là sơ đồ chọn kích thước hạt mài hợp lý nhất.

Lượng hạt mài trong dung dịch tăng cho phép nâng cao năng suất gia công.



Hình 12.1. Các sơ đồ gia công bằng tia hạt mài.

- a) gia công bằng tia va đập; b) gia công bằng tia trượt;
 c) gia công bằng tia chéo; d) màng dung dịch bám vào bề mặt gia công; e) sự phản xạ của tia hạt mài; g) tia hạt mài phá vỡ đỉnh nhấp nhô;
 1- bề mặt gia công; 2- tia hạt mài; 3- ống phun; 4- màng dung dịch; F- đường kính của chùy tia; F'- đường kính lớn của vết hình elip của tia trên bề mặt gia công; α - chiều dày của màng dung dịch.

Tuy nhiên, nếu lượng hạt mài trong dung dịch quá lớn sẽ làm cho chúng va đập với nhau quá nhiều, do đó hiệu quả cắt lại giảm. Do đó, lượng hạt mài trong dung dịch (mật độ hạt mài) phải được chọn tối ưu (sẽ nói rõ ở phần sau).

Tia hạt mài va đập vào kim loại cứng với tốc độ V (m/s), sẽ xâm nhập vào kim loại cứng đó với tốc độ U (m/s), tạo ra áp lực cắt P (tấn/m²):

$$P = \frac{\gamma}{2g}(V - U) \quad (12.1)$$

ở đây: γ - trọng lượng riêng của vật liệu dòng tia (tấn/m³);

g - gia tốc trọng trường (m/s).

Áp lực cắt này có thể đạt 280000 kG/cm².

12.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất gia công và độ nhám bề mặt

Năng suất gia công bằng tia hạt mài là hàm số của nhiều yếu tố và nó phụ thuộc vào mục đích gia công bề mặt. Ví dụ: khi gia công bề mặt nhằm tăng độ bóng (giảm độ nhám) thì cần phải bóc ít kim loại, ngược lại khi gia công bề mặt nhằm đạt kích thước thì lượng kim loại được bóc tách trong một đơn vị thời gian phải đạt giá trị lớn nhất.

Các thông số công nghệ của quá trình gia công bằng tia hạt mài phụ thuộc vào mục đích của nguyên công, độ cứng và độ dai của vật liệu gia công và trạng thái của bề mặt trước khi gia công.

Các yếu tố công nghệ của quá trình được xét đến là:

1. Áp suất của khí nén để:

- Đưa dung dịch hạt mài tới thiết bị phun P_c (kG/cm²).
- Phun dung dịch hạt mài P_c (kG/cm²).

2. Đặc tính của thiết bị phun:

- Lưu lượng khí nén trong ống phun.
- Đường kính của vòi phun khí nén d_k (mm).
- Đường kính của ống phun dung dịch d_c (mm).
- Tiết diện của luồng khí nén f_n (mm) hoặc của dung dịch hạt mài f_c (mm) khi chuyển vào buồng hỗn hợp.
- Chiều dài của ống phun l (mm).
- Khoảng cách giữa mặt đầu của ống phun và vòi phun L (mm).

3. Đặc tính của dung dịch hạt mài:

- Thành phần của dung dịch (nước, các dung dịch khác).
- Vật liệu hạt mài (cát, corun điện).
- Độ hạt của hạt mài.
- Mật độ của hạt mài trong dung dịch K_0 (tỷ khối của hạt mài trong nước).

4. Vị trí của thiết bị phun:

- Chiều dài của tia L (mm).
- Góc phun α (độ).

Dưới đây ta nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ đến khối lượng kim loại được bóc tách và độ nhám bề mặt khi gia công các mẫu thép 45, 40X, Y9, thép nhiệt luyện 40X có độ cứng HRC 55 ÷ 60 và một số vật liệu khác.

12.2.2.1. Ảnh hưởng của thời gian gia công

Thực nghiệm cho thấy khi gia công kim loại (chưa nhiệt luyện, nhiệt luyện và kim loại màu) khối lượng bóc tách kim loại tỷ lệ thuận với thời gian gia công bằng tia hạt mài (hình 12.2a). Khối lượng kim loại trên một đơn vị diện tích bề mặt gia công cũng tăng lên theo thời gian gia công (hình 12.2b).

Khi gia công bằng tia hạt mài thì độ hạt của hạt mài có ảnh hưởng lớn đến độ bóng bề mặt. Độ hạt của hạt mài được chia ra các số theo độ lớn của hạt giảm dần như sau:

36; 60; 90; 120; 150; 170; 250; 280; 320; 325; 400; 450.

Độ hạt 36 có kích thước lớn nhất còn độ hạt 450 có kích thước nhỏ nhất.

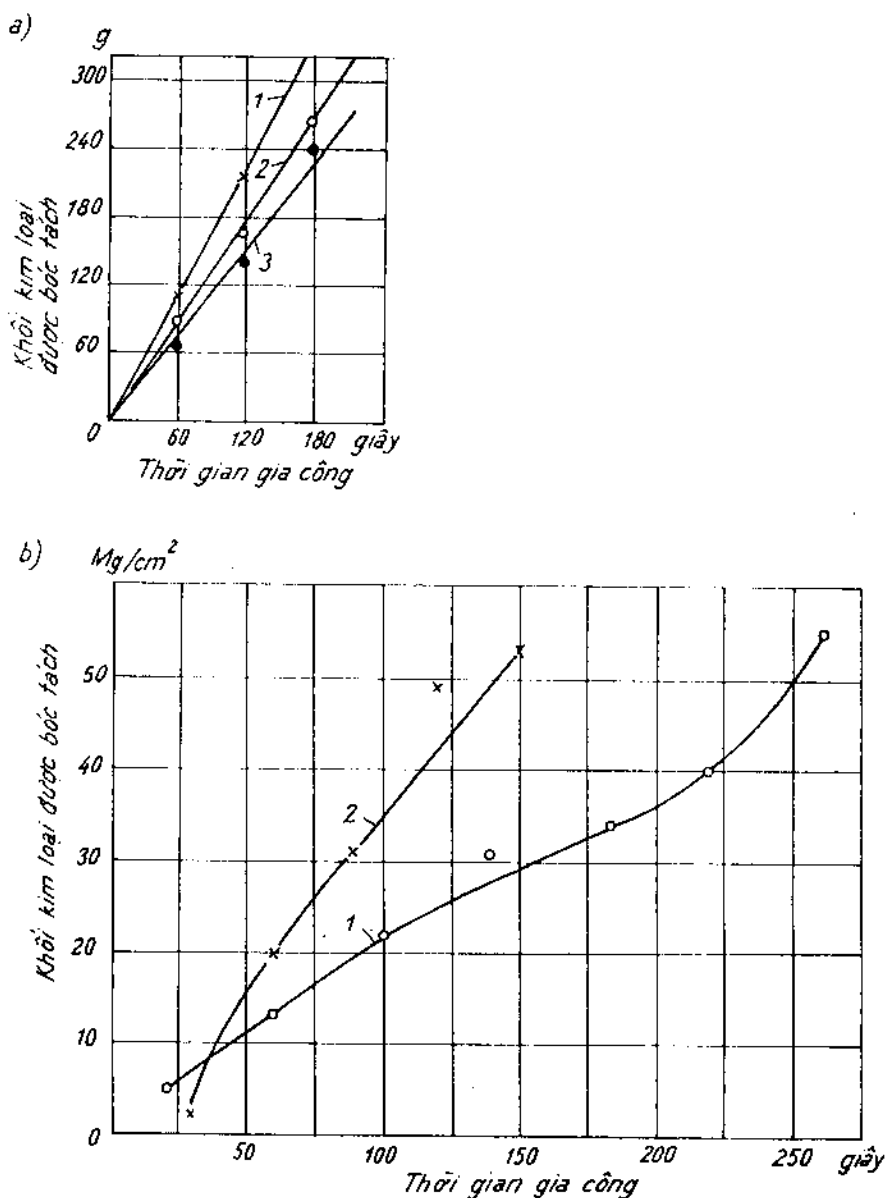
Khi gia công bằng tia hạt mài, độ nhám bề mặt giảm mạnh trong thời gian 60 ÷ 100 giây đầu tiên. Sau đó độ nhám bề mặt hầu như không thay đổi theo thời gian (hình 12.3). Ví dụ, khi gia công thép trong thời gian 100 giây độ nhám ban đầu $R_z = 10 \mu\text{m}$ giảm xuống $R_z = 3 \mu\text{m}$. Nếu tiếp tục gia công đến 160 giây thì độ nhám R_z hầu như không thay đổi.

12.2.2.2. Ảnh hưởng của mật độ hạt mài

Thí nghiệm được tiến hành như sau:

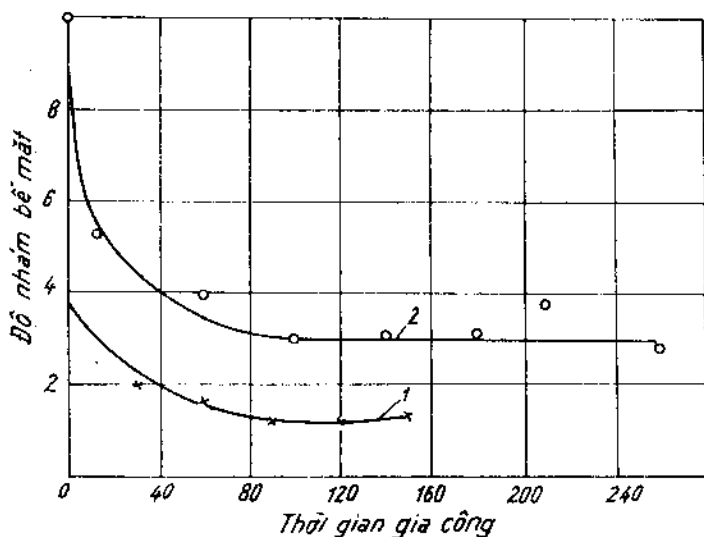
* Gia công thép 20 với các áp suất $P_c = P_e = 5,5 \text{ kG/cm}^2$, mật độ của hạt mài là 36; $L = 80 \text{ mm}$ và $\alpha = 40^\circ$; $d_c = 4 \text{ mm}$.

* Gia công thép 40X với các áp suất $P_c = P_e = 4,5 \text{ kG/cm}^2$; độ hạt của hạt mài 270; $L = 100 \text{ mm}$; $\alpha = 45^\circ$; $d_c = 4 \text{ mm}$.



Hình 12.2. Ảnh hưởng của thời gian gia công bằng tia hạt mài đến khối lượng kim loại được bóc tách.

- a) chế độ gia công: $L = 70 \text{ mm}$; $P_c = 2 \text{ kG/cm}^2$; độ hạt của hạt mài 150; $K_0 = 1 + 4$; $\alpha = 40^\circ$;
 $P_s = 6 \text{ kG/cm}^2$; 1- thép 40 chưa nhiệt luyện; 2- thép 20X nhiệt luyện; 3- nhôm;
- b) chế độ gia công: $L = 100 \text{ mm}$; độ hạt của hạt mài 60; $K_0 = 1 + 6$; $\alpha = 90^\circ$; $P_c = P_s = 4 \text{ kG/cm}^2$
 1- thép 40X nhiệt luyện; 2- thép 45 chưa nhiệt luyện.



Hình 12.3. Ảnh hưởng của thời gian gia công bằng tia hạt mài đến độ nhám bề mặt.

1- thép 40X nhiệt luyện; 2- thép 45 chưa nhiệt luyện.

Kết quả của cả hai thí nghiệm trên đây cho thấy: khi tăng mật độ của hạt mài trong dung dịch khối lượng kim loại được bóc tách tăng lên (hình 12.4a).

Kết quả tương tự cũng nhận được khi gia công thép 45 và đũa (hình 12.4b). Trong trường hợp này khối lượng kim loại lớn nhất (từ đơn vị diện tích bề mặt được bóc tách khi gia công thép có tỷ khối của hạt mài trong dung dịch $K_0 = 1 \div 1,5$, còn khi gia công đũa $K_0 = 1 \div 2,5$.

Khi $K_0 = 1 \div 4$ năng suất gia công thép giảm 20 ÷ 25%, còn gia công đũa năng suất gia công giảm 15 ÷ 18%.

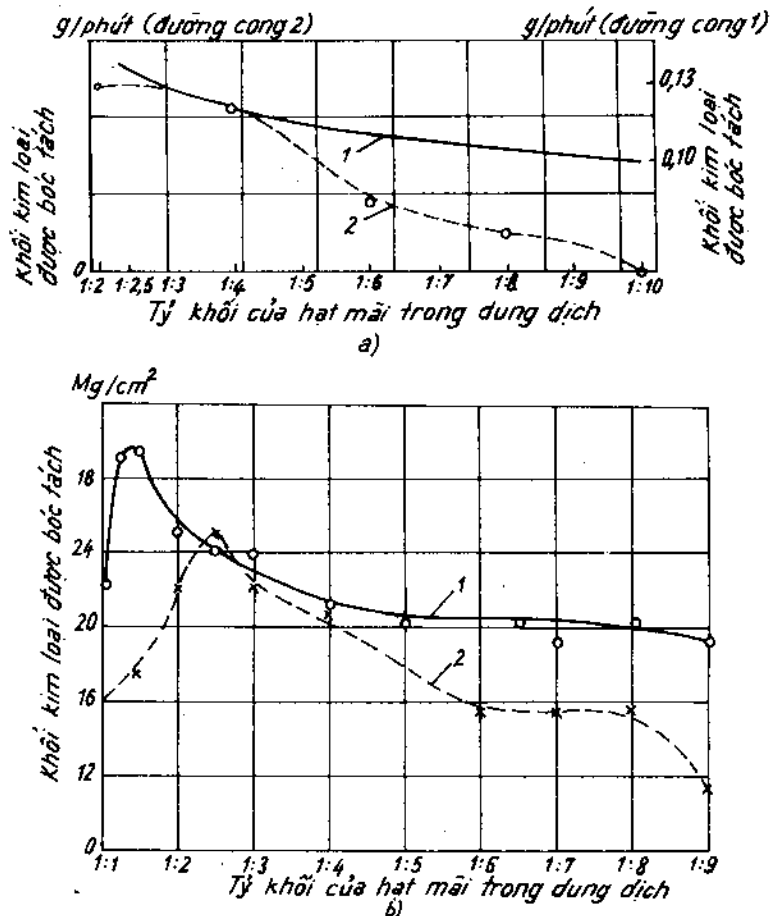
Mật độ hạt mài trong dung dịch không có ảnh hưởng nhiều đến độ nhám bề mặt. Ví dụ, khi gia công thép 40X có nhiệt luyện ta có đường cong phụ thuộc giữa độ nhám bề mặt và tỷ khối của hạt mài trong dung dịch như trên hình 12.5.

Độ nhám thấp nhất khi gia công ứng với tỷ khối của hạt mài trong dung dịch nằm trong khoảng 1:6 đến 1:9.

12.2.2.3. Ảnh hưởng của góc phun

Khi góc phun α thay đổi thì lượng kim loại được bóc tách cũng thay đổi (hình 12.6).

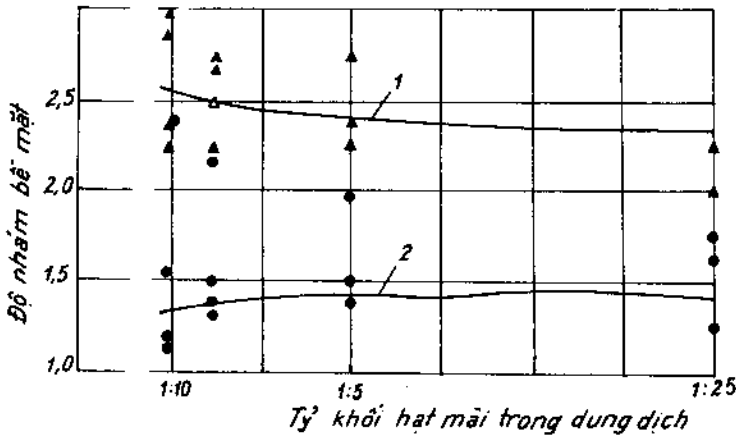
Ta thấy: khi góc phun α tăng trong trường hợp gia công thép 40X (hình 12.6a) thì lượng kim loại (Mgram) được bóc tách tăng lên và đạt giá trị cực đại với $\alpha = 45^\circ$. Khi gia công thép 20 bằng các hạt mài có độ hạt khác nhau (hình 12.6b) lượng kim loại được bóc tách trong một đơn vị thời gian (gram/phút) đạt giá trị cực đại với góc phun $\alpha = 40^\circ$.



Hình 12.4. Ảnh hưởng của mật độ hạt mài đến khối lượng kim loại được bóc tách.

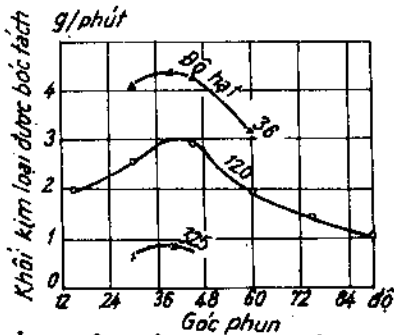
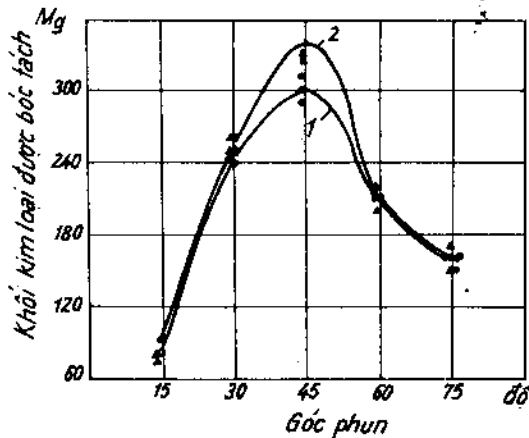
a) gia công thép 20; 1- độ hạt là 270; 2- độ hạt là 36; b) gia công thép 45 (đường cong 1) và gia công đũa (đường cong 2).

Khi tăng góc phun α tới 90° lượng kim loại được bóc tách giảm. Độ hạt của hạt mài cũng ảnh hưởng đến hình dạng của đường cong, cụ thể là khi kích thước của hạt tăng (độ hạt 36) thì đường cong phụ thuộc giữa lượng kim loại được bóc tách và góc phun α có độ cong lớn hơn. Trong phạm vi góc phun $\alpha = 30^\circ \div 45^\circ$ sự thay đổi của lượng kim loại được bóc tách không đáng kể. Vì vậy, khi gia công có thể bỏ qua sự biến động chút ít của góc phun tối ưu. Điều này có ý nghĩa quan trọng đối với trường hợp gia công các bề mặt cong phức tạp.



Hình 12.5. Ảnh hưởng của mật độ hạt mài đến độ nhám bề mặt.

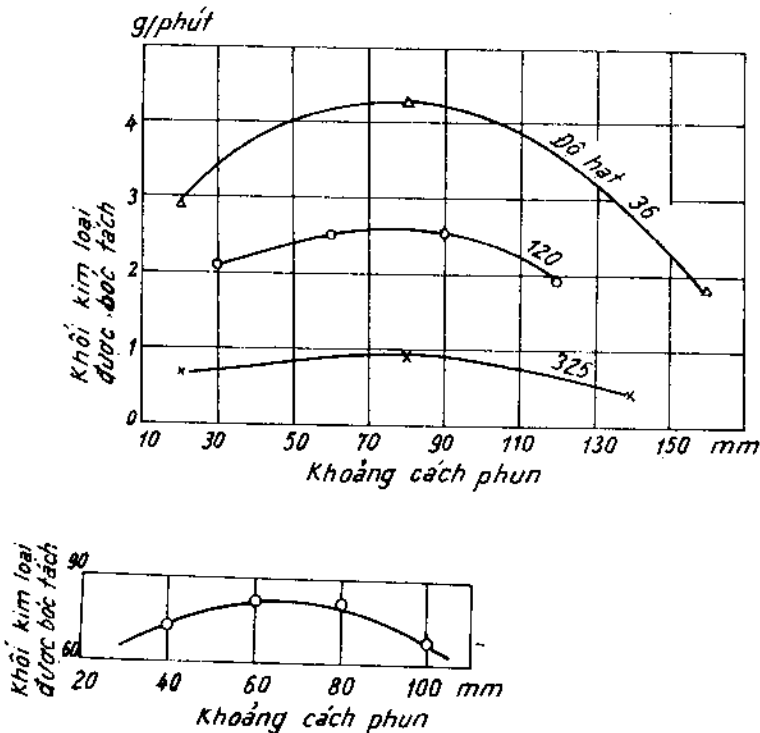
1- độ nhám của bề mặt trước khi gia công; 2- độ nhám của bề mặt sau khi gia công;
 $L = 100 \text{ m}$; độ hạt là 270; $P_c = P_s = 3,5 \text{ kg/cm}^2$; $\alpha = 45^\circ$; thời gian gia công 80 giây.



Hình 2.6. Ảnh hưởng của góc phun đến lượng kim loại được bóc tách

12.2.2.4. Ảnh hưởng của khoảng cách phun

Khoảng cách phun L (khoảng cách từ đầu phun đến bề mặt gia công) cũng có ảnh hưởng đến khối lượng kim loại được bóc tách. Ví dụ, khi gia công các vật liệu thép Y9 và thép 20 với các thông số: $L = 20 \div 160$ mm. $P_i = P_c = 5,8 \div 6,1$ kG/cm²; $\alpha = 40^\circ$; $K_{ii} = 1 \div 4$, độ hạt của hạt mài 36, 120 và 325 ta có đồ thị quan hệ giữa lượng bóc tách kim loại và khoảng cách phun như trên hình 12.7a.



Hình 12.7. Ảnh hưởng của khoảng cách phun đến lượng kim loại được bóc tách.

a- gia công thép Y9 bằng các hạt mài có độ hạt khác nhau;

b- gia công thép 20.

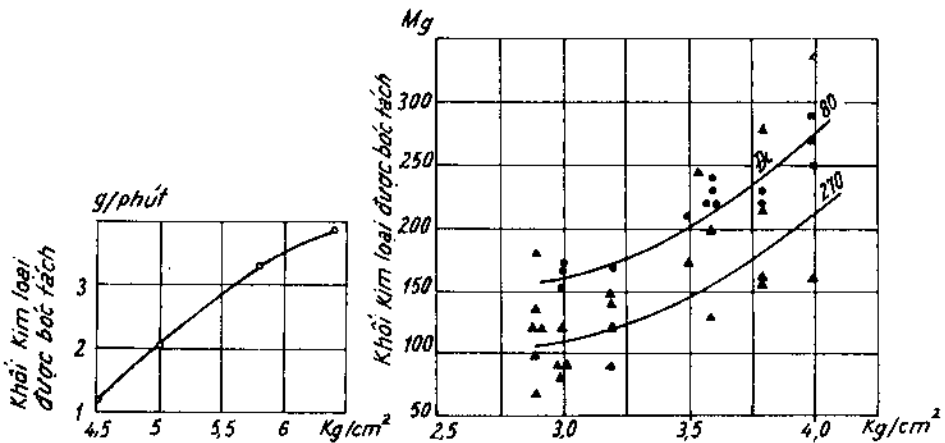
Sơ đồ trên hình 12.7a cho thấy lượng kim loại được bóc tách đạt giá trị cực đại khi khoảng cách phun $L = 80$ mm. Còn trong trường hợp trên hình 12.7b lượng kim loại được bóc tách đạt giá trị lớn nhất ứng với khoảng cách phun $L = 70$ mm.

Khoảng cách phun L cũng có ảnh hưởng đáng kể đến độ nhám bề mặt. Kết quả đo độ nhám của các thí nghiệm trên đây cho thấy mối quan hệ giữa khoảng cách phun L và lượng giảm của độ nhám bề mặt như sau (bảng 12.1):

Bảng 12.1. Kết quả đo độ nhám.

Khoảng cách phun L(mm)	Độ nhám giảm được (m)
20	0,1
40	0,13
60	0,13
80	0,35
100	0,37
120	0,34
140	0,25

12.2.2.5. Ảnh hưởng của áp lực khí nén



Hình 12.8. Ảnh hưởng của áp lực khí nén đến lượng kim loại được bóc tách.

- a) với $K_0 = 1:4$; độ hạt 100; L = 90 mm; $\alpha = 37^\circ$;
- b) với L = 100 mm; $\alpha = 45^\circ$; $K_0 = 1:5$; thời gian gia công là 80 giây.

Để xác định ảnh hưởng của khí nén P_c (để đưa dung dịch hạt mài tới thiết bị phun) và P_e (để phun dung dịch hạt mài) đến lượng kim loại được bóc tách (năng suất gia công) người ta gia công thép Y9 với các áp lực khí nén khác nhau. Kết quả thực nghiệm cho thấy khi tăng áp suất khí nén, lượng kim loại được bóc tách tăng (hình 12.8a). Đặc tính này cũng được khẳng định khi gia công với các hạt mài có độ hạt khác nhau (hình 12.8b).

Áp lực khí nén cũng có ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt, cụ thể là khi tăng áp lực khí nén thì độ nhám bề mặt tăng gần như theo quy luật tuyến tính.

12.2.2.6. Ảnh hưởng của kích thước hạt mài

Thí nghiệm được tiến hành với các hạt mài có độ hạt 36, 100, 120 và 325; $K_0 = 1:4$ và $P_c = P_e = 7 \text{ kG/cm}^2$. Kết quả thực nghiệm cho thấy khi tăng kích thước hạt mài (từ 325 tới 36) thì lượng kim loại được bóc tách tăng. Với áp lực $P_c = P_e = 7 \text{ kG/cm}^2$ và mật độ hạt 36, lượng kim loại được bóc tách lớn hơn 4 lần so với trường hợp gia công bằng hạt mài có độ hạt 325. Ảnh hưởng của độ hạt đến lượng kim loại được bóc tách được thể hiện rõ khi tăng độ hạt đến giá trị 100, nếu tiếp tục tăng độ hạt nữa thì ảnh hưởng của chúng đến lượng kim loại được bóc tách yếu dần. Ví dụ: tăng độ hạt từ 100 đến 36 thì lượng kim loại được bóc tách chỉ tăng $10 \div 12\%$.

12.2.3. Hạt mài dùng trong công nghệ tia

Hạt mài dùng trong công nghệ tia rất đa dạng, chúng có thành phần, độ cứng, trọng lượng riêng và công dụng khác nhau. Bảng 12.2 là một số hạt mài thông dụng được dùng trong công nghệ tia.

Bảng 12.2. Đặc điểm của một số hạt mài

Tên hạt mài	Thành phần	Độ cứng	Trọng lượng riêng (G/cm^3)	Vật liệu gia công
Thạch anh	SiO_2	7	2,65	Kính, thép, đá, gỗ
Đá nhám	Al_2O_3 và Fe_2O_3	8	3,7	Kim loại, kính, gỗ
Cacbit silic	SiC	9	3,2	Gang, nhôm, đồng, kính
Kim cương không kết tinh	C	10	3,5	Vật liệu giòn, cao su, vật liệu giấy

Tiếp bảng 12.2

Tên hạt mài	Thành phần	Độ cứng	Trọng lượng riêng (G/cm ³)	Vật liệu gia công
Kim cương kết tinh	C	10	3,5	Kim cương và các loại đá quý
Oxit crôm	Cr ₂ O ₃	-	-	Thép, thép không gỉ
Oxit sắt	Fe ₂ O ₃	-	5,2	Kim loại, đá, kính
Oxit Magiê	MgO	4,5	5,8÷6,9	Thép, kính
Oxit Kẽm	ZnO			
Oxit thiếc	SnO ₂			
Cacbit bo	B ₄ C	10	-	Các loại thép

Ghi chú:
Độ cứng của hạt mài được xác định theo 10 cấp từ 1 đến 10, trong đó cấp 10 có độ cứng cao nhất và cấp 1 có độ cứng thấp nhất.

12.2.4. Môi trường chất lỏng và thành phần của dung dịch hạt mài

Khi gia công bằng tia hạt mài thì chất lỏng là môi trường liên kết các hạt mài. Chất lỏng này có khả năng truyền các hạt mài từ bể chứa tới bề mặt gia công, giảm ma sát giữa các hạt mài với nhau, loại trừ bụi bẩn, làm nguội và rửa sạch chi tiết gia công, đồng thời thay thế xích động học cứng giữa chi tiết gia công và dụng cụ.

Nếu sử dụng các dung dịch đặc biệt thì chất lỏng có khả năng tẩy sạch axit và các tạp chất hóa học khác trên bề mặt gia công (giảm được tính ăn mòn hóa học) đồng thời tăng khả năng cắt gọt của hạt mài.

Thành phần chủ yếu của dung dịch hạt mài là nước. Người ta cũng đã thử thay nước bằng dầu công nghiệp và dầu hoá. Dùng dầu hoá cho phép nâng cao chất lượng bề mặt gia công, tuy nhiên dung dịch dầu hoá ở trạng thái phun gây nguy hiểm (có thể gây cháy nổ), do đó nó không được dùng. Còn dầu công nghiệp lại có độ nhớt quá cao, làm cho hạt mài phân bố không đều, do đó cũng không nên dùng. Dung dịch tốt hơn cả là emynxi có pha thêm dầu công nghiệp.

Thời hạn sử dụng của dung dịch hạt mài lớn hơn nhiều (khoảng 10 lần) so với phương pháp gia công bằng phun hạt mài khô. Khi gia công liên tục, dung dịch hạt mài có thể dùng được $40 \div 70$ giờ.

12.2.5. Chất lượng bề mặt khi gia công bằng tia hạt mài

Chất lượng bề mặt (độ nhám bề mặt và tính chất cơ lý của lớp bề mặt) là yếu tố quyết định tính chất sử dụng của chi tiết máy. Chất lượng bề mặt ảnh hưởng đến tính chống mòn và tính chống ăn mòn hoá học của bề mặt chi tiết máy, ảnh hưởng đến hệ số truyền nhiệt và độ bền mỏi của bề mặt lắp ghép.

Gia công bằng tia hạt mài cũng tạo ra được chất lượng bề mặt với các mức độ khác nhau.

12.2.5.1. Độ nhám bề mặt

Độ nhám bề mặt khi gia công bằng tia hạt mài nhỏ hơn nhiều so với độ nhám bề mặt khi gia công bằng các phương pháp cắt phoi hoặc phun hạt mài ở trạng thái khô khác.

Bề mặt sau khi gia công bằng tia hạt mài không những có độ bóng cao (độ nhám thấp) mà còn có các "hố" cực nhỏ để chứa dầu. Điều này rất có lợi cho các bề mặt ăn khớp với nhau.

12.2.5.2. Biến cứng bề mặt và độ bền mỏi

Gia công bằng tia hạt mài cũng được sử dụng để nâng cao độ bền của chi tiết. Sau khi gia công trên lớp bề mặt của chi tiết có khả năng xuất hiện ứng suất dư kéo. Ứng suất dư này có thể giảm giới hạn chảy chút ít nhưng nó lại làm tăng độ bền mỏi của chi tiết.

Chiều sâu biến cứng của lớp bề mặt khi gia công bằng tia hạt mài có thể đạt từ $20 \div 50 \mu\text{m}$ (phụ thuộc vào áp suất khi nén). Mức độ biến cứng có thể tăng $20 \div 25\%$ (so với lớp kim loại bên trong). Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có giá trị trong khoảng $40 \div 50 \text{ kG/mm}^2$. Giá trị ứng suất dư nén này đủ để gây ảnh hưởng tốt đến tuổi thọ của chi tiết.

Với chế độ gia công thấp, ứng suất dư nén chỉ tập trung ở lớp bề mặt có chiều sâu $4 \div 8 \mu\text{m}$ (kể từ mặt ngoài của chi tiết) có nghĩa là ở trong vùng xuất hiện ứng suất lớn nhất trong quá trình làm việc của chi tiết. Vì vậy, độ bền mỏi của chi tiết sau khi gia công bằng tia hạt mài cao hơn sau khi gia công bằng phương pháp phun hạt mài khô (ứng suất nằm ở độ sâu lớn hơn). Ví dụ, độ bền mỏi của chi tiết sau khi gia công bằng phương pháp phun hạt mài khô tăng lên

23% (so với phương pháp đánh bóng cơ khí) thì sau khi gia công bằng tia hạt mài nó tăng lên 36%.

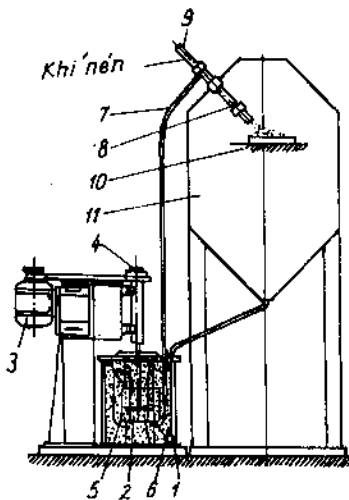
12.2.5.3. Tính chống mòn và tính chống ăn mòn hóa học

Nhiều thực nghiệm cho thấy sau khi gia công bằng tia hạt mài tính chống mòn của lớp bề mặt có thể tăng lên 50÷100% so với phương pháp mài bằng đá mài hoặc nghiền. Tính chống ăn mòn hóa học của bề mặt sau khi gia công bằng tia hạt mài cũng tăng lên đáng kể so với các phương pháp gia công khác. Ví dụ, khi thử mẫu thép CT3 (được đánh bóng bằng phương pháp cơ khí) ở môi trường ẩm với nhiệt độ 18 ÷ 20C thì ăn mòn là 10%, nhưng cũng mẫu thép ấy được gia công bằng tia hạt mài thì ăn mòn hóa học xuất hiện sau 334 giờ và diện tích bề mặt bị ăn mòn chỉ 0,7%.

Tính chống ăn mòn hóa học là một tính chất quan trọng đối với dụng cụ cắt, mà phương pháp gia công bằng tia hạt mài có thể đảm bảo được. Ví dụ, thực nghiệm đối với dao khoan (ở trong buồng kín có độ ẩm 93 ÷ 95% với nhiệt độ 18 ÷ 25C và độ ẩm 95 ÷ 97% với nhiệt độ 40 ÷ 45C) cho thấy tính chống ăn mòn hóa học của nó sau khi gia công bằng tia hạt mài cao hơn các dao khoan có rãnh xoắn được đánh bóng bằng phương pháp mài thông thường.

12.2.6. Thiết bị dùng trong gia công bằng tia hạt mài

Tùy thuộc vào mục đích của phương pháp gia công bằng tia hạt mài, số lượng và kích thước của chi tiết gia công mà người ta dùng các loại thiết bị có kết cấu và kích thước khác nhau.



- 1- bể chứa; 2- cơ cấu khuấy; 3- động cơ điện;
4- bộ truyền; 5- ống dẫn trung tâm; 6- các máng
dẫn; 7- ống dẫn; 8- cơ cấu phun; 9- ống phun;
10- chi tiết gia công; 11- thùng chứa.

Hình 12.9. Thiết bị cấp hạt mài theo sơ đồ 1.

Thiết bị dùng trong gia công bằng tia hạt mài được phân loại theo phương pháp cấp dung dịch hạt mài tới cơ cấu phun và tới bề mặt gia công. Như vậy, theo nguyên tắc này thiết bị được chia ra thành 6 sơ đồ sau:

1) Sơ đồ 1

Cấp dung dịch hạt mài lên cao và tới bề mặt gia công bằng cơ cấu phun nhờ khí nén (hình 12.9). Thiết bị gồm bể chứa 1, cơ cấu khuấy 2, cơ cấu này quay nhờ động cơ 3 qua bộ truyền 4. Bên trong bể chứa 1 có cơ cấu định hướng gồm ống dẫn trung tâm 5 và các máng dẫn 6. Khi cơ cấu khuấy 2 quay, dung dịch dựa theo các máng dẫn 6 chảy lên trên và xuống dưới, như vậy nó được trộn đều (hạt mài với chất lỏng). Tiếp đó dung dịch theo ống dẫn 7 được cấp cho cơ cấu phun 8 rồi tới chi tiết gia công 10 nhờ khí nén trong ống phun 9 ra khỏi bề mặt gia công, dung dịch chảy xuống phần dưới của thùng chứa 11 rồi trở về bể chứa 1.

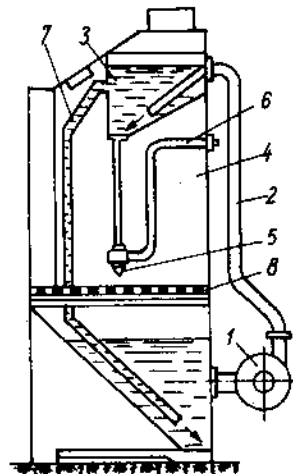
Thiết bị trên đây được dùng khi cần nâng cao năng suất gia công.

2) Sơ đồ 2

Dung dịch hạt mài tự chảy tới cơ cấu phun và được phun nhờ khí nén (hình 12.10).

Thiết bị gồm máy bơm 1 có nhiệm vụ cấp dung dịch vào bể chứa 3 (nằm ở phần trên của buồng công tác 4) theo ống dẫn 2. Từ bể chứa 3 dung dịch tự chảy xuống cơ cấu phun 5 và được phun tới chi tiết gia công nhờ khí nén trong ống phun 6. Trong quá trình làm việc có hơn 50% dung dịch từ bể chứa 3 chảy theo ống xuống phần dưới của buồng công tác 4, làm cho dung dịch được khuấy đều, tạo điều kiện để tăng khả năng cắt gọt của hạt mài.

Thiết bị này được dùng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ.



Hình 12.10. Thiết bị cấp hạt mài theo sơ đồ 2.

- 1- bơm; 2- ống dẫn dung dịch vào bể chứa;
- 3- bể chứa; 4- buồng công tác; 5- cơ cấu phun;
- 6- ống phun khí nén; 7- ống dẫn dung dịch hạt mài xuống buồng công tác; 8- bàn công tác.

3. Sơ đồ 3

Thiết bị cấp dung dịch hạt mài nhờ áp lực của khí nén (hình 12.11).

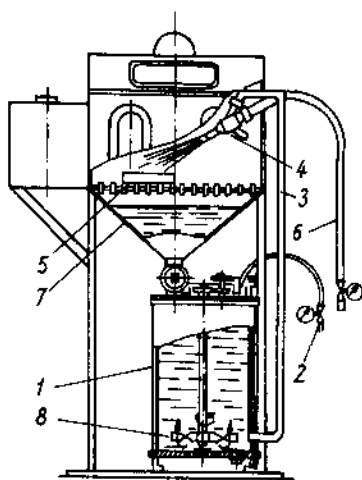
Thiết bị gồm bể chứa 1, áp lực của nó được đảm bảo trong phạm vi $1,2 \div 2 \text{ kG/cm}^2$ nhờ bộ giảm áp 2. Dưới áp lực này dung dịch theo ống 3 được cấp cho cơ cấu phun 4, cơ cấu này phun dung dịch tới chi tiết gia công 5 nhờ khí nén có áp suất (áp lực) $4 \div 6 \text{ kG/cm}^2$ theo ống dẫn 6. Dung dịch sau khi gia công chảy xuống phần dưới của buồng công tác 7. Chất lỏng và hạt mài được khuấy đều trong bể chứa 1 nhờ cơ cấu khuấy 8. Dung dịch được cấp nhờ áp lực có chất lượng cao hơn (được khuấy đều hơn) các phương pháp khác. Khi áp lực của khí nén trong bể chứa 1 tăng, lượng dung dịch được phun trong một đơn vị thời gian tới bề mặt gia công tăng, do đó lượng kim loại được bóc tách cũng tăng.

4) Sơ đồ 4

Thiết bị không phun tia dung dịch (hình 12.12).

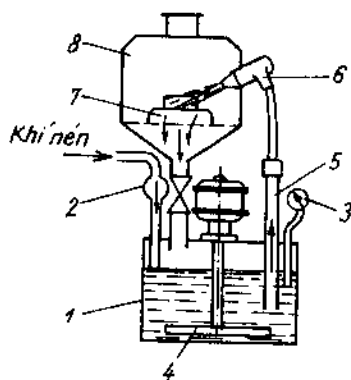
Thiết bị này được dùng khi năng suất gia công (lượng kim loại được bóc tách) không cần cao.

Dung dịch trong bể chứa 1 luôn luôn được giữ dưới áp suất của khí nén. Áp suất của khí nén trong bể chứa được điều chỉnh nhờ bộ giảm áp 2 và được xác định bằng áp kế 3. Dung dịch được khuấy đều nhờ cơ cấu 4 và được cấp (không phun) tới



Hình 12.11. Thiết bị cấp dung dịch hạt mài theo sơ đồ 3.

1- bể chứa; 2- bộ giảm áp; 3- ống dẫn dung dịch tới cơ cấu phun; 4- cơ cấu phun; 5- chi tiết gia công; 6- ống dẫn khí nén; 7- buồng công tác; 8- cơ cấu khuấy.



Hình 12.12. Thiết bị cấp dung dịch hạt mài theo sơ đồ 4.

1- bể chứa; 2- bộ giảm áp; 3- áp kế; 4- cơ cấu khuấy; 5- ống dẫn; 6- vòi phun; 7- chi tiết gia công; 8- buồng công tác.

chi tiết gia công 7 qua ống dẫn 5 và vòi phun 6. Dung dịch sau khi gia công chảy xuống phần dưới của buồng công tác 8 rồi sau đó (khi thiết bị dừng hoạt động) chảy xuống bể chứa 1.

5) Sơ đồ 5:

Thiết bị cấp dung dịch hạt mài nhờ máy bơm và khí nén (hình 12.13).

Dung dịch từ bể chứa 1 được phun tới bề mặt của chi tiết gia công 6 nhờ máy bơm 2, ống dẫn dung dịch 3, cơ cấu phun 4 và ống dẫn khí nén 5. Dung dịch sau khi gia công chảy từ buồng công tác 7 xuống bể chứa 1. Tại bể chứa này dung dịch được khuấy đều nhờ cơ cấu khuấy 8.

Quá trình gia công có hiệu quả cao nếu máy bơm cấp dung dịch với áp lực bằng áp lực của khí nén ($5 \div 7 \text{ kg/cm}^2$). Nếu áp lực của máy bơm thấp hơn áp lực của khí nén thì năng suất gia công của thiết bị (lượng kim loại được hút trong một đơn vị thời gian) giảm, đặc biệt khi gia công bằng hạt mài có kích thước lớn.

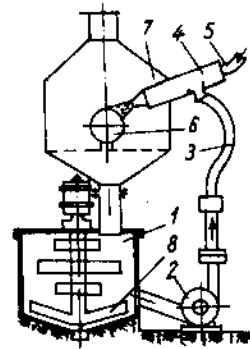
Thiết bị loại này được dùng chủ yếu trong ngành chế tạo máy và các lĩnh vực công nghiệp khác.

6. Sơ đồ 6:

Thiết bị cấp dung dịch hạt mài nhờ máy bơm và rôto (hình 12.14).

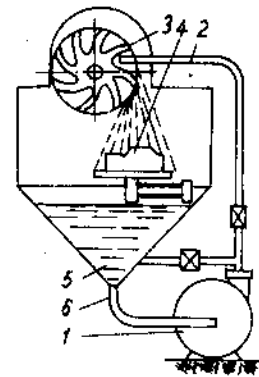
Thiết bị này không dùng khí nén, do đó có thể tiết kiệm được chi phí gia công.

Dung dịch hạt mài được cấp tới bề mặt của chi tiết gia công nhờ máy bơm ly tâm 1, ống dẫn 2 và rôto 3. Dung dịch sau khi gia công chảy xuống phần dưới của buồng công tác 5 và theo ống dẫn 6 tới máy bơm ly tâm 1. Lượng dung dịch qua máy bơm này chảy



Hình 12.13. Thiết bị cấp dung dịch hạt mài theo sơ đồ 5.

- 1- bể chứa; 2- máy bơm; 3- ống dẫn dung dịch; 4- cơ cấu phun; 5- ống dẫn khí nén; 6- chi tiết gia công; 7- buồng công tác; 8- cơ cấu khuấy.



Hình 12.14. Thiết bị cấp dung dịch hạt mài theo sơ đồ 6.

- 1- máy bơm ly tâm; 2- ống dẫn dung dịch tới rôto; 3- rôto; 4- chi tiết gia công; 5- buồng công tác; 6- ống dẫn dung dịch tới máy bơm.

xuống buồng công tác dưới một áp lực nào đó, cho nên nó luôn luôn được khuấy đều.

Đường kính của rôto phụ thuộc vào tốc độ của dung dịch hạt mài cần đạt và thường nằm trong khoảng $300 \div 500$ mm.

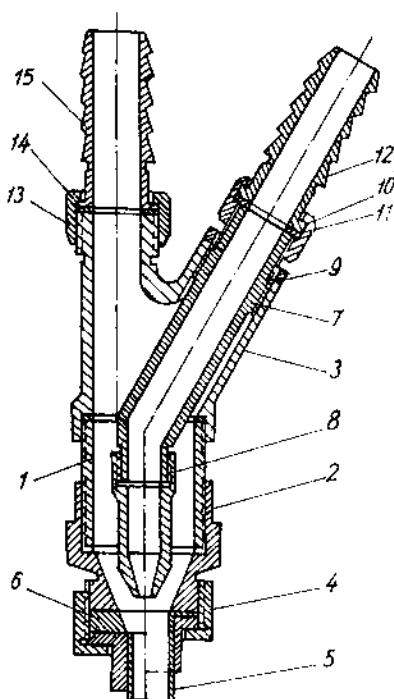
Các rãnh của rôto có bề rộng 50 mm, các mép ngoài của chúng được vê tròn và được bảo vệ bằng các màn chắn cao su để tăng thời gian sử dụng. Số vòng quay của rôto khoảng $2500 \div 8000$ vòng trong một phút. Công suất của động cơ điện: $5 \div 10$ kW. Rôto được đẩy bằng các đĩa kim loại. Khi quay, rôto hút dung dịch hạt mài, tạo thành chùm tia có góc ở đỉnh $70 \div 120^\circ$.

Tốc độ của các hạt mài trong thiết bị này cao hơn trong các thiết bị có dùng khí nén. Với tốc độ cao như vậy có thể sử dụng hạt mài có kích thước nhỏ hơn để nâng cao độ bóng bề mặt trong khi vẫn đảm bảo được năng suất gia công.

12.2.7. Cơ cấu phun

Hình 12.15 là một loại cơ cấu phun có khả năng điều chỉnh (trong một phạm vi nhất định) tiết diện đầu ra của ống phun và vòi phun, đồng thời có khả năng điều chỉnh cả khoảng cách giữa chúng.

Cơ cấu gồm thân chính 1 có ren ngoài để lắp các thân trước 2 và thân sau 3. Trên thân trước 2 có lắp các bạc dẫn thay đổi (có đường kính trong từ 4 đến 14 mm) và ống phun 5 nhờ đai ốc 4. Để tạo ra độ côn hài hoà từ lỗ côn của thân trước 2 đến ống phun 5 giữa chúng có lắp các vòng đệm trung gian 6 với chiều dày khác nhau. Các vòng đệm này luôn luôn được lắp,



Hình 12.15. Cơ cấu phun.

- 1- thân chính; 2- thân dưới; 3- thân sau; 4,9- đai ốc;
5- ống phun; 6- vòng đệm trung gian; 7- ống;
8- vòi phun khí nén; 10,13- đai ốc móc;
11,14- miếng đệm; 12,15- ống nối.

ngoại trừ trường hợp khi sử dụng ống phun 5 có đường kính trong 14 mm. Trên thân sau 3 có lắp ống 7 mà ở đầu cuối của nó có lắp vòi phun khí nén 8. Ống được kẹp chặt nhờ đai ốc 9. Trên ống 7 có lắp đai ốc móc 10 và nhờ miếng đệm 11 để kẹp chặt ống nối 12. Ống nối 12 được lắp với ống dẫn khí nén. Trên thân sau 3 có lắp đai ốc móc 13 cùng với miếng đệm 14 để kẹp chặt ống dẫn 15. Ống dẫn 15 được nối với ống dẫn dung dịch hạt mài.

Các vòi phun khí nén 8 có đường kính đầu ra $4 \div 14$ mm. Chiều dài của chúng từ 52 đến 64 mm, do đó có thể điều chỉnh khoảng cách giữa đầu ra của vòi phun và ống phun đồng thời có thể điều chỉnh được cả tiết diện công tác giữa vòi phun và đường kính trong của thân trước 2 để tăng hoặc giảm lượng dung dịch hạt mài đi qua. Khoảng cách giữa vòi phun 8 và ống phun 5 được điều chỉnh bằng vòng đệm trung gian 6 (có chiều dày $2 \div 20$ mm). Tiết diện bên trong của ống nối 15 bằng 284 mm^2 , còn tiết diện của ống phun 5 (có đường kính lớn nhất) bằng 154 mm^2 . Điều này cho phép cấp dung dịch hạt mài tới ống phun theo lượng yêu cầu. Các kích thước của ống nối 12, của ống 7 và của vòi phun khí nén 8 phải đảm bảo đủ tiết diện theo yêu cầu trong từng trường hợp cụ thể.

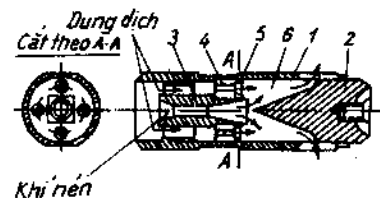
Hình 12.16 là một loại cơ cấu phun để gia công lỗ.

Cơ cấu gồm thân 1, nút dẫn hướng 2, ống phun 3 và các bạc 4. Vòng đệm 5 có tác dụng cố định vị trí của các bạc 4. Các bạc 4 có các lỗ để cho dung dịch hạt mài đi tới buồng trộn 6. Buồng trộn 6 đón nhận khí nén để phun dung dịch hạt mài tới bề mặt gia công thông

qua các lỗ trên thân 1. Hướng của tia hạt mài được xác định bằng profin của các rãnh trên nút định hướng 2. Với cách phun dung dịch như vậy, nút định hướng 2 và thân 1 chóng bị mòn, do đó chúng cần được thường xuyên thay đổi.

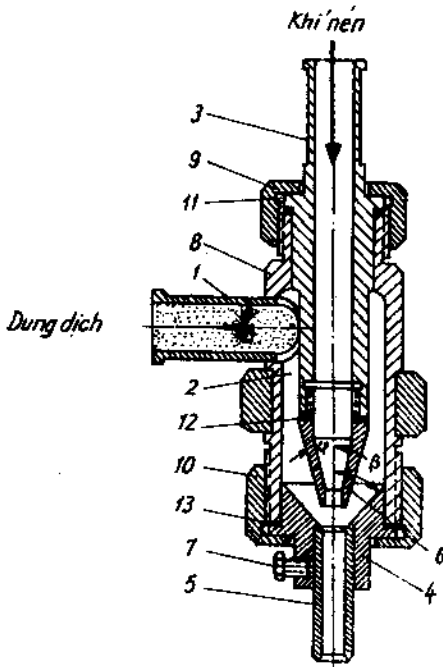
Hình 12.17 là cơ cấu phun làm việc theo nguyên lý súng phun.

Dung dịch hạt mài được cấp vào cơ cấu phun thông qua ống dẫn 1 theo hướng tiếp tuyến với lỗ vành khuyên 2. Vì vậy, khi đi vào lỗ vành khuyên 2, dòng dung dịch không bị va đập vào ống dẫn khí 3 mà có xu hướng đi ra khỏi cơ cấu thông qua ống dẫn hướng 4 và ống phun 5 (có chiều dài 50 mm) tạo



Hình 12.16. Cơ cấu phun để gia công lỗ.

1- thân; 2- nút dẫn hướng; 3- ống phun; 4- bạc;
5- vòng đệm; 6- buồng trộn.



Hình 12.17. Cơ cấu phun làm việc theo nguyên lý súng phun.

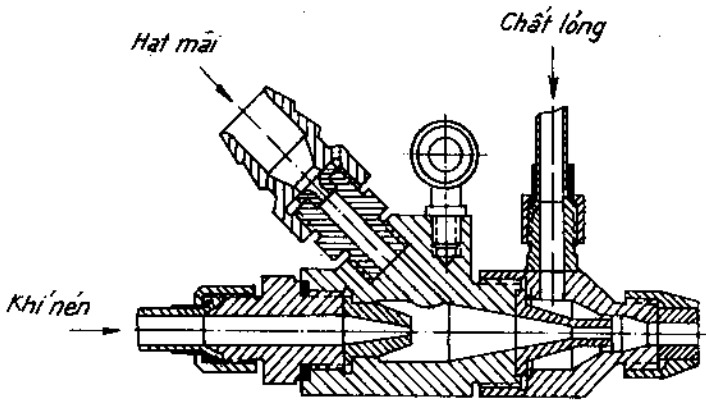
- 1- ống dẫn dung dịch; 2- lỗ vành khuyên;
 3- ống dẫn khí; 4- ống dẫn hướng; 5- ống phun; 6- vòi phun; 7- vít chặn; 8- thân;
 9, 10- các đai ốc móc; 11, 12, 13 - các gioăng.

thành một chuyển động xoắn hài hoà. Dung dịch hạt mài và khí nén được trộn lẫn vào nhau sau khi khí nén ra khỏi vòi phun 6. Ống phun 5 có thể thay đổi và được kẹp chặt bằng vít chặn 7. Ống dẫn khí 3 và ống dẫn hướng 4 được kẹp chặt trên thân 8 bằng các đai ốc móc 9 và 10. Ống dẫn khí 3, vòi phun 6 và ống dẫn hướng 4 được làm khít nhờ các gioăng 11, 12, 13.

Một loại cơ cấu phun làm việc theo nguyên lý tạo dung dịch từ những phần riêng biệt được trình bày trên hình 12.18.

Nguyên lý làm việc của cơ cấu phun này như sau: khí nén với áp suất $4\div 6 \text{ kg/cm}^2$ được cấp từ bên trái, hạt mài được cấp ở phía trên dưới một góc 45° , còn nước được cấp từ phía trên dưới một góc 90° .

Nhược điểm của cơ cấu này là làm việc không ổn định, đòi hỏi phải điều chỉnh thường xuyên, vì vậy nó không được sử dụng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối.



Hình 12.18. Cơ cấu phun cấp riêng biệt các thành phần của dung dịch.

12.2.8. Các ví dụ ứng dụng gia công bằng tia hạt mài

Trong thực tế, gia công bằng tia hạt mài đã được ứng dụng để nâng cao chất lượng bề mặt của các chi tiết động cơ (cần đẩy xupap), các cánh tuabin, các chi tiết của máy công cụ (lỗ của các ụ máy), các dụng cụ cắt (mũi khoan, dao tarô, dao phay, bàn ren, dao chuốt, v.v...). Ngoài ra tia hạt mài còn được dùng để gia công mặt răng môđun nhỏ sau khi phay; tẩy sạch các vết sơn, dầu mỡ trên các loại chi tiết khác nhau.

Ưu điểm của phương pháp gia công bằng tia hạt mài so với phương pháp phun cát ở chỗ không những nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế mà còn cải thiện điều kiện lao động.

Trên cơ sở những ứng dụng thực tế đã được đề cập đến có thể kể ra những lĩnh vực ứng dụng phương pháp gia công bằng tia hạt mài sau đây:

- Làm sạch chi tiết có hình dạng phức tạp.
- Giảm độ nhám bề mặt trong khi vẫn đảm bảo độ chính xác gia công.
- Tạo độ cứng bề mặt để nâng cao độ bền mỏi của chi tiết.
- Nâng cao tính chống mòn và khả năng bám dính của bề mặt khi phun phủ hoặc sơn.
- Tẩy sạch các vết bẩn trên bề mặt chi tiết.
- Làm sạch bavia của các chi tiết sau khi gia công cơ.

Chương 13

TIÊU CHUẨN HÓA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

13.1. KHÁI NIỆM

Chuẩn bị công nghệ chế tạo sản phẩm cơ khí là cầu nối quan trọng giữa hai quá trình: thiết kế sản phẩm và chế tạo sản phẩm.

Chuẩn bị sản xuất, trong đó có chuẩn bị công nghệ cho sản phẩm cơ khí thường là công việc phức tạp, tốn nhiều thời gian, tiền bạc và công sức. Do vậy, cần phải nghiên cứu, xây dựng và áp dụng các phương pháp chuẩn bị công nghệ tiên tiến, có hiệu quả cao, ví dụ, ứng dụng giải pháp CAP, CAPP trong kỹ thuật CAD/CAM để thiết kế công nghệ chế tạo sản phẩm có trợ giúp của máy tính, đồng thời nghiên cứu cải tiến, hoàn thiện các quy trình công nghệ để nâng cao hiệu quả sản xuất.

Theo thống kê của nhiều nước công nghiệp, có khoảng 75% sản phẩm cơ khí được chế tạo theo quy mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ. Vì vậy, những năm gần đây, các giải pháp linh hoạt hóa và tự động hóa sản xuất (điều khiển CNC) đã được quan tâm nghiên cứu, xây dựng và ứng dụng để nâng cao hiệu quả sản xuất ở các quy mô đó. Dây chuyền sản xuất linh hoạt này (Flexible Manufacturing System = FMS) được tạo lập từ các trung tâm gia công, người máy công nghiệp, máy đo tọa độ, hệ thống vận chuyển và kho chứa tự động điều khiển CNC là mô hình hiện đại được giới thiệu và cung cấp trên thị trường về công cụ sản xuất công nghiệp.

Biện pháp cơ bản để giảm bớt tiêu tốn trong khâu chuẩn bị công nghệ chế tạo sản phẩm cơ khí chính là thống nhất hóa, tiêu chuẩn hóa về kết cấu của chi tiết và sản phẩm cơ khí; để tạo cơ sở thống nhất hóa, tiêu chuẩn hóa về công nghiệp chế tạo. Điều đó là tất yếu, bởi vì đối tượng có kết cấu giống nhau sẽ

phải có công nghệ chế tạo giống nhau. Để có thể tiến tới thống nhất hóa, tiêu chuẩn hóa kết cấu của đối tượng sản xuất, từ đó thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa quá trình công nghệ, cần phải tiến hành khảo sát, nghiên cứu xây dựng hệ thống phân loại đối tượng sản xuất (chi tiết, sản phẩm cơ khí) thông dụng theo đặc điểm kết cấu và đặc điểm công nghệ của chúng cho từng cơ sở sản xuất cơ khí, cho từng ngành, tiến tới quy mô quốc gia, khu vực và quốc tế. Từ đó tạo lập ngân hàng dữ liệu (databank) phù hợp về kết cấu tiêu chuẩn và công nghệ tiêu chuẩn, lưu trữ trong máy tính, tạo khả năng truy cập nhanh để sử dụng khi cần thiết trong khâu chuẩn bị sản xuất đối với các đối tượng sản xuất tương tự.

Trên cơ sở mức độ giống nhau và tương tự nhau của các đối tượng sản xuất thông dụng (chi tiết, sản phẩm cơ khí), những phương pháp tổ chức công nghệ sau đây được áp dụng: công nghệ điển hình, công nghệ nhóm, công nghệ tổ hợp (công nghệ linh hoạt).

13.2. PHÂN LOẠI ĐỐI TƯỢNG SẢN XUẤT

Phân loại đối tượng sản xuất là cơ sở chủ yếu để tiến hành tiêu chuẩn hóa quá trình công nghệ.

Phân loại đối tượng sản xuất cho phép tập hợp một số lượng lớn các chi tiết, bộ phận kết cấu của các sản phẩm cơ khí tương đối đa dạng thành một số loại, kiểu, cỡ đồng nhất trong một giới hạn nhất định; tạo khả năng gia công và lắp ráp chúng theo một trình tự công nghệ tổng quát và hợp lý, tạo tiền đề để tiêu chuẩn hóa toàn bộ các yếu tố cơ bản của quá trình sản xuất. Khi nghiên cứu xây dựng hệ thống phân loại các chi tiết, bộ phận cơ khí, trước hết phải xác định các đặc điểm phân loại để đảm bảo nhận dạng đối tượng nhanh.

Trong thực tế đã có nhiều hệ thống phân loại khác nhau về chi tiết cơ khí được nghiên cứu, tạo lập và sử dụng; mang tính chất riêng của từng cơ sở, từng ngành sản xuất. Những hệ thống phân loại này theo các quan điểm như sau:

- Phân loại theo đặc điểm kết cấu.
- Phân loại theo đặc điểm công nghệ.
- Phân loại theo đặc điểm kết cấu và công nghệ.

Nói chung, các hệ thống phân loại chi tiết cơ khí được xây dựng theo cả hai loại đặc điểm kết cấu và công nghệ được coi là có hiệu quả nhất; bởi vì độ phức tạp về kết cấu của các chi tiết cơ khí gắn liền với độ phức tạp về công nghệ chế tạo.

Cơ sở để phân chia chi tiết gia công thành loại trong hệ thống phân loại theo các đặc điểm kết cấu và công nghệ chế tạo, trước hết phải là các đặc điểm kết cấu của chi tiết.

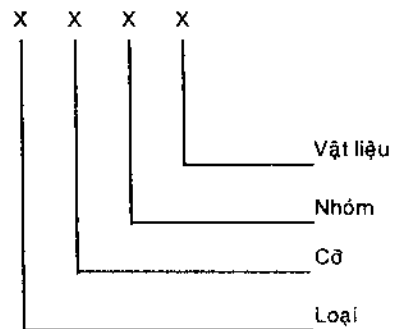
Các chi tiết thuộc cùng một *loại* có sự giống nhau về loại vật liệu, hình dạng hình học, độ chính xác, độ nhám bề mặt, kích thước phân bố trong phạm vi nhất định. Loại là mức phân cấp rộng nhất của hệ thống phân loại chi tiết gia công. Loại gồm các chi tiết giống nhau về hình thể chung và về các đặc điểm công nghệ quan trọng nhất, chủ yếu là giống nhau về chức năng làm việc và điều kiện kỹ thuật.

Mức phân cấp hẹp hơn loại là *kiểu* chi tiết. Nghĩa là kiểu nằm trong phạm vi một loại chi tiết nhất định. Dựa trên các đặc điểm công nghệ giống nhau tạo khả năng thống nhất các nguyên công về máy, trang bị, dụng cụ và chế độ công nghệ. Kiểu là tập hợp các chi tiết thuộc cùng một loại nhưng có chung một trình tự và nội dung công nghệ. Phần lớn các nguyên công ứng với các chi tiết thuộc cùng một kiểu là giống nhau.

Năm 1965, hệ thống phân loại chi tiết cơ khí của Tiệp Khắc đã được chấp nhận là hệ thống dùng chung cho các nước thuộc khối Liên Xô và Đông Âu (bảng 13.1). Theo hệ thống này, các chi tiết cơ khí được phân chia thành loại, cỡ, nhóm. Như vậy, theo hệ thống này, có 8 loại chi tiết; mỗi loại lại chia thành 10 cỡ kích thước hay trọng lượng. Theo hệ thống này còn có 10 nhóm kết cấu khác nhau và 10 nhóm vật liệu khác nhau. Như vậy, mỗi chi tiết cơ khí sẽ có mã hiệu gồm 4 con số (gọi là 4 mã phân tử) như sau:

Ví dụ: một chi tiết có mã hiệu là 3312 có đặc điểm như sau:

- Con số 3 đầu tiên nghĩa là loại chi tiết trụ có lỗ trên đường trục,
- Con số 3 thứ hai nghĩa là cỡ chi tiết với kích thước đường kính trong khoảng $40 \div 80$ mm,
- Con số 1 tiếp theo nghĩa là nhóm chi tiết có ren trên đường trục.
- Con số 2 sau cùng nghĩa là loại vật liệu là thép cacbon tốt.



Bảng 13.1. Hệ thống phân loại chi tiết cơ khí của khối Đông Âu cũ.

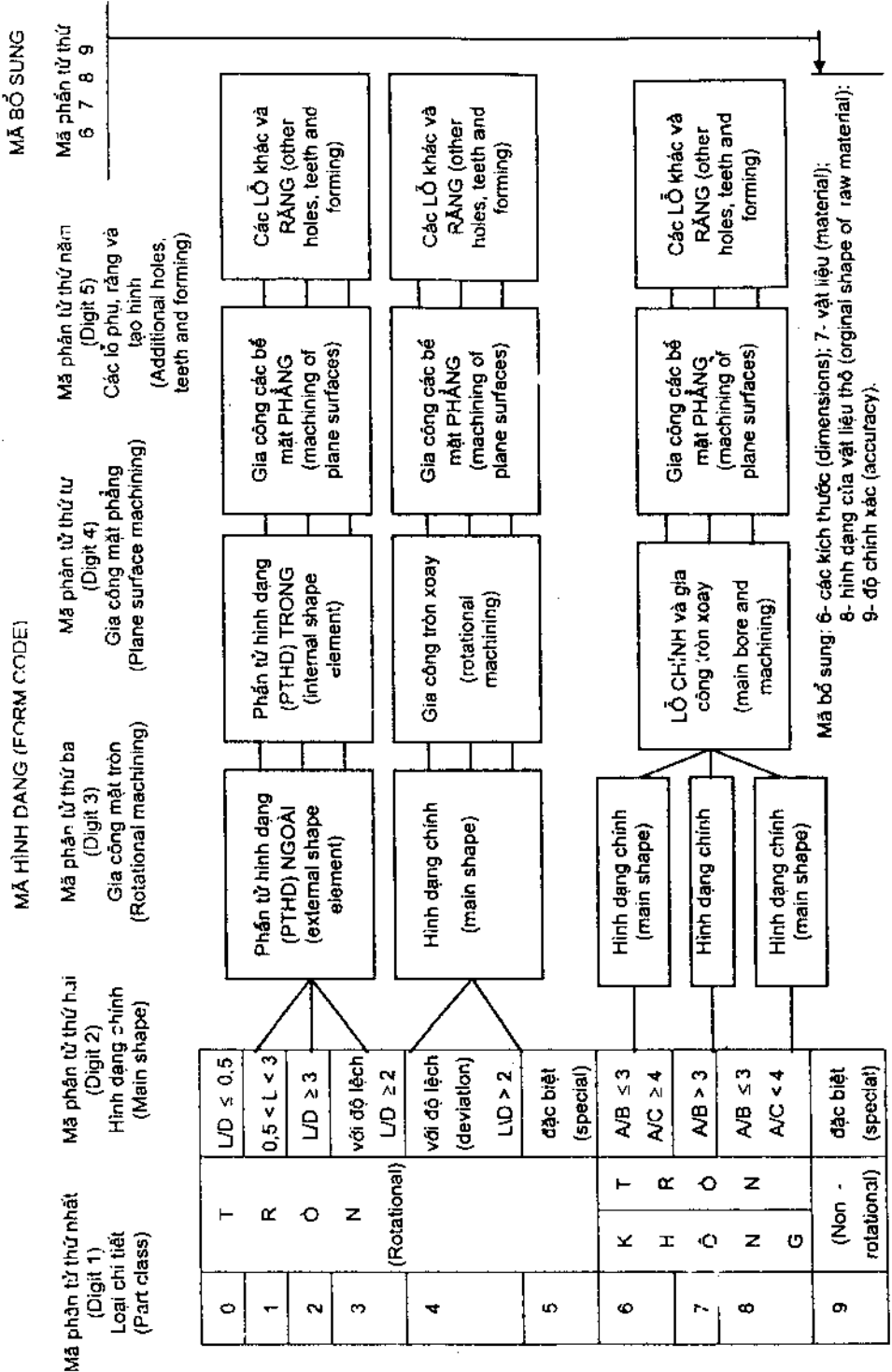
Các chi tiết dạng tròn xoay				Chi tiết dạng không tròn và phẳng		Chi tiết dạng hộp	Các chi tiết phần lớn không gia công
Lỗ ở tâm quay		Bánh răng		Chi tiết dạng không tròn và phẳng			
Đặc	Không thông	Thông suốt	Đặc và không thông	Cổ lỗ trên tâm quay	Đặc và không thông	Chi tiết dạng hộp	Các chi tiết phần lớn không gia công
1	2	3	4	5	6	7	8
D_{ph}	L/D		Dạng thớ	Dạng thớ	Dạng thớ, L_{max}	Trong lượng thớ	Phôi
0	< 1				Hình dẹt $L/B > 5$	$0 \div 30$	Thép định hình
1	$1 \div 6$					$30 \div 200$	Thép cây
2	> 6				Hình tấm $L/B < 5$	$200 \div 500$	Thép ống
3	< 1					$500 \div 1000$	Thép tấm
4	$1 \div 4$					$1000 \rightarrow$	Thép dầy
5	> 4						
6	$80 \div 120$	< 3					
7	> 3						
8	< 3						
9	$<$						

Phôi và vật liệu	
1	Thép có chất lượng bình thường
2	Thép cacbon tốt
3	Thép dụng cụ
4	
5	Thép quý khác
6	Kim loại màu
7	Gang xám
8	Gang dẻo, thép đúc
9	Á kim
0	Vật liệu phi kim loại

Thép, thép hóa tốt	
1	Thép cây, ống, tấm dày
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
0	

0		Tròn	Bánh trụ	Then hoa		Phẳng và song song		Thành bên của vật	Phẳng	Không cắt gọt		Ví dụ các số phân loại theo bảng hệ thống phân loại của Tiệp Khắc <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>7</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>LOẠI</td> <td>CỖ</td> <td>NHÔM</td> <td>VẬT LIỆU</td> </tr> </table> <p>3. Các chi tiết tròn xoay có lỗ 3. Đường kính lớn nhất 40 + 80 4D < 1 7. Chi tiết có ren trên trục 2. Thép cacbon tốt</p>	3	3	7	2	LOẠI	CỖ	NHÔM	VẬT LIỆU
3	3	7	2																	
LOẠI	CỖ	NHÔM	VẬT LIỆU																	
1		Đường ren trùng với tâm quay	Bánh côn			Phẳng khác		Đế, tấm đế	Cong	Gia công cắt gọt										
2		Đường ren khác tâm quay	Bánh côn	Then hoa		Có lỗ đối xứng		Tấm dày ở mặt phẳng chính	Cong	Không cắt gọt										
3		Rãnh	Bánh côn			Có lỗ khác		Cánh tay đòn	Cong	Gia công cắt gọt										
4		Kết hợp 1 và 2 lỗ có ren	Bánh vít trục vít	Then hoa		Mặt phẳng song song có lỗ tròn		Bàn phẳng, xe dao	Tạo hình dập	Không cắt gọt										
5		Kết hợp 1 và 3 Đường ren, rãnh	Bánh vít trục vít			Mặt phẳng khác		Thành bên của bộ đồ	Tạo hình dập	Gia công cắt gọt										
6		Kết hợp 2 và 3 Lỗ, rãnh	Bánh răng như răng	Then hoa		Mặt phẳng song song có lỗ đối xứng		Hình đĩa Bé chứa	Phẳng	Không cắt gọt										
7		Kết hợp 1, 2, 3 Đường ren, lỗ, rãnh	Bánh răng như răng			Vật thể khác			Phẳng	Gia công cắt gọt										
8		Mặt côn, chóp cut	Và dạng khác	Then hoa		Các chi tiết răng														
9		Lệch tâm	Và dạng khác																	

Bảng 13.2. Cấu trúc phân loại và hệ thống mã hóa các chi tiết cơ khí thông dụng theo tác giả OPITZ



Trước đó đã có các hệ thống phân loại khác do tác giả XOKOLOPXKI, DEMJANHUK, BOIZOP, v.v... ở các nước này tạo lập.

Những năm gần đây, khái niệm **dạng** chi tiết đã được nêu ra trong lĩnh vực phân loại chi tiết cơ khí. Theo khái niệm này, các chi tiết cơ khí được phân thành hai dạng chính, đó là chi tiết có dạng tròn và chi tiết có dạng không tròn. Các giải pháp công nghệ hiện đại, theo mục tiêu tập trung nguyên công, linh hoạt và tự động hóa ở mức độ cao, như trung tâm gia công CNC, hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS) đã được tạo lập và sử dụng cho hai dạng chi tiết này. Như vậy, những loại chi tiết sau đây là thuộc dạng chi tiết tròn: trục, bạc, bánh răng, v.v...; còn thuộc dạng chi tiết không tròn sẽ là các loại chi tiết sau đây: càng, biên, gối đỡ, hộp, v.v...

Hệ thống phân loại chi tiết cơ khí của tác giả OPITZ nêu ra năm 1972 ở Tây Âu (bảng 13.2) đã theo khái niệm dạng chi tiết. Hệ thống này là hệ thống số hóa, nghĩa là dùng mã hiệu con số để phân chia các chi tiết cơ khí thành dạng tròn và không tròn, kèm theo các đặc trưng kết cấu và công nghệ của chúng (độ chính xác IT, độ nhám, độ cứng, vật liệu, kích thước, các dạng bề mặt, v.v...).

Kiến trúc tổng quát của hệ thống phân loại chi tiết cơ khí dựa trên cơ sở các đặc điểm kết cấu và công nghệ của chúng được trình bày như sau:

Mức phân cấp

- 1 Dạng chi tiết (tròn, không tròn)
- 2 Loại chi tiết (trục, bạc, bánh răng, hộp, càng, ...)
- 3 Kiểu chi tiết
- 4 Cỡ chi tiết
- 5 Dạng bề mặt
- 6 Các đặc trưng bề mặt (độ chính xác IT, độ nhám, kích thước, vật liệu, độ cứng, ...)

13.3. CÔNG NGHỆ ĐIỂN HÌNH

Mục đích của điển hình hóa quá trình công nghệ là xây dựng một quy

trình công nghệ chung cho những đối tượng sản xuất (chi tiết, bộ phận, sản phẩm) có kết cấu giống nhau.

Cơ sở của công nghệ điển hình là dựa vào việc phân loại chi tiết, bộ phận máy... theo những đặc điểm kết cấu và công nghệ, từ đó xác định hoặc tạo lập các đối tượng đại diện (điển hình) có đầy đủ các đặc điểm của từng kiểu hoặc cỡ đối tượng (ví dụ: ứng với mức phân cấp 3 - kiểu chi tiết hoặc mức phân cấp 4 - cỡ chi tiết). Nhờ đó mà quá trình công nghệ gia công các chi tiết, hoặc lắp ráp các bộ phận, thuộc cùng một kiểu hoặc cỡ nhất định, được tiến hành theo những quy trình công nghệ điển hình đã được xác lập từ trước. Những quy trình này đã được thiết kế, kiểm nghiệm đảm bảo các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật theo những điều kiện, quy mô và trình độ sản xuất nhất định.

Công nghệ điển hình còn tạo điều kiện tiêu chuẩn hóa các nguyên công, hạn chế sự đa dạng về kết cấu và công nghệ của các đối tượng trong cùng một kiểu, giảm bớt khối lượng công việc chuẩn bị sản xuất, giảm bớt các tài liệu trùng lặp nhau về nội dung, thực hiện chuyên môn hóa sản xuất để tăng năng suất chế tạo.

Những nội dung cần phải thực hiện khi áp dụng công nghệ điển hình (điển hình hóa quá trình công nghệ) thường bao gồm:

1- Phân loại các chi tiết hoặc bộ phận của sản phẩm; nghĩa là phân chia các chi tiết, bộ phận thành các kiểu hoặc cỡ. Trong một kiểu, cỡ thì các đối tượng phải giống nhau gần như hoàn toàn về kết cấu. Nhờ phân loại như vậy mà các đối tượng sản xuất được xếp thành kiểu, cỡ có dạng kết cấu giống nhau trong từng cỡ kích thước nhất định, cho phép có thể được gia công hoặc lắp ráp theo những tiến trình công nghệ giống nhau.

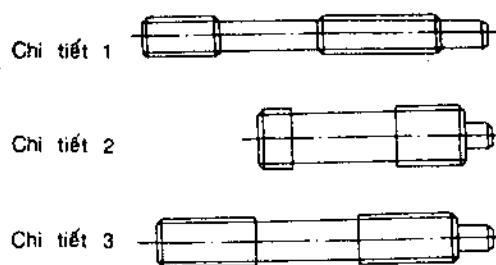
2- Phân tích, lựa chọn hoặc tổ hợp trong từng kiểu, cỡ có một đối tượng đại diện (điển hình); đối tượng đại diện (điển hình) có thể là thực (đối tượng có thực trong từng kiểu, cỡ có số lượng tối đa các đặc điểm kết cấu so với các đối tượng khác) hoặc ảo (đối tượng có thực trong từng kiểu, cỡ nhưng được xây dựng bằng cách tổ hợp các đặc điểm kết cấu khác nhau từ các đối tượng trong cùng một kiểu hoặc cỡ).

3- Lập tiến trình công nghệ điển hình cho từng kiểu, cỡ đối tượng, ứng với đối tượng đại diện (điển hình) đã xác định.

4- Xác định máy, trang bị, dụng cụ và chế độ công nghệ cho từng kiểu, cỡ ứng với tiến trình công nghệ điển hình.

Quy trình công nghệ điển hình phải mang tính tiên tiến trong những điều

kiện sản xuất nhất định và phải có khả năng cải tiến sau này. Như vậy, quy trình công nghệ này phải được xây dựng trên cơ sở thống nhất hóa các tiêu chuẩn về máy, trang bị, dụng cụ, chế độ công nghệ và các định mức kinh tế kỹ thuật; nhằm đảm bảo cho quá trình sản xuất đồng bộ và hoàn thiện từng bước trình độ sản xuất, để đạt hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao hơn.



Hình 13.1. Chi tiết gia công trong công nghệ điển hình (ví dụ).

Công nghệ điển hình có thể được áp dụng theo hai mức độ khác nhau như sau:

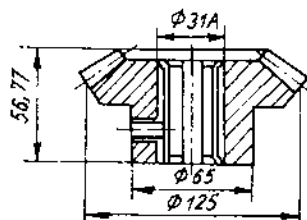
- Điển hình hoá toàn bộ quá trình công nghệ cho một kiểu hoặc cỡ.
- Điển hình hoá từng nguyên công riêng biệt ứng với các đối tượng trong cùng một kiểu hoặc cỡ.

Hai mức độ trên đây có liên hệ chặt chẽ với nhau, bổ sung cho nhau nhằm nâng cao tính chất hàng loạt (tăng số lượng chế tạo) trong sản xuất, đồng thời ổn định tính chất này để tạo tiền đề tạo lập dây chuyền sản xuất linh hoạt cho nhiều đối tượng cùng kiểu hoặc cỡ ở một vài nguyên công quan trọng lại có thể tập trung giải quyết tốt hơn về công nghệ (đảm bảo độ chính xác cao, năng suất cao); bởi vì chỉ khi nào có số lượng đối tượng sản xuất ở mức phù hợp người ta mới có thể áp dụng các giải pháp kỹ thuật sản xuất và tổ chức sản xuất tiên tiến như máy tự động, gia công theo dây chuyền, v.v... Ở mức độ điển hình hoá toàn bộ quá trình công nghệ cho một kiểu hoặc cỡ thì chi tiết gia công được phân loại theo sự giống nhau hầu như hoàn toàn về kết cấu; nghĩa là vật liệu chế tạo, vị trí và kích thước tất cả các bề mặt gia công quan trọng của các chi tiết phải giống nhau ở mức độ cao, để có thể gia công với cùng một tiến trình công nghệ, ở từng nguyên công có thể sử dụng chung một loại máy gia công.

Đối với quá trình công nghệ lắp ráp thì các sản phẩm trong cùng một kiểu hoặc cỡ phải có sơ đồ lắp ráp giống nhau, để có thể lắp ráp với cùng một tiến trình công nghệ và ở từng nguyên công lắp ráp có thể dùng chung trang thiết bị lắp ráp.

Nói chung, đối tượng sản xuất (chi tiết, sản phẩm) ứng với công nghệ điển hình chỉ khác nhau rất ít về kết cấu (hình 13.1). Bảng 13.3 là ví dụ về tiến trình công nghệ điển hình của bánh răng côn răng thẳng.

Bảng 13.3. Thí dụ tóm tắt một quá trình công nghệ điển hình gia công bánh răng côn răng thẳng



Thứ tự nguyên công	Chỗ làm việc	Bản vẽ bản thành phẩm	Nội dung nguyên công	Máy	Dụng cụ
1			Gia công lỗ	Máy khoan đứng	Dao khoét, dao doa
2			Chuốt rãnh then	Máy chuốt	Dao chuốt
3			Tiện thô mặt ngoài	Máy tiện	Dao tiêu chuẩn
4			Tiện tinh mặt ngoài và mặt đầu	Máy tiện	Dao tiêu chuẩn
5			Kiểm tra		
6			Cắt răng	Máy cắt răng côn răng thẳng	Dao cắt răng tiêu chuẩn
7				Máy chuyên dùng	
8			Khoan lỗ ngay trên phần trụ	Máy khoan bàn	Mũi khoét ruột gà
9			Lấy bavia		
10			Làm sạch		
11			Kiểm tra		
12			Gia công nhiệt		
13					
14			Kiểm tra		

Tóm lại, công nghệ điển hình, khi được áp dụng để gia công các chi tiết cơ khí, có những đặc điểm cơ bản như sau:

- Đối tượng gia công thuộc cùng một kiểu, có cỡ kích thước trong phạm vi nhất định, kết cấu giống nhau gần như hoàn toàn (giống nhau về hình dạng, kích thước, điều kiện kỹ thuật, vật liệu, ...).

- Quy trình công nghệ và dây chuyền công nghệ không linh hoạt, chỉ ứng với một kiểu (cỡ) chi tiết nhất định, chuyên môn hóa cao (trang thiết bị, dụng cụ chuyên dùng).

- Mức độ tận dụng vốn thời gian làm việc của thiết bị không cao.

- Số lượng đối tượng gia công thuộc cùng một kiểu (cỡ) phải đủ nhiều (sản xuất hàng loạt lớn - hàng khối).

13.4. Công nghệ nhóm

Cơ sở của công nghệ nhóm là phân nhóm đối tượng sản xuất theo sự giống nhau từng phần về kết cấu; ví dụ các chi tiết ở hình 13.2 có cùng loại vật liệu, có các lỗ gia công giống nhau về kích thước và vị trí, có thể được ghép thành một nhóm để gia công trên cùng một máy, đồ gá và dụng cụ, nghĩa là chúng có chung một nguyên công, gọi là nguyên công nhóm. Như vậy, do việc ghép nhóm chi tiết chỉ giới hạn ở những bề mặt gia công giống nhau nên số lượng đối tượng được gia công ở một nguyên công (nguyên công nhóm) sẽ tăng lên, thường ở mức tương ứng với quy mô sản xuất hàng loạt và lớn hơn, cho dù số lượng yêu cầu thực tế đối với từng đối tượng có ít hơn (có thể chỉ là đơn chiếc, loạt nhỏ). Điều đó cho phép áp dụng các giải pháp công nghệ tiên tiến ở các nguyên công nhóm, ví dụ, dùng máy bán tự động hoặc tự động, qua đó nâng cao mức độ khai thác thiết bị, trang bị và dụng cụ công nghệ, chất lượng gia công không bị phụ thuộc nhiều vào thợ.

Theo kinh nghiệm, công nghệ nhóm chỉ nên áp dụng có giới hạn, thường là cho một vài nguyên công chính của các đối tượng gia công thuộc cùng một loại chi tiết (ứng với mức phân cấp 2 - loại chi tiết). Nguyên công chính là nguyên công có khối lượng lao động tính theo thời gian gia công là nhiều nhất. Bởi vì nếu áp dụng công nghệ nhóm ở tất cả các nguyên công thì việc phân nhóm và quản lý từng nhóm theo từng nguyên công và theo từng đối tượng gia công cụ thể sẽ rất khó khăn, phức tạp và tốn kém; mặt khác, từng đối tượng sẽ phải ghép nhóm nhiều lần để gia công.

So sánh với công nghệ điển hình, công nghệ nhóm có phạm vi đối tượng sản xuất rộng hơn, vì ở công nghệ nhóm các đối tượng được ghép thành nhóm chỉ cần có sự giống nhau từng phần về kết cấu, nghĩa là chỉ cần có dạng bề mặt và đặc trưng bề mặt giống nhau (ứng với mức phân cấp 5 và 6), còn ở công nghệ điển hình các đối tượng phải có sự giống nhau hầu như hoàn toàn về kết cấu, nghĩa là ứng với kiểu hoặc cỡ (mức phân cấp 3 hoặc 4).

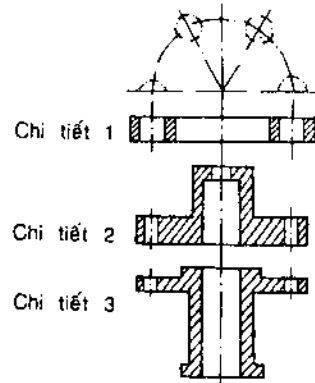
Công nghệ nhóm thường được thực hiện ở từng nguyên công, trên từng máy, ví dụ: gia công nhóm trên máy tiện, máy khoan, máy phay, v.v... Việc phân chia chi tiết cơ khí thành từng nhóm để gia công trên từng loại máy cụ thể như vậy sẽ gọn và dễ thực hiện hơn. Nhóm chi tiết là đơn vị chính. Trong một nhóm, các chi tiết có quá trình gia công rất gần đối với các bề mặt cơ bản. Nói chung, ở công nghệ nhóm thì các nhóm chi tiết chỉ có chu kỳ gia công trên một hoặc hai máy cùng kiểu; còn ở công nghệ điển hình, các chi tiết có chu kỳ gia công trên nhiều máy với kiểu loại máy khác nhau.

Công nghệ nhóm, khi được áp dụng để gia công các chi tiết cơ khí, có những đặc điểm như sau:

- Đối tượng gia công thường cùng một dạng chi tiết (mức phân cấp 1), có bề mặt gia công giống nhau (bề mặt giống nhau về hình dạng, kích thước, độ chính xác, vật liệu...), nhưng khác nhau về loại, kiểu, cỡ, được tập hợp thành nhóm theo các bề mặt gia công giống nhau (mức phân cấp 5 và 6) ứng với các nguyên công chung (nguyên công nhóm).

- Quy trình công nghệ cho từng loại, kiểu, cỡ chi tiết là phức tạp, đan xen nhau, khó quản lý và điều hành vì có những nguyên công chung (nguyên công nhóm). Các nguyên công nhóm có tính chất linh hoạt (điều chỉnh nhanh theo từng loại, kiểu, cỡ chi tiết trong nhóm).

- Mức độ tận dụng quỹ thời gian làm việc của thiết bị ở nguyên công nhóm thường là cao hơn (cao hơn 90%).



Hình 13.2. Các chi tiết gia công trong công nghệ nhóm (ví dụ).

- Ghép nhóm đối tượng gia công là công việc phức tạp vì theo từng bề mặt gia công giống nhau.

- Số lượng từng loại, kiểu, cỡ đối tượng gia công không cần phải đủ nhiều, thường là loạt nhỏ, loạt vừa và có thể đơn chiếc.

Để có thể đạt được hiệu quả tốt khi áp dụng công nghệ nhóm, cần lưu ý các vấn đề sau:

- Trong cùng một nhóm đối tượng sản xuất, cố gắng tối đa để loại trừ sự đa dạng (sự khác nhau) của quá trình công nghệ, cần hướng tới quá trình công nghệ chung cho các đối tượng trong nhóm, có khi phải sửa đổi kết cấu của đối tượng để có thể có chung một quá trình công nghệ; như vậy là phải nâng cao tính công nghệ trong kết cấu, phải thống nhất hóa, tiêu chuẩn hóa kết cấu của chi tiết, bộ phận và sản phẩm cơ khí nói chung.

- Sử dụng các loại đồ gá có kết cấu thích hợp với nhóm đối tượng, có khả năng điều chỉnh nhanh theo từng đối tượng của nhóm, như kết cấu của loại đồ gá vạn năng điều chỉnh (GVĐ), hoặc sử dụng bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn để lắp ghép, tổ hợp thành các đồ gá vạn năng lắp ghép (GVL) thích ứng với từng đối tượng của nhóm.

Những bước chính cần phải thực hiện để có thể áp dụng công nghệ nhóm khi gia công chi tiết cơ khí gồm có:

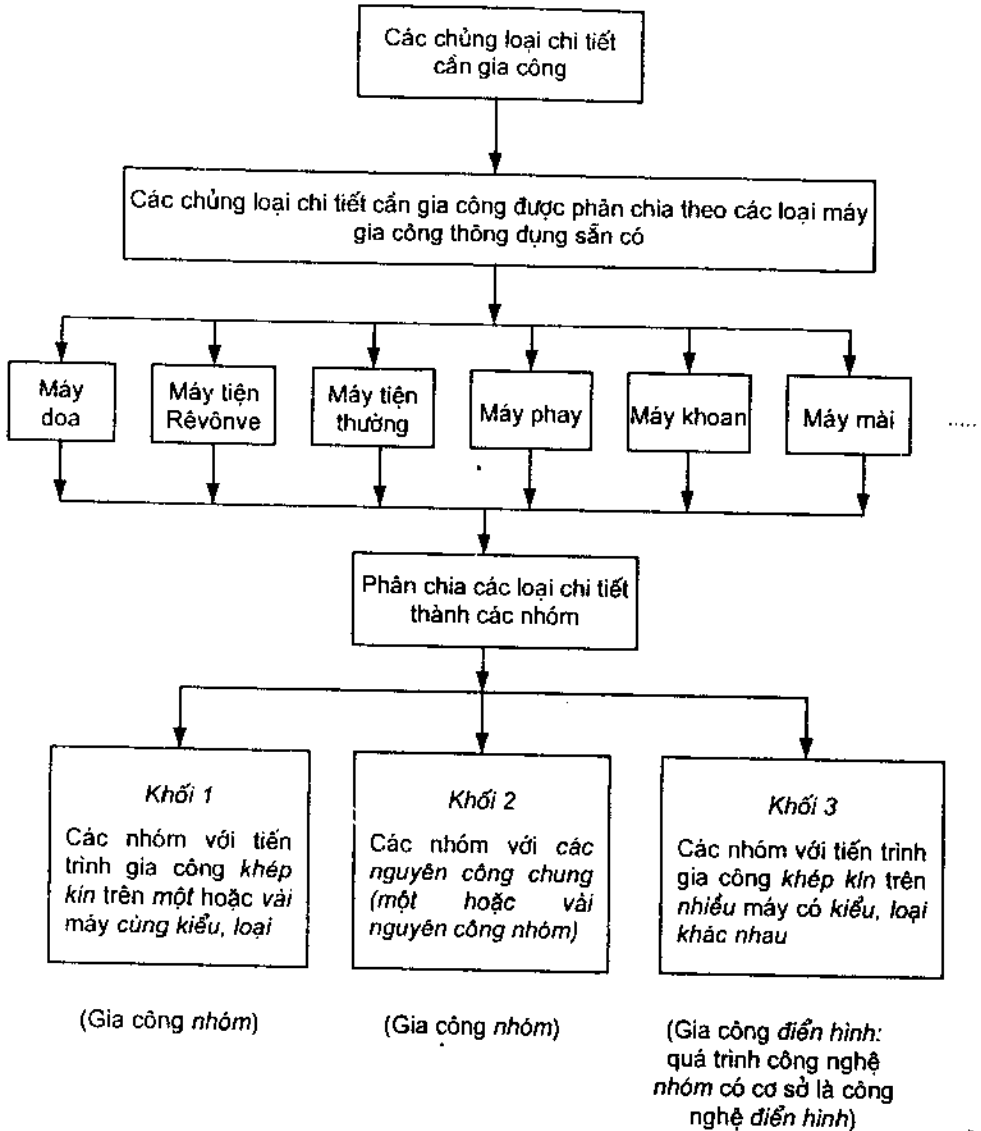
1. Phân nhóm chi tiết gia công.
2. Lập quy trình công nghệ cho từng nhóm chi tiết.
3. Thiết kế các trang bị công nghệ (đồ gá) nhóm.

13.4.1. Phân nhóm chi tiết gia công

Phân nhóm chi tiết gia công là công việc quan trọng đầu tiên để chuẩn bị triển khai áp dụng công nghệ nhóm. Phân nhóm chi tiết hợp lý sẽ tập hợp được nhiều đặc trưng công nghệ chung cho mỗi nhóm, như vậy về cơ bản cũng đã xác định đúng giải pháp công nghệ, tạo tiền đề thuận lợi cho hai bước tiếp theo.

Ở công nghệ nhóm, các chi tiết gia công được phân nhóm không chỉ theo đặc điểm kết cấu và công nghệ của chúng, mà còn dựa vào đặc điểm của kiểu loại thiết bị công nghệ nhằm đảm bảo quá trình gia công hợp lý về kỹ thuật và kinh tế. Nghĩa là phải phân nhóm chi tiết gia công trên cơ sở các thiết bị (máy) gia công cụ thể.

Nhóm chi tiết gia công là đơn vị công nghệ chính, là cơ sở để xây dựng quá trình công nghệ. Hình 13.3 là sơ đồ phân nhóm chi tiết gia công trên các loại thiết bị (máy) gia công thông dụng theo tác giả MITROPHANOP.



Hình 13.3. Sơ đồ phân nhóm chi tiết gia công theo các loại thiết bị của tác giả MITROPHANOP.

Các nhóm chi tiết gia công thuộc các khối 1, 2, 3 theo sơ đồ ở hình 13.3 được giải thích như sau:

Khối 1:

Các chi tiết gia công chỉ cần thực hiện công nghệ nhóm trong một hoặc hai nguyên công trên một hoặc hai máy cùng kiểu, loại là xong, ví dụ, chỉ gia công trên một hoặc hai máy tiện. Trong khối này, số chi tiết được tập hợp trong một nhóm là ít hơn so với khối 2. Tiến trình cho khối 1 có thể như hình 13.4a.

Khối 2:

Các chi tiết gia công trong một hoặc vài nguyên công, trên một hoặc vài máy có kiểu, loại khác nhau; còn ở những nguyên công khác, chúng lại có thể ở vào các nhóm khác nhau, hoặc được gia công riêng biệt (hình 13.4b). Các nhóm chi tiết thuộc khối này được gia công giống nhau ở một hoặc vài nguyên công, nên số lượng chi tiết có thể được tập hợp trong một nhóm là nhiều hơn so với khối 1. Các chi tiết ở khối này có thể khác nhau khá nhiều về kết cấu (khác nhau về hình dạng, kích thước).

Hai khối 1 và 2 thuộc phạm vi công nghệ nhóm, cho phép có thể gia công một số lượng lớn các chi tiết khác nhau trên cùng một, hai hoặc vài máy.

Khối 3:

Các chi tiết có quá trình gia công chung (quá trình công nghệ nhóm) trên nhiều máy có kiểu, loại khác nhau (tiện, phay, khoan, mài, ...), chúng tỏ chúng phải có kết cấu giống nhau nhiều hoặc hầu như hoàn toàn. Như vậy, số loại chi tiết khác nhau trong mỗi nhóm giảm đi nhiều và trở thành thuộc cùng một kiểu hoặc cỡ chi tiết, có quá trình gia công giống nhau (chung). Đó chính là quá trình công nghệ điển hình, thuộc phạm vi công nghệ điển hình (hình 13.4c).

Ngoài ra, việc phân nhóm đối tượng gia công còn theo những quan điểm khác, ví dụ:

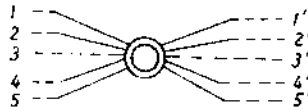
- Ghép nhóm những chi tiết có hình dạng hình học giống nhau.
- Ghép nhóm những chi tiết có chuẩn định vị giống nhau.
- Ghép nhóm những chi tiết có yêu cầu kỹ thuật giống nhau.

v.v...

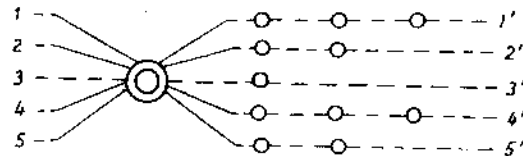
Sau khi phân nhóm chi tiết, cần xây dựng chi tiết đại diện cho nhóm, bằng cách xác định một chi tiết thực trong nhóm có số lượng các bề mặt gia công

chung là nhiều nhất, gọi là chi tiết cơ sở, rồi bổ sung thêm những bề mặt khác mà chi tiết đó chưa có, nhưng lại có ở các chi tiết khác trong nhóm. Cách xây dựng chi tiết đại diện cho nhóm được thể hiện như ví dụ ở hình 13.5.

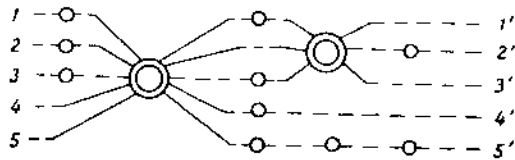
Trước đây, người ta đã xây dựng chi tiết đại diện cho nhóm bằng cách như sau: dùng giấy can (giấy bóng mờ) vẽ các chi tiết của nhóm theo cùng một tỷ lệ, rồi xếp chồng chúng lên nhau, sao cho đường tâm và một mặt đầu hay



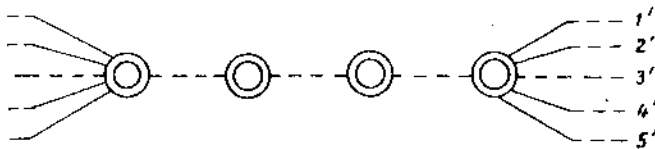
a) Khối 1: công nghệ nhóm (1, 2 nguyên công chung)



b) Khối 2: công nghệ nhóm (1, 2 nguyên công chung)



c) Khối 3: Công nghệ điển hình (quá trình công nghệ nhóm trên cơ sở công nghệ điển hình)



Hình 13.4. Tiến trình công nghệ ứng với các nhóm chi tiết gia công thuộc các khối 1, 2, 3.

Tiến trình công nghệ với các nhóm chi tiết gia công thuộc các khối 1, 2, 3:

○ - nguyên công chung (nguyên công nhóm).

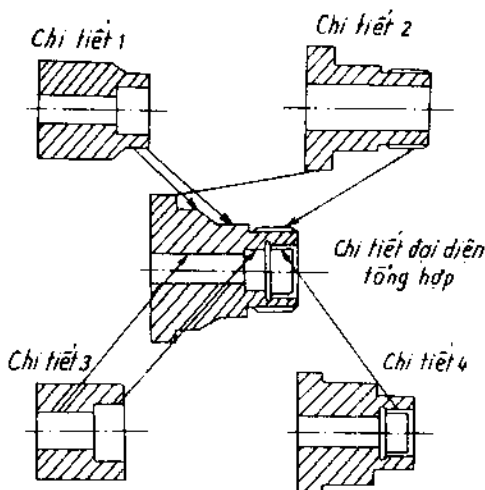
○ - nguyên công riêng (nguyên công cá biệt).

1, 2, 3, 4, 5- phối ban đầu của các chi tiết.

1', 2', 3', 4', 5'- chi tiết hoàn chỉnh sau khi gia công.

đường bao của các chi tiết đó trùng nhau, để nhận biết tất cả các bề mặt gia công khác nhau trong nhóm chi tiết đã tạo lập.

Ngày nay, với sự trợ giúp của máy tính có khả năng đồ họa, công việc này được thực hiện chính xác, nhanh và hiệu quả hơn nhiều.



Hình 13.5. Xây dựng chi tiết đại diện cho nhóm chi tiết cần gia công 1, 2, 3, 4.

13.4.2. Lập tiến trình công nghệ nhóm

Tiến trình công nghệ nhóm phải thích hợp với bất kỳ chi tiết nào trong nhóm, nhưng có thể cho phép thay đổi chút ít tùy theo đặc điểm riêng của từng chi tiết trong nhóm, nghĩa là có thể tăng hay giảm một hoặc hai bước gia công hoặc thêm bớt một vài dụng cụ gia công nào đó đối với một chi tiết cụ thể trong nhóm.

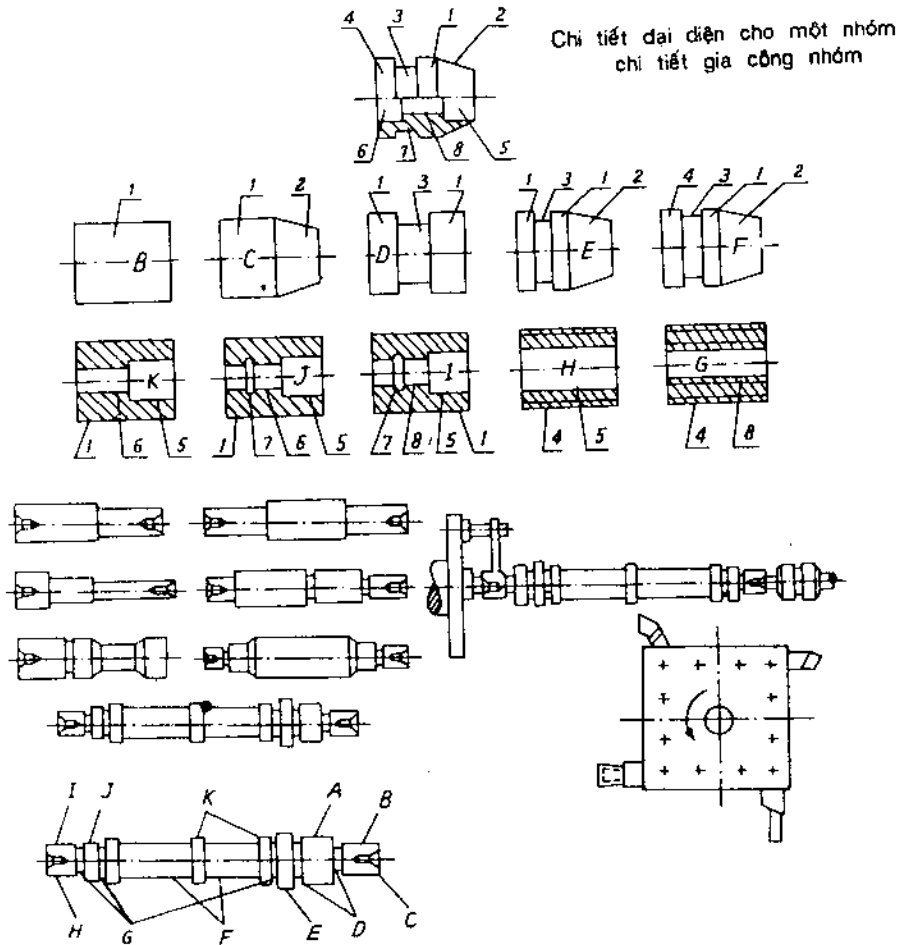
Nhóm chi tiết là cơ sở của tiến trình công nghệ nhóm và được đặc trưng bởi sự thống nhất về thiết bị, trang bị, dụng cụ công nghệ, giải pháp điều chỉnh, v.v... ở các nguyên công chung (nguyên công nhóm).

Những nguyên tắc cần đảm bảo khi lập tiến trình công nghệ nhóm là:

1. Thứ tự của mỗi bước công nghệ hoặc nguyên công phải đảm bảo có thể gia công được bất kỳ chi tiết nào trong nhóm, phải đảm bảo đạt được yêu cầu kỹ thuật của từng chi tiết trong nhóm.

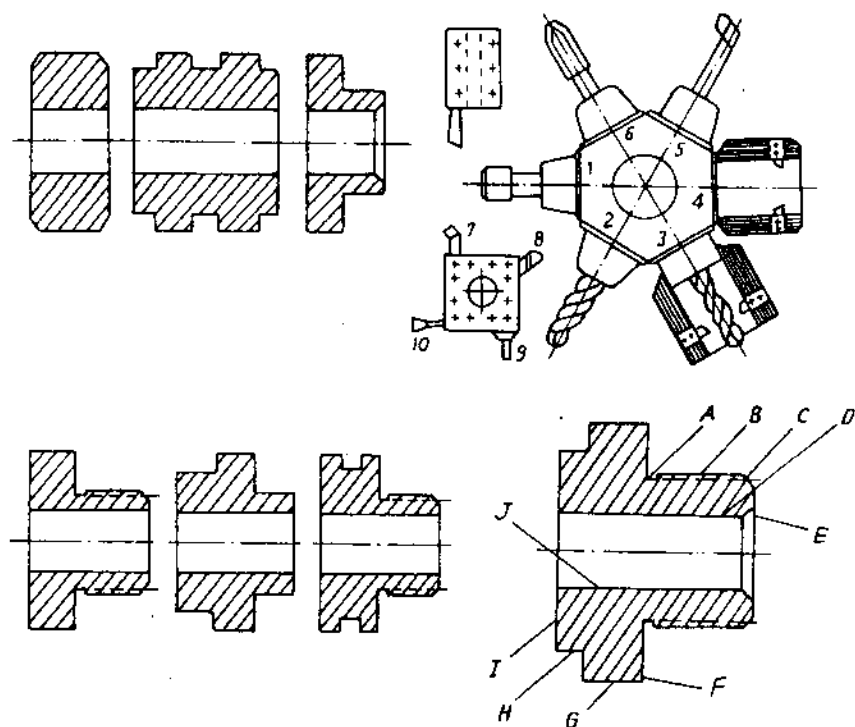
2. Đồ gá, dụng cụ gia công, v.v... được sử dụng ở các nguyên công nhóm phải đảm bảo gia công được bất kỳ chi tiết nào trong nhóm.

Bảng 13.4. Ví dụ về gia công nhóm trên máy tiện vạn năng.



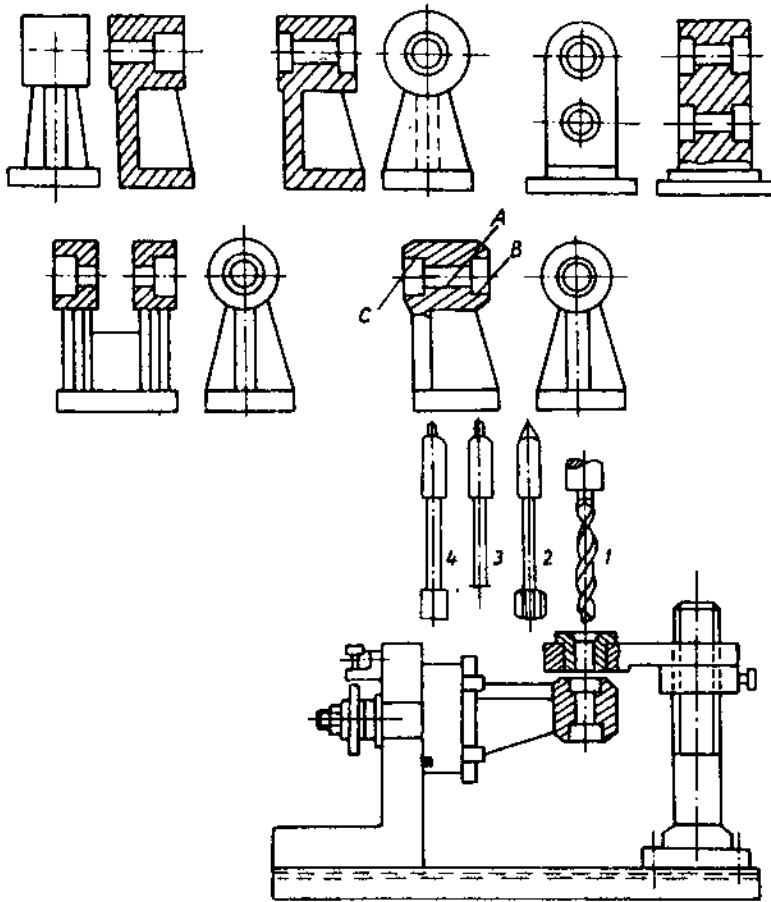
Trình tự tiến hành	Nội dung gia công	Bề mặt gia công	Dụng cụ		Ký hiệu
			Vị trí	Loại dụng cụ	
1	Gà đặt lần 1 Tiện ngoài bề mặt	A	1	Dao tiện phải đầu cong	TCVN
2	nt	B	1	nt	TCVN
3	Vát mép	C	2	Dao tiện phải đầu thẳng	TCVN
4	Cắt rãnh	D	3	Dao cắt rãnh	TCVN
1	Gà đặt lần 2 Tiện ngoài bề mặt	E	1	Dao tiện phải đầu cong	TCVN
2	nt	K	1	nt	TCVN
3	nt	J	1	nt	TCVN
4	nt	I	1	nt	TCVN
5	nt	F	4	Dao tiện 2 bên đầu thẳng	TCVN
6	Tiện rãnh	G	3	Dao cắt rãnh	TCVN
7	Vát mép	H	2	Dao tiện đầu thẳng	TCVN

Bảng 13.5. Thí dụ về công nghệ gia công nhóm trên máy tiện revolve.



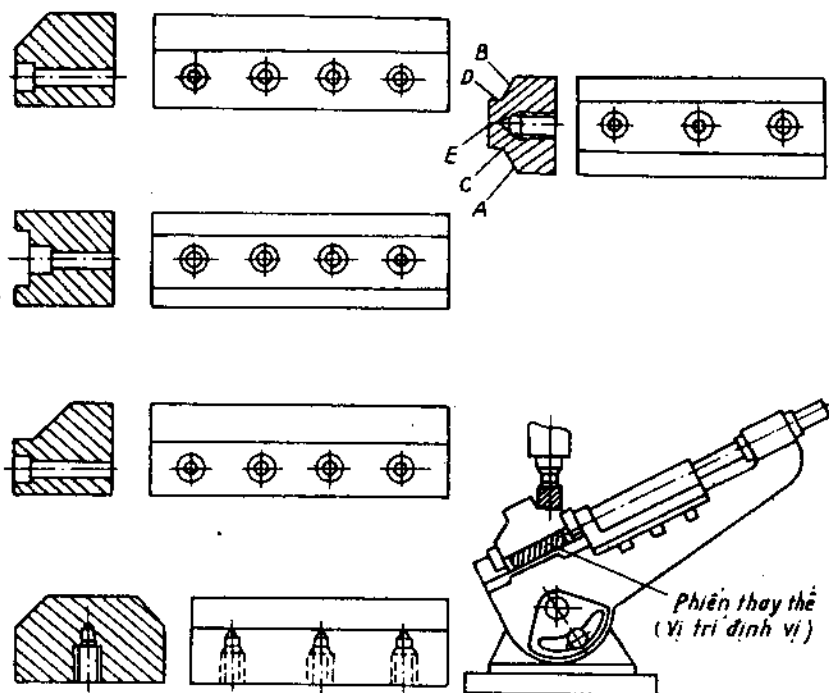
Trình tự	Nội dung gia công	Bề mặt gia công	Vị trí	Dụng cụ	
				Loại dụng cụ	Vị trí gá đặt
1	Đẩy phi đến chạm cứ		1	Cờ xác định chiều dài	Đầu revolve
2	Vát mép	E	2	Mũi khoan ruột gà	-
3	Khoan lỗ	J	3	nt	-
	Tiện thô mặt ngoài	B-G	3	Dao tiện	-
4	nt	B	4	nt	-
5	Tiện lỗ	J	5	nt	-
	Tiện tinh	B-D	8	nt	Bàn dao trước
6	Đoa lỗ	J	6	Mũi doa	Đầu revolve
	Vát mép ngoài	C.F	7	Dao tiện	Bàn dao trước
	Tiện rãnh	A	11	Dao tiện rãnh	Bàn dao sau
	Tiện ren	B	9	Dao tiện ren	Bàn dao trước
	Tiện ngoài	H	10	Dao tiện	Bàn dao trước
	Cắt đứt	I	11	Dao cắt đứt	Bàn dao sau

Bảng 13.6. Thí dụ công nghệ gia công nhôm trên máy khoan.



Trình tự	Nội dung gia công	Bề mặt gia công	Số	Loại dụng cụ	Chú thích
1	Khoan lỗ	A	1	Mũi khoan ruột gà	TCVN
2	Khoét lỗ	A	3	Mũi khoét	TCVN
3	Doa lỗ	A	2	Mũi doa máy	TCVN
4	Khoét lỗ rộng	B	4	Mũi khoét	TCVN
5	Khoét lỗ rộng	C	4	Mũi khoét	TCVN

Bảng 13.7. Thí dụ công nghệ gia công trên nhóm máy phay.



3. Đảm bảo lượng hao phí để điều chỉnh nguyên công khi thay đổi chi tiết gia công trong nhóm là ít nhất.

Tiến trình công nghệ nhóm là tiến trình tổng quát ứng với chi tiết đại diện của nhóm, bao gồm hầu hết các bước công nghệ cần thiết đối với nhóm chi tiết gia công. Căn cứ vào đặc điểm cụ thể về kết cấu và công nghệ của từng chi tiết trong nhóm tiến hành hiệu chỉnh và bổ sung tiến trình công nghệ tổng quát để phù hợp với từng chi tiết. Tiến trình công nghệ nhóm cần được lập thành sơ đồ theo thứ tự các bước gia công. Các ví dụ về sơ đồ tiến trình công nghệ nhóm trên máy tiện, máy khoan, máy phay được trình bày ở các bảng 13.4, 13.5, 13.6 và 13.7.

Trong sơ đồ tiến trình công nghệ nhóm, cần sắp xếp và bố trí dụng cụ gia công đảm bảo đạt kích thước và thay dụng cụ nhanh; phải thể hiện rõ thứ tự làm

việc của các dụng cụ theo thứ tự các bước công nghệ. Ngoài ra còn phải lập phiếu điều chỉnh máy và sơ đồ điều chỉnh dao theo thứ tự gia công từng chi tiết trong nhóm đối với từng bề mặt gia công; phải tính thời gian để gia công một chi tiết và cả loạt chi tiết, xác định tải trọng và hiệu suất sử dụng máy. Khi tải trọng, hiệu suất của máy quá thấp, phải xem xét để bố trí gia công thêm các nhóm chi tiết khác.

13.4.3. Đồ gá gia công nhóm

Các chi tiết thuộc cùng một nhóm có những đặc điểm công nghệ giống nhau; mà quan trọng nhất là sự giống nhau về gá đặt khi gia công. Như vậy, các chi tiết trong cùng một nhóm phải có bề mặt dùng làm chuẩn định vị và sơ đồ gá đặt khi gia công gần như nhau, chỉ khác nhau về kích thước hoặc khác nhau chút ít về hình dạng. Kết cấu của đồ gá gia công nhóm phải có bộ phận điều chỉnh để thích ứng với từng chi tiết trong nhóm và có bộ phận vạn năng dùng chung cho cả nhóm chi tiết. Các bộ phận vạn năng chiếm khoảng 80 ÷ 90%, gồm: thân, đế, cơ cấu phân độ, cơ cấu truyền lực kẹp, v.v... Khi chuyển sang gia công một chi tiết khác của nhóm thì bộ phận vạn năng không thay đổi, còn bộ phận điều chỉnh có thể được thay thế hoặc điều chỉnh theo kết cấu của chi tiết khác này. Kết cấu như vậy thường có ở đồ gá vạn năng điều chỉnh (GVD). Sử dụng loại đồ gá này (GVD) sẽ giảm bớt thời gian và phí tổn điều chỉnh, giảm chi phí về đồ gá khi gia công, không tốn nhiều thời gian và công sức để thiết kế và chế tạo đồ gá, rút ngắn thời gian chuẩn bị sản xuất.

Tùy theo kết cấu của chi tiết gia công trong nhóm, việc điều chỉnh đồ gá gia công nhóm được thực hiện theo những cách khác nhau như sau:

- Dịch chuyển (hiệu chỉnh) các bộ phận gá đặt chi tiết gia công bằng cách dùng các cơ cấu điều chỉnh (étô, mâm cặp, ống kẹp đàn hồi, v.v...) thích ứng với hình dạng, kích thước của các chi tiết trong nhóm,
- Thay thế vị trí các bộ phận gá đặt chi tiết gia công cho phù hợp với từng chi tiết của nhóm,
- Thay đổi từng phần hoặc toàn bộ các bộ phận gá đặt chi tiết gia công, bộ phận dẫn hướng dao, nghĩa là phải sử dụng các bộ phận thay thế nhanh như trục gá, ống kẹp đàn hồi, bạc dẫn thay nhanh, v.v...
- Vừa thay thế và vừa dịch chuyển (hiệu chỉnh) các bộ phận gá đặt chi tiết

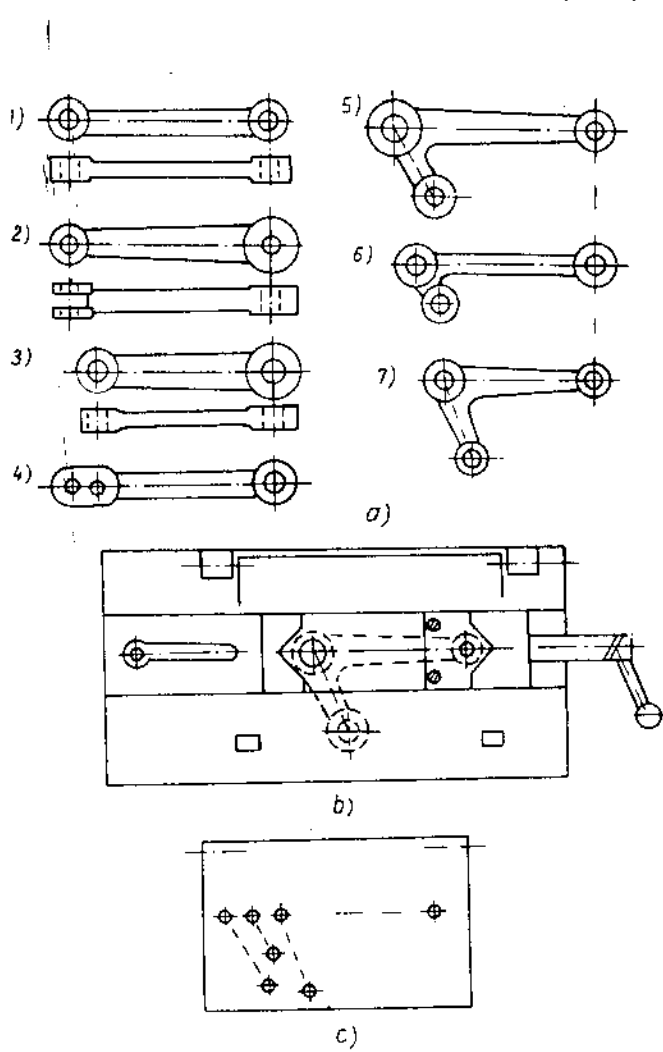
gia công hoặc bộ phận dẫn hướng dao, như sử dụng êtô có các má kẹp thay đổi nhanh, dùng phiến dẫn khoan đi trượt hoặc xoay, v.v...

Trong những cách trên, hai cách đầu thường được áp dụng đối với các chi tiết gia công có hình dạng và bề mặt chuẩn định vị giống nhau, nhưng khác nhau về kích thước, ví dụ, ở đồ gá để khoan các lỗ trên các chi tiết trục hoặc các chi tiết càng có

hình dạng giống nhau; còn hai cách sau thường được áp dụng để gia công các chi tiết khác nhau về hình dạng, nhưng kích thước có giá trị trong một phạm vi nhất định, ví dụ như ở các đồ gá để phay, khoan các chi tiết giá đỡ, các tấm mỏng có nhiều lỗ, các ống nối có nhiều ngả, v.v...

Nói chung, đồ gá gia công nhóm có những đặc điểm như sau:

- Gá đặt chính xác và nhanh gọn bất



Hình *3.6. Đồ gá điều chỉnh cho nhóm chi tiết biên.

- a) nhóm chi tiết gia công;
- b) đồ gá nhóm (đồ gá điều chỉnh);
- c) tấm dẫn khoan trên đồ gá nhóm.

kỳ chi tiết nào trong nhóm.

- Đảm bảo điều chỉnh và thay thế nhanh các bộ phận cần thiết ứng với bất kỳ chi tiết nào trong nhóm.

- Đảm bảo độ cứng vững cần thiết và không làm biến dạng chi tiết gia công.

- Tháo lắp thuận tiện trên máy gia công.

- Thao tác nhẹ nhàng và an toàn.

Ngoài ra, so với loại đồ gá chuyên dùng riêng biệt cho từng chi tiết thì đồ gá gia công nhóm thường kém cứng vững hơn.

Như vậy, nếu sử dụng rộng rãi đồ gá gia công nhóm trong quy mô sản xuất hàng loạt, kết hợp với các giải pháp cơ khí hóa và tự động hóa chúng và lắp trên các máy gia công thông thường (không điều khiển số NC hoặc CNC) sẽ giảm thời gian và chi phí chuẩn bị sản xuất nhờ giảm thời gian và chi phí thiết kế và chế tạo đồ gá, tăng năng suất gia công.

Mặt khác, khi sử dụng đồ gá gia công nhóm cần phải lưu ý xác định thứ tự hợp lý của các chi tiết trong nhóm đưa vào gia công trên đồ gá này, đảm bảo sao cho tổng thời gian điều chỉnh đồ gá thích ứng với từng chi tiết trong nhóm là ít nhất.

Hình 13.6 là một ví dụ về đồ gá gia công ứng với một nhóm chi tiết biên.

13.5. CÔNG NGHỆ TỔ HỢP

Do tính chất phổ biến của ngành chế tạo máy là sản xuất có quy mô hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ, mà giải pháp công nghệ được nghiên cứu và ứng dụng từ nhiều năm nay ở khá nhiều nước là quá trình công nghệ và dây chuyền sản xuất linh hoạt - tự động trên cơ sở công nghệ tổ hợp và điều khiển tối ưu hệ thống với hệ CNC.

Công nghệ điển hình và công nghệ nhóm, nếu xét riêng biệt nhau, có những ưu điểm và hạn chế nhất định. Công nghệ điển hình ứng với các đối tượng có kết cấu giống nhau ở mức cao, thường là kiểu hoặc cỡ, như vậy, quá trình công nghệ đối với chúng phải giống nhau ở mức cao. Nếu chỉ giới hạn trong một kiểu hoặc một cỡ đối tượng thì mức độ sử dụng trang thiết bị, dụng cụ sản xuất sẽ không cao, làm hạn chế hiệu quả kinh tế của dây chuyền sản xuất. Nghĩa là, công nghệ điển hình chỉ có thể đạt hiệu quả tốt nếu số lượng đối

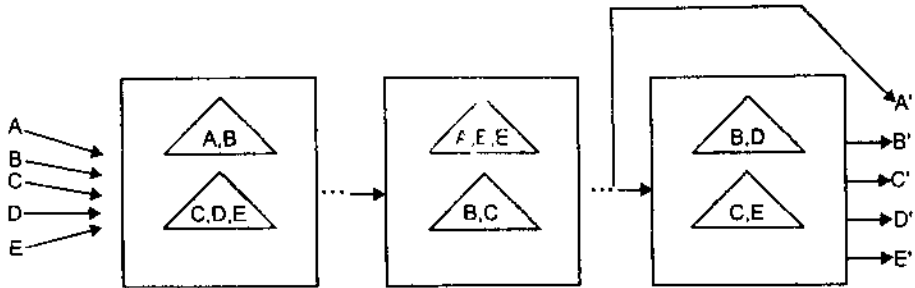
tượng sản xuất trong cùng một kiểu hoặc một cỡ phải đủ nhiều, thường phải tương ứng với quy mô sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Quá trình công nghệ và dây chuyền sản xuất do vậy thường kém linh hoạt vì rất khó thích nghi khi thay đổi đối tượng sản xuất, nghĩa là khi chuyển sang kiểu hoặc cỡ khác.

Công nghệ nhóm lại có cơ sở là sự giống nhau từng phần về kết cấu của các đối tượng sản xuất, ví dụ, các chi tiết gia công thuộc cùng một dạng (tròn hoặc không tròn), có một vài bề mặt gia công giống nhau, mà để tạo ra các bề mặt này trên từng chi tiết có thể sử dụng chung trang thiết bị, dụng cụ và chế độ công nghệ. Tại các nguyên công chung (nguyên công nhóm) thì hiệu suất sử dụng trang thiết bị, dụng cụ công nghệ thường ở mức cao. Các nguyên công nhóm có tính linh hoạt cần thiết ứng với từng đối tượng sản xuất trong nhóm. Tuy vậy, việc phân nhóm và giám sát sản xuất đối với từng đối tượng rất phức tạp; mặt khác, với công nghệ nhóm thuần túy rất khó thực hiện hình thức tổ chức sản xuất theo dây chuyền (sản xuất theo nguyên lý dòng chảy liên tục).

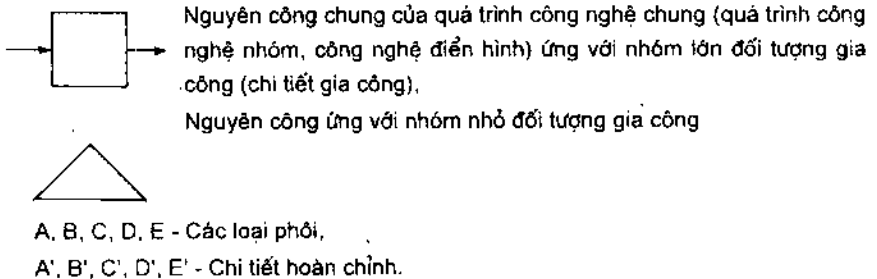
Sản xuất theo dây chuyền trên cơ sở quá trình công nghệ tối ưu, linh hoạt và tự động hóa trong quy mô sản xuất phổ biến là hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ chính là kết quả của việc nghiên cứu vận dụng kết hợp các giải pháp thống nhất hóa, tiêu chuẩn hóa kết cấu của đối tượng sản xuất với công nghệ điển hình và công nghệ nhóm. Như vậy, công nghệ tổ hợp là sự vận dụng kết hợp giữa công nghệ điển hình và công nghệ nhóm, mà địa bàn ứng dụng trước hết là quy mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ. Ngày nay, khái niệm công nghệ linh hoạt có bản chất là công nghệ tổ hợp hiện đại.

Trong quy mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ, chủng loại đối tượng sản xuất đa dạng, số lượng của từng loại lại không nhiều, quá trình chế tạo từng loại lại theo chu kỳ. Do vậy, để đạt hiệu quả kinh tế kỹ thuật tốt ở quy mô sản xuất này, trước hết phải đảm bảo tính linh hoạt của quá trình công nghệ và dây chuyền sản xuất, nghĩa là đảm bảo khả năng thích nghi nhanh của quá trình công nghệ, từng nguyên công, dây chuyền sản xuất và từng trạm công nghệ khi đối tượng sản xuất thay đổi theo chu kỳ nhất định.

Tính linh hoạt của dây chuyền sản xuất trong thực tế lại đòi hỏi khi thiết kế và tạo lập nó phải đảm bảo tính linh hoạt của toàn bộ quá trình công nghệ và tính linh hoạt của từng nguyên công. Như vậy, tiền đề cơ bản nhất để đảm bảo tính linh hoạt của toàn bộ quá trình công nghệ chính là phải xác định đối tượng sản xuất theo luận điểm của công nghệ điển hình; mặt khác, để đảm bảo tính



Hình 13.7. Sơ đồ tổng quát về tiến trình công nghệ tổ hợp



linh hoạt ở từng nguyên công lại phải theo luận điểm của công nghệ nhóm. Nghĩa là, ở công nghệ tổ hợp, khi xác định đối tượng sản xuất phải kết hợp các luận điểm của công nghệ điển hình và của công nghệ nhóm, mà xuất phát điểm, ví dụ, có thể là loại và kiểu chi tiết.

Sơ đồ tổng quát về tiến trình công nghệ tổ hợp được thể hiện ở hình 13.7.

Khả năng thích nghi nhanh của quá trình công nghệ, nguyên công, dây chuyền gia công và trạm công nghệ chủ yếu là do trang thiết bị, dụng cụ công nghệ quyết định với sự hỗ trợ tích cực của cơ cấu cấp phôi, cơ cấu thay dụng cụ, cơ cấu vận chuyển, v.v...

Để đảm bảo khả năng thích nghi nhanh của từng trạm công nghệ (máy) với đối tượng gia công cụ thể, tùy theo trình độ và điều kiện sản xuất cho phép mà có thể áp dụng các phương án như sau:

- Phương án tập trung nguyên công khi trình độ sản xuất phát triển: sử dụng máy điều khiển theo chương trình số (máy CNC), hoặc trung tâm gia công CNC.

- Phương án phân tán nguyên công, khi trình độ sản xuất chưa phát triển: sử dụng máy vạn năng thông thường (không điều khiển theo chương trình số) kết hợp gá lắp linh hoạt (đồ gá điều chỉnh theo nhóm chi tiết gia công), hoặc máy chuyên dùng linh hoạt có kết cấu đơn giản (máy chuyên dùng phù hợp với nhóm chi tiết gia công).

Nói chung, công nghệ tổ hợp (công nghệ linh hoạt) ứng với quá trình gia công chi tiết cơ khí có những đặc điểm sau đây:

- Đối tượng gia công có thể thuộc cùng một dạng (tròn hoặc không tròn), hoặc thuộc cùng một loại (trục, bạc, hộp, càng, bánh răng, v.v...), ứng với mức phân cấp 1 hoặc 2, có điều kiện kỹ thuật giống nhau (xấp xỉ nhau về độ chính xác, độ nhám, độ cứng, v.v...).

- Quá trình công nghệ ứng với một dạng hoặc một loại chi tiết gồm kiểu, cỡ là linh hoạt, có các nguyên công nhóm linh hoạt.

- Mức độ tận dụng quỹ thời gian làm việc của thiết bị sản xuất tương đối tốt (khoảng 75%).

- Số lượng đối tượng gia công từng kiểu, cỡ tương ứng với loạt nhỏ, loạt vừa nhưng không chênh lệch nhau nhiều.

Những bước quan trọng phải được thực hiện để có thể áp dụng giải pháp công nghệ tổ hợp để gia công chi tiết cơ khí là:

1. Phân loại và ghép nhóm đối tượng gia công (có thể là loại, kiểu chi tiết) trong cùng loại đối tượng gia công có trong chương trình sản xuất. Từ chương trình sản xuất, trước hết phải xác định dạng chi tiết phổ biến, rồi loại chi tiết phổ biến trong dạng chi tiết phổ biến đó, tiếp theo là xác định các thông số kỹ thuật cơ bản phổ biến của đối tượng gia công trong loại chi tiết phổ biến (loại vật liệu phổ biến tương đương nhau, số lượng yêu cầu phổ biến, số lượng bề mặt phổ biến, số lượng bề mặt gia công khác nhau phổ biến, các yêu cầu kỹ thuật phổ biến của bề mặt cơ bản như: độ chính xác, độ nhám, độ cứng, kích thước tổng thể phổ biến...). Sau đó so sánh từng đối tượng (kiểu, cỡ) trong loại phổ biến theo các thông số kỹ thuật cơ bản phổ biến để xác định kiểu, cỡ chi tiết trong loại chi tiết phổ biến được gia công theo tiến trình công nghệ tổ hợp.

2. Xác định đối tượng đại diện (điển hình): xác định kiểu, cỡ chi tiết đại diện trong loại chi tiết được gia công theo công nghệ tổ hợp trên cơ sở độ phức tạp cao nhất về kết cấu và công nghệ.

3. Xác định số lượng quy đổi của từng kiểu, cỡ chi tiết khác ra kiểu, cỡ đại diện thông qua hệ số quy đổi. Hệ số quy đổi, tính gần đúng, là hệ số xét đến sự khác nhau về kết cấu và công nghệ giữa kiểu, cỡ chi tiết đang xét và kiểu, cỡ đại diện. Sau đó tính tổng số lượng đã quy đổi ra kiểu, cỡ đại diện của tất cả các kiểu, cỡ chi tiết khác được gia công tổ hợp.

4. Xác lập các phương án tổ hợp công nghệ khả thi, so sánh để xác định phương án tối ưu theo giá trị tính toán sơ bộ về thời gian điều chỉnh trang thiết bị và dụng cụ công nghệ khi thay đổi kiểu, cỡ chi tiết gia công, tùy theo nội dung và số lần điều chỉnh. Chính xác hơn, nếu có thể, cần phải so sánh các phương án khả thi theo các đại lượng sau: hệ số tải trọng trung bình của thiết bị, chu kỳ gia công, số lượng máy cần thiết, tổn hao về thời gian điều chỉnh. Tuy nhiên, số lượng các phương án khả thi càng nhiều thì việc so sánh để xác định phương án tốt nhất sẽ càng phức tạp, mà ở bước đầu tiên lại khó có thể so sánh trên cơ sở các đại lượng, thông số chính xác.

5. Thiết kế, xây dựng quá trình công nghệ, nguyên công, dây chuyền gia công và trạm công nghệ theo phương án tổ hợp công nghệ tối ưu, kể cả thiết kế đồ gá điều chỉnh cho từng nguyên công, nếu cần thiết.

Điều cần lưu ý ở đây là việc lựa chọn phương án tập trung hay phân tán nguyên công tùy theo trình độ kỹ thuật sản xuất thực tế, nghĩa là sử dụng máy hiện đại điều khiển CNC hay là máy thông thường (không điều khiển CNC); mà công việc thiết kế và chế tạo đồ gá sẽ đơn giản hay là phức tạp. Khi sử dụng máy CNC thì sẽ không cần có đồ gá điều chỉnh phức tạp như ở trường hợp dùng máy thường.

Chương 14

TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT

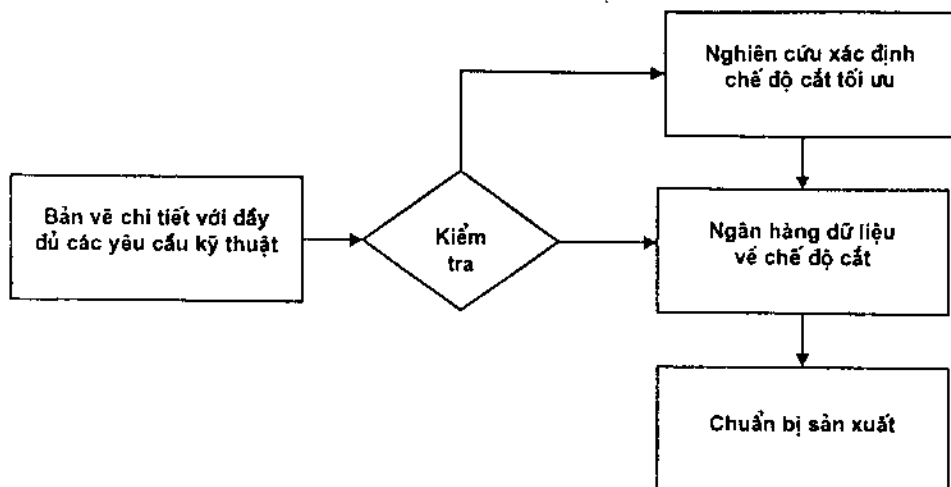
Do tiến bộ của khoa học - công nghệ, các trang thiết bị dùng cho quá trình gia công cắt gọt ngày càng hiện đại dẫn tới vốn đầu tư cho sản xuất ngày càng tăng. Nếu chế độ công nghệ không hợp lý sẽ không khai thác hết khả năng của thiết bị, gây lãng phí lớn và hiệu quả thu được sẽ không đủ bù cho chi phí sản xuất, đặc biệt là chi phí khấu hao thiết bị.

Vì vậy, một trong những vấn đề mấu chốt cần giải quyết để giảm chi phí gia công là phải nghiên cứu xác định chế độ cắt tối ưu cho từng nguyên công ứng với các điều kiện gia công cụ thể để cung cấp dữ liệu cho việc chuẩn bị công nghệ.

Theo các số liệu đã công bố, việc sử dụng chế độ cắt tối ưu góp phần tăng tuổi bền dụng cụ từ $10 \div 15\%$, tăng năng suất từ $8 \div 10\%$. Tối ưu hóa quá trình cắt gọt được nghiên cứu và phát triển rất mạnh ở các nước công nghiệp tiên tiến như Đức, Mỹ, Nhật, Thụy Sĩ, Pháp... Ở những nước này song song với việc nghiên cứu tối ưu hóa chế độ cắt người ta tiến hành xây dựng ngân hàng dữ liệu về chế độ gia công cơ để tạo cơ sở cho việc tự động hóa chuẩn bị công nghệ nhằm nâng cao hiệu quả của quá trình sản xuất. Việc áp dụng tối ưu hóa quá trình cắt gọt vào sản xuất có thể mô tả như hình 14.1.

Theo sơ đồ trên hình 14.1, khi cần gia công một chi tiết người ta chuyển bản vẽ với đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật tới bộ phận kiểm tra. Nếu chi tiết đó đã được nghiên cứu thì căn cứ vào yêu cầu kỹ thuật của chi tiết (như độ chính xác về kích thước, độ chính xác về hình dạng, cấp độ nhẵn bề mặt...), vật liệu phôi, vật liệu dao, điều kiện bôi trơn và làm nguội... ngân hàng dữ liệu sẽ cung cấp chế độ cắt tối ưu đối với từng bề mặt cùng với thời gian gia công từng bề mặt cũng như thời

gian gia công toàn bộ chi tiết. Nếu đó là chi tiết mới chưa được nghiên cứu người ta sẽ chuyển cho bộ phận nghiên cứu xác định chế độ cắt tối ưu. Việc nghiên cứu được tiến hành dựa trên các điều kiện kỹ thuật và tổ chức cụ thể.



Hình 14.1. Sơ đồ áp dụng tối ưu hóa quá trình cắt gọt trong sản xuất.

Các kết quả nghiên cứu được tiếp tục bổ sung cho ngân hàng dữ liệu. Quá trình nghiên cứu luôn luôn được hoàn thiện và bổ sung vì cùng với sự tiến bộ của khoa học - công nghệ, trong thực tế luôn luôn xuất hiện các nhiệm vụ gia công mới, các loại thiết bị, các vật liệu gia công cũng như các vật liệu dụng cụ mới. Để giảm bớt khối lượng nghiên cứu người ta phải sử dụng hệ thống phân loại chi tiết.

Dựa vào các số liệu do ngân hàng dữ liệu cung cấp người ta tiến hành chuẩn bị sản xuất.

Ở nước ta cho đến nay vấn đề nghiên cứu tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt vẫn chưa được đặt ra. Phần lớn trong quá trình chuẩn bị sản xuất các kỹ sư công nghệ vẫn phải dựa vào các sổ tay để tra cứu. Số liệu cho trong các sổ tay là các số liệu kinh nghiệm thu được trong các điều kiện công nghệ cụ thể, vì thế chúng không phải là các thông số công nghệ tối ưu.

14.1. MỘT VÀI KHÁI NIỆM VỀ TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT

14.1.1. Tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt

Tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt là phương pháp nghiên cứu xác định

chế độ cắt tối ưu thông qua việc xây dựng mối quan hệ toán học giữa hàm mục tiêu kinh tế với các thông số của chế độ gia công ứng với một hệ thống các giới hạn về mặt chất lượng, kỹ thuật và tổ chức của nhà máy.

Các bước cơ bản của việc nghiên cứu tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt bao gồm:

- 1- Xây dựng hàm mục tiêu của quá trình gia công.
- 2- Xây dựng các giới hạn từ đó xác định miền giới hạn của bài toán.
- 3- Khảo sát, biện luận để xác định chế độ công nghệ hợp lý.

14.1.2. Các phương pháp tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt

Có hai phương pháp tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt: tối ưu hóa tĩnh và tối ưu hóa động.

14.1.2.1. Tối ưu hóa tĩnh

Tối ưu hóa tĩnh (còn gọi là tối ưu hóa trước) là quá trình nghiên cứu và giải quyết bài toán tối ưu dựa trên mô hình tĩnh của quá trình cắt.

Nhược điểm cơ bản của tối ưu hóa tĩnh là không chú ý tới động lực học của quá trình cắt, nghĩa là không chú ý tới các đặc điểm mang tính chất ngẫu nhiên và thay đổi theo thời gian như:

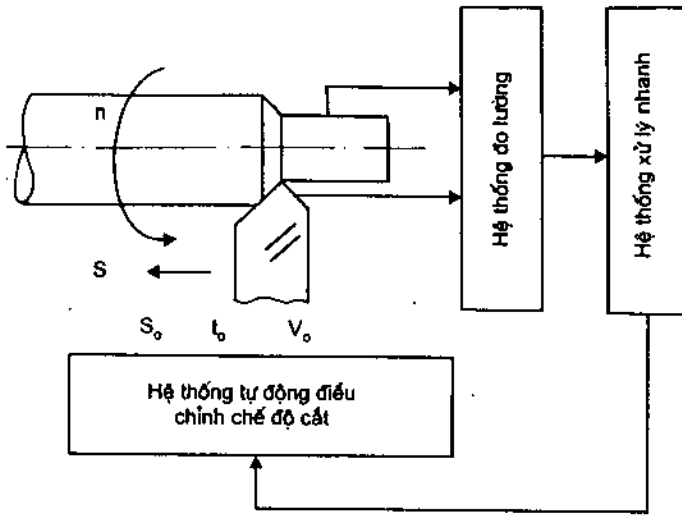
- Độ cứng của vật liệu gia công không đồng nhất.
- Lượng dư gia công không đều.
- Lượng mòn của dao thay đổi theo thời gian v.v...

- Sau khi xác định được chế độ gia công hợp lý người ta tiến hành điều chỉnh máy làm việc theo các thông số của chế độ đó. Trong quá trình làm việc các thông số này không được điều chỉnh lại.

Do các đặc điểm trên đây nên tối ưu hóa tĩnh chưa giải quyết vấn đề thật triệt để. Mặc dầu vậy ngày nay tối ưu hóa tĩnh vẫn được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi vì nó đơn giản, dễ áp dụng và đảm bảo tính hiệu quả.

14.1.2.2. Tối ưu hóa động

Tối ưu hóa động (còn gọi là tối ưu hóa trong của quá trình cắt gọt) là quá trình nghiên cứu tối ưu dựa trên mô hình động của quá trình cắt do đó trong quá trình nghiên cứu có chú ý tới các đặc điểm mang tính ngẫu nhiên và thay đổi theo thời gian (hình 14.2).



Hình 14.2. Sơ đồ nghiên cứu tối ưu hóa động khí tiện.

Theo hình 14.2 trong quá trình cắt hệ thống đo lường đo các đại lượng thuộc về chi tiết (như kích thước chi tiết, sai số hình dạng của chi tiết...), các đại lượng thuộc về dao và hệ thống công nghệ (như độ mòn dao, lực cắt, nhiệt cắt, rung động của hệ thống công nghệ) và chuyển sang hệ thống xử lý nhanh... Sau đó hệ thống xử lý nhanh xác định ngay chế độ cắt tối ưu và chuyển kết quả cho bộ phận tiếp theo để tự động điều chỉnh máy làm việc theo chế độ cắt đã được xác định.

Trong quá trình làm việc mặc dầu xuất hiện các yếu tố ngẫu nhiên và thay đổi theo thời gian như độ cứng vật liệu không đồng nhất, lượng dư gia công không đều, lượng mòn của dao thay đổi theo thời gian... nhưng nhờ có các tín hiệu do hệ thống đo lường chủ động cung cấp, hệ thống xử lý nhanh luôn luôn xác định được chế độ cắt hợp lý ở các thời điểm tương ứng, cung cấp kịp thời cho hệ thống điều khiển tự động đảm bảo cho máy luôn luôn làm việc với chế độ hợp lý.

Như vậy khác với tối ưu hóa tĩnh, ở tối ưu hóa động chế độ gia công chẳng những được điều chỉnh trước mà còn được tự động điều chỉnh ngay trong quá trình cắt.

Tối ưu hóa động giải quyết vấn đề triệt để hơn so với tối ưu hóa tĩnh nhưng cũng phức tạp hơn tối ưu hóa tĩnh rất nhiều vì tối ưu hóa động gắn liền với đo

lượng chủ động và điều khiển thích nghi. Tuy nhiên, do tính hiệu quả của nó tối ưu hóa động sẽ được phát triển rất mạnh trong thế kỷ 21 này.

Hiệu quả của tối ưu hóa phụ thuộc vào mức độ phù hợp của mô hình nghiên cứu so với quá trình cắt thực và mức độ chính xác của mô hình toán học được xây dựng để mô tả quá trình cần khảo sát. Do đó muốn thực hiện tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt phải xây dựng mô hình nghiên cứu dựa trên các điều kiện công nghệ cụ thể. Về mặt thực tiễn nếu xét được càng nhiều yếu tố ảnh hưởng tới quá trình gia công thì vấn đề được giải quyết càng toàn diện và triệt để nhưng về mặt toán học thì quá trình nghiên cứu sẽ càng phức tạp và khó áp dụng vào sản xuất. Ngược lại, nếu bỏ qua nhiều yếu tố ảnh hưởng tới quá trình gia công thì kết quả thu được không chính xác, hiệu quả kinh tế của việc áp dụng tối ưu hóa sẽ thấp.

Thực chất của phương pháp tối ưu hóa là xây dựng và giải bài toán tìm cực trị để xác định phương án tối ưu cho quá trình sản xuất. Nhận xét đó cho thấy:

- Tối ưu hóa là một phương pháp, là một công cụ cho các nhà nghiên cứu kinh tế và công nghệ.

- Tối ưu hóa gắn liền với mô hình hóa, hay nói cách khác mô hình hóa là bước thứ nhất của tối ưu hóa.

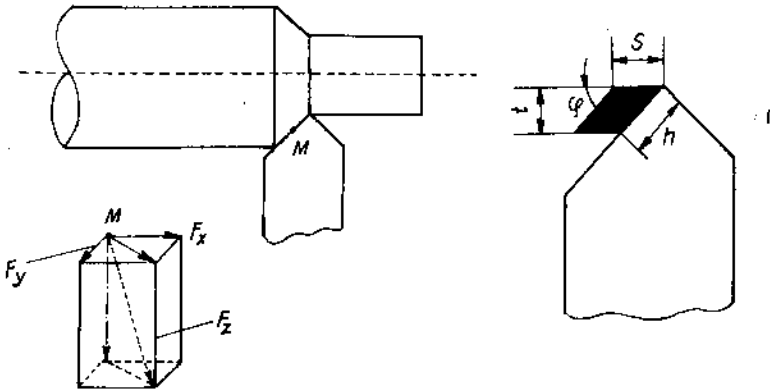
- Tối ưu hóa luôn luôn gắn liền với điều kiện công nghệ cụ thể, vì thế mỗi quốc gia phải tự giải quyết bài toán tối ưu của mình trong sản xuất.

14.2. CƠ SỞ KINH TẾ - KỸ THUẬT CỦA TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH GIA CÔNG CẮT GỌT

Muốn thực hiện tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt phải dựa trên mối quan hệ kinh tế - kỹ thuật được thiết lập xuất phát từ bản chất vật lý của quá trình cắt cũng như dựa trên tính chất đặc trưng của từng nguyên công. Các mô hình toán học mô tả mối quan hệ giữa lực cắt, tuổi bền của dụng cụ với các thông số công nghệ cần tối ưu là cơ sở để thực hiện tối ưu hóa quá trình gia công cắt gọt.

14.2.1. Mô hình lực cắt

Lực cắt tại một điểm M trên lưỡi cắt khi tiện có thể phân tích thành ba thành phần như sau (hình 14.3):



Hình 14.3. Lực cắt khi tiện.

Từ sơ đồ, lực cắt đơn vị K được xác định như sau:

$$K = \frac{F_z}{A} = \frac{F_z}{b \cdot a} = \frac{F_z}{t \cdot s} = k_1 a^{k_2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (14.1)$$

Trong đó:

A- tiết diện ngang của phoi (mm^2).

a- chiều dày phoi (mm).

$$a = s \cdot \sin \varphi \quad (14.2)$$

φ - góc nghiêng chính của dao (độ).

b- chiều rộng phoi (mm).

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \quad (14.3)$$

t- chiều sâu cắt (mm).

Giá trị các hệ số k_1 và số mũ k_2 phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể như vật liệu gia công, vật liệu dao, kết cấu bộ phận cắt của dụng cụ cắt, chế độ bôi trơn và làm nguội khi cắt v.v...

$$F_z = k_1 \cdot b \cdot a^{1+k_2} \sin^{k_2} \varphi \quad (14.4)$$

Trong đó

$$k_1 = k_{10} \cdot k_{11} \cdot \dots \cdot k_{1i} \quad (14.5)$$

với k_{ii} là các hệ số xét tới ảnh hưởng của các yếu tố đặc trưng cho điều kiện gia công cụ thể tới lực cắt. các giá trị k_{ii} phải xác định bằng thực nghiệm:

Các thành phần $F_x, F_y,$ được tính theo F_z :

$$F_x = C_x \cdot F_z \tag{14.6}$$

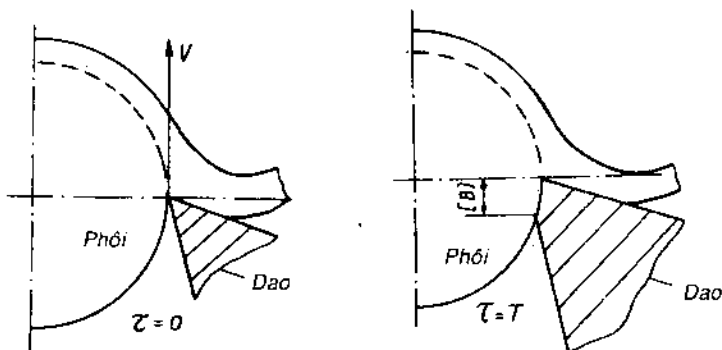
$$F_y = C_y \cdot F_z \tag{14.7}$$

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 + F_z^2 \tag{14.8}$$

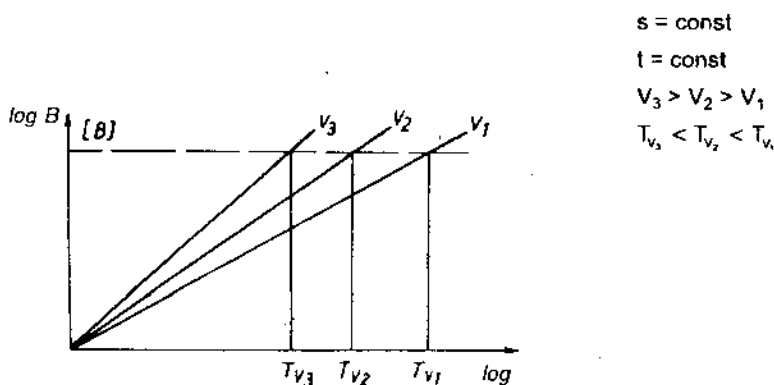
Trong đó C_x, C_y là các hệ số mô tả mối quan hệ giữa F_x, F_y với F_z và được xác định bằng thực nghiệm.

14.2.2. Mô hình mòn dụng cụ cắt

Chiều cao vết mòn mặt sau B của dụng cụ cắt (hình 14.4) được dùng làm chỉ tiêu đánh giá quá trình mòn. Quá trình mòn phụ thuộc chủ yếu vào thời gian cắt τ và tốc độ cắt V (hình 14.4).



Hình 14.4. Sơ đồ mòn mặt sau của dao tiện.



Hình 14.5. Sự phụ thuộc của lượng mòn dao vào thời gian cắt và tốc độ cắt.

Lượng mòn mặt sau B của dao được xác định như sau:

$$B = C_1 \tau^{C_2} \quad (14.9)$$

Trong đó:

τ - thời gian cắt.

C_1 - hệ số:

$$C_1 = C_0 \cdot V^{C_3} \cdot S^{C_4} \cdot t^{C_5} \quad (14.10)$$

với C_0, C_3, C_4, C_5 là các hệ số và số mũ phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể và được xác định bằng thực nghiệm.

Khi lượng mòn dao $B = [B]$ (lượng mòn dao cho phép) thì $\tau = T$ (tuổi bền của dao).

Người ta cũng có thể biểu diễn tuổi bền T dưới các dạng sau:

$$T = A_1 V^{A_2} \quad (14.11)$$

$$T = A_3 V^{A_4} \cdot S^{A_5} \quad (14.12)$$

$$T = A_5 V^{A_2} \cdot S^{A_4} t^{A_6} \quad (14.13)$$

Trong đó $A_1 \div A_6$ là các hệ số và số mũ phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể và được xác định bằng thực nghiệm. Khi cắt kim loại luôn luôn có:

$$A_1, A_3, A_5 > 0$$

$$A_2, A_4, A_6 < 0$$

$$|A_2| > |A_4| > |A_6|$$

Biểu thức (14.11) cho thấy tốc độ cắt có ảnh hưởng mạnh nhất tới tuổi bền T. Biểu thức (14.12) và (14.13) phản ánh đầy đủ ảnh hưởng của bước tiến dao và chiều sâu cắt tới tuổi bền của dụng cụ. Tuy nhiên số mũ A_6 thường rất nhỏ ($A_6 \approx 0$), $t^{A_6} \approx 1$, do đó khi tính toán người ta bỏ qua ảnh hưởng của chiều sâu cắt tới tuổi bền và thường lấy T theo biểu thức (14.12).

Hệ số A_3 được biểu diễn như sau:

$$A_3 = A_{30} \cdot A_{31} \dots A_{3i} \quad (14.14)$$

trong đó A_{3i} là các hệ số xét đến ảnh hưởng của các yếu tố đặc trưng cho các điều kiện cắt cụ thể tới tuổi bền T, ở đây đặc biệt chú ý tới ảnh hưởng của cặp vật liệu gia công - vật liệu dụng cụ cắt.

14.3. HÀM MỤC TIÊU CỦA QUÁ TRÌNH TIỀN

Tối ưu hóa quá trình tiến về thực chất là giải bài toán tìm cực trị trong đó có ít nhất 1 điều kiện biên là 1 bất phương trình. Muốn vậy cần tiến hành xây dựng hàm mục tiêu xuất phát từ các chỉ tiêu tối ưu của nguyên công.

Hàm mục tiêu mô tả mối quan hệ giải tích giữa chỉ tiêu tối ưu với các thông số công nghệ tối ưu. Về nguyên tắc hàm mục tiêu là các chỉ tiêu kinh tế được xây dựng trên cơ sở thời gian gia công.

14.3.1. Chỉ tiêu kỹ thuật về thời gian

Chỉ tiêu kỹ thuật về thời gian bao gồm:

- Thời gian cơ bản τ_0 là thời gian cần thiết để biến đổi phôi thành chi tiết có hình dạng, kích thước theo yêu cầu. Thời gian cơ bản τ_0 do máy thực hiện và được xác định dựa trên sơ đồ gia công cụ thể.

- Thời gian phụ τ_p bao gồm:

+ Thời gian phụ của máy τ_{pm} dùng điều chỉnh máy cắt đúng chiều sâu cắt t sau mỗi lượt cắt.

+ Thời gian phụ của dao τ_{pd} là thời gian chi phí cho 1 lần thay dao bao gồm thời gian tháo dao, mài lại dao và lắp dao vào vị trí làm việc.

Tổng thời gian phụ của dao $\Sigma \tau_{pd}$ được tính bằng tích số của thời gian chi phí cho 1 lần thay dao với số lần thay dao:

$$\Sigma \tau_{pd} = \frac{\sum \tau_{oi}}{T} \cdot \tau_{pd} \quad (14.15)$$

Trong biểu thức (14.15) thương số $\frac{\sum \tau_{oi}}{T}$ biểu thị số lần thay dao.

Tổng số thời gian cơ bản τ_0 và thời gian phụ τ_p tạo thành thời gian nguyên công:

$$\tau_{nc} = \tau_0 + \tau_p \quad (14.16)$$

- Thời gian phục vụ τ_{fv} và thời gian nghỉ ngơi tự nhiên τ_{nh} thường lấy theo % thời gian nguyên công. Hai thành phần này ảnh hưởng rất ít tới kết quả của bài toán tối ưu nên cho phép bỏ qua.

- Thời gian chuẩn bị và kết thúc nguyên công cũng như thời gian gá đặt chi tiết không ảnh hưởng tới bài toán tối ưu hóa chế độ cắt nên cũng không xét đến.

Vậy chỉ tiêu kỹ thuật về thời gian τ có dạng:

$$\tau = \sum_{i=1}^m (\tau_{0Mi} + \tau_{pMi}) + \frac{\sum_{i=1}^m \tau_{oi}}{T} \tau_{phd} \quad (14.17)$$

Trong đó:

m - số lần cắt.

τ_{0Mi} - thời gian cơ bản của máy ở lần cắt thứ i .

τ_{pMi} - thời gian phụ của máy ở lần cắt thứ i để điều chỉnh máy cắt đúng chiều sâu cắt.

14.3.2. Chi phí gia công khi tiện

Chi phí gia công tương ứng với các thành phần thời gian gia công cho ở biểu thức (14.17) có thể phân thành 2 phần:

- Phần chi phí trong 1 giờ làm việc, kí hiệu K_{clv} (đồng/giờ), bao gồm:

+ Chi phí khấu hao máy trong 1 giờ K_M (đồng/ giờ).

+ Chi phí lương công nhân đứng máy trong 1 giờ K_L (đồng/ giờ).

+ Chi phí phụ khác K_p như thời gian quét dọn chỗ làm việc lấy theo % của $(K_M + K_L)$.

Thành phần chi phí phụ K_p ít ảnh hưởng tới kết quả bài toán tối ưu nên có thể bỏ qua.

Vậy chi phí gia công liên quan đến chỗ làm việc trong 1 giờ K_{clv} có dạng:

$$K_{clv} = K_M + K_L = K_{ML} \quad (14.18)$$

K_{ML} - hệ số chi phí liên quan tới khấu hao máy và lương công nhân đứng máy trong 1 giờ (đồng/giờ).

- Phần chi phí liên quan đến dao trong 1 giờ K_D ứng với chu kỳ tuổi bền T của dao bao gồm:

+ Chi phí cho thay dao K_{hd} .

+ Chi phí cho mài dao K_{md} .

+ Chi phí cho lượng vật liệu chế tạo dao bị mòn K_{dm} .

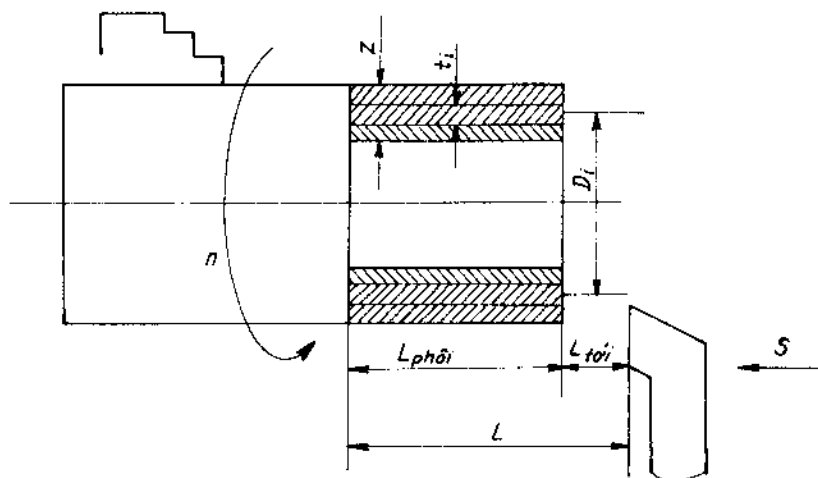
Do đó chi phí liên quan đến dao trong 1 giờ có dạng:

$$K_d = K_{thd} + K_{md} + K_{dm} \quad (14.19)$$

Kết hợp (14.17), (14.18), (14.19) ta xây dựng được hàm chi phí gia công K có dạng:

$$K = K_{ML} \sum_{i=1}^m (\tau_{oMi} + \tau_{phd}) + K_D \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^m \tau_{oMi} \right) \tau_{phd} \quad (14.20)$$

Dựa vào sơ đồ cắt khi tiện (hình 14.6) ta lần lượt xác định các thành phần của biểu thức (14.20).



Hình 14.6. Sơ đồ cắt khi tiện.

Để đơn giản hóa bài toán ta xét trường hợp chiều sâu cắt t không thay đổi trong quá trình gia công, khi đó có:

$$\sum_{i=1}^m t_i = m \cdot t = Z \Rightarrow m = \frac{Z}{t} \quad (14.21)$$

Trong đó Z là lượng dư gia công 1 phía, m là số lần cắt.

- Thời gian gia công cơ bản τ_0 :

$$\tau_0 = \sum_{i=1}^m \tau_{oMi} = m \tau_{oMi} = m \frac{L}{V_{doc}} = \frac{L}{nS} = m \frac{\pi d_i L}{V \cdot S} = \frac{Z}{t} \cdot \frac{C_1}{V \cdot S} \quad (14.22)$$

Trong đó:

L - chiều dài đoạn đường dao di chuyển gồm chiều dài phôi $L_{\text{phôi}}$ và chiều dài đoạn dự trữ $L_{\text{tối}}$.

$$L = L_{\text{phôi}} + L_{\text{tối}} \quad (14.23)$$

V_{doc} - tốc độ tiến dao dọc.

d_i - đường kính phôi ở lần cắt thứ i .

C_1 - hằng số,

$$C_1 = \pi d_i L \quad (14.24)$$

- Xác định thời gian cắt thực τ :

Thời gian cắt thực của lần cắt thứ i (τ_{oi}) là thời gian dao dịch chuyển đoạn đường đúng bằng chiều dài phôi $L_{\text{phôi}}$.

$$\tau_0 = \sum_{i=1}^m \tau_{oi} = m \tau_{oi} = m \frac{L_{\text{phôi}}}{V_{\text{doc}}} = \frac{L_{\text{phôi}}}{nS} = m \frac{\pi d_i L_{\text{phôi}}}{V \cdot S} = \frac{Z}{t} \cdot \frac{C_2}{V \cdot S} \quad (14.25)$$

Trong đó:

$$C_2 = \pi d_i L \quad (14.26)$$

Thay các biểu thức (14.12), (14.21), (14.22) và (14.25) vào (14.20) được chi phí gia công K có dạng:

$$K = \frac{Z}{t} \left[K_{\text{ML}} \left(\frac{C_1}{VS} + \tau_{\text{PMi}} \right) + K_{\text{D}} \frac{C_2}{A_3 \cdot V^{A_2+1} S^{A_4+1}} \right] \quad (14.27)$$

Hàm K có dạng tích số của 2 thừa số, trong đó thừa số thứ nhất $\frac{Z}{t}$ là hằng số khác 0.

Nhiệm vụ của bài toán là xác định điểm xảy ra cực trị để tìm ra các thông số cắt tối ưu chứ không quan tâm tới giá trị cực trị của hàm mục tiêu. Vì vậy, để đơn giản hóa quá trình tính toán, thay vì khảo sát hàm chi phí gia công K cho ở (14.27) ta khảo sát hàm chi phí gia công K chỉ còn biểu diễn bằng thừa số thứ hai:

$$K = K_{\text{ML}} \left(\frac{C_1}{VS} + \tau_{\text{PMi}} \right) + K_{\text{D}} \frac{C_2}{A_3 \cdot V^{A_2+1} S^{A_4+1}} \quad (14.28)$$

Mặt khác, thông số chiều sâu cắt t không có mặt trong biểu thức (14.28) có nghĩa là không cần tối thời gian phụ của máy ở lần cắt thứ i (τ_{PMi}) để điều

chỉnh lại máy cắt đúng chiều sâu cắt sau mỗi lần cắt, do đó hàm chi phí gia công K có dạng:

$$K = K_{ML} \frac{C_1}{V.S} + K_D \frac{C_2}{A_3 \cdot V^{A_2+1} S^{A_4+1}} = k(v, s) \quad (14.29)$$

14.3.3. Xác định chế độ cắt tối ưu khi tiện

14.3.3.1. Xác định chế độ cắt tối ưu V_0 khi tiện

Từ $K = (V.S)$ cho ở (14.29) ta xác định $\frac{\partial k}{\partial V}$, sau đó giải phương trình $\frac{\partial k}{\partial V} = 0$ đối với V sẽ xác định được tốc độ cắt hợp lý V_0 khi tiện.

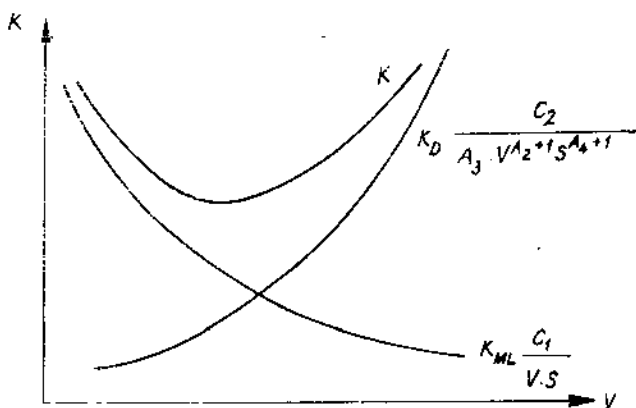
$$\frac{\partial k}{\partial V} = -K_{ML} \frac{C_1}{S \cdot V^2} - K_D \frac{C_2(A_2+1)}{A_3 V^{A_2+1} S^{A_4+1}} = 0$$

Rút ra:

$$V_0 = \left[\frac{C_2 \cdot K_D \cdot A_2 + 1}{C_1 \cdot K_{ML} \cdot A_3 \cdot S^{A_4}} \right]^{1/A_2} \quad (14.30)$$

Khi cắt kim loại luôn luôn có:

$$\begin{cases} A_2 < 0 \\ |A_2| > 1 \end{cases}$$



Hình 14.7. Quan hệ giữa chi phí gia công K tới tốc độ cắt V.

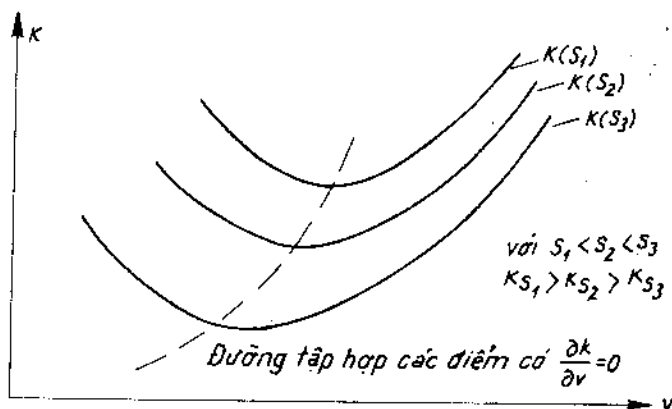
Vậy $A < -1$, $A + 1 < 0$ hay $-(A + 1) > 0$. Do đó biểu thức (14.30) luôn luôn tồn tại, có nghĩa là luôn luôn tồn tại tốc độ cắt hợp lý V (hình 14.7).

Trở lại biểu thức (14.28) ta thấy hàm chi phí gia công K gồm 2 số hạng. Trong số hạng thứ nhất tốc độ cắt V nằm ở mẫu số. Trong số hạng thứ 2 vì $A + 1 < 0$ nên tốc độ cắt V nằm ở tử số. Với bước tiến S cố định nếu tăng tốc độ cắt sẽ làm giảm số hạng thứ nhất và làm tăng số hạng thứ hai. Trong giai đoạn đầu vì tốc độ cắt còn nhỏ nên khi tăng tốc độ cắt thì lượng giảm của số hạng thứ nhất lớn hơn lượng tăng của số hạng thứ hai, do đó tổng của hai số hạng giảm, đường cong chi phí K đi xuống.

Trong giai đoạn sau nếu tiếp tục tăng tốc độ cắt V , số hạng thứ hai tăng theo hàm số mũ với cơ số lớn, do đó lượng tăng của số hạng thứ hai lớn hơn lượng giảm của số hạng thứ nhất, vì vậy tổng của 2 số hạng tăng mạnh, đường cong chi phí K đi lên.

Kết hợp cả 2 trường hợp sẽ tìm được 1 giá trị tốc độ cắt hợp lý V tại đó hàm chi phí K đạt giá trị cực tiểu (hình 14.7).

Khi cho bước tiến S nhận những giá trị cố định khác nhau và cho tốc độ cắt biến đổi chúng ta nhận được kết quả cho ở hình 14.8. Kết quả ở hình 14.8 cho thấy rằng khi tăng bước tiến S thì giá trị cực tiểu của hàm chi phí gia công K giảm.



Hình 14.8. So sánh K khi bước tiến S nhận những giá trị khác nhau.

14.3.3.2. Xác định bước tiến cắt tối ưu S_0

Tương tự, từ biểu thức (14.29) xác định $\frac{\partial k}{\partial v}$, giải phương trình $\frac{\partial k}{\partial v} = 0$ đối với S sẽ tìm được bước tiến cắt tối ưu S_0 .

Nhận xét thấy rằng trong biểu thức (14.29) tốc độ cắt V và bước tiến S có vai trò đối xứng, vì thế trong biểu thức $\frac{\partial k}{\partial v}$ cứ chỗ nào có V ta thay bằng S sẽ được $\frac{\partial k}{\partial S}$ và rút ra:

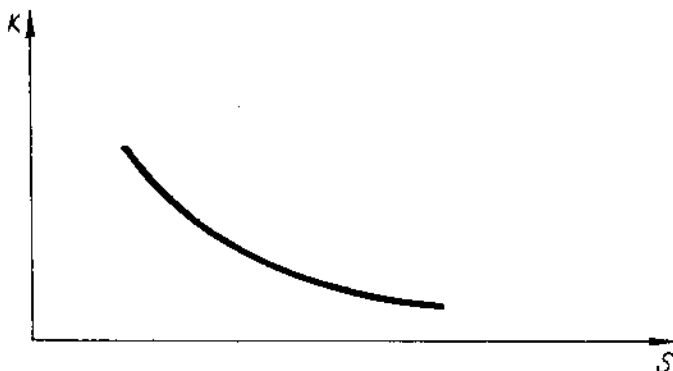
$$S_0 = \left[\frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{K_D}{K_{ML}} \cdot \frac{A_4 + 1}{A_3 \cdot S^{A_4}} \right]^{1/A_4} \quad (14.31)$$

Trở lại biểu thức (14.29) ta thấy hàm chi phí gia công K là tổng của 2 số hạng. Khi cắt kim loại luôn luôn nhận được:

$$A_4 < 0.$$

$$|A_4| < 1 \Rightarrow A_4 + 1 > 0$$

Điều đó có nghĩa, bước tiến S luôn luôn nằm ở mẫu số của cả 2 số hạng. Vậy với tốc độ cắt V xác định nếu ta tăng bước tiến S thì hàm chi phí K sẽ giảm liên tục, giới hạn bước tiến cắt hợp lý tiến tới ∞

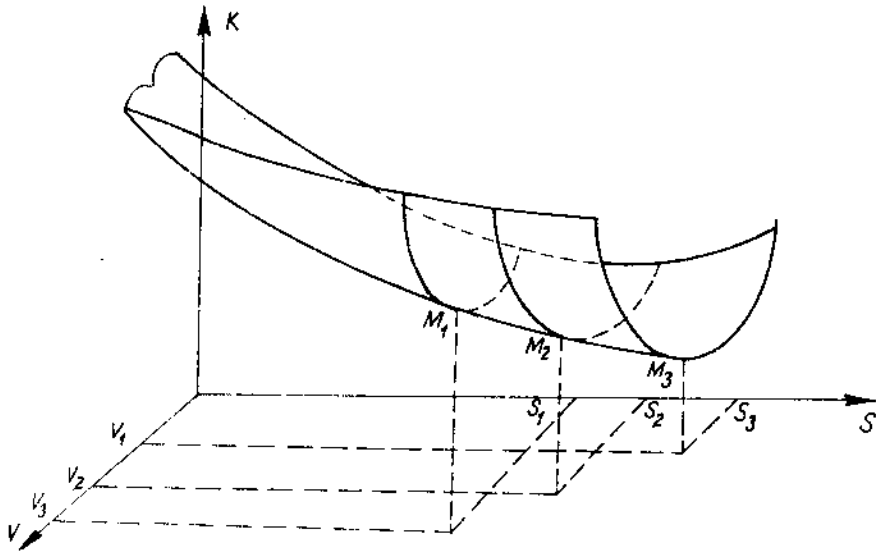


Hình 14.9. Quan hệ giữa chi phí gia công K với bước tiến S .

(hình 14.9). Điều này không tồn tại trong thực tiễn vì bước tiến dao phụ thuộc vào máy do đó nó luôn luôn là một đại lượng có giới hạn. Vì vậy bài toán không có cực trị tuyệt đối.

Khi khảo sát trường hợp đồng thời thay đổi tốc độ cắt V và bước tiến S ta

được hàm chi phí K trong không gian là một mặt cong có dạng máng nước giảm liên tục về phía tăng của S và phía giảm của V (hình 14.10).



Hình 14.10. Quan hệ giữa chi phí gia công K với bước tiến S và vận tốc cắt V .

14.3.4. Xác định tốc độ cắt kinh tế và tuổi bền kinh tế hợp lý

14.3.4.1. Xác định tốc độ cắt kinh tế V_{kt}

Trong trường hợp $S = S_{\text{max}} = \text{const}$ thì tuổi bền T chỉ phụ thuộc vào tốc độ cắt V cho ở biểu thức (14.11). Thay (14.11), (14.21), (14.22) và (14.25) vào (14.20) và lý luận tương tự như trên ta được hàm chi phí gia công K có dạng:

$$K = K_{\text{ML}} \frac{C_1}{VS} + K_{\text{D}} \frac{C_2}{A_1 \cdot V^{A_1+1} S} \quad (14.32)$$

Đặt $C_3 = \frac{C_1}{S}$ (14.33)

$$C_4 = \frac{C_2}{S} \quad (14.34)$$

Thay (14.33), (14.34) vào (14.32) được:

$$K = K_{ML} \frac{C_3}{S \cdot V} + K_D \frac{C_4}{A_1 \cdot V^{A_2+1} S} \quad (14.35)$$

Tương tự, từ (14.35) tính $\frac{dk}{dv}$ rồi giải phương trình $\frac{dk}{dv}$ ta được tốc độ cắt tối ưu kinh tế V_{opt} .

$$\frac{dk}{dv} = -K_{ML} \frac{C_3}{V^2} - K_D \frac{C_4}{A_1 \cdot V^{A_2+1}} = 0$$

Rút ra:

$$V_{opt} = \left(\frac{C_4}{C_3} \cdot \frac{K_D}{K_{ML}} \cdot \frac{A_2 + 1}{A_1} \right)^{1/2} \quad (14.36)$$

14.3.4.2. Xác định tuổi bền kinh tế

Thay (14.35) vào (14.11) được tuổi bền kinh tế tối ưu T_{opt} .

$$T_{opt} = A_1 \cdot V_{opt}^{A_2}$$

$$= A_1 \cdot \left[\left(\frac{C_4}{C_3} \cdot \frac{K_D}{K_{ML}} \cdot \frac{A_2 + 1}{A_1} \right)^{1/2} \right]^{A_2}$$

$$T_{opt} = \frac{C_4}{C_3} \cdot \frac{K_D}{K_{ML}} \cdot (A_2 + 1) \quad (14.37)$$

14.4. MIỀN GIỚI HẠN KHI TIỆN

14.4.1. Giới hạn về phía bước tiến dao nhỏ

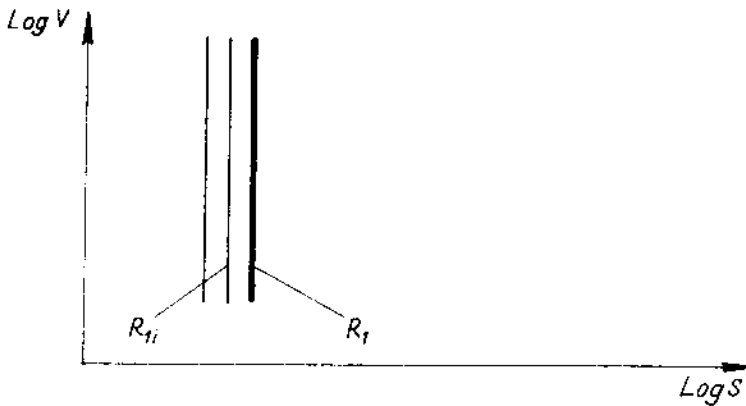
Các giới hạn về phía bước tiến dao nhỏ ký hiệu là R_i bao gồm:

R_{11} - bước tiến dao nhỏ nhất có thể điều chỉnh được trên máy.

R_{12} - bước tiến dao nhỏ nhất xác định từ điều kiện chiều dày phôi nhỏ nhất có thể cắt được trong quá trình gia công. Giá trị R_{12} phụ thuộc vào vật liệu gia công, vật liệu dụng cụ, kết cấu phần cắt của dụng cụ.

R_{1i}

Giới hạn về phía bước tiến dao nhỏ là giá trị lớn nhất của các bước tiến R_{1i} đã xét (hình 14.11).



Hình 14.11. Giới hạn về phía bước tiến dao nhỏ.

Vậy:

$$R_1 = \text{MAX} (R_{11}, R_{12}, \dots, R_{1i}, \dots) \leq S \quad (14.38)$$

14.4.2. Giới hạn về phía bước tiến dao lớn

- Các giới hạn về phía bước tiến dao lớn ký hiệu là R_2 bao gồm:

+ R_{21} - bước tiến dao lớn nhất có thể được điều chỉnh được trên máy.

+ R_{22} - bước tiến dao lớn nhất xác định từ điều kiện mômen cắt phải nhỏ hơn mômen cắt cho phép của trục chính.

+ R_{23} - bước tiến dao lớn nhất cho phép xác định từ điều kiện lực cắt lớn nhất phải đảm bảo an toàn cho cơ cấu dẫn động của máy.

- Các giới hạn liên quan đến dao như:

+ R_{24} - bước tiến dao lớn nhất xác định từ điều kiện gãy dao do uốn, do xoắn hoặc do va đập.

+ R_{25} - bước tiến dao xác định từ điều kiện độ võng của dao phải nhỏ hơn độ võng cho phép.

- Các giới hạn liên quan đến chi tiết như:

+ R_{26} - bước tiến dao lớn nhất xác định từ điều kiện giới hạn đảm bảo chi tiết không bị phá hủy do uốn, xoắn.

+ R_{27} - bước tiến dao xác định từ điều kiện độ võng chi tiết khi gia công phải nhỏ hơn độ võng cho phép.

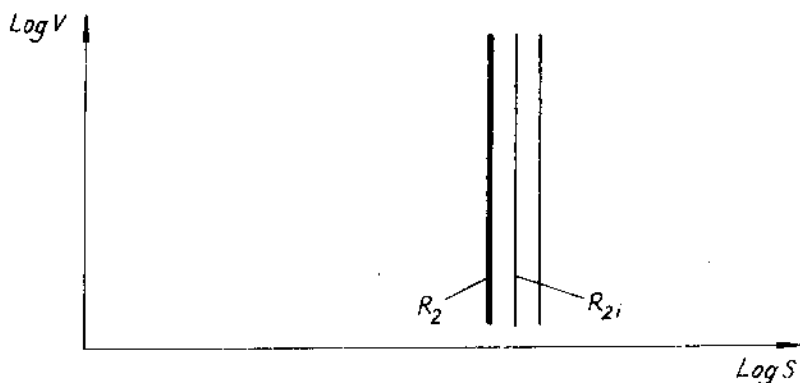
+ R_{28} - bước tiến dao xác định từ điều kiện sai số hình dạng của chi tiết phải nhỏ hơn trị số cho phép.

+ R_{29} - bước tiến dao xác định từ điều kiện chiều cao nhấp nhô bề mặt phải nhỏ hơn trị số cho phép.

- Các giới hạn liên quan đến độ bền của cơ cấu kẹp chi tiết và cơ cấu kẹp dao:

+ R_{210} - bước tiến dao xác định từ điều kiện đảm bảo độ bền của cơ cấu kẹp chi tiết và cơ cấu kẹp dao.

Giới hạn về phía bước tiến dao lớn là giá trị nhỏ nhất của các giới hạn R_2 đã xét (hình 14.12).



Hình 14.12. Giới hạn về phía bước tiến dao lớn.

Vậy giới hạn về phía bước tiến dao lớn là:

$$S \leq R_2 = \text{MIN} (R_{21}, R_{22}, R_{23}, \dots, R_{2i}, \dots) \quad (14.39)$$

14.4.3. Giới hạn về phía tốc độ cắt lớn

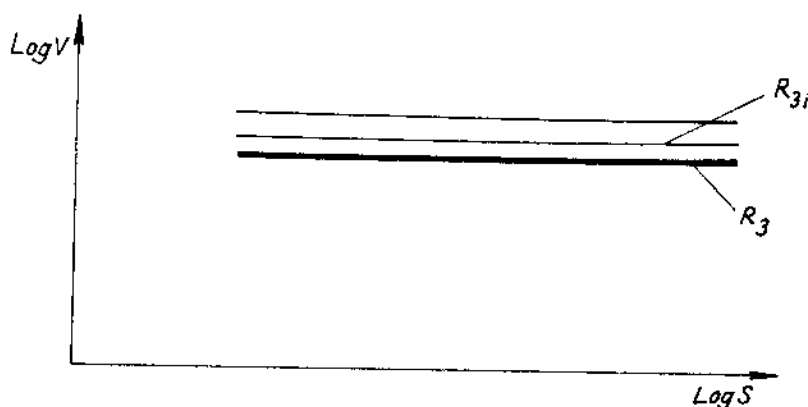
Giới hạn về phía tốc độ cắt lớn R_3 bao gồm:

+ R_{31} - tốc độ cắt lớn nhất xác định từ khả năng làm việc của máy. R_{31} được xác định từ số vòng quay lớn nhất có thể điều chỉnh được trên máy kết hợp với đường kính lớn nhất mà máy có thể gia công được.

+ R_{32} - tốc độ cắt lớn nhất xác định từ khả năng làm việc của vật liệu chế tạo dụng cụ cắt.

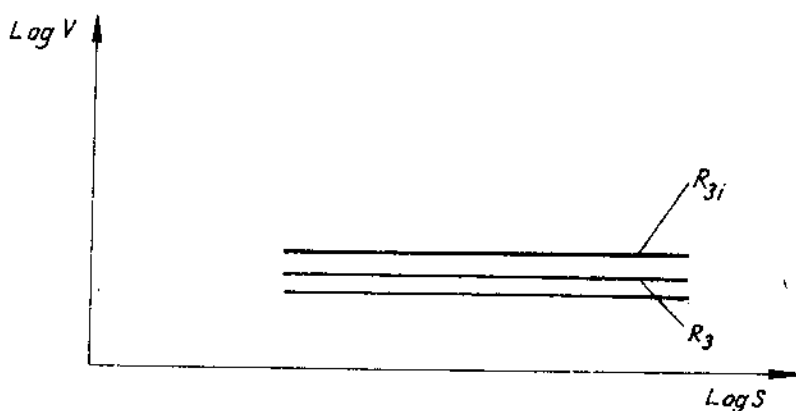
Giới hạn về phía tốc độ cắt lớn R_3 là giá trị nhỏ nhất của các tốc độ giới hạn R_{3i} (hình 14.13).

$$V \leq R_2 = \text{MIN} (R_{31}, R_{32}, \dots, R_{3i}, \dots) \quad (14.40)$$



Hình 14.13. Giới hạn về phía tốc độ cắt lớn.

14.4.4. Giới hạn về phía tốc độ cắt nhỏ



Hình 14.14. Giới hạn về phía tốc độ cắt nhỏ.

Các giới hạn về phía tốc độ cắt nhỏ R_4 bao gồm:

+ R_{41} - tốc độ nhỏ nhất xác định từ số vòng quay nhỏ nhất có thể điều chỉnh được trên máy kết hợp với đường kính nhỏ nhất có thể gia công được.

+ R_{42} - tốc độ cắt nhỏ nhất xác định từ vật liệu gia công.

+ R_{43} - tốc độ cắt nhỏ nhất phụ thuộc vào khả năng làm việc của dụng cụ cắt.

Giới hạn về phía tốc độ cắt nhỏ nhất là giá trị lớn nhất của các giới hạn R_{4i} (hình 14.14).

$$R_4 = \text{MAX} (R_{41}, R_{42}, \dots R_{4i} \dots) \leq V \quad (14.41)$$

14.4.5. Các giới hạn khác

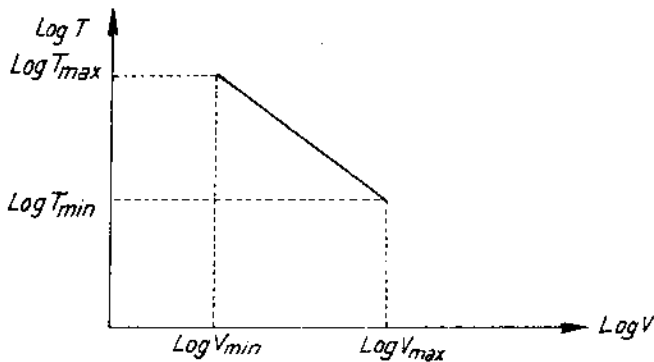
Các giới hạn khác được thiết lập thông qua việc xây dựng mối quan hệ giữa các đại lượng khác có liên quan tới các thông số của chế độ cắt trong quá trình gia công.

Ví dụ:

+ R_5 - giới hạn xác định từ điều kiện công suất cắt phải đảm bảo nhỏ hơn công suất của động cơ chính của máy.

+ R_6 - giới hạn tuổi bền nhỏ nhất của dụng cụ cắt có thể đạt được xác định từ định nghĩa hàm tuổi bền của dụng cụ (hình 14.15).

+ R_7 - giới hạn tuổi bền lớn nhất của dụng cụ cắt có thể đạt được xác định từ định nghĩa hàm tuổi bền.



Hình 14.15. Giới hạn tuổi bền của dụng cụ xác định từ định nghĩa của hàm tuổi bền.

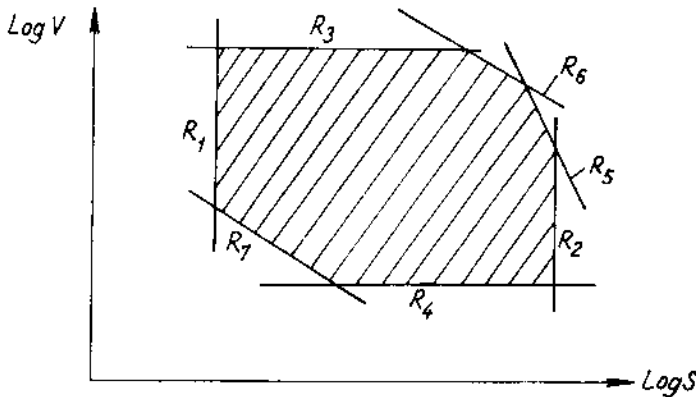
Thay các giá trị T_{max} , T_{min} vào biểu thức (14.12) ta xác định được R_6 , R_7 dưới dạng $V = f(S)$.

14.4.6. Xây dựng miền giới hạn khi tiện

Sau khi xây dựng được các giới hạn và biểu diễn chúng trong hệ tọa độ phẳng $\log V - \log S$ ta sẽ nhận được miền giới hạn của bài toán tối ưu hóa chế độ cắt khi tiện (hình 14.16).

Lưu ý rằng do giới hạn R_7 và R_8 mà bước tiến dao S và tốc độ cắt V bị chặn

trên. Vì vậy R_2 và R_3 được coi là 2 trong số các giới hạn quan trọng nhất khi tiện.



Hình 14.16. Miền giới hạn khi tiện.

Điểm tối ưu khi tiện phải nằm trong miền xác định hoặc ít nhất phải nằm trên biên của miền xác định.

Kết luận:

Chế độ cắt tối ưu luôn luôn phụ thuộc vào điều kiện gia công cụ thể vì vậy mỗi một quốc gia cần tự nghiên cứu giải quyết bài toán tối ưu trong điều kiện sản xuất cụ thể của mình góp phần tạo điều kiện tự động hóa chuẩn bị sản xuất để nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của quá trình sản xuất.

Chương 15

PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CHI TIẾT CƠ KHÍ

15.1. TỔNG QUAN

Mục tiêu của chuẩn bị (thiết kế) công nghệ cho sản xuất cơ khí là đảm bảo cho quá trình sản xuất diễn ra tin cậy, ổn định theo quy mô và điều kiện sản xuất, để đạt hiệu quả sản xuất tốt (chất lượng sản phẩm tốt, năng suất lao động cao, chi phí sản xuất ít), đảm bảo cho sản phẩm cơ khí được chế tạo có đủ sức cạnh tranh trên thị trường.

Chức năng của chuẩn bị công nghệ cho sản xuất cơ khí bao gồm:

- Thiết kế và thử nghiệm quá trình công nghệ và dây chuyền công nghệ chế tạo sản phẩm cơ khí,
- Giám sát và điều hành quá trình công nghệ và dây chuyền công nghệ trong thực tế sản xuất.

Nội dung chuẩn bị công nghệ cho sản xuất cơ khí bao gồm:

- Lập các phương án về quá trình công nghệ và dây chuyền công nghệ có tính kinh tế - kỹ thuật phù hợp với quy mô và điều kiện sản xuất cụ thể.
- Xác định phương án tối ưu cho quá trình công nghệ và dây chuyền công nghệ trong số các phương án khả thi.

Các sản phẩm cơ khí được lắp ghép từ những chi tiết cơ khí đã được chế tạo đạt những yêu cầu kỹ thuật nhất định. Hiệu quả của quá trình chế tạo các chi tiết cơ khí có ảnh hưởng rất lớn đối với quá trình lắp ráp sản phẩm cơ khí. Các giải pháp công nghệ hiện đại được áp dụng trong các khâu chế tạo phối, gia

công cơ khí đối với các chi tiết tạo điều kiện đảm bảo tính chất lắp lẫn của chúng, qua đó giảm khối lượng công việc ở khâu lắp ráp sản phẩm.

Như vậy, thiết kế quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí là nội dung quan trọng phải được quan tâm giải quyết tốt trong khâu chuẩn bị kỹ thuật để triển khai sản xuất chế tạo sản phẩm cơ khí đáp ứng nhu cầu xã hội cả về số lượng, giá trị sử dụng và giá bán sản phẩm.

Công việc thiết kế quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết cơ khí còn tùy thuộc vào điều kiện thiết kế, như là: cho cơ sở sản xuất sẽ được tạo lập mới hay là cho cơ sở sản xuất đang hoạt động; nghĩa là quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí phải được thiết kế phù hợp với điều kiện sản xuất về các mặt: năng lực và trình độ sản xuất, tiềm năng phát triển về khoa học kỹ thuật và công nghệ, khả năng về vốn và nguồn đầu tư để triển khai sản xuất, v.v...

Chương này trình bày những vấn đề sau đây:

- Những yêu cầu cần đảm bảo về mặt kinh tế và kỹ thuật khi thiết kế công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí,
- Yếu tố kỹ thuật, thời gian và không gian của dây chuyền công nghệ,
- Tiến trình chế tạo chi tiết cơ khí tổng quát,
- Nội dung thiết kế công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí,
- Những nội dung thiết kế chính,
- Các phương pháp thiết kế công nghệ (tập trung nguyên công, phân tán nguyên công).
- Biện pháp tăng năng suất gia công để giảm giá thành chế tạo chi tiết,
- So sánh các phương án công nghệ khả thi để chọn phương án tối ưu,
- Các phương thức thiết kế công nghệ (thủ công, cơ khí, tự động),
- Thiết kế công nghệ có máy tính trợ giúp,
- Chuẩn bị công nghệ sửa chữa và phục hồi chi tiết cơ khí.

15.2. YÊU CẦU KINH TẾ VÀ KỸ THUẬT

Những yêu cầu kinh tế và kỹ thuật cần phải đảm bảo khi thiết kế quy trình công nghệ và dây chuyền công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí là: đảm bảo điều kiện kỹ thuật theo bản vẽ chi tiết (độ chính xác IT, độ nhám, độ cứng, vị trí tương quan, v.v...), đảm bảo hệ số sử dụng vật liệu và hệ số tương quan về thời gian gia công, đảm bảo chi phí gia công thấp để có giá thành gia công thấp,

thích hợp với điều kiện sản xuất (năng lực sản xuất, phát triển về khoa học kỹ thuật và công nghệ, tổ chức sản xuất, vốn, cơ sở sản xuất sẽ tạo lập mới hay là có sẵn, v.v...).

Hệ số sử dụng vật liệu (K_v), hệ số tương quan về thời gian gia công (K_t) có quan hệ với quy mô sản xuất và được xác định như sau:

- Hệ số sử dụng vật liệu (K_v) được xác định theo tỷ lệ tương quan giữa khối lượng chi tiết (m_{ct}) và khối lượng phôi (m_{ph}), nghĩa là:

$$K_v = \frac{m_{ct}}{m_{ph}} \quad (15.1)$$

- Hệ số tương quan về thời gian gia công (K_t) là tỷ lệ giữa thời gian trực tiếp cắt vật liệu, gọi là thời gian cơ bản (t_o) và thời gian cần thiết để gia công một chi tiết ứng với từng nguyên công, thường được gọi là thời gian từng chiếc (t_{ic}), nghĩa là:

$$K_t = \frac{t_o}{t_{ic}} \quad (15.2)$$

ở đây mối quan hệ giữa các thành phần thời gian gia công khác xét cho nguyên công thứ i nào đó như sau:

$$t_{ic_i} = t_{o_i} + t_{p_i} + t_{pv_i} + t_{ni} + \frac{t_{CK_i}}{n_t} \quad (\text{phút/chi tiết}) \quad (15.3)$$

với:

t_{o_i} - thời gian trực tiếp cắt vật liệu, thường được gọi là thời gian cơ bản và được tính theo các biểu thức ứng với các phương pháp gia công (tiện, phay, khoan, chuốt, mài, v.v...).

t_{p_i} - thời gian phụ để thực hiện các thao tác hỗ trợ như điều chỉnh máy, gá/tháo phôi và dụng cụ, v.v...

t_{pv_i} - thời gian phục vụ có tính kỹ thuật và tổ chức như chờ việc, thu dọn chỗ làm việc, bảo dưỡng máy móc, v.v...

t_{ni} - thời gian dành cho nhu cầu tự nhiên của thợ như giải lao, vệ sinh cá nhân, v.v...

t_{CK_i} - thời gian chuẩn bị và kết thúc nguyên công cho 1 loạt chi tiết như chuẩn bị máy trước khi gia công 1 loạt chi tiết, thu dọn máy sau khi gia công 1 loạt chi tiết, v.v...

n_L - số chi tiết trong một loạt gia công, tính theo đơn vị là chi tiết/loạt.

Điều cần lưu ý ở đây là các hệ số: hệ số sử dụng vật liệu (K_v), hệ số tương quan về thời gian gia công (K_t) có giá trị càng phải tiến tới 1 khi quy mô sản xuất càng lớn; nghĩa là phải nâng cao độ chính xác chế tạo phôi và nâng cao mức độ tự động hóa sản xuất. Ví dụ ở quy mô sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối cần phải đảm bảo giá trị của hai hệ số này như sau:

$$K_v > 0,75 \text{ và } K_t > 0,75.$$

15.3. YẾU TỐ KỸ THUẬT, THỜI GIAN VÀ KHÔNG GIAN

Quy trình công nghệ được triển khai thực hiện tại một đơn vị mặt bằng sản xuất cụ thể gọi là dây chuyền công nghệ.

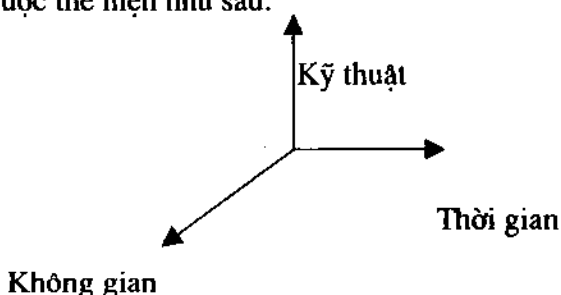
Các yếu tố phải thiết kế và chuẩn bị xét về mặt công nghệ để tạo lập ra dây chuyền công nghệ và quy trình công nghệ đáp ứng nhu cầu sản xuất cơ khí là:

- Yếu tố kỹ thuật bao hàm phương pháp - thiết bị - trang bị- dụng cụ - chế độ công nghệ, giải pháp cơ khí hóa - tự động hóa, kỹ thuật an toàn và vệ sinh công nghiệp, ...

- Yếu tố thời gian bao hàm các giải pháp công nghệ - khoa học lao động v.v... để đảm bảo chu kỳ sản xuất ngắn nhất,

- Yếu tố không gian bao hàm các giải pháp quy hoạch mặt bằng sản xuất v.v... để có chi phí nhà xưởng và chi phí vận chuyển trong sản xuất là ít nhất.

Mối quan hệ giữa các yếu tố trên (kỹ thuật, thời gian, không gian) theo 3 chiều; mà khi thiết kế quy trình công nghệ (QTCN) phải quan tâm 2 yếu tố kỹ thuật và thời gian, còn khi thiết kế và tổ chức dây chuyền công nghệ (DCCN) phải quan tâm thêm yếu tố thứ 3 là không gian đó là quy hoạch mặt bằng sản xuất để thực hiện, triển khai quy trình công nghệ. Đó chính là mối quan hệ tương đồng theo ba trục tùy thuộc vào quy mô và điều kiện sản xuất cụ thể. Mối quan hệ đó được thể hiện như sau:



Ở đây, yếu tố kỹ thuật là giải pháp kỹ thuật sản xuất được áp dụng để gia công chi tiết cơ khí, bao hàm các vấn đề: phương pháp gia công, máy - trang bị và dụng cụ gia công, mức độ cơ khí và tự động hoá sản xuất, chế độ cắt, v.v...

Yếu tố thời gian có xét đến phương thức di chuyển hoặc vận động của đối tượng gia công (phôi, bán thành phẩm, chi tiết) giữa các trạm công nghệ (máy) và thứ tự gia công của từng kiểu, cỡ, loại chi tiết trên dây chuyền gia công, sao cho chu kỳ gia công là ngắn nhất hoặc tối ưu. Chu kỳ gia công là khoảng thời gian cần thiết tính từ khi phôi đi vào dây chuyền gia công cho đến khi thành phẩm đi ra khỏi dây chuyền gia công. Đối tượng gia công ở đây nếu xét về mặt số lượng có thể là: lô hay loạt, loạt vận chuyển (loạt chuyển) hoặc chi tiết riêng lẻ.

Lô hay loạt là số lượng chi tiết gia công (n_L) có cùng thời gian chuẩn bị và kết thúc nguyên công (t_{CK}).

Loạt vận chuyển (loạt chuyển) là số lượng chi tiết được vận chuyển chung một lần giữa các trạm công nghệ (máy). Một lô hay loạt chi tiết có thể được phân chia thành nhiều loạt chuyển thích hợp.

Trong thực tế, đối tượng gia công thường có các phương thức vận động (di chuyển) giữa các trạm công nghệ (máy) trên dây chuyền gia công như sau:

- Di chuyển lần lượt và tuần tự,
- Di chuyển song song và đồng bộ,
- Di chuyển kết hợp tuần tự và song song.
- Không di chuyển (đối tượng gia công cố định, không vận động).

Phương thức di chuyển lần lượt và tuần tự có chu kỳ gia công dài nhất; phương thức di chuyển song song và đồng bộ có chu kỳ gia công ngắn nhất.

Yếu tố không gian của dây chuyền gia công chi tiết cơ khí chính là sơ đồ bố trí quy hoạch các trạm công nghệ (máy) trên mặt bằng sản xuất để thực hiện một quy trình công nghệ nhất định. Trong thực tế, các trạm công nghệ (máy) thường được bố trí, quy hoạch về mặt bằng để gia công chi tiết cơ khí theo những sơ đồ như sau: bố trí các máy nối tiếp nhau thành hàng máy, bố trí các máy kết hợp giữa nối tiếp và song song nhau, bố trí các máy thành nhóm hoặc cụm linh hoạt. Hai cách bố trí máy đầu tiên (nối tiếp, kết hợp nối tiếp và song song) thường được vận dụng để quy hoạch mặt bằng sản xuất cho những dây chuyền gia công cứng (không linh hoạt) ứng với một kiểu hoặc cỡ chi tiết nhất định trong quy mô sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Còn cách bố trí

máy thành nhóm hoặc cụm thường được vận dụng để quy hoạch mặt bằng sản xuất cho những dây chuyền gia công mềm (linh hoạt) ứng với nhiều kiểu và cỡ chi tiết trong quy mô sản xuất hàng loạt vừa và nhỏ, mà hiện nay quy mô này chiếm trên 75% nền sản xuất cơ khí, đây cũng là cơ sở để tạo lập giải pháp linh hoạt và tự động hóa sản xuất với các máy và trung tâm gia công kết hợp với các hệ cung ứng phối, rôbốt công nghiệp và kho chứa tự động điều khiển CNC ở dạng cấu hình FMS (Flexible Manufacturing System) trong các đề án sản xuất tích hợp và tự động bằng máy tính CIM (Computer Integrated Manufacturing).

15.4. TIẾN TRÌNH CHẾ TẠO CHI TIẾT CƠ KHÍ

Khi thiết kế quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí phải quan tâm đến những quy luật logic về kỹ thuật và công nghệ, nhằm đảm bảo triển khai thực hiện quy trình công nghệ trên dây chuyền công nghệ thông suốt và liên tục, đạt hiệu quả kinh tế và kỹ thuật theo yêu cầu với độ tin cậy cao.

Quan trọng nhất ở đây là phải đảm bảo quy luật logic của quy trình biến đổi trạng thái, tính chất của đối tượng gia công, đảm bảo các bước chuyển tiếp giữa các giai đoạn của quy trình biến đổi đó.

Những quy luật logic về kỹ thuật và công nghệ cơ bản đối với quy trình gia công chi tiết cơ khí là:

- Thứ tự biến đổi về tính chất hình học (hình dạng, vị trí, kích thước, độ nhám bề mặt) của đối tượng gia công, mà trong thực tế gia công bắt buộc phải thực hiện theo tiến trình như sau:

1. Gia công thô,
2. Gia công bán tinh,
3. Gia công tinh,
4. Gia công rất tinh.

- Thứ tự biến đổi về tính chất hình học và tính chất cơ lý dựa trên cơ sở mối quan hệ phụ thuộc của hai công đoạn sản xuất là gia công cơ khí và nhiệt luyện, từ đó thường phải phân chia công đoạn gia công cơ khí thành hai giai đoạn là gia công trước và gia công sau nhiệt luyện, ví dụ:

1. Gia công tạo hình sơ bộ (gia công thô và bán tinh),

2. Nhiệt luyện,

3. Gia công tạo hình chính xác (gia công thô và rất tinh).

- Thứ tự hình thành các bề mặt trên chi tiết cơ khí theo nguyên tắc chọn chuẩn gia công, ví dụ, phải gia công trước tiên các bề mặt dùng làm chuẩn định vị chi tiết.

- Thứ tự gia công theo các phương án phối khác nhau đối với chi tiết cơ khí, ví dụ, phối để chế tạo chi tiết dạng trục có thể là phối thanh tiêu chuẩn hoặc phối chế tạo rời từng chiếc, do vậy thứ tự gia công trục phụ thuộc vào từng loại phối đó.

- Thứ tự gia công theo quy hoạch mặt bằng sản xuất sẵn có nhằm hạn chế chi phí vận chuyển trong sản xuất.

Từ đó, tiến trình tổng quát của quy trình chế tạo chi tiết cơ khí, phù hợp với các quy luật logic đã nêu trên là:

1. Chế tạo phối,
2. Gia công chuẩn bị phối (làm sạch, nắn thẳng, khoan tâm, v.v...),
3. Nhiệt luyện để cải thiện điều kiện cắt gọt (ram, ủ, thường hóa, ...),
4. Gia công cắt gọt tạo chuẩn công nghệ (gia công bán tinh hoặc tinh các bề mặt dùng làm chuẩn định vị),
5. Gia công cắt gọt (gia công thô, bán tinh) các bề mặt khác,
6. Kiểm tra trước nhiệt luyện,
7. Nhiệt luyện để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật của chi tiết (đạt chỉ số độ cứng yêu cầu, tạo khả năng chống mòn cơ học, ...),
8. Làm sạch sau nhiệt luyện,
9. Kiểm tra sau nhiệt luyện (kiểm tra độ cứng, vết nứt, cong vênh,...),
10. Gia công tinh, rất tinh mặt chuẩn công nghệ (ví dụ, mài sửa lỗ tâm của trục sau khi nhiệt luyện trục),
11. Gia công tinh, rất tinh các bề mặt khác của chi tiết,
12. Tổng kiểm tra chi tiết theo các điều kiện kỹ thuật ghi trên bản vẽ thiết kế chi tiết.

Theo tiến trình tổng quát trên, công đoạn gia công cơ khí trước nhiệt luyện

bao gồm các công việc từ 2 đến 5, còn giai đoạn gia công sau nhiệt luyện bao gồm các công việc 10 và 11.

15.5. NỘI DUNG THIẾT KẾ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CHI TIẾT CƠ KHÍ

Trước khi tiến hành công việc thiết kế quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí phải nghiên cứu các tài liệu có liên quan, mà quan trọng nhất là: bản vẽ sản phẩm, bản vẽ thiết kế của từng chi tiết có trong sản phẩm, bản liệt kê các loại chi tiết và số lượng của chúng có trong sản phẩm, các số liệu kinh tế và kỹ thuật về năng lực sản xuất hiện tại và khả năng phát triển sản xuất, đổi mới về công nghệ v.v... của hãng hoặc công ty. Nói chung, đối với từng chi tiết quan trọng có trong kết cấu của sản phẩm cơ khí cần phải chế tạo, công việc thiết kế công nghệ để chế tạo nó thường bao gồm những nội dung chính như sau:

1. Xem xét để xếp loại chi tiết, nghĩa là kiểm tra bản vẽ thiết kế chi tiết để xác định chi tiết cần chế tạo ứng với loại chi tiết cơ bản nào (trục, bạc, càng, hộp, bánh răng, ...).

2. Phân tích bản vẽ thiết kế chi tiết cơ khí theo quan điểm công nghệ trên cơ sở những đặc điểm thông dụng của loại chi tiết tương ứng; nghĩa là phân tích nhận xét xem kết cấu theo thiết kế của chi tiết có đảm bảo chức năng, điều kiện làm việc của nó và chế tạo nó có thuận tiện và rẻ hay không. Đó chính là công việc phân tích tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết cơ khí theo bản vẽ thiết kế.

3. Xây dựng quy mô và điều kiện sản xuất chế tạo chi tiết đang xét bằng cách dựa vào sản lượng yêu cầu của sản phẩm tính toán số lượng chi tiết cần chế tạo hàng năm có chú ý tỷ lệ phế phẩm và dự trữ trong sản xuất, xác định trọng lượng chi tiết, rồi dựa vào số lượng chi tiết cần chế tạo và trọng lượng chi tiết để xác định quy mô sản xuất chế tạo chi tiết (tra bảng trong các tài liệu tra cứu công nghệ cơ khí để xác định quy mô sản xuất). Quy mô sản xuất đã xác định kết hợp với điều kiện sản xuất cụ thể về kỹ thuật sản xuất và tổ chức sản xuất, về khả năng đầu tư phát triển sản xuất, v.v... là cơ sở để ấn định đường lối và giải pháp công nghệ chế tạo chi tiết, ví dụ, tập trung hay phân tán nguyên công, mức độ tự động hóa sản xuất phù hợp.

4. Chọn phôi và xác định phương pháp chế tạo phôi cho chi tiết cơ khí đang xét dựa vào các yếu tố chính sau đây:

- Độ phức tạp về hình dạng của chi tiết theo bản vẽ thiết kế, điều này có liên quan đến việc chọn phương pháp chế tạo phôi thích hợp bởi vì khả năng tạo hình của các phương pháp đúc cao hơn của các phương pháp rèn dập.

- Vật liệu chế tạo chi tiết (vật liệu là gang có tính đúc tốt hơn thép, vật liệu là thép lại có khả năng biến dạng dẻo tốt hơn gang và thích hợp với phương pháp rèn dập).

- Quy mô sản xuất, nghĩa là khi phương pháp chế tạo phôi dựa vào hai yếu tố trên (độ phức tạp về hình dạng, vật liệu) đã được chọn là phôi đúc, nhưng nếu quy mô sản xuất là hàng loạt lớn thì phương án chế tạo phôi phải chọn là đúc trong khuôn kim loại hoặc đúc áp lực, còn nếu quy mô sản xuất là hàng loạt nhỏ thì phương án thích hợp lại là đúc trong khuôn cát, làm khuôn bằng tay với mẫu gỗ.

- Điều kiện sản xuất (khả năng và trình độ chế tạo phôi thực tế, khả năng đầu tư ứng dụng phương pháp chế tạo phôi tiên tiến).

5. Phân tích về chuẩn và chọn chuẩn gia công cho chi tiết đang xét (chuẩn tinh, chuẩn thô) trên cơ sở vận dụng lý thuyết về chuẩn công nghệ và phương án chọn chuẩn đối với loại chi tiết tương ứng, đảm bảo chọn chuẩn thống nhất và loại trừ sai số chuẩn cho các kích thước gia công của chi tiết.

6. Xác định phương pháp gia công cho từng bề mặt của chi tiết trên cơ sở khả năng công nghệ của từng phương pháp gia công và những đặc điểm về kết cấu và yêu cầu kỹ thuật của từng bề mặt trên chi tiết.

7. Xác định thứ tự gia công các bề mặt của chi tiết, xác định các nguyên công và thứ tự các nguyên công cần thiết dựa vào tiến trình công nghệ điển hình cho loại chi tiết tương ứng được trình bày trong chương 16 (Công nghệ chế tạo các loại chi tiết cơ khí điển hình) của giáo trình này.

8. Lập sơ đồ gá đặt phôi cho từng nguyên công.

9. Chọn máy công cụ thích hợp cho từng nguyên công.

10. Thiết kế từng nguyên công theo máy công cụ đã chọn, bao gồm:

- Xác định các bước công nghệ của nguyên công với các yếu tố cụ thể là kích thước gia công, độ nhám mặt gia công, dung sai kích thước, dụng cụ cắt, chế độ cắt, v.v...

- Xác định lượng dư gia công và dung sai kích thước cần đạt ở nguyên công.

- Xác định trang bị công nghệ (đồ gá phôi, đồ gá dao), dụng cụ cắt và dụng cụ đo cho nguyên công; thiết kế trang bị công nghệ và dụng cụ cắt, dụng cụ đo chuyên dùng cho nguyên công.

- Định mức thời gian nguyên công.

- Xác định bậc thợ cho nguyên công.

11. Xác định vị trí và nội dung các nguyên công kiểm tra chất lượng gia công (kiểm tra trung gian, tổng kiểm tra); xác định đồ gá, dụng cụ kiểm tra; thiết kế đồ gá và dụng cụ kiểm tra chuyên dùng...

12. Xác định hiệu quả kinh tế (so sánh các phương án công nghệ khả thi, chọn phương án tối ưu theo chi phí công nghệ và sản lượng thực tế yêu cầu).

Đối với máy công cụ NC, CNC vẫn phải thực hiện những công việc trên, ngoài ra còn phải lập sơ đồ tọa độ gia công và soạn thảo chương trình NC theo ngôn ngữ lập trình của máy.

13. Lập các phiếu công nghệ (phiếu tiến trình công nghệ, phiếu nguyên công, ...) tùy theo quy mô sản xuất, ví dụ, ở quy mô sản xuất hàng loạt vừa, hàng loạt lớn và hàng khối cần phải lập phiếu tiến trình công nghệ và phiếu nguyên công để chỉ dẫn chính xác nội dung thực hiện, còn ở quy mô sản xuất hàng loạt nhỏ thường chỉ cần lập phiếu tiến trình công nghệ.

Sau khi thiết kế quá trình công nghệ phải thử nghiệm nó ở quy mô bán sản xuất, nghĩa là chế tạo thử chi tiết với số lượng loạt nhỏ (còn gọi là xêri số không), rồi hiệu chỉnh và kiểm duyệt thành quy trình công nghệ để áp dụng trong triển khai sản xuất theo quy mô đã xác định.

15.6. NHỮNG NỘI DUNG THIẾT KẾ CHÍNH

Công việc thiết kế quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí bao gồm những nội dung đã được giới thiệu trên đây. Trong đó có những nội dung vận dụng lý luận của những chương khác của giáo trình này như: tính công nghệ trong kết cấu cơ khí, tính lượng dư gia công, chuẩn công nghệ, định mức thời gian gia công, v.v...; do đó ở mục này chỉ trình bày những nội dung chưa được đề cập cụ thể để bổ sung như sau: xác định kích thước phôi, xác định thứ tự gia công, thiết kế các nguyên công.

15.6.1. Xác định kích thước phối

Nói chung, kích thước phối và dung sai của kích thước phối được xác định cho từng bề mặt của chi tiết theo hai thành phần như sau: kích thước yêu cầu ứng với bề mặt ghi trên bản vẽ chi tiết và lượng dư gia công tổng cộng (Z_0) cho bề mặt đó xét cụ thể cho bề mặt ngoài hoặc trong, cho bề mặt đối xứng hoặc không đối xứng.

Trong thực tế, có hai giải pháp được áp dụng là:

- Dùng phối có hình dạng, kích thước gần như chi tiết bản vẽ thiết kế để giảm phí tổn gia công phối bằng cách dùng phối đúc áp lực, phối dập khuôn chính xác tùy theo loại vật liệu là gang hay thép; tuy vậy lại phải chịu phí tổn chế tạo phối cao, do vậy phương án chỉ thích hợp với quy mô sản xuất lớn (hàng loạt lớn, hàng khối).

- Dùng phối có lượng dư gia công lớn, dung sai lớn để giảm phí tổn chế tạo phối, nhưng lại phải chịu phí tổn gia công lớn, do vậy phương án này chỉ thích hợp với quy mô sản xuất nhỏ (đơn chiếc, loạt nhỏ).

15.6.2. Xác định thứ tự gia công

Cơ sở để xác lập thứ tự gia công như đã trình bày ở mục 15.4 là những quy luật logic về kỹ thuật và công nghệ. Trong mục này chỉ giới thiệu một số mô hình được vận dụng để xác định thứ tự gia công tối ưu, dựa trên cơ sở mô hình hóa tiến trình gia công chi tiết cơ khí bằng các phương tiện như giản đồ (graph), ma trận (matrix), sơ đồ khối... để có thể xác định thứ tự gia công hợp lý về kỹ thuật và kinh tế mà thứ tự gia công tối ưu phải có tổng chi phí gia công qua các bước gia công là nhỏ nhất, nghĩa là:

$$\sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i, j=1}}^{i=n, j=m} K_{ij} \longrightarrow \text{Min!} \quad (15.4)$$

với: K_{ij} - chi phí gia công theo phương án gia công thứ j ứng với công đoạn gia công thứ i .

n - số lượng các công đoạn gia công chi tiết cơ khí cần thiết

m - số lượng các phương án gia công ứng với từng công đoạn gia công i .

Các hình vẽ dưới đây là để giới thiệu về giản đồ, ma trận và sơ đồ khối được dùng để xác định thứ tự gia công chi tiết có tổng chi phí gia công ít nhất.

	Các công đoạn chế tạo chi tiết cơ khí (B)			
	Chế tạo phôi (B ₁)	Gia công tạo hình cơ bản (B ₂)	Gia công tạo hình phụ (B ₃)	Gia công tinh (B ₄)
Các phương án công nghệ cho từng công đoạn (V _{ij})	V ₁₁ (K ₁₁)	V ₂₁ (K ₂₁)	V ₃₁ (K ₃₁) V _{3j} (K _{3j})	V ₄₁ (K ₄₁)

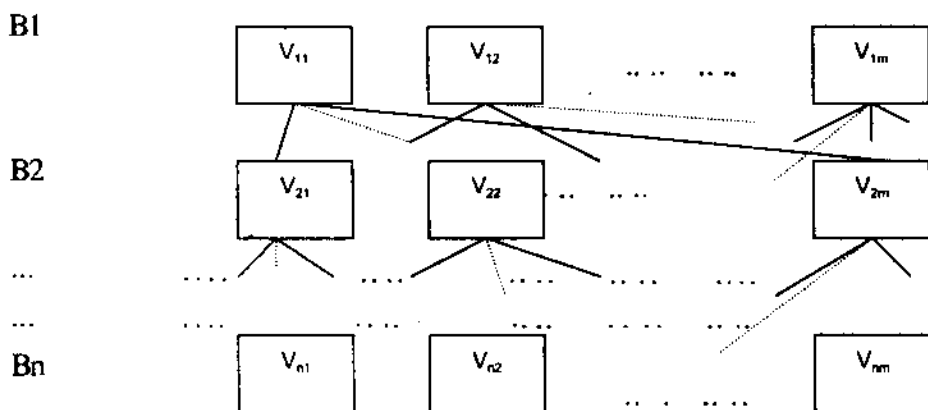
V_{ij} - phương pháp gia công

K_{ij} - chi phí gia công

ở đây: $\sum_{i,j=1}^{m,n} K_{ij} \rightarrow \text{Min!}$

Hình 15.1. Ma trận phương án công nghệ

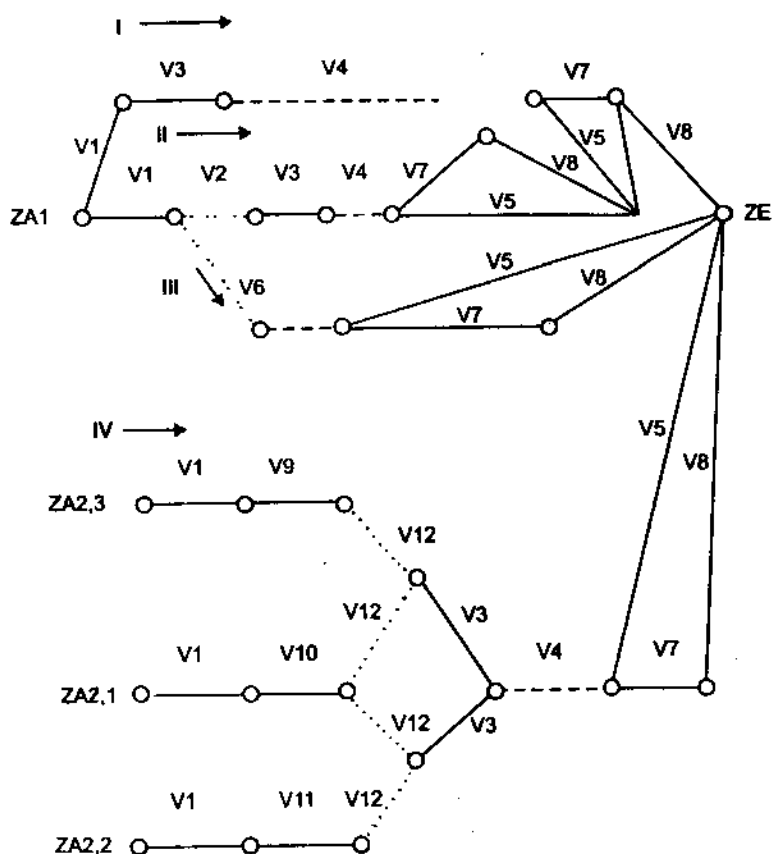
Công đoạn (B_i) Các phương án công nghệ cho từng công đoạn (V_{ij})



Hình 15.2. Sơ đồ khối phương án công nghệ

———— bước chuyển tiếp cho phép,

..... bước chuyển tiếp không cho phép.



Hình 15.3. Giải đồ thứ tự gia công (Graph)

I- phôi thanh, II- phôi rên thô, III- phôi rên tinh,

IV- phôi ghép; VI- phương pháp gia công;

— cắt gọt,

..... rên dập,

----- nối ghép,

- . - . - nhiệt luyện.

Trạng thái của đối tượng gia công:

ZA trạng thái ban đầu,

ZE_j trạng thái trung gian,

ZE trạng thái cuối cùng.

15.6.3. Thiết kế nguyên công

Thiết kế nguyên công là một nội dung rất quan trọng trong khâu thiết kế quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí, bao hàm các vấn đề sau:

- Xác định phương pháp gia công cho các bề mặt trên chi tiết cơ khí.
- Chọn máy công cụ để thực hiện phương pháp gia công đã xác định.
- Xác định các bước công nghệ theo máy công cụ đã chọn.
- Xác định chế độ cắt cho từng bước công nghệ phù hợp với máy công cụ.
- Định mức thời gian gia công.
- Xác định số lượng máy và số lượng thợ cần thiết.

15.6.3.1. Xác định phương pháp gia công

Phương pháp gia công được xác định phù hợp với từng bề mặt trên chi tiết cơ khí trên cơ sở đối chiếu những đặc trưng theo yêu cầu của từng bề mặt chi tiết gia công về độ chính xác hình dạng, độ nhám, vị trí tương quan, kích thước gia công, kích thước phôi tương ứng... với khả năng công nghệ của từng phương pháp gia công (dạng bề mặt gia công, độ chính xác gia công về kích thước IT, độ nhám R_a , R_z , phạm vi gá đặt phôi trên máy gia công, lượng dư gia công nhỏ nhất (Z_{min}), năng suất gia công, ...).

15.6.3.2. Chọn máy công cụ

Trong thực tế hiện nay có thể sử dụng hai loại máy công cụ: máy công cụ thông thường và máy công cụ NC hoặc CNC. Đối với hai loại máy này có những định hướng để lựa chọn nhằm thực hiện nguyên công như sau:

- Máy có khả năng thực hiện phương pháp gia công đã xác định (mục 15.6.3.1.),
- Máy có phạm vi làm việc đảm bảo gia công an toàn, thuận tiện, phù hợp với kích thước của trang bị, dụng cụ công nghệ và hành trình theo những phương và chiều xác định,
- Chất lượng của máy đảm bảo đạt chất lượng gia công chi tiết hoặc bề mặt theo tiến trình gia công chung (đảm bảo đạt độ chính xác về kích thước IT, về hình dạng, độ nhám, vị trí tương quan, ...),
- Phạm vi làm việc của máy về thông số công nghệ và kỹ thuật, công suất... phải đảm bảo tạo điều kiện đạt hiệu quả gia công tốt về chất lượng và năng suất,

- Máy có phí tổn thời gian gia công (thời gian cơ bản, thời gian trực tiếp cắt vật liệu) ít để đạt năng suất gia công cao.

- Đảm bảo sử dụng máy hết khả năng về kỹ thuật và vốn thời gian làm việc, nhất là máy hiện đại và đắt tiền như loại máy gia công CNC.

- Khi sản lượng ít (gia công đơn chiếc, loạt nhỏ) nên tập trung gia công chi tiết trên một số máy để giảm chi phí sản xuất, ví dụ, giảm chi phí vận chuyển, v.v...

15.6.3.3. Xác định các bước công nghệ

Nói chung, tùy theo những yêu cầu của từng bề mặt gia công theo bản vẽ thiết kế của chi tiết cơ khí và độ chính xác kích thước (IT), hình dạng, độ nhám (R_a , R_z), vị trí tương quan và lượng dư gia công ứng với bề mặt... mà một bề mặt của chi tiết cơ khí thường phải qua các bước như sau:

- Gia công thô với mục tiêu gia công cần đạt là năng suất gia công cao nhất.

- Gia công tinh với mục tiêu gia công cần đạt là chất lượng gia công (đạt độ chính xác yêu cầu về kích thước (IT), độ nhám (R_a , R_z), hình dạng, vị trí tương quan, ...

Riêng đối với gia công lỗ trên phôi đặc có kích thước đường kính lỗ nhỏ hơn 30 mm, đạt IT8 và $R_a = 2,5 \mu\text{m}$ (cấp nhẵn bóng bề mặt là $\nabla 6$) phải qua các bước gia công trong một nguyên công (một lần gá phôi) như sau: bước 1: khoan, bước 2: khoét, bước 3: doa.

Đối với từng bước công nghệ cần xác định rõ những yếu tố sau:

- Kích thước cần đạt,
- Độ chính xác kích thước (IT), hình dạng, vị trí tương quan,
- Độ nhám bề mặt (R_a , R_z),
- Dụng cụ cắt, dụng cụ đo,
- Lượng dư cắt,
- Chế độ cắt: tốc độ cắt, chiều sâu cắt, lượng tiến dao, ...

15.6.3.4. Xác định chế độ cắt

Chế độ cắt, còn gọi là thông số công nghệ có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng và năng suất gia công, nghĩa là có ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế kỹ

thuật của nguyên công. Giá trị chế độ cắt cần được xác định hợp lý để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và kinh tế của nguyên công theo điều kiện gia công cụ thể của máy, trang bị, dụng cụ công nghệ và phôi gia công.

Chế độ cắt khi gia công cắt gọt gồm có những đại lượng sau đây:

- Vận tốc cắt (v), tính theo đơn vị m/phút,
- Chiều sâu cắt (t), tính theo đơn vị mm,
- Lượng tiến dao (S), tính theo đơn vị mm/vòng hoặc mm/phút,
- Tốc độ quay của trục chính máy (n), tính theo đơn vị vòng/phút,
- Số lần cắt hoặc số lần chạy dao (i),
- Công suất cắt (N), tính theo đơn vị kW.

Nói chung, giá trị của các đại lượng về chế độ cắt để gia công chi tiết cơ khí phụ thuộc vào phương pháp gia công, kiểu loại và trạng thái máy gia công, kiểu loại và trạng thái, độ cứng vững của trang bị và dụng cụ công nghệ, tính chất của vật liệu phôi gia công và vật liệu dụng cụ cắt, trạng thái phôi và bán thành phẩm để gia công chi tiết (độ nhám, độ chính xác kích thước, độ cứng vững, lượng dư gia công, ...), v.v...

Giá trị của chế độ cắt được xác định chủ yếu trong sản xuất bằng các bảng số hoặc đồ thị trong các tài liệu tra cứu về công nghệ cơ khí (sổ tay, tiêu chuẩn), rồi đối chiếu với phạm vi giá trị thực theo các thang chia giá trị trên máy gia công được sử dụng, có kiểm nghiệm lại công suất và năng suất gia công của máy.

Giá trị của chế độ cắt đã được xác định, kiểm nghiệm và ghi trong quy trình công nghệ là cơ sở để xác định tổng thời gian gia công cần thiết cho 1 chi tiết cơ khí hoặc cho toàn bộ sản lượng chế tạo, để định mức lao động và hoạch toán sản xuất.

Giá trị của các đại lượng chế độ cắt khi gia công cắt gọt thường được xác định như sau:

1. Dựa vào lượng dư gia công (Z), độ cứng của vật liệu phôi, thông số hình học và độ cứng vững của dụng cụ cắt xác định trị số lớn nhất của đại lượng chiều sâu cắt (t_{max}), số lần cắt (i) như sau: $i = \frac{Z}{t_{max}}$.

2. Trên cơ sở giá trị t_{max} , xét đến độ chính xác IT và độ nhám bề mặt yêu cầu cũng như độ cứng vững của hệ thống gia công và sức bền thân dao, tiến

hình xác định giá trị lớn nhất của lượng tiến dao (S_{max}), từ đó dựa vào thang chia của máy sử dụng để xác định giá trị lượng chạy dao theo máy ($S_{máy}$).

3. Xác định tuổi bền kinh tế (T_{KT}) của dụng cụ cắt.

4. Xác định vận tốc cắt (v) theo các giá trị tuổi bền kinh tế (T_{KT}), chiều sâu cắt lớn nhất (t_{max}), lượng tiến dao theo máy ($S_{máy}$).

5. Xác định tốc độ quay (n) của trục chính máy gia công theo vận tốc cắt (v) rồi dựa vào thang chia về cấp vòng quay của máy để chọn tốc độ quay theo máy thực tế ($n_{máy}$), sau đó tính lại giá trị thực của vận tốc cắt (v).

6. Kiểm nghiệm lại lực cắt và công suất cắt theo máy đã chọn.

Ngoài cách trên còn có cách xác định giá trị tối ưu của các đại lượng chế độ cắt, ví dụ: S , t , v , trên cơ sở vận dụng lý thuyết toán tối ưu, cụ thể là phương pháp toán quy hoạch tuyến tính, với mô hình toán tối ưu ứng với từng phương pháp gia công cắt gọt và điều kiện gia công cụ thể, gồm:

- Hàm mục tiêu, ví dụ, khi gia công thô thì mục tiêu là năng suất gia công cao (max), khi gia công tinh: mục tiêu là chất lượng gia công cao.

- Các điều kiện giới hạn, ví dụ: các điều kiện ràng buộc của hàm mục tiêu theo điều kiện gia công và phương pháp gia công cụ thể (phạm vi điều chỉnh giá trị của chế độ cắt trên máy gia công, điều kiện đảm bảo tuổi bền kinh tế của dụng cụ cắt, điều kiện đảm bảo chất lượng gia công về độ chính xác IT và độ nhám bề mặt R_a , R_z , điều kiện đảm bảo công suất cắt của máy gia công, v.v...).

Giá trị tối ưu của chế độ cắt được xác định trước khi gia công, tức là ngoài quá trình cắt, rồi được chỉnh sẵn trên máy gia công theo những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật nhất định, chưa xét đến ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên trong quá trình cắt thực, làm cho giá trị thực tế về chế độ cắt có sai lệch so với giá trị tối ưu đã tính toán trước. Để khắc phục hạn chế này, giải pháp tối ưu hóa liên tục và thích nghi với quá trình cắt (adaptive optimisation) đã được xây dựng và đề xuất ứng dụng, nhằm đảm bảo giá trị tối ưu về chế độ cắt thích hợp với thời điểm cắt thực tế, cân bằng ảnh hưởng của các yếu tố ngẫu nhiên, đảm bảo cho các đại lượng chế độ cắt luôn có giá trị tối ưu. Vấn đề xác định chế độ cắt tối ưu đã được trình bày ở chương 14 (Tối ưu hóa quá trình cắt gọt) của giáo trình này.

15.6.3.5. Định mức thời gian gia công

Định mức kỹ thuật cho quá trình chế tạo chi tiết cơ khí là một công việc phức tạp và nhạy cảm vì có tác động đến người lao động. Cơ sở định mức kỹ thuật sẽ được trình bày cụ thể ở chương 18 của giáo trình này. Trọng tâm ở đây là định mức thời gian gia công trên cơ sở tính toán thời gian cần thiết để gia công hoàn chỉnh một chi tiết cơ khí ứng với từng nguyên công của quy trình công nghệ, nghĩa là tính toán giá trị của đại lượng thời gian từng chiếc (t_c) như đã nêu ở mục 15.2 của chương này.

Mục tiêu ở đây là tận dụng với hiệu quả cao nhất quỹ thời gian làm việc của thợ, của máy; trang bị và dụng cụ công nghệ. Giá trị thời gian cần thiết để thực hiện từng nguyên công được xác định theo điều kiện sản xuất bình thường, từ đó xây dựng định mức lao động đảm bảo hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của nguyên công và phù hợp với khả năng lao động của thợ.

15.6.3.6. Xác định số lượng máy và thợ cần thiết

Số lượng máy gia công cần thiết (M) để thực hiện khối lượng công việc ứng với một nguyên công của quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí được xác định như sau:

$$M = \frac{T_m \cdot k}{T_M \cdot m} \quad (15.5)$$

Trong đó T_m - tổng giờ máy cần thiết để gia công cả sản lượng chi tiết, tính theo đơn vị giờ/năm,.

k - hệ số về khả năng tăng năng suất, vượt định mức, ví dụ,

$$k = 0,9 \div 0,95.$$

T_M - quỹ thời gian làm việc thực tế của một máy theo chế độ một ca sản xuất/ngày, tính theo đơn vị giờ/năm,

ví dụ, $T_M \approx 2200$ giờ/năm.

m - số ca sản xuất trong một ngày đêm, $m = 1, 2, 3$.

Số lượng thợ cần thiết (R) để thực hiện khối lượng công việc ứng với nguyên công được xác định với biểu thức sau:

$$R = \frac{T_u \cdot k}{T_N} \quad (15.6)$$

với: T_n - tổng giờ người cần thiết để gia công cả sản lượng chi tiết, tính theo đơn vị giờ/năm.

k - hệ số về khả năng tăng năng suất, vượt định mức, ví dụ,

$$k = 0,9 \div 0,95,$$

T_N - quỹ thời gian làm việc thực tế của một thợ theo chế độ một ca sản xuất/ngày, tính theo đơn vị giờ/năm, ví dụ, $T_N \approx 2000$ giờ/năm.

Số lượng thợ cần thiết (R) để thực hiện khối lượng công việc ứng với nguyên công còn được xác định theo số máy cần thiết (M) cho nguyên công như sau:

$$R = R_0 \cdot M \quad (15.7)$$

Với R_0 là số thợ cần thiết để cùng vận hành một máy, M là số máy cần thiết của nguyên công.

15.7. CÁC PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

Số lượng các nguyên công của một quy trình công nghệ là do phương pháp công nghệ quyết định. Trong thực tế có hai phương pháp thiết kế thường được áp dụng để tạo lập quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí như sau:

- Tập trung nguyên công, nghĩa là tập hợp nhiều bước công nghệ trong một nguyên công,

- Phân tán nguyên công, nghĩa là bố trí ít bước công nghệ trong một nguyên công, thường một nguyên công có khoảng hai bước công nghệ.

Tập trung hay là phân tán nguyên công được áp dụng còn tùy thuộc số lượng chi tiết cần chế tạo nhiều hay ít, nghĩa là theo quy mô sản xuất cụ thể, phụ thuộc điều kiện thực tế về kỹ thuật sản xuất, đặc biệt là mức độ tự động hóa sản xuất, khả năng đầu tư phát triển sản xuất theo những giải pháp hiện đại.

Hiện nay, giải pháp tập trung nguyên công ở mức độ cao, thực hiện trên các trung tâm gia công hoặc dây chuyền gia công linh hoạt và tự động hóa điều khiển CNC được đánh giá là giải pháp hiện đại và hiệu quả ở các nước công nghiệp phát triển. Nhưng đối với nhiều nước khác giải pháp này đòi hỏi vốn đầu tư ban đầu rất lớn (từ vài trăm nghìn đến vài triệu đô la Mỹ, kèm theo những khó khăn phức tạp về duy tu và bảo dưỡng trong quá trình khai thác sử dụng, do vậy cần phải lưu ý đến hiệu quả kinh tế của giải pháp này trước khi quyết định đầu tư.

Trong quá trình phát triển của ngành cơ khí, giải pháp tập trung và phân tán nguyên công đã được vận dụng theo nhiều cách khác nhau như sau:

- Tập trung nguyên công được thực hiện theo quy mô sản xuất khác nhau, ví dụ, ở quy mô sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ giải pháp tập trung nguyên công được thực hiện trên các máy công cụ vạn năng với bậc thợ cao; còn ở quy mô sản xuất hàng loạt nhỏ và vừa - trên các máy hoặc trung tâm gia công NC, CNC với thợ điều khiển máy và kỹ thuật viên lập trình gia công NC; ở quy mô sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối - trên máy bán tự động điều khiển theo chương trình cứng (dùng cam, cữ, dưỡng điều khiển) với thợ điều chỉnh máy, thường là máy chuyên dùng phức tạp (máy tổ hợp nhiều trục).

- Phân tán nguyên công được thực hiện cũng tùy theo quy mô sản xuất, ví dụ, trong quy mô sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ phương pháp này được thực hiện trên các máy vạn năng thông thường với bậc thợ thấp hay cao tùy theo độ chính xác gia công yêu cầu. Ở quy mô sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối lại có thể thực hiện theo những cách sau:

- + Máy vạn năng thông thường với đồ gá chuyên dùng và bậc thợ thấp,
- + Máy chuyên dùng đơn giản (thường là máy có ít trục) với bậc thợ thấp,
- + Đường dây máy chuyên dùng (transfer line) với thợ điều chỉnh máy và thợ vận hành có bậc thợ thấp.

15.8. BIỆN PHÁP TĂNG NĂNG SUẤT VÀ GIẢM GIÁ THÀNH CHẾ TẠO CHI TIẾT

Năng suất gia công (Q) là số lượng các chi tiết thành phẩm tính cho một đơn vị thời gian gia công, ví dụ, nếu tính theo đơn vị chi tiết/ca sản xuất sẽ là:

$$Q = \frac{60 \cdot T_c}{t_{jc}} \cdot M_0 \quad (15.8)$$

Trong đó: T_c - quỹ thời gian của một ca sản xuất, tính theo giờ/ca.

t_{jc} - thời gian cần thiết để gia công một chi tiết, còn gọi là thời gian từng chiếc, tính theo phút/chi tiết.

M_0 - số máy mà một thợ phụ trách vận hành.

Giá thành gia công (G) là chi phí gia công (chế tạo) một chi tiết thành phẩm, tính theo đ/chi tiết, như sau:

$$G = \frac{K}{N} \quad (15.9)$$

trong đó: K - chi phí công nghệ để gia công (chế tạo) toàn bộ sản lượng theo yêu cầu, theo đơn vị đ/năm.

N - sản lượng chi tiết chế tạo được hàng năm, tính theo đơn vị chi tiết/năm.

Đại lượng thời gian từng chiếc (t_{ci}), trong mối quan hệ giữa các thành phần thời gian gia công khác xét cho nguyên công thứ i nào đó như đã trình bày ở mục 15.2 là:

$$t_{ci} = t_{oi} + t_{pi} + t_{pvi} + t_{mi} + \frac{t_{CKi}}{n_L} \quad (\text{phút/chi tiết})$$

Trong biểu thức xác định năng suất gia công thì Q là giá trị nghịch đảo của đại lượng thời gian từng chiếc (t_{ci}), nghĩa là muốn tăng Q thì phải tìm biện pháp giảm thời gian từng chiếc (t_{ci}), mà chủ yếu là giảm t_{ci} là thời gian trực tiếp cắt vật liệu, thường được gọi là thời gian cơ bản và giảm t_{pi} là thời gian phụ. Như vậy, các biện pháp giảm t_{ci} và giảm t_{pi} cũng chính là những biện pháp tăng năng suất Q và đồng thời giảm giá thành G.

Nói chung, trong thực tế có thể giảm thời gian cơ bản (t_{ci}) và giảm thời gian phụ (t_{pi}) bằng các biện pháp sau đây:

- Các biện pháp giảm thời gian cơ bản (t_{ci}):

+ Nâng cao độ chính xác của phôi,

+ Nhiệt luyện để cải thiện điều kiện cắt gọt,

+ Giảm hành trình cắt bằng cách cắt nhiều dao đồng thời, xác định lượng ăn tới và lượng vượt quá khi cắt của dao hợp lý,

+ Gia công với giá trị lớn của chế độ cắt nhưng vẫn đảm bảo gia công an toàn, đảm bảo chất lượng gia công và tuổi bền của dụng cụ cắt,

+ Gia công đồng thời nhiều bề mặt bằng dụng cụ cắt định hình hoặc bằng nhiều dụng cụ cắt đồng thời trên các máy tự động nhiều trục, v.v...

- Các biện pháp giảm thời gian phụ (t_{pi}):

+ Giảm thời gian gá đặt phôi bằng cách dùng đồ gá kẹp nhanh (đồ gá khí nén, đồ gá điện từ, đồ gá thủy lực, ...), đồ gá vạn năng điều chỉnh, gia công trên máy CNC,

+ Làm cho thời gian phụ trùng với thời gian cơ bản bằng cách dùng đồ gá bàn quay gá nhiều phôi, giảm hành trình chạy không bằng cách bố trí cắt hai chiều (đi và về đều cắt vật liệu), cấp phôi tự động, kiểm tra tự động,

+ Giảm thời gian thay đổi và điều chỉnh dụng cụ cắt bằng cách dùng dụng cụ cắt tổ hợp, chuyên dùng, gia công trên máy CNC với chức năng bù dao hữu hiệu (bù hình học và bù mòn dao),

+ Bố trí chỗ làm việc khoa học và hợp lý để loại trừ thao tác thừa của thợ khi gia công,

v.v...

15.9. SO SÁNH CÁC PHƯƠNG ÁN CÔNG NGHỆ

Những phương án khả thi về công nghệ để chế tạo chi tiết, xét cho toàn bộ quy trình hay chỉ cho một nguyên công cụ thể, được đánh giá và so sánh theo hiệu quả kinh tế kỹ thuật có thể đạt được với từng phương án. Từ đó xác định phương án tối ưu thích hợp với điều kiện sản xuất cụ thể, xét về năng lực sản xuất và khả năng đầu tư phát triển sản xuất theo giải pháp tiên tiến hơn.

Phương án tối ưu là phương án đảm bảo đạt được các chỉ tiêu kỹ thuật với chi phí công nghệ ít nhất, trong số các phương án khả thi.

Chi phí công nghệ (K) ứng với từng phương án khả thi i về cơ bản có thể xác định như sau:

$$K_i = K_{v_i} + K_{L_i} (\alpha + \beta) + K_{M_i} + K_{G_i} + K_{D_i} \quad (d/năm) \quad (15.10)$$

trong đó: K_{v_i} - chi phí về vật liệu chế tạo tính cho sản lượng chi tiết,

K_{L_i} - chi phí về lương cho thợ để chế tạo toàn bộ sản lượng chi tiết,

α - hệ số lương xét đến bảo hiểm, phụ cấp, v.v..., ví dụ:

$$\alpha = 1,14 \div 1,23.$$

β - hệ số xét đến chi phí quản lý và điều hành sản xuất, ví dụ,

$$\beta = 1,4 \div 4,$$

K_{M_i} - chi phí về máy gia công,

K_{G_i} - chi phí về trang bị công nghệ (đồ gá lắp, dụng cụ phụ, ...),

K_{D_i} - chi phí về dụng cụ gia công.

Giá trị lợi nhuận (L) do phương án công nghệ i có thể mang lại được xác định như sau:

$$L_i = T.N.\Delta G_i - A_i \quad (đ) \quad (15.11)$$

Trong đó: T - thời gian sản xuất chi tiết hoặc sản phẩm đang xét, tính theo (năm),

N - sản lượng yêu cầu chế tạo của chi tiết hoặc sản phẩm đang xét trong 1 năm sản xuất, chiếc/năm,

ΔG_i - mức giảm giá thành chi tiết hoặc sản phẩm theo phương án i xét theo phương án so sánh khác, (đ/chiếc),

$$\Delta G_i = G_0 - G_i \quad (15.12)$$

với: G_0 - giá thành theo phương án so sánh, (đ/chiếc),

G_i - giá thành theo phương án i, (đ/chiếc),

A_i - vốn đầu tư thêm cho sản xuất phương án i, (đ).

Khi: $L_i > 0$ thì phương án i mang lại lợi nhuận,

$L_i < 0$ thì phương án i không mang lại lợi nhuận, tức là nếu triển khai thực hiện phương án i sẽ bị lỗ,

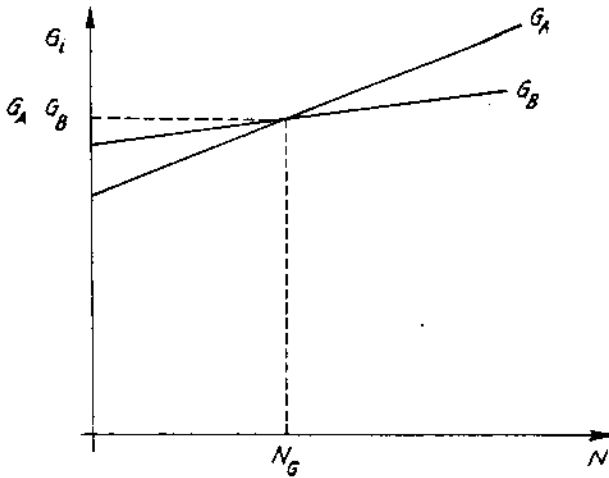
$L_i = 0$ thì phương án i không tốt hơn phương án so sánh (phương án đang thực hiện).

Ở đây, cần lưu ý những điểm sau:

- Khi giá trị A_i không bị hạn chế thì phương án công nghệ khả thi được chọn là phương án có thể mang lại giá trị lợi nhuận lớn nhất, nghĩa là $L_{\max} = \max(L_i)$.

- Khi giá trị A_i có giới hạn nhất định thì chọn phương án công nghệ khả thi thứ i nào có tỷ lệ $\frac{L_i}{A_i}$ lớn nhất, tức là $(\frac{L_i}{A_i})_{\max} = \max(\frac{L_i}{A_i})$.

Ngoài ra, khi so sánh các phương án công nghệ khả thi để chọn phương án tối ưu phải chú ý giá trị sản lượng giới hạn (N_G). Giá trị sản lượng giới hạn (N_G) cho biết phạm vi ứng dụng kinh tế của từng phương án công nghệ khả thi. Ví dụ, khi so sánh hai phương án công nghệ khả thi là A và B để chọn phương án tối ưu phù hợp với sản lượng yêu cầu, nếu giá thành chế tạo chi tiết theo phương án công nghệ A là G_A , theo phương án B là G_B , thì mối quan hệ giữa giá thành chế tạo G_i và giá trị sản lượng chế tạo hàng năm N sẽ như hình 15.4.



Hình 15.4. Quan hệ giữa giá thành G_i và sản lượng chế tạo N .

Theo hình 15.4 khi sản lượng chế tạo theo yêu cầu (N) có giá trị nhỏ hơn sản lượng giới hạn (N_G) thì chọn phương án công nghệ A, vì giá thành chế tạo theo phương án A có giá trị nhỏ hơn giá thành chế tạo theo phương án B. Ngược lại, khi sản lượng chế tạo theo yêu cầu (N) có giá trị lớn hơn sản lượng giới hạn (N_G) thì chọn phương án công nghệ B, vì giá thành chế tạo theo phương án B có giá trị nhỏ hơn giá thành chế tạo theo phương án A.

15.10. THIẾT KẾ CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ BẰNG MÁY TÍNH

Quy trình công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí được thiết kế theo ba phương thức như sau: thủ công, cơ khí và tự động. Những đặc điểm cơ bản của các phương thức thiết kế này được trình bày ở bảng 15.1. Thiết kế công nghệ cơ khí bằng máy tính là phương thức tiên tiến và hữu hiệu.

Thiết kế công nghệ cho sản xuất cơ khí bằng máy tính là phương thức chuẩn bị công nghệ bán tự động, tự động trên cơ sở ứng dụng kỹ thuật tin học với công cụ thực hiện là máy tính (hình 15.5, 15.6, 15.7).

Các chi tiết cơ khí đa dạng về kết cấu và đặt ra những yêu cầu rất khác nhau đối với quá trình công nghệ gia công chúng.

Hiện nay, quá trình gia công các chi tiết cơ khí, tùy theo điều kiện và trình

độ kỹ thuật sản xuất, được thực hiện trên hai loại máy công cụ là máy thường và máy NC, CNC. Như vậy, quá trình thiết kế công nghệ gia công chi tiết cơ khí có thể tạm phân chia thành hai giai đoạn chính, trên cơ sở ứng dụng kỹ thuật tin học, như sau (hình 15.5):

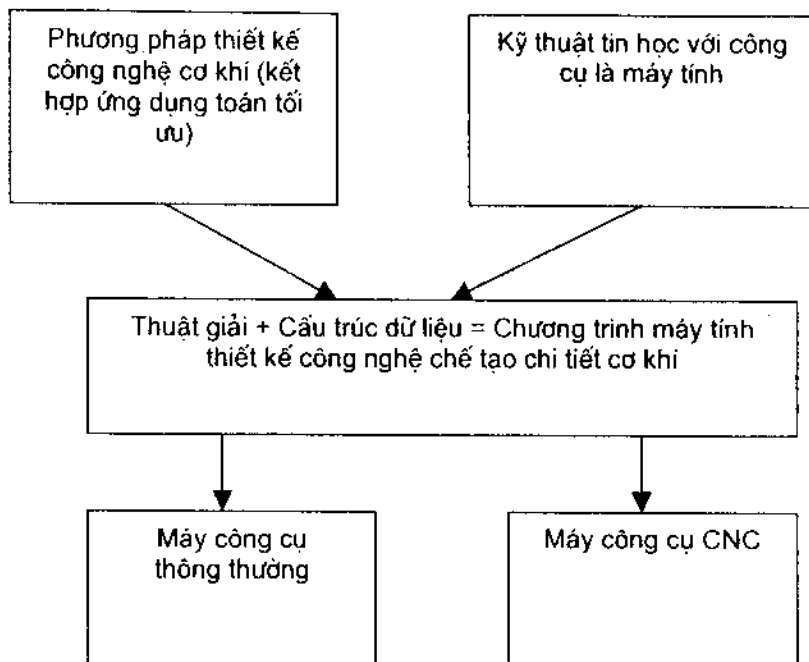
1. Thiết kế sơ bộ bao gồm: xác định chi tiết gia công, xác định phương pháp gia công, xác định thứ tự gia công.

Bảng 15.1. Các phương thức thiết kế công nghệ cơ khí.

Đặc điểm	Phương thức thủ công	Phương thức cơ khí	Phương thức tự động
Phương tiện nhận dữ liệu	Ghi Giấy viết, giấy in, giấy vẽ	Vi phim (micro film)	Bộ phận hiển thị (display)
Hệ thống tìm kiếm, truy cập dữ liệu	Hệ thống hồ sơ công nghệ	Hệ thống dữ liệu tin học	Hệ thống dữ liệu tin học
Hệ thống lưu trữ	Tủ đựng hồ sơ, ngăn kéo đựng hồ sơ đã phân loại	Bìa lỗ ghi số hiệu vi phim, bộ chứa các bi phim, các catalô	Bộ lưu trữ dùng băng từ, lõi ferrit, đĩa mềm
Phương thức định dữ liệu	Đọc trực tiếp từ giấy, bản vẽ	Nhận biết qua ảnh rửa từ vi phim, đọc vi phim qua máy phóng vi phim	Đọc từ bản ghi do máy đọc-dịch cung cấp, nhận biết qua màn hình, máy vẽ (plotter)
Khả năng diễn đạt thông tin	Thủ công, dùng bản vẽ	Thủ công, dùng bản vẽ	Tự động, dùng máy vẽ (plotter), máy in (printer)
Phương thức thông tin xa	Thư, điện thoại, télèx	Thư, điện thoại, máy télèx	Mạng thông tin (LAN, ethernet)
Khả năng dùng lại các phưng án cũ	Hầu như không	Có, trong phạm vi hẹp	Tốt, trong phạm vi rộng
Ảnh hưởng chủ quan của người thiết kế	Có ảnh hưởng lớn	ảnh hưởng giảm	Ảnh hưởng rất ít
Phương thức đối thoại (dialog)	Người - người	Người - người	Người - máy tính
Khả năng thiết kế theo cách lập và so sánh nhiều phưng án khả thi	Hầu như không	Có	Bắt buộc
Mức độ diễn đạt nội dung phương pháp thiết kế	Rất thấp	Rõ	Rất rõ bằng các thuật giải cụ thể (algorithms)

2. Thiết kế chính xác bao gồm: thiết kế các nguyên công theo kiểu loại máy công cụ chọn dùng. Ở máy công cụ NC, CNC còn phải lập sơ đồ tọa độ gia công và soạn thảo chương trình gia công NC theo ngôn ngữ của máy công cụ.

Như vậy, ở giai đoạn 1 (thiết kế sơ bộ) vẫn rất cần thiết đối với chuẩn bị công nghệ cho các trung tâm gia công và hệ thống gia công linh hoạt NC, CNC.



Hình 15.5. Sơ đồ tổng quát về phương thức thiết kế công nghệ cơ khí ứng dụng kỹ thuật tin học.

Toán tối ưu được ứng dụng trong kỹ thuật và kinh tế trên cơ sở mô phỏng các vấn đề kinh tế và kỹ thuật bằng các mô hình toán học ở dạng các hàm số toán học bậc nhất (tuyến tính) hoặc bậc cao (hàm số lũy thừa, phi tuyến). Có thể chuyển đổi mô hình toán bậc cao (phi tuyến) thành mô hình toán bậc thấp (tuyến tính) thông qua phép lôgarit.

Từ năm 1939 giáo sư Xô viết KANTOROVICH đã đề xuất phương pháp giải các bài toán quy hoạch tuyến tính (linear optimisation). Năm 1947 DANTZIG đề xuất phương pháp đơn hình (simplex) để giải các bài toán tối ưu tuyến tính; đó là phương pháp giải tương đối đơn giản và vạn năng nên

được áp dụng khá rộng rãi trong kỹ thuật và kỹ thuật. Ngày nay, phương pháp giải đơn hình này vẫn được vận dụng với thuật giải và chương trình máy tính hữu hiệu.

Trong thiết kế công nghệ, việc ứng dụng lý thuyết toán tối ưu, nhất là vận dụng quy hoạch tuyến tính và phương pháp đơn hình là rất cần thiết, bởi vì:

- Phải lập các phương án khả thi, so sánh để chọn phương án tối ưu cho quá trình công nghệ và dây chuyền sản xuất theo điều kiện và quy mô sản xuất để đạt các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật, đảm bảo sản xuất tin cậy và linh hoạt.

- Các phương án công nghệ khả thi được so sánh trên cơ sở hao phí thời gian lao động, vật liệu và năng lượng, trên cơ sở năng suất lao động và giá thành sản xuất ứng với sản lượng dự kiến.

- Tạo tiền đề ứng dụng kỹ thuật tin học trong thiết kế công nghệ.

Mô hình toán tối ưu ứng với công việc thiết kế công nghệ cơ khí được xác định và xây dựng từ hai nhóm hàm số sau đây:

1. Hàm mục tiêu được xác định theo chỉ tiêu nhất định mà từ đó phải tìm cực trị (max, min) như là: chi phí nhỏ nhất, năng suất cao nhất, lãi suất lớn nhất. Hàm mục tiêu bao hàm các đại lượng có quan hệ với chỉ tiêu tối ưu; các đại lượng này là các biến số của hàm mục tiêu mà ta phải xác định giá trị của chúng sao cho chỉ tiêu tối ưu đạt cực trị.

2. Các hàm giới hạn được xác lập từ những điều kiện giới hạn, gọi là những điều kiện biên, mà trong những điều kiện này, cực trị (max, min) của hàm mục tiêu ứng với chỉ tiêu tối ưu được phép tồn tại và được chấp nhận. Các hàm giới hạn này phụ thuộc những giới hạn thực tế về kỹ thuật sản xuất và tổ chức sản xuất. Chúng phải được xác định sao cho không mâu thuẫn nhau, nghĩa là phải đảm bảo tính chất tương thích của chúng trong mô hình toán tối ưu.

Mô hình toán tối ưu đã lập, nếu là mô hình hàm số mũ (phi tuyến) sẽ được chuyển đổi thông qua phép tính lôgarit để có mô hình hàm số bậc nhất (tuyến tính) và phải bằng phương pháp đơn hình (simplex). Như vậy, đường lối giải các bài toán tối ưu tuyến tính (quy hoạch tuyến tính) gồm các bước sau đây:

1. Lập mô hình tổng quát để mô phỏng gần đúng đối tượng kinh tế kỹ thuật hoặc công nghệ bằng các ký hiệu toán học theo chỉ tiêu tối ưu, nghĩa là xác định đại lượng cần đạt cực trị (max, min).

2. Phân tích mô hình tổng quát đã lập để xác định thông số cần thiết có liên

quan, ví dụ, nhu cầu vật tư, thời gian lao động, chi phí sản xuất, vốn đầu tư, quãng đường vận chuyển, lãi suất, v.v...

3. Đưa các thông số đặc trưng cần thiết đó vào mô hình tổng quát, nghĩa là xác định mô hình toán theo quan hệ giữa chỉ tiêu tối ưu cần đạt cực trị (max, min) và các thông số đặc trưng.

4. Giải mô hình toán tối ưu bằng phương pháp đơn hình (simplex).

5. Biện luận lời giải, so sánh các phương án lời giải, xác định phương án lời giải nào phù hợp với điều kiện thực tế, có chú ý điều kiện không âm (0) của giá trị các biến số trong hàm mục tiêu.

Toán tối ưu đã được vận dụng để xác định chế độ cắt tối ưu cho các phương pháp cắt gọt cơ bản như tiện, phay, khoan, mài. Nội dung của vấn đề xác định chế độ cắt tối ưu đã được trình bày ở chương 14 (Tối ưu hóa quá trình cắt gọt).

Ngày nay, có thể coi kỹ thuật tin học với máy tính, đặc biệt là "Hệ phần mềm (Software)" là công cụ lao động đặc lực của các nhà kỹ thuật trong thiết kế, tính toán và điều hành sản xuất.

Theo mục tiêu linh hoạt hóa sản xuất dựa trên cơ sở áp dụng công nghệ nhóm (group technology), quá trình thiết kế công nghệ gia công chi tiết cơ khí có những nội dung chính như sau:

1. Xác định đối tượng gia công (ghép nhóm chi tiết cơ khí để có thể gia công chung với một quá trình công nghệ và dây chuyền công nghệ, nhằm đạt hiệu quả kinh tế - kỹ thuật tốt).

2. Xác định đối tượng đại diện cho nhóm chi tiết đã ghép.

3. Xác định phương pháp gia công cho từng bề mặt (phần tử hình dạng) của đối tượng đại diện.

4. Xác định thứ tự gia công các bề mặt mặt (phần tử hình dạng) của đối tượng đại diện theo các quy luật logic về kỹ thuật và công nghệ (chuẩn công nghệ, phối).

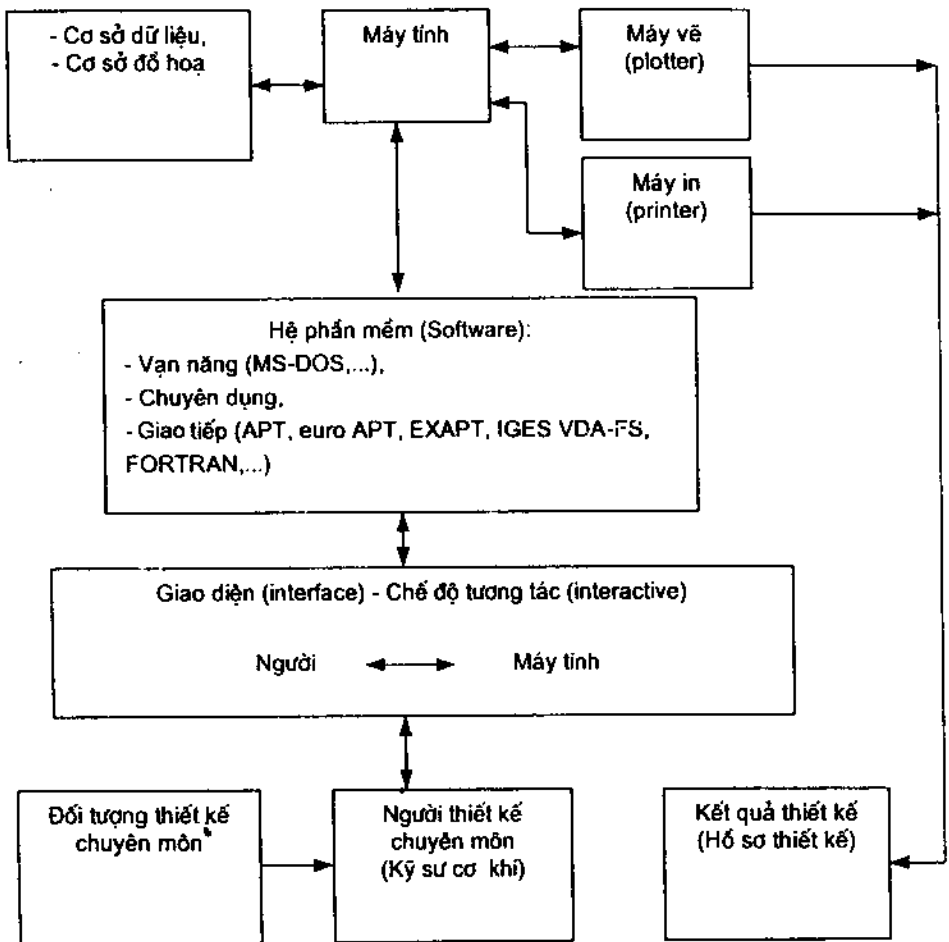
5. Thiết kế từng nguyên công ứng với kiểu loại máy công cụ (máy thường, máy NC, CNC), gồm: chọn máy, phân chia các bước công nghệ, xác định dụng cụ - trang bị công nghệ, định mức vật tư, định mức thời gian, xác định chế độ cắt tối ưu, xác định bậc thợ, v.v...

6. Lập các văn bản công nghệ cần thiết (phiếu tiến trình công nghệ, phiếu

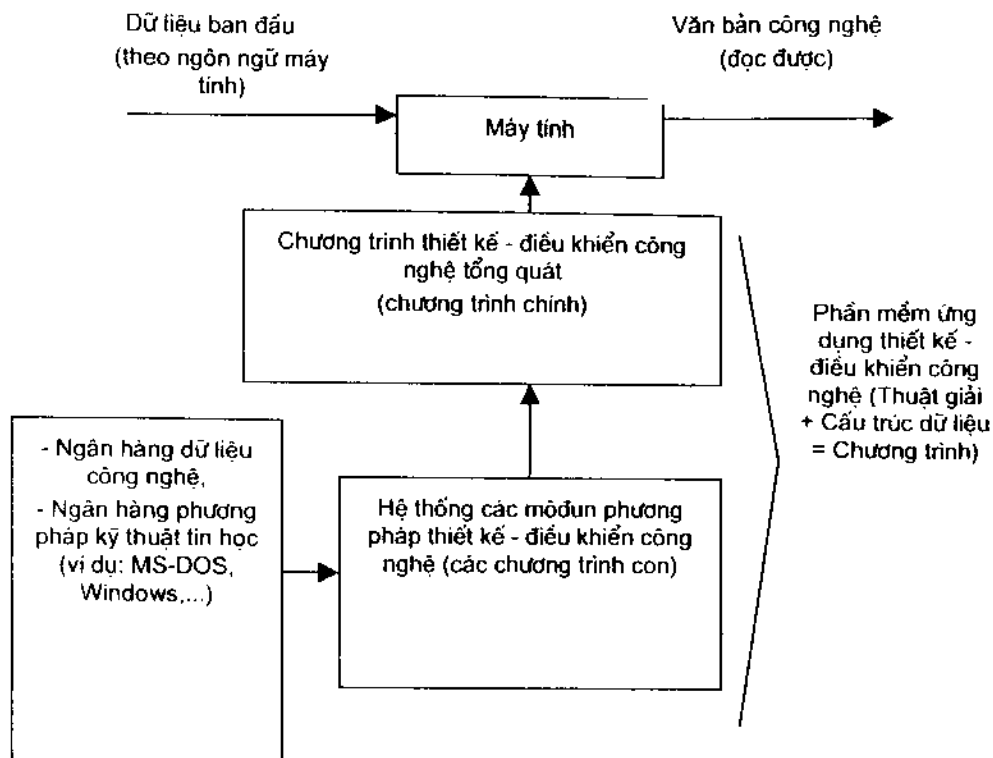
nguyên công, sơ đồ nguyên công, phiếu dụng cụ - trang bị công nghệ, phiếu vật tư...). Riêng đối với máy công cụ NC, CNC phải lập sơ đồ tọa độ gia công và chương trình gia công NC theo ngôn ngữ và bảng cốt mã ISO (ISO Code) thích hợp để điều khiển quá trình gia công chi tiết cơ khí trên máy công cụ NC, CNC.

Như vậy, quá trình chuẩn bị công nghệ đã nêu trên sẽ là:

- Giai đoạn thiết kế sơ bộ gồm các nội dung từ 1 đến 4.
- Giai đoạn thiết kế chính xác gồm các nội dung 5 và 6.



Hình 15.6. Quan hệ tương tác Người - Máy tính trong khâu chuẩn bị kỹ thuật cho sản xuất.

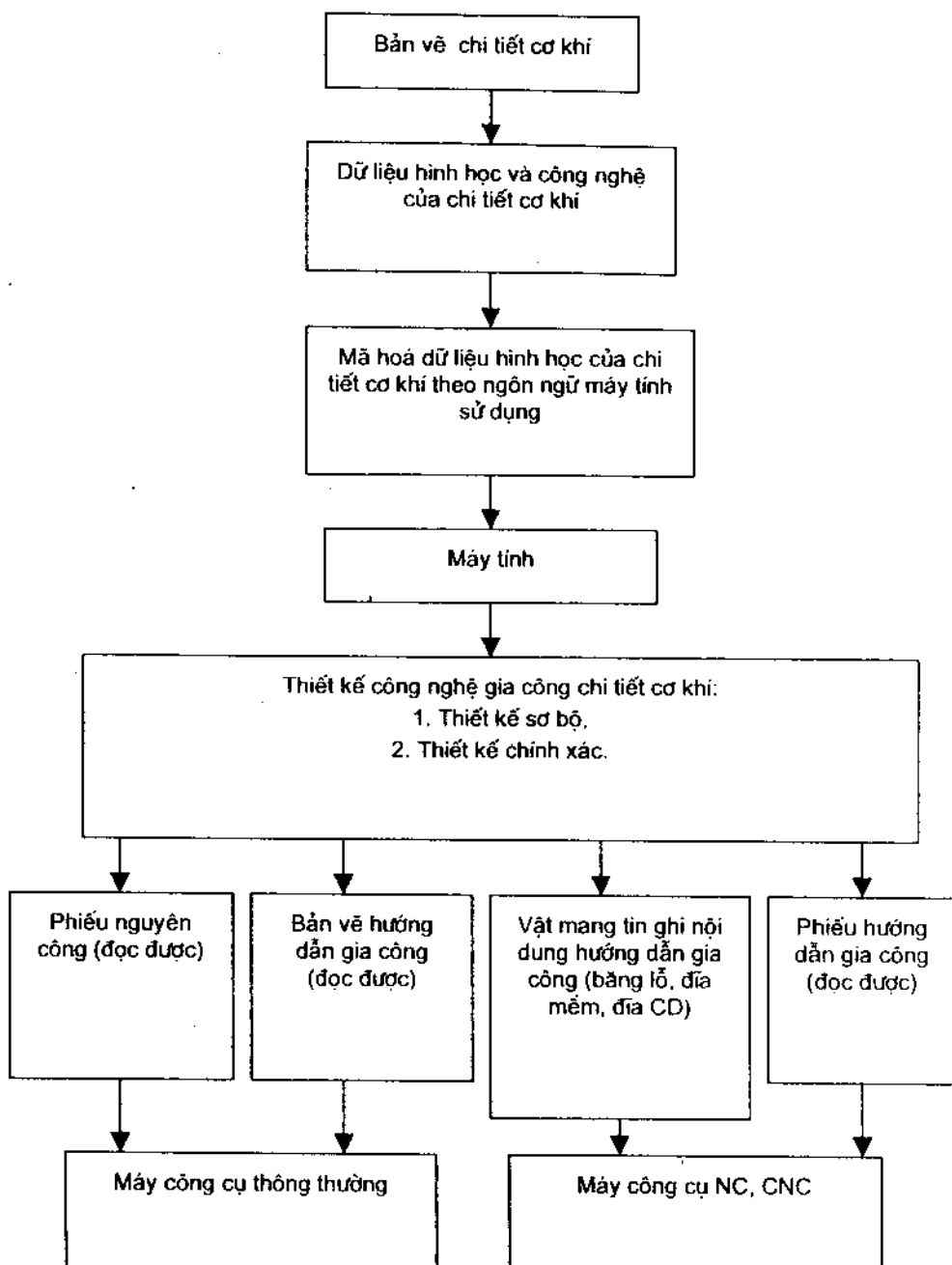


Hình 15.7. Tổng quát về ứng dụng kỹ thuật tin học trong chuẩn bị công nghệ (cơ khí).

Giai đoạn thiết kế sơ bộ, được thực hiện có ứng dụng kỹ thuật tin học, dựa trên việc nghiên cứu xây dựng dữ liệu công nghệ, các thuật giải (algorithms) và các chương trình máy tính (programs) thiết kế công nghệ sơ bộ ứng với các dạng chi tiết cơ khí cơ bản (trục-bạc; hộp-gối đỡ, càng-biên, bánh răng...).

Hệ dữ liệu công nghệ bao gồm các dữ liệu hình học và công nghệ của chi tiết cơ khí cần gia công (các dạng chi tiết cơ khí, hệ thống phân loại các phần tử hình dạng cho từng chi tiết cơ khí, kích thước tiêu chuẩn của chi tiết cơ khí, vật liệu của chi tiết cơ khí, độ cứng theo yêu cầu, độ chính xác yêu cầu của các bề mặt quan trọng trên chi tiết cơ khí (theo cấp chính xác IT1÷IT16) ứng với các mức (thô, bán tinh, tinh, rất tinh), độ nhám (R_a hoặc R_z) của bề mặt quan trọng trên chi tiết cơ khí, sản lượng theo yêu cầu của chi tiết cơ khí...).

Hệ dữ liệu công nghệ còn bao gồm các dữ liệu đặc trưng cho các phương pháp gia công về khả năng công nghệ (dạng công nghệ gia công, kích thước max/min của bề mặt gia công, chất lượng gia công (IT, R_a hoặc R_z), độ cứng vật liệu gia công, lượng dư gia công nhỏ nhất (Z_{min}),...).



Hình 15.8. Các giai đoạn thiết kế công nghệ cơ khí ứng dụng kỹ thuật tin học.

Các thuật giải và chương trình máy tính thiết kế công nghệ sơ bộ được xây dựng ứng với các dạng chi tiết cơ khí cơ bản đã nêu trên, theo ngôn ngữ thích hợp (ví dụ, Turbo Pascal, Visual BASIC...), gồm các bài toán công nghệ sau:

1. Ghép nhóm chi tiết cơ khí trong phạm vi một dạng chi tiết theo các dữ liệu đặc trưng (khoảng kích thước, vật liệu, độ cứng, độ chính xác IT, độ nhám R, hoặc R_a, trọng lượng, sản lượng).

2. Nhập nhóm chi tiết đã ghép, phân tích từng chi tiết trong nhóm thành các phần tử hình dạng cơ bản (xác định mã hiệu các phần tử hình dạng đã phân tích).

3. Xác định chi tiết đại diện cho nhóm chi tiết đã ghép, tính số lượng các phần tử hình dạng của từng chi tiết trong nhóm, tìm chi tiết cơ sở (chi tiết nào trong nhóm có số lượng phần tử hình dạng nhiều nhất), xây dựng chi tiết đại diện cho nhóm (bằng cách thêm vào chi tiết cơ sở các phần tử hình dạng khác từ các chi tiết còn lại trong nhóm).

4. Xác định phương pháp gia công cho chi tiết đại diện (ghi ra: tên phần tử hình dạng, mã hiệu phần tử hình dạng, xác định tên và mã hiệu của phương pháp gia công phù hợp với từng phần tử hình dạng).

5. Xác định thứ tự gia công cho các phần tử hình dạng của chi tiết đại diện theo trình tự công nghệ điển hình ứng với từng dạng chi tiết cơ khí cơ bản.

Trong thực tế, khi nghiên cứu để thiết lập và sử dụng một hệ thống gia công linh hoạt (FMS) vào sản xuất, người ta phải tiến hành những công việc chính như sau:

1. Xác định chủng loại chi tiết gia công (ghép nhóm chi tiết gia công).

2. Tập hợp và xử lý dữ liệu hình học và công nghệ của nhóm chi tiết gia công.

3. Thiết kế công nghệ để gia công nhóm chi tiết (xác định các phương pháp gia công, xác định thứ tự gia công các bề mặt ứng với chi tiết đại diện của nhóm, thiết kế các nguyên công).

4. Xác định nhu cầu gia công (khối lượng lao động quy đổi ra giờ máy gia công), xác định mức độ khai thác các máy gia công.

5. Xác định mức độ tự động hóa cần thiết.

6. Xác định các máy công cụ/trung tâm gia công thích hợp.

7. Xác định hệ thống cung ứng phối và dụng cụ (lưu trữ, gá đặt, tháo dỡ,

vận chuyển phôi và dụng cụ công nghệ) phù hợp, nhằm đảm bảo tính linh hoạt và mức độ tự động hóa cần thiết của dòng phôi liệu và dụng cụ gia công.

8. Tính toán kinh tế ứng với từng phương án cấu trúc của hệ thống gia công linh hoạt (FMS).

9. So sánh các phương án cấu trúc của FMS để xác định phương án cấu trúc tối ưu.

Như vậy, phương pháp thiết kế công nghệ theo hướng ứng dụng kỹ thuật tin học, trong đó có giai đoạn thiết kế sơ bộ, như đã trình bày trên đây là phù hợp với nội dung chuẩn bị công nghệ theo hướng linh hoạt hóa và tự động hóa sản xuất; mà trước hết là góp phần hỗ trợ cho các giải pháp CAD/CAM hiện đại nhưng rất tốn kém.

Nói chung, kể từ khi máy tính điện tử ra đời (đầu thập niên 60) cho đến nay, khi máy vi tính (thế hệ máy tính thứ tư) đang trở thành công cụ hữu hiệu trong mọi công việc, vấn đề thiết kế công nghệ cơ khí bằng máy tính đã được đặt ra và giải quyết phù hợp với khả năng của từng thế hệ máy tính. Những kết quả thu được đã và đang được ứng dụng có hiệu quả trong chiến lược nghiên cứu xây dựng các hệ thiết kế và chế tạo chi tiết cơ khí có trợ giúp của máy vi tính liên thông và linh hoạt, nhằm tạo lập các chương trình gia công NC phù hợp với từng máy gia công điều khiển số bằng vi tính (CNC) hiện đại, gọi tắt là CAD/CAM-CNC (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing - Computerised Numerical Control). Cho đến nay trên thế giới đã có tới khoảng 100 hệ CAD/CAM-CNC được tạo lập và sử dụng. Một số trong những hệ này, ví dụ: CIMATRON, MasterCAM, BOXFORT PORTFOLIO, DENFORD, v.v..., cũng đang góp phần nâng cao trình độ nghiên cứu, giảng dạy và sản xuất trong lĩnh vực cơ khí ở nước ta, đặc biệt là trong thiết kế và gia công khuôn mẫu phức tạp.

Công việc thiết kế công nghệ gia công chi tiết cơ khí được gọi tắt là CAP (Computer Aided Planning) hay CAPP (Computer Aided Process Planning), được coi là một mắt xích quan trọng trong chuỗi liên hoàn CAD/CAM-CNC, giữa hai mắt xích CAD và CAM.

CAP hay là CAPP có bản chất là khâu quy hoạch (planning) công nghệ, bao hàm các nội dung: thiết kế, quy hoạch quy trình công nghệ và dây chuyền công nghệ gia công chi tiết cơ khí; mà hiện tại chủ yếu là thiết kế tiến trình gia công và thiết kế nguyên công.

Thiết kế nguyên công có trợ giúp của máy tính khi được coi là một mắt xích quan trọng (CAP hay CAPP) trong giải pháp liên hoàn CAD/CAM-CNC có thể được phân chia thành hai hệ thống chính như sau:

Hệ thống xây dựng quy trình công nghệ biến thể (retrieval (variant) CAPP system) và hệ thống xây dựng quy trình công nghệ sản sinh (generative CAPP system); ngoài ra còn có hệ thống xây dựng quy trình công nghệ phối hợp giữa hai hệ thống này gọi là hệ thống bán - sản sinh (the semi-generative CAPP system).

Với hệ thống CAPP biến thể (retrieval (variant)) người ta sử dụng các thủ tục phục hồi (retrieval procedures) để truy cập các sơ đồ tiến trình công nghệ chuẩn cho các chi tiết tương tự nhau; còn với hệ thống CAPP sản sinh (generative), các sơ đồ tiến trình công nghệ được tạo lập tự động cho các chi tiết mới cần chế tạo mà không cần tham khảo các sơ đồ tiến trình công nghệ có sẵn.

Hệ thống CAPP sản sinh (generative) là hệ thống được mong muốn nhất, nhưng để tạo lập thành công hệ thống này, người ta phải đối mặt với nhiều thách thức to lớn; vì vậy mà giải pháp CAPP biến thể (retrieval (variant)) dễ thực hiện hơn.

Quá trình xây dựng hệ thống CAPP biến thể (retrieval (variant)) khai thác sự tương đồng giữa các chi tiết cơ khí thông dụng và tìm kiếm thông qua cơ sở dữ liệu, nhằm đưa ra được một số quy trình công nghệ chuẩn cho một họ chi tiết (part family). Quy trình công nghệ chuẩn này sẽ được áp dụng cho các chi tiết thuộc cùng một họ và được sửa đổi cho phù hợp với từng chi tiết cụ thể trong một họ chi tiết, trên cơ sở phân loại, mã hóa và ghép nhóm các chi tiết cơ khí thông dụng theo hệ thống mã hóa (coding system) phù hợp. Cho đến nay đã có nhiều hệ CAPP biến thể (retrieval (variant)) được tạo lập, ví dụ, CAM-I CAPP, DOPS, EXCAP, ICAPP, MICROPLAN.

Giải pháp CAPP sản sinh (generative) có bản chất là hệ cơ sở tri thức được xây dựng ở dạng hệ cơ sở dữ liệu (database).

Hệ cơ sở dữ liệu được ứng dụng trong việc xây dựng quy trình công nghệ chế tạo, thực chất là một tập hợp các quy luật và nguyên tắc thiết kế công nghệ được rút ra từ kinh nghiệm của những người thiết kế công nghệ thành thạo và đã được thực tế sản xuất kiểm chứng.

Giải pháp sản sinh (generative) cố gắng bắt chước tư duy của người thiết kế công nghệ bằng cách áp dụng logic ra quyết định của người thiết kế công

nghệ (the planner's decision-making logic). Ngày nay, trí tuệ nhân tạo và hệ chuyên gia (Artificial Intelligence (AI) and Expert Systems) là công cụ hiện đại để xác lập quy trình công nghệ. Trí tuệ nhân tạo (Artificial Intelligence (AI)) là kỹ thuật giống như logic hình thức (formal logic) dùng để mô tả các chi tiết cơ khí. Hệ chuyên gia (Expert Systems) dùng để hệ thống hoá (codifying) quá trình xử lý tri thức của con người (human processing knowledge) để áp dụng vào việc thiết kế quy trình công nghệ.

Hệ chuyên gia (Expert Systems) có thể được coi như là công cụ có khả năng nhận biết các tri thức chuyên môn và sử dụng thông minh (intelligently) tri thức chuyên môn (domain knowledge) để đưa ra các chỉ dẫn hành động tương đương nhau để lựa chọn. Đã có những hệ thống sản sinh (generative) được tạo lập, ở dạng hệ cơ sở tri thức, như là GARY, hoặc ở dạng hệ chuyên gia (Expert Systems) như GCAPPS, OPEX, PWA, SAPT, TOM, XCUT, XMAPP.

Tuy vậy, trong thực tế còn có các giải pháp bán - sản sinh (the semi-generative CAPP system) đã được tạo lập, ví dụ, AMP, GENPLAN, SIPP, SIPS.

15.11. CHUẨN BỊ CÔNG NGHỆ SỬA CHỮA VÀ PHỤC HỒI CHI TIẾT CƠ KHÍ

Mục tiêu của công nghệ sửa chữa và phục hồi chi tiết cơ khí là nhằm duy trì và phục hồi khả năng làm việc của trang thiết bị cơ khí; kết hợp với chế độ bảo dưỡng chúng theo định kỳ quy định theo thời gian khai thác sử dụng, từ mức độ nhỏ nhất là xem xét, tới mức tiêu tu, trung tu, đến mức cao nhất là đại tu.

Công nghệ sửa chữa cơ khí có đặc điểm là số lượng ít, tập trung vào một số chi tiết và bộ phận hay hỏng, công việc đa dạng (cắt gọt, hàn, mạ, nguội, lắp ráp, hiệu chỉnh), yêu cầu khác nhau về độ chính xác, dung sai, độ nhám bề mặt, thợ vận năng và có bậc cao, chủ yếu dùng trang thiết bị và dụng cụ vận năng để sửa chữa, năng suất lao động thấp, chi phí cao (thường chiếm khoảng 40 ÷ 60% giá thành chế tạo mới).

Hiệu quả của công nghệ sửa chữa và phục hồi cơ khí là tiết kiệm nguyên vật liệu so với chế tạo mới; sau khi sửa chữa, máy phục hồi khả năng làm việc gần như máy mới.

Nói chung, máy móc hỏng chủ yếu là do các bề mặt làm việc của các chi tiết cơ khí bị mòn, gây ra sai lệch về chuyển động của các bộ phận máy móc, nhiều khi sai lệch vượt quá giới hạn cho phép. Như vậy, công nghệ sửa chữa cơ

khí nhằm phục hồi khả năng làm việc của các bề mặt bị mòn trên các chi tiết cơ khí, qua đó phục hồi khả năng làm việc của máy móc.

Trong thực tế, có hai phương pháp sửa chữa cơ khí được áp dụng, đó là:

1. Sửa chữa các chi tiết cơ khí bị mòn bằng cách chuyển chúng sang kích thước mới gọi là kích thước sửa chữa và giữ nguyên chế độ lắp ghép theo thiết kế ban đầu.

2. Sửa chữa các chi tiết bị mòn bằng cách bù lại cho chúng một lượng kim loại đúng bằng lượng kim loại đã bị mòn, để đưa chi tiết về kích thước lắp ghép ban đầu.

Cách sửa chữa thứ nhất được thực hiện như sau:

Sai lệch về hình dạng của chi tiết do mòn không đều được loại bỏ bằng phương pháp cắt gọt, tùy theo độ cứng của vật liệu chi tiết mà áp dụng các phương pháp cắt gọt thích hợp như tiện, phay, mài, khoét, v.v..., như vậy kích thước thực sẽ giảm đi và kích thước lỗ sẽ tăng lên. Chế độ lắp ghép giữa trục và lỗ được đảm bảo bằng cách thay thế một trong hai chi tiết (trục hoặc lỗ), hoặc lắp thêm một chi tiết thứ ba (chi tiết phụ), ví dụ, làm rộng lỗ của chi tiết lắp bên ngoài rồi lắp thêm bạc để đảm bảo chế độ lắp ghép với trục theo thiết kế ban đầu. Cách này nói chung là đơn giản, có thể thực hiện nhiều lần tùy theo giới hạn bền của mối lắp ghép, v.v... như việc hạ cốt xylanh của động cơ nổ.

Cách sửa chữa thứ hai được thực hiện như sau:

Sai lệch về hình dạng của chi tiết do mòn không đều được loại bỏ bằng phương pháp cắt gọt, tùy theo độ cứng của chất lượng chi tiết mà áp dụng các phương pháp cắt gọt thích hợp như tiện, phay, mài, khoét, v.v... Sau đó phủ lên bề mặt đã sửa sai lệch hình dạng một lớp kim loại bằng các phương pháp thích hợp như hàn đắp, phun kim loại, mạ kim loại, bốc bay kim loại trong chân không, v.v..., để đạt chiều dày lớp kim loại đắp thêm lên bề mặt tương đương với lớp bị mòn và lượng dư để gia công lại bề mặt đã được phủ thêm. Công việc tiếp theo là tiến hành gia công cắt gọt để đạt lại kích thước và chế độ lắp ghép như thiết kế ban đầu. Cách này có thể phục hồi chi tiết nhiều lần. Hiện nay, chiều dày lớp kim loại được phủ thêm đạt khoảng $1\div 3$ mm.

Chương 16

QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH

16.1. KHÁI NIỆM VỀ ĐIỂN HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ TRONG CHẾ TẠO MÁY

Khi nghiên cứu quá trình công nghệ chế tạo các chi tiết máy khác nhau người ta nhận thấy rằng đối với những chi tiết giống nhau theo đường viền (hình dáng), chúng có nhiều điểm chung. Vì vậy đã hình thành điển hình hóa quá trình công nghệ.

Thực chất của điển hình hóa quá trình công nghệ là những chi tiết máy giống nhau và tương tự nhau về kết cấu công nghệ cần được gia công bằng biện pháp công nghệ như nhau.

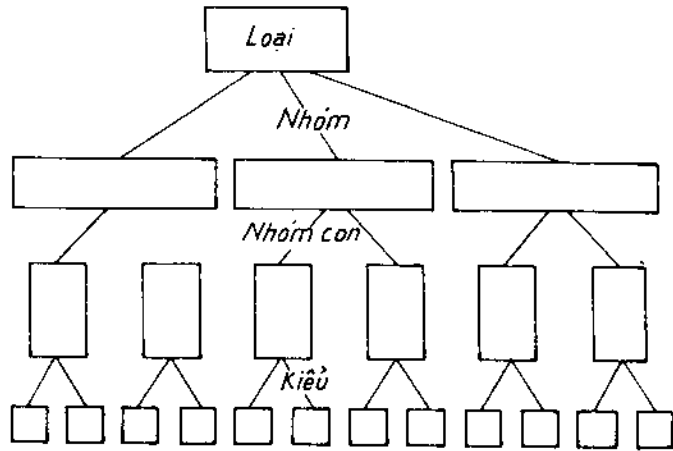
Ý tưởng đầu tiên về điển hình hóa quá trình công nghệ đã được đề xuất bởi giáo sư người Nga Xokolovski A.P. Điển hình hóa quá trình công nghệ cho phép không chỉ rút ngắn thời gian và giảm chi phí cho việc thiết kế công nghệ, mà còn mang lại một hình mẫu thống nhất trong công nghệ gia công những chi tiết máy có hình dáng giống nhau; thông nhất hóa trang thiết bị; áp dụng những phương pháp công nghệ tiên tiến để gia công; truyền những kinh nghiệm của sản xuất hàng khối sang sản xuất hàng loạt; v.v...

Điển hình hóa quá trình công nghệ có ảnh hưởng đến sự phát triển của sản xuất chi tiết máy theo dây chuyền và nó biểu hiện cơ sở khoa học để tạo nên đường dây sản xuất tự động. Điều đó cho phép nâng cao trình độ tổ chức sản xuất và nâng cao năng suất lao động chủ yếu trong sản xuất hàng loạt và hàng loạt lớn.

Trong các công trình của tiến sĩ khoa học người Nga Mitrofanov C.P, ý tưởng về điển hình hóa quá trình công nghệ đã nhận được sự phát triển tiếp theo bằng phương pháp công nghệ gia công nhóm. Nó đã định hướng cho hoàn thiện tận gốc về công nghệ và tổ chức trong điều kiện sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

16.1.1. Thực chất của quá trình công nghệ điển hình

Giai đoạn đầu khi thực hiện quá trình công nghệ điển hình là phân loại chi tiết cần chế tạo. Cơ sở của sự phân loại là dựa vào dấu hiệu của chi tiết, mà theo đó xác định công nghệ gia công chúng. Theo giáo sư



Hình 16.1. Sơ đồ phân loại chi tiết với công nghệ điển hình gia công chúng.

Xokolovski A.P dấu hiệu đó là hình dáng của chi tiết gia công, kích thước của nó, vật liệu và cách gia công nhiệt đối với nó.

Trong hệ thống phân loại chi tiết gia công theo phương pháp này thì LOẠI được coi là mức phân cấp lớn nhất, sau đó là đến nhóm, sau nữa là đến nhóm con và mức phân cấp cuối cùng là KIỂU chi tiết (hình 16.1).

Loại hay còn gọi là dạng, là họ chi tiết là tập hợp các chi tiết có hình dạng hình học giống nhau hoặc tương tự nhau, có các đặc điểm công nghệ giống nhau như về chức năng làm việc, điều kiện kỹ thuật và có cách giải quyết công nghệ gia công giống nhau... Những chi tiết máy có đặc trưng như vậy được xếp vào một loại hay một dạng hay một họ chi tiết.

Theo quan điểm này người ta đã phân loại các chi tiết cơ khí thành một số loại như loại hộp, loại trục, loại càng gạt, loại bạc, loại đĩa và một số chi tiết đặc biệt khác nữa như bi cầu, lò xo, v.v...

Trong giới hạn của một loại chi tiết lại được phân ra thành nhóm, rồi nhóm con và cuối cùng là kiểu chi tiết (hình 16.1). Ví dụ, trong các chi tiết loại trục có thể chia ra các nhóm như nhóm trục trơn, trục rỗng, trục có bánh răng, v.v...

Trong giới hạn của một nhóm chi tiết lại có thể chia ra các nhóm con, ví dụ, như trong nhóm trục bậc có thể phân chia ra các nhóm con như trục rỗng, trục của hộp chạy dao, trục caođăng, v.v... Sau đó đến lượt mỗi nhóm con của trục lại chia ra nhỏ nữa thành kiểu chi tiết. Ví dụ như trong nhóm con của trục hộp chạy dao lại chia ra trục ở phía trên và trục ở phía dưới, v.v...

Sự phân chia tập hợp các chi tiết trong một loại được tiến hành đến khi nào tồn tại những chi tiết không có hình dạng giống nhau. Như vậy đến cuối cùng ta có một kiểu chi tiết, và KIỂU chi tiết là mục đích cuối cùng của việc phân loại chi tiết. Trên hình 16.1 trình bày sơ đồ phân loại chi tiết. Quá trình công nghệ điển hình được thiết lập ra đáp ứng được việc gia công cho tất cả các chi tiết cùng một kiểu và cùng một loại.

16.1.2. Thực chất của quá trình công nghệ nhóm

Trước khi thực hiện công nghệ nhóm, các chi tiết gia công cần thiết phải được phân loại.

Khác với phân loại khi thực hiện quá trình công nghệ điển hình, với gia công nhóm, cơ bản dựa trên nguyên tắc phân chia chi tiết gia công theo trang thiết bị được sử dụng để gia công. Vì vậy với phương pháp này tạo nên các loại chi tiết gia công trên các loại máy khác nhau. Ví dụ, loại chi tiết gia công trên máy tiện; loại chi tiết gia công trên máy phay; loại chi tiết gia công trên máy bào; máy khoan và loại chi tiết gia công trên các loại máy khác nữa.

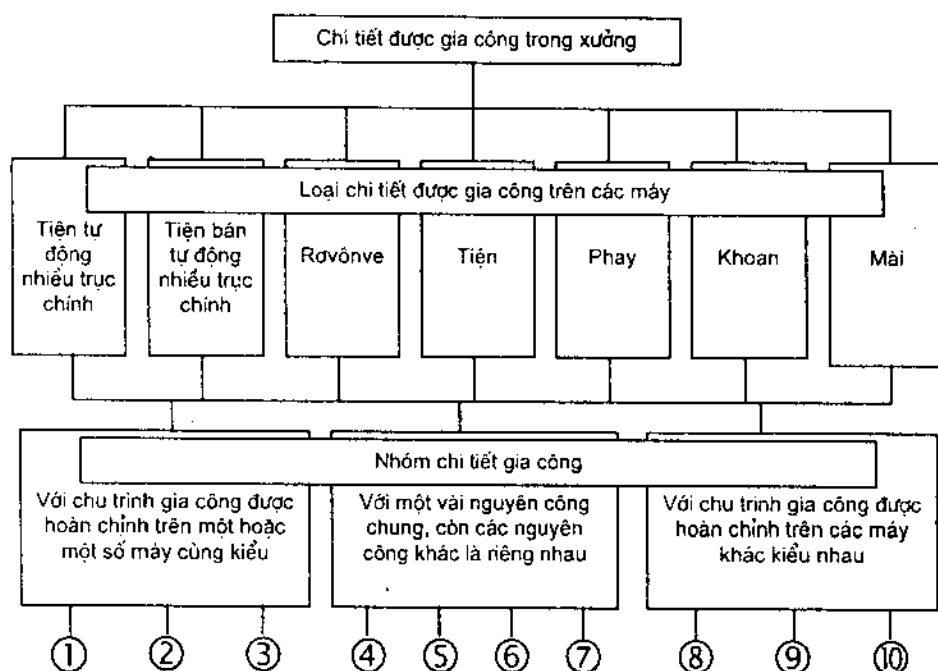
Trong giới hạn của mỗi loại chi tiết được gia công trên các loại máy lại chia ra thành các nhóm. Việc xác định ra nhóm là mục đích cơ bản, mục đích cuối cùng của phân loại chi tiết.

Xếp vào nhóm đối với những chi tiết mà khi gia công chúng yêu cầu trang thiết bị công nghệ như nhau và điều chỉnh máy chung như nhau. Khi tạo thành nhóm phải tính đến hình dáng hình học của chi tiết, kích thước và độ nhẵn bóng bề mặt gia công, kế hoạch chương trình sản xuất chi tiết, v.v... và tất cả những gì ảnh hưởng đến chọn trang thiết bị, đồ gá, dụng cụ cắt và điều chỉnh máy.

Trên hình 16.2 chỉ ra sơ đồ phân loại chi tiết với công nghệ nhóm gia công chúng. Từ sơ đồ đó thấy rằng có ba trường hợp tổ chức công nghệ nhóm. Ba

nhóm chi tiết đầu tiên 1, 2, 3 của trường hợp 1 có chu trình gia công được hoàn thiện trên một hoặc một số máy cùng một kiểu. Nhóm thứ 4, 5, 6, 7 ở trường hợp 2 với chu trình không được hoàn thiện và được gia công chung chỉ ở một nguyên công, còn các nguyên công còn lại được thực hiện trong thành phần của các nhóm khác. Nhóm chi tiết thứ 8, 9 và 10 ở trường hợp 3 có chu trình gia công được hoàn thiện trên trang thiết bị khác kiểu nhau và có trình tự công nghệ chung. Ở trường hợp cuối cùng này khái niệm quá trình công nghệ nhóm trùng với khái niệm về quá trình công nghệ điển hình.

Nội dung cụ thể của công nghệ điển hình, công nghệ nhóm và công nghệ tổ hợp đã được trình bày ở chương "Tiêu chuẩn hóa quá trình công nghệ". Ở



Hình 16.2. Sơ đồ phân loại chi tiết với công nghệ nhóm gia công chung.

đây chỉ nhắc lại phần khái niệm cơ bản của công nghệ điển hình, công nghệ nhóm để dẫn tới phần tiếp theo là công nghệ chế tạo chi tiết dạng trục, dạng hộp, dạng càng, dạng bạc, dạng đĩa thuộc lĩnh vực công nghệ điển hình.

16.2. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT DẠNG HỘP

16.2.1. Đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật của chi tiết dạng hộp

16.2.1.1. Đặc điểm của chi tiết dạng hộp

Trong các cơ cấu và máy móc chi tiết dạng hộp thường là chi tiết cơ sở để đảm bảo vị trí và sự tương quan đúng đắn của tất cả các chi tiết trong cơ cấu.

Chi tiết dạng hộp thường có hình dạng phức tạp với hình khối rỗng có thành vách xung quanh, trên các vách có nhiều gân và có phần lồi lõm khác nhau. Trên hộp có một số lượng lớn các mặt phẳng phải gia công với độ chính xác khác nhau và cũng có một số lượng những mặt phẳng không phải gia công. Đặc biệt trên hộp thường có một hệ lỗ có vị trí tương quan chính xác và cũng còn có một số lượng lớn các lỗ nhỏ để kẹp chặt các chi tiết khác lên hộp. Các lỗ trên hộp được chia ra hai loại:

- Lỗ chính xác dùng để lắp ghép với các ổ đỡ trục được gọi là lỗ chính.
- Lỗ không chính xác dùng để kẹp chặt các chi tiết khác gọi là lỗ phụ.

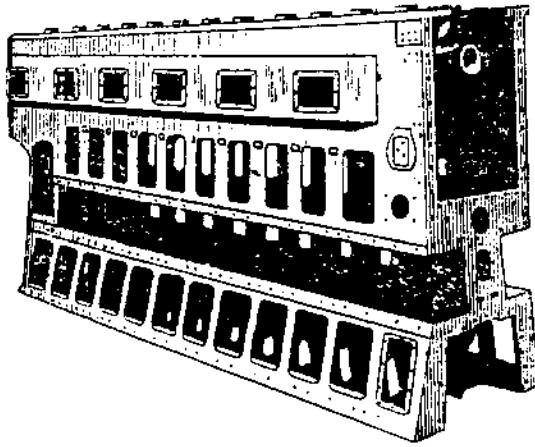
Thuộc vào chi tiết dạng hộp có thể kể đến hộp chạy dao, hộp tốc độ, hộp giảm tốc, thân động cơ diesel, thân máy, v.v... Hộp có thể được tạo liền khối hoặc ghép từ một số phần lại với nhau.

Chi tiết dạng hộp được sử dụng rất rộng rãi trong chế tạo cơ khí. Trong tất cả các loại máy móc, từ máy công cụ, máy động lực, máy nông nghiệp, máy làm rừng, máy móc trên các tàu biển, giao thông, v.v... đều có các chi tiết dạng hộp.

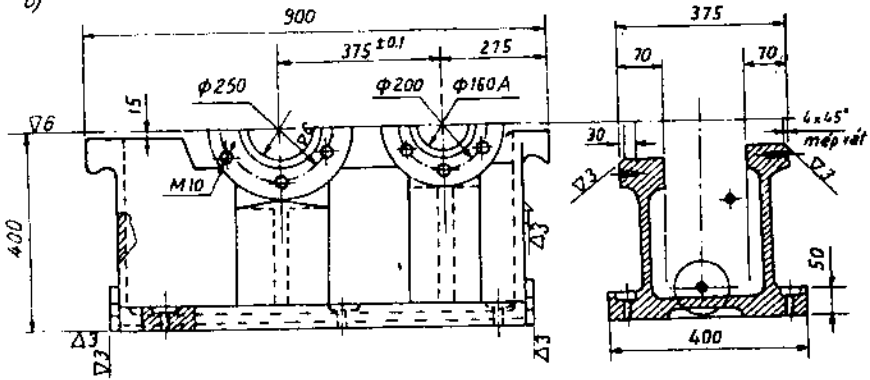
Trên hình 16.3 trình bày một số loại chi tiết máy dạng chi tiết hộp: gối đỡ trục (h16.3i); thân hộp chạy dao (h16.3f); nòng ụ động (h16.3g); thân hộp số (h16.3h); thân dưới hộp tốc độ (h16.3b); nắp trên hộp tốc độ (h16.3c); thân máy nén (h16.3d); vỏ hộp số của ô tô (h16.3e); nắp động cơ máy kéo (h16.3k); thân máy tiện (h.16.3l); thân động cơ tàu thủy (h.16.3m); thân động cơ sáu xylanh (h16.3n); bloc động cơ nổ (h16.3a).

Từ các hình này và từ các chi tiết hộp nói chung thấy rằng hộp là loại chi tiết phức tạp, khó gia công, khi chế tạo phải bảo đảm nhiều yêu cầu kỹ thuật khác nhau.

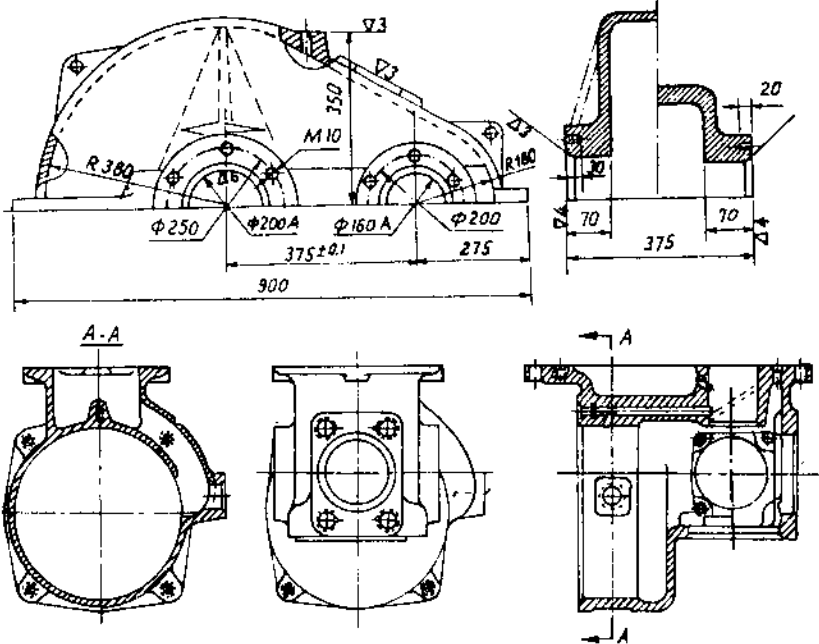
a)



b)

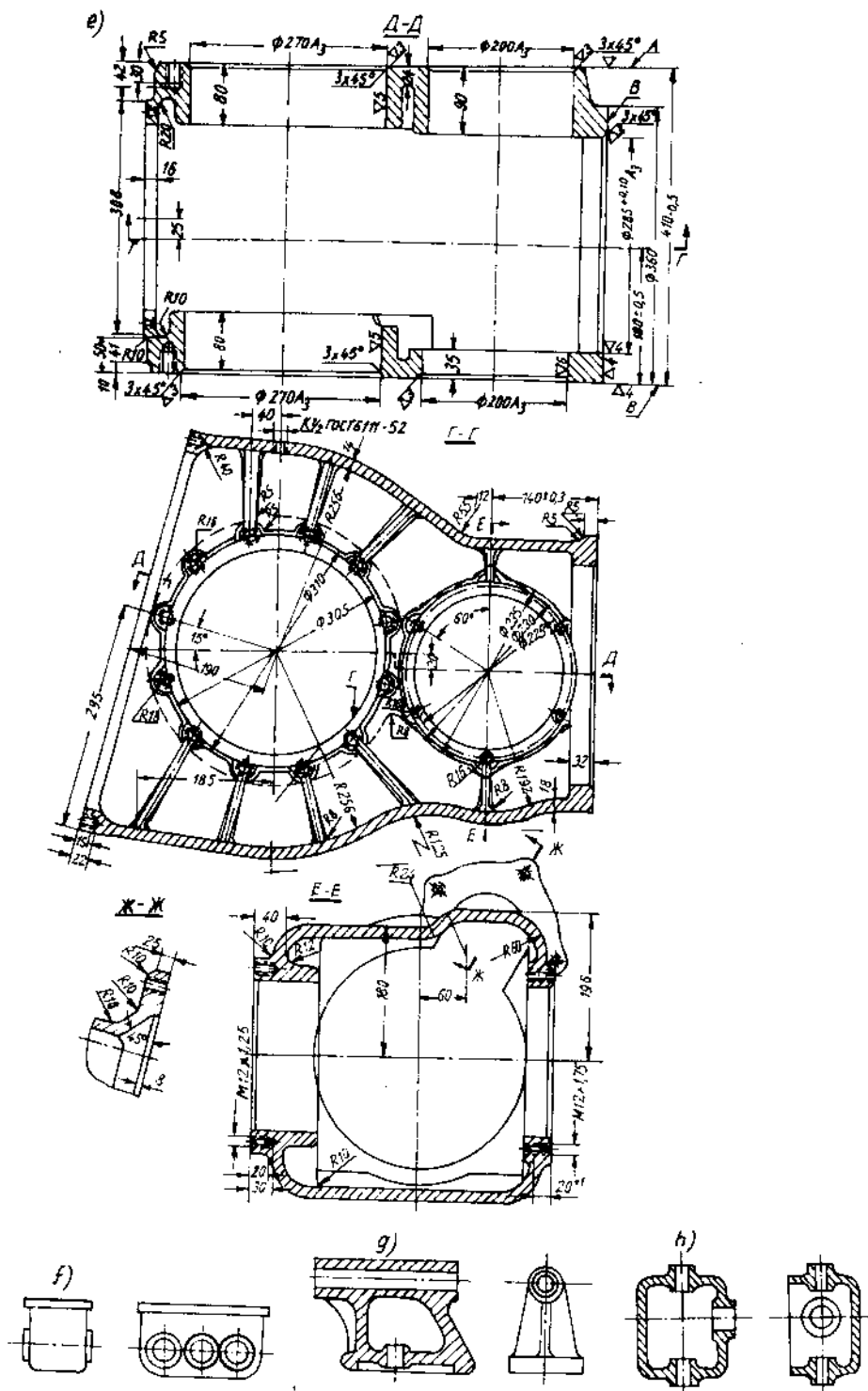


c)



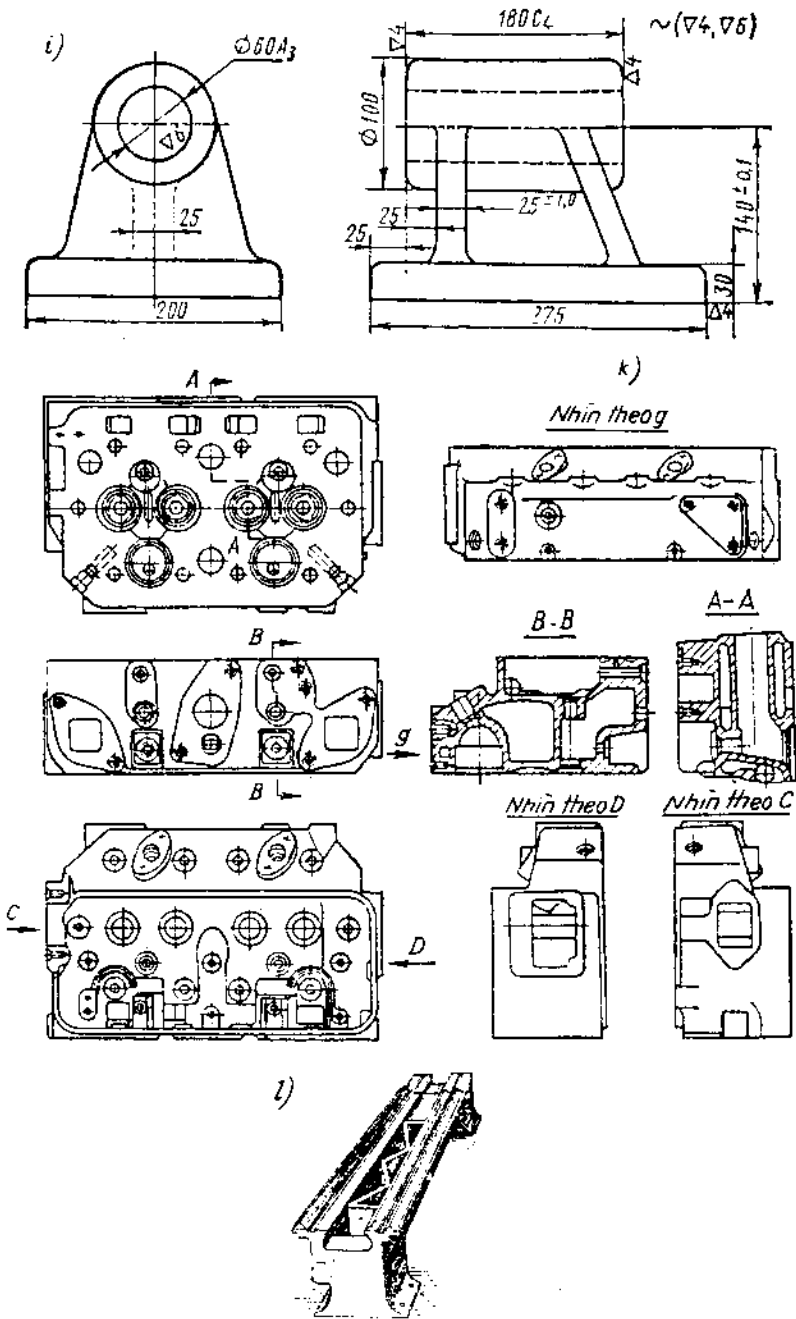
Hình 16.3A. Chi tiết dạng hộp:

a) blocc động cơ nổ, b) thân dưới hộp tốc độ, c) nắp trên hộp tốc; d) thân máy nén.



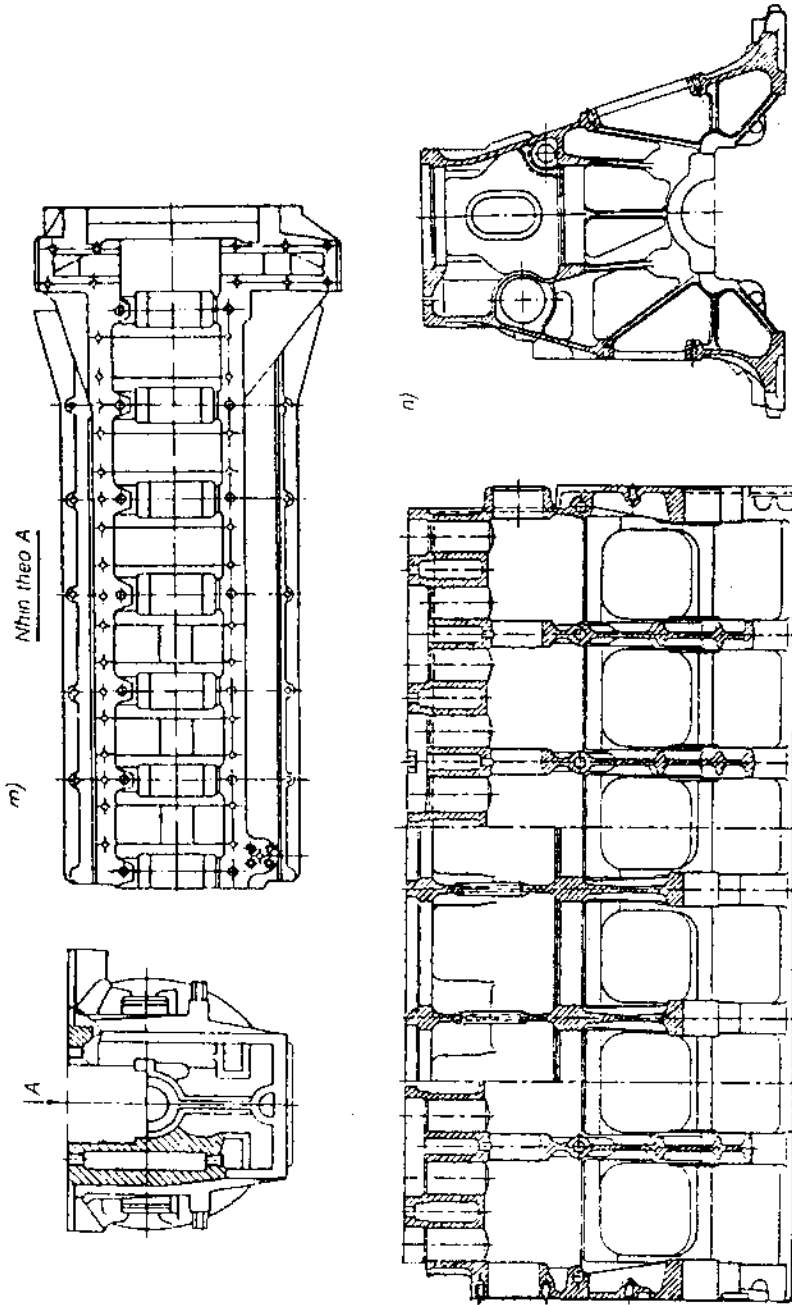
Hình 16.3B. Chi tiết dạng hộp (tiếp)

e) vỏ hộp số ô tô; f) thân hộp chạy dao; g) nòng ụ động; h) thân hộp số.



Hình 16.3C. Chi tiết dạng hộp (tiếp)

i) gô đỡ trục, k) nắp động cơ máy kéo; l) thân máy tiên.



Hình 16.3D. Chi tiết dạng hộp (tiếp)

m) thân động cơ lau thủy; n) thân động cơ sâu xilanh.

16.2.1.2. Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu khi chế tạo chi tiết dạng hộp

Chi tiết dạng hộp thường có những bề mặt chính như mặt đáy, mặt lỗ. Những yêu cầu cao đặt ra đối với hộp là những yêu cầu có liên quan đến độ chính xác của các mặt phẳng và mặt lỗ, đến độ chính xác vị trí tương quan và độ chính xác hình học của chúng. Ngoài những bề mặt chính ra trên hộp còn có những bề mặt phụ như các mặt dầy nắp, lỗ bắt bulông, v.v... Những bề mặt này có độ chính xác không cao.

Những yêu cầu kỹ thuật cơ bản khi chế tạo hộp bao gồm:

- Độ không phẳng và độ không song song của các bề mặt chính cần đảm bảo trong khoảng $0,05 \div 0,1$ mm trên toàn bộ chiều dài. Độ nhám bề mặt của chúng với $R_a = 5 \div 1,25 \mu\text{m}$ ($\nabla 5 \div \nabla 7$).

- Các lỗ chính trên hộp có độ chính xác cấp 6 ÷ 8 và độ nhám bề mặt của các lỗ này $R_a = 2,5 \div 0,63 \mu\text{m}$, đôi khi cần đạt $R_a = 0,32 \div 0,16 \mu\text{m}$. Sai số hình dáng hình học của các lỗ này bằng $(0,5 \div 0,7)$ dung sai đường kính lỗ.

- Dung sai khoảng cách tâm giữa các lỗ phụ thuộc vào chức năng của nó. Nếu lỗ dùng để lắp trục bánh răng thì dung sai khoảng cách tâm là $0,02 \div 0,1$ mm. Dung sai độ không song song của các tâm lỗ bằng dung sai của khoảng cách tâm các lỗ. Độ không vuông góc của các tâm lỗ dùng để lắp trục với bánh răng côn và lỗ dùng để lắp trục vít và bánh vít là $0,02 \div 0,06$ mm.

- Dung sai độ không đồng tâm của các lỗ đồng trục bằng 1/2 dung sai đường kính lỗ nhỏ nhất.

- Độ không vuông góc giữa mặt đầu và tâm lỗ trên hộp lấy trong khoảng $0,01 \div 0,05$ mm trên 100 mm bán kính. Và độ không vuông góc của các mặt phẳng cho trong giới hạn $0,05 \div 0,2$ mm trên 100 mm chiều dài.

Nhìn chung khi thực hiện quá trình công nghệ gia công chi tiết loại hộp cần thiết phải đảm bảo độ chính xác cao nhất của các mặt phẳng chính, của các lỗ lắp ghép và đảm bảo độ chính xác toạ độ tương quan của chúng.

16.2.2. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng hộp

Gia công cơ chi tiết dạng hộp chủ yếu là gia công mặt phẳng và gia công các lỗ. Hình dáng kết cấu tối ưu của chi tiết dạng hộp được gia công với khối lượng lao động ít nhất, nghĩa là có tính công nghệ cần phải thoả mãn các điều kiện sau đây:

1) Chi tiết dạng hộp cần phải có hình dạng hình học đúng đắn để đảm bảo khả năng gia công toàn bộ hộp từ một chuẩn thống nhất đó là một mặt phẳng và hai lỗ vuông góc mặt phẳng đó.

2) Kết cấu chi tiết hộp cần phải đảm bảo khả năng gia công các mặt phẳng và mặt đầu của lỗ trên một hành trình chạy dao. Cho nên ở trên mặt phẳng và mặt đầu không được có chỗ nhô lên làm cản trở cho hành trình gia công này. Kích thước của các lỗ được gia công ở phía trong của chi tiết không được phép vượt quá kích thước lỗ đồng trục với nó ở thành bên ngoài của chi tiết.

3) Chi tiết hộp không được có mặt phẳng không vuông góc với tâm lỗ ở hành trình vào cũng như ở hành trình ra của mũi khoan.

4) Trên chi tiết dạng hộp cần loại trừ việc có nhiều cỡ kích thước lỗ và nhiều cỡ kích thước ren.

5) Chi tiết dạng hộp cần được gia công theo khả năng không ghép đôi với chi tiết hộp khác và theo khả năng tránh phải cạo rà mặt phẳng hoặc mặt lỗ.

6) Các lỗ ren kẹp chặt, các lỗ xỏ bulông dùng để kẹp chặt phải là các lỗ tiêu chuẩn.

16.2.3. Vật liệu và phôi để chế tạo các chi tiết dạng hộp

Vật liệu để chế tạo các chi tiết dạng hộp thường dùng là gang xám, thép đúc, thép tấm, hợp kim nhôm. Tùy theo điều kiện làm việc và số lượng hộp cần chế tạo cũng như loại vật liệu mà phôi của hộp được chế tạo bằng các cách khác nhau:

- Phôi đúc được dùng cho các loại hộp vật liệu bằng gang, thép và hợp kim nhôm. Phôi của các chi tiết dạng hộp thường thực hiện đúc từ gang xám với chiều dày thành từ $3 \div 4$ mm cho các vật đúc nhỏ; $6 \div 8$ mm cho các vật đúc trung bình và $15 \div 20$ mm cho các vật đúc lớn. Phôi đúc từ gang rèn cho các chi tiết dạng hộp hầu như không được dùng. Tuy nhiên phôi đúc từ thép cũng được dùng để chế tạo hộp. Khi chế tạo các phôi đúc thường dùng các phương pháp đúc sau:

+ Đúc gang trong khuôn cát, mẫu gỗ, làm khuôn bằng tay. Phương pháp này cho độ chính xác thấp, lượng dư cho gia công cắt gọt lớn, năng suất thấp, đòi hỏi trình độ tay nghề công nhân phải cao, thích hợp đối với dạng sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

+ Dùng mẫu kim loại, khuôn cát, làm khuôn bằng máy. Phương pháp này

đạt độ chính xác và năng suất cao, lượng dư gia công cắt gọt nhỏ, thích hợp với sản xuất hàng loạt và hàng khối.

– Dùng phương pháp đúc trong khuôn vỏ mỏng, phôi đúc đạt độ chính xác kích thước từ $0,3 \div 0,6$ mm, tính chất cơ học tốt. Phương pháp này dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, nhưng chỉ thích hợp cho các chi tiết hộp cỡ nhỏ.

– Đúc áp lực có thể tạo nên các chi tiết hộp cỡ nhỏ với hình thù phức tạp.

Ở những chỗ gấp khúc của hộp cần phải có góc lượn, các hốc bên trong cần được làm sạch, các mặt cạnh và đáy cần sạch và phẳng. Vật đúc ra không được có vết nứt và các khuyết tật khác.

Chi tiết dạng hộp đúc ra thường nguội không đều nên gây ra biến dạng nhiệt và ứng suất dư. Vì vậy cần có biện pháp khử ứng suất dư trước khi gia công cắt gọt.

- Phôi hàn được hàn lại thành hộp từ các tấm thép tấm. Loại phôi này được dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ. Phôi hàn có hai kiểu:

+ Kiểu phôi hàn thô: hàn các tấm thép lại thành hộp, sau đó mới gia công.

+ Kiểu phôi hàn tinh: hàn các tấm thép đã được gia công sơ bộ các bề mặt thành một hộp, sau đó lại gia công tinh cả phôi hộp.

Sử dụng phôi hàn có khả năng rút ngắn được thời gian chuẩn bị phôi, đạt hiệu quả kinh tế cao. Tuy nhiên dùng phôi hàn thường gặp khó khăn khi khử ứng suất dư.

- Phôi dập được dùng đối với các chi tiết hộp nhỏ có hình thù không phức tạp ở dạng sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

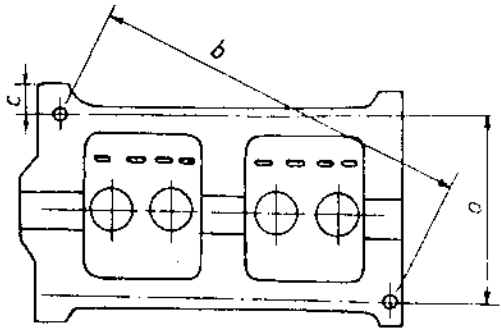
Với hộp vật liệu bằng thép có thể dập nóng, còn hộp bằng kim loại màu có thể dập nguội. Phương pháp này tạo được cơ tính tốt và đạt năng suất cao.

16.2.4. Quy trình công nghệ chế tạo chi tiết dạng hộp

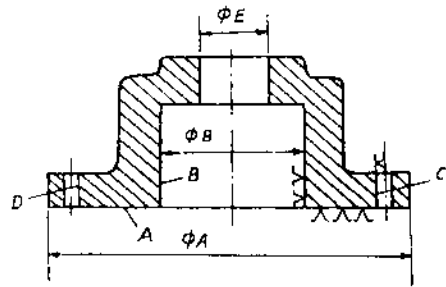
16.2.4.1. Chuẩn định vị để gia công chi tiết dạng hộp

Khối lượng gia công chi tiết dạng hộp chủ yếu tập trung vào việc gia công các lỗ chính xác. Muốn gia công nhiều lỗ trên nhiều bề mặt khác nhau qua các giai đoạn gia công thô, gia công tinh, v.v... cần tạo nên một chuẩn tinh thống nhất cho chi tiết hộp. Chuẩn tinh thống nhất để gia công chi tiết dạng hộp thường là một mặt phẳng ngoài nào đó và hai lỗ chuẩn tinh phụ vuông góc với

mặt phẳng đó. Hai lỗ chuẩn tinh phụ phải được gia công đạt độ chính xác cấp 7 và có khoảng cách càng xa nhau càng tốt. Trên hình 16.4 thể hiện phương pháp chọn chuẩn tinh thống nhất để gia công chi tiết dạng hộp. Chuẩn đó là mặt phẳng chứa hai mặt đầu hai lỗ và hai lỗ nhỏ cách nhau khoảng cách b , vuông góc với mặt phẳng đó. Hai lỗ vuông góc với mặt phẳng có thể lợi dụng hai trong số các lỗ xỏ bulông để kẹp chặt hộp với nền hoặc với các chi tiết khác. Tuy nhiên, không nhất thiết lúc nào cũng phải dùng hai trong các lỗ xỏ bulông đem gia công chính xác để làm lỗ chuẩn tinh phụ, mà cần căn cứ vào kết cấu cụ thể của hộp như rãnh, sống trượt, mang cá, thậm chí cả lỗ chính xác của hộp để dùng làm mặt chuẩn thực hiện định vị chi tiết khi gia công.



Hình 16.4. Phương pháp chọn chuẩn định vị trên chi tiết dạng hộp.



Hình 16.5. Chọn chuẩn định vị trên chi tiết hộp kiểu mặt bích.

Ví dụ, khi gia công chi tiết hộp dạng mặt bích (hình 16.5).

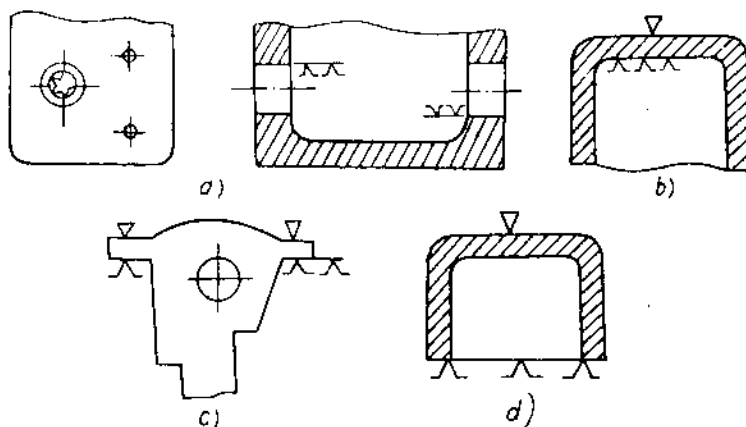
Với chi tiết hộp kiểu mặt bích nên chọn chuẩn là mặt đầu A, lỗ chính B và một trong các lỗ xỏ bulông (hoặc lỗ C hoặc lỗ D).

Sơ đồ gá đặt có tính chất điển hình như vậy (một mặt phẳng và hai lỗ vuông góc với mặt phẳng đó) cho phép gá đặt chi tiết qua nhiều nguyên công trên nhiều đồ gá khác nhau, tránh được sai số tích lũy do việc thay đổi chuẩn gây nên. Tạo được chuẩn tinh như thế đồ gá cũng đơn giản đi nhiều và kết cấu của đồ gá cũng tương tự nhau ở nhiều nguyên công. Trên hình 16.6 thể hiện sơ đồ gá đặt để gia công chi tiết dạng hộp. Khi đó mặt phẳng chuẩn (đáy A) của chi tiết hộp 4 được tỳ lên phiên tỳ 1 của đồ gá hạn chế ba bậc tự do; lỗ B của hộp

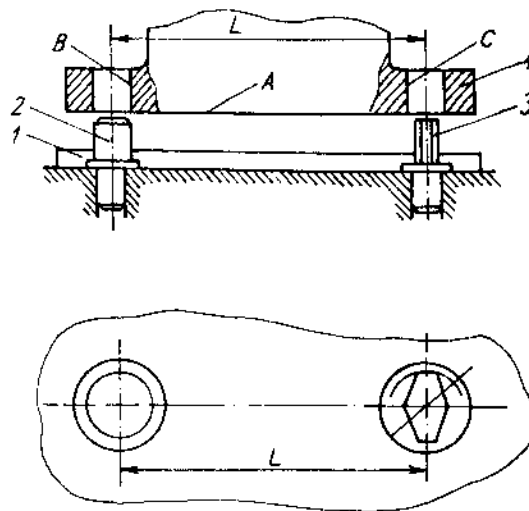
được lồng vào chốt trụ ngắn 2 của đồ gá hạn chế hai bậc tự do và lỗ C của hộp được lồng vào chốt trám 3 của đồ gá hạn chế nốt bậc tự do xoay của chi tiết. Như vậy là chi tiết gia công bị hạn chế đủ 6 bậc tự do. ở đây yêu cầu hai chốt trụ và trám phải vuông góc với mặt phẳng của phiến tỳ 1.

Với cách định vị như vậy ta chỉ việc đặt bộ phận định vị của đồ gá trên mặt ngang hay mặt đứng hay mặt nghiêng tùy theo mặt cần gia công trên hộp và tùy theo máy gia công được chọn cho thích hợp, còn phương lực kẹp luôn vuông góc với phiến tỳ.

Từ những vấn đề nêu trên ta nhận thấy rằng, đối với chi tiết dạng hộp thì nguyên công gia công cơ đầu tiên phải là gia công tạo mặt chuẩn (không kể nguyên công làm sạch và cắt dầu ngọt, dầu rót của phôi).



Hình 16.7. Sơ đồ định vị khi chọn chuẩn thô ở nguyên công gia công đầu tiên.



Hình 16.6. Sơ đồ đồ gá đặt chi tiết hộp trên mặt phẳng và hai chốt vuông góc mặt phẳng.

1- phiến tỳ; 2- chốt trụ ngắn; 3- chốt trám; 4- chi tiết hộp.

Việc chọn chuẩn thô cho nguyên công đầu tiên là hết sức quan trọng vì nó ảnh hưởng đến lượng dư gia công cũng như độ chính xác ở các nguyên công tiếp theo. Tùy theo kết cấu cụ thể của chi tiết hộp mà có thể dùng những phương án chọn chuẩn thô cho phù hợp. Ví dụ về phương án chọn chuẩn thô như hình 16.7.

1- Mặt thô của lỗ chính khống chế 4 bậc tự do (hình 16.7a).

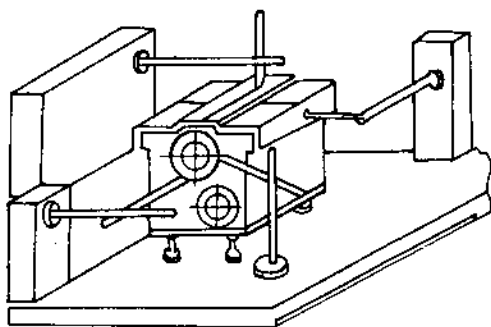
2- Mặt thô không gia công ở bên trong hộp khống chế 3 bậc tự do (hình 16.7b).

3- Mặt trên ở gờ vai hộp khống chế 3 bậc tự do (hình 16.7c).

4- Mặt trên của hộp khống chế 3 bậc tự do (hình 16.7d).

Trong các bề mặt có thể chọn làm chuẩn thô nói trên, quan trọng nhất là lỗ chính (hình 16.7a) vì nếu chọn nó làm chuẩn thô thì sẽ bảo đảm lượng dư gia công lỗ về sau được đều đặn tạo điều kiện cho gia công lỗ được dễ dàng. Khi chọn chuẩn thô, nếu không chú ý đến mặt trong không gia công sẽ có thể làm cho khe hở lắp ghép giữa mặt trong với các bộ phận bên trong (như bánh răng, tay gạt, ...) không đảm bảo.

Trong sản xuất hàng loạt nhỏ và đơn chiếc, do việc tạo phôi kém chính xác và khi gia công không dùng đồ gá chuyên dùng nên có thể thực hiện nguyên tắc chọn chuẩn như trên bằng phương pháp lấy dấu (hình 16.8). Khi lấy dấu phải đặt chi tiết lên bàn máy, dùng các mũi rà, mũi rạch, thước đứng, v.v... vạch dấu vị trí các bề mặt, tâm lỗ gia công. Trong quá trình lấy dấu có thể kết hợp chọn chuẩn thô này, đồng thời kiểm tra chuẩn thô kia, sao cho lượng dư thoả mãn các yêu cầu khác nhau, thậm chí có thể tận dụng được một số phôi mà theo phương pháp tự động đạt kích thước thì phôi đó không hợp quy cách. Tuy nhiên việc lấy dấu có năng suất thấp, do đó giá thành tăng.



Hình 16.8. Sơ đồ lấy dấu chi tiết dạng hộp.

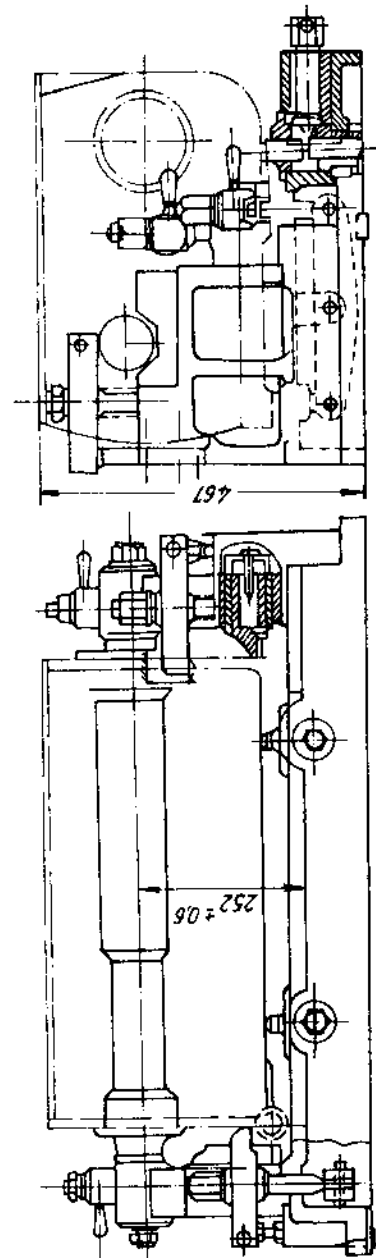
Việc chọn mặt đáy trong và nhất là việc chọn lỗ chính làm chuẩn thô (hình 16.7a và 16.7b) sẽ làm cho đồ gá trở nên phức tạp và công kênh, việc kẹp chặt

có khó khăn. Nếu việc tạo phôi được chính xác như đúc trong khuôn kim loại, đúc áp lực, v.v... thì chọn chuẩn thô sẽ đơn giản đi nhiều, vì khi ấy kích thước tương quan giữa các mặt thô có sai lệch nhỏ. Trong trường hợp đó có thể chọn mặt trên hoặc gờ vai làm chuẩn thô (hình 16.7c và 16.7d). Có thể tham khảo kết cấu một loại đồ gá để gia công mặt đáy ngoài của hộp khi chọn chuẩn thô là lỗ chính của hộp hạn chế 4 bậc tự do. Khi đó phải dùng trục gá định vị vào lỗ chính và phải có chốt tỳ chống xoay cho hộp, nếu cần phải có thêm chốt tỳ chống trượt dọc trục gá cho hộp (hình 16.9).

16.2.4.2. Trình tự gia công các bề mặt chủ yếu của chi tiết dạng hộp

Quá trình công nghệ gia công các chi tiết dạng hộp bao gồm các giai đoạn chính như sau:

- Gia công mặt phẳng chuẩn và các lỗ chuẩn phụ để dùng làm chuẩn tinh thống nhất cho việc gia công.
- Dùng mặt phẳng và hai lỗ vuông góc với mặt phẳng đó làm chuẩn tinh thống nhất để lần lượt gia công các mặt còn lại gồm:
 - + Gia công các mặt phẳng còn lại.
 - + Gia công thô và bán tinh các lỗ lắp ghép.
 - + Gia công các lỗ không chính xác dùng để kẹp chặt.



Hình 16.9. Đồ gá phay mặt phẳng ngoài của chi tiết hộp khí dùng trục gá định vị vào lỗ chính.

- + Gia công tinh các lỗ lắp ghép.
- Tổng kiểm tra.

16.2.5. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính

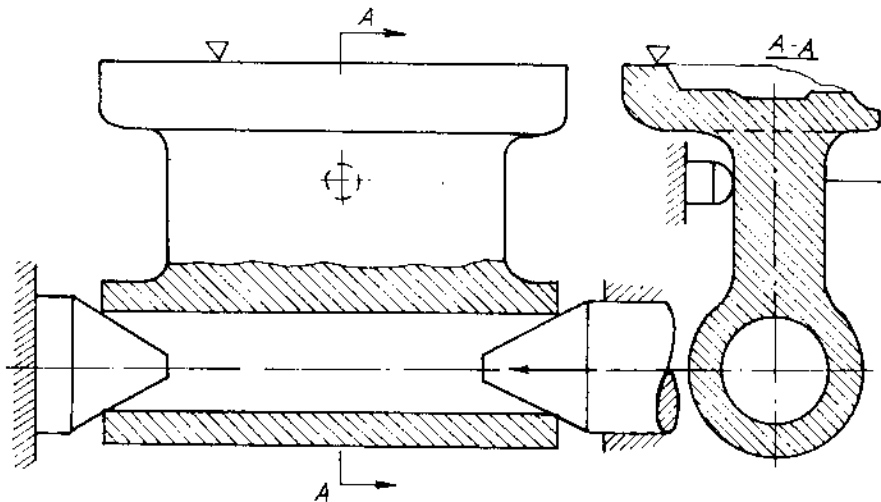
16.2.5.1. Gia công mặt chuẩn

Mặt chuẩn thống nhất để gia công chi tiết dạng hộp là mặt phẳng và hai lỗ vuông góc với mặt phẳng đó.

- Gia công mặt phẳng chuẩn:

Với hộp có kích thước ở mọi cỡ khác nhau nếu sản lượng ít có thể dùng máy phay hoặc bào vạn năng để gia công.

Để gia công được phải chọn chuẩn thô là mặt đáy trong hoặc lỗ chính hoặc mặt gờ vai hộp tùy theo độ chính xác của phối và độ chính xác tương quan giữa mặt phẳng chuẩn với các mặt khác. Trên hình 16.10 giới thiệu sơ đồ gá đặt phối trên hai mũi tâm và chốt tỳ chống xoay khi dùng lỗ chính làm chuẩn thô để gia công mặt phẳng chuẩn.

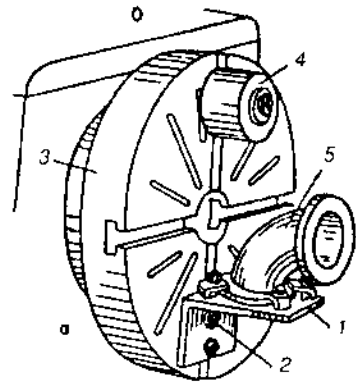


Hình 16.10. Sơ đồ gá đặt phối trên hai mũi tâm và chốt tỳ chống xoay khi dùng lỗ chính làm chuẩn thô để gia công mặt phẳng chuẩn.

Trường hợp các hộp cỡ lớn có bề mặt chuẩn hình vuông hoặc gần tròn có thể gia công mặt phẳng chuẩn trên máy tiện đứng. Với các hộp cỡ nhỏ thì ngoài

phương pháp bào và phay còn có thể gia công trên máy tiện vạn năng bằng cách dùng mâm cặp bốn chấu để định vị hoặc đồ gá chuyên dùng.

Trên hình 16.11 là đồ gá để tiện mặt đáy chi tiết hộp mặt bích. Ke gá 1 được kẹp bằng bulông 2 lên mâm gá 3. Chi tiết 5 có dạng ống hoặc mặt bích được gá sao cho mặt phẳng đáy cân gia công song song với mặt phẳng của mâm gá. Để cân bằng dùng đối trọng 4.



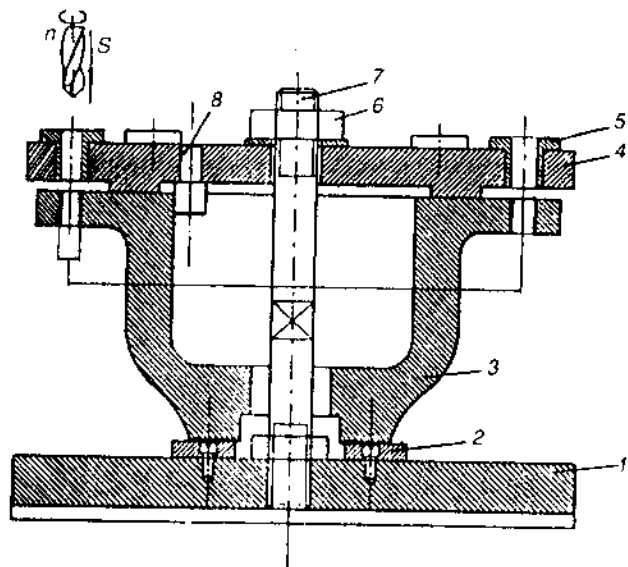
Hình 16.11. Đồ gá tiện mặt đáy chi tiết hộp

1- ke gá; 2- bulông kẹp; 3- mâm gá; 4- đối trọng; 5- chi tiết gia công.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối với hộp cỡ lớn hoặc trung bình gia công mặt chuẩn được thực hiện trên máy nhiều trục hoặc máy có bàn quay. Với các hộp cỡ nhỏ dùng phương pháp chuốt mặt phẳng hoặc dùng máy tổ hợp hoặc các máy chuyên dùng.

- Gia công hai lỗ chuẩn: thường được thực hiện trên máy khoan cần.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối nên dùng máy nhiều trục chuyên dùng để gia công các lỗ cùng một lúc.



Hình 16.12. Đồ gá khoan hai lỗ chuẩn trên chi tiết hộp.

1- đế đồ gá; 2- phiến ty; 3- chi tiết gia công; 4- phiến dẫn; 5- bạc dẫn; 6- bulông; 7- ê cu; 8- chốt định vị.

Cần chú ý rằng khi gia công hai lỗ chuẩn cần lần lượt tiến hành khoan, khoét, doa trong một lần gá và phải dùng bạc dẫn hướng cho dụng cụ cắt để đảm bảo được độ nhám bề mặt và độ chính xác của bản thân lỗ cũng như khoảng cách tâm hai lỗ nằm trong phạm vi dung sai cho phép. Đồ gá khoan hai lỗ chuẩn trên chi tiết hộp được thể hiện trên hình 16.12. Chi tiết hộp 3 được định vị trên phiến tỳ 2, phiến tỳ được cố định trên đế đồ gá 1. Phiến dẫn 4 có mang bạc dẫn 5 được định vị lên chi tiết gia công nhờ mặt đầu của nó tỳ vào mặt đáy của hộp và ba chốt định vị 8 tỳ vào mặt trong thô của hộp. Vị trí của các bạc dẫn phù hợp với vị trí các lỗ cần gia công trên hộp. Việc kẹp chặt phiến dẫn và chi tiết gia công lên đế đồ gá được thực hiện nhờ vịn êcu 6 vào đầu ren của bulông 7.

Nếu sản lượng nhỏ có thể gia công hai lỗ chuẩn bằng cách lấy dấu tâm lỗ trước và thực hiện trên máy khoan đứng. Với hộp lớn việc gia công hai lỗ chuẩn có thể tiến hành trên máy doa ngang.

Trong nhiều trường hợp ở bước (hay nguyên công) khoan hai lỗ chuẩn được tiến hành đồng thời với việc khoan các lỗ khác nữa cùng hướng và vòng góc với mặt phẳng chuẩn. Để đảm bảo độ chính xác cho hai lỗ chuẩn thì bước gia công tiếp theo phải khoét và doa chỉ thực hiện cho hai lỗ định chọn làm chuẩn.

16.2.5.2. Gia công các mặt ngoài của hộp

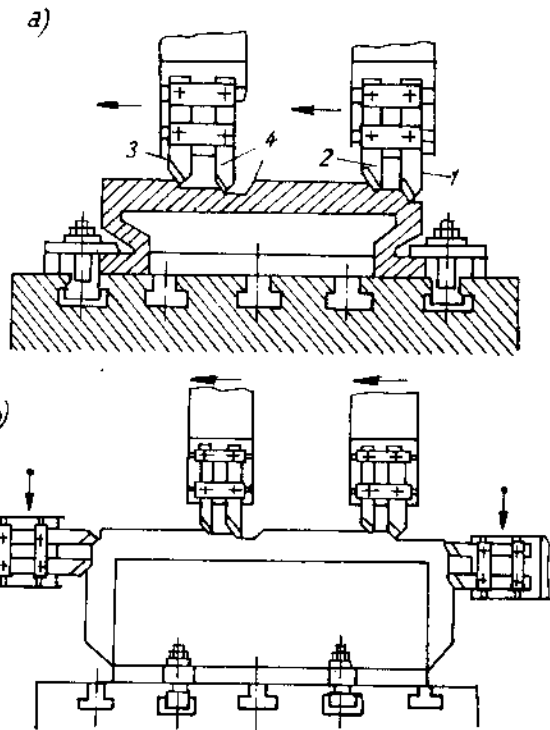
Gia công các mặt ngoài của hộp được tiến hành bằng các phương pháp bào hoặc phay, tiện, mài hoặc chuốt tùy thuộc dạng sản xuất và điều kiện cũng như kết cấu của chi tiết.

Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thường dùng phương pháp bào để gia công mặt ngoài của hộp vì phương pháp này đơn giản và rẻ tiền. Tuy nhiên phương pháp này thường dùng đối với các hộp cỡ nhỏ. Năng suất của bào tuy thấp nhưng cũng có thể nâng cao được bằng cách gá nhiều chi tiết gia công cùng một lúc. Khi đó gá trên bàn máy bào không phải là một mà là vài chi tiết, đôi khi cả loạt chi tiết. Các chi tiết có thể được bố trí thành một hoặc một vài dãy sao cho tận dụng được diện tích của bàn máy.

Trong sản xuất loạt vừa và loạt lớn mặt ngoài của hộp được gia công bằng phương pháp phay. Với các chi tiết hộp cỡ nhỏ, không lớn lắm có thể dùng máy phay ngang hoặc máy phay đứng, máy phay đứng có bàn quay. Tùy điều kiện của bàn máy và kích thước của hộp mà có thể xếp nhiều chi tiết để gia công cùng một lúc. Với hộp cỡ lớn có thể tiến hành gia công các mặt ngoài trên máy

bào giường hoặc phay giường. Dùng loại máy này để gia công mặt ngoài sẽ bảo đảm năng suất và đạt độ chính xác cao như: độ không song song của các mặt phẳng đạt $0,02 \text{ mm}/1000 \text{ mm}$; độ không phẳng của mặt phẳng đạt $0,02 \div 0,03 \text{ mm}/1000 \text{ mm}$; độ không vuông góc giữa các mặt phẳng đạt $0,03 \div 0,06 \text{ mm}/500 \text{ mm}$.

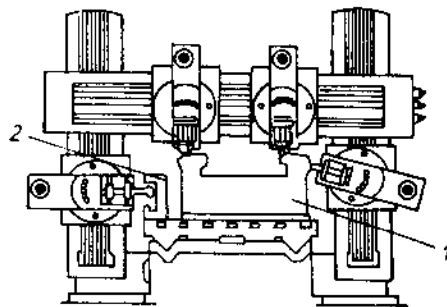
Trên hình 16.13 thể hiện sơ đồ bào chi tiết lớn trên máy bào giường bằng nhiều bàn dao. Với gia công một mặt phẳng bằng bốn dao (hình 16.13a) và gia công đồng thời ba mặt hộp bằng tám dao (hình 16.13b).



Hình 16.13. Bào chi tiết hộp lớn trên máy bào giường bằng nhiều bàn dao.

- a) một mặt phẳng gia công đồng thời bằng bốn dao.
b) ba mặt hộp gia công đồng thời bằng tám dao.

- 1- chi tiết thân máy liên.;
2- chi tiết bàn dao máy liên.

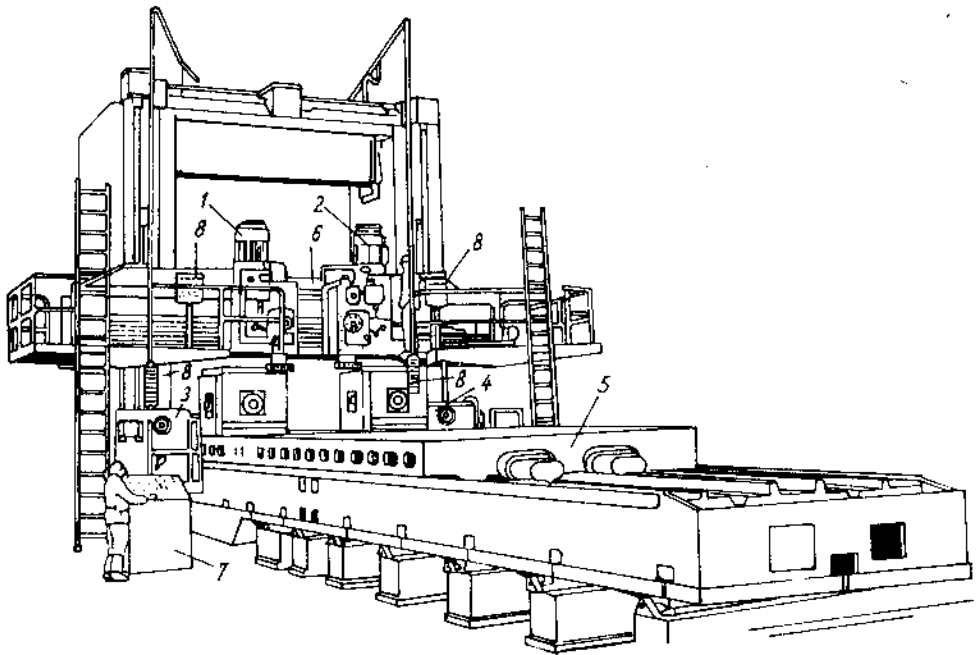


Hình 16.14. Bào đồng thời hai chi tiết khác nhau trên máy bào giường.

Khi thực hiện gia công các mặt ngoài của hộp trên máy bào giường còn có thể gia công các chi tiết khác nhau cùng một lúc. Ví dụ như trên hình 16.14 thực hiện bào cả thân máy và bàn dao của máy tiện.

Ngoài máy bào giường để gia công mặt ngoài của những chi tiết hộp cỡ lớn còn có thể dùng máy phay giường (hình 16.15). Với loại máy phay này thích hợp để gia công những mặt phẳng ngang, mặt đứng và mặt phẳng vuông góc nhau, nghiêng với nhau trên chi tiết hộp cỡ lớn. Khi phay mặt nghiêng thì trục chính được xoay nghiêng đi một góc phù hợp.

Trên máy thường có hai trục chính theo phương đứng được bố trí trên một dầm ngang và hai trục chính ngang được bố trí ở hai phía của hai cột đứng của máy. Chi tiết gia công được gá trên bàn máy.

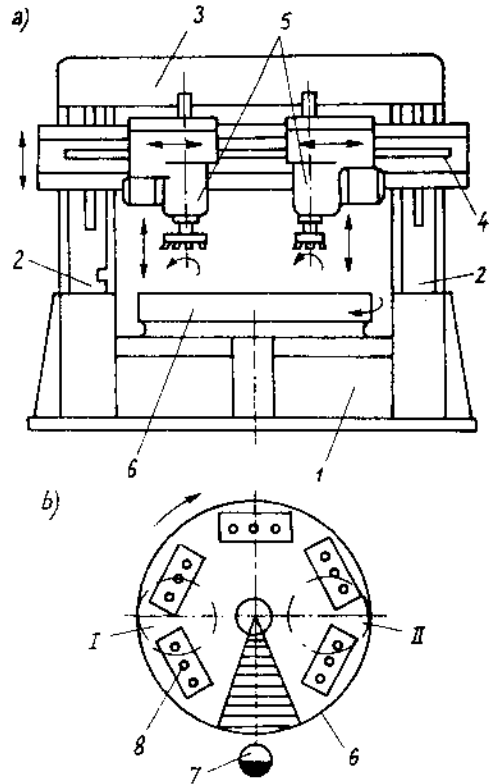


Hình 16.15. Máy phay giường để gia công chi tiết hộp cỡ lớn.

- 1, 2- đầu phay đứng trên dầm ngang 6; 3, 4- đầu phay ngang trên cột đứng; 5- bàn máy.
7- tủ điện; 8- panel điều khiển; 9- chi tiết gia công.

Trong sản xuất hàng khối đã và đang sử dụng rộng rãi phương pháp phay liên tục trên máy phay có bàn quay và máy phay có tang trống để gia công hai mặt phẳng song song cùng một lúc bằng hai dao được bố trí trên hai trục chính ở hai phía.

Trên hình 16.16 là máy phay đứng có bàn quay. Trên máy phay này có thể phay chi tiết với kích thước mặt gia công rộng đến 600 mm. Máy có thân 1, hai giá đỡ 2 được nối cứng với nhau bằng dầm ngang 3 và xà ngang 4. Trên bàn quay 6 của máy người ta gá theo vòng tròn các đồ gá có mang phôi 8. Việc phay được tiến hành với sự quay liên tục của bàn 6. Khi đó thực hiện gia công song song liên tục thô và tinh nhờ hai dao lắp trên hai đầu trục chính 5. Hai đầu trục chính này có truyền dẫn quay độc lập nhau. Các đầu trục chính 5 này được lắp trên xà ngang 4. Tháo và gá phôi 8 lên bàn máy được tiến hành không cần dừng máy trong vùng của chỗ làm việc 7.



Hình 16.16. Sơ đồ gia công chi tiết hộp trên máy phay có bàn quay đứng.

1- thân máy; 2- giá đỡ; 3- dầm ngang; 4- xà ngang;

5- trục chính; 6- bàn quay; 7- chỗ làm việc; 8- phôi.

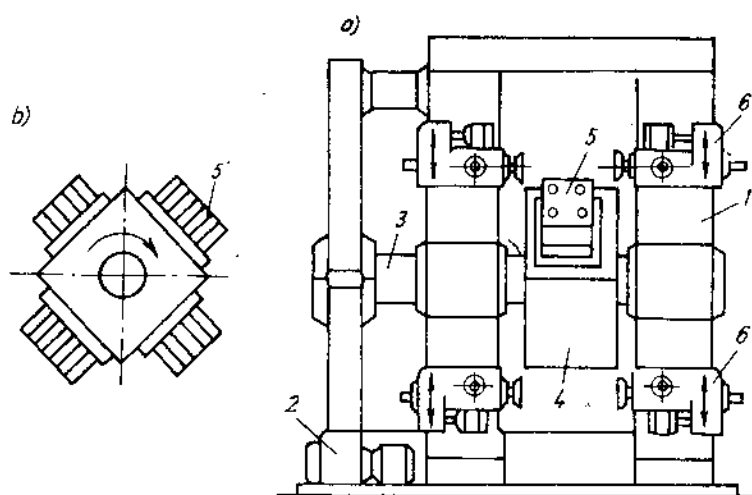
I- dao gia công thô; II- dao gia công tinh;

a) máy; b) sơ đồ gia công.

Gia công trên loại máy này có độ cứng vững lớn đảm bảo năng suất và độ chính xác cao đặc biệt là độ song song của hai mặt gia công.

Trên hình 16.17a là máy phay tang trống và hình 16.17b là sơ đồ gia công trên loại máy này. Máy phay tang trống được dùng để gia công mặt

phẳng song song của chi tiết hộp đồng thời từ hai phía. Các phôi 5 được gá vào mặt ngoài của tang trống 4. Tang này được kẹp trên trục 3. Tang trống được quay nhờ động cơ điện 2 đặt bên trong thân máy 1. Tang trống có dạng 4, 5, 6 và đôi khi 8 cạnh. Các dao phay được gá vào ụ trục chính 6 với hai trục đối diện nhau, bố trí một dao phay thô và một dao phay tinh. Có thể thực hiện tháo và lắp phôi lên tang trống khi máy đang làm việc, nghĩa là phay liên tục nhờ sự quay của tang.



Hình 16.17. Sơ đồ gia công mặt phẳng chi tiết hộp trên máy phay tang trống.

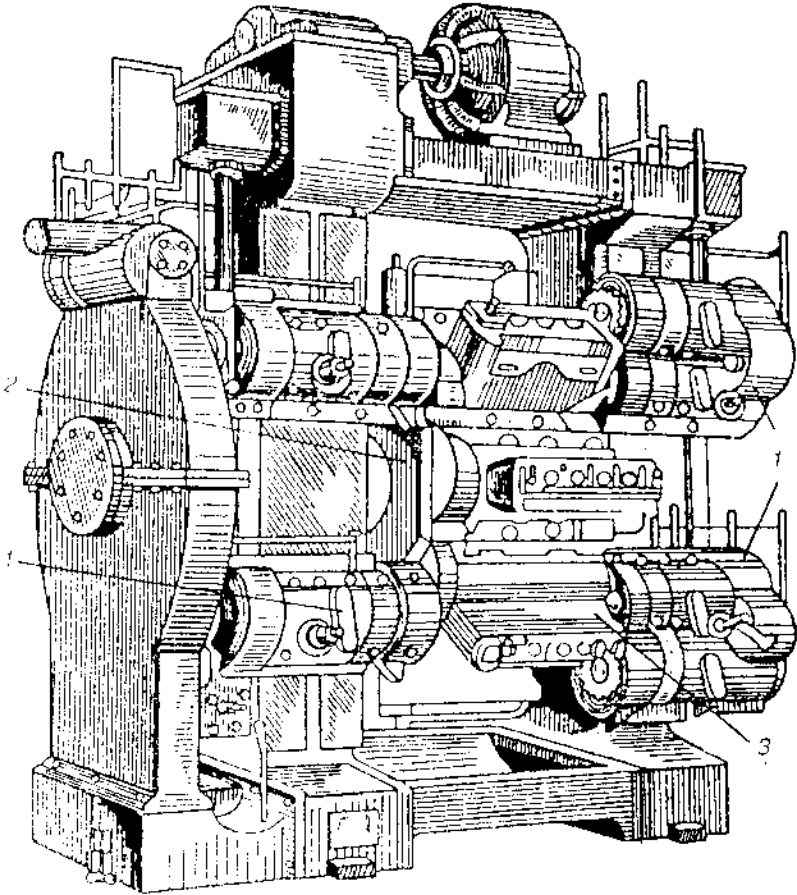
a- Máy phay tang trống; b- Sơ đồ gia công mặt phẳng hộp.

1- Thân máy; 2- Động cơ điện; 3- Trục; 4- Tang trống; 5- Phôi; 6- ụ trục chính.

Máy này có kết cấu cứng vững lớn nên bảo đảm độ chính xác gia công cao và ổn định.

Hình vẽ phối cảnh của một máy phay tang trống được thể hiện trên hình 16.18.

Ngoài ra hiện này còn sử dụng rộng rãi cả phương pháp chuốt để gia công mặt phẳng của hộp. Hình 16.19 là sơ đồ máy chuốt đứng để chuốt mặt ngoài của chi tiết trong đó có chi tiết loại hộp cỡ không lớn lắm.



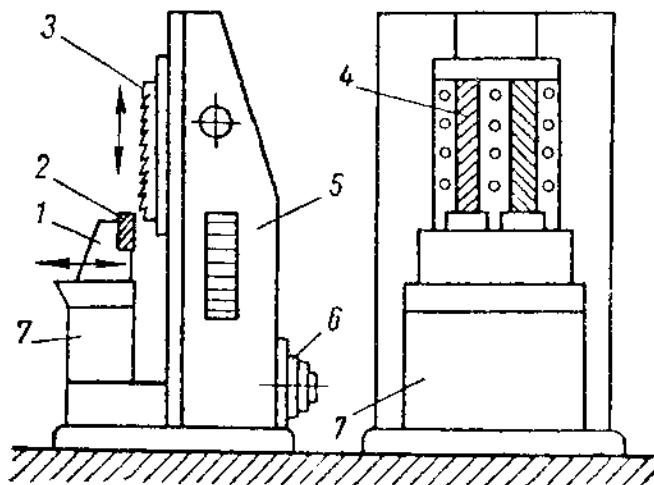
Hình 16.18. Máy phay tang trống.

1- ụ trục chính; 2- tang trống; 3- chi tiết gia công.

Thân máy 5 có dạng hình hộp rỗng, trong phần rỗng của nó đặt động cơ điện 6 cùng bộ điều khiển thủy lực. Trên thân 5 có tấm động 3 được dịch chuyển trong rãnh dẫn hướng. Trên tấm 3 có kẹp chặt dao chuốt mặt phẳng 4. Tấm động mang dao chuyển động lên xuống khứ hồi với tốc độ khác nhau nhờ bộ điều khiển thủy lực. Chiều dài và tốc độ hành trình của tấm động được xác định phụ thuộc vào công việc được thực hiện. Hành trình trở lại của tấm động được tăng tốc.

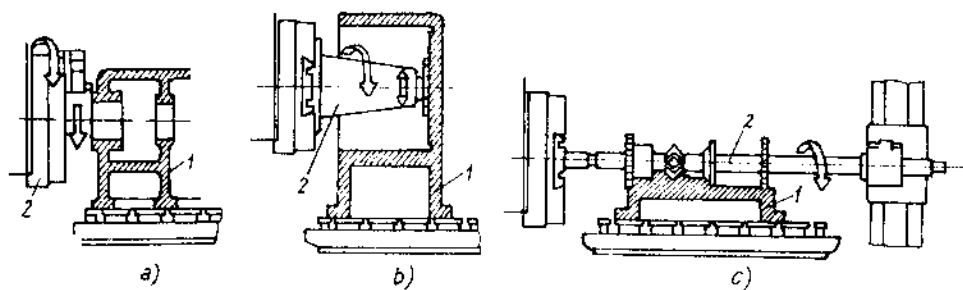
Ở phía trước của máy có bàn 7, trên đó có gá bàn xe dao 1, nó có thể dịch chuyển ngang để lấy chiều sâu cắt. Trên bàn xe dao này gá vật gia công 2.

Gia công các mặt ngoài của chi tiết hộp có thể thực hiện trên máy doa ngang. Trên hình 16.20 là các công việc gia công mặt ngoài của hộp thực hiện trên máy doa ngang. Gia công mặt đầu lỗ ở phía ngoài (hình 16.20a), gia công mặt đầu lỗ ở phía trong (hình 16.20b) và gia công nhiều bề mặt cùng một lúc bằng nhiều dao trên trục dao ngang (hình 16.20c).



Hình 16.19. Sơ đồ máy chuốt đứng để chuốt mặt ngoài của hộp.

- 1- bàn xe dao; 2- vật gia công; 3- tấm động; 4- dao chuốt phẳng;
5- thân máy; 6- động cơ điện; 7- bàn máy.

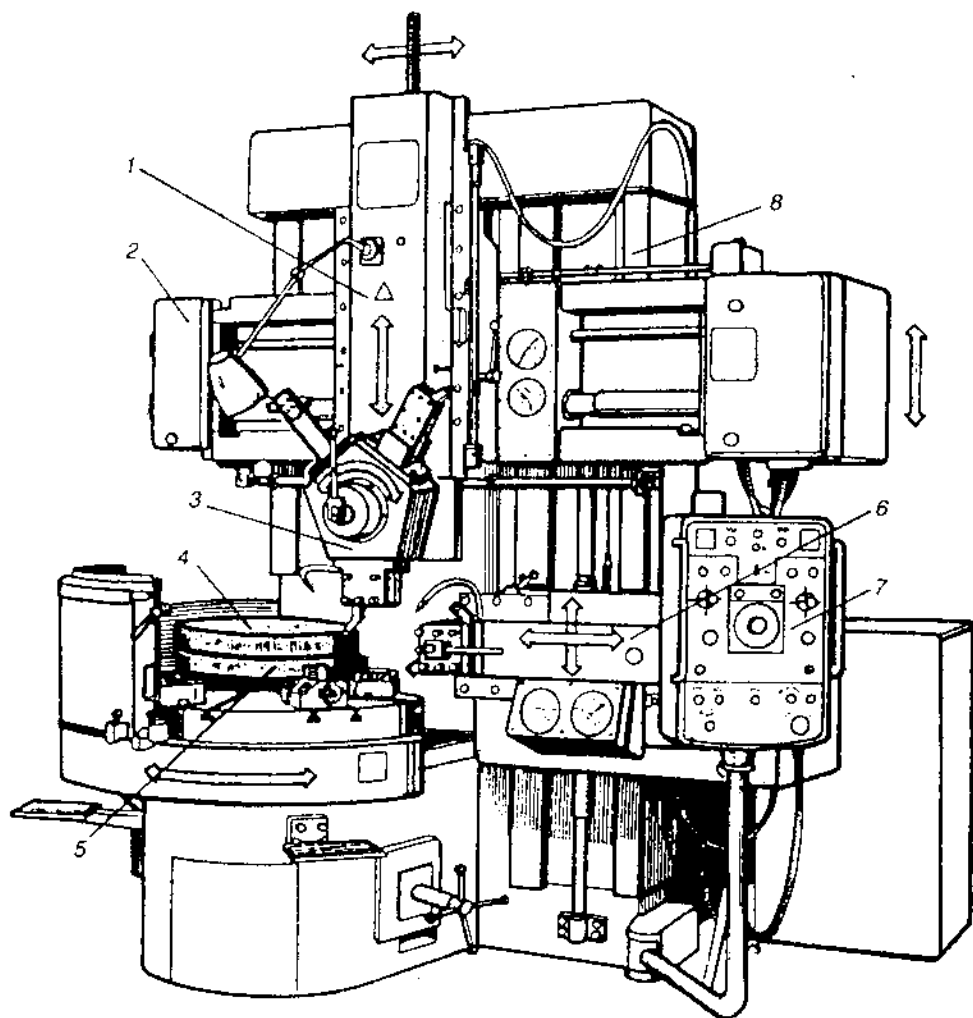


Hình 16.20. Gia công các mặt ngoài của chi tiết hộp trên máy doa ngang.

- a) tiến mặt đầu lỗ ngoài; b) gia công mặt đầu lỗ phía trong bằng đầu phay; c) gia công nhiều mặt bằng nhiều dao phay cùng một lúc.

- 1) vật gia công; 2) trục dao mang dụng cụ cắt.

Những hộp có mặt ngoài và mặt trong tròn xoay nếu cỡ nhỏ có thể gia công trên máy tiện vạn năng, với hộp cỡ lớn được gia công trên máy tiện đứng (hình 16.21).



Hình 16.21. Gia công trên máy tiện đứng.

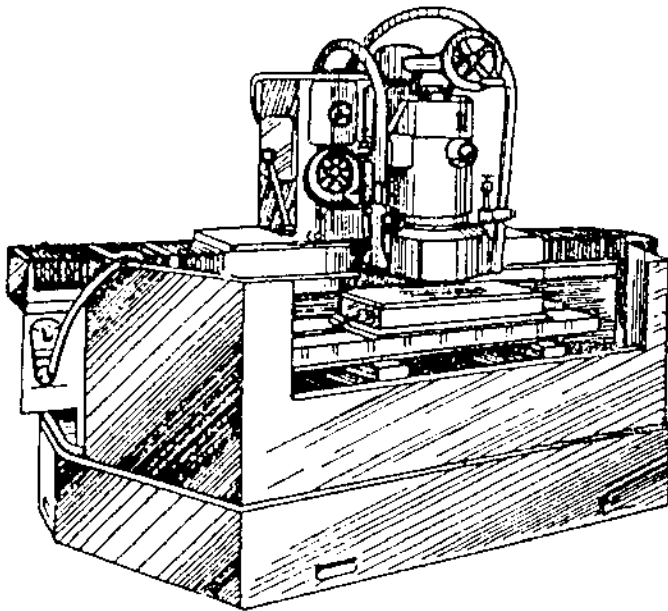
1- bàn dao đứng; 2- dầm ngang; 3- đầu dao rovônve; 4- vật gia công; 5- tấm gá vật; 6- bàn dao bên; 7- panel điều khiển; 8- cột đứng.

Khi gia công chi tiết hộp trên loại máy này, vật gia công được gá trên tấm gá đặt trên bàn máy, bàn này thực hiện quay tròn. Có thể gia công mặt phẳng nhờ dao được gá trên bàn dao bên. Khi gia công mặt tròn xoay có thể thực hiện bằng dao gá trên đầu rovônve được lắp vào nhờ bàn dao đứng. Tuy nhiên cũng

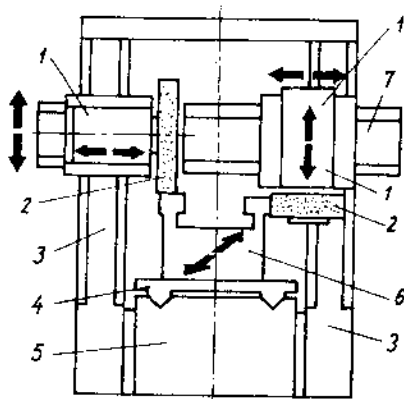
có thể thực hiện bằng dao gá trên bàn dao bên. Loại máy này được đặc trưng bằng đường kính lớn nhất của bàn. Đường kính này được tiêu chuẩn hóa từ 800 đến 20.000 mm. Khi đường kính bàn đến 1.200 mm chỉ cần một cột đứng, nhưng đường kính lớn hơn thì phải có hai cột đứng và có dầm ngang nối với hai cột đứng.

Gia công tinh các mặt ngoài của hộp trong sản xuất hàng loạt và hàng khối được thực hiện trên máy mài, còn trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thường dùng phương pháp cạo. Với chi tiết hộp cỡ nhỏ mài các mặt phẳng có thể thực hiện trên máy mài phẳng có trục chính nằm ngang hoặc trục chính thẳng đứng (hình 16.22). Loại máy này làm việc bằng mặt đầu của đá.

Các bề mặt sống trượt bằng máy trên chi tiết hộp cỡ lớn như thân máy được mài trên máy mài phẳng chuyên cho mài sống trượt (hình 16.23). Trên máy này thường có một đến hai trục chính mang đá mài, đặc biệt có hai cột đứng để bảo đảm độ cứng vững cho máy. Vật gia công 6 được đặt trên bàn mà bàn này được chuyển động chính xác trên bàn trượt 5. Cùng một lúc gia công được hai bề mặt nhờ hai đá mài số 2 được lắp trên hai đầu trục chính 1.



Hình 16.22. Máy mài phẳng với trục chính thẳng đứng.



Hình 16.23. Máy mài để mài mặt trượt trên chi tiết hộp.

1- trục chính; 2- đá mài; 3- cột đỡ; 4- bàn máy; 5- bàn trượt; 6- vật gia công; 7- dầm ngang.

16.2.5.3. Gia công các lỗ lắp ghép của hộp

Khi chế tạo các chi tiết dạng hộp, thời gian gia công các lỗ lắp ghép chiếm một tỷ lệ khá lớn. Vì vậy cần chọn phương pháp gia công hợp lý cho các lỗ lắp ghép để đảm bảo độ chính xác và tạo điều kiện nâng cao năng suất.

Biện pháp gia công các lỗ lắp ghép của hộp phụ thuộc vào sản lượng của chi tiết, kết cấu của chi tiết. Thông thường để gia công lỗ lắp ghép của hộp có thể thực hiện trên máy doa ngang vạn năng và cũng có thể thực hiện trên máy tổ hợp nhiều trục chính. Trong một số trường hợp có thể gia công trên đường dây tự động. Ngoài ra cũng có thể gia công lỗ hộp trên máy khoan đứng hay máy tiện vạn năng thông thường. Dù gia công lỗ hộp trên loại máy nào cũng đều nhận thấy rằng:

- Độ chính xác kích thước của các lỗ phụ thuộc chủ yếu vào kích thước của dao (dao định kích thước) hoặc phụ thuộc vào việc điều chỉnh kích thước của mũi dao lắp trên trục dao.

- Độ chính xác về vị trí tâm lỗ, khoảng cách tâm các lỗ, độ song song và độ vuông góc giữa các đường tâm lỗ với nhau cũng như các yêu cầu kỹ thuật khác về vị trí của các lỗ được đảm bảo bằng các phương pháp sau:

- + Phương pháp vạch dấu
- + Phương pháp dùng trục tâm và cữ

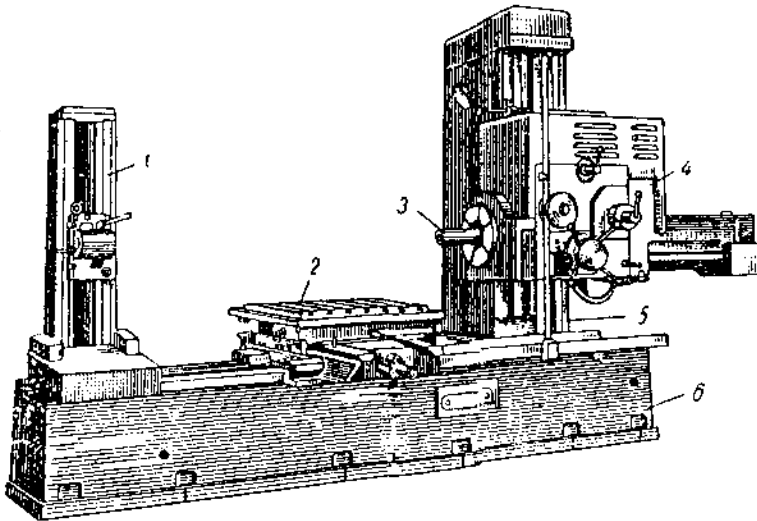
+ Phương pháp toa độ

+ Phương pháp dùng bạc dẫn

Các phương pháp trên được thực hiện bằng những biện pháp cụ thể thích hợp với từng kết cấu của chi tiết và từng dạng sản xuất.

a) Độ chính xác về kích thước và hình dáng của bản thân lỗ hay một hàng lỗ

Lỗ đồng trục của hộp được đảm bảo nhờ thực hiện việc gia công trên máy doa vạn năng. Loại máy này được chia ra để doa bình thường và doa chính xác (doa chính xác thuộc loại doa toa độ). Thông thường thì lỗ cơ bản của chi tiết hộp được doa trên máy doa ngang. Trên loại máy này có thể khoan và doa lỗ, cắt ren, phay mặt phẳng. Loại máy này được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Hình 16.24 giới thiệu hình dạng chung của một máy doa ngang vạn năng.

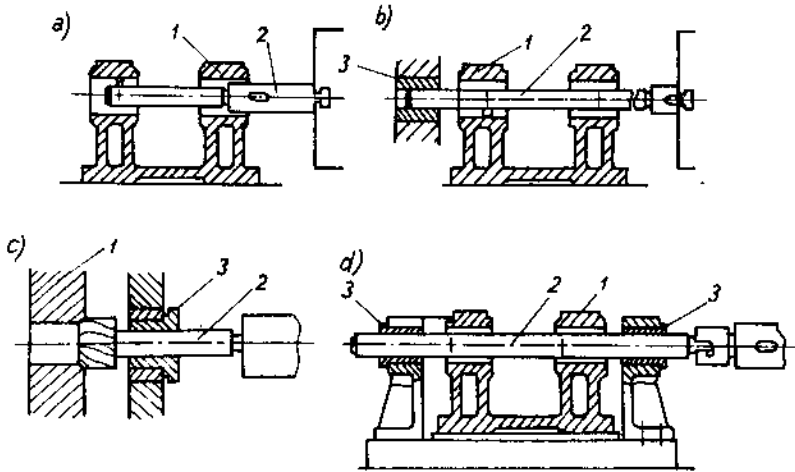


Hình 16.24. Dạng chung của máy doa ngang vạn năng.

1- giá đỡ sau; 2- bàn máy; 3- trục chính; 4- ụ trục chính; 5- giá đỡ trước; 6- thân máy.

Trên máy doa ngang người ta có thể gia công lỗ của hộp theo bốn sơ đồ như hình 16.25: doa với trục dao công xôn (hình 16.25a); doa với trục dao được định hướng ở phía sau (hình 16.25b) hoặc định hướng ở phía trước (hình

16.25c) lỗ gia công; doa với trục dao được định hướng cả phía trước và phía sau lỗ gia công (hình 16.25d) nhờ bạc dẫn.



Hình 16.25. Sơ đồ doa lỗ hộp trên máy doa ngang

- a) trục dao công xôn; b) định hướng trục dao phía sau; c- định hướng trục dao phía trước;
 d) định hướng trục dao cả phía trước và phía sau.
 1- vật gia công; 2- trục dao; 3- bạc định hướng trục dao.

Doa lỗ với trục dao công xôn được thực hiện để gia công những lỗ không sâu hoặc những lỗ nằm trên thành hộp mà một đầu bên kia kín. Độ chính xác gia công phụ thuộc vào độ thò nhô ra của trục dao và phương pháp chạy dao. Chiều dài phần nhô ra của trục dao kể từ mặt đầu trục chính cần thoả mãn điều kiện:

$$L \leq (5 \div 6) d$$

Trong đó: L - chiều dài phần nhô ra của trục dao từ mặt đầu trục chính.

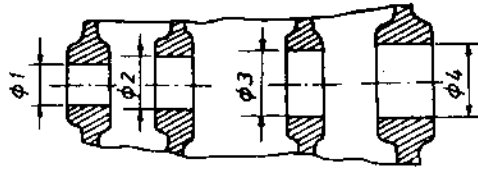
d- đường kính trục dao.

Trục dao cần ngắn và cứng vững.

Doa lỗ với trục dao được định hướng ở phía sau lỗ gia công được áp dụng khi gia công lỗ của hộp lớn, nặng, hộp có lỗ ở các thành đối diện nhau hoặc để doa những lỗ có chiều dài lớn hơn đường kính.

Độ chính xác kích thước và hình dáng khi gia công theo sơ đồ này phụ thuộc vào độ chính xác của trục doa và bạc dẫn hướng ở phía sau.

Đoa lỗ với trục dao được định hướng ở cả hai phía trước và sau lỗ gia công được áp dụng khi gia công lỗ hộp có chiều dài lớn, lỗ đồng trục được bố trí trên các thành đối diện nhau của hộp.



Hình 16.26. Sơ đồ các lỗ trên một hàng lỗ của hộp.

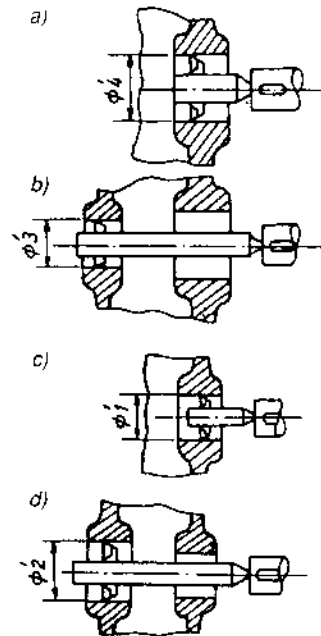
Với các sơ đồ gia công trên nếu chạy dao trục chính sẽ làm độ chính xác gia công xấu đi, còn chạy dao bàn máy thì độ chính xác sẽ tốt hơn.

Nếu có nhiều lỗ đồng trục trên một hàng ngoài việc thực hiện gia công theo sơ đồ gia công như trên phải có biện pháp cụ thể và thích hợp. Để bảo đảm độ chính xác của cả một hàng lỗ nên chia ra hai nguyên công gia công thô và tinh. Ví dụ, gia công một hàng có bốn lỗ trên bốn vách đối diện của một hộp như hình 16.26. Bốn lỗ này trên một hàng được bố trí nhỏ dần về một phía:

$$\phi_1 < \phi_2 < \phi_3 < \phi_4.$$

+ Khi gia công thô:

Trước tiên gia công lỗ ngoài cùng ở một phía của hộp bằng trục dao công xôn (hình 16.27a). Sau đó gia công lỗ tiếp theo (hình 16.27b). Tiến hành gia công như vậy đến khi xong một nửa số lỗ trên một hàng lỗ (nếu số lỗ nhiều hơn bốn). Sau đó xoay bàn máy đi 180° để gia công các lỗ còn lại ở phía đối diện của hộp với biện pháp như đã làm (hình 16.27c và 16.27d). Làm như vậy toàn bộ các lỗ trên một hàng lỗ sẽ được gia công



Hình 16.27. Sơ đồ gia công thô các lỗ trên một hàng lỗ trên máy doa ngang.

- a) gia công lỗ ngoài cùng đầu phải.
- b) gia công lỗ tiếp theo đầu phải.
- c) gia công lỗ ngoài cùng đầu trái.
- d) gia công lỗ tiếp theo đầu trái.

ϕ_i - kích thước đường kính đạt được sau gia công thô.

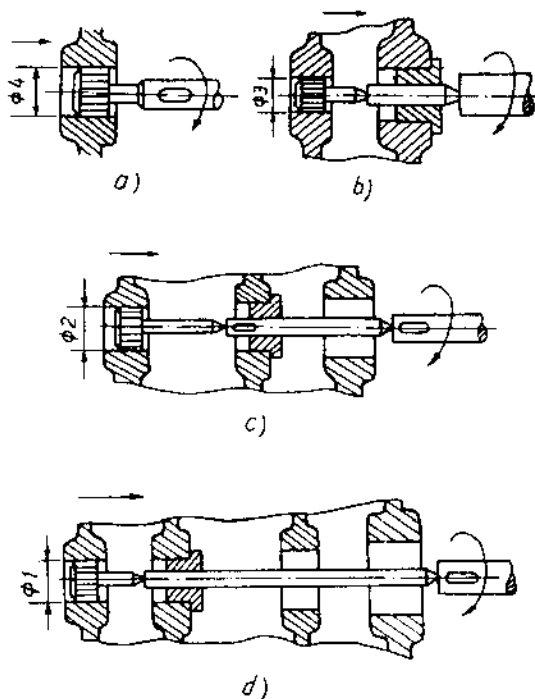
thô. Với sơ đồ này ở mỗi lỗ gia công thực hiện qua hai bước, bước đầu tiên là tiện bóc vỏ cứng do đúc để lại và bước sau tiện rộng tới kích thước thô ϕ' .

+ Khi gia công tinh:

Việc gia công tinh các lỗ trên một hàng lỗ có thể tiến hành theo hai phương án:

- Phương án thứ nhất:

Gia công liên tục các lỗ bằng cách sử dụng các lỗ vừa gia công được để dẫn hướng dụng cụ cắt cho việc gia công các lỗ tiếp theo (hình 16.28). ở phương án này mỗi lỗ được gia công theo bốn bước cho đến khi đạt kích thước yêu cầu. Trừ lỗ ở ngoài cùng, các lỗ tiếp theo được gia công với trục dao được dẫn bằng bạc dẫn lắp vào lỗ đã được gia công trước.

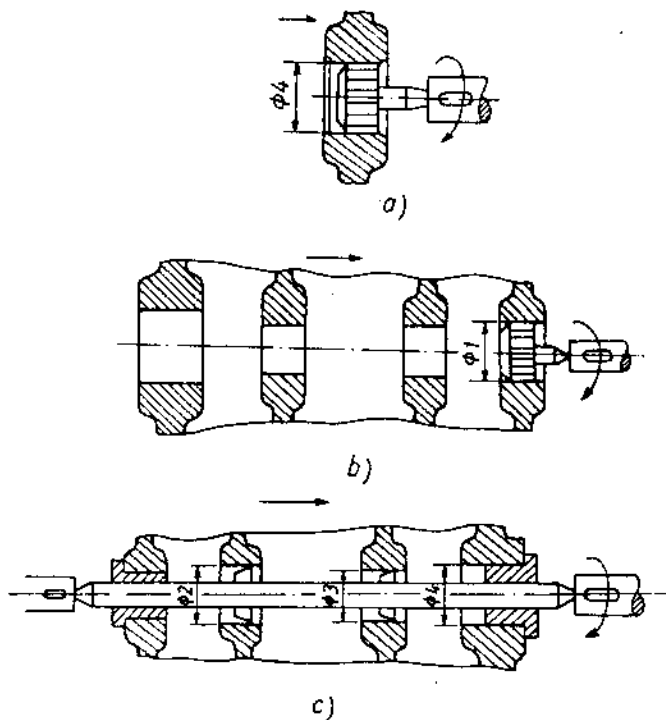


Hình 16.28. Sơ đồ doa tinh các lỗ trên một hàng lỗ của hộp trên máy doa ngang theo phương án dùng lỗ vừa gia công được để dẫn hướng dụng cụ cắt gia công lỗ tiếp theo.

a) gia công lỗ ngoài cùng; b, c) gia công lỗ tiếp theo; d) gia công lỗ cuối cùng.

- Phương án thứ hai:

Lần lượt gia công hai lỗ ngoài cùng của đầu phải và đầu trái hộp, sau đó dùng hai lỗ này để dẫn hướng dụng cụ cắt gia công các lỗ ở giữa (hình 16.29).



Hình 16.29. Sơ đồ doa tinh lỗ trên một hàng lỗ của hộp trên máy doa ngang theo phương án gia công lần lượt hai lỗ ngoài cùng sau đó dùng chúng để dẫn hướng dụng cụ cắt gia công các lỗ ở giữa.

- a) gia công lỗ ngoài cùng đầu phải; b) gia công lỗ ngoài cùng đầu trái;
c) gia công các lỗ ở giữa hộp.

Ở phương án thứ hai mỗi lỗ được gia công theo bốn bước cho đến khi đạt kích thước yêu cầu ϕ . Giữa hai lần gia công hai lỗ ngoài cùng ở đầu trái và đầu phải của hộp phải thực hiện quay bàn máy mang chi tiết đi 180° . Gia công các lỗ ở giữa thực hiện doa với trục dao được dẫn hướng cả phía trước và phía sau lỗ gia công nhờ bạc dẫn lắp vào lỗ đầu phải và đầu trái của hộp.

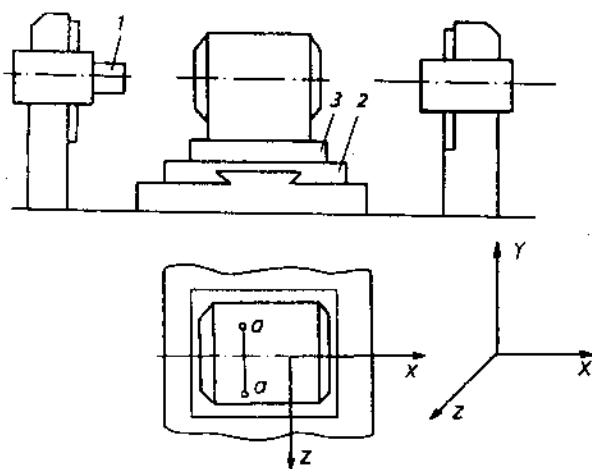
b) Độ chính xác vị trí tâm lỗ và khoảng cách tâm các lỗ

Đối với chi tiết dạng hộp ngoài yêu cầu độ chính xác về bản thân của từng lỗ, còn có yêu cầu độ chính xác về vị trí tâm lỗ, khoảng cách tâm các lỗ, độ song song hay độ vuông góc giữa các lỗ. Độ chính xác bản thân một lỗ hay một hàng lỗ đồng trục đã được giải quyết bằng các giải pháp nêu ở trên. Độ chính xác vị trí tâm lỗ và khoảng cách tâm các lỗ được thực hiện bằng cách gá trục chính trên máy tương đối so với tâm lỗ được doa. Việc gá này được thực hiện bằng một số phương pháp sau: theo vạch dấu; theo trục tâm và cữ; theo toạ độ; theo bạc dẫn.

Chúng ta hãy khảo sát từng phương pháp cụ thể này.

- Doa lỗ theo vạch dấu là phương pháp gia công lỗ theo dấu đã được vạch trên phôi trước lúc gia công. Vị trí lỗ cần gia công có kích thước tương quan so với mặt nào đó trên hộp. Khi gia công người ta phải rà gá tâm trục chính có vị trí tương quan so với đường vạch dấu tức là tâm lỗ cần gia công.

Lấy dấu không thể đảm bảo độ chính xác yêu cầu về khoảng cách giữa các



Hình 16.30. Sơ đồ rà gá theo dấu để doa lỗ hộp trên máy doa ngang.

1- trục chính; 2- bàn máy; 3- chi tiết gia công.

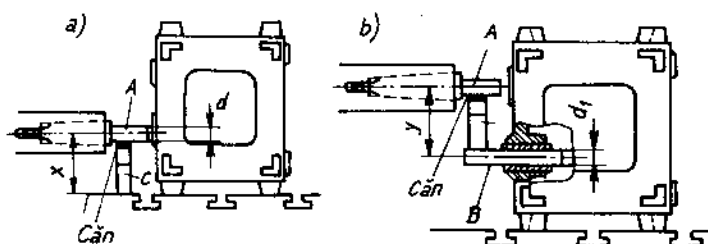
tâm lỗ nếu như dung sai được cho trong phần trăm milimét (%mm). Cho nên doa theo dấu được áp dụng đối với nguyên công sơ bộ trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

Độ chính xác khoảng cách giữa các tâm lỗ khi doa theo dấu thường chỉ đạt $\pm(0,2 \div 0,5)$ mm và khi thực hiện cẩn thận nguyên công lấy dấu có thể đạt $\pm 0,1$ mm. Phương pháp này cho năng suất thấp vì đòi hỏi tiêu tốn thời gian cho gá đặt và đặc biệt cho điều chỉnh chi tiết trên máy cũng như trình độ tay nghề của công nhân phải cao. Ví dụ về rà gá theo dấu để gia công lỗ của hộp được thể hiện trên hình 16.30.

Chi tiết gia công 3 được định vị bằng mặt phẳng đáy trên bàn máy 2. Trước khi đem lên máy để gia công chi tiết đã được vạch đường dấu a-a vuông góc với đường tâm lỗ cần gia công. Muốn cho tâm trục chính 1 của máy song song với tâm lỗ cần gia công, cần gắn mũi rà trên trục chính, cho chi tiết chuyển động theo phương Z, xô dịch chi tiết sao cho đường vạch dấu a-a trùng với mũi rà. Muốn đưa tâm lỗ gia công trùng tâm trục chính cần quay bàn máy mang chi tiết dịch chuyển theo phương Z và dịch chuyển trục chính theo phương Y.

- Doa lỗ theo trục tâm và cũ:

Phương pháp này được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ khi gia công chi tiết hộp có khoảng cách tâm các lỗ không lớn. Với phương pháp này có thể gia công được một lỗ hoặc nhiều lỗ có khoảng cách tâm tương đối với nhau. Trên hình 16.31 chỉ ra cách gá và điều chỉnh máy doa để doa lỗ hộp khi dùng trục tâm và cũ.



Hình 16.31. Doa lỗ theo trục tâm và cũ.

Khi doa lỗ đầu tiên có vị trí tâm cách mặt định vị được tỳ lên mặt bàn máy khoảng cách là X, ta cần gá trục chính sao cho tâm của nó cách bàn máy một lượng là X. Việc điều chỉnh này được thực hiện với sự giúp đỡ của trục tâm có đường kính d lắp vào nòng trục chính và cũ có chiều cao C đặt trên mặt bàn

máy (hình 16.31a). Với kích thước X yêu cầu của tâm lỗ cho trước có thể tính được chiều cao cũ C theo công thức:

$$C = X - \frac{d}{2}$$

Trong đó: d- đường kính trục tâm được chế tạo trước khi điều chỉnh máy phải sao cho trục tâm chạm vào đầu cũ.

Ngoài việc dùng cũ cũng có thể xác định khoảng cách C bằng cách đo bằng thước cặp, thước đứng.

Sau khi gia công được lỗ thứ nhất, để gia công lỗ thứ hai vẫn phải dùng phương pháp trục tâm và cũ kích thước. Giả sử tâm lỗ thứ hai cách tâm lỗ thứ nhất khoảng cách y. Sơ đồ điều chỉnh máy để gia công lỗ thứ hai thể hiện trên hình 16.31b. Lắp vào trục chính của máy một trục tâm A và lắp vào lỗ đã gia công thứ nhất trục tâm B. Dịch chuyển trục chính theo phương thẳng đứng một khoảng cách C_1 , và kích thước này được tính:

$$C_1 = y - \frac{d}{2} - \frac{d_1}{2}$$

Trong đó: C_1 - kích thước từ phía trên trục tâm B đến phía dưới trục tâm A.

y- khoảng cách tâm hai lỗ.

d- đường kính trục tâm A.

d_1 - đường kính trục tâm B.

Sau khi xác định được kích thước C_1 , chế tạo cũ có chiều cao C_1 , đặt cũ này cho tiếp xúc với hai trục tâm khi điều chỉnh máy, sau đó gia công lỗ thứ hai. Tuy nhiên để xác định vị trí của trục chính đạt kích thước C_1 cũng có thể được thực hiện bằng cách đo nhờ thước cặp hoặc thước đứng.

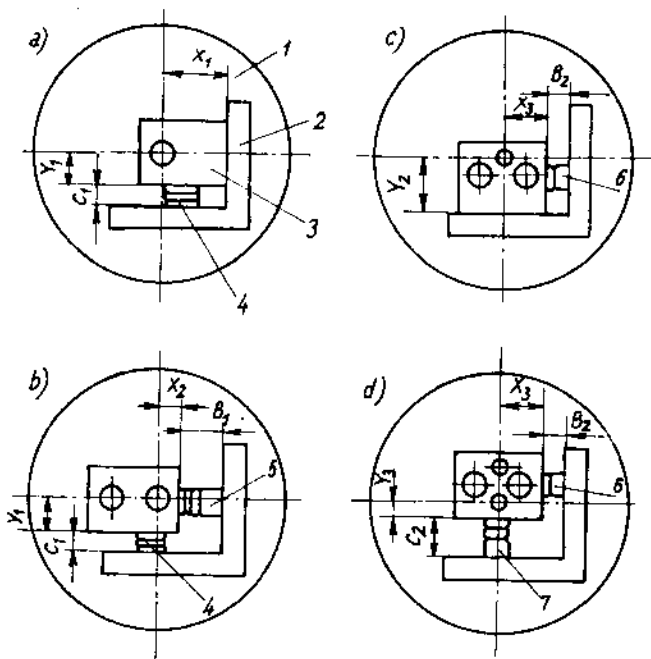
Độ chính xác khoảng cách tâm các lỗ đạt được chỉ khi trục tâm B được lắp không có khe hở vào lỗ thứ nhất và việc gia công lỗ chỉ từ một phía. Với phương pháp này độ chính xác khoảng cách tâm đạt $\pm 0,02$ mm.

- Phương pháp đo toạ độ

Phương pháp đo toạ độ hệ thống lỗ trên hộp là phương pháp hoàn thiện hơn so với các phương pháp trước. Nó được áp dụng rộng rãi trong sản xuất đơn chiếc cũng như hàng loạt. Nó cho phép gia công được tất cả các lỗ có kích thước tâm cho trước trong hai toạ độ trong hai hướng vuông góc nhau và thực

hiện một cách chính xác tất cả các công việc điều chỉnh chi tiết và trục chính của máy.

Thực chất của phương pháp này là làm trùng tâm của trục chính máy với tâm của lỗ gia công bằng cách dịch chuyển bàn máy của máy doa và trục chính trong hai hướng vuông



Hình 16.32. Doa toạ độ trên máy tiện.

góc nhau theo cỡ kích thước xác định hoặc theo vạch chia hoặc theo đồng hồ.

Với sự dịch chuyển này cho phép đạt độ chính xác $\pm 0,01$ mm.

Doa toạ độ lỗ hộp có thể tiến hành trên máy tiện, máy doa ngang, máy doa toạ độ và cả trên loại máy khác.

+ Doa toạ độ trên máy tiện:

Phương pháp doa toạ độ trên máy tiện được chỉ ra trên hình 16.32.

Sau khi lấy dấu sơ bộ chi tiết gia công 3 được gá trên mâm gá 1 ở vị trí sao cho một mặt chuẩn của nó được áp sát hoàn toàn vào ke gá 2, dưới mặt phẳng thứ hai đặt cỡ kích thước 4. Kích thước chiều cao của cỡ 4 là C_1 . Vị trí của ke gá 2 phải sao cho tâm lỗ thứ nhất trùng với tâm trục chính của máy (tức mâm gá) có kích thước X_1 và Y_1 căn gia công. Sau đó khoan và doa lỗ thứ nhất của chi tiết (hình 16.32a) có toạ độ tâm (X_1, Y_1) .

Để gia công lỗ tiếp theo (lỗ thứ hai) chi tiết 3 được dịch chuyển theo ke gá theo hướng X (hình 16.32b). Khi đó mặt phẳng tựa vào cỡ kích thước 4 không

thay đổi, nhưng mặt thứ nhất được tỳ vào ke gá không trực tiếp mà thông qua cỡ kích thước 5 có kích thước chiều dài B_1 để đưa tâm lỗ thứ hai trùng tâm máy với toạ độ kích thước (X_2, Y_1) . Với sự điều chỉnh này lỗ thứ hai được gia công.

Các lỗ còn lại được gia công sau khi dịch chuyển chi tiết trên ke gá. Để gia công lỗ thứ ba (hình 16.32c) thì cỡ kích thước tỳ vào mặt thứ hai của chi tiết được bỏ ra và như vậy mặt thứ hai được tỳ trực tiếp vào ke gá, còn dưới mặt thứ nhất đặt cỡ kích thước 6 có chiều dài B_2 để đưa tâm lỗ thứ ba có toạ độ (X_3, Y_1) về tâm máy. Sau đó lỗ thứ ba được gia công.

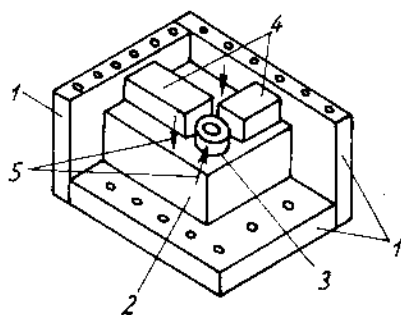
Để gia công lỗ thứ tư cuối cùng ta giữ nguyên cỡ 6 có kích thước B_2 và dưới mặt phẳng thứ hai của chi tiết đặt cỡ 7 có chiều dài C_2 để đưa tâm lỗ thứ tư có toạ độ (X_4, Y_2) về tâm máy. Sau đó gia công lỗ thứ tư (hình 16.32d).

+ *Đoa toạ độ thực hiện trên máy khoan cần:*

Ngoài phương pháp doa toạ độ thực hiện trên máy tiện như trên, cũng có thể gia công lỗ theo toạ độ thực hiện trên máy khoan. Đồ gá vạn năng để gia công lỗ theo toạ độ được thể hiện trên hình 16.33. Đồ gá bao gồm ba tấm chính xác 1, chúng được ghép lại với nhau sao cho tạo nên ba mặt phẳng vuông góc nhau. Chi tiết gia công 2 được gá bằng các mặt chuẩn tỳ lên các tấm và được kẹp bằng các mỏ kẹp đặc biệt. Gia công lỗ được tiến hành thông qua bạc dẫn 3, mà vị trí chính xác của nó được xác định nhờ các thanh cỡ 4. Việc kẹp chặt bạc dẫn và thanh cỡ thực hiện nhờ các vít kẹp, được thể hiện bằng mũi tên 5. Trong thực tế người ta đã chế tạo loại đồ gá này với một bộ gồm 63 thanh cỡ có chiều dài khác nhau và một bộ bạc dẫn có đường kính lỗ từ $0,8 \pm 12$ mm để gia công các lỗ của chi tiết hộp rất có hiệu quả. Nhưng phương pháp này chỉ được dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

+ *Đoa toạ độ thực hiện trên máy doa ngang*

Trong công nghiệp gia công lỗ bằng phương pháp toạ độ gần như được tiến hành trên máy doa ngang là chính bởi lẽ máy này phổ biến hơn. Với loại



Hình 16.33. Đoa lỗ với sự giúp đỡ của tấm và thanh cỡ

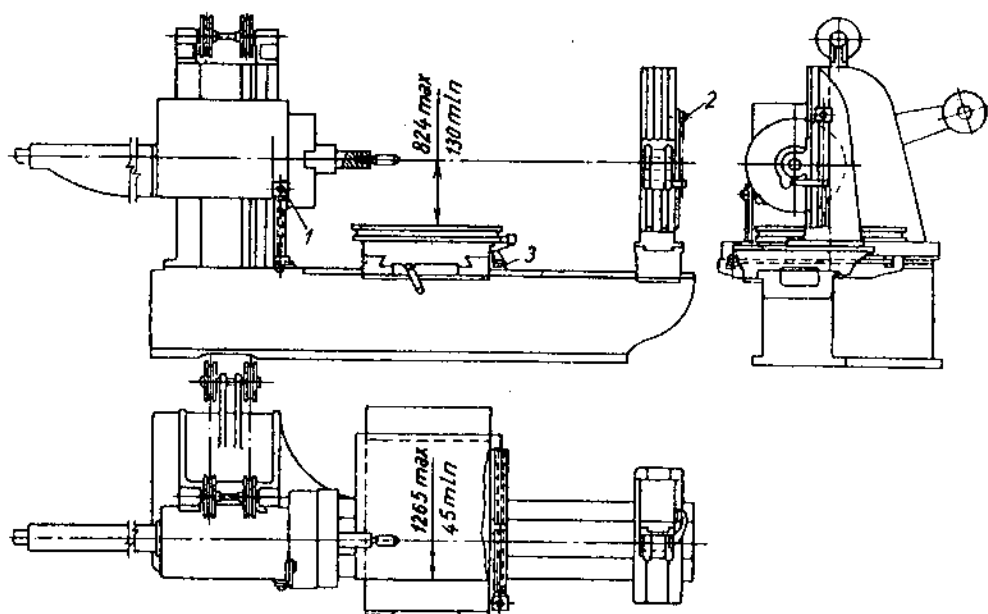
1- tấm góc; 2- chi tiết gia công; 3- bạc dẫn
4- thanh cỡ; 5- lực kẹp.

máy này dễ dàng điều chỉnh cho tâm của trục chính trùng với tâm các lỗ căn gia công có toạ độ yêu cầu.

Việc làm trùng tâm trục chính với tâm lỗ căn gia công đạt được bằng sự dịch chuyển ụ trục chính theo phương thẳng đứng và dịch chuyển bàn máy theo phương ngang phù hợp với toạ độ cho trước của tâm lỗ căn doa.

Khi dịch chuyển bàn và ụ trục chính người ta thực hiện đọc toạ độ theo thang chia độ được gá trên bàn trượt và trên giá trước của máy. Vì độ chính xác định vị theo thang chia không cao nên người ta còn áp dụng việc định vị dịch chuyển bằng đồng hồ so, bằng cữ kích thước, bằng cữ hành trình và các phương tiện khác.

Trên hình 16.34 thể hiện cơ cấu đo sự dịch chuyển của ụ trục chính, ụ sau và của bàn máy trên máy doa ngang để doa theo phương pháp toạ độ.



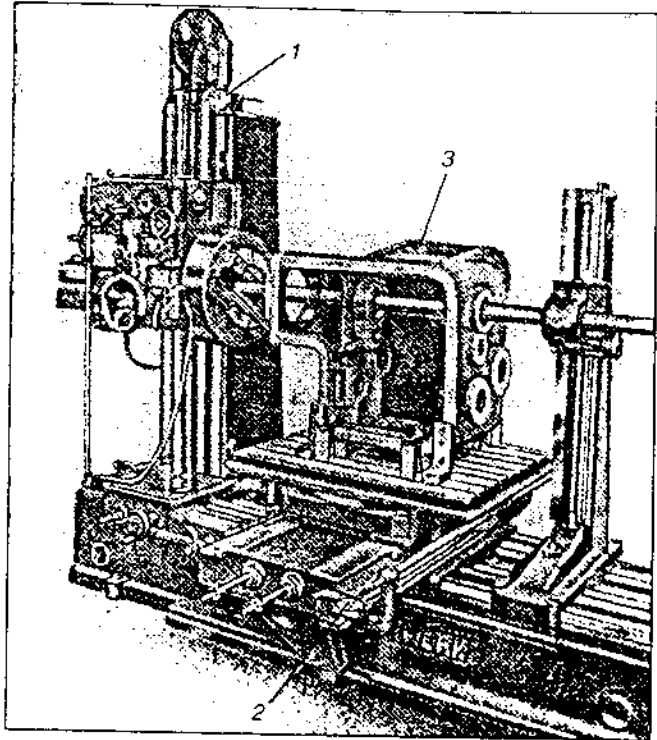
Hình 16.34. Cơ cấu đo để doa theo phương pháp toạ độ trên máy doa ngang.

1- đồng hồ của ụ trước; 2- đồng hồ của ụ sau; 3- đồng hồ của bàn ngang.

Trên sơ đồ chỉ ra sự bố trí ba cơ cấu đo với đồng hồ. Đồng hồ 1 xác định độ dịch chuyển thẳng đứng của ụ trước (ụ trục chính). Đồng hồ 2 xác định độ dịch chuyển của luynet ụ sau theo hướng đứng. Đồng hồ 3 xác định độ dịch chuyển của bàn theo hướng ngang.

Với phương pháp đo toạ độ, độ chính xác khoảng cách tâm phụ thuộc vào độ chính xác chế tạo các thanh cữ, và vào độ chính xác điều chỉnh kích thước trên chốt cữ, hay cữ hành trình. Độ chính xác khoảng cách tâm đảm bảo trong khoảng $0,02 \pm 0,03$ mm.

Với máy doa ngang hiện đại kiểu 2620 và 2622 của Nga có hệ thống quang học để đọc các thang chia trên máy có thể đảm bảo độ chính xác khoảng cách tâm là $\pm 0,02$ mm.



Hình 16.35. Máy doa được trang bị cơ cấu đo bằng đồng hồ để nâng cao độ chính xác điều chỉnh tinh khi doa.

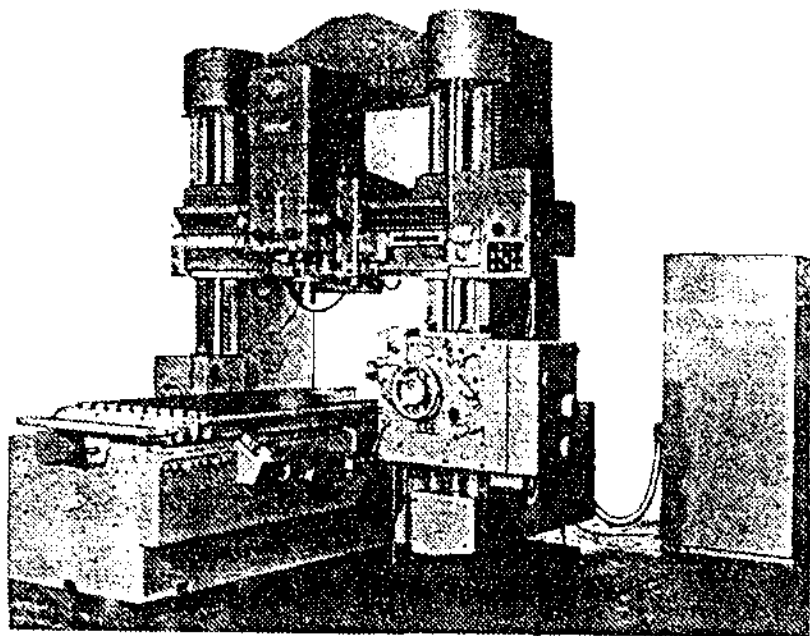
- 1- đồng hồ đo dịch chuyển ụ trước; 2- đồng hồ đo dịch chuyển bàn máy ngang; 3- chi tiết gia công.

Ưu việt đáng kể của đo toạ độ là được thực hiện trên máy doa ngang kiểu 262 ПР của Nga với điều khiển theo chương trình. Với điều khiển theo chương trình máy cho phép xác định tự động theo toạ độ của bàn máy theo phương ngang và của ụ trục chính theo phương đứng với độ chính xác $\pm 0,05$ mm.

Trên hình 16.35 thể hiện một máy doa ngang có trang bị cơ cấu đo đồng hồ để nâng cao độ chính xác điều chỉnh tĩnh khi doa, máy đang thực hiện gia công một lỗ của hộp.

+ *Doa toạ độ thực hiện trên máy doa toạ độ*

Khi yêu cầu độ chính xác vị trí tâm lỗ là cao, người ta tiến hành doa các lỗ trên máy doa toạ độ. Đây là loại máy doa hiện đại có độ chính xác và độ cứng vững cao. Máy có thể có một giá đỡ hoặc hai giá đỡ. Trên hình 16.36 thể hiện một loại máy doa toạ độ có hai giá đỡ và một dầm ngang có hai trục chính đứng và ngang. Về nguyên tắc điều chỉnh loại máy doa toạ độ này cũng không khác nhiều so với điều chỉnh ở máy doa ngang, nghĩa là vẫn phải điều chỉnh sao cho tâm của trục chính trùng với tâm lỗ cần gia công. Trên máy này việc điều chỉnh như vậy thuận tiện hơn, chính xác hơn và nhanh chóng hơn do trên máy đã có sẵn những cơ cấu phục vụ cho điều chỉnh đó.



Hình 16.36. Máy doa toạ độ với hai giá đứng.

Trong các kiểu hiện đại của loại máy doa toạ độ này đã có một hệ thống hiện đại đọc - đo bằng đồng hồ với hệ thống quang học và màn ảnh bằng quang

học, thậm chí có thước đo với màn quang học hiện số, do đó độ chính xác điều chỉnh rất cao. Độ chính xác điều chỉnh khoảng cách tâm của loại máy này đạt 0,002 mm; đối với máy có kích thước nhỏ đạt 0,003 ÷ 0,004 mm; đối với máy có kích thước trung bình đạt 0,006 ÷ 0,008 mm; đối với máy kích thước lớn đạt 0,001 mm.

Để doa lỗ hộp bằng phương pháp tọa độ phải có các điều kiện sau:

1) Trên bản vẽ chế tạo của chi tiết cần doa, các kích thước xác định vị trí tâm lỗ cần doa phải được cho từ hai trục tọa độ vuông góc nhau, các kích thước này phải có liên hệ hoặc trùng với bề mặt chuẩn. Nếu như trên bản vẽ chế tạo, yêu cầu này không được thực hiện thì phải tạo bản vẽ riêng để hướng dẫn gia công.

2) Chi tiết gia công được gá cố định trên bàn máy phải bằng chuẩn tinh là hai mặt phẳng vuông góc nhau hoặc trên đồ gá bằng chuẩn tinh là mặt phẳng đáy và hai lỗ chuẩn phụ vuông góc mặt đáy. Khi gá phải kiểm tra độ chính xác vị trí của các mặt chuẩn này so với tâm trục chính của máy.

3) Phải kiểm tra sai lệch của trục chính bằng cách lắp một trục tâm có đường kính xác định vào lỗ côn trục chính, dùng đồng hồ đo độ đảo. Sai lệch không được vượt quá 0,01 mm.

4) Kiểm tra sai số dịch chuyển γ trục chính theo phương đứng và dịch chuyển bàn máy theo phương ngang. Khi những sai số này nhỏ hơn dung sai khoảng cách tâm các lỗ cần gia công thì mới thực hiện việc gia công.

+ *Doa tọa độ trên máy tổ hợp nhiều trục*

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối để gia công lỗ hộp người ta sử dụng máy tổ hợp nhiều trục chính. Máy được tạo nên từ các đầu khoan tiêu chuẩn. Trên các loại máy này có thể gia công đồng thời một số lượng lớn các lỗ phân bố trên các mặt khác nhau từ các phía khác nhau của chi tiết do trên máy có nhiều đầu lực mang các đầu khoan nhiều trục từ các phía khác nhau. Sơ đồ bố trí đầu nhiều trục chính của máy tổ hợp được trình bày trên hình 16.37.

Gia công lỗ trong chi tiết hộp được tiến hành trên máy doa tổ hợp có nhiều ưu điểm. Trên loại máy này có thể tiến hành khoan, khoét, doa và doa lỗ trụ, lỗ côn, xén mặt đầu, vát mép, cắt ren, cắt rãnh, v.v... Trên máy này cũng có thể gia công những mặt phẳng nhỏ.

Các đầu lực của máy tổ hợp có thể dịch chuyển theo phương đứng, phương

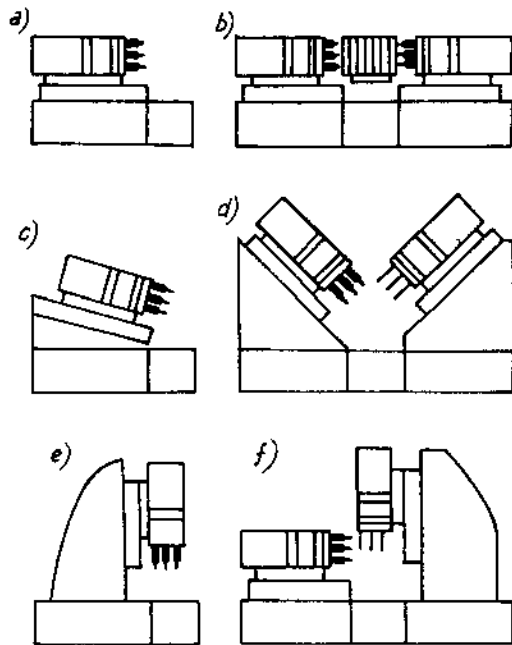
ngang và phương nghiêng. Điều đó cho khả năng tạo nên một số lượng lớn sự phối hợp công nghệ của máy (như hình 16.37).

Để gia công lỗ trên máy tổ hợp người ta sử dụng rộng rãi dụng cụ cắt nhiều tác dụng, dụng cụ cắt tổ hợp và dụng cụ cắt lắp ráp được điều chỉnh trước đến kích thước yêu cầu.

Khi gia công trên máy tổ hợp vị trí tâm của các lỗ hộp được đảm bảo bằng cách bố trí các đầu trục chính trên các đầu lực của máy. Để đảm bảo độ chính xác nên chia thành hai nguyên công gia công thô và gia công tinh hoàn thành trên hai máy của một đường dây hoặc chia làm hai bước hoàn thành tại hai vị trí của máy. Trên hình 16.38 trình bày sơ đồ áp dụng máy tổ

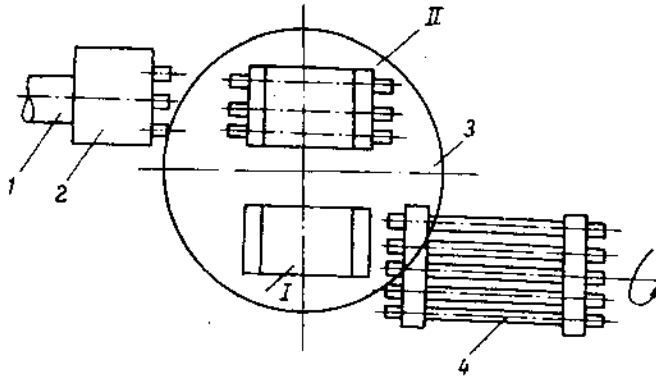
hợp để gia công lỗ chính của hộp. Ở vị trí I chi tiết gia công được định vị lên bàn máy 3, sau đó đưa trục dao doa từ tang thay đổi trục dao 4 vào các lỗ định gia công. Sau khi gá dao xong, quay bàn 3 để đưa chi tiết gia công đến vị trí II. Ở vị trí này tiến hành nối các trục chính của hộp trục chính 2 với các trục doa và tiến hành gia công.

Sau khi gia công xong quay bàn 3 để đưa chi tiết về vị trí I. Nếu không cần gia công tinh nữa thì tháo chi tiết ra và lắp phối khác vào, còn nếu cần gia công tinh tiếp theo thì tháo các trục dao gia công thô ra và lắp các trục doa tinh từ



Hình 16.37. Sơ đồ sự phối hợp điều chỉnh của các đầu trục chính trên máy tổ hợp.

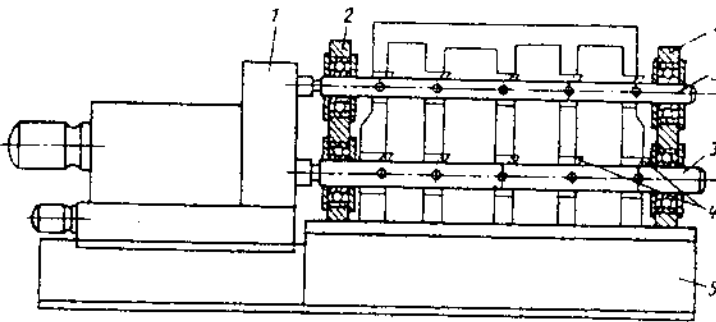
- a) một đầu lực theo phương ngang;
- b) hai đầu lực theo phương ngang từ hai phía;
- c) một đầu lực theo phương nghiêng;
- d) hai đầu lực theo phương nghiêng;
- e) một đầu lực theo phương đứng;
- f) hai đầu lực theo phương vuông góc nhau.



Hình 16.38. Sơ đồ gia công lỗ của chi tiết hộp trên máy tổ hợp.

1- đầu lực; 2- hộp trục chính; 3- bàn quay; 4- tang thay đổi trục dao.

I- Vị trí gá chi tiết; II- Vị trí chi tiết được gia công.



Hình 16.39. Đoạt lỗ để lắp trục của thân động cơ trên máy tổ hợp.

1- đầu lực; 2- tấm dẫn hướng với bạc dẫn quay; 3- trục doa; 4- chi tiết gia công; 5- thân máy.

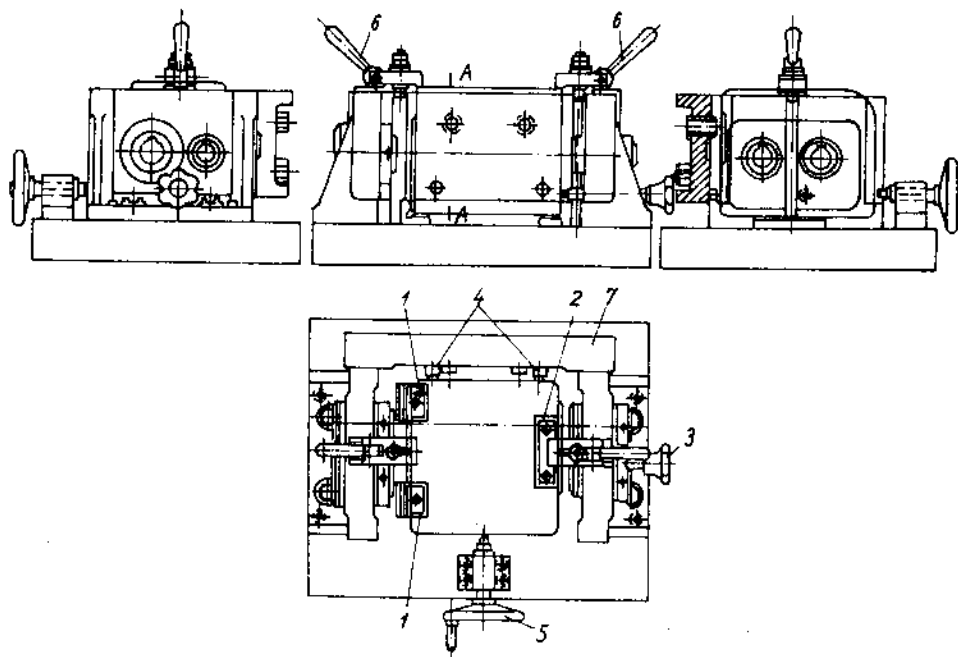
tang 4 vào các lỗ cần doa, quá trình gia công được lặp lại. Trên hình 16.39 thể hiện việc nối trục chính của đầu lực với trục doa trong việc doa lỗ để lắp trục của thân động cơ khi sử dụng máy tổ hợp để gia công. Chi tiết hộp được gá trên một đồ gá chuyên dùng có phiến dẫn mang các bạc dẫn quay, và sau đó toàn bộ đồ gá mang vật gia công mới được lắp trên bàn máy.

Độ chính xác gia công lỗ trên máy tổ hợp đạt cấp chính xác 8. Nếu dùng dụng cụ chính xác, đồ gá chính xác thì độ chính xác gia công sẽ được nâng lên.

Tuy nhiên cần lưu ý rằng máy tổ hợp là loại trang thiết bị đặc biệt và đắt tiền nên việc sử dụng nó để gia công lỗ hộp phải chú ý đến hiệu quả kinh tế của phương pháp.

+ Gia công lỗ hộp theo bạc dẫn

Trong sản xuất hàng loạt gia công lỗ được tiến hành với việc sử dụng các đồ gá khác nhau trong đó có bạc dẫn hướng dụng cụ cắt. Doa lỗ chi tiết hộp theo bạc dẫn được tiến hành trên máy doa, máy khoan cần và máy có nhiều trục chính. Việc áp dụng đồ gá doa có bạc dẫn cho phép gia công lỗ trong chi tiết hộp phức tạp đạt độ chính xác cao và giảm đáng kể sự tiêu tốn thời gian, đồng thời không đòi hỏi trình độ tay nghề công nhân phải cao.



Hình 16.40. Đồ gá doa có bạc dẫn để gia công lỗ hộp trên máy doa.

- 1- phiến tỷ hình ke góc; 2- phiến tỷ phẳng; 3- vít kẹp; 4- chốt tỷ; 5- vít kẹp;
6- kẹp bằng bánh lệch tâm, 7- tấm thành bên.

Với phương pháp gia công này phải bố trí sao cho tâm các bạc dẫn trùng với tâm lỗ cần gia công. Khi gia công phải điều chỉnh cho trục dụng cụ cắt lọt vào bạc dẫn. Vị trí và số lượng bạc dẫn phụ thuộc vào vị trí và số lượng lỗ cần gia công.

Trên hình 16.40 chỉ ra đồ gá có bạc dẫn để doa hai lỗ song song nhau trong cùng một hướng và cũng dùng để khoan và khoét hai lỗ khác trong hướng vuông góc với hướng trước. Chi tiết gia công được gá trên hai phiến tỳ hình ke góc 1 và phiến tỳ phẳng 2, chúng được bắt chặt lên tấm đáy của đồ gá. Để chống dịch chuyển ngang cho chi tiết, chi tiết được tỳ vào hai chốt tỳ 4. Kẹp chặt chi tiết theo hướng dọc nhờ vít kẹp 3 và kẹp chặt theo hướng ngang nhờ vít kẹp 5 và kẹp chặt theo hướng đứng nhờ cơ cấu bánh lệch tâm 6. Trong các thành bên của đồ gá có bạc dẫn dùng để dẫn hướng trục doa và dụng cụ cắt khác. Vỏ đồ gá được làm từ tấm đáy và hai tấm vuông góc được nối với nhau bằng tấm bên số 7. Để gia công hai lỗ khác trong hướng vuông góc với hai lỗ trước, cần thiết phải gá đồ gá lên máy có bàn quay.

Với phương pháp doa có bạc dẫn hướng trục doa thường thực hiện dẫn ở một phía hoặc hai phía. Dẫn hướng một phía được dùng khi bạc dẫn không thể bố trí được từ cả hai phía của chi tiết gia công, khi đó cần đảm bảo rất chính xác sự đồng trục của bạc dẫn và trục chính của máy. Dẫn hướng một phía không thể đảm bảo độ chính xác cao vị trí tâm lỗ gia công. Khi doa với bạc dẫn hướng trục doa từ cả hai phía của lỗ gia công thì độ chính xác của doa lỗ chỉ phụ thuộc vào độ chính xác của bạc dẫn và trục doa có mang lưỡi cắt và hầu như không phụ thuộc vào độ chính xác và trạng thái của máy.

Khi gia công lỗ trong bạc dẫn, độ chính xác khoảng cách giữa các tâm lỗ nằm trong giới hạn $\pm(0,02 \div 0,03)$ mm.

Trên đây là những biện pháp rất quan trọng và rất cụ thể để gia công một lỗ (hay một hàng lỗ đồng trục) và nhiều lỗ (hay nhiều hàng lỗ trên một bề mặt của hộp).

Khi gia công nhiều lỗ hay nhiều hàng lỗ trên nhiều bề mặt khác nhau của hộp có thể xảy ra trên mỗi mặt của hộp có những lỗ có kích thước giống nhau, chỉ khác nhau về vị trí. Để gia công nhiều lỗ trên nhiều bề mặt hộp có thể thực hiện theo các phương pháp sau:

- Gia công hoàn chỉnh từng lỗ (hay hàng lỗ) riêng biệt hoặc gia công đồng thời tất cả các lỗ trên từng bề mặt hộp với các giải pháp đã trình bày ở trên. Sau đó phân độ bàn máy mang chi tiết đi một góc nhất định để gia công các lỗ ở mặt hộp tiếp theo.

- Với cùng một dao gia công một bước đạt đến một kích thước nào đó của tất cả các lỗ giống nhau trên một bề mặt của hộp. Sau đó tiến hành thay dao để gia công bước tiếp theo cho các lỗ giống nhau đó. Cứ như vậy cho đến khi cả nhóm lỗ giống nhau đó trên một mặt được gia công hoàn toàn. Tiếp theo tiến hành gia công trên nhóm lỗ khác cũng có kích thước giống nhau ở trên cùng mặt hộp này với phương pháp như đối với nhóm lỗ trước. Cứ thực hiện như vậy cho đến khi tất cả các lỗ trên một mặt hộp được gia công hoàn toàn. Sau đó quay bàn máy mang hộp đi một góc thích hợp để gia công lỗ trên mặt thứ hai của hộp với các biện pháp như là gia công các lỗ trên mặt thứ nhất. Và cứ như vậy cho đến khi toàn bộ lỗ trên tất cả các mặt của hộp được gia công.

- Cùng một dao gia công đạt đến một kích thước nào đó cho tất cả các lỗ giống nhau trên tất cả các mặt của hộp với việc sử dụng bàn quay khi phải chuyển gia công lỗ trên mặt hộp này sang gia công lỗ trên mặt hộp khác của hộp. Sau đó tiến hành thay dao để gia công bước tiếp theo cũng với phương pháp như ở bước trước. Cứ như vậy cho đến khi toàn bộ các lỗ giống nhau trên tất cả các mặt của hộp được gia công.

Quá trình này lặp lại cho nhóm lỗ giống nhau khác. Cứ như vậy cho đến khi tất cả các nhóm lỗ trên các mặt của hộp được gia công.

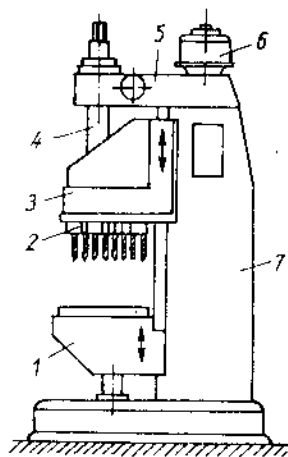
So với phương pháp trên, phương pháp này phải phân độ chi tiết nhiều lần hơn, còn phương pháp trên phải thay dao nhiều lần hơn.

Các phương pháp trên đây ngoài sự khác nhau về số lần thay dao, số lần phân độ còn khác nhau về số lượng dao thay thế, chế độ cắt, số vòng quay của máy, v.v...

16.2.5.4. Gia công các lỗ kẹp chặt

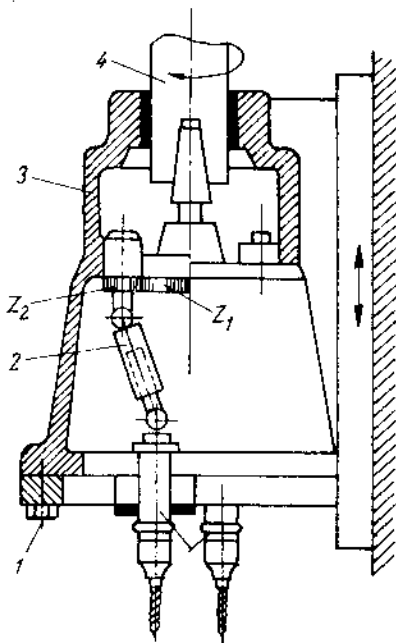
Trong các chi tiết dạng hộp, ngoài các lỗ lắp ghép còn có các lỗ phụ có ren hoặc không có ren để lắp với các gugiông hoặc xỏ bulông với mục đích kẹp chặt các chi tiết khác lên nó hoặc lắp nó vào chỗ khác. Ví dụ như các lỗ bắt bulông xuống nền, lỗ bắt các nắp đậy vào hộp. Những lỗ này của hộp yêu cầu về độ chính xác và độ nhẵn bóng là không cao. Thường chỉ đòi hỏi cấp chính xác $12 \div 10$ và độ nhẵn bóng bề mặt lỗ $R_z = 80 \div 40 \mu\text{m}$. Với cấp chính xác như vậy thì chỉ cần khoan. Tuy nhiên trong một số trường hợp có khi có lỗ yêu cầu chính xác tới cấp $8 \div 7$, độ nhẵn bóng cần đạt cấp $5 \div 6$ ($R_z = 20 \div 10 \mu\text{m}$), như các lỗ để lắp chốt định vị, với các lỗ này thì phải qua khoan, khoét và doa. Việc gia công các lỗ phụ này cũng phải căn cứ vào sản lượng chi tiết và yêu cầu độ chính xác của lỗ để chọn biện pháp gia công.

- Khi sản lượng ít với mọi cỡ kích thước của hộp, các lỗ được gia công trên máy khoan đứng hoặc máy khoan cần. Khi đó khoảng cách tâm giữa các lỗ được đảm bảo nhờ lấy dấu trên phôi hoặc nhờ bạc dẫn lắp trên phiến dẫn, bạc dẫn này có vị trí tương ứng với các lỗ cần khoan. Đối với hộp quá lớn có thể dùng máy khoan di động kẹp thẳng vào chi tiết gia công hoặc máy khoan di động trên nền xương thực hiện gia công ở từng vị trí.



Hình 16.41. Máy khoan nhiều trục với vị trí các trục không thay đổi được.

- 1- bàn máy; 2- trục chính; 3- đầu khoan;
4- trục chính truyền dẫn; 5- hộp chạy dao;
6- động cơ điện; 7- thân máy.



Hình 16.42. Sơ đồ đầu khoan nhiều trục với vị trí các trục thay đổi được.

- 1- tấm đáy hộp đầu khoan; 2- ống nối có khớp cầu; 3- thân đầu khoan; 4- trục chính truyền dẫn; 5- trục chính khoan.
 Z_1, Z_2 - bộ truyền bánh răng.

- Trong sản xuất hàng loạt vừa các lỗ kẹp chặt được gia công trên máy khoan cần có lắp đầu ro-vôn-ve, trên đó có lắp nhiều dụng cụ gia công khác nhau theo thứ tự gia công. Việc áp dụng trang bị này để gia công lỗ sẽ giảm thời gian tháo lắp dụng cụ.

- Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, các lỗ phụ trên chi tiết dạng hộp được gia công trên máy tổ hợp có đầu trục mang nhiều trục chính, hoặc trên máy khoan có đầu khoan nhiều trục để gia công nhiều lỗ cùng một lúc. Có hai loại đầu khoan nhiều trục: vị trí các trục không thay đổi được (hình 16.41) và vị trí các trục có thể thay đổi được (hình 16.42).

Đối với các chi tiết hộp cỡ nhỏ, gia công các lỗ phụ được thực hiện trên máy tổ hợp cùng một số nguyên công khác.

- Trong sản xuất hàng khối, các lỗ phụ trên chi tiết dạng hộp còn có thể được gia công trên đường dây tự động.

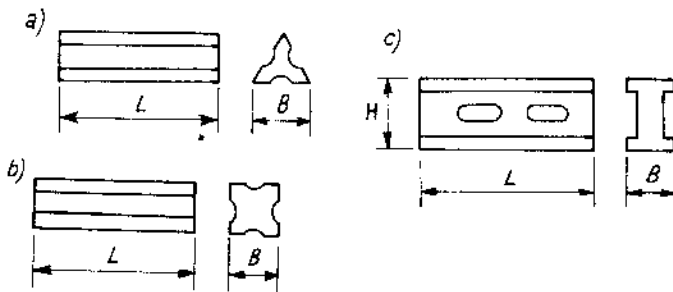
Với các lỗ có ren, khi gia công chúng còn phải có thêm bước cắt ren. Tùy theo sản lượng, kết cấu và yêu cầu kỹ thuật, cũng như kích thước của ren mà chọn các phương pháp cắt ren cho hợp lý như tarô bằng tay sau khi khoan lỗ hoặc thêm bước tarô máy ngay sau khi khoan lỗ ở trên máy.

16.2.5.5. Kiểm tra hộp

Trong quá trình chế tạo chi tiết dạng hộp cần phải kiểm tra. Việc kiểm tra giữa các nguyên công được tiến hành sau khi gia công các bề mặt quan trọng, có yêu cầu chính xác cao. Cuối giai đoạn gia công phải có tổng kiểm tra các yếu tố đã đề ra trong các yêu cầu kỹ thuật chế tạo chi tiết hộp như kích thước bản thân, sai số hình dáng của các lỗ, độ thẳng, độ phẳng của các mặt phẳng, độ song song, độ vuông góc, độ đồng tâm và khoảng cách tâm giữa các lỗ, v.v...

- Độ thẳng của mặt phẳng nào đó trên chi tiết hộp được kiểm tra bằng cách dùng thước hoặc đồng hồ so. Độ phẳng của mặt phẳng hộp được kiểm tra bằng

thước kiểm tra, bằng nivô hoặc bằng đồng hồ so. Trên hình 16.43 chỉ ra loại thước kiểm tra dùng để kiểm tra độ thẳng và độ phẳng của mặt phẳng. Khi kiểm tra, chỉ việc đặt thước trên bề mặt cần



Hình 16.43. Thước kiểm tra.

a- kiểu ba cạnh; b- kiểu bốn cạnh; c- kiểu chữ I.

kiểm tra. Độ thẳng và phẳng của mặt phẳng được xác định bằng khe hở ánh sáng giữa mặt đáy thước và mặt phẳng. Độ không phẳng được xác định về lượng bằng chiều dày của miếng cân lá cho vừa vào khe hở giữa đáy thước và mặt phẳng. Cũng có thể dùng bàn rà trên đó có bôi một lớp sơn đỏ cho áp sát vào mặt phẳng cần kiểm tra. Độ phẳng của mặt phẳng được đánh giá bằng số vết sơn trên một đơn vị diện tích. Với mặt phẳng của hộp quá lớn, có thể kiểm tra tra độ phẳng bằng nguyên lý bình thông nhau.

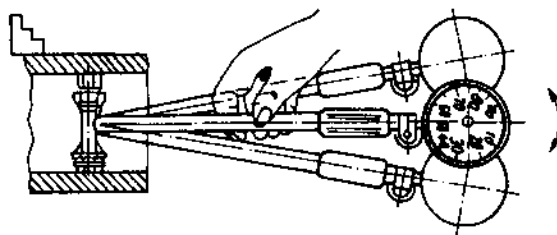
- Kích thước của lỗ và hình dáng hình học của lỗ chính xác được kiểm tra bằng thước cặp, calíp, đồng hồ so hoặc dụng cụ đo lỗ có trang bị đồng hồ so. Trên hình 16.44 trình bày sơ đồ đo kích thước của lỗ.

Hình dạng theo tiết diện ngang của lỗ như độ oval, elíp, đa cạnh được xác định bằng cách đo kích thước ở các vị trí góc khác nhau. Sau đó so sánh kết quả và rút ra kết luận.

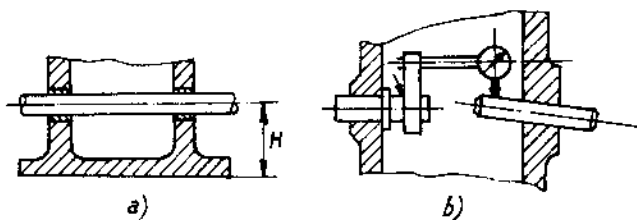
Hình dáng theo chiều dọc lỗ như độ côn, độ tang trống, v.v... được xác định bằng cách kiểm tra đường kính lỗ ở các vị trí khác nhau theo dọc trục. Kích thước chiều sâu lỗ được xác định bằng thước cặp hoặc bằng calíp.

Độ đồng tâm của hai lỗ cơ bản đồng trục được kiểm tra nhờ trục trơn hoặc bạc lắp vào qua hai lỗ. Nếu lỗ lớn phải lắp trục tâm vào lỗ thông qua bạc trung gian

(hình 16.45a). Độ không đồng tâm được xác định bằng sự sai khác kích thước H ở hai phía của chi tiết. Để xác định cụ thể độ không đồng tâm của hai lỗ có thể dùng hai trục kiểm với đồng hồ (hình 16.45b).



Hình 16.44. Kiểm tra lỗ bằng thước đo trong có trang bị đồng hồ so.



Hình 16.45. Kiểm tra độ không đồng tâm của hai lỗ.

- a- dùng trục kiểm gá trong bạc;
b- dùng hai trục kiểm với đồng hồ.

Ngoài ra để kiểm tra độ đồng tâm còn có thể dùng đồ gá chuyên dùng. Trên hình 16.46 trình bày cách kiểm tra độ đồng tâm của ba lỗ trên ba vách khác nhau của hộp. Đồng hồ 1 liên hệ với mũi đo 2 nhờ hệ thống tay đòn. Trục 3 của dụng cụ được lắp vào hai lỗ phía ngoài thông qua bạc trung gian.

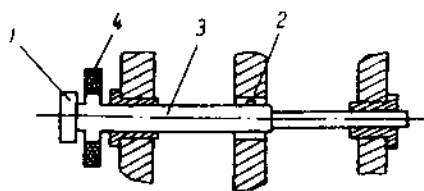
Khi quay tay quay 4 làm cho trục 3 cũng quay và do đó mũi đo 2 quay theo. Mũi đo 2 luôn áp sát vào mặt lỗ ở giữa nên có thể đọc được độ lệch tâm của lỗ ở giữa so với hai lỗ hai bên.

Để kiểm tra độ đồng tâm lỗ hộp còn có thể dùng phương pháp quang học và các phương pháp khác nữa.

Khoảng cách tâm và độ song song giữa các lỗ được xác định bằng thước cặp hoặc đồng hồ so thông qua hai trục tâm lắp vào hai lỗ hộp. Độ không song song theo phương đứng được đánh giá nhờ số chỉ của đồng hồ tại hai vị trí I và II (hình 16.47).

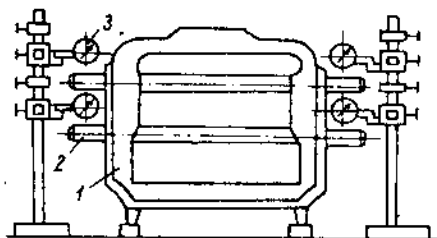
Để có thể kiểm tra độ không song của hai lỗ hộp theo cả hai phương đứng và ngang phải có đồ gá chuyên dùng. Sơ đồ kiểm tra như vậy thể hiện trên hình 16.48. Lắp hai trục kiểm tra 4 và 5 vào hai lỗ hộp cần kiểm tra với hai bạc điều chỉnh để không có khe hở. Lắp tay treo 3 có mang đồng hồ 1 và 2 vào trục 5. Quay tay treo có mang các đồng hồ sao cho mũi tỳ của đồng hồ tiếp xúc với mặt trục 4, điều chỉnh cho các đồng hồ về vị trí O.

Tháo tay treo và đem lắp vào đầu đối diện của trục 5. Tiến hành đo như



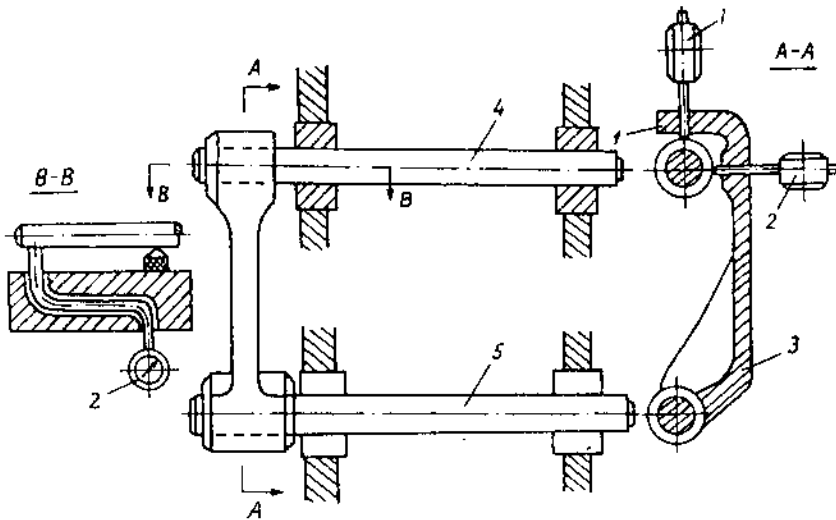
Hình 16.46. Sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm của ba lỗ trên ba vách hộp.

1- đồng hồ; 2- mũi đo; 3- trục kiểm; 4- tay quay.



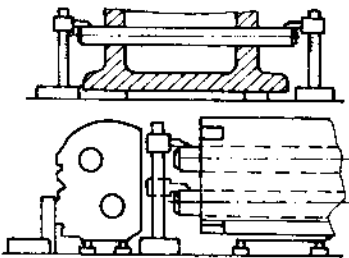
Hình 16.47. Kiểm tra khoảng cách tâm và độ không song song theo phương đứng của đường tâm hai lỗ hộp.

1- chi tiết; 2- trục tâm; 3- đồng hồ.

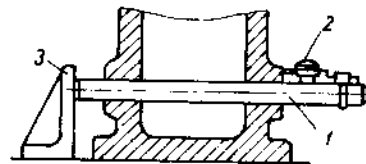


Hình 16.48. Sơ đồ kiểm tra độ song song và khoảng cách tâm hai lỗ theo hai phương đứng và ngang đồng thời.

1- đồng hồ đo phương đứng; 2- đồng hồ đo phương ngang; 3- tay treo đồng hồ; 4, 5- trục tâm.



Hình 16.49. Sơ đồ kiểm tra khoảng cách và độ song song từ tâm lỗ đến mặt hộp.



Hình 16.50. Sơ đồ kiểm tra độ không vuông góc giữa tâm lỗ và mặt đầu lỗ

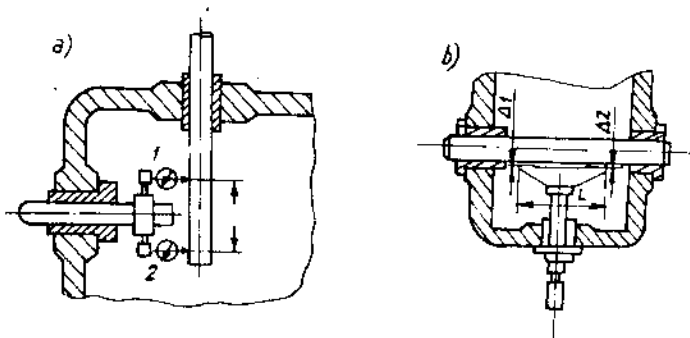
1- trục tâm; 2- đồng hồ; 3- ke gá.

trên vào đầu bên kia của trục 4. Số chỉ của các đồng hồ tại vị trí này xác định độ không song song theo phương tương ứng với các đồng hồ.

Khoảng cách từ tâm các lỗ tới bề mặt phẳng chuẩn và độ song song giữa chúng được xác định nhờ đồng hồ hoặc thước đứng thông qua trục tâm lắp vào các lỗ (hình 16.49). Đọc theo số chỉ của dụng cụ này xác định ra khoảng

cách giữa mặt phẳng và tâm lỗ. Hiệu số chỉ của dụng cụ tại hai vị trí đo ở hai phía của chi tiết xác định độ không song song của tâm lỗ và mặt phẳng chuẩn.

Độ vuông góc giữa tâm lỗ và mặt đầu lỗ được xác định bằng đồng hồ hoặc calíp chuyên dùng (hình 16.50). Lắp đồng hồ 2 sao cho giá của nó ôm vào trục tâm 1 và mũi tỳ của đồng hồ tỳ vào mặt đầu lỗ. Đầu kia của trục tâm tỳ vào ke gá 3. Quay trục tâm đi 360° . Độ chênh của số chỉ đồng hồ sau một vòng quay thể hiện độ không vuông góc.



Hình 16.51. Kiểm tra độ vuông góc của hai lỗ trên hộp.

a- dùng đồng hồ so; b- dùng calíp chuyên dùng.

Độ vuông góc của hai lỗ trên hai vách hộp được kiểm tra như hình 16.51.

Thực hiện lắp hai trục kiểm vào hai lỗ cần kiểm tra. Trên đầu một trong hai trục kiểm mang đồng hồ so sao cho mũi tỳ của đồng hồ tỳ vào trục kiểm kia (hình 16.51a). Quay trục kiểm mang đồng hồ để đo được tại hai vị trí 1 và 2. Độ chênh của đồng hồ tại hai vị trí xác định độ không vuông góc. Cũng có thể thực hiện như hình 16.51b. Khi đó đầu trục kiểm thứ hai có kết cấu như một calíp. Cho áp sát đầu calíp vào trục tâm thứ nhất. Nếu hai trục không vuông góc sẽ có khe hở Δ_1 và Δ_2 , lượng này được xác định nhờ bề dầy các lá cân. Độ không vuông góc chính là hiệu của Δ_1 và Δ_2 .

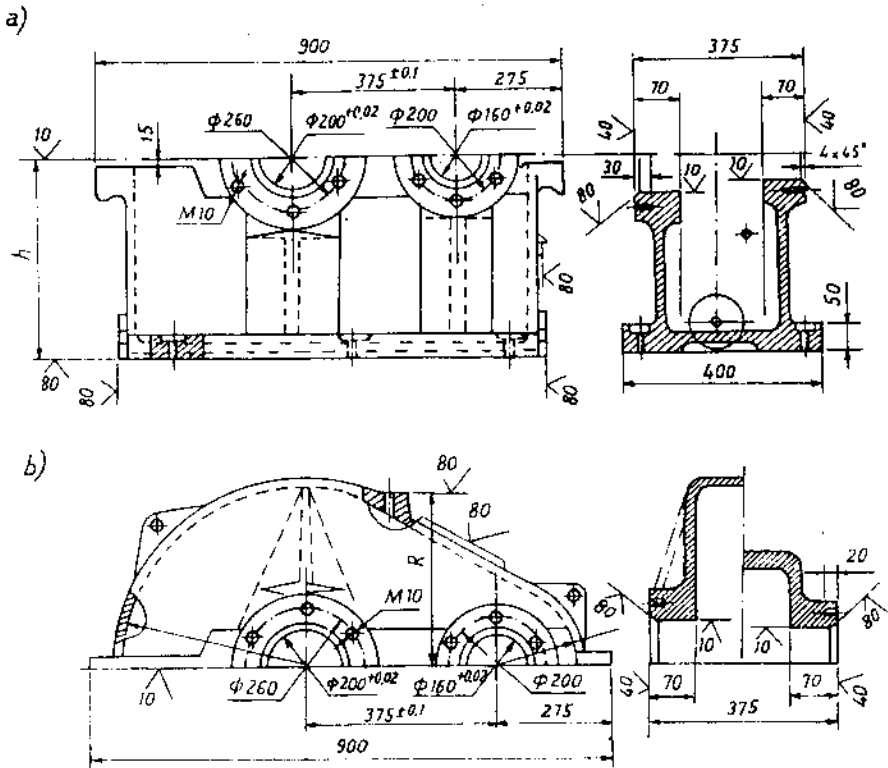
16.2.5.6. Ví dụ về quy trình công nghệ chế tạo một loại hộp

Thực hiện thiết kế quá trình công nghệ chế tạo vỏ hộp giảm tốc từ hai nửa thân và nắp hộp (hình 16.52). Vật liệu vỏ hộp giảm tốc bằng gang xám GX 15-32, phôi đúc cấp chính xác II, sản xuất hàng loạt.

Vỏ hộp giảm tốc bao gồm hai nửa: nửa dưới (thân) như hình 16.52a và nắp

hộp (hình 16.52b), cho nên để chế tạo nó cần phải thiết lập ba quá trình công nghệ gia công cắt gọt:

- Gia công thân hộp (nửa dưới) để lắp với nắp hộp.
- Gia công nắp hộp (nửa trên) để lắp với thân hộp.
- Gia công toàn bộ vỏ hộp giảm tốc ở trạng thái đã lắp hai nửa với nhau.



Hình 16.52. Vỏ hộp giảm tốc.

a- nửa vỏ dưới (thân); b- nửa vỏ trên (nắp).

Phân tích bản vẽ chi tiết cho thấy đây là loại chi tiết có kích thước và trọng lượng lớn, độ chính xác gia công của các lỗ chính đạt cấp 7, độ chính xác khoảng cách giữa tâm các lỗ chính là $\pm 0,1$, độ nhẵn bóng bề mặt các mặt lắp ghép đạt cấp 7.

Quá trình công nghệ gia công vỏ hộp giảm tốc bao gồm các nguyên công cơ bản theo bảng 16.1.

Bảng 16.1. Quá trình công nghệ gia công vỏ hộp giảm tốc.

Thứ tự	Nội dung công việc của nguyên công
1	Gia công mặt phẳng đáy làm chuẩn của thân hộp (vỏ dưới).
2	Khoan và doa hai lỗ chuẩn vuông góc với mặt đáy của nửa vỏ dưới.
3	Gia công thô mặt lắp ráp và mặt đầu các lỗ chính của vỏ dưới.
4	Gia công tinh mặt lắp ráp và mặt đầu các lỗ chính của nửa vỏ dưới.
5	Gia công các lỗ trên mặt phẳng lắp ráp trên nửa vỏ dưới.
6	Gia công thô mặt phẳng lắp ráp của nắp hộp (nửa vỏ trên).
7	Gia công các lỗ trên mặt phẳng đáy của nửa vỏ dưới.
8	Lắp ráp hai nửa vỏ và gia công lỗ côn để lắp với chốt côn định vị.
9	Doa thô và tinh lỗ cơ bản của hộp giảm tốc ở trạng thái lắp.
10	Gia công lại mặt đầu lỗ của hộp giảm tốc ở trạng thái lắp.

16.3. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT DẠNG TRỤC

16.3.1. Đặc điểm và phân loại chi tiết dạng trục

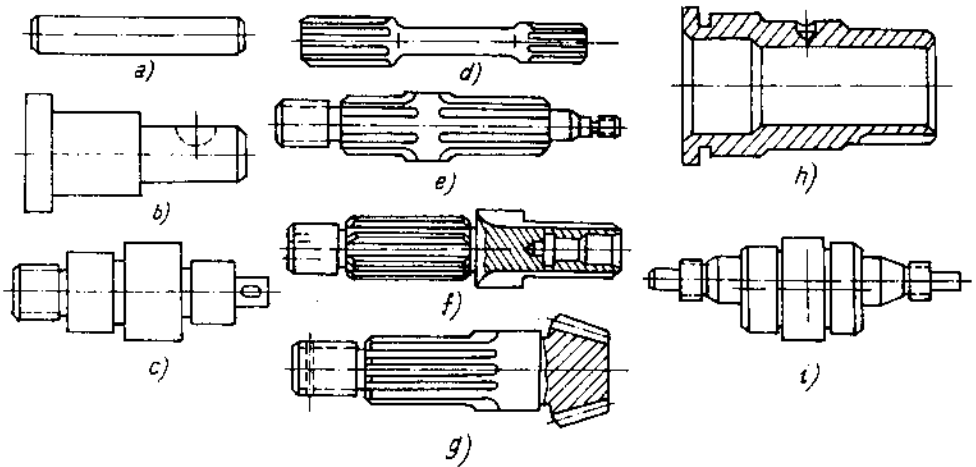
Các chi tiết dạng trục là loại chi tiết được dùng rất phổ biến trong ngành chế tạo máy. Chúng có bề mặt cơ bản phải gia công là mặt tròn xoay ngoài. Mặt này thường dùng làm mặt lắp ghép với các chi tiết khác. Các chi tiết trục có kết cấu khác nhau. Tùy theo kết cấu mà có thể phân chia các chi tiết dạng trục ra một số nhóm khác nhau như sau (hình 16.53):

- Trục trơn (hình 16.53a) là loại trục trên suốt chiều dài L chỉ có một kích thước đường kính d , khi $\frac{L}{d} < 4$ là trục trơn ngắn; $\frac{L}{d} = 4 \div 10$ là trục trơn thường;

$\frac{L}{d} > 10$ là trục trơn dài.

- Trục bậc (hình 16.53b, c, d, e, f) là loại trục mà trên suốt chiều dài L của trục có một số kích thước đường kính d khác nhau. Trên trục bậc có thể còn có rãnh then hoặc then hoa, ren, răng.

- Trục rỗng (hình 16.53h) là loại trục có lỗ rỗng dọc tâm trục.



Hình 16.53. Một số chi tiết dạng trục trong kết cấu cơ khí.

- Trục răng (hình 16.53g) là loại trục trên đó có bánh răng liền trục.
- Trục lệch tâm (hình 16.53i) là loại trục trên đó có những cổ trục không cùng nằm trên một đường tâm như trục khuỷu.
- Trục phối hợp là loại trục trên đó có kết cấu các loại bề mặt khác nhau như trục cam, trục ren, trục then hoa, v.v...

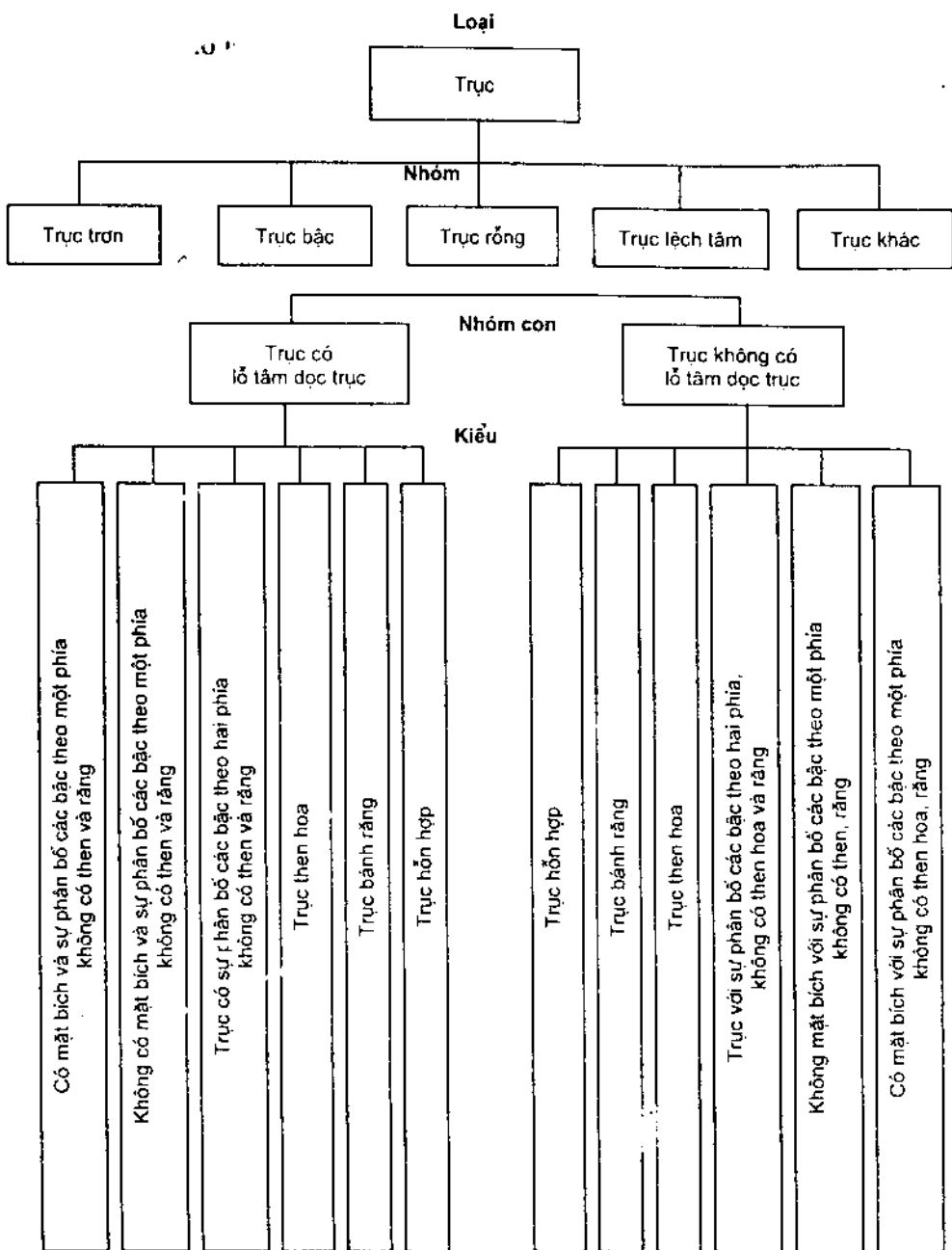
Nhìn chung thì đa số trục có tiết diện các yếu tố bề mặt phải gia công và không gia công là khác nhau như trụ, côn, rãnh, ren, răng, then hoa, v.v...

Tất cả các chi tiết dạng trục cũng được phân chia ra từ nhóm đến kiểu như trong hệ thống phân loại đã được trình bày như sơ đồ trên hình 16.1. Nhóm trục bậc chiếm nhiều nhất và phổ biến nhất. Sơ đồ phân loại trục được thể hiện trên hình 16.54.

Ngoài ra, dựa vào cỡ kích thước mà người ta còn phân chia thành:

- Trục nhỏ: chiều dài đến $150 \div 200$ mm
- Trục trung bình: chiều dài đến 1000 mm
- Trục lớn: chiều dài trên 1000 mm.

Đôi khi trong nhóm trục trung bình lại được chia ra hai nhóm: dài đến 500 mm và dài từ $500 \div 1000$ mm.



Hình 16.54. Sơ đồ phân loại trục từ nhóm đến kiểu.

16.3.2. Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu khi chế tạo chi tiết dạng trục

Độ tin cậy, độ bền lâu và điều kiện làm việc của trục được xác định bởi những yêu cầu sau đối với độ chính xác gia công trục:

1) Các cổ trục để lắp ổ lăn được gia công độ chính xác cấp 7, độ nhẵn bóng bề mặt đạt cấp 7, cấp 8 ($R_a = 0,8 \mu\text{m}$), độ côn và ô van bằng $0,25 \div 0,5$ dung sai đường kính.

2) Các cổ trục để lắp ổ trượt hay lắp bạc được gia công chính xác cấp 8, 9 và độ nhẵn bóng bề mặt cấp 6, 7 ($R_a = 2,5 \div 1,25 \mu\text{m}$). Độ côn, ôvan bằng $0,25 \div 0,5$ dung sai đường kính. Độ đảo của các cổ trục lắp ghép không quá $0,01 \div 0,03 \text{ mm}$.

3) Then hoa có thể có dạng thân khai, chữ nhật hoặc tam giác. Bề mặt định tâm ở then hoa dạng thân khai là mặt bên, ở then chữ nhật là mặt bên và đường kính ngoài. Bề mặt định tâm của phần then hoa được gia công đạt cấp chính xác $8 \div 10$ và độ nhẵn bóng bề mặt cấp $4 \div 7$.

4) Bề mặt lắp ghép với ổ lăn trong lỗ ở trục rỗng hoặc ở trục có lỗ tâm dọc trục được gia công đạt chính xác cấp 7; 8, độ nhẵn bóng bề mặt đạt cấp 6; 7.

5) Sai lệch cổ trục lắp ghép ổ lăn và các đường kính để định tâm của bề mặt then hoa đối với nhau cho phép trong giới hạn $0,04 \div 0,05 \text{ mm}$.

6) Sai lệch của các cổ trục với tâm chung của trục cho phép trong giới hạn $0,05 \div 0,1 \text{ mm}$.

7) Sai lệch tương quan của các cổ trục làm việc và không làm việc cho phép trong giới hạn $0,1 \div 0,2 \text{ mm}$.

8) Bề mặt không làm việc của trục được gia công chính xác cấp 7, độ nhẵn bóng bề mặt cấp $4 \div 6$.

9) Rãnh then được gia công theo chiều rộng chính xác cấp 3, độ nhẵn bóng bề mặt cấp $4 \div 6$.

10) Bề mặt ren được gia công chính xác cấp 7; 8 đối với ren.

11) Độ không song song của các rãnh then hoặc then hoa với đường tâm trục nhỏ hơn $0,01 \text{ mm}/100 \text{ mm}$ chiều dài.

12) Dung sai chiều dài của các cổ trục trong khoảng $0,05 \div 0,2 \text{ mm}$.

13) Yêu cầu về độ cứng, độ thấm tôi bề mặt tùy từng trường hợp và điều kiện mà cho số liệu cụ thể.

Ngoài ra đối với một số trục làm việc với tốc độ cao còn có yêu cầu về cân bằng tĩnh hoặc động.

16.3.3. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng trục

Để đảm bảo thuận tiện cho việc gia công trục, từ đó tạo điều kiện tăng năng suất và hạ giá thành sản phẩm, ngay từ khi thiết kế chi tiết dạng trục cần phải chú ý đến các vấn đề sau đây:

1) Để định vị chiếu trục các chi tiết lắp với trục, ở trục cần thay thế vai gờ bằng rãnh vòng để lắp vòng găng. Làm như vậy sẽ giảm được tiêu tốn vật liệu và khối lượng gia công cơ sau này.

2) Việc hạ đường kính của các bậc ở trục bậc cần phải ít nhất. Làm như vậy sẽ giảm bớt khối lượng gia công cơ, giảm sự tiêu hao vật liệu và đơn giản được việc điều chỉnh của máy gia công bằng nhiều dao. Nếu là trục bậc thì có thể đường kính tăng dần về một phía hoặc đường kính giảm dần về hai phía đầu trục.

3) Các bề mặt trục cần mài hoặc có ren cần phải có rãnh để thoát dung cụ có chiều sâu 0,5 mm và rộng $2 \div 5$ mm. Chiều rộng rãnh được chọn phụ thuộc vào đường kính trụ.

4) Chiều dài các bậc của trục bậc cần phải là như nhau hoặc bội số của nhau và được sắp xếp theo sự tăng hay giảm theo kích thước đường kính của nó.

Kết cấu như vậy của trục sẽ bảo đảm gia công đồng thời trên máy nhiều dao hầu như tất cả các bề mặt và như vậy thời gian gia công sẽ là tối thiểu.

5) Tính hệ số an toàn vừa phải để đường kính trục có kích thước phù hợp mà vẫn đảm bảo đủ bền với chức năng làm việc của nó.

6) Nghiên cứu khả năng thay rãnh then kín bằng rãnh then hở để nâng cao được năng suất gia công.

Ngoài ra còn cần quan tâm đến việc thay thế trục bậc bằng trục trơn nếu điều kiện cho phép, vì việc chế tạo trục trơn dễ dàng hơn so với chế tạo trục bậc.

16.3.4. Vật liệu và phôi dùng để chế tạo các chi tiết dạng trục

Vật liệu dùng để chế tạo các chi tiết dạng trục cơ bản từ thép cacbon kết cấu như các loại C35; C40; C45 cho các loại trục thông thường; thép hợp kim kết cấu như thép crôm, crôm-niken với các mác 18CrMnTi; 40Cr; 45Mn2; 50Mn; v.v... cho các trục chịu tải trọng lớn. Hiện nay ở một số trục của máy cán, trục khuỷu đã dùng vật liệu là gang rèn peclit, gang cầu có độ bền cao.

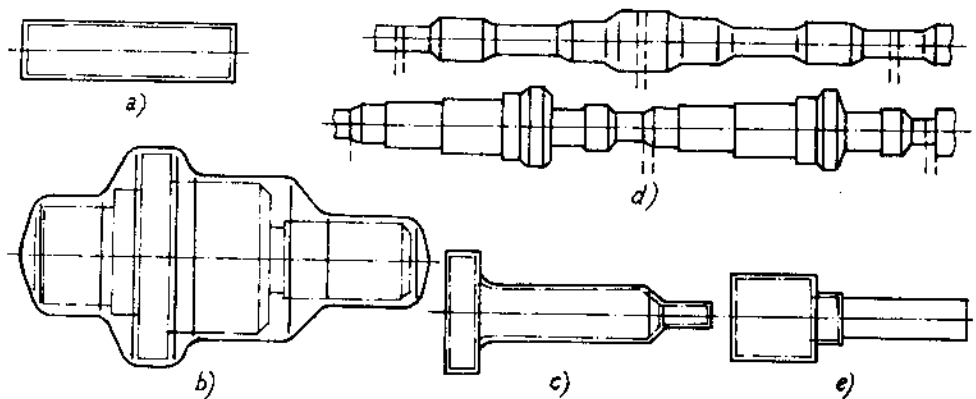
Trục được gia công nhiệt đến độ cứng $HB = 230 \div 260$. Trong một số trường hợp để tăng độ bền mỏi cho bề mặt làm việc của trục, nó được xêmentít hóa với chiều sâu $0,7 \div 1,2$ mm, được tôi và ram đạt độ cứng $55 \div 60$ HRC hoặc tôi bề mặt đạt độ cứng $48 \div 55$ HRC.

Việc chọn phôi để chế tạo các chi tiết dạng trục phụ thuộc vào hình dạng kết cấu và sản lượng cần gia công hàng năm.

Tùy thuộc vào dạng sản xuất, kết cấu, kích thước trục và chất lượng của phôi người ta có thể áp dụng phôi cán với tiết diện đầy đủ hay ống, có thể chọn phôi rèn, dập và ngay cả phôi đúc. Trong một số trường hợp trục được làm từ các phần ghép lại.

Để bảo đảm chất lượng của phôi đối với trục bánh răng thường sử dụng phôi rèn hoặc dập vì với phương pháp này bảo đảm độ bền cơ học của vành răng cao hơn các phương pháp khác. Các trục trơn thường được chế tạo từ thép cán nguội. Trục có đường kính thay đổi không lớn được chế tạo từ phương pháp cán nóng.

Trong điều kiện sản xuất hàng loạt đối với trục bậc thì phôi thường là phôi dập hoặc rèn (hình 16.55a, b). Phôi rèn được rèn tự do trên máy búa. Phôi dập được dập trong khuôn lắp trên máy búa hoặc máy ép. Phôi có đầu bích (hình 16.55c) được chế tạo trên máy rèn ngang.



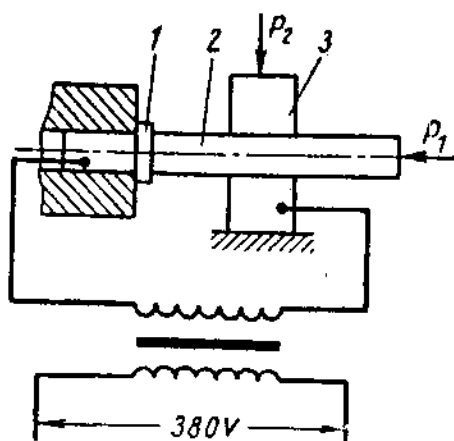
Hình 16.55. Phác họa một số phôi đối với chi tiết dạng trục.

Trong điều kiện sản xuất hàng loạt và hàng khối phương pháp kinh tế chế tạo phôi trục bạc là phương pháp cán ngang (hình 16.55d).

Phôi của trục cũng có khi nhận được bằng phương pháp chôn điện (hình 16.55e), với phương pháp này giảm được tiêu hao kim loại và nhận được phôi gần với biên dạng của chi tiết.

Trên hình 16.56 chỉ ra sơ đồ làm việc của phương pháp chôn điện. Phôi 2 được kẹp giữa hai cái tiếp xúc mặt đầu 1 và tiếp xúc hướng kính 3.

Người ta đốt nóng phần cần chôn của phôi bằng cách cho dòng điện xoay chiều đi qua. Lực P_1 ép phôi vào cái tiếp xúc mặt đầu. Lực P_2 bảo đảm ép phôi vào tiếp xúc hướng kính. Để nhận được phôi có hình dạng chính xác yêu cầu thì cái tiếp xúc chính là khuôn có kích thước yêu cầu.



Hình 16.56. Sơ đồ làm việc của máy chôn điện.

1- tiếp xúc mặt đầu; 2- phôi; 3- tiếp xúc hướng kính.

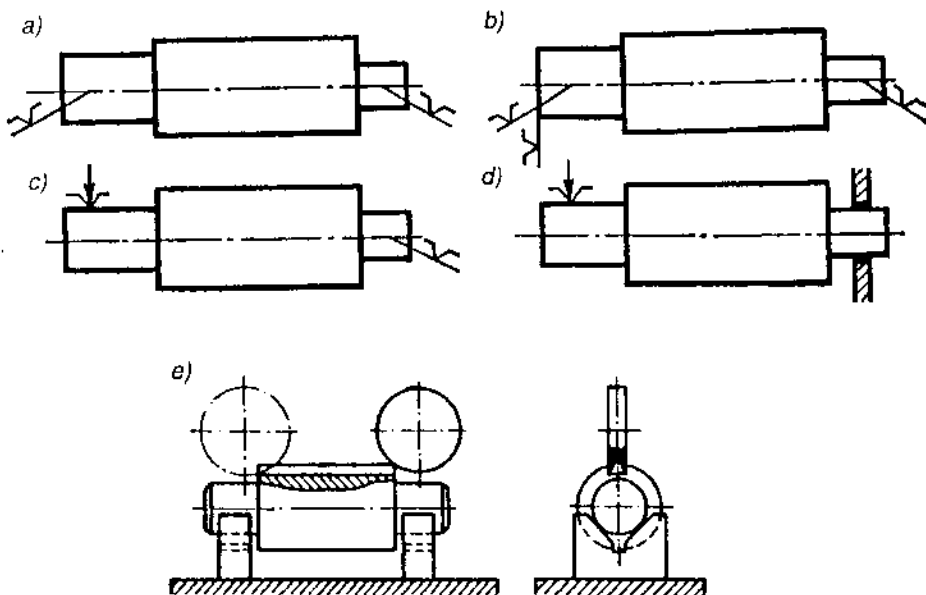
16.3.5. Quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng trục

16.3.5.1. Chuẩn định vị khi gia công chi tiết dạng trục

Đối với các chi tiết dạng trục yêu cầu về độ đồng tâm giữa các cổ trục là rất quan trọng. Để đảm bảo điều này cũng như yêu cầu độ chính xác tương quan giữa tâm trục và các bề mặt khác, chọn chuẩn để gia công trục có các phương pháp như trên hình 16.57.

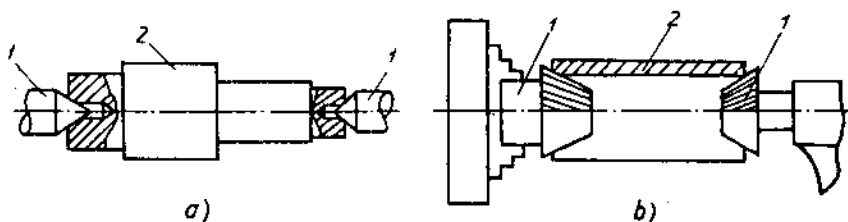
1) Chuẩn thống nhất khi gia công các chi tiết dạng trục là hai lỗ tâm còn ở hai đầu trục (hình 16.58a). Dùng hai lỗ tâm còn làm chuẩn có thể hoàn thành việc gia công thô và tinh hầu hết các bề mặt của trục như mặt ngoài, mặt ren, mặt răng, rãnh then, then hoa, v.v... Để thực hiện được phương pháp dùng chuẩn này phải dùng hai mũi tâm gá vào hai lỗ tâm. Sơ đồ định vị trục bằng hai lỗ tâm gá trên hai mũi thể hiện trên hình 16.58.

Có thể dùng mũi tâm thường như hình 16.58a, đối với trục rỗng dùng mũi tâm có khía nhám như hình 16.58b. Khi dùng hai lỗ tâm định vị trên hai mũi



Hình 16.57. Các phương pháp chọn chuẩn khi gia công chi tiết trục.

- a- bằng hai lỗ tâm ở hai đầu trục; b- bằng hai lỗ tâm và mặt đầu trục;
 c- mặt ngoài và lỗ tâm; d- mặt ngoài và luyet đờ;
 e- mặt ngoài trên khối V.



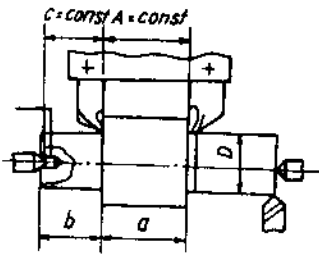
Hình 16.58. Sơ đồ định vị trục bằng hai lỗ tâm gá trên hai mũi tâm.

- a- hai mũi tâm thường; b- hai mũi tâm khía nhám;
 1- mũi tâm; 2- chi tiết.

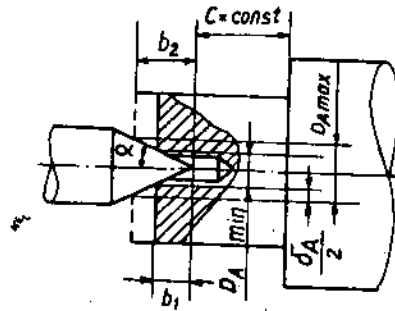
tâm để gia công mặt ngoài sẽ không có sai số chuẩn cho kích thước đường kính các cổ trục vì lúc đó chuẩn định vị trùng với chuẩn đo lường (chuẩn đó chính là tâm quay). Nhưng khi đó sẽ có sai số chuẩn theo hướng trục, ảnh hưởng đến độ chính xác kích thước chiều dài các bậc trục khi gia công; chiều dài các bậc trục

theo phương pháp điều chỉnh sẵn dao đạt kích thước nếu mũi tâm bên trái là mũi tâm cứng (hình 16.59).

Nguyên nhân của sai số theo chiều trục là do quá trình chế tạo hai lỗ tâm ở nguyên công trước có sai số về chiều sâu của lỗ tâm. Ở nguyên công đang thực hiện này mũi dao được điều chỉnh cách mũi tâm bên trái một kích thước không đổi ($C = \text{const}$). Do lỗ tâm có sai số theo chiều sâu nên dẫn đến kích thước từ mũi dao đến mặt đầu bên trái của trục (kích thước b của một bậc trục) sẽ thay đổi tùy theo độ sâu, nông của lỗ tâm.



Hình 16.59. Sơ đồ gia công trục khi gá trên hai mũi tâm cứng theo phương pháp điều chỉnh sẵn dao.



Hình 16.60. Sơ đồ tính sai số chuẩn theo chiều trục khi định vị trên hai mũi tâm cứng.

Có thể tính được sai số chuẩn theo chiều trục, ϵ_{cb} sai số này dẫn đến sai số kích thước b của một bậc trục (hình 16.60). Khi phôi có lỗ tâm sâu nhất sẽ có D_{Amax} từ đó có kích thước b_2 và khi phôi có lỗ tâm nông nhất sẽ có D_{Amin} từ đó có kích thước b_1 .

$$\epsilon_{cb} = \Delta b = b_2 - b_1 = \frac{D_{Amax} - D_{Amin}}{2 \operatorname{tg} \alpha} = \frac{\delta_A}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

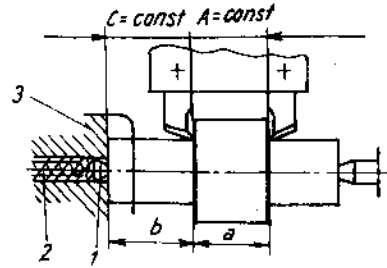
Trong đó: δ_A - dung sai đường kính phần côn của lỗ tâm.

α - nửa góc đỉnh côn của lỗ tâm.

Sai số chuẩn theo chiều trục ảnh hưởng đến dung sai kích thước cần đảm bảo theo chiều trục đó là các kích thước chiều dài các bậc trục mà chuẩn đo lường là mặt đầu trục.

Để khắc phục sai số này dùng chốt tỳ vào mặt đầu trục và mũi tâm tuý động (mũi tâm có lò xo đẩy dọc trục). Sơ đồ định vị trục trên mũi tâm tuý động được trình bày trên hình 16.61.

Cách định vị như trên hoàn toàn phù hợp với phương pháp chọn chuẩn là hai lỗ tâm ở hai đầu trục và một mặt đầu trục. Do có kết cấu này mà kích thước b chiều dài một bậc trục không có sai số chuẩn (hay $\epsilon_{cb} = 0$).



Hình 16.61. Sơ đồ gia công trục khi gá trên mũi tâm tuý động theo phương pháp điều chỉnh sẵn dao.

1- mũi tâm; 2- lò xo; 3- thân mũi tâm.

Trong quá trình gia công mũi tâm sau có thể cố định hoặc quay cùng với chi tiết. Khi số vòng quay nhỏ mũi tâm sau có thể cố định, khi số vòng quay của chi tiết $n > 500$ vòng/phút việc cho dầu mỡ để bôi trơn lỗ tâm có khó khăn, dễ gây biến dạng lỗ tâm và dễ cháy mũi tâm, trong trường hợp đó dùng mũi tâm quay cùng chi tiết.

Khi định vị bằng hai lỗ tâm trên hai mũi tâm, đối với những nguyên công cần có chuyển động quay tròn của chi tiết phải dùng tốc kẹp chặt trục và truyền mômen quay cho trục. Trong thực tế tồn tại hai loại tốc đầu thẳng và đầu cong, tùy theo điều kiện mà chọn cho thích hợp. Với những trục dài phải truyền mômen quay từ giữa trục hoặc từ cả hai đầu trục.

Khi gia công những trục dài có tỷ lệ $L/d \geq 10 \div 12$ ngoài việc định vị như trên phải có biện pháp tăng cứng vững cho chi tiết bằng cách dùng luynet (khi tiện, mài) hoặc vấu tỳ phụ (khi phay, khoan) đỡ thêm vào chi tiết.

2) Chuẩn để gia công là mặt ngoài phối hợp với lỗ tâm (hình 16.57c). Khi đó trục được cặp vào mâm cặp hoặc ống kẹp ở một đầu và ở đầu kia lỗ tâm trục được gá trên mũi tâm. Cách định vị như vậy để thực hiện gia công mặt ngoài của bậc trục khác, gia công mặt ren, mặt răng, rãnh then, then hoa, v.v...

3) Chuẩn gia công trục được chọn là mặt ngoài của trục (hình 16.57d, e). Khi đó trục được cặp trên mâm cặp ba chấu, bốn chấu, ống cặp, mâm cặp tự kẹp hoặc đặt trên khối V (hình 16.57 e), trường hợp với trục dài có thể một đầu cặp trên mâm cặp tự định tâm, còn đầu kia cho đỡ vào luynet (hình 16.57d). Cách

định vị như vậy để thực hiện gia công mặt ngoài của bạc trục khác, các rãnh then, then hoa, mặt ren, mặt răng và lỗ làm với đường tâm trục một góc nào đó.

4) Đối với các trục rỗng, khi gia công tinh mặt ngoài chi tiết được định vị bằng mặt trong của lỗ đã gia công để đảm bảo độ đồng tâm giữa mặt trong và mặt ngoài.

Trên cơ sở của việc chọn chuẩn định vị cho các chi tiết dạng trục như trên cần có biện pháp công nghệ và thứ tự gia công các bề mặt của trục cho thích hợp với kết cấu của từng loại trục.

16.3.5.2. Trình tự các nguyên công để gia công các bề mặt chi tiết dạng trục

Việc lập trình tự gia công các bề mặt và chọn thiết bị để gia công chi tiết dạng trục phụ thuộc vào các yếu tố cơ bản như hình dáng, kích thước, độ cứng vững, độ chính xác yêu cầu cũng như sản lượng hàng năm. Chế tạo các chi tiết dạng trục có thể chia ra các giai đoạn chính sau đây:

1) Gia công tạo chuẩn.

Đối với tất cả các loại phôi trục thì hầu như đều phải khoả hai mặt đầu và khoan hai lỗ tâm ở hai đầu trục. Với loại trục dài phải đỡ vào luynet khi gia công thì còn cần có thêm nguyên công gia công cổ đỡ.

Riêng với loại trục từ phôi thanh thì trước khi khoả đầu và khoan lỗ tâm cần cắt đứt phôi theo kích thước chiều dài hoặc theo bội số chiều dài trục.

2) Gia công cơ trước nhiệt luyện.

Trục phải trải qua các nguyên công chính như sau:

- Tiện thô và bán tinh các mặt trụ ngoài. Thường dùng hai lần gá để gia công cả hai đầu trục.

- Tiện tinh các mặt trụ ngoài. Thường dùng hai lần gá để gia công được cả hai đầu trục. Nếu là trục rỗng thì sau khi tiện thô và bán tinh mặt ngoài, phải thực hiện khoan và doa lỗ rồi mới dùng lỗ định vị để gia công tinh mặt ngoài.

- Mài thô một số cổ trục để đỡ chi tiết khi phay (nếu cần).

- Nắn thẳng áp dụng cho trục có $\phi < 100$ và $L/d > 10$.

- Gia công các mặt định hình trên trục như rãnh then, rãnh chốt, mặt răng, bánh răng v.v...

- Gia công các lỗ vuông góc hoặc làm thành một góc với đường tâm trục, mặt có ren và các mặt không quan trọng khác.

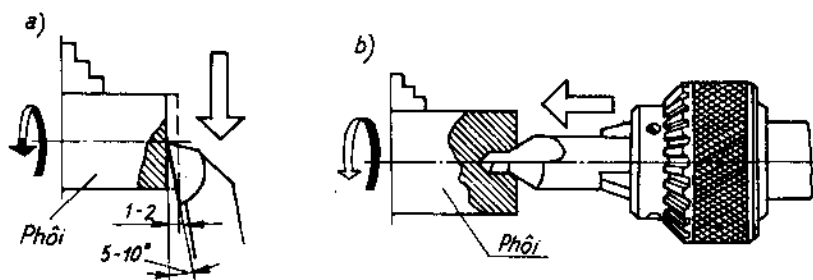
- 3) Nhiệt luyện.
- 4) Nắn thẳng và sửa sau nhiệt luyện để khắc phục biến dạng.
- 5) Gia công tinh sau nhiệt luyện.
 - Mài thô và tinh các cổ trục.
 - Mài thô và tinh các mặt định hình (nếu có).
 - Nắn thẳng và sửa (nếu cần).
 - Đánh bóng các bề mặt.
- 6) Tổng kiểm tra.

16.3.6. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính

16.3.6.1. Khoả mặt đầu và khoan hai lỗ tâm

Khoả hai mặt đầu trục và khoan hai lỗ tâm ở hai đầu trục là nội dung cơ bản của việc gia công tạo chuẩn cho việc gia công chi tiết dạng trục. Hai lỗ tâm thường được chọn làm chuẩn tinh thống nhất trong quá trình gia công trục. Để gia công được hai lỗ tâm thì thường trước đó phải khoả hai mặt đầu trục. Việc khoả hai mặt đầu và khoan hai lỗ tâm có thể thực hiện theo các phương pháp sau:

- Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, thường tiến hành phay hai mặt đầu trục, sau đó lấy dấu rồi khoan lỗ tâm theo dấu. Cũng có thể thực hiện gá trục lên mâm cặp rồi xén mặt đầu, khoan tâm, sau đó đổi đầu để gia công phía còn lại (hình 16.62), công việc được thực hiện trên máy tiện vạn năng thông thường.



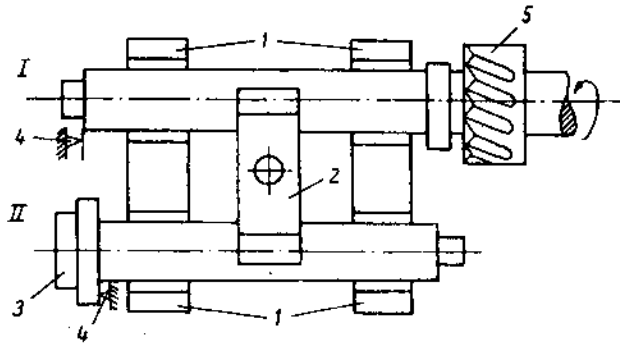
Hình 16.62. Xén mặt đầu và khoan lỗ tâm trên máy tiện.

a- xén mặt đầu bằng dao tiện; b- khoan lỗ tâm bằng mũi tâm.

- Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, việc khoả mặt đầu và khoan lỗ tâm trên chi tiết trục được thực hiện theo các cách sau đây:

+ Phay mặt đầu trục cả hai phía trên máy phay có tang quay (hình 16.18) sau đó khoan lỗ tâm trên máy khoan chuyên dùng cả hai phía (hình 16.64).

+ Phay mặt đầu trục trên máy phay nằm ngang và sau đó gia công hai lỗ tâm trên máy chuyên dùng. Hình 16.63 chỉ ra sơ đồ gia công mặt đầu của trục trên máy phay nằm ngang ở dạng sản xuất hàng loạt. Sau mỗi lần chuyển dao tại vị trí II lấy ra

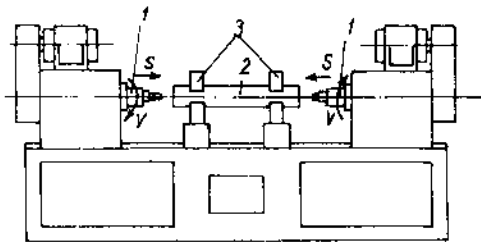


Hình 16.63. Sơ đồ gia công mặt đầu trục trên máy phay ngang.

- 1- khối V định vị; 2- mỏ kẹp; 3- chi tiết gia công;
- 4- chốt tỳ định vị theo chiều dọc; 5- dao phay.

được một trục đã gia công xong cả hai đầu, trục ở vị trí I được chuyển sang vị trí II để cắt đầu thứ hai, còn ở vị trí I phôi mới được đặt vào để gia công đầu thứ nhất.

Trên hình 16.64 chỉ ra sơ đồ của máy gia công lỗ tâm chuyên dùng cùng một lúc khoan tâm từ hai đầu phôi. Tốc độ cắt $v = 10 \div 30$ m/phút, chạy dao $S = 0,3 \div 0,1$ mm/vòng. Có thể gia công phôi đường kính đến 160 mm, dài đến 1500 mm. Máy có kiểu BC-69, 3202 và A982M do Nga sản xuất.

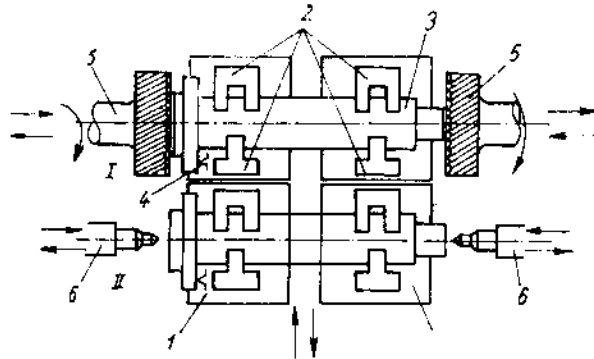


Hình 16.64. Sơ đồ tạo thành hai lỗ tâm trên máy khoan lỗ tâm từ hai phía.

- 1- mũi tâm; 2- phôi; 3- đồ gá.

Theo hai cách trên đây việc khoả mặt đầu và khoan tâm được thực hiện trên hai nguyên công nên có ảnh hưởng đến độ chính xác vuông góc giữa mặt đầu trục và đường tâm hai lỗ tâm.

+ Trên một nguyên công đồng thời thực hiện phay mặt đầu và khoan lỗ tâm ở cả hai phía trên máy chuyên dùng. Cách này dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Sơ đồ gia công theo cách này được trình bày trên hình 16.65.



Hình 16.65. Sơ đồ phay hai mặt đầu và khoan hai lỗ tâm đồng thời trên máy chuyên dùng.

1- bàn máy; 2- khối V tự định tâm để gá kẹp; 3- vật gia công; 4- chốt tỳ định vị dọc; 5- dao phay; 6- ụ trục chính khoan.

Chi tiết gia công 3 được định vị và kẹp chặt trên khối V tự định tâm 2, chuyển động dọc trục bị khống chế bởi chốt tỳ 4. Sau khi định vị và kẹp chặt xong vật gia công, tại vị trí I cho hai đầu dao tiến vào để phay đồng thời hai mặt đầu trục bằng hai dao phay 5 được lắp trên hai ụ trục chính phay. Sau đó bàn máy mang phôi dịch chuyển đến vị trí II tiếp theo. Tại đây thực hiện khoan hai lỗ tâm từ hai phía đồng thời bằng hai mũi khoan tâm được lắp trên ụ trục chính khoan 6.

Máy chuyên dùng thực hiện công việc này có các kiểu MP-71; MP-73; MP-75 do Nga sản xuất. Loại máy này có thể gia công phôi có đường kính đến 125 mm dài đến 2250 mm.

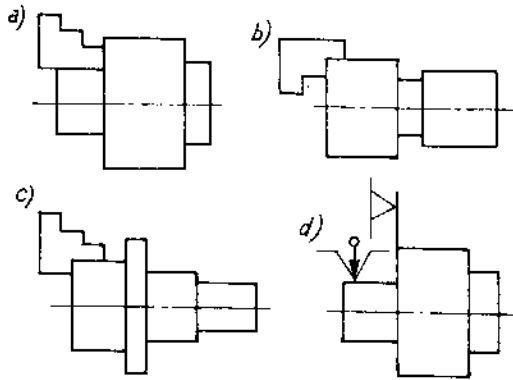
16.3.6.2. Tiện thô và bán tinh mặt trụ ngoài của trục

Công việc tiện thô và tinh mặt trụ ngoài được thực hiện trên một trong các loại máy như máy tiện vạn năng thông thường, máy tiện có trang bị bàn dao chép hình thủy lực, máy bán tự động chép hình thủy lực, máy tiện một trục nhiều dao hoặc máy tiện nhiều trục nhiều dao, v.v... Chọn loại máy nào để gia công phụ thuộc vào điều kiện sản xuất và sản lượng chi tiết cần chế tạo.

Chọn máy để tiện thô và tiện tinh trục phụ thuộc vào kích thước, hình dáng hình học và sản lượng chế tạo hàng năm.

Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ với sản lượng hàng năm không lớn người ta gia công trên máy tiện vạn năng. Trên loại máy này thường tiện các trục không cứng vững. Thực hiện bằng các biện pháp như sau:

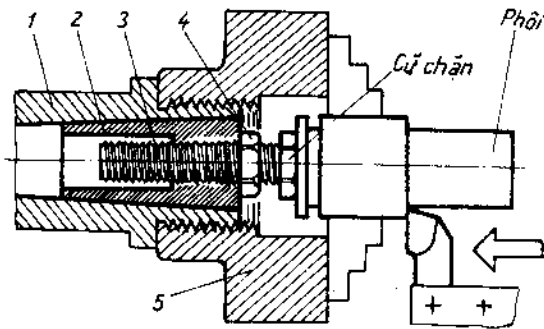
- Gá trên mâm cặp để gia công những trục không nặng và ngắn có tỷ lệ $L/D = 1,5$. Sơ đồ gá trục trên mâm cặp để tiện mặt ngoài được thể hiện trên hình 16.66. Mâm cặp có nhiều loại như mâm cặp tự định tâm ba chấu; mâm cặp bốn chấu, mâm cặp hai chấu, mâm cặp có truyền dẫn thủy lực, khí nén, v.v... nhưng được sử dụng rộng rãi hơn cả vẫn là mâm cặp ba chấu tự định tâm. Khi gá trên mâm cặp có thể sử dụng các chấu cặp làm cũ chặn để khống chế bậc tự do chiều trục.



Hình 16.66. Gá trục trên mâm cặp và sử dụng các chấu cặp làm cũ chặn.

- a) cũ là mặt đầu của chấu cặp; b) cũ là mặt bậc của chấu cặp; c) cũ là bậc xấn trên chấu cặp; d) sơ đồ định vị.

Trường hợp không thể lợi dụng các chấu cặp làm cũ chặn thì phải thiết kế chế tạo cũ chặn bằng vít lắp vào lỗ côn trục chính như hình 16.67. Bạc côn 2 được lắp vào lỗ côn móc của trục chính. Mặt làm việc của vít chặn 3 được xác định cố định và chính xác dọc trục nhờ đai ốc công 4.



Hình 16.67. Cũ chặn bằng vít đặt trong trục chính.

- 1- trục chính; 2- bạc côn; 3- vít chặn; 4- đai ốc công; 5- mâm cặp.

- Gá bằng một đầu

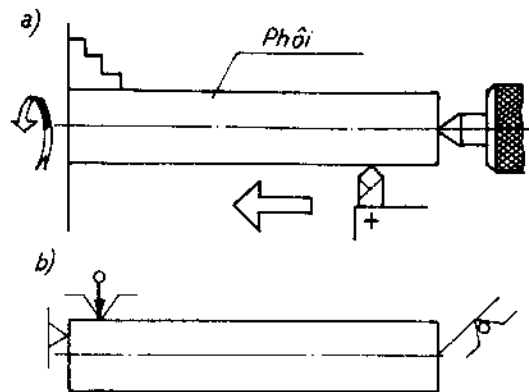
trong mâm cặp và một đầu chống tâm. Phương pháp này thích hợp để gia công những trục nặng và dài kém cứng vững, có tỷ lệ $L/D = 5 \div 10$. Sơ đồ định vị như trên thể hiện trên hình 16.68.

Sai số khi gá trục trên mâm cặp ba chấu và một đầu chống tâm bảo đảm trong giới hạn đến 0,1 mm.

Ngoài mâm cặp để gá đặt chi tiết gia công bằng mặt ngoài, khi chuẩn là mặt trụ ngoài tinh, có độ chính xác nhất định, nếu gia công trên nhóm máy tiện, nhóm máy phay có thể dùng ống kẹp đàn hồi để gá đặt chi tiết (hình 16.69).

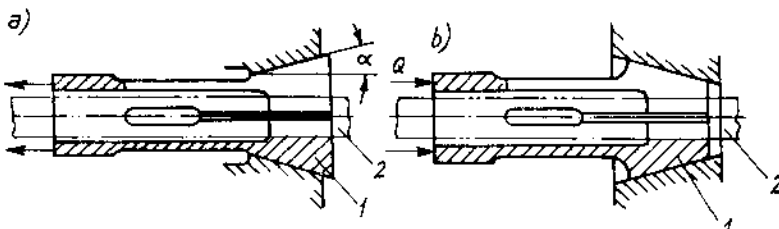
Ống kẹp đàn hồi là một loại cơ cấu tự định tâm, có khả năng tự định tâm cao hơn mâm cặp ba chấu. Ống kẹp đàn hồi có hai loại: loại kéo (hình 16.69a) và loại đẩy (hình 16.69b). Dưới tác dụng của lực kéo hoặc lực đẩy Q , ống kẹp đàn hồi 1 dịch chuyển về bên trái hoặc phải tạo lực kẹp cho chi tiết gia công 2.

- Gá trục trên hai mũi tâm. Trường hợp này để gia công những trục nặng và dài có tỷ lệ $L/D = 5 \div 10$. Khi đó phôi được gá bằng hai lỗ tâm ở hai đầu trục lên mũi tâm trước 2 và mũi tâm sau 4. Để truyền chuyển động quay cho trục phải dùng mâm quay 1 và tốc 3 được kẹp chặt với phôi nhờ vít 5 (hình 16.70).



Hình 16.68. Sơ đồ tiện trục dài với một đầu trên mâm cặp và một đầu chống tâm.

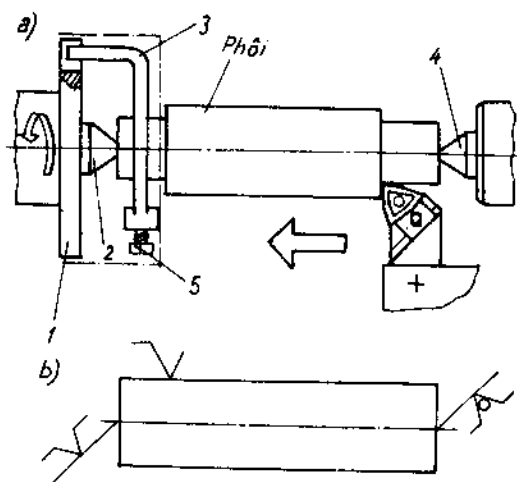
a- sơ đồ gia công; b- sơ đồ định vị.



Hình 16.69. Chuẩn gá là mặt ngoài của trục gá trên ống kẹp đàn hồi.

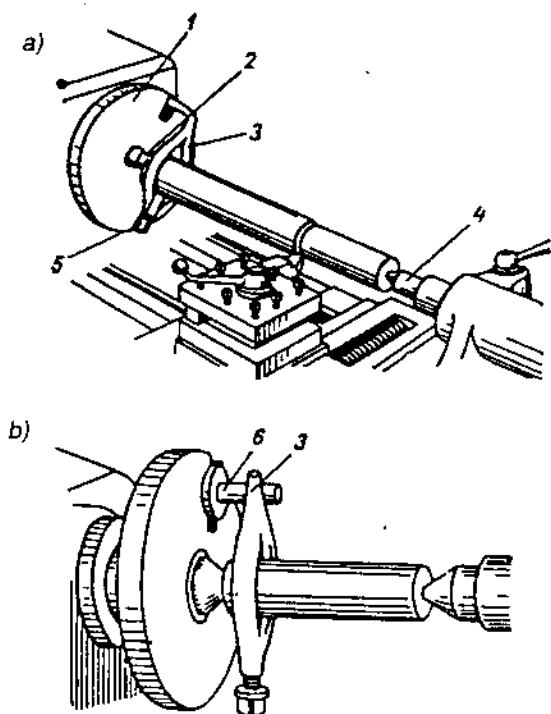
a) ống kẹp đàn hồi kéo; b) ống kẹp đàn hồi đẩy.

1- ống kẹp; 2- chi tiết.



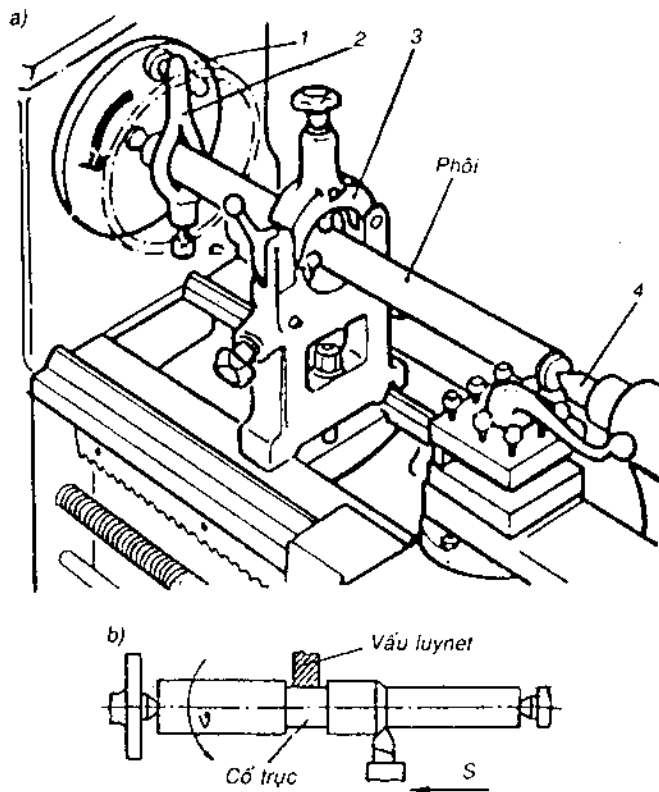
Hình 16.70. Chuẩn gá là hai lỗ tâm trên hai mũi tâm.

- a) sơ đồ gia công; b) sơ đồ định vị.
 1- mâm quay; 2- mũi tâm trước;
 3- tốc kẹp; 4- mũi tâm sau;
 5- vít kẹp.



Hình 16.71. Gia công trục gá trên hai mũi tâm.

- a) dùng tốc đầu cong; b) dùng tốc đầu thẳng.
 1- mâm quay; 2- mũi tâm trước;
 3- tốc truyền; 4- mũi tâm sau;
 5- vít kẹp; 6- chốt tru thẳng.



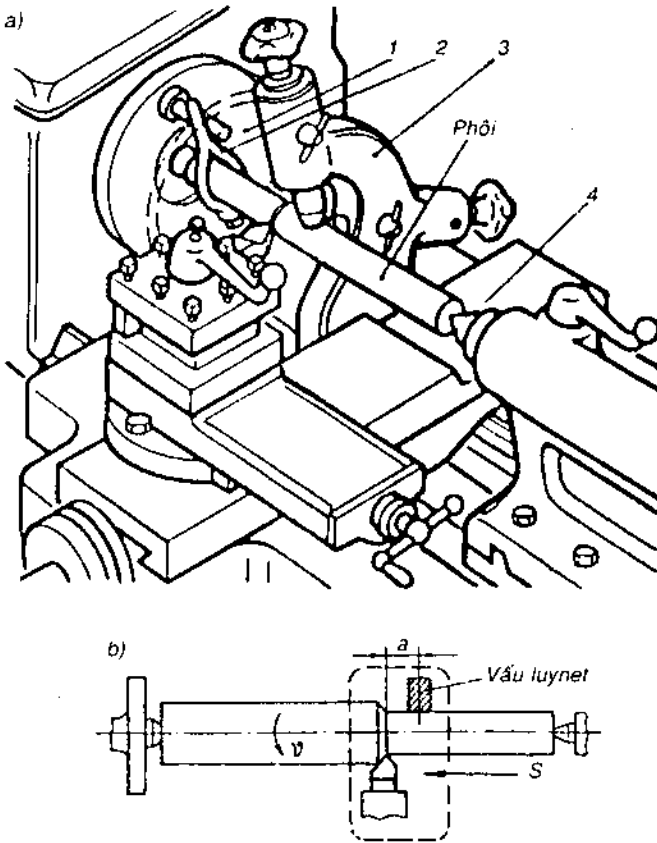
Hình 16.72. Gia công trục dài với sự giúp đỡ của luynet tinh.

a) sơ đồ gia công; b) sơ đồ gá đặt.

1- mâm quay; 2- tốc; 3- luynet; 4- mũi tâm sau.

Tốc để truyền chuyển động quay cho phôi có hai loại: loại đầu cong (hình 16.71a) và loại đầu thẳng (hình 16.71b), khi đó phải có chốt 6 được lắp vào mâm quay để gạt tốc.

Khi gia công trục gá trên hai mũi tâm và khi trục được cặp một đầu và một đầu chống tâm đối với trục dài, kém cứng vững có tỷ lệ $L/D > 12$ để tăng cứng vững và chống võng trục khi gia công phải cho chi tiết tỷ phụ phụ thêm vào các vấu tỳ của luynet. Sơ đồ gia công với sự giúp đỡ của luynet thể hiện trên hình 16.72 và hình 16.73. Luynet có hai kiểu: kiểu tĩnh (hình 16.72) là loại trang bị công nghệ đỡ thêm vào chi tiết gia công, nó được gá cố định trên băng máy, khi dao chạy để cắt nó đứng yên; kiểu động (hình 16.73) là loại trang bị công nghệ đỡ thêm vào chi tiết gia công, nó được gá liền bàn xe dao, khi dao chạy để cắt nó chạy theo.



Hình 16.73. Gia công trục dài với sự giúp đỡ của luyet động.

a) sơ đồ gia công; b) sơ đồ biểu diễn cách gá đặt.

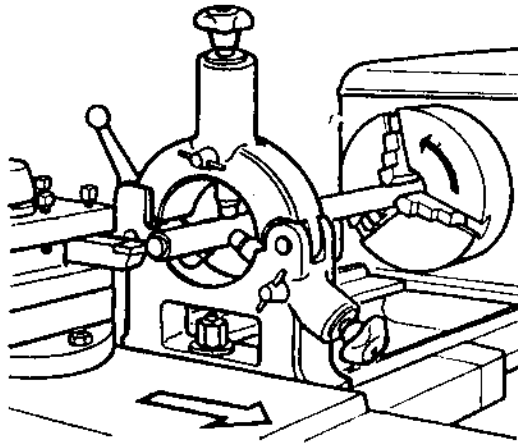
1- mâm quay; 2- tốc; 3- luyet; 4- mũi tâm sau.

Muốn thực hiện gá trục để gia công theo phương pháp này thì trước khi gia công phải gia công cố đỡ luyet để tại chỗ tỳ vào vấu tỳ của luyet phải là mặt tinh nhằm giảm ma sát giữa mặt cố trục và vấu tỳ khi trục quay.

Các vấu tỳ của luyet được làm bằng vật liệu dễ mài mòn (như đồng thau) để bảo đảm bề mặt chi tiết gia công không bị hư hỏng. Các vấu phải được thường xuyên bôi mỡ.

Nếu trục gia công dài thì một đầu cặp vào mâm cặp, còn một đầu đỡ bằng luyet tĩnh. Khi đó có thể xén mặt đầu, khoan lỗ tâm, gia công lỗ (hình 16.74).

Việc gá đặt theo phương pháp này rất có ý nghĩa trong mở rộng khả năng của máy tiện.



Hình 16.74. Xén mặt đầu khi trục được gá trên mâm cặp và luynet tinh.

Để gia công một trục dài không cứng vững trên máy tiện có thể thực hiện theo trình tự sau (hình 16.75):

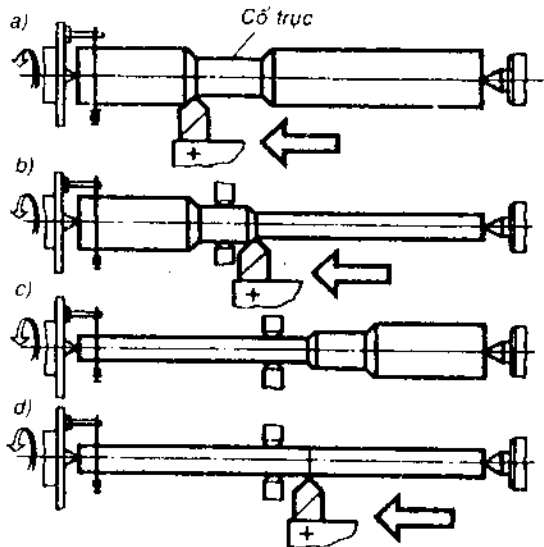
Trục được gá trên hai mũi tâm, sau đó tiện một đoạn trục làm cổ đỡ luynet.

Đưa luynet tinh vào đỡ phần cổ trục vừa tiện lúc trước và tiện đoạn trục kể từ ụ sau đến sát luynet.

Quay đầu trục đi 180° , một lần nữa lại gá trục lên hai mũi tâm và đỡ bằng luynet tinh vào một phần của đoạn trục đã tiện.

Tiện nốt phần trục còn lại.

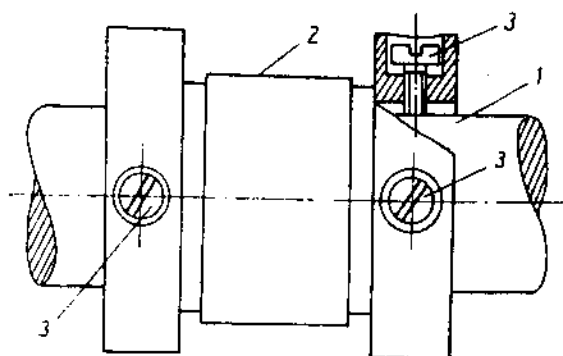
Tuy nhiên đối với trục



Hình 16.75. Trình tự gia công trục không cứng vững gá trên hai mũi tâm và có sự giúp đỡ của luynet tinh.

- a) tiện phần cổ trục đỡ luynet; b) tiện đầu thứ nhất;
c) gá lại phôi; d) tiện nốt đầu thứ hai.

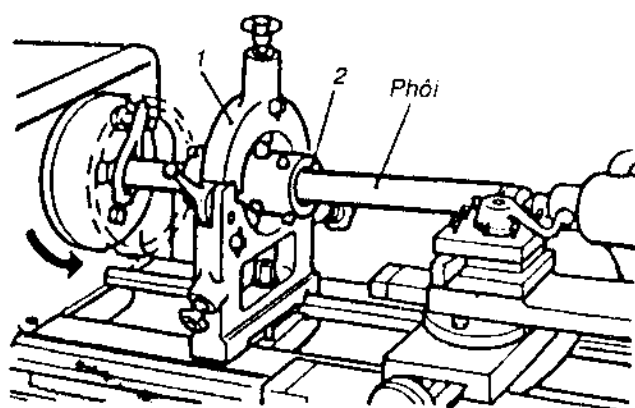
có đường kính nhỏ hơn 200 mm để không phải gia công cổ đỡ luynet, đôi khi dùng ống điều chỉnh chuyên dùng (hình 16.76). Ống được kẹp lên cổ trục 1 không gia công nhờ sáu vít 3, và mặt ngoài phần cổ của ống 2 được tỳ vào các vấu tỳ của luynet, mặt của ống 2 được gia công chính xác.



Hình 16.76. Ống điều chỉnh để định vị phối vào luynet.

1- chi tiết gia công; 2- cổ của ống để tỳ vào luynet;
3- vít điều chỉnh.

Để tâm của ống trùng với tâm chi tiết gia công phải điều chỉnh các vít đầu chìm 3. Sau khi dùng đồng hồ để kiểm tra độ đảo của mặt ngoài bạc ống điều chỉnh, thực hiện đưa vấu của luynet cho tiếp xúc cổ đỡ bạc ống (hình 16.77).



Hình 16.77. Gia công trục dài với sử dụng bạc ống đỡ điều chỉnh.

1- ống điều chỉnh; 2- luynet.

Khi áp dụng phương pháp gia công trên hai mũi tâm người ta gá trục trên các mũi tâm khác nhau về kết cấu và vật liệu. Khi gia công tinh với tốc độ cắt

lớn và với tải trọng không đáng kể cần dùng mũi tâm bằng hợp kim cứng BK6, khi gia công tinh với tốc độ trung bình và tải trọng trung bình thì dùng hợp kim cứng mác T5K10, khi gia công thô dùng tốc độ cắt không lớn nhưng tải trọng đáng kể thì dùng mác BK8. Khi gia công chi tiết với tốc độ lớn ($v > 75$ m/ph) thì phải áp dụng mũi tâm sau là mũi tâm quay.

Các trục có đường kính $\phi \leq 20$ mm khi gá đặt để gia công có thể dùng mũi tâm ngược (hình 16.78). Khi đó đầu phôi được tiện côn trước phù hợp với lỗ của hai mũi tâm.

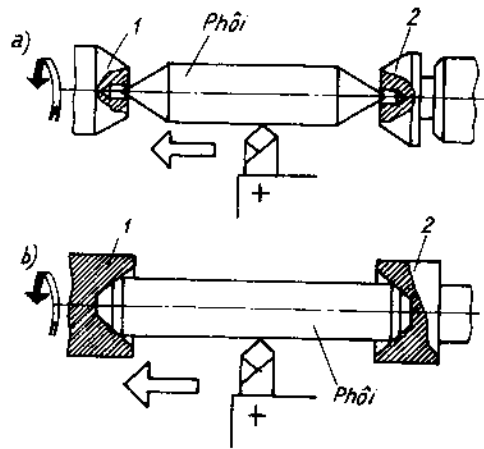
Gia công trục trên máy tiện thường được thực hiện trong hai giai đoạn, đầu tiên là gia công thô, sau đó là gia công tinh. Khi sản lượng không lớn với trục nặng và cứng vững có thể gia công trong một giai đoạn sau ba lần gá liên tiếp nhau như sau:

- + Lần gá một: tiện thô đầu thứ nhất của trục.
- + Lần gá hai: tiện thô, sau đó tiện tinh đầu thứ hai của trục.
- + Lần gá ba: tiện tinh đầu thứ nhất của trục.

Sau khi tiện thô độ chính xác kích thước đường kính đạt cấp 10 và độ nhẵn bóng bề mặt đạt cấp 3. Tiện tinh trục đạt chính xác cấp 9 ÷ 8 và trong một số trường hợp đạt đến cấp 7 và độ nhẵn bóng bề mặt đạt cấp 6 ÷ 7.

Các trục bậc cũng được gia công thô và tinh trên máy tiện một trục nhiều dao và máy bán tự động chép hình thủy lực, máy tự động nhiều trục thẳng đứng, máy tiện có trang bị bàn dao chép hình thủy lực và trên máy tiện vạn năng thông thường.

Khi sản lượng ít, sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc gia công thô trục bậc được



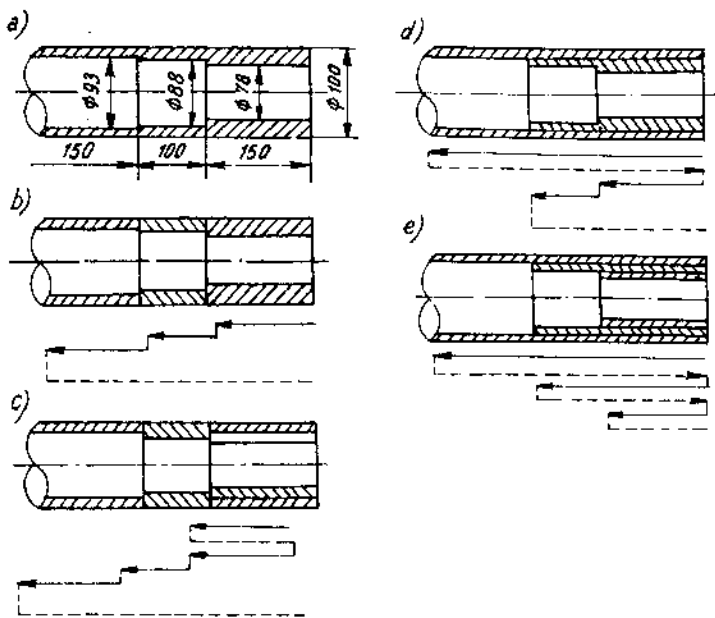
Hình 16.78. Gá phôi trên hai mũi tâm ngược.

a) mặt chuẩn để gá là mặt côn

b) mặt chuẩn gá là độ vát cạnh

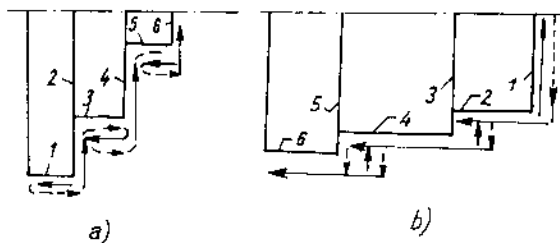
1- mũi tâm ụ trước; 2- mũi tâm ụ sau.

thực hiện trên máy tiện vạn năng thông thường, phôi từ thép cán, có các phương án cắt theo sơ đồ như hình 16.79.



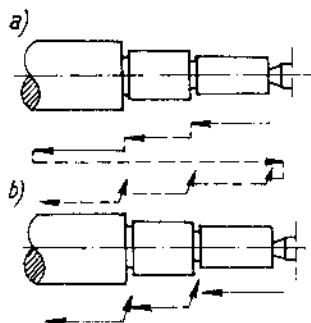
Hình 16.79. Sơ đồ gia công thô trục bậc.

- a) trục bậc với phôi từ thép cán; b) cắt theo đoạn; c) cắt theo đoạn;
- d) cắt hỗn hợp; e) cắt theo lớp.



Hình 16.80. Sơ đồ các phương pháp cắt khi phôi đã có bậc sơ bộ.

- a) cắt từ mặt đầu lớn
- b) cắt từ mặt đầu nhỏ.



Hình 16.81. Hai sơ đồ tiện tinh trục bậc.

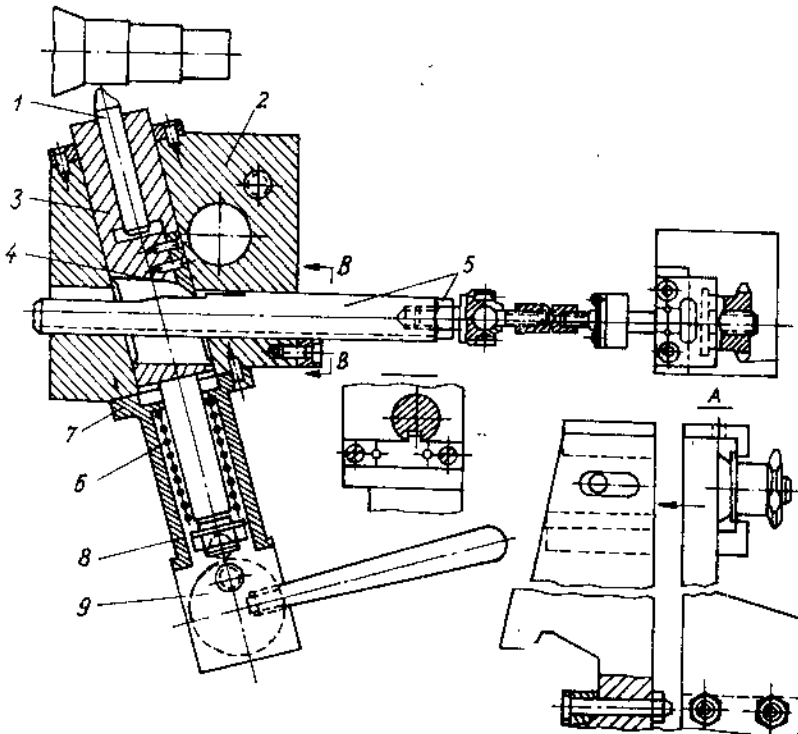
- a) tiện xong mặt trụ mới xấn rãnh
- b) tiện mặt trụ và xấn rãnh liên tiếp.

Chọn phương án nào để gia công trục bậc theo sơ đồ trên là phụ thuộc vào độ cứng vững của hệ thống công nghệ. Sơ đồ các phương pháp cắt trục bậc khi phôi đã có bậc sơ bộ được thể hiện trên hình 16.80.

Việc tiện tinh trục bậc được thực hiện theo hai cách: cách thứ nhất là gia công rãnh các bậc trục được tiến hành sau khi gia công tinh tất cả các phần trụ trên chi tiết trục bậc (hình 16.81); cách thứ hai là dùng dao cắt tổ hợp sao cho vừa thích hợp để gia công các mặt trụ và vừa cắt rãnh tạo bậc và gia công tinh trục bậc theo sơ đồ hình 16.81.

Năng suất lao động khi gia công trục bậc trên máy tiện sẽ được nâng lên $3 \div 4$ lần khi sử dụng bàn dao chép hình bằng cơ khí thay cho bàn dao thông thường. Trên hình 16.82 trình bày một đồ gá tiện chép hình trên máy tiện vạn năng với cơ cấu chép hình cơ khí.

Nhờ có lò xo 6 luôn đẩy đầu tỳ 8 và do đó đẩy vào cán của con trượt 3, do đó đẩy con trượt 3 xuống dưới làm cho mũi tỳ 4 luôn tỳ sát vào mặt định hình



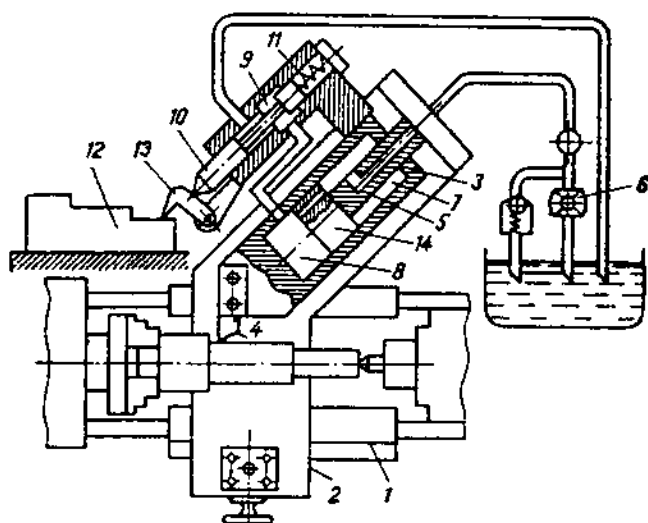
Hình 16.82. Đồ gá tiện chép hình để gia công trục bậc.

- 1- dao cắt; 2- vỏ đồ gá; 3- con trượt; 4- mũi tỳ được kẹp vào con trượt; 5- dưỡng chép hình;
6- lò xo; 7- giá đỡ; 8- đầu tỳ; 9- bánh lệch tâm.

của dưỡng chép hình 5. Khi cho bàn dao chạy về trái dao 1 được gá trên con trượt 3 sẽ cắt ra được các bậc của trục phù hợp với các bậc trên dưỡng 5. Khi cắt hết chiều dài các bậc của trục, mũi dò bị tụt xuống phần thấp trên dưỡng 5, lò xo 6 đẩy cả con trượt có mang dao xuống dưới, dao được rút ra khỏi phôi. Muốn đưa mũi dò về vị trí ban đầu phải tháo chi tiết rồi quay bánh lệch tâm để đẩy đầu tỳ và do đó đẩy con trượt cùng mũi dò lên trên và chạy bàn dao về phía phải để dao trở về vị trí ban đầu. Chu trình gia công được lặp lại. Trong đồ gá này êcu 11 để điều chỉnh vị trí dò trục của dưỡng chép hình 5.

Đồ gá loại này để gia công các trục bậc với độ chênh của các đường kính giữa các bậc đến 5 mm và độ chênh giữa đường kính lớn nhất và nhỏ nhất là ≤ 30 mm. Theo phương pháp này độ chính xác theo đường kính là $\pm 0,05$ mm và theo chiều dài là $\pm 0,2$ mm.

Trong công nghiệp người ta còn ứng dụng rộng rãi bàn dao chép hình thủy lực lắp trên máy tiện vạn năng để gia công trục bậc. Bàn dao kiểu KCT-I bao gồm cơ cấu chép hình với xylanh thủy lực (hình 16.83).



Hình 16.83. Bàn dao chép hình thủy lực KCT-I để tiện trục bậc.

- 1- xe trượt; 2- tấm gá; 3- xylanh thủy lực; 4- dao cắt;
5- cần piston; 6- bơm; 7- khoang bên phải; 8- khoang bên trái;
9- lỗ thông qua; 10- con trượt; 11- lò xo; 12- dưỡng chép hình;
13- tay gạt; 14- piston.

Trên bàn dao của máy tiện đặt toàn bộ bàn dao chép hình này. Để thực hiện được điều đó, trên bàn trượt ngang của xe trượt 1 của bàn dao người ta đặt một tấm đặc biệt 2, trên tấm này đặt xylanh thủy lực 3. Xylanh thủy lực này được gắn với dao cắt 4 và chuyển động của xylanh được liên hệ với cơ cấu điều khiển thông qua dưỡng chép hình. Xylanh thủy lực có thể dịch chuyển một góc

45° so với hướng của tấm và trục của chi tiết gia công. Căn 5 của piston của xy lanh được kẹp chặt vào tấm và có vị trí cố định.

Quá trình thực hiện chép hình như sau: dầu từ bể chứa nhờ bơm 6 có lưu lượng 5 lít/phút đi qua bình lọc vào lỗ của căn 5 và vào khoang bên phải 7 của xy lanh thủy lực 3, trong đó có piston 14. Diện tích khoang bên trái 8 lớn gấp hai lần diện tích khoang bên phải 7. Cả hai khoang này có liên hệ với nhau thông qua một lỗ có đường kính nhỏ trên piston 14. Qua lỗ này dầu thâm nhập vào khoang bên trái 8, mà khoang này được nối qua lỗ 9 của van trượt. Van trượt này được nối với bể dầu.

Con trượt 10 của van trượt dưới tác dụng của lò xo 11 luôn ép vào đường chép hình 12 thông qua tay gạt 13. Nếu như dưới tác dụng của đường 12 làm tay gạt dịch chuyển lên phía trên thì con trượt 10 cũng dịch lên thì tiết diện lỗ đi qua 9 được mở ra và dầu từ khoang 8 sẽ tự do đi qua về bể dầu, và nhờ đó mà dầu từ khoang 7 chảy vào khoang 8 mạnh lên, nó sẽ tác động lên đáy của xy lanh trong khoang 7, lực tác động sẽ lớn hơn đáng kể so với ở khoang 8. Để cân bằng sự tác dụng của lực này sẽ gây nên áp lực trên đáy của xy lanh thủy lực 3 trong khoang 7 dẫn đến làm xy lanh thủy lực chuyển dịch, làm cho dao cắt dịch khỏi chi tiết gia công.

Nếu con trượt 10 dịch chuyển xuống dưới thì tiết diện lỗ đi qua 9 bị đóng lại do đầu bích của con trượt và đầu ra của dầu từ khoang 8 của xy lanh thủy lực về bình dầu bị chặn lại, làm cho áp lực trong khoang 7 và 8 là như nhau. Do độ chênh của diện tích hiệu dụng của piston 14 trong khoang 7 và 8 và sự cân bằng tác dụng lực trên xy lanh thủy lực sẽ gây nên sự dịch chuyển bàn dao với dao cắt theo hướng vào bề mặt chi tiết gia công.

Việc gia công được thực hiện sau khi dao đã được cơ cấu điều khiển thủy lực đưa xy lanh cùng với bàn dao mang dao đến vị trí mong muốn theo các bậc của đường và thực hiện chạy dao dọc.

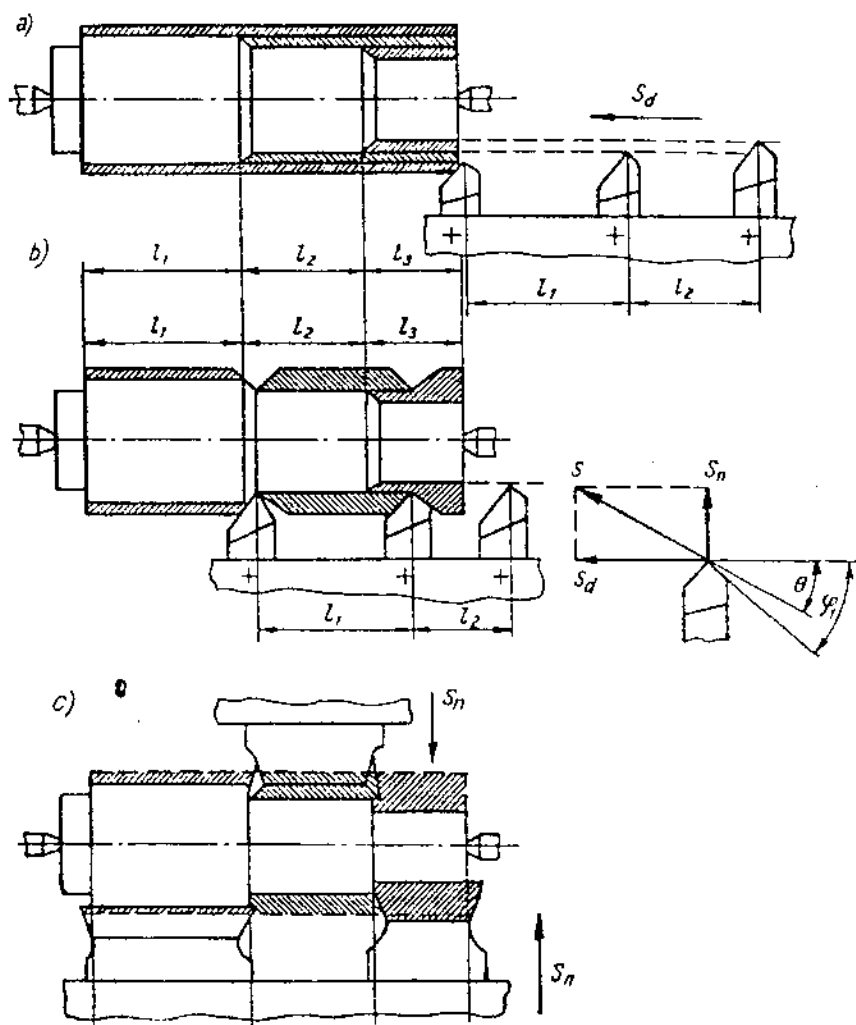
Độ chính xác đạt được của phương pháp này trong giới hạn chính xác cấp 8 và độ nhẵn bóng bề mặt cấp 6 ; 7.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối để gia công chi tiết dạng trục bậc người ta sử dụng rộng rãi máy tiện một trục nhiều dao, máy tiện chép hình, máy bán tự động và máy tự động nhiều trục nhiều dao.

Ở máy tiện một trục nhiều dao thường có hai bàn dao: bàn dao trước và

bàn dao sau. Bàn dao trước có chuyển động dọc và ngang còn bàn dao sau chỉ có chuyển động ngang.

Khi gia công trục bậc trên máy tiện một trục nhiều dao có những phương án khác nhau lấy lượng dư cắt cho từng dao khi chúng cùng cắt đồng thời. Ở chi



Hình 16.84. Sơ đồ tiện trục bậc trên máy tiện một trục nhiều dao.

- a) cắt với chỉ chạy dao dọc; b) cắt với vào cắt xiên sau đó chạy dao dọc;
 c) cắt với chỉ chạy dao ngang.

tiết trục bậc với phôi từ thép thanh tròn cán sẵn có thể thực hiện theo ba sơ đồ gia công cơ bản như sau:

1) Tiện với chỉ có chạy dao dọc (hình 16.84a). Khi gia công theo sơ đồ này thì mỗi một dao được điều chỉnh đến một đường kính xác định và được phân bố sao cho thích hợp với chiều dài mỗi bậc trục.

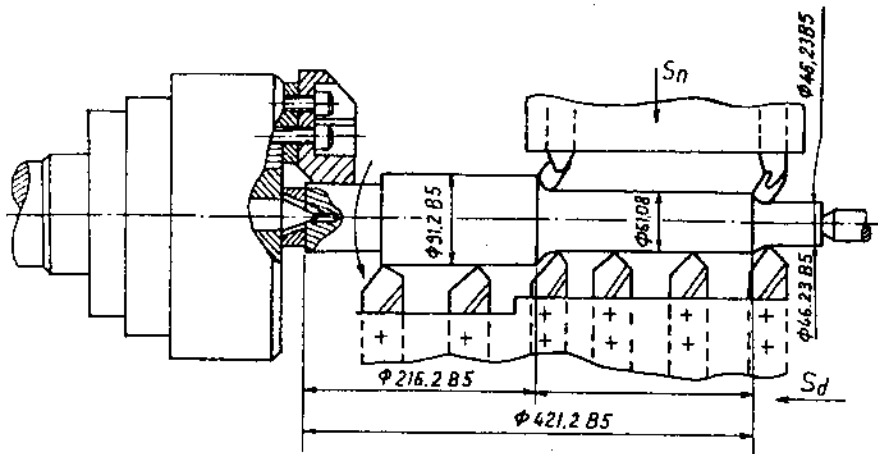
Thời gian máy ở đây được xác định bằng chiều dài hành trình làm việc của bàn dao và bằng tổng chiều dài của tất cả các bậc gia công:

$$L_{np} = l_1 + l_2 + l_3.$$

Với sơ đồ thứ nhất có thể gia công chỉ những chi tiết có đường kính các bậc tăng theo chuyển động của bàn dao.

2) Tiện với sự cắt vào và sau đó chạy dao dọc (hình 16.84b). Khi gia công theo sơ đồ này, dao 1 và 2 vào cắt đồng thời ở các điểm khác biệt nhau không thẳng góc bề mặt gia công mà nghiêng một góc so với trục của máy. Hướng dao ăn vào S_n nghiêng góc θ với giá trị phải nhỏ hơn góc nghiêng phụ φ_1 của dao.

Sau khi các dao vào cắt đạt yêu cầu, cho bàn dao chạy theo hướng dọc. Mỗi bậc của trục được gia công bằng một dao, do đó mà bàn dao phải chạy với chiều dài của bậc trục dài nhất l_1 .



Hình 16.85. Sơ đồ tiện trên máy tiện bán tự động nhiều dao 1A730.

Thời gian máy gia công theo phương pháp này được xác định theo chiều dài lớn nhất của bậc trục l_1 .

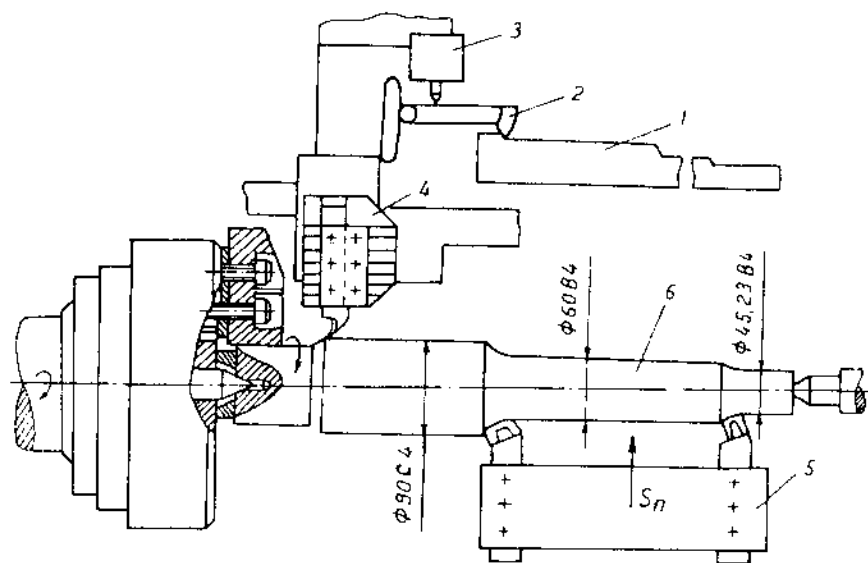
$$L_{np} = l_1.$$

3, Tiến với chạy dao ngang (hình 16.84c). Sơ đồ gia công này được đặc trưng bởi điều là mỗi một dao tiến một bậc cho trước với chạy dao ngang S_n có chiều rộng mỗi dao bằng chiều dài của bậc trục cần gia công. Sơ đồ này có thể được sử dụng khi gia công những đoạn trục, côn và định hình ngắn của chi tiết trục.

Trên máy tiện nhiều dao khi gia công sơ bộ đạt chính xác cấp $9 \div 10$, khi gia công tinh đạt cấp 9. Độ chính xác kích thước theo chiều dài đạt chính xác cấp $9 \div 10$.

Sơ đồ gia công trục bậc trên máy tiện bán tự động nhiều dao một trục chính được trình bày trên hình 16.85.

Trên máy chỉ có một trục chính và hai bàn dao, bàn dao trước bố trí nhiều dao trên các bậc trục thực hiện chạy dọc S_d và bàn dao sau bố trí dao tiến các vai



Hình 16.86. Sơ đồ bố trí dao trên máy tiện bán tự động chép hình thủy lực 1712.

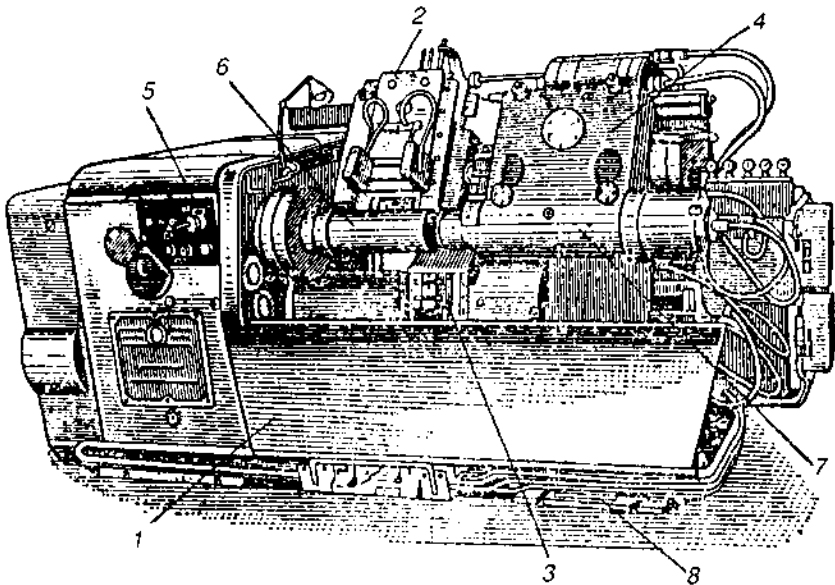
- 1- dưỡng chép hình; 2- mũi dò; 3- cơ cấu thủy lực; 4- bàn dao dọc;
- 5- bàn dao ngang; 6- chi tiết gia công.

trực thực hiện chạy dao ngang S_n . Loại máy tiện bán tự động nhiều dao đòi hỏi mất nhiều thời gian cho điều chỉnh do độ phức tạp của điều chỉnh và phải gá chính xác một số lượng lớn dao cắt phù hợp với kích thước cần gia công của chi tiết. Loại máy này được sử dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt.

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối người ta cũng dùng cả máy tiện bán tự động chép hình thủy lực để gia công trục bậc. Sơ đồ tiện trục bậc trên máy tiện bán tự động chép hình thủy lực 1712 của Nga sản xuất được trình bày trên hình 16.86. Trên máy có hai bàn dao: bàn dao dọc 4 với một dao luôn liên hệ với đường chép hình 1 thông qua cơ cấu thủy lực 3 và mũi dò 2 để tiện ra hình dạng trục khi thực hiện chạy dao dọc, bàn dao ngang 5 tiến ngang S_n để tiện ra các gờ vai trục.

Dùng máy tiện bán tự động chép hình thủy lực có một loạt các ưu điểm so với máy tiện nhiều dao, đó là:

Thời gian điều chỉnh và điều chỉnh lại trên máy tiện bán tự động chép hình thủy lực giảm đi theo số lượng của dao trong giá dao. Đơn giản trong việc gá lắp mẫu, đơn giản trong sơ đồ điều chỉnh. Thời gian điều chỉnh giảm 2 ÷ 3 lần so với



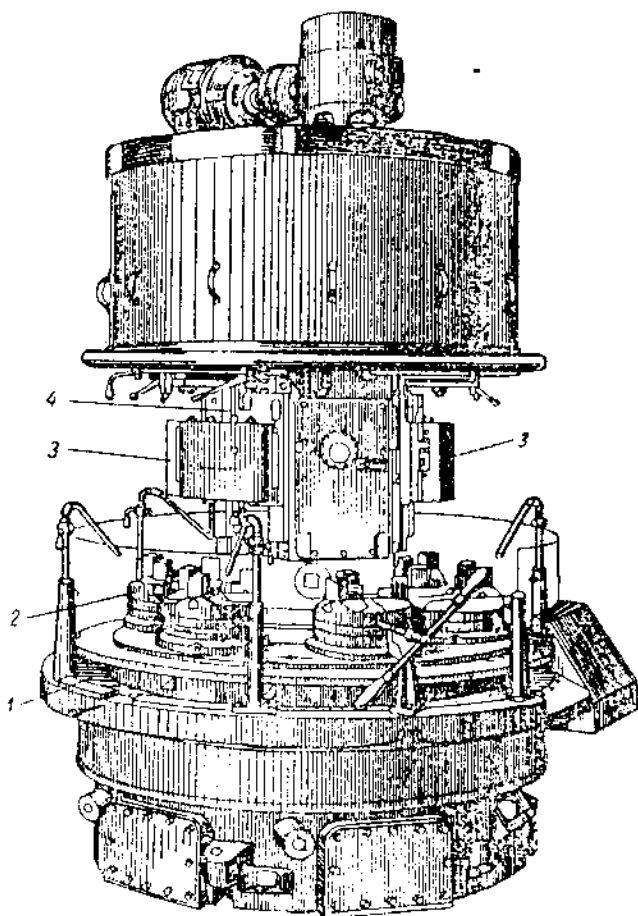
Hình 16.87. Dạng chung của máy tiện bán tự động một trục nhiều dao kiểu 1721.

- 1- thân máy; 2- bàn dao trên; 3- bàn dao dưới; 4- ụ sau; 5- ụ trước; 6- chi tiết; 7- nòng ụ sau; 8- cơ cấu điều khiển.

điều chỉnh trên máy tiện nhiều dao (thời gian điều chỉnh trung bình $30 \div 35$ phút).

Trên hình 16.87 chỉ ra dạng chung của loại máy tiện bán tự động một trục nhiều dao được sử dụng để tiện trục bậc trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Máy gồm thân máy 1 được tạo từ phôi đúc cứng vững, ở phía trên của nó dưới một góc nghiêng 35° được bố trí bàn dao trên 2. Ở phía dưới của thân máy bố trí bàn dao dưới 3. Ở phía trên có ụ sau 4, ụ trước 5 được kẹp trên mặt phẳng thẳng đứng của thân máy. Ở phần bên trái của thân máy được bố trí xylanh của

bàn dao trên và bàn dao dưới. Kẹp phôi gia công 6 được thực hiện nhờ một cơ cấu khí ép gá trong trục chính mà nó được điều khiển bằng cơ cấu chạy dao. Ụ sau có nòng 7, nó được dịch chuyển với sự giúp đỡ của xylanh thủy lực với bàn đập điều khiển 8. Bàn dao dưới 3 nhận được dịch chuyển dọc từ xylanh thủy lực bố trí ở phía dưới của ụ trước; dịch chuyển ngang của phần trên bàn dao 3 (khi cắt xấn vào) được thực hiện với sự giúp đỡ của mặt côn được kẹp trên một giá đặc biệt gá vào



Hình 16.88. Dạng chung của máy tiện đứng sáu trục chính bán tự động với tác động liên tục.

1- bàn quay đứng; 2- mâm cặp; 3- bàn dao; 4- cột đứng

thân dẫn hướng dưới. Bàn dao trên 2 chỉ có một chuyển dịch làm việc ngang với sự giúp đỡ của đường.

Khi tiện chi tiết trục trên máy một trục nhiều dao năng suất đã hơn hẳn so với loại máy tiện chỉ cắt bằng một dao. Để gia công các chi tiết trục nói riêng và các chi tiết máy nói chung người ta đã thiết kế chế tạo ra loại máy tiện nhiều trục nhiều dao bán tự động. Với những trục lớn và vừa trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối có thể gia công trên máy tiện đứng nhiều trục, nhiều dao. Năng suất gia công trên loại máy này khá lớn. Dạng chung của máy tiện đứng sáu trục chính bán tự động với tác động liên tục được thể hiện trên hình 16.88.

Bàn quay đứng 1 được quay theo chu kỳ là 60° , làm dịch chuyển trục chính thẳng đứng cùng với mâm cặp 2. Ở tâm của bàn máy đặt một cột có sáu cạnh 4, trên đó bố trí năm bàn dao 3, các bàn dao này có thể chuyển dịch theo hướng đứng và hướng ngang. Phôi được kẹp trong mâm cặp lắp trên trục chính của máy. Ở năm vị trí người ta gia công năm phôi đồng thời và liên tục theo cách mỗi một phôi được chuyển dịch từ một vị trí này sang vị trí khác. Sau một chu kỳ của bàn máy chi tiết được gia công xong. Ở tại một vị trí chỉ việc tháo chi tiết gia công xong và lắp một phôi khác lên tại chỗ không bố trí bàn dao.

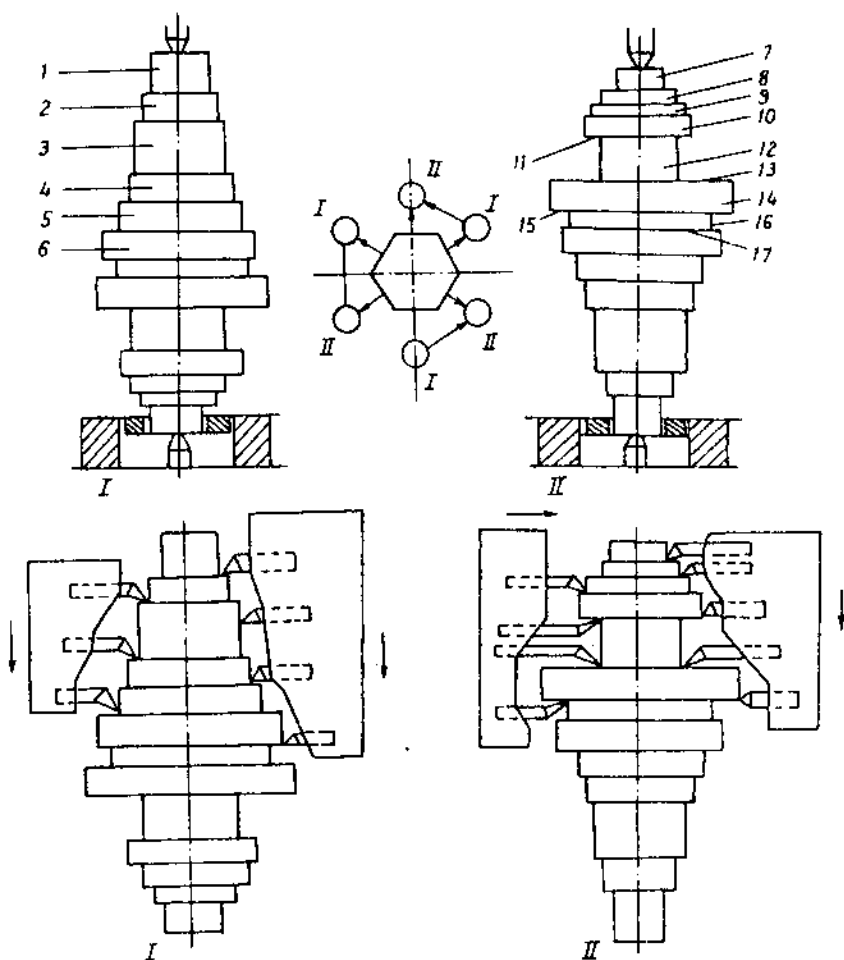
Ví dụ cụ thể về điều chỉnh trên máy tiện đứng sáu trục để gia công trục bậc được thể hiện trên hình 16.89.

Cách tiến hành gá đặt chi tiết gia công như sau: ở vị trí I lắp ba phôi và ở vị trí II lắp ba phôi ngược đầu với vị trí I. Và như vậy trên cả sáu trục chính đều gá các phôi cần gia công. Ở vị trí I phôi được gia công từ mặt $1 \div 6$ bằng bàn dao đi xuống. Ở vị trí II phôi được gia công từ mặt $7 \div 17$ bằng hai bàn dao với bàn dao phải đi xuống đạt kích thước các bậc trục và bàn dao trái ăn ngang tạo ra vai trục.

Sau một chu kỳ của bàn lấy ra được ba chi tiết từ vị trí II, chuyển ba phôi từ vị trí I sang vị trí II và lắp ba phôi mới vào vị trí I. Quá trình làm việc tiếp tục.

Khi sử dụng phương pháp tiện bằng nhiều dao sẽ có một loạt yếu tố phụ ảnh hưởng đến độ chính xác gia công như:

- Sai số do vị trí của một vài con dao điều chỉnh không chính xác.
- Các dao mòn không đều nhau.
- Biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ thay đổi ở các vị trí dọc theo trục vật gia công.



Hình 16.89. Sơ đồ công nghệ gia công trục trên máy tiện sáu trục thẳng đứng bán tự động.

1 ÷ 17- các bề mặt được gia công liên tục thô và tinh.

I, II- các vị trí lắp phôi.

Vì vậy trên máy tiện bán tự động một trục nhiều dao chỉ có thể đạt chính xác cấp 9 ÷ 10 khi tiện thô và 7 ÷ 8 khi tiện tinh. Khi dùng nhiều dao gia công

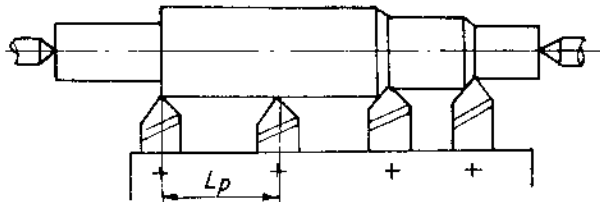
trên máy bán tự động nhiều trục thẳng đứng có thể đạt độ chính xác cấp 7 ÷ 8 sau một vài bước.

Tiện nhiều dao trên bất kỳ kiểu máy nào cũng đều có ưu điểm hơn tiện bằng một dao vì giảm được thời gian gia công cơ bản. Việc bố trí các dao được thể hiện trên các hình 16.84; 16.85; 16.86 và 16.89. Trong trường hợp chiều dài các bậc trục khác nhau nhiều, để rút ngắn hành trình chạy dao cần chia nhỏ đoạn trục có chiều dài lớn nhất thành nhiều đoạn mà chiều dài mỗi đoạn gần tương đương với chiều dài các bậc trục còn lại. Chiều dài mỗi đoạn được xác định:

$$L_p = \frac{L_{\max}}{m}$$

Trong đó: L_{\max} - chiều dài bậc trục dài nhất;

m - số dao bố trí trong bậc có chiều dài lớn nhất L_{\max} .

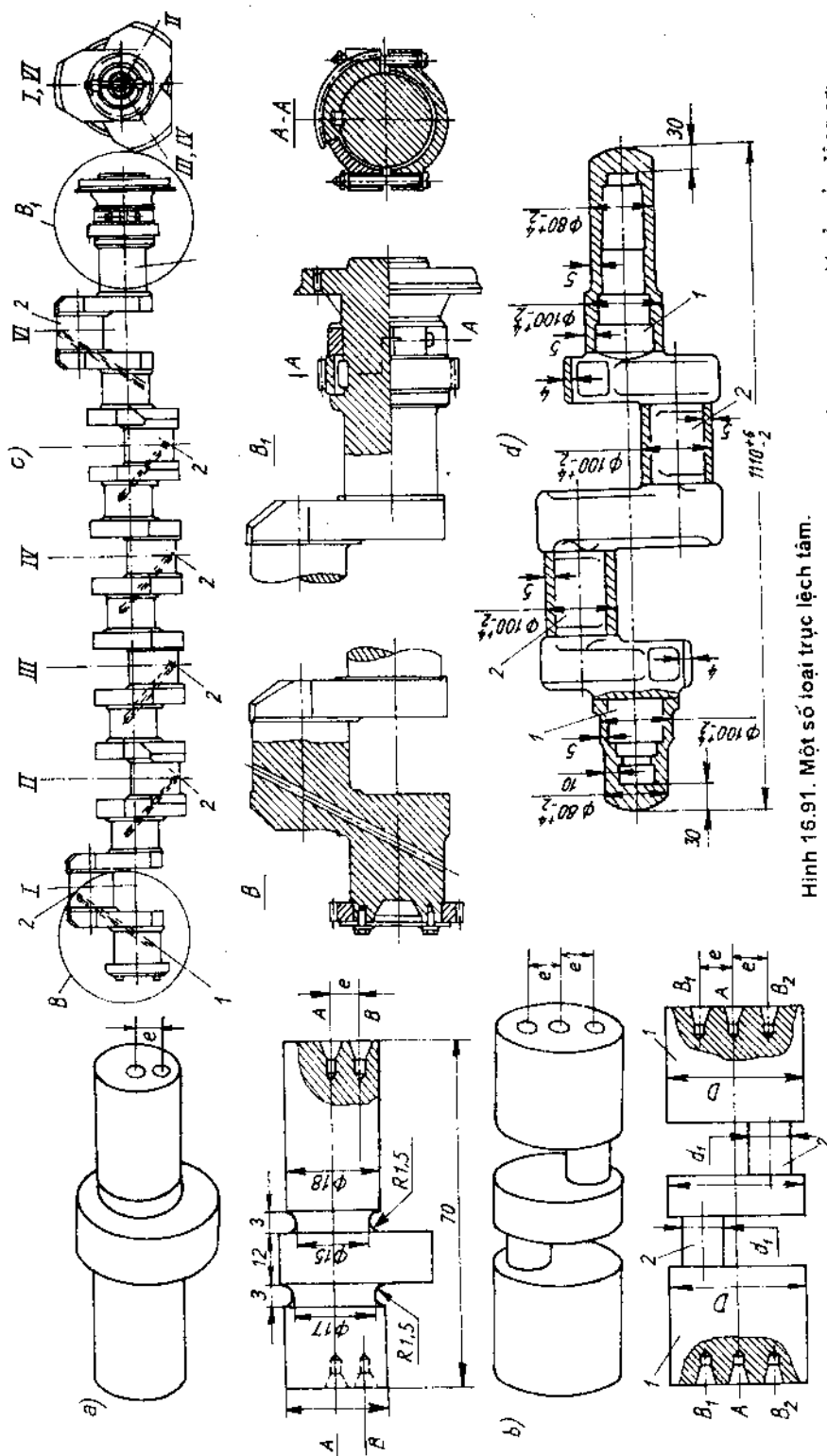


Hình 16.90. Sơ đồ bố trí dao khi tiện bằng nhiều dao khi chiều dài các bậc trục khác nhau nhiều.

Phương pháp bố trí nhiều dao trên bậc trục có chiều dài lớn nhất (hình 16.90) cho năng suất cao hơn phương pháp mỗi bậc trục cắt bằng một dao. Tuy nhiên với các trục sau khi tiện nếu không được mài nữa sẽ có vết tại vị trí dao dừng lại, thậm chí có thể gây nên bậc tại đó nếu gá dao không chính xác. Vì vậy trong trường hợp đó không dùng phương pháp này.

16.3.6.3. Gia công mặt lệch tâm trên trục

Các mặt lệch tâm trên chi tiết dạng trục là những mặt có đường tâm không trùng nhưng lại song song với đường tâm chung của trục. Những trục như thế gọi là trục lệch tâm. Điển hình của trục lệch tâm là trục khuỷu. Trên hình 16.91 trình bày một số trục khuỷu.



Hình 16.91. Một số loại trục lệch tâm.

a) trục lệch tâm. b) trục khuỷu có các lỗ tâm để các lỗ tâm để ghép với đầu bích; c) trục khuỷu của động cơ; d) trục khuỷu có ghép với đầu mũi tâm; e) trục khuỷu có ghép với đầu mũi tâm; f) trục khuỷu có ghép với đầu mũi tâm.

1- cổ chính; 2- cổ biên.

Chỉ cần tìm biện pháp gia công các mặt lệch tâm (mặt cổ biên trên trục khuỷu), kết hợp với trình tự gia công các chi tiết dạng trục nói chung cùng với các biện pháp gia công các mặt trụ ngoài và các bề mặt khác sẽ giải quyết được công nghệ gia công cho loại chi tiết trục khuỷu nói riêng.

Để gia công được mặt lệch tâm trên trục hay là gia công cổ biên trên trục khuỷu có các phương pháp như sau:

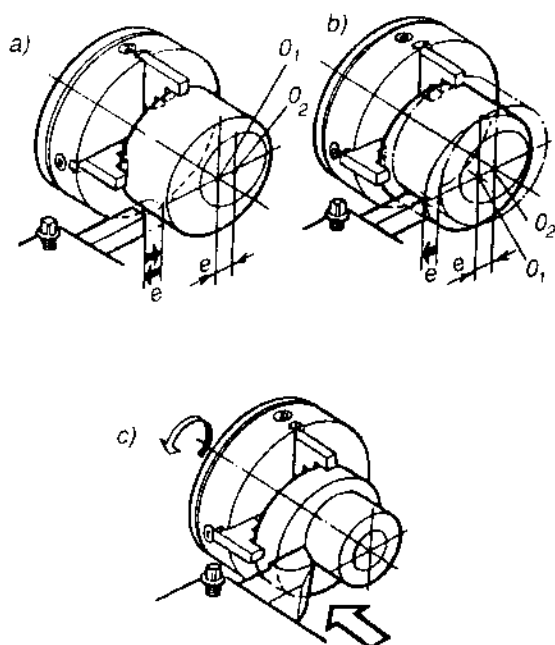
- **Phương pháp thứ nhất:** gá lệch cổ chính để đưa tâm cổ biên về tâm quay của máy. Để thực hiện theo phương pháp này có các cách như sau:

+ **Cách thứ nhất:** rà gá trực tiếp hoặc theo dấu.

Mặt trụ ngoài đã được tiện thô đem gá lên mâm cặp bốn chấu. Sau đó quay mâm cặp để cho hai chấu ở vị trí nằm ngang rồi đưa dao hoặc thanh thép gá trên đài gá dao tiếp xúc với mặt ngoài của trục, tại đó đánh dấu mặt số của bàn trượt ngang của bàn dao.

Tiếp theo là quay bàn trượt ngang đưa mũi dao hoặc thanh thép ra khỏi vị trí tiếp xúc với vật một lượng dịch chuyển bằng độ lệch tâm giữa cổ trục và cổ biên. Sau đó thực hiện gá đặt lại trục sao cho mặt ngoài của trục lại tiếp xúc với mũi dao hoặc thanh thép tại vị trí mới. Sơ đồ rà gá như vậy được thể hiện trên hình 16.92.

Độ tiếp xúc giữa dao (hoặc thanh thép) với bề mặt trục có thể kiểm tra bằng giấy đặt giữa mũi dao với vật gia công. Mũi dao hoặc thanh thép tỳ vào mặt phôi vừa phải để có thể rút mảnh giấy ra không khó khăn.



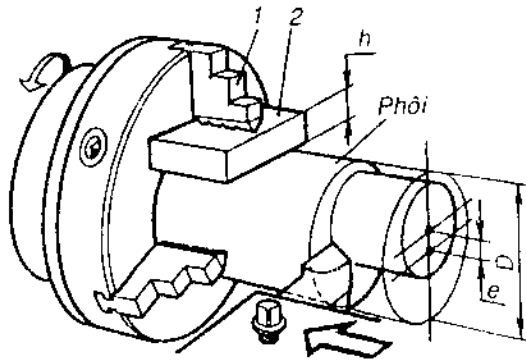
Hình 16.92. Kiểm tra độ dịch chuyển của các chấu khi gia công trục lệch tâm trên mâm cặp bốn chấu.

a) thanh thép cách mặt trục một khoảng bằng e; b) trục tiếp xúc với thanh thép; c) gia công cổ biên.

Để đạt độ chính xác cao (tới 0,01 mm) có thể dùng đồng hồ gá trên đài gá dao để kiểm tra lượng dịch chuyển của mũi dao (thanh thép) khi rà gá.

+ *Cách thứ hai*: gá trên mâm cặp ba chấu với miếng căn dệm

Theo cách này tại một trong ba chấu cặp 1 có lót miếng căn dệm 2 để xô dịch tâm phôi một đoạn lệch tâm e (hình 16.93). Chiều dày của miếng căn dệm được xác định theo công thức:



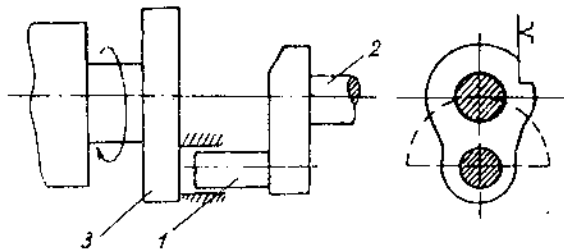
Hình 16.93. Gá phôi để tiện trục lệch tâm trên mâm cặp ba chấu.

1- chấu cặp; 2- miếng căn.

$$h = 1,5 e \left(1 + \frac{e}{2D} \right) \text{ (mm)}$$

Trong đó: D- đường kính của phôi được cặp vào mâm cặp.

Đối với loại chi tiết trục khuỷu (hình 16.91 c, d) việc gia công cổ biên của chúng cũng có thể thực hiện bằng cách gá lệch cổ chính để đưa tâm cổ biên về tâm máy. Muốn vậy phải lấy cổ chính làm chuẩn



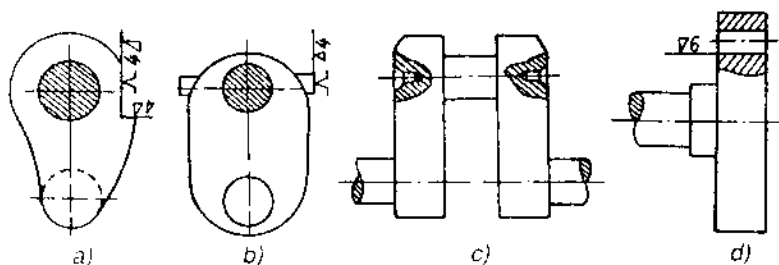
Hình 16.94. Sơ đồ định vị khi tiện cổ biên.

1- cổ chính; 2- cổ biên; 3- đố gá.

tinh chính và gá tâm cổ chính lệch khỏi tâm máy một đoạn bằng khoảng cách giữa hai tâm cổ biên và cổ chính. Ngoài điều đó ra muốn đưa tâm cổ biên về đúng tâm quay của máy cần phải định vị bậc tự do quay của chi tiết (hình 16.94).

Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, việc khống chế bậc tự do xoay có thể thực hiện bằng cách rà đúng tâm cổ biên trùng tâm máy trước khi kẹp chặt.

Trong sản xuất hàng loạt thường dùng thêm một mặt nào đó nữa trên trục khuỷu làm mặt tỳ để chống xoay quanh tâm đồ định vị được tỳ vào cổ chính. Mặt đó thường là mặt vát được gia công thêm trên vai má khuỷu (hình 16.95 a, b) hoặc lỗ tâm khoan thêm trên má khuỷu (hình 16.95c) hoặc lợi dụng một lỗ ở bát bích đầu trục khuỷu (hình 16.95d).

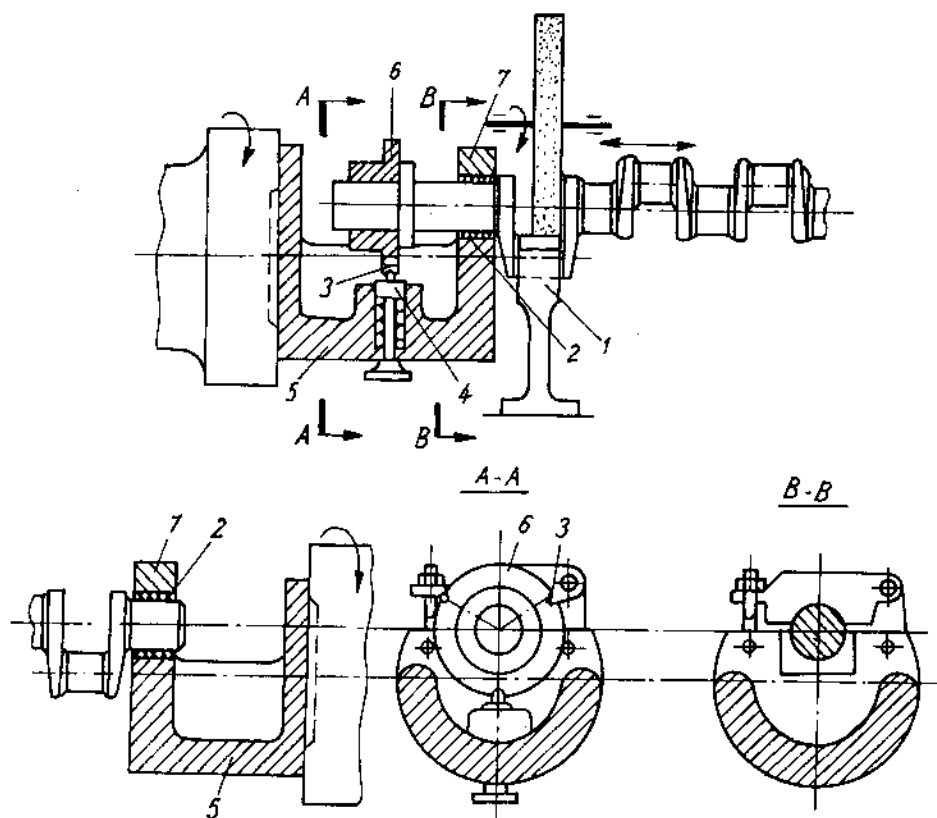


Hình 16.95. Điểm tỳ chống xoay khi gia công cổ biên.

- a, b) mặt vát trên má khuỷu; c- lỗ tâm được khoan trên má khuỷu;
d) lỗ trên mặt đầu bích của trục khuỷu.

Từ việc phân tích cách định vị để gia công như trên, thấy rằng để gia công các loại trục lệch tâm như trục khuỷu thì ngoài việc phải khoan mặt đầu, khoan hai lỗ tâm ở nguyên công gia công đầu tiên như đối với các chi tiết dạng trục nói chung còn phải phay mặt cạnh má khuỷu, hoặc gia công lỗ tâm trên má khuỷu, hoặc lỗ trên mặt bích đầu trục để tạo chuẩn cho các nguyên công sau. Trên hình 16.96 thể hiện một loại đồ gá mài và tất nhiên cũng có thể tiện cổ biên của trục khuỷu bằng cách gá lệch cổ chính đưa cổ biên về tâm máy.

Khi gia công cổ biên, trục khuỷu được gá bằng cổ chính tỳ lên máng định vị 2, máng này được lắp trên mâm gá 5, vị trí tâm của nó lệch so với tâm máy một lượng bằng độ lệch tâm của cổ chính và cổ biên cần gia công. Trên đầu của trục khuỷu kẹp chặt một đĩa chia 6 trên đó có rãnh 3 và trục mang đĩa 6 được giữ ở vị trí yêu cầu nhờ chốt định vị 4 (như vậy có thêm một phương án mới để định vị góc xoay khi gia công cổ biên). Trục gia công được kẹp bằng đòn kẹp 7 ở cả hai đầu. Cả hai đầu đều có hai mâm gá và được truyền dẫn quay từ cả hai đầu trục. Để tăng cứng vững cho chi tiết khi gia công người ta dùng luynet đỡ 1. Với nguyên lý này đồ gá có thể lắp trên máy mài để mài hoặc lắp trên máy tiện để tiện cổ biên.



Hình 16.96. Đồ gá mài (tiện) cổ biên trên máy có truyền dẫn từ hai phía.

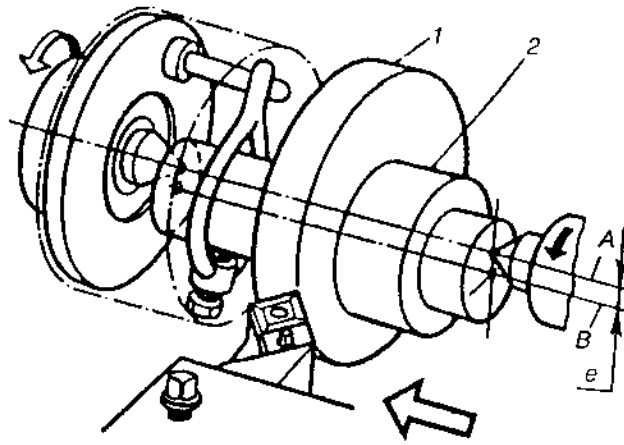
- 1- luyet đỡ; 2- máng định vị; 3- rãnh; 4- chốt định vị góc xoay; 5- mâm gá;
6- đĩa chia; 7- đòn kẹp.

+ *Cách thứ ba*: gá trên hai lỗ tâm lệch so với tâm trục một lượng bằng độ lệch tâm.

Đối với loại trục khuỷu như hình 16.91b phải gia công trước các lỗ tâm ở các bậc trục lệch tâm cần gia công. Đầu tiên phôi được gá theo lỗ tâm A để gia công mặt trụ chung, sau đó lần lượt gá theo lỗ tâm B₁-B₁ và B₂-B₂ để gia công các cổ khuỷu.

Trên hình 16.97 trình bày cách gia công trục lệch tâm với cách gá bằng hai lỗ tâm.

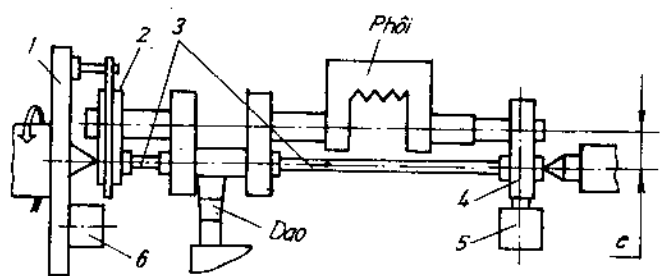
Nếu tâm của cổ trục lệch tâm (tâm cổ biên) vượt ra khỏi giới hạn của phôi, thì phôi được gá trên đĩa lệch tâm (hình 16.98).



Hình 16.97. Gia công trục lệch tâm với cách gá nhờ hai lỗ tâm.

A- lỗ tâm để tiện mặt lệch tâm (1); B- lỗ tâm để tiện mặt trụ chung (2);
e- độ lệch tâm.

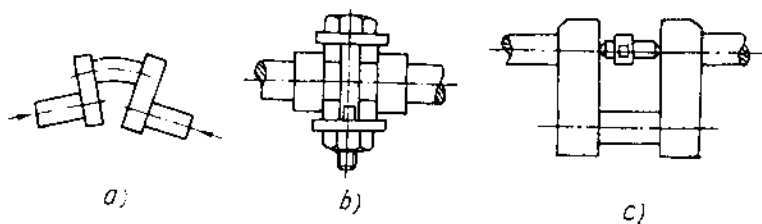
Đĩa lệch tâm 2, 4 được kẹp ở hai đầu trục khuỷu. Mặt đầu của đĩa có khoan lỗ tâm. Lỗ này lệch so với tâm ở đầu trục khuỷu một khoảng bằng độ lệch tâm e . Khi gia công hai đĩa lệch tâm mang trục khuỷu được gá



Hình 16.98. Gia công trục khuỷu gá trên đĩa lệch tâm.
1- mâm phẳng; 2, 4- đĩa lệch tâm; 3- thanh giăng; 5, 6- vật đối trọng;
e- độ lệch tâm.

bằng hai lỗ tâm lắp trên hai mũi tâm. Thanh giăng 3 dùng để tăng độ cứng vững cho phôi. Vật đối trọng 5 và 6 được cân bằng với phần lệch tâm của trục.

Nói chung khi gia công cổ biên chế độ cắt thấp hơn khi gia công cổ chính. Do lực cắt và lực kẹp chiều trục của mũi tâm trục khuỷu dễ bị uốn (hình 16.99a), vì vậy cần chống uốn bằng đai kẹp (hình 16.99b) hoặc bulông kiểu kích (hình 16.99c) để giữ hai chi tiết không bị biến dạng trong quá trình gia công.

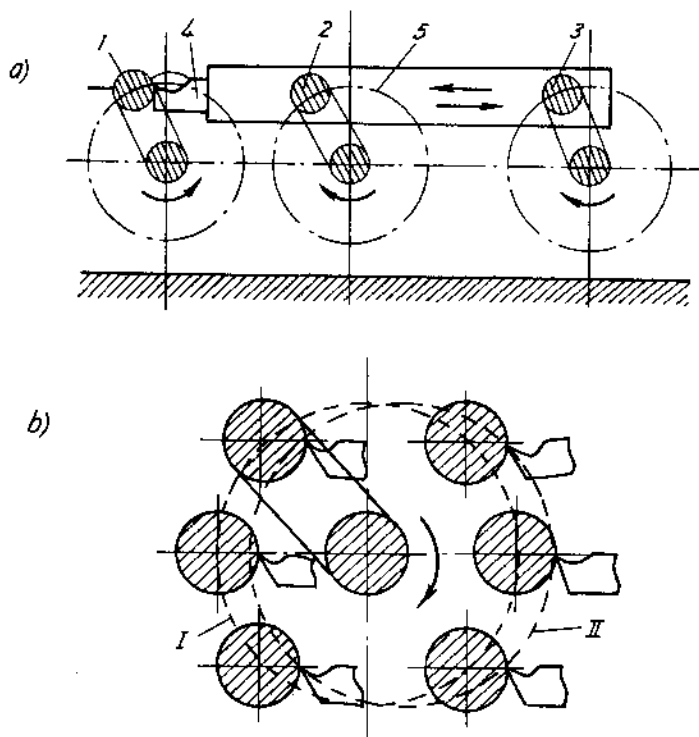


Hình 16.99. Sự biến dạng của trục khuỷu và biện pháp chống uốn.

a) biến dạng do lực hướng trục; b) chống uốn bằng đai kẹp; c) chống uốn bằng bulông kích.

- Phương pháp thứ hai: dùng trục khuỷu mẫu điều khiển dao cắt cổ biên.

Phương pháp này phải được thực hiện trên máy chuyên dùng. Sơ đồ gia công theo phương pháp này được trình bày trên hình 16.100.



Hình 16.100. Sơ đồ gia công cổ biên nhờ trục khuỷu mẫu điều khiển dao.

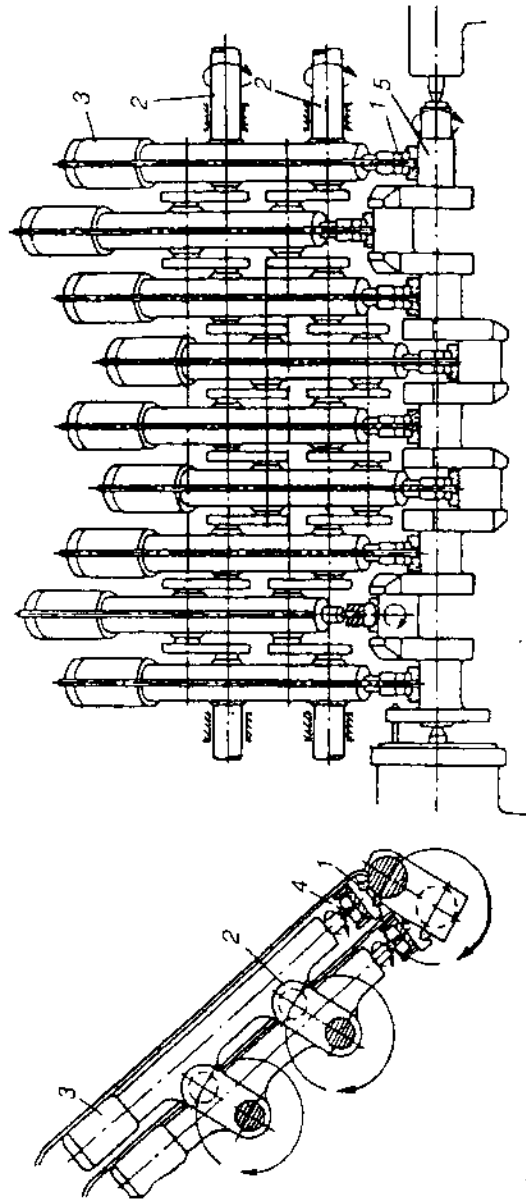
a) sơ đồ gia công, b) quỹ đạo của mũi dao và tâm cổ biên gia công;

1- trục khuỷu gia công; 2, 3- trục khuỷu mẫu; 4- dao cắt; 5- giá dao.

Định vị bằng cổ chính ở hai đầu, định vị góc xoay bằng gờ trên má khuỷu hoặc bằng lỗ trên mặt bích đầu trục. Dao cắt 4 được lắp trên giá dao 5, giá này

được lắp với trục khuỷu mẫu số 2 và 3. Hai trục khuỷu mẫu này được lắp song song với trục khuỷu cần gia công 1 (hình 16.100a). Trong quá trình gia công trục khuỷu gia công và trục khuỷu mẫu quay đồng bộ nhau. Khi chúng quay như vậy sẽ làm cho mũi dao 4 tạo nên quỹ đạo II, còn tâm của cổ biên gia công có quỹ đạo I (hình 16.100b). Và như vậy chỉ cần trục khuỷu quay hết một vòng thì dao cũng cắt hết chu vi cổ biên. Nếu như bố trí mỗi một cổ biên do một giá dao mang dao thực hiện chuyển động cắt thì tất cả các cổ biên được cắt đồng thời.

Dựa trên cơ sở của phương pháp này người ta còn thực hiện mài siêu tinh các cổ trục của trục khuỷu. Các cổ trục của trục khuỷu sau khi tiện và sau khi mài còn được



Hình 16.101. Sơ đồ làm việc của máy để mài siêu tinh các cổ trục của trục khuỷu.
1- thanh đá mài; 2- trục khuỷu mẫu; 3- động cơ điện; 4- chốt lệch tâm; 5- trục khuỷu gia công.

đánh bóng hoặc mài siêu tinh. Sơ đồ làm việc của máy mài siêu tinh toàn bộ các cổ trục của trục khuỷu được chỉ ra trên hình 16.101.

Những thanh mài 1 của đầu mài siêu tinh ép vào các cổ trục của trục khuỷu gia công 5, được quay trên hai mũi tâm của máy. Các đầu mài siêu tinh được lắp lên các trục khuỷu mẫu 2. Trục khuỷu mẫu 2 được lắp song song và quay đồng bộ với trục khuỷu gia công 5 do đó tiếp xúc giữa các thanh mài 1 với các cổ trục được bảo đảm ổn định. Khi quay động cơ điện, chốt lệch tâm sẽ cung cấp cho các thanh mài chuyển động tịnh tiến dọc theo các cổ trục. Trong quá trình làm việc cần tưới dung dịch làm lạnh vào vùng gia công của chi tiết.

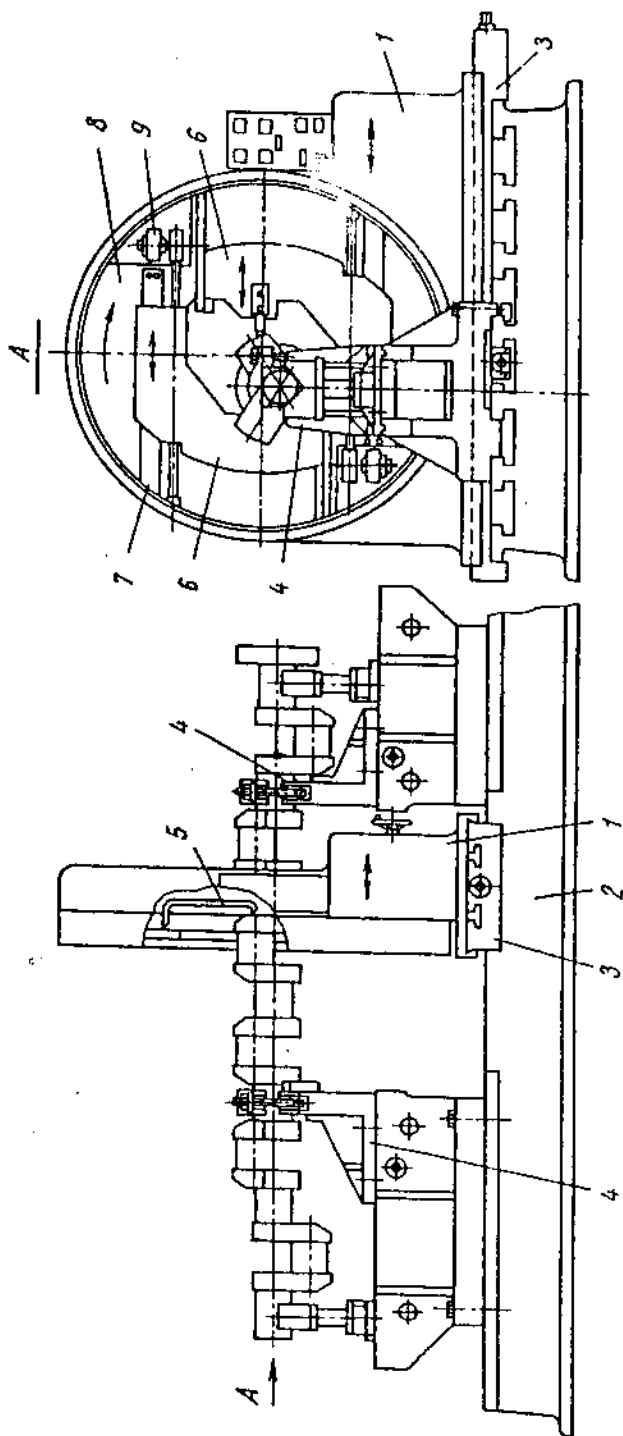
Việc đánh bóng các cổ trục cũng với nguyên lý như mài siêu tinh này, khi đó phải thay đầu mài siêu tinh bằng đầu đánh bóng. Nguyên lý này cũng thể hiện rõ trên sơ đồ tiện cổ biên (hình 16.100). Do lực cắt khi tiện lớn hơn so với mài siêu tinh và đánh bóng nên khi tiện cổ biên người ta chỉ làm các giá dao và lắp dao trên các cổ biên ở trục khuỷu mẫu để gia công các cổ biên ở trục khuỷu cần gia công.

- Phương pháp thứ ba: dùng bàn dao quay với tâm quay trùng với tâm của trục lệch tâm.

Theo phương pháp này việc gia công cổ biên (cổ trục lệch tâm) được thực hiện bằng đầu dao quay mà tâm quay của nó lệch so với tâm cổ chính một lượng e bằng khoảng cách tâm cổ chính và tâm cổ biên. Phương pháp này cũng dùng để gia công cổ biên của trục khuỷu.

Để gia công những cổ biên của những trục khuỷu lớn người ta đã áp dụng rộng rãi máy với bàn dao quay (hình 16.102). Tính vạn năng của máy này và năng suất cao đáng kể của máy cho phép áp dụng nó vào các dạng sản xuất khác nhau.

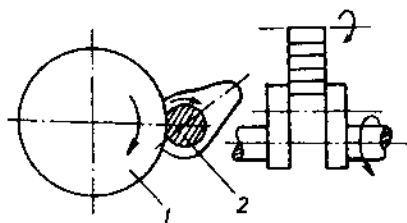
Trục khuỷu được gá kẹp bằng cổ chính trên khối V của giá 4, giá này được gá trên thân máy. Việc làm trùng tâm của cổ trục gia công với tâm của dao quay đạt được bằng phương pháp xoay trục và dịch chuyển vỏ hộp 1 theo bàn trượt 3 theo hướng ngang. Trên chi tiết trượt mang cá số 7 được kẹp lên một đĩa vòng 8, nó được quay trong vỏ hộp 1 nhờ sự giúp đỡ của bộ truyền trục vít, và làm chuyển dịch hai bàn dao 6. Nhờ đó mà cổ trục được gia công chạy dao. Chạy dao của bàn dao được thực hiện từ động cơ điện với hộp giảm tốc 9 qua vít hành trình. Hiệu chỉnh trục với sự giúp đỡ của quai vòng 5. Khi hiệu chỉnh người ta đo khoảng cách từ vòng quay đến cổ chính của trục khuỷu.



Hình 16.102. Máy với bản dao quay để tiện cổ biến trục khuỷu lớn.

1- thân hộp; 2- 3- bản trượt dẫn hướng; 4- giá đỡ; 5- quai đỡ; 6- bản dao; 7- con trượt mang cá; 8- đĩa vòng; 9- hộp giảm tốc.

Ăn ngang vào cổ trục được tiến hành đồng thời bằng hai dao mà chuyển động cắt được thực hiện từ dao này rồi đến dao khác. Tiện ngoài cổ trục được tiến hành bằng dao được gá đúng kích thước với chuyển động của vỏ hộp 1 theo hướng dọc cổ trục nhờ thân dẫn hướng 2.



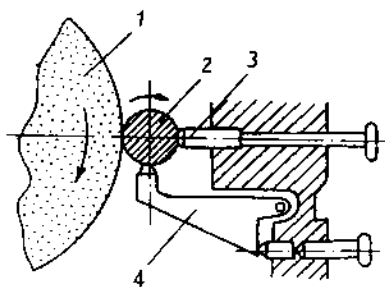
Hình 16.103. Sơ đồ phay cổ biên bằng dao phay đĩa.

1- dao phay đĩa; 2- trục khuỷu.

Ngoài ra còn có thể gia công cổ biên bằng phương pháp phay trên máy chuyên dùng. Trên máy này dùng dao phay đĩa đường kính từ 450 ÷ 1100 mm với răng chấp bằng hợp kim cứng (hình 16.103).

Khi gia công tinh cổ biên thường dùng phương pháp mài trên máy mài trục khuỷu chuyên dùng hoặc trên máy mài tròn ngoài với đồ gá thích hợp. Cách gá đặt giống như khi tiện (hình 16.96). Mỗi lần định vị khi mài có thể gia công được các cổ biên có cùng đường tâm. Sau khi mài xong các cổ biên có cùng đường tâm, lại phải xoay trục đi một góc thích hợp để gia công các cổ biên có cùng đường tâm khác.

Khi mài do đá mài phải tiến dao ngang nên lực cắt lớn. Để tránh biến dạng tại vị trí đối diện với đá phải dùng các vấu tỳ của luynet đỡ vào cổ biên khi gia công (hình 16.104). Biện pháp này cũng cần thiết khi mài các cổ chính.



Hình 16.104. Sơ đồ bố trí vấu tỳ cứng vững cho trục khuỷu khi mài cổ biên.

1- đá mài; 2- trục khuỷu;

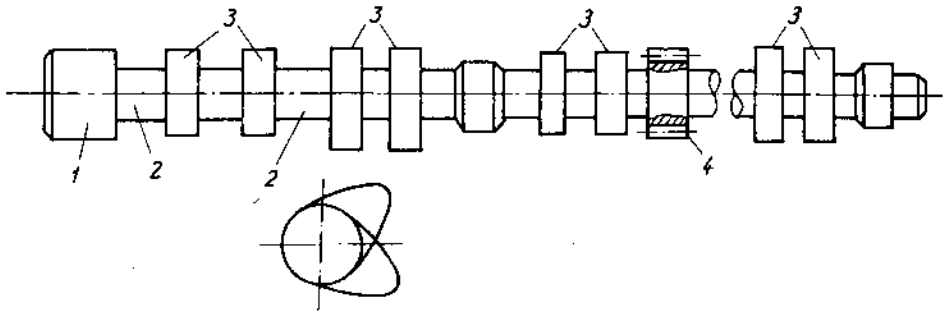
3, 4- các vấu tỳ của luynet.

16.3.6.4. Gia công mặt định hình trên trục

Trên các chi tiết dạng trục, nhiều trường hợp còn có mặt định hình để thực hiện một chức năng nào đó của trục. Các mặt định hình có thể gặp như mặt ren, mặt răng (bánh răng liền trục), rãnh then, then hoa; mặt cam (trục cam). Do đó phải có biện pháp riêng để gia công từng loại mặt định hình này.

- Gia công các mặt cam trên trục:

Mặt cam trên trục thường có tâm quay trùng với tâm trục, nhưng biên dạng của nó tạo thành một lượng nâng nhất định so với mặt trụ của trục để thực hiện điều khiển một cơ cấu nào đó khi trục quay. Có thể lấy chi tiết trục cam của động cơ đốt trong (hình 16.105) làm ví dụ điển hình của loại trục có mặt cam.



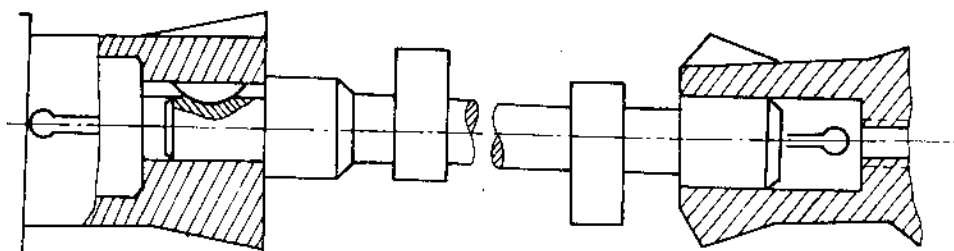
Hình 16.105. Hình dạng sơ lược của trục cam động cơ đốt trong.

1- bích đầu trục; 2- cổ trục; 3- cặp cam trên trục; 4- bánh răng liên trục.

Trục cam là một chi tiết cơ bản của bộ phận phân phối trong động cơ đốt trong. Vì vậy các cam phải có biên dạng thích hợp và vị trí góc của các cặp cam cũng phải được bố trí chính xác.

Ở phần này chỉ trình bày các biện pháp công nghệ gia công mặt cam trên trục cam. Trên cơ sở của quá trình công nghệ gia công chi tiết dạng trục nói chung có thể thêm bớt sửa đổi để thiết lập được quá trình công nghệ gia công trục cam nói riêng khi nhiệm vụ của sản xuất được đặt ra.

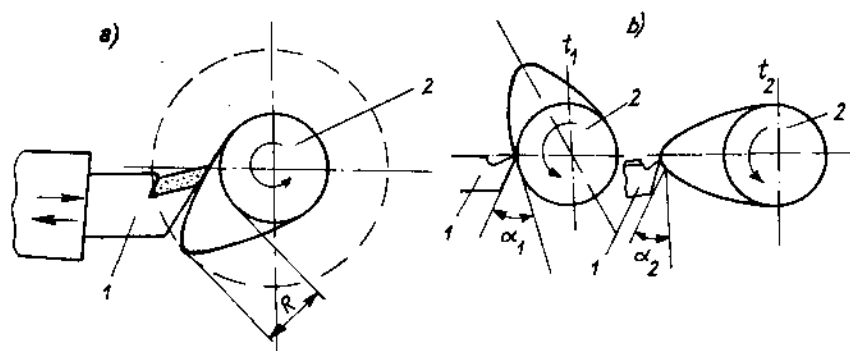
Gia công mặt cam thường được tiến hành với hai nguyên công gia công thô và gia công tinh. Nguyên công thô thường được thực hiện bằng phương pháp tiện thông thường trên máy tiện bán tự động chép hình (với sản xuất lớn), hoặc trên máy tiện van nâng có trang bị đồ gá chép hình (với sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ). Nguyên công tiện mặt cam thường được hiện sau nguyên công mài cổ trục. Vì vậy ở nguyên công tiện mặt cam dùng cổ trục đã qua mài định vị vào trong ống kẹp đàn hồi và chống xoay bằng then tỳ vào rãnh then trên cổ trục. Sơ đồ định vị để gia công mặt cam thể hiện trên hình 16.106.



Hình 16.106. Sơ đồ định vị khi tiện cam trên trục cam.

Nguyên lý cắt các mặt cam và mặt định hình trên trục cam có hai kiểu:

+ Kiểu thứ nhất: vị trí dao không đổi trong quá trình cắt (hình 16.107).



Hình 16.107. Sơ đồ tiện cam bằng chếp hình với vị trí dao không đổi trong quá trình cắt.

a) dao ra vào theo lượng nâng của cam chếp hình; b) góc cắt α ở các thời điểm khác nhau;
1- dao; 2- vật gia công.

Theo phương pháp này, dao 1 chỉ ra vào cắt vật gia công 2 theo lượng nâng của cam chếp hình (hình 16.107a). Tuy nhiên góc cắt ở các thời điểm khác nhau sẽ khác nhau, ở thời điểm t_1 góc cắt là α_1 , khác nhiều so với thời điểm t_2 với góc cắt α_2 (hình 16.107b). Do đó, có khi mặt sau của dao sẽ cạ vào bề mặt chi tiết gia công nên không cắt được. Vì vậy để cắt được thì góc sau α của dao phải lớn từ $40^\circ \div 45^\circ$, như thế sẽ vượt quá tiêu chuẩn cho phép của góc α . Vì lẽ đó mà phương pháp này chỉ dùng tiện cam có lượng nâng $K \leq 6$ mm. Đối với loại cam của trục cam ô tô, máy kéo thường có lượng nâng $K > 6$ mm, nên không thể dùng phương pháp này được.

+ Kiểu thứ hai: vị trí dao thay đổi theo lác lư của giá dao (hình 16.107b).

Phương pháp này khắc phục được nhược điểm của phương pháp trên, nó tạo nên trong quá trình cắt góc cắt α luôn là hằng số với các loại cam có lượng nâng K khác nhau. Sơ đồ gia công như hình 16.108.

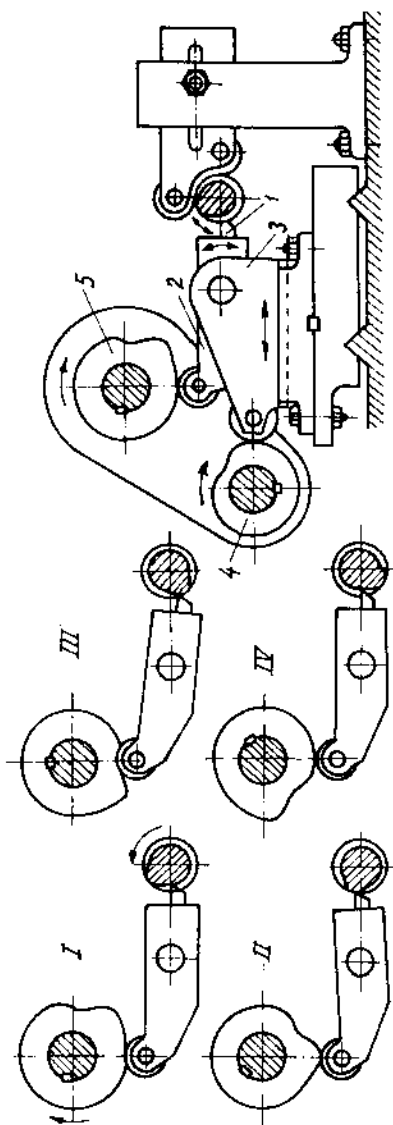
Dao 1 được kẹp trên giá dao 2, cùng với bàn dao 3 được truyền chuyển động theo phương ngang từ đường chép hình quay 4. Đường bổ sung 5 được quay đồng bộ với đường chép hình 4, nó làm quay lắc lư giá dao 2 quanh trục quay và làm thay đổi vị trí của dao phù hợp với biên dạng của cam. Vị trí của giá dao thay đổi nhờ cam bổ sung 5 được thể hiện từ vị trí I đến IV trên hình 16.108.

Trục cam gia công được gá trên hai mũi tâm và đỡ thêm vào luyet.

Khi thực hiện chạy dao dọc, bề mặt cam được gia công trên tất cả chiều dài.

Nếu không có cam bổ sung 5 và dao 1 gá cố định trên bàn dao 3 thì đó chính là nguyên lý của phương pháp

tiện chép hình với vị trí dao không thay đổi như hình 16.107a. Khi đó biên dạng của đường chép hình 4 giống hệt biên dạng cam cần gia công. Nhưng gia công trong trường hợp có cam bổ sung 5 thì biên dạng của đường chép hình 4 phải có hình dạng đặc biệt để bù trừ phần dao còn bị lắc lư.



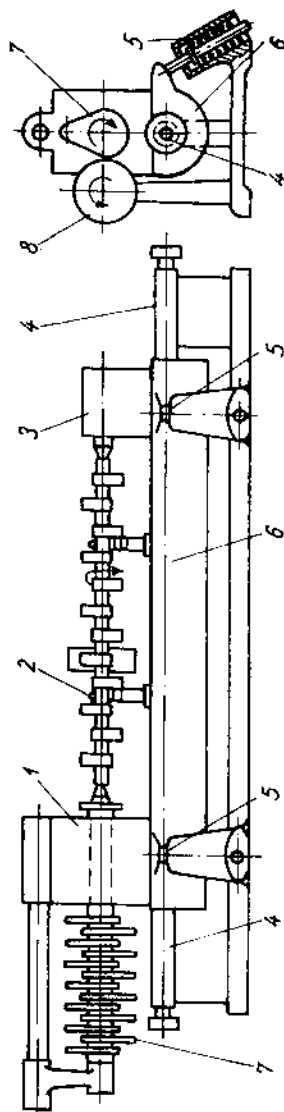
Hình 16.108. Tiện mặt cam trên máy tiện chép hình.

I- IV- vị trí của chi tiết gia công, đường và giá dao.
1- dao; 2- giá dao; 3- bàn dao; 4- đường chép hình; 5- đường bổ sung.

Mài mặt cam của trục cam được tiến hành trên máy mài chép hình bán tự động hoặc trên máy mài tròn ngoài với đồ gá chuyên dùng. Khi mài mặt cam có thể định vị chi tiết bằng mặt ngoài cổ trục ở hai đầu giống như khi tiện cam. Tuy vậy cách định vị này ít được dùng. Thông thường thực hiện định vị trên hai mũi tâm và dùng tốc truyền mômen xoắn, định vị góc xoay giống như khi tiện cam. Để tăng cứng vững cho chi tiết dùng luynet đỡ vào hai hoặc ba cổ trục ở giữa. Sơ đồ gá đặt khi mài mặt cam của trục cam trên máy mài chép hình được thể hiện trên hình 16.109.

Trục cam gia công được gá trên hai mũi tâm của ụ trước 1 và ụ sau 3, các ụ này được lắp trên giá lắc 6. Giá lắc này có thể quay quanh trục 4 và trượt dọc theo trục 4. Dưỡng chép hình 7 dưới tác dụng của lò xo 5 luôn luôn áp vào con lăn 8. Chi tiết gia công được đỡ thêm vào luynet 2. Trục của dưỡng chép hình 7 được gá vào trục chính của máy và cùng tâm với trục cam cần gia công. Dưỡng chép hình có các mặt cam, số cam, hình dáng và vị trí góc của các cam tương ứng với các cam cần gia công trên trục cam.

Bằng phương pháp này tiến hành mài lần lượt từng cam trên trục cam. Đầu tiên di chuyển giá lắc 6 dọc trục 4 để đưa cam chép hình thứ nhất tiếp xúc với con lăn 8 và cam gia công thứ nhất đến vị trí của đá mài. Cho trục chính quay thì cả dưỡng 7 và trục cam gia công đều quay. Khi dưỡng 7 và cam mẫu quay do nó luôn tiếp xúc với con lăn 8 nhờ lực lò xo 5 mà giá lắc 6 mang cam gia công lắc lư quanh trục 4 nên đá mài sẽ mài được mặt



Hình 16.109. Sơ đồ gá đặt khi mài mặt cam của trục cam trên máy mài chép hình.

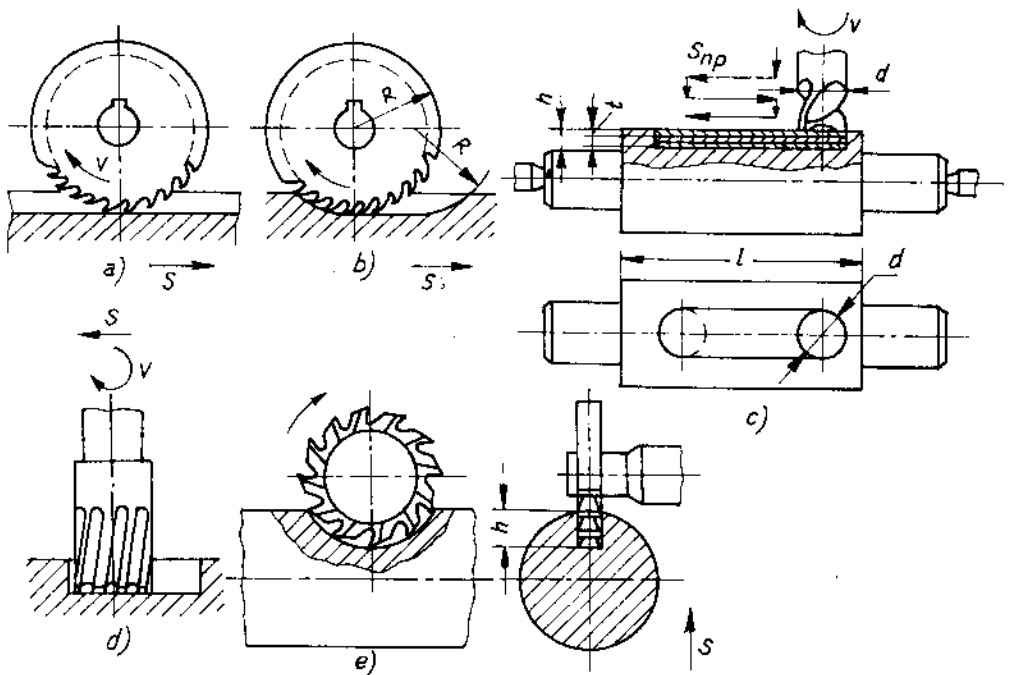
1- ụ trước; 2- luynet; 3- ụ sau; 4- trục giá lắc; 5- lò xo; 6- giá lắc; 7- dưỡng chép hình; 8- con lăn.

cam gia công có biên dạng phù hợp cam mẫu của dưỡng chép hình 7. Sau khi mài xong một cam, đưa giá lắc mang chi tiết lùi ra, và dịch chuyển giá lắc theo hướng trục để đưa cam mẫu tiếp theo tiếp xúc với con lăn 8 và cam gia công tiếp theo đến vị trí của đá mài. Chu trình gia công được lặp lại cho đến khi gia công xong tất cả các cam trên trục cam. Để cho đá mài mòn đều trên suốt bề rộng của đá trong quá trình gia công cần cho đá chuyển động dọc trục một ít, điều đó góp phần làm tăng độ nhẵn bóng bề mặt chi tiết gia công.

- Gia công rãnh then và then hoa trên trục.

Rãnh then trên trục được phay sau khi đã tiện tính cổ trục và trước khi mài, được thực hiện trên máy phay rãnh then hoặc trên máy phay thông thường. Khi phay rãnh người ta gá và kẹp trục thường là trên êtô tự định tâm có mỏ kẹp hình khối V. Nếu gá trục trên hai mũi tâm, để loại trừ độ võng trục khi gia công, cần bố trí thêm tỳ phụ tại chỗ cần phay.

Rãnh then hờ trên trục hoặc rãnh có bán kính lượn được phay trên máy phay ngang bằng dao phay đĩa một mặt hay dao phay đĩa ba mặt (hình 16.110 a và b).



Hình 16.110. Sơ đồ phay rãnh then.

Phương pháp này có năng suất tốt nhưng không bảo đảm độ chính xác cao theo chiều rộng rãnh. Chiều rộng rãnh gia công được khác biệt so với chiều dày dao tới 0,08 mm và thậm chí lớn hơn.

Sở dĩ như vậy vì khi gia công dao phay có độ đảo mặt đầu phát sinh khi mài dao, do gá dao không chính xác và do biến dạng đàn hồi của trục dao. Độ chính xác cao hơn đạt được khi gia công rãnh trên máy phay rãnh then bằng dao phay rãnh then chuyên dùng với chạy dao kiểu con lắc (hình 16.110c). Theo phương pháp này dao ăn sâu vào chi tiết $0,2 \div 0,4$ mm và sau đó chạy dao phay toàn bộ chiều dài rãnh, sau đó tiếp tục cho ăn dao sâu vào và chạy ngược lại ăn hết chiều dài rãnh. Tiếp tục cho đến khi gia công xong. Chạy dao kiểu con lắc bảo đảm gia công rãnh vừa đạt độ chính xác cao vừa bảo đảm năng suất cao.

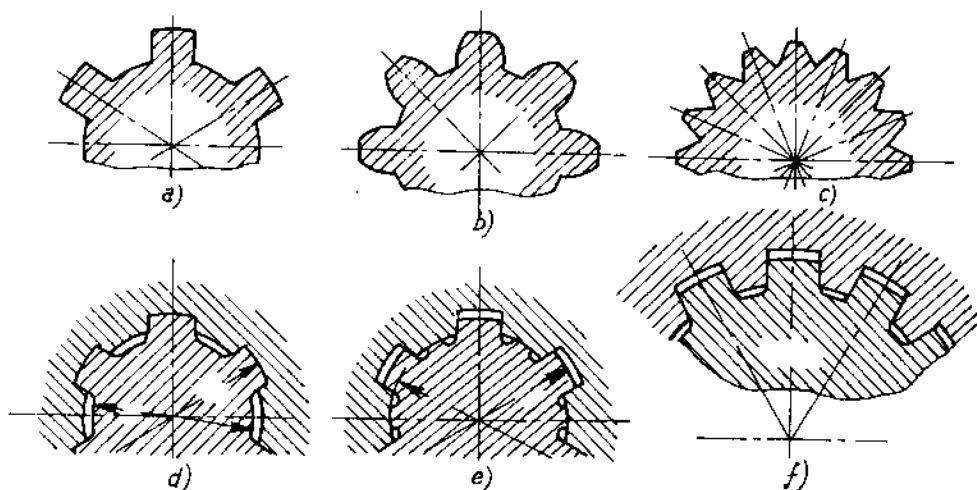
Trên máy phay rãnh then trục được gá trên êtô tự định tâm có mỏ kẹp bằng khối V. Êtô trên máy được bố trí sao cho mặt phẳng đứng đối xứng của nó trùng với tâm của dao phay. Và như vậy mặt phẳng đối xứng qua tâm của trục sẽ trùng với trục dao phay. Sự phân bố cần thiết rãnh theo chiều dài trục hoặc bậc trục được đảm bảo bằng cách gá nó theo cỡ tỳ được kẹp trên bàn máy. Cũng có thể dùng bề mặt đầu mỏ kẹp êtô làm cỡ tỳ dọc trục. Rãnh được gia công sau một số hành trình chạy dao. Chiều dài hành trình bằng chiều dài rãnh trừ đi đường kính dao phay. Ở cuối mỗi hành trình của dao cho tiến sâu xuống $0,05 \div 0,3$ mm, sau đó thực hiện chuyển động con lắc chạy dao với $150 \div 300$ mm/phút.

Rãnh then kín có thể phay trên máy phay thông thường với dao phay ngón (hình 16.110d). Khi đó trục gia công được gá trên êtô hoặc trên hai mũi tâm hoặc trên đồ gá chuyên dùng. Phay rãnh được tiến hành thường theo dấu sau mỗi hành trình chạy dao trong suốt chiều sâu rãnh. Đối với trường hợp này phải khoan sơ bộ ở đầu rãnh một hoặc hai lỗ có đường kính bằng chiều rộng rãnh.

Rãnh then hình bán nguyệt được gia công trên máy phay ngang bằng dao phay đĩa đặc biệt (hình 16.110e). Trục gia công được gá trên êtô hoặc hai mũi tâm hoặc đồ gá chuyên dùng giống như trường hợp đã nêu ở trên. Gia công được thực hiện khi chạy dao hướng kính rất nhỏ lên phía dao (từ dưới lên). Dao phay được chọn theo đường kính và chiều rộng rãnh. Chiều rộng rãnh gia công đạt chính xác cấp 7 ÷ 8.

Mối nối then hoa so với mối nối then hoàn thiện hơn về mặt công nghệ. Mối nối then hoa cho phép truyền mômen xoắn lớn hơn, có độ bền cao và bảo đảm độ chính xác về định tâm là cao.

Mỗi nối then hoa với prôfin hình chữ nhật, thân khai và prôfin tam giác là phổ biến nhất (hình 16.111a, b, c).



Hình 16.111. Prôfin then hoa và sơ đồ định tâm của chúng.

Phân biệt các phương pháp định tâm như sau: theo đường kính ngoài (hình 16.111d); theo đường kính trong (hình 16.111e) và theo mặt bên của then hoa (hình 16.111f). Chọn phương pháp định tâm phụ thuộc vào những vấn đề cơ bản từ các yếu tố công nghệ, kết cấu và những yêu cầu thực tế. Ví dụ như mối nối then hoa cần bảo đảm độ bền và cả độ chính xác cao về truyền động học thì áp dụng mối nối then hoa với prôfin chữ nhật được định tâm theo đường kính ngoài hoặc trong, hay prôfin êvônve và được định tâm theo cạnh bên của then hoa, v.v...

Để có biện pháp đúng đắn trong việc gia công trục then hoặc cần xem xét điều kiện kỹ thuật của trục then hoa, mặt định tâm của trục then hoa.

Nếu then hoa được định tâm theo mặt ngoài thì việc gia công qua các bước sau:

- Phay then hoa (có để lượng dư cho mài).
- Mài mặt cạnh then hoa và mài mặt trụ ngoài sau khi nhiệt luyện.

Nếu then hoa không cần nhiệt luyện thì tiến hành phay then hoa sau khi mài tinh mặt tròn ngoài.

Nếu then hoa định tâm theo mặt trong, được gia công qua các bước sau:

- Phay then hoa (có để lượng dư cho mài).

- Phay rãnh thoát đá cho trường hợp mài mặt trụ trong.

- Mài tinh mặt cạnh và mặt trụ trong bằng đá mài định hình.

Để mài tinh trục then hoa, chi tiết gia công được định vị trên hai mũi tâm cứng, ngoài ra còn phải khống chế vị trí góc của then hoa. Trên hình 16.112 trình bày sơ đồ định vị khi mài rãnh trục then hoa.

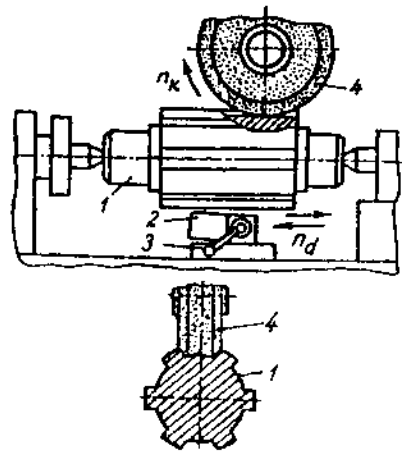
Trục then hoa 1 được gá trên hai mũi tâm. Khi quay tay quay 3, đường 2 được nâng lên tỳ vào cạnh bên của hai then hoa kế nhau để định vị góc xoay của chi tiết. Chi tiết gia công được liên hệ cứng với mâm quay của ụ chia độ thông qua hai mũi tâm. Khi định vị góc xoay cho chi tiết xong quay tay quay 3 ngược lại để hạ đường 2 đi xuống.

Đá mài 4 thực hiện mài đáy rãnh và hai cạnh bên của rãnh then. Mài được tiến hành với bàn máy chuyển động đi lại S_d . Sau khi mài xong một rãnh nhờ sự giúp đỡ của cơ cấu chia độ thực hiện quay đi một bước để mài rãnh tiếp theo của then hoa. Phương pháp này đảm bảo vị trí tương quan chính xác giữa các profin được gia công do đó được áp dụng phổ biến trong sản xuất.

Then hoa trên trục còn được phay trên máy phay răng hoặc máy phay then hoa là tùy thuộc vào đường kính trục. Trục then hoa có đường kính đến 30 mm thường được phay với 1 hành trình, và trục có đường kính lớn hơn phải thực hiện qua 2 hành trình. Khi phay trục được gá trên hai mũi tâm của máy và nối cứng với trục chính của máy nhờ tốc truyền (hình 16.113a) hoặc nhờ ổ gá chuyên dùng (hình 16.113b). Với phương pháp này phải sử dụng dao phay trục vít đặc biệt.

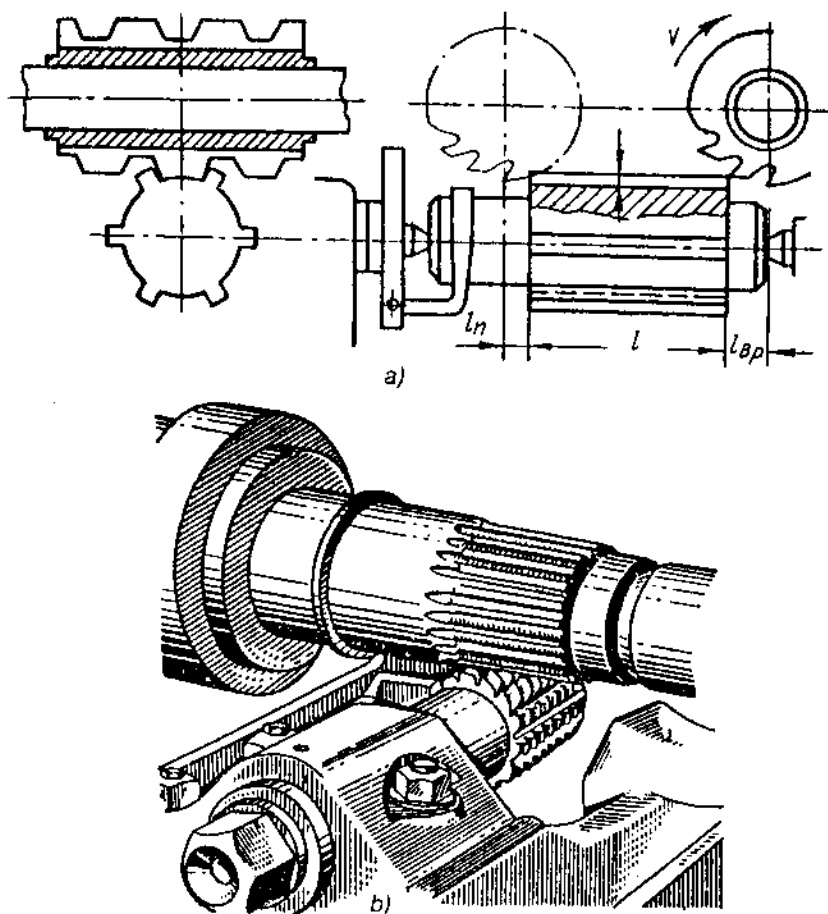
Vấn đề gia công mặt răng của bánh răng (bánh răng liền trục) được trình bày ở chương 17 - Quy trình công nghệ chế tạo bánh răng.

Vấn đề gia công mặt ren trên trục đã được trình bày ở chương 9 - Các phương pháp gia công cắt gọt (phần tiện ren và phay ren).



Hình 16.112. Sơ đồ mài rãnh then hoa bằng đá tròn định hình.

1- trục then hoa; 2- đường; 3- tay quay; 4- đá mài.

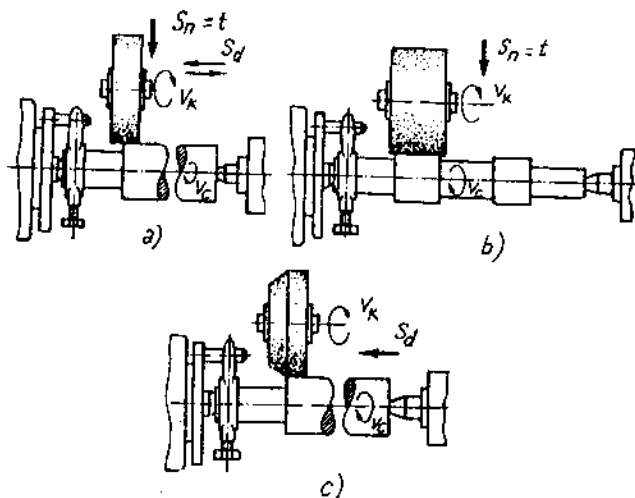


Hình 16.113. Sơ đồ gá trục khi phay then hoa trên máy phay then hoa.

16.3.6.5. Màì thô và tinh mặt trụ ngoài trên trục

Mài mặt trụ ngoài có thể tiến hành cả trước và sau khi nhiệt luyện trục. Bề mặt trụ được mài đạt chính xác cao hơn cấp 8 và đạt độ nhẵn bóng bề mặt cấp 7 và cao hơn. Màì trước nhiệt luyện được thực hiện sau khi tiện tinh. Để mài tròn ngoài người ta sử dụng máy mài tròn ngoài có tâm và mài vô tâm. Các trục lớn được mài trên máy mài tròn ngoài với sự gá đặt chi tiết trên hai mũi tâm. Truyền dẫn cho trục mài được thực hiện qua tốc truyền hoặc mâm cặp quay. Trục có bề mặt không liên tục (bề mặt then hoa hoặc bề mặt có rãnh then) được mài chỉ trên máy mài tròn ngoài có tâm. Màì có tâm mặt tròn ngoài được thực hiện bằng phương pháp chạy dao dọc, hoặc chạy dao ngang, hoặc phương pháp

mài sâu. Sơ đồ các phương pháp mài tròn ngoài có tâm được trình bày trên hình 16.114.



Hình 16.114. Sơ đồ mài tròn ngoài có tâm các chi tiết dạng trục.

- a) phương pháp chạy dao dọc; b) phương pháp chạy dao ngang; c) phương pháp mài sâu;
 v_k - tốc độ quay của đá mài; v_c - tốc độ quay của chi tiết.

Khi mài chạy dao dọc, lượng chạy dao dọc S_d được tính theo công thức:

$$S_d = K.B$$

Trong đó: K- hệ số, khi mài thô $K = 0,6 \div 0,85$, khi mài tinh $K = 0,2 \div 0,4$;

B- chiều rộng của đá mài.

Lượng chạy dao ngang S_n bằng chiều sâu cắt t và được áp dụng phụ thuộc vào vật liệu, độ cứng và dạng gia công và được lấy trong giới hạn $0,005 \div 0,08$ mm sau một hành trình kép. Để đạt được độ nhẵn bóng bề mặt gia công cao và độ chính xác yêu cầu những hành trình chạy dao dọc cuối cùng cần thực hiện không có chạy dao ngang (không điều chỉnh thêm chiều sâu cắt).

Phương pháp mài ngoài có tâm chạy dao dọc được áp dụng phổ biến khi gia công trục không cứng vững có bề mặt gia công với chiều dài lớn. Mài tinh trục cũng áp dụng phổ biến phương pháp này.

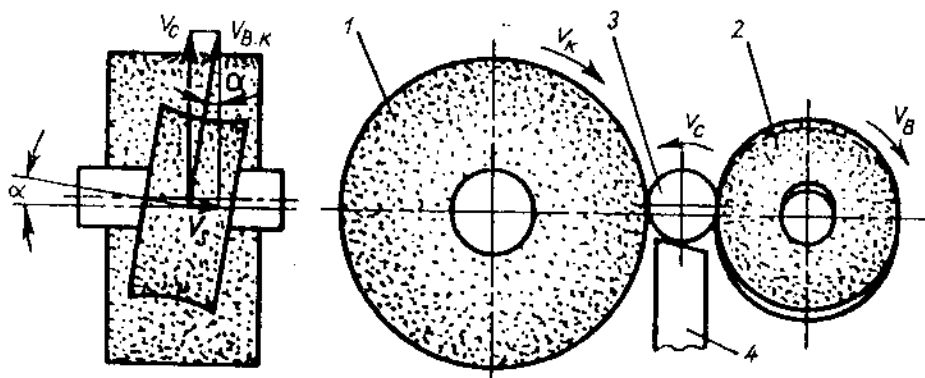
Mài trục bằng phương pháp chạy dao ngang thực hiện đối với trục có chiều dài bề mặt cần mài không lớn. Phương pháp này có năng suất cao hơn phương pháp trước vì không có chạy dao dọc đối với đá mài hoặc phôi và do đó không tiêu tốn thời gian cho sự dịch chuyển dọc. Chiều rộng đá mài

trong trường hợp này cần được chọn lớn hơn một chút so với chiều dài của bề mặt cần mài. Để mài trục bằng phương pháp này người ta sử dụng đá mài có chiều rộng đến 300 mm. Lượng chạy dao ngang S_n sau một vòng quay của vật bằng chiều sâu cắt và khi mài thô lấy $S_n = 0,01 \div 0,02$ mm, khi mài tinh lấy $S_n = 0,0002 \div 0,08$ mm.

Phương pháp mài sâu đối với trục được đặc trưng như sau: đá mài được điều chỉnh đến chiều sâu mài đầy đủ, khi mài trục được dịch chuyển dọc trục một cách chậm chạp so với đá mài, sau khi gia công bề mặt trên suốt chiều dài nó được trở lại vị trí ban đầu. Gia công được thực hiện sau một hoặc hai hành trình chạy dọc. Đá mài được vít côn với chiều dài $6 \div 15$ mm, nó sẽ làm dễ dàng quá trình mài. Chiều sâu cắt khi mài với phương pháp này được lấy bằng $0,1 \div 0,3$ mm và lượng chạy dao dọc $S_d = 1 \div 4$ mm/vòng trục. Mài sâu được áp dụng phổ biến khi gia công trục ngắn, cứng vững.

Tốc độ cắt hay là tốc độ quay của đá mài khi mài tròn ngoài có tâm được chọn trong giới hạn $20 \div 35$ m/s và khi mài cao tốc đến 50 m/s. Tốc độ quay của vật gia công chọn $15 \div 25$ m/phút.

Đá mài để mài trục được chọn phụ thuộc vào vật liệu, độ cứng, dạng gia công và tốc độ cắt. Để gia công trục bằng thép với độ nhẵn bóng bề mặt cấp 7, vật liệu được gia công nhiệt có độ cứng $230 \div 260$ HB thì chọn đá mài hình trụ với vật liệu đá là corun điện hoặc corun điện trắng có độ hạt 40 và 25, mềm trung bình, chất dính kết là keramic, cấu trúc trung bình, có ký hiệu $\exists 40CM2K5$ hoặc $\exists 25CMK5$ hoặc $\exists 25CM1K5$, v.v...



Hình 16.115. Sơ đồ mài vô tâm đối với chi tiết trục.

1- đá mài; 2- đá dẫn; 3- phôi gia công; 4- thanh đỡ.

Mài vô tâm cho năng suất lớn hơn so với mài có tâm. Nó được áp dụng phổ biến khi gia công trục trơn và trục bậc khi sản lượng lớn đáng kể. Khi mài vô tâm trục được tỳ lên thanh đỡ 4 và được đặt giữa hai đá. Một đá để mài, được quay với tốc độ $30 \div 40$ m/s, và đá kia làm nhiệm vụ dẫn, được quay với tốc độ $10 \div 80$ m/phút (hình 16.115).

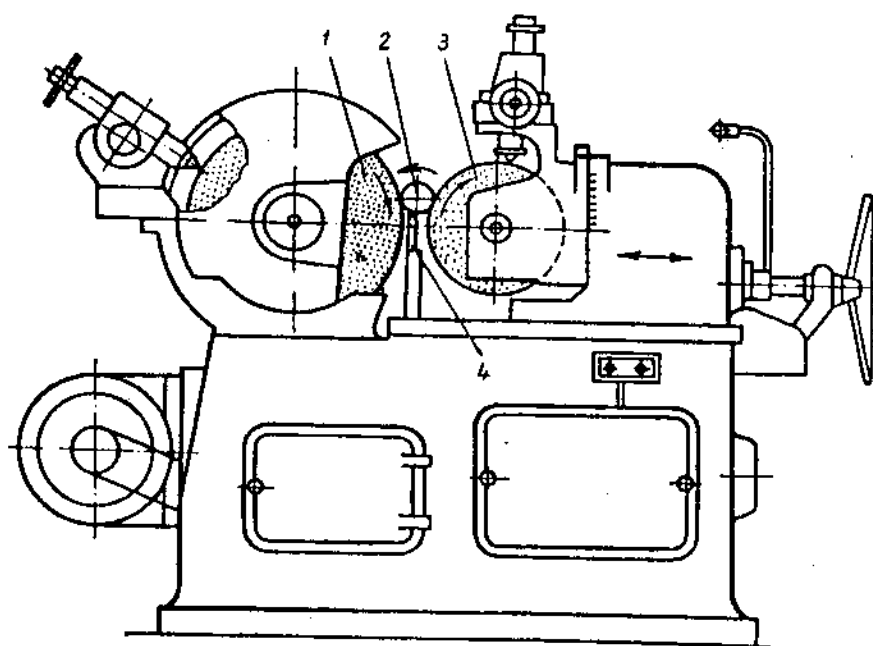
Đá dẫn được đặt nghiêng một góc so với trục của đá mài. Góc nghiêng của trục đá dẫn được áp dụng đối với mài tinh $\alpha = 1 \div 2''$; mài thô $\alpha = 2 \div 5''$. Tốc độ v_s chạy dọc phụ thuộc góc nghiêng của đá dẫn được xác định theo công thức sau:

$$v_s = v_k \cdot \sin \alpha \cdot \mu$$

Trong đó: v_k - tốc độ của đá dẫn;

α - góc nghiêng của trục đá dẫn;

μ - hệ số kể đến sự ảnh hưởng của trục đối với đá dẫn.



Hình 16.116. Dạng chung của máy mài vô tâm.

1- đá mài; 2- chi tiết gia công; 3- đá dẫn; 4- thanh đỡ.

Lượng chạy dao dọc sau một vòng quay của trục được xác định bằng công thức sau:

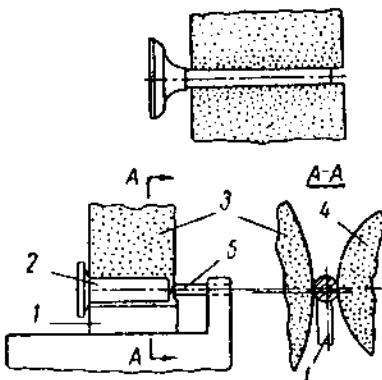
$$S_d = \frac{V_s}{n_c}$$

Trong đó: n_c - số vòng quay của chi tiết sau một phút.

Đá dẫn được chế tạo từ corun điện với chất dính kết là vuncanit hoặc bakêlit, độ hạt $16 \div 8$, độ cứng CT₂, T2. Sau một hành trình chạy dao dọc khi mài vô tâm mài được lớp kim loại với chiều dày tối đa $0,1 \div 0,2$ mm.

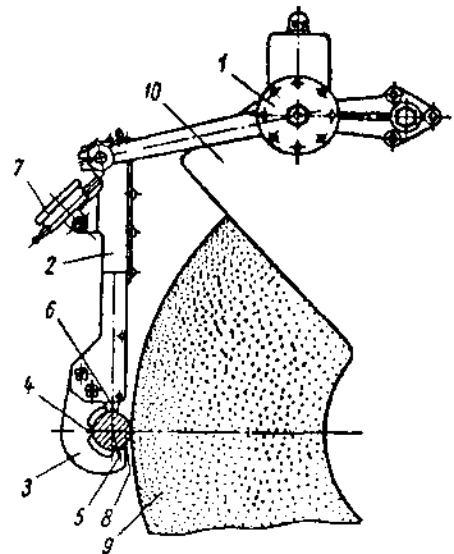
Trên hình 16.116 trình bày dạng chung của một máy mài vô tâm.

Trên máy mài vô tâm có thể mài trục trơn và trục bậc. Khi gia công trục bậc mài được thực hiện hoặc bằng phương pháp chỉ chạy dao ngang (hình 16.117a), hoặc phải có cỡ tỳ cho chi tiết khi thực hiện chạy dao dọc (hình 16.117b).



Hình 16.117. Sơ đồ mài trục bậc.

- a) chạy dao ngang;
b) chạy dao dọc với cỡ tỳ.
1- thanh đỡ; 2- chi tiết; 3- đá mài;
4- đá dẫn; 5- cỡ tỳ.



Hình 16.118. Sơ đồ dụng cụ kiểm tra trong quá trình gia công.

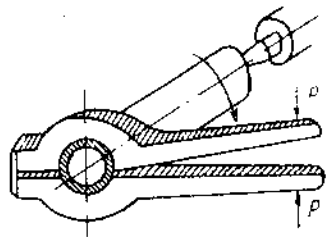
- 1- bộ giảm chấn; 2- thanh giữ; 3- vòng thay thế;
4, 5- đầu tỳ; 6- đầu tỳ động; 7- đồng hồ; 8- chi tiết mài;
9- đá mài; 10- vỏ che đá mài.

Kích thước của chi tiết có thể được kiểm tra trong quá trình gia công. Trên hình 16.118 trình bày sơ đồ của dụng cụ kiểm tra kích thước đường kính. Dụng cụ gồm ba phần cơ bản: bộ giảm chấn bằng dầu 1, thanh giữ đồng hồ 2 và vòng thay thế 3 được gá trên thanh giữ 2. Đầu đo 4 và 5 của vòng thay thế là các điểm tỳ, đầu đo động 6 thu nhận các sai lệch của cổ trục mài 8 và truyền về đồng hồ 7. Cơ cấu đo được gá trên bao che 10 của đá mài 9.

Đối với các loại trục có độ chính xác thông thường thì chỉ cần mài tinh là đủ. Song đối với một số loại trục yêu cầu chính xác cao hơn như trục chính của các loại máy cắt kim loại, trục cam, trục khuỷu của động cơ đốt trong thì sau khi mài tinh các cổ trục, còn cần phải gia công tinh lần cuối bằng đánh bóng hoặc mài khôn hoặc mài siêu tinh.

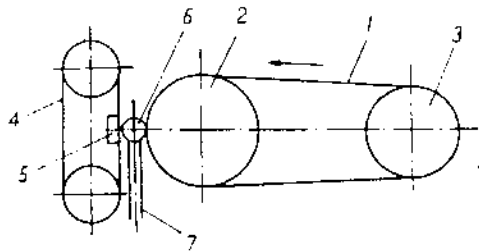
Các phương pháp thực hiện các nguyên công này như sau:

Đánh bóng các cổ trục bằng vải có trát bột mài hạt nhỏ và dầu nhờn là phương pháp thủ công được dùng trong sản xuất đơn chiếc. Cũng có thể dùng đai gỗ kẹp vào cổ trục, ở phía trong có một vành da bôi bột mài như trên hình 16.119. Áp lực và chạy dao do tay người thực hiện, chuyển động quay của chi tiết thực hiện nhờ máy vạn năng.



Hình 16.119. Sơ đồ đánh bóng trục bằng tay.

Để tăng năng suất có thể đánh bóng trên máy chuyên dùng. Trên hình 16.120 trình bày sơ đồ của máy đánh bóng không tâm bằng đai mài. Việc gia công thực hiện bởi đai mài 1 lắp trên hai con lăn 2 và 3. Chi tiết gia công 6 được đặt trên thanh đỡ 7 và quay nhờ đai dẫn 4. Để gia công được phải tạo ra áp lực nhờ miếng tỳ 5.



Hình 16.120. Sơ đồ đánh bóng không tâm.

- 1- đai mài; 2, 3- con lăn; 4- đai dẫn; 5- miếng tỳ; 6- chi tiết;
- 7- thanh đỡ.

Muốn có năng suất cao hơn có thể thay việc đánh

bóng bằng mài khôn trực. Trên hình 16.121 trình bày sơ đồ một đầu khôn để gia công trực.

Đầu khôn được nối tùy động với máy và chuyển động đi lại dọc trục. Chi tiết gia công được gá vào hai mũi tâm và quay tròn. Muốn có chất lượng bề mặt cao cũng có thể dùng phương pháp mài siêu tinh xác. Quá trình cắt cũng dùng những thanh mài như mài khôn nhưng có thêm một chuyển động lắc (dao động dọc trục). Nhờ chuyển động này mà các vết mài xoá lên nhau nên đạt được độ nhẵn bóng bề mặt cao.

16.3.6.6. Kiểm tra trực

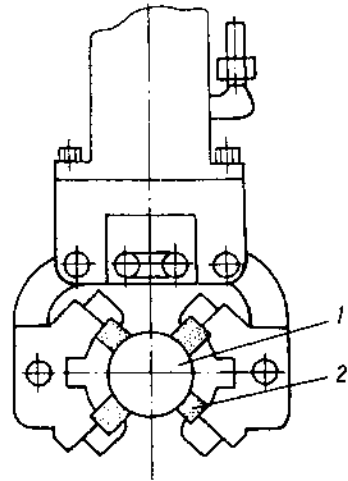
Đối với các chi tiết dạng trục thường phải kiểm tra kích thước đường kính, chiều dài các bậc trục, hình dáng hình học, độ nhẵn bóng bề mặt và độ chính xác tương quan giữa các bề mặt của trục.

Kiểm tra kích thước đường kính và chiều dài có dung sai lớn hơn 0,02 mm được thực hiện bằng thước cặp. Các kích thước có dung sai nhỏ hơn 0,02 mm được kiểm tra bằng panme, calíp, đồng hồ so v.v. Các kích thước có độ chính xác cấp 6 trở lên phải dùng các dụng cụ quang học để kiểm tra.

Trong sản xuất lớn dùng các đồ gá chuyên dùng để kiểm tra, và cũng có thể dùng phương pháp kiểm tra tự động ngay trong quá trình gia công.

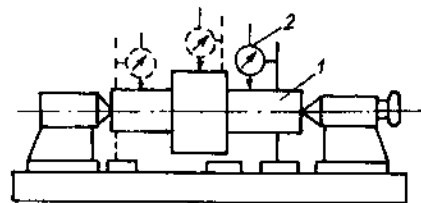
Kiểm tra hình dáng hình học của chi tiết trục được thực hiện nhờ đồng hồ khi gá trục lên hai mũi tâm (hình 16.122).

Dùng đồng hồ đo ở một tiết diện đánh giá được độ đa cạnh, ô van, elíp; đo



Hình 16.121. Sơ đồ khôn để khôn cổ trục.

- 1- chi tiết gia công;
- 2- thanh đá trên đầu khôn.



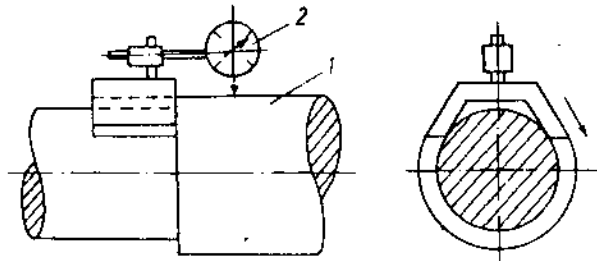
Hình 16.122. Sơ đồ kiểm tra sai lệch hình dáng hình học.

- 1- chi tiết trục; 2- đồng hồ.

ở nhiều tiết diện dọc trục đánh giá được độ côn, độ phình tang trống hay độ thắt của cổ trục.

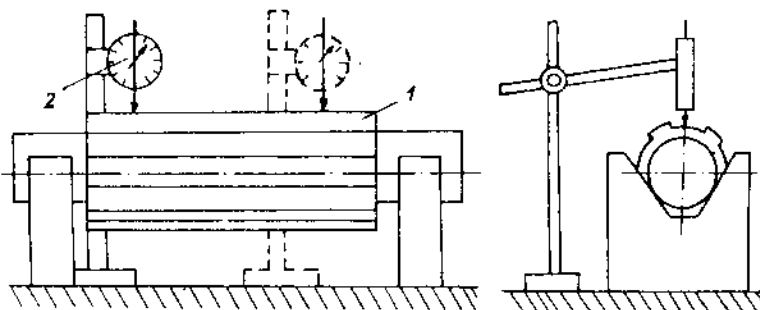
Khi sản xuất lớn có thể áp dụng những thiết bị bằng cơ khí hoặc điện trực tiếp vẽ nên hình dáng hình học của trục.

Kiểm tra vị trí tương quan giữa các bề mặt trục như: độ đồng tâm giữa các bậc trục, độ song song của các rãnh then và then hoa so với đường tâm trục cũng được thực hiện nhờ đồng hồ. Trên hình 16.123 trình bày sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm giữa hai bậc trục. Dùng chuẩn đo làm chuẩn định vị bằng cách cho chân của đồng hồ 2 ôm vào một bậc trục và mũi tỳ của đồng hồ tiếp xúc với bậc trục kia của trục 1. Độ chênh lệch số chỉ của đồng hồ sau một vòng quay quanh trục đánh giá về độ đồng tâm của hai bậc trục này.



Hình 16.23. Sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm giữa hai bậc trục
1- trục kiểm tra; 2- đồng hồ đo.

Độ song song của rãnh then, then hoa so với đường tâm trục được kiểm tra như sơ đồ trên hình 16.124. Chi tiết được định vị bằng cổ trục đặt trên hai khối V. Đặt mũi tỳ của đồng hồ vào đỉnh hoặc chân hoặc mặt bên của rãnh then tại vị trí I, sau đó di chuyển sang vị trí II. Sai lệch về độ song song của rãnh then so với tâm trục được đánh giá bởi sai lệch số chỉ của đồng hồ tại hai vị trí. Với sơ đồ này cũng có thể kiểm tra sai lệch giữa đỉnh và chân then hoa.

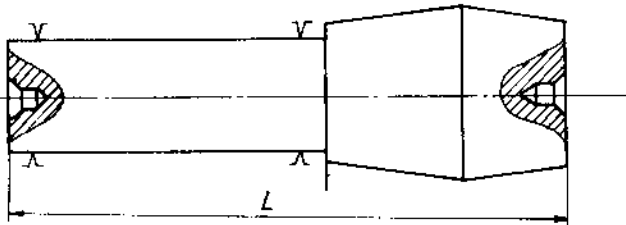
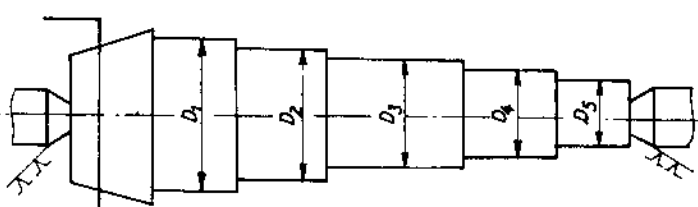
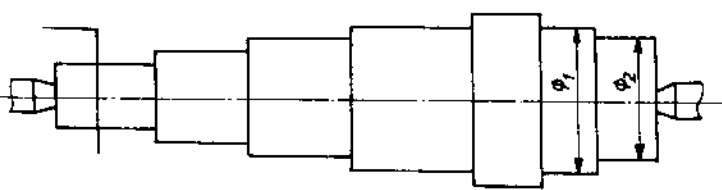
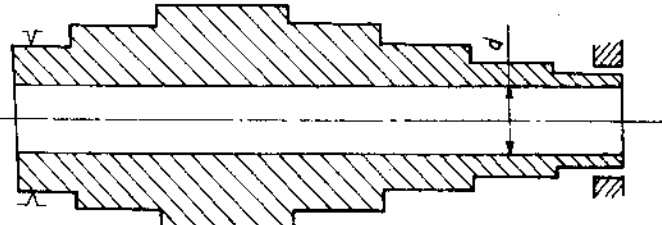


Hình 16.124. Sơ đồ kiểm tra độ song song của rãnh then so với đường tâm trục.
1- trục cần kiểm tra; 2- đồng hồ.

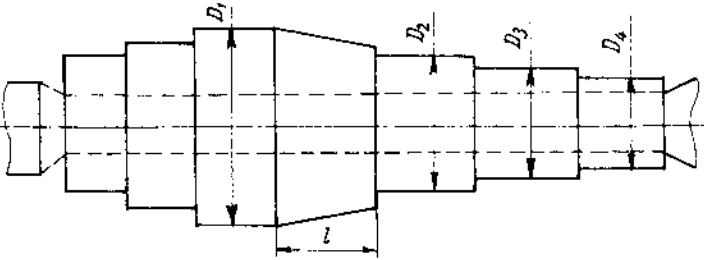
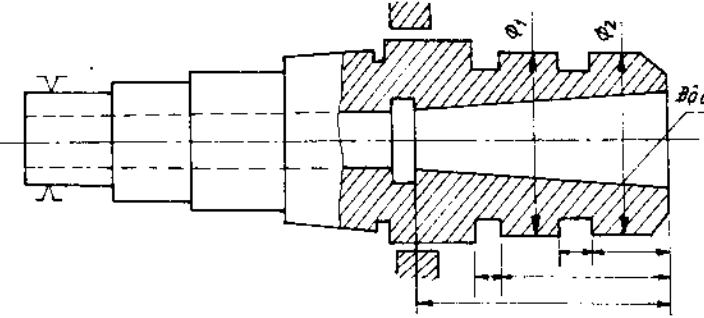
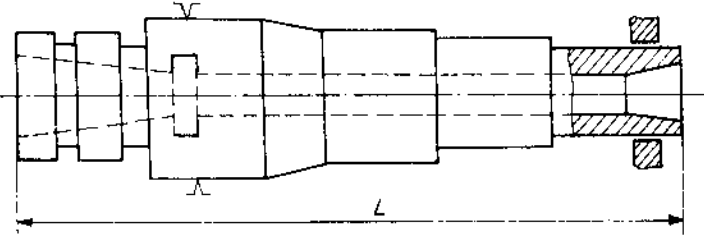
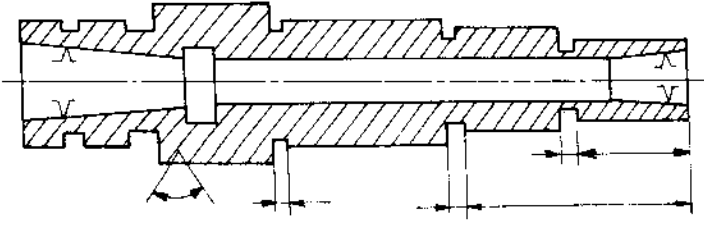
16.3.6.7. Ví dụ về quy trình công nghệ chế tạo chi tiết trục

Trên đây là phân nghiên cứu về cách chọn chuẩn cũng như trình tự các nguyên công và biện pháp thực hiện các nguyên công khi gia công các chi tiết trục. Trong phần này lấy trình tự gia công một trục chính để làm ví dụ (xem bảng 16.2). Trục chính gia công được trình bày trên hình 16.125.

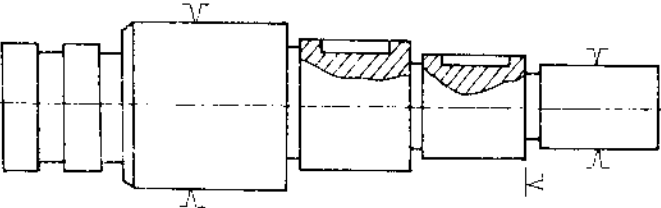
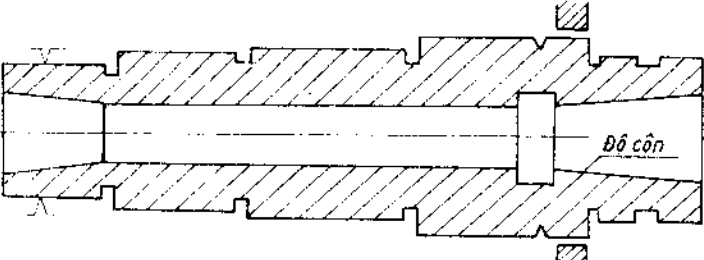
Bảng 16.2. Trình tự gia công trục hình 16.125

Thứ tự	Sơ đồ định vị	Tóm tắt nguyên công
1		Khoả mặt đầu và khoan lỗ tâm
2		Tiện thô các bậc phía đầu nhỏ
3		Tiện thô các phía đầu lớn
4		Khoan lỗ sâu

Tiếp bảng 16.2

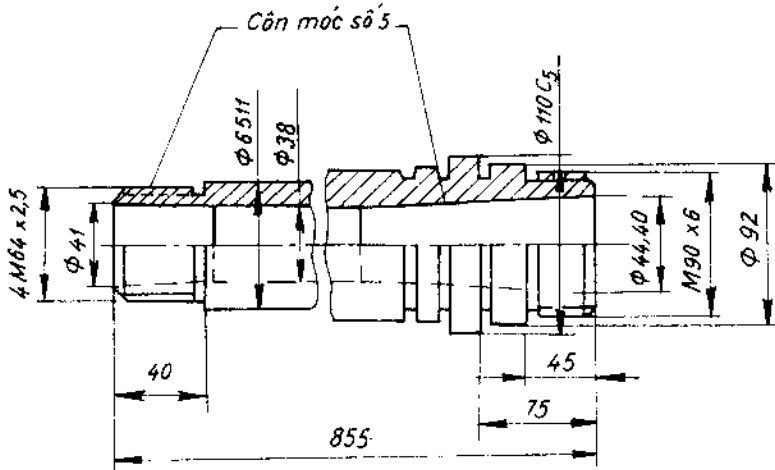
<p>5</p>		<p>Tiện tinh các bậc đầu nhỏ</p>
<p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Tiện tinh các bậc đầu lớn. - Tiện lỗ sâu
<p>7</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Cắt chiều dài chính xác. - Tiện phần côn hoặc phần trụ lắp ghép ở phía sau
<p>8</p>		<p>Tiện các vành vát mép</p>

Tiếp bảng 16.2

9	<p style="text-align: center;">Nhiệt luyện</p>	Tối tuợng ổ cần thiết
10	Sơ đồ định vị như nguyên công 8	Mài tinh các ổ trục
11	Sơ đồ định vị như nguyên công 8	Mài tinh các phần côn ngoài
12		Gia công các rãnh then trên ổ trục
13	Sơ đồ định vị như nguyên công 8	Gia công ren ở các mặt ngoài
14		Mài lại lỗ côn đầu to
15		Tổng kiểm tra

Cần chú ý rằng, trong những điều kiện cụ thể phải căn cứ vào kết cấu của

các loại trục chính khác nhau, căn cứ vào độ chính xác yêu cầu và căn cứ vào dạng sản xuất mà trình tự trên đây có thể thay đổi ít nhiều, thêm vào hoặc bớt đi một số nguyên công.



Hình 16.125. Trục chính của máy tiện 1A62.

16.4. CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CHI TIẾT DẠNG CÀNG

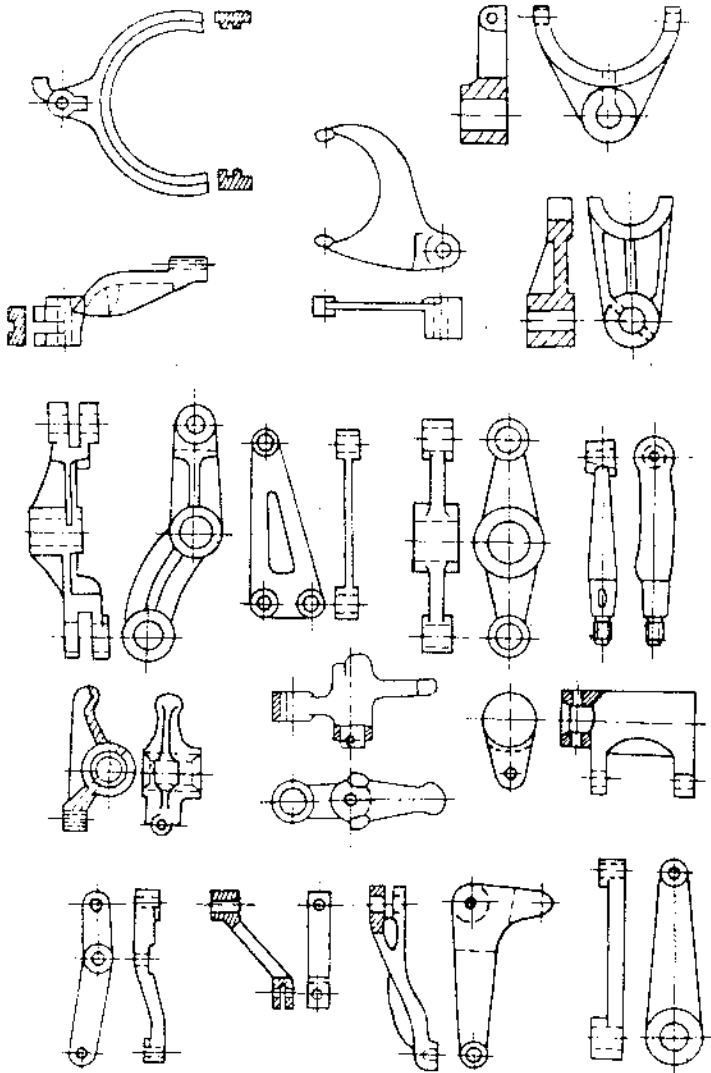
16.4.1. Đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của chi tiết dạng càng

16.4.1.1. Đặc điểm của chi tiết dạng càng

Càng là loại chi tiết không tròn, có hình thanh dẹt, thường có một hoặc một số lỗ cơ bản cần được gia công chính xác cao. Các lỗ này có quan hệ với nhau về độ song song, độ vuông góc hay dưới một góc nào đó, các lỗ này cũng có quan hệ về vị trí các đường tâm lỗ so với mặt đầu của nó. Ngoài những lỗ cơ bản, trên càng còn có những lỗ dùng để kẹp chặt, các rãnh then, các mặt đầu và những yếu tố khác cũng cần được gia công.

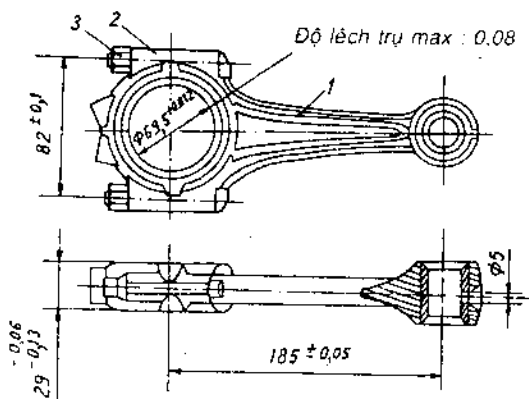
Chi tiết dạng càng thường có chức năng cầu nối giữa chi tiết này với chi tiết khác để biến đổi chuyển động, ví dụ như tay biên của động cơ đốt trong nối piston và trục khuỷu. Chi tiết dạng càng cũng dùng để gát những chi tiết khác đến vị trí nhất định, ví dụ như càng gát của hộp số để gát bánh răng ăn khớp.

Trên hình 16.126 trình bày một số chi tiết dạng càng hay được dùng trong kết cấu cơ khí.



Hình 16.126. Một số chi tiết dạng cangk.

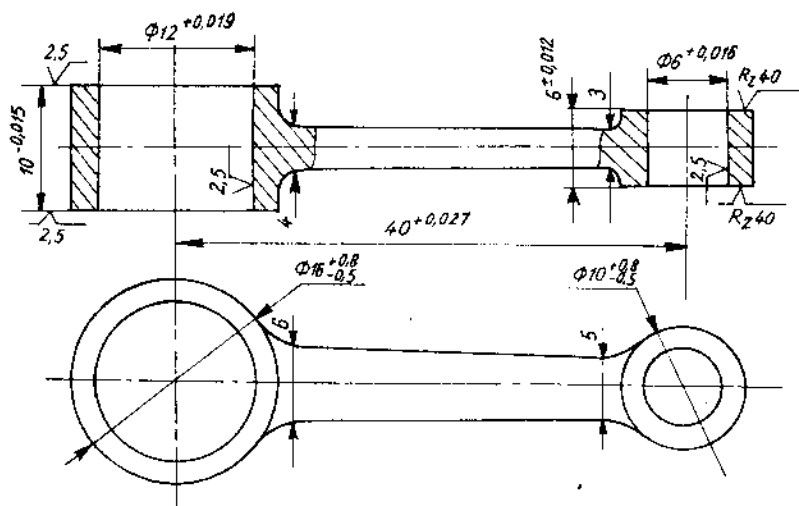
Từ hình 16.126 có thể thấy rằng các chi tiết dạng càng có hình dạng rất khác nhau. Tuy nhiên chúng đều có một đặc điểm chung như đã phân tích ở trên. Ở hình 16.127 trình bày kết cấu chi tiết tay biên của động cơ ô tô. Đây là kiểu biên rời, nghĩa là nó được ghép từ thân biên 1 và nắp biên 2 nhờ bulông 3 và trên hình 16.128



Hình 16.127. Tay biên của động cơ ô tô.

1- thân biên; 2- nắp biên; 3- bulông.

trình bày kết cấu của chi tiết biên trụ kim máy khâu chạy điện Textima.



Hình 16.128. Biên trụ kim máy khâu công nghiệp Textima.

Hai kiểu biên này đều thuộc vào chi tiết dạng càng, chúng đều có các dấu hiệu đặc trưng của chi tiết dạng càng. Từ sự xem xét cụ thể hai kiểu của chi tiết dạng càng này có thể phân tích các điều kiện kỹ thuật và thiết lập các phương án công nghệ chế tạo cho tất cả các chi tiết dạng càng.

16.4.1.2. Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu khi chế tạo chi tiết dạng càng

Khi chế tạo chi tiết dạng càng cần bảo đảm các yêu cầu chủ yếu sau:

- Kích thước các lỗ cơ bản được gia công với độ chính xác cấp $7 \div 9$, các rãnh then và mặt đầu với độ chính xác cấp $8 \div 10$.
- Sai lệch về vị trí tương quan giữa các bề mặt gồm:
 - + Sai lệch cho phép về khoảng cách giữa tâm các lỗ cơ bản được cho theo điều kiện làm việc của từng loại càng trong khoảng $0,1 \div 0,2$ mm hoặc đôi khi cho theo dung sai kích thước tự do.
 - + Độ không song song và độ không vuông góc giữa đường tâm các lỗ cơ bản cho phép trong khoảng $0,05 \div 0,025$ mm/100 mm, trong một số trường hợp có thể tới $0,01$ mm/100 mm.
 - + Độ không vuông góc giữa mặt đầu và đường tâm lỗ cho phép trong khoảng $1 \div 3$ $\mu\text{m}/1$ mm bán kính mặt đầu.
 - + Độ không song song của các mặt đầu lỗ cơ bản phải nằm trong giới hạn $0,5 \div 2,5$ $\mu\text{m}/1$ mm bán kính mặt đầu.
 - Độ nhám bề mặt các lỗ cơ bản không được vượt quá giá trị $R_a \leq 2,5$ μm ($> \sqrt{8}$); với các mặt đầu $R_a > 2,5$ μm ($< \sqrt{6}$), với các rãnh then được gia công đạt $R_z = 40 \div 10$ μm ($\sqrt{4} \div \sqrt{6}$).
 - Các mặt làm việc của càng đôi khi phải nhiệt luyện đạt độ cứng $50 \div 55$ HRC.

16.4.2. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng càng

Cũng như các dạng chi tiết khác, đối với chi tiết dạng càng tính công nghệ trong kết cấu của nó có một ý nghĩa quan trọng, vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất và độ chính xác gia công. Vì vậy khi thiết kế chi tiết dạng càng nên chú ý tới kết cấu của nó qua các vấn đề như sau:

- Độ cứng vững của càng phải đủ, không bị biến dạng khi gia công và khi làm việc trong các cơ cấu của máy.
- Chiều dài của các lỗ cơ bản nên bằng nhau và các mặt đầu của càng nằm trên hai mặt phẳng song song với nhau là tốt nhất.
- Kết cấu của càng nên bố trí sao cho đối xứng qua một mặt phẳng nào đó.

- Đối với những càng có các lỗ vuông góc với nhau thì kết cấu phải thuận lợi cho việc gia công lỗ nhỏ.

- Kết cấu của càng phải thuận lợi cho việc gia công nhiều chi tiết cùng một lúc.

- Hình dáng của càng phải thuận lợi cho việc chọn chuẩn thô và chuẩn tinh thống nhất.

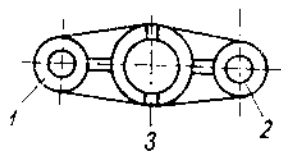
16.4.3. Vật liệu và phôi để chế tạo chi tiết dạng càng

Vật liệu để chế tạo chi tiết dạng càng thường dùng là thép cacbon kết cấu như thép C20, C35, C45, thép hợp kim như 40XH (40CrNi), 40XMA (40CrMoA), 18XHMM (18CrNiMoA), 18X2H4BA (18Cr2Ni4WA) có độ bền cao; các loại gang xám như GX12-28, GX21-44; các loại gang dẻo như GZ37-12, GZ4-35-10. Vật liệu bằng gang xám thích hợp cho các loại càng làm việc với tải trọng không lớn. Những càng có độ cứng vững thấp, làm việc có va đập thì nên chọn vật liệu là gang dẻo. Còn những càng làm việc với tải trọng lớn, để tăng độ bền thì nên dùng vật liệu là các loại thép có nhiệt luyện. Ngoài ra càng còn được chế tạo từ kim loại mẫu và kim loại bột.

Các dạng phôi của càng thường dùng là phôi rèn, phôi dập, phôi đúc và đôi khi còn có thể dùng phôi hàn.

- Càng cỡ vừa và nhỏ nếu sản lượng ít, phôi được chế tạo bằng phương pháp rèn tự do, nếu sản lượng lớn dùng phương pháp dập, sau đó được ép tinh trên máy ép để vừa tăng cơ tính vừa chống cong vênh cho càng. Tùy theo kết cấu của càng mà có thể làm khuôn để dập cả cặp đôi chi tiết nhằm tăng năng suất khi tạo phôi và dễ dàng khi gia công (hình 16.129). Sau khi gia công xong toàn bộ đối với cả phôi kép mới thực hiện cắt đôi để được hai chi tiết càng. Các mặt đầu của càng nên bố trí lỗ hần lên so với thân càng để đỡ diện tích gia công.

- Đối với càng bằng gang và kim loại mẫu thường dùng phôi đúc trong khuôn cát hoặc khuôn kim loại hoặc khuôn mẫu chảy. Tùy theo sản lượng và điều kiện mà chọn phương pháp nào đó cho thích hợp. Với phôi đúc cũng có thể bố trí tạo phôi kép cho càng như trường hợp phôi dập (hình 16.129).



Hình 16.129. Phôi kép cho chi tiết càng

1- phôi thứ nhất; 2- phôi thứ hai,
3- phần cắt bỏ để tách đôi

- Phôi hàn thường dùng cho các loại cày cỡ lớn, sản lượng ít. Nếu sản lượng nhiều hơn có thể kết hợp cả đập tấm và hàn để tạo phôi cho cày.

16.4.4. Quy trình công nghệ chế tạo chi tiết dạng cày

16.4.4.1. Phân tích chuẩn định vị khi gia công chi tiết dạng cày

Muốn có cách chọn chuẩn định vị đúng đắn để gia công các chi tiết dạng cày phải căn cứ vào kết cấu và yêu cầu kỹ thuật của chi tiết. Dựa vào hình 16.127 và hình 16.128 là hai kiểu chi tiết cụ thể của các chi tiết dạng cày để xem xét, phân tích chuẩn định vị khi gia công cày.

Khi định vị để gia công cày phải đảm bảo được vị trí tương đối của các mặt, của các lỗ đối với nhau, độ vuông góc của lỗ đối với mặt đầu. Vì vậy chọn chuẩn định vị để gia công chi tiết dạng cày có các phương án sau:

Phương án thứ nhất:

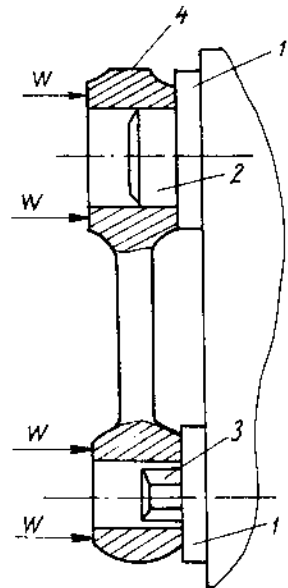
Dùng mặt đầu và hai lỗ cơ bản vuông góc với mặt đầu đã gia công làm chuẩn tinh thống nhất để gia công tất cả các mặt còn lại của cày. Sơ đồ định vị bằng chuẩn thống nhất khi gia công cày được trình bày trên hình 16.130. Khi đó mặt đầu cày được tỳ lên phiến tỳ 1 không chế ba bậc tự do, một lỗ của cày được lồng vào chốt trụ ngắn 2 không chế hai bậc tự do và một lỗ khác của cày được lồng vào chốt trám không chế một bậc tự do.

Vị trí của các chốt và các phiến tỳ theo phương đứng hay phương ngang, hay phương nghiêng là tùy thuộc sự tương quan của bề mặt gia công so với mặt định vị và máy được chọn để gia công.

Khi định vị theo sơ đồ như hình 16.130 cần lưu ý một số vấn đề như:

- Nếu như các mặt đầu của cày không cùng độ cao thì lấy mặt đầu của đầu lớn làm định vị chính và phải dùng chốt tỳ phụ vào mặt đầu thấp để tăng cứng vững khi gia công.

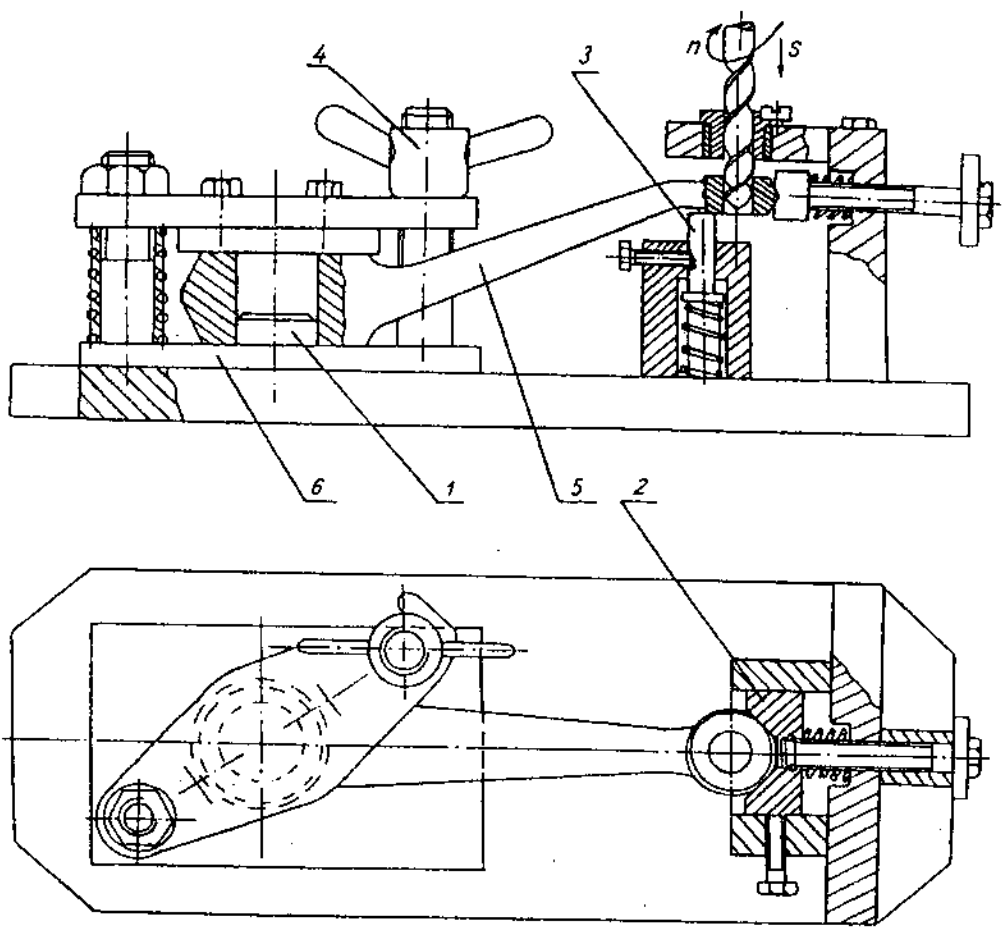
- Nếu cày là chi tiết kém cứng vững, để



Hình 16.130. Sơ đồ định vị để gia công cày khi sử dụng chuẩn tinh thống nhất là mặt đầu và hai lỗ vuông góc mặt đầu.

1- phiến tỳ; 2- chốt trụ; 3- chốt trám; 4- chi tiết gia công.

tránh biến dạng khi kẹp chặt, điểm đặt của lực kẹp phải nằm vào các điểm tỳ hoặc gần các điểm tỳ.



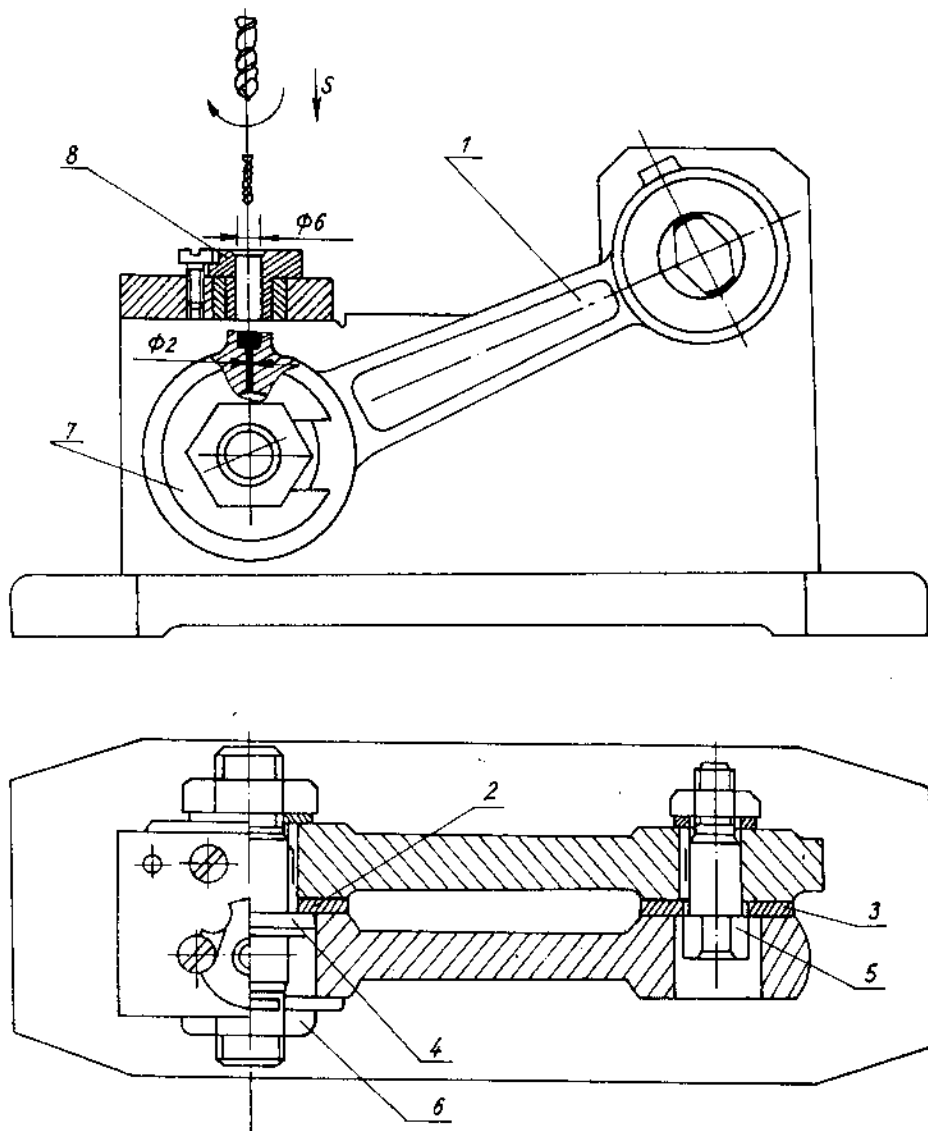
Hình 16.131. Đồ gá khoan lỗ đầu nhỏ của cang có sử dụng chốt tỳ phụ.

- 1- chốt trụ ngăn; 2- khối V tự lựa; 3- chốt tỳ phụ; 4- đai ốc kẹp; 5- chi tiết; 6- phiến tỳ.

Trên hình 16.131 trình bày một đồ gá khoan lỗ đầu nhỏ của một chi tiết cang với việc sử dụng chốt tỳ phụ đối với kiểu cang có các mặt đầu không cùng độ cao.

Chi tiết gia công 5 được định vị trên phiến tỳ 6, chốt trụ ngăn 1 và khối V

chống xoay 2. Kẹp chặt chi tiết được thực hiện bằng đai ốc có tay quay 4. Khi khoan lỗ ở đầu nhỏ chi tiết có độ cứng vững yếu nên phải dùng thêm chốt tỳ phụ 3 vào mặt đầu của đầu nhỏ.



Hình 16.132. Đồ gá khoan lỗ đầu đầu lớn của cang.

1- chi tiết gia công; 2, 3- phiến tỳ; 4- chốt trụ ngắn; 5- chốt trám; 6- êcu kẹp chặt; 7- đệm chữ C.

Để thể hiện rõ phương án chọn chuẩn thống nhất là mặt đầu và hai lỗ vuông góc mặt đầu càng trong việc gia công các mặt còn lại của càng, có thể xem xét đồ gá khoan lỗ đầu trên chi tiết càng (hình 16.132).

Chi tiết gia công 1 được định vị trên các phiến tỳ 2, 3, một chốt trụ ngắn 4 lồng vào lỗ đầu lớn và một chốt trám 5 lồng vào lỗ đầu nhỏ của càng. Trong trường hợp này do yêu cầu của vị trí lỗ gia công trên càng mà tâm chốt trụ và chốt trám phải được bố trí nằm trên mặt phẳng nghiêng. Chi tiết gia công được kẹp chặt nhờ êcu 6 thông qua đệm chữ C số 7. Êcu 6 được bắt vào phần đầu có ren của chốt 4.

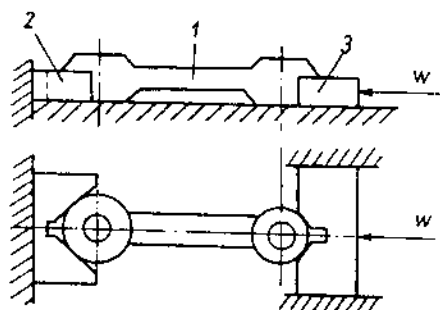
Như đã phân tích, theo phương án này chi tiết càng được định vị bằng chuẩn tinh thống nhất là mặt đầu và hai lỗ vuông góc mặt đầu để gia công tất cả các mặt còn lại. Vì vậy trong quá trình công nghệ gia công chi tiết dạng càng ở những nguyên công đầu tiên phải là gia công mặt đầu càng và sau đó là gia công hai lỗ cơ bản vuông góc mặt đầu đó.

Chuẩn thô ban đầu để gia công chi tiết dạng càng được chọn là vành ngoài của lỗ và mặt đầu của càng. Chọn chuẩn như vậy để gia

công mặt đầu kia và gia công lỗ cơ bản vuông góc mặt đầu càng. Sơ đồ định vị chi tiết càng bằng chuẩn thô để thực hiện việc gia công này được thể hiện trên hình 16.133. Trong trường hợp đó, mặt đầu càng được tỳ lên đồ định vị không chế ba bậc tự do, khối V cố định 2 ôm vào vành ngoài đầu càng không chế hai bậc tự do và khối V di động 3 ôm vào vành ngoài đầu thứ hai của càng không chế một bậc tự do. Khối V di động này còn có tác dụng tạo lực kẹp chặt càng khi gia công.

Chọn chuẩn như vậy sẽ bảo đảm vị trí đúng đắn giữa lỗ cơ bản và vành ngoài không gia công là hình vành khăn giữa vành tròn ngoài và lỗ cơ bản được đều đặn.

Với cách định vị như vậy đầu tiên thực hiện gia công mặt đầu phía trên của



Hình 16.133. Sơ đồ gá đặt khi gia công mặt đầu và lỗ cơ bản của chi tiết càng.

1- chi tiết; 2- khối V cố định; 3- khối V di động.

càng. Tiếp theo lật càng đi 180° cũng vẫn định vị như vậy để gia công mặt đầu còn lại. Mặt đầu càng định vị ở nguyên công tiếp theo này đã là mặt tinh. Trong trường hợp này yêu cầu mặt vát của khối V di động phải sao cho lực kẹp W có thành phần đi xuống để làm cho mặt định vị không bị kênh lên để đảm bảo cho hai mặt đầu song song nhau.

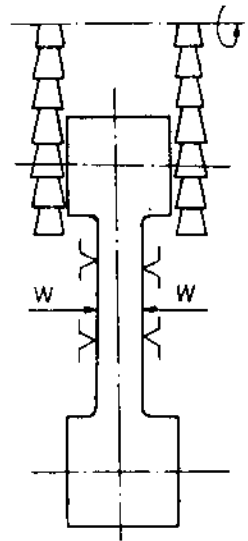
Sau khi đã gia công được mặt đầu càng tiến hành gia công hai lỗ vuông góc với mặt đầu càng. Hai lỗ này đóng vai trò hai lỗ chuẩn, song hai lỗ này cũng chính là hai lỗ cơ bản của càng.

Để gia công được hai lỗ cơ bản này, sơ đồ gá đặt càng có thể như hình 16.133. Khi đó mặt đầu càng đã là mặt tinh khống chế ba bậc tự do, khối V cố định ôm vào vành ngoài thô của một đầu khống chế hai bậc tự do, khối V di động ôm vào vành ngoài thô của đầu kia của càng khống chế một bậc tự do. Cách gá đặt này phải thực hiện trong một lần gá gia công lần lượt các lỗ hoặc gia công cùng một lúc cả hai lỗ thì mới bảo đảm độ chính xác tương quan về khoảng cách hai lỗ và độ vuông góc giữa lỗ và mặt đầu càng. Khi đó lực kẹp nên vuông góc mặt đầu càng và không nên tác động từ phía khối V di động.

Cũng có thể thực hiện theo cách gia công lần lượt hai lỗ cơ bản trong hai lần gá: lần gá thứ nhất để gia công lỗ thứ nhất với sơ đồ gá đặt hoàn toàn như hình 16.133. Trong trường hợp này khối V cố định ôm vào vành ngoài của lỗ thứ nhất cần gia công. Lần gá thứ hai phải dùng mặt đầu càng khống chế ba bậc tự do, lỗ thứ nhất vừa được gia công lồng vào chốt trụ ngắn khống chế hai bậc tự do; chống xoay cho càng dùng khối V di động ôm vào vành ngoài của lỗ thứ hai cần gia công (hình 16.146). Những vấn đề này sẽ được trình bày cụ thể ở phần biện pháp gia công lỗ cơ bản của càng.

Như vậy chúng ta đã có giải pháp gia công được mặt đầu càng và hai lỗ vuông góc với mặt đầu để dùng nó làm chuẩn tinh thống nhất gia công các mặt còn lại của càng theo phương án thứ nhất.

Tuy nhiên với những phiêi đã có mặt đầu chính xác thì nguyên công đầu tiên sẽ không phải là gia

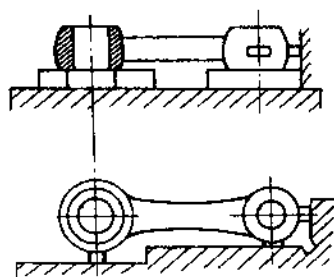


Hình 16.134. Sơ đồ gá đặt gia công hai mặt đầu càng cùng một lúc.

công mặt đầu mà là gia công hai lỗ vuông góc mặt đầu với giải pháp như trên đã trình bày.

Nếu chỉ với mục đích gia công mặt đầu của cày ở nguyên công đầu tiên có thể chọn phương án định vị vào thân cày không gia công. Sơ đồ định vị như vậy thể hiện trên hình 16.134. Khi đó cày được định vị và kẹp chặt vào thân cày bằng ê-tô tự định tâm, mặt đầu trên và dưới của cày được gia công bằng hai dao phay đĩa cùng một lúc.

Với cách gá đặt này bảo đảm hai mặt đầu cày song song nhau và hai mặt đầu đối xứng nhau qua mặt phẳng đối xứng.



Hình 16.135. Sơ đồ gá đặt cày khi dùng mặt đầu và ba vấu trên cày làm chuẩn.

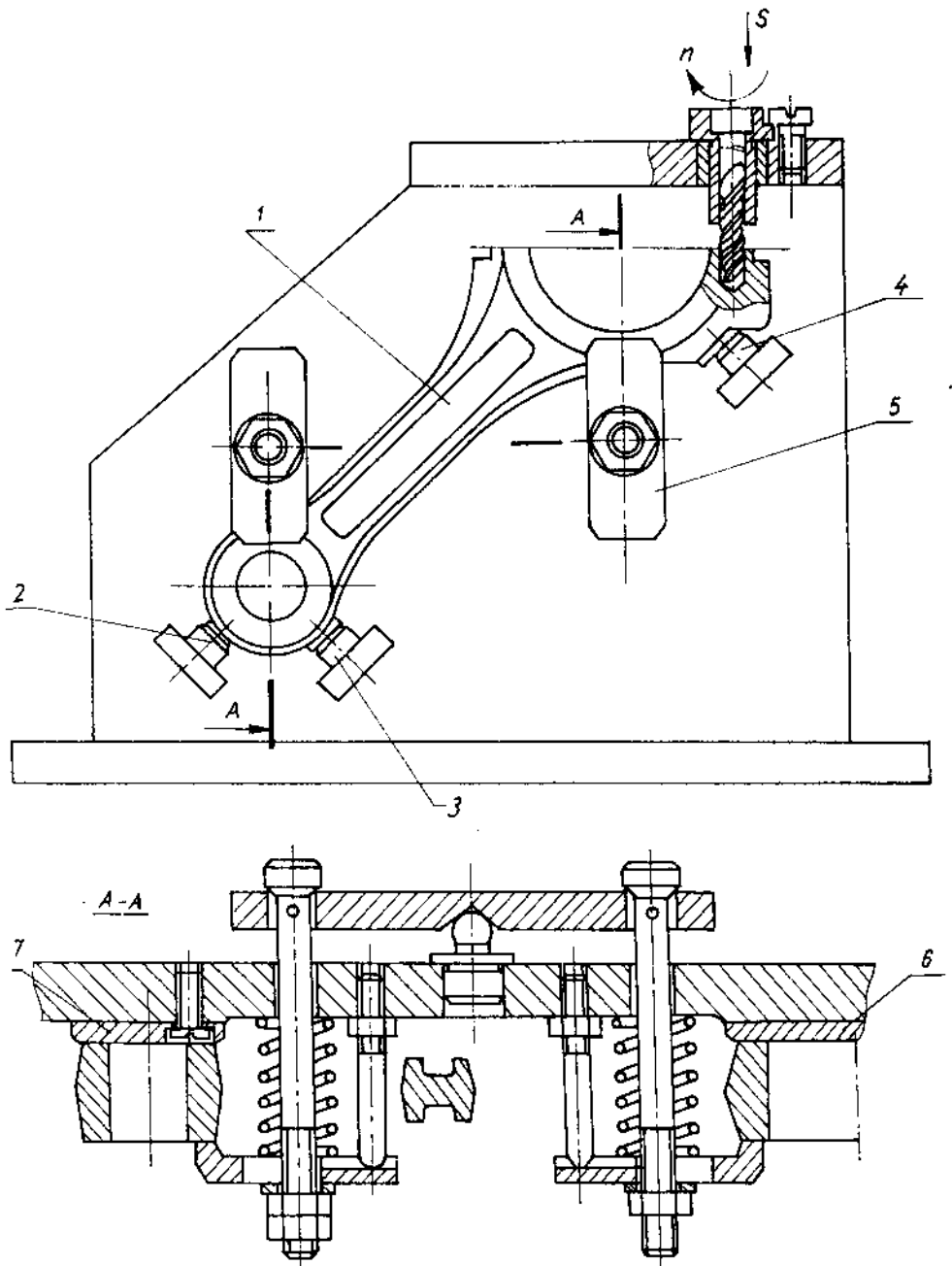
Sau khi đã gia công hai mặt đầu việc gia công hai lỗ vuông góc mặt đầu với các biện pháp như đã trình bày ở trên.

Phương án thứ hai:

Chuẩn tinh thống nhất để gia công cày là mặt đầu và ba vấu trên cày (hình 16.135). Khi đó mặt đầu cày khống chế ba bậc tự do, ba vấu đóng vai trò chuẩn tinh phụ khống chế ba bậc tự do còn lại.

Để thực hiện được theo phương án gá đặt này thì nguyên công đầu tiên là gia công hai mặt đầu, tiếp theo là gia công ba vấu tỳ phụ trên cày. Khi đã có mặt đầu tinh và ba vấu tỳ phụ, dùng chúng làm chuẩn tinh thống nhất để gia công tất cả các mặt còn lại của cày, kể cả các lỗ cơ bản của cày.

Trên hình 16.136 trình bày đồ gá khoan lỗ lắp ghép của thân biên động cơ đốt trong khi sử dụng chuẩn tinh thống nhất là mặt đầu và ba vấu tỳ phụ trên cày.



Hình 16.136. Đồ gá khoan lỗ lắp ghép của tay biên khi sử dụng chuẩn định vị là mặt đầu và ba vấu tỷ phụ.

- 1- chi tiết gia công; 2, 3, 4- các chốt tỷ tỷ vào ba vấu tỷ phụ; 5- đòn kẹp liên động;
6, 7- các phiến tỷ.

Chi tiết gia công 1 được định vị bằng mặt đầu tỳ lên các phiến tỳ 6, 7 và các vấu tỳ phụ tỳ lên các chốt tỳ 2, 3, 4. Kẹp chặt chi tiết được thực hiện bằng đòn kẹp liên động 5.

16.4.4.2. Trình tự gia công các bề mặt chủ yếu của chi tiết càng

Qua sự phân tích cách chọn chuẩn khi gia công như trên, để bảo đảm độ chính xác cũng như thuận lợi cho gia công, quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng càng bao gồm các nguyên công chủ yếu theo trình tự sau:

- Gia công mặt đầu càng
- Gia công các vấu tỳ (nếu có)
- Gia công thô và tinh các lỗ cơ bản
- Gia công các lỗ khác, lỗ có ren
- Cân bằng trọng lượng (nếu cần)
- Kiểm tra càng.

16.4.5. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính

16.4.5.1. Gia công mặt đầu chi tiết càng

Mặt đầu của càng thường lồi lên và có diện tích nhỏ rải rác. Các mặt đầu này cũng thường dùng làm mặt chuẩn cùng với hai lỗ chuẩn vuông góc với nó để thực hiện gia công các bề mặt khác của càng.

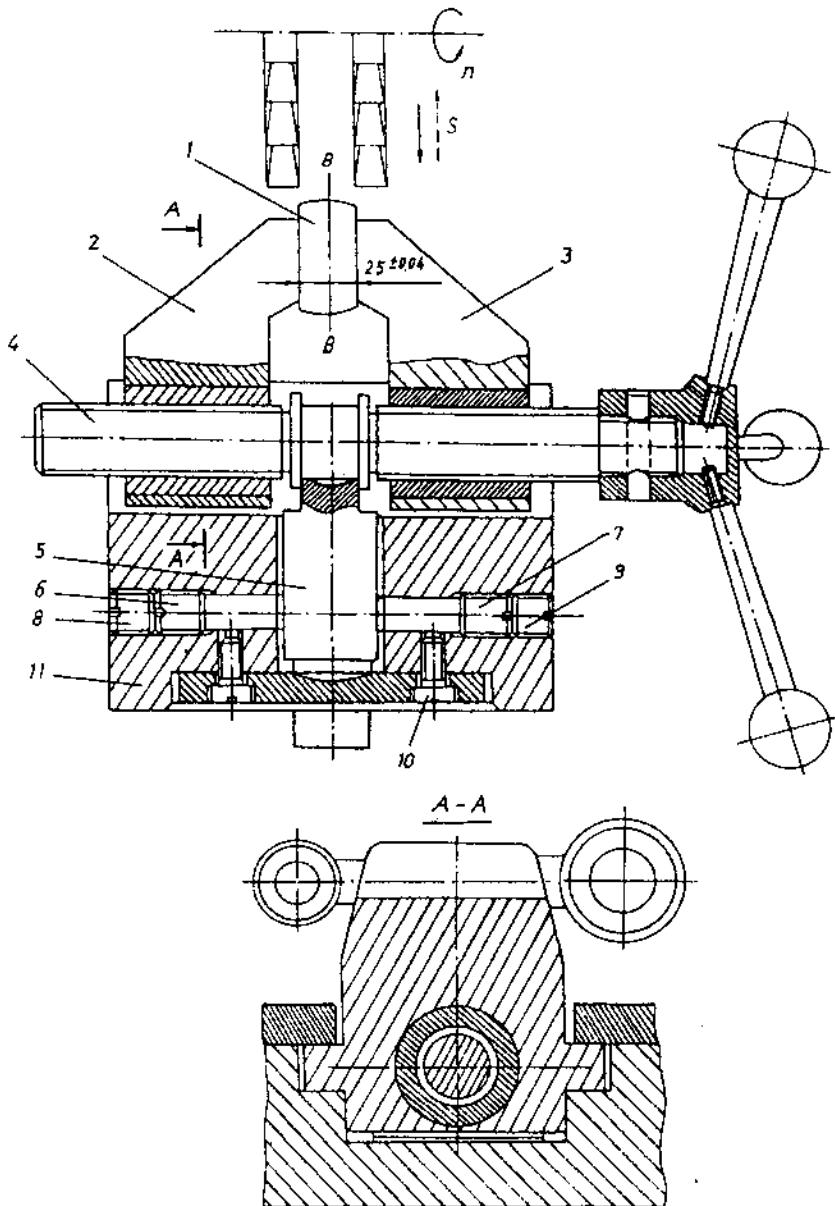
Vấn đề gia công mặt phẳng chuẩn hay gia công mặt đầu đã được phân tích ở phần phân tích cách chọn chuẩn khi gia công chi tiết dạng càng, ở phần này sẽ trình bày đầy đủ hơn về các biện pháp gia công mặt đầu của càng.

Tùy theo độ chính xác của phôi, sản lượng chi tiết mà có thể gia công mặt đầu càng bằng các phương pháp phay hoặc tiện, mài hoặc chuốt. Phương pháp bào cũng gia công được mặt đầu nhưng ít dùng vì càng có mặt đầu nhỏ, rải rác nên cho năng suất thấp.

Trong sản xuất loạt vừa và nhỏ gia công mặt đầu càng được thực hiện bằng phương pháp phay là rất phổ biến. Các mặt đầu của càng được gia công từng phía lần lượt trên máy phay nằm ngang hay thẳng đứng bằng một dao như hình 16.133. Khi đó đầu tiên phải dùng mặt đầu còn thô và vành ngoài thô của hai đầu càng làm mặt định vị để gia công mặt đầu kia. Sau đó lấy mặt đầu tinh và vành ngoài thô của hai đầu càng làm mặt định vị để gia công mặt đầu còn lại.

Cũng có thể thực hiện phay mặt đầu càng theo sơ đồ hình 16.134. Khi đó

càng được định vị bằng mặt thô trên thân càng không gia công. Gá và kẹp phôi bằng êtô tự định tâm. Gia công cùng một lúc cả hai mặt đầu song song nhau



Hình 16.137. Êtô tự định tâm để gá kẹp vào thân càng khi gia công hai mặt đầu.

- 1- chi tiết càng; 2, 3- má êtô; 4- trục vít me trái chiều; 5- chi tiết xác định vị trí;
6, 7- vít điều chỉnh; 8, 9- vít giữ; 10- vít cố định; 11- vỏ đồ gá.

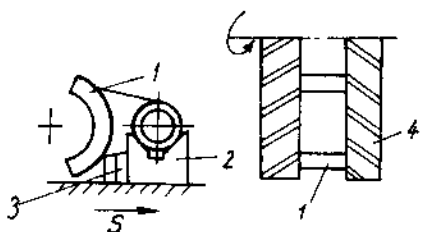
bằng hai dao phay đĩa ba mặt. Trên hình 16.137 trình bày một đồ gá kiểu êtô tự định tâm để phay hai mặt song song của đầu càng khi dùng chuẩn định vị là thân càng không gia công.

Chi tiết gia công dạng càng 1 được định vị và kẹp chặt trên hai má của êtô tự định tâm 2 và 3, các má êtô này tỳ vào thân càng. Hai má êtô này được dịch chuyển vào, ra nhờ quay trục vít me 4 có hai đầu ren trái chiều nhau. Chi tiết 5 có tác dụng xác định vị trí của trục vít me 4. Điều chỉnh vị trí của chi tiết 5 được thực hiện nhờ các vít 6 và 7, sau đó cố định chúng bằng các vít 8 và 9. Cố định chi tiết 5 với vỏ đồ gá 11 được thực hiện bằng vít 10.

Với cách thực hiện này để gia công mặt đầu sẽ bảo đảm hai mặt đầu song song nhau và đối xứng nhau qua mặt đối xứng của thân càng.

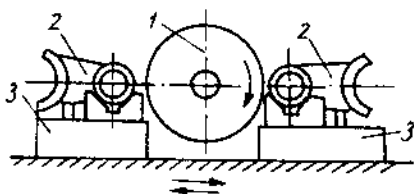
Ở dạng sản xuất này nếu biết xếp nhiều chi tiết để gia công cùng một lúc thì vẫn có thể thực hiện trên máy bào. Với đồ gá thích hợp, các loại càng cỡ vừa và nhỏ còn có thể gia công trên máy tiện.

Để bảo đảm năng suất khi gia công mặt đầu trên máy phay nên gá đặt chi tiết sao cho có thể phay được hai phía của đầu càng cùng một lúc (hình 16.138). Đây là phương án định vị vào vành ngoài một đầu càng, chống xoay vào thân càng khi gia công cùng một lúc hai phía của mặt đầu càng. Trong cách thực hiện này còn phải chống xô dịch dọc tâm lỗ càng bằng điểm tỳ vào thân càng.



Hình 16.138. Sơ đồ gá đặt để phay hai mặt đầu càng cùng một lúc.

1- chi tiết gia công; 2- khối V; 3- chốt tỳ chống xoay; 4- dao.



Hình 16.139. Sơ đồ gá đặt kiểu chạy dao đi, về đều cắt.

1- dao phay; 2- vật gia công; 3- đồ gá.

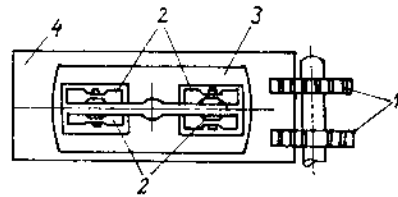
Cũng có thể thực hiện gia công mặt đầu càng bằng phương pháp mài, cho năng suất và độ chính xác cao hơn phương pháp phay. Tuy nhiên chọn phay hay mài là tùy thuộc vào lượng dư gia công lớn hay nhỏ hay là phụ thuộc vào

phương pháp chế tạo phôi. Nếu như phôi được chế tạo bằng rèn tự do trong khuôn đơn giản, sau đó lại được ép tinh trên máy ép thì phôi đã khá chính xác, lượng dư nhỏ, trong trường hợp đó có thể chọn phương pháp mài, ngược lại nếu lượng dư gia công lớn thì phải chọn phương pháp phay.

Khi mài mặt đầu càng chỉ việc lấy mặt đầu nọ định vị để mài mặt đầu kia. Chi tiết được gá trực tiếp lên bàn máy, cho mặt đầu càng tỳ lên bàn máy, thực hiện lật đi lật lại chi tiết một số lần trong quá trình mài để bảo đảm tiếp xúc tốt giữa mặt đầu và bàn máy và bảo đảm độ song song hai mặt đầu càng.

Khi sản lượng chế tạo càng là loạt lớn thì vẫn áp dụng phương pháp phay để gia công mặt đầu. Trong trường hợp đó, để nâng cao năng suất có thể dùng biện pháp chạy dao đi, về đều cắt (hình 16.139). Khi đó trên bàn máy đặt hai đồ gá 3 giống nhau trên đó có gá chi tiết gia công 2. Tiến hành gia công theo kiểu đi, về dao 1 đều cắt vào vật gia công 2.

Ngoài ra cũng có thể gia công mặt đầu trên máy phay có bàn quay gián đoạn (hình 16.140). Khi đó vật gia công 2 được gá trên đồ gá, mà các đồ gá này lại đặt trên bàn quay 3 của bàn máy 4. Theo cách này thì hai dao 1 cắt vào mặt đầu hai chi tiết 2 trên một đồ gá thì ở đồ gá phía đối diện được tháo hai chi tiết đã gia công xong ra và lắp hai phôi khác vào. Khi dao cắt xong thực hiện phân độ bàn quay 180° để vị trí các đồ gá được luân phiên và chu kỳ gia công được lặp lại.



Hình 16.140. Sơ đồ gá đặt đồ gá trên bàn quay gián đoạn để gia công mặt đầu càng.

1- dao phay; 2- chi tiết; 3- bàn quay; 4- bàn máy.

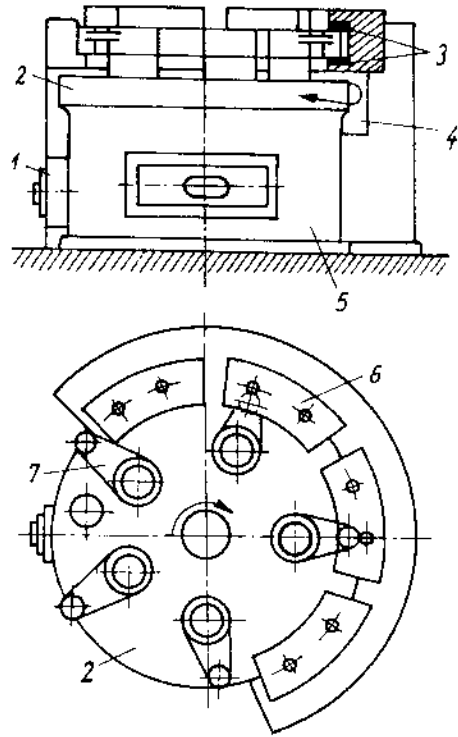
Với dạng sản xuất này còn có thể áp dụng phương pháp chuốt mặt phẳng để gia công mặt đầu càng. Sơ đồ chuốt đồng thời hai mặt đầu càng trên máy chuốt có bàn quay dừng được thể hiện trên hình 16.141. Trên thân máy 5 đặt bàn máy 2 quay tròn được. Trong thân máy có gá cơ cấu quay của bàn, nó nhận chuyển động từ động cơ điện 1. Tốc độ quay của bàn được điều chỉnh phụ thuộc vào chế độ chuốt phôi. Xung quanh bàn ở phía trên bàn quay cung tròn 4 có gá bốn cái giá giữ 6 mà trong đó dao chuốt 3 được kẹp chặt.

Trên bàn 2 có đặt các đồ gá trong đó có chi tiết gia công 7. Khi quay bàn, phôi sẽ được chuốt giữa các dao chuốt 3, liên tục qua tất cả các dao.

Trong sản xuất hàng khối mặt đầu của còng được gia công trên máy phay có bàn quay (hình 16.142). Ở đó bàn quay 3 quay liên tục đưa phôi 2 vào vị trí cắt của dao 1. Tại một vị trí chỉ việc tháo chi tiết đã gia công xong ra và lắp phôi khác vào trong khi bàn quay vẫn quay.

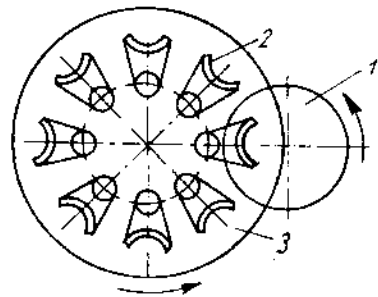
Trên hình 16.143 trình bày sơ đồ máy phay có bàn quay để thực hiện phay liên tục chi tiết gia công. Máy có bàn quay tròn với trục quay thẳng đứng, được truyền dẫn chuyển động với sự giúp đỡ của bộ truyền trục vít - bánh vít. Chi tiết gia công 5 được kẹp chặt trong đồ gá đặt trên mặt bàn. Việc kẹp được thực hiện nhờ xylanh thủy lực 3 tác động lên cần kẹp 1, được di trượt trong bạc dẫn 2. Để chống xoay cho chi tiết dùng chốt tỳ 4. Bàn quay 7 liên tục đưa chi tiết vào vùng gia công của dao 6. Ở phía đối diện với vùng gia công chỉ việc gá và tháo chi tiết.

Trong một số trường hợp mặt đầu còng yêu cầu chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt cao thì sau khi phay hoặc chuốt còn phải qua nguyên công mài mặt đầu. Có thể mài trên máy mài phẳng hay máy mài có bàn quay tùy theo sản lượng và điều kiện sản xuất. Nếu bề dày các mặt đầu bằng nhau thì mài cùng một lần một



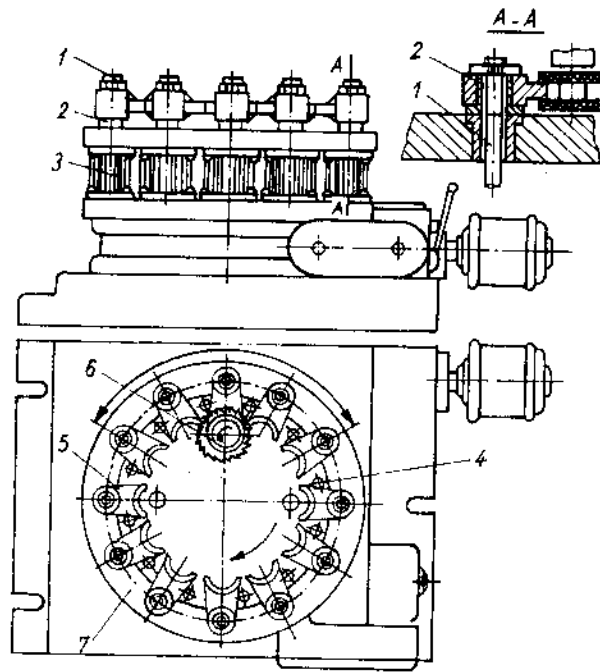
Hình 16.141. Sơ đồ gia công mặt đầu trên máy chuốt có bàn quay đứng.

1- động cơ điện; 2- bàn quay; 3- dao chuốt; 4- bàn dao; 5- thân máy; 6- giá giữ; 7- chi tiết gia công.



Hình 16.142. Sơ đồ gia công mặt đầu còng trên máy phay có bàn quay liên tục.

1- dao; 2- chi tiết; 3- bàn quay.



Hình 16.143. Sơ đồ máy phay có bàn quay để phay liên tục.

1- cán kẹp; 2- bạc dẫn; 3- xylanh thủy lực; 4- chốt tỳ; 5- chi tiết; 6- dao; 7- bàn quay.

phía của tất cả các đầu, sau đó lật lại để mài phía bên kia. Trường hợp bề dày càng không bằng nhau thì phải mài riêng từng đầu. Cũng có thể thực hiện mài trên máy chuyên dùng để gia công cả hai phía cùng một lúc.

16.4.5.2. Gia công thô và tinh các lỗ cơ bản của còng

Các lỗ cơ bản của còng có yêu cầu chính xác cao về kích thước, về hình dáng vì chúng được lắp ghép với chi tiết khác. Chúng cũng có yêu cầu chính xác về vị trí tương quan như độ song song với nhau, độ vuông góc lỗ và mặt đầu, khoảng cách giữa các tâm lỗ. Tùy theo sản lượng và điều kiện sản xuất mà có biện pháp gia công thích hợp.

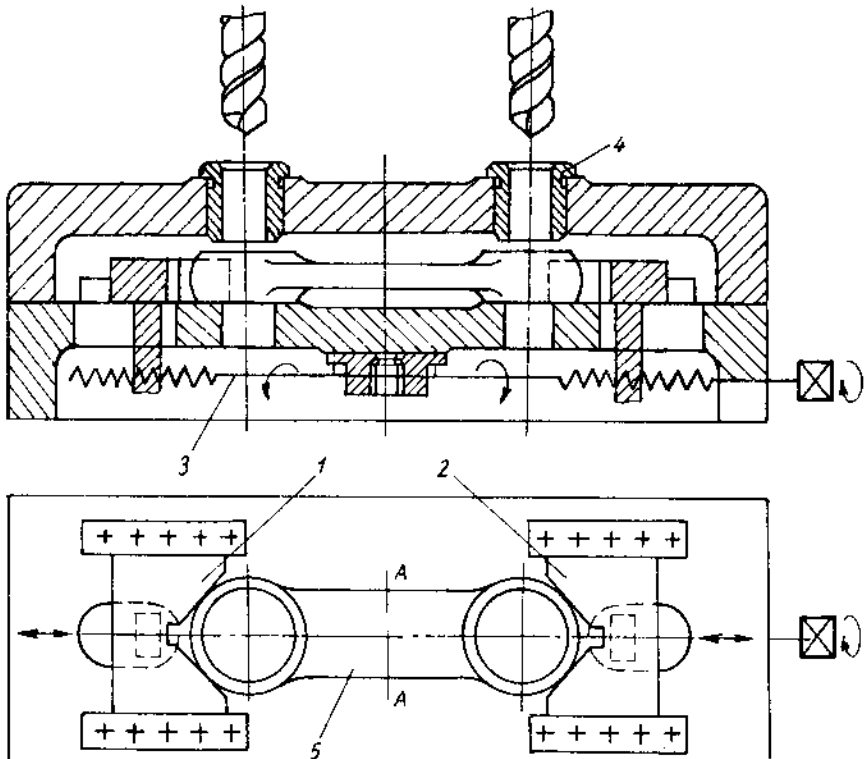
Lỗ cơ bản trên còng cũng chính là lỗ dùng làm chuẩn cùng với mặt đầu còng tạo nên chuẩn thống nhất để gia công còng. Vì vậy biện pháp gia công lỗ này đã được phân tích ở phần *phân tích chuẩn định vị khi gia công chi tiết còng*. Tuy nhiên ở phần này sẽ nêu các biện pháp cụ thể hơn, đầy đủ hơn trong việc gia công các lỗ cơ bản nói chung của còng.

Để có phương pháp chung nhất đối với việc gia công lỗ cơ bản trên chi tiết dạng còng, hãy hình dung nó không chỉ có hai lỗ như thường thấy mà có thể có một hoặc một số lỗ cần gia công.

Nếu sản lượng ít với mọi cỡ của còng, lỗ cơ bản được gia công trên máy khoan đứng, hoặc khoan cần bằng phương pháp lấy dấu, hoặc thực hiện trên máy tiện, máy doa ngang với phương pháp rà gá.

Nếu sản lượng nhiều thì lỗ cơ bản của còng được gia công trên máy khoan cần, hoặc khoan đứng bằng phương pháp tự động đạt kích thước nhờ vị trí của các bạc dẫn lắp trên phiên dẫn của đồ gá. Biện pháp thực hiện có những phương án như sau:

Phương án thứ nhất: gia công lần lượt các lỗ sau một lần gá đặt.



Hình 16.144. Sơ đồ nguyên tác đồ gá có khối V tự định tâm để gia công lần lượt các lỗ cơ bản của còng.

- 1- khối V bên trái; 2- khối V bên phải; 3- trục vít me trái chiều; 4- bạc dẫn; 5- chi tiết gia công.
A A- mặt đối xứng.

Theo phương án chi tiết cho gia công phải được định vị đủ sáu bậc tự do (hình 16.133). Khi đó mặt đầu không chế ba bậc tự do, vành ngoài một đầu càng tỳ vào khối V cố định không chế hai bậc tự do, vành ngoài một đầu càng tỳ vào khối V di động không chế một bậc tự do. Vị trí và khoảng cách giữa các lỗ được quyết định bởi vị trí các bậc dẫn lắp trên phiến dẫn, mà phiến dẫn lại có vị trí tương quan so với các chi tiết định vị chi tiết gia công. Khi gia công chỉ việc điều khiển dụng cụ cắt lọt vào lỗ bậc dẫn là được. Thực hiện gia công lần lượt các lỗ, và ở mỗi lỗ lại lần lượt gia công theo các bước khoan, khoét, doa trên máy khoan cân bằng cách di chuyển đầu khoan và đồ gá cố định hoặc thực hiện trên máy khoan đứng với cách di chuyển đồ gá.

Khi định vị bằng vành ngoài mặt đầu càng trên khối V sẽ có sai số định vị, sai số này bằng độ xê dịch tâm lỗ gia công so với vành ngoài khi đường kính vành ngoài của phôi thay đổi. Điều đó dẫn đến không đảm bảo sự đối xứng của tâm hai lỗ so với mặt đối xứng của càng. Để loại trừ sai số này có thể dùng khối V tự định tâm thay cho một khối V cố định và một khối V di động như hình 16.133. Sơ đồ nguyên tắc đồ gá cố khối V tự định tâm khi gia công lần lượt các lỗ cơ bản của càng được trình bày trên hình 16.144.

Hai mỏ kẹp khối V 1 và 2 ăn khớp ren với hai đầu trục ren của trục vít me trái chiều 3. Khi quay trục vít me thì cả hai khối V đều đi vào để định vị và kẹp chặt chi tiết 5 hoặc đi ra để tháo lực kẹp.

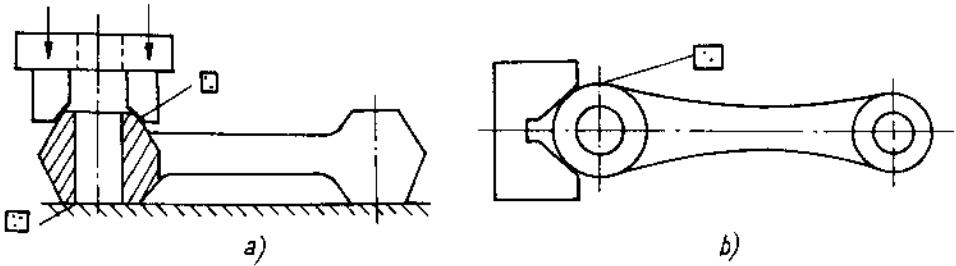
Khi gia công chỉ việc điều khiển dao lọt vào bậc dẫn 4 là được. Theo cách này hai tâm lỗ gia công đảm bảo đối xứng qua mặt AA.

Phương án thứ hai: gia công lần lượt các lỗ bằng một số lần gá.

- Gia công lỗ thứ nhất ở lần gá thứ nhất:

Sơ đồ gá đặt để gia công lỗ thứ nhất như hình 16.133. Khi đó chi tiết được định vị bằng mặt đầu tỳ lên phiến tỳ không chế ba bậc tự do, vành ngoài thô của lỗ cần gia công tỳ vào khối V cố định không chế hai bậc tự do và vành ngoài thô của đầu kia tỳ vào khối V di động không chế một bậc tự do. Lực kẹp có thể tác động từ khối V di động, nhưng tốt nhất lực kẹp nên vuông góc với đầu càng. Vị trí tâm lỗ gia công được quyết định bởi bậc dẫn lắp trên phiến dẫn trên đồ gá. Phiến dẫn có vị trí tương quan với tâm khối V. Khi gia công chỉ việc điều khiển cho dụng cụ cắt lọt vào bậc dẫn là được.

Tuy vậy, ở nguyên công gia công lỗ thứ nhất có thể không cần không chế bậc tự do xoay quanh tâm khối V cố định. Sơ đồ gá đặt với việc không chế năm bậc tự do khi gia công lỗ thứ nhất cho trên hình 16.145a. Khi đó chi tiết được



Hình 16.145. Sơ đồ gá đặt cồng khi gia công lỗ thứ nhất.

a) định vị bằng mặt đầu và chụp côn tỳ vào vành ngoài cồng.

b) định vị bằng mặt đầu và vành ngoài tỳ vào khối V.

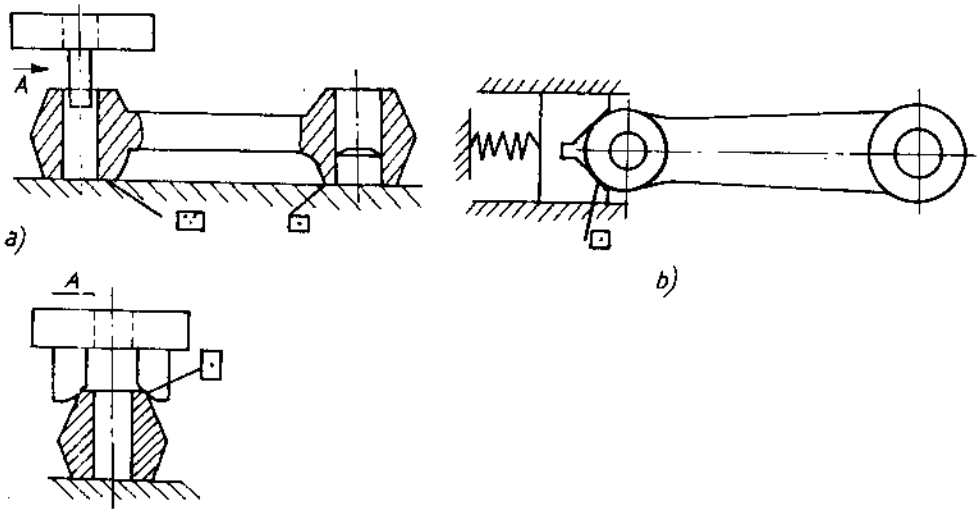
định vị bằng mặt đầu cồng và mặt vành ngoài của đầu cồng được tỳ vào một chụp côn (hình 16.145a). Chụp côn này tác động từ trên xuống vừa định vị và vừa tạo lực kẹp cho chi tiết. Chụp côn này có tác dụng khống chế hai bậc tự do, mặt đầu cồng khống chế ba bậc tự do. Trong trường hợp này tâm chụp côn đồng thời cũng là tâm bạc dẫn dụng cụ gia công. Cũng có thể thực hiện theo cách chi tiết được định vị bằng mặt đầu khống chế ba bậc tự do và vành ngoài của đầu cồng tỳ vào khối V khống chế hai bậc tự do (hình 16.145b). Trong trường hợp này bạc dẫn được lắp vào phiến dẫn trên đồ gá phải có vị trí sao cho tâm của nó trùng với tâm khối V.

- Gia công lỗ thứ hai với lần gá thứ hai:

Để gia công được lỗ thứ hai, định vị bằng mặt đầu cồng khống chế ba bậc tự do, lỗ thứ nhất đã gia công lồng vào chốt trụ ngắn khống chế hai bậc tự do và phải khống chế bậc tự do xoay của chi tiết quanh chốt trụ ngắn. Để khống chế bậc tự do xoay này có thể dùng chụp hình khối V tỳ vào mép trên của vành ngoài lỗ (hình 16.146a). Tâm chụp hình khối V này trùng với tâm bạc dẫn dụng cụ gia công và chụp này tác động từ trên xuống để tạo lực kẹp.

Cũng có thể thực hiện định vị bằng mặt đầu cồng khống chế ba bậc tự do, lỗ thứ nhất đã gia công lồng vào chốt trụ ngắn khống chế hai bậc tự do và để chống xoay dùng khối V tự lựa ôm vào vành ngoài của lỗ gia công (hình 16.146b).

- Gia công lỗ tiếp theo: để gia công các lỗ tiếp theo (ví dụ, lỗ thứ ba) thì vấn đề trở nên đơn giản rất nhiều bởi lẽ trên cồng đã có mặt đầu và hai lỗ cơ bản



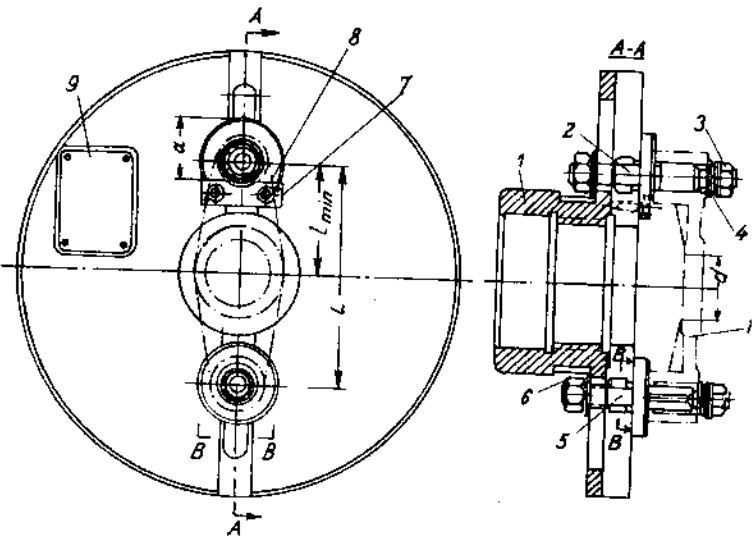
Hình 16.146. Sơ đồ gá đặt khi gia công lỗ thứ hai trên cang.

a- chống xoay bằng chụm khối V ở mép trên vành ngoài;

b- chống xoay bằng khối V tự lùa.

Hình 16.147. Đồ gá tiện lỗ giữa của cang khi dùng chuẩn thống nhất là mặt đầu và hai lỗ vuông góc mặt đầu.

1- thân gá; 2- chốt trụ; 3- êcu; 4- vòng đệm; 5- chốt trám; 6- êcu; 7- phiến tỳ; 8- vít; 9- bảng ghi hướng dẫn; 10- chi tiết.



đã được gia công. Khi đó định vị để gia công dùng chuẩn tinh thống nhất là mặt đầu và hai lỗ vuông góc mặt đầu. Một lỗ được lồng vào chốt trụ ngắn và một lỗ được lồng vào chốt trám. Trên hình 16.147 trình bày đồ gá để tiện lỗ thứ ba trên còng khi dùng chuẩn tinh thống nhất.

Chi tiết gia công 10 được gá bằng mặt đầu tỳ lên vai của hai chốt và được lồng vào hai chốt trụ 2 và chốt trám 5. Các chốt này ở phần dưới có ren để kẹp chặt với thân đồ gá 1 nhờ các êcu 6. Phần đầu của các chốt cũng có ren để bắt vào êcu 3. Khi vận các êcu 3 tạo lực kẹp cho chi tiết. Thân đồ gá 1 được bắt vào đầu trục chính của máy tiện. Các chốt trụ và chốt trám được điều chỉnh theo hướng tâm nhờ rãnh elip trên thân gá để thích hợp với khoảng cách tâm hai lỗ của các loại còng khác nhau. Sự hướng dẫn này được ghi trên bảng hướng dẫn 9.

Cũng có thể thực hiện gia công lỗ tiếp theo trên máy khoan, máy doa với cách gá đặt bằng chuẩn tinh thống nhất.

Gia công các lỗ lần lượt bằng các lần gá khác nhau là phương án hay được dùng nhất, ở mỗi lỗ gia công đều phải thực hiện theo các bước khoan, khoét, doa. Vì vậy các bậc dẫn cần có kích thước tương ứng và thay nhanh.

Trong sản xuất hàng khối lỗ cơ bản của còng có thể được gia công trên máy khoan có đầu ro-vôn-ve để giảm thời gian phải thay dao. Vì trên đầu ro-vôn-ve có thể lắp sẵn những dụng cụ theo trình tự gia công, ở trường hợp gia công này các biện pháp công nghệ vẫn áp dụng như phần trên đã trình bày. Tuy nhiên ở dạng sản xuất này có thể dùng máy tổ hợp nhiều trục chính để gia công tất cả các lỗ cơ bản cùng một lúc trong một lần gá đặt, như vậy sẽ đạt hiệu quả cao hơn.

Trên hình 16.148 đưa ra sơ đồ gia công lỗ đầu nhỏ của còng trên máy nhiều trục chính bốn vị trí có bàn máy quay được: ở vị trí I gá và tháo phôi; ở vị trí II phôi được khoan; ở vị trí III phôi được khoét; ở vị trí IV phôi được doa. Sau khi gá đặt xong ở vị trí I, bàn máy được quay đi 90° để đưa phôi đến vị trí II, tại đây phôi được khoan. Sau đó bàn máy lại quay đi 90° để đưa phôi đã qua khoan đến vị trí III, tại đó phôi sẽ được khoét. Trong khi đó tại vị trí II phôi mới cũng được khoan. Sau đó bàn lại quay đi 90° để đưa phôi đã khoét sang vị trí IV, tại đó hai phôi được doa, trong khi đó tại vị trí II phôi mới được khoan và phôi khác lại được khoét. Cuối cùng lại quay bàn đi 90° để đưa phôi đã doa về vị trí I, tại đây tháo chi tiết đã gia công xong ra, lắp phôi mới vào. Lại quay bàn đi 90° và chu trình làm việc được lặp lại.

Với phương pháp gia công trên máy tổ hợp nhiều trục chính sẽ đạt độ

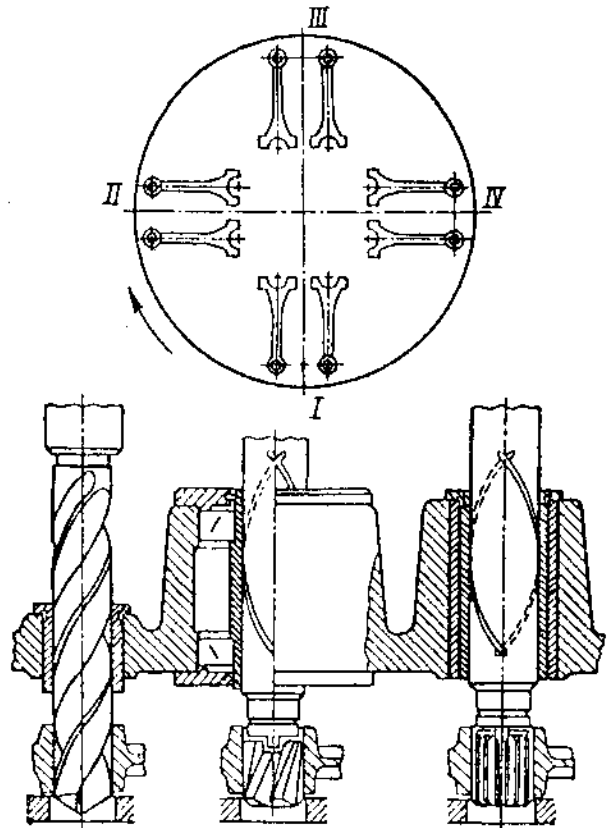
chính xác về vị trí, độ song song giữa các lỗ, khoảng cách giữa tâm các lỗ cao hơn các phương pháp trên.

Nhìn chung khi gia công các lỗ cơ bản thường thực hiện theo trình tự khoan - khoét - doa trong một lần gá đối với mỗi một lỗ. Tuy nhiên cũng có khi thực hiện theo trình tự khoan - khoét - chuốt hoặc nong bi, hoặc mài khôn. Trong trường hợp đó việc gia công tinh lỗ phải thực hiện sang lần gá khác. Với những cày có lỗ sẵn khi tạo phôi thì theo trình tự tiện mở rộng hay khoét rồi gia công tinh trong hai lần gá. Với những cày có lỗ cần lắp bạc đồng thì sau khi gia công tinh lỗ xong, mới đóng bạc đồng vào, sau đó phải gia công tinh lại lỗ trên bạc đồng đã lắp.

16.4.5.3. Kiểm tra cày

Chi tiết dạng cày được kiểm tra sau mỗi nguyên công và sau đó là tổng kiểm tra. Các yếu tố cần được kiểm tra là đường kính các lỗ cơ bản, bề dày các đầu cày, khoảng cách tâm giữa các lỗ cơ bản, độ song song giữa các lỗ, độ vuông góc giữa các lỗ và mặt đầu cày.

- Đường kính các lỗ cơ bản, bề dày các đầu cày được kiểm tra bằng thước cặp, calíp hoặc cơ cấu có mang đồng hồ.



Hình 16.148. Sơ đồ công nghệ gia công lỗ đầu nhỏ của cày trên máy nhiều trục chính bốn vị trí có bản quay.

I- gá và tháo phôi; II- khoan; III- khoét; IV- doa.

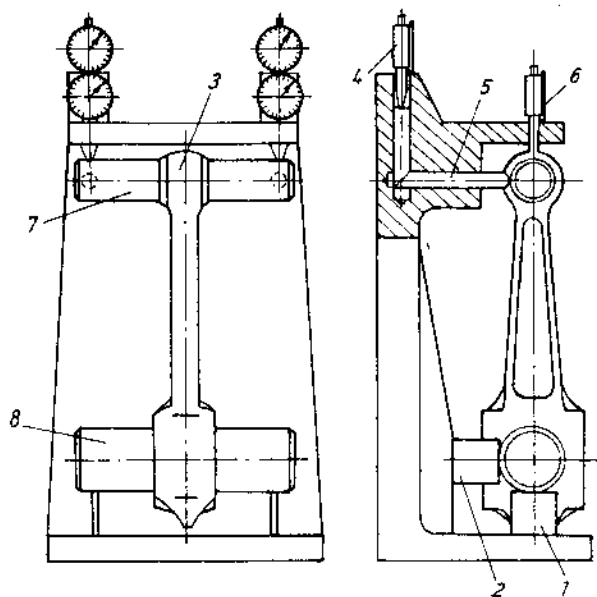
- Độ song song giữa hai đường tâm lỗ cơ bản được kiểm tra bằng đồng hồ thông qua trục kiểm lồng vào hai lỗ với đồ gá kiểm tra như trên hình 16.149.

Lắp hai trục kiểm 7 và 8 vào hai lỗ của tay biên 3. Gá tay biên có mang các trục kiểm lên đồ gá sao cho trục kiểm 8 tỳ vào hai chốt tỳ 1 và 2. Ở phía trên của đồ gá đặt hai đồng hồ 4 thông qua các thanh trượt 5 tỳ vào trục tâm 7 theo mặt ngang và hai đồng hồ 6 tỳ vào trục tâm 7 theo mặt thẳng đứng

qua tâm trục tâm. Theo tay biên mẫu hoặc theo dưỡng tất cả các đồng hồ đều được điều chỉnh về số không. Sau đó lắp các tay biên kiểm tra vào. Theo số chỉ của các đồng hồ theo hai phương đứng và ngang sẽ đánh giá được đồng thời độ song song của hai tâm lỗ theo hai phương.

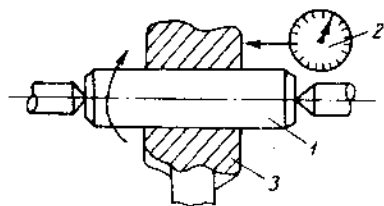
Cũng với sơ đồ của đồ gá kiểm tra này còn kiểm tra được khoảng cách tâm giữa hai lỗ.

- Độ vuông góc giữa tâm lỗ và mặt đầu của cang được kiểm tra bằng đồ gá chuyên dùng có đồng hồ (hình 16.150). Khi đó lắp trục tâm 1 vào lỗ cần kiểm tra. Gá trục tâm mang cang 3 lên hai mũi tâm.



Hình 16.149. Kiểm tra độ song song và độ chéo nhau của hai tâm lỗ tay biên.

1, 2- chốt tỳ; 3- tay biên; 4, 6- đồng hồ; 5- thanh dẫn;
7, 8- trục tâm.



Hình 16.150. Sơ đồ kiểm tra độ vuông góc giữa tâm lỗ và mặt đầu cang.

1- trục tâm; 2- đồng hồ; 3- chi tiết cang

Quay trục tâm mang càng một vòng. Sai lệch số chỉ của đồng hồ 2 cho biết độ không vuông góc.

- Vị trí đường tâm các lỗ dưới một góc đã cho được kiểm tra bằng các đồ gá chuyên dùng.

16.4.6. Ví dụ về quy trình công nghệ chế tạo chi tiết dạng càng

Ở phần ví dụ này chúng ta thực hiện thiết lập quy trình công nghệ chế tạo chi tiết tay biên động cơ đốt trong (hình 16.127). Chi tiết tay biên này thuộc vào chi tiết dạng càng. Nó gồm thân biên được lắp với nắp biên nhờ các bulông. Biên có yêu cầu kỹ thuật cao, nhưng có hình dáng kém cứng vững. Trình tự các nguyên công trong quy trình công nghệ chế tạo tay biên động cơ ô tô của Nga cho trong bảng 16.3.

Bảng 16.3. Quy trình công nghệ chế tạo biên động cơ ô tô.

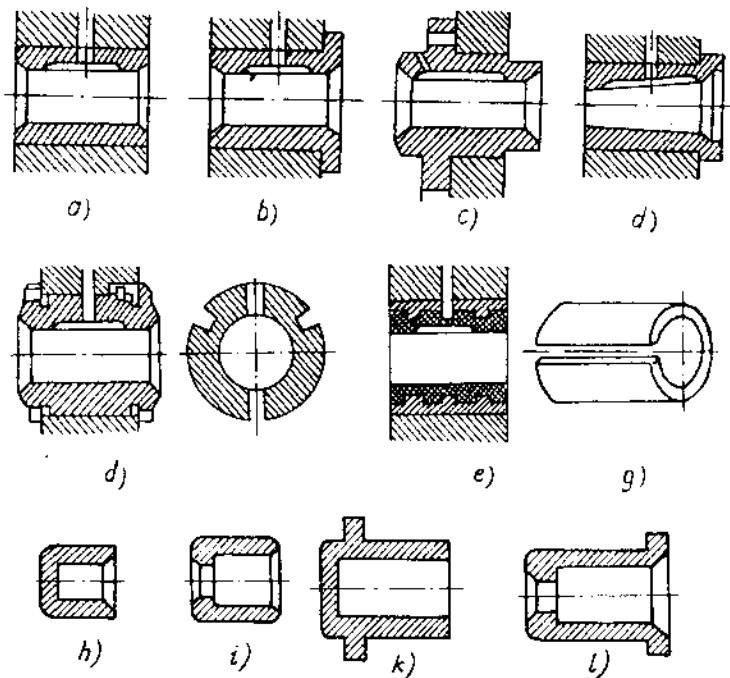
Thứ tự nguyên công	Tên nguyên công	Máy thực hiện
1	Mài sơ bộ hai mặt đầu	Mài mặt phẳng có bàn quay kẹp bằng điện tử
2	Khoan, khoét lỗ đầu nhỏ	Máy khoan đứng nhiều trục
3	Chuốt lỗ đầu nhỏ	Máy chuốt đứng
4	Chuốt mặt bán nguyệt và mặt lắp ghép với nắp biên	Máy chuốt đứng
5	Chuốt mặt nắp đầu bulông	Máy chuốt đứng
6	Gia công thô lỗ lắp bulông	Máy phay, khoan tổ hợp hai phía
7	Khoan những lỗ nhỏ ở đầu to và vát mép	Máy tổ hợp ba trục
8	Mài mặt nắp	Máy mài phẳng có bàn quay hai trục
9	Lắp nắp biên vào thân biên	Bàn nguội
10	Khoan, doa lỗ bulông	Máy khoan đứng nhiều trục
11	Mài mặt đầu cả hai phía	Máy mài phẳng có bàn nam châm quay
12	Khoét và doa lỗ đầu to	Máy khoan đứng nhiều trục
13	Ép bạc vào lỗ nhỏ	Máy ép
14	Sửa bạc sau khi ép	Máy khoan đứng hoặc máy ép
15	Mài hoặc tiện kim cương lỗ đầu to	Máy mài lỗ hoặc doa lỗ kim cương
16	Mài khôn lỗ đầu to	Máy khôn đứng
17	Kiểm tra	Các dụng cụ và trang bị thích hợp

16.5. GIA CÔNG CÁC CHI TIẾT DẠNG BẠC

16.5.1. Đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật của chi tiết dạng bạc

16.5.1.1. Đặc điểm của chi tiết dạng bạc

Bạc là loại chi tiết được dùng rộng rãi trong kết cấu cơ khí. Đó là những chi tiết hình ống tròn, thành mỏng, mặt đầu có vai hoặc không có vai, mặt trong có thể là mặt trụ hoặc côn. Bạc có thể hở cả hai đầu, nhưng cũng có loại bạc kín một đầu như hình cốc. Bạc có thể là nguyên và cũng có loại lại xẻ rãnh dọc trục. Mặt làm việc của bạc thường là mặt trong, và do đó ở mặt trong có khi có rãnh dầu và do đó lại phải có lỗ ngang vuông góc với đường tâm bạc để tra dầu. Trên hình 16.151 trình bày kết cấu của một số loại bạc khác nhau.



Hình 16.151. Một số dạng kết cấu của bạc.

Về mặt kết cấu có thể chia các chi tiết dạng bạc ra các loại như sau:

- Loại bạc trơn không có gờ (hình 16.151a).
- Loại bạc có gờ hoặc mặt bích (hình 16.151b, c).

- Loại bạc có lỗ hình côn (hình 16.151d).
- Loại bạc có xẻ rãnh (hình 16.151d).
- Loại bạc có lót thêm lớp hợp kim chống mòn (hình 16.151e).
- Loại bạc có xẻ rãnh dọc trục (hình 16.151g).
- Loại bạc cốc đáy kín và đáy có lỗ (hình 16.151h, i).
- Loại bạc cốc có vai với đáy kín và đáy có lỗ (hình 16.151k, l).

Nếu dựa vào máy cắt để gia công các nguyên công chính của bạc, có thể chia bạc ra làm sáu nhóm theo kích thước đường kính gồm: <25 mm; $25 \div 32$ mm; $32 \div 40$ mm; $40 \div 50$ mm; $50 \div 65$ mm; $65 \div 100$ mm.

Đặc trưng quan trọng của bạc là tỷ số giữa chiều dài L và đường kính ngoài D lớn nhất của bạc. Tỷ số L/D thường nằm trong khoảng $0,5 \div 3,5$.

16.5.1.2. Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của chi tiết dạng bạc

Khi chế tạo chi tiết dạng bạc, yêu cầu kỹ thuật quan trọng nhất là độ đồng tâm giữa mặt ngoài và mặt lỗ, cũng như độ vuông góc giữa mặt đầu và đường tâm lỗ. Ngoài ra còn có những yêu cầu khác nữa. Cụ thể phải bảo đảm các điều kiện sau:

- Đường kính mặt ngoài của bạc đạt chính xác cấp $7 \div 10$.
- Đường kính lỗ đạt chính xác cấp 7, đôi khi là cấp 10. Đối với các lỗ bạc cần lắp ghép đòi hỏi chính xác tới cấp 5.
- Độ dày thành bạc cho phép sai lệch trong khoảng $0,03 \div 0,15$ mm.
- Độ đồng tâm giữa mặt ngoài và mặt lỗ bạc tùy từng điều kiện làm việc mà quy định cụ thể. Thông thường độ không đồng tâm này không lớn hơn 0,15 mm.
- Độ không vuông góc giữa mặt đầu và đường tâm lỗ bạc nằm trong khoảng $0,1 \div 0,2$ mm/100 mm bán kính. Với loại bạc chịu tải trọng theo chiều trục thì độ không vuông góc này là $0,02 \div 0,03$ trên 100 mm bán kính.
- Độ nhám bề mặt thường như sau:
 - + Với bề mặt ngoài cần đạt $R_a = 2,5 \mu\text{m}$.
 - + Với bề mặt lỗ tùy theo yêu cầu mà cho $R_a = 2,5 \div 0,63 \mu\text{m}$, đôi khi $R_a = 0,32 \mu\text{m}$.
 - + Với bề mặt đầu $R_a = 40 \div 10 \mu\text{m}$, đôi khi $R_a = 2,5 \mu\text{m}$.

16.5.2. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng bạc

Cũng như các chi tiết dạng khác, tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết dạng bạc có ý nghĩa quan trọng đối với việc gia công đảm bảo độ chính xác yêu cầu và năng suất gia công. Vì vậy khi thiết kế chi tiết dạng bạc cần chú ý đến các vấn đề sau để bảo đảm chi tiết có tính công nghệ:

- Trước hết phải bảo đảm tỷ số giữa kích thước chiều dài L và đường kính D lớn nhất của bạc nằm trong giới hạn $L/D = 0,5 \div 3,5$. Tỷ số này đặc trưng cho chi tiết dạng bạc, thể hiện sự cân đối về kích thước, hợp lý về hình dáng đối với bạc. Nếu không đạt tỷ số này thì nó thuộc dạng chi tiết khác, phải có biện pháp công nghệ khác khi gia công.

- Tiếp theo phải chú ý đến kích thước lỗ của bạc, kích thước này nên là kích thước tiêu chuẩn để dễ dàng dùng các dụng cụ tiêu chuẩn khi gia công. Sở dĩ cần như vậy vì cùng một kích thước và độ chính xác thì việc gia công lỗ khó khăn hơn gia công các vị trí khác.

- Bề dày thành bạc nên chọn không mỏng quá để tránh biến dạng khi gia công và khi nhiệt luyện.

16.5.3. Vật liệu và phối để chế tạo chi tiết dạng bạc

Vật liệu thường dùng để chế tạo chi tiết dạng bạc có thể là thép, đồng thau, đồng đỏ, gang và các hợp kim đặc biệt khác. Ngoài ra còn có thể dùng chất dẻo, gốm sứ, kim loại bột để chế tạo một số bạc đặc biệt. Tùy theo từng loại bạc mà có mác vật liệu cụ thể. Ví dụ như ống xylanh của động cơ đốt trong dùng vật liệu là gang biến tính GX21-40, bạc của máy khai thác than lại là thép hợp kim có mác 30CrMnTi, v.v...

Việc chọn phối để chế tạo các chi tiết dạng bạc phụ thuộc vào điều kiện làm việc, hình dạng và sản lượng của nó. Cụ thể như sau:

- + Với bạc có đường kính lỗ nhỏ hơn 20 mm thường dùng phối thanh định hình, hoặc phối thanh cán nóng hoặc phối đúc đặc.

- + Với bạc có đường kính lỗ lớn hơn 20 mm thường dùng phối ống hoặc phối đúc có lỗ sẵn. Trong trường hợp đó tùy theo sản lượng và yêu cầu kỹ thuật cũng như điều kiện sản xuất mà có thể đúc trong khuôn cát làm khuôn bằng tay, bằng máy hoặc có thể đúc trong khuôn kim loại, đúc ly tâm hay đúc áp lực.

- + Những bạc có thành mỏng và xẻ rãnh thường tạo phối từ đồng thanh, đồng đỏ, cũng có khi dùng phối từ tấm kim loại uốn thành bạc.

+ Những bạc bằng vật liệu sứ, chất dẻo, kim loại bột thường tạo phôi bằng cách ép trong khuôn và sau đó đem thiêu kết. Những phôi ép và đúc trong khuôn kim loại với áp lực có thể tạo sẵn lỗ nhỏ tới 3 mm hoặc nhỏ hơn nữa. Với phương pháp tạo phôi này sau khi ép và thiêu kết có khi không cần phải gia công cơ tiếp theo đã tạo thành sản phẩm, ví dụ như bạc của các quạt điện đã được thực hiện bằng phương pháp này.

16.5.4. Quy trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng bạc

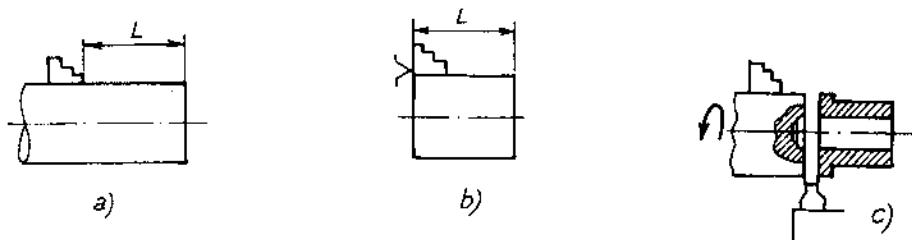
16.5.4.1. Phân tích chuẩn định vị để gia công bạc

Khi gia công bạc cần phải bảo đảm hai điều kiện kỹ thuật cơ bản của bạc là độ đồng tâm giữa mặt ngoài và mặt lỗ, độ vuông góc giữa đường tâm lỗ và mặt đầu của bạc. Các bề mặt này là những mặt chính của bạc.

Các điều kiện kỹ thuật cơ bản trên đây có thể giải quyết bằng một trong các phương pháp chọn chuẩn sau đây:

- Gia công tất cả mặt ngoài, mặt lỗ và mặt đầu của bạc trong cùng một lần gá.

Theo phương án này định vị bằng mặt ngoài thô, lấy kích thước chiều trục từ đầu chấu cặp đến đầu phôi đối với phôi thanh, phôi ống (hình 16.152a); định vị bằng mặt ngoài và mặt đầu nhỏ đối với phôi đúc rời từng chiếc (hình 16.152b). Với một lần gá gia công tất cả các mặt chính của bạc với bước cắt dứt là bước cuối cùng (hình 16.152c). Đối với phôi đúc rời từng chiếc, muốn gia công tất cả các mặt chính sau một lần gá cần tạo vấu lồi dài để làm chuẩn. Điều đó sẽ làm tăng phế liệu, giảm hệ số sử dụng vật liệu.



Hình 16.152. Sơ đồ định vị phôi và bước cắt dứt khi gia công bạc bằng một lần gá đặt.

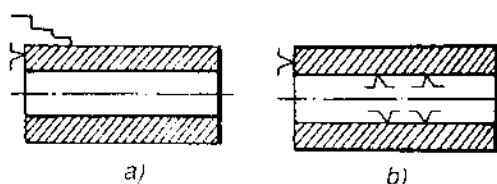
a) với phôi thanh; b) phôi rời từng chiếc; c) bước cắt dứt cuối cùng.

- Gia công tất cả các mặt chính sau hai lần gá đặt hoặc là sau hai nguyên

công trong đó có một lần định vị vào lỗ để gia công tinh mặt ngoài (hình 16.153).

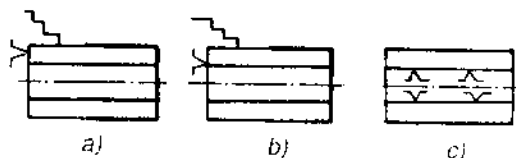
- Gia công tất cả các mặt chính sau ba lần gá đặt hoặc sau ba nguyên công trong đó có một lần định vị bằng mặt lỗ để gia công tinh mặt ngoài (hình 16.154).

- Gia công tất cả các mặt chính sau bốn lần gá hay sau bốn nguyên công (hình 16.155). Trong đó có một lần định vị vào mặt ngoài để gia công mặt lỗ (hình 16.155d).



Hình 16.153. Gia công các mặt chính của bạc sau hai lần gá.

- a) định vị bằng mặt ngoài và mặt đầu thô gia công mặt trong và mặt đầu.
- b) định vị bằng mặt trong và mặt đầu tinh gia công mặt ngoài và mặt đầu còn lại.



Hình 16.154. Gia công các mặt chính của bạc sau ba lần gá.

a) định vị mặt ngoài và mặt đầu thô gia công mặt đầu, một phần mặt ngoài và gia công thô mặt trong.

b) định vị bằng mặt ngoài và mặt đầu tinh gia công mặt ngoài còn lại, mặt đầu và gia công tinh mặt trong.

c) định vị bằng mặt trong tinh gia công tinh mặt ngoài.

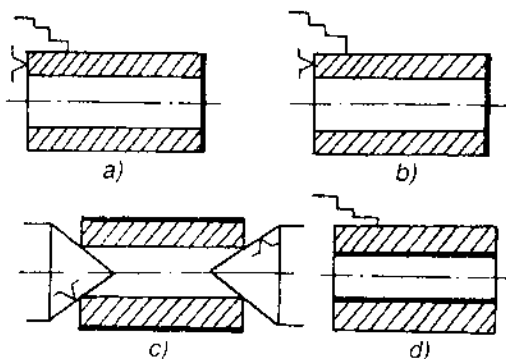
Từ các phương pháp giải quyết độ đồng tâm ở trên, thấy rằng việc định vị vào mặt lỗ đã được gia công để gia công mặt ngoài có ưu điểm hơn so với định vị bằng mặt ngoài tinh để gia công lỗ. Sở dĩ như vậy vì nếu định vị bằng mặt lỗ có thể dùng trục gá đàn hồi thì sai số gá đặt hoặc không có (nếu chổng tâm) hoặc rất nhỏ (nếu cặp trục gá lên mâm cặp ba chấu).

Trên đây là các phương án chọn chuẩn định vị để gia công các mặt chính của bạc gồm mặt ngoài, mặt trong và mặt đầu. Để gia công các mặt tiếp theo

của bạc có thể chọn mặt trong và mặt đầu hoặc mặt ngoài và mặt đầu của bạc làm chuẩn tùy theo kết cấu của bạc, vị trí của mặt cần gia công.

Hình 16.155. Gia công các mặt chính của bạc sau bốn lần gá.

- a) định vị bằng mặt ngoài và mặt đầu thô gia công mặt đầu kia.
- b) định vị bằng mặt ngoài thô, mặt đầu tinh gia công mặt đầu còn lại.
- c) định vị bằng hai mép lỗ gia công mặt ngoài.
- d) định vị bằng mặt ngoài tinh gia công mặt lỗ.



16.5.4.2. Trình tự gia công các bề mặt của bạc

Trình tự các nguyên công để gia công các bề mặt của bạc và chọn các thiết bị gia công phụ thuộc vào hình dạng của phôi và sản lượng bạc cần chế tạo. Tuy nhiên về cơ bản trình tự gia công các bề mặt của bạc thường gồm các nguyên công như sau:

- Gia công các mặt chính của bạc (mặt ngoài, mặt lỗ và mặt đầu) (xem ở phân phân tích chuẩn định vị khi gia công bạc) .
- Khoan các lỗ phụ.
- Gia công các mặt định hình.
- Nhiệt luyện.
- Gia công tinh các lỗ và mặt ngoài.
- Đánh bóng những bề mặt có yêu cầu độ bóng cao.
- Kiểm tra.

Ở phần trình tự nêu trên nội dung gia công các mặt chính của bạc phụ thuộc vào dạng phôi (thanh hoặc ống hoặc rời từng chiếc) và sản lượng của chúng mà có một hoặc một số lần gá (nguyên công) như các phương án đã trình bày ở mục 16.5.4.1.

16.5.5. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính

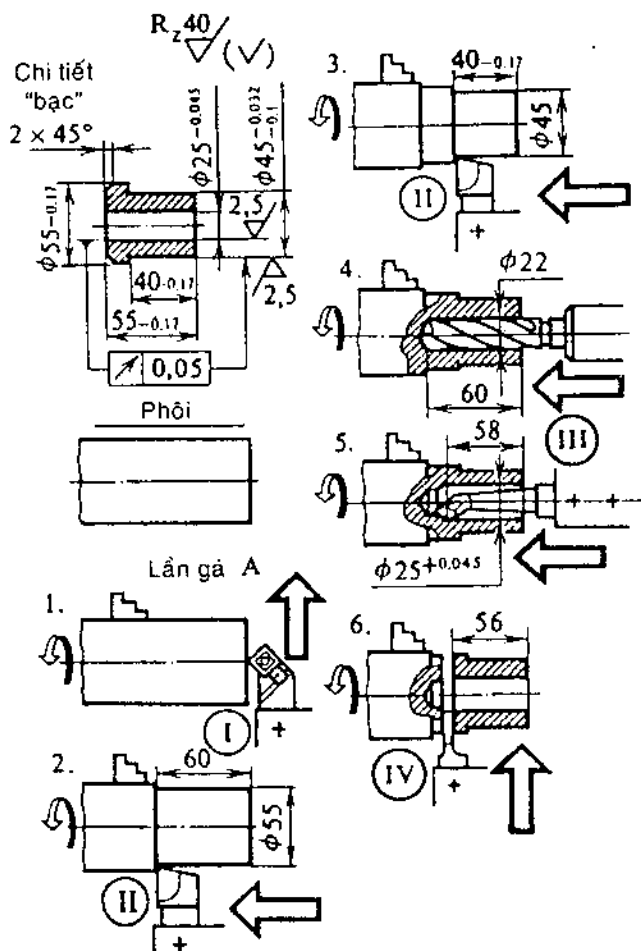
16.5.5.1. Gia công các mặt chính của bạc

Biện pháp gia công các mặt chính của bạc tức là gia công mặt ngoài, mặt lỗ và mặt đầu của bạc phụ thuộc rất nhiều vào dạng phôi và sản lượng của bạc.

- Các bạc chế tạo từ phôi thanh.

Nếu sản lượng ít có thể tiến hành gia công trên máy tiện vạn năng trong một lần gá qua các bước: xén đầu, khoan mối, khoan lỗ, tiện trong, tiện ngoài và cuối cùng là cắt đứt. Trên hình 16.156 trình bày sơ đồ công nghệ gia công bạc trên máy tiện vạn năng sau một lần gá.

Như vậy là từ phôi, với một lần gá A, trải qua sáu bước gia công từ xén đầu, tiện ngoài, khoan lỗ, tiện trong và cắt đứt ta đã có một cái bạc. Tuy nhiên mặt đầu trái của bạc nếu chỉ sau cắt đứt thì vẫn chưa đạt yêu cầu mà còn phải thêm lần gá B khi chi tiết được kẹp trên mâm cặp để có bước xén vai và vát cạnh (hình 16.157b). Để gia công



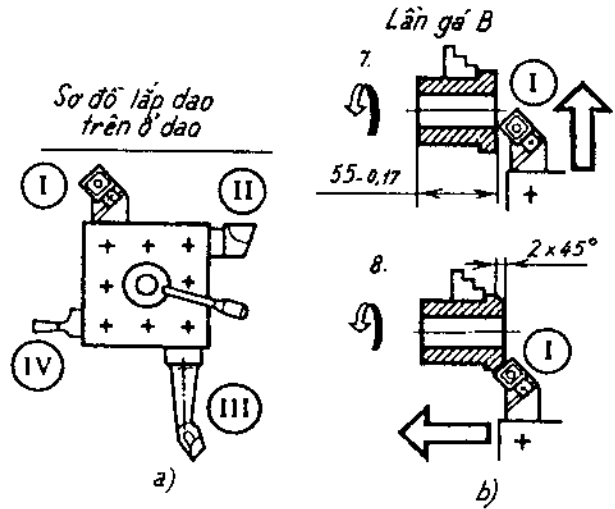
Hình 16.156. Sơ đồ công nghệ gia công bạc trên máy tiện vạn năng sau một lần gá.

được phải bố trí dao trên ổ gá dao như trên hình 16.157a).

Riêng với loại bạc hình cốc đáy kín hoặc đáy có lỗ phải thêm biện pháp chọn dao tiện lỗ cho thích hợp để bảo đảm đáy lỗ vuông góc đường tâm lỗ. Các loại dao tiện lỗ thể hiện trên hình 16.159.

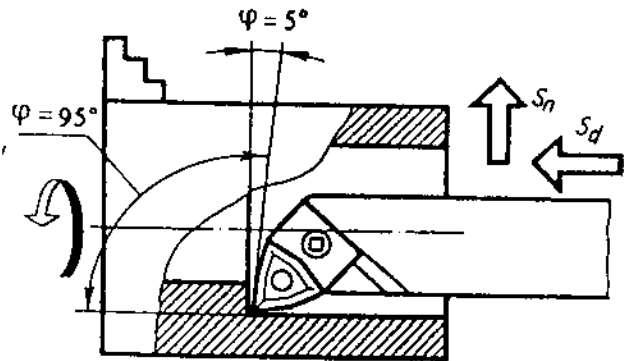
Dao tiện lỗ bạc kín phải có chức năng xén mặt đầu và mặt bạc bên trong lỗ. Khi cắt thực hiện tiến dao hướng trục để gia công đường kính lỗ và tiến hướng kính (hướng tâm) để gia công đáy lỗ nên dao tiện lỗ bạc kín hình cốc phải có góc $\varphi > 90^\circ$ (chẳng hạn 95°) để khi xén mặt đáy lỗ φ thực tế bằng 5° ($\varphi = 5^\circ$), hình 16.158.

Để xác định chiều sâu lỗ bạc được dễ dàng khi gia công bạc hình cốc đáy kín có thể dùng phấn đánh dấu trên cán dao (hình 16.160a). Vị trí của dấu vạch phù hợp với chiều sâu lỗ.



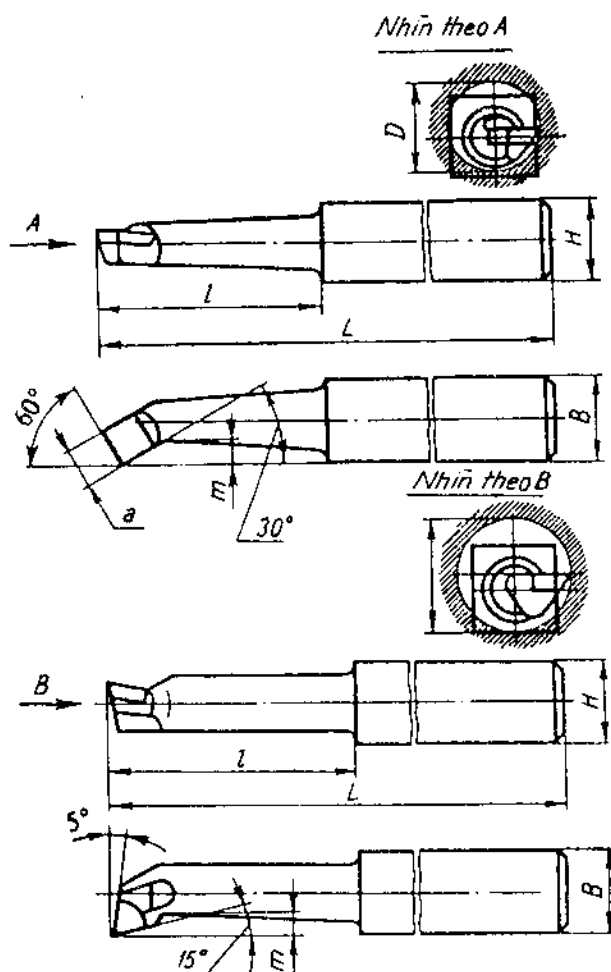
Hình 16.157. Đảm bảo độ chính xác khi tiện bạc trên máy tiện vạn năng.

- a) sơ đồ lắp dao trên ổ dao;
b) thêm lần gá B để gia công đầu còn lại và vát cạnh.



Hình 16.158. Góc chính khi gia công bằng dao tiện lỗ bạc kín.

- $\varphi = 95^\circ$ khi tiến dọc S_d .
 $\varphi = 5^\circ$ khi tiến ngang S_n .



Hình 16.159. Các loại dao tiện lỗ.

- a) dao tiện lỗ suốt.
- b) dao tiện lỗ kin.

Cũng có thể kẹp vào ổ gá dao một miếng căn làm cũ chiều dài (hình 16.160b). Phần chiều dài nhô ra A của tấm căn được xác định như sau:

$$A = L - l$$

Trong đó: L- chiều dài thò ra của dao;

l- chiều sâu của lỗ bạc căn gia công.

Cho tiến dao chừng nào miếng căn chạm vào đầu bạc gia công là được.

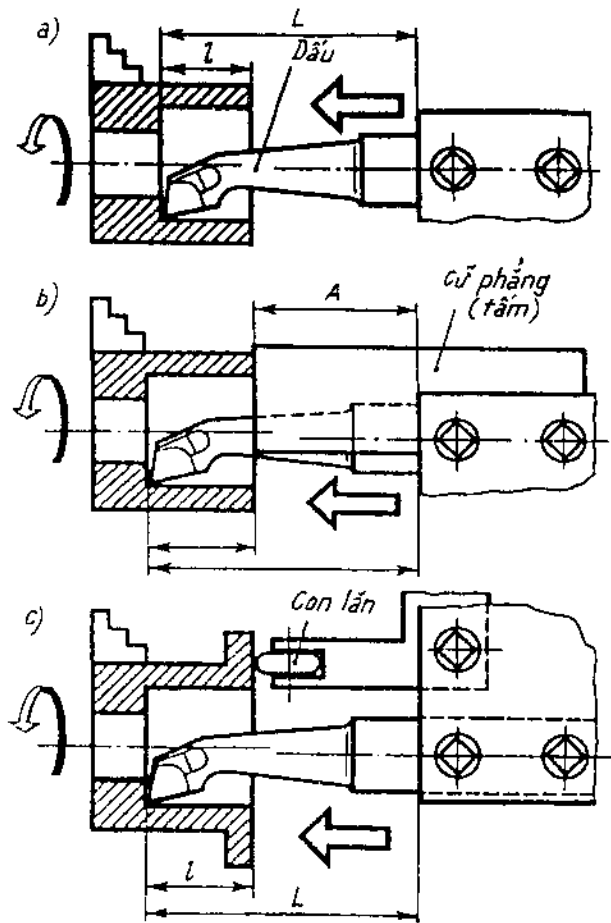
Dựa trên cách này có thể dùng cũ có con lăn (hình 16.160c) sẽ bảo đảm an toàn và tốt hơn.

Với các biện pháp như trên hoàn toàn có thể thực hiện gia công bạc hình cốc đáy kín hoặc đáy hở (có lỗ) trên máy tiện vạn năng. Trên hình 16.161 trình bày sơ đồ công nghệ gia công chi tiết bạc hình cốc đáy kín từ phôi thép cán trong điều kiện sản xuất hàng loạt. Quá trình công nghệ gồm hai nguyên công. Bước cuối cùng của nguyên công 2 bảo đảm độ chính xác chiều sâu lỗ. Độ đồng tâm giữa mặt ngoài và mặt lỗ được đảm bảo nhờ định vị vào mặt ngoài đã được gia công tinh.

Nếu sản lượng lớn, việc gia công các

mặt chính của bạc được thực hiện trên máy ro-vôn-ve tự động một trục hoặc nhiều trục thực hiện trong một lần gá gia công xong các mặt chính bao gồm các bước xén mặt đầu, đẩy phôi thanh tới cỡ tỳ, khoan lỗ, tiện mặt tròn ngoài, vát mép, doa thô, doa tinh lỗ và cắt đứt.

Sơ đồ gia công các mặt chính của bạc trên máy ro-vôn-ve với phôi thanh thể hiện trên hình 16.162.

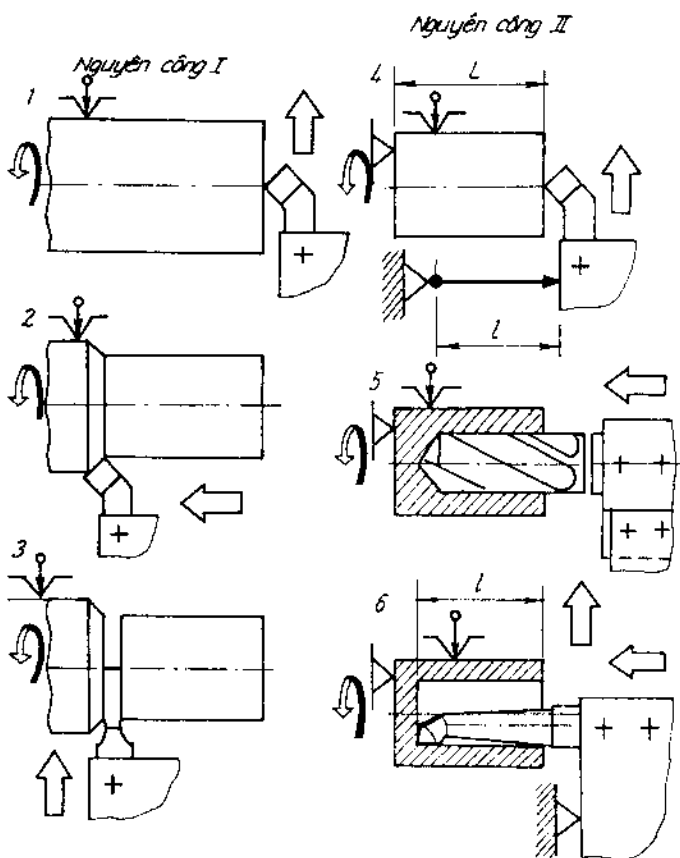


Hình 16.160. Xác định chiều sâu của lỗ trong quá trình gia công.

- a) dùng vạch dấu trên thân dao; b) dùng tấm căn
c) dùng cữ có con lăn.

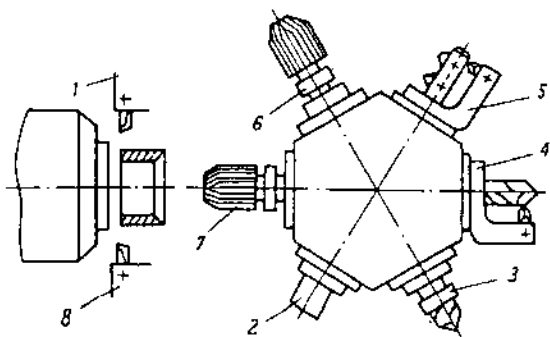
Hình 16.161. Sơ đồ công nghệ gia công bạc hình cốc đáy kín từ phôi thanh trong sản xuất hàng loạt.

- 1, 2, 3- các bước của nguyên công I;
4, 5, 6- các bước của nguyên công II.

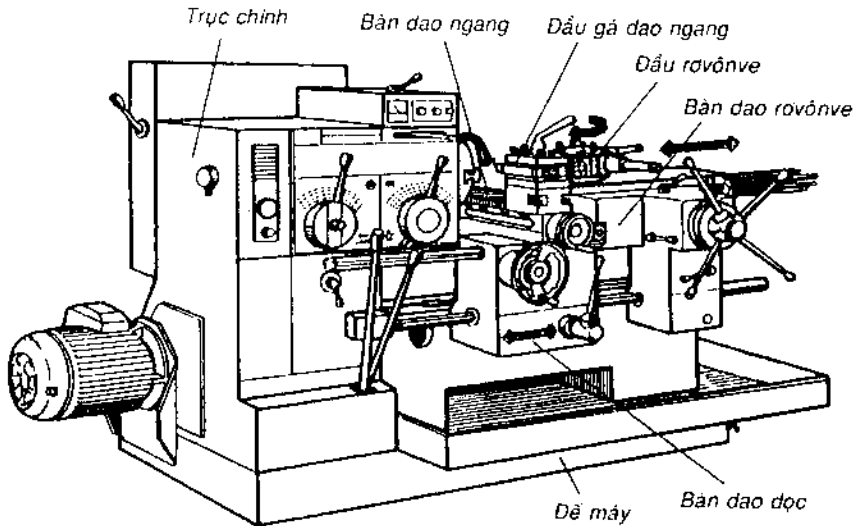


Hình 16.162. Sơ đồ công nghệ gia công các mặt chính của bạc trên má rơvônve với phôi thanh.

- 1- xén đầu; 2- cữ tỷ; 3- khoan; 4- khoét lỗ, gia công thô ngoài; 5- tiện rộng lỗ và tiện ngoài; 6- doa thô; 7- doa tinh; 8- cắt đứt.



Trên hình 16.163 trình bày dạng chung của máy tiện rơvônve với đầu rơvônve có trục thẳng đứng. Máy vừa có bàn dao ngang mang dài gá dao ăn ngang, vừa có bàn dao rơvônve mang đầu rơvônve. Trên đầu rơvônve có thể gá được nhiều dao ở các vị trí được phân độ theo thứ tự gia công.



Hình 16.163. Máy tiện rơvônve với đầu rơvônve trục đứng R63.

- Các bạc chế tạo từ phôi ống

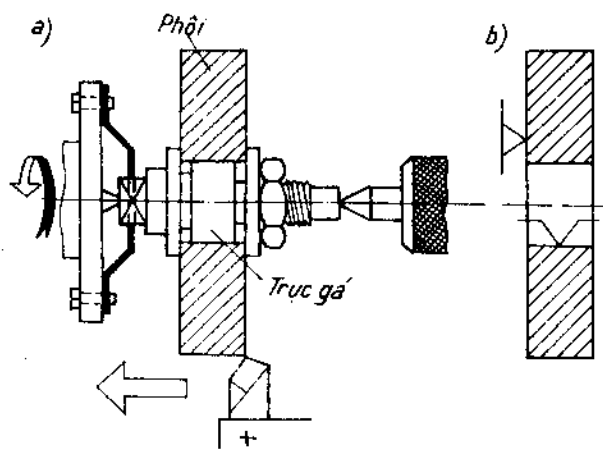
Biện pháp gia công các mặt chính của bạc từ phôi ống (thanh rỗng) cũng cơ bản giống như đối với bạc chế tạo từ phôi thanh, nhưng phải thay nguyên công khoan lỗ bằng khoét và doa lỗ. Cho nên các sơ đồ công nghệ gia công không trình bày thêm nữa.

- Các bạc chế tạo từ phôi đúc hoặc rèn từng chiếc

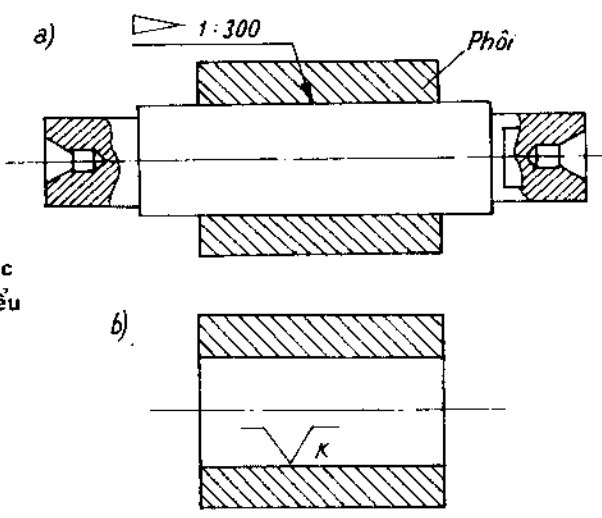
Nếu sản lượng ít với chi tiết bạc cỡ nhỏ có thể gia công mặt chính trên máy tiện vạn năng thông thường. Do phôi là từng chiếc nên quá trình công nghệ chắc chắn phải trải qua hai hoặc ba hoặc bốn lần gá, trong đó có một lần dùng mặt trong tinh làm định vị để gia công mặt ngoài hoặc dùng mặt ngoài tinh làm định vị để gia công tinh mặt trong.

Khi dùng mặt trong đã tinh làm mặt định vị để gia công tinh mặt ngoài người ta thường sử dụng trục gá lắp vào lỗ của bạc. Trục gá có nhiều loại.

Đối với loại bạc hình ống hở hai đầu có thể dùng trục gá trụ như hình 16.164 hoặc trục gá côn như hình 16.165.



Hình 16.164. Kẹp phôi dạng bạc trên trục gá trụ (a) và sơ đồ định vị (b).



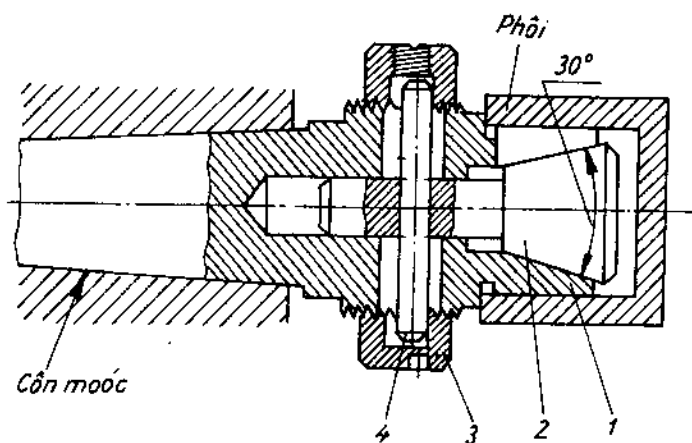
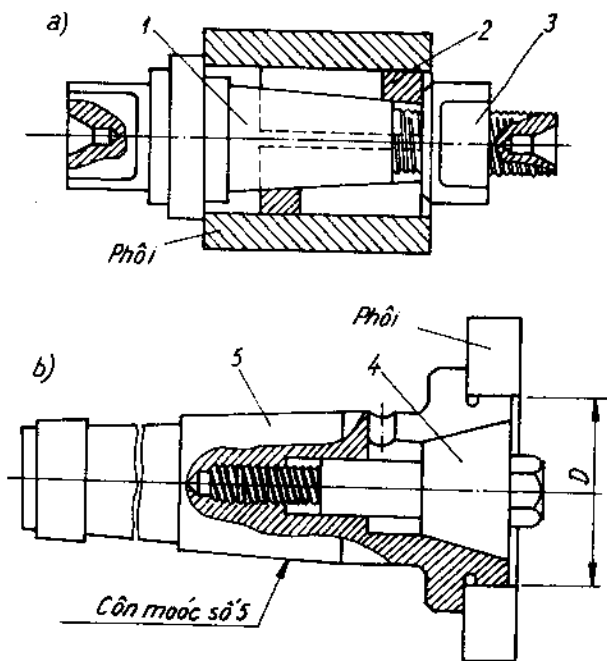
Hình 16.165. Kẹp phôi dạng bạc trên trục gá côn (a) và sơ đồ biểu diễn (b).

Ngoài việc gá kẹp bằng trục gá trụ và côn như trên, để bảo đảm không có khe hở giữa lỗ bạc và đồ định vị còn có thể sử dụng ống kẹp đàn hồi để gá kẹp bạc (hình 16.166).

Đối với bạc hình cốc đáy kín cũng phải dùng trục gá lắp vào lỗ bạc. Kết cấu của loại trục gá này là có khả năng bung ra để loại trừ khe hở giữa lỗ bạc và trục gá. Do một đầu bạc là kín nên kết cấu loại trục gá này có đặc biệt hơn trục gá cho loại bạc hở hai đầu. Trên hình 16.167 trình bày trục gá với ống kẹp đàn hồi để gia công bạc kín

Hình 16.166. Trục gá kẹp chặt bằng ống kẹp đàn hồi.

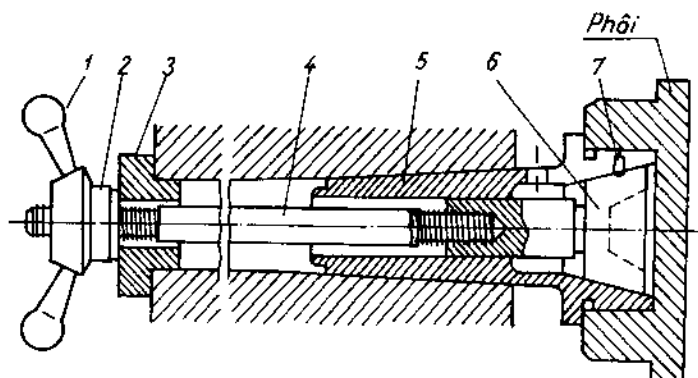
- a) ống kẹp đàn hồi bằng thép; b) trục gá bằng gang.
 1- thân; 2- ống kẹp; 3- đai ốc; 4- thân và vít; 5- thân và ống kẹp.



Hình 16.167. Trục gá với ống kẹp đàn hồi để gia công bạc kín.

- 1- thân có ống kẹp đàn hồi; 2- côn tháo, kẹp được; 3- đai ốc; 4- chốt.

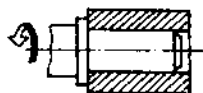
Trên hình 16.168 trình bày loại trục gá với ống kẹp đàn hồi (bằng gang) có dạng trục vít rút.



Hình 16.168. Trục gá với ống kẹp đàn hồi bằng gang có dạng trục vít rút để gia công bạc kín.

1- tay quay; 2- đai ốc; 3- mặt bích; 4- trục vít rút; 5- thân trục gá có ống kẹp đàn hồi; 6- côn tháo, kẹp được; 7- chốt chống xoay.

Trong trường hợp không có trục gá với ống kẹp đàn hồi phù hợp với kích thước của chi tiết gia công có thể tiện một trục gá trơn nhẵn có kích thước bảo đảm lắp ghép sát trượt cấp chính xác $7 \frac{A}{C}$ với lỗ của chi tiết gia công (hình 16.169). Trên



Hình 16.169. Sơ đồ dùng trục gá lắp sát trượt với lỗ bạc.

hình 16.170 trình bày sơ đồ quy trình công nghệ gia công bạc hình cốc đáy kín từ phôi rời từng chiếc khi có dùng trục gá.

Với các chi tiết bạc cỡ lớn và cỡ vừa khi sản lượng ít có thể thực hiện trên máy tiện cắt, tiện đứng để gia công các mặt chính của bạc sau hai hoặc ba lần gá nhưng vẫn phải có một lần lấy mặt nọ định vị để gia công mặt kia khi gia công mặt trong và ngoài của bạc.

Nếu sản lượng nhiều với chi tiết bạc cỡ nhỏ và vừa việc gia công các mặt chính của bạc thực hiện trên máy tiện một trục nhiều dao hoặc máy tiện nhiều trục nhiều dao.

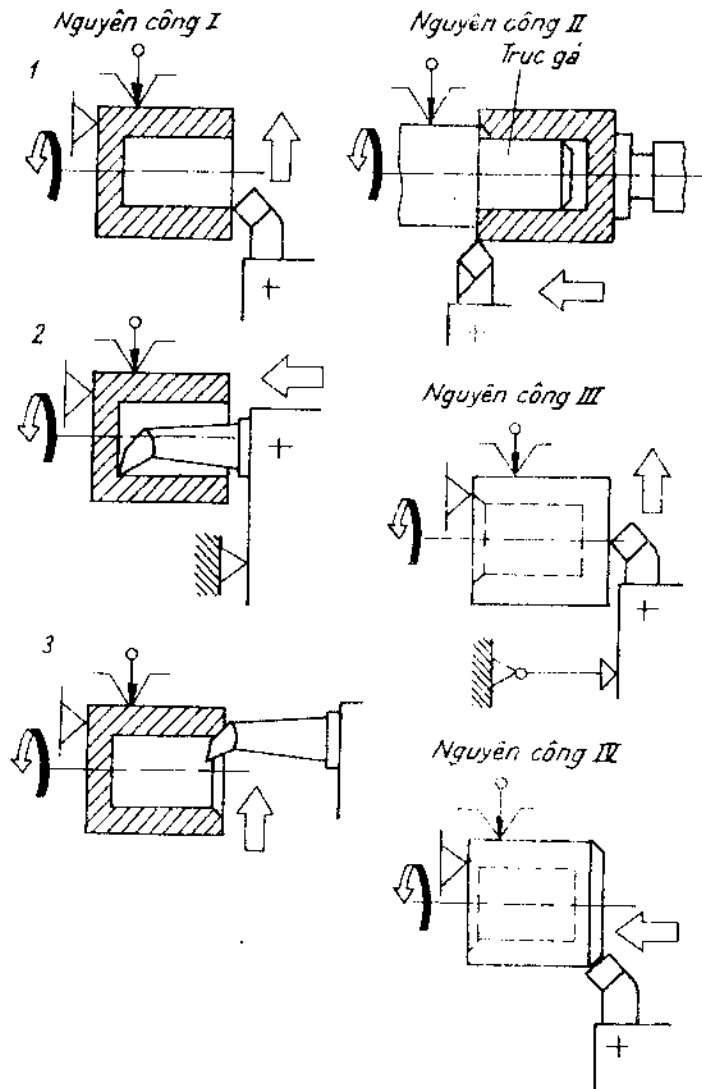
Khi gia công trên máy tiện một trục nhiều dao cần tiến hành khoét và doa lỗ trước, sau đó lấy lỗ làm mặt định vị để gia công mặt ngoài bằng cách gá vào trục gá. Trục gá có thể là trục gá côn hay trục gá bung đã nói ở trên. Trên hình 16.171 thể hiện sơ đồ tiện tinh mặt ngoài của bạc trên máy bán tự động

một trục nhiều dao. Trên loại máy này các dao gia công đường kính ngoài được bố trí ở bàn dao trước (bàn dao dọc), các dao gia công rãnh và vát mép được bố trí ở bàn dao sau (bàn dao ngang). Hai bàn dao chạy đồng thời trong quá trình gia công.

Việc gia công các lỗ bạc trước nguyên công tiện tinh mặt ngoài thường dùng tiên trình công nghệ như sau:

- Khoét rộng lỗ bạc và vát mép trên máy khoan đứng, khi sử dụng mặt ngoài và mặt đầu làm chuẩn định vị và kẹp chặt bằng mâm cặp.

- Gia công tinh lỗ có thể thực hiện trên máy chuốt nằm ngang. Ở nguyên công này cần dùng đồ gá chuốt có chỏm cầu tự lựa để có thể dùng mặt đầu chưa gia công làm mặt tỳ.



Hình 16.170. Sơ đồ quy trình công nghệ gia công bạc hình cốc dây kín từ phôi rời từng chiếc với việc dùng trục gá.

1, 2, 3- các bước của nguyên công I.

Đôi khi thực hiện gia công tinh lỗ bạc bằng phương pháp lăn ép. Với những bạc cỡ lớn khi sản lượng nhiều gia công các mặt chính của bạc thực hiện trên máy tiện đứng nhiều trục nhiều dao. Dạng chung của máy này đã được trình bày trên hình 16.88. Trên hình 16.172 trình bày sơ đồ công nghệ gia công chi tiết bạc lớn trên loại máy bán tự động sáu trục này. Ở vị trí I tháo và gá chi tiết.

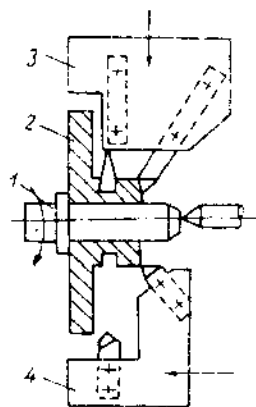
Tại vị trí này tháo chi tiết gia công xong ra, lắp phôi khác vào. Ở các vị trí II ÷ VI thực hiện gia công các bề mặt ngoài và trong của bạc. Sau một chu trình phân độ 60° để sang vị trí gia công tiếp theo và sau một chu trình lấy ra được một chi tiết hoàn chỉnh.

Đối với các loại bạc có thành mỏng kém cứng vững để gia công các mặt chính của bạc việc định vị không có gì khác so với các loại bạc nói chung đã trình bày ở trên. Tuy nhiên cần chú ý đến sự biến dạng của các thành mỏng do lực kẹp của các châu kẹp gây nên. Sau khi gia công xong, tháo chi tiết ra, nó đàn hồi lại vị trí ban đầu làm cho lỗ bạc bị méo thể hiện như hình 16.173.

Để khắc phục hiện tượng này, dùng các châu có mỏ cặp rộng (hình 16.174a) hoặc dài (hình 16.174b) hoặc ống kẹp đàn hồi (hình 16.174c).

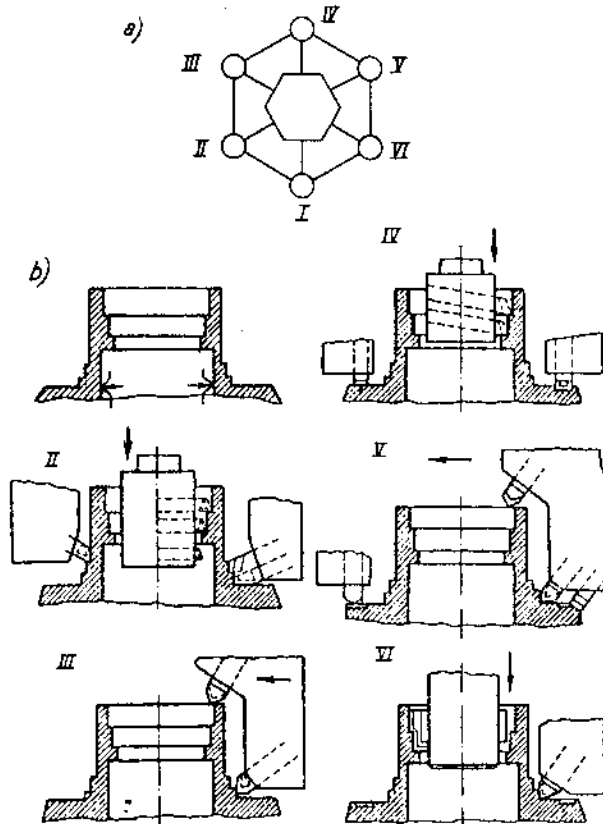
Ngoài ra còn thực hiện gá kẹp bằng các đồ gá chuyên dùng đặc biệt. Trên hình 16.175 trình bày phương pháp gá bạc có thành mỏng trên mâm cặp hơi. Phôi được kẹp chặt bằng ống kẹp 7. Tay biên 4 của xy lanh chuyển động sang phải, đẩy piston 5 làm tăng áp suất của lớp hơi nén 8. Áp suất của lớp hơi nén tăng làm cho ống kẹp 7 biến dạng và kẹp chặt lên vật gia công. Khi không có khí nén thì điều chỉnh vít 2 và piston 3 cũng có thể tạo lực kẹp lên vật gia công.

Để tiện đường kính ngoài của bạc mỏng dùng trục gá bằng hơi (hình 16.176). Trên mâm phẳng 1 gá ống kẹp đàn hồi 2. Muốn làm tăng áp suất của lớp hơi nén 6, điều chỉnh vít 4 và piston 3. Có thể giới hạn độ dịch chuyển của piston bằng vít điều chỉnh 7.



Hình 16.171. Sơ đồ tiện tinh mặt ngoài của bạc trên máy bán tự động nhiều dao.

1- trục gá; 2- phôi; 3- bàn dao ngang; 4- bàn dao dọc.



Hình 16.172. Sơ đồ công nghệ gia công bạc cỡ lớn tiện trên máy bán tự động sáu trục thẳng đứng.

a) sơ đồ bố trí phôi trên các trục.

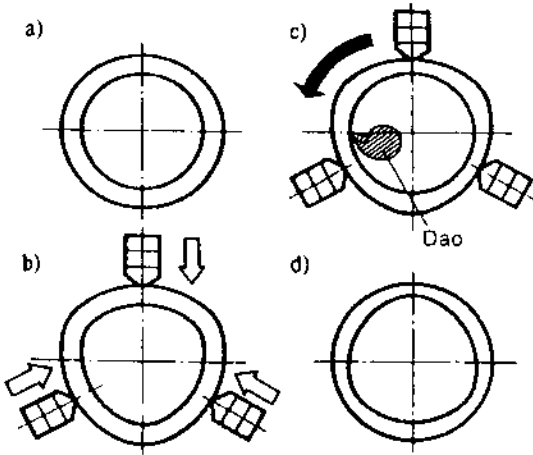
b) sơ đồ điều chỉnh các dao ở các trục.

I- Vị trí gá phôi; II, III, IV, V, VI- Các vị trí gia công ở các trục.

Để gia công các mặt chính của các loại bạc có kết cấu đặc biệt cần phải có biện pháp thích hợp.

Ví dụ :

- Những bạc có lỗ côn thường được khoét và doa bằng các dao hình côn. những bạc côn có xẻ rãnh khi sản lượng lớn, gia công mặt côn nhờ cơ cấu chép hình. Khi sản xuất nhỏ, đơn chiếc việc gia công lỗ côn thực hiện bằng cách xoay bàn dao trên máy tiện thông thường.

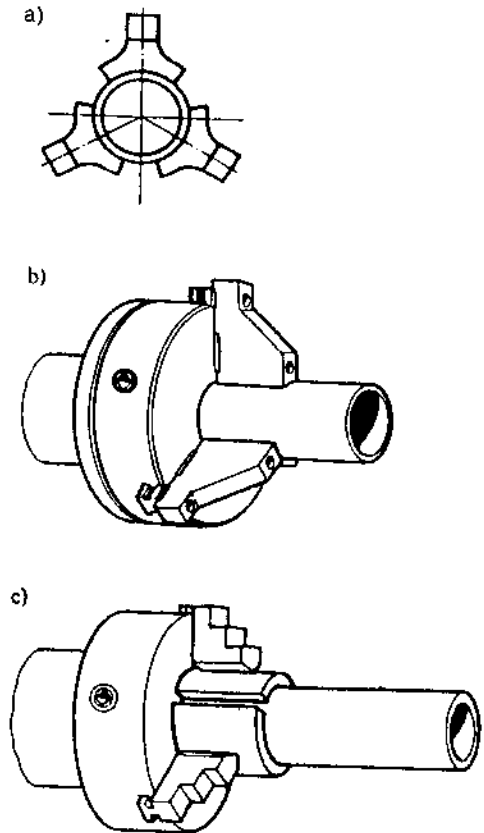


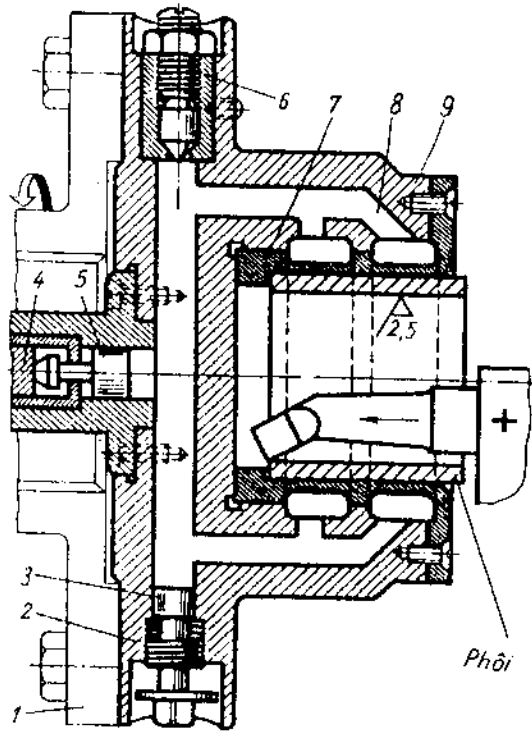
Hình 16.173. Sự biến dạng của bạc có thành mỏng trong quá trình gia công.

- a) trước khi kẹp trên mâm cặp ba chấu.
- b) bạc được kẹp chặt trên mâm cặp ba chấu.
- c) quá trình gia công.
- d) bạc sau khi gia công và tháo khỏi mâm cặp (bị méo).

Hình 16.174. Phương pháp kẹp chặt các bạc có thành mỏng trên mâm cặp ba chấu.

- a) bằng chấu có bản rộng.
- b) bằng chấu có mỏ cặp dài.
- c) bằng ống kẹp đàn hồi.





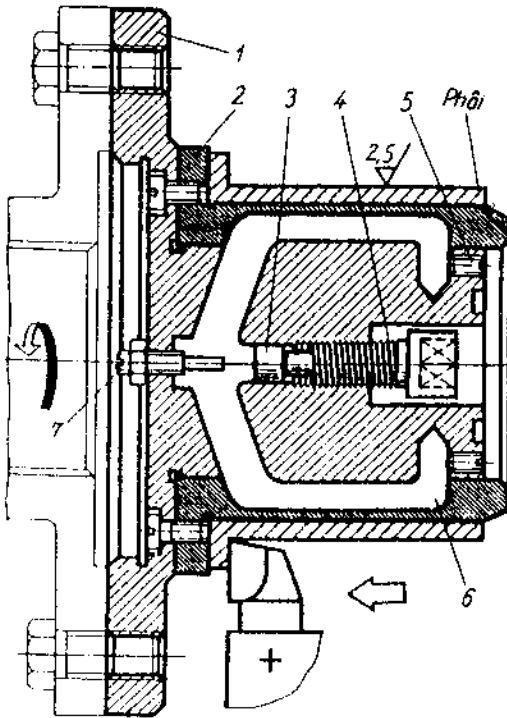
Hình 16.175. Phương pháp kẹp chặt bạc có thành mỏng trên mâm cặp hơi.

- 1- mâm phẳng; 2- vít; 3, 5- piston; 4- biên; 6- cữ điều chỉnh áp suất; 7- bạc kẹp đàn hồi; 8- lớp hơi nén; 9- thân.

- Những bạc có một lớp kim loại chống mòn (bạc hai lớp) thì sau khi gia công tinh lỗ, tiến hành đúc (hoặc ép) lớp hợp kim trên mặt lỗ, sau đó phải gia công tinh lại trên lớp hợp kim.

- Những bạc mỏng đàn hồi có xẻ rãnh, phải đặt vào khe rãnh một miếng cản dệm và gắn cứng vào đó bằng một lớp kim loại dễ cháy, sau đó gia công tinh lỗ. Lớp kim loại này sẽ được bỏ đi cùng với miếng dệm ở nguyên công cuối cùng.

- Những bạc bằng kim loại sứ có nền sắt hoặc đồng, có biện pháp thích hợp cho từng loại. Khi gia công bạc kim loại sứ nền sắt phải dùng dao hợp kim cứng BK8. Muốn tăng tính chống ma sát của các loại bạc xốp này thì sau khi thiêu kết phải ngâm trong dầu máy bay ở nhiệt độ $100 \div 120^{\circ}\text{C}$ với thời gian thích hợp tùy theo bề dày thành bạc.



Hình 16.176. Tiện bạc có thành mỏng trên trục gá
bằng hơi.

- 1- mâm phẳng; 2- bạc gá đàn hồi; 3- piston; 4- vít; 5- cỡ điều chỉnh hơi.
6- lớp hơi nén; 7- vít điều chỉnh.

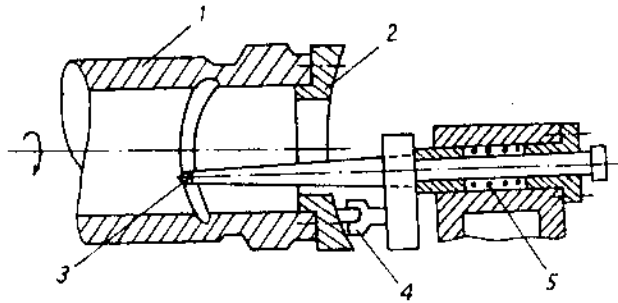
Các bạc bằng chất dẻo có thể chế tạo từ phôi thanh, phôi ống hoặc phôi được ép rời từng chiếc. Khi chế tạo, việc gia công cắt gọt về mặt quy trình công nghệ cũng tương tự như đối với bạc bằng kim loại.

16.5.5.2. Gia công thô và tinh các mặt định hình trong và ngoài

Những mặt định hình trên chi tiết dạng bạc thường là rãnh trong và ngoài, rãnh dẫu, răng của bánh răng.

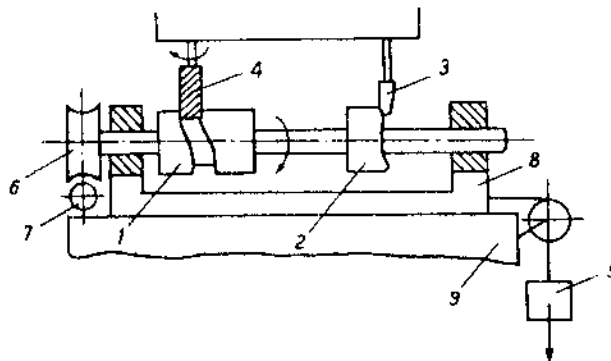
- Các rãnh then: nếu sản xuất nhỏ, đơn chiếc rãnh then được gia công trên máy xọc, nếu sản xuất loạt lớn then trong lỗ được gia công trên máy chuốt. Rãnh then mặt ngoài được gia công bằng dao phay ngón trên máy phay đứng, hoặc dao phay đĩa trên máy phay ngang. Biện pháp thực hiện như đối với các chi tiết dạng trục.

- Các rãnh dầu và mặt định hình bên trong bạc. Để gia công các rãnh dầu trong mặt trong bạc dùng phương pháp tiện chép hình. Trên hình 16.177 trình bày sơ đồ nguyên lý đồ gá tiện chép hình rãnh dầu ở mặt lỗ bạc.



Hình 16.177. Sơ đồ nguyên lý đồ gá tiện chép hình rãnh dầu trong lỗ của bạc.

1- chi tiết gia công; 2- dưỡng chép hình; 3- dao cắt; 4- con lăn; 5- lò xo.



Hình 16.178. Sơ đồ nguyên lý đồ gá phay chép hình rãnh mặt ngoài của bạc.

1- chi tiết gia công; 2- dưỡng chép hình; 3- con lăn; 4- dao phay ngón; 5- đối trọng; 6, 7- bộ truyền trục vít - bánh vít; 8- thân đồ gá; 9- bàn máy.

! Dưỡng chép hình 2 có biên dạng mặt đầu phù hợp với rãnh cần gia công. Dưỡng 2 được gá vào chi tiết gia công 1. Khi trục chính quay sẽ mang chi tiết cùng dưỡng quay theo. Do mặt đầu của dưỡng lồi, lõm nên nó đẩy con lăn 4

cùng với bộ phận gá dao và dao 3 ra, vào, do đó dao cắt ra được hình dáng rãnh yêu cầu. Lò xo 5 có tác dụng đẩy cho con lăn luôn tiếp xúc với đường.

Với rãnh định hình trên mặt ngoài của bạc như rãnh cam thùng thì có thể gia công bằng phương pháp tiện chép hình hoặc phay chép hình. Trên hình 16.178 trình bày sơ đồ nguyên lý đồ gá phay chép hình rãnh trên mặt ngoài của bạc.

Chi tiết gia công 1 và đường chép hình 2 được lắp đồng trục và được quay đồng bộ nhờ bộ truyền trục vít - bánh vít 6, 7. Đối trọng 5 luôn luôn kéo thân gá 8 với toàn bộ đồ gá về phía phải để cho con lăn luôn tiếp xúc với cam mặt đầu 2 do đó dao cắt 4 cắt được rãnh phù hợp với biên dạng của cam mặt đầu.

- Răng bánh răng trên bạc hay là bánh răng liền bạc được gia công bằng các phương pháp phay, bào, phay lăn, xọc bao hình sẽ được trình bày ở chương gia công bánh răng.

16.5.5.3. Gia công các lỗ phụ

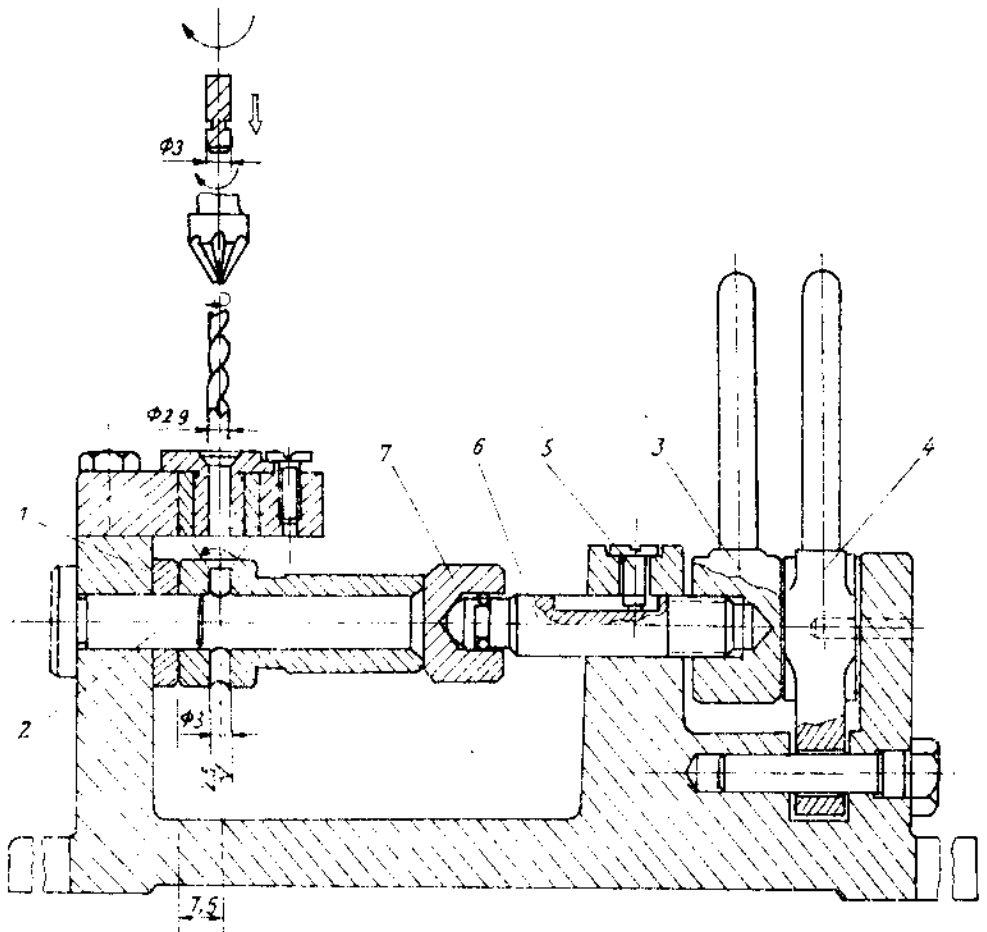
Các lỗ phụ trên bạc thường là các lỗ để tra đầu, lỗ có ren để kẹp chặt với các chi tiết khác. Để gia công các lỗ này bạc được định vị bằng mặt ngoài và mặt đầu hoặc mặt trong và mặt đầu. Để tránh biến dạng cho chi tiết lực kẹp nên theo hướng trục.

Nếu sản lượng ít, lỗ được khoan trên máy khoan đứng với đồ gá có bạc dẫn hoặc khoan theo đầu. Trên hình 16.179 trình bày đồ gá khoan, vát mép, doa lỗ $\phi 3$ của xy lanh bơm cao áp, thuộc dạng bạc. Chi tiết gia công được định vị trên phiến tỷ 1 và chốt trụ ngắn 2 khống chế năm bạc tự do. Trước khi gá chi tiết hạ khối đệm 4 xuống, kéo chi tiết 3 về bên phải. Sau khi gá chi tiết xong đẩy chi tiết 3 về bên trái để miếng kẹp 7 chạm vào chi tiết, sau đó nâng khối đệm 4 lên và xoay chi tiết 3 theo chiều kim đồng hồ, làm cho vít 6 tiến về bên trái và kẹp chặt chi tiết.

Nếu sản lượng nhiều có thể dùng máy khoan có đầu rovonve hoặc đầu khoan nhiều trục để gia công nhiều lỗ cùng một lúc. Với chi tiết cỡ vừa và lớn có thể gia công trên máy tổ hợp.

16.5.5.4. Gia công tinh các bề mặt sau khi tôi

Các bề mặt chính xác của bạc sau khi nhiệt luyện cần phải gia công tinh. Gia công tinh bạc thường được tiến hành đối với mặt trong, và cũng có khi đối với mặt ngoài. Để bảo đảm độ đồng tâm của các bề mặt, cần lấy mặt nọ làm chuẩn định vị để gia công mặt kia.



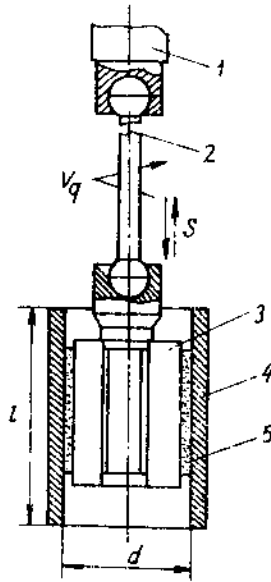
Hình 16.179. Đồ gá khoan, vát mép, doa lỗ $\phi 3$ của xy lanh bơm cao áp.

- 1- phiến lý; 2- chốt trụ ngắn; 3- tay quay; 4- khối đệm;
5- vít chống xoay; 6- vít kẹp; 7- miếng kẹp

Gia công tinh các bề mặt thường thực hiện trên máy mài với bạc cỡ nhỏ. Đối với các bạc có đường kính lớn khó gia công trên máy mài thì phải dùng loại dao hợp kim cứng hoặc kim cương để tiện mỏng trên máy tiện cắt, hoặc tiện đứng với các đồ gá thích hợp.

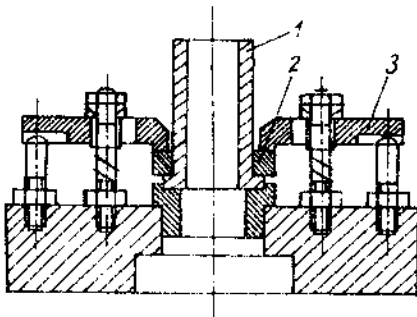
Nếu bề mặt bạc cần có độ nhẵn bóng và chính xác cao hơn thì có thể dùng

phương pháp mài khôn hoặc mài nghiền để gia công tinh lần cuối. Khi mài khôn lỗ bạc phải sao cho lực kẹp không gây biến dạng cho chi tiết và đầu khôn nối với trục chính của máy qua khớp cầu tự lùa. Trên hình 16.180 trình bày đồ gá để khôn lỗ xylanh máy nổ và trên hình 16.181 là sơ đồ kết cấu của đầu khôn và chuyển động của đầu khôn để gia công lỗ xylanh.



Hình 16.180. Sơ đồ chuyển động của đầu khôn lỗ xylanh máy nổ.

- 1- trục chính; 2- thanh nối có khớp cầu; 3- thân đầu khôn;
- 4- chi tiết gia công;
- 5- thanh mài.



Hình 16.181. Đồ gá để khôn lỗ xylanh máy nổ.

- 1- chi tiết; 2- vành chặn; 3- đòn kẹp.

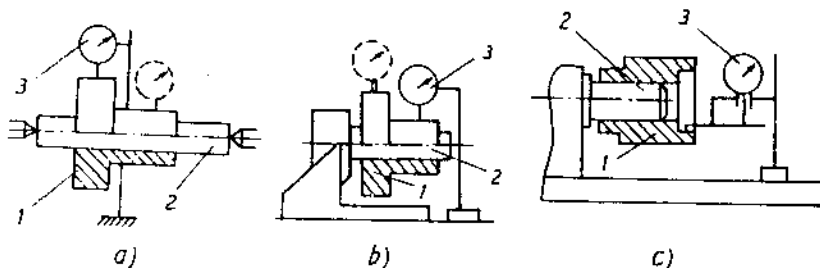
16.5.5.5. Kiểm tra bạc

Khi gia công các chi tiết dạng bạc thường phải kiểm tra các yếu tố về kích thước bản thân như đường kính ngoài, đường kính lỗ, chiều dài bạc, chiều dày thành bạc, độ nhám bề mặt.

Với các yếu tố này trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thường dùng các dụng cụ đo vạn năng để đo các kích thước và các mẫu để so sánh độ nhám bề mặt. Trong sản xuất loạt lớn có thể dùng các dụng cụ kiểm tra chuyên dùng.

Đối với các yếu tố về vị trí tương quan như độ đồng tâm giữa mặt ngoài và mặt lỗ, độ vuông góc giữa lỗ và mặt đầu tốt nhất là dùng một số đồng hồ so và

đồ gá kiểm tra giống như sơ đồ kiểm tra các bậc trên trục bạc. Trên hình 16.182 trình bày một số sơ đồ kiểm tra vị trí tương quan giữa các bề mặt trên bạc.

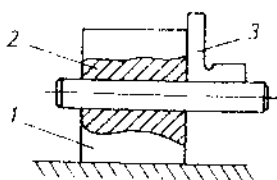


Hình 16.182. Sơ đồ kiểm tra độ đồng tâm giữa các bề mặt của bạc.

a, b) kiểm tra độ đồng tâm giữa mặt trong và mặt ngoài;

c) kiểm tra độ đồng tâm của hai lỗ bạc.

1- chi tiết kiểm tra; 2- trục tâm; 3- đồng hồ so.



Hình 16.183. Sơ đồ kiểm tra độ vuông góc giữa lỗ và mặt đầu bạc.

1- chi tiết kiểm tra; 2- trục tâm; 3- thước góc.

Độ vuông góc giữa mặt đầu và đường tâm lỗ bạc có thể kiểm tra bằng đồng hồ so hoặc thước đo góc. Trên hình 16.183 trình bày sơ đồ kiểm tra độ vuông góc giữa mặt đầu và tâm lỗ bằng thước đo góc. Độ không vuông góc được đánh giá bởi khe hở ánh sáng giữa thước và mặt đầu chi tiết.

Trên đây là những vấn đề cơ bản về công nghệ chế tạo bạc nói chung. Trong một số ngành chế tạo máy phải chế tạo một số loại bạc có sản lượng lớn. Các bạc này được chế tạo theo những dây chuyền công nghệ chuyên dùng.

16.5.6. Ví dụ về quy trình gia công chi tiết dạng bạc

Sau đây là một ví dụ về quy trình công nghệ chế tạo một loại bạc của máy khai thác than BK52 của Nga. Kết cấu của chi tiết được giới thiệu trên hình 16.184 chi tiết được chế tạo từ vật liệu thép hợp kim 30CrMnTi với phối ống cắt rời từng chiếc.

Quy trình công nghệ chế tạo bạc nói trên bao gồm các nguyên công sau:

- Tiện thô mặt đầu 1, mặt ngoài 4 và lỗ chi tiết 9. Chi tiết được định vị ở mặt 5 (đã gia công sơ bộ) và được kẹp chặt trên mâm cặp ba chấu máy tiện.

- Thâm carbon với độ sâu $0,9 \div 1,3$ mm.

- Tiện tinh mặt đầu 7, 10 và vát mép các mặt 6, 8.

- Tiện bán tinh các mặt 1, 4, 9 (định vị, kẹp chặt như nguyên công 1).

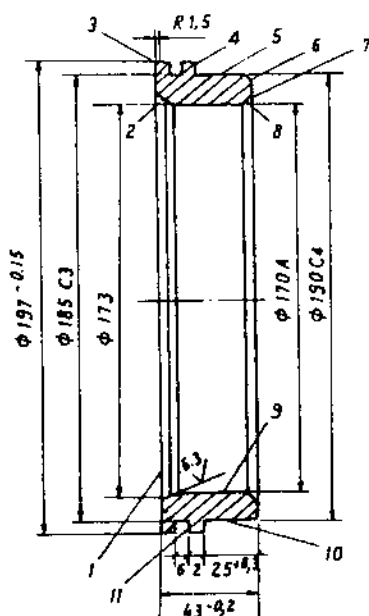
- Tiện tinh các mặt 1, 9, 10, 11, 3, 2. Chi tiết được định vị ở mặt 5, 7 và kẹp chặt ở mặt 5.

- Nhiệt luyện đạt độ cứng 60HRC.

- Mài mặt đầu 7 trên máy mài phẳng. Chi tiết được định vị bằng mặt 1 kẹp bằng điện từ.

- Mài mặt 5, 10 trên máy mài tròn ngoài. Chi tiết được định vị bằng lỗ 9.

- Đánh bóng bề mặt ngoài đạt $R_a = 5 \mu\text{m} \div 0,63 \mu\text{m}$. Chi tiết được định vị như nguyên công mài tròn ngoài.



Hình 16.184. Bạc của máy khai thác than
BK52

Chương 17

QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÁNH RĂNG

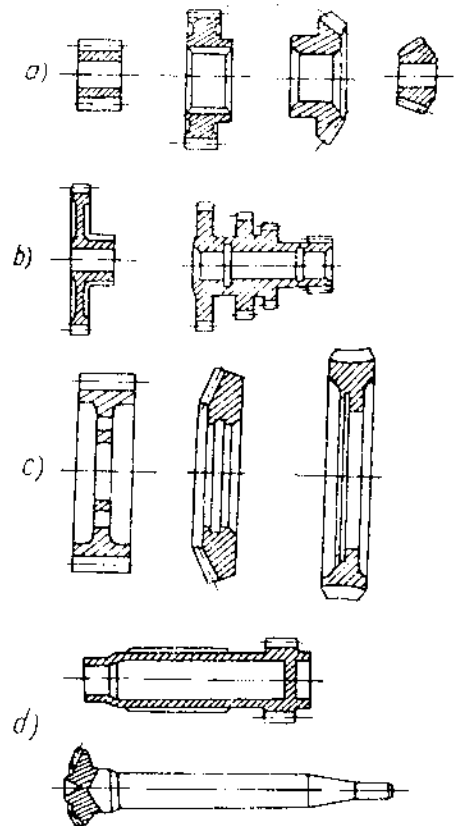
Bánh răng, bánh vít là những chi tiết dùng để truyền lực và truyền chuyển động trong nhiều loại máy khác nhau. Với sự phát triển của ngành chế tạo máy và với yêu cầu sửa chữa thay thế, các loại chi tiết này ngày càng được chế tạo nhiều hơn. Ở nhiều nước trên thế giới người ta đã xây dựng nhà máy hoặc phân xưởng chuyên chế tạo bánh răng, bánh vít với trình độ cơ khí hóa và tự động hóa cao.

17.1. PHÂN LOẠI BÁNH RĂNG

Bánh răng được chia ra 3 loại sau đây:

- Bánh răng trụ (răng thẳng và răng nghiêng).
- Bánh răng côn (răng thẳng, răng nghiêng và răng xoắn).
- Bánh vít.

Dựa theo đặc tính công nghệ, bánh răng được chia ra các loại như:



Hình 17.1. Các loại bánh răng.

- a) bánh răng có lỗ tròn và lỗ then hoa;
 b) bánh răng bậc; c) bánh răng dạng đĩa;
 d) trục răng.

- Bánh răng trụ và bánh răng côn không có mayơ và có mayơ, có lỗ trơn và lỗ then hoa (hình 17.1a).
- Bánh răng bạc có lỗ trơn hoặc lỗ then hoa (hình 17.1b).
- Bánh răng trụ, bánh răng côn và bánh vít dạng đĩa (hình 17.1c).
- Trụ răng trụ và trụ răng côn (hình 17.1d).

17.2. ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA BÁNH RĂNG

Độ chính xác của bánh răng được đánh giá theo tiêu chuẩn nhà nước Việt Nam TCVN. Theo tiêu chuẩn này, độ chính xác của bánh răng được chia ra 12 cấp và được ký hiệu bằng các con số theo thứ tự 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Trong đó cấp 1 có độ chính xác cao nhất và cấp 12 có độ chính xác thấp nhất.

Tiêu chuẩn không ghi dung sai của các cấp chính xác 1, 2 và 12. Trong thực tế người ta thường dùng bánh răng có các cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11; còn bánh răng có các cấp chính xác 1, 2 và 12 chỉ được chế tạo theo đơn đặt hàng.

Đối với mỗi cấp chính xác, tiêu chuẩn còn nêu ra các chỉ tiêu để đánh giá độ chính xác của bánh răng.

Những chỉ tiêu đó là:

1) Độ chính xác truyền động.

Độ chính xác truyền động được đánh giá bằng sai số góc quay của bánh răng sau một vòng. Sai số này xuất hiện khi gia công bánh răng có sai số của hệ thống công nghệ. Ngoài ra độ chính xác truyền động còn được đánh giá bằng sai số bước vòng và sai lệch khoảng pháp tuyến chung.

2) Độ ổn định khi làm việc.

Độ ổn định khi làm việc ảnh hưởng trực tiếp đến độ ổn định khi làm việc và tuổi thọ của bánh răng. Độ ổn định khi làm việc được đánh giá bằng sai số chu kỳ (là giá trị trung bình của khoảng dao động của sai số truyền động của bánh răng được lặp lại nhiều lần sau một vòng quay) và sai số bước cơ sở.

3) Độ chính xác tiếp xúc.

Độ chính xác tiếp xúc được đánh giá bằng vết tiếp xúc của profin răng theo chiều dài, chiều cao và được biểu thị bằng %.

4) Độ chính xác của khe hở cạnh răng.

Chỉ tiêu này quy định 4 loại khe hở cạnh răng:

- Khe hở bằng 0 (A).
- Khe hở nhỏ (B).
- Khe hở trung bình (C).
- Khe hở lớn (D).

Cần nhớ rằng, khoảng cách tâm giữa hai bánh răng ăn khớp với nhau càng lớn (tức là bánh răng càng lớn) thì khe hở cạnh răng càng lớn.

Bảng 17.1 là giá trị khe hở cạnh răng trong truyền động bánh răng trụ.

Bảng 17.1. Khe hở cạnh răng

Dạng lắp ghép	Khoảng cách tâm (mm)							
	≤50	50-80	80-120	120-200	200-300	320-500	500-800	800-1250
Khe hở (μm)								
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	42	52	65	85	105	130	170	210
C	85	105	130	170	210	260	340	420
D	170	210	200	340	420	530	670	850

Ngoài những chỉ tiêu đánh giá độ chính xác của bánh răng trên đây còn cần phải đảm bảo độ chính xác của lỗ bánh răng (đối với các bánh răng có lỗ) và độ chính xác của các cổ trục (đối với các trục răng).

Độ chính xác của lỗ bánh răng cần đạt cấp 2, còn độ nhám bề mặt lỗ nằm trong khoảng $0,8 \div 0,4 \mu\text{m}$ (cấp 7-8). Độ chính xác của các cổ trục cần đạt cấp 2, còn độ nhám bề mặt nằm trong khoảng $0,5 \div 0,2 \mu\text{m}$ (cấp 8-9).

Các kích thước khác của bánh răng cần được gia công đạt cấp chính xác 3÷5 và độ nhám bề mặt nằm trong khoảng $80 \div 10 \mu\text{m}$ (cấp 3÷5).

17.3. VẬT LIỆU CHẾ TẠO BÁNH RĂNG

Việc chọn vật liệu để chế tạo bánh răng phụ thuộc vào điều kiện làm việc của chúng. Các bánh răng truyền lực thường được chế tạo bằng thép hợp kim crôm (15X, 15XA, 20XA, 40X, 45X); crôm-niken và crôm molipđen (12H3A, 12XH3A, 12XH3, 40XH, 35XMA, 30XH3M, 18XFT). Các bánh răng chịu tải

trung bình và chịu tải nhỏ được chế tạo bằng thép cacbon như thép 45 và gang. Ngoài ra, người ta còn dùng vải ép, da ép để chế tạo bánh răng (những bánh răng này khi làm việc không gây tiếng ồn).

Gần đây người ta còn dùng chất dẻo để chế tạo bánh răng. So với bánh răng bằng thép thì bánh răng bằng chất dẻo có độ bền thấp hơn, nhưng nó lại có khả năng làm việc với tốc độ cao mà không gây tiếng ồn.

17.4. PHÔI BÁNH RĂNG

Trong sản xuất lớn, phôi để chế tạo bánh răng thường là phôi rèn. Còn trong sản xuất nhỏ, đơn chiếc, người ta thường dùng phôi thanh, vì phôi rèn không kinh tế. Trong sản xuất lớn dùng phôi thanh lại không thích hợp vì phải cắt ra thành nhiều đoạn, tốn vật liệu và không đạt được cơ tính cao.

Các bánh răng, bánh vít bằng gang hoặc bằng thép có kích thước quá lớn thường được chế tạo bằng phôi đúc. Trong những trường hợp bánh răng, bánh vít có đường kính lỗ lớn hơn 25 mm và chiều dài lỗ nhỏ hơn hai lần đường kính thì người ta tạo lỗ khi rèn hoặc khi đúc.

Trong những năm gần đây, người ta bắt đầu chế tạo bánh răng bằng kim loại bột thiêu kết. Như vậy, bánh răng không cần phải gia công. Phôi chính là kim loại bột.

17.5. NHIỆT LUYỆN BÁNH RĂNG

Do yêu cầu làm việc, răng phải có độ cứng và độ bền cần thiết, không cho phép có vết nứt, vết cháy, biến dạng do nhiệt gây ra phải bé, cơ tính phải ổn định trong quá trình làm việc. Muốn đạt được những yêu cầu đó cần phải có chế độ nhiệt luyện thích hợp.

Đối với các loại thép ít cacbon (kể cả thép hợp kim) sau khi cắt răng người ta phải thấm cacbon. Các bánh răng có yêu cầu tính chịu mòn cao cần được thấm nitơ.

Trước khi gia công phôi bánh răng thường được thường hóa hoặc tôi cải thiện để tăng tính cắt gọt. Độ cứng của bánh răng cần đạt là $220 \div 280$ HB.

Sau khi cắt răng, bánh răng được nhiệt luyện bằng nhiều phương pháp khác nhau. Các bánh răng có môđun và kích thước nhỏ thường được tôi thể tích, còn bánh răng có môđun và kích thước lớn thường được tôi bằng dòng điện cao tần.

Phương pháp tôi bằng dòng điện cao tần có nhiều ưu điểm như dễ điều chỉnh độ sâu lớp thấm tôi, biến dạng bé, độ bóng bề mặt giảm không nhiều. Tuy nhiên, vốn đầu tư vào thiết bị là cao, mỗi vòng răng phải có vòng nung tương ứng cho nên phương pháp này không thích hợp với sản xuất nhỏ, đơn chiếc.

17.6. YÊU CẦU KỸ THUẬT KHI CHẾ TẠO BÁNH RĂNG

Ngoài những yêu cầu về độ chính xác khi cắt răng, quy trình công nghệ chế tạo bánh răng cần đảm bảo những yêu cầu kỹ thuật sau đây:

- Độ không đồng tâm của mặt lỗ và đường tròn cơ sở nằm trong khoảng $0,05 \div 0,1$ mm.
- Độ không vuông góc giữa mặt đầu và tâm lỗ (hoặc tâm trục) nằm trong khoảng $0,01 \div 0,015$ mm trên 100 mm bán kính.
- Mặt lỗ của các bánh răng có lỗ và các cổ trục của trục răng cần được gia công đạt cấp chính xác 7.
- Độ nhám của các bề mặt $R_a = 1,25 \div 1,63$ μ m. Các bề mặt kết cấu (dung sai tự do) cần được gia công đạt cấp chính xác 8, 9, 10 và độ nhám $R_a = 10 \div 2,5$ μ m hay $R_z = 40 \div 10$ μ m.
- Sau khi nhiệt luyện, độ cứng cần đạt $55 \div 60$ HRC. Độ sâu thấm cacbon là $1 \div 2$ mm.
- Độ cứng của các bề mặt không cần gia công là $180 \div 280$ HB.

17.7. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU CỦA BÁNH RĂNG

Bánh răng cũng như mọi chi tiết khác, kết cấu của chúng có ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất và chất lượng gia công, có ảnh hưởng đến độ ổn định và độ bền khi làm việc. Vì vậy ngay từ khi thiết kế phải chú ý đến kết cấu của bề mặt như:

- Hình dạng của lỗ phải đơn giản, vì nếu hình dáng của lỗ phức tạp thì phải dùng máy rơvônve hoặc máy bán tự động để gia công.
- Mặt ngoài của bánh răng phải đơn giản, bánh răng có tính công nghệ cao nhất là khi hình dáng mặt ngoài phẳng, không có mayơ.
- Nếu bánh răng có mayơ thì mayơ cần nằm ở một phía, vì nếu mayơ nằm ở hai phía thì khi cắt răng chỉ gá được một chi tiết, như vậy năng suất gia công

sẽ giảm. Còn muốn gá hai hay nhiều chi tiết để cắt răng phải có thêm các miếng đệm, nhưng cách gá chi tiết như vậy đôi khi cũng không thực hiện được vì kích thước máy hoặc vì độ cứng vững của các chi tiết hạn chế.

- Bề dày của các bề mặt phải đủ lớn để tránh biến dạng khi nhiệt luyện.
- Hình dáng và kích thước của các rãnh (nếu có) phải thuận tiện cho việc ăn dao và thoát dao.
- Kết cấu của bánh răng phải tạo điều kiện cho việc gia công bằng nhiều dao cùng một lúc.
- Các bánh răng bạc nên có cùng một môđun.

17.8. CHUẨN ĐỊNH VỊ KHI GIA CÔNG BÁNH RĂNG

Tuỳ theo kết cấu, sản lượng và độ chính xác yêu cầu mà chọn chuẩn cho thích hợp.

Khi gia công bánh răng có lỗ (bao gồm tất cả các loại bánh răng trụ, bánh răng côn, bánh vít) chuẩn tinh thống nhất là mặt lỗ. Mặt lỗ của bánh răng cũng chính là chuẩn tinh chính vì nó được dùng khi lắp ráp. Do vậy, khi gia công bánh răng phải chú ý đặc biệt đến độ chính xác của mặt lỗ. Ngoài lỗ ra người ta còn chọn mặt đầu để làm chuẩn. Trong trường hợp đó, lỗ và mặt đầu phải được gia công trong một lần gá đặt để đảm bảo độ vuông góc giữa mặt đầu và tâm lỗ.

Trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ, ở nguyên công đầu tiên người ta thường dùng một mặt đầu và mặt ngoài của bánh răng làm chuẩn thô.

Sau nhiệt luyện, trong những trường hợp cần mài lại lỗ, người ta phải dùng vành răng để định vị bằng vòng lăn. Như vậy, trong những trường hợp gia công bánh răng có lỗ, chuẩn định vị có thể là tất cả các bề mặt (mặt lỗ, mặt ngoài, mặt đầu và vành răng).

Đối với các loại trục răng, chuẩn lắp ráp là bề mặt cổ trục, vì vậy phối của loại bánh răng này được gia công như các trục bạc và chuẩn định vị có thể là mặt đầu, cổ trục và hai lỗ tâm.

17.9. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ TRƯỚC KHI CẮT RĂNG

Quy trình công nghệ gia công phối trước khi cắt răng của các bánh răng có lỗ (loại bánh răng thông dụng nhất) bao gồm nguyên công chính sau đây:

- Gia công thô lỗ.
- Gia công tinh lỗ.

- Gia công thô mặt ngoài.
- Gia công tinh mặt ngoài.

Khi sản lượng nhỏ, bánh răng thường được gia công trên máy tiện. Lỗ của các bánh răng phải có độ chính xác cao nên cần phải doa hoặc mài khôn.

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, người ta thường dùng phương pháp chuốt để gia công lỗ (kể cả lỗ có rãnh then hoặc then hoa). Trong trường hợp này, trước khi chuốt, lỗ thường được khoan hoặc khoét trên máy khoan đứng. Các nguyên công khác chỉ được gia công sau khi chuốt lỗ, bởi vì khi chuốt, lỗ có thể đạt được độ chính xác đường kính khá cao, nhưng độ chính xác về vị trí tương quan của tâm lỗ đối với các bề mặt khác lại thấp.

Trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ, các nguyên công được thực hiện trên các máy tiện và các máy rơvônve. Còn trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối các nguyên công đó được thực hiện trên các máy tiện bán tự động hoặc trên dây chuyền tự động.

Các bánh răng có đường kính lớn hơn 500 mm thường được gia công trên các máy tiện đứng.

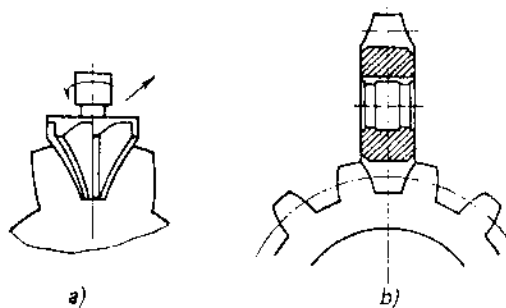
17.10. CÁC PHƯƠNG PHÁP CẮT RĂNG TRỤ

Cắt răng có thể được thực hiện bằng hai phương pháp:

- Phương pháp định hình (hay phân độ).
- Phương pháp bao hình.

17.10.1. Cắt răng bằng phương pháp định hình

Theo phương pháp này thì cắt từng rãnh răng, sau đó phân độ một góc $\frac{360}{Z}$ (Z là số răng) cho đến rãnh răng cuối cùng bằng dụng cụ cắt có profin giống như profin của rãnh răng. Hình 17.2 là sơ đồ cắt răng bằng dao phay ngón môđun và dao phay đĩa môđun.



Hình 17.2. Cắt răng trụ bằng các dao phay môđun.

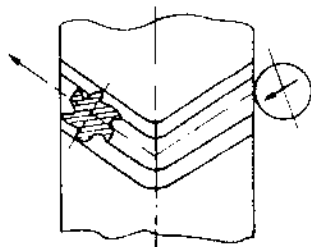
- a) bằng d phay ngón môđun;
- b) bằng dao phay đĩa môđun.

Phương pháp này được thực hiện trên các máy phay

vạn năng có trang bị đầu chia độ. Khi gia công phôi (chi tiết gia công) được gá trên đầu chia độ, đầu chia độ được đặt trên bàn máy và được điều chỉnh ở độ cao sao cho rãnh răng có chiều sâu theo yêu cầu.

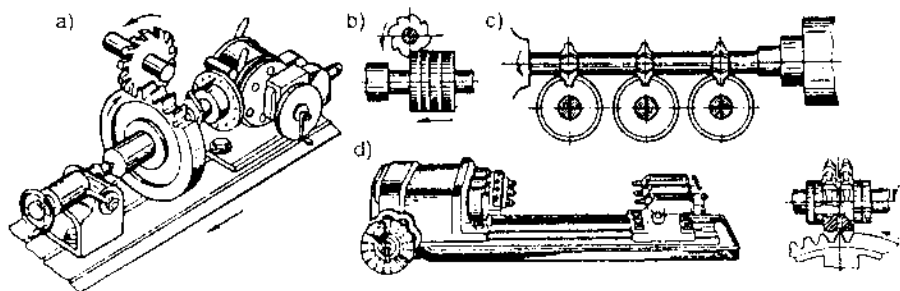
Khi phay bánh răng trụ răng thẳng dao và chi tiết gia công có vị trí tương đối như hình 17.2a và hình 17.2b. Để cắt hết chiều dày của bánh răng, bàn máy mang đầu chia độ cùng chi tiết phải thực hiện chạy dao dọc trục của bánh răng.

Khi phay bánh răng trụ răng xoắn, bánh răng được điều chỉnh bằng cách quay bàn máy đi một góc phù hợp với góc nghiêng của răng. Để tạo được răng xoắn cần thực hiện đồng bộ chạy dao của bàn máy và chuyển động quay của đầu chia độ.



Hình 17.3. Phay bánh răng trụ răng hình chữ V bằng dao phay ngón.

Phương pháp định hình còn được dùng để gia công bánh răng trụ răng hình chữ V (hình 17.3).



Hình 17.4. Cắt răng bằng các dao phay đĩa môđun.

- a) cắt một chi tiết; b) cắt nhiều chi tiết; c) cắt nhiều chi tiết bằng nhiều dao;
d) đầu chia độ có nhiều trục chỉnh.

Khi gia công, bánh răng được gá theo nhiều cách khác nhau (hình 17.4).

Hình 17.4a là sơ đồ cắt răng một chi tiết, còn hình 17.4b là cắt răng nhiều chi tiết cùng lúc, do đó năng suất gia công tăng (vì giảm được thời gian ăn dao, thời gian thoát dao và thời gian phụ). Nếu trên trục gá có thể gá được nhiều dao (hình 17.4c), mỗi dao cắt một nhóm bánh răng thì năng suất gia công còn tăng

hơn nhiều. Trong trường hợp này để gá chi tiết người ta dùng đầu chia độ có nhiều trục chính (hình 17.4d).

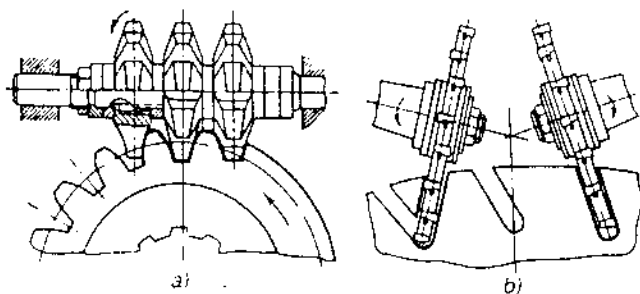
Phương pháp định hình được dùng trong các nhà máy nhỏ hoặc trong các nhà máy sửa chữa, vì ở đó số lượng bánh răng cần gia công không nhiều và vành răng không cần có độ chính xác cao. Phương pháp này còn được dùng để chế tạo bánh răng có môđun và đường kính lớn mà các phương pháp gia công khác không thực hiện được.

Tuy nhiên, phương pháp định hình đạt được độ chính xác thấp và rất khó khăn trong việc điều chỉnh chính xác vị trí tương đối giữa dao và chi tiết gia công. Theo phương pháp này thì răng của dao phải có hình dạng như rãnh răng của bánh răng. Thế nhưng hình dạng rãnh răng của bánh răng thay đổi theo môđun và số răng. Về mặt lý thuyết, để có hình dạng răng chính xác ứng với một môđun và một số răng cần có dụng cụ cắt riêng, nhưng như vậy phải chế tạo rất nhiều dao. Để đảm bảo tính kinh tế, dao phay định hình phải được chế tạo theo bộ: 8, 15 hoặc 26 con với cùng môđun và góc ăn khớp. Mỗi dao được dùng để gia công bánh răng có số răng trong phạm vi nhất định. Bảng 17.2 là ví dụ một bộ dao có 8 dao để gia công các bánh răng khác nhau.

Bảng 17.2. Bộ dao phay với 8 dao

Dao phay số	1	2	3	4	5	6	7	8
Cho tổng số răng	12-13	14-16	17-20	21-25	26-34	35-54	55-134	134-170

Vì vậy, bánh răng được chế tạo bằng phương pháp phay định hình chỉ đạt cấp chính xác 7÷8 và được dùng cho bộ truyền động có tốc độ thấp, không lớn hơn 5 m/giây.



Hình 17.5. Cắt răng thô bằng các dao phay đĩa.

a) bằng ba dao phay đĩa góc; b) bằng hai dao phay đĩa chuyên dùng.

Tuy nhiên trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, đối với những bánh răng có môđun lớn, phương pháp này dùng để gia công phá (để giảm bớt lượng dư cho gia công tinh). Hình 17.5 là các sơ đồ cắt răng thô bằng các dao phay đĩa. Trong trường hợp này không cần chế tạo dao phay môđun có biên dạng thân khai mà chỉ cần chế tạo dao phay góc (hình 17.5a) hoặc dao phay đĩa chuyên dùng (hình 17.5b).

Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi phay bánh răng trụ răng thẳng bằng dao phay đĩa môđun trên máy phay có cơ cấu chia độ tự động được xác định theo công thức:

$$T = (l + l_1 + l_2) \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \right) \frac{Z \cdot i}{m} + \frac{\tau \cdot Z \cdot i}{m} \quad (17.1)$$

ở đây: l - chiều dài răng (mm);
 l_1 - chiều dài đoạn ăn dao (mm);
 l_2 - chiều dài đoạn thoát dao (mm);
 S_1 - lượng chạy dao theo phút của hành trình cắt (mm/phút);
 S_2 - lượng chạy dao nhanh tính theo phút (mm/phút);
 Z - số răng của chi tiết;
 i - số lần cắt;
 m - môđun của bánh răng.
 τ - thời gian quay phân độ một răng (phút).

Chiều dài đoạn ăn dao l_1 được tính theo công thức:

$$l_1 = \sqrt{t(D-t) + (1 \div 2) \text{ mm}} \quad (17.2)$$

ở đây: t - chiều dài rãnh răng (mm);
 D - đường kính dao phay (mm).

Lượng chạy dao phút S_1 được tính như sau:

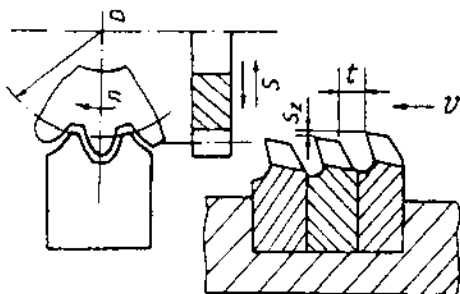
$$S_1 = S_2 \cdot Z \cdot n \quad (17.3)$$

ở đây: S_2 - lượng chạy dao răng (mm/răng);
 n - số vòng quay của dao trong một phút (vòng/phút).

Cắt răng theo phương pháp định hình còn có thể dùng phương pháp xọc định hình, tuy nhiên phương pháp này có năng suất và độ chính xác thấp nên ít dùng.

Chuốt định hình là phương pháp cho năng suất và độ chính xác cao. Phương pháp này được sử dụng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Theo

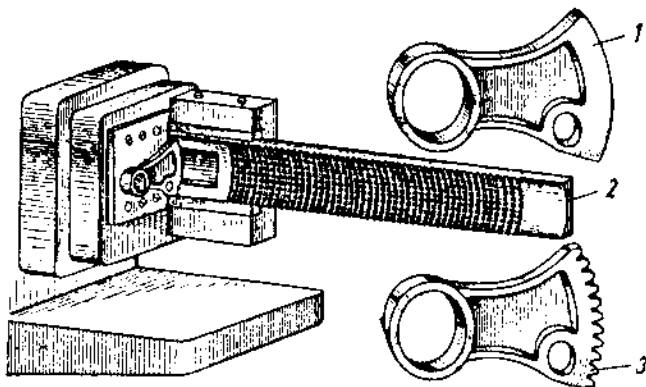
phương pháp này thì dao chuốt có profin giống profin của rãnh răng. Hình 17.6 là sơ đồ cắt răng bằng dao chuốt định hình. Có thể chuốt một rãnh răng hoặc một số rãnh răng cùng một lúc. Sau mỗi hành trình của dao, một hoặc một số rãnh răng được gia công, bánh răng được quay đi một góc nhờ cơ cấu phân độ.



Hình 17.6. Sơ đồ chuốt răng.

Cũng có thể chuốt tất cả các rãnh răng cùng một lúc, tuy nhiên phương pháp này rất ít dùng vì kết cấu của dao phức tạp, khả năng thoát phoi kém, lực cắt lớn.

Dao chuốt là một bộ dao định hình với từng nấc được lắp vào đầu chuốt. Lượng nâng S , của mỗi một lưỡi cắt phụ thuộc vào chiều dày lớp phoi được cắt, loại vật liệu bánh răng và tốc độ cắt V . Lượng nâng S , được chọn như đối với các dao chuốt thông



Hình 17.7. Chuốt dải quạt bánh răng.

1- phôi; 2- dao chuốt; 3- dải quạt bánh răng.

thường. Lớp vật liệu phải hớt đi được chia cho tổng số các lưỡi cắt của dao chuốt, do đó dao chuốt có tuổi thọ và tuổi bền cao. Tuy nhiên dao chuốt có giá thành cao, nên phương pháp chuốt răng chỉ được dùng trong sản xuất lớn cho những bánh răng có môđun lớn và cho những bánh răng không cần nhiệt luyện và không cần mài.

Trên các máy chuốt ngang thông thường có thể chuốt được các dải quạt bánh răng trong một lần chạy dao (hình 17.7). Phương pháp này cho phép đạt năng suất và độ chính xác cao.

17.10.2. Cắt răng theo nguyên lý bao hình

Các phương pháp này được thực hiện theo nguyên lý ăn khớp của hai bánh răng hoặc một bánh răng và một thanh răng, trong đó một là dụng cụ cắt còn một là chi tiết gia công.

Các phương pháp cắt răng trụ theo nguyên lý bao hình được thực hiện bằng:

- Dao phay trục vít (phay lăn răng).
- Dao xọc dạng bánh răng (xọc răng).
- Dao xọc dạng răng lược.

17.10.2.1. Phay lăn răng

Phay lăn răng là phương pháp cắt răng phổ biến nhất, cho phép đạt năng suất và độ chính xác cao. Dụng cụ cắt là dao phay lăn (hình 17.8), nó có dạng trục vít thân khai và profin ở mặt pháp tuyến N-N là thanh răng cơ bản.

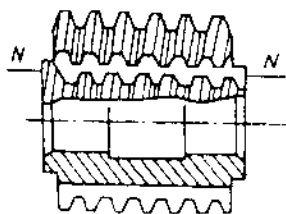
Với loại dao phay lăn này ta có thể gia công được bánh răng và bánh vít.

Phay lăn răng được thực hiện trên máy phay răng chuyên dùng, trên đó dao và bánh răng gia công thực hiện sự ăn khớp của bộ truyền trục vít. Quá trình ăn dao của dao phay lăn xảy ra liên tục, tất cả các răng của bánh răng được gia công đồng thời, nên máy không cần có thiết bị đổi chiều phức tạp và cũng không cần có cơ cấu chia độ, do đó tất cả thời gian phụ và thời gian phục vụ có liên quan đến công việc đó được loại trừ.

Sự ăn khớp của dao phay lăn và bánh răng gia công phải đảm bảo cho bước răng t_n của cặp ăn khớp ở mặt phẳng pháp tuyến $t_n = \pi m$ (m - môđun bánh răng), góc ăn khớp của cả cặp trong mặt phẳng pháp tuyến $\alpha = 20^\circ$. Tỷ lệ tốc độ góc của dao và bánh răng bằng tỷ lệ số vòng quay và ngược với tỷ lệ số răng của chúng:

$$\frac{\omega_d}{\omega_b} = \frac{n_d}{n_b} = \frac{Z_b}{Z_d} \quad (17.4)$$

ở đây: ω_d, n_d, Z_d - tốc độ góc, số vòng quay và số răng (số đầu mối) của dao;
 ω_b, n_b, Z_b - tốc độ góc, số vòng quay và số răng của bánh răng;



Hình 17.8. Dao phay lăn trục vít.

a. Phay lăn răng thẳng

Khi gia công, chuyển động bao hình được thực hiện dựa trên nguyên lý ăn khớp giữa dao và phôi, đó là các chuyển động quay của dao và phôi, đồng thời dao phay lăn còn có chuyển động tịnh tiến dọc trục của phôi nhằm cắt hết chiều dày của bánh răng. Trước khi cắt, dao còn có chuyển động hướng kính sao cho vòng lăn của dao tiếp xúc với vòng lăn của phôi nhằm đạt được chiều sâu của rãnh răng. Hình 17.9 là sơ đồ cắt răng trụ răng thẳng bằng dao phay lăn.

Khi phôi (bánh răng gia công) quay $\frac{1}{Z}$ vòng thì dao phay phải quay $\frac{1}{K}$ vòng (Z là số răng của bánh răng còn K là số đầu mỗi của dao).

Khi phay bánh răng trụ răng thẳng trục của dao phay phải được gá nghiêng so với trục của chi tiết gia công một góc đúng bằng góc nâng của đường xoắn vít trên vòng chia của dao, có nghĩa là:

$$\beta' = \alpha \quad (17.5)$$

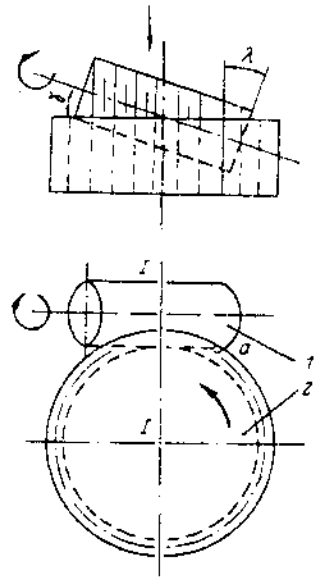
ở đây: β' - góc gá trục dao phay;

α - góc nghiêng trên vòng chia của bánh răng gia công.

Dao phay được gá theo hướng nghiêng phải hay trái tùy theo hướng nghiêng của răng dao (hình 17.9 là gá dao theo hướng nghiêng trái vì răng của dao có chiều xoắn phải).

Mối liên hệ giữa vòng quay của dao phay lăn và bánh răng gia công được thực hiện nhờ các bánh răng thay thế của máy.

Bánh răng có môđun $m \leq 6$ (bánh răng thép) và $m \leq 8$ (bánh răng gang) thì cắt một lần, còn bánh răng có môđun lớn hơn có thể cắt bằng 2 - 3 - 4 lần.



Hình 17.9. Sơ đồ cắt răng trụ răng thẳng bằng dao phay lăn.

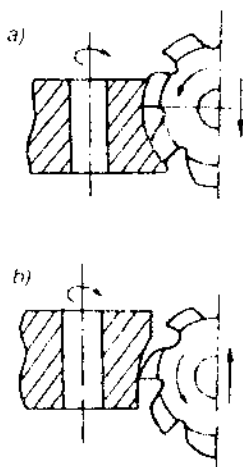
1- dao phay lăn;

2- bánh răng gia công.

Có hai phương pháp phay lăn răng: phay thuận và phay nghịch (hình 17.10).

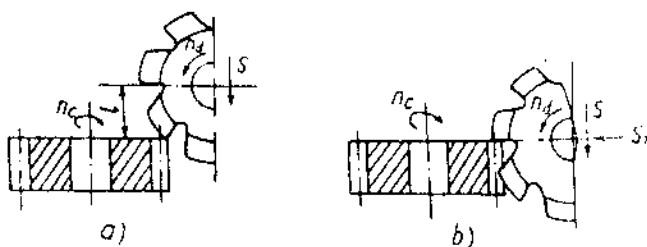
Cho đến nay, phần lớn các máy phay lăn răng đều làm việc theo nguyên lý phay nghịch (hình 17.10a) vì cắt êm, ít va đập, ít làm vỡ hoặc gãy dao. Các máy phay thế hệ mới được cải tiến để dùng cho phương pháp phay thuận (hình 17.10b). Ở các máy phay này, dao có vị trí đầu tiên ở phía dưới chi tiết gia công và chạy dao từ dưới lên trên. phương pháp này cho phép tăng tốc độ cắt lên 20 ÷ 40% và lượng chạy dao lên 80%.

Khi cắt răng có thể tiến dao theo hướng trục (hình 17.11a) hoặc ban đầu tiến dao theo hướng kính sau đó mới tiến dao theo hướng trục của bánh răng (hình 17.11b).



Hình 17.10. Sơ đồ cắt khi phay lăn răng.

a) phay nghịch; b) phay thuận



Hình 17.11. Các phương pháp tiến dao.

a- tiến dao hướng trục; b- tiến dao hướng kính và hướng trục.

Cách thứ hai có thể rút ngắn hành trình được một đoạn l (hình 17.11a) chính bằng lượng ăn dao của dao phay.

b. Phay răng nghiêng

Phay bánh răng nghiêng cũng được thực hiện bằng phương pháp phay tương tự như phay bánh răng thẳng. Tuy nhiên, để đảm bảo cho đường xoắn vít của dao ở vùng cắt trùng với phương của răng chi tiết thì trục dao phải được gá

ngiêng một góc β' so với mặt phẳng nằm ngang (so với mặt đầu của bánh răng gia công) như trên hình 17.12.

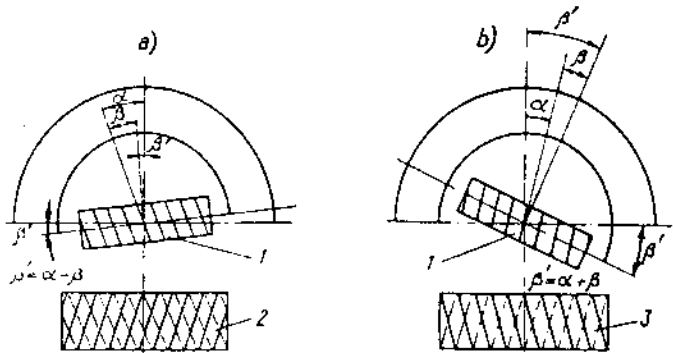
$$\beta' = \alpha \pm \beta \quad (17.6)$$

ở đây: β' - góc gá trục dao;

α - góc nghiêng trên vòng chia của bánh răng gia công;

β - góc nghiêng của đường xoắn vít của dao.

Trong công thức trên dấu (-) ứng với trường hợp dao và bánh răng có cùng chiều xoắn (hình 17.12a), còn dấu (+) ứng với trường hợp dao và bánh răng có chiều xoắn ngược nhau (hình 17.12b).



Hình 17.12. Sơ đồ gá dao khi phay răng nghiêng.

1- dao xoắn phải; 2- bánh răng nghiêng phải; 3- bánh răng nghiêng trái.

Vì hướng chạy dao song song với trục của bánh răng nên khi phay bánh răng nghiêng phải có chuyển động quay bổ sung để hướng của bánh răng dao lăn trùng với hướng răng gia công. Chuyển động này được thực hiện nhờ bộ truyền dẫn vì sai đã được thiết kế trong xích truyền động của máy.

Số lần cắt phụ thuộc vào môđun của bánh răng gia công. Bánh răng có môđun $m \leq 2,5$ mm thường được cắt một bước, bánh răng có môđun $m > 2,5$ mm thường được cắt hai hoặc ba bước.

Để cắt thô ta sử dụng dao phay có hai hoặc ba đầu mới, do đó năng suất gia công tăng, tuy nhiên độ chính xác gia công lại giảm so với dao phay một đầu mới.

c. Xác định thời gian cơ bản khi phay lăn răng

Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi phay răng trụ răng thẳng bằng dao phay trục vít được xác định theo công thức:

$$T_o = \frac{(l_o \cdot K + l_1 + l_2)}{S \cdot n \cdot q \cdot K} Z \cdot i \quad (17.7)$$

- ở đây: l_o - bề dày của bánh răng (mm);
 K - số bánh răng được gia công đồng thời;
 l_1 - chiều dài ăn dao (mm);
 l_2 - chiều dài thoát dao (mm);
 Z - số răng của bánh răng gia công;
 S - lượng chạy dao sau một vòng quay của bánh răng gia công (mm/vòng)
 n - số vòng quay của dao phay trong một phút (vòng/phút);
 q - số đầu mũi của dao phay (cắt thô: $q = 1$; cắt tinh: $q = 2$);
 i - số lần cắt (số bước công nghệ).

Chiều dài ăn dao l_1 được tính theo công thức:

$$l_1 = (1,1 \div 1,2) \sqrt{t(D-t)} \quad (17.8)$$

- ở đây: t - chiều sâu phần rãnh răng được cắt (mm);
 D - đường kính dao phay (mm).

Chiều dài thoát dao $l_2 = 2 \div 3$ mm.

Thời gian cơ bản T_o (phút) khi phay răng trụ răng nghiêng bằng dao phay trục vít được xác định theo công thức:

$$T_o = \frac{(l_o \cdot K + l_1 + l_2)}{S \cdot n \cdot q \cdot K} Z \cdot i \cdot \cos \alpha \quad (17.9)$$

- ở đây: α - góc nghiêng trên vòng chia của bánh răng gia công. Các thông số khác cũng giống như các thông số trong công thức (17.7).

d. Chế độ cắt khi phay lăn răng

Khi phay lăn răng (cả răng thẳng và răng nghiêng) phải chọn chế độ cắt thích hợp để đảm bảo yêu cầu của sản phẩm.

- Tốc độ cắt khi phay lăn răng phụ thuộc vào nhiều yếu tố như môđun của bánh răng, vật liệu gia công, chế độ nhiệt luyện, vật liệu và tuổi bền của dao, độ chính xác yêu cầu của chi tiết, độ cứng vững của hệ thống công nghệ, chất lượng và phương pháp cung cấp dung dịch trơn nguội. Khi dùng dao phay lăn bằng thép gió để cắt bánh răng bằng thép thì tốc độ cắt $V = 15 \div 30$ m/phút. Dao bằng hợp kim cứng cho phép tăng tốc độ cắt lên $60 \div 70$ m/phút hoặc cao hơn.

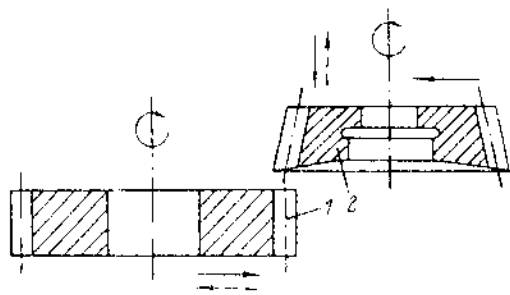
- Lượng chạy dao S theo hướng trục của phôi phụ thuộc vào tốc độ cắt và $S = 1 \div 2 \mu\text{m}/\text{vòng quay}$ của phôi khi phay thô và $S = 0,6 \div 1,3 \text{ mm}/\text{vòng quay}$ của phôi khi phay răng tinh.

17.10.2.2. Xọc răng

Xọc răng bao hình được thực hiện bằng dao dạng bánh răng (hình chấu) hoặc dao dạng thanh răng (hình lược) trên máy xọc bao hình.

a. Xọc răng bằng dao dạng bánh răng (dao xọc răng)

phương pháp này cho phép gia công bánh răng thẳng, bánh răng nghiêng, bánh răng nhiều bậc có khoảng cách giữa các bậc nhỏ và đặc biệt dễ gia công bánh răng ăn khớp trong. Về bản chất, dụng cụ là một bánh răng mà mặt đầu tạo thành mặt trước còn các mặt bên tạo thành các mặt sau của lưỡi cắt. Hình 17.13 là sơ đồ xọc răng.



Hình 17.13. Sơ đồ xọc răng.

1- bánh răng gia công; 2- dao xọc.

Theo nguyên lý ăn khớp của hai bánh răng thì khi dao xọc quay đi một răng, bánh gia công cũng phải quay được một răng. Như vậy, dao xọc và bánh răng gia công thực hiện các chuyển động quay cưỡng bức xung quanh trục của chúng theo hướng ngược nhau (khi gia công bánh răng ăn khớp ngoài) và cùng hướng (khi gia công bánh răng ăn khớp trong). Dao thực hiện chuyển động thẳng đi lại (khi gia công bánh răng thẳng) và chuyển động xoắn đi lại (khi gia công bánh răng nghiêng). Khi dao đi xuống là quá trình cắt phôi, còn khi dao đi lên là quá trình chạy không (lúc này chi tiết gia công dịch về phía sau - gọi là chuyển động nhường dao để tránh phá huỷ dao và tránh chà xát mặt gia công với dao làm cho chất lượng bề mặt bị xấu đi).

Khi gia công, không thể ngay một lúc cắt hết chiều sâu rãnh răng, mà phải từ từ tiến dao hướng kính. Khi tiến dao thì chi tiết quay một cung tương ứng với thời gian tiến dao (tương ứng với chiều sâu của một lần cắt), rồi sau đó lại quay thêm ít ra là một vòng nữa để dao cắt hết chiều cao của răng. Việc đó được thực hiện nhờ một bánh cam trên máy.

Tùy theo môđun m của bánh răng gia công mà cam có kết cấu 1 lần, 2 lần hoặc 3 lần tiến dao. Đối với bánh răng có $m = 1 \div 2$ mm thì dùng cam một lần tiến dao, còn những bánh răng có $m = 2,25$ mm cần cần bằng cam 2 lần tiến dao và nếu $m = 4$ mm phải dùng cam 3 lần tiến dao.

Khi xọc răng phải chọn tốc độ cắt hợp lý. Tốc độ cắt phụ thuộc vào nhiều yếu tố như vật liệu gia công, yêu cầu kỹ thuật, điều kiện cắt. Tốc độ cắt có thể được tính theo số hành trình kép của đầu xọc trong một phút. Các máy xọc răng thông thường có số hành trình kép trong một phút: $400 \div 1000$.

Xọc răng là một phương pháp cắt răng có thể đạt được độ chính xác tương đối cao vì chế tạo dao đơn giản. Trong nhiều trường hợp xọc răng là phương pháp duy nhất có thể gia công được các bánh răng trong mà các phương pháp gia công khác không thể thực hiện được. Đối với bánh răng trong chỉ có thể cắt được nếu:

$$\frac{Z_b}{Z_d} \geq 2 \text{ khi góc áp lực } \alpha_0 = 20^\circ$$

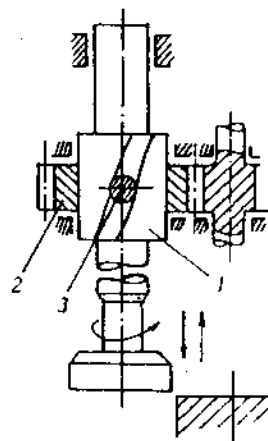
và
$$\frac{Z_b}{Z_d} \geq 3 \text{ khi góc áp lực } \alpha_0 = 15^\circ$$

(Z_b - số răng của bánh răng; Z_d - số răng của dao).

Nếu các điều kiện này không được thỏa mãn thì sẽ xảy ra cắt lem đỉnh răng.

Phương pháp xọc răng thông thường được sử dụng để gia công bánh răng thẳng. Tuy nhiên, cũng có thể xọc được bánh răng nghiêng khi dao có răng nghiêng cùng với bạc dẫn nghiêng tương ứng (hình 17.14).

Xọc răng có nhược điểm là năng suất không cao, đặc biệt là khi cắt răng nghiêng (chế tạo dao phức tạp và phải có bạc dẫn chuyên dùng). Tuy nhiên, xọc răng có ưu điểm là sử dụng máy đơn giản và đạt độ chính xác gia công cao. Vì vậy, khi gia công các chi tiết chính xác thì người ta dùng phương pháp phay



Hình 17.14. Sơ đồ xọc bánh răng nghiêng.

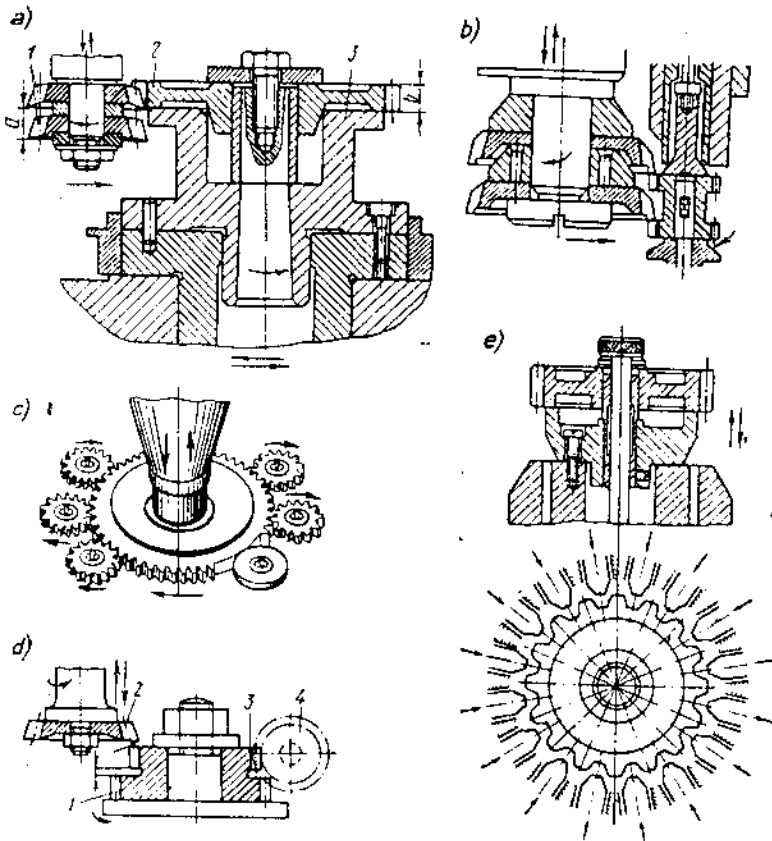
1- bạc dẫn có rãnh nghiêng; 2- bánh răng; 3- rãnh dẫn nghiêng.

lăn răng và để lại lượng dư khoảng $0,6 \div 0,8$ mm (cho chiều dày của răng) để xọc răng (gia công tinh).

Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi xọc bánh răng trụ được xác định theo công thức:

$$T_0 = \frac{h}{S_o \cdot n} + \frac{\pi \cdot m \cdot Z}{S_v \cdot N} \cdot i \quad (17.10)$$

ở đây: h - chiều cao răng (mm);
 m - môđun bánh răng (mm);
 Z - số răng của bánh răng gia công;



Hình 17.15. Các phương pháp tăng năng suất khi xọc răng.

a) cắt thô và cắt tinh cùng lúc; b) gia công bánh răng bạc; c) gia công nhiều bánh răng cùng lúc;
d) xọc và phay bánh răng bạc; e) xọc răng bằng nhiều lưỡi dao.

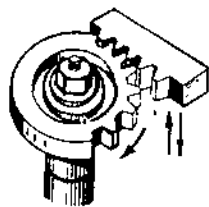
- S - lượng chạy dao hướng kính (mm/hành trình kép);
- N- số hành trình kép trong một phút;
- S- lượng chạy dao vòng của dao xọc (mm/hành trình kép);
- i- số lần cắt.

Để tăng năng suất khi xọc răng ta có thể sử dụng các biện pháp sau đây:

- Lắp hai dao xọc trên cùng một trục gá dao để gia công thô và tinh cùng một lúc (hình 17.15a), ở đây dao phía dưới cắt thô còn dao phía trên cắt tinh.
- Dùng 2 dao xọc lắp trên cùng một trục gá dao để gia công hai bậc cùng một lúc (hình 17.15b).
- Rút bỏ thời gian tiến dao hướng kính bằng cách dùng dao xọc chuyên dùng để gia công nhiều bánh răng cùng một lúc (hình 17.15c). Trên dao xọc có một cung tròn không có răng. Số răng của dao được chia làm hai nhóm: nhóm cắt thô và nhóm cắt tinh. Ban đầu phối được gá đặt vào chỗ không có răng với khoảng cách tâm giống như khi đã gia công xong. Phương pháp này chỉ được dùng trong sản xuất lớn và phải có điều kiện: $Z_d \geq Z_b$ (Z_d - số răng của dao; Z_b - số răng của bánh răng).
- Lắp dao phay lăn trên máy xọc chuyên dùng (hình 17.15d). Như vậy trên máy này có thể vừa xọc vừa phay lăn răng cùng một lúc.
- Dùng nhiều lưỡi dao để xọc theo phương pháp định hình (hình 17.15e). Trong trường hợp này mỗi lưỡi dao cắt một rãnh răng khi thực hiện ăn dao hướng kính, còn chi tiết gia công chỉ thực hiện chuyển động lên xuống.

b. Xọc răng bằng dao dạng răng lược

Phương pháp này dựa trên nguyên lý ăn khớp của thanh răng và bánh răng gia công. Dụng cụ cắt có dạng thanh răng với profin hình thang thực hiện chuyển động cắt theo hướng vuông góc với mặt đầu của bánh răng gia công, còn chi tiết thực hiện chuyển động quay bao hình (hình 17.16).



Hình 17.16. Xọc răng bằng dao dạng răng lược.

17.10.2.3. Cắt răng bằng phương pháp xọc - tiện

Phương pháp xọc - tiện răng được sử dụng để gia công bánh răng trụ răng thẳng và răng nghiêng trên máy phay răng bằng dao xọc được sử dụng như một dụng cụ cắt có nhiều lưỡi (hình 17.17).

Như vậy, trên máy phay răng người ta thay dao phay trục vít bằng dao xọc

và gá dao xọc nghiêng một góc β . Khi gia công bánh răng thẳng ta dùng dao xọc nghiêng (hình 17.17a) và góc gá dao bằng góc nghiêng của răng dao xọc β_d . Còn khi gia công bánh răng nghiêng ta dùng dao xọc thẳng (hình 17.17b) và góc gá dao bằng góc nghiêng của răng chi tiết β_b (góc $\beta_b = 45^\circ$). Năng suất gia công của phương pháp này cao hơn năng suất của phương pháp phay lăn răng bằng dao phay một đầu mới từ 2 ÷ 4 lần.

Thời gian cơ bản T_n (phút) khi cắt răng bằng phương pháp xọc - tiện được xác định theo công thức:

$$T_n = \frac{(l_0 + l_1 + l_2) \cdot Z}{S \cdot n \cdot Z_d} \quad (17.11)$$

ở đây: l_0 - chiều dày bánh răng (mm);

l_1 - chiều dài ăn dao (mm);

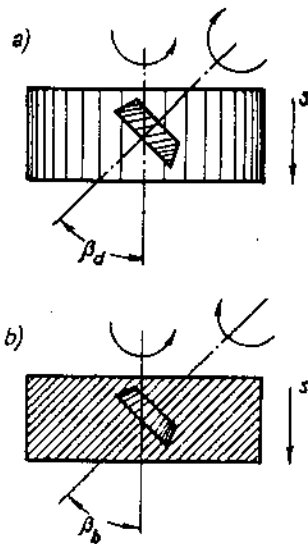
l_2 - chiều dài thoát dao (mm);

Z - số răng của bánh răng gia công;

S - lượng chạy dao trong một vòng quay của chi tiết (mm/vòng);

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

Z_d - số răng của dao.



Hình 17.17. Xọc - tiện bánh răng trụ.
a) dao xọc nghiêng; b) dao xọc thẳng.

17.11. VÊ ĐẦU RĂNG

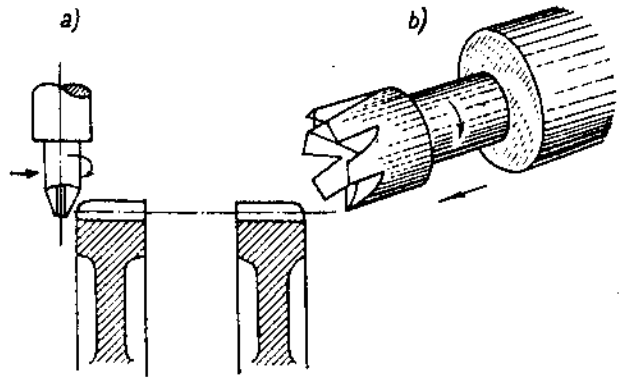
Ở những bánh răng di trượt để thay đổi tỷ số truyền, đầu răng thường được vê tròn hay vát nhọn, vát cạnh cho dễ ra vào khớp.

Nguyên công vê đầu răng có thể được thực hiện bằng dũa tay. Năng suất của phương pháp dũa bằng tay rất thấp với độ chính xác không cao và các răng không đồng đều. Để nâng cao năng suất và độ chính xác nguyên công vê đầu răng được thực hiện trên máy chuyên dùng bằng dao phay ngón định hình (hình 17.18a) hoặc bằng dao phay chuyên dùng (hình 17.18b).

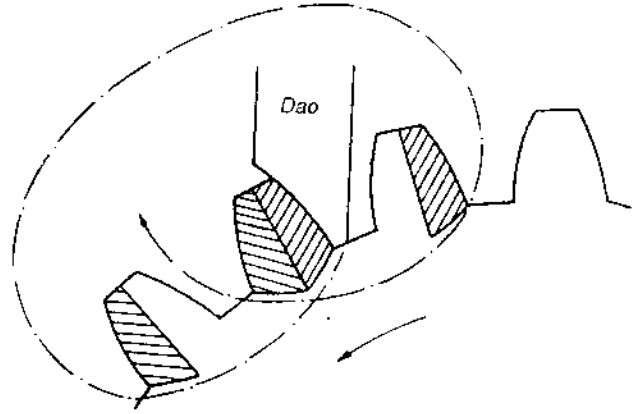
Theo sơ đồ cắt trên hình 17.18a thì dao thực hiện chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến đi lại để vẽ hai đầu răng kế nhau, còn chi tiết đứng yên. Về xong một răng (chính xác hơn là về xong hai đầu răng cạnh nhau) dao lùi ra, bánh răng thực hiện chuyển động phân độ $1/Z$.

Sau khi phân độ xong, quá trình cắt được lặp lại, cứ như vậy cho đến khi vẽ đầu răng cuối cùng. Cắt theo phương pháp này vẫn không liên tục, cho nên năng suất chưa cao.

Để nâng cao năng suất có thể dùng phương pháp cắt liên tục bằng dao phay chuyên dùng (hình 17.18b). Theo phương pháp này thì khi cắt cả dao và chi tiết đều thực hiện chuyển động quay liên tục. Giữa hai chuyển động này có xích truyền động cưỡng bức. Quỹ đạo chuyển động của dao so với chi tiết là một đường epixicloit (hình 17.19). Đầu răng gia công được vát nhọn, chứ không tròn.



Hình 17.18. Sơ đồ vẽ đầu răng.
 a) bằng dao phay ngón định hình;
 b) bằng dao phay ngón chuyên dùng.



Hình 17.19. Sơ đồ chuyển động khi vẽ đầu răng bằng dao chuyên dùng.

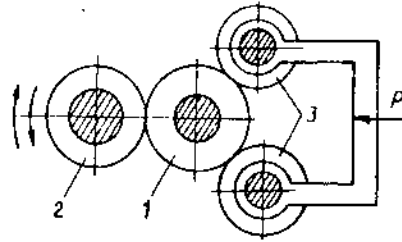
Thời gian cơ bản khi gia công một mặt đầu của bánh răng (về tròn tất cả các răng) được xác định theo công thức:

$$t_o = \frac{(t + \tau)Z}{60} \quad (17.12)$$

ở đây: t - thời gian gia công một răng (phút);
 τ - thời gian bánh răng quay được một răng và thời gian dao tiến vào, lùi ra (phút);
 Z - số răng của bánh răng.

17.12. CHẠY RÀ BÁNH RĂNG TRỤ

Chạy rà bánh răng là phương pháp gia công tinh không có phoi. Phương pháp chạy rà bánh răng được thực hiện khi bánh răng gia công ăn khớp với một hoặc ba bánh răng mẫu đã tôi cứng (cổ độ cứng và độ chính xác cao hơn bánh răng gia công). Hình 17.20 là sơ đồ chạy rà bánh răng gia công với ba bánh răng mẫu.



Hình 17.20. Sơ đồ chạy rà bánh răng trụ với ba bánh răng mẫu.

1- bánh răng gia công; 2, 3- các bánh răng mẫu.

Trong quá trình gia công nhờ có áp lực của bánh răng mẫu tác dụng lên bánh răng gia công mà bề mặt răng (của bánh răng gia công) được là phẳng và được nén chặt, do đó sau khi chạy rà độ cứng và độ chính xác được nâng lên. Bánh răng gia công 1 quay được là nhờ truyền động của bánh mẫu 2. Chuyển động của bánh răng gia công 1 được truyền cho hai bánh răng mẫu số 3. Để chạy rà các bánh răng đều phải quay đối chiều với số vòng quay từ 3 ÷ 25 vòng trong một phút. Áp lực P từ các bánh răng mẫu 3 được chọn trong khoảng 5 ÷ 10 atm. Thời gian chạy rà trong khoảng 10 ÷ 30 giây cho bánh răng có môđun $m = 2 ÷ 5$ mm.

Chạy rà là phương pháp được sử dụng để gia công bánh răng không cần nhiệt luyện. Khi chạy rà có thể bôi dầu hoặc chạy rà khô.

17.13. CÀ RĂNG

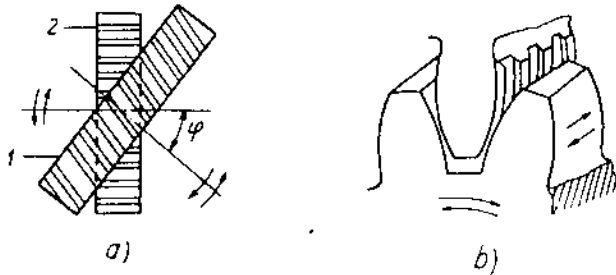
Cà răng là phương pháp gia công tinh cho những bánh răng không cần nhiệt luyện hoặc cho những bánh răng sau thấm than, trước khi nhiệt luyện.

Bánh răng trước khi cà phải được chế tạo chính xác hơn so với bánh răng đem mài. Lượng dư để cà lớn nhất là 0,15 mm. Cà răng cho phép gia công các bánh răng thẳng, răng nghiêng, răng ngoài và răng trong.

Dụng cụ để cà răng là loại bánh răng hoặc thanh răng đã được tôi cứng, khi gia công nó ăn khớp không có khe hở với bánh răng gia công. Trên bề mặt răng của dụng cụ (dao cà răng) được xé các rãnh để tạo ra các cạnh sắc làm lưỡi cắt.

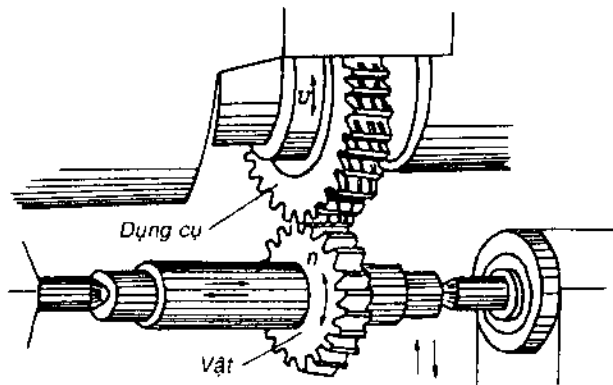
17.13.1. Cà răng bằng dao cà dạng bánh răng

Dao cà dạng bánh răng được sử dụng rất rộng rãi vì nó có thể cà được các bánh răng có đường kính bất kỳ, các bánh răng trong và ngoài. Cà răng có thể sửa được sai số bước của răng. Hình 17.21 là sơ đồ cà răng bằng dao cà dạng bánh răng.



Hình 17.21. Sơ đồ cà răng (a) và cấu tạo của dao cà (b).
1- dao cà; 2- bánh răng gia công.

Hình 17.22 cho thấy rõ hơn sự ăn khớp của dao cà và bánh răng gia công. Ta



Hình 17.22. Cà răng bằng dao cà dạng bánh răng.

thấy bánh răng gia công phải thực hiện 3 chuyển động (chuyển động quay, chuyển động tịnh tiến đi lại và chuyển động ăn dao hướng kính).

Phương pháp cà răng có thể nâng cao độ chính xác lên 1 ÷ 2 cấp và tăng độ nhẵn bóng bề mặt (độ nhám $R_a = 0,63 \div 0,16 \mu\text{m}$).

Có thể cà được các bánh răng có đường kính từ 6 ÷ 1200 mm với môđun $m = 0,1 \div 12 \text{ mm}$.

Để cho dao cà có khả năng cắt gọt tốt hơn, trục của dao cà và trục của bánh răng gia công phải đặt chéo nhau một góc $\varphi = 5 \div 15^\circ$. Nhờ đó mà hiện tượng trượt tương đối không chỉ xảy ra theo biên dạng răng mà còn theo cả hướng răng. Chính thành phần vận tốc trượt theo hướng răng làm cho các lưỡi cắt cạo vào bề mặt răng để tách ra một lớp phoi mỏng.

Khi gia công, bánh răng quay từ động cơ, còn chi tiết quay theo. Để cà được cả hai phía của răng, chuyển động tiến lùi của dao cà phải được đổi chiều thuận nghịch.

Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi cà bánh răng trụ bằng dao cà dạng bánh răng (dạng đĩa) được xác định theo công thức:

$$T_0 = \frac{(l_0 + l_1 + l_2)Z}{n_d \cdot Z_d \cdot S_d} \cdot \frac{a}{S_n} \cdot K \quad (17.13)$$

ở đây: l_0 - chiều dày của bánh răng (mm);

l_1, l_2 - chiều dài ăn dao và thoát dao ($l_1 + l_2 = 10 \text{ mm}$);

Z - số răng của bánh răng gia công;

a - lượng dư một phía của răng (mm);

n_d - số vòng quay của dao cà (vòng/phút);

Z_d - số răng của dao cà;

S_d - lượng chạy dao dọc của bàn máy sau một vòng quay của bánh răng (mm/vòng);

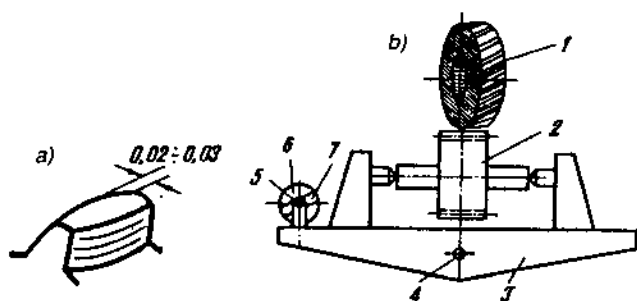
S_n - lượng chạy dao hướng kính trong một hành trình kép của bàn máy (mm/hành trình kép);

K - hệ số tính đến hành trình kép chạy thêm không tiến dao hướng kính để tăng thêm độ nhẵn bóng bề mặt ($K = 1,1 \div 1,2$).

Ở một số nhà máy chế tạo ô tô và máy kéo tại các nước công nghiệp phát triển người ta dùng phương pháp cưa để tạo ra các răng có phần lồi ở giữa nhằm nâng cao độ bền của bánh răng khi làm việc

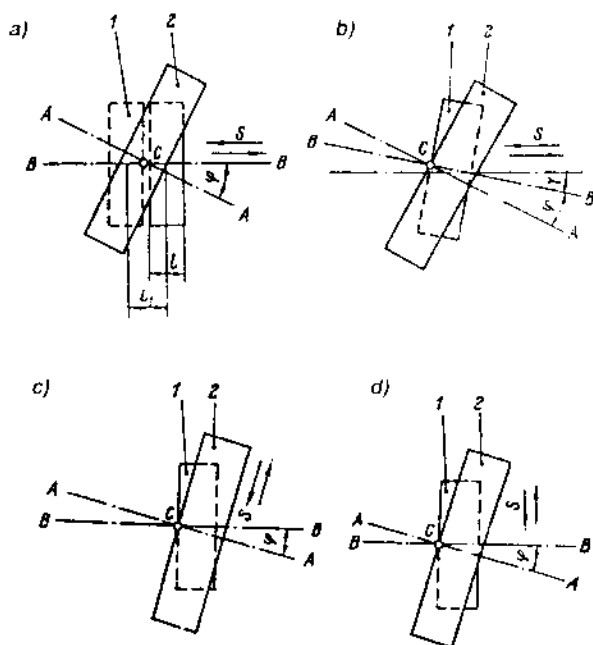
(hình 17.23a). Để tạo được răng có hình dạng như vậy (hai đầu của răng có bề dày nhỏ hơn phần giữa một lượng là $0,02 \div 0,03$ mm theo một phía) người ta dùng đồ gá lắp lư (hình 17.23b).

Đồ gá được gá trên bàn máy có đế 3 quay lư xung quanh chốt 4 nhờ chốt 5 trượt theo rãnh 7 của đĩa 6 (đĩa 6 được gá cố định) khi bàn máy thực hiện chuyển động tịnh tiến đi lại.



Hình 17.23. Cà răng để tạo ra răng có hình tang trống.

- a) hình dạng răng; b) đồ gá lắp lư; 1- dao cưa; 2- bánh răng gia công; 3- tấm đế lắp lư; 4- chốt quay; 5- chốt trượt; 6- đĩa có rãnh nghiêng; 7- rãnh nghiêng.



Hình 17.24. Các sơ đồ cà răng.

- a) cà song song; b) cà chéo; c) cà tiếp tuyến; d) cà vuông góc.
1- bánh răng gia công; 2- dao cưa; C- điểm cắt nhau của các đường tâm dao và bánh răng gia công; AA- đường tâm của trục dao; BB- đường tâm của trục bánh răng gia công.

Phương pháp chạy dao S khi cà răng có ảnh hưởng nhiều đến năng suất và chất lượng gia công. Trên cơ sở của phương pháp chạy dao mà người ta phân biệt các phương pháp cà răng khác nhau (hình 17.24).

Để đảm bảo được điều kiện cắt trên toàn bộ chiều dài của răng thì điểm cắt nhau C của các đường tâm dao và bánh răng gia công phải đi ra khỏi các mặt đầu của bánh răng gia công. Yêu cầu đó đòi hỏi tại điểm cắt nhau C chỉ có tiếp xúc điểm và điểm tiếp xúc đó luôn luôn dịch chuyển dọc theo răng. Dưới đây là đặc điểm của các phương pháp cà có tính đến hướng chạy dao S.

a. Cà theo phương pháp chạy dao song song (hình 17.24a)

Khi cà theo phương pháp này bánh răng gia công dịch chuyển song song với trục của nó một đoạn bằng L_1 (bằng bề rộng của bánh răng gia công l). Trong thực tế chiều dài dịch chuyển L_1 phải lớn hơn l , có nghĩa là:

$$L_1 = l + 2y \quad (17.14)$$

ở đây: y - tổng chiều dài của đoạn ăn dao và thoát dao ($2y = m$; m là môđun của bánh răng).

Sau mỗi hành trình kép của bàn máy (của bánh răng gia công) bánh răng gia công l thực hiện ăn dao hướng kính tới dao cà 2. Để tăng độ bóng bề mặt răng, khi gia công gần xong người ta cho bàn máy thực hiện thêm một số hành trình kép nữa mà không có ăn dao hướng kính.

Cà răng theo phương pháp chạy dao song song có thể dùng để gia công bánh răng thẳng, răng nghiêng của các bánh răng trong và bánh răng ngoài. Góc nghiêng φ có thể chọn từ $5 \div 15^\circ$. Nếu góc φ tăng sẽ làm giảm bề mặt tiếp xúc giữa bánh răng với dao cà, làm cho chất lượng bề mặt và tuổi bền của dao cà bị giảm. Khi gia công các bánh răng có máy hoặc gờ chặn phải chọn góc φ nhỏ hơn để không ảnh hưởng đến chạy dao song song của nó.

b. Cà bằng phương pháp chạy dao theo đường chéo (hình 17.24b).

Theo phương pháp này thì hướng chạy dao của bánh răng gia công được thực hiện theo hướng chéo tạo thành một góc so với trục của bánh răng. Ưu điểm của phương pháp này so với phương pháp chạy dao song song là chiều dài hành trình làm việc giảm xuống từ $1,5 \div 2,5$ lần.

Thật vậy, chiều dài hành trình làm việc L_1 (chiều dài dịch chuyển của bàn máy) được xác định theo công thức:

$$L_2 = \frac{l \cdot \sin\varphi}{\sin(\gamma + \varphi)} + 2y \quad (17.15)$$

ở đây: l - bề rộng của bánh răng (mm);

γ - góc nghiêng của trục bánh răng gia công so với bàn máy;

φ - góc chéo giữa các tâm trục của bánh răng gia công và dao cà;

y - tổng chiều dài ăn dao và thoát dao ($y = 2m$ với m là môđun của bánh răng gia công).

Ví dụ, khi $\varphi = 15^\circ$ và $\gamma = 30^\circ$ thì $L_2 = 0,37l + 2y$. Như vậy hành trình làm việc (dịch chuyển của bàn máy) giảm xuống 2,5 lần so với phương pháp cà chạy dao song song.

Điểm cắt nhau C (điểm giao nhau) của các tâm trục dao và bánh răng gia công liên tục thay đổi trong quá trình cắt, đó là vấn đề quan trọng và là ưu điểm cơ bản của phương pháp cà với hướng chạy dao theo đường chéo. Vì khi đó ở tiết diện bất kỳ nào của dao cà cũng là phần sửa đúng. Độ mòn của dao cà khi cắt theo phương pháp này đều đặn hơn, do đó tuổi bền của dao cà có thể tăng lên 50 ÷ 80 %. Do hành trình cắt của phương pháp giảm nên năng suất gia công của phương pháp tăng lên 60 ÷ 80%.

Để nâng cao năng suất gia công có thể tăng bề rộng của dao cà, tuy nhiên việc chế tạo dao có bề rộng lớn sẽ phức tạp hơn. Theo kinh nghiệm thì bề rộng của dao cà ≤ 63 mm là tốt nhất.

Góc nghiêng chạy dao γ để cà được chọn theo công thức:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{B_0 \sin\varphi}{l - B_0 \cos\varphi} \quad (17.16)$$

ở đây: l - bề rộng của bánh răng gia công (mm);

φ - góc nghiêng giữa tâm trục của bánh răng gia công và dao cà;

B_0 - bề rộng phần cắt có hiệu quả của dao cà ($B_0 = 0,8 B_c$; B_c là bề rộng toàn phần của dao cà, mm).

Cà răng bằng phương pháp chạy dao theo đường chéo có nhược điểm là độ nhẵn bóng bề mặt răng đạt được thấp hơn so với phương pháp chạy dao song song khi sử dụng cùng một chế độ cắt.

c. Cà răng theo phương pháp chạy dao tiếp tuyến (hình 17.24c)

Theo phương pháp này thì bánh răng gia công cùng bàn máy thực hiện chạy

dao theo hướng vuông góc với trục dao cà. Trong trường hợp này khoảng cách giữa trục dao và trục chi tiết gia công không thay đổi. Quá trình cắt được hoàn thành sau một hành trình kép của bàn máy và không có chạy dao hướng kính. Phương pháp này được dùng để gia công các bánh răng có bề rộng nhỏ. Bề rộng phần cắt có hiệu quả của dao cà phải lớn hơn bề rộng của bánh răng gia công.

Chiều dài của hành trình cắt L_3 của bàn máy được tính theo công thức:

$$L_3 = l \sin \varphi + 2y \quad (17.17)$$

ở đây: l - bề rộng của bánh răng gia công (mm);

φ - góc nghiêng giữa tâm trục dao và tâm trục bánh răng gia công;

$2y$ - tổng chiều dài ăn dao và thoát dao ($2y = m$, m là môđun của bánh răng gia công).

Ví dụ, khi $\varphi = 15^\circ$ thì chiều dài $L_3 = 0,26l + 2y$, có nghĩa là 4 lần nhỏ hơn chiều dài L_1 của phương pháp cà song song.

Tuy nhiên, theo phương pháp này, để cà hết vết ở rãnh và sườn răng thì dao cà phải có dịch chuyển nhỏ song song với trục của nó.

d. Cà theo phương pháp chạy dao vuông góc (hình 17.24d)

Khi cà theo phương pháp này thì bánh răng gia công (cùng bàn máy) thực hiện chạy dao theo hướng vuông góc với trục của nó. Quá trình cắt cũng được hoàn thành sau một hành trình kép của bàn máy và không có chạy dao hướng kính.

Chiều dài hành trình cắt L_4 của bàn máy được tính theo công thức:

$$L_4 = l \operatorname{tg} \varphi + 2y \quad (17.18)$$

Các ký hiệu l , φ , y cũng giống như l , φ , y trong công thức (17.17).

Ví dụ, khi $\varphi = 15^\circ$ thì $L_4 = 0,27l + 2y$, có nghĩa là gần 4 lần nhỏ hơn chiều dài L_1 của phương pháp cà song song.

e. Cà mặt đầu (hình 17.25)

Gần đây ở một số nước trên thế giới người ta dùng phương pháp "cà mặt đầu" để cà bánh răng trụ. Dao cà gồm hai phần A và B có các phần cắt hướng vào nhau. Có thể tưởng tượng rằng dao cà được tạo thành từ hai nửa của một bánh răng nghiêng, bánh răng này tạo với bánh răng gia công một cặp ăn khớp bánh vít - trục vít có góc chéo giữa các trục là 45° .

Mỗi một phần của dao chỉ gia công một mặt của các răng, vì vậy khi

chuyển sang gia công mặt thứ hai thì phải đảo chiều quay. Phần cắt C của dao được tạo thành bằng cách mài đi một phần nhỏ của răng dao cà (hình 17.25c).

Chu kỳ gia công bao gồm các bước sau đây:

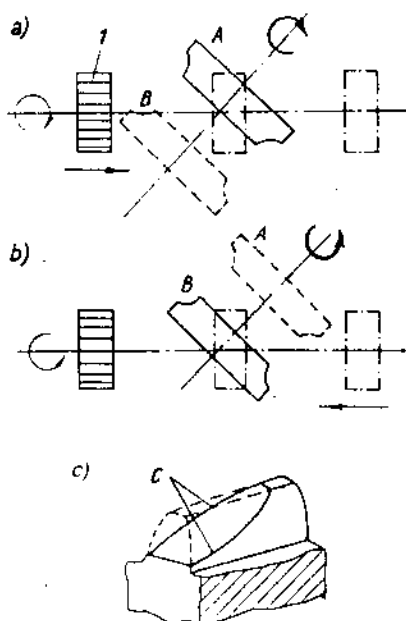
- Chi tiết gia công 1 dịch chuyển nhanh từ vị trí ngoài cùng bên trái tới dao cà A. Tại đây máy tự động mở lượng chạy dao (dịch chuyển chậm) để gia công một bề mặt của răng. Sau khi bề mặt này của răng được gia công xong bánh răng 1 dịch chuyển nhanh sang vị trí ngoài cùng bên phải (cho tới khi không còn tiếp xúc với dao cà). Lúc này nửa chu kỳ gia công thứ nhất kết thúc (hình 17.25a).

- Trước khi bắt đầu nửa chu kỳ gia công thứ hai, dao cà B dịch chuyển tới vị trí làm việc (hình 17.25b), lúc này chiều quay của dao cà và của bánh răng được đảo ngược. Lúc này bánh răng gia công cũng dịch chuyển nhanh tới dao cà B, tiếp đó máy lại mở lượng chạy dao (dịch chuyển chậm) để gia công bề mặt còn lại của răng. Sau khi bề mặt răng thứ hai được gia công xong, bánh răng dịch chuyển nhanh về vị trí ngoài cùng ở bên trái (vị trí ban đầu).

Ưu điểm của phương pháp “cà mặt đầu” là độ cứng vững động học của dao cà và của bánh răng cao, do đó độ chính xác gia công cũng được tăng lên.

17.13.2. Cà răng bằng dao cà dạng thanh răng

Dao cà có dạng một thanh răng, được ghép từ nhiều mảnh răng lại với nhau. Trên mặt răng có nhiều rãnh song song với mặt đầu của răng để tạo ra các lưỡi cắt. Đùng dao cà có dạng thanh răng thẳng có thể cà được cả răng thẳng và răng nghiêng theo hướng phải hoặc trái với góc nghiêng ≤ 30 . Khi cà bánh răng nghiêng có góc nghiêng > 30 thì phải dùng dao cà có dạng thanh răng nghiêng. Hình 17.26a là sơ đồ cà răng bằng dao cà dạng thanh răng.

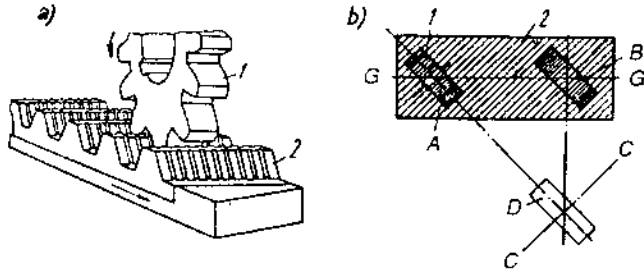


Hình 17.25. Cà bánh răng trụ răng thẳng bằng phương pháp “cà mặt đầu”.

a) nửa chu kỳ gia công thứ nhất; b) nửa chu kỳ gia công thứ hai; c) hình dáng răng dao cà; 1- bánh răng gia công.

A; B- các dao cà.

Dao cà dạng thanh răng được kẹp trên bàn máy có chuyển động tịnh tiến đi lại, bánh răng gia công được lắp tự do trên trục và ăn khớp với dao cà, do đó nó sẽ quay thuận nghịch theo chuyển động đi lại của dao cà (của bàn máy). Hình dáng của rãnh trên mặt răng dao cà dạng thanh răng cũng giống như rãnh răng của dao cà dạng bánh răng.



Hình 17.26. Cà răng bằng dao cà dạng thanh răng.

a) sơ đồ cà răng bằng dao cà dạng thanh răng; b) sơ đồ trượt của răng dao cà trên mặt răng gia công.

1- bánh răng gia công; 2- dao cà dạng thanh răng.

Sau mỗi hành trình kép

của bàn máy, bàn máy thực hiện lượng tiến dao hướng kính ($0,025 \div 0,04$ mm) để cắt hết lượng dư.

Hình 17.26b là sơ đồ trượt của răng dao cà trên mặt răng gia công. Ta thấy: nếu bánh răng gia công 1 trượt tự do trên thanh răng 2 từ vị trí A, thì nó phải đi tới vị trí D. Nhưng vì bánh răng gia công 1 và thanh răng 2 là một cặp ăn khớp có trục chéo nhau nên bánh răng không đi tới vị trí D mà nó đi tới vị trí B. Như vậy, khoảng trượt tương đối giữa bánh răng 1 và thanh răng 2 là BD. Nhờ có khoảng trượt tương đối này mà dao thực hiện quá trình cắt phoi trên mặt răng.

Dao cà dạng thanh răng có giá thành cao, thoát phoi khó, vì vậy phương pháp cà này ít được dùng trong sản xuất.

17.13.3. Chế độ cắt khi cà răng

Tốc độ cắt khi cà luôn luôn thay đổi từ chân răng tới đỉnh răng. Tốc độ cắt ở chân răng và ở đỉnh răng khác với tốc độ cắt ở vòng chia. Tuy nhiên sự khác nhau đó không đáng kể cho nên có thể lấy tốc độ ở vòng chia làm tốc độ cà răng. Tốc độ của dao cà được chọn trong khoảng $75 \div 100$ m/phút.

Lượng chạy dao (lượng dịch chuyển của bàn máy) sau một vòng quay của bánh răng gia công được chọn trong khoảng $0,1 \div 0,3$ mm.

Sau mỗi hành trình kép của bàn máy, bánh răng gia công (cùng bàn máy) thực hiện lượng tiến dao hướng kính $0,02 \div 0,04$ mm. Số hành trình kép phụ thuộc vào lượng dư gia công.

17.13.4. Kết cấu của dao cà và cách gá dao khi gia công

Để đảm bảo chất lượng gia công thì số răng Z_d của dao cà phải lớn hơn nhiều số răng Z_b của bánh răng gia công và không nên bằng bội số của số răng gia công để khỏi bị in dập theo chu kỳ các sai số cục bộ của dao lên chi tiết.

Hình 17.27 là các dạng rãnh thoát phoi trên mặt răng dao cà.

Loại rãnh nghiêng (hình 17.27b) có ưu điểm hơn vì tạo ra được lưỡi cắt mà ở hai bên đều có góc trước bằng nhau và bằng 0, còn loại rãnh vuông góc (hình 17.27a) có góc trước ở hai bên khác nhau và khác 0.

Góc nghiêng φ giữa tâm trục dao và tâm trục bánh răng gia công được xác định xuất phát từ điều kiện ăn khớp:

$$\varphi = \beta_b \pm \beta_d \quad (17.19)$$

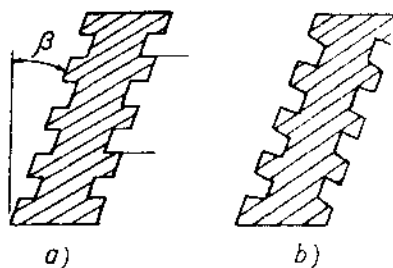
ở đây: β_b - góc nghiêng của răng chi tiết ở vòng chia;

β_d - góc nghiêng của răng dao cà ở vòng chia;

Nếu răng chi tiết gia công và răng dao cà có cùng chiều nghiêng thì lấy dấu (+), còn khi chiều nghiêng của chúng khác nhau lấy dấu (-).

17.14. MÀI RĂNG

Mài răng là phương pháp gia công tinh bánh răng trước hoặc sau nhiệt luyện, có khả năng đạt độ chính xác cao (cấp 4 ÷ 6), độ nhẵn bóng bề mặt đạt $R_a = 1,25 \div 0,32$ μm . Phương pháp mài răng thường được dùng để gia công dụng cụ cắt răng, gia công các bánh răng mẫu và các bánh răng trong các máy chính xác. Máy mài răng có kết cấu phức tạp, giá thành cao, vì vậy phương pháp mài răng chỉ được dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Mài răng được thực hiện theo hai nguyên lý: mài định hình và mài bao hình.



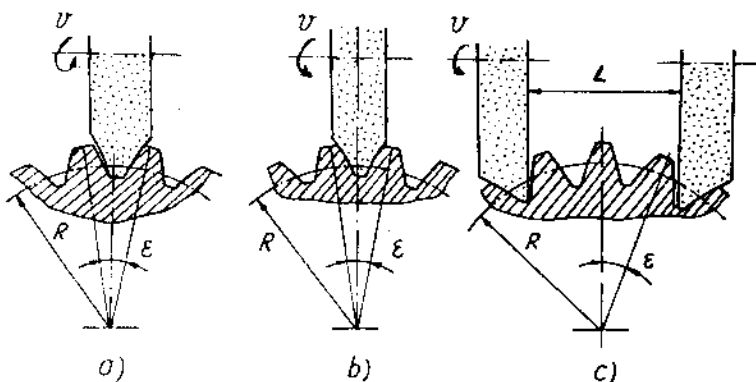
Hình 17.27. Các dạng rãnh thoát phoi trên mặt răng dao cà.

- a) rãnh vuông góc với mặt răng ;
b) răng rãnh nghiêng với mặt răng.

17.14.1. Mài răng theo phương pháp định hình

Khi mài răng theo phương pháp định hình, profin của đá mài có dạng của rãnh răng cần gia công. Trong quá trình gia công, đá mài thực hiện chuyển động cắt quay tròn và chuyển động tịnh tiến dọc trục bánh răng để cắt hết chiều dài của răng. Quá trình mài được tiến hành cho từng răng một nhờ cơ cấu phân độ bánh răng. Phương pháp mài này cũng tương tự như phương pháp phay răng bằng dao phay môđun định hình. Hình 17.28 là các sơ đồ mài răng theo phương pháp định hình. Có thể mài mỗi lần một mặt bên răng (hình 17.28a, c) hoặc cả hai mặt bên răng cùng lúc (hình 17.28b) bằng một hoặc hai đá mài.

Đối với phương pháp mài cả hai mặt bên của răng (hình 17.28b) bằng một đá mài thì profin của đá phụ thuộc vào: môđun, tổng số răng và góc ăn khớp. Phương pháp mài này có độ chính xác thấp.



Hình 17.28. Sơ đồ mài răng bằng đá mài định hình.

- a) mài định hình một mặt bên của răng; b) mài định hình hai mặt bên của răng bằng một đá mài;
c) mài định hình hai mặt bên của răng cùng lúc bằng hai đá mài.

Phương pháp mài hai mặt bên của các răng bằng hai đá có độ chính xác và hiệu quả kinh tế cao hơn. Hai đá mài được bố trí cách nhau một khoảng L (hình 17.28c), giá trị này phụ thuộc vào tổng số răng. Trong trường hợp này mỗi đá mài một mặt bên của răng, do đó có thể loại trừ được sai số khi phay răng.

Khi mài định hình, sai số hình dáng của đá lúc ban đầu và trong quá trình mài sẽ trực tiếp gây ra sai số gia công. Vì vậy, đá mài cần được sửa chính xác theo đường. Ở các máy mài hiện đại có trang bị cơ cấu sửa đá tự động theo chu kỳ mài. Khi mài xong một răng, đá lùi ra xa còn chi tiết gia công được phân độ sang răng khác, bút chì kim cương sẽ sửa đá theo đường (hình 17.29).

Khi mài định hình tốc độ quay của đá thường chọn $V = 30 \div 35$ m/giây, tốc độ tịnh tiến của đá $V_1 = 8 \div 16$ m/phút. Lượng dư để mài là $0,2 \div 0,3$ mm và được chia ra 3, 4 bước.

Ưu điểm của phương pháp mài định hình là có thể gia công được bánh răng ngoài, bánh răng trong. Nhược điểm là phải có nhiều đường chép hình, đĩa phân độ, điều chỉnh máy tương đối phức tạp, độ chính xác và năng suất không cao.

Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi mài bằng phương pháp định hình được xác định theo công thức:

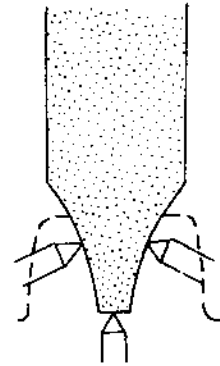
$$T_0 = \frac{2L \cdot i \cdot \alpha \cdot Z}{1000V_1} \quad (17.20)$$

- ở đây: L - chiều dài hành trình của bàn máy (mm);
 i - số bước gia công;
 α - hệ số tính đến quá trình quay phân độ ($\alpha = 1,3 \div 1,5$);
 Z - số răng của bánh răng gia công;
 V_1 - tốc độ tịnh tiến của bàn máy (m/phút).

Chiều dài hành trình L của bàn máy được tính theo công thức:

$$L = l_0 + \sqrt{h(D_d - h)} + 10 \text{ mm} \quad (17.21)$$

- ở đây: l_0 - chiều dài răng (mm);
 h - chiều cao răng (mm);
 D_d - đường kính đá mài (mm).

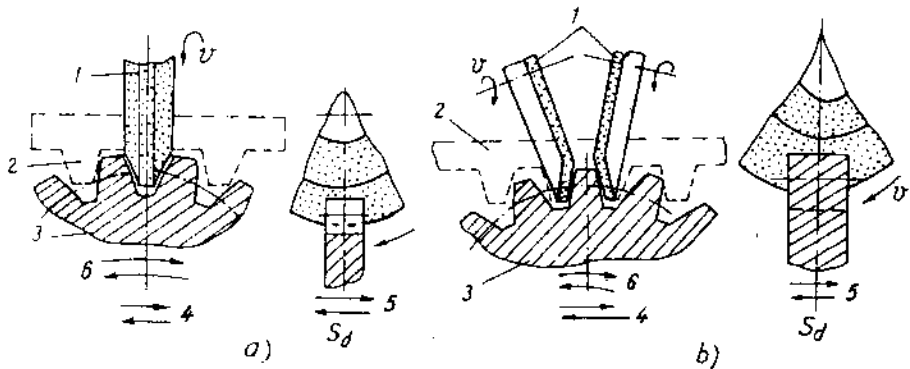


Hình 17.29. Sơ đồ sửa đá bằng 3 büt chi kim cương.

17.14.2. Mài răng theo phương pháp bao hình

Mài răng theo phương pháp bao hình cho phép đạt độ chính xác cao hơn, do đó nó được ứng dụng rộng rãi hơn so với phương pháp mài định hình. Gia công theo phương pháp bao hình dựa trên nguyên lý ăn khớp của thanh răng và bánh răng gia công có cùng môđun. Khi mài răng theo phương pháp này người ta thường dùng các loại đá mài dưới đây:

- Mài răng bằng đá có profin hình thang của thanh răng. Mặt làm việc của đá có dạng côn và nó tiếp xúc với mặt răng gia công chỉ ở một điểm (hình 17.30a).



Hình 17.30. Mài răng bằng đá mài có profin hình thang của thanh răng.

a) mài bằng một đá có profin hình thang của thanh răng;

b) mài bằng hai đá dạng đĩa được đặt nghiêng một góc sao cho hai mặt côn của đá tạo thành profin hình thang

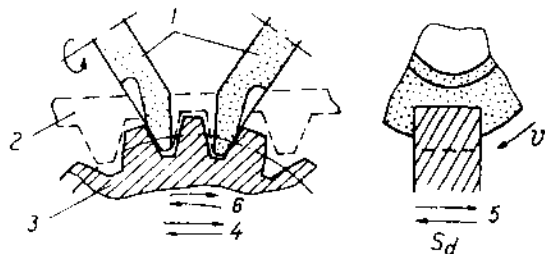
1- đá mài; 2- thanh răng tương tự; 3- bánh răng gia công;

4- chuyển động tịnh tiến lắc lư của bánh răng; 5- chuyển động tịnh tiến đi lại dọc trục bánh răng;

6- chuyển động lắc lư của bánh răng.

Theo phương pháp này cũng có thể dùng hai đá mài dạng đĩa được đặt nghiêng một góc sao cho hai mặt côn của hai đá tạo thành profin hình thang của thanh răng (hình 17.30b).

- Mài răng bằng hai đá mài dạng đĩa được đặt nghiêng một góc bằng góc ăn khớp sao cho đá tạo ra với



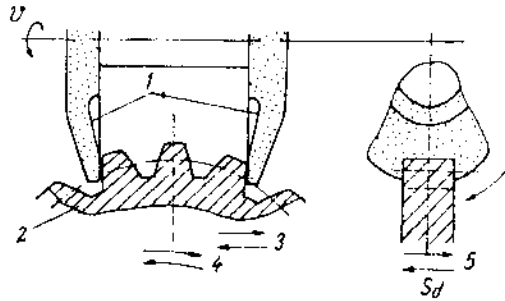
Hình 17.31. Mài răng bằng hai đá mài dạng đĩa được đặt nghiêng một góc bằng góc ăn khớp.

1- đá mài; 2- thanh răng tương tự; 3- bánh răng gia công;

4- chuyển động tịnh tiến lắc lư của bánh răng gia công; 5- chuyển động tịnh tiến dọc trục bánh răng; 6- chuyển động quay lắc lư của bánh răng gia công.

mặt bên của răng một thanh răng tương tự khớp với bánh răng gia công. Mặt làm việc của đá là mặt phẳng cho nên tiếp xúc giữa đá và mặt răng là tiếp xúc đường (hình 17.31).

Nguyên lý làm việc cũng tương tự như sơ đồ trên hình 17.30, có nghĩa là khi gia công đá mài 1 thực hiện chuyển động quay, còn bánh răng 3 thực hiện các chuyển động như: chuyển động quay lắc lư 6, chuyển động tịnh tiến lắc lư 4 và chuyển động tịnh tiến dọc trục 5 để mài hết chiều dài của răng. Sau khi gia công xong một răng, đá lùi ra xa, chi tiết thực hiện quay phân độ để mài các răng tiếp theo.



Hình 17.32. Mài răng bằng hai đá mài dạng đĩa có trục quay vuông góc với trục bánh răng gia công.

- 1- đá mài; 2- bánh răng gia công; 3- chuyển động tịnh tiến lắc lư của bánh răng gia công; 4- chuyển động quay lắc lư của bánh răng gia công; 5- chuyển động tịnh tiến dọc trục bánh răng.

- Mài răng bằng hai đá mài dạng đĩa với trục quay vuông góc với trục bánh răng gia công (hình 17.32).

Phương pháp mài răng này có năng suất cao hơn các phương pháp mài răng ở trên. Các chuyển động cần thiết khi gia công cũng tương tự như các chuyển động của các phương pháp mài răng bao hình khác.

Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi mài răng theo phương pháp bao hình bằng hai đá mài dạng đĩa được xác định theo công thức:

$$T_0 = \left(\frac{L \cdot i}{n_0 \cdot S} + i\tau \right) Z \tag{17.22}$$

- ở đây: L- chiều dài hành trình của bàn máy (mm);
- i- số bước gia công;
- n_0 - số bao hình;
- S- lượng chạy dao dọc sau một lần quay bao hình (mm/lần bao hình);
- τ - thời gian quay phân độ (phút);
- Z- số răng của bánh răng gia công.

Chiều dài hành trình L (mm) của bàn máy được tính theo công thức:

$$L = l_0 + 2\sqrt{h(D_d - h)} + 5 \text{ (mm)} \quad (17.23)$$

ở đây: l_0 - chiều dài răng (mm);
 h - chiều cao răng (mm);
 D_d - đường kính đá mài (mm).

Khi mài nhiều bánh răng cùng lúc có chiều dài mỗi răng (và cả mayơ) là l_0 , thì thời gian cơ bản T_0 (phút) để gia công một bánh răng là:

$$T_0 = \left(\frac{L \cdot i}{n_0 \cdot S} + i\tau \right) \frac{Z}{K} \quad (17.24)$$

Với $L = l_0 \cdot K + 2\sqrt{h(D_d - h)} + 5 \text{ (mm)} \quad (17.25)$

ở đây: K - số bánh răng được đồng thời gia công.

Khi mài răng theo phương pháp bao hình bằng một đá mài dạng đĩa thì thời gian T_0 được xác định theo công thức (17.24) và nhân với 2, bởi vì chỉ có một đá mài làm việc:

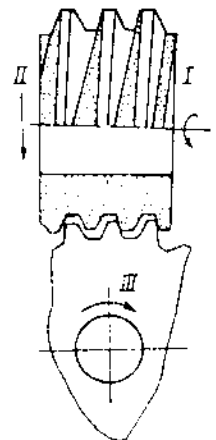
$$T_0 = 2 \left(\frac{L \cdot i}{n_0 \cdot S} + i\tau \right) \frac{Z}{K} \quad (17.26)$$

17.14.3. Mài răng bằng đá mài dạng trục vít

Phương pháp mài này có năng suất cao hơn các phương pháp khác do quá trình gia công xảy ra liên tục và đồng thời trên một số răng. Với đá mài dạng trục vít ta có thể gia công được bánh răng trụ răng thẳng và răng nghiêng. Đá mài được chế tạo theo dạng trục vít có một hoặc hai

Hình 17.33. Mài răng bằng đá mài trục vít.

I - chuyển động quay của đá;
 II - chuyển động ăn dao hướng kính của đá;
 III - chuyển động quay của bánh răng gia công;
 IV - chuyển động tịnh tiến dọc trục bánh răng gia công của đá.



đầu mối với đường kính đá trong khoảng $300 \div 400$ mm. Hình 17.33 là sơ đồ mài răng bằng đá mài trực vít.

Khi gia công bánh răng thực hiện chuyển động quay III xung quanh trục của nó, còn đá thực hiện các chuyển động: chuyển động quay I, chuyển động ăn dao hướng kính II và chuyển động tịnh tiến IV dọc trục bánh răng gia công để cắt hết chiều dài răng. Tốc độ quay của đá thông thường được chọn trong khoảng $22 \div 32$ m/giây, còn tốc độ dịch chuyển dọc trục bánh răng là $0,3 - 3$ mm/vòng quay của bánh răng. Các chuyển động I và III tạo thành các chuyển động bao hình như phay lăn răng. Chuyển động ăn dao hướng kính II được chọn trong khoảng $0,01 \div 0,08$ mm/vòng quay của bánh răng gia công để mài hết chiều sâu của răng. Gia công bằng phương pháp này có thể đạt độ chính xác cấp $4 \div 5$, độ nhẵn bóng $R_a = 1,25 \div 0,16 \mu\text{m}$.

Thời gian gia công rất ngắn, khoảng $0,2 \div 0,3$ phút cho một răng. Khi mài bánh răng có môđun $m < 1$ có thể mài một lần. Với bánh răng có môđun $m > 1$ có thể mài làm hai lần (mài bán tinh và mài tinh).

17.15. MÀI NGHIỀN BÁNH RĂNG

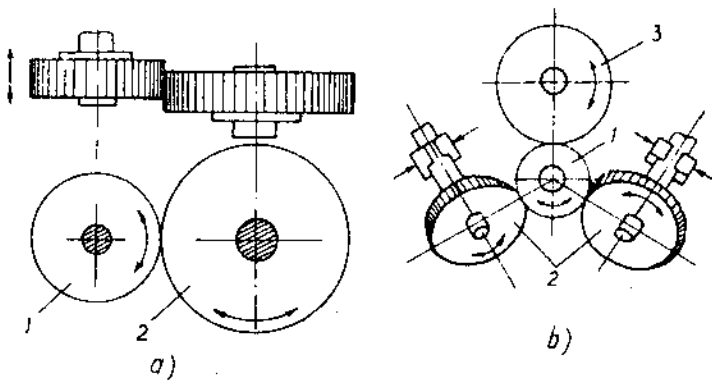
Mài nghiền bánh răng là một phương pháp gia công tinh sau nhiệt luyện để nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt răng. Sau khi mài nghiền, độ nhẵn bóng bề mặt răng có thể đạt $R_a = 0,63 \div 0,32 \mu\text{m}$; giảm được sai số dạng răng, giảm sai số bước và độ đảo vành răng, giảm biến dạng sau nhiệt luyện, làm sạch các oxyt, các vết lồi, lõm, do đó giảm được tiếng ồn khi làm việc. Tuy nhiên, mài nghiền răng có năng suất gia công thấp. Mài nghiền được sử dụng trong những trường hợp bánh răng có yêu cầu cao về độ chính xác như các bánh răng trong ô tô.

Bản chất của phương pháp mài nghiền răng là cho bánh răng gia công quay ăn khớp với một hoặc ba bánh răng bằng gang đóng vai trò dụng cụ nghiền, trên mặt răng của chúng được bôi một lớp bột nghiền. Có hai phương pháp nghiền răng:

- Phương pháp thứ nhất: trục của bánh răng gia công song song với trục của bánh nghiền (hình 17.34a).

- Phương pháp thứ hai: trục của bánh răng gia công nghiêng một góc so với trục của bánh nghiền (hình 17.34b).

Theo sơ đồ trên hình 17.34a thì bánh răng gia công 1 là bánh răng chủ động, nó truyền chuyển động cho bánh nghiền 2. Để có thể nghiền được cả hai



Hình 17.34. Sơ đồ mài nghiêng bánh răng.

1- bánh răng gia công; 2, 3- bánh nghiền.

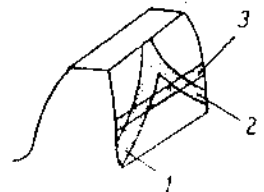
mặt bên của răng cần phải có chuyển động quay theo hai chiều thuận nghịch. Ngoài ra bánh răng gia công còn thực hiện chuyển động chạy dao dọc trục để mài hết chiều dài răng.

Ở phương pháp thứ hai (hình 17.34b) bánh răng gia công 1 ăn khớp với ba bánh nghiền, trong đó có hai bánh nghiền số 2 có răng nghiêng, còn bánh nghiền số 3 có răng thẳng. Vì vậy, trục của bánh nghiền 3 song song với trục của bánh răng gia công 1, còn các trục của hai bánh nghiền số 2 nghiêng so với trục của bánh gia công một góc và góc này có thể điều chỉnh được. Hai bánh nghiền số 2 là hai bánh dẫn có số vòng quay $n = 150 \div 300$ vòng/phút, còn bánh răng gia công có chuyển động tịnh tiến dọc trục với $40 \div 200$ hành trình kép trong một phút.

Gia công theo phương pháp thứ hai có năng suất và độ chính xác cao hơn phương pháp thứ nhất, vì trong quá trình ăn khớp khi nghiền, bánh răng gia công tiếp xúc với hai bánh nghiền có trục gá nghiêng theo các vết 1, 2 và với bánh nghiền trục thẳng theo vết 3 (hình 17.35).

Chính vì vậy mà khi nghiền sự tiếp xúc của bánh răng gia công với các bánh nghiền được đều đặn hơn.

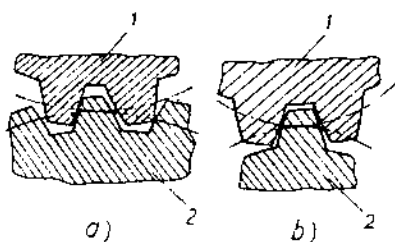
Các phương pháp nghiền trên đây được thực hiện theo hai cách:



Hình 17.35. Vết nghiền trên răng gia công.

- Nghiền không có khe hở: khi bánh răng gia công và bánh nghiền ăn khớp với nhau không có khe hở (hình 17.36b). Trong trường hợp này cả hai mặt của răng đều được nghiền đồng thời.

- Nghiền có khe hở (hình 17.36a). Trong trường hợp này mỗi mặt bên của răng được gia công riêng biệt tùy theo chiều quay của bánh răng.



Hình 17.36. Các biện pháp nghiền.

a) nghiền có khe hở; b) nghiền không có khe hở.
1- bánh nghiền; 2- bánh răng gia công.

Khi nghiền phải tạo ra một áp lực lên mặt răng từ $5 \div 7 \text{ kg/cm}$. Bánh nghiền (dụng cụ) được chế tạo từ gang hạt mịn có độ cứng $180 \div 220 \text{ HB}$ (gang xám $15 \div 32$ hoặc gang xám $21 \div 40$). Bề rộng của bánh nghiền cần lớn hơn bề rộng của bánh răng gia công khoảng $4 \div 10 \text{ mm}$. Lượng dư mài nghiền răng một phía nhỏ hơn $0,02 \div 0,05 \text{ mm}$. Thời gian mài nghiền bánh răng khoảng 6 phút. Tuổi bền của bánh nghiền có thể gia công được $500 \div 1000$ bánh răng.

17.16. MÀI KHÔN BÁNH RĂNG

Mài khôn bánh răng là phương pháp gia công tinh bánh răng để nâng cao độ bóng bề mặt răng và độ chính xác của vành răng. Mài khôn cho phép sửa được những vết lồi lõm, nhấp nhô ở mặt răng, hiệu chỉnh được một phần sai số profin răng và những khuyết tật do nhiệt luyện gây ra. Sau khi mài khôn, bánh răng làm việc giảm được tiếng ồn, tăng diện tích tiếp xúc và nâng cao tuổi bền của răng. Mài khôn có thể tăng độ bóng bề mặt lên 1 ÷ 2 cấp (đạt $R_a = 1,25 \div 0,32 \mu\text{m}$).

Quá trình mài khôn là sự ăn khớp của hai bánh răng, trong đó có một bánh răng là chi tiết gia công, còn một bánh răng là dụng cụ cắt bánh răng dụng cụ là bánh truyền chuyển động quay cho bánh răng gia công. Trục của bánh răng dụng cụ và bánh răng gia công được đặt chéo nhau một góc, do đó tạo ra sự trượt và chà sát ở mặt răng giống như chà răng, làm cho bánh răng gia công được cắt những lớp phoi rất mỏng. Để gia công được cả hai mặt bên của răng, bánh răng dụng cụ phải có chuyển động quay theo hai chiều thuận nghịch. Bánh răng dụng cụ có vòng trong được làm từ chất dẻo, còn vòng ngoài được làm từ vật liệu nhám như cacbua silic (SiC), cacbit bo hoặc kim cương nhân tạo để tăng tính cắt gọt.

Tuỳ theo yêu cầu kỹ thuật và dạng sản xuất có các phương pháp mài khôn răng sau đây:

- Mài khôn có khe hở khi bánh răng dụng cụ và bánh răng gia công ăn khớp với nhau chỉ tiếp xúc ở một phía còn ở phía bên kia có khe hở từ $0,1 \div 0,2$ mm. Phương pháp mài khôn răng có khe hở cũng giống như phương pháp mài nghiêng răng có khe hở. Để thực hiện được quá trình cắt cần phải có áp lực vòng. Áp lực này được tạo ra bằng phương pháp cơ khí, dầu ép, hơi ép hoặc điện từ. Áp lực này nằm trong khoảng $50 \div 150$ N.

Mài có khe hở được dùng để sửa chữa những vết lỗi lõm, tăng độ nhẵn bóng bề mặt răng và sửa được một phần sai số profin răng.

- Mài khôn không có khe hở khi bánh răng dụng cụ và bánh răng gia công ăn khớp với nhau không có khe hở ở cả hai mặt bên của răng, do đó cả hai mặt bên răng được gia công đồng thời. Phương pháp gia công răng này cũng giống như phương pháp mài nghiêng răng không có khe hở. Để mài khôn răng theo phương pháp này cần phải có áp lực hướng kính.

Phương pháp mài khôn răng không có khe hở cho phép giảm sai số profin răng và sai số tổng hợp ăn khớp hai bên của bánh răng.

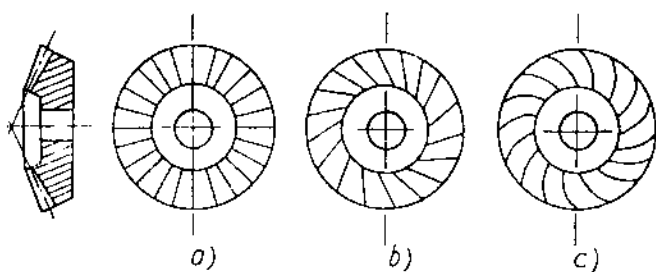
Lượng dư để mài khôn răng được chọn trong phạm vi $0,025 \div 0,05$ mm. Nếu lượng dư lớn thì năng suất gia công và hiệu quả kinh tế không cao. Tốc độ cắt khi mài khôn răng được lấy trong khoảng $4 \div 6$ m/giây. Lượng chạy dao dọc của bàn máy là $0,025 \div 0,5$ mm/vòng quay của bánh răng gia công. Dung dịch tron nguội được dùng khi mài khôn răng là emunxi hoặc dầu công nghiệp.

Phương pháp mài khôn răng được sử dụng để gia công các bánh răng có môđun từ $2 \div 6$ mm sau nhiệt luyện. Cần nhớ rằng, nguyên công mài khôn răng được thực hiện sau nguyên công mài khôn lỗ vì phải chọn lỗ làm chuẩn để mài khôn răng.

17.17. GIA CÔNG BÁNH RĂNG CÔN

Bánh răng côn có các loại: răng thẳng, răng nghiêng và răng xoắn (hình 17.37). Riêng loại răng xoắn (răng cong) lại chia ra: răng cung tròn, răng cong thân khai và răng cong epixicloid.

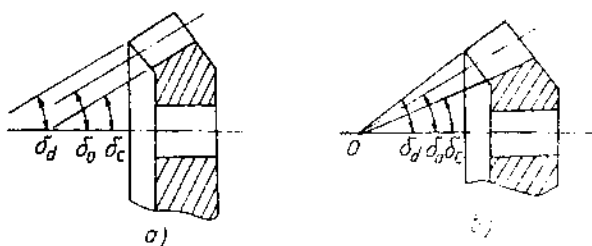
Chiều cao răng của các loại bánh răng trên đây có thể đều hoặc thay đổi tuỳ theo tính năng của chúng (hình 17.38).



Hình 17.37. Các loại bánh răng côn.

a) răng thẳng; b) răng nghiêng; c) răng cong.

Tùy theo yêu cầu về kết cấu của từng loại máy, các loại bánh răng côn có thể ở dạng đĩa có lỗ hoặc liền trục. Để đạt được hiệu quả kinh tế phải có phương pháp gia công thích hợp đối với mỗi loại răng.



Hình 17.38. Các dạng chiều cao răng của bánh răng côn.

a) chiều cao răng đều; b) chiều cao răng thay đổi.

17.17.1. Gia công bánh răng côn thẳng

Bánh răng côn thẳng được gia công bằng các phương pháp: bào, phay hoặc chuốt. Biên dạng răng được hình thành theo nguyên lý định hình hoặc bao hình.

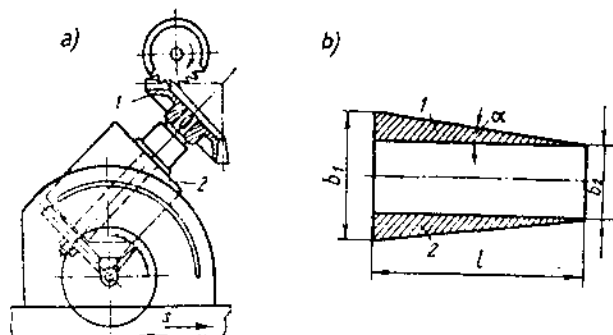
17.17.1.1. Phương pháp định hình

a. Phay răng

Bánh răng côn răng thẳng và răng nghiêng được phay bằng dao phay định hình trên máy phay vạn năng có đầu chia độ. Dao phay định hình có thể là: dao phay đĩa định hình hoặc dao phay ngón định hình. Bánh răng gia công được gá trên đầu chia độ với góc côn bằng góc côn ở chân răng (hình 17.39a).

Hình 17.39b là sơ đồ phay rãnh răng qua 3 bước:

- Bước 1: phay rãnh răng có bề rộng là b_2 , bề dài là l (hình 17.39b). Ở bước này có thể dùng dao phay đĩa thông thường (có bề rộng là b_2).



Hình 17.39. Phay bánh răng côn bằng dao phay đĩa định hình.

a) gá chi tiết gia công trên trục gá; b) sơ đồ phay rãnh răng.

- Bước 2: bánh răng được quay đi một góc α và dùng dao phay môđun để cắt hết phần vật liệu 1 (hình 17.39b) của tất cả các răng. Góc quay α của bàn máy được xác định theo công thức:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b_1 - b_2}{2l} \quad (17.27)$$

ở đây: b_1 - bề rộng rãnh răng ở đầu lớn (mm);

b_2 - bề rộng rãnh răng ở đầu nhỏ (mm);

l - chiều dài của răng (mm).

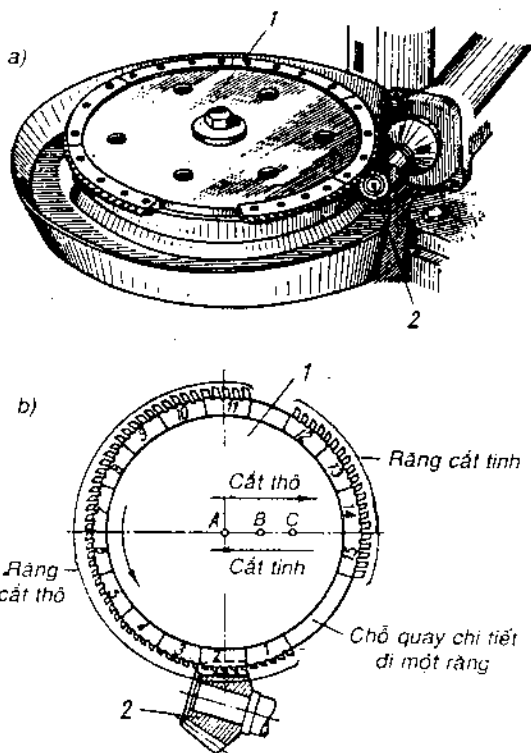
- Bước 3: phay phần vật liệu 2 của tất cả các răng (hình 17.39b) sau khi bánh răng được quay đi một góc α theo hướng ngược lại (sau khi kết thúc bước 2, bánh răng được quay trở về vị trí ban đầu rồi sau đó mới được quay đi góc α để phay phần vật liệu 2).

Phương pháp phay răng trên đây được dùng để gia công các bánh có môđun lớn và độ chính xác không cao.

b. Chuốt bánh răng côn

Phương pháp này được dùng để gia công các bánh răng côn chẳng có môđun trung bình trên máy chuốt răng chuyên dùng (hình 17.40a). Dụng cụ cắt là một dao chuốt vòng tròn 1 (hình 17.40b) bao gồm 15 nhóm (mỗi nhóm có 5 dao) được ghép lại với nhau. Các dao có profin thay đổi được ghép theo một thứ tự để cắt thô, cắt bán tinh và cắt tinh. Mỗi một lưỡi dao hút một lớp

lượng dư trên bánh răng gia công 2. Dao chuốt quay với tốc độ cố định và thực hiện chuyển động tịnh tiến với tốc độ khác nhau trên các quãng hành trình. Khi cắt thô và bán tinh dao chuốt thực hiện chuyển động tịnh tiến từ đầu nhỏ tới đầu lớn của bánh răng, còn khi cắt tinh thì dao chuốt dịch chuyển theo hướng ngược lại. Rãnh răng được gia công xong sau một vòng quay của dao. Trong quá trình gia công bánh răng gia công đứng yên, khi dao quay tới phần không có lưỡi cắt, bánh răng thực hiện chuyển động quay phân độ để gia công rãnh răng tiếp theo.



Hình 17.40. Chuốt bánh răng côn.

1- dao chuốt; 2- bánh răng gia công.

Phương pháp chuốt răng có năng suất cao hơn phương pháp phay răng định hình, đồng thời độ chính xác đạt được tương đương với độ chính xác gia công bằng phương pháp phay răng bao hình (sẽ được nghiên cứu ở sau).

Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi chuốt bánh răng được xác định theo công thức:

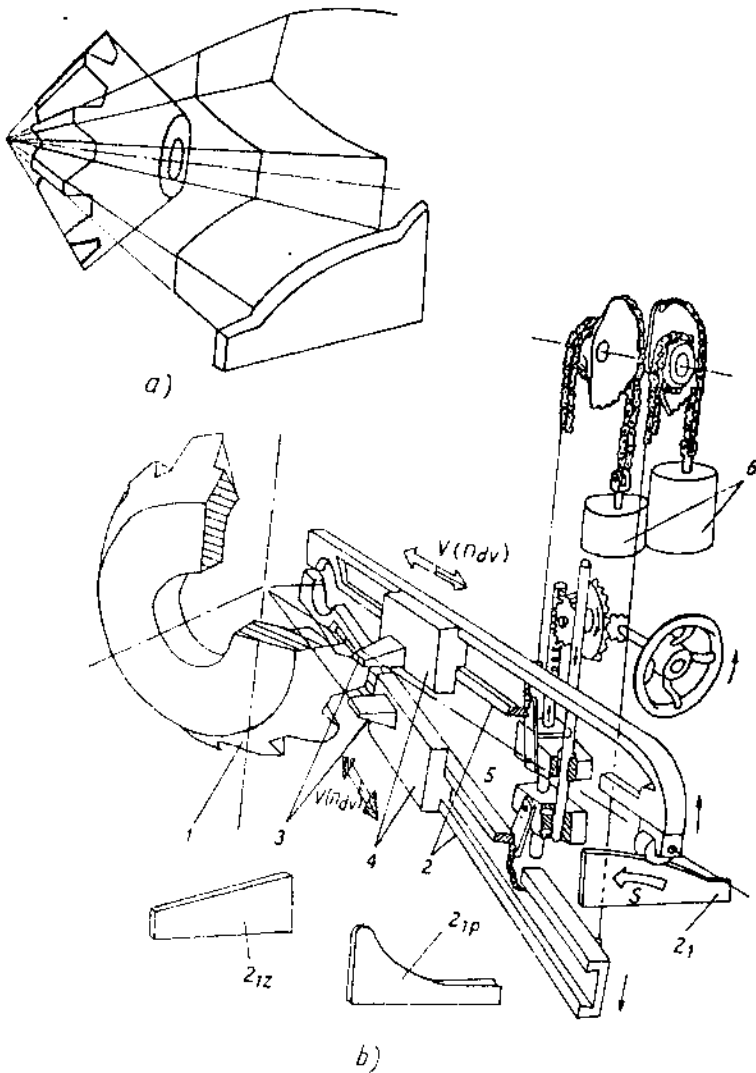
$$T_0 = \frac{(t + \tau)Z}{60} \quad (17.28)$$

- ở đây: t - thời gian chuốt một răng (giây);
- τ - thời gian quay phân độ để chuốt răng khác (giây);
- Z - số răng của bánh răng gia công.

c. Bào răng theo đường

Bánh răng côn răng thẳng có môđun và đường kính lớn có thể được gia

công bằng phương pháp bào theo đường. Ở bánh răng côn răng thẳng kích



Hình 17.41. Sơ đồ bào răng côn.

a) sơ đồ dưỡng bào răng côn;

b) sơ đồ động của bàn xe dao bào răng côn trên máy Oerlikon K4a.

1- bánh răng gia công; 2- bộ phận dẫn hướng; 2₁; 2_{1p}; 2_{1z}- các đường chếp hình; 3- các dao;
4- bàn xe dao; 5- cơ cấu cam; 6- đối trọng.

thước của răng tăng dần đều theo hướng từ đầu nhỏ tới đầu to nên răng của tất cả những bánh răng côn với tổng số răng như nhau có thông số hình học tương tự nhau. Cho nên đường tương đương với mặt thân khai răng sẽ được dùng chung cho tất cả các bánh răng côn có tổng số răng như nhau.

Hình 17.41 là sơ đồ dưỡng bào răng côn và sơ đồ động của bàn xe dao trên máy bào răng côn Oerlikon K4a.

Bánh răng gia công I được gá trên trục chính của đầu chia độ. Trong quá trình cắt bánh răng gia công không chuyển động, do đó nâng cao được độ chính xác gia công. Việc phân độ được thực hiện tự động sau khi gia công xong một răng. Các dao 3 được gá trên hai bàn xe dao 4. Nhờ cơ cấu culít mà các hành trình kép của chúng thực hiện lượng chạy dao S. Ở đầu cuối của nó có lắp con lăn chếp hình, nó được tỳ vào đường 2_1 , đường này có profin phóng đại của răng gia công và nằm cách đỉnh O của bánh răng một khoảng cách 1500 mm. Các dao 3 được điều chỉnh sao cho lưỡi cắt của chúng chuyển động theo các đường sinh của mặt răng và các đường này giao nhau ở đỉnh O. Điều kiện đó cho phép đạt được độ chính xác gia công mặt răng. Lượng chạy dao S được thực hiện nhờ một cam trên cơ cấu 5 của bàn xe dao. Đối trọng 6 có tác dụng tạo nên áp lực cần thiết tối thiểu của con lăn trên đường chếp hình 2_1 . Khi muốn vẽ tròn đầu răng ta chỉ việc thay đường 2_1 bằng đường 2_p và khi muốn gia công phá trước cần thay đường 2_1 bằng đường 2_{1z} .

17.17.1.2. Phương pháp bao hình

Gia công bằng phương pháp bao hình cho phép tạo được profin răng có độ chính xác cao.

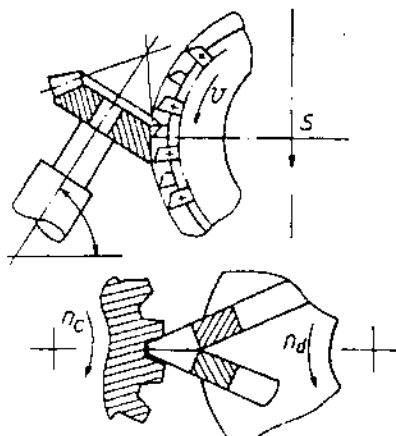
Phương pháp bao hình gia công bánh răng côn có xuất phát điểm tương tự như đối với bánh răng trụ. Ta thấy khi gia công bánh răng trụ thì răng được tạo nên bởi sự lăn của trụ chia bánh răng theo mặt phẳng chia của thanh răng, còn khi gia công bánh răng côn thì răng được tạo nên bởi sự lăn của côn chia bánh răng theo mặt phẳng chia của bánh dẹt sinh. Bánh dẹt sinh này được xem như bánh côn với góc đỉnh của côn chia là 180° .

Profin răng được tạo nên bằng sự lăn tương đối của dụng cụ cắt và bánh răng gia công. Dụng cụ cắt là một hoặc hai dao có lưỡi cắt dạng hình thang, nó thực hiện chuyển động quay và tịnh tiến hoặc chuyển động tịnh tiến đi lại theo hướng côn chia của bánh răng. Ngoài ra dụng cụ cắt còn có thể được gá

trên một bàn quay để thực hiện chuyển động ăn khớp với bánh răng gia công. Hiện nay tồn tại một số phương pháp gia công theo các nguyên lý nêu trên.

a. Phay bánh răng côn bằng hai dao phay đĩa

Theo phương pháp này thì dao phay có đường kính lớn, răng chấp, mặt bên của răng là cạnh của hình thang tương tự như răng của thanh răng (hình 17.42).



Hình 17.42. Phay bánh răng côn bằng hai dao phay đĩa.

Trục chính của các dao phay được gá trên một bàn quay mà số vòng quay n_d của nó cùng với số vòng quay n_c của bánh răng tạo nên chuyển động lăn ăn khớp giữa dao và mặt bên của răng gia công. Khi đường kính của dao phay đĩa lớn hơn nhiều so với chiều dài răng của bánh răng gia công thì dao có thể chỉ cần chuyển động cắt V. Nếu chiều dài răng của bánh răng gia công lớn hơn 20 mm thì dao ngoài chuyển động cắt V còn phải thực hiện chạy dao S. Sau khi phay xong một rãnh răng, bàn quay có mang dao lùi ra để bánh răng gia công thực hiện chuyển động quay phân độ sang răng tiếp theo.

Gia công bằng phương pháp này cho phép nâng cao năng suất 3 ÷ 7 lần so với các phương pháp gia công khác. Các máy phay răng chuyên dùng như 5P23 của Nga, ZFTK của Đức, N^o 104 và N^o 114 của Mỹ đều gia công bánh răng côn theo nguyên lý này.

b. Gia công răng côn bằng phương pháp bào hình

Phương pháp bào răng bao hình được dùng để gia công tinh bánh răng côn trên các máy bào răng chuyên dùng (hình 17.43a). Hình 17.43b là sơ đồ bào răng theo nguyên lý bao hình.

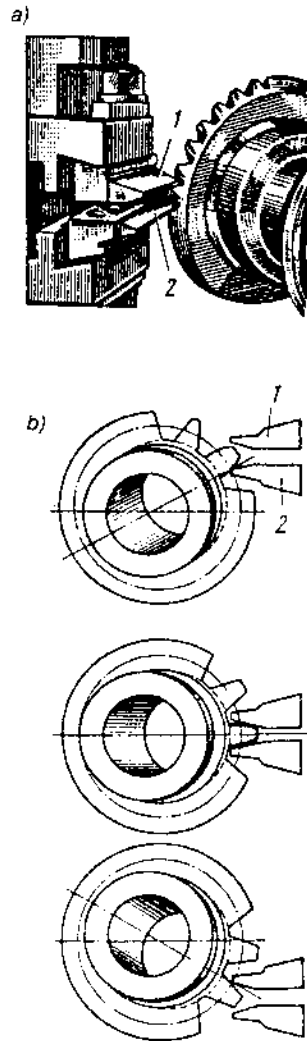
Hai dao bào 1, 2 thực hiện các chuyển động tịnh tiến đi lại dọc theo răng gia công, còn bánh răng gia công thực hiện chuyển động quay bao hình. Ở hành trình ngược lại, dao lùi ra khỏi bề mặt răng một chút để giảm độ mòn của lưỡi dao. Thời gian gia công một răng phụ thuộc vào vật liệu và môđun của bánh răng, lượng dư gia công và các yếu tố khác (dao động trong khoảng $3,5 \div 30$ giây).

17.17.2. Gia công bánh răng côn cong

Bánh răng côn cong được dùng nhiều vì khả năng truyền động lớn, truyền động êm, ít ồn, hệ số trùng khớp cao, có thể đạt được tỷ số truyền lớn với không gian tương đối bé.

Tuy vậy, lực chiếu trục của truyền động bánh răng côn cong thường lớn hơn so với bánh răng côn thẳng.

Để gia công bánh răng côn cong phải có thiết bị chuyên dùng phức tạp, nhưng do có thể cắt được liên tục nên năng suất gia công cao hơn so với gia công bánh răng côn thẳng.



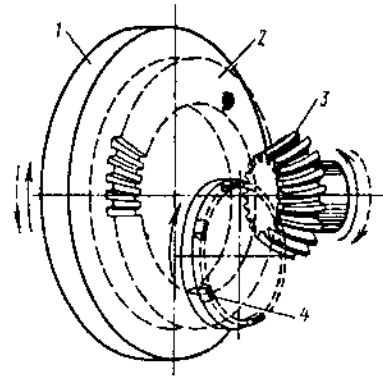
Hình 17.43. Gia công bánh răng côn trên máy bào răng.

a) sơ đồ gá dao; b) sơ đồ lăn bao hình;
1, 2- dao bào.

17.17.2.1. Cắt răng côn cong bằng đầu dao

Hình 17.44 là sơ đồ cắt răng côn cong bằng đầu dao trên máy cắt răng côn chuyên dùng.

Khi gia công, đầu dao 4 thực hiện chuyển động quay tròn, còn bánh đẹt sinh tương ứng 2 (được gá trên mâm quay 1) và bánh răng gia công 3 thực hiện các chuyển động quay bao hình theo hai chiều thuận nghịch (để cắt hai bề mặt lõi và lôm của răng). Sau khi cắt xong một răng, đầu dao 4 (cùng mâm quay 1) lùi ra để bánh răng gia công 3 thực hiện chuyển động quay phân độ và quá trình cắt răng được lặp lại.



Hình 17.44. Cắt răng côn cong bằng đầu dao.

1- mâm gá dao; 2- bánh răng đẹt sinh; 3- bánh răng gia công; 4- đầu dao.

Số lần lặp lại (số chu kỳ) phải bằng số răng gia công.

Tùy theo kết cấu, đầu dao được chia ra các loại:

- Đầu dao một mặt.
- Đầu dao hai mặt.
- Đầu dao ba mặt.

Ở đầu dao một mặt tất cả các lưỡi dao đều được bố trí ở vòng ngoài hoặc ở vòng trong. Các lưỡi dao ở vòng ngoài được dùng để cắt mặt lôm của răng, còn các lưỡi dao ở vòng trong được dùng để cắt mặt lõi của răng. Như vậy, phải dùng hai đầu dao một mặt để cắt hai bề mặt răng và một đầu dao cắt tinh (đầu dao hai mặt hoặc đầu dao một mặt) để hớt đi một lớp kim loại ở cả hai bề mặt răng.

Đầu dao hai mặt (hình 17.45a) có các lưỡi dao được bố trí ở cả vòng ngoài và vòng trong để cắt cả hai mặt lõi và lôm của răng. Các lưỡi dao được bố trí so le nhau (một răng ở vòng ngoài, răng tiếp theo ở vòng trong).

Đầu dao ba mặt (hình 17.45b) có các lưỡi dao được bố trí ở vòng ngoài, vòng trong và ở giữa. Các lưỡi dao ở vòng ngoài và vòng trong có chức năng giống như đầu dao hai mặt, còn các lưỡi dao ở giữa chỉ cắt phần giữa của rãnh răng.

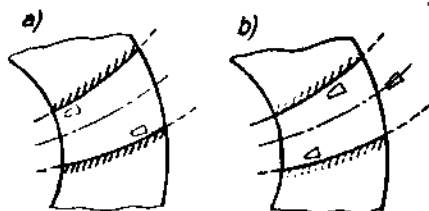
Thời gian cơ bản T_0 (phút) khi gia công bánh răng côn cong được xác định theo công thức:

$$T_0 = \frac{(t + \tau)Z}{60} \quad (17.29)$$

ở đây: t - thời gian cắt một rãnh răng (giây);

τ - thời gian quay phân độ cho một răng và thời gian lùi dao ra, tiến dao vào (giây);

Z - số răng của bánh răng gia công.



Hình 17.45. Sơ đồ cắt của đầu dao hai mặt và đầu dao ba mặt.

a) đầu dao hai mặt; b) đầu dao ba mặt.

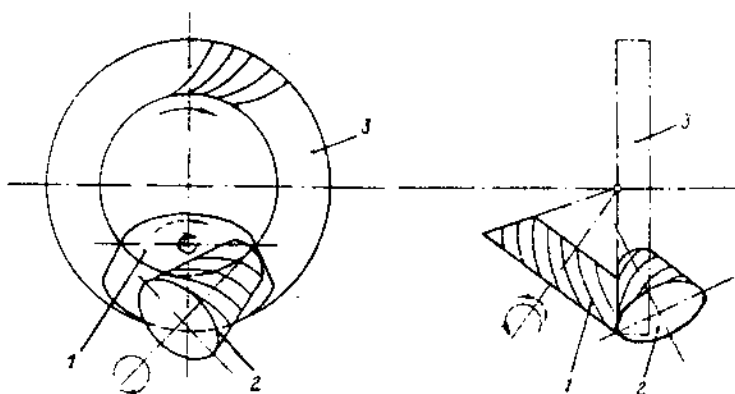
17.17.2.2. Cắt răng côn cong bằng dao phay lăn hình côn

Hình 17.46 là sơ đồ cắt răng côn bằng dao phay lăn hình côn (hay dao phay lăn trục vít hình côn).

Răng của dao phay được phân bố trên đường xoắn vít côn mà bước của nó trên đường côn chia có giá trị không đổi. Như vậy, thực chất dao phay có dạng trục vít hình côn với góc côn chia 30° . Tiết diện mặt cắt của dao đi qua tâm có dạng một thanh răng thẳng. Dao phay 2 được gá nghiêng một góc so với vành răng của bánh răng gia công 1. Bánh răng gia công 1 thực hiện chuyển động ăn khớp với bánh dẹt sinh tương tượng 3. Ngoài ra bánh răng gia công 1 còn thực hiện thêm một chuyển động phụ (được mô tả bằng mũi tên nét đứt).

Quá trình cắt răng được thực hiện liên tục (không cần phân độ như các phương pháp cắt răng khác).

Dao phay xoắn phải được dùng để gia công bánh răng xoắn trái và ngược lại, dao phay xoắn trái được dùng để gia công bánh răng xoắn phải. Tuy nhiên,



Hình 17.46. Sơ đồ cắt răng côn cong bằng dao phay lăn hình côn.

1- bánh răng gia công; 2- dao phay lăn hình côn; 3- bánh dẹt sinh.

dao phay có kết cấu phức tạp và chế tạo khó, do đó phương pháp này ít được dùng để gia công bánh răng côn cong.

17.17.3. Gia công tinh bánh răng côn

Gia công tinh bánh răng côn (côn thẳng và côn cong) được thực hiện bằng các phương pháp: cà răng và mài răng.

17.17.3.1. Cà bánh răng côn

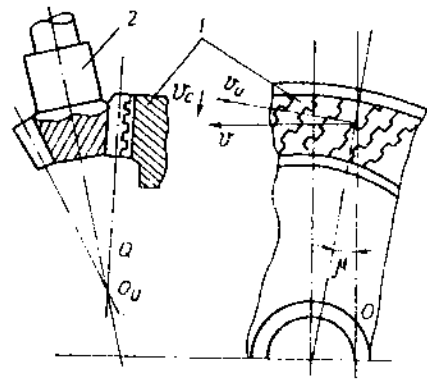
Phương pháp cà bánh răng côn cho phép nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt và độ chính xác của profin răng, đảm bảo sự ăn khớp của hai bánh răng côn, trong đó một là dụng cụ (bánh cà) còn một là bánh răng gia công. Hình 17.47 là sơ đồ cà bánh răng côn cong.

Ta thấy: trục quay của bánh cà 1 không trùng với đỉnh côn của bánh răng gia công 2, do đó khi chúng ăn khớp với nhau trong quá trình gia công tạo nên sự không trùng hướng của tốc độ bánh cà V_u và tốc độ của bánh răng gia công V . Vì vậy, sinh ra tốc độ trượt V_c dọc theo răng của bánh răng gia công. Tốc độ trượt này thực hiện chuyển động cắt của bánh cà vào mặt răng của bánh răng gia công. Quá trình cắt xảy ra liên tục khi bánh cà và bánh răng gia công ăn khớp với nhau và quay không đảo chiều. Bánh cà là bánh chủ động, còn bánh răng gia công chuyển động theo và thực hiện ăn dao hướng kính.

Tốc độ cắt khi cà được chọn trong khoảng $15 \div 20$ m/phút. Sai số

bước vòng của răng sau khi cà đạt $0,02 \div 0,05$ mm. Vết tiếp xúc đạt $80 \div 100\%$ theo chiều cao răng và $70 \div 90\%$ được thực hiện bằng cách thay đổi vị trí của bánh răng gia công đối với bánh cà và bán kính cong của răng bánh cà.

Sơ với các phương pháp gia công tinh khác thì phương pháp cà răng có ưu điểm là năng suất cao, tăng được độ nhẵn bóng bề mặt và độ chính xác profin của răng gia công, thiết bị gia công đơn giản và rẻ tiền. Phương pháp này được sử dụng trong sản xuất hàng loạt lớn cho những bánh răng có yêu cầu kỹ thuật không cao lắm.



Hình 17.47. Sơ đồ cà bánh răng côn cong

1- bánh cà; 2- bánh răng gia công

17.17.3.2. Mài bánh răng côn

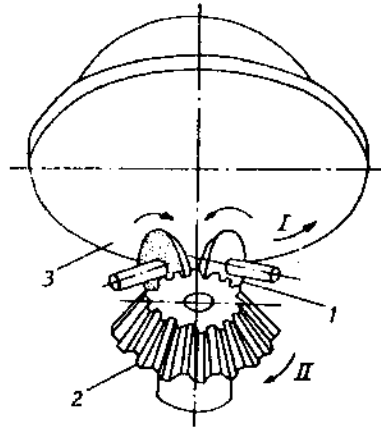
Phương pháp này được dùng để gia công tinh các bánh răng có yêu cầu cao về độ chính xác và độ nhẵn bóng bề mặt răng. Vì công nghệ và thiết bị phức tạp, năng suất thấp, cho nên phương pháp này chỉ được dùng khi các phương pháp khác không thực hiện được. Các bánh răng côn được mài thường dùng để làm bánh răng mẫu, làm dụng cụ cắt như bánh cà, bánh nghiền hoặc dùng trong các bộ truyền của máy có độ chính xác cao, làm việc với tốc độ lớn.

a. Mài bánh răng côn thẳng

Để mài bánh răng côn thẳng có thể dùng hai đá dạng đĩa phẳng hoặc côn và mài theo phương pháp bao hình. Hình 17.48 là sơ đồ mài bánh răng côn thẳng.

Đá mài 1 được đặt vào con trượt trên mâm lắc 3 của máy. Trong quá trình cắt, đá quay tròn và con trượt mang đá dịch chuyển đi lại theo hướng răng, mâm lắc có chuyển động quay I bao hình với chuyển động quay II của bánh răng gia công 2. Sau khi mài xong một răng, đá lùi ra và bánh răng gia công thực hiện chuyển động quay phân độ để mài răng tiếp theo.

Tốc độ của đá mài được chọn trong khoảng $25 \div 30$ m/giây. Lượng dư mài một phía là $0,07 \div 0,12$ mm và số hành trình mài là $4 \div 10$. Độ nhẵn bóng bề mặt sau khi mài có thể đạt $R_a = 0,63 \div 0,32$ μ m.



Hình 17.48. Sơ đồ mài bánh răng côn thẳng.

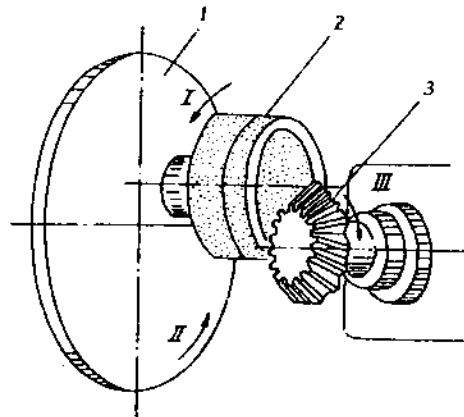
1- đá mài; 2- bánh răng gia công; 3- mâm lặc

b. Mài bánh răng côn cong

Khi mài bánh côn cong người ta dùng đá mài hình chấu có đường sinh trụ, bề mặt làm việc của đá được sửa côn và thực hiện mài theo phương pháp bao hình. Hình 17.49 là sơ đồ mài bánh răng côn cong.

Đá mài 2 thực hiện chuyển động quay I xung quanh trục của nó. Trục của đá mài 2 được lắp trên mâm quay 1 và mâm quay 1 lại thực hiện chuyển động quay II xung quanh trục của nó, khác với trục của đá mài 2. Chuyển động quay II của mâm quay 1 phải phù hợp với chuyển động quay III của bánh răng gia công 3. Nhờ các chuyển động này mà đá có thể cắt được một rãnh răng côn cong.

Sau khi cắt xong một rãnh răng, đá lùi ra và bánh răng gia công thực hiện chuyển động quay phân độ để cắt rãnh răng tiếp theo.



Hình 17.49. Sơ đồ mài bánh răng côn cong.

1- mâm quay; 2- đá mài; 3- bánh răng gia công.

Phương pháp này được dùng để mài những bánh răng chính xác trong sản xuất hàng loạt và hàng khối.

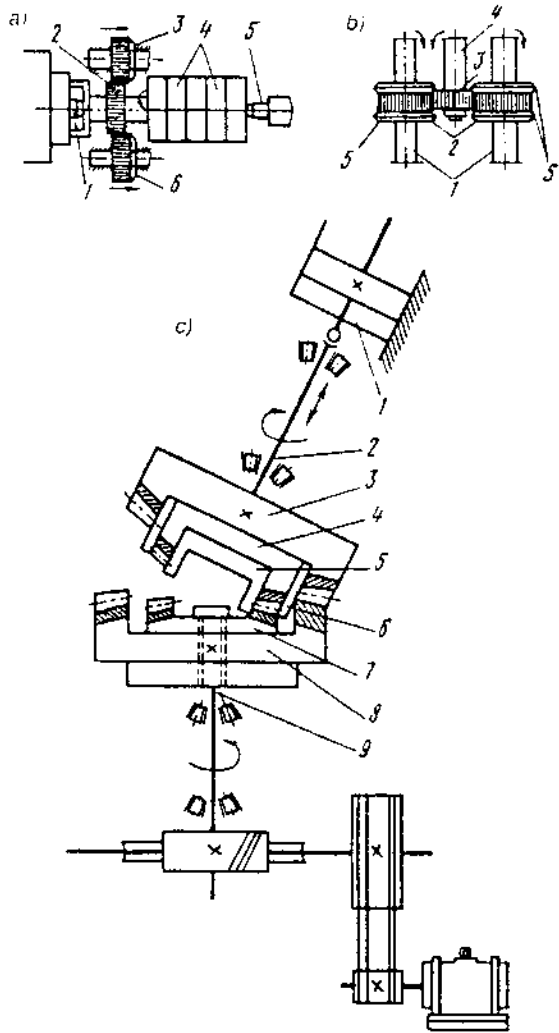
17.18. CÁN RĂNG

Cán răng là một phương pháp gia công mới, có năng suất cao hơn cắt răng tới $15 \div 20$ lần và lượng kim loại hao hụt chỉ vào khoảng $3 \div 4\%$ khối lượng của phôi. Bánh răng có môđun $m < 1$ được cán nguội, còn môđun $m > 1$ được cán nóng hoặc cán phối hợp nóng - nguội.

Chọn phương pháp cán phụ thuộc vào môđun m , kết cấu của bánh răng, độ chính xác yêu cầu và vật liệu bánh răng.

Phương pháp cán nguội các bánh răng có môđun m nhỏ có thể được thực hiện trên máy tiện với cách chạy dao dọc.

Hình 17.50a là sơ đồ cán nguội trên máy tiện. Trục gá được gá trên mũi tâm trước 1 và mũi tâm sau 5 của máy tiện và trục gá này quay theo trục chính của máy. Trên trục gá được gá các phôi 4 và bánh răng mẫu 2, bánh



Hình 17.50. Các phương pháp cán răng.

- a) cán răng trên máy tiện: 1. mũi tâm trước; 2. bánh răng mẫu; 3;6. bánh răng cán; 4. phôi (bánh răng); 5. mũi tâm sau;
- b) cán răng trên máy chuyên dùng: 1. trục chính; 2. bánh cán; 3. bánh răng gia công; 4. trục gá; 5. gờ chặn;
- c) cán răng côn trên máy cán chuyên dùng: 1. khối di trượt; 2. trục chính trên; 3;8. bánh răng đồng bộ; 4. bánh cán; 5;6. gờ bánh răng; 7. bánh răng gia công; 9. trục chính dưới.

răng mẫu 2 lúc đầu chuyển động ăn khớp với hai hoặc ba bánh răng cán 3, 6 (dụng cụ) được lắp trên bàn xe dao của máy. Khi các bánh răng cán 3 không còn ăn khớp với bánh răng mẫu 2 thì quá trình cán các phôi 4 được bắt đầu. Để tạo được profin răng đối xứng thì quá trình cán phải được đảo chiều (trục chính của máy quay theo hai chiều thuận nghịch). Các bánh răng cán 3 và 6 là các bánh răng có môđun bằng môđun của bánh răng gia công và có mặt đầu hình côn để thực hiện quá trình cán. Độ chính xác của bánh răng cán nguội có thể đạt cấp 8. Để cán nóng, phôi phải được nung nóng tới nhiệt độ $100 \div 1200^{\circ}\text{C}$ trong $20 \div 30$ giây bằng dòng điện cao tần. Cán nóng có thể được thực hiện bằng phương pháp tiến dao dọc hoặc tiến dao hướng kính.

Hình 17.50b là sơ đồ cán nóng bằng phương pháp tiến dao hướng kính. Nguyên lý của phương pháp là hai bánh cán 2 được gá trên các trục chính 1, quay cùng chiều nhau và thực hiện lượng tiến dao hướng kính, còn bánh răng gia công 3 được gá trên trục gá 4 và quay theo các bánh cán 2. Như vậy răng gia công được tạo thành nhờ biến dạng các bánh cán 2 có các gờ chặn 5 để tạo điều kiện thuận lợi cho định hình răng gia công.

Trước khi cán, bánh răng gia công 3 cùng trục gá 4 được nâng lên và nung nóng bằng dòng điện cao tần, sau đó nó được hạ xuống để hai bánh cán 2 thực hiện quá trình gia công.

Cán nóng với phương pháp chạy dao dọc được thực hiện bằng cách dịch chuyển phôi nung nóng bằng dòng điện cao tần thông thường theo hướng từ dưới lên trên.

Thời gian để cán một răng của bánh răng có môđun từ $2 \div 3$ mm là 30 đến 60 giây tùy thuộc vào số răng gia công. Độ chính xác của bánh răng cán có thể đạt cấp 9. Để nâng cao độ chính xác của bánh răng nguội ta sử dụng phương pháp gia công tổ hợp: cán - chạy rà hoặc cán - cắt răng tinh (cán - phay răng tinh). Phương pháp chạy rà bánh răng có năng suất cao hơn phay lăn răng gấp 5 lần. Độ chính xác của răng sau khi chạy rà có thể tương đương với độ chính xác của răng sau khi cưa răng.

Gần đây người ta đã ứng dụng phương pháp cán nóng để gia công bánh răng côn cong (côn xoắn) có môđun lớn (hình 17.50c). Phôi bánh răng được gia công trên máy tiện bán tự động, sau đó nó được gá trên trục chính 9 phía dưới của máy cán răng và được nung nóng bằng dòng điện cao tần trong vòng 1 phút để đạt được chiều sâu có nhiệt độ $1220^{\circ} \div 1250^{\circ}\text{C}$. Sau đó, cơ cấu nung cao tần lùi ra, trục chính phía trên 2 cùng bánh cán 4 và bánh răng quay đồng bộ 3

được hạ xuống nhờ khối di trượt 1 để ăn khớp với bánh răng quay đồng bộ 8 được gá ở trục chính phía dưới 9. Như vậy, bánh cán 4 sẽ tạo ra bánh răng gia công 7. Bánh cán 4 có hai gờ 5 và 6 để tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành răng gia công.

Thời gian để cán một bánh răng là 1,5 phút. Lượng kim loại tiết kiệm được là 40%. Để đạt được độ chính xác yêu cầu cần phải thực hiện nguyên công phay răng tinh. Lượng dư một phía để phay răng tinh là 0,3 mm.

Phương pháp cán răng nói chung cho phép nâng cao năng suất gia công và tuổi bền của răng.

17.19. GIA CÔNG BÁNH VÍT

Khi gia công bánh vít, dụng cụ cắt đóng vai trò trục vít ăn khớp với bánh vít được cắt. Về mặt kết cấu, dụng cụ cắt phải hoàn toàn giống trục vít sẽ ăn khớp với bánh vít gia công khi làm việc, chỉ có khác là đường kính ngoài của dao lớn hơn đường kính ngoài của trục vít ăn khớp với bánh vít một lượng bằng khe hở đường kính. Gia công bánh vít được thực hiện trên máy phay lăn răng thông thường hoặc trên máy phay ngang.

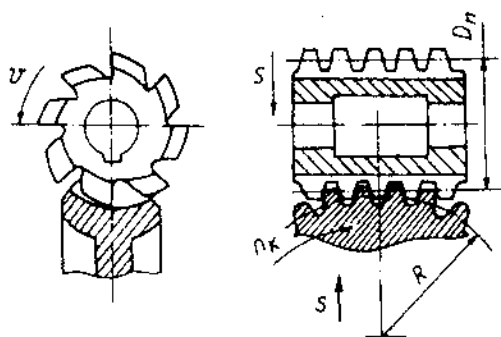
17.19.1. Gia công bánh vít bằng dao phay lăn

Khi gia công bánh vít bằng dao phay lăn, có thể có hai phương pháp tiến dao: tiến dao hướng kính và tiến dao tiếp tuyến.

17.19.1.1. Phương pháp tiến dao hướng kính

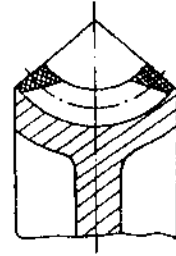
Khi cắt bánh vít theo phương pháp này, cần gá dao sao cho tâm của dao phay nằm trong mặt phẳng đối xứng của bánh vít. Hình 17.51 là sơ đồ cắt bánh vít bằng dao phay lăn theo phương pháp tiến dao hướng kính.

Khi gia công, dao và chi tiết thực hiện chuyển động quay tròn theo một tỷ số truyền xác định. Chuyển



Hình 17.51. Gia công bánh vít bằng dao phay lăn theo phương pháp tiến dao hướng kính.

động ăn dao hướng kính được dao (hoặc chi tiết) thực hiện cho đến khi dao có vị trí tương ứng vị trí của trục vít ăn khớp với bánh vít. Lượng tiến dao hướng kính $S = 0,55 \div 1$ mm/vòng quay của chi tiết. Sau khi cắt hết chiều sâu răng, chi tiết phải quay thêm $1 \div 2$ vòng nữa để nâng cao độ chính xác của răng. Phương pháp này cho phép đạt năng suất cao vì hành trình tiến dao ngắn, nhưng có nhược điểm là: do góc nghiêng ở đỉnh răng bánh vít không giống góc xoắn của dao cho nên sinh ra hiện tượng cắt lẹm (hình 17.52).



Hình 17.52. Bánh vít bị cắt lẹm khi gia công bằng phương pháp tiến dao hướng kính.

Vì vậy, khi góc nâng của trục vít (ăn khớp với bánh vít) lớn hơn $6^\circ \div 8^\circ$ thì không cho phép dùng phương pháp này để gia công lần cuối. Trong thực tế, khi không có dao phay lăn bánh vít, có thể dùng dao phay lăn bánh răng để gia công bánh vít. Trong trường hợp đó, bánh vít được gia công sẽ có sai số lớn (dao phay lăn răng có đường kính càng lớn so với đường kính trục vít thì sai số gia công càng lớn). Dao phay lăn bánh vít thường có góc hót lưng bé hơn dao phay lăn bánh răng. Sở dĩ phải làm như vậy để khi mài mặt trước thì chiều dày của răng dao biến đổi ít, do đó giảm được sai số gia công của bánh vít, nâng cao tính lắp lẫn của trục vít - bánh vít.

Khi gia công bánh vít bằng phương pháp tiến dao hướng kính, ngoài hiện tượng bị cắt lẹm, thì độ nhẵn bóng bề mặt cũng không được cao. Để khắc phục hiện tượng đó, có thể dùng phương pháp tiến dao tiếp tuyến.

17.19.1.2. Phương pháp tiến dao tiếp tuyến

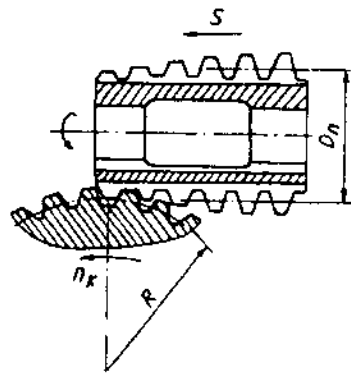
Khi gia công bánh vít bằng dao phay lăn theo phương pháp tiến dao tiếp tuyến thì đường tâm của dao phay lăn được gá cách đường tâm của chi tiết gia công một khoảng đúng bằng khoảng cách giữa tâm trục vít và bánh vít. Hình 17.53 là sơ đồ gia công bánh vít bằng dao phay lăn theo phương pháp tiến dao tiếp tuyến.

Khi gia công, dao và chi tiết thực hiện chuyển động quay bao hình, ngoài ra dao còn có thêm chuyển động tiến dao tiếp tuyến S.

Về kết cấu, dao phay lăn bánh vít gồm hai phần: phần đầu có kết cấu hình

côn để khi cắt, chiều sâu cắt không tăng quá đột ngột, phần sau có kết cấu hình trụ để cắt tinh. Góc côn thường được chọn trong khoảng $10 \div 15^\circ$.

Số vòng quay của dao và chi tiết gia công không chỉ phải phù hợp với tỷ số truyền của cặp bánh vít - trục vít yêu cầu, mà chi tiết gia công còn có chuyển động quay bổ sung (chuyển động này nhờ cơ cấu vi sai của máy đảm bảo) để bù lại lượng tiến dao theo hướng tiếp tuyến. Phương pháp này được dùng để gia công bánh vít có môđun $m = 3 \div 12$ mm. Lượng tiến dao tiếp tuyến $S = 1,1 \div 1,16$ mm trong một vòng quay của chi tiết.



Hình 17.53. Sơ đồ gia công bánh vít bằng dao phay lăn theo phương pháp tiến dao tiếp tuyến.

Gia công bánh vít bằng dao phay lăn theo phương pháp tiến dao tiếp tuyến có năng suất thấp nhưng hay được dùng trong sản xuất vì dễ điều chỉnh khoảng cách tâm, độ bóng mặt răng cao và không có hiện tượng cắt lem. Theo phương pháp này có thể thực hiện hai lần ăn dao, trong đó lần thứ nhất cắt 6/7 lượng dư tổng cộng và lần thứ hai cắt đúng kích thước.

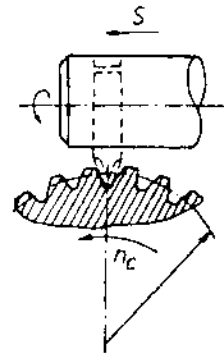
17.19.1.3. Phương pháp gia công phối hợp

Phương pháp gia công phối hợp (vừa tiến dao hướng kính vừa tiến dao tiếp tuyến) cho phép khắc phục được nhược điểm của hai phương pháp trên. Theo phương pháp này thì lúc đầu thực hiện cắt thô bằng cách tiến dao hướng kính để đạt năng suất cao, sau khi đạt được khoảng cách tâm của cặp ăn khớp trục vít - bánh vít thì bắt đầu tiến dao tiếp tuyến để sửa đúng bề mặt gia công. Như vậy, để gia công bánh vít theo phương pháp này chỉ cần dùng dao phay lăn hình trụ, khoảng chạy dao tiếp tuyến chỉ cần bằng 1,5 bước của răng bánh vít (hay trục vít) là đủ.

17.19.2. Gia công bánh vít bằng dao quay

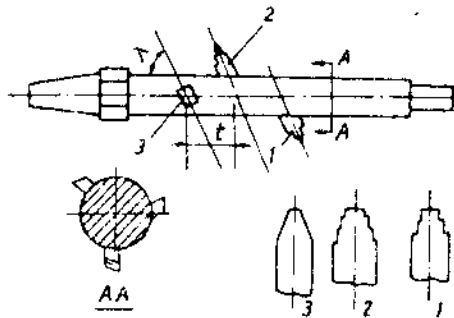
Gia công bánh vít bằng dao quay được dùng khi không có dao phay lăn chuyên dùng trong điều kiện sản xuất nhỏ. Hình 17.54 là sơ đồ gia công bánh vít bằng dao quay. Lưỡi dao được gắn trên trục dao để tạo thành dao phay lăn một lưỡi. Biên dạng và kích thước của lưỡi dao phải giống hệt như một lưỡi của

dao phay lăn tương ứng. Khi cắt, dao và chi tiết gia công thực hiện các chuyển động quay tròn theo một tỷ số truyền giống như tỷ số truyền của cặp ăn khớp bánh vít - trục vít. Ngoài ra, để lăn hết sườn răng còn phải có thêm chuyển động ăn dao hướng kính hoặc tiếp tuyến (các chuyển động ăn dao này có thể do dao hoặc chi tiết gia công thực hiện). Nếu chạy dao theo hướng tiếp tuyến thì trục dao được gá sao cho đường tâm của nó cách tâm của chi tiết gia công một khoảng đúng bằng khoảng cách giữa các tâm của trục vít và bánh vít khi chúng ăn khớp với nhau.



Hình 17.54. Gia công bánh vít bằng dao quay một lưỡi.

Theo phương pháp này thì số lưỡi cắt chỉ là 1, cho nên muốn có độ nhám bề mặt thấp thì lượng chạy dao phải nhỏ, vì vậy năng suất gia công thấp. Để nâng cao năng suất và độ bóng bề mặt răng có thể lắp thêm hai hoặc ba lưỡi dao trên cùng một trục dao (hình 17.55). Các dao này được lắp trên cùng một đường xoắn của trục vít (λ) ăn khớp với bánh vít cần gia công. Các dao ở phía trước cắt thô, còn dao ở phía sau cắt tinh. Các dao ở phía trước có thể được chế tạo theo biên dạng hình thang và không cần chính xác.



Hình 17.55. Sơ đồ trục dao với ba lưỡi cắt để gia công bánh vít.

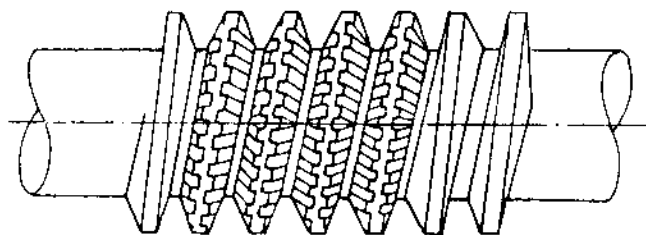
17.19.3. Gia công tinh bánh vít

Gia công tinh bánh vít có thể được thực hiện bằng phương pháp cùn. Dao cùn bánh vít có dạng trục vít và trên mặt xoắn vít có nhiều rãnh để tạo ra các lưỡi cắt (hình 17.56) ở cả mặt trước và mặt sau. Lưỡi cắt có góc sau $\alpha = 0^\circ$, góc trước $\gamma = 6^\circ \div 7^\circ$, bề rộng của mặt sau là $0,2 \div 0,5$ mm. Khi mài dao cùn không

được phép mài mặt trước mà chỉ được mài mặt sau vì mặt sau mới đại diện cho mặt xoắn làm việc của trục vít và nó có ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác của trục vít được gia công. Mài dao cà phải được thực hiện trong cùng một điều kiện (cùng một lần điều chỉnh máy) với trục vít sẽ ăn khớp với bánh vít được gia công, có như vậy mới đảm bảo được độ chính xác của bộ truyền. Lượng dư để cà bánh vít thường vào khoảng $0,15 \div 0,25$ mm.

Có hai phương pháp cà: cà tự do và cà cưỡng bức. Cả hai phương pháp này đều có thể thực hiện trên máy phay lăn răng.

Cà tự do là phương pháp cà khi giữa dao và chi tiết gia công không có xích truyền động cưỡng bức, do đó chi tiết quay tự do theo chuyển động quay của dao. Với cách cà như vậy, độ chính xác của chi tiết gia công chỉ phụ thuộc vào độ chính xác của dao và một phần phụ thuộc vào độ chính xác của chi tiết trước khi cà. Sau khi cà độ chính xác biên dạng, sai số bước răng và độ bóng bề mặt răng được cải thiện đáng kể.



Hình 17.56. Dao cà bánh vít.

Cà cưỡng bức là phương pháp cà khi chi tiết gia công không được quay tự do mà giữa dao và chi tiết gia công có xích truyền động cưỡng bức. Như vậy, độ chính xác của chi tiết gia công phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác của xích truyền động nói trên.

Ngoài phương pháp cà bánh vít, gần đây người ta còn dùng phương pháp mài khôn bánh vít. Theo phương pháp này thì dụng cụ cắt là đá mài có dạng trục vít ăn khớp với bánh vít gia công. Khi gia công, đá mài khôn và chi tiết gia công có các chuyển động giống như khi cà. Phương pháp mài khôn bánh vít cho phép nâng cao năng suất và độ chính xác gia công.

17.20. KIỂM TRA BÁNH RĂNG

Tùy theo điều kiện sử dụng và nhiệm vụ chính của bánh răng khi làm việc, người ta có thể kiểm tra bánh răng theo các yêu cầu sau đây:

a. Độ chính xác động học

Độ chính xác động học được kiểm tra khi bánh răng có yêu cầu truyền động chính xác như các bánh răng trong các máy kiểm tra, các máy gia công chính xác, các đầu phân độ.

Độ chính xác động học bao gồm các chỉ tiêu sau đây:

- Sai số động học.
- Sai số tích lũy bước vòng.
- Độ đảo vòng chia.
- Sai số chiều dài khoảng pháp tuyến chung.
- Sai lệch khoảng cách tâm.

b. Độ ổn định khi làm việc

Độ ổn định khi làm việc được kiểm tra khi bánh răng làm việc ở tốc độ cao và bao gồm các chỉ tiêu sau đây:

- Sai số chu kỳ.
- Sai số bước cơ sở.
- Sai số bước vòng.
- Sai số profin.
- Sai số khoảng cách tâm khi bánh răng quay đi một răng.

c. Độ chính xác tiếp xúc

Độ chính xác tiếp xúc được kiểm tra khi bánh răng làm việc với tải trọng lớn, nó bao gồm các chỉ tiêu sau đây:

- Diện tích tiếp xúc.
- Sai lệch phương của răng.

d. Khe hở mặt bên

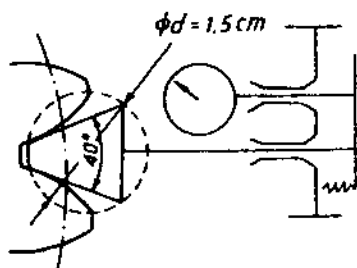
Khe hở mặt bên được kiểm tra khi bánh răng làm việc cả hai chiều.

Như vậy, ta thấy có rất nhiều chỉ tiêu của bánh răng cần phải kiểm tra. Dưới đây chúng ta nghiên cứu một số phương pháp kiểm tra các chỉ tiêu cơ bản của bánh răng trụ.

17.20.1. Kiểm tra độ đảo vòng chia

Để kiểm tra thông số này người ta dùng đồng hồ so và con lăn hình côn

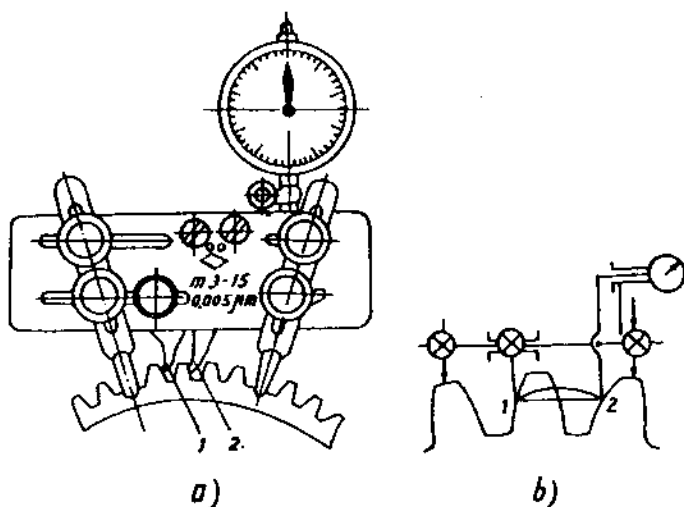
(hình 17.57). Con lăn có góc côn 40° , đường kính ở đỉnh con lăn hình côn thường lấy bằng 1,5 môđun của bánh răng. Con lăn được thả cho tiếp xúc với hai bề mặt răng, lúc đó kim đồng hồ so chỉ một giá trị nào đó. Nếu lăn lượt cho con lăn tiếp xúc với tất cả các bề mặt rãnh răng thì sẽ thấy kim đồng hồ chỉ giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất. Như vậy, hiệu của hai giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất chính là độ đảo vòng chia cần tìm.



Hình 17.57. Kiểm tra độ đảo vòng chia.

17.20.2. Kiểm tra sai số bước vòng

Hình 17.58 là sơ đồ kiểm tra sai số bước vòng. Dụng cụ kiểm tra có hai đầu đo 1 và 2 tỳ lên hai mặt bên cùng phía của hai răng kế nhau gần đường kính chia. Đồng hồ so chỉ các giá trị khác nhau khi ta kiểm tra các bước khác nhau. Sai số bước vòng là hiệu giá trị của hai bước nào đó trên một đường tròn của bánh răng.

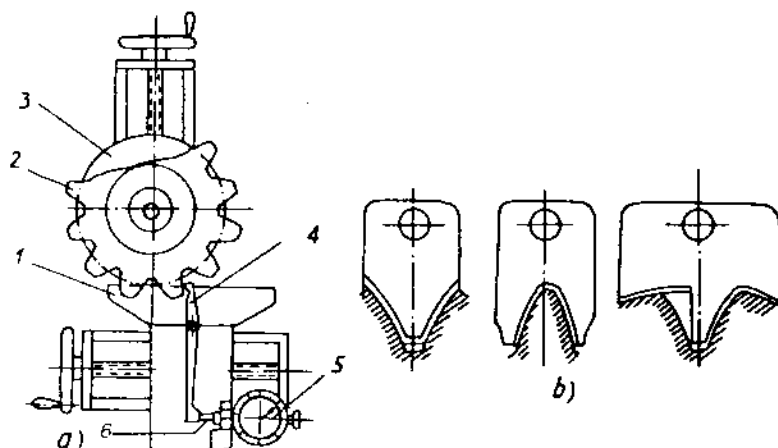


Hình 17.58. Sơ đồ kiểm tra bước vòng.

a) dụng cụ đo bước vòng; b) sơ đồ kiểm tra; 1, 2- hai đầu đo của dụng cụ đo bước vòng.

17.20.3. Kiểm tra sai lệch profin

Hình 17.59 là sơ đồ kiểm tra sai lệch profin của răng bằng máy đo chuyên dùng MI/3.



Hình 17.59. Kiểm tra sai lệch profin.

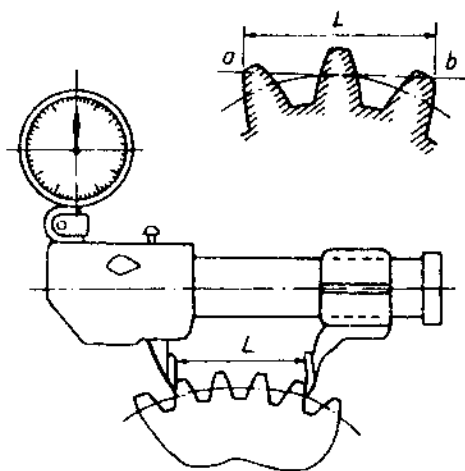
a) kiểm tra bằng máy; b) kiểm tra bằng đũa; 1- thước; 2- bánh răng kiểm tra; 3- đĩa; 4- đầu đo; 5- đồng hồ so; 6- đầu tỷ.

Bánh răng kiểm tra 2 được lắp cứng trên đĩa 3 (đĩa 3 có đường kính bằng đường kính cơ sở của bánh răng). Thước 1 tiếp xúc với đĩa 3, đầu đo 4 tiếp xúc với profin của răng. Khi ta quay bánh răng 2, nếu profin của răng có sai số thì đầu đo 4 có đầu tỷ 6 tỳ vào đầu đo của đồng hồ so 5 sẽ làm cho kim đồng hồ so 5 dịch chuyển. Nếu profin của răng không có sai số thì kim của đồng hồ so không di chuyển.

Ngoài máy đo profin chuyên dùng, trong thực tiễn người ta còn dùng các đũa để xác định sai số profin của răng (hình 17.59b).

17.20.4. Kiểm tra sai lệch khoảng pháp tuyến chung

Chiều dài khoảng pháp tuyến chung L là khoảng cách giữa hai điểm a - b trên hai mặt profin khác nhau (hình 17.60). Sai lệch khoảng pháp tuyến chung cho phép đánh giá sai số động học của bánh răng.

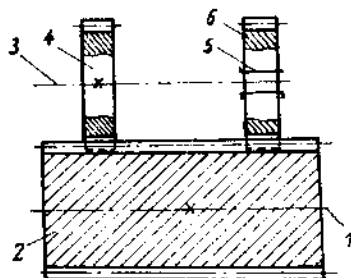


Hình 17.60. Kiểm tra sai lệch khoảng pháp tuyến chung.

17.20.5. Kiểm tra sai số động học

Sai số động học của bánh răng được xác định bằng cách so sánh các góc quay của bánh răng mẫu và bánh răng kiểm tra (hình 17.61).

Nguyên lý kiểm tra như sau: bánh răng mẫu 4 và bánh răng cần kiểm tra 6 được lắp trên các trục 3 và 5, các bánh răng này cùng quay xung quanh một trục khi chúng ăn khớp một phía với bánh răng trung gian 2. Trục 1, trục 3 và trục 5 được gá song song với nhau. Trục 1 quay được nhờ một động cơ điện và



Hình 17.61. Sơ đồ kiểm tra sai số động học.

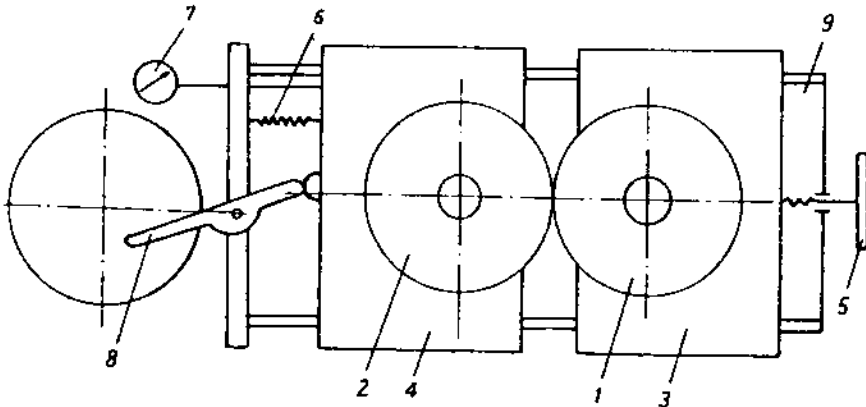
- 1- trục lắp bánh trung gian; 2- bánh răng trung gian;
- 3- trục lắp bánh răng mẫu; 4- bánh răng mẫu;
- 5- trục lắp bánh răng cần kiểm tra; 6- bánh răng cần kiểm tra.

khi bánh răng 2 quay, nó làm cho các góc quay của các bánh răng 4, 6 và của các trục 3, 5 có các giá trị khác nhau. Các giá trị này được ghi lại nhờ đất tric cảm ứng và được chuyển thành các tín hiệu điện để ghi thành đồ thị.

17.20.6. Kiểm tra tổng hợp ăn khớp hai bên

Phương pháp kiểm tra tổng hợp ăn khớp hai bên phản ánh các sai số theo hướng kính khi bánh răng quay một vòng hoặc quay một răng như: sai số profin, độ đảo vành răng, sai số bề dày của răng, v.v... Trong sản xuất lớn, đó là phương pháp kiểm tra không thể thiếu được.

Hình 17.62 là sơ đồ nguyên lý của phương pháp kiểm tra tổng hợp ăn khớp hai bên.



Hình 17.62. Sơ đồ kiểm tra tổng hợp ăn khớp hai bên.

- 1- bánh răng cần kiểm tra; 2- bánh răng mẫu; 3, 4- các bàn trượt; 5- tay quay;
6- lò xo; 7- đồng hồ so; 8- cơ cấu vẽ đồ thị; 9- đế.

Bánh răng cần kiểm tra 1 và bánh răng mẫu 2 được lắp trên hai bàn trượt 3 và 4. Bàn trượt 3 có thể di trượt trên đế 9 nhờ tay quay 5, còn bàn trượt 4 luôn luôn bị lò xo 6 ép để bánh răng 2 ăn khớp với bánh răng 1.

Trong quá trình ăn khớp, nếu bánh răng cần kiểm tra 1 có sai số, bàn trượt 4 sẽ dịch chuyển theo phương hướng kính. Lượng dịch chuyển đó được chỉ thị trên đồng hồ so 7 hoặc được ghi thành đồ thị nhờ cơ cấu 8. Trong quá trình kiểm tra, bàn trượt 3 cố định, nó chỉ được di chuyển khi cần thay đổi khoảng cách tâm giữa hai trục gá (nhờ tay quay 5) để kiểm tra các bánh răng có kích thước khác nhau.

Kết quả kiểm tra theo phương pháp này cho phép ta đánh giá các chỉ tiêu sau đây:

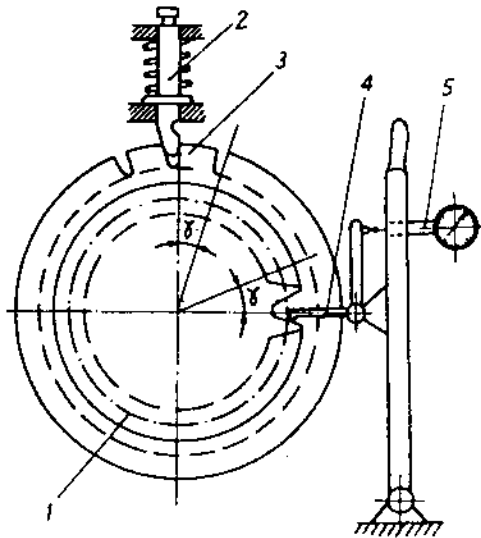
- Dao động khoảng cách tâm khi quay một vòng dùng để đánh giá độ chính xác động học.

- Dao động khoảng cách tâm khi quay một răng dùng để đánh giá độ ổn định khi làm việc do sai số bước cơ sở, sai số profin gây ra.

17.20.7. Kiểm tra sai số tích lũy bước vòng

Sai số tích lũy bước vòng là sai số lớn nhất về sự phân bố của hai profin răng cùng phía trên một đường tròn của bánh răng. Hình 17.63 là sơ đồ kiểm tra sai số tích lũy bước vòng bằng máy đo chuyên dùng.

Máy đo gồm một đĩa chia 3, chốt định vị 2. Bánh răng cần kiểm tra 1 được lắp cứng trên trục của đĩa chia 3. Đầu đo 4 được tỳ vào đầu đo 5 của đồng hồ so, ở vị trí như trên sơ đồ, ta điều chỉnh cho kim đồng hồ so chỉ số 0. Sau đó ta rút chốt định vị 2 ra, dùng tay



Hình 17.63. Kiểm tra sai số tích lũy bước vòng.

1- bánh răng cần kiểm tra; 2- chốt định vị; 3- đĩa chia; 4- đầu đo; 5- đầu đo của đồng hồ so.

quay đĩa chia 3 và bánh răng 1 đi một góc $\gamma = \frac{2\pi}{Z}$ (Z - số răng của bánh răng), lúc đó đầu đo 4 tỳ vào profin của răng bên cạnh. Các bước đo như vậy được thực hiện đối với tất cả các răng ta sẽ được nhiều giá trị khác nhau của đồng hồ so. Sai số tích lũy bước vòng là hiệu đại số giữa hai giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của chỉ số đồng hồ.

17.20.8. Kiểm tra vết tiếp xúc

Bánh răng có thể đi qua tất cả các bước cần kiểm tra, nhưng nó vẫn có thể làm việc không hiệu quả, nếu như diện tích tiếp xúc thực của các răng khi ăn khớp không đạt yêu cầu. Điều này sẽ gây hư hỏng và tăng độ mòn bề mặt răng.

Vết tiếp xúc có thể được kiểm tra khi các bánh răng ăn khớp với nhau đã lắp vào vị trí hoặc trên máy chạy rà bằng cách bôi một lớp sơn lên bề mặt răng rồi cho chúng quay ăn khớp, sau đó xác định vị trí và diện tích tiếp xúc. Nếu vị trí tiếp xúc không đạt yêu cầu ta cần điều chỉnh khoảng cách tâm ra, vào tùy theo vị trí của vết tiếp xúc cao hay thấp so với tâm mặt răng. Tuy nhiên, vết tiếp xúc cũng có thể không đạt yêu cầu là do quá trình cắt gây ra, đặc biệt là khi gia công tinh.

Vết tiếp xúc cũng có thể được kiểm tra theo vết sơn khi bánh răng gia công quay ăn khớp với bánh răng mẫu.

Chương 18

ĐỊNH MỨC KỸ THUẬT

Bản chất của công việc định mức kỹ thuật chính là định mức về phí tổn công nghệ. Khi chuẩn bị công nghệ phải xác định những phí tổn cần thiết để chế tạo sản phẩm. Đó là những phí tổn có liên quan trực tiếp đến các yếu tố sản xuất như: đối tượng lao động, công cụ lao động và sức lao động. Cụ thể là: vật liệu, năng lượng, thời gian gia công, số lượng thợ theo trình độ đào tạo yêu cầu, trang thiết bị và dụng cụ công nghệ, v.v... Những phí tổn này được coi là cơ sở để lập kế hoạch, tổ chức, triển khai và hạch toán sản xuất, lập đề án công nghệ, tính toán chi phí và giá thành sản xuất; vì vậy chúng cần được tính toán thận trọng, phù hợp và chính xác.

Về cơ bản, cần định mức những phí tổn công nghệ trước khi triển khai sản xuất. Cần hướng tới những điều kiện khả thi tốt nhất về kỹ thuật, tổ chức, khoa học lao động nhằm xác định một cách khoa học những phí tổn này và xác lập những luận cứ kinh tế và kỹ thuật cho chúng. Định mức phí tổn là công việc gắn liền với khâu nghiên cứu tạo lập việc làm khoa học. Mục tiêu ở đây là chế tạo sản phẩm đảm bảo đạt chất lượng yêu cầu với phí tổn ít nhất. Qua đó, định mức phí tổn hợp lý có tác dụng tăng năng suất lao động, giảm chi phí sản xuất, tăng lợi nhuận và nâng cao chất lượng sản phẩm, v.v...

Công việc định mức phí tổn là nhằm tạo lập định mức vật tư tiêu hao, định mức lượng dự trữ, định mức lao động, định mức về hao mòn vật chất của công cụ lao động (máy, trang bị và dụng cụ công nghệ). Ở đây quan trọng nhất là định mức vật tư tiêu hao và định mức thời gian gia công.

18.1. ĐỊNH MỨC VẬT LIỆU

Sự phát triển sản xuất gắn liền với việc giảm hao phí về sức lao động và giảm hao phí về vật tư. Một tiền đề cơ bản để đảm bảo cung ứng đều đặn và kịp thời, có kế hoạch về vật tư kỹ thuật cho nền kinh tế nói chung chính là sử dụng có hiệu quả nguyên vật liệu và năng lượng theo các định mức và chỉ tiêu hợp lý. Như vậy, nhất thiết phải định mức tiêu hao vật tư với phương pháp khoa học, thường xuyên tăng hiệu quả kinh tế về sử dụng vật tư, phát huy sáng kiến cải tiến của người lao động để giảm mức tiêu hao vật tư; mặt khác, phải thường xuyên đổi mới những định mức tiêu hao vật tư dùng để chế tạo các chi tiết, bộ phận và sản phẩm cơ khí trong nội bộ hãng, công ty, hoặc rộng hơn là trong ngành sản xuất cơ khí.

Tác giả Wikarski đã đưa ra một định nghĩa tương đối toàn diện như sau:

Định mức vật tư tiêu hao là những chỉ tiêu kế hoạch để ấn định hao phí cần thiết cho các chi tiết nhằm chế tạo một sản phẩm nhất định hoặc để tạo ra một đơn vị đo được khác về tiêu hao vật tư trong những điều kiện nhất định về kinh tế - kỹ thuật.

Nghĩa là, định mức vật tư tiêu hao nhằm xác định những chỉ tiêu kế hoạch để ấn định mức tiêu hao vật tư có luận cứ kinh tế kỹ thuật cho một sản phẩm hoặc một đơn vị đo được khác về tiêu hao vật tư (như đối với điện năng tiêu thụ, lượng hơi nước tiêu thụ trong sản xuất), phù hợp với chất lượng sản phẩm yêu cầu trong những điều kiện kinh tế và kỹ thuật nhất định.

Những định hướng chính ở đây là:

- Giảm hao phí khi sử dụng nguyên vật liệu và năng lượng, đồng thời đảm bảo các tính chất sử dụng của sản phẩm.

- Sử dụng có hiệu quả vốn cơ bản của doanh nghiệp và tạo lập nguồn cũng như lượng dự trữ vật tư hợp lý để duy trì sản xuất lâu dài.

Trên cơ sở các chức năng của khâu định mức vật tư tiêu hao, mà nhiệm vụ cơ bản được xác định đối với những nhà công nghệ nhằm đạt được hiệu quả kinh tế cao về sử dụng vật tư.

Hai chức năng chính của khâu định mức vật tư tiêu hao là:

- 1- Tạo lập cơ sở về hoạch định vật tư cũng như hoạch định chi phí sản xuất cho doanh nghiệp hoặc cho các cơ quan quản lý nhà nước.
- 2- Đây là một yếu tố quan trọng để khuyến khích lực lượng lao động (thợ,

kỹ thuật viên, ...) góp phần vào việc giảm tiêu hao vật tư và cải tiến kỹ thuật và ứng dụng tiến bộ kỹ thuật trong sản xuất.

Từ đó, nhà công nghệ có nhiệm vụ khống chế tiêu hao vật tư ở mức nhỏ nhất bằng cách chọn phối hợp lý, điều này các nhà công nghệ phải lưu ý ngay từ khi kiểm tra các bản vẽ thiết kế chi tiết, bộ phận và sản phẩm cơ khí sẽ được đưa vào sản xuất.

Định mức tiêu hao vật tư có nhiều dạng khác nhau, nhưng đối với ngành chế tạo máy, những định mức tiêu hao vật tư sau đây có ý nghĩa đặc biệt:

- Định mức sử dụng nguyên liệu,
- Định mức tiêu hao vật liệu chính của sản phẩm,
- Định mức tiêu hao vật tư phụ,
- Định mức tiêu hao về nhiên liệu thể lỏng hoặc thể rắn,
- Định mức tiêu hao về điện năng và khí đốt.

Trong chương này chỉ trình bày về định mức tiêu hao vật liệu chính và vật liệu phụ đối với sản phẩm cơ khí.

Vật liệu chính (gang, thép, phi kim loại, ...) trực tiếp tạo thành sản phẩm cơ khí; do vậy định mức tiêu hao vật tư ở đây cho biết lượng tối đa cần thiết về một loại vật liệu nhất định để chế tạo một sản phẩm nào đó, gồm có: định mức cho một chi tiết, định mức cho một cụm hoặc bộ phận và định mức cho một sản phẩm cơ khí. Trong đó, định mức cho một chi tiết cơ khí là đơn vị định mức vật liệu nhỏ nhất và được coi là cốt lõi của định mức tiêu hao vật tư. Loại định mức này chỉ bao hàm một loại vật liệu với tính chất và kích thước nhất định. Các định mức cho các chi tiết được tổng hợp thành những định mức vật liệu cho cụm hoặc bộ phận của sản phẩm, bắt buộc phải hàm chứa một số loại vật liệu khác nhau. Từ định mức cho chi tiết và cho cụm, bộ phận ta tổng hợp thành định mức vật liệu cho sản phẩm.

Một số loại vật tư chính như sơn mài, sơn lót thường được xác định trực tiếp trong định mức vật liệu cho sản phẩm, mà không phải xác định theo định mức vật liệu cho chi tiết. Nhà công nghệ tính toán tạo lập định mức vật liệu cho chi tiết, còn định mức vật liệu cho sản phẩm lại do chuyên viên định mức vật tư tiêu hao tính toán và ấn định.

Vật tư phụ không trực tiếp tạo thành sản phẩm cơ khí, nhưng lại rất cần thiết cho quá trình sản xuất như: dụng cụ gia công, chất làm mát và bôi trơn.

chất tẩy rửa, v.v... Việc định mức tiêu hao về vật liệu phụ thường phức tạp vì cơ sở tính toán khó xác lập; thường có thể là một sản phẩm, một số lượng sản phẩm nhất định, một máy gia công hoặc chỗ làm việc (một trạm công nghệ), một phân xưởng, một số lượng thợ nhất định và một đơn vị thời gian sản xuất. Từ đó, người ta chia thành hai nhóm như sau:

- Định mức vật tư tiêu hao về vật liệu phụ có thể tính trực tiếp cho một sản phẩm,

- Định mức vật tư tiêu hao về vật liệu phụ không thể tính trực tiếp cho một sản phẩm.

Nói chung, việc lựa chọn cơ sở để tạo lập định mức tiêu hao vật liệu phụ là tùy thuộc loại vật liệu phụ và quy mô sản xuất. Như vậy, trong quy mô sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ nói chung không tính toán định mức tiêu hao vật liệu phụ cho một sản phẩm, vì ở quy mô sản xuất này hao phí thường là cao hơn so với hiệu quả đạt được; còn ở quy mô sản xuất hàng loạt, hàng khối lại phải tính toán cho một sản phẩm.

Tiêu hao vật liệu phụ phải được tính toán thành khối lượng và giá trị con số cụ thể và phải được giám sát và giảm bớt thường xuyên bằng cách kiểm tra có hệ thống về mức tiêu hao.

Đặc biệt quan trọng ở đây là dụng cụ các loại, vì chúng chiếm tỷ lệ lớn nhất trong phạm vi vật liệu phụ dùng trong ngành chế tạo máy. Theo vị trí của chúng trong quá trình sản xuất, dụng cụ công nghệ các loại được coi là công cụ lao động, nhưng vì giá trị của chúng tương đối nhỏ và vì chúng còn bị hao mòn nhanh nên chúng được xếp vào danh mục vật liệu phụ.

Nói chung, tùy theo những điều kiện cụ thể về cách xác định, các chỉ tiêu và tài liệu sử dụng, kết quả phân tích và tổng hợp, v.v... mà định mức vật tư tiêu hao được phân loại như sau:

- a) Những định mức có cơ sở kinh tế - kỹ thuật,
- b) Những định mức sơ bộ,
- c) Những định mức thống kê kinh nghiệm.

Loại định mức đầu tiên (a) được xác lập có lưu ý đến kỹ thuật hiện đại và những kinh nghiệm tốt của người thợ. Loại định mức này xác định nhu cầu vật liệu đảm bảo tạo ra những sản phẩm có chất lượng theo khả năng cao nhất của hãng, công ty về kỹ thuật. Trước khi tạo lập các định mức kinh tế - kỹ thuật phải phân tích tỷ mỉ kết cấu và tính năng sản phẩm và quy trình công nghệ chế tạo

sản phẩm, trên cơ sở các giải pháp về kết cấu tiết kiệm vật liệu, áp dụng các phương pháp gia công và quy trình công nghệ tiết kiệm vật liệu. Khi tạo lập định mức kinh tế - kỹ thuật, người ta vận dụng phép phân tích giữa giá trị sử dụng, chi phí chế tạo và các phương pháp khoa học khác. Cần phải xác định thêm các chỉ tiêu như: hệ số tận dụng vật liệu, và phải kiểm tra lượng tiêu hao vật liệu thực tế. Đối với quy mô sản xuất hàng loạt và hàng khối nhất thiết phải tạo lập và vận dụng các định mức kinh tế - kỹ thuật; tỷ lệ của loại định mức này cần được tăng lên liên tục trong phạm vi các loại định mức vật tư tiêu hao.

Định mức sơ bộ (b) thường được xác lập dựa vào tài liệu thiết kế sản phẩm. Nhu cầu về vật liệu chưa được xác định theo quy trình công nghệ đã được tạo lập và kiểm nghiệm chính xác, mà là theo bảng liệt kê các chi tiết của sản phẩm, bảng dự tính vật liệu và theo các giá trị so sánh. Loại định mức này được dùng ở quy mô sản xuất đơn chiếc (theo hợp đồng chế thử, sản phẩm mới) để có thể cung ứng kịp thời về vật liệu. Trong quy mô sản xuất hàng loạt và hàng khối, loại định mức sơ bộ (b) chỉ được vận dụng làm bước sơ bộ cho việc tạo lập định mức kinh tế - kỹ thuật (a), mà tương ứng với bước này là công nghệ sơ bộ.

Định mức thống kê kinh nghiệm (c) thường được vận dụng trong những trường hợp không thể tính toán hoặc rất khó tính toán nhu cầu vật tư tiêu hao, hoặc tính toán nhu cầu vật tư rất không chính xác, hoặc hao phí để tính toán không tương ứng (quá cao) so với hiệu quả tạo ra. Một ví dụ điển hình về loại định mức thống kê kinh nghiệm là xác định lượng tiêu hao vật liệu phụ. Phần lớn các định mức thống kê kinh nghiệm (c) cũng là những định mức sơ bộ (b).

Những định mức vật tư tiêu hao được tính toán điều chỉnh phải được Hội đồng quản trị doanh nghiệp, hãng, công ty xem xét và chuẩn y trước khi áp dụng trong sản xuất. Những điều chỉnh về định mức vật tư tiêu hao thường là do các nguyên nhân như: những sản phẩm mới hoặc phát triển cải tiến, không đảm bảo mức vốn ấn định và định mức quy định, các định mức có xu hướng bất lợi, v.v...

Trong điều kiện ổn định cần phải triển khai sản xuất theo những định mức và chỉ tiêu của giải pháp sử dụng vật tư có hiệu quả kinh tế. Những định mức và chỉ tiêu phải được thường xuyên cải thiện cho phù hợp với những yêu cầu kinh tế - kỹ thuật. Tác dụng của những định mức và chỉ tiêu cần được kiểm chứng ít nhất 1 lần trong 1 năm. Những định mức và chỉ tiêu sơ bộ (b) phải được kiểm chứng nửa năm một lần.

Trong thực tế người ta thường dùng những chỉ tiêu sau đây:

- Chỉ tiêu tận dụng vật liệu (hệ số sử dụng vật liệu),
- Chỉ tiêu khai thác nguyên liệu,
- Chỉ tiêu giảm vật liệu sử dụng và giảm chi phí vật liệu,
- Chỉ tiêu phế liệu do điều kiện công nghệ,
- Chỉ tiêu vật liệu phụ khác (không phụ thuộc sản phẩm).

Định mức tiêu hao vật liệu được xác định có mục tiêu theo 4 bước là:

1. Lượng vật liệu cho chi tiết thành phẩm (lượng vật liệu cho chi tiết máy),
2. Lượng vật liệu phôi hoặc lượng vật liệu ban đầu,
3. Lượng vật liệu sử dụng,
4. Lượng vật liệu đặt hàng.

Lượng vật liệu cho chi tiết thành phẩm, được gọi là khối lượng chi tiết, được tính như sau:

$$m_{ct} = V_{ct} \cdot \zeta \quad (18.1)$$

Trong đó: m_{ct} - khối lượng chi tiết thành phẩm, tính theo kg,

V_{ct} - thể tích chi tiết thành phẩm, tính theo dm^3 ,

ζ - khối lượng riêng của vật liệu chi tiết, tính theo kg/dm^3 .

Khối lượng phôi (lượng vật liệu phôi) m_{ph} gồm khối lượng chi tiết thành phẩm (m_{ct}) và khối lượng phế liệu khi gia công để tạo ra chi tiết thành phẩm:

$$m_{ph} = V_{ph} \cdot \zeta \quad (18.2)$$

Trong đó: m_{ph} - khối lượng phôi, tính theo kg,

V_{ph} - thể tích phôi, tính theo dm^3 ,

ζ - khối lượng riêng của vật liệu chi tiết (phôi), tính theo kg/dm^3 .

Khối lượng vật liệu sử dụng gồm khối lượng phôi (m_{ph}) và khối lượng phế liệu khi triển khai quy trình công nghệ, không tính vào khối lượng phôi như: đầu mẫu phôi thanh còn thừa, đêxê của phôi tấm, v.v... Khối lượng phế liệu (m_{pl}) này thường được tính là khối lượng bổ sung cần thiết vào khối lượng phôi (m_{ph}) để xác định khối lượng vật liệu sử dụng (m_s), nghĩa là:

$$m_s = m_{ph} + m_{pl} \quad (18.3)$$

Khối lượng vật liệu đặt hàng có xét đến lượng vật liệu bổ sung (m_b) để bù cho khuyết tật vật liệu và phế phẩm khi chế tạo chi tiết. Lượng vật liệu bổ sung

này là lượng tiêu hao vật liệu quá mức. Như vậy, cần phải giảm thiểu và loại trừ lượng vật liệu bổ sung. Tuy nhiên, trong thực tế sản xuất không thể loại bỏ hoàn toàn phế phẩm khi triển khai các phương pháp công nghệ, ví dụ, phế phẩm không tránh khỏi khi đúc các chi tiết phức tạp, nhưng vẫn phải tìm cách giảm hao phí vật liệu do phế phẩm khi đúc. Nếu không chú ý lượng vật liệu tiêu hao quá mức này thì có thể sẽ xảy ra trường hợp thiếu vật liệu, làm ngưng trệ sản xuất.

Khi áp dụng các phương pháp chế tạo phôi tiên tiến ta có thể khống chế giá trị của khối lượng vật liệu sử dụng (m_s) và khối lượng phôi (m_{ph}) xấp xỉ bằng giá trị khối lượng chi tiết thành phẩm (m_{ct}), như là áp dụng các phương pháp tạo phôi chính xác, ví dụ: đúc trong khuôn kim loại, đúc áp lực, dập khuôn chính xác, v.v...

Khối lượng vật liệu tiêu hao được định mức như sau:

$$m_{dm} = m_{ct} + m_{ld} + m_{bs} \quad (18.4)$$

trong đó: m_{dm} - khối lượng vật liệu định mức,

m_{ct} - khối lượng chi tiết thành phẩm,

m_{ld} - khối lượng vật liệu phụ thuộc lượng dư gia công,

m_{bs} - khối lượng vật liệu bổ sung xét đến khuyết tật vật liệu và phế phẩm khi chế tạo chi tiết.

Ngoài ra, đối với các phôi không ở dạng bán thành phẩm, ví dụ: phôi rèn, ngoài 4 bước định mức như trên còn có thêm bước xác định khối lượng vật liệu ban đầu (m_a) từ khối lượng phôi (m_{ph}) và khối lượng vật liệu bổ sung khi chế tạo phôi rèn (xét đến bavaria, rìa xòem) là m_{bsr} , như sau:

$$m_a = m_{ph} + m_{bsr} \quad (18.5)$$

Như vậy, khối lượng vật liệu sử dụng (m_s) ở đây sẽ là:

$$m_s = m_a + m_{bs} \quad (18.6)$$

Bước xác định khối lượng vật liệu ban đầu (m_a) là bước xen kẽ giữa bước xác định khối lượng phôi (m_{ph}) và khối lượng vật liệu sử dụng (m_s) đã nêu trên.

Vật liệu ban đầu thường ở dạng bán thành phẩm (vật liệu thanh tiêu chuẩn có tiết diện ngang khác nhau).

Tóm lại, các bước định mức vật liệu là nhằm xác định hợp lý lượng vật liệu tiêu hao cần thiết cho chi tiết, bộ phận và sản phẩm cơ khí.

Những phương pháp được áp dụng để định mức vật liệu tiêu hao là: phương pháp tính toán không có cơ sở phân tích, phương pháp thống kê kinh nghiệm và phương pháp phân tích.

Theo phương pháp tính toán không có cơ sở phân tích, định mức vật liệu tiêu hao được xác lập nếu không áp dụng phương pháp thống kê kinh nghiệm. Lượng vật liệu tiêu hao cần thiết được tính toán trên cơ sở bản vẽ thiết kế về kết cấu của đối tượng sản xuất (chi tiết hoặc sản phẩm cơ khí) và bảng liệt kê các loại chi tiết của sản phẩm với các thành phần bổ sung cần thiết về lượng vật liệu tiêu hao. Đặc biệt, phương pháp này được áp dụng khi chế tạo mẫu và khi triển khai chế tạo sản phẩm mới, mà trong trường hợp như vậy chưa thể dựa vào cơ sở thống kê hoặc kết quả phân tích quy trình công nghệ được.

Thông qua phương pháp thống kê kinh nghiệm mà lượng vật liệu tiêu hao cần thiết được xác định cụ thể hơn, nhưng vẫn chỉ là định mức sơ bộ. Phương pháp này dựa trên cơ sở những giá trị theo kinh nghiệm về mức vật liệu tiêu hao cần thiết. Những kinh nghiệm này được tập hợp và xử lý theo phép thống kê. Phương pháp này được áp dụng ở quy mô sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ; còn ở quy mô sản xuất hàng loạt vừa, hàng loạt lớn và hàng khối phương pháp này chỉ nên áp dụng nếu chưa thể áp dụng được phương pháp định mức vật liệu tiêu hao trên cơ sở kinh tế - kỹ thuật trong trường hợp triển khai sản xuất loại sản phẩm mới, cũng như để định mức lượng tiêu hao về vật liệu phụ.

Phương pháp phân tích dựa trên cơ sở phân tích tỷ mỉ kết cấu của đối tượng sản xuất và quy trình công nghệ chế tạo. Khi phân tích có chú ý những kinh nghiệm sản xuất, cải tiến công nghệ và kỹ thuật mới. Ở đây, phải tiến hành những công việc nghiên cứu chính xác về lượng tiêu hao vật liệu cần thiết. Phương pháp phân tích bao gồm phân tích thực nghiệm và phân tích tính toán. Phương pháp này là hoàn thiện nhất để xác lập định mức kinh tế kỹ thuật về lượng tiêu hao vật liệu cần thiết. Tiền đề ở đây là phương pháp phân tích thực nghiệm để xác lập những định mức về vật liệu bổ sung cần thiết dựa trên cơ sở phân tích thực tế sản xuất và thực nghiệm kiểm chứng.

18.2. ĐỊNH MỨC THỜI GIAN LAO ĐỘNG

Định mức thời gian lao động là nhằm đảm bảo sử dụng thời gian lao động có hiệu quả kinh tế cao nhất. Điều đó đòi hỏi toàn bộ hoạt động kinh tế phải tiết kiệm thời gian và sử dụng thời gian hợp lý nhất. Các Mác đã nhận định: “Toàn bộ tính kinh tế tự hoà tan trong khái niệm kinh tế về thời gian”.

Tính kinh tế về thời gian trước hết, có nghĩa là, giảm chi phí về sức lao động chế tạo sản phẩm trong mối quan hệ với quá trình công nghệ, thời gian gia công, với sức lao động và công cụ lao động.

Cùng với sự gia tăng của công cuộc cơ giới hoá và tự động hoá quá trình sản xuất, yếu tố công cụ lao động không còn là đối tượng phải quan tâm nhiều, như vậy mối quan hệ giữa các yếu tố trong quá trình lao động và quá trình công nghệ cũng thay đổi. Đặc biệt rõ ràng là có sự thay đổi về phân chia chức năng giữa con người và công cụ lao động trong quá trình công nghệ (bảng 18.1).

Bảng 18.1. Sự thay đổi về phân chia chức năng giữa Người và Máy.

Công cụ lao động	Đặc điểm	Năng lượng thao tác	Năng lượng điều khiển	Xác định hành trình	Xác định mục đích	Hình thức lao động
- Dụng cụ	Sự hỗ trợ của các cơ quan chức năng của con người	Người	Người	Người	Người	Thủ công
- Thế hệ máy cổ điển	Năng lượng thao tác do máy	Máy	Người	Người	Người	Cơ giới hóa (Cơ khí hóa)
- Thế hệ máy điều khiển cứng theo tiến trình	Máy làm việc theo chương trình cứng	Máy	Máy	Người	Người	
- Thế hệ máy điều khiển thích nghi (mềm)	Máy làm việc theo chương trình mềm (thay đổi)	Máy	Máy	Máy	Người	Tự động hóa

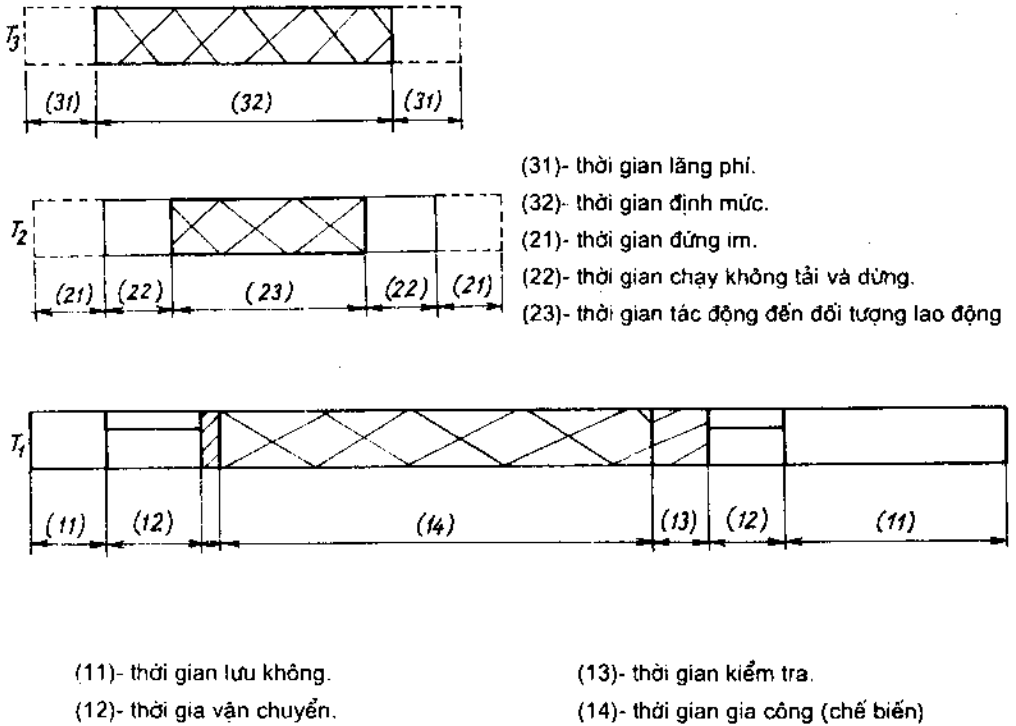
Xu hướng ở đây là con người ngày càng tách khỏi quá trình công nghệ. Từ xu hướng như vậy có thể nhận định là phải xem xét các yếu tố của quá trình công nghệ về mặt thời gian khi chuẩn bị công nghệ để triển khai sản xuất.

Khi chế tạo một sản phẩm, mối quan hệ về thời gian giữa 3 yếu tố của quá trình công nghệ như sau:

$$T_1 > T_2 > T_3$$

Trong đó: T_1 - thời gian của đối tượng lao động trong quá trình công nghệ,
 T_2 - thời gian sử dụng công cụ lao động trong quá trình công nghệ,
 T_3 - thời gian sử dụng sức lao động trong quá trình công nghệ.

Mối quan hệ trên có thể trình bày bằng sơ đồ như hình 18.1.



Hình 18.1. Quan hệ về thời gian giữa đối tượng lao động, công cụ lao động và sức lao động trong quá trình công nghệ.

Tỷ lệ về thời gian, chuỗi thời gian và nội dung công việc là khác nhau và phụ thuộc vào chi tiết gia công, sản phẩm chế tạo, độ lớn của loạt chi tiết hoặc sản phẩm và điều kiện sản xuất.

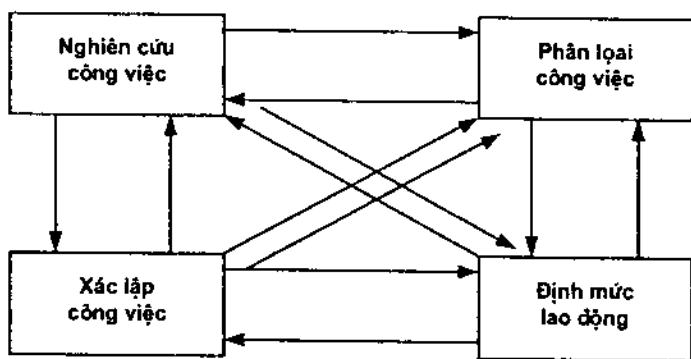
Nói chung, đối tượng lao động có sự vận động liên tục và khẩn trương, kể từ khi lượng vật liệu được nhận vào dây chuyền công nghệ cho tới khi sản phẩm

được chuyển giao vào kho để tiêu thụ. Còn công cụ lao động trong phạm vi thời gian tương ứng lại không thể liên tục được sử dụng để biến đổi trạng thái, tính chất của đối tượng lao động; còn sức lao động cũng trong thời gian đó không tác động thường xuyên đến đối tượng lao động và công cụ lao động.

Như vậy, khi chuẩn bị công nghệ (thiết kế quy trình công nghệ) phải đảm bảo sử dụng tối ưu 3 yếu tố sản xuất là đối tượng lao động, công cụ lao động và sức lao động về mặt thời gian; đồng thời đảm bảo chế tạo sản phẩm đạt chất lượng yêu cầu với chi phí ít nhất.

Công việc chuẩn bị công nghệ có nội dung chính là tạo lập quy trình công nghệ để chế tạo sản phẩm cụ thể nào đó; trong nội dung đó có cả việc xác định thời gian sử dụng sức lao động cần thiết để thực hiện các nguyên công cần thiết khi gia công các chi tiết và lắp ráp sản phẩm; đó là công việc được gọi là định mức lao động.

Nhiệm vụ chính của việc định mức lao động là xác định phí tổn (chi phí) cần thiết về sức lao động để thực hiện những công việc có nội dung và giới hạn nhất định, trong những điều kiện gia công và lao động tối ưu phù hợp với khả năng nghề nghiệp cũng như trạng thái tâm lý và sinh lý của người lao động; để từ đó xác lập các định mức lao động có cơ sở kinh tế kỹ thuật.



Hình 18.2. Quan hệ giữa các khâu trong lĩnh vực tổ chức lao động khoa học.

Những định mức lao động là thước đo chi phí về sức lao động để chế tạo sản phẩm và có những chức năng quan trọng trong doanh nghiệp đối với các lĩnh vực lập kế hoạch, tổ chức, triển khai, hạch toán sản xuất và trả lương cho

người lao động theo hiệu quả lao động của họ. Như vậy, phải tính toán và xác lập các định mức lao động với những phương pháp khoa học được xây dựng trên nền tảng của lĩnh vực tổ chức lao động khoa học, mà ở đó mối quan hệ giữa các vấn đề nghiên cứu công việc, xác lập công việc, phân loại công việc và định mức lao động cho công việc được xác lập và chú trọng như hình 18.2.

Nghiên cứu công việc là khảo sát về loại hình và phương thức tác động phối hợp giữa con người (sức lao động) với công cụ lao động và đối tượng lao động trong quá trình lao động bằng các phương pháp khoa học. Việc nghiên cứu này là để phục vụ khâu chuẩn bị về mặt khoa học cho việc xác lập công việc, nhất là chuẩn bị các giải pháp hợp lý hóa sản xuất. Mục đích trước hết ở đây là nghiên cứu trong mối quan hệ tác động tổng thể mọi điều kiện có ảnh hưởng đến quá trình triển khai thực hiện công việc của người lao động trong quá trình lao động. Cần phải chú trọng tìm kiếm và xem xét những khả năng cải thiện điều kiện làm việc, tăng năng suất lao động, nâng cao mức độ cơ khí hóa - tự động hóa sản xuất, qua đó giải phóng người lao động khỏi những công việc nặng nhọc, độc hại và phát huy tính sáng tạo trong lao động của họ. Nghiên cứu công việc cũng còn để phục vụ việc xác lập định mức thời gian lao động ở khâu chuẩn bị công nghệ chế tạo sản phẩm.

Xác lập công việc là bộ phận quyết định trong lĩnh vực tổ chức lao động khoa học. Nội dung của nó là: chuẩn bị, kiểm chứng và triển khai thực hiện những nguyên tắc, chỉ tiêu và giải pháp kỹ thuật - tổ chức; nhất là các giải pháp điển hình có coi trọng những tính chất, đặc điểm của người lao động nhằm đảm bảo cho người lao động có tác động tối ưu trong quá trình lao động, qua đó khai thác và phát triển không ngừng khả năng và kỹ năng của họ trong quá trình lao động, đồng thời bảo vệ họ không bị quá tải và tạo cho họ có niềm hứng thú trong lao động.

Phân loại công việc là nghiên cứu công việc cần triển khai với quan điểm sử dụng tối ưu và phát triển năng lực của người lao động. Phân loại công việc một mặt là thuộc phạm vi tổ chức lao động khoa học, mặt khác cũng là thuộc phạm vi nghiên cứu công việc.

Để phân loại công việc, người ta áp dụng 2 nhóm phương pháp như sau:

1. Các phương pháp tổng hợp,
2. Các phương pháp phân tích.

Với các phương pháp tổng hợp, mức độ phức tạp và nặng nhọc của công

việc được ước lượng, qua đó công việc được phân loại. Các phương pháp tổng hợp nói chung là đơn giản, phân loại công việc nhanh, nhưng có thể sai sót; vì vậy chỉ nên áp dụng trong điều kiện sản xuất đơn chiếc - loạt nhỏ.

Với các phương pháp phân tích, công việc được khảo sát tỷ mỉ, được phân chia thành các phần nhỏ, được đánh giá khách quan và chính xác về mức độ phức tạp và nặng nhọc; từ đó xác định những yêu cầu về trình độ lao động, trách nhiệm lao động, tải trọng về cơ bắp và trí tuệ khi thực hiện công việc nhằm xác định bậc lương phù hợp. Trong quy mô sản xuất hàng loạt - hàng khối, cần phải áp dụng các phương pháp phân tích để phân loại công việc.

Các định mức về thời gian lao động được xác lập với nhiều phương pháp khác nhau tùy theo điều kiện áp dụng, nghĩa là có thể áp dụng phương pháp thực nghiệm hoặc tính toán, xác lập cho chi tiết cá thể hoặc cho nhóm chi tiết, cho từng nguyên công hay là cho cả quá trình công nghệ, thực hiện thủ công hay là cơ giới hóa (dùng máy).

Trong thực tế, định mức thời gian lao động được xác lập theo các phương pháp sau:

- Phương pháp tổng hợp,
- Phương pháp phân tích,
- Phương pháp kết hợp (tổng hợp và phân tích).

Trong nhóm các phương pháp tổng hợp, định mức thời gian lao động không được xác lập bằng cách phân tích, mà bằng cách tổng hợp trên cơ sở các giá trị kinh nghiệm hoặc bằng phép đo thời gian (bấm giờ). Các phương pháp tổng hợp không được coi là các phương pháp khoa học vì không thể xác lập định mức chính xác về thời gian lao động; vì vậy chúng chỉ được coi là các phương pháp xác định sơ bộ với mức độ tin cậy khác nhau, cụ thể là:

- Phương pháp kinh nghiệm là phương pháp ít tin cậy nhất vì có ảnh hưởng chủ quan,

- Phương pháp thống kê là phương pháp tin cậy hơn vì loại trừ ảnh hưởng chủ quan do có cơ sở là phép thống kê,

- Phương pháp đo thời gian tổng hợp (bấm giờ thực hiện công việc trực tiếp) cho kết quả phù hợp với điều kiện sản xuất.

Nói chung, phương pháp tổng hợp chỉ nên áp dụng khi nào không có điều kiện áp dụng các phương pháp phân tích.

Các phương pháp phân tích được coi là các phương pháp khoa học, do vậy mà những định mức lao động có cơ sở kinh tế - kỹ thuật phải được xác lập với những phương pháp này. Các phương pháp phân tích dựa trên việc phân tích nguyên công. Cơ sở để xác định thời gian lao động cần thiết ứng với một nguyên công chính là phương pháp gia công có năng suất gia công cao nhất và trình độ tổ chức sản xuất cao nhất.

Các phương pháp phân tích, khi áp dụng phải qua 4 bước chính sau:

1. Phân tích quá trình công nghệ bằng cách phân chia tiến trình công việc thành các thành phần và các yếu tố tác động,
2. Xác định phương pháp gia công có năng suất cao nhất,
3. Xây dựng các biện pháp kỹ thuật và tổ chức cần thiết,
4. Xác lập định mức thời gian lao động thông qua phân chia cấu trúc thời gian lao động.

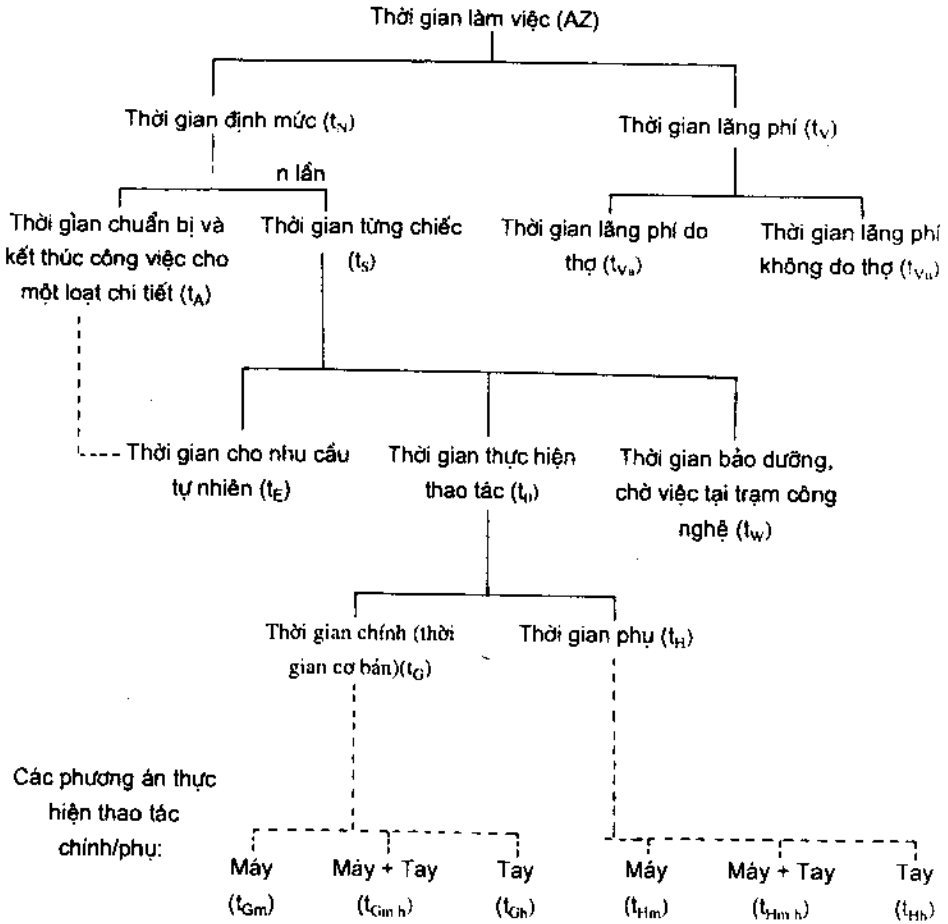
Có 2 phương pháp phân tích, đó là: phương pháp phân tích thực nghiệm và phương pháp phân tích tính toán.

Với phương pháp phân tích thực nghiệm, định mức thời gian lao động được xác định tại trạm công nghệ (trực tiếp tại máy, chỗ làm việc) bằng cách phân tích nguyên công ứng với trạm công nghệ (máy, chỗ làm việc) theo các thành phần của nguyên công và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng để lập định mức thời gian thông qua phép đo thời gian (bấm giờ) và đánh giá kết quả thu được.

Với phương pháp phân tích tính toán, định mức thời gian lao động do nhà công nghệ xác lập ở khâu chuẩn bị công nghệ, bằng cách phân tích nguyên công, xác định thời gian thực hiện cần thiết, rồi tính toán định mức thời gian lao động.

Các phương pháp kết hợp (tổng hợp và phân tích) có đại diện là phương pháp so sánh - phân tích. Với phương pháp so sánh - phân tích, nguyên công được phân chia thành các thành phần và so sánh với một nguyên công tương tự (đã được định mức theo phương pháp phân tích) để xác định sự khác biệt có ảnh hưởng đến thời gian thực hiện nguyên công, rồi hiệu chỉnh định mức đã có cho phù hợp.

Định mức thời gian thực hiện quá trình công nghệ được xác định trước hết cho từng nguyên công, ví dụ, với quan hệ như sơ đồ ở hình 18.3.



Hình 18.3. Các thành phần của thời gian lao động.

n- độ lớn của loạt (chi tiết/loạt)

Những biểu thức theo sơ đồ trên là:

$$AZ = t_N + t_V \tag{18.7}$$

$$t_N = t_A + n \cdot t_s \tag{18.8}$$

$$t_s = t_O + t_w + t_E \tag{18.9}$$

$$t_O = t_G + t_H \tag{18.10}$$

$$t_w = t_{w_0} + t_{w_t} = t_O \cdot \frac{P_w}{100}, \text{ với } P_w \text{ là } \% \text{ tính cho } t_w \tag{18.11}$$

$$t_E = (t_O + t_w) \cdot \frac{P_E}{100}, \text{ với } P_E \text{ là } \% \text{ tính cho } t_E \quad (18.12)$$

trong đó:

t_{wO} - thời gian chờ việc có tính chất tổ chức, như: bàn giao ca, thu dọn, ...

t_{wT} - thời gian chờ việc có tính chất kỹ thuật, như: tra dầu mỡ, thay dao cùn, ...

Trong thực tế sản xuất ở Việt Nam, người ta định mức thời gian thực hiện nguyên công trên cơ sở thời gian từng chiếc (t_c), theo đơn vị phút/chiếc ở nguyên công thứ i nào đó của quy trình công nghệ như sau:

$$t_{ici} = t_{O_i} + t_{p_i} + t_{pvi} + t_{tm} + \frac{t_{CKi}}{n_L} \quad (\text{phút /chiếc}) \quad (18.13)$$

trong đó: t_{O_i} - thời gian cơ bản (thời gian trực tiếp tác động đến đối tượng sản xuất làm biến đổi nó, ví dụ, thời gian trực tiếp cắt vật liệu),

t_{p_i} - thời gian phụ (thời gian thực hiện các thao tác phụ như: điều chỉnh máy, gá dao, tháo dao, gá phôi, tháo chi tiết...),

t_{pvi} - thời gian phục vụ có tính chất kỹ thuật và tổ chức như: bảo dưỡng máy móc, chờ việc, sự cố kỹ thuật, ...,

t_{tm} - thời gian dành cho nhu cầu tự nhiên của sức lao động như: giải lao, vệ sinh cá nhân, ...,

t_{CKi} - thời gian chuẩn bị và kết thúc nguyên công cho cả loạt đối tượng sản xuất như: chuẩn bị máy, gá và dao trước khi gia công một loạt chi tiết, thu dọn trạm công nghệ sau khi gia công một loạt chi tiết, v.v...,

n_L - số lượng đối tượng sản xuất thuộc cùng một loạt (gọi là độ lớn loạt), tính theo đơn vị chiếc/loạt, trong sản xuất đơn chiếc thì $n_L = 1$.

Nói chung, thời gian từng chiếc (t_{ici}) được xác định chủ yếu dựa theo thời gian cơ bản (t_{O_i}) ứng với từng phương pháp công nghệ (phay, tiện, khoan, mài, chuốt, v.v...) theo các biểu thức phù hợp; còn các thành phần khác (t_{p_i} , t_{pvi} , t_{tm} , t_{CKi}) thường được lấy theo tỷ lệ % của t_{O_i} tùy theo trình độ và điều kiện sản xuất.

Thời gian cần thiết để thực hiện công việc (nguyên công) được xác định để tiến tới định mức, thường dựa trên cơ sở của từng chi tiết hoặc của nhóm chi tiết, với phương pháp thực nghiệm hoặc tính toán.

Tiến trình của phương pháp thực nghiệm như sau:

1. Chuẩn bị điều kiện thực nghiệm (nguyên công, trạm công nghệ, phương pháp đo thời gian, phương pháp xử lý kết quả, v.v...).

2. Thực hiện phép đo thời gian (xác định số lần đo cần thiết, tiến hành đo thời gian thực hiện công việc ứng với nguyên công tại trạm công nghệ, tính toán thời gian thao tác cần thiết ứng với các điều kiện công nghệ tối ưu, v.v...).

3. Đánh giá kết quả các phép đo thời gian và xác lập định mức thời gian thực hiện công việc (nguyên công) trên cơ sở phân tích giá trị đo, phạm vi phân bố tin cậy của các giá trị đo, tính giá trị trung bình của các kết quả đo và phân tích.

Phương pháp tính toán định mức thời gian thực hiện công việc (nguyên công) có tiến trình áp dụng như sau:

1. Chuẩn bị điều kiện để tính toán (dựa trên cơ sở phân chia tỷ mỉ nguyên công thành các thành phần của nó, liệt kê các thành phần của nguyên công trong bảng xác định thời gian thực hiện cần thiết).

2. Xác định các đại lượng thời gian thành phần ứng với công việc (nguyên công) có lưu ý các điều kiện thực hiện công việc (nguyên công) như: máy, giá trị tối ưu của chế độ cắt, v.v....

3. Xác lập định mức thời gian thực hiện công việc (nguyên công) bằng cách tính giá trị tổng hợp của các đại lượng thời gian thành phần.

Trong trường hợp một thợ phụ trách vận hành nhiều máy, thường gọi là phương án đứng nhiều máy, thời gian gia công từngchiếc (t_{tc}) có thể được xác định theo tác giả Dams như sau:

$$t_{tc} = \frac{t_R}{n_R \cdot M} \left(1 + M \frac{P_w}{100} \right) \left(1 + \frac{P_E}{100} \right) \quad (18.14)$$

trong đó: t_R - nhịp sản xuất chung của nhóm máy được một thợ vận hành, tính theo hai biểu thức sau đây, xét cho trường hợp ở các máy có cùng một nhịp thời gian thực hiện công việc:

$$t_R = t_m \cdot M \quad \text{và} \quad t_R = t_m + t_M \quad (18.15)$$

Giá trị lớn nhất của t_{tc} theo hai biểu thức trên chính là độ dài của nhịp sản xuất cho nhóm máy.

Khi các máy không có cùng nhịp thời gian thực hiện công việc thì khó xác định chính xác t_{tc} bằng cách tính toán, mà chỉ có thể xác định bằng biểu đồ, bởi vì:

$$t_R \geq (t_m + t_M)_{\max} \tag{18.16}$$

n_R - số lượng chi tiết thành phẩm được tạo ra ở một máy trong một nhịp sản xuất,

M - số máy phải được một thợ vận hành,

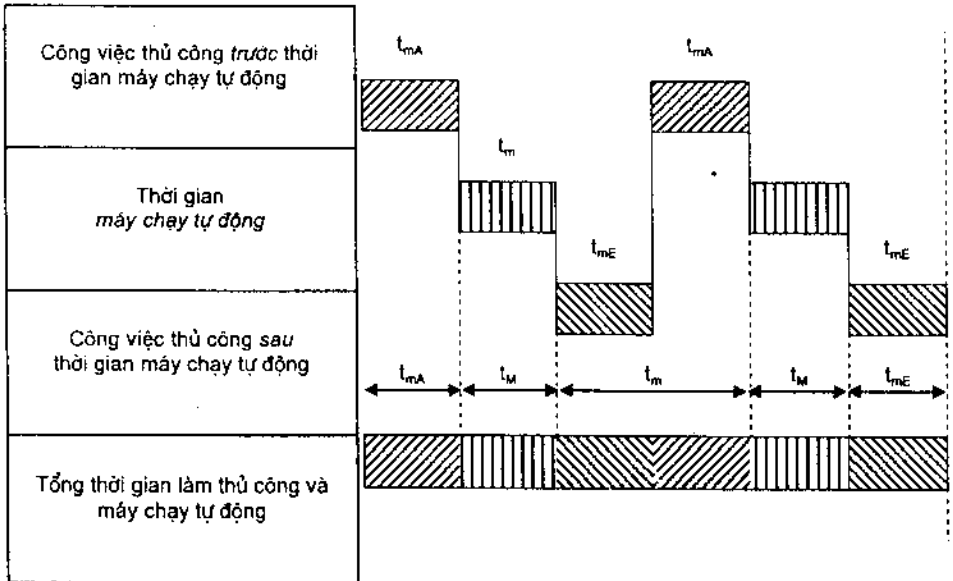
t_M - thời gian máy chạy tự động,

t_m - thời gian thao tác thủ công của thợ vận hành,

P_w - tỷ lệ % về thời gian bảo dưỡng, chờ việc, ... của máy,

P_E - tỷ lệ % về thời gian dành cho nhu cầu tự nhiên của thợ vận hành máy (nghỉ giải lao, vệ sinh cá nhân, ...).

Sơ đồ ở hình 18.4 nêu rõ những điều kiện và khả năng về đứng nhiều máy, trong mối quan hệ giữa các thành phần thời gian thao tác bằng tay (thủ công) trước và sau khi máy chạy tự động (t_{mA} , t_{mE}) với thời gian máy chạy tự động (t_M). Bảng 18.2 nêu rõ các khả năng đứng nhiều máy tùy theo sự phân bố của thời gian thao tác bằng tay (t_m) và thời gian máy chạy tự động (t_M).



Hình 18.4. Điều kiện về giải pháp đứng nhiều máy.

t_{mA} - thời gian thao tác bằng tay trước khi máy chạy tự động,

t_{mE} - thời gian thao tác bằng tay sau khi máy chạy tự động,

t_M - thời gian máy chạy tự động,

t_m - thời gian thao tác bằng tay trước và sau khi máy chạy tự động.

Bảng 18.2. Khả năng đứng nhiều máy tùy theo sự phân bố của thời gian thao tác bằng tay (t_m) và thời gian máy chạy tự động (t_M).

Dạng	Phân bố của t_m và t_M	Khả năng về đứng nhiều máy
1	t_m liên tục trong phạm vi t_M	Không thể đứng nhiều máy
2	t_m trước và sau, cũng như gián đoạn theo chu kỳ trong phạm vi t_M	Có thể được (nếu t_M đủ lớn hơn t_m)
3	t_m trước và sau t_M	Tốt
4	t_m trước và sau nhiều t_M nối tiếp nhau	Rất tốt

Chương 19

NĂNG SUẤT VÀ GIÁ THÀNH SẢN PHẨM

19.1. NĂNG SUẤT LAO ĐỘNG

Năng suất lao động Q là số lượng sản phẩm (hoặc chi tiết) được chế tạo ra trong một đơn vị thời gian. Nó được xác định theo công thức sau đây:

$$Q = \frac{m}{T_{tc}} K = \frac{m \cdot K}{T_o + T_p + T_{pv} + T_{in} + \frac{T_{cb-kt}}{n}} \quad (19.1)$$

- ở đây:
- m - thời gian để tính năng suất (1 ca, 1 giờ, 1 phút);
 - K - số máy và người công nhân có thể đứng được;
 - T_{tc} - thời gian từng chiếc (phút);
 - T_o - thời gian cơ bản (phút);
 - T_p - thời gian phụ (phút);
 - T_{pv} - thời gian phục vụ (phút);
 - T_{in} - thời gian nghỉ ngơi tự nhiên của công nhân (phút);
 - T_{cb-kt} - thời gian chuẩn bị - kết thúc tính theo phút (thời gian này bao gồm: nghiên cứu bản vẽ chi tiết, nghiên cứu quy trình công nghệ, chuẩn bị chỗ làm việc, điều chỉnh máy, tháo và trả dụng cụ, đồ gá sau khi kết thúc công việc. Thời gian này không phụ thuộc vào số chi tiết n , nhưng nếu số chi tiết n càng lớn thì thời gian từng chiếc trong loạt giảm);
 - n - số chi tiết trong loạt.

Đối với các máy vạn năng thì năng suất của người ($Q_{\text{người}}$) bằng năng suất của máy ($Q_{\text{máy}}$), còn đối với các máy tự động cao thì năng suất của người lớn hơn năng suất của máy (bởi vì một công nhân có thể đứng được nhiều máy).

Công thức (19.1) cho thấy: khi chỉ tiêu thời gian giảm $x\%$ thì chỉ tiêu năng suất tăng $y\%$. Như vậy có các công thức sau:

- Khi thời gian giảm $x\%$:

$$Q = \frac{m}{1 - \frac{x}{100} - T_{tc}} \quad (19.2)$$

- Khi năng suất tăng $y\%$:

$$Q = \frac{m}{T_{tc}} \left(1 + \frac{y}{100} \right) \quad (19.3)$$

Từ hai công thức (19.2) và (19.3) có thể viết:

$$\frac{m}{\left(1 - \frac{x}{100} \right) T_{tc}} = \frac{m}{T_{tc}} \left(1 + \frac{y}{100} \right) \quad (19.4)$$

Hoặc:
$$\frac{1}{1 - \frac{x}{100}} = 1 + \frac{y}{100} \quad (19.5)$$

Công thức (19.5) có thể được viết dưới dạng:

$$\frac{100}{100 - x} = \frac{100 + y}{100} \quad (19.6)$$

Hoặc:
$$\frac{100}{100 - x} - 1 = \frac{y}{100} \quad (19.7)$$

Công thức (19.7) lại có thể được viết dưới dạng:

$$\frac{100 - 100 + x}{100 - x} = \frac{y}{100} \quad (19.8)$$

Từ đó ta có:

$$y = \frac{100 \cdot x}{100 - x} \quad (19.9)$$

Ví dụ: khi thời gian giảm 20% ($x = 20\%$) năng suất tăng $y\%$:

$$y = \frac{100.20}{100 - 20} = 25\%$$

19.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TĂNG NĂNG SUẤT LAO ĐỘNG

Tăng năng suất lao động là một trong những nhiệm vụ quan trọng đối với nền công nghiệp. Giải quyết vấn đề này phải được gắn liền với việc giảm khối lượng lao động và hạ giá thành sản phẩm. Những biện pháp chính để tăng năng suất lao động là:

- Tăng mức độ cơ khí hóa và tự động hóa toàn bộ quy trình công nghệ.
- Thiết kế kết cấu của máy hoàn thiện hơn.
- Sử dụng nhiều máy tự động, bán tự động và các máy điều khiển theo chương trình số (các máy CNC).
- Tăng số dây chuyền tự động và nhà máy tự động.
- Tăng chế độ cắt bằng cách cải tiến các kết cấu cũ và chế tạo các kết cấu mới của dao cắt, sử dụng dao hợp kim cứng, hợp kim gốm và dao kim cương.
- Giảm thời gian cơ bản T_0 .
- Giảm thời gian phụ T_p do việc hoàn thiện đồ gá và các phương pháp kiểm tra.
- Chế tạo phôi bằng các phương pháp biến dạng dẻo (rèn, dập khuôn, cán), đúc chính xác và các phương pháp tiên tiến khác.
- Không ngừng hoàn thiện quy trình công nghệ.

Sau đây ta nghiên cứu các phương pháp giảm thời gian cơ bản T_0 , giảm thời gian phụ T_p và giảm thời gian phục vụ T_{pv} .

19.2.1. Các phương pháp giảm thời gian cơ bản T_0

Thời gian cơ bản T_0 hay thời gian máy chiếm một tỷ lệ lớn thời gian để gia công chi tiết. Ngay trong sản xuất hàng loạt nhỏ, khi gia công trên máy phay côngxôn, thời gian cơ bản T_0 chiếm 40% toàn bộ thời gian từng chiếc (T_k). Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, tỷ lệ thời gian cơ bản lại tăng lên.

Có một số biện pháp giảm thời gian cơ bản T_0 sau đây:

- a) Tăng tính công nghệ trong kết cấu của chi tiết gia công.

Khi thiết kế chi tiết cần chú ý đến những yêu cầu sau đây:

- Hình dáng bên ngoài của chi tiết phải được tạo thành từ những bề mặt đơn giản (mặt phẳng, mặt trụ, mặt côn, mặt định hình đơn giản, v.v...).
- Chi tiết phải có đủ độ cứng vững để tránh biến dạng.
- Các mặt chuẩn định vị phải có đủ diện tích và độ dài và cho phép gá đặt nhanh.
- Các bề mặt gia công phải là các mặt hở, đủ để ăn dao và thoát dao.
- Phải đảm bảo nguyên tắc tính thống nhất khi chọn chuẩn.

b) Chọn phương pháp gia công hợp lý

Khi chọn phương pháp gia công cần chú ý:

- Tầng số chi tiết gia công cùng lúc.
- Gia công bằng nhiều dao cùng lúc.
- Giảm chiều dài của hành trình cắt do bố trí phối hợp lý, giảm lượng ăn dao và thoát dao.
- Chọn phương án gia công tối ưu trong điều kiện đã cho.

c) Sử dụng máy, dao và chế độ cắt hợp lý.

d) Tự động hóa nguyên công bằng cách ứng dụng các cơ cấu cấp phối tự động, sử dụng các máy tự động và bán tự động.

e) Chọn phối, lượng dư tổng cộng và lượng dư trung gian hợp lý.

19.2.2. Các phương pháp giảm thời gian phụ T_p

Thời gian phụ bao gồm: thời gian gá phối, lấy dấu và kẹp chặt phối, tháo chi tiết (phôi), kiểm tra chi tiết, đưa dao tới chi tiết, lùi dao ra, điều khiển máy, v.v...

Có một số biện pháp giảm thời gian phụ T_p như sau:

a) Giảm thời gian gá đặt.

Giảm thời gian gá đặt bằng cách:

- Dùng các cơ cấu kẹp nhanh (hơi ép, dầu ép, điện từ, ly tâm, v.v...).
- Gá đặt tự động đạt kích thước.
- Dùng đồ gá vạn năng - điều chỉnh.
- Dùng đồ gá có bàn quay (làm cho thời gian phụ trùng với thời gian máy).

b) Cơ khí hóa và tự động hóa quá trình công nghệ.

Phương pháp này được thực hiện nhờ:

- Giảm thời gian vận chuyển chi tiết.
- Giảm thời gian kiểm tra chi tiết (dùng phương pháp kiểm tra tích cực).

c) Dùng dao chuyên dùng.

Mục đích của dùng dao chuyên dùng là giảm thời gian thay dao, giảm thời gian điều chỉnh dao và có khả năng gia công nhiều bề mặt cùng lúc (như khoan - khoét - doa).

d) Tổ chức chỗ làm việc hợp lý.

19.2.3. Phương pháp giảm thời gian phục vụ T_{pv}

Giảm thời gian phục vụ T_{pv} có thể được thực hiện bằng các biện pháp sau đây:

- Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ, dùng đồ gá điều chỉnh dao nhanh như dũa, mẫu, v.v...
- Chuẩn bị đủ dầu, mỡ, giẻ lau, đi sớm vài phút để nhận bàn giao ca, dùng khí nén để dọn chỗ làm việc.
- Dùng công nhân đúng việc, đúng bậc thợ.
- Tổ chức đúng nhiều máy.

19.3. GIÁ THÀNH SẢN PHẨM

19.3.1. So sánh các phương án công nghệ

Các chi phí cho một phương án công nghệ để chế tạo ra sản phẩm có thể được chia thành hai nhóm:

a) Chi phí không phụ thuộc vào số lượng của chi tiết.

Chi phí thuộc nhóm này (ký hiệu là a) bao gồm: tiền mua máy, đồ gá và dụng cụ, chi phí cho điều chỉnh máy (chi phí này tương đối cố định).

b) Chi phí phụ thuộc vào số lượng của chi tiết.

Chi phí thuộc nhóm này (được ký hiệu là b) bao gồm: tiền lương của công nhân, tiền chi cho thợ điều chỉnh, chi phí cho vật liệu, v.v...

Như vậy, giá thành C của N chi tiết theo một phương án công nghệ nào đó được biểu diễn bằng công thức sau:

$$C = a + b.N \quad (19.10)$$

Giả sử ta có 3 phương án 1, 2, 3 với 3 công thức tính giá thành sau đây:

$$C_1 = a_1 + b_1.N \quad (19.11)$$

$$C_2 = a_2 + b_2.N \quad (19.12)$$

$$C_3 = a_3 + b_3.N \quad (19.13)$$

Trong các công thức trên:

C_1, C_2, C_3 - các giá thành ứng với các phương án 1, 2, 3;

a_1, a_2, a_3 - các chi phí không phụ thuộc vào số lượng của chi tiết N ;

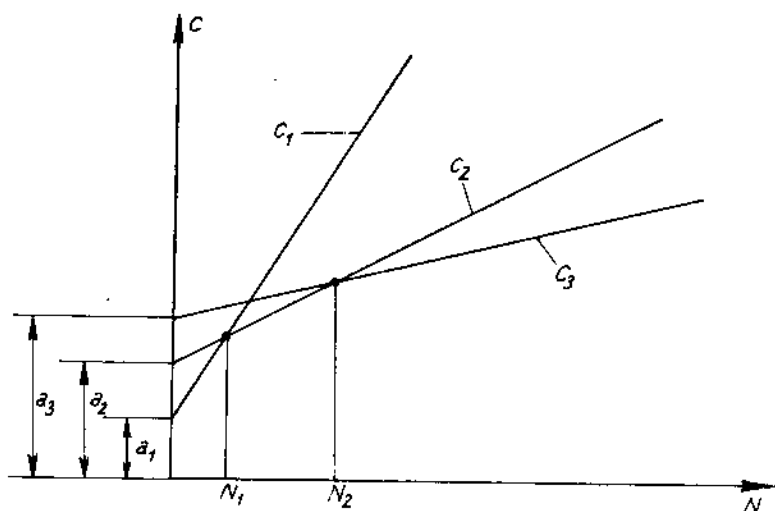
b_1, b_2, b_3 - các chi phí phụ thuộc vào số lượng của chi tiết N .

Đồ thị hình 19.1 cho thấy:

Nếu $N < N_1$ thì dùng phương án 1 là thích hợp nhất vì có giá thành C_1 nhỏ nhất.

Nếu $N_1 < N < N_2$ thì nên chọn phương án 2 vì có C_2 nhỏ nhất.

Còn nếu $N > N_2$ thì phương án 3 là tốt nhất vì có C_3 nhỏ nhất.



Hình 19.1. Đồ thị quan hệ giữa giá thành C và số chi tiết gia công N .

19.3.2. Xác định giá thành sản phẩm

Giá thành sản phẩm (giá thành chế tạo một chi tiết hoàn chỉnh) bao gồm: giá thành phối, chi phí tiền lương, giá thành điện, chi phí cho dụng cụ, chi phí

khấu hao máy, chi phí cho sửa chữa máy, chi phí cho sử dụng đồ gá và các chi phí phụ khác.

Dưới đây là tính toán từng loại chi phí.

1. Giá thành phôi.

Sau khi quyết định chọn loại phôi ta phải tính toán giá thành của nó và có thể phải so sánh với phương án chọn phôi mà nhà máy đang dùng hoặc phải so sánh giữa hai phương án mà ta đưa ra. Giá thành 1 kg phôi được xác định theo công thức:

$$S_p = \left(\frac{C_1}{100} \cdot Q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \right) - (Q - q) \frac{S}{100} \quad (19.14)$$

ở đây: C_1 - giá thành một tấn phôi thành phẩm (đồng);

$K_1 \div K_5$ - các hệ số phụ thuộc vào cấp chính xác, độ phức tạp của phôi, vật liệu, trọng lượng và sản lượng phôi ($K_1 = 1 \div 1,1$; K_2 của gang bằng $1 \div 1,24$; K_2 của thép bằng $1 \div 2,1$; K_2 của thép hợp kim bằng $2,2$; K_2 của nhôm và đồng bằng $5,1$; K_3 của gang và thép bằng $0,7 \div 1,4$ tùy độ phức tạp của phôi; K_3 của gang và đồng bằng $0,97 \div 1,25$; K_4 phụ thuộc vào trọng lượng của phôi: $K_4 = 0,9$ khi trọng lượng của phôi < 1 kG; $K_4 = 0,6$ khi trọng lượng của phôi bằng $1 \div 2$ kG; $K_4 = 0,5$ khi trọng lượng phôi bằng $2 \div 5$ kG; $K_4 = 0,4$ khi trọng lượng của phôi bằng $5 \div 10$ kG và $K_4 = 0,38$ khi trọng lượng của phôi > 10 kG; hệ số K_5 phụ thuộc vào sản lượng của phôi: $K_5 = 1,23$ khi sản lượng của phôi < 100 ; $K_5 = 1$ khi sản lượng của phôi bằng $100 \div 500$ và $K_5 = 0,83$ khi sản lượng của phôi > 500 ;

Q - trọng lượng của phôi tính theo kG; q - trọng lượng của chi tiết tính theo kG;

S - giá thành một tấn phôi phế phẩm tính theo đồng).

Với cách tính như trên ta có thể so sánh các phương án khác nhau để chọn ra phương án hợp lý.

2. Chi phí tiền lương.

Chi phí tiền lương cho công nhân S_L (đồng/giờ) sản xuất trực tiếp ở một nguyên công được tính theo công thức:

$$S_L = \frac{C \cdot T_{lc}}{60} \quad (19.15)$$

ở đây: C- số tiền lương của công nhân trong một giờ làm việc (đồng/giờ);
 T_{lc} - thời gian từng chiếc của chi tiết (phút);

Hệ số C không cố định, nó có thể thay đổi theo thời gian và địa điểm làm việc, vì vậy khi tính S_L phải chọn C theo từng trường hợp cụ thể. Ví dụ, lương trung bình của công nhân cơ khí là 800 000 đ/tháng, người công nhân làm việc 200 giờ/tháng, như vậy số tiền lương C của công nhân trong một giờ làm việc là 4000 đ.

3. Giá thành điện.

Chi phí cho điện năng S_d phụ thuộc vào công suất của máy và chế độ cắt, nó được xác định theo công thức:

$$S_d = \frac{C_d \cdot N_m \cdot \eta_m \cdot T_o}{60 \cdot \eta_c \cdot \eta_d} \quad (19.16)$$

ở đây: C_d - giá thành 1 kW/giờ;
 N_m - công suất động cơ của máy (kW);
 η_m - hệ số sử dụng máy theo công suất;
 T_o - thời gian gia công cơ bản (phút);
 η_c - hệ số thất thoát điện năng trong mạng điện ($\eta_c = 0,95$);
 η_d - hiệu suất của động cơ ($\eta_d = 0,9 \div 0,95$).

4. Chi phí cho dụng cụ.

Chi phí cho dụng cụ S_{dc} được xác định theo công thức:

$$S_{dc} = \left(\frac{C_{dc}}{\eta_m + I} + t_m \cdot P_m \right) \frac{T_o}{T} \quad (19.17)$$

ở đây: C_{dc} - giá thành ban đầu của dao (đồng);
 η_m - số lần mài lại dao cho đến khi bị hỏng hoàn toàn;
 t_m - thời gian mài dao (phút);
 P_m - chi phí cho thợ mài dao trong một phút;
 T_o - thời gian gia công cơ bản (phút);
 T - tuổi bền của dao (phút).

Các thông số trên đây khi tính toán được chọn theo mức lương của công nhân trong từng trường hợp cụ thể.

5. Chi phí khấu hao máy.

Chi phí khấu hao máy là số tiền được cộng vào chi phí sản xuất để sau một thời gian thu được bằng số tiền mua máy sử dụng. Trong sản xuất lớn, khi tại mỗi máy chỉ thực hiện một nguyên công thì chi phí này được xác định như sau:

$$S_{kh} = \frac{C_m \cdot K_{kh}}{N \cdot 1000} \quad (19.18)$$

ở đây: C_m - giá thành của máy (đồng);

K_{kh} - phần trăm khấu hao (khoảng 9 ÷ 12%);

N - số chi tiết được chế tạo trong một năm (chiếc).

6. Chi phí cho sửa chữa máy.

Đây là chi phí thường xuyên để sửa chữa máy, nó bao gồm tiền công và vật tư cần thiết cho sửa chữa máy.

Chi phí cho sửa chữa máy S_{sc} được tính theo công thức:

- Đối với máy vạn năng:

$$S_{sc} = \frac{R \cdot T_o}{18} \quad (19.19)$$

ở đây: R - độ phức tạp sửa chữa của máy (chọn theo thuyết minh của máy), ví dụ, máy tiện 1K62 có $R = 19$; T_o - thời gian gia công cơ bản (phút).

- Đối với máy chuyên dùng:

$$S_{sc} = \frac{14.170 \cdot R}{N} \quad (19.20)$$

ở đây: N - sản lượng chi tiết trong một năm (chiếc).

7. Chi phí cho sử dụng đồ gá.

Chi phí cho sử dụng đồ gá cho một chi tiết gia công S_{sddg} được xác định theo công thức sau:

$$S_{sddg} = \frac{C_{dg} (A + B)}{N} \quad (19.21)$$

ở đây: C_{dg} - giá thành của đồ gá (đồng). Trong thực tế, giá thành của đồ gá có thể

được tính theo trọng lượng và thêm hệ số tính đến độ phức tạp của đồ gá;

A- hệ số khấu hao đồ gá (khấu hao hai năm: $A = 0,5$, khấu hao 3 năm: $A = 0,33$);

B- hệ số tính đến việc sửa chữa và bảo quản đồ gá ($B = 0,1 \div 0,2$);

N- sản lượng hàng năm của chi tiết (chiếc).

8. Giá thành chi tiết ở một nguyên công.

Giá thành của một chi tiết S_{cnc} ở một nguyên công nào đó được xác định theo công thức:

$$S_{cnc} = S_p + S_L + S_d + S_{dc} + S_{kh} + S_{sc} + S_{sddg} \quad (19.22)$$

ở đây: S_p - giá thành phôi (đồng);

S_L - chi phí tiền lương cho công nhân (đồng);

S_d - chi phí điện năng (đồng);

S_{dc} - chi phí cho dụng cụ (đồng);

S_{kh} - chi phí khấu hao máy (đồng);

S_{sc} - chi phí cho sửa chữa máy (đồng);

S_{sddg} - chi phí sử dụng đồ gá tại nguyên công tính giá thành (đồng).

9. Các chi phí phụ.

Các chi phí này bao gồm: chi phí cho thiết kế quy trình công nghệ, chi phí cho khấu hao nhà xưởng, chi phí cho quản lý, chi phí dùng nước và chi phí dùng khí nén (nếu có), v.v... Tổng các chi phí phụ này $S_{\Sigma p}$ có thể lấy bằng 10% của giá thành chi tiết ở tất cả các nguyên công ($S_{\Sigma p} = 10\% \sum_{i=1}^n S_{cnci}$)

10. Giá thành của chi tiết ở quy trình công nghệ.

Giá thành của toàn bộ quy trình công nghệ chế tạo chi tiết được xác định theo công thức:

$$S_{ctqcn} = S_p + S_{cnc1} + S_{cnc2} + \dots + S_{cncn} + 10\% \sum_{i=1}^n S_{cnci} \quad (19.23)$$

ở đây: S_{ctqcn} - giá thành của toàn bộ quy trình công nghệ chế tạo chi tiết (đồng);

S_p - giá thành phôi (đồng);

$S_{cnc1}, S_{cnc2}, \dots$ - giá thành của chi tiết ở các nguyên công 1, 2, ...

Chương 20

CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

20.1. KHÁI NIỆM VỀ CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

Quá trình sản xuất gồm nhiều quá trình hợp thành, lắp ráp là một quá trình cuối cùng thông qua sự kết nối một cách logic các chi tiết và các bộ phận để tạo ra sản phẩm. Theo VDI 2860 người ta định nghĩa quá trình lắp ráp như sau: "Lắp ráp là sự tổng hợp của tất cả các quá trình trong sản xuất để tạo nên những vật thể xác định".

Ngày nay do yêu cầu của sự phát triển sản xuất một số khái niệm trong lắp ráp được mở rộng, chẳng hạn như các quá trình:

Lắp ráp - tháo dỡ và tái sinh

Hay

Lắp ráp - tháo dỡ và kỹ thuật điều khiển.

Ta có thể hình dung sự chuyển đổi của một số sản phẩm theo trình tự sau:

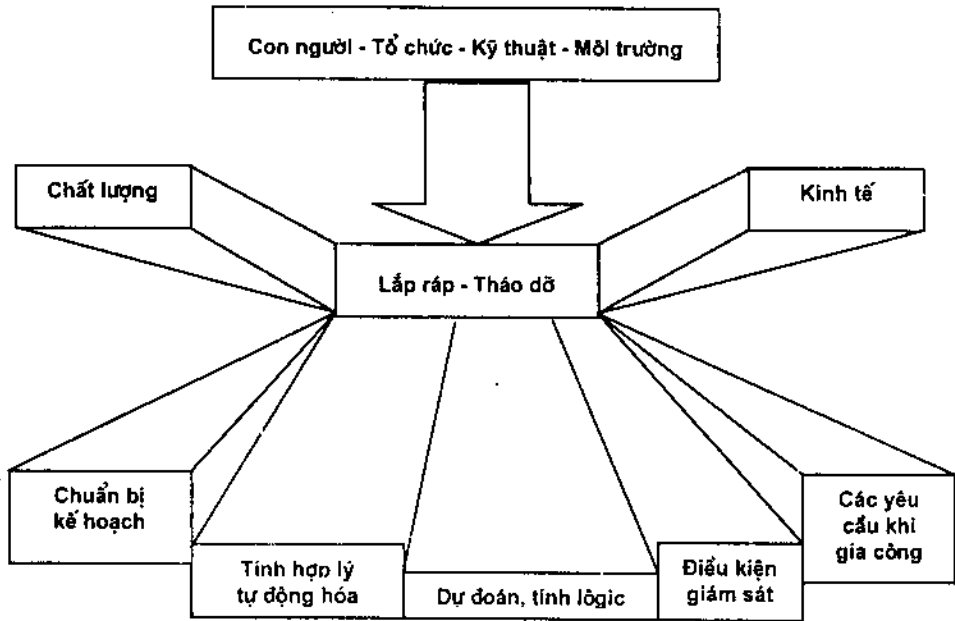
Sản phẩm - sản xuất - sử dụng - sự ra đời sản phẩm mới đã được cải tiến.

Một quá trình lắp ráp phải thể hiện được các yếu tố sau:

- Đặc điểm của lắp ráp, tháo dỡ, cơ sở sản xuất để thực hiện.
- Các phương tiện cần thiết.
- Các dự định về yêu cầu kỹ thuật, sự hợp lý của phương pháp lắp ráp (bằng tay, tự động hay phối hợp).
- Cách đánh giá sản phẩm: đánh giá theo phương pháp tĩnh hay phương pháp động. Vấn đề là cần được bảo đảm yêu cầu chung của mối quan hệ sau:

Sản phẩm < Quá trình < Hệ thống < Môi trường

Có thể nhận biết các yếu tố liên quan đến quá trình lắp ráp và tháo dỡ ở hình 20.1.



Hình 20.1. Các yếu tố liên quan đến quá trình lắp ráp/tháo dỡ.

Chất lượng của lắp ráp phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chẳng hạn phụ thuộc chất lượng của quá trình gia công cơ đối với các chi tiết hay bộ phận lắp ráp. Việc lắp ráp chính là tạo nên sự ghép nối giữa các bề mặt của chi tiết bằng nhiều hình thức khác nhau. Việc ghép nối còn được thực hiện bằng nguyên công bổ sung cần thiết như: điều chỉnh, hiệu chỉnh, kiểm tra... Đó là lắp ráp bổ sung bên cạnh các lắp ráp cơ bản. Thường thời gian lắp ráp bổ sung nhỏ hơn thời gian lắp ráp chung, nhưng cũng có trường hợp thời gian này chiếm 2/3 thời gian lắp ráp chung.

Ở hình 20.2 trình bày cách sắp xếp và nội dung của quá trình lắp ráp.

-Quá trình lắp ráp có những đặc trưng sau đây:

1. Thời gian lắp ráp chiếm một phần thời gian chế tạo, chẳng hạn trong ngành chế tạo máy và chế tạo ô tô nó chiếm từ $25 \div 50\%$, trong ngành điện tử, cơ khí chính xác chiếm từ $40 \div 70\%$.

2. Từ các chi tiết, bộ phận rời rạc được ghép nối, điều chỉnh, kiểm tra để tạo ra những sản phẩm với những chức năng sử dụng nhất định.

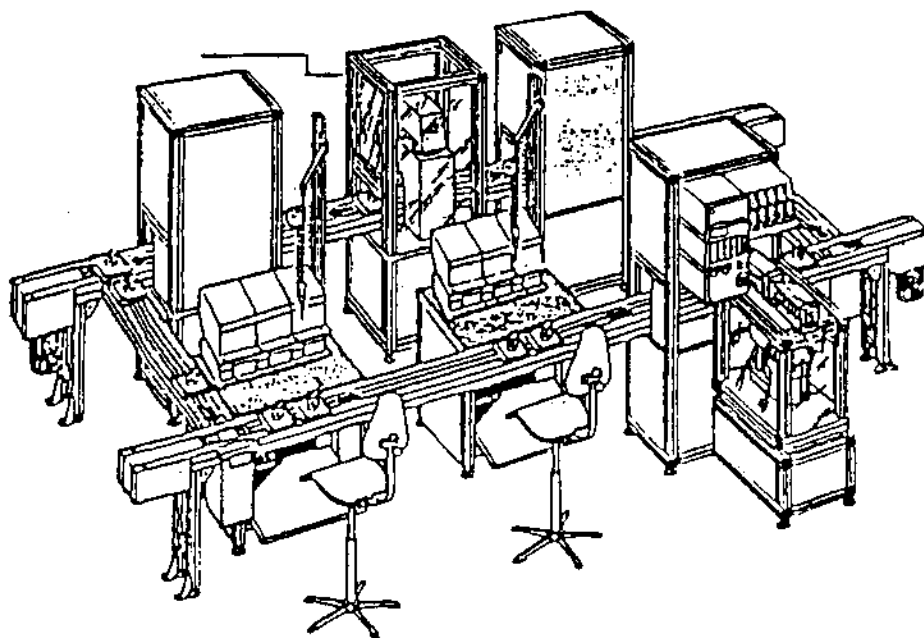
3. Muốn lắp ráp có hiệu quả cần thực hiện những nguyên tắc có tính logic cao, sự chuẩn bị sẵn sàng về mặt tổ chức ở tất cả các lĩnh vực (sức lao động, đối tượng lao động, phương tiện lao động, thông tin lao động...). Nếu sự chuẩn bị không tốt sẽ gây đến những tổn thất của quá trình lắp ráp.

4. Quá trình lắp ráp là khâu cuối cùng tạo ra sản phẩm để có thể cung cấp sản phẩm nhanh cho thị trường. Điều đó có một ý nghĩa to lớn về mặt kinh tế - kỹ thuật đối với một cơ sở sản xuất, một xí nghiệp. Uy tín chất lượng và giá thành hợp lý sẽ đảm bảo lợi nhuận cao và lâu dài cho một xí nghiệp.

Quá trình lắp ráp có thể được thực hiện bằng tay hay bằng máy hoặc là phối hợp.

20.2. KỸ THUẬT LẮP RÁP

20.2.1. Các phương pháp ghép nối



Hình 20.3. Hệ thống lắp ráp phối hợp và tự động (Hãng Bosch).

Bảng 20.1 trình bày các phương pháp ghép nối trong lắp ráp.

Bảng 20.1. Một số phương pháp ghép nối trong lắp ráp.

Phương pháp ghép nối	Sơ đồ nguyên tắc	Đặc điểm
Bắt ốc		Mỗi ghép có thể tháo ra được, sử dụng nhiều.
Hàn		Mỗi ghép không tháo được, ứng dụng rất đa dạng.
Ép		Ép dọc hay ép ngang (dùng nhiệt) đơn giản, chi phí hợp lý, bảo đảm liên kết tốt.
Lắp then, chốt		Bảo đảm các mối ghép cần truyền lực, cần chú ý hướng chuyển động.
Tán rivê		Mỗi ghép không tháo được, tán đầu đinh nên ít sinh nhiệt như hàn.
Vòng hãm		Bảo đảm an toàn, vòng hãm treo, vòng hãm bạc, có thể tháo nhanh và sử dụng nhiều lần.
Uốn		Các tấm mỏng, dùng biến dạng cục bộ với các tấm có độ cứng cao.
Hãm bằng ngàm		Dùng khoá hãm đầu nối.
Xoắn dây		Quay xoắn các sợi lại.

Thường tỷ lệ về khối lượng công việc giữa các phương pháp như sau:

Bằng ốc khoảng 68%

Vòng hãm khoảng 1%

Kẹp khoảng 1%

Ép khoảng 10%

Chốt khoảng 2%

Tán rivê 16%

Các phương pháp đặc biệt 2%

Ngược lại với quá trình gia công cơ, trong lắp ráp do tính đa dạng và tính tổng hợp có nhiều trường hợp công việc lắp ráp phải thực hiện bằng tay. Khi lắp ráp bằng tay người ta phải tạo ra chỗ làm việc phù hợp với điều kiện lao động. Chẳng hạn hình 20.3 là một hệ thống lắp ráp phối hợp và tự động của hãng Bosch - Cộng hòa liên bang Đức (BRD)

20.2.2. Các phương pháp lắp ráp (bảng 20.2)

Bảng 20.2. Các phương pháp lắp ráp.

Phương pháp	Đặc trưng và cách tính	Ưu và nhược điểm	Ứng dụng	Chú ý
Phương pháp cực đại, cực tiểu	<p>Ở mỗi một mối lắp ráp có thể lắp lẫn hoàn toàn các chi tiết.</p> $T_s = T_o = \sum_{i=1}^m T_i$ <p>T_o: dung sai khâu khép kín; T_i: dung sai khâu thành phần; m: số khâu thành phần trong chuỗi kích thước; T_s: dung sai tổng</p>	<p>Ưu điểm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lắp ráp nhanh; - Chuẩn bị công nghệ đơn giản; <p>Nhược điểm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bảo dưỡng bản thành phẩm dễ; - Dung sai khâu thành phần nhỏ khó chế tạo 	<ul style="list-style-type: none"> - Sản xuất hàng khối với chuỗi kích thước ít khâu; - Sản xuất hàng khối với dung sai khâu khép kín lớn (độ chính xác thấp) 	<p>Chú ý thoả mãn yêu tố kinh tế (chi phí phù hợp)</p>
Phương pháp xác suất	<p>Dùng lý thuyết xác suất mở rộng dung sai của các khâu thành phần và chấp nhận một tỷ lệ phế phẩm</p> $T'_s = T_o = t \sqrt{\sum_{i=1}^m (T_{Ci})^2}$ <p>T'_s: dung sai tổng theo xác suất; t: yếu tố rủi ro; C: hệ số phân bố</p>	<p>Ưu điểm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dễ gia công do mở rộng dung sai, nâng cao khả năng lắp lẫn. <p>Nhược điểm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phải chấp nhận một tỷ lệ phế phẩm. 	<p>Cho chuỗi kích thước có nhiều thành phần với dung sai khâu khép kín nhỏ, sản xuất loạt lớn và hàng khối (loạt > 50).</p>	<p>Phải biết đường cong phân bố của kích thước thật của các khâu thành phần.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Phải chú ý khả năng lắp lẫn chỉ có giới hạn; - t phụ thuộc vào chi phí; - C phụ thuộc vào việc phân bố kích thước thật.

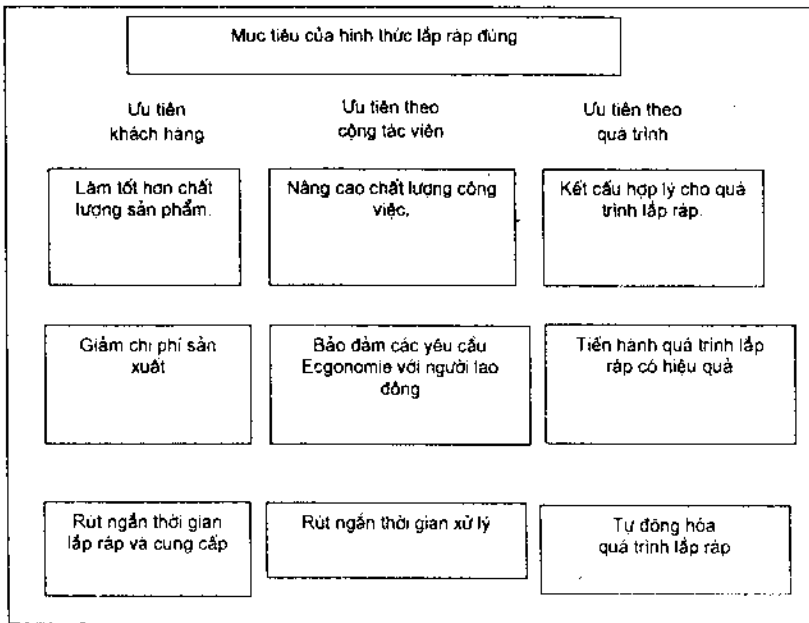
Tiếp bảng 20.2

Phương pháp	Đặc trưng và cách tính	Ưu và nhược điểm	Ứng dụng	Chú ý
Phương pháp lắp chọn	Mở rộng dung sai của các khâu thành phần để dễ chế tạo, sau đó chọn lắp theo nhóm để bảo đảm bảo yêu cầu mỗi lắp. $T_1 = T_2 = T_i = T = nT_i$ n : hệ số mở rộng dung sai; T_i : dung sai khâu thành phần khi chưa mở rộng	Ưu điểm: - Dễ gia công vì dung sai mở rộng; - Chi phí cho đo và phân nhóm lớn; - Việc bảo quản bán thành phẩm khó khăn	- Cho dây chuyền hàng khối với ít khâu thành phần và dung sai nhỏ. - Cho sản xuất hàng loạt và hàng khối	- Hệ số mở rộng dung sai phải bằng nhau; - Mỗi lắp ổn định chất lượng bề mặt và sai số vị trí tương quan phải nhỏ; - Phân bố kích thước thật bằng nhau
Phương pháp lắp điều chỉnh	Tất cả các khâu thành phần được nhận dung sai phù hợp (kinh tế, kỹ thuật) do vậy trường dung sai tăng lên, phần tăng lên đó được khắc phục bằng khâu điều chỉnh. $T_s = \sum_{i=1}^m T_i > T_o$ Phải xác định khâu điều chỉnh (khâu bồi thường) T_k . Hệ số điều chỉnh: $n_k \geq \frac{\sum_{i=1}^m T_i - T_o}{T_o - T_k}$	Ưu điểm: - Gia công dễ; - Dễ lắp và điều chỉnh. Nhược điểm: Thêm các chi tiết điều chỉnh	- Cho dây chuyền sản xuất hàng khối với nhiều khâu thành phần; - Cho tất cả các loạt sản phẩm	- Khâu bồi thường không được ảnh hưởng đến các chuỗi kích thước khác; - Khâu bồi thường không thay đổi, là thành phần cuối cùng của chuỗi kích thước
Phương pháp lắp sửa	Thay đổi kích thước bằng cạo sửa. $T_s = \sum_{i=1}^m T_i > T_o$ Khâu bồi thường chính là lượng kích thước thay đổi thông qua cạo sửa δ_k gọi là lượng điều chỉnh thích hợp. $\delta_k = \sum_{i=1}^m T_i - T_o$	Ưu điểm: - Chế tạo chi tiết dễ. Nhược điểm: - Chi phí đo lường và cạo sửa δ_k . - Gia công cạo sửa một phần hay toàn bộ. - Tháo dỡ nhiều lần. - Thời gian khó xác định khi thực hiện lắp theo dây chuyền.	Cho dây chuyền hàng khối với chuỗi kích thước nhiều khâu thành phần và dung sai khâu khép kín nhỏ. Cho sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ	Khâu bồi thường không được ảnh hưởng đến chuỗi kích thước khác. Khâu bồi thường phải là khâu cuối cùng, khép kín chuỗi kích thước. Bề mặt cần gia công cho khâu bồi thường nên nhỏ.

20.2.3. Kết cấu của sản phẩm, bộ phận và chi tiết trong lắp ráp

Qua phân tích người ta thấy rằng kết cấu của sản phẩm hay chi tiết ảnh hưởng đến 75% chi phí lắp ráp. Điều đó cho thấy ý nghĩa quan trọng của kết cấu sản phẩm đồng thời với việc xác định một hình thức lắp ráp thích hợp. Trong mối quan hệ này cần chú ý rằng hình thức lắp ráp chỉ là một trong rất nhiều quá trình tạo nên sản phẩm. Xuất phát từ những nhiệm vụ tổng thể để có thể lựa chọn một hình thức lắp ráp hiệu quả. Tính hiệu quả được đánh giá bằng những phương pháp riêng.

Mục tiêu của hình thức lắp ráp được thể hiện ở hình 20.4.

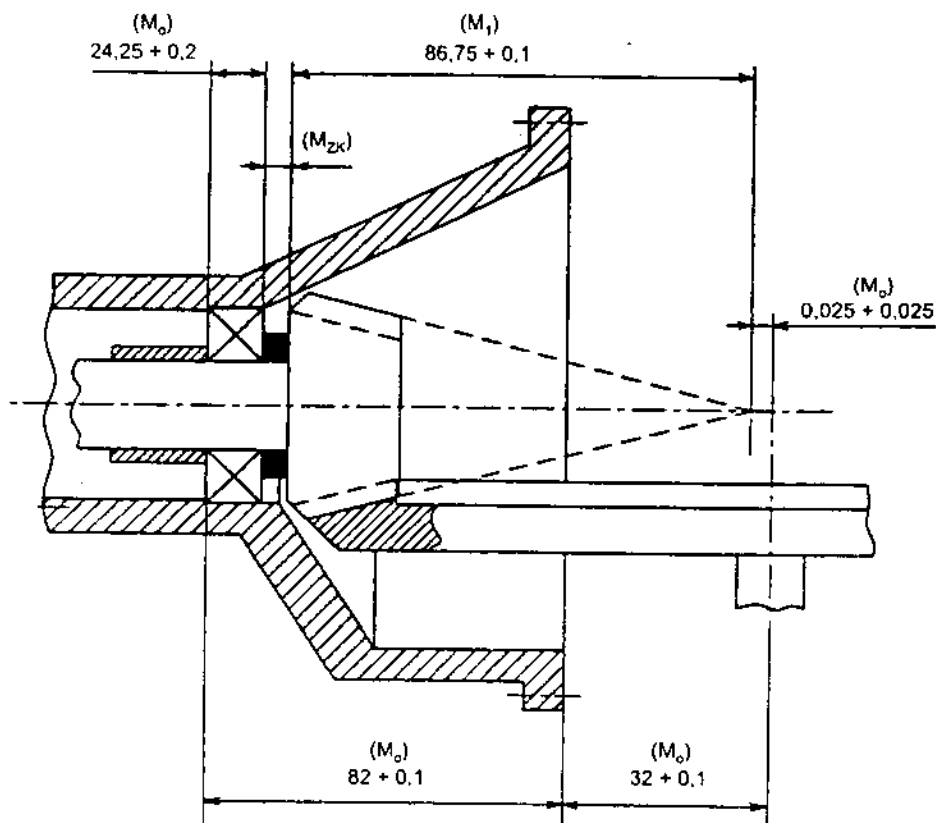


Hình 20.4. Mục tiêu của hình thức lắp ráp đúng.

Theo Hesse để có thể tránh được những sai sót cơ bản khi thực hiện các hình thức lắp ráp cần dựa theo 10 nguyên tắc dưới đây:

1. Số lượng chi tiết lắp ráp là tối thiểu, ít chủng loại, kích thước của một đơn vị lắp ít chênh lệch nhiều.
2. Dễ dàng tìm được vị trí lắp, chẳng hạn, mặt dẫn trượt nghiêng, chốt định vị, mặt dẫn hướng, mặt còn định tâm...

3. Cố gắng thiết kế kết cấu, các chuyển động động học đơn giản.
4. Cố gắng tạo các mối lắp có thể tiến hành lắp tự động được.
5. Tránh cho dung sai dẫn trượt nhỏ, các chuỗi kích thước quá dài, cố gắng dùng phương pháp lắp lẩn.
6. Cân xác định đúng chi tiết cơ sở (thường là thân máy).
7. Cố gắng thiết kế sản phẩm nhỏ, gọn, không chiếm nhiều không gian nhà xưởng, nhẹ để dễ vận chuyển.
8. Cố gắng tạo các nhóm hay bộ phận ít liên quan với nhau, để sửa chữa và kiểm tra.



$$\text{Chuỗi kích thước } M_0 + M_1 + M_{2K} + M_3 - M_4 - M_5 = 0$$

Hình 20.5. Điều chỉnh lắp ráp bánh răng côn bằng khâu bôi trơn thường M_{2K} .



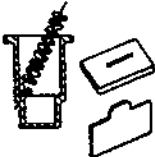
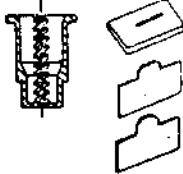


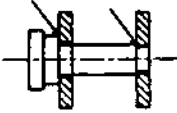
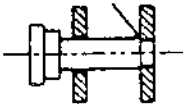

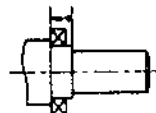
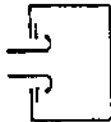

9. Điều chỉnh đơn giản, làm sao thực hiện được khâu bôi trơn.

10. Các chi tiết có thể tiến hành lắp tự động. Các vị trí chuyển động hay dừng lại đủ cứng vững, tránh dùng các chi tiết kém cứng vững, dễ biến dạng.

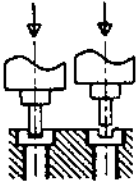
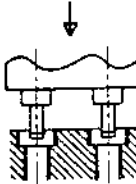
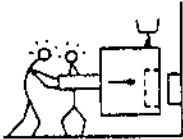
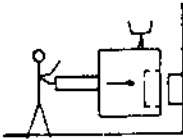
Hình 20.5 là một ví dụ để lắp ráp hai bánh răng còn với khâu bôi trơn là M_{ZK} .

Bảng 20.3 là một vài ví dụ cho các nguyên tắc khi thực hiện hình thức lắp ráp.

Bảng 20.3. Ví dụ về nguyên tắc khi thực hiện hình thức lắp ráp.

Các nguyên tắc	a, Không thuận tiên	b, Thuận tiên
Cố gắng chọn các chi tiết đã tiêu chuẩn hóa.		
Không đặt nghiêng lò xo, dầu lắp vát để lắp hơn.		
Tránh không khí trong lỗ		
Tránh lắp đồng thời hai vị trí		
Tránh lắp ráp dài trên trục sẽ phá huỷ mối lắp		
Tác động mặt trái khó hơn		

Tiếp bảng 20.3

Các nguyên tắc	a, Không thuận tiện	b, Thuận tiện
Có thể đồng thời ghép nối	 <p data-bbox="563 487 682 513">Lắp lần lượt</p>	 <p data-bbox="871 487 1016 513">Lắp đồng thời</p>
Để trong tầm cân để điều khiển hơn		

20.3. LẬP KẾ HOẠCH CHO QUÁ TRÌNH LẮP RÁP

20.3.1. Những nguyên tắc cơ bản khi lập kế hoạch cho quá trình lắp ráp

Lập kế hoạch lắp ráp là một phần của việc chuẩn bị sản xuất và là một thành phần nối kết mang tính quyết định giữa thiết kế và lắp ráp. Dữ liệu của kế hoạch được hình thành xuất phát từ những dự định của xí nghiệp cũng như yêu cầu đã được giao. Ngoài ra còn phải xác định sản phẩm mới, sản phẩm mở rộng và thay đổi chủng loại, liên quan đến sự hợp lý hóa trong kế hoạch.

Kế hoạch lắp ráp bao gồm các hình thức rất khác nhau, như lắp ráp bằng tay, tự động hóa hay phối hợp tùy thuộc vào dạng sản xuất đơn chiếc, hàng loạt hay hàng khối.

Dưới đây là những nguyên tắc cơ bản khi lập kế hoạch lắp ráp:

1. Mục tiêu công việc:

Thời gian thực hiện và chi phí.

Đây là yếu tố quyết định cho các hình thức khác nhau của:

- + Sự phân chia lao động và hợp tác lao động.
- + Sự linh hoạt và sự ổn định.
- + Chất lượng và độ tin cậy.

Từ mối quan hệ này có thể dẫn đến mục tiêu riêng hay mục tiêu chung dưới sự quan sát của những nhiệm vụ được thực hiện.

2. Tính linh hoạt và sự ổn định của hệ thống

Tính linh hoạt có liên quan chặt chẽ tới sự ổn định của một hệ thống cũng như năng suất của hệ thống. Theo /PLESK88/ tính linh hoạt của một hệ thống là có thể thay đổi các đại lượng đầu vào và đại lượng đầu ra của hệ thống nhưng không gây ra tổn thất về sự ổn định và năng suất. Tính linh hoạt được thể hiện thông qua những biện pháp về mặt tổ chức, kỹ thuật và sự bố trí nguồn nhân lực xã hội.

3. Tỷ lệ khối lượng lao động

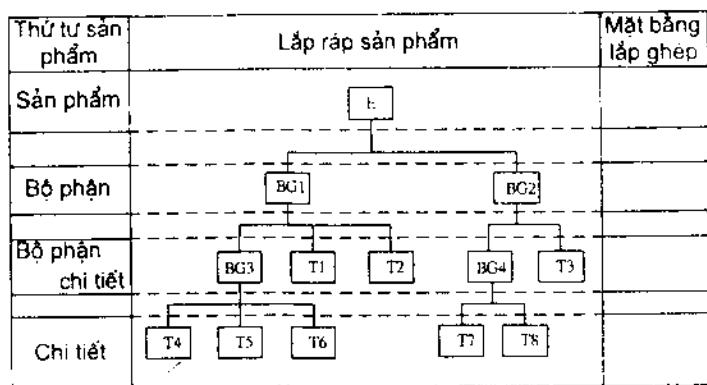
Tỷ lệ giữa khối lượng lao động (số lượng chi tiết, trọng lượng...) và chi phí sản xuất (giờ lao động, khấu hao máy, vật liệu) chính là năng suất lao động và được tính như sau:

$$\text{Năng suất lao động} = \frac{\text{Khối lượng lao động}}{\text{Chi phí sản xuất}}$$

Để hoàn thành những nhiệm vụ lắp ráp khác nhau cần phải có những thông tin, tài liệu sau:

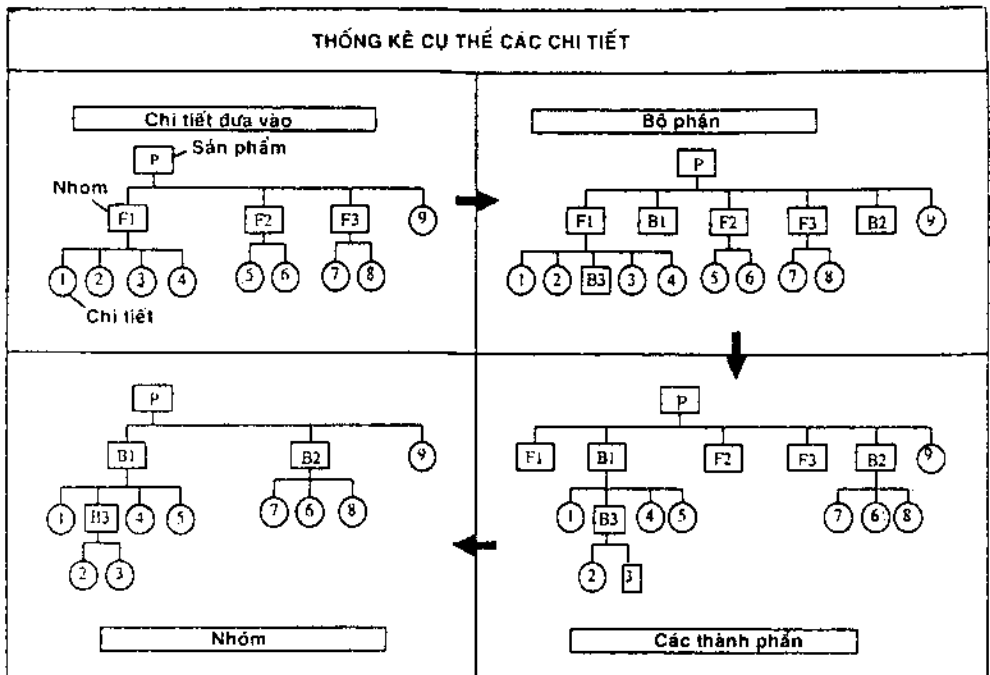
- Bản vẽ kết cấu, sơ đồ các chi tiết trong cấu trúc sản phẩm (hình 20.6), bảng thống kê chi tiết (hình 20.7), kế hoạch sản xuất/kế hoạch thời hạn sơ bộ, thời gian cung cấp và nguyện vọng của khách hàng, các trang bị lắp ráp và kiểm tra sau khi lắp...

- Cụ thể hóa thời hạn lắp ráp cho từng bước, bố trí công việc cụ thể về mặt kỹ thuật, tổ chức, các yếu tố nhiễu có thể xảy ra.



Hình 20.6. Cấu trúc sản phẩm.

E- sản phẩm; BG- bộ phận; T- chi tiết.



Hình 20.7. Thống kê cụ thể các chi tiết.

F- bộ phận chức năng; B- bộ phận.

20.3.2. Nguyên tắc tổ chức khi lắp ráp

Lắp ráp được thực hiện theo một trình tự nhất định, nó đòi hỏi việc tổ chức thực hiện đến từng công việc, từng quá trình.

Các dạng phân chia:

- Hệ thống: phân chia hệ thống chung thành nhiều hệ thống nhỏ.
- Chức năng: lắp bằng tay hay tự động.
- Năng lực: phân chia năng lực kỹ thuật từng phần.
- Công việc: phân chia nhiệm vụ đến từng người.

Hình thức tổ chức lắp ráp được quyết định bởi quan hệ tương đối giữa đối tượng lắp ráp và vị trí chỗ lắp ráp, nghĩa là:

Đối tượng cố định / chỗ làm việc cố định.

Đối tượng cố định / chỗ làm việc di động.

Đối tượng di động / chỗ làm việc cố định.

Đối tượng di động / chỗ làm việc di động.

Đối tượng ở đây là các chi tiết hay bộ phận được lắp ráp, nó liên quan đến chỗ làm việc cố định hay di động

Hình thức tổ chức lắp ráp thể hiện sự thống nhất giữa các yếu tố không gian và thời gian (phương tiện, sức lao động, thời gian). Kế hoạch lắp ráp được đánh giá theo những yếu tố sau:

- Sử dụng kỹ thuật: phương tiện làm việc, nhu cầu mặt bằng, các yếu tố nhiễu.

- Sử dụng thời gian: thời gian chết, thời gian thực hiện

- Số lượng và tính chất sản phẩm:

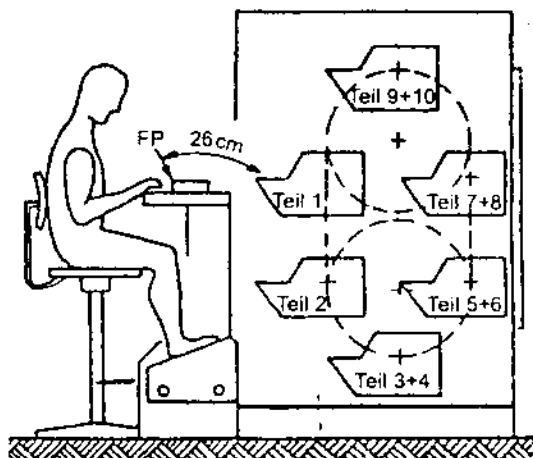
Ảnh hưởng của số lượng chi tiết và quá trình lắp ráp, khả năng lắp lẫn và khả năng đáp ứng kịp thời các nhiệm vụ đặc biệt, độ tin cậy về thời hạn, tính logic, khối lượng lao động, các yêu cầu nâng cao về chuyên môn, khối lượng xử lý, vấn đề đầu tư và chi phí chung cho kế hoạch.

Sự lựa chọn hình thức tổ chức lắp ráp dựa vào các đại lượng và tính tổng thể của sản phẩm, mức độ phức tạp của lắp ráp, sự liên quan giữa yếu tố thời gian và khối lượng sản xuất.

Dưới đây là một số hình thức tổ chức lắp ráp:

a) Lắp ráp theo từng vị trí riêng lẻ (hình 20.9).

Cách lắp này được sử dụng nhiều cho những sản phẩm loại nhỏ và vừa. Lắp ráp được thực hiện tại một chỗ cố định, các chi tiết lắp ráp được đặt



Hình 20.8. Một vị trí lắp ráp riêng lẻ.

xung quanh chỗ làm việc. Cách lắp này phụ thuộc rất nhiều vào các đồng nghiệp xung quanh. Người ta cũng dùng cách lắp ráp này đối với sản phẩm lớn, nhưng các chi tiết lắp ráp nhỏ.

Ưu điểm của hình thức lắp ráp này là tính linh hoạt, các nhiễu ít ảnh hưởng đến hiệu quả công việc. Phương pháp này và giới hạn của nó có thể đạt được tính tổng thể và khối lượng lắp ráp trên một đơn vị thời gian khi chi phí lớn và cần sự trợ giúp về kỹ thuật.

b) Lắp ráp theo dây chuyền:

Ở đây có nhiều vị trí lắp ráp, yêu cầu kỹ thuật và tổ chức ở mỗi vị trí này khác nhau, thời gian lắp ráp cũng khác nhau. Trong hình thức lắp ráp theo dây chuyền các chuyển động của phương tiện làm việc và của người đồng bộ với đối tượng lắp (như lắp ráp các dụng cụ dùng trong gia đình hay lắp ráp ô tô).

Trong lắp ráp dây chuyền gián đoạn, đối tượng lắp được dừng lại ở mỗi vị trí lắp với một khoảng thời gian nhất định.

Ưu điểm của hình thức lắp ráp theo dây chuyền là thời gian di chuyển của đối tượng lắp ráp ngắn, tính lôgic cao, tay nghề của thợ không cao (vì tính chuyên môn hóa cao nên đào tạo tay nghề nhanh).

Nhược điểm là công việc trong quá trình vận hành của dây chuyền và yếu tố thời gian phải phù hợp cho từng vị trí lắp.

c) Lắp ráp tại chỗ và lắp ráp theo thứ tự được dùng khi lắp ráp các máy móc, thiết bị. Đối tượng lắp cố định, do một hay một nhóm thợ cùng làm việc, cách lắp này có tính linh hoạt cao.

Cần lưu ý rằng việc di chuyển đối tượng lắp ráp hay công nhân trong dây chuyền lắp ráp phụ thuộc vào các yếu tố như sản lượng, loại hình sản phẩm, mức độ phức tạp của sản phẩm và cách phân chia công việc.

20.3.3. Đánh giá kế hoạch lắp ráp và thiết kế hệ thống lắp ráp

Để đánh giá một hệ thống lắp ráp có thể tiến hành theo 2 cách:

- Đánh giá tĩnh
- Đánh giá động
- a. Đánh giá tĩnh

- So sánh các phương án công nghệ, dựa vào chi phí cố định và chi phí biến đổi.

- Phân tích quá trình lắp ráp chính (PMV) và quá trình lắp ráp phụ (SMV).

- So sánh chi phí.

Tính toán chi phí cho một chỗ làm việc dựa trên cơ sở giờ máy sử dụng và lương công nhân.

Đánh giá tĩnh đối với các hệ thống lao động đòi hỏi làm rõ sự tương quan về mặt số lượng (ở đây có thể sử dụng các con số thống kê, các biểu đồ minh họa).

b. Đánh giá động

Đánh giá động được thực hiện bằng phương pháp mô phỏng quá trình, chẳng hạn như kế hoạch sản phẩm - phát triển sản phẩm, bố trí các thiết bị và mức độ sử dụng thiết bị, hệ thống vận chuyển, công suất giới hạn...

20.4. TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH LẮP RÁP

20.4.1. Điều kiện để thực hiện tự động hóa quá trình lắp ráp

Lương cho lắp ráp chiếm một tỷ lệ đáng kể trong sản xuất chung. Vì vậy, khuynh hướng tự động hóa trong lắp ráp là một yếu tố tất yếu, chẳng hạn, trong ngành điện tử và cơ khí chính xác nhờ việc tự động hóa trong quá trình lắp ráp đã chi phí về tiền lương giảm từ 25% ÷ 70%.

Sở dĩ mức độ tự động hóa trong lắp ráp còn hạn chế so với quá trình gia công cơ là do những nguyên nhân sau:

- Nhiệm vụ lắp ráp mang tính tổng hợp.

- Cơ khí hoá và tự động hóa quá trình lắp ráp mang tính đa dạng về trang thiết bị, không gian, thời gian.

- Lắp ráp là giai đoạn cuối để hoàn thành sản phẩm, cho nên tất cả các sai sót của các quá trình trước đó sẽ được biểu lộ ở khâu này, nó sẽ ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm và tiến độ lắp ráp.

- Sự chênh lệch và số lượng các chủng loại rất khác nhau, chẳng hạn số lượng các bộ phận thường ít hơn 10 lần so với số lượng chi tiết riêng rẽ.

- Trong lắp ráp, bán thành phẩm luôn thay đổi về hình dáng hình học, kích thước, trọng lượng (chẳng hạn từ chi tiết thành nhóm, bộ phận rồi đến thành phẩm).

Tự động hóa quá trình lắp ráp không chỉ là vấn đề kỹ thuật mà còn phải chú ý đến quan hệ giữa kỹ thuật, tổ chức, nhân lực và môi trường, đó chính là một cách nhìn tổng thể cần thiết.

20.4.2. Các hình thức tự động hóa quá trình lắp ráp

Theo mức độ của tự động hóa người ta chia ra tự động hóa từng phần hay tự động hóa hoàn toàn. Thường tự động hóa hoàn toàn được thể hiện là hệ thống lắp ráp phối hợp và hay gặp trong lắp ráp hàng loạt. Chẳng hạn như lắp ráp ô tô hay sản phẩm của ngành thực phẩm, hàng tiêu dùng.

Thông thường người ta tiến hành tự động hóa từng bước, để có thể phân bố vốn đầu tư theo từng giai đoạn và tránh sự rủi ro đến mức thấp nhất. Bên cạnh đó cần chú ý đến các điều kiện kinh tế - kỹ thuật dưới đây:

1. Tự động hóa việc vận chuyển các đơn vị lắp ráp.
2. Tự động hóa cấp phối, xác định vị trí, phân chia các phần tử trong không gian làm việc khi lắp ráp (ví dụ: vận ốc, hàn, tán rivê).
3. Tự động hóa quá trình ghép nối.
4. Tự động hóa quá trình kiểm tra.
5. Tự động hóa quá trình bảo quản.

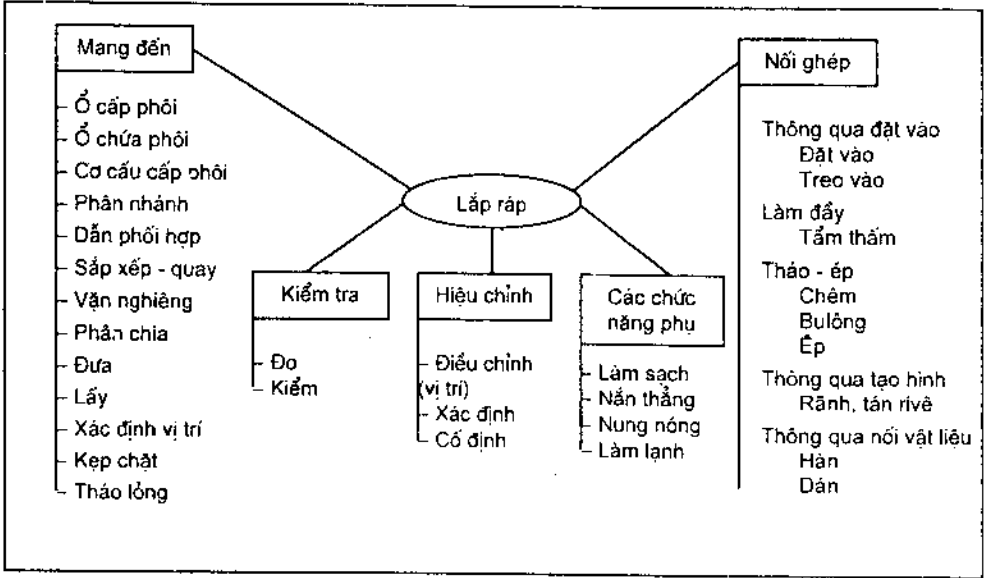
20.4.3. Nội dung của tự động hóa trong lắp ráp

Quá trình lắp ráp không chỉ dừng ở việc ghép nối các chi tiết mà còn bao gồm nhiệm vụ rộng hơn, chẳng hạn như các công việc hiệu chỉnh, kiểm tra và thực hiện các chức năng phụ trợ (hình 20.9).

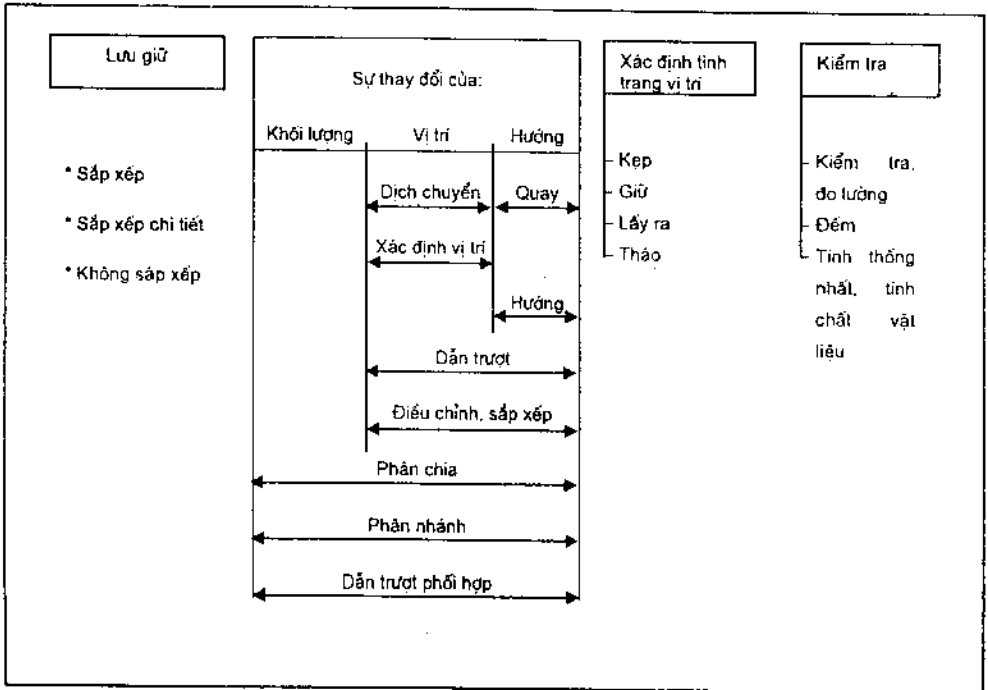
Quá trình điều khiển công việc (theo DVI 2860) được định nghĩa như sau: “Điều khiển công việc là tạo nên sự thay đổi nhất định hay trợ giúp tạm thời để sắp xếp không gian cho một vật thể nhất định trong một hệ thống tọa độ”.

Sự phân chia các chức năng từng phần của quá trình điều khiển công việc được mô tả ở hình 20.10.

Với việc thực hiện các mối lắp ráp như vận vít, ép, hàn, tán rivê, dán nên chọn những trang bị phù hợp. Với các mối lắp theo trình tự, ví dụ mối lắp chặt, lắp lỏng, lắp then, lắp chêm, những năm gần đây đã được thực hiện lắp tự động.



Hình 20.9. Các nhóm công việc khi lắp ráp (DIN 8593-IPA Stuttgart).

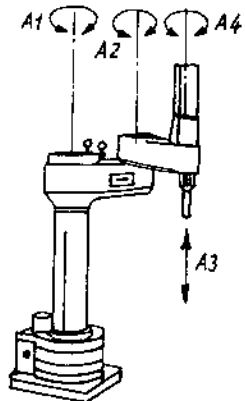
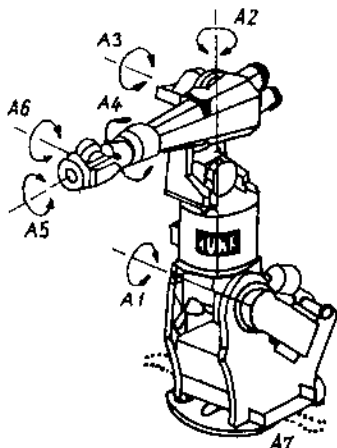


Hình 20.10. Chức năng điều khiển công việc theo DVI 2860.

20.4.4. Ứng dụng rôbôt công nghiệp trong lắp ráp

Trong những năm gần đây người ta sử dụng rôbôt công nghiệp trong lắp ráp, cùng với việc sử dụng một chương trình phần mềm nhất định có thể đạt được độ chính xác, độ tin cậy và hiệu quả cao trong lắp ráp. Bảng 20.4 là một vài rôbôt được dùng trong lắp ráp.

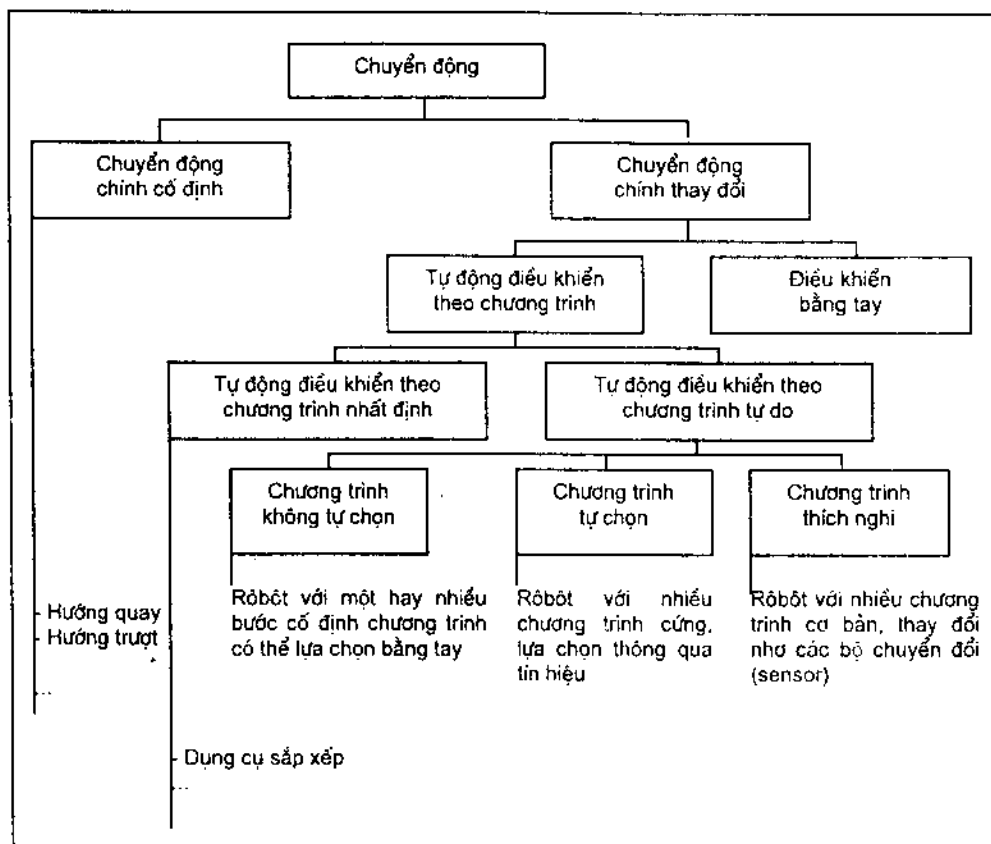
Bảng 20.4. Rôbôt được sử dụng trong quá trình lắp ráp.

	<p>Rôbôt có cánh tay ngang hay còn gọi là rôbôt SCARA (rôbôt có sự lựa chọn linh hoạt) phù hợp với các yêu cầu khi lắp ráp. Nó có từ 2 đến 5 trục, hai trục chính song song với mặt phẳng làm việc, 3 trục có chuyển động thẳng đứng. Trong quá trình lắp ráp loại rôbôt này có độ chính xác về vị trí cao và độ cứng vững tốt.</p>
	<p>Rôbôt có cánh tay đứng với 5-7 trục chuyển động, nó có chuyển động linh hoạt cao và có thể chuyển động ở các vị trí khó thực hiện. Vì nó có nhiều vị trí chuyển động nên độ chính xác về vị trí cũng như tốc độ của rôbôt này nhỏ hơn rôbôt SCARA. Rôbôt này dùng để hàn, dán hay điều khiển lắp ráp những chi tiết nặng. Nó có khả năng thay đổi các dụng cụ thông qua các đầu và giảm tối thiểu nhu cầu chỗ làm việc.</p>

20.4.4.1. Tính chất và phạm vi sử dụng rôbôt công nghiệp

Các chuyển động theo chức năng của một hệ thống điều khiển được mô tả ở hình 20.11 theo tiêu chuẩn VDI 2860.

Rôbôt công nghiệp ngày càng được dùng nhiều trong lắp ráp, chẳng hạn ở Cộng hòa liên bang Đức vào năm 1991 số rôbôt công nghiệp dùng trong lắp ráp là 6443 cái.



Hình 20.11. Các thành phần và các chuyển động theo chức năng theo VDI 2860.

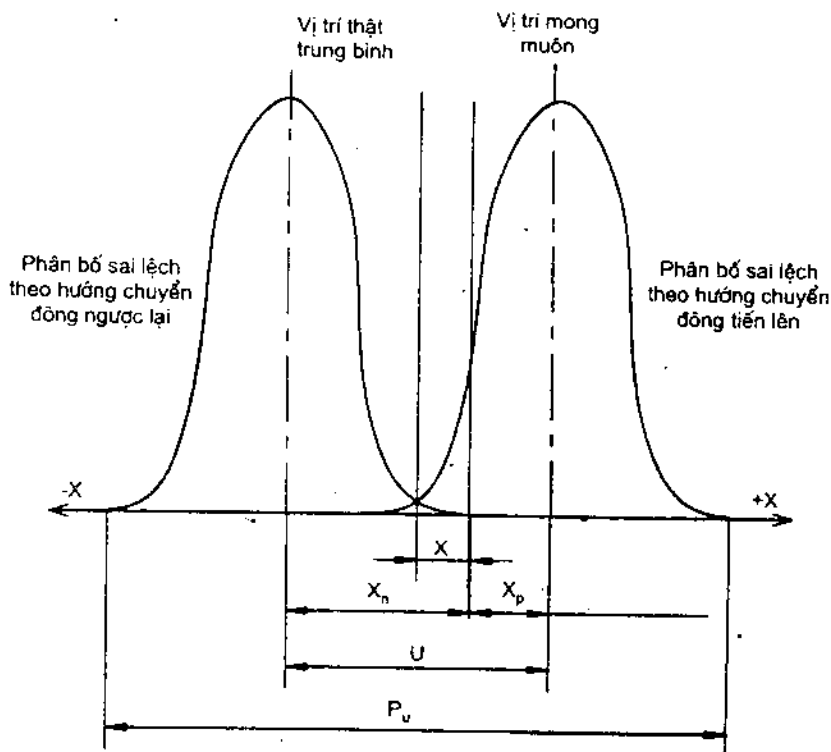
20.4.4.2. Các đại lượng đặc trưng của rôbôt công nghiệp

Các đại lượng đặc trưng là những số liệu mô tả khả năng của rôbôt, đồng thời để đánh giá khả năng sử dụng của nó.

Các đại lượng đặc trưng bao gồm:

- Đại lượng đặc trưng về mặt hình học như phạm vi làm việc, phân chia không gian, giới hạn hệ thống.

- Đại lượng đặc trưng về chịu tải như độ chính xác lặp lại, độ chính xác về vị trí, khả năng dẫn trượt và định hướng rung, ví dụ: độ sai lệch khi chuyển động xuất phát nhiều lần theo hướng tiến và lùi. Sai số giữa vị trí thực và mong muốn là U và khả năng mất an toàn là P_v ở hình 20.12.

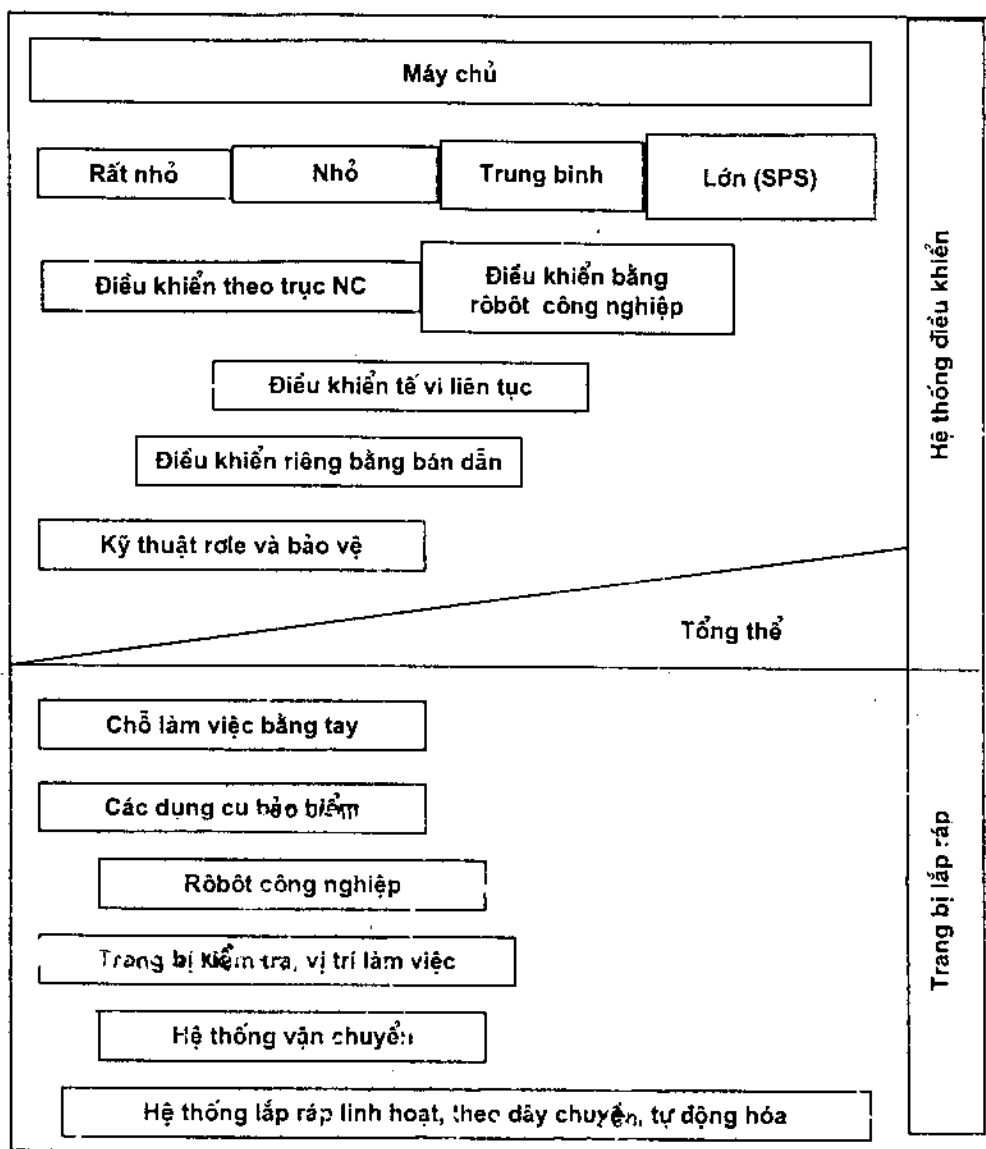


Hình 20.12. Phân bố sai lệch về vị trí.

20.4.5. Điều khiển hệ thống lắp ráp

Việc cơ khí hóa và tự động hóa quá trình lắp ráp phụ thuộc vào trạng bị tổng thể, thông qua các cấu trúc môđun của các đơn vị chức năng trong hệ điều khiển được sử dụng và bao gồm các yếu tố sau:

- Số vị trí của các thiết bị.
- Chúng loại trạng bị đi kèm thiết bị.



Hình 20.3. Hệ thống điều khiển trong lắp ráp SPS - điều khiển theo chương trình lưu trữ

- Mức độ tự động hóa của thiết bị.
- Tính linh hoạt của thiết bị.
- Mức độ phức tạp của thiết bị.
- Mức độ kiểm tra quá trình bằng các chuyển đổi (sensor).

Theo DIN 19226 có thể định nghĩa điều khiển một quá trình như sau:

“Điều khiển là một quá trình trong một hệ thống, ở đây có nhiều đại lượng đầu vào và đại lượng đầu ra, dựa trên cơ sở đó để tạo nên ảnh hưởng đối với hệ thống theo những quy luật riêng”.

Hình 20.13 là sự bố trí cho một hệ thống điều khiển quá trình lắp ráp.

Bên cạnh sự bố trí tổng thể, các loại điều khiển ở từng vị trí công việc cũng được bố trí theo một sự sắp xếp nhất định (bảng 20.5).

Bảng 20.5. Các dạng điều khiển trong quá trình lắp ráp tự động.

Chức năng kế hoạch	—————	Máy tính cho quá trình (PC/IPC)
Chức năng điều khiển chỉ huy	—————	SPS
Chức năng điều khiển chi tiết (cụ thể)	—————	Điều khiển NC/Điều khiển rôbốt
Chức năng điều khiển máy	—————	Điều khiển bằng vi xử lý
Chức năng riêng	—————	Điều khiển gián đoạn
Các mặt bằng vật lý	—————	Điều khiển bằng rôle và bảo vệ

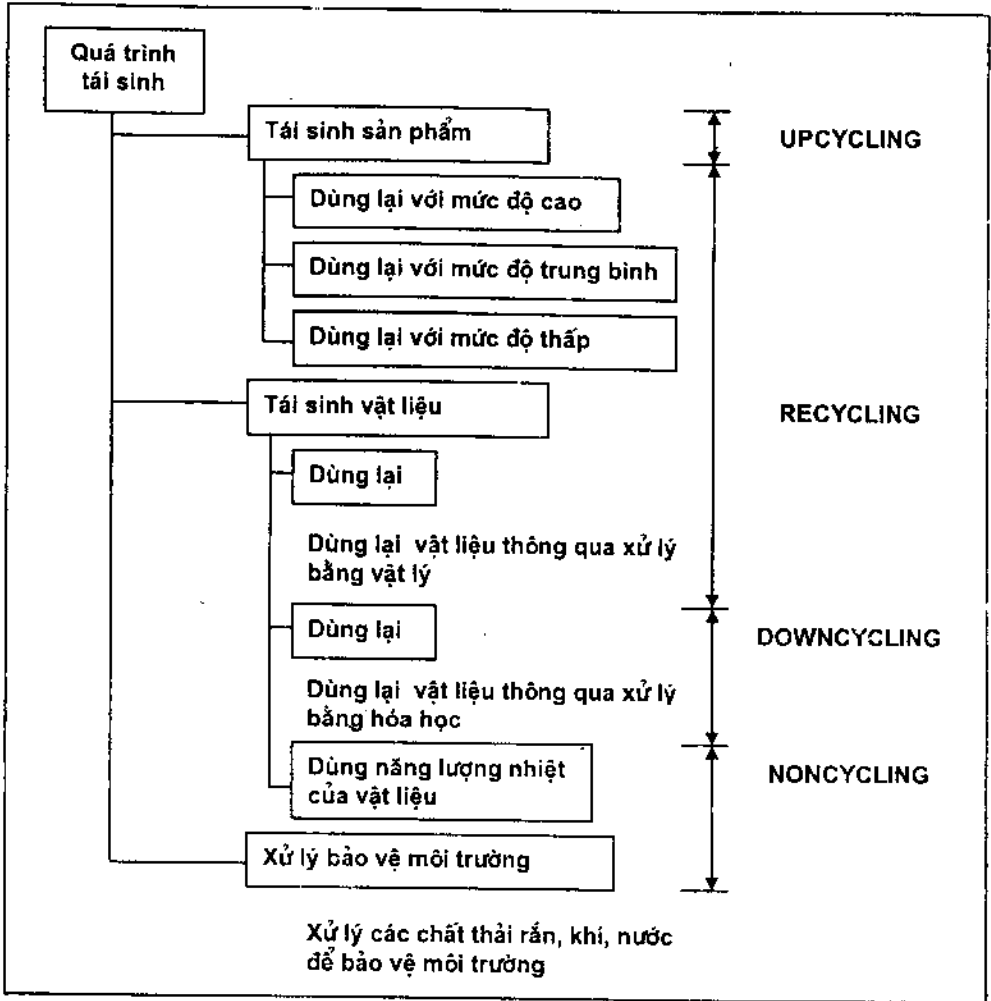
20.5. THÁO DỠ VÀ TÁI SINH

Do sự phát triển của sản xuất và sự khan hiếm dần nguồn tài nguyên thiên nhiên, sự ô nhiễm của môi trường sống, con người phải nghĩ tới việc tái sử dụng các sản phẩm đã sử dụng trong một mức độ cho phép.

Với khái niệm “tháo dỡ” có thể hiểu là ngược với quá trình “lắp ráp” hay là sự tách rời các chi tiết, bộ phận ra khỏi một vật thể (sản phẩm) đã sử dụng. Có thể hình dung diễn biến đó theo một quá trình dưới đây:

Vật liệu → sản xuất → sản phẩm → sử dụng → tái sinh → vật liệu

Muốn tìm hiểu sự cần thiết phải tái sinh ta cần biết đến giới hạn của nguồn vật liệu, năng lượng của trái đất, sự ảnh hưởng đến môi trường và những hiểu biết về quan hệ giữa môi trường với sự chịu đựng có giới hạn, sự tăng chi phí cho xử lý và tác hại của rác thải.



Hình 20.14. Mức độ và quá trình tái sinh.

SPS- điều khiển theo chương trình lưu trữ

Quá trình tái sinh có thể được thực hiện theo nhiều phương pháp, chẳng hạn với vật liệu nhựa tổng hợp có thể dùng phương pháp “DOWNCYCLING” hay “UPCYCLING” tùy thuộc vào mức độ tái sinh (hình 20.14).

Quá trình tháo dỡ và tái sinh được thực hiện theo trình tự sau:

1. Tháo dỡ các bộ phận/sản phẩm. Khi tháo dỡ cần phải:
 - Nắm vững kết cấu của sản phẩm.

- Xác định các bộ phận, vị trí để tách, tháo ra.
- Cách sắp xếp các chi tiết.
- 2. Rửa sạch các chi tiết cần thiết.
- 3. Kiểm tra, phân loại các chi tiết theo từng nhóm:
 - Các chi tiết không cần sửa chữa nhưng vẫn dùng lại được.
 - Các chi tiết có thể dùng lại được nhưng cần phải sửa chữa.
 - Các chi tiết không thể dùng lại được mà chỉ dùng để tái sinh.
- 4. Gia công các chi tiết phù hợp, hay có thể thay đổi một vài chi tiết mới.
- 5. Lắp ráp thành bộ phận, sản phẩm, sau đó kiểm tra.

Với các sản phẩm đã được sử dụng 10 ÷ 15 năm (thậm chí đã 30 năm) thì việc tháo dỡ và tái sinh không mang tính hiệu quả. Những năm gần đây người ta nghiên cứu rất kỹ các nguyên tắc lắp ráp và tháo dỡ theo kết cấu sản phẩm, hình dạng các bộ phận, kỹ thuật ghép nối, sự lựa chọn vật liệu.

- Khi tháo dỡ cần tuân theo 3 nguyên tắc:
 - Giảm tối thiểu các nguyên công tháo dỡ không cần thiết.
 - Rút ngắn quá trình tháo dỡ đến mức có thể.
 - Tháo dỡ không phá hủy.
 - Tháo dỡ phá hủy một phần.
 - Tháo dỡ phá hủy hoàn toàn.

Chương 21

QUẢN LÝ VÀ ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG TRONG CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

21.1. TỔNG QUÁT VỀ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM HÀNG HÓA

Sản phẩm công nghiệp khi được coi là hàng hóa được hình thành qua các giai đoạn như sau:

1. Nghiên cứu thiết kế sản phẩm,
2. Chế tạo sản phẩm theo quy mô và điều kiện nhất định,
3. Bảo quản và vận chuyển sản phẩm,
4. Tiêu dùng sản phẩm.

Tiêu dùng là một quá trình dài hay ngắn tùy thuộc vào loại sản phẩm. Sau quá trình tiêu dùng, sản phẩm bị thải loại, chấm dứt cuộc đời của nó. Quá trình tiêu dùng chính là quá trình khai thác giá trị sử dụng của hàng hóa (sản phẩm). Kết quả sử dụng không những chỉ phụ thuộc vào giá trị sử dụng, mà còn tùy theo mục đích và điều kiện sử dụng, cũng như cách thức khai thác hàng hóa (sản phẩm). Để sử dụng sản phẩm đạt hiệu quả cần tạo ra những sản phẩm phù hợp với điều kiện sử dụng; nghĩa là phải tiến hành nghiên cứu tiêu dùng để tạo ra sản phẩm thích hợp.

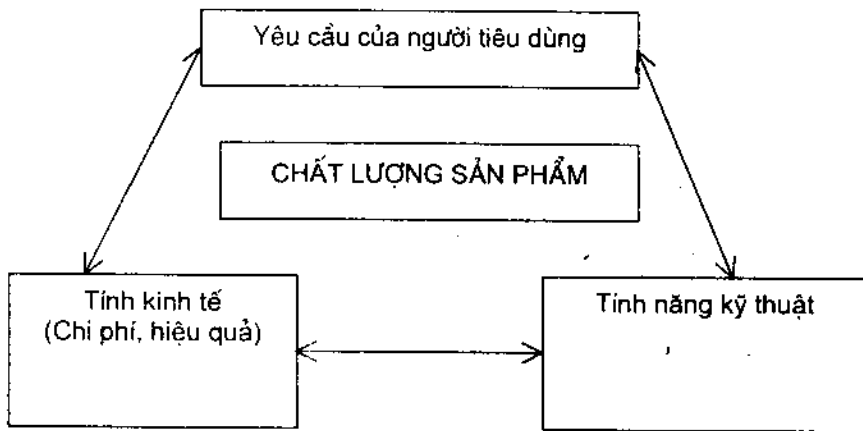
Theo Tiêu chuẩn quốc tế ISO 8402 năm 1986, Thuật ngữ Chất lượng - Phần I. Các thuật ngữ quốc tế, thì chất lượng là tổng thể các đặc điểm và đặc tính của một sản phẩm hoặc dịch vụ có ảnh hưởng đến khả năng của nó thoả mãn được những nhu cầu được nêu ra hoặc ngụ ý.

Theo tác giả FEIGENBAUM, chất lượng là những đặc điểm tổng hợp và phức hợp của sản phẩm và dịch vụ về các mặt: tiếp thị (marketing), kỹ thuật,

chế tạo và bảo dưỡng; mà thông qua đó, khi sử dụng sẽ làm cho sản phẩm đáp ứng được điều mong đợi của khách hàng.

Theo tác giả JURAN, chất lượng là sự phù hợp với mục đích hoặc sự sử dụng. Như vậy, yêu cầu của người tiêu dùng là yếu tố quan trọng nhất để đánh giá chất lượng sản phẩm và dịch vụ; chất lượng là yếu tố quan trọng nhất của sức cạnh tranh trên thị trường đối với sản phẩm.

Chất lượng sản phẩm, hàng hóa là tổng hợp giữa kỹ thuật và kinh tế nhằm đáp ứng yêu cầu của người tiêu dùng (hình 21.1). Chất lượng hàng hóa chỉ được xác định theo mục đích sử dụng, với điều kiện sử dụng cụ thể. Mặt khác, chất lượng có tính tương đối.



Hình 21.1. Các yếu tố xác định chất lượng sản phẩm.

Nói chung, yêu cầu về chất lượng đối với sản phẩm cơ khí thường bao gồm:

- Sản phẩm phải an toàn,
- Sản phẩm phải thực hiện được chức năng của nó với độ tin cậy nhất định,
- Sản phẩm phải có tuổi thọ hợp lý,
- Sản phẩm phải tiện dụng,
- Sản phẩm phải có tính thẩm mỹ cao,
- Sản phẩm phải có hiệu quả sử dụng cao.

Những yêu cầu trên được quy định thành các chỉ tiêu chất lượng như sau:

- Chỉ tiêu công dụng (chỉ rõ tính năng, tác dụng và điều kiện sử dụng sản phẩm).

- Chỉ tiêu an toàn (đảm bảo an toàn trong vận hành và sử dụng sản phẩm).

- Chỉ tiêu thẩm mỹ (sản phẩm phải được tao dáng và có màu sắc phù hợp).
- Chỉ tiêu công thái (ergonomic), chỉ tiêu này yêu cầu sản phẩm không có tính chất nguy hại đối với người sử dụng và môi trường sinh thái. Đây là chỉ tiêu chất lượng quan trọng đối với nhiều loại sản phẩm hàng hóa, có liên quan đến tính tiện dụng của sản phẩm và sự phù hợp của hàng hóa đối với những quy định của pháp luật về bảo vệ sức khỏe cộng đồng và bảo vệ môi trường.
- Chỉ tiêu công nghệ đặc trưng cho sự tiện dụng và hiệu quả sử dụng sản phẩm hàng hóa do những đặc điểm công nghệ chế tạo mang lại, có liên quan đến kỹ thuật bảo dưỡng sản phẩm khi sử dụng.
- Chỉ tiêu chuẩn hóa đặc trưng cho mức độ sử dụng các linh kiện tiêu chuẩn trong kết cấu của sản phẩm hàng hóa và theo hệ tiêu chuẩn nào đó (ISO, EC, TCVN,...).
- Chỉ tiêu kinh tế đặc trưng cho tính kinh tế của sản phẩm hàng hóa có liên quan đến hiệu quả sử dụng (giá bán đầu, chi phí lắp đặt, chi phí vận hành, chi phí tiêu dùng gồm giá mua ban đầu và chi phí sử dụng).

Chất lượng của sản phẩm hàng hóa có quan hệ sống còn với năng lực cạnh tranh của nó. Chất lượng, giá bán, chi phí sử dụng, dịch vụ kỹ thuật khi bán và sau khi bán, hoạt động quảng cáo và danh tiếng của hãng cũng như thương hiệu sản phẩm hàng hóa là các yếu tố tạo thành năng lực cạnh tranh.

Chất lượng được tạo ra ở tất cả các giai đoạn trong vòng đời của sản phẩm hàng hóa, bao gồm: nghiên cứu thiết kế sản phẩm, gia công chế tạo sản phẩm, tiêu thụ sản phẩm (tổ chức bán hàng, tiêu dùng).

Chất lượng chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố tác động phức tạp trong vòng đời của sản phẩm hàng hóa, gồm: nguyên liệu và bán thành phẩm, trang thiết bị và dụng cụ công nghệ, con người, các yếu tố tự nhiên, các chính sách và quy luật kinh tế.

21.2. QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM HÀNG HÓA

21.2.1. Tình hình quản lý chất lượng ở Việt Nam

Chất lượng là yếu tố quan trọng nhất của năng lực cạnh tranh, quyết định sự tồn tại và phát triển của hãng, công ty trên thị trường hàng hóa. Doanh nghiệp nào cũng muốn có những sản phẩm chất lượng cao để có thể chiếm ưu thế trên thị trường. Chất lượng không tự nhiên có được! mà là kết quả của quá trình sáng tạo, sản xuất và quản lý sản xuất có hiệu quả. Như vậy, quản lý chất lượng là chức năng không thể xem nhẹ trong mỗi doanh nghiệp.

Chất lượng có ý nghĩa kinh tế xã hội sâu sắc. Chất lượng sản phẩm hàng hóa liên quan đến quyền lợi của mọi công dân, của từng đơn vị kinh tế; nghĩa là chất lượng có liên quan đến sự phát triển kinh tế xã hội. Nhà nước, từng ngành và từng doanh nghiệp phải coi trọng chức năng và hoạt động quản lý chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ.

Quản lý chất lượng là một mặt của quản lý kinh tế xã hội; cần phân biệt hai cấp quản lý chất lượng, đó là: quản lý chất lượng ở từng doanh nghiệp và quản lý nhà nước về chất lượng hàng hóa và dịch vụ.

Nhà nước ta đã sớm quan tâm đến chức năng quản lý chất lượng sản phẩm hàng hóa. Từ đầu những năm 60, nhà nước ta đã ban hành những văn bản tạo cơ sở cho công tác quản lý chất lượng hàng hóa và dịch vụ; đồng thời tổ chức các cơ quan quản lý và các cơ quan nghiên cứu về lĩnh vực này.

Năm 1963, chính phủ đã ra Nghị định 124 CP về nghiên cứu, xây dựng, xét duyệt, ban hành tiêu chuẩn kỹ thuật sản phẩm công nghiệp, tạo cơ sở pháp lý cho công tác tiêu chuẩn hóa. Cục Tiêu chuẩn đã được thành lập, tiến hành nghiên cứu, xây dựng và ban hành tiêu chuẩn cho các sản phẩm và các vấn đề quản lý chất lượng sản phẩm hàng hóa. Những quy phạm kỹ thuật, quy trình kỹ thuật, định mức kỹ thuật được ban hành và áp dụng trong sản xuất. Năm 1964, Nghị định 186 CP ban hành "Bảng đo lường hợp pháp của nước Việt Nam dân chủ cộng hòa" tạo cơ sở pháp lý cho công tác quản lý, thống nhất hóa đo lường và tạo nền tảng cho công tác tiêu chuẩn hóa và quản lý chất lượng. Năm 1971, Chính phủ ra các quyết định 60 CP và 61 CP thành lập "Hội đồng xét duyệt sản phẩm của Chính phủ và Cục Kiểm tra chất lượng sản phẩm hàng hóa". Nghị định 62 CP sau đó ban hành "Điều lệ kiểm tra chất lượng sản phẩm hàng hóa". Năm 1974 "Điều lệ về công tác tiêu chuẩn hóa ở các xí nghiệp công nghiệp" được ban hành và được triển khai áp dụng rộng rãi trong thực tế. Nhà nước ta đã tăng cường hoạt động quản lý đối với công tác kiểm tra, đánh giá chất lượng sản phẩm hàng hóa, nhằm đáp ứng yêu cầu chất lượng hàng hóa, đẩy mạnh xuất khẩu thông qua việc thiết lập hệ thống quản lý chất lượng từ trung ương đến từng doanh nghiệp.

Hệ thống tổ chức quản lý của nhà nước về chất lượng sản phẩm hàng hóa thường có những thay đổi cho phù hợp với nhiệm vụ chính trị, kinh tế xã hội theo từng thời kỳ. Có thể chia thành hai giai đoạn với mốc phân chia là năm 1986 như sau: giai đoạn trước đổi mới (trước năm 1986) và giai đoạn từ năm

1986 đến nay thực hiện công cuộc đổi mới toàn diện từ sau Đại hội Đảng lần thứ VI.

Trong giai đoạn trước năm 1986, nền kinh tế Việt Nam theo mô hình kế hoạch hóa tập trung. Các đơn vị sản xuất, kinh doanh hoạt động theo cơ chế tập trung quan liêu bao cấp, theo mệnh lệnh và chỉ tiêu từ cấp trên. Các hệ thống quản lý kinh tế, kỹ thuật được thiết lập từ trung ương đến cơ sở. Hệ thống quản lý chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ cũng vậy. Mọi hoạt động trong lĩnh vực chất lượng được chỉ đạo về mặt hình thức là thống nhất từ cơ quan quản lý trung ương đến từng cơ sở sản xuất, kinh doanh. Những phòng chất lượng, phòng kiểm tra chất lượng (phòng KCS) của các nhà máy, xí nghiệp; các phòng thí nghiệm, thử nghiệm của các tổ chức giám định chất lượng, v.v... đều hoạt động dưới sự chỉ đạo chuyên môn theo ngành dọc. Trong giai đoạn này không có sự phân biệt giữa quản lý nhà nước và quản lý ở từng đơn vị kinh tế. Các đơn vị kinh tế có rất ít quyền chủ động vì chỉ thực hiện hoạt động sản xuất, kinh doanh theo những chỉ tiêu được cấp trên giao xuống. Những chỉ tiêu pháp lệnh này thường là sản lượng, doanh số, giá trị nộp quốc doanh, v.v... hàng năm. Các đơn vị kinh tế được cấp nguyên vật liệu, vật tư kỹ thuật và được bao tiêu sản phẩm làm ra. Các đơn vị thương nghiệp được chỉ định những nơi cung cấp hàng hóa theo đối tượng và địa bàn. Do vậy, các cơ sở sản xuất chỉ quan tâm đến việc thực hiện các chỉ tiêu pháp lệnh về sản lượng, doanh số, giá trị nộp quốc doanh, v.v... mà ít quan tâm đến việc đảm bảo và nâng cao chất lượng sản phẩm hàng hóa; vì vậy, hoạt động quản lý chất lượng ở đây chỉ là hình thức. Mặt khác, do xu hướng chuyên môn hóa sản xuất theo quy mô của nền sản xuất xã hội chủ nghĩa, mà các giai đoạn trong vòng đời của sản phẩm hàng hóa bị tách rời nhau và do nhiều nơi thực hiện và quản lý. Cụ thể là các viện nghiên cứu thực hiện chức năng thiết kế sản phẩm và quy trình chế tạo sản phẩm, xây dựng các tiêu chuẩn, định mức, quy phạm kỹ thuật... còn các nhà máy và xí nghiệp chỉ thực hiện chức năng chế tạo sản phẩm, các đơn vị thương nghiệp thực hiện chức năng phân phối, tiêu thụ sản phẩm, người tiêu dùng chỉ có quyền tiếp nhận sản phẩm hàng hóa một cách thụ động và không có quyền lựa chọn. Trong giai đoạn này, tình trạng khan hiếm hàng hóa luôn luôn xảy ra. Sản phẩm hàng hóa, bất kể chất lượng tốt hay xấu, đều được phân phối và tiêu thụ theo chế độ tem phiếu. Điều đó làm cho chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ ngày càng kém đi. Nhiều sản phẩm hàng hóa không còn thực hiện được chức năng, không đáp ứng được yêu cầu sử dụng. Chúng loại của chúng ngày một nghèo nàn

thêm. Sản phẩm không được đổi mới và ngày càng thua kém hàng nhập ngoại. Tình trạng đó ảnh hưởng nghiêm trọng đến nền kinh tế xã hội. Tuy nhà nước đã có nhiều nỗ lực để chấn chỉnh công tác quản lý chất lượng, nhưng hoạt động và cơ chế tổ chức quản lý chất lượng vẫn kém hiệu quả và chất lượng sản phẩm hàng hóa vẫn tiếp tục giảm sút.

Từ năm 1986, nền kinh tế nước ta chuyển sang một giai đoạn mới - giai đoạn đổi mới toàn diện và triệt để theo định hướng xã hội chủ nghĩa. Nền kinh tế xã hội chuyển dần sang hoạt động theo cơ chế thị trường có nhiều thành phần kinh tế và có sự điều tiết vĩ mô của nhà nước. Các doanh nghiệp có quyền chủ động trong mọi hoạt động ứng với các giai đoạn trong vòng đời của sản phẩm hàng hóa của mình, được khuyến khích đa dạng hóa sản phẩm. Các doanh nghiệp phải đối mặt trực tiếp với sự cạnh tranh gay gắt trên thị trường để tiêu thụ sản phẩm, tạo thế và lực để tồn tại và phát triển. Như vậy, chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ thực sự trở thành yếu tố quyết định nhất cho sự tồn tại và phát triển của từng doanh nghiệp. Chức năng và hoạt động để đảm bảo và nâng cao không ngừng chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ được từng doanh nghiệp coi trọng thực sự. Nhà nước cũng phải thay đổi cách quản lý, không can thiệp vào hoạt động của các doanh nghiệp, mà chỉ thực hiện chức năng hướng dẫn, điều tiết, tạo môi trường thuận lợi cho các doanh nghiệp. Chức năng quản lý nhà nước về chất lượng cũng như vậy.

Hệ thống quản lý chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ hiện nay được phân thành hai bộ phận như sau:

- Bộ phận thực hiện chức năng quản lý nhà nước về chất lượng.
- Bộ phận gồm các doanh nghiệp (hãng, công ty) thực hiện chức năng giám định chất lượng.

Hiện nay, Tổng cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng là cơ quan quản lý nhà nước cao nhất về chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ của nước ta, là đại diện của nước ta tại các tổ chức quốc tế về tiêu chuẩn - đo lường - chất lượng và là đầu mối hợp tác quốc tế trong lĩnh vực này. Các Trung tâm Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng I, II, III ở ba miền Bắc, Trung, Nam thuộc Tổng cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng thực hiện chức năng quản lý nhà nước về chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ trên từng miền do Bộ Khoa học - Công nghệ phân công. Các chi cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng ở từng tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương thực hiện chức năng quản lý nhà nước về chất lượng tại địa phương.

Cơ quan quản lý nhà nước về chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ có các chức năng và quyền hạn như sau:

- Xây dựng kế hoạch về tiêu chuẩn hóa và về chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ để trình cơ quan nhà nước có thẩm quyền phê duyệt; xây dựng dự án pháp luật về tiêu chuẩn chất lượng hàng hóa; ban hành văn bản pháp quy về tiêu chuẩn chất lượng hàng hóa thuộc thẩm quyền; tổ chức và kiểm tra việc thực hiện kế hoạch và quy định của pháp luật về tiêu chuẩn chất lượng hàng hóa và dịch vụ.

- Tổ chức xây dựng tiêu chuẩn Việt Nam; tham gia xác định tiêu chuẩn quốc tế và kiến nghị việc áp dụng các tiêu chuẩn đó.

- Đăng ký và cấp đăng ký về chất lượng hàng hóa và dịch vụ.

- Chứng nhận chất lượng hàng hóa và dịch vụ, chứng nhận hệ thống đảm bảo chất lượng phù hợp với tiêu chuẩn Việt Nam và công nhận phòng thử nghiệm chất lượng hàng hóa.

- Kiểm tra chất lượng hàng hóa xuất nhập khẩu.

- Thực hiện chức năng thanh tra nhà nước về chất lượng hàng hóa và dịch vụ; xử lý các vi phạm pháp luật về chất lượng theo thẩm quyền.

- Hướng dẫn về tổ chức và nghiệp vụ cho các cơ quan quản lý chất lượng của ngành và doanh nghiệp.

- Nghiên cứu khoa học kỹ thuật về tiêu chuẩn hóa và chất lượng hàng hóa, dịch vụ.

- Thông tin về tiêu chuẩn hóa và chất lượng hàng hóa, dịch vụ.

- Tổ chức đào tạo, bồi dưỡng nghiệp vụ về tiêu chuẩn hóa và chất lượng hàng hóa, dịch vụ.

- Hợp tác quốc tế về tiêu chuẩn hóa và chất lượng hàng hóa, dịch vụ.

Các cơ quan quản lý chất lượng hàng hóa và dịch vụ của các bộ, ngành và của từng doanh nghiệp phải chịu sự hướng dẫn của cơ quan quản lý nhà nước về chất lượng. Các ngành, các cấp phải coi trọng trách nhiệm của mình về quản lý và đảm bảo chất lượng hàng hóa và dịch vụ. Chủ tịch Ủy ban Nhân dân tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương có trách nhiệm tổ chức chỉ đạo các hoạt động đảm bảo và quản lý chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ trên địa bàn.

Đăng ký chất lượng hàng hóa và dịch vụ là để xác nhận tính chất hợp pháp của hàng hóa và dịch vụ về mặt chất lượng, để nhà nước bảo hộ quyền lợi hợp

pháp của người sản xuất và bảo vệ lợi ích của người tiêu dùng. Đăng ký chất lượng là nghĩa vụ và quyền lợi của người sản xuất. Qua đó, nhà nước thực hiện chức năng quản lý, hướng dẫn và khuyến khích người sản xuất nâng cao chất lượng, chống hàng giả, đảm bảo sự trung thực và công bằng trong sản xuất kinh doanh.

Bản "đăng ký chất lượng" là văn bản pháp quy kỹ thuật để người sản xuất thực hiện; đồng thời là cơ sở pháp lý để thanh tra chất lượng, giải quyết những tranh chấp về chất lượng trong hợp đồng kinh tế giữa cơ sở sản xuất - kinh doanh với người tiêu dùng (khách hàng).

Tuỳ theo yêu cầu quản lý chất lượng, trong từng thời kỳ phát triển kinh tế, nhà nước công bố danh mục những hàng hóa bắt buộc phải đăng ký chất lượng.

Đăng ký chất lượng làm cho sản phẩm hàng hóa và dịch vụ của doanh nghiệp trở thành hợp pháp và đem lại tín nhiệm trên thị trường; đồng thời cũng làm cho doanh nghiệp có trách nhiệm hơn đối với chất lượng sản phẩm và phải quản lý chất lượng tốt hơn.

Bản đăng ký chất lượng có giá trị một năm đối với hàng tiêu dùng và hai năm đối với tư liệu sản xuất. Hết hạn đó, doanh nghiệp phải đăng ký lại.

21.2.2. Quản lý chất lượng tổng hợp

Quản lý chất lượng tổng hợp (Total Quality Management), theo tác giả ARMAND PHAYGENBAUM, là một hệ thống có hiệu quả đảm bảo cho hoạt động của những bộ phận khác nhau của tổ chức chịu trách nhiệm nghiên cứu các thông số chất lượng, duy trì mức chất lượng đã đạt được và nâng cao mức chất lượng đó, để đảm bảo sản xuất và sử dụng sản phẩm ở một trình độ kinh tế nhất định trong việc thoả mãn hoàn toàn yêu cầu của người tiêu dùng.

Quản lý chất lượng tổng hợp đòi hỏi sự tham gia của mọi bộ phận, mọi người, từ cấp cao nhất đến cấp thấp nhất; phải quản lý toàn diện, đồng bộ và triệt để về chất lượng.

Những nguyên tắc cơ bản trong quản lý chất lượng tổng hợp là:

1. coi trọng vai trò của con người, bởi vì con người là chủ thể trong mọi hoạt động và sức lao động của con người vẫn luôn luôn là yếu tố của mọi quá trình phát triển kinh tế xã hội. Theo tác giả ALIN TOFFLER, tài sản lớn nhất của các công ty ngày nay không phải là lâu đài hay công xưởng, mà là chất xám của con người.

2. Chất lượng là trên hết, bởi vì chất lượng quyết định sự thành công hay thất bại của doanh nghiệp. Chất lượng hàng hóa và dịch vụ mang lại lòng tin, năng lực cạnh tranh, lợi nhuận và quyết định sự tồn tại và phát triển của doanh nghiệp. Chất lượng hàng hóa và dịch vụ không đảm bảo yêu cầu của thị trường sẽ dẫn doanh nghiệp đến phá sản.

3. Toàn diện, nghĩa là, quản lý và đảm bảo chất lượng ở mọi khâu của quá trình sản xuất - kinh doanh về các mặt kỹ thuật và kinh tế, đảm bảo phù hợp mối tương quan giữa số lượng - chất lượng - hiệu quả kinh tế kỹ thuật của sản phẩm hàng hóa và dịch vụ.

4. Đồng bộ, nghĩa là quản lý và đảm bảo chất lượng phải được quán triệt đúng về nhận thức của mọi thành viên, mọi cấp và bộ phận trong doanh nghiệp; hoạt động đảm bảo và quản lý chất lượng phải nhịp nhàng và tương đương ở các khâu về mặt kỹ thuật và tổ chức để đạt hiệu quả mong muốn.

5. Quản lý theo văn bản (hồ sơ), nghĩa là hoạt động đảm bảo và quản lý chất lượng phải được thực hiện theo các văn bản pháp lý (hồ sơ tài liệu của hệ thống), đảm bảo phù hợp với sự thông hiểu chung về chính sách chất lượng của hệ thống và các thủ tục quy định.

6. Kế hoạch, nghĩa là phải soạn thảo và xác lập những bước đi cần thiết để đạt mục tiêu chất lượng cho hệ thống quản lý và đảm bảo chất lượng. Kế hoạch chất lượng phải được lượng hóa rõ ràng, cụ thể và có tính khả thi cho từng giai đoạn thực hiện.

7. Kiểm tra, nghĩa là phải xem xét và đánh giá những công việc đã làm theo mục tiêu và kế hoạch chất lượng đã đề ra, tìm giải pháp mới để bổ sung và hoàn thiện hệ thống đảm bảo và quản lý chất lượng. Kiểm tra phải thường xuyên và toàn diện.

Để áp dụng các nguyên tắc trên có hiệu quả, phải biết vận dụng linh hoạt và sáng tạo các biện pháp sau đây:

1. Giáo dục - đào tạo, nghĩa là phải không ngừng nâng cao năng lực của con người về mọi mặt nghiệp vụ, đạo đức nghề nghiệp, trình độ văn hóa. Nội dung, kế hoạch, chương trình, hình thức và thời gian đào tạo phải phù hợp với từng thành viên trong doanh nghiệp, phải có biện pháp kiểm tra thường xuyên về hiệu quả của hoạt động giáo dục và đào tạo.

2. Khuyến khích, nghĩa là thường xuyên động viên, thúc đẩy mọi thành viên đem khả năng của mình phục vụ cho mục tiêu chất lượng bằng mọi biện pháp vật chất và tinh thần theo nguyên tắc công khai và công bằng.

3. Phòng ngừa, nghĩa là ngăn ngừa những nguyên nhân gây ra phế phẩm và chất lượng kém ở mọi khâu của quá trình đảm bảo và quản lý chất lượng. Theo tác giả FILIP CROSBY, quản lý chất lượng có nghĩa là phòng ngừa... Phòng ngừa là hệ thống duy nhất có thể sử dụng để đạt tới sự hoàn hảo.

4. Nhóm chất lượng (Quality Group), nghĩa là tạo lập các tập thể nhỏ (nhóm) từ 5 đến 10 người tự nguyện tham gia hoạt động cải thiện chất lượng; áp dụng các phương pháp quản lý tiên tiến; chủ động và liên tục kiến nghị các giải pháp về chất lượng với mục đích nâng cao chất lượng, đổi mới sản phẩm, tăng năng suất và lợi nhuận, nâng cao trình độ chuyên môn và tay nghề.

5. Kiểm tra, nghĩa là xem xét chất lượng sản phẩm hàng hóa và dịch vụ thường xuyên ở tất cả các khâu trong quá trình sản xuất - kinh doanh, so sánh với các tiêu chuẩn chất lượng đã đăng ký, không để sản phẩm kém chất lượng xâm nhập thị trường.

6. Phương pháp toán thống kê, nghĩa là áp dụng các phép thử (do kiểm tra ngẫu nhiên một lượng hoặc một mẻ sản phẩm rồi xác định phạm vi phân bố thực của các giá trị đo kiểm và đánh giá, nhận xét, tìm nguyên nhân và xác định giải pháp khắc phục sai lệch).

21.2.3. Tiêu chuẩn hóa quốc tế

Tiêu chuẩn hóa quốc tế là lĩnh vực hoạt động tiêu chuẩn hóa trên phạm vi quốc tế nhằm nghiên cứu, xây dựng và ban hành các tiêu chuẩn với mục đích thúc đẩy các hoạt động về ngành lĩnh vực chủ yếu trên phạm vi toàn cầu. Các tiêu chuẩn quốc tế chỉ có tính chất khuyến khích áp dụng tùy điều kiện của từng ngành và quốc gia.

Tiêu chuẩn quốc tế do các chuyên gia của các tổ chức khoa học kỹ thuật, y tế, văn hóa, xã hội nghiên cứu, xây dựng và dự thảo biên soạn và do Hội đồng hay đại hội đồng của các tổ chức đó thông qua và ban hành. Các tiêu chuẩn quốc tế được xây dựng trên cơ sở tiên bộ khoa học kỹ thuật và kinh nghiệm tiên tiến của thế giới; vì thế, các quốc gia áp dụng đúng theo tiêu chuẩn quốc tế sẽ tạo cơ hội tốt cho sự phát triển kinh tế và khoa học kỹ thuật của nước mình. Các nước tham gia vào Ban Tiêu chuẩn hóa quốc tế cũng sẽ có điều kiện thuận lợi trong việc xuất khẩu hàng hóa, dịch vụ và hợp tác quốc tế trong các lĩnh vực khác và để không ngừng phát triển nền kinh tế của nước mình.

Năm 1977, Cục Tiêu chuẩn Việt Nam, nay là Tổng cục Tiêu chuẩn - Đo lường - Chất lượng, đã được chính thức công nhận là hội viên của Hội Tiêu chuẩn hóa quốc tế và đã tham gia vào hoạt động của nhiều ban kỹ thuật như: Ban Hóa, Ban Tiêu chuẩn hàng nông sản - thực phẩm, Ban Toán thống kê, Ban Đo lường, v.v...

Đến nay, các ban tiêu chuẩn hóa quốc tế đã ban hành trên 8000 tiêu chuẩn quốc tế. Những tiêu chuẩn này đã có hiệu lực thực hiện trên toàn cầu.

Tham gia vào các ban tiêu chuẩn hóa quốc tế có các tổ chức chủ yếu sau đây:

- Tổ chức Tiêu chuẩn hóa quốc tế (International Standard Organisation, ISO) có chức năng biên soạn các tiêu chuẩn về hàng công nghiệp (trừ đồ điện và điện tử), có Hội đồng chứng nhận chất lượng (CERTICO).

- Ban Điện quốc tế (International Electrotechnical Commission, IEC) có chức năng biên soạn các tiêu chuẩn về các mặt hàng đồ điện và điện tử.

- Viện Cân đo quốc tế (Bureau International de Poids et Mesures, BIPM) có chức năng biên soạn các tiêu chuẩn về dụng cụ đo lường và đơn vị đo lường.

- Tổ chức Đo lường hợp pháp quốc tế (Organisation International de Metrologie Légale, OIML) có chức năng biên soạn các tiêu chuẩn về phương pháp đo, đơn vị đo và kiểm tra dụng cụ đo.

- Tổ chức Văn hóa - Giáo dục Liên hợp quốc (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization, UNESCO) có chức năng biên soạn các tiêu chuẩn về văn hóa phẩm, dụng cụ học tập, thiết bị văn phòng.

- Tổ chức Y tế thế giới (World Health Organization, WHO) có chức năng biên soạn các tiêu chuẩn về dược phẩm, dụng cụ y tế.

v.v...

Sau đây là một số tiêu chuẩn quốc tế quan trọng về quản lý chất lượng đã được ban hành và áp dụng.

Loạt tiêu chuẩn quốc tế ISO.9000-87 (tương đương với tiêu chuẩn Việt Nam TCVN.5200-90) bao gồm các tiêu chuẩn sau:

- ISO.9000 - ISO.9004 (tương đương với tiêu chuẩn Việt Nam từ TCVN.5200-90 đến TCVN.5204-90) hướng dẫn công tác quản lý chất lượng trong thiết kế, chế tạo, lắp đặt, phân phối và sử dụng. Trong đó có tiêu chuẩn ISO.9004-87 (tương đương với TCVN.5204-90) hướng dẫn công tác quản lý chất lượng trong một đơn vị sản xuất - kinh doanh.

- ISO.2859-78 là tiêu chuẩn kiểm tra định tính (Inspection by Atributes), tương đương với TCVN.2601-89, hướng dẫn kiểm tra định tính bằng cách xác định chất lượng lô hàng dựa vào số lượng khuyết tật tìm thấy trong mẫu kiểm tra. Kiểm tra định tính được áp dụng để kiểm tra mọi chỉ tiêu khi đã biết mức chất lượng chấp nhận (Acceptable Quality Level, AQL); nghĩa là sau khi đã biết rõ mức khuyết tật trong một lô mà có thể chấp nhận được.

- ISO.3951-78 là tiêu chuẩn kiểm tra định lượng (Inspection by Variables), tương đương với TCVN.2602-89, hướng dẫn kiểm tra định lượng để nhận các số đo của các tính chất (chỉ tiêu) có thể lượng hóa được, kiểm tra, rồi so sánh với tiêu chuẩn để biết sản phẩm, quá trình hoặc dịch vụ có được chấp nhận hay không. Những chỉ tiêu lượng hóa được là những chỉ tiêu có phân bố liên tục và giới hạn.

Từ năm 1994, nhà nước ta đã ban hành các tiêu chuẩn về quản lý chất lượng và đảm bảo chất lượng, đó là:

- TCVN 5200 - 1994 (ISO 9000 - 1987). Các tiêu chuẩn về quản lý chất lượng và đảm bảo chất lượng (Hướng dẫn lựa chọn và sử dụng).

- TCVN 5201 - 1994 (ISO 9001 - 1987). Hệ chất lượng - Mô hình đảm bảo chất lượng trong thiết kế, triển khai, sản xuất, lắp đặt và dịch vụ kỹ thuật.

- TCVN 5202 - 1994 (ISO 9002 - 1987). Hệ chất lượng - Mô hình đảm bảo chất lượng trong sản xuất và lắp đặt.

- TCVN 5203 - 1994 (ISO 9003 - 1987). Hệ chất lượng - Mô hình đảm bảo chất lượng trong kiểm tra và thử nghiệm cuối cùng.

- TCVN 5204 - 1994 (ISO 9004 - 1987). Quản lý chất lượng và các yếu tố của hệ chất lượng.

- TCVN 5204 - 2:1994 (ISO 9004 - 2:1991). Quản lý chất lượng và các yếu tố của hệ chất lượng - Phần 2. Hướng dẫn cho dịch vụ.

- TCVN 5814 - 1994. Quản lý chất lượng và đảm bảo chất lượng - Thuật ngữ và định nghĩa.

Hiện nay, tiêu chuẩn sau đây cũng đã được ban hành và đang có hiệu lực, thay thế cho các tiêu chuẩn trước đây về quản lý chất lượng:

ISO 9001:2000 (tương đương với tiêu chuẩn Việt Nam TCVN ISO 9001:2000) về hệ thống quản lý chất lượng - các yêu cầu, tiêu chuẩn này thay thế cho TCVN ISO 9001:1996 (ISO 9001:1994), TCVN ISO 9002:1996 (ISO 9002:1994), TCVN ISO 9003:1996 (ISO 9003:1994).

Các thuật ngữ và định nghĩa về quản lý chất lượng và đảm bảo chất lượng được trình bày trong các tiêu chuẩn trên như sau:

Tiêu chuẩn TCVN5814 - 1994 quy định:

- Các thuật ngữ và định nghĩa chung (thực thể đối tượng, cá thể, quá trình, thủ tục, sản phẩm, dịch vụ, cung cấp dịch vụ, tổ chức, cơ cấu tổ chức, khách hàng, lên cung ứng, người đặt mua, người thầu, người thầu phụ).

- Các thuật ngữ liên quan đến chất lượng (chất lượng, cấp/hạng, yêu cầu chất lượng, yêu cầu xã hội, tính tin cậy, tính tương hợp, tính đổi lẫn, tính an toàn, sự phù hợp, sự không phù hợp, khuyết tật, trách nhiệm về sản phẩm, quá trình đánh giá trình độ, có trình độ, kiểm tra, tự kiểm tra, thẩm tra xác nhận, xác nhận giá trị sử dụng, bằng chứng khách quan).

- Các thuật ngữ liên quan đến hệ chất lượng (chính sách chất lượng, quản lý chất lượng, lập kế hoạch chất lượng, điều khiển chất lượng - kiểm soát chất lượng, đảm bảo chất lượng, hệ chất lượng, quản lý chất lượng tổng hợp, cải tiến chất lượng, xem xét của lãnh đạo, xem xét hợp đồng, xem xét thiết kế, sổ chất lượng, phương án chất lượng, hồ sơ chất lượng, khả năng truy xét nguồn gốc).

- Các thuật ngữ liên quan đến công cụ và kỹ thuật (vòng chất lượng, chi phí chất lượng, thiệt hại về chất lượng, mô hình đảm bảo chất lượng, mức độ chứng minh, đánh giá chất lượng, giám sát chất lượng, thanh tra chất lượng, nhận xét thanh tra chất lượng, thanh tra viên về chất lượng, bên được thanh tra, hoạt động phòng ngừa, hoạt động khắc phục, xử lý sự không phù hợp, cho phép sản xuất, cho phép ngoại lệ trước sản xuất, cho phép ngoại lệ sau sản xuất, sửa chữa, làm lại).

Tiêu chuẩn TCVN 5204 - 1994 (ISO 9004 - 1987) về quản lý chất lượng và các yếu tố của hệ chất lượng quy định như sau:

Mối quan tâm đầu tiên của bất kỳ công ty hoặc tổ chức nào là chất lượng sản phẩm và dịch vụ. Để thành công, công ty hoặc tổ chức phải đảm bảo để cho sản phẩm và dịch vụ của mình:

- a) đáp ứng nhu cầu, mục tiêu và chức năng sử dụng đã xác định,
- b) thoả mãn yêu cầu của khách hàng,
- c) phù hợp với các tiêu chuẩn và quy định tương ứng,
- d) phù hợp với luật pháp và các yêu cầu khác của xã hội,
- e) luôn luôn sẵn có với giá trị cạnh tranh,

g) mang lại lợi nhuận.

Như vậy, để đạt được mục đích trên, công ty hoặc tổ chức cần triển khai tạo lập và áp dụng một hệ thống quản lý chất lượng nhằm thực hiện các mục tiêu đặt ra trong chính sách chất lượng của mình. Để đạt được hiệu quả cao nhất và đồng thời thoả mãn yêu cầu của khách hàng, hệ thống quản lý chất lượng phải thích hợp với loại hình hoạt động, với sản phẩm hoặc dịch vụ cung cấp.

Hệ thống quản lý chất lượng có hai mặt liên quan với nhau là:

1. Nhu cầu và quyền lợi của công ty hoặc tổ chức,
2. Nhu cầu và mong muốn của khách hàng.

Đối với công ty hoặc tổ chức, gọi chung là doanh nghiệp, việc đạt được và duy trì chất lượng mong muốn với chi phí tối ưu là một đòi hỏi trong sản xuất và kinh doanh. Việc thoả mãn yêu cầu chất lượng này có liên quan đến cách sử dụng các nguồn kỹ thuật, nhân lực và vật chất sẵn có của doanh nghiệp một cách có kế hoạch và có hiệu quả.

Đối với khách hàng (người tiêu thụ), lòng tin vào khả năng của doanh nghiệp đem lại chất lượng mong muốn, cũng như khả năng duy trì ổn định mức chất lượng đó là một nhu cầu.

Mỗi một mặt nêu trên của hệ thống quản lý chất lượng đòi hỏi phải có chứng cứ khách quan dưới dạng các thông tin và số liệu liên quan đến chất lượng của hệ thống đó và chất lượng sản phẩm hoặc dịch vụ của doanh nghiệp.

Cấp lãnh đạo cao nhất của doanh nghiệp chịu trách nhiệm và cam kết về chính sách chất lượng. Quản lý chất lượng là một bộ phận quan trọng của chức năng quản lý chung, nó xác định và thực hiện chính sách chất lượng trong doanh nghiệp.

Chính sách chất lượng do lãnh đạo doanh nghiệp xây dựng và công bố trong nội bộ. Chính sách này phải phù hợp với những chính sách khác của doanh nghiệp. Lãnh đạo doanh nghiệp phải áp dụng mọi biện pháp cần thiết để đảm bảo cho chính sách chất lượng được phổ cập, thông hiểu, thực hiện và duy trì trong doanh nghiệp.

Mục tiêu chất lượng là những mục tiêu liên quan đến những yếu tố chất lượng then chốt, được xác định khi xây dựng chính sách chất lượng của doanh nghiệp; như là sự phù hợp với công dụng, đặc tính sử dụng, độ an toàn và độ tin cậy của sản phẩm. Chi phí liên quan đến các yếu tố và mục tiêu chất lượng được

tính toán và phân tích kỹ lưỡng nhằm giảm tối đa những thiệt hại do kém chất lượng gây ra.

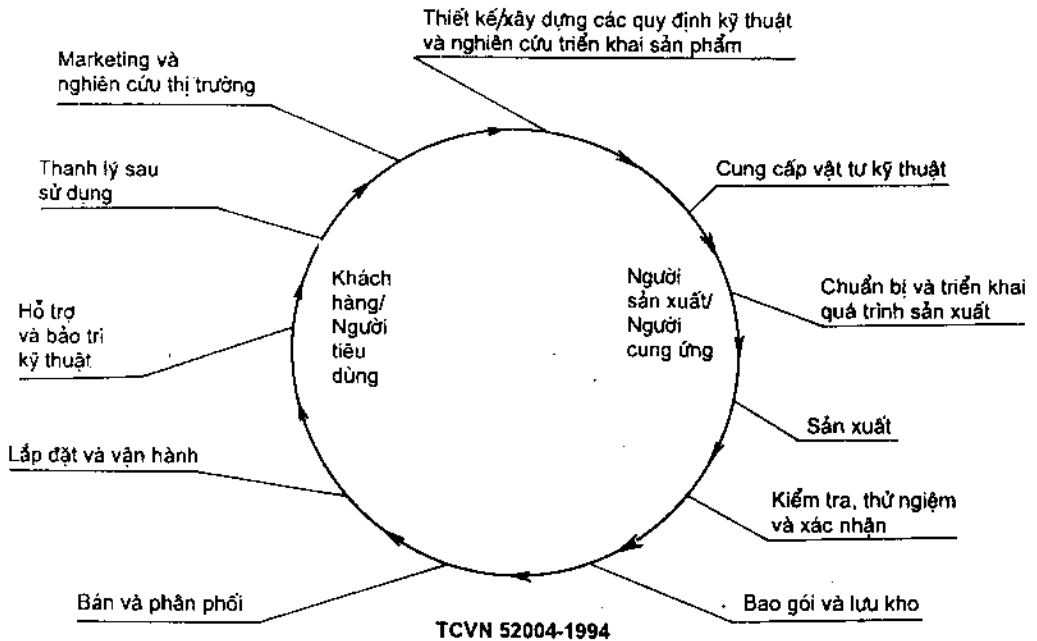
Hệ thống chất lượng bao hàm cơ cấu tổ chức, phân bổ trách nhiệm, các thủ tục, quy trình và các nguồn cần thiết để thực hiện chức năng quản lý chất lượng trong doanh nghiệp. Hệ thống này là công cụ để thực hiện các chính sách và mục tiêu chất lượng đã được xây dựng và công bố của doanh nghiệp. Nó được xây dựng phù hợp với loại hình hoạt động sản xuất, kinh doanh đặc thù của doanh nghiệp và có lưu ý đến các yếu tố tương ứng nêu trong tiêu chuẩn về quản lý chất lượng. Hệ thống chất lượng cần phải hoạt động sao cho tạo được lòng tin thật sự rằng:

- Hệ thống được thấu hiểu kỹ càng và có hiệu quả,
- Các sản phẩm hoặc dịch vụ thực sự thoả mãn sự mong muốn của khách hàng,
- Quan tâm đến phòng ngừa hơn là giải quyết sự việc đã xảy ra.

Vòng chất lượng (Quality Cycle) bao hàm các giai đoạn trong quá trình hoạt động khép kín của một hệ thống chất lượng, có liên quan trực tiếp đến chất lượng của sản phẩm hoặc dịch vụ, từ việc xác định ban đầu (ví dụ: nghiên cứu nhu cầu và thị trường), đến khâu cuối cùng (ví dụ: thanh lý sản phẩm sau khi sử dụng và đã thoả mãn các yêu cầu và đòi hỏi của khách hàng). Các giai đoạn của quá trình này (hình 21.2) có thể như sau:

1. Nghiên cứu nhu cầu và thị trường,
2. Thiết kế, xây dựng các quy định kỹ thuật và nghiên cứu triển khai sản phẩm,
3. Cung cấp vật tư kỹ thuật,
4. Chuẩn bị và triển khai quá trình sản xuất,
5. Sản xuất,
6. Kiểm tra, thử nghiệm và thẩm tra xác nhận,
7. Bao gói và lưu kho,
8. Bán và phân phối,
9. Lắp đặt và vận hành,
10. Hỗ trợ và bảo trì kỹ thuật,
11. Thanh lý sau khi sử dụng.

Như vậy, vòng chất lượng (Quality Cycle) là chuỗi khép kín các biện pháp và kết quả tác động đến chất lượng trong các giai đoạn hình thành và sử dụng một sản phẩm hoặc dịch vụ.



Hình 21.2. Vòng chất lượng (Quality Cycle).

21.2.4. Hệ thống quản lý chất lượng ở doanh nghiệp

Để đánh giá chất lượng của một cơ sở sản xuất - kinh doanh (doanh nghiệp, hãng, công ty), người ta thường xem xét hệ thống quản lý chất lượng, gọi là hệ thống chất lượng (HTCL) của nó. Các yếu tố của hệ thống chất lượng (HTCL) này là: tổ chức của doanh nghiệp (ban lãnh đạo, các bộ phận), các chính sách chất lượng (nguyên tắc, biện pháp), các đầu vào của hệ thống quản lý sản xuất và chất lượng, phòng ngừa khuyết tật và sai hỏng, hệ thống hồ sơ, kiểm tra, v.v...

Hệ thống chất lượng (HTCL) là tổ hợp những cơ cấu tổ chức, trách nhiệm, thủ tục, phương pháp và nguồn lực để thực hiện quá trình quản lý chất lượng.

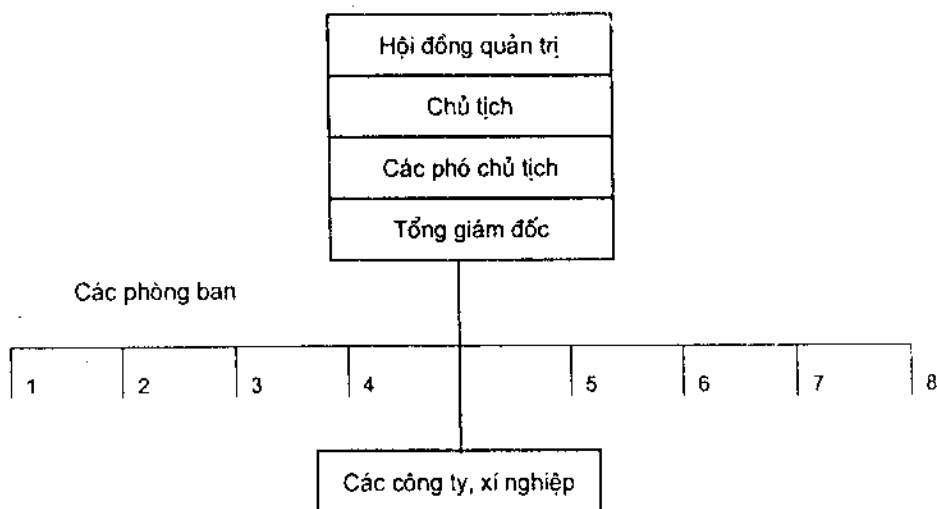
Từng doanh nghiệp hoạt động sản xuất và kinh doanh theo mục tiêu chung và mục tiêu riêng như sau:

Mục tiêu chung là mục tiêu có tính chất lâu dài, bao hàm 3 mục tiêu quan trọng sau đây:

- Mục tiêu chất lượng (mục tiêu hàng đầu),
- Mục tiêu lợi nhuận (mục tiêu kinh tế hàng đầu),
- Mục tiêu ổn định và phát triển.

Mục tiêu riêng là mục tiêu chất lượng trong từng thời gian ngắn (hàng tháng, hàng quý, hàng năm...).

Các mục tiêu trên được doanh nghiệp thông qua cơ cấu tổ chức coi trọng và triển khai thực hiện (hình 21.3).



Hình 21.3. Cơ cấu tổ chức của doanh nghiệp.

1- Phòng Tổ chức; 2- Phòng Tiếp thị (Marketing); 3- Phòng Quản lý Kỹ thuật, Thiết kế, Quản lý chất lượng; 4- Phòng Nghiên cứu khoa học; 5- Phòng Kế hoạch; 6- Phòng Cung cấp; 7- Phòng Tài chính - Kế toán; 8- Phòng Sản xuất.

Chính sách chất lượng của doanh nghiệp có tính chất bắt buộc, là tất yếu khách quan; bởi vì chất lượng là sự sống còn, chất lượng là chiến lược hoạt động và phát triển của doanh nghiệp.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2604-90, chính sách chất lượng là những phương hướng, nguyên tắc, quy chế phục vụ cho việc giải quyết các vấn đề về chất lượng.

Chính sách chất lượng (CSCL) bao gồm chính sách chung và chính sách riêng. Chính sách chung là chính sách bao trùm các mặt hoạt động có tính chất chiến lược; còn chính sách riêng là chính sách về từng mặt hoạt động của công ty, doanh nghiệp trong lĩnh vực quản lý chất lượng; ví dụ: chính sách tiêu thụ sản phẩm, chính sách thị trường, chính sách khuyến khích nâng cao chất lượng, v.v...

Nội dung của chính sách chất lượng phải bao gồm: mục đích của chính sách, các loại chính sách, các biện pháp cơ bản để thực hiện chính sách, quy định về quyền hạn và trách nhiệm thực hiện các chính sách, giám sát việc thực hiện các chính sách, đánh giá hiệu quả của các chính sách chất lượng.

Điều kiện để thực hiện chính sách chất lượng của doanh nghiệp là:

1. Doanh nghiệp phải là một tổ chức có chất lượng.
2. Đã xác định đầy đủ và chính xác yêu cầu của khách hàng về chất lượng.
3. Đã đánh giá được khả năng của doanh nghiệp đáp ứng những yêu cầu của khách hàng.
4. Đảm bảo tốt mọi quan hệ nội bộ và quan hệ với bên ngoài của doanh nghiệp.
5. Áp dụng đầy đủ các nguyên tắc và áp dụng linh hoạt các biện pháp quản lý chất lượng.

Ví dụ: nội dung chính sách chất lượng của một doanh nghiệp có thể như sau:

1. Chất lượng hàng hóa và dịch vụ là do khách hàng quyết định.
2. Cách tốt nhất để đạt được tính ưu việt về chất lượng là phòng ngừa, không để các trục trặc xảy ra, chứ không phải là phát hiện và sửa chữa khắc phục sai hỏng.
3. Mọi người đều có ảnh hưởng lẫn nhau và có ảnh hưởng đến sự hài lòng của khách hàng.

4. Muốn có tính ưu việt bền vững của chất lượng phải liên tục cải tiến.
5. Mỗi thành viên là khách hàng của những thành viên khác trong nội bộ doanh nghiệp.

6. Phải luôn luôn tự kiểm tra và tự sửa chữa các hệ thống và thủ tục hiện hành.

Kế hoạch chất lượng (KHCL) của doanh nghiệp là căn bản quy định những bước đi cần thiết để đạt được mục tiêu chất lượng, dựa trên chính sách chất lượng (CSCL) và tập trung giải quyết ba vấn đề cơ bản và phụ thuộc nhau là:

1. Sản xuất - kinh doanh cái gì, bao nhiêu?

1. Sản xuất - kinh doanh cho ai?

3. Sản xuất - kinh doanh như thế nào?

Nội dung của kế hoạch chất lượng bao gồm:

1. Mục tiêu chất lượng cần đạt được trong từng giai đoạn.

2. Xác định các khâu thất (các khâu có thể xảy ra sai hỏng) và hướng dẫn biện pháp phòng ngừa.

3. Kế hoạch tiếp thị, thiết kế, sản xuất, thử nghiệm, tiêu thụ sản phẩm.

4. Kế hoạch sản xuất sản phẩm mới.

5. Kế hoạch bổ sung, cải tiến chất lượng sản phẩm.

6. Phân bố trách nhiệm và quyền hạn trong từng giai đoạn của kế hoạch.

7. Xác định các biện pháp đặc biệt, các phương pháp và chỉ dẫn thực hiện.

8. Lập kế hoạch kiểm tra, đánh giá tình hình thực hiện kế hoạch chất lượng.

21.3. ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG

Đảm bảo chất lượng (Quality Assurance) là toàn bộ các hoạt động tổ chức và kỹ thuật nhằm đạt được chất lượng theo yêu cầu có chú ý tính kinh tế. Đây là một khâu có tính chất quyết định nhất trong hoạt động quản lý chất lượng (Quality Management) tổng hợp và phức tạp.

Đổi mới và sáng tạo trong kỹ thuật luôn luôn tạo ra những sản phẩm mới, phương pháp chế tạo mới và cải tổ doanh nghiệp về mặt tổ chức. Những thay đổi như vậy sẽ có tác động đến chất lượng sản phẩm của doanh nghiệp.

Đảm bảo chất lượng không chỉ giám sát và điều khiển chất lượng của các sản phẩm đã được chế tạo và đang lưu kho để bảo quản, mà là giám sát và điều khiển chất lượng sản phẩm trong mọi giai đoạn của quá trình hình thành sản phẩm.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2604-90, Đảm bảo chất lượng là một hoạt động thường xuyên, có hệ thống và có kế hoạch của một doanh nghiệp để đảm bảo cho mọi người lòng tin vào sản phẩm, dịch vụ đáp ứng được những yêu cầu về chất lượng.

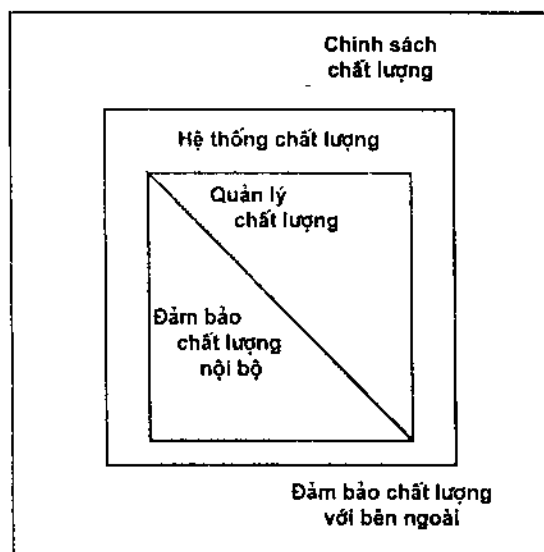
Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 5200-90, đảm bảo chất lượng chia ra hai phần như sau:

- Đảm bảo chất lượng nội bộ,
- Đảm bảo chất lượng với bên ngoài.

Đảm bảo chất lượng nội bộ là các hoạt động đảm bảo lòng tin cho lãnh đạo doanh nghiệp rằng các sản phẩm, dịch vụ đã đạt chất lượng mong muốn. Hoạt động này phải được tổ chức thực hiện và giám sát theo TCVN 5204-90.

Đảm bảo chất lượng với bên ngoài là hoạt động nhằm đảm bảo cho người mua và người đặt hàng tin rằng hệ thống chất lượng của người cung cấp (doanh nghiệp) chắc chắn đảm bảo cho sản phẩm và dịch vụ phù hợp với yêu cầu về chất lượng. Hoạt động này cũng phải được tổ chức thực hiện và giám sát theo TCVN 5204-90.

Mối quan hệ giữa các yếu tố của hệ thống chất lượng (HTCL) của doanh nghiệp được nêu ở hình 21.4.



Hình 21.4. Hệ thống chất lượng (HTCL) của doanh nghiệp.

Nền sản xuất chịu tác động của nhiều sự cố có tính chất hệ thống hoặc ngẫu nhiên. Những sự cố này được phân thành các nhóm sau:

- Con người (thợ, kỹ thuật viên),
- Phương pháp kỹ thuật,
- Máy, thiết bị, trang bị, dụng cụ sản xuất,
- Vật liệu.

Trong nhiều giai đoạn của quá trình hình thành sản phẩm, con người có vị trí chủ đạo. Kể cả ở các lĩnh vực khác như đại lý, nghiên cứu phát triển, thiết kế, chuẩn bị sản xuất, ... con người cũng có vai trò quan trọng. Sai sót của con người ở đây sẽ tác động lớn đến chất lượng sản phẩm.

Chi phí về chất lượng

Mục tiêu của doanh nghiệp là đảm bảo sản phẩm có chất lượng cao phù hợp với yêu cầu của khách hàng và với chi phí chế tạo thấp nhất, để có thể đạt lợi nhuận cao nhất trong mối tương quan với giá bán sản phẩm. Chi phí về chất lượng là một thành phần trong chi phí chế tạo sản phẩm. Chi phí về chất lượng thường trong khoảng từ 5 đến 10% của chi phí chế tạo sản phẩm, cá biệt có thể nhiều hơn 20%.

Theo nghĩa hẹp, chi phí về chất lượng là những chi phí đi kèm theo những yêu cầu đã xác định về chất lượng. Về cơ bản, các chi phí này được phân thành ba nhóm sau:

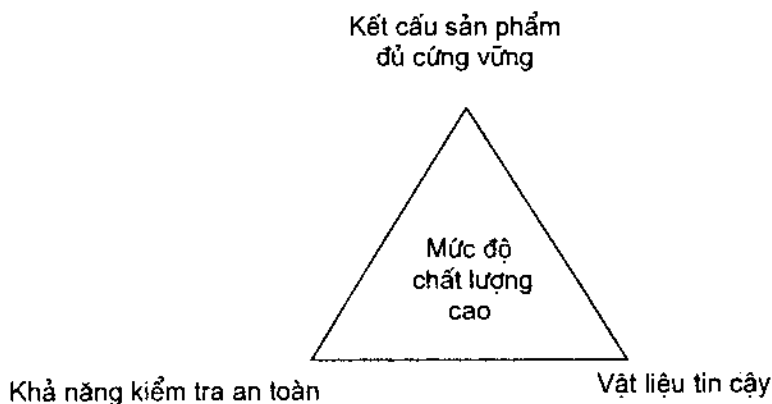
- Chi phí kiểm tra và đánh giá chất lượng,
- Chi phí do sai số chế tạo,
- Chi phí phòng ngừa để tránh sai số chế tạo (bằng các biện pháp phòng ngừa).

Đối với giai đoạn thiết kế sản phẩm, nếu muốn đạt được mức độ chất lượng sản phẩm cao, thì phải lưu ý các phương châm sau đây:

- Kết cấu sản phẩm đủ cứng vững để trong quá trình chế tạo, khi có sai lệch nhỏ về các thông số chế tạo sẽ không dẫn ngay tới sai số sản phẩm.
- Đảm bảo khả năng kiểm tra an toàn, nghĩa là trong thiết kế sản phẩm phải tạo điều kiện xác định được các thông số đặc trưng của sản phẩm theo yêu cầu của khách hàng, thông qua việc phát hiện các sai số tiềm ẩn khi chế tạo sản phẩm.

- Vật liệu đảm bảo tin cậy, nghĩa là chỉ sử dụng nguyên vật liệu, vật liệu phụ và chi tiết tiêu chuẩn phù hợp với yêu cầu về chất lượng sản phẩm thì mới có thể đảm bảo có mức độ chất lượng sản phẩm cao.

Những phương châm trên tạo thành một tam giác như sau:



Đảm bảo chất lượng có nghĩa là:

- Tăng mức độ hài lòng của khách hàng bằng cách duy trì chất lượng sản phẩm cao và duy trì hiệu quả dịch vụ.
- Nâng cao tính kinh tế bằng cách khai thác tận dụng mọi tiềm năng hợp lý hóa, đảm bảo chất lượng theo từng loại sản phẩm một cách tổng hợp.
- Nâng cao tính sẵn sàng đáp ứng nhu cầu khách hàng, tính đảm bảo thời hạn cao cũng như thời hạn đáp ứng tin cậy.
- Bố trí có hiệu quả nguồn nhân lực ở những vị trí thích hợp.
- Nâng cao tính linh hoạt của khâu đảm bảo chất lượng khi thay đổi quá trình sản xuất.

Như vậy, mục tiêu tổng thể của khâu đảm bảo chất lượng là hoàn thiện các sản phẩm đưa ra thị trường của một doanh nghiệp và qua đó tăng cường khả năng cạnh tranh sống còn của doanh nghiệp. Khâu đảm bảo chất lượng gồm có ba lĩnh vực như sau: quy hoạch chất lượng, kiểm tra chất lượng, điều khiển chất lượng.

21.3.1. Quy hoạch chất lượng

Quy hoạch chất lượng bao gồm toàn bộ công việc hoạch định được thực hiện có hiệu quả trước khi chế tạo sản phẩm và trực tiếp có liên quan đến chất lượng một sản phẩm hoặc một dịch vụ của doanh nghiệp. Khâu này được tiến hành trong quá trình hình thành sản phẩm, có sự kết hợp của các khâu: thiết kế sản phẩm, hoạt động đại lý và có thăm dò ý kiến của khách hàng. Quy hoạch chất lượng có những nhiệm vụ như sau:

- Xác lập các đặc tính sản phẩm,
- Xác lập các điều kiện thực hiện,
- Quy hoạch đảm bảo chất lượng,
- Lập các văn bản về các khâu đảm bảo chất lượng.

Xác định đúng và chắc chắn chất lượng sản phẩm là nhiệm vụ đặc biệt của các phòng, ban có liên quan đến chức năng quy hoạch. Những kết quả được hoạch định sẽ tạo lập tiền đề cho nền sản xuất trong tương lai, nhằm tạo ra sản phẩm được khách hàng và thị trường chấp nhận. Do vậy, điều cần thiết là ngay khi xác định các tính chất của sản phẩm đã phải rất thận trọng. Khâu xác lập các tính chất của sản phẩm được tiến hành với mục đích xác định các yêu cầu của sản phẩm là:

- Các đặc tính kỹ thuật,
- Các đặc tính chất lượng,
- Các yêu cầu an toàn,
- Độ tin cậy.

Các đại lý có chức năng thu thập những yêu cầu của người tiêu dùng đối với sản phẩm, xác định nhu cầu về sản phẩm (thị hiếu sử dụng, số lượng, giá bán sản phẩm), xác định vùng thị trường. Các số liệu điều tra về thị trường của sản phẩm thường được ghi nhận và lưu giữ trong sổ sách, tạo cơ sở cho công việc nghiên cứu cải tiến sản phẩm sau này.

Phòng thiết kế sản phẩm có chức năng chuyển đổi các yêu cầu của người tiêu dùng thành các đặc tính kỹ thuật ứng với nguyên vật liệu, sản phẩm và điều kiện thực hiện.

Tiền đề đối với khâu quy hoạch chất lượng là phải làm cho mọi người tham gia công việc này thấm nhuần và quán triệt đầy đủ những yêu cầu đối với sản phẩm và có ý thức trách nhiệm cao đối với công việc của mình. Như vậy,

khâu đảm bảo chất lượng có thêm nhiệm vụ là đảm bảo sự trao đổi thông tin, đảm bảo sử dụng các phương pháp và phương tiện hỗ trợ để tiến hành các công việc hoạch định này một cách có hệ thống và tuân tự.

Bên cạnh các đặc tính kỹ thuật và chất lượng, cũng cần xác định rõ những yêu cầu về mức độ an toàn và mức độ tin cậy của sản phẩm; cũng như tạo lập những giải pháp thực hiện để đảm bảo những yêu cầu đó.

Độ tin cậy là một khái niệm tổng hợp về những tính chất của sản phẩm, những tính chất này cho biết trạng thái ứng xử của sản phẩm trong suốt thời gian sử dụng của nó. Khi ứng xử của sản phẩm có tiềm ẩn khả năng gây ra mối nguy hiểm thì tính chất ứng với mức độ an toàn của sản phẩm đã thay đổi; như vậy là có liên quan đến khái niệm rủi ro và phải chấp nhận sự rủi ro khi sử dụng sản phẩm.

Kỹ thuật an toàn có chức năng thường xuyên ngăn ngừa các sự cố bằng kỹ thuật, bằng phương pháp và bằng pháp quy an toàn. Kỹ thuật an toàn có hai nhiệm vụ chính ứng với hai khâu là kỹ thuật an toàn về phác thảo và kết cấu, an toàn khi sử dụng.

An toàn về phác thảo và kết cấu có đối tượng là quy hoạch, phác thảo, chế tạo và thử nghiệm các hệ thống kỹ thuật nhằm đạt mức độ an toàn tối ưu hoặc ít nhất là đảm bảo những yêu cầu an toàn tối thiểu.

An toàn khi sử dụng có đối tượng là những vấn đề có liên quan đến nhân lực (những người tiếp cận với trang thiết bị kỹ thuật và sản phẩm), những chỉ dẫn và động viên cần thiết.

Bên cạnh việc hoạch định sản phẩm, việc hoạch định các điều kiện thực hiện để tạo ra sản phẩm cũng có vị trí quan trọng. Tại đây, trước hết là phải tạo lập sẵn các hệ thống sản xuất an toàn, kinh tế và có chất lượng cao, có khả năng tái tạo chất lượng sản xuất. Hiệu quả của khâu hoạch định các hệ thống sản xuất có tác động quyết định đối với các tiêu chuẩn chất lượng, đối với mức hao phí để đảm bảo đạt được các tiêu chuẩn chất lượng đó.

Để giám sát chặt chẽ quá trình đảm bảo chất lượng, ứng với các thời hạn thay đổi, cần phải hoạch định chương trình đảm bảo chất lượng (Quality Assurance Program Planning).

Các tiêu chuẩn quốc gia được xây dựng theo tiêu chuẩn quốc tế, ví dụ, DIN ISO 9001, TCVN 5814-1994, TCVN 5200-1994, TCVN 5201-1994, TCVN 5202-1994, TCVN 5203-1994, TCVN 5204-1994, ..., quy định là các

nhà sản xuất có trách nhiệm công bố các biện pháp đảm bảo chất lượng của mình bằng văn bản. Các văn bản này là cơ sở xử lý các cuộc tranh chấp tư pháp về lao động với chức năng như là một chứng cứ sa thải lao động, nghĩa là người lao động có thể bị buộc thôi việc do không đảm bảo chất lượng sản phẩm.

21.3.2. Kiểm tra chất lượng

Khâu kiểm tra chất lượng được phân chia thành ba lĩnh vực như sau:

- Kiểm tra khi nhập hàng,
- Kiểm tra khi gia công và lắp ráp,
- Kiểm tra lần cuối.

Kiểm tra khi nhập hàng là bắt buộc, được tiến hành thông qua các phép thử, nghĩa là tuyển chọn và kiểm tra với số lượng hàng nhập vào nhất định về chất lượng.

Kiểm tra khi gia công và lắp ráp sản phẩm là một trọng tâm ứng dụng của hoạt động đảm bảo chất lượng, với mục tiêu là chế tạo các chi tiết không có sai số, hiệu chỉnh ít nhất và ít phế phẩm nhất. Cơ sở để kiểm tra chất lượng là tiến trình gia công các chi tiết của sản phẩm đã được xác lập ở khâu chuẩn bị công nghệ. Tiến trình kiểm tra chất lượng được tích hợp vào tiến trình gia công các chi tiết của sản phẩm.

Kiểm tra lần cuối là công việc bắt buộc phải thực hiện tại nơi sản xuất, trước khi sản phẩm được chuyển tới người tiêu dùng. Kiểm tra lần cuối để xác nhận là sản phẩm không có sai số và hoàn thiện. Trong nhiều trường hợp, còn phải tiến hành chạy kiểm định lâu dài đối với sản phẩm trước khi đưa ra thị trường tiêu thụ.

21.3.3. Điều khiển chất lượng

Điều khiển chất lượng là đánh giá lâu dài các dữ liệu kiểm tra theo định hướng cải tiến, triển khai các biện pháp và tập hợp dữ liệu để cung cấp thông tin cho các lĩnh vực sản xuất khác trong doanh nghiệp. Tại đây, vòng tròn điều khiển chất lượng được tạo lập. Dòng lưu thông của các dữ liệu về chất lượng cần được tạo lập có hệ thống. Nhờ đó có thể triển khai các biện pháp hiệu chỉnh và hạn chế khả năng xuất hiện các sai số.

Tính thời sự của các dữ liệu về chất lượng là quan trọng, bởi vì để có thể tránh và khống chế kịp thời khả năng phát triển của sai số thì các thông tin phải

được chuẩn bị kịp thời. Máy tính là phương tiện rất hiệu dụng để cập nhật thông tin, đảm bảo tính thời sự cần thiết. Như vậy, dữ liệu được truy cập và tập trung nhanh. Ngoài ra có thể chuẩn bị dữ liệu trực tiếp bằng các hệ thống máy tính nối mạng nội bộ (LAN = Local Area Network) với cơ sở dữ liệu (database) về chất lượng.

Vòng tròn điều khiển chất lượng được thiết lập để thực hiện khâu điều khiển chất lượng. Tại đó, dữ liệu về chất lượng được tập hợp, xử lý và phản hồi. Nguồn dữ liệu chủ yếu nhất là từ khâu giám sát chất lượng và điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (Statistical Process Control = SPC).

Những vòng tròn điều khiển chất lượng ứng với một doanh nghiệp, được phân chia ở những lĩnh vực sau:

- Các vòng tròn điều khiển chất lượng trong nội bộ máy,
- Các vòng tròn điều khiển chất lượng ở gần máy,
- Các vòng tròn điều khiển chất lượng trên nhiều tầng.

Khi cả ba vòng tròn điều khiển chất lượng trên được khảo sát trong mối quan hệ chung thì sẽ hình thành một mạng liên kết phức tạp của các vòng tròn điều khiển ứng với doanh nghiệp.

21.3.4. Đảm bảo chất lượng dùng máy tính

Hệ thống đảm bảo chất lượng có sự trợ giúp của máy tính (Computer Aided Quality Assurance = CAQ) có tiền đề cơ bản là sự phân chia về chức năng và sự phối hợp liên thông trong hoạt động giữa phần cứng (hardware) và phần mềm (software) có kèm theo một ngân hàng dữ liệu về chất lượng (quality databank), theo kiến trúc 3 tầng như sau:

- Tầng hoạch định với máy tính lớn (hostcomputer),
- Tầng điều khiển với máy tính nội bộ hoặc máy tính chỉ đạo (lead computer),
- Tầng thao tác hoặc tầng thực hiện quá trình với phần cứng và phần mềm phân tán.

Tầng hoạch định của một hệ thống CAQ tạo lập mối liên hệ giữa khâu đảm bảo chất lượng với môi trường CIM (Computer Integrated Manufacturing). CIM là giải pháp sản xuất tích hợp dùng máy tính, bao hàm các phân hệ CAD, CAM, CAP, CAQ.

Chương 22

CÂN BẰNG CHI TIẾT MÁY

Những thiết bị có bộ phận hoặc chi tiết quay nhanh, nếu không được cân bằng, trong quá trình làm việc sẽ phát sinh lực quán tính ly tâm hay các ngẫu lực, tạo nên rung động làm giảm độ chính xác, không đạt được chỉ tiêu kỹ thuật và làm giảm tuổi thọ của thiết bị. Vì vậy, cân bằng chi tiết máy khi lắp ráp là một thông số của độ chính xác cần đạt.

Có hai phương pháp cân bằng: cân bằng tĩnh và cân bằng động.

22.1. CÂN BẰNG TĨNH

Cân bằng tĩnh được thực hiện ở trạng thái tĩnh. Sự mất cân bằng tĩnh xuất hiện khi trọng tâm của chi tiết có khối lượng m lệch với tâm quay của nó một giá trị r . Điều này dễ thấy ở các chi tiết dạng đĩa (tỷ lệ giữa chiều dày và đường kính nhỏ). Trong trường hợp này, khi quay lực ly tâm quán tính J_n :

$$J_n = mr.\omega^2 \quad (22.1)$$

ở đây: m - khối lượng của chi tiết (kg), $m = \frac{G}{g}$;

G - trọng lượng của chi tiết (N);

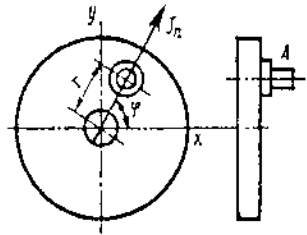
g - gia tốc trọng trường ($g = 9,81$ m/giây);

ω - vận tốc góc (radian/giây).

Dưới đây ra xét mâm quay của máy tiện (hình 22.1).

Chi tiết này có thể bị mất cân bằng vì có lắp thêm cặp tốc. Khi nó quay với tốc độ lớn, xuất hiện lực chu kỳ gây ra dao động cưỡng bức của trục chính, do đó làm

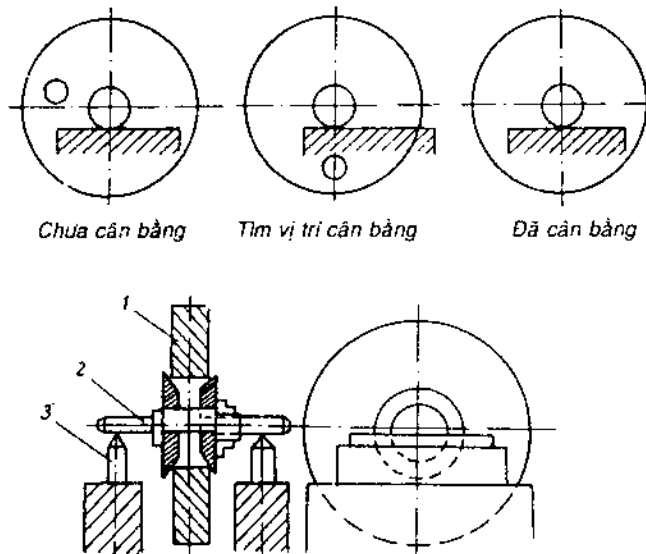
cho máy cũng bị ảnh hưởng. Khi trục chính của máy quay với tốc độ 1000–2000 vòng/phút và khối lượng của cặp tốc bằng 2 kg với giá trị xê dịch trọng tâm $r = 100$ mm sẽ xuất hiện lực ly tâm quán tính trong khoảng từ 220 đến 440 kG. Khi độ cứng vững của hệ thống công nghệ $J_c = 2500$ kG/mm, lực ly tâm quán tính này gây ra lượng biến dạng đàn hồi của chi tiết khoảng $90 \div 180 \mu\text{m}$, gấp hai lần độ đảo của phôi. Nếu tính đến các khe hở của mỗi ghép chi tiết thì sai số gia công còn lớn hơn nhiều.



Hình 22.1. Mâm quay của máy tiện.

Để cân bằng tĩnh, trong điều kiện sản xuất nhỏ, có thể dùng đồ gá đơn giản (hình 22.2). Đồ gá gồm hai giá đỡ 3 song song với nhau trong mặt phẳng nằm ngang. Gá chi tiết 1 lên trục gá 2, rồi đặt trục gá lên hai giá đỡ 3 và quay nhẹ chi tiết để xác định trọng tâm của nó.

Nếu chi tiết mất cân bằng thì trọng tâm luôn luôn nằm ở vị trí thấp nhất. Từ đó sẽ bớt khối lượng ở phần dưới hoặc thêm khối lượng ở phần trên đối diện qua tâm quay cho đến khi đạt giá trị cân bằng.



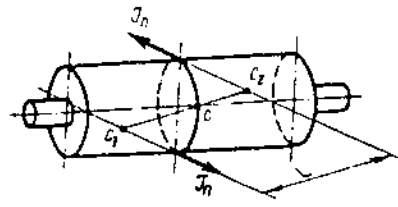
Hình 22.2. Đồ gá cân bằng tĩnh.

1- chi tiết gia công cần cân bằng; 2- trục gá; 3- giá đỡ.

22.2. CÂN BẰNG ĐỘNG

Những chi tiết có tỷ lệ $\frac{l}{d}$ lớn (l - chiều dài; d - đường kính) nếu mất cân bằng, khi quay sẽ tạo ra ngẫu lực lớn do các khối lệch tâm trên chiều dài của trục. Nếu vận tốc quay càng lớn thì ảnh hưởng do mất cân bằng càng lớn, do đó những loại chi tiết trên khi lắp ráp cần phải được cân bằng động.

Ta xét trục trơn trên hình 22.3 và chia nó ra hai phần. Giả sử các trọng tâm c_1 và c_2 của các phần này cùng nằm trên một mặt phẳng nhưng ở hai phía đối diện nhau qua tâm quay.

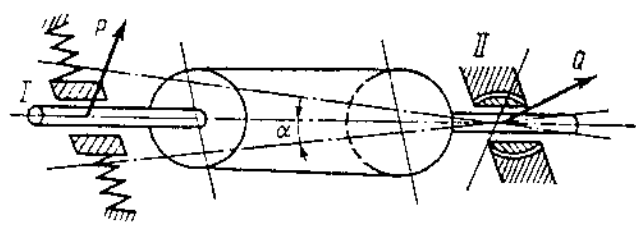


Hình 22.3. Sơ đồ cân bằng động.

Ta lại giả sử rằng trọng tâm chung c của trục nằm trên tâm quay. Như vậy, về nguyên tắc tĩnh học thì trục này được cân bằng nhưng về nguyên tắc động học thì nó mất cân bằng bởi vì khi nó quay xuất hiện đôi lực $J_n J_n$ với mômen $M = J_n \cdot L$.

Các lực ly tâm và các mômen quán tính (xuất hiện khi chi tiết quay) gây ra dao động do có độ mềm dẻo đàn hồi của các giá đỡ. Tần số và biên độ dao động tỷ lệ thuận với lực ly tâm tác dụng lên các giá đỡ.

Dựa theo nguyên tắc này người ta xây dựng phương pháp cân bằng động. Cân bằng động từng đầu của rôto (hình 22.4) được thực hiện riêng biệt.



Hình 22.4. Sơ đồ dao động khi cân bằng động rôto.

Trong trường hợp này giá đỡ I của một đầu chi tiết di động còn giá đỡ II ở đầu đối diện được kẹp chặt. Dao động của rôto trong điều kiện như vậy chỉ gây ra lực P, còn tác dụng của lực Q được trung hòa. Cân bằng một đầu của rôto là tìm giá trị và phương tác dụng của lực P để giảm ảnh hưởng xấu của nó bằng cách đặt thêm một đối trọng cân bằng tại một vị trí xác định nào đó.

Sau khi cân bằng xong, đầu I được kẹp chặt, còn đầu II được rời lỏng ra và tìm giá trị và điểm đặt của đối trọng để cân bằng lực Q.

Phương trình chuyển động của hệ đối với trường hợp khi đầu I của rôto đi động có dạng:

$$M_p + M_q - M_c - M_L = 0 \quad (22.2)$$

Mômen M_p của lực mất cân bằng P (ở đầu I) đối với tâm dao động được xác định theo công thức:

$$M_p = P.a.\cos\omega t \quad (22.3)$$

ở đây: ω - vận tốc góc;
t- thời gian;
a- chiều dài của lò xo.

Nếu ký hiệu α - góc lệch của tâm rôto so với vị trí trung bình, J- mômen quán tính của rôto đối với tâm dao động của nó đi qua mặt phẳng của ổ đỡ II và $\frac{d^2\alpha}{dt^2}$ - gia tốc góc của rôto đối với dao động, ta có mômen của lực quán tính như sau:

$$M_q = -J\frac{d^2\alpha}{dt^2} \quad (22.4)$$

Mômen cản M_c của không khí, của ổ đỡ v.v... được xác định theo công thức:

$$M_c = R\frac{d\alpha}{dt} \quad (22.5)$$

ở đây: R- hệ số cản;
 $\frac{d\alpha}{dt}$ - vận tốc góc dao động của lò xo.

Mômen M_L của lò xo khi độ cứng vững của lò xo là K và biên độ nén của nó $x = a \sin\alpha \approx \alpha a$ có dạng:

$$M_L = Kx.a = Ka^2\alpha \quad (22.6)$$

Thay các công thức (22.3), (22.4), (22.5) và (22.6) vào công thức (22.2) ta được:

$$P.a \cos\omega t - J\frac{d^2\alpha}{dt^2} - R\frac{d\alpha}{dt} - Ka^2\alpha \quad (22.7)$$

Hoặc:

$$\frac{P \cdot a}{J} \cos \omega t = \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \frac{R}{J} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{Ka^2}{J} \cdot \alpha \quad (22.8)$$

Giải phương trình vi phân bậc 2 này đối với α ta được:

$$\alpha = P (\cos \omega t \cos \varphi + \sin \omega t + \sin \varphi) \quad (22.9)$$

Hay:

$$\alpha = P \cos(\omega t - \varphi) \quad (22.10)$$

ở đây:

$$\cos \varphi = \frac{a(Ka^2 - J\omega^2)}{(Ka^2 - J\omega^2) + R^2 \cdot \omega^2} \quad (22.11)$$

$$\sin \varphi = \frac{a \cdot \omega \cdot R}{(Ka^2 - J\omega^2) + R^2 \cdot \omega^2} \quad (22.12)$$

Phương trình (22.10) cho biết dao động cưỡng bức của hệ chậm pha so với lực mất cân bằng một góc φ với giá trị sau:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \frac{R \cdot \omega}{Ka^2 - J\omega^2} \quad (22.13)$$

Khi cộng hưởng, có nghĩa là khi $Ka^2 = J\omega^2$, góc $\varphi = 90^\circ$ còn góc α và biên độ góc của dao động của rôto đạt giá trị cực đại. Thay đổi tốc độ cộng hưởng của chuyển động quay của rôto có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh tốc độ dao động của lò xo hoặc các chi tiết đàn hồi khác thay thế cho lò xo trong cơ cấu cân bằng.

Để xác định giá trị và phương tác dụng của lực ly tâm mất cân bằng trong các cơ cấu máy người ta dùng các máy cân bằng trong đó có sử dụng dao động của các giá đỡ mềm (giá đỡ đàn hồi).

Hình 22.5 là sơ đồ nguyên lý của máy cân bằng động có các giá đỡ đàn hồi. Chi tiết cân bằng 1 được gá trên hai giá đỡ 2 và 12, hai giá đỡ này được nối với các cuộn dây 6 và 11, các cuộn dây này nằm trong từ trường của các nam châm vĩnh cửu 7 và 10.

Nếu cơ cấu mất cân bằng thì khi nó quay từ trục 4, các cuộn dây 6 và 11 dao động, do đó xuất hiện các dòng điện có hiệu điện thế tỷ lệ thuận với dao

động của các cuộn dây. Các dòng điện này được khuếch đại nhờ bộ khuếch đại 9 và được đồng hồ đo 8 ghi lại dưới dạng đơn vị mất cân bằng.

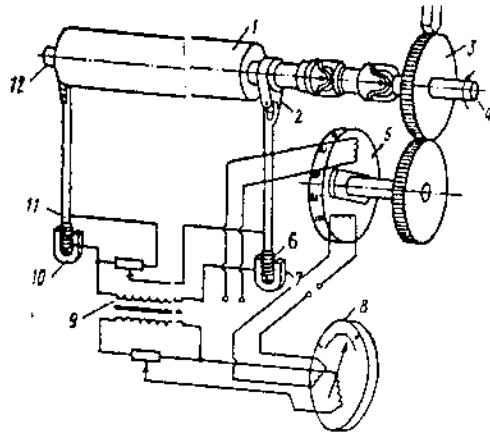
Cùng quay với chi tiết cân cân bằng 1 còn có rôto của máy phát điện 5. Stato của nó cũng có thể quay và ở vị trí nào đó của các cuộn dây, stato thay đổi chỉ số của đồng hồ đo 8. Nếu ở góc quay nào đó của stato, các chỉ số của đồng hồ đo 8 bằng 0 thì đó là góc để xác định mặt phẳng bố trí khối lượng mất cân bằng của chi tiết 1 trên thang chia của bánh răng 3.

Ví dụ, mặt phẳng bố trí khối lượng mất cân bằng cách biên độ dao động lớn nhất của cơ cấu 90° , giá trị khối lượng mất cân bằng được xác định theo chỉ số của đồng hồ đo 8 khi stato quay 90° .

Máy cân bằng trên đây làm việc theo chế độ tự động. Dựa theo thang chia của đồng hồ đo 8, có thể biết được chiều sâu và đường kính cân khoan, biết được khối lượng mất cân bằng và các kích thước của đối trọng.

Thời gian cân bằng trên máy khoảng $1 + 2$ phút. Quá trình cân bằng chi tiết được thực hiện sau khi gia công cơ bản cuối nhằm mục đích để khi hút lượng kim loại thừa không gây ảnh hưởng đến vật được cân bằng.

Cân bằng các chi tiết lớn dạng rôto hoặc tang trống v.v... thường được thực hiện trên các giá đỡ bi bằng các phương pháp cân bằng dùng đối trọng thử nghiệm và bằng các máy cân bằng có sử dụng các sơ đồ điện và cơ khí.



Hình 22.5. Sơ đồ nguyên lý của máy cân bằng động.

- 1- chi tiết cân cân bằng; 2, 12- các giá đỡ; 3- bánh răng;
4- trục; 5- rôto của máy phát điện; 6, 11- các cuộn dây;
7, 10- nam châm vĩnh cửu; 8- đồng hồ đo;
9- bộ khuếch đại.

Chương 23

SƠN, SẤY VÀ XOA MỠ BẢO VỆ BỀ MẶT CHI TIẾT SẢN PHẨM

23.1. SƠN VÀ SẤY

Sơn và sấy chi tiết hoặc sản phẩm có một ý nghĩa quan trọng trong công nghệ chế tạo máy.

23.1.1. Sơn

Quá trình và phương pháp sơn sản phẩm (hoặc chi tiết) phụ thuộc vào đặc tính của sản phẩm, dạng sản xuất, yêu cầu đối với chất lượng lớp sơn v.v...

Sơn sản phẩm và chi tiết có thể được thực hiện bằng các phương pháp sau đây:

1. Sơn tay bằng chổi quét.

Phương pháp này được dùng trong sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ và hàng loạt vừa, đòi hỏi thợ có tay nghề cao và chi phí thời gian lớn. Chất lượng lớp sơn chủ yếu phụ thuộc vào tay nghề của công nhân.

2. Sơn phun.

Phương pháp này được thực hiện nhờ khí nén, có năng suất cao và được dùng để sơn các sản phẩm có kích cỡ khác nhau.

Thiết bị để sơn phun gồm:

- Vòi phun để trực tiếp phun sơn lên bề mặt sản phẩm.
- Buồng chứa sơn dưới một áp suất của khí nén để cấp sơn cho vòi phun.
- Cơ cấu làm sạch và điều chỉnh lượng khí nén.

3. Sơn nhúng.

Sơn nhúng chủ yếu được dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối cho các chi tiết có hình dạng đơn giản. Khi sơn nhúng thì chi tiết gia công được thả trong bể chứa sơn cố định hoặc đôi khi chi tiết gia công được treo trên móc, còn bể chứa sơn được nâng từ dưới lên để thực hiện quá trình sơn.

4. Sơn tưới.

Phương pháp này được dùng để sơn các chi tiết lớn khi sử dụng phương pháp sơn nhúng gặp khó khăn.

Thiết bị sơn tưới có hai loại: loại sơn tay và loại sơn máy.

Thiết bị sơn tay gồm:

- Bể chứa sơn.
- Bàn gá sản phẩm.
- Ống cao su để tưới sơn.

Thiết bị sơn máy gồm:

- Buồng chứa sơn được nối tiếp với ống dẫn sơn.
- Bể chứa sơn để cấp sơn vào buồng chứa khi lượng sơn trong buồng chứa gần hết.

Sau khi sơn, chi tiết (hoặc sản phẩm) phải được sấy khô.

23.1.2. Sấy khô

Có hai phương pháp sấy khô chi tiết (hoặc sản phẩm): sấy khô tự nhiên và sấy khô nhân tạo. Sấy khô tự nhiên được thực hiện ngoài không khí, còn sấy khô nhân tạo được thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau như:

1. Sấy khô bằng buồng không khí được nung nóng tới nhiệt độ $55 \div 220^\circ$.
2. Sấy khô bằng bóng đèn.

Phương pháp này làm cho chi tiết khô nhanh hơn phương pháp sấy khô bằng luồng khí nóng gấp 3 lần.

3. Sấy khô bằng dòng điện cao tần.

Phương pháp này được dùng cho các chi tiết bằng thép trong sản xuất hàng khối.

Chọn phương pháp sấy khô phụ thuộc vào dạng sản xuất và vật liệu sơn. Thời gian và nhiệt độ sấy khô được chọn tùy thuộc vào tính chất vật liệu sơn.

23.2. XOA MỠ BẢO VỆ BỀ MẶT

Những chi tiết hoặc sản phẩm không được sơn bảo vệ thì phải được xoa mỡ trên bề mặt để chống gỉ.

Mỡ được dùng để xoa lên bề mặt chi tiết không được có axit và nước, đồng thời nó phải có khả năng chống lại tác động của nhiệt trong thời gian bảo quản hoặc vận chuyển. Ngoài ra nó cần phải được tẩy sạch (khi cần) bằng giẻ lau hoặc cồn một cách dễ dàng.

Trước khi xoa mỡ bảo vệ, chi tiết phải được lau sạch và rửa bằng nước nóng trong các bể chứa hoặc máy rửa chuyên dùng. Sau khi rửa sạch chi tiết được sấy khô bằng không khí nung nóng hoặc bằng phương pháp thổi khí nóng.

Các phương pháp xoa mỡ bảo vệ được sử dụng là: xoa mỡ bằng vòi phun, xoa mỡ bằng chổi quét hoặc bằng phương pháp nhúng chi tiết vào mỡ được nung nóng.

Để xoa mỡ các bề mặt trong có thể dùng phương pháp rót hoặc phun áp lực (để tạo ra những hạt mỡ nhỏ ly ty bám vào bề mặt chi tiết).

Sau khi xoa mỡ bảo vệ, chi tiết được đóng gói và xếp trong các hòm chứa.

Chương 24

HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

24.1. TỰ ĐỘNG HÓA SẢN XUẤT ĐƠN CHIẾC, LOẠT NHỎ VÀ LOẠT VỪA

24.1.1. Sử dụng máy CNC

Một trong những hướng của tự động hóa trong sản xuất loạt vừa là sử dụng rộng rãi các máy điều khiển theo chương trình số (máy CNC). Hiệu quả kinh tế khi sử dụng các máy CNC có thể đạt được đối với cả trường hợp gia công loạt nhỏ chi tiết (20 ÷ 40 chi tiết). Tuy nhiên, trong sản xuất đơn chiếc thì hiệu quả kinh tế khi gia công trên các máy vạn năng điều khiển bằng tay chiếm ưu thế hơn.

Ưu điểm chính của các máy CNC là khả năng hiệu chỉnh chương trình gia công ngay tại chỗ làm việc. Trong điều kiện sản xuất đơn chiếc, sản xuất loạt nhỏ và sản xuất loạt vừa máy CNC đảm bảo khả năng thay dao nhanh, nâng cao năng suất và độ chính xác gia công, thay thế một cách có hiệu quả các máy vạn năng điều khiển bằng tay.

Tất cả các nguyên công tiện trên máy CNC đều được thực hiện bằng các dao tiện tiêu chuẩn mà không cần các dao định hình và cũ chặn.

Sử dụng máy CNC cho phép giảm nhẹ điều kiện lao động của công nhân, giải phóng công nhân khỏi công việc có tính chất đơn điệu, lặp lại nhiều lần, giảm nhẹ quá trình điều khiển máy, tăng lợi ích của người công nhân và làm cho họ thích thú hơn với công việc.

Đối với các máy CNC, vấn đề mở rộng khả năng công nghệ và hoàn thiện hệ thống điều khiển, hoàn thiện kết cấu của máy sẽ cho phép nâng cao năng suất và độ chính xác gia công.

Mở rộng khả năng công nghệ của các máy CNC cho phép gia công nhiều bề mặt trong một lần gá đặt chi tiết, do đó nâng cao được độ chính xác vị trí tương quan và giảm được thời gian của chu kỳ gia công.

Hoàn thiện hệ điều khiển CNC trước hết nhằm mục đích nâng cao độ chính xác gia công và bù các sai số xuất hiện trong quá trình cắt.

Các hệ điều khiển CNC hiện nay cho phép đạt độ chính xác vị trí trong khoảng $0,0005 \div 0,001$ mm và trong một số trường hợp đặc biệt có khả năng đạt $0,00025 \div 0,0005$ mm. Các hệ điều khiển này cũng cho phép điều chỉnh vô cấp số vòng quay của trục chính để giữ cho tốc độ cắt cố định khi chuyển bề mặt gia công có đường kính khác nhau và xác định chính xác vị trí góc của trục chính để gá đặt chi tiết không đối xứng trên mâm cặp, đồng thời cho phép thực hiện các nguyên công khoan và phay theo phương hướng kính của chi tiết khi chi tiết đứng yên.

Các hệ điều khiển CNC hiện đại có khả năng bù sai số hệ thống (do biến dạng nhiệt gây ra), hiệu chỉnh sai số dịch chuyển tích lũy do sai số bước của trục vít me bị gây ra.

Trên các máy CNC cũng được trang bị cơ cấu hiệu chỉnh vị trí của phôi khi kẹp chặt, có nghĩa là bù sai số kẹp chặt của phôi.

Trên các máy tiện CNC hiện đại còn có thêm cơ cấu tự động kiểm tra kích thước gia công (thường dùng các датчик tiếp xúc). Hệ điều khiển của máy có chức năng xử lý tín hiệu để hiệu chỉnh vị trí của dụng cụ cắt khi kích thước gia công có nguy cơ vượt ra ngoài phạm vi dung sai cho phép. Khi gia công các chi tiết lớn có giá thành cao thì việc kiểm tra kích thước phôi và hiệu chỉnh vị trí của dụng cụ cắt được thực hiện sau bước cắt thô (trước bước cắt tinh của dụng cụ) nhằm loại bỏ phế phẩm gia công.

Để đề phòng gãy dao, trong nhiều máy CNC được trang bị cơ cấu giới hạn để tự động dừng quá trình cắt khi công suất cắt, lực cắt hoặc mômen cắt đạt giá trị tới hạn.

Ngoài ra, trên các máy CNC còn được trang bị hệ thống điều khiển thích nghi để hiệu chỉnh chế độ cắt (số vòng quay của trục chính và lượng chạy dao) khi lực cắt và công suất cắt biến động. Các hệ điều khiển thích nghi xảy ra sau một vòng quay của trục chính và số vòng quay của trục chính có thể giảm từ

2000 vòng/phút đến 0 vòng/phút trong một vài mili giây. Sử dụng hệ thống điều khiển thích nghi có ý nghĩa quan trọng đối với trường hợp gia công có lượng dư và tính chất cơ lý của vật liệu không cố định, do đó nó rất thích hợp trong các dạng sản xuất đơn chiếc và sản xuất hàng loạt.

Các máy CNC có thể được lắp đặt trong hệ thống sản xuất linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing System).

Thành phần thời gian cơ bản khi gia công trên các máy CNC tăng lên đáng kể vì số vòng quay của trục chính có thể đạt tới $3500 \div 4000$ vòng/phút và có thể đạt tới 6000 vòng/phút đối với các trung tâm gia công.

Tốc độ dịch chuyển nhanh của dụng cụ và bàn máy (của các máy CNC) có thể đạt tới $15 \div 19$ m/phút.

Một ưu điểm khác của các máy CNC và các trung tâm gia công là khả năng thay dao tự động khi chuyển bước gia công hoặc khi lượng mòn của dao vượt quá giới hạn cho phép.

24.1.2. Sản xuất hàng loạt theo dây chuyền

Các máy CNC làm việc độc lập (mặc dù mức độ tự động hóa cao) vẫn không thể loại trừ được nhược điểm chính của gia công và lắp ráp cơ khí, đó là tính gián đoạn. Trong điều kiện sản xuất bình thường thì hệ số sử dụng của các máy CNC (khi chúng làm việc độc lập) không vượt qua $0,4 \div 0,6$. Như vậy, tăng hệ số sử dụng của các máy CNC chỉ có thể đạt được khi chúng làm việc theo dây chuyền để đảm bảo tính liên tục của quá trình gia công và thực hiện một phần của quá trình sản xuất tự động hóa.

Trong điều kiện sản xuất hàng loạt (chúng loại chi tiết nhiều và số lượng chi tiết trong từng loại lại ít) ở giai đoạn đầu để đạt được quá trình gia công liên tục nên tổ chức dây chuyền nhóm. Dây chuyền nhóm là dây chuyền để gia công nhóm chi tiết có chung một tiến trình công nghệ. Các máy trên dây chuyền nhóm bao gồm các máy CNC, các máy chuyên dùng và các máy vạn năng để thực hiện một số nguyên công riêng biệt.

Thiết bị vận chuyển chi tiết giữa các nguyên công trên dây chuyền nhóm có thể là các loại xe đẩy hoặc các loại băng tải.

Sau khi gia công xong một chủng loại chi tiết cần tiến hành điều chỉnh máy, thay đổi chương trình, điều chỉnh đồ gá gia công nhóm và thay dao để gia công chủng loại chi tiết khác. Như vậy, trên các chỗ làm việc khác nhau của dây chuyền có thể cùng lúc gia công được các chi tiết khác loại nhưng có chung một nhóm công nghệ (tiến trình công nghệ).

Sử dụng dây chuyền nhóm tạo ra được quá trình sản xuất liên tục, giảm chu kỳ gia công và nâng cao năng suất lao động. Hệ số sử dụng máy trong dây chuyền nhóm có thể tăng lên $0,8 \div 0,85$. Chu kỳ gia công có thể giảm được 40 -50%, năng suất lao động tăng $24 \div 39\%$ và giá thành gia công giảm được $11 \div 15\%$.

24.2. Sản xuất tự động hóa linh hoạt

Hệ thống sản xuất linh hoạt là toàn bộ những thiết bị có khả năng được điều chỉnh tự động để chuyển đổi tương gia công. Hệ thống sản xuất linh hoạt cấp 1 là các môđun sản xuất linh hoạt và tập hợp các môđun sản xuất linh hoạt. Hệ thống sản xuất linh hoạt cấp 2 là hệ thống sản xuất tự động hóa linh hoạt.

Hệ thống sản xuất tự động hóa linh hoạt là hệ thống tự động hóa phát triển được điều khiển bằng máy tính. Hệ thống sản xuất này bao gồm các máy gia công được liên kết với nhau bằng hệ thống vận chuyển phôi tự động, lưu giữ phôi tự động, thay dao tự động, kiểm tra tự động, tách phôi tự động và cả quá trình thiết kế sản phẩm tự động, chuẩn bị công nghệ tự động, điều khiển tự động. Đặc điểm chính của hệ thống sản xuất linh hoạt là tính linh hoạt rất cao, nó cho phép:

1. Trong điều kiện sản xuất hàng loạt nhỏ và hàng loạt vừa ở bất kỳ thời điểm nào có thể dừng việc gia công chi tiết trên dây chuyền để điều chỉnh dây chuyền cho việc gia công chi tiết khác.

2. Trên các máy khác nhau có thể gia công các chi tiết có hình dạng khác nhau với số lượng tùy ý (ví dụ: sau khi gia công loạt chi tiết thứ nhất gồm 50 chi tiết ta có thể gia công loạt chi tiết thứ hai gồm 2 - 3 chi tiết, loạt chi tiết thứ ba gồm 30 chi tiết v.v...). Trong điều kiện sản xuất hàng loạt thì việc điều chỉnh các máy để gia công các loạt chi tiết khác nhau có thể giảm 30% năng suất gia công của các máy.

3. Có thể thay thế các máy bị hỏng trong hệ thống linh hoạt mà không làm cho dây chuyền sản xuất bị ngừng hoạt động.

4. Có thể di chuyển chi tiết gia công theo một quỹ đạo tùy ý trong hệ thống, do đó có thể giảm được số lượng máy và tăng hệ số sử dụng máy.

24.2.1. Môđun sản xuất linh hoạt

Môđun sản xuất linh hoạt là đơn vị máy được trang bị cơ cấu điều khiển tự động và các cơ cấu gia công tự động. Nhìn chung các cơ cấu tự động hóa của môđun sản xuất linh hoạt là: các ổ chứa, các đồ gá vệ tinh, các cơ cấu cấp phôi, tháo phôi, thay đổi dao, thải phôi tự động, kiểm tra tự động, điều chỉnh tự động, v.v...

Trong trường hợp đặc biệt thì môđun sản xuất linh hoạt có thể là một trung tâm gia công có rôbot hỗ trợ. Môđun sản xuất linh hoạt cho phép thay đổi đối tượng gia công (trong phạm vi khả năng công nghệ của thiết bị).

Dụng cụ cắt của môđun sản xuất linh hoạt được gá trong ổ chứa dụng cụ với số lượng khoảng $30 \div 80$ dụng cụ. Từ ổ chứa, dụng cụ được cung cấp cho máy khi cần thiết. Thay đổi dụng cụ được thực hiện khi có các nguyên nhân sau đây:

- Khi cần điều chỉnh dao để gia công theo chương trình.

- Theo tuổi bền của dao.

- Theo lượng mòn giới hạn (được xác định bằng cơ cấu tự động kiểm tra kích thước gia công).

- Theo độ mòn cho phép của dụng cụ (được xác định bằng cơ cấu kiểm tra lực cắt P_x và P_y , kiểm tra công suất dòng điện và mômen quay).

Môđun sản xuất linh hoạt để gia công các chi tiết dạng hộp thường được cấu tạo từ một - hai trung tâm gia công. Để gia công nhiều loại chi tiết dạng hộp phức tạp thì môđun sản xuất linh hoạt cần có nhiều dụng cụ (khoảng $150 \div 200$ dụng cụ). Ổ chứa dao lớn như vậy sẽ làm tăng thời gian thay dao, tăng khối lượng của máy và giảm độ chính xác của nó, vì vậy hiện nay các trung tâm gia công được dùng trong sản xuất linh hoạt chỉ được trang bị các ổ chứa dụng cụ với số lượng không quá $40 \div 50$ chiếc.

Các môđun sản xuất linh hoạt cũng có thể được cấu tạo từ các máy xọc răng, các máy khoan, các máy khoan - cắt ren... Hiệu quả sử dụng các môđun sản xuất linh hoạt có thể cao hơn nếu các môđun đó được kết nối với nhau tạo thành hệ thống sản xuất linh hoạt.

24.2.2. Hệ thống sản xuất linh hoạt

Hệ thống sản xuất linh hoạt là hệ thống bao gồm các môđun sản xuất linh hoạt được kết nối với nhau bằng hệ thống điều khiển tự động. Trong hệ thống sản xuất linh hoạt tất cả công việc từ cấp phối, gia công, tháo phối, vận chuyển, thay dao và kiểm tra chi tiết đều được tự động hóa. Dưới đây là một số hệ thống thành phần chủ yếu của hệ thống sản xuất linh hoạt:

1. Hệ thống điều khiển tự động có trợ giúp của máy tính.

Hệ thống điều khiển này có chức năng phân phối công việc giữa các máy khác nhau trong hệ thống sản xuất linh hoạt và định hướng cho chi tiết đi theo quỹ đạo tối ưu.

2. Hệ thống vận chuyển - kho chứa tự động linh hoạt.

Hệ thống này đóng vai trò điều chỉnh quá trình, có nghĩa là vận chuyển chi tiết gia công tới bất kỳ một máy nào theo bất kỳ một trình tự nào. Trong trường hợp này xe rôbôt có thể vận chuyển chi tiết gia công từ máy này sang máy khác mà không cần dừng lại ở kho chứa. Trong hệ thống sản xuất linh hoạt thì không nhất thiết phải di chuyển chi tiết gia công theo trình tự lắp đặt các máy mà chi tiết gia công có thể nhiều lần quay về một máy nào đó, cho nên hệ số sử dụng máy có thể tăng lên.

3. Hệ thống cung ứng dụng cụ tự động.

Hệ thống này chứa đầy đủ các dụng cụ và thực hiện việc thay dao khi có nhu cầu (khi chuyển bề mặt gia công hoặc khi dao bị mòn).

4. Hệ thống vận chuyển phoi tự động.

Hệ thống này có chức năng thu gom tất cả phoi gia công và chuyển chúng ra ngoài đồng thời phải làm sạch bề mặt đồ gá để loại trừ sai số gá đặt chi tiết.

24.3. HỆ THỐNG SẢN XUẤT TÍCH HỢP CÓ TRỢ GIÚP CỦA MÁY TÍNH CIM

CIM là một giải pháp ứng dụng các máy tính và các mạng liên kết để chuyển các công nghệ riêng lẻ thành các hệ thống sản xuất tích hợp ở trình độ cao. Mặc dù CIM được xem như một khái niệm siêu hiện đại, hiện nay còn nhiều khái niệm cũ và đơn giản về CIM: có sự xuất hiện của công nghệ máy tính. Từ xa xưa, các thợ thủ công lành nghề cũng đã biết tích hợp các công việc bằng tay khi chế tạo sản phẩm. Tuy nhiên, với sự phát triển của công nghệ, tất cả các công việc dần dần được chuyên môn hóa và quá trình sản xuất cũng dần dần được tích hợp. Như vậy, CIM đã tích hợp tất cả các hoạt động của quá trình sản xuất nhờ trí tuệ của máy tính và các mạng liên kết.

Mục đích của CIM là tăng lợi nhuận của nhà sản xuất (hàng sản xuất). Để tăng lợi nhuận, các nhà sản xuất phải không ngừng nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm, đồng thời phải tăng tính linh hoạt của hệ thống sản xuất nhờ công nghệ tiên tiến của CIM. Một hệ thống CIM hoàn thiện bao gồm sự tích hợp và ứng dụng của mỗi một hệ thống phụ trợ (của CIM) theo một phương pháp sao cho sản phẩm đầu ra của một hệ thống phụ trợ này là sản phẩm đầu vào của một hệ thống phụ trợ khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Thế Đạt, Trần Văn Địch và các tác giả khác.
Công nghệ chế tạo máy.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 1998 và 2001.
2. М. Е. Егоров, В. И. Деметьев, В. Л. Дмитриев.
Технология машиностроения.
Москва, "Высшая школа", 1976.
3. К. С. Колев.
Технология машиностроения.
Москва, "Высшая школа", 1977.
4. П. И. Ящерицын.
Основы технологии механической обработки и сборки в машиностроении.
Минск, "Высшая школа", 1974.
5. А. А. Магалин.
Технология машиностроения.
Ленинград "Машиностроение", 1985.
6. А. Г. Косиловой, Р. К. Мешерикова.
Справочник технолога - машиностроителя.
Москва, 1985.
7. Miroslav Hluchý a kolektiv.
Strajérenska technologie.
Praha, 1979.
8. Drab.
Texhologie.
Liberec 1979.
9. Ebehard Paucksch.
Zerspantechnik.
Vieweg, Wiesbaden, 1996.

10. **Friedhelm Lierath.**
Einführung in die Fertigungs Lehre.
Skaker, 2001.
11. **Nguyễn Văn Thái.**
Công nghệ vật liệu.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
12. **A. Dupont, A. Castell.**
Travaux réalisés sur les Machine-Outils.
Paris, 1980.
13. **E. Paul Decarmo, J.I. Black, Ronal A. Koser.**
Materials and Processes in Manufacturing.
Eighth edition, Prentice, Hall-International, 1997.
14. **Steve F. Krar, Albert F. Check.**
Technology of Machine Tools.
International Edition 1998.
15. **John A. Schey.**
Introduction to Manufacturing Processes.
Third Edition, New York-London, 2000.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
LỜI NÓI ĐẦU	3
BÀI MỞ ĐẦU	5
 Chương 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN 	
1.1. Quá trình sản xuất và quá trình công nghệ	9
1.1.1. Quá trình sản xuất	9
1.1.2. Quá trình công nghệ	9
1.1.3. Chỗ làm việc	10
1.2. Thành phần sản xuất của nhà máy chế tạo máy	10
1.3. Các thành phần của quá trình công nghệ	12
1.4. Sản lượng và sản lượng hàng năm	14
1.5. Các dạng sản xuất	15
1.5.1. Sản xuất đơn chiếc	15
1.5.2. Sản xuất hàng loạt	16
1.5.3. Sản xuất hàng khối	17
1.6. Nhịp sản xuất	18
1.7. Xác định dạng sản xuất	19
1.8. Tập trung và phân tán nguyên công	20
1.8.1. Phương pháp tập trung nguyên công	20
1.8.2. Phương pháp phân tán nguyên công	20
 Chương 2. CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG 	
2.1. Khái niệm về chất lượng bề mặt gia công	21
2.2. Độ nhám bề mặt	23
2.3. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy	27
2.4. Ảnh hưởng của biến cứng bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy	28

2.5. Ảnh hưởng của ứng suất dư bề mặt tới tính chất sử dụng của chi tiết máy	29
2.6. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt gia công.....	29
2.6.1. Thông số hình học của dụng cụ cắt	29
2.6.2. Ảnh hưởng của tốc độ cắt	30
2.6.3. Ảnh hưởng của lượng chạy dao	31
2.6.4. Ảnh hưởng của chiều sâu cắt	32
2.6.5. Ảnh hưởng của vật liệu gia công	32
2.6.6. Ảnh hưởng của rung động của hệ thống công nghệ.....	32
2.7. Phương pháp đảm bảo chất lượng bề mặt.....	33
2.7.1. Phương pháp đạt độ bóng bề mặt.....	33
2.7.2. Phương pháp đạt độ cứng bề mặt	34
2.7.3. Phương pháp đạt ứng suất dư bề mặt	35
2.8. Phương pháp đánh giá chất lượng bề mặt.....	36
2.8.1. Đánh giá độ nhám bề mặt	36
2.8.2. Đánh giá mức độ và chiều sâu biến cứng	36
2.8.3. Đánh giá ứng suất dư	36

Chương 3. ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

3.1. Khái niệm	38
3.2. Tính chất của sai số gia công	41
3.3. Các phương pháp đạt độ chính xác gia công	42
3.3.1. Phương pháp cắt thử.....	42
3.3.2. Phương pháp tự động đạt kích thước.....	43
3.4. Các nguyên nhân gây ra sai số gia công.....	45
3.4.1. Biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ	45
3.4.1.1. Độ cứng vững của hệ thống công nghệ	45
3.4.1.2. Độ biến dạng tiếp xúc và biến dạng của bản thân chi tiết	47
3.4.1.3. Xác định độ cứng vững của hệ thống công nghệ bằng phương pháp tính toán.....	49
3.4.1.4. Ảnh hưởng do sai số của phối	53
3.4.1.5. Xác định độ cứng vững bằng phương pháp thực nghiệm	55

3.4.1.6. Các phương pháp nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.....	59
3.4.2. Ảnh hưởng của độ chính xác của máy tới sai số gia công.....	60
3.4.3. Ảnh hưởng của sai số của đồ gá tới độ chính xác gia công.....	64
3.4.4. Ảnh hưởng của sai số của dụng cụ cắt tới độ chính xác gia công.....	64
3.4.5. Ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của máy tới độ chính xác gia công.....	68
3.4.6. Ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của dao cắt tới độ chính xác gia công.....	70
3.4.7. Ảnh hưởng của biến dạng nhiệt của chi tiết tới độ chính xác gia công.....	72
3.4.8. Ảnh hưởng của rung động trong quá trình cắt tới độ chính xác gia công.....	75
3.4.8.1. Rung động cưỡng bức.....	75
3.4.8.2. Tự rung động.....	76
3.4.9. Ảnh hưởng của phương pháp gá đặt tới độ chính xác gia công.....	77
3.4.10. Ảnh hưởng của dụng cụ đo và phương pháp đo tới độ chính xác gia công.....	77
3.5. Độ chính xác của phương pháp gia công đồng thời bằng nhiều dao.....	78
3.6. Các phương pháp xác định độ chính xác gia công.....	80
3.6.1. Phương pháp thống kê kinh nghiệm.....	80
3.6.2. Phương pháp tính toán - phân tích.....	80
3.6.3. Phương pháp thống kê xác suất.....	81
3.6.3.1. Qui luật chuẩn.....	82
3.6.3.2. Qui luật xác suất đều.....	85
3.6.3.3. Qui luật Simson.....	86
3.6.3.4. Qui luật Maxvel.....	87
3.6.3.5. Tổ hợp các đường cong phân bố.....	87
3.6.3.6. Ứng dụng các qui luật phân bố kích thước để xác định phần trăm phế phẩm của chi tiết.....	88

3.7. Điều chỉnh máy	93
3.7.1. Điều chỉnh tĩnh	95
3.7.2 Điều chỉnh động.....	
3.7.2.1. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ calip làm việc của người thợ	95
3.7.2.2. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ dụng cụ đo vạn năng	96
3.8. Điều khiển độ chính xác gia công	100
3.8.1. Điều khiển biến dạng đàn hồi nhờ thay đổi kích thước điều chỉnh tĩnh.....	103
3.8.2 Điều khiển biến dạng đàn hồi nhờ thay đổi kích thước điều chỉnh động	105

Chương 4. CHUỖI KÍCH THUỐC CÔNG NGHỆ

4.1. Chuỗi kích thước	107
4.2. Các dạng bài toán và cách giải	109
4.2.1. Bài toán thuận	110
4.2.2. Bài toán nghịch	110
4.3. Các công thức tính chuỗi kích thước công nghệ.....	111
4.4. Tính chuỗi kích thước công nghệ	115
4.4.1. Phương pháp xây dựng chuỗi kích thước công nghệ	115
4.4.2. Chọn phương pháp giải chuỗi kích thước	117
4.4.3 Giải chuỗi kích thước công nghệ bằng phương pháp cực đại - cực tiểu	118
4.4.4. Giải chuỗi kích thước công nghệ bằng phương pháp xác suất.....	121
4.4.5. Cấp chính xác của các khâu thành phần	124

Chương 5. CHUẨN

5.1. Định nghĩa và phân loại chuẩn	127
5.1.1. Định nghĩa	127
5.1.2. Phân loại chuẩn.....	128
5.2. Quá trình gá đặt chi tiết khi gia công	132
5.2.1. Khái niệm về quá trình gá đặt chi tiết khi gia công	132
5.2.2. Các phương pháp gá đặt chi tiết khi gia công	133
5.3. Nguyên tắc gá đặt khi định vị chi tiết.....	136

5.4. Cách tính sai số gá đặt.....	141
5.4.1. Cách tính sai số kẹp chặt.....	141
5.4.2. Cách tính sai số đồ gá.....	143
5.4.3. Cách tính sai số chuẩn.....	143
5.5. Những điểm cần tuân thủ khi chọn chuẩn.....	151
5.5.1. Chọn chuẩn thô.....	151
5.5.2. Chọn chuẩn tinh.....	154
5.6. Xác định chuẩn trên các máy điều chỉnh số CNC.....	158
5.6.1. Điểm zero và các điểm liên quan.....	158
5.6.2. Ví dụ điểm zero và các điểm liên quan trên các máy điều khiển số CNC.....	159
5.6.3. Toạ độ tuyệt đối và toạ độ theo gia số.....	160

Chương 6. LƯỢNG DƯ GIA CÔNG

6.1. Khái niệm và định nghĩa.....	162
6.2. Phân loại lượng dư gia công.....	163
6.2.1. Lượng dư trung gian.....	163
6.2.2. Lượng dư tổng cộng.....	164
6.2.3. Lượng dư đối xứng.....	164
6.2.4. Lượng dư không đối xứng.....	165
6.3. Phương pháp xác định lượng dư.....	166
6.3.1. Phương pháp thống kê - kinh nghiệm.....	166
6.3.2. Phương pháp tính toán - phân tích.....	166
6.4. Trình tự tính lượng dư.....	170
6.5. Ví dụ tính lượng dư.....	171

Chương 7. TÍNH CÔNG NGHỆ TRONG KẾT CẤU

7.1. Khái niệm về tính công nghệ trong kết cấu.....	181
7.2. Những nhân tố ảnh hưởng đến tính công nghệ trong kết cấu.....	182
7.2.1. Sự đơn giản và hợp lý của kết cấu.....	182
7.2.2. Chọn vật liệu ban đầu và phương pháp tạo phôi.....	183
7.2.3. Độ chính xác chế tạo và độ nhám bề mặt.....	186
7.2.4. Ghi kích thước và chọn dung sai.....	188
7.2.5. Tiêu chuẩn hoá, điển hình hoá và thống nhất hoá chi tiết.....	193
7.2.6. Hình dạng hình học của chi tiết.....	194

7.3. Tính công nghệ trong kết cấu với quan điểm sản xuất trên máy CNC.....	204
7.4. Các chỉ tiêu đánh giá tính công nghệ trong kết cấu	208
7.4.1. Chỉ tiêu về sự tiêu tốn vật liệu.....	208
7.4.2. Chỉ tiêu về khối lượng lao động cho gia công và lắp ráp.....	208
7.4.3. Chỉ tiêu về sự giảm chi phí sản xuất bằng các biện pháp kinh tế- công nghệ	209

Chương 8. CHỌN PHÔI VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CHUẨN BỊ PHÔI

8.1. Cơ sở kinh tế - kỹ thuật của việc chọn phôi	213
8.1.1. Chọn vật liệu chế tạo phôi	213
8.1.2. Chọn phương pháp chế tạo phôi.....	214
8.2. Vật liệu phôi.....	216
8.2.1. Vật liệu kim loại	216
8.2.1.1. Thép.....	216
8.2.1.2. Gang.....	219
8.2.1.3. Kim loại màu và hợp kim màu.....	222
8.2.2. Vật liệu phi kim	224
8.2.2.1. Vật liệu polyme.....	224
8.2.2.2. Vật liệu composit	228
8.3. Các loại phôi.....	229
8.3.1. Phôi chế tạo bằng phương pháp đúc	229
8.3.1.1. Ưu, nhược điểm của phương pháp đúc	230
8.3.1.2. Ý nghĩa kinh tế- kỹ thuật của đúc	230
8.3.1.3. Các loại phôi đúc.....	231
8.3.2. Phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực.....	232
8.3.2.1. Đặc điểm của phôi chế tạo bằng phương pháp gia công ép lực.....	232
8.3.2.2. Các loại phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực.....	233
8.3.3. Phôi hàn	235
8.4. Gia công chuẩn bị phôi.....	235
8.4.1. Cắt bavia, đậu rút, đậu ngoạ	236
8.4.2. Làm sạch phôi.....	236

8.4.3. Cát phôi	236
8.4.4. Ủ phôi.....	239
8.4.5. Nấn phôi.....	240
8.4.6. Gia công phá.....	241
8.4.7. Gia công lỗ tâm	242

Chương 9. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT

A. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT BẰNG DỤNG CỤ CẮT VỚI LƯỚI CẮT CÓ HÌNH DẠNG HÌNH HỌC XÁC ĐỊNH

9.1. Tiện.....	244
9.1.1. Khả năng công nghệ của tiện	244
9.1.2. Năng suất và chi phí gia công khi tiện.....	247
9.1.3. Các biện pháp công nghệ khi tiện	249
9.1.3.1. Các phương pháp gá đặt chi tiết khi gá đặt	249
9.1.3.2. Gá đặt dao khi tiện	253
9.1.3.3. Các phương pháp cắt khi tiện	255
9.2. Bào và xọc	263
9.2.1. Khả năng công nghệ của bào và xọc.....	263
9.2.2. Các biện pháp công nghệ khi bào và xọc.....	264
9.2.3. Các biện pháp nâng cao độ chính xác khi bào	265
9.3. Phay.....	266
9.3.1. Khả năng gia công các dạng bề mặt của phay	269
9.3.1.1. Phay mặt phẳng.....	269
9.3.1.2. Phay các mặt trụ tròn xoay.....	274
9.3.1.3. Phay rãnh then.....	275
9.3.1.4. Phay ren.....	276
9.3.1.5. Phay các mặt định hình	277
9.3.2. Phay tốc độ cao	280
9.4. Khoan ,khoét, doa, tarô	282
9.4.1. Khoan.....	283
9.4.2. Khoét	291
9.4.3. Doa.....	292
9.4.4. Gia công ren bằng tarô.....	295
9.5. Chuốt.....	298

**B. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG CẮT GỌT BẰNG DỤNG CỤ CẮT
VỚI LƯỚI CẮT CÓ HÌNH DẠNG HÌNH HỌC KHÔNG XÁC ĐỊNH**

9.6. Mài	301
9.7. Mài nghiền	317
9.8. Mài khôn	322
9.9. Mài siêu tinh xác	326
9.10. Đánh bóng	329
9.11. Cạo	330
9.12. Công nghệ bôi trơn làm nguội tối thiểu trong quá trình cắt	331
9.12.1. Công nghệ bôi trơn làm nguội tối thiểu	332
9.12.2. Công nghệ gia công thô	333

**Chương 10. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TINH
BẰNG BIẾN DẠNG ĐÈO**

10.1. Khái niệm về sự hình thành lớp bề mặt khi gia công tinh bằng biến dạng dẻo	334
10.2. Các phương pháp và dụng cụ gia công tinh bằng biến dạng dẻo.....	337
10.2.1. Lăn ép bằng con lăn hoặc bi	337
10.2.2. Lăn ép giữa các con lăn	343
10.2.3. Chà sát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng	345
10.2.4. Nong lỗ bằng bi hay chày nong	346
10.2.4.1. Nong lỗ bằng bi cầu	347
10.2.4.2. Nong lỗ bằng chày nong	347
10.3. Chất lượng đạt được khi gia công tinh bằng biến dạng dẻo	353
10.3.1 Độ chính xác hình dáng.....	353
10.3.1.1. Lăn ép bằng con lăn hay bi có cơ cấu đàn hồi	354
10.3.1.2. Lăn ép bằng con lăn hay bi cứng (không đàn hồi).....	354
10.3.2. Độ sáng	355
10.3.3. Độ nhẵn bóng bề mặt gia công.....	356
10.3.4. Tính chất cơ lý lớp bề mặt.....	357

**Chương 11. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG
BẰNG ĐIỆN VẬT LÝ VÀ ĐIỆN HOÁ**

11.1. Gia công bằng tia lửa điện.....	360
---------------------------------------	-----

11.2. Gia công bằng xung điện.....	362
11.3. Gia công bằng điện cực dây	364
11.4. Gia công bằng điện tiếp xúc	365
11.5. Gia công bằng cực dương cơ khí	367
11.6. Gia công bằng điện hoá.....	368
11.7. Gia công bằng điện hoá- cơ khí.....	369
11.8. Gia công bằng chùm tia điện tử.....	370
11.9. Gia công bằng chùm tia lade	371
11.10. Gia công bằng siêu âm	373

Chương 12. GIA CÔNG BẰNG TIA NƯỚC VÀ TIA HẠT MÀI ÁP LỰC CAO

12.1. Gia công bằng tia nước áp lực cao.....	376
12.2. Gia công bằng tia hạt mài áp lực cao	377
12.2.1. Các sơ đồ gia công bằng tia hạt mài	378
12.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất gia công và độ nhám bề mặt	380
12.2.2.1. Ảnh hưởng của thời gian gia công	381
12.2.2.2. Ảnh hưởng của mật độ hạt mài	383
12.2.2.3. Ảnh hưởng của góc phun	385
12.2.2.4. Ảnh hưởng của khoảng cách phun	386
12.2.2.5. Ảnh hưởng của áp lực khí nén.....	387
12.2.2.6. Ảnh hưởng của kích thước hạt mài	388
12.2.3. Hạt mài dùng trong công nghệ tia.....	388
12.2.4. Môi trường chất lỏng và thành phần của dung dịch hạt mài.....	389
12.2.5. Chất lượng bề mặt khi gia công bằng tia hạt mài.....	390
12.2.5.1. Độ nhám bề mặt.....	390
12.2.5.2. Biến cứng bề mặt và độ bền mỏi.....	390
12.2.5.3. Tính chống mòn và tính chống ăn mòn hoá học	391
12.2.6. Thiết bị dùng trong gia công bằng tia hạt mài	391
12.2.7. Cơ cấu phun	395
12.2.8. Các ví dụ ứng dụng gia công bằng tia hạt mài.....	398

Chương 13. TIÊU CHUẨN HOÁ QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ

13.1. Khái niệm	399
13.2. Phân loại đối tượng sản xuất	400
13.3. Công nghệ điển hình	405
13.4. Công nghệ nhóm	409
13.4.1. Phân nhóm chi tiết gia công.....	411
13.4.2. Lập tiến trình công nghệ nhóm.....	415
13.4.3. Đồ gá gia công nhóm.....	420
13.5. Công nghệ tổ hợp	422

Chương 14. TỐI ƯU HÓA QUÁ TRÌNH CẮT GỌT

14.1. Một vài khái niệm về tối ưu hoá quá trình cắt gọt.....	428
14.1.1. Tối ưu hoá quá trình gia công cắt gọt	428
14.1.2. Các phương pháp tối ưu hoá quá trình gia công cắt gọt.....	429
14.1.2.1. Tối ưu hoá tĩnh	429
14.1.2.2. Tối ưu hoá động	429
14.2. Cơ sở kinh tế - kỹ thuật của quá trình gia công cắt gọt.....	431
14.2.1. Mô hình lực cắt.....	431
14.2.2. Mô hình mòn dụng cụ cắt	433
14.3. Hàm mục tiêu của quá trình tiện	435
14.3.1. Chỉ tiêu kỹ thuật về thời gian.....	435
14.3.2. Chi phí gia công khi tiện.....	436
14.3.3. Xác định chế độ cắt tối ưu khi tiện	439
14.3.3.1. Xác định tốc độ cắt hợp lý V_0 khi tiện	439
14.3.3.2. Xác định tốc độ cắt kinh tế và tuổi bền kinh tế hợp lý S_0	441
14.3.3.4. Xác định tốc độ cắt kinh tế và tuổi bền kinh tế hợp lý	442
14.4. Miền giới hạn khi tiện	443
14.4.1. Giới hạn về phía bước tiến dao nhỏ	443
14.4.2. Giới hạn về phía bước tiến dao lớn	444
14.4.3. Giới hạn về phía tốc độ cắt lớn	445
14.4.4. Giới hạn về phía tốc độ cắt nhỏ	446
14.4.5. Các giới hạn khác.....	447
14.4.6. Xây dựng miền giới hạn khi tiện	447

Chương 15. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CƠ KHÍ

15.1. Tổng quan.....	449
15.2. Yêu cầu kinh tế và kỹ thuật.....	450
15.3. Yếu tố kỹ thuật, thời gian và không gian.....	452
15.4. Tiến trình chế tạo chi tiết cơ khí.....	454
15.5. Nội dung thiết kế công nghệ chế tạo chi tiết cơ khí.....	456
15.6. Những nội dung thiết kế chính.....	458
15.6.1. Xác định kích thước phối.....	459
15.6.2. Xác định thứ tự gia công.....	459
15.6.3. Thiết kế nguyên công.....	462
15.6.3.1. Xác định phương pháp gia công.....	462
15.6.3.2. Chọn máy công cụ.....	462
15.6.3.3. Xác định các bước công nghệ.....	463
15.6.3.4. Xác định chế độ cắt.....	463
15.6.3.5. Định mức thời gian gia công.....	466
15.6.3.6. Xác định số lượng máy và thợ cần thiết.....	466
15.7. Các phương pháp thiết kế công nghệ cơ khí.....	467
15.8. Biện pháp tăng năng suất và giảm giá thành chế tạo chi tiết.....	468
15.9. So sánh các phương án công nghệ.....	470
15.10. Thiết kế công nghệ cơ khí bằng máy tính.....	472
15.11. Chuẩn bị công nghệ sửa chữa và phục hồi chi tiết cơ khí.....	483

Chương 16. QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH

16.1. Khái niệm về điển hình hoá quá trình công nghệ trong chế tạo máy.....	485
16.1.1. Thực chất của quá trình công nghệ điển hình.....	486
16.1.2. Thực chất của quá trình công nghệ nhóm.....	487
16.2. Công nghệ chế tạo các chi tiết dạng hộp.....	489
16.2.1. Đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật của chi tiết dạng hộp.....	489
16.2.1.1. Đặc điểm của chi tiết dạng hộp.....	489
16.2.1.2. Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu khi chế tạo chi tiết dạng hộp.....	494
16.2.2. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng hộp.....	494

16.2.3. Vật liệu và phối để chế tạo chi tiết dạng hộp	495
16.2.4. Qui trình công nghệ chế tạo chi tiết dạng hộp.....	496
16.2.4.1. Chuẩn định vị để gia công chi tiết dạng hộp.....	496
16.2.4.2. Trình tự gia công các bề mặt chủ yếu của chi tiết dạng hộp.....	500
16.2.5. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính	501
16.2.5.1. Gia công mặt chuẩn.....	501
16.2.5.2. Gia công các mặt ngoài của hộp	503
16.2.5.3. Gia công các lỗ lắp ghép của hộp.....	512
16.2.5.4. Gia công các lỗ kẹp chặt	531
16.2.5.5. Kiểm tra hộp.....	533
16.2.5.6. Ví dụ về qui trình chế tạo một loại hộp.....	537
16.3. Công nghệ chế tạo các chi tiết dạng trục.....	539
16.3.1. Đặc điểm và phân loại trục	539
16.3.2. Những yêu cầu chủ yếu khi chế tạo chi tiết dạng trục	542
16.3.3. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng trục.....	543
16.3.4. Vật liệu và phối để chế tạo chi tiết dạng trục.....	543
16.3.5. Qui trình công nghệ chế tạo các chi tiết dạng trục	545
16.3.5.1. Chuẩn định vị khi gia công chi tiết dạng trục	545
16.3.5.2. Trình tự các nguyên công để gia công các bề mặt chi tiết dạng trục	549
16.3.6. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính.....	550
16.3.6.1. Khoả mặt đầu, khoan hai lỗ tâm	550
16.3.6.2. Tiện thô và tinh mặt trụ ngoài của trục	552
16.3.6.3. Gia công mặt lệch tâm trên trục	572
16.3.6.4. Gia công mặt định hình trên trục	583
16.3.6.5. Mài thô và tinh mặt trụ ngoài trên trục	592
16.3.6.6. Kiểm tra trục	598
16.3.6.7. Ví dụ về qui trình công nghệ chế tạo chi tiết trục	600
16.4. Công nghệ chế tạo các chi tiết dạng càng	603
16.4.1. Đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của chi tiết dạng càng.....	603
16.4.1.1. Đặc điểm của chi tiết dạng càng	603
16.4.1.2. Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu khi chế tạo chi tiết dạng càng	606

16.4.2. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng còng	606
16.4.3 Vật liệu và phối để chế tạo chi tiết dạng còng	607
16.4.4. Quy trình công nghệ chế tạo chi tiết dạng còng	608
16.4.4.1. Phân tích chuẩn định vị khi gia công chi tiết dạng còng	608
16.4.4.2. Trình tự gia công các bề mặt chủ yếu của chi tiết dạng còng	615
16.4.5. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính	615
16.4.5.1. Gia công mặt đầu chi tiết còng	615
16.4.5.2. Gia công thò và tinh các lỗ cơ bản của còng	620
16.4.5.3. Kiểm tra còng	626
16.4.6. Ví dụ về quy trình công nghệ chế tạo chi tiết còng	628
16.5. Gia công các chi tiết dạng bạc	629
16.5.1. Đặc điểm và yêu cầu kỹ thuật của chi tiết dạng bạc	629
16.5.1.1. Đặc điểm của chi tiết dạng bạc	629
16.5.1.2. Những yêu cầu kỹ thuật chủ yếu của chi tiết dạng bạc	630
16.5.2. Tính công nghệ trong kết cấu đối với chi tiết dạng bạc	631
16.5.3. Vật liệu và phối để chế tạo chi tiết dạng bạc	631
16.5.4. Quy trình công nghệ chế tạo chi tiết dạng bạc	632
16.5.4.1. Phân tích chuẩn định vị để gia công bạc	632
16.5.4.2. Trình tự gia công các bề mặt của bạc	634
16.5.5. Biện pháp thực hiện các nguyên công chính	635
16.5.5.1. Gia công các mặt chính của bạc	635
16.5.5.2. Gia công thò và tinh các mặt định hình trong và ngoài	649
16.5.5.3. Gia công các lỗ phụ	651
16.5.5.4. Gia công tinh các bề mặt sau khi tôi	651
16.5.5.5. Kiểm tra bạc	653
16.5.6. Ví dụ về quy trình gia công chi tiết dạng bạc	654

Chương 17. QUI TRÌNH CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÁNH RĂNG

17.1. Phân loại bánh răng	656
17.2. Độ chính xác của bánh răng	657
17.3. Vật liệu chế tạo bánh răng	658

17.4. Phôi bánh răng.....	659
17.5. Nhiệt luyện bánh răng	659
17.6. Yêu cầu kỹ thuật khi chế tạo bánh răng	660
17.7. Tính công nghệ trong kết cấu của bánh răng	660
17.8. Chuẩn định vị khi gia công bánh răng.....	661
17.9. Quy trình công nghệ trước khi cắt răng	661
17.10. Các phương pháp cắt răng trụ.....	662
17.10.1. Cắt răng bằng phương pháp định hình	662
17.10.2. Cắt răng theo nguyên lý bao hình	667
17.10.2.1. Phay lăn răng.....	667
17.10.2.2. Xọc răng.....	672
17.10.2.3. Cắt răng bằng phương pháp xọc tiện.....	675
17.11. Vẽ đầu răng	676
17.12. Chạy rà bánh răng trụ.....	678
17.13. Cà răng	679
17.13.1. Cà răng bằng dao cà dạng bánh răng.....	679
17.13.2. Cà răng bằng dao cà dạng thanh răng	685
17.13.3. Chế độ cắt khi cà răng.....	686
17.13.4. Kết cấu của dao cà và gá dao khi gia công	687
17.14. Mài răng	687
17.14.1. Mài răng theo phương pháp định hình	688
17.14.2. Mài răng theo phương pháp bao hình	689
17.14.3. Mài răng bằng đá mài dạng trục vít	692
17.15. Mài nghiền bánh răng.....	693
17.16. Mài khôn bánh răng	695
17.17. Gia công bánh răng côn.....	696
17.17.1. Gia công bánh răng côn thẳng	697
17.17.1.1. Phương pháp định hình.....	697
17.17.1.2. Phương pháp bao hình.....	701
17.17.2. Gia công bánh răng côn cong	703
17.17.2.1. Cắt răng côn cong bằng đầu dao	704
17.17.2.2. Cắt răng côn cong bằng dao phay lăn hình côn.....	705
17.17.3. Gia công tinh bánh răng côn.....	706
17.17.3.1. Cà bánh răng côn.....	706
17.17.3.2. Mài bánh răng côn	707

17.18. Cán răng	709
17.19. Gia công bánh vít	711
17.19.1. Gia công bánh vít bằng dao phay lăn.....	711
17.19.1.1. Phương pháp tiến dao hướng kính.....	711
17.19.1.2. Phương pháp tiến dao tiếp tuyến	712
17.19.1.3. Phương pháp gia công phối hợp	713
17.19.2. Gia công bánh vít bằng dao quay.....	713
17.19.3. Gia công tinh bánh vít.....	714
17.20. Kiểm tra bánh răng.....	715
17.20.1. Kiểm tra độ đảo vòng chia.....	716
17.20.2. Kiểm tra sai số bước vòng	717
17.20.3. Kiểm tra sai lệch profin	718
17.20.4. Kiểm tra sai lệch khoảng pháp tuyến chung.....	718
17.20.5. Kiểm tra sai số động học	719
17.20.6. Kiểm tra tổng hợp ăn khớp hai bên.....	720
17.20.7. Kiểm tra sai số tích vòng	721
17.20.8. Kiểm tra vết tiếp xúc.....	721

Chương 18. ĐỊNH MỨC KỸ THUẬT

18.1. Định mức vật liệu	724
18.2. Định mức thời gian lao động.....	730

Chương 19. NĂNG SUẤT VÀ GIÁ THÀNH SẢN PHẨM

19.1. Năng suất lao động.....	742
19.2. Các phương pháp tăng năng suất lao động	744
19.2.1. Các phương pháp giảm thời gian cơ bản T_0	744
19.2.2. Các phương pháp giảm thời gian phụ T_p	745
19.2.3. Phương pháp giảm thời gian phục vụ.....	746
19.3. Giá thành sản phẩm.....	746
19.3.1. So sánh các phương án công nghệ	746
19.3.2. Xác định giá thành sản phẩm.....	747

Chương 20. CÔNG NGHỆ LẮP RÁP

20.1. Khái niệm về công nghệ lắp ráp	752
20.2. Kỹ thuật lắp ráp.....	755
20.2.1. Các phương pháp ghép nối.....	755

20.2.2. Các phương pháp lắp ráp.....	757
20.2.3. Kết cấu của sản phẩm, bộ phận và chi tiết trong lắp ráp.....	759
20.3. Lập kế hoạch cho quá trình lắp ráp.....	762
20.3.1. Nguyên tắc cơ bản khi lập kế hoạch cho quá trình lắp ráp.....	762
20.3.2. Nguyên tắc tổ chức khi lắp ráp.....	764
20.3.3. Đánh giá kế hoạch lắp ráp và thiết kế hệ thống lắp ráp.....	766
20.4. Tự động hoá quá trình lắp ráp.....	767
20.4.1. Điều kiện để thực hiện tự động hoá quá trình lắp ráp.....	767
20.4.2. Các hình thức tự động hoá quá trình lắp ráp.....	768
20.4.3. Nội dung của tự động hoá trong lắp ráp.....	768
20.4.4. Ứng dụng rôbốt công nghiệp trong lắp ráp.....	770
20.4.4.1. Tính chất và phạm vi sử dụng rôbốt công nghiệp.....	771
20.4.4.2. Các đại lượng đặc trưng của rôbốt công nghiệp.....	771
20.4.5. Điều khiển hệ thống lắp ráp.....	772
20.5. Tháo dỡ và tái sinh.....	774

Chương 21. QUẢN LÝ VÀ ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG TRONG CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

21.1. Tổng quát về chất lượng sản phẩm hàng hoá.....	777
21.2. Quản lý chất lượng sản phẩm hàng hoá.....	779
21.2.1. Tình hình quản lý chất lượng ở Việt Nam.....	779
21.2.2. Quản lý chất lượng tổng hợp.....	784
21.2.3. Tiêu chuẩn hoá quốc tế.....	786
21.2.4. Hệ thống quản lý chất lượng ở doanh nghiệp.....	792
21.3. Đảm bảo chất lượng.....	795
21.3.1. Quy hoạch chất lượng.....	799
21.3.2. Kiểm tra chất lượng.....	801
21.3.3. Điều khiển chất lượng.....	801
21.3.4. Đảm bảo chất lượng dùng máy tính.....	802

Chương 22. CÂN BẰNG CÁC CHI TIẾT MÁY

22.1. Cân bằng tĩnh.....	803
22.2. Cân bằng động.....	805

<i>Chương 23. SƠN, SẤY VÀ XOA MỠ BẢO VỆ BỀ MẶT CHI TIẾT VÀ SẢN PHẨM</i>	
23.1. Sơn và sấy	809
23.1.1. Sơn	809
23.1.2. Sấy khô	810
23.2. Xoa mỡ bảo vệ bề mặt	811
 Chương 24. HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY	
24.1. Tự động hoá sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ và hàng loạt vừa	812
24.1.1. Sử dụng máy CNC	812
24.1.2. Sản xuất hàng loạt theo dây chuyền	814
24.2. Sản xuất tự động hoá linh hoạt	815
24.2.1. Môđun sản xuất linh hoạt	815
24.2.2. Hệ thống sản xuất linh hoạt	816
24.3. Hệ thống sản xuất tích hợp có trợ giúp của máy tính CIM	817
TÀI LIỆU THAM KHẢO	818
MỤC LỤC	820