

GS. TS. TRẦN VĂN ĐỊCH  
PGS. TS. LÊ VĂN TIẾN  
PGS. TS. TRẦN XUÂN VIỆT

# ĐỒ GÁ CƠ KHÍ & TỰ ĐỘNG HÓA



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



GS.TS. TRẦN VĂN DỊCH  
PGS.TS. LÊ VĂN TIẾN  
PGS.TS. TRẦN XUÂN VIỆT

# ĐỒ GÁ CƠ KHÍ HÓA VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

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

*In lần thứ ba có sửa chữa, bổ sung*



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
HÀ NỘI - 2005

## LỜI GIỚI THIỆU

Trong ngành Cơ khí, trang bị công nghệ có vai trò quan trọng và góp phần mang lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật tốt cho quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí. Xác định, lựa chọn, thiết kế và tính toán trang bị hợp lý là một nội dung chuyên môn chính trong khâu chuẩn bị công nghệ cho quá trình sản xuất chế tạo sản phẩm cơ khí.

Cuốn **Đồ gá cơ khí hóa và tự động hóa** này được biên soạn với mục đích chính là dùng làm tài liệu học tập cho môn học **Đồ gá** theo chương trình đào tạo kỹ sư cơ khí hệ đại học và cao đẳng kỹ thuật.

Nội dung của cuốn sách tập trung trình bày phương pháp tính toán và thiết kế đồ gá máy cắt kim loại trên cơ sở kết hợp vận dụng kiến thức và kinh nghiệm của các môn học khác thuộc lĩnh vực chuyên môn Cơ khí chế tạo máy, góp phần đảm bảo và nâng cao hiệu quả kinh tế của ngành cơ khí, phù hợp với điều kiện sản xuất hiện tại và xu hướng phát triển tất yếu.

Cuốn **Đồ gá cơ khí hóa và tự động hóa** trình bày những vấn đề cơ bản sau đây :

Chương 1. Thiết kế đồ gá chuyên dùng trên máy công cụ vạn năng thông thường

Chương 2. Dụng cụ phụ

Chương 3. Đồ gá lắp ráp

Chương 4. Đồ gá kiểm tra

Chương 5. Tiêu chuẩn hóa và linh hoạt hóa trang bị công nghệ

Chương 6. Trang bị công nghệ dùng trong dây chuyền gia công linh hoạt và tự động hóa ( FMS ).

Cuốn sách cũng có thể làm tài liệu tham khảo đối với kỹ sư, cán bộ quản lý và nhân viên kỹ thuật trong ngành Cơ khí. Nó do nhóm giáo viên Bộ môn Công nghệ chế tạo máy ( khoa Cơ khí, trường Đại học Bách khoa Hà Nội ) biên soạn.

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn những ý kiến xây dựng cho cuốn sách để nội dung của nó hoàn thiện hơn trong lần xuất bản sau.

Các ý kiến đóng góp xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - 70 Trần Hưng Đạo Hà Nội và Bộ môn Công nghệ Chế tạo máy trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Các tác giả

## BÀI MỞ ĐẦU

### CÔNG DỤNG CỦA TRANG BỊ CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ - PHÂN LOẠI

Trong quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí người ta sử dụng nhiều loại công cụ lao động với kết cấu và tính năng kỹ thuật ngày càng hoàn thiện hơn; nhằm nâng cao chất lượng, tăng năng suất và hạ giá thành chế tạo sản phẩm. Các loại công cụ lao động thường được sử dụng trong quá trình chế tạo các sản phẩm cơ khí bao gồm các loại máy, các loại dụng cụ và các trang bị công nghệ ( gồm các loại *đồ gá* và *dụng cụ phụ* ).

Đối với khâu gia công chi tiết cơ khí thì *trang bị công nghệ* là toàn bộ *các phụ tùng* kèm theo máy công cụ nhằm mở rộng khả năng công nghệ của máy, tạo điều kiện cho thực hiện quá trình gia công chi tiết cơ khí với hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao.

Tùy theo kết cấu và công dụng của trang bị công nghệ mà có thể phân chia chúng thành hai loại : *trang bị công nghệ vạn năng* và *trang bị công nghệ chuyên dùng*.

Đặc điểm của *trang bị công nghệ vạn năng* là không phụ thuộc đối tượng gia công nhất định và được sử dụng chủ yếu ở dạng sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ. Ngược lại, kết cấu và tính năng của *trang bị công nghệ chuyên dùng* phụ thuộc vào một hoặc một nhóm đối tượng gia công nhất định. Loại trang bị công nghệ này được sử dụng chủ yếu ở dạng sản xuất hàng loạt và hàng khối, cá biệt còn ở dạng sản xuất nhỏ và đơn chiếc do yêu cầu phải đạt độ chính xác cao, hoặc không dùng chúng thì không thể gia công được chi tiết cơ khí.

Đối với các loại máy công cụ được dùng trong quá trình gia công cắt gọt kim loại, người ta thường sử dụng hai loại trang bị công nghệ là *đồ gá gia công* ( trang bị công nghệ để *gá đặt dụng cụ gia công* trên máy công cụ ). Đối với quá trình *kiểm tra chất lượng* thường phải dùng *đồ gá kiểm tra* ( *đồ gá đo* ); còn đối với quá trình *lắp ráp sản phẩm* lại thường dùng *đồ gá lắp ráp*.

Nói chung, *đồ gá* là trang bị công nghệ cần thiết trong quá trình gia công, kiểm tra và lắp ráp sản phẩm cơ khí. Trong các loại *đồ gá* được sử dụng thì *đồ gá gia công* chiếm tới 80 ± 90%.

*Đồ gá* góp phần đảm bảo *tính chất lắp lẫn* của sản phẩm, nâng cao mức độ *cơ khí hóa* và *tự động hóa* của quá trình sản xuất cơ khí.

*Đồ gá gia công* là trang bị công nghệ nhằm *xác định chính xác vị trí chính xác giữa phôi gia công với dụng cụ gia công, đồng thời giữ vị trí đó ổn định trong khi gia công*.

*Đồ gá gia công* tạo điều kiện mở rộng khả năng làm việc của máy công cụ; giảm thời gian phụ nhờ *gá đặt* phôi nhanh gọn; giảm thời gian máy vì có thể *gá đặt* nhiều phôi để gia công đồng thời; góp phần hạ giá thành sản phẩm; giảm chi phí về lương vì không cần thợ bậc cao; đảm bảo tính chủ động của nguyên công đối với chất lượng gia công (không phụ thuộc vào trình độ và kinh nghiệm chuyên môn của thợ ); đồng thời giảm nhẹ sức lao động khi *gá đặt* phôi gia công ( đảm bảo thao tác an toàn và có năng suất cao ).

*Đồ gá gia công* được phân chia thành *đồ gá vạn năng* và *đồ gá chuyên dùng*.

*Đồ gá vạn năng* thường là *trang bị công nghệ* kèm theo máy công cụ như mâm cặp, ê tô, mũi tâm v.v...

Ngoài ra, cần phân biệt hai khái niệm đồ gá vạn năng điều chỉnh và đồ gá vạn năng lắp ghép.

Đồ gá vạn năng điều chỉnh ( GVD ) là trang bị công nghệ có kết cấu ứng với một nhóm chi tiết gia công nhất định, còn gọi là đồ gá gia công nhóm.

Đồ gá vạn năng lắp ghép ( AVL ) là trang bị công nghệ có kết cấu được lắp ghép từ các cụm, bộ phận, chi tiết ( linh kiện ) trang bị công nghệ tiêu chuẩn để gia công một loại chi tiết cụ thể; cùng một lúc, các linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn và phong phú có thể được tổ hợp thành một số đồ gá khác nhau và sử dụng song song với nhau.

Dụng cụ phụ là một trang bị công nghệ để gá đặt dụng cụ gia công trên máy công cụ. Tùy theo yêu cầu sử dụng mà kết cấu các loại dụng cụ phụ sẽ có tính chất vạn năng hay chuyên dùng.

Để đảm bảo chức năng làm việc và hiệu quả sử dụng của đồ gá về các mặt kỹ thuật và kinh tế; trước hết cần phải lựa chọn và xác định hợp lý những đồ gá vạn năng sẵn có; còn đối với đồ gá chuyên dùng lại phải thiết kế và tính toán kết cấu đồ gá đúng nguyên lý, thỏa mãn các yêu cầu do nguyên công đặt ra về chất lượng, năng suất và hiệu quả của quá trình gá đặt đối tượng sản xuất trên thiết bị sản xuất, sau đó phải giám sát và điều hành chặt chẽ quá trình chế tạo và thử nghiệm đồ gá chuyên dùng.

Hiện nay, công việc thiết kế và chế tạo toàn bộ trang bị công nghệ cho một sản phẩm cơ khí có thể chiếm tới 80% khối lượng lao động của quá trình chuẩn bị sản xuất cho sản phẩm đó; nếu xét trong điều kiện của trình độ sản xuất còn khá phổ biến là sử dụng công cụ sản xuất thông thường ( không điều khiển NC hoặc CNC ).

Giải pháp công nghệ tiên tiến thường bao gồm :

- NC : Numerical Control ( điều khiển số )
- CNC : Computer Numerical Control ( điều khiển số có trợ giúp của máy tính )
- CAD : Computer Aided Design ( thiết kế có trợ giúp của máy tính )
- CAM : Computer Aided Manufacturing ( gia công có trợ giúp của máy tính )

Giải pháp công nghệ tiên tiến CAD/CAM - CNC đòi hỏi phải có vốn đầu tư lớn, nhưng lại đang được coi là giải pháp hữu hiệu ở các nước có nền cơ khí hiện đại. Với giải pháp này, nhờ có hệ thống điều khiển NC, CNC linh hoạt và tự động hóa mà thời gian và chi phí chuẩn bị sản xuất cho sản phẩm cơ khí giảm nhiều, tạo điều kiện sáng tạo sản phẩm nhanh và đáp ứng nhanh thị trường.

Nội dung cuốn *Đồ gá máy cắt kim loại* bao gồm phương pháp tính toán - thiết kế đồ gá chuyên dùng phục vụ các nguyên công gia công cắt gọt, kiểm tra và lắp ráp theo nguyên tắc đảm bảo chất lượng và năng suất của nguyên công, đảm bảo kết cấu của đồ gá có tính công nghệ cao, dễ chế tạo, thao tác an toàn, ít tổn thất và sử dụng tối đa các kết cấu - linh kiện tiêu chuẩn.

Với yêu cầu đó, cuốn sách này có tính chất lý thuyết và tính chất thực tiễn, đồng thời có tính chất cập nhật theo định hướng công nghiệp hóa và hiện đại hóa.

Môn học *Đồ gá máy cắt kim loại* có quan hệ chặt chẽ với các môn khoa học khác thuộc lĩnh vực cơ khí, vì phương án đồ gá được thiết kế là kết quả vận dụng tổng hợp các kiến thức chuyên môn về công nghệ cơ khí, an toàn lao động, khoa học lao động, tự động hóa quá trình sản xuất, cơ học kỹ thuật, sức bền vật liệu, máy công cụ, dụng cụ cắt gọt, quản lý kinh tế cơ khí v.v...

## THIẾT KẾ ĐỒ GÁ CHUYÊN DỤNG TRÊN MÁY CẮT KIM LOẠI VẠN NĂNG THÔNG THƯỜNG

### 1.1. CƠ SỞ THIẾT KẾ ĐỒ GÁ CHUYÊN DỤNG

#### 1.1.1. Quan hệ giữa đường lối công nghệ, biện pháp công nghệ và dạng sản xuất

Thiết kế và việc thực hiện quá trình công nghệ là nội dung cơ bản của khâu chuẩn bị công nghệ chế tạo sản phẩm cơ khí. Số lượng nguyên công của quá trình công nghệ phụ thuộc vào đường lối thiết kế nguyên công. Thiết kế nguyên công có hai cách: tập trung nguyên công hoặc phân tán nguyên công. Phương pháp tập trung nguyên công đặc trưng bởi tập hợp nhiều bước công nghệ thành một nguyên công như vậy số lượng nguyên công sẽ ít. Phương pháp phân tán nguyên công thể hiện bằng số lượng nguyên công nhiều nhưng số bước công nghệ của mỗi nguyên công lại ít, mỗi nguyên công chỉ có một hay hai bước công nghệ.

Xu hướng phát triển của nền sản xuất cơ khí hiện nay là tập trung nguyên công để tạo điều kiện cho việc tự động hóa sản xuất, tăng năng suất lao động, rút ngắn chu kỳ sản xuất, đơn giản khâu kế hoạch và điều hành sản xuất. Tùy theo dạng sản xuất cụ thể mà nội dung của vấn đề tập trung nguyên công sẽ khác nhau. Khi sản lượng ít, thường sử dụng các thiết bị vạn năng là chủ yếu và phần lớn thời gian làm việc trong một ca sản xuất phải dành cho các công việc thủ công như thay đổi chế độ cắt, thay dao, thay phôi, điều khiển máy, kiểm tra ... Từ khi có máy NC và CNC thì khả năng tự động hóa sản xuất ở từng nguyên công với sản lượng ít được mở rộng. Các máy NC và CNC có năng suất cao và hiệu quả kinh tế khi sử dụng chúng sẽ tăng theo mức độ tập trung nguyên công.

Hiện nay, khi sản xuất với sản lượng ít có thể xây dựng và sử dụng các trung tâm gia công, nghĩa là trong một lần gá đặt phôi, chỉ tiết được tuân tự gia công nhiều bước công nghệ một cách tự động trên máy NC hoặc máy CNC. Với trung tâm gia công, năng suất được nâng cao, rút ngắn chu kỳ sản xuất và tiết kiệm diện tích mặt bằng sản xuất. Tuy nhiên, khi sử dụng trung tâm gia công, khả năng gia công nhiều chi tiết, nhiều dao cùng một lúc bị hạn chế.

Nếu sản lượng lớn, phương án tập trung nguyên công được thực hiện chủ yếu trên các máy bán tự động hoặc tự động có khả năng thực hiện đồng thời nhiều bước công nghệ ở nhiều vị trí đồng thời làm cho thời gian phụ thuộc với thời gian gia công cơ bản.

Phương pháp phân tán nguyên công thường chỉ sử dụng khi sản lượng lớn. Việc sử dụng thiết bị phải tùy theo điều kiện sản xuất cụ thể. Thường hay áp dụng các phương pháp sau:

- Sử dụng thiết bị chuyên dùng đơn giản.
- Sử dụng thiết bị vạn năng kết hợp với đồ gá chuyên dùng.
- Sử dụng đường dây gia công để thay đổi (đường dây mềm hay đường dây gia công nhóm).

Phương pháp phân tán nguyên công tạo điều kiện chuyên môn hóa chỗ làm việc để nâng cao năng suất lao động. Tùy theo điều kiện sản xuất cụ thể mà phương pháp phân tán nguyên công sẽ thể hiện rõ ưu điểm của nó. Nhược điểm chủ yếu của phương pháp này là công việc thực hiện ở từng chỗ làm việc rất đơn điệu, công nhân không phải động não nhiều nên dễ có cảm giác chán công việc. Vì vậy khi áp dụng phương pháp phân tán nguyên công cần chú ý nâng cao trình độ cơ khí hóa và tự động hóa chỗ làm việc. Phương pháp này tạo điều kiện xây dựng nhanh gọn các dây chuyền tự động khi sản lượng lớn.

Tóm lại, đường lối và biện pháp công nghệ phải được lựa chọn hợp lý nhằm đảm bảo các chỉ tiêu về chất lượng và năng suất tùy theo sản lượng và điều kiện sản xuất cụ thể.

Trong sản xuất có thể áp dụng các biện pháp khác nhau để tăng năng suất như các biện pháp giảm thời gian gia công cơ bản ( $T_c$ ) và các biện pháp giảm thời gian phụ ( $T_{ph}$ ).

Đồ gá gia công cắt gọt được sử dụng với mục đích đảm bảo vị trí chính xác và ổn định của phôi so với máy và dụng cụ cắt đồng thời đảm bảo cho quá trình gá đặt thuận lợi, nhanh chóng, làm giảm thời gian phụ đến mức tối đa có thể.

### 1.1.2. Quá trình gá đặt phôi trên máy cắt kim loại

Chi tiết gia công có nhiều bề mặt, trong quá trình gia công mỗi bề mặt có chức năng khác nhau, trong đó bề mặt dùng để xác định chính xác vị trí của phôi so với máy và dao gọi là mặt chuẩn, bề mặt kẹp chặt phôi nhằm giữ đúng vị trí đã xác định của nó so với máy và dao gọi là bề mặt kẹp chặt v.v...

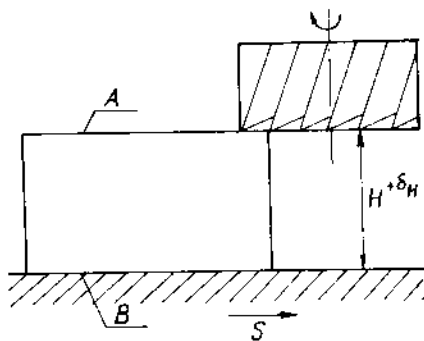
Quá trình gá đặt phôi gồm hai giai đoạn: định vị phôi và kẹp chặt phôi.

Định vị phôi là xác định vị trí chính xác của phôi so với máy và dụng cụ cắt. Ví dụ, khi phay mặt A (hình 1.1), phôi được định vị bằng mặt B để đảm bảo kích thước gia công  $H \pm \delta_H$ ; dụng cụ cắt được điều chỉnh theo kích thước gia công mà góc kích thước là bản máy, trùng với mặt B của phôi.

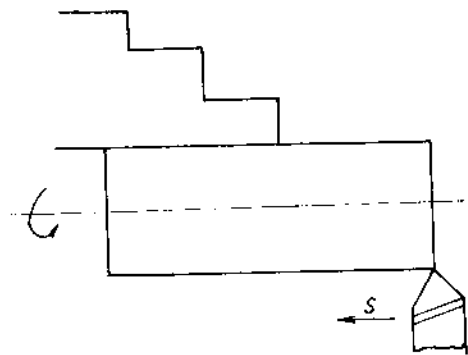
Kẹp chặt phôi là cố định vị trí của phôi không cho nó rời khỏi vị trí đã định vị trong suốt quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt. Khi gá đặt trên mâm cặp ba chấu tự định tâm của máy tiện (hình 1.2) cũng gồm hai giai đoạn:

- Sau khi đưa phôi lên mâm cặp, quay tay vận để các chấu kẹp đi vào. Khi ba chấu kẹp vừa tiếp xúc với mặt chuẩn, chúng sẽ đưa tâm chi tiết trùng với tâm trục chính máy, đó là giai đoạn định vị phôi.

- Khi tiếp tục quay tay vận để các chấu kẹp ấn vào chi tiết tạo nên lực kẹp sao cho phôi không thể dịch chuyển được trong suốt quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt, đó là giai đoạn kẹp chặt.



Hình 1.1. Định vị phôi để phay



Hình 1.2. Gá trên mâm cặp ba chấu

Gá đặt hợp lý là một yêu cầu quan trọng của việc thiết kế qui trình công nghệ gia công. Khi đã không chế được các nguyên nhân khác sinh ra sai số gia công trong một mức độ nhất định nào đó thì độ chính xác gia công đạt được chủ yếu là do quá trình gá đặt quyết định. Chọn được phương án gá đặt hợp lý sẽ giảm được thời gian phụ, đảm bảo độ cứng vững của hệ thống công nghệ, nâng cao chế độ cắt và giảm được thời gian gia công cơ bản. Có hai phương án gá đặt: rà gá và tự động đạt kích thước.

#### a. Phương pháp rà gá

Phương pháp này có thể thực hiện bằng hai cách là rà trực tiếp theo máy và rà theo dấu đã vạch sẵn. Dù bằng cách nào thì công nhân cũng phải dùng mắt thường với các dụng cụ như mũi rà, bàn rà, đồng hồ so ... rà theo mặt chuẩn hoặc dấu đã vạch sẵn để xác định vị trí của phôi so với máy hoặc dao. Trên một số máy có độ chính xác cao (máy đo tọa độ), công nhân có thể quan sát qua ống kính quang học. Ví dụ, khi gia công lỗ  $d_2$  của

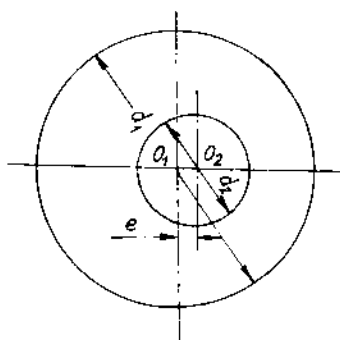
bạc lệch tâm ( hình 1.3 ) trên mâm cặp bốn chấu, phải tiến hành rà để đảm bảo tâm lỗ  $O_2$  trùng với tâm trục chính của máy.

Phương pháp rà tốn nhiều thời gian, năng suất thấp, độ chính xác đạt được không cao và dùng trong sản xuất đơn chiếc, loại nhỏ hoặc dùng trong các trường hợp mặt phối quá thô không thể sử dụng đồ gá.

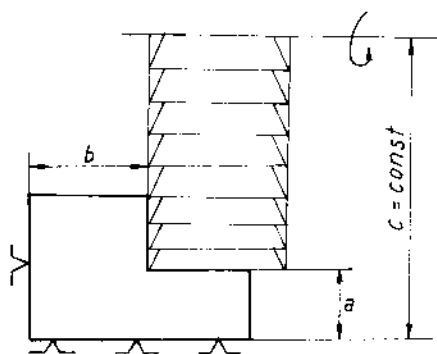
#### b. Phương pháp tự động đạt kích thước

Theo phương pháp này dụng cụ cắt có vị trí tương quan cố định so với vật gia công (tức là vị trí đã điều chỉnh sẵn ). Vị trí này được đảm bảo cố định nhờ cơ cấu định vị của đồ gá. Kích thước cần đạt được của phối đảm bảo nhờ điều chỉnh trước vị trí của máy, dao so với mặt gia công. Ví dụ, khi phay hai mặt vuông góc với nhau bằng dao phay đĩa ba mặt cắt trên máy phay ngang ( hình 1.4 ).

Dao đã được điều chỉnh sẵn so với các bề mặt của đồ gá tiếp xúc với mặt chuẩn của chi tiết để đảm bảo các kích thước a và b.



Hình 1.3. Rà gá khi gia công lỗ bạc lệch tâm



Hình 1.4. Gá trên đồ để phay gá bằng dao phay đĩa ba mặt cắt

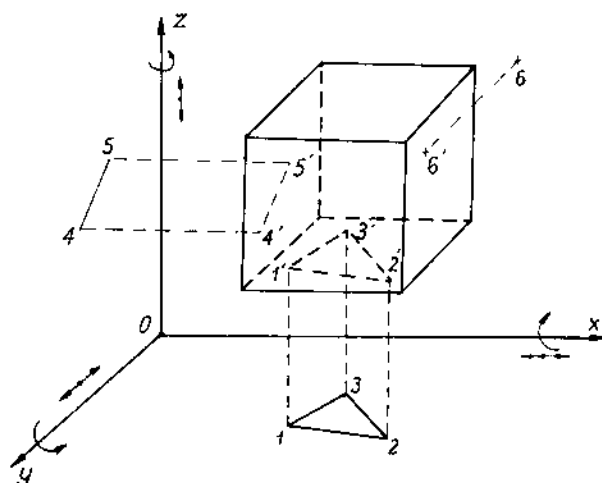
Ưu điểm cơ bản của phương pháp này là :

- Đảm bảo độ chính xác gia công, giảm phế phẩm và hầu như không phụ thuộc vào trình độ tay nghề của công nhân.
- Năng suất cao.
- Hiệu quả kinh tế cao khi sản lượng đủ lớn.

#### 1.1.3. Áp dụng nguyên tắc sáu bậc tự do để định vị phối

Một vật rắn trong không gian ba chiều có sáu bậc tự do chuyển động. Sáu bậc tự do đó gồm : ba bậc tự do chuyển động tịnh tiến theo ba phương của hệ trục tọa độ vuông góc là  $Ox, Oy, Oz$  và ba bậc tự do quay xung quanh các trục đó là  $Ox, Oy, Oz$ .

Bậc tự do theo một phương nào đó của một vật rắn là khả



Hình 1.5. Sơ đồ xác định vị trí của một vật trong không gian

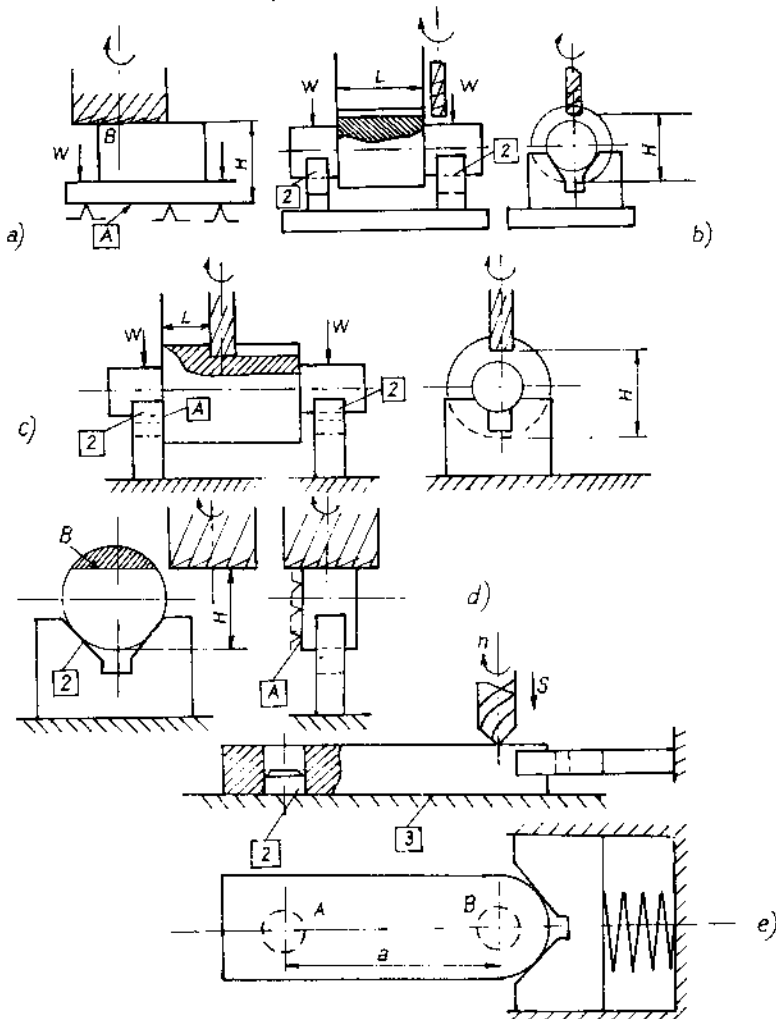


nam di chuyển của vật rắn theo phương đó mà không bị bất kỳ một cản trở nào. Tuy nhiên trong phạm vi công nghệ chế tạo máy, khái niệm này cần được bổ sung yêu cầu về giới hạn kích thước khi di chuyển.

Để gia công một mặt nào đó trên chi tiết, vị trí tương đối của nó so với máy hoặc dao phải được xác định hoàn toàn, nghĩa là phải xác định cả sáu bậc tự do. Ví dụ, một khối lập phương đặt trong tọa độ Đề các ( hình 1.5 ) để xác định vị trí của nó phải phải hạn chế cả sáu bậc tự do như sau :

- Mặt phẳng  $xOy$  hạn chế ba bậc tự do. Điểm 1 hạn chế bậc tự do theo phương  $Oz$ . Điểm 2 hạn chế bậc tự do quay quanh  $Oy$ . Điểm 3 hạn chế bậc tự do quay quanh  $Ox$ .
- Mặt phẳng  $yOz$  hạn chế hai bậc tự do. Điểm 4 hạn chế bậc tự do tịnh tiến theo phương  $Ox$ . Điểm 5 hạn chế bậc tự do quay quanh  $Oz$ .

Cần chú ý rằng, phải có điểm 1 thì điểm 2 và 3 mới có tác dụng nói trên. Nếu không có điểm 1 mà chỉ có điểm 2 hoặc 3 thì nó chỉ hạn chế bậc tự do tịnh tiến theo phương  $Oz$ .



Hình 1.6. Những ví dụ khi định vị chi tiết hạn chế các bậc tự do khác nhau :

a. Hạn chế 3 bậc tự do ; b. Hạn chế 4 bậc tự do ;

c và d. Hạn chế 5 bậc tự do; e. Hạn chế cả 6 bậc tự do

A. Mặt định vị ; B. Mặt gia công ; 1 và 2. Khối V hoặc chốt định vị.

Điểm hạn chế bậc tự do quay xung quanh một trục nào đó nên đặt càng xa điểm thứ nhất đã có càng tốt, đồng thời nó cùng với điểm thứ nhất không được phép tạo thành đường thẳng song song với trục mà nó cần hạn chế bậc tự do chống xoay. Trái lại nó cần tạo với trục một góc càng gần  $90^\circ$  càng tốt. Làm như vậy có khả năng đạt được độ chính xác cao hơn.

- Mặt phẳng  $zOx$  hạn chế một bậc tự do còn lại, bậc tự do tịnh tiến theo phương  $Oy$  bằng điểm 6.

Thực ra các mặt phẳng đều có khả năng như nhau, đều có thể hạn chế ba bậc tự do, nhưng các mặt phẳng  $yOz$  và  $zOx$  chỉ hạn chế 2 và 1 bậc tự do vì các bậc tự do khác mà chúng có khả năng hạn chế đã được mặt phẳng  $xOy$  trước đó hạn chế rồi. Thông thường mặt phẳng hạn chế ba bậc tự do phải đủ lớn để ba điểm 1, 2, 3 tạo thành một tam giác cân để đảm bảo tư thế vững vàng của chi tiết. Mặt phẳng hạn chế hai bậc tự do có thể hẹp nhưng dài để hai điểm 4 và 5 càng xa nhau càng tốt.

Việc xác định mặt phẳng nào, hạn chế bao nhiêu bậc tự do là hợp lý, trước hết phải căn cứ vào các yêu cầu kỹ thuật cụ thể của nguyên công cần gia công, sau đó là khả năng tạo thể đúng vững vàng cho chi tiết cần định vị.

Khi định vị không phải bao giờ cũng cần hạn chế cả 6 bậc tự do. Về nguyên tắc chỉ cần hạn chế những bậc tự do nào có ảnh hưởng đến yêu cầu kỹ thuật gia công.

- Nếu cần phay mặt phẳng B sao cho đạt kích thước II thì chỉ cần dùng mặt phẳng A làm chuẩn để hạn chế 3 bậc tự do là đủ ( hình 1.6a ).

- Khi phay rãnh then trên suốt chiều dài đoạn trục có đường kính D, đạt kích thước II và b đồng thời đảm bảo hai mặt bên của rãnh then đối xứng nhau qua mặt phẳng đứng chứa đường trục tâm, cần phải hạn chế 4 bậc tự do bằng hai khối V ngán ( hình 1.6b ).

- Nếu rãnh then có chiều dài  $l < l_1$  và cách vai trục một đoạn  $l_1$  thì phải hạn chế thêm bậc tự do tịnh tiến dọc trục của chi tiết nhờ từ mặt vai A vào mặt đầu khối V ( hình 1.6c ).

- Nếu gia công lỗ B mà khoảng cách tâm của nó đến lỗ A là a với yêu cầu đường nối tâm của hai lỗ nằm trong một mặt phẳng thẳng đứng chia chi tiết thành hai phần đều nhau thì phải hạn chế cả 6 bậc tự do ( hình 1.6e ).

- Khi chi tiết có dạng đĩa, nếu cần phay mặt B sao cho vuông góc với mặt A và đạt được kích thước II thì chỉ cần hạn chế 5 bậc tự do ( hình 1.6d ).

Tuy nhiên trong nhiều trường hợp để gá đặt nhanh, giảm thời gian phụ, nâng cao năng suất người ta có thể hạn chế cả 6 bậc tự do khi định vị.

Phải luôn luôn nhớ rằng, mỗi bậc tự do không được phép hạn chế quá một lần vì như vậy sẽ gây ra hiện tượng siêu định vị, làm cho vị trí của chi tiết không đúng với yêu cầu định vị và gây ra phế phẩm.

#### **1.1.4. Quan hệ giữa thiết kế công nghệ và thiết kế đồ gá gia công**

Sau khi đã thiết kế công nghệ ( thiết kế trình tự nguyên công và thiết kế nguyên công) cần phải thiết kế đồ gá cần thiết. Kết cấu đồ gá phụ thuộc vào đường lối công nghệ đã được xác định tập trung hay phân tán nguyên công, mức độ tự động hóa đến đâu...

Nói chung khi thiết kế đồ gá, người thiết kế phải nắm vững mục đích và nội dung của quá trình công nghệ, trên cơ sở đó cụ thể hóa vấn đề gá đặt chi tiết cho từng nguyên công. Như vậy nội dung của thiết kế đồ gá gia công cần gọt bao gồm những nội dung sau :

- Cụ thể hóa sơ đồ gá đặt chi tiết gia công như nguyên lý định vị, kẹp chặt, kết cấu của chúng và phân bố các phần định vị và kẹp chặt.

- Chọn kết cấu chính xác của bộ phận định vị chi tiết gia công, nên chọn các kết cấu đã được tiêu chuẩn hóa về hình dạng và kích thước.

- Xác định trị số lực kẹp cần thiết.

- Chọn kết cấu chính xác của bộ phận kẹp chặt chi tiết gia công trên nguyên tắc tận dụng các kết cấu đã tiêu chuẩn hóa.

- Xác định kết cấu của các bộ phận khác như bộ phận dẫn hướng dụng cụ cắt, bộ phận phân độ, thân đồ gá, đế đồ gá ...
- Tổng hợp các bộ phận riêng biệt đã chọn thành đồ gá hoàn chỉnh, xác định các kích thước tổng thể của đồ gá như chiều dài, chiều rộng, chiều cao của đồ gá.
- Xác định sai số cho phép khi chế tạo, lắp ráp và điều chỉnh đồ gá.
- Quy định các điều kiện kỹ thuật để chế tạo, lắp ráp và nghiệm thu đồ gá.

#### 1.1.5. Các thành phần chính của đồ gá gia công cắt gọt

Tùy theo tính chất của nguyên công, đồ gá gia công cần thiết kế có kết cấu cụ thể bao gồm nhiều bộ phận khác nhau.

Nói chung kết cấu cụ thể của một đồ gá gia công cắt gọt thường bao gồm các bộ phận sau :

- Cơ cấu định vị phối.
- Cơ cấu kẹp chặt phối.
- Cơ cấu dẫn hướng dụng cụ cắt hoặc cơ cấu so dao.
- Cơ cấu phân độ đồ gá.
- Cơ cấu xác định đồ gá lên máy công cụ.
- Cơ cấu kẹp chặt đồ gá lên máy công cụ.
- Thân đồ gá, đế đồ gá.

#### 1.1.6. Sai số gá đặt phối trên đồ gá gia công cắt gọt

##### a. Khái niệm về sai số gá đặt

Đây là sai số xuất hiện trong quá trình gá đặt chi tiết gia công. Sai số gá đặt bao gồm các thành phần :

- Sai số do việc định vị chi tiết không đúng mà thực chất là sai số do việc chọn chuẩn không hợp lý gây ra, ký hiệu là  $\epsilon_c$  ( sai số chuẩn ).
- Sai số do quá trình kẹp chặt chi tiết gây ra, ký hiệu là  $\epsilon_k$  ( sai số kẹp chặt phối ).
- Sai số do việc chế tạo, lắp ráp, điều chỉnh đồ gá và trạng thái mòn của nó gây ra, ký hiệu là  $\epsilon_{dg}$  ( sai số đồ gá ).
- Những sai số riêng biệt này có thể gây ra sai số trên chi tiết gia công theo các phương khác nhau. Vì vậy, trường hợp chung sai số gá đặt phải được viết dưới dạng vector:

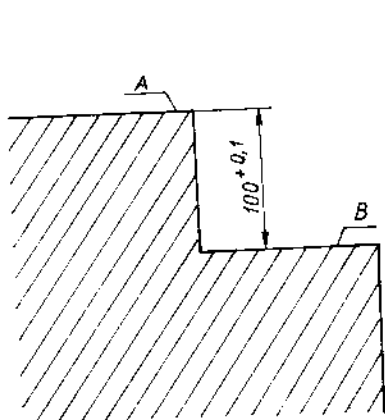
$$\vec{\epsilon}_{gd} = \vec{\epsilon}_c + \vec{\epsilon}_k + \vec{\epsilon}_{dg}$$

##### b. sai số chuẩn $\epsilon_c$

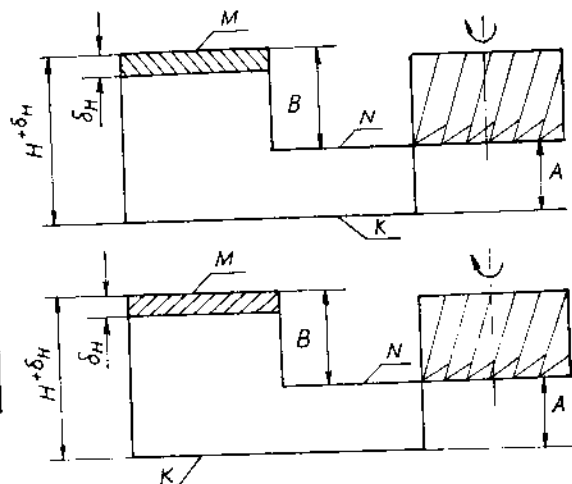
Như ta đã biết, nếu thực hiện được dễ dàng các kích thước do người thiết kế đã cho, thì về mặt nào đó bản thiết kế có tính công nghệ cao. Trong một số trường hợp, do yêu cầu làm việc của chi tiết, chuẩn thiết kế, chuẩn công nghệ có thể trùng nhau hoặc không trùng nhau. Nếu chúng trùng nhau tức là đã thể hiện tốt quan điểm công nghệ trong công tác thiết kế. Khi sản phẩm đang chế tạo, người thiết kế phải thể hiện nó thông qua một số kích thước, nhưng khi chế tạo để hình thành các bề mặt gia công một cách hợp lý, giảm sai số gia công, buộc người công nghệ phải căn cứ vào yêu cầu để tính toán lại một số kích thước đã thiết kế cho phù hợp với yêu cầu chế tạo. Như vậy trong quá trình công nghệ, các kích thước ghi trong bản vẽ chế tạo là kích thước có hướng.

Ví dụ : khi gia công kích thước  $100^{+0,1}$  ( hình 1.7 ), ta phải xem xét đến sự hình thành kích thước đó, nghĩa là gia công mặt A trước hay mặt B trước. Giả thử gia công mặt A trước rồi mới gia công mặt B để hình thành kích thước  $100^{+0,1}$ . Như vậy kích thước này được hình thành theo hướng từ A đến B và A được gọi là gốc kích thước. Gốc kích thước có thể trùng hay không trùng với chuẩn thiết kế ( không trùng nếu nguyên công hay bước công nghệ sau còn gia công lại, làm nó thay đổi ).

Về mặt công nghệ, góc kích thước và chuẩn định vị có thể trùng hay không trùng nhau. Khi chuẩn định vị không trùng với góc kích thước sẽ sinh ra sai số chuẩn và ảnh hưởng đến kích thước gia công.



Hình 1.7. Sự hình thành kích thước công nghệ



Hình 1.8. Sự hình thành sai số chuẩn

Trên hình 1.8 thể hiện sự hình thành sai số chuẩn khi chuẩn định vị không trùng với góc kích thước.

Khi gia công mặt N, để hình thành kích thước A thì lúc này chuẩn định vị và góc kích thước trùng nhau, do đó nếu đã điều chỉnh sẵn vị trí của dao cắt và giả thử nó không mòn thì sau khi gia công cả loạt chi tiết, kích thước A trên chúng đều bằng nhau cho dù kích thước H thay đổi từ H đến  $H + \delta_H$ . Tuy nhiên cũng trong trường hợp đó nếu để đạt kích thước H thì lúc này chuẩn định vị là mặt K không trùng với góc kích thước (mặt M). Góc kích thước không cố định và nó có khoảng cách tới mặt chuẩn định vị K thay đổi từ H đến  $H + \delta_H$ . Trong khi vị trí của dao cố định còn góc kích thước M thay đổi nên kích thước B sẽ thay đổi trong phạm vi từ  $(H - A)$  đến  $(H + \delta_H - A)$ . Khi đó sai số do việc chọn chuẩn K không trùng với góc kích thước M sẽ là  $\delta_H$  và gọi là sai số chuẩn  $\varepsilon_{CB} = \delta_H$ .

Ví dụ trên đã thể hiện điều kiện sinh ra sai số chuẩn và giá trị của sai số đó. Ta có thể định nghĩa về sai số chuẩn như sau: **Sai số chuẩn chỉ phát sinh khi chuẩn định vị không trùng với góc kích thước cần gia công và nó có giá trị bằng lượng di động của góc kích thước chiếu lên phương kích thước thực hiện.**

Thực chất, kích thước cần đạt khi gia công là khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ, chuỗi đó hình thành trong một nguyên công hay một số nguyên công. Các khâu trong chuỗi kích thước công nghệ có thể là kích thước thay đổi, mà sự thay đổi đó sẽ ảnh hưởng đến khâu khép kín, hoặc các kích thước không đổi.

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

$$L = \varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n) \quad (1.1)$$

Trong đó: a, - những kích thước không đổi còn  $x_i$  - những kích thước thay đổi.

Khi tính sai số chuẩn  $\varepsilon_c$  cho một kích thước L nào đó có nghĩa là tìm lượng biến động của nó khi những kích thước liên quan thay đổi.

Nếu gọi lượng biến động của kích thước L là  $\Delta L$ , lượng  $\Delta L$  được xác định bằng tổng các lượng biến động của các kích thước liên quan thay đổi.

$$\Delta L = \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_1} \right| \cdot \Delta x_1 + \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_2} \right| \cdot \Delta x_2 + \dots + \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_n} \right| \cdot \Delta x_n$$

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

Các kích thước  $x_i$  thường biến động trong phạm vi dung sai  $\delta_{x_i}$  thì sai số chuẩn sẽ là:

$$\varepsilon_{\text{c.t.t}} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_{i1}} \right| \cdot \delta x_i$$

#### - Phương pháp cực tiểu - cực đại

Phương pháp này được dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ khi độ chính xác không cao lắm. Theo phương pháp này cần phải:

+ Thành lập chuỗi kích thước công nghệ, trong đó khâu khép kín là kích thước cần tính sai số chuẩn. Cần chú ý rằng một chuỗi kích thước công nghệ bao giờ cũng bắt đầu từ mặt gia công tới chuẩn định vị rồi đến gốc kích thước và cuối cùng trở về mặt gia công để tạo thành chuỗi khép kín (hình 1.9a).

+ Giải chuỗi kích thước theo phương pháp cực tiểu - cực đại, nghĩa là:

$$\varepsilon_c = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right| \cdot \delta x_i \quad (1.2)$$

#### - Phương pháp xác suất

Phương pháp này được sử dụng khi độ chính xác gia công yêu cầu cao, trong sản xuất hàng loạt và hàng khối. Trình tự thực hiện quá trình tính toán cũng giống như phương pháp trên nhưng sau đó giải chuỗi kích thước công nghệ bằng phương pháp xác suất, nghĩa là:

$$K_{\Sigma} \cdot \varepsilon_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right|^2 \cdot K_i^2 \cdot \delta x_i^2} \quad (1.3)$$

$K_i$  - hệ số phụ thuộc vào quy luật phân bố của kích thước thứ  $i$  trong chuỗi kích thước công nghệ. Thông thường  $K = 1 \div 1,5$ . Nếu phân bố theo đường cong phân bố chuẩn thì  $K = 1$ .

*Các ví dụ tính sai số chuẩn.*

1) Tính sai số chuẩn khi gia công đạt kích thước  $H_1, H_2, H$ , trên chi tiết trục có đường kính  $D^0$  và được định vị trên khối  $V$  dài có góc  $V$

là  $\alpha''$  (hình 1.9).

+ Tính  $H_1$ :

$$H_1 = AO + OM = AO + MN - NO$$

$$H_1 = AO + MN - AO \cdot \frac{1}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{D}{2} + MN - \frac{D}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$H_1 = a_1 + \frac{D}{2} \left( 1 - \frac{1}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

$$a_1 - x_1 + x_2 - H_1 = 0 \rightarrow H_1 = a_1 - x_1 + x_2 \quad \text{với } a_1 = \text{const}$$

$$x_1 = \left( \frac{D}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} \right) \quad x_2 = \frac{D}{2}$$

$$\text{+ Tính } \varepsilon_{\text{cdl}_1}: \quad \frac{\partial \varphi}{\partial a_1} = 0 \quad \frac{\partial \varphi}{\partial (AO)} = \frac{\delta_D}{2}$$

Áp dụng biểu thức:

$$\varepsilon_{\text{cdl}_1} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \right| \delta x_i = -\frac{\delta_D}{2} + \frac{\delta_D}{2} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{\delta_D}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

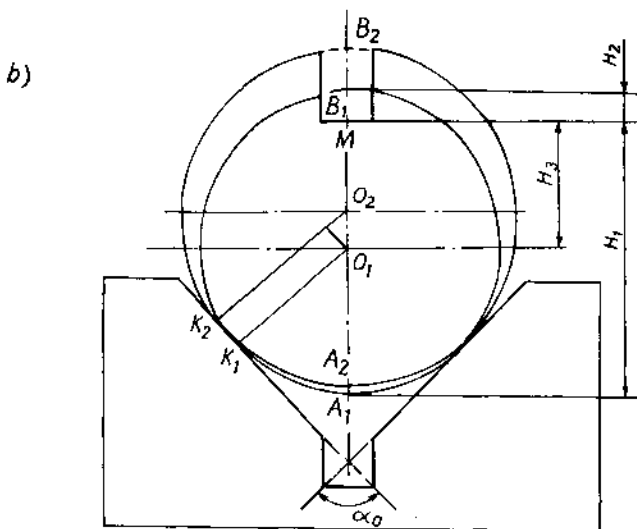
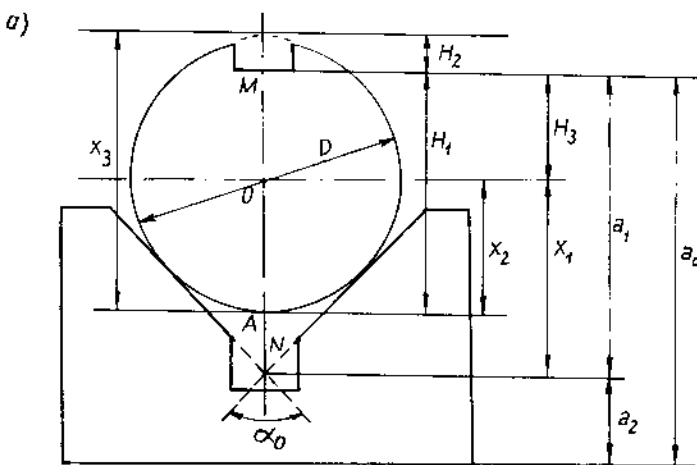
+ Tính  $\varepsilon_{\text{cdl}_2}$ : ta có  $H_2 = D - H_1$ ;

$$H_2 = \frac{D}{2} \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) \quad \varepsilon_{\text{cdl}_2} = \frac{\delta_D}{2} \left( 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

+ Tính  $\varepsilon_{\text{cdl}_3}$ : ta có  $H_3 = OM = MN - ON$ ;

$$H_s = MN - \frac{OA}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) = a - x_1.$$

$$\epsilon_{c(H_2)} = \frac{\delta_D}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$



Hình 1.9: Sơ đồ tính sai số chuẩn khi định vị trên khối V

a) bằng cách giải chuỗi kích thước công nghệ.

b) bằng cách xác định lượng di động của góc kích thước

$O_1$  - tam phối đường kính  $D_{min}$ ;  $O_2$  - tam phối đường kính  $D_{max}$

Trong nhiều trường hợp, khi sơ đồ định vị không quá phức tạp (ví dụ như ở hình 1.9), việc tính sai số chuẩn có thể thực hiện căn cứ vào định nghĩa của nó. Nghĩa là:

- Sai số chuẩn của kích thước  $H_1$  là lượng di động của góc kích thước A từ vị trí  $A_1$  đến  $A_2$  (hình 1.9b):

$$\begin{aligned}\varepsilon_{cd1_1} &= A_1A_2 = MA_1 - MA_2 = MO_2 + O_1O_2 + O_1A_1 - (MO_2 + O_2A_2) = \\ &= O_2O_1 - (O_2A_2 - O_1A_1) = O_1O_2 - \left( \frac{D_{\max}}{2} - \frac{D_{\min}}{2} \right) = \frac{\delta}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{\delta}{2} = \\ &= \frac{\delta}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)\end{aligned}$$

- Sai số chuẩn của kích thước  $H_2$  là lượng di động của góc kích thước B từ vị trí  $B_2$  đến  $B_1$  (hình 1.9b):

$$\begin{aligned}\varepsilon_{cd1_2} &= B_1B_2 = MB_2 - MB_1 = O_2B_2 - O_2M + + (O_1B_1 - O_1O_2 + O_2M) = \\ &= O_1O_2 + (O_2B_2 - O_1B_1) = O_1O_2 + \left( \frac{D_{\max}}{2} - \frac{D_{\min}}{2} \right) = \frac{\delta}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{\delta}{2} = \\ &= \frac{\delta}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right)\end{aligned}$$

- Sai số chuẩn của kích thước  $H_3$  là lượng di động của góc kích thước O từ vị trí  $O_1$  đến  $O_2$ :

$$\varepsilon_{cd1_3} = O_1O_2 = \frac{\delta}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}$$

2) Tính sai số chuẩn của kích thước h khi dùng mặt đầu và lỗ làm chuẩn. Mặt đầu tỷ vào hai phiên tỷ hạn chế ba bậc tự do. Lỗ được định vị bằng chốt trụ ngắn, tâm chốt vuông góc với mặt phẳng của hai phiên tỷ (hình 1.10).

Trên hình 1.10a nếu ban đầu để tâm lỗ chuẩn  $O_1$  trùng với tâm chốt  $O_2$  thì khi gá đặt, chi tiết luôn có xu hướng tụt xuống phía dưới do trọng



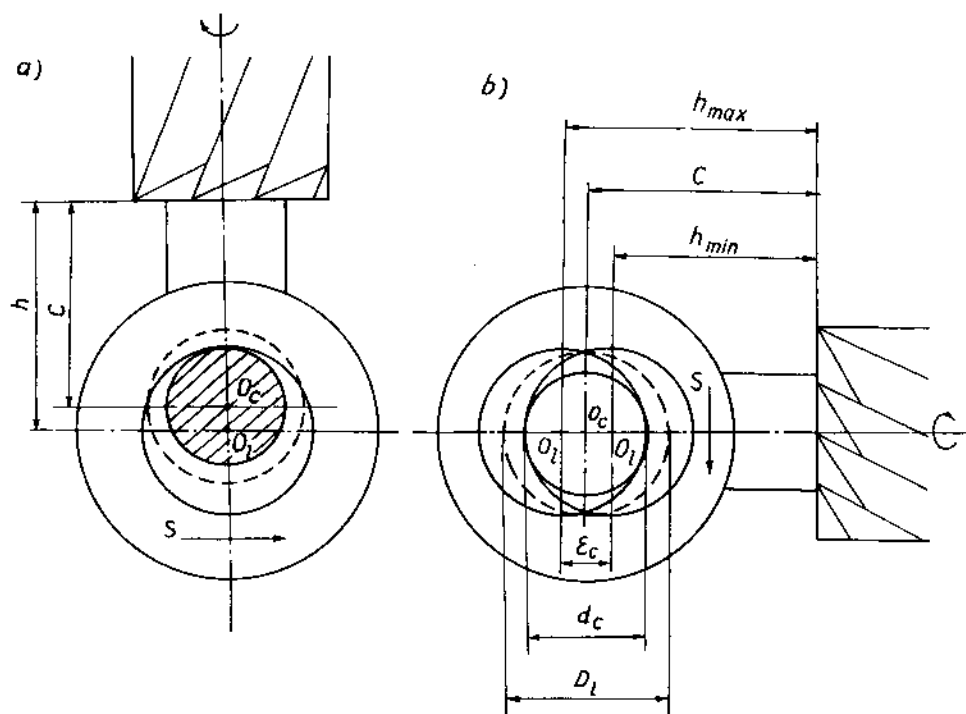
lượng của nó kéo xuống, như vậy tâm lỗ  $O_l$  (gốc kích thước  $h$ ) sẽ di chuyển một lượng  $\frac{S_{\max}}{2}$  khe hở bán kính lớn nhất giữa lỗ chuẩn và chốt

$$\text{gá: } \varepsilon_{c(h)} = O_c O_l = \frac{S_{\max}}{2} = \frac{\delta_c + \delta_l + S_{\min}}{2}$$

Trên hình 1.10b, tâm lỗ chuẩn  $O_l$  nếu đặt ở vị trí trùng với tâm chốt gá  $O_c$  vì có khe hở giữa lỗ chuẩn và chốt gá ở cả hai bên phải và bên trái (khe hở bán kính) thì tâm lỗ  $O_l$  có thể di chuyển về cả hai phía phải và trái mỗi bên một lượng  $\frac{S_{\max}}{2}$ . Điều đó có nghĩa là, gốc kích thước sẽ dịch chuyển một lượng là  $S_{\max}$ . Lúc này ta có:

$$\varepsilon_{c(h)} = S_{\max} = \delta_c + \delta_l + S_{\min}$$

Nếu dùng chốt trám đàn hồi, chốt sẽ luôn luôn tiếp xúc với lỗ chuẩn, tâm chốt trùng với tâm lỗ chuẩn và không có khe hở giữa lỗ chuẩn và chốt gá, hoặc nếu dùng chốt côn tùy động hướng trục thì tất cả trường hợp trên  $\varepsilon_{c(h)} = 0$ .



Hình 1.10. Sơ đồ định vị khi chuẩn là mặt phẳng dần và lỗ vuông góc với mặt dần.  
a) gia công bằng dao phay mặt dần trên máy phay đứng; b) gia công bằng dao phay mặt dần trên máy phay ngang;  $O_c$  - tâm chốt gá;  $O_l$  - tâm lỗ chuẩn.

hở giữa lỗ chuẩn và chốt gá, hoặc dùng chốt côn tùy động hướng trục thì  $\varepsilon_{ch} = 0$ .

c. Sai số kẹp chặt phôi,  $\varepsilon_k$

Sai số kẹp chặt phôi xuất hiện do lực kẹp chặt phôi thay đổi gây ra và giá trị của nó bằng lượng di động của chuẩn gốc chiếu lên phương kích thước thực hiện.

$$\varepsilon_k = (y_{\max} - y_{\min}) \cdot \cos \alpha \quad (1.4)$$

Trong đó :

$\alpha$  - góc giữa phương của kích thước thực hiện và phương dịch chuyển  $y$  của chuẩn gốc,

$y_{\max}, y_{\min}$  - lượng dịch chuyển lớn nhất và nhỏ nhất của gốc kích thước khi lực kẹp thay đổi tương ứng.

Sự dịch chuyển của chuẩn gốc là do dưới tác dụng của lực kẹp làm biến dạng bề mặt chi tiết dùng làm chuẩn định vị khi nó tiếp xúc với cơ cấu định vị. Bằng thực nghiệm, giáo sư tiến sĩ A.P. Xôcôlôpski đã thành lập được công thức xác định biến dạng ở vị trí tiếp xúc giữa bề mặt của chi tiết với đồ định vị là :

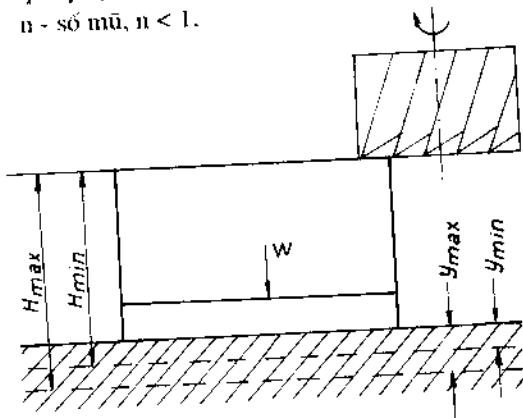
$$y = C \cdot q^n \quad (1.5)$$

Trong đó :

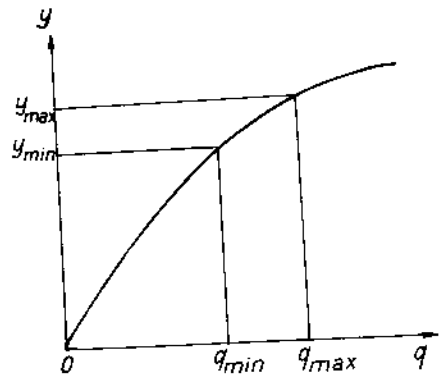
$C$  - hệ số phụ thuộc vào vật liệu gia công và trạng thái bề mặt tiếp xúc của chi tiết với đồ định vị,

$q$  - áp lực riêng trên bề mặt chi tiết tiếp xúc với đồ định vị,

$n$  - số mũ,  $n < 1$ .



Hình 1.11. Quan hệ giữa lực kẹp và chuyển vị



Hình 1.12. Sai số do lực kẹp thay đổi sinh ra

Quy luật thay đổi lượng dịch chuyển của chuẩn gốc do lực kẹp thay đổi làm biến dạng bề mặt tiếp xúc của chi tiết và đồ định vị được thể hiện trên hình 1.11. Còn trên hình 1.12 là một ví dụ về sai số gây ra  $y_{\max}, y_{\min}$  do lực kẹp thay đổi tương ứng từ giá trị lớn nhất đến giá trị nhỏ nhất, làm kích thước thay đổi từ  $H_{\max}$  đến  $H_{\min}$ .

d. Sai số đồ gá  $\varepsilon_{dg}$

Sai số đồ gá  $\varepsilon_{dg}$  sinh ra do chế tạo, lắp ráp đồ gá không chính xác  $\varepsilon_{ct}$ ; do mòn đồ gá chủ yếu là do mòn cơ cấu định vị  $\varepsilon_m$  và do lắp đặt đồ gá lên máy không chính xác gây ra  $\varepsilon_{ld}$ , thông thường  $\varepsilon_{ld} = 0,01\text{mm}$ .

Sai số đồ gá có thể xác định như sau :

$$\vec{\varepsilon}_{dg} = \vec{\varepsilon}_{ct} + \vec{\varepsilon}_m + \vec{\varepsilon}_{ld} \quad (1.6)$$

Khi chế tạo đồ gá, người ta thường chọn độ chính xác của đồ gá cao hơn độ chính xác cần đạt của chi tiết được gia công trên nó ít nhất một cấp.

Độ mòn bề mặt làm việc của đồ định vị phụ thuộc vào vật liệu của nó, vào vật liệu và trọng lượng chi tiết gia công, vào trạng thái bề mặt tiếp xúc giữa chi tiết và cơ cấu định vị, vào điều kiện gá đặt chi tiết trên đồ gá.

Độ mòn  $u$  của bề mặt làm việc của đồ định vị có thể xác định như sau :

$$u = \beta \cdot \sqrt{N} \quad (1.7)$$

Trong đó :

$N$  - số lần tiếp xúc của chi tiết gia công với đồ định vị

$\beta$  - hệ số phụ thuộc vào hình dạng của đồ định vị, điều kiện tiếp xúc giữa mặt chuẩn của chi tiết và bề mặt làm việc của đồ định vị cũng như tình trạng làm việc của chúng.

Sai số lắp đặt đồ gá lên máy  $\varepsilon_{ld}$  không lớn lắm. Khi định vị đồ gá lên máy phải điều chỉnh khe hở ở mặt dẫn hướng hay độ đồng tâm trên các trục của máy. Lúc này sai số gá đặt đồ gá lên máy phụ thuộc vào độ chính xác của dụng cụ đo vào trình độ tay nghề của người đo. Sai số đồ gá nhiều khi rất khó xác định và thường khá nhỏ.

Như vậy để đạt được yêu cầu gia công thì tổng các sai số xuất hiện trong quá trình gia công phải nhỏ hơn dung sai cho phép. Nghĩa là :

$$\sqrt{\Delta_{dh}^2 + \Delta_{dc}^2 + 3\Delta_m^2 + 3\Delta_n^2 + \varepsilon_{gd}^2} + \sum \Delta_{hd} \leq \delta \quad (1.8)$$

Trong đó :

$$\varepsilon_{gd} \leq |\varepsilon_{gd}| = \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{5} \right) \delta$$

$\delta$  - dung sai cho phép của kích thước cần đạt,

$\varepsilon_{gd}$  - sai số gá đặt thực tế xuất hiện khi gá đặt,

$\Delta_{hd}$  - sai số do biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ gây ra,

$\Delta_{dc}$  - sai số do điều chỉnh máy,

$\Delta_m$  - sai số do mòn dụng cụ,

$\Delta_n$  - sai số do biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ gây ra,

$\sum \Delta_{hd}$  - tổng sai số hình dạng của phôi trên các tiết diện khác nhau.

Từ đó ta có điều kiện cần phải thỏa mãn như sau :

$$\begin{aligned} \varepsilon_{gd} \leq |\varepsilon_{gd}| &= \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_{dg}^2} \\ &= \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_m^2 + \varepsilon_{ld}^2 + \varepsilon_{ch}^2} \end{aligned} \quad (1.9)$$

Như vậy để thỏa mãn yêu cầu làm việc, nghĩa là khi gia công trên đồ gá luôn luôn đạt được yêu cầu kỹ thuật của chi tiết, khi chế tạo đồ gá phải thỏa mãn điều kiện sau :

$$\varepsilon_{ch} = \sqrt{|\varepsilon_{gd}|^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_m^2 + \varepsilon_{ld}^2} \quad (1.10)$$

$\varepsilon_{ch}$  - sai số chế tạo

## 1.2. ĐỒ ĐỊNH VỊ

Đồ định vị là các chi tiết hoặc cơ cấu của đồ gá, được bố trí sao cho khi mặt làm việc của chúng tiếp xúc với mặt chuẩn của chi tiết gia công thì vị trí của chi tiết được xác định chính xác so với máy hoặc dao.

Hình dạng, kích thước và yêu cầu kỹ thuật của đồ định vị phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của mặt chuẩn và yêu cầu kỹ thuật cần gia công.

Tùy theo tính chất của mặt chuẩn, đồ định vị có nhiều loại khác nhau.

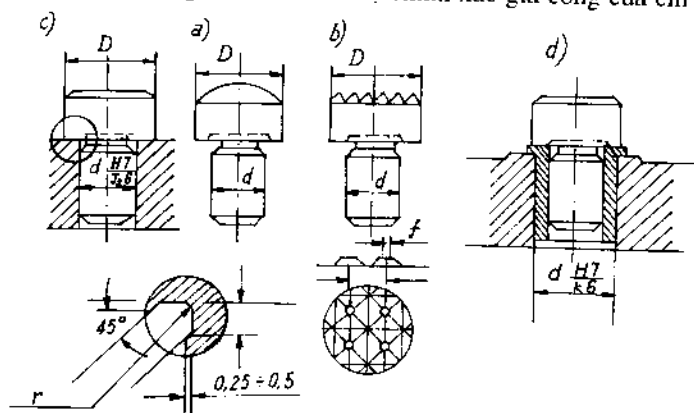
### 1.2.1. Đồ định vị khi chuẩn là mặt phẳng

Khi chuẩn là mặt phẳng, đồ định vị chi tiết gia công gồm các loại chốt tỳ, phiến tỳ ... Mỗi chốt tỳ có khả năng hạn chế một bậc tự do. Mặt phẳng cần hạn chế 2 bậc tự do thì dùng 2 chốt tỳ, hạn chế 3 bậc tự do thì dùng 3 chốt tỳ. Một phiến tỳ hạn chế hai bậc tự do. Khi mặt phẳng hạn chế 3 bậc tự do, dùng 2 phiến tỳ.

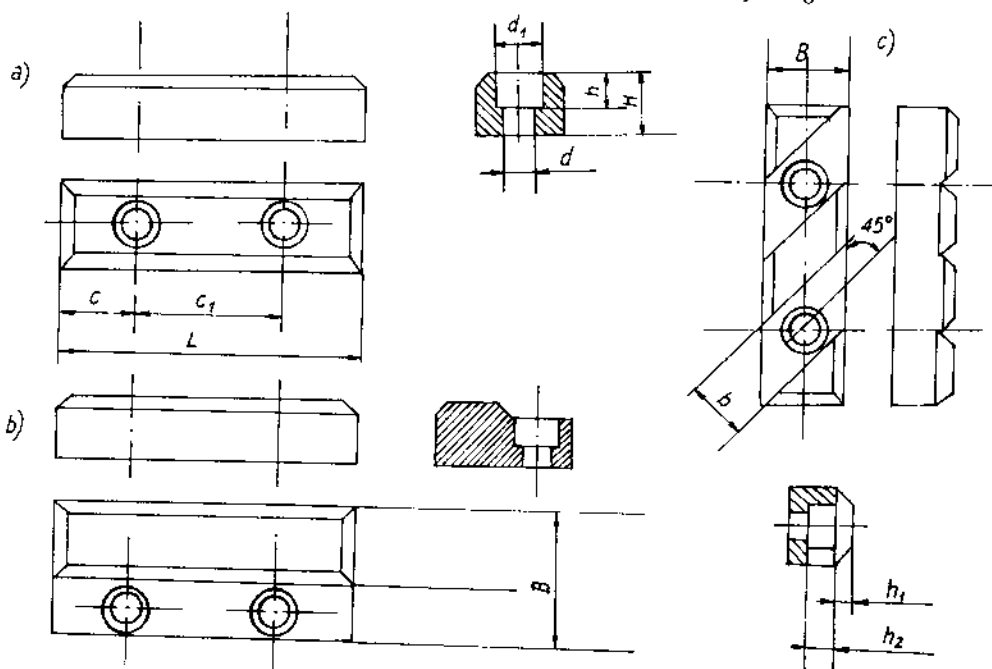
Tùy theo tính chất của mặt chuẩn, có thể dùng các loại đồ định vị khác nhau sao cho thuận tiện về mặt chế tạo, sử dụng nhưng vẫn đảm bảo độ chính xác gia công của chi tiết gá đặt lên chúng.

#### a. chốt tỳ

Chốt tỳ để định vị khi chuẩn là mặt phẳng. Có nhiều loại chốt tỳ ( hình 1.13 ). Trong đó các loại a và b dùng khi chuẩn là mặt phẳng thô, loại c dùng khi chuẩn là mặt phẳng tinh. Chốt tỳ được lắp ghép với thân đồ gá có thể trực tiếp hoặc thông qua một bạc lót ( hình 1.13d ).



Hình 1.13. Các loại chốt tỳ cứng



Hình 1.14. Các loại phiến tỳ

a. Phiến tỳ phẳng ; b. Phiến tỳ bậc ; c. Phiến tỳ xẻ rãnh

Chốt tỳ có đường kính  $D \leq 12$  mm, được chế tạo bằng thép cacbon dụng cụ có hàm lượng  $C = 0,7 \div 0,8\%$  và tôi đạt độ cứng  $HRC = 50 \div 60$ .

Khi  $D > 12$  mm, có thể chế tạo bằng thép cacbon có hàm lượng  $C = 0,15 \div 0,2\%$ , tôi sau khi thấm than đạt độ cứng  $HRC = 55 \div 60$ .

Số chốt tỳ được dùng ở mỗi mặt chuẩn bằng số bậc tự do mà nó cần hạn chế.

#### b. Phiến tỳ

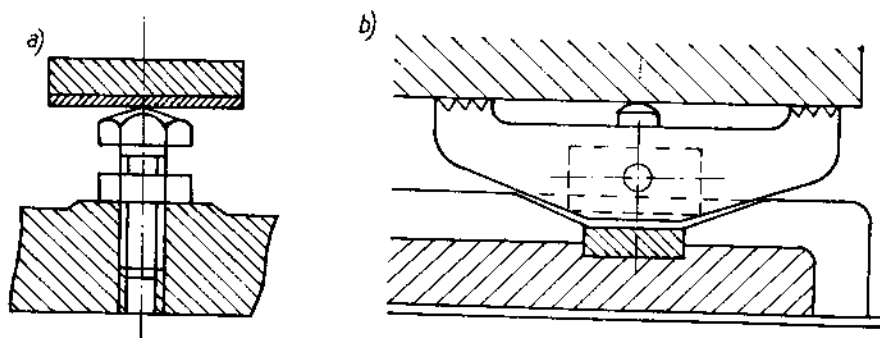
Phiến tỳ là đồ định vị khi chuẩn là mặt phẳng tính có diện tích phù hợp.

Phiến tỳ có nhiều loại ( hình 1.14 ). Mỗi loại có những đặc điểm và phạm vi ứng dụng riêng. Trên hình 1.14c là loại phiến tỳ có kết cấu gọn, nhẹ, sử dụng có hiệu quả nhưng chế tạo tốn kém hơn các loại khác.

Phiến tỳ thường làm bằng thép có hàm lượng cacbon từ  $0,15 \div 0,2\%$ , tôi sau khi thấm than để đạt độ cứng  $HRC = 55 \div 60$ .

#### c. Chốt tỳ điều chỉnh và chốt tỳ tự lựa

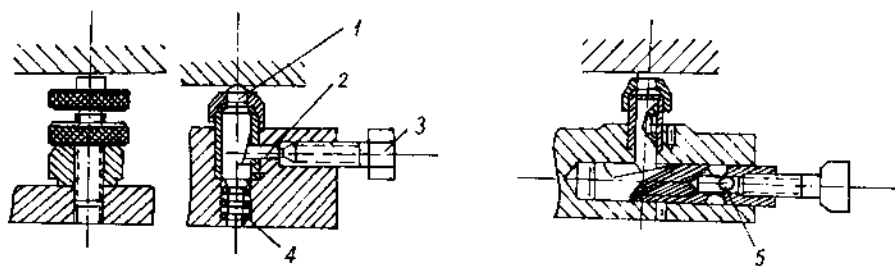
Đây là hai loại chốt tỳ được dùng khi chuẩn định vị là mặt phẳng thô, sai số của phôi lớn do công nghệ chế tạo phôi kém. Lúc này dùng hai chốt tỳ cứng, một chốt tỳ điều chỉnh nhằm hiệu chỉnh lại vị trí của phôi ( hình 1.15a ). Nếu mặt chuẩn thô có sai lệch về độ không vuông góc với mặt phẳng chuẩn khác cũng được dùng thì phải sử dụng chốt tỳ tự lựa ( hình 1.15b ). Tuy loại chốt tỳ này tiếp xúc với phôi tại hai điểm nhưng nó chỉ xác định một bậc tự do.



Hình 1.15. Chốt tỳ điều chỉnh ( a ) và chốt tỳ tự lựa ( b )

#### d. Chốt tỳ phụ

Chốt tỳ phụ không có tác dụng định vị chi tiết, nghĩa là không tham gia hạn chế bậc tự do, mà chỉ có tác dụng nâng cao độ cứng vững của chi tiết khi gá đặt. Chốt tỳ phụ có nhiều loại ( hình 1.16 ). Khi gá đặt chi tiết, chốt tỳ phụ ở dạng tự do, chưa cố định. Dưới tác dụng của lò xo 4, chốt 1 luôn luôn tiếp xúc với mặt tỳ của chi tiết gia công đã được định vị. Chốt 2, 5 và vít 3 để cố định vị trí của chốt 1 sau khi gá đặt xong chi tiết.



Hình 1.16. Các loại chốt tỳ phụ  
1. Chốt tỳ ; 2. Chốt hỗ trợ ; 3. Vít chỉnh ; 4. Lò xo ; 5. Chốt

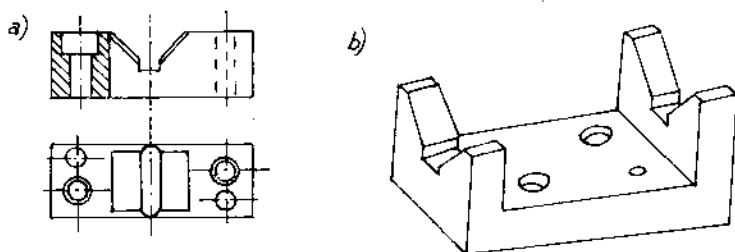
### 1.2.2. Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ ngoài

Khi chuẩn là mặt trụ ngoài, đồ định vị thường dùng là khối V. Một khối V có thể định vị được những phôi trụ có đường kính khác nhau.

Tùy theo yêu cầu định vị có thể dùng khối V ngắn hay dài.

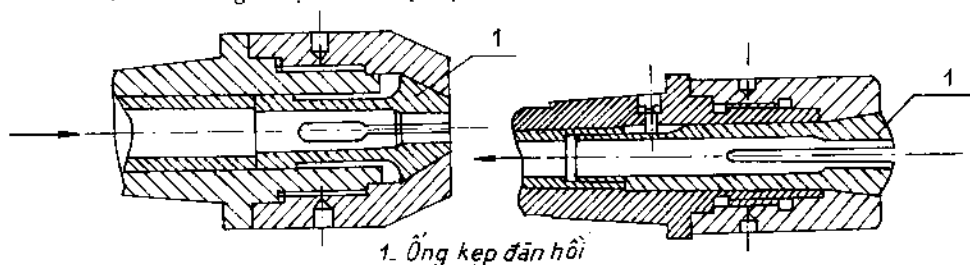
Khối V ngắn là đồ định vị mà mặt chuẩn trên chỉ tiếp xúc gia công chỉ tiếp xúc với nó trên chiều dài  $L$ , với  $L/D < 1$  và hạn chế 2 bậc tự do (D - đường kính của phôi, hình 1.17a).

Khối V dài có chiều dài tiếp xúc với mặt chuẩn sao cho  $L/D > 1,5$  và hạn chế 4 bậc tự do ( hình 1.17b ).



Hình 1.17. Các loại khối V

a. Khối V ngắn hạn chế 2 bậc tự do ; b. Khối V dài hạn chế 4 bậc tự do



Hình 1.18. Một số loại ống kẹp đàn hồi

Khi chuẩn định vị là mặt trụ ngoài, nếu gia công trên nhóm máy tiện thì đồ định vị là các chấu kẹp của mâm cặp ba chấu tự định tâm.

Khi chuẩn là mặt trụ tinh, có độ chính xác nhất định, nếu gia công trên nhóm máy tiện hoặc nhóm máy phay, đồ định vị còn có thể là ống kẹp đàn hồi ( hình 1.18 ). Ống kẹp đàn hồi là một loại cơ cấu tự định tâm có khả năng định tâm ( khoảng  $0,01 \div 0,03$  mm ), cao hơn mâm cặp ba chấu.

Ống kẹp đàn hồi được chế tạo từ các thép 20X, 40X, Y7A, Y10A, 9XC, thép 45. Các bề mặt làm việc của chúng phải được tôi đạt độ cứng  $45 \div 50$  HRC.

### 1.2.3. Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ trong ( lỗ )

Tùy theo yêu cầu về giá đặt và tính chất của mặt chuẩn, có thể dùng nhiều loại đồ định vị khác nhau.

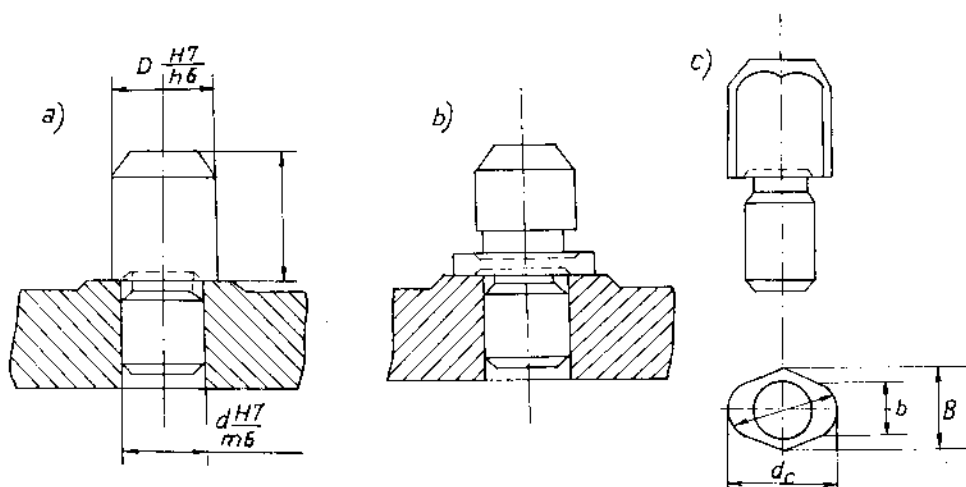
Khi chuẩn là lỗ tinh, đồ định vị thường dùng là :

a. Các loại chốt gá

- Chốt trụ dài ( hình 1.19 a ) có khả năng hạn chế 4 bậc tự do. Về kết cấu, chiều dài phần làm việc  $L$  của chốt sẽ tiếp xúc với lỗ chuẩn D có tỷ lệ  $L/D > 1,5$ . Nếu phối hợp với mặt phẳng để định vị chỉ tiết thì mặt phẳng chỉ được hạn chế một bậc tự do.

- Chốt trụ ngắn ( hình 1.19b ) có khả năng hạn chế 2 bậc tự do tịnh tiến theo hai phương vuông góc với tâm chốt. Tỷ lệ  $L/D \leq 0,33 \div 0,35$ .

- Chốt trám ( 1.19c ), còn có thể gọi là chốt vát, chỉ hạn chế một bậc tự do.



Hình 1.19. Các loại chốt gá

a. Chốt trụ dài ; b. Chốt trụ ngắn ; c. Chốt trám

Về kết cấu, chốt trám tương tự như chốt trụ ngắn nhưng phần làm việc của nó được vát bớt đi sao cho các bề vát đối xứng với nhau qua mặt phẳng tâm chốt.

Vật liệu dùng chế tạo các loại chốt gá như sau :

- Khi  $d_c < 16$  mm chốt gá được chế tạo từ thép dụng cụ Y7A, Y10A, 9XC, CD70.

- Khi  $d_c > 16$  mm chốt gá được chế tạo từ thép Crôm - 20X, thấm than đạt chiều dày lớp thấm  $0,8 \div 1,2$  mm , sau đó tôi đạt HRC  $50 \div 55$ .

Lắp ghép giữa lỗ chuẩn và chốt gá là mối ghép lỏng nhẹ nhưng khe hở nhỏ nhất ( $\frac{H7}{h6}$ ) để có thể giảm bớt sai số chuẩn.

Cần lắp ghép giữa chốt gá với thân đồ gá thường là ( $\frac{H7}{k6}$ ) hoặc ( $\frac{H7}{m6}$ )

Tùy thuộc vào kích thước cần đạt và vị trí tương quan giữa phôi so với đồ định vị mà sai số chuẩn gây ra sẽ khác nhau. Trong bảng 1.1 là công thức tính sai số chuẩn tương ứng với các sơ đồ gá đặt cụ thể khác nhau khi chuẩn là lỗ được gá trên các loại chốt gá khác nhau.

Khi lập quy trình công nghệ gia công các chi tiết dạng hộp, ta thường chọn chuẩn thống nhất là mặt phẳng và hai lỗ chuẩn phụ, trong đó mặt phẳng hạn chế 3 bậc tự do, chốt trụ ngắn hạn chế 2 bậc tự do, chốt trám hạn chế 1 bậc tự do chống xoay xung quanh tâm của chốt trụ.

Yêu cầu về độ nhám bề mặt của mặt phẳng làm chuẩn phải có  $R_z = 0,63 \div 0,25 \mu m$ , độ chính xác của hai lỗ làm chuẩn không thấp hơn cấp 7, độ vuông góc giữa mặt phẳng chuẩn và hai lỗ chuẩn phụ có sai lệch  $\leq 0,02 / 100$  mm.

Gọi : L - kích thước danh nghĩa khoảng cách giữa hai lỗ làm chuẩn và hai chốt định vị trên đồ gá ( mm ),

$\pm \delta_1$  - dung sai khoảng cách tâm giữa hai lỗ ( mm ),

$\pm \delta_2$  - dung sai khoảng cách tâm giữa hai chốt định vị ( mm ),

$2\Delta_{1min}$  - khe hở nhỏ nhất giữa lỗ 1 và chốt định vị ( mm ),

$2\Delta_{2min}$  - khe hở nhỏ nhất giữa lỗ 2 và chốt định vị ( mm ),

$d_{2c}$  - đường kính chốt định vị ( mm ),

$d_{2l}$  - đường kính lỗ cần định vị ( mm ).

Trong trường hợp xấu nhất là khi là khi khoảng cách giữa hai tâm lỗ lớn nhất còn khoảng cách giữa hai chốt định vị bé nhất (hình 1.20), khe hở lắp ghép giữa các lỗ và các chốt bé nhất ( $2\Delta_{1\min} + 2\Delta_{2\min}$ ).

$$\text{Ta sẽ có: } 2(\Delta_{1\min} + 2\Delta_{2\min}) \geq (\delta_1 + \delta_2)$$

Vì vậy điều kiện để lắp được chi tiết vào hai chốt định vị sẽ là:

$$\Delta_{1\min} + 2\Delta_{2\min} \geq (\delta_1 + \delta_2) \quad (1.11)$$

Để gá đặt được mọi chi tiết, chốt 4 nếu là hình trụ cần làm nhỏ hơn lỗ 2 nghĩa là:

$$d_{2v} = d_{21} - 2\delta_1 \quad (1.12)$$

Bảng 1.1

Tính chất gá đặt	Sơ đồ gá đặt	Kích thước đạt	Công thức tính
Gá chi tiết trên chốt đàn hồi (không có khe hở giữa chốt gá và lỗ chuẩn)		H <sub>1</sub> H <sub>2</sub> H <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	$\epsilon_{ch11} = \epsilon_{ch22} = \frac{\delta}{2} + 2e$ $\epsilon_{ch33} = 2e$ $\epsilon_{ch44} = 0$
Gá chi tiết lên chốt cứng tiếp xúc hai phía		II <sub>1</sub> H <sub>2</sub> II <sub>3</sub> H <sub>4</sub>	$\epsilon_{ch11} = \epsilon_{ch22} = \frac{\delta}{2} + 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$ $\epsilon_{ch33} = 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$ $\epsilon_{ch44} = \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta$
Gá chi tiết trên chốt cứng tiếp xúc một phía		H <sub>1</sub> H <sub>2</sub> H <sub>3</sub> II <sub>4</sub>	$\epsilon_{ch11} = \epsilon_{ch22} = \frac{\delta}{2} + 2e + \frac{\delta_1}{2} + \frac{\delta_2}{2}$ $\epsilon_{ch33} = \frac{\delta_1}{2} + \frac{\delta_2}{2} + 2e$ $\epsilon_{ch44} = \frac{\delta_1}{2} + \frac{\delta_2}{2}$

H<sub>1</sub>: kích thước từ tâm mặt ngoài đến mặt gia công M; H<sub>4</sub>: kích thước từ tâm lỗ đến mặt gia công M; e: lệch tâm giữa lỗ và mặt ngoài;  $\delta_1$ : dung sai của chốt gá;  $\delta_2$ : dung sai đường kính lỗ chuẩn;  $\Delta$ : khe hở bán kính giữa lỗ chuẩn và chốt gá.

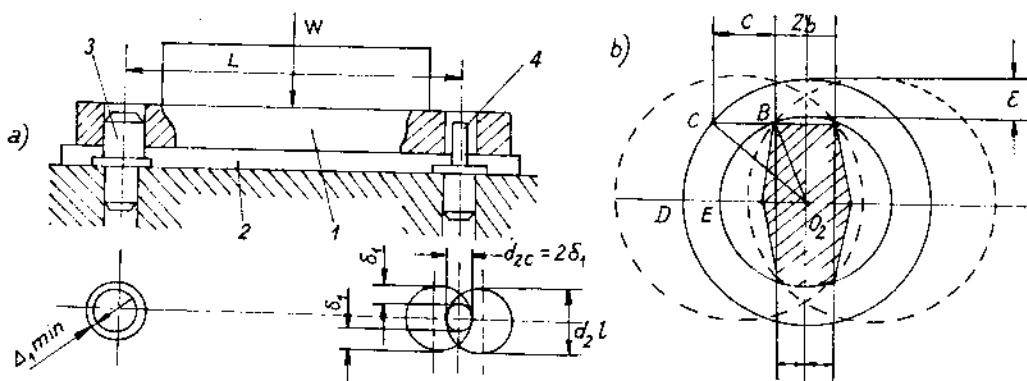
Trong thực tế, người ta ít dùng chốt 4 hình trụ vì như vậy khả năng xoay của chi tiết xung quanh tâm của chốt 1 sẽ lớn. Để giảm bớt góc xoay đó, chốt 4 được vát thành hình quả trám (hình 1.20b).

Như vậy theo hình 1.20b, chi tiết có thể gá đặt dễ dàng khi có lượng bổ sung theo bán kính  $BC \approx ED = \epsilon$ , bằng nửa tổng dung sai khoảng cách tâm giữa hai lỗ chuẩn và dung sai khoảng cách của hai chốt trừ đi khe hở bán kính giữa lỗ trụ và chốt trụ.

Lượng bổ sung đó là  $\epsilon$  thì  $\epsilon$  được xác định như sau:

$$\epsilon = \delta_1 + \delta_2 - \Delta_{\min}$$





Hình 1.20. Sơ đồ gá đặt khí định vị chi tiết bằng mặt phẳng và hai chốt  
1. Chi tiết gia công ; 2. Phiến tỷ ; 3. Chốt trụ ; 4. Chốt trâm

Như vậy bán kính chốt trâm sẽ là :

$$r_{trâm} = r_{21} - \epsilon$$

Gọi phần làm việc của chốt trâm là  $2b$  thì từ các tam giác  $O_2AB$  và  $O_2AC$  ta có :

$$r_{21}^2 - (b + c)^2 = r_{trâm}^2 - b^2 = (r_{21} - \epsilon)^2 - b^2$$

$$2b = \frac{d_{21} \cdot \epsilon}{c} - c \quad (1.14)$$

Với  $\epsilon < c$

Xê dịch của phôi so với vị trí trung bình của nó nằm trên đường nối hai tâm chốt và vuông góc với trục của chốt định vị  $x$  được xác định bằng khe hở bán kính giữa lỗ chuẩn và chốt định vị hình trụ  $\Delta_{lmin}$ .

$$x_{min} = \Delta_{lmin}$$

$$x_{max} = \Delta_{lmin} + \delta_{1l} + \delta_{1c} + \delta_{1m}$$

Góc quay lớn nhất của phôi so với vị trí trung bình  $\alpha$  sẽ là :

$$\sin \alpha \approx \frac{\Delta_{lmin} + \delta_{1l} + \delta_{1c} + \delta_{1m} + \Delta_{2min} + \delta_{2l} + \delta_{2c} + \delta_{2m}}{L} \quad (1.15)$$

Trong đó :

$\delta_{1l}, \delta_{2l}$  - dung sai đường kính lỗ 1 và lỗ 2 ( mm ),

$\delta_{1c}, \delta_{2c}$  - dung sai đường kính chốt 1 và chốt 2 ( mm ),

$\delta_{1m}, \delta_{2m}$  - lượng mòn cho phép của chốt 1 và chốt 2 ( mm ).

Gọi  $O$  là tâm quay của chi tiết nằm trên đường  $O_1O_2$  và cách  $O_1$  một khoảng là  $A$  thì  $A$  được xác định như sau :

$$A = \frac{\Delta_{lmin} + \delta_{1l} + \delta_{1c} + \delta_{1m}}{\Delta_{lmin} + \delta_{1l} + \delta_{1c} + \delta_{1m} + \Delta_{2min} + \delta_{2l} + \delta_{2c} + \delta_{2m}} \cdot L \quad (1.16)$$

Kích thước phần làm việc của chốt trâm có thể tham khảo được trong bảng 1.2.

b. Các loại trục gá

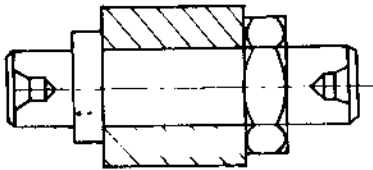
- Trục gá hình trụ là đồ định vị để gá đặt chi tiết khí gia công trên máy tiện, máy phay, máy mài ... khi chuẩn là lỗ trụ đã gia công tinh. Chiều dài bề mặt làm việc của trục gá  $L$  phải đảm bảo  $L/D > 1,5$  và hạn chế 4 bậc tự do.

Bảng 1.2. Kích thước làm việc của chốt trám

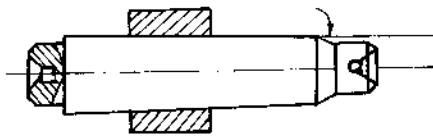
$d_c$ (mm)	$4 \div 6$	$6 \div 10$	$10 \div 18$	$18 \div 30$	$30 \div 50$	$> 50$
$b$ (mm)	2	3	5	8	12	14
$B$ (mm)	$d - 1$	$d - 2$	$d - 4$	$d - 6$	$d - 10$	Tự chọn

Lắp ghép giữa mặt chuẩn và mặt làm việc của trục gá phải có khe hở đủ nhỏ để đảm bảo độ đồng tâm giữa mặt gia công và mặt chuẩn thường dùng mối ghép H7/h7. Kết cấu trục gá hình trụ như trên hình 1.21.

Trục gá côn: dù khe hở trục gá hình trụ và mặt chuẩn khá nhỏ, nhưng vẫn tồn tại lệch tâm giữa mặt gia công và mặt chuẩn. Để khắc phục tình trạng đó có thể dùng trục gá côn với góc côn khoảng  $3 \div 5^\circ$  (độ côn khoảng  $1/500 \div 1/1000$ ).



Hình 1.21. Trục gá hình trụ



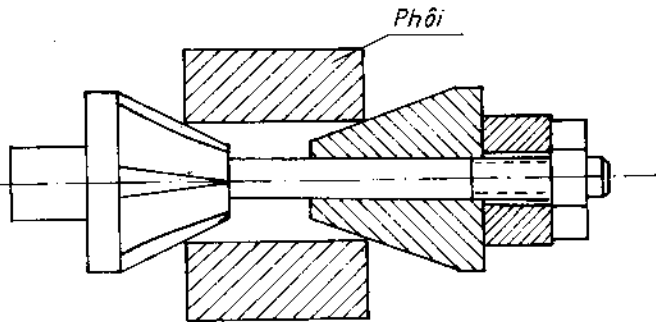
Hình 1.22. Trục gá côn

Trục gá côn có khả năng truyền mômen xoắn khá lớn (hình 1.22), tuy nhiên việc tháo chi tiết ra khỏi trục không dễ dàng.

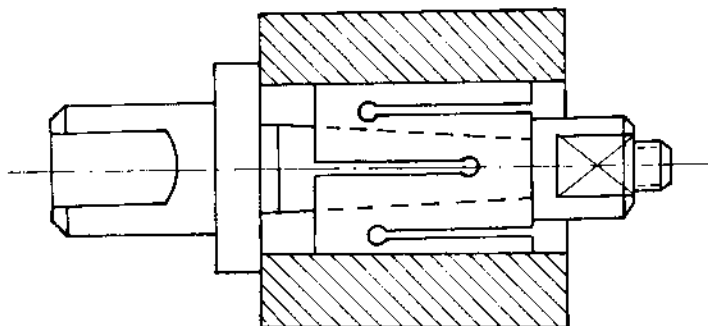
Khi gia công các chi tiết có đường kính lỗ chuẩn khác nhau nhiều, để giảm số lượng trục gá cần chế tạo, ta dùng trục gá côn di động (hình 1.23).

- Trục gá đàn hồi

Khi gia công các loại bạc thành mỏng trên máy tiện, máy mài tròn ngoài ... để tránh biến dạng do lực kẹp gây ra, ta dùng trục gá đàn hồi (hình 1.24). Loại này ngoài khả năng sinh ra lực kẹp đồng đều còn có khả năng định tâm cao (0,01 đến 0,02 mm). Nếu là chuẩn thô (lỗ chưa gia công) để xác định đúng đường tâm của lỗ chuẩn thường



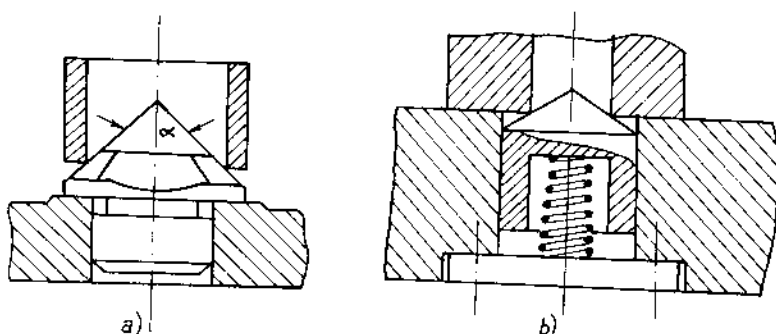
Hình 1.23. Trục gá côn di động



Hình 1.24. Trục gá đàn hồi

dùng chốt côn cứng hoặc tùy động.

Chốt côn cứng có khả năng hạn chế 3 bậc tự do tịnh tiến (hình 1.25a). Khi cần hạn chế hai bậc tự do tịnh tiến theo hai phương vuông góc với đường tâm lỗ thì phải dùng chốt côn tùy động (hình 1.25b).



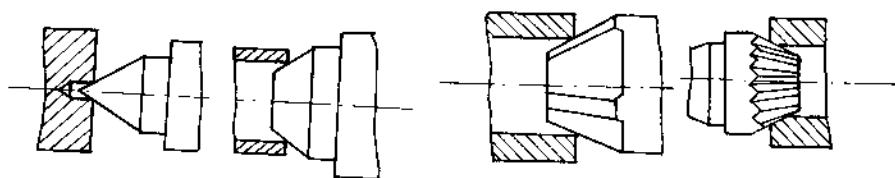
Hình 1.25. Các loại chốt côn  
a. Chốt côn cứng ; b. Chốt côn tùy động

#### 1.2.4. Đồ định vị khi chuẩn là hai lỗ tâm

Khi gia công mặt trụ ngoài của các trục bậc trên máy tiện hoặc máy mài, để đảm bảo độ đồng tâm của các bậc phải dùng chuẩn thống nhất là hai lỗ tâm và đồ định vị là các loại mũi tâm.

##### a. Mũi tâm cứng (hình 1.26)

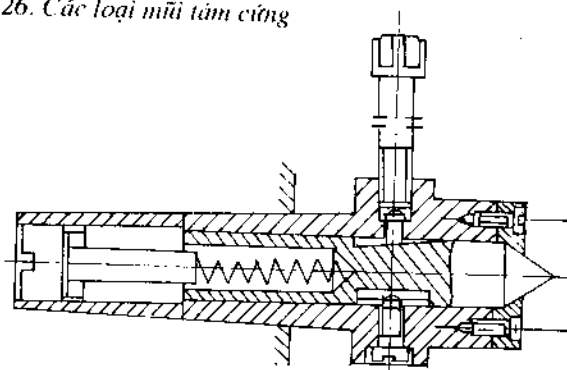
Mũi tâm cứng được lắp vào lỗ côn của trục chính máy tiện hoặc máy mài, nó hạn chế 3 bậc tự do tịnh tiến. Những mũi tâm lắp vào ụ sau của các máy đó chỉ hạn chế 2 bậc tự do quay xung quanh 2 trục vuông góc với nhau và vuông góc với đường tâm chi tiết gia công. Riêng mũi tâm cứng của ụ sau máy mài bao giờ cũng vát đi một phần, mặt vát song song với đường tâm chi tiết và vuông góc với mặt phẳng chứa hai đường tâm chi tiết và đá, chiều dài phần vát lớn hơn chiều rộng đá để khi mài chi tiết nhỏ đá không chạm vào mũi tâm.



Hình 1.26. Các loại mũi tâm cứng

##### b. Mũi tâm tùy động (hình 1.27)

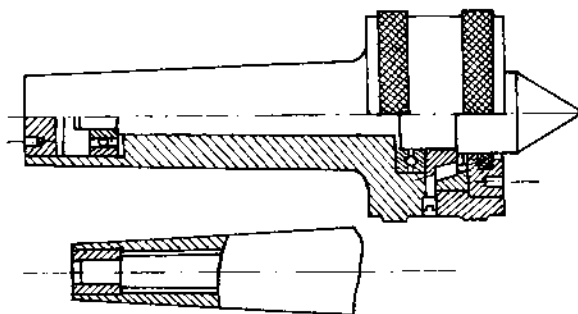
Trong quá trình gia công, nếu kích thước chiều trục yêu cầu chính xác, cần thiết phải dùng mặt đầu làm chuẩn, hạn chế bậc tự do theo phương dọc trục của chi tiết sao cho chuẩn định vị trùng với góc kích thước. Lúc này đồ định vị phải dùng là mũi tâm tùy động dọc trục. Sau khi gá đặt xong mũi tâm phải kẹp cứng lại.



Hình 1.27. Mũi tâm tùy động

*c. Mũi tâm quay (hình 1.28)*

Khi tiến cao tốc, số vòng quay của trục chính lớn ( $n > 1000$  vg/ph), nếu dùng mũi tâm cứng mũi tâm chuẩn có thể bị mòn và làm sai vị trí tương đối của chi tiết so với dao. Để khắc phục hiện tượng xấu này phải dùng mũi tâm quay.



Hình 1.28. Mũi tâm quay

### 1.3. KÉP CHẶT VÀ CƠ CẤU KÉP CHẶT

#### 1.3.1. Khái niệm về kẹp chặt và yêu cầu của cơ cấu kẹp chặt

Kẹp chặt là công việc tiếp theo sau khi định vị để hoàn thành việc gá đặt chi tiết. Cơ cấu kẹp chặt là một bộ phận của đồ gá có nhiệm vụ sinh ra lực kẹp khi có nguồn lực tác dụng vào nó. Tác dụng của cơ cấu kẹp chủ yếu là đảm bảo sự tiếp xúc chắc chắn giữa phôi và đồ định vị, đồng thời không cho nó dịch chuyển cũng như không bị rung động trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt.

Ngoài cơ cấu kẹp chính có khi còn dùng cơ cấu kẹp bổ sung nhằm tăng độ vững của hệ thống công nghệ, do đó nâng cao độ chính xác gia công, đảm bảo được độ nhám yêu cầu và nâng cao năng suất.

Thông thường cơ cấu định vị và cơ cấu kẹp chặt tách rời nhau để tránh gây biến dạng của cơ cấu định vị dưới tác dụng của lực kẹp, đảm bảo độ chính xác của phôi.

Cơ cấu kẹp có các yêu cầu cơ bản sau :

- Không được phá hỏng vị trí đã định vị của phôi.
- Lực kẹp phải đủ để chi tiết không bị xô dịch dưới tác dụng của lực cắt nhưng không quá lớn so với các giá trị cần thiết để tránh sinh ra biến dạng của phôi.
- Không làm hỏng bề mặt do lực kẹp tác dụng vào.
- Thao tác nhanh, đỡ tốn sức.
- Kết cấu nhỏ, gọn, an toàn, thành một khối để dễ bảo quản, sửa chữa.
- Cố gắng làm cho phương, chiều của lực kẹp vuông góc và hướng vào mặt chuẩn chính, không ngược chiều với lực cắt.
- Điểm đặt của lực kẹp nằm ngay trên đồ định vị hoặc nằm trong đa giác chân để tạo nên bởi các đồ định vị tiếp xúc với mặt chuẩn chính để không gây lật hoặc biến dạng phôi.

Có nhiều loại cơ cấu kẹp, mỗi loại có các đặc điểm về kết cấu, tính năng cơ bản và phạm vi sử dụng khác nhau.

#### 1.3.2. Phương pháp tính lực kẹp cần thiết

Việc tính toán lực kẹp được coi là gần đúng trong điều kiện phôi ở trạng thái cân bằng tĩnh dưới tác dụng của ngoại lực. Các ngoại lực bao gồm : lực kẹp, phản lực ở các điểm tựa, lực ma sát ở các mặt tiếp xúc, lực cắt, trọng lực của chi tiết gia công. ...

Giá trị của lực kẹp lớn hay nhỏ là tùy thuộc vào vào các ngoại lực tác dụng kể trên. Lực cắt và mômen cắt được xác định cụ thể theo phương pháp cắt. Trong thực tế lực cắt không phải là hằng số. Ngoài ra có nhiều điều kiện khác không ổn định như bề mặt phôi không bằng phẳng, nguồn sinh lực tác dụng vào cơ cấu kẹp để sinh ra lực kẹp không ổn định v.v....

Để tính đến các yếu tố gây nên không ổn định nói trên, khi tính lực kẹp người ta đưa thêm vào các hệ số :

$K_0$  - hệ số an toàn trong mọi trường hợp  $K_0 = 1,5 \div 2$ .

$K_1$  - hệ số kể đến lượng dư không đều ( khi gia công thô  $K_1 = 1,2$  ; khi gia công tinh  $K_1 = 1$  ).

$K_2$  - hệ số kể đến dao cùn làm tăng lực cắt,  $K_2 = 1 \div 1,9$ .

$K_3$  - hệ số kể đến vì cát không liên tục làm lực cắt tăng.

$K_4$  - hệ số kể đến nguồn sinh lực không ổn định ( khi kẹp chặt bằng tay  $K_4 = 1,3$  ; khi kẹp chặt bằng khí nén hay thủy lực  $K_4 = 1,0$  ).

$K_5$  - hệ số kể đến vị trí của tay quay của cơ cấu kẹp thuận tiện hay không (khi kẹp chặt bằng tay : góc quay  $< 90^\circ$  ,  $K_5 = 1,0$  ; góc quay  $> 90^\circ$  ,  $K_5 = 1,2$  ).

$K_6$  - hệ số tính đến mômen làm lật phôi quanh điểm tựa ( khi định vị trên các chốt tỷ :  $K_6 = 1,0$  ; khi định vị trên các편 tỷ :  $K_6 = 1,5$  ).

Hệ số điều chỉnh chung  $K$  để đảm bảo an toàn là :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (1.17)$$

Phải căn cứ vào từng điều kiện cụ thể để xác định từng hệ số riêng biệt.

Sau đây là cách tính lực kẹp của một số trường hợp điển hình :

① Khi lực cắt  $P$  cùng chiều với lực kẹp  $W$  và vuông góc với mặt chuẩn chính ( hình 1.29a )

Nếu hệ không có khả năng gây ra trượt thì  $W = 0$ , nghĩa là có thể không cần đến lực kẹp chặt. Ví dụ, khi chuốt ép lỗ ( chuốt đứng, thực sự không cần đến cơ cấu kẹp ).

Khi có khả năng gây ra lực trượt  $N$  thì :

$$W = \frac{K \cdot N}{f} - P \quad (1.18)$$

Trong đó :  $K$  - hệ số an toàn,

$f$  - hệ số ma sát giữa mặt chuẩn và đồ định vị,

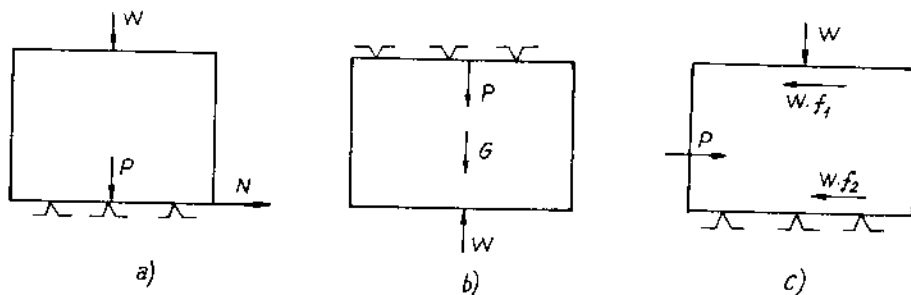
( mặt thô :  $f = 0,2 \div 0,3$  ; mặt tinh :  $f = 0,1 \div 0,15$  ),

$N$  - lực trượt.

② Khi lực cắt  $P$  cùng chiều với lực kẹp  $W$  ( hình 1.29b )

$$W = K ( P + G ) \quad (1.19)$$

$G$  - trọng lượng chi tiết



Hình 1.29. Sơ đồ kẹp chặt khi chuẩn là mặt phẳng

③ Lực kẹp  $W$  và vuông góc với của lực cắt  $P$  và mặt chuẩn chính ( hình 1.29c )

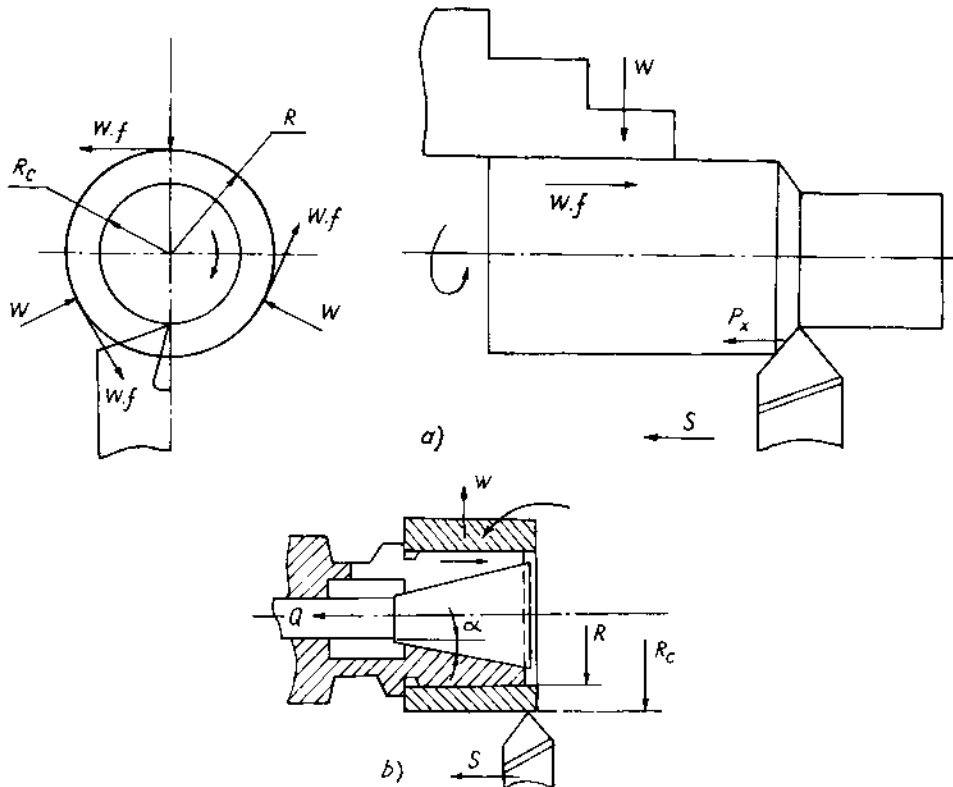
$$W = \frac{K \cdot P}{f_1 + f_2} \quad (1.20)$$

Trong đó:  $f_1$ - hệ số ma sát giữa mỏ kẹp và chi tiết ( $f_1 = 0,1 \div 0,15$ ),  
 $f_2$ - hệ số ma sát giữa mmặt chuẩn của chi tiết và đồ định vị  
 (mặt thô:  $f_2 = 0,2 \div 0,3$ ; mặt tinh  $f_2 = 0,1 \div 0,15$ ).

④ *Tính lực kẹp cần thiết khi gia công trên máy tiện.*

a) Khi chi tiết gá trên mâm cặp ba chấu (hình 1.30a)

Lúc này chi tiết có khả năng quay xung quanh tâm của nó và trượt trên các chấu kẹp, đồng thời có thể trượt theo phương dọc chi tiết.



Hình 1.30. Sơ đồ tính lực kẹp khi tiện.

a) chi tiết gá trên mâm cặp ba chấu.

b) chi tiết kẹp chặt trong ống kẹp dần hồi.

Phương trình cân bằng mômen sẽ là (hình 1.30):

$$W_{\Sigma}.f.R \geq K.M_c$$

$$W_{\Sigma}.f.R \geq K.P_z.R_c$$

Do đó:

$$W_{\Sigma} = \frac{K.P_c.R_c}{f.R} \quad (1.21)$$

và

$$W_{\Sigma} = \frac{W_{\Sigma}}{Z} \quad (1.22)$$

Trong đó:  $W_{\Sigma}$ - tổng lực kẹp của các chấu kẹp ( $Z$  chấu) (N),

$W$ - lực kẹp ở một chấu (N),

$M_c$ - mômen cắt ( $M_c = P_c \cdot R_c$ ) (Nm),

$f$ - hệ số ma sát,

$P_c$ - lực cắt tiếp tuyến (N),

$R_c$ - bán kính gia công (mm),

$R$ - bán kính mặt chuẩn (mm).

Phương trình cân bằng chống trượt dọc trục sẽ là:

$$W_{\Sigma}.f \geq K.P_x \quad \text{do đó} \quad W_{\Sigma} \geq \frac{K.P_x}{f} \quad (1.23)$$

Hệ số ma sát  $f = 0,5 \div 0,7$  khi chuẩn là mặt thô, tựa trên tấm kẹp có khía nhám.

b) Tính lực kẹp khi kẹp chặt chi tiết trong ống kẹp đàn hồi (hình 1.30b).

Việc xác định lực kẹp trong trường hợp này cũng tương tự như khi xác định lực kẹp trên mâm cặp ba hay bốn chấu, nghĩa là, cũng bao gồm hai trường hợp chống xoay và chống trượt dọc trục:

$$W_{\Sigma}.f.R \geq K.M_c = K.P_c.R_c$$

$$W_{\Sigma}.f \geq K.P_c \quad \text{do đó} \quad W_{\Sigma} \geq \frac{K.P_c}{f}$$

$$W_{\Sigma} = \frac{W_{\Sigma}}{Z}$$

#### ⑤ Tính lực kẹp khi tiện lệch tâm

Tiên cổ biên của trục khuỷu là một dạng tiện lệch tâm. Trường hợp này để đảm bảo độ chính xác khoảng cách tâm giữa cổ chính và cổ biên, phải lấy cổ chính (hai đầu) làm chuẩn và gá đặt trên đồ gá chuyên dùng hạn chế 6 bậc tự do (hình 1.31a).

Lực kẹp cần thiết phải xác định tại vị trí cắt nào có khả năng gây nguy hiểm nhất. Sơ đồ tác dụng của các thành phần của lực cắt  $P_y, P_z$  tạo nên mômen  $M_c$  có thể xoay phôi xung quanh tâm cổ chính. Để phôi không bị xoay, lực kẹp  $W$  phải sinh ra mômen ma sát  $M_{ms}$  lớn hơn mômen  $M_c$  ( $M_{ms} > M_c$ ).

Coi giá trị của  $P_y$  và  $P_z$  không đổi thì  $M_c$  có giá trị phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa tâm cổ chính với điểm đặt của các thành phần lực cắt  $P_y$  và  $P_z$  (hình 1.31b).

Nếu cổ chính nằm trong các góc phần tư thứ hai và thứ tư thì các lực  $P_y$  và  $P_z$  sẽ gây ra các mômen trái chiều nhau. Tổng mômen tác dụng vào phôi sẽ bé đi. Nếu cổ chính nằm trong các góc phần tư thứ nhất và thứ ba thì các mômen này cùng chiều và mômen tổng sẽ lớn lên. Tuy nhiên ở góc phần tư thứ ba cánh tay đòn gây ra mômen của  $P_z$  sẽ là  $y + r_2$ , còn ở góc phần tư thứ nhất cánh tay đòn này chỉ là  $y - r_2$ .

Như vậy ở góc phần tư thứ ba sẽ có  $M_c$  lớn nhất. Từ đó phải xác định được với góc  $\beta$  cụ thể nào sẽ có  $M_{c\max}$ .

Phương trình cân bằng khi tiện cổ biên sẽ là:

$$KM_c = K[P_z(y + r_2) + P_y \cdot Z] \leq M_{ms}$$

$$KM_c = K[P_z(r_0 \cos \beta + r_2) + P_y \cdot r_0 \sin \beta] \leq M_{ms}$$

Trong đó:

$K$ - hệ số an toàn.

$r_0$ - khoảng cách tâm của cổ chính và cổ biên.

$r_1$ - bán kính cổ chính;

$r_2$ - bán kính cổ biên;

$$y = r_0 \cos \beta;$$

$$Z = r_0 \sin \beta;$$

$\beta$ - góc giữa đường nối hai tâm cổ chính và cổ biên với phương nằm ngang;

$M_{ms}$ - mômen ma sát gây ra ở các mặt tiếp xúc giữa chuẩn và đồ định vị;

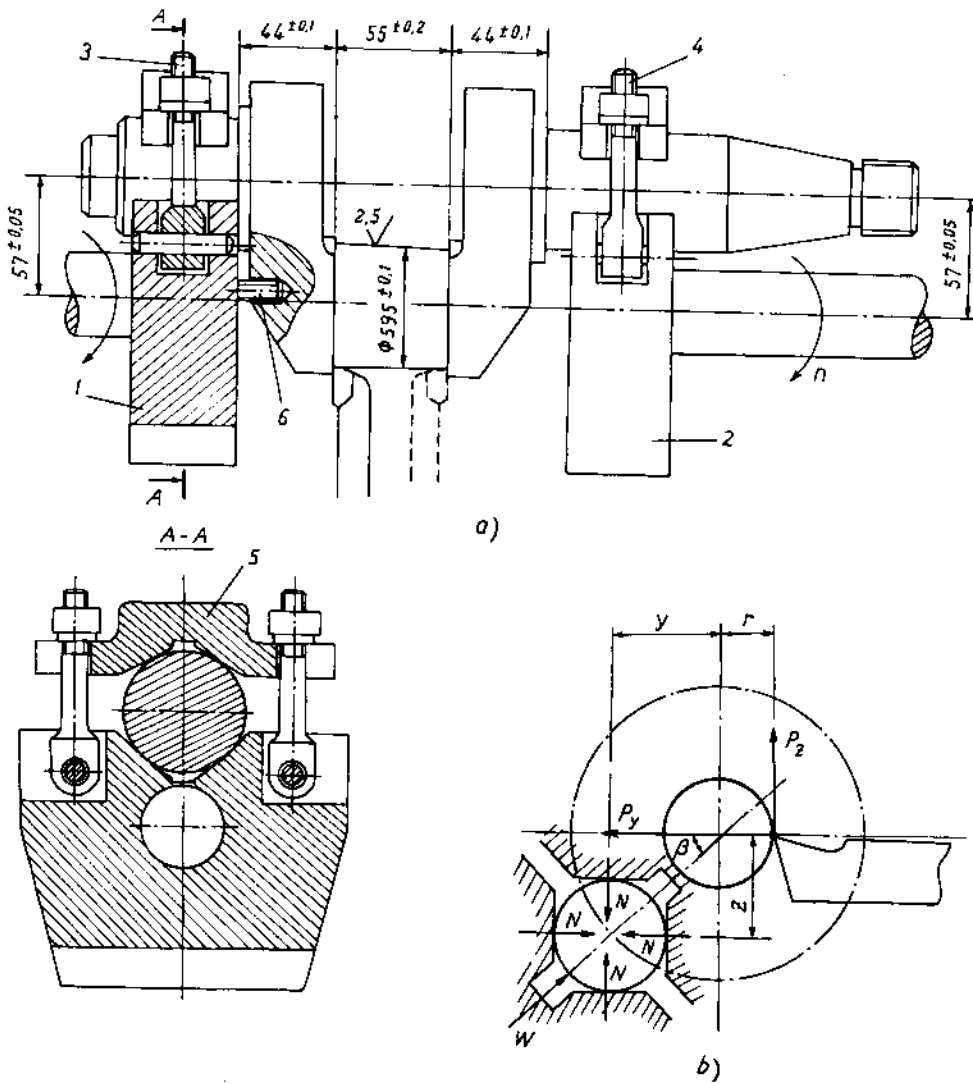
$f$ - hệ số ma sát;

Mômen ma sát ở cả hai mặt đầu:

$$M_{ms} = 2.4.N.f.R_1$$

$$N = \frac{W}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad \alpha - \text{góc } V \text{ của khối } V.$$





Hình 1.31. Sơ đồ tiện có biên trục khuỷu.  
 a) sơ đồ gá đặt.  
 b) sơ đồ tác dụng của lực cắt, lực kẹp.

Như vậy phương trình cân bằng sẽ là:

$$K[P(r_0 \cos \beta + r_2) + P_y \cdot r_0 \cdot \sin \beta] \leq 4 \cdot \frac{W}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \cdot f \cdot r_1$$

$$M_c \rightarrow \max \quad \text{khi} \quad \frac{dM_c}{d\beta} = 0 \quad \text{và} \quad \frac{d^2 M_c}{d\beta^2} < 0$$

$$\frac{dM_c}{d\beta} = -P_z \cdot r_0 \cdot \sin\beta + P_y \cdot r_0 \cdot \cos\beta = 0 \Rightarrow \operatorname{tg}\beta = \frac{P_y}{P_z} < 1 \text{ hay } \beta = \operatorname{arctg} \frac{P_y}{P_z}$$

$$\frac{d^2 M_c}{d\beta^2} = -P_z \cdot r_0 \cdot \cos\beta + P_y \cdot r_0 \cdot \sin\beta < 0$$

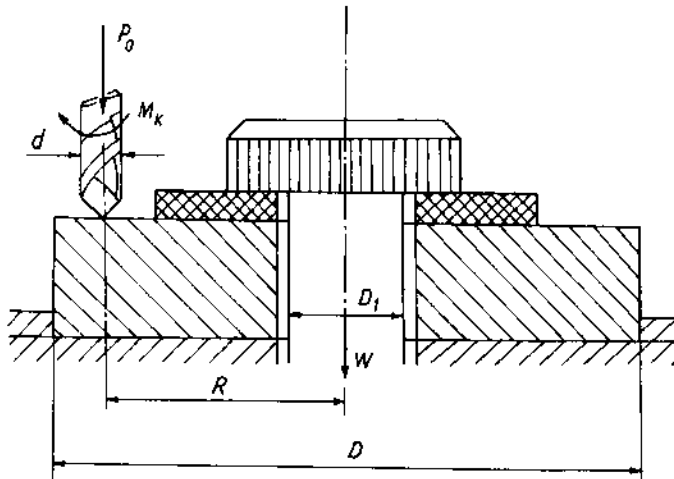
vì  $\frac{P_y}{P_z} < 1 \rightarrow \beta < 90^\circ \Rightarrow \sin\beta > 0; \cos\beta > 0$

Lực kẹp yêu cầu sẽ là:

$$W = \frac{K}{4} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{P_z (r_0 \cos \beta + r_2) + P_y r_0 \sin \beta}{f \cdot r_1}$$

#### ⊗ Tính lực kẹp khi khoan

Trong trường hợp lực kẹp  $W$  nằm theo phương thẳng đứng và cùng chiều với lực  $P_0$  thì thực tế lực kẹp không cần lớn lắm (hình 1.32).



Hình 1.32. Sơ đồ tính lực kẹp khi khoan

Tuy nhiên để gia công được, lực kẹp phải thắng được mômen cắt  $M_k$

$$(W + P_0) \cdot f \cdot r \geq K \cdot \frac{2 \cdot M_c}{d} \cdot R_0$$

$$W = \frac{2.K.M_c.R_0}{d.f.r} . P_0 \quad (1.24)$$

Trong đó:

K- hệ số an toàn chung.

$M_c$ - mômen cắt khi khoan (N.m).

$R_0$ - khoảng cách từ tâm chi tiết đến tâm mũi khoan (mm).

d- đường kính mũi khoan (mm).

f- hệ số ma sát.

r- bán kính trung bình của mặt tiếp xúc giữa chi tiết và đồ định vị (mm).

Khi khoan lỗ có đường tâm song song với tâm chi tiết trụ, chi tiết phải gá đặt trên khối V, lực kẹp vuông góc với tâm chi tiết (hình 1.33).

Lực kẹp W phải đảm bảo sao cho chi tiết không bị xoay xung quanh nó do tác động của  $M_c$  đồng thời không xô dịch dọc trục do tác động của lực dọc trục  $P_0$ .

Phương trình cân bằng để đảm bảo không trượt là:

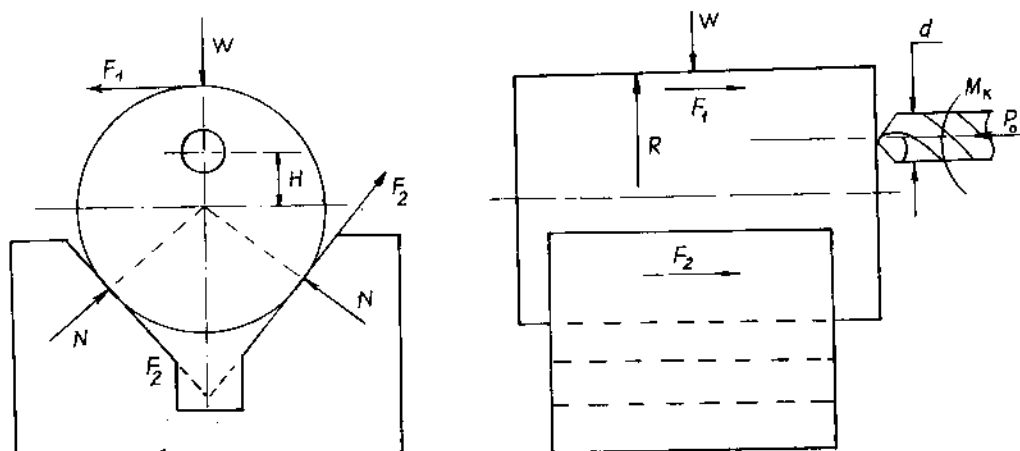
$$f_1 \frac{W}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + W.f_2 \geq K.P_0 \quad \text{Vậy } W = \frac{K.P_0}{\frac{f_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + f_2} \quad (1.25)$$

Phương trình cân bằng để đảm bảo không bị xoay là:

$$(2.f_1 \frac{W}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + W.f_2).R \geq \frac{2.K.M_c}{d} . H$$

$$W = \frac{2.K.M_c}{R \left( \frac{f_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + f_2 \right)} . \frac{H}{d} \quad (1.26)$$

Trong đó :  $f_1$  - hệ số ma sát giữa chi tiết và đồ định vị,  
 $f_2$  - hệ số ma sát giữa chi tiết và mỏ kẹp,  
 $R$  - bán kính của chi tiết ( mm ).



Hình 1.33. Sơ đồ tính lực kẹp khi khoan chi tiết trên khối V

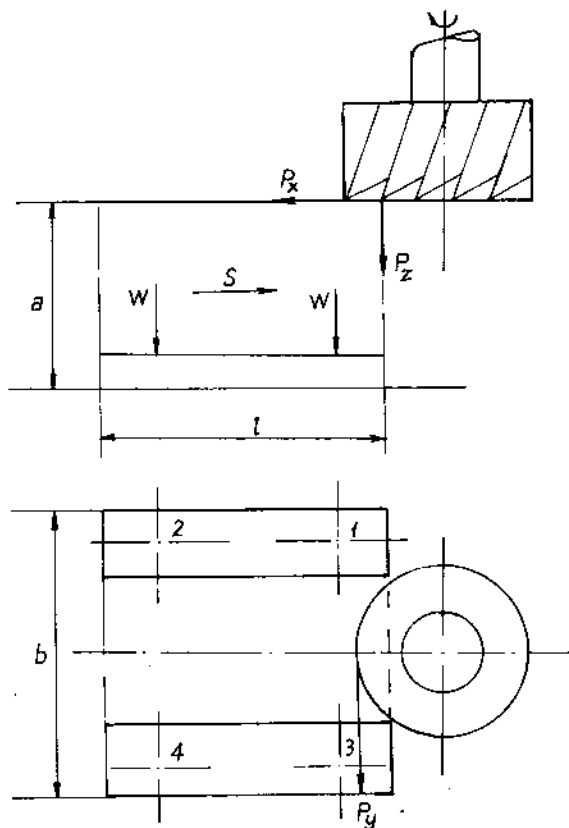
#### ⑦ Tính lực kẹp khi phay

Có nhiều phương pháp phay, ở mỗi phương pháp, lực cắt có giá trị và hướng khác nhau làm cho lực kẹp khác nhau. Tùy theo sơ đồ cụ thể mà phân tích, xem xét để tính lực kẹp đảm bảo kẹp chặt vững vàng.

- Gia công chi tiết hộp trên máy phay đứng bằng dao phay mặt đầu với chuẩn là mặt đáy, bốn mỏ kẹp tạo ra lực kẹp vuông góc với mặt chuẩn (hình 1.34).

Theo hình vẽ ta thấy lực cắt  $P_z$  có tác dụng hỗ trợ cho lực kẹp  $W$  ( vì cùng chiều với lực kẹp ),  $P_x$  có tác dụng làm cho chi tiết quay xung quanh cạnh 2-4 ( cạnh 1-3 bị hất lên ),  $P_y$  làm cho chi tiết quay xung quanh cạnh 3-4 ( cạnh 1-2 bị hất lên ). Vì vậy lực kẹp  $W$  ở góc 1 phải có khả năng chống lại được tất cả các mômen cho các lực cắt trên gây ra.

Ta có :



Hình 1.34. Sơ đồ tính lực kẹp khi phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu

$$K.P_x.a \leq 2W.l \quad (1.26a)$$

$$K.P_y.a \leq 2W.b \quad (1.26b)$$

Do đó : 
$$W = K \cdot a \cdot \left[ \frac{P_x}{2 \cdot l} + \frac{P_y}{b} \right] \quad (1.27)$$

Phương trình ( 1.26b ) dưới tác dụng của lực  $P_y$  khi mới cắt vào chỉ lực kẹp ở vị trí 1 chịu còn khi dao sắp thoát khỏi vùng cắt thì chỉ có lực kẹp ở vị trí 2 chịu.

Tùy theo vị trí của dao mà trạng thái nguy hiểm có thể xê dịch dịch phối khác nhau, để đảm bảo an toàn cần thiết phải tính lực kẹp ở vị trí nguy hiểm nhất. Trong ví dụ trên khi dao ở bên phải, hệ thống kém an toàn hơn khi nó ở bên trái. Trong 4 mỏ kẹp thì số 1 là mỏ kẹp phải chịu lực lớn nhất và tính lực kẹp tại vị trí đó. Công thức ( 1.27 ) chính là giá trị cần tính lực kẹp ở góc 1.

- *Phay mặt phẳng chi tiết hộp bằng dao phay mặt đầu, gá trên 6 điểm tựa hạn chế 6 bậc tự do. Lực kẹp vuông góc với mặt phẳng đứng đi qua hai điểm tựa bên hông của chi tiết ( hình 1.35 ).*

Lúc này lực ma sát phải thắng được thành phần lực cắt  $P_H$  nhằm không cho chi tiết xê dịch dọc.

Khi kẹp bằng hai mỏ kẹp, lực kẹp do mỗi mỏ kẹp sinh ra là :

$$W_1 = W_2 = W$$

Lực ma sát gây ra do mỗi lực kẹp là :

$$f_1 = f_2 = W.f$$

Phương trình cân bằng chống trượt là :

$$2W.f \geq K.P_H$$

Vậy : 
$$W = \frac{K \cdot P_H}{2 \cdot f} \quad (1.28)$$

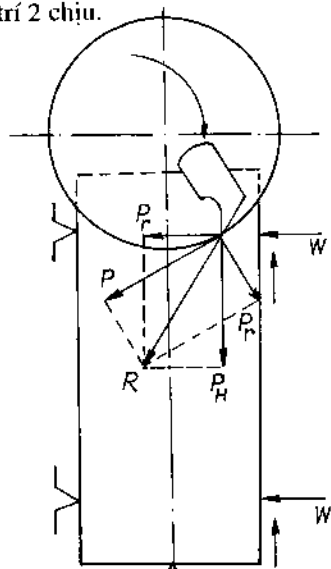
Thành phần lực  $P_H$  có tác dụng đẩy chi tiết vào hai điểm tựa bên hông không gây xê dịch hoặc lật chi tiết nếu lực kẹp hướng đúng vào các điểm tựa hoặc thấp hơn.

- *Phay mặt phẳng bằng dao phay trụ (hình 1.36 )*

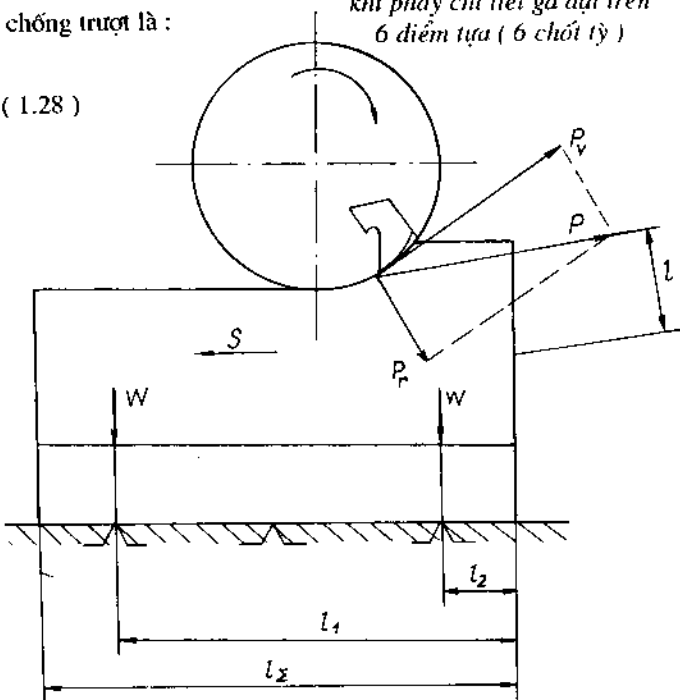
Khi phân tích tác dụng của ngoại lực vào hệ cho thấy chi tiết có thể bị lật và phương trình cân bằng sẽ là :

$$K \cdot P \cdot l \leq W_1 \cdot l_1 + W_2 \cdot l_2$$

$$W \geq K \frac{R \cdot l}{l_1 + l_2} \quad (1.29)$$



Hình 1.35. Sơ đồ tính lực kẹp khi phay chi tiết gá đặt trên 6 điểm tựa ( 6 chốt tỳ )



Hình 1.36. Sơ đồ tính lực kẹp khi phay bằng dao phay trụ

Trong đó :

$$W = W_1 + W_2$$

và

$$R = \sqrt{P^2 + P_r^2}$$

### 1.3.3. Một số cơ cấu kẹp thông dụng

#### a. Kẹp bằng chêm

Chêm là chi tiết cơ bản của loại này. Chêm có hai mặt phẳng làm việc không song song với nhau. Khi đóng chêm vào, mặt làm việc của nó sẽ tạo ra lực kẹp. Trong quá trình cắt gọt, dưới tác dụng của ngoại lực, chêm không bị tụt ra nhờ lực ma sát ở hai mặt làm việc của nó. Tính chất đó là tính tự hãm của chêm.

Cơ cấu kẹp bằng chêm, tác dụng trực tiếp bằng lực do tay công nhân, ít dùng trong thực tế vì kết cấu cồng kềnh, thao tác khó, lực kẹp có hạn.

Tuy nhiên trong thực tế, cơ cấu kẹp loại này kết hợp với các cơ cấu khác hoặc dùng nguồn sinh lực khí nén hay thủy lực để tác dụng vào nó lại được dùng nhiều.

Lực kẹp sinh ra của cơ cấu kẹp bằng chêm có thể xác định như trên hình 1.37.

Khi tác dụng vào chêm lực  $Q$ , trên mặt phẳng nghiêng của chêm sinh ra lực ma sát  $F_1$ , còn ở mặt đáy sinh ra lực ma sát  $F_2$ , hai góc ma sát tương ứng với hai lực ma sát nói trên là  $\varphi_1$  và  $\varphi_2$ . Nếu góc nghiêng của chêm là  $\alpha$  thì khi tác dụng lực  $Q$  sẽ sinh ra các phản lực pháp tuyến ứng với hai mặt là  $N$  và  $W$ . Phân tích hệ lực tác dụng lên chêm ta có :

$$F_1 = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$F_2 = W \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$

Tổng hợp lực của  $F_1$  và  $N$  là  $R_1$

$F_2$  và  $W$  là  $R_2$

Chiếu hệ lực tác dụng vào chêm lên phương nằm ngang, ta có :

$$Q = P + F_2$$

$$= W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2$$

$$\text{Vậy } W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2} \quad (1.30)$$

Điều kiện tự hãm để chêm không bị tháo lỏng như hình 1.36 theo phương nằm ngang ta có :

$$F_1 + F_2 \geq P$$

$$F_1 = N \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = W \cdot \frac{\operatorname{tg} \varphi_1}{\cos \alpha}$$

$$F_1 = F_1' \cdot \cos \alpha = W \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$$

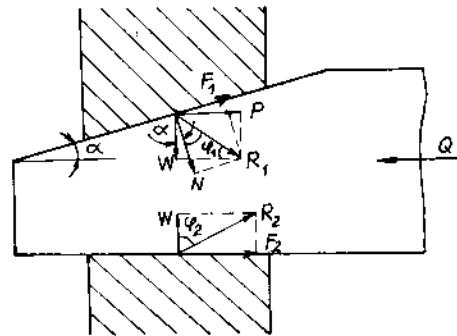
$$F_2 = W_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$

Trong phương trình thăng bằng ta có :

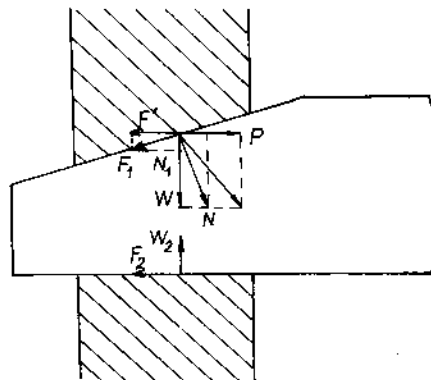
$$W + F_1 \sin \alpha = W_2 = W(1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_2)$$

$$\text{Như vậy ta có : } W \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + W(1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_2) \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \geq P = W \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\text{Do đó : } \operatorname{tg} \alpha \leq \operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$



Hình 1.37. Sơ đồ xác định lực kẹp sinh ra của cơ cấu kẹp bằng chêm



Hình 1.38. Sơ đồ tính điều kiện tự hãm của chêm

Ta coi  $\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \approx 0$

Điều kiện tự hãm sẽ là :

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2 \leq \operatorname{tg} (\varphi_1 + \varphi_2)$$

$$\text{Nghĩa là : } \alpha = \varphi_1 + \varphi_2 \quad (1.31)$$

#### b. Kẹp chặt bằng ren

Kẹp chặt bằng ren là phương pháp được dùng phổ biến trong sản xuất hàng loạt, loạt nhỏ và đơn chiếc. Cơ cấu kẹp bằng ren có kết cấu đơn giản, tính vạn năng cao, lực kẹp lớn, tính tự hãm tốt, nhưng dùng tay để vận nên tổn sức, kẹp chậm, năng suất thấp.

Để tính lực kẹp sinh ra khi kẹp chặt bằng ren, ta triển khai bulông và nhận thấy nó có dạng hình chêm mà góc nghiêng của nó chính là góc nâng của ren ( hình 1.39b ).

Cân bằng phương trình mô men ta có :

$$\begin{aligned} Q \cdot L &= M_1 + M_2 \\ &= Q_1 \cdot r_{ib} + F_2 \cdot R^* \quad (*) \end{aligned}$$

Trong đó :

$M_1$  - mômen ma sát giữa bulông và đai ốc,

$M_2$  - mômen ma sát giữa miếng kẹp và mặt bị kẹp hoặc giữa đầu đai ốc và mặt tỳ của nó,

$Q$  - lực tác động để quay bulông,

$L$  - cánh tay đòn quay,

$r_{ib}$  - bán kính trung bình của bulông,

$R^*$  - Bán kính trung bình của miếng kẹp,

Theo phân tích lực ta có :

$$Q_1 = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)$$

$$F_2 = W \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$

Thay  $Q_1$  và  $F_2$  vào (\*) ta có :

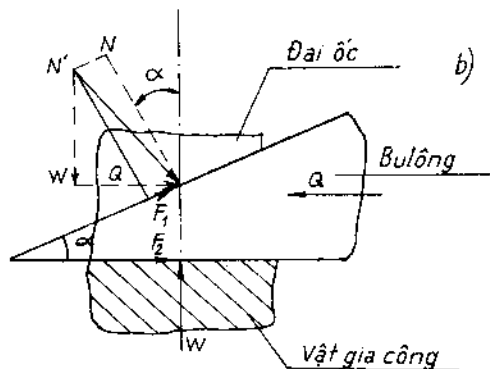
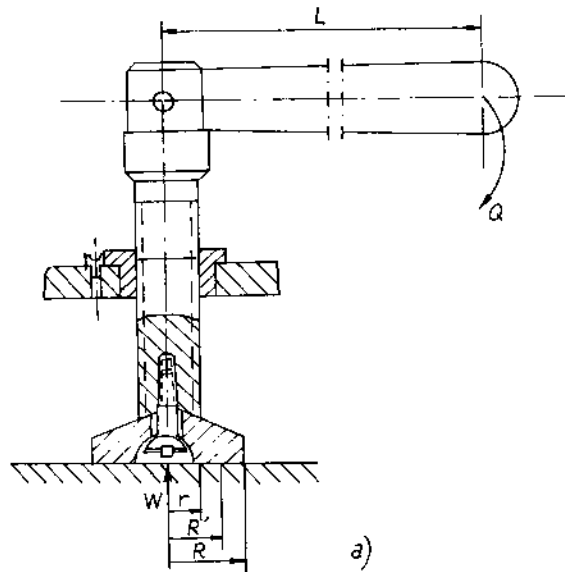
$$Q \cdot L = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot r_{ib} + W \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot R^*$$

$$\text{Vậy : } W = \frac{Q \cdot L}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) \cdot r_{ib} + \operatorname{tg} \varphi_2 \cdot R} \quad (1.32)$$

Trong đó :  $\alpha$  - góc nâng của ren,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{2 \cdot \pi \cdot r_{ib}}$$

$\varphi_1$  - góc ma sát giữa bulông và đai ốc.



Hình 1.39. Sơ đồ tính lực kẹp của cơ cấu kẹp bằng ren

$\varphi_2$  - góc ma sát giữa miếng kẹp và bề mặt bị kẹp.

Đường kính bulông được xác định theo điều kiện chèn dập ren hoặc theo các số tay đồ gá, phụ thuộc vào lực kẹp yêu cầu, lực tác động để quay cơ cấu kẹp và chiều dài cánh tay đòn.

### c. Kẹp chặt bằng bánh lệch tâm

Bánh lệch tâm là một loại chi tiết kẹp có tâm quay không trùng với tâm hình học của bề mặt làm việc, nhờ đó khi quay bánh lệch tâm bán kính cong của nó tăng dần và ấn vào chi tiết để kẹp chặt.

Kẹp chặt bằng bánh lệch tâm có những ưu điểm sau đây :

- Kết cấu đơn giản.
- Kẹp chặt nhanh ( hành trình kẹp ngắn ).

Tuy nhiên nó có các nhược điểm sau :

- Hành trình kẹp ngắn, không thích hợp với các phôi có lượng dư thay đổi nhiều.
- Tạo ra lực kẹp nhỏ hơn so với kẹp chặt bằng ren.
- Tính vạn năng kém hơn, thể tích lớn hơn, công kênh và tính tự hãm kém hơn so với kẹp chặt bằng ren.

Có nhiều loại bánh lệch tâm. Bánh lệch tâm tròn được dùng nhiều nhất vì nó đơn giản, thuận tiện, dễ chế tạo.

#### Tính toán bánh lệch tâm tròn

Để xác định các kích thước cơ bản của bánh lệch tâm tròn cần biết các thông số sau :

- Dung sai kích thước kẹp của phôi  $\delta$ .
- Góc quay có thể của bánh lệch tâm  $\beta$ .
- Lực kẹp cần thiết để kẹp chặt  $W_c$ .

Bánh lệch tâm tròn có mặt làm việc là mặt trụ tròn xoay hay một phần mặt trụ tròn nhưng tâm quay của nó lệch với tâm hình học một đoạn là  $e$  ( hình 1.40 ).

Nếu khai triển phần hình sừng trâu có gạch chéo nó sẽ có hình dáng giống một chêm ( hình 1.40c ). Tuy nhiên ở đây đường huyền không thẳng, góc nghiêng  $\alpha$  có giá trị khác nhau ở mỗi điểm làm việc làm cho lực kẹp thay đổi theo, góc  $\alpha$  càng lớn thì lực kẹp càng nhỏ, ở các điểm K và n có góc  $\alpha$  là nhỏ nhất. Tại điểm m thì góc  $\alpha$  là lớn nhất và lực kẹp sinh ra là nhỏ nhất. Xung quanh điểm m góc  $\alpha$  thay đổi ít và lực kẹp cũng thay đổi ít. Để đảm bảo an toàn khi gia công người thiết kế phải bố trí sao cho điểm kẹp chặt của bánh lệch tâm ở hai bên điểm m và tính toán lực kẹp sinh ra ở điểm đó. Khi tác dụng ngoại lực Q vào cánh tay đòn L để quay bánh lệch tâm quanh tâm quay O của nó đến vị trí sao cho OC nằm với phương nằm ngang một góc  $\beta$  và coi như đã đóng chêm.

Mômen Q . L truyền qua tiếp điểm A. Tại điểm A chịu tác dụng của lực  $Q_2$  vuông góc với OA ( bán kính cong của lệch tâm tại điểm A ). Ta có :

$$Q \cdot L = Q_2 \cdot \rho_A$$

Lúc này coi đây là một chêm có góc nghiêng  $\alpha$  chịu lực đóng vào là  $Q_2$ .

Nếu coi  $\alpha$  là góc nhỏ thì :

$$Q_2 = F + Q_1 = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + W \cdot \operatorname{tg}\varphi_2$$

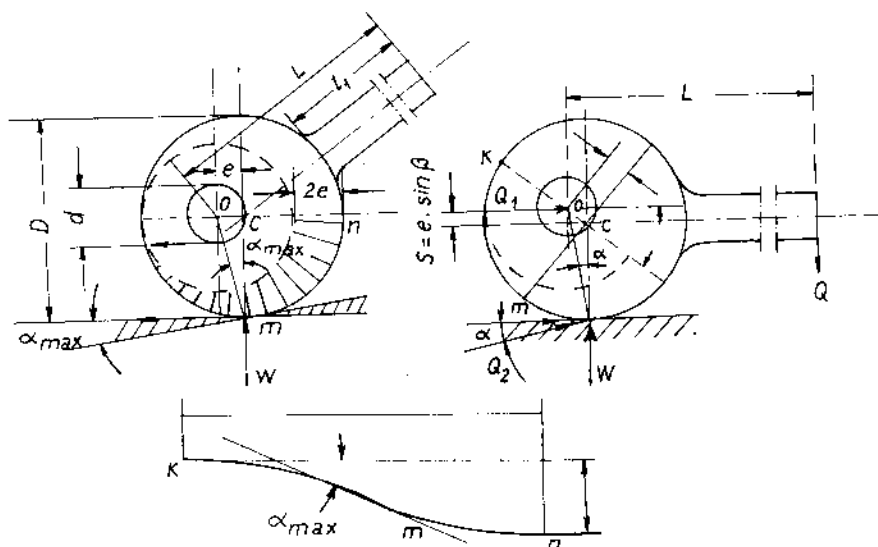
Từ đó xác định được lực kẹp W :

$$W = \frac{Q \cdot L}{\rho_A \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg}\varphi_2]} \quad (1.33)$$

$\varphi_1$  - góc ma sát giữa bánh lệch tâm và mặt bị kẹp,

$\varphi_2$  - góc ma sát giữa lỗ của bánh lệch tâm và chốt.





Hình 1.40. Sơ đồ tính lực kẹp của bánh lệch tâm tròn

Cũng tương tự như chêm điều kiện tự hãm sẽ là :

$$\alpha \leq \varphi_1 + \varphi_2$$

Tại điểm m, ta có  $\alpha = \alpha_{\max}$ , vậy nếu tại m đã tự hãm thì tất cả các điểm khác đều tự hãm, nghĩa là ở tất cả các nơi mômen của lực tác dụng vào bánh lệch tâm đều nhỏ hơn mômen do lực kẹp gây ra, ta có :

$$W \cdot e \leq F_1 \cdot \frac{D}{2} + F_2 \cdot \frac{d}{2}$$

$$W \cdot e \leq W \cdot f_1 \cdot \frac{D}{2} + W \cdot f_2 \cdot \frac{d}{2}$$

$f_1$  - hệ số ma sát giữa điểm tiếp xúc của bánh lệch tâm và mặt kẹp,

$f_2$  - hệ số ma sát giữa lỗ của bánh lệch tâm và chốt.

Từ đó ta có :

$$e \leq \frac{D}{2 f_1} + \frac{d}{2 f_2} \quad (1.34)$$

#### d. Kẹp bằng đòn kẹp hoặc thanh truyền

Các cơ cấu nói trên khi kẹp trực tiếp vào chi tiết, dễ làm hỏng bề mặt bị kẹp.

Khi sử dụng một đòn kẹp, sơ đồ xác định lực kẹp có thể thực hiện như trên hình 1.41.

Trong đó :

Q - lực tác dụng vào đòn kẹp, làm cho đòn kẹp xoay quanh chốt d để kẹp xuống chi tiết.

l - khoảng cách từ tâm chốt d đến vị trí của lực tác dụng Q.

L - khoảng cách từ tâm chốt d đến vị trí kẹp ( điểm đặt của lực kẹp ).

f - hệ số ma sát giữa đòn kẹp và chốt d .

Nếu không kể đến ma sát giữa đòn kẹp và chốt d thì cả ba trường hợp trên đều có lực kẹp là :

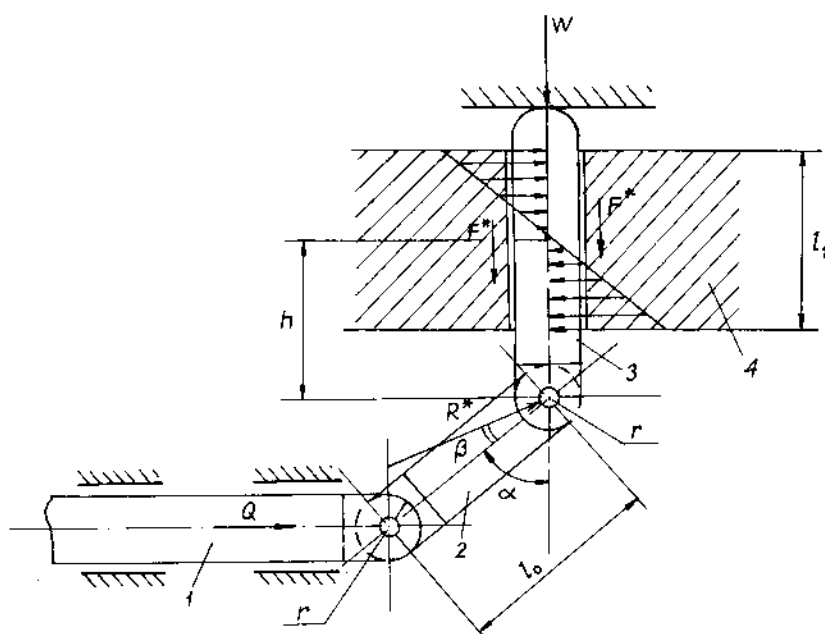
$$W = Q \cdot \frac{l}{L} \quad (1.35)$$

Khi sử dụng thanh truyền để truyền ngoại lực tác dụng đến vị trí cần kẹp thông qua chốt kẹp ( hình 1.42 ) thì lực kẹp có thể xác định như sau :

Lực đẩy  $Q$  của thanh 1 đẩy vào thanh truyền 2 nhờ nối thanh 1 với thanh 2 bằng chốt xoay. Do có ma sát giữa chốt xoay để nối thanh 1 với 2 và giữa chốt xoay để nối 2 với 3 nên lực đẩy của thanh 2 vào thanh 3 ( lực  $R^*$  ) không song song với thanh 2 mà lệch đi một góc  $\beta$ . Thanh 3 bị đẩy từ phía dưới, nên nó bị nghiêng và nửa dưới của nó ép vào phía phải của lỗ trên vỏ 4 còn nửa trên ép vào phía trái. Khi 3 di chuyển lên phía trên để kẹp chặt, do các lực ép của 3 vào lỗ trên vỏ 4 nên sẽ gây ra lực ma sát giữa 3 và vỏ 4 ( lực  $F^*$  ) ở hai bên thành.

	$W = Q \cdot \frac{l - f \cdot r}{L - f \cdot r}$
	$W = Q \cdot \frac{l - f \cdot r}{L + f \cdot r}$
	$W = Q \cdot \frac{l + f \cdot r}{L + f \cdot r}$

Hình 1.41. Sơ đồ tính lực kẹp khi kẹp chặt bằng đòn kẹp  
 $d = 2r$ ;  $F = W_1 f$  ( $f$ : hệ số ma sát giữa chốt và đòn kẹp).



Hình 1.42. Sơ đồ tính lực kẹp thông qua hệ thanh truyền, chốt kẹp

1. Thanh đẩy ; 2. Thanh truyền ; 3. Thanh tỳ ; 4. Vỏ đỡ

Trong trường hợp này, xét hệ lực tác dụng vào thanh 3, cân bằng hệ lực tác dụng theo phương thẳng đứng ta có :

$$W + 2F^* = R^* \cdot \cos(\alpha + \beta)$$

$$R^* = \frac{Q}{\sin(\alpha + \beta)} \quad \text{với} \quad \sin \beta = \frac{2 \cdot r \cdot f}{l_0}$$

Trong đó :

$r$  - bán kính chốt nối giữa 1 với 2 và giữa 2 với 3,

$f$  - hệ số ma sát giữa các lỗ trên 1, 2, 3 với chốt,

$l_0$  - khoảng cách giữa hai tâm lỗ trên thanh 2.

$$2 \cdot F^* = 2 \cdot N \cdot \tan \varphi_2$$

$N$  - lực nén thẳng góc của thanh 3 lên mặt của lỗ 4 ở nửa trên và nửa dưới. Giá trị và điểm đặt của lực  $N$  được xác định tùy theo sự phân bố lực ép của chốt 3 lên lỗ 4 (phân bố tam giác) như hình 1.41.

$\varphi_2$  - góc ma sát giữa thanh 3 với lỗ trên vỏ 4.

Từ đó ta có :

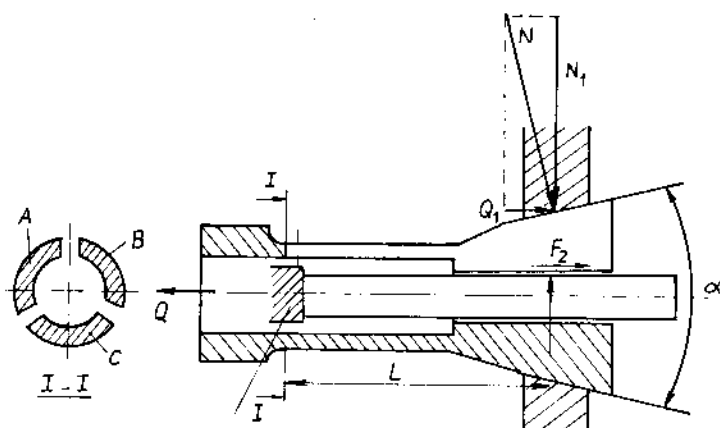
$$W = Q \cdot \left\{ \frac{1}{\tan(\alpha + \beta)} - \frac{3 \cdot h}{l_1} \cdot \tan \varphi_2 \right\} \quad (1.36)$$

e. Kẹp chặt bằng ống kẹp đàn hồi

Ống kẹp đàn hồi là một loại cơ cấu tự định tâm, nó làm cả hai nhiệm vụ định vị và kẹp chặt chi tiết. Độ chính xác định tâm của cơ cấu này có thể tới  $0,02 + 0,05$  mm.

Ống kẹp dần hồi có bề mặt làm việc hình côn, trong là lỗ trụ để định vị và kẹp chặt chi tiết, phần côn được xẻ thành 3 cánh cách nhau  $120^\circ$  và kéo dài ra đến phần trụ (hình 1.43).

Lỗ trụ trên ống kẹp dần hồi phải có dung sai sao cho phôi gá đặt được dễ dàng, nghĩa là mỗi ghép giữa lỗ trụ trên ống kẹp khi ở trạng thái tự do và đường



Hình 1.43. Sơ đồ tính lực kẹp khi kẹp bằng ống kẹp dần hồi

kính phần trụ làm chuẩn của chi tiết luôn luôn tồn tại khe hở. Vì vậy tác dụng lực kéo (hay lực đẩy) theo hướng trục, dưới tác dụng của mặt côn ngoài và khoảng cách giữa các cánh, ống kẹp sẽ bóp các cánh vào để định vị rồi kẹp chặt chi tiết sau khi đã khử hết khe hở giữa lỗ của ống kẹp và đường kính phần làm chuẩn của chi tiết.

Nếu coi mỗi cánh của ống kẹp dần hồi tương tự như một chêm thì khi tác dụng một lực kéo  $Q$  vào nó sẽ sinh ra lực bóp các cánh theo hướng kính là :

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_1\right) + \operatorname{tg} \varphi_2}$$

Trong đó :  $\alpha$  - góc côn của ống kẹp dần hồi,

$\varphi_1$  - góc ma sát giữa ống kẹp dần hồi và vỏ ngoài,

$\varphi_2$  - góc ma sát giữa ống kẹp và phôi.

Để cho các cánh của ống kẹp tiếp xúc với mặt chuẩn của phôi, nghĩa là khử hết khe hở giữa lỗ của ống kẹp và phôi, cần phải có một lực  $W_2$  đủ làm biến dạng các cánh đó. Coi mỗi cánh là một dầm côngxôn bị ngàm một đầu thì  $W_2$  sẽ là :

$$W_2 = \frac{3 \cdot E \cdot J}{L^3} \cdot f$$

Trong đó :  $E$  - môđun đàn hồi của vật liệu làm ống kẹp dần hồi.

$J$  - tổng mômen quán tính ở tiết diện sát ngàm ( tiết diện I - I trên hình 1.43 )

$L$  - chiều dài phần xẻ rãnh.

$f$  - khe hở giữa bán kính lỗ và phôi.

Như vậy lực kẹp  $W$  thực sự chỉ là :

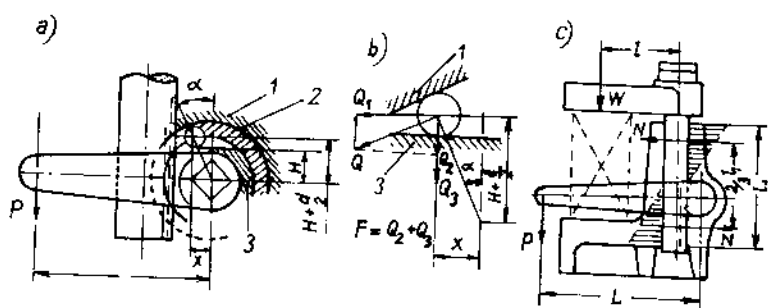
$$W = W_1 - W_2$$

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_1\right) + \operatorname{tg} \varphi_2} - \frac{3 \cdot E \cdot J}{L^3} \cdot f \quad (1.37)$$

Để định vị hướng trục có thể dùng thêm cỡ C hạn chế bậc tự do dọc trục.

g. Kẹp chặt bằng phiến dẫn trụ trượt thanh răng

- Tính lực kẹp của phiến dẫn khi có cơ cấu hãm thanh lăn ( hình 1.44 )



Hình 1.44. Sơ đồ tính lực kẹp khi cơ cấu hãm bằng thanh lăn

1. Vỏ ; 2. Bạc ; 3. Cam

Khi tác dụng của lực P vào tay quay có chiều dài L thì mômen tác dụng vào trục O của bạc 2 sẽ là :

$$M = P \cdot L = Q \cdot \frac{H + \frac{d}{2}}{\cos \alpha} = Q_1 \cdot (H + \frac{d}{2})$$

Lực tạo thành mômen M tác dụng lên thanh lăn là :

$$Q = \frac{M \cdot \cos \alpha}{H + \frac{d}{2}}$$

Phân tích lực Q thành hai thành phần :  $Q_1$  song song với mặt cam 3 và  $Q_2$  vuông góc với mặt cam 3. Khi đó  $Q_1$  buộc thanh lăn phải tác dụng lên cam 3 một lực  $Q_3$ , giống như tác dụng lên một chêm có góc nghiêng  $\alpha$ .  $Q_3$  có thể xác định như sau :

$$Q_3 = \frac{Q_1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}$$

Trong đó :  $\varphi$  - góc ma sát lên mặt phẳng nghiêng của vỏ,

$\varphi_1$  - góc ma sát lên mặt cam 3.

Như vậy lực tác dụng lên mặt cam sẽ là :  $F = Q_2 + Q_3$

Mômen của lực F đối với trục của cam sẽ là :  $M_1 = F \cdot X$

Vì  $Q_1 = Q \cdot \cos \alpha$  ;  $Q_2 = Q \cdot \sin \alpha$  ;  $X = (H + \frac{d}{2}) \cdot \operatorname{tg} \alpha$

Nên ta có :  $Q_1 = \frac{M \cdot \cos^2 \alpha}{H + \frac{d}{2}}$  và  $Q_2 = \frac{M \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{H + \frac{d}{2}}$

Từ đó ta có :

$$M_1 = \left\{ \frac{M \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{H + \frac{d}{2}} + \frac{M \cdot \cos^2 \alpha}{(H + \frac{d}{2}) \cdot [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1]} \right\} \cdot (H + \frac{d}{2}) \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$M_1 = M \cdot \left[ \sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} \right] \cdot \sin \alpha$$

Mômen này chính bằng mômen của lực  $W_1$  tác dụng lên thanh răng, nghĩa là :

$$M_1 = W_1 \cdot r_d = M \cdot \sin \alpha \left[ \frac{\cos \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} + \sin \alpha \right]$$

Từ đó ta có :

$$W_1 = \frac{M}{r_d} \cdot \left[ \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} + \sin^2 \alpha \right]$$

Lực kẹp chặt chỉ tiết  $W$  sẽ nhỏ hơn lực  $W_1$  một lượng bằng lực ma sát  $F_x$  và  $F_x^*$  sinh ra bởi trụ trượt ép vào mặt bên của vỏ và vị trí công xôn của phiến dẫn.

$$F_x = W_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha^* \cdot f$$

Trong đó :

$\alpha^*$  - góc ăn khớp của truyền động bánh răng - thanh răng.

$f$  - hệ số ma sát giữa trụ trượt ( thanh răng ) với vỏ và với bánh răng

$$F_x^* = 2 \cdot N \cdot f$$

$N$  - phản lực do lực ép của trụ trượt lên thành lỗ dẫn của vỏ, xuất hiện vì trụ trượt bị nghiêng dưới tác dụng của phản lực của lực kẹp.

$N$  được xác định nhờ phương trình cân bằng mômen, ta có :

$$W_1 \cdot l = \frac{2}{3} \cdot N \cdot l_1 \quad ; \quad N = \frac{3}{2} \cdot \frac{l}{l_1} \cdot W_1 \quad ; \quad F_x^* = 3 \cdot \frac{l}{l_1} \cdot W_1 \cdot f$$

Lực kẹp  $W$  sẽ là :

$$W = W_1 - F_x - F_x^* \quad (1.38)$$

Khi  $\alpha^* = 20^\circ$  ;  $f = 0,1$  ;  $\frac{l}{l_1} = 0,74$  thì  $W$  sẽ là :

$$W = 0,74 W_1$$

$$W = 0,74 \cdot \frac{M}{r_d} \cdot \left[ \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} + \sin^2 \alpha \right]$$

Khi  $\alpha = 7^\circ$  ;  $\varphi = \varphi_1 = 5^\circ 43'$  thì

$$W = 0,287 \cdot \frac{M}{r_d}$$

Nếu  $D = 150 \text{ mm}$  ;  $P = 10 \text{ kG}$  ;  $r_d = 14 \text{ mm}$  thì

$$W = 0,287 \cdot 10 \cdot 150 / 14 = 31 \text{ kG}$$

Như vậy tỷ số truyền lực sẽ là :

$$K_p = \frac{W}{P} = \frac{31}{10} = 3,1$$

- *Tính lực kẹp của phiến dẫn khi dùng cơ cấu hãm hình côn ( hình 1.45 )*

Đây là cơ cấu kẹp hiện đại mà rất đơn giản. Ở đây trục răng ăn khớp với bánh trụ răng nghiêng  $\beta = 45^\circ$  ; góc côn của lỗ trên thân đồ gá  $\alpha_1 = 3^\circ 30' + 5^\circ$ . Thông thường trục răng chỉ ăn khớp với một thanh răng, nếu sử dụng hai thanh răng thì một trong những bánh răng ăn khớp với chúng được chế tạo liền trục, còn bánh răng thứ hai chế tạo rời và được lắp trên trục nhờ lỗ côn.

Khi tác dụng lực để quay tay quay, tại vị trí phiên dẫn đã tiếp xúc với chi tiết cần kẹp, nếu quay tiếp tay quay thì trục mang hai bánh răng sẽ chịu tác dụng của lực dọc trục  $P$  để ép phần côn trên trục vào thành lỗ. Ta có:

$$P_1 = W_1 \cdot \operatorname{tg} \beta - F_{ns}$$

$$F_{ns} = V_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha' \cdot f$$

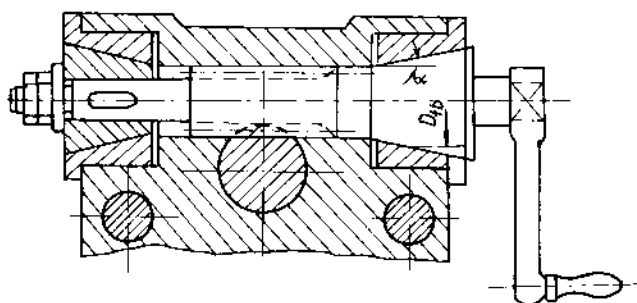
Vậy:

$$P_1 = W_1 \cdot (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha' \cdot f)$$

$$\text{Với: } \alpha' = 20^\circ; \beta = 45^\circ;$$

$$f = \varphi_1 \text{ ta sẽ có:}$$

$$P_1 = 0,96 \cdot W_1 = \frac{M}{r_d}$$



Hình 1.45. Sơ đồ tính lực kẹp khi cơ cấu hãm hình côn

Nếu xem mặt côn của lỗ trên thân đồ gá như một chêm có hai mặt phẳng nghiêng với  $2\alpha_1 = 10^\circ$ , lực  $P_2$  thẳng góc với trục của đầu côn sẽ là:

$$P_2 = \frac{P_1}{2 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \varphi)}$$

$\varphi$  - góc ma sát giữa phần côn của trục và lỗ côn trên vỏ.

Lực  $P_3$  tác dụng vuông góc với đường sinh mặt côn được xác định như sau:

$$P_3 = \frac{P_1}{2 \cdot \sin(\beta + \varphi)}$$

Lực ma sát cản trở không cho trục răng quay là:

$$F_s^* = \frac{P_1}{2 \cdot \sin(\alpha_1 + \varphi)} \cdot f$$

Lực này có tác dụng làm cho lực kéo của thanh răng  $W_1$  nhỏ đi.

Vì có những hao tổn đó, nên  $W_1$  nhỏ đi và chỉ còn:

$$W_1 = \frac{M}{r_d} - F_s^* \cdot \frac{D_{cp}}{d_1}$$

$D_{cp}$  - đường kính vòng tròn tại tiết diện trung bình của phần côn (mm),

$d_1$  - đường kính vòng tròn lùn của trục răng (mm).

Thông thường  $\frac{D_{cp}}{d} = 1,27$  thì

$$W_1 = \frac{M}{r_d} - 1,27 \cdot 0,54 \cdot 0,96 \cdot \frac{M}{r_d}$$

$$W_1 = 0,33 \cdot \frac{M}{r_d}$$

Cũng tương tự như trường hợp trên ta có:

$$W = W_1 \cdot \left(1 - \frac{3l}{l_1} \cdot f\right) \quad \text{và} \quad W = 0,26 \cdot \frac{M}{r_d} \quad (1.39)$$

Tỷ số truyền lực tính tương tự như trên sẽ có  $K_n = 2,8$ .

- *Tính lực kẹp của phiến dẫn khi dùng cơ cấu hãm bằng chêm ( hình 1.46 )*

Trong kết cấu này trục răng 3 nằm trong lỗ của chêm di động 4. Khi phiến dẫn tiếp xúc với chi tiết gia công, chuyển động đi xuống của thanh răng ngừng lại và trục răng dưới tác dụng của lực từ tay quay truyền tới bắt đầu lăn theo thanh răng lên phía trên và kéo theo chêm 4.

Khi góc nghiêng của chêm  $\alpha = 5^\circ \div 6^\circ$  chêm sẽ chèn chặt thanh răng lại. Quay tay quay theo chiều ngược lại, cơ cấu trên được mở ra và thanh răng được nâng lên. Lúc này lò xo 5 đẩy chêm trở lại vị trí ban đầu. Khi lò xo 5 càng cứng thì lực kẹp chặt chi tiết càng lớn ; tuy nhiên như vậy sẽ mất nhiều sức để quay tay quay.

Khi thanh răng dừng lại không đi xuống nữa, xuất hiện lực nâng chêm lên F

$$F = P \cdot \frac{L - r_d}{r_d}$$

Trong đó :

P - lực quay của tay công nhân tác dụng vào tay quay ( kG ),

L - chiều dài tay quay ( mm ),

$r_d$  - bán kính vòng chia của trục răng ( mm ).

Phản lực của W lên phiến dẫn làm cho thanh răng bị đẩy xiên, nửa trên sang phải, nửa dưới sang trái. Tổng hợp lực ấn vào thành lỗ phía trên bằng tổng hợp lực ấn vào thành dưới của vỏ là :

$$N = \frac{P(L - r_d)}{r_d \cdot [tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi_2]}$$

Lực ma sát giữa thanh răng và lỗ là :

$$F_{ms} = \frac{P(L - r_d) \cdot f}{r_d \cdot [tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi_1]}$$

Lực kéo thanh răng là :

$$W_1 = 0,96 \cdot P \cdot \frac{L}{r_d} - \frac{P(L - r_d) \cdot f}{r_d \cdot [tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi_1]}$$

Vậy lực kẹp W sẽ là :

$$W = W_1 - 3 \cdot \frac{l}{l_1} \cdot W_1 \cdot f ; \text{ khi } \frac{l}{l_1} = 0,75 ; f = 0,1 \text{ thì :}$$

$$W = 0,78 \cdot W_1 = P \cdot \left\{ 0,75 \cdot \frac{L}{r_d} - 0,08 \cdot \frac{L - r_d}{r_d \cdot [tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi]} \right\}$$

Vì  $tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi_1 = 0,289$  nên

$$W = P \cdot \left( 0,75 \cdot \frac{L}{r_d} - 0,28 \cdot \frac{L - r_d}{r_d} \right)$$

$$W = 0,28 \cdot \frac{P}{r_d} \cdot (1,68L + r_d) \quad (1.40)$$

Khi

$L = 150 \text{ mm} ; r_d = 14 \text{ mm} ; P = 10 \text{ kG}$

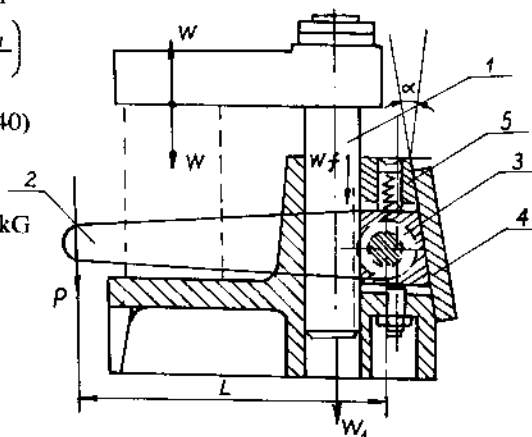
thì :

$$W = \frac{0,28 \cdot 10}{14} \cdot (1,68 \cdot 150 + 14)$$

$$= 53,2 \text{ kG}$$

Hệ số truyền lực  $K_n$  là :

$$K_n = \frac{W}{P} = \frac{53,2}{10} = 5,32$$



Hình 1.46. Sơ đồ tính lực kẹp khi hãm bằng chêm  
1. Thanh răng; 2. Tay quay; 3. Trục răng; 4. Chêm; 5. Lò xo



### h. Cơ cấu tự định tâm

Ngoài những cơ cấu tự định tâm đã nêu như mâm cặp 3 chấu tự định tâm, ống kẹp đàn hồi, trong thực tế sản xuất thường hay dùng các loại cơ cấu tự định tâm sau :

- Cơ cấu tự định tâm vít me trái chiều ( hình 1.47 )

Cơ cấu loại này có thể dùng để định vị và kẹp chặt theo hai mặt phẳng chuẩn đối xứng hoặc mặt trụ.

Phương trình cân bằng theo phương nằm ngang là :

$$W_1 + 2F = W_0 \rightarrow W_1 = W_0 - 2F \quad (*)$$

Trong đó :  $W_0$  - lực hướng tâm do quay trục vít me sinh ra,

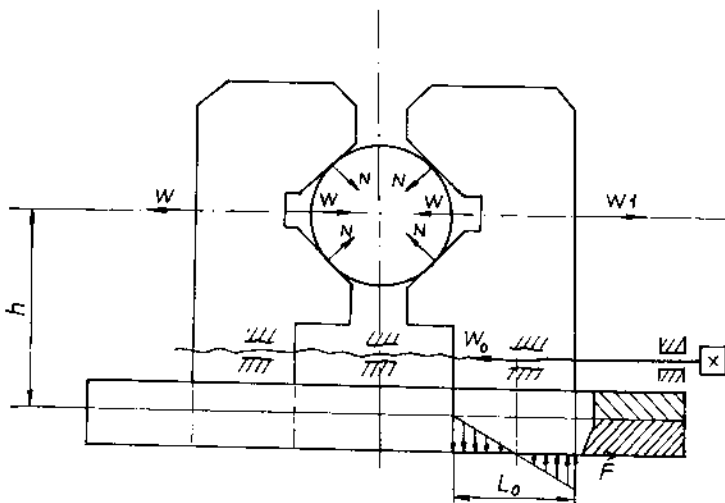
$W_1$  - lực kẹp của cơ cấu vào chi tiết,

$F$  - lực ma sát xuất hiện giữa má êtô và rãnh trượt trên đế,  $F = N_1 \cdot f_1$

$f_1$  - hệ số ma sát giữa phần trượt trên má êtô và rãnh trượt trên đế,

$N_1$  - áp lực của phần trượt trên má êtô lên rãnh trượt trên đế.

Xác định  $N_1$  bằng phương trình mômen của các lực tác dụng lên má êtô tại điểm O.



Hình 1.47. Cơ cấu tự định tâm bằng vít me trái chiều . Sơ đồ tính lực kẹp

Ta có :

$$W_1 \cdot h = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot L_1 \cdot N_1 = \frac{4}{3} \cdot L_1 \cdot N_1$$

Từ đó :

$$N_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{h}{L_1} \cdot W_1 = \frac{3}{4} \cdot \frac{h}{L_0} \cdot W_1$$

$$F = \frac{3}{2} \cdot \frac{h}{L_0} \cdot W_1 \cdot f_1$$

Vậy (\*) có thể viết là :

$$W_1 = W_0 \cdot \frac{1}{1 + 3 \cdot \frac{h}{L_0} \cdot f_1} \quad (1.41)$$

- Cơ cấu tự định tâm bằng lò xo đĩa ( hình 1.48 )

Đây là loại cơ cấu tự định tâm sử dụng khi chuẩn gia công là lỗ. Khi trục mang các lò xo đĩa bị đẩy theo hướng trục từ trái sang phải, đường kính ngoài của lò xo đĩa tăng lên tạo thành lực ép  $W$  của mặt ngoài của lò xo vào lỗ chuẩn gây ra lực ma sát giữa chúng cản

trở không cho phôi xô dịch, còn đường kính trong thì giảm đi tạo thành lực ép lên trục để cố định vị trí trên trục của nó.

Các thông số kỹ thuật của cơ cấu :

- Vật liệu làm lò xo đĩa : thép 50C2A, tôi đạt độ cứng  $40 \div 45$  HRC.
- Độ chính xác định tâm  $0,01 \div 0,03$  mm.
- Lực kẹp W tạo ra lớn .
- Đường kính ngoài của lò xo đĩa để định vị chi tiết (  $D = 18 \div 200$  mm ) khi làm việc tăng lên và đường kính trong của nó (  $d = 4 \div 160$  mm ) giảm đi từ  $0,15 \div 0,4$  mm. Độ nhám các bề mặt làm việc cần đạt tới  $R_a = 1,25 \div 0,63$   $\mu$ m.
- Chiều dày lò xo lá từ  $0,5 \div 1,25$  mm.

Lực kẹp sinh ra do cơ cấu tự định tâm lò xo đĩa có thể xác định được nhờ phương trình cân bằng mômen của hệ lực tác dụng vào phôi, ta có :

$$W \cdot f \cdot R \leq K \cdot M_c$$

$$W = \frac{K \cdot M_c}{f \cdot R} = 0,75 \cdot \frac{K \cdot M_c}{f \cdot R} \cdot \frac{Q}{\operatorname{tg} \alpha_1} \quad (1.42)$$

hoặc

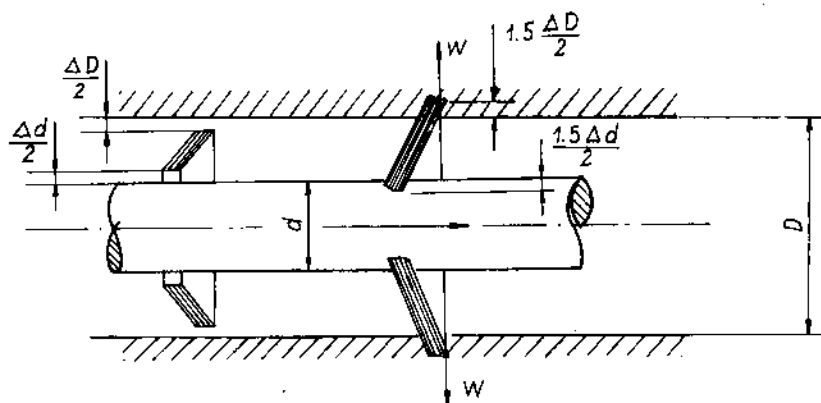
$$Q = 1,33 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 \cdot \frac{M_c}{f \cdot R}$$

trong đó : W - lực kẹp hướng kính ( kG ),

Q - lực kéo hướng trục ( kG ),

f - hệ số ma sát

$\alpha_1 = \alpha + 2^\circ$  với  $\alpha = 9 \div 12^\circ$ .

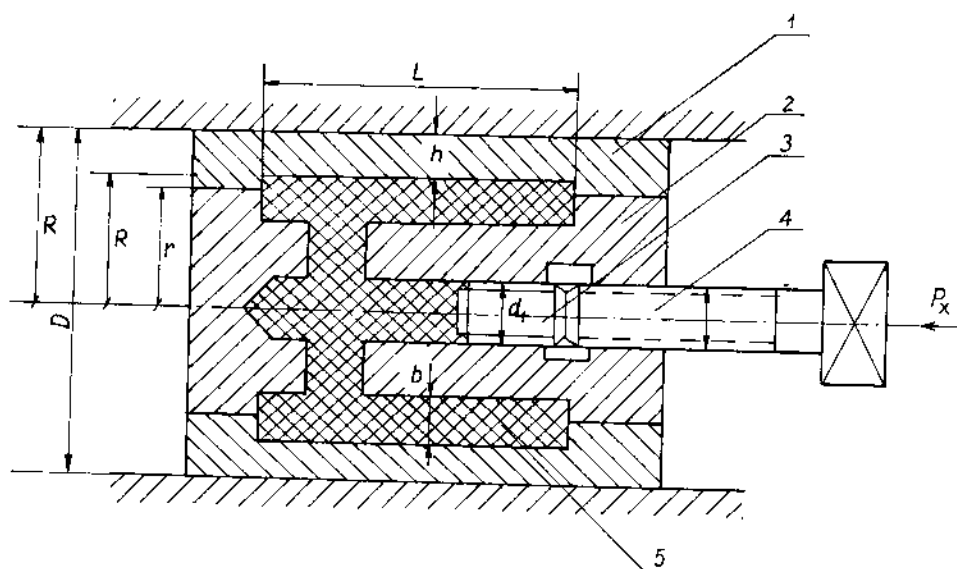


Hình 1.48. Cơ cấu tự định tâm lò xo đĩa

- Cơ cấu tự định tâm bằng màng mỏng chất dẻo

Cơ cấu tự định tâm bằng màng mỏng chất dẻo có thể dùng khi chuẩn là lỗ hoặc mặt trụ ngoài, tính định tâm cao, độ định tâm đạt tới  $0,001 \div 0,03$  mm, có thể triệt tiêu hoàn toàn khe hở giữa mặt trụ ngoài của của bạc mỏng và lỗ chuẩn của phôi, tạo được lực kẹp lớn và phân bố tương đối đều, kết cấu nhỏ gọn, tháo lắp khi gá đặt nhanh, nhưng chế tạo khó đảm bảo độ chính xác.

Khi chuẩn là lỗ ( hình 1.49 ), nguyên lý làm việc của cơ cấu như sau : vạt vít 4 tiến vào ( về phía trái ), thể tích chất dẻo bị giảm xuống, áp suất của nó tăng lên, làm biến dạng bạc mỏng theo hướng kính một lượng  $\Delta D$  gây ra một áp lực hướng kính từ bạc mỏng tác dụng lên bề mặt lỗ chuẩn tạo thành lực kẹp.



Hình 1.49. Cơ cấu tự định tâm bằng bạc mỏng chất dẻo  
1. Bạc mỏng ; 2. vỏ ; 3. Con trượt ; 4. Vít kẹp chặt ; 5. Chất dẻo

Vật liệu chất dẻo gồm :

- Nhựa polyvinyl clorit ( PVC ) - đây là chất chính trong chất dẻo, đó là một chất cao phân tử, chiếm khoảng 20% khối lượng.
- Polybutyl plitalat - là dung dịch dầu khó bốc hơi, có tác dụng làm tăng tính dẻo, chiếm khoảng gần 60% khối lượng.
- Stearat canxi - là chất có tác dụng để ổn định tổ chức của chất dẻo, giữ cho chất dẻo không bị hóa già, chiếm 20% khối lượng.

Bạc mỏng được làm bằng các loại thép Y7A, 40X, 40XCT , 12XN3A, tôi để đạt độ cứng  $35 \pm 40$  HRC.

Các thông số kỹ thuật của bạc mỏng là :

Tương quan kích thước	$D = 10 \div 50$ ( mm )	$D > 50 \div 150$ ( mm )	$D > 150$ ( mm )
$L > 0,5 D$	$h = 0,015D + 0,5$	$h = 0,025D$	
$0,5D > L > 0,25D$	$h = 0,01D + 0,5$	$h = 0,02D$	
$0,25D > L > 0,125D$	$h = 0,01D + 0,25$	$h = 0,015D$	
$L > 0,3D$ $p$ - áp suất thủy tĩnh trong chất dẻo			$h = \frac{p \cdot D^2}{2 \cdot E \cdot \Delta D}$ $p = \frac{2 \Delta D \cdot E \cdot h}{D^2}$
$L < 0,3D$ $n_1 = \frac{L}{D}$			$h = 0,8 \frac{p \cdot D^2}{E \cdot \Delta D} \cdot \frac{L}{R}$ $p = 1,25 \frac{\Delta D \cdot E \cdot h}{D^2 \cdot n_1}$

Bạc mỏng và vỏ lắp ghép với nhau theo chế độ lắp chặt ( lắp có độ dôi ) bằng cách làm lạnh vỏ đồ gá tới - 50°C.

Khi rót chất dẻo vào đồ gá phải đun chất dẻo đến nhiệt độ  $150 \div 160^\circ\text{C}$  để chảy lỏng hoàn toàn, sau đó mới rót vào đồ gá đã nung nóng đến nhiệt độ  $140 \div 150^\circ\text{C}$ .

Khi thiết kế cơ cấu định tâm bằng chất dẻo, cần phải xác định các thông số sau :

- Các thông số của bạc đàn hồi ( bạc mỏng ).
- Kích thước của vít kẹp chặt và con trượt trong cơ cấu kẹp chặt bằng tay của đồ gá.
- Kích thước con trượt, đường kính xilanh trong cơ cấu kẹp của đồ gá theo kiểu cơ khí hóa.

Lực kẹp sinh ra do cơ cấu tự định tâm bằng bạc mỏng, chất dẻo phải đạt được hai yêu cầu, không cho phôi xô dịch theo hướng trục dưới tác dụng của lực cắt dọc trục  $P_t$  và không cho phôi xoay tương đối so với bề mặt của bạc tiếp xúc với mặt chuẩn dưới tác dụng của mômen cắt  $M_c$ .

- Lực kẹp hướng trục  $W$  được xác định như sau :

$$W = \frac{\sqrt{R \cdot h}}{1,28} \cdot \delta_c \cdot \frac{2,4 \cdot 10^6 \cdot h}{R^2} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R \cdot f \quad (1.44)$$

Điều kiện :  $W = K \cdot P_t$

Trong đó :  $f$  - hệ số ma sát giữa bề mặt làm việc của bạc và mặt chuẩn.

$D = 2R$  - đường kính lỗ chuẩn ( mm ).

$h$  - chiều dày phần biến dạng của bạc mỏng ( mm )

$$m = \frac{2h}{D} = \frac{h}{R}$$

$\delta_c$  - độ dôi khi kẹp chặt ( mm )  $\delta_c = \Delta D_c - S_{\max}$

$S_{\max}$  - khe hở lớn nhất giữa mặt làm việc của bạc mỏng và mặt chuẩn ( mm ).

$\Delta D_c$  - biến dạng đường kính lớn nhất cho phép của bạc mỏng và được xác định

như sau:

$$\Delta D_c = \frac{\sigma_c}{E \cdot K} \cdot D$$

$\sigma_c$  - giới hạn chảy của vật liệu làm bạc mỏng (  $\text{kg/cm}^2$  ).

$E$  - mô đun đàn hồi của vật liệu làm bạc mỏng.

$K$  - hệ số an toàn.

$$K = \frac{\sigma_c}{\sigma_{c,p}} = 1,2 \div 1,25$$

$\sigma_{c,p}$  - giới hạn chảy cho phép của vật liệu làm chất bạc mỏng.

Khi  $f = 0,2$ , ta có :

$$W = 10^6 \cdot m \cdot \sqrt{m} \cdot \delta_c \cdot D \quad (1.45)$$

- Mômen kẹp chặt  $M$  sinh ra do bạc mỏng, chất dẻo được xác định như sau:

$$M = W \cdot R = \frac{1}{2} \cdot W \cdot D$$

$$M = 5 \cdot 10^5 \cdot m \cdot \sqrt{m} \cdot \delta_c \cdot D^2 \geq M_c \quad (1.46)$$

#### 1.3.4. Các cơ cấu sinh lực

Ngoại lực tác dụng vào cơ cấu kẹp có thể là lực xuất phát từ tay công nhân hoặc từ một cơ cấu sinh lực nào đó chuyển tới cơ cấu kẹp.

Có nhiều loại cơ cấu sinh lực như cơ cấu khí nén, thủy lực, điện từ hoặc cơ cấu sinh lực trong đó sử dụng các chuyển động cơ học để tạo ra lực tác dụng vào cơ cấu kẹp như cơ cấu sinh lực nhờ chuyển động tiến dao, nhờ lực ly tâm hay nhờ vào chính tác dụng của lực cắt ...

*a. Cơ cấu sinh lực khí nén*

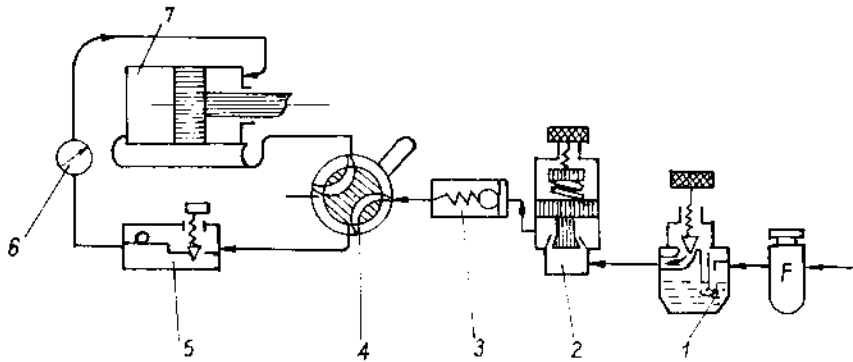
Khí nén được sử dụng trong đồ gá ngày càng nhiều vì nó có các ưu điểm sau :

- Giảm nhẹ sức lao động khi kẹp chặt chi tiết. Thao tác nhẹ nhàng, thuận tiện.
- Rút ngắn rất nhiều thời gian kẹp chặt.
- Tạo ra được lực kẹp lớn, đều và có thể điều chỉnh được.
- Dễ tự động hóa và có thể điều khiển từ xa.

Tuy vậy nó tồn tại các nhược điểm sau :

- Do khí nén có tính đàn hồi nên độ cứng vững kẹp chặt không cao, vì vậy ít dùng khí nén để kẹp chặt các chi tiết nặng.

- Phải có một hệ thống khí nén với nhiều trang thiết bị phụ như các loại van, bình lọc, bộ điều hòa tốc độ, áp lực và lưu lượng ... của khí nén. Hệ thống này khá cồng kềnh, chiếm không gian lớn và yêu cầu một chi phí nhất định.



*Hình 1.50. Sơ đồ hệ thống trang thiết bị khí nén cung cấp cho đồ gá*

- 1. Bình phun dầu ; 2. Van điều áp ; 3. Van một chiều ; 4. Van phân phối ;  
5. Van điều chỉnh tốc độ ; 6. Đồng hồ áp lực ; 7. Xylanh ; F. Bình lọc*

Một hệ thống trang thiết bị cung cấp khí nén cho đồ gá được bố trí như hình 1.50.

Khí nén được dẫn từ máy nén khí của trạm sản xuất, khí nén đi qua thiết bị làm lạnh, thiết bị khử hơi nước rồi lần lượt đi qua bình lọc F ( để khử các tạp chất ), bình phun dầu 1 để trộn dầu vào khí nén để bôi trơn các cơ cấu sử dụng khí nén ở phía sau, qua bộ điều chỉnh áp lực 2 nhằm đảm bảo áp lực khí nén cần thiết, qua van một chiều 3 để khí nén không có khả năng đi ngược lại nhằm đảm bảo an toàn khi đột ngột khí nén bị tự áp, sau đó đi qua van phân phối 4 để đưa khí nén vào xi lanh 7 của cơ cấu chấp hành để cơ cấu này sinh ra lực tác dụng vào cơ cấu kẹp sau khi đã đi qua van điều chỉnh tốc độ dòng khí nén 5 và được kiểm tra lại áp lực dòng khí sử dụng bằng đồng hồ đo áp lực 6.

Cơ cấu sinh lực khí nén thường có hai dạng xilanh - pittông và xilanh màng. Khi dẫn dòng khí nén có áp suất  $p$  vào xi lanh, nó sẽ đẩy pittông di chuyển và tác dụng lực đẩy  $Q$  vào cơ cấu kẹp. Lực đẩy  $Q$  tùy thuộc vào sơ đồ cơ cấu sinh lực khí nén được sử dụng (hình 1.51).

Khi cho dòng khí nén đi vào buồng bên trái của xilanh ( hình 1.51a ) cần pittông bị đẩy về phía bên phải với lực  $Q$  là :

$$Q = \eta \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p - q \quad (1.47)$$

Trong đó :  $D$  - đường kính xilanh ( mm ),

$p$  - áp suất dòng khí nén (  $N/cm^2$  ),

$q$  - lực căng lò xo (  $N$  ).

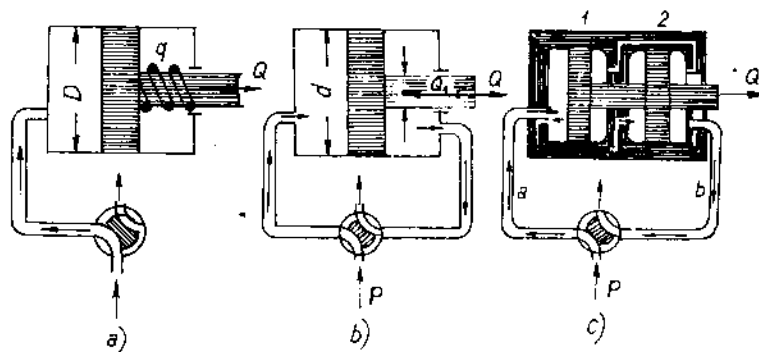
Trên hình 1.51b là cơ cấu sinh lực có thể tác dụng vào cơ cấu kẹp bằng lực đẩy  $Q$  hoặc lực kéo  $Q_1$  tùy theo việc dẫn khí vào cửa bên trái hoặc vào bên phải của xi lanh.

Nếu khí vào bên trái ( theo hướng lực đẩy ) thì :

$$Q = \eta \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \quad (1.48)$$

Nếu khí vào cửa bên phải ( theo hướng lực đẩy ) thì :

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \cdot \eta \quad (1.49)$$



Hình 1.51. Sơ đồ cơ cấu sinh lực bằng khí nén dạng xilanh - pittông

a. Xilanh một chiều b. Xilanh hai chiều c. Xilanh hai buồng (khuếch đại)

Trên hình 1.51c là sơ đồ sử dụng xilanh hai buồng, hai pittông để khuếch đại lực  $Q$ . Gọi  $Q_1$  là lực sinh ra của buồng xilanh ( 1 ) và  $Q_2$  là lực sinh ra của buồng xilanh ( 2 ). Tùy theo hướng chuyển dịch của pittông ta có :

- Khi pittông dịch chuyển sang phải ( lực đẩy ) :

$$Q = \frac{\pi}{4} (2D^2 - d^2) p \cdot \eta \quad (1.50)$$

- Khi pittông dịch chuyển sang trái ( lực kéo ) :

$$Q = \frac{\pi}{2} (D^2 - d^2) p \cdot \eta \quad (1.51)$$

Cơ cấu sinh lực xilanh màng ( hình 1.52 ) thường sử dụng trong hai trường hợp sau :

- Khi xilanh làm việc một chiều, có lò xo tác dụng ngược lại ( hình 1.52a ), lực đẩy  $Q$  sẽ là :

$$Q = \frac{\pi \cdot p}{12} (D^2 + D \cdot d + d^2) \cdot \eta - q \quad (1.52)$$

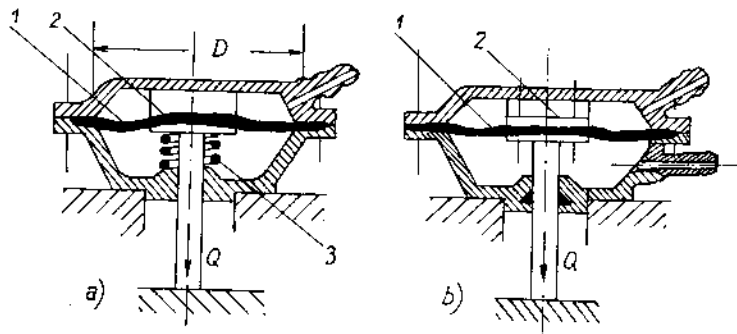
- Khi xilanh làm việc hai chiều, ta có :

$$Q^* = \frac{\pi \cdot P}{12} (D^2 + D \cdot d + d^2) \cdot \eta \quad (1.53)$$

b. Truyền động bằng dầu thủy lực

- Khái niệm và phân loại

Dầu thủy lực cũng là một hình thức truyền động hay được dùng trong đồ gá ( tuy có ít hơn khí nén ). Dầu thủy lực có áp suất cao hơn khí nén nhiều ( tới  $60 \div 70 \text{ atm}$ ,  $\text{kG/cm}^2$  ), lại ít bị nén, đàn tính kém nên dùng cho các chi tiết gia công to và nặng có lực cắt lớn rất thích hợp.



Hình 1.52. Sơ đồ cơ cấu sinh lực khí nén xilanh màng

a. Xilanh một chiều      b. Xilanh hai chiều

1. Màng đàn hồi ; 2. Đĩa kim loại ; 3. Lò xo

Trong trường hợp chi tiết gia công lớn mà dùng khí nén thì kết cấu xilanh phải rất lớn hoặc phải ghép liên tiếp nhiều xilanh mà áp lực có khi không đạt được. Dầu thủy lực có nhược điểm là phải luôn luôn có áp suất cho nên cần có thiết bị kèm theo máy vì thế tốn kém và ít được sử dụng hơn ( khí nén có trạm bơm chung cho cả nhà máy ). Nếu trên máy công cụ có hệ thống bơm thủy lực trung tâm thì có thể lấy ra một nhánh để dùng cho đồ gá.

Tùy thuộc vào công cụ mà truyền động thủy lực có thể ứng dụng cho một đồ gá,  $3 \div 5$  đồ gá hoặc cho nhiều đồ gá cùng lúc. Nhìn chung hệ thống truyền động bằng dầu thủy lực gồm có các thiết bị sau : động cơ, xilanh làm việc, bơm dầu, bể chứa dầu, thiết bị điều khiển, hệ thống đường ống dẫn dầu. Hình 1.53 là sơ đồ kẹp bằng dầu thủy lực với xilanh tác động hai chiều.

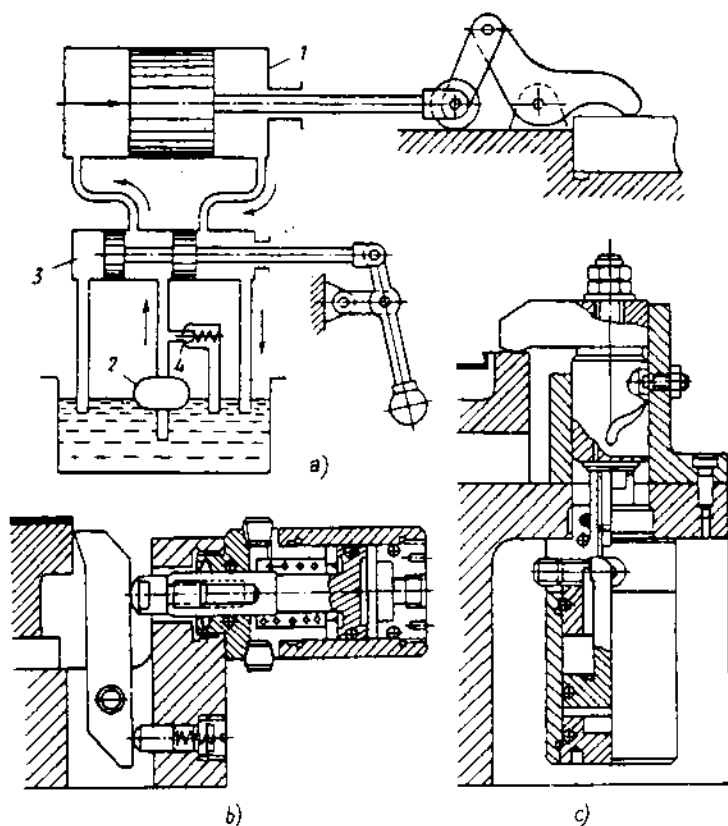
Bơm bánh răng 2 có nhiệm vụ cung cấp dầu cho xilanh 1. Xilanh phụ 3 có tác dụng điều khiển bằng tay cho dầu vào buồng trái hoặc buồng phải của xilanh công tác. Sau khi kẹp chi tiết xong, dầu được đi qua van an toàn 4 ( van 4 có tác dụng điều chỉnh áp lực cần thiết ). Dầu qua van 4 là dầu bơm để kẹp chặt nhưng sau khi kẹp dầu thừa chảy qua van 4. Cần nhớ rằng trong cơ cấu kẹp bằng dầu thủy lực tác động một chiều thì khi tháo chi tiết xilanh chuyển động ngược do lò xo đẩy. Ở hình 1.53a, xilanh phụ số 3 có hai vị trí ( vị trí bên phải là khi kẹp chặt chi tiết, còn vị trí bên trái là tháo lỏng chi tiết ). Hình 1.53 b, c là các ví dụ sử dụng dầu thủy lực để kẹp chặt chi tiết.

Hình 1.54 là sơ đồ đồ gá có cơ cấu kẹp bằng thủy lực dùng trên máy tiện. Cơ cấu này gồm hệ thống cung cấp dầu số 1 ( gồm các động cơ điện, máy bơm, dầu, bể chứa dầu ), ống dẫn dầu 2, xilanh thủy lực 3, cần để nối với mâm cặp số 4 và các chấu kẹp số 5, hệ thống phân phối dầu 6 ( loại xilanh quay ). Các xilanh thủy lực ( đồ gá thủy lực ) được chia ra làm 2 loại : loại cố định và loại quay.

- Xilanh cố định

Xilanh cố định có hai loại : loại tác động một chiều và loại tác động hai chiều. Loại tác động một chiều được chia ra hai phương pháp phụ thuộc vào hướng chuyển động của cần pittông : loại đẩy ( hình 1.55a ) và loại kéo ( hình 1.55b ).

Dầu qua ống 1 vào buồng A của xilanh và đẩy pittông 2 cùng cần 4 về phía bên phải của loại đẩy ( hình 1.55a ) và phía bên trái của loại kéo ( hình 1.55b ).

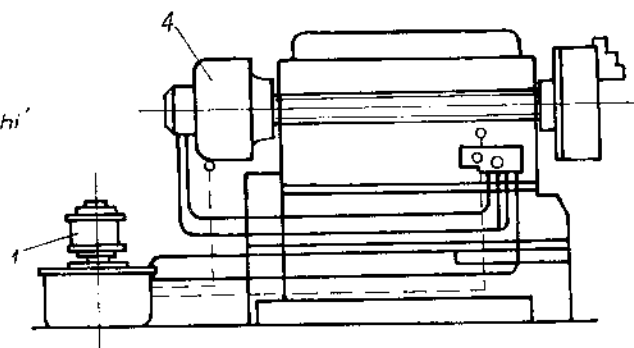
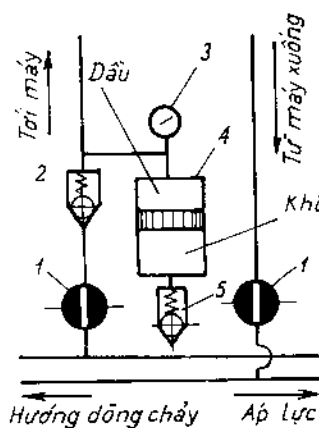


Hình 1.53. Các cơ cấu sinh lực bằng dầu thủy lực

a. Sơ đồ cơ cấu kẹp thủy lực có xi lanh phụ hai chiều

b. và c. Ví dụ cơ cấu kẹp chặt bằng dầu thủy lực

1. Xi lanh công tác ; 2. Bơm bánh răng ; 3. Xi lanh phụ ; 4. Van an toàn

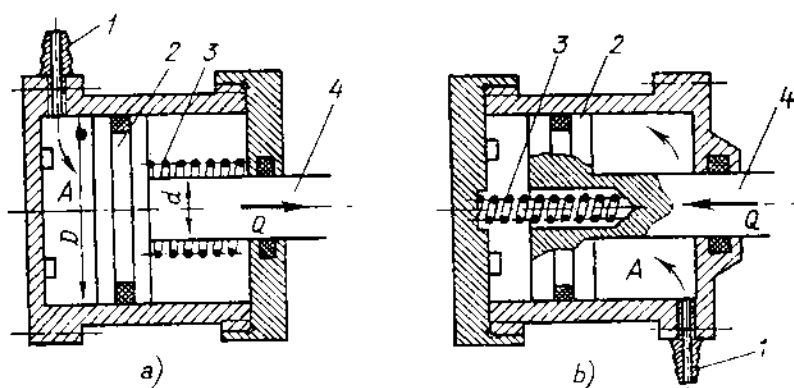


Hình 1.54. Cơ cấu gá kẹp bằng dầu thủy lực trên máy tiện

1. Bơm thủy lực ; 2. Van một chiều ; 3. Đồng hồ áp lực ; 4. Xi lanh ; 5. Van một chiều



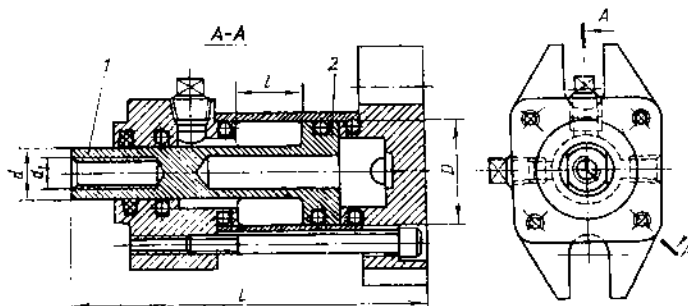
Khi tháo lỏng chỉ tiết thì lò xo 3 đẩy pittông 2 cùng cán 4 về bên trái của loại đẩy (hình 1.55a) và bên phải của loại kéo (hình 1.55b). Ở xilanh tác động 2 chiều (hình 1.56) dầu ép được bơm vào cả hai buồng phải và trái của xilanh và đẩy pittông 2 cùng cán 4 về cả hai phía khi kẹp và tháo lỏng chỉ tiết gia công.



Hình 1.55. Xilanh tác động một chiều

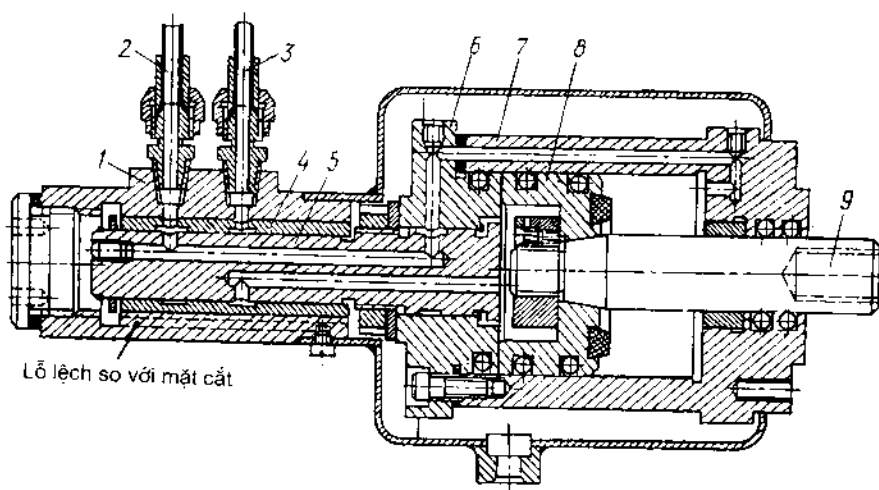
a. Loại đẩy      b. Loại kéo

1. Ống dẫn dầu ; 2. Pittông ; 3. Lò xo nén ; Cán pittông



Hình 1.56. Xilanh tác động hai chiều

1. Cán pittông ; 2. Pittông



Hình 1.57. Xilanh quay

1. Đường dẫn dầu cố định ; 2. Ống dẫn dầu khí kẹp chặt ; 3. Ống dẫn dầu khí tháo lỏng ;  
4. Bạc đỡ ; 5. Đường dẫn dầu quay ; 6. Nắp ; 7. Xilanh ; 8. Pittông ; 9. Cán pittông

- *Xilanh chuyển động ( xilanh quay )* .

Theo kết cấu xilanh quay được chia ra loại cánh và loại pitông. Loại pitông có ưu điểm hơn loại cánh là hành trình của cần lớn, chế tạo đơn giản và giá thành hạ hơn. Vì vậy xilanh quay kiểu pitông được dùng nhiều hơn. Nhược điểm của xilanh quay là không thể sử dụng được với tốc độ quay lớn của máy (  $n > 1200$  v/ph là không dùng được ) vì do ma sát ở khớp nối phân phối dầu thủy lực nên chúng bị mòn các bề mặt tiếp xúc sinh ra hiện tượng chảy dầu và cơ cấu bị nung nóng. Hình 1.57 là loại xilanh quay tác động hai chiều được gá ở đầu cuối của trục chính máy tiện. Loại này có tác dụng kẹp chặt chi tiết bằng chuyển động của các chấu kẹp (khi chi tiết được tháo lỏng tức là khi chấu kẹp lùi xa tâm mâm cặp). Pitông 8 được gá trong xilanh 7, cần pitông 9, chi tiết số 5 được ép chặt vào nắp 6 và quay trong bạc 4. Bạc 4 được gá vào chi tiết cố định cấp dầu số 1. Bên phải của cần 9 được gá cơ cấu trung gian để dịch chuyển chấu kẹp vào tâm (khi kẹp chi tiết) và lùi chấu kẹp ra xa tâm ( khi tháo lỏng chi tiết ). Quá trình kẹp và tháo lỏng chi tiết được thực hiện bằng chuyển động của cần pitông. Dầu ép được bơm theo ống 2 vào lỗ của chi tiết 5, nắp 6 và xilanh 7, rồi vào buồng xilanh, làm cho pitông cùng cần chuyển động về bên trái khi kẹp chặt chi tiết. Khi dầu thủy lực được bơm theo ống 3 rồi theo rãnh phía dưới của chi tiết 5 đi vào buồng trái của xilanh ( buồng không có cần pitông ) làm cho pitông chuyển động về bên phải để tháo lỏng chi tiết. Để tránh rò dầu người ta dùng các vòng cao su giữa pitông, xilanh và nắp, giữa cần pitông và xilanh. Dầu được bơm lần lượt vào hai buồng trái, phải của xilanh.

- *Tính cơ cấu kẹp thủy lực*

Số liệu cần thiết để tính cơ cấu kẹp bằng dầu thủy lực: lực kẹp  $Q$  ( kG ) phụ thuộc vào áp suất của dầu và diện tích pitông, chiều dài hành trình của pitông  $L$  ( m ) và thời gian của hành trình pitông  $t$  ( ph ). Lực ở cần pitông của xilanh tác động một chiều được xác định như sau ( hình 1.55 a và b ):

$$\text{Loại đẩy :} \quad Q = \left( \frac{\pi D^2}{4} \right) p \cdot \eta - Q_1 \quad (1.55)$$

$$\text{Loại kéo:} \quad Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \cdot \eta - Q_1 \quad (1.56)$$

Đối với xilanh tác động hai chiều ( hình 1.56 ) :

Lực bên buồng không có cần pitông :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \cdot \eta \quad (1.57)$$

Lực bên buồng có cần pitông :

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p \cdot \eta \quad (1.58)$$

Ở đây :  $D$  - đường kính pitông ( cm ) ;

$p$  - áp lực của dầu lên tác động lên pitông (  $2 \div 7,5$  Mpa - megapascal, tương đương  $20 \div 75$  kG/cm<sup>2</sup> ) ;

$\eta = 0,85 \div 0,9$  - hệ số có ích ;

$Q_1$  - phản lực của lò xo ở vị trí căng nhất ( kG ) ;

$d$  - đường kính cần pitông ( cm ) .

Khi cho áp lực dầu  $p$ , ta có thể xác định diện tích pitông ( cm ) :

$$F = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{Q}{p} \quad (1.59)$$

Từ đó đường kính pitông được xác định như sau:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{p}} \quad (1.60)$$

Năng suất ( lít/phút ) của máy bơm :

$$l' = \frac{Q \cdot L}{1000 \cdot t \cdot p \cdot \eta} \quad (1.61)$$

Ở đây:  $Q$  - lực ở cán pittông ( KG );  $L$  - chiều dài hành trình làm việc của pittông ( cm );  $t$  - thời gian hành trình của cán ( ph );  $p$  - áp lực của dầu xilanh Mpa ( KG/cm<sup>2</sup> );  $\eta = 0,85 \div 0,9$  - hệ số có ích của cơ cấu có tính đến hiện tượng rò dầu ( chảy dầu do các khớp nối và trượt ).

Thời gian  $t$  cần thiết cho cán pittông chuyển động được xác định như sau:

$$t = \frac{Q \cdot L}{1000 \cdot p \cdot \eta \cdot V} \quad (1.62)$$

nhưng 
$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p \cdot \eta \quad (1.63)$$

Vậy 
$$t = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{p \cdot \eta}{1000 \cdot p \cdot \eta \cdot V} \quad \text{hoặc} \quad t = \frac{\pi D^2 \cdot L}{4 \cdot 10^3 \cdot V}$$

Công suất tiêu thụ của máy bơm ( kW ):

$$N = \frac{l' \cdot p}{612 \cdot \eta_1} \quad (1.64)$$

ở đây:  $\eta_1$  - hiệu suất của máy bơm ( hệ số có ích ).

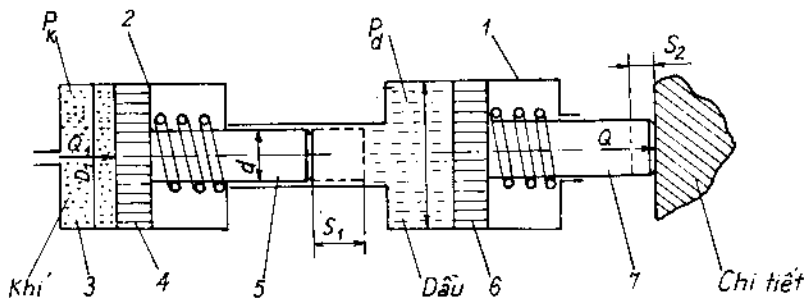
Ghi chú : đường kính của xilanh tiêu chuẩn : 40 ; 50 ; 60 ; 70 và 100 mm.

c. Cơ cấu kẹp phối hợp khí nén - thủy lực

\* Khái niệm và phân loại

Truyền động bằng khí nén - thủy lực nhằm mục đích phóng đại lực kẹp hoặc làm ổn định tốc độ chuyển động. Nguyên lý là dùng khí nén đẩy pittông, rồi pittông này tác dụng vào một buồng kín chứa dầu thủy lực sẽ phóng đại lực kẹp lên nhiều lần. Ưu điểm chính của nó là dùng khí nén nên rẻ tiền ( không cần trang bị đặc biệt như dầu thủy lực mà lực kẹp vẫn rất lớn ). Cơ cấu khí nén - thủy lực được chia làm hai loại :

- Loại tác động trực tiếp
- Loại tác động tuần tự



Hình 1.58. Cơ cấu kẹp phối hợp khí nén - thủy lực ( loại tác động trực tiếp )

1. Xilanh dầu thủy lực; 2. Xilanh khí nén; 3. Buồng khí nén;

4. Pittông khí; 5. Cán pittông khí; 6. Pittông dầu; 7. Cán pittông dầu

\* *Loại tác động trực tiếp ( khí nén - dầu thủy lực )*

Kết cấu trên hình 1.58 gồm : xilanh khí 2 ( tác động một chiều ) với pittông 4, xilanh dầu 1 ( tác động một chiều ) với pittông 6. Khí nén có áp suất  $P_k$  đi vào buồng trái của xilanh 2, tác động lên pittông 4 làm nó dịch chuyển về bên phải. Pittông có đường kính  $D_1$ , áp lực trên cả pittông là  $Q_1$ .

Áp lực này lại được cán pittông 5 truyền đến buồng dầu và làm cho xilanh 6 cùng cán 7 chuyển động về bên phải để kẹp chặt chi tiết gia công. Cán có đường kính nhỏ hơn nên áp suất càng lớn. Với áp suất này tác động lên pittông có đường kính  $D$  thì áp lực  $Q$  ( lực kẹp ) sẽ được phóng đại lên nhiều lần.

Ta có thể tính toán để chứng minh kết luận đó. Ở trạng thái cân bằng nghĩa là áp lực giữa khí nén và dầu thủy lực trong cơ cấu sẽ là ( không tính đến ma sát ) :

$$p_d \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{p_k \cdot \pi D_1^2}{4} \quad ( 1.65 )$$

Ta có áp suất của dầu :

$$p_d = p_k \cdot \frac{D_1^2}{d^2} \quad ( 1.66 )$$

Ở đây :  $p_k$  - áp suất hơi ép trong xilanh khí, Mpa ( kG/cm<sup>2</sup> ),

$D_1$  - đường kính xilanh khí ( cm ),

$d$  - đường kính cán của xilanh khí ( cm ).

$$i = \frac{p_d}{p_k} = \frac{D_1^2}{d^2} \quad \text{- hệ số khuếch đại áp suất ( } i = 16 \div 21 \text{ ) .}$$

Lực kẹp ở cán xilanh dầu ( không tính lực cản của lò xo và giả sử hệ số  $\eta = 1$  ) được xác định như sau :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \cdot p_d \quad ( 1.67 )$$

Thay giá trị  $p_d$  vào công thức  $Q$  ta có :

$$Q = p_k \cdot \frac{D_1^2}{d^2} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \quad ( 1.68 )$$

Ta ký hiệu  $p_k \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} = Q_1$  - lực ở cán pittông khí nén.

Như vậy ta được :  $Q = Q_1 \cdot \frac{D^2}{d^2} \quad ( 1.69 )$

$Q_1$  - lực ở cán pittông khí ( kG ).

$D$  - đường kính xilanh dầu ( cm ).

Ví dụ :  $p_k = 5 \text{ kG/cm}^2$  ;  $D_1 = 20 \text{ cm}$  ;  $d = 3 \text{ cm}$  ;  $D = 20 \text{ cm}$  ;

Ta có :  $Q_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot p = \frac{\pi 20^2}{4} \cdot 5 = 1570 \text{ kG}$

và  $Q = Q_1 \cdot \frac{D^2}{d^2} = 1570 \cdot \frac{20^2}{3^2} = 70000 \text{ kG}$

Ta thấy nếu chỉ dùng xilanh khí nén thì đường kính pittông khí nén phải là :

$$Q = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot p \quad \text{hay} \quad D_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 70000}{\pi \cdot 5}} = 132,5 \text{ cm} = 1,325 \text{ m}$$

Như vậy so với đường kính  $D$  và  $D_1$  ở trên thì  $D_1$  ở đây lớn gấp 6,5 lần. Nhưng với kết cấu ở hình 1.58 có nhược điểm là hành trình của cán pittông 7 rất nhỏ so với hành trình của cán pittông 5. Điều đó trong thực tế không sử dụng. Thật vậy, khi  $v_1 = v_2$  ta có :

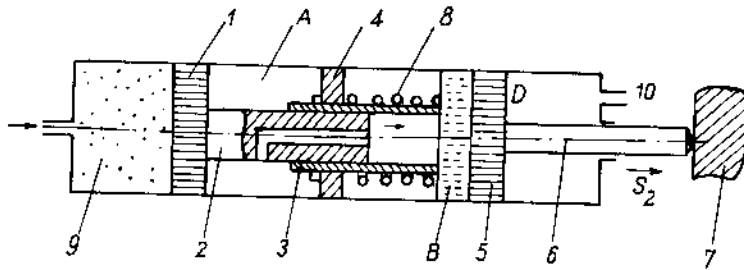
$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot S_1 = \frac{\pi D^2}{4} \cdot S_2 \quad (1.70)$$

Ta có : 
$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{d^2}{D^2} \quad \text{hay} \quad S_2 = \frac{d^2}{D^2} \cdot S_1$$

Nếu  $S_1 = 50 \text{ mm}$  thì 
$$S_2 = \frac{3^2}{20^2} \cdot 50 = 0,11 \text{ cm} = 1,1 \text{ mm}$$

\* Loại tác động tuần tự

Với hành trình 1,1 mm là không thực tế, nên người ta dùng kết cấu như hình 1.59. Kết cấu này vừa có khả năng phóng đại lực kẹp vừa đảm bảo hành trình kẹp dài.



Hình 1.59. Cơ cấu kẹp hồi hợp khí nén - dầu thủy lực ( loại tác động tuần tự )

1. Pittông khí ; 2. Cán pittông ; 3. Lò dẫn dầu ; 4. Vách ngăn ; 5. Pittông dầu ;  
6. Cán pittông dầu ; 7. Chi tiết cấu kẹp ; 8. Lò xo ; 9. Buồng chứa khí nén

Nguyên lý làm việc như sau : khí nén vào buồng 9 đẩy pittông 1 về bên phải, cán pittông 2 làm rỗng để dầu ở buồng A thông với dầu buồng B.

Vì thế khi pittông dịch chuyển về bên phải thì dầu ở buồng A và B sẽ đẩy pittông 5 rất nhanh cho đến khi cán 6 chạm vào chi tiết 7. Đó là hành trình dài trước khi kẹp chặt. Sau đó khí nén tiếp tục đẩy lùi pittông 1 cho đến khi lỗ rỗng của cán 2 thông từ buồng A sang buồng B bị ống 3 bịt kín ( khí phần lỗ chui vào ống 3 ) thì buồng A và buồng B cách ly hẳn nhau và tình hình lại bắt đầu như hình 1.58, lực kẹp được phóng đại và chi tiết bắt đầu được kẹp chặt. Lò xo 8 có tác dụng giữ cho áp lực của dầu ổn định và tránh xung lực quá đột ngột đối với pittông 5.

Hành trình của cán pittông được xác định như sau (  $L = S_1$  và  $l = S_2$  ) :

$$L \frac{\pi d^2}{4} = l \frac{\pi D^2}{4} \quad (1.71)$$

Từ đó : 
$$L = l \frac{D^2}{d^2}$$

Ở đây :  $L$  - hành trình của cán pittông khí nén ( cm ) ;

$l$  - hành trình của cán pittông dầu thủy lực ( cm ).

Từ công thức  $Q = p_d \frac{\pi D^2}{4}$

ta xác định đường kính xilanh dầu ( không tính hiệu suất  $\eta$  ) :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p_d}} \quad (1.72)$$

hoặc  $D = 1.13 \sqrt{\frac{Q}{p_d}} \quad (1.73)$

Đường kính cần pittông xilanh khí nén  $d$  :  $d = \frac{D}{1.75 \div 2.5}$

Từ công thức :  $p_d = p_k \frac{D_1^2}{d^2}$  , ta xác định đường kính của xilanh khí :

$$D_1 = d \sqrt{\frac{p_d}{p_k}}$$

Nếu lấy  $p_k = 0,4 \text{ Mpa}$  (  $4 \text{ kg/cm}^2$  ). Ta có công thức tính  $D_1$  :

$$D_1 = d \sqrt{\frac{p_d}{0.4}} = 1.5 d \sqrt{p_d} \quad (1.74)$$

Thể tích khí nén (  $\text{cm}^3$  ) cần dùng trong một hành trình kẹp chặt chi tiết :

$$V = \frac{\pi}{4} D_1^2 \cdot L \quad (1.75)$$

Ở đây :  $D_1$  - đường kính pittông của xilanh khí (  $\text{cm}$  );

$L$  - hành trình của cần pittông xilanh khí (  $\text{cm}$  );

\* *Xilanh tác động tuần tự gián tiếp ( khí nén - dầu thủy lực - dầu thủy lực )*.

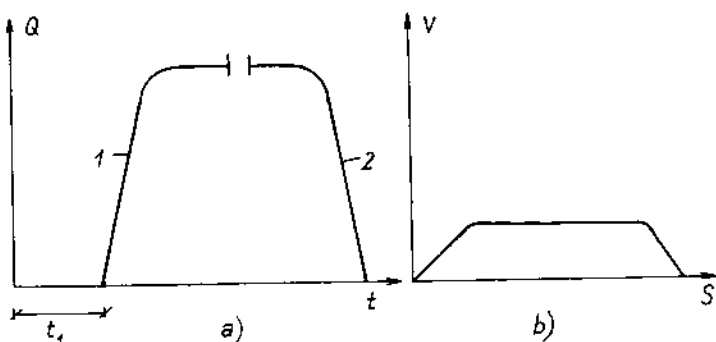
Hình 1.59 là sơ đồ của cơ cấu tác động khí nén - dầu thủy lực - dầu thủy lực. Cơ cấu này có khả năng cung cấp lực kẹp lớn và hành trình của cần cũng lớn hơn so với cơ cấu tác động trực tiếp. Cơ cấu này khác cơ cấu tác động trực tiếp ở chỗ là có thêm xilanh dầu áp suất thấp. Cơ cấu làm việc theo chu kỳ khép kín.

- Khí áp suất nhỏ, pittông và cần chuyển động thông qua cơ cấu phụ để kẹp chặt chi tiết ( kẹp sơ bộ ).

- Khí áp suất lớn ( áp suất của dầu thủy lực ) pittông và cần chuyển động và qua cơ cấu trung gian để kẹp chặt lần cuối chi tiết.

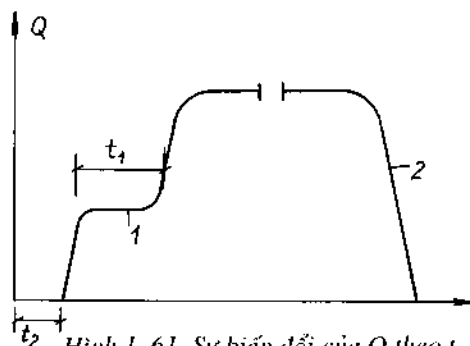
- Sau khi gia công xong, cơ cấu áp suất cao ( cơ cấu xilanh dầu ) được đóng lại để tháo lỏng chi tiết.

Khi nghiên cứu đặc tính của xilanh khí nén - dầu thủy lực ta thấy lực  $Q$  biến đổi theo thời gian  $t$  và sự biến đổi theo tốc độ chuyển động của cần pittông  $V$  theo hành trình  $S$  ( hình 1.60 ).



Hình 1.60. Sự biến đổi của  $Q$  theo  $t$  và của  $V$  theo  $S$   
a. Loại tác động trực tiếp ; b. Loại tác động tuần tự

Trên hình 1.60a :  $t_1$  - thời gian của cán pittông chạm vào chi tiết gia công ( ở sơ đồ tác động trực tiếp khí nén - dầu thủy lực ). Nhánh 1 ứng với quá trình kẹp chặt chi tiết, còn nhánh 2 ứng với quá trình tháo lỏng chi tiết. Hình 1.61 là sơ đồ phụ thuộc giữa  $Q$  và  $t$  ở cơ cấu tác động tuần tự : khí nén - dầu thủy lực - dầu thủy lực. Ở đây  $t_1$  là thời gian từ áp suất nhỏ đạt tới áp suất lớn,  $t_2$  là thời gian dịch chuyển của cán pittông chạm vào chi tiết.

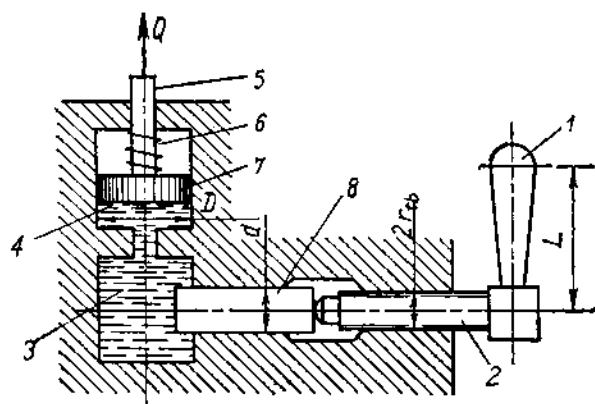


Hình 1.61. Sự biến đổi của  $Q$  theo  $t$  của cơ cấu kẹp phối hợp

#### d. Cơ cấu kẹp cơ khí - thủy lực

Đối với những đồ gá cần lực kẹp lớn, người ta sử dụng cơ cấu kẹp cơ khí - thủy lực bằng tay và xi lanh thủy lực ( hình 1.62 ).

Khi ta quay tay quay 1, vít 2 đẩy chi tiết 8 về bên trái và làm cho thể tích của dầu thay đổi. Khi đó pittông 7 cùng cán 5 chuyển động lên trên và thông qua cơ cấu trung gian để kẹp chặt chi tiết. Sau khi gia công xong, ta quay tay quay 1 ngược lại, vít 2 dịch chuyển về bên phải, lò xo 6 đẩy pittông cùng cán xuống phía dưới và chi tiết được tháo lỏng. Lực kẹp  $Q$  ở cán pittông của cơ cấu hình 1.62 được xác định theo công thức sau :



Hình 1.62. Cơ cấu kẹp cơ khí - thủy lực

1. Tay quay ; 2. Vít me ; 3. Buồng dầu ;  
4. Buồng nén dầu ; 5. Cán pittông ;  
6. Lò xo nén ; 7. Pittông ; 8. Chiết trượt

$$Q = \frac{PL}{r \cdot \lg(\alpha + \varphi)} \cdot \frac{D^2}{d^2} \cdot \eta - Q_1 \quad (1.76)$$

Ở đây :  $P$  - lực của tay công nhân đặt ở cánh tay đòn (  $\text{kg}$  ),

$L$  - chiều dài cánh tay đòn (  $\text{cm}$  ),

$r$  - đường kính trung bình của ren (  $\text{cm}$  ),

$\alpha = 2^\circ 30' \div 3^\circ 30'$  - góc nâng của ren,

$\varphi = 6^\circ 34'$  - góc ma sát trong mối ghép ren,

$D$  - đường kính pittông (  $\text{cm}$  ),

$d$  - đường kính chi tiết nén dầu (  $\text{cm}$  ).

$\eta = 0,9$  - hệ số có ích của cơ cấu ( có tính đến hiện tượng rò dầu trong cơ cấu ),

$Q_1$  - phản lực của lò xo (  $\text{kg}$  ).

#### e. Cơ cấu sinh lực nhờ lực hút điện từ

Loại cơ cấu này thường dùng để kẹp chặt trực tiếp các chi tiết phẳng, mỏng.

Nó có ưu điểm rất lớn là không gây biến dạng chi tiết như các cơ cấu kẹp chặt khác, không cản trở quá trình cắt. Cơ cấu sinh lực nhờ lực hút điện từ ( hình 1.63 ) bao gồm : cuộn dây bao quanh lõi dẫn từ 3, vật liệu cách từ 4 ngăn cách giữa lõi 3 và tấm dẫn từ 2 để tuyệt đại đa số đường sức sau khi đi qua chi tiết có thể trở về tấm 2 chứ không qua lõi 3 trở về làm cho từ thông yếu đi. Khi có dòng điện vào cuộn dây sẽ xuất hiện một lực hút điện từ để kẹp chặt chi tiết.

Cần chú ý vào kích thước lớn nhất của chi tiết, phạm vi sử dụng chế độ gia công, xác định được lực hút điện từ lớn nhất cần phải tạo nên và kích thước của cơ cấu sinh lực. Cơ cấu sinh lực nhờ lực hút điện từ được tạo nên do lắp ghép nhiều cực từ với nhau ( ghép nhiều ống dây có lõi điện từ ). Do đó khi thiết kế cơ cấu sinh lực loại này có thể thực hiện việc tính toán trên cơ sở một ống dây và nhân lên với số lượng cần thiết.

Việc tính toán thiết kế có thể thực hiện theo trình tự sau :

- Xác định lực hút của bàn từ để kẹp chặt nhờ cân bằng hệ lực tác dụng vào chi tiết :

$$F_{\text{nh}} = T \cdot f \geq K \cdot P_x$$

$$\Rightarrow T = \frac{K \cdot P_x}{f} \quad (1.54)$$

Trong đó :

$P_x$  - lực cắt khi mài, ( N ).

$K$  - hệ số an toàn.

$T$  - lực hút của bàn từ thẳng góc với mặt chuẩn, ( N ).

$f$  - hệ số ma sát giữa mặt chuẩn và bàn từ,  $f = 0,1 \div 0,15$ .

$F_{\text{ms}}$  - lực ma sát giữa mặt chuẩn và bàn từ, ( N ).

Với  $L_b = 300 \div 900$  ;  $L_{\text{dược}} = 35 \div 50$  .

- Xác định số cặp từ ( số ống dây ) :

$$T^* = \frac{T}{2 \cdot n} \quad (N)$$

Trong đó :  $n$  - số cực từ.

- Tính diện tích mặt cực từ :

$$Q = \frac{25 \cdot T^* \cdot 10^6}{B^2} \quad (cm^2)$$

Trong đó :  $B$  - cường độ từ cảm trong vật liệu lõi từ ( ecstet, có thể tra bảng được ).

- Xác định tổng từ trở  $S$  :

$$S = \frac{l}{\mu \cdot Q} = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{\mu_i \cdot Q_i}$$

Trong đó :

$l_i$  - chiều dài mỗi đoạn từ trở thứ  $i$ , ( cm ).

$\mu_i$  - hệ số dẫn từ của đoạn thứ  $i$ , ( tra bảng ).

$Q_i$  - diện tích mặt cắt ở đoạn thứ  $i$ , (  $cm^2$  ).

- Xác định tổng từ thông :

$$\Phi = 0,7 \cdot B \cdot Q$$

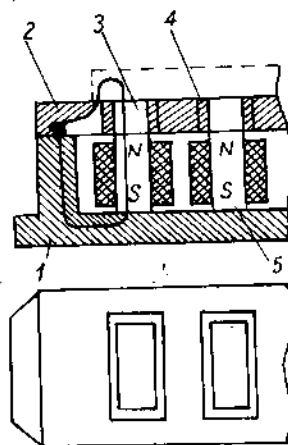
- Tính số ampe vòng (  $I \cdot W$  ) :

$$I \cdot W = \frac{\Phi \cdot S}{0,4 \cdot \pi}$$

Trong đó :  $I$  - cường độ dòng điện trong dây, ( A ).

$W$  - số vòng dây.

- Xác định đường kính của dây :



Hình 1.63. Cơ cấu sinh lực nhờ lực hút điện từ

1. Đế; 2. Tấm dẫn từ; 3. Lõi dẫn từ; 4. Vật liệu cách từ; 5. Nam châm



$$d = \sqrt{\frac{4.I}{\pi.q}}$$

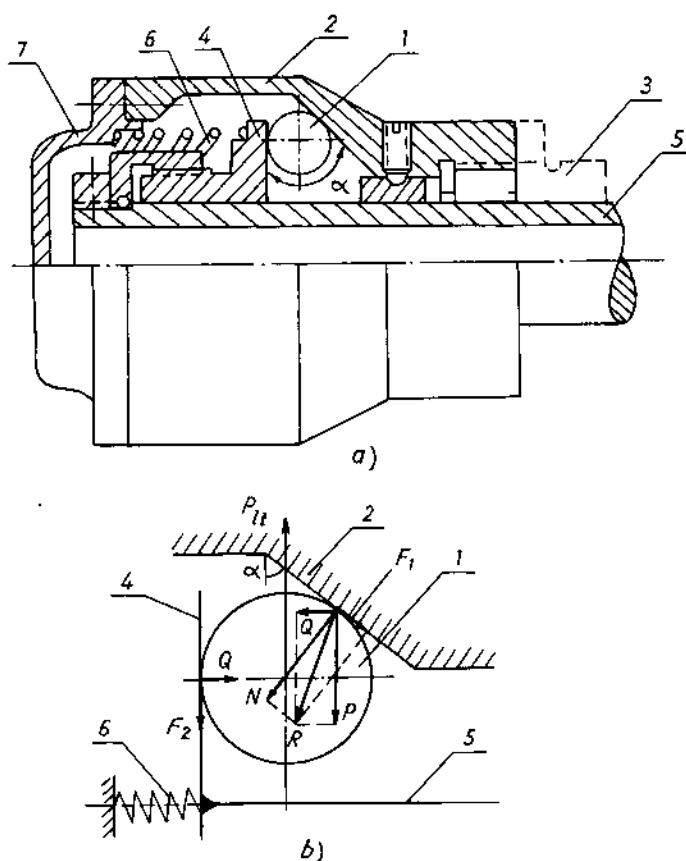
Trong đó:

$q$ - mật độ dòng điện trong dây, thông thường  $q = 3 \div 5 \text{ (A/mm}^2\text{)}$

- Kiểm tra sự phát nhiệt của dây

g. Cơ cấu sinh lực nhờ lực ly tâm

Cơ cấu sinh lực nhờ lực ly tâm thường được sử dụng khi chi tiết gia công cần có chuyển động quay tròn như khi tiện trục chẳng hạn, trong trường hợp này đồ để gá đặt cũng phải quay tròn.



Hình 1.64. Cơ cấu sinh lực nhờ lực ly tâm.

a) sơ đồ kết cấu; b) sơ đồ phân tích lực.

1- bi trượt; 2- vỏ đỡ; 3- bích cố định; 4- bích nối với trục rút; 5- trục rút; 6- lò xo; 7- nắp.

Trên hình 1.64a là một loại cơ cấu sinh lực nhờ lực ly tâm. Trục rút 5 bắt chặt với bích 4, một vật nặng hoặc bi 1 nằm giữa mặt côn trong của vỏ 2 và bích 4.

Khi đồ gá quay xung quanh tâm O - O, do xuất hiện lực ly tâm, bi 1 bị văng ra theo hướng tâm, nhưng ở một phía nó tỳ vào mặt côn trong của vỏ 2 nên nó sẽ đẩy bích 4 về phía trái kéo theo trục 5 trượt trong lỗ của vỏ 2 và tạo ra lực kéo Q hướng về phía trái, tác dụng vào cơ cấu kẹp.

Khi ngừng quay, bi 1 tụt xuống theo hướng kính, nhờ lực dẫn của lò xo 6 đẩy vào bích 4 đưa trục 5 về phía phải, tác dụng vào cơ cấu kẹp theo hướng ngược lại nên cơ cấu kẹp sẽ tháo lỏng, có thể lấy chi tiết gia công xong ra và gá đặt phối mới vào.

Lực ly tâm  $P_{lt}$  xuất hiện khi cơ cấu sinh lực quay có thể xác định như sau:

$$P_{lt} = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

Trong đó:

m- khối lượng viên bi 1 (kg)

$\omega$ - tốc độ góc của cơ cấu sinh lực (rad/s)

R- khoảng cách từ tâm bi đến tâm quay của cơ cấu sinh lực (mm).

Khi cơ cấu sinh lực quay, lực ly tâm  $P_{lt}$  tác dụng vào mặt côn trong của vỏ 2 và bích 4 có thể phân tích như hình 1.64b.

Trong đó:

N- phản lực của mặt côn trong của vỏ 2 tác dụng lên bi 1.

$F_1$ - lực ma sát giữa bi 1 và vỏ 2.

Q- phản lực của bích 4 tác dụng lên bi 1.

$F_2$ - lực ma sát giữa bi 1 và bích 4.

R- tổng lực lực N và  $F_1$ .

P và Q- các thành phần thẳng đứng và nằm ngang của R.

Từ đó ta có:  $P = Q \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_1)$

$$F_2 = Q \cdot \text{tg}\varphi_2$$

Chiếu lên phương thẳng đứng ta có:

$$P_{lt} = P + F_2 = Q[\text{tg}(\alpha + \varphi_1) + \text{tg}\varphi_2]$$

$$P_{lt} = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

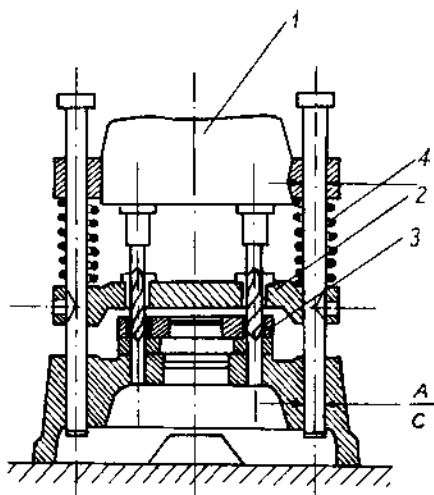
Vậy lực kéo Q sẽ là:

$$Q = \frac{m \cdot \omega^2 \cdot R}{\text{tg}(\alpha + \varphi_1) + \text{tg}\varphi_2}$$

Ưu điểm của loại cơ cấu này là không cần nguồn lực nào khác mà tự quá trình quay của đồ gá tạo ra lực kéo  $Q$ , kết cấu nhỏ gọn và khả năng kẹp nhanh. Tuy nhiên lực  $Q$  phụ thuộc vào tốc độ quay của đồ gá, không điều chỉnh được khi chế độ cắt ( tốc độ cắt ) thay đổi. Vì vậy nó chỉ làm việc an toàn với một tốc độ quay xác định.

*h. Cơ cấu sinh lực kẹp nhờ chuyển động tiến dao ( phiến dẫn khoan )*

Khi gia công trên máy khoan, có thể lợi dụng chuyển động tiến dao để tạo nên lực kẹp chặt chi tiết gia công. Trên hình 1.65 là một dạng của cơ cấu sinh lực loại này. Đầu máy khoan ( trục chính ) mang theo phiến dẫn đi xuống cho đến khi nó tỳ vào chi tiết gia công mà đầu khoan vẫn đi xuống thì các lò xo 4 bị nén lại, lực nén đó sẽ ấn lên phiến dẫn ngày càng lớn. Một yêu cầu quan trọng là khi mũi khoan bắt đầu chạm vào chi tiết thì lực kẹp  $W$  bắt buộc phải có giá trị lớn hơn hoặc bằng giá trị cần thiết đảm bảo an toàn cho quá trình cắt. Như vậy thực chất ở đây lực kẹp là lực nén của hai lò xo được tạo nên do chuyển động tiến dao.



Khi gia công xong, đầu máy khoan đi lên, lò xo 4 giãn dần ra, lực kẹp giảm dần và chỉ khi mặt

Hình 1.65. Cơ cấu sinh lực nhờ chuyển động tiến dao

1. Đầu khoan mang phiến dẫn ; 2. Bạc dẫn ;  
3. Mũi khoan ; 4. Lò xo nén

vai trên của mặt bích lên tới mặt vai của trục dẫn mới kéo được phiến dẫn đi lên rời khỏi vị trí kẹp chặt chi tiết. Khi mũi khoan đã được rút khỏi chi tiết và nằm trong bạc dẫn 2 người ta mới tháo chi tiết ra khỏi đồ gá và gá đặt phôi mới.

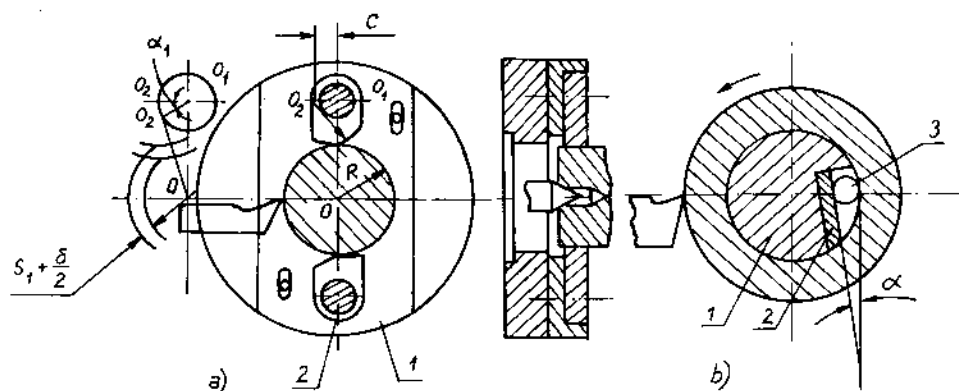
Ưu điểm cơ bản của loại cơ cấu này là việc sinh ra lực kẹp không cần đến một nguồn năng lượng nào khác, kết hợp được cơ cấu dẫn hướng với cơ cấu kẹp. Tuy nhiên lúc này phiến dẫn phải đủ cứng vững, chế độ lắp giữa trụ trượt với đầu máy và thân đồ gá phải hợp lý để đảm bảo độ chính xác vị trí tương đối của phiến dẫn ( tâm lỗ bạc dẫn ) so với vị trí gia công. Mặt khác cơ cấu này chỉ dùng được khi khoan.

*i. Cơ cấu sinh lực kẹp khi có lực cắt*

Trong một số trường hợp, có thể sử dụng ngay lực cắt để tạo ra lực kẹp. Trên hình 1.66 là một số cơ cấu sinh lực kẹp do chính lực cắt tạo nên. Hình 1.66a là mâm tự kẹp với hai chấu kẹp lệch tâm hay dùng trên máy tiện nhiều dao. Hai chấu kẹp lệch tâm được kẹp trên phiến 1 và có lò xo xoắn để tạo nên lực ép ban đầu của chấu kẹp vào bề mặt kẹp chặt chi tiết của phôi. Khi quá trình cắt bắt đầu, lực cắt tác dụng vào phôi làm nó có xu hướng quay theo chiều kim đồng hồ, đồng thời nhờ ma sát hai chấu kẹp lệch tâm quay theo chiều tăng bán kính điểm tiếp xúc của nó với phôi và kẹp chặt chi tiết. Với mâm cặp này lực kẹp càng tăng khi mômen cắt càng tăng. Khi kẹp chặt, góc quay của chấu kẹp  $\alpha_1 = 20 + 30^\circ$ . Cơ cấu loại này chỉ có thể thực hiện được khi các điểm  $O$  - tâm của phôi,  $O_1$  - tâm hình học của chấu kẹp lệch tâm và  $O_2$  - tâm quay của chấu kẹp không thẳng hàng, nếu chúng tạo thành một tam giác vuông thì độ lệch tâm  $e$  có thể xác định một cách gần đúng như sau :

$$e \approx \frac{S_1 + 0,5 \cdot \delta}{2 \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2}}$$

Trên hình 1.66b là cơ cấu sinh lực do lực cắt khi chuẩn là mặt trụ trong có cấp chính xác không thấp hơn cấp 8. Cơ cấu này làm việc dưới dạng chêm nhờ con lăn 3 tiếp xúc với tấm 2 nằm trên rãnh vát nghiêng trên trục 1. Góc nghiêng  $\alpha \leq 2\varphi$  ( $\varphi$  - là góc ma sát giữa con lăn và tấm 2).



Hình 1.66. Cơ cấu sinh lực do lực cắt gây ra

a. Mâm tự kẹp chặt : 1. Phiến đỡ ( đế ) ; 2. Chấu kẹp ;

b. Trục gá kẹp chặt bằng lực cắt dạng chêm : 1. Trục nghiêng; 2. Tấm tỳ; 3. Con lăn

#### 1.4. CƠ CẤU DẪN HƯỚNG VÀ KIỂM TRA VỊ TRÍ DỤNG CỤ CẮT

Cơ cấu dẫn hướng và kiểm tra dụng cụ cắt là một bộ phận quan trọng của đồ gá gia công cắt gọt. Cơ cấu dẫn hướng dụng cụ cắt ( bạc dẫn hướng ) có tác dụng xác định trực tiếp vị trí dụng cụ cắt, đồng thời nâng cao độ cứng vững của nó trong quá trình gia công, đảm bảo hướng tiến dao, giảm sai số gia công. Cơ cấu kiểm tra vị trí của dụng cụ cắt chỉ nhằm xác định đúng vị trí của dụng cụ cắt trước khi gia công.

Nói chung, nếu dụng cụ cắt đủ cứng vững thì vị trí của nó được điều chỉnh ngoài phạm vi gá đặt phối thông qua cơ cấu so dao ( như trên đồ gá tiện, phay, bào, xọc, chuốt mặt ngoài ). Nếu dụng cụ cắt kém cứng vững ( như khoan, khoét, doa ) cần có cơ cấu dẫn hướng dụng cụ cắt nhằm đảm bảo độ cứng vững cần thiết của nó trong quá trình gia công.

##### 1.4.1. Cơ cấu dẫn hướng

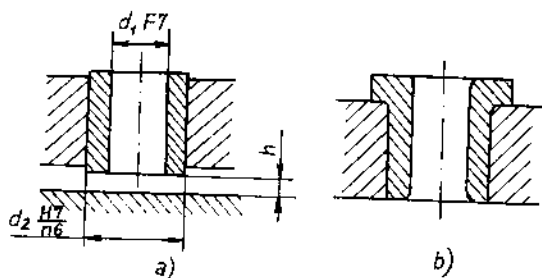
Cơ cấu dẫn hướng dùng nhiều trên các loại đồ gá khoan, khoét, doa, tiện trong trên máy doa. Cơ cấu dẫn hướng bao gồm hai bộ phận chính là bạc dẫn và phiến dẫn.

##### a. Bạc dẫn hướng

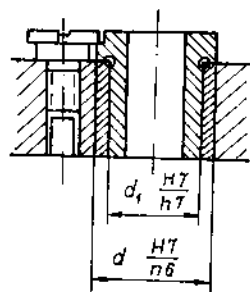
Bạc dẫn có tác dụng trực tiếp dẫn hướng dụng cụ cắt. Bạc dẫn được lắp trên phiến dẫn và phiến dẫn lại lắp trên đồ gá.

Để đảm bảo tính dẫn hướng và vị trí tâm lỗ gia công trong quá trình gia công, người ta đã tiêu chuẩn hóa các kích thước, độ chính xác của bạc, đồng thời khoảng cách giữa hai mặt đầu dưới của bạc so với mặt trên của chi tiết gia công cũng phải nằm trong phạm vi cho phép tùy thuộc vào dạng phối tạo thành.

Để dẫn hướng khi khoan, khoét, doa có các loại bạc :



Hình 1.67. Các loại bạc cố định  
a. Bạc trơn b. Bạc có vai



Hình 1.68. Bạc dẫn thay thế

#### - Bạc dẫn cố định

Loại bạc này dùng trong trường hợp lỗ gia công chỉ qua một nguyên công với một bước công nghệ. Về kết cấu, bạc gồm hai loại là bạc trơn và bạc có vai (hình 1.67). Loại bạc trơn có nhược điểm là khó thay bạc khi bạc bị mòn. Khi thay bạc cần phải gia công lại lỗ lắp bạc trên phiến dẫn. Đường kính lỗ dẫn hướng  $d_1$ , thường là F7, chế độ lắp ghép giữa đường kính  $d_2$  của bạc với phiến dẫn là  $\frac{H7}{n6}$ .

Chất lượng bề mặt trong và ngoài của bạc dẫn hướng cần phải đạt tới  $R_a = 1,25 \div 0,63 \mu m$ .

#### - Bạc dẫn thay thế

Loại bạc này được dùng khi phiến dẫn cố định để thực hiện các nguyên công gia công lỗ gồm nhiều bước công nghệ, sau mỗi bước phải thay thế bạc dẫn hướng và dụng cụ cắt.

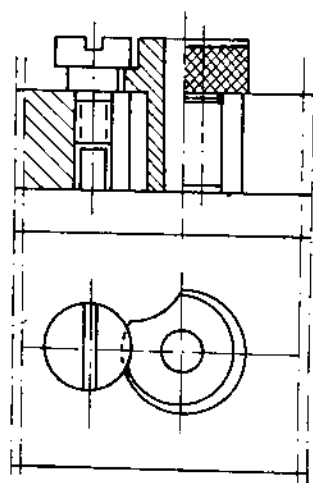
Với bạc dẫn hướng kiểu này lỗ gia công có thể đạt từ cấp chính xác 9 đến cấp chính xác 7. Bạc thay thế lắp với phiến dẫn thông qua bạc lót (hình 1.68). Bạc lót lắp chặt với phiến dẫn  $\frac{H7}{n6}$

hoặc  $\frac{H7}{m6}$ ; bạc dẫn

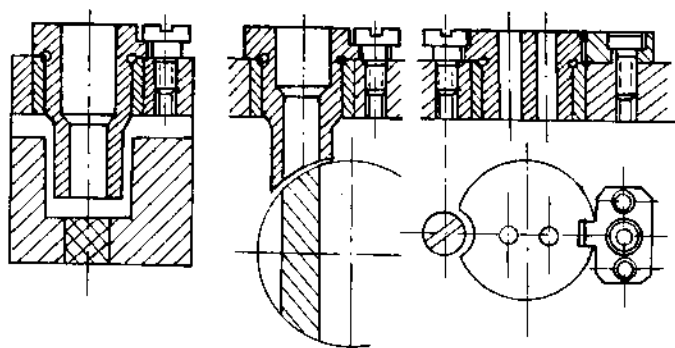
lắp trượt với bạc lót và được cố định nhờ vít hãm.

#### - Bạc dẫn thay nhanh

Kết cấu loại bạc này về cơ bản giống như bạc dẫn thay thế. Nó dùng để dẫn hướng cho dụng cụ khi cần gia công các lỗ có cấp chính xác 9 đến cấp chính xác 7. Rãnh trên vai bạc có tác dụng giảm thời gian thay bạc, nhờ nó công nhân đóng máy không cần tháo vít hãm



Hình 1.69. Bạc dẫn thay nhanh



Hình 1.70. Các dạng bạc dẫn đặc biệt

bạc khi thay bạc mà chỉ cần xoay bạc sao cho phần khuyết trên cả chiều dày vai bạc ứng với vít hãm là có thể rút bạc ra khỏi phiến dẫn để thay thế ( hình 1.69 ).

Ngoài ra trong các trường hợp cụ thể, như khi gia công lỗ trên mặt nghiêng hoặc mặt cầu mà tâm lỗ không hướng tâm cầu, hai bên lỗ có các bề mặt cao hơn, các lỗ có đường tâm quá gần nhau, người ta phải dùng các loại bạc đặc biệt như trên hình 1.70.

#### - Bạc dẫn quay

Loại bạc này dùng để gia công lỗ trên máy doa nhằm tránh hiện tượng kẹt phoi gây ra mòn nhanh lỗ dẫn hướng của bạc. Bạc dẫn được lắp với ổ trượt hoặc ổ lăn và các ổ đó lại lắp với phiến dẫn. Bạc dẫn có lắp then với cán dao để quay theo trục dao trong quá trình gia công ( hình 1.71 ).

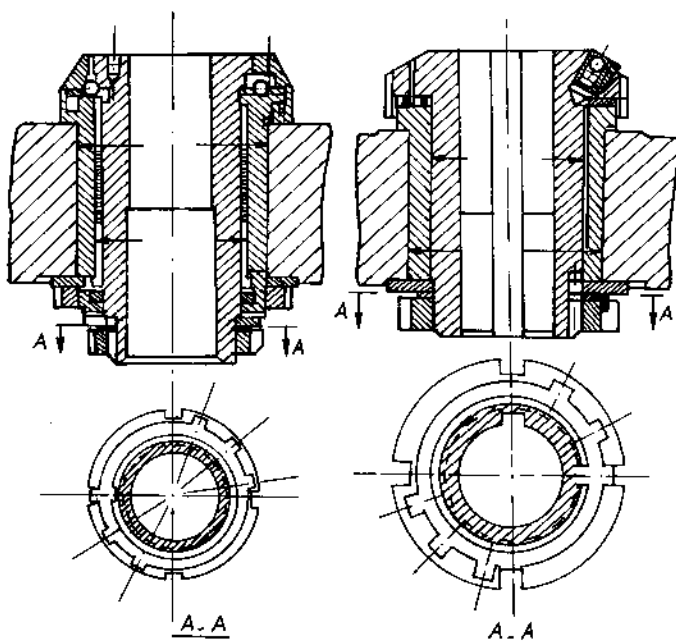
##### b. Phiến dẫn

Phiến dẫn là một bộ phận của cơ cấu dẫn hướng trên đó có lắp bạc dẫn. Vì các tâm lỗ bạc dẫn có vị trí tương quan chính xác so với các đồ định vị nên sau khi đã điều chỉnh đạt yêu cầu, nhất thiết phải dùng hai chốt để cố định vị trí chính xác của phiến dẫn.

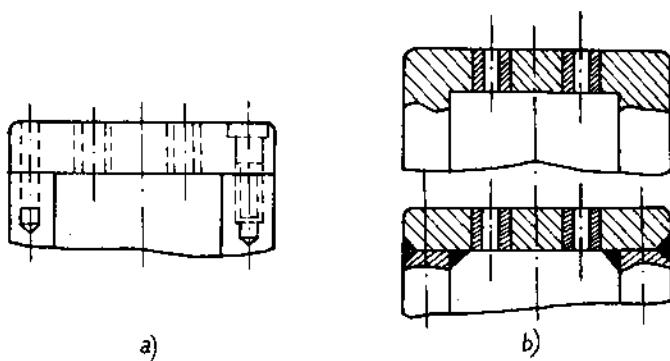
Phiến dẫn, tổng quát có thể chia làm hai loại là phiến dẫn cố định và phiến dẫn động.

##### \* Phiến dẫn cố định

Phiến dẫn cố định được lắp ghép chính xác với thân đồ gá. Nó có thể tháo lắp được hay không tháo được. Phiến dẫn cố định có khả năng đạt độ chính xác vị trí tâm lỗ gia công cao, nhưng thao tác khi gá đặt phức tạp, thời



Hình 1.71. Các loại bạc quay trên máy doa



Hình 1.72. Phiến dẫn cố định

a. Phiến dẫn cố định tháo được

b. Phiến dẫn cố định không tháo được

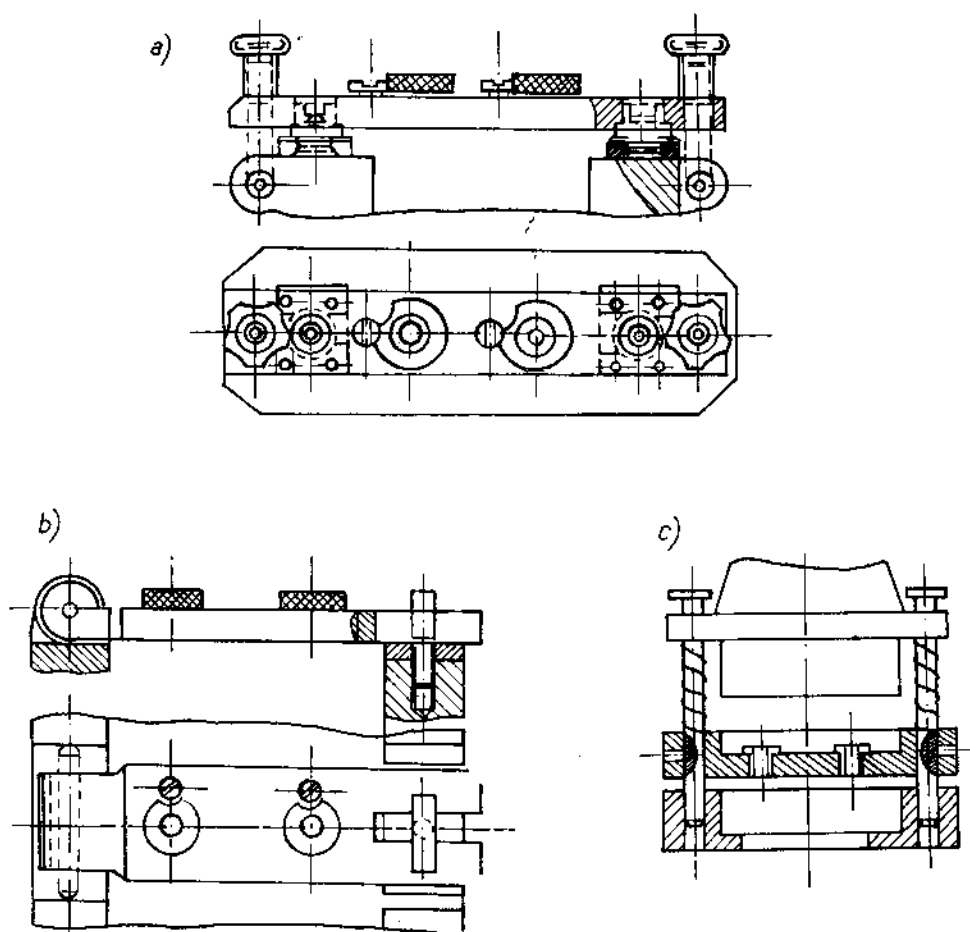
gian phụ lớn và thường phải dùng bạc dẫn thay nhanh khi các lỗ có yêu cầu độ chính xác cao. Chính việc này có ảnh hưởng đến độ chính xác vị trí tâm lỗ ( hình 1.72 ).

*\* Phiến dẫn động*

Phiến dẫn động có nhiều loại :

- Phiến dẫn tháo rời.
- Phiến dẫn bản lề.
- Phiến dẫn xoay.
- Phiến dẫn trụ trượt thanh răng ( hình 1.44, 1.45 và 1.46 ).
- Phiến dẫn treo.

Phiến dẫn tháo rời là loại phiến dẫn được định vị chính xác và kẹp chặt trên thân đồ gá, nó có thể tháo rời khỏi thân đồ gá để gá đặt phôi, tháo chi tiết đã gia công xong để dàng thuận tiện. Tuy nhiên do tháo ra, lắp vào nhiều lần nên đồ định vị để xác định chính xác vị trí của phiến dẫn hay bị mòn và có thể làm cho vị trí tâm lỗ gia công mất chính xác ( hình 1.72 a ).



Hình 1.73. Các loại phiến dẫn động  
a. Phiến dẫn tháo rời ; b. Phiến dẫn bản lề ; c. Phiến dẫn treo

Phiên dẫn bản lề và phiên dẫn xoay cũng có mục đích tương tự như phiên dẫn tháo rời. Tuy nhiên những loại phiên dẫn này chỉ dùng khi vị trí của tâm lỗ gia công yêu cầu độ chính xác không cao lắm bởi vì khi xoay phiên dẫn quanh bản lề hay chốt khe hở tồn tại ở khớp quay sẽ làm vị trí của phiên dẫn mất chính xác (hình 1.73b).

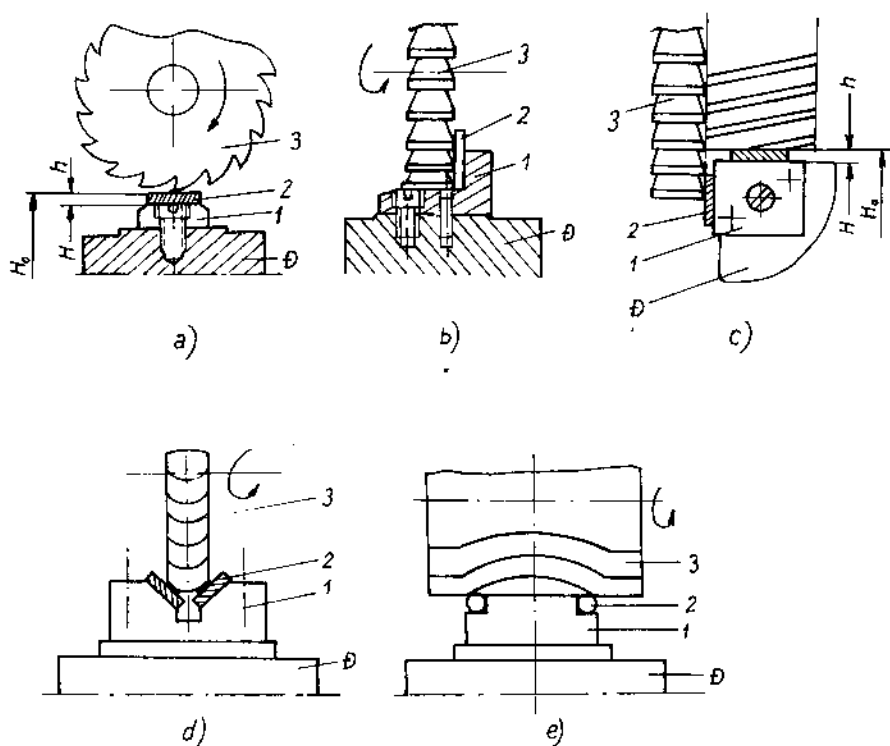
Phiên dẫn trượt thanh răng là loại phiên dẫn được sử dụng đồng thời là cơ cấu kẹp, tuy sử dụng khá thuận tiện nhưng vẫn tồn tại ảnh hưởng của lực kẹp đến vị trí tâm bạc dẫn mặc dù lực kẹp trong trường hợp này không lớn.

Phiên dẫn treo chỉ sử dụng khi bạc dẫn hướng là cố định hoặc thay thế và chỉ thực hiện ở nguyên công khoan trên máy khoan.

#### 1.4.2. Cơ cấu so dao và kiểm tra vị trí của dao

Cơ cấu so dao là một bộ phận của đồ gá nhằm xác định chính xác vị trí của dụng cụ cắt so với đồ gá. Cơ cấu này thường dùng ở đồ gá phay, bào, tiện, chuốt mặt ngoài.

Cơ cấu so dao rất quan trọng vì trong sản xuất với qui mô lớn, khi dao bị mòn phải mài lại, kích thước làm việc của dao thay đổi phải điều chỉnh lại vị trí của dao so với đồ gá do đó phải có cơ cấu so dao để đỡ tốn thời gian điều chỉnh. Trong dạng sản xuất có sản lượng 2g ít cũng cần cơ cấu so dao nhằm điều chỉnh nhanh khi lắp đồ gá lên máy để gia công mỗi loại chi tiết, ngoài ra nó cũng rất cần khi phay các bề mặt phức tạp ...



Hình 1.74. Một số cơ cấu so dao

a. Phay mặt phẳng bằng dao phay trụ

b. Phay mặt phẳng vuông góc bằng dao phay đĩa ba mặt cắt

c. Phay hai mặt phẳng vuông góc bằng bộ hai dao phay đĩa ba mặt cắt

d. và e. Phay mặt định hình bằng dao phay định hình

1. Cữ so dao ; 2. Miếng căn ; 3. Dao phay ; D. Thân của cơ cấu so dao



Về kết cấu, cơ cấu so dao phụ thuộc vào vị trí và hình dáng bề mặt chi tiết gia công. Trong cơ cấu so dao, chi tiết tiếp xúc với dao 3 là các miếng can 2, chúng thường được làm bằng thép dụng cụ hoặc thép hợp kim, tôi đạt độ cứng từ  $55 + 60 \text{ HRC}$ , các bề mặt làm việc của nó phải được mài đạt tới  $R_a \leq 0,32 \mu\text{m}$ . Thân (Đ) của cơ cấu so dao bắt chặt cỡ so dao 1 cũng bắt bằng vít vào hai chốt định vị.

Sau khi so dao xong, cắt bỏ miếng can 2, do đó trong quá trình gia công, dao không tiếp xúc với cỡ so dao 1 nên nó không bị mòn và đảm bảo vị trí tương đối của nó khi so dao các lần tiếp theo.

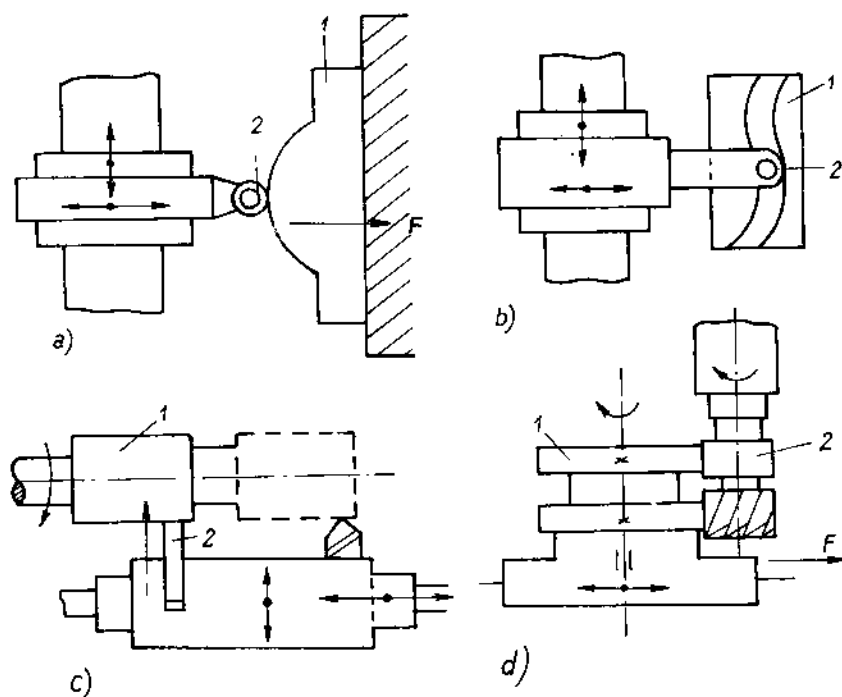
Trên hình 1.74 là một số cơ cấu so dao hay dùng.

### 1.4.3. Cơ cấu chép hình

Cơ cấu chép hình là một phần của trang bị công nghệ thường được sử dụng để gia công các bề mặt phức tạp trên các máy phay, máy tiện, máy mài, máy bào ... nhằm cung cấp thêm một chuyển động mới vuông góc với chuyển động sẵn có trên máy công cụ mà tổng hợp của hai chuyển động đó sẽ tạo nên được hình dạng bề mặt gia công cần thiết.

Tùy theo các điều kiện công nghệ và kết cấu cụ thể của máy công cụ mà người ta có thể sử dụng các loại cơ cấu chép hình khác nhau như cơ cấu chép hình cơ khí, cơ cấu chép hình thủy lực, hoặc các loại cơ cấu phối hợp khí nén - thủy lực, phối hợp điện - cơ ...

Nói chung cơ cấu chép hình có tác dụng để xác định vị trí tương đối giữa dụng cụ cắt và phôi, đồng thời xác định cả hướng chuyển động của dụng cụ cắt khi gia công các bề mặt định hình phức tạp nhằm giảm bớt thời gian gia công và nâng cao năng suất lao động.



Hình 1.75. Một số cơ cấu chép hình  
1. Cam mẫu ( đường ) ; 2. Con lăn

Dù cơ cấu chép hình loại nào thì bộ phận cơ bản của nó vẫn là cam mẫu hay đường 1 và đầu dò hoặc con lăn 2. Khi làm việc con lăn 2 sẽ luôn luôn tiếp xúc và trượt trên bề mặt mẫu 1 (hình 1.75).

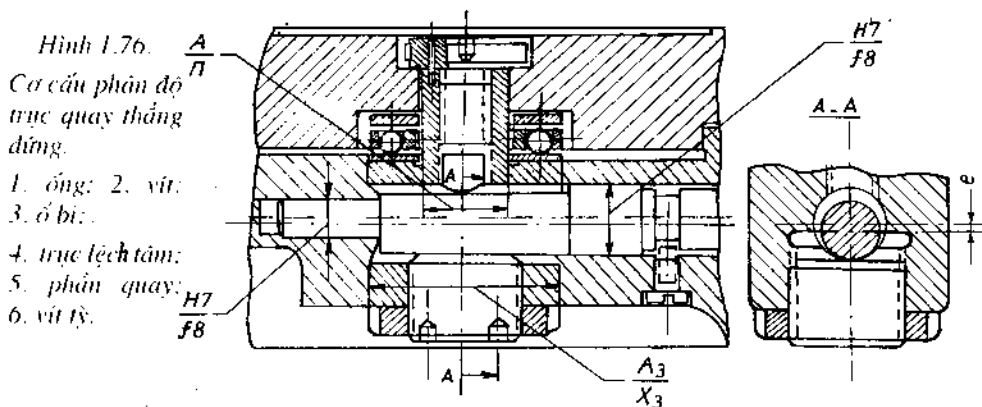
Để đảm bảo tạo ra đúng hình dạng và kích thước bề mặt gia công, tùy theo khoảng cách cố định giữa con lăn 2 và dụng cụ, cần thiết phải thiết kế ra biên dạng cam thích hợp.

## 1.5. CÁC CƠ CẤU KHÁC CỦA ĐỒ GÁ

Các cơ cấu nói trên thuộc diện các cơ cấu cơ bản của đồ gá, nó có mặt trong hầu hết các loại đồ gá gia công. Ngoài ra, có một số khác tuy không có mặt ở mọi loại đồ gá nhưng góp phần quan trọng vào việc đảm bảo năng suất và chất lượng gia công.

### 1.5.1. Cơ cấu phân độ

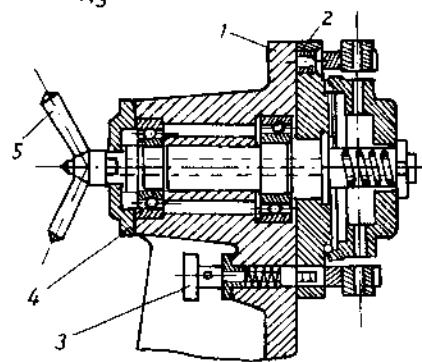
Để giảm thời gian từng chiếc khi gia công tuần tự các bề mặt chi tiết người ta thường dùng biện pháp gá đặt một lần nhưng gia công ở nhiều vị trí nhờ cơ cấu phân độ (còn gọi là bàn quay). Biện pháp này được sử dụng khá rộng rãi khi thực hiện các nguyên công phay, khoan và khi gia công trên đường dây tự động, trung tâm gia công hoặc trên máy tổ hợp.



Một cơ cấu phân độ thường gồm các bộ phận sau:

- *Bộ phận cố định* là cơ cấu nằm cố định trên bàn máy hoặc trên băng tải của đường dây tự động. Trên nó sẽ lắp các bộ phận như cơ cấu định vị và cơ cấu kẹp chặt phần quay.

- *Phần quay* được định vị trên phần cố định. Trên nó sẽ lắp các cơ cấu định vị và kẹp chặt chi tiết gia công hoặc một đồ gá gia công nghiêm chỉnh tùy theo tính chất của cơ cấu phân độ, yêu cầu công nghệ.



Hình 1.77. Cơ cấu phân độ trục quay nằm ngang. 1- phần cố định; 2- phần quay; 3- chốt định vị phần quay; 4- trục rết; 5- tay quay kéo trục rết.

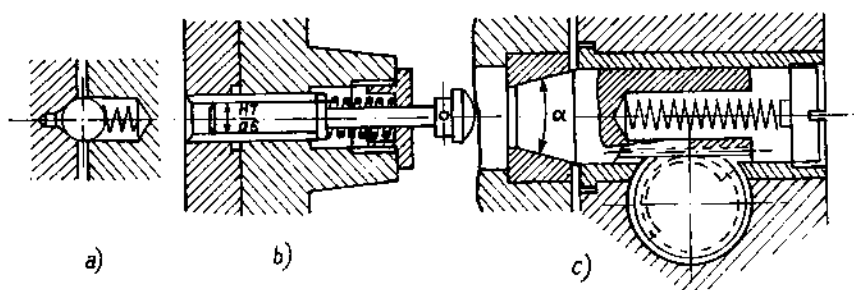
Khi sử dụng cơ cấu phân độ, phải gá đặt chi tiết gia công sao cho tâm quay của nó trùng với tâm quay của phần quay. Để đảm bảo yêu cầu đó, trên phần quay phải có mặt chuẩn để định vị đồ gá gia công hay cơ cấu định vị chi tiết. Cơ cấu phân độ có thể có trục quay thẳng đứng hoặc nằm ngang ( hình 1.76 và 1.77 ). Để định vị phần quay có thể dùng nhiều cơ cấu khác nhau tùy thuộc yêu cầu công nghệ và điều kiện sản xuất.

Trên hình 1.78a,b,c là các loại kết cấu dùng để định vị phần quay trên phần cố định.

Loại ( a ) có kết cấu tương đối đơn giản nhất, dễ chế tạo nhưng độ chính xác vị trí phân độ thấp, chịu lực kém, độ cứng vững không cao.

Loại ( b ) có khả năng chịu lực lớn nhưng độ chính xác vị trí phân độ vẫn thấp vì mỗi ghép động  $\left( \frac{H}{g} \right)$  có khe hở giữa bạc và chốt, hoặc trong trường hợp yêu cầu nâng cao độ chính xác  $\left( \frac{H}{p} \right)$ . Ngoài ra, khi chốt đã bị mòn còn gây ra sai số lớn hơn.

Loại ( c ) tuy có kết cấu phức tạp nhưng đạt được độ chính xác cao và tuổi bền cao vì đủ cho chốt và bạc có mòn nhưng chúng vẫn tiếp xúc với nhau không khe hở.



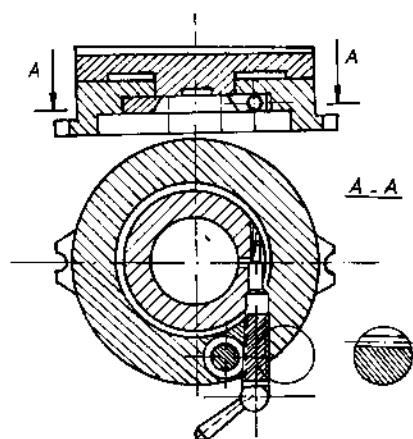
Hình 1.78. Các kết cấu để định vị phần quay

Sau khi phân độ cần kẹp chặt phần quay với phần cố định thành một khối vững vàng đảm bảo không có xô dịch giữa chúng khi có tác dụng của ngoại lực ( lực cắt ). Nghĩa là mômen của ngoại lực tác dụng vào phần quay của cơ cấu phân độ bắt buộc phải nhỏ hơn mômen ma sát do lực kẹp chặt phần quay tạo ra. Để kẹp chặt phần quay có thể dùng các loại kết cấu sau :

- Kẹp chặt bằng lệch tâm ( hình 1.76 ) - có thể dùng cho cả các bàn quay có trục quay thẳng đứng và nằm ngang.

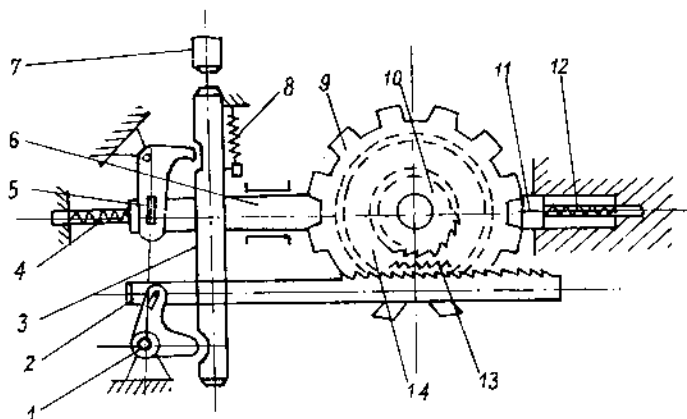
- Kẹp chặt bằng ren ( hình 1.77 ) - dùng cho bàn quay có trục nằm ngang rất thuận tiện.

- Kẹp chặt bằng mặt côn ( hình 1.79 ) - sử dụng thuận lợi nhưng kết cấu khá phức tạp.



Hình 1.79. Cơ cấu kẹp phần quay nhờ côn và ren

Trên các máy tự động, trung tâm gia công, các đường dây tự động, ngoài các cơ cấu phân độ nói trên còn dùng phổ biến các cơ cấu phân độ sau :

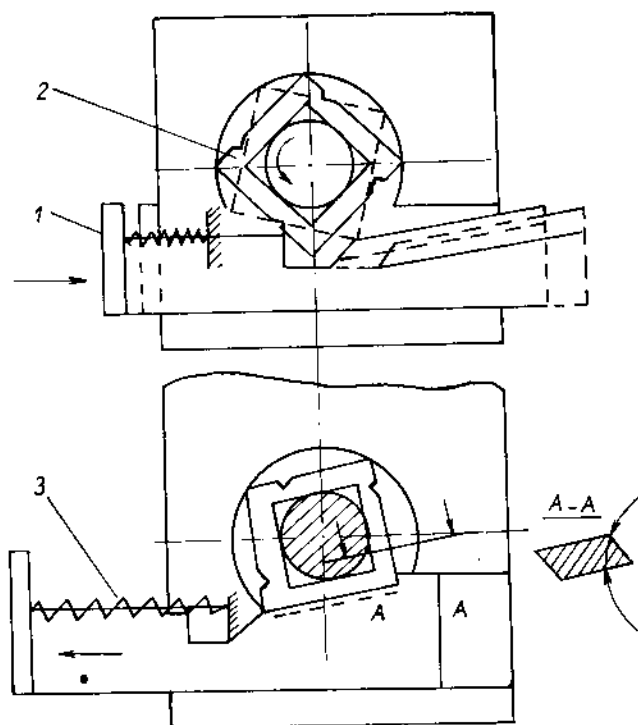


Hình 1.80. Cơ cấu phân độ quay tự động

1. và 5. Đòn quay ; 2. Thanh răng ; 3. Thanh đẩy ; 4, 8, 12. Lò xo ;  
6. Chốt định vị ; 7. Chốt đẩy ; 9, 14. Bánh răng ; 10. Bánh cóc ;  
11. Chốt định vị phụ ; 13. Móng cóc

\* Cơ cấu phân độ quay tự động ( hình 1.80 )

Chốt 11 có tác dụng định vị sơ bộ phần quay, chốt 6 sẽ định vị chính xác phần quay. Nhờ chuyển động đi xuống của bộ phận máy 7 mà thanh 3 bị đẩy xuống làm đòn 5 quay xung quanh gối tựa có tác dụng rút chốt 6 ra khỏi rãnh định vị. Mặt khác khi thanh 3 đi xuống cũng làm đòn 1 quay xung quanh gối tựa của nó và đẩy thanh răng 2 qua bên phải làm bánh răng 14 quay, móng 13 đẩy bánh cóc 10 quay làm phần quay của cơ cấu phân độ (hoặc đĩa quay của đồ gá ) quay theo, chốt 11 bị đẩy ra khỏi rãnh định vị và ép lò xo 12 lại, đĩa phân độ tiếp tục quay đến vị trí rãnh tiếp theo thì lò xo 12 lại đẩy chốt 11 vào rãnh để định vị sơ bộ đĩa quay. Chốt 7 đi lên phía trên, lò xo 8 kéo thanh 3 đi lên, còn thanh 2 bị đòn 5 đẩy về phía bên trái,



Hình 1.81. Cơ cấu phân độ quay góc 90°  
1. Thanh truyền ; 2. Đĩa phân độ ; 3. Lò xo

đòn bẩy 5 lại đẩy chốt 6 vào rãnh tiếp theo để định vị chính xác đĩa quay. Loại cơ cấu này có độ chính xác phân độ cao và đủ độ cứng vững vì định vị bằng hai chốt 6 và 11.

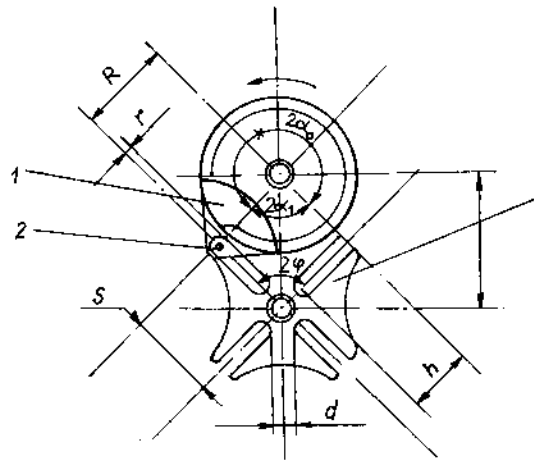
\* Cơ cấu phân độ quay góc  $90^\circ$  ( hình 1.81 )

Cơ cấu phân độ loại này chỉ để quay góc  $90^\circ$ . Đĩa phân độ là một khối hình vuông 2 quay được, có tiết diện hình chêm. Đĩa vuông 2 sẽ quay khi thanh 1 chuyển động về phía phải, vào lúc hành trình không làm việc của của bộ phận máy chuyển động. Trước hết rãnh xẻ của thanh 1 tựa vào mép đĩa vuông 2, sau đó mắc vào rãnh xẻ trên đĩa vuông. Ứng với một hành trình xê dịch về bên phải của thanh 1, đĩa vuông 2 sẽ quay đi một góc nhỏ hơn  $90^\circ$  một chút. Khi thanh 1 đi ngược lại về phía bên trái, dưới tác dụng của lò xo 3 thì mặt nghiêng của thanh 1 tác động tiếp tục làm quay đĩa vuông 2 để đủ góc quay  $90^\circ$ . Sau đó chuyển động tiếp theo về phía bên trái của thanh 1 sẽ có tác dụng cố định vị trí của đĩa vuông 2. Loại cơ cấu này có thể dùng để phay, khoan các chi tiết nhỏ có 4 mặt.

\* Cơ cấu phân độ Mantit ( hình 1.82 )

Tỷ số giữa thời gian quay của đĩa Mantit  $t_1$  và thời gian không quay của đĩa Mantit  $t_0$  Đây là loại cơ cấu phân độ các mâm quay không liên tục theo một chu kỳ nhất định. Đĩa 1 quay theo chiều mũi tên, sau một vòng quay thì chốt 2 ( đã được cắm trên mâm đĩa ) sẽ đi vào rãnh của đĩa Mantit 3 và gạt đĩa 3 quay đi một góc nhất định. Góc quay của đĩa phân độ 1 là  $2\alpha_1$ , góc quay không phân độ là  $2\alpha_0$ . Cơ cấu Mantit có thể an khớp trong hoặc ngoài. Loại này có các đặc tính sau :

gian không quay của nó  $t_0$  xác định góc quay của đĩa Mantit.



Hình 1.82. Cơ cấu quay phân độ Mantit  
1. Đĩa chủ động ; 2. Chốt ; 3. Đĩa Mantit

Đối với cơ cấu Mantit ngoài có Z rãnh thì tỷ lệ thời gian này là :

$$K = \frac{t_1}{t_0} = \frac{Z - 2}{Z + 2} \quad (1.78)$$

Các thông số cơ bản khác của cơ cấu phân độ Mantit xác định như :

- Số vòng quay của đĩa chủ động trong một phút :

$$n = \frac{(Z + 2) \cdot 30}{Z \cdot t_0}$$

- Tốc độ góc của đĩa chủ động :

$$\omega = \frac{(Z + 2) \cdot \pi}{Z \cdot t_0}$$

- Thời gian quay của đĩa Mantit ( tính theo giây ) :

$$t_1 = \frac{2\alpha_1}{\omega} = \frac{(Z - 2) \cdot 30}{Z \cdot n} \quad (1.79)$$

- Thời gian không quay của đĩa Mantit ( tính theo giây ) :

$$t_u = \frac{2\alpha_u}{\omega} = \frac{(Z+2) \cdot 30}{Z \cdot n} \quad (1.80)$$

- Quan hệ giữa các kích thước của cơ cấu Mantit :

$$h = L \left( \sin \frac{\pi}{Z} + \cos \frac{\pi}{Z} - 1 \right) + r$$

Trong đó :

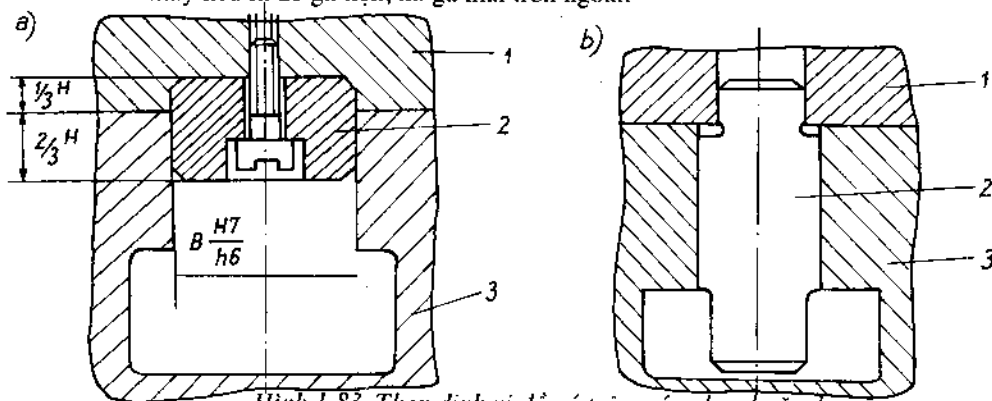
$$R = L \cdot \frac{\sin \pi}{Z}$$

$$d = 2L \cdot \left( h - \sin \frac{\pi}{Z} \right) - 2r$$

$$S = L \cdot \cos \frac{\pi}{2}$$

### 1.5.2. Cơ cấu định vị đồ gá trên máy cắt kim loại

Trong thực tế sản xuất, đồ gá gia công cắt gọt phải được định vị chính xác trên máy cắt kim loại. Đồ gá gia công có thể được lắp trên bàn máy nếu là đồ gá phay, đồ gá khoan, khoét, doa, đồ gá gia công trên máy doa, trên máy tiện đứng hoặc lắp với trục chính của máy nếu là đồ gá tiện, đồ gá mài tròn ngoài.



Hình 1.83. Thên định vị đồ gá trên máy phay hoặc doa  
a. Thên bắt chặt với đế đồ gá b. Thên rời dẫu vuông  
1. Đế đồ gá ; 2. Thên ; 3. Bàn máy

Muốn gá đặt chính xác đồ gá trên máy, khi thiết kế phải căn cứ vào từng điều kiện cụ thể để sử dụng hợp lý các cơ cấu định vị và cơ cấu kẹp chặt đồ gá lên máy, phải chú ý đến kích thước có liên quan của máy công cụ sẽ lắp đồ gá lên đó để gia công.

Cơ cấu định vị đồ gá gia công trên máy phay vạn năng, máy phay giường, các loại máy doa ... thường là hai then dẫn hướng hình chữ nhật lắp với rãnh chữ T trên bàn máy. Đồ gá gia công trên máy tiện ren vít vạn năng thường được lắp với lỗ côn của trục chính hoặc đầu trục chính. Cơ cấu định vị đồ gá khoan thông thường là chân gá, đế gá. Cơ cấu định vị đồ gá tiện trên máy tiện đứng thường là trục trơn lắp trùng tâm với tâm quay của bàn máy.

Cơ cấu kẹp chặt đồ gá trên máy công cụ thường là bulông và đai ốc.

\* Cơ cấu định vị đồ gá trên bàn máy phay, máy doa ( hình 1.83 )

Các rãnh chữ T trên bàn máy phay, máy doa thông thường có chiều rộng  $b = 18 \text{ mm}$ , trường hợp đặc biệt đối với các máy nhỏ  $B = 14 \text{ mm}$ . Then dẫn hướng để định hướng đồ gá trên bàn máy có hình chữ nhật và phải có bề rộng tương ứng với bề rộng của rãnh chữ T trên bàn máy. Hai then dẫn hướng phải bằng nhau, cùng được lắp trên một rãnh chữ T

của bàn máy và có khoảng cách hợp lý. Then dẫn hướng thường có các loại :

- Then bắt chặt với đế đồ gá ( hình 1.83a ).

- Then rời dẫn hướng đi kèm theo máy ( hình 1.83b ).

Tùy theo yêu cầu của nguyên công mà chế độ lắp ghép của then dẫn hướng với rãnh chữ T trên bàn máy có thể là :  $B \frac{H7}{h6}$

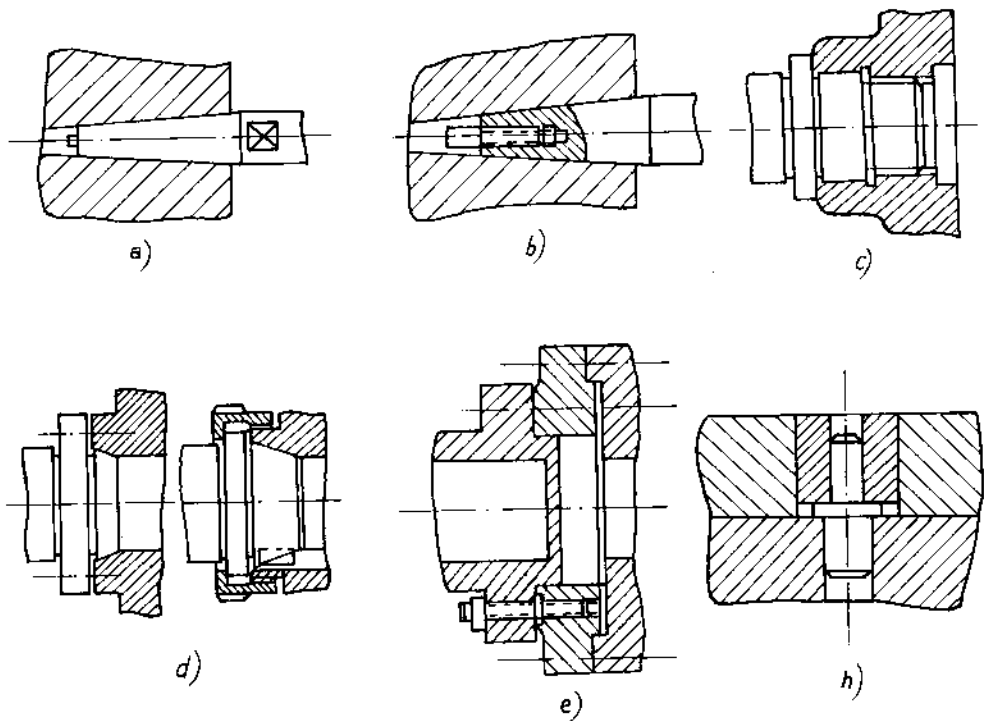
\* Cơ cấu định vị đồ gá trên máy tiện

Trên máy tiện vạn năng thông thường đồ gá tiện có thể được định vị trên phần trụ hay phần côn của đầu ngoài trục chính, lỗ côn trục chính.

Nhìn chung, các đồ gá nhỏ nhẹ thường được định vị trên lỗ côn; còn các đồ gá lớn, nặng được định vị trên đầu trục chính.

Trên máy tiện đứng thường dùng lỗ trụ hoặc lỗ côn trên trục chính máy để định vị đồ gá.

Một số phương án định vị đồ gá trên máy tiện được thể hiện trên hình 1.84.



Hình 1.84. Các phương án định vị đồ gá trên máy tiện

a,b. Định vị đồ gá lỗ côn trên trục chính dùng cơ cấu ren kéo về phía sau.

c. Dùng phần trụ và ren ở đầu trục chính để định vị đồ gá thông qua đĩa trung gian.

d. Dùng mặt côn định tâm của đầu trục chính kết hợp với đĩa trung gian của đồ gá.

e. Dùng lỗ trụ hoặc lỗ côn trên bàn máy tiện dùng để định vị đồ gá.

## 1.6. TRÌNH TỰ THIẾT KẾ ĐỒ GÁ CHUYÊN DÙNG GIA CÔNG CẮT GỌT

Thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt là một phần quan trọng của việc chuẩn bị sản xuất.

Khi thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt người ta phải cụ thể hóa việc gá đặt chi tiết gia công cho từng nguyên công, tính toán thiết kế và chọn kết cấu thích hợp cho các bộ phận của đồ gá, xây dựng bản vẽ kết cấu của đồ gá, xác định sai số của đồ gá, qui định các điều kiện kỹ thuật chế tạo, lắp ráp và nghiệm thu đồ gá.

Tùy theo tính chất của nguyên công mà đồ gá gia công cắt gọt sẽ có kết cấu bao gồm nhiều bộ phận khác nhau. Nhìn chung khi thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt cần phải thỏa mãn các yêu cầu sau đây:

- Đảm bảo chọn phương án kết cấu đồ gá hợp lý về kỹ thuật và kinh tế, sử dụng các kết cấu tiêu chuẩn; để đảm bảo điều kiện sử dụng tối ưu nhằm đạt được chất lượng nguyên công một cách kinh tế nhất trên cơ sở kết cấu và tính năng của máy cắt sẽ lắp đồ gá.

- Đảm bảo các yêu cầu về an toàn kỹ thuật, đặc biệt là điều kiện thao tác và thoát phôi khi sử dụng đồ gá.

- Tận dụng các loại kết cấu đã được tiêu chuẩn hóa.

- Đảm bảo lắp ráp và điều chỉnh đồ gá trên máy thuận tiện.

- Đảm bảo kết cấu đồ gá phù hợp với khả năng chế tạo và lắp ráp thực tế của cơ sở sản xuất.

### 1.6.1. Các bước thiết kế đồ gá

Quá trình thiết kế đồ gá gia công cắt gọt gồm các bước cơ bản sau đây :

#### a. Phân tích sơ đồ gá đặt phôi và yêu cầu kỹ thuật của nguyên công

Kiểm tra các bề mặt chuẩn định vị về độ chính xác và độ nhám bề mặt; xác định kích thước, hình dáng, số lượng và vị trí của cơ cấu định vị phôi trên đồ gá. Sơ đồ gá đặt phôi ứng với từng nguyên công cắt gọt được xây dựng khi thiết kế quy trình công nghệ gia công chi tiết máy, trên đó xác định rõ số bậc tự do chuyển động cần phải hạn chế, các bề mặt dùng làm chuẩn định vị, các chuyển động cần thiết, hướng tác dụng của lực kẹp, các kích thước, độ nhám bề mặt gia công cần đảm bảo ( hình 1.85 )

Tùy theo hình dáng mặt chuẩn định vị ( mặt phẳng, mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, lỗ tâm, hoặc kết hợp giữa nhiều mặt khác nhau v.v... ) mà người ta xác định đồ định vị phù hợp về hình dáng, kích thước theo tiêu chuẩn đã ban hành như đã trình bày ở mục 1.2 của chương này.

#### b. Xác định lực cắt, mômen cắt

Xác định phương, chiều và điểm đặt của lực cắt, mômen cắt ; xác định giá trị cần thiết của lực kẹp chặt phôi trên đồ gá và bố trí điểm đặt của lực kẹp chặt phôi ; chọn cơ cấu kẹp phôi về tính chất kẹp chặt, hình dáng, kích thước và đảm bảo năng suất kẹp chặt cần thiết.

#### \* Tính lực kẹp cần thiết

Trị số cần thiết của lực kẹp chặt phôi trên đồ gá phải đảm bảo sao cho phôi cân bằng ổn định, không bị xô dịch trong suốt quá trình gia công dưới tác dụng của ngoại lực, trong đó chủ yếu là lực cắt, mômen cắt, trọng lượng bản thân phôi và các loại lực sinh ra trong quá trình gia công. Nghĩa là có thể xác định được lực kẹp cần thiết bằng cách giải bài toán cân bằng tĩnh tùy theo sơ đồ gá đặt cụ thể với các quan hệ :

$$W = f ( K . M_c )$$

hoặc

$$W = f ( K . P_c )$$

Trong đó :



W - lực kẹp chặt phôi cần thiết.

f - hệ số ma sát giữa mặt chuẩn định vị và mặt làm việc của đồ định vị.

K - hệ số xét đến yêu cầu đảm bảo an toàn khi gia công.

$M_c$  - mômen cắt.

$P_c$  - lực cắt.

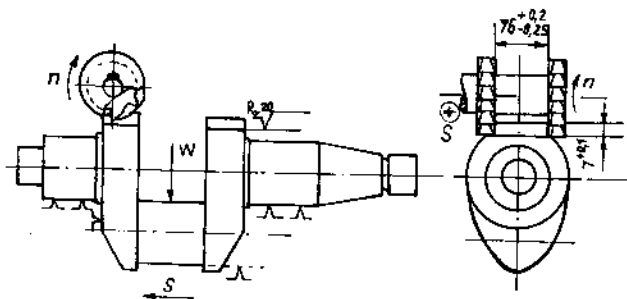
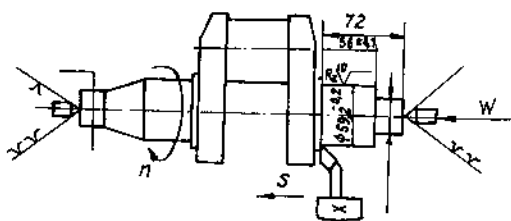
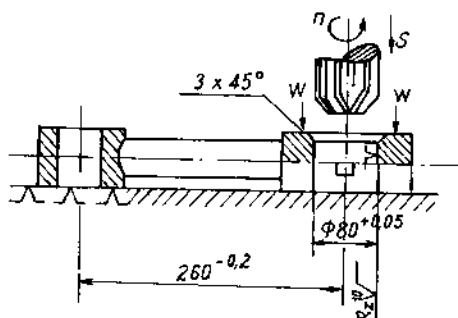
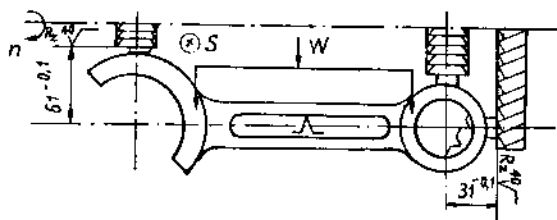
Giá trị lực cắt  $P_c$  và mômen cắt  $M_c$  được xác định theo các công thức cụ thể tùy theo phương pháp gia công, đã được trình bày trong các giáo trình nguyên lý cắt kim loại.

Lực kẹp phải có giá trị vừa đủ, có phương, chiều và điểm đặt hợp lý. Lực kẹp không được quá lớn làm cho cơ cấu kẹp công kênh và có thể gây ra sự biến dạng chi tiết.

Phương, chiều và lực kẹp chặt phôi phụ thuộc vị trí mặt chuẩn định vị chính, phụ thuộc phương, chiều của lực cắt và chiều của trọng lượng bản thân phôi. Phương của lực kẹp chặt phôi nên vuông góc với mặt chuẩn định vị chính để có diện tích tiếp xúc lớn nhất, giảm áp lực và giảm biến dạng của phôi khi kẹp chặt. Chiều của lực kẹp chặt phôi nên hướng từ ngoài vào mặt chuẩn định vị, cùng chiều với lực cắt và trọng lượng phôi để có lợi về lực và cơ cấu kẹp có kết cấu nhỏ gọn

cũng có thể chọn phương, chiều của lực kẹp vuông góc với lực cắt và trọng lượng phôi.

Điểm đặt của lực kẹp chặt phôi phải ở vào vị trí sao cho độ cứng vững của phôi và đồ gá lớn nhất để phôi ít bị biến dạng khi kẹp chặt cũng như khi gia công. Điểm đặt của lực kẹp phải nằm trong đa giác chân đế được tạo nên do các điểm tiếp xúc của mặt chuẩn định vị chính với mặt làm việc của các đồ định vị và nên gần mặt gia công để không gây ra mômen làm lật phôi.



Hình 1.85. Một số sơ đồ gá đặt chi tiết gia công

*\* Chọn cơ cấu kẹp chặt phôi*

Cơ cấu kẹp chặt phôi được chọn phải phải thỏa mãn các yêu cầu cơ bản đã nêu ở phần trên, nghĩa là khi kẹp chặt phải giữ đúng vị trí của phôi, tạo ra đủ lực kẹp, không làm biến dạng phôi, kết cấu đơn giản, nhỏ, gọn không gây ra biến dạng, có tính tự hãm tốt, phù hợp với phương pháp gia công, thao tác nhẹ nhàng, thuận lợi, an toàn, đơn giản, dễ bảo quản.

*\* Chọn cơ cấu sinh lực*

Để giảm bớt nặng nhọc cho công nhân trực tiếp sản xuất, trong đồ gá có thể dùng nhiều loại cơ cấu sinh lực khác nhau để tác dụng vào cơ cấu kẹp như cơ cấu sinh lực bằng thủy lực, khí nén ... Mỗi loại cơ cấu sinh lực có những yêu cầu riêng khi sử dụng, đòi hỏi các trang bị phụ kèm theo làm cho kết cấu chung của đồ gá thêm phức tạp, song ngoài việc giảm nhẹ sức lao động khi thao tác, nó còn tạo ra được lực kẹp lớn và ổn định, tạo điều kiện giảm thời gian gá đặt, nâng cao năng suất gia công. Chọn cơ cấu sinh lực phải cân cứ vào quy mô sản xuất, năng lực sản xuất và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cần đạt.

*c. Xác định kết cấu của các bộ phận khác trên đồ gá*

*\* Chọn cơ cấu dẫn hướng và kiểm tra vị trí dụng cụ cắt*

Đây là bộ phận quan trọng. Nó có chức năng xác định trực tiếp vị trí của dụng cụ cắt và tăng độ cứng vững của nó trong quá trình gia công, đảm bảo hướng tiến dao, giảm sai số gia công, thường dùng trong các nguyên công khoan, khoét, doa, chuốt lỗ ... Cơ cấu kiểm tra vị trí dụng cụ cắt chỉ nhằm xác định ( điều chỉnh ) vị trí của dụng cụ cắt trước khi gia công và thường được dùng ở các loại đồ gá tiện, phay, bào, xọc, chuốt mặt ngoài...

*- Bạc dẫn hướng khoan*

Khi gia công lỗ trên máy khoan, máy doa thường sử dụng đồ gá có cơ cấu dẫn hướng gồm bạc dẫn lắp trên phiến dẫn và phiến dẫn lắp trên đồ gá. Tùy theo yêu cầu gia công cụ thể mà có các loại bạc dẫn tiêu chuẩn như : bạc dẫn cố định khi lỗ chỉ qua một bước công nghệ, sau mỗi bước phải thay bạc dẫn hướng và dụng cụ cắt, bạc dẫn thay nhanh giống như bạc dẫn thay thế nhưng kết cấu cho phép rút bạc khỏi phiến dẫn nhanh khi thay thế để giảm thời gian nguyên công.

Khi gia công trên máy doa, thường dùng bạc quay để tránh bị kẹt phôi khi cắt, làm lỗ bạc bị mòn nhanh.

- *Phiến dẫn khoan* có thể là phiến dẫn cố định, phiến dẫn tháo rời, phiến dẫn bản lề, phiến dẫn treo, phiến dẫn trụ trượt thanh rang ... Phiến dẫn được chọn tùy thuộc vào tính chất nguyên công, yêu cầu về độ chính xác và năng suất gia công.

- *Cơ cấu chép hình* được sử dụng để gia công bề mặt phức tạp trên máy phay, bào, tiện, mài ... Trên máy phay, máy tiện cơ cấu chép hình dựa theo cam mẫu, đường. Nói chung cơ cấu chép hình có nhiệm vụ xác định vị trí chính xác giữa dụng cụ cắt và phôi, đồng thời xác định cả hướng chuyển động của dụng cụ cắt nhằm đảm bảo hình dáng bề mặt theo yêu cầu gia công, giảm thời gian gia công, tăng năng suất gia công. Tùy thuộc vào điều kiện gia công và kết cấu của máy công cụ mà có thể lựa chọn để sử dụng các loại cơ cấu chép hình khác nhau như cơ cấu chép hình cơ khí, chép hình thủy lực, điện cơ hay phối hợp khí nén và thủy lực.

*\* Chọn cơ cấu phân độ*

Tùy theo yêu cầu gia công, hình thức truyền động khi phân độ mà chọn cơ cấu phân độ loại nào, phân độ tịnh tiến hay phân độ quay, có trục quay thẳng đứng hay nằm ngang, quay liên tục hay gián đoạn.

Cơ cấu quay phân độ liên tục dùng để gia công các mặt định hình trên máy công cụ vạn năng, nhằm cung cấp cho quá trình gia công một trong số các chuyển động tạo hình thường dùng để phay rãnh nghiêng, rãnh xoắn trên máy phay đứng.

Cơ cấu quay phân độ gián đoạn dùng để gia công tuần tự nhiều bề mặt giống nhau và có vị trí cách nhau đều đặn trên một chi tiết hoặc trên nhiều chi tiết có kết cấu giống nhau và có bề mặt gia công như nhau.

\* Chọn cơ cấu định vị đồ gá trên máy

Đồ định vị đồ gá trên máy phải chọn sao cho định vị được chính xác vị trí của đồ gá trên máy. Cơ cấu định vị phụ thuộc vào yêu cầu gia công, tính chất và kết cấu máy công cụ sử dụng.

\* Chọn thân đồ gá

Thân đồ gá phải chọn sao cho đảm bảo đủ chỗ để lắp các bộ phận khác của đồ gá lên nó, đảm bảo độ cứng vững cần thiết. Thân đồ gá thường được chế tạo bằng gang, bằng thép tấm có kết cấu hàn hoặc bằng một số hợp kim màu nhẹ. Thân đồ gá phải được chế tạo đạt độ chính xác cần thiết và có giá thành hợp lý.

d. Xác định sai số chế tạo đồ gá

Sai số chế tạo đồ gá cho phép theo yêu cầu của nguyên công để quy định điều kiện kỹ thuật chế tạo và lắp ráp đồ gá. Nghĩa là phải xác định các đại lượng sau :

- Sai số gá đặt cho phép

$$\begin{aligned}\varepsilon_{gd} &\leq [\varepsilon_{gd}] = \left( \frac{1}{5} \div \frac{1}{2} \right) \delta \\ \varepsilon_{gd} &= \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_{dg}^2} \\ \varepsilon_{gd} &= \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_{ct}^2 + \varepsilon_m^2 + \varepsilon_{ld}^2} \\ \delta &\geq \sqrt{\Delta_{dk}^2 + \Delta_{dc}^2 + 3\Delta_m^2 + 3\Delta_n^2 + \varepsilon_{dc}^2} + \sum \Delta_{kx}\end{aligned}$$

Trong đó :  $\delta$  - dung sai cho phép của yêu cầu cần đảm bảo.

- Sai số chế tạo đồ gá

Từ các điều kiện trên ta có :

$$\varepsilon_{ct} \leq \sqrt{[\varepsilon_{dg}]^2 - \varepsilon_c^2 - \varepsilon_k^2 + \varepsilon_m^2 + \varepsilon_{ld}^2}$$

e. Năng suất gá đặt và thao tác đồ gá

Nâng cao năng suất gá đặt và hợp lý hóa thao tác đồ gá gia công cắt gọt là một trong những biện pháp chủ yếu nhằm rút ngắn thời gian phụ của nguyên công.

Năng suất gá đặt phối trên đồ gá phụ thuộc vào các yếu tố sau :

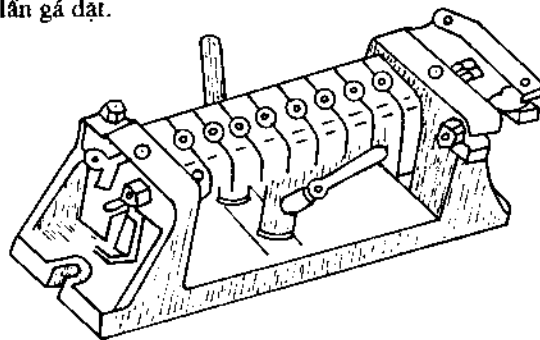
+ Trình độ cơ khí hóa và tự động hóa quá trình gá đặt phối.

+ Số lượng phối trong một lần gá đặt.

+ Mức độ hợp lý hóa các thao tác và cơ cấu thao tác gá đặt phối.

Các yếu tố trên có liên quan chặt chẽ với dạng sản xuất và đường lối công nghệ. Khi quy mô sản xuất càng lớn, càng phải xét toàn diện và chính xác hơn ảnh hưởng của quá trình gá đặt phối trên đồ gá cụ thể đối với năng suất gá đặt và năng suất gia công.

Để nâng cao năng suất gá đặt phối, thường dùng các cơ cấu sau :



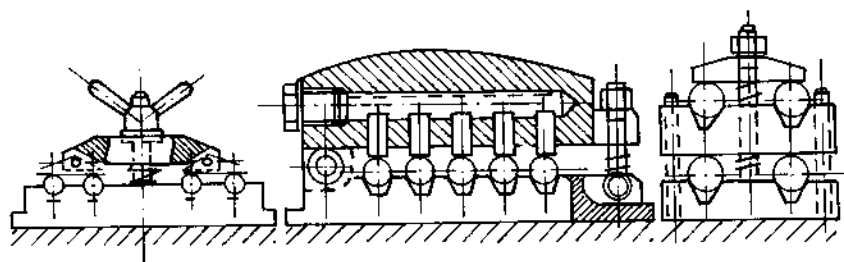
Hình 1.86. Cơ cấu kẹp có lực kẹp liên tục

- Cơ cấu kẹp nhiều phôi

Khi gia công các chi tiết nhỏ, có mặt gia công đơn giản, có thể dùng cơ cấu gá đặt nhiều phôi, gia công nhiều chi tiết đồng thời. Kết cấu kẹp chặt này được phân chia theo chiều của lực kẹp như sau :

+ Kẹp chặt liên tục có lực bằng nhau, truyền từ phôi này sang phôi khác theo cùng một chiều ( hình 1.86 ).

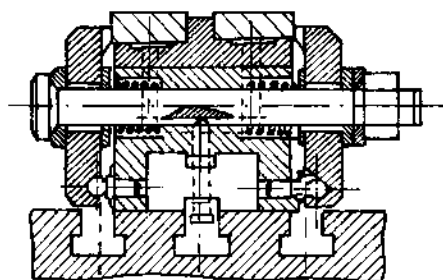
+ Kẹp song song có lực kẹp phân bố đều trên nhiều phôi theo cùng một hướng song song nhau, lực kẹp ở mỗi phôi nhỏ hơn lực kẹp ban đầu ( hình 1.87 ).



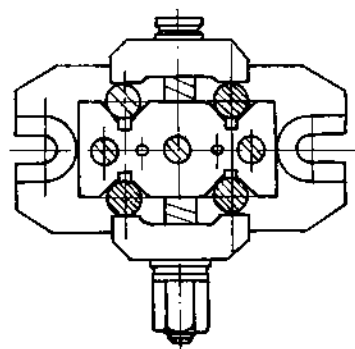
Hình 1.87. Cơ cấu kẹp có lực kẹp song song

+ Kẹp song song ngược chiều có lực kẹp phân bố song song nhưng ngược chiều tác dụng lên hai phôi hoặc hai nhóm phôi ( hình 1.88 ).

+ Kẹp nhiều phôi bằng cách tổ hợp cả lực kẹp song song, ngược chiều ( hình 1.89 ).



Hình 1.88. Cơ cấu kẹp có lực kẹp song song ngược chiều



Hình 1.89. Cơ cấu kẹp tổ hợp

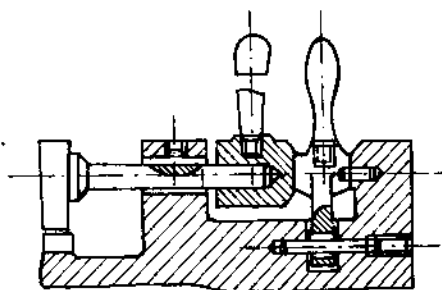
- Cơ cấu kẹp nhanh

Có nhiều loại cơ cấu kẹp nhanh như :

- + Cơ cấu kẹp nhanh bằng tay (hình 1.90).
- + Cơ cấu kẹp nhanh bằng thủy lực.
- + Cơ cấu kẹp nhanh bằng khí nén.
- + Cơ cấu kẹp nhanh bằng điện từ.
- + Cơ cấu kẹp nhanh bằng chân không

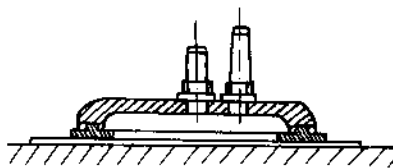
( hình 1.91 ).

- Cơ cấu kẹp chặt tự động



Hình 1.90. Cơ cấu kẹp nhanh bằng tay

Loại cơ cấu này đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực tự động hóa quá trình gia công cắt gọt. Điều khiển quá trình kẹp chặt thường bằng cam. Cơ cấu sinh lực kẹp trong trường hợp này có thể bằng lò xo, ren ốc, hệ thống đòn kẹp, hệ thống khí nén, hệ thống thủy lực v.v...



Hình 1.91. Cơ cấu kẹp nhanh bằng chân không

Việc dùng phương án nào là tùy thuộc vào yêu cầu sản xuất và đặc biệt là sản lượng, năng suất, cơ sở vật chất kỹ thuật, lực lượng sản xuất v.v...

Khi sử dụng đồ gá phục vụ cho một nguyên công cần thiết phải thực hiện các thao tác sau đây :

- + Đặt phôi vào và lấy phôi ra khỏi đồ gá.
- + Đóng và mở đồ gá.
- + Lau chùi đồ gá, quét phoi khỏi đồ gá.
- + Thao tác việc phân độ.
- + Thao tác các cơ cấu tỷ phụ để tăng độ cứng vững gá đặt.

Những thao tác trên được lặp đi lặp lại nhiều lần mỗi khi hoàn thành nguyên công đó trên một phôi. Thời gian để thực hiện các thao tác trên chính là thành phần của thời gian phụ của nguyên công.

Khi thiết kế đồ gá, người ta phải chú ý tạo điều kiện cho công nhân thao tác đồ gá được an toàn, thuận tiện, ít tốn sức, nhanh, gọn, góp phần nâng cao năng suất lao động.

Muốn đạt được các yêu cầu trên, khi thiết kế phải bố trí vị trí các cơ cấu trong đồ gá một cách hợp lý để các động tác làm việc của công nhân hợp lý, không thừa, không quá căng thẳng, tốn sức.

g. *Xây dựng bản vẽ lắp chung đồ gá* với đầy đủ các hình chiếu, mặt cắt, chế độ lắp ghép, điều kiện kỹ thuật cần thiết.

Kết cấu tổng thể của đồ gá gia công cắt gọt được thể hiện trên bản vẽ chung. Bản vẽ chung đồ gá được xây dựng trên nguyên tắc vẽ từ trong ra ngoài, vẽ ở trạng thái đang gia công. Chi tiết gia công cần được vẽ phân biệt rõ ràng với kết cấu của đồ gá và được coi là trong suốt ( vẽ bằng màu đỏ ).

Trình tự xây dựng bản vẽ lắp chung đồ gá có thể như sau :

- Vẽ các hình chiếu của chi tiết gia công.
- Vẽ cơ cấu định vị chi tiết gia công.
- Vẽ cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công.
- Vẽ các cơ cấu dẫn hướng, điều chỉnh dụng cụ, cơ cấu phân độ v.v...
- Vẽ thân đồ gá đảm bảo độ cứng vững và có tính công nghệ cao.
- Ghi các kích thước cơ bản của đồ gá ( các kích thước lắp ghép, các kích thước tổng thể như chiều dài, chiều rộng, chiều cao ).
- Đánh số các chi tiết đồ gá.
- Xác định các điều kiện kỹ thuật của đồ gá theo yêu cầu của nguyên công và khả năng chế tạo đồ gá thực tế.

Tùy theo kích thước thực của đồ gá mà bản vẽ lắp chung có thể được xây dựng theo tỉ lệ thích hợp như : 1:1 ; 2:1 ; 4:1 ; 1: 2 ...

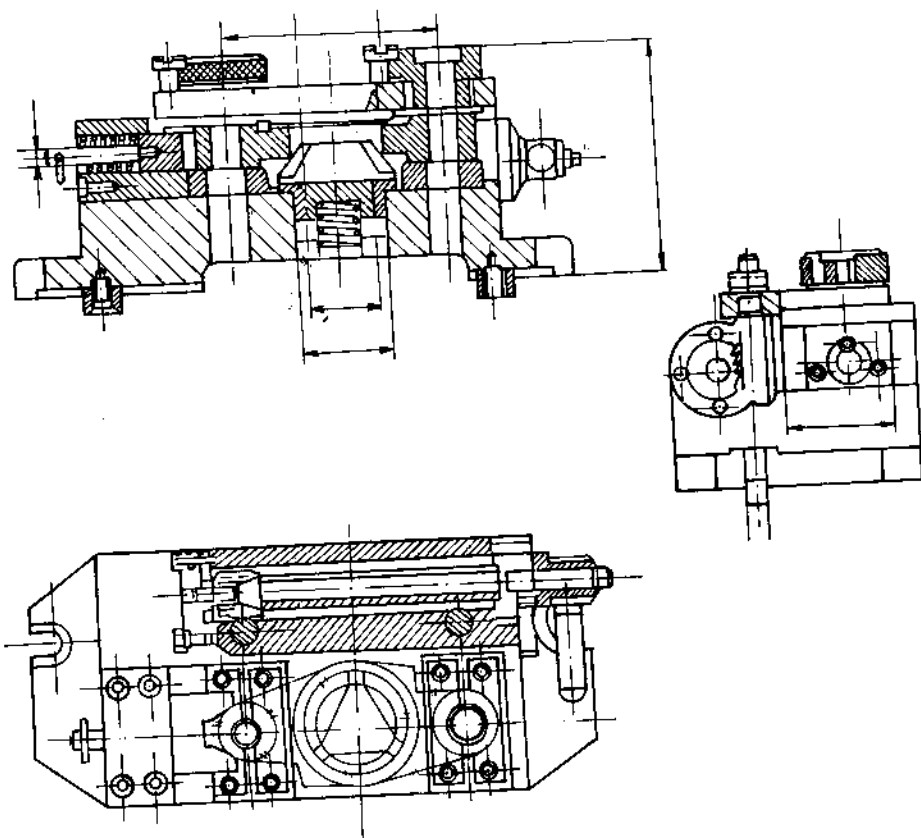
#### 1.6.2. Yêu cầu cụ thể đối với các loại đồ gá gia công cắt gọt

Kết cấu cụ thể của các loại đồ gá gia công cắt gọt phụ thuộc vào yêu cầu của nguyên công mà chúng phục vụ.

Khi thiết kế đồ gá cần dựa vào tính chất của nguyên công để xác định kết cấu đồ gá thích hợp, đạt các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cần thiết.

*a. Đồ gá khoan ( hình 1.92 )*

Đồ gá khoan được dùng chủ yếu trên máy khoan bàn, máy khoan đứng hoặc máy khoan cần để xác định vị trí tương đối giữa chi tiết gia công và dụng cụ cắt, đồng thời kẹp chặt chi tiết gia công để tạo các lỗ có yêu cầu chính xác khác nhau ( khoan, khoét, doa ).



*Hình 1.92. Đồ gá khoan*

Tất cả các phụ tùng để kẹp chặt mũi khoan, mũi khoét, mũi doa được gọi là dụng cụ phụ của máy khoan, ví dụ như đầu kẹp nhanh, măngrăng, đầu kẹp tarô v.v...

Kết cấu của các đồ gá khoan thường bao gồm các bộ phận sau :

- Cơ cấu định vị chi tiết gia công

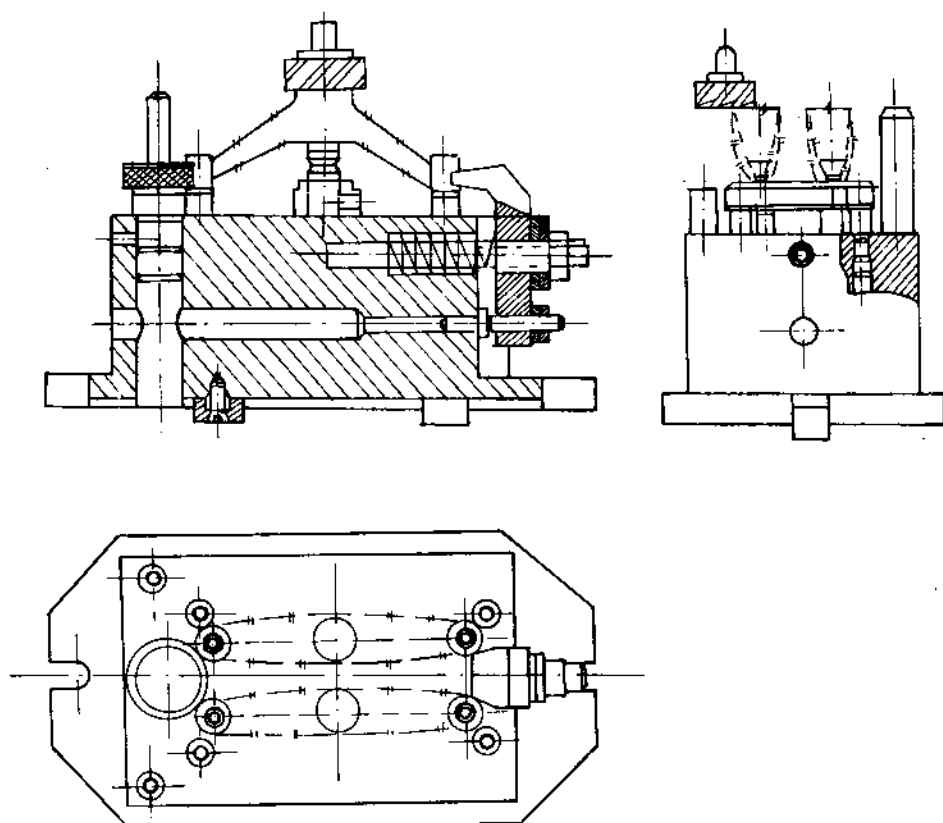
Thông thường cơ cấu này phải hạn chế 5 đến 6 bậc tự do của chi tiết gia công để xác định đúng vị trí của tâm lỗ gia công tùy theo yêu cầu công nghệ.

- Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công

- Thân và đế đồ gá

- Cơ cấu dẫn hướng dụng cụ cắt bao gồm bạc dẫn hướng và phiến dẫn.

- Cơ cấu phân độ



Hình 1.93. Đồ gá phay

**b. Đồ gá phay ( hình 1.93 )**

Đặc điểm quan trọng của đồ gá phay cần phải lưu tâm khi thiết kế là :

- Lực cắt lớn.
- Quá trình cắt gián đoạn nên có xung lực làm cho hệ thống công nghệ bị rung động ảnh hưởng không tốt đến chất lượng gia công.

Vì vậy kết cấu của đồ gá phay cần thiết phải đảm bảo đủ độ cứng vững, đặc biệt là thân và đế đồ gá. Cơ cấu kẹp chặt phải tạo ra đủ lực kẹp chặt chi tiết gia công, đủ độ cứng vững và có tính tự hãm tốt. Kết cấu cụ thể của đồ gá thường bao gồm các bộ phận sau :

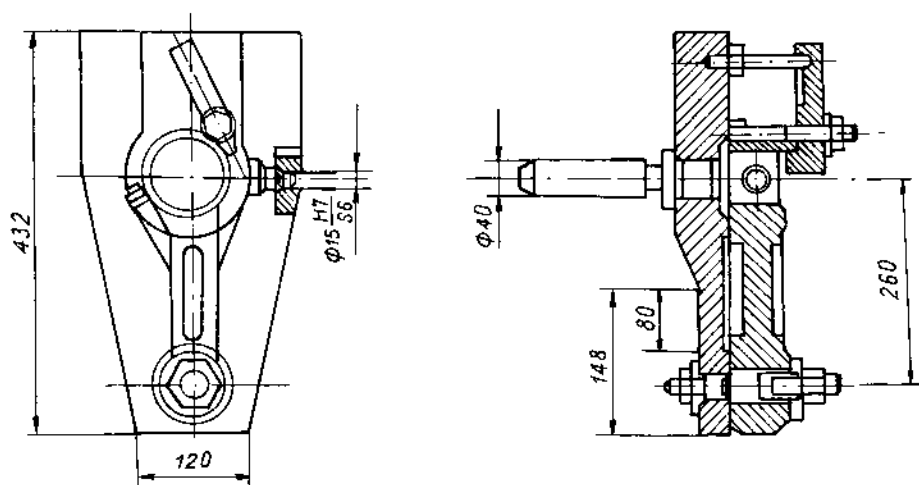
- Cơ cấu định vị phôi và cơ cấu kẹp chặt phôi
- Cơ cấu định vị đồ gá trên máy công cụ
- Cơ cấu so dao bao gồm miếng gá dao và các tấm cân dệm
- Cơ cấu phân độ và cơ cấu chép hình

**c. Đồ gá tiện ( hình 1.94 )**

Đồ gá tiện thường được bắt chặt với trục chính của máy tiện ngang và có chuyển động quay trong quá trình gia công chi tiết, đây là chuyển động cắt gọt chính. Vì vậy cần quan tâm đến yêu cầu bảo vệ máy, an toàn khi có lực ly tâm xuất hiện. Cần thiết phải cân bằng đồ gá khi nó quay theo trục chính của máy tiện. Kết cấu nối đồ gá với trục chính của máy tiện phải đảm bảo đủ độ cứng vững và đảm bảo an toàn khi thao tác, không được có cạnh sắc.

Trong thực tế sản xuất đồ gá tiện có thể có các dạng sau :

- Đồ gá gia công chi tiết lắp với trục chính của máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động quay cùng trục chính của máy tiện, dụng cụ cắt có chuyển động tịnh tiến cùng bàn dao, ví dụ như mâm cặp, mũi tâm là các loại đồ gá tiện vạn năng trang bị kèm theo máy tiện.
- Đồ gá gia công chi tiết lắp trên sống trượt của bàn máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động tịnh tiến cùng bàn dao, còn dụng cụ lắp trên trục chính máy và có chuyển động quay tròn cùng với trục chính của máy tiện.



Hình 1.94. Đồ gá tiện



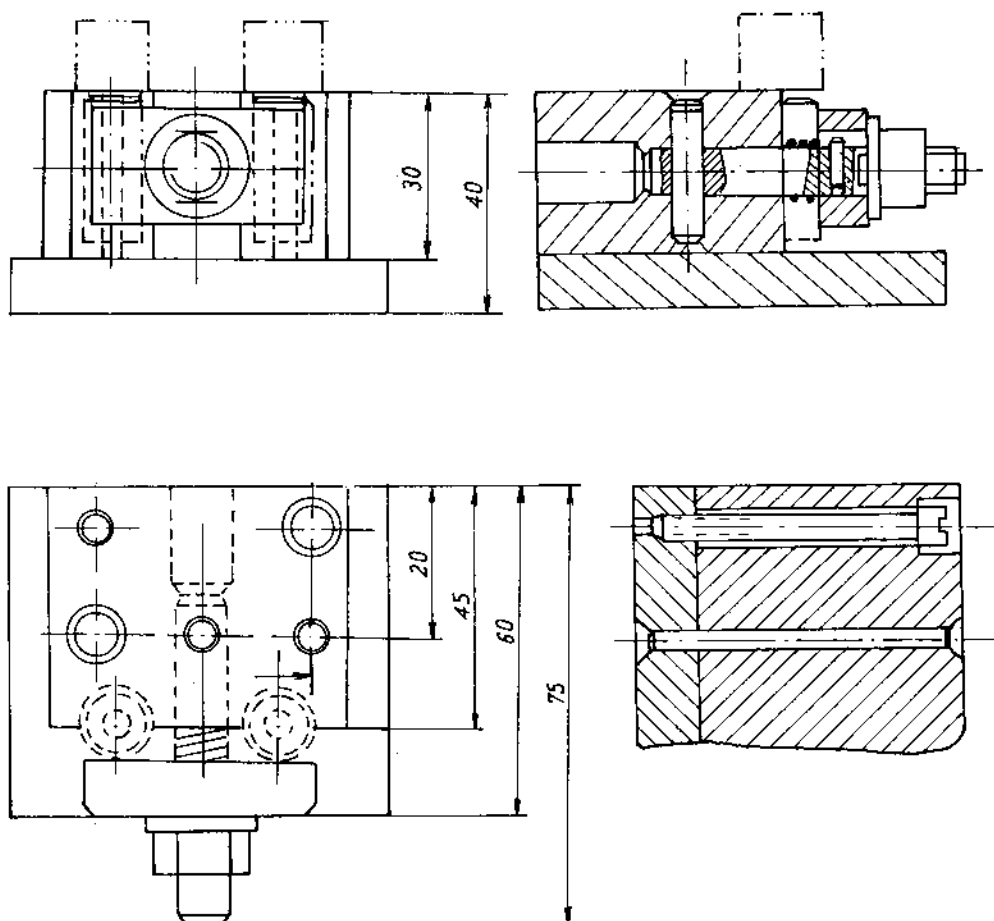
- Đồ gá gia công chi tiết được gá trên hai mũi tâm của máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động quay cùng trục chính của máy tiện như các loại trục gá.

Kết cấu cụ thể của các loại đồ gá tiện thường gồm các bộ phận sau :

- Đồ gá gia công chi tiết lắp với trục chính của máy tiện thường gồm các bộ phận : cơ cấu định vị phôi, cơ cấu kẹp chặt phôi, thân đồ gá, bộ phận định vị và kẹp chặt đồ gá trên trục chính của máy tiện, cơ cấu phân độ.

- Đồ gá gia công chi tiết lắp trên sống trượt của bàn máy tiện gồm các bộ phận : cơ cấu định vị phôi, cơ cấu kẹp chặt phôi, thân đồ gá, bộ phận định vị và kẹp chặt đồ gá trên bàn máy tiện, cơ cấu phân độ.

d. Đồ gá mài ( hình 1.95 )



Hình 1.95. Đồ gá mài

Khi mài, trị số của lực mài không lớn nhưng yêu cầu độ chính xác chế tạo cao. Kết cấu cụ thể của đồ gá phụ thuộc vào phương pháp mài.

- *Mài phẳng* dùng mài các chi tiết dạng hộp, chi tiết phẳng có thể gá đặt phôi trực tiếp trên bàn từ của máy mài phẳng. Mà phẳng các chi tiết dạng trục, chi tiết có hình dáng phức tạp khác, chi tiết phải được gá đặt trên đồ gá mài phẳng, đồ gá gia công đó lại được gá đặt trực tiếp trên bàn từ của máy mài phẳng.

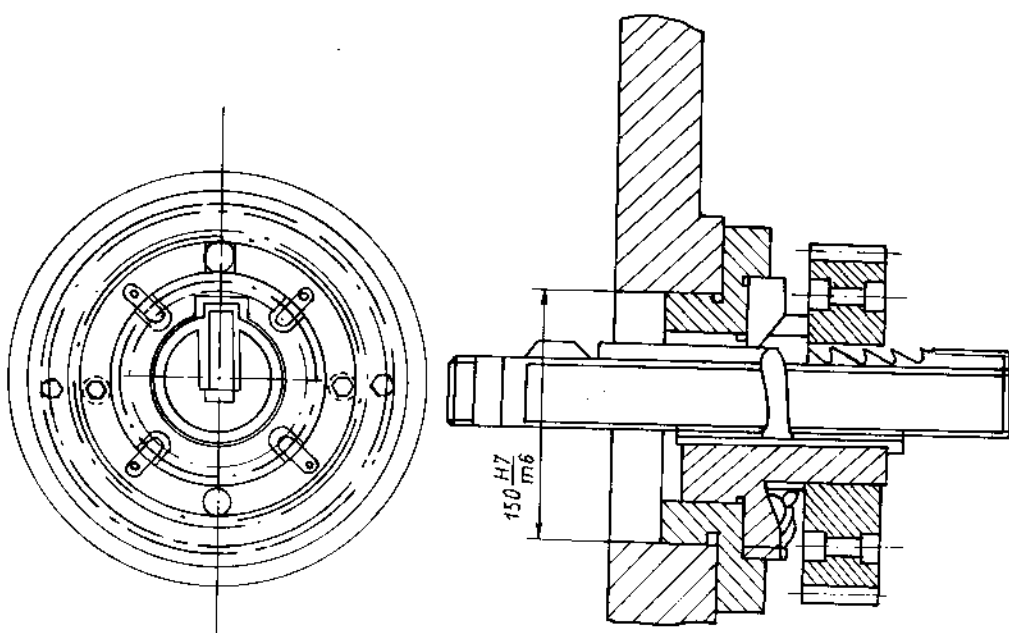
- *Mài tròn trong* có thể dùng đồ gá vạn năng như mâm cặp hoặc đồ gá mài chuyên dùng ( trên đồ gá mài lỗ bánh rang , chi tiết gia công được định vị vào vòng lan của bánh rang ), có thể có cơ cấu phân độ.

- *Mài tròn ngoài* có thể dùng mũi tâm để định vị phôi, truyền mômen xoắn cho phôi bằng tốc. Khi mài các bề mặt phức tạp ( như mài rãnh xoắn trên chi tiết trục ) kết cấu của đồ gá mài ngoài phải có thêm cơ cấu phân độ tạo chuyển động phối hợp mới gia công được rãnh xoắn trên các máy tròn ngoài vạn năng.

*e. Đồ gá chuốt ( hình 1.96 )*

Trong quá trình gia công lực chuốt rất lớn, có thể lợi dụng để kẹp chặt phôi. Chi tiết gia công không cần kẹp chặt mà chỉ cần dựa vào bề mặt làm việc của đồ định vị trên đồ gá, chi tiết gia công được kẹp chặt bằng lực chuốt. Việc định tâm và dẫn hướng đều do bộ phận định hướng của dao chuốt đảm nhiệm.

Kết cấu của đồ gá chuốt thường đơn giản, chỉ bao gồm một số chi tiết dạng bạc, dạng bích làm cơ cấu định vị phôi. Khi chuốt rãnh xoắn phải có thêm bộ phận phân độ để phối hợp tạo chuyển động xoắn.



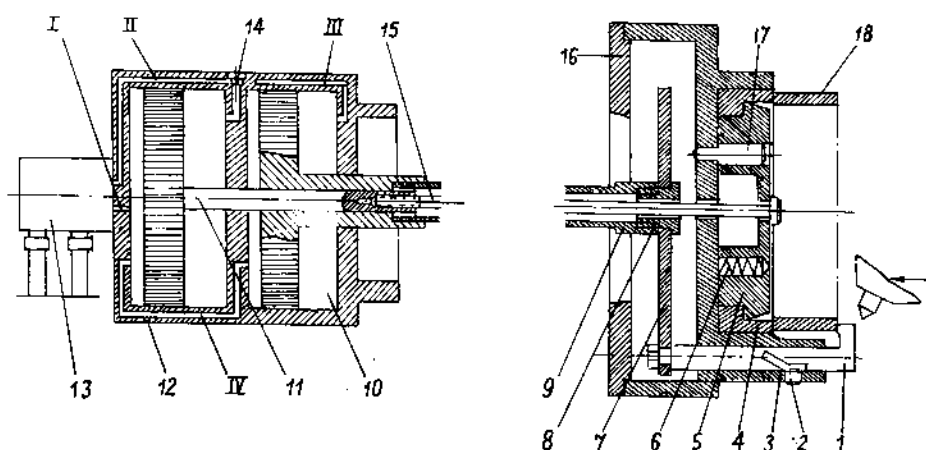
Hình 1.96. Đồ gá chuốt

## 1.7. MỘT SỐ LOẠI ĐÓ GÁ KHÍ NÉN ( HƠI ÉP ) TRONG CHẾ TẠO MÁY

### 1.7.1. Đồ gá tiện

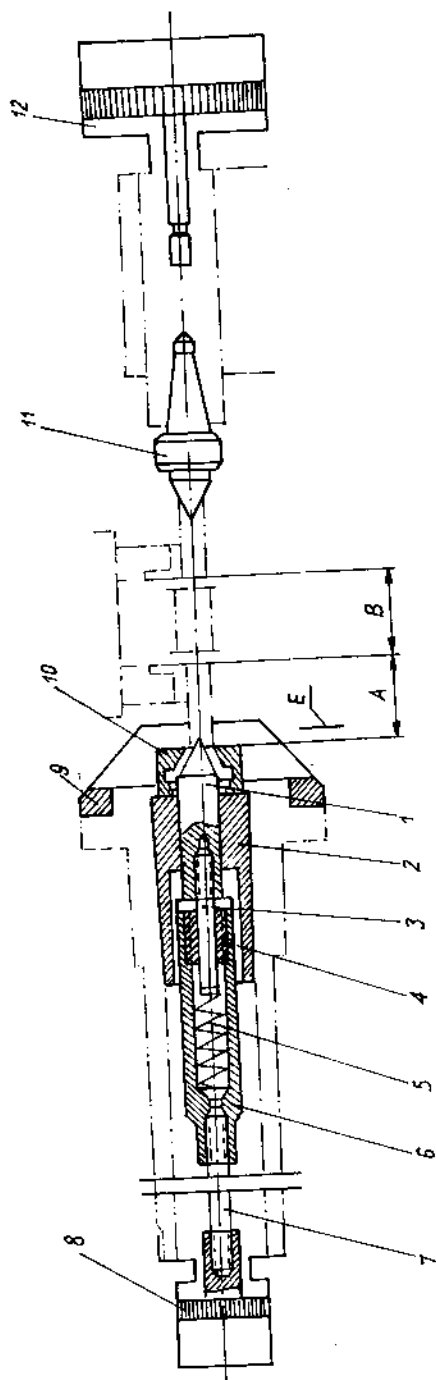
Để tiện lỗ thông suốt thành mỏng trên máy tiện người ta dùng đồ gá định tâm sơ bộ theo lỗ và kẹp chặt ở mặt đầu. Hình 1.97 là đồ gá tiện lỗ chi tiết mỏng.

Kết cấu của đồ gá : 3- thân, 4- vòng định vị, 17- ba chốt định vị chi tiết 5, 5- chi tiết còn để định vị sơ bộ chi tiết gia công 18, 6 - lò xo đẩy chi tiết 5, 1- ba mỏ kẹp, 2- vít dẫn hướng ( trên chi tiết 1 có các rãnh ren vít để khi mỏ kẹp 1 chuyển động có thể quay được dựa theo rãnh này và vít 2 ), 7- đĩa để dịch chuyển mỏ kẹp 1, 10- bu lông xilanh, 9- đòn rút, 8- bạc lắp với đòn rút 9. Chi tiết 5 chuyển động về phía bên phải nhờ lò xo 6 chuyển động về cùng phía của đòn rút 15 nối với cán xilanh 11. Chi tiết 15 kéo chi tiết 5 về phía bên trái ( lò xo 6 bị nén ). Thân 3 được kẹp chặt trên trục chính của máy tiện nhờ mâm 16.



Hình 1.97. Đồ gá tiện lỗ thành mỏng

1. Đòn kẹp ; 2. Vít dẫn hướng ; 3. Thân gá ; 4. Vòng định vị ;  
 5. Côn định vị sơ bộ sản phẩm ; 6. Lò xo ; 7. Đĩa dịch chuyển mỏ kẹp ; 8. Bạc ;  
 9, 15. Đòn rút ; 10, 11. Bu lông xilanh ; 12. Thân xilanh ; 13. Van phân phối ;  
 14. Van ; 16. Mặt bích ; 17. Chốt định vị ; 18. Chi tiết gia công  
 I, II, III, IV. Đường dẫn khí



Hình 1.98. Đồ gá tiện đảm bảo kích thước mặt đầu

- |                              |                |                |
|------------------------------|----------------|----------------|
| 1. Mũi tâm di động ;         | 5. Lò xo ;     | 9. Mâm quay ;  |
| 2. Bạc đỡ ;                  | 6. Bạc trượt ; | 10. đai ốc     |
| 3. Trục gá mũi tâm di động ; | 7. Dòn rút ;   | 11. Tâm quay ; |
| 4. đai ốc ;                  | 8. Pittông ;   | 12. Xylanh .   |

Nguyên lý làm việc : ở vị trí ban đầu, đĩa côn số 5 tại vị trí ngoài cùng ( bên phải ) và đi ra ngoài một đoạn đối với chi tiết 4. Chi tiết gia công được định tâm theo lỗ nhờ phần côn của chi tiết 5. Lúc này mặt đầu của chi tiết gia công chưa chạm vào mặt định vị 4. Sau đó khi nén từ van phân phối 13 qua các lỗ II, III vào buồng phải của xilanh 10 và 11. Tốc độ chuyển động của pittông ( xilanh ) 11 lớn hơn xilanh 10 vì xilanh 11 cần rút nhanh chi tiết còn 5 để cho xilanh 10 rút mở kẹp 1 kẹp chặt chi tiết ( định vị trước và kẹp chặt sau). Khi tháo lỏng chi tiết khi nén vào lỗ I và IV để vào buồng trái của xilanh 10, 11 ( lúc đó các đòn rút 9 và 15 đều dịch chuyển về phải ). Đây là đồ gá kẹp và tháo nhanh để gia công các loại bạc thành mỏng.

Hình 1.98 là đồ gá tiện đảm bảo kích thước từ mặt đầu của chi tiết đến mặt nào đó là cố định ( kích thước A ). Muốn vậy người ta dùng mũi tâm mềm ( mũi tâm di động ). Kết cấu của đồ gá gồm : 1- mũi tâm, 2- bạc lắp ghép với mũi tâm 1, 5- lò xo có tác dụng đẩy mũi tâm về phải, 7- đòn rút, 8- pittông, 10- đai ốc có tác dụng làm mặt tỳ cho chi tiết và không chế chuyển động về phía phải của mũi tâm 1. Mũi tâm 1 dịch chuyển về phía trái ( vị trí ban đầu ) nhờ đòn rút 7 với cán pittông và bạc 6 với đai ốc 4 khi khí nén vào buồng phải của xilanh có pittông 8.

Nguyên lý làm việc : chi tiết gia công được định tâm bằng mũi tâm 1 khi nó nằm ở vị trí ngoài cùng bên phải. Khi khí nén vào buồng phải của xilanh 12 ( mũi tâm sau ), mũi tâm quay 11 dịch chuyển về trái và vào lỗ tâm của chi tiết gia công. Khi đó quá trình kẹp chặt chi tiết bắt đầu ( ép chi tiết vào mặt tỳ 1 ). Đồng thời khí nén vào buồng trái của xilanh có pittông 8 và cũng kẹp chặt chi tiết thông qua đòn rút 7, bạc 8 và mũ ốc 4. Lực kẹp của xilanh 12 lớn hơn lực kẹp của xilanh có pittông 8 khoảng hai lần để đảm bảo chi tiết được kẹp chặt vào mặt tỳ E. Chi tiết quay nhờ mâm quay 9. Như vậy khi tiện ta có các kích thước A, B cố định.

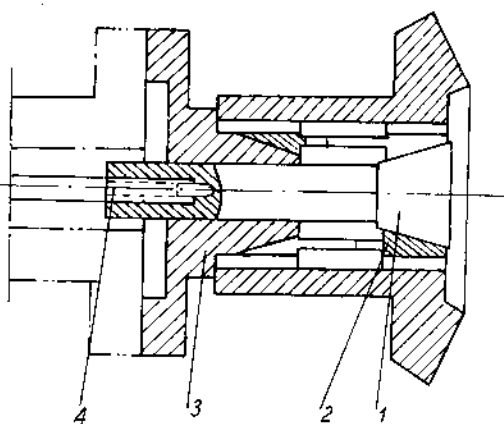
Hình 1.99 là gá kẹp đàn hồi được dùng trên máy tiện và chi tiết được kẹp chặt từ hai đầu. Thông thường, khi chi tiết ngắn thì người ta dùng gá kẹp đàn hồi có chiều dài ống kẹp đàn hồi bằng chiều dài bề mặt định vị của chi tiết. Nhưng trong trường hợp chi tiết dài thì việc dùng hai ống kẹp đàn hồi có chiều dài tương ứng rất khó khăn. Vì vậy trong thực tế người ta dùng gá kẹp từ hai phía ( hai đầu ).

Ta thấy ống kẹp đàn hồi 2 có hai mặt côn trong ở hai đầu. Nhờ vậy mặt côn phải 1 kẹp chặt đầu phải và mặt trái 3 kẹp chặt mặt trái. Còn phải có phần trụ trượt trong lỗ của mâm quay 3. Lực kẹp ở côn phải được nhận từ xilanh khí nén thông qua đòn rút 4.

Để đảm bảo cho các phần kẹp chặt của ống kẹp đàn hồi cố định và độ bền của ống kẹp đàn hồi các rãnh của hai ống kẹp đàn hồi ở hai đầu được xé cách nhau  $60^\circ$  và các rãnh ở từng ống kẹp đàn hồi được xé cách đều nhau  $120^\circ$ .

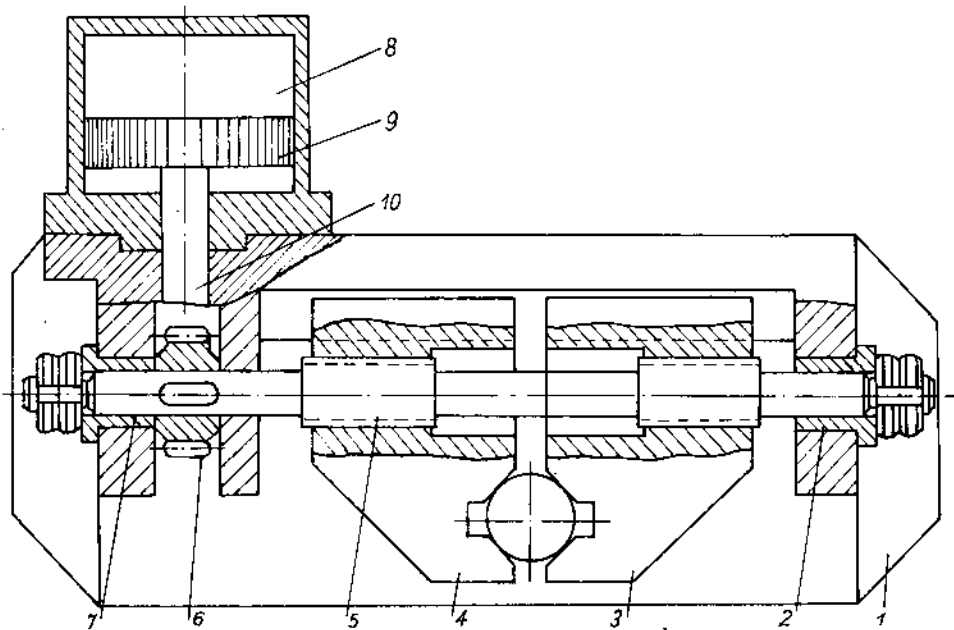
### 1.7.2. Đồ gá khoan

Hình 1.100 là đồ gá kiểu ê-tô tự định tâm để gia công lỗ tâm trên máy phay đứng ( đồ gá khí nén ). Kết cấu của đồ gá : 1- thân, 3, 4- khối V để kẹp chặt, 5- vít để dịch chuyển các khối V, vít 5 có ren phải và trái được lắp với các lỗ của các khối V có đường ren tương



Hình 1.99. Gá kẹp đàn hồi

1. Lỗ côn ; 2. Ống kẹp đàn hồi ( chân kẹp ) ;  
3. Mâm quay ; 4. Đòn rút



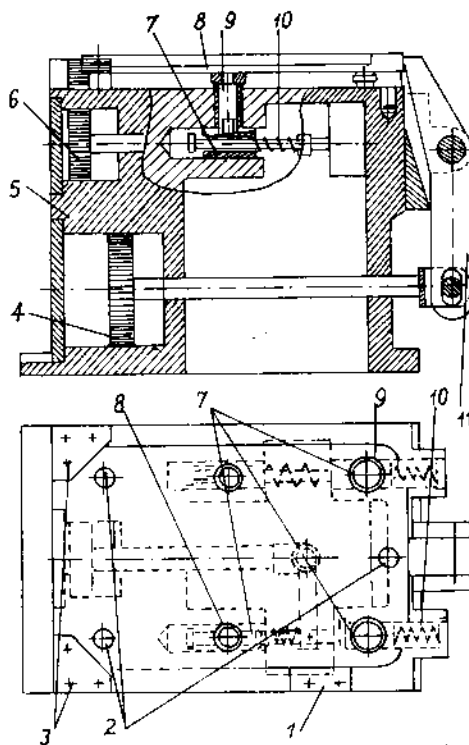
Hình 1.100. Gá êtô trên máy phay : 1. Thân; 2, 7. Ổ đỡ; 3, 4. Khối V; 5. Vít me; 6. Bánh răng; 8. Xilanh; 9. Pittông; 10. Cán pittông ( thanh răng )

ứng. 6- bánh răng để nhận chuyển động từ pittông 9. Vít 5 được gá trên hai ổ đỡ 2 và 7. Khi khí nén vào xilanh 8, pittông 9 cùng cán 10 - thanh răng chuyển động làm quay bánh răng 6 và vít 5, như vậy hai khối V số 4 và 3 sẽ dịch chuyển ra vào để tháo lỏng hoặc kẹp chặt chi tiết. Đây là loại êtô kẹp đơn giản và an toàn, có thể được sử dụng rộng rãi trong các điều kiện sản xuất khác nhau.

### 1.7.3. Đồ gá phay

#### a. Đồ gá phay mặt phẳng

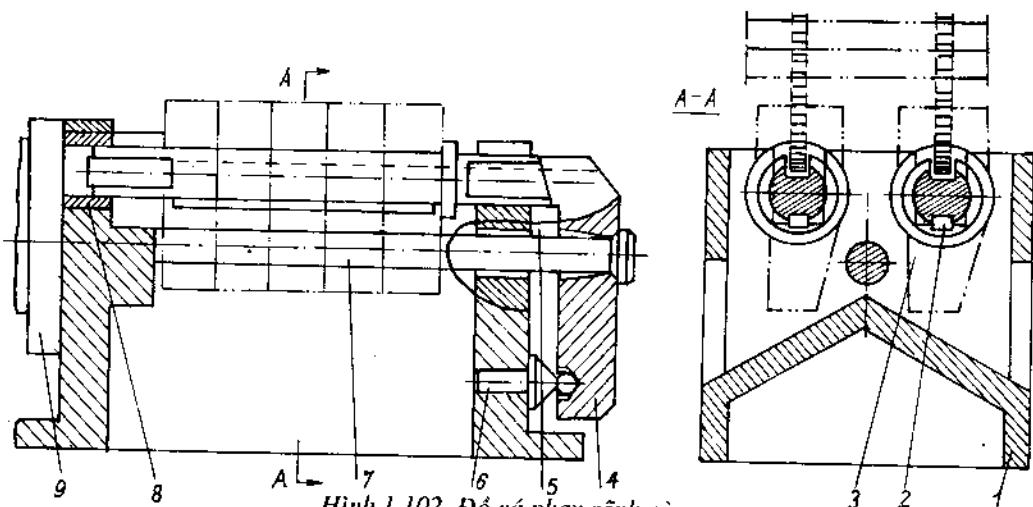
Khi gia công các mặt phẳng không lớn để gây ra biến dạng, vì vậy để giảm biến dạng người ta dùng loại đồ gá có thêm bốn chốt tỳ phụ 7 như hình vẽ 1.101.



Hình 1.101. Đồ gá phay mặt phẳng  
1, 3. Cữ chặn; 2. Chốt tỳ định vị; 4, 6. Pittông; 5. Thân;  
7. Chêm; 8. Nắp dẫy; 9. Chốt tỳ phụ; 10. Lò xo; 11 Ván kẹp

Kết cấu và nguyên lý làm việc của đồ gá như sau : đồ gá gồm thân 5, trên thân 5 có ba chốt tỳ định vị 2. Chi tiết gia công được định vị trên ba chốt tỳ này và ba cỡ chặn 1,3 để hạn chế ba bậc tự do ( hai bậc chuyển động tịnh tiến và một bậc chuyển động xoay ).

Chi tiết được kẹp chặt bằng vấu kẹp 11 thông qua pittông 4 (xylanh 4). Khi kẹp chặt chi tiết, xylanh có pittông 6 đẩy chêm 7 về bên phải để chốt tỳ phụ 9 ( bốn chốt ) không tham gia định vị chi tiết. Sau khi chi tiết đã được kẹp chặt, xylanh có pittông 6 ngừng hoạt động. Dưới tác dụng của lò xo 10 chêm 7 dịch chuyển về bên trái và đẩy các chốt tỳ phụ số 9 chạm vào mặt định vị của chi tiết gia công để tăng độ cứng vững cho chi tiết. Để bảo vệ các chốt tỳ phụ không bị phoi phù lên người ta dùng nắp dây 8.



Hình 1.102. Đồ gá phay rãnh còng

1. Thân ; 2. Thân ; 3. Chi tiết gia công ; 4. Mỏ kẹp ;  
5. Lò xo ; 6. Chốt tỳ ; 7. Đòn rút ; 8. Bọc dây ; 9. Xylanh

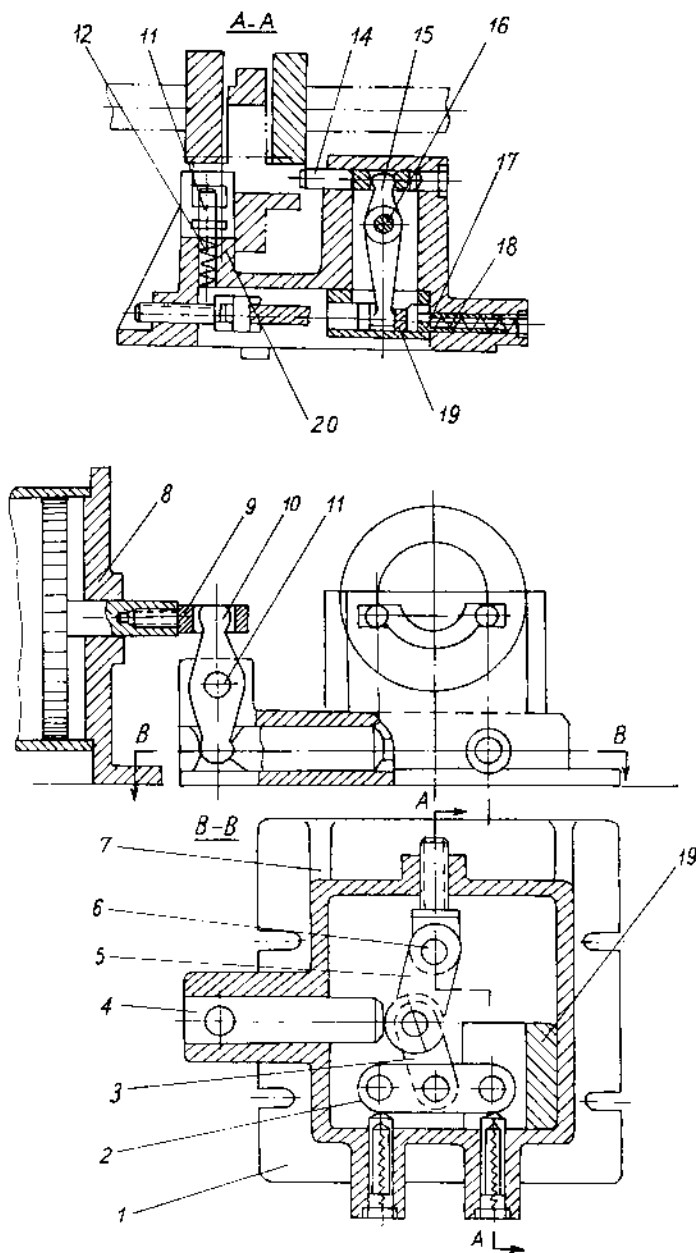
#### b. Đồ gá phay rãnh còng

Hình 1.102 là loại đồ gá phay rãnh còng. Kết cấu của đồ gá : 1- thân đồ gá làm nghiêng ở đáy để phoi không bị đọng lại trong quá trình gia công, 4- mỏ kẹp, 6- chốt tỳ cho mỏ kẹp 4, 7- đòn rút để rút mỏ kẹp 4, 9- xylanh khí nén. Phía trên thân 1 có hai rãnh để gá hai trục gá dùng để định vị chi tiết gia công. Mỏ kẹp 4 được lùi về bên phải khi gá chi tiết gia công nhờ tác dụng của lò xo 5.

Sau khi định vị chi tiết xylanh 9 được cung cấp khí nén, pittông cùng cán chuyển động về bên trái, thông qua đòn rút 7, mỏ kẹp 4 để kẹp chặt chi tiết. Trên hai trục gá người ta xẻ rãnh để thoát dao khi gia công. Khi sử dụng loại đồ gá trên đây cho phép ta gia công cùng lúc hai loạt chi tiết.

#### c. Đồ gá phay hai mặt bên cùng lúc

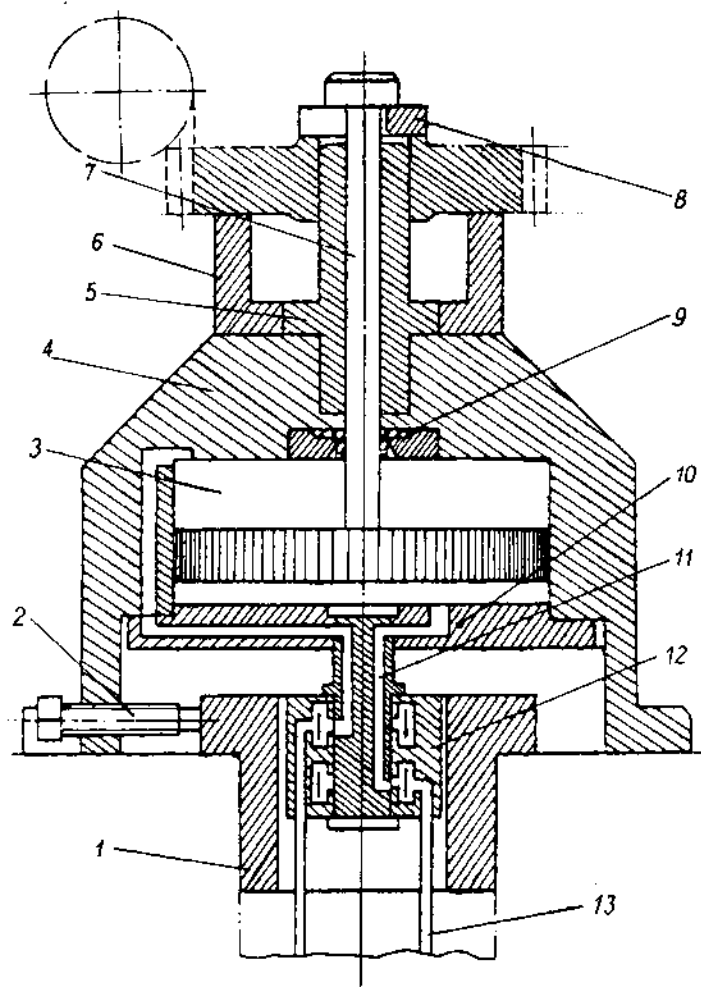
Kết cấu của đồ gá gồm thân 1, trên đó có gá vòng định vị (1/2 vòng) 20 (hình 1.103). Kẹp chặt chi tiết được thực hiện bằng hai chốt 14 tỳ vào mặt đầu của chi tiết gia công. Lực kẹp của chi tiết 14 nhận được từ còng 15, mà còng 15 được gá trên chốt 16 và chuyển động xoay quanh chốt 16 nhờ chi tiết 2. Chi tiết 2 nhờ chuyển động nhờ chốt 4. Chốt 4 chuyển động nhờ còng 10, còng 10 lắp với cán pittông của xylanh 8. Để tháo lỏng chi tiết ta tắt nguồn khí nén, lò xo 18 cùng thanh 17 tác động đến thanh 2 (thanh 2 trượt trên máng 19), thanh 2 tác động đến còng 15, làm cho nó quay quanh chốt 16 và đẩy chốt kẹp 14 về bên phải. Để tạo thế cân bằng khi gá chi tiết ta dùng chốt 13 với lò xo 12.



Hình 1.103. Đồ gá phay hai mặt bên cùng lúc

1, 7. Thân ; 2. Thanh đỡ ; 3, 5. Càng quay ; 4, 14. Chốt tỳ ; 6. Chốt quay ;  
 8. Bích đỡ xilanh ; 9. Vòng tỳ ; 10, 15. Càng gạt ; 11, 16. Chốt quay ;  
 12, 18. Lò xo ; 13. Chốt đẩy ; 17. Thanh dẫn ; 19. Tấm đỡ ; 20. Vòng định vị.





Hình 1.104. Đồ gá phay răng trụ : 1. Đế định vị trên máy; 2. Vít kẹp; 3. Xylanh; 4. Thân; 5. Trục định tâm; 6. Đế định vị; 7. Cán pittông; 8. Bạc chữ C; 9. Dệm; 10. Nắp; 11. Đường phân phối dẫn khí; 12. Van; 13. Đường dẫn khí.

d. Đồ gá phay bánh răng

Hình 1.104 là đồ gá phay bánh răng. Đồ gá gồm thân 4 với xylanh khí nén 3. Ở nắp xylanh 10 có lắp chi tiết 11 với lỗ và trên chi tiết 11 ta lắp van khí nén 12. Trên thân đồ gá ta lắp chi tiết định vị 6 và trục gá định tâm 5. Trong lỗ của trục gá định tâm 5 ta lắp cán pittông 7 của xylanh khí. Đầu cán pittông có bạc chữ C số 8 dùng làm đệm khi kẹp chặt chi tiết. Chi tiết sau khi được định vị ta cho khí nén vào buồng trên của xylanh, pittông chuyển động lên phía trên. Đây là loại xylanh tác động hai chiều.

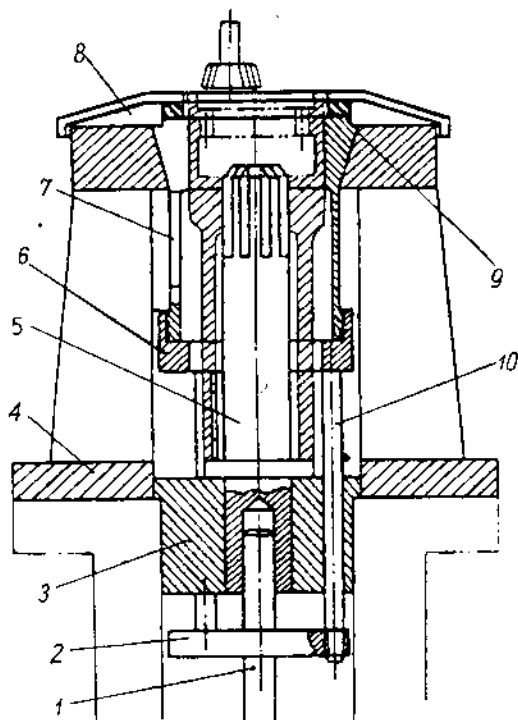
*e. Đồ gá xọc răng trong*

Hình 1.105 là đồ gá xọc răng trong. Chi tiết được định vị bằng rãnh then hoa và mặt đầu được kẹp chặt bằng ống kẹp đàn hồi. Đòn rút 1 gắn với cán pittông, thông qua đĩa 2 ta lắp ba thanh kéo 10 cách đều nhau  $120^\circ$ . Ống kẹp đàn hồi 7 được lắp với đai ốc 6. Ba thanh kéo 10 được lắp với đai ốc 6. Khi đòn rút 1 chuyển động xuống làm cho các chi tiết 2, 10, 6, 7 cũng chuyển động theo và kẹp chặt chi tiết. Quá trình tháo lỏng chi tiết được thực hiện khi đòn rút 1 chuyển động lên trên. Đây là loại xy lanh tác động hai chiều.

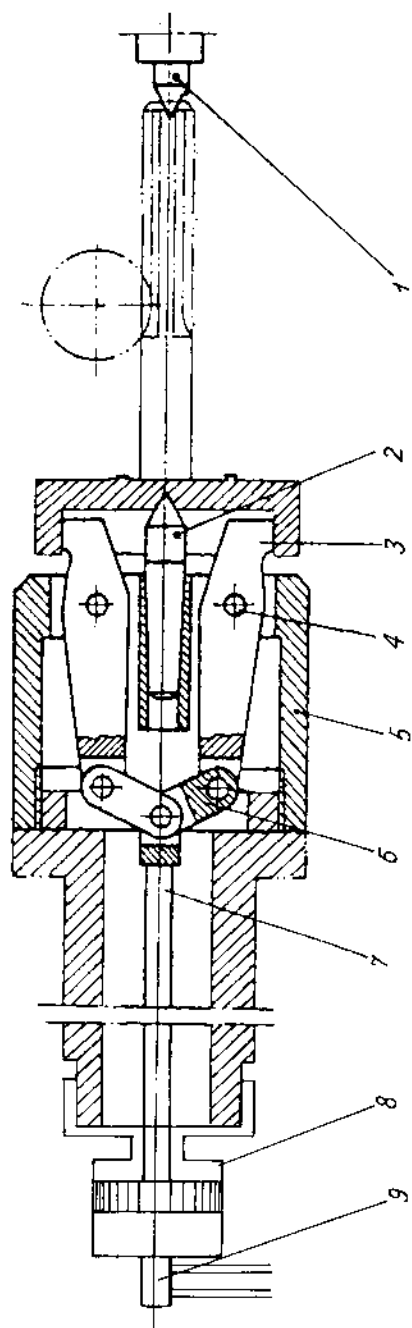
*g. Đồ gá phay then hoa*

Hình 1.106 là đồ gá phay then hoa. Chi tiết được định vị bằng chốt tâm hai đầu (các mũi tâm 1, 2). Kẹp chặt chi tiết được thực hiện bằng ba mỏ kẹp 3 khi chúng quay quanh chốt 4. Các mỏ kẹp này quay được nhờ chuyển động lên xuống của cán pittông 7, 9 xy lanh khí nén 8. Quá trình kẹp chặt xảy ra khi pittông chuyển động ngược lại.

Đây là xy lanh tác động hai chiều.



Hình 1.105. Đồ gá xọc răng trong  
1. Đòn rút; 2. Đĩa trượt; 3. Tâm định vị trên máy;  
4. Đế gá; 5. Trục định tâm; 6. Đai ốc;  
7. Ống kẹp đàn hồi; 8. Nắp chặn;  
9. Mặt côn định tâm; 10. Thanh kéo



Hình 1.106. Đồ gá phay then hoa

1. Mũi tằm  
2. Mũi tằm  
3. Mỏ kẹp

4. Chốt quay  
5. Thân  
6. Đòn quay

7. Cán pittông  
8. Xilanh  
9. Đường dẫn khí

## DỤNG CỤ PHỤ

### 2.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Tất cả những cơ cấu dùng để kẹp chặt dao khi gia công đều gọi là dụng cụ phụ (như bàn xe dao trên máy tiện, các loại trục gá dao, măngranh, đầu rêvonve). Phần lớn dụng cụ phụ (hay còn gọi là đồ gá dao) được tiêu chuẩn hoá. Nhưng trong thực tế, nhiều khi cần những đồ gá dao chuyên dùng. Ví dụ, khi thực hiện nhiều bước gia công trên máy khoan, người ta sử dụng loại đồ gá dao chuyên dùng để thay dao mà không cần dừng máy.

Để nâng cao năng suất lao động, người ta thường dùng các loại đầu dao nhiều trục (mũi khoan, dao phay, dao tiện ren) lắp trên các máy khoan vạn năng một trục chính, trên các máy phay, cũng như lắp nhiều dao tiện trên bàn xe dao của máy tiện vạn năng để gia công đồng thời nhiều bề mặt. Hơn nữa, người ta còn dùng các loại đồ gá dao để mở rộng khả năng công nghệ của máy. Đó là những đồ gá tiện rãnh, cắt ren trên máy khoan đứng, đồ gá xọc rãnh trên máy bào ngang, đồ gá tiện mặt cầu trên máy tiện, đầu dao quay trên máy phay v.v... Các loại đồ gá đó cho phép thực hiện những nguyên công mà những máy bình thường không thể thực hiện được. Như vậy, dùng đồ gá dao cho phép thay những máy chuyên dùng đắt tiền bằng những máy vạn năng rẻ tiền hơn.

Trong công nghệ chế tạo máy hạng nặng, những loại đồ gá đó cho phép thực hiện một khối lượng công việc rất lớn khi phương pháp gia công được tiến hành theo nguyên tắc tập trung nguyên công. Số lần gá đặt chi tiết và chu kỳ sản xuất giảm đi rất nhiều.

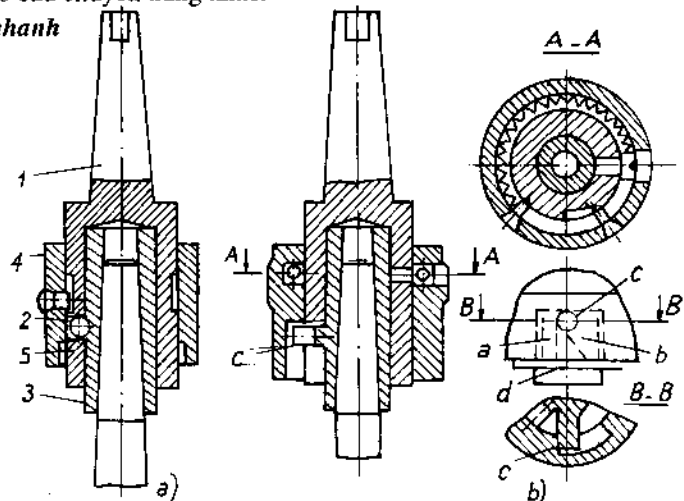
### 2.2. CƠ CẤU KẸP DỤNG CỤ TRÊN MÁY KHOAN

Đồ gá kẹp dao trên máy khoan có nhiều loại : kẹp bằng măngranh, kẹp bằng ống chuỗi côn, kẹp bằng các cơ cấu chuyên dùng khác.

#### 2.2.1. Cơ cấu thay dao nhanh

Loại cơ cấu này dùng để thay dao nhanh (dao khoan, dao khoét, dao doa) mà không cần dừng máy (hình 2.1).

Nguyên lý làm việc của cơ cấu này như sau : chuyển động quay được truyền từ trục chính của máy qua ống chuỗi côn 1, bi 2 tới dụng cụ cắt (dao khoan, dao khoét, dao doa) lắp trong bạc 3 (bạc 3 có phần lõm chứa bi 2). Để tiến hành thay



Hình 2.1. Cơ cấu thay dao nhanh trên máy khoan.

a. Cơ bi trượt

b. Cơ chốt trượt

1. Chuỗi côn; 2. Bi; 3. Bạc lót; 4. Áo gá (bạc); 5. Rãnh chứa bi

dụng cụ, người công nhân dùng tay trái nâng bạc 4 lên, dưới tác dụng của lực ly tâm, bi 2 rơi vào phần rãnh chứa bi 5, dụng cụ được tháo lỏng và người công nhân dùng tay phải rút ra ( cùng bạc 3 ).

Sau khi gá dụng cụ mới vào, bạc 4 được hạ xuống và bi 2 lại rơi vào phần lõm của bạc 3, chuyển động của dụng cụ trở lại bình thường. Loại cơ cấu thay dao nhanh này có thể an toàn với số vòng quay của trục chính trong khoảng  $250 \div 300$  vòng/phút.

### 2.2.2. Đồ gá dao tiện rãnh mặt trong

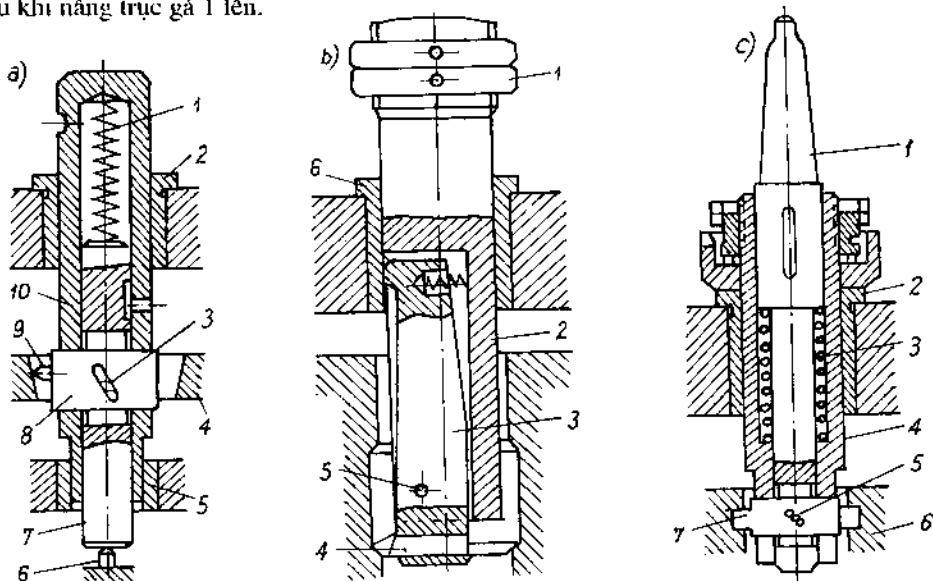
Hình 2.2a là một loại đồ gá dao dùng để tiện lỗ côn trên máy khoan đứng. Ống trụ 10 được lắp vào cơ cấu thay dao nhanh của máy và được dẫn hướng theo hai bạc số 2 và số 5. Hai bạc 2 và 5 được lắp vào vỏ đồ gá, mà trên đồ gá đó có gá chi tiết gia công. Trục 7 và lò xo 1 được lắp trong ống 10. Khi trục chính của máy hạ xuống, trục 7 chạm vào chốt tỳ 6. Nếu trục chính của máy cùng với ống 10 tiếp tục hạ xuống thì miếng 8 cùng với dao tiện 9 sẽ chuyển động hướng kính nhờ chốt 3 lắp chặt với trục 7. Như vậy, dao 9 sẽ cắt được mặt côn và độ côn đúng bằng rãnh nghiêng mà trong đó chốt 3 di chuyển. Khi trục chính được

nâng lên, lò xo 1 dẫn ra đưa trục 7, miếng 8 và ống 10 trở lại vị trí ban đầu.

Hình 2.2b là đồ gá dao dùng để tiện rãnh trụ trong lỗ chi tiết. Dao 4 được lắp trên miếng quay 3 ( miếng quay 3 quay xung quanh chốt 5 ). Khi trục gá dao 2 hạ xuống, đầu tỳ của miếng 3 chạm vào bạc 6, lúc đó dao 4 bắt đầu cắt. Chiều dài của rãnh được khống chế bằng cỡ tỳ 1.

Trục gá dao 1 được lắp với trục chính của máy, phần dưới của trục gá dao có lắp miếng gá dao 7. Miếng gá dao 7 có rãnh nghiêng để lắp chốt 5.

Khi trục gá dao chuyển động xuống phía dưới, chốt 5 đẩy miếng gá dao 7 chuyển động hướng kính và bắt đầu cắt rãnh. Bạc 2 có tác dụng dẫn hướng cho ống 4 và làm cỡ chặn để xác định vị trí của rãnh gia công. Lò xo 3 có tác dụng đưa miếng gá về vị trí ban đầu khi nâng trục gá 1 lên.



Hình 2.2. Đồ gá dao tiện rãnh trên máy khoan

a. Gá tiện lỗ côn : 1. Lò xo ; 2, 5. Bạc đỡ ; 3. Chốt ; 4. Chi tiết gia công ;

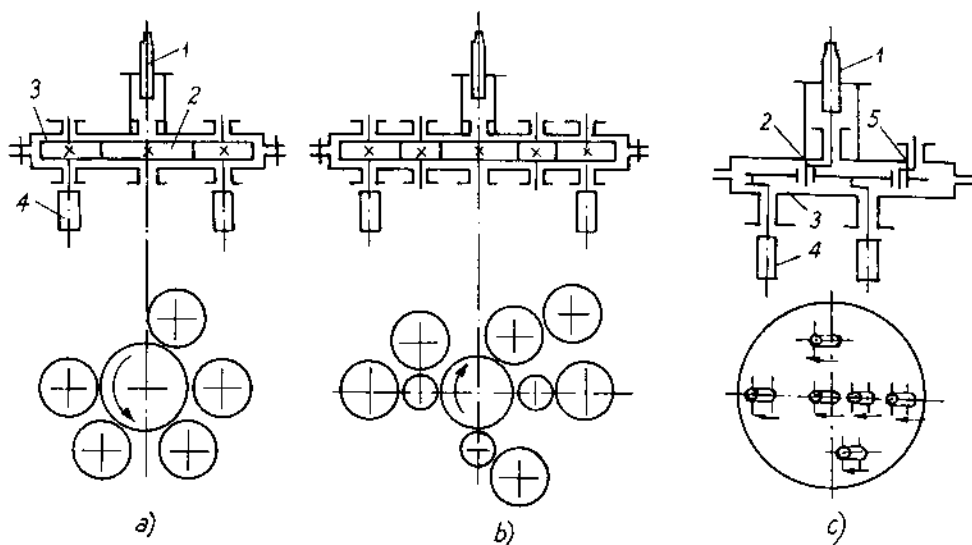
6. Chốt tỳ ; 7. Trục ; 8. Miếng mang dao ; 9. Dao ; 10. Ống hướng.

b. Gá tiện rãnh trụ : 1. Cỡ hành trình ; 2. Trục ; 3. Miếng mang dao ; 4. Dao ; 5. Chốt ; 6. Bạc

c. Gá tiện rãnh hẹp : 1. Trục dao ; 2. Bạc đỡ ; 3. Lò xo ; 4. Ống hướng ; 5. Chốt ; 6. Phôi.

### 2.2.3. Đầu khoan nhiều trục

Đầu khoan nhiều trục được dùng để gia công đồng thời (khoan, khoét, doa, tarô) nhiều lỗ trên cùng một chi tiết hoặc để gia công tuần tự các lỗ trên các máy khoan đứng hoặc các máy tổ hợp. Hình 2.3 là sơ đồ bố trí nhiều trục một cách đơn giản nhất. Trục chính của máy chuyển động, chuyển động này được truyền đến đuôi côn 1, bánh răng trung gian 2 rồi tới bánh răng 3 và các trục 4.



Hình 2.3. Sơ đồ động của đầu khoan nhiều trục

a. Không có bánh răng trung gian

b. Có bánh răng trung gian

1. Chuôi côn ; 2. Tay quay ; 3. Giá đỡ ; 4. Trục mang dụng cụ cắt ; 5. Tay quay đỡ giá

Để thuận tiện cho việc thao tác, hộp chứa các bánh răng cấu tạo gồm hai phần, phần trên được kẹp chặt với phần mang trục chính của máy.

Muốn cho các trục mang dao quay theo kim đồng hồ ( để thực hiện quá trình cắt gọt) thì trục chính của máy quay phải quay ngược chiều kim đồng hồ. Như vậy trong xích chạy dao ta phải lắp thêm bánh răng trung gian để khi trục chính quay ngược chiều kim đồng hồ thì đầu dao vẫn đi xuống ( thực hiện lượng tiến dao ).

Hình 2.3b là trường hợp lắp thêm các bánh răng trung gian để khắc phục nhược điểm của sơ đồ trên hình 2.3a. Trong trường hợp này trục chính vẫn quay theo chiều kim đồng hồ. Trong cơ cấu chạy dao ta không cần lắp thêm bánh răng trung gian và như vậy có thể đơn giản được cơ cấu chạy dao của máy.

Hình 2.3c là một loại đầu nhiều trục không dùng các bánh răng để truyền động. Chuyển động quay từ trục chính của máy qua đuôi côn 1 truyền tới tay quay 2, tay quay 2 nằm trong giá 3 ( giá 3 được đỡ bằng tay quay 5 ). Các trục mang dao 4 cũng có bán kính tay quay bằng trục 2, các trục này nhận chuyển động từ giá 3. Giá 3 có thể làm quay nhiều trục 4 nằm trong phạm vi của nó. Khi giá 3 chuyển động (chuyển động song phẳng) tất cả các điểm của nó cùng một quỹ đạo với bán kính tay quay. Với kết cấu như vậy tốc độ quay của tất cả các trục mang dao đều bằng nhau.

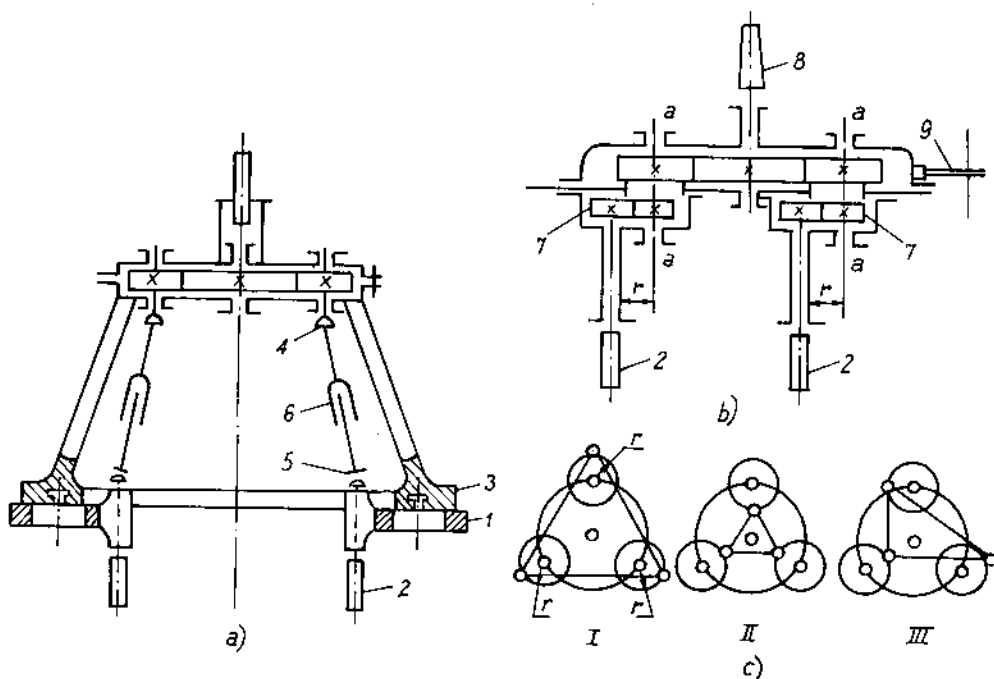
Hình 2.4a là loại đầu khoan mà vị trí các trục chính của nó có thể thay đổi được. Giá đỡ 1 của các trục chính 2 có thể dịch chuyển được theo phương hướng kính và di chuyển

theo bán kính của giá đỡ 3. Để thay đổi khoảng cách giữa các khớp 4 và 5 người ta dùng khớp nối 6 có then trượt. Các trục chính của đầu khoan quay với tốc độ như nhau.

Hình 2.4b là một loại đầu khoan mà vị trí của các trục chính được xác định bằng dây cung  $r$  (nhìn theo mặt chiếu đứng) khi ta quay phần dưới số 7 quanh trục  $a-a$ .

Đuôi côn 8 của đầu khoan được gá vào lỗ côn của trục chính máy, còn hộp của đầu khoan được giữ bằng thanh treo 9.

Đầu khoan dạng này được dùng để gia công các lỗ ở mặt bích có đường kính khác nhau.



Hình 2.4. Đầu khoan thay đổi vị trí của trục chính

a. Đầu khoan có nhiều trục có thể thay đổi vị trí

b. Đầu khoan nhiều trục có vị trí xác định

c. Các phương án bố trí trục chính

1. Giá đỡ dụng cụ ; 2. Trục chính dụng cụ ; 3. Giá đỡ chính ;

4. , 5. , 6. Khớp nối ; 7. Hộp số ; 8. Đuôi côn ; 9. Thanh treo.

#### 2.2.4. Tính đầu khoan nhiều trục

Để tính đầu khoan nhiều trục cần có những tài liệu sau đây :

- Bản vẽ chi tiết gia công với đầy đủ yêu cầu kỹ thuật.
- Phiếu nguyên công ( với đầy đủ chế độ cắt và thời gian cơ bản ).
- Loại dao, kích thước dao và vật liệu làm dao.
- Thuyết minh của máy mà ta sẽ lắp đầu khoan nhiều trục.
- Bản vẽ đồ gá ở nguyên công dùng đầu khoan nhiều trục.

Tính toán đầu khoan nhiều trục được tính toán theo các trình tự sau đây :

- Chọn chế độ cắt cho mỗi dao trên đầu dao.
- Xác định mômen xoắn, công suất và lực chạy dao cho mỗi dao.
- Xác định công suất chung cho mỗi đầu khoan.
- Xác định số vòng quay của trục chính máy khoan.

- Xác định lượng chạy dao của đầu khoan.
- Xác định lực chạy dao tổng cộng của tất cả các dao trên đầu khoan.
- Chọn sơ đồ động của các đầu khoan.
- Tính kích thước của các trục và các bánh răng.
- Vẽ kết cấu của toàn bộ đầu khoan.

Dưới đây là các bước tính toán cụ thể :

① *Chọn chế độ cắt cho mỗi dao trên đầu khoan.*

Dựa theo sổ tay hoặc công thức ta xác định lượng chạy dao và tốc độ cắt. Từ tốc độ cắt ta xác định số vòng quay  $n$  đối với mỗi dao.

Lượng chạy dao khi khoan và khoét  $S$  : ( mm / vòng )

$$S = C_s \cdot D^{0.6} \quad (2.1)$$

Lượng chạy dao khi doa  $S$  : ( mm / vòng )

$$S = C_s \cdot D^{0.7} \quad (2.2)$$

Ở đây :  $C_s$  - hệ số phụ thuộc vào vật liệu gia công và dạng lỗ gia công ( $C_s$  được chọn theo sổ tay),

$D$  - đường kính dao ( mm ),

Tốc độ cắt (m/phút) khi khoan đối với  $D = 10 \div 60$  mm và thép có  $\sigma_b = 75$  kG/mm<sup>2</sup> là:

$$V = \frac{7 \cdot D^{0.4}}{T^{0.2} \cdot S^{0.3}} \quad (2.3)$$

Đối với gang có HB = 190 là : 
$$V = \frac{12.2 \cdot D^{0.23}}{T^{0.135} \cdot S^{0.4}} \quad (2.4)$$

Tốc độ cắt khi quét với  $t = 1$  mm và  $T = 100$  phút đối với thép có  $\sigma_b = 75$  kG/mm<sup>2</sup> là :

$$V = \frac{16.3 \cdot D^{0.3}}{T^{0.3} \cdot S^{0.3} \cdot t^{0.2}} \quad (2.5)$$

Đối với gang có HB = 190 là : 
$$V = \frac{96.500 \cdot D^{0.3}}{T^{0.4} \cdot S^{0.45} \cdot t^{0.15} \cdot HB^{1.3}} \quad (2.6)$$

Tốc độ cắt khi doa với  $t = 0,1$  mm và  $T = 100$  phút đối với thép có  $\sigma_b = 75$  kG/mm<sup>2</sup> là :

$$V = \frac{10.5 \cdot D^{0.4}}{T^{0.4} \cdot t^{0.2} \cdot S^{0.35}} \quad (2.7)$$

Đối với gang có HB = 190 là : 
$$V = \frac{15.6 \cdot D^{0.2}}{T^{0.3} \cdot t^{0.1} \cdot S^{0.3}} \quad (2.8)$$

Ở đây:  $D$  - đường kính dao, ( mm ).

$S$  - lượng chạy dao, ( mm / vòng ).

$t$  - chiều sâu cắt, ( mm ).

$T$  - tuổi bền của dao, ( phút ),

Dựa theo tốc độ cắt  $V$  ta xác định  $n$  ( vòng / phút )

$$n = \frac{1000 V}{\pi \cdot D} \quad (2.9)$$

② *Xác định lực chạy dao, mômen xoắn và công suất của đầu khoan.*

Đối với mỗi dao, ta xác định lực chạy dao ( lực dọc trục ) theo công thức trong giáo trình nguyên lý cắt kim loại hoặc trong các sổ tay công nghệ, sau đó ta xác định mô men xoắn và công suất cần thiết cho đầu khoan. Công suất cho cả đầu khoan được tính theo công thức sau đây :

$$N_2 = ( R_1 N_1 + R_2 N_2 + \dots + R_n N_n ) \eta_1 \quad (2.10)$$

Ở đây :  $R_1, R_2, \dots, R_n$  - số dao cùng loại.

$N_1, N_2, \dots, N_n$  - công suất cần thiết cho mỗi dao ( kW ).



$\eta_1 = 0,8 \div 0,9$  - hiệu suất đầu khoan.

Nếu tất cả các dao như nhau thì công suất tổng cộng sẽ là :

$$N_{\Sigma} = R N \eta_1 \quad (2.11)$$

Công suất tổng cộng phải nhỏ hơn công suất tổng cộng của máy :

$$N_{\Sigma} = N_{\text{máy}} \eta_2 \quad (2.12)$$

Ở đây :  $N_{\text{máy}}$  - công suất động cơ, ( kW ).

$\eta_2$  - hiệu suất của máy.

Nếu công suất của máy nhỏ hơn công suất tổng cộng thì cần phải giảm chế độ cắt. Trong trường hợp ngược lại, công suất của máy quá lớn, ta cần chọn máy khác có công suất nhỏ hơn.

### 3. Xác định tỷ số truyền.

Tỷ số truyền của đầu nhiều trục là tỷ số giữa số vòng quay của dao và số vòng quay của trục chính:

$$i = \frac{n_d}{n_m} = \frac{z_{ct}}{z_{st}} \quad (2.13)$$

ở đây  $n_d$  - số vòng quay của dao phay, ( vòng / phút ).

$n_m$  - số vòng quay của trục chính ( của máy ), ( v / phút ).

$Z_{ct}$  - số răng của bánh răng chủ động.

$Z_{st}$  - số răng của bánh răng thụ động.

Khi gia công bằng nhiều dao khác nhau thì mỗi dao phải có một tỷ số truyền riêng.

### 4. Xác định lượng chạy dao của đầu khoan.

Lượng chạy dao của đầu khoan ( của trục chính của máy ) phải bằng lượng chạy dao của một dao nào đó ( lượng chạy dao / phút ).

$$S_{\text{máy, phút}} = S_{\text{dao, phút}} \quad (2.14)$$

$$S_{\text{máy, phút}} = S_{\text{máy, vòng}} \cdot n_{\text{máy}} = S_{\text{dao, vòng}} \cdot n_{\text{dao}} \quad (2.15)$$

Từ đó ta có:

$$S_{\text{máy, vòng}} = S_{\text{dao, vòng}} \cdot \frac{n_{\text{dao}}}{n_{\text{máy}}} \quad (2.16)$$

Sau khi xác định được  $S_{\text{máy, vòng}}$  thì ta phải chọn nó dựa trên cơ sở giá trị thực trên máy. Trong trường hợp gia công bằng nhiều dao khác nhau thì ta phải chọn dao làm việc với điều kiện nặng nhất làm cơ sở để tính toán. Những dao đó thường là dao khoan, dao khoét.

### 5. Xác định lực chạy dao tổng cộng của đầu khoan.

Lực chạy dao tổng cộng của đầu khoan bằng tổng của các lực chạy dao của các dao. Lực chạy dao tổng cộng đó phải nhỏ hơn lực chạy dao cho phép của máy.

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + \dots + P_n \leq P_{\text{máy}} \quad (2.17)$$

Ở đây :  $P_{\Sigma}$  - lực chạy dao của đầu khoan, ( N ).

$P_1, P_2, \dots, P_n$  - lực dọc trục của mỗi dao, ( N ).

Nếu bất đẳng thức ( 2.17 ) không thỏa mãn thì ta phải chọn máy khác hoặc thay đổi chế độ cắt.

### 6. Chọn sơ đồ động của đầu khoan.

Căn cứ vào vị trí của các lỗ gia công, ta xác định vị trí của các trục bánh răng, xác định đường kính vòng chia, môđun của bánh răng, đồng thời cũng phải xác định bề rộng bánh răng theo tải trọng của từng trục khoan.

### 7. Tính trục bánh răng và trục trung tâm của đầu khoan.

Trục trung tâm của đầu khoan là một chi tiết làm việc với tải trọng lớn. Chọn môđun

của bánh răng phải dựa trên cơ sở giá trị lực ( tải trọng ) tác dụng lên bánh răng lắp trên trục trung tâm.

Đường kính trục trung tâm được xác định theo công thức sau đây:

$$d = \sqrt{\frac{16 \cdot M_x}{\pi \cdot [\tau]}} \quad (2.18)$$

Ở đây :  $d$  - đường kính trục trung tâm, ( mm ).

$\tau$  - ứng suất xoắn cho phép, ( kG/cm<sup>2</sup> hoặc MPa ).

$M_x$  - mômen xoắn, ( N.m hoặc kG.cm ).

Mômen xoắn được tính theo công thức sau :

$$M_x = \frac{97.400 \cdot N}{n} \quad (2.19)$$

Ở đây :  $N$  - công suất động cơ, ( kW ).

$n$  - số vòng quay cực đại của trục chính, ( vòng/ phút ).

⑧ Kiểm tra độ bền của bánh răng.

Để kiểm tra độ bền của bánh răng ta có thể dùng những công thức sau đây:

$$m_1 = \sqrt{\frac{i+1}{i \psi} \left( \frac{180.000}{z [\sigma]_k} \right)^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K_k}{K_v}} \quad (2.20)$$

Môđun bánh răng xuất phát từ độ bền uốn :

$$m_2 = 10 \sqrt{\frac{455}{z \psi y [\sigma]_u} \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K_k}{K_v}} \quad (2.21)$$

Ở đây :  $\psi = 8+12$  - tỷ số giữa bề rộng bánh răng (chiều dài răng) và môđun bánh răng,  
 $z$  - số răng,  $i$  - tỷ số truyền,

$[\sigma]_k = 830 \text{ kG/mm}^2$  - ứng suất kéo cho phép.

$[\sigma]_u = 196 \text{ kG/mm}^2$  - ứng suất uốn cho phép.

$K_k$  và  $K_v$  - hệ số tuổi thọ theo ứng suất kéo và ứng suất uốn ( $K_k$  và  $K_v \approx 1$  khi tải trọng tới bánh răng cố định hoặc ít thay đổi).

$y$  - hệ số hình dáng của bánh răng được chọn theo số tay (  $y = 0,108$  cho  $z = 25$ ;  
 $y = 0,114$  cho  $z = 30$ ;  $y = 0,125$  cho  $z = 43$  ).

$K_v = \frac{6}{v+6}$  - hệ số tốc độ (  $v$  là tốc độ quay của bánh răng m / s ).

Như vậy, nếu môđun ta chọn trước đây lớn hơn môđun được tính toán theo công thức ( 2.20 ) và ( 2.21 ) thì bánh răng đủ độ bền tiếp xúc và đủ độ bền uốn. Trường hợp ngược lại phải chọn môđun khác lớn hơn.

⑨ Tính các trục của dẫn khoan.

Các trục lắp bánh răng phải được tính theo độ bền và độ cứng vững, ứng suất khi tính trục theo độ bền được xác định theo công thức dưới đây:

$$R_b \geq \sqrt{M_u^2 + \frac{0.45 M_x^2}{w}} \quad (2.22)$$

Ở đây :  $R_b$  - ứng suất cho phép của vật liệu trục, ( kG/cm<sup>2</sup> hoặc MPa ).

$M_u$  - mômen uốn tại vị trí nguy hiểm của trục, ( kG.mm hoặc Nm ).

$M_x$  - mômen xoắn tại vị trí nguy hiểm của trục, ( kG.mm hoặc Nm ).

$W$  - mômen cản tại vị trí nguy hiểm của trục, ( mm<sup>3</sup> ).

Đối với trục tròn  $W = 0,1 d^3$  (  $d$  - đường kính trục, mm ).

Khi tính trục theo độ cứng vững ta phải xác định góc nghiêng ở tiết diện tính toán :

$$\theta = \frac{Q l^3 k_0}{10^6 d^4} \quad (2.23)$$

và độ võng tại vị trí nguy hiểm:

$$y = \frac{Q l^3 K_y}{10^6 d^4} \quad (2.24)$$

Ở đây : Q - lực tác dụng lên trục ( kG ),

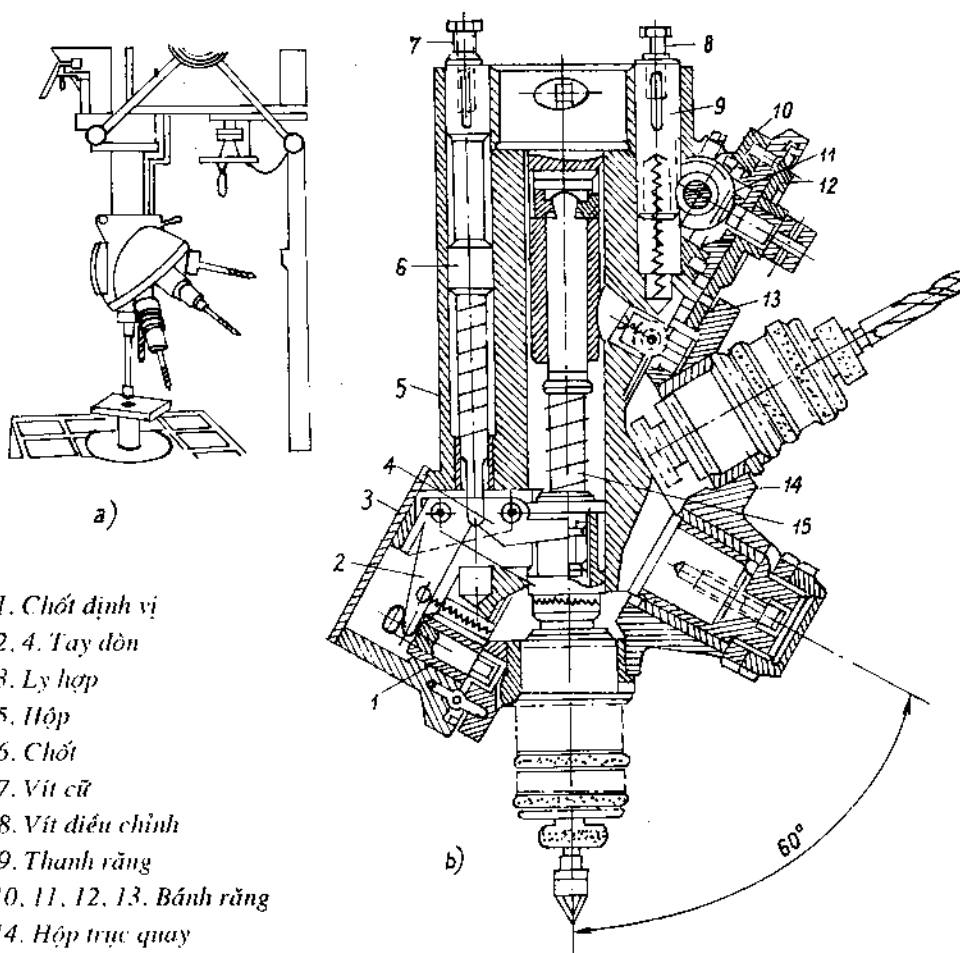
l - khoảng cách giữa các gối đỡ ( cm ),

d - đường kính trục ( cm ),

$k_0$  và  $K_y$  - hệ số được chọn theo số tay.

Góc  $\theta$  và độ võng y phải nhỏ hơn trị số cho phép.

Góc nghiêng cho phép lớn nhất là  $0,001^\circ$ . Độ võng y cho phép bằng  $0,000 \div 0,0005$ , chiều dài trục giữa hai gối đỡ bằng  $0,01 \div 0,03$  môđun bánh răng.



1. Chốt định vị
- 2, 4. Tay đòn
3. Ly hợp
5. Hộp
6. Chốt
7. Vít cỡ
8. Vít điều chỉnh
9. Thanh răng
- 10, 11, 12, 13. Bánh răng
14. Hộp trục quay
15. Lò xo

Hình 2.5. Đầu rêvônve 6 trục.  
a. Hình dáng mặt ngoài b. Mặt cắt

•• *Tính vòng bi.*

Khi tính vòng bi ta dùng công thức:

$$C = Q \cdot (n \cdot h)^{0.3} \quad (2.25)$$

Ở đây :  $C$  - hệ số khả năng làm việc của bi ( hệ số  $C$  phụ thuộc vào kết cấu, kích thước và vật liệu của bi ).

$Q$  - tải trọng tác dụng lên bi (  $\text{kg}$  ),

$n$  - số vòng quay của bi cùng với trục ( vòng/phút ),

$h$  - tuổi thọ của bi ( giờ ).

Khi tính bi, ta chọn tuổi thọ  $h = 2500 \div 4500$  giờ. Cần nhớ rằng tuổi thọ của bi phụ thuộc vào tải trọng  $Q$ , mà tải trọng  $Q$  lại phụ thuộc vào chế độ cắt ( khi tải trọng tăng 2 lần, tuổi thọ của bi giảm  $8 \div 10$  lần ).

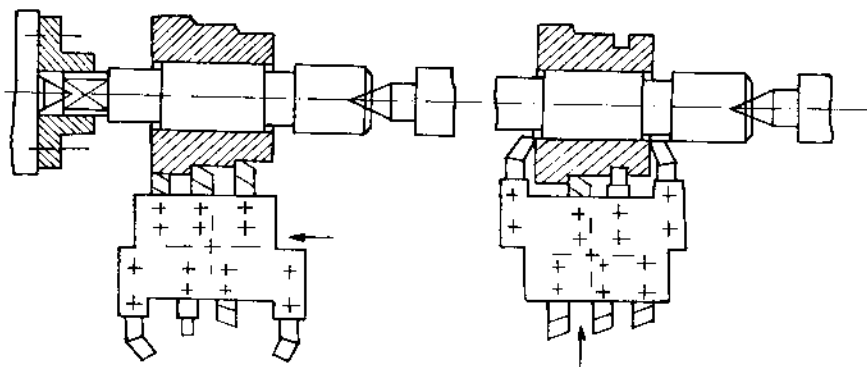
Các trục lắp bánh răng cần phải được chế tạo bằng thép 45 và 40X, bánh răng bằng thép 20X, 40X, vỏ đầu khoan bằng gang xám GX12 - 28 hoặc bằng hợp kim nhôm A19. Kích thước và hình dáng tất cả các chi tiết của đầu khoan được lấy theo kết cấu nhưng có tính đến kích thước và hình dáng tiêu chuẩn.

#### 2.2.5. Đầu rêvônve

Trên các máy khoan đứng và khoan cần, để thực hiện các bước gia công khác nhau như khoan, khoét, dao, tarô v.v... một cách nhanh chóng, người ta dùng đầu rêvônve. Đầu rêvônve có ưu điểm là khi chuyển bước gia công ta không cần dừng máy.

Hình 2.5 là một loại đầu rêvônve 6 trục gia công lỗ tuần tự theo các bước khác nhau. Muốn chuyển bước gia công, người ta nâng đầu rêvônve lên, lúc đó vít 7 chạm vào ụ trục chính, chốt 6 bắt đầu tụt xuống và đẩy tay đòn 4. Tay đòn 4 nâng ly hợp 3 làm cho trục mang dao ngừng quay. Sau đó chốt 6 đẩy tay đòn 2 quay xung quanh trục của nó. Khi quay tay đòn 2 rút chốt định vị 1 ra khỏi bạc. Khi đầu rêvônve được nâng lên, vít điều chỉnh 8 chạm vào ụ trục chính và làm cho thanh răng 9 chuyển động xuống phía dưới, lúc đó thanh răng 9 làm quay bánh răng 10, bánh răng 11, bánh răng 12, bánh răng 13 và làm quay hộp 14 cùng với trục mang dao về vị trí thẳng đứng.

Loại đầu rêvônve này được dùng để gia công lỗ có đường kính lớn nhất là 15mm. Các trục mang dao được lắp dưới một góc  $60^\circ$  đối với trục quay của hộp 14.



Hình 2.6. Bàn xe dao chuyển động trên máy tiện

### 2.3. CƠ CẤU KEP DAO TRÊN MÁY TIỆN

Cơ cấu kẹp dao trên máy tiện thông dụng nhất là các bàn xe dao. Để giảm thời gian gia công người ta thường dùng bàn xe dao quay chuyên dùng ( hình 2.6 ). Trên các bàn xe dao này có thể gá được nhiều dao để thực hiện các công việc khác nhau. Sử dụng bàn xe dao loại này cho phép ta cùng lúc có thể gia công được nhiều bề mặt khác nhau.

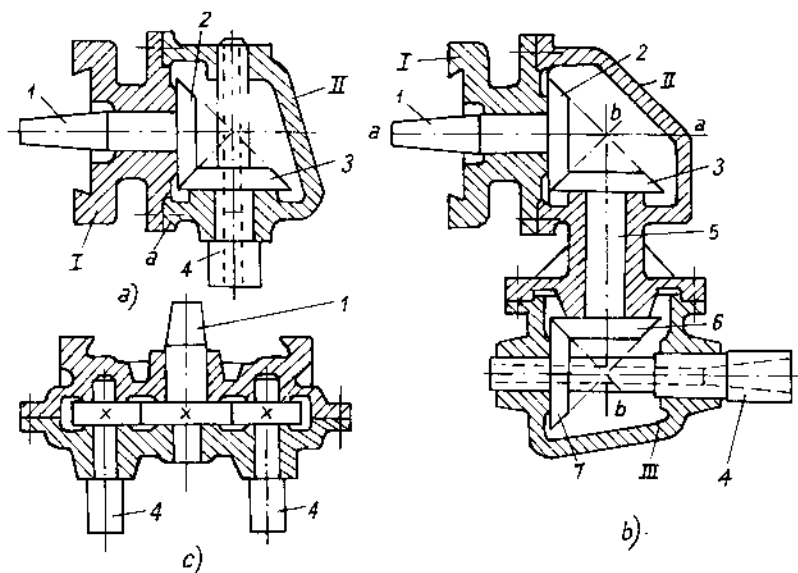
Khi điều chỉnh máy, người ta phải dùng các cữ chặn để dùng bàn xe dao đúng vị trí. Trong sản xuất hàng loạt, do sản phẩm có nhiều loại khác nhau cho nên đối với mỗi loại máy thường phải dùng nhiều bàn xe dao để thay thế. Mỗi bàn xe dao dùng để gia công một loại chi tiết nhất định.

Ngoài bàn xe dao, trên các máy tiện người ta còn dùng các loại trục gá, các áo côn để kẹp dao khi tiện lỗ hoặc khi khoan, khoét, doa và tarô.

### 2.4. CƠ CẤU KEP DAO TRÊN MÁY PHAY

Dao phay được lắp trên trục gá và trục gá thường được lắp trực tiếp với trục chính của máy. Nhưng để mở rộng khả năng công nghệ của máy phay, người ta lắp trục mang dao trên các cơ cấu chuyên dùng.

Hình 2.7a là một loại cơ cấu gá dao chuyên dùng, đầu dao đứng trên máy phay nằm ngang vạn năng. Hộp cơ cấu được kẹp chặt trên bộ dẫn hướng đứng bằng chêm và bulông. Chuyển động quay từ trục chính của máy được chuyển qua đuôi côn 1, cặp bánh răng côn 2 và 3 tới trục mang dao 4. Phần quay II có thể được gá dưới bất kỳ một góc nào so với mặt phẳng nằm ngang bằng phần trụ khác độ  $\alpha$ .



Hình 2.7. Cơ cấu gá dao chuyên dùng trên máy phay nằm ngang

1. Giá đỡ ; II. Đầu dao đứng quay được ; III. Đầu nối dao

a) Đầu dao phay đứng trên máy phay vạn năng ; b) Đầu dao quay 3 chiều

c) Đầu dao nhiều trục mang dao ;  $\alpha$  - Mặt phân độ ; 1. Đuôi côn ;

2, 3, 6, 7. Bánh răng côn ; 4. Trục mang dụng cụ ; 5. Trục dẫn ;

Hình 2.7b là một loại đầu quay vạn năng trên máy phay nằm ngang. Đầu quay cấu tạo gồm phần cố định I, phần quay trung gian II ( quay xung quanh tâm a-a ) và phần quay III ( quay xung quanh tâm b-b ) với trục mang dao. Chuyển động quay từ trục chính của máy được truyền qua đuôi côn 1, cặp bánh răng côn 2, 3, cặp bánh răng côn 6, 7 rồi tới trục mang dao 4.

Loại đầu quay này có thể được gá dưới bất kỳ một góc nào so với mặt phẳng nằm ngang và thẳng đứng ( do phần quay có thể quay xung quanh hai trục aa và bb ).

Trục mang dao của hai loại đầu quay trên đây có lỗ côn để lắp đuôi côn dao (trong trường hợp đuôi côn dao nhỏ, người ta phải dùng thêm áo côn trung gian). Các đầu quay loại này được dùng trong sản xuất hàng loạt nhỏ, đơn chiếc và cho phép mở rộng khả năng công nghệ của máy phay ngang.

Hình 2.7c là một loại đầu quay hai trục mang dao trên máy phay nằm ngang. Loại này cũng được lắp trên máy giống như hai loại trên. Chuyển động quay từ trục chính của máy được truyền qua đuôi côn 1, các bánh răng trụ rồi tới các trục mang dao 4. Đối với loại đầu dao này, người ta có thể thiết kế nhiều trục mang dao và có thể lắp chúng trên máy phay nằm ngang cũng như trên máy phay đứng. Sử dụng loại đầu dao này cho phép ta thay thế nhiều máy phay vạn năng và nâng cao năng suất lao động.

## Chương ba

# ĐỒ GÁ LẮP RÁP

### 3.1 PHÂN LOẠI ĐỒ GÁ LẮP RÁP

Đồ gá lắp ráp là những đồ gá dùng để xác định vị trí và kẹp chặt chi tiết ( hoặc sản phẩm ) trong quá trình lắp ráp. Đồ gá lắp ráp được chia làm hai loại là đồ gá lắp ráp vạn năng và đồ gá lắp ráp chuyên dùng.

#### 3.1.1. Đồ gá lắp ráp vạn năng.

Loại đồ gá này thường được dùng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Đó là các bàn lắp ráp, khối V, ke gá, các loại kích và các loại chi tiết hoặc cơ cấu phụ khác ( như tấm lót, chêm, mỏ kẹp, ren vít v.v ... )

Bàn lắp ráp được chế tạo bằng gang, trên nó có những rãnh chữ T để gá đối tượng lắp. Bàn lắp ráp được đặt trên bề mặt phẳng từ  $100 \pm 200$  mm và phải được điều chỉnh chính xác theo mặt phẳng nằm ngang.

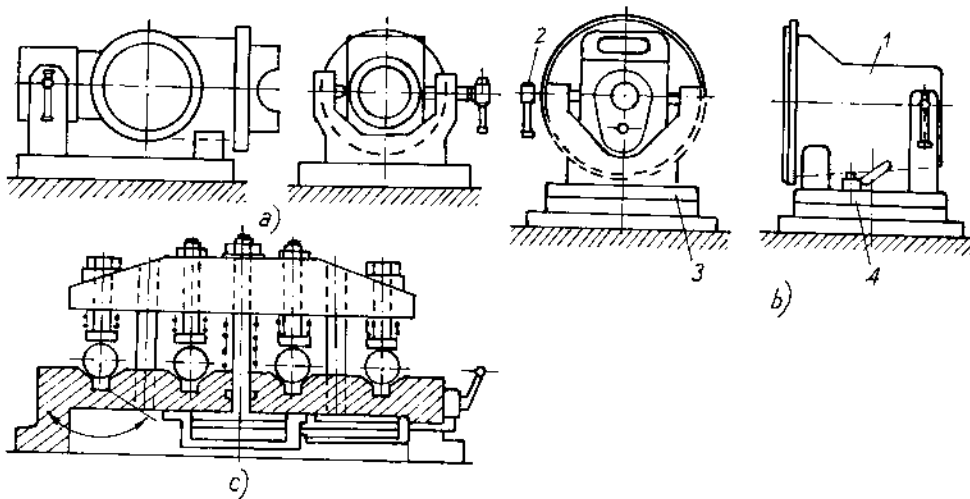
Khối V và ke gá được dùng để gá các chi tiết cơ sở khi lắp ráp. Trên bề mặt định vị của khối V và ke gá, người ta gia công các lỗ thông suốt cho các bulông kẹp chặt.

Các loại kích được dùng để đỡ và nâng các vật nặng hoặc công kênh.

#### 3.1.2. Đồ gá lắp ráp chuyên dùng

Đồ gá lắp ráp chuyên dùng được sử dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Dựa vào chức năng sử dụng, người ta chia đồ gá lắp ráp chuyên dùng ra làm hai loại :

a. Loại đồ gá dùng để kẹp chặt chi tiết cơ sở ( hoặc bộ phận ) khi lắp ráp



Hình 3.1. Đồ gá lắp ráp chuyên dùng một vị trí và nhiều vị trí

a. Đồ gá một vị trí ; b. Đồ gá quay ; c. Đồ gá nhiều vị trí

1. Chi tiết lắp ráp ; 2. Mỏ kẹp ; 3. Thân gá ; 4. Vít kẹp

Như vậy chi tiết cơ sở ( hoặc bộ phận ) không bị xô dịch dưới tác dụng của những lực sinh ra trong quá trình lắp ráp. Sử dụng đồ gá loại này cho phép nâng cao năng suất lao động khi lắp ráp. Cần nhớ rằng đồ gá thuộc nhóm này được dùng không phải để định vị chính xác chi tiết mà chủ yếu là cố định vị trí của chi tiết.

Hình 3.1 là kiểu đồ gá dùng để kẹp chặt chi tiết cơ sở. Hình 3.1a là đồ gá một vị trí dùng để kẹp vỏ hộp giảm tốc cầu sau của ô tô. Hình 3.1b là loại đồ gá có thể quay xung quanh trục thẳng đứng được dùng để lắp hộp tốc độ. Trên đồ gá này, vỏ hộp được kẹp chặt bằng mỏ kẹp 2.

Để nâng cao năng suất lao động, khi lắp ráp người ta dùng đồ gá nhiều vị trí như hình 3.1c.

Cũng giống như đồ gá gia công nhiều vị trí, tất cả các chi tiết trên đồ gá này phải được kẹp chặt một cách đều đặn. Đồ gá lắp ráp nhiều vị trí có hai loại là đồ gá cố định và đồ gá di động.

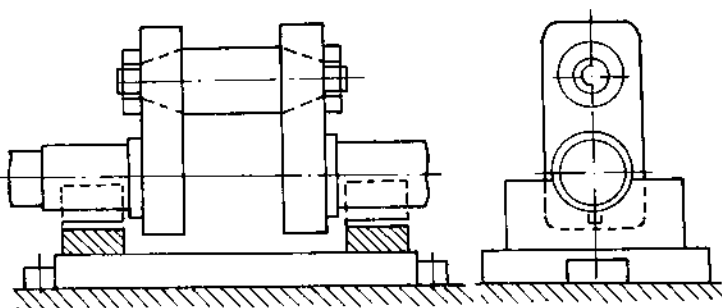
Đồ gá cố định được đặt tại bệ lắp, còn đồ gá di động được đặt trên băng truyền. Khi lắp ráp các chi tiết nhỏ và nhẹ, người ta đưa đồ gá di động ra khỏi băng truyền để thực hiện nguyên công, sau đó lại đặt đồ gá này lên băng truyền để di chuyển tới vị trí khác.

#### *b. Loại đồ gá dùng để gá đặt chính xác đối tượng lắp ráp*

Khi sử dụng đồ gá loại này, người công nhân không phải mất thời gian xác định vị trí chính xác của đối tượng lắp, bởi vì chúng đã được định vị trên đồ gá đủ số bậc tự do cần thiết. Các đồ gá loại này thường dùng để hàn, dán, nong ép, lắp chặt, các kiểu lắp ren v.v...

Đây là loại đồ gá cần thiết để tự động hóa quá trình lắp ráp.

Hình 3.2 là đồ gá lắp ráp trục khuỷu. Ở đây, độ đồng tâm của hai cổ chính của trục khuỷu được đảm bảo là do chi tiết được định vị trên hai khối V ( đã được điều chỉnh chính xác ).



Hình 3.2. Đồ gá lắp ráp trục khuỷu

## 3.2. THÀNH PHẦN CỦA ĐỒ GÁ LẮP RÁP

Đồ gá lắp ráp cấu tạo gồm các phần cơ cấu sau đây :

- Các chi tiết định vị.
- Các chi tiết kẹp chặt.
- Cơ cấu phụ.
- Vỏ đồ gá.

### 3.2.1. Cơ cấu định vị

Các chi tiết định vị ở đồ gá lắp ráp cũng làm chức năng như ở đồ gá gia công và đồ gá kiểm tra. Trong những trường hợp chi tiết cơ sở cần kẹp chặt thì trên bề mặt đồ định vị người ta bọc một lớp cao su để tránh xây sát.



### 3.2.2. Cơ cấu kẹp chặt

Cơ cấu kẹp chặt trong đồ gá lắp ráp cũng tương tự như trong đồ gá gia công. Yêu cầu của cơ cấu kẹp chặt là không gây biến dạng và không làm hỏng bề mặt của đối tượng lắp ráp. Để giảm thời gian kẹp chặt người ta thường dùng cơ cấu kẹp chặt bằng khí nén, làm cho đồ gá bớt công kênh.

Một điều cần lưu ý là không được kẹp chặt trực tiếp đối tượng lắp ráp bằng tay, bởi vì như vậy đối tượng lắp ráp có khả năng bị nhiễm từ. Đối với những trường hợp lực kẹp nhỏ, tốt nhất là kẹp chặt bằng chân không.

Khi thiết kế cơ cấu kẹp chặt phải dựa vào lực kẹp cần thiết. Phương pháp xác định lực kẹp cũng tương tự như với đồ gá gia công, nghĩa là phải giải bài toán cân bằng lực và mômen.

Cần nhớ rằng hệ số cân bằng  $k$  khi tính lực kẹp đối với đồ gá lắp ráp có khác  $k$  khi tính lực kẹp với đồ gá gia công.

Đối với đồ gá lắp ráp hệ số an toàn  $k = k_0 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$  (không tính  $k_1, k_2, k_3$ ).

Ở đây:  $k_0 = 1,5$  - hệ số an toàn đối với tất cả mọi trường hợp.

$k_4$  - hệ số tính đến độ ổn định của lực kẹp (kẹp bằng tay  $k_4 = 1,3$ , kẹp cơ khí và tự động  $k_4 = 1$ ),

$k_5$  - hệ số tính đến mức độ thuận lợi khi kẹp chặt trong đồ gá kẹp bằng tay (kẹp thuận lợi  $k_5 = 1$ , kẹp không thuận lợi  $k_5 = 1,2$ ),

$k_6$  - hệ số tính đến mômen làm xoay chi tiết (nếu diện tích giữa bề mặt đối tượng lắp và đồ định vị nhỏ thì  $k_6 = 1$ , còn nếu diện tích tiếp xúc lớn  $k_6 = 1,5$ ).

Trong trường hợp diện tích tiếp xúc lớn thì độ nhấp nhỏ bề mặt đối tượng lắp sẽ tạo nên những vị trí tiếp xúc thực một cách ngẫu nhiên đối với tâm quay của đối tượng lắp.

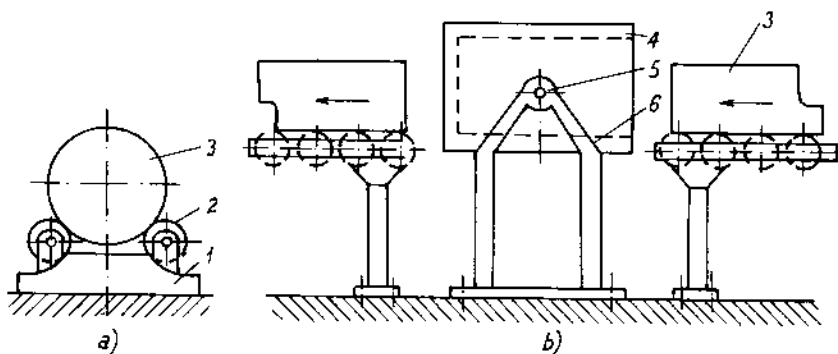
### 3.2.3. Cơ cấu phụ

Cơ cấu phụ là những cơ cấu quay, cơ cấu phân độ, các chốt định vị, các cần đẩy và các cơ cấu khác. Công dụng và kết cấu của cơ cấu phụ ở đồ gá lắp ráp cũng tương tự như ở đồ gá gia công. Cần chú ý rằng đối với cơ cấu quay xung quanh trục nằm ngang, vị trí tối ưu của trục quay phải đi qua trọng tâm của phần quay và đối tượng lắp trên đó.

## 3.3. ĐỒ GÁ THAY ĐỔI VỊ TRÍ ĐỐI TƯỢNG LẮP

Đối với các chi tiết cỡ lớn và nặng, khi lắp ráp cần thay đổi vị trí, người ta có thể dùng cơ cấu quay.

Hình 3.3a là loại đồ gá dùng để lắp ráp các chi tiết hình trụ. Đối tượng lắp 3 có thể quay nhẹ nhàng trên khối V gồm hai con lăn 2.



Hình 3.3. Đồ gá thay đổi vị trí đối tượng lắp

a. Đồ gá lắp chi tiết trụ

b. Đồ gá lật

1. Thân gá; 2. Con lăn; 3. Đối tượng lắp; 4. Bộ phận lật (máng chứa); 5., 6. Giá đỡ

Hình 3.3b là đồ gá lật đối tượng lắp. Đối tượng lắp 3 được di động đến các con lăn tới máng chứa 4 sau khi đã nằm trong máng 4 người ta xoay máng 4 quanh chốt 5 nửa vòng (  $180^\circ$  ), như vậy đối tượng lắp 3 thay đổi vị trí và được chuyển tới các con lăn khác. Máng chứa 4 được cố định bằng chốt 5. Quá trình quay đối tượng lắp có thể thực hiện bằng tay hay cơ khí.

### 3.4. ĐẶC ĐIỂM KHI THIẾT KẾ ĐỒ GÁ CHUYÊN DỤNG

Tài liệu ban đầu để thiết kế đồ gá lắp ráp bao gồm :

- Bản vẽ lắp bộ phận hoặc sản phẩm.
- Điều kiện kỹ thuật của đối tượng lắp.
- Quy trình lắp ráp ( trình tự nguyên công, sơ đồ định vị, thiết bị dụng cụ, chế độ lắp ráp ).
- Sản lượng hàng năm.

Thiết kế đồ gá lắp ráp được bắt đầu từ sơ đồ gá đặt, sau đó xác định loại kích thước, số lượng và vị trí tương quan của cơ cấu định vị. Sau khi xác định được trị số, điểm đặt của lực kẹp ta tiến hành chọn cơ cấu kẹp chặt.

Tiếp theo đó ta xác định các cơ cấu dẫn hướng, cơ cấu phụ và vỏ đồ gá. Độ chính xác lắp ráp phụ thuộc vào phương pháp lắp ráp (chặt hay lỏng), độ chính xác của chi tiết, phương pháp định vị khi lắp ráp và độ chính xác của đồ gá. Độ chính xác lắp ráp cao nhất có thể đạt được khi các chi tiết được lắp với nhau không có khe hở. Trong trường hợp này đồ gá không ảnh hưởng đến độ chính xác định tâm của các chi tiết (hình 3.4a ).

Trong trường hợp lắp ráp cố định, lượng dịch chuyển hướng kính lớn nhất của các chi tiết bằng khe hở hướng kính lớn nhất.

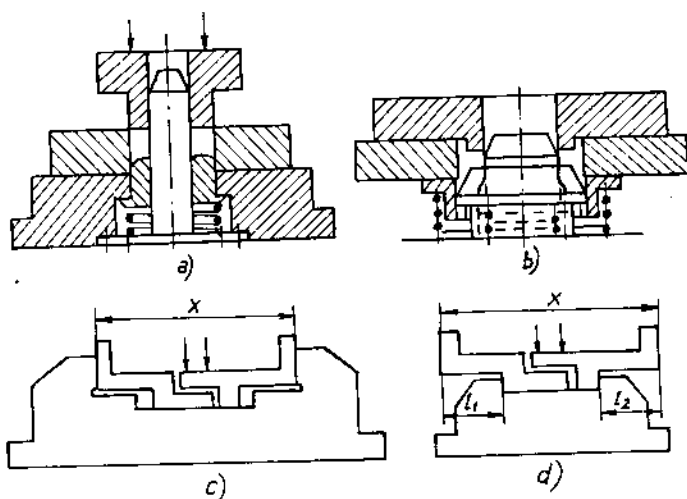
Khi đó nếu dùng cơ cấu dẫn hướng hình côn có thể giảm được lượng dịch chuyển tới trị số nhỏ nhất ( hình 3.4b). Khi lắp ráp không có chi tiết định tâm, cần chú ý sao cho chuẩn lắp ráp trùng với chuẩn đo lường (hình 3.4c).

Ở đây các chi tiết lắp 1 và 2 có mặt chuẩn lắp ráp là mặt phẳng đứng tỷ vào các mặt của chi tiết a.

Trong trường hợp trùng chuẩn như vậy, độ chính xác lắp ráp là cao nhất. Kích thước lắp ráp X chỉ thay đổi khi các chi tiết đồ gá bị mòn.

Hình 3.4d là trường hợp chuẩn lắp ráp không trùng với chuẩn đo lường. Trong trường hợp này kích thước X có sai số và sai số đó phụ thuộc vào sai số các kích thước  $l_1$  và  $l_2$ .

Khi lắp ráp các bộ phận ( sản phẩm ) có số lượng chi tiết lớn, độ chính xác của kích thước lắp ráp được xác định trên cơ sở giải chuỗi kích thước. Trong trường hợp giải chuỗi



Hình 3.4. Sơ đồ xác định độ chính xác lắp ráp  
a. Định tâm bằng chốt trụ b. Định tâm bằng chốt côn  
c. Chuẩn lắp ráp trùng với chuẩn đo  
d. Chuẩn lắp ráp không trùng với chuẩn đo

kích thước theo phương pháp cực đại - cực tiểu ( phương pháp lắp lẫn hoàn toàn ) dung sai của kích thước X được xác định như sau ( hình 3.5a ) :

$$\delta_x = \delta + \sum_{i=1}^n \delta_i \quad (3.1)$$

Ở đây :  $\delta$  - dung sai của kích thước đồ gá L

$\sum_{i=1}^n \delta_i$  - tổng các dung sai kích thước  $l_1, l_2, \dots, l_n$  ( của chi tiết lắp ráp )

Từ công thức ( 3.1 ) ta có thể xác định dung sai  $\delta$  của kích thước đồ gá :

$$\delta = \delta_x - \sum_{i=1}^n \delta_i \quad (3.2)$$

Khi giải chuỗi kích thước theo phương pháp lắp lẫn hoàn toàn, dung sai  $\delta_x$  được xác định như sau :

$$\delta_x = t \sqrt{\lambda_1 \cdot \delta_1^2 + \lambda_2 \cdot \delta_2^2 + \dots + \lambda_n \cdot \delta_n^2 + \lambda \cdot \delta^2} \quad (3.3)$$

Ở đây :  $t$  - hệ số xác định phần trăm ( % ) phế phẩm theo kích thước  $x$  (  $t = 3$  ).

Sự phụ thuộc của % phế phẩm vào hệ số  $t$  như sau :

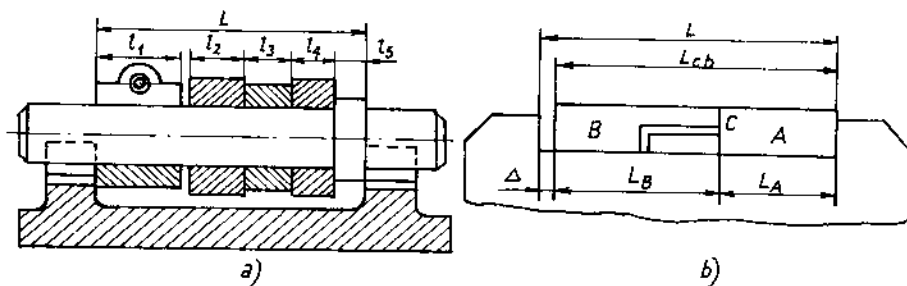
t	1	2	4
% phế phẩm	32	4,5	0,27

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  - hệ số phụ thuộc vào hình dáng đường cong phân bố kích thước của các chi tiết lắp ráp. Trong trường hợp đường cong chuẩn :  $\lambda = \frac{1}{9}$  ; đường cong xác suất

đều và không xác định :  $\lambda = \frac{1}{3}$  ; đường cong hình tam giác :  $\lambda = \frac{1}{6}$  .

Từ công thức ( 3.3 ) ta có thể xác định dung sai của kích thước đồ gá lắp ráp :

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{x} \left[ \frac{\delta_x^2}{t^2} - \lambda_1 \cdot \delta_1^2 - \lambda_2 \cdot \delta_2^2 - \dots - \lambda_n \cdot \delta_n^2 \right]} \quad (3.4)$$



Hình 3.5. Sơ đồ tính chuỗi kích thước của đồ gá lắp ráp  
a. Giải chuỗi kích thước bằng phương pháp cực đại - cực tiểu  
b. Giải chuỗi kích thước khi hàn hai chi tiết A và B

Hình 3.5b là đồ gá hàn hai chi tiết A và B. Chỗ hàn được thể hiện bằng nét đậm. Khi hàn đồ gá bị nung nóng, vì vậy để tính đến độ giãn nở của đồ gá người ta phải tính khe hở  $\Delta$  khi gá chi tiết trong đồ gá. Trong trường hợp không có  $\Delta$  hoặc  $\Delta$  quá nhỏ, chi tiết sẽ bị biến dạng. Giá trị  $\Delta$  (hình 3.5b) được xác định theo công thức sau đây :

$$\Delta = t[(L_A \cdot \alpha_A + L_B \cdot \alpha_B) - L\alpha] \quad (3.5)$$

Ở đây :  $t$  - nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $L_A, L_B$  - kích thước chi tiết (mm),  $\alpha$  - hệ số tăng nhiệt độ của đồ gá,  $L$  - kích thước đồ gá (mm),  $\alpha_A, \alpha_B$  - hệ số tăng nhiệt của các chi tiết

Nếu  $(L_A \cdot \alpha_A + L_B \cdot \alpha_B) < L\alpha$  thì khe hở  $\Delta$  tăng.

Đối với các chi tiết có hình dáng phức tạp thì  $\Delta$  được xác định bằng phương pháp thực nghiệm.

Dùng sai kích thước  $L_0$  (ký hiệu là  $\delta_0$ ) được xác định theo phương pháp lặp lần hoàn toàn :

$$\delta_0 = \delta_A + \delta_B + \Delta + \delta \quad (3.6)$$

Từ đó ta có dung sai kích thước  $L$  được xác định như sau :

$$\delta = \delta_0 - \delta_A - \delta_B - \Delta \quad (3.7)$$

Theo phương pháp lặp lần không hoàn toàn ta có thể xác định  $\delta_0$  (từ công thức 3.3) :

$$\delta_0 = t\sqrt{\lambda_1 \cdot \delta_A^2 + \lambda_2 \cdot \delta_B^2 + \lambda \cdot \delta + \Lambda} \quad (3.8)$$

Từ đó :

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \left[ \frac{(\delta_0 - \Delta)^2}{t^2} - \lambda_1 \cdot \delta_A^2 - \lambda_2 \cdot \delta_B^2 \right]} \quad (3.9)$$

Nếu bộ phận lắp ráp có  $n$  chi tiết thì công thức (3.9) có dạng sau :

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \left[ \frac{(\delta_0 - \Delta)^2}{t^2} - \lambda_1 \cdot \delta_A^2 - \lambda_2 \cdot \delta_B^2 - \dots - \lambda_n \cdot \delta_n^2 \right]} \quad (3.10)$$

Khi  $\lambda = \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \dots = \lambda_n = \frac{1}{9}$  (qui luật phân bố đều) và  $t = 3$  ta có :

$$\delta = \sqrt{(\delta_0 - \Delta)^2 - \delta_1^2 - \delta_2^2 - \dots - \delta_n^2} \quad (3.11)$$

Để nâng cao độ chính xác lắp ráp bằng phương pháp hàn, dân thì các chi tiết cần có vấu, gờ hoặc rãnh để định hướng.

Chọn vật liệu cho đồ gá lắp ráp có một ý nghĩa quan trọng đối với độ bền và độ chính xác của đồ gá. Hệ số giãn nở của vật liệu đối tượng lắp ráp (chi tiết) phải nhỏ hơn hệ số đó của vật liệu đồ gá. Trong trường hợp này ta có thể giảm khe hở do nhiệt độ giữa đồ gá và sản phẩm (đối tượng lắp ráp) và ta có thể đạt được độ chính xác lắp ráp cao hơn (trong nhiều trường hợp có thể đạt  $0,025 \div 0,05$  mm).

Vật liệu làm đồ gá phải chịu được nhiệt, phải có độ bền cao và độ chống mòn cao.

Kết cấu của đồ gá phải đơn giản, thuận tiện cho việc kiểm tra độ chính xác của chúng và khi cần kiểm tra ta có thể dùng phương pháp kiểm tra trực tiếp, tránh dùng phương pháp kiểm tra gián tiếp.

## ĐỒ GÁ KIỂM TRA

### 4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Đồ gá kiểm tra dùng để đánh giá độ chính xác hoặc chất lượng bề mặt của phôi, chi tiết hoặc sản phẩm trong quá trình gia công và khi thu nhận sản phẩm.

Độ chính xác kiểm tra ( sai số đo ) là hiệu số giữa chỉ số của dụng cụ đo và giá trị thực tế của đại lượng đo.

Theo số lượng thống kê thì sai số đo nằm trong khoảng  $10 \pm 20\%$  dung sai của đối tượng cần đo. Sai số đo tổng cộng bao gồm các thành phần sau đây :

- Sai số chuẩn và sai số kẹp chặt khi đo.
- Sai số điều chỉnh đồ gá.
- Sai số do đồ gá bị mòn.
- Sai số do nhiệt độ thay đổi khi đo.

Khi thiết kế đồ gá kiểm tra phải chú ý tới những nguyên nhân gây ra sai số đo trên đây và cố gắng tới mức cao nhất để giảm hoặc loại trừ ảnh hưởng của nguyên nhân đó.

Một vấn đề khác cũng ảnh hưởng rất lớn tới phương pháp kiểm tra đó là năng suất kiểm tra. Đối với những trường hợp cần kiểm tra 100% chi tiết trong sản xuất dây chuyền thì thời gian kiểm tra một chi tiết không được lớn hơn nhịp sản xuất. Còn đối với trường hợp chỉ cần kiểm tra một số phần trăm chi tiết nhất định thì năng suất của đồ gá kiểm tra có thể giảm và như vậy ta có thể sử dụng những kết quả đơn giản hơn.

Để kiểm tra những chi tiết nhỏ và vừa, người ta dùng đồ gá tĩnh, còn đối với những chi tiết lớn phải dùng đồ gá di động ( đồ gá này được gá trên chi tiết ).

Để nâng cao năng suất khi kiểm tra, người ta thiết kế những đồ gá cho phép gá đặt một lần có thể xác định được nhiều thông số hoặc dùng những thiết bị tự động, bán tự động. Nhưng phương pháp tiên tiến nhất là phương pháp kiểm tra tích cực ( kiểm tra chi tiết ngay trong quá trình gia công ). Phương pháp này giảm được giá thành sản phẩm do hạn chế được phế phẩm, và không cần có nguyên công riêng biệt.

### 4.2. THÀNH PHẦN CỦA ĐỒ GÁ KIỂM TRA

Kết cấu của đồ gá kiểm tra bao gồm :

- Cơ cấu định vị.
- Cơ cấu kẹp chặt.
- Cơ cấu đo.
- Các chi tiết phụ.
- Vỏ đồ gá.

#### 4.2.1. Cơ cấu định vị

Cơ cấu định vị là những chi tiết dùng để định vị đối tượng kiểm tra. Đó là những chốt tỳ,편 tỳ, khối V, trục gá ... Chốt tỳ chòm cầu dùng để định vị mặt thò ( chưa gia công ), còn chốt tỳ đầu phẳng dùng để định vị mặt tính ( đã qua gia công ).

Ở chương một, ta thấy để định vị mặt ngoài, người ta dùng khối V. Trong trường hợp đó chi tiết và khối V chỉ tiếp xúc theo đường cho nên khối V chống mòn và sẽ giảm độ

chính xác nếu như ta dùng khối V để định vị chi tiết khi kiểm tra. Để khắc phục nhược điểm đó, người ta dùng khối V với các con lăn ( hình 4.1a) và với các trục điều chỉnh ( hình 4.1b ).

Sai số do ( sai số kiểm tra ), khi chi tiết định vị trên khối V được tính theo công thức:

$$\delta = \delta - \frac{\delta}{2} \left( \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right) \quad (4.1)$$

Ở đây :

$\delta$  - dung sai đường kính chi tiết ,

$\beta$  - góc gá đầu đo ( hình 4.2a ).

Ta thấy sai số do nhỏ nhất khi

$\Delta = 0$  ( độ chính xác cao nhất ),

nghĩa là tỷ số :

$$\frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} = 1$$

Trong thực tế khối V có góc  $\alpha = 90^\circ$  là thông dụng nhất, nên  $\beta$  có thể lấy bằng  $45^\circ$ .

Dùng khối V có thể xác định được sai số hình dáng của chi tiết, chẳng hạn  $X = a - b$  là độ oval, khi ta quay chi tiết một vòng trên khối V có góc  $\alpha = 90^\circ$  ( hình 4.2b ).

Độ côn của chi tiết được xác định bằng hiệu giữa hai chỉ số của dụng cụ đo trên hai tiết diện ngang của chi tiết.

Độ đảo hướng kính của chi tiết được xác định bằng hai phương pháp : định vị chi tiết trên trục gá ( chi tiết có lỗ ) hoặc chống tâm hai đầu ( chi tiết dạng trục ).

Khi chi tiết định vị trên trục gá, để tránh ảnh hưởng của khe hở giữa lỗ và trục gá người ta làm trục gá có độ côn ( 1 : 1000 ÷ 1 : 10.000 ) hoặc dùng trục gá đàn hồi.

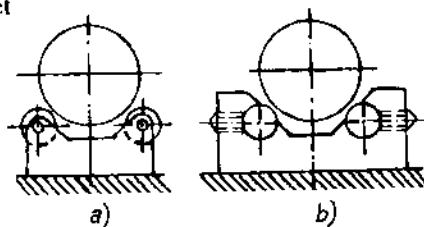
Ngoài những chi tiết định vị trên đây, trong thực tế nhiều lúc phải sử dụng kết hợp các hình thức định vị ( phiến tỷ, chốt tỷ v.v... ).

Khi thiết kế đồ gá kiểm tra nên chú ý chọn chuẩn đo lường trùng với chuẩn gia công để loại trừ ảnh hưởng của sai số chuẩn.

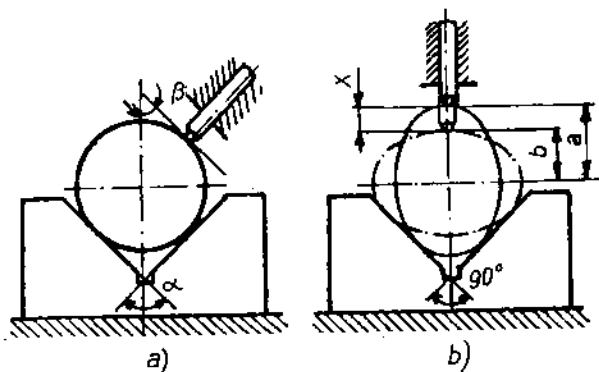
Hình 4.3 là sơ đồ tính sai số gá đặt khi chi tiết được định vị trên trục gá theo hai lỗ lệch tâm.

Theo sơ đồ hình 4.3 tâm trục gá lệch một góc  $\beta$  so với tâm lỗ

$$\beta \approx \frac{e + e_1 + e_2}{L} \quad (4.2)$$



Hình 4.1. Khối V với các con lăn ( a ).  
khối V với các trục điều chỉnh ( b ).



Hình 4.2. Kiểm tra chi tiết trên khối V  
a. Cách gá đầu đo b. Kiểm tra độ oval

Ở đây :

$e$  - độ lệch tâm của hai lỗ ( mm ),

$L$  - khoảng cách giữa hai mặt đầu của hai lỗ, (mm).

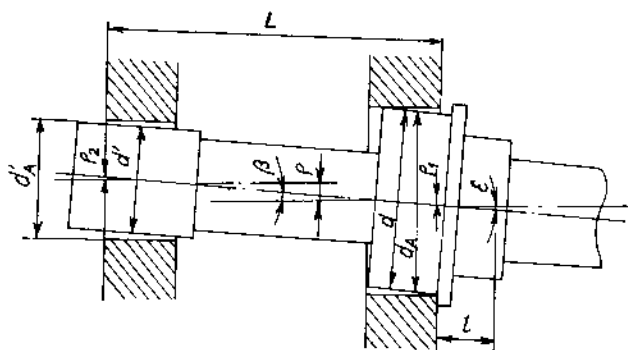
Các giá trị  $e_1$  và  $e_2$  được xác định như sau :

$$e_1 \approx \frac{d_A - d}{2} \quad (4.3)$$

$$e_2 \approx \frac{d_i - d}{2} \quad (4.4)$$

Ở đây :

$d_A, d_A', d, d'$  - đường kính các lỗ và các cổ trục gá ( mm ).



Hình 4.3. Sơ đồ tính sai số gá đặt khi định vị theo hai lỗ

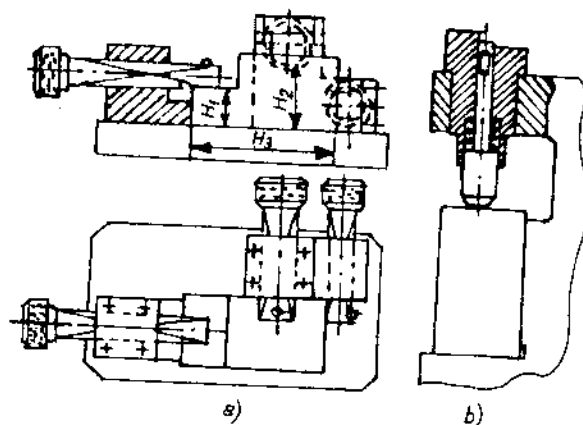
Nếu độ lệch tâm được đo ở khoảng cách  $l$  ( từ mặt đầu của chi tiết ) thì sai số gá đặt của trục gá ở tiết diện này được xác định như sau:

$$\varepsilon = l \tan \beta + l_j \quad (4.5)$$

#### 4.2.2. Cơ cấu kẹp chặt

Cơ cấu kẹp chặt dùng để giữ cho chi tiết không bị dịch chuyển khi kiểm tra. Cơ cấu kẹp chặt trong đồ gá kiểm tra hoàn toàn khác cơ cấu kẹp chặt trong đồ gá gia công.

Ở đồ gá kiểm tra, lực kẹp chặt phải rất nhỏ và ổn định để không gây biến dạng chi tiết. Ở đồ gá kiểm tra thường dùng cơ cấu kẹp chặt bằng tay như : đòn bẩy, lò xo, ren vít, bánh lệch tâm và cơ cấu kẹp chặt bằng khí nén. Yêu cầu đối với lực kẹp là không gây biến dạng chi tiết quá trị số cho phép. Khi lực kẹp ổn định thì sai số đo là cố định và sai số này có thể được tính đến khi điều chỉnh cơ cấu đo theo chi tiết mẫu.



Hình 4.4. Sơ đồ đo giới hạn điện chỉnh  
a. Đầu đo di động b. Phương pháp kiểm tra bậc thang

Nếu lực kẹp không ổn định thì sai số đo không ổn định và sai số đo không thể tính được khi điều chỉnh máy.

#### 4.2.3. Cơ cấu đo

Cơ cấu đo có hai loại:

- Loại cơ cấu đo giới hạn ( cũ cặp, calíp, dưỡng ... ).
- Loại cơ cấu đo chỉ thị ( đồng hồ so, thang chia vạch ... ).

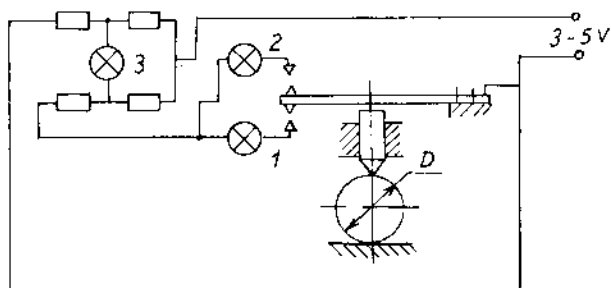
Sản phẩm kiểm tra ( chi tiết kiểm tra ) được đánh giá theo ba chỉ tiêu :

- Đạt yêu cầu.
- Phế phẩm theo giới hạn dưới của dung sai.
- Phế phẩm theo giới hạn trên của dung sai.

Hình 4.4 là một ví dụ kiểm tra các kích thước  $H_1$  ;  $H_2$  ;  $H_3$  theo phương của giới hạn.

Trong trường hợp đầu đo lắp cố định, chỉ tiết kiểm tra sẽ di chuyển trên cơ cấu định vị của đồ gá. Còn nếu chỉ tiết cố định thì đầu đo sẽ di động ( hình 4.4a ).

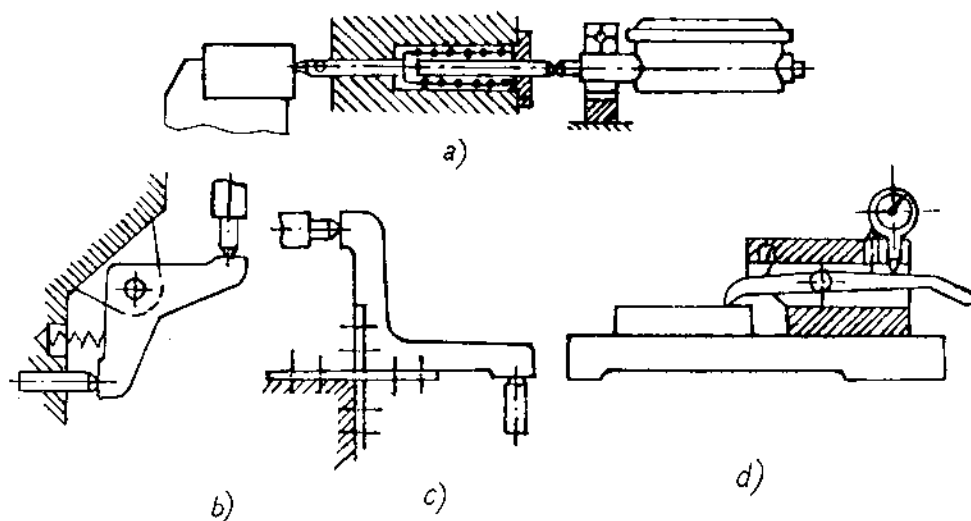
Sơ đồ đo trên đây được ứng dụng cho những trường hợp mà dung sai của chỉ tiết kiểm tra lớn ( độ chính xác cấp 3 ; 4 ). Đối với những chỉ tiết có độ chính xác 0,2 mm đôi khi người ta dùng phương pháp kiểm tra bậc thang như hình 4.4b. Theo phương pháp này chỉ tiết đạt yêu cầu nếu như đầu trên của chốt nằm giữa hai bậc A và B.



Hình 4.5. Sơ đồ đo bằng bộ cảm biến điện

Trong thực tế người ta còn dùng phương pháp đo bằng cảm biến điện ( hình 4.5 ).

Nếu kích thước đường kính D nằm trong phạm vi dung sai thì các đèn 1 và 2 không sáng. Nếu kích thước D nhỏ hơn giới hạn dưới thì đèn 1 sáng còn nếu D lớn hơn giới hạn trên thì đèn 2 sáng. Đèn 3 chỉ sáng khi các công tác của đèn 1 và đèn 2 không tiếp xúc, nghĩa là khi đường kính D nằm trong dung sai. Như vậy trong mỗi trường hợp đều có một đèn sáng. Phương pháp kiểm tra này rất thuận tiện và nâng cao năng suất lao động.



Hình 4.6. Cơ cấu phụ

- a. Cơ cấu phụ thẳng ; b. Cơ cấu phụ vuông góc ;  
c. Cơ cấu phụ có lò xo ; d. Cơ cấu phụ mở nhọn



Ngoài những kiểu đầu đo trên đây, người ta còn dùng rộng rãi kiểu đầu đo khí nén. Phương pháp đo bằng khí nén là một phương pháp đo có độ chính xác và năng suất cao. Dùng khí nén có thể kiểm tra được các dạng sai số kích thước, sai số hình dáng và vị trí tương quan.

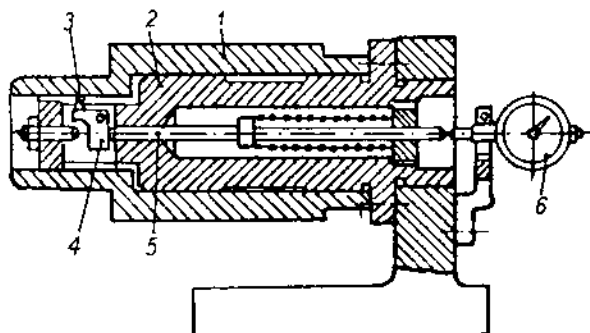
#### 4.2.4. Cơ cấu phụ

Cơ cấu phụ của đồ gá kiểm tra có nhiều chức năng khác nhau. Ở đồ gá kiểm tra độ đảo hướng kính và hướng trục người ta dùng cơ cấu quay. Còn ở đồ gá kiểm tra độ phẳng thì dùng cơ cấu trượt. Hình 4.6 là ví dụ các cơ cấu phụ thường dùng.

Trên hình 4.6a dụng cụ đo có thể được đặt ở nơi thuận tiện để tránh bị va chạm gây hỏng hóc. Trên hình 4.6b là trường hợp cần thay đổi chiều dịch chuyển thẳng và tỷ số truyền của thông số kiểm tra. Còn trên hình 4.6c là cơ cấu đòn bẩy tựa trên lò xo lá có chiều dày  $0,2 \div 0,3$  mm, loại cơ cấu này không bị mòn trong quá trình làm việc cho nên không cần điều chỉnh. Nếu cơ cấu đo không thuận lợi cho quá trình gá và tháo chi tiết người ta dùng sơ đồ như hình 4.6d.

#### 4.2.5. Vỏ đồ gá

Vỏ đồ gá là chi tiết cơ sở được chế tạo bằng gang xám GX12 - 28 hoặc GX15 - 32. Đối với các đồ gá kiểm tra chính xác, vỏ đồ gá thường làm bằng gang có độ bền cao, chống cong vênh như GX24 - 44 hoặc GX 28 - 48.

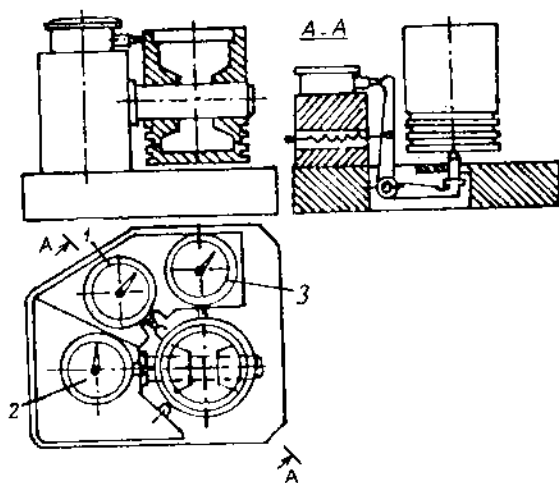


Hình 4.7. Đồ gá kiểm tra độ đồng tâm của hai lỗ  
1. Chi tiết cần kiểm tra ; 2. Trục gá ; 3. Đầu đo ;  
4. Tay đòn ; 5. Chốt trượt ; 6. Đồng hồ so

### 4.3. VÍ DỤ ĐỒ GÁ KIỂM TRA

Hình 4.7 là một kiểu đồ gá kiểm tra độ đồng tâm của hai lỗ (đồ gá kiểm tra thụ động). Chi tiết cần kiểm tra 1 được định vị trên trục gá 2, khi kiểm tra người ta dùng tay quay chi tiết đi một vòng. Nếu có độ lệch tâm, đầu đo 3 dịch chuyển làm cho tay đòn 4 quay. Lúc đó chốt 5 dịch chuyển, tác động lên kim đồng hồ 6. Như vậy khoảng mở của kim đồng hồ sẽ chỉ hai lần độ lệch tâm.

Hình 4.8 là kiểu đồ gá kiểm tra nhiều thông số của pittông cùng một lúc ( đồ gá kiểm tra thụ động ). Đồng hồ 1 kiểm tra khoảng cách từ tâm lỗ ác tới mặt đầu của pittông. Đồng hồ 2 kiểm tra độ vuông góc giữa tâm lỗ ác và pittông. Đồng hồ 3 kiểm tra độ trùng tâm giữa lỗ ác và pittông. Chỉ



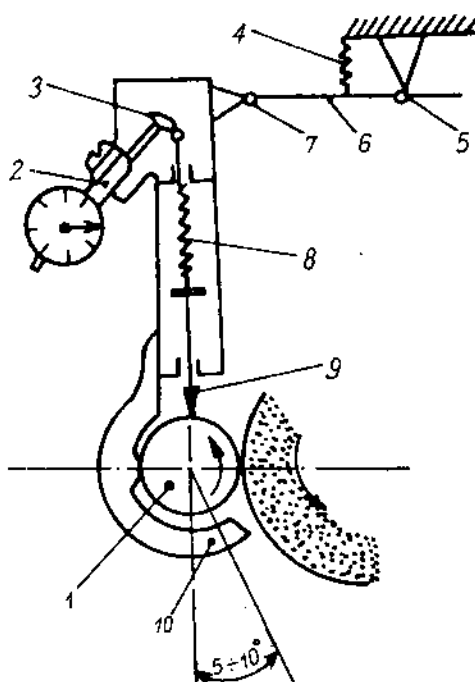
Hình 4.8. Đồ gá kiểm tra nhiều thông số

số đồng hồ 2 và bằng hai lần chỉ số cần đo.

Hình 4.9 là đồ gá kiểm tra tích cực khi mài (kiểm tra chỉ tiết trong quá trình gia công). Chỉ tiết gia công 1 được tiếp xúc trên hai điểm cố định và một điểm của đầu đo. Ba điểm tiếp xúc được bố trí trên một cung lớn hơn  $180^\circ$  để tránh sai số óvan ảnh hưởng đến kết quả đo. Khi gia công, đường kính của chỉ tiết 1 nhỏ dần, lò xo 8 đẩy chốt 9 xuống tiếp xúc với bề mặt gia công. Chốt 9 gắn với chỉ tiết 3, chỉ tiết 3 gắn với đầu đo của đồng hồ 2. Như vậy kim đồng hồ sẽ di động theo chiều giảm dần của kích thước gia công. Người công nhân chỉ nhìn đồng hồ đến khi kích thước đạt yêu cầu thì dừng máy. Cần nhớ rằng khi điều chỉnh đồng hồ người ta phải dùng chỉ tiết mẫu (trục mẫu). Toàn bộ đồ gá này được lắp trên đòn 6 có chốt quay 7 và 5. Lò xo 4 để kéo đồ gá lên, gắn liền trên nắp che đá mài.

Hiện nay trong sản xuất người ta còn dùng nhiều loại đồ gá kiểm tra có độ chính xác

cao hơn như kiểm tra bằng khí nén, kiểm tra quang học và ngày càng áp dụng rộng rãi các thiết bị kiểm tra tự động.



Hình 4.9. Đồ gá kiểm tra tích cực khi mài

1. Chỉ tiết gia công ; 2. Đồng hồ so ; 3. Chỉ tiết phụ ;  
4. Lò xo ; 5. Chốt quay ; 6. Tay đòn ;  
7. Chốt quay ; 8. Lò xo ; 9. Chốt tỳ

## TIÊU CHUẨN HÓA VÀ LINH HOẠT HÓA TRANG BỊ CÔNG NGHỆ

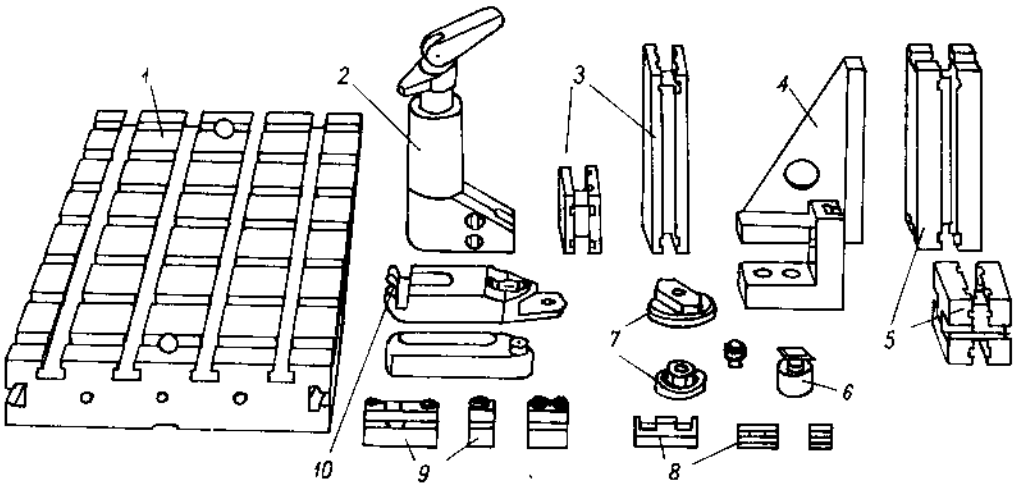
### 5.1. PHƯƠNG PHÁP TIÊU CHUẨN HÓA VÀ LINH HOẠT HÓA TRANG BỊ CÔNG NGHỆ - BỘ LINH KIỆN TRANG BỊ CÔNG NGHỆ TIÊU CHUẨN

Hiện nay, xu hướng chính trong ngành cơ khí là tự động hóa và linh hoạt hóa sản xuất. *Tự động hóa* là nhằm mục đích giảm bớt thời gian và chi phí sản xuất nói chung; còn *linh hoạt hóa* là nhằm mục đích giảm thời gian và chi phí chuẩn bị sản xuất mà trong đó có chuẩn bị công nghệ.

Nói chung, thiết kế và chế tạo trang bị công nghệ chuyên dùng là công việc rất phức tạp, tốn nhiều thời gian và có chi phí cao; nghĩa là trang bị công nghệ chuyên dùng chỉ thích hợp với quy mô sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối với chu kỳ sản xuất dài.

Quy mô sản xuất phổ biến hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ hiện nay chiếm khoảng 80%, do đó phải hạn chế việc nghiên cứu, thiết kế và chế tạo trang bị công nghệ chuyên dùng bằng cách *thống nhất hóa* để tiến tới có thể *tiêu chuẩn hóa* kết cấu các bộ phận cơ bản của các loại trang bị công nghệ cơ khí; từ đó xây dựng *bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn* tạo điều kiện tổ hợp nhanh thành các trang bị công nghệ đa dạng trên cơ sở các linh kiện tiêu chuẩn, để thích ứng nhanh và kịp thời với đối tượng sản xuất cụ thể.

Như vậy khái niệm linh hoạt hóa ở đây chính là sự kết hợp của hai khái niệm *tổ hợp hoá* và *variant hóa* trang bị công nghệ.



Hình 5.1. Bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn  
1. Tấm đế ; 2. Cơ cấu kẹp ; 3. , 5. Tấm đế kẹp ; 4. Tấm tựa ; 6. Cữ ;  
7. Chốt gá ; 8. Then dẫn hướng ; 9. Miếng kẹp then ; 10. Phiến dẫn

*Tổ hợp hóa trang bị công nghệ* là xây dựng các kết cấu trang bị công nghệ cơ khí đa dạng và tháo lắp được, từ các chi tiết - bộ phận đã được thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa (*bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn*). Khi không sử dụng nữa thì tháo rời các chi tiết - bộ phận tiêu chuẩn để sau này lại xây dựng ( *tổ hợp* ) thành kết cấu trang bị công nghệ mới.

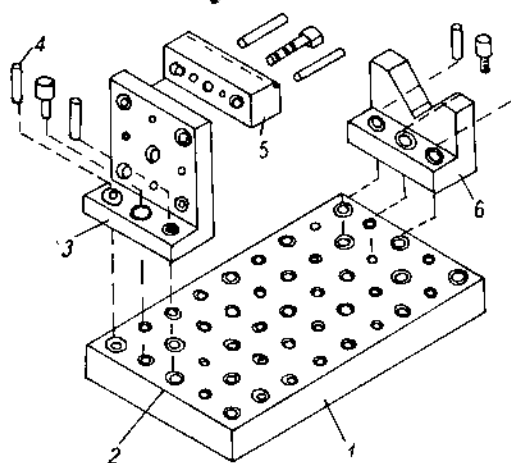
*Vận năng hóa trang bị công nghệ* là xây dựng các kết cấu trang bị công nghệ với một nhóm đối tượng sản xuất gồm một số kiểu - cỡ khác nhau, khi thay đổi kiểu - cỡ đối tượng sản xuất không cần xây dựng trang bị công nghệ mới mà chỉ cần thay đổi hoặc bổ sung chút ít. Loại trang bị công nghệ có tính chất như vậy thường có hai dạng kết cấu là *dó gá vận năng lắp ghép* ( *GVL* ) và *dó gá vận năng điều chỉnh* ( *GVD* ).

Ngược lại, *chuyên dùng hóa trang bị công nghệ* là xây dựng trang bị công nghệ chỉ ứng với một kiểu hoặc một cỡ đối tượng sản xuất nhất định.

*Bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn* là tập hợp nhiều chi tiết và bộ phận kết cấu trang bị công nghệ cơ khí đã được thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa, mà từ đó có thể xây dựng thành trang bị công nghệ thích ứng nhanh với kiểu hoặc cỡ đối tượng sản xuất cụ thể ( hình 5.1 ).

Các bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn dùng cho quá trình gia công chi tiết cơ khí thường được xây dựng theo *dạng lắp ghép* của các linh kiện khi chúng được tổ hợp thành trang bị công nghệ, đó là *dạng lắp ghép theo lỗ* và *dạng lắp ghép theo rãnh*.

Ở *dạng lắp ghép theo lỗ* (hình 5.2), các linh kiện của trang bị công nghệ cơ khí được lắp ghép với nhau bằng các chốt định vị và các bulông kẹp chặt. Dạng lắp ghép này có kết cấu rất đơn giản, nhưng vị trí của các linh kiện khi chúng được lắp ghép thành trang bị công nghệ còn phụ thuộc vào vị trí của các lỗ định vị đã được tạo sẵn trên phiến đế, như vậy chưa có thể có khả năng thích ứng cao khi sử dụng. Các bạc có lỗ định vị được chế tạo theo tiêu chuẩn và được lắp ghép chính xác trên phiến đế.



Hình 5.2. Dạng lắp ghép theo lỗ  
1. Tấm đế ; 2. Bạc lắp ghép ; 3. Tấm tựa ;  
4. Chốt trụ ; 5. Phiến tỷ ; 6. Khối V

*Ở dạng lắp ghép theo rãnh*

( hình 5.3 ), các linh kiện của trang bị công nghệ tiêu chuẩn có các rãnh hình chữ T tạo điều kiện định vị và điều chỉnh thuận tiện. Các linh kiện được kẹp chặt với nhau bằng những phần tử kẹp có kết cấu dạng chữ T. Những linh kiện này phải chế tạo tốn kém hơn, nhưng lại tạo khả năng điều chỉnh vị trí thuận tiện và linh hoạt hơn. Mặt khác, kết cấu của các linh kiện theo dạng lắp ghép dùng rãnh như vậy còn đảm bảo giữ vững vị trí đã xác định dưới tác dụng của lực kẹp và lực gia công ( lực cắt ).

*Bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn* dùng trong quá trình gia công cơ khí bao gồm : phiến đế, các phần tử trung gian, các phần tử định vị, các phần tử kẹp chặt, các phần

tự tựa ( đỡ ), các phần tử nối ghép.

Phiến đế là phần tử cơ sở lắp ghép các phần tử khác lên nó và để lắp với máy gia công.

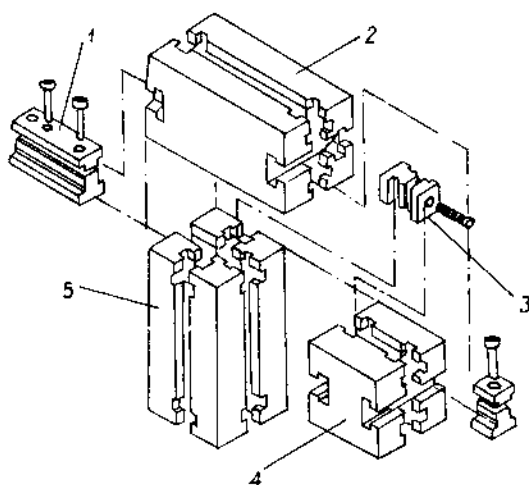
Phiến đế thường có dạng hình khối lập phương, hình thước đo góc vuông, hình tấm dày ...

Các phần tử trung gian có chức năng liên kết các phần tử định vị và các phần tử kẹp chặt. Các phần tử trung gian thường dùng là tấm trung gian, chêm, phiến điều chỉnh.

Các phần tử định vị tiêu chuẩn được xác định tùy theo yêu cầu sử dụng và có dạng kết cấu giống như ở trang bị công nghệ chuyên dùng, đó là khối V, phiến tỷ, chốt gá ...

Các phần tử kẹp chặt - tựa đỡ dùng để kẹp chặt hoặc đỡ phối, thường là vítme kẹp chặt, bánh lệch tâm, bulông điều chỉnh ...

Các phần tử nối ghép có chức năng liên kết các phần tử khác nhau; thường là chốt lắp ghép, bulông lắp ghép, cơ cấu kẹp có rãnh chữ T ...



Hình 5.3. Dụng lắp ghép theo rãnh  
1. . 3. Miếng kẹp then ; 2. , 4. , 5. Tấm kẹp

## 5.2. XÂY DỰNG ĐỒ GÁ LINH HOẠT CHO SẢN XUẤT HÀNG LOẠT VỚI MÁY CẮT KIM LOẠI THÔNG THƯỜNG

Đồ gá linh hoạt được dùng trong sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ thường ở hai dạng sau : đồ gá vạn năng lắp ghép ( GVL ) và đồ gá vạn năng điều chỉnh ( GVD ), trên máy cắt kim loại thông thường.

Đồ gá vạn năng lắp ghép ( GVL ) có kết cấu gồm những linh kiện tiêu chuẩn ( chi tiết, bộ phận ) được tuyển chọn và lắp ghép thành đồ gá ứng với từng nguyên công theo một đối tượng gia công cụ thể ( chi tiết ). Hiện nay, ở các nước đã có bộ linh kiện đồ gá tiêu chuẩn gồm 25.000 ÷ 30.000 chi tiết và bộ phận tiêu chuẩn hóa, cho phép lắp ghép thành 300 đồ gá gia công khác nhau. Bộ linh kiện đồ gá tiêu chuẩn này gồm : các chi tiết cơ sở ( phiến, mâm có rãnh chữ T, khối V, thanh L ... ), các chi tiết định vị ( chốt, bạc ... ), các chi tiết dẫn hướng ( phiến dẫn, trụ dẫn, bạc dẫn ... ), các cơ cấu kẹp chặt phối, các cơ cấu định vị kẹp chặt đồ gá lên máy gia công, các cơ cấu thao tác ( tay cầm, núm vặn ... ), các bộ phận không tháo rời ( cũ điều chỉnh, cơ cấu phân độ, cơ cấu sinh lực kẹp ... ).

Đối với các xí nghiệp cơ khí nhỏ chỉ cần có một bộ linh kiện đồ gá tiêu chuẩn gồm chừng 1500 ÷ 2000 linh kiện, nhưng có thể lắp ghép thành 300 ÷ 400 đồ gá gia công khác nhau trong một năm. Các chi tiết đặc biệt phải chế tạo thêm để bổ sung cho kết cấu đồ gá phù hợp với chi tiết gia công cụ thể chỉ chiếm chừng 1 ÷ 1,5% so với tổng số các chi tiết có trong bộ linh kiện đồ gá tiêu chuẩn. Thời gian lắp ghép một đồ gá có độ phức tạp trung

binh với bậc thợ lắp ráp cao là khoảng 2 + 2,5 giờ. Đồ gá được lắp ghép từ bộ linh kiện tiêu chuẩn dựa theo bản vẽ chi tiết gia công hoặc theo chi tiết mẫu.

Để đảm bảo hiệu quả kinh tế và kỹ thuật khi sử dụng bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn cần tuân thủ những bước sau :

- ① Xác định những yêu cầu đối với trang bị công nghệ cụ thể.
- ② Xác định các vị trí định vị, các vị trí tựa đỡ và các vị trí kẹp chặt.
- ③ Lựa chọn các linh kiện trang bị công nghệ phù hợp.
- ④ Xác lập các phương án bố trí các phần tử kết cấu của trang bị công nghệ cụ thể.
- ⑤ Lắp ghép các linh kiện, phần tử thành trang bị công nghệ.
- ⑥ Kiểm nghiệm chức năng và độ chính xác của trang bị công nghệ đã được tổ hợp.
- ⑦ Gia công chi tiết mẫu để kiểm tra trang bị công nghệ.
- ⑧ Lập bản vẽ hoặc chụp ảnh trang bị công nghệ đã xây dựng.
- ⑨ Lập phiếu trang bị công nghệ.
- ⑩ Sử dụng trang bị công nghệ.

Đồ gá vạn năng lắp ghép ( GVL ) được sử dụng trong phương pháp gia công nhóm. Nhược điểm của loại này là có độ cứng vững kém, giá thành chế tạo một bộ linh kiện tiêu chuẩn thường rất cao, nếu chỉ một xí nghiệp sử dụng thì không kinh tế. Tại các nước có công nghệ phát triển người ta có hoạt động dịch vụ cho thuê đồ gá được lắp ghép từ các linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn.

GVD là loại đồ gá có sử dụng các cơ cấu định vị, kẹp chặt phối, cơ cấu dẫn hướng dụng cụ có khả năng thay đổi phù hợp với nhóm chi tiết gia công. Cơ cấu định vị phối ở loại đồ gá này thường có khả năng điều chỉnh được để gia công các phối theo kiểu và cỡ khác nhau, hoặc có khả năng thay đổi được để gia công chi tiết khác nhau cũng như thực hiện nguyên công khác nhau.

Đồ gá vạn năng điều chỉnh ( GVD ) được dùng trong sản xuất hàng loạt. Khi gia công loạt chi tiết mới không tháo đồ gá ra khỏi máy, mà chỉ thay thế các bộ phận thay đổi ( định vị - kẹp chặt phối, dẫn hướng dụng cụ ), hoặc điều chỉnh một số cơ cấu - cỡ nhất định của đồ gá. Các bộ phận thay đổi của loại đồ gá này phải đảm bảo tháo lắp nhanh, thường có kết cấu là chốt định tâm, chốt định vị, rãnh ... Thời gian cần thiết để tháo lắp, thay đổi các bộ phận cần thiết trên loại đồ gá này cho phù hợp với kiểu, cỡ chi tiết gia công cần được không chế, ví dụ có thể là trong phạm vi 2 + 3 phút.

GVD thường được sử dụng có kết cấu xét về cơ bản là dựa trên kết cấu của đồ gá vạn năng thông thường như : êtô máy, tấm dẫn khoan kiểu trụ trượt bánh răng - thanh răng, mâm cặp có chấu thay đổi dùng khí nén, mâm cặp hoa mai có ke để doa lỗ ở các chi tiết không tròn trên máy tiện, các tấm dẫn khoan tháo rời v.v... Khi gia công các phối nhỏ trên máy phay có thể dùng loại đồ gá vạn năng điều chỉnh ( GVD ) có bàn kẹp thay đổi, mỗi bàn kẹp ứng với một kiểu cỡ phối nhất định.

GVD đem lại hiệu quả kinh tế cao vì nếu sử dụng sẽ không phải thiết kế nhiều đồ gá chuyên dùng.

## TRANG BỊ CÔNG NGHỆ DÙNG TRÊN DÂY CHUYỀN GIA CÔNG LINH HOẠT VÀ TỰ ĐỘNG HÓA ( FMS )

### 6.1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ VÀ CẤU TRÚC KỸ THUẬT CỦA DÂY CHUYỀN GIA CÔNG LINH HOẠT ( FMS - FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEM )

Trong một thời gian khá dài , ngành cơ khí đã tập trung nghiên cứu để giải quyết các vấn đề tự động hóa các xí nghiệp có qui mô sản xuất lớn ( hàng loạt lớn - hàng khối ) , mặc dù qui mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ lại là phổ biến. Điều hòa bức xúc trong qui mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ về năng cao hiệu quả sản xuất tất yếu đã dẫn tới vấn đề nghiên cứu triển khai kỹ thuật tự động có tính linh hoạt cao trong các dây chuyền sản xuất.

Đặc trưng cơ bản của các dây chuyền gia công trong qui mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ là *tính linh hoạt* ( *Flexibility* ). Hiện nay, có thể coi tính linh hoạt là một nguyên tắc trong ngành cơ khí chế tạo máy.

*Tính linh hoạt của một dây chuyền gia công* là khả năng thích nghi khi đối tượng gia công trên nó thay đổi cả về kết cấu, số lượng và thời gian gia công; được xác định theo khả năng điều chỉnh nhanh của các trang bị, dụng cụ, thiết bị, chế độ công nghệ (gọi chung là các *trạm công nghệ* ).

Ngày nay, người ta nhìn nhận quá trình gia công theo quan điểm tổng hợp giữa tự động hóa và linh hoạt hóa quá trình sản xuất. Từ đó dẫn đến vấn đề nghiên cứu, xây dựng và ứng dụng những hệ thống gia công tích hợp điều khiển bằng máy tính CIM ( *Computer Integrated Manufacturing* ) với chất lượng và năng suất gia công cao.

Ở hệ thống CIM, quá trình vận động vật chất ( phối liệu, dụng cụ, đồ gá lắp, vật liệu phụ, phế thải ... ), quá trình cung cấp thông tin ( thông số cắt, dữ liệu kết cấu chi tiết gia công ... ) và quá trình điều phối năng lượng được đảm bảo đạt mức tối ưu.

Máy cắt kim loại, trung tâm gia công điều khiển bằng chương trình số và kỹ thuật vi xử lý CNC ( *Computerised Numerical Control* ) được sử dụng trong sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ đã tạo điều kiện linh hoạt hóa và tự động hóa dây chuyền gia công, nâng cao chất lượng và năng suất gia công, đồng thời cũng làm thay đổi phương pháp và nội dung chuẩn bị công nghệ cho sản xuất.

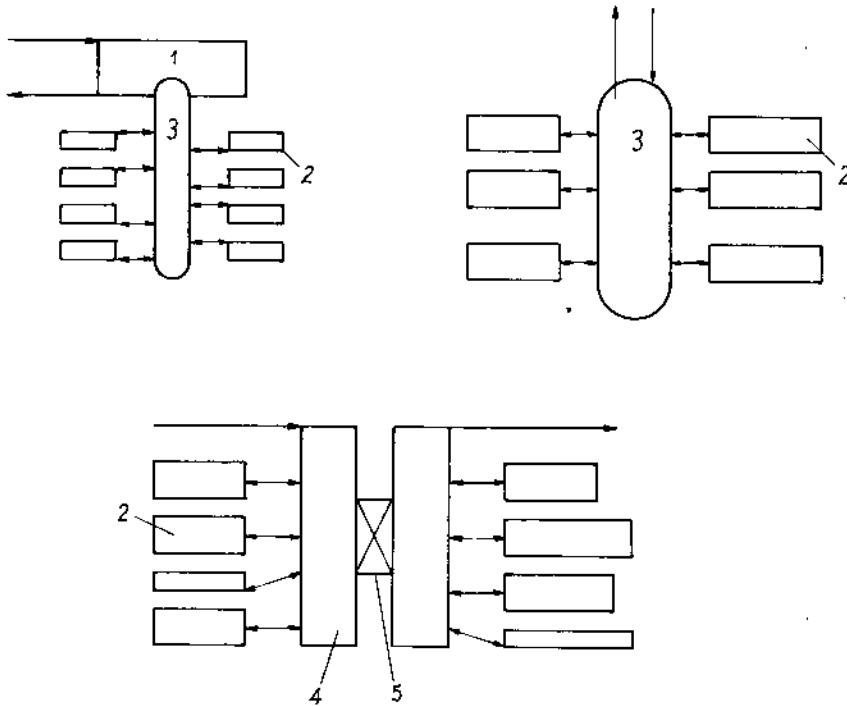
Về cơ bản, khả năng thích ứng nhanh ( linh hoạt ) của dây chuyền gia công, theo đối tượng gia công, phụ thuộc hai yếu tố sau đây :

- Mức độ giống nhau về kết cấu và công nghệ của các loại đối tượng gia công.
- Khả năng điều chỉnh nhanh của dây chuyền gia công ( chủ yếu là máy, đồ gá, dụng cụ, hệ thống xếp dỡ - vận chuyển - bảo quản, hệ thống điều khiển ) khi thay đổi đối tượng gia công.

Dây chuyền gia công linh hoạt ( FMS ) được hình thành trên cơ sở với giúp mềm (flexible) nhiều máy công cụ đơn lẻ hoặc nhiều trung tâm gia công CNC với đồng cung ứng phối, dụng cụ tự động hóa và chu trình điều khiển linh hoạt có sự trợ giúp của máy vi tính ( CNC ).

*Đồng cung ứng phối liệu, dụng cụ linh hoạt và tự động hóa là đặc trưng cơ bản của dây chuyền gia công linh hoạt.* Máy tính điều khiển toàn bộ quá trình hoạt động của dây chuyền gia công linh hoạt ( FMS ) bao gồm : cắt gọt, gá đặt, tháo dỡ, thay đổi phối và dụng cụ, đảm bảo chương trình gia công trên từng máy công cụ và trung tâm gia công.

Các hình 6.1, 6.2, 6.3 nêu rõ từng đặc điểm cơ bản của dây chuyền gia công linh hoạt ( FMS ).



Hình 6.1. Các dạng cấu trúc của hệ thống gia công linh hoạt ( FMS )  
với máy cắt kim loại thông thường

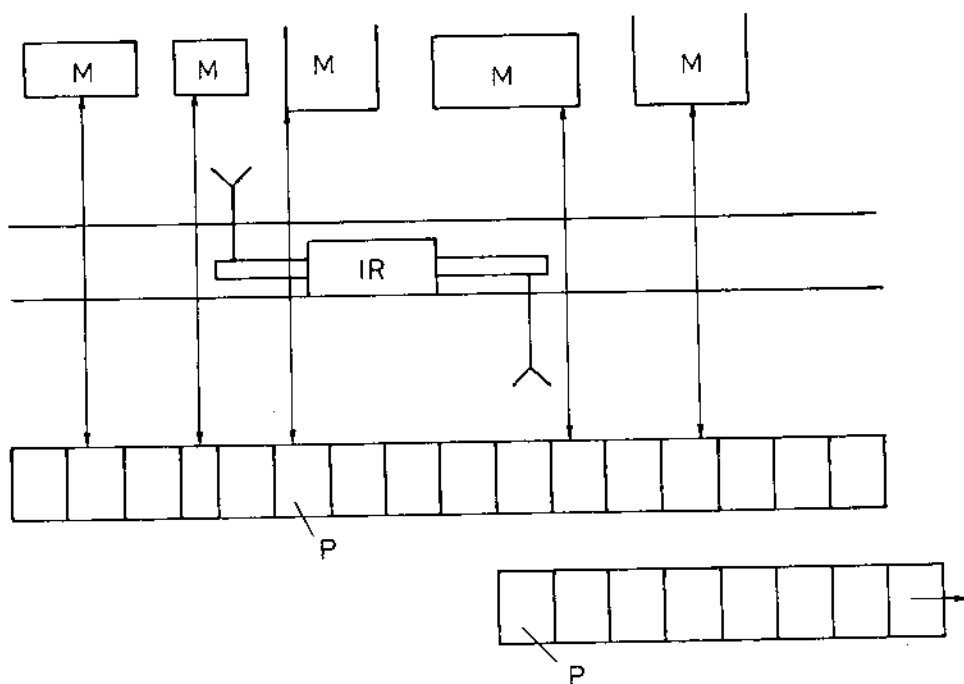
1. Bộ chứa phôi ; 2. Máy cắt kim loại ; 3. Phương tiện vận chuyển ;  
4. Giá đặt phôi ; 5. Thiết bị nâng chuyển

So với các trung tâm gia công ( MC - Manufacturing Center ) thì các hệ thống gia công linh hoạt ( FMS ) có tiềm năng kỹ thuật lớn hơn nhiều. Tính chất linh hoạt của FMS đặt nền móng cho kỹ thuật gia công tự động các loại chi tiết cơ khí cỡ vừa và nhỏ. Nhóm chi tiết gia công có thể được tập hợp từ những loại chi tiết cơ khí trong khoảng kích thước khá rộng hoặc từ những chi tiết cơ khí có hình dạng, kết cấu khác biệt khá lớn. Tính linh hoạt của FMS còn được khẳng định đối với các chi tiết gia công có thời gian gia công dài trên từng trạm công nghệ riêng lẻ.

Mức độ linh hoạt hóa và tự động hóa của FMS là yếu tố quyết định nhất mức giá trị đầu tư để thiết kế, lắp đặt FMS, dựa trên mức độ khai thác tiềm năng kỹ thuật trên từng trạm công nghệ.

Tóm lại, hiện nay linh hoạt hóa và tự động hóa quá trình gia công cơ khí được coi là một giải pháp hữu hiệu về mặt kỹ thuật nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất trong qui mô hàng loạt vừa và nhỏ. Đồng thời giải pháp này cũng đặt ra những nội dung mới trong chuẩn bị công nghệ cho sản xuất nhằm khai thác triệt để khả năng kỹ thuật của các trang bị, thiết bị, dụng cụ gia công hiện đại, tự động và linh hoạt cao nhưng cũng đòi hỏi mức đầu tư rất lớn.

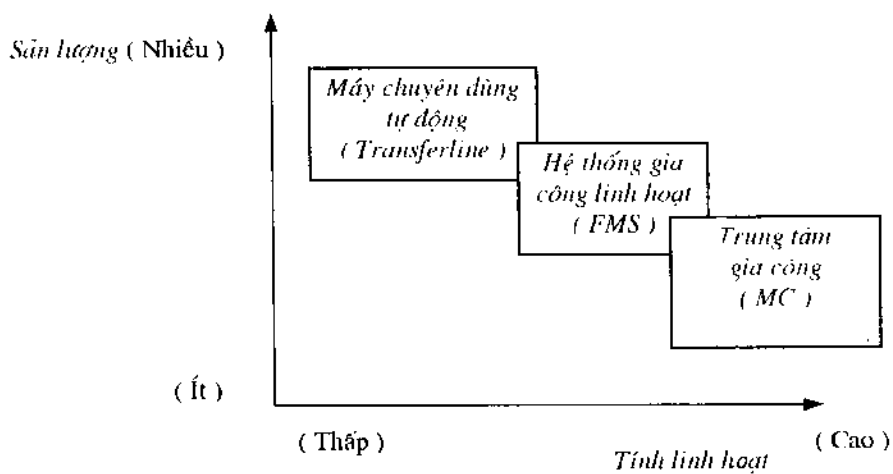




Hình 6.2. Cấu trúc của hệ thống gia công linh hoạt ( FMS )

với máy công cụ CNC và người máy công nghiệp

M - Máy công cụ CNC ; IR - Người máy công nghiệp ; P - Bộ - phiên gá phôi



Hình 6.3. Phạm vi ứng dụng của hệ thống gia công linh hoạt ( FMS )

xét theo sản lượng chi tiết gia công và tính linh hoạt

Một trong những bài toán công nghệ cần được quan tâm giải đáp với FMS là tính toán sao cho có thể gia công từng trạm công nghệ linh hoạt, tự động hóa nhiều loại chi tiết khác nhau, có quá trình công nghệ và thời gian nguyên công khác nhau, trong chu kỳ gia công ngắn nhất. Nghĩa là phải giảm tới mức tối đa thời gian trống trong từng quá trình công nghệ ứng với từng loại chi tiết riêng biệt và giữa các quá trình công nghệ khác nhau được thực hiện liên tục tại từng trạm công nghệ.

## 6.2. CÁC LOẠI TRANG BỊ CÔNG NGHỆ DÙNG TRÊN DÂY CHUYỀN GIA CÔNG LINH HOẠT FMS

### 6.2.1. Phương tiện cung ứng dụng cụ gia công

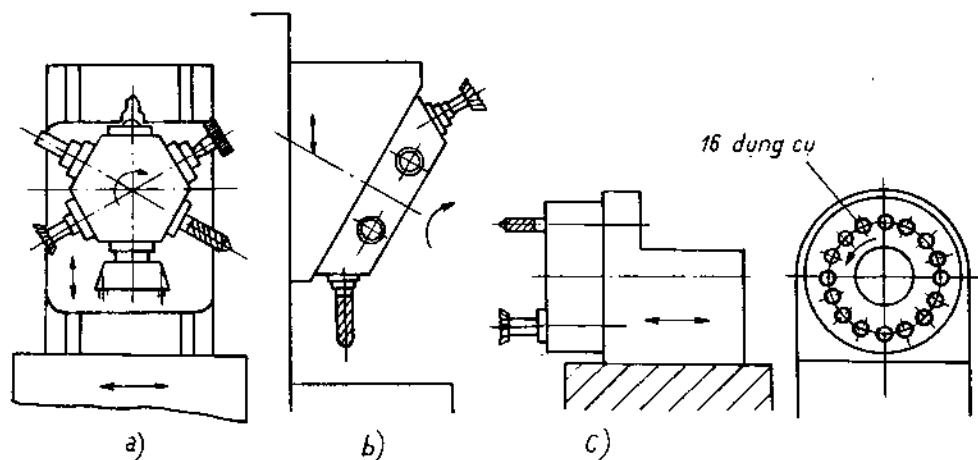
Dụng cụ được nạp và hiệu chỉnh bằng cách thủ công hay cơ khí hóa vào ổ tích dụng cụ. Việc tháo dỡ và cắt dụng cụ vào ổ tích dụng cụ cũng như chuyển dụng cụ tới từng máy công cụ, đặc biệt là thay dụng cụ ở từng máy, được tự động hóa.

Kết cấu của bộ thay đổi dụng cụ tùy thuộc các yếu tố sau :

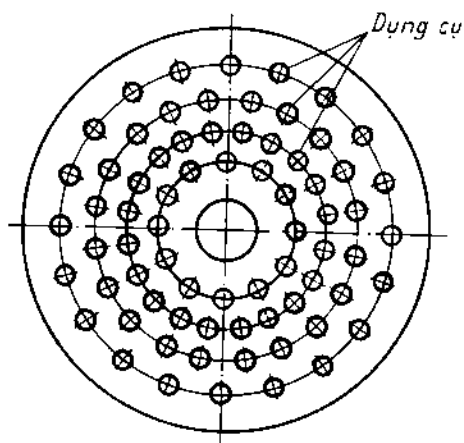
- Số lượng dụng cụ cần thiết để gia công chi tiết cơ khí theo yêu cầu.
- Phạm vi không gian giữa trục chính của máy công cụ và nơi đặt ổ tích dụng cụ.
- Cách sắp xếp dụng cụ và số hiệu dụng cụ trong ổ tích dụng cụ.
- Hiệu chỉnh dụng cụ trước khi gia công và hiệu chỉnh dụng cụ tự động trong quá trình gia công trên máy công cụ.

Chi phí cho bộ thay đổi dụng cụ tự động phụ thuộc vào số lượng dụng cụ cần thiết cho quá trình gia công.

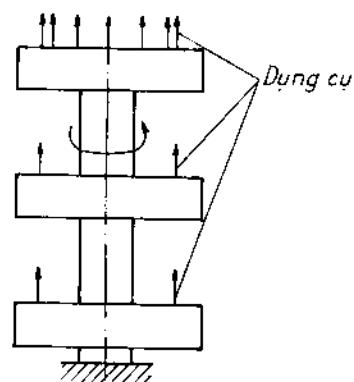
Kết cấu đầu revolve có hình ngôi sao và hình cái trống ( hình 6.4 ) bị giới hạn về khả năng tiếp nhận dụng cụ. Đầu revolve hình ngôi sao có thể là dạng một trục với nhiều vị trí kẹp dụng cụ hoặc là dạng nhiều trục. Để tiếp nhận nhiều dụng cụ có thể dùng các dạng ổ tích dụng cụ thích hợp như là ổ dạng đĩa ( hình 6.5 ), ổ nhiều tầng ( hình 6.6 ), ổ băng xích ( hình 6.7 ) và nhiều dạng ổ khác. Những dạng kết cấu của ổ tích dụng cụ khác nhau về quá trình chuyển động đến vị trí dụng cụ, nhu cầu về không gian lắp đặt, số lượng các chuyển động và chiều dài hành trình vận chuyển dụng cụ.



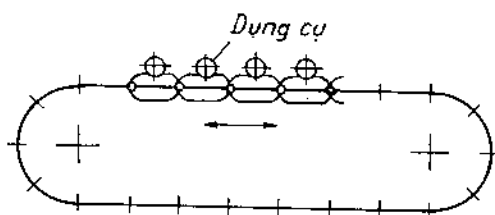
Hình 6.4. Đầu revolve - trang bị lưu trữ và thay dụng cụ cổ dụng tích nhỏ  
a. , b. Ổ tích dụng cụ hình sao      c. Ổ tích dụng cụ hình trống



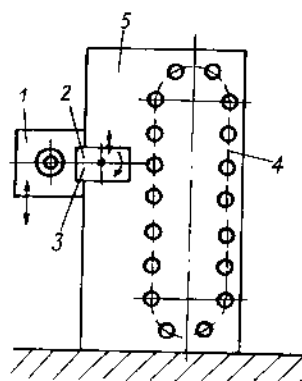
Hình 6.5. Ổ tích dạng đĩa



Hình 6.6. Ổ tích nhiều tầng  
( chứa 150 dụng cụ )



Hình 6.7. Ổ tích băng xích  
( chứa 60 dụng cụ )

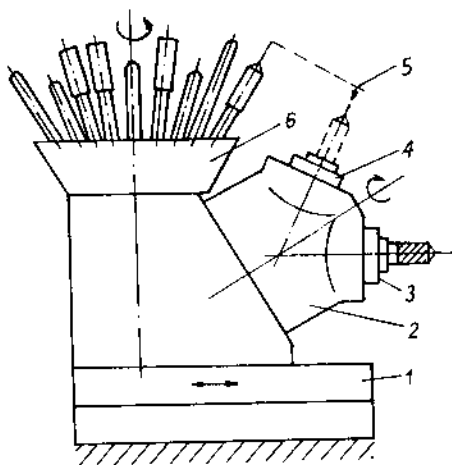


Hình 6.8. Cơ cấu thay dụng cụ tự động  
1. Hộp trục chính ; 2. Bàn trượt cho tay máy ;  
3. Tay máy; 4. Ổ tích băng xích; 5. Thân máy

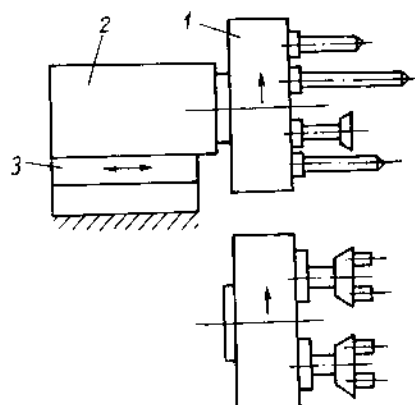
Trên hình 6.8 dụng cụ được thay đổi khi trục chính của máy công cụ dừng. Ở dạng kết cấu có hai trục chính (hình 6.9) thì trục phía trên sẽ được thay đổi dụng cụ trong thời gian thực hiện nguyên công. Kết cấu dẫn khoan (hình 6.10) tạo điều kiện thay đổi đồng thời nhiều dụng cụ, tạo ra hiệu quả đặc biệt.

Hình 6.11 là dây chuyền gia công linh hoạt gồm có bốn trung tâm gia công NC giống nhau, có dòng dụng cụ tự động hóa cao. Từng trung tâm gia công có một ổ tích dụng cụ hình tam giác với 50 vị trí lắp dụng cụ cũng như các ổ tích dụng cụ thẳng có dạng băng xích. Các ổ băng xích này được nối với nhau thông qua các tay tóm dụng cụ để thay đổi dụng cụ. Trên giá dành cho các phiên gá phôi ( 2 ) là một ổ tích dụng cụ trung

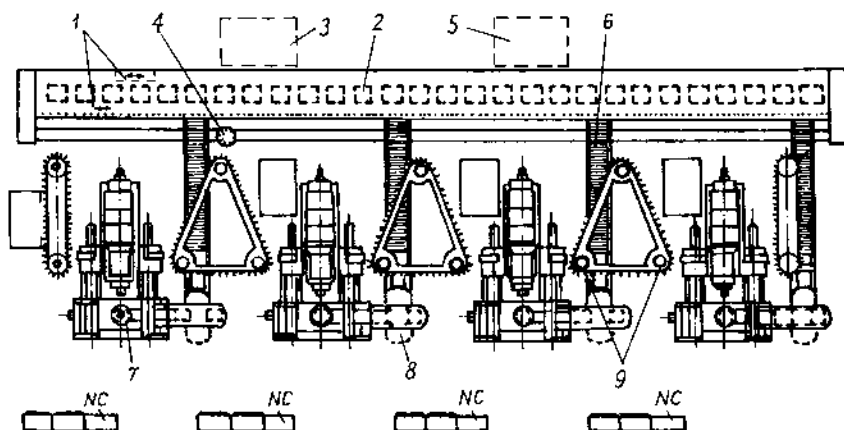
tám. Các ổ tích dụng cụ dạng băng xích được đảm bảo quan hệ với ổ tích dụng cụ trung tâm nhờ xe chở dụng cụ. Cách bố trí như vậy tạo thuận lợi cho quá trình vận chuyển tự động từng dụng cụ với từng máy công cụ trong dây chuyền gia công FMS.



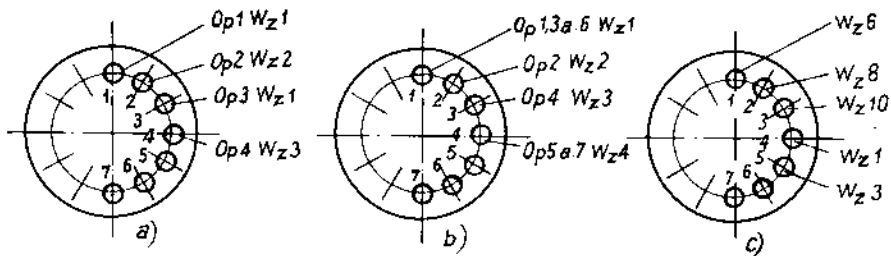
Hình 6.9. Cơ cấu thay dụng cụ  
1. Băng trượt ; 2. Đầu rôvônver hai trục ;  
3. Trục dụng làm việc ; 4. Trục dừng im ;  
5. Quỹ đạo thay đổi dụng cụ ;  
6. Ổ tích dụng cụ



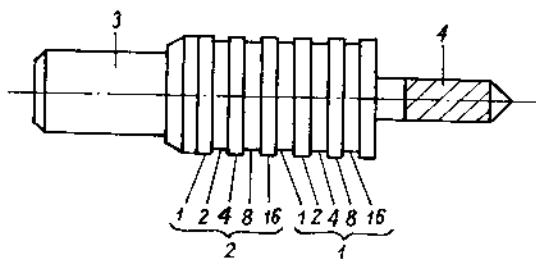
Hình 6.10. Cơ cấu thay đầu khoan tự động  
1. Đầu khoan ;  
2. Hộp trụ chính ;  
3. Băng trượt



Hình 6.11. Hệ thống linh hoạt gia công chi tiết không tròn  
1. Xe vận chuyển các bộ gá phôi ; 2. Nơi đặt bộ gá phôi ; 3. , 5. Trạm nạp ;  
4. Cơ cấu cung cấp dụng cụ ( 10 vị trí ) ; 6. Vận chuyển chi tiết ;  
7. Trung tâm gia công NC ; 8. Trạm xoay - thay đổi phôi ; 9. Cơ cấu cảm nắm dụng cụ.



Hình 6.12. Các phương án bố trí dụng cụ trong một ổ tích dụng cụ  
Op - Bước công nghệ ; Wz - Dụng cụ cắt  
a. Theo trình tự gia công ; b. Theo vị trí lưu trữ ; c. Tùy ý



Hình 6.13 Sơ đồ nguyên lý của một dụng cụ đã mã hóa ( theo SIMON )

Một vị trí trong mã nhị phân có thể là 1 ( đường kính vòng tròn lớn ), 0 ( đường kính vòng tròn nhỏ ) hoặc khi đường kính bằng nhau và vật liệu thích hợp là hai trạng thái : L ( có từ tính ), O (không có từ tính).

1. Năm vị trí nhị phân biểu thị số hiệu dụng cụ.

2. Năm vị trí nhị phân biểu thị số hiệu nhóm dụng cụ, như vậy có thể phân biệt  $31 \times 31 = 961$  dụng cụ.

3. Bề mặt định vị tiêu chuẩn.

4. Dụng cụ điều chỉnh trước.

Mã nhị phân của con số 31 dựa vào lũy thừa cơ số 2, tức là :

$$31 = 2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4$$

Các dụng cụ được sắp xếp trong ổ tích dụng cụ theo nhiều cách khác nhau, ví dụ :

- Sắp xếp dụng cụ theo trình tự gia công ( hình 6.12a ).
- Sắp xếp dụng cụ theo vị trí lưu trữ ( hình 6.12b ), ở đây số hiệu về vị trí lưu trữ dụng cụ chính là số hiệu dụng cụ, từng dụng cụ cần thiết có vị trí lưu trữ ( số hiệu ) cố định, cần phải mã hóa vị trí lưu trữ dụng cụ.

- Sắp xếp dụng cụ tùy ý ( hình 6.12c ), ở đây các dụng cụ cần thiết được mã hóa, ví dụ như dùng các vòng mã hiệu ( hình 6.13 ). Bộ xác nhận mã hiệu sẽ dựa vào các vòng mã hiệu này mà chọn dụng cụ thích hợp cho bước gia công tiếp theo, ứng với tiến trình đã xác định.

### 6.2.2. Phương tiện cung ứng phối

Khi gia công chi tiết cơ khí trên dây chuyền FMS, biện pháp quan trọng để có thể giảm chi phí gia công là giảm giá trị tổng thời gian lưu thông của chi tiết gia công trên dây chuyền FMS. Nghĩa là phải tìm biện pháp thích hợp và có hiệu quả nhất để đẩy nhanh tốc độ của dòng lưu thông phối liệu trên dây chuyền gia công. Như vậy dòng phối liệu

(chi tiết) trong nội bộ dây chuyền gia công FMS cần phải có mức độ tự động hóa và linh hoạt hóa tương ứng với trạm riêng lẻ của FMS.

Tay máy, người máy công nghiệp ( Teleoperator, Manipulator, Industrial Robot ) có chức năng cung ứng phối liệu, dụng cụ công nghệ theo định hướng linh hoạt hóa và tự động hóa đồng vật chất trong phạm vi từng hệ thống gia công FMS, được nhận biết qua thuật ngữ hệ thống cung ứng phối liệu và dụng cụ công nghệ ( Workpiece - Tool - Handling - System ).

Các trung tâm gia công CNC có tính linh hoạt cao kết hợp với tay máy, người máy công nghiệp CNC cao cấp là hai cơ sở - nền tảng kỹ thuật căn bản nhất của dây chuyền gia công FMS.

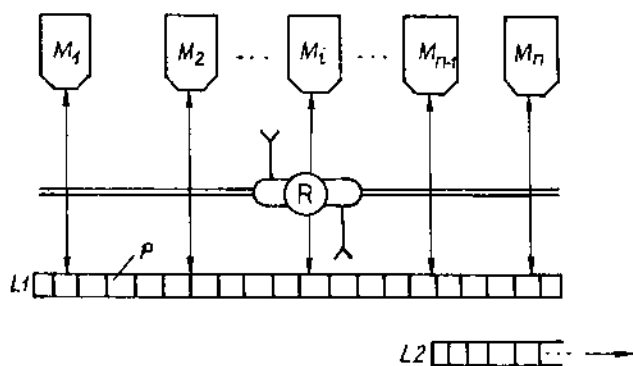
Trong thực tế, cấu trúc của dây chuyền gia công linh hoạt - tự động hoá ( FMS ) chịu ảnh hưởng của phương thức tổ chức dòng phối liệu vận động trong nó. Khi xác lập phương án tổ chức dòng phối liệu trong FMS cần đảm bảo các yêu cầu sau :

- Đường vận chuyển ngắn nhất.
- Đảm bảo tính linh hoạt về thứ tự gia công chi tiết.
- Đảm bảo mức chất tải ( tải trọng ) tối ưu trên các máy gia công (trạm công nghệ).
- Thời gian thông thoát chi tiết gia công ngắn nhất, nghĩa là chu kỳ gia công chi tiết là ngắn nhất.
- Tạo điều kiện phục vụ nhiều trạm công nghệ ( máy ) thông qua thiết bị chuyển đổi cung ứng phù hợp.
- Chi phí thấp.

Cho đến nay, các hệ thống gia công linh hoạt FMS được xây dựng theo các phương án tổ chức dòng phối như sau :

#### a. Phương thức nối ghép thay thế

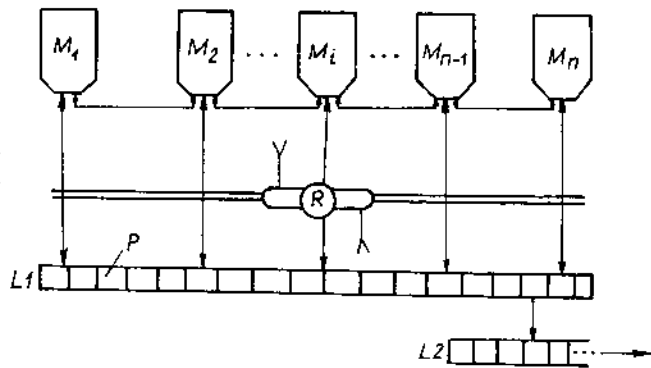
Với phương thức này ( hình 6.14 ) các trạm công nghệ M ( máy công cụ ) được bố trí theo đường thẳng hay đường tròn, được liên kết bình đẳng - song song với nhau, không phụ thuộc lẫn nhau với ổ tích phối trung tâm LI. Như vậy chỉ có mối quan hệ trao đổi giữa ổ tích phối trung tâm LI và từng trạm công nghệ riêng lẻ M ( trao đổi hai chiều về phối và chi tiết gia công giữa LI và M ). Ở đây, trình tự công nghệ từ trạm này sang trạm khác là không bắt buộc; hoặc nếu là bắt buộc thì cũng phải qua ổ tích phối LI ( ổ tích trung tâm ) để thực hiện chuyển đổi, do vậy ổ tích phối LI là ổ tích phối chủ động. Vì thế yêu cầu đặt ra với hệ thống điều khiển của FMS là tạo điều kiện cho cơ cấu vận chuyển và trao đổi phối ( cơ cấu cung ứng phối ) dễ dàng phục vụ nhiều trạm công nghệ (máy, trung tâm gia công CNC). Các trạm công nghệ có mức chất tải (tải trọng) cao về thời gian, nhưng các tính năng kỹ thuật của chúng không được khai thác triệt để. Nghĩa là tính linh hoạt của hệ thống FMS với cấu trúc nối ghép thay thế còn bị hạn chế đáng kể.



Hình 6.14. Hệ thống FMS nối ghép thay thế  
 $M_i$  - Trạm công nghệ; R - Người máy; P - Bộ (phiến gá phối)  
 LI - Kho phối ; L2 - Kho thành phẩm

*b. Phương thức nối ghép bổ sung*

Phương thức này (hình 6.15) có thêm mối quan hệ trao đổi phối liệu hoặc bán thành phẩm giữa các trạm công nghệ khác nhau. Một trình tự công nghệ được xác định từ chương trình điều khiển. Chi tiết cơ khí được gia công hoàn chỉnh trên đường lưu thông của nó trong hệ FMS. Các trạm công nghệ bổ sung lẫn nhau về khả năng kỹ thuật và cùng tham gia vào quá trình hoàn thiện chi tiết cơ khí. Như vậy, yêu cầu đặt



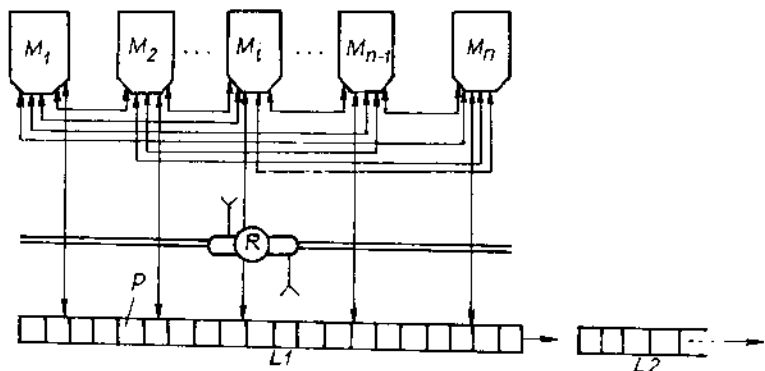
Hình 6.15. Hệ thống FMS nối ghép bổ sung

ra cho hệ thống điều khiển sẽ phức tạp hơn xét riêng về điều phối dòng phối liệu, tùy thuộc số trạm công nghệ có trong hệ thống và số vị trí mà một tiến trình công nghệ phải đi qua. Khả năng phục vụ nhiều trạm công nghệ của các cơ cấu cung ứng phối ( vận chuyển, trao đổi đối tượng gia công ) bị hạn chế.

Ở một mức độ nhất định, việc phân chia khối lượng gia công tại các trạm công nghệ phải đảm bảo sao cho đạt trị số thời gian chu kỳ xấp xỉ nhau giữa các trạm công nghệ. Hệ thống FMS với cách thức nối ghép bổ sung có tính linh hoạt cao hơn, các trạm công nghệ khai thác triệt để hơn về tính năng kỹ thuật.

*c. Phương thức nối ghép tổ hợp*

Phương thức này ( hình 6.16 ) đảm bảo mọi mối quan hệ trao đổi giữa các trạm công nghệ trong hệ thống FMS, vì vậy có tính linh hoạt cao hơn hẳn hai phương thức trên. Các trạm công nghệ có ở hệ thống FMS sẽ đạt mức tải trọng cao hơn xét về quỹ thời gian gia công, được khai thác triệt để về khả năng kỹ thuật. Các phương tiện cung



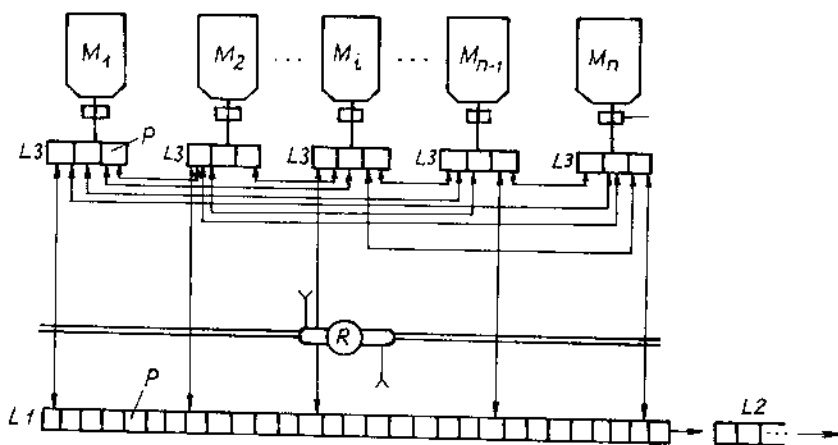
Hình 6.16. Hệ thống FMS nối ghép tổ hợp

cấp phối liệu có điều kiện phục vụ nhiều trạm công nghệ.

Hiện nay, các hệ thống FMS chủ yếu được thiết lập theo phương thức này.

*d. Phương thức nối ghép mở rộng*

Phương thức này( hình 6.17 ) có thêm các ổ tích phối trung gian L3 có chức năng trung chuyển, tạo khả năng nâng cao tính linh hoạt của dây chuyền gia công, đặc biệt là linh hoạt về thời gian gia công. Ổ tích phối trung gian L3 có tác dụng điều hòa dòng phối liệu, tránh hiện tượng ứ đọng hoặc thiếu hụt phối liệu tại các trạm công nghệ trong dây chuyền gia công. Trình tự công nghệ có thể là bất kỳ, tùy theo từng đối tượng gia công cụ



Hình 6.17. Hệ thống FMS nối ghép mở rộng ( L3 - kho trung gian )

thể. Chu kỳ gia công ở mỗi công đoạn không cần phải khống chế ở giá trị xấp xỉ nhau. Mặt khác, có thể khai thác tối đa khả năng kỹ thuật của các trạm công nghệ ( máy ) trong dây chuyền gia công FMS bằng các biện pháp công nghệ như chọn chế độ cắt có trị số khác nhau để đạt các yêu cầu khác nhau về chất lượng và năng suất gia công.

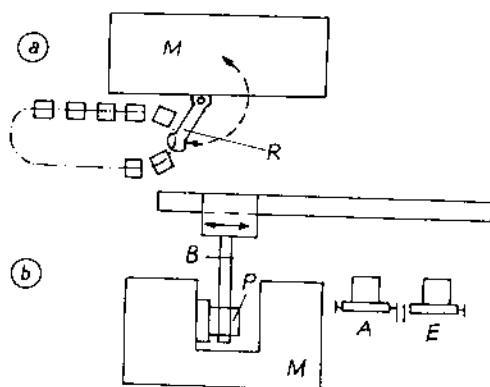
Ngoài ra, quá trình cung ứng phối liệu trong dây chuyền gia công linh hoạt FMS còn phụ thuộc vào nhóm máy và trung tâm gia công được sử dụng :

- Nhóm máy có phối quay ( bao gồm các máy gia công chi tiết cơ khí có dạng tròn )

Trong nhóm máy này ( hình 6.18 ), công việc tháo dỡ - gá đặt phối - chi tiết gia công do một người máy công nghiệp ( IR ) đảm nhiệm. Giá đỡ di động, băng tải hoặc máng dẫn dịch chuyển phối - chi tiết gia công giữa các máy trong nhóm

- Nhóm máy có dao quay ( bao gồm các máy gia công chi tiết cơ khí có dạng không tròn )

Trong nhóm máy này ( hình 6.19 ), phối - chi tiết gia công được gá đặt cố định trên các phiến gá chuẩn ( Palette ) . Các phiến gá này lại được đặt trên băng tải , được dịch



Hình 6.18. Hệ thống cấp phối - chi tiết gia công

a. Hệ thống băng tải dài ;

b. Hệ thống băng tải con lăn

A. Phối - chi tiết vào ; E. Phối - chi tiết ra ;

B - Tay máy ; M. Máy công cụ ;

P. Phối - chi tiết ; R. Người máy



chuyển và chuyển giao tự động cho bàn máy công cụ CNC nhờ người máy công nghiệp ( IR ).

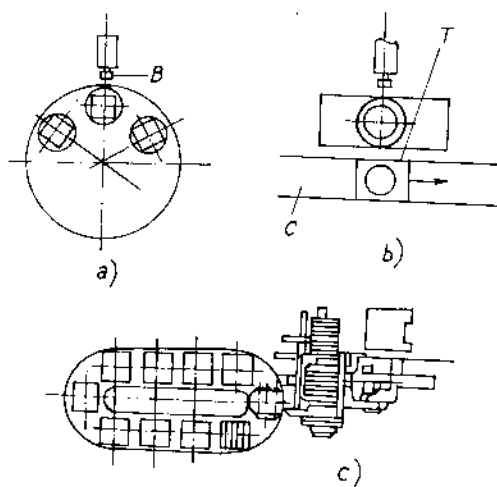
Trung tâm gia công MC (Manufacturing Centre ) là máy công cụ điều khiển CNC, có khả năng gia công ( phay và khoan ) tự động, đồng thời cũng có khả năng thay đổi phôi, dụng cụ tự động. Trên trung tâm gia công, có thể thay đổi từng phôi hoặc thay đổi cơ cấu gá phôi ( được gọi là các phiên gá phôi ) hoàn toàn tự động.

Việc sử dụng các phiên gá phôi ( Palette ) có lợi là phôi được gá đặt ở ngoài phạm vi làm việc của máy gia công, nhờ đó giảm được thời gian dừng máy để thay đổi phôi gia công. Các phiên gá phôi được chuyển tới các máy gia công bằng các thiết bị thay đổi phiên gá phôi tự động ( Automatic Palette Changer ).

Hình 6.20a là kết cấu của một phiên gá phôi và hình 6.20b là một ví dụ về thiết bị thay đổi phiên gá phôi tự động có dạng bàn quay, thay đổi được hai phiên gá phôi, được dùng trên các trung tâm gia công.

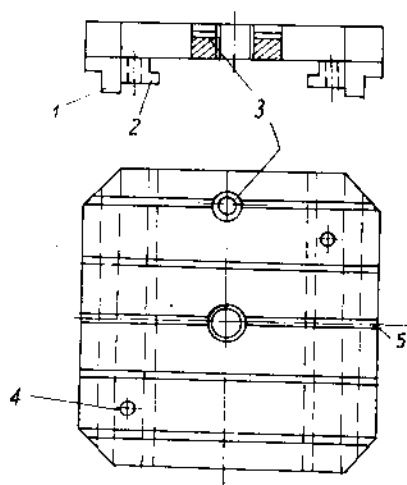
Những phiên gá phôi, mà trên đó phôi được gá đặt trực tiếp thông qua các đồ gá có kết cấu như sau : mặt dưới của phiên gá phôi có các lỗ định vị để xác định vị trí và có các sống kẹp để kẹp chặt phiên gá phôi trên bàn máy gia công. Mặt trên của phiên gá phôi có các bạc định vị và các rãnh chữ T để điều chỉnh và kẹp chặt đồ gá phôi. Để các phiên gá phôi có thể thay thế nhau dễ dàng, kích thước chiều cao của phiên gá phôi và khoảng cách giữa các lỗ định vị được gia công rất chính xác.

Các hình 6.21 và 6.22 là những ví dụ về dây chuyển giao công linh hoạt FMS.



Hình 6.19. Hệ thống chuyển giao phiên gá chuẩn ( Palette )

- a) Chuyển giao bằng bàn quay ;  
b) Chuyển giao dùng băng tải - xe  
c) Chuyển giao trên trung tâm gia công  
B. Trục chính ; C. Băng tải ;  
T. Đổi phiên gá phôi ( Palette )



Hình 6.20a. Bộ - phiên gá phôi ( Palette )

1. Thanh dẫn hướng ; 2. Thanh kẹp ;  
3. Bạc định vị đồ gá ;  
4. Lỗ định vị ; 5. Rãnh chữ T

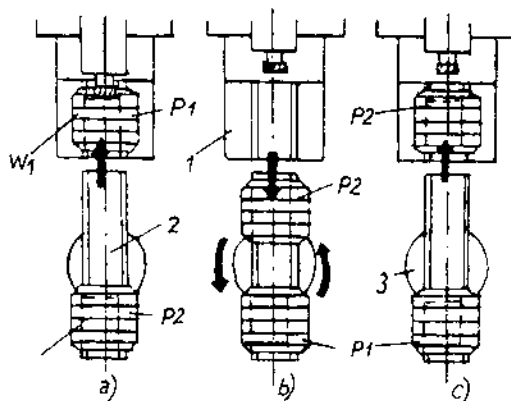
### 6.2.3. Hệ thống dụng cụ dùng cho máy NC

Hệ thống dụng cụ phù hợp với các máy công cụ NC phải đảm bảo tính chất vạn năng và linh hoạt, phải thực hiện được mọi việc gia công (cắt gọt), phải có độ cứng vững cao, phải đạt năng suất bóc phoi cao và vẫn phải có chi phí gia công có thể chấp nhận được.

Năng suất của các máy công cụ NC chủ yếu là do khả năng cắt và độ tin cậy của các dụng cụ được dùng quyết định. Khả năng cắt của dụng cụ được diễn đạt bằng các đại lượng, khái niệm như sau: thông số cắt tối đa (tốc độ cắt, lượng tiến dao, tốc độ tiến dao), tiết diện phoi cắt, thể tích phoi cắt, tuổi bền và chiều dài cắt ứng với tuổi bền của dụng cụ cắt.

Độ tin cậy của dụng cụ có cơ sở công nghệ và cơ sở hình học. Cả hai cơ sở này là tiền đề để gia công tự động các chi tiết cơ khí đạt hiệu quả kinh tế.

Độ tin cậy về công nghệ cho biết các thông số về khả năng cắt có thể được đảm bảo thực tế ở mức độ



Hình 6.20b. Nguyên lý hoạt động của thiết bị thay đổi hệ - phiên gá phôi

a. Phiên gá 1 trên bàn máy;

b. Phiên gá 1 và 2 trên bàn đặt các phiên gá. Lúc ban đầu các phiên gá;

c. Phiên gá 2 trên bàn máy

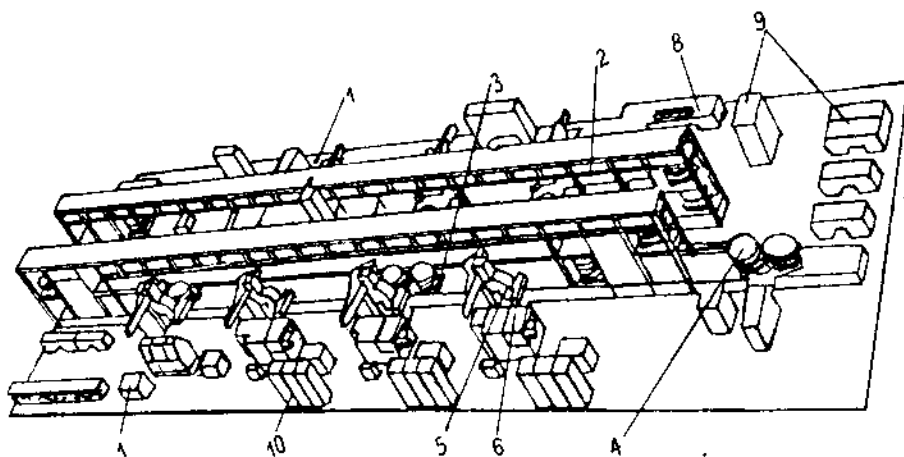
1. Bàn máy; 2. Bàn đặt các phiên gá (Palette);

3. Thiết bị thay đổi các phiên gá

W1. Chốt tiết được gia công;

W2. Chốt tiết chưa gia công;

P1. Phiên gá 1; p2. Phiên gá 2

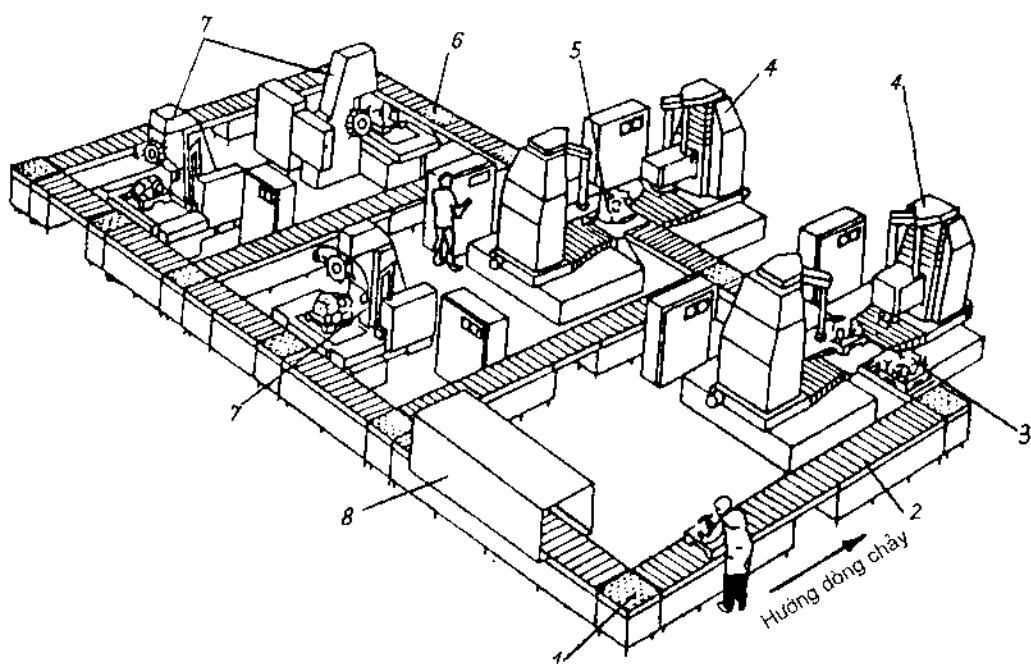


Hình 6.21. Một phần thuộc hệ thống gia công linh hoạt ROTA - FZ-200

1. Thiết bị phục vụ giá lưu trữ; 2. Bộ lưu trữ; 3. Thiết bị tạo nhịp; 4. Bộ gá phôi;

5. Thiết bị thay phôi; 6. Máy cắt kim loại; 7. Bộ điều khiển máy;

8. Bộ điều khiển phân hệ; 9. Trung tâm điện toán; 10. Tủ điều khiển



Hình 6.22. Hệ thống máy điều khiển NC gia công các chi tiết dạng hộp ( hãng CINCINNATI )

1. Bộ đặt và lấy chi tiết ( bàn chữ nhật có bi lăn ) ; 2. Băng tải con lăn ;
3. Nơi tập kết các chi tiết chờ gia công ;
4. Máy khoan NC với đầu revolve lắp 8 dụng cụ ;
5. Bàn gọi điều khiển NC ; 6. Bàn phân phối ;
7. Máy khoan NC với đầu revolve lắp 6 dụng cụ ; 8. Máy rửa

như thế nào, nghĩa là phải xác định được trước khi cắt ở những thông số cắt nào sẽ không xảy ra hiện tượng vỡ dao và khối lượng phoi ( ứng với tuổi bền dụng cụ ) là bao nhiêu, có thể bóc ra mà không ảnh hưởng gì tới chất lượng gia công ( không tính đến khi phải thay thế lưỡi cắt ).

Độ tin cậy về hình học của dụng cụ, xét về nguyên lý trong hệ thống chuyển động dụng cụ được điều khiển bằng số là không thể thiếu vì : các kích thước yêu cầu của dụng cụ cũng được hệ điều khiển CNC xử lý giống như các kích thước yêu cầu của chi tiết gia công. Khi các kích thước thực của dụng cụ có sai lệch so với các kích thước yêu cầu, đã được nhớ trong hệ điều khiển CNC thì có nghĩa là gia công có phế phẩm. Vì vậy hệ thống dụng cụ dùng cho các máy công cụ NC phải đảm bảo sao cho vị trí của lưỡi cắt có tác động trực tiếp đến kích thước gia công, không thay đổi so với vị trí đã định trong quá trình cắt và sau mỗi lần thay đổi dụng cụ lưỡi cắt lại có vị trí đó với độ chính xác cao. Việc tính toán hiệu chỉnh ( bù ) dao được các hệ thống điều khiển hiện đại thực hiện dễ dàng, luôn luôn có tiền đề là tập hợp dữ liệu về kích thước thực. Điều đó thực hiện trong quá trình gia công là tốn kém và mất thời gian và chỉ nên giới hạn trong các trường hợp cần thiết như trước khi tạo ra các mối lắp ghép theo chế độ lắp ghép nhất định.

Ngoài độ tin cậy về công nghệ và độ tin cậy về hình học, nhiều người quan tâm tới các trung tâm gia công ( Manufacturing Centres ) còn xét đến tính linh hoạt ( Flexibility ) của hệ thống dụng cụ. Công việc thường gặp là hệ thống này có thể nay mai phải gia công

chi tiết mới và phải chuẩn bị những dụng cụ đặc biệt cho nó. Câu trả lời logic ở đây là các hệ thống dụng cụ được xây dựng theo nguyên lý *modun hoá*, để từ chúng mà các linh kiện tiêu chuẩn hoá ( Standard Elements ) có thể được tổ hợp thành những dụng cụ phù hợp nhất với công việc gia công như các đèn khoan - doa.

Bên cạnh *khả năng cắt, độ tin cậy* của dụng cụ còn có yêu cầu về *khả năng cung ứng (Handling)* nhẹ nhàng của hệ thống dụng cụ, đảm bảo phù hợp với kỹ thuật điều khiển NC và *khả năng điều chỉnh nhanh* theo nhiệm vụ gia công thay đổi. Về mặt lý thuyết, chi tiết gia công và dụng cụ gia công là một cặp tác động tương hỗ. Trong thực tế cũng thấy rõ ở lưỡi cắt của dụng cụ một điều là : *hệ thống gồm máy công cụ, hệ điều khiển và dụng cụ* có thể gia công chi tiết với khả năng cắt và hiệu quả kinh tế như thế nào.

*Hệ thống dụng cụ ( Tool System )* tạo ra khâu nối giữa *lưỡi cắt* để tạo ra phoi và có tác động của các lực cắt với *máy công cụ* thu nhận các lực cắt và đồng thời thực hiện những chuyển động giữa lưỡi cắt của dụng cụ và chi tiết gia công.

Hệ thống dụng cụ được tạo lập phù hợp với *phương pháp gia công* ( ví dụ : khoan , phay hoặc tiện ) và các đặc điểm thiết kế của máy công cụ tương ứng .

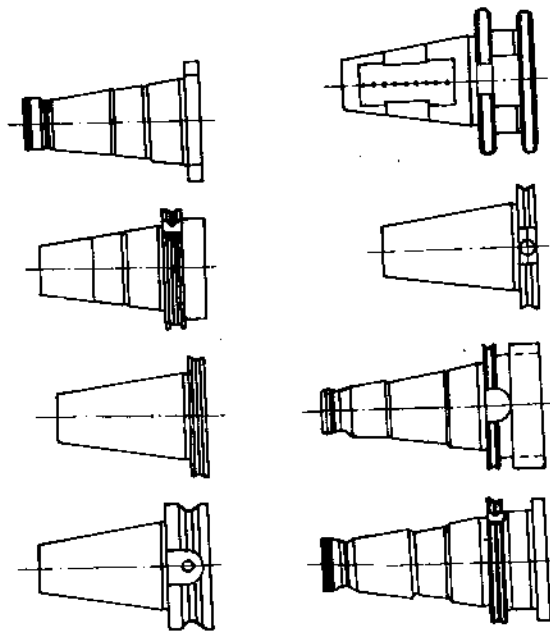
a. *Hệ thống dụng cụ và hệ thống cung ứng dùng trên các máy khoan - phay liên hợp*

Các máy khoan - phay liên hợp thông thường đã được nối ghép với hệ điều khiển bằng số ( NC ) tạo thành *trung tâm gia công ( MC )* điều khiển NC. Đặc điểm của trung tâm gia công là *dụng cụ cũng được thay đổi tự động*. Cho dù trong trường hợp cá biệt, vì lý do kinh tế, ở máy khoan - phay liên hợp dụng cụ vẫn phải thay đổi bằng tay, nhưng các phần tử của nó cũng cần phải được thiết kế và chế tạo cho phù hợp với định hướng tự động hoá toàn diện khâu cung ứng dụng cụ sau này.

Những phần tử ( linh kiện ) cơ bản là:

- Phần tử tiếp nhận dụng cụ, để lắp dụng cụ vào trục chính của máy công cụ.
- Dụng cụ, được ghép nối và đo kiểm tra trước với phần tử tiếp nhận dụng cụ ở bên ngoài máy công cụ.
- Ổ tích dụng cụ có chức năng lưu giữ các dụng cụ cần thiết cho quá trình gia công.
- Đồ gá thay đổi dụng cụ có chức năng thay đổi dụng cụ, kể cả tiếp nhận, gá đặt dụng cụ giữa vị trí làm việc và vị trí ở ổ tích dụng cụ.

*Phần tử tiếp nhận dụng cụ* là phần tử quan trọng nhất của một hệ thống dụng cụ. Tuy đã có nhiều cố gắng trên phạm vi quốc tế để tiêu chuẩn hoá hệ thống dụng cụ, nhưng vẫn có nhiều hệ thống khác nhau, đặc biệt là các phần có rãnh khía để ngàm kẹp cặp vào khi thay đổi dụng cụ tự động, cũng như trang bị, đồ gá để kéo - rút dụng cụ vào trục chính của máy công cụ. Cơ cấu để kéo - rút dụng cụ vào trục



Hình 6.23. Giá đỡ dụng cụ dùng cho các trung tâm gia công ( MC )

chính của máy công cụ thường là trục vít và ngàm kẹp. Được chuẩn hoá là kết cấu có chuỗi côn theo kích thước danh nghĩa 40, 45, 50 và 65. Phần cuối của chuỗi côn được thiết kế và chế tạo khác nhau tùy theo hệ thống kéo - rút và thường là kết cấu tháo lắp được. Để thay đổi các dụng cụ, dùng trên cùng một trung tâm gia công nhanh và an toàn, cần phải đảm bảo sao cho các dụng cụ có phần tử tiếp nhận dụng cụ như nhau. Kết cấu của phần tử tiếp nhận dụng cụ được tạo lập theo các hướng chính sau (hình 6.23, 6.24):

+ Tương ứng với lỗ côn tiếp nhận dụng cụ ở trục chính máy công cụ.

+ Tương ứng với các rãnh khía để ngàm, kẹp, cạp vào dùng cho cơ cấu thay đổi dụng cụ tự động, kể cả vạch chuẩn để định hướng dụng cụ.

+ Tương ứng với hệ thống kẹp, mà với nó phần tử tiếp nhận dụng cụ được giữ chặt bằng lực vào trục máy gia công, để truyền lực cắt an toàn.

Để giảm chi phí về các phần tử tiếp nhận dụng cụ khi sử dụng nhiều trung tâm gia công cần phải dùng các phần tử tiếp nhận dụng cụ có kết cấu thống nhất.

Các hệ thống dụng cụ dùng cho trung tâm gia công đã được quy định trong tiêu chuẩn quốc gia của các nước công nghiệp phát triển, ví dụ: DIN 69871 (Đức) được coi là bản khởi thảo cho một tiêu chuẩn quốc tế (ISO). Trong thực tế cũng có nhiều giải pháp tổ hợp về trang bị phụ và dụng cụ dùng cho các trung tâm gia công CNC đứng hoặc ngang.

Hệ thống dụng cụ khoan có dùng các mảnh lưỡi cắt có khả năng đảo cạnh cũng đã được thiết kế và chế tạo cho sản xuất.

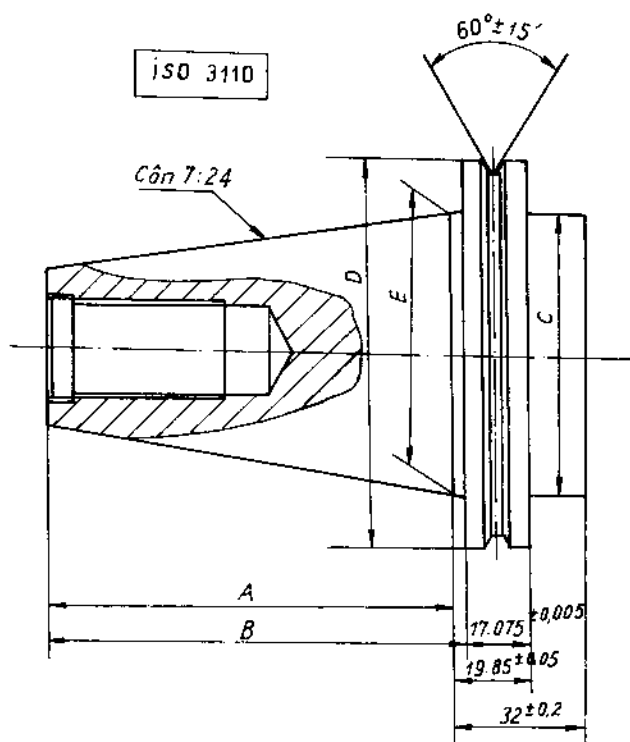
b. Hệ thống dụng cụ và hệ thống cung ứng trên các máy tiện

Trên các máy tiện NC thường dùng hai hệ thống dụng cụ chính sau đây, ứng với cơ cấu lắp dụng cụ:

- Đầu dao revolve.
- Ổ tích dao kết hợp với trang bị thay đổi dao.

Kích thước tương ứng của giá đỡ dụng cụ (mm) theo ISO 3110

	40	45	50
A	68,25	82,55	101,6
B	71,43	85,73	104,78
C	44,45	59,15	69,85
D	63,5	82,55	98,48
E	44,45	57,15	69,85



Hình 6.24. Các kích thước chủ yếu của giá đỡ dụng cụ (mm) theo tiêu chuẩn ISO 3110

Hai hệ thống này có những ưu điểm sau :

- Đầu dao revolve tạo điều kiện thay đổi dao nhanh.
- Ổ tích dao tạo khả năng lưu trữ nhiều dao hơn mà vẫn không gây ra va đập dao trong phạm vi làm việc trên máy tiện NC.

Trong cả hai trường hợp, các đuôi dao được gá kẹp chủ yếu trong các hộp và được giữ ở những vị trí cố số hiệu nhất định trên cơ cấu lắp dao. Những hộp này tương ứng với cơ cấu tiếp nhận dụng cụ trên các trung tâm gia công và có hai dạng kết cấu tiêu chuẩn sau :

- Có chuỗi hình trụ.
- Có dạng khối chữ V.

Nối ghép giữa cơ cấu lắp dao và dao dùng trên các máy tiện NC là giao diện thích hợp được tiêu chuẩn hoá, ví dụ : VD1 3425. Giao diện nối ghép giữa đầu dao thay đổi được và cơ cấu giữ dao. Hiện tại giao diện này phát triển theo hai hướng : hướng thứ nhất đã có nhiều hệ thống khác nhau trên thị trường như : COROMAT , HERTEL , WIDIA , ... ; hướng thứ hai là tiêu chuẩn hoá, mà ít nhất là cơ cấu tóm ( bắt ) dao và các rãnh tóm ( bắt ) dao, ví dụ : WIDIA , HERTEL , v.v...

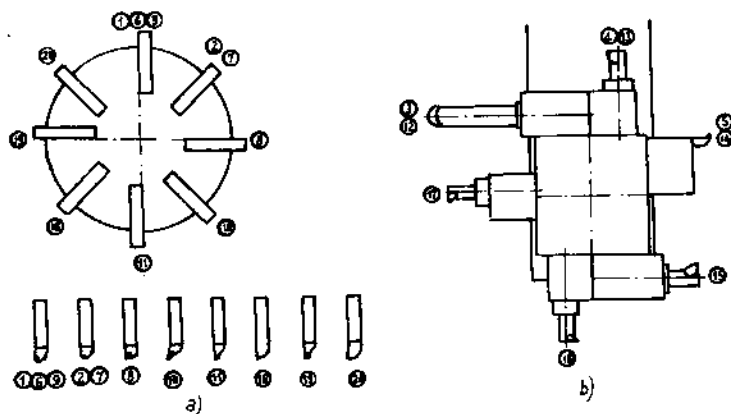
+ Các dạng kết cấu của đầu dao revolve :

- Đầu dao revolve hình ngôi sao.

- Đầu dao revolve có dạng đĩa (phiên tròn).

- Đầu dao revolve có hình cái trống.

Phần lớn các bản thiết kế đầu dao revolve chuyên dụng theo máy cũng được xây dựng theo các dạng kết cấu tiêu chuẩn này (hình 6.25).



Hình 6.25. Đầu revolve dùng cho máy tiện NC

a. Kiểu đĩa b. Kiểu chữ thập

+ Ổ tích dao trên máy tiện NC :

Ổ tích dao ít thấy hơn là đầu dao revolve trên máy tiện NC, bởi vì trang bị thay đổi dao ở ổ thường tốn kém hơn so với đầu dao revolve. Ổ tích dao có ưu điểm chủ yếu là lưu trữ số lượng dụng cụ nhiều hơn là đầu dao revolve, nhưng vẫn đảm bảo không bị va đập dao và vận hành tự động. Nguyên lý ổ tích dao tạo ra một xung lực mới ở các máy tiện NC nhờ các giải pháp hệ thống dụng cụ mà khi vận hành không phải thay đổi cả hộp cassette mà chỉ thay đổi đầu dao có lắp lưỡi cắt. Nhờ những thiết kế này mà ổ tích dao có thể lưu trữ nhiều lưỡi cắt hơn trong phạm vi không gian tương đối hẹp, với các trang bị thay đổi dụng cụ tự động thích hợp và cũng có thể chuẩn bị và bảo quản dụng cụ ứng với phạm vi thời gian gia công dài hơn.

+ Dụng cụ có khởi động riêng dùng cho máy tiện CNC :

Nhiệm chi tiết tiện có yêu cầu được gia công bổ sung sau khi tiện mà thông thường không thể thực hiện được trên máy tiện, chẳng hạn : khoan - phay lệch tâm, khoan - phay dọc trục, khoan - phay hướng kính ( ví dụ : phay rãnh dọc ở đường kính ngoài trên trục, phay rãnh ngang ở mặt đầu trục, khoan lỗ dọc trục hoặc lỗ hướng kính cũng như tạo ren các lỗ đó , phay biên dạng đa cạnh ở mặt đầu phôi ... ). Các máy tiện CNC hiện đại được dùng để tạo ra những bề mặt này phải có trục chính điều khiển bằng số ( trục điều khiển chuyển động quay C ) và những dụng cụ có hệ thống khởi động riêng trong đầu dao revolve. Tùy theo hệ dụng cụ được trang bị và sử dụng mà các trung tâm tiện có thể thực hiện các loại công việc tiện, khoan, doa, khoét, phay hoặc tarô ren. Các hãng chế tạo dụng cụ cung ứng các đầu dao hướng trục và hướng kính, lắp với các khớp nối chuyển dùng để khởi động đầu dao revolve.

Như vậy, theo yêu cầu của hệ CNC, nếu chỉ có trục điều khiển thứ ba cho trục chính của máy tiện là chưa đủ mà ở đây còn phải có dạng lập trình riêng. Đối với các thao tác *khoan*, trục chính của máy cần phải có khả năng lập trình theo giá trị độ / phút ; đối với các thao tác *phay* phải có khả năng lập trình giống như ở các máy phay theo trục vuông góc là :

- Z/C cho các công việc gia công trên mặt chu vi của phôi,
- X/C cho các công việc gia công trên mặt đầu của phôi.

Phép nội suy phức tạp, các chuyển động của trục trong quan hệ phụ thuộc vào kích thước đường kính của phôi gia công được thực hiện với phần mềm đặc biệt của hệ CNC.

#### c. Chọn dụng cụ cắt

Gia công trên máy điều khiển bằng số ( NC ) tạo ra nhiều giải pháp mới về tiến trình gia công như gia công hoàn chỉnh chi tiết cơ khí trên một máy, với số lần gá đặt phôi ít hơn ở máy thường. Việc chọn dụng cụ gia công cũng phải dựa trên những giải pháp đó; nghĩa là mọi dụng cụ cần thiết để thực hiện các công việc gia công đa dạng trên một máy NC phải được tuyển chọn và tập hợp. Điều đó có thể làm tăng số lượng dụng cụ ở từng trạm, vị trí gia công và đối với từng chủng loại chi tiết gia công. Đồng thời, hệ điều khiển bằng số cũng tạo khả năng tạo ra biên dạng chi tiết bất kỳ bằng cách điều khiển các chuyển động của các dụng cụ . Tu chuẩn theo quỹ đạo tương ứng, nghĩa là không cần phải có dụng cụ định hình. Nhờ đó mà giảm được số lượng dụng cụ gia công cần thiết. Quyết định đối với khâu chọn dụng cụ gia công NC ở đây không còn là từng biên dạng hoặc từng chi tiết, mà là chủng loại ( họ, nhóm ) chi tiết gia công. Giải pháp dùng với số lượng ít các dụng cụ có khả năng điều chỉnh linh hoạt và cao cấp luôn luôn tốt hơn giải pháp dùng nhiều dụng cụ có hình dạng đặc biệt và thích ứng với nhiều trường hợp gia công. Giải pháp tối ưu hoá về công nghệ quan trọng ở đây là dùng các mảnh lưỡi cắt có khả năng đảo cạnh cắt và thay thế nhanh. Giải pháp này tạo khả năng thích ứng nhanh dụng cụ cắt về mặt vật liệu dao và hình học lưỡi cắt theo vật liệu chi tiết và các thông số của chi tiết như trạng thái cấu trúc tinh thể, tính ổn định. Đồng phôi cắt phải được chú trọng vì công suất cắt càng cao, điều kiện cắt càng phức tạp và chuyển động của dụng cụ cắt càng phong phú thì càng cần phải có giải pháp đặc biệt để truyền tải phôi cắt nhanh. Cấp chắt làm mát ở bên trong hoặc thông qua hệ thống truyền dẫn tích hợp và tương ứng thường là những giải pháp được sử dụng để cải thiện điều kiện cắt mà không làm ảnh hưởng đến các quá trình thay dụng cụ tự động.

Các hãng chế tạo và cung cấp dụng cụ cắt luôn tạo lập những thông tin và chỉ dẫn thích hợp để người sử dụng có thể lựa chọn những dụng cụ cắt phù hợp. Họ cũng tạo lập các catalog ứng với các loại sản phẩm, kiểu loại máy gia công hoặc chủng loại chi tiết gia công kèm theo các gợi ý về trang bị lắp đặt chính và mở rộng đối với các loại dụng cụ gia công NC do họ cung cấp.

#### d. Điều chỉnh dụng cụ trước khi gia công

Ở máy công cụ điều khiển bằng số phải điều chỉnh các dụng cụ cắt trước khi gia công

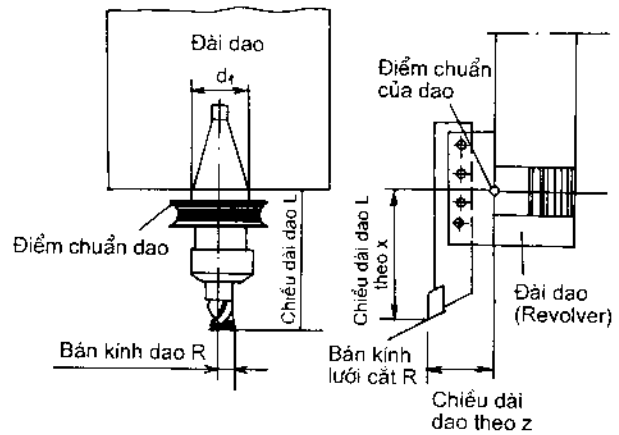
vì vậy mà hầu hết những hệ thống dụng cụ dùng cho máy gia công NC được tạo lập nhằm đảm bảo khả năng điều chỉnh các vị trí lưỡi cắt của dao ở bên ngoài máy gia công theo kích thước cho trước hoặc xác định kích thước thực. Việc điều chỉnh này thường được thực hiện bằng máy điều chỉnh có trang bị các bộ thích nghi phù hợp để đảm bảo gá đặt các dụng cụ như ở máy gia công. Vị trí của các lưỡi cắt của dao được xác nhận theo phương pháp quang học nhờ kính hiển vi với ống kính hoặc đĩa chia vạch chuẩn hoặc thông qua đầu đo tiếp xúc.

Máy điều chỉnh thường có hai dạng kết cấu là đứng (dùng cho các loại dụng cụ khoan) hoặc ngang (dùng cho các dụng cụ trên máy tiện).

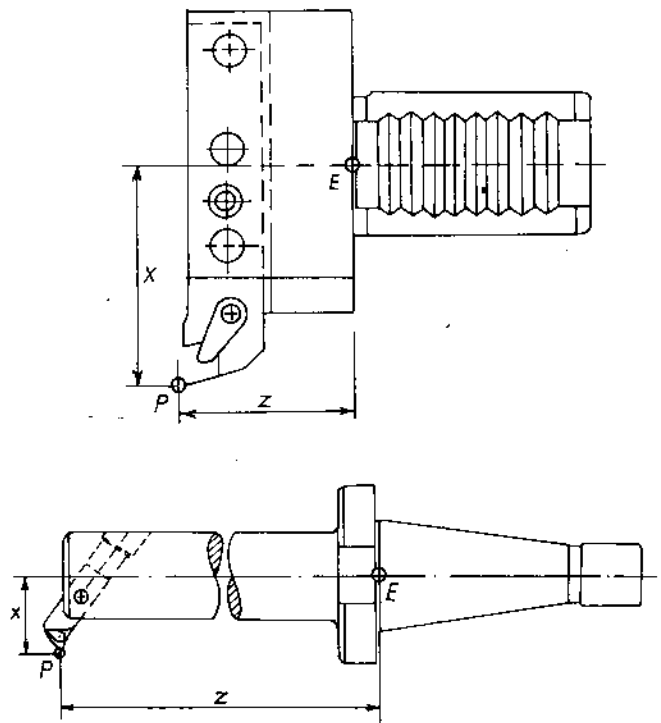
Gắn đây trên thị trường còn có loại máy vạn năng dùng cho mọi loại dụng cụ gia công.

Điều chỉnh dụng cụ là đảm bảo sao cho các lưỡi cắt chính và phụ của một dụng cụ cắt gọt có vị trí chính xác nhất so với điểm gốc (điểm chuẩn) E của cơ cấu lắp dao theo phiếu điều chỉnh dụng cụ. Như vậy, dụng cụ phải có khả năng điều chỉnh được.

Điều chỉnh dụng cụ là công việc cần thiết đối với các máy công cụ điều khiển bằng số khi hiệu chỉnh (bù) đều đặn quỹ đạo của dao hoặc khi gia công các chi tiết với những dụng cụ có kích thước qui định. Kể cả khi dùng các nòng khoan và những dụng cụ gia công lỗ khác cũng phải điều chỉnh chính xác dao theo kích thước đường



Hình 6.26. Các điểm chuẩn của dao



Hình 6.27. Các dụng cụ điều chỉnh được  
E. Điểm gốc dao, P. Điểm cắt



kính gia công, còn kích thước chiều dài có thể hiệu chỉnh trong hệ NC.

Khi đo kiểm dụng cụ phải xác định chính xác khoảng cách từ lưỡi cắt của dao tới điểm gốc E trên cán dao ( Hình 6.26 , 6.27 , 6.28 ).

Phép đo dụng cụ là cần thiết để có thể nạp ( cài đặt ) vào bộ nhớ giá trị hiệu chỉnh dụng cụ của hệ CNC trước khi gia công các trị số về kích thước tuyệt đối hoặc các giá trị hiệu chỉnh ( bù ) dao ở các máy tiện, máy phay và máy khoan điều khiển bằng số. Các máy phay nhiều trục cũng đòi hỏi mọi dụng cụ phải có kích thước bằng nhau trên các trục gia công.

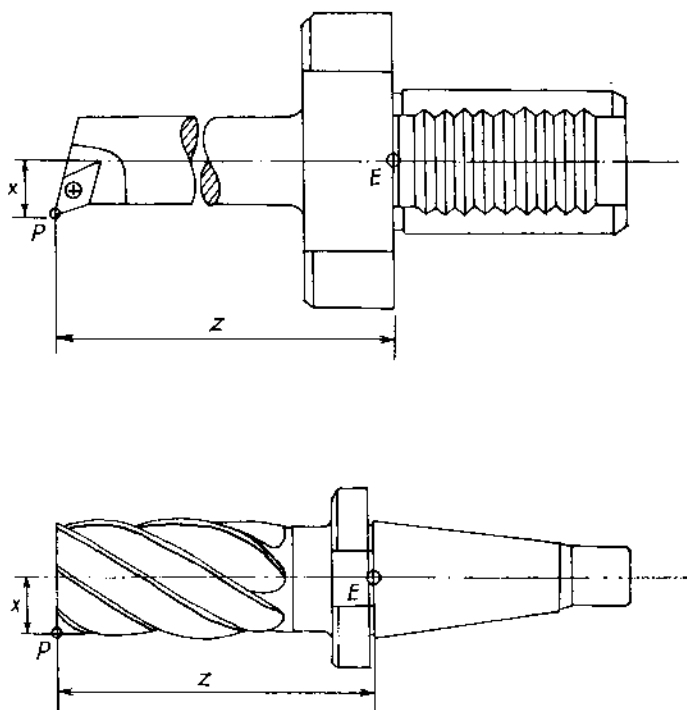
Tuỳ theo mức độ tiện lợi và mức độ tự động hoá của máy điều chỉnh dụng cụ mà các giá trị thực được đọc từ thang chia vạch hoặc từ bộ hiển thị số hoặc được xuất ra tự động trên các vật mang tin như chips, băng lỗ hoặc băng từ. Các máy in nhẵn, máy đo dụng cụ cũng được nối ghép với máy điều chỉnh dụng cụ để có thể dán trực tiếp nhãn với các dữ liệu tương ứng ( tên, số hiệu dao, các kích thước điều chỉnh, số hiệu bù dao ... ) lên từng dụng cụ cần thiết,

tạo điều kiện thuận lợi để kiểm tra khâu điều chỉnh máy công cụ và bộ nhớ dữ liệu dụng cụ của hệ điều khiển. Trong các hệ thống gia công được tổ chức ở mức độ cao hơn, các dữ liệu của dụng cụ đã đo được sẽ truyền trực tiếp vào bộ nhớ dữ liệu dụng cụ CNC hoặc trực tiếp thông qua hệ DNC.

Khi lựa chọn máy điều chỉnh dụng cụ cần lưu ý những kiểu loại máy công cụ NC sẽ được trang bị, dịch vụ cung ứng dụng cụ ( cấp phát lắp trung hay phân tán ).

#### e. Catolô dụng cụ

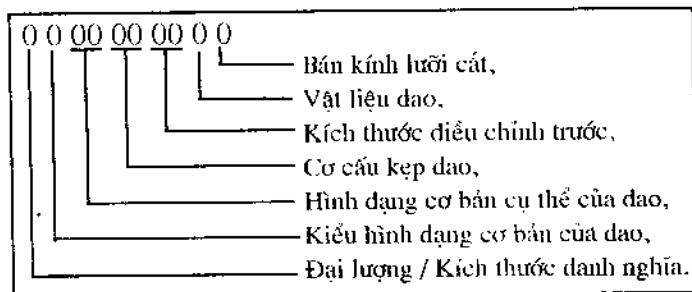
Các kích thước và những dữ liệu công nghệ cần thiết của những dụng cụ dùng cho máy gia công NC được ghi nhận trong chương trình gia công NC ứng với chi tiết gia công. Nhiều kích thước khác nhau cũng có nghĩa là nhiều hao phí tài liệu lập trình cũng như điều chỉnh dụng cụ trước khi gia công và cũng nhiều chi phí hơn cho dụng cụ và giá đặt dụng cụ.



Hình 6.28. Kiểm tra kích thước dụng cụ  
E. Điểm gốc dao P. Điểm cắt

Giải pháp tiêu chuẩn hoá với mục đích là thực hiện các công việc gia công giống nhau với cùng dụng cụ sẽ tạo tiền đề thu thập và quản trị cơ hệ thống nhiều dụng cụ và ứng dụng của chúng. Giải pháp này được thực hiện tốt nhất là ở dạng một catalô dụng cụ dùng cho xí nghiệp. Catalô dụng cụ có thể được tạo lập dưới dạng các tờ rời có cấu trúc thống nhất theo ngôn ngữ lập trình EXAPT đã được tổ chức VDI của Đức và nhiều hãng chế tạo máy công cụ điều khiển bằng số kiểm nghiệm và đề xuất sử dụng rộng rãi. Các tờ rời của catalô dụng cụ có nội dung như sau : kết cấu dụng cụ, các kích thước điều chỉnh, các giá trị ưu tiên về chế độ cắt.

Đối với cách lập trình có trợ giúp của máy tính thì các dữ liệu được tập hợp và ghi nhận theo quy cách nhất định, giống như nạp dữ liệu vào bộ nhớ dữ liệu dụng cụ trong hệ điều khiển NC. Hệ thống dụng cụ và các tổ hợp dụng cụ sẽ có tính khái quát cao hơn nhờ mã hiệu phân loại. Mã hiệu này



Ví dụ về mã hiệu của dao tiện

chứa đựng các dữ liệu về phương pháp gia công, máy gia công và cách gá đặt dụng cụ, ổ tích dụng cụ, thân dao, lưỡi cắt của dao. Mã hiệu này phải phù hợp với hệ thống mã hiệu hiện dùng tại xí nghiệp.

#### g. Nhận dạng dụng cụ

Chức năng quản trị dụng cụ quan trọng không những là nhận dạng các dụng cụ một cách tin cậy mà còn cung cấp các dữ liệu ứng với từng dụng cụ một cách chính xác và không nhầm lẫn giữa các dụng cụ. Tùy theo khả năng của hệ CNC mà phải nạp những dữ liệu cần thiết sau đây : kiểu dụng cụ, số hiệu dụng cụ, dụng cụ dự bị để thay thế, vị trí dụng cụ trong ổ tích dao, dụng cụ tiêu chuẩn ( hàng loạt ) chuyên dùng, đầu khoan ( đầu tiện ), trọng lượng dụng cụ, lượng tiến dao tối đa và mômen quay tối đa, tuổi bền - tuổi bền còn lại, giới hạn cảnh báo trước khi hết tuổi bền, giới hạn vỡ dao, vị trí cố định ( thay đổi ), bán kính dao, bán kính lưỡi cắt, bán kính va đập, chiều dài dụng cụ, chiều dài va đập, mã hiệu dụng cụ đặc biệt ( phụ thuộc người dùng ), hiệu chỉnh ( bù ) lượng mòn dao, hãm dụng cụ, mã hiệu về sai số, ( nguyên nhân phải hãm dụng cụ ), lắp dụng cụ trên máy...

Số lượng dữ liệu đặc trưng của dụng cụ được đề cập trong mã hiệu dụng cụ còn có thể nhiều hơn nữa tùy theo khả năng của hệ CNC. Từ đó có thể nhận định như sau :

- Các dữ liệu phải được nạp và xuất tự động vì nếu không sẽ mất nhiều thời gian và dễ có sai sót.
- Mã hoá dụng cụ theo cách cơ khí đơn giản như dùng vòng g mã hiệu sẽ không đáp ứng yêu cầu.
- Dữ liệu phải được lưu giữ toàn vẹn, không lẫn lộn.
- Nạp, xử lý và xuất dữ liệu phải được đảm bảo ở nhiều vị trí trong xí nghiệp.
- Quản trị dữ liệu phải được đảm bảo với chỉ một lần nạp dữ liệu vào hệ CNC để không tốn thời gian.
- Hệ thống nhận dạng phải đảm bảo có khả năng sử dụng cho nhiều dụng cụ khác nhau.

Ngày nay, các hệ thống nhận dạng dụng cụ điện tử là tốt nhất vì có thành phần quan trọng nhất là một con chip nhớ dữ liệu điện tử được gắn cứng trên dụng cụ ; dữ liệu được

đọc nhờ đầu đọc phù hợp.

Quá trình trao đổi dữ liệu, giữa chip dữ liệu và hệ điện tử, trước đây được thực hiện thông qua các tiếp điểm. Tiếp điểm bị mòn hoặc bẩn sẽ gây ra sai số đọc dữ liệu. Ngày nay, các thiết bị cảm ứng và không tiếp xúc được đưa vào sử dụng về cơ bản đã nâng cao độ an toàn khi đọc dữ liệu.

Hai nguyên lý khác nhau được ứng dụng ở đây là : hệ thống đọc và hệ thống đọc - ghi.

Hệ thống đọc sử dụng vật mang tin với mã hiệu nhận dạng có bốn vị trí ( ký tự ), ví dụ : liên tục từ 0001 đến 9999. Các đầu đọc gắn ở khoang dụng cụ, ở máy điều chỉnh dụng cụ và ở máy gia công, hoạt động trong mối quan hệ với máy tính trung tâm dùng cho dụng cụ. Máy tính này có chức năng lưu giữ và quản trị mọi dữ liệu dụng cụ. Vật mang mã hiệu chỉ cung cấp mã hiệu nhận dạng cho máy tính dụng cụ và máy tính này sẽ sắp xếp các dữ liệu cho trước theo dụng cụ ứng với các mã hiệu nhận dạng nhất định. Các dữ liệu được hiển thị trên màn hình của máy tính. Hệ CNC của máy gia công sẽ tự động nhận dữ liệu nếu mã hiệu nhận dạng được nhận biết nhờ đầu đọc khi dụng cụ được đưa vào ổ tích dao.

Hệ thống đọc - ghi sử dụng vật mang tin có dung lượng nhớ lớn hơn và có thể lưu giữ tới 256 byte dữ liệu dụng cụ. Dung lượng đó đủ để lưu giữ các dữ liệu quan trọng nhất như : số hiệu dụng cụ, kiểu dụng cụ, chiều dài, đường kính, tuổi bền, nhóm trọng lượng ... Các dữ liệu đó có thể truy cập, bổ sung và thay đổi ở mọi thời điểm nhờ đầu đọc - ghi. Nghĩa là có thể diễn đạt theo cách khác như sau : dụng cụ luôn luôn mang mọi dữ liệu và vì vậy không cần phải có quan hệ với máy tính dùng cho dụng cụ khi dụng cụ được đưa vào máy gia công. Khi một dụng cụ rời khỏi máy gia công thì các dữ liệu ở vật mang tin được cập nhật tự động, ví dụ : tuổi bền còn lại, hiệu chỉnh ( bù ) lượng mòn ...

Nếu hệ CNC được nối với một máy tính điều khiển số trực tiếp ( DNC - Direct Numerical Control ) thì các dữ liệu sẽ được truyền dẫn tiếp khi có nhu cầu cũng vẫn nhờ mối liên kết DNC đó, để quá trình quản trị tiếp theo được thuận lợi.

Hệ thống nhận dạng dụng cụ điện tử có cấu tạo thông dụng như sau :

- Các vật mang mã hiệu, còn gọi là chip, với mã hoá cố định hoặc thay đổi.
- Các đầu đọc hoặc đầu đọc - ghi có kèm theo các bộ khuếch đại.
- Trạm đọc ( hoạt động kết hợp với các đầu đọc ) và truyền tiếp mã hiệu nhận dạng tới một máy tính hoặc một hệ CNC ).
- Hệ đánh giá dùng cho các hệ đọc - ghi với các cổng ra ( RS 232 , V24 ) để nối với một máy tính cá nhân ( PC ) hoặc một hệ CNC.
- Máy tính dùng cho dụng cụ để lưu giữ và quản trị các dữ liệu dụng cụ.
- Hệ phần mềm tương ứng dùng để nhớ dữ liệu, quản trị dữ liệu, trao đổi dữ liệu và hiển thị với chế độ phù hợp và rõ ràng trên màn hình.

Mọi thông số kỹ thuật về khoảng đọc, thời gian đọc, thời gian chạy chương trình, chu kỳ ghi, mạch điện, v.v ... sẽ do các hãng sản xuất cung cấp.

Nói chung các hệ thống nhận dạng dụng cụ điện tử có những ưu điểm là :

- Lưu thông dữ liệu tự động giữa máy điều chỉnh, dụng cụ, máy tính, hệ CNC và người sử dụng.
- Đảm bảo trao đổi dữ liệu an toàn hơn do tránh được sai số nạp dữ liệu và giám sát được sai số đọc và ghi xuất hiện ngẫu nhiên.
- Có thời gian điều chỉnh máy gia công ngắn hơn.
- Tận dụng tốt hơn tuổi bền dụng cụ.
- Hợp lý hoá về kho dụng cụ và chuẩn bị dụng cụ.
- Không cần dùng phiếu dụng cụ trong sản xuất.

- Thống kê dụng cụ tốt hơn và được tự động hoá.
- Hỗ trợ công việc lắp ráp và đo kiểm dụng cụ.
- Tạo điều kiện quản trị dụng cụ tốt hơn.

#### *h. Quản trị dụng cụ trong hệ CNC*

Từng chương trình gia công NC, dù lập trình bằng tay hay bằng máy, đều dựa vào các dụng cụ có kích thước nhất định. Khi các dữ liệu thực tế của dụng cụ có sai lệch so với các giá trị chuẩn thì các chi tiết cơ khí sau khi gia công sẽ có sai lệch về kích thước và có thể là phế phẩm. Do vậy, việc chuẩn bị dụng cụ với nạp và quản trị các dữ liệu hiệu chỉnh ( bù ) tương ứng là rất quan trọng.

Những dữ liệu dụng cụ được quản trị và xử lý trong hệ CNC có thể là :

- *Hiệu chỉnh ( bù ) chiều dài dao*, nhằm so sánh giữa chiều dài thực và chiều dài chuẩn của dao ( theo phương Z ).

- *Hiệu chỉnh ( bù ) đường kính dao*, còn gọi là hiệu chỉnh bán kính dao phay để tính toán tự động quỹ đạo tâm dao ứng với từng đường kính dao phay.

- *Hiệu chỉnh ( bù ) lượng mòn dao*, để khử ảnh hưởng của độ mòn các lưỡi cắt của dao tới kích thước gia công mà không cần thay đổi giá trị gốc cho trước.

Những giải pháp hiệu chỉnh này đã được vận dụng đạt yêu cầu ở các thế hệ điều khiển bằng số trước đây. Các hệ CNC hiện đại hơn còn có những khả năng khác tạo điều kiện cho các tế bào gia công linh hoạt và các hệ thống gia công linh hoạt có khả năng vận hành tự động hoàn toàn. Đó là những khả năng sau đây :

*Giám sát tuổi bền dụng cụ*, nghĩa là liên tục ghi nhận thời gian hiệu dụng của từng dụng cụ trong ổ tích dao, so sánh với giá trị chuẩn cho trước và khi giá trị chuẩn bị vượt quá thì đưa ra yêu cầu về dụng cụ thay thế. Trong trường hợp này, hệ quản trị dụng cụ tự động sẽ chuẩn bị sẵn sàng một dụng cụ thay thế trong ổ tích dao. Hệ này quản trị tới 9 dụng cụ dự bị để thay thế cho một dụng cụ có cùng một số hiệu và đưa lần lượt theo thứ tự từng dụng cụ thay thế vào sử dụng mỗi khi thời gian tuổi bền dao kết thúc.

Hệ CNC còn làm cho dụng cụ đã sử dụng hết tuổi bền, khi nó trở về ổ tích dao sẽ không có khả năng được nhận dạng điện tử nữa, như vậy chỉ còn dụng cụ dự bị thay thế là có khả năng nhận dạng điện tử ứng với lệnh truy cập dụng cụ tiếp theo trong chương trình gia công NC. Trạng thái của các dụng cụ trong ổ tích dao có thể kiểm tra ở bất kỳ thời điểm nào trên màn hình.

Do số lượng các vị trí dụng cụ trong một ổ tích dao bị giới hạn mà một vấn đề nảy sinh là thay đổi kịp thời những dụng cụ đã sử dụng hoặc không cần thiết nữa có trong ổ tích dao bằng những dụng cụ mới mà không cần phải dừng máy gia công. Việc này sẽ được thực hiện nhờ *phần mềm quản trị dụng cụ*. Phần mềm này nhận biết được những đoạn chương trình dài hơn không có lệnh thay dao và chuẩn bị cho ổ tích dao trong thời gian đó sẵn sàng để thay dụng cụ bằng tay hoặc tự động. Khi gần đến lệnh thay dao tiếp theo, chương trình con sẽ ngắt kịp thời, để ổ tích dao sẵn sàng thích ứng với quá trình thay dụng cụ trên trục chính của máy gia công.

Những đề án máy mới hơn có vận dụng các thiết bị điều khiển tương ứng hoặc người máy cho việc thay dụng cụ. Với những dụng cụ mới cũng phải ghi nhận tự động các giá trị hiệu chỉnh và tuổi bền, lưu giữ đúng vị trí và quản trị tự động.

Dụng cụ dùng cho máy NC có quan hệ chặt chẽ trong hệ thống gồm máy công cụ, phối gia công và hệ điều khiển bằng số. Những dụng cụ này phải được chế tạo chính xác để đảm bảo tính chất lắp lẫn. Ngoài ra, chúng phải có khả năng xác định trước những đặc tính tối ưu như thông số cắt, tuổi bền. Mặt khác, việc thay dụng cụ tùy theo tiến trình gia công và độ mòn dao phải được thực hiện nhanh và chính xác. Những đặc điểm này của một hệ thống dụng cụ NC chỉ có giá trị thực sự khi các dụng cụ được lựa chọn, chuẩn bị

cần thận và có hệ thống. Tiến đề đầu tiên ở đây là điều chỉnh dụng cụ trước khi gia công ở bên ngoài máy gia công và tạo lập catalô về dụng cụ.

Tóm lại, *hệ thống dụng cụ* bao gồm các dụng cụ được sử dụng trong hệ thống gia công và được tích hợp ở khâu tổ chức dụng cụ. Dụng cụ được tập hợp và xác nhận theo *mã hiệu* trên các bìa dụng cụ.

Một hệ thống dụng cụ dùng cho các máy gia công NC gồm có các thành phần sau:

- *Tiếp nhận dụng cụ* để lắp dụng cụ vào trục máy.
- *Ổ tích dao* để tiếp nhận dụng cụ tại máy.
- *Các dụng cụ* với khả năng điều chỉnh tự động hoặc bằng tay.
- *Trang bị thay đổi dụng cụ*, để đưa dụng cụ từ ổ tích dao lắp vào trục máy và trả dụng cụ về ổ tích dao.

Dụng cụ, cơ cấu tiếp nhận, bạc lót và cơ cấu giữ dao phải đủ cứng vững, thích hợp với việc thay dao tự động, điều chỉnh được và mã hóa được.

Ở những hệ thống lập trình và những hệ điều khiển với cách nạp dữ liệu bằng tay, mọi mã hiệu dụng cụ với các kích thước và thông số công nghệ phù hợp phải được chuẩn bị sẵn sàng để truy cập, lưu giữ trong bộ nhớ, sao cho có thể lựa chọn tự động dụng cụ cần thiết với giá trị cho trước về tốc độ quay của trục máy, chiều sâu cắt và lượng tiến dao.

Thông thường cần phải có ít nhất là 3 bộ dụng cụ cho một máy gia công NC; các bộ dụng cụ này được bố trí:

- Trong ổ tích dao tại máy gia công.
- Trong kho hoặc ở phòng kiểm tra để hiệu chỉnh / đo kiểm tra trước khi gia công.
- Trong xe cung ứng để dùng cho chi tiết gia công tiếp theo.

Các hệ CNC hiện đại hơn được trang bị một phần mềm để quản trị dụng cụ trên máy và còn có:

- Các dụng cụ dự bị để thay thế trong ổ tích dao.
- Bộ nhớ giá trị hiệu chỉnh ( bù ) đối với chiều dài, đường kính, lượng mòn, tuổi bền của từng dụng cụ.
- Sắp xếp trật tự tương ứng giữa mã hiệu dụng cụ và mã hiệu vị trí trong ổ tích dao ( mã hoá vị trí thay đổi ).
- Các vị trí để trống ở bên phải và bên phải.

Ở những *tay tóm kép* dùng để thay đổi dụng cụ thì các dụng cụ thay đổi liên tục vị trí của chúng trong ổ tích dao ( mã hoá vị trí thay đổi ).

Ở các máy tiện thường được *mã hoá vị trí*; do đó người lập trình phải biết rõ từng dụng cụ có vị trí ở đâu.

Ở các hệ CNC hiện đại, dữ liệu của dụng cụ được đo kiểm ở ngoài ( chiều dài, đường kính ) có thể được nạp và đọc tự động vào hệ điều khiển nhờ vật mang tin hoặc hệ DNC.

Để đạt mức độ tự động hóa cao phải nghiên cứu để tạo lập các giải pháp cơ khí hoàn toàn mới để vận dụng vào máy công cụ ; gồm cả *ổ tích dụng cụ* ( *Tool Magazine* ) và *thay dụng cụ tự động*.

Giải pháp đầu tiên để thay thế dụng cụ dựa trên cơ sở các ổ dụng cụ quay ( Tool Revolver ) có 6 hoặc 8 vị trí lắp dụng cụ, được dùng trên các máy tiện rêvônve. Tại đây, mỗi dụng cụ có một chỗ ( vị trí ) cố định trong ổ quay ( Revolver ) và không rời khỏi vị trí đó kể cả trong quá trình cắt. Một bộ khởi động riêng cho ổ quay và việc mã hóa các vị trí lắp dụng cụ trên ổ tạo điều kiện truy cập ( gọi ) từng dụng cụ theo cách tùy chọn.

Ổ dụng cụ quay ( Tool Revolver ) hiện vẫn được dùng trên các máy tiện; chuyển động xoay để chọn dụng cụ được thực hiện tự động ( quay phải, quay trái ) đảm bảo góc xoay nhỏ nhất khi thay đổi dụng cụ. Tỉ lệ góc nghiêng của trục ổ quay ( Revolver Axis) là 45° hoặc 90° mà có các kiểu ổ quay khác nhau, ví dụ : ổ quay dạng đĩa, ổ quay phẳng, ổ quay nghiêng. Ngoài các dao tiện thông thường và các dụng cụ khoan ở chính giữa đường tâm máy tiện, các máy tiện ngày nay còn được trang bị những dụng cụ khác nhau được khởi động và lắp trong ổ quay.

Ổ dụng cụ quay ( Tool Revolver ) có hạn chế về khả năng tiếp nhận dụng cụ ( thường là tối đa 6 hoặc 8 dụng cụ ), nhưng lại không cần có cơ cấu tóm dụng cụ để thay đổi dụng cụ, do đó rẻ hơn, song lại chậm chạp hơn.

Ở các trung tâm gia công và ở các máy phay số lượng dụng cụ cần thiết thường nhiều hơn ở các máy tiện. Vì vậy, ở máy phay và trung tâm gia công thường sử dụng các ổ tích dạng băng xích ( Chain Magazine ), ổ tích dạng đĩa tròn hoặc ổ tích dạng hộp ( Cassette Magazine ). Đã có những giải pháp với hơn 100 dụng cụ chứa trong ổ tích ( Magazine ) dùng trên một máy. Tại những giải pháp như vậy, ổ tích dạng băng xích là không phù hợp, bởi vì số dụng cụ càng nhiều thì ổ tích băng xích càng dài, làm cho trọng lượng ổ xích tăng lên, như vậy thì thời gian hao phí để truy cập ( chọn ) dụng cụ thích hợp sẽ nhiều lên và công suất phát động cần thiết đối với ổ tích cũng lớn hơn. Do vậy, người ta phân chia trước hết những dụng cụ cần thiết trên hai ổ tích riêng biệt và lắp đặt hai ổ tích này ở hai bên phải và trái trụ đứng của máy, cũng như phân chia số lượng trên dụng cụ đó trên ổ tích dạng đĩa với 2 hoặc 3 vòng tích ( Magazine Kings ) bố trí đồng tâm và lồng vào nhau. Cũng có những thiết bị thay đổi dụng cụ có khả năng đưa lần lượt 4 đĩa tích dụng cụ ( đã được lắp đặt nghiêng 90° ) vào vị trí làm việc.

Giải pháp tốt nhất để chứa nhiều dụng cụ là giải pháp theo nguyên lý *hộp dụng cụ* ( Tool Cassette ). Mỗi máy có thể bố trí 4 tới 6 hộp dụng cụ, mỗi hộp chứa 20 tới 30 dụng cụ. Ưu điểm của giải pháp dùng hộp dụng cụ là thay đổi các hộp đó nhanh, không làm gián đoạn quá trình cắt. Với cách này sẽ chuẩn bị dụng cụ cần thiết nhanh và thay thế nhanh những dụng cụ đã sử dụng. Khâu vận chuyển dụng cụ tới máy sẽ do một rôbốt phẳng thực hiện. Rôbốt này quét qua toàn bộ diện tích chứa dụng cụ và chuẩn bị sẵn sàng các dụng cụ được truy cập ( gọi ) tại vị trí thay đổi để cơ cấu tóm dụng cụ xử lý tiếp, cũng như rôbốt này lấy dụng cụ từ vị trí đó đi.

Quá trình thay đổi dụng cụ, nghĩa là : dụng cụ đã dùng trở về ổ tích và dụng cụ mới được lắp vào trục máy, có thể được thực hiện theo ba cách sau :

- Dụng cụ được thay đổi từ một ổ tích bằng cơ cấu tóm dụng cụ.
- Dụng cụ được thay đổi từ hai ổ tích bằng hai cơ cấu tóm dụng cụ.
- Dụng cụ được chuyển thẳng từ ổ tích vào trục máy.

*Cơ cấu tóm kép* có ưu điểm là thời gian thay đổi dụng cụ ngắn, vì dụng cụ đã dùng và dụng cụ mới được thay đổi vị trí với nhau trong một nguyên công của cơ cấu này và ổ tích lại sẵn sàng thực hiện quá trình truy cập ( chọn ) dụng cụ tiếp theo.

Để nhận dụng cụ có thể vận dụng các phương pháp mã hóa khác nhau như sau:

① *Mã hóa vị trí* : ở phương pháp này không lập trình số hiệu dụng cụ mà lập trình số hiệu vị trí của nó; nhưng như vậy lại rất bất lợi do sự chiếm lĩnh vị trí khác nhau ở trong các chương trình gia công.

② *Mã hóa dụng cụ* : trước đây thực hiện mã hóa bằng cơ khí, ngày nay - bằng linh kiện nhớ điện tử ( Electronic Memory Chips ).

③ *Mã hóa vị trí biến đổi* : ở phương pháp này dụng cụ nhận một vị trí mới trong ổ tích sau từng quá trình thay đổi dụng cụ và hệ điều khiển số dùng vi tính ( CNC - Computerised Numerical Control ) phải đảm nhận công việc quản trị cần thiết. Số hiệu dụng cụ được lập trình, còn hệ CNC sẽ truy cập ( tìm kiếm ) vị trí ( chỗ ) của dụng cụ.

#### 6.2.4. Người máy công nghiệp

Người máy ( Robot ) được coi là những máy móc có khả năng tư duy và hoạt động như con người, trước hết là chúng thay thế con người làm những công việc nặng nhọc trong môi trường độc hại.

Người máy là sản phẩm cao cấp của nền kỹ thuật thế giới trong thế kỷ hai mươi trên cơ sở kết hợp những thành tựu về kỹ thuật điều khiển bằng số NC ( Numerical Control ), kỹ thuật điều chỉnh vô cấp ( Servomechanism ), kỹ thuật điện toán ( Computation ) và kỹ thuật vi điện tử ( Microelectronic ), đặc biệt là kỹ thuật vi xử lý ( Microprocessor ) và hệ điều khiển - lập trình linh hoạt PLC ( Programable Logic Controller ).

Người máy công nghiệp ( Industrial Robot ), viết tắt là IR, được đưa ra thị trường đầu tiên vào năm 1961. Đó là Robot UNIMAT USA. Cho đến nay, trên thế giới đã có khoảng 200 công ty chế tạo với khoảng 300 mẫu IR khác nhau. Tính đến năm 1990 trên thế giới đã có khoảng chừng 300.000 IR được sử dụng, mà nhiều nhất là ở Nhật, Mỹ và Đức. Giá bán của một IR hiện nay là  $50.000 \div 250.000$  USD.

Người máy công nghiệp và công nghệ cao cấp ( High Tech ) là những khái niệm của nền sản xuất hiện đại. Hiệu quả kinh tế do việc sử dụng người máy công nghiệp mang lại đã được khẳng định ở các nước công nghiệp phát triển, mà tại đó giá trị sức lao động khá cao, ví dụ năm 1990 chỉ phí sản xuất tính cho một giờ lao động khi dùng thợ là 20 USD và nếu dùng IR chỉ là 6 USD.

##### a. Phân loại người máy công nghiệp

Người máy công nghiệp là một thiết bị tự động linh hoạt, thay thế từng phần hoặc toàn bộ hoạt động cơ bắp và hoạt động trí tuệ của con người với nhiều khả năng thích nghi khác nhau.

Người máy công nghiệp, xét về mặt kỹ thuật cơ khí và kỹ thuật điều khiển điện tử, là một sự tổ hợp khả năng hoạt động linh hoạt của các cơ cấu điều khiển từ xa (Teleoperator) với hệ thống điều khiển theo chương trình số có khả năng lập trình linh hoạt PLC (Programable Logic Controller) và hoạt động hỗ trợ hữu hiệu của các đầu dò phản hồi có ứng dụng phần tử nhạy ( Sensor ).

Người máy ( Robot ) và người máy công nghiệp ( Industrial Robot ) có kết cấu ngày càng hoàn thiện, tinh xảo và khéo léo nhờ thành tựu mới về trí tuệ nhân tạo ( Artificial Intelligence ), hệ chuyên gia ( Expert System ) ...

Người máy công nghiệp có khả năng chương trình hóa linh hoạt trên nhiều trục chuyển động, biểu thị cho số bậc tự do của chúng.

Người máy công nghiệp được trang bị những bàn tay máy hoặc cơ cấu chấp hành để thực hiện những công việc nhất định trong các quá trình công nghệ ( gia công, lắp ráp, cung ứng phối liệu, cung ứng dụng cụ ... ) với các thao tác phù hợp như cầm nắm, vận chuyển và trao đổi phối liệu hoặc dụng cụ với các thiết bị ( trạm công nghệ ) trong dây chuyền công nghệ gia công hoặc lắp ráp linh hoạt và tự động.

Nhận thức cơ bản về người máy công nghiệp là :

Người máy công nghiệp ( IR ) phải được liên kết chặt chẽ với các trang thiết bị, dụng cụ công nghệ tự động khác trong một hệ thống tự động - tích hợp hóa. Nghĩa là khi xác lập phương án sử dụng người máy công nghiệp không được coi nó là một đơn vị cấu trúc biệt lập, mà phải coi nó là một phần tử trong cấu trúc tổng thể của một hệ thống tự động - linh hoạt có sử dụng nó, cho phép toàn bộ hệ thống thích ứng nhanh và đơn giản khi đối tượng gia công hoặc lắp ráp thay đổi.

Kết cấu của người máy công nghiệp phải đảm bảo có thủ pháp cầm nắm, chuyển giao, chuyển đổi khéo léo - linh hoạt và tối ưu.

Người máy công nghiệp được phân loại theo những cơ sở kỹ thuật

khác nhau. Sau đây là một số cách phân loại người máy công nghiệp.

- Phân loại IR theo số bậc tự do trong trường hoạt động

Xuất phát từ hai hình thức chuyển động cơ bản trong không gian ba chiều X,Y,Z là :

+ Chuyển động thẳng theo các trục X, Y, Z được ký hiệu là T (Translation).

+ Chuyển động quay quanh các trục X, Y, Z được ký hiệu là R (Rotation), mà các người máy công nghiệp sẽ hoạt động, tùy theo tổ hợp các chuyển động T và R cơ bản, trong trường hợp hoạt động tương ứng với các hình khối không gian khác nhau như sau :

TTT ứng với trường hoạt động là khối lập phương hoặc hình chữ nhật ( Cartesian ).

RTT ứng với trường hoạt động là khối viên trụ ( Cylindrical ).

RRT ứng với trường hoạt động là khối cầu có hai dây phẳng ( Spherical ).

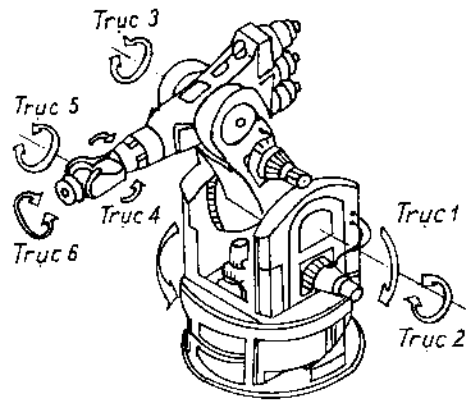
RRR ứng với trường hoạt động là khối cầu tròn đều Revolute ).

Như vậy, số bậc tự do chuyển động ứng với các khớp quay ( các trục quay, các trục R )

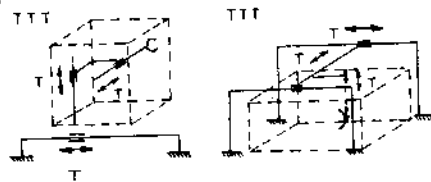
và các đường trượt thẳng (các trục tịnh tiến, các trục T). Tổng số các trục chuyển động theo hệ tọa độ Đécac (Decarde) ở đây là 6, gồm 3 trục T và 3 trục R (hình 6.29).

Các hình 6.30, 6.31, 6.32, 6.33, 6.34 mô phỏng người máy công nghiệp IR với các nguyên lý động học TTT, RTT, RRT, RRR.

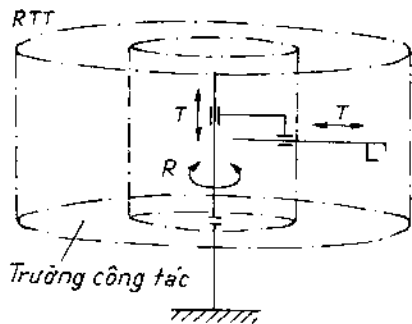
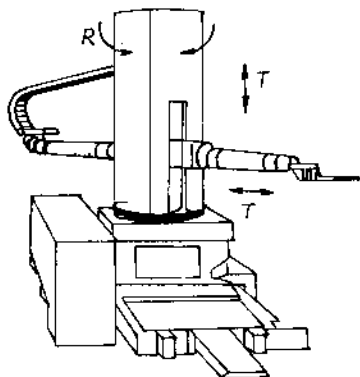
Nói chung, khi người máy



Hình 6.29. Các trục ( 6 trục ) của một người máy ( Robot ), xác định vị trí và định hướng.



Hình 6.30. Người máy ( Robot ) với 3 trục tịnh tiến ( TTT )



Hình 6.31. Người máy ( Robot ) với động học RTT



công nghiệp càng  
tinh vi và càng  
khéo léo thì giá trị  
dầu tư càng lớn.

- Phân loại IR  
theo phương pháp  
điều khiển

Người máy  
công nghiệp được  
điều khiển theo hai  
nguyên lý cơ bản  
là:

Điều khiển điểm  
( Point to Point ).

Điều khiển quỹ  
đạo liên tục  
( Continuous Path  
Control ).

- Phân loại IR  
theo hệ thống năng  
lượng

Năng lượng  
thường dùng cho  
IR là điện, thủy  
lực và khí nén.

Điện năng  
dùng cho IR thông

qua các động cơ điện một chiều hệ DC ( Direct Current )  
hoặc các động cơ bước ( Stepping Motor ). Hệ thống vận  
hành IR dùng điện năng có đặc tính chính xác, tin cậy,  
tuyến tính, đạt công suất khá, dễ điều khiển, sạch, kết  
cấu gọn, truyền dẫn đơn giản.

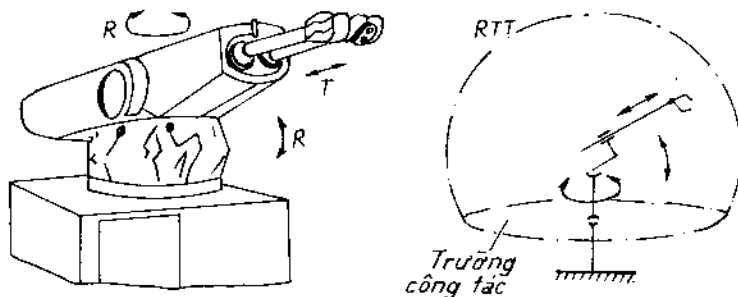
Năng lượng thủy lực và khí nén có thể tạo ra công  
suất lớn, tuy vậy, hệ thống vận hành IR dùng các dạng  
năng lượng này lại cồng kềnh và có tính chất phi tuyến  
nên khó xử lý khi điều khiển. Hệ khí nén có kết cấu gọn  
nhẹ hơn hệ thủy lực, nhưng có công suất vừa và nhỏ, kém  
chính xác, chỉ phù hợp với các loại IR nhỏ gọn hoạt động  
theo chương trình đã định sẵn, với các thao tác đơn giản  
như " nhấc lên - đặt xuống " ( Pick and Place ).

- Phân loại IR theo hệ thống truyền động

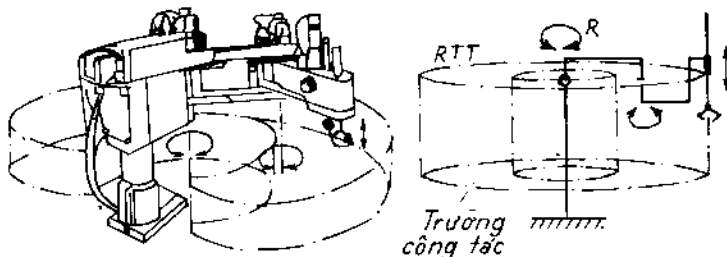
Hệ thống truyền động của IR được phân thành hai loại là truyền động trực tiếp và truyền động gián tiếp.

Hệ thống truyền động trực tiếp ( Direct Driver ) với các cơ cấu chấp hành được nối  
ghép trực tiếp với nguồn động lực nên kết cấu rất gọn nhẹ và không có những nhược điểm  
của hệ truyền động gián tiếp. Các động cơ có số vòng quay thích hợp và điều khiển vô cấp  
trên một dải rộng được sử dụng cho hệ truyền động này. Các động cơ bước cần được nâng  
cao mức công suất để đáp ứng yêu cầu hoạt động của các cơ cấu chấp hành.

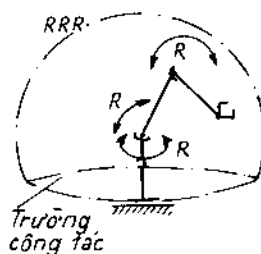
Hệ thống truyền động gián tiếp ( Indirect Driver ) có sử dụng các kết cấu truyền dẫn  
cơ khí thông thường như bánh răng, đai, xích, vít - đai ốc bi ( Leadscrew/Ballscrew ).



Hình 6.32. Người máy ( Robot ) với động học RRT



Hình 6.33. Người máy ( Robot ) với động học RRT



Hình 6.34. Người máy ( Robot ) với động học RRR

Nhược điểm của hệ này là có tính chất phi tuyến, có tính trễ và bị mòn gây ra khe hở làm tăng hiệu ứng trễ và tính phi tuyến, có tổn thất về công suất và tốc độ làm việc, làm giảm hiệu suất chung.

#### - Phân loại IR theo độ chính xác

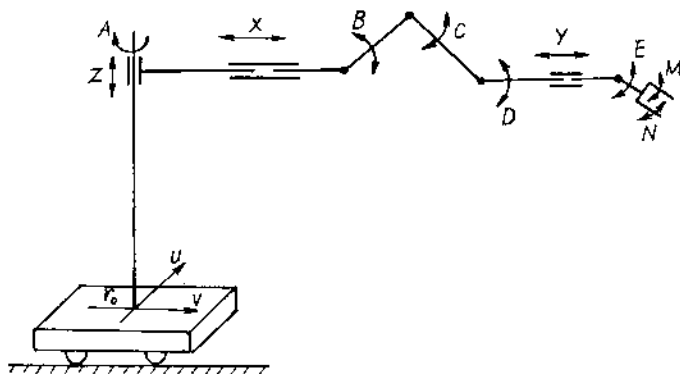
Trong hoạt động của IR có hai khái niệm được phân biệt, đó là độ chính xác tuyệt đối ( Accuracy ) và độ chính xác lặp lại ( Repeatability ) để đánh giá độ tin cậy của IR trong một chu kỳ làm việc đơn lẻ và trong một quá trình làm việc lâu dài. Ngoài ra, còn có đo phân giải được dùng để đánh giá độ chính xác trên một miền kích thước hay một phạm vi chức năng rộng hơn.

#### b. Hệ điều khiển của người máy công nghiệp

Phần lớn các IR có cấu trúc mô phỏng theo các khớp của hệ tay người gồm khớp bả vai, khớp cánh tay ( khuỷu tay ), khớp cổ tay và bàn tay. Phạm vi không gian hoạt động (trường hoạt động) của một IR cỡ vừa có thể tương đương với không gian của một xưởng sản xuất. Trọng lượng của một vật thể để nâng nhấc, vận chuyển, xoay, lật ... đối với IR thường là khoảng 100 N; cá biệt, có IR có khả năng làm việc với tải trọng tới 3000 N; tốc độ làm việc của IR thường là cao hơn làm bằng tay.

Hệ điều khiển IR gồm nhiều bộ phận vi xử lý ( Microprocessor ) với tốc độ rất cao (một phần triệu của một giây), thường là các bộ xử lý 32 bit, 20 Mhz, kèm theo hệ phần mềm ( Software ) phong phú để điều khiển. Chức năng của hệ điều khiển IR là xử lý với bảng điều khiển, quản lý chương trình, lưu trữ chương trình, diễn đạt chương trình, tạo các tín hiệu chuyển động thông qua phép nội suy ( Interpolation ) và chuyển đổi tọa độ, điều khiển các trục của IR và truy cập dữ liệu với các thiết bị ngoại vi của IR.

Nguyên lý động học cơ bản nhất của IR là RRR ứng với một trường hoạt động của IR là một khối cầu tròn đều ( Revolute ) như hình 6.35. Trong khi IR chuyển động, phải liên tục tính toán chuyển đổi các tọa độ Đề các của các điểm trung gian đã được nội suy thành những giá trị góc quay của các khớp theo nguyên lý động học của IR, đó là phép chuyển đổi tọa độ ( Coordinate Transformation ).



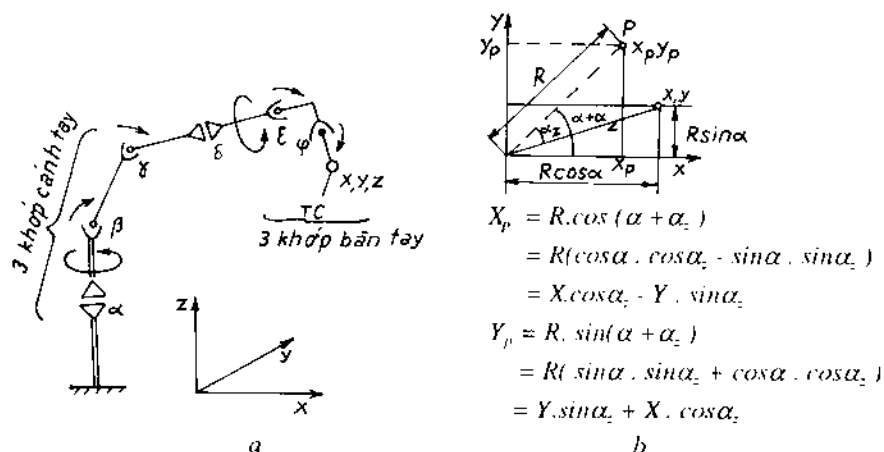
Hình 6.35. Số bậc tự do ( các khả năng chuyển động ) của người máy ( Rôbôt )

M, N - Cầm nắm, nhả buông ;

XYZ, ABCDE - Các thao tác cần thiết của cánh tay và cổ tay ( co, duỗi, nâng, hạ, quay, lắc ... ) ; UV - Tọa độ mở rộng

#### Công việc tính toán

này rất phức tạp vì gồm nhiều phép tính hình học và lượng giác ràng buộc lẫn nhau, phải thực hiện với tốc độ nhanh và chính xác cao ( dung lượng 32 bit và trong thời gian nhỏ hơn  $60 \cdot 10^{-3}$  s ). Chỉ có như vậy mới có thể tạo ra chuyển động của IR chính xác và dứt khoát, nghĩa là không run rẩy và không bị giật cục. Trong hình 6.36 là quan hệ toán học ứng với một chuyển động quay theo trục Z do khớp cánh tay thứ nhất thực hiện.

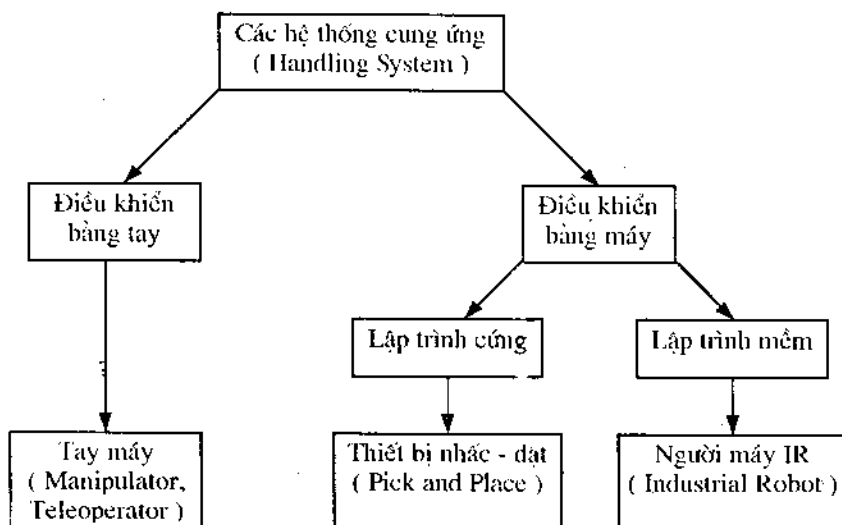


Hình 6.36. Xác định tọa độ của khớp IR

- a. Góc quay xác định vị trí  $X, Y, Z$  của điểm chuẩn dụng cụ của TPC ( Tool Center Point )  
 - ba khớp bản tay ( Hand Galanke ) Wz. Bazugspunkt
- b. Chuyển đổi tọa độ khi quay của khớp IR

Bảng phép nội suy ( Interpolation ), tương tự như ở máy công cụ CNC, các điểm trung gian nằm giữa các điểm của quỹ đạo chuyển động đã lập trình của IR được tính toán tùy theo dạng nội suy là nội suy đường thẳng ( Linear Interpolation ) hay là nội suy đường tròn ( Circular Interpolation ), để lập đường biểu thị quỹ đạo dịch chuyển thích hợp giữa điểm đầu và điểm cuối của hành trình chuyển động.

Nếu xét về mặt chức năng thì các IR thuộc hệ thống cơ cấu cung ứng ( Handling System ), còn gọi là cơ cấu chấp hành. Các cơ cấu này ( hình 6.37 ) có hình dạng bề ngoài tương đối giống nhau, nhưng khác nhau về mặt điều khiển, lập trình và sử dụng.



Hình 6.37. Các hệ thống cơ cấu cung ứng ( Handling System )

Người ta phân biệt các cơ cấu chấp hành như sau :

Ở loại tay máy điều khiển từ xa ( Teleoperator ) thì quá trình hoạt động của chúng được giám sát từ xa qua màn hình ( Monitor ). Loại này tay máy thường được sử dụng trong môi trường có phóng xạ, ở dưới nước hay trong vũ trụ.

Tay máy cực nhỏ ( Micromanipulator ) có thể hoạt động rất chính xác, được sử dụng để thực hiện công việc gia công trên đối tượng nhỏ bé. Chuyển động của tay máy cực nhỏ được giám sát qua kính hiển vi có độ phóng đại phù hợp.

Cơ cấu chấp hành hoạt động theo chương trình cứng được sử dụng để thực hiện các hành trình chuyển động ( động trình ) đều đặn như cấp phối vào máy ép, lắp ráp sản phẩm hàng loạt. Loại cơ cấu này phần lớn nhờ các xy lanh khí nén loại dịch chuyển hoặc loại quay và các cử giới hạn kết hợp với các van để khống chế chuyển động. Hoạt động của loại cơ cấu này thường được điều khiển theo nhịp. Đại diện cho loại cơ cấu điều khiển theo chương trình cứng là cơ cấu nhấc - đặt ( Pick and Place Implement ).

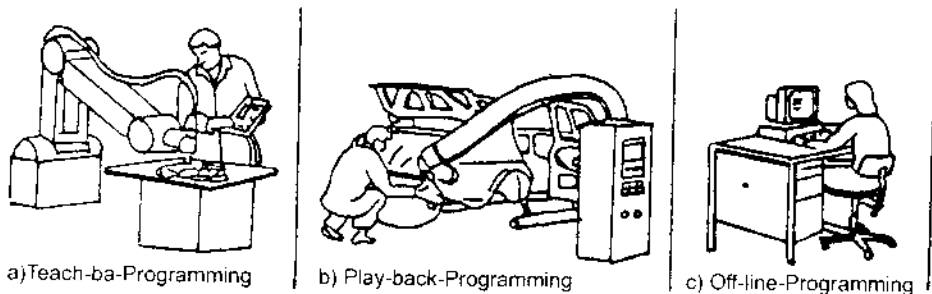
Người máy công nghiệp là các thiết bị tự động có nhiều trục chuyển động, vận năng. Các chuyển động của IR được lập trình tùy theo tiến trình và quỹ đạo chuyển động có thể được điều khiển bằng các phần tử nhạy ( Sensor ).

#### c. Lập chương trình cho người máy công nghiệp

Bản chất của lập chương trình cho IR là lập chương trình CNC để điều khiển IR hoạt động theo nhiệm vụ của nó. Khi lập chương trình CNC cho IR phải xác định các điểm định vị ( Position Points ) và định hướng dụng cụ ( như định hướng mỏ hàn cắt khi hàn theo quỹ đạo cong phức tạp ), mà hầu như không thể xác định ngay từ bản vẽ chi tiết.

Các phương pháp lập trình CNC cho IR ( hình 6.38 ) được áp dụng là :

- Lập trình theo cách dạy IR ( Teach in Programing ).
- Lập trình theo cách "bắt chước" để cho IR bắt chước làm theo (Play - Back - Programing ).



Hình 6.38. Các phương pháp lập trình NC cho người máy công nghiệp  
( Industrial Robot - IR )

- Lập trình bên ngoài cách biệt ( Off - Line - Programing ).

#### a. Lập trình theo cách dạy IR ( Teach in Programing ).

Theo cách này, IR được người lập trình ( vận hành ) dạy chuyển động tới các vị trí hàn ( Handling Position ) và chế tạo ( Manufacturing Point ), hệ điều khiển CNC của IR sẽ ghi nhận toàn bộ các chuyển động để sau đó chỉ đạo IR hoạt động. Người vận hành IR dùng bảng điều khiển để dạy IR chuyển động.

#### b. Lập trình theo cách IR "bắt chước" ( Play - Back - Programing ).

Đối với cơ cấu chấp hành đơn giản, như IR dùng cho công việc in vỏ xe hơi, chuyển động cần thiết được xác định trực tiếp bằng tay ( Manual ) bằng cách sau : người vận hành dùng tay mình cầm tay IR và tập cho nó chuyển động theo quỹ đạo và hướng xác định; hệ

điều khiển của IR sẽ nhớ trong phạm vi  $20.10^{-3}$  s các giá trị định vị của các trục điều khiển của IR. Khi tự hoạt động, IR sẽ *lập lại* chương trình mà hệ điều khiển CNC của nó đã nhớ được; nghĩa là IR sẽ *bắt chước* công việc mà nó đã được dạy.

*c. Lập trình bên ngoài cách biệt ( Off - Line - Programming )*

Theo cách này, người ta lập chương trình CNC cho IR ở van phòng theo các *từ lệnh* của một ngôn ngữ lập trình riêng, trên cơ sở các chỉ dẫn chuyển động và chỉ dẫn điều khiển. Chương trình CNC để điều khiển IR được lập trên màn hình của máy vi tính. Trong các van phòng lập trình đủ tiện nghi, các chuyển động của IR được mô phỏng trên màn hình của máy vi tính và thể hiện bằng đồ họa. ( Graphic ).

Khi lập chương trình CNC cho IR phải tuân thủ các chỉ dẫn lập trình ứng với các chức năng khác nhau : chuyển động, thực hiện chương trình, truy nhập dữ liệu, tính toán nối ghép, xác lập các chức năng tiếp nhận dữ liệu để thích nghi với quá trình gia công ( Sensorfunction ).

Với các chỉ dẫn chuyển động, tiến hành lập trình dạng chuyển động giữa hai điểm lập trình trên cơ sở quỹ đạo, tốc độ chuyển động, gia tốc, giảm tốc, hiệu chỉnh điểm chuẩn ( điểm không ), hiệu chỉnh chiều dài và bán kính dụng cụ.

Với các chỉ dẫn thực hiện chương trình, quá trình hoạt động của IR được điều khiển theo dữ liệu môi trường hoạt động, ví dụ : các chỉ dẫn bước nhảy có điều kiện sẽ tạo ra bước nhảy trong chương trình tùy thuộc các tín hiệu đầu vào. Bên cạnh đó còn chỉ dẫn chờ đợi và ấn định về thời gian chờ, các chỉ dẫn dừng lại đối với quá trình chuyển động cho tới khi có lệnh khởi động trở lại và các chỉ dẫn ngắt dứt đoạn chương trình đang thực hiện.

Các chỉ dẫn nhập và xuất tạo điều kiện xuất tín hiệu khi đã thực hiện các đoạn chương trình xác định, ví dụ : khởi động cho động cơ băng tải để cung cấp phối / chỉ tiết hoặc yêu cầu về tín hiệu đầu vào, ví dụ : của một phần tử nhạy nhị phân ( Binary Sensor ) báo cho biết là một phối / chỉ tiết có tồn tại hay không tại một vị trí nhất định.

Các chỉ dẫn đặc biệt về xuất là những chỉ dẫn để vận hành cơ cấu cầm nắm và bộ ghi nhận. Với bộ ghi nhận, các IR có thể lưu ý đến các quá trình có liên quan khi thực hiện chuyển động tiếp theo. Ngoài tín hiệu nhị phân, ở hệ điều khiển của IR hiện đại có thể ghi nhận tín hiệu số ( Digital ). Với tín hiệu số có thể chuyển dịch điểm chuẩn ( điểm không ) hoặc xoay chuyển hệ tọa độ theo giá trị số. Các tín hiệu số có thể được xuất ra, ví dụ, để nghiêng bàn gá phối với một góc nhất định. Tín hiệu tương tự ( Analog ) cũng được sử dụng, ví dụ, để điều khiển tự động IR khi hàn, điều chỉnh mô hàn.

Các chỉ dẫn tính toán và nối ghép là để liên kết các tín hiệu nhập và xuất. Ngoài ra có thể xây dựng, ví dụ : các chương trình để diễn tả các mẫu chuyển động với các chỉ dẫn số học.

Khi các phối / chỉ tiết được xếp có trật tự trên một phiến gá chuẩn ( Palette ), thì vị trí các phối / chỉ tiết khác được tính theo vị trí của chỉ tiết / phối thứ nhất, bằng phép cộng liên tiếp kích thước dài, rộng và cao của phối / chỉ tiết đó.

Các chỉ dẫn logic ( Bool ) là để liên kết các đầu vào và các đầu ra nhị phân, ví dụ : liên kết VÀ ( AND ) cho việc xuất một tín hiệu đầu ra nếu có vài tín hiệu đầu vào phải thỏa mãn các điều kiện này.

Với các chỉ dẫn đặc biệt có thể để IR điều hòa theo tốc độ chuyển động của một băng chuyển, ví dụ : lắp ráp bánh xe hơi trên băng chuyển vận động liên tục.

Các chỉ dẫn về phần tử nhạy ( Sensor ) tạo khả năng tự thích nghi chuyển động trên cơ sở các tín hiệu ghi nhận được, ví dụ : tự động né tránh khi sát gần một phối hoặc chỉ tiết.

Các chỉ dẫn về hệ thống tạo khả năng xóa, sửa đổi và sao chép các chương trình hoặc nhận chương trình từ máy tính cấp trên.

Lập trình cho IR khác với lập trình CNC thông thường ở chỗ là lập trình IR không có cốt mã lệnh ( Command Code ) và cấu trúc lệnh tiêu chuẩn, vì ở khâu lập trình IR chủ yếu theo môđun dạy ( Teach in Modun ), nghĩa là điều khiển IR thông qua các phím chức năng, không bắt buộc phải có mã thống nhất. Như vậy, chương trình IR trong thực tế công nghiệp được thể hiện rất khác nhau tùy theo hệ điều khiển khác nhau của IR do các hãng chế tạo sử dụng.

Trong thực tế, ngôn ngữ lập trình IR được chia thành hai loại chính như sau :

- Ngôn ngữ lập trình chuyên dùng cho kiểu, loại IR nhất định.
- Ngôn ngữ lập trình vạn năng dùng cho nhiều kiểu, loại IR.

Sau đây là bảng tổng quát về các ngôn ngữ lập trình IR.

*Tổng quát về một số ngôn ngữ lập trình được dùng cho rôbôt công nghiệp*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(A)	VAL2	PUMA	Assembler	LSI11/02	UNIMATION Inc., Danbury/CT,USA
(A)	SIGLA	SIGMA	Assembler	(CNC)	Olivetti, Irea, Italien
(A)	AML	IBM RSI		IBM	IBM, T.J.Watson, Research Center, Yorktown Hgts./Ny USA
(A)	HELP	PRAGMA	Assembler	PDP11/23	Digital Electronic Autom. (DEA), Torino, Italien
(B)	AL		SAIL assembler + PASCAL	PDP11/45 PDP11	Stanford University USA and University Karlsruhe Germany
(B)	LM		FORTRAN	LSI11	IMAG-A.I. - Group, Grenoble France
(B)	Autopass		PL/I	IBM370	IBM,T.J. Watson Reseach Center, Yorktown Hgts./Ny USA
(B)	MCL		FORTRAN	CDC	Mc. Donnel Douglas corp. Saint Louis, USA
(B)	RAFT		FORTRAN	PDP10	University of Edinburg, Dept. of Artificial Intelligence Edinburg United Kingdom
(B)	ROBEX		FORTRAN PASCAL	PRIMI 2250	WZM-Laboratory TH Aachen Germany

Chú thích :

- ( A ) Ngôn ngữ lập trình IR chuyên dùng.
- ( B ) Ngôn ngữ lập trình IR vạn năng.
- ( 1 ) Loại ngôn ngữ lập trình IR.
- ( 2 ) Tên ngôn ngữ lập trình IR.
- ( 3 ) Kiểu loại IR.
- ( 4 ) Ngôn ngữ trợ giúp.
- ( 5 ) Kiểu loại máy tính.
- ( 6 ) Hãng sản xuất, cơ sở nghiên cứu.

## PHỤ LỤC

Thông số kỹ thuật của một số loại rôbốt công nghiệp

Kiểu	Mức tải lực ( kG )	Tầm xa với tối đa ( mm )	Chiều cao nâng tối đa (mm)	Tốc độ trục 1 (độ/s)	Tốc độ trục 2 (độ/s)	Tốc độ trục 3 (độ/s)	Tốc độ trục 4 (độ/s)	Độ chính xác vị trí (mm)	Độ chính xác lặp lại (mm)
1	5	550	150	370	395	480	0,574	±0,05	±0,025
2	8	600	150	228	285	540	0,480	-	0,025
3	9	800	295	540	540	360	0,500	0,076	0,025
4	2	430	120	400	800	1500	0,500	-	±0,20

Kiểu	Mức tải lực ( kG )	Tầm xa với tối đa (mm)	Tốc độ quay ( độ / s )						Độ chính xác lặp lại ( mm )
			Trục 1	Trục 2	Trục 3	Trục 4	Trục 5	Trục 6	
5	3	2500	86	86	1 m/s	400	360	450	±0,10
6	8	2645	100	81	125	284	176	295	±0,30
7	12	2300	132	120	144	240	300	300	0,15
8	5	1248	190	110	210	310	310	310	±0,10
9	10	1250	88	71	95	150	150	186	±0,20

Kiểu	Mức tải lực ( kG )	Quãng đường dịch chuyển tối đa ( mm )			Tốc độ dịch chuyển tối đa ( m / s )			Độ chính xác vị trí ( mm )	Độ chính xác lặp lại ( mm )
		x	y	z	x	y	z		
10	10	600	400	240	1	1	0,8	0,03	-
11	20	1500	1000	800	3,5	3,5	2,5	±0,01	±0,01
12	25	10500	2500	950	1	1	0,7	±0,30	-
13	25	15000	1000	2000	1,5	1,5	1,5	-	±0,01
14	114	1524	1524	1524	1	1	1	1,20	1,20
15	3	600	400	150	0,8	0,8	0,3	±0,10	±0,05

Ghi chú : Các loại rôbốt SCARA, IR có cánh tay thẳng, IR có cánh tay gấp ...

Kiểu 1 : IBM 7575,

Kiểu 2 : EPSON SSR - H603N - MZ,

Kiểu 3 : Adept One,

Kiểu 4 : Siemens Manutech 2,

Kiểu 5 : ABBIRB 1000,

Kiểu 6 : KUKA IR 163 / 8,

Kiểu 7 : COMAU, SMART - 36.10R,

Kiểu 8 : Cloos, ROMAT5b,

Kiểu 9 : Staubli, PUMA 761,

Kiểu 10 : Bosch KRP 250-4,

Kiểu 11 : Mannesmann Rexroth LA85,

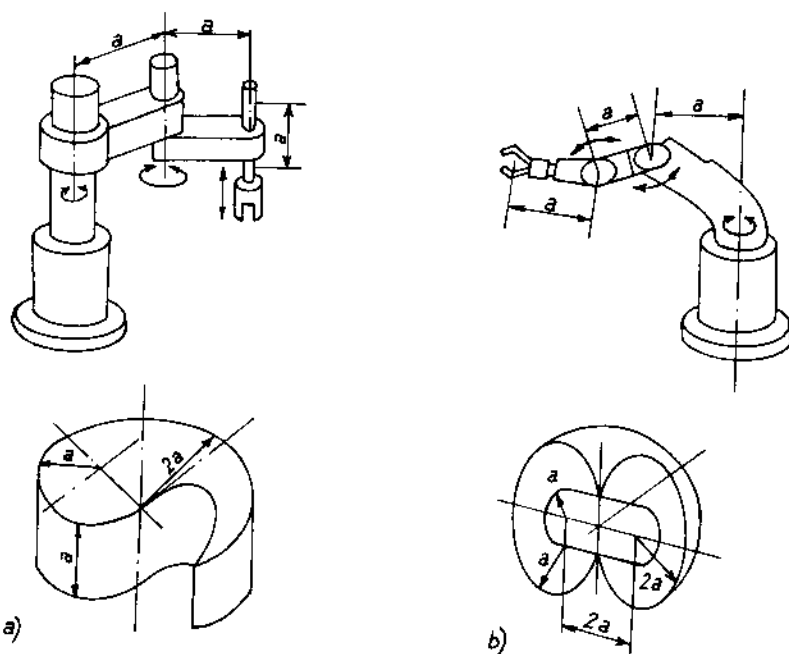
Kiểu 12 : DEA GANTRY G20,

Kiểu 13 : Reis RL10,

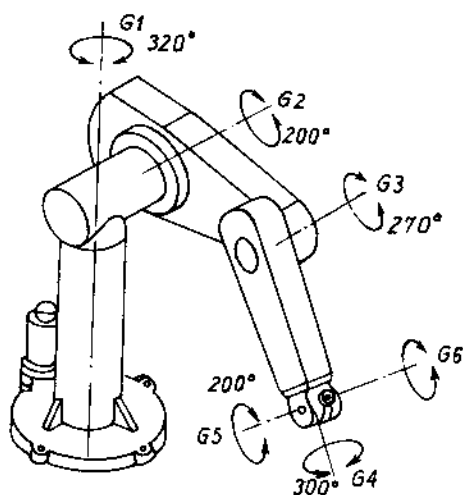
Kiểu 14 : Prab Robots FA,

Kiểu 15 : Hitachi Ax3030M

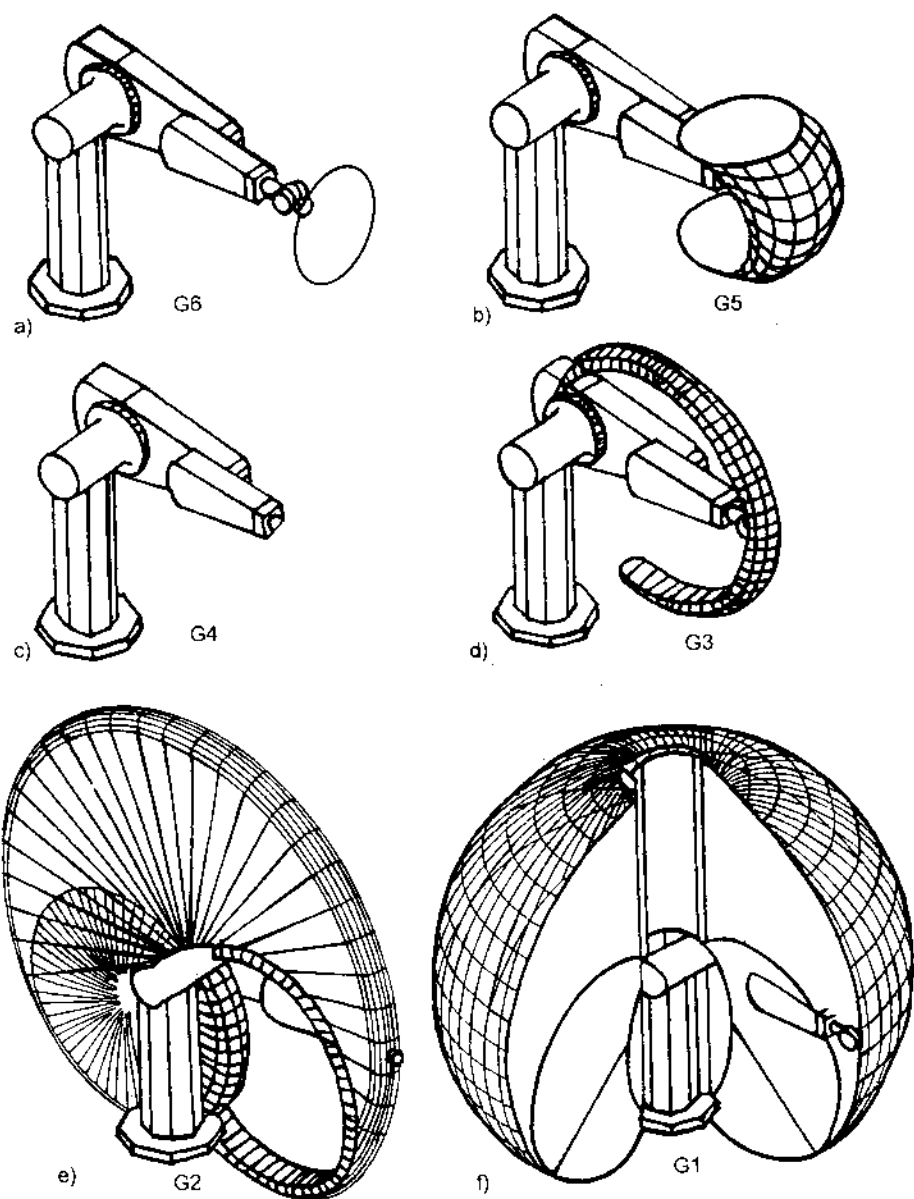




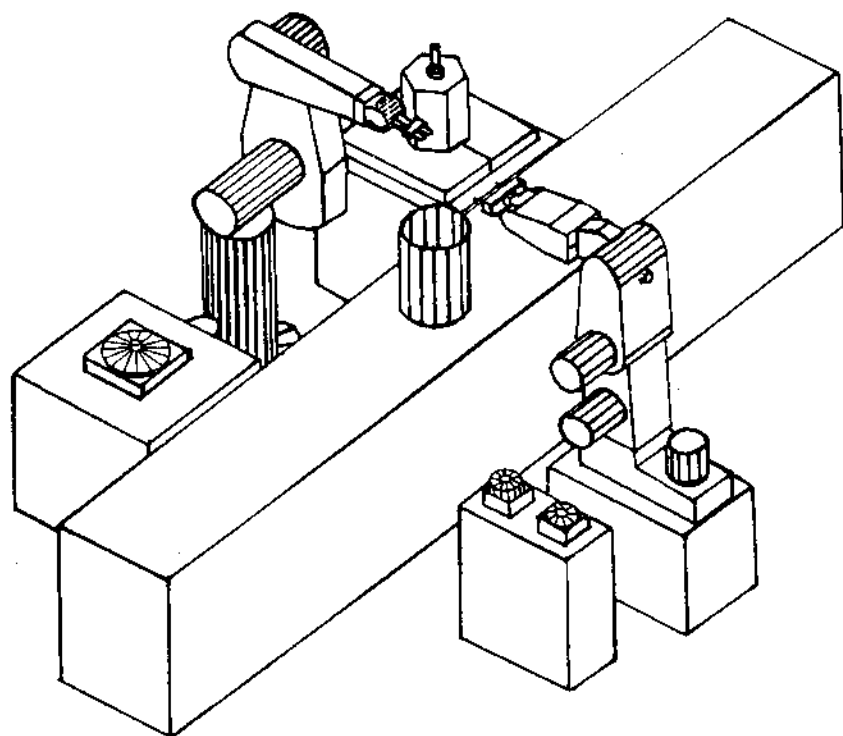
Hình 6.39. Tay máy SCARA ( Selective Compliance Assembly Robot Arm )  
a. Ngang b. Đứng



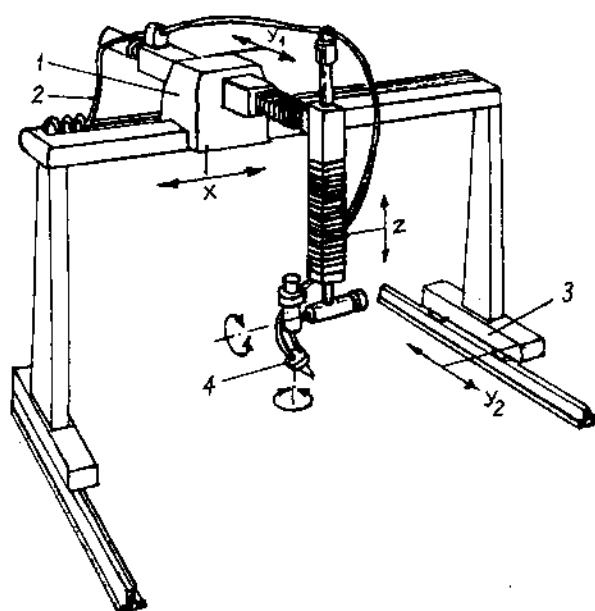
Hình 6.40. Tay máy PUMA 600 đứng ( G - các khớp nối )  
G1 - Waist Rotation ; G2 - Shoulder Swivel ;  
G3 - Elbow Rotation ; G4 - Wrist Rotation ;  
G5 - Wrist Bend, Pitch ; G6 - Flange Rotation , Roll;



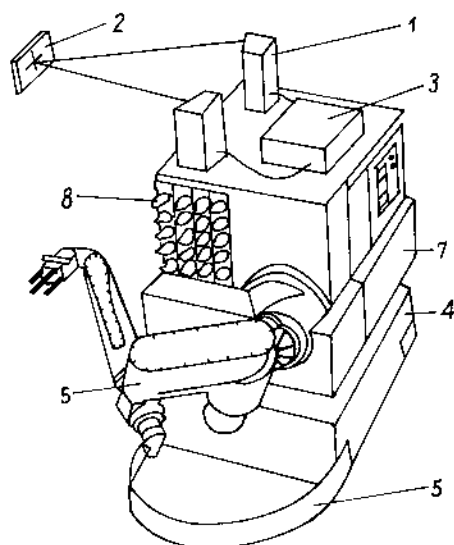
Hình 6.41. Trường hoạt động của tay máy PUMA 600 đứng, ứng với các khớp từ G1 đến G6



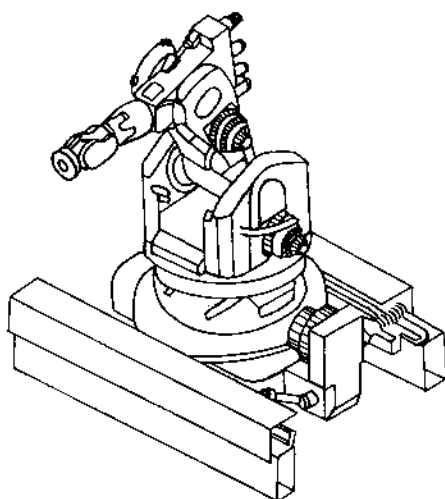
Hình 6.42. Tế bào lắp ráp dùng rôbôt và hệ mô phỏng GRASP ( BYG Systems Ltd. )



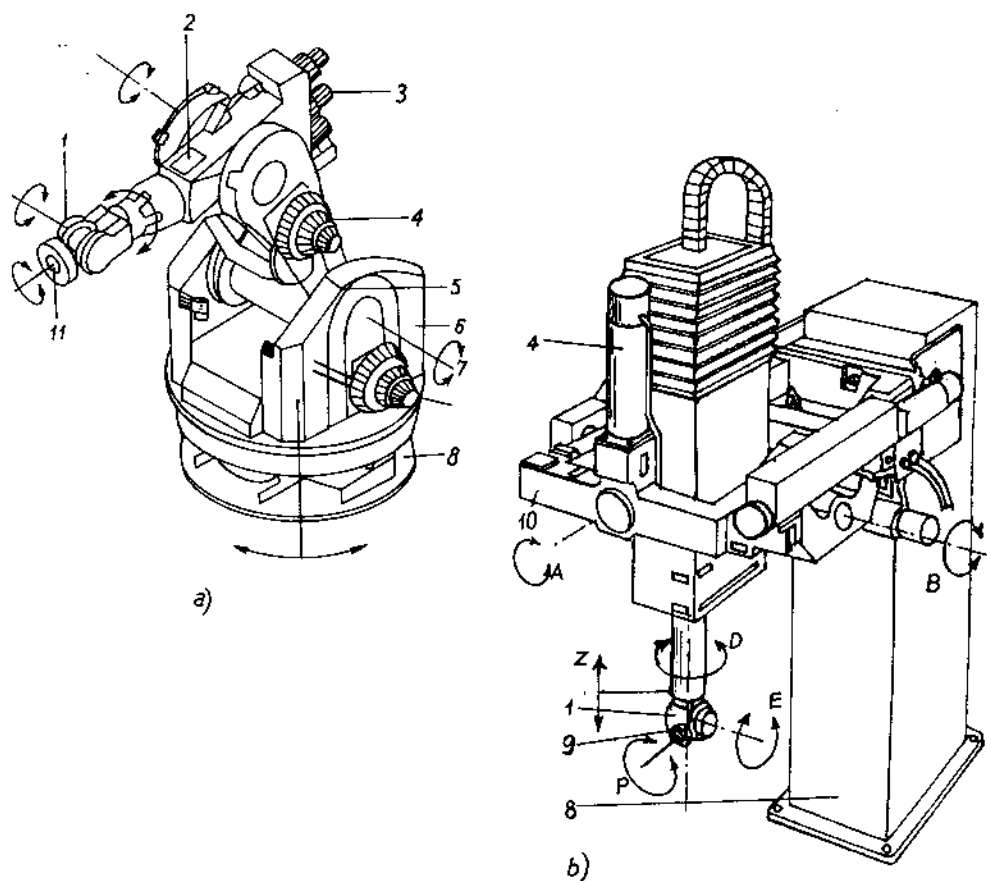
Hình 6.43. Rôbôt hàn chạy trên đường ray, dùng để hàn các chi tiết lớn  
1. Hộp trượt ; 2. Đường cấp chất phụ gia ; 3. Khung trượt ; 4. Mỏ hàn



Hình 6.44. Rôbôt di động  
 1. Máy quét LASER ; 2. Vạch chuẩn ;  
 3. Bộ khuếch đại ; 4. Thân ; 5. Đế ;  
 6. Tay máy 6 trục điều khiển ;  
 7. Hệ năng lượng và điều khiển ;  
 8. Ổ tích dụng cụ



Hình 6.45. Rôbôt KUKA



Hình 6.46. Robot công nghiệp

a. KUKA ( hệ rôbôt IR 160 / 60 )    b. ASEA ( rôbôt lắp ráp IRB 1000 )

1. Khớp bàn tay ; 2. Khớp dưới, cánh tay dưới ; 3. Động cơ khởi động khớp bàn tay ;  
 4. Động cơ phát động ; 5. Cánh tay trên ; 6. Thân quay ; 7. Động cơ phát động khớp vai ;  
 8. Đế ; 9. Bích nối tay tóm ; 10. Khung treo ; 11. Tay tóm ; A,B,C,D,E,P- Chuyển động

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Vũ Giao  
TÍNH VÀ THIẾT KẾ ĐỒ GÁ  
*Đại học Bách khoa Hà Nội 1968*
- [2] Trần Văn Định, Trần Xuân Việt và các tác giả khác  
TÍNH VÀ THIẾT KẾ ĐỒ GÁ  
*Đại học Bách khoa Hà Nội 1989*
- [3] Tập thể tác giả  
ĐỒ GÁ ( tiếng Đức )  
*Nhà Xuất bản Technik Berlin 1973*
- [4] Tập thể tác giả  
ĐỒ GÁ ( tiếng Đức )  
*Nhà Xuất bản Lehrmittel Europa 1990*
- [5] Dietmar Semid  
CHẾ TẠO MÁY - TỰ ĐỘNG HÓA GIA CÔNG ( tiếng Đức )  
*Nhà Xuất bản Lehrmittel Europa 1991*
- [6] Tạ Duy Liêm  
MÁY ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH SỐ VÀ RÔBÔT CÔNG NGHIỆP  
*Nhà Xuất bản Giáo dục, Hà Nội 1992*
- [7] Tempelmeier - Kuhn  
CÁC HỆ THỐNG GIA CÔNG LINH HOẠT ( tiếng Đức )  
*Nhà Xuất bản Springer 1993*
- [8] MISUBISHI ELECTRIC INDUSTRIAL ROBOT RV-M1 USER'S HANDBOOK
- [9] Stefan Kesse  
MÁY CUNG ỨNG ( tiếng Đức )  
*Nhà Xuất bản Vogel 1993*
- [10] Hans B.Kief  
NC / CNC - HANDBUCH ( tiếng Đức )  
*Nhà Xuất bản Carl Hanser 1997*
- [11] Ludwig Seegraber  
CÁC HỆ THỐNG CẮM NẮM DÙNG TRONG LẮP RÁP,  
CUNG ỨNG VÀ NGƯỜI MÁY CÔNG NGHIỆP ( tiếng Đức )  
*Nhà Xuất bản Exper 1993*

## MỤC LỤC

<b>Lời giới thiệu</b>	<b>Trang</b>
	3
<i>Bài mở đầu : Công dụng của trang bị công nghệ cơ khí - Phân loại</i>	5
<i>Chương một :</i>	
<b>Thiết kế đồ gá chuyên dùng trên máy cắt kim loại vạn năng thông thường</b>	<b>7</b>
1.1. Cơ sở thiết kế đồ gá chuyên dùng	7
1.1.1. Quan hệ giữa đường lối công nghệ, biện pháp công nghệ và dạng sản xuất	7
1.1.2. Quá trình gá đặt phôi trên máy cắt kim loại	8
1.1.3. Áp dụng nguyên tắc sáu điểm để định vị phôi	9
1.1.4. Quan hệ giữa thiết kế công nghệ và thiết kế đồ gá gia công	11
1.1.5. Các thành phần chính của đồ gá gia công cắt gọt	12
1.1.6. Sai số gá đặt phôi trên đồ gá gia công cắt gọt	12
1.2. Đồ định vị	20
1.2.1. Đồ định vị khi chuẩn là mặt phẳng	21
1.2.2. Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ ngoài	23
1.2.3. Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ trong	23
1.2.4. Đồ định vị khi chuẩn là hai lỗ tâm	28
1.3. Kẹp chặt và cơ cấu kẹp chặt	29
1.3.1. Khái niệm về kẹp chặt và các yêu cầu đối với cơ cấu kẹp chặt	29
1.3.2. Phương pháp tính lực kẹp cần thiết	29
1.3.3. Một số cơ cấu kẹp thông dụng	39
1.3.4. Các cơ cấu sinh lực	53
1.4. Cơ cấu dẫn hướng và kiểm tra vị trí dụng cụ cắt	69
1.4.1. Cơ cấu dẫn hướng	69
1.4.2. Cơ cấu so dao và kiểm tra vị trí của dao	73
1.4.3. Cơ cấu chép hình	74
1.5. Các cơ cấu khác của đồ gá	75
1.5.1. Cơ cấu phân độ	75
1.5.2. Cơ cấu định vị đồ gá trên máy cắt kim loại	79
1.6. Trình tự thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt	81
1.6.1. Các bước thiết kế đồ gá	81
1.6.2. Yêu cầu cụ thể đối với đồ gá gia công cắt gọt	86
1.7. Một số loại đồ gá dùng khí nén ( hơi ép ) trong chế tạo máy	92
1.7.1. Đồ gá tiện	92
1.7.2. Đồ gá khoan	94
1.7.3. Đồ gá phay	95
<i>Chương hai : Dụng cụ phụ</i>	101
2.1. Khái niệm chung	101
2.2. Cơ cấu kẹp dụng cụ trên máy khoan	101
2.2.1. Cơ cấu thay dao nhanh	101
2.2.2. Đồ gá dao tiện rãnh mặt trong	102

2.2.3. Đầu khoan nhiều trục	103
2.2.4. Tính đầu khoan nhiều trục	104
2.2.5. Đầu revolve	109
2.3. Cơ cấu kẹp dao trên máy tiện	110
2.4. Cơ cấu kẹp trên máy phay	110
<b>Chương ba : Đồ gá lắp ráp</b>	112
3.1. Phân loại đồ gá lắp ráp	112
3.1.1. Đồ gá lắp ráp vạn năng	112
3.1.2. Đồ gá lắp ráp chuyên dùng	112
3.2. Thành phần của đồ gá lắp ráp	113
3.2.1. Cơ cấu định vị	113
3.2.2. Cơ cấu kẹp chặt	113
3.2.3. Cơ cấu phụ	114
3.3. Đồ gá thay đổi vị trí đối tượng lắp ráp	114
3.4. Đặc điểm của thiết kế đồ gá lắp ráp chuyên dùng	118
<b>Chương bốn : Đồ gá kiểm tra</b>	118
4.1. Khái niệm chung	118
4.2. Thành phần của đồ gá kiểm tra	118
4.2.1. Cơ cấu định vị	118
4.2.2. Cơ cấu kẹp chặt	120
4.2.3. Cơ cấu đo	120
4.2.4. Cơ cấu phụ	122
4.2.5. Vỏ đồ gá	122
4.3. Ví dụ đồ gá kiểm tra	122
<b>Chương năm : Tiêu chuẩn hóa và linh hoạt hóa trang bị công nghệ</b>	124
5.1. Phương pháp tiêu chuẩn hóa và linh hoạt hóa trang bị công nghệ.	
Bộ linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn	124
5.2. Xây dựng đồ gá linh hoạt cho sản xuất hàng loạt	
với máy cắt kim loại thông thường	126
<b>Chương sáu : Trang bị công nghệ dùng trên dây chuyền gia công</b>	
<b>linh hoạt và tự động hóa ( FMS )</b>	128
6.1. Đặc điểm công nghệ và cấu trúc kỹ thuật của dây chuyền gia công linh hoạt	
( FMS - Flexible Manufacturing System )	128
6.2. Các loại trang bị công nghệ trên dây chuyền gia công linh hoạt FMS	131
6.2.1. Phương tiện cung ứng dụng cụ gia công	131
6.2.2. Phương tiện cung ứng phối	134
6.2.3. Hệ thống dụng cụ dùng cho máy NC	139
6.2.4. Người máy công nghiệp	152
<b>Phụ lục</b>	161
<b>Tài liệu tham khảo</b>	167



# **ĐỒ GÁ CƠ KHÍ HÓA VÀ TỰ ĐỘNG HÓA**

**Tác giả: GS.TS. TRẦN VĂN ĐỊCH  
PGS.TS. LÊ VĂN TIẾN  
PGS.TS. TRẦN XUÂN VIỆT**

**Chịu trách nhiệm xuất bản:**

**Biên tập và Sửa chế bản:**

**Trình bày và làm chế bản:**

**Vẽ hình:**

**Vẽ bìa:**

**Pgs.Ts. Tô Đăng Hải.**

**Nguyễn Thị Diệu Thúy.**

**Nguyễn Hòa Bình.**

**Phạm Văn Tước.**

**Hương Lan.**

**Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.  
Hà Nội 2005.**

---

In 800 cuốn, khổ 16 x 24cm, tại Xí nghiệp in Thương mại  
Giấy phép số: 1527-44 do Cục Xuất bản cấp ngày 24/2/2005  
In xong và nộp lưu chiểu tháng 5 năm 2005.

**205113**



**Giá: 24.000đ**