

PGS.TS. TRẦN VĂN ĐỊCH, TS. TRẦN XUÂN VIỆT
TS. NGUYỄN TRỌNG DOANH, ThS. LƯU VĂN NHANG

TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT



Vt 1048/2005

 NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

**PGS.TS.TRẦN VĂN ĐỊCH, T S.TRẦN XUÂN VIỆT
T S. NGUYỄN TRỌNG DOANH, Th S. LƯU VĂN NHANG**

Chủ biên: PGS.TS.Trần Văn Địch

**TỰ ĐỘNG HOÁ
QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT**
(Giáo trình dùng cho sinh viên cơ khí)



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2001**

Lời nói đầu

Nền sản xuất thế giới trong những năm gần đây được đặc trưng bởi cường độ cao của các quá trình sản xuất vật chất. Chất lượng và hiệu quả của các quá trình sản xuất phụ thuộc rất nhiều vào trình độ kỹ thuật của công nghiệp chế tạo máy. Một nền công nghiệp chế tạo máy tiên tiến sẽ đảm bảo cho các ngành kinh tế các loại thiết bị có năng suất cao với chất lượng hoàn hảo. Để thực hiện tốt các nhiệm vụ của mình, công nghiệp chế tạo máy cần không ngừng hoàn thiện và nâng cao trình độ kỹ thuật của các quá trình sản xuất. Tự động hoá các quá trình sản xuất là một trong những phương hướng phát triển chủ yếu của công nghiệp chế tạo máy. Tự động hoá cho phép sử dụng tối đa các tiềm năng sẵn có, đáp ứng yêu cầu ngày càng cao đối với các trang thiết bị gia công cơ khí. Việc ứng dụng các thành tựu của lý thuyết điều khiển tối ưu, công nghệ thông tin, công nghệ máy tính và các lĩnh vực khoa học kỹ thuật khác cho phép thiết lập mới một loạt các loại vật liệu, các quá trình công nghệ, các trang thiết bị và hệ thống sản xuất tự động, các loại rôbot công nghiệp, các hệ thống sản xuất linh hoạt, các hệ thống sản xuất tích hợp, các hệ thống trí tuệ nhân tạo và liên kết chúng thành một hệ thống nhất để giải quyết các bài toán kinh tế kỹ thuật thay đổi của sản xuất, tạo tiền đề cho sự hình thành của một phương thức sản xuất hoàn toàn mới trong tương lai: **Sản xuất trí tuệ** (Intellectual Production).

Tự động hoá quá trình sản xuất cho phép thực hiện các quá trình công nghệ không có sự tham gia của con người. Ở giai đoạn đầu tự động hoá chỉ mới thực hiện đối với từng nguyên công riêng biệt. Về sau tự động hoá được thực hiện đối với nhiều nguyên công (kể cả các nguyên công chính và các nguyên công phụ).

Trong tự động hoá toàn phần thì vai trò của con người chỉ còn giới hạn ở việc theo dõi hoạt động của các thiết bị và điều chỉnh các cơ cấu có liên quan đến qui trình công nghệ. Gần đây các chức năng của hệ thống tự động hoá được phát triển rất nhanh chóng và đã có rất nhiều dây chuyền tự động, phân xưởng tự động và nhà máy tự động ra đời. Người ta phân biệt bốn đặc tính cơ bản của tự động hoá như sau:

1. Khả năng nâng cao năng suất lao động và chất lượng sản phẩm.
2. Khả năng điều khiển thiết bị hoặc quá trình sản xuất trong những môi trường nguy hiểm đối với con người (các lò ở mỏ than, các thiết bị hoá học, các nhà máy điện nguyên tử, các thiết bị vũ trụ v.v.).
3. Khả năng máy móc thay thế con người để thực hiện các phép tính phức tạp.
4. Nâng cao trình độ văn hoá và nghề nghiệp của công nhân, do đó tính chất của lao động cũng được thay đổi. Điều này có nghĩa xã hội to lớn và nó khả năng xoá bỏ ngăn cách giữa lao động trí óc và lao động chân tay. Chính vì vậy, tự động hoá quá trình sản xuất là mục tiêu mà bất kỳ một quốc gia nào cũng cần đạt tới.

Khoa học tự động hoá và tự động hoá các quá trình sản xuất ngày càng được nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trong mọi lĩnh vực của đời sống xã hội và công nghiệp. Hiện nay không có một ngành công nghiệp nào của nền kinh tế mà tự động hoá không phải là phương tiện tiến bộ kỹ thuật chủ yếu, một khâu quan trọng xác định mức độ phát triển của ngành công nghiệp đó. Tự động hoá cho phép nâng cao năng suất lao động, giảm giá thành sản phẩm, cải thiện điều kiện làm việc của công nhân. Khả năng tuyệt vời của người máy chơi cờ Deep Blue do các kỹ sư của hãng Microsoft (Mỹ) chế tạo năm 1998 và người máy dạng người Asimô do tập đoàn Honda (Nhật Bản) chế tạo thành công vào tháng 11 năm 2000 vừa qua cho thấy, tự động hóa và điều khiển tối ưu không chỉ bó

gọn trong việc thay thế lao động cơ bắp và các công việc có tính đơn điệu, nhằm chận đối với con người khi thực hiện các quá trình sản xuất, mà còn tham gia trực tiếp vào các quá trình cần đến tư duy logic của con người và vào các quá trình điều chỉnh và hiệu chỉnh tự động thiết bị và quá trình sản xuất, khi điều kiện làm việc thay đổi, tạo ra các chế độ, lời giải hoặc giải pháp hiệu quả, tối ưu nhất.

Ứng dụng và phát triển khoa học tự động hoá, tự động hoá các quá trình sản xuất và điều khiển hệ thống tự động là phương hướng phát triển cơ bản không chỉ của các nước có nền kinh tế phát triển, mà còn là một nhiệm vụ được ưu tiên trong kế hoạch phát triển của các nước thuộc thế giới thứ ba. Để có thể hoà nhập với nền kinh tế phát triển nhanh của các nước ASEAN và thế giới, cạnh tranh tốt với thị trường, thực hiện thành công sự nghiệp công nghiệp hoá và hiện đại hoá đất nước, nhu cầu đổi mới công nghệ và thiết bị, áp dụng các thành tựu của tự động hoá ở Việt Nam đã trở thành một nhu cầu cấp bách.

Để sự nghiệp công nghiệp hoá và hiện đại hoá thành công trong tương lai, chúng ta phải có một đội ngũ có chuyên môn cao trong lĩnh vực tự động hoá. Kế hoạch đào tạo các chuyên gia về tự động hoá đã và đang được thực hiện ở nhiều trường đại học, nhiều viện nghiên cứu ở Việt Nam. Tuy nhiên, các tài liệu tham khảo trong lĩnh vực này vẫn còn chưa đáp ứng được yêu cầu của người học.

Nhận thức được trách nhiệm trước chuyên môn của ngành chế tạo máy, tập thể giảng viên của bộ môn Công nghệ chế tạo máy, trường Đại học Bách khoa Hà Nội biên soạn giáo trình “Tự động hoá quá trình sản xuất”.

Trước hết, giáo trình này được dùng làm tài liệu cho cán bộ giảng dạy ở các trường đại học, cao đẳng, các cán bộ nghiên cứu ở các viện, các kỹ sư cơ khí ở các nhà máy, các cơ quan có tham gia công tác giảng dạy, nghiên cứu và sản xuất.

Giáo trình này còn được dùng làm tài liệu cho sinh viên chế tạo máy thuộc các trường đại học và cao đẳng. Cùng với bài tập lớn, giáo trình này tạo cho sinh viên khả năng ứng dụng kỹ thuật tự động hoá vào các quá trình công nghệ và sản xuất cụ thể. Trên cơ sở của các quá trình đó, tiến hành thiết kế, ứng dụng các cơ cấu và hệ thống tự động khác nhau, biến đổi quá trình để nó có được các thông số kinh tế kỹ thuật tối ưu, đáp ứng trình độ của kỹ thuật hiện đại. Ngoài ra, nó có thể dùng làm tài liệu tham khảo cho các nghiên cứu sinh, các học viên cao học khi thực hiện các đề tài nghiên cứu trong lĩnh vực tự động hoá quá trình sản xuất cơ khí.

Giáo trình gồm 13 chương và do bốn tác giả cùng tham gia biên soạn:

PGS. TS. Trần Văn Địch biên soạn các chương: 3, 5, 7, 8, 11, 12, 13.

TS. Trần Xuân Việt biên soạn các chương: 6, 10.

TS. Nguyễn Trọng Doanh biên soạn chương 2.

Th.S. Lưu Văn Nhàn biên soạn các chương: 1, 4, 9.

Do biên soạn lần đầu, cuốn sách chắc chắn còn những vấn đề chưa được hoàn chỉnh. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn những ý kiến đóng góp, phê bình của độc giả. Những ý kiến phê bình xin gửi về bộ môn Công nghệ chế tạo máy, trường đại học Bách khoa Hà Nội hoặc Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 TRẦN HƯNG ĐẠO, HÀ NỘI.

CÁC TÁC GIẢ

Chương 1

CÁC VẤN ĐỀ CHUNG CỦA TỰ ĐỘNG HOÁ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

1.1. Tóm tắt lịch sử phát triển của tự động hoá quá trình sản xuất

Đã từ xa xưa, con người luôn mơ ước về các loại máy có khả năng thay thế cho mình trong các quá trình sản xuất và các công việc thường nhật khác. Vì thế, mặc dù tự động hoá các quá trình sản xuất là một lĩnh vực đặc trưng của khoa học kỹ thuật hiện đại của thế kỷ 20, nhưng những thông tin về các cơ cấu tự động, làm việc không cần có sự trợ giúp của con người đã tồn tại từ trước công nguyên. Các máy tự động cơ học đã được sử dụng ở Ai Cập cổ và Hy Lạp khi thực hiện các màn múa rối để lôi kéo những người theo đạo. Trong thời trung cổ người ta đã biết đến các máy tự động cơ khí thực hiện chức năng người gác cổng của Albert. Một đặc điểm chung của các máy tự động kể trên là chúng không có ảnh hưởng gì tới các quá trình sản xuất của xã hội thời đó.

Chiếc máy tự động đầu tiên được sử dụng trong công nghiệp do một thợ cơ khí người Nga, ông Pônzunốp chế tạo vào năm 1765. Nhờ nó mà mức nước trong nồi hơi được giữ cố định không phụ thuộc vào lượng tiêu hao hơi nước. Để đo mức nước trong nồi, Pônzunốp dùng một cái phao. Khi mức nước thay đổi phao sẽ tác động lên cửa van, thực hiện điều chỉnh lượng nước vào nồi. Nguyên tắc điều chỉnh của cơ cấu này được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khoa học kỹ thuật khác nhau, nó được gọi là nguyên tắc điều chỉnh theo sai lệch hay nguyên tắc Pônzunốp - Giôn Oat. Đầu thế kỷ 19, nhiều công trình có mục đích hoàn thiện các cơ cấu điều chỉnh tự động của máy hơi nước đã được thực hiện. Cuối thế kỷ 19 các cơ cấu điều chỉnh tự động cho tuabin hơi nước bắt đầu xuất hiện. Năm 1712 ông Nartốp, một thợ cơ khí người Nga đã chế tạo được máy tiện chép hình để tiện các chi tiết định hình. Việc chép hình theo mẫu được thực hiện tự động. Chuyển động dọc của bàn dao do bánh răng - thanh răng thực hiện. Cho đến năm 1798 ông Henry Mandsley người Anh mới thay thế chuyển động này bằng chuyển động của vít me - đai ốc. Năm 1873 Spender đã chế tạo được máy tiện tự động có ổ cấp phối và trục phân phối mang các cam đĩa và cam thùng. Năm 1880 nhiều hãng trên thế giới như Pittler Ludnig Lowe (Đức), RSK (Anh) đã chế tạo được máy tiện ro-vônve dùng phối thép thanh. Năm 1887 Đ.G. Xtôleoốp đã chế tạo được phần tử cảm quang đầu tiên, một trong những phần tử hiện đại quan trọng nhất của kỹ thuật tự động hoá. Cũng trong giai đoạn này, các cơ sở của lý thuyết điều khiển và điều chỉnh hệ thống tự động bắt đầu được nghiên cứu, phát triển. Một trong những công trình đầu tiên về lĩnh vực này thuộc về nhà toán học nổi tiếng P.M. Chebusep. Có thể nói, ông tổ của các phương pháp tính toán kỹ thuật của lý thuyết điều chỉnh hệ thống tự động là I.A. Vurshegratxki, giáo sư toán học nổi tiếng của trường đại học công nghệ thực nghiệm Xanh Pêtecua. Năm 1876 và 1877 ông đã cho đăng các công trình “ Lý thuyết cơ sở của các cơ cấu điều chỉnh” và “ Các cơ cấu điều chỉnh tác động trực tiếp”. Các phương pháp đánh giá ổn định và chất lượng của các quá trình quá độ do ông đề xuất vẫn được dùng cho tới tận bây giờ.

Không thể không kể tới đóng góp to lớn trong sự nghiệp phát triển lý thuyết điều khiển hệ thống tự động của các nhà bác học A. Xtôđô người Sec, A. Gurvis người Mỹ, A.K. Makxvell và Đ.Paux người Anh, A.M. Lapunốp người Nga và nhiều nhà bác học

khác.

Các thành tựu đạt được trong lĩnh vực tự động hoá đã cho phép chế tạo trong những thập kỷ đầu của thế kỷ 20 các loại máy tự động nhiều trục chính, máy tổ hợp và các đường dây tự động liên kết cứng và mềm dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Cũng trong khoảng thời gian này, sự phát triển mạnh mẽ của điều khiển học, một môn khoa học về các quy luật chung của các quá trình điều khiển và truyền tin trong các hệ thống có tổ chức đã góp phần đẩy mạnh sự phát triển và ứng dụng của tự động hoá các quá trình sản xuất vào công nghiệp.

Trong những năm gần đây, các nước có nền công nghiệp phát triển tiến hành rộng rãi tự động hoá trong sản xuất loạt nhỏ. Điều này phản ánh xu thế chung của nền kinh tế thế giới chuyển từ sản xuất loạt lớn và hàng khối sang sản xuất loạt nhỏ và hàng khối thay đổi. Nhờ các thành tựu to lớn của công nghệ thông tin và các lĩnh vực khoa học khác, ngành công nghiệp gia công cơ của thế giới trong những năm cuối của thế kỷ 20 đã có sự thay đổi sâu sắc. Sự xuất hiện của một loạt các công nghệ mũi nhọn như kỹ thuật linh hoạt (Agile engineering), hệ thống điều hành sản xuất qua màn hình (Visual Manufacturing Systems), kỹ thuật tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping) và công nghệ Nanô đã cho phép thực hiện tự động hoá toàn phần không chỉ trong sản xuất hàng khối mà cả trong sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc. Chính sự thay đổi nhanh của sản xuất đã liên kết chặt chẽ công nghệ thông tin với công nghệ chế tạo máy, làm xuất hiện một loạt các thiết bị và hệ thống tự động hoá hoàn toàn mới như các loại máy điều khiển số, các trung tâm gia công, các hệ thống điều khiển theo chương trình logic PLC (Programmable logic control), các hệ thống sản xuất linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing systems), các hệ thống sản xuất tích hợp CIM (Computer Integrated Manufacturing) cho phép chuyển đổi nhanh sản phẩm gia công với thời gian chuẩn bị sản xuất ít nhất, rút ngắn chu kỳ sản xuất sản phẩm, đáp ứng tốt tính thay đổi nhanh của sản xuất hiện đại.

Những thành công ban đầu của quá trình liên kết một số công nghệ hiện đại trong khoảng 10, 15 năm vừa qua đã khẳng định xu thế phát triển của nền **Sản xuất trí tuệ** trong thế kỷ 21 trên cơ sở của các thiết bị thông minh. Để có thể tiếp cận và ứng dụng dạng sản xuất tiên tiến này, ngay từ hôm nay, chúng ta đã phải bắt đầu nghiên cứu, học hỏi và chuẩn bị cơ sở vật chất cũng như đội ngũ cán bộ kỹ thuật cho nó. Việc bổ sung, cải tiến nội dung và chương trình đào tạo trong các trường đại học và trung tâm nghiên cứu theo hướng phát triển sản xuất trí tuệ là cần thiết.

1.2. Một số khái niệm và định nghĩa cơ bản

1.2.1. Cơ khí học

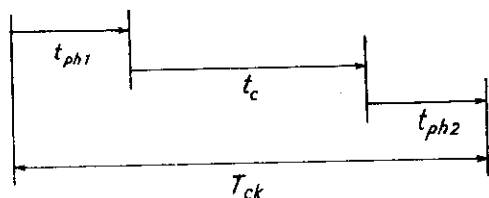
Để tạo ra sản phẩm yêu cầu, các quá trình sản xuất thực hiện việc biến đổi vật chất, năng lượng và thông tin từ dạng này sang dạng khác. Các quá trình biến đổi vật chất thường bao gồm hai dạng sau:

1. Các quá trình chính (hoặc các chuyển động chính).
2. Các quá trình phụ (hoặc các chuyển động phụ).

Các quá trình chính là các quá trình trực tiếp làm thay đổi tính chất cơ lý hoá, hình dáng hình học ban đầu của phôi liệu để tạo ra sản phẩm yêu cầu. Còn các quá trình phụ là các quá trình không làm thay đổi trạng thái của đối tượng, nhưng cần thiết để cho các quá trình chính thực hiện được. Hầu hết các quá trình sản xuất cơ khí đều có mục đích cuối cùng là làm biến đổi trạng thái cơ lý tính và hình dáng hình học ban đầu của phôi liệu để tạo ra chi tiết (sản phẩm yêu cầu). Để thực hiện các quá trình biến đổi, tất cả các thiết bị

sản xuất cơ khí phải thực hiện được hai dạng chuyển động cơ bản là chuyển động chính và chuyển động phụ như trên hình 1.1.

Trên các máy tiện gỗ cổ điển, chuyển động quay của chi tiết là chuyển động chính và được thực hiện nhờ lực đạp chân của công nhân. Khi thực hiện cơ khí hoá, người ta tiến hành thay lực đạp chân bằng động cơ điện. Các chuyển động còn lại của dao vẫn do công nhân thực hiện bằng tay.



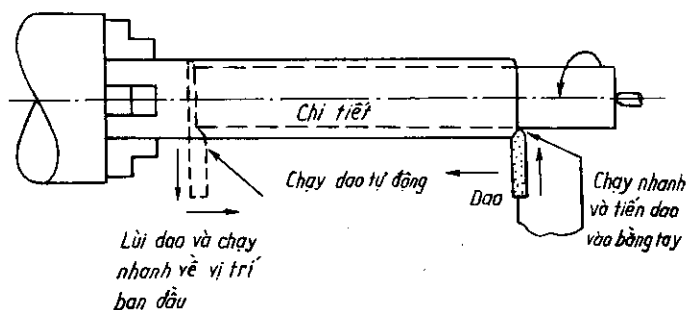
Hình 1.1. Chu kỳ gia công trên máy

t_{ph1} , t_{ph2} - các chuyển động phụ;
 t_c - chuyển động chính.
 T_{ck} - chuyển động chu kỳ

Như vậy, *Cơ khí hoá* chính là quá trình thay thế tác động cơ bắp của con người khi thực hiện các quá trình công nghệ chính hoặc các chuyển động chính bằng máy. Sử dụng cơ khí hoá cho phép nâng cao năng suất lao động, nhưng không thay thế được con người trong các chức năng điều khiển, theo dõi diễn tiến của quá trình cũng như thực hiện một loạt các chuyển động phụ trợ khác.

Xét ví dụ đơn giản - quá trình tiện như trên hình 1. 2. Chuyển động chính là chuyển động quay của chi tiết và chạy dao khi dao tiện bóc đi một lớp phoi liệu, còn chuyển động phụ là chuyển động chạy dao nhanh tới vị trí ban đầu, lùi dao nhanh ra khỏi bề mặt gia công sau khi cắt hết lớp phoi, đưa dao trở về vị trí ban đầu, gá đặt phôi lên máy trước khi gia công và tháo dỡ nó sau khi gia công xong.

Hình 1.2. Chu kỳ gia công trên máy tiện



Hệ thống này hầu như không có sự nối kết nào giữa các hành động khác nhau của chu kỳ gia công. Người thợ phải thực hiện bằng tay các chuyển động phụ như lùi dao nhanh khỏi bề mặt gia công, đưa dao trở về vị trí ban đầu và điều chỉnh dao vào vị trí mới cho chu kỳ tiếp theo. Với ví dụ trên hình 1.2, sau khi đã được cơ khí hoá, máy vẫn không thể tự thực hiện được các chuyển động phụ. Do đó để tiếp tục một chu kỳ mới, cần có sự tham gia của thợ điều khiển. Khi áp dụng cơ khí hoá quá trình sản xuất, việc điều khiển quá trình do người thợ thực hiện gồm các nội dung sau:

- Thu thập và lưu giữ thông tin về quá trình công nghệ yêu cầu.
- Nghiên cứu các thông tin ban đầu về nhiệm vụ và đặc điểm của quá trình điều khiển đối tượng.

- Thu thập các thông tin về khả năng không tương thích của các thông số cho trước với các thông số thực của quá trình.

- Phân tích và biến đổi các thông tin đã có để quyết định các lệnh điều khiển phù hợp.

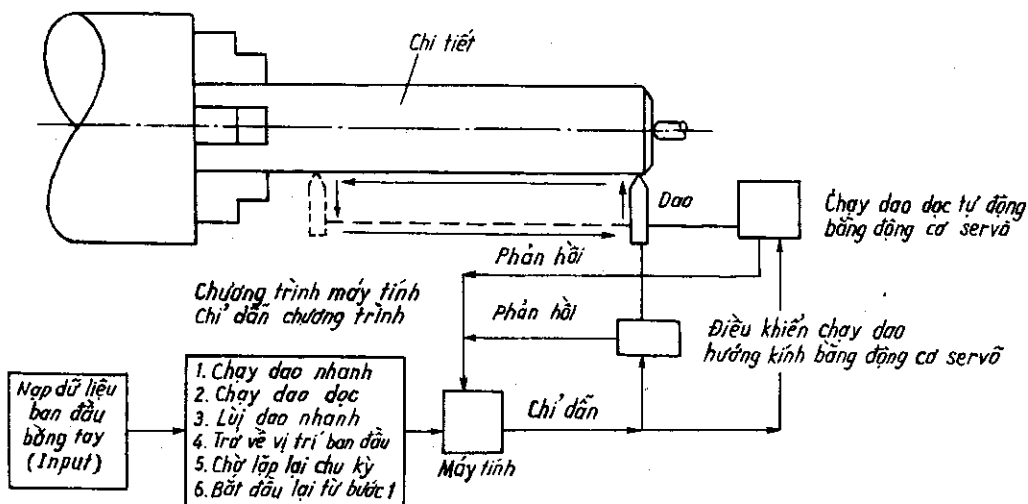
- Tác động tới các cơ cấu điều khiển đối tượng để đạt kết quả mong muốn.

Như vậy *điều khiển* là một quá trình gia công và sử dụng thông tin để tạo ra các tác động cần thiết tới cơ cấu chấp hành, đảm bảo cho một quá trình vật lý hoặc thông tin nào đó xảy ra theo mục đích định trước. Với những quá trình sản xuất và công nghệ phức tạp, khi mà số lượng các thông số tham gia vào quá trình lớn và có giá trị thay đổi liên tục theo thời gian, thì khả năng hoàn thành nhiệm vụ của người thợ thực hiện nhiệm vụ điều khiển sẽ bị suy giảm đáng kể.

1.2.2. Tự động hoá quá trình sản xuất

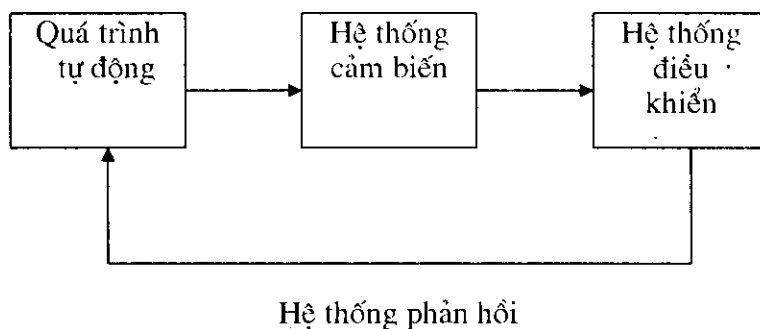
Tự động hoá quá trình sản xuất là giai đoạn phát triển tiếp theo của nền sản xuất cơ khí hoá. Nó sẽ thực hiện phần công việc mà cơ khí hoá không thể đảm đương được đó là điều khiển quá trình. Với các thiết bị vạn năng và bán tự động, các chuyển động phụ (tác động điều khiển) do người thợ thực hiện, còn trên các thiết bị tự động hoá và máy tự động, toàn bộ quá trình làm việc (kể cả các tác động điều khiển) đều được thực hiện tự động nhờ các cơ cấu và hệ thống điều khiển tự động, không cần đến sự tham gia trực tiếp của con người. Ví dụ, trên máy tiện điều khiển số (hình 1.3), các chuyển động chính và phụ được máy thực hiện tự động theo một chương trình định sẵn. Con người lúc này chỉ còn nhiệm vụ chuẩn bị các cơ cấu và theo dõi quá trình làm việc của chúng. Vì vậy để có thể thực hiện tự động hoá các quá trình sản xuất, cần có các cơ cấu và thiết bị tự động phù hợp. Nói như vậy không phải tự động hoá các quá trình sản xuất chỉ là một quá trình ứng dụng các thành phần, cơ cấu hoặc sơ đồ tự động riêng biệt vào các quy trình công nghệ có sẵn, hoặc các máy đã có hoặc sẽ được thiết kế. Tự động hoá các quá trình sản xuất luôn gắn liền với quá trình hoàn thiện và đổi mới công nghệ. Nó là một bài toán thiết kế - công nghệ tổng hợp, có nhiệm vụ tạo ra kỹ thuật hoàn toàn mới dựa trên cơ sở của các quá trình công nghệ gia công cơ, kiểm tra và lắp ráp tiên tiến (kể cả các phương pháp và thiết bị gia công mới).

Trong các quá trình công nghệ tự động hoá, các thiết bị và cơ cấu tự động đôi khi có ảnh hưởng ngược trở lại bản thân các quá trình công nghệ và nguyên công riêng biệt, làm thay đổi nội dung và một số chức năng điều khiển ban đầu của nó.



Như vậy, **tự động hoá quá trình sản xuất** là tổng hợp các biện pháp được sử dụng khi thiết kế các quá trình sản xuất và công nghệ mới, tiên tiến. Trên cơ sở của các quá trình sản xuất và công nghệ đó, tiến hành thiết lập các hệ thống thiết bị có năng suất cao, tự động thực hiện các quá trình chính và phụ bằng các cơ cấu và thiết bị tự động, mà không cần đến sự tham gia của con người. Tự động hoá các quá trình sản xuất luôn gắn liền với việc ứng dụng các cơ cấu và hệ thống tự động vào các quá trình công nghệ cụ thể. Chỉ có trên cơ sở của các quá trình công nghệ cụ thể mới có thể thiết lập và ứng dụng các cơ cấu và hệ thống điều khiển tự động.

Cấu trúc cơ bản của các hệ thống sản xuất tự động hoá có thể mô tả như trên hình 1.4.



Hình 1.4. Cấu trúc cơ bản của các hệ thống tự động

Trong đó hệ thống sản xuất tự động hóa quá trình tự động là các công đoạn hoặc quá trình được tự động hoá. Hệ thống cảm biến có chức năng tiếp nhận và biến đổi thông tin các loại, làm cơ sở cho các quyết định điều khiển. Hệ thống điều khiển có chức năng đưa ra các quyết định điều khiển quá trình và các tác động tương ứng tới cơ cấu điều khiển trên cơ sở các thông tin nhận được từ hệ thống cảm biến. Hệ thống phản hồi có chức năng theo dõi thông tin, so sánh các tín hiệu nhận được từ hệ thống cảm biến và điều khiển để hình thành các tín hiệu bù tương ứng.

Các quá trình sản xuất cơ khí bao gồm nhiều công đoạn như chuẩn bị sản xuất, tạo phôi, gia công cơ, lắp ráp v... v. Hầu hết các thiết bị tham gia vào quá trình sản xuất đều được sử dụng cho một số công việc chính như: cấp phôi, gá đặt, định hướng chi tiết, vận chuyển, gia công, lắp ráp và kiểm tra v... v. Có thể thực hiện tự động hoá một số hoặc toàn bộ các công việc và công đoạn kể trên của quá trình sản xuất. Có thể thực hiện tự động hoá từ những công việc đơn giản nhất đến các công việc phức tạp yêu cầu những hệ thống điều khiển tự động phản hồi có khả năng lựa chọn lời giải tối ưu cho từng điều kiện cụ thể của quá trình.

Trong giai đoạn đầu tiên của nền sản xuất tự động hoá, do nhu cầu và điều kiện sản xuất, khả năng của thiết bị, quá trình sản xuất thường được thực hiện theo phương pháp tự động hoá từng phần. *Tự động hoá từng phần* các quá trình sản xuất là tự động hoá chỉ một số nguyên công riêng biệt của quá trình, các nguyên công còn lại vẫn thực hiện trên các máy vạn năng và bán tự động thông thường. Đặc điểm chung của các thiết bị tự động hóa trong giai đoạn này là chúng có hệ thống điều khiển cứng (cam, mẫu, trục phân

phối v... v) với dung lượng thông tin chương trình bé.

Sự ra đời của kỹ thuật số trong những năm 1955 - 1956 đã giúp cho tự động hoá phát triển lên một trình độ mới. Các máy NC, CNC và các MRP (Manufacturing Resources Planning) ra đời trong giai đoạn này đã đặt nền móng cho sự xuất hiện trong những năm 1985-1990 một hình thức sản xuất mới - sản xuất tích hợp. Trong nền sản xuất tích hợp (đôi khi còn được gọi là *tự động hoá toàn phần*), toàn bộ các công đoạn và nguyên công của quá trình sản xuất, từ phối liệu ban đầu cho tới các công đoạn kết thúc như kiểm tra, đóng gói v...v, đều được tự động hoá.

Tự động hoá các quá trình sản xuất đã phát triển qua các giai đoạn như trong bảng 1.1.

Bảng 1.1. Các giai đoạn phát triển cơ bản của tự động hoá quá trình sản xuất

Các giai đoạn	Đặc điểm đặc trưng	Ví dụ	Thời điểm xuất hiện
Cơ khí hoá	Thay thế lao động cơ bắp của con người bằng máy	Động cơ máy tiện, Băng tải	1775
Tự động hoá từng phần	Thay thế công việc điều khiển thiết bị của công nhân bằng máy	NC, CNC, MRP	1956 - 1960
Tự động hoá ở mức độ cao	Sản xuất tự động hoá tích hợp có tính đến môi trường của từng thành phần riêng biệt	MRPII, FMS, CAD/CAM	1970 - 1975
Sản xuất tích hợp	Trên cơ sở tự động hoá với sự trợ giúp của hệ thống máy tính để thực hiện các quá trình sản xuất tích hợp	Nhà máy tự động hoá hoàn toàn và nhà máy tương lai	1985 - 1990

1.2.3. Khoa học tự động hoá

Khoa học tự động hoá là một lĩnh vực khoa học kỹ thuật. Nó bao gồm các cơ sở lý thuyết, các nguyên tắc cơ bản được sử dụng khi thiết lập các hệ thống điều khiển và kiểm tra tự động các quá trình khác nhau để đạt được mục đích cuối cùng mà không cần tới sự tham gia trực tiếp của con người.

Khoa học tự động hoá được cấu thành từ nhiều môn học khác nhau như Lý thuyết điều khiển hệ thống tự động; Lý thuyết mô hình hoá, mô phỏng và phân tích hệ thống; Điều khiển học; Lý thuyết tối ưu; Lý thuyết truyền tin; Kỹ thuật lập trình v...v. Tự động hoá các quá trình sản xuất là một hướng phát triển của khoa học tự động hoá. Sự phát triển của nó gắn liền với sự phát triển của các khoa học liên quan.

1.2.4. Hệ thống thiết kế và chế tạo có trợ giúp của máy tính (CAD-CAM)

Với sự xuất hiện của máy điều khiển số, sự phát triển cao của công nghệ thông tin và công nghệ máy tính, việc chuẩn bị và điều hành sản xuất trong thời gian gần đây đã có những thay đổi cơ bản. Khâu chuẩn bị thiết kế đã được tự động hoá nhờ *hệ thống thiết kế tự động có sự trợ giúp của máy tính* (CAD - Computer Aided Design). Nhờ các trang thiết bị tính toán thiết kế như máy tính, màn hình đồ hoạ, bút vẽ, máy vẽ (Plotter), cùng các phần mềm chuyên dụng (Matlab, Catia), CAD cho phép tạo ra các mô hình sản phẩm trong không gian ba chiều, rất thuận lợi cho việc khảo sát, đánh giá, sửa đổi nhanh chóng

trực tiếp ngay trên màn hình. Các bản vẽ trong CAD có thể lưu giữ, nhân bản hoặc gọi ra bất kỳ lúc nào. Điều này cho phép tiết kiệm nhiều thời gian, vật liệu và các chi phí khác của giai đoạn thiết kế ban đầu trước khi đưa vào sản xuất.

Khâu điều hành quá trình chế tạo sản phẩm cũng được tự động hoá nhờ *hệ thống điều hành quá trình chế tạo tự động có sự trợ giúp của máy tính* CAM (Computer Aided Manufacturing). CAM chính là một phần của hệ CIM (Computer Integrated Manufacturing) và được thiết lập trên cơ sở sử dụng máy tính và công nghệ máy tính để thực hiện tất cả các công đoạn của quá trình sản xuất, chế tạo sản phẩm như lập kế hoạch sản xuất, thiết kế quy trình công nghệ gia công, quản lý điều hành quá trình chế tạo và kiểm tra chất lượng sản phẩm v...v. CAM là một lĩnh vực cần sự hỗ trợ của rất nhiều công nghệ và kỹ thuật liên quan như kỹ thuật CAPP (Computer Aided Process Planning), công nghệ nhóm GT (Group Technology), kỹ thuật gia công liên kết LAN (Local - Area Network), FMS v...v. Do CAM cho phép thực hiện tự động việc lập kế hoạch, điều khiển, hiệu chỉnh và kiểm tra các nguyên công cùng toàn bộ quá trình gia công chế tạo sản phẩm, nên nó rất dễ dàng kết hợp với hệ thống CAD, tạo ra một phương thức sản xuất mới tiên tiến, đó là Hệ thống thiết kế và chế tạo tự động có sự trợ giúp của máy tính CIM. Khái niệm về CAD/CAM cũng sẽ được trình bày chi tiết hơn ở chương 6.

1.2.5. Hệ thống sản xuất tích hợp có trợ giúp của máy tính (CIM)

Hai công nghệ tiên tiến CAD và CAM có liên quan chặt chẽ tới sự hình thành của hệ thống thiết kế chế tạo tự động có sự trợ giúp của máy tính (**CAD/CAM**) khi nối kết hệ CAD với hệ CAM. Hệ thống kết hợp CAD/CAM còn được gọi là *Hệ thống sản xuất tích hợp có sự trợ giúp của máy tính* (CIM). Các quá trình sản xuất thực hiện bằng hệ thống này gọi là các *quá trình sản xuất tích hợp*. Trong các hệ thống sản xuất tích hợp, chức năng thiết kế và chế tạo được gắn kết với nhau, hỗ trợ nhau, cho phép tạo ra sản phẩm nhanh chóng bằng các quy trình sản xuất linh hoạt và hiệu quả. Các thiết bị sản xuất tự động và các máy riêng biệt được kết nhập với các thiết bị truyền tải thông tin tạo thành một hệ thống nhất, cho phép khép kín chu trình gia công, chế tạo sản phẩm. Chúng ta sẽ trở lại vấn đề này trong chương 6.

1.2.6. Hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS)

Hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS - Flexible Manufacturing Systems) là một hệ thống bao gồm các thiết bị gia công như máy điều khiển số, trung tâm gia công, thiết bị gá lắp, tháo dỡ chi tiết và dụng cụ tự động, hệ thống cơ cấu định hướng chi tiết tự động trong quá trình gia công, cơ cấu kiểm tra tự động, cơ cấu vận chuyển tự động, cơ cấu cấp phát dụng cụ tự động, hệ thống điều khiển v...v được thiết kế theo nguyên tắc môđun và được điều khiển bằng một máy tính hoặc một hệ thống máy tính. Trong một chừng mực nào đó FMS có thể coi như một CIM nhỏ. Nó được thiết kế để diễn đây khoảng trống giữa đường dây tự động dừng trong sản xuất hàng khối và nhóm máy CNC. Nó cho phép chuyển đổi nhanh sản xuất khi thay đổi sản phẩm với chi phí về thời gian và tiền bạc nhỏ nhất. Theo cấu trúc, hệ thống sản xuất linh hoạt có thể chia thành các cấp độ như: máy linh hoạt, môđun sản xuất linh hoạt; đường dây sản xuất linh hoạt, phân xưởng sản xuất linh hoạt và nhà máy sản xuất linh hoạt. Hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS) sẽ được trình bày thêm trong chương 6.

1.2.7. Sản xuất trí tuệ

Việc áp dụng và phát triển trong sản xuất các công nghệ tiên tiến và các thiết bị thông minh những năm gần đây đã cho phép dự đoán sự xuất hiện của một hình thức sản

xuất hoàn toàn mới trong tương lai - *Sản xuất Trí tuệ* (Intellectual Production). Sản xuất trí tuệ không chỉ đòi hỏi mô tả các kiến thức bằng những phương pháp mới như mô hình ngôn ngữ logic, mô hình logic trí tuệ, nó còn yêu cầu chúng ta phải xem xét lại một số luận điểm và thói quen sẵn có khi hình thành kỹ thuật mới.

Để đáp ứng các đòi hỏi của nền sản xuất trí tuệ như tính linh hoạt, tính tối ưu, vận tốc xử lý tình huống, các thiết bị tự động hoá trong tương lai phải giải quyết một loạt các vấn đề liên quan đến cấu trúc của các dẫn động chính, độ tin cậy, khả năng tiếp nhận và xử lý thông tin của hệ thống cảm biến, tính vận năng của các ngôn ngữ lập trình kiểu mới, tính linh hoạt của kết cấu và nhiều vấn đề khác.

1.2.8. Rôbot công nghiệp

Một lĩnh vực quan trọng của nền sản xuất trí tuệ đó là *công nghệ rôbot*. Rôbot là một thiết bị tự động đa chức năng được lập trình cho một hoặc nhiều công việc và được điều khiển bằng máy tính. Chúng có thể sử dụng như một thiết bị độc lập, có khả năng thay đổi nhanh, dễ hiệu chỉnh. Một trong những bộ phận chức năng chính của rôbot đó là hệ thống điều khiển. Nó có nhiệm vụ xử lý các thông tin nhận được để tạo ra các chuỗi lệnh cần thiết. Hệ thống điều khiển cũng được coi như một kho chứa và trung chuyển dữ liệu khi sử dụng cho các công việc khác nhau. Các rôbot thường được trang bị các hệ thống điều khiển thích nghi, các hệ thống điều khiển theo chương trình logic -PLC (Programmable Logic Control), các hệ thống cảm biến thực hiện các chức năng như nghe, nhìn, sờ, ngửi, nói v...v. Vì vậy chúng có thể sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực như y tế, dịch vụ, gia công, lắp ráp, và các lĩnh vực khác mà các máy tự động thông thường không thể thực hiện được. Trong những trường hợp khi yêu cầu vận tốc xử lý tình huống nhanh, chính xác, khi lựa chọn tìm kiếm các giải pháp nhiều phương án, khi yêu cầu khả năng suy nghĩ logic và phán đoán tình huống theo bối cảnh, sử dụng rôbot sẽ cho hiệu quả cao. Rôbot là thiết bị duy nhất có thể đáp ứng được đặc tính thay đổi của nền sản xuất hiện đại, mở rộng đáng kể khả năng của các thiết bị và quá trình sản xuất với hiệu quả cao nhất.

Nghiên cứu, phát triển và ứng dụng các hệ thống *Trí tuệ nhân tạo* trong thiết kế chế tạo các thế hệ *rôbot thông minh* là một xu hướng phát triển rất triển vọng của công nghệ rôbot. Các rôbot thông minh có khả năng mô phỏng lại các đặc tính thường thấy trong cách ứng xử của con người như học tập, suy luận, giải quyết vấn đề v... v. Rôbot thông minh đang được ứng dụng rộng rãi trong những lĩnh vực mà chỉ có các chuyên gia giỏi mới thực hiện được như khám bệnh, đóng phim, chơi nhạc, huấn luyện vận động viên bóng bàn, bóng đá, cờ tướng, cờ vua v...v. Sử dụng các rôbot được điều khiển qua vệ tinh và nối mạng cho phép thu hẹp và hoà nhập không gian làm việc, tiến tới thiết lập một nền sản xuất toàn cầu. Để đáp ứng các đòi hỏi của nền sản xuất trí tuệ như tính linh hoạt, tính tối ưu, vận tốc xử lý tình huống công nghệ rôbot trong tương lai phải giải quyết một loạt các vấn đề liên quan đến cấu trúc của các dẫn động chính, độ tin cậy, khả năng tiếp nhận và xử lý thông tin của hệ thống cảm biến, tính vận năng của các ngôn ngữ lập trình kiểu mới, tính linh hoạt của kết cấu và nhiều vấn đề khác.

1.3. Vai trò và ý nghĩa của tự động hóa quá trình sản xuất

1. Tự động hoá các quá trình sản xuất cho phép giảm giá thành và nâng cao năng suất lao động. Trong mọi thời đại, các quá trình sản xuất luôn được điều khiển theo các quy luật kinh tế. Có thể nói giá thành là một trong những yếu tố quan trọng xác định nhu cầu phát triển của tự động hoá. Không một sản phẩm nào có thể cạnh tranh được nếu giá thành của nó cao hơn các sản phẩm cùng loại, có tính năng tương đương của các hãng khác. Trong bối cảnh nền kinh tế luôn phải đối phó với các hiện tượng như lạm phát, chi phí cho vật tư, lao động, quảng cáo và bán hàng ngày càng tăng, buộc công nghiệp chế tạo

phải tìm kiếm các phương pháp sản xuất tốt nhất để giảm giá thành sản phẩm. Mặt khác nhu cầu nâng cao chất lượng sản phẩm sẽ làm tăng mức độ phức tạp của quá trình gia công. Khối lượng các công việc đơn giản cho phép trả lương thấp sẽ giảm nhiều. Chi phí cho đào tạo công nhân và đội ngũ phục vụ, giá thành thiết bị cũng tăng theo. Đây là động lực mạnh kích thích sự phát triển của tự động hoá.

2. Tự động hoá các quá trình sản xuất cho phép cải thiện điều kiện sản xuất. Các quá trình sản xuất sử dụng quá nhiều lao động sống rất dễ mất ổn định về giờ giấc, về chất lượng gia công và năng suất lao động, gây khó khăn cho việc điều hành và quản lý sản xuất. Các quá trình sản xuất tự động hoá cho phép loại bỏ các nhược điểm trên. Đồng thời, tự động hoá đã thay đổi hẳn tính chất lao động, cải thiện điều kiện làm việc của công nhân, nhất là trong các khâu độc hại, nặng nhọc, có tính lặp đi lặp lại và nhàm chán, khắc phục dần sự khác nhau giữa lao động trí óc và chân tay.

3. Tự động hoá các quá trình sản xuất cho phép đáp ứng cường độ cao của sản xuất hiện đại. Với các loại sản phẩm có số lượng rất lớn (hàng tỷ cái trong một năm) như đinh, bóng đèn điện, khoá kéo v...v thì không thể sử dụng các quá trình sản xuất thủ công để đáp ứng sản lượng yêu cầu với giá thành nhỏ nhất.

4. Tự động hoá các quá trình sản xuất cho phép thực hiện chuyên môn hóa và hoán đổi sản xuất. Chỉ có một số ít sản phẩm phức tạp là được chế tạo hoàn toàn bởi một nhà sản xuất. Thông thường một hãng sẽ sử dụng nhiều nhà thầu để cung cấp các bộ phận riêng lẻ cho mình, sau đó tiến hành liên kết, lắp ráp thành sản phẩm tổng thể. Các sản phẩm phức tạp như ô tô, máy bay v...v nếu chế tạo theo phương thức trên sẽ có rất nhiều ưu điểm. Các nhà thầu sẽ chuyên sâu hơn với sản phẩm của mình. Việc nghiên cứu, cải tiến chỉ phải thực hiện trong một vùng chuyên môn hẹp, vì thế sẽ có chất lượng cao hơn, tiến độ nhanh hơn. Sản xuất của các nhà thầu có điều kiện chuyển thành sản xuất hàng khối. Do một nhà thầu tham gia vào quá trình sản xuất một sản phẩm phức tạp nào đó có thể đóng vai trò như một nhà cung cấp cho nhiều hãng khác nhau, nên khả năng tiêu chuẩn hoá sản phẩm là rất cao. Điều này cho phép áp dụng nguyên tắc 'hoán đổi' - một trong các điều kiện cơ bản dẫn tới sự hình thành dạng sản xuất hàng khối khi chế tạo các sản phẩm phức tạp, số lượng ít. Tuy nhiên, cũng không nên quá đề cao tầm quan trọng của tiêu chuẩn hoá. Không có tiêu chuẩn hoá trong sản xuất chỉ có thể gây cản trở cho việc hoán chuyển ở một mức độ nhất định, làm tăng tiêu tốn thời gian cho các quá trình sản xuất các sản phẩm phức tạp chứ không thể làm cho các quá trình này không thể thực hiện được. Có thể nói tự động hoá giữ một vai trò quan trọng trong việc thực hiện tiêu chuẩn hoá bởi chỉ có nền sản xuất tự động hoá mới cho phép chế tạo các sản phẩm có kích cỡ và đặc tính không hoặc ít thay đổi với số lượng lớn một cách hiệu quả nhất.

5. Tự động hoá các quá trình sản xuất cho phép thực hiện cạnh tranh và đáp ứng điều kiện sản xuất. Nhu cầu về sản phẩm sẽ quyết định mức độ áp dụng tự động hoá cần thiết trong quá trình sản xuất. Đối với các sản phẩm phức tạp như tàu biển, giàn khoan dầu và các sản phẩm có kích cỡ, trọng lượng rất lớn khác, số lượng sẽ rất ít. Thời gian chế tạo kéo dài từ vài tháng đến vài năm. Khối lượng lao động rất lớn. Việc chế tạo chúng trên các dây chuyền tự động cao cấp là không hiệu quả và không nên. Mặt khác các sản phẩm như bóng đèn điện, ô tô, các loại dụng cụ điện dân dụng thường có nhu cầu rất cao, tiềm năng thị trường lớn, nhưng lại được rất nhiều hãng chế tạo. Trong nhiều trường hợp, lợi nhuận cận biên của một đơn vị sản phẩm là rất bé. Chỉ có sản xuất tập trung với số lượng lớn trên các dây chuyền tự động, năng suất cao mới có thể làm cho giá thành sản phẩm thấp, hiệu quả kinh tế đạt được cao. Sử dụng các quá trình sản xuất tự động hoá trình độ cao trong những trường hợp này là rất cần thiết. Chính yếu tố này là một tác nhân tốt kích thích quá trình cạnh tranh trong cơ chế kinh tế thị trường. Cạnh tranh sẽ loại bỏ các nhà sản xuất chế

tạo ra các sản phẩm có chất lượng thấp, giá thành cao. Cạnh tranh bắt buộc các nhà sản xuất phải cải tiến công nghệ, áp dụng tự động hoá các quá trình sản xuất để tạo ra sản phẩm tốt hơn với giá rẻ hơn. Có rất nhiều ví dụ về các nhà sản xuất không có khả năng hoặc không muốn cải tiến công nghệ và áp dụng tự động hoá sản xuất nên dẫn tới thất bại trong thương trường.

1.4. Các nguyên tắc ứng dụng tự động hóa quá trình sản xuất

Tự động hoá quá trình sản xuất là một vấn đề khoa học kỹ thuật phức tạp. Việc phát triển và ứng dụng nó trong mọi công đoạn của quá trình sản xuất phải dựa trên cơ sở của các nghiên cứu phân tích khoa học và có tính hệ thống. Sau đây là một số nguyên tắc cơ bản.

1.4.1. Nguyên tắc có mục đích và kết quả cụ thể

Việc áp dụng tự động hóa phải có mục đích rõ ràng và hiệu quả kinh tế dự tính nhất định. Các thiết bị và hệ thống tự động hóa không chỉ có chức năng mô phỏng, thay thế các tác động của con người trong quá trình sản xuất mà chúng phải được sử dụng với mục đích thực hiện công việc nhanh hơn, tốt hơn, hiệu quả hơn. Các thống kê đã thực hiện cho thấy (60÷70)% hiệu quả kinh tế của quá trình áp dụng tự động hoá là do năng suất của thiết bị tự động hoá cao hơn, (15÷20)% hiệu quả là do chất lượng sản phẩm được nâng cao và ổn định hơn, chỉ có (10÷15)% hiệu quả kinh tế là do giảm chi phí trả lương cho công nhân. Vì vậy khi lập các dự án phát triển và ứng dụng tự động hoá phải ưu tiên hàng đầu cho các thông số về năng suất và chất lượng của quá trình gia công. Trên quan điểm này thì không phải lúc nào việc sử dụng các quá trình và thiết bị tự động hóa cũng phù hợp và có ý nghĩa. Các rôbot công nghiệp sử dụng trên các nguyên công hàn, sơn, phủ sẽ cho phép nâng cao năng suất, chất lượng gia công và cải thiện điều kiện làm việc cho công nhân. Tuy nhiên nếu sử dụng rôbot công nghiệp khi cấp các loại phôi có trọng lượng (3÷5) kG cho các máy cắt kim loại chỉ cho phép giảm không đáng kể chi phí lương công nhân nhưng lại kéo dài chu kỳ gia công tới (25÷40) giây với rôbot 1 tay, và (40÷50) giây với rôbot 2 tay trong khi công việc này công nhân chỉ cần 10 đến 15 giây. Do đó tự động hóa các công việc cần nhiều động tác trong một thời gian ngắn đôi khi không mang lại hiệu quả kinh tế mong muốn.

1.4.2. Nguyên tắc toàn diện

Tất cả các thành phần quan trọng nhất của quá trình sản xuất như đối tượng sản xuất, công nghệ, các thiết bị chính và phụ, các hệ thống điều khiển và phục vụ, thải phoi và phế liệu, đội ngũ kỹ thuật v...v đều phải được xem xét và giải quyết triệt để, toàn diện ở trình độ cao. Chỉ cần bỏ sót một trong các thành phần hoặc yếu tố nào đó của quá trình sản xuất là toàn bộ hệ thống tự động hoá sẽ trở nên không hiệu quả và thất bại. Việc thiết lập các hệ thống điều khiển vì xử lý phức tạp và đắt tiền để thay đổi chỉ một thành phần nào đó của quá trình sản xuất, trong khi vẫn giữ nguyên công nghệ lạc hậu sẽ không đem lại lợi ích gì. Chỉ có trên cơ sở của công nghệ tiên tiến, việc thiết kế và ứng dụng các hệ thống thiết bị tự động hoá mới đem lại hiệu quả mong muốn. Để tuân thủ nguyên tắc này phải bám sát các mục tiêu và biện pháp cơ bản sau của tự động hoá:

- Tự động hóa phải được thực hiện trên tất cả các công đoạn sản xuất để biến đổi chúng với mục đích nâng cao năng suất lao động và chất lượng sản phẩm gia công.

- Nâng cao chất lượng tự động hoá của tất cả các quá trình chính và phụ cũng như các nguyên công đơn lẻ bằng cách hiện đại hoá, thay thế mới các tổ hợp trang thiết bị tự động.

- Giảm chi phí gia công tổng cộng cho một đơn vị sản phẩm theo nguyên tắc giảm chi phí lao động sống, tăng tỷ lệ chi phí quá khứ.

- Giảm số công nhân phục vụ trực tiếp trong các phân xưởng và tăng số chuyên gia và công nhân bậc cao trong lĩnh vực chuẩn bị sản xuất.

- Thiết lập các tổ hợp thiết bị tự động được điều khiển tập trung để thực hiện các quá trình sản xuất.

1.4.3. Nguyên tắc có nhu cầu

Các thiết bị tự động hóa, kể cả các thiết bị tiên tiến nhất chỉ có thể sử dụng và sử dụng hiệu quả ở nơi mà không có nó là không được, chứ không phải ở bất cứ nơi nào có thể sử dụng được. Ý nghĩa của các cơ cấu và thiết bị tự động hoá hiện đại không chỉ bó hẹp trong việc thay thế các chức năng điều khiển của công nhân khi phục vụ thiết bị sản xuất mà nó cho phép mở ra khả năng thiết lập các loại thiết bị mới mà trước nó con người không thể chế tạo được nếu không có chúng. Nhờ chúng mà ngày nay người ta có thể tạo ra được các loại thiết bị có khả năng vượt xa khả năng vật lý của con người bình thường, để sử dụng ở những nơi với những công việc mà con người không thể tiếp cận hoặc không thể thực hiện được. Các thiết bị tự động hoá dễ dàng điều khiển nhiều thiết bị một lúc. Các thiết bị tự động hoá hiện đại cho phép thực hiện đồng thời nhiều dạng công việc khác nhau bằng nhiều loại dụng cụ với độ tập trung cao các nguyên công, do đó trong các công việc cần năng suất và cường độ gia công cao, con người không thể cạnh tranh với thiết bị tự động hoá được.

1.4.4. Nguyên tắc hợp điều kiện

Việc đưa vào ứng dụng các giải pháp kỹ thuật chưa hoàn thiện là không thể chấp nhận được, điều này sẽ dẫn đến việc tiêu tốn nhiều tiền của và công sức một cách vô ích. Do đó phải định hướng tốt trong nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật tự động hóa phù hợp với điều kiện cụ thể.

CÁC THIẾT BỊ CƠ BẢN TRONG HỆ THỐNG TỰ ĐỘNG

Đặc trưng của các hệ thống tự động là không có sự can thiệp của con người trong quá trình hoạt động của nó. Do đó, toàn bộ các trang thiết bị của hệ thống phải đảm đương được tất cả các công việc của con người trong quá trình hoạt động như các thao tác nâng chuyển, lắp ráp, kiểm tra, điều khiển lẫn cả quản lý số liệu lưu trữ v...v. Các thiết bị cơ bản của hệ thống tự động có thể phân ra ba nhóm chính: các cơ cấu chấp hành, các thiết bị điều khiển và các loại cảm biến.

2.1. Cơ cấu chấp hành

Cơ cấu chấp hành có thể hiểu là một bộ phận máy móc, thiết bị có khả năng thực hiện một công việc nào đó dưới tác động của tín hiệu điều khiển phát ra từ thiết bị điều khiển.

Cơ cấu chấp hành có thể phân ra làm ba nhóm chính dựa trên nguồn năng lượng sử dụng:

- Các cơ cấu chấp hành thủy lực
- Các cơ cấu chấp hành khí nén
- Các cơ cấu chấp hành điện

Tùy theo mức năng lượng sử dụng có thể phân cơ cấu chấp hành theo các dải năng lượng khác nhau:

- Cơ cấu chấp hành năng lượng thấp bao gồm các loại phần tử sau: nhiệt điện trở, điốt quang LED, màn tinh thể lỏng LCD, màn hình plasma, ống tia catốt, máy phát lực áp điện.
- Cơ cấu chấp hành năng lượng trung bình: nam châm điện, động cơ điện, xilanh khí nén, xilanh thủy lực, các động cơ thủy khí chuyển động quay, van khí, van thủy lực.
- Các thiết bị truyền động: băng tải tự động, vít me bi, bộ cấp liệu rung, cơ cấu phân độ, bộ truyền sóng.
- Một số hệ thống thiết bị chuyên dụng cũng được xem như cơ cấu chấp hành: bàn dịch chuyển X-Y, máy NC, rôbot, thiết bị lắp ráp, máy hàn, thiết bị kiểm tra, hệ thống kho và cấp phát tự động.

2.1.1. Cơ cấu chấp hành thủy lực

Ưu điểm của các thiết bị thủy lực là kích thước gọn, nhẹ, không gây ồn và công suất cao. Tuy nhiên các thiết bị thủy lực thường khá đắt. Các cơ cấu chấp hành thủy lực gồm các thiết bị sau: bơm, van, xi lanh, động cơ thủy lực xoay.

2.1.1.1. Các khái niệm cơ bản về thủy lực

Chất lỏng được xem như không thể nén được, bởi vì thể tích của nó không thay đổi khi thay đổi áp suất. Trong các hệ thống thủy lực thì chất lỏng được sử dụng là dầu thủy lực. Dầu thủy lực là dầu nhờn có thêm các phụ gia để đảm bảo các yêu cầu về chỉ số độ nhớt, khả năng chống ôxy hóa, tính chất bôi trơn cao, sự ổn định về hóa học, tỉ trọng thấp và không tạo bọt. Dầu thủy lực phải có khả năng chịu lửa cao để tránh gây ra hỏa hoạn khi sử dụng trong các môi trường dễ cháy nổ. Các chất phụ gia của dầu thủy lực nhằm chống lại sự mài mòn và hư hỏng của hệ thống thủy lực.

Áp lực trong các hệ thống thủy lực được truyền theo mọi hướng và tuân thủ định luật Pascal. Áp lực chất lỏng P được định nghĩa là lực tác động trên một đơn vị diện tích.

$$p = \frac{F}{S} \quad (2.1)$$

trong đó: p - áp suất, Pa (1Pa = 1N/t 1²)

F - lực, N

S - diện tích, m²

Môđun đàn hồi của dầu thủy lực được định nghĩa như sau:

$$\beta = -V \left(\frac{\delta p}{\delta v} \right) \quad (2.2)$$

trong đó: β - môđun đàn hồi của dầu thủy lực

V - thể tích ban đầu của dầu (m³)

δp - sự thay đổi áp lực

δv - sự thay đổi thể tích

Độ nhớt tuyệt đối của dầu thủy lực được định nghĩa là :

$$\mu = \frac{\tau \cdot d}{v} \quad (2.3)$$

trong đó: μ - độ nhớt tuyệt đối, dyne. s/cm² hay poise

τ - ứng suất trượt của lớp dầu lân cận, dyne/cm²

v - tốc độ trượt của tấm mỏng, (cm/s)

d - khoảng cách từ tấm mỏng đến thành cố định, cm

và 1N = 10⁵dyne, 1N.s/m² = 10 poise

Trong các hệ thủy lực thì người ta hay sử dụng khái niệm độ nhớt động và định nghĩa nó như sau:

$$\gamma = \frac{\mu}{\rho} \quad (2.4)$$

trong đó: γ - độ nhớt động, cm²/s (hay stoke), 1 stoke = 10⁻⁴m²/s

μ - độ nhớt tuyệt đối, dyne.s/cm²

ρ - khối lượng riêng của chất lỏng, g/cm³

Dầu thủy lực có chỉ số độ nhớt càng cao, thì càng tốt. Trên thực tế cho thấy, không khí có thể lọt vào, hòa lẫn vào dầu thủy lực và gây ra các bọt khí. Các bọt khí này có thể làm hỏng bơm và các thiết bị thủy lực bởi ăn mòn bề mặt. Khí hòa tan này phá hủy tính chất quan trọng là tính không chịu nén của chất lỏng. Điều này dẫn đến sai số và tính không ổn định của hệ thống thủy lực. Việc phòng ngừa **chảy dầu trên đường dầu** áp lực và đường cấp dầu phải nhúng vào trong thùng chứa dầu có khả năng hạn chế một phần bọt khí tạo ra. Đôi khi để chống tạo ra bọt khí, người ta có thể thêm các phụ gia vào thùng chứa dầu.

Bôi trơn là tính chất quan trọng của dầu thủy lực, nếu không lực ma sát có thể gây ra ăn mòn các thiết bị thủy lực. Hệ số ma sát là chỉ số đánh giá tính chất bôi trơn của dầu.

Hệ số ma sát = Lực ma sát / Lực pháp tuyến.

Công hay năng lượng :

$$W = F.d \quad (2.5)$$

trong đó: W - công hay năng lượng sản sinh, J

F - lực, N

d - khoảng cách, m

Công suất :

$$P = \frac{F.d}{t} = F.v \quad (2.6)$$

trong đó: P - công suất, W

v - tốc độ, m/s

F - lực, N

Tốc độ trung bình của dòng chảy:

$$v_{tb} = \frac{Q}{S} \quad (2.7)$$

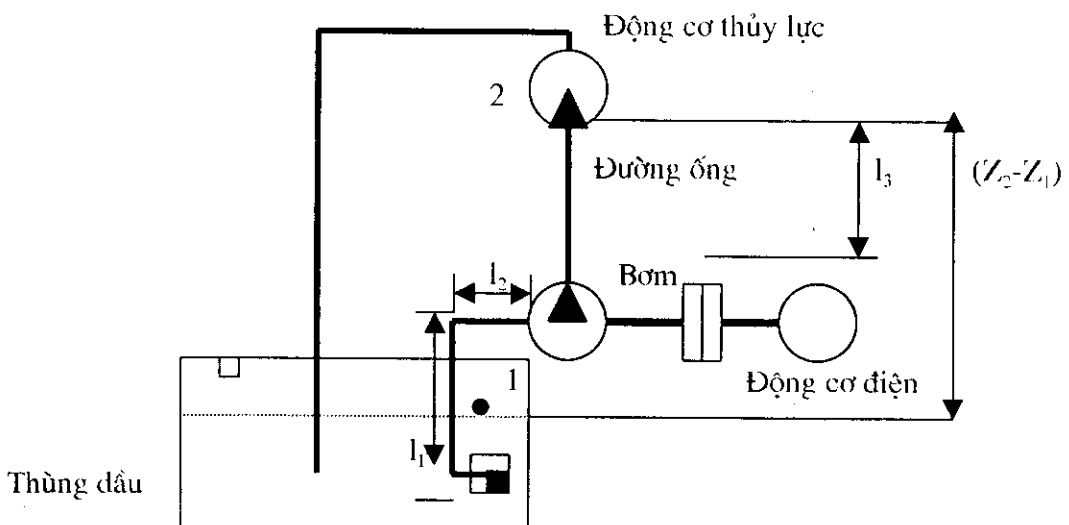
trong đó: v_{tb} - tốc độ trung bình của dòng chảy, m/s

Q - lưu lượng, m^3/s

S - thiết diện mặt cắt, m^2

Phương trình Bernoulli.

Phương trình này xuất phát từ định luật bảo toàn năng lượng. Năng lượng của hệ thống không thay đổi, không tự sinh ra hoặc biến đi, nó chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác mà thôi. Trong hệ thống thủy lực công sinh ra do bơm cấp dầu khác với công sinh ra trên động cơ thủy lực hay xilanh thủy lực. Không những thế, năng lượng còn bị tổn thất khi truyền trong các đường ống. Phương trình Bernoulli của hệ thủy lực cơ bản biểu diễn trên hình 2.1. Ở đây



Hình 2.1. Hệ thủy lực đơn giản

tổng năng lượng của trạm (1) và tổng năng lượng của trạm (2) được xem là bằng nhau. Tổng năng lượng tại trạm (1) + năng lượng cấp thêm bởi bơm - năng lượng tổn thất do ma sát - năng lượng cấp bởi động cơ = tổng năng lượng tại trạm (2).

Năng lượng tổng cộng tại trạm (2) có thể biểu diễn bằng thế năng (Z), thế năng do áp suất gây ra (p/γ) và động năng chất lỏng do tốc độ dòng chảy gây ra ($v^2/2g$).

$$\text{Tổng năng lượng tại trạm (2)} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

Z_2 - cao độ, p_2 - áp suất,

γ - độ nhớt động,

v - tốc độ,

g - gia tốc trọng trường.

$$\text{Tổng năng lượng tại trạm (1)} = Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_{\text{bơm}} - h_{\text{tt}} - h_{\text{dc}}$$

trong đó: $h_{\text{bơm}}$ - năng lượng được bơm cấp vào mỗi đơn vị khối lượng chất lỏng,

h_{tt} - năng lượng tổn thất do ma sát khi chất lỏng chảy từ trạm 1 đến trạm 2,

h_{dc} - năng lượng trên một đơn vị khối lượng cấp bởi động cơ điện.

Tổn thất năng lượng do ma sát trên chiều dài ống, trên cút, trên van được xác định bởi chiều dài tương đương. Người ta sử dụng phương trình Hagen - Poiseuille để biểu diễn tổn thất trên :

$$h_{\text{tt}} = f \cdot \left(\frac{L}{D} \right) \cdot \left(\frac{v^2}{2g} \right) = \frac{64}{N_{\text{Reynold}}} \cdot \left(\frac{L}{D} \right) \cdot \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad (2.8)$$

trong đó: f - hệ số ma sát, $f = \frac{64}{N_{\text{Reynold}}}$

$$N - \text{số Reynold}, \quad N = v \cdot D \cdot \left(\frac{\rho}{\mu} \right),$$

L - chiều dài ống, m

v - vận tốc trung bình của chất lỏng, m/s

g - gia tốc trọng trường, m/s²

D - đường kính ống, m

Như vậy phương trình Bernoulli của hệ thủy lực trên đây có dạng :

$$Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} = Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + h_{\text{bơm}} - f \cdot \left(\frac{l_1 + l_2 + l_3}{D} \right) \cdot \frac{v^2}{2g} - h_{\text{dc}} \quad (2.9)$$

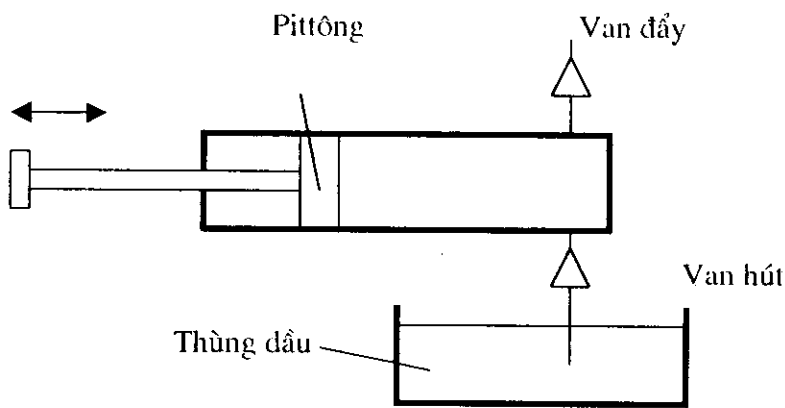
2.1.1.2. Các loại bơm thủy lực

Bơm là thiết bị biến cơ năng thành năng lượng thủy lực (hình 2.2). Khi nguồn năng lượng cơ bản làm cho pít tông của bơm chuyển động sang phía bên trái, do van đẩy đóng, một phần chân không được tạo ra trên đầu vào của bơm. Chênh lệch áp suất giữa bên trong bơm là chân không và bên ngoài bơm là áp suất khí quyển, dầu thủy lực bị đẩy từ thùng dầu vào bơm qua van hút. Khi pít tông chuyển động theo chiều ngược lại, van hút đóng và áp lực trong buồng bơm tăng làm van đẩy mở cho dầu đã được tăng áp đi qua.

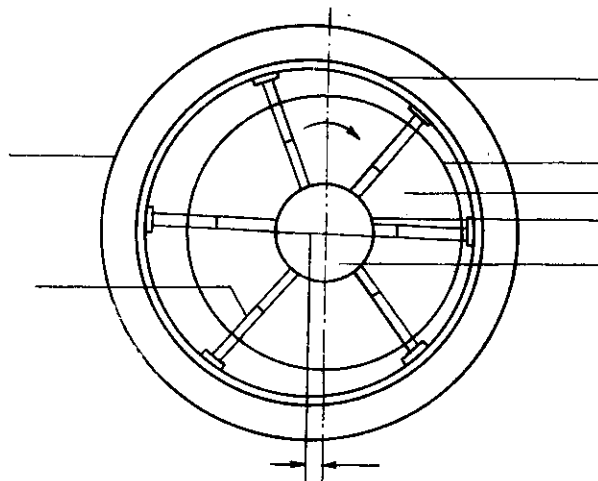
Có một số loại bơm sau:

- Bơm pít tông
- Bơm cánh quạt
- Bơm bánh răng
- Bơm cánh gạt

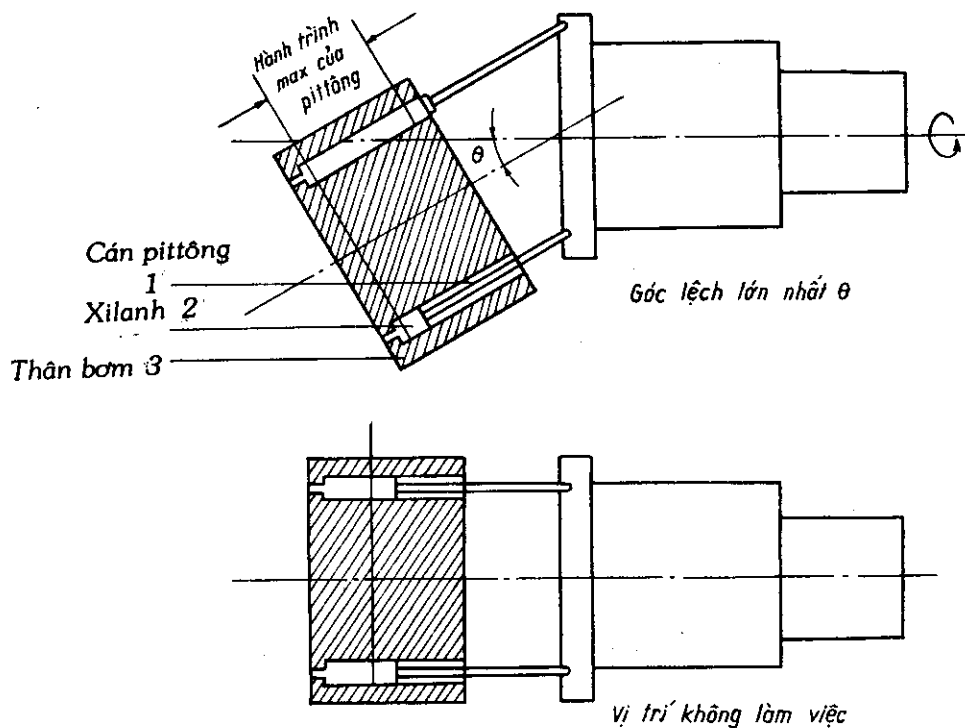
1. **Bơm pittông** là loại bơm thường dùng để tạo áp suất cao (hình 2.2). Nhược điểm là bơm làm việc gián đoạn do chỉ làm việc có một nửa chu kỳ. Để khắc phục nhược điểm này người ta đã thiết kế ra các loại bơm gồm nhiều pittông hướng tâm (hình 2.3) hoặc hướng trục (hình 2.4). Nguồn áp lực tạo ra sẽ liên tục, không có sự gián đoạn.



Hình 2.2. Bơm pittông

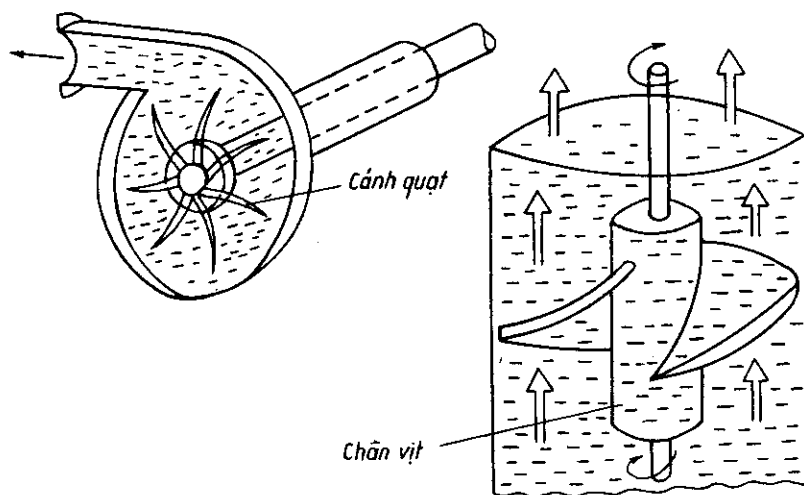


Hình 2.3. Bơm pittông hướng tâm



Hình 2.4. Bơm pittông hướng trục

2. Bơm cánh quạt . Bơm này tạo ra lực đẩy nhờ sự thay đổi vị trí tương đối của cánh quạt (hình 2.5). Loại bơm này không tạo được áp lực cao. Thường được dùng để bơm nước.



Hình 2.5. Bơm cánh quạt

3. Bơm bánh răng là loại bơm có thể tạo được áp suất cao và lưu lượng lớn (hình 2.6). Bánh răng chủ động quay và khe hở giữa các răng tạo thành buồng chứa dầu. Dầu bị tích ở đầu ra do bánh răng chủ động và bánh răng bị động ăn khớp kín, áp lực dầu ở đầu ra tăng lên và sẽ làm mở van đẩy đưa dầu vào xilanh hay động cơ xoay. Để tránh rò dầu trở lại buồng hút, người ta thường lắp các tấm bạc phẳng bằng hợp kim mềm ở mặt đầu của bơm.

Thể tích chất lỏng được dịch chuyển:

$$V = \frac{\pi}{4} [d_o^2 - d_i^2] l \quad (2.10)$$

Lưu lượng lý tưởng của bơm:

$$Q = V \cdot N \quad (2.11)$$

Hiệu suất của bơm:

$$\eta_V = \frac{Q_t}{Q} \cdot 100\% \quad (2.12)$$

Trong đó: d_o - đường kính ngoài của bánh răng, m

d_i - đường kính trong của bánh răng, m

l - chiều rộng rôto, m

V - thể tích dịch chuyển của bơm, $m^3/vòng$

N - tốc độ của rôto, vòng/phút

Q_t - thể tích thực tế < thể tích lý tưởng vì có sự rò rỉ qua khe hở răng.

4. Bơm cánh gạt. Loại bơm này được cấu tạo bởi ba phần tử chính là vỏ bơm, cánh gạt và rôto. Rôto được đặt lệch tâm và có các rãnh để lắp cánh gạt. Các cánh gạt luôn được tỳ sát vào bề mặt vỏ bơm vì có các lò xo đẩy tỳ lên chúng. Do rôto lắp lệch tâm nên nó hoạt động giống như một cơ cấu cam. Do sự lệch tâm nên có sự chênh lệch thể tích trong nửa vòng quay lớn so với nửa vòng quay nhỏ, làm chất lỏng bị dồn nén và đẩy qua đầu đẩy của bơm (hình 2.7).

Thể tích chất lỏng được dịch chuyển tính như sau:

$$V = \frac{\pi}{4} [d_{cam}^2 - d_{roto}^2] l = \frac{\pi}{2} [d_{cam} + d_{roto}] \cdot \varepsilon \cdot l \quad (2.13)$$

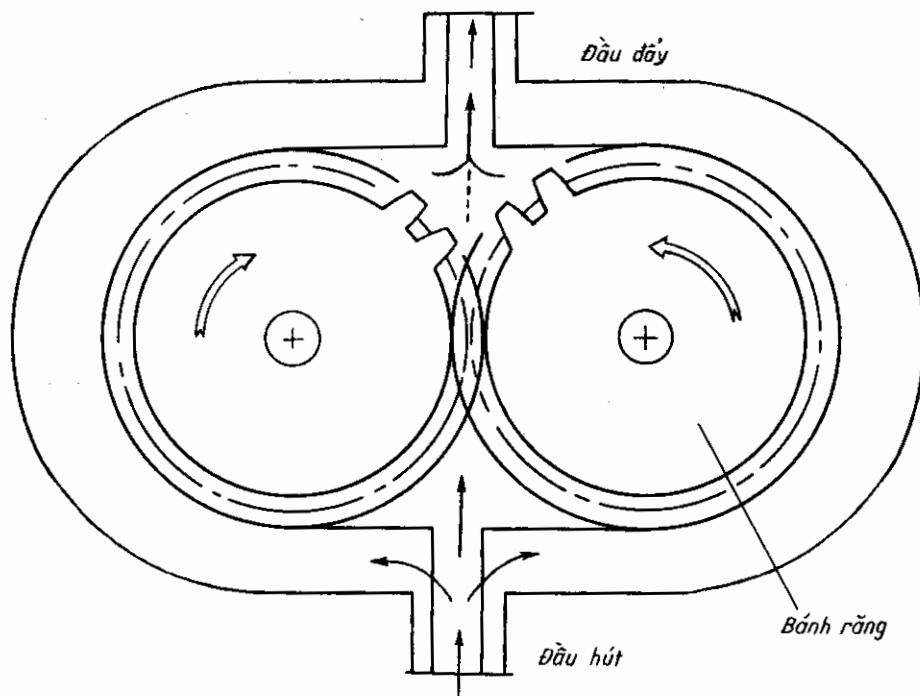
trong đó: d_{cam} - đường kính vòng cam, m.

d_{roto} - đường kính rôto, m.

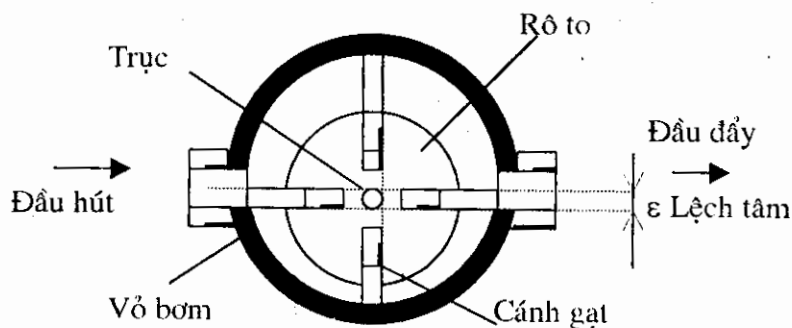
l - chiều rộng rôto, m.

ε - độ lệch tâm, m.

V - thể tích được chuyển dịch, m^3 .



Hình 2.6. Bơm bánh răng



Hình 2.7. Bơm cánh gạt

2.1.1.3. Các loại van

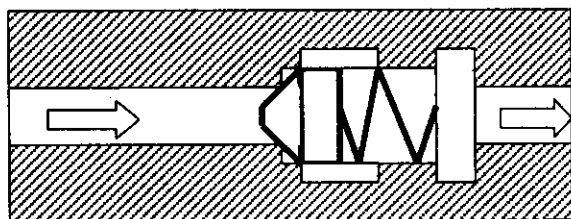
Van là các phần tử không thể thiếu được trong hệ thống thủy lực. Van có thể có nhiều loại khác nhau tùy theo chức năng làm việc :

- Van điều khiển hướng của dòng chất lỏng khống chế dòng chất lỏng chỉ đi theo một chiều nhất định. Loại van này gồm các van một chiều, van con trượt, van kiểm tra, van an toàn, van tràn...
- Van điều khiển áp lực
- Van điều khiển lưu lượng (van tiết lưu)
- Van servo.

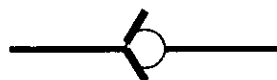
Van thủy lực có thể điều khiển bằng tay thông qua cần gạt, bằng nam châm điện, bằng khí nén hay bằng thủy lực.

1. Van điều khiển hướng đơn giản nhất là van một chiều (hình 2.8). Van này không có điều khiển, khi áp lực trên đường vào đủ lớn để thắng lực của lò xo thì van được mở ra. Khi áp

lực trên đầu vào thấp hơn trên đầu ra thì lò xo đẩy van đóng lại, không cho chất lỏng chảy theo chiều ngược lại. Van một chiều có điều khiển (hình 2.9) thường được điều khiển bằng thủy lực, đôi khi bằng khí nén hay cuộn hút. Áp lực trên đầu vào của van có thể lớn, nhưng không thể đẩy van này mở được, mà phải có nguồn lực khác tác động lên con trượt điều khiển đóng mở van, thì lúc này van mới mở cho dầu đi qua.

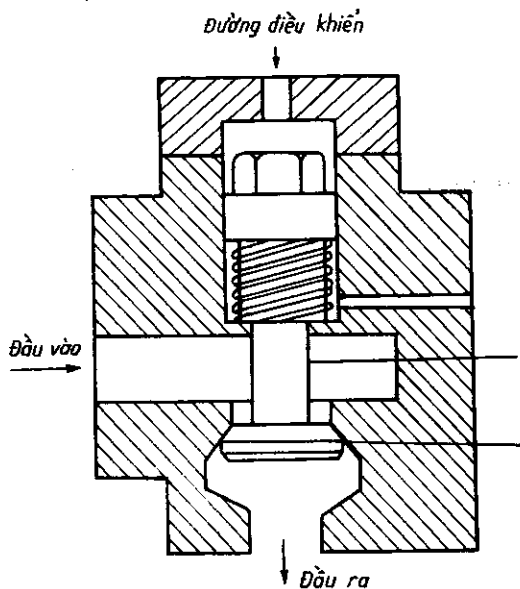


a) Cấu tạo van một chiều

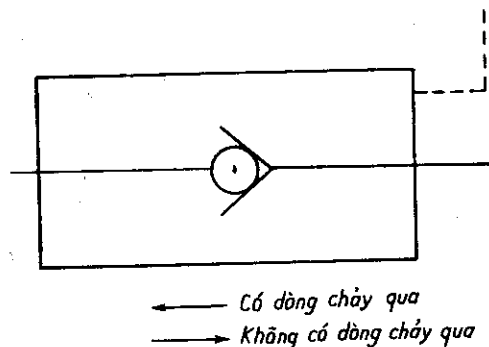


b) Ký hiệu

Hình 2.8. Van một chiều



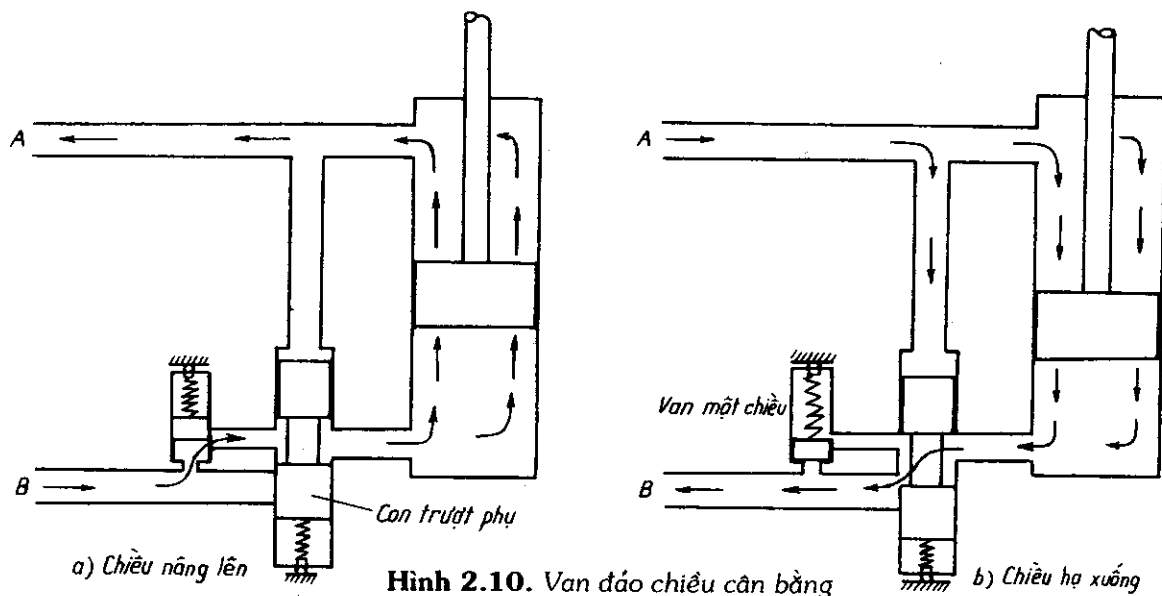
a) Cấu tạo van



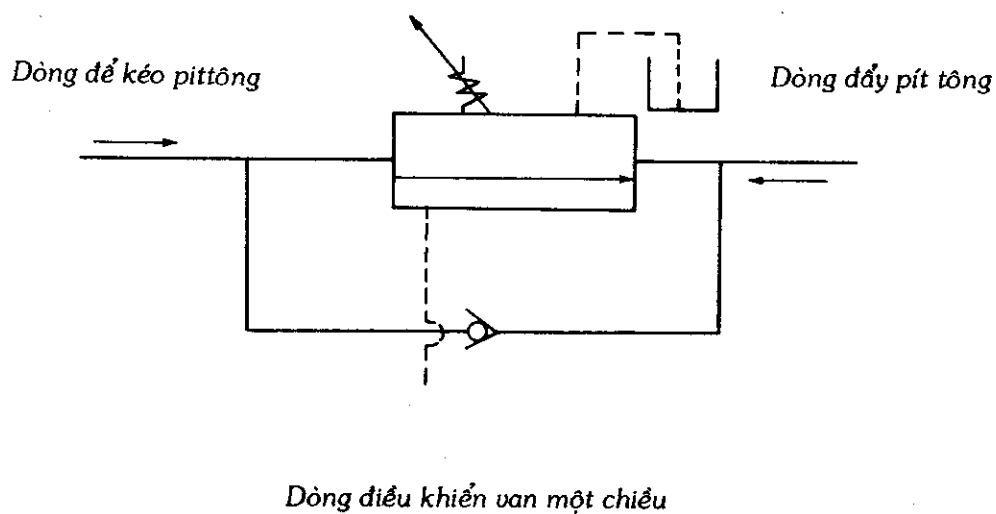
b) Ký hiệu

Hình 2.9. Van một chiều có điều khiển

Van đảo chiều cân bằng cũng là van điều khiển hướng, có nhiệm vụ giữ cho pít tông ở một vị trí ổn định. Cấu tạo của van đảo chiều cân bằng được mô tả trên hình 2.10. Dầu vào trên đường B đi vào xi lanh qua van một chiều và đẩy pít tông đi lên. Khi chiều chuyển động của pít tông là chiều từ trên đi xuống, thì dầu vào trên đường A có một phần đi qua đường điều khiển làm con trượt điều khiển bị đẩy xuống do cân bằng áp suất, dầu từ nửa dưới của xi lanh có thể thoát ra theo đường B.

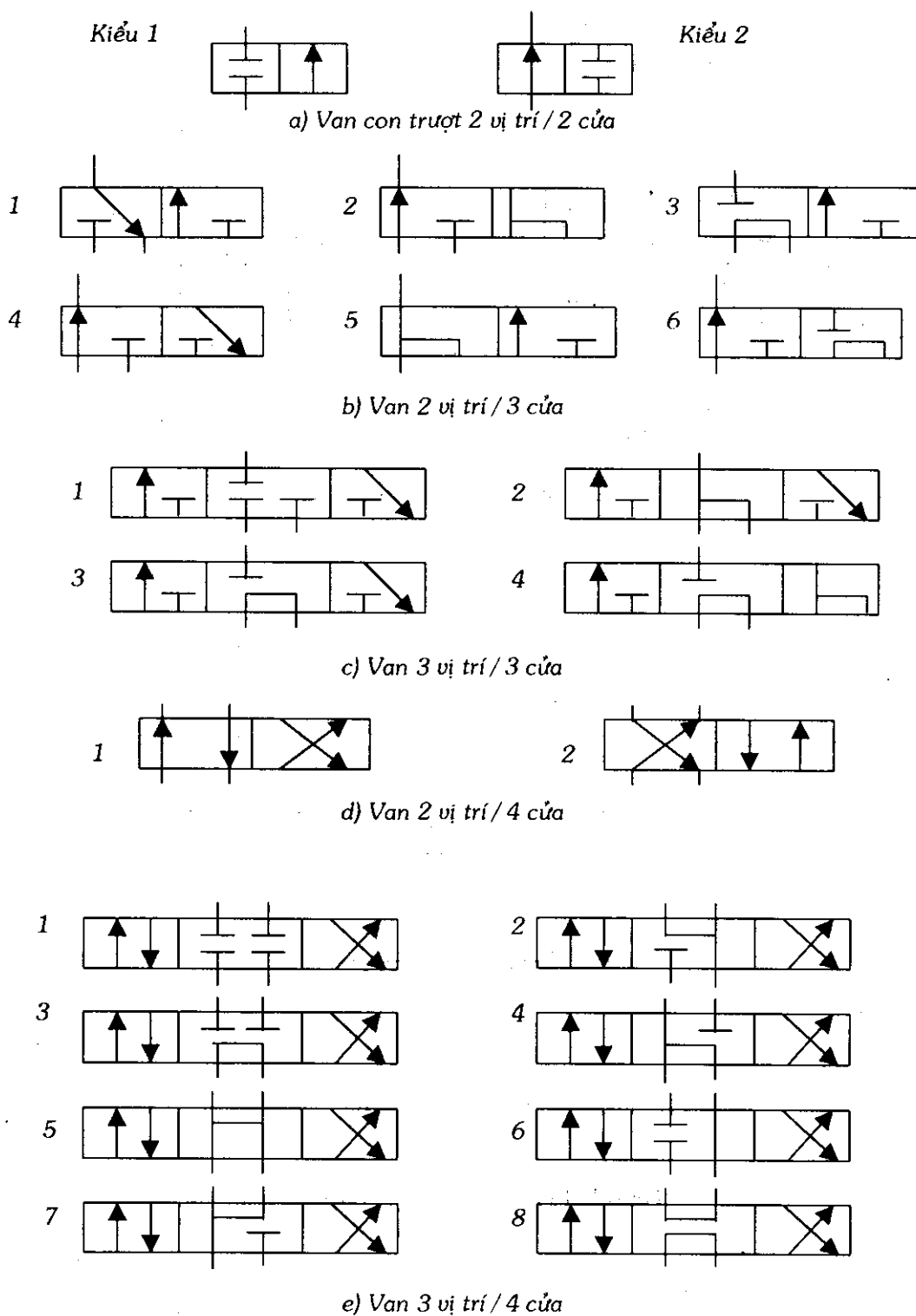


Ký hiệu của van cân bằng được thể hiện trên hình 2.11.



Hình 2.11. Ký hiệu van cân bằng

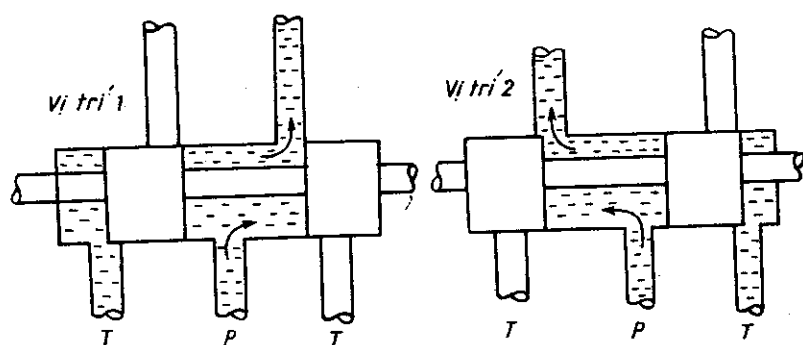
Van điều khiển hướng có thể là van con trượt có hai hay ba vị trí và hai, ba, bốn cửa. Ký hiệu của các loại van con trượt được biểu diễn trên hình 2.12.



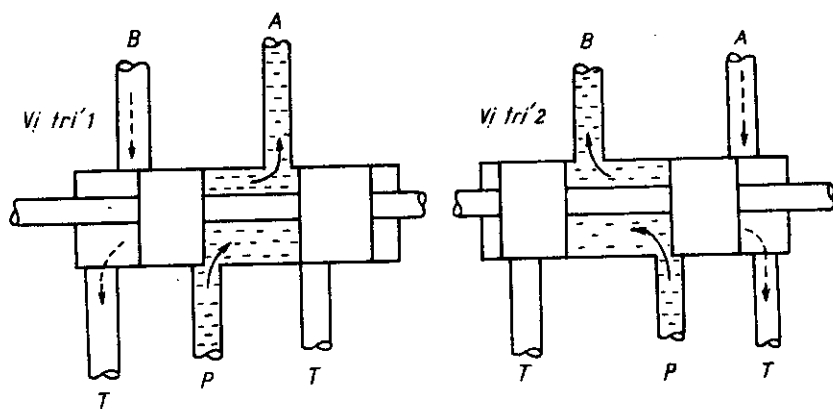
Hình 2.12. Các loại van con trượt

Trên hình 2.13.a ở vị trí thứ nhất chất lỏng qua cửa A vào xilanh thứ nhất, cửa B và thùng chứa T được đóng. Ở vị trí thứ hai chất lỏng có thể đi vào xilanh thứ hai qua cửa B, cửa

A và thùng chứa T đóng. Hình 2.13.b mô tả van hai vị trí bốn cửa. Van này để điều khiển xilanh hành trình kép. Ở vị trí thứ nhất chất lỏng từ bơm P đi vào xilanh qua cửa A, chất lỏng từ nửa kia của xilanh trở về thùng chứa T qua cửa B. Ở vị trí thứ hai hành trình ngược lại.



a) Van hai cửa

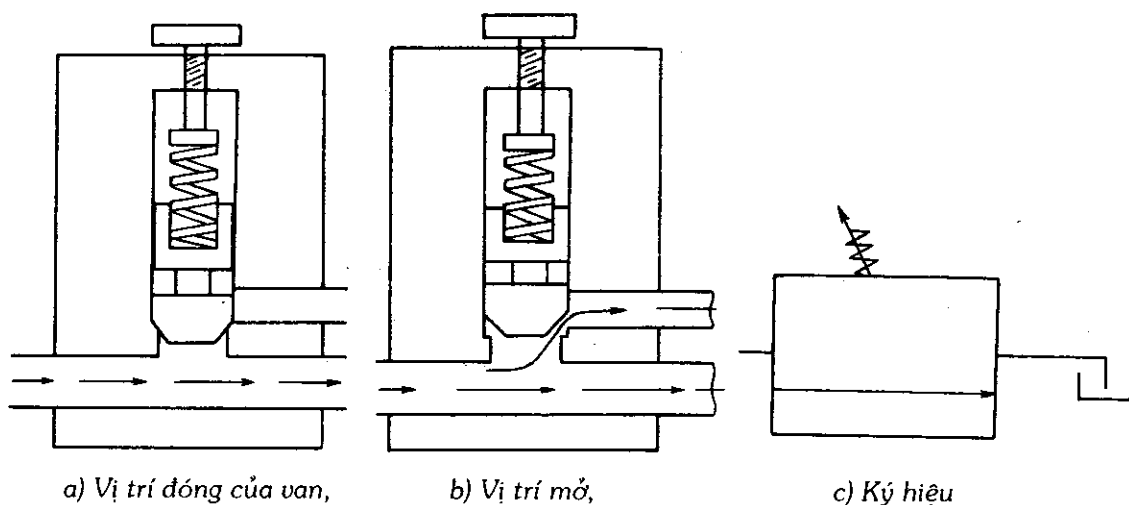


b) Van bốn cửa

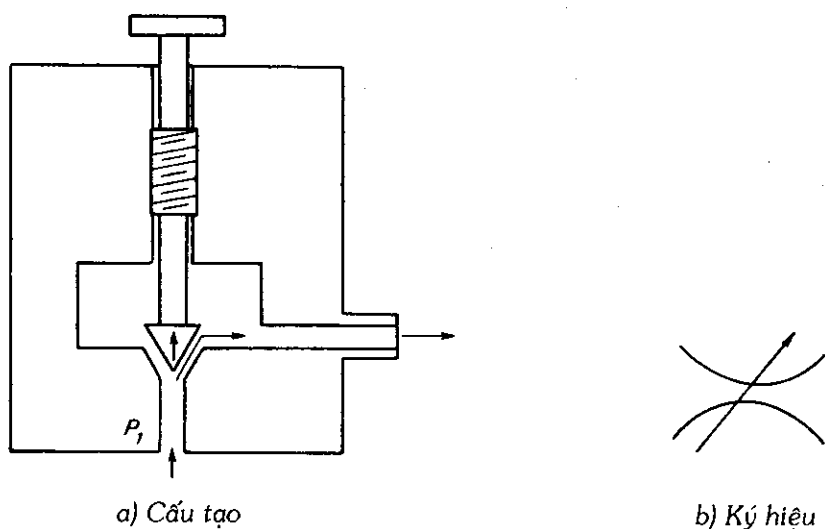
Hình 2.13. Van trượt

2. Van điều áp. Loại van này có vai trò khống chế áp lực đến một giá trị cực đại nhất định. Nếu áp lực vượt quá giá trị cho phép van sẽ mở cửa xả về thùng chứa. Van này còn được gọi là van tràn hay van an toàn. Cấu tạo của van được mô tả trên hình 2.14. Van luôn ở vị trí thường đóng. Khi quá áp lực con trượt bị đẩy lên và mở cửa xả xả chất lỏng về thùng. Áp lực luôn được khống chế ở giá trị cho phép.

3. Van tiết lưu là van điều khiển lưu lượng được minh họa trên hình 2.15. Đây là một dạng van kim với đầu côn để có thể điều chỉnh được lưu lượng đi đến xilanh hay động cơ thủy lực. Chính vì vậy có thể điều khiển được tốc độ của xilanh thủy lực. Nhược điểm của van này là khi tải tăng, tốc độ của pittông trong xilanh giảm làm cho áp tăng. Chênh lệch áp từ bơm và đầu ra của van kim giảm dẫn đến lưu lượng giảm. Để giữ cho tốc độ pittông không đổi phải tăng áp của bơm. Để khắc phục nhược điểm này người ta thiết kế ra loại van tiết lưu cân bằng áp (hình 2.16).



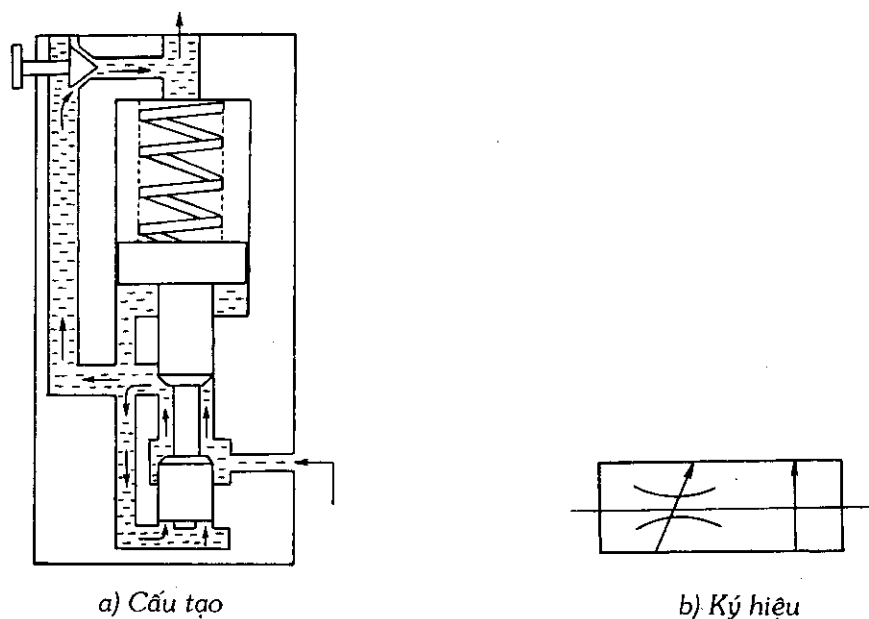
Hình 2.14. Van điều áp



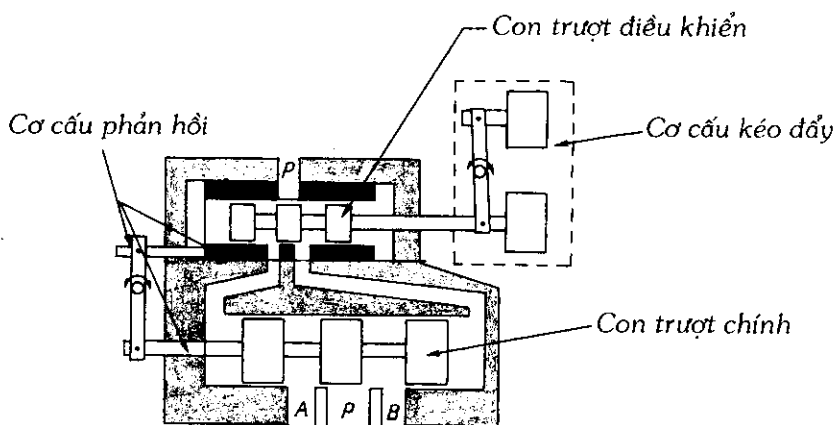
Hình 2.15. Van tiết lưu

Khi có tải lớn áp trên đầu của van tăng, đẩy con trượt xuống dưới và mở rộng cửa vào cho chất lỏng, cho lưu lượng qua van giảm nhiều hơn. Như vậy chênh lệch áp được đảm bảo và tốc độ dịch chuyển của pittông không thay đổi.

4. Van servo là van có nhiều bậc khuếch đại, mà bậc cuối cùng là các van con trượt. Van servo có ba loại: van servo con trượt, van tấm chắn và van vòi phun. Các van này có cấu tạo đặc biệt hơn các van thông thường ở chỗ bên trong nó có hệ thống tự điều chỉnh để có thể đạt vị trí chính xác và đạt tốc độ yêu cầu. Van servo có hai tầng (hình 2.17). Tầng thứ nhất là van lái hướng dòng chất lỏng đến con trượt. Chuyển động của con trượt chính được điều khiển bởi mômen kéo do cơ cấu quay gắn với con trượt sinh ra. Cơ cấu quay có thể được nối với tấm chắn để đóng hay mở các cửa, làm cho áp lực đẩy con trượt thay đổi vị trí theo tín hiệu điều khiển. Đối với van servo tấm chắn và van servo vòi phun thì lưu lượng qua van tỉ lệ với áp suất ra.



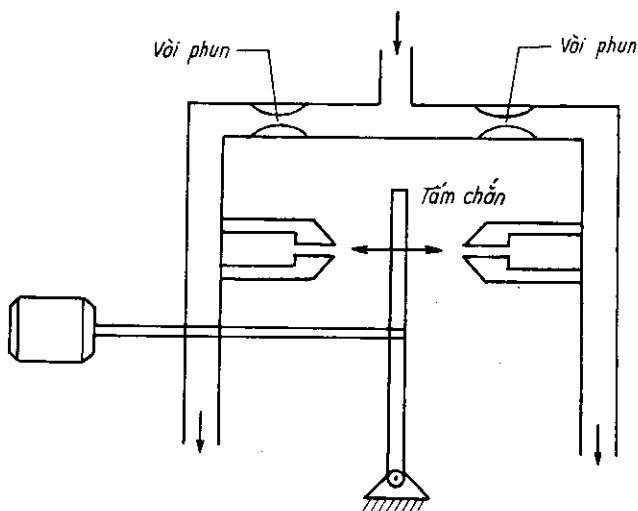
Hình 2.16. Van tiết lưu cân bằng áp



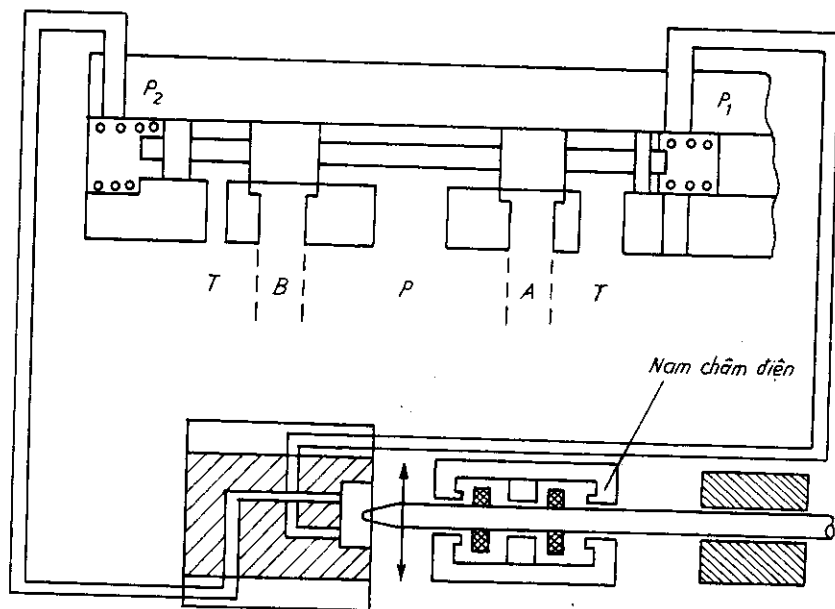
Hình 2.17. Van servo con trượt

Hình 2.18 mô tả cấu tạo của van servo tắc chặn. Tắc chặn nằm giữa hai vòi phun gắn với hai đường cấp dầu vào con trượt chính. Khi cơ cấu kéo đẩy đẩy tắc chặn về phía nào thì áp lực phía ấy tăng lên, đẩy con trượt về phía áp thấp. Khi van ở vị trí không làm việc thì hai vòi phun đẩy tắc chặn về vị trí cân bằng.

Van servo vòi phun (hình 2.19) cũng có nguyên lý tương tự. Khi vòi phun nhỏ nằm ở chính giữa hai đường ra, áp lực cân bằng và con trượt nằm ở vị trí trung tâm. Một dòng điện một chiều nhỏ qua cuộn hút lái vòi phun sang một phía, làm tăng áp trên đường điều khiển tương ứng, gây ra dịch chuyển của con trượt khỏi vị trí trung tâm. Lúc này chất lỏng có thể đi qua van vào động cơ thủy lực. Hai cuộn hút bố trí đối xứng với vòi phun. Tín hiệu phản hồi do tác động của dòng điện qua cuộn hút thứ nhất cho phép điện áp tác động lên cuộn hút thứ hai để kéo vòi phun ra khỏi vị trí trung tâm.



Hình 2.18. Van servo tấm chắn



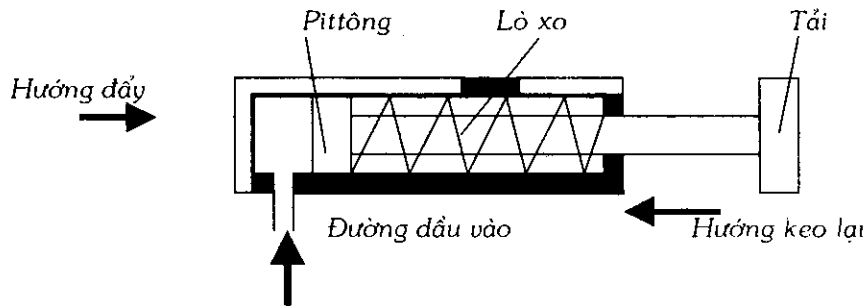
Hình 2.19. Van servo vòi phun

2.1.1.4. Các loại xi lanh - động cơ thủy lực

Xi lanh thủy lực hay động cơ thủy lực là thiết bị biến đổi năng lượng của dầu thủy lực thành cơ năng. Xi lanh thủy lực là cơ cấu tạo chuyển động thẳng. Động cơ thủy lực là cơ cấu tạo chuyển động tròn.

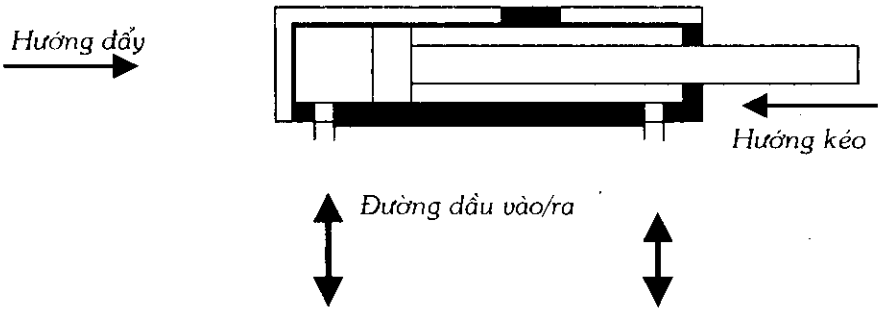
1. Xi lanh thủy lực. Xi lanh thủy lực có hai loại là xi lanh hành trình đơn (hình 2.20) và xi lanh hành trình kép (hình 2.21). Xi lanh hành trình đơn chỉ có một đường dầu cấp vào buồng dầu. Dầu từ bơm qua van con trượt đi thẳng tới buồng dầu, tạo lực đẩy làm pittông dịch chuyển. Khi pittông chuyển động theo chiều ngược lại, dầu trong buồng dầu sẽ đi qua van con trượt chảy về thùng chứa dầu. Chuyển động ngược trở về vị trí không làm việc do lò xo hoặc do trọng lượng của pittông đảm bảo. Để tránh rò rỉ dầu và tăng kín khít cho cặp pittông - xi lanh, người ta phải dùng các vòng gioăng hoặc secmăng trên pittông và trên các cổ trục.

Điều này chính là yếu điểm chung của xilanh thủy lực cũng như xilanh khí nén, vì nó làm tăng ma sát và khó xác định chính xác hệ số ma sát.



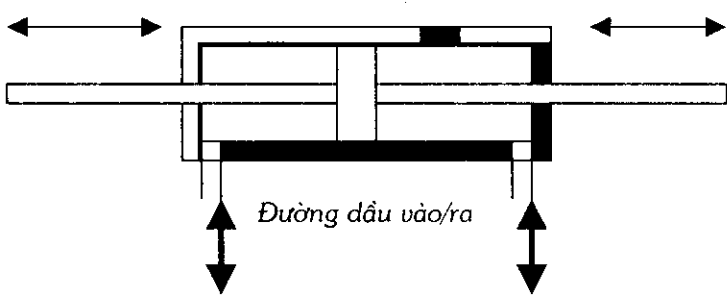
Hình 2.20. Xilanh hành trình đơn

Xilanh hành trình kép có hai loại: có một đầu trục và hai đầu trục tùy theo chức năng làm việc. Xilanh loại này có hai đường dầu nối vào hai buồng dầu của xilanh. Đối với loại thứ nhất, một đầu trục thì lực đẩy lớn hơn lực kéo. Tốc độ kéo lớn hơn tốc độ đẩy.



Hình 2.21. Xilanh hành trình kép một đầu trục

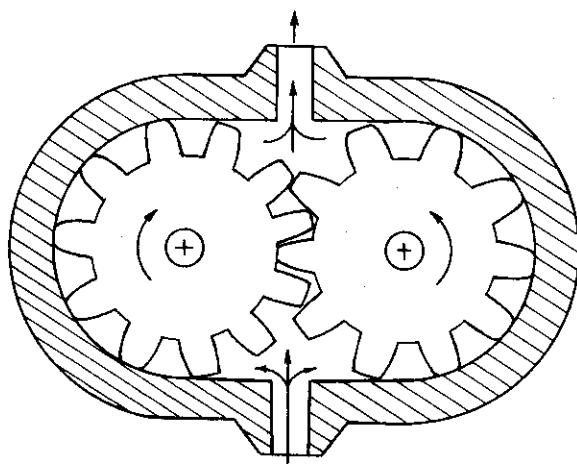
Ở xilanh hành trình kép hai đầu trục lực đẩy và lực kéo tương đương nhau. Xilanh ở vị trí trung gian khi áp lực ở hai bên buồng dầu cân bằng nhau.



Hình 2.22. Xilanh hành trình kép hai đầu trục.

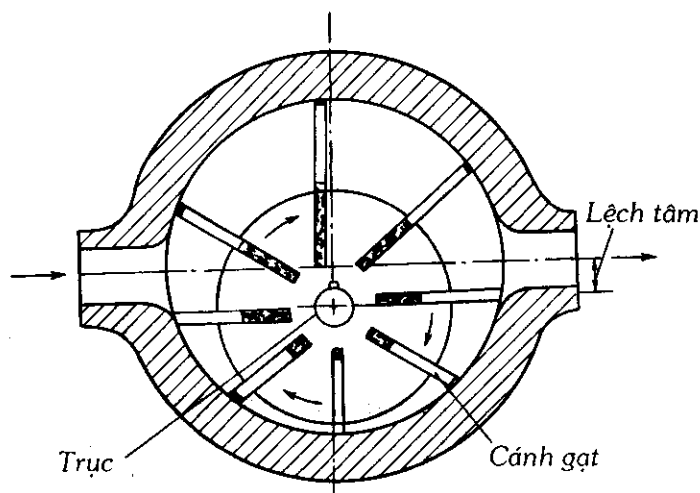
2. Động cơ thủy lực xoay. Khác với các xilanh, động cơ thủy lực tạo ra chuyển động tròn xoay. Có ba loại động cơ thủy lực: động cơ bánh răng, động cơ cánh gạt và động cơ pít tông.

a) Động cơ bánh răng không giống như bơm bánh răng mà là thiết bị tạo ra mômen kéo và chuyển động tròn xoay. Dưới tác động của áp lực chất lỏng trên đầu vào, làm đẩy các bánh răng ăn khớp quay. Chiều của động cơ bánh răng có thể đảo ngược lại được (hình 2.23).



Hình 2.23. Động cơ bánh răng

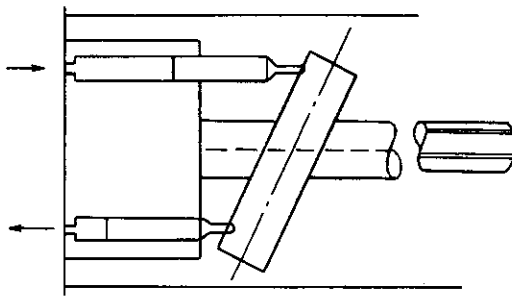
b) **Động cơ cánh gạt.** Mômen quay được tạo ra bởi áp lực tác động lên cánh gạt. Cánh gạt trượt ra và trượt vào trong rãnh rôto. Tải được gắn vào đầu trục của rôto. Các cánh gạt được tì chặt vào bề mặt của động cơ nhờ các lò xo nằm trong rãnh của cánh gạt (hình 2.24). Chiều cao của cánh gạt thay đổi trong quá trình làm việc do cân tạo ra chênh lệch về lưu lượng giữa đầu ra và đầu vào. Nếu không có sự lệch tâm thì động cơ loại này không thể quay được, do cân bằng áp lực.



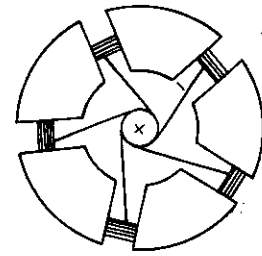
Hình 2.24. Động cơ cánh gạt

c) **Động cơ pittông.** Động cơ pittông cũng có hai loại là động cơ hướng trục và động cơ hướng tâm. Đối với động cơ hướng trục thì đĩa gắn pittông sẽ chuyển động tiến sang bên phải hay bên trái so với vị trí trung tâm (hình 2.25a). Động cơ hướng tâm có kết cấu tương tự bơm hướng tâm (hình 2.25b).

Trong một số trường hợp đặc biệt khi cần chuyển động với tốc độ thấp hai chiều và mômen kéo lớn, người ta có thể sử dụng cơ cấu thanh răng - bánh răng như trên hình 2.26.

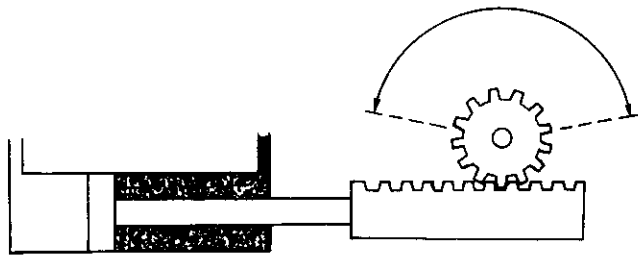


a) Động cơ pittông hướng trục



b) Động cơ pittông hướng tâm

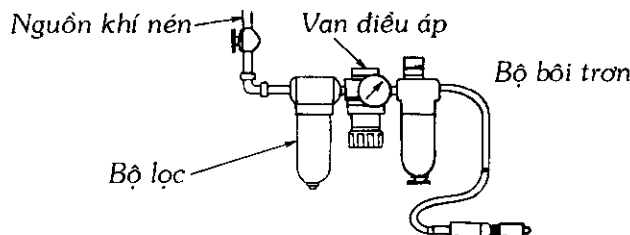
Hình 2.25. Động cơ pittông



Hình 2.26. Cơ cấu thanh răng - bánh răng

2.1.2. Cơ cấu chấp hành khí nén

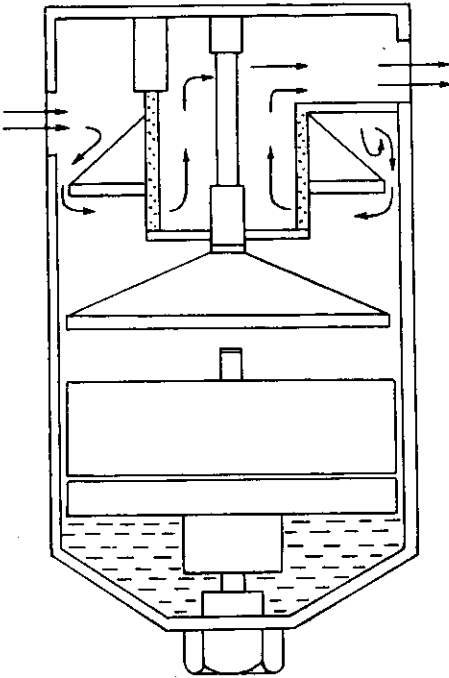
Khí nén so với thủy lực có những ưu điểm và nhược điểm nhất định. Nguồn khí nén có trong tất cả các hệ thống sản xuất công nghiệp, tiết kiệm hơn so với nguồn năng lượng thủy lực. Các thiết bị khí nén cũng rẻ tiền và không cần thùng chứa. Khí nén có độ co giãn tốt nên có thể hấp thụ các xung động. Nhược điểm chính của các hệ thống khí nén đó là khó điều khiển chính xác vị trí và tốc độ. Mặt khác các hệ thống khí nén khá ồn. Bộ nguồn cấp khí nén bao gồm máy nén khí, van đóng / mở, bộ lọc khí, van điều áp và bộ bôi trơn. Trong công nghiệp thường khí nén được cung cấp từ một hệ thống nén khí trung tâm và từ mỗi nhánh cấp sẽ bao gồm van khóa, bộ lọc, van điều áp và bộ bôi trơn (hình 2.27).



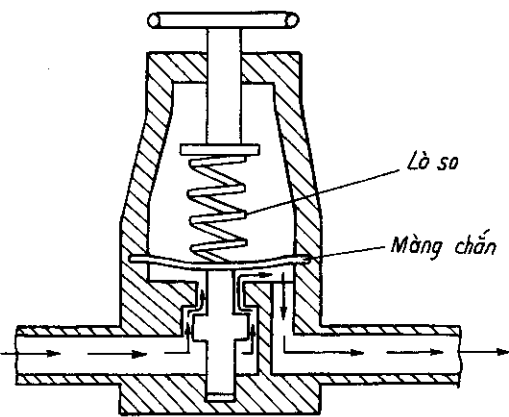
Hình 2.27. Nguồn cấp khí nén

Bộ lọc khí có vai trò tách bụi, hơi nước ra khỏi nguồn khí và tạo một nguồn khí “khô” (hình 2.28). Van điều áp khống chế áp lực làm việc ở ngưỡng an toàn (hình 2.29). Bộ bôi trơn (hình 2.30) cho khí nén đi qua dầu và làm cho khí nén mang theo các hạt dầu nhỏ để bôi trơn cho các cơ cấu chấp hành. Đối với các dây chuyền công nghệ thực phẩm thì việc dầu bôi trơn

bắn vào các sản phẩm là điều tối kỵ, do đó nguồn khí thừa xả ra từ các thiết bị khí nén phải được xử lý nghiêm ngặt.



Hình 2.28. Bộ lọc khí

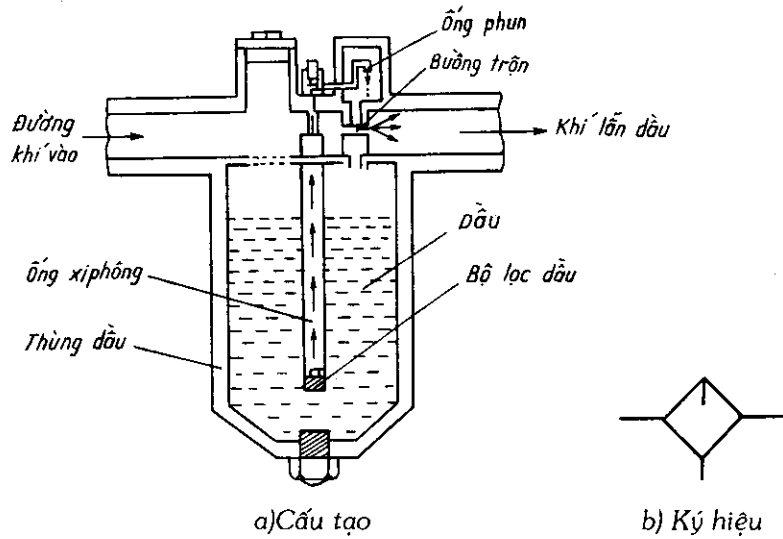


Hình 2.29. Van điều áp

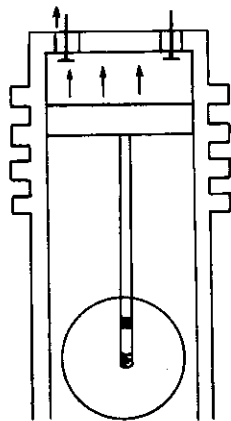
1. Máy nén khí là thiết bị nén không khí ngoài trời lên một áp lực cao bằng cách làm giảm thể tích. Máy nén khí có hai loại: chuyển động thẳng (hình 2.31) và chuyển động quay (hình 2.32).

Máy nén khí chuyển động thẳng có kết cấu giống như một động cơ nổ. Đầu vào của buồng nén được lắp các xupap hút - đẩy. Trong quá trình hoạt động máy nén khí có thể làm không khí bị nóng lên và không thể tăng áp được. Để khắc phục nhược điểm này người ta sử dụng máy nén khí nhiều tầng và đồng thời làm mát để nâng hiệu quả của máy nén. Xilanh của máy nén có các cánh mỏng để tản nhiệt tốt. Trên đỉnh của xilanh thường được trang bị van an toàn. Pittông được nối với một cơ cấu tay biên để tạo ra chuyển động theo chu kỳ. Trong hành trình hút, pittông đi xuống, van đẩy bị đóng lại, một phần chân không được tạo ra bên trong xilanh

và không khí tràn vào qua van hút. Hành trình nén hoàn toàn ngược lại. Pít tông đi lên, van hút bị đóng lại và khí bị nén lên một áp suất nhất định thắng lực lò xo của van đẩy, van đẩy mở ra và khí nén được đẩy đến bình tích áp.

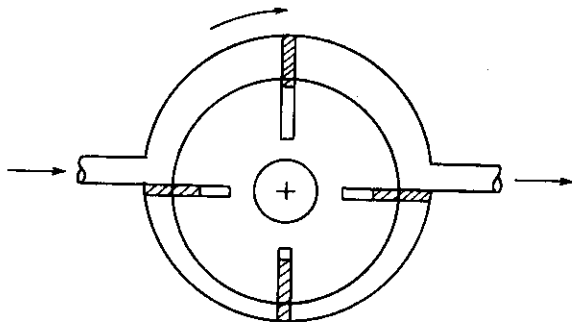


Hình 2.30. Bộ bôi trơn

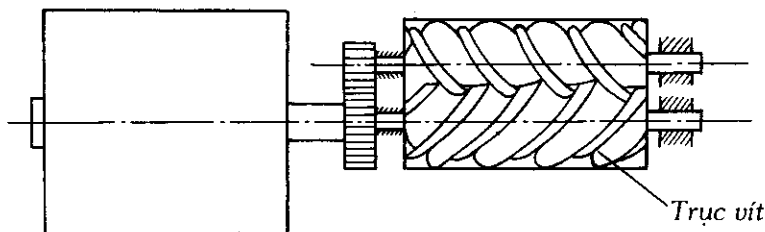


Hình 2.31. Máy nén khí chuyển động thẳng

Máy nén khí chuyển động quay có thể là dạng cánh gạt giống như bơm thủy lực cánh gạt đã nói ở trên (hình 2.32), có thể là máy nén dạng trục vít vô tận (hình 2.33).



Hình 2.32. Máy nén khí chuyển động quay



Hình 2.33. Máy nén khí dạng trục vít

Máy nén khí dạng trục vít vô tận sử dụng các biên dạng ăn khớp không đối xứng của các rô to - trục vít. Không khí được nén dần từng lượng nhỏ. Khe hở giữa các răng và gối đỡ được khống chế chặt chẽ. Dầu được phun vào ở dạng một lớp mỏng để hấp thụ nhiệt của quá trình nén và làm kín khe hở của rô to để tăng hiệu suất các máy nén. Máy nén khí cấp khí vào các bình tích áp. Nhiệm vụ của các bình tích áp là cấp nguồn khí với áp suất ổn định. Thể tích của bình tích áp phụ thuộc vào các thông số như lưu lượng cấp vào, lưu lượng cần thiết của hệ thiết bị khí nén, áp lực cực đại và cực tiểu trên bình tích áp, thời gian mà bình tích áp có thể cấp lượng khí yêu cầu.

Thể tích bình tích áp được xác định như sau:

$$V_{ta} = \frac{C.T(Q_{ta} - Q_{ct})}{P_{max} - P_{min}} \quad (2.14)$$

trong đó: C - hệ số, $(1.01 \times 10^5 \cdot \text{pascal})$.

T - thời gian để bình tích áp cấp đủ lượng khí, (s).

Q_{ta} - lưu lượng tiêu thụ, (m^3/s) .

Q_{ct} - lưu lượng cung cấp bởi máy nén khí, (m^3/s) .

P_{max} - mức áp cực đại, (pascal).

P_{min} - mức áp cực tiểu, (pascal).

V_{ta} - thể tích của bình tích áp, (m^3) .

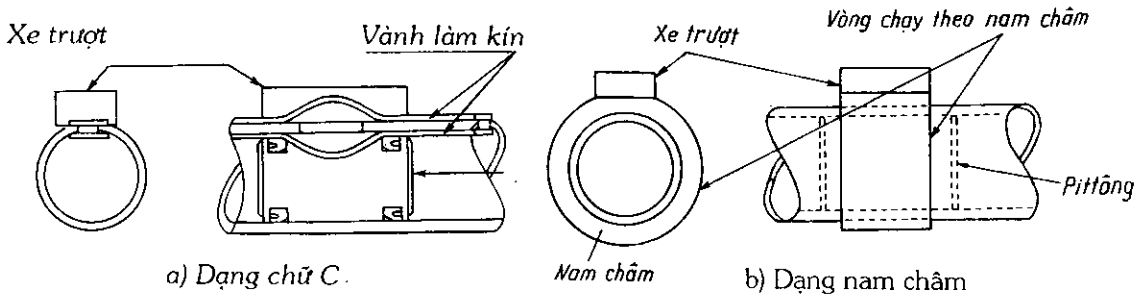
2. Các loại van. Phần lớn các van khí nén cũng có các dạng tương tự như van thủy lực. Có một số điểm khác như van an toàn khí nén khác với van tràn thủy lực ở chỗ nếu quá áp thì khí thừa được xả ngay ra môi trường không khí. Van khí nén có thể là van con trượt, van điều áp, van tiết lưu hay van servo. Các van này cũng có thể được điều khiển bằng cần gạt, nam châm điện hay chính bằng nguồn khí nén.

3. Xi lanh khí. Xi lanh khí cũng giống như xi lanh thủy lực có hai loại là hành trình đơn và hành trình kép. Nguyên lý hoạt động hoàn toàn giống nhau cho nên không cần trình bày thêm ở đây. Hiện nay người ta đã phát triển thêm loại xi lanh khí nén không có trục, nhằm sử dụng trong những không gian hạn chế (hình 2.34). Loại xi lanh không trục sử dụng xi lanh dạng chữ C, có pittông gắn trực tiếp lên con chạy. Để tránh khí thoát ra khỏi xi lanh, người ta đã dùng một kết cấu đặc biệt để làm kín mép chữ C này. Một loại khác sử dụng pittông là một nam châm mạnh. Một vòng trượt bên ngoài xi lanh sẽ chạy theo pittông khi pittông dịch chuyển vị trí.

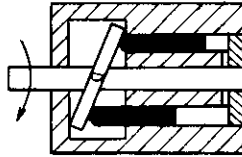
4. Động cơ khí nén chuyển động xoay cũng tương tự như động cơ thủy lực chuyển động quay, động cơ khí nén chuyển động quay cũng có hai loại:

- Động cơ pittông hướng tâm tốc độ thấp (hình 2.35).

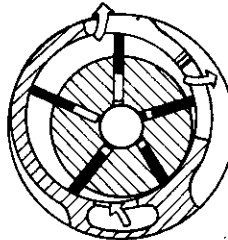
- Động cơ cánh gạt tốc độ thay đổi (hình 2.36).



Hình 2.34. Xilanh không có trục



Hình 2.35. Động cơ pittông



Hình 2.36. Động cơ cánh gạt

2.1.3. Động cơ điện và các cơ cấu điện từ

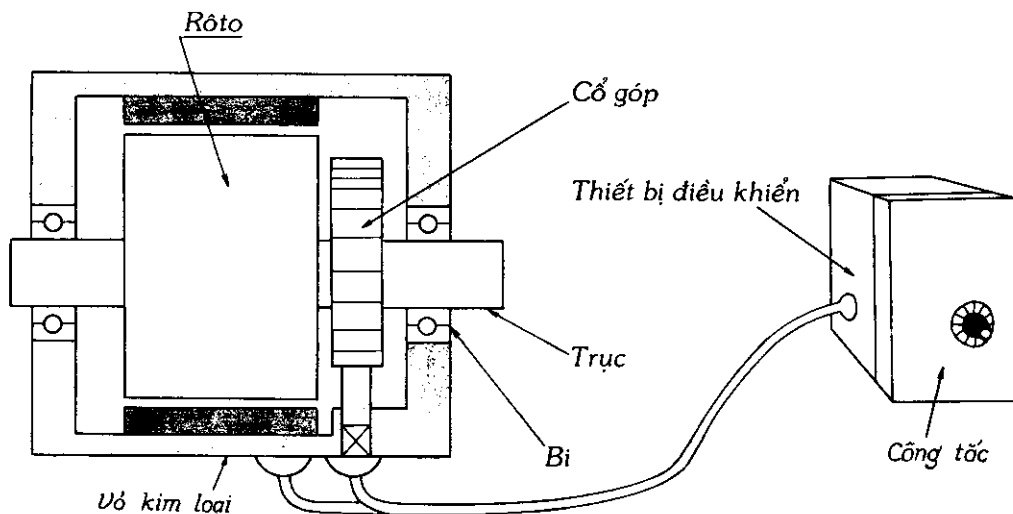
Động cơ điện là thiết bị biến đổi điện năng thành chuyển động tròn xoay. Nguyên lý cấu tạo của động cơ điện có thể mô tả như hình 2.37. Phần quay của động cơ được gọi là rôto hay phần cảm. Rôto thường không cần nối với nguồn điện. Trên rôto có thể có dây dẫn hay nam châm vĩnh cửu hoặc hợp kim đặc biệt tùy theo từ tính của chúng. Một số rôto có cuộn dây bằng đồng nối với nguồn điện bằng các vòng trượt. Thiết bị khống chế chiều dòng điện qua rôto còn gọi là cổ góp. Cổ góp có các cặp chổi than lắp cố định trên vỏ động cơ, dẫn điện đến phần chuyển động của nó. Rôto được đỡ trên các ổ bi. Các ổ bi hướng kính là loại thông dụng, cần phải được bôi trơn định kỳ. Một số động cơ nhỏ sử dụng bạc đồng bôi trơn bằng dầu thay cho các ổ bi.

Phần đứng yên của động cơ hay còn gọi là stato cấp từ trường chính để làm động cơ hoạt động. Từ trường này có thể tạo ra bởi các nam châm vĩnh cửu hoặc nam châm điện. Phần lớn các động cơ chỉ cần nối với điện lưới là có thể hoạt động được. Một số loại động cơ có độ chính xác cao thường phải có một thiết bị đi kèm đó là thiết bị điều khiển động cơ. Trong số đó có hai loại sau:

- Động cơ có tốc độ, vị trí và mômen kéo cần được điều khiển chính xác,
- Các động cơ công suất lớn, phải khởi động từng bước hoặc tắt dần để dòng xung kích không phá hỏng động cơ.

Trong các hệ thống tự động thì tín hiệu điều khiển đến thiết bị điều khiển động cơ nhằm đạt tốc độ hay vị trí yêu cầu. Tín hiệu điều khiển là tín hiệu tương tự một chiều từ thiết bị điều khiển rô bốt, PLC, thiết bị điều khiển trạm (đối với hệ thống sản xuất linh hoạt FMS) hay máy tính chủ (đối với hệ thống sản xuất tích hợp bằng máy tính CIM).

Các động cơ sử dụng để điều khiển vị trí và tốc độ có kèm theo bên trong nó các cảm biến vị trí và tốc độ được gọi là động cơ servo.



Hình 2.37. Cấu tạo động cơ điện

2.1.3.1. Nguyên lý hoạt động của động cơ điện

Có ba nguyên lý cơ bản hay sử dụng là :

1. Nguyên lý các cực trái dấu của từ trường hút nhau.

Đây là nguyên lý của động cơ đồng bộ xoay chiều và động cơ bước. Các động cơ này có rô to là các nam châm vĩnh cửu hoặc các vật liệu khi từ hóa chúng bị mất định hướng từ trường. Các rô to này sẽ quay chính xác theo từ trường quay.

2. Nguyên lý dòng điện chạy qua dây dẫn nằm trong từ trường gây ra lực đẩy lên dây dẫn đó. Phần lớn các động cơ một chiều DC hoạt động theo nguyên lý này. Tốc độ có thể điều khiển do thay đổi dòng chạy qua cuộn dây của rôto hay thay đổi cường độ từ trường của trường điện từ.

3. Nguyên lý một dây dẫn chuyển động trong một từ trường, làm xuất hiện trên nó một điện áp và gây ra dòng cảm ứng nếu dây dẫn được đóng mạch. Các động cơ cảm ứng xoay chiều AC sử dụng nguyên lý này và nguyên lý thứ hai ở trên.

2.1.3.2. Phân loại động cơ

Có thể phân động cơ điện ra làm ba nhóm sau:

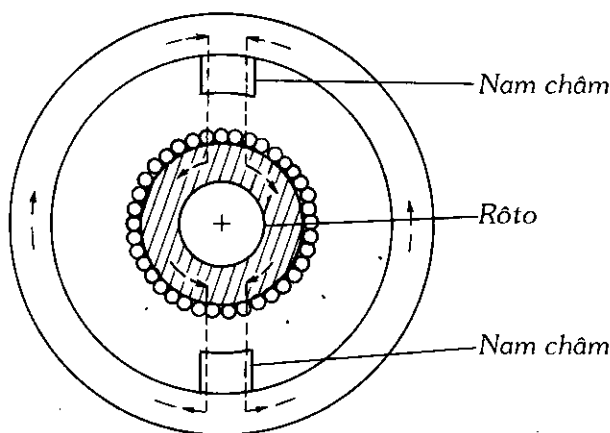
- Động cơ một chiều
- Động cơ xoay chiều
- Động cơ cổ góp điện tử.

2.1.3.3. Động cơ một chiều DC

Đặc điểm chính của động cơ một chiều là nguồn điện cấp cho động cơ là nguồn điện một chiều. Động cơ một chiều gồm có hai loại là động cơ từ trường vĩnh cửu và động cơ từ trường khuyết động cơ một chiều kích từ.

2.1.3.3.1. Động cơ một chiều DC từ trường vĩnh cửu

Động cơ một chiều loại này (hình 2.38) có nguồn điện một chiều DC tác động lên cuộn ứng thông qua cổ góp. Cường độ từ trường không thay đổi. Loại động cơ này là loại rẻ tiền nhất. Tốc độ của động cơ chỉ có thể điều khiển thông qua điều khiển dòng qua rôto. Chiều chuyển động có thể đảo bằng cách đảo chiều dòng điện qua rôto.



Hình 2.38. Động cơ một chiều từ trường vĩnh cửu

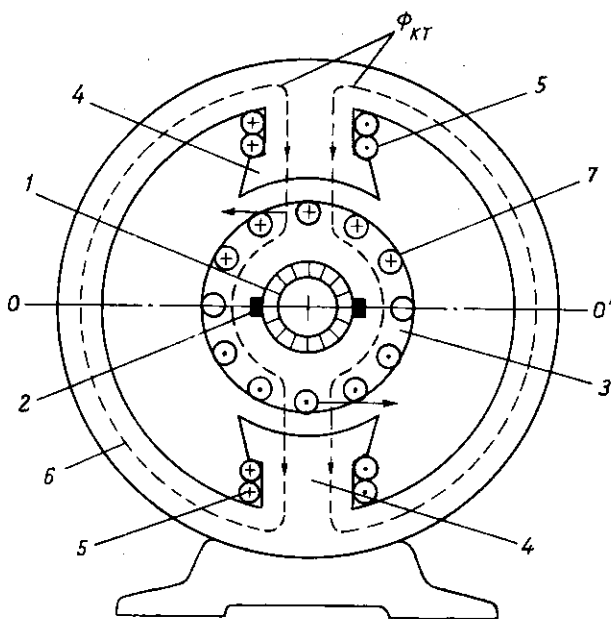
Có hai loại động cơ nam châm vĩnh cửu đặc biệt là động cơ mạch in và động cơ có cuộn dây quay. Đây là hai loại động cơ mà rô to không phải là lõi thép, nhằm giảm tối đa quán tính của nó. Động cơ mạch in có các cuộn dây cố cấu tạo giống như các đường dẫn của một mạch in. Động cơ cuộn dây quay là loại có rô to cấu tạo bởi các dây đồng dệt thành cuộn và nhúng trong epoxy để giữ nguyên biên dạng. Động cơ này quay với tốc độ cao. Bộ giảm tốc bằng bánh răng đi kèm làm tăng mô men kéo của động cơ.

2.1.3.3.2. Động cơ một chiều kích từ (hình 2-39).

Động cơ loại này có stato là một nam châm điện tử (phần cảm) và rôto mang cuộn ứng. Có ba loại động cơ từ trường khuyết : động cơ nối tiếp, động cơ song song và động cơ tổ hợp.

Động cơ DC nối tiếp. Ở động cơ này cuộn ứng và cuộn cảm được nối tiếp với nhau. Dòng qua cuộn cảm cũng phải đi qua cổ góp và cuộn ứng. Điều khiển loại động cơ này rất khó vì giảm dòng qua cuộn ứng để giảm tốc độ thì lại làm giảm dòng qua cuộn cảm, tức là giảm cường độ từ trường và kết quả tốc độ lại tăng. Chiều chuyển động của động cơ loại này không thay đổi khi đổi chiều dòng điện.

Động cơ DC song song. Ở đây cuộn ứng và cuộn cảm mắc song song. Khi hai cuộn này đấu với nguồn riêng rẽ thì việc điều khiển cường độ từ trường và dòng qua cuộn cảm có thể độc lập với nhau. Tốc độ có thể giảm hay tăng so với tốc độ danh nghĩa tùy thuộc vào dạng điều khiển được chọn. Chiều của động cơ có thể thay đổi nếu thay đổi chiều nguồn cấp của một trong hai cuộn dây.



Hình 2.39. Cấu tạo của động cơ một chiều kích từ :

- 1 - Cổ góp; 2 - Chổi than; 3 - Rôto; 4 - Cực từ
5 - Cuộn cảm; 6 - Stator; 7 - Cuộn ứng

2.1.3.3.3. Điều khiển tốc độ của động cơ một chiều DC

Để điều khiển động cơ một chiều phải dựa vào các phương trình cơ bản của động cơ điện. Phương trình thứ nhất :

$$n = \frac{U_a - (I_a \times R_a)}{\Phi} \quad (2.15)$$

trong đó: n - tốc độ động cơ (vòng/phút)

U_a - điện áp qua rôto, (v)

I_a - dòng qua cuộn cảm, (A)

R_a - điện trở của cuộn cảm, (Ω)

Φ - cường độ từ trường (Wb)

Như vậy giảm điện áp lên cuộn cảm sẽ làm giảm tốc độ động cơ. Tăng điện trở của cuộn cảm sẽ làm tốc độ giảm. Ngược lại giảm cường độ từ trường sẽ làm tăng tốc độ động cơ.

Mômen kéo có thể điều khiển thông qua phương trình sau:

$$M = K \times \Phi \times I_a \quad (2.16)$$

trong đó: M - mômen của động cơ, (N, m^{-1})

K - hằng số động cơ, ($N, m^{-1}, Wb^{-1}, A^{-1}$)

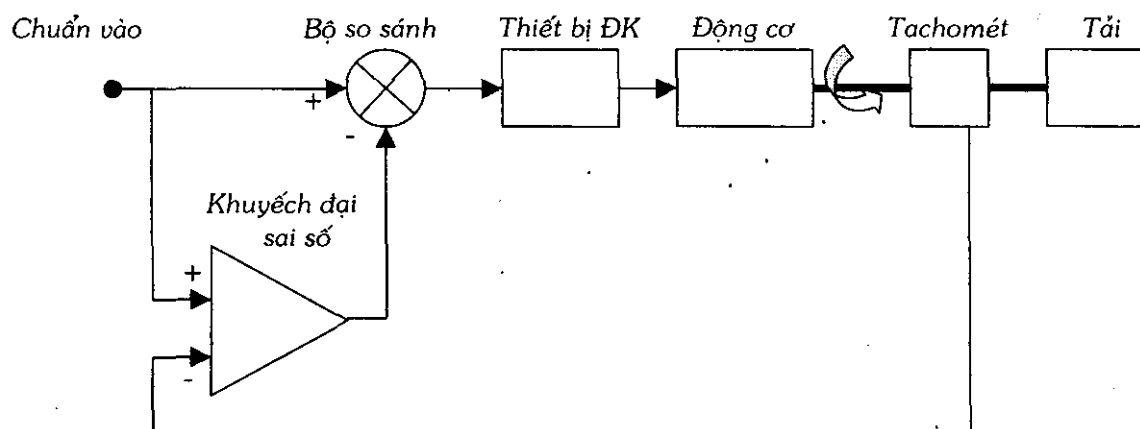
Thông thường điều khiển điện áp qua cuộn cảm có thể giảm tốc độ động cơ từ tốc độ danh nghĩa. Rôto thường có cấu tạo nhẹ để giảm quán tính. Nếu tăng tốc độ cuộn cảm có thể bị đốt nóng hoặc cháy. Điều khiển điện áp qua rôto có thể sử dụng trong các hệ servo điều khiển tốc độ (hình 2.40).

2.1.3.3.4. Dừng động cơ điện một chiều DC

Dừng động cơ là một dạng điều khiển tốc độ. Để dừng động cơ phải tăng tốc nó theo chiều ngược lại với chiều chuyển động. Có hai phương pháp dừng động cơ một chiều DC. Phương pháp thường dùng đó là phanh động lực. Từ trường của động cơ được giữ nguyên. Nguồn cung cấp cho rô to được thay thế bởi nhiệt điện trở. Toàn bộ động năng và điện năng được tiêu thụ trên nhiệt điện trở.

Phương pháp thứ hai là đảo ngược chiều nguồn cấp vào cuộn cảm. Phanh theo phương pháp này nhanh nhưng dòng qua cuộn cảm cao sẽ gây tổn hại cho cuộn cảm. Kiểu phanh này chỉ dùng khi cần phanh khẩn cấp. Động cơ phải có công tắc tốc độ không lắp trên trục động cơ hay trên trục mang tải. Công tắc này có một công tắc quán tính để ngắt điện áp cấp cho cuộn cảm, khi động cơ giảm tốc độ về gần tốc độ không.

Phanh điện không thể dừng chính xác tại vị trí, do đó lúc này có thể dùng phanh cơ khí hoặc sử dụng hệ servo vị trí.



Hình 2.40. Hệ điều khiển servo tốc độ

2.1.3.4. Động cơ xoay chiều AC

Động cơ xoay chiều có ba loại:

- Động cơ xoay chiều vạn năng,
- Động cơ đồng bộ
- Động cơ cảm ứng.

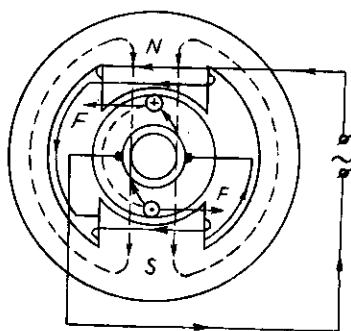
2.1.3.4.1. Động cơ xoay chiều vạn năng

Động cơ loại này có cấu tạo giống như động cơ một chiều kích từ trường mắc nối tiếp (hình 2.41). Thay vì dùng nguồn một chiều DC, ở đây dùng nguồn xoay chiều AC. Đây là loại động cơ xoay chiều có cổ góp.

2.1.2.4.2. Động cơ đồng bộ

Đây là động cơ mà rô to quay chính xác với tốc độ của từ trường quay (hình 2.42). Rô to có thể cấu tạo từ các nam châm vĩnh cửu. Để đạt tốc độ đồng bộ có thể có ba phương pháp sau:

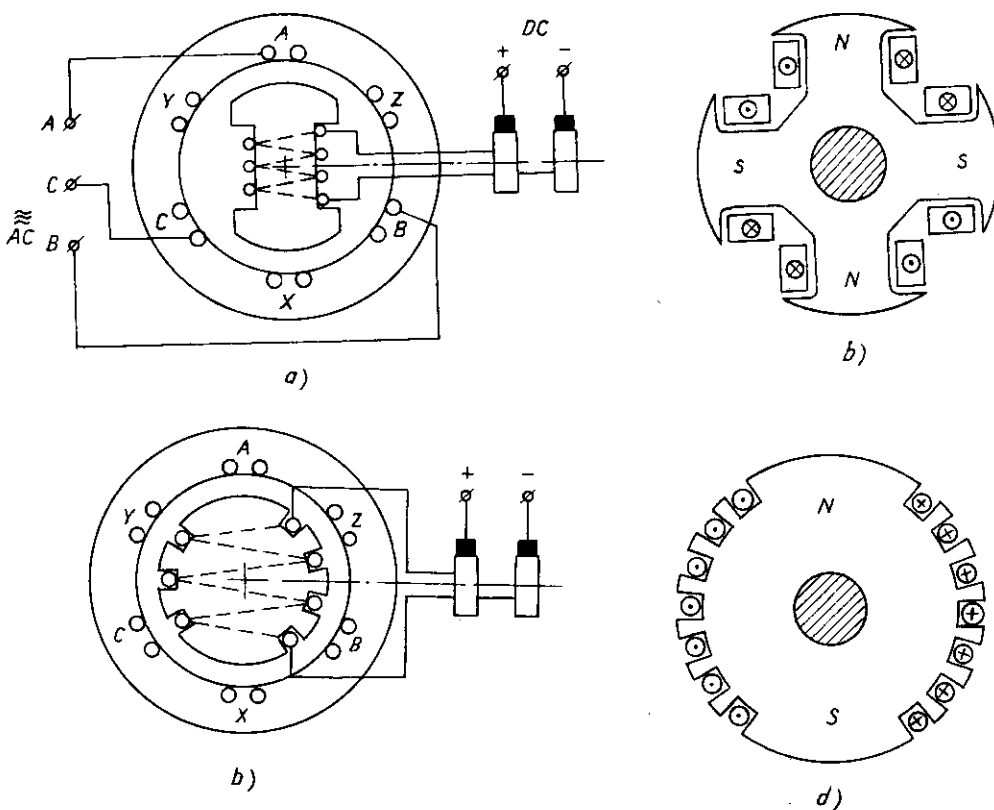
1. Cần có một động cơ phụ tăng tốc rô to lên tốc độ gọi là tốc độ khóa, tại đó từ trường rô to sẽ khóa chặt vào từ trường quay của stato.



2. Trên rôto có thể có thêm lồng sóc để khi khởi động, động cơ này có thể chạy như một động cơ cảm ứng.

3. Điều khiển tần số nguồn cấp điện áp xoay chiều sao cho tốc độ từ trường tăng chậm để cho rôto có thể khóa vào từ trường này.

Hình 2.41. Động cơ xoay chiều vạn năng



Hình 2.42. Động cơ đồng bộ kích từ (a) cực lõi và (b) cực ẩn;
Rô to cực lõi (c) và rô to cực ẩn (d)

Ngoài động cơ đồng bộ với rôto là nam châm vĩnh cửu còn có động cơ đồng bộ công suất thấp và động cơ không đồng bộ có cuộn kích là các động cơ.

Động cơ đồng bộ công suất thấp có hai loại mà rôto không phải là nam châm vĩnh cửu đó là động cơ đồng bộ tỉ lệ từ trễ và động cơ tỉ lệ từ cường bức. Các động cơ này đều xếp vào loại động cơ có mômen kéo thấp hay công suất thấp. Động cơ đồng bộ từ trễ có rôto bằng thép cô ban, khi rôto được đặt trong một từ trường, nó bị nhiễm từ và trở thành một nam châm. Nam châm này khóa rôto vào từ trường quay và như vậy ta có động cơ với tốc độ đồng bộ. Khi ngắt điện từ trường trên rôto cũng bị triệt tiêu. Động cơ đồng bộ cường bức có các cực lõi trên rô to thép, các cực lõi này có xu hướng giữ thẳng hàng với từ trường động cơ. Từ trường động

cơ quay làm rô to cùng quay. Nếu thêm lồng sóc vào rôto thì động cơ này có thể trở thành động cơ công suất hàng trăm kW ở tốc độ thấp.

Một loại động cơ đồng bộ nữa là động cơ đồng bộ có cuộn kích. Động cơ này có các cuộn dây trên rôto và nguồn điện cấp vào các cuộn này là nguồn điện một chiều DC. Nguồn điện một chiều chỉ cấp vào rôto khi động cơ đã đạt tốc độ đồng bộ. Khi mới khởi động các cuộn rôto chưa có điện, đóng vai trò lồng sóc như các động cơ cảm ứng, làm cho rôto tăng tốc đến tốc độ đồng bộ. Loại động cơ này phải có một mạch cảm biến tốc độ để đảm bảo nguồn DC được đóng đúng khi động cơ đạt tốc độ đồng bộ.

2.1.3.4.3. Động cơ cảm ứng xoay chiều AC

Loại động cơ này dùng để điều khiển tốc độ, vị trí và mômen kéo theo yêu cầu (hình 2.43). Động cơ này được gọi là cảm ứng bởi vì dòng điện xuất hiện ở các dây dẫn của rôto bởi từ trường quay qua chúng. Dòng cảm ứng này tạo ra mômen quay làm rô to quay theo từ trường tạo ra nó. Từ trường của động cơ cảm ứng được tạo ra bởi nguồn điện xoay chiều AC gây ra trên cuộn ứng (Stator). Từ trường này quay quanh rôto. Các cuộn dây dẫn của rôto đang đứng yên sẽ trở thành chuyển động tương đối so với từ trường động cơ, như vậy làm dòng cảm ứng xuất hiện trên rôto.

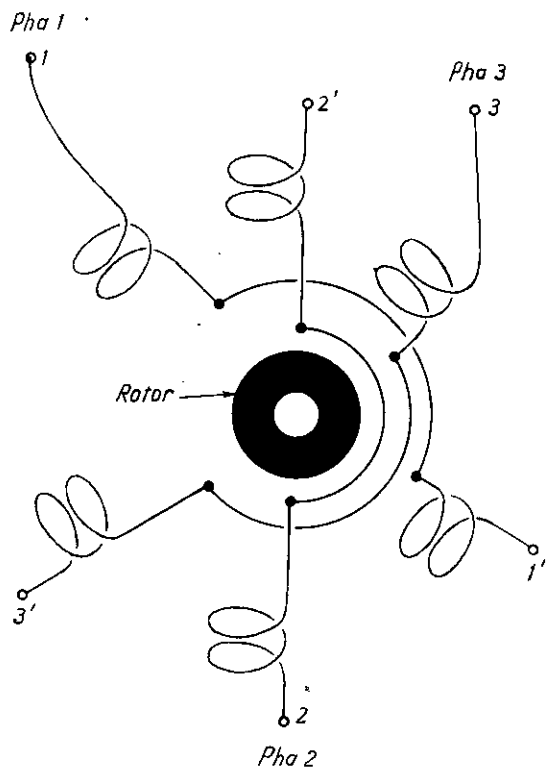
Các dây dẫn trên rôto có thể quấn vào các rãnh của rôto và loại này được gọi là động cơ cảm ứng từ trường khuếch.

Khi thay các dây dẫn bằng các thanh đồng và nối hai đầu với các vành đồng, thì rôto có dạng lồng sóc. Động cơ này gọi là động cơ lồng sóc. Dòng cảm ứng trên rôto không cần có cổ góp, vì thế các động cơ này thuộc loại không có chổi than. Nếu nguồn một chiều DC được đóng ngắt bằng mạch bán dẫn thay cho nguồn xoay chiều AC thì động cơ sẽ trở thành động cơ một chiều không có chổi than. Độ “trượt” tốc độ giữa rôto và từ trường quay càng lớn, thì mô men kéo càng lớn, làm rôto tăng tốc lên gần với tốc độ từ trường. Độ trượt này không bao giờ bằng 0%, mà thông thường trong khoảng $1\% \div 5\%$.

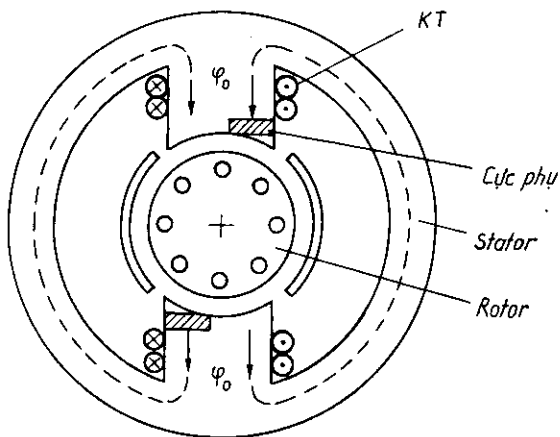
Động cơ cảm ứng xoay chiều có thể là động cơ một pha. Bình thường với một pha không thể tạo ra từ trường quay được. Do đó người ta phải dùng thêm cực phụ hoặc tạo ra sự tách pha.

Động cơ cực phụ được mô tả trên hình 2.44. Đây là loại động cơ rẻ tiền nhưng rất lãng phí năng lượng để tạo từ trường quay. Vì lý do này mà động cơ cực phụ thường được chế tạo là các động cơ nhỏ để tiết kiệm năng lượng.

Động cơ tách pha ngoài cực động cơ còn có một cực khởi động quán song song với nó. Mạch khởi động được gắn một công tắc quán tính để ngắt mạch khi động cơ đã chạy, để giảm năng lượng hao phí. Nếu cuộn khởi động đấu riêng biệt với cuộn ứng thì có thể đảo chiều quay bằng cách đảo chiều nguồn AC vào một trong hai cuộn.



Hình 2.43. Nguyên lý cấu tạo của động cơ cảm ứng



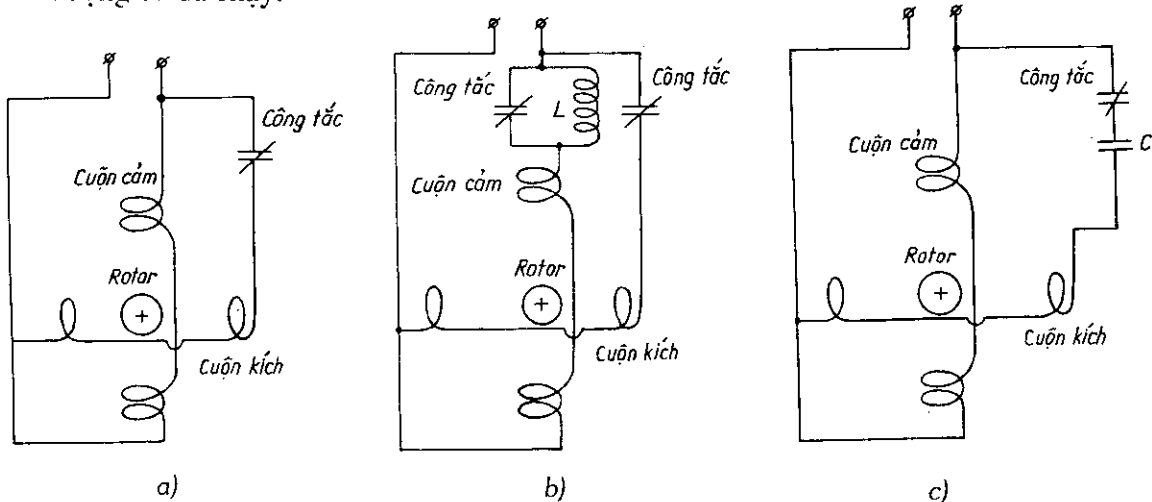
Hình 2.44. Động cơ cảm ứng cực phụ

KT- cuộn kích từ

Động cơ tách pha có thể khởi động bằng điện trở. Cuộn khởi động có số vòng dây ít hơn cuộn ứng và như thế nó có độ từ cảm thấp hơn. Như vậy cực của từ trường khởi động có thể thay đổi nhanh hơn so với cuộn ứng. Hướng chuyển động của từ trường là hướng từ cuộn khởi động đến cuộn ứng.

Động cơ một pha có thể khởi động bằng cảm kháng. Người ta thêm cuộn cảm kháng vào mạch cuộn ứng và điều này gây ra sự thay đổi cực của từ trường cuộn ứng chậm hơn sự thay đổi từ trường cuộn khởi động. Chiều quay của từ trường là chiều từ cuộn khởi động đến cuộn ứng.

Động cơ một pha khởi động bằng tụ. Ở đây tụ được nối tiếp với cuộn khởi động. Như vậy cực của từ trường của cuộn khởi động hướng tới cực của từ trường cuộn ứng. Chiều quay của từ trường là chiều từ cuộn khởi động tới cuộn ứng. Một số động cơ có tụ không bị ngắt ra sau khi động cơ đã chạy.



Hình 2.45. Động cơ cảm ứng xoay chiều tách pha AC

a- Khởi động bằng trở, b- Khởi động bằng cuộn cảm, c- Khởi động bằng tụ

2.1.3.4. Điều khiển động cơ xoay chiều AC

Điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều thực hiện bằng cách thay đổi tần số nguồn xoay chiều AC. Ngày nay có một số kỹ thuật không quá tốn kém để có thể thay đổi tần số nguồn xoay chiều. Ưu thế hiện nay là sự phát triển của các thiết bị bán dẫn, cho phép điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều từ tần số điện lưới 50Hz.

1. Kỹ thuật thay đổi số cực của từ trường.

Thay đổi số cực của từ trường làm thay đổi tốc độ động cơ. Tốc độ quay của từ trường có thể xác định từ phương trình:

$$N = \frac{120 \cdot f}{p} \quad (2.17)$$

trong đó: N - tốc độ động cơ [vòng /phút]

f - tần số nguồn điện xoay chiều AC [Hz] ,

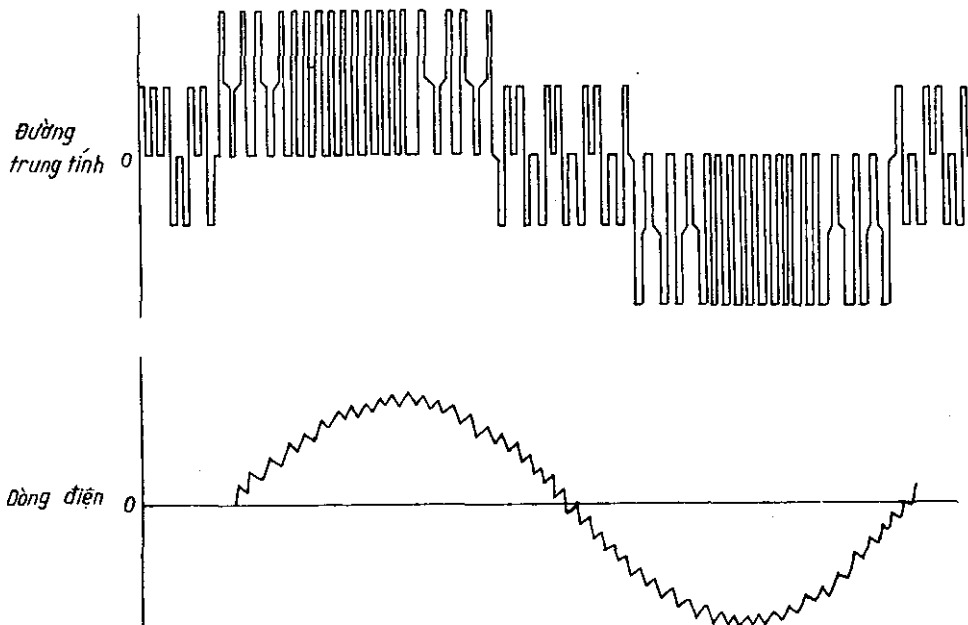
p - số cặp cực của động cơ.

Phương pháp này không phải là phương pháp điều khiển tốc độ liên tục, và mặt khác có hạn chế là số cặp cực của động cơ bị giới hạn bởi kích thước của động cơ.

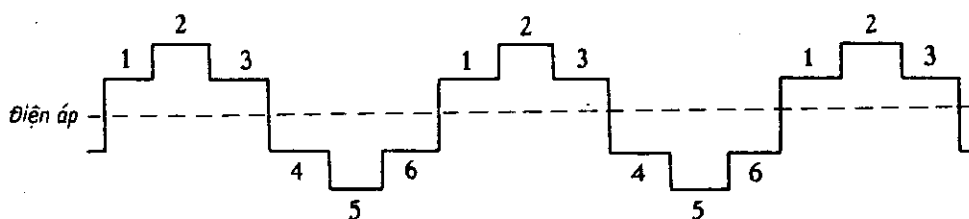
2. Kỹ thuật điều khiển tần số

Với sự phát triển của công nghệ bán dẫn, các linh kiện ngày càng trở nên rẻ tiền và việc ứng dụng chúng trong điều khiển tần số ngày càng nhiều. Có ba phương pháp điều khiển tần số: PWM, phương pháp biến đổi sáu bước và phương pháp biến đổi chu kỳ. Hai phương pháp đầu cần có thiết bị bán dẫn để nắn dòng nguồn xoay chiều thành nguồn một chiều. Phương pháp còn lại biến đổi trực tiếp tần số của nguồn xoay chiều thành nguồn có tần số thấp hơn.

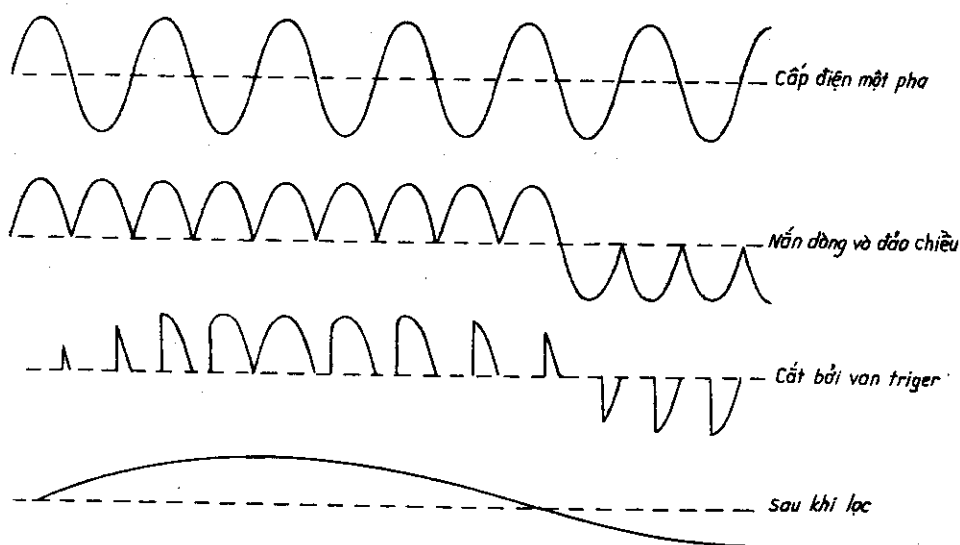
Phương pháp thay đổi độ rộng xung PWM (Pulse Width Modulation). Đối với nguồn DC khi điều khiển động cơ một chiều DC thì người ta dùng PWM để thay đổi các mức năng lượng của nguồn bằng các trạng thái đóng ngắt. Khi điều khiển động cơ xoay chiều bằng nguồn AC thì hoạt động của bộ PWM tương tự, nhưng có khác hơn là có trạng thái đóng chiều dương và trạng thái đóng chiều âm. Thay đổi chiều dài xung dương và xung âm làm cho điện áp trung bình của đầu ra tăng hoặc giảm. Điều này có thể thực hiện dễ dàng bằng cách lập trình trên các bộ vi xử lý để điều khiển nguồn một chiều và như vậy sinh ra nguồn xoay chiều AC có tần số được điều khiển (hình 2.46). Khi điều chỉnh chính xác tần số nguồn xoay chiều AC người ta phải dùng đến trạng thái thứ ba đó là trạng thái tắt. Một phương pháp khác cũng được gọi là PWM nhưng sử dụng đổi chiều điện áp liên tục hay đôi khi còn gọi là phương pháp sáu bước (hình 2.47). Bốn mức điện áp một chiều khác nhau được đóng lên động cơ theo một chuỗi sáu bước, có dạng hình sin gần đúng. Chiều dài mỗi bước được điều khiển và như vậy tần số được điều khiển.



Hình 2.46. Điều khiển tần số bằng PWM



Hình 2.47. Nguyên lý nắn dòng sáu bước



Hình 2.48. Biến đổi tần số trực tiếp qua ba bước

Phương pháp biến đổi chu kỳ là phương pháp sử dụng trực tiếp nguồn vào xoay chiều và ba bước biến đổi (hình 2.48) :

Bước 1 : Nắn dòng một số chu kỳ nhất định thành nửa chu kỳ dương và một số chu kỳ tiếp theo thành nửa chu kỳ âm.

Bước 2 : Cắt các nửa chu kỳ đã nắn dòng bởi các bộ triger thành các xung khuyết dần theo chu kỳ,

Bước 3 : Lọc các xung để tạo một dòng xoay chiều có tần số thấp hơn.

2.1.3.4.5. Dừng động cơ xoay chiều

Có thể phanh nhanh bằng cách phanh động lực. Nguồn xoay chiều AC vào cuộn ứng được thay thế bởi nguồn DC. Động cơ trở thành máy phát, dòng cảm ứng trên rô to không có đường ra, chỉ chạy xung lồng sóc đoạn mạch hoặc các cuộn của rô to, làm cho năng lượng chuyển động quay biến thành nhiệt năng. Động cơ đồng bộ không có cuộn cảm hay lồng sóc trên rô to nên không thể phanh kiểu này. Phanh cơ khí phải được sử dụng trong trường hợp này.

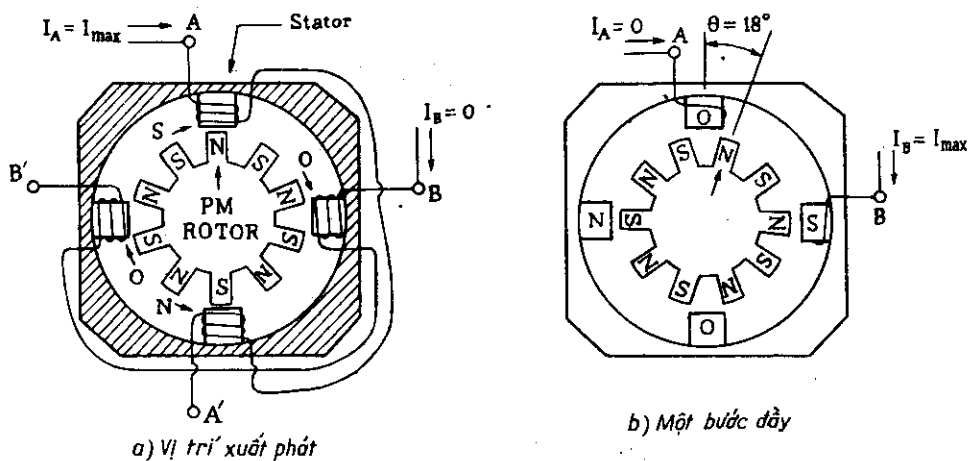
2.1.3.5. Động cơ cổ góp điện tử

Có bốn loại động cơ được xếp vào nhóm động cơ cổ góp điện tử đó là : động cơ bước, động cơ thời gian, động cơ nắn dòng bán dẫn và động cơ servo một chiều không chổi quét. Các loại động cơ này có mạch điện tử thay thế cho cổ góp chổi than thông thường.

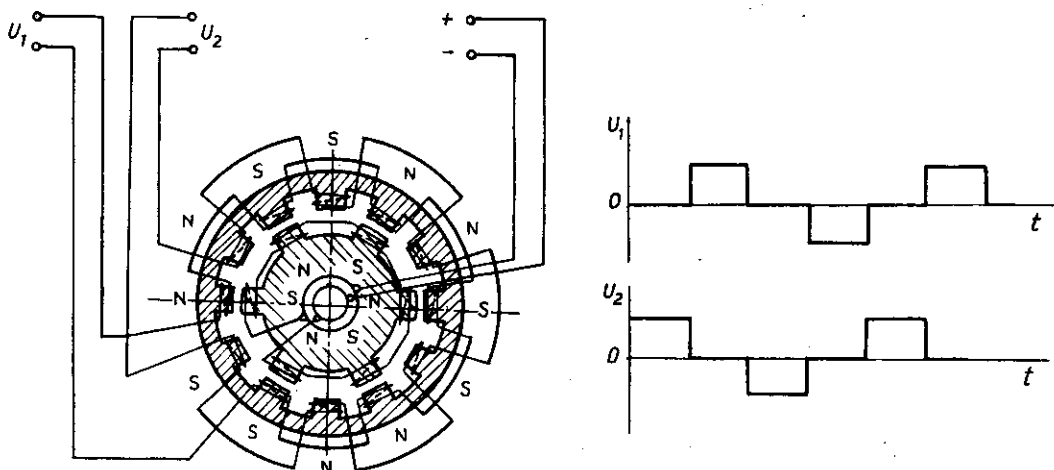
2.1.3.5.1. Động cơ bước

Động cơ bước có cấu tạo tương đối giống động cơ đồng bộ xoay chiều. Có ba loại động cơ bước khác nhau: loại động cơ có rôto bằng nam châm vĩnh cửu (hình 2.49), động cơ có rôto từ trường cường bức và động cơ tổ hợp.

Các cực của động cơ bước được đấu riêng biệt và lần lượt được đóng với nguồn một chiều DC. Rô to được dịch từng bước từ cực này sang cực khác khi các cực của động cơ được đóng ngắt theo một chuỗi liên tục. Tốc độ của động cơ được điều khiển bằng tốc độ đóng ngắt các chuỗi xung. Kỹ thuật điều khiển đã phát triển cho phép đóng ngắt điện cho tổ hợp các cực với các mức năng lượng khác nhau, cho phép động cơ bước có thể đạt đến bước dịch chuyển là một góc dưới một độ hay còn gọi là micro bước. Động cơ bước thường dùng trong điều khiển vị trí mạch hở, không cần đến cảm biến vị trí. Động cơ bước cũng có thể dùng trong điều khiển mạch kín cùng với cảm biến vị trí.



Hình 2.49. Động cơ bước có rô to bằng nam châm vĩnh cửu.



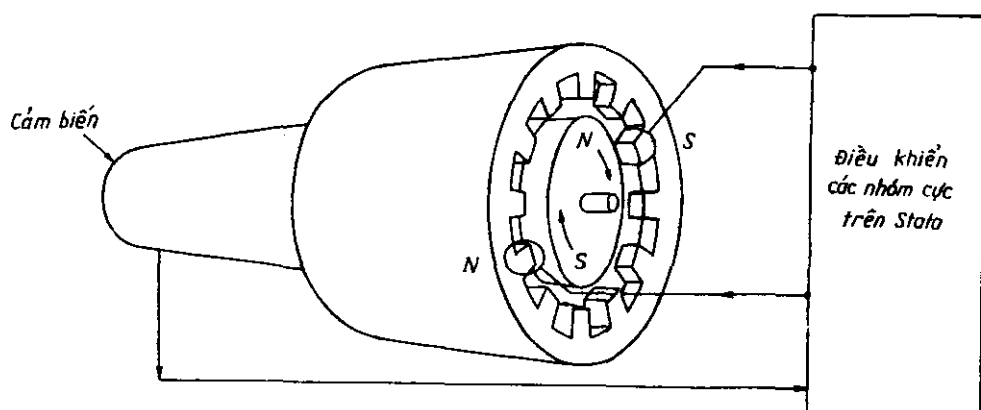
Hình 2.50. Động cơ bước từ trường cường bức

2.1.3.5.2. Động cơ thời gian (hình 2.51).

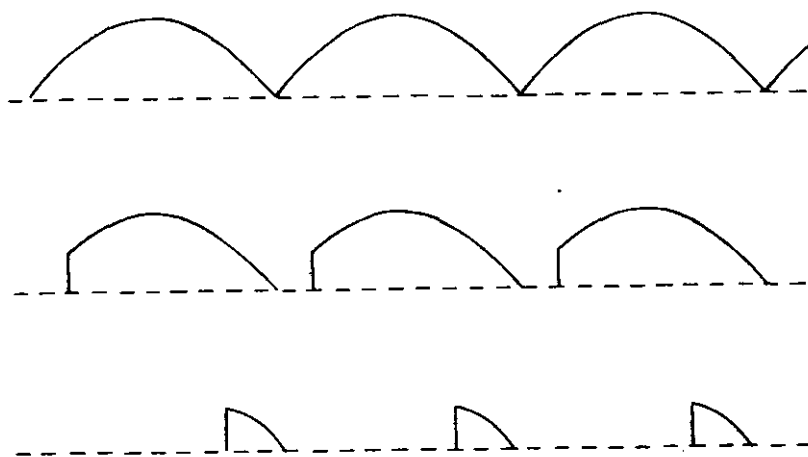
Loại động cơ này là một trong những động cơ được ứng dụng cho thay thế cổ góp điện tử. Động cơ này có mạch điều khiển bên trong đảm bảo cho nó luôn luôn chạy với vận tốc không đổi, tức là bản thân động cơ đã có hệ servo tốc độ. Các động cơ này giống động cơ đồng bộ ở chỗ rôto cũng là các nam châm vĩnh cửu, làm cho nó quay cùng vận tốc với từ trường quay. Có khác là dòng điện được đóng theo chiều quay của rôto, từ cuộn cực này sang cuộn cực khác của động cơ phải thông qua mạch bán dẫn bên trong động cơ. Vị trí của rôto phải được xác định để dòng điện có thể được bật sang cực tiếp theo đúng lúc. Thường các công tắc hiệu ứng Hall được thiết kế ở bên trong động cơ, khi rôto đạt đến vị trí của cảm hiệu ứng Hall thì đầu ra của cảm biến sẽ bật dòng một chiều sang cực tiếp theo. Nếu rôto bị trễ thì bộ điều khiển sẽ tăng dòng của nguồn cấp cho cực tiếp theo, làm động cơ tăng tốc lên. Ngược lại nếu động cơ chạy nhanh quá, dòng một chiều DC sẽ giảm để giảm tốc độ động cơ.

2.1.3.5.3. Động cơ có bộ nắn dòng bán dẫn SCR

Đây là động cơ một chiều nhưng lại dùng nguồn cấp là nguồn xoay chiều. Động cơ này có thể dùng trigger để cắt một phần sóng sin của dòng xoay chiều, làm giảm mức năng lượng một chiều cấp cho động cơ (hình 2.51). Cũng có loại động cơ SCR không cắt bỏ phần nào



Hình 2.51. Động cơ thời gian

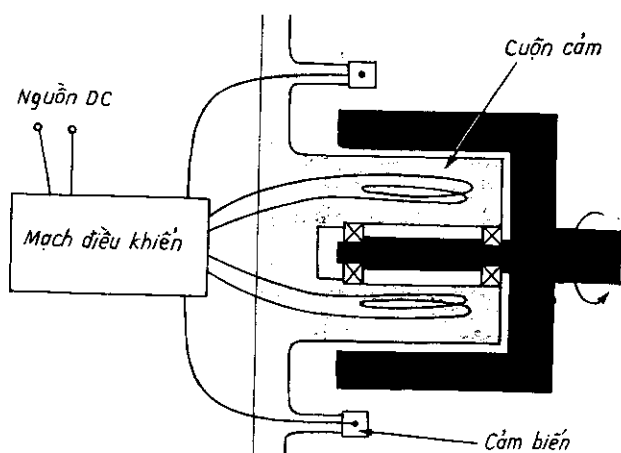


Hình 2.52. Nguyên lý nắn dòng để điều khiển mức năng lượng DC

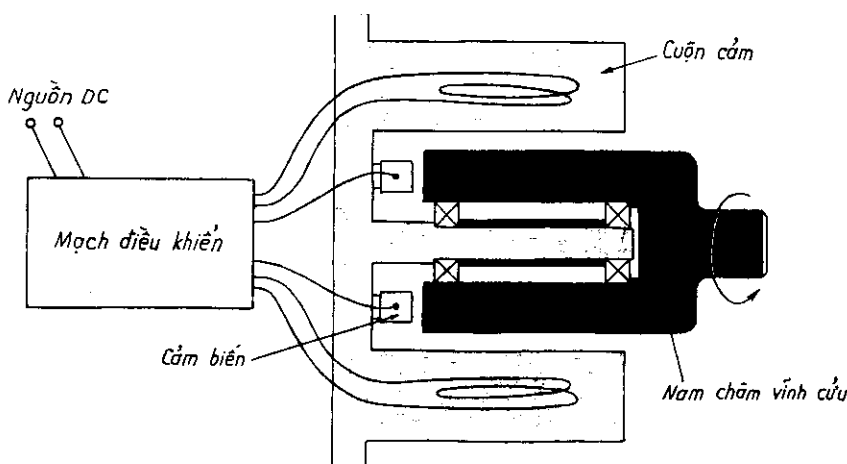
của sóng sin, mà chỉ đảo chiều làm cho điện áp một chiều thay đổi từ cực hoàn toàn dương sang cực hoàn toàn âm. Mạch điều khiển của động cơ SCR có mạch phản hồi để xác định sức điện động được tạo ra và dựa vào đó để thay đổi thời gian đóng / cắt của trigger, giống như trong động cơ thời gian. Nếu động cơ quay nhanh, sức điện động tạo ra lớn, bộ SCR sẽ đóng trễ và cắt nhiều sóng sin hơn, động cơ giảm tốc độ. Ngược lại động cơ chạy chậm thì bộ SCR sẽ đóng sớm hơn làm sóng sin bị cắt ít hơn và động cơ sẽ chạy nhanh lên (hình 2.52.)

2.1.3.5.4. Động cơ servo DC không chổi than

Động cơ này giống động SCR ở chỗ cũng dùng nguồn xoay chiều được nắn dòng thành một chiều và thay đổi mức năng lượng theo tín hiệu điều khiển. Động cơ servo có thể có tỉ số mômen kéo và quán tính cao, điều này cho phép nó tăng tốc nhanh. Động cơ một chiều thông dụng có thể tạo ra mômen kéo lớn bằng cách tăng đường kính dây của rôto. Như vậy sẽ làm cho động cơ có quán tính lớn và cũng yêu cầu mômen kéo lớn khi muốn tăng tốc. Đây là nhược điểm chính của các động cơ một chiều thông thường. Có hai loại động cơ servo DC có cấu tạo phần cảm đứng yên và phần ứng quay (hình 2.53, 2.54). Các động cơ này hay được dùng trong các bộ truyền động trực tiếp như các khớp của rôbốt.



Hình 2.53. Động cơ servo DC không chổi than với cuộn cảm đứng yên

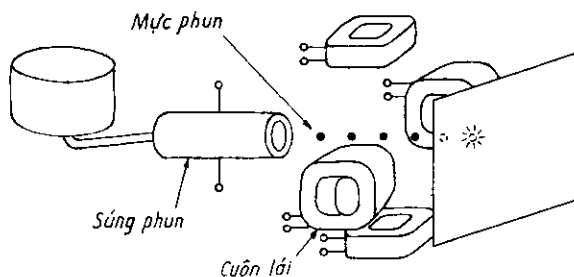


Hình 2.54. Động cơ servo DC không chổi than có phần cảm bên ngoài

2.1.4. Các thiết bị chuyên dụng

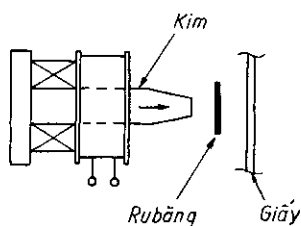
Các thiết bị chuyên dụng trong nhóm cơ cấu chấp hành rất đa dạng, từ các bộ phát lực áp điện, các loại nam châm điện; cho đến các thiết bị lớn như các thiết bị phân độ, thiết bị cấp phối rung, băng tải tự động, xe nâng tự động AGV, rôbot hay máy điều khiển số NC. Mục đích của chúng ta không phải là đi sâu vào chi tiết các thiết bị này, mà chủ yếu là nắm bắt được các nguyên lý cấu tạo và tính năng để có thể ứng dụng chúng vào trong mục đích tự động hóa một quá trình nào đó.

1. Máy phát lực áp điện. Đây là một cơ cấu chấp hành năng lượng thấp. Phần tử áp điện có cấu trúc tinh thể, khi có điện áp đặt lên hai mặt đối diện của phần tử này làm cho cấu trúc tinh thể bị biến dạng. Có thể ứng dụng trong chế tạo các cảm biến đo lực, các bộ tạo âm thanh, các máy in phun. Trên hình 2.55 là ứng dụng của phần tử áp điện để tạo thành súng phun mực trong các máy in phun. Dưới tác dụng của điện áp, phần tử áp điện bị biến dạng tạo nên lực đẩy làm cho mực in được bắn đi ở dạng các hạt mực rất nhỏ. Do các hạt mực này có thể tích điện nên chúng được điều khiển bằng các cuộn lái để điều khiển chính xác biên dạng cần in.

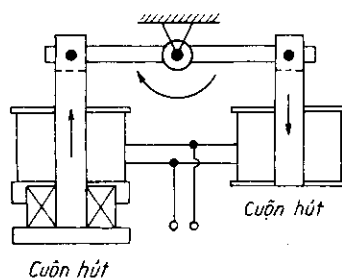


Hình 2.55. Nguyên lý của máy in phun.

2. Cuộn hút (nam châm điện) và cơ cấu kéo/ đẩy. Cuộn hút là một nam châm điện và lõi thép có lỗ thép di trượt bên trong. Các cuộn hút có thể dùng cho một dải công suất rất rộng. Các cuộn hút công suất nhỏ có thể dùng trong các máy in kim (hình 2.56). Các cuộn hút lớn hơn có thể dùng điều khiển van, điều khiển các cơ cấu kéo đẩy trong các van servo (hình 2.57) v...v.



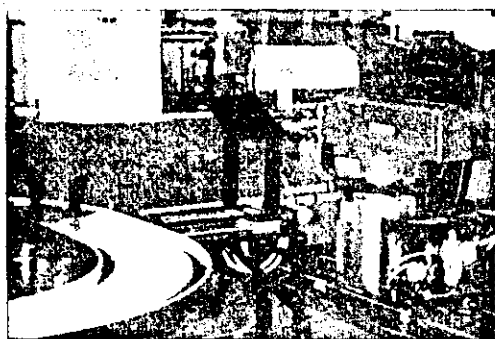
Hình 2.56. Cơ cấu kim máy in



Hình 2.57. Cơ cấu kéo/đẩy

3. Băng tải là thiết bị dùng để vận chuyển các chi tiết trong hệ thống sản xuất tự động. Băng tải có hai loại : băng tải căng và băng tải chùng. Băng tải kéo căng có khả năng đàn hồi cao hơn băng tải chùng. Băng tải chùng dùng để vận chuyển các chi tiết không bị biến dạng như các chi tiết cơ khí. Các chi tiết hay bị biến dạng, dễ vỡ được vận chuyển trên băng tải căng cho phép chúng dãn vào nhau. Trong các hệ thống sản xuất linh hoạt người ta hay sử dụng băng tải song song để vận chuyển khay đựng chi tiết . Khay đựng chi tiết được lấy ra khỏi băng tải tại các vị trí chính xác. Nếu việc gia công được tiến hành trên khay đựng chi tiết thì khay đựng chi tiết phải có cơ cấu định vị và kẹp chặt để xác định vị trí chính xác. Băng tải băng chất dẻo tổng hợp được dùng trong trường hợp vận chuyển các vật liệu có thể bị phá hỏng do tích điện tĩnh. Băng tải kim loại cũng có thể dùng với tuổi bền cao hơn, nhưng đắt

hơn và phải bảo dưỡng nhiều hơn. Băng tải xích với các con lăn cũng hay gặp trong sản xuất (hình 2.58). Băng tải chất dẻo thường được sử dụng trong sản xuất thực phẩm, vì có thể khử trùng, rẻ tiền và ma sát thấp hơn các băng tải kim loại.



a) Băng tải



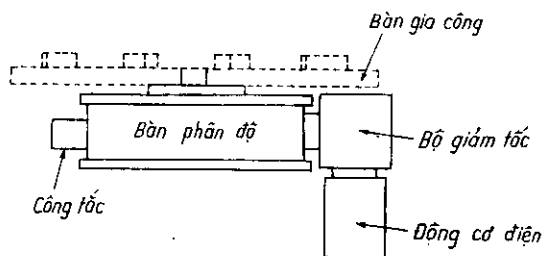
b) Xích kim loại



c) Xích bằng chất dẻo

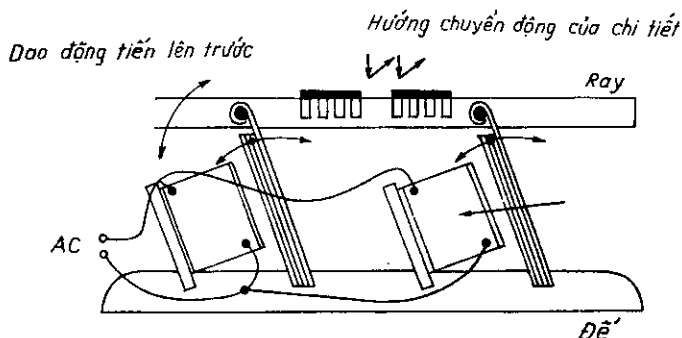
Hình 2.58. Băng tải a), xích kim loại b), và xích bằng chất dẻo c).

4. Bàn phân độ là một thiết bị hay gặp trong gia công cơ khí (hình 2.59). Nó có thể được dùng để quay băng tải hay quay bàn gá chi tiết gia công. Động cơ của bàn phân độ chạy liên tục và các chuyển động bị ngắt quãng do cơ cấu con cóc hay do thiết bị điều khiển số.



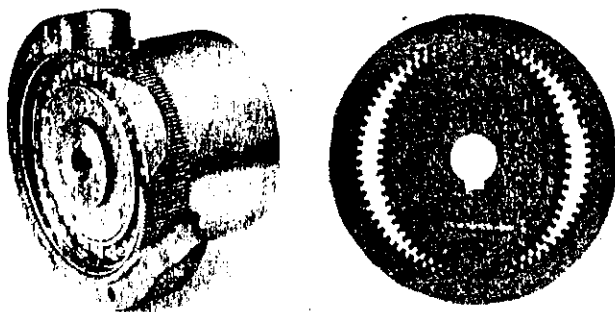
Hình 2.59. Bàn phân độ

5. Bộ cấp liệu rung là dạng cấp đĩa. Giá đỡ đĩa quay, nâng lên và hạ thấp nhờ cơ cấu lệch tâm hay nam châm điện (hình 2.60). Chi tiết được rung và đẩy tiến theo bước cố định. Chi tiết khi đưa vào bộ cấp rung phải được định hướng trước. Thông thường người ta có gá thêm các cơ cấu định hướng chi tiết.



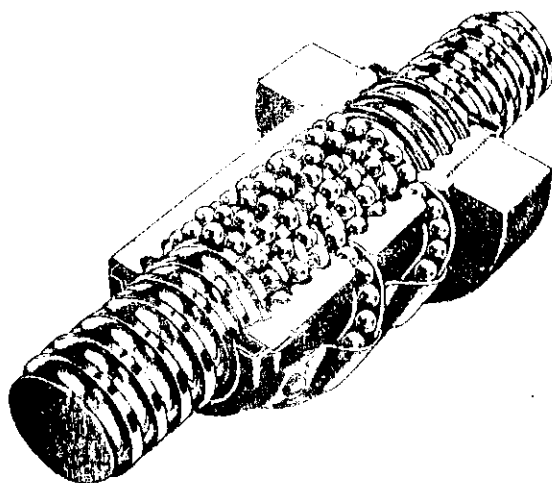
Hình 2.60. Bộ cấp liệu rung

6. Bộ truyền sóng hình là thiết bị hay dùng trong các thiết bị như rôbôt nhờ có tỉ số truyền cao, trọng lượng thấp hơn hoặc bằng trọng lượng các bộ truyền răng thông thường (hình 2.61). Bộ truyền sóng đắt tiền và yêu cầu thiết kế các chi tiết lắp ráp phải thật chính xác. Phần bánh răng có thể được chế tạo bằng thép. Bộ phận tạo sóng có dạng hình elip. Bánh răng

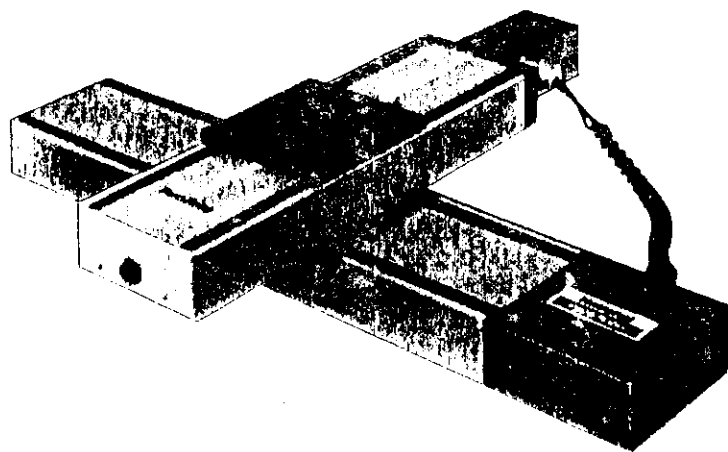


Hình 2.61. Bộ truyền sóng

7. Vít me bi là cơ cấu truyền dẫn hay dùng trong các máy công cụ điều khiển số NC (hình 2.62). Vít me bi cho phép đạt độ chính xác vị trí cao khi sử dụng với động cơ bước hoặc động cơ servo. Ưu điểm của vít me bi là khử được khe hở và hệ số ma sát thấp.



Hình 2.62. Vít me bi

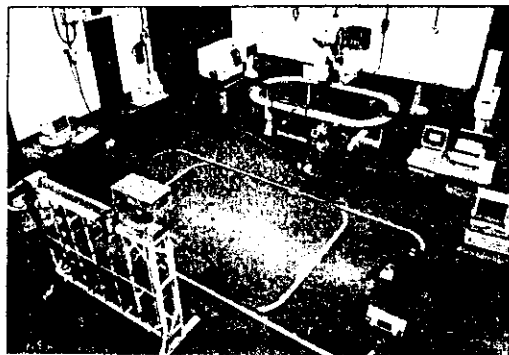


Hình 2.63. Bàn hai trục X-Y

mềm là chi tiết trung gian giữa bánh răng trong và bộ tạo sóng. Bánh răng mềm có hai răng ít hơn bánh răng trong. Nếu bánh răng trong có 100 răng thì bánh răng mềm có 98 răng. Như vậy nếu bộ tạo sóng elip quay được một vòng thì bánh răng mềm chỉ trượt được hai răng. Sau 50 vòng của bộ tạo sóng thì bánh răng trong mới quay hết trọn một vòng. Tỷ số truyền như vậy là 1:50. Tỷ số truyền này phụ thuộc vào số răng ăn khớp giữa bánh răng trong và bánh răng mềm.

8. Bàn điều khiển hai trục X-Y là thiết bị điều khiển tọa độ được tạo bởi hai trục chuyển động tịnh tiến theo hai phương vuông góc. Máy điều khiển số NC thường sử dụng bàn điều khiển theo hai trục X- Y (hình 2.63) kết hợp với dao cắt trên trục Z để gia công chi tiết. Mỗi trục được điều khiển độc lập hay phối hợp tùy theo kỹ thuật điều khiển lựa chọn. Thiết bị này thích hợp cho chế tạo các máy cắt la ze hay máy cắt plasma hai tọa độ.

9. Xe nâng điều khiển tự động (AGV) là loại xe tự hành điều khiển bằng máy tính trung tâm (hình 2.64). Các tuyến đường đi của AGV đã được gắn các nam châm để có thể định vị được vị trí tức thời của xe. Xe này thay thế hoàn toàn chức năng của băng tải. Nhiệm vụ của AGV là chuyển các chi tiết, các khay đựng chi tiết từ máy này sang máy khác trong một phân xưởng lớn, khi các hàng trình của các chi tiết trong quá trình gia công không thích hợp với việc sử dụng băng tải trung gian. Xe có khả năng nâng, chuyển các chi tiết hay khay đựng



Hình 2.64. Xe nâng điều khiển tự động AGV

chi tiết từ các vị trí xác định đến một vị trí mới bên cạnh các máy công cụ, sao cho thiết bị gá lắp chi tiết lên các máy này có thể thao tác dễ dàng và chính xác.

2.2. Các đầu đo cảm biến (sensor).

Trong tất cả các hệ thống tự động, thiết bị tiếp nhận thông tin về diễn biến của môi trường và về diễn biến của các đại lượng vật lý bên trong hệ thống được gọi là cảm biến. Khái niệm "cảm biến" trong tiếng Việt chưa thật chính xác với từ tiếng Anh "sensor" hay tiếng Pháp "capteur", vì nghĩa cảm biến trong tiếng Việt có phân hẹp hơn. Cảm biến đôi khi chỉ là các trang bị đơn giản dạng như các công tắc mini, các công tắc hành trình, các thanh lưỡng kim (bimetal) v...v. Đối với người sử dụng, việc nắm được nguyên lý cấu tạo và các đặc tính cơ bản của cảm biến là điều kiện tiên quyết để đảm bảo sự vận hành tốt của hệ thống tự động. Trong các hệ thống vật lý, các đại lượng cần điều khiển rất đa dạng, do vậy các loại cảm biến cũng rất phong phú. Trong khuôn khổ hạn hẹp của cuốn sách, chúng tôi không thể đề cập chi tiết tất cả các loại cảm biến, mà chỉ giới thiệu một số loại đặc trưng nhất mà thôi.

2.2.1. Cảm biến

Các cảm biến tốt là vấn đề căn bản trong các hệ thống tự động. Các hệ thống sản xuất tích hợp CIM có thể hoạt động được nếu các thiết bị điều khiển bằng máy có thể theo dõi được các điều kiện của quá trình sản xuất từ đầu đến cuối. Một số cảm biến chỉ theo dõi sự hiện diện của chi tiết. Một số khác, ví dụ thiết bị đọc mã vạch, giúp tìm vật liệu, dụng cụ cắt và các sản phẩm khi chúng vào, đi qua và rời khỏi môi trường CIM. Trong quá trình sản xuất, sự theo dõi bằng cảm biến các bộ phận máy từ các trung tâm gia công điều khiển số trực tiếp DNC cho phép điều khiển quá trình thống kê của các quá trình gia công không thực hiện. Trên thực tế, mỗi công đoạn gia công tự động đều phải bao gồm cả cảm biến để đảm bảo thực hiện được tốt nhất.

2.2.2. Các loại cảm biến

Có rất nhiều loại cảm biến khác nhau, nhưng nhìn chung có thể xếp chúng vào hai nhóm chính: các cảm biến tiếp xúc và các cảm biến không tiếp xúc.

Các cảm biến tiếp xúc được gắn trực tiếp lên đại lượng cần đo và tín hiệu phát ra của chúng có thể là một đại lượng vật lý có tương quan tỉ lệ với đại lượng được đo. Trong nhóm này có thể có các loại cảm biến sau đây:

- Ten zô mét dùng để đo lực, áp lực thông qua biến dạng.

- Biến trở con chạy dùng để đo vị trí góc hay độ dịch chuyển thẳng.
- Biến áp vô cấp dùng đo dịch chuyển thẳng
- Can nhiệt đo nhiệt độ
- Nhiệt điện trở đo nhiệt độ
- Các công tắc cực nhỏ microcontact dùng xác định trạng thái của máy, thiết bị.
- Cảm biến áp điện dạng da nhân tạo đo lực tiếp xúc trên bàn tay của rôbot.
- Các cảm biến đo lưu lượng dùng điều khiển lưu lượng chất lỏng hay chất khí.
- Các cảm biến đo lực, áp lực dùng trong các hệ thống điều khiển lực, áp lực.
- Các cảm biến đo các thành phần hoá học: dùng trong một số hệ thống pha chế các hợp chất hóa học.

Các cảm biến không tiếp xúc có thể đo được đại lượng cần đo mà không cần tiếp xúc với đại lượng đó. Trong nhóm các cảm biến này có thể có các loại sau:

- Các cảm biến điện từ đo khoảng cách nhỏ, phát hiện sự hiện diện.
- Các cảm biến điện dung.
- Các cảm biến quang học đo khoảng cách, phát hiện sự hiện diện.
- Các cảm biến siêu âm đo khoảng cách, phát hiện sự hiện diện.
- Các cảm biến laze đo khoảng cách.
- Các cảm biến tốc độ, gia tốc
- Cảm biến encoder đo vị trí góc.
- Cảm biến resolver đo vị trí góc.
- Cảm biến synchro đo vị trí góc.
- Các máy phát - tachometer đo tốc độ.
- Các cảm biến sử dụng hiệu ứng Doppler: đo tốc độ.
- Các cảm biến sử dụng hiệu ứng Hall đo vị trí.
- Các camera nhận dạng các chi tiết, vật thể.
- Thiết bị đọc mã vạch để nhận dạng các thông tin chứa trên mã vạch.
- Thiết bị xác định tọa độ máy để xác định biên dạng của các chi tiết.

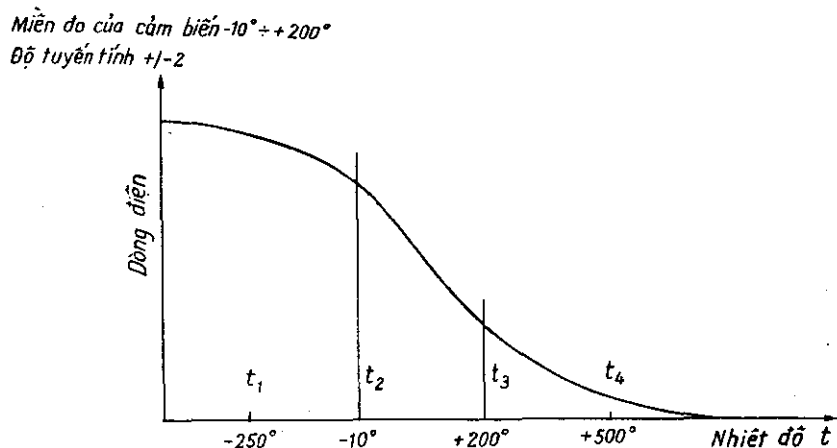
2.2.3. Các thông số đặc trưng của cảm biến

Một cảm biến tốt nhất đối với một nhiệm vụ nào đó là sự bảo đảm về chất lượng cũng như tuổi thọ, mà không cần thiết phải có giá quá đắt so với yêu cầu công việc cần đến. Các đặc tính kỹ thuật là khái niệm mô tả chất lượng của các cảm biến. Trong các đặc tính cơ bản có thể kể đến các đặc tính sau: miền đo, độ phân giải, độ tuyến tính, độ chính xác lặp và tốc độ đáp ứng của cảm biến.

2.2.3.1. Miền đo

Miền đo hay khoảng đo của cảm biến là miền giới hạn bởi giá trị cực đại và giá trị cực tiểu của đại lượng được đo, mà cảm biến có thể phân biệt được trong khi vẫn đảm bảo độ

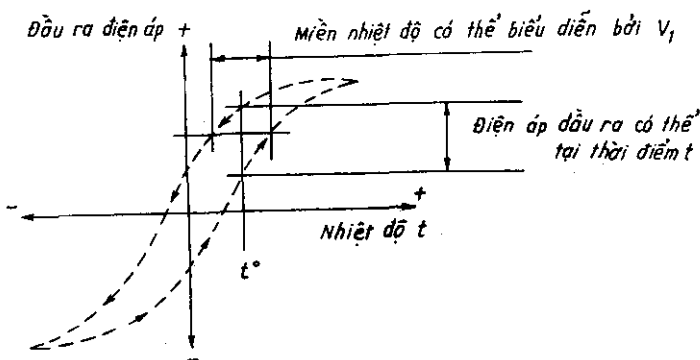
tuyến tính yêu cầu. Một bộ chuyển đổi nhiệt độ phải có đầu ra là dòng điện tỷ lệ với nhiệt độ. Giới hạn trên và dưới trên miền nhiệt độ là nơi mà tại đó quan hệ thực sự là tuyến tính. Hình 2.65 chỉ ra miền có ích của một sensor đo nhiệt dạng điện trở. Dòng qua cảm biến thay đổi nhiệt độ giữa t_1 và t_4 , nhưng chỉ thực sự tuyến tính trong khoảng giữa t_2 và t_3 . Để có thể đạt độ tuyến tính cho phép các nhà cung cấp cảm biến phải chỉ rõ miền giới hạn nhiệt độ từ t_2 tới t_3 .



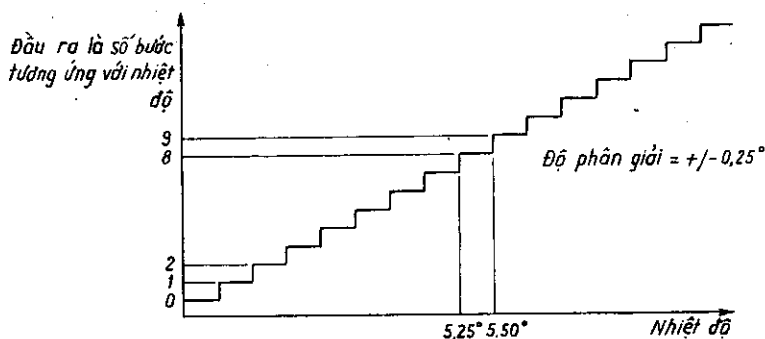
Hình 2.65. Miền đo của cảm biến nhiệt độ

2.2.3.2. Độ phân giải

Giá trị độ phân giải đối với mỗi cảm biến là sự thay đổi lớn nhất của giá trị đo mà không làm thay đổi giá trị đầu ra của cảm biến. Nói đơn giản hơn là giá trị được đo có thể thay đổi bằng độ lớn của độ phân giải mà không làm thay đổi giá trị đầu ra của cảm biến. Đây là một số nguyên nhân tại sao sai số của độ phân giải có thể xuất hiện. Hình 2.66 biểu diễn sai số của độ phân giải do sự trượt của đường đặc tính. Sự thay đổi nhỏ trên giá trị được đo không đủ để gây ra sự thay đổi trên đầu ra của cảm biến tương tự (liên tục). Hình 2.67 mô tả sai số độ phân giải với đầu ra số. Cảm biến số có thể đưa ra 256 giá trị khác nhau của nhiệt độ. Nhiệt độ thay đổi trong một khoảng nhỏ không thể phát hiện được. Cảm biến với miền đo rộng hơn thì độ phân giải kém hơn.



Hình 2.66. Sự trượt của đường đặc tính của cảm biến nhiệt độ RTD



Hình 2.67. Độ phân giải của cảm biến nhiệt độ số

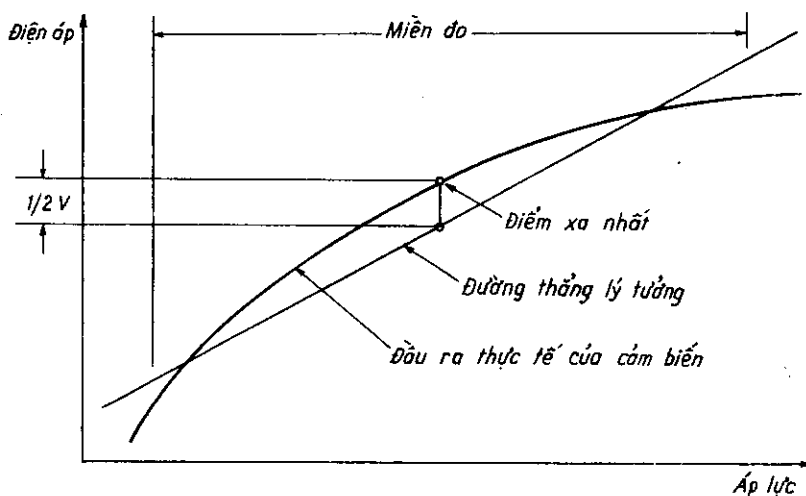
2.2.3.3. Độ chính xác - độ chính xác lặp

Độ chính xác của cảm biến đôi khi còn được hiểu như độ nhảy của cảm biến được định nghĩa là sự thay đổi nhỏ nhất của đại lượng cần đo thể hiện được trên đầu ra của cảm biến. Khái niệm này ít sử dụng vì thực tế các đại lượng ra của sensor ít khi tuyến tính tuyệt đối với đại lượng cần đo. Người ta hay sử dụng khái niệm độ chính xác lặp để thay vào khái niệm độ chính xác.

Độ chính xác lặp lại là giá trị đưa ra cho độ lặp lại của cảm biến chỉ ra miền giá trị đầu ra người sử dụng có thể nhận được khi cảm biến đo cùng một giá trị đầu vào nhiều lần. Cảm biến nhiệt độ trên hình 2.66 có thể cho một giá trị khác từ giá trị điện áp cao hơn V_1 đến giá trị thấp hơn khi nhiệt độ thực tế là nhiệt độ t_1 . Độ chính xác lặp không nhất thiết có nghĩa rằng giá trị ra thể hiện chính xác điều kiện đo. Khe hở trong các khớp truyền cơ khí là một nguồn của sai số độ chính xác lặp. Các cảm biến số có thể có những giá trị về độ chính xác lặp lại rất ấn tượng, mặc dù chúng có độ phân giải thấp. Cảm biến khi đo nhiệt độ mà đầu ra trên hình 2.67 nằm trong giới hạn của độ phân giải luôn là giá trị của bước tương ứng.

2.2.3.4. Độ tuyến tính

Bộ chuyển đổi là lý tưởng khi mà đầu ra tuyến tính chính xác với đại lượng mà nó đo (bên trong miền đo). Thực tế không có đầu đo nào tuyến tính một cách hoàn hảo với đầu vào,



Hình 2.68. Độ phi tuyến của cảm biến áp lực

bất kể như thế nào người sử dụng phải được cảnh báo trước về sự không tuyến tính. Độ tuyến tính thường được đưa ra với một dải giá trị $\pm$ cho các tín hiệu ở đầu ra của cảm biến. Hình 2.68 biểu diễn dải đặc tính $\pm 0,5V$ đối với cảm biến áp lực. Giá trị không tuyến tính diễn tả trường hợp xấu nhất. Sai số về độ tuyến tính không phải trên toàn bộ miền đo. Độ tuyến tính có thể cải thiện nếu chia tỉ lệ trung tâm trên miền đo của cảm biến. Và sai số tuyến tính lớn nhất là tại hai đầu của miền đo. Các cảm biến số luôn có độ sai số về không tuyến tính như chúng ta có thể nhìn trên hình dáng của đường đặc tính ở hình 2.67.

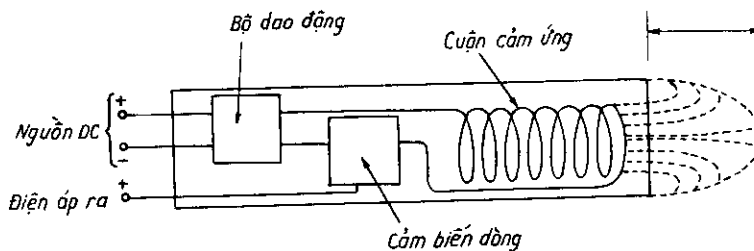
2.2.3.5. Tốc độ đáp ứng của cảm biến

Tốc độ đáp ứng của cảm biến cho biết tín hiệu ra có theo kịp sự thay đổi của đại lượng được đo hay không. Thông thường các thiết bị điện đều có hiện tượng trễ, nhưng đối với cảm biến thì điều này phải hạn chế đến mức tối thiểu. Cảm biến đáp ứng càng nhanh càng tốt. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các thiết bị chuyển động tốc độ cao và chính xác như rôbốt hay máy công cụ điều khiển số. Khi chuyển động tốc độ lớn thì thời gian trễ của cảm biến vào cỡ 1/10 giây cũng đã đủ gây ra sự cố cho máy hoặc rôbốt. Cảm biến phải được chọn phù hợp với đặc tính động lực học của từng hệ thống. Các hệ thống mà đáp ứng diễn ra chậm như nhiệt độ lên men của các thùng bia, thì các cảm biến đáp ứng nhanh cũng trở thành lãng phí.

2.2.4. Các cảm biến (sensor) vị trí, vận tốc và gia tốc

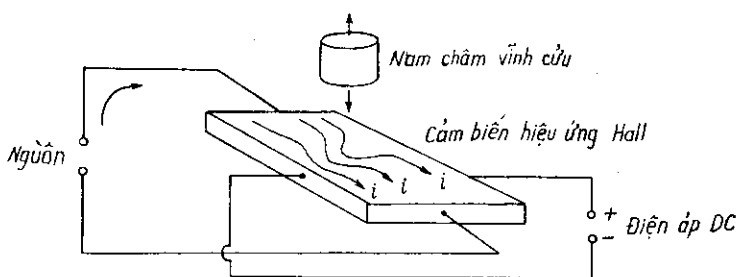
1. Các cảm biến vị trí

Cảm biến điện từ (hình 2.69) là loại cảm biến được sử dụng rộng rãi để phát hiện sự hiện diện của một vật liệu dẫn điện không qua tiếp xúc. Nguồn được sử dụng để tạo ra dòng xoay chiều AC trong cuộn nằm trong cảm biến, tạo ra trường điện từ xoay chiều. Khi không có vật thể dẫn điện nào ở gần bề mặt của cảm biến thì trở kháng của cuộn AC bên trong cảm biến phụ thuộc vào từ cảm của cuộn dây. Khi có một vật thể dẫn điện tiến đến gần cảm biến làm cảm biến điện từ chỉ có thể dùng để đo vị trí trong khoảng 15mm và nhược điểm chính là có sự trễ từ.

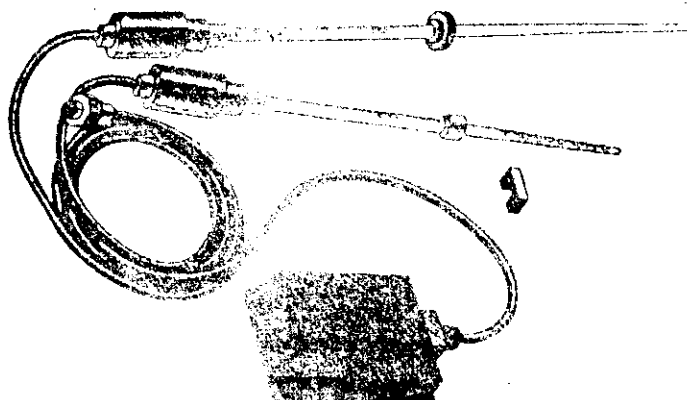


Hình 2.69. Cảm biến điện từ

Trên hình 2.70 là minh họa nguyên lý của cảm biến hiệu ứng Hall dùng để đo vị trí không tiếp xúc (khi có một nam châm tiến đến gần một tấm mạch trên nền vật liệu áp điện được nối với nguồn, làm xuất hiện ở phương vuông góc với chiều chuyển động của nam châm và chiều dòng điện nguồn đi qua một điện áp một chiều tỉ lệ với khoảng cách giữa nam châm và tấm mạch).

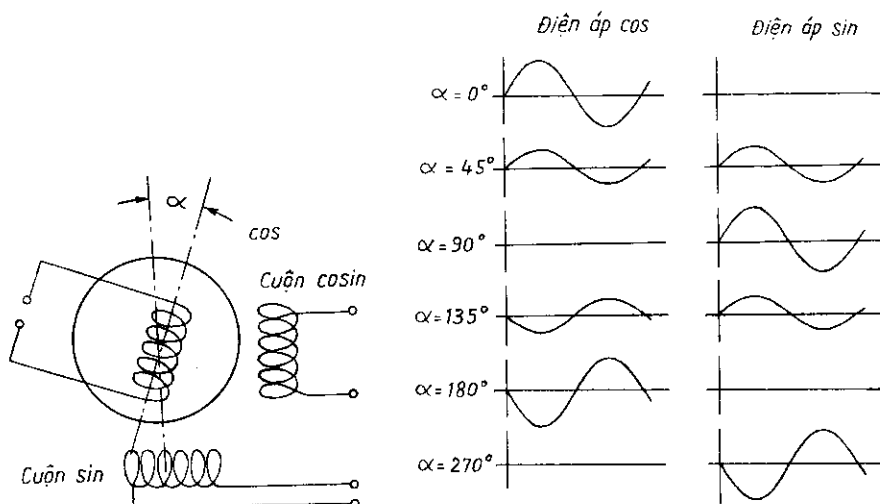


Hình 2.70. Cảm biến hiệu ứng Hall



Hình 2.71. Cảm biến từ ngẫu

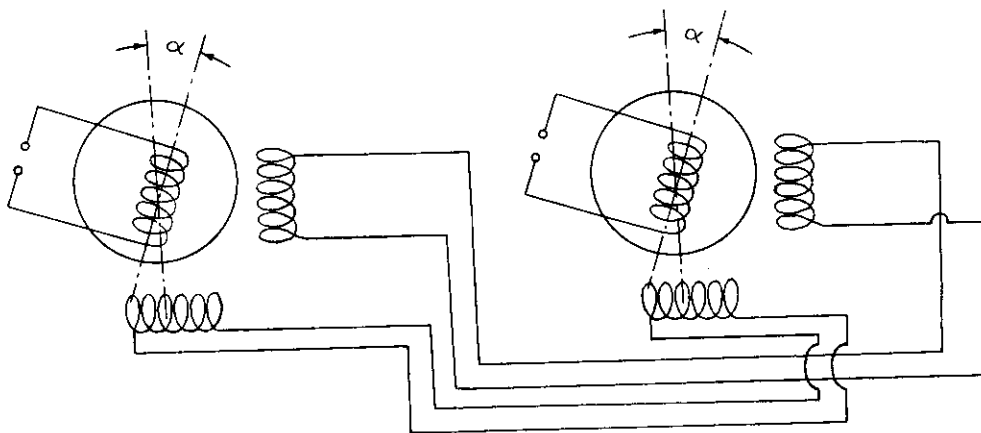
Cảm biến từ ngẫu (hình 2.71) dùng để phát hiện vị trí của nam châm vòng trượt trên ống kim loại. Để phát hiện ra vị trí của vòng này người ta áp một dòng xung một chiều vào ống kim loại, khi dòng xung một chiều này truyền đến và vượt qua từ trường nam châm, trên ống kim loại xuất hiện một lực hút làm cong ống. Như vậy xuất hiện một dao động trên ống và dao động này được truyền ngược lại đến cảm biến đo lực gắn ở đầu của ống kim loại. Thời gian từ lúc tạo ra xung một chiều cho đến thời gian rung gần như tuyến tính với vị trí của nam châm trên ống kim loại này.



Hình 2.72. Resolve

Resolve (hình 2.72) là một cảm ứng đo vị trí góc quay. Rô to được gắn trên trục **quay**. Nguồn xoay chiều được nối vào cuộn rô to ở vị trí không thì chỉ có điện áp xoay chiều **xuất** hiện trên cuộn cô sin. Khi rô to rời khỏi vị trí này đến vị trí 90° so với vị trí ban đầu thì điện áp xoay chiều xuất hiện trên cả cuộn sin và cuộn cô sin. Khi đạt đến vị trí 90° thì không còn điện áp trên cuộn cosin mà chỉ còn trên cuộn sin. Tương tự như vậy ở các góc lớn hơn.

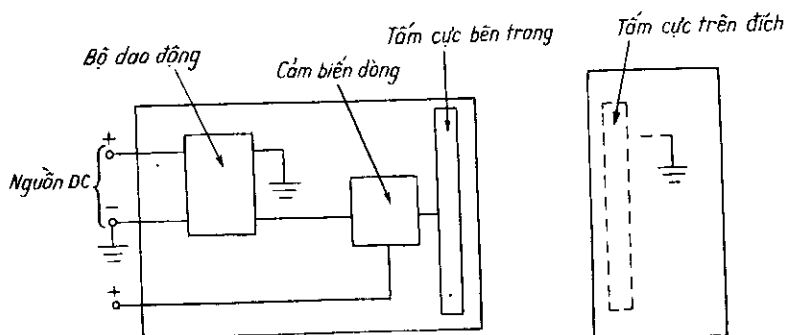
Sychro là cảm biến vị trí góc có nguyên lý tương tự giống như các cảm ứng revolve. Chỉ khác là có ba cuộn cảm đặt cách đều 120° . Cuộn thứ ba này giúp cho sychro có thể xác định chính xác hơn vị trí của trục so với các resolve.



Hình 2.73. Selsyn

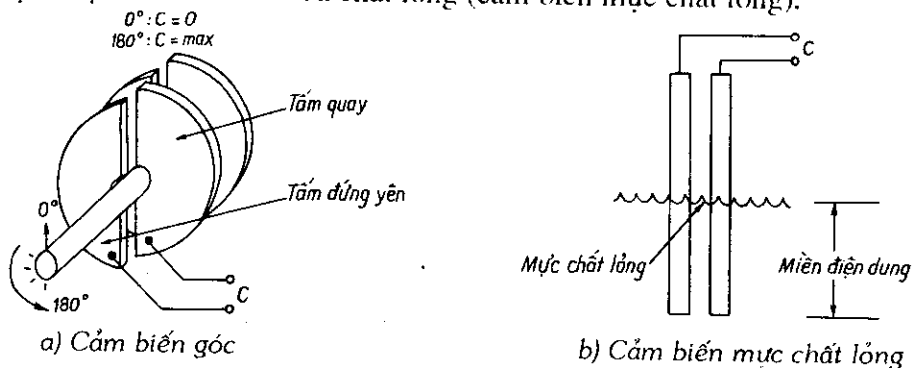
Các selsyn (hình 2.73) cũng là các cảm biến đo vị trí góc. Nguyên lý của selsyn tương tự như resolve hay synchro, nhưng khác nhau ở chỗ các selsyn phải đi thành một cặp với nhau trong vai trò một máy thu và một máy phát. Các bộ selsyn hay được dùng trong các máy công cụ, các thiết bị điều chỉnh tốc độ v...v.

Cảm biến điện dung sử dụng vật thể dẫn điện hoặc tích điện như một cực của tụ điện. Vật thể càng gần cảm biến thì dung lượng của tụ điện càng cao. Bên trong cảm biến có mạch dùng nguồn DC tạo dao động cung cấp cho cảm biến dòng. Cảm biến dòng sẽ đưa ra một dòng điện tỉ lệ với khoảng cách giữa hai tấm cực (hình 2.74). Các cảm biến này phức tạp hơn và đắt hơn các cảm biến điện từ. Nếu sử dụng không cẩn thận các cảm biến này có thể cho các giá trị sai lệch. Miền đo cũng chỉ nằm trong khoảng vài mm. Điện dung tỉ lệ nghịch với khoảng cách.



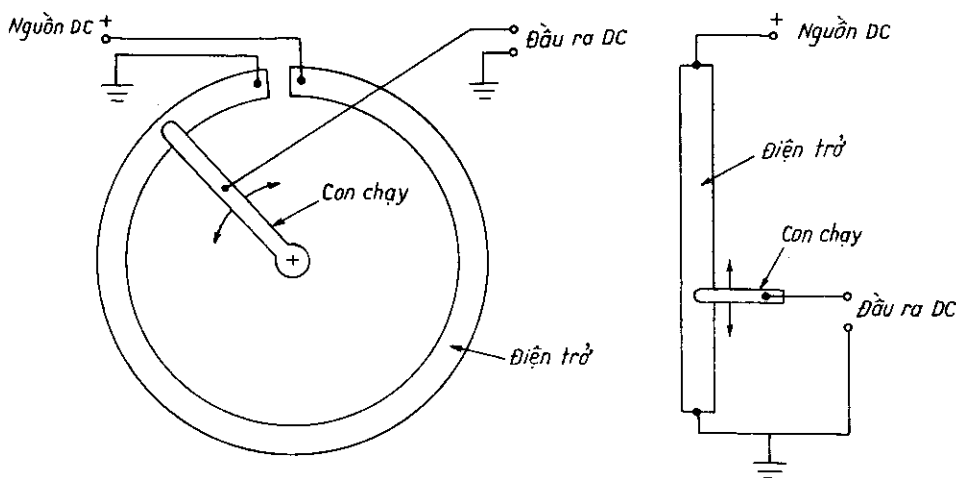
Hình 2.74. Nguyên lý cảm biến điện dung đo tiệm cận

Các cảm biến điện dung có miền đo lớn để đo dịch chuyển thẳng và dịch chuyển góc (hình 2.75). Sự thay đổi điện dung của tụ điện tỷ lệ với vị trí tương đối của hai bản cực (cảm biến góc) hoặc tỉ lệ với chiều cao của chất lỏng (cảm biến mực chất lỏng).



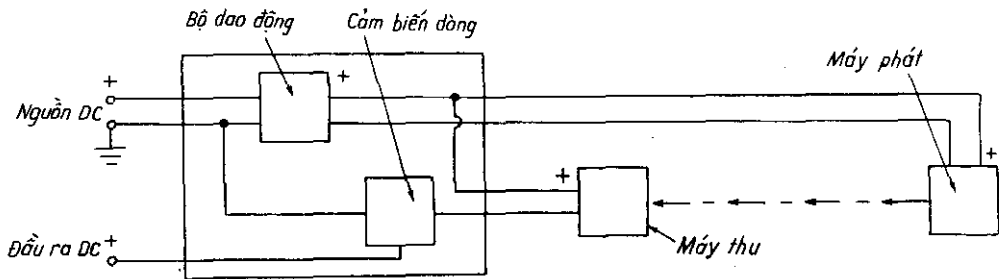
Hình 2.75. Cảm biến điện dung đo khoảng cách lớn

Cảm biến con chạy hay biến trở (hình 2.76) có sự thay đổi điện trở được thể hiện qua vị trí. Có hai loại biến áp đo dịch chuyển thẳng hay dịch chuyển. Nhược điểm là độ chính xác không cao, hay bị ảnh hưởng của nhiệt độ, ma sát lớn và nhạy cảm với bụi bẩn. Hiện nay đã có các biến áp bằng vật liệu mới như chất dẻo dẫn điện, có thể nâng cao độ tuyến tính và độ phân giải của các cảm biến loại này.

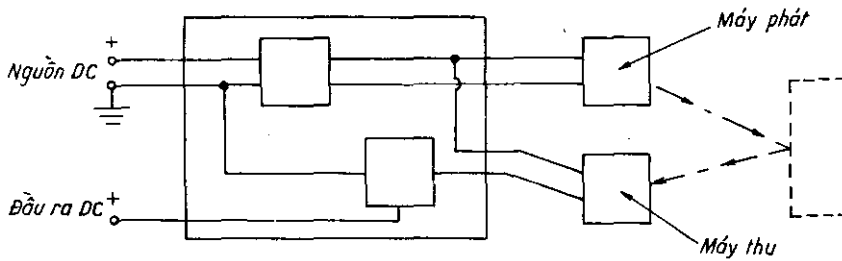


Hình 2.76. Biến áp con chạy đo góc và đo dịch chuyển thẳng

Cảm biến quang học (hình 2.77): đắt hơn nhiều so với cảm biến điện từ và cũng xấp xỉ giá với cảm biến điện dung. Các cảm biến này được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống tự động bởi vì tuổi thọ cao và có thể đặt vào các không gian nhỏ hẹp. Các cảm biến này có hai dạng: cảm biến ánh sáng dạng ống có cực thu phát rời nhau hoặc ghép cùng trên một cụm. Nguồn phát sáng cho các cảm biến quang có tần số sao cho cảm biến có thể phát hiện được tốt nhất, thông thường là tia hồng ngoại. Các cảm biến quang có thể dùng cho khoảng cách vài cm. Loại cảm biến ống (hình 2.78) thường là một cặp thu và phát tia hồng ngoại. Loại này dùng để phát hiện các vật thể lạ thâm nhập vào dây chuyền sản xuất, có thể được nối với bộ đếm để tính lượng chi tiết đi qua, ngoài ra còn dùng trong các hệ thống bảo vệ chống thâm nhập. Loại đầu thu phát phản hồi thì kết cấu gọn hơn. Nguồn sáng sau khi đập vào vật cản sẽ phản hồi lại vào đầu thu. Khoảng cách đo của loại này nhỏ và cũng chỉ dùng để nhận diện chi tiết và dùng trong các hệ thống bảo vệ.



Hình 2.77. Cảm biến quang loại thu - phát

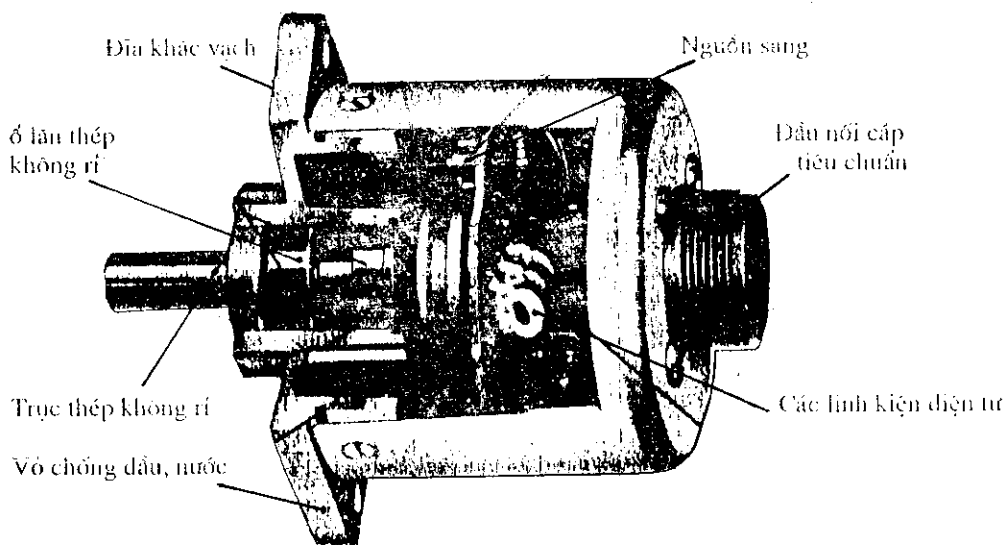


Hình 2.78. Cảm biến quang loại phản xạ

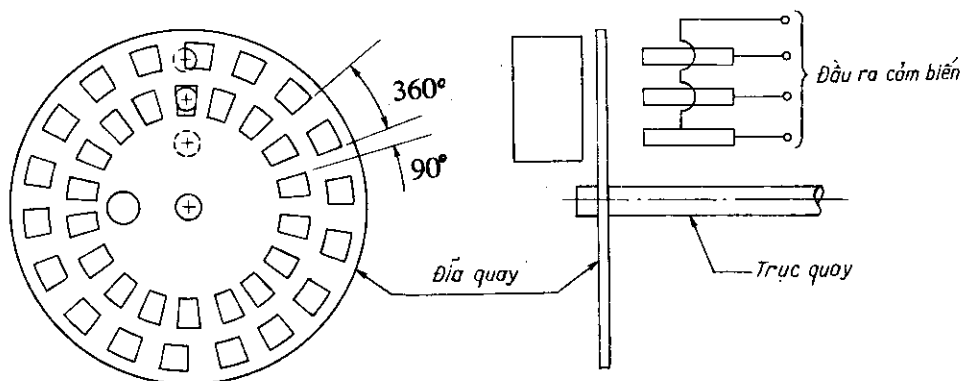
Cảm biến giao thoa là thiết bị đo vị trí hay khoảng cách bằng giao thoa ánh sáng hoặc âm thanh. Nguồn sóng phát ra gặp vật cản sẽ phản hồi lại. Hai sóng phát và sóng phản hồi sẽ giao thoa với nhau. Nếu các đỉnh sóng trùng nhau, thì sóng giao thoa sẽ có biên độ gấp đôi biên độ ban đầu. Nếu sóng phản hồi lệch pha 180° thì biên độ sóng giao thoa sẽ bằng không. Như vậy tùy theo độ lệch pha biên độ giao thoa là dạng sóng hình sin có thể thay đổi từ không cho đến hai lần biên độ gốc. Như vậy có thể xác định được khoảng cách từ mặt phản xạ đến đầu thu phát với độ sai lệch bằng một phần bước sóng. Một số nguồn sáng có bước sóng trong khoảng $0,5\mu\text{m}$ cho phép cảm biến đạt được độ chính xác vị trí cao. Nếu nguồn sáng là laser thì có thể dùng để đo được khoảng cách lớn mà không bị giảm mất năng lượng do hiện tượng phát tán.

Encoder gia tăng (hình 2.79) là cảm biến hay dùng để đo vị trí góc của trục động cơ, máy công cụ, băng tải v...v. Loại này cấu tạo từ một hay hai đĩa với các thiết diện mờ và trong suốt, ba cảm biến quang học, các nguồn sáng tương ứng và một bộ điều khiển. Loại có một đĩa, thì đĩa này được gắn trên trục quay. Các cảm biến quang học đứng yên phát hiện ánh sáng khi thiết diện trong suốt đi qua. Bộ điều khiển của encoder giữ thông tin về vị trí của trục bằng cách đếm các lần thay đổi ánh sáng của các cảm biến quang học. Độ phân giải của cảm biến tăng với số lượng các thiết diện trong suốt tăng, do vậy hệ thống gồm hai đĩa chia các vạch khắc mịn được sử dụng nhiều hơn một đĩa. Một đĩa giữ cố định và đĩa thứ hai gắn trên trục quay. Cảm biến nhận được ánh sáng khi cả hai thiết diện sáng trùng nhau. Bộ điều khiển phải xác định được chiều quay của trục. Nó lưu dấu của vị trí quay bằng cách cộng hay trừ vị trí cuối cùng của tín hiệu ánh sáng thu được. Dấu trên rãnh thứ hai lệch 90° so với dấu trên rãnh thứ nhất. Nếu trục quay theo chiều kim đồng hồ thì cảm biến ngoài cùng sẽ được chiếu sáng trước. Nếu quay ngược chiều kim đồng hồ thì cảm biến bên trong sẽ được chiếu sáng trước. Cảm biến thứ ba trong cùng sẽ được sử dụng để bắt đầu quá trình đếm. Khi nguồn sáng không có năng lượng, chuyển động của trục không được phát hiện thấy, do đó hệ điều khiển vị trí dùng encoder gia tăng phải luôn ở vị trí không khi bị ngắt điện. Đầu tiên người sử dụng phải quay trục về vị trí không của một vòng. Bộ điều khiển sau đó sẽ phát tín hiệu báo rằng hãy

xem đầu ra của cảm biến trong cùng để khởi động bộ đếm khi cảm biến này phát hiện thấy ánh sáng.



a) Encoder gia tăng của hãng A.Bradley



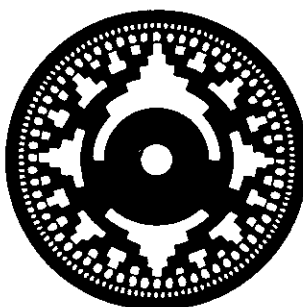
b) Nguyên lý cấu tạo

Hình 2.79. Encoder gia tăng

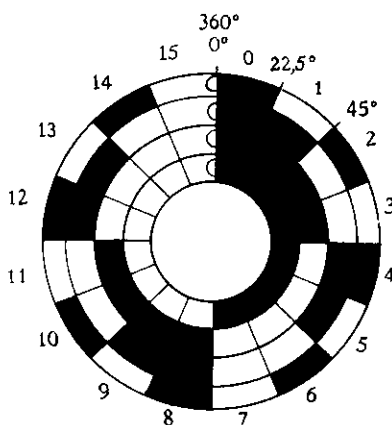
Trục được quay chậm và đến khi thiết diện trong suốt của đĩa tại cảm biến thứ ba này được chiếu sáng thì bộ đếm được bật về không. Mạch khởi động sau đó được ngắt và bộ đếm sẽ thực hiện cộng hay trừ tùy thuộc vào tín hiệu thu được qua hai cảm biến để xác định vị trí của trục quay. Các encoder gia tăng phải có chứa các mạch điện kèm theo vì các bộ biến đổi ánh sáng hoạt động như các công tắc. Thực tế chỉ cần một bộ điều khiển số đã được lập trình để khởi động và lưu giá trị của bộ đếm. Một số encoder được trang bị cả các thiết bị để khởi động và giữ bộ đếm, và như thế bộ điều khiển số chỉ việc đọc vị trí của trục khi được yêu cầu.

Một số các bộ điều khiển có khả năng cung cấp tín hiệu ra và tại vị trí bất trước. Đó là loại encoder tuyệt đối (hình 2.80), loại này không cần vị trí gốc. Các encoder tuyệt đối bao gồm nguồn sáng, đĩa quay với ít nhất ba vòng các thiết diện trong suốt, sensor quang học cho mỗi vòng và một tám mạch. Các encoder này có thể phát hiện được vị trí của trục bên trong một vòng quay. Đầu ra của encoder là các số nhị phân đặc trưng cho vị trí của đĩa trên trục quay. Số nhị phân này có thể có nhiều bit. Mỗi đĩa dùng để minh họa nguyên lý gồm có bốn vành. Các đĩa hay sử dụng trong công nghiệp có 9 vành.

Đĩa tuyết đối

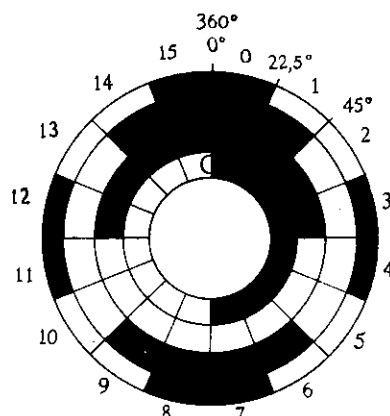


Đĩa mã nhị phân



TT	Mã NP	Gray
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

Đĩa mã Gray

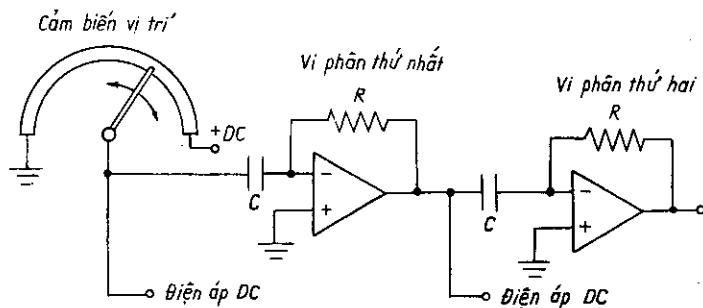


Hình 2.80. Encoder tuyết đối

Vòng trong cùng chia làm hai mảnh 180°. Khi sensor tương ứng với vành này sẽ có tín hiệu "0" có nghĩa rằng trục đang ở trong khoảng từ 0° đến 180°. Vành hai tính từ trong ra chia làm bốn cung tương ứng 90° cho phép xác định cùng với vành đầu tiên là trục đang ở cung phần tư nằm trên đường tròn. Tương tự như vậy các vành càng xa tâm có độ phân giải càng cao. Tăng thêm một vành độ phân giải sẽ tăng gấp đôi. Sử dụng mã nhị phân có thể đưa đến kết quả sai lệch ở một số vị trí giao thời, ví dụ, từ cung 15 đến cung 0 tín hiệu có thể là "0000" hoặc "1111". Để tránh sai lệch này người ta sử dụng hệ mã Gray thay cho mã nhị phân. Khi thay đổi từ vị trí này sang vị trí tiếp theo chỉ có 1 bit thay đổi giá trị, như vậy không có hiện tượng nhầm lẫn vị trí. Mạch quang điện có thể cho phép chuyển đổi tín hiệu từ mã Gray sang mã nhị phân. Để phòng tránh ảnh hưởng của hiện tượng mất điện thường xuyên, các encoder tuyết đối luôn chỉ thị vị trí của trục khi có điện, do vậy không cần phải khởi động bộ đếm về vị trí "0". Các encoder tuyết đối có độ phân giải cao rất đắt vì yêu cầu độ chính xác cao trong việc chế tạo và do kích thước của đĩa lẫn số lượng các sensor để nâng cao độ phân giải. Độ phân giải của encoder phụ thuộc vào số lượng cảm biến quang. Nếu số lượng cảm biến quang là n thì độ phân giải đạt được là $\frac{1}{2^n}$. Như vậy nếu có 9 cảm biến quang học thì độ phân giải

đạt được sẽ là $\frac{1}{2^9}$. Độ mịn của vạch khắc bị giới hạn bởi khả năng chế tạo cơ khí, do đó muốn nâng cao độ phân giải phải tăng đường kính đĩa khắc vạch.

2. Cảm biến đo vận tốc và gia tốc



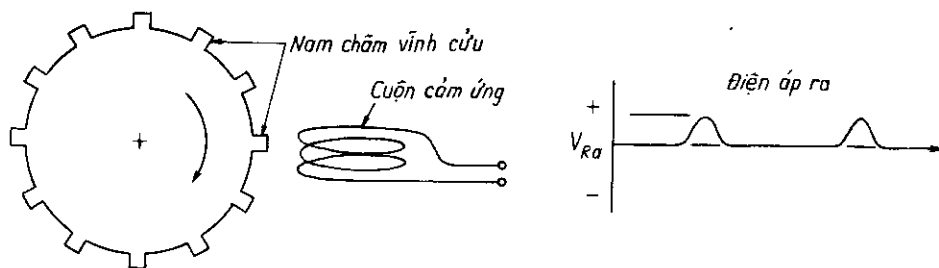
Hình 2.81. Tách tín hiệu tốc độ và gia tốc từ cảm biến vị trí

Để đo vận tốc và gia tốc có thể dùng ngay cảm biến vị trí, bởi vì đạo hàm cấp một của vị trí là tốc độ và đạo hàm cấp hai của vị trí là gia tốc (hình 2.81). Nếu thiết bị điều khiển là máy tính số thì mỗi thay đổi vị trí theo thời gian có thể xác định được vận tốc và gia tốc tương ứng bằng một chương trình tính trong chương trình điều khiển.

Đo tốc độ có thể thực hiện nhờ cảm biến cảm ứng điện từ (hình 2.82). Trên đĩa quay có các răng gắn nam châm vĩnh cửu. Khi các nam châm này chạy qua cuộn dây, gây ra một điện áp cảm ứng. Thiết bị điều khiển đếm số lượng xung trong khoảng thời gian đếm để xác định tốc độ.

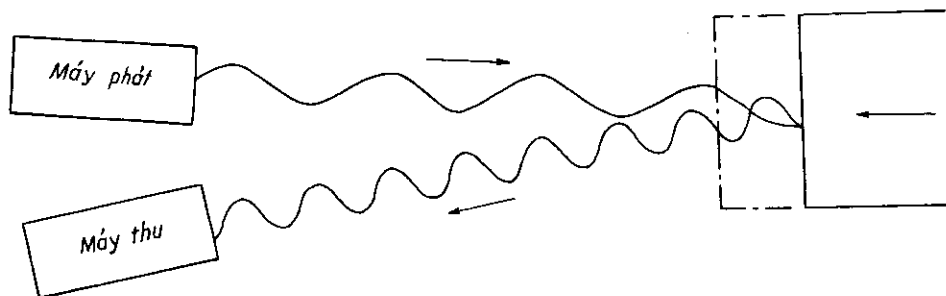
Máy phát tốc xoay chiều AC cũng có thể sử dụng như cảm biến trong hệ điều khiển vị trí có độ chính xác cao. Tần số của điện áp ra xoay chiều tỉ lệ với tốc độ trục quay.

Máy phát một chiều DC thường được gọi là tachomet. Điện áp một chiều trên đầu ra tỉ lệ với tốc độ và tachomet cũng được sử dụng như cảm biến tốc độ.



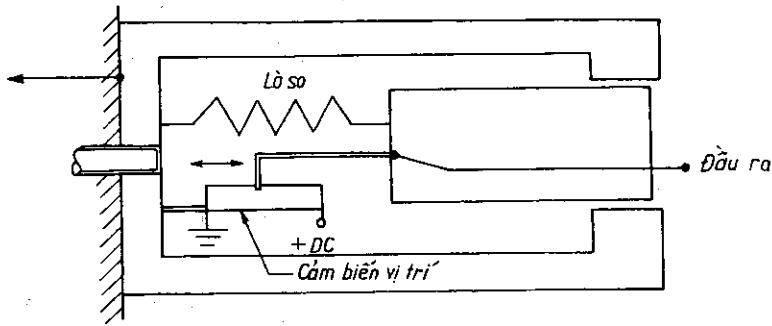
Hình 2.82. Cảm biến cảm ứng điện từ

Cảm biến sử dụng hiệu ứng Doppler (hình 2.83) để đo tốc độ. Loại này thường dùng trong các radar đo tốc độ của cảnh sát giao thông. Khi vật thể chuyển động hướng tới cảm biến thì làm tăng tần số phản hồi thu được tỉ lệ với tốc độ.



Hình 2.83. Cảm biến sử dụng hiệu ứng Doppler

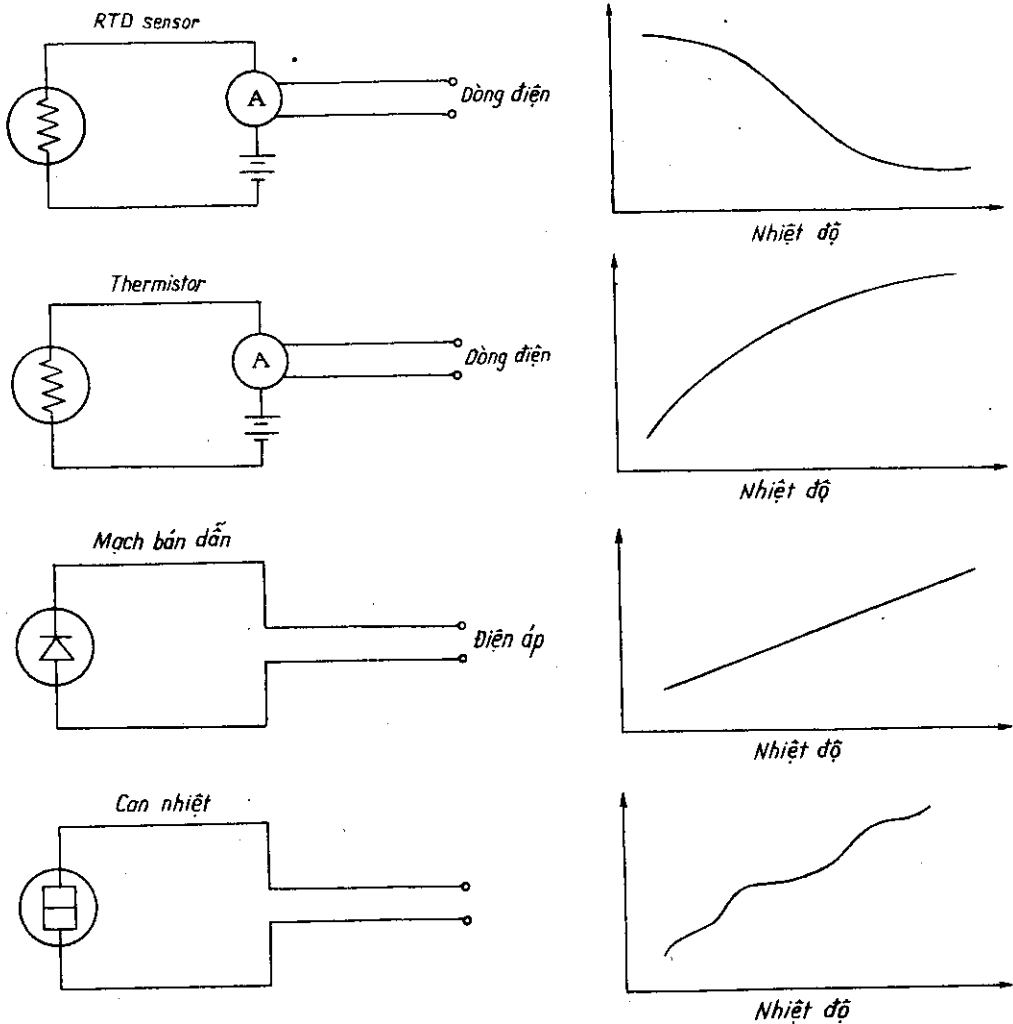
Cảm biến gia tốc (hình 2.84) dựa trên nguyên lý định luật quán tính của Newton. Tín hiệu ra là điện áp một chiều tỉ lệ với gia tốc.



Hình 2.84. Cảm biến gia tốc

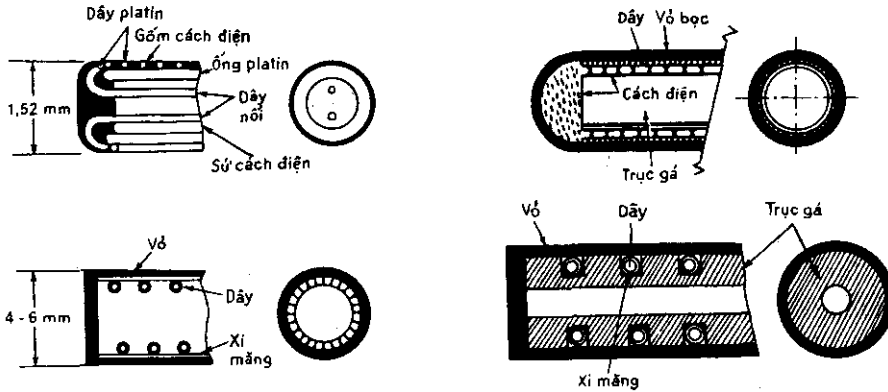
2.2.5. Các cảm biến đo nhiệt độ

Cảm biến nhiệt độ hay được sử dụng trong các quá trình điều khiển nhiệt. Có thể chọn cảm biến tùy theo miền đo và độ tuyến tính yêu cầu. Trên hình 2.85 là bốn dạng cảm biến thông dụng dùng để đo nhiệt độ.



Hình 2.85. Các loại cảm biến nhiệt độ

Loại cảm biến điện trở kim loại RTD (Resistive Temperature Detector) là loại mà nhiệt độ tăng thì điện trở tăng. Dòng điện trên đầu ra của cảm biến giảm khi nhiệt độ tăng nhưng không phải theo tỉ lệ tuyến tính. Miền đo chỉ thực sự chính xác trong khoảng tuyến tính của cảm biến. Kim loại dùng chế tạo cảm biến có thể là platin, niken, đồng hay wolfram. Các cảm biến platin có miền đo khá rộng với nhiệt độ từ -200°C đến 1000°C . Các cảm biến này được bảo vệ bằng một lớp vỏ kim loại (hình 2.86) để chống va đập và tránh bị phá hủy hóa học. Cảm biến dùng điện trở bằng niken có độ phân giải cao hơn so với cảm biến platin. Nhưng niken dễ bị oxy hóa ở nhiệt độ cao, nên chỉ dùng cho miền đo $< 250^{\circ}\text{C}$. Cảm biến điện trở bằng đồng chỉ dùng cho nhiệt độ $< 180^{\circ}\text{C}$. Cảm biến điện trở bằng wolfram có thể dùng cho nhiệt độ cao với độ tuyến tính cao, nhưng có độ ổn định kém hơn cảm biến platin.



Hình 2.86. Cấu tạo của cảm biến điện trở kim loại

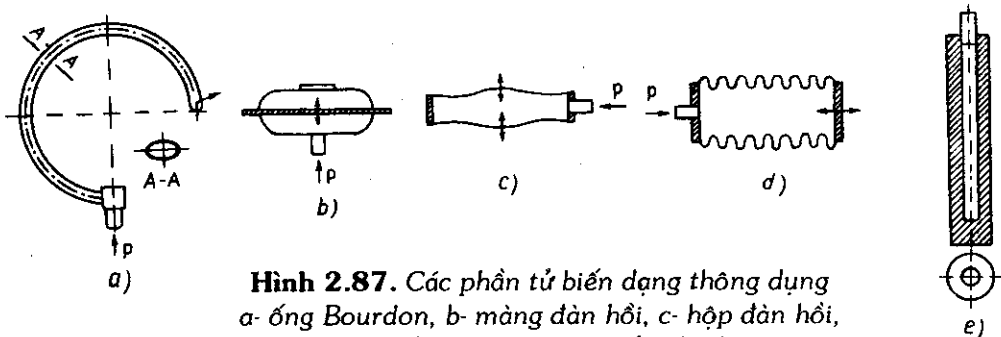
Nhiệt điện trở (thermistor) là loại cảm biến nhiệt độ mà khi nhiệt độ tăng thì điện trở lại giảm. Nhiệt điện trở có độ phân giải cao hơn độ phân giải của điện trở kim loại khoảng 10 lần. Các nhiệt điện trở thông thường được chế tạo từ các oxit bán dẫn đa tinh thể. Miền đo phụ thuộc vào loại nhiệt điện trở, có thể từ -273°C đến 300°C .

Cảm biến bán dẫn là loại dùng mạch bán dẫn tích hợp thì nhiệt độ làm xuất hiện dòng điện hay điện áp tăng tuyến tính. Miền đo bị hạn chế từ -50°C đến 120°C . Trong mạch bán dẫn này có thể có luôn cả bộ khuếch đại.

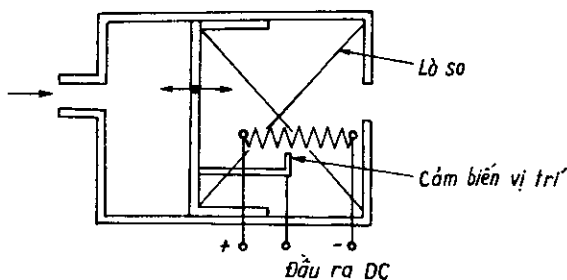
Cảm biến loại cuối cùng là dạng can nhiệt. Can nhiệt hoạt động dựa trên nguyên lý chênh lệch nhiệt điện ở hai đầu nối của hai dây dẫn bằng kim loại khác nhau làm xuất hiện một điện áp. Nhiệt độ tăng làm tăng điện áp ra trên cặp kim loại cấu tạo nên nó. Miền đo của can nhiệt phụ thuộc vào loại vật liệu chế tạo. Đối với can nhiệt đồng /vàng - cô ban có thể đo được từ -270°C đến 2700°C .

2.2.6. Các cảm biến (sensor) đo áp suất, lưu lượng

Đo áp suất là đo lực tác dụng trong môi trường đàn hồi. Các cảm biến áp suất đo chênh lệch áp suất giữa hai vùng kế cận nhau. Thường là một môi trường chất lỏng và một là môi trường không khí. Các cảm biến áp suất đo khả năng mà áp suất vùng đo có thể làm chuyển dịch tải trọng giữ nó lại trong môi trường không khí. Có một số cảm biến áp suất có hai đầu vào nối hai nguồn áp suất khác nhau để đo chênh lệch áp. Các cảm biến sử dụng dạng phần tử biến dạng thông dụng (hình 2.87) như ống bourdon, màng đàn hồi, hộp biến dạng, lò xo ống dạng sóng hay ống hình trụ có thể chỉ thị trực tiếp áp suất trên các thang khắc vạch, nối cách khác các phần tử này thể hiện một dịch chuyển vị trí tương đương với áp suất. Khi sử dụng trong hệ thống tự động bắt buộc các cảm biến loại này phải trang bị thêm cơ cấu chuyển đổi tín hiệu vị trí thành tín hiệu áp lực tương đương.



Hình 2.87. Các phân tử biến dạng thông dụng
a- ống Bourdon, b- màng đàn hồi, c- hộp đàn hồi,
d- lò xo dạng sóng, e- ống hình trụ



Hình 2.88. Cảm biến áp suất dạng lò xo

Cảm biến áp suất dạng lò xo (hình 2.88) sử dụng một cảm biến vị trí kiểu biến trở để xác định lực gây biến dạng lò xo. Lực này tỉ lệ với áp suất tác động.

Cảm biến áp suất dạng tenzomét áp điện (hình 2.89) có thể thông qua biến dạng bề mặt bình, bồn hay vách ngăn để đo áp suất gây ra.

Đo lưu lượng thường gặp trong quá trình chế biến chất lỏng hay chất khí. Nguyên lý đo lưu lượng cũng rất đa dạng.

Theo nguyên lý đo có các dạng cảm biến sau:

1- Cảm biến lưu lượng sử dụng tín hiệu áp suất dòng chảy để xác định lưu lượng. Loại này buộc phải biết chính xác thiết diện ống mà chất lỏng đi qua.

2- Cảm biến lưu lượng sử dụng nguyên lý chênh lệch áp lực ở phía trước và phía sau vách ngăn (có thiết diện xác định).

3- Cảm biến lưu lượng sử dụng nguyên lý tản nhiệt. Nhiệt mất đi tỉ lệ với lưu lượng.

4- Cảm biến dao động của các tấm mỏng dưới tác động của dòng chảy.

5- Cảm biến cánh gạt có trang bị cảm biến tốc độ.

6- Cảm biến dạng tuabin kết hợp cảm ứng điện từ. Trên các cánh của tuabin có gắn các nam châm, cảm biến cảm ứng điện từ đo tốc độ quay của tua bin để xác định lưu lượng.

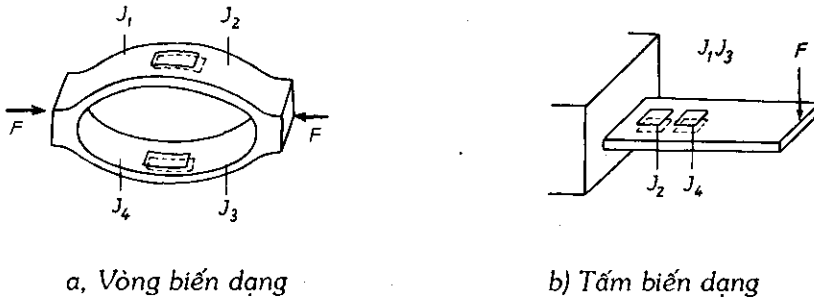
7- Cảm biến dùng nguyên lý đo lưu lượng thông qua cơ cấu định lượng và thiết bị đo tốc độ.

8- Cảm biến từ trường. Loại này đo gián tiếp nhờ sự thay đổi từ trường làm xuất hiện trên các điện cực đo điện thế một chiều tỉ lệ với lưu lượng.

2.2.7. Cảm biến lực

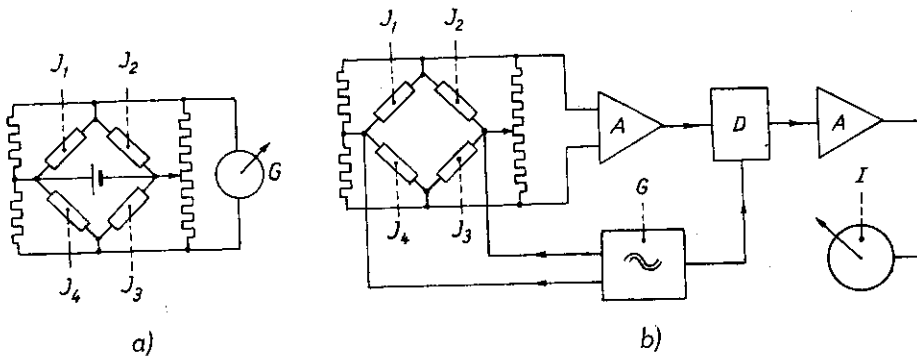
Đo lực là khâu không thể thiếu được trong các hệ thống cân xác định trọng lượng hay lực, ví dụ như các hệ thống cân tự động, các hệ thống điều khiển lực trên máy CNC hay rô bốt. Thông thường lực hay trọng lượng được đo thông qua các phần tử biến dạng như ten zo mét hay phần tử áp điện (piezoelectric).

Đo các lực thành phần riêng biệt bằng tenzomét có thể sử dụng một vài kiểu cảm biến khác nhau (hình 2.89).



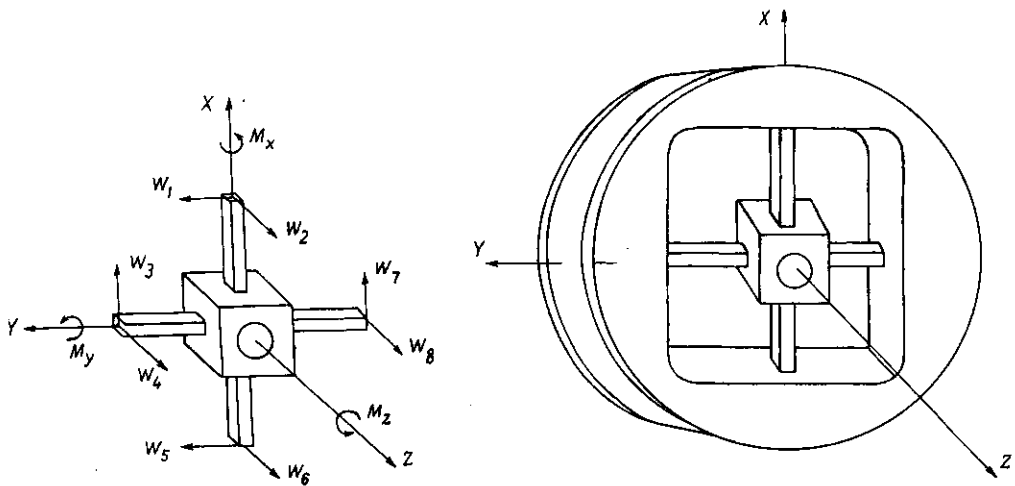
Hình 2.89. Các cảm biến lực một thành phần

Các tenzomét được nối vào cầu đo bằng nguồn một chiều hay xoay chiều (hình 2.90).



Hình 2.90. Cầu đo một chiều (a) và cầu đo xoay chiều (b)

Cảm biến lực sáu thành phần (hình 2.91) có tám cặp tenzomét để có thể đo được ba lực thành phần (F_x, F_y, F_z) và ba mô men (M_x, M_y, M_z). Mỗi thành phần lực sẽ là tổng đại số của tám tích tín hiệu đo và hệ số cứng vững tương ứng. Việc xác định các hệ số cứng vững K_{ij} của từng thành phần có thể thực hiện thông qua các thông số hình học và mô đun đàn hồi của vật liệu chế tạo nên phần tử đàn hồi.

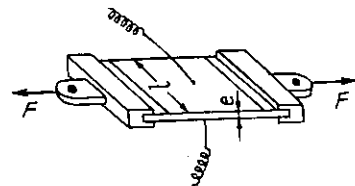
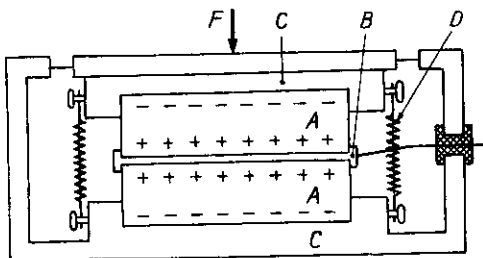


Hình 2.91. Cảm biến lực sáu thành phần kiểu Bejczy

Phương trình lực sẽ có dạng:

$$\begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & K_{13} & 0 & 0 & 0 & K_{17} & 0 \\ K_{21} & 0 & 0 & 0 & K_{25} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & K_{31} & 0 & K_{34} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K_{44} & 0 & 0 & 0 & K_{48} \\ 0 & K_{52} & 0 & 0 & 0 & K_{56} & 0 & 0 \\ K_{61} & 0 & K_{63} & 0 & K_{65} & 0 & K_{67} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \\ W_5 \\ W_6 \\ W_7 \\ W_8 \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

Cảm biến áp điện hay được sử dụng để đo các lực một thành phần. Dưới tác động của lực làm xuất hiện điện áp trên hai mặt ở phương vuông góc với lực tác dụng. Phân tử áp điện (tinh thể thạch anh hoặc một số vật liệu có cấu trúc đơn tinh thể, đa tinh thể) có thể là dạng tròn hay dạng tấm mỏng (hình 2.92). Lực đo có thể là lực nén hay lực kéo.



A- tinh thể thạch anh B- đầu ra điện áp dương

C- đầu ra điện áp âm D- lò xo dự ứng lực

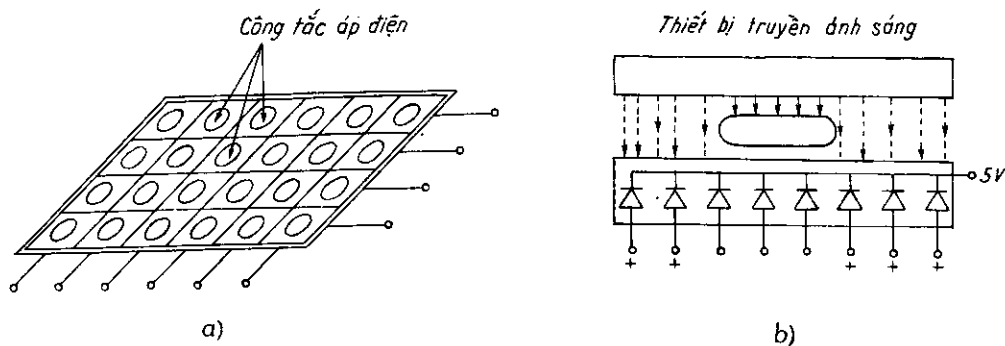
a) Đo lực nén

b) Đo lực kéo

Hình 2.92. Cảm biến lực áp điện

2.2.8. Các cảm biến (sensor) và hệ cảm biến (sensor) chuyên dùng

Các cảm biến dạng mảng công tắc cực nhỏ (hình 2.93) để phát hiện vị trí và định hướng vật thể. Các mảng này có thể là các công tắc áp lực hay các photo đi ốt. Loại này thường được bán kèm theo bộ điều khiển có khả năng hiển thị và trao đổi các tín hiệu tổ hợp trên đầu vào của các công tắc. Bộ điều khiển có thể là một bộ vi xử lý, một bộ nhớ ROM để đọc số liệu và một cổng nối tiếp RS 232C để trao đổi thông tin với máy tính. Các số liệu có thể là các thông tin từ các bộ điều khiển logic mô tả trạng thái các điều kiện đang theo dõi hoặc là các số liệu lập trình bởi người sử dụng nạp đến các bộ điều khiển logic.

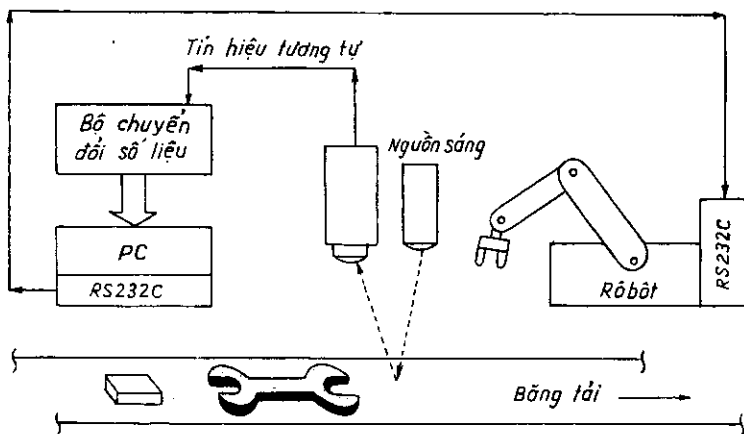


Hình 2.93. Cảm biến vị trí dạng :

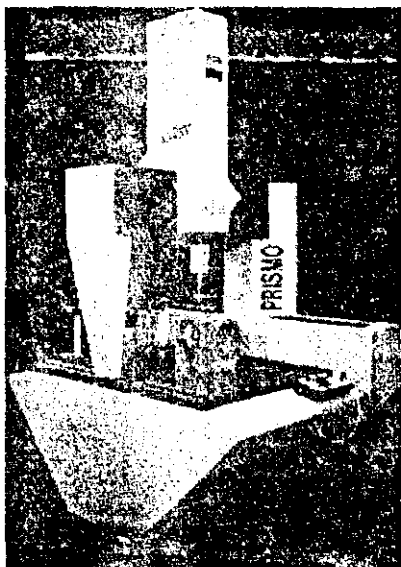
a- mảng công tắc, b- mảng photo đi ốt

Khả năng của các bộ điều khiển là có thể trao đổi được các thông tin phức tạp, tạo điều kiện ứng dụng trong các hệ thống FMS hay CIMS. Bên trong hệ thống sản xuất tự động thường có hệ thống các cảm biến tự động. Các số liệu ghi nhận được từ hệ thống sensor sẽ đảm bảo cho hệ thống có thể đạt được các yêu cầu về chất lượng sản xuất. Các số liệu được ghi nhận bởi các bộ điều khiển hệ thống sản xuất linh hoạt FMS hay hệ thống sản xuất tích hợp CIMS có thể được lưu lại để sử dụng trong các tính toán điều khiển quá trình bằng thống kê SPC. Các kết quả của quá trình điều khiển bằng thống kê có thể được dùng để thay đổi quá trình sản xuất nhằm đạt chất lượng cao.

Hệ thống theo dõi và nhận dạng sản phẩm bằng camera (hình 2.94) là một hệ thống số liệu công kênh nhất. Bởi vì mỗi hình ảnh được ghi lại phải chứa trong một lượng thông tin rất lớn. Và để sử dụng được các hình ảnh phải có một máy tính trang bị phần mềm xử lý ảnh. Các camera có thể là camera 2D hoặc 3D. Tín hiệu là các số nhị phân tương ứng với vị trí màu sắc, độ đậm - nhạt của từng phần tử ảnh theo độ phân giải của camera.

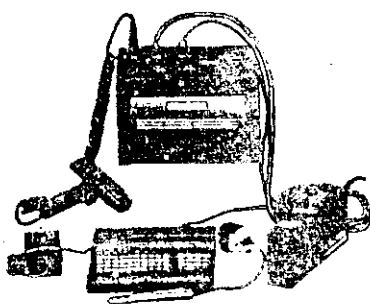


Hình 2.94. Hệ thống nhận dạng bằng hình ảnh



Hình 2.95. Máy đo tọa độ Prismo

Hệ thống đọc mã vạch (hình 2.96) cũng là một hệ thống máy tính hoá. Các bộ đọc mã vạch dựa trên các cảm biến quang học để phát hiện sự khác nhau của ánh sáng phản xạ từ mã vạch (các vạch sáng - tối). Cùng với nguyên lý này là các máy quét scanner.



Hình 2.96. Hệ thống đọc mã vạch

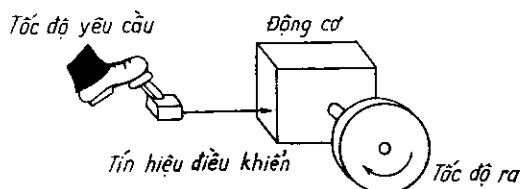
2. 3. Các thiết bị điều khiển

2.3.1. Các hệ điều khiển servo

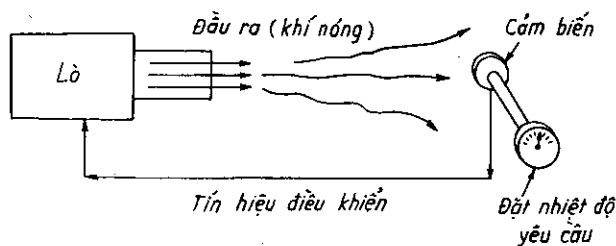
Trong hệ thống sản xuất tự động bắt buộc phải có hệ thống điều khiển tự động. Hệ thống điều khiển tự động có trách nhiệm theo dõi đầu ra và điều khiển cơ cấu chấp hành để đạt được đầu ra yêu cầu. Hệ thống cảm biến - thiết bị điều khiển - cơ cấu chấp hành tạo thành một hệ kín được gọi là hệ điều khiển mạch kín, hay hệ điều khiển servo. Ngày nay có rất nhiều nhà cung cấp các thiết bị chuyên dùng đặc biệt là PLC, các hệ điều khiển servo hay còn gọi là điều khiển PID. Các kỹ sư và các nhà công nghệ phải có đủ khả năng thiết kế và vận hành các hệ thống servo này.

Trong phần lý thuyết điều khiển tự động, chúng ta có thể gặp hệ điều khiển mạch hở và hệ điều khiển mạch kín. Trên hình 2.97 là hai thí dụ đơn giản về các hệ này. Hệ điều khiển mạch kín chính tắc có sơ đồ như trên hình 2.98. Trong hệ này thì đại lượng vào X phải được cấp, có thể bằng tay thông qua điều chỉnh hay có thể cung cấp bằng thiết bị điều khiển theo chương trình như PLC, thiết bị điều khiển rô bốt, hay máy tính. Đại lượng vào hay tín hiệu vào

được truyền qua bộ khuếch đại sai số, ở đây nó thực hiện phép cộng đại số với tín hiệu phản hồi đo được qua cảm biến. Tín hiệu về sai số điều khiển E tỉ lệ với sai lệch giữa đại lượng vào X và đại lượng phản hồi W. Tín hiệu sai số điều khiển sẽ tác động lên cơ cấu chấp hành G để nó hiệu chỉnh đầu ra nhằm triệt tiêu sai số này. Thực tế là các cơ cấu chấp hành cũng có thể gồm cả các bộ khuếch đại và các cơ cấu chấp hành nối tiếp nhau. Các ảnh hưởng của môi trường tác động lên hệ thống gọi là nhiễu. Đại lượng ra được theo dõi bằng cảm biến và thường được chuyển thành một đại lượng tương ứng với dòng điện hay điện áp tỉ lệ với nó. Vì vậy tín hiệu này phải qua một phần tử “phản hồi” để biến đổi về đại lượng tương đương với đại lượng vào của hệ thống.



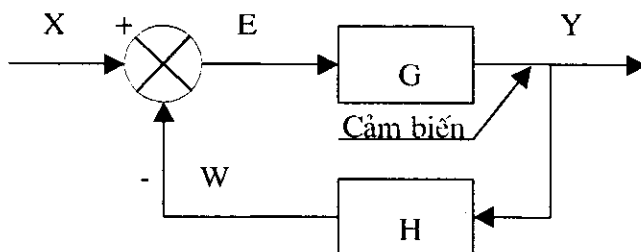
a) Điều khiển tốc độ mạch hở



b) Điều khiển nhiệt mạch kín

Hình 2.97. Hệ điều khiển mạch hở và hệ điều khiển mạch kín (phản hồi)

tín hiệu này phải qua một phần tử “phản hồi” để biến đổi về đại lượng tương đương với đại lượng vào của hệ thống.



X - Chuẩn vào,

Y - Đầu ra (Đáp ứng)

E - Sai số điều khiển,

W - Tín hiệu phản hồi

G - Hàm truyền hệ thống,

H - Hàm truyền của phần tử phản hồi

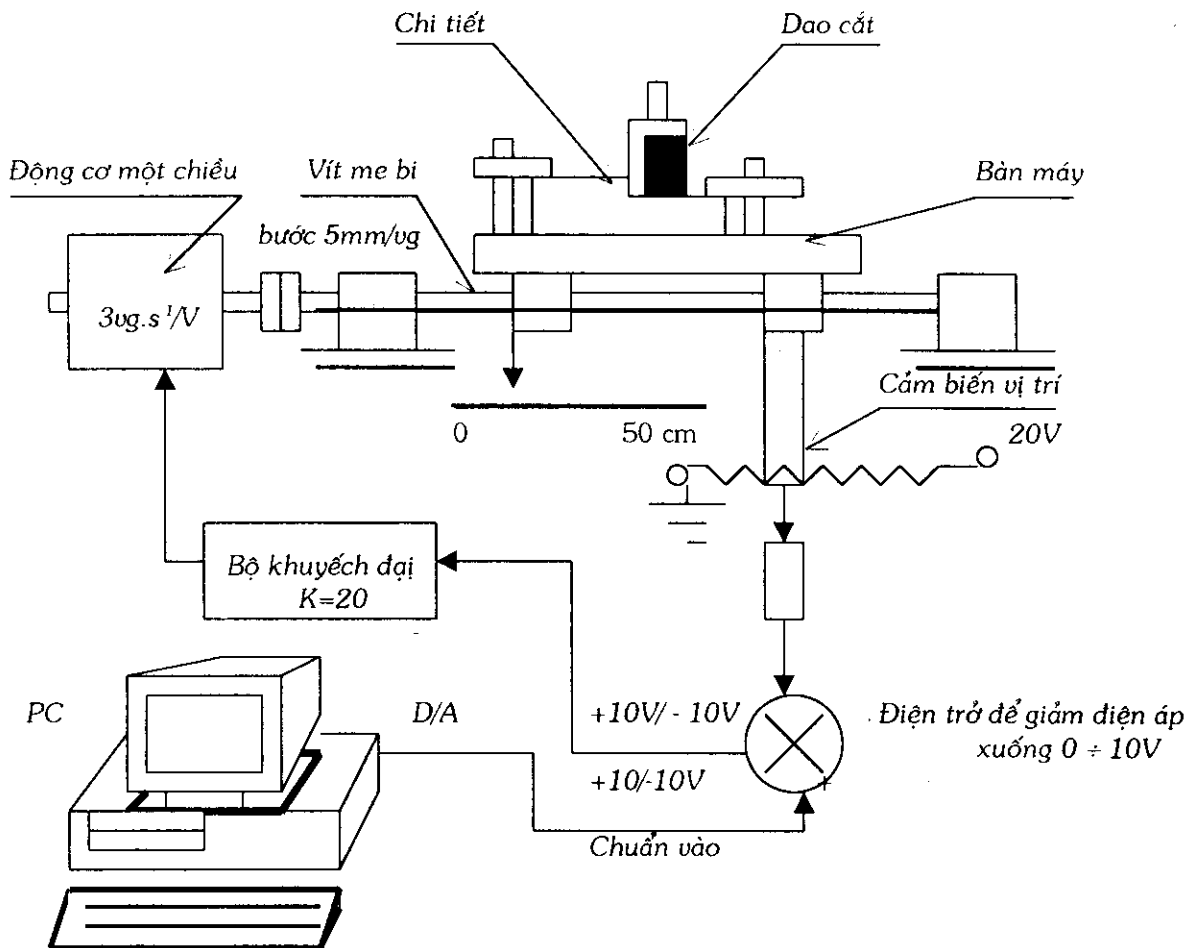
Hình 2.98. Sơ đồ khối của hệ servo

Ví dụ về hệ thống điều khiển servo của máy NC cho trên hình 2.99. Hệ này điều khiển vị trí của bàn máy bằng một chuỗi các vị trí đi qua vị trí cắt của dao. Đầu vào của hệ thống là tín hiệu số do máy tính cung cấp được chuyển đổi thành tín hiệu điện một chiều, nhờ cầu chuyển đổi D/A tín hiệu số chuyển thành tín hiệu liên tục (tương tự).

Điện áp một chiều được giữ cố định cho đến khi chương trình NC thay đổi nó. Điện áp một chiều ở đầu vào có thể trong khoảng từ 0 đến 10V và nó tương ứng với vị trí yêu cầu của bàn máy trong hệ điều khiển servo này. Trong trường hợp bàn máy có thể dịch chuyển tối đa (max) là 50 cm thì 0V ứng với vị trí 0 cm và 10V ứng với vị trí 50 cm.

Ban đầu bàn máy đang ở vị trí 0 cm tương ứng với tín hiệu phản hồi 0V. Khi đầu vít có tín hiệu là 5V tương ứng với 25 cm, thì sai số điều khiển đi ra từ bộ khuếch đại sai số là

$$E = 5V - 0V = 5V$$



Hình 2.99. Hệ servo điều khiển vị trí

Trong hệ servo này thì cơ cấu chấp hành bao gồm các phần tử sau: bộ khuếch đại, động cơ một chiều DC và bộ truyền trục vít me bi. Điện áp 5V là rất thấp để có thể điều khiển được động cơ, do đó nó phải được khuếch đại công suất lên. Động cơ DC biến điện áp vào thành mô men kéo và làm nó quay. Trục vít me bi biến chuyển động quay thành một chuyển động tịnh tiến với bước tiến 5 mm/vòng. Hệ số khuếch đại của toàn bộ các phần tử này là :

$$K_t = K_a \times K_m \times K_v$$

trong đó K_a - hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại công suất và bằng 20V đầu ra/1V đầu vào.

K_m - hệ số khuếch đại của động cơ và bằng 3 vg/SV

K_v - hệ số truyền đi của vít me bi và bằng 5mm/vòng

Hệ số khuếch đại toàn bộ hệ thống sẽ là:

$$K_t = 20V/V \times 3vg/SV \times 0.05cm/vg = 3cm/SV$$

Như vậy khi tín hiệu vào là 5V thì tín hiệu sai số điều khiển đã làm cho bàn máy dịch chuyển với tốc độ từ 0cm/s lên tốc độ là 15 cm/s. Với tốc độ này bàn máy có thể đạt đến vị trí cần thiết sau hơn một giây. Với vận tốc 15cm/s thì sau 0, 1s bàn đã dịch chuyển được 1,5cm

gần về phía vị trí yêu cầu. Tín hiệu phản hồi giảm xuống mức điện áp tương đương với sai số còn lại. Hàm truyền của khối phản hồi là:

$$H_t = H_c \times H_k$$

trong đó: H_t - hàm truyền phản hồi tổng cộng,

H_c - hàm truyền của cảm biến,

H_k - hàm truyền của khâu hạ áp.

Bảng 2.1 Đáp ứng của hệ servo vị trí

Vị trí yêu cầu(cm)	Thời gian (s)	X (V)	Y (V)	W (V)	E (V)	Tốc độ bàn máy (cm/s)	Vị trí sau 0,1s
0	-0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0	5	0,00	0,00	5,00	1,00	1,50
25	0,1	5	1,50	0,30	4,70	14,10	2,12
25	0,2	5	2,12	0,42	4,58	13,73	3,49
25	0,3	5	3,49	0,70	4,30	12,91	4,50
25	0,4	5	4,50	0,90	4,10	12,30	5,73
25	0,5	5	5,73	1,15	3,85	11,56	6,63
25	0,6	5	6,63	1,33	3,67	11,02	7,73
25	0,7	5	7,73	1,55	3,45	10,36	8,01
25	0,8	5	8,01	1,60	3,40	10,19	9,03
25	0,9	5	9,03	1,81	3,19	9,58	9,99
25	1,2	5	9,99	2,00	3,00	9,01	1,89
25	1,1	5	10,89	2,18	2,82	8,47	1,73
25	1,2	5	11,73	2,35	2,65	7,96	12,53
52	1,3	5	12,53	2,51	2,49	7,48	13,28
25	1,4	5	13,28	2,66	2,34	7,03	13,98
25	1,5	5	13,98	2,80	2,20	6,61	14,64
25	1,6	5	14,64	2,93	2,07	6,21	15,26
25	1,7	5	15,26	3,05	1,95	5,84	15,85
25	1,8	5	15,85	3,17	1,83	5,49	16,40
25	1,9	5	16,40	3,28	1,72	5,16	16,91
25	2	5	16,91	3,38	1,62	4,85	17,40
25	2,1	5	17,40	3,48	1,52	4,56	17,86
25	2,2	5	17,86	3,57	1,43	4,29	18,28
25	2,3	5	18,28	3,66	1,34	4,03	18,69
25	2,4	5	18,69	3,74	1,26	3,79	19,07
25	2,5	5	19,07	3,81	1,19	3,56	19,42
25	2,6	5	19,42	3,88	1,12	3,35	19,76
25	2,7	5	19,76	3,95	1,05	3,15	20,07
25	2,8	5	20,07	4,01	0,99	2,96	20,37
25	2,9	5	20,37	4,07	0,93	2,78	20,64
25	3	5	20,64	4,13	0,87	2,61	20,91

Hàm truyền của khối phản hồi là :

$$H_f = 1V/2,5cm \times 0,5V/V = 0,2 \text{ V/cm}$$

Như vậy tại vị trí 1,5cm sau 0,1s thì vị trí yêu cầu còn lại là 23,5cm. Tín hiệu từ đầu ra của cảm biến thay đổi từ 0 thành 0,3V sau 0,1s.

Sai số điều khiển sẽ là:

$$E = X - W = 5V - 0,3V = 4,7V$$

Vận vận tốc của bàn kể từ thời điểm 0.1s phụ thuộc vào hàm truyền G và ta có:

$$\text{Vận tốc} = G \times E = 3\text{cm.s}^{-1}/V \times 4,7V = 14,1 \text{ cm/s}$$

Trên đây là các mô tả về đáp ứng tức thời của một hệ thống điều khiển servo. Trong bảng 2.1 là các giá trị của các đại lượng trong hệ thống servo điều khiển vị trí theo thời gian.

Trong thực tế có thể đáp ứng này không hoàn toàn như vậy bởi vì chúng ta đã không quan tâm đến ảnh hưởng của hai yếu tố: ma sát và quán tính. Quán tính có xu hướng làm cho bàn máy vượt quá vị trí yêu cầu. Ma sát làm giảm mô men kéo để dịch chuyển bàn đến đích, như vậy nó có xu hướng chống lại khả năng bàn chạy quá vị trí yêu cầu. Cần phải chú ý rằng động cơ của máy NC có thể chạy với tốc độ 600vg/s tức là 36.000vg/phút. Ma sát là vấn đề khó nghiên cứu, cho đến nay vẫn còn làm các chuyên gia tự động hoá, đặc biệt là các chuyên gia về rô bốt đau đầu. Trong các hệ thống điều khiển đòi hỏi có độ chính xác cao và thời gian đáp ứng ngắn bắt buộc người ta phải tìm hiểu được qui luật ma sát và quán tính, dù chỉ là gần đúng. Như vậy có thể thấy rằng không phải cứ có thiết bị điều khiển tác động lên hệ thống bị điều khiển là có kết quả mong muốn. Ảnh hưởng của các đặc tính động lực học của các hệ thống bị điều khiển lên đáp ứng của toàn hệ thống không kém gì các tác động của thiết bị (hệ thống) điều khiển lên nó. Điều này đặc biệt quan trọng trong điều khiển rô bốt. Chúng ta thấy rằng hiểu biết về các thiết bị, kỹ thuật điều khiển chưa đủ để điều khiển một hệ thống cơ khí. Muốn điều khiển được chính xác các hệ thống hay quá trình vật lý nào đó trước hết chúng ta phải hiểu về động lực học của quá trình ấy.

2.3.2. Các thiết bị điều khiển tương tự (Analog)

Các hệ thống điều khiển thường khá phức tạp nên việc phân loại chúng cũng không đơn giản. Chúng ta có thể phân loại các hệ thống điều khiển theo các thuật toán điều khiển dùng trong nó hay phân loại theo cấu hình của hệ thống mà không quan tâm đến khía cạnh thuật toán điều khiển sử dụng.

Theo các thuật toán điều khiển dùng trong các thiết bị điều khiển, chúng ta có các thiết bị điều khiển sau:

- Điều khiển dạng đóng ngắt ON/OFF
- Điều tỉ lệ (tuyến tính) P
- Điều khiển tỉ lệ - tích phân PI
- Điều khiển tỉ lệ- vi phân
- Điều khiển tổ hợp PID

Theo cấu hình của các hệ thống điều khiển, có thể là tổ hợp năm kỹ thuật điều khiển trên đây, chúng ta có thể có các hệ điều khiển sau:

- Điều khiển nhiều vòng kín

- Điều khiển bằng tổng hợp trực tiếp
- Điều khiển thích nghi
- Điều khiển trượt
- Điều khiển tiên định (Predictive)
- Điều khiển cascade

2.3.2.1. Thiết bị điều khiển dạng đóng ngắt ON/OFF

Trong mạch điều khiển đóng ngắt, bộ khuếch đại sai số điều khiển chỉ có hai giá trị ra và thường được gọi là bộ so sánh. Nếu giá trị cho trước của đầu vào cao hơn giá trị của tín hiệu phản hồi thì đầu ra của bộ so sánh cho một giá trị cực đại. Nếu giá trị đầu vào nhỏ hơn giá trị phản hồi thì đầu ra của bộ so sánh là nhỏ nhất. Trong hệ điều khiển nhiệt độ của các lò công nghiệp khi nhiệt độ trong lò vượt quá giá trị đặt trước trên đầu vào thì công tắc thủy ngân sẽ ngắt nguồn điện và ngược lại khi nhiệt độ lò thấp hơn nhiệt độ đặt trước thì công tắc thủy ngân sẽ đóng nguồn và lò tiếp tục được đốt nóng.

2.3.2.2. Thiết bị điều khiển tuyến tính P

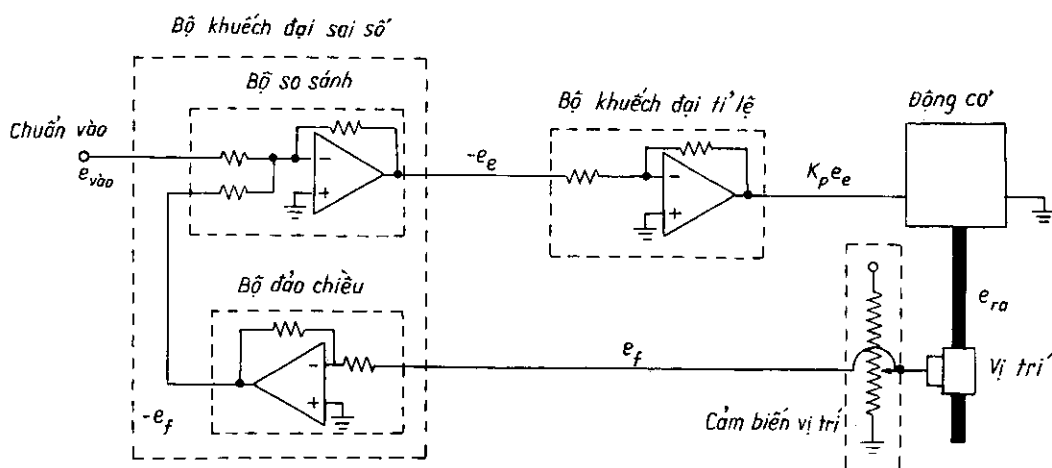
Điều khiển tỉ lệ là thuật toán điều khiển đơn giản nhất, được mô tả bởi phương trình toán học sau đây:

$$E_{ra} = K_p \times E_{vào}$$

trong đó E_{ra} - đầu ra của phần tử điều khiển,

$E_{vào}$ - đầu vào

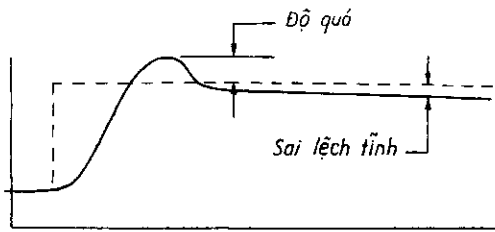
K_p - hệ số tỉ lệ hay còn gọi là hệ số khuếch đại.



Hình 2.100. Hệ điều khiển tỉ lệ dựa trên các bộ khuếch đại toán tử

Hình 2.100 minh họa một hệ thống điều khiển vị trí bằng điều khiển tỉ lệ. Một bộ khuếch đại tỉ lệ với độ khuếch đại điều chỉnh được đóng vai trò phần tử điều khiển và nằm giữa bộ khuếch đại sai số và cảm biến.

Thiết bị điều khiển này gồm hai bộ khuếch đại sai số điều khiển và một bộ khuếch đại tuyến tính. Các bộ khuếch đại này vừa khuếch đại chênh lệch điện áp vừa đảo dấu điện thế, do đó ở đầu vào luôn là cực âm của bộ khuếch đại. Đáp ứng ra của hệ thống điều khiển vị trí bằng thiết bị điều khiển tỉ lệ (tuyến tính) luôn có một giá trị sai lệch tĩnh nhất định, phụ thuộc vào hệ số K_p .



Hình 2.101. Đáp ứng của hệ thống điều khiển tỉ lệ

Trên thực tế thì cảm biến hay được lắp đằng sau cơ cấu chấp hành. Sai số điều khiển tỉ lệ với sai số về vị trí. Trong hệ thống điều khiển tỉ lệ thì đáp ứng ra thay đổi ngay khi bắt đầu có tín hiệu sai số điều khiển khác không. Đáp ứng của hệ thống khi đầu vào là một hàm bậc thang thường vẫn có sai lệch tĩnh khác không (hình 2.101). Đáp ứng ra có thể vượt quá giá trị yêu cầu. Giá trị này được gọi là độ quá. Điều này xảy ra đặc biệt với hệ dưới cản, khi cơ cấu chấp hành phải dịch chuyển một tải trọng lớn hơn so với mức trung bình. Khi đáp ứng ra vượt quá giá trị yêu cầu, hệ điều khiển servo sẽ điều khiển đầu ra quay trở lại vị trí yêu cầu, dừng chuyển động ngược với hướng ban đầu. Sự dao động xung quanh giá trị yêu

cầu sẽ tắt dần, trừ phi hệ thống bị dao động xung quanh tần số dao động riêng đặc trưng của hệ chịu tải trọng. Đáp ứng ra của hệ có thể không phải là giá trị chính xác như yêu cầu. Trong giới hạn cho phép, khi sai số giữa đáp ứng ra và giá trị yêu cầu nhỏ hơn 5% thì xem như đạt yêu cầu. Nếu muốn giảm sai số điều khiển, bắt buộc phải tăng hệ số khuếch đại và như vậy sẽ làm tăng độ quá của hệ thống. Đối với các hệ điều khiển vị trí thì điều này là điều không mong muốn, đặc biệt là đối với máy công cụ điều khiển số NC.

Bộ khuếch đại toán tử sử dụng như thiết bị điều khiển tỉ lệ, hệ số khuếch đại của bộ này rất cao và không ổn định nếu không có mạch phản hồi. Bộ khuếch đại có mạch phản hồi cho đáp ứng ra ổn định hơn và hệ số khuếch đại được xác định như sau :

$$K_p = -(R_{ra}/R_{vao})$$

Trên thực tế một số thiết bị điều khiển tỉ lệ cung cấp một đầu ra tỉ lệ với sai số trên toàn bộ miền sai số cho phép. Đối với các hệ điều khiển nhay, thì thiết bị điều khiển tỉ lệ sẽ cho một đáp ứng nhanh khi có sự thay đổi nhỏ trên đầu vào. Giới hạn của đầu ra của thiết bị điều khiển ngăn cản khả năng tuyến tính của nó trên mọi thay đổi lớn của đầu vào. Khái niệm dải tuyến tính (hay tỉ lệ) được sử dụng để giới hạn độ tuyến tính.

2.3.2.3. Thiết bị điều khiển tỉ lệ- tích phân PI

Một thiết bị điều khiển tỉ lệ - tích phân đôi khi còn được gọi là thiết bị điều khiển “tái lập”, nhằm giải quyết vấn đề sai số cố định trong điều khiển bằng điều khiển tỉ lệ. Phương trình điều khiển có dạng sau:

$$E_{ra} = K_p \times E_{vao} + K_i / E_{vao} \times dt$$

trong đó: K_i - hệ số khuếch đại tích phân

$\int E_{\text{m}} dt$ = tổng giá trị các sai số tại thời điểm t.

Sơ đồ khối của hệ điều khiển dạng này cho trên hình 2-102. Khi đầu vào hệ thống là tín hiệu dạng bậc thang đơn vị thì sai số điều khiển lập tức trở thành khác không. Tín hiệu này được khuếch đại bởi hệ số khuếch đại tuyến tính (tỉ lệ) K_p và gây ra trên động cơ một mô men kéo. Sai số điều khiển được tích phân và tăng dần theo thời gian. Khi sai số này còn bé, thì mặc dù được khuếch đại bởi hằng số tích phân, tín hiệu điều khiển vẫn chưa có thể giúp gì nhiều để điều khiển động cơ một chiều DC. Sau khi bộ khuếch đại tuyến tính đã dịch chuyển tải trọng về gần vị trí yêu cầu thì tín hiệu sai số đã trở thành rất nhỏ và tín hiệu khuếch đại qua bộ khuếch đại tuyến tính không đủ để cung cấp dòng cho động cơ DC làm triệt tiêu sai số cố định. Giá trị được tích phân này dù qua khuếch đại với hệ số khuếch đại nhỏ vẫn có thể gây ra dòng điện đủ để đưa động cơ DC đến gần trạng thái sai lệch tĩnh. Cần chú ý rằng giá trị sai số được tích phân không tiến đến không khi sai lệch trở thành không, và như vậy động cơ tiếp tục tạo ra một mômen kéo. Mômen kéo này cần để giữ tải chống lại trọng lực. Nếu mômen này lớn thì có thể gây ra độ quá trên đầu ra của hệ thống và như vậy nó sẽ tạo ra sai lệch âm. Tích phân của sai lệch âm và giá trị đã được tích phân của sai lệch dương sẽ làm giảm giá trị tích phân cho đến khi chỉ cần một mômen kéo nhỏ để đủ chống lại trọng lực được tạo ra.

Mạch khuếch đại toán tử (hình 2.102) giống hệt như hệ điều khiển tỉ lệ (hình 2.100), ngoại trừ một đầu ra của bộ khuếch đại toán tử có một tụ điện trên mạch phản hồi. Bộ khuếch đại toán tử này tích phân điện áp vào mà nó nhận được và đầu ra là giá trị tỉ lệ với tổng của đầu vào. Cần có thêm bộ khuếch đại toán tử 4 và 5 vào trong mạch. Bộ khuếch đại toán tử thứ 4 thực hiện phép tổng đại số điện áp ra từ bộ khuếch đại tỉ lệ và bộ khuếch đại tích phân. Nên nhớ rằng điện áp ra của các bộ khuếch đại này bị đảo chiều do vậy cần có thêm bộ khuếch đại thứ 5 để đảo chiều điện áp của bộ khuếch đại tổng thứ 4.

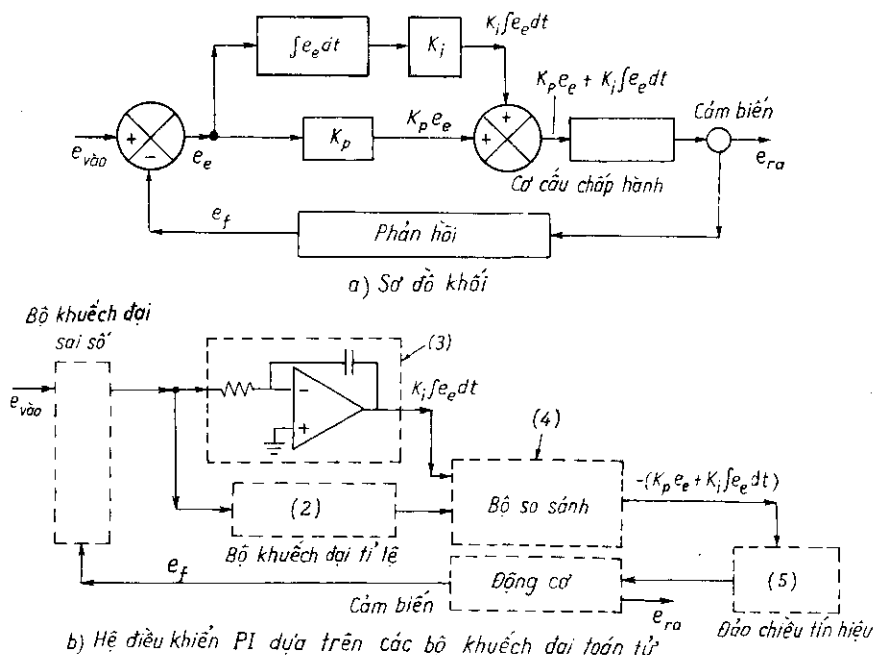
Như vậy một qui tắc tổng quát là hệ số khuếch đại trong hàm tích phân có thể giữ rất nhỏ so với hệ số khuếch đại của khâu tỉ lệ. Nếu một sai lệch lớn được dự báo thì cần phải hiệu chỉnh mạch điện trên sao cho nó có thể giảm tốc độ mà đầu ra của bộ tích phân được phép tăng.

Trong các ứng dụng điều khiển quá trình, chuẩn vào của hệ thống ít khi thay đổi. Giá trị của sai số thường thay đổi dần theo các điều kiện môi trường. Trong các trường hợp như vậy, người ta có thể chấp nhận việc bỏ thành phần điều khiển tỉ lệ mà chỉ dùng hoàn toàn thành phần điều khiển tích phân. Sự thay đổi trên hệ thống điều khiển PI như vậy, làm hệ này trở thành một thiết bị điều khiển được gọi là thiết bị điều khiển tích phân. Trong một quá trình điều khiển, điều khiển tích phân còn hay được gọi là điều khiển tái lập, bởi vì nó điều khiển đầu ra của hệ thống trở về giá trị ban đầu sau khi đã bị làm sai lệch.

Hằng số tích phân K_i được xử lý như một thừa số nhỏ hơn một, đôi khi được hiểu như số lần lặp trong một giây. Đầu ra của bộ tích phân tương tự (3) tăng sau một thời gian là hằng số. Hằng số thời gian được tính bằng cách nhân giá trị của điện trở (với đơn vị là Ohm), với giá trị của điện dung (Farad). Hằng số tích phân đôi khi cũng được gọi là thời gian lặp T_i với đơn vị là phút hay giây, và nó là nghịch đảo của K_i .

$$K_i = 1/RC \text{ (số lần lặp trong một giây)}$$

$$T_i = 1/K_i = RC \text{ (giây)}$$



Hình 2.102. Hệ điều khiển tỉ lệ - tích phân PI

a) Sơ đồ khối; b) Hệ điều khiển PI dựa trên các bộ khuếch đại toán tử

Bởi vì thêm thành phần điều khiển tích phân làm cho thời gian đáp ứng ngắn hơn. Hệ điều khiển PI đặc trưng có tần số cộng hưởng khoảng 50% cao hơn các hệ thống điều khiển tỉ lệ.

2.3.2.4. Thiết bị điều khiển tỉ lệ vi phân PD

Hệ thống điều khiển tỉ lệ vi phân (hình 2-103) còn được gọi là điều khiển tốc độ, vì nó thay đổi tốc độ đáp ứng của hệ servo theo yêu cầu chống lại độ quá. Các hệ điều khiển PD ít khi được dùng trong công nghiệp, mặc dù thành phần điều khiển vi phân và thành phần điều khiển tỉ lệ của hệ điều khiển PD đều dùng để chống lại độ quá.

Một dạng của điều khiển PD sử dụng thành phần vi phân để tăng tốc độ đáp ứng của hệ servo để làm thay đổi sai số điều khiển. Dạng điều khiển này có thể mô tả bằng phương trình sau đây:

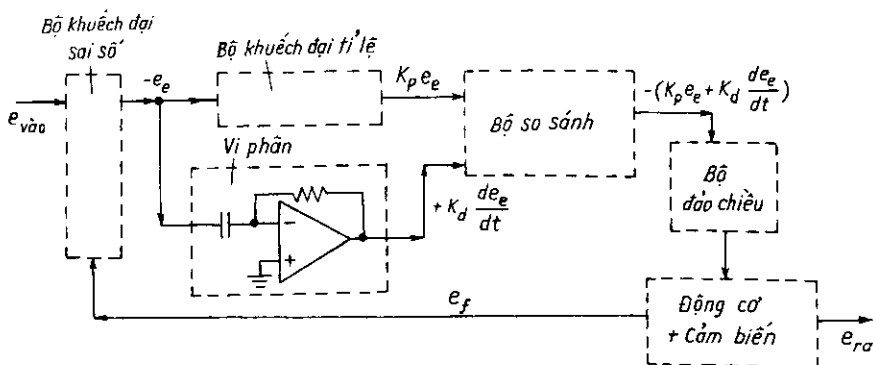
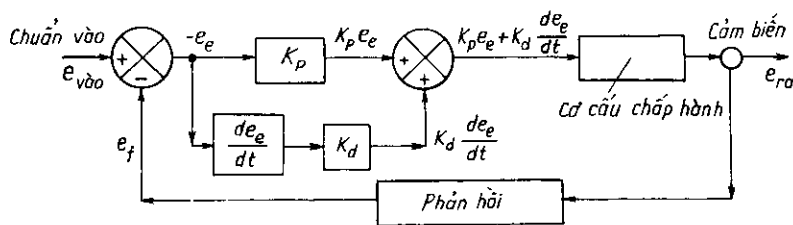
$$E_{ra} = K_p \times E_{vao} + K_D \times d(E_{vao})/dt$$

trong đó: K_D - hệ số khuếch đại của thành phần vi phân,

$d(E_{vao})/dt$ - tốc độ thay đổi của sai số.

Trong hệ điều khiển PD này sự gia tăng của sai số điều khiển làm tăng đầu ra của hệ thống. Hệ điều khiển này còn được gọi là điều khiển tiên định (Predictive) bởi vì nó làm cho hệ thống đáp ứng mạnh hơn để hiệu chỉnh sai số khi sai số này tăng với tốc độ nhanh.

Sự hiện diện của thành phần vi phân có nghĩa rằng hệ số tỉ lệ có thể được giữ bé hơn, bởi vì giá trị vi phân sẽ gây ra tăng tốc giống như khi sai số tăng. Xu hướng tiến tới độ quá của hệ sẽ được giảm, cũng như sai số giảm, kết quả của vi phân âm. Thêm giá trị âm cho đến khi giá trị tỉ lệ làm giảm đầu ra trước khi có thể xuất hiện độ quá.

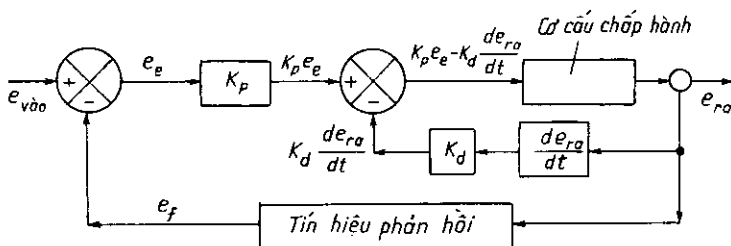


Hình 2.103. Hệ điều khiển tỉ lệ - vi phân PD

Một dạng PD khác được mô tả bằng sơ đồ khối ở hình 2.104a và phương trình sau :

$$E_{ra} = K_p \times E_{vào} - K_D \times d(E_{ra})/dt$$

trong đó $d(E_{ra})/dt$ - tốc độ thay đổi của đầu ra.



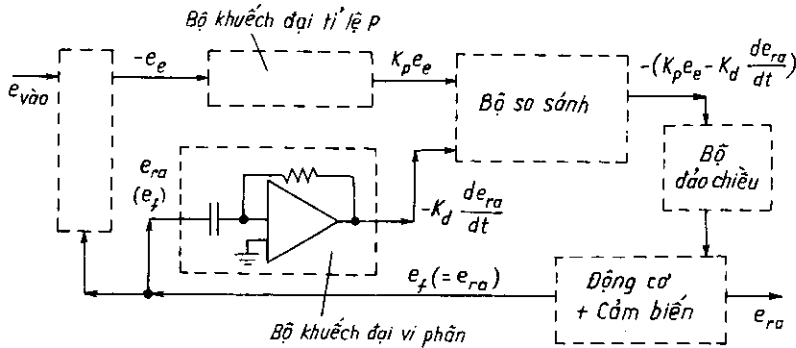
Hình 2.104a. Sơ đồ khối của hệ điều khiển PD tỉ lệ đảo chiều

Trong công thức này, đầu ra của hệ servo được giảm bằng thành phần phụ thuộc vào tốc độ thay đổi của đầu ra hệ thống. Hệ servo này có thể dùng để điều khiển vị trí của bàn máy. Khi bàn máy tăng tốc bằng cách nào đó đến vị trí mới, thì tín hiệu vi phân cũng tăng lên. Sau khi được trừ đi trên bộ cộng tín hiệu, tín hiệu vi phân làm giảm đáp ứng ra của hệ thống, làm hệ thống giảm tốc dần cho đến khi đạt vị trí cần thiết. Thành phần tỉ lệ của hệ điều khiển sẽ còn tác động để hiệu chỉnh sai lệch, trong lúc thành phần vi phân hoạt động như giới hạn tốc độ của bàn máy. Kết quả rõ ràng rằng bàn máy gây ra mô men quán tính bé hơn và xu hướng xuất hiện độ quá sẽ giảm.

Trên hình 2.104b là hệ điều khiển PD đảo chiều cấu tạo từ các bộ khuếch đại toán tử. Trên mạch này có cả bộ khuếch đại toán tử cho thành phần điều khiển tỉ lệ. Tự điện trên mạch vi phân cho phép dòng của cảm biến đến đầu vào của bộ khuếch đại toán tử thay đổi, như vậy

đầu ra của bộ khuếch đại toán tử vì phân sẽ tỉ lệ với tốc độ thay đổi của đầu ra của hệ thống. Cũng như trong mạch PI, sự cố mật của bộ khuếch đại toán tử tỉ lệ đảm bảo rằng sẽ có một đáp ứng ra của hệ thống khi có một tín hiệu về sai số điều khiển.

Trong một kiểu hệ điều khiển PD khác, hệ số khuếch đại trong hàm vi phân K_d thường chọn là nhỏ vì thành phần vi phân có xu hướng ngăn cản đáp ứng của hệ thống như khi sai số điều khiển giảm. Kết quả là nó làm đảo chiều đầu ra của thiết bị điều khiển trước khi đạt được đầu ra yêu cầu.



Hình 2.104b. Hệ điều khiển PD đảo chiều dựa trên các bộ khuếch đại toán tử

Có một số điều kiện làm cho hệ servo có thành phần điều khiển vi phân không đáp ứng tốt. Các điều kiện đó là:

- Môi trường bị nhiễu (nhiều điện có thể xuất hiện nếu dây không được bảo vệ chống nhiễu tương xứng, làm cho thay đổi tín hiệu điện áp nhanh trên đầu vào của bộ vi phân. Thành phần này sẽ đáp ứng bằng khi nhiễu tăng cũng như khi chống lại nhiễu giảm, gây ra cho cơ cấu chấp hành một chuyển động lui - tới quá nhanh. Như vậy hàm vi phân thường bị tránh sử dụng khi biết có gần hệ thống là nguồn trường điện từ mạnh.

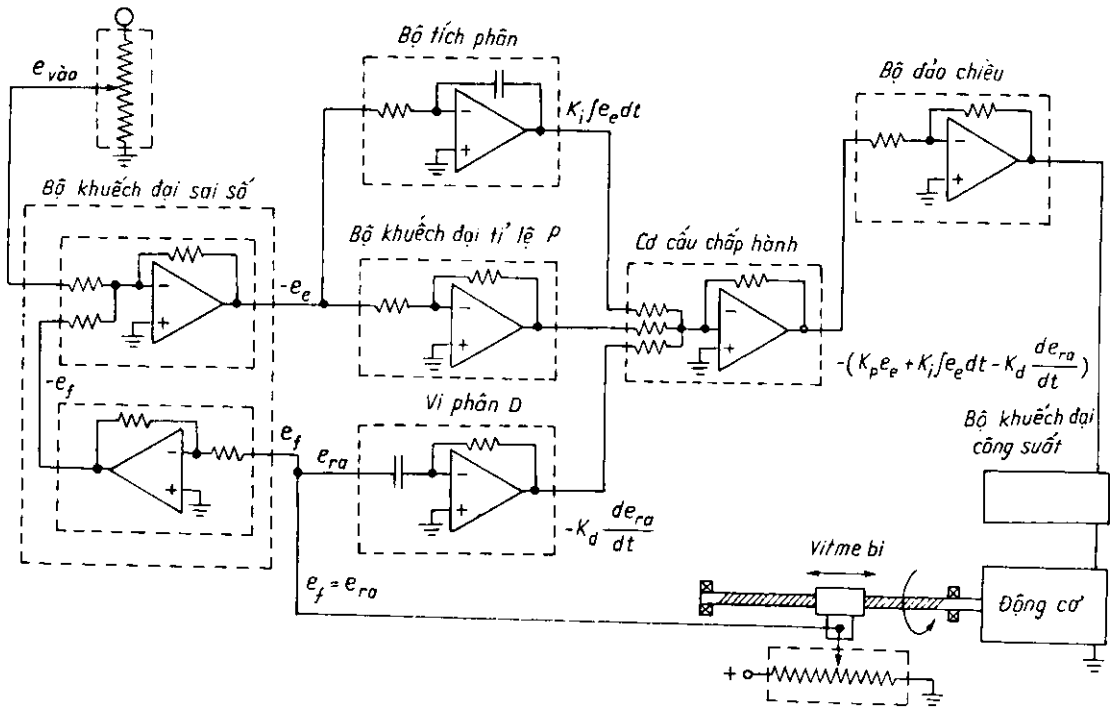
Thời gian vi phân T_v với đơn vị là phút hay giây, đôi khi được sử dụng thay thế K_d để mô tả độ lớn của thành phần vi phân. Vì thành phần vi phân đáp ứng với sự gia tăng sai số bằng cách tăng đầu ra của thiết bị điều khiển, hệ được điều khiển đáp ứng dễ dàng hơn với các tín hiệu vào là tín hiệu tăng. Thời gian ghi nhận như vậy là thời gian vi phân.

2.3.2.5. Thiết bị điều khiển tổ hợp PID

Một thiết bị điều khiển tổ hợp tỉ lệ- tích phân- vi phân PID thông dụng sẽ có một phương pháp để điều chỉnh hệ số khuếch đại tỉ lệ, tích phân và vi phân sao cho có sự cân bằng giữa đáp ứng tỉ lệ trực tiếp, khả năng tái lập trạng thái tĩnh và tốc độ điều khiển đáp ứng có thể có cho hệ được điều khiển.

Có hai phương pháp thiết lập các hệ điều khiển PID dựa trên cơ sở thành phần vi phân được sử dụng ra sao. Sơ đồ khối chung cho tất cả các thiết bị PID được mô tả trên hình 2.105.

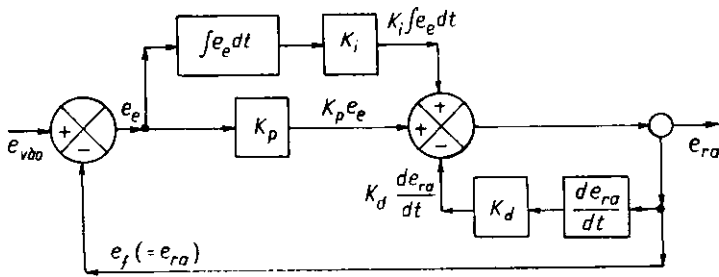
Chú ý rằng mạch điều khiển PID này chỉ đơn giản là tổ hợp của hai mạch điều khiển PI và PD. Thiết bị điều khiển PID có thể đặt nhằm tối ưu hóa đáp ứng nhanh của hệ thống sao cho không có độ quá mà có sự hiệu chỉnh về sai lệch tĩnh.



Hình 2.105. Hệ điều khiển PID

Phương trình tổng quát của PID như sau:

$$E_{ra} = K_p E_{vào} + K_i \int E_{vào} dt - K_D \frac{dE_{vào}}{dt}$$



Hình 2.106. Hệ điều khiển PID đảo chiều vi phân

Phương trình của hệ điều khiển dạng này là:

$$E_{ra} = K_p E + K_i \int E dt - K_d \frac{dE_{ra}}{dt}$$

Một dạng khác của phương trình PID tồn tại và cũng được hay sử dụng đó là :

$$E_{ra} = K_v \left[K_p E + K_i \int E dt + K_d \frac{dE}{dt} \right]$$

Trong đó thừa số \$K_v\$ được dùng để tăng hoặc giảm đầu ra của thiết bị điều khiển mà không cần đảo tỉ lệ của các khâu thành phần trong PID.

Một phương án khác là đảo cách dấu thành phần vi phân trong điều khiển PID như sơ đồ khối hình 2-106.

Một phương trình PID cùng dạng hay sử dụng ở châu Âu với tiêu chuẩn DIN được viết như sau:

$$y(t) = K_p \left[(X - W) + \frac{1}{T_I} \int (X - W) dt + T_D \frac{d(X - W)}{dt} \right]$$

trong đó: $y(t) = E_{ra}$, $(X - W) = E_{vào} = E_{chuẩn} - E_{phản\ hồi}$, $T_I = 1/K_I$ và $T_D = K_d$.

Thiết bị điều khiển PID đã rất nhanh chóng trở thành thiết bị điều khiển chuẩn trong công nghiệp cũng như các thiết bị điều khiển số dạng dân thay thế chức năng của các thiết bị tương tự. Điều này không có nghĩa rằng các bộ khuếch đại toán tử không cần đến nữa. Các tín hiệu vẫn cần phải được khuếch đại kể từ khi được lấy mẫu, hàng các mức dòng một chiều trên mạch của sensor để số hoá thông tin, cho đến đầu ra của máy tính. Thông thường các tín hiệu xuất phát từ máy tính có mức năng lượng thấp cần phải được khuếch đại công suất trước khi đưa đến cơ cấu chấp hành. Trên thực tế điều khiển tương tự của các hệ thống con được theo dõi bằng một máy tính số như là một tiêu chuẩn, bởi vì điều này cho phép máy tính số khai thác được tốc độ xử lý thông tin của mình và sử dụng thời gian rỗi của máy vào việc giải các phương trình vi phân khó.

2.3.2.6. Điều chỉnh hệ số điều khiển của các thành phần PID

Khi mua một thiết bị điều khiển tương tự PID, người sử dụng thường được cấp thêm tài liệu hướng dẫn để thay đổi các hệ số khuếch đại K_p , K_I , K_d .

Quá trình điều khiển sau đây có thể sử dụng cho việc điều chỉnh thiết bị điều khiển PID tương tự có sơ đồ khối trên hình 2.107:

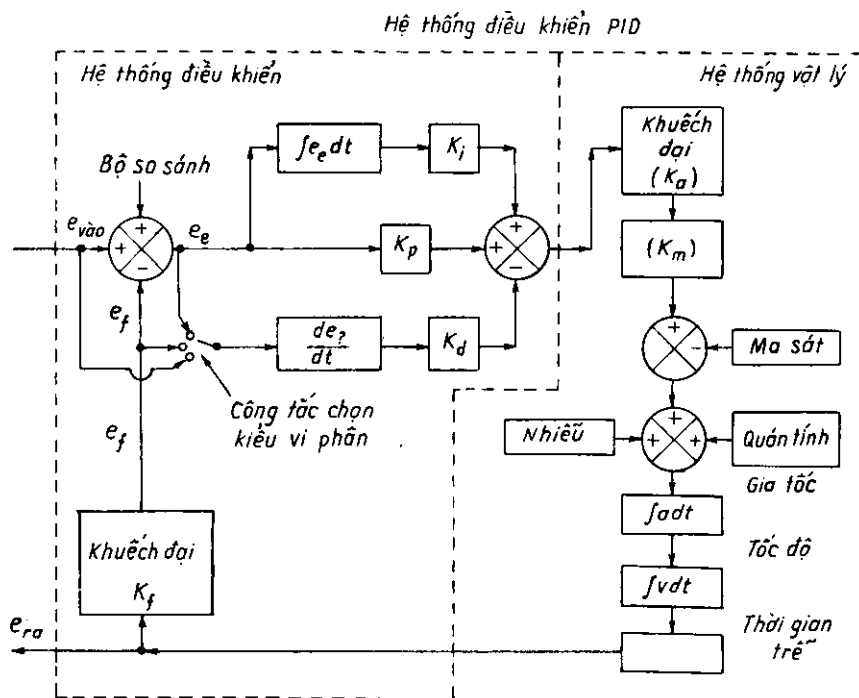
1. Điều chỉnh hệ số khuếch đại của các khâu tích phân và vi phân về không.
2. Tăng dần hệ số khuếch đại tỉ lệ từ giá trị không bằng cách áp dụng tín hiệu vào là hàm bậc xung đơn vị theo từng khoảng thời gian đều nhau. Tìm ra được giá trị của hệ số khuếch đại K_p mà tại đó hệ thống sẽ đáp ứng bằng một dao động với biên độ không đổi. Ghi chép lại giá trị của K_p và tần số dao động.
3. Giảm dần K_p xuống giá trị bằng 1/1.7 của giá trị ghi nhận được từ bước 2.
4. Tăng dần K_I lên giá trị mà đáp ứng của hệ có tần số cao hơn 50% tần số quan sát được ở bước 2.
5. Tăng hệ số K_d cho đến khi đáp ứng ra của hệ quay trở lại giá trị quan sát được ở bước 2.
6. Trường hợp này xảy ra khi hệ số K_d vào khoảng từ 20% đến 25% giá trị K_p .
6. Nếu đáp ứng của hệ thống được yêu cầu nhanh hơn và độ quá có thể cho phép, thì tăng hệ số K_I của khâu tích phân lên. Và như vậy cũng phải tăng hệ số K_d của khâu vi phân.
7. Nếu độ quá vượt quá giá trị cho phép, thì cần phải giảm K_I , sau đó giảm K_d .

Các thiết bị PID điều khiển số khó điều chỉnh các hệ số này hơn nhiều. Thiết bị điều khiển số thường được thiết kế như là các thiết bị điều khiển cường bức, chúng cho phép điều chỉnh dễ dàng hơn. Các máy tính có tốc độ cao có thể làm giảm sự khác biệt giữa thiết bị điều khiển tương tự và thiết bị điều khiển số, điều này đã làm cho các thiết bị điều khiển số chiếm vị trí chủ yếu trong công nghiệp ngày nay. Phần lớn các mô đun của các thiết bị điều khiển quá trình mới đều có chứa các khả năng điều chỉnh tự động.

Sự phát triển theo hướng trí tuệ nhân tạo đã sản sinh ra một thế hệ mới các thiết bị điều khiển quá trình được gọi là các thiết bị điều khiển mờ. Để có thể “điều chỉnh” được các thiết bị điều khiển mờ, người sử dụng phải nạp được các thông tin về mô hình của hệ thống sẽ bị điều khiển, sau đó thiết bị điều khiển logic mờ sẽ tính toán cách điều khiển tốt nhất cho hệ thống này.

2.3.2.7. Các dạng cấu hình khác của hệ thống điều khiển

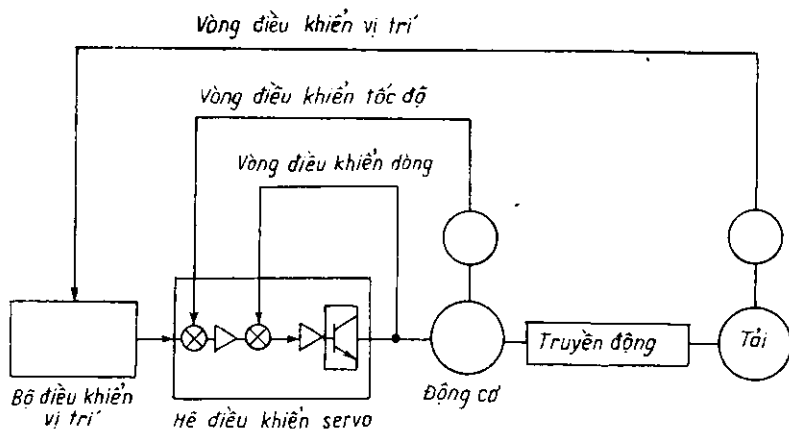
Một mô hình hệ thống điều khiển hoàn chỉnh như hình 2.107 là một cấu hình cơ bản. Nhưng xuất phát từ các yêu cầu riêng của từng hệ thống bị điều khiển mà có thể có các cấu hình điều khiển khác nhau. Về bản chất thì bên trong các cấu hình này vẫn phải sử dụng các phần tử điều khiển P,I,D như các phần tử cơ sở.



Hình 2.107. Mô hình hệ điều khiển mạch kín hoàn chỉnh

2.3.2.7.1. Hệ điều khiển nhiều vòng kín (Nested servo loops)

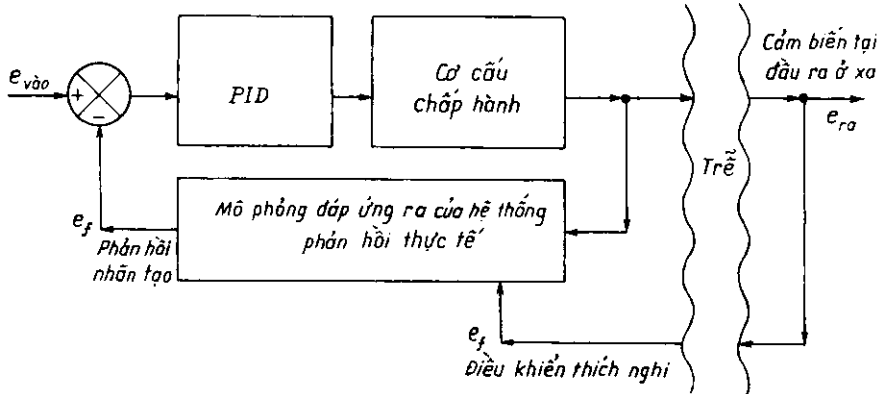
Hệ điều khiển dạng này cho phép điều khiển nhiều tham số của hệ thống đồng thời. Trên hình 2.108 là cấu hình hệ điều khiển với nhiều vòng điều khiển kín để có thể đồng thời vừa điều khiển được tốc độ và vừa điều khiển cả vị trí.



Hình 2.108. Hệ điều khiển nhiều vòng kín

2.3.2.7.2. Hệ điều khiển tổng hợp trực tiếp (DSC) và thích nghi (ADSC).

Hệ điều khiển tổng hợp trực tiếp (hình 2.109) đặc biệt có lợi khi thời gian diễn ra sự thay đổi giữa đầu ra của hệ thống điều khiển và tín hiệu phản hồi tiếp nhận được rất dài. Trong trường hợp như vậy cần có thêm một mạch (hoặc một chương trình trong trường hợp điều khiển số) có khả năng mô phỏng lại đáp ứng của hệ thống (hệ thống tổng hợp) và cung cấp thường xuyên tín hiệu phản hồi cho thiết bị điều khiển. Các thiết bị điều khiển làm thay đổi đáp ứng của hệ thống, nhưng tín hiệu phản hồi thu nhận được lại là từ hệ thống tổng hợp.



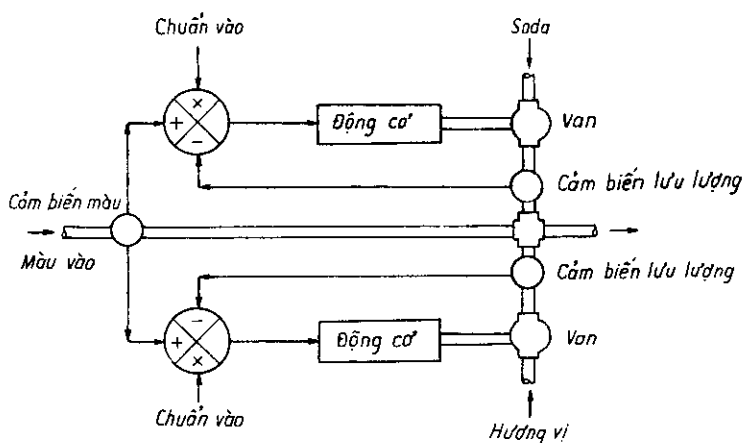
Hình 2.109. Hệ điều khiển tổng hợp trực tiếp và thích nghi (DSC và ADSC).

Có thể ứng dụng DSC trong điều khiển vệ tinh. Hệ thống điều khiển sẽ điều khiển đánh lửa hệ điều khiển hành trình phản lực. Nếu vệ tinh tiến đến gần sao hoả thì thông tin truyền về đến trái đất trễ mất hai giờ, hệ thống phản lực sẽ đánh lửa sau hai giờ kể từ khi tín hiệu điều khiển được phát đi. Thiết bị điều khiển sẽ không nhận được tín hiệu vị trí phản hồi từ vệ tinh trong vòng hai giờ tiếp theo. Máy tính phải tính xác xuất hành trình của vệ tinh do tác động của đánh lửa hệ thống phản lực trong vài phần nghìn giây từ khi phát tín hiệu điều khiển. Nếu đầu ra của mô hình máy tính được phản hồi vào thiết bị điều khiển vệ tinh thì ta có một hệ DSC.

Tăng thêm khả năng hoàn hảo của chương trình phản hồi tổng hợp cho phép mô hình DSC tự điều chỉnh khi có tín hiệu phản hồi thực tiếp nhận được. Các hệ thống điều khiển thích nghi tổng hợp trực tiếp (Adaptive Direct Synthesis Control) được sử dụng trong các máy công cụ hiện đại nhằm để tránh các vấn đề không mong muốn (Anticipated) như dao động trên công cụ cắt, và sử dụng các số liệu từ sensor sau khi đầu ra thay đổi để học cách cải thiện đáp ứng với các vấn đề cần tránh.

2.3.2.7.3. Hệ điều khiển trượt Feedforward

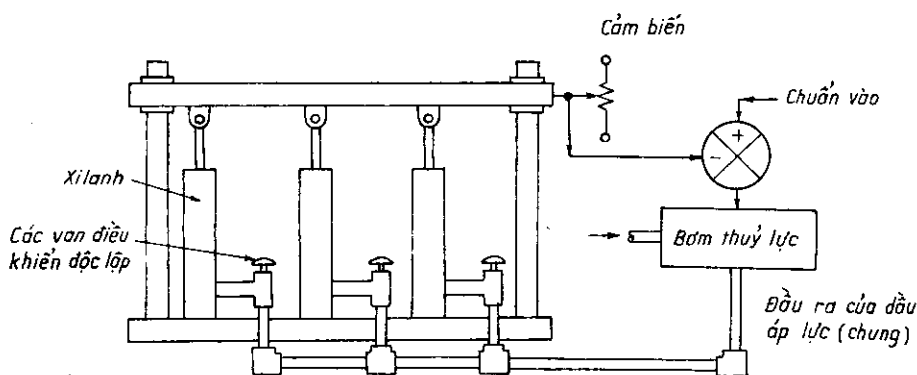
Trong hệ điều khiển trượt này thì chuẩn vào cho trước hoặc được thay đổi, tùy theo các điều kiện được theo dõi trước khi quá trình được điều khiển. Điều khiển trượt đôi khi còn gọi là điều khiển cascade. Tín hiệu từ cảm biến theo dõi các điều kiện không mong muốn có thể được dùng làm chuẩn vào và tín hiệu trượt của cảm biến có thể được dùng như đầu vào của bộ khuếch đại sai số, mà đầu ra lại là một chuẩn vào cho một mạch điều khiển khác. Thiết bị điều khiển trượt (hình 2.110) thu nhận tín hiệu về tỉ lệ màu pha trộn thành phẩm như là chuẩn vào. Sau khi tín hiệu từ cảm biến về độ tập trung màu trên đường dẫn vào thùng trộn, đầu ra của nó sẽ là chuẩn vào của thiết bị điều khiển thứ hai. Thiết bị điều khiển thứ hai, là một mạch điều khiển phản hồi tiêu chuẩn, sẽ điều khiển lưu lượng hương vị và soda đến thùng trộn. Hệ thống điều khiển trượt là điều khiển tiên định (predictive), bởi vì nó hiệu chỉnh các điều kiện ngoài miền dung sai trước khi chúng có thể xuất hiện.



Hình 2.110. Hệ thống điều khiển trượt dùng trong pha chế nước ngọt

2.3.2.7.4. Hệ điều khiển nhiều đầu ra

Tín hiệu từ thiết bị điều khiển được cấp cho một nhóm các cơ cấu chấp hành, sau đó kết quả của nhóm cơ cấu chấp hành này được theo dõi và đưa lại thiết bị điều khiển. Ưu điểm của hệ này là dạng điều khiển của từng cơ cấu chấp hành được điều chỉnh riêng biệt và có thể tách hẳn ra mà không làm cho đầu ra thay đổi. Hệ điều khiển cụm xi lanh thủy lực (hình 2.111) để giữ tải ở một chiều cao nhất định trên mặt bàn là một ứng dụng thực tế.



Hình 2.111. Hệ điều khiển nhiều đầu ra

2.3.2.7.5. Hệ điều khiển cưỡng bức

Hệ này sử dụng từ hai thiết bị điều khiển tương tự trở lên hay có thể điều khiển bằng chương trình số. Trong điều kiện làm việc bình thường, một trong các thiết bị điều khiển thực hiện quá trình điều khiển. Nếu giới hạn cho trước bị vượt quá, do cảm biến ghi nhận được, thiết bị điều khiển thứ hai bắt đầu có tác dụng và nó thay thiết bị thứ nhất trong vai trò điều khiển.

Một hệ thống điều khiển nhiệt, ví dụ, cho nhà máy bia thì điều khiển tích phân là lý tưởng để điều khiển nhiệt độ trong thùng lên men. Khi nhiệt độ trong một bể nào đó được đưa lên đúng nhiệt độ yêu cầu thì thành phần tích phân không còn cần nữa, bởi vì nó sẽ gây ra độ quá cao. Như vậy thành phần tích phân cần phải được tắt đi và thành phần điều khiển tỉ lệ

được dùng thay thế. Khi sai số tiến gần về không thì thành phần tích phân lại được bật lên và thành phần tỉ lệ lại tắt đi.

2.3.3. Các thiết bị điều khiển số

Các thiết bị điều khiển servo hiện đại và điều khiển các quá trình lớn thường là các thiết bị điều khiển số, mà trọng tâm là các máy tính số với các chương trình điều khiển của mình. Trong các thiết bị điều khiển tương tự thì các hàm điều khiển được tạo ra bởi các phân tử “cứng”. Ngược lại trong các thiết bị điều khiển số thì các hàm điều khiển là các công thức được đánh trong các dòng lệnh của chương trình. Chương trình phải có đầu ra và đầu vào nối lên trên các kênh của các mạch chuyển đổi tiêu chuẩn A/D và D/A gắn thêm lên máy tính. Điều chỉnh hệ servo phải thực hiện bằng cách nạp vào chương trình các hệ số khuếch đại mới. Chú ý, điều chỉnh ở đây là điều chỉnh các thông số của hệ chứ không phải là điều chỉnh đầu ra của hệ thống theo nghĩa truyền thống.

Khi cần sao chép lại chương trình máy tính số thì thực hiện rất đơn giản. Chương trình điều khiển trên các máy tính tương tự thực hiện bằng cách nối các dây đến các phân tử điều khiển tương tự để tạo ra mạch điều khiển và điều chỉnh các thông số bằng cách điều chỉnh chiết áp hay bằng các bộ khuếch đại toán tử. Nếu muốn sao chép lại chương trình của máy tính tương tự thì có nghĩa rằng phải lắp một máy tính giống hệt như vậy.

Đối với hệ điều khiển trong thời gian thực có nghĩa là sự thay đổi của đầu vào hệ thống sẽ được đáp ứng ngay lập tức, thì máy tính tương tự là thích hợp nhất. Máy tính số không thể điều khiển trong thời gian thực theo đúng nghĩa của nó, vì mỗi bước lệnh được thực hiện trong một khoảng thời gian chứ không thể thực hiện đồng thời. Đối với máy tính số phải thực hiện năm bước rời rạc từ khi chuẩn vào thay đổi cho đến khi có phản hồi. Các bước đó là:

1. Đọc chuẩn vào.
2. Đọc tín hiệu phản hồi.
3. Tính sai số điều khiển.
4. Nhân sai số điều khiển bằng các công thức tương ứng với hàm điều khiển.
5. Đưa ra kết quả.

Tốc độ xử lý của máy tính đã tăng lên rất nhiều nên thực hiện cả chương trình điều khiển trên máy tính số hiện nay không mất nhiều thời gian trễ. Do vậy phần lớn các nhà sản xuất máy tính tương tự và các thiết bị điều khiển tương tự đã chuyển sang sản xuất các thiết bị điều khiển số. Nếu quan sát các rô bốt hiện nay thì phần lớn đã được điều khiển bằng máy tính số, nhưng các rô bốt này vẫn có hệ điều khiển tương tự.

So về khả năng linh hoạt và độ tin cậy thì các máy tính tương tự không thể hơn được các máy tính số. Ngoài ra các máy tính số còn có khả năng giải được các bài toán chuyển động phức tạp để cung cấp chuẩn vào cho các chương trình của hệ điều khiển servo.

Yêu cầu thấp nhất của các máy tính số là thiết bị điều khiển logic có thể lập trình được PLC (Program Logic Control). PLC (hình 2.112) có thể tạo được thiết bị điều khiển PID với giá thành thấp. Các môđun vào/ra của PLC có thể nhận được các tín hiệu tương tự từ sensor và đưa ra một điện áp hay dòng tương tự để điều khiển cơ cấu chấp hành. Các PLC có thể được lập trình trực tuyến qua PC và có thể chọn các dạng điều khiển thích hợp: P, PI, PD hay PID, có thể thay đổi hệ số khuếch đại, hiển thị kết quả và có thể chọn lựa các cấu hình của hệ điều khiển trên phần mềm.

Một hạn chế của PLC đó là tốc độ. PLC chạy xong một chương trình hết khoảng 30ms. Điều này có nghĩa rằng sự thay đổi trên mạch phản hồi sẽ không được đáp ứng trong vòng 40ms, tức hai lần chu kỳ thực hiện chương trình. Đối với hệ điều khiển tốc độ cao thì nó trở thành không thể chấp nhận được. Một số cải thiện đã được các nhà sản xuất PLC đưa ra nhằm làm cho các thiết bị này có thể cho một đáp ứng nhanh hơn nhưng phải chịu sự điều khiển của máy tính chính của PLC.



Hình 2.112. Thiết bị điều khiển lập trình PLC

Các kỹ thuật điều khiển hiện đại đã được phát triển nhờ sự tiến bộ nhanh trong công nghệ máy tính. Chúng ta có thể tìm thấy ở đây kỹ thuật điều khiển mờ hay điều khiển bằng mạng nơ ron. Kỹ thuật điều khiển mờ đã được ứng dụng rộng rãi trong các thiết bị điện dân dụng, nhằm tiết kiệm năng lượng. Các hệ thống điều khiển bằng mạng nơ ron thì cần phải có số lượng lớn số liệu thống kê, thí nghiệm để xây dựng mô hình điều khiển, do đó chỉ có thể ứng dụng trong một số lĩnh vực như dự báo khí tượng. Trong các lĩnh vực sản xuất công nghiệp thì các kỹ thuật mới này chưa được ứng dụng rộng rãi.

2.3.3.1. Máy tính

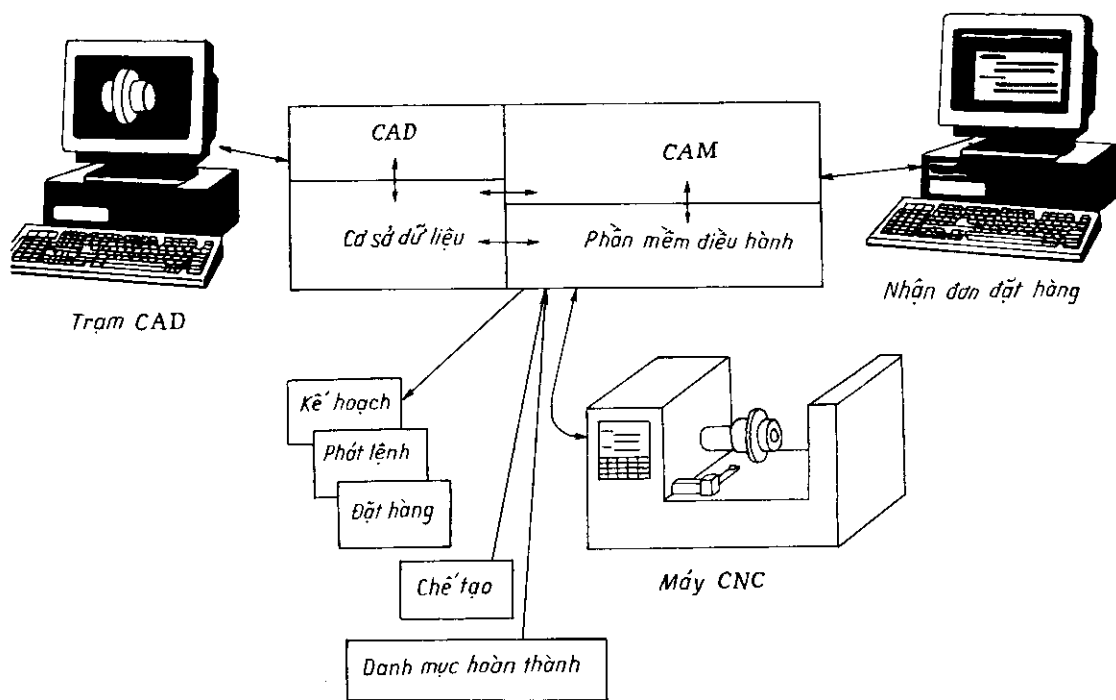
Để cho hệ thống sản xuất tự động thực sự trở thành linh hoạt và thông minh, hệ thống này phải đáp ứng được sự thay đổi nhanh các điều kiện bằng cách tự nó thay đổi quá trình sản xuất. Hệ thống có thể được lập trình lại để cho các thiết bị được lập trình có thể sản xuất ra sản phẩm mà người tiêu thụ yêu cầu thay đổi. Máy tính số có thể lập trình để đọc các điều kiện bên ngoài và thực hiện các phần khác nhau của chương trình phụ thuộc vào các điều kiện được theo dõi. Các chương trình trên máy tính số có thể được viết và thay đổi dễ dàng, mặt khác một chương trình máy tính có thể viết và chạy các chương trình máy tính khác.

Trên hình 2.113 là mô hình một hệ CAD/CAM sản xuất các chi tiết kim loại. Kỹ sư thiết kế đưa ra một bản vẽ thông qua hệ thống CAD, yêu cầu rằng hệ thống CAM phải viết cho một chương trình điều khiển số NC, sau đó gửi chương trình này đến máy công cụ CNC, nơi mà chi tiết sẽ được gia công. Một hệ thống điều khiển trên cơ sở máy tính như vậy không nhất thiết phải hiệu quả và chưa nên đưa vào ứng dụng, khi người sử dụng còn chưa có kinh nghiệm với các hệ thống kém tính vi hơn.

2.3.3.2. Các thiết bị phụ trợ của trạm sản xuất

Trọng tâm của các hệ thống sản xuất tự động trong công nghiệp là các trạm sản xuất tự động. Khi chưa thể làm chủ và khai thác hết tính năng của một trạm sản xuất, thì không thể nói đến tự động hóa toàn bộ hệ thống. Các thiết bị giúp cho việc theo dõi và điều khiển bởi máy tính được gọi là các thiết bị phụ trợ. Các thiết bị này có thể gồm :

- Màn hình, bàn phím, máy in hay các ổ đĩa. Đây là các bộ phận cơ bản của máy tính cá nhân. Các thiết bị điều khiển công nghiệp có thể thực hiện được tất các công việc của nó mà không cần đến các thiết bị trên đây.



Hình 2.113. Hệ thống sản xuất dạng CAD/CAM

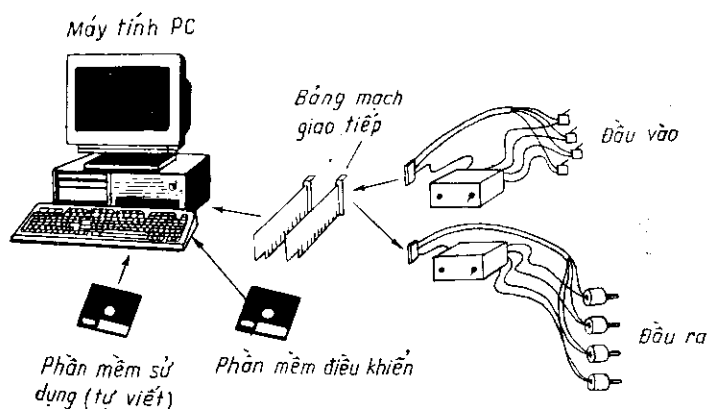
- Cảm biến, các cơ cấu chấp hành. Cảm biến đóng vai trò giác quan của hệ thống điều khiển và cơ cấu chấp hành là cơ quan thực hiện các hoạt động theo yêu cầu của quá trình điều khiển. Trong điều khiển quá trình công nghiệp, máy tính phải theo dõi được toàn bộ các thông số của quá trình qua các cảm biến của nó, và thay đổi được quá trình thông qua các cơ cấu chấp hành.

- Thiết bị phụ trợ thông minh như các cảm biến điều khiển từ xa và các cơ cấu chấp hành với các bộ trao đổi thông tin thích nghi. Một máy tính có thể nối với nhiều thiết bị trao đổi thông tin thích nghi qua một bộ cấp đơn. Nó có thể đọc giá trị trên cảm biến được lựa chọn và ra lệnh cho từng cơ cấu chấp hành được chọn thông qua địa chỉ riêng của chúng.

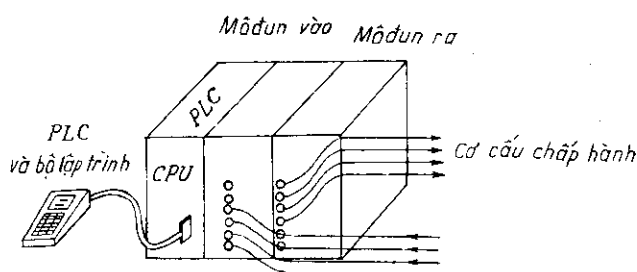
- Các thiết bị điều khiển được máy tính hóa khác như các máy điều khiển số NC, rôbôt, hệ xử lý hình ảnh công nghiệp và các máy tính khác.

2.3.3.3. Thiết bị điều khiển trạm sản xuất

Nếu trong trạm không có một máy tính nào có đủ khả năng điều khiển toàn bộ hoạt động của các thiết bị trong trạm, thì phải cần đến một thiết bị điều khiển trạm. Rõ ràng là thiết bị điều khiển trạm phải là một máy tính cá nhân tiêu chuẩn PC (Personnal Computerr) (hình 2.114). Tất nhiên các PC thông dụng chưa thể dùng để điều khiển tự động được, nếu chúng chưa được trang bị thêm các bảng mạch giao diện (interface cards) và các phần mềm (chương trình). Người vận hành phải được huấn luyện về lựa chọn phần cứng, phần mềm, thiết kế các đường truyền tín hiệu và viết các chương trình chuyên dụng.



Hình 2.114. Máy tính cá nhân dùng trong điều khiển quá trình



Hình 2.115. Thiết bị điều khiển trạm bằng PLC

Các máy tính điều khiển trạm có thể mua là các máy công nghiệp để tăng tuổi bền, chống lại bụi bẩn và sử dụng thái quá. Chúng ta có thể mua các bảng mạch đơn lẻ về lắp thành một tủ điều khiển. Phần lớn người sử dụng hệ thống điều khiển tự động bắt đầu bằng các thiết bị điều khiển lô gíc có thể lập trình được PLC (hình 2.115).

2.3.3.4. Thiết bị điều khiển trung tâm

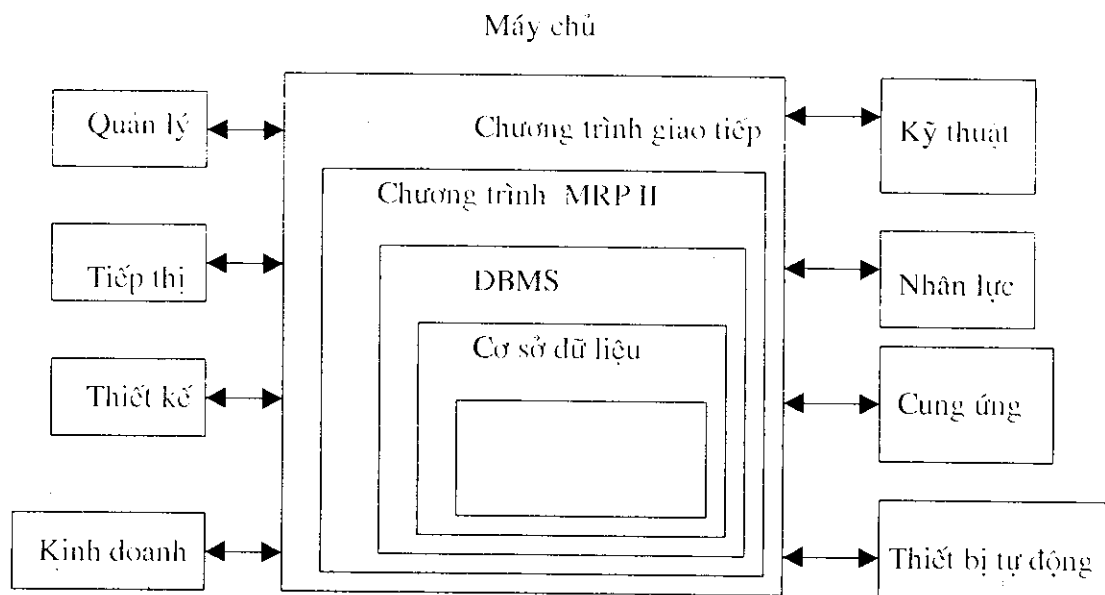
Nếu không có sự phối hợp của thiết bị điều khiển trung tâm, các trạm sản xuất chỉ đơn giản là các trạm tự động độc lập. Việc tạo ra các trạm như vậy là điều cần thiết trong giai đoạn đào tạo vận hành tại mỗi công ty, đồng thời các trạm này cũng được thiết kế để có thể ghép nối với nhau hoặc ghép nối vào một hệ thống tự động.

Thiết bị điều khiển trung tâm thường là các trạm máy tính mạnh hay còn gọi là máy chủ (hình 2.116). Máy vi tính cũng có thể đủ khả năng hoàn thành vai trò này trong một số trường hợp. Hệ cơ sở dữ liệu của thiết bị điều khiển trung tâm bao gồm:

- Dữ liệu về sản phẩm (có thể được tạo ra từ hệ CAD)
- Dữ liệu kinh tế (từ bộ phận tiếp thị)
- Dữ liệu về khả năng sản xuất (từ hệ thống sản xuất)
- Chương trình độc lập để liên lạc với các trạm (để nạp các chương trình hay đọc các dữ liệu sản xuất)
- Theo dõi tiến triển của quá trình sản xuất
- Theo dõi mức lưu kho của vật tư, dụng cụ cắt, bán thành phẩm và sản phẩm
- Các đơn đặt hàng từ bên ngoài

- Dự kiến thời gian hoàn thành
- Một số thông số khác như: giới hạn mức lưu kho, chiến lược sản xuất v... v.

Máy chủ còn có chương trình để quản lý hệ dữ liệu và cho phép truy cập các dữ liệu này. Hệ quản lý dữ liệu cho phép người sử dụng có thể truy cập số liệu mới vào hệ, đồng thời cũng giới hạn dữ liệu cho từng người sử dụng.



Hình 2.116. Máy chủ

Các dữ liệu của nhà máy chế tạo được sử dụng bởi một nhóm các chương trình kế hoạch hoá nguồn sản xuất (Manufacturing Resource Planning MRP II). MRP II có thể dùng để dự đoán khả năng sản xuất của nhà máy cho phù hợp với các nhu cầu đặt hàng dự đoán trước, nhằm tối ưu hoá lịch trình sản xuất mới để đạt hiệu quả lớn nhất, hay để lập lịch trình để cho công việc gia công hoàn thành đúng hạn. Các chương trình MRP II đưa ra lịch sản xuất chi tiết và yêu cầu sản xuất đối với trung tâm gia công riêng lẻ và chấp nhận đầu vào để thay đổi lịch sản xuất như đã được yêu cầu.

Máy tính trung tâm còn chứa các chương trình để điều khiển quá trình trao đổi thông tin trên mạng.

2.3.3.4.1. Máy tính số

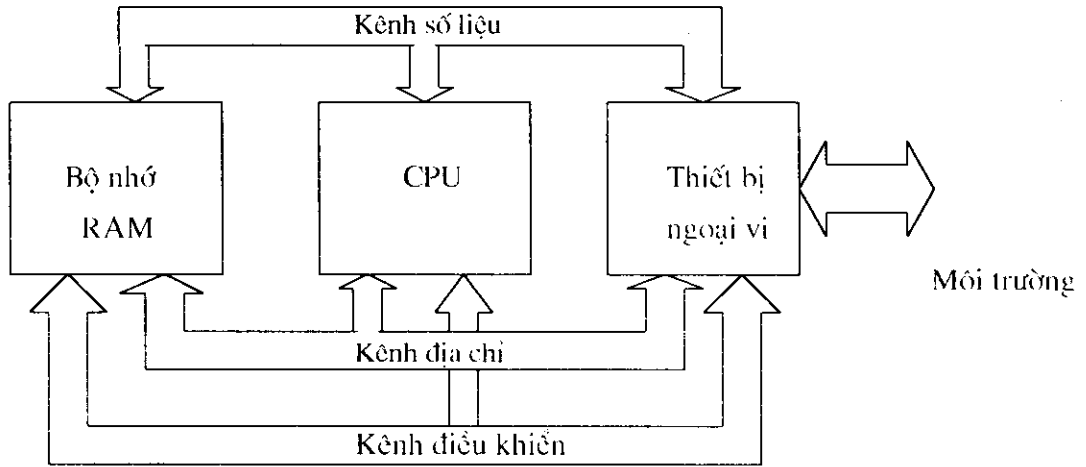
Máy tính số (hình 2.117) là trái tim của hệ thống điều khiển tự động. Cấu tạo của nó gồm ba loại thiết bị chính :

- Bộ xử lý trung tâm CPU
- Bộ nhớ ROM, RAM

- Thiết bị ngoại vi nối ghép với nhau bởi ba bộ cáp dẫn hay còn được gọi là các kênh thông tin (bus):

+ Kênh số liệu

- + Kênh địa chỉ
- + Kênh điều khiển.



Hình 2.117. Cấu trúc máy tính số

Đơn vị xử lý trung tâm CPU là đơn vị điều khiển của máy tính. CPU đọc chương trình máy tính từ bộ nhớ và thực hiện các lệnh. CPU truyền các giá trị chứa trong bộ nhớ, số liệu đầu vào và số liệu đầu ra thông qua các thiết bị ngoại vi.

Các kênh là tập hợp các dây dẫn song song. Nếu máy tính 8 bit thì kênh có 8 dây dẫn và có 8 số liệu được truyền đồng thời. Nếu máy tính là loại 16,32 hay 64 bit thì kênh thông tin cũng sẽ có 16,32 hay 64 dây dẫn. Một số máy tính sử dụng kỹ thuật chia kênh để giảm số lượng dây dẫn yêu cầu trên kênh số liệu.

Kênh địa chỉ có 8 bit để nhận dạng vị trí bộ nhớ hay vị trí của thiết bị ngoại vi lúc CPU đọc hay ghi số liệu. Mỗi dây dẫn chỉ có thể có giá trị 1 hay 0. Như vậy số lượng địa chỉ là có giới hạn.

Kênh điều khiển thường chứa lẫn lộn các loại dây dẫn cơ bản. Một số dây cung cấp điện áp một chiều 5V và dây tiếp đất. Các dây dẫn khác điều khiển được bởi các bộ phận của máy tính. CPU phải sử dụng kênh điều khiển để biết rằng lúc nào thông tin đang được đọc và lúc nào thông tin đang được ghi vào bộ nhớ theo địa chỉ ghi trên kênh địa chỉ. Trên kênh điều khiển có một số tín hiệu ngắt lệnh hay dừng thực hiện một lệnh nào đó. Điều này xảy ra khi điện áp nhảy từ 5V xuống 0V trên một dây dẫn nào đó trên kênh điều khiển. Các lệnh dừng này dùng để khởi động đáp ứng của máy tính với các tình huống không chờ đợi, có thể là các vấn đề kỹ thuật trong tính toán, các vấn đề về phần cứng hay phần mềm v...v.

Bộ nhớ gồm hai loại:

- Bộ nhớ trong gồm ROM và RAM. ROM là bộ nhớ các lệnh được ghi cố định trên phần cứng. RAM là bộ nhớ động để lưu trữ các thông tin trạng thái trong thời gian thực hiện các lệnh, các dữ liệu này sẽ bị xóa khi mất điện. Tất nhiên còn có loại PROM cho phép lập trình các lệnh bằng thiết bị lập trình. EPROM là loại bộ nhớ ROM có thể xóa và lập trình được. EEPROM và EAPROM là hai loại bộ nhớ ROM hay sử dụng trong các bộ PLC như các ổ đĩa mềm nhưng không quá đắt. Ngoài ra còn có loại bộ nhớ Flash thường có trên các bảng

mạch nhớ PCMCIA (Personal Computer Memory Card International association) cho phép máy tính đọc và ghi các dữ liệu như trên bộ nhớ RAM, nhưng các số liệu này không bị mất đi khi mất điện. Các bộ nhớ RAM cũng có hai loại DRAM và SRAM tùy theo cấu tạo mạch điện bên trong các phần tử nhớ. DRAM là loại RAM động thường rẻ tiền hơn và tốc độ trao đổi thông tin chậm hơn. SRAM là loại RAM tĩnh tốc độ trao đổi thông tin nhanh hơn và không bị mất số liệu khi mất điện đột ngột.

- Bộ nhớ ngoài để lưu trữ các thông tin mà máy tính cần trao đổi với ngoại vi như các phần mềm, các số liệu, nó có thể là đĩa cứng, đĩa mềm, băng từ, đĩa CD, đĩa quang v...v.

Độ lớn của máy tính phụ thuộc vào độ lớn của CPU là chính. Chúng ta có thể có ba loại máy tính theo tầm cỡ của CPU:

- *Vi tính hay máy tính cá nhân* nếu CPU chỉ có một đơn vị vi xử lý μ CPU. Các bộ vi xử lý có thể còn được gắn với các bộ xử lý hỗ trợ để có thể thay đổi tốc độ xử lý, ví dụ, bộ xử lý hỗ trợ toán học Math- co- processor, bộ hỗ trợ hình ảnh v...v.

- *Máy tính nhỏ (Mini Computer)* có thể có nhiều bảng mạch và nhiều bộ xử lý trung tâm chip CPU. Các máy vi tính thế hệ mới làm cho các máy tính nhỏ này bị lu mờ dần vai trò.

- *Máy tính lớn hay siêu lớn* có rất nhiều bộ vi xử lý hoạt động đồng thời và dung lượng bộ nhớ rất lớn, cho phép xử lý thông tin một cách song song. Tốc độ xử lý cao và có thể xử lý được các bài toán lớn, nhiều tham số. Máy tính siêu lớn thì có thể gồm nhiều máy tính lớn ghép lại nhưng có tốc độ xử lý cao hơn nhiều và tính năng rất lớn. Các siêu máy tính thường được dùng trong ngân hàng, trong quân sự, trong dự báo thời tiết, trong quản lý kinh tế v.v...

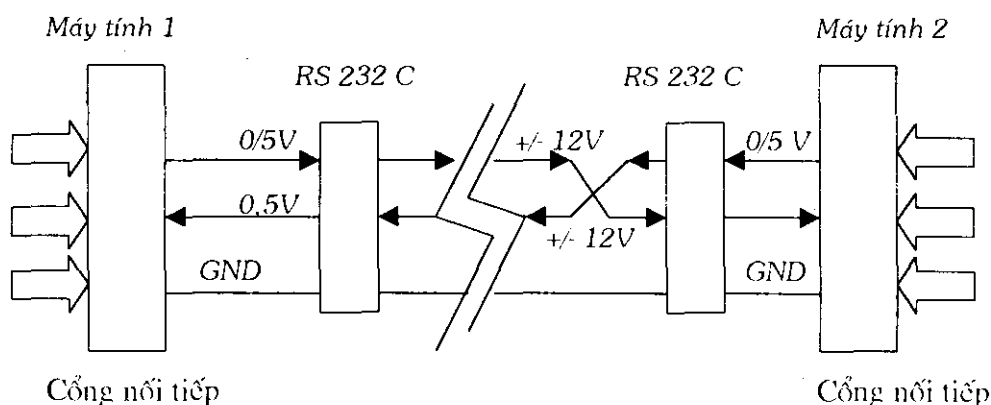
2.3.3.4.2. Trao đổi thông tin bằng các kênh tín hiệu Multiplexing

Máy tính có thể dùng để điều khiển hay trao đổi thông tin với rất nhiều thiết bị. Không thể cứ mỗi một thiết bị lại phải dùng một kênh để nối với máy tính. Nếu nối như vậy sẽ làm cho nó trở nên rất cồng kềnh và thực tế máy tính cũng không xử lý tất cả các thông tin đồng thời được. Để hạn chế số lượng dây dẫn người ta sử dụng các thiết bị gọi là Multiplex và Demultiplex, thiết bị này sẽ xác định kênh truyền tin được nối cho thiết bị nào và tin được truyền đi từ máy tính đến thiết bị này hay ngược lại.

2.3.3.4.3. Trao đổi thông tin và Protocol

Trao đổi thông tin thường thực hiện qua cổng nối tiếp vào/ra. Trao đổi số liệu có thể thực hiện không đồng bộ hay đồng bộ. Khi truyền số liệu không đồng bộ, mỗi từ số liệu được truyền đi như các thông tin riêng biệt. Việc truyền số liệu này thường thực hiện giữa hai máy tính nối qua một kênh truyền. Lập trình trực tiếp (online) hay theo dõi chương trình được thực hiện không đồng bộ giữa một PC với PLC, rôbôt hay một thiết bị điều khiển số nào đó. Truyền tin đồng bộ thường gồm một nhóm từ số liệu ghép lại thành gói, được đánh dấu bởi các thông tin ban đầu về nội dung truyền và các thông tin cuối cùng là các thông tin về kiểm tra sai số của thông tin. Các mạng nội bộ thường dùng kiểu trao đổi thông tin đồng bộ.

Cổng RS 232 tiêu chuẩn (hình 2.118) là cổng dùng để truyền tín hiệu nối tiếp tiêu chuẩn. Cổng này có thể gửi đi giá trị 1 nhị phân là điện áp từ -3 đến -12V, và giá trị 0 nhị phân là điện áp từ 3 đến 12V. Giắc cắm tiêu chuẩn có 25 chân, nhưng chỉ có 3 chân dùng để tiếp đất, truyền số liệu và nhận số liệu. Một số các chân khác có thể dùng cho các chức năng phụ, như sự thiết lập liên hệ để tín hiệu báo đường dẫn đã rồi, có thể truyền số liệu được, hay để kiểm tra số liệu đã truyền đi xem có đúng thứ tự không.



Hình 2.118. Nối mạng qua cổng RS 232.

Để truyền xa hơn $15 \div 30\text{m}$, người ta hay sử dụng RS 422 hay RS 423 tiêu chuẩn. Cổng RS 484 tính năng tương tự như RS 422 nhưng cho phép nối được nhiều máy tính trên một bộ 4 dây dẫn. Phần lớn mạng nội bộ của PLC sử dụng RS 485.

Khi truyền số liệu đi một khoảng cách lớn thì sử dụng các cổng tiêu chuẩn là chưa đủ, mà phải chuyển tín hiệu từ cổng RS 232 thành tín hiệu xoay chiều AC và truyền trên đường điện thoại. Thiết bị chuyển đổi tín hiệu như vậy gọi là MODEM. Các modem hiện đại có thể sử dụng nhiều tần số và biên độ khác nhau, cũng như sự cắt pha Shifting, với các kỹ thuật nén số liệu, có thể đạt tốc độ trên 10.000bit/s qua đường điện thoại. Các modem sử dụng tần số phát thanh có thể tăng tốc độ truyền lên 100Mbit/s là tâm cỡ truyền thông tin của nhà máy. Thường hay sử dụng hai cặp tần số: một để phát và một để thu. Đây gọi là băng tần số cơ sở của mạng thông tin. Trên cùng một bộ dây dẫn có thể truyền nhiều kênh thông tin đồng thời với các dải băng tần số khác nhau. Ví dụ, đường cáp quang có thể truyền đi rất nhiều kênh thông tin đồng thời trên một sợi, chứ chưa nói là trên toàn cả dây cáp quang này.

Các kỹ thuật môđun hoá tần số FM, môđun hóa biên độ AM, và môđun hoá pha PM được sử dụng rộng rãi. Mỗi kỹ thuật này được dùng thêm vào trong truyền thông tin thì tăng số lượng bit truyền lên gấp đôi. Ví dụ, có tín hiệu xoay chiều AC gồm hai tần số và hai biên độ, thì có bốn khả năng tổ hợp có thể có được giữa biên độ và tần số. Để diễn tả bốn khả năng này cần một số nhị phân và tín hiệu mang hai bit trong một đơn vị thời gian. Các mạng máy tính hiện đại đều sử dụng kỹ thuật mã hoá bit dạng này.

Để truyền tải số liệu người ta không dùng modem, mà dùng mạng truyền số liệu riêng. Mạng này truyền các chuỗi số liệu nhị phân tại điện áp dưới 5V , và tốc độ truyền có thể tới cỡ 100Mbit/s . Điện áp thấp làm cho tốc độ đóng ngắt nhanh hơn nhiều so với điện áp cao và tốc độ đóng ngắt không phụ thuộc vào chu kỳ của tín hiệu AC. Mạng dịch vụ truyền số liệu tích hợp đã được tiêu chuẩn hoá. Một số liệu nhị phân có thể mã hoá thành tín hiệu ánh sáng. Mạng cáp quang sử dụng tần số ánh sáng và kỹ thuật môđun hóa biên độ AM được sử dụng tương tự như mạng với modem. Cáp quang truyền số liệu tích hợp có thể truyền số liệu đến vài trăm Mbit/s .

2.3.3.5. Cấu trúc mạng máy tính

Các máy tính thường được ghép nối với nhau hay ghép nối với các thiết bị điều khiển và với các hệ dữ liệu qua các mạng để có thể trao đổi thông tin được với nhau. Có thể có một số kiểu mạng hay gặp: mạng phân lớp, mạng hình sao, mạng ghép nối kênh, mạng vòng tròn, mạng token (hình 2.119).

Mạng phân lớp

Ở mạng này mỗi đường truyền tín hiệu chỉ dùng để trao đổi thông tin giữa hai máy và chủ yếu để nối các trạm điều khiển với các máy tính trung tâm. Mạng này rất tin cậy khi các lớp thông tin được định nghĩa rõ ràng và không có sự thay đổi trong. Cấu trúc mạng này hiện nay sử dụng rất ít.

Mạng hình sao.

Ở mạng này cũng có phần giống như cấu trúc mạng phân lớp, các đường truyền tin nối với hai máy tính hay còn gọi là hai Node, nhưng khác là một máy hoạt động như trung tâm truyền tin. Trung tâm này nhận và chuyển thông tin đến các máy khác trong mạng. Mạng hình sao được dùng khá nhiều.

Mạng ghép nối kênh.

Ở mạng này tất cả các máy đều được nối lên một kênh chung. Để tránh có sự xung đột trong việc truyền và nhận tin, mạng phải được trang bị kênh tiêu chuẩn cho phép truy cập mạng nhiều cổng, có theo dõi và phát hiện xung đột trong khi truyền và nhận tin (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - CSMA/CD). Một máy tính muốn truyền tin đầu tiên nó phải phát tín hiệu yêu cầu và khi đường dây rỗi, sau đó nó mới được truyền. Trong khi truyền, máy truyền gửi đi yêu cầu để đảm bảo rằng, không có máy tính nào đang định truyền tin trong lúc này. Nếu xung đột xuất hiện, thì quá trình truyền tin bị dừng ngay và máy đang truyền sẽ chờ một thời gian ngắn trước khi truyền lại thông tin. Mạng Ethernet cũng sử dụng văn bản Protocol CSMA/CD này.

Mạng Token.

Ở mạng này mỗi máy tính trên mạng được bật lên để hòa mạng theo chiều quay qui ước với thời gian cố định và có thể truyền tín hiệu trong khoảng thời gian này.

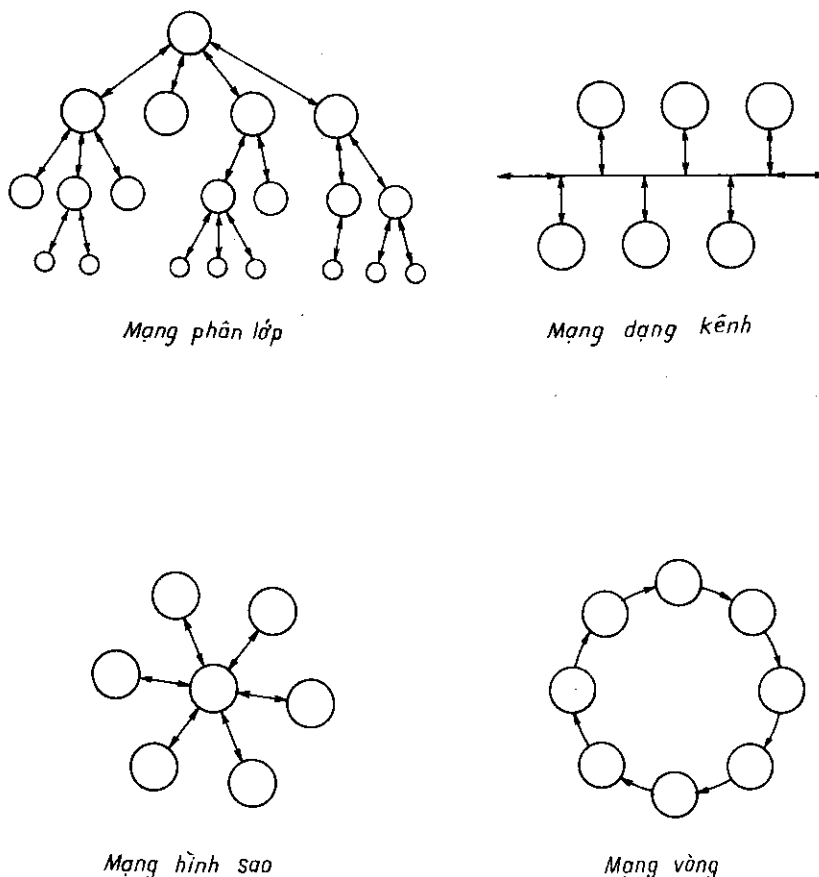
Mạng vòng tròn.

Ở mạng này thông tin đi từ máy này qua máy khác theo một hướng, tạo thành vòng tròn khép kín. Máy tính đã kết thúc truyền tin sẽ chuyển tín hiệu điều khiển thu phát sang cho máy kế tiếp. Các máy đang chờ thu nhận thông tin phải chờ cho đến khi nhận được tín hiệu điều khiển.

Khi truyền số liệu đi xa, người ta buộc phải tuân thủ các tiêu chuẩn chung về truyền và nhận tin. Điều này càng cần thiết khi các máy trên cùng một mạng không phải do một nhà sản xuất mà là do nhiều nhà sản xuất cung cấp, và máy có thể ở nhiều thế hệ khác nhau (ví dụ, máy 32 bit cần trao đổi thông tin với máy 16 bit).

Các nhà cung cấp thiết bị máy tính thường chào mời các phần mềm cho phép máy tính của họ sản xuất trao đổi thông tin được với các máy tính khác. Nhược điểm là phần mềm này không thể bao quát được toàn bộ các mẫu máy. Một phần mềm hoàn chỉnh về trao đổi thông tin trên mạng yêu cầu cả hai đầu của thông tin phải có một văn bản chung Protocol. Trong Protocol này qui định rõ tốc độ truyền tin, phương pháp mã hoá số liệu, phương pháp kiểm tra sai số, các yêu cầu thực hành và yêu cầu dạng số liệu phải sử dụng được trên cả hai đầu truyền và nhận của thông tin. Một chuẩn đang dần được công nhận là một byte số liệu gồm 8 bit. Các tệp soạn thảo thường được mã hoá ở dạng 8 bit mã ASCII. Thông tin không đồng bộ có thể có các sự lựa chọn khác nhau về cách mã hoá. Trong nỗ lực nhằm tiêu chuẩn hoá việc trao đổi thông tin trên mạng, cơ quan tiêu chuẩn quốc tế ISO đã tổ chức một nhóm nghiên cứu về các

hệ thống thông tin mở trên phạm vi toàn cầu OSI (Open Systems International). Nhóm nghiên cứu này đã đưa ra một mô hình trao đổi thông tin gồm bảy lớp. Tất nhiên các đặc trưng cơ bản của các lớp này đã dần được công nhận như tiêu chuẩn cho việc trao đổi thông tin. Để có thể trao đổi thông tin trên mạng cần có 3 lớp thông tin về dịch vụ mạng và 4 lớp dịch vụ thông tin ứng dụng.



Hình 2.119. Các kiểu mạng máy tính

Một "ứng dụng" có nghĩa là một nguồn yêu cầu truy cập mạng trên máy tính. Một thao tác máy tính hay một chương trình điều khiển công nghiệp có thể được coi như một "ứng dụng". Các lệnh từ một "ứng dụng" được truyền đến lớp dịch vụ ứng dụng của mạng được nhận dạng và trả lời bởi lớp ứng dụng. Lớp tiếp theo là lớp thể hiện, lớp này dịch số liệu thành dạng mã theo yêu cầu. Lớp "màng" tại máy truyền với lớp "màng" của máy thu cho phép truyền và nhận nhanh số liệu. Lớp truyền tin đảm bảo rằng số liệu trên không bị thất lạc hay bị hỏng ở các lớp thấp hơn.

Ba lớp dịch vụ mạng có thể cung cấp bởi các công ty truyền tin hay có thể được cài đặt sẵn lên mạng nội bộ. Lớp mạng có các thủ tục khai báo cần thiết của thông tin để có thể phân phối mạng. Các thông tin cần phải sử dụng đến Multiplex thì mạng sẽ được phân chia như khi dùng cho nhiều ứng dụng khác nhau. Lớp kênh số liệu thêm vào các thông tin xuất phát địa chỉ của nó và kiểm tra lỗi. Lớp vật lý chèn các thông tin lên các đường dây dẫn được phân phối và thu nhận tất cả các hành trình của thông tin, chuyển đổi giữa tín hiệu nhị phân và bất

cứ dạng số liệu nào truyền qua mạng. Để giảm bớt phần cứng lẫn phần mềm không cần thiết thì có thể sử dụng trên cả hai đầu kênh truyền số liệu cùng dạng mã. Trong trường hợp này lớp thể hiện không cần thiết. Nếu mạng nối dạng token vòng trong thì chỉ cần có hai hay ba lớp dưới.

2.3.4. Các thiết bị điều khiển logic theo chương trình PLC.

Một PLC có thể xem như là một máy tính nhưng thao tác có khác và đơn giản hơn các máy tính cá nhân. Sự khác nhau căn bản giữa PC và PLC là PLC có các chương trình điều hành và các chương trình ứng dụng trong bộ nhớ ROM. Người sử dụng không phải nạp các chương trình này lên đĩa mềm hay đĩa cứng. Thực tế người sử dụng có thể nâng cấp các chương trình này khi nhà sản xuất cung cấp các ROM mới. PLC bắt đầu hoạt động nếu năng lượng nguồn được cung cấp theo các bước sau :

1. Giống như PC, PLC phải nạp vector khởi động địa chỉ trên ROM, khởi động để chạy chương trình có trên ROM tại địa chỉ này. Lệnh đầu tiên PLC phải làm là tự kiểm tra. PLC không phải nạp chương trình hệ điều hành, mà chương trình này đã có sẵn trong ROM. Hệ điều hành không phải nạp một chương trình ứng dụng nào cả, ngoài chương trình có trong ROM. Thực tế khó có thể phân biệt được đâu là BIOS, đâu là hệ điều hành, đâu là chương trình ứng dụng trên PLC.

2. Sau khi kiểm tra xong, PLC sẽ kiểm tra xem có mô đun EEPROM nào gắn lên CPU không. Nếu có, PLC sẽ đọc nội dung của EEPROM lên RAM. Trên EEPROM có thể chứa nhiều chương trình ứng dụng hay số liệu lưu. Nếu không có EEPROM thì chương trình của người sử dụng sẽ sẵn sàng hiện ra trên RAM nạp bằng pin.

3. Một số PLC vẫn chạy chương trình khởi động được viết bởi người sử dụng, mặc dù công tắc trên CPU đang ở vị trí dừng (stop).

4. Khi CPU chuyển sang chế độ làm việc thì phần lớn các PLC thực hiện một dạng của quá trình khởi động. Một số khác phải tìm và chạy chương trình đặc biệt do người đã viết. Một số khác được cài vào bộ nhớ trong một bit với thời gian ngắn, và như thế chương trình do người sử dụng viết có thể được gộp luôn vào các thông báo khởi động được thực hiện nếu bit này được cài.

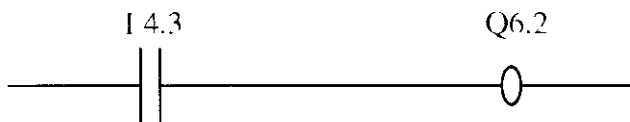
5. Khi đang chạy, PLC có thể thực hiện lặp đi lặp lại một trình tự quét, đây là điều khác so với các PC. Trình tự quét bao gồm ba bước mà đặc trưng là lặp lại trong khoảng thời gian từ 5 đến 50ms :

a. Nhập số liệu từ các mô đun vào lên bộ nhớ.

Các giá trị tức thời của các cảm biến (sensor) được đọc và ghi vào trong bộ nhớ RAM, thường trên các địa chỉ tương ứng với nơi mô đun vào được ghép nối với CPU qua tủ điều khiển. Mảng này của RAM được gọi là bảng ảnh vào.

b. Chạy chương trình ứng dụng.

Chương trình PLC bao gồm chuỗi các thông báo. Phần lớn các thông báo gây ra sự thay đổi trên đầu ra của PLC phụ thuộc vào số liệu trên bảng ảnh vào. Lệnh bậc thang logic (hình 2.120) có thể có dạng sau :



Hình 2.120. Lệnh logic trên PLC

Nghĩa là nếu công tắc nối với đầu vào số 4, đầu ra số 3 được đóng để cho dòng điện đi qua cuộn hút Q trên đầu vào số 6 và đầu ra số 2.

Khi chương trình ứng dụng chạy, nó thay đổi số liệu trên mảng RAM đã xác định như bảng ảnh các đầu ra. Các ngôn ngữ lập trình của PLC không chứa thông báo dạng "Chờ đợi" và phần lớn chúng không cho phép lập ngược chiều các lệnh của chương trình. Toàn bộ chương trình có thể được thực hiện trong vòng vài ms.

c. Truyền số liệu ra từ bảng ảnh ra trong bộ nhớ tới các môđun ra.

Bước này được thực hiện sau mỗi lần chương trình ứng dụng đã thực hiện xong để thay đổi trạng thái của các cơ cấu chấp hành.

6. Khi PLC được bật từ chế độ chạy sang chế độ dừng thì PLC ngừng lặp lại chu trình quét, chuyển đầu ra bằng không tới tất cả các môđun ra, xóa toàn bộ các số liệu không cần lưu trữ trong bộ nhớ. Các ngôn ngữ lập trình PLC chứa các lệnh cho phép người sử dụng thay đổi bit số liệu và từ số liệu trong RAM, các lệnh thực hiện tính toán và các chức năng đếm thời gian. Một số địa chỉ dành cho các từ số liệu và bộ đếm và giá trị thời gian được xác định như giá trị lưu trữ. Các giá trị này không bị xóa đi khi tắt công tác đóng/ngắt của PLC. Các giá trị này được giữ bởi các RAM hoạt động với nguồn pin khi ngắt điện.

Một sự khác nhau giữa PLC và PC là thiết bị ngoại vi Vào/Ra đối với PLC được gọi là các môđun Vào/Ra, được nối vào tủ của CPU hay bên cạnh của CPU. Các môđun này chỉ do các nhà sản xuất cung cấp. Các giá đỡ thiết bị ngoại vi cũng được cung cấp để nối với các cảm biến (sensor), cơ cấu chấp hành hoặc gá các đường cáp truyền tín hiệu. Các môđun ngoại vi của PLC thường đắt hơn các bảng mạch giao diện của máy tính, nhưng bù lại chúng có thể dùng được rất lâu và người sử dụng không phải học các văn bản thủ tục Protocol giao diện cho mỗi môđun mới.

Có các loại môđun Vào/Ra cho từng loại cảm biến và cơ cấu chấp hành. Phần lớn các môđun này có thể nối được với nhiều loại cảm biến (sensor) và cơ cấu chấp hành khác nhau. Các môđun Vào/Ra cho phép điều khiển thông tin giữa PLC, các máy tính khác hay với mạng nội bộ LAN. Do vậy khi chọn mẫu PLC đầu tiên phải biết các loại môđun Vào/Ra có tính năng ra sao.

Chương 3

CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

3.1. Khái niệm về các hệ thống điều khiển tự động.

Các hệ thống điều khiển tự động có khả năng đảm bảo cho máy làm việc theo một chương trình đã định trước. Máy tự động khác máy vạn năng thông thường ở chỗ là nó có khả năng thực hiện một chu kỳ làm việc lặp đi lặp lại một cách chính xác.

Hệ thống điều khiển là toàn bộ những thiết bị đảm bảo cho một nhóm đối tượng thực hiện nhiệm vụ để đạt mục đích. Ví dụ, trong sản xuất thì đối tượng được điều khiển là các máy, còn nhiệm vụ là thực hiện qui trình công nghệ để đạt chất lượng sản phẩm. Hệ thống điều khiển tự động là hệ thống mà tất cả các chức năng điều khiển của nó được thực hiện không có sự tham gia trực tiếp của con người.

Người ta phân biệt: hệ thống điều khiển các cơ cấu riêng biệt và hệ thống điều khiển toàn bộ chu kỳ làm việc của máy. Ngoài ra, hệ thống điều khiển còn được phân biệt theo dấu hiệu thông tin. Dấu hiệu thông tin bao gồm: nguồn thông tin và phần tử mang thông tin, số lượng và cấu trúc của dòng thông tin, loại và phương pháp xử lý thông tin.

Nguồn thông tin cho biết bản chất công việc của hệ thống điều khiển một cách rõ nét nhất. Nguồn thông tin chủ yếu là chương trình điều khiển. Nó được gọi là thông tin đầu vào (thông tin cho trước). Thông tin cho trước được gọi là chương trình, còn phần tử để thực hiện chương trình gọi là phần tử mang chương trình.

Số lượng và cấu trúc thông tin ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng của hệ thống điều khiển. Kênh thông tin được sử dụng càng nhiều thì chất lượng làm việc của hệ thống điều khiển càng cao.

Tất cả các thông tin (thông tin đầu vào hoặc thông tin phản hồi ngược) có thể được thể hiện dưới dạng tương tự (hiệu điện thế hoặc dòng điện...) hoặc dưới dạng các xung kế tiếp nhau.

Dựa vào dạng thông tin người ta phân biệt hệ thống điều khiển theo ba loại sau đây :

- Hệ thống điều khiển liên tục.
- Hệ thống điều khiển xung.
- Hệ thống điều khiển tổ hợp.

Trong hệ thống điều khiển liên tục, thông tin được thể hiện dưới dạng các giá trị liên tục. Ví dụ, các giá trị liên tục như tốc độ dịch chuyển hoặc giá trị dịch chuyển của cơ cấu chấp hành của máy được biểu thị bằng biên độ hoặc lệch pha của hiệu điện thế.

Trong hệ thống điều khiển xung, thông tin được biểu thị bằng các xung nối tiếp nhau. Có ba dạng thông tin xung: thông tin xung theo biên độ; thông tin xung theo bề rộng và thông tin xung theo tần suất.

Hệ thống điều khiển tổ hợp là sự phối hợp của hai hệ thống điều khiển trên. Ở đây quá trình điều khiển các chu kỳ đơn giản được thực hiện trong hệ thống phân tán, còn quá trình điều khiển các chu kỳ khác được thực hiện từ hệ thống điều khiển tập trung. Ví dụ, hệ thống điều khiển tập trung là hệ thống điều khiển tất cả chu kỳ của dây chuyền tự động, còn hệ

thống điều khiển phân tán là hệ thống kiểm tra các lệnh nối tiếp nhau bằng các đường truyền quang.

Nhìn chung các hệ thống điều khiển tự động đều có các chức năng sau đây:

1. Thực hiện các chuyển động hành trình và các chuyển động chạy không của các cơ cấu chấp hành theo một tuần tự đã định trước với các tốc độ trong phạm vi cho phép.
2. Đảm bảo hoạt động của các máy theo nhịp và tuần tự xác định.
3. Đảm bảo dừng máy khi có sự cố xảy ra.
4. Điều chỉnh quá trình công nghệ để đảm bảo chất lượng gia công.
5. Kiểm tra sai số kích thước và sai số hình dáng của chi tiết.
6. Điều khiển dây chuyền tự động khi cần điều chỉnh để chuyển đổi tượng gia công.
7. Tính số lượng sản phẩm được sản xuất ra.
8. Báo tín hiệu về qui trình công nghệ, tình trạng máy để cán bộ, công nhân có biện pháp xử lý.

3.2. Phân loại các hệ thống điều khiển tự động

Các hệ thống điều khiển tự động được chia ra hai nhóm sau đây :

- Hệ thống điều khiển chương trình không theo số.
- Hệ thống điều khiển chương trình theo số.

3.2.1. Hệ thống điều khiển chương trình không theo số

Các hệ thống điều khiển chương trình không theo số bao gồm: hệ thống điều khiển hành trình (nhờ cữ chặn); hệ thống điều khiển bằng cam và hệ thống điều khiển bằng đường chép hình.

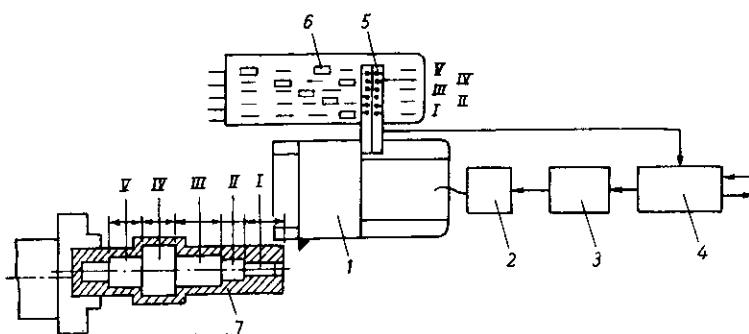
3.2.1.1. Hệ thống điều khiển hành trình

Hệ thống điều khiển hành trình được dùng để tự động hoá chuyển động thẳng của dụng cụ cắt (hoặc của cơ cấu khác của máy) với tốc độ cố định. Chiều dài quãng đường được xác định bằng cách gá cữ chặn trên các tang trống, trên các thước hoặc trực tiếp trên máy. Các cữ chặn có thể thực hiện chức năng của cơ cấu giới hạn chuyển động (được gọi là cữ chặn cứng).

Hình 3.1 là sơ đồ hệ thống điều khiển hành trình bằng cữ chặn. Khi cơ cấu chấp hành 1 đạt tới vị trí xác định thì các cữ chặn 6 tác động tới các phần tử điều khiển 5 (các van thủy lực, van khí nén hoặc khớp nối cam của cơ cấu dẫn động cơ - điện) hoặc tác động tới các cơ cấu chuyển đổi thông qua khối điều khiển. Các cơ cấu chuyển đổi có thể là các cơ cấu dẫn động công suất nhỏ, các nam châm điện, các cơ cấu dẫn động xilanh - pittông.

Các cữ chặn tác động đến các bộ chuyển đổi hành trình. Các bộ chuyển đổi hành trình truyền các lệnh tới cơ cấu chấp hành của máy bằng các tín hiệu điện, tín hiệu thủy lực hoặc tín hiệu hơi ép.

Trên các dây chuyền tự động hệ thống điều khiển hành trình (bằng cữ chặn) được dùng để điều khiển hành trình của các máy tổ hợp đứng cạnh nhau, để truyền lệnh từ máy này sang máy khác, để điều khiển các chu kỳ làm việc của các đầu dao, của các bàn máy. Ngoài chức năng giới hạn dịch chuyển (dùng cữ chặn cứng) các cữ chặn còn có chức năng điều khiển các dịch chuyển (dùng bộ chuyển đổi hành trình).



Hình 3.1. Sơ đồ hệ thống điều khiển hành trình

1-Cơ cấu chấp hành; 2-Bộ dẫn động; 3 và 4-Các khối điều khiển; 5-Các phần tử điều khiển;
6-Các cữ chặn; 7-Chỉ tiết gia công; I-V-Các cổ trục cần gia công.

Cần nhớ rằng, các cữ chặn cứng khi làm việc chịu tác dụng của lực va đập với quán tính của cơ cấu chấp hành. Do đó, các cữ chặn cứng bị mòn nhanh và bị phá hủy, độ chính xác điều khiển không đảm bảo. Đây cũng chính là nhược điểm chính của hệ thống điều khiển bằng cữ chặn. Tuy nhiên hệ thống điều khiển hành trình bằng cữ chặn có ưu điểm là kết cấu đơn giản và giá thành không cao.

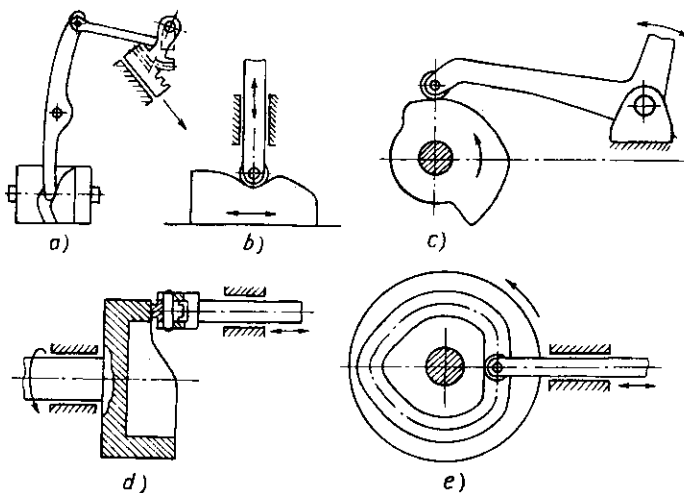
Với đặc tính như trên hệ thống điều khiển hành trình bằng cữ chặn được sử dụng để tự động hóa các máy tiện, máy phay, máy rovonve và các máy khác trong sản xuất hàng loạt lớn.

3.2.1.2. Hệ thống điều khiển bằng cam

Hệ thống điều khiển bằng cam cung cấp thông tin trên profile của cam. Cơ sở của hệ thống này là các cơ cấu cam kết hợp với các cơ cấu tay đòn (hoặc không có tay đòn).

Hệ thống cam thực hiện hai chức năng đồng thời sau:

- Cơ cấu sinh lực.
- Cơ cấu điều khiển.



Hình 3.2. Các loại cam

a-Cam hình trụ; b-Cam phẳng; c-Cam đĩa hở; d-Cam mặt đầu;
e-Cam đĩa kín

Điều khiển chuyển động của cơ cấu chấp hành được thực hiện bằng thanh đẩy theo qui luật trên profile của cam. Trong trường hợp này cam thực hiện chuyển động quay hoặc dịch chuyển tịnh tiến tương đối so với thanh đẩy nhờ trục phân phối và cơ cấu khác thực hiện chức năng cung cấp thông tin. Cơ cấu tay đòn (nếu có) thực hiện chức năng khuếch đại và đổi hướng chuyển động. Tuy nhiên, do hạn chế về kích thước nên lượng khuếch đại không đáng kể.

Vì vậy, cơ cấu cam cần phải tăng lực cùng với lực cắt. Điều này gây ra lực ma sát lớn ở vùng tiếp xúc giữa thanh đẩy và cam trong ổ quay của cơ cấu tay đòn. Do đó hệ số có ích của cơ cấu giảm và độ mòn tăng.

Hệ thống cam được chia ra các loại : cam hình trụ (hình 3.2a); cam phẳng chuyển động tịnh tiến (hình 3.2b); cam đĩa (hình 3.2c); cam mặt đầu (hình 3.2d). Cam có thể là cam hở (hình 3.2b) hoặc cam kín (hình 3.2e).

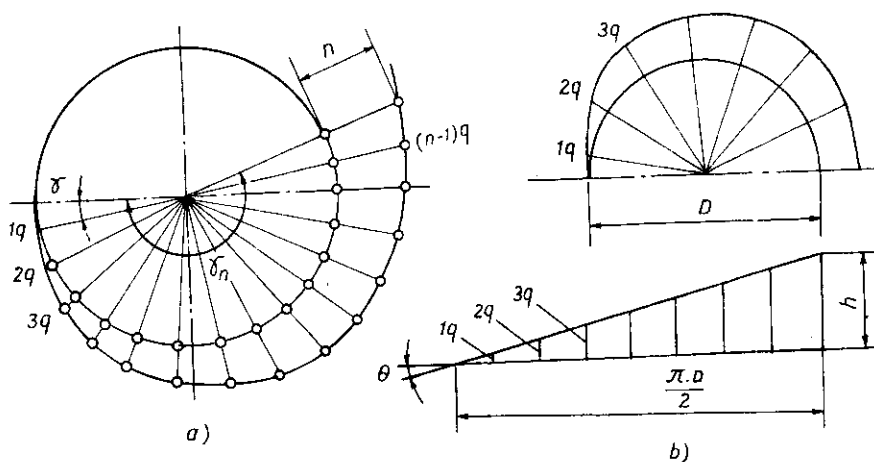
Thiết kế cơ cấu cam được thực hiện theo trình tự sau đây :

1. Chọn loại cơ cấu.
2. Chọn qui luật chuyển động.
3. Xác định các kích thước cơ bản.
4. Vẽ prophin hoặc tính toán prophin của cam.
5. Tính kích thước của cơ cấu dựa theo các điều kiện bền.

Dưới đây chúng ta chỉ nghiên cứu quá trình hình thành prophin của cam. Prophin của cam hở được chế tạo đơn giản hơn, nhưng để giữ thanh đẩy cần có lò xo hoặc đối trọng. Do đó, hệ số có ích giảm và như vậy cam hở nên dùng trong những trường hợp có lực dịch chuyển không lớn.

Các cam trên hình 3.2 có hành trình khác nhau. Khi cần hành trình nhỏ nên dùng cam đĩa, còn khi cần hành trình lớn nên dùng cam trụ. Do có liên kết cứng giữa cam và thanh đẩy cho nên ta có thể thực hiện được chuyển động theo qui luật bất kỳ. Qui luật chuyển động được chọn theo yêu cầu của qui trình công nghệ hoặc theo giá trị của lực quán tính. Đối với các máy công cụ thông thường người ta chọn chuyển động đều với tốc độ cố định. Qui luật chuyển động này đặc trưng cho cam đĩa với đường cong lôgarit, cam mặt đầu với đường cong ren vít và cam phẳng với đường thẳng nghiêng một góc.

Đường cong lôgarit là đường cong duy nhất có góc vuông cố định, do đó nó đảm bảo chuyển động của thanh đẩy có tốc độ cố định. Tuy nhiên, chế tạo cam với đường cong lôgarit rất khó vì vậy người ta thường dùng cam với đường cong Acsimet (hình 3.3).



Hình 3.3. Prophin của cam

a-Đường cong Acsimet; b-Dựng prophin theo đường cong Acsimet.

Prôphin của cam với đường cong Acsimet có thể được gia công bằng các phương pháp thông thường trên các máy phay và các máy tiện hót lưng.

Kích thước của đường cong Acsimet được tính theo các góc γ bằng nhau sẽ tạo ra cấp số cộng. Nếu q là hiệu của cấp số thì ta có :

$$r_2 = r_1 + q ; r_3 = r_1 + 2q ; \dots r_n = r_1 + (n - 1)q. \quad (3.1)$$

Góc nâng của đường cong Acsimet :

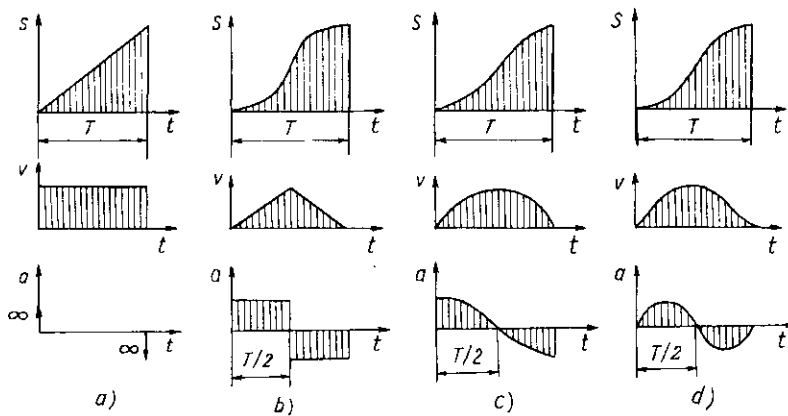
$$\theta_{\max} = \arctg \frac{1}{r} \cdot \frac{h}{\gamma_n} \quad (3.2)$$

Ở đây :

γ_n - góc nâng giữa bán kính đầu r_1 và bán kính cuối r_n .

h - độ nâng toàn phần của đường cong.

Hình 3.4 là các qui luật chuyển động của thanh đẩy.

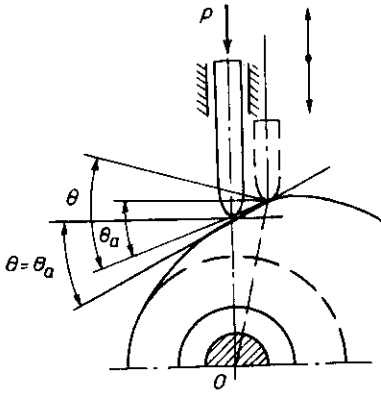


Hình 3.4. Các qui luật chuyển động của thanh đẩy

a-Chuyển động với tốc độ cố định; b-Chuyển động với gia tốc cố định; c-Chuyển động hình sin;
d-Quy luật hình cosin; s-Tốc độ; a-Gia tốc; t-Thời gian; T-Chu kỳ.

Qui luật chuyển động với tốc độ cố định (hình 3.4a) được sử dụng ở cam phẳng để thực hiện chuyển động với tốc độ không lớn hoặc dịch chuyển cơ cấu có trọng lượng nhỏ. Nhìn vào đồ thị gia tốc a của chuyển động với tốc độ cố định (hình 3.4a) ta thấy có hai điểm đặc biệt, đó là điểm đầu và điểm cuối. Tại các điểm này về lý thuyết thì gia tốc a tăng lên vô cùng, do đó không thích hợp cho độ ổn định của cơ cấu. Tuy nhiên, trong thực tế, do biến dạng đàn hồi của các cơ cấu nên các gia tốc này vẫn có các giá trị xác định, nhưng rất nhỏ.

Để thực hiện các hành trình chạy không và các thao tác phụ người ta dùng các qui luật có lực quán tính phân bố đều trên toàn bộ quãng đường dịch chuyển. Qui luật đó là qui luật gia tốc đều (hình 3.4b), qui luật hình sin (hình 3.4c) và qui luật hình cosin (hình 3.4d). Một trong những bước quan trọng khi thiết kế cơ cấu cam là chọn góc áp lực θ_a (hình 3.5) được tạo thành giữa tiếp tuyến với đường cong tại điểm tiếp xúc của thanh đẩy với cam và đường thẳng vuông góc với phương chuyển động của thanh đẩy.



Hình 3.5. Góc áp lực θ (p -lực)

Ở đây :

μ_1 - hệ số ma sát ở vùng tiếp xúc của thanh đẩy và cam.

μ_2 - hệ số ma sát ở cơ cấu dẫn hướng của thanh đẩy.

K_0 - hệ số ổn định khi làm việc của cơ cấu.

Góc áp lực cho phép được chọn trong phạm vi từ 20° đến 60° .

Khi dùng thanh đẩy có con lăn thì lực ma sát ở điểm tiếp xúc giảm $\frac{d}{D}$ lần (ở đây : D - đường kính ngoài của con lăn; d - đường kính lỗ của con lăn). Trong trường hợp này hiệu suất của cơ cấu tăng, góc ma sát giảm. Ví dụ: khi $\frac{d}{D} = 0,5$ thì hệ số ma sát trượt $\mu_1 = 0,1$ và góc ma sát giảm từ $5^\circ 43'$ xuống $2^\circ 52'$.

Prophin của cam được đặc trưng bằng góc nâng của đường cong θ . θ là góc giữa tiếp tuyến với đường cong ở điểm tiếp xúc của thanh đẩy với cam và đường thẳng vuông góc với bán kính-vectơ của cam. Khi phương chuyển động của thanh đẩy trùng với bán kính-vectơ, góc áp lực θ_a bằng góc nâng θ . Trên hình 3.5 trường hợp này thanh đẩy được biểu diễn bằng đường nét liền. Các trường hợp khác thanh đẩy được biểu diễn bằng các đường nét đứt (khi $\theta_a < \theta$).

Nếu profin của cam được xây dựng trong hệ tọa độ phẳng vuông góc thì giá trị của góc profin đối với các đường cong được xác định theo các công thức sau :

- Đường xiên : $\theta = \arctg \frac{h}{\gamma}$

- Đường cong parabol : $\theta = \arctg \frac{4h}{\gamma^2} \gamma_n$

- Đường cong hình cosin : $\theta = \arctg \frac{\pi h}{2\gamma} \sin \left(\pi \frac{\gamma_n}{\gamma} \right)$

Góc áp lực ảnh hưởng đến giá trị và đặc tính phân bố lực trong cơ cấu, ảnh hưởng đến kích thước của cam, ảnh hưởng đến tốc độ và gia tốc của thanh đẩy. Khi chọn góc áp lực θ_a cần giải quyết mâu thuẫn : một mặt, cần có kích thước của cam nhỏ và tốc độ của thanh đẩy cao (cho hành trình chạy không) nên chọn góc áp lực θ_a lớn; mặt khác góc áp lực θ_a phải loại trừ được sự kẹt của cơ cấu.

Góc áp lực tối ưu θ_{ao} cho thanh đẩy không có con lăn được xác định theo công thức sau :

$$\theta_{ao} = \arctg \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{K_0 (\mu_1 + \mu_2)} \quad (3.3)$$

- Đường cong hình sin : $\theta = \arctg \frac{h \left[1 - \cos \left(2\pi \frac{\gamma_n}{\gamma} \right) \right]}{\gamma}$

Ở đây :

γ_n - góc chu kỳ để thực hiện góc nâng toàn phần của cam;

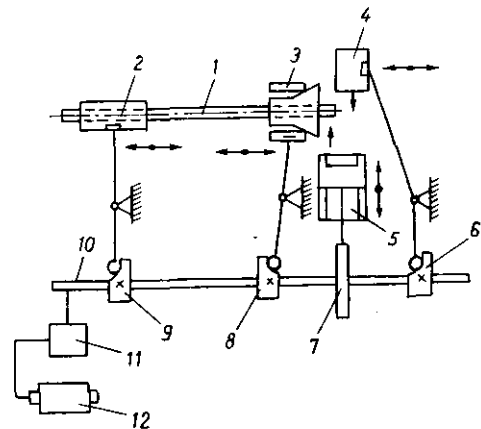
γ - góc bất kỳ của đường cong;

h - độ nâng toàn phần của cam.

Trong các máy công cụ người ta có thể dùng nhiều cam khác nhau lắp trên cùng một trục để điều khiển các cơ cấu khác nhau của máy. Trục mà trên nó có gá nhiều cam điều khiển khác nhau được gọi là trục phân phối. Hình 3.6 là nguyên lý làm việc của hệ thống điều khiển bằng trục phân phối.

Hình 3.6. Hệ thống điều khiển bằng trục phân phối

1. Phôi; 2. Cơ cấu chạy dao; 3. Cơ cấu tay đòn; 4, 5. Các bàn xe dao;
6, 8, 9. Các cam mặt đầu; 7. Cam đĩa;
10. Trục phân phối; 11. Hộp tốc độ;
12. Động cơ



Trên trục phân phối 10 có bốn cam điều khiển: cam đĩa 7, ba cam mặt đầu 6, 8, 9. Các cam 6 và 7 điều khiển các chuyển động chạy không và chạy dao của các bàn xe dao 4 và 5. Cam 9 điều khiển cơ cấu chạy dao 2 để đẩy phôi 1 và cam 8 điều khiển cơ cấu kẹp chặt. Trục phân phối 10 nhận chuyển động từ bộ dẫn động (có thể là động cơ) qua hộp tốc độ (hoặc qua các cặp truyền động khác như bánh răng, xích, đai).

Hệ thống điều khiển bằng trục phân phối có kết cấu đơn giản, độ cứng vững cao và đảm bảo được độ chính xác gia công. Nhược điểm của các hệ thống điều khiển này là quá trình thay thế các cam rất phức tạp, tính vạn năng của chúng thấp, bởi vì ngoài các cam còn cần phải có thêm các cơ cấu tay đòn (làm cho kết cấu thêm phức tạp).

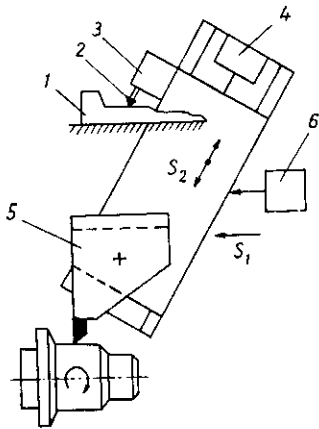
Các hệ thống điều khiển bằng trục phân phối được sử dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Tuy nhiên chúng cũng được sử dụng trong sản xuất hàng loạt khi ứng dụng phương pháp gia công nhóm.

3.2.1.3. Hệ thống điều khiển bằng đường chép hình

Hệ thống điều khiển bằng đường chép hình được dùng để tự động điều khiển tốc độ và dịch chuyển của cơ cấu chấp hành của máy.

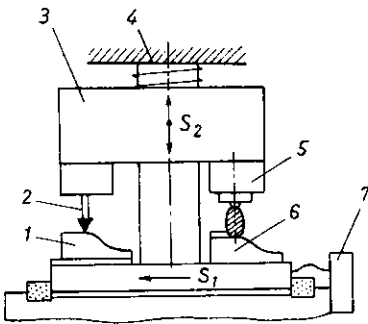
Trong các hệ điều khiển này thì thông tin cho trước nhờ đường chép hình cung cấp. Các hệ thống điều khiển bằng đường chép hình được sử dụng rộng rãi trong các máy công cụ để gia công các trục bậc và các bề mặt định hình trong sản xuất hàng loạt vừa. Nhược điểm của hệ thống điều khiển bằng đường chép hình là cần phải chế tạo chính xác đường chép hình.

rất khó thực hiện tự động hóa quá trình gá đặt đường chép hình, qui luật chuyển động theo prophin của đường chép hình có độ chính xác không cao. Hình 3.7 là sơ đồ hệ thống điều khiển bằng đường chép hình.



Hình 3.7. Sơ đồ điều khiển bằng đường chép hình

1. Đường chép hình; 2. Đầu dò;
3. Thiết bị chép hình; 4. Bàn xe dao;
5. Cơ cấu chấp hành; 6. Cơ cấu truyền động.



Hình 3.8. Hệ thống điều khiển bằng đường chép hình tác động trực tiếp

- 1-Dường chép hình; 2-đầu dò;
- 3-Thanh đỡ ngang; 4-Lò xo;
- 5-Hộp trục chính với dao phay;
- 6-Chỉ tiết gia công;
- 7-Cơ cấu truyền động.

Hệ thống điều khiển trên hình 3.7 bao gồm: đường chép hình 1, đầu dò 2 và thiết bị chép hình 3. Để đọc thông tin từ đường chép hình 1, đầu dò 2 phải dịch chuyển theo prophin của đường chép hình. Chuyển động của đầu dò cùng với bàn xe dao 4 tạo cho cơ cấu truyền động 6 có lượng chạy dao S_1 . Thiết bị chép hình 3 cùng với đầu dò 2 dò theo prophin của đường chép hình để điều khiển cơ cấu truyền động và tạo ra lượng chạy dao S_2 cho cơ cấu chấp hành 5.

Hệ thống điều khiển bằng đường chép hình được chia ra làm hai loại : hệ thống tác động trực tiếp và hệ thống tác động gián tiếp.

3.2.1.3.1. Hệ thống điều khiển bằng đường chép hình tác động trực tiếp

Hình 3.8 là sơ đồ hệ thống điều khiển bằng đường chép hình tác động trực tiếp.

Trong hệ thống điều khiển này đường chép hình tác động trực tiếp tới đầu dò, đầu dò được gắn cứng với cơ cấu chấp hành của máy, không qua các cơ cấu trung gian.

Ưu điểm của hệ thống điều khiển bằng đường chép hình tác động trực tiếp là kết cấu đơn giản. Nhược điểm của hệ thống là ở vùng tiếp xúc giữa đường chép hình và đầu dò xuất hiện lực trùng với lực cắt có giá trị lớn. Do đó, đường chép hình bị mòn nhanh, độ chính xác chép hình giảm. Để giảm độ mòn của đường chép hình người ta phải dùng vật liệu có độ bền cao và như vậy làm cho giá thành của hệ thống tăng. Ngoài ra hệ thống điều khiển này còn có một nhược điểm nữa là không có khả năng điều khiển từ xa.

3.2.1.3.2. Hệ thống điều khiển bằng đường chép hình tác động gián tiếp

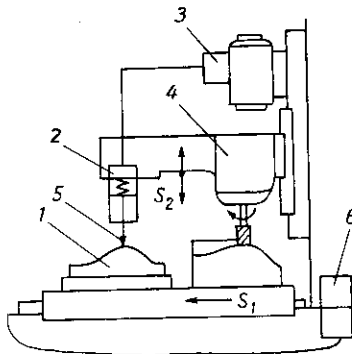
Trong hệ thống điều khiển này đường chép hình không tác động trực tiếp đến cơ cấu chấp hành mà nó tác động đến đattric cảm biến (thiết bị chép hình). Tín hiệu từ đattric cảm

biến (tỷ lệ thuận với sự biến đổi prophin của đường chép hình) là đại lượng cần điều khiển của cơ cấu chấp hành của máy.

Dựa theo nguyên lý thực hiện chuyển động tương đối của đường chép hình so với thiết bị chép hình, hệ thống điều khiển này được chia ra :

- Hệ thống điều khiển dịch chuyển bằng tay.
- Hệ thống điều khiển dịch chuyển tự động.

Hệ thống điều khiển bằng tay có kết cấu đơn giản nhưng công nhân phải làm việc liên tục, cho nên nhiều khi nó không có tính ưu việt. Vì vậy, đa số các hệ thống điều khiển bằng đường chép hình tác động gián tiếp được dùng là những hệ thống tự động. Hình 3.9 là sơ đồ hệ thống điều khiển dịch chuyển tự động (tác động gián tiếp).



Hình 3.9. Hệ thống điều khiển tác động gián tiếp

1. Đường chép hình; 2. Thiết bị chép hình;
3. Cơ cấu điều chỉnh; 4. Cơ cấu chấp hành;
5. Đầu dò; 6. Cơ cấu truyền động

Khi đường chép hình 1 dịch chuyển (nhờ cơ cấu truyền động 6) prophin của nó tác động đến đầu dò 5 của thiết bị chép hình 2, làm cho đầu dò 5 dịch chuyển tương đối so với phần cố định của thiết bị chép hình 2.

Đầu dò cảm biến của thiết bị chép hình chuyển dịch chuyển này thành tín hiệu điều khiển (tín hiệu điện, tín hiệu thủy lực hoặc tín hiệu hơi ép). Tín hiệu điều khiển được khuếch đại và truyền tới cơ cấu điều chỉnh 3 của cơ cấu chấp hành 4. Khi có tín hiệu điều khiển, cơ cấu điều chỉnh 3 bắt đầu dịch chuyển cơ cấu chấp hành 4 với phần cố định của thiết bị chép hình theo phương giảm dịch chuyển của phần cố định của thiết bị chép hình (tương đối so với đầu dò 5), có nghĩa là theo phương giảm tín hiệu điều khiển. Như vậy trong hệ thống điều khiển tác động gián tiếp người ta sử dụng cơ cấu trợ dẫn. Nguồn thông tin trong hệ thống điều khiển này là prophin của đường chép hình (chép hình phẳng hoặc chép hình không gian). Hệ thống điều khiển bằng đường chép hình tác động gián tiếp được chia ra hai loại :

- a) Đường chép hình và thiết bị chép hình tiếp xúc với nhau.
- b) Đường chép hình và thiết bị chép hình không tiếp xúc với nhau (đầu dò dịch chuyển theo đường chép hình nhưng có sự thay đổi khe hở để thay đổi lượng hơi ép, thay đổi dòng điện hoặc thay đổi khe sáng).

3.2.2. Hệ thống điều khiển số

Điều khiển số là hệ thống điều khiển mà mỗi hành trình được điều khiển theo số. Mỗi một thông tin đơn vị ứng với một dịch chuyển gián đoạn của cơ cấu chấp hành. Đại lượng này có tên gọi là “ khả năng giải quyết ” của hệ thống hay còn gọi là giá trị xung. Cơ cấu chấp hành có thể dịch chuyển với một đại lượng bất kỳ nào ứng với giá trị các xung. Như vậy khi

biết giá trị xung q và đại lượng dịch chuyển L của cơ cấu chấp hành có thể xác định được số lượng xung N cần thiết tác động để có lượng dịch chuyển L :

$$L = q.N \quad (3.4)$$

Số lượng xung N được ghi trên kênh thông tin được gọi là một chương trình xác định đại lượng thông tin kích thước. Các thông tin cần thiết được ghi trên các băng đục lỗ, băng từ, đĩa mềm hoặc bộ nhớ của máy vi tính. Số lượng thông tin được ghi trong một hệ thống mã hóa nhất định.

Sử dụng hệ thống điều khiển số cho phép đạt được các mục đích sau:

1. Tự động hóa các thiết bị sản xuất với khả năng linh hoạt cao, có nghĩa là khả năng điều chỉnh nhanh các máy hoặc dây chuyền để thay đổi đối tượng gia công.
2. Hiệu chỉnh chương trình gia công rất đơn giản và nhanh chóng khi đối tượng gia công có thay đổi về kết cấu.
3. Tổ chức lập trình tập trung (có thể lập trình ở ngoài nhà máy) và có thể chuyển chương trình gia công từ trung tâm tới các nhà máy bằng điện thoại, fax hoặc bằng thư tín qua bưu điện.
4. Các chương trình có thể được lưu trữ để sử dụng lại.
5. Có thể lập trình tự động (với sự trợ giúp của máy vi tính) để nâng cao năng suất và độ chính xác gia công.

Hệ thống điều khiển số được chia ra các loại : Hệ thống điều khiển NC, hệ thống điều khiển CNC, hệ thống điều khiển DNC và hệ thống thích nghi.

3.2.2.1. Hệ thống điều khiển NC (Numerical Coutrol)

Ngày nay các máy công cụ được trang bị hệ thống điều khiển NC vẫn còn thông dụng. Đây là hệ điều khiển đơn giản với số lượng hạn chế các kênh thông tin. Trong hệ điều khiển NC các thông số hình học của chi tiết gia công và các lệnh điều khiển được chuyển dưới dạng dãy các con số.

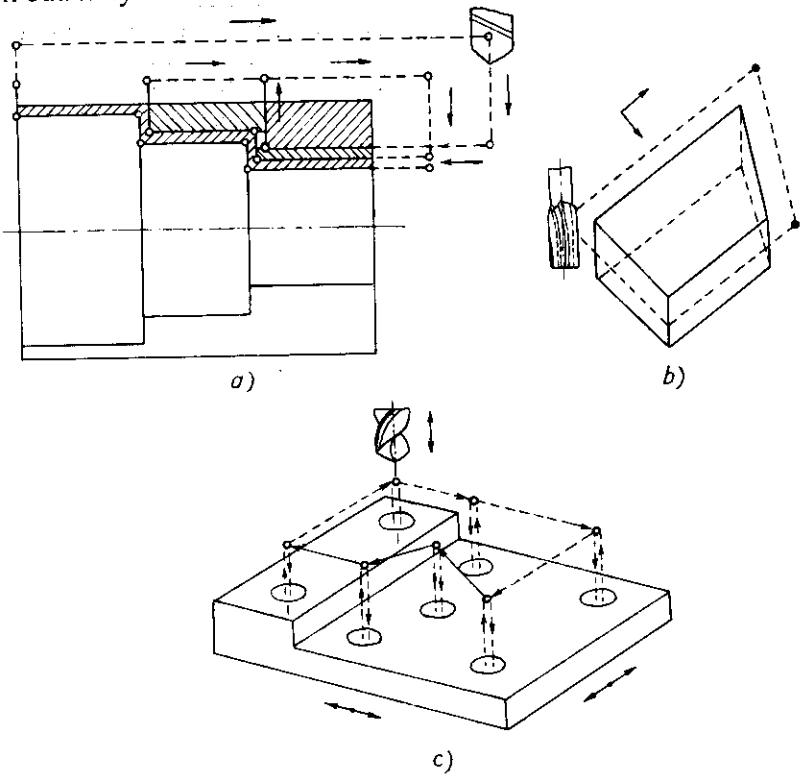
Hệ thống điều khiển NC làm việc theo nguyên tắc sau đây : sau khi mở máy, các lệnh thứ nhất và thứ hai được đọc. Chỉ sau khi quá trình đọc kết thúc, máy mới bắt đầu thực hiện lệnh thứ nhất. Trong thời gian này thông tin của lệnh thứ hai vẫn nằm trong bộ nhớ của hệ thống điều khiển. Sau khi hoàn thành việc thực hiện lệnh thứ nhất, máy bắt đầu thực hiện lệnh thứ hai (lấy ra từ bộ nhớ). Trong khi thực hiện lệnh thứ hai hệ điều khiển đọc lệnh thứ ba (được đưa vào chỗ của bộ nhớ mà lệnh thứ hai vừa được giải phóng ra).

Nhược điểm chính của hệ thống điều khiển NC là khi gia công chi tiết tiếp theo trong loạt, hệ điều khiển lại phải đọc lại tất cả các lệnh từ đầu và như vậy sẽ không tránh khỏi những sai sót của bộ tính toán trong hệ điều khiển. Do đó chi tiết gia công có thể bị phế phẩm. Hệ điều khiển NC còn có nhược điểm nữa là do cần rất nhiều lệnh chứa trong băng đục lỗ hoặc băng từ nên khả năng mà chương trình bị dừng lại (không chạy) thường xuyên có thể xảy ra. Ngoài ra, với chế độ làm việc như vậy băng đục lỗ hoặc băng từ sẽ nhanh chóng bị bẩn và mòn, gây lỗi chương trình.

3.2.2.2. Hệ thống điều khiển CNC (Computer Numerical Coutrol)

Đặc điểm chính của hệ thống điều khiển CNC là sự tham gia của máy vi tính. Các nhà chế tạo máy CNC cài đặt vào máy tính một chương trình điều khiển cho từng loại máy. Hệ thống điều khiển CNC cho phép thay đổi và hiệu chỉnh các chương trình gia công chi tiết và cả

chương trình hoạt động của bản thân nó. Trong hệ thống điều khiển CNC chương trình có thể được nạp vào bộ nhớ toàn bộ một lúc hoặc từng lệnh bằng tay từ bàn điều khiển. Các lệnh điều khiển không chỉ được viết cho từng chuyển động riêng lẻ mà còn cho nhiều chuyển động cùng lúc. Điều này cho phép giảm số câu lệnh của chương trình và như vậy có thể nâng cao độ tin cậy làm việc của máy. Hệ thống điều khiển CNC có kích thước nhỏ hơn và giá thành thấp hơn so với hệ thống điều khiển NC nhưng lại có những đặc tính mới mà các hệ thống điều khiển trước đó không có. Ví dụ, nhiều hệ thống điều khiển loại này có khả năng hiệu chỉnh những sai số cố định của máy- những nguyên nhân gây ra sai số gia công. Hệ thống điều khiển số (NC và CNC) được dùng để điều khiển dịch chuyển liên tục hoặc theo tọa độ của cơ cấu chấp hành của máy.

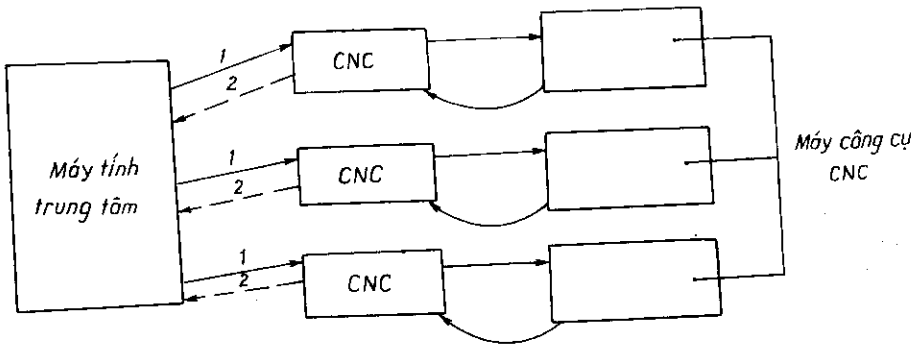


Hệ thống điều khiển dịch chuyển liên tục được sử dụng trên các máy tiện, máy phay, máy bào để gia công các bề mặt định hình (hình 3.10a, b). Hệ thống điều khiển dịch chuyển theo tọa độ được sử dụng trên các máy doa, máy phay, máy khoan để gia công các lỗ (hình 3.10c).

Hình 3.10. Sơ đồ dịch chuyển khi gia công
a-Trên máy tiện; b-Trên máy phay; c-Gia công lỗ theo tọa độ.

3.2.2.3. Hệ thống điều khiển DNC (Direct Numerical Coutrol)

Hình 3.11 là sơ đồ của hệ thống điều khiển DNC.



Hình 3.11. Nguyên lý của hệ thống điều khiển DNC

Đặc điểm của hệ thống điều khiển DNC là :

1. Nhiều máy công cụ CNC được nối kết với một máy tính trung tâm qua đường dẫn dữ liệu. Mỗi một máy công cụ có hệ điều khiển CNC mà bộ tính toán của nó có nhiệm vụ chọn lọc và phân phối các thông tin (theo mũi tên 1 trên hình 3.11). Hay nói cách khác thì bộ tính toán là cầu nối giữa các máy công cụ và máy tính trung tâm.

2. Máy tính trung tâm có thể nhận những thông tin từ các bộ điều khiển CNC (theo mũi tên 2 trên hình 3.11) để hiệu chỉnh chương trình hoặc để đọc những dữ liệu từ máy công cụ.

3. Trong một số trường hợp máy tính đóng vai trò chỉ đạo trong việc lựa chọn những chi tiết gia công theo thứ tự ưu tiên để phân chia đi các máy khác nhau.

4. Hệ thống DNC có ngân hàng dữ liệu trung tâm cho biết các thông tin của chương trình gia công chi tiết trên tất cả các máy công cụ.

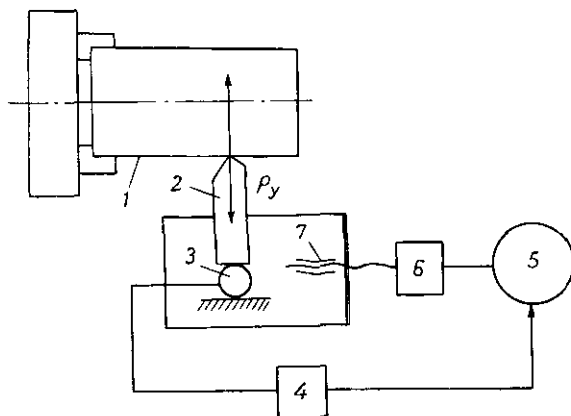
5. Có khả năng truyền dữ liệu nhanh và có khả năng nối ghép vào hệ thống gia công linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing Systems).

3.2.3. Hệ thống điều khiển thích nghi

Sử dụng hệ thống điều khiển thích nghi là một trong những phương pháp hoàn thiện máy công cụ CNC. Các máy CNC thông thường có chu kỳ gia công cố định (chu kỳ cứng) đã được xác định ở phần tử mạng chương trình và như vậy cứ mỗi lần gia công chi tiết khác, chu kỳ lại được lập lại như cũ, không có sự thay đổi nào. Chương trình điều khiển như vậy không được hiệu chỉnh khi có các yếu tố công nghệ thay đổi. Ví dụ, khi gia công chi tiết lượng dư có thể thay đổi dẫn đến thay đổi biên dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ. Khi đó nếu hệ thống điều khiển không hiệu chỉnh lại lực cắt thì kích thước gia công có thể vượt ra ngoài phạm vi dung sai (nghĩa là sinh ra phế phẩm). Trong trường hợp này để tránh phế phẩm phải giảm lượng chạy dao hoặc thêm bước gia công, nghĩa là đã làm giảm năng suất gia công.

Hệ thống điều khiển thích nghi là hệ thống điều khiển có tính đến những tác động bên ngoài của hệ thống công nghệ để điều chỉnh chu kỳ gia công (điều chỉnh quá trình gia công) nhằm loại bỏ ảnh hưởng của các yếu tố đó tới độ chính xác gia công.

Hình 3.12 là một ví dụ sơ đồ điều khiển thích nghi.



Hình 3.12. Sơ đồ điều khiển thích nghi

1-Chi tiết gia công; 2-Dao; 3-Đất-tric;
4-Bộ biến đổi; 5,6,7-Cơ cấu chạy dao.

Dao 2 gia công chi tiết 1. Các yếu tố công nghệ không ổn định có thể làm cho lực cắt p_y thay đổi (lực cắt hướng kính). Lực cắt p_y được đất-tric 3 ghi lại. Tín hiệu của đất-tric đi qua bộ biến đổi 4 tác động đến cơ cấu chạy dao 4-5-6-7 và làm ổn định lực cắt c . Nếu lực cắt p_y tăng thì lượng chạy dao sẽ giảm xuống và như vậy lực cắt p_y sẽ giảm xuống. Ngược lại nếu

lực cắt p_c giảm xuống thì lượng chạy dao sẽ tăng lên. Ổn định lực cắt có nghĩa là giảm được dao động của kích thước gia công (tăng độ chính xác và năng suất gia công).

Cũng tương tự như vậy, hệ thống điều khiển thích nghi có thể ổn định được công suất cắt, mômen cắt hay nhiệt độ cắt. Tuy nhiên, hệ thống điều khiển thích nghi thường được dùng để ổn định kích thước gia công. Ở đây, cơ cấu kiểm tra chủ động luôn luôn xác định được kích thước gia công và tác động đến cơ cấu điều khiển để ổn định kích thước của chi tiết.

TỰ ĐỘNG HOÁ QUÁ TRÌNH CẤP PHÔI VÀ DỤNG CỤ CẮT

4.1. Tự động hoá quá trình cấp phôi

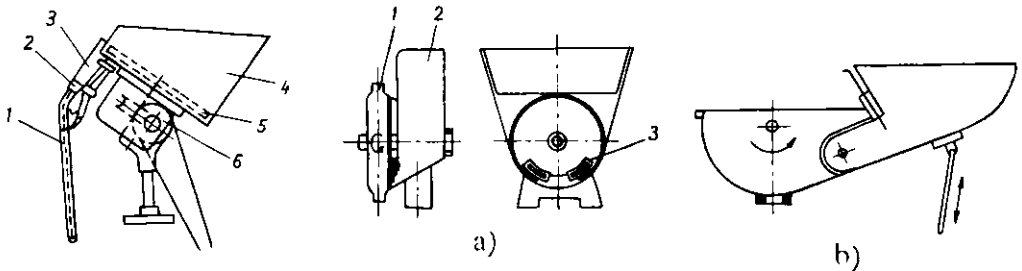
4.1.1. Tự động hoá cấp phôi rời

Cấp, vận chuyển và lưu giữ phôi tự động phải được giải quyết trên cơ sở của các quá trình gia công cụ thể, trình độ thiết bị và độ chính xác yêu cầu. Quá trình cấp phôi phải được thực hiện nhanh, tin cậy. Trong thực tế gia công, tồn tại nhiều loại phôi khác nhau như phôi cuộn, phôi thanh, phôi rời. Theo các số liệu khảo sát thì có đến $70 \div 73\%$ lượng phôi thuộc nhóm phôi rời. Vì vậy, nghiên cứu phát triển các cơ cấu cấp phôi rời có ý nghĩa kinh tế kỹ thuật rất to lớn.

Các phôi rời được phân loại theo số lượng các đường trục và bề mặt đối xứng cùng hình dáng hình học và độ lớn của chúng. Các chi tiết có thể thuộc nhóm tròn xoay, nhóm có bề mặt cong hoặc đa diện. Mỗi nhóm chi tiết đều có các nguyên tắc hình thành các cơ cấu cấp phôi và vận chuyển tự động. Các cơ cấu cấp phôi rời có một số kiểu chính như kiểu phễu, kiểu phễu - ổ chứa và ổ chứa.

4.1.1.1. Cơ cấu cấp phôi kiểu phễu và ổ chứa

Hình 4.1 là một cơ cấu cấp phôi kiểu phễu điển hình. Nó gồm phễu 4 với dẫn động 6 độc lập và đĩa cấp 5, cơ cấu định hướng 3, cơ cấu gạt phôi thừa 2 và máng dẫn phôi 1.



Hình 4.1 Sơ đồ cơ cấu cấp phôi kiểu phễu điển hình
1. Máng dẫn; 2. Cơ cấu gạt phôi thừa; 3. Cơ cấu định hướng; 4. Phễu; 5. Đĩa cấp; 6. Cơ cấu dẫn động.

Hình 4.2. Cơ cấu cấp phôi kiểu phễu có phễu phụ

1. Phễu chính; 2. Phễu phụ; 3. Cửa sổ.

Để giảm không gian của phễu chính, đôi khi người ta sử dụng thêm một phễu phụ (hình 4.2). Trong trường hợp này, trong phễu 1 (hình 4.2.a) chỉ cần một số lượng chi tiết vừa đủ để quá trình định hướng và việc cầm nắm xảy ra dễ dàng. Phễu phụ 2 cho phép tạo ra một lượng chi tiết dự trữ để làm việc trong một thời gian dài. Phễu phụ có thể di động (hình 4.2.b) để làm cho phôi dễ trượt hơn, tránh hiện tượng co cụm của chúng. Hình 4.2.a là sơ đồ của một cơ cấu cấp phôi kiểu phễu có phễu phụ cố định. Cửa sổ 3 (hình 4.2a) sẽ điều chỉnh lượng chi tiết vào phễu. Hình dáng của phễu phụ thuộc vào hình dáng phôi và phương pháp cấp phôi.

Thể tích phễu được tính theo công thức sau:

$$V_{ph} = \frac{V_{ct} \cdot T}{t \cdot K} \quad (4.1)$$

Trong đó:

V_{et} - thể tích của một phổi (cm^3);

T - thời gian làm việc liên tục của cơ cấu cấp phổi theo phương pháp cấp một lần ban đầu;

t - thời gian gia công một chi tiết;

K_v - hệ số sử dụng thể tích.

Với các chi tiết dạng bi cầu, đai ốc, vòng đệm, phổi hình trụ và côn, hệ số K_v nằm trong khoảng từ 0,5 (với chi tiết có chiều dài l lớn hơn d nhiều lần) tới 0,65 (với chi tiết có $l < d$). Trong gia công cơ, thường người ta sử dụng phễu có chiều sâu không lớn hơn các kích thước khác của nó. Trong trường hợp này, lực tác động theo phương thẳng đứng lên lớp phổi sẽ không khác nhiều so với trọng lượng của toàn bộ lượng phổi trong phễu. Khi chiều sâu phễu tăng, lực này giảm đáng kể vì phần lớn trọng lượng phổi được thành phễu tiếp nhận.

Tại cửa ra của phễu, phổi có thể bị kẹt lại thành đông, ảnh hưởng đến nhịp độ làm việc của cơ cấu cấp phổi. Điều này càng dễ xảy ra đối với các chi tiết có $l/d > 4$ hoặc có hình dáng phức tạp. Bằng cách thiết kế hình dáng phễu hợp lý, sử dụng các cơ cấu xáo trộn, cắt dòng v...v. có thể loại bỏ được hiện tượng trên.

Một trong các cơ cấu chấp hành của cơ cấu cấp phổi kiểu phễu là bộ móc phổi. Bộ móc phổi thường có dạng móc, vấu, khe hở trên đĩa cấp, túi chứa, ống v...v. Số bộ móc phổi và hình dáng của nó phụ thuộc vào năng suất cấp phổi yêu cầu và hình dáng của phổi ban đầu. Năng suất của cơ cấu cấp phổi kiểu phễu được tính theo công thức sau:

$$Q = z.n.q.K_m \quad (4.2)$$

Trong đó:

z - số bộ móc phổi;

n - số vòng quay hoặc số chuyển động khứ hồi trong một đơn vị thời gian;

q - số phổi nằm trên một móc đồng thời;

K_m - hệ số móc phổi.

Trong bảng 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 là đặc tính kỹ thuật của một số loại cơ cấu cấp phổi kiểu phễu.

Bảng 4.1 Đặc tính kỹ thuật của các cơ cấu cấp phổi kiểu phễu có túi chứa hoặc răng

Cơ cấu cấp phổi	Lĩnh vực sử dụng	Năng suất trung bình (phổi/phút)	Số lỗ định hướng	Số vòng quay của đĩa cấp hoặc số hành trình kép/phút
Có túi chứa	Để cấp phổi hình trụ, có trọng tâm lệch so với tâm đối xứng hình học	180 ÷ 250	20 ÷ 32	8 ÷ 12
Kiểu rang	Để cấp phổi hình trụ có trọng tâm lệch về phía đáy	180 ÷ 200	30 ÷ 70	3 ÷ 10

Bảng 4.2 Đặc tính kỹ thuật của các cơ cấu cấp phôi kiểu phễu định hướng bằng ống

Kiểu cơ cấu cấp phôi	Lĩnh vực sử dụng	Năng suất trung bình (phôi/phút)	Số vòng quay/phút hoặc số hành trình kép/phút
Ống có chuyển động tịnh tiến	Để cấp các loại phôi trụ	80 ÷ 100	15 ÷ 30
Ống có chuyển động quay cùng bộ tròn phôi	Như trên	120 ÷ 100	30 ÷ 60

Bảng 4.3. Đặc tính kỹ thuật của cơ cấu cấp phôi kiểu phễu có móc và vấu định hướng

Kiểu cơ cấu định hướng trong phễu	Lĩnh vực sử dụng	Số bộ móc	Năng suất lớn nhất (phôi/phút)	Hệ số xác suất móc phôi
Móc có chuyển động lắc	Để cấp các chi tiết dạng vòng đệm với $d_{\max} = 4 \text{ mm}$; $t_{\max} = 2,5 \text{ mm}$; chiều dày thành $t > 1 \text{ mm}$	1	20 ÷ 30	0,15
Móc có chuyển động tịnh tiến khứ hồi	Để cấp các loại nắp đáy có $l > d$; $d_{\max} = 20 \text{ mm}$; $l_{\max} = 25 \text{ mm}$; chiều dày tối thiểu của thành $t = 0,5 \div 1 \text{ mm}$	1	50 ÷ 70	0,2
Móc được bố trí hướng tâm trên mặt ngoài	Để cấp các loại nắp đáy, bạc có $l > d$; $d_{\min} = 6 \text{ mm}$; $d_{\max} = 30 \text{ mm}$; chiều dài $l < 20 \text{ mm}$; chiều dày thành $t > 0,3 \text{ mm}$	9 ÷ 12	120 ÷ 140	0,5 ÷ 0,6
Có vấu định hướng bố trí nằm nghiêng trên mặt trong	Để cấp các loại nắp đáy, bạc có $l > d$; $d_{\min} = 10 \text{ mm}$; $d_{\max} = 40 \text{ mm}$; chiều dài $l < 90 \text{ mm}$; chiều dày thành $t > 0,03 \text{ mm}$	60 ÷ 70	140 ÷ 250	0,2

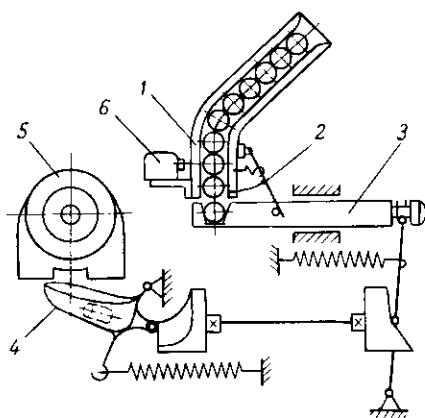
Bảng 4.4. Đặc tính kỹ thuật của các cơ cấu cấp phôi kiểu phễu có cơ cấu định hướng dạng ngăn, khe và cánh gạt

Kiểu cơ cấu cấp phôi	Lĩnh vực sử dụng	Năng suất trung bình (phôi/phút)	Số vòng quay hoặc chuyển động khứ hồi trong một phút	Chiều dài bề mặt công tác của ngăn hoặc đường kính của đĩa (mm)
Ngăn	Để cấp phôi có mũ như đỉnh tán, vít v.v	120 ÷ 130	30 ÷ 40	300 ÷ 430
Khe	Như trên	200 ÷ 250	5 ÷ 10	450 ÷ 600
Cánh gạt	Để cấp các loại phôi có hình dáng đa diện (đai ốc và các loại khác)	150 ÷ 200	4 ÷ 6	10 ÷ 16

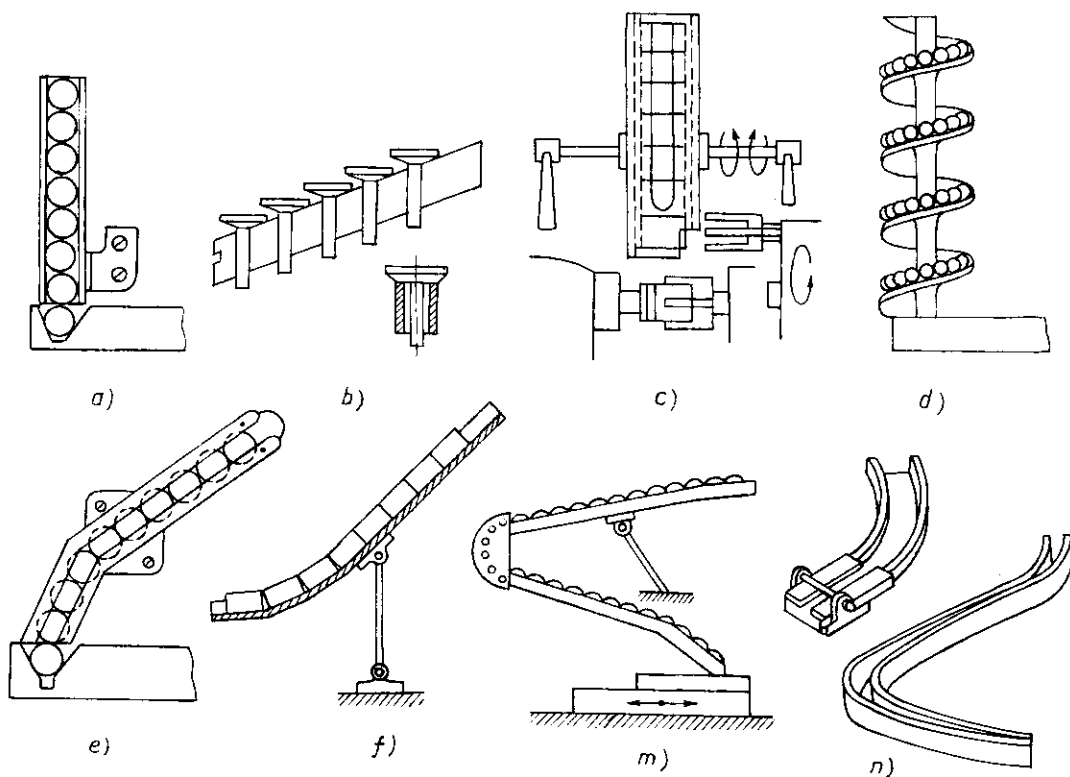
Cơ cấu cấp phôi kiểu ổ chứa thường thực hiện định hướng và gá đặt sơ bộ chi tiết trước, sau đó đưa nó vào vùng gia công. Kết cấu tiêu biểu của một cơ cấu cấp phôi dạng ổ cho trên hình 4.3. Phôi đã được định hướng sơ bộ trong ổ 1 sẽ được cơ cấu cấp liệu 3 đưa tới cơ cấu kẹp chặt 5. Tại đây, nhờ cơ cấu đẩy, phôi sẽ được đặt vào đúng vị trí yêu cầu để tiến hành gia công. Để quá trình cấp phôi thực hiện an toàn, người ta sử dụng cơ cấu cách ly 6 và bộ ngắt dòng 2. Sau khi gia công xong, chi tiết được cơ cấu đẩy phôi đẩy vào đồ gá dẫn 4 rồi đưa ra ngoài.

Hình 4.3. Cơ cấu cấp phôi kiểu ổ chứa

1. Ổ cấp phôi;
2. Bộ ngắt dòng;
3. Cơ cấu cấp phôi;
4. Đồ gá dẫn;
5. Cơ cấu kẹp chặt;
6. Cơ cấu cách ly.



Trên các hình 4.4 ÷ 4.6 là một số kết cấu điển hình của các cơ cấu cấp phôi. Hình 4.4 là các cơ cấu cấp phôi dựa trên nguyên lý ứng dụng trọng lực. Phôi phải có trọng lượng yêu cầu, đủ để tự dịch chuyển được trong máng dẫn, các bề mặt của máng dẫn được gia công rất cẩn thận (thường là mài) sau khi đã nhiệt luyện để nâng cao độ cứng, tính chống mòn và giảm ma sát.



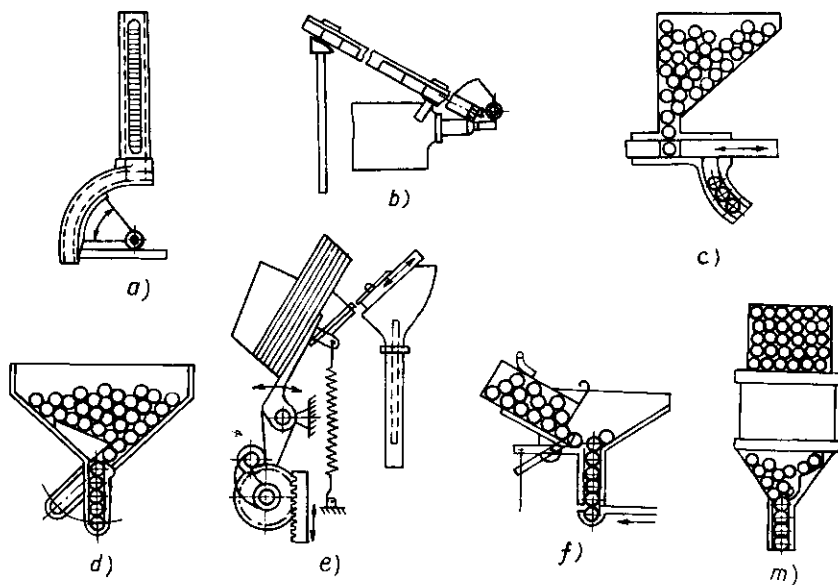
Hình 4.4. Các cơ cấu cấp phôi kiểu máng nghiêng

a, b, c - Dạng thẳng; e, f, m - Dạng cong; d, n - Dạng liên hợp

Một số cơ cấu có chuyển động lắc (hình 4.4.c). Với các loại **phôi dịch chuyển** nhờ chuyển động trượt, góc nghiêng của máng dẫn phôi phải lớn hơn góc ma sát giữa phôi với máng dẫn. Thường góc này được chọn lớn hơn $25 - 30^\circ$. Với các phôi dịch chuyển nhờ chuyển động lắc, góc nghiêng của máng dẫn không bé hơn $7 - 10^\circ$. Chiều rộng máng và bán kính các

góc lượn được xác định dựa trên cơ sở bảo đảm điều kiện chống kẹt theo hình dáng chi tiết và máng dẫn. Hiện nay, phần lớn các máng dẫn được lắp ráp từ các chi tiết tiêu chuẩn.

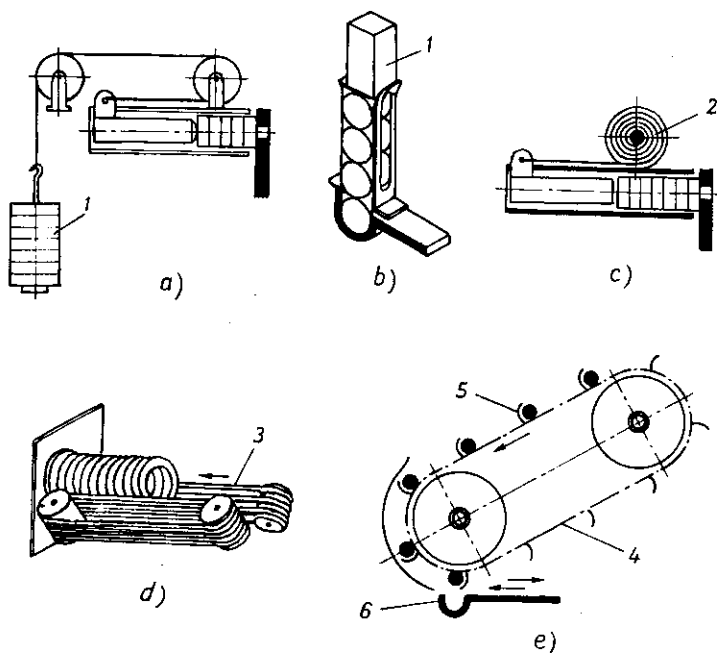
Hình 4.5 là sơ đồ nguyên lý của một số cơ cấu cấp phối nhờ trọng lực.



Hình 4.5. Các cơ cấu cấp phối nhờ trọng lực
a, b - Kiểu ống; c, d, e - Kiểu phễu; f, m - Kiểu phễu - ngăn;

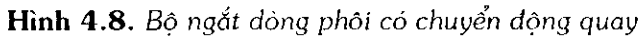
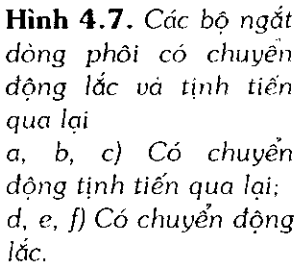
Các cơ cấu kiểu phễu - ngăn (hình 4.5.f, m) cho phép định hướng sơ bộ phối bên ngoài phễu rồi mới đưa vào ngăn. Việc thay thế các băng này có thể thực hiện nhanh và tiện lợi.

Hình 4.6 là cơ cấu cấp phối có chuyển động cưỡng bức. Dịch chuyển của phối có thể được thực hiện nhờ các phương pháp như dùng quả nặng 1 (hình 4.6.a, b), lò xo 2 (hình 4.6.c), lực ma sát giữa phối với đai di động 3 (hình 4.6.d), hoặc vấu 5 trên mặt làm việc của băng tải di động 4 khi cấp phối cho bộ nạp 6 (hình 4.6.e).

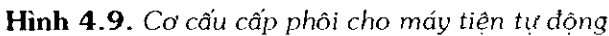


Hình 4.6. Các cơ cấu cấp phối có chuyển động cưỡng bức
1. Quả nặng; 2. Lò xo
a, b) Dịch chuyển phối nhờ trọng lượng;
c) Dịch chuyển nhờ lò xo;
d) Dịch chuyển phối nhờ ma sát giữa phối và đai di động 3;
e) Dịch chuyển tới cơ cấu cấp liệu 6 nhờ móc 5 trên các băng tải di động 4.

hồng hơn do quá trình làm v ẽ c ẽ m và đ ều.



a, b, c) Bộ ngắt dòng tang trống; d; e) Bộ ngắt dòng xoắn ốc.

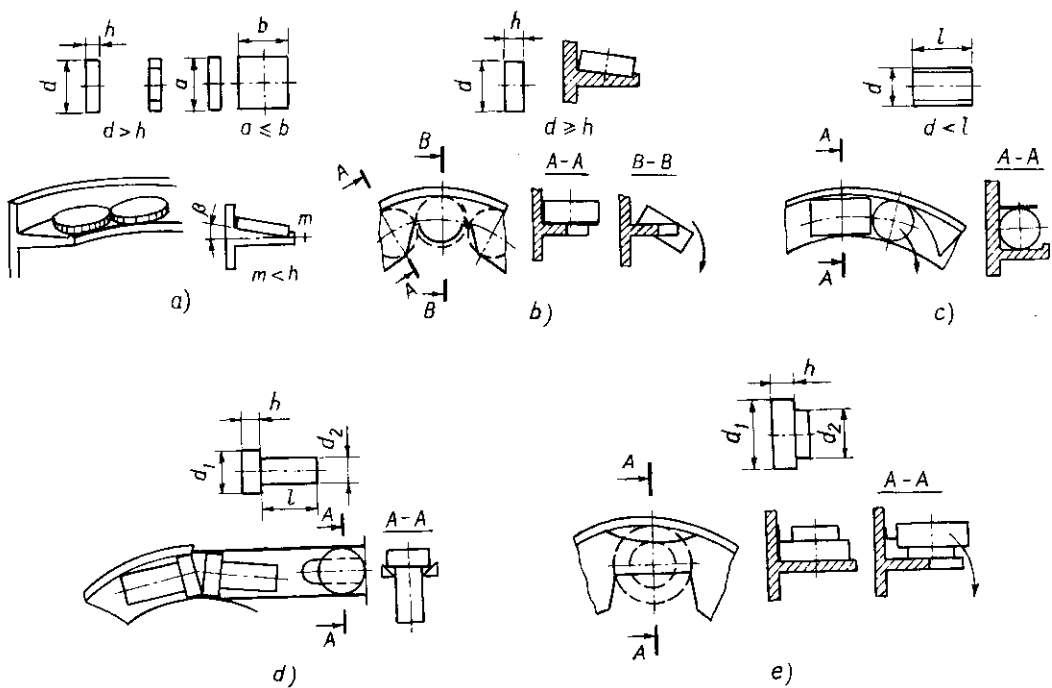


Các bộ cấp liệu đưa phôi vào vùng gia công, bộ đẩy phôi và cơ cấu kẹp chặt phôi có kết cấu rất đa dạng. Chúng phụ thuộc rất nhiều vào dạng thiết bị gia công và hình dáng của phôi liệu. Hình 4.9 là sơ đồ làm việc của cơ cấu cấp và kẹp phôi hai vị trí có bộ phân quay tự động để gia công từ hai phía trên máy tự động nhiều trục chính của hãng Gildemeister (Đức).

4.1.1.2. Cơ cấu cấp phôi rung động

Trong số các cơ cấu cấp phôi rời, nhóm các cơ cấu cấp phôi rung động có một vị trí rất quan trọng. Dịch chuyển của phôi trong các cơ cấu này thực hiện nhờ lực quán tính và ma sát xuất hiện khi máng dẫn phôi có chuyển động rung. Dẫn động của các cơ cấu cấp phôi kiểu này có thể là các đầu rung điện từ, lệch tâm, khí nén hoặc thủy lực. Thông dụng nhất là các đầu rung điện từ. Chúng cho phép điều chỉnh vô cấp năng suất cấp phôi.

Trong các cơ cấu cấp phôi rung động, chi tiết được định hướng khi dịch chuyển trong máng rung. Trên hình 4.10 là một số phương pháp định hướng phôi thông dụng.



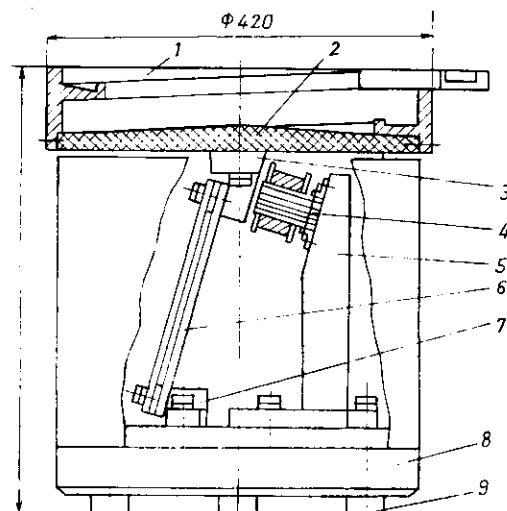
Hình 4.10. Các phương pháp định hướng phôi trong các cơ cấu cấp phôi rung động

Khi cấp phôi dạng đĩa, vòng, tấm vuông hoặc chữ nhật theo phương pháp cấp một lớp (hình 4.10.a), máng dẫn được chế tạo nghiêng về phía tâm phễu một góc $\beta = 3 \div 5^\circ$, chiều cao gờ nhỏ hơn chiều cao phôi. Khi $h \leq d$, các chi tiết dạng mũ chụp có thể định hướng trên mặt phẳng nhờ các rãnh định hình (hình 4.10.b) chỉ cho phép phôi di chuyển bằng mặt đáy phía dưới. Các con lăn có hình dáng khác nhau, các loại ống có $d < l$ được hất vào phễu nhờ các tấm chắn chuyên dùng (hình 4.10.c). Các chi tiết có mũ bậc có thể định hướng nhờ các khe thoát (hình 4.10.d). Các chi tiết hai bậc có thể định hướng nhờ sử dụng các tấm chắn chuyên dùng, giữ cho phần có đường kính nhỏ nằm quay lên trên (hình 4.10.e).

Hình 4.11 là cơ cấu cấp phôi rung động có đầu rung điện từ.

Hình 4.11. Cơ cấu cấp phối rung động có đầu rung điện từ

1. Thùng chứa; 2. Thân thùng;
3. Ngàm; 4. Đầu rung điện từ;
5. Giá treo; 6. Khối treo đàn hồi;
7. Giá đỡ; 8. Tần; 9. Cao su giảm chấn.



Ba đầu rung điện từ 4 được kẹp trên giá treo 5. Giá treo 5 được gá trên thân 8. Cũng trên thân 8, người ta lắp ba giá đỡ 7 có các khối treo đàn hồi 6 với ngàm 3 dùng để truyền dao động cho phễu. Phễu gồm thùng chứa 1 có máng dẫn xoắn ốc làm bằng nhôm và thân 2 chế tạo từ tectôlit. Góc nghiêng của máng dẫn $\theta = 1^{\circ}35'$. Các bộ giảm chấn cao su 9 dùng để cách ly rung động của phễu với chung quanh. Tần số rung bằng 3000 dao động/ phút. Vận tốc dịch chuyển yêu cầu của phối trong máng dẫn được tính theo công thức sau:

$$V_{yc} = Q \cdot l_{ph} \cdot \eta; \quad (4.3)$$

Trong đó:

Q - năng suất của cơ cấu;

l_{ph} - chiều dài (hoặc đường kính phối);

η - hệ số an toàn có tính đến độ không ổn định khi chuyển động, sai sót khi định hướng v...v.

Cũng xin lưu ý rằng, khi góc nghiêng θ tăng, vận tốc V_{yc} sẽ giảm. Với $\theta = 2^{\circ}$ vận tốc giảm 10 - 15%. Góc nghiêng tối ưu của khối treo ở chế độ cấp liên tục là:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{206}{f_{mđ} \cdot V_{yc}} \quad (4.4)$$

Trong đó:

$f_{mđ}$ - tần số dao động của máng dẫn; $\alpha = 5 \div 35^{\circ}$.

Các thông số hình học của thùng chứa trên phễu phụ thuộc vào góc nâng của máng dẫn θ , dung tích và tỷ lệ khối lượng giữa phần rung với đế. Thể tích thùng chứa của phễu sẽ điều hoà và bù trừ các hỏng hóc của máy, bảo đảm cho năng suất không đổi. Trọng lượng của đế máy phải lớn hơn 5 ÷ 7 lần so với trọng lượng phần rung. Góc nghiêng của máng được xác định theo công thức sau:

$$\theta_{mđ} = \arctg(\mu^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha) \quad (4.5)$$

Trong đó:

μ_1 - hệ số ma sát giữa phôi và máng dẫn. Với phôi thép, máng nhôm $\mu_1 = 0,3$.

Khi biết kích thước thùng chứa, cũng có thể xác định góc nghiêng máng theo công thức:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{t}{\pi \cdot D} \quad (4.6)$$

Trong đó:

t - bước xoắn;

D - đường kính trong của phễu.

Biên độ dao động của máng dẫn khi vận tốc dịch chuyển phôi cho trước và số khối treo $n = l$ sẽ được xác định theo công thức:

$$x_H = \frac{g \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot p^2 + l}}{\omega^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad (4.7)$$

Trong đó:

p - số chu kỳ rung của máng dẫn mà trong thời gian đó, phôi đang nằm trong không gian ở trạng thái rơi tự do;

g - gia tốc trọng trường;

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_{\text{mđ}}$ - tần số vòng của máng dẫn;

α và $f_{\text{mđ}}$ - lấy theo công thức (4.4).

Khi chọn khối treo, nên lưu ý để tần số dao động riêng của hệ lớn hơn tần số dao động của lực kích thích khoảng 10%. Chiều dài a của các khối treo dạng tấm phẳng lắp ghép có thể xác định theo chiều dài và chiều rộng của chúng:

$$a = \frac{l}{372} \sqrt[3]{\frac{G \cdot \varphi^2}{n \cdot i \cdot b}} \quad (4.8)$$

Trong đó:

l - chiều dài công tác của lò xo;

G - trọng lượng phần rung;

$\varphi = 1,1 \cdot f_{\text{mđ}}$ - tần số dao động riêng của hệ, với $f_{\text{mđ}}$ - tần số dao động của máng dẫn;

n - số khối treo;

i - số lò xo trong một khối treo;

b - chiều rộng lò xo.

Lực kéo của đầu điện từ P :

$$P = \frac{x_H \cdot E \cdot b \cdot a^3 \cdot i}{l^3 \cdot \mu \cdot \cos \alpha} \quad (4.9)$$

Trong đó:

x_H - biên độ dao động của máng dẫn (công thức 4.7);

E - môđun đàn hồi;

b - chiều rộng lò xo;

a - chiều dày của các khối treo (tính theo công thức 4.8);

i - số lò xo trong một khối treo;

l - chiều dài lò xo;

μ - hệ số động,
$$\mu = \frac{l}{\left[l - \left(\frac{f_{md}}{\Phi} \right)^2 \right]^2}$$

α lấy theo công thức (4.4).

4.1.2. Cấp và kẹp phôi thanh trên các máy tự động

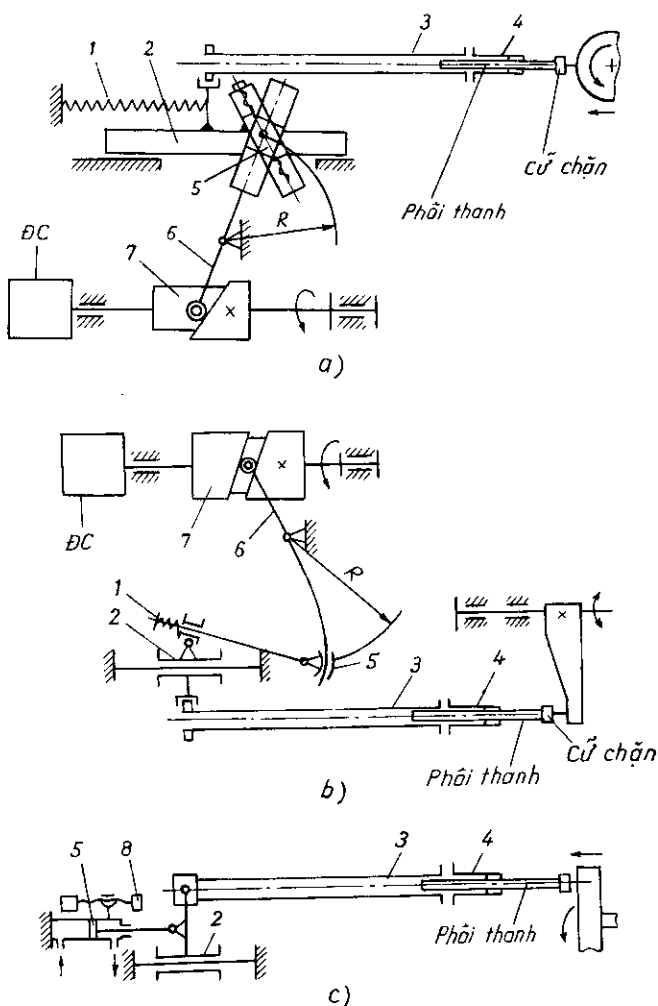
Để cấp và kẹp phôi thanh trên các máy tự động, người ta sử dụng các châu kẹp đàn hồi chuyên dùng. Tồn tại một số phương pháp cấp phôi thanh sau:

1) Cấp phôi qua lỗ trục chính bằng các châu kẹp đàn hồi, châu kẹp đàn hồi chêm và châu chêm, cơ cấu đẩy nhờ trọng lực (quả nặng, xi lanh thuỷ khí); con lăn ma sát phía sau trục chính; nhờ trọng lượng bản thân phôi gia công khi đặt nằm nghiêng hoặc thẳng đứng.

2) Cấp phôi bên ngoài trục chính nhờ tay máy, mâm cấp kéo dài; bàn dao có dịch chuyển dọc.

Thông dụng nhất là cơ cấu cấp phôi dạng châu kẹp đàn hồi (hình 4.12).

Cơ cấu gồm châu cấp 4, ống cấp 3, bàn trượt và cỡ chặn. Trong các cơ cấu lò xo - cam và cam, (hình 4.12.a, b) cấp phôi thực hiện nhờ lò xo 1, kẹp chặt thực hiện nhờ cam 7. Chiều dài hành trình bàn trượt 2 xác định nhờ vị trí của khớp nối 5 trên đầu thanh đòn 6 ($R = \text{var}$ - biến thay đổi). Trong các cơ cấu có dẫn động thuỷ lực hoặc khí nén (hình 4.12.c), chiều dài hành trình bàn trượt 2 và pít tông 5 khi kẹp chặt được điều chỉnh nhờ cỡ chặn 8.



Hình 4.12. Cơ cấu cấp phôi thanh có dẫn động cấp

a) Cấp phôi nhờ cam - lò xo;

b) Cấp phôi nhờ cam;

c) Cấp phôi nhờ dẫn động thuỷ lực hoặc khí nén.

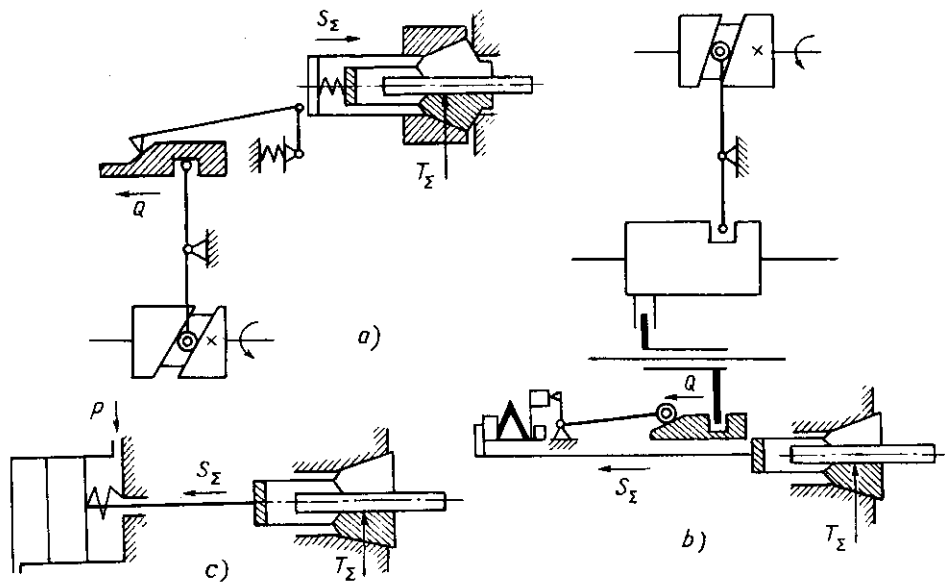
1. Lò xo; 2. Bàn trượt; 3. Ống cấp; 4. Châu cấp;

5. Khớp nối a, b) pittông c); 6. Thanh đòn; 7. Cam;

8. cỡ chặn

Một số kết cấu nguyên lý điển hình của châu kẹp đàn hồi được trình bày trên hình 4.13.

Trong quá trình kẹp chặt phôi, độ co bóp tiếp xúc h_k và độ cứng vững tiếp xúc C_k không ổn định. Chúng được xác định theo các công thức trong bảng 4.5 và 4.6 tùy thuộc vào dạng tiếp xúc.



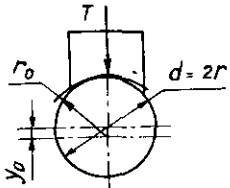
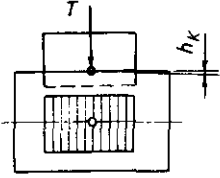
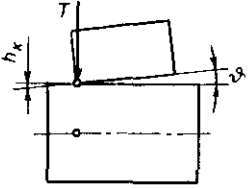
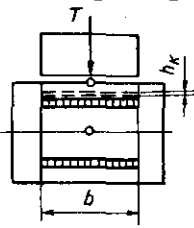
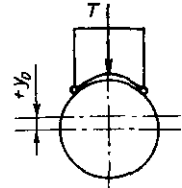
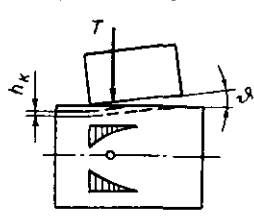
Hình 4.13. Một số sơ đồ kẹp bằng châu kẹp đàn hồi.

a) có phần tử bù cứng; b) có phần tử đàn hồi được kéo giãn trước; c) có dẫn động bằng thủy lực hoặc lò xo - thủy lực.

Bảng 4.5. Độ co bóp tiếp xúc h_k (μm) và độ cứng vững tiếp xúc C_k , $H/\mu m$ của phần tử kẹp phôi.

Dạng tiếp xúc		Công thức	Điều kiện tiếp xúc
Đường thẳng Đường thẳng	Toàn bộ bề mặt Toàn bộ bề mặt	$h_k = \frac{A_M \cdot T^m}{F_k^m} =$ $= B \cdot T^m$ $C_k = \frac{F_k^m \cdot T^{1-m}}{A_M} =$ $= \frac{T^{1-m}}{B}$	$\Delta d = 0$ $(r = r_0)$ $v = 0$
Cục bộ		$h_k = T \cdot \frac{A_M \cdot T^{m-1}}{F_k^m} +$ $+ A_3 \cdot 9 = T \cdot A_3 \cdot 9$	$\Delta d = 0$

(tiếp bảng 4.5)

Dạng tiếp xúc		Công thức	Điều kiện tiếp xúc
Điểm 	Đường thẳng 	$C_k = \frac{F_k^m}{A_M T^{m-1} + F_k^m A_g \cdot g}$ $= \frac{1}{A_g \cdot g}$	$(r \neq r_0)$ $v = 0$
Điểm  2 đường thẳng 	Bằng cạnh của hai mặt phẳng giao nhau  cục bộ hai phía 	$h_k = T \cdot \frac{A_d \cdot \Delta_d}{B} + \frac{A_g \cdot g + \frac{A_g \cdot \gamma_0^2}{\gamma_b}}{1}$ $C_k = \left(\frac{A_d \cdot \Delta_d}{B} + \frac{A_g \cdot g + \frac{A_g \cdot \gamma_0^2}{\gamma_b}}{1} \right)$	$\Delta d \neq 0$ $(r \neq r_0)$ $v \neq 0$

Ký hiệu trong bảng 4.5: $C_k = \frac{T}{h_k}$; $B = \frac{A_M}{F_k^m}$

T - lực kẹp theo phương hướng kính;

A_M - hệ số phụ thuộc chủ yếu vào vật liệu và độ nhám bề mặt (bảng 4.6);

A_d , A_g và A_γ - các hệ số phụ thuộc vào sai số đường kính chi tiết Δd , đặc tính của biến dạng dọc và ngang (xem bảng 4.6);

m - số mũ, m = 0,5 khi các chi tiết thép tiếp xúc với nhau theo mặt phẳng, m = 0,6 khi tiếp xúc theo đường tròn (xem bảng 4.6);

F_k - diện tích tiếp xúc danh nghĩa, (cm²);

Khi kẹp chi tiết tròn:

$$F_k = \frac{\pi \cdot d \cdot \gamma_0 \cdot b}{180^\alpha} \quad (4.10)$$

Khi kẹp phối phẳng:

$$F_k = a \cdot b$$

Trong đó: d - đường kính phối;

a và b - chiều rộng và dài phần công tác của phần tử kẹp;

z - số phần tử kẹp hoặc số rãnh trong chấu kẹp;

γ_0 - một nửa góc ôm của cơ cấu kẹp trên bề mặt phôi:

$$\gamma_0 = \arcsin \frac{a}{d} \text{ hay } \gamma_0 = \frac{180''}{2 - \arcsin \left(\frac{t}{a} \right)};$$

t - khoảng cách giữa các phần tử kẹp hoặc chiều rộng số rãnh của chấu kẹp;

a, d - lấy theo giá trị trong công thức (4.10).

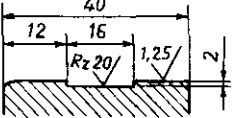
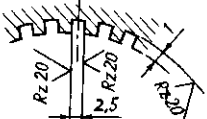
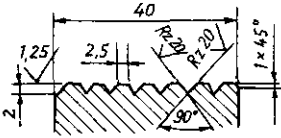
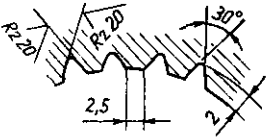
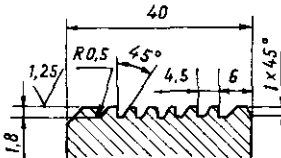
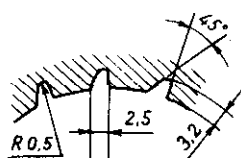
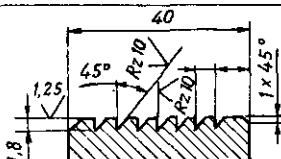
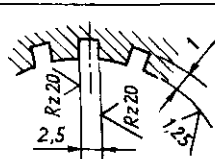
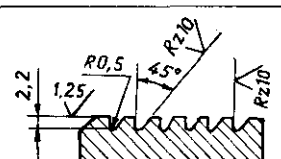
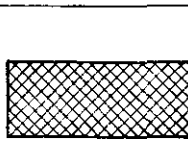
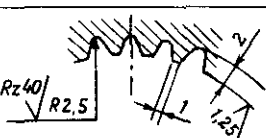
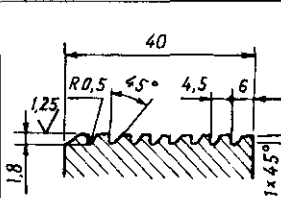
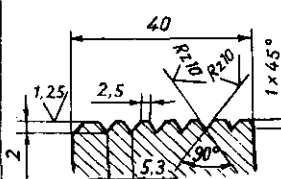
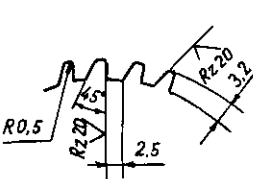
Bảng 4.6. Ý nghĩa của các hệ số $A_M, A_n, A_{\gamma}, A_{\gamma}$ và số mũ m của một số bộ đôi bề mặt tiếp xúc

Sai số của đường kính (mm)	Bộ đôi bề mặt tiếp xúc	A_M	m	A_n $\mu\text{m/kN}$	A_{γ} $\mu\text{m/kN.m}$	A_{γ} $\mu\text{m/kN}$
$\Delta d > 0$	Thép nhiệt luyện - thép chưa nhiệt luyện	0,13	0,6	20	1,3	0,04
	Thép nhiệt luyện - hợp kim nhôm	0,18	0,6	48	1,7	0,07
	Thép nhiệt luyện - chì	0,0018	2,5	48	1,7	0,07
$\Delta d = 0$	Thép nhiệt luyện - thép chưa nhiệt luyện	0,13	0,6	0	0,65	0
	Thép nhiệt luyện - hợp kim nhôm	0,18	0,6	0	0,9	0
	Thép nhiệt luyện - chì	0,0008	2,5	0	0,9	0
$\Delta d < 0$	Thép nhiệt luyện - thép chưa nhiệt luyện	0,13	0,6	12	1,1	0
	Thép nhiệt luyện - hợp kim nhôm	0,18	0,6	12	1,1	0
	Thép nhiệt luyện - chì	0,0018	2,5	12	1,1	0

Có nhiều nguyên nhân ảnh hưởng tới lực dọc trục khi trượt và mô men quay tại điểm tiếp xúc của phần tử kẹp với phôi, ví dụ, hình dáng bề mặt làm việc của phần tử kẹp, phương pháp tạo lực kẹp, tình trạng bề mặt tiếp xúc (khô hoặc bị phủ dầu mỡ) v.v.

Trong bảng 4.7 là các số liệu thực nghiệm của hệ số bám tại thời điểm dịch chuyển của một số loại chấu kẹp đàn hồi.

Bảng 4.7. Giá trị thực nghiệm của các hệ số bám tĩnh (tại thời điểm dịch chuyển ban đầu) khi kẹp chặt phôi thép chưa nhiệt luyện trong chậu kẹp đàn hồi

Prôphin có rãnh xẻ theo phương		Hệ số dịch chuyển ban đầu trên bề mặt					
Dọc	Ngang	Không có chất bôi trơn			Có chất bôi trơn		
		μ_1	μ_2	μ	μ_1	μ_2	μ
Không có rãnh	Không có rãnh	0,35 - 0,4	0,7 - 0,6	0,45	0,35	0,70	0,35
	Không có rãnh	0,55	0,9 - 0,75	0,7 - 0,55	0,4	0,7	0,4
Không có rãnh		0,55	0,9 - 0,75	0,7 - 0,55	0,4	0,7	0,4
		0,45	1,0	0,5	0,4	0,8	0,4
		0,4	0,75 - 0,7	0,6 - 0,45	0,35	1,0	0,45
		0,35	0,75 - 0,7	0,5 - 0,4	0,35	0,7	0,4
		0,35	0,8 - 0,7	0,4 - 0,35	0,35	0,7	0,35
Không có rãnh		0,5 - 0,45	0,9 - 0,8	0,45 - 0,4	0,4	0,7	0,4
	Không có rãnh	0,5 - 0,45	0,9 - 0,8	0,45	0,4	0,8	0,4
		0,35	0,7 - 0,6	0,45	0,3	0,8	0,4

Các ghi chú trong bảng 4.7 và 4.8:

μ_1 - hệ số bám dưới tác động của mômen quay;

μ_2 - hệ số bám dưới tác động của lực dọc trục;

μ - hệ số bám dưới tác động đồng thời của mômen quay và lực dọc trục.

Khi phối chuyển động, giá trị của các hệ số bám sẽ bị giảm (bảng 4.8)

Bảng 4.8. Giá trị thực nghiệm của các hệ số bám khi kẹp các phối thép chuyển động

Vật liệu phối	Chấu kẹp	μ_1	μ_2
Thép chưa nhiệt luyện	Phẳng	$0,15 \div 0,8$	$0,35 \div 0,4$
Thép nhiệt luyện		$0,07 \div 0,2$	$0,15 \div 0,3$
Thép chưa nhiệt luyện	Có rãnh tròn	$0,2 \div 0,35$	$0,5 \div 0,45$
Thép nhiệt luyện		$0,15 \div 0,25$	$0,35 \div 0,4$

Khi tính toán, điểm k (điểm tác động của lực tổng hợp) là điểm tiếp xúc. Nó sẽ nằm phía trước chấu với khe hở góc v dương, nằm ở giữa nếu $v = 0$ và nằm phía sau nếu $v < 0$ (bảng 4.9).

Bảng 4.9. Các dạng tiếp xúc và phá vỡ quan hệ ma sát giữa chấu kẹp và trục chính ở các điều kiện khác nhau

Sai số đường kính phối	Các dạng tiếp xúc và phá vỡ quan hệ ma sát		
	$v_0 > 0$ ($\alpha_c > \alpha_{tr}$) Đường thẳng	$v_0 = 0$ ($\alpha_c = \alpha_{tr}$) Bề mặt	$v_0 < 0$ ($\alpha_c < \alpha_{tr}$) Đường thẳng
$\Delta d = 0$ ($d = d_0$) $y_0 = 0$			
$\Delta d > 0$ $d > d_0$ $y_0 > 0$	Biến dạng đàn hồi	$\sigma < \sigma_T$, $n_c \rightarrow \infty$	
	Điểm	Đường thẳng	Điểm
$\Delta d < 0$ $d < d_0$ $y_0 < 0$	Biến dạng dẻo	Biến dạng đàn hồi	Biến dạng dẻo
	Hai điểm	Hai đường	Hai điểm
$\Delta d < 0$ $d < d_0$ $y_0 < 0$	Cắt gọt tế vi	Cắt gọt tế vi	cắt gọt tế vi
	$\sigma > \sigma_T$, $n_c \rightarrow 1$	$\sigma = \sigma_T$, $1 < n_c < \infty$	$\sigma > \sigma_T$, $n_c \rightarrow 1$

Các ký hiệu trong bảng 4.9:

n_c - số chu kỳ gây phá hỏng thân;

σ - ứng suất định mức tại điểm tiếp xúc;

σ_T - giới hạn chảy.

Khe hở góc ν_0 phụ thuộc vào hiệu giữa góc côn của chấu α_c với góc côn của trục chính α_n , vào đặc tính và giá trị của biến dạng dọc (dương - phía sau, âm - phía trước) của chấu và chi tiết.

Một nửa góc tiếp xúc của chấu kẹp với trục chính theo phương hướng kính (hình 4.14.a) là:

$$\beta_0 = \arcsin 2 \sqrt{\frac{2(1-\mu_n^2) \cdot P_\Sigma}{\pi \cdot E \cdot (y_0 - h_k) \cdot \cos \alpha \cdot a_k}} \quad (4.11)$$

Với hệ số Puanxôn $\mu_n = 0,3$; $E = 2.1 \cdot 10^3 \text{ MПа}$ (cho thép) và $\alpha = 15^\circ$ ta có:

$$\beta_0 = \arcsin 0,01 \cdot \sqrt{\frac{P_\Sigma}{(y_0 - h_k)}} \quad (4.12)$$

Theo các số liệu thực nghiệm, với các khe hở góc ν khác nhau và theo vết tiếp xúc của từng loại bộ đôi, người ta dựng được đồ thị cho hàm $a_k = \lambda \cdot a$ (hình 4.14.b), với a - chiều dài phần côn của chấu.

Nếu biết β_0 có thể xác định giá trị co bóp tiếp xúc và biến dạng Δ_k của chấu kẹp với trục chính tại vị trí tác động của lực tổng hợp P_Σ từ quan hệ hình học:

$$\Delta_k = 2 \left[R_1 \cdot \sin^2 \frac{1}{4} \left(\arcsin^2 \frac{R_2 \cdot \sin \beta_0}{R_2} \right) - R_2 \cdot \sin^2 \frac{\beta_0}{4} \right] \quad (4.13)$$

Trong đó R_1 , R_2 , β_0 xác định theo sơ đồ hình 4.14.a.

Trong quá trình tính toán, có thể tính tới sự thay đổi của mặt tiếp xúc giữa chấu và trục chính bằng cách đưa thêm vào góc ma sát quy ước φ_{qu} :

$$\varphi_{qu} = \arctg \frac{2 \sin \beta_0 \cdot \tg(\alpha + \varphi)}{\sin \beta_0 \cdot \cos(\beta_0) + \beta_0} - \alpha \quad (4.14)$$

Trong đó: φ - góc ma sát giữa chấu kẹp với trục chính khi tiếp xúc theo đường sinh trung bình (góc ma sát ban đầu).

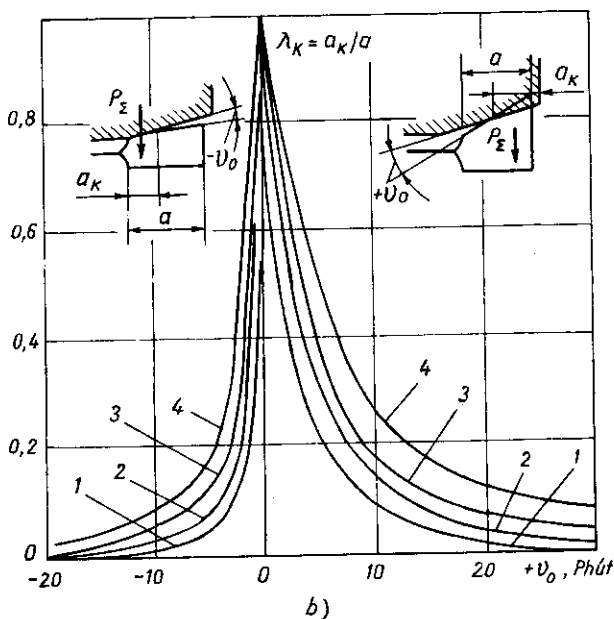
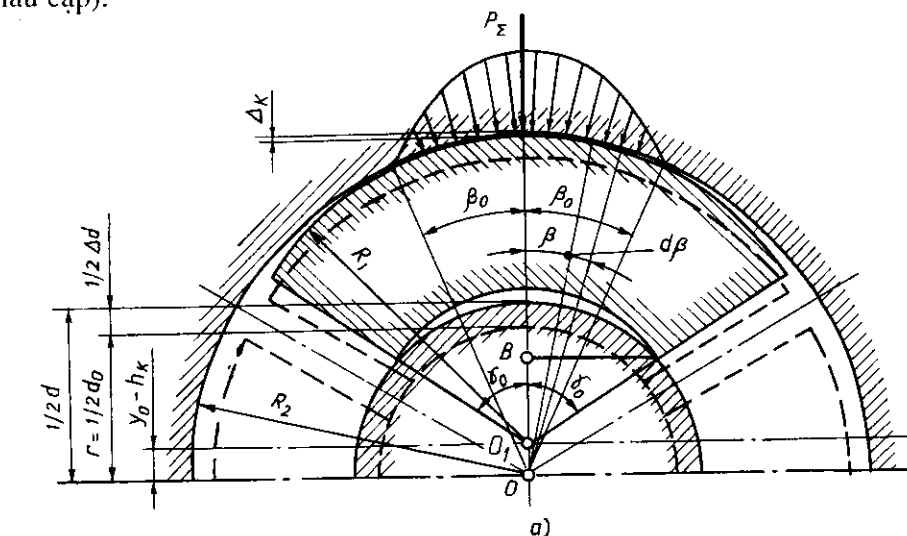
Lực kẹp hướng kính tổng cộng T_Σ do mâm cặp tạo ra tại điểm tiếp xúc của các phần tử kẹp với phôi và lực dọc trục S_Σ do dẫn động kẹp tạo ra quan hệ với nhau theo công thức sau:

$$T_\Sigma = S_\Sigma \cdot K_k = C_{dh} \cdot f_{dh} \cdot K_k \quad (4.15)$$

Trong đó: C_{dh} - độ cứng vững của hệ thống đàn hồi của cơ cấu;

f_{dh} - biến dạng của hệ thống đàn hồi của cơ cấu, (f_{dh} được xác định bằng biến dạng dọc trục của tất cả các khâu thực hiện liên kết dẫn động với chấu kẹp);

K_k - hệ số khuếch đại (K_k có thể cố định hoặc thay đổi tùy thuộc vào kết cấu của châu cặp).



Hình 4.14. Sơ đồ (a) để xác định góc tiếp xúc $2\beta_0$ và đồ thị (b) để xác định đường tiếp xúc dọc thực tế theo đường sinh trung bình của châu với trục chính:

1. $P_z = 10 \text{ kN}$; 2. $P_z = 20 \text{ kN}$;
3. $P_z = 30 \text{ kN}$; 4. $P_z = 40 \text{ kN}$

Trong trường hợp chung:

$$f_{dh} = f_{dh,k} + \sum_{i=1}^l \lambda_i + \sum_{k=1}^k \delta_k \quad (4.16)$$

Trong đó $f_{dh,k}$, λ_i , δ_k là các biến dạng đàn hồi của khâu đàn hồi tương ứng khi kéo nén, uốn, xoắn và biến dạng tiếp xúc của mối lắp.

Chấu kẹp đàn hồi là cơ cấu chấp hành chính của cơ cấu cấp phối và kẹp chặt tự động các loại phối thanh trên các máy tự động. Do vậy, khả năng làm việc và độ tin cậy của chúng có tính chất quyết định tới chất lượng, năng suất của thiết bị. Việc tính lực kẹp và độ cứng vững kẹp chặt có thể thực hiện theo hướng dẫn cho từng trường hợp cụ thể. Trong khuôn khổ một giáo trình chúng tôi sẽ không trình bày ở đây.

Trong quá trình kẹp chặt phối bằng chấu kẹp đàn hồi, độ ổn định của lực kẹp có ý nghĩa rất quan trọng. Để ổn định lực kẹp khi kẹp các phối thanh cán nóng, người ta sử dụng

các chấu kẹp đàn hồi như hình 4.15.a. Cần để kẹp chặt các loại phôi thanh có đường kính thay đổi trong một khoảng rộng mà không cần điều chỉnh, người ta sử dụng các chấu kẹp đàn hồi chuyên dùng (hình 4.15.b, c, d).

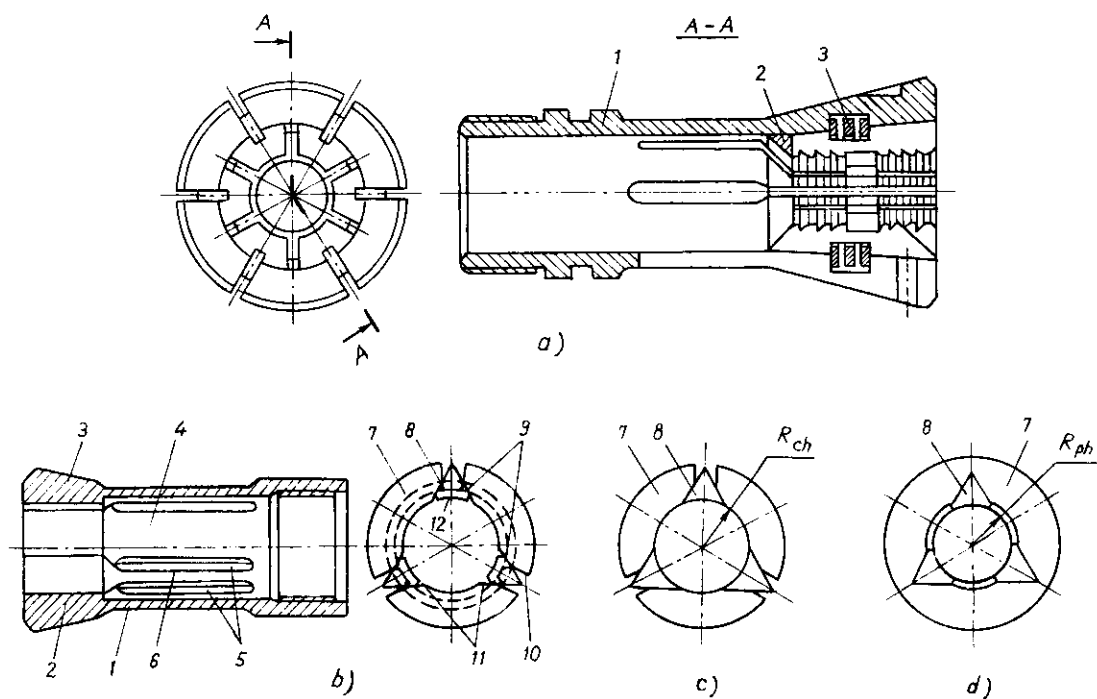
Các chấu kẹp chuyên dùng nhiều khoảng với một bộ nhân kích thước được chế tạo gồm phần đàn hồi 1 và phần kẹp 2. Phần đàn hồi 1 được chia thành các phần tử 4 và 6 bằng các rãnh xẻ 5. Phần kẹp 2 có mặt côn 3, các chấu chính 7 với bán kính R_{ch} và chấu phụ 8 với bán kính R_{ph} . Các chấu phụ 8 nằm giữa các chấu chính 7 và mặt bên 9 của rãnh 4. Rãnh 4 được nhiệt luyện ở trạng thái mở cường bức. Do đó, các mặt bên 9 của chấu phụ 8 luôn ép chặt vào chấu chính 7. Do độ cứng vững của các chấu phụ kém hơn nên nó có dịch chuyển hướng kính lớn hơn so với chấu chính:

$$y_{ph} = \frac{y_{ch}}{\cos \frac{\pi}{z}} \quad (4.17)$$

Trong đó: y_{ph} - dịch chuyển hướng kính của chấu phụ;

y_{ch} - dịch chuyển hướng kính của chấu chính;

z - số chấu.



Hình 4.15. Chấu kẹp đàn hồi để ổn định lực kẹp

a) Tự điều chỉnh; 1 - Chấu ngoài; 2 - Chấu trong; 3 - Bạc đàn hồi;

b, c, d) Chấu kẹp chuyên dùng nhiều khoảng với một bộ nhân kích thước:

1, 4, 6. Phần đàn hồi; 2. Phần kẹp; 3. Mặt côn; 5. Rãnh xẻ; 7. Chấu chính;

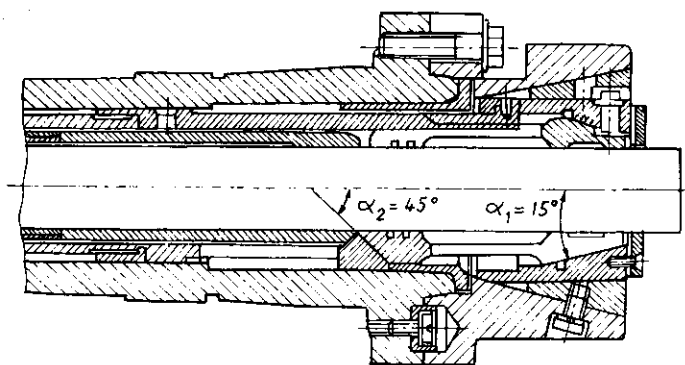
8. Chấu phụ; 9. Mặt bên; 10. Mép vát ngoài; 11. Mép vát trong; 12. Lỗ kẹp.

Để tránh va chạm giữa chấu ngoài và chấu trong khi dịch chuyển hướng kính, các chấu ngoài được tạo vát mép 10, còn chấu trong tạo vát mép 11 tại điểm giao với mặt bên 9 và mặt lỗ kẹp 12. Các phôi có đường kính lớn sẽ được kẹp chặt bằng các chấu ngoài (hình

(hình 4.15.c.d) có bán kính cong R_{ch} lớn hơn khoảng $15 \div 20\%$ so với bán kính cong của châu trong R_{ph} , còn các phôi có đường kính bé được kẹp chặt bằng các châu trong 8.

Để nâng cao độ cứng vững của cơ cấu, người ta sử dụng các châu kẹp kép (hình 4.16).

Hình 4.16. Châu kẹp đôi
hồi kép dùng trên các máy
tiện rơntve



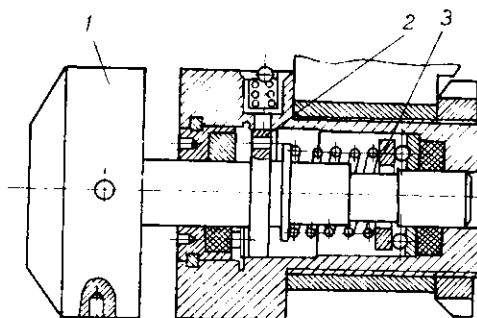
Trong các châu kẹp kép, một nửa góc côn trước $\alpha_1=15^\circ$ và một nửa góc côn sau $\alpha_2=45^\circ$. Các góc này đảm bảo cho tỷ lệ lực kẹp phôi trên phần trước và sau có giá trị vào khoảng $(0,15 \div 0,3)$.

Để nâng cao độ chính xác kẹp chặt dọc trục, người ta sử dụng các châu kẹp đôi hồi có độ chính xác cao và không có dịch chuyển dọc trục. Các châu kẹp này cho phép đạt độ chính xác vị trí dọc trục $0,03 \div 0,05$ mm.

Để tránh hiện tượng bật, nảy của chi tiết, nâng cao độ chính xác dọc trục, người ta sử dụng các châu kẹp đôi hồi có cữ chặn giảm chấn (hình 4.17).

Hình 4.17. Cữ tỷ giảm chấn dùng cho
các máy tiện tự động nhiều trục:

- 1 - Phân di động;
- 2 - Bộ giảm chấn thủy lực;
- 3 - Phân cố định



Các cữ tỷ giảm chấn cho phép làm việc với các khối lượng va đập lớn hơn 1000 lần khối lượng giảm chấn, thời gian giảm chấn khoảng 0,03 đến 0,05 giây.

Khi chọn các kích thước chính của châu cấp trong các cơ cấu cấp phôi thanh, có thể sử dụng các giá trị cho trên hình 4.18 để đánh giá mức độ chính xác quá trình xác định lực bám ban đầu của châu với phôi P_{co} theo công thức thực nghiệm sau:

$$P_{co} = K_2 \cdot d \quad (4.18)$$

Trong đó: d - đường kính danh nghĩa của phôi;

K_2 - hệ số thực nghiệm thay đổi từ 10 đến 25, tùy thuộc vào loại máy tự động, chiều dài cấp và vận tốc quay n của trục chính.

Lực cấp phôi nhỏ nhất P_{emin} được xác định theo điều kiện thắng được lực quán tính và ma sát tổng cộng của phôi, sau đó gia tăng lên 1,3 đến 1,5 lần theo điều kiện bảo đảm hệ số an toàn. Lực P_{emin} được xác định theo công thức sau:

$$P_{cmin} = K_1(P_{qt} + F_{ms}) \quad (4.19)$$

Trong đó: K_1 - là hệ số an toàn, $K_1 = 1,3 \div 1,5$

F_{ms} - lực ma sát của phôi trong ống dẫn do tác động của trọng lực và lực ly tâm gây ra, $F_{ms} = (G + Re) \cdot f$

f - hệ số ma sát giữa phôi và ống dẫn;

P_{qt} - lực quán tính, phụ thuộc vào quy luật chuyển động của phôi và được xác định theo công thức:

$$P_{qt} = \frac{K_a \cdot l_c}{t_c^2} \cdot M \quad (4.20)$$

Với K_a - hệ số gia tốc của phôi khi nó bắt đầu quay (hệ số này phụ thuộc vào quy luật chuyển động, $K_a = 4$ nếu gia tốc $a = \text{const}$; $K_a = 6,25$ khi $a = \text{sint}$);

l_c - chiều dài cấp của phôi (theo giá trị điều chỉnh của dẫn động);

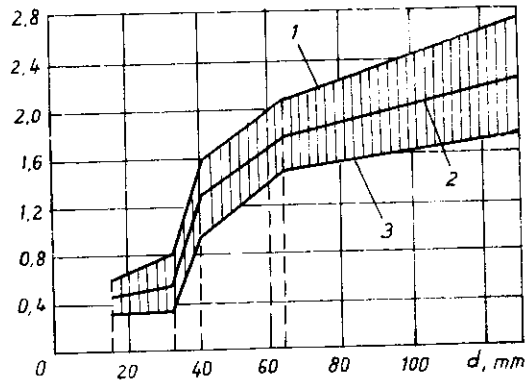
t_c - thời gian cấp phôi theo biểu đồ làm việc của máy;

M - khối lượng của phôi thanh.

P_{co} (kN)

Hình 4.18. Biểu đồ chọn lực bám ban đầu P_{co} của châu cấp với phôi có đường kính danh nghĩa d tương ứng.

1 - Máy tự động nhiều trục;
2 - Máy tiện tự động một trục;
3 - Máy tiện rơvônve và máy tiện có dẫn động cấp phôi thủy lực.



Sau khi biến đổi ta có:

$$P_{cmin} \geq K_1 \cdot M \cdot \left(K_a \cdot \frac{l_c}{t_c^2} + g \cdot f \cdot \frac{L_{od} - L_{oc}}{L_{ph}} + 4 \cdot f \cdot \pi^2 \cdot r^2 \cdot \Delta_{p,b} \cdot \frac{L_{od}}{L_{ph}} \right) \quad (4.21)$$

Trong đó: L_{od} - chiều dài ống đỡ;

L_{ph} - chiều dài phôi;

L_{oc} - chiều dài ống cấp;

n - số vòng quay của trục chính;

$\Delta_{p,b}$ - khe hở giữa phôi và bạc đỡ;

g - gia tốc trọng trường (gia tốc rơi tự do);

f, M lấy theo giá trị trong các công thức 4.19 và 4.20;

r - đường kính trong của chấu.

Lực bám dọc trục P_{dt} của chấu cấp với phôi phụ thuộc vào lực hướng kính T của cơ cấu kẹp đàn hồi của một chấu, số chấu z và hệ số bám μ .

$$P_{dt} = T \cdot z \cdot \mu = C_c \left(\delta - \frac{\Delta_d}{2} - \Delta_m \right) \cdot \mu = \frac{3 \cdot E \cdot J \left(\delta - \frac{\Delta_d}{2} - \Delta_m \right) \cdot \mu}{\xi \cdot l^3 + J \cdot \varepsilon \cdot l (1 + 2 \cdot \lambda \cdot l)} \quad (4.22)$$

Trong đó: δ - lượng dịch chuyển của một chấu;

Δ_d - sai số của đường kính phôi so với đường kính lỗ công tác của ống kẹp đàn hồi (đường kính lỗ của ống kẹp được chọn theo đường kính lớn nhất của phôi ($d_0 = d_{max}$));

Δ_m - độ mòn của chấu kẹp;

μ - hệ số bám;

C_c - độ cứng chịu uốn của chấu trên chiều dài l;

ξ - hệ số có tính đến sự thay đổi tiết diện ngang của chấu theo phương dọc trục ($\xi = 1$ với tiết diện không đổi, $\xi = 1,5$ với tiết diện có độ bền đều);

J - mômen quán tính của chấu so với đường trục trung tâm;

$$J = \frac{K_1 \cdot (R^4 - r^4) - K_2 \cdot (R^3 - r^3)}{R^2 - r^2} \quad (4.23)$$

$$K_2 = \frac{25,4649(1 - \cos \psi)}{\psi} \quad (4.25)$$

Trong đó: $K_1 = 0,125(0,01745\psi + \sin \psi)$ (4.24)

ψ - góc trung tâm của chấu;

R và r - bán kính trong và ngoài của tiết diện ngang của chấu;

ε - hệ số đặc trưng cho độ mềm dẻo tại ngàm chấu, cuối rãnh xẻ:

$$\varepsilon = \frac{K_5}{(R - r)^2} \quad (4.26)$$

Với:

$$K_5 = \frac{46300(0,01745 \psi - \sin \psi)}{\psi^2} \quad (4.27)$$

Còn chiều dài rãnh xẻ được tính theo công thức sau:

$$l_p = \frac{K_L \cdot J \cdot [\sigma] \cdot \mu \cdot z}{P_{t, min} \cdot y \cdot \xi} \quad (4.28)$$

Với $K_L = 0,6 \div 0,8$ - hệ số điều chỉnh có tính tới dung sai của phôi, số rãnh xẻ, vật liệu chấu và phôi v...v;

y - khoảng cách từ trọng tâm tới các điểm chịu lực lớn nhất của chấu (với các điểm trong: $y = y_1 = y_c - r \cos \psi / 2$. Còn với các điểm ngoài: $y = y_2 = R - y_c$, trong đó: y_c - toạ độ của trọng tâm tiết diện ngang của chấu m.m.

$$y_c = \frac{K_3 (R^3 - r^3)}{R^2 - r^2}, \text{ với:}$$

$$K_3 = \frac{76,394}{\psi} \cdot \sin \frac{\psi}{2} \quad (4.29)$$

Với: $[\sigma]$ - ứng suất chịu uốn cho phép có tính tới chu kỳ làm việc và vật liệu chế tạo chấu ($[\sigma] = (0,4 \div 0,5) \sigma_b$);

z - số rãnh xẻ (bằng số chấu); chiều dài phần công tác của chấu $b = (0,2 \div 0,4) l_p$;

l_h - chiều dài phân trụ chuyển tiếp tới mặt lắp ráp, l_h được xác định theo công thức:

$$l_h \geq \chi = \frac{[\pi - \arctg(1 + 2 \cdot \lambda \cdot l_p)]}{\lambda} \quad (4.30)$$

Với χ - vùng tắt dần của biến dạng trong lớp vỏ có tính tới hiệu ứng cạnh; λ - biến dạng đàn hồi của chấu khi chịu uốn;

l_p xác định theo công thức 4.28.

4.1.3. Đồ gá vệ tinh để cấp phôi cho các trung tâm gia công và máy CNC

Để cấp phát phôi và dụng cụ cho các trung tâm gia công và máy CNC người ta sử dụng các phần tử hỗ trợ được bổ sung thêm các chuẩn gá lắp như phiên gá, ngăn chứa, ổ, đồ gá vệ tinh, trục gá, bàn quay, goòng đẩy v...v.

Các phiên gá có nhiều kết cấu và chức năng khác nhau. Các phiên gá phải đáp ứng một số yêu cầu kỹ thuật sau:

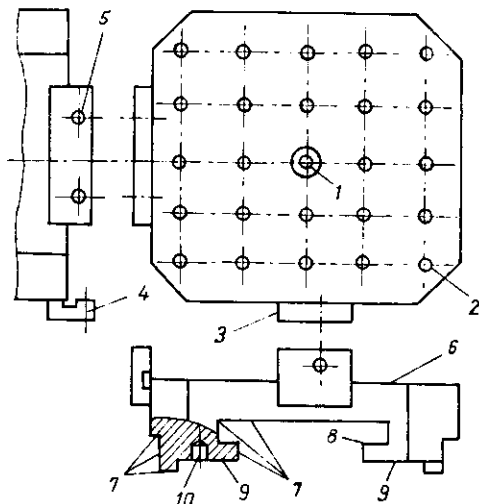
- Có độ chính xác vị trí cao khi gá đặt;
- Có độ cứng vững và ổn định cao dưới tác động của lực cắt;
- Có độ tin cậy cao, tránh được ảnh hưởng của phoi và dung dịch trơn nguội;
- Có sự đồng nhất về kích thước và độ chính xác định vị.

Để kẹp chặt các phiên gá có thể dùng cơ khí hoặc thủy lực. Để dịch chuyển phiên gá có thể dùng các cơ cấu vận chuyển phân bước, động cơ thủy lực, băng xích có vai, bộ truyền trục vít v.v. Để thống nhất hoá kết cấu của các phiên gá, người ta sử dụng các phương pháp cơ khí, điện hoặc quang để xác định vị trí của chúng. Đôi khi, người ta sử dụng các bộ cảm biến dịch chuyển thẳng để mã hoá vị trí của phiên gá.

Các phiên gá dùng cho trung tâm gia công điển hình có kết cấu như trên hình 4.19.

Hình 4.19. ổ chứa dùng cho trung tâm gia công

1 - Lỗ trung tâm; 2 - Lỗ ren để kẹp chi tiết và các phần tử kẹp; 3 - Cữ chặn; 4 - Gờ chặn; 5 - Lỗ ren để liên kết với cơ cấu vận chuyển ổ chứa; 6 - Mặt định vị phôi; 7 - Mặt dẫn hướng; 8 - Mặt kẹp ổ chứa; 9 - Mặt tù của ổ chứa; 10 - Lỗ định vị ổ chứa.

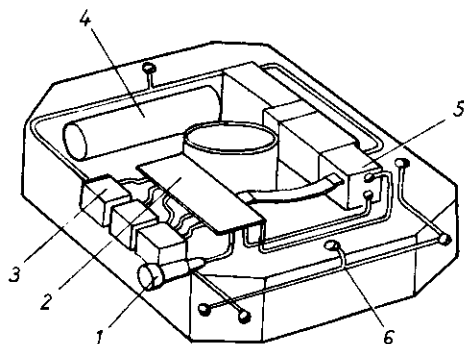


Một dạng phiến gá thông dụng nữa, đó là các phiến gá dùng để chứa phôi tròn xoay, cấp cho các trung tâm tiện. Các phiến gá này có kết cấu hình khung, trên có các bộ gá phụ cho phép kẹp chặt chi tiết trong mâm cặp hoặc trên các mũi tâm. Các phiến gá dạng này cùng các chi tiết có thể được bố trí thành dãy. Nếu chi tiết được kẹp chặt và gia công trên hai mũi tâm thì chúng thường được đặt trong các máng chứa hình khối V làm bằng nhựa tổng hợp. Việc lấy chi tiết từ các phiến gá này để đưa vào máy và dịch chuyển bản thân các phiến gá thực hiện bằng tay máy. Để liên kết các phiến gá với máy cắt, tạo thành một khối thống nhất, cần giải quyết vấn đề sử dụng bàn máy. Thường cơ cấu thay phiến gá được lắp đặt ngay trên bàn máy. Khi thay thế, phiến gá được kéo gập, hạ xuống, rồi kẹp chặt lại. Độ chính xác gá đặt phiến gá trên bàn máy đạt $\pm 0,01$ mm. Nếu sử dụng đồng thời nhiều phiến gá, giá trị trên giảm xuống còn $\pm 0,015$ mm. Do đó, khi chế tạo các chi tiết có độ chính xác cao phải sử dụng đồng bộ máy và ổ chứa có độ chính xác tương ứng.

Theo các kỹ sư của hãng Hermann Guhring (Đức), khi thiết kế hệ thống kẹp chặt tự động điều khiển theo chương trình, quan trọng nhất là xác định điểm đặt và giá trị của lực kẹp. Giữa điểm đặt lực, giá trị của lực kẹp và điều kiện gia công, rung động và biến dạng của toàn bộ chi tiết có mối quan hệ rất chặt chẽ. Do đó, các ổ chứa độc lập phải có dao diện giữa các cơ cấu điện tử và khí nén bảo đảm lập trình áp suất làm việc theo yêu cầu (hình 4.20).

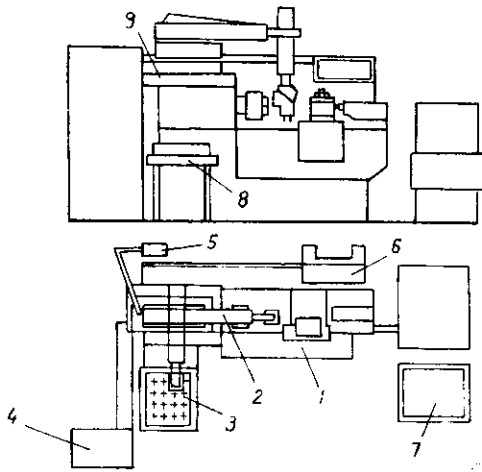
Trên các phiến gá này, thông tin về quá trình kẹp chi tiết từ hệ thống điều khiển qua bộ cảm biến hồng ngoại sẽ cho phép chọn lựa và kiểm tra tự động áp suất kẹp chặt yêu cầu. Khi sử dụng các phiến gá cùng rôbốt dạng cổng, chúng ta có thể tạo ra nhiều loại cấu trúc đa dạng. Dịch chuyển của ổ chứa có thể thực hiện trong mặt phẳng ngang hoặc thẳng đứng. Chuyển động phụ trong các phương này thường được thực hiện nhờ rôbốt dạng cổng. Bề mặt định vị của phiến gá và bàn máy có thể thực hiện theo nhiều kiểu.

Các ngăn chứa được trang bị thêm rôbốt và đặt trực tiếp trên máy chính là một dạng riêng của các đồ gá vệ tinh không cần kẹp chặt chi tiết (hình 4. 21).



Hình 4.20. Phiến gá độc lập dùng để kẹp chặt

1. Bộ cảm biến hồng ngoại; 2. Mạch điều khiển; 3. Nguồn điện; 4. Thùng chứa dầu; 5. Cảm biến điện thủy lực; 6. ống dẫn dầu.



Hình 4.21. Đồ gá cấp phôi khí gia công trên máy tiện CNC

- 1 - Máy tiện điều khiển số;
- 2 - Robot công nghiệp;
- 3 - Băng chứa;
- 4 - Trụ đứng máy;
- 5 - Đường vào của khí nén;
- 6 - Bảng điều khiển;
- 7 - Khối điều khiển robot;
- 8 - Bàn máy;
- 9 - Cụm đế gá robot trên trục chính của bàn.

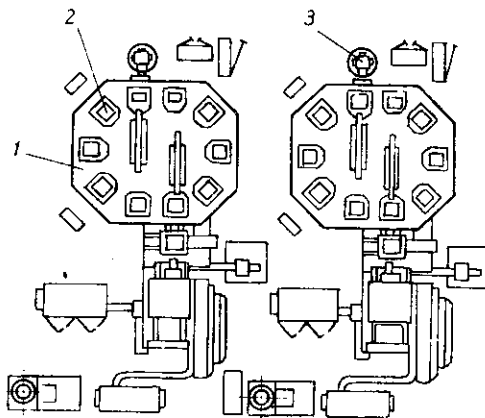
Hãng Makino (Nhật Bản) đã chế tạo các trung tâm gia công loại MC - 60 có ổ chứa gồm 6 - 8 và 12 phiến gá, bố trí phía bên cạnh máy cùng robot để thay thế phiến gá. Hãng Iamazaki Machinery Work (Nhật) cũng đã chế tạo ra các trung tâm gia công 1115 có cấu trúc tương tự trung tâm gia công CFKRW250/VNC470 của Đức, sử dụng khí gia công các chi tiết hộp lập phương có các cạnh khoảng 450 mm. Các trung tâm gia công này được trang bị ổ cấp phôi kiểu quay với 7 phiến gá đặt phía trước máy. Thay thế các phiến gá thực hiện nhờ tay máy có dẫn động thủy lực tại chỗ. Thời gian thay thế một phiến gá từ bàn máy về ổ chứa theo chương trình tự động mất khoảng 20 giây.

Các trung tâm gia công kiểu Profit - Center MC/ MC100 của hãng Heidenzeich und Harbeck Werkzeugmaschinen Fabrik (Đức) thường được trang bị 6 - 8 - 10 hoặc 12 phiến gá.

Hình 4.22 là một phần của hệ thống sản xuất tự động gồm sáu trung tâm gia công làm việc độc lập với nhau của hãng Kearney and Trecker (Mỹ), được lắp ráp tại Thụy Điển để chế tạo các chi tiết máy điện có kích thước và trọng lượng lớn.

Hình 4.22. Một phần của hệ thống sản xuất từ các trung tâm gia công của hãng Kearney and Trecker (Mỹ) được trang bị các ổ cấp phôi tự động kiểu quay cho các phiến gá

- 1 - Ổ cấp quay;
- 2 - Phiến gá;
- 3 - Trạm cấp



Trong hệ thống này có 5 máy loại Milwanke - Matic 200S và một máy Milwanke - Matic 800S. Các máy 200S được trang bị các ổ cấp quay 1 với 10 phiến gá 2, còn máy 800S có một ổ cấp quay với sáu đến tám phiến gá. Trong ca đêm, toàn bộ hệ thống chỉ còn một thợ điều hành phục vụ. Các phiến gá cùng với phôi sẽ được đưa vào trạm cấp phôi 3, sau đó sẽ được vận chuyển tự động vào ổ chứa. Máy 800S có thể làm việc không cần trợ giúp

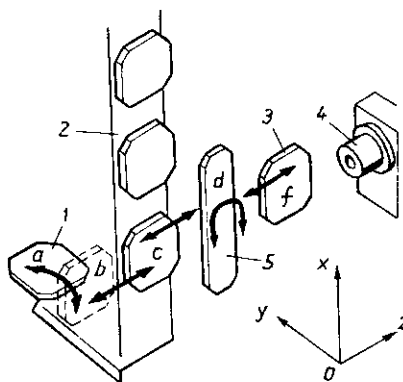
của thợ điều khiển trong vòng 10 giờ. Trên công đoạn này, thực hiện gia công tới 45 loại chi tiết có chu kỳ gia công từ vài phút đến 1,8 giờ. Trên mỗi phiên gá có thể bố trí từ 1 đến 36 chi tiết. Các phiên gá được đặt trên các xe goòng của băng tải xích. Mỗi một phiên gá có một mã riêng. Các mã này sẽ được bộ giải mã nhận biết và gọi chương trình tương ứng cho nó.

Trên các trung tâm gia công với các bàn quay có đường tâm bố trí nằm ngang, chi tiết được gá lên bàn quay thông qua phiên gá trung gian sẽ bảo đảm thoát phôi và dung dịch làm mát tốt hơn. Tuy vậy, việc gá đặt các phiên gá cùng phôi bên ngoài máy trên các phiên gá trung gian nằm ngang sẽ khó khăn hơn. Để loại bỏ nhược điểm này, người ta thực hiện cấp và tháo phôi ngay trên phiên gá ở vị trí nằm ngang.

Trung tâm gia công TMC500 của hãng Mauser (Đức) được trang bị bàn quay với đường tâm bố trí nằm ngang để quay 6 phiên gá có kích thước 450 x 450 mm mỗi chiếc. Còn môđun MA3/10 của hãng Tsucami (Nhật) (hình 4.23) được thực hiện với phương án gá đặt phôi thẳng đứng.

Hình 4.23. Sơ đồ thay thế phiên gá trên Môđun MA3/10 của hãng Tsucami (Nhật) với ổ chứa thẳng đứng.

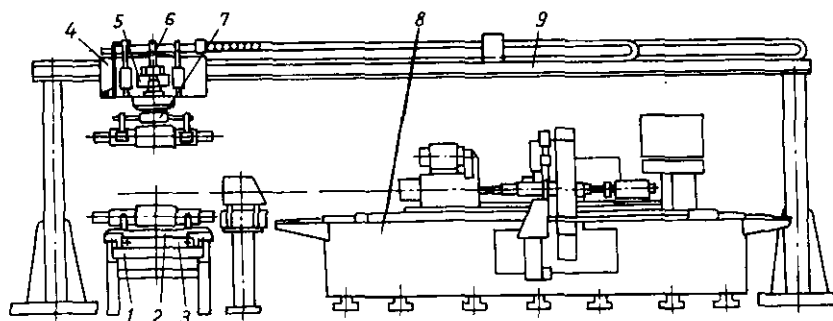
1. Vị trí của đồ gá để tháo và gá phôi;
2. Ổ cấp nhiều vị trí; 3. Đồ gá ở vị trí gia công;
4.Ụ trục chính; 5. Tay máy để thay thế đồ gá.



Trên môđun này, theo chiều thẳng đứng (trục X), một giá đỡ chuyên dùng dịch chuyển dọc trục dẫn. Trên vách ngăn của giá đỡ, người ta bố trí một hoặc hai bàn quay có thể dịch chuyển dọc trục Y. Ụ trục chính có chuyển động dọc trục Z nhờ cơ cấu dẫn hướng nằm ngang và được gá trong mặt phẳng thẳng đứng. Độ chính xác vị trí theo các phương X, Y và Z là $\pm 0,002$ mm. Có thể thực hiện gia công tổ hợp theo 5 phương a, b, c, d, f trên một lần gá với 10 đồ gá vệ tinh (mỗi đồ gá có kích thước 300 x 300mm). Cách bố trí các đồ gá vệ tinh trong mặt phẳng thẳng đứng cho phép thu gọn kết cấu.

Với các chi tiết lớn có đường kính tới 280 mm, chiều dài 1400 mm, trọng lượng 160 kG, người ta sử dụng các đồ gá vệ tinh theo kiểu cho trên hình 4.24.

Trên hình 4.24 là môđun mài XM - 300. Các môđun này gồm có máy mài bán tự động 8, rôbốt dạng cổng 9, cơ cấu cấp phôi 1 có phiên gá nằm ngang, dung tích 12 phôi, xe goòng 3 để dịch chuyển phôi, cơ cấu nâng 2, cơ cấu kẹp 7, tay máy 5, bàn trượt 4, xilanh thủy lực 6 dùng để nâng cơ cấu kẹp. Ổ chứa phôi và các chi tiết mài được điều khiển bằng hệ thống điều khiển theo chương trình số.



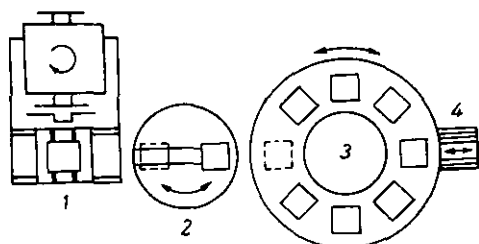
Hình 4.24. Môđun mài với vị trí nằm ngang của đồ gá có dung tích tới 12 phôi

1. Cơ cấu cấp phôi; 2. Cơ cấu nâng; 3. Xe goòng; 4. Bàn trượt; 5. Tay máy;
6. Xilanh thủy lực; 7. Cơ cấu kẹp; 8. Máy mài bán tự động; 9. Rôbốt dạng cổng.

Các phiến gá trên các môđun mài vừa xem xét có thể được coi như một khay chứa mà trong đó các chi tiết gia công có thể thực hiện tuần tự các nguyên công theo đúng tiến trình công nghệ yêu cầu của phân xưởng. Các chi tiết gia công thường được tháo hoặc cấp bằng cách thay thế cả cụm phiến gá.

Đôi khi người ta cũng sử dụng các rôbốt dạng cổng để cấp và tháo phôi. Với các thiết bị tự động và trung tâm gia công, sử dụng các cơ cấu cấp phôi tự động nhiều vị trí sẽ cho phép thực hiện chu kỳ gia công các chi tiết phức tạp hoàn toàn tự động, không cần đến sự tham gia của thợ điều khiển. Các cơ cấu cấp phôi tự động nhiều vị trí có thể thực hiện theo kết cấu vòng tròn hoặc chữ Π cùng với các bàn gá hoặc bàn quay hai vị trí (hình 4.25).

Hình 4.25. Sơ đồ phiến gá cấp phôi tự động dùng trong máy XB106 của hãng Ex - Cell - 0 (Đức)



1. Trung tâm gia công;
2. Bàn quay hai vị trí;
3. Ổ cấp tròn;
4. Trạm cấp và tháo phiến gá.

Bên cạnh trung tâm gia công môđun XB106 của hãng Ex - Cell - 0 (Đức) 1, người ta đặt bàn quay phụ hai vị trí 2, ổ cấp tròn 3 có chứa tám phiến gá và trạm 4 để cấp và tháo dỡ phiến gá. Nhờ vậy, các cơ cấu trên máy đã trở thành một môđun công nghệ làm việc độc lập. Cơ cấu định vị và kẹp chặt đồ gá vệ tinh được đặt trực tiếp trên bàn máy.

Yêu cầu quan trọng nhất đối với các cơ cấu cấp phôi cho các trung tâm gia công là chúng phải có độ chính xác định vị cao. Xét ví dụ trên hình 4.26.a, khi cơ cấu công tác có khối lượng m chuyển động với vận tốc v nhờ dẫn động M bắt đầu hoặc kết thúc dịch chuyển (dừng lại), thời gian khởi động là t_b . Sau khi nhận được lệnh dừng từ hệ thống điều khiển, cơ cấu công tác sẽ vẫn còn chuyển động thêm một đoạn là $\Delta \bar{X}$ với:

$$\Delta \bar{X} = \Delta \bar{X}_1 + \Delta \bar{X}_2 \quad (4.31)$$

Trong đó: $\Delta \bar{X}_1$ - kỳ vọng toán học của chuyển động chạy quá của cơ cấu công tác có vận tốc chuyển động v sau thời gian khởi động t_{eq} hệ thống tắt động cơ dịch chuyển M .

$$\Delta \bar{X}_1 = v \cdot t_{cq} \quad (4.32)$$

$\Delta \bar{X}_2$ - kỳ vọng toán học của chuyển động chạy quá của cơ cấu công tác sau khi tắt động cơ M do lực cản gây ra. $\Delta \bar{X}_2$ được xác định theo điều kiện khi động năng của cơ cấu công tác $E = (m \cdot v^2) / 2$ sẽ chuyển thành công của lực cản: $A_c = F_c \cdot \Delta \bar{X}_2$, nghĩa là: $E = A_c$; $(mv^2)/2 = F_c \cdot \Delta \bar{X}_2$, trong đó $\Delta \bar{X}_2 = (mv^2)/2F_c$ (với F_c là lực cản).

Do đó công thức (4.31) sẽ trở thành:

$$\Delta \bar{X} = v \cdot t_{cq} + \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot F_c} \quad (4.33)$$

Trong đó: v - vận tốc chuyển động của cơ cấu công tác;

t_{cq} - thời gian khởi động hệ thống tắt động cơ;

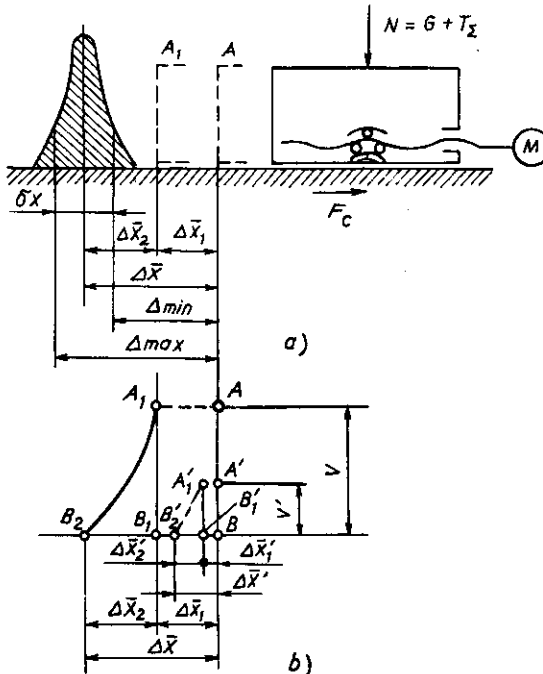
m - khối lượng của cơ cấu công tác (phần chuyển động).

Từ công thức (4.33) ta thấy, để nâng cao độ chính xác vị trí, cần giảm các sai số thành phần theo các phương pháp sau:

1 - Giảm vận tốc v của cơ cấu công tác khi tiến gần đến vị trí yêu cầu. Đây là phương pháp hiệu quả nhất. Với mục đích này, người ta sử dụng dẫn động làm chậm vận tốc cấp tới vận tốc v' nhờ vậy, độ chạy quá $\Delta \bar{X}$ sẽ giảm xuống $\Delta \bar{X}'$ với:

$$\Delta \bar{X}' = \Delta \bar{X}_1' + \Delta \bar{X}_2' \quad (4.34)$$

Trên hình 4.26.b thì quãng đường $BB'_2 = BB'_1 + B'_1B'_2$.



Hình 4.26. Mô hình đơn giản của quá trình định vị vị trí của cơ cấu công tác

2 - Giảm trọng lượng của các khối di động m của cơ cấu công tác bằng cách chọn thời điểm tắt hợp lý.

3 - Giảm thời gian t_{cq} bằng cách sử dụng các cơ cấu tác động nhanh.

4 - Tăng lực cản F_c bằng cách lắp thêm các cơ cấu hãm và kẹp chặt các cụm di động tại thời điểm ngắt động cơ M. Khi không có các cơ cấu hãm, lực cản F_c có giá trị bằng lực ma sát F_{ms} , nghĩa là:

$$F_c = F_{ms} = N \cdot f = G \cdot f = m \cdot g \cdot f \quad (4.35)$$

Trong đó: N - lực kẹp có phương vuông góc với phương chuyển động của cơ cấu;

f - hệ số ma sát;

G - trọng lượng của khối di động khi không có lực kẹp phụ;

m - khối lượng của cụm di động;

g - gia tốc trọng trường.

Trong trường hợp này:

$$\Delta \bar{X}_2 = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot G \cdot f} \quad (4.36)$$

Còn khi gá thêm các bộ hãm ở dạng các cơ cấu kẹp tự động, $\Delta \bar{X}_2$ có giá trị như sau:

$$\Delta \bar{X}_2 = \frac{m \cdot v^2}{2(G + T_\Sigma) \cdot f} \quad (4.37)$$

Trong đó: T_Σ - lực kẹp tổng cộng có hướng vuông góc với mặt dẫn hướng của cơ cấu công tác;

f - hệ số ma sát.

Ngoài ra, độ chính xác vị trí cũng bị ảnh hưởng bởi độ tán xạ ngẫu nhiên δX_Σ của các thành phần tham gia vào công thức (4.31). Nghĩa là:

$$\delta X_\Sigma = \delta X_1 + \delta X_2 = v \cdot t_{tb} \left(\frac{\Delta v}{v} + \frac{\Delta t_{tb}}{t_{tb}} \right) + \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot F_c} \left(\frac{\Delta m}{m} + \frac{2 \cdot \Delta v}{v} - \frac{\Delta F_c}{F_c} \right) \quad (4.38)$$

Do vậy sai số vị trí tổng cộng của cơ cấu công tác sẽ là:

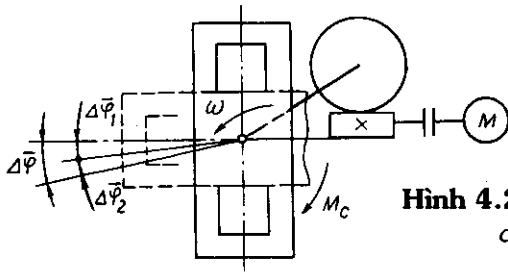
$$\Delta_\Sigma = \Delta \bar{X} \pm 0,5 \cdot \delta X_\Sigma \quad (4.39)$$

Do vậy:

$$\Delta_{\max} = \Delta \bar{X} + 0,5 \cdot \delta X_\Sigma; \quad \Delta_{\min} = \Delta \bar{X} - 0,5 \cdot \delta X_\Sigma \quad (4.40)$$

Để dừng cơ cấu công tác có chuyển động tịnh tiến như bàn dao, bàn máy v...v với độ chính xác cao, có thể dùng các biện pháp sau:

- Dùng cữ chặn cứng;
- Ngắt động cơ trước rồi cho chạy tự do đến vị trí yêu cầu;
- Dùng cơ cấu phản hồi vị trí;
- Lắp bổ sung các cơ cấu kẹp tự động.



Ngoài sai số vị trí do các dịch chuyển thẳng, cơ cấu công tác còn chịu ảnh hưởng của sai số về góc quay. Sai số góc quay có thể xác định theo sơ đồ tính trên hình 4.27.

Hình 4.27. Mô hình rút gọn quá trình định vị cơ cấu công tác theo góc quay.

Giả sử, cơ cấu công tác là một bàn quay hai vị trí có mômen quán tính J , quay với vận tốc góc ω tới vị trí yêu cầu (ví dụ 90°) nhờ động cơ M có thời gian khởi động khi đóng mở mở là t_{cq} . Sau khi nhận được lệnh dừng, bàn vẫn còn quay thêm một góc $\Delta\varphi$:

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 \quad (4.41)$$

Trong đó:

$\Delta\varphi_1$ - kỳ vọng toán học của góc quay quá của cơ cấu công tác có vận tốc quay ω , sau thời gian khởi động đóng ngắt t_{cq} ($\Delta\varphi_1 = \omega \cdot t_{cq}$).

$\Delta\varphi_2$ - kỳ vọng toán học của góc quay quá của cơ cấu công tác do mômen của lực quán tính gây ra sau khi ngừng động cơ. $\Delta\varphi_2$ xác định theo điều kiện động năng $E = (J \cdot \omega^2)/2$ sẽ chuyển thành công của các mômen cản $A_c = M_c \cdot \Delta\varphi_2$ hay $\Delta\varphi_2 = (J \cdot \omega^2)/2 \cdot M_c$, do đó:

$$\Delta\varphi_2 = \omega \cdot t_{cq} + \frac{J \cdot \omega^2}{2 \cdot M_c} \quad (4.42)$$

Nếu tính cả các sai số ngẫu nhiên của góc quay $\Delta\omega$, mômen quán tính ΔJ , mômen của lực cản ΔM_c và thời gian ngắt động cơ Δt_{cq} , ta có:

$$\delta\varphi = \omega \cdot t_{cq} \cdot \left(\frac{\Delta\omega}{\omega} + \frac{\Delta t_{cq}}{t_{cq}} \right) + \frac{J \cdot \omega^2}{2 \cdot M_c} \cdot \left(\frac{\Delta J}{J} + \frac{2 \cdot \Delta\omega}{\omega} + \frac{\Delta M_c}{M_c} \right) \quad (4.43)$$

Sai số góc quay tổng cộng của cơ cấu công tác sẽ là:

$$\psi = \Delta\varphi_2 \pm 0,5 \cdot \delta\varphi \quad (4.44)$$

Các biện pháp chính để nâng cao độ chính xác góc quay của cơ cấu công tác là:

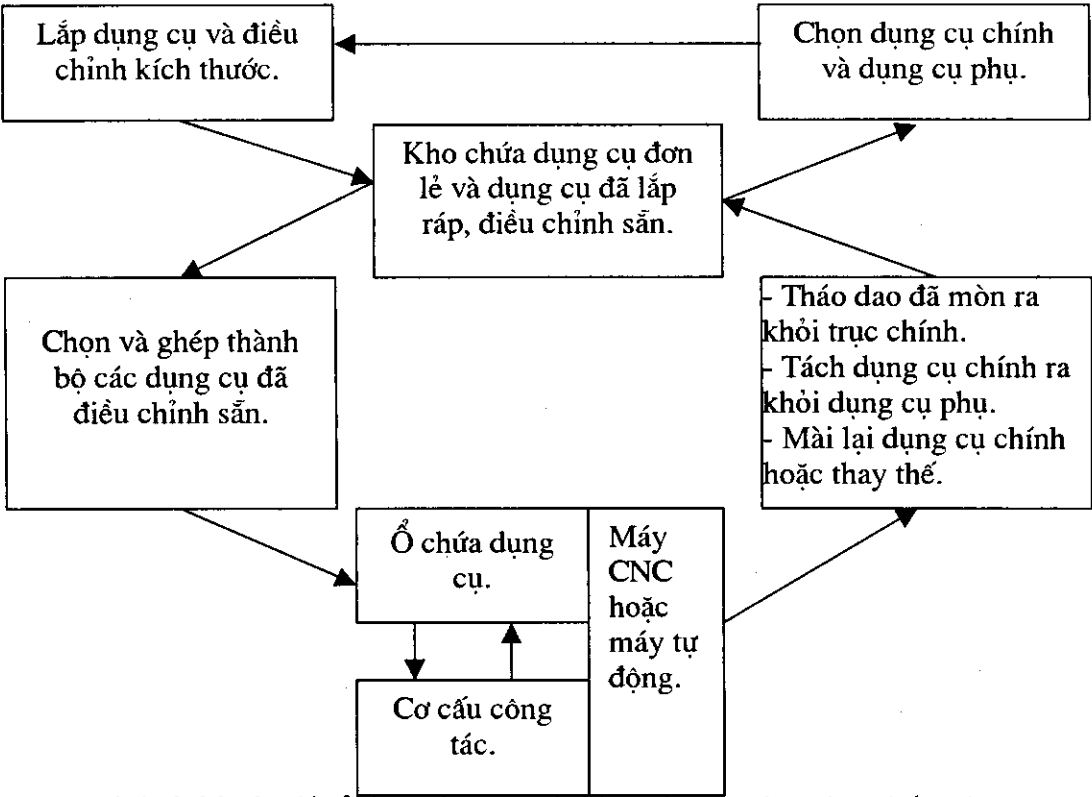
- 1) Giảm vận tốc quay, chuyển sang chế độ chậm dần khi tiến tới vị trí yêu cầu;
- 2) Lắp thêm các cơ cấu hãm chuyên dùng;
- 3) Lắp bổ sung các cơ cấu định vị và hãm chuyên dùng.

4.2. Tự động hoá cấp phát và kẹp chặt dụng cụ

4.2.1. Phân loại các cơ cấu cấp phát và kẹp chặt dụng cụ tự động

Thông thường, quá trình gia công các chi tiết được thực hiện tuần tự bằng nhiều dụng cụ khác nhau. Do đó, trên các thiết bị tự động hoá, yêu cầu một bộ dụng cụ tương ứng đã được lắp đặt và điều chỉnh sẵn trong các đài dao hoặc chuỗi côn chuyên dùng. Việc gá đặt dụng cụ cắt vào cơ cấu công tác của máy (trục chính hoặc đài gá dao), kẹp chặt và lấy chúng ra khi bị mòn có thể thực hiện bằng tay hoặc tự động. Khi gá đặt bằng tay, quá trình điều chỉnh và lắp

đặt dụng cụ với dụng cụ phụ như chuỗi côn, dài dao, bạc trung gian, mâm cặp được tiến hành trực tiếp trên máy. Còn khi thay dụng cụ bằng phương pháp tự động, việc điều chỉnh và lắp đặt dụng cụ với dụng cụ phụ được tiến hành bên ngoài máy nhờ các dụng cụ chuyên dùng. Phương pháp này được dùng phổ biến trên các máy điều khiển số (CNC) và bao gồm các giai đoạn chính như trên hình 4.28 với các công việc chính sau đây:



Hình 4.28. Sơ đồ sử dụng dụng cụ cắt bằng phương pháp thay thế tự động

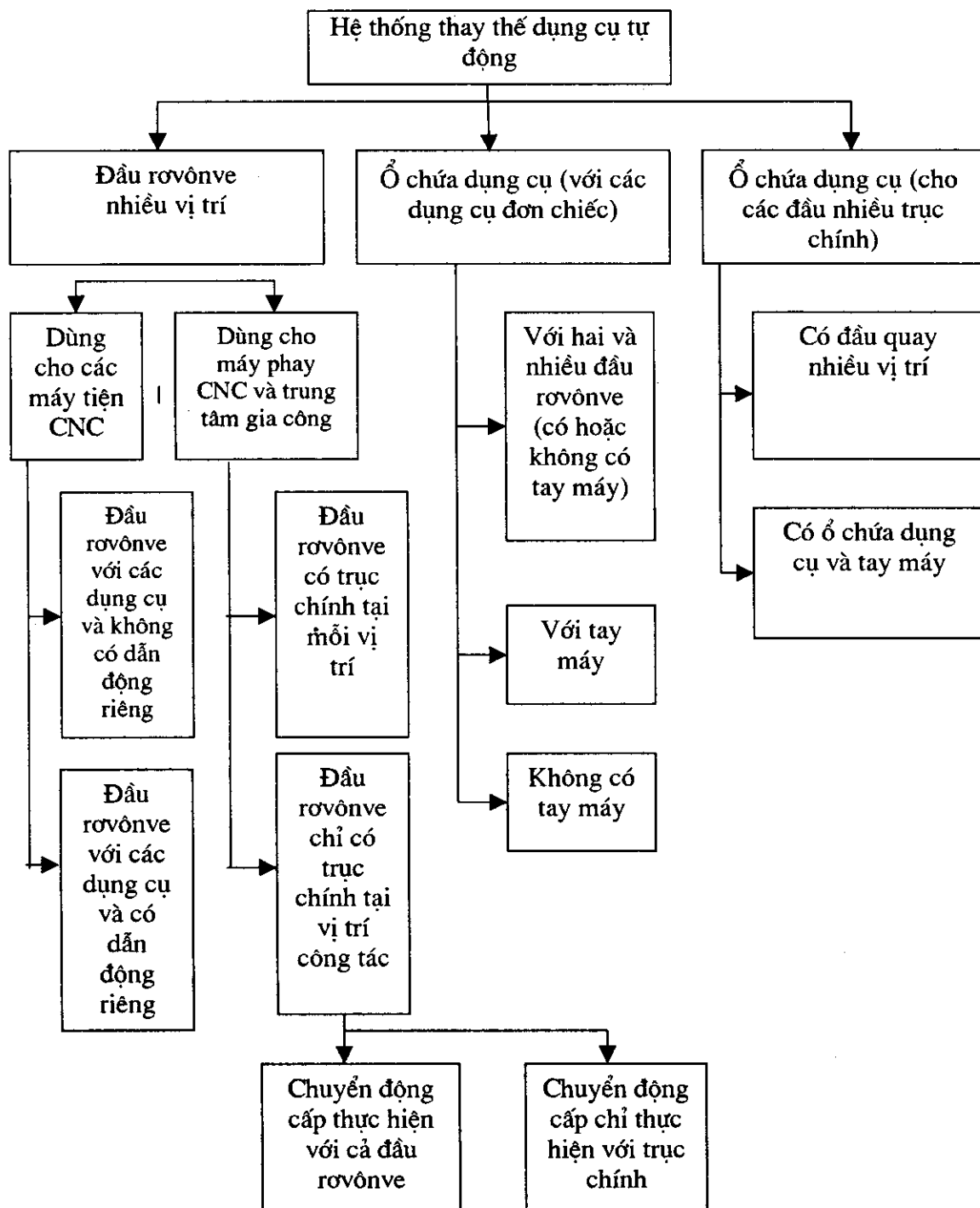
- Ghép bộ và lắp ráp dụng cụ cắt lấy từ kho ra với dụng cụ phụ;
- Điều chỉnh kích thước của nó trên các dụng cụ chuyên dùng (với máy tiện và trung gia công);
- Nhập kho các bộ dụng cụ đã lắp và điều chỉnh;
- Chọn lựa các dụng cụ đã lắp và điều chỉnh trong kho, ghép thành bộ để đưa vào ổ chứa dụng cụ;
- Chọn dụng cụ phù hợp, thay thế và kẹp chặt chúng tự động;
- Tháo kẹp dụng cụ và đưa nó về ổ dao;
- Đưa dụng cụ về kho sau khi gia công xong cả loạt chi tiết hoặc tháo dỡ để mài lại.

Quá trình chọn dụng cụ phù hợp trong ổ chứa để gia công chi tiết, gá đặt và kẹp chặt dụng cụ tự động, tháo dụng cụ khỏi cơ cấu công tác và đưa về ổ chứa được thực hiện nhờ hệ thống cấp phát và kẹp chặt dụng cụ tự động (CPDCTĐ).

Hệ thống CPDCTĐ bao gồm các bộ phận cơ bản sau đây:

- Ổ dụng cụ để chứa dụng cụ. Trên các máy tiện NC có thể có từ 1 đến 3 đầu xoay để thực hiện chức năng của các ổ dụng cụ;
- Cơ cấu chọn dụng cụ cần thiết từ ổ dụng cụ để chuẩn bị thay thế;

- Tay máy để thay thế dụng cụ (trong một số trường hợp không có tay máy);
- Cơ cấu kẹp chuỗi côn hoặc đai gá dao trong cơ cấu công tác;



Hình 4.29. Sơ đồ phân loại hệ thống thay thế dụng cụ tự động

Một số yêu cầu cơ bản đối với cơ cấu CPDCTĐ:

- Ổ trữ phải có dung lượng đủ lớn;

- Dụng cụ phải được giữ trong ổ với độ tin cậy cao;
- Thời gian thay thế dụng cụ là ít nhất;
- Dụng cụ phải được giữ chặt trong tay máy khi thay thế tự động;
- Chuôi dao và đai gá dao phải được định vị chính xác vào vị trí công tác;
- Khoảng cách giữa ổ dụng cụ tới vị trí công tác là ngắn nhất;
- Hệ thống CPDCTĐ phải được thiết kế và bố trí sao cho nó không chạm vào phôi khi thay thế dụng cụ tự động;
- Hệ thống CPDCTĐ phải có độ tin cậy làm việc cao;
- Tránh làm bẩn các bề mặt lắp ráp của chuôi và đai gá dụng cụ;
- Sử dụng, bảo dưỡng tiện lợi, đáp ứng yêu cầu an toàn.

Trên hình 4.29 là sơ đồ phân loại hệ thống thay thế dụng cụ tự động trên các máy tiện CNC và trung tâm gia công.

Phương pháp lưu giữ dụng cụ trên máy phụ thuộc vào kết cấu của ổ chứa, phương pháp chọn, thay thế và kẹp chặt chuôi côn hoặc đai gá dụng cụ trên vị trí công tác.

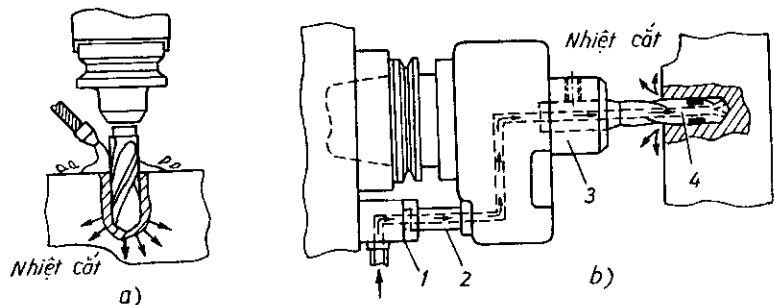
4.2.2. Yêu cầu và đặc tính của dụng cụ trong các quá trình sản xuất tự động hoá

Dụng cụ trên các máy tự động và máy CNC phải đáp ứng được các yêu cầu cơ bản sau đây:

- Có tuổi bền cao, được điều chỉnh tới kích thước sơ bộ bên ngoài máy;

- Lắp đặt và điều chỉnh nhanh khi thay thế chi tiết gia công;

- Có độ chính xác cao khi gá vào vị trí công tác;



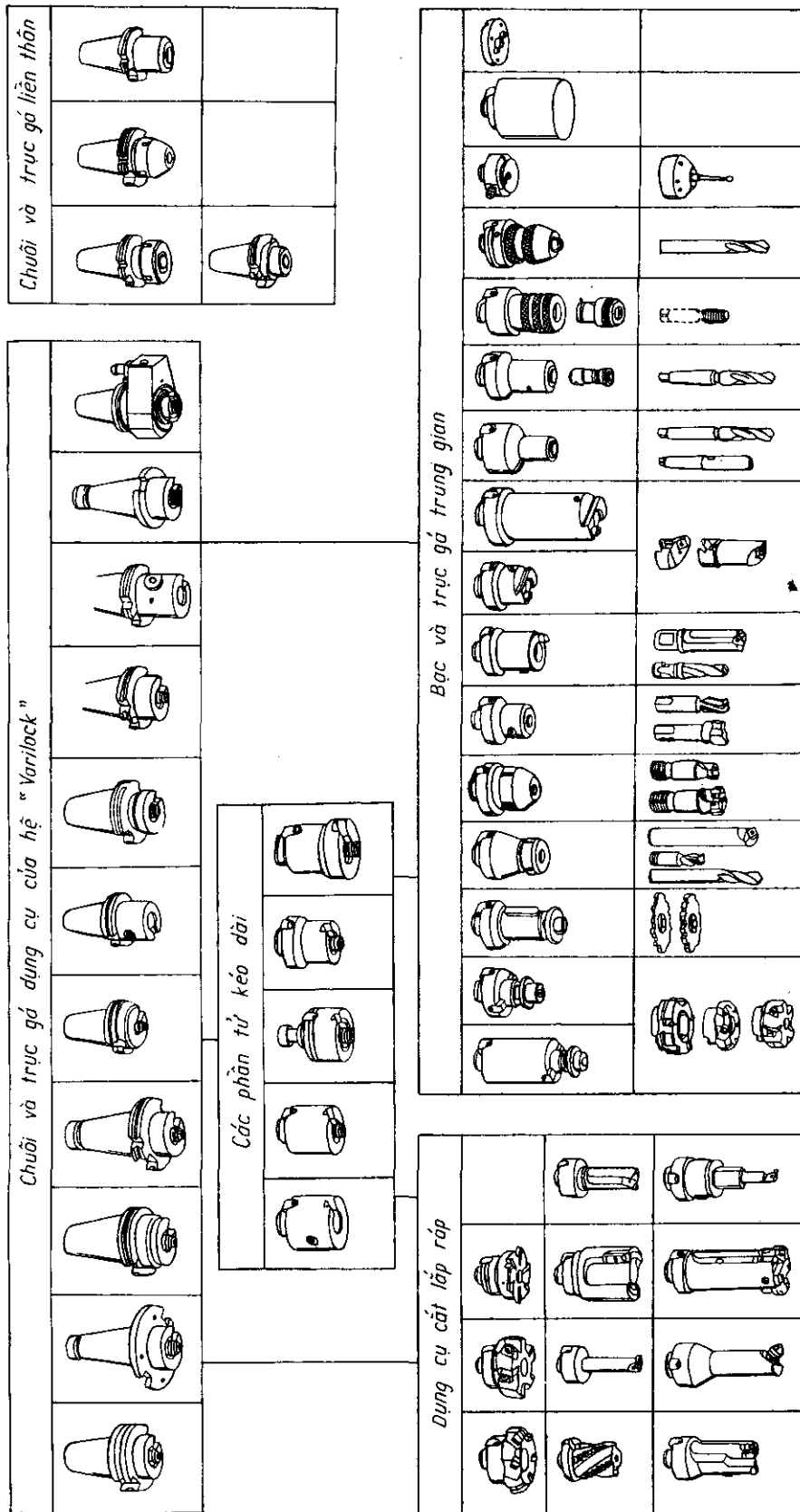
Hình 4.30. Sơ đồ gia công lỗ

a) Gia công bằng mũi khoan thường; b) Gia công bằng mũi khoan có lỗ cấp dung dịch trơn nguội.

1. Bích nối trên trục chính; 2. Nút liên kết; 3. Chuôi dao; 4. Mũi khoan.

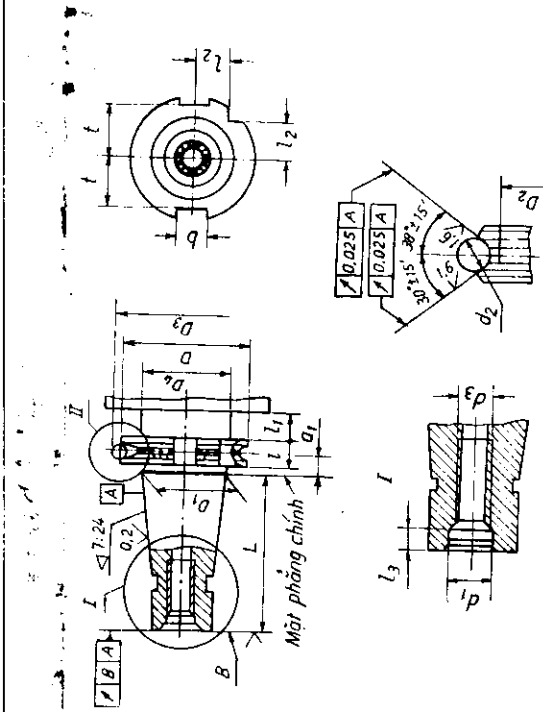
- Có tính vạn năng cao khi gia công các chi tiết khác nhau trên các máy khác nhau;
- Kết cấu có tính công nghệ cao.

Trên các máy tự động và máy CNC sử dụng chủ yếu các dụng cụ với phần cắt chế tạo từ mảnh hợp kim đa cạnh kẹp bằng phương pháp cơ khí, từ gốm và từ vật liệu siêu cứng. Khi sử dụng các loại dụng cụ khác nhau, phải lưu ý đến các đặc tính riêng biệt của nó, tránh ảnh hưởng đến cơ cấu công tác. Ví dụ, hệ thống cấp dung dịch trơn nguội cho dụng cụ trên hình 4.30. Trong phương án trên hình 4.30.a dung dịch sẽ không đến được tới đầu mũi khoan vì bị sôi ngay khi vừa tiếp xúc với bề mặt gia công. Do vậy, nó chỉ làm nguội phôi mà thôi. Trong phương án thứ hai (hình 4.30.b), dung dịch sẽ đi qua lỗ nằm phía trong thân để tới đầu mũi khoan rồi đi ra ngoài, do đó thoát nhiệt tốt hơn, tuổi bền dụng cụ sẽ đạt được cao hơn. Hãng Daishowa-seikico (Nhật) sử dụng kết cấu này với áp lực dung dịch tới 2 MPa, cho phép mũi khoan làm việc với số vòng quay tới 3000 vòng/phút.



Hình 4.31. Sơ đồ tổ hợp dụng cụ phụ hệ Varilock của hãng Sandvik Coromant (Thụy Điển)

Bảng 4.10. Kích thước của các chuôi côn có độ côn 7:24, (mm)



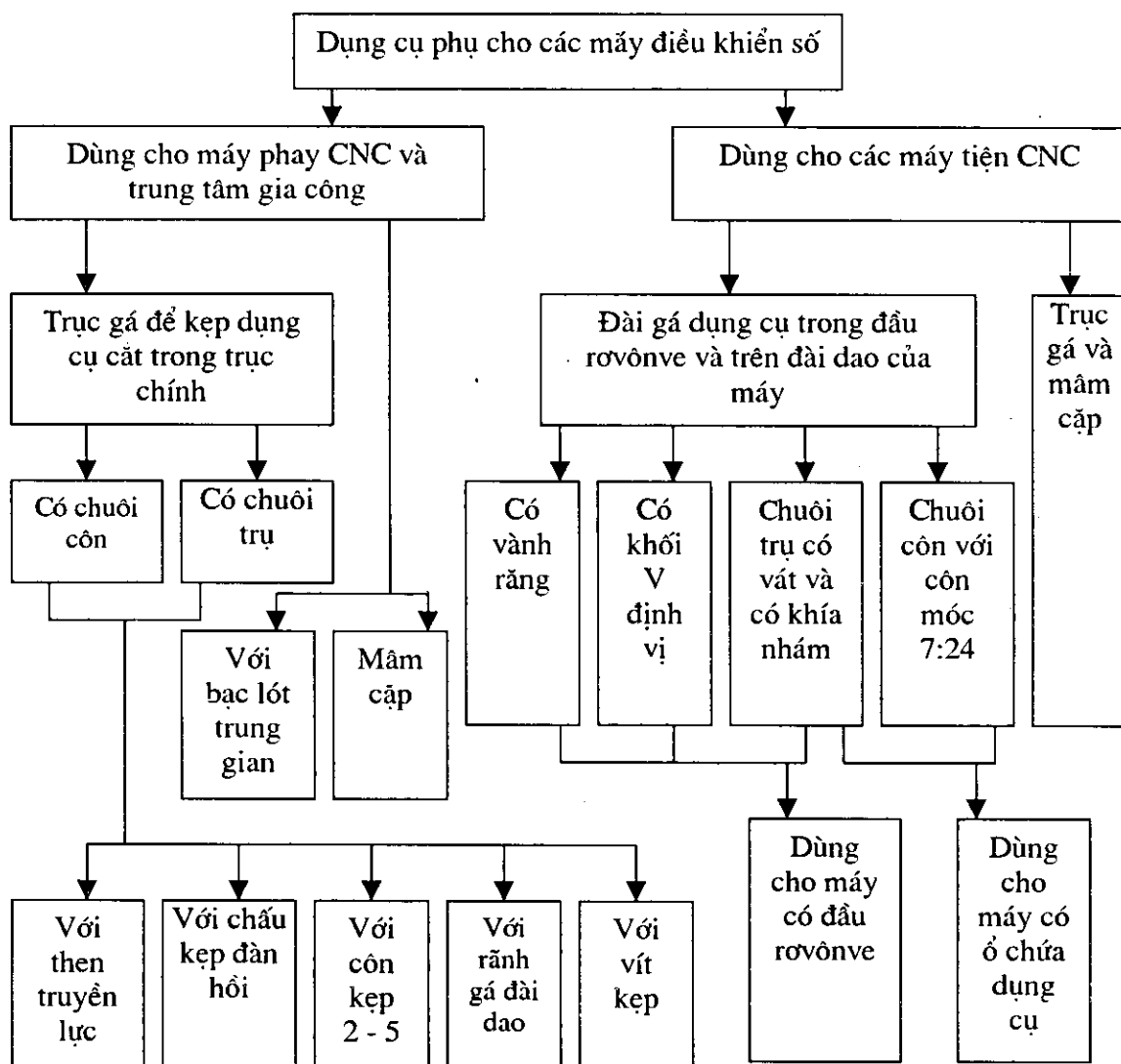
Ký hiệu độ côn	Ký hiệu kích thước														
	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	d ₁	d ₂	d ₃	L	l ₁	l ₂	l ₃	b	t	B*
	± 0,15	-	h12	h8	<	-	J _s 5	H7	h11	>	- 0,3	-	H12	<	-
30	50	31,75	46	55,07	44	13	4		68,4	8	15,5	6			
40	63	44,45	58	69,34	55	17	5	M16	93,4	10	18,5	8	16,1	22,5	0,01
45	80	57,15	74	87,61	68	21	6		106,8	13	24,0	10		9,2	0,01
50	100	69,85	94	107,61	85	25	6	M24	126,8	16	30	11	25,7	35,3	0,01

Chú ý:

- 1. Chuôi có độ côn 40 và 50 hay được sử dụng nhất.
 - 2. Các kích thước D₄ và l₁ xác định khoảng gian tự do làm việc của bàn tay trên tay máy.
- B* - Độ đảo mặt đầu của mặt C so với mặt A.

Dụng cụ cắt được kẹp vào trục chính hoặc trên đài dao nhờ các dụng cụ phụ có kết cấu rất đa dạng như thân dao, bạc, mâm cặp, đài gá v...v. Cơ cấu thực hiện kẹp chặt dụng cụ phụ trên máy sẽ quyết định kết cấu của chuỗi côn và bề mặt chuẩn của nó. Kết cấu các bề mặt này đã được thống nhất hoá và sử dụng cho nhiều loại máy.

Để điều chỉnh kích thước và vị trí của dụng cụ cắt trong các chuỗi côn người ta sử dụng các bộ thích ứng trung gian. Thông thường các bộ dụng cụ phụ đã được thống nhất hoá và dùng chung cho một nhóm máy nhất định. Hình 4.31 là kết cấu của các bộ dụng cụ phụ của hãng Sandvik Coromant (Thụy Điển) dùng cho các máy điều khiển số và trung tâm gia công.



Hình 4.32. Phân loại tổng thể dụng cụ phụ dùng cho máy phay CNC và trung tâm gia công

Các dụng cụ phụ phải đáp ứng một số yêu cầu sau:

- Số lượng chủng loại và giá thành phải hợp lý;
- Đảm bảo gá đặt dụng cụ cắt chính xác, có độ cứng vững và khả năng chống rung khi làm việc với cường độ cao;
- Có khả năng điều chỉnh vị trí dụng cụ cắt nếu cần;

- Phục vụ thuận lợi, tác động nhanh, kết cấu đơn giản;
- Trọng lượng của dụng cụ phụ không được quá lớn gây khó khăn cho quá trình thay thế;

- Các bề mặt lắp ráp của chuỗi côn và đế dao phải được chế tạo rất chính xác.

Hình 4.32 là sơ đồ phân loại dụng cụ phụ cho máy tự động và máy điều khiển số.

Bảng 4.10 là các chuỗi côn với độ côn 30, 40, 45 và 50. Để truyền mômen xoắn, người ta sử dụng then mặt đầu trên trục chính máy.

Hình 4.33 là sơ đồ ghép bộ của khối dụng cụ phụ.

Các chuỗi 1 và 2 dùng để kẹp các dao phay mặt đầu, ba mặt hoặc trụ có then mặt đầu hay then dọc trục.

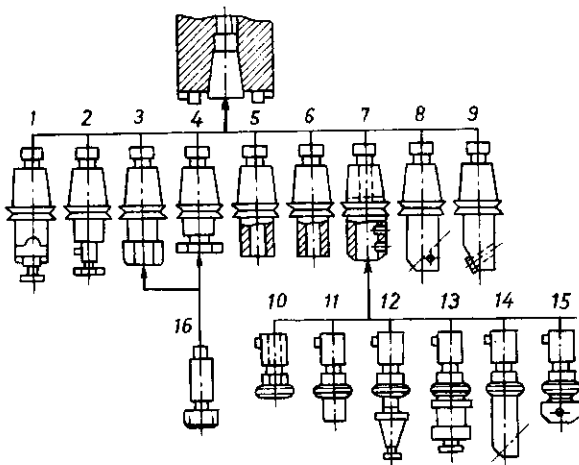
Các chuỗi 3, 4 và 16 có chấu kẹp đàn hồi sử dụng khi kẹp chặt các dụng cụ có chuỗi trụ như mũi khoan tiêu chuẩn, mũi khoét, mũi doa, dao phay có đường kính $3 \div 20$ mm, các dao phay chuyên dùng đường kính $20 \div 50$ mm.

Các chuỗi 5 và 6 với các bạc trung gian không điều chỉnh được, dùng cho các dụng cụ có độ côn từ $2 \div 5$.

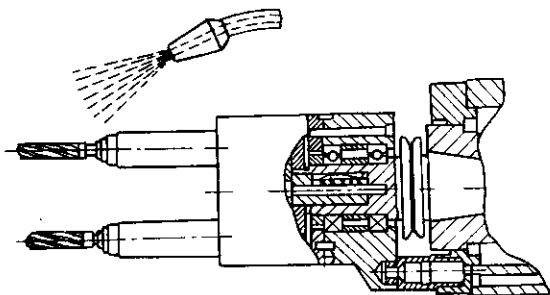
Chuỗi dụng cụ một lưỡi cắt 8 dùng để khoét thô lỗ có đường kính $50 \div 150$ mm với các dao khoét một lưỡi tiêu chuẩn. Chuỗi 9 dùng để kẹp dụng cụ khi gia công lỗ $\phi 50 \div 180$ mm. Chuỗi này có lỗ nghiêng để gá dao. Dao có khả năng điều chỉnh đạt độ chính xác tới μm .

Chuỗi trung gian 7 được sử dụng như các bộ thích ứng. Nó bao gồm thân có lỗ trụ và các vít kẹp để cố định vị trí của các bạc trung gian 10 và 11, trục gá dùng cho dao khoét 14 và chấu kẹp dụng cụ 15.

Để tăng năng suất gia công và khả năng công nghệ của các trung tâm gia công, người ta sử dụng nhiều loại trục gá chuyên dùng khác nhau. Ví dụ kết cấu trục gá (hình 4.30b) cho phép nâng cao đáng kể vận tốc cắt, còn kết cấu đầu nhiều trục (hình 4.34) cho phép gia công nhiều lỗ đồng thời.



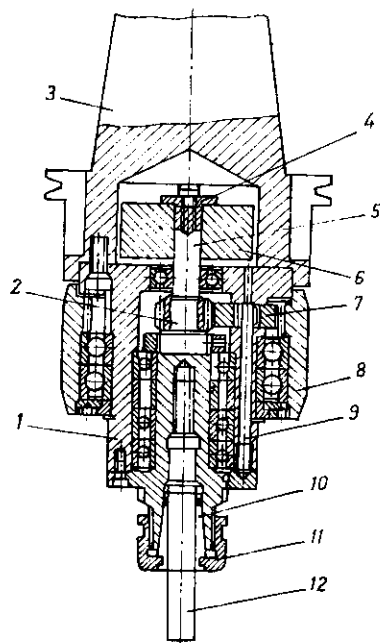
Hình 4.33. Sơ đồ tổ hợp dụng cụ phụ cho các máy phay CNC và trung tâm gia công



Hình 4.34. Kết cấu của trục gá nhiều dao

Hình 4.35 là kết cấu trục gá cao tốc cho phép gia công với chế độ cắt rất cao.

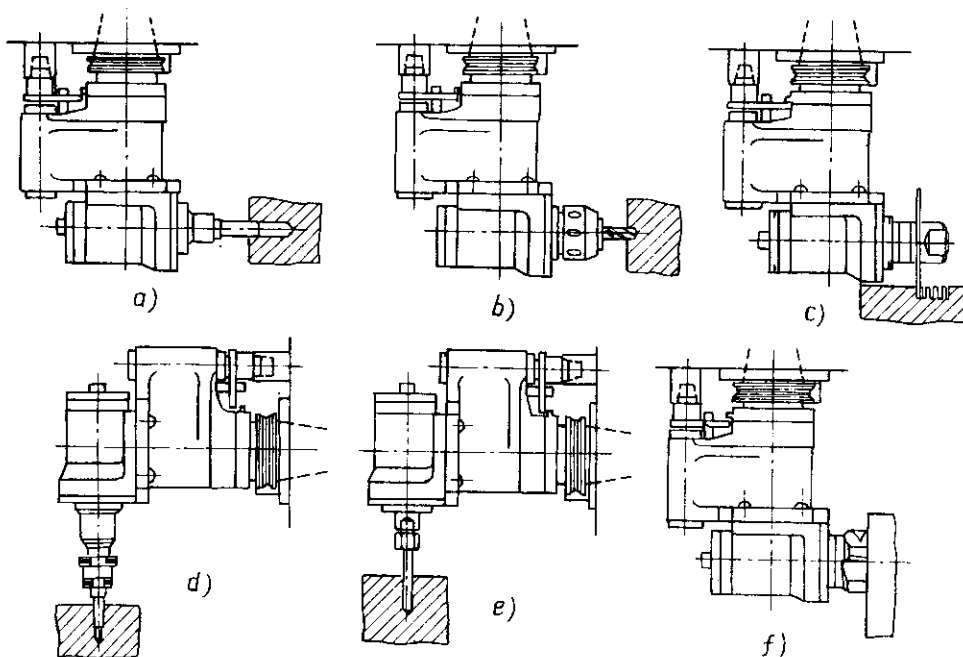
Thân số 1 thực hiện nhiệm vụ của thanh dẫn mà trong đó trên các trục 9 là các bánh răng hành tinh 7 gá cố định với chuỗi 3. Chuỗi 3 đặt trong trục chính máy. Các bánh răng hành tinh 7 ăn khớp với vành răng đứng yên 8 nhờ lắp khớp với khối định vị. Nhờ bánh răng trung tâm 2 chuyển động quay sẽ truyền cho trục gá dụng cụ 5. Trục 5 có số vòng quay lớn gấp năm lần số vòng quay của trục chính. Trên đầu ra của trục 5 là châu kẹp đàn hồi 10. Nhờ đai ốc 11, châu 10 sẽ thực hiện kẹp chặt chuỗi dụng cụ 12. Trên đầu kia của trục 5, nhờ đệm 4 người ta kẹp bánh đà 6 để tăng độ êm của chuyển động quay của trục chính trong quá trình cắt.



Hình 4.35. Trục gá dùng cho các trục chính cao tốc

1. Thân dẫn; 2. Bánh răng trung tâm; 3. Chuỗi; 4. Đệm; 5. Trục gá dụng cụ; 6. Bánh đà; 7. Bánh răng hành tinh; 8. Vành răng cố định; 9. Trục gá bánh răng; 10. Châu kẹp đàn hồi; 11. Đai ốc; 12. Chuỗi dụng cụ.

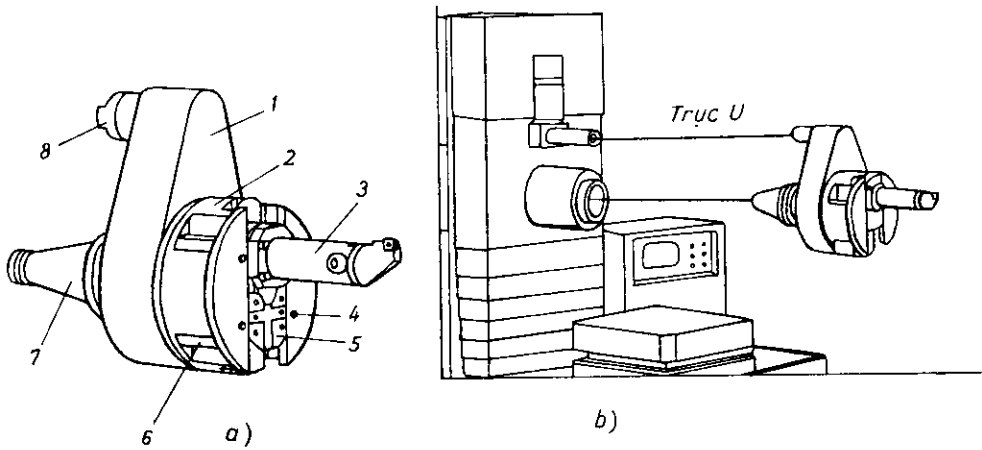
Hình 4.36 là một số kết cấu của các trục gá dụng cụ có góc tạo với tâm trục chính bằng 90° .



Hình 4.36. Ví dụ ứng dụng các trục gá bố trí vuông góc với trục chính

a) Khoét và doa; b) Phay bậc; c) Cắt đứt; d) Cắt ren bằng ta rô; e) Khoan; f) Phay tinh.

Khi gia công các lỗ bậc và rãnh của chúng, người ta dùng các trục gá chuyên dùng có bàn dao ngang. Trên hình 4.37 là kết cấu của một trục gá chuyên dùng có bàn dao ngang dạng “UCENTER” của hãng D’Andrea (Ý).



Hình 4.37. Trục gá có bàn trượt ngang

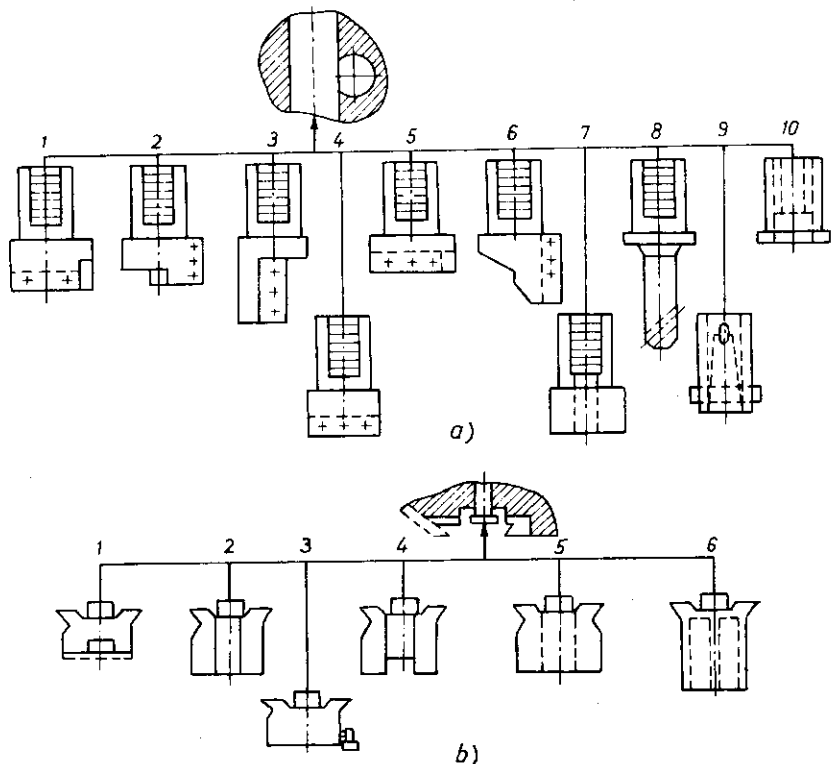
a) Hình dạng chung; b) Sơ đồ gá đặt trên máy

1. Thân; 2. Trục chính; 3. Trục dao; 4. Miệng phun; 5. Bàn trượt; 6. Đối trọng; 7. Chuôi côn; 8. Bán khớp.

Trong thân cố định 1 bằng hợp kim nhôm (hình 4.37.a), người ta gá phân quay chế tạo bằng thép của trục gá 2 có chuôi côn 7. Chuôi 7 được lắp với trục chính máy và bàn trượt ngang 5. Trên bàn trượt ngang lắp trục dao 3. Trục dao có nhiều kiểu kết cấu và dễ dàng thay thế. Để cân bằng trục gá, người ta sử dụng đối trọng 6. Đưa dung dịch trơn nguội vào vùng cắt thực hiện nhờ miệng phun 4. Dịch chuyển chạy dao của bàn trượt 5 theo phương U thực hiện nhờ bán khớp 8 từ một dẫn động riêng đặt trong hệ trục chính (hình 4.37.b). Điều khiển nhờ hệ thống điều khiển số của máy.

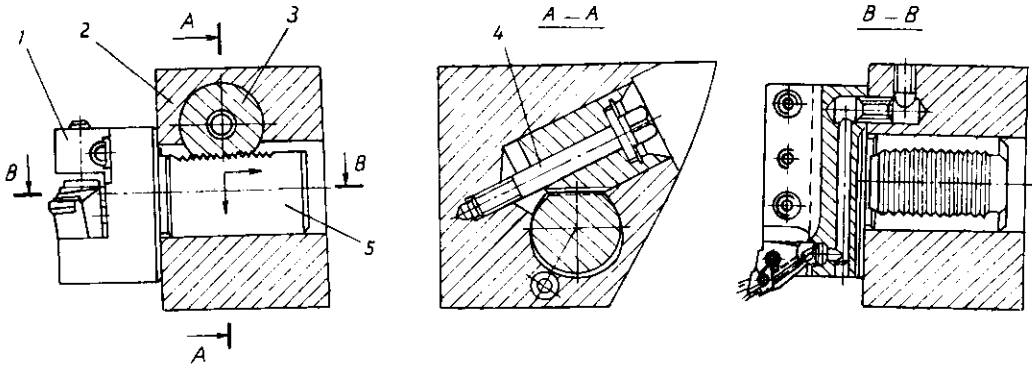
4.2.3. Dụng cụ phụ dùng trên các máy tiện điều khiển số

Các máy tiện CNC có thể có 1, 2 hoặc 3 đầu ro-vôn-vê với 6, 8, 12 và 16 vị trí, trên đó người ta gá các dụng cụ cắt khác nhau. Có 2 dạng cấu trúc dụng cụ phụ cơ bản là cấu trúc với chuôi trụ (hình 4.38.a) và cấu trúc với khối V chuẩn (hình 4.38.b).



Hình 4.38. Sơ đồ tổng hợp dụng cụ phụ của các máy tiện điều khiển số
a) Với chuôi trụ; b) Với khối V chuẩn.

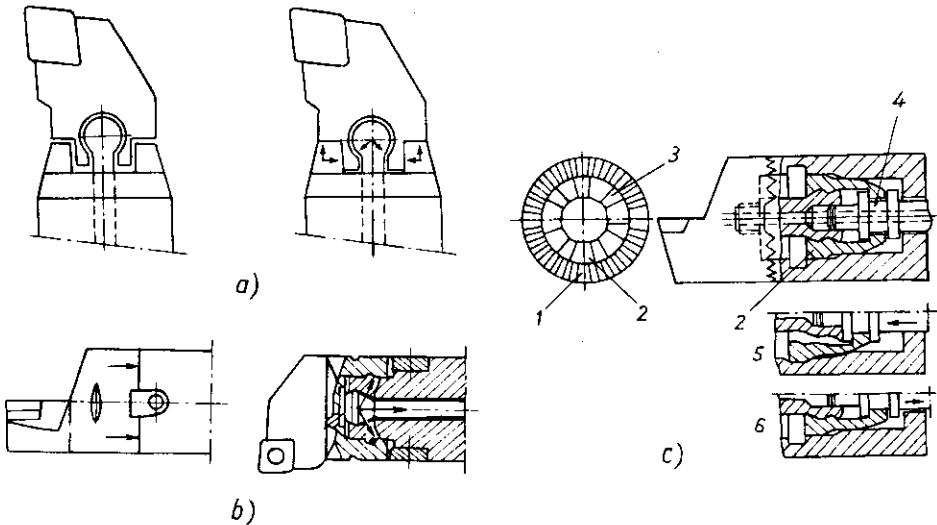
Kết cấu đế dao có chuỗi trụ cho trên hình 4.39. Đế dao số 1 được gá trong đầu ro-vôn-vê 2 nhờ chuỗi trụ 5. Trên chuỗi 5 có các răng lược được gia công với bước ren rất chính xác. Răng của chuỗi 5 sẽ ăn khớp chặt với răng của bạc 3. Chuỗi 5 được bố trí nghiêng một góc so với mặt phẳng tạo răng trên chuỗi 5. Đế dao 1 sẽ được kẹp chặt theo cả phương hướng kính và dọc trục khi vặn chặt vít 4. Dung dịch làm mát được đưa vào đỉnh dao nhờ đường dẫn riêng trong đầu ro-vôn-vê.



Hình 4.39. Kết cấu của đế dao chuỗi trụ

1. Đế dao; 2. Đầu ro-vôn-vê; 3. Bạc răng; 4. Vít; 5. Chuỗi răng lược.

Các đế dao gá trong đầu ro-vôn-vê thường khó thay thế. Vì vậy, trong vài năm gần đây, một số hãng đã chế tạo các đế dao có đầu dao thay đổi nhanh (hình 4.40).

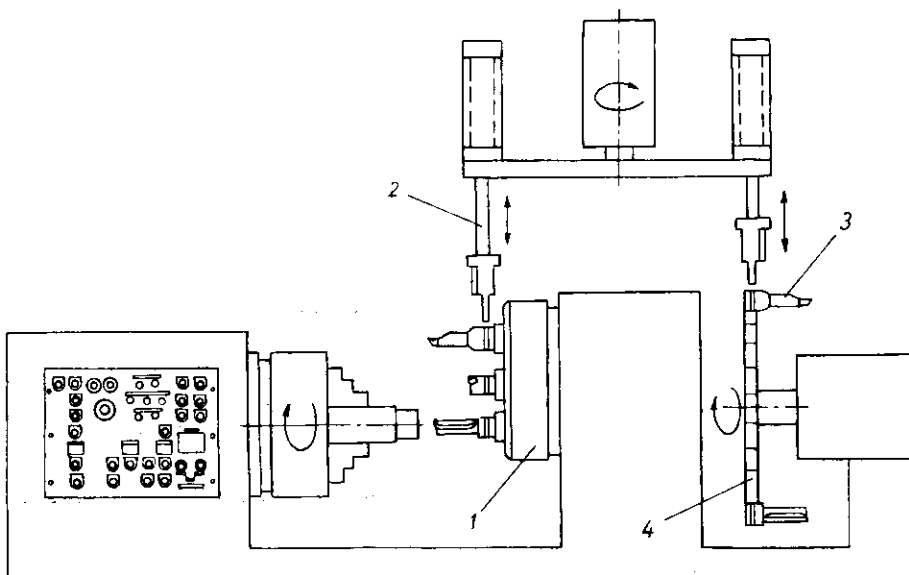


Hình 4.40. Sơ đồ kẹp của một số đầu dao thay thế nhanh

a) Hãng Sandvik Coromant (Thụy Điển); b) Hãng Krupp Widia (Tây Đức); c) Hãng Hertel (Tây Đức):

1 - Bộ bánh răng mặt đầu; 2 - Chấu kẹp đàn hồi; 3 - Cao su;
4 - Thanh kéo; 5 - Vị trí tháo kẹp; 6 - Vị trí kẹp.

Với kết cấu này, bản thân đế dao vẫn nằm yên trong đầu ro-vôn-vê, chỉ có đầu dao có vị trí chính xác trên đó bị thay thế khi dao bị mòn hoặc khi gia công chi tiết khác. Ngoài ra nó cho phép đơn giản hoá quá trình thay thế, điều chỉnh và sử dụng rô-bốt để thay thế tự động dụng cụ. Hình 4.41 là sơ đồ thay thế tự động đầu dao 3 đặt trong đầu ro-vôn-vê 1 và ổ cấp 4 nhờ rô-bốt 2 của hãng Sandvik Coromant.



Hình 4.41. Sơ đồ thay thế đầu dao tự động bằng rôbốt

1. Đầu roovve; 2. Rôbốt; 3. Đầu dao; 4. Ổ cấp dao.

4.2.4. Điều chỉnh vị trí của dụng cụ cắt trên trục gá và đế dao

Khi thay thế dụng cụ tự động, độ chính xác gia công phụ thuộc nhiều vào độ chính xác điều chỉnh kích thước và vị trí ban đầu của dụng cụ so với chi tiết gia công. Quá trình điều chỉnh kích thước có thể thực hiện bằng hai phương pháp: bên ngoài máy, bằng các dụng cụ chuyên dùng và trực tiếp trên máy nhờ các đầu dò. Phương pháp thứ hai có độ chính xác cao hơn. Các đầu dò có thể đặt trên bàn máy hoặc thanh treo chuyên dùng trên trục chính.

4.2.5. Ổ chứa và vận chuyển dụng cụ khi cấp phát tự động

Ổ chứa dụng cụ dùng để lưu giữ các dụng cụ cần thiết cho quá trình gia công các chi tiết nhất định của một máy cụ thể. Khi thay thế dụng cụ bằng tay, ổ chứa được gắn cứng với máy ở vị trí thuận tiện cho người thao tác. Còn khi thay thế dụng cụ tự động, người ta sử dụng nhiều loại ổ chứa dụng cụ khác nhau. Với máy tiện thường, ổ chứa dụng cụ chính là các đầu roovve có 4, 6, 8 hoặc 16 vị trí gá đặt dụng cụ. Có thể có đến 3 đầu roovve trên một máy. Trên các trung tâm gia công, người ta thường sử dụng các ổ chứa dụng cụ dạng đĩa, tang trống hoặc băng xích với khoảng 10 ÷ 140 dụng cụ.

Ổ chứa dụng cụ cần đáp ứng một số yêu cầu sau:

- Dung tích đủ lớn (có thể chứa được số dụng cụ đủ lớn).
- Kết cấu đơn giản, gọn. Có thể dùng cho một vài chi tiết gia công khác nhau.
- Không nên có dung tích quá lớn, làm cho giá thành của ổ chứa cao và diện tích sử dụng yêu cầu lớn.
- Phải đặt tại vị trí sao cho không cản trở quá trình gia công, gá đặt và tháo dỡ chi tiết, chuyển động của các cơ cấu công tác; tránh được phoi và các tạp phẩm khác.
- Thay thế dụng cụ phải an toàn và dễ dàng, nhất là các dụng cụ có kích thước và trọng

lượng lớn.

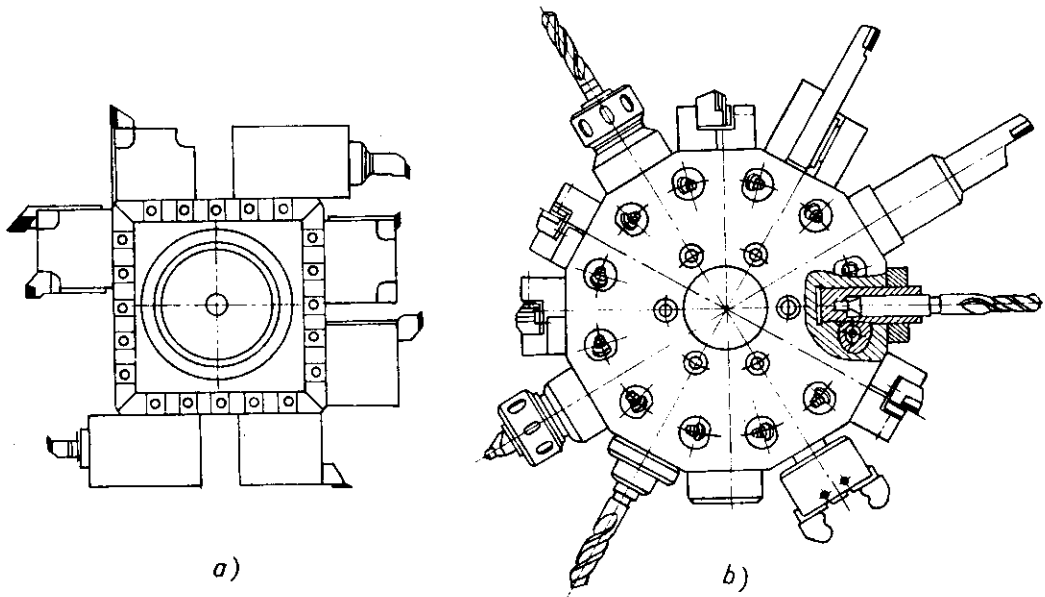
- Chuyển động cấp dụng cụ vào vị trí chờ đợi phải nhanh và thực hiện khi các bước gia công đang làm việc.

- Kết cấu và chế độ làm việc của ổ chứa không làm ảnh hưởng đến các thông số của máy như độ cứng vững, rung động, độ chính xác v...v.

4.2.5.1. Chứa và vận chuyển dụng cụ bằng đầu ro-vôn-ve

Đầu ro-vôn-ve có thể đặt thẳng đứng, nằm ngang hay nghiêng. Thay dụng cụ được thực hiện nhờ quay đầu ro-vôn-ve tới vị trí yêu cầu rồi cố định nó lại. Thời gian thay dụng cụ trung bình khoảng 1 - 4 giây.

Đầu ro-vôn-ve khác với các ổ chứa dụng cụ khác. Nó chính là cơ cấu công tác tiếp nhận trực tiếp lực cắt của máy. Do đó, nó có độ bền, độ cứng vững và độ chính xác vị trí rất cao. Các dụng cụ để gia công mặt ngoài và trong trên đầu ro-vôn-ve không được cản trở nhau. Hình 4.42 là hai kiểu đầu ro-vôn-ve sử dụng trên máy tiện CNC.

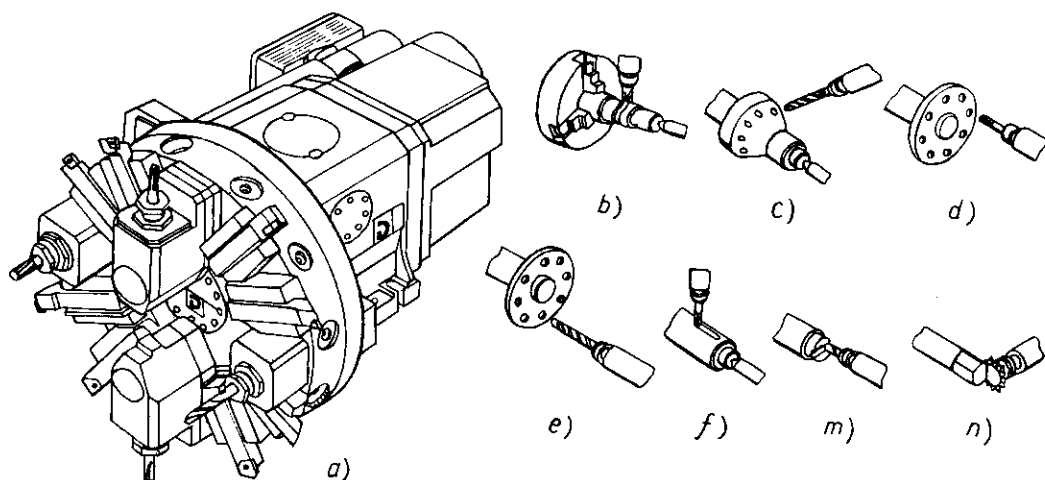


Hình 4.42. Kết cấu của đầu ro-vôn-ve

a) Kiểu đế dao 4 vị trí; b) Kiểu sao

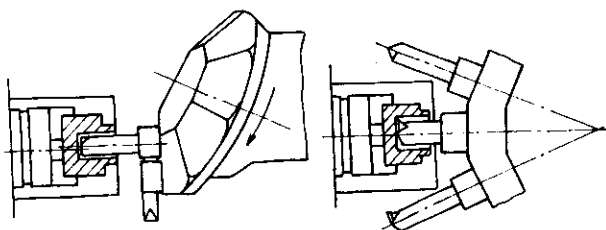
Kiểu đầu ro-vôn-ve ở hình 4.42.a có số dụng cụ ít hơn kiểu trên hình 4.42.b. Tuy nhiên, trên mỗi mặt của nó lại có thể gá nhiều dụng cụ. Do đó, có thể gia công bằng nhiều dao đồng thời. Trục của đế dao vuông góc với tâm trục chính và có thể bố trí thẳng đứng, nằm ngang hoặc nghiêng. Các đầu ro-vôn-ve dạng này được sử dụng nhiều trên máy tiện mặt đầu tự động và bán tự động, máy tiện CNC v...v.

Đầu ro-vôn-ve kiểu hình sao có thể có một số kết cấu như: hình sao (hình 4.42.b), tang trống (hình 4.43) và côn (hình 4.44).



Hình 4.43. Đầu ro-vôn-vê hình tang trống của hãng Duplomatic

a) Hình dáng tổng thể; b) Phay rãnh cong; c) Khoan lỗ nghiêng; d, e) Cắt ren và khoan lỗ trên mặt bích; f) Phay rãnh; g) Phay rãnh trên mặt đầu; h) Phay lục giác.

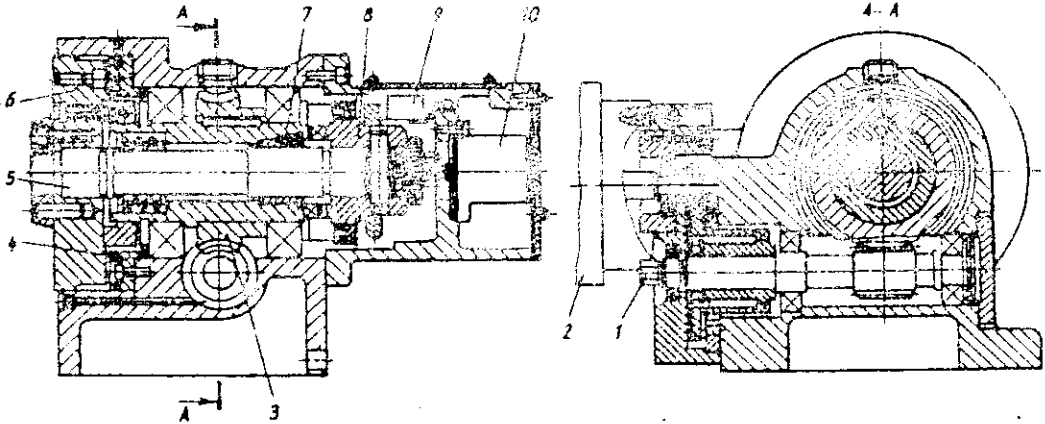


Hình 4.44. Đầu ro-vôn-vê côn

Hình 4.45 là kết cấu của đầu ro-vôn-vê 6 vị trí, gá trên bàn dao ngang của máy tiện CNC.

Đầu dụng cụ có trục quay nằm ngang được gá trên trục 5 và gắn cứng với phần tử di động 6 của bán khớp dạng răng phẳng. Trên đầu ro-vôn-vê có thể gá sáu đế dao hoặc ba khối dụng cụ. Chuyển động quay của đầu ro-vôn-vê được thực hiện bằng động cơ 2, qua bộ truyền trục vít 3, trục 7 có bán khớp dạng cam 8. Bán khớp 8 được gắn cứng với trục 5. Lúc đầu trước khi quay, các phần tử 4 và 6 của khớp răng nhả ra, đầu phân độ gá trên trục 5 sẽ được quay tới vị trí yêu cầu. Xác định vị trí nhờ cảm biến 10. Sau đó động cơ sẽ đảo chiều và trục 7 cùng cam 8 sẽ quay theo chiều ngược lại. Phần tử di động 6 của khớp răng với đầu dụng cụ được giữ cố định nhờ cơ cấu hãm 9. Tín hiệu từ ngắt hãm 9 sẽ được đưa tới cụm điều khiển để ngắt động cơ 2. Có thể quay đầu bằng tay nhờ trục có vít sáu cạnh.

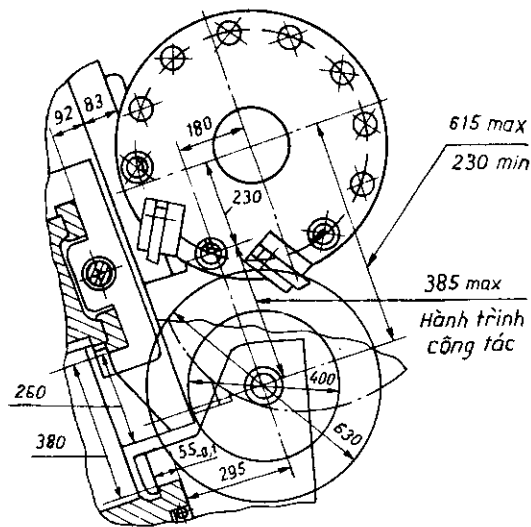
Trên các máy tiện CNC hiện đại, người ta rất hay dùng các đầu ro-vôn-vê gá trên bàn trượt nghiêng. Cấu trúc tổng thể của các đầu ro-vôn-vê dạng này được trình bày trên hình 4.46.



Hình 4.45. Đầu ro-vôn-vê sáu vị trí của máy tiện CNC

1. Trục vát sáu cạnh; 2. Động cơ; 3. Bộ truyền trục vít;
4, 6. Phần tử di động; 5. Trục gá; 7. Trục; 8. Cam bán khớp;
9. Cơ cấu hãm; 10. Cảm biến.

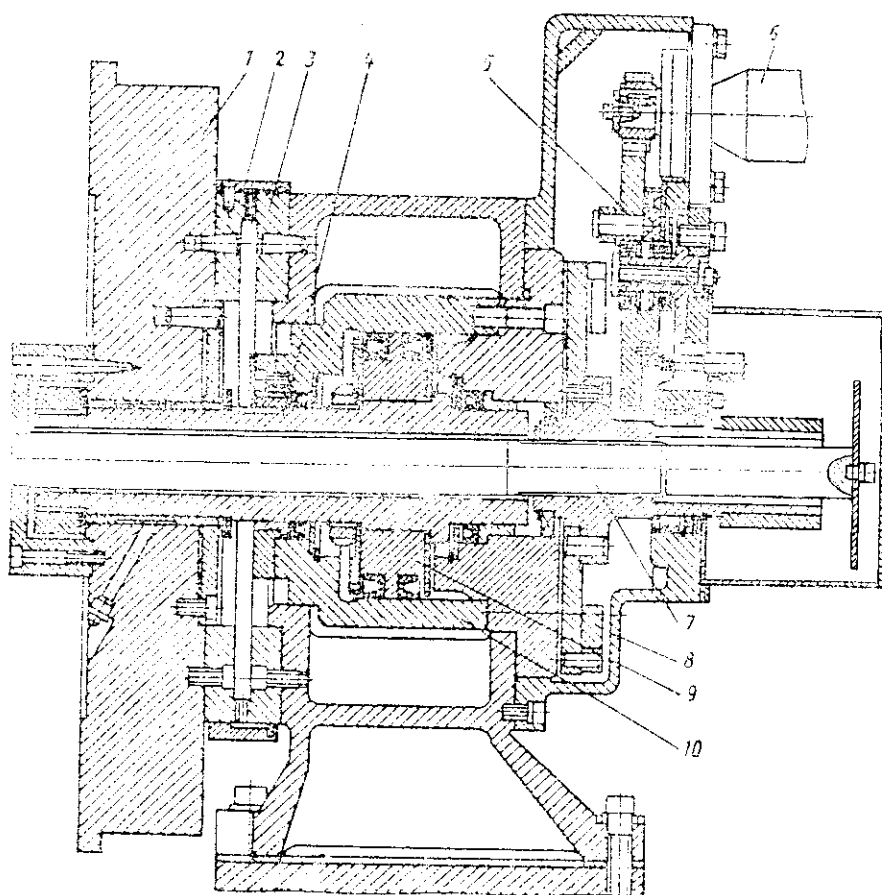
Hình 4.46. Cấu trúc tổng thể của bàn dao nghiêng có đầu ro-vôn-vê



Hình 4.47 là kết cấu chi tiết của một đầu ro-vôn-vê gá trên bàn trượt nghiêng.

Chuyển động quay của đĩa 1 thực hiện nhờ động cơ thủy lực 6, qua bộ bánh răng 5. Trên bánh răng 5 có lắp con lăn làm quay cơ cấu hãm dạng mantit 8. Cơ cấu hãm được gắn cứng trên trục 7. Trục 7 lại được lắp với đĩa 1. Trước khi quay đĩa 1, nhờ pittông 9 gá trên trục 4 của xilanh thủy lực 10, khớp răng phẳng của các bán khớp 2 trên đĩa 1 và bán khớp 3 lắp trên thân đầu ro-vôn-vê được tách ra. Sau khi quay đầu với đĩa 1, các bán khớp 2 và 3 được hãm lại nhờ chuyển động của pittông 9 về bên phải.

Trên máy tiện CNC có thể gia công nhiều loại bề mặt khác nhau như các mặt tiện khoan lỗ đồng tâm, song song, các lỗ không đồng tâm, hướng kính; phay các mặt cạnh, rãnh then. Để thực hiện các công việc trên, các đầu ro-vôn-vê cần được trang bị các dụng cụ có chuyển động quay như mũi khoan, doa, phay v...v. Dẫn động quay cho các dụng cụ này thực hiện nhờ một động cơ riêng gá trong đầu ro-vôn-vê.

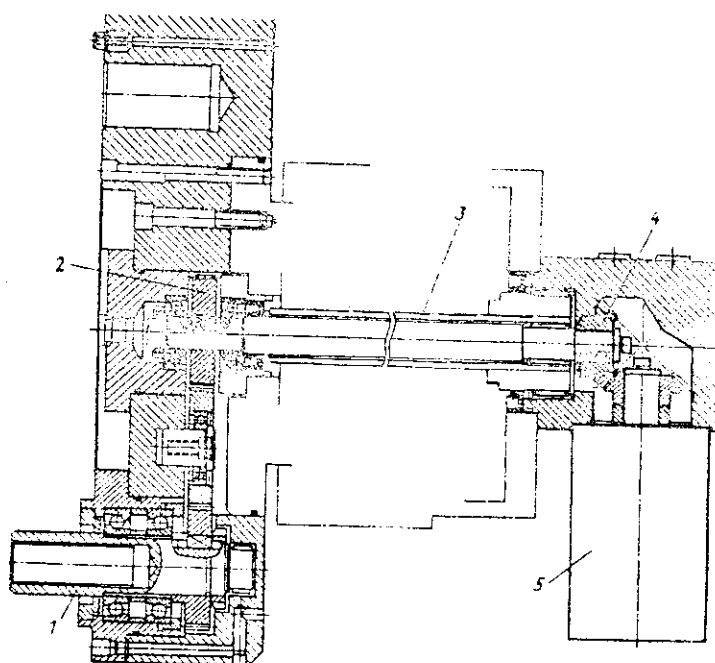


Hình 4.47.

Kết cấu của
đầu rôvônve với
giá đỡ nghiêng

1. Đĩa quay;
- 2, 3. Bán khớp;
4. Trục gá;
5. Bánh răng;
6. Động cơ thủy lực;
7. Trục chính;
8. Cơ cấu mantit;
9. Pittông;
10. Xilanh thủy lực.

Kết cấu dẫn động
quay cho dụng cụ 1 của
đầu rôvônve do hãng
Laru (Tây Đức) chế tạo
được trình bày trên hình
4.48.



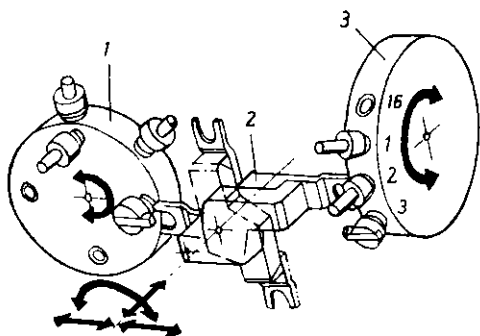
Hình 4.48. Kết cấu
đầu rôvônve với dẫn
động dụng cụ bằng bộ
truyền bánh răng trụ
của hãng Laru

1. Dụng cụ;
2. Bộ bánh răng trụ;
3. Trục;
4. Bộ bánh răng côn;
5. Động cơ điện.

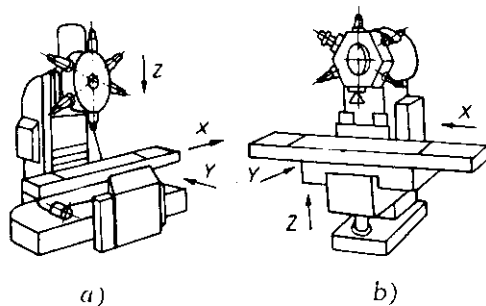
Chuyển động quay của dụng cụ 1 thực hiện nhờ động cơ điện 5, bộ bánh răng côn 4, trục 3 và bộ bánh răng trụ 2.

Hình 4.49 là kết cấu đầu ro-vônve 1 với ổ chứa dụng cụ 3 của hãng Okuma (Nhật Bản). Tay máy 2 sẽ thực hiện thay dụng cụ trong đầu ro-vônve 1.

Trên một số máy phay CNC và trung tâm gia công khi số lượng dụng cụ không lớn, người ta sử dụng các ổ chứa dạng đầu ro-vônve (hình 4.50).

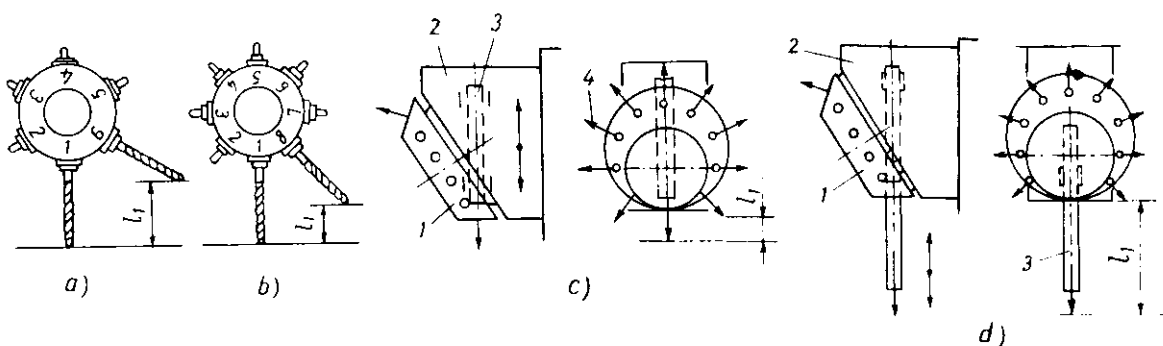


Hình 4.49. Sơ đồ thay dao tự động trên đầu ro-vônve của hãng Okuma (Nhật)
1. Đầu ro-vônve; 2. Tay máy;
3. Ổ chứa dụng cụ.



Hình 4.50. Trung tâm gia công với đầu ro-vônve
a) Bàn máy chữ thập; b) Bàn máy treo

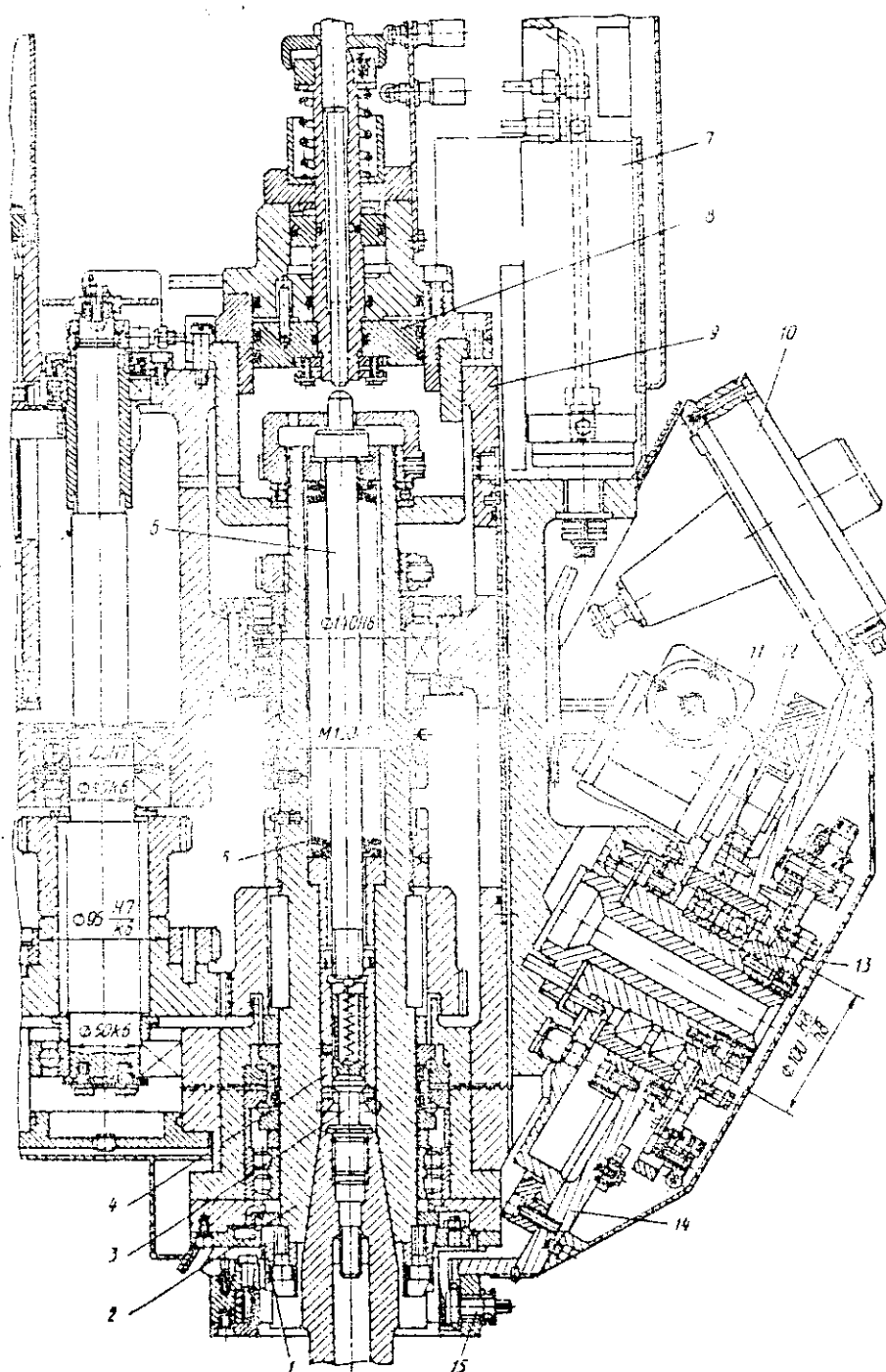
Các kết cấu này cho phép giảm thời gian thay dao. Tuy nhiên, chúng cũng có một số nhược điểm như mỗi vị trí cần 1 trục chính. Độ chính xác vị trí của dụng cụ bị giảm khi quay và hãm đầu ro-vônve. Cũng cần lưu ý rằng, số vị trí trong đầu ro-vônve tăng không chỉ làm phức tạp thêm kết cấu, mà còn làm giảm chiều dài hành trình l_1 của đầu (hình 4.51.a.b).



Hình 4.51. Các kiểu đầu ro-vônve trên máy phay CNC và trung tâm gia công
 l_1 , chiều dài hành trình của đầu ro-vônve.

- a) 6 vị trí; b) 8 vị trí; c) Đầu ro-vônve côn có trục quay nghiêng; 1..Đầu ro-vônve;
2. Trục chính; 3. Trục chính; 4. Trục gá.
d) 12 vị trí với trục quay nghiêng và chuyển động chạy dao của ống đỡ dao trong trục chính:
1. Đầu ro-vônve; 2. Trục chính; 3. Ống đỡ trục chính; 4. Trục chính.

Điều kiện gia công sẽ được cải thiện và kết cấu sẽ đơn giản hơn nếu sử dụng đầu với trục quay nghiêng (hình 4.51.c). Lúc này chỉ có một trục chính 3 được lần lượt nối với trục gá 4 của đầu tại vị trí công tác. Chuyển động chạy dao thực hiện nhờ dịch chuyển tịnh trục chính 2



Hình 4.52. Kết cấu của ụ trục chính có đầu rơvônve của máy phay đứng CNC

1. Then mặt dầu; 2. Trục chính máy; 3. Trục gá; 4. Bạc; 5. Lò xo đĩa; 6. Trục nối;
7. Pittông; 8. Xilanh; 9. Giá trượt; 10. Chuôi lắp dụng cụ; 11. Động cơ thủy lực;
12. Bộ truyền bánh răng; 13. Trục; 14. Đầu rơvônve; 15. Chốt hãm.

cùng toàn bộ đầu ro-vônve. Tuy vậy, kể cả trường hợp này, hành trình l_1 cũng vẫn bị hạn chế.

Hình 4.51.d là sơ đồ nguyên lý của ổ chứa dụng cụ kiểu đầu ro-vônve của hãng Olivetti (Ý). Kết cấu này có ưu điểm là hành trình công tác l_1 không bị hạn chế vì chuyển động chạy dao không do trục chính thực hiện mà do ống đỡ dụng cụ của trục chính 3 thực hiện. Khi ống đỡ dụng cụ hạ xuống, nó sẽ tóm lấy trục gá cùng dụng cụ và đẩy chúng tới khoảng cách l_1 yêu cầu khi đầu 1 cố định. Tuy nhiên, kết cấu này có độ cứng vững thấp hơn so với kết cấu trên hình 4.51.c.

Hình 4.52 là sơ đồ kết cấu của cụm trục chính và đầu ro-vônve của một máy phay đứng điều khiển số (CNC).

Sau khi quay đầu ro-vônve 14 tới vị trí yêu cầu, trục chính 2 của máy sẽ cùng giá trượt 9, xilanh thuỷ lực với pittông 7 dịch chuyển xuống dưới và tóm lấy chuỗi 10 đã được lắp sẵn dụng cụ, kẹp chặt chuỗi 10 vào trục chính nhờ lò xo đĩa 5 khi pittông của xilanh 8 chuyển động lên trên. Lúc này, trục nối 6 dưới tác động của lò xo đĩa sẽ được nâng lên, làm di chuyển bạc 4 cùng các viên bi chặn vào gờ lồi của chuỗi. Định vị chuỗi 10 trong trục chính máy được thực hiện nhờ then mặt đầu 1 nằm trong rãnh then của chuỗi.

Sau khi gia công xong, pittông 8 hạ xuống, làm cho trục nối 6 cũng hạ xuống theo và đề lên lò xo 5. Bạc 4 có bi chặn sẽ đi xuống. Bi chặn sẽ rời gờ chui vào rãnh tròn của bạc, giải phóng trục 3, do đó chuỗi 10 sẽ ra khỏi lỗ côn của trục chính.

Chuỗi với dụng cụ sẽ nằm lại đầu ro-vônve 14 và được giữ trong lỗ hãm bằng chốt 15. Đầu ro-vônve quay quanh trục 3 nhờ động cơ thuỷ lực 11 thông qua bộ truyền bánh răng 12 tạo cho tâm của chuỗi côn trùng với tâm trục chính.

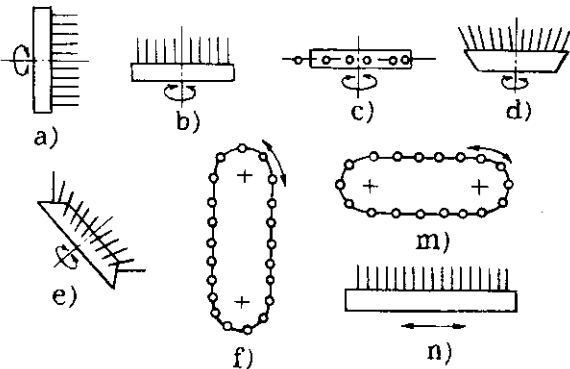
4.2.5.2. Lưu giữ và vận chuyển dụng cụ trong ổ chứa

Các phương án cấu trúc của các ổ chứa dụng cụ được trình bày trên hình 4.53.

Các ổ chứa tang trống (hình 4.53.a.b) có sức chứa từ 12 ÷ 40 dụng cụ rất được ưa chuộng và thông dụng hơn cả. Chúng có kết cấu gọn, dễ gá trên trụ đứng hoặc trực tiếp trên trục chính của máy. Trường hợp này cho phép giảm thời gian thay dao, nhưng lại làm tăng trọng lượng của khối di động. Thông thường phương án trên hình 4.53.a được sử dụng với phương án gá bên cạnh, giữa trụ đứng như hình 4.54.a.

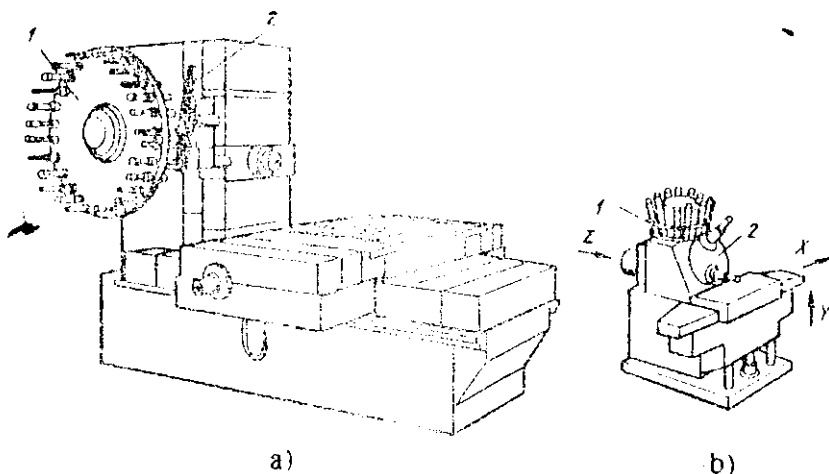
Phương án trên hình 4.53.b thường được sử dụng trên các máy CNC có trục chính nằm ngang (ổ chứa được đặt trên cùng của trụ đứng như hình 4.54.b).

Kết cấu ổ chứa dạng đĩa (hình 4.53.c) ít dùng, vì khi số lượng dụng cụ lớn sẽ kéo theo kích thước đường kính rất lớn. Các ổ chứa hình côn (hình 4.53.d và e) cho phép thay dao dễ dàng. Các ổ chứa dạng xích tải (hình 4.53.f) được sử dụng khi số dụng cụ cần chứa lớn (tới 140 dụng cụ).



Hình 4.53. Các phương án cấu trúc của ổ chứa:
a, b) Với tâm quay nằm ngang và thẳng đứng;
c) Dạng hình sao với trục quay thẳng đứng;
d, e) Dạng hình côn với trục quay thẳng đứng và nghiêng;
f, m) Dạng xích tải;
n) Dạng thẳng.

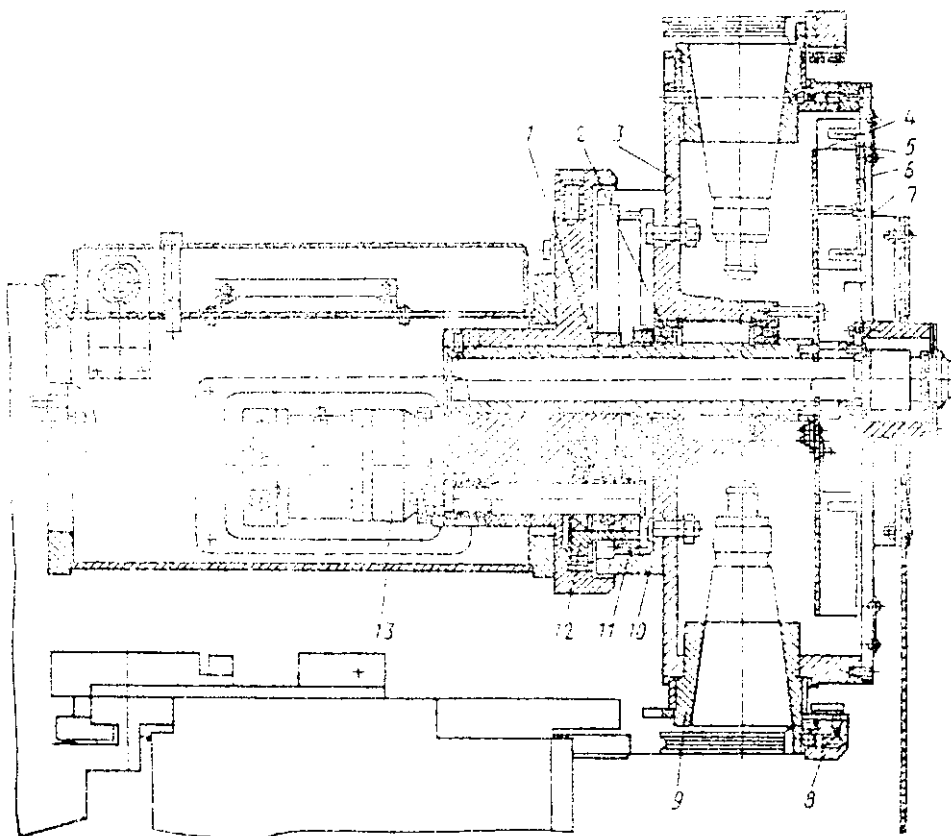
Hình 4.54 là sơ đồ bố trí của máy CNC có ổ chứa hình tang trống 1 (hình 4.54.a) với 26 vị trí và tay máy 2 để thay thế dụng cụ tự động. Còn hình 4.54.b là máy có ổ chứa côn 1 với 12 dụng cụ và đầu quay hai vị trí 2.



Hình 4.54. Sơ đồ máy với ổ chứa dụng cụ hình tang trống.

a) Với ổ chứa tròn và tay máy: 1. Ổ chứa; 2. Tay máy;
b) Với ổ chứa hình côn với đầu quay hai vị trí: 1. Ổ chứa; 2. Đầu máy hai vị trí.

Hình 4.55 là kết cấu của một ổ chứa dụng cụ dạng đĩa dùng trên trung tâm gia công.



Hình 4.55. Kết cấu của ổ chứa dụng cụ dạng đĩa trên trung tâm gia công.

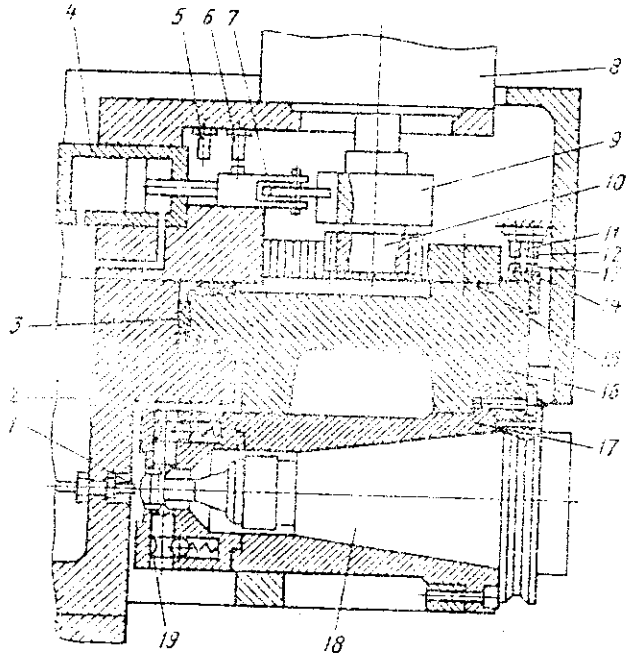
1. Trục gá; 2. Ổ lăn; 3. Thân ổ chứa; 4. Tấm đỡ; 5, 6. Công tắc điều khiển; 7. Cữ dừng; 8. Cơ cấu hãm; 9. Lỗ lắp chuỗi; 10, 11, 12. Bộ truyền bánh răng; 13. Động cơ.

Thân 3 của ổ chứa được gá trên trục 1 bằng các ổ lăn 2. Trên trục 1, người ta lắp tám đờ 4 có gắn các công tắc điều khiển 5 và 6. Các công tắc này sẽ phát đi tín hiệu dừng chuyển động quay khi các cỡ 7 gắn trên thân quay của ổ chứa đi qua. Các chuỗi dụng cụ được bố trí trong các lỗ 9 của ổ chứa. Để chống rơi chuỗi, người ta dùng ngàm kẹp chuyển dùng. Còn để chống xoay, người ta dùng cơ cấu hãm 8. ổ chứa quay nhờ động cơ thủy lực 13, bộ truyền bánh răng 12, 11 và 10 (có ăn khớp trong).

Hình 4.56 là kết cấu của dẫn động quay và hãm ổ chứa dụng cụ trên trung tâm gia công.

Hình 4.56. Dẫn động quay và hãm ổ chứa dụng cụ.

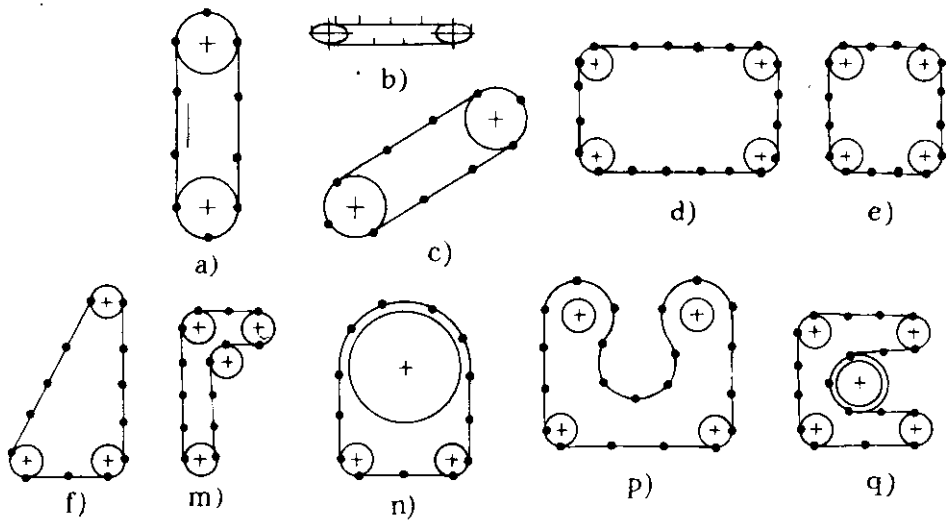
- 1,5,6. Công tắc không tiếp xúc;
 2. Trụ đứng; 3. Bộ dẫn hướng;
 4. Xilanh thủy lực; 7. Con lăn;
 8. Động cơ; 9. Bạc;
 10. Bánh răng ăn khớp trong; 11,12. Công tác đóng mở;
 13,14. Chốt tỳ; 15. Bánh răng ăn khớp với bánh răng 10;
 16. Thân ổ chứa; 17. Lỗ ổ chứa;
 18. Chuỗi dụng cụ; 19. Cơ cấu hãm.



Thân 16 của ổ chứa với các lỗ nằm ngang 17 để chứa các chuỗi 18 cùng dụng cụ được bố trí trên cùng trụ đứng 2 của máy. Khi quay, thân 16 chuyển động theo dẫn hướng 3 bằng động cơ điện 8, qua bộ bánh răng ăn khớp trong 10. Góc quay cần thiết của ổ chứa đạt được nhờ công tác đóng mở 11, 12. Công tác 11 kết hợp với chốt tỳ 14, xác định vị trí ban đầu của ổ chứa, còn công tác 12 kết hợp với chốt 13 lắp đối diện các lỗ, được dùng để đếm số lỗ của ổ chứa.

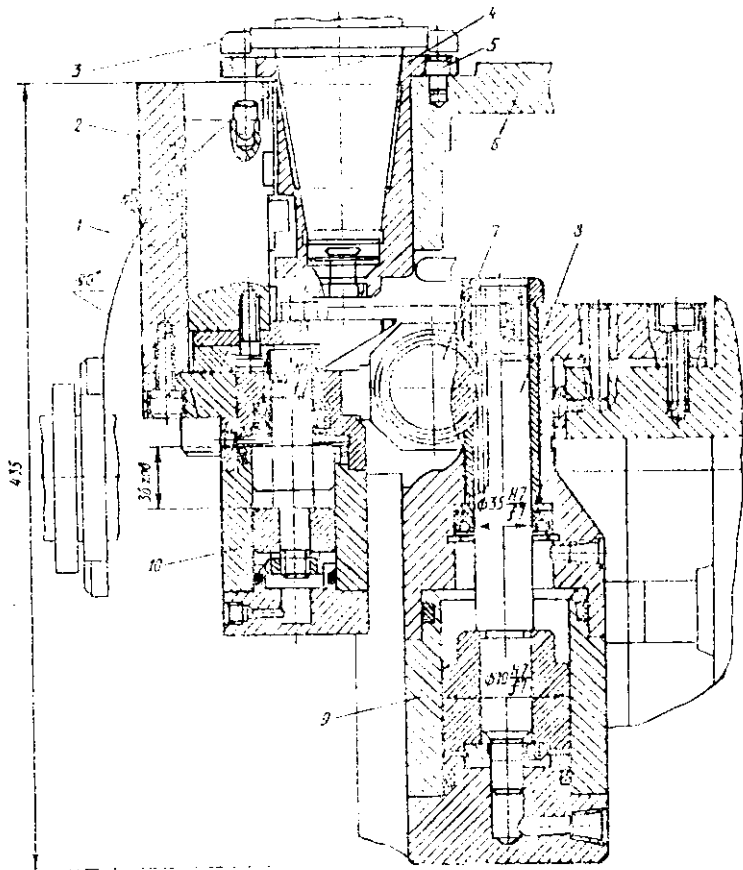
Trên trục của động cơ 8 là bạc 9 có hai rãnh nửa vòng tròn. Khi lỗ mang dụng cụ cần thiết tiến tới vị trí thay thế, con lăn 7 sẽ được đưa vào rãnh bạc nhờ pittông của xilanh thủy lực 4. Động cơ 8 sẽ được ngắt và công tắc không tiếp xúc 6 sẽ phát lệnh thay thế dụng cụ tự động. Trước khi đầu dụng cụ quay tiếp, con lăn 7 được đưa ra khỏi rãnh bạc 9 và công tác 6 sẽ phát lệnh cho động cơ 8 bắt đầu làm việc. Chuỗi dụng cụ 18 được cố định trong lỗ 17 của ổ chứa nhờ cơ cấu hãm 19. Số lượng chuỗi có trong các lỗ của ổ chứa được kiểm tra bằng công tác không tiếp xúc 1.

Hình 4.57 là một số kết cấu của các ổ dụng cụ dạng xích tải dùng trên các trung tâm gia công.



Hình 4.57. Các kết cấu ổ chứa dụng cụ dạng xích tải
a, b, c) Có ổ chứa bố trí thẳng đứng, nằm ngang và nghiêng;
d, e, f) Có ổ chứa hình chữ nhật, hình vuông và hình tam giác;
m, n, k) Có ổ chứa phức tạp, dung lượng lớn.

Trong một số trường hợp, để giảm kích thước của ổ dụng cụ, các chuỗi dụng cụ được bố trí thẳng đứng trong ổ chứa. Còn trong thời gian thay dao, chúng được đưa về vị trí nằm ngang nhờ cơ cấu đảo vị trí (phôi liệu) (hình 4. 58). Chuyển động quay 90° của lỗ 4 trên ổ chứa cùng chuỗi 3 từ vị trí thẳng đứng sang vị trí nằm ngang, thực hiện nhờ động cơ thủy lực 9 thông qua thanh răng 8 trên thanh đẩy của pittông và bánh răng 7. Phần quay được thực hiện ở dạng thanh treo 1, có cơ cấu dẫn hướng cho phép thanh trượt đi động lên xuống tương đối so với xilanh thủy lực 10.

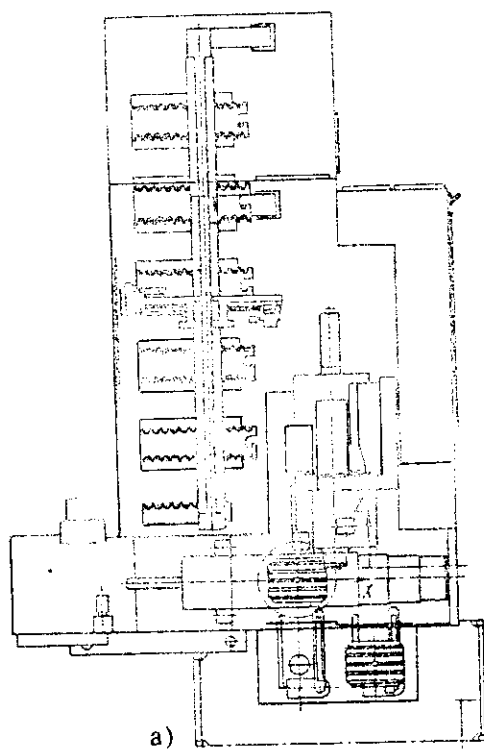
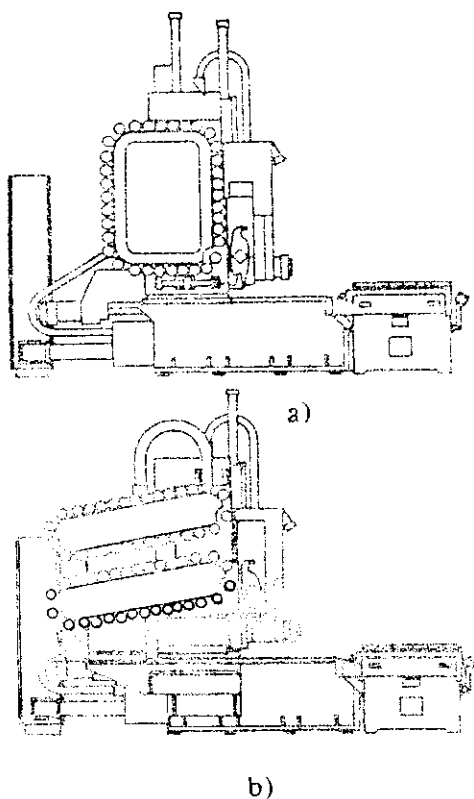


Hình 4.58. Kết cấu của cơ cấu đảo vị trí khi thay dụng cụ tự động
1. Thanh treo; 2. Bàn trượt; 3. Chuỗi; 4. Lỗ ổ chứa; 5. Chốt định vị;
6. Thân; 7. Bánh răng; 8. Thanh răng; 9,10. Xilanh.

Trước khi thay thế dụng cụ, bàn trượt 2 chuyển động lên. Do đó, lỗ 4 cùng chuỗi 3 với dụng cụ sẽ tách khỏi chốt định vị 5 gá trên mặt đầu của thân 6. Sau đó, giá treo 1 sẽ quay 90° đến vị trí thay thế. Sau khi thay dụng cụ bằng tay máy và gá dụng cụ vừa tháo từ trục chính máy vào lỗ 4, giá treo 1 lại được quay 90° trở về vị trí ban đầu. Lỗ 4 cùng chuỗi dụng cụ hạ xuống nhờ xilanh thủy lực 10 cùng bàn trượt 2 rồi được định vị nhờ chốt 5.

Hình 4.59 là kết cấu của các trung tâm gia công có ổ chứa dụng cụ dạng xích tải của hãng Cincinnati Milacron (Mỹ) với 36 dụng cụ (hình 4.59.a) và 60 dụng cụ (hình 4.59.b). Các ổ chứa có dung lượng lớn, cho phép mở rộng khả năng công nghệ của máy, nhưng lại làm hiệu suất sử dụng dụng cụ thấp, thời gian thay dao tăng.

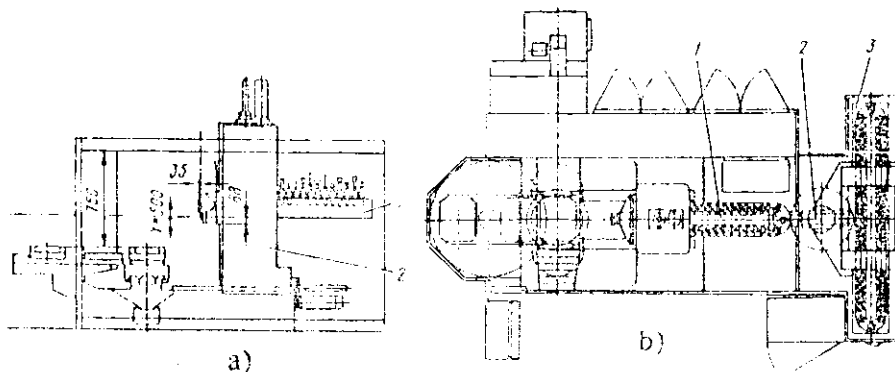
Hãng Huller Hille (Thụy Điển) sử dụng các băng chứa tiêu chuẩn (hình 4.60). Kết cấu này cho phép điều chỉnh dung lượng của ổ chứa bằng cách thay đổi số băng chứa. Thay thế dụng cụ được thực hiện mà không phải dừng máy nhờ thay các băng chứa.



Hình 4.59. Kết cấu các máy có ổ chứa dụng cụ kiểu xích tải
a) Với một ổ chứa; b) Với hai ổ chứa.

Hình 4.60. Kết cấu băng chứa dụng cụ của hãng Huller Hille (Thụy Điển)
a) Hình chiếu đứng của máy;
b) Sơ đồ của băng chứa dụng cụ.

Trên các máy của hãng Heller, ổ chứa dụng cụ 1 (hình 4.61.a) chứa tới 30 dụng cụ, được gá ở phía sau của trụ đứng máy. Nếu số lượng dụng cụ yêu cầu tăng, có thể lắp đặt thêm ổ chứa dụng cụ 3 có dung tích lớn gấp đôi (hình 4.61.b). Nhờ rôbốt 2, dụng cụ trong ổ chứa 1 sẽ được thay thế bằng dụng cụ trong ổ chứa phụ khi cần thiết.

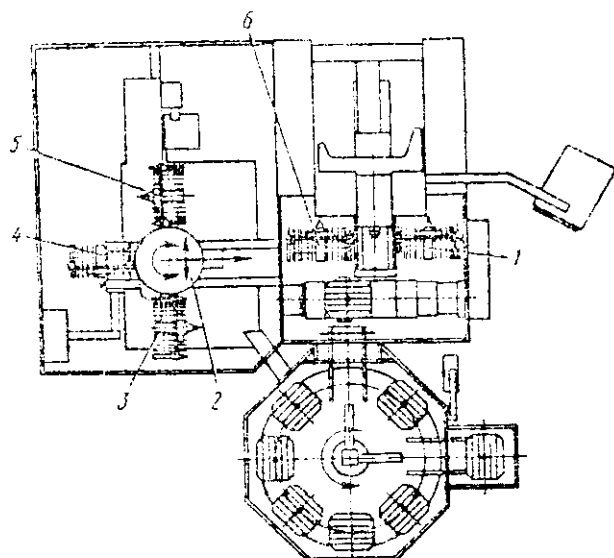


Hình 4.61. Kết cấu ổ chứa dụng cụ trên các trung tâm gia công của hãng Heller Hille

a) Kết cấu thông dụng; b) Kết cấu với ổ chứa phụ và tay máy.

1. Ổ chứa; 2. Rôbốt; 3. Ổ chứa phụ

Hình 4.62 là một môđun sản xuất linh hoạt của hãng Heller Hille với ổ chứa dụng cụ 24 vị trí và ba ổ đơn 3, 4, 5. Còn ổ thay thế thứ tư 6 được gá trên máy. Mỗi ổ chứa đơn có thể chứa tới 23 dụng cụ. Ổ chứa dụng cụ 1 với 24 dụng cụ được gá cố định trên máy. Trong ổ này chứa các dụng cụ tiêu chuẩn, sử dụng khi gia công các loại chi tiết khác nhau. Dụng cụ được thay thế trong ổ bằng tay.



Hình 4.62. Kết cấu ổ chứa dụng cụ trên môđun sản xuất linh hoạt của hãng Heller

1. Ổ chứa dụng cụ;

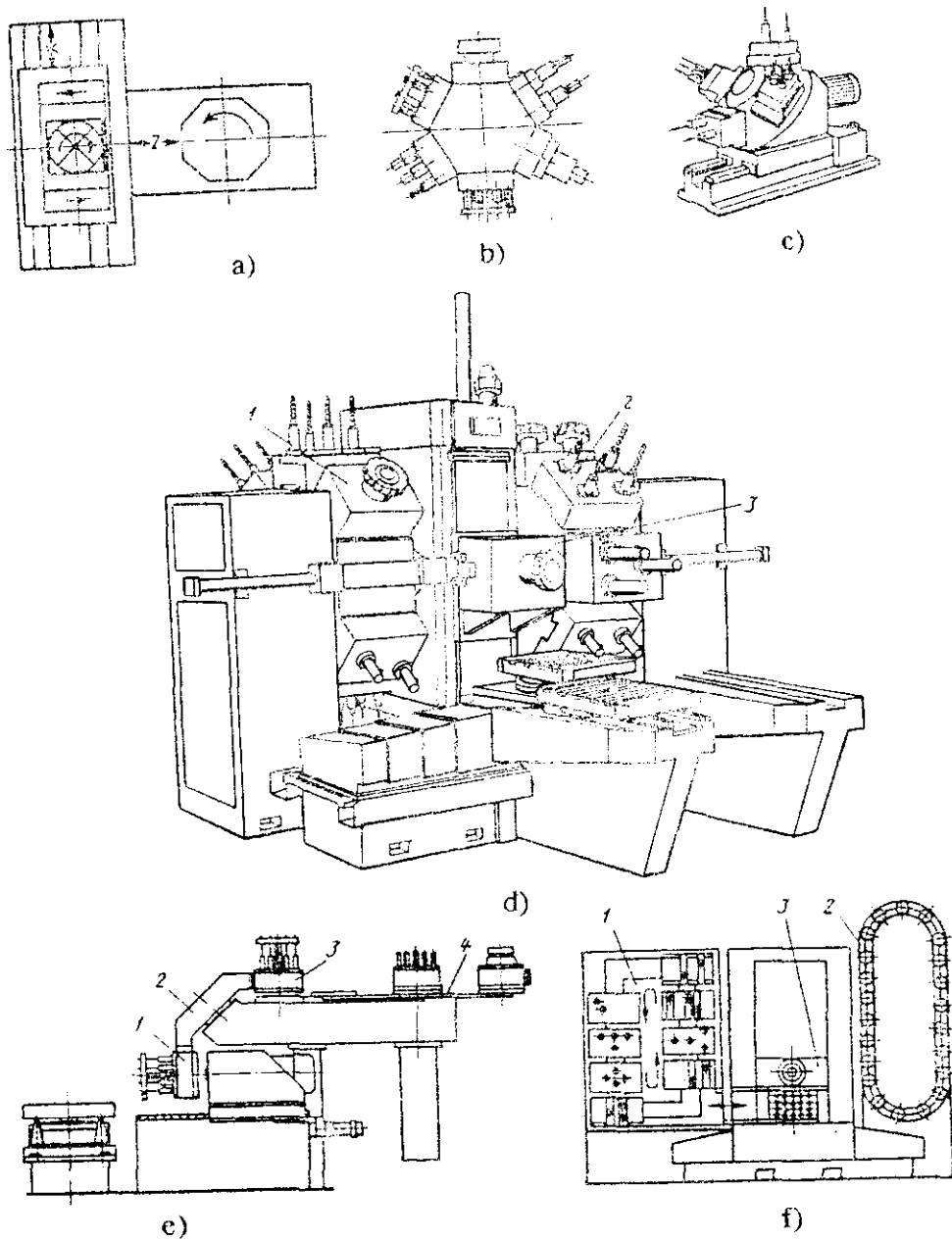
2. Ổ chứa bốn vị trí;

3,4,5. Ổ đơn;

6. Ổ thay thế.

Trên nhiều trung tâm gia công, khi chế tạo số lượng lớn chi tiết với chủng loại ít, để tăng năng suất gia công, người ta sử dụng các ụ trục chính nhiều trục thay đổi. Các ụ trục chính này được gá trong ổ chứa để thay thế khi cần. Hình 4.63 là kết cấu của một số ổ chứa tiêu biểu.

Nếu số lượng đầu trục chính nhiều trục không lớn, có thể dùng đầu ro-vônve làm ổ chứa (hình 4. 63.a, b, c). Nếu số lượng đầu trục chính nhiều trục lớn, chúng được gá trong các ổ chứa quay 1 và 2, rồi từ đó được chuyển sang vị trí công tác 3 (hình 4. 63.d), hoặc trong các ổ chứa dạng thẳng 4 (hình 4. 63.e). Trong trường hợp này, các đầu 1 và 3 được thay thế nhờ tay máy 2.



Hình 4.63. Kết cấu của các máy có đầu nhiều trục chính thay đổi

- a) Hình chiếu bằng của máy; b) Đầu quay; c) Đầu quay có trục quay nghiêng;
 d) Đầu quay có hai ổ chứa quay 1, 2 và vị trí công tác 3 với tám vị trí để lưu giữ đầu trục chính;
 e) Máy có ổ chứa đầu trục chính dạng thẳng (1, 3. đầu trục chính; 2. Tay máy; 4. ổ chứa dạng thẳng);
 f) Máy có ổ chứa đầu trục chính và ổ chứa dụng cụ đơn chiếc dạng xích tải (1. ổ chứa dạng thẳng; 2. ổ chứa dạng xích tải; 3. Trục chính).

Trên hình 4. 63.f là kết cấu của một trung tâm gia công có hai ổ chứa, ổ chứa thẳng 1 dùng cho các đầu trục chính nhiều trục và ổ chứa dạng xích tải 2 dùng cho các dụng cụ đơn chiếc gá trên trục chính 3. Mặc dù kết cấu này có phức tạp hơn một chút, nhưng khả năng công nghệ và năng suất gia công được nâng cao đáng kể.

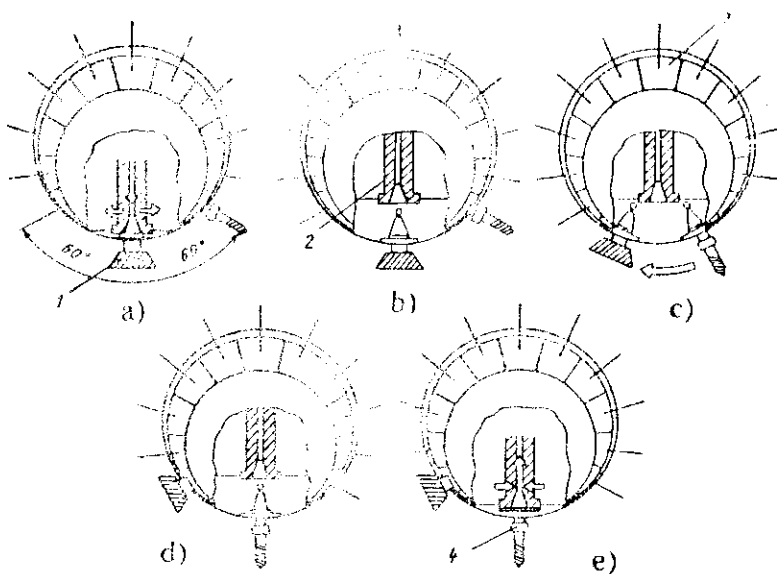
4.2.6. Thay thế và kẹp chặt dụng cụ tự động trong cơ cấu công tác

Thay thế dụng cụ tự động trên các máy cắt CNC có thể thực hiện theo các phương pháp sau:

1. Thay đổi vị trí (quay) ổ chứa dụng cụ (đầu ro-vônve);
2. Chuyển dụng cụ từ ổ chứa chính vào các trục chính qua ổ phụ (quay đầu có 2 hoặc nhiều vị trí);
3. Thay thế trực tiếp dụng cụ từ ổ chứa vào trục chính;
4. Đưa dụng cụ từ ổ chứa vào trục chính nhờ tay máy.

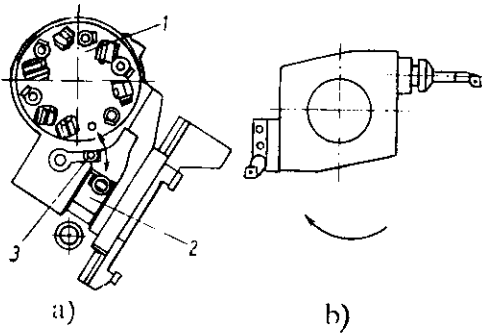
Phương pháp thứ nhất đơn giản hơn cả (hình 4.42). Thực tế trên các máy tiện (hình 4.43) và các trung tâm gia công (hình 4.50), quá trình thay thế dụng cụ tự động thực hiện nhờ quay đầu ro-vônve tới vị trí yêu cầu, thời gian thay dao rất ít.

Khi sử dụng đầu ro-vônve nhiều vị trí, một trục chính trên các trung tâm gia công (hình 4.51.c, d và hình 4.64), quá trình thay thế dụng cụ được thực hiện nhờ quay đầu ro-vônve. Thời gian thay lớn hơn phương pháp 1 vì phải thực hiện các công đoạn nhả kẹp trục gá 1 (hình 4.64.a), lùi trục chính 2 ra (hình 4.64.b), quay và hãm đầu 3 (hình 4.64.c, d), đưa trục chính 4 vào vị trí và kẹp dụng cụ mới (hình 4.64.e).



Hình 4.64. Tuần tự các bước thay thế dụng cụ trên trung tâm gia công một trục chính của hãng Mandelli
a, b) Tháo kẹp trục gá 1 và lùi trục chính 2;
c, d) Quay và hãm đầu ro-vônve 3;
e) Đưa trục chính 4 vào vị trí và kẹp trục gá với dụng cụ mới.

Thời gian thay thế bé ($1 \div 2$ giây) có thể đạt được với kết cấu phức tạp hơn nhờ sử dụng phương pháp thứ 2 với các đầu quay 2 vị trí có ổ chứa dụng cụ kèm theo (hình 4.54.b, 4.63.d). Trong trường hợp này, thời gian thay dao đúng bằng thời gian tháo kẹp, quay và hãm đầu. Quá trình chọn dụng cụ trong ổ chứa, gá chúng vào vị trí chờ của đầu, được thực hiện trong khi máy đang gia công. Hình 4.65 là cơ cấu thay dụng cụ tự động trên máy tiện CNC của hãng Heyligéntaedt (Đức).



Hình 4.65. Cơ cấu thay thế dụng cụ tự động trên máy tiện CNC của hãng Heyligentaedt (Đức):

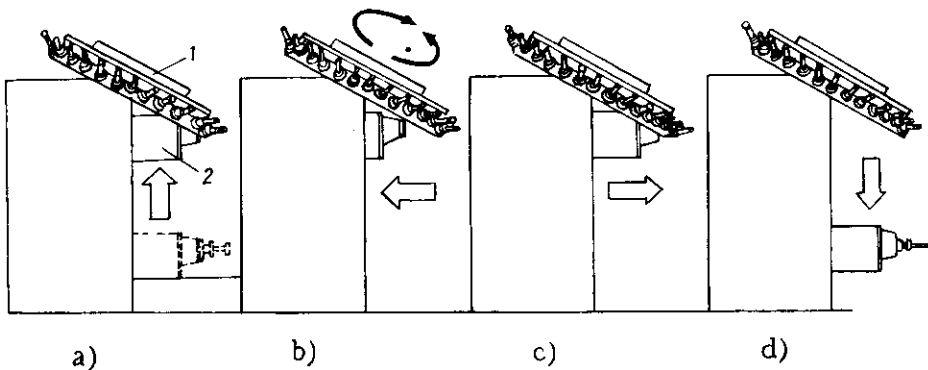
a) Sơ đồ thay dụng cụ cho đầu quay;

1. Ổ chứa dao; 2. Đầu quay; 3. Tay máy.

b) Đầu quay hai vị trí.

Các dụng cụ gá trong đế dao và đặt trong ổ chứa dụng cụ 1 (hình 4.65.a) được đưa tuần tự vào đầu quay 2 nhờ tay máy 3. Khi bước công nghệ kết thúc, đầu 2 sẽ quay đi 180° (hình 4.65.b). Dụng cụ mới sẽ được lắp đặt trên vị trí công tác sau 1,5 giây. Trong khi máy thực hiện gia công phôi, tay máy sẽ lấy dụng cụ đã sử dụng ra khỏi vị trí 2 đưa về ổ chứa và chọn dụng cụ mới theo chương trình để gá vào vị trí chờ. Quá trình thay thế dụng cụ kiểu này cũng được sử dụng trên trung tâm gia công có kết cấu trên hình 4.54.b.

Trên một số máy CNC người ta sử dụng phương pháp thứ 3 khi thay thế dụng cụ cắt bằng phương pháp tự động (hình 4.66).



Hình 4.66. Tuần tự các bước thay thế dụng cụ trên trung tâm gia công của hãng Mandelli

a) Đưa ụ trục chính tới ổ chứa và gá dụng cụ vào vị trí tháo dỡ; 1. Ổ chứa dụng cụ;

2. Ụ trục chính;

b) Nhả kẹp trục gá, lùi trục chính, quay ổ chứa;

c) Lắp đặt trục gá mới vào trục chính;

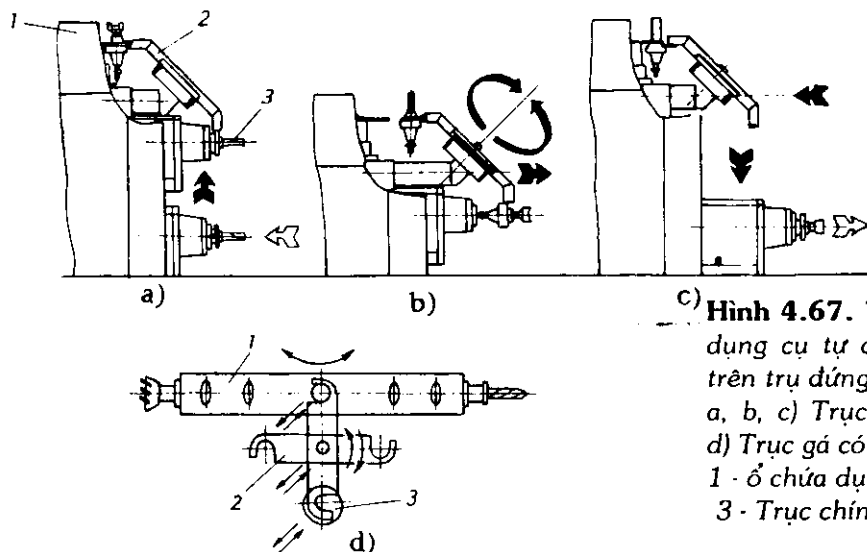
d) Đưa ụ trục chính về vị trí gia công.

Quá trình thay thế dụng cụ thực hiện nhờ chuyển động tương đối có chu kỳ của ụ trục chính 2 (hình 4.66) so với ổ chứa dụng cụ 1. Mặc dù kết cấu của cơ cấu thay thế dụng cụ tự động được đơn giản hơn do không cần tay máy, nhưng thời gian thay thế lại tăng lên. Do vậy, trên các trung tâm gia công, phương pháp thay thế dụng cụ thứ 4 là thông dụng hơn cả. Phương pháp này sử dụng tay máy, nên mặc dù kết cấu phức tạp hơn, nhưng bù lại, chúng có thời gian thay thế nhỏ nhờ dụng cụ đã được chọn sơ bộ từ ổ chứa dụng cụ khi máy đang gia công. Cơ cấu thay thế dụng cụ có kết cấu và bố trí phụ thuộc vào vị trí của ổ chứa dụng cụ trên máy. Để giảm thời gian thay thế dụng cụ, ổ chứa nên đặt gần trục chính, tốt nhất là đặt trực tiếp trên trục chính. Tuy nhiên, phương án này sẽ làm tăng trọng lượng của trục chính. Vì vậy, thường người ta bố trí ổ chứa dụng cụ bên hông phải hoặc trái của trụ đứng.

Các ổ chứa dạng xích tải có dung lượng lớn thường được thực hiện như các mô đun tiêu chuẩn và đặt bên cạnh máy.

Tùy thuộc vào vị trí của ổ chứa dụng cụ trên máy, người ta sử dụng nhiều loại tay máy với chu kỳ chuyển động khác nhau.

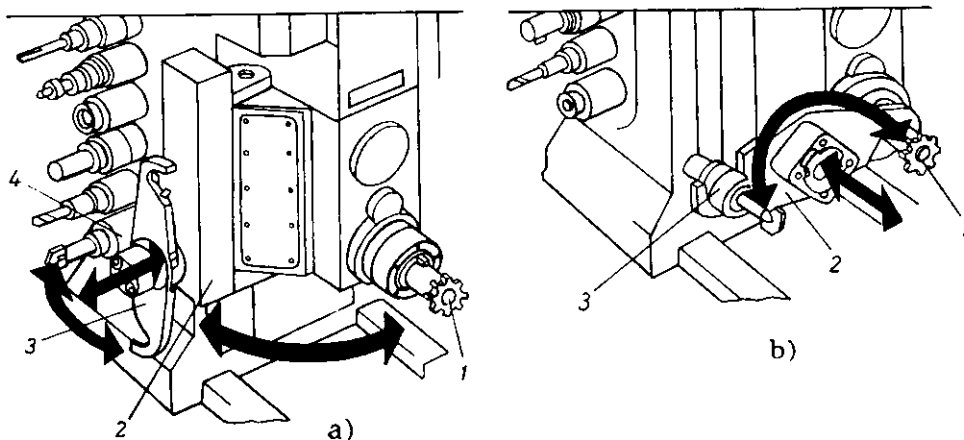
Hình 4.67.a, b, c là tuần tự quá trình thay thế dụng cụ trong trục chính 3 bằng tay máy 2 từ ổ chứa dụng cụ 1.



Hình 4.67. Tuần tự các bước thay thế dụng cụ tự động với ổ chứa đặt phía trên trụ đứng.

a, b, c) Trục gá có vị trí thẳng đứng;
 d) Trục gá có vị trí nằm ngang.
 1 - Ổ chứa dụng cụ; 2 - tay máy;
 3 - Trục chính máy.

Ổ chứa dụng cụ 1 bố trí phía trên trụ đứng. Máy có trục chính nằm ngang, còn trục gá bố trí thẳng đứng. Kết cấu tay máy sẽ đơn giản hơn nếu trục gá có vị trí nằm ngang (hình 4.67.d). Với các ổ chứa dụng cụ bố trí bên cạnh trục chính, trụ đứng máy hoặc có cấu trúc như một cụm riêng bên cạnh máy khi thay thế dụng cụ tự động, người ta sử dụng kết cấu như trên hình 4.68.



Hình 4.68. Tuần tự các bước thay thế dụng cụ khi ổ chứa bố trí bên cạnh của máy

a) Sơ đồ chọn dụng cụ trong ổ chứa: 1,4. Dụng cụ; 2. Giá treo tay máy; 3. Tay máy;
 b) Sơ đồ thay thế dụng cụ trong trục chính: 1,3. Dụng cụ; 2. Tay máy

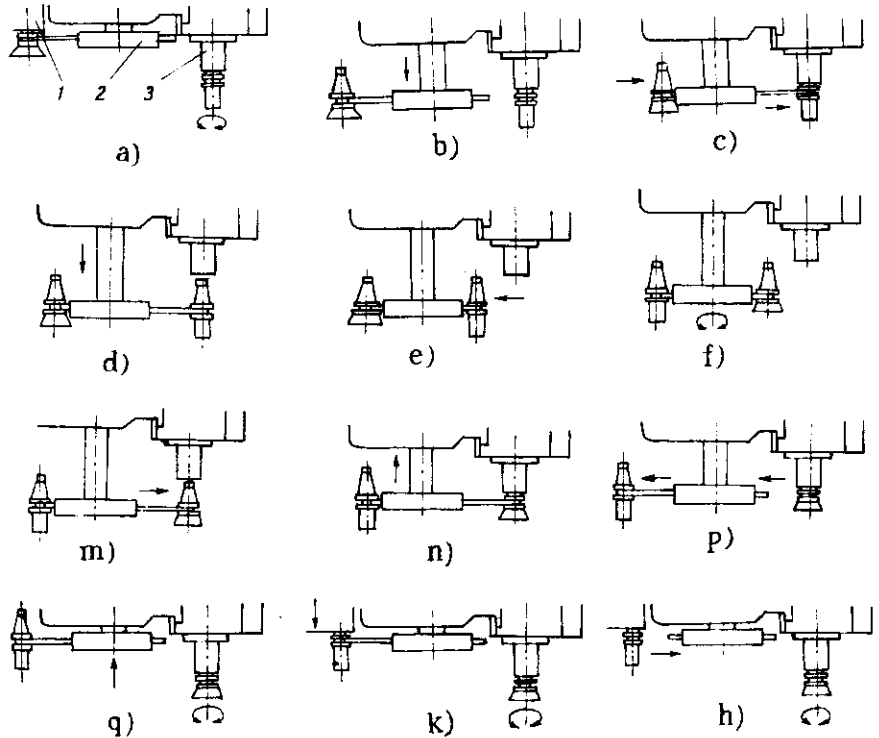
Trong giai đoạn đầu (hình 4.68.a), tiến hành chọn dụng cụ cần thiết 4 và đưa nó về vị trí thay thế bằng cơ cấu dịch chuyển dụng cụ trong ổ chứa. Tiếp theo, tay máy 3 quay 90° để tóm lấy dụng cụ 4 rồi chuyển động theo phương dọc trục để đưa dụng cụ ra khỏi lỗ chứa. Sau

khi dụng cụ 1 đã gia công xong, giá treo 2 của tay máy (hình 4.68.b) sẽ quay và dùng bàn tay còn lại tóm lấy dụng cụ cần thay 1 nằm trong trục chính. Nhờ chuyển động dọc trục của mình, tay máy 2 (trên hình 4.68.b) sẽ lấy dụng cụ 1 ra khỏi trục chính rồi quay 180° để đưa dụng cụ 3 vào lỗ lắp ráp của trục chính. Dụng cụ 3 sẽ được kẹp chặt lại. sau đó tay máy sẽ quay 90° về vị trí ban đầu (hình 4.68.a) rồi nhả dụng cụ vừa sử dụng vào lỗ chứa của ổ dụng cụ.

Các sơ đồ thay thế dụng cụ trên các trung tâm gia công có trục chính thẳng đứng 3 và tay máy 2 từ ổ chứa dụng cụ 1 được trình bày trên hình 4.69.

Hình 4.69. Tuần tự các bước thay thế dụng cụ trên máy có trục chính thẳng đứng

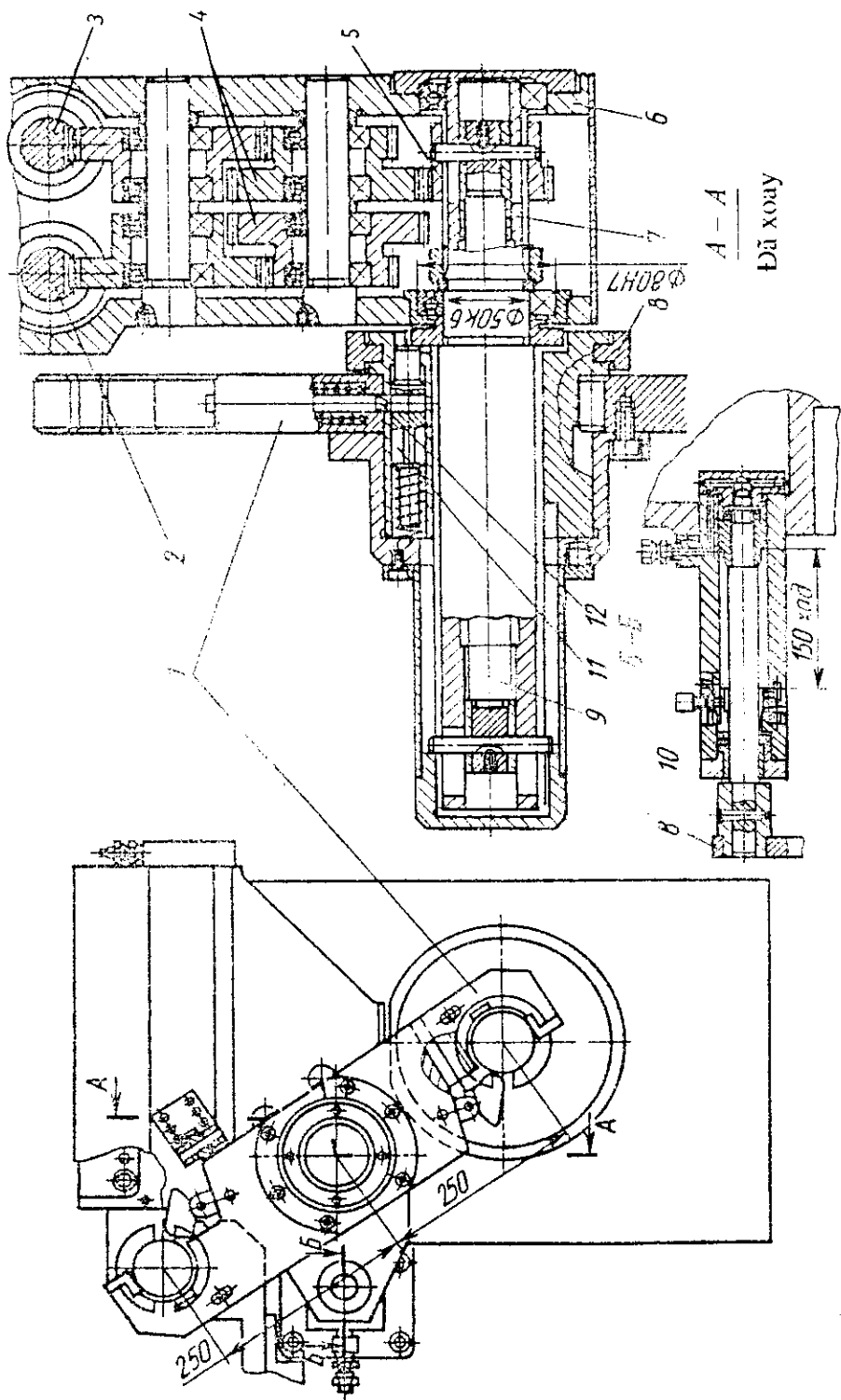
a, b) Tay máy 2 chọn dụng cụ trong ổ chứa 1 và đưa ra khỏi lỗ chứa của ổ dụng cụ;
c, d, e) Tay máy lấy dụng cụ yêu cầu ra khỏi ổ trục chính 3;
f) Tay máy quay 180° ;
m, n) Gá dụng cụ mới vào trục chính máy;
p, q, k) Đặt dụng cụ đã sử dụng vào ổ chứa;
h) Hồi vị tay máy về vị trí ban đầu.



Hình 4.70 là kết cấu tay máy của cơ cấu thay thế dụng cụ tự động.

Cánh tay với hai bàn tay được gá trên trục then hoa 7 bằng các ổ lăn của thân 6. Tay máy 1 có thể quay và dịch chuyển tương đối theo phương dọc trục so với trục 7. Chuyển động quay được thực hiện nhờ các xilanh thủy lực 2 và 3 tương ứng với các góc 180° và 90° thông qua thanh răng của pittông và các bộ truyền bánh răng tăng 4. Dịch chuyển tương đối dọc trục của tay máy 1 so với trục 7 thực hiện bởi xilanh 10, pittông gắn cứng với đĩa gạt 8 nằm trong rãnh tròn của mặt bích trên tay máy.

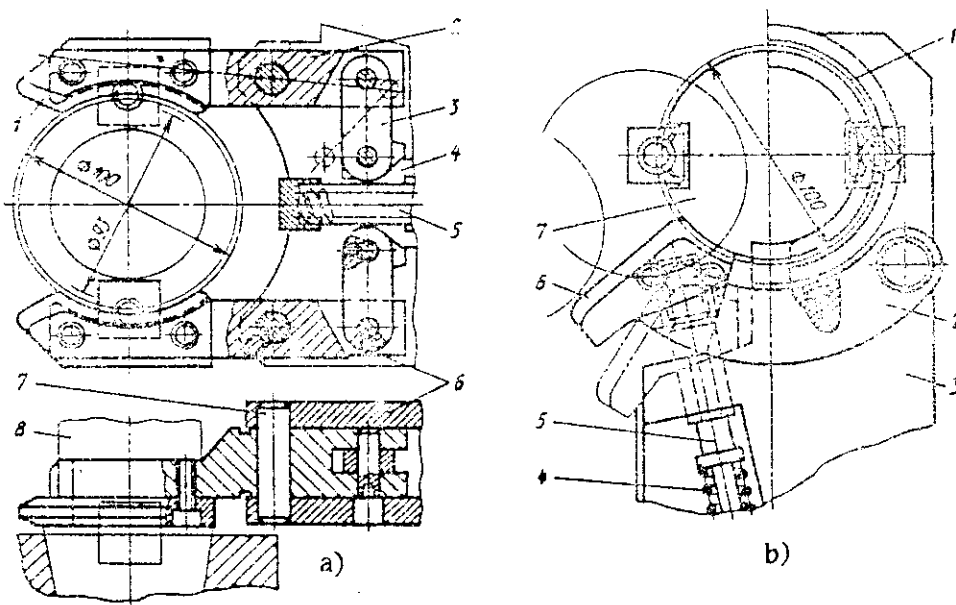
Khi tay máy dịch chuyển dọc về phía trước sẽ làm cho thanh kéo 9 chuyển động theo, kéo bánh răng 5 khỏi ăn khớp với bánh răng dẫn động quay 90° rồi nối nó với cơ cấu quay 180° . Khi tay máy dịch chuyển dọc trục trở về vị trí ban đầu, pittông bị ép 11 sẽ dịch chuyển về phía trước đồng thời ép lò xo lại và giải phóng chốt hãm chuyển động quay 12 của đầu dụng cụ.



Hình 4.70. Kết cấu tay máy của cơ cấu thay thế dụng cụ tự động

1. Tay máy; 2, 3. Xilanh thủy lực; 4. Bộ bánh răng tăng; 5. Bánh răng bị dẫn; 6. Thân chứa ổ lăn; 7. Trục then hoa; 8. Đĩa gạt; 9. Thanh kéo; 10. Xilanh; 11. Pittông; 12. Chốt hãm.

Để cầm nắm chuỗi gá dụng cụ bằng tay máy, người ta sử dụng nhiều dạng bàn tay khác nhau. Hình 4.71 là kết cấu của các bàn tay dạng kim có cơ cấu hãm.



Hình 4.71. Kết cấu bàn tay của tay máy:

- a) Dạng kim: 1. Má kẹp; 2. Thanh đòn; Tấm nối; 4. Bạc; 5. Lò xo; 6. Thân; 7. Trục quay; 8. Chuỗi dụng cụ.;
b) Dạng quai kẹp: 1. Má kẹp; 2. Thanh đòn; 3. Cánh tay; 4. Lò xo; 5. Trục; 6. Bộ hãm; 7. Chuỗi..

Trong kết cấu trên hình 4.71.a, các má kẹp thay thế 1 có prôphin hình thang gá trên các thanh đòn 2 sẽ thực hiện kẹp chặt chuỗi dụng cụ 8. Trục quay 7 của thanh đòn 2 được lắp đặt trong thân 6. Quá trình kẹp chuỗi 8 thực hiện nhờ các tấm nối 3 gá trên thanh đòn 2 và bạc 4 có lò xo 5 khi bạc 4 cùng pittông của xilanh thủy lực hoặc khí nén lùi về phía sau (xi lanh không có trên bản vẽ). Tháo kẹp chuỗi dụng cụ thực hiện nhờ chuyển động của pittông về phía trước. Hình 4.71.b là kết cấu bàn tay máy kiểu quai kẹp.

Chuỗi dụng cụ 7 được kẹp chặt nhờ má kẹp 1 hình chữ V đặt trên cánh tay 3 cùng bộ hãm 6 có prôphin đúng như prôphin của má kẹp 1. Má kẹp 1 gá trên các thanh đòn 2 và có khả năng quay tương đối so với cánh tay 3.

Khi kẹp chặt chuỗi, cơ cấu hãm được ép chặt vào chuỗi nhờ trục 5 dưới tác động của lò xo 4. Tháo kẹp chặt được thực hiện trong thời gian thân của tay máy tiến gần đến đầu trục chính máy hoặc ổ chứa dụng cụ khi trục 5 tỳ vào rãnh chuyên dùng trên tấm chặn di động của cơ cấu đẩy cánh tay (không vẽ trên hình).

Trên các trung tâm gia công có các đầu nhiều trục chính (hình 4.63) việc thay thế dụng cụ có thể thực hiện nhờ quay đầu ro-vônve (hình 4.63.b,c) hoặc tay máy (hình 4.63.d, e). Khi thay thế bằng tay máy theo phương án trên hình 4.63.e, tay máy sẽ kẹp chặt đầu 1 và 3 rồi tiến hành thay thế theo chu trình đã trình bày trên hình 4.67.a.b.c. Còn trên hình 4.63.f, việc thay thế dụng cụ thực hiện nhờ dịch chuyển thẳng các đầu dụng cụ từ ổ chứa 1 và 2 tới vị trí trên trục chính 3 và ngược lại.

Một trong những nhiệm vụ quan trọng khi thiết kế cơ cấu thay thế dụng cụ tự động là bảo đảm thời gian thay thế bé nhất. Có nhiều phương pháp nâng cao khả năng tác động nhanh

của cơ cấu thay thế dụng cụ tự động như sau:

- Hoàn thiện cấu trúc với mục đích giảm thời gian và số lượng các chuyển động tuần tự của các cơ cấu chức năng và chấp hành;

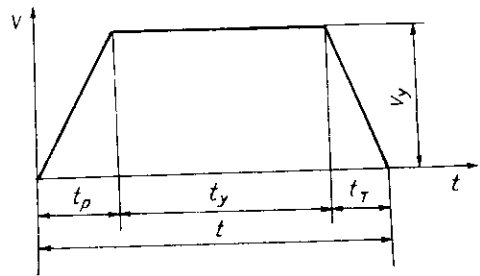
- Hoàn thiện kết cấu và đặc tính động học nhằm nâng cao chế độ làm việc và độ tin cậy của các hệ dẫn động của cơ cấu thay thế dụng cụ tự động;

- Do đặc điểm làm việc với tải trọng thay đổi, dao động, xung v...v, việc xác định vận tốc v của các chuyển động là rất đáng lưu tâm.

Khả năng tác động nhanh sẽ cao nhất khi vận tốc chuyển động thay đổi theo quy luật tam giác. Lúc này, quá trình quá độ sẽ xảy ra trong 2 giai đoạn, tăng tốc lớn nhất có thể và giảm tốc tới khi dừng hẳn với gia tốc lớn nhất. Tuy nhiên, trong thực tế thường sử dụng quy luật thay đổi vận tốc hình thang (hình 4.72).

Quá trình quá độ trong trường hợp này xảy ra qua 3 giai đoạn: tăng tốc t_p , ổn định t_y với vận tốc không đổi V_y và chậm dần t_r . Cũng cần lưu ý rằng, khi vận tốc V , gia tốc giảm a_g và gia tốc tăng a_t giảm thì kích thước của động cơ, tiêu hao năng lượng và tải trọng va đập sẽ giảm, độ tin cậy làm việc tăng.

Thời gian chuyển động của tay máy có thể xác định theo công thức:



Hình 4.72. Quy luật thay đổi vận tốc của tay máy

$$t = \sqrt{\frac{1}{a_g}} \times \frac{1 + k_a \left(\frac{v}{\sqrt{a_g l}} \right)^2}{\frac{v}{\sqrt{a_g l}}} \quad (4.45)$$

Trong đó:

l - chiều dài chuyển động tổng cộng của tay máy;

a_g - gia tốc giảm với $|a_g| = \text{tg}\alpha_g$;

k_a - hệ số vận tốc $k_a = a_t / a_g$;

a_t - gia tốc tăng; $|a_t| = \text{tg}\alpha_t$;

v - vận tốc của chuyển động đều (ổn định). Vận tốc tối ưu v_{tr} của chuyển động này vào khoảng $0,4 \div 12$ m/s. Khi chiều dài chuyển động tăng, vận tốc này có thể tăng.

Giá trị danh nghĩa của gia tốc phụ thuộc vào mức độ dao động của các cơ cấu. Để giảm các dao động này, thời gian giảm tốc t_r phải lớn hơn chu kỳ của các dao động riêng của dẫn động t_{ck} rất nhiều. Thường t_{ck} có giá trị $0,02 \div 10,04$ giây, còn $t_r = 0,08 \div 10,1$ giây. Khi $l = 0,15 \div 10,3$ (m), để đảm bảo điều kiện trên, cần có $a_g = 5 \div 16$ m/s². Còn khi $l = 0,7 \div 1,08$ (m) thì $a_g = 10 - 12$ (m/s²).

Một đặc điểm đặc trưng của tay máy khi làm việc là độ không cân bằng của chúng do khối lượng của chuỗi côn và dụng cụ thay đổi. Do đó, xuất hiện thêm các mômen cản bổ sung

có độ lớn tùy thuộc vào vị trí của tay máy khi làm việc.

Mômen không cân bằng M_{cb} với tay máy có trục quay nằm ngang (hình 4.73) có thể xác định theo công thức:

$$M_{cb} = (m_1 - m_2) \cdot g \cdot r \cdot \sin\varphi \quad (4.46)$$

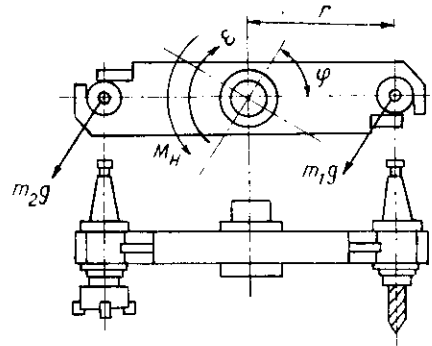
Trong đó: m_1, m_2 - trọng lượng chuỗi và dụng cụ;

g - Gia tốc trọng trường;

r - Khoảng cách tâm giữa tâm quay của tay máy và chuỗi dụng cụ;

φ - Góc vị trí của tay máy.

Hình 4.73. Sơ đồ tính toán mômen không cân bằng M_{cb} của tay máy



Tùy thuộc vào vị trí của tay máy, phương tác động của M_{cb} có thể thay đổi.

Mômen và công suất cực đại của động cơ chính M_{dmax}, N_{dmax} có thể xác định theo các công thức sau:

$$M_{dmax} \geq \frac{4J_{\Sigma}\Delta\varphi_d}{t^2(1-k_m^2)(1-\tau^2)} \quad (4.47)$$

$$N_{dmax} \geq \frac{8J'_{\Sigma}\Delta\varphi_d^2}{t^2(1-k_m^2)(1-\tau^2)(1+\tau)} \quad (4.48)$$

Trong đó: J_{Σ} - mô men quán tính động tổng cộng của động cơ và cơ cấu so với trục động cơ có tính tới hệ số truyền tổng cộng K_H :

$$J_{\Sigma} = J_d + K_H^2 \cdot m \quad (4.49)$$

Ở đây: J_d - mômen quán tính của động cơ;

m - trọng lượng của cơ cấu chấp hành;

$\Delta\varphi_d$ - góc quay của trục động cơ;

k_m - hệ số tải trọng theo mômen của động cơ: $k_m = M'_c / M_{dmax}$ với M'_c là mômen tải trọng tĩnh;

$t = t_j/t$ - thông số này có thể tìm theo biểu đồ vận tốc trên hình 4.72.

Theo các thông số vừa tìm được, tiến hành chọn động cơ tương ứng, sau đó theo đặc

tính của động cơ vừa chọn, tính toán lại thời gian tối thiểu cần thiết để thực hiện chuyển động của tay máy, rồi tiến hành thiết kế chi tiết.

Các đặc tính của dẫn động thẳng (bằng thủy lực hay bằng khí nén) sẽ được chọn theo các thông số tính toán của tay máy, trong đó gồm: vận tốc lớn nhất $v_{\max}$; tải trọng lớn nhất với giá trị $F_{\max}$. Theo các giá trị $v_{\max}$ và $F_{\max}$ cùng áp suất p đã chọn tiến hành xác định đường kính của xilanh công tác theo công thức sau:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot b \cdot F_{\max}}{\pi \cdot p}} \quad (4.50)$$

Với: b - hệ số phụ thuộc vào dạng gioăng chắn của pittông trong xilanh, $b = 1,1 - 1,5$.

Tiếp theo, xác định tiêu hao chất lỏng công tác: $Q = v_{\max} \cdot S$; với S - diện tích tiết diện ngang của pittông.

Cuối cùng, theo catalô chọn động cơ thủy lực hoặc khí nén có tính năng tương ứng, rồi tiến hành thiết kế dẫn động cho tay máy.

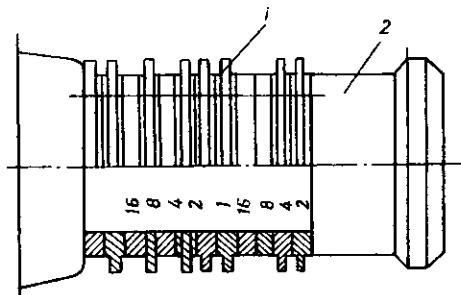
Trong quá trình thay thế dụng cụ tự động, việc tìm kiếm dụng cụ cần thiết trong ổ chứa được thực hiện theo các phương pháp sau:

1. Các dụng cụ được gá trong ổ chứa theo đúng trình tự gia công chi tiết, mỗi dụng cụ chỉ có một chỗ nhất định trong ổ chứa và chỉ được sử dụng một lần khi gia công. Nhược điểm của phương pháp này là dễ xảy ra sai sót khi công nhân sắp đặt dụng cụ trong ổ chứa. Khả năng công nghệ của máy bị hạn chế.

2. Mã hóa vị trí của ổ chứa. Trong trường hợp này, các chuỗi dụng cụ được gá tại các vị trí nhất định, nhưng có thể sử dụng nhiều lần với bất kỳ thứ tự gia công nào. Khả năng xảy ra sai sót khi gá dụng cụ vào các vị trí của ổ chứa vẫn còn.

3. Mã hóa bản thân chuỗi gá và dụng cụ. Chuỗi dụng cụ lúc này có thể gá trong bất kỳ lỗ nào của ổ chứa và có thể sử dụng cho bất kỳ trình tự gia công nào. Có thể dùng tổ hợp các vòng chặn 1 để mã hoá chuỗi dụng cụ 2 (hình 4.74).

Khi ổ chứa quay, chuỗi dụng cụ sẽ dịch chuyển theo và được các cảm biến liên tục kiểm tra. Khi tìm đúng dụng cụ yêu cầu, ổ chứa sẽ dừng lại để thực hiện quá trình thay thế dụng cụ. Nhược điểm của phương pháp này là kết cấu của chuỗi kéo dài và phức tạp, việc gá đặt các vòng mã tốn thời gian.



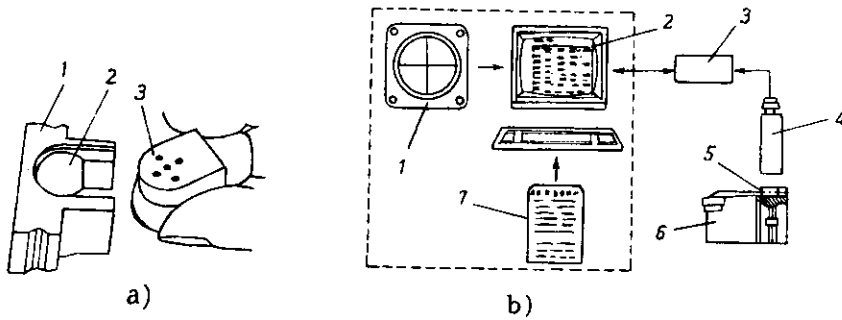
Hình 4.74. Chuỗi dụng cụ với các vòng mã:
1. Vòng chặn; 2. Chuỗi dụng cụ.

Trên các máy CNC hiện đại người ta sử dụng hệ thống mã điện tử để mã hóa các đế dao và chuỗi dụng cụ. Hình 4.75 là hệ mã đế dao của hãng Sandvik Coromand.

Hãng Hertel sử dụng phần tử mã ở dạng vi mạch với dung lượng nhớ là 44 bit và vận hành như một cơ cấu nhớ mà không cần nguồn điện nuôi nào. Nó có kích thước nhỏ (đường kính là 12,4 hoặc 8,5 mm, chiều dày là 7mm) và độ bền cơ học cao.

Với mỗi một đế dao hoặc chuỗi dụng cụ người ta đưa vào bộ nhớ dữ liệu sau: hình

đáng hình học của phần cắt, vật liệu dụng cụ, kích thước và hình dáng và hình học của dụng cụ, giá trị hiệu chỉnh v...v. Quá trình đọc dữ liệu được thực hiện bằng phương pháp không tiếp xúc với vận tốc lớn. Các tác động ngoại lai như (phoi, dung dịch làm mát, bụi bắn v...v) không ảnh hưởng tới quá trình truyền tín hiệu.

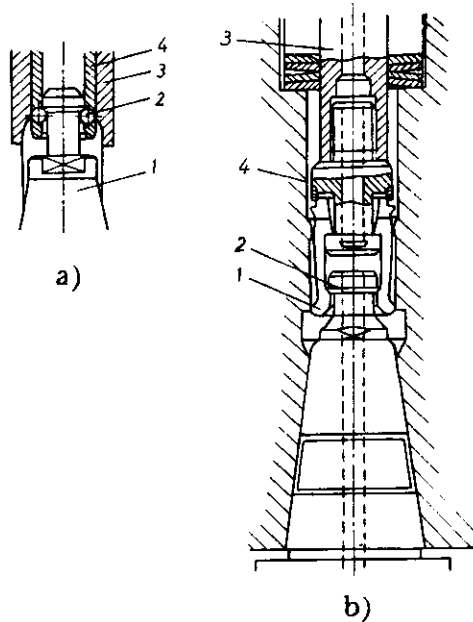


Hình 4.75. Hệ mã để dao của hãng Sandvik Coromand

- a) Kết cấu của đế dao: 1 - Thân; 2 - Lỗ lắp phần tử mã; 3 - Phần tử mã.
 b) Sơ đồ mã hoá dụng cụ: 1 - Cơ cấu điều chỉnh dụng cụ; 2 - Máy vi tính;
 3 - Dao điện trực tiếp; 4 - Đầu đọc; 5 - Phần tử mã; 6 - Thân dao; 7 - Vào dữ liệu.

Các chuôi dụng cụ trước khi gá vào lỗ côn của trục chính phải có vị trí chính xác. Vị trí này đạt được nhờ một cơ cấu chuyên dùng. Ngoài ra, bề mặt lắp ráp của các chuôi được thổi sạch khỏi bụi bắn bằng khí nén.

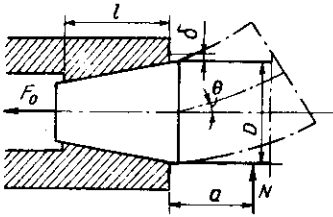
Quá trình kẹp được thực hiện nhờ dịch chuyển dọc trục của chúng bằng lò xo lá và các vấu kẹp trên rãnh tóp chuyên dùng hoặc bi (hình 4.76.a) hoặc chấu kẹp đàn hồi chuyên dùng (hình 4.76.b).



Hình 4.76. Sơ đồ kẹp trục gá trong trục chính máy

- a) Bằng bi 1. Trục; 2. bi; 3. Bạc;
 b) Bằng chấu đàn hồi 1. Chấu kẹp;
 2. Chuôi; 3. Trục; 4. Bạc.

Trong trường hợp đầu tiên (hình 4.76.a) khi bạc 4 dịch chuyển dọc trục lên phía trên nhờ các lò xo lá, bi 2 sẽ được phần côn của bạc 3 tỳ vào rãnh tóp chuyên dùng kẹp chặt chuôi và kéo nó vào lỗ trục chính. Khi tháo dụng cụ, bạc 4 chuyển động xuống dưới, các viên bi 2 sẽ rời khỏi gờ chặn trên phần côn của bạc 3, giải phóng chuôi khỏi lỗ trục chính.



Hình 4.77. Sơ đồ tính toán độ cứng vững của mối lắp côn giữa trục chính với chuỗi dụng cụ

Trong hình 4.76.b, chuỗi dụng cụ được kẹp chặt nhờ đầu kẹp đàn hồi 1 khi trục 3 dịch chuyển dọc trục lên phía trên nhờ lò xo lá và bạc 4, bóp các đầu kẹp lại. Khi trục 3 dịch chuyển xuống phía dưới, đầu kẹp sẽ nhả ra giải phóng chuỗi 2.

Liên kết bằng mặt côn giữa lỗ trục chính và chuỗi dụng cụ được trình bày trên hình 4.77.

Dịch chuyển đàn hồi dưới tác động của lực hướng kính N đặt tại các điểm có khoảng cách a tính từ cuối trục chính có giá trị:

$$y = \delta + \theta \cdot a \quad (4.51)$$

Trong đó: δ - dịch chuyển hướng kính của mối lắp côn do biến dạng tiếp xúc;

θ - góc quay trong mối lắp côn.

$$\delta = \frac{4 \cdot N \cdot \beta \cdot c}{\pi \cdot D} (a \cdot \beta \cdot c_1 + c_2) \quad (4.52)$$

$$\theta = \frac{4 \cdot N \cdot \beta^2 \cdot c}{\pi \cdot D} (2 \cdot a \cdot \beta \cdot c_3 + c_1) \quad \dots (4.53)$$

Nếu bỏ qua sai số trong mối lắp côn ta có:

$$\text{Với: } \beta = \sqrt[4]{\frac{1}{13 \cdot c \cdot D^3}};$$

c - hệ số mềm dẻo tiếp xúc ($\mu\text{m} \cdot \text{m}^2/\text{N}$), $c = 0,2$

c_1, c_2, c_3 - các hệ số, $c_1 = c_2 = 1,35$; $c_3 = 1$;

a - khoảng cách (cm) từ mặt đầu trục chính đến điểm đặt lực N (hình 4.77);

N - lực tác động lên chuỗi dụng cụ;

D - đường kính chuỗi côn (hình 4.77).

Với các mối lắp côn tiêu chuẩn 7: 24 trên các máy CNC, nếu không tính đến sai số chế tạo, có thể xác định độ cứng vững ($\text{N}/\mu\text{m}$) của các mối lắp tại điểm đặt lực N như sau:

$$J_k = \frac{N}{y} = 20 \cdot \frac{D^4}{a^2} \quad (4.54)$$

Trong đó: y được tính theo công thức (4.51), còn D và a lấy theo giá trị trong công thức (4.52) và (4.53).

Các sai số góc khi chế tạo các mặt côn sẽ làm giảm đáng kể độ cứng vững của mối lắp (đôi khi tới 10 ÷ 15 lần). Do vậy, độ chính xác góc côn phải đạt được rất cao. Ngoài ra, góc côn của chuỗi dụng cụ phải lớn hơn góc côn của lỗ trục chính khoảng 1°.

Để định vị và kẹp chặt tin cậy chuỗi dụng cụ bằng mối lắp côn (hình 4.77), lực dọc trục F_0 phải có giá trị:

$$F_0 = p \cdot \pi(D - l \cdot \operatorname{tg} \alpha) \cdot l \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \quad (4.55)$$

Với: p - áp lực riêng trên bề mặt côn;

α - góc côn;

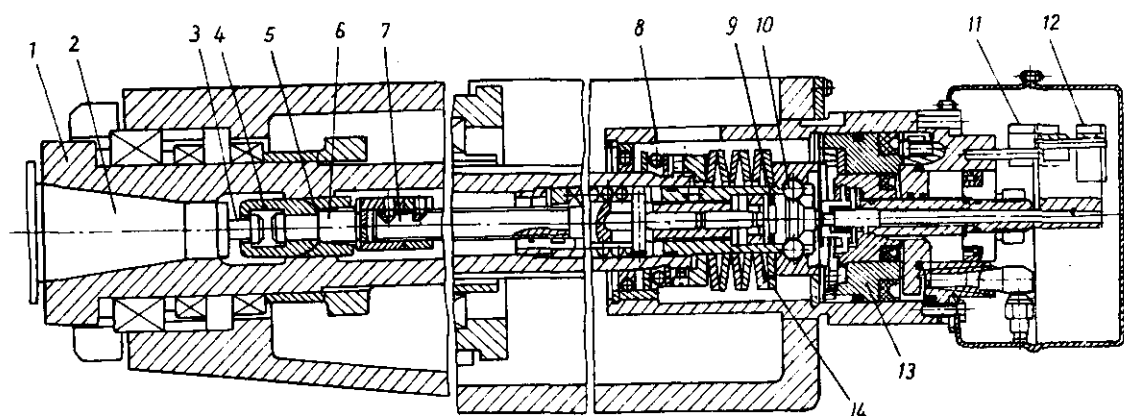
ρ - góc ma sát;

D - đường kính chuôi côn;

l - chiều dài phần côn trong lỗ côn (hình 4.77).

Thông thường lực F_0 phải có giá trị sao cho $p = (1,5-2,6)$ MPa.

Kẹp chặt trục gá bằng chấu kẹp đàn hồi trên trung tâm gia công được trình bày trên hình 4.78.



Hình 4.78: Cơ cấu kẹp trục gá với dụng cụ trong trục chính máy

1. Trục chính; 2. Trục gá; 3. Má kẹp; 4. Chấu kẹp đàn hồi; 5. Lò xo vòng; 6. Đuôi; 7. Trục;
8. Bạc; 9. Thanh đẩy; 10. Bi; 11, 12. Công tắc điều khiển; 13. Xi lanh thủy lực; 14. Lò xo lá.

Trục gá 2 được kẹp chặt trên trục chính 1 nhờ lò xo đĩa 14, còn nhả kẹp bằng xi lanh thủy lực 13. Khi trục 7 dịch chuyển, đuôi 6 sẽ đẩy chấu đàn hồi 4 làm bóp lại hoặc giải phóng má kẹp 3 khỏi chuôi dụng cụ. Chấu có kết cấu ba mảnh, liên kết với nhau nhờ lò xo vòng 5. Ở đầu trên của trục 7 người ta lắp bạc 8 trong có thanh đẩy 9 và ba viên bi 10 dùng để truyền lực kẹp trục gá nhận được từ lò xo lá 14. Bi 10 còn đồng thời chống tháo lỏng kẹp chặt trục gá trong quá trình gia công. Kết cấu này cho phép ổ bi đỡ trục chính không bị tác động của lực kẹp trục gá.

Nhờ các công tắc điều khiển 11 và 12, kẹp chặt và tháo kẹp được kiểm tra. Nếu kẹp chặt dụng cụ không đúng, trục chính sẽ không quay.

Hiện nay các đầu ro-vôn-ve của một số ổ chứa và cơ cấu thay thế dụng cụ tự động đã được tiêu chuẩn hoá và sản xuất tập trung ở dạng các mô-đun sử dụng cho nhiều loại máy CNC khác nhau.

Chương 5

DÂY CHUYỂN TỰ ĐỘNG

5.1. Sự phát triển của dây chuyền tự động

Trong ngành chế tạo máy đặc tính cơ bản là các máy công cụ mà mức độ hoàn thiện của chúng có ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của ngành. Sự phát triển của tự động hoá, một mặt nâng cao năng xuất lao động và giảm số lượng công nhân đứng máy nhưng mặt khác lại giảm mức độ vạn năng hoá của máy và nâng cao giá thành chế tạo máy.

Các máy vạn năng có năng suất thấp được dùng rộng rãi trong sản xuất nhỏ. Tuy nhiên, hiện nay các máy vạn năng điều khiển bằng tay vẫn được dùng trong sản xuất lớn, bởi vì các máy chuyên dùng tuy cho năng suất cao nhưng giá thành lại đắt cho nên nhiều khi khó có khả năng hoàn vốn trong một thời gian ngắn.

Dần dần, qui mô sản xuất được mở rộng với yêu cầu chế tạo chi tiết hàng loạt lớn, chẳng hạn các chi tiết của ô tô, xe máy ... đòi hỏi phải có một loại máy mới: máy tự động và bán tự động vạn năng. Đặc điểm của loại máy này là năng xuất và mức độ tự động hoá cao. Ví dụ, máy tiện tự động nhiều trục chính có năng suất cao gấp 20 lần máy tiện vạn năng. Tuy nhóm máy thứ hai này có tên gọi là máy tự động và bán tự động vạn năng, nhưng tính vạn năng của chúng thấp hơn nhiều so với các máy vạn năng điều khiển bằng tay.

Sự tồn tại của cơ cấu chạy không và hệ thống điều khiển tự động làm giảm khả năng cơ động (khả năng linh hoạt) của máy. Ví dụ, trên máy vạn năng điều khiển bằng tay khi ta chuyển đổi tượng gia công (thay đổi chi tiết gia công) chỉ cần vài phút, trong khi đó trên máy tự động vạn năng muốn thay đổi chi tiết gia công phải cần đến vài giờ để điều chỉnh máy và do đó năng suất gia công trong sản xuất nhỏ giảm xuống đáng kể.

Khi qui mô sản xuất tăng lên thì không nên điều chỉnh lại máy để thay đổi chi tiết gia công mà trên các máy tự động chỉ nên gia công một loại chi tiết, thực hiện một nguyên công duy nhất. Trong điều kiện như vậy thì các máy tự động và bán tự động vạn năng không còn phù hợp nữa.

Để nâng cao năng suất lao động trong sản xuất lớn người ta nghĩ đến chế tạo nhóm máy thứ 3: các nhóm máy tự động và bán tự động chuyên dùng. Các máy loại này chỉ được sử dụng trong sản xuất lớn để chế tạo các chi tiết có hình dạng và kích thước không thay đổi trong một thời gian dài. Như vậy ở đây xuất hiện mâu thuẫn giữa tính hàng loạt của sản phẩm và tính cơ động của thiết bị sản xuất. Để giải quyết mâu thuẫn này người ta áp dụng nguyên tắc tiêu chuẩn hoá các cơ cấu của máy trên cơ sở đặc tính công dụng thống nhất. Do đó, nhóm máy thế hệ thứ 4 ra đời - các máy tổ hợp mà nét đặc trưng của chúng là các cơ cấu tiêu chuẩn. Các máy loại này có tính cơ động cao và thông thường chúng được thực hiện các nguyên công khoan, khoét, doa, cắt ren trong, phay mặt phẳng, phay rãnh và đôi khi dùng để tiện ngoài và tiện mặt đầu.

Bốn nhóm máy trên đây thể hiện mức độ tự động hoá đầu tiên - tự động hoá chu kỳ gia công. Mức độ tự động hoá như vậy đã được phát triển trong những năm nửa đầu thế kỷ. Về sau, với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và kỹ thuật, mức độ tự động hoá đã và đang đạt được mức độ cao: dây chuyền tự động, máy điều khiển số CNC, ROBOT công nghiệp...

Như vậy, nhóm máy thứ 5 là các dây chuyền tự động. Các dây chuyền tự động đã và đang được sử dụng rộng rãi vì có tính hiệu quả kinh tế cao. Các loại dây chuyền tự động sẽ được trình bày cụ thể ở các phần: 5.7; 5.8; 5.9 và 5.10.

5.2. Chủng loại chi tiết gia công trên dây chuyền tự động

Trên các dây chuyền tự động người ta thường gia công các chi tiết dạng hộp lớn và các chi tiết có hình dáng phức tạp với yêu cầu phải gia công qua nhiều bước. Các chi tiết đó là : các vỏ động cơ ô tô, máy kéo , vỏ hộp tốc độ, vỏ hộp chạy dao, vỏ máy bơm, nắp vòng bi, trục khuỷu, vỏ động cơ điện, các loại bánh răng dẫn động, giá đỡ động cơ điện, các loại ống nối, các bánh xích...v.

Phần lớn các chi tiết trên đây đều được chế tạo trên các dây chuyền tự động trong các nhà máy chế tạo ô tô, máy kéo, động cơ và các nhà máy chế tạo phụ tùng .

Tất cả các nguyên công được thực hiện trên các máy riêng lẻ đều có thể thực hiện trên các dây chuyền tự động. Trong những năm gần đây, người ta chế tạo thêm nhiều dây chuyền tự động có thêm những máy chuốt mặt phẳng và máy cán lỗ cho một số chi tiết nhất định.

5.3. Yêu cầu đối với phôi gia công trên dây chuyền tự động

Các phôi gia công trên dây chuyền tự động phải đảm bảo được độ ổn định kích thước và chất lượng vật liệu. Phạm vi biến động của độ cứng vật liệu để chế tạo chi tiết có độ chính xác cao phải nhỏ hơn phạm vi biến động cho phép của độ cứng theo tiêu chuẩn. Chẳng hạn, phạm vi biến động của độ cứng phôi để chế tạo thân xilanh từ gang xám không được vượt quá HB20, trong khi đó theo tiêu chuẩn thì phạm vi biến động của độ cứng cho phép là HB71. Phạm vi biến động độ cứng giảm cho phép gia công lỗ đạt cấp chính xác 1 hoặc cấp chính xác 2. Lượng dư gia công của chi tiết không được quá lớn (làm cho dao làm việc quá tải) hoặc quá nhỏ (dao cắt bị trượt trên bề mặt gia công và lượng dư không đủ để đạt độ chính xác cần thiết). Cả hai trường hợp trên (lượng dư quá lớn hoặc quá nhỏ) đều làm giảm độ chính xác gia công và giảm tuổi bền của dao. Kích thước khuôn khổ của chi tiết máy không được dao động quá lớn, bởi vì phôi có kích thước lớn sẽ bị kẹt khi di chuyển (trên cơ cấu vận chuyển phôi) và phôi có kích thước nhỏ sẽ bị lọt trên cơ cấu vận chuyển.

Độ cứng bề mặt đúc tăng cục bộ sẽ làm gãy dao khi gia công. Các đầu ngót, đầu rút có thể làm cho chi tiết bị kẹt khi di chuyển từ nguyên công này sang nguyên công khác. Các phôi thép đúc cần đạt chất lượng đồng đều để tạo điều kiện gia công thuận lợi (khi gia công phôi trên dây chuyền tự động hiện tượng phôi dây có ảnh hưởng xấu đến hiệu quả nguyên công) .

5.4. Định vị chi tiết khi gia công trên dây chuyền tự động

Hình dáng, kích thước và độ chính xác vị trí tương quan của các bề mặt chi tiết khi gia công trên dây chuyền tự động sẽ xác định khả năng di chuyển trực tiếp trên dây chuyền tự động hoặc phải gá đặt trên các đồ gá vệ tinh. Phương pháp tối ưu là di chuyển chi tiết trực tiếp trên dây chuyền tự động (di chuyển giữa các máy), tuy nhiên điều này chỉ cho phép khi chi tiết gia công có bề mặt đảm bảo vị trí ổn định khi di chuyển và sai số chuẩn của chi tiết ở mỗi vị trí phải nhỏ hơn sai số gia công cho phép. Tất cả các bề mặt có khả năng đảm bảo độ ổn định của chi tiết khi di chuyển phải có mối liên hệ chặt chẽ với mặt chuẩn.

Trong nhiều trường hợp đối với các chi tiết dạng hộp để tạo khả năng di chuyển trực tiếp trên dây chuyền tự động người ta tạo thêm các chuẩn phụ. Chi phí cho việc tạo thêm chuẩn phụ sẽ được bù lại do đơn giản được kết cấu của dây chuyền tự động và do nâng cao được độ ổn định làm việc của dây chuyền tự động .

Khi di chuyển chi tiết trên dây chuyền tự động bằng cơ cấu nâng hạ thì những yêu cầu ở trên không còn thích hợp. Ví dụ, khi di chuyển chi tiết dạng nắp phẳng để thay chuẩn phụ người ta dùng mặt phẳng đáy và hai lỗ. Tại hai lỗ này người ta lắp hai chốt và dùng cơ cấu

nâng hạ để di chuyển chi tiết một cách dễ dàng. Như vậy, trong trường hợp này không cần mối liên hệ giữa các mặt bên, mặt đầu với mặt phẳng chuẩn của chi tiết.

Các chi tiết gia công được di chuyển trực tiếp trên dây chuyền tự động thường là các chi tiết dạng hộp như thân xylanh, hộp tốc độ, hộp chạy dao v...v. Đối với các chi tiết này chuẩn được chọn là mặt phẳng đáy và hai lỗ được gia công với độ chính xác đường kính và vị trí tương quan nhất định. Cần nhớ rằng hai lỗ chuẩn phải dùng một lỗ cho chốt trụ và một lỗ cho chốt trám (chốt vát). Để tránh mòn và tránh biến dạng các chốt định vị, người ta đưa ra mối quan hệ (theo tính toán thực nghiệm) giữa đường kính lỗ và trọng lượng chi tiết như sau:

Trọng lượng chi tiết (kG):	20	20-50	50-100	>100
Đường kính lỗ chuẩn (mm):	12	16	20	25

Chi tiết dạng hộp cũng có thể được định vị theo hai mặt phẳng vuông góc với nhau và một lỗ cho chốt trám (chốt vát). Các phôi chưa được gia công thì chuẩn thô nên chọn là các bề mặt chính. Cách chọn chuẩn như vậy sẽ đảm bảo lượng dư gia công đều cho các bề mặt này.

Cần nhớ rằng trong nhiều trường hợp trên dây chuyền tự động không thể chọn những bề mặt cố định để làm chuẩn. Như vậy, khi gia công các bề mặt phải thay đổi chuẩn định vị. Việc thay đổi chuẩn định vị là cần thiết đối với một số bề mặt không thể gia công khi dùng chuẩn thô, ví dụ, khi gia công các lỗ nằm gần các lỗ chuẩn. Ngoài ra, việc thay đổi chuẩn là cần thiết để hạn chế độ mòn do dùng những mặt chuẩn cố định nhiều lần. Trường hợp này thường gặp đối với các chi tiết bằng hợp kim nhôm cần được gia công qua nhiều bước.

Để hạn chế lượng mòn của các lỗ chuẩn người ta thường dùng các biện pháp sau đây:

- Các lỗ làm chuẩn phải có chiều dài lớn hơn chiều dài cần thiết cho độ ổn định của định vị chi tiết.
- Ở đoạn đầu của dây chuyền tự động nên dùng chốt định vị có chiều dài bằng chiều dài lỗ.
- Ở đoạn cuối của dây chuyền tự động nên dùng chốt định vị có chiều dài bằng 1/2 chiều lỗ.

Tuy nhiên, để đề phòng các chốt định vị ở đoạn cuối dây chuyền tự động bị biến dạng lớn (do có chiều dài nhỏ hơn các chốt định vị ở đoạn đầu dây chuyền tự động) nên dùng hai lỗ chuẩn khác (hai lỗ chuẩn này cũng được gia công như hai lỗ chuẩn trước). Như vậy, hai lỗ chuẩn này có thể dùng làm chuẩn ở đoạn cuối của dây chuyền tự động (tức là thay đổi các lỗ chuẩn ở đầu và cuối dây chuyền tự động).

Một trong số các chi tiết được di chuyển trực tiếp trên dây chuyền tự động là trục khuỷu của động cơ đốt trong. Trục khuỷu được di chuyển nhờ cơ cấu di chuyển bước theo các tấm dẫn gá vào hai cổ biên và một cổ chính. Khi tới đồ gá, trục khuỷu được định vị bằng hai cổ biên trên hai khối V hoặc được định vị bằng hai lỗ tâm. Để hạn chế bậc tự do dọc trục người ta dùng một trong hai mặt đầu đã được gia công, hoặc một mặt đầu của cổ trục. Định vị chống xoay được thực hiện nhờ một trong số các lỗ chính. Đối với các chi tiết không có các bề mặt đảm bảo độ ổn định khi di chuyển người ta phải dùng đồ gá vệ tinh.

Đồ gá vệ tinh được chia ra thành các loại sau đây:

- Đồ gá vệ tinh được dùng để định vị và kẹp chặt chi tiết, còn kẹp chặt đồ gá vệ tinh được thực hiện bằng đồ gá của máy (của dây chuyền).
- Đồ gá vệ tinh được dùng để định vị và kẹp chặt chi tiết, còn kẹp chặt đồ gá vệ tinh được thực hiện bằng đồ gá của máy.
- Đồ gá vệ tinh mà định vị chi tiết trên đó được thực hiện bằng một số cơ cấu chuyên dùng ở vị trí đầu của dây chuyền, còn vị trí cố định của chi tiết trên đồ gá vệ tinh được đảm bảo bằng kẹp chặt.
- Đồ gá vệ tinh được chế tạo với độ chính xác cao và dùng các miếng đệm, ống lót từ thép hợp kim cho nên giảm được sai số chuẩn cho các chi tiết khi định vị trên đó và giảm độ mòn của đồ gá.
- Đồ gá vệ tinh được dùng để gia công các chi tiết có độ cứng vững thấp mà khi gia công ta không muốn dùng các chốt tỳ phụ. Bởi vì dùng các chốt tỳ phụ ở các đồ gá của máy trên dây chuyền tự động sẽ làm cho kết cấu của đồ gá phức tạp hơn, làm giảm độ ổn định của nguyên công, làm tăng chu kỳ gia công (do các chuyển động phụ mà các chuyển động phụ lại xảy ra nối tiếp nhau). Vì vậy, phương án tối ưu là lắp các chốt tỳ phụ trên đồ gá vệ tinh.

Phương án định vị chi tiết trên đồ gá vệ tinh phụ thuộc vào hình dáng và kết cấu của chi tiết. Thông thường người ta dùng những phương pháp định vị sau đây:

- Một mặt phẳng và hai lỗ (các chi tiết dạng hộp).
- Mặt phẳng và lỗ giữa hoặc mặt trụ ngoài và gờ, lỗ và vấu chống xoay (các chi tiết và các cam dạng đĩa).
- Mặt phẳng và vành ngoài của chi tiết (các chi tiết dạng cang).

Trong một số trường hợp khi định vị chi tiết theo mặt phẳng và hai lỗ, chi tiết di chuyển trên đồ gá vệ tinh thường không cần kẹp chặt, mà quá trình kẹp chặt chi tiết cùng đồ gá vệ tinh được thực hiện tại các vị trí gia công. Như vậy, kết cấu của đồ gá vệ tinh sẽ đơn giản hơn nhiều. Trong trường hợp này sai số chuẩn của chi tiết so với máy bằng tổng vectơ sai số chuẩn của của chi tiết trên đồ gá vệ tinh và sai số chuẩn của đồ gá vệ tinh trên máy.

5.5. Lập qui trình công nghệ cho dây chuyền tự động

Qui trình công nghệ gia công chi tiết trên dây chuyền tự động phải đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ thiết kế, đồng thời cũng phải thích ứng với những đặc điểm của dây chuyền tự động. Phương pháp lập qui trình công nghệ cho dây chuyền tự động có thể được tiến hành theo ba giai đoạn sau đây:

Giai đoạn 1

Ở giai đoạn 1, đối với từng bề mặt phải chọn phương pháp gia công thích hợp và xác định số bước gia công cần thiết tùy thuộc vào độ chính xác và độ nhám bề mặt. Ngoài ra, đối với mỗi bước phải xác định các mặt chuẩn định vị và xác định sơ bộ chế độ cắt lớn nhất (lượng chạy dao và tốc độ cắt) để có thời gian gia công là nhỏ nhất. Lượng chạy dao phải được chọn phụ thuộc vào điều kiện gia công (ví dụ, đường kính và chiều sâu lỗ, độ chính xác và độ nhám bề mặt, lượng dư gia công...v). Tốc độ cắt được chọn chủ yếu phụ thuộc vào tuổi bền của dụng cụ cắt. Tuổi bền của dụng cụ cắt trên dây chuyền tự động có thể lấy bằng 100 ÷ 150 phút. Sau khi xác định được lượng chạy dao và tốc độ cắt cần tính thời gian máy (thời gian cơ bản), tính

lực cắt và công suất cắt. Ở giai đoạn này cũng cần xác định các nguyên công kiểm tra cho dây chuyền tự động.

Giai đoạn 2

Ở giai đoạn này cần xác định trình tự thực hiện tất cả các bước. Trình tự gia công các bước phải được xác định sao cho số lần quay của chi tiết là nhỏ nhất. Gia công thô các mặt phẳng và các lỗ có đường kính lớn cần được thực hiện ở đầu dây chuyền tự động (do nhiệt độ nung nóng cao và do biến dạng lớn vì có sự phân bố lại ứng suất ở bên trong).

Gia công các bề mặt (có yêu cầu cao về độ chính xác và độ nhám) cần được thực hiện ở cuối dây chuyền tự động. Ở đây cần tưới dung dịch trơn nguội để giảm biến dạng và để loại trừ các vết xước ở các mặt phẳng di trượt trong quá trình thay đổi vị trí trên dây chuyền tự động. Cần chú ý là khi gia công tinh mặt phẳng chuẩn không được gây ra sự dịch chuyển tương đối của các bề mặt sẽ được gia công trên cơ sở mặt phẳng chuẩn.

Đối với các bước doa lỗ, sự phân bố đều lượng dư gia công có ảnh hưởng lớn đến độ chính xác hình dáng và vị trí các lỗ cho nên chúng cần được gia công cả bán tinh và tinh ở cuối dây chuyền tự động. Trong nhiều trường hợp nên thực hiện gia công thô trên dây chuyền tự động riêng biệt hoặc trên các máy riêng biệt. Phương pháp gia công này cho phép thực hiện thời hiệu chi tiết sau khi hớt đi một phần lớn lượng dư gia công và cho phép phát hiện và loại bỏ những chi tiết phế phẩm (vì sau khi gia công thô rất dễ phát hiện các vết nứt, các lỗ xộp và các khuyết tật khác của bề mặt).

Các dây chuyền tự động riêng dùng cho gia công thô có thể đặt tại các phân xưởng đúc. Nếu không cần nguyên công thời hiệu thì trên các dây chuyền tự động này có thể gia công các lỗ chuẩn và một số bề mặt khác, do đó kết cấu của chi tiết sẽ đơn giản hơn và nâng cao độ ổn định cho dây chuyền tự động gia công tinh. Giữa các nguyên công gia công thô và tinh người ta tiến hành gia công các bề mặt có yêu cầu độ chính xác không cao như các lỗ kẹp chặt.

Nguyên công cắt ren trong một số trường hợp được thực hiện ở một công đoạn riêng, bởi vì khi cắt ren người ta phải dùng dầu bôi trơn đặc biệt. Thông thường máy cắt ren được lắp đặt trước máy rửa sạch chi tiết hoặc cuối dây chuyền tự động.

Khi thiết kế qui trình công nghệ cho dây chuyền tự động cần phải lưu ý rằng các bước phụ như kiểm tra và làm sạch chi tiết cũng quan trọng như các bước chính. Ví dụ, phoi trong lỗ sâu cũng có thể làm gãy dao tarô khi cắt ren hoặc không kiểm tra kịp thời các lỗ sẽ gây phế phẩm hàng loạt chi tiết.

Giai đoạn 3

Ở giai đoạn này cần nhóm lại tất cả các bước theo máy và xác định chính xác chế độ cắt. Việc nhóm lại các bước cần được thực hiện sao cho số lượng máy là nhỏ nhất, tuy nhiên cần tính đến khả năng của các cơ cấu tiêu chuẩn (công suất máy, lượng chạy dao lớn nhất, kích thước khuôn khổ của hộp tọc độ v...v) và những hạn chế do yêu cầu đảm bảo điều kiện thuận lợi cho sử dụng dây chuyền cũng như khả năng thoát dao và thay dao. Khi nhóm lại các bước cũng cần phải lưu ý là không tiến hành gia công thô và tinh các bề mặt khác nhau trên cùng một máy, bởi vì rung động và biến dạng của chi tiết khi gia công thô có thể ảnh hưởng đến độ chính xác và độ nhám bề mặt khi gia công tinh. Tập trung nguyên công cũng có thể bị hạn chế bởi độ cứng vững của chi tiết.

Song song với việc nhóm lại các bước cần phải xác định chính xác chế độ cắt ở giai đoạn I nhằm mục đích tính năng suất của dây chuyền tự động. Trong trường hợp này cần phải so sánh thời gian cơ bản t_0 của bước lớn nhất với thời gian tính theo công thức t_1 :

$$t_1 = \frac{\Phi}{Q} \eta - t_p = T_a - t_p \quad (5.1)$$

Ở đây : Φ - quỹ thời gian hàng năm của dây chuyền tự động .

Q - sản lượng hàng năm của chi tiết gia công.

η - hệ số sử dụng ($\eta = 0,7 \div 0,85$).

t_p - thời gian phụ ($t_p = 0,15 \div 0,5$ phút tùy thuộc vào độ phức tạp của dây chuyền tự động và khoảng cách vận chuyển phôi).

T_a - nhịp sản xuất.

Nếu $t_0 < t_1$ thì chế độ cắt ở tất cả các máy đều giảm và như vậy thời gian cơ bản của tất cả các bước đều bằng t_1 . Trong trường hợp này tất cả các dao cùng gá trên hộp trục chính đều có lượng chạy dao/phút như nhau.

Khi $t_0 > t_1$, nếu muốn đảm bảo năng suất đã định có thể dùng hai phương pháp sau đây:

- Chia bước giới hạn ra nhiều bước khác nhau .
- Thực hiện song song tất cả các bước với $t_0 > t_1$.

Phương pháp thứ nhất nhiều khi không thực hiện được, cho nên thông thường người ta dùng phương pháp thứ hai.

5.6. Đặc điểm công nghệ của một số nguyên công trên dây chuyền tự động

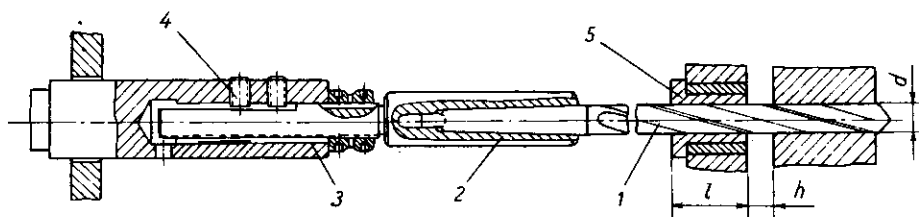
5.6.1. Khoan

Khoan là một nguyên công phổ biến được thực hiện trên dây chuyền tự động (đặc biệt là trên dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp mà ta sẽ nghiên cứu ở phần 5.7) . Hình 5.1 là sơ đồ khoan bằng mũi khoan ruột gà trên dây chuyền tự động. Mũi khoan ruột gà với chuôi côn được lắp vào ống côn 2 , ống côn 2 được lắp vào lỗ trục chính 3 và được bắt chặt bằng hai vít. Mũi khoan 1 được dẫn hướng bằng bạc dẫn 5 , bạc dẫn 5 có chiều dài bằng $(1,5 \div 2)d$, khoảng cách giữa bạc dẫn 5 và bề mặt chi tiết để thoát phoi $h = (0,5 \div 1,5)d$.

Đường kính của lỗ khoan luôn luôn lớn hơn đường kính của mũi khoan (vì lỗ bị lay rộng do lực cắt và độ đảo của lưỡi cắt khi mài dao không đều) . Sự lay rộng lỗ khoan do độ đảo của lưỡi cắt được hạn chế bởi khe hở giữa mũi khoan và bạc dẫn. Khe hở này tăng lên tỷ lệ với khoảng cách từ đỉnh mũi khoan tới bạc dẫn (do mũi khoan thường được chế tạo có độ côn ngược nhất định để dễ thoát phoi và tăng khả năng cắt) . Mũi khoan càng yếu và độ dài mũi khoan càng lớn thì độ lay rộng lỗ càng lớn. Thực tế cho thấy khoan có bạc dẫn hướng với lượng chạy dao trung bình khi $h = 1,5d$ cho phép đạt độ chính xác cấp 5. Nếu giảm lượng chạy dao xuống 2÷3 lần thì độ chính xác có thể đạt được cấp 4.

Sử dụng bạc dẫn khi khoan cho phép nâng cao độ chính xác toạ độ các lỗ nhưng dao khoan lại mòn nhanh do ma sát sinh ra khi cọ sát với bạc dẫn, đặc biệt là khi khoan hợp kim

nhôm với tốc độ cắt cao. Để giảm ma sát giữa dao khoan và bạc dẫn người ta dùng bạc dẫn xoay.



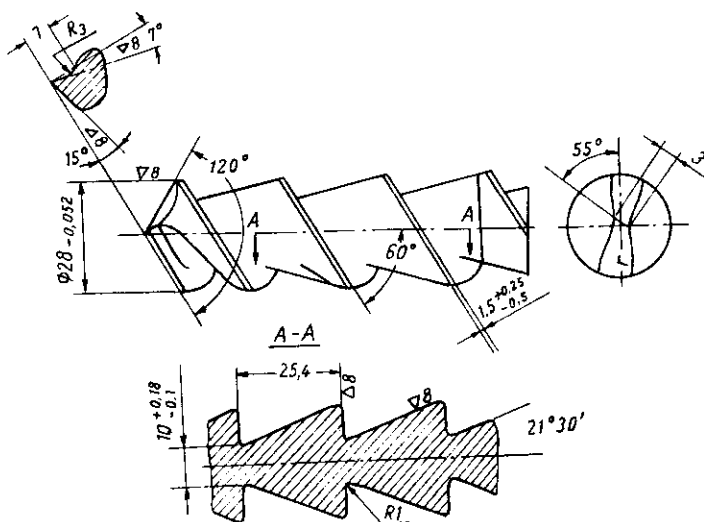
Hình 5.1. Sơ đồ khoan trên dây chuyền tự động

1. Mũi khoan; 2. Ống côn; 3. Trụ chính; 4. Chốt; 5. Bạc dẫn.

Trong quá trình khoan do dao khoan không đủ độ cứng vững, vật liệu không đồng đều, các lưỡi dao không đối xứng cho nên tâm lỗ khoan bị lệch (còn gọi là độ lệch mũi khoan). Vì vậy, tọa độ của các lỗ ở đầu ra của mũi khoan có thể khác tọa độ ở đầu vào của mũi khoan và giá trị này càng lớn khi lỗ khoan càng sâu.

Độ lệch của mũi khoan có thể xuất hiện khi bề mặt của chi tiết (ở phía đầu vào của mũi khoan) không vuông góc với lỗ khoan. Nếu đường kính của mũi khoan nhỏ thì ngoài độ lệch của mũi khoan còn có nguy cơ mũi khoan bị gãy do tải trọng không đều khi ăn dao. Vì vậy trước khi khoan các lỗ đó cần được khoét một diện tích nhỏ để dẫn hướng cho mũi khoan theo tâm lỗ cần gia công. Khi khoan không có bạc dẫn hướng thì phải dùng mũi khoan ngắn vì nó có tuổi bền cao hơn nhờ giảm được dao động xoắn.

Trên các dây chuyền tự động người ta dùng các mũi khoan thép gió và hợp kim cứng. Sử dụng mũi khoan hợp kim cứng cho phép tăng chế độ cắt nhưng nó lại đắt hơn mũi khoan thép gió và sử dụng nó cũng bị hạn chế vì phải chế tạo các mũi khoan có đường kính lớn hơn 8mm. Ngoài ra mũi khoan hợp kim cứng không thể dùng gia công các bề mặt gián đoạn vì nó có tải trọng va đập. Mũi khoan hợp kim cứng cũng làm biến cứng bề mặt gia công, gây khó khăn cho các nguyên công tiếp theo.



Hình 5.2. Mũi khoan đặc biệt

Khoan lỗ sâu trên dây chuyền tự động là một nguyên công thường gặp (như khoan lỗ dầu trên thân xylanh, trên các loại trục khuỷu v...v) và là một vấn đề công nghệ phức tạp. Thông thường khi khoan lỗ sâu người ta phải rút dao khoan ra (theo chu kỳ) để làm sạch phoi và bôi trơn. Tuy nhiên, độ dài bước khoan của các lần rút dao ra sẽ không bằng nhau mà độ dài bước khoan của lần rút dao sau bao giờ cũng ngắn hơn độ dài bước khoan của lần rút dao trước (vì mũi khoan càng vào sâu thì điều kiện cắt càng xấu).

Để tăng khả năng cắt khi khoan trên dây chuyền tự động người ta có thể dùng một loại mũi khoan đặc biệt (hình 5.2).

Mũi khoan đặc biệt khác mũi khoan thông thường ở chỗ góc xoắn lớn hơn ($60^\circ \div 65^\circ$). Mũi khoan này được dùng để khoan các lỗ nằm ngang và thẳng đứng với $l = (30 \div 40)d$ cho các chi tiết bằng gang và thép mà không cần rút dao ra trong quá trình khoan .

Khi khoan các lỗ giao nhau cần chú ý :

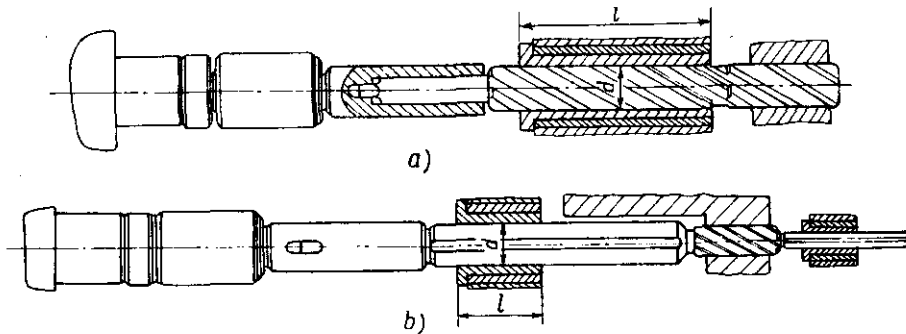
- Khi khoan lỗ thứ hai tới chỗ giao nhau cần giảm lượng chạy dao để tránh nguy cơ gãy dao.
- Nếu một trong hai lỗ giao nhau là lỗ bậc thì cần phân lỗ bậc đó sao cho tại chỗ giao nhau chỉ có một đường kính của lỗ (giảm được độ lệch và giảm nguy cơ gãy dao).

5.6.2. Khoét

Khoét trên dây truyền tự động cũng như khoét trên các máy thông thường, được chia ra làm hai bước: khoét thô (trên lỗ chưa được gia công) và khoét tinh (trên lỗ đã khoan hoặc qua khoét thô).

Dẫn hướng cho dao khoét được thực hiện bằng hai phương pháp sau:

- Một bạc dẫn phía trước (hình 5.3a) với $l = (3 \div 4) .d$
- Hai bạc dẫn trước và sau (hình 5.3b) với $l = (1 \div 1,5) d$



Hình 5.3. Các sơ đồ gia công khi khoét

Khi khoét các lỗ có đường kính lớn (lớn hơn 40 mm) người ta dùng các bạc dẫn xoay để giảm độ mòn của dao khoét và bạc dẫn.

Để nâng cao năng suất gia công và tăng tuổi bền của dao người ta thường dùng dao khoét có số răng lớn. Tuy nhiên, khi số răng của dao khoét tăng thì diện tích rãnh thoát phoi lại giảm và như vậy có khả năng bị kẹt dao và tăng độ nhám bề mặt gia công.

Khi khoét các lỗ tịt (lỗ không thông) dùng dao khoét có 3 ÷ 4 răng, còn khi khoét các lỗ thông suốt có thể dùng dao khoét 6 ÷ 8 răng. Điều này rất có ý nghĩa đối với trường hợp khoét thô khi lượng dư không đồng đều, cần phải giảm tải trọng tác động tới từng răng của dao khoét.

Khi khoét lỗ trên chi tiết bằng thép, nhôm và gang dẻo cần phải có dung dịch trơn nguội, còn trong trường hợp khoét lỗ trên chi tiết bằng gang xám thì có thể dùng hoặc không dùng dung dịch trơn nguội. Cần nhớ rằng khi gia công gang xám bằng dao khoét hợp kim cứng thì các hạt gang xám có xu hướng bám chặt vào mặt trước của lưỡi cắt và của rãnh thoát phoi. Cho nên sử dụng dung dịch trơn nguội cho phép tạo ra độ mòn đều của dao khoét (hầu như không

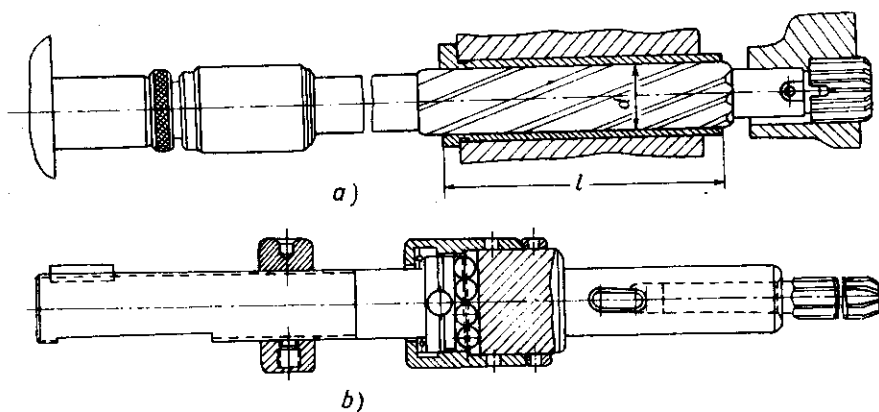
có hạt gang bám vào lưỡi dao) và tăng tuổi bền của dao lên 30% so với gia công không có dung dịch trơn nguội .

Sử dụng dung dịch trơn nguội còn có khả năng rửa sạch phoi trong quá trình gia công và nó rất có ý nghĩa khi khoét lỗ tịt (lỗ không thông suốt). Trong trường hợp khoét lỗ tịt thì phương án bôi trơn tốt nhất là phương án bôi trơn từ trong lõi của dao khoét .

5.6.3. Doa

Trên dây chuyền tự động người ta thường doa với hai phương pháp dẫn hướng sau (hình 5.4):

- Một hoặc hai bạc dẫn.
- Dẫn hướng theo lỗ đã được gia công sơ bộ.



Hình 5.4. Các sơ đồ gia công khi doa
a-dẫn hướng 1 phía; b-dẫn hướng theo lỗ

Để nâng cao độ chính xác của tâm lỗ người ta dẫn hướng dao doa bằng bạc dẫn dài với $l = (3 \div 4)d$ và nối dao doa với trục chính của máy (hình 5.4.a). Để đạt được độ chính xác kích thước của lỗ (cấp chính xác 1; 2) và độ bóng bề mặt (cấp 8) người ta dẫn hướng dao doa theo lỗ đã được gia công sơ bộ và nối dao doa lắp lư với trục chính của máy (hình 5.4.b). Trong trường hợp này lượng dư gia công có thể chỉ còn $0,05 \div 0,06$ mm (cao hơn độ nhấp nhô của nguyên công trước).

Không nên nối cứng dao doa với trục chính của máy và không nên dùng bạc dẫn hướng quá ngắn, bởi vì trong trường hợp này dao doa sẽ bị uốn cong do không đồng trục giữa trục chính và bạc dẫn. Như vậy sẽ làm tăng độ mòn của bạc dẫn và lưỡi cắt, giảm độ chính xác gia công .

Dung dịch trơn nguội và chế độ cắt có ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng bề mặt doa (độ chính xác và độ nhám bề mặt). Doa lỗ trên chi tiết bằng gang xám có thể dùng dung dịch trơn nguội (cấp bóng dưới 6) hoặc không dùng dung dịch trơn nguội, còn gia công chi tiết bằng thép, bằng nhôm thì luôn luôn phải dùng dung dịch trơn nguội.

5.6.4. Cát ren

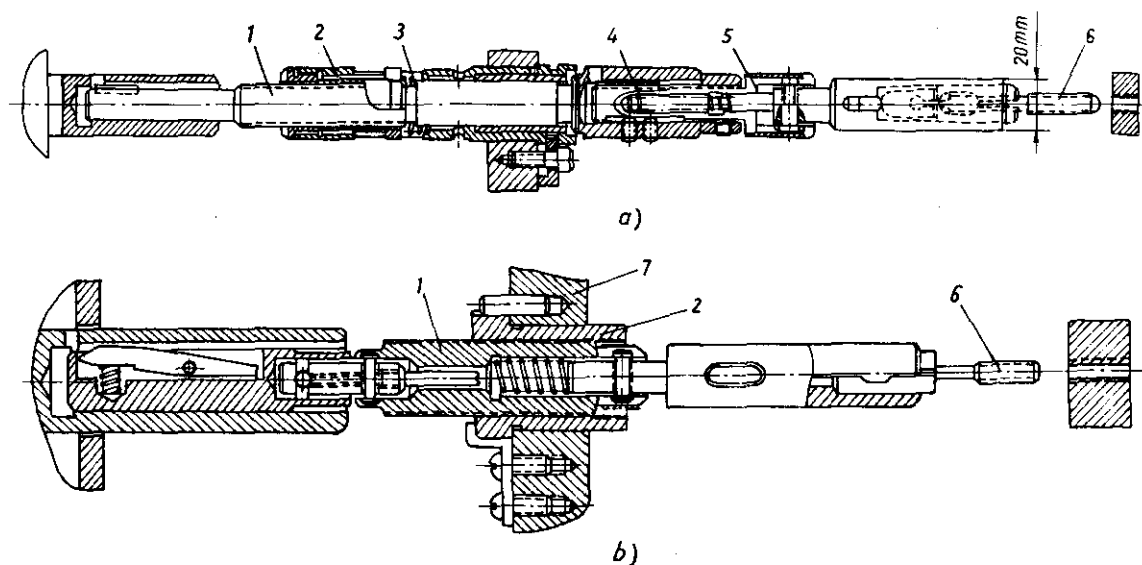
Trên dây chuyền tự động thông thường người ta cắt ren trong bằng dao tarô. Ở nguyên công này cần thiết phải đảm bảo lượng chạy dao cố định trong một vòng quay của tarô. Điều kiện này có thể đạt được bằng hai cách:

- Dùng xích truyền động cứng giữa cơ cấu tốc độ và cơ cấu chạy dao.

- Lượng chạy dao của từng dao tarô được thực hiện bằng êcu chép hình riêng biệt.

Trong trường hợp thứ nhất khi gia công đồng thời bằng nhiều dao (thông qua nhiều trục chính) không phải lúc nào người ta cũng đạt được số vòng quay như nhau của từng trục chính mang dao tarô. Vì vậy, mỗi dao tarô được gá vào một mâm cặp riêng biệt cho phép dịch chuyển dao tarô với lực cần và lò xo để bù lại sai lệch chạy dao của tarô trong một bước ren. Cách chạy dao như vậy cho phép đạt độ chính xác gia công cao hơn cấp 3 (có thể đạt được cấp chính xác 2).

Trên các dây chuyền tự động (đặc biệt là dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp) thông thường người ta dùng phương pháp chạy dao theo êcu chép hình. Sơ đồ gia công theo phương pháp này được trình bày trên hình 5.5.a. Mâm cặp 5 được nối lắclư với vít chép hình 1, dao tarô 6 được lắp vào mâm cặp 5. Khi trục chính quay, vít chép hình 1 dịch chuyển theo êcu chép hình 2 có bước bằng bước ren.



Hình 5.5. Sơ đồ cắt ren theo êcu chép hình1.

1. Vít chép hình; 2. Êcu chép hình; 3. Lò xo; 4. Mâm cặp; 6. Tarô; 7. Tấm dẫn.

Sai lệch bước ren của êcu chép hình và của dao tarô được bù trừ bởi lò xo 3 trong mâm cặp và lò xo 4 trong ống ren. Hình 5.5.b là sơ đồ cắt ren cùng với khoan lỗ bằng một trục chính khác được lắp cùng trên hộp trục chính. Khi trục chính cắt ren (không quay) dịch chuyển đến bề mặt gia công, tấm dẫn 7 với êcu chép hình 2 được cố định trên đồ gá. Sau đó trục chính được đóng điện cho quay để cắt ren. Lúc này vít chép hình 1 chuyển động tịnh tiến tương đối với êcu 2 bằng bước ren gia công. Tarô 6 sau khi gia công được quay ngược lại để ra khỏi lỗ ren.

Đường kính lỗ d để cắt ren được xác định theo công thức sau đây:

$$d = D - k (D - d_0) \quad (5.2)$$

Ở đây: D -đường kính ngoài của ren, mm.

k -hệ số (đối với thép và nhôm: $k=0,6$, còn đối với gang: $k=0,75$).

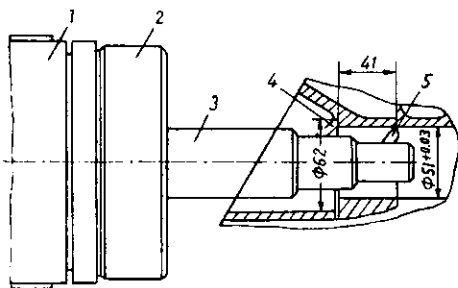
d_0 - đường kính của ren, mm.

Để nâng cao độ chính xác của ren thì lỗ trước khi cắt ren cần qua nguyên công khoét (vì lỗ khoan có độ chính xác không cao). Bôi trơn dao tarô được thực hiện bằng dầu công nghiệp một lần sau mỗi chu kỳ gia công.

5.6.5. Tiện trong và xén mặt đầu

Tiện trong và xén mặt đầu là nguyên công thường được thực hiện trên dây chuyền tự động để gia công lỗ đạt độ chính xác cấp $1 \div 5$ bằng dao một lưỡi. Tiện trong có thể thực hiện bằng trục doa có bạc dẫn hướng hoặc không có bạc dẫn hướng. Tiện trong bằng trục doa không có bạc dẫn hướng có ưu điểm là kết cấu máy đơn giản, thoát phoi dễ dàng, trục dao không bị mòn do cọ xát với bạc dẫn. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ thực hiện với độ dài của dao hạn chế nhất định.

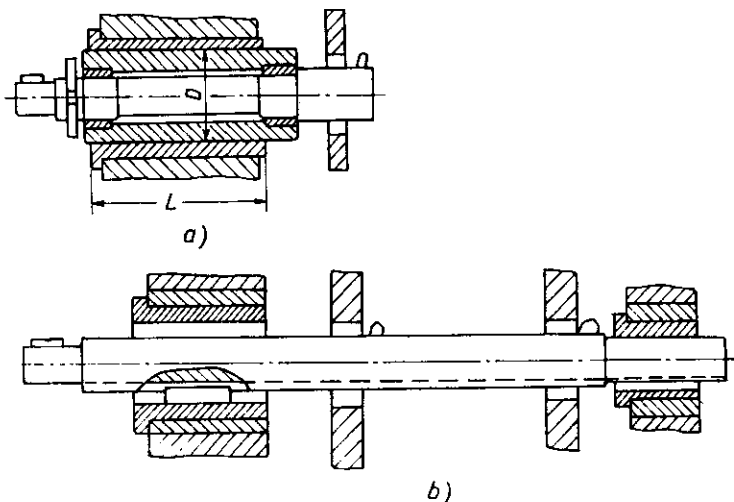
Cần nhớ rằng khi tiện trong bằng trục doa cứng thì độ mòn của cơ cấu dẫn hướng (cơ cấu mang chi tiết hoặc dao) sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác vị trí của lỗ gia công so với mặt phẳng chuẩn. Hình 5.6 là sơ đồ tiện trong bằng trục doa cứng. Trục doa 3 được nối cứng với trục chính 2 của đầu doa 1. Dao 5 thực hiện tiện lỗ, còn dao 4 thực hiện xén mặt đầu. Lượng chạy dao được thực hiện bằng dịch chuyển của đầu doa 1. Dịch chuyển của bàn mang đầu doa 1 được hạn chế bằng cỡ tỳ.



Hình 5.6. Sơ đồ tiện trong và xén mặt đầu

1. Đầu doa; 2. Trục chính; 3. Trục doa;
4. Dao xén mặt đầu; 5. Dao tiện lỗ.

Tiện trong bằng trục doa với bạc dẫn hướng có nhiều phương pháp khác nhau. Trục doa có thể dẫn hướng bằng một bạc, hai bạc hoặc nhiều bạc hơn nữa. Bạc dẫn hướng có thể là bạc cố định hoặc bạc xoay. Bạc cố định ít được dùng vì nó mòn nhanh do ma sát với trục doa. Bạc cố định chỉ nên dùng để gia công hai lỗ gần nhau với tốc độ cắt của trục doa không lớn. Hình 5.7a là sơ đồ tiện trong bằng trục doa với một bạc dẫn xoay (trong ổ bi trượt), còn hình 5.7b là sơ đồ tiện trong bằng trục doa với hai bạc dẫn xoay (trong hai ổ bi trượt). Bạc dẫn xoay có thể được gá trên ổ bi trượt hoặc ổ bi xoay. Khi dùng trục doa với một bạc dẫn xoay nên chọn chiều dài bạc $L \geq 2D$ (D là đường kính bạc).



Hình 5.7. Các sơ đồ dẫn hướng trục doa khi tiện trong

- L- Chiều dài bạc;
D- Đường kính bạc.

Các trục doa quay với tốc độ cao cần được cân bằng động. Khi tiện lần cuối thì không nên vát mép hoặc tiện rãnh bởi vì các bước gia công này sẽ tạo ra các ba vĩa trên bề mặt lỗ. Khi tiện lỗ bằng gang cần chú ý làm sạch bụi gang trên trục doa, vì bụi gang trên trục doa sẽ làm cho bạc dẫn hướng chóng mòn. Trong trường hợp dùng nhiều bạc dẫn hướng (số bạc dẫn hướng > 2) thì phải đảm bảo độ đồng tâm của các bạc ở giữa với các bạc bên ngoài.

5.6.6. Phay

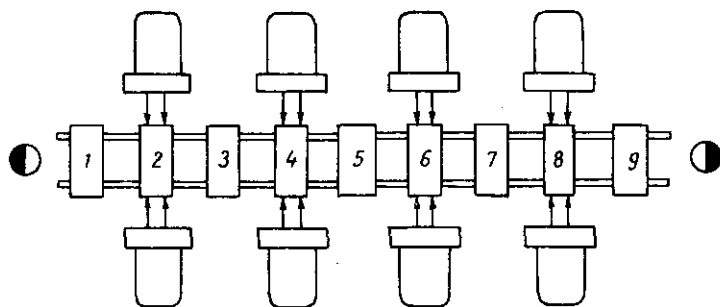
Trên các dây chuyền tự động phương pháp dùng dao phay mặt đầu để phay mặt phẳng có nhiều ưu điểm hơn so với các loại dao phay khác. Chiều dài phay mặt phẳng luôn luôn lớn hơn chiều dài gia công lỗ, do đó nguyên công phay thường là nguyên công giới hạn. Vì vậy, khi lập qui trình công nghệ thường rất khó đảm bảo năng suất gia công như nhau trong nhóm máy phay và nhóm máy khoan. Trên các dây chuyền tự động người ta thường dùng dao phay hợp kim cứng để tăng chế độ cắt (dao phay thép gió có chế độ cắt thấp hơn).

Trong một số trường hợp trên dây chuyền tự động người ta gia công các mặt định hình bằng các dao phay định hình. Đối với các nguyên công phay trên dây chuyền tự động thông thường người ta không dùng dụng dịch trơn nguội. Tuy nhiên, trong một số trường hợp dụng dịch trơn nguội được dùng với mục đích chính là rửa sạch phoi ở vùng gia công và ở bề mặt định vị.

5.7. Dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp

Dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp được sử dụng rộng rãi trong sản xuất lớn để gia công các chi tiết dạng hộp phức tạp. Các chi tiết loại này có nhiều bề mặt cần gia công với độ chính xác tương quan cao. Ví dụ: dung sai của kích thước tâm các lỗ chính xác là $\pm 0,3\text{mm}$, của tâm các lỗ kẹp chặt là $\pm 0,4\text{mm}$, của các mặt phẳng gia công là $\pm 0,1\text{mm}$.

Hình 5.8 là sơ đồ dây chuyền tự động đơn giản gồm 4 máy tổ hợp. Dây chuyền này được dùng để gia công các lỗ mặt đầu của thân xilanh. Các máy của dây chuyền tự động hoàn toàn giống nhau, còn chi tiết gia công cũng được gá đặt như nhau ở tất cả các vị trí.

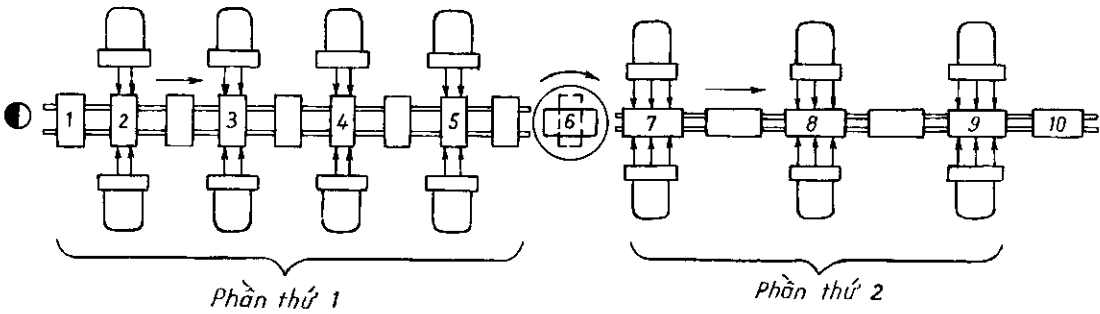


Hình 5.8. Sơ đồ dây chuyền tự động gồm 4 máy với các vị trí như nhau của chi tiết gia công trên từng máy

1- Vị trí cấp phôi; 2, 4, 6 và 8- Vị trí gia công; 3, 5, 7- Vị trí trung gian; 9- Vị trí tháo phôi.

Phần lớn các chi tiết dạng hộp có nhiều bề mặt cần gia công nằm ở nhiều phía khác nhau, do đó dây chuyền tự động để gia công các bề mặt ấy có cấu trúc phức tạp hơn (hình 5.9).

Dây chuyền tự động này gồm hai phần, giữa các phần có bàn quay để đổi vị trí của chi tiết gia công. Bàn quay 90° cho nên ở phần hai của dây chuyền tự động chi tiết được gia công ở hai phía khác đối diện nhau.



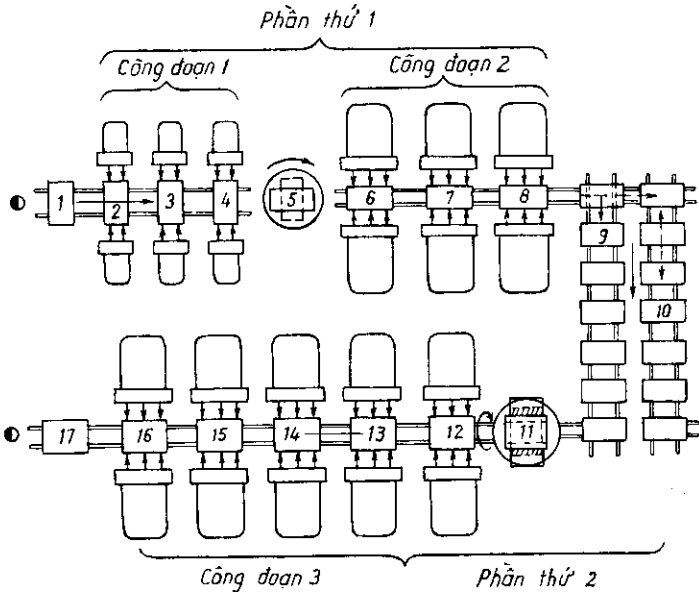
Hình 5.9. Sơ đồ dây chuyền tự động với bàn quay trung gian
 1-Vị trí cấp phối; 2,3,4,5,7,8 và 9-Vị trí gia công; 6- Bàn quay; 10-Vị trí tháo phối.

Mong muốn của con người là tăng khối lượng gia công cơ của những chi tiết phức tạp trên dây chuyền tự động không phải lúc nào cũng đạt được do số lượng máy trên dây chuyền tăng lên quá nhiều.

Dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp là dây chuyền có mối liên kết cứng và khi một máy nào đó ngừng hoạt động thì tất cả các máy khác cũng không hoạt động được. Như vậy, hệ số sử dụng máy cũng giảm.

Để tăng hệ số sử dụng của dây chuyền tự động người ta chia dây chuyền ra các công đoạn, mỗi công đoạn gồm một số máy và giữa các công đoạn có cơ cấu tích trữ chi tiết, có nghĩa là thành lập các hệ thống dây chuyền tự động.

Hình 5.10 là sơ đồ hệ thống đơn gồm hai dây chuyền tự động.



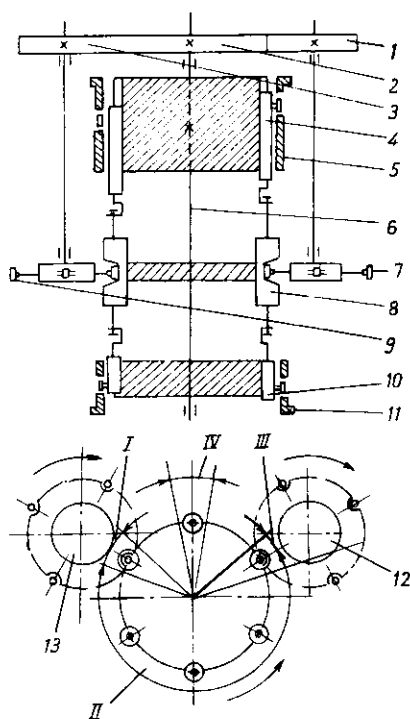
Hình 5.10. Hệ thống hai dây chuyền tự động
 1-Vị trí cấp phối; 2,3,4,6,7,8,12,13,14,15,16-Vị trí gia công; 5-Bàn quay;
 9-Cơ cấu vận chuyển giữa các công đoạn; 10-Cơ cấu tích trữ chi tiết;
 11-Tanq quay; 17- Vị trí tháo phối.

Dây chuyền tự động thứ nhất (công đoạn thứ nhất) gồm hai nhóm máy, mỗi nhóm máy có 6 máy, còn công đoạn thứ hai gồm 5 máy. Sơ đồ trên hình 5.10 cho thấy: trong trường hợp phải dừng công đoạn thứ hai thì công đoạn thứ nhất vẫn tiếp tục làm việc, còn chỉ tiết sau khi gia công ở công đoạn thứ nhất sẽ được chuyển tới cơ cấu tích trữ. Khi công đoạn thứ hai bắt đầu làm việc, chỉ tiết được di chuyển tới công đoạn này nhờ cơ cấu vận chuyển. Trong trường hợp công đoạn thứ nhất ngừng hoạt động, công đoạn thứ hai sẽ làm việc với chỉ tiết được chuyển tới từ cơ cấu tích trữ. Vì vậy, với dung lượng cần thiết của cơ cấu tích trữ, hệ số sử dụng dây chuyền tự động gồm 11 máy sẽ gần bằng hệ số sử dụng dây chuyền tự động gồm 6 máy, bởi vì cơ cấu tích trữ chỉ tiết đảm bảo mối liên hệ mềm giữa các công đoạn.

Việc chia dây chuyền tự động ra các công đoạn có ý nghĩa lớn đối với các dây chuyền tự động gồm nhiều máy. Tuy nhiên, thực tế cho thấy các dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp để gia công các chi tiết dạng hộp cỡ lớn không phải lúc nào cũng đảm bảo được nhịp sản xuất như nhau trong các công đoạn (bởi vì đôi khi không thể tùy tiện thay đổi quy trình công nghệ bằng cách lắp đặt thêm cơ cấu tích trữ chỉ tiết trên dây chuyền sản xuất).

Những dây chuyền tự động đầu tiên gồm các máy tổ hợp đã được sử dụng để khoan, cắt ren các lỗ kẹp chặt và gia công tinh một số lỗ, có nghĩa là để thực hiện các nguyên công có độ chính xác không cao. Năng suất gia công của những dây chuyền này còn rất thấp. Nếu như những dây chuyền tự động đầu tiên chỉ thực hiện được khoảng 50% khối lượng gia công cơ thì những dây chuyền tự động được chế tạo sau đó một thời gian đã có thể thực hiện được khoảng 95% khối lượng gia công cơ, đồng thời chúng còn thực hiện một số công việc lắp ráp trung gian và tự động kiểm tra kích thước các lỗ chính xác. Năng suất gia công của những dây chuyền tự động đầu tiên đạt khoảng 100.000 chi tiết trong một năm hoặc là 25 chi tiết trong một giờ. Năng suất gia công của những dây chuyền tự động gần đây có thể đạt 500.000÷1.000.000 chi tiết trong một năm hoặc là 150 ÷ 360 chi tiết trong một giờ.

5.8. Dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn



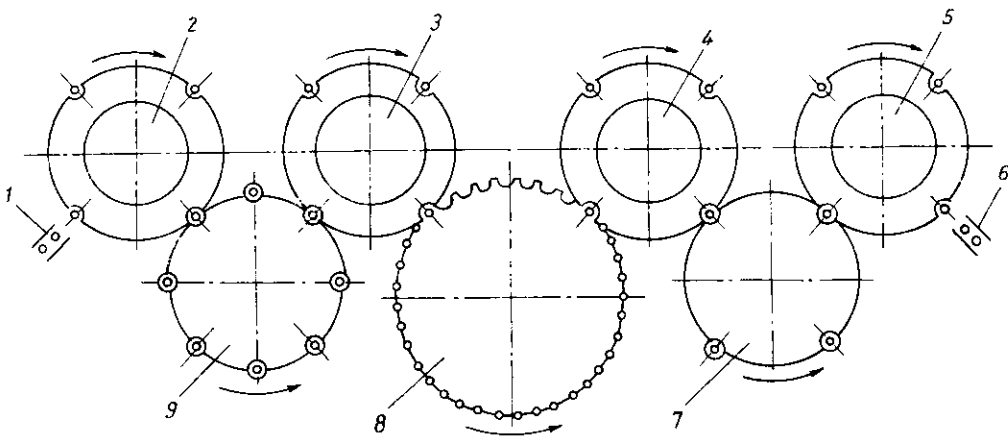
Để gia công có hiệu quả một số chi tiết nhất định người ta thiết kế và chế tạo dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn và cơ cấu vận chuyển xoay tròn. Các máy xoay tròn có hệ thống dụng cụ được lắp đặt trên vòng tròn. Chỉ tiết được gia công trên từng vị trí của khối quay liên tục. Di chuyển chỉ tiết gia công từ máy này sang máy khác cũng được thực hiện bằng cơ cấu quay.

Hình 5.11 là sơ đồ làm việc của máy xoay tròn. Chỉ tiết gia công ở vùng I được chuyển tới khối quay gá trên trục 6 bằng khối quay 13. Tại vùng II khi trục gá 6 làm việc (quay tròn liên tục) chỉ tiết được gia công và ở vùng III chỉ tiết được tháo ra bằng khối quay vận chuyển 12 nhờ cơ cấu 7. Các cơ cấu 7 và 9 quay được nhờ bánh răng 3,2,1. Ở vùng IV quá trình thay dao được tiến hành. Dụng cụ cắt được gá trên khối 8, các khối này được dịch chuyển nhờ các con trượt 4 và 10 dưới tác dụng của các cơ cấu chếp hình cố định 5 và 11.

Hình 5.11. Sơ đồ làm việc của máy xoay tròn
1,2,3. Bánh răng; 4,10. Con trượt;
5,11. Cơ cấu chếp hình cố định; 6. Trục gá;
7,9. Cơ cấu quay; 12,13. Khối quay.

Như vậy, gia công chi tiết trên dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn được thực hiện bằng chuyển động liên tục của cả các chi tiết gia công và dụng cụ cắt. Ưu điểm của dây chuyền tự động loại này là khi gia công song song các chi tiết ở nhiều vị trí trên máy xoay tròn thì cơ cấu vận chuyển phôi (chi tiết gia công) duy nhất là cơ cấu quay của máy, trong khi đó trên các dây chuyền tự động thông thường khi gia công song song các chi tiết cần phải có số lượng cơ cấu vận chuyển phôi tương ứng.

Cũng như ở tất cả các máy tự động khác ở đây có thể đạt được năng suất như nhau trong tất cả các nguyên công mà không phụ thuộc vào thời gian nguyên công. Để đạt được điều đó một cách dễ dàng người ta phải thiết kế và chế tạo máy nhiều vị trí cho các nguyên công có thời gian cắt lớn và máy ít vị trí cho các nguyên công có thời gian cắt nhỏ. Hình 5.12 là sơ đồ dây chuyền tự động kiểu này.

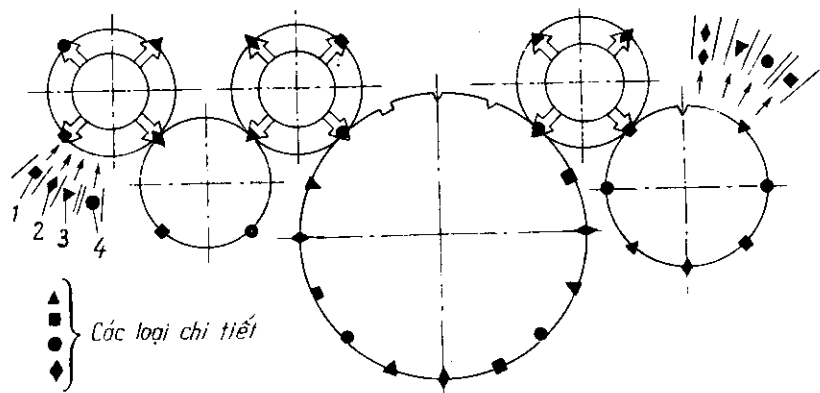


Hình 5.12. Sơ đồ dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn

1: Cơ cấu tích trữ; 2,3,4,5. Cơ cấu quay; 6. Ổ tích; 7,8,9. Khối quay

Trên dây chuyền tự động này khối quay 7,8,9 có số vị trí khác nhau. Chi tiết gia công từ cơ cấu tích trữ 1 được di chuyển nhờ cơ cấu quay 2,3,4,5 và được gia công trên các khối quay 7,8 và 9. Sau khi gia công xong, chi tiết được chuyển tới ổ tích 6.

Trong sản xuất hàng loạt nhỏ trên dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn được lắp đặt nhiều loại dụng cụ cắt khác nhau để gia công nhiều loại chi tiết khác nhau. Hình 5.13 là sơ đồ đường dây tự động đa năng gồm nhiều máy xoay tròn để gia công nhiều loại chi tiết khác nhau.

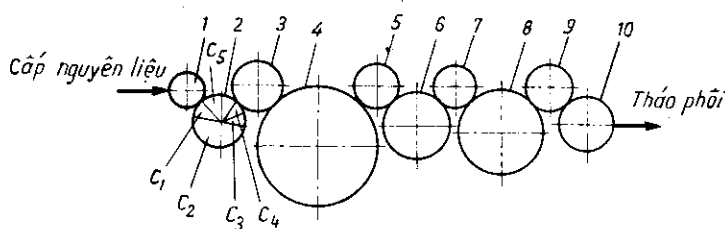


Hình 5.13. Sơ đồ đường dây tự động đa năng

1, 2, 3, 4 - các loại chi tiết gia công.

Để giảm thời gian ngừng hoạt động của dây chuyền tự động, đôi khi người ta thiết kế các vị trí riêng biệt để kiểm tra chi tiết và thay thế các dụng cụ cắt bị mòn.

Ngoài dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn để gia công cơ người ta có thể thiết kế các dây chuyền tự động tương tự để dập nóng, dập nguội hoặc để đúc v.v.v. Hình 5.14 là sơ đồ dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn để đúc các chi tiết loại nhỏ trong khuôn cố định.



Hình 5.14. Sơ đồ dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn để đúc các chi tiết nhỏ trong khuôn cố định

C_1 - rót nguyên liệu; C_2 - làm nguội theo độ cứng của phôi; C_3 - tháo khuôn; C_4 - thổi sạch phôi.

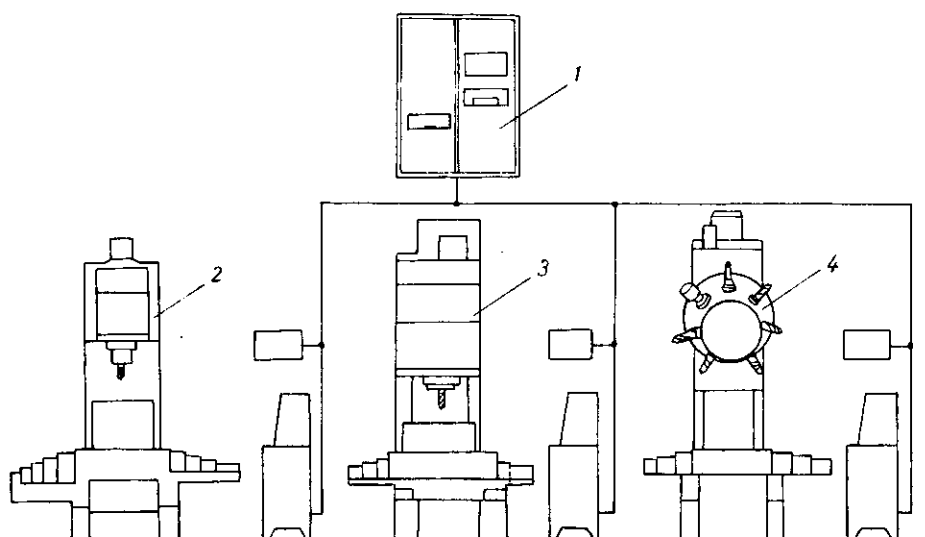
1. Máy cấp liệu; 2. Máy đúc; 3, 5, 7, 9. Máy vận chuyển; 4. Máy làm nguội;

6. Máy làm sạch đậu ngót và đậu rớt; 8. Máy tẩy sạch; 10. Máy kiểm tra.

Dây chuyền tự động này gồm các máy xoay tròn: máy đúc 2, máy cấp nguyên liệu theo định lượng 1, máy làm nguội 4, máy làm sạch đậu rớt và đậu ngót 6, máy tẩy sạch 8 và máy kiểm tra 10. Các máy xoay tròn 3, 5, 7 và 9 là các máy vận chuyển. Máy đúc phôi 2 thực hiện tất cả các chức năng như chuẩn bị nguyên liệu, rót nguyên liệu, tháo khuôn và chuyển phôi ra cơ cấu vận chuyển để phôi đi tới máy làm lạnh. Ứng dụng dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn cho phép nâng cao hiệu quả kinh tế - kỹ thuật như giảm khối lượng gia công, giảm diện tích mặt bằng sử dụng, giảm giá thành thiết bị, giảm chi phí dụng cụ, giảm chu kỳ sản xuất so với các dây chuyền tự động khác.

5.9. Dây chuyền tự động gồm các máy CNC

Gần đây ở các nước công nghiệp phát triển người ta đã sử dụng rộng rãi dây chuyền tự động gồm các máy điều khiển số (máy CNC). Hình 5.15 là sơ đồ dây chuyền tự động gồm các máy CNC.



Hình 5.15. Dây chuyền tự động gồm các máy CNC

1. Bàn điều khiển; 2. Máy khoan; 3. Máy khoan; 4. Trung tâm gia công

Dây chuyền gồm bàn điều khiển 1, máy khoan 2, máy phay 3 và trung tâm gia công 4. Dây chuyền tự động này được dùng để gia công các chi tiết trong sản xuất hàng loạt nhỏ. Năng suất, độ chính xác và hiệu quả kinh tế của dây chuyền tự động gồm các máy CNC cao hơn hẳn so với các dây chuyền tự động khác.

Hình 5.16 là một ví dụ khác về dây chuyền tự động gồm các máy CNC của hãng “ Bard Barner ” (Anh). Các máy được liên kết với nhau bằng cơ cấu vận chuyển vòng khép kín. Để cấp phôi và tháo chi tiết người ta lắp cơ cấu vận chuyển ngang cho mỗi máy. Chiều dài của cơ cấu vận chuyển ngang được chọn phụ thuộc vào số lượng chi tiết được vận chuyển. Quá trình điều khiển dây chuyền tự động này được hoàn toàn tự động.

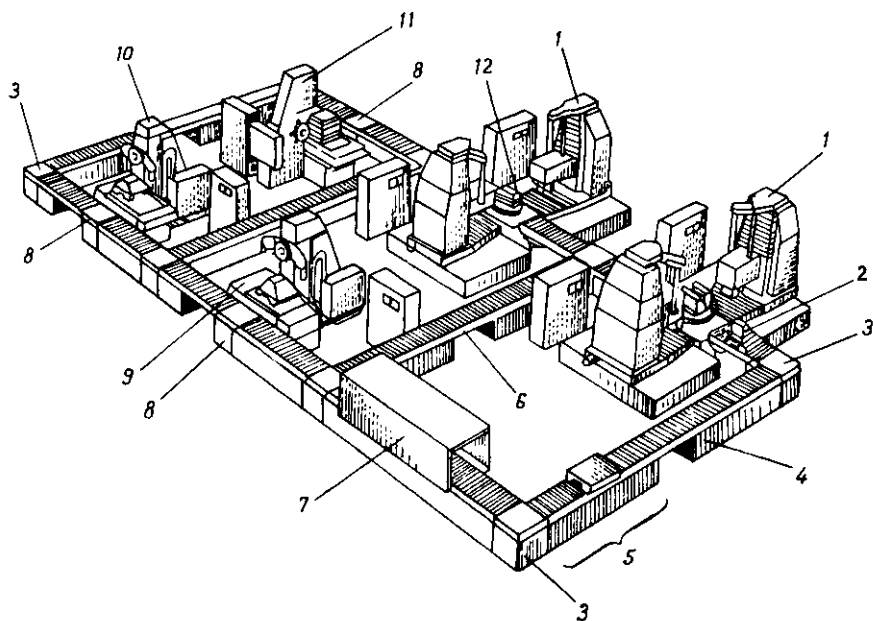
Các chi tiết gia công trên các đồ gá vệ tinh được chuyển tới các máy gia công CNC theo một nhịp nhất định . Mỗi một vị trí gia công có một địa chỉ riêng. Những nguyên công có cùng một chức năng được mã hoá theo cùng một địa chỉ như nhau. Mỗi một đồ gá vệ tinh có một địa chỉ để xác định thứ tự nguyên công mà chi tiết phải đi qua.

Khi đồ gá cùng với chi tiết tiến gần tới cơ cấu vận chuyển ngang, датчик xác định sự trùng hợp của địa chỉ chi tiết và địa chỉ vị trí gia công. Nếu các địa chỉ này trùng hợp nhau và trên cơ cấu vận chuyển ngang có chỗ trống thì cơ cấu quay đặt đồ gá vệ tinh với chi tiết trên cơ cấu vận chuyển ngang và cơ cấu này chuyển đồ gá cùng chi tiết lên bàn máy để gia công. Nếu các địa chỉ không trùng hợp và không còn chỗ trống trên cơ cấu vận chuyển ngang, đồ gá cùng chi tiết tiếp tục di chuyển cho tới khi gặp vị trí gia công còn trống với địa chỉ tương ứng. Sau khi gia công địa chỉ của đồ gá vệ tinh tự động thay đổi và sau khi đồ gá cùng chi tiết gia công được đưa ra khỏi máy sẽ xuất hiện địa chỉ của vị trí gia công tiếp theo.

Sau khi kết thúc tất cả các nguyên công đồ gá với chi tiết được chuyển đến vị trí rửa sạch, rồi tiếp đến cơ cấu kiểm tra có điều khiển CNC. Cơ cấu kiểm tra thực hiện việc kiểm tra chi tiết ở những vị trí đã được xác định từ trước và trong trường hợp có sai số sẽ xuất hiện thông tin về giá trị vượt ra ngoài dung sai. Do đó, các chi tiết khác sẽ bị ngừng gia công cho đến khi loại được nguyên nhân gây ra sai số.

Hình 5.16. Dây chuyền tự động của hãng Bard Barner (Anh)

- 1-Máy 8 trục chính nằm ngang;
- 2-Đồ gá vệ tinh với chi tiết gia công;
- 3-Bàn quay ở góc;
- 4-Băng lăn;
- 5-Trạm cấp và tháo phôi (chi tiết);
- 6-Cầu nối băng lăn;
- 7-Máy rửa;
- 8- Bàn cấp phôi;
- 9-Trung tâm gia công CNC sáu trục thẳng đứng;
- 11-Trung tâm gia công sáu trục nằm ngang; 12-bàn quay CNC để khoan lỗ nghiêng.



Khi gia công loạt chi tiết khác quá trình điều chỉnh dây chuyền được thực hiện từ từ theo tiến trình công nghệ mà không cần dừng hoàn toàn dây chuyền. Quá trình thay dao và quá trình đưa phôi ra ngoài được tự động hoá hoàn toàn.

Đối với dây chuyền này có máy tính trung tâm điều khiển. Máy tính kiểm tra quá trình cấp phôi cho các máy, kiểm tra quá trình kẹp chặt của đồ gá vệ tinh, kiểm tra chương trình gia công, lập kế hoạch gia công chi tiết. Khi có một máy nào đó ngừng hoạt động thì máy tính trung tâm điều chỉnh hoạt động của dây chuyền có tính đến thời gian dự phòng để sửa chữa.

Với hệ số tải trọng bằng 0,8 dây chuyền tự động trên đây tương ứng với 145 máy công cụ vạn năng làm việc trong hai ca. Thay cho 290 công nhân, dây chuyền tự động này chỉ cần 36 công nhân và 14 cán bộ lập trình. Diện tích mặt bằng của dây chuyền chỉ bằng 1/3 diện tích mặt bằng của các máy vạn năng. Như vậy, dây chuyền tự động gồm các máy CNC là hướng phát triển của tự động hoá quá trình sản xuất.

5.10. Dây chuyền tự động điều chỉnh

Trước đây các dây chuyền tự động chỉ được thiết kế để gia công một loại chi tiết nhất định. Gần đây người ta thiết kế dây chuyền tự động có khả năng điều chỉnh để gia công nhiều loại chi tiết khác nhau. Hiệu quả kinh tế của dây chuyền tự động điều chỉnh rất rõ rệt ngay cả trong gia công chi tiết với sản lượng nhỏ.

Để điều chỉnh dây chuyền tự động (khi chuyển đối tượng gia công) người ta lắp dụng cụ cắt trong các trục chính riêng biệt, thay đổi vị trí của các đầu dao hoặc thay đổi các bạc dẫn v...v. Ngoài ra, trên các máy của dây chuyền tự động điều chỉnh còn có các trục chính điều chỉnh (có thể thay đổi độ dài), như vậy có thể gia công được các chi tiết với kích thước khác nhau.

Khi điều chỉnh dây chuyền cần phải thay đổi các cữ chặn, bố trí lại dụng cụ cắt, đồ gá v...v. Tuy nhiên, công việc điều chỉnh bằng tay có nhược điểm là tốn thời gian, độ chính xác không cao, ngoài ra khi điều chỉnh dây chuyền bằng tay còn phải ngừng gia công chi tiết. Như vậy, năng suất gia công của dây chuyền bị giảm xuống và tỷ lệ giảm năng suất gia công phụ thuộc vào số vị trí gia công và chiều dài dây chuyền.

Gần đây dây chuyền tự động gồm các máy CNC ra đời, chúng cho phép thực hiện việc điều chỉnh một cách nhanh chóng, nâng cao năng suất và độ chính xác gia công.

5.11. Năng suất của dây chuyền tự động

Xét về quỹ thời gian làm việc thì bất cứ một dây chuyền tự động nào cũng có các trạng thái sau đây:

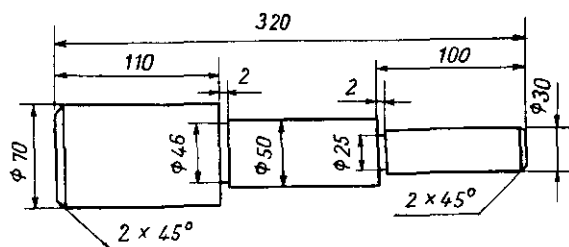
- Dây chuyền thực hiện nguyên công, kiểm tra và lắp ráp (thời gian làm việc).
- Dây chuyền thực hiện các nguyên công phụ (thời gian chạy không tải).
- Dây chuyền hoạt động nhưng cho ra các phế phẩm (có thể coi như dây chuyền ngừng hoạt động).
- Dây chuyền ngừng hoạt động vì những nguyên nhân tổ chức bên ngoài.

Theo lý thuyết về năng suất thì thời gian tạo ra năng suất là thời gian chi phí trực tiếp cho tác động công nghệ, nghĩa là thời gian gia công. Thời gian còn lại là thời gian bị mất do những nguyên nhân kỹ thuật và tổ chức.

Thiết kế bất kỳ dây chuyền tự động nào cũng được bắt đầu từ lập qui trình công nghệ: chọn phương pháp và thứ tự gia công, chọn chuẩn, chọn dụng cụ, sau đó phân tán qui trình

công nghệ ra các nguyên công cho mỗi máy để chọn chế độ cắt v...v. Dựa vào những thông tin trên người ta xác định thời gian gia công chi tiết theo quy trình công nghệ trên dây chuyền. Như vậy, tuy chưa có dây chuyền tự động, trong thực tế vẫn xác định được năng suất - năng suất công nghệ K (số chi tiết trong một phút hoặc số chi tiết trong một ca). Ví dụ, nếu trục bậc (hình 5.17) được gia công trên dây chuyền tự động gồm một máy khoan tâm và 3 máy chép hình thủy lực thì trên mỗi máy chỉ gia công một bề mặt, do đó năng suất công nghệ được xác định bằng thời gian của nguyên công lớn nhất.

Nếu lượng chạy dao khi gia công các bề mặt với đường kính 70mm; 50mm và 30mm; $S_1=0,62\text{mm/vòng}$; $S_2=0,52\text{mm/vòng}$; $S_3=0,48\text{mm/vòng}$, còn số vòng quay tương ứng là: $n_1=520$ vòng/phút; $n_2=520$ vòng/phút; $n_3=710$ vòng /phút thì nguyên công lớn nhất (nguyên công có thời gian gia công lớn nhất) sẽ là nguyên công tiện bề mặt với đường kính 50mm có t_p là:



Hình 5.17. Trục bậc

$$t_p = \frac{l_2}{n_2 \cdot s_2} = \frac{114}{520 \cdot 0,52} = 0,42 \text{ phút}$$

Năng suất của dây chuyền tự động (năng suất công nghệ) cũng như của bất kỳ một máy nào đó được xác định bằng số chi tiết thành phẩm được chế tạo trong một đơn vị thời gian:

$$K = \frac{1}{t_p} = \frac{1}{0,42} = 2,4 \text{ chiếc/ phút}$$

Đối với các dây chuyền tự động hoạt động liên tục, năng suất công nghệ là số chi tiết được gia công trong điều kiện dây chuyền không bị ngừng (dây chuyền tự động gồm các máy mài vô tâm ăn dao dọc). Tuy nhiên, phần lớn các dây chuyền tự động không thể làm cho thời gian chạy không tải trùng với thời gian gia công. Trong qui trình công nghệ luôn luôn có thời gian dừng để cấp và tháo phôi, vận chuyển phôi giữa các máy, kẹp và tháo chi tiết, cho nên năng suất thực bị giảm xuống.

Trên dây chuyền gia công trục bậc ở hình 5.17 thời gian không gia công là: vận chuyển chi tiết giữa các máy, kẹp và tháo chi tiết, đẩy bàn xe dao. Như vậy, nếu tổng thời gian chạy không tải của dây chuyền là $t_x = 0,3$ phút thì thời gian gia công của dây chuyền là:

$$T = t_p + t_x = 0,42 + 0,3 = 0,72 \text{ phút}$$

Năng suất chu kỳ của dây chuyền tự động được xác định theo công thức sau đây:

$$Q_{ck} = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_p + t_x} \quad (5.3)$$

Đối với dây chuyền tự động hoạt động liên tục ($t_x = 0$) thì năng suất chu kỳ bằng năng suất công nghệ, còn trong tất cả các trường hợp khác năng suất chu kỳ đều nhỏ hơn năng suất công nghệ và được xác định bằng công thức sau:

$$Q_{ck} = \frac{1}{t_p + t_x} = \frac{1}{\frac{1}{K} + t_x} = \frac{K}{K \cdot t_x + 1} = K \cdot \eta \quad (5.4)$$

Hệ số η được gọi là hệ số năng suất. Nó cho biết mức độ gia công liên tục của quy trình công nghệ trên dây chuyền tự động. Ví dụ, $\eta = 0,8$ có nghĩa là 80% là chu kỳ gia công còn 20% là chu kỳ chạy không tải. Hệ số η càng lớn thì dây chuyền tự động càng hoàn thiện. Hay nói cách khác, hệ số η đặc trưng cho sự hoàn thiện của dây chuyền tự động. Vì vậy, hai chỉ tiêu về năng suất: năng suất công nghệ và năng suất chu kỳ đặc trưng cho dây chuyền tự động từ khía cạnh hoàn thiện quy trình công nghệ và khía cạnh hoàn thiện kết cấu và hệ điều khiển.

Đối với đa số dây chuyền tự động, thời gian chu kỳ gia công thường cố định trong thời gian làm việc của máy, vì vậy năng suất công nghệ và năng suất chu kỳ là những đại lượng không đổi. Trường hợp ngoại lệ là dây chuyền tự động với truyền động thủy lực có thời gian gia công biến động tùy thuộc vào nhiệt độ và độ nhớt của dầu, độ mòn của dụng cụ cắt, độ cứng của phôi v...v.

Năng suất chu kỳ được xác định với giả định rằng: dây chuyền làm việc liên tục, không có thời gian dừng. Trong thực tế thời gian dừng giữa các chu kỳ làm việc là thời gian cần thiết để thay dao, điều chỉnh dao, điều chỉnh các cơ cấu, dọn sạch phôi v...v.

Thời gian dừng (ngoài chu kỳ thời gian dây chuyền không làm việc) của dây chuyền tự động được chia ra 5 loại sau đây :

a) Thời gian dừng vì dụng cụ cắt. Trong thời gian này dây chuyền bị dừng vì phải thay dao, điều chỉnh dao.

b) Thời gian dừng vì máy. Trong trường hợp này dây chuyền bị dừng vì một số cơ cấu bị hỏng, bị kẹt v...v. Thời gian bị dừng của dây chuyền bao gồm thời gian sửa chữa, thay thế một số cơ cấu, thay các chi tiết bị mòn v...v.

c) Thời gian dừng vì nguyên nhân tổ chức. Trong trường hợp này dây chuyền bị dừng do thiếu phôi, mất điện, công nhân thực hiện việc nghỉ ngơi tự nhiên, quét dọn máy v.v.

d) Thời gian dừng vì phế phẩm. Trong trường hợp này dây chuyền phải dừng vì chi tiết phế phẩm. Vì vậy, mặc dù dây chuyền vẫn làm việc nhưng chi tiết bị phế phẩm cho nên thời gian của dây chuyền gia công ra chi tiết phế phẩm được tính vào thời gian dừng của dây chuyền.

e) Thời gian dừng vì điều chỉnh dây chuyền để gia công chi tiết khác. Trong trường hợp này dây chuyền bị dừng để thay đổi đồ gá, thay dao, điều chỉnh lại các cơ cấu để gia công các chi tiết khác.

Thời gian dừng ngoài chu kỳ đối với một đơn vị thời gian làm việc của máy (của dây chuyền) $\sum B$ và đối với một đơn vị sản phẩm $\sum t_{sp}$ được xác định theo các công thức sau:

$$\sum B = \frac{\sum \theta_1}{\theta_2} \quad (5.5)$$

$$\sum B = \frac{\sum \theta_1}{Z} \quad (5.6)$$

Ở đây :

$\sum \theta_1$ - tổng thời gian dừng của dây chuyền đối với một khoảng thời gian bất kỳ nào đó.

Z - số lượng chi tiết thành phẩm được gia công trong khoảng thời gian nói trên

θ_2 - tổng thời gian làm việc (không dừng) của dây chuyền trong thời gian nói trên.

Vì $\theta_2 = Z \cdot T$ (T - thời gian chu kỳ làm việc của dây chuyền) nên công thức (5.5) được viết dưới dạng :

$$t_{sp} = \frac{\sum \theta_1}{Z} = \frac{\sum \theta_1}{\theta_2} \cdot T = \sum B \cdot T \quad (5.7)$$

Từ công thức (5.7) ta có:

$$\sum B = \frac{\sum t_{sp}}{T} \quad (5.8)$$

Anh hưởng của thời gian dừng ngoài chu kỳ tới năng suất của dây chuyền có thể được đánh giá bằng hệ số sử dụng η_1 :

$$\eta_1 = \frac{\theta_2}{\theta} \quad (5.9)$$

Ở đây θ - Quĩ thời gian

Nhưng $\theta = \theta_2 + \sum \theta_1$ cho nên ta có:

$$\eta_1 = \frac{\theta_2}{\theta_2 + \sum \theta_1} = \frac{1}{1 + \frac{\sum \theta_1}{\theta_2}} \quad (5.10)$$

Năng suất Q và hệ số sử dụng dây chuyền tự động η_1 phụ thuộc vào thời gian chu kỳ T và thời gian dừng ngoài chu kỳ đối với một đơn vị sản phẩm $\sum t_{sp}$ được xác định theo các công thức sau đây:

$$\eta_1 = \frac{1}{1 + \sum B} = \frac{1}{1 + \frac{\sum t_{sp}}{T}} \quad (5.11)$$

$$Q = Q_{ck}, \eta_1 = \frac{1}{T} \eta_1 = \frac{1}{T \left(1 + \frac{\sum t_{sp}}{T} \right)} = \frac{1}{T + \sum t_{sp}} \quad (5.12)$$

Hoặc:

$$Q = \frac{1}{T(1 + \sum B)} \quad (5.13)$$

Tổng thời gian dừng của dây chuyền $\sum \theta_1$ gồm hai thành phần:

$\sum \theta_{01}$ - thời gian dừng vì những nguyên nhân chủ quan (nguyên nhân kỹ thuật của dây chuyền).

$\sum \theta_{02}$ - thời gian dừng vì những nguyên nhân tổ chức (không phụ thuộc vào qui trình công nghệ và kết cấu của dây chuyền tự động)

Như vậy:

$$\Sigma\theta_1 = \Sigma\theta_{01} + \Sigma\theta_{02} \quad (5.14)$$

Cũng tương tự như vậy đối với Σt_{sp} ta có:

$$t_{sp} = \Sigma t_{sp01} + \Sigma t_{sp02} \quad (5.15)$$

Hệ số sử dụng kỹ thuật η_2 là phần thời gian làm việc của dây chuyền tự động ngoài thời gian dừng vì nguyên nhân tổ chức. Hệ số tải trọng của dây chuyền η_3 là phần thời gian máy được đảm bảo những điều kiện cần thiết.

Ví dụ, $\eta_2 = 0,8$ và $\eta_3 = 0,9$ có nghĩa là thời gian để máy (dây chuyền) được đảm bảo những điều kiện cần thiết (như phôi, dụng cụ, điện, các vật liệu phụ v...v.) chỉ đạt 90% và trong thời gian này máy chỉ làm việc 80% thời gian, còn lại là thời gian dừng để thay dao, điều chỉnh dao, điều chỉnh các cơ cấu của dây chuyền v...v. Khi đó hệ số sử dụng dây chuyền được xác định như sau:

$$\eta_1 = \eta_2 \cdot \eta_3 = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$$

Hệ số sử dụng kỹ thuật:

$$\eta_2 = \frac{1}{1 + \frac{\Sigma\theta_c}{\theta_2}} = \frac{1}{1 + \frac{\Sigma t_c}{T}} \quad (5.16)$$

Ở đây: θ_c - tổng thời gian dừng của dây chuyền.

θ_2 - tổng thời gian làm việc (không dừng) của dây chuyền.

Σt_c - thời gian dừng ngoài chu kỳ vì nguyên nhân chủ quan của dây chuyền (nguyên nhân kỹ thuật).

Năng suất của dây chuyền chỉ tính đến thời gian dừng ngoài chu kỳ vì nguyên nhân chủ quan được gọi là năng suất kỹ thuật. Năng suất kỹ thuật được xác định theo công thức sau đây:

$$Q_T = \frac{1}{T} \eta_2 = \frac{1}{T + \Sigma t_c} \quad (5.17)$$

Tất cả những công thức trên đây tương ứng với trường hợp khi mà trong một chu kỳ làm việc của dây chuyền tự động một sản phẩm được chế tạo ra. Nếu trong một chu kỳ làm việc của dây chuyền tự động có P sản phẩm được chế tạo ra thì năng suất Q được tính như sau:

$$Q = \frac{P}{T} \eta_1 = \frac{P}{T + P \Sigma t_c} \quad (5.18)$$

và

$$\eta_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{P \Sigma t_c}{T} \right)} \quad (5.19)$$

Như vậy người ta phân biệt các chỉ tiêu năng suất tùy thuộc vào các yếu tố tác động như sau:

- Năng suất công nghệ K - năng suất lý tưởng của dây chuyền khi gia công không có nghỉ (để chạy không tải và dừng ngoài chu kỳ):

$$K = \frac{1}{t_p} \quad (5.20)$$

Năng suất chu kỳ Q_{ck} - năng suất của dây chuyền khi gia công có chạy không tải:

$$Q_{ck} = \frac{1}{t_p + t_x} \quad (5.21)$$

Ở đây: t_p - thời gian làm việc của dây chuyền;

t_x - thời gian chạy không tải của dây chuyền.

- Năng suất kỹ thuật Q_T - năng suất thực của dây chuyền có tính đến thời gian dừng ngoài chu kỳ và nguyên nhân chủ quan của dây chuyền t_c :

$$Q_T = \frac{1}{t_p + t_x + t_c} \quad (5.22)$$

- Năng suất thực tế Q - năng suất thực của dây chuyền có tính đến tất cả thời gian:

$$Q = \frac{1}{t_p + t_x + t_{sp}} \quad (5.23)$$

5.12. Độ ổn định của dây chuyền tự động

Độ ổn định của dây chuyền tự động là khả năng sản xuất liên tục các sản phẩm theo sản lượng đã định trong suốt thời gian hoạt động. Độ ổn định của dây chuyền tự động càng thấp thì năng suất càng thấp và sự khác nhau giữa năng suất thực tế và năng suất chu kỳ càng lớn. Như vậy, độ ổn định của dây chuyền tự động là mức độ tăng năng suất và mức độ thực hiện các khả năng theo qui trình công nghệ và theo kết cấu của máy. Độ ổn định của dây chuyền tự động thấp không chỉ giảm năng suất của dây chuyền mà còn tăng số công nhân điều chỉnh dây chuyền, tăng chi phí cho phục vụ và sửa chữa.

Dây chuyền tự động được xem là ngừng hoạt động không chỉ khi một số cơ cấu bị hỏng, mà ngay cả khi dây chuyền chế tạo ra một số sản phẩm không đạt yêu cầu kỹ thuật. Vấn đề ổn định của dây chuyền tự động thực chất là vấn đề năng suất của dây chuyền với số công nhân phục vụ và sửa chữa là ít nhất.

Độ ổn định của dây chuyền tự động được đánh giá bằng sự hoạt động liên tục, có khả năng sửa chữa, đồng thời cả tuổi thọ của các cơ cấu máy. Số lần điều chỉnh dây chuyền càng ít, tuổi bền dụng cụ, độ chống mòn của chi tiết càng cao, thời gian phục hồi khả năng làm việc càng ngắn, thời gian sửa chữa càng ngắn, có nghĩa là thời gian ngừng hoạt động càng ngắn, độ ổn định của dây chuyền tự động sẽ càng lớn.

5.13. Tuổi thọ của dây chuyền tự động

Tuổi thọ là thời gian của dây chuyền giữ được khả năng làm việc bình thường, kể cả thời gian dừng để sửa chữa kỹ thuật. Khi nghiên cứu các hiện tượng thuộc chức năng làm việc của dây chuyền tự động thì quá trình mòn là yếu tố ảnh hưởng lớn nhất. Ở đây quá trình mòn được hiểu theo nghĩa rộng là sự thay đổi kích thước, hình dáng hình học, tính chất cơ lý của các chi tiết máy trên dây chuyền tự động. Những tính chất của dây chuyền tự động thay đổi đầu tiên là độ bền vững, độ cứng vững, độ chống rung, sai số hình học của các cơ cấu. Những tính chất

của dây chuyển tự động thay đổi tiếp sau đó là: năng suất, độ ổn định, chất lượng sản phẩm và chỉ tiêu kinh tế.

Như vậy những tính chất đầu tiên của dây chuyển như độ chính xác của máy, độ cứng vững, độ chống rung...v càng giữ được lâu thì tuổi thọ của dây chuyển càng cao. Tuổi thọ (thời gian phục vụ) của dây chuyển tự động được chia ra làm 3 giai đoạn sau:

1. Giai đoạn làm việc ban đầu. Ở giai đoạn này độ ổn định của dây chuyển tự động không cao (do các cơ cấu làm việc chưa ổn định và cán bộ làm việc chưa có kinh nghiệm).

2. Giai đoạn làm việc ổn định. Ở giai đoạn này khả năng đảm bảo chất lượng gia công của dây chuyển được ổn định. Nhưng cũng trong giai đoạn này xuất hiện quá trình mòn các chi tiết máy, nó làm giảm độ cứng vững, độ chính xác hình học và độ chống rung của dây chuyển tự động.

3. Giai đoạn "già cỗi" của dây chuyển tự động. Ở giai đoạn này do độ mòn của dây chuyển quá lớn mà không có phương pháp nào có thể hạn chế được, cho nên chất lượng gia công của dây chuyển giảm đáng kể, nói cách khác thì độ ổn định của dây chuyển bị phá vỡ.

5.14. Độ chính xác gia công chi tiết trên dây chuyển tự động

Mức độ ổn định công nghệ của dây chuyển tự động được xác định bằng số lần điều chỉnh cơ cấu và trang bị công nghệ của dây chuyển. Khi số chu kỳ làm việc của dây chuyển giữa hai lần điều chỉnh (điều chỉnh kích thước) tăng lên thì năng suất thực tế của dây chuyển tăng, còn thời gian và giá thành gia công chi tiết giảm.

Các dây chuyển tự động khác nhau có thời gian sử dụng khác nhau. Thời gian sử dụng của chúng dao động từ 7 ÷ 10 năm. Độ ổn định đảm bảo độ chính xác gia công đánh giá bằng giá trị "dự trữ độ chính xác" (Giá trị "Dự trữ độ chính xác" là toàn bộ dung sai cho phép của kích thước so với khoảng phân bố thực của kích thước. Ví dụ, dung sai kích thước là 1mm, khoảng phân bố thực của kích thước là 0,7 ta có " dự trữ độ chính xác " là $1/0,7 \approx 1,42$).

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm độ chính xác gia công chi tiết trên một số dây chuyển tự động của các nước công nghiệp phát triển cho thấy khoảng phân bố thực của các thông số nghiên cứu nằm trong khoảng 30 ÷ 70% dung sai cho phép. Điều đó có nghĩa là "dự trữ độ chính xác" là $3,3 \div 1,42$.

Trước đây dây chuyển tự động chỉ được nghiên cứu ở khía cạnh kết cấu để nâng cao năng suất, còn độ chính xác chỉ được nghiên cứu trong sản xuất khi có phế phẩm.

Gần đây dây chuyển tự động đã được nghiên cứu để có phương pháp nâng cao độ chính xác kích thước, độ chính xác hình dáng và vị trí tương quan của chi tiết gia công. Như vậy, đối tượng của nghiên cứu dây chuyển tự động là chi tiết gia công thông qua các thông số của độ chính xác cần đạt. Quá trình nghiên cứu dây chuyển tự động phải phản ánh được nội dung chính của quy trình công nghệ trên dây chuyển đó. Những nội dung đó là:

1. Phân tích yêu cầu của phôi để đạt độ chính xác gá đặt và để tính lượng dư gia công.
2. Chọn phương pháp gia công và số bước cần thiết để gia công các bề mặt quan trọng.
3. Tập trung các bước ở mỗi vị trí với mức độ tối ưu xuất phát từ điều kiện chất tải và độ chính xác yêu cầu.
4. Chọn chế độ cắt hợp lý để đạt độ chính xác yêu cầu.
5. Chọn sơ đồ gá đặt và đồ gá để đạt độ chính xác gia công.

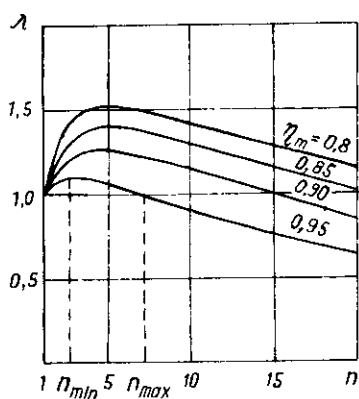
6. Chọn hướng tiến dao trên cơ sở yêu cầu của độ chính xác gia công.
7. Chọn phương pháp điều chỉnh máy để đảm bảo độ chính xác của kích thước điều chỉnh.
8. Phân tích độ chính xác của các vị trí làm việc của dây chuyển vì nó ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công.
9. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ mòn theo thời gian của các cơ cấu trên dây chuyển tới độ chính xác gia công.

Kết quả nghiên cứu sẽ được dùng để phát hiện những nguyên nhân gây ra sai số gia công, để lập quy trình công nghệ tối ưu và tính toán độ chính xác khi thiết kế dây chuyển tự động nhằm nâng cao độ chính xác gia công chi tiết.

Quá trình nghiên cứu phải được tiến hành một cách triệt để, phải tính đến mối quan hệ giữa tất cả các giai đoạn sản xuất (kể cả quá trình gia công thô) và ảnh hưởng của tất cả các cơ cấu của dây truyền tự động.

5.15. Xác định số lượng công đoạn của dây truyền tự động

Thông số quan trọng để xác định sơ đồ mặt bằng tối ưu của dây chuyển tự động là độ ổn định của các máy trong dây chuyển, có nghĩa là thời gian mà các máy bị ngừng hoạt động B. Hình 5.18 là sơ đồ quan hệ giữa λ (hệ số tăng năng suất lao động) và n (số công đoạn của dây chuyển tự động) với các hệ số sử dụng máy η_m khác nhau. Ta thấy với cùng số công đoạn như nhau (ví dụ: $n=10$), đối với các máy có hệ số sử dụng η_m thấp ($\eta_m=0,8$) thì năng suất tăng, còn đối với các máy có hệ số sử dụng η_m cao ($\eta_m=0,95$) thì năng suất lại giảm.



Hình 5.18. Quan hệ giữa hệ số tăng năng suất lao động và số công đoạn của dây chuyển tự động với các hệ số sử dụng máy η_m khác nhau (độ ổn định khác nhau).

Số lượng công đoạn tối ưu n_0 của dây chuyển tự động được xác định cho 2 trường hợp sau đây:

1. Dây chuyển tự động với ổ tích trữ chi tiết có giá thành thấp và với chi phí bổ sung cho lao động sống.

Ta có công thức:

$$n_0 = \sqrt{\frac{Bq}{Nb} \cdot \frac{(1-\Delta)(K+N)}{1+Bq\Delta}} \cdot q \quad (5.24)$$

Ở đây: B-thời gian mà các máy bị ngừng hoạt động;

q-số lượng các máy trên dây chuyền;

Δ -hệ số ngừng hoạt động của các công đoạn trên dây chuyền (giá trị Δ phụ thuộc vào dung lượng của ổ tích trữ chi tiết. Nếu ổ tích trữ chi tiết đủ lớn để bù lại thời gian bị ngừng của một công đoạn nào đó thì $\Delta=0$, còn trong trường hợp giữa các công đoạn không có ổ tích trữ chi tiết thì $\Delta=1$);

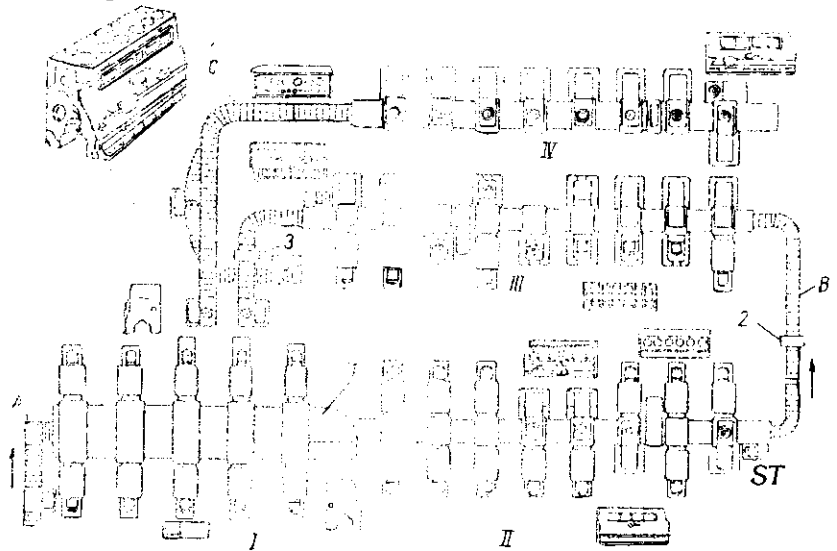
K-đại lượng được xác định bằng tỷ số giữa tổng giá thành của các dây chuyền và quỹ lương hàng năm cho phục vụ các dây chuyền;

N-thời gian phục vụ của dây chuyền (số năm);

b-chỉ tiêu trung bình về số máy mà công nhân có thể phục vụ được.

Dưới đây sẽ nghiên cứu một ví dụ tính toán số lượng công đoạn của dây chuyền tự động để gia công vỏ hộp động cơ đốt trong.

Dây chuyền tự động gồm hai công đoạn độc lập "BLOC 1" và "BLOC 2" (hình 5.19). Gia công các lỗ ở các mặt đầu của vỏ hộp được thực hiện trên công đoạn "BLOC 1". Sau đó vỏ hộp được xoay đi một góc 90° và được chuyển sang công đoạn "BLOC 2" để gia công các mặt phẳng và các lỗ kẹp chặt của vỏ hộp. Tổng số máy trên cả hai công đoạn là 13. Dây chuyền tự động gia công vỏ hộp động cơ đốt trong trên đây có thể được bố trí theo hai phương án sau:



Hình 5.19. Mặt bằng dây chuyền tự động gia công vỏ hộp động cơ đốt trong

I-IV-Số thứ tự các công đoạn; A,B,C-Các băng lăn trung gian;

1-Bàn xoay tự động; 2 và 3-Các bàn quay điều khiển bằng tay;

ST-trạm dẫn động thủy lực.

a) Gồm hai công đoạn, giữa các công đoạn có băng lăn (được sử dụng như ổ tích trữ phôi) và máy đảo chiều điều khiển bằng tay.

b) Một công đoạn duy nhất với bàn xoay tự động có khả năng phân cách thành hai công đoạn.

Trong trường hợp thứ nhất (trường hợp a) giữa các công đoạn có một công nhân để đẩy vỏ hộp theo băng lăn và xoay vỏ hộp đi một góc 90° . Trong trường hợp thứ hai (trường hợp b) không cần có công nhân phục vụ (do có bàn xoay tự động). Nhưng như vậy sẽ có thời gian ngừng hoạt động bổ sung của dây chuyền (do có phân cách cứng giữa hai công đoạn).

Để xác định n_0 có các số liệu sau đây:

- Giá thành của "BLOC 1" là 1.490.000 USD (ký hiệu là C_1).
- Giá thành của "BLOC 2" là 812.000 USD (ký hiệu là C_2).

- Dây chuyên làm việc 3 ca, mỗi ca có 3 công nhân phục vụ với mức lương là 1.400 USD/1 tháng.

- Hệ số sử dụng dây chuyên tự động: $\eta_{dt}=0,85$.

- Thời gian các máy bị ngừng hoạt động Bq được tính theo công thức: $\eta_{dt} = \frac{1}{1 + Bq}$.

Thay $\eta_{dt}=0,85$ và ta có: $0,85 = \frac{1}{1 + Bq}$ hoặc $Bq = 0,18$.

- Thời gian phục vụ của dây chuyên N = 10 năm.

- Chỉ tiêu trung bình về số máy mà công nhân có thể phục vụ được: b = 5 máy.

- Khi có ổ tích trữ phôi, thời gian bị ngừng hoạt động của hai công đoạn được bù lại 90%, nghĩa là $\Delta = 0,1$.

- Đại lượng K là tỷ số giữa tổng giá thành của các dây chuyên (các công đoạn) và quỹ tiền lương chi cho phục vụ các dây chuyên (làm việc 3 ca, 12 tháng lương). Đại lượng K được tính như sau: $K = \frac{C_1 + C_2}{S.3.12} = \frac{1.490.000 + 812.000}{1.400.3.12} = 15$.

Ta có số lượng công đoạn tối ưu của dây chuyên tự động:

$$n_0 = \sqrt{\frac{Bq (1 - \Delta)(K + N)}{Nb} \cdot q} = \sqrt{\frac{0,18 (1 - 0,1)(15 + 10)}{10,5} \cdot 13} = 1,12$$

Như vậy, gộp hai công đoạn của dây chuyên tự động vào một công đoạn là phương pháp tối ưu để đạt năng suất cao nhất.

2. Dây chuyên tự động với ổ tích trữ phôi tự động.

Trong trường hợp này số lượng công đoạn tối ưu được xác định theo công thức sau:

$$n_0 = \sqrt{\frac{Bq (1 - \Delta)(K + N)}{K\alpha} \cdot q} \quad (5.25)$$

Ở đây: α -giá thành tương đối của ổ tích trữ phôi so với giá thành của một máy trên dây chuyên tự động. Giá trị α được tính theo công thức:

$$\alpha = \frac{K_0}{K_m} \quad (5.26)$$

Ở đây: K_0 -giá thành ổ tích trữ phôi;

K_m -giá thành của một máy trên dây chuyên tự động.

5.16. Dung lượng và giá thành của ổ tích trữ phôi

Công dụng của ổ tích trữ phôi giữa các nguyên công hay giữa các công đoạn của dây chuyên tự động là bù lại thời gian bị ngừng hoạt động của các máy hoặc của các công đoạn cạnh đó. Thời gian ngừng hoạt động của dây chuyên tự động có thể nhiều, ít khác nhau, từ một vài giờ cho đến một vài ca (để sửa chữa). Như vậy, nếu ổ tích trữ phôi muốn bù lại tất cả thời gian mà máy hoặc cả công đoạn nào đó bị ngừng hoạt động thì nó phải có dung lượng lớn không hạn

chế. Nhưng thực tế nó chỉ có thể bù lại một thời gian nhất định, do đó nó được đặc trưng bằng hệ số trùng thời gian bị mất Δ (máy hoặc công đoạn của dây chuyền không đủ phôi để thực hiện nguyên công). Dung lượng của ổ tích trữ phôi E được xác định theo công thức sau đây:

$$E = t_{\max} \cdot Q \quad (5.27)$$

Ở đây: $t_{\max}$ -thời gian lớn nhất mà máy hoặc công đoạn bị ngừng hoạt động, (phút);

Q -năng suất gia công (năng suất lao động) của dây chuyền.

Vì vậy, khi thiết kế các ổ tích trữ phôi cần phải đảm bảo độ ổn định của tất cả các máy trên dây chuyền tự động để có thời gian ngừng hoạt động thực tế của dây chuyền $t_n < t_{\max}$.

Sử dụng các ổ tích trữ phôi cho phép nâng cao năng suất lao động (năng suất gia công) của dây chuyền tự động. Tuy nhiên, giá thành của dây chuyền cũng tăng theo. Do đó, giá thành cao nhất cho phép $[\alpha]$ của các ổ tích trữ phôi phải được xác định trên cơ sở tăng năng suất lao động của dây chuyền khi sử dụng các ổ tích trữ phôi. Giá thành cao nhất cho phép $[\alpha]$ của ổ tích trữ phôi có thể được xác định theo công thức sau đây:

$$[\alpha] = \frac{(n_p - 1)}{n_p} \frac{q}{1 - \frac{n_p}{Bq}} \quad (5.28)$$

Ở đây: n_p -số lượng ổ tích trữ phôi trên dây chuyền tự động (phút);

Bq -thời gian các máy bị ngừng hoạt động (phút) (B -thời một máy bị ngừng hoạt động; q -số lượng máy trên dây chuyền tự động).

5.17. Lắp ráp, điều chỉnh và chạy thử dây chuyền tự động

5.17.1. Lắp ráp dây chuyền tự động

Lắp ráp dây chuyền tự động ở nhà máy chế tạo được thực hiện theo tuần tự sau đây:

- Lắp ráp và hiệu chỉnh sơ bộ các máy của dây chuyền tự động.
- Lắp đặt các máy của dây chuyền tự động vào vị trí và hiệu chỉnh độ chính xác vị trí tương quan giữa chúng.
- Lắp đặt các cơ cấu phụ của dây chuyền tự động.
- Lắp đặt các hệ thống đường ống và hệ thống điện.

Trục chính được lắp trên máy trước khi lắp các cơ cấu phụ khác lên máy. Trong trường hợp này phải đảm bảo độ chính xác vị trí trục quay của trục chính so với hướng dịch chuyển của nó.

Đối với các máy phay cần kiểm tra độ song song của trục chính so với mặt phẳng của cơ cấu dẫn hướng.

Đối với các máy khoan đứng cần kiểm tra độ vuông góc của trục dẫn hướng đứng so với mặt bàn máy.

Đối với các máy khoan-doa cần được kiểm tra độ song song của trục dao so với bề mặt dẫn hướng của bàn máy các máy và các cơ cấu phụ khác của dây chuyền tự động sau khi đã kiểm tra được lắp đặt tạm thời trên bệ thử. Sau đó lắp các hệ thống ống dẫn thủy lực và hệ thống điện.

Khi lắp đặt các thiết bị điện của dây chuyền tự động cần chú ý đặc biệt về kỹ thuật an toàn.

5.17.2. Điều chỉnh dây chuyền tự động

Điều chỉnh dây chuyền tự động ở nhà máy chế tạo được thực hiện theo các bước sau đây:

- Chuẩn bị dây chuyền tự động cho vận hành.
- Điều chỉnh các cơ cấu trục chính cho chạy không tải.
- Điều chỉnh các cơ cấu vận chuyển và các cơ cấu quay.
- Điều chỉnh từng công đoạn của dây chuyền tự động cho chạy không tải.
- Điều chỉnh dây chuyền tự động để cắt thử chi tiết.

Trong các bước trên đây thì bước cuối cùng là thực nghiệm đánh giá chất lượng của dây chuyền tự động. Nếu chi tiết được cắt thử không đạt yêu cầu thì phải tìm ra nguyên nhân để khắc phục. Khi cắt thử chi tiết nên chọn lượng chạy dao / phút chỉ bằng khoảng 70% lượng chạy dao / phút khi dây chuyền hoạt động bình thường và lượng dư gia công bằng 1/2 lượng dư gia công mà dây chuyền tự động có thể cắt được trong điều kiện hoạt động bình thường.

Cần gia công 1-2 chi tiết với chế độ cắt nhỏ, sau đó chọn chế độ cắt trung bình và tiến hành gia công một số chi tiết để xác định độ chính xác và độ bóng bề mặt gia công. Sau khi khử được tất cả những khuyết tật thì điều chỉnh và kiểm tra chế độ làm việc tự động của dây chuyền.

5.17.3. Kiểm tra và chạy thử dây chuyền tự động ở nhà máy chế tạo

Dây chuyền tự động sau khi đã điều chỉnh cần được kiểm tra và chạy thử. Quá trình kiểm tra và chạy thử bao gồm:

- Kiểm tra bề ngoài của dây chuyền tự động.
- Kiểm tra độ chính xác lắp ráp.
- Kiểm tra độ ổn định làm việc của từng cơ cấu riêng biệt.
- Chạy thử dây chuyền không tải.
- Gia công thử chi tiết.

Khi chạy thử dây chuyền để gia công chi tiết cần kiểm tra thời gian của chu kỳ làm việc của dây chuyền, áp lực dầu trong các đầu sinh lực khi gia công. Ngoài ra còn cần kiểm tra đường thoát phoi, độ ổn định của dây chuyền, độ chính xác gia công. Số lượng chi tiết cần cắt thử phụ thuộc vào năng suất của dây chuyền. Sau khi chạy thử dây chuyền có thể xác định số lượng công nhân và thợ điều chỉnh cần thiết cho dây chuyền hoạt động bình thường.

Trước khi bàn giao cho khách hàng tất cả các khuyết tật của dây chuyền trong quá trình chạy thử phải được loại bỏ.

5.17.4. Lắp đặt, điều chỉnh và chạy thử dây chuyền tự động ở nhà máy sản xuất

Sau khi đã nhận dây chuyền tự động từ nhà máy chế tạo, nhà máy sản xuất (người đặt hàng) cùng với nhà máy chế tạo phải tiến hành lắp đặt, điều chỉnh và chạy thử dây chuyền tại nhà máy sản xuất. Để giảm thời gian lắp đặt dây chuyền tự động ở nhà máy sản xuất, trước khi nhận dây chuyền về phải hoàn thành những công việc sau đây:

- Làm móng máy cho dây chuyền theo yêu cầu thiết kế.

- Hoàn thiện các công trình xây dựng cơ sở hạ tầng đáp ứng đủ yêu cầu kỹ thuật và vệ sinh môi trường.

- Chuẩn bị các cơ cấu nâng hạ để phục vụ cho việc lắp đặt dây chuyền.

Lắp đặt dây chuyền tự động ở nhà máy sản xuất được tiến hành giống như việc lắp đặt chúng tại nhà máy chế tạo. Khi lắp đặt phải tuân theo trình tự các công việc mà nhà máy chế tạo đưa ra. Tuy nhiên để giảm thời gian lắp đặt nhiều phần việc có thể được tiến hành song song. Sau khi lắp đặt xong, dây chuyền tự động được điều chỉnh theo các bước ở phần 5.17.2.

Để chuẩn bị cho việc gia công chi tiết cần xác định số lượng phôi vừa đủ cho dây chuyền. Đối với dụng cụ cắt, mỗi loại phải có ít nhất hai bộ. Ngoài ra còn phải chuẩn bị dụng cụ đo để điều chỉnh dụng cụ cắt, đồ gá kiểm tra để xác định độ chính xác gia công.

Để đánh giá độ phức tạp của dây chuyền tự động người ta đưa ra 4 chỉ tiêu sau đây:

1. Loại đơn giản: dây chuyền tự động gồm các máy để thực hiện các công việc khoan, cắt với độ chính xác không cao.

2. Loại phức tạp trung bình: dây chuyền tự động gồm các máy khoan-doa, máy phay để gia công các bề mặt với độ chính xác trung bình.

3. Loại phức tạp cao: dây chuyền tự động gồm các máy doa, máy phay để gia công các bề mặt với độ chính xác trung bình và độ chính xác cao.

4. Loại phức tạp rất cao: dây chuyền tự động gồm các máy để gia công các lỗ, các rãnh có độ chính xác cấp 1.

Khi nghiệm thu dây chuyền tự động (ở nhà máy sản xuất) phải kiểm tra tất cả các yêu kỹ thuật như: độ ổn định khi làm việc, độ chính xác và năng suất gia công.

5.18. Vận hành dây chuyền tự động

Để đảm bảo năng suất và độ chính xác gia công của dây chuyền tự động cần phải thực hiện các công việc và đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- Thường xuyên kiểm tra và sửa chữa dây chuyền.

- Thực hiện thời gian làm việc và thời gian nghỉ ngơi của dây chuyền theo chu kỳ đã định.

- Chuẩn bị phôi đạt chất lượng yêu cầu.

- Cung cấp đủ điện, nước, dầu, khí v...v.

- Dùng dụng cụ cắt có chất lượng cao.

- Sử dụng công nhân và thợ điều chỉnh có tay nghề cao.

5.18.1. Phục vụ dây chuyền

Những người phục vụ dây chuyền bao gồm: công nhân và thợ điều chỉnh. Số lượng công nhân và thợ điều chỉnh được xác định khi thiết kế dây chuyền. Thợ điều chỉnh dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp để gia công các chi tiết dạng hộp phức tạp phải được đào tạo khoá học chuyên môn và phải đạt trình độ bậc 6 trở lên. Thợ điều chỉnh các dây chuyền tự động để gia công các chi tiết dạng hộp đơn giản có thể chỉ cần trình độ bậc 5.

Thợ điều chỉnh phải nắm được: nguyên lý hoạt động của các cơ cấu; phương pháp điều chỉnh các cơ cấu đó; cách điều chỉnh dụng cụ cắt, dụng cụ phụ, phương pháp gá đặt dụng cụ,

nguyên lý hoạt động của thiết bị kiểm tra, các yếu tố ảnh hưởng đến độ chính xác gia công, phương pháp đạt độ chính xác gia công v...v.

Dây chuyền tự động phải thường xuyên được lau sạch, tránh bụi bẩn và phoi gia công. Không cho phép dây chuyền được hoạt động khi điều chỉnh chưa đạt yêu cầu. Thợ điều chỉnh dây chuyền tự động phải thường xuyên kiểm tra kích thước chi tiết, không cho phép có phế phẩm, phải luôn luôn theo dõi trạng thái của dụng cụ cắt và điều chỉnh chúng đúng vị trí, thường xuyên quan sát và điều chỉnh các chi tiết định vị và dẫn hướng của đồ gá, theo dõi hệ thống dung dịch trơn nguội và bôi trơn đồng thời phải theo dõi cả quá trình tách và dẫn phoi gia công. Để có khả năng tính toán và phân tích kết quả làm việc của dây chuyền tự động thợ điều chỉnh cần có sổ nhật ký cho từng ca làm việc.

Những thông số cần được ghi trong sổ nhật ký là:

- Thời gian làm việc.
- Nguyên nhân và thời gian dây chuyền bị dừng, kể cả thời gian dừng để thay đổi dụng cụ.
- Số lượng chi tiết gia công đạt yêu cầu.
- Số lượng chi tiết gia công bị phế phẩm và nguyên nhân.
- Những lưu ý cho thợ điều chỉnh ca tiếp theo.

Trước mỗi ca làm việc thợ điều chỉnh cần làm những việc sau đây:

1. Kiểm tra xem tất cả các cơ cấu của dây chuyền có nằm ở vị trí ban đầu hay không.
2. Kiểm tra mức dầu bôi trơn và dung dịch trơn nguội.
3. Kiểm tra các ống dẫn dầu.
4. Kiểm tra các dụng cụ cắt và nếu cần phải thay thế những dụng cụ quá mòn.
5. Đọc kỹ sổ tay nhật ký của thợ điều chỉnh ca làm việc trước đó.
6. Kiểm tra xem phoi có trong thùng chứa hay không.

Đối với các công nhân làm việc trên dây chuyền tự động, nhiệm vụ của họ được xác định như sau:

- Cấp phoi liên tục cho dây chuyền.
- Lấy chi tiết đã gia công ra khỏi vị trí và làm sạch vị trí định vị chi tiết.
- Theo dõi dây chuyền hoạt động và kịp thời thông báo cho thợ điều chỉnh những sự cố xảy ra.

Trong một số trường hợp thì công nhân và thợ điều chỉnh có thể là một.

Để nâng cao năng suất gia công và chất lượng sản phẩm nên áp dụng hình thức trả lương, kèm tiền thưởng cho cả nhóm thợ điều chỉnh và công nhân phục vụ dây chuyền trong cả hai ca làm việc.

5.18.2. Bảo quản dự phòng và điều kiện làm việc bình thường của dây chuyền tự động

Điều kiện làm việc bình thường của dây chuyền tự động sẽ không được đảm bảo nếu thiếu công việc bảo quản dự phòng và sửa chữa thiết bị. Thông thường dây chuyền tự động được làm việc hai ca, giữa hai ca nên có một thời gian dừng nhất định. Như vậy, trong thời gian dừng của dây chuyền giữa hai ca và trong thời gian ca 3 người ta tiến hành điều chỉnh lại

các cơ cấu của dây chuyền, đổ thêm dầu hoặc thay dầu, dọn sạch phôi, kiểm tra dụng cụ cắt, nếu cần phải thay thế chúng và sửa chữa nhỏ các máy, các cơ cấu của dây chuyền.

Cần nhớ rằng không nên cho dây chuyền tự động làm việc 3 ca vì sẽ thiếu bảo quản dự phòng, độ ổn định của dây chuyền sẽ giảm. Sửa chữa định kỳ các thiết bị của dây chuyền tự động được tiến hành trong các ngày thứ 7 và chủ nhật. Trong một số trường hợp hai ngày nghỉ không đủ thời gian cho công việc sửa chữa các thiết bị của dây chuyền thì phải lập kế hoạch sản xuất thích hợp để có thể dừng dây chuyền trong 3 ÷ 4 ngày để sửa chữa lớn. Để cho dây chuyền làm việc bình thường cần cung cấp đủ điện nước, khí nén. Dao động của điện thế không được vượt quá $+5 \div 15\%$. Áp lực khí nén phải $\geq 4\text{kg/cm}^2$. Nước làm sạch phải có nhiệt độ trong khoảng $16 \div 18^\circ\text{C}$.

Phôi gia công trên dây chuyền tự động phải đảm bảo chất lượng. Những đậu rớt, đậu ngót, lượng dư không đồng đều, độ cứng không đều sẽ làm gãy dao, gây ra phế phẩm. Trong một số trường hợp người ta kiểm tra kích thước phôi ở đầu dây chuyền để tránh bị kẹt khi vận chuyển và không định vị được trên đồ gá vệ tinh.

5.18.3. Những sai sót khi điều chỉnh dây chuyền tự động

Khi điều chỉnh dây chuyền tự động có thể xảy ra nhiều sai sót khác nhau. Những sai sót đó có thể làm cho dây chuyền tự động bị ngừng hoạt động hoặc không bị ngừng hoạt động. Những sai sót điều chỉnh không làm cho dây chuyền tự động bị ngừng là: độ ổn của hệ thống thủy lực tăng, nhiệt độ của dầu tăng, rung động của dụng cụ cắt v...v.

Để khắc phục những hiện tượng trên cần dừng dây chuyền và điều chỉnh lại các thông số liên quan. Những sai sót khi điều chỉnh làm cho dây chuyền bị ngừng hoạt động và những nguyên nhân gây ra chúng được xác định như sau:

1. Các cơ cấu không chuyển động

Nguyên nhân:

- Không có dòng điện ở tấm từ của van điều khiển.
- Các cơ cấu cơ khí bị kẹt.
- Áp lực dầu không đủ.

2. Các cơ cấu chuyển động được nhưng không dừng được

Nguyên nhân:

- Cũ chặn của van điều khiển bị mòn hoặc bị hỏng.
- Van phân phối dầu đổi chiều không hoạt động.
- Áp lực dầu không đủ.
- Điện áp ở đầu từ của van điều khiển không đủ.

3. Các cơ cấu dừng được nhưng thiết bị ghi vị trí của các cơ cấu hoặc trạng thái của quá trình không hoạt động.

Nguyên nhân:

- Ấn công tắc “dừng” chưa đến cùng do vị trí của cũ chặn điều khiển không chính xác
- Ấn công tắc “dừng” đến vị trí cuối cùng nhưng không có tín hiệu do mạch điện bị gián đoạn.

- Role áp suất không hoạt động do thiếu áp lực dầu.

5.18.4. Những nguyên nhân ảnh hưởng đến chất lượng gia công chi tiết trên dây chuyền tự động

Những nguyên nhân cơ bản ảnh hưởng đến độ chính xác và độ bóng bề mặt gia công:

1. Độ bóng bề mặt gia công không đạt yêu cầu .

Nguyên nhân:

- Lưỡi cắt bị mòn.
- Thoát phoi kém.
- Lưỡi cắt có những vết xước.
- Chọn dung dịch trơn nguội không đúng, cấp dung dịch trơn nguội không liên tục.

2. Đường kính lỗ gia công tăng.

Nguyên nhân:

- Đường kính dụng cụ cắt tăng.
- Lưỡi cắt của mũi khoan, mũi khoét và mũi doa có độ đảo lớn.
- Trục chính và bạc dẫn không đồng tâm.
- Vị trí của mũi khoét hoặc mũi doa so với lỗ gia công không chính xác vì sai số định vị chi tiết.

3. Đường kính lỗ gia công giảm.

Nguyên nhân:

- Lưỡi cắt bị mòn.
- Mũi dao không chính xác.
- Chọn thành phần dung dịch trơn nguội không đúng.
- Thành lỗ mỏng, cho nên nó bị biến dạng đàn hồi sau khi gia công.

4. Lỗ gia công bị đa cạnh.

Nguyên nhân:

- Mũi dao không chính xác.
- Bạc dẫn bị mòn.

5. Lỗ gia công bị oval

Nguyên nhân:

- Độ cứng vững của chi tiết gia công không đủ.
- Lực kẹp chặt quá lớn.
- Tâm bạc dẫn bị nghiêng.

6. Toạ độ lỗ gia công bị lệch

Nguyên nhân:

- Chiều dài bạc dẫn không đủ.
- Tâm bạc dẫn và tâm trục chính không trùng nhau.
- Dao mòn không đều.

7. Lỗ doa bị côn.

Nguyên nhân:

- Phần cắt của dao doa bị mòn hoặc dao doa không có phần côn ngược.
8. Đường kính trung bình của ren tăng.

Nguyên nhân:

- Tâm của dao tarô và tâm của lỗ gia công không trùng nhau.
- Đường kính của lỗ cắt ren tăng (lớn hơn yêu cầu).
- Lưỡi cắt của dao tarô bị đảo.

9. Đường kính trung bình của ren giảm.

Nguyên nhân:

- Kích thước dao tarô không chính xác.
- Đường kính lỗ cắt ren giảm (nhỏ hơn yêu cầu).

10. Lỗ ren bị côn

Nguyên nhân:

- Dao tarô không có độ côn ngược.

11. Bề mặt gia công không phẳng.

Nguyên nhân:

- Dao phay bị nghiêng.
- Chi tiết gia công bị biến dạng.
- Bề mặt của các cơ cấu dẫn hướng không đạt yêu cầu hoặc bị mòn.
- Lượng dư gia công không đều.

Chương 6

TỰ ĐỘNG HOÁ VÀ LINH HOẠT HOÁ SẢN XUẤT VỚI ỨNG DỤNG KỸ THUẬT CAD/CAM

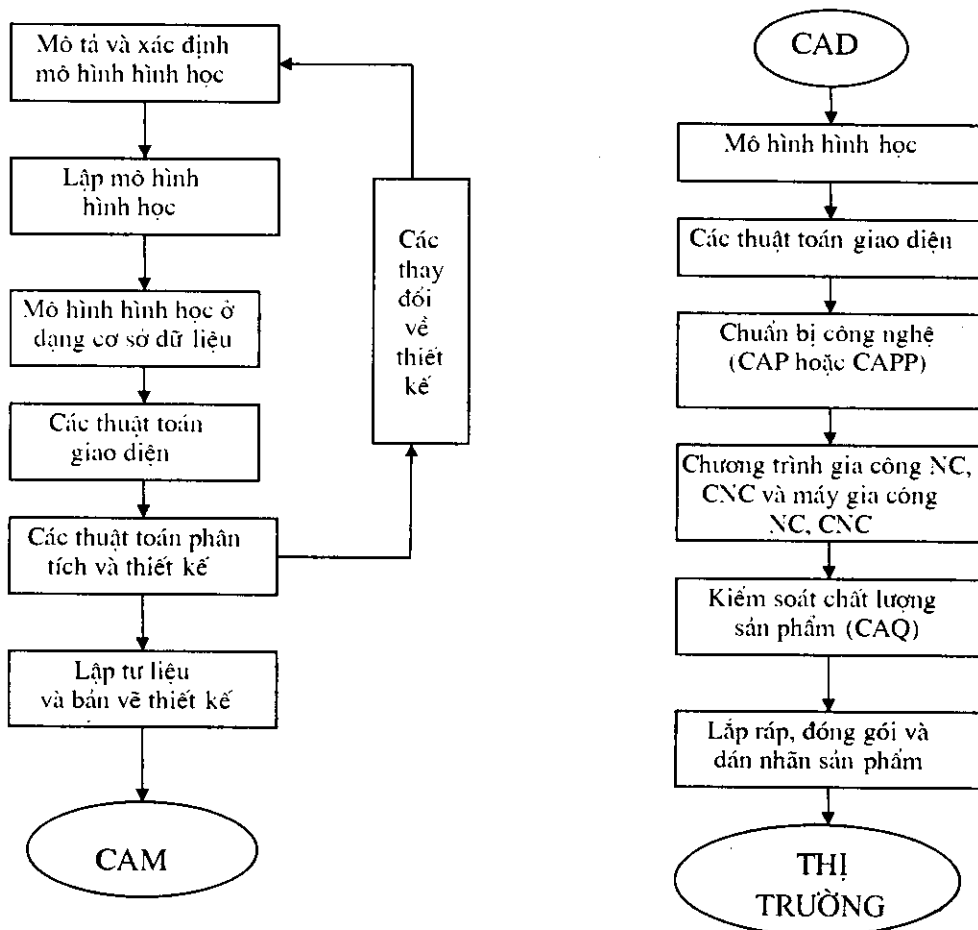
6.1. Các khái niệm về kỹ thuật CAD/CAM

6.1.1. Các định nghĩa về CAD và CAM

CAD (Computer Aided Design) được hiểu là *thiết kế kết cấu sản phẩm trên máy tính*. Như vậy, CAD là một tập con của quá trình thiết kế sản phẩm.

CAM (Computer Aided Manufacturing) được hiểu là *chế tạo sản phẩm có sự trợ giúp của máy tính*. Như vậy, CAM là một tập con của quá trình chế tạo sản phẩm.

Nội dung của CAD và của CAM trong một giải pháp CAD/CAM được cho ở hình 6.1. Bảng 6.1. chỉ rõ các công cụ của CAD. Phần cốt lõi của các công cụ CAD là lập mô hình hình học và các ứng dụng đồ họa. Các trợ giúp của CAD bao gồm tạo màu sắc (color), lưới (grids), sửa đổi hình học (geometric modifiers), các môđun trợ giúp thao tác nhanh trong xây dựng mô hình hình học như di chuyển trong không gian (transformation) để hình vẽ có thể được quan sát tiện lợi, phép trực quan hoá (visualization) thông qua phép tạo ảnh (shaded) và các thủ tục tạo hình ảnh động (animation).



Hình 6.1. Các nội dung cơ bản của giải pháp CAD/CAM

Hiện nay, những công cụ tối ưu hoá hữu hiệu đối với CAD như : Proengineer , Unigraphic đã được đưa vào các phần mềm CAD hoặc CAD/CAM. Trong một số phần mềm, người ta xây dựng một số mô-đun về lập mô hình phần tử hữu hạn (Finite Element Method= FEM), có cung cấp một vài mô-đun về tối ưu hoá kết cấu và hình dạng .

Các công cụ thiết kế kết cấu sản phẩm (CAD) được xây dựng ứng với các bước thiết kế cụ thể là : định kích cỡ hợp lý cho mô hình sau khi bước phân tích được thực hiện để đảm bảo tính thực tế trong thiết kế như thay đổi dần về kích thước và tránh tập trung ứng suất, bổ sung các dung sai , phân tích dung sai, lập phiếu vật tư và giám sát ảnh hưởng của khâu chế tạo đối với khâu thiết kế kết cấu sản phẩm thông qua việc sử dụng các mô-đun NC trọn gói (NC package), v.v.. cũng là các công cụ hữu ích đối với người thiết kế và sẵn có trong các phần mềm CAD/CAM hiện nay.

Bảng 6.1 cung cấp các CAD cần thiết khi thiết kế kết cấu sản phẩm.

Bảng 6.1. Các công cụ CAD cần thiết để trợ giúp khâu thiết kế kết cấu sản phẩm

Nội dung	Công cụ CAD cần thiết
Thiết kế sơ bộ (phác thảo)	Các kỹ thuật lập mô hình hình học, các trợ giúp đồ hoạ, các thao tác đồ hoạ và trực quan hoá đồ hoạ
Lập mô hình và mô phỏng	Tương tự như trên, hình động, lắp ghép, các mô-đun lập mô hình đặc biệt
Phân tích thiết kế	Các module phân tích , các chương trình và mô-đun chuyên dụng
Tối ưu hoá thiết kế	Các ứng dụng chuyên dụng, tối ưu hoá kết cấu
Đánh giá thiết kế	Ghi kích thước, ghi dung sai, lập phiếu vật tư
Lập hồ sơ và tư liệu thiết kế	Lập bản vẽ thiết kế sản phẩm (chi tiết), chi tiết hoá các thông số, tạo các ảnh không gian (shaded) của mô hình

Mô hình hình học được tạo lập từ CAD là cơ sở dữ liệu cho CAM. Các hoạt động CAM khác nhau đòi hỏi các dữ liệu CAD khác nhau. Các thuật toán giao diện (interface algorithms) thường được dùng để truy cập các dữ liệu CAD cần thiết cho các hoạt động CAM. Bảng 6.2 nêu rõ các công cụ CAM cần thiết để trợ giúp cho quá trình chế tạo sản phẩm (chi tiết) đã được thiết kế từ CAD.

Bảng 6.2. Các công cụ CAM cần thiết để trợ giúp khâu chế tạo sản phẩm

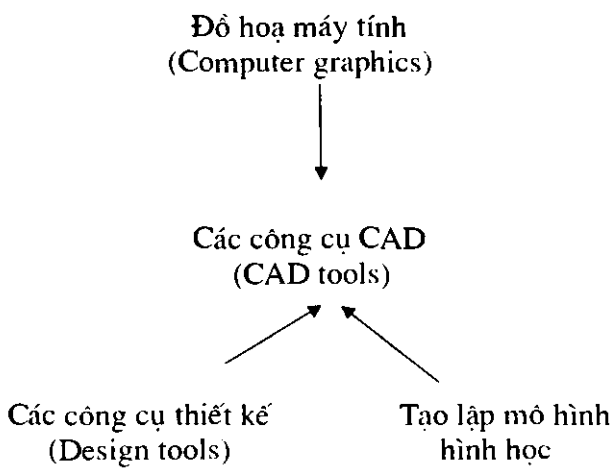
Nội dung	Các công cụ CAM cần thiết
Chuẩn bị (hoạch định) quá trình công nghệ chế tạo (Process Planning = PP)	Các kỹ thuật CAPP (Computer Aided Process Planning) phân tích chi phí chế tạo, các đặc tính kỹ thuật của nguyên vật liệu và dụng cụ
Lập chương trình gia công NC và kiểm tra cho chi tiết cụ thể	Lập chương trình gia công NC và phần mềm kiểm tra
Lắp ráp sản phẩm	Mô phỏng và lập trình cho robot lắp ráp

Khi quá trình chế tạo chi tiết kết thúc, có thể tiến hành kiểm tra độ chính xác chế tạo chi tiết đó bằng cách sử dụng một phần mềm giám sát, kiểm tra và đảm bảo chất lượng có trợ giúp của máy tính CAQ (Computer Aided Quality Assurance), trên cơ sở so sánh ảnh của chi tiết thực với ảnh gốc (ảnh chuẩn) lưu trữ trong cơ sở dữ liệu của mô hình đã xác lập từ CAD. Các phần mềm kiểm tra CAQ kết hợp với các máy đo toạ độ CMM (Co-ordinate Measurement Machine) được sử dụng trong thực tế để kiểm tra chi tiết đã được chế tạo bằng cách so sánh các toạ độ trên chi tiết thực với các toạ độ tương ứng trên chi tiết chuẩn (gốc) trong cơ sở dữ liệu có từ CAD.

Các phần mềm về robot cung cấp các tiện ích như mô phỏng hoạt động của robot, lập trình bên ngoài robot, xử lý ảnh v.v...

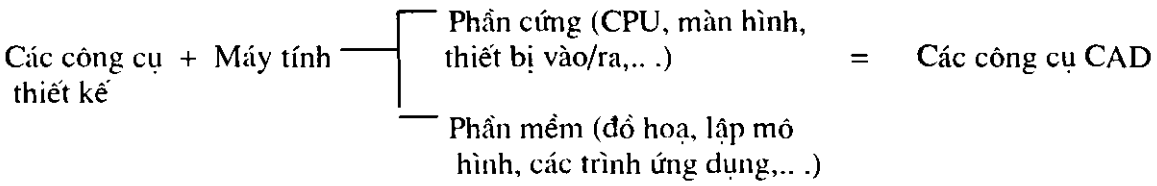
Các công cụ của CAD và của CAM cần được định nghĩa rõ hơn, dựa trên cơ sở các ứng dụng công nghiệp thực tế, như sau :

Các công cụ CAD là phần giao nhau của ba tập hợp cần thiết cho khâu tạo lập mô hình hình học, đồ hoạ máy tính (computer graphics) và các công cụ thiết kế (design tools). Hình 6.2 nêu rõ mối liên kết giữa các tập hợp đã nêu để tạo ra công cụ CAD.



Hình 6.2. Định nghĩa công cụ CAD trên cơ sở phần giao nhau của ba tập hợp tạo thành công nghệ CAD

Các công cụ CAD (CAD tools) là sự tích hợp của các công cụ thiết kế (design tools) như : phân tích (analysis), mã hoá (codes), các phép thử sai (heuristic procedures), v.v.. được bổ sung các phần cứng (hardware) và phần mềm (software) của máy tính, qua các bước triển khai thực hiện thiết kế khác nhau để đạt được thiết kế cuối cùng có hiệu quả nhất (hình 6.3).



Hình 6.3. Định nghĩa các công cụ CAD trên cơ sở thực hiện công nghệ CAD trong môi trường thiết kế

Mức độ phát triển của các công cụ CAD xác định khả năng thiết kế của các hệ thống CAD/CAM và hiệu quả của các công cụ CAD có trong các hệ thống CAD/CAM liên hoàn . Người thiết kế luôn luôn đòi hỏi các công cụ mà họ sử dụng cho phép họ giải đáp nhanh và tin cậy các vấn đề nảy sinh trong tình huống thiết kế .

- Các công cụ CAD được tạo lập và phát triển như sau :
- 1.Các công cụ hình học, trong đó có các thao tác thực thể đồ họa và kiểm tra va chạm khi chế tạo.
 - 2.Các trình ứng dụng chuyên dụng theo yêu cầu đặt hàng bao hàm việc xây dựng các thuật giải tối ưu hoá và phân tích.

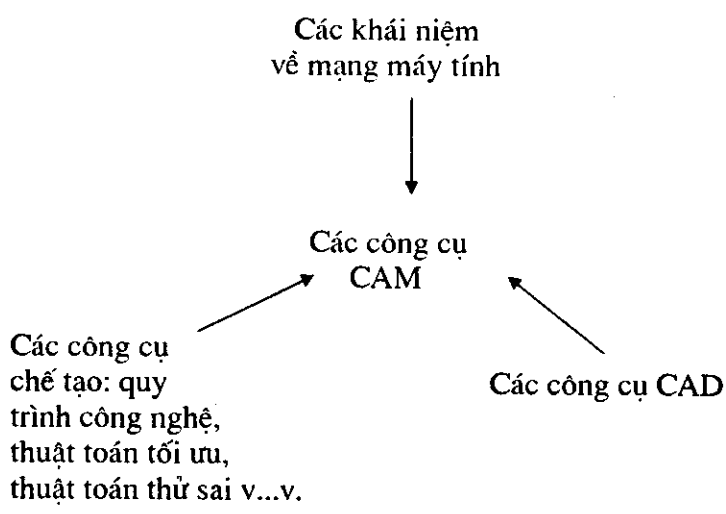
Giữa 1 và 2 là các công cụ điển hình sẵn có trong các phần mềm CAD và CAD/CAM liên hoàn hiện nay, bao gồm: phân tích dung sai, tính toán đặc tính khối lượng, lập mô hình phần tử hữu hạn (Finite Element Method = FEM) và phân tích phần tử hữu hạn (Finite Element Analysis = FEA), v.v..

Các công cụ CAD, như định nghĩa trên, nêu ra một định hướng cho người sử dụng công nghệ CAD, vào các mục đích cơ bản sau đây :

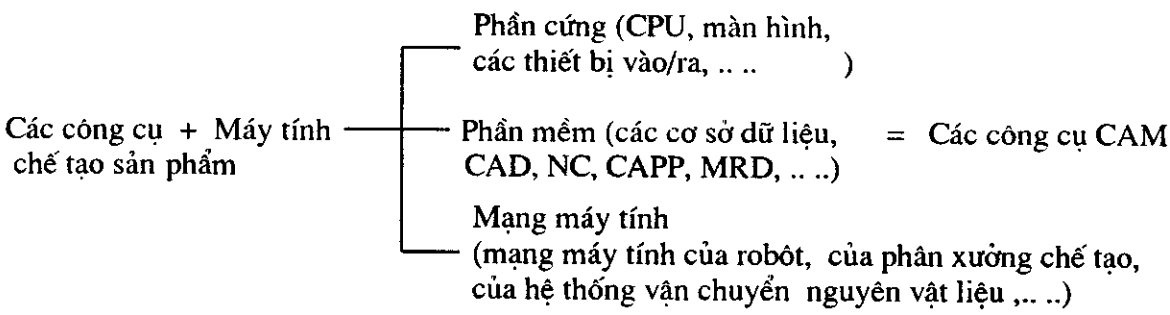
1. Mở rộng việc sử dụng các hệ thống CAD/CAM hiện nay ngoài việc lập bản vẽ chi tiết (drafting) và trực quan hoá (hiển thị) bản vẽ (visualization),
2. Định hướng các hệ thống CAD/CAM hiện nay vào việc đáp ứng các đòi hỏi thiết kế và phân tích đặc biệt,
3. Tác động vào sự phát triển thế hệ mới của các hệ thống CAD/CAM, nhằm mục tiêu phục vụ tốt hơn quá trình thiết kế và quá trình chế tạo sản phẩm.

Tương tự như định nghĩa về các công cụ CAD, các công cụ CAM được định nghĩa như là phần giao nhau của ba tập hợp : các công cụ CAD, các khái niệm về mạng máy tính và các công cụ chế tạo sản phẩm (hình 6.4).

Định nghĩa này về CAM tăng cường mối quan hệ giữa CAD và CAM, cũng như là việc trung tâm hoá cơ sở dữ liệu (data base centralization). Hình 6.5 nêu rõ các yếu tố chính để thực hiện quá trình CAM.



Hình 6.4. Định nghĩa công cụ CAM theo các yếu tố của công nghệ CAM



Hình 6.5. Định nghĩa các công cụ CAM trên cơ sở thực hiện công nghệ CAM

Hai yếu tố chính quyết định sự thành công của việc thực hiện quá trình CAM là :

1. Mối liên hệ giữa CAD và CAM phải là hai chiều . Các cơ sở dữ liệu của CAD phải phản ánh được các yêu cầu chế tạo như dung sai kích thước và đặc tính công nghệ chế tạo (manufacturing features). Người thiết kế sản phẩm khi thực hiện quá trình CAD cần phải lưu ý triệt để các đòi hỏi và điều kiện của CAM. Mặt khác, cơ sở dữ liệu CAD và các ràng buộc của chúng phải được chuyển tới kỹ sư công nghệ chế tạo để người đó sử dụng những thông tin cần thiết trong hoạch định (chuẩn bị) công nghệ và các chức năng chế tạo khác .

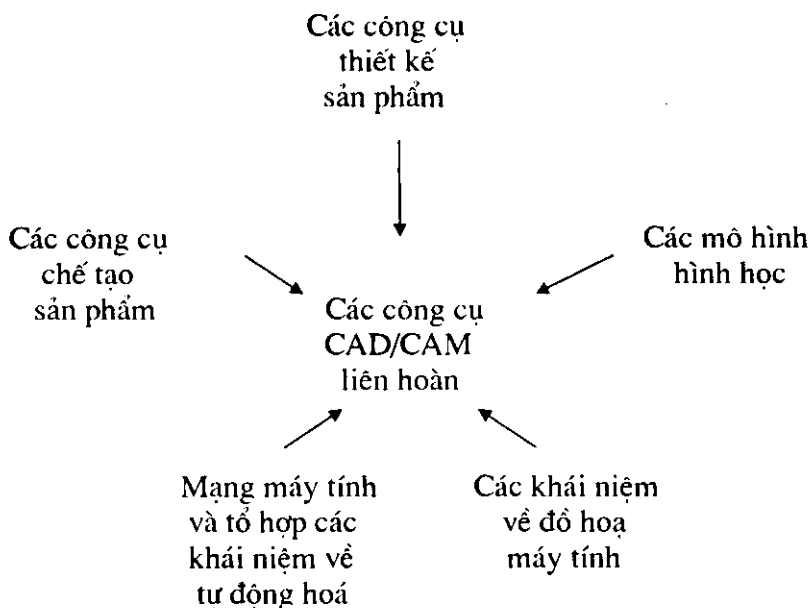
2. Phải có phần cứng (hardware) và mạng máy tính giữa các thành phần của CAM để tự động hoá quá trình chế tạo. Các nhà máy chế tạo trong tương lai và mức độ tự động hoá của các nhà máy đều trực tiếp liên quan đến khái niệm về *mạng máy tính (network)* . Đồng bộ hoá về mặt thời gian giữa các trạm công nghệ, máy, robot, các hệ thống nghe nhìn (sensing and vision systems), các dây chuyền chế tạo (manufacturing cells), các hệ thống vận chuyển(cung ứng) nguyên vật liệu và dụng cụ (material handling systems) và các công việc khác trong hệ thống chế tạo sản phẩm là một trong những vấn đề thách thức lớn nhất về mạng máy tính mà ta phải đối mặt khi thực hiện quá trình CAM.

Cần phải lưu ý rằng: không phải tất cả mọi quá trình chế tạo (manufacturing processes) đều có thể được máy tính hoá hoặc đều cần phải máy tính hoá (driven computer).

Từ các định nghĩa về công cụ CAD và công cụ CAM đã trình bày ở trên, ta có thể đưa ra định nghĩa về công cụ CAD/CAM liên hoàn như trên hình 6.6.

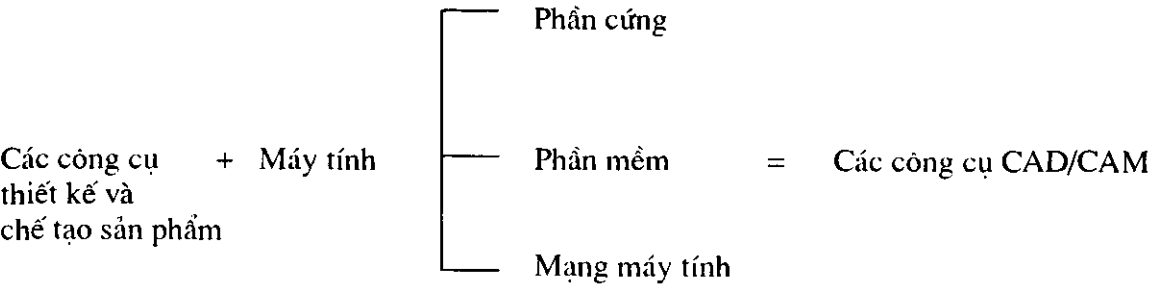
Công cụ CAD/CAM liên hoàn là phần giao nhau giữa năm tập hợp là : các công cụ thiết kế, các công cụ chế tạo, các mô hình hình học, các khái niệm đồ hoạ máy tính và các khái niệm về mạng máy tính.

Nếu xác định mục tiêu cuối cùng của nhà sản xuất là tạo ra sản phẩm cho người tiêu dùng thì công cụ CAD/CAM liên hoàn có thể được định nghĩa như là một tập con của chu kỳ sản phẩm được tăng cường bởi công nghệ máy tính (hình 6.7).



Hình 6.6. Định nghĩa công cụ CAD/CAM liên hoàn theo các thành phần của công nghệ CAD/CAM

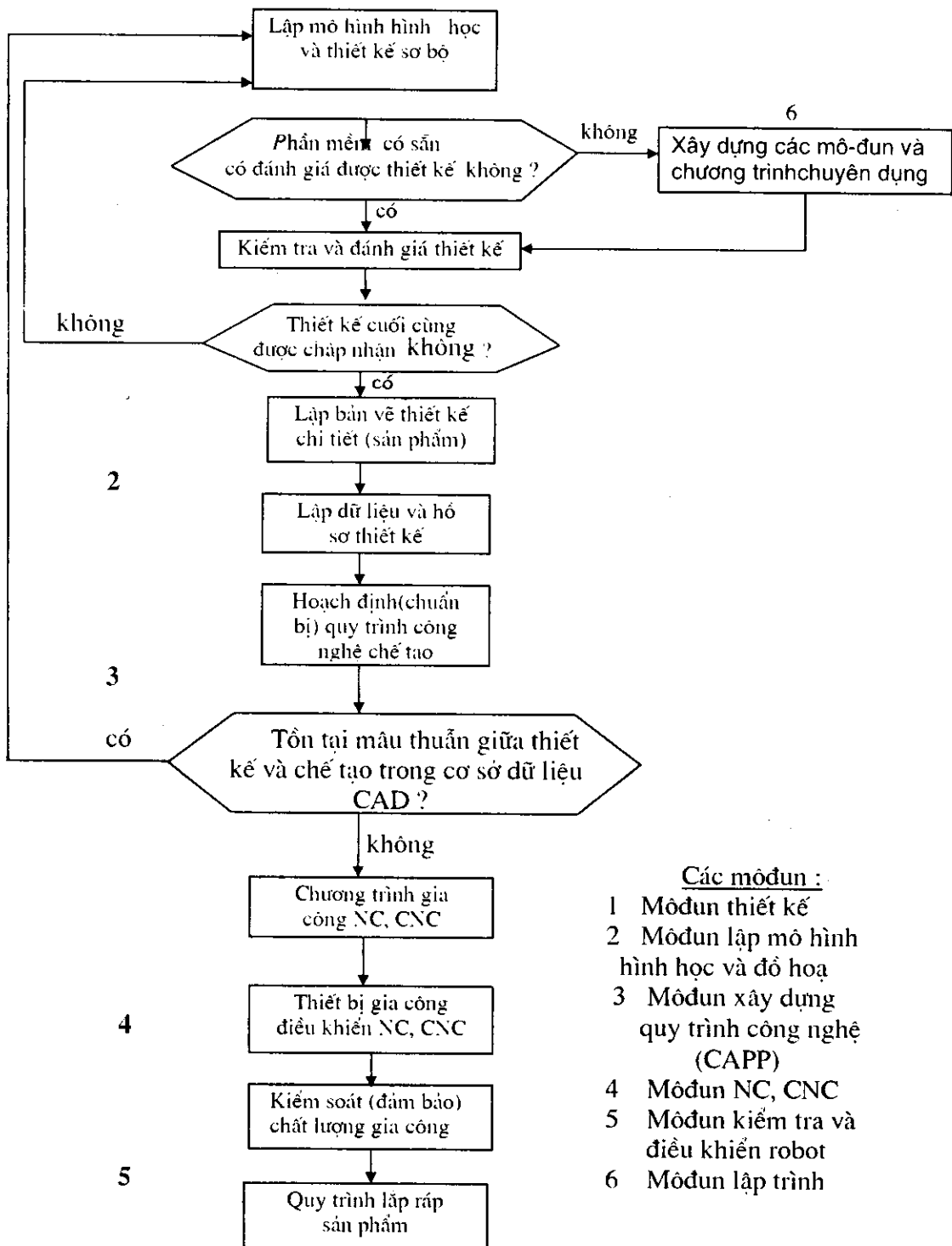
Các môđun cơ bản của một hệ thống CAD/CAM liên hoàn gồm có lập mô hình hình học và đồ hoạ (geometric modeling and graphics), thiết kế (design), chế tạo (manufacturing) và phần mềm lập trình (programming software). Trong kỹ thuật lập mô hình hình học có ba dạng : dạng khung dây (wire frame), dạng bề mặt (surface) và dạng khối (solid). Hình 6.8 khái quát chung về một hệ thống CAD/CAM điển hình được sử dụng trong môi trường công nghiệp .



Hình 6.7. Định nghĩa các công cụ CAD/CAM trên cơ sở thực hiện công nghệ CAD/CAM trong môi trường kỹ thuật

Ở mỗi một kỹ thuật lập mô hình, người thiết kế sẽ sử dụng các dạng thực thể hình học khác nhau. Môđun đồ hoạ (graphics) gồm có các chức năng như : di chuyển hình học, lập bản vẽ thiết kế và lập tài liệu thiết kế, tạo ảnh, tô mầu và tạo lớp bản vẽ . Môđun ứng dụng thiết kế gồm có : tính toán các đặc tính khối lượng, lập mô hình phần tử hữu hạn và phân tích phần tử hữu hạn, phân tích dung sai , lập mô hình cơ cấu và kiểm tra va chạm .

Nếu không thể sử dụng phần mềm chuẩn của hệ thống cho ứng dụng thiết kế hoặc chế tạo thì có thể xây dựng một phần mềm chuyên dụng đáp ứng nhu cầu khách hàng và được viết theo một ngôn ngữ lập trình nào đó phù hợp với điều kiện ứng dụng . Những ngôn ngữ lập trình này có thể là độc lập hoặc phụ thuộc vào hệ thống CAD/CAM sẽ được ứng dụng . Khi bước thiết kế sản phẩm được hoàn thành thì bản vẽ chi tiết (sản phẩm) và tài liệu thiết kế được tạo lập trong cơ sở dữ liệu của mô hình . Mô hình này sẽ được dùng cho các ứng dụng của CAM sau này như : chuẩn bị (hoạch định) quy trình công nghệ chế tạo (CAP hoặc CAPP), tạo đường dẫn dụng cụ cắt (tool path), kiểm tra đường dẫn dụng cụ cắt, kiểm tra trong gia công và trong lắp ráp .



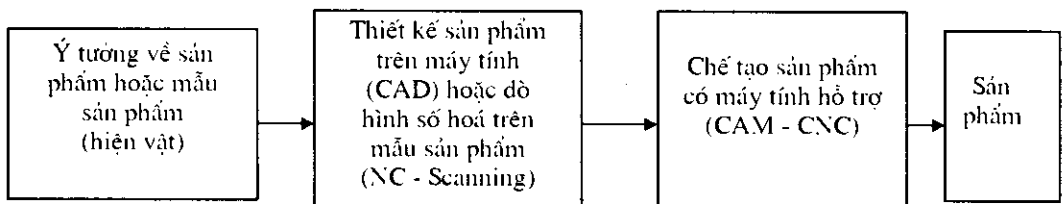
Hình 6.8. Nguyên lý ứng dụng một hệ thống CAD/CAM điển hình trong môi trường công nghiệp

6.1.2. Khái niệm về CAD/CAM-CNC

Những nét đặc trưng cơ bản nhất của *kỹ thuật CAD/CAM* theo thành tựu đạt được hiện nay là :

- a) Chu kỳ hình thành sản phẩm công nghiệp theo phương thức hiện đại là ứng dụng *kỹ thuật CAD/CAM-CNC để thiết kế, gia công và lắp ráp sản phẩm*, nhằm sáng tạo nhanh sản phẩm và đáp ứng nhanh thị trường.
- b) *Kỹ thuật vi xử lý và máy tính và kỹ thuật đồ hình số hoá từ vật mẫu* là công cụ đắc lực của quá trình sáng tạo sản phẩm công nghiệp.
- c) *Chuỗi CAD/CAM-CNC được đảm bảo liên thông và linh hoạt nhờ quá trình xử lý và quản trị dữ liệu về sản phẩm và công nghệ chế tạo.*

Hình 6.9 thể hiện nguyên lý của kỹ thuật CAD/CAM-CNC.



Hình 6.9. Nguyên lý của kỹ thuật CAD/CAM-CNC

Một số mốc quan trọng trong quá trình phát triển để hình thành các giải pháp CAD/CAM-CNC :

- 1952 Viện Công nghệ bang Massachusetts Mỹ (MIT) chế tạo máy gia công NC đầu tiên dùng đèn điện tử và băng lỗ mã nhị phân ghi chương trình NC, gia công kích thước theo ba chiều (3D).
- 1958 Ngôn ngữ lập trình biểu tượng APT (Automatically Programmed Tool = Công cụ lập trình tự động) dùng với máy tính IBM 704.
- 1960 Hệ NC dùng đèn bán dẫn (Transistor).
- 1965 Thay dao tự động ATC (Automatic Tool Change).
- 1968 Mạch tích hợp IC (Integrated Circuits) dùng trong hệ NC.
- 1969 Điều khiển trung tâm trực tiếp DNC (Direct NC = Distributed NC hoặc Distributive NC) với máy tính IBM.
- 1970 Thay bộ (phiến) gá phôi tự động (Automatic Palette Change).
- 1972 Hệ NC có lắp máy tính nhỏ (Minicomputer) được chế tạo hàng loạt, tạo thành hệ CNC (Computerised NC), sau đó hệ NC dùng *hệ vi xử lý (Microprocessor)*, cũng được gọi là hệ CNC.
- 1978 Hệ thống gia công linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing System).
- 1979 Khớp nối liên hoàn CAD/CAM đầu tiên.
- 1984 Hệ CNC với công cụ trợ giúp *đồ hoạ (graphic)*, tạo khả năng *mô phỏng (simulation)* trên màn hình máy tính.

- 1986/1987 *Giao diện tiêu chuẩn hóa (Standard Interfaces)* tạo khả năng tích hợp hóa và tự động hóa sản xuất theo mô hình CIM (Computer Integrated Manufacturing).
- 1990 *Giao diện số (Digital Interfaces)* giữa hệ điều khiển NC và các hệ khởi động đã cải thiện độ chính xác và đáp ứng điều khiển của các trục NC (NC axes) và của trục chính máy.
- 1993 *Động cơ tuyến tính (linear motor)* ở các trung tâm gia công MC (Manufacturing Centres).
- 1994 Khép kín chuỗi quá trình CAD/CAM/CNC bằng cách dùng hệ NURBS (Not Uniforme Rationale B-Splines) làm phương pháp nội suy(interpolation) trong các hệ CNC. Hệ NURBS dùng để diễn tả toán học các bề mặt gia công bằng các điểm và các thông số tạo thành mô hình lưới bề mặt gồm nhiều nút, diễn tả bề mặt với độ mịn (sắc nét) cao, truy cập trực tiếp từ hệ CAD (Computer Aided Design = thiết kế kết cấu dùng máy tính). Giải pháp này giảm lượng dữ liệu, tăng độ chính xác và tốc độ xử lý, tạo chuyển động đều đặn của máy, tăng tuổi thọ của máy và của dao cắt.
- 1996 Điều khiển bộ khởi động số (Digital Motor Control) và nội suy chính xác (Fine interpolation) với độ phân giải nhỏ hơn $0,001 \mu\text{m}$, lượng tiến dao đạt tới 100 m/phút.
- 1997 *Kỹ thuật hiện thực ảo (Virtual Reality)* tạo khả năng mô phỏng không gian có hiệu quả hơn.

Công nghệ tạo mẫu nhanh (Rapid prototyping technology) dựa trên kỹ thuật CAD và kỹ thuật LASER tạo khả năng tạo ra hiện vật có hình thù phức tạp một cách nhanh chóng (chỉ sau vài giờ) từ chất có khả năng kết đông dưới tác dụng của tia cực tím (Ultra violet = UV) từ đầu phát LASER. Dữ liệu CAD dưới tác động của tia LASER sẽ tạo ra một lòng khuôn *số hóa*, chất kết đông sẽ đông đặc lại trong lòng khuôn đó tạo ra hiện vật như ý đồ đã thiết kế với hệ CAD.

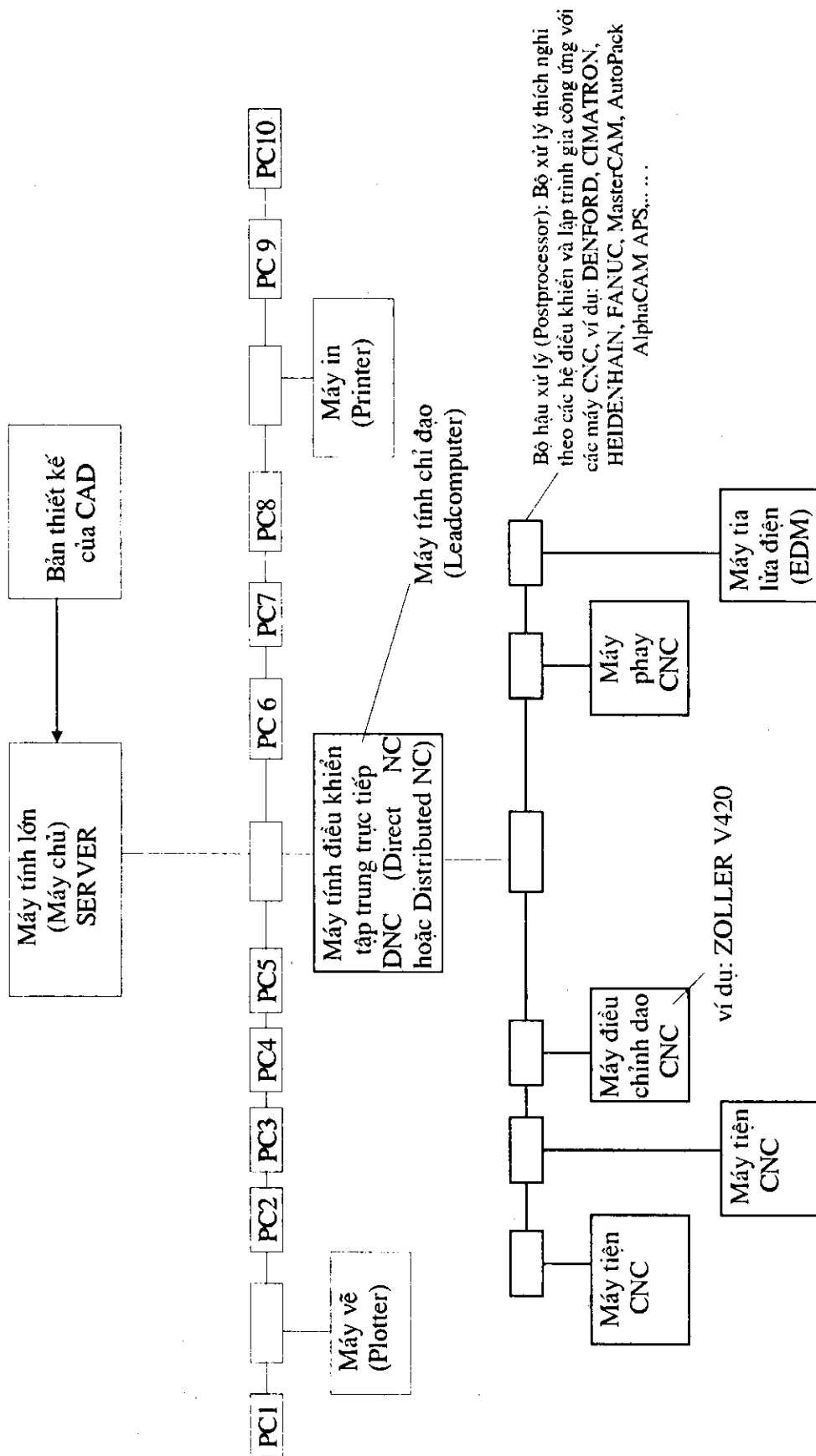
Giải pháp CAD/CAM-CNC thường được thực hiện theo hai cách như sau:

- Cách 1. Khép kín các công việc từ thiết kế chi tiết (CAD), qua chuẩn bị công nghệ (CAM), đến gia công (CNC) theo sơ đồ ở hình 6.9 từ các bản vẽ chi tiết gia công do khâu CAD tạo lập (các dữ liệu CAD ở dạng các tệp DXF, IGES hoặc DWG).
- Cách 2. Dữ liệu thiết kế chi tiết gia công được một trạm CAD tách biệt ở ngoài tạo lập, rồi được chuyển vào máy chủ (SERVER); máy chủ này sẽ chuyển các dữ liệu CAD ở dạng các tệp DXF, IGES hoặc DWG tới từng máy tính trong mạng (ví dụ: các máy tính PC1, PC2,..., PC10 ở hình 6.10).

Bộ xử lý thích nghi (Postprocessor), còn được gọi là *bộ hậu xử lý*, sẽ chuyển đổi các dữ liệu CAD thành một *chương trình NC (part program NC)* ứng với từng máy gia công CNC.

Dữ liệu được truyền tới từng máy gia công CNC có thể theo các cách sau:

- Thông qua *vật mang tin* (đĩa mềm, đĩa CD, băng lỗ),
- Trực tiếp khép kín (Direct On-line-Communication),
- Thông qua một máy tính điều khiển tập trung và trực tiếp DNC (Direct Numerical Control hoặc Distributive Numerical Control).



Hình 6.10. Sơ đồ tổng quát về một trạm CAD/CAM-CNC
(CAD/CAM-CNC Station)

6.1.3. Khái niệm về CIM

CIM (Computer Integrated Manufacturing) là giải pháp sử dụng các hệ thống máy tính (Computer Systems) và các hệ thống tự động hoá (Automation Systems) để thực hiện và điều khiển sản xuất.

Như vậy, khái niệm CIM chia sản xuất (production) thành hai hoạt động (activities) là :

a) Quá trình xử lý thông tin (information processing), được thực hiện bằng các hệ thống máy tính (computer systems).

b) Các hoạt động vật lý (physical activities), được thực hiện bằng các hệ thống tự động hoá (automation systems).

Quá trình xử lý thông tin (a) bao hàm các công việc sau :

-Thiết kế đối tượng sản xuất (design of components), gọi là CAD (Computer Aided Design = thiết kế kết cấu sản phẩm bằng máy tính),

-Hoạch định sản xuất chế tạo sản phẩm (planning the production of the components), gọi là CAP (Computer Aided Planning) hoặc CAPP (Computer Aided Process Planning) nghĩa là chuẩn bị công nghệ bằng máy tính,

-Điều khiển các nguyên công trong quá trình sản xuất chế tạo (controlling the operations in production) và tiến hành các chức năng nghiệp vụ liên quan cần thiết khác nhau (performing various business related functions necessary) cho hoạt động sản xuất kinh doanh (for a manufacturing establishment), gọi là CAM (Computer Aided Manufacturing), nghĩa là tiến hành chế tạo sản phẩm có sự trợ giúp của máy tính .

Các hoạt động vật lý (b) được thực hiện bằng nhiều thiết bị , thường là các thiết bị điều khiển tự động (automatically controlled devices) như: máy công cụ (machine tools), các trạm lắp ráp (assembly stations), rôbôt (robots), các hệ thống vận chuyển vật liệu (material transfer systems), các hệ thống cung ứng và bảo quản vật tư tự động (automated material handling and storage systems) và các hệ thống kiểm tra để điều khiển chất lượng (inspection systems for quality control). Các thiết bị này thay đổi vật liệu và vận chuyển vật liệu trong xưởng, thực hiện các phép đo kiểm và truyền thông tin phản hồi đến người vận hành. Các thiết bị này tự động hoá các hoạt động vật lý .

Theo phương thức giống như các thiết bị phân xưởng (shop floor) tự động hoá các hoạt động vật lý, các hệ thống máy tính tự động hoá các chức năng xử lý thông tin (information processing functions), tạo điều kiện cho mọi chức năng này được *tích hợp* với nhau chặt chẽ (closely integrated). Để đạt được CIM, mọi luận cứ của dự án sản xuất (manufacturing establishment) phải được tích hợp, sao cho chúng có thể phân chia thông tin và truyền tải (communicate) tới các thành phần khác và cung cấp hình ảnh toàn cục về trạng thái (state) của cơ sở sản xuất (manufacturing facility) tại mọi thời điểm .

Theo hãng DENFORD (Anh), một đề án theo giải pháp CIM hoàn chỉnh (CIM Level 9) dùng cho giảng dạy và học tập bao gồm các thành phần trong một hệ thống tích hợp điều khiển bằng máy tính như sau :

- Các máy gia công CNC (máy phay/khoan, máy tiện...),
- Rôbôt CNC để cung ứng phôi cho các máy gia công,
- Máy tính lớn (máy chủ = server) có bàn phím CNC (CNC desktop tutor), nối với máy quét và nhận bản vẽ thiết kế (scanner, tablet),
- 10 máy tính cá nhân (PC) nối mạng với máy chủ (server),
- Băng tải CNC dùng cho bộ (phiên) gá phôi (palletised conveyor),
- Trạm lắp ráp (assembly station) vận hành bằng điện khí (electro-pneumatic) ,

- Hệ thống bảo quản và truy cập tự động (AS/RS = Automatic Storage and Retrieval System) để xử lý tới 70 bệ (phiến) gá phôi (palette),
- Xe tải định hướng và vận hành tự động (AGV = Automatic Guide Vehicle),
- Hệ thống kiểm tra chất lượng sản xuất (inspection system) có trang bị máy đo tọa độ (CMM = Co-ordinate Measuring Machine) điều khiển CNC,
- Hệ phần mềm (software) tương ứng với các hệ điều khiển và lập trình gia công CNC phổ cập như SIEMENS, HEIDENHAIN, FANUC.

Như vậy, một hệ thống CIM có thể được coi là hệ thống được tạo lập từ các hệ thống thứ cấp, các phân hệ (subsystems) sau đây: CAD, CAM, CAP, các tế bào gia công (manufacturing cells), hệ cung ứng vật tư (materials handling), hệ lắp ráp linh hoạt (flexible assembly), hệ kiểm tra chất lượng (testing) và các thành phần khác. Mặt khác, từng phân hệ (subsystem) lại được thiết lập từ nhiều thiết bị, trang bị (devices); như vậy, từng phân hệ này cũng phức tạp, ví dụ, nếu xét phân hệ tế bào gia công (manufacturing cell) ta thấy nó thường được tạo lập từ các thành phần sau: các rôbôt (robots), các băng tải (conveyors), các hệ lưu trữ và truy cập vật tư (materials storage and retrieval systems), các máy DNC (DNC machines), các trạm CAD/CAM (CAD/CAM stations), các hệ điều khiển lập trình linh hoạt (programmable controllers), các máy tính nhỏ (minicomputers) và các máy vi tính (microcomputers). Giữa các phân hệ này là mạng truyền thông phù hợp (intersubsystem communication traffic). Lượng thông tin được trao đổi giữa các phân hệ tùy thuộc vào tốc độ trao đổi thông tin (the rate of information exchange) và độ dài của các thông báo trao đổi (the length of the messages exchanged). Trong từng phân hệ này là mạng truyền thông riêng (intrasubsystem communication traffic); nhiều khi mạng này lại cao cấp hơn là mạng truyền thông giữa các phân hệ (intersubsystem communication traffic), ví dụ như các dữ liệu về dao cụ thường bao gồm nhiều tệp lớn (in very large files), có khi tới vài *M bytes*. Các dữ liệu về dao cụ (tooling data) được khởi tạo nhờ một trạm CAD/CAM (generated by a CAD/CAM station) và được chuyển đến các thành phần khác nhau như rôbôt để lắp đặt dụng cụ (for tool assembly), đến các máy DNC (DNC machines), hoặc đến trạm điều khiển quá trình (process control). Tuy vậy, các dữ liệu về dao cụ thường rất cần thiết cho khâu kiểm tra (testing), nhưng lại rất ít khi cần thiết trong các hệ thống thứ cấp khác, ngoại trừ trường hợp phải kiểm tra dụng cụ hiện thời (actual tool testing) trong các phân hệ này.

Ngày nay, một hệ thống sản xuất tự động hóa là một hệ thống liên kết chặt chẽ của nhiều trạm xử lý vật tư có khả năng xử lý tự động nhiều kiểu loại chi tiết đồng thời và điều khiển bằng máy tính. Hệ thống này được liên kết chặt chẽ bởi một hệ vận chuyển và một mạng truyền thông. Hệ thống này có tính linh hoạt về dòng vận động của các chi tiết, về các nguyên công gia công, về điều khiển khâu cung ứng phôi (chi tiết) và về sử dụng dao cụ phù hợp.

Một hệ thống sản xuất tự động có những đặc điểm sau :

- Mức độ tự động hoá cao (high degree of automation),
- Mức độ tích hợp hoá cao (high degree of integration),
- Mức độ linh hoạt hoá cao (high degree of flexibility),
- Các chương trình gia công chi tiết có thể được truyền tải từ các máy tính đến các thiết bị gia công (part programs can be transferred from computers to manufacturing devices).

Khâu hoạch định và điều khiển sản xuất (production planning and control) là khâu chuẩn bị cẩn thận các bảng biểu, sơ đồ, thuật giải, v.v... để điều khiển một hệ thống sản xuất tự động nhằm đạt được các mục tiêu đặt ra.

Các nguyên công (manufacturing operations) được phân chia cho các bộ phận/tế bào sản xuất (cells); từng bộ phận (tế bào) sản xuất chịu trách nhiệm chế tạo một họ chi tiết nhất định (responsible for the manufacturing of a specific part family). Các bộ phận, tế bào gia công (Cells) được liên kết (interconnected) bởi một hệ vận chuyển vật tư và các chi tiết thành phẩm (finished parts).

Các thành phần của một thiết bị sản xuất hoặc gia công (the elements of a manufacturing facility) là : các cảm biến (sensors), cơ cấu chấp hành (actuators), rôbốt (robots), các hệ điều khiển số dùng máy tính (computerized numerical controllers), các hệ điều khiển logic lập trình linh hoạt (Programmable Logic Controllers), các hệ thống vận chuyển vật tư, các kho chứa hàng tự động (automated warehouses), các bộ đọc cốt mã vạch (bar code readers), các hệ quan sát (vision systems), các hệ điều khiển có lắp hệ vi xử lý (microprocessor based controllers), các máy vi tính (microcomputers), các máy tính nhỏ (minicomputers) và các máy tính lớn (mainframe computers). Một mạng truyền thông sản xuất (a manufacturing communication network) được thiết lập để liên kết các thành phần trên. Một hệ thống sản xuất (gia công) tự động hoá thường gồm có 5 hệ thống thứ cấp hoặc phân hệ (subsystems) sau đây: hệ thiết kế sản phẩm và chuẩn bị sản xuất để chế tạo sản phẩm có trợ giúp máy tính CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), các hệ thống gia công linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing Systems), lắp ráp tự động (automatic assembly), kiểm tra (giám sát) tự động (automatic inspection) và một hệ dữ liệu thông dụng (a common database).

CIM đòi hỏi trước hết phải xác định rõ là ai với ai sẽ giao tiếp thông tin và cùng sử dụng cơ sở dữ liệu (database) . Các tiền đề kỹ thuật để gia công hoặc sản xuất có sự trợ giúp của máy tính là : máy tính có công suất phù hợp hoặc lớn và sự giao tiếp, trao đổi giữa các thành phần thuộc hệ phần cứng . Sự trao đổi dữ liệu thông qua mạng (network) ngày càng quan trọng đối với người sử dụng máy tính. Đặc biệt là khi ứng dụng kỹ thuật CAD/CAM nếu nối ghép mạng nhanh với những người sử dụng khác và khai thác các ngân hàng dữ liệu hoặc các thiết bị ngoại vi, người ta có thể tăng hiệu quả và tính kinh tế . Các mạng địa bàn, khu vực, nội bộ (LAN Local Area Network) là đại diện cho các hệ thống nối mạng đa dạng và hiệu dụng.

Tất cả các thành phần của hệ thống điều khiển bằng máy tính, ví dụ hệ thống CIM , được nối mạng với nhau thông qua một *kênh (đường trực) dữ liệu (databus hoặc bus)* bằng một số đường nối mạng . Tại các đường nối mạng này , từng thành phần của hệ thống điều khiển bằng máy tính được ghép song song nhau. Trên các đường nối mạng này xảy ra quá trình trao đổi dữ liệu và tín hiệu giữa các thành phần trong hệ thống và với bên ngoài hệ thống.

Mạng khu vực (LAN) là một khái niệm có ý nghĩa quan trọng trong thời đại tin học và đã được các tổ chức tiêu chuẩn hoá quốc tế IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering) và ECMA (European Computer Manufacturing Association) định nghĩa như sau :

“ LAN là một hệ thống giao tiếp (trao đổi) dữ liệu giữa một vài thiết bị độc lập với nhau . Một LAN phân biệt với các mạng dữ liệu (datanet) khác ở chỗ : sự giao tiếp (trao đổi) chỉ giới hạn trong một phạm vi nhất định , ví dụ, trong nội bộ một hãng . Mạng LAN dựa trên một kênh giao tiếp (trao đổi) có mật độ dữ liệu trung bình và cao , có tỉ lệ sai lệch thấp . Mạng LAN thuộc quyền sở hữu và sử dụng của từng tổ chức, doanh nghiệp hoặc hãng. Mạng LAN khác với các mạng giao tiếp xa ở chỗ : các mạng giao tiếp xa nối các thiết bị ở nhiều miền cách xa nhau hoặc chúng được dùng làm phương tiện giao tiếp (trao đổi) công cộng” .

Do giới hạn về cấu trúc kỹ thuật mà một mạng LAN chỉ có hiệu lực trong phạm vi nhất định, thường là trong khoảng vài trăm mét đến vài kilômét.

Xu hướng hiện nay là các nhà tạo lập CAD tìm cách bổ sung vào hệ thống của mình các hệ thống lập trình định hướng theo sản xuất, ví dụ như hệ WOP (Werkstatt Orientierte Programmierung) của Đức , để thay thế các hệ thống lập trình nối ghép trung gian. Cách lập trình định hướng theo sản xuất có sử dụng hệ thống lập trình vạn năng thích hợp với sản xuất, tạo điều kiện lập trình tùy chọn trong sản xuất hoặc trong chuẩn bị sản xuất (hình 6.11).

Người ta cũng đã đưa ra triết lý lập trình định hướng theo sản xuất như sau :

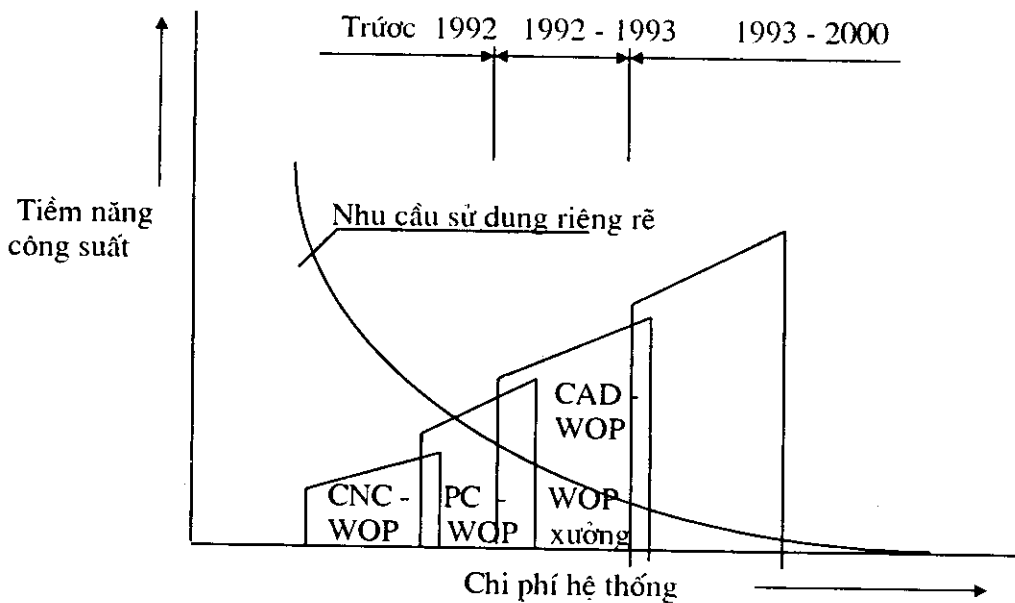
1. Cách lập trình như nhau với đối thoại thống nhất cho mọi công nghệ gia công .
 2. Cách lập trình thống nhất trong sản xuất và trong chuẩn bị sản xuất .
 3. Cách lập trình hình họa trực diện (Grafic interactive programming), không có ngôn ngữ lập trình trừu tượng (no abstract programming language).
 4. Cách lập trình về hình học của chi tiết gia công , không lập trình về quỹ đạo dịch chuyển của dụng cụ gia công như cách lập trình gia công CNC hiện nay (ví dụ, theo tiêu chuẩn Đức DIN 66025 hoặc ISO Code 6983).
 5. Lập trình tách biệt giữa hình học và công nghệ, nghĩa là diễn đạt hình học không phụ thuộc khâu gia công .
 6. Mô phỏng động học và đồ họa (Grafic dynamish Simulation) toàn bộ quá trình gia công .
 7. Tối ưu hoá và thay đổi chương trình theo cách thức giống như khi lập trình .
 8. Vài lớp màn hình có thể được gọi đồng thời và gia công đồng thời.
 9. Với hệ thống CNC tích hợp, lập trình định hướng theo sản xuất là lập trình ngay trong quá trình gia công đang tiến triển.
 10. Tạo lập các chương trình gia công không có lỗi , sao cho khi chạy thử không phải hiệu chỉnh .
 11. Nạp và xuất dữ liệu cũng như các chương trình nguồn, hình họa, tiến trình công nghệ v...v... một cách đơn giản và tùy chọn .
 12. Tích hợp trong môi trường CIM, nghĩa là tạo khả năng nhận dữ liệu hình học từ một hệ thống CAD .
- ¹ Hướng phát triển của phương thức lập trình định hướng theo sản xuất (ví dụ: WOP) là nhằm mục đích như sau: theo các hệ thống CNC tích hợp và sử dụng máy vi tính cá nhân (PC) - các hệ thống có tiềm năng , vạn năng , thống nhất được vận hành nhanh đối với mọi công

nghệ gia công . Cuối cùng là để cho các nhà tạo lập CAD đi theo hướng này và sáng tạo ra các hệ thống của họ phù hợp với sản xuất (hình 6.12).

Từ những nhận thức về bản chất , tình hình phát triển và ứng dụng của kỹ thuật CAD/CAM trên đây có thể kết luận sơ bộ như sau: *Vấn đề liên thông linh hoạt giữa môi trường CAD và CAM vẫn còn là vấn đề bức xúc của các nước công nghiệp phát triển . Lý do chủ yếu có thể là các giao diện (interfaces) thuộc phần cứng (hardware) và phần mềm (software) chưa mang tính tương thích thỏa đáng; mà thực tế lại có quá nhiều hãng chế tạo đang cạnh tranh nhau gay gắt.*

Thực tế sử dụng lại đòi hỏi phải tạo khớp nối chặt chẽ giữa hệ thống CAD và các máy gia công CNC trong phạm vi lĩnh vực CIM ; bởi vì những vấn đề đặt ra đối với các máy tính thiết kế và tính toán kết cấu về phía quá trình CAD có sự khác biệt nhau về cơ bản là tùy thuộc vào những vấn đề mà phía quá trình CAM đặt ra đối với các máy tính chỉ đạo quá trình gia công và chế tạo kết cấu .

Ở Tây Âu, người ta nhận thức là: *nối mạng các máy tính của quá trình CAD với các máy tính của quá trình CAM là cần thiết.* Thông qua tập hợp dữ liệu mà các dữ liệu thiết kế kết cấu (CAD) được chuẩn bị ở dạng phù hợp hoặc thông qua giao diện hình học tiêu chuẩn (Standardized Graphic Interface) để chuyển tới máy tính điều khiển quá trình gia công . Máy tính điều khiển quá trình gia công sẽ thực hiện công việc quản trị dữ liệu điều khiển CNC và chỉ dẫn các máy gia công thích hợp . Tương tự như vậy , cho đến nay các công việc như tập hợp dữ liệu về máy, dữ liệu về xí nghiệp và các chức năng điều khiển tiến trình gia công được thực hiện trên máy tính của CAM .



Hình 6.12. Sự phát triển của cách lập trình định hướng theo sản xuất (WOP) ; hệ CAD-WOP đủ mạnh sẽ giảm nhu cầu sử dụng riêng rẽ , tạo điều kiện khai thác tốt hệ thống .

Một thực tế phải thừa nhận là các hệ thống phần cứng và phần mềm được sử dụng cho các điểm CAD/CAM và các máy tính điều khiển quá trình (*processcomputer*), cũng như các hệ điều khiển CNC là rất khác nhau; vì vậy mà vấn đề chính đặt ra có tính cấp bách là phải tạo khớp nối giữa phần cứng và phần mềm, nghĩa là phải hướng tới thiết lập tiêu chuẩn quốc tế trong phạm vi các giao diện đồ họa (*graphic interfaces*) cũng như trong phạm vi biên bản giao tiếp. Mặt khác, cũng cần hướng tới một tiêu chuẩn về hệ thống, lấy cơ sở là hệ thống UNIX. Giao diện nhị phân tiêu chuẩn (*Binary Standard Interfaces*) sẽ tạo khả năng chạy bất cứ chương trình nào trên bất cứ máy tính nào tương thích với giao diện đó.

Sự tích hợp những ứng dụng khác nhau trên các máy tính khác nhau và khả năng trao đổi tùy ý các dữ liệu khác nhau là tiền đề cho CIM. Chúng ta cần hướng tới mục đích là chỉ đạo và điều khiển kết hợp với các tiến trình gia công trong một mạng truyền thông và giao tiếp duy nhất được chỉ huy bằng các máy tính nối mạng. Đây là một vấn đề không đơn giản trong tương lai, nhưng lại đặt ra nhiều hứa hẹn; bởi vì hiệu quả của giải pháp tự động hoá thông qua việc tích hợp hoá (*Integration*) toàn diện quá trình sản xuất sẽ tăng lên thêm 100 % so với mức hiện nay của các nước công nghiệp phát triển ở Tây Âu. Mặt khác, mối liên hệ từ phòng thiết kế tới xưởng sản xuất có tính liên thông linh hoạt và nhanh nhạy, ví dụ, bằng phương pháp công nghệ tạo mẫu nhanh (*Rapid Prototyping Technology*), sẽ tạo điều kiện chế tạo sản phẩm hoặc chi tiết cơ khí với hiệu quả kinh tế cao hơn cho cả quy mô sản xuất nhỏ (sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ).

6.1.4. Các mức tiếp cận của kỹ thuật CAD/CAM-CNC

Hãng DENFORD (Vương quốc Anh) đã tạo lập các môđun phù hợp dùng cho đào tạo theo các mức tiếp cận Kỹ thuật CAD/CAM-CNC như sau:

Mức 1 (Level 1):

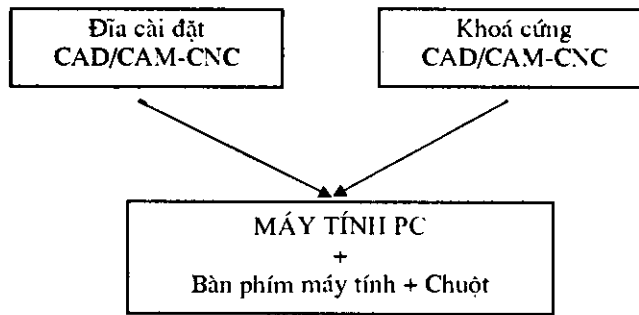
Mức này cho phay/khoan hoặc tiện

Dùng Mill CAM Designer hoặc Lathe CAM Designer Software + khoá cứng (Security Keys) cho phay/khoan hoặc tiện CNC (DENFORD); kèm theo hệ phần cứng (hardware) gồm: 1 máy tính PC có cài đặt WINDOWS, có chuột (Mouse) và bàn phím (Keyboard). Mức này có khả năng thực hiện giải pháp CAD/CAM-CNC như sau:

Vẽ chi tiết gia công, rồi Lập trình gia công CNC, nghĩa là dùng bàn phím máy tính để tạo lập chương trình gia công CNC theo 2 cách:

- Tạo lập bằng tay các lệnh G, M (Create manual G Code, M Code),
- Tạo lập tự động các lệnh G, M với hệ CAM (Create automatically G Code, M Code with CAM); rồi chạy mô phỏng (Simulation) chương trình gia công CNC đã lập trên màn hình máy tính (PC).

Sơ đồ tương ứng của mức 1 cho trên hình 6-12a:

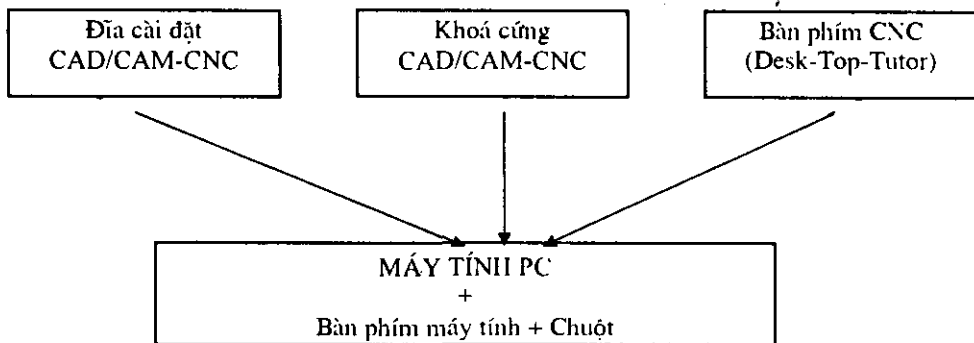


Hình 6.12a. Sơ đồ tương ứng của mức 1.

Mức 2 (Level 2) :

Mức này được trang bị như mức 1, nhưng có thêm hệ xử lý thích nghi (postprocessor) dùng cho bàn phím CNC (Desk-Top Tutor) của hãng DENFORD để lập trình gia công CNC, rồi chạy mô phỏng (simulation) chương trình gia công CNC trên màn hình của máy tính (PC) mà không dùng bàn phím của máy tính.

Sơ đồ ứng với mức 2 cho trên hình 6-12b:

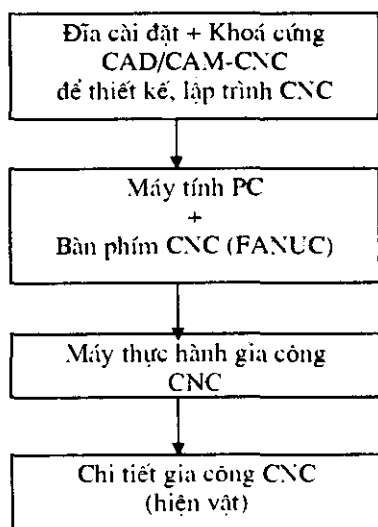


Hình 6.12b. Sơ đồ tương ứng của mức 2.

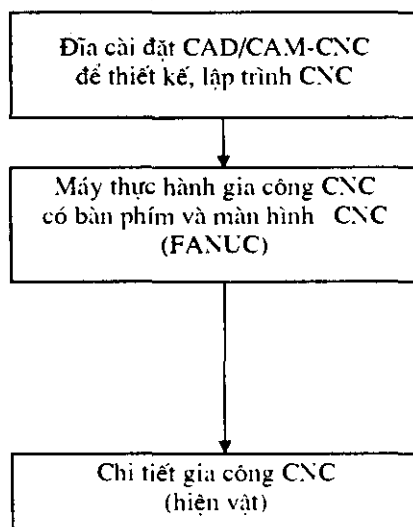
Mức 3 (Level 3)

Mức này có thêm máy thực hành gia công CNC bổ sung vào mức 2, theo hai phương án cho trên hình 6-12c:

Phương án 1



Phương án 2



Hình 6.12 c. Các phương án của mức 3.

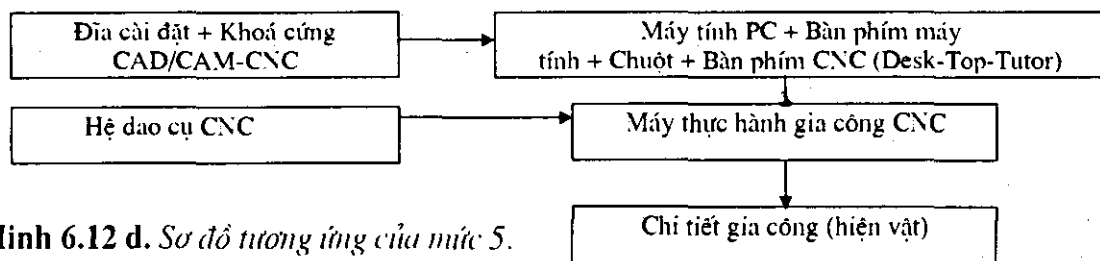
Mức 4 (Level 4):

Mức này là phương án phối hợp giữa mức 1 và mức 2; ở đây, bàn phím CNC (Desk-Top-Tutor) có thể lập trình và điều khiển gia công CNC với các hệ khác nhau (FANUC, HEIDENHAIN, SIEMENS) nhờ cách thay đổi tấm phím ấn phù hợp với từng hệ. Với mức này có thể tiến hành thiết kế chi tiết gia công, rồi lập trình gia công CNC với bàn phím máy tính (lập trình thủ công hoặc lập trình tự động), hoặc lập trình bằng tay với bàn phím CNC (Desk-Top-Tutor), sau đó chạy mô phỏng (Simulation) chương trình gia công CNC đã lập trên màn hình máy tính.

Mức 5 (Level 5):

Mức này (Level 5) là mức 4 (Level 4) có bổ sung một máy thực hành gia công CNC và có khả năng như sau : thiết kế chi tiết gia công, rồi lập trình gia công CNC trên máy tính (lập trình thủ công hoặc tự động), hoặc lập trình thủ công với bàn phím CNC (Desk-Top-Tutor); sau đó chạy mô phỏng (simulation) chương trình gia công CNC đã lập trên màn hình của máy tính; cuối cùng là thực hiện chương trình gia công trên máy thực hành CNC để cắt phôi tạo ra chi tiết đã thiết kế và lập trình .

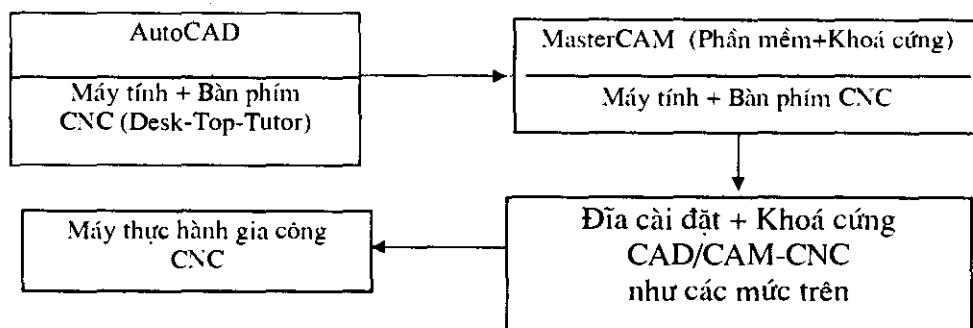
Mức 5 có sơ đồ như trên hình 6.12d:



Hình 6.12 d. Sơ đồ tương ứng của mức 5.

Mức 6 (Level 6):

Mức này là mức dựa trên sự phát triển phần mềm công nghiệp tiêu chuẩn CAD/CAM (Industrial Standard CAD/CAM Software Development); có dùng các mô-đun phần mềm AutoCAD để thiết kế chi tiết gia công trên máy tính và nạp dữ liệu CAD vào các mô-đun MasterCAM của Hoa Kỳ để tạo lập chương trình gia công CNC, rồi truyền trực tiếp tới máy gia công CNC. Mức 6 có sơ đồ như trên hình 6.12e:



Hình 6.12 e. Sơ đồ tương ứng của mức 6.

6.1.5. Các giao diện (interfaces)

Các thành phần của CIM có mục đích cơ bản là tạo lập mối quan hệ *tích hợp (integrated)* giữa các hệ thống có máy tính trợ giúp khác nhau trong nội bộ hãng. Mục đích đó được quán triệt ngay từ khâu trao đổi dữ liệu nhờ các chương trình chuyển đổi cho tới khâu tạo lập các ngân hàng dữ liệu sản phẩm chung.

Khâu trao đổi thông tin giữa các phòng kỹ thuật hiện tại còn phổ biến dưới phương thức chuyển giao các bản vẽ kỹ thuật đã được xây dựng theo quy chuẩn. Với việc ứng dụng giải pháp dùng máy tính trong nội bộ hãng để diễn tả các sản phẩm kỹ thuật, điều cần hướng tới là trao đổi các mô hình có máy tính trợ giúp giữa các hệ thống CAD khác nhau, hoặc giữa các hệ thống CAD và các hệ thống khác nối tiếp sau chúng (NC, FEM, v.v...).

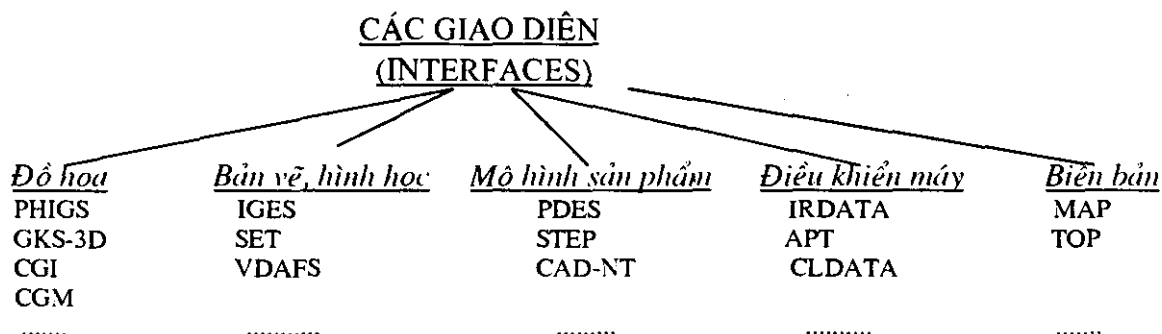
Việc triển khai ứng dụng các mô hình kỹ thuật đối với các quá trình nối tiếp sau hệ CAD có những ưu điểm là:

- Tránh được công việc trùng lặp nhờ khâu nạp dữ liệu,
- Loại trừ nguồn gốc phát sinh sai số,
- Sử dụng nhiều lần dữ liệu,
- Tăng tốc độ trao đổi dữ liệu,
- Tích hợp hoá các thành phần có ứng dụng máy tính (CA, Computer Aided).

Trong phạm vi chuyển giao dữ liệu giữa hai hệ thống CAD, khâu trao đổi dữ liệu chỉ có thể thông qua cách diễn tả dữ liệu trung gian. Công cụ để thực hiện trao đổi hiện nay đối với các dữ liệu kỹ thuật và các bản vẽ CAD trong lĩnh vực cơ học trước hết phải kể đến các giao diện (interfaces) VDAFS và IGES. Những thông tin về dữ liệu sản phẩm được tập hợp thành nhiều giao diện khác nhau như hình 6.13.

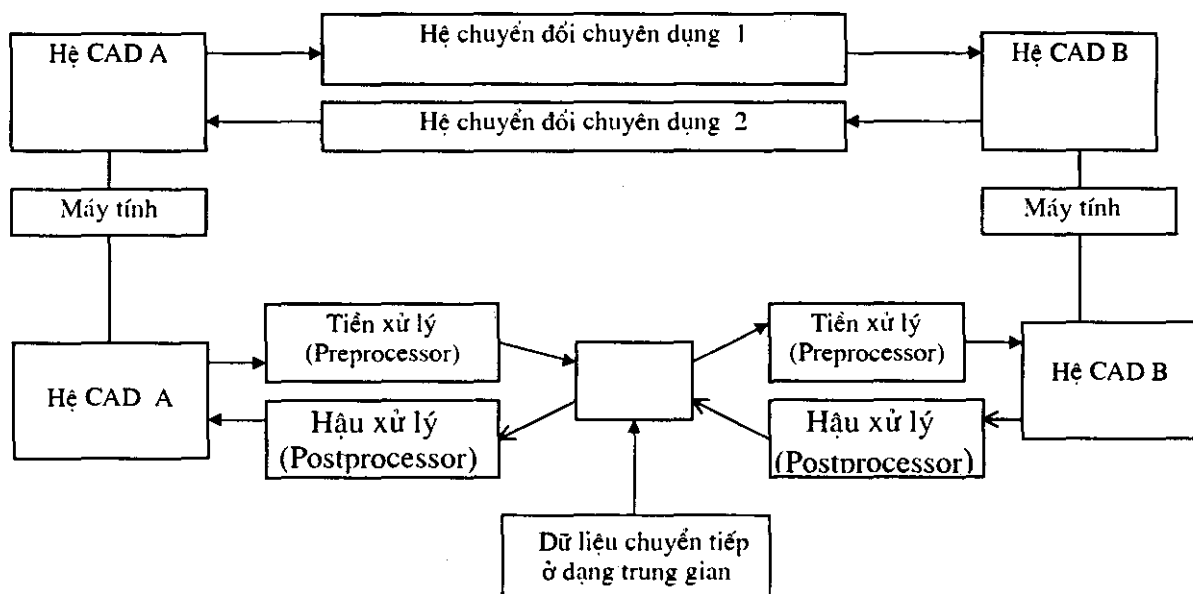
Những giao diện này được các cơ quan nhà nước về tiêu chuẩn hoá tạo lập và ban hành, cũng như do các hãng tạo lập CAD cung cấp thông qua các chương trình chuyển đổi dữ liệu. Các hãng sẽ cung cấp cho nơi sử dụng, ứng với hệ thống CAD của từng hãng, hai loại chương trình chuyển đổi ở dạng hai hệ vi xử lý (processor) là tiền xử lý (preprocessor) và hậu xử lý (postprocessor).

Hệ tiền xử lý có chức năng là trợ giúp việc chuyển đổi các dạng dữ liệu chuyên dụng và đặc trưng của hệ thống thành dạng trung gian ; sau đó hệ hậu xử lý sẽ chuyển đổi tiếp dạng trung gian thành dạng phù hợp, có giá trị với hệ thống nhập vào. Mô hình tổng quan về truyền dẫn dữ liệu giữa các hệ CAD được thể hiện như hình 6.14.



Hình 6.13. Các giao diện (interfaces) dùng trong lĩnh vực cơ khí

GKS-3D = Graphical Kernel System (ISO),
 CGI = Computer Graphics Interface (ISO),
 CGM = Computer Graphics Metafile (ISO),
 IGES = Initial Graphic Exchange Specification (ANSI),
 SET = Standard Exchange et de Transport (AFNOR),
 VDAFS = VAD-Flachenschnitt (DIN),
 PDES = Product Data Exchange Specification (NBS),
 SEPMD = Standard for Exchange or Product Model Data (ISO),
 CAD-NT = CAD-Normteile,
 TOP = Technical and Office Protocol ,
 CLDATA = Cutter Location Data (ISO),
 APT = Automatically Programmed Tools (ISO),
 IRDATA = Industrial Robot Data ,
 PHIGS = Programmers Hierarchica Graphic System (ISO) ,



Hình 6.14. Quá trình truyền dẫn dữ liệu giữa các hệ CAD .

Khi thực hiện giải pháp này cần có sự thoả thuận giữa các đối tác về thể thức cung cấp các dữ liệu CAD , cụ thể là hình thức diễn đạt và mô hình gốc , nhằm đảm bảo tính ổn định của dữ liệu, cũng như đảm bảo tùy chọn tại mọi thời điểm , nghĩa là không phụ thuộc sự lựa chọn hệ thống và cấu trúc hệ thống . Ngày nay, dạng trung gian của dữ liệu được tạo lập theo nhiều hướng khác nhau và có hàm lượng thông tin khác nhau .

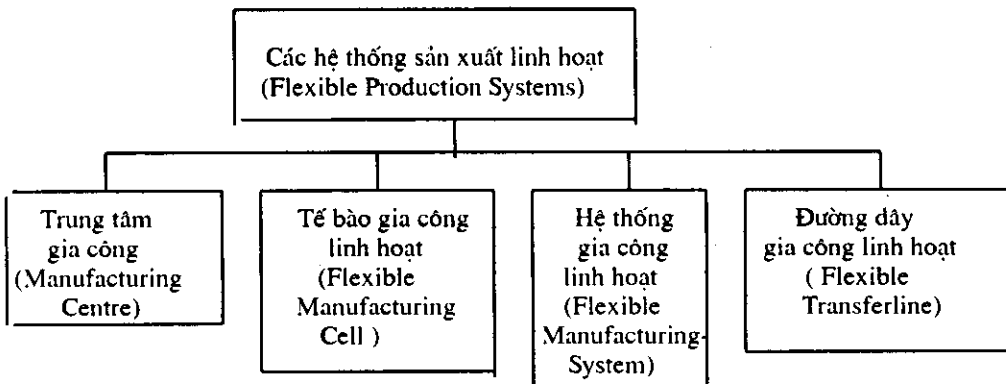
Ngoài loại giao diện dữ liệu trung gian còn có giao diện trực tiếp (*direct interfaces*) ở dạng các hệ chuyển đổi chuyên dụng - phụ thuộc hệ thống để hỗ trợ quá trình trao đổi dữ liệu giữa hai hệ thống CAD (ví dụ : giao diện CATIA-Pro/ENGINEER).

Khái niệm giao diện(*interface*) bao hàm những điều kiện, quy tắc và những thoả thuận về sự nối ghép các phân hệ với nhau ; phần nhiều là sự trao đổi thông tin, nghĩa là các giao diện dữ liệu (*datainterfaces*); tất nhiên còn có giao diện cơ khí (*mechanical interfaces*).

Khả năng hoạt động của một hệ thống tự động hoá chỉ có thể được đảm bảo nếu cuộc chơi thông tin chung giữa các đơn vị cấu trúc, các đơn vị dữ liệu và các tín hiệu được tạo lập và đảm bảo. Những vị trí chuyển tiếp từ một đơn vị sang một đơn vị khác phải được thiết lập phù hợp, nghĩa là phải tương thích hoặc tương đồng với nhau . Những vị trí chuyển tiếp đảm bảo phù hợp (tương thích) được gọi là các giao diện (*interfaces*) .Trong thực tế có các loại giao diện sau : giao diện quá trình, giao diện hệ thống, giao diện nối tiếp với các thiết bị dữ liệu bên ngoài , giao diện với người vận hành v.v...

6.2. Hệ thống sản xuất linh hoạt

Hệ thống sản xuất linh hoạt FPS (*Flexible Production System*) trong thực tế được thiết lập và sử dụng ở nhiều dạng cấu hình khác nhau. Hình 6.15 là các dạng cấu hình của FPS đã được giới thiệu và sử dụng.



Hình 6.15. Các dạng cấu hình của hệ thống sản xuất linh hoạt FPS

Sau đây là phần trình bày có tính chất đại cương về các dạng cấu hình của hệ thống sản xuất linh hoạt .

6.2.1. Trung tâm gia công

Trung tâm gia công (MC = Manufacturing Center) có thể thực hiện các phương pháp gia công phối hợp với nhau như : tiện + phay, phay + khoan , tiện + khoan , tạo khả năng gia công nhiều kiểu loại chi tiết với kích cỡ thay đổi trong phạm vi của một trong hai dạng chi tiết chính là chi tiết tròn hoặc chi tiết không tròn. Đặc biệt là có hệ thống cung ứng phối, dụng cụ tự động (*Automatic Tool- and Workpiece Handling System*) có tính linh hoạt cao, ví dụ , hệ

FHS (Flexible Handling System) của Đức, gồm: ổ tích phôi (Workpiece magazine), ổ tích dụng cụ (Tool magazine), cơ cấu (thiết bị) thay đổi phôi - dụng cụ: tay máy (Manipulator, Teleoperator) hoặc người máy công nghiệp IR (Industrial Robot).

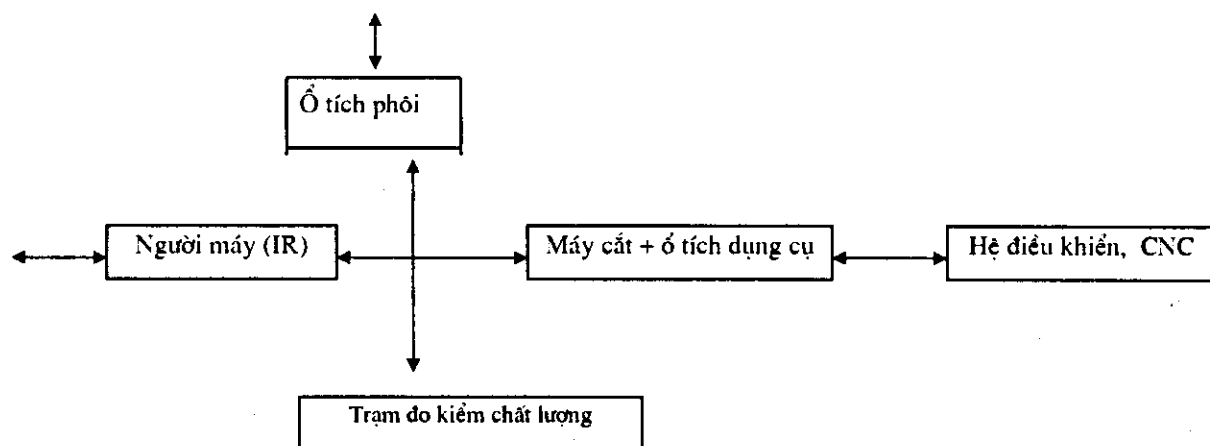
Trung tâm gia công gồm có một máy gia công CNC kèm theo thiết bị thay đổi dụng cụ và thay đổi phôi. Quá trình thay đổi dụng cụ tự động tạo điều kiện thực hiện nhiều công việc gia công khác nhau trong một lần gá đặt phôi với thời gian thay đổi dụng cụ ngắn. Trung tâm gia công còn sử dụng một ổ điều hoà đầu vào/đầu ra (Input/Output - buffer) để lưu giữ, bảo quản phôi (Input) và chi tiết (Output) ngắn hạn. Do khả năng lưu giữ, bảo quản phôi và chi tiết có hạn chế nên trung tâm gia công không thể hoạt động trong thời gian dài mà không có sự cung ứng từ bên ngoài. Trung tâm gia công là những thiết bị gia công cô lập nhỏ nhất; chúng là cốt lõi để thiết lập nên những hệ thống sản xuất tích hợp lớn hơn, cao hơn. Có những trung tâm gia công được bố trí các ổ điều hoà cục bộ (local buffer) có chức năng thay đổi phiên gá phôi (palette change) để gia công các chi tiết không tròn.

6.2.2. Tế bào gia công

Tế bào gia công linh hoạt hình thành do bố trí mặt bằng không gian kết hợp một trung tâm gia công với một trạm gá kẹp phôi cũng như các ổ tích phôi (chi tiết) trung tâm (central buffer) và một hệ thống vận chuyển phôi (chi tiết) tự động, tạo khả năng vận hành tự động trong thời gian dài (từ vài giờ đến cả một ca sản xuất) mà không cần có sự giám sát của con người. Ở một tế bào gia công linh hoạt có bố trí một ổ tích đầu vào/đầu ra gần máy gia công thông qua ổ tích phiên gá (palette magazine) có dạng tròn với nhiều vị trí lưu trữ (bảo quản) và một hệ thống vận chuyển phôi (chi tiết) tích hợp.

Tế bào gia công (Manufacturing Cell) có kết cấu hoàn thiện hơn trung tâm gia công, có mức độ tự động hoá cao hơn (self setting), có thể vận hành tự động suốt cả một ca sản xuất. Ví dụ: Tế bào gia công của hãng TRAUB (Đức), TRAUB-TNA 8-480 D + FHS 2 điều khiển CNC, có thể tiện + phay + khoan các chi tiết cơ khí dạng tròn có kích thước $D_{\max} = 80 \text{ mm}$, $L_{\max} = 1000/2000 \text{ mm}$, có ổ tích 22 dụng cụ, cắt với 14 dụng cụ đồng thời trên 2 bàn dao, có thể gia công 500 kiểu hoặc cỡ chi tiết dạng tròn, có 2 đầu dao revolve, phôi gia công có trọng lượng lớn nhất là 20 KG.

Sơ đồ cấu trúc tổng quát của một tế bào gia công NC, CNC có thể diễn tả như hình 6.16.



Hình 6.16. Sơ đồ cấu trúc tổng quát của tế bào gia công CNC

6.2.3. Hệ thống gia công linh hoạt

Hệ thống gia công linh hoạt, gọi là FMS (Flexible Manufacturing System), dùng các máy hoặc trung tâm gia công CNC theo giải pháp tập trung nguyên công (nguyên công phức tạp), tự động hoá, tích hợp hoá và linh hoạt hoá ở mức độ cao, có chất lượng và năng suất gia công cao (sai số kích thước gia công nhỏ hơn 0,001 mm, năng suất gia công bằng gấp 3 lần máy công cụ thông thường bởi vì gia công tổ hợp với tốc độ cao, khoảng 10.000 vòng/phút). Đây là phương án theo xu hướng phát triển hiện nay (tập trung nguyên công, tự động hoá CNC, tích hợp hoá và linh hoạt hoá) để nâng cao hiệu quả sản xuất cơ khí trong quy mô hàng loạt vừa và nhỏ khi gia công hoàn chỉnh các chi tiết cơ khí có kết cấu giống nhau hoặc tương tự nhau theo hai dạng chi tiết chính là chi tiết tròn (rotational part) và chi tiết không tròn (nonrotational part) trên một dây chuyền công nghệ có tính linh hoạt cao và tự động hoá cao.

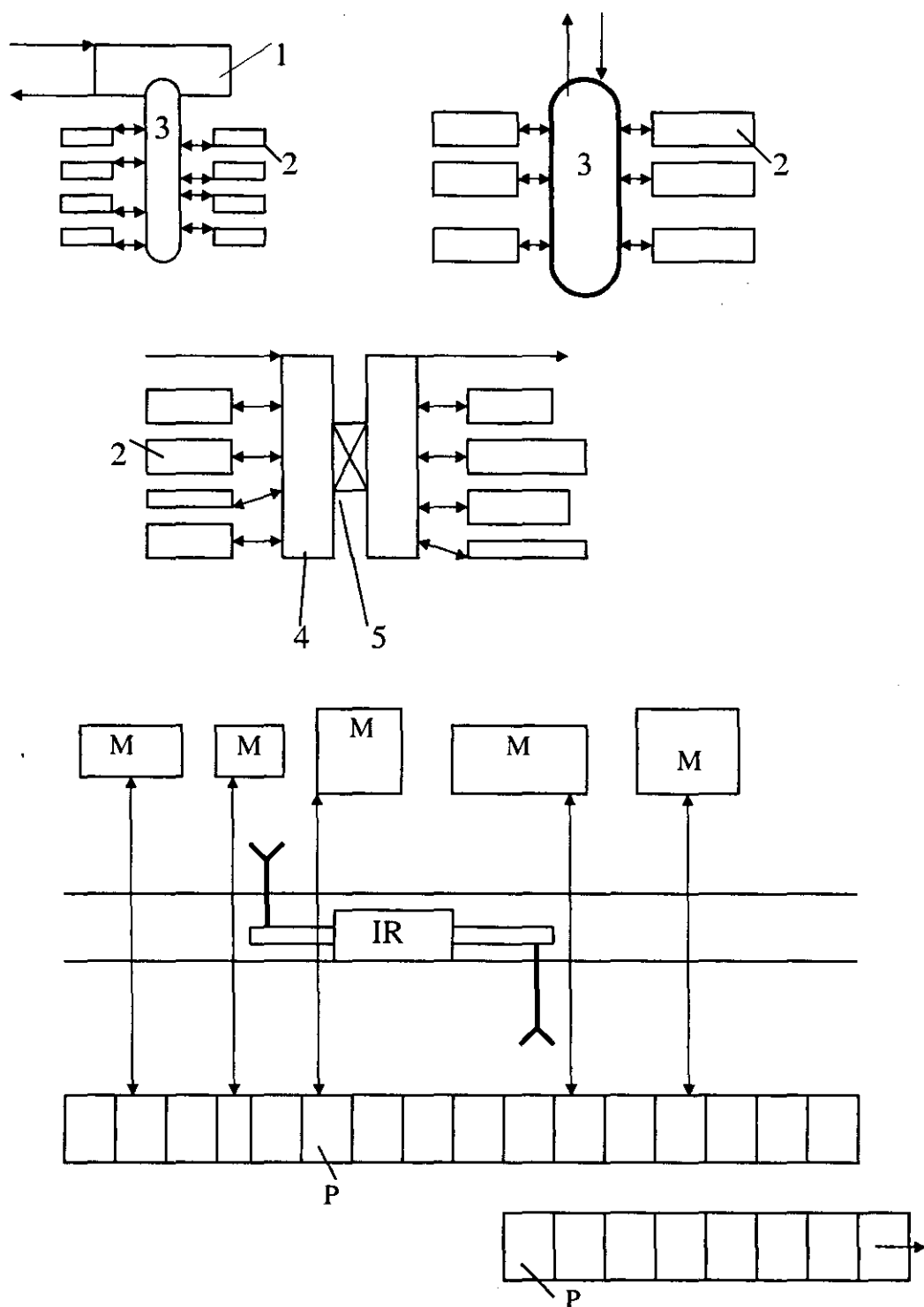
Hệ thống gia công linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing System) là hệ thống gia công nối ghép mềm (linh hoạt = flexible) các máy công cụ đơn lẻ hoặc nhiều trung tâm gia công CNC với dòng cung ứng phôi, dụng cụ tự động hoá và chu trình điều khiển linh hoạt dùng máy tính. Hình 6.17. là các dạng cấu trúc của hệ thống gia công linh hoạt (FMS). Hình 6.18. nêu rõ phạm vi ứng dụng có hiệu quả của hệ thống gia công linh hoạt (FMS), xét theo sản lượng chi tiết gia công và tính linh hoạt.

Hệ thống gia công linh hoạt (FMS = Flexible Manufacturing System) là một hệ thống sản xuất bao gồm nhiều máy công cụ điều khiển bằng số có thể thay thế hoặc bổ sung cho nhau, hoặc kết hợp vừa thay thế và vừa bổ sung lẫn nhau, được nối với nhau bằng hệ thống vận chuyển tự động. Các quá trình diễn ra trong hệ thống FMS được một máy tính trung tâm điều khiển. Máy tính này thường nằm trong mạng máy tính của xí nghiệp. Hệ thống FMS có khả năng gia công một chủng loại chi tiết cơ khí nhất định theo trình tự công nghệ tùy chọn với thời gian điều chỉnh không đáng kể. Khả năng đó có được là do những dụng cụ gia công với số lượng cho trước và đã được điều chỉnh trước, được sắp đặt sẵn trong một ổ tích dụng cụ trung tâm và được cung ứng kịp thời với thời gian thao tác ngắn; mặt khác, các phôi gia công được định vị theo thứ tự tại các trạm gá đặt phôi trên hệ thống cung ứng phôi nhằm gá đặt phôi nhanh và chính xác trên các máy gia công. Quá trình thay đổi dụng cụ tốn nhiều thời gian trên máy gia công thông thường được thay thế bằng quá trình thay dụng cụ tự động được thực hiện trùng với thời gian máy gia công, nghĩa là trong khi máy đang cắt gọt một phôi với một dụng cụ cắt nhất định thì một dụng cụ cắt tiếp theo đã được tay tóm dụng cụ lấy ra từ ổ tích dao (tool magazine) và sẵn sàng đổi chỗ thay thế cho dụng cụ trước nó, thời gian thay đổi dụng cụ là rất ngắn, thường là vài giây.

Trong một hệ thống FMS có thể gia công các chi tiết cơ khí thuộc nhiều kiểu sản phẩm cơ khí khác nhau, với nhiều đơn đặt hàng khác nhau. Các phôi gia công, tùy theo hình dạng hình học của chúng, được kẹp trên các phiến gá chuẩn (palette) nhờ các phần tử (cơ cấu) kẹp phù hợp. Từng kiểu chi tiết gia công có tiến trình gia công riêng được hệ điều khiển của hệ thống FMS lưu giữ riêng biệt và truyền dẫn tiếp. Việc lưu giữ trung gian đối với các bán thành phẩm được thực hiện nhờ các ổ tích phiến gá chuẩn tập trung hoặc nhờ các ổ tích tại các trạm công nghệ.

Từng máy công cụ hoặc trung tâm gia công CNC có trong hệ thống FMS có khả năng tiếp nhận và cung ứng 20 ÷ 200 dụng cụ gia công được lưu trữ trong ổ tích dụng cụ có kết cấu khác nhau như: hộp (cassette) dụng cụ, ổ tích dụng cụ hình trống, ổ tích dụng cụ dạng đĩa, ổ tích dụng cụ dạng băng xích, v...v. Khi các dụng cụ gia công cần thiết theo yêu cầu lại nằm ngoài ổ tích dụng cụ sát với máy gia công, chúng sẽ được chuyển từ bên ngoài vào ổ tích dụng

cụ đổi chỗ cho các dụng cụ không cần thiết, có thể là thay đổi một dụng cụ đơn lẻ hoặc thay đổi cả tổ hợp dụng cụ nếu cần thiết.



Hình 6.17. Các dạng cấu trúc của hệ thống gia công linh hoạt (FMS)

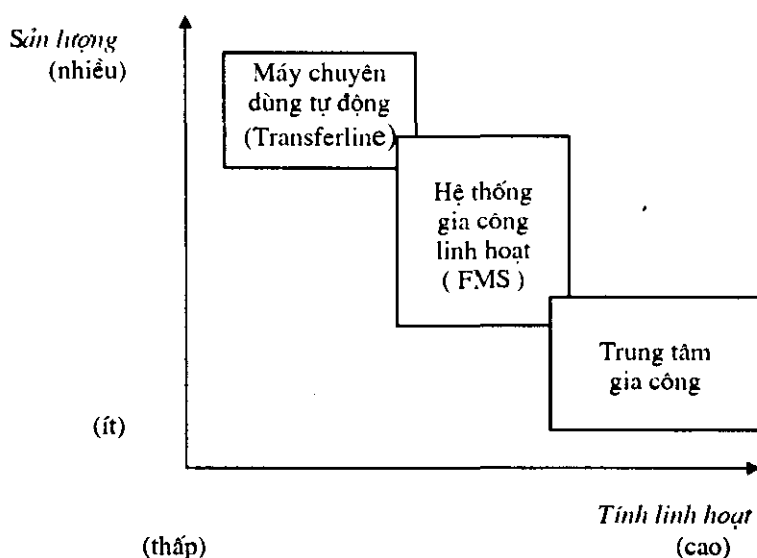
1 - Bộ chứa phôi, 2 (M) - Máy công cụ, 3 - Phương tiện vận chuyển,

4 - Giá đặt phôi, 5 - Thiết bị nâng chuyển,

IR - người máy, P (palette) - bệ (phiến) gá phôi.

Các trung tâm gia công có ổ tích dụng cụ dạng hộp (cassette) hoặc dạng đĩa thay đổi được có tính linh hoạt (flexibility) cao hơn các trung tâm gia công có ổ tích dụng cụ dạng băng xích, vì các trung tâm gia công có ổ tích dạng băng xích cần có thời gian điều chỉnh khi thay đổi chủng loại chi tiết gia công và vì ổ tích dạng băng xích không có khả năng tiếp cận trực tiếp với trục chính của máy gia công để thay đổi dụng cụ; còn ở các trung tâm gia công có các ổ tích dụng cụ kiểu khác thì trong khi máy còn đang gia công một chi tiết, một số dụng cụ đã có thể được thay thế và như vậy là máy có thể được chuẩn bị để gia công chi tiết tiếp theo.

Khi sử dụng hộp (cassette) dụng cụ có thể bố trí một hoặc nhiều hộp (cassette) dụng cụ thay đổi được ứng với một máy gia công. Khác với ổ tích dụng cụ dạng băng xích hoặc dạng đĩa, với ổ tích dạng hộp (cassette) khi lắp một dụng cụ vào trục chính của máy gia công không cần chuyển động đồng thời toàn bộ số dụng cụ là nhờ cơ cấu vận chuyển khu vực, thực hiện chức năng nạp dụng cụ vào trục chính của máy gia công bằng cách lấy một dụng cụ từ hộp (cassette) rồi vận chuyển tới vị trí chuyển giao của một tay tóm kẹp, từ đó mà dụng cụ sẽ được chuyển tới lắp vào trục chính của máy gia công. Với quá trình điều khiển thích hợp mà những dụng cụ sẽ được tuyển chọn trước khi thay đổi kiểu loại chi tiết gia công nhằm chuẩn bị thay đổi hộp (cassette) dụng cụ cần thiết (thay đổi những dụng cụ khác biệt giữa hai kiểu loại chi tiết gia công). Quá trình thay đổi hộp cassette dụng cụ có thể là bằng tay hoặc tự động nhờ hệ thống vận chuyển dụng cụ. Ở một số hệ thống FMS có thể dùng xe có động cơ để vận chuyển chi tiết gia công cũng như vận chuyển dụng cụ gia công. Tuy vậy, phương án này lại dẫn tới những rắc rối khi điều hoà đồng cung ứng phôi và dụng cụ trong hệ thống FMS.



Hình 6.18. Phạm vi ứng dụng của hệ thống gia công linh hoạt (FMS), xét theo sản lượng chi tiết gia công và tính linh hoạt.

Các hộp (cassette) dụng cụ được chuẩn bị trước ở trạm điều chỉnh dụng cụ để cung cấp dụng cụ cho quá trình gia công trên các máy gia công CNC. Sau đó chúng được lưu trữ trong ổ tích dụng cụ trung tâm đặt ở phía sau, hoặc là được vận chuyển trực tiếp tới ổ tích dụng cụ đặt gần máy gia công. Quá trình vận chuyển các hộp (cassette) dụng cụ tới các trung tâm gia công được thực hiện nhờ hệ thống vận chuyển nội bộ. Khi thiết lập quá trình cung ứng dụng cụ như vậy cần phải quan tâm đặc biệt đến dung lượng của hệ thống vận chuyển dụng cụ, để tránh hiện tượng *trễ* xảy ra trong quá trình gia công chi tiết vì dụng cụ cung ứng không kịp thời. Các máy gia công được lắp đặt quay lưng về hướng trung tâm hệ thống. Xung quanh các

máy gia công là những ổ tích phiên gá chuẩn trung tâm. Phía bên trái hệ thống là hai trạm gá kẹp có chức năng chuyển tiếp phối (chi tiết) với bên ngoài hệ thống FMS.

Dụng cụ được sử dụng với số lượng lớn ở một máy gia công đã dẫn tới vấn đề *tích hợp hoá chức năng* ở mức độ cao các máy gia công và dẫn tới kết quả là trong một hệ thống FMS có xu hướng chỉ bao gồm một vài máy gia công với kiểu loại khác nhau mà thôi. Thông qua quá trình thay đổi đơn giản đối với một dụng cụ mà một máy gia công có thể đảm nhận một chức năng hoàn toàn khác.

Tính đến năm 1989 toàn thế giới có khoảng 1200 FMS, tăng khoảng $20 \div 25 \%$ so với các năm trước đó. Đến năm 2000 dự kiến sẽ có khoảng $2500 \div 3500$ FMS hoạt động trong sản xuất.

Nói chung, *hệ thống gia công linh hoạt* (còn được gọi là *đảo gia công linh hoạt*, *lưới gia công linh hoạt*) được thiết lập từ nhiều trung tâm gia công thay thế và bổ sung cho nhau cũng như các thiết bị lưu giữ phối (chi tiết) và dụng cụ biệt lập so với máy gia công, được nối ghép với nhau nhờ các dòng cung ứng phối (chi tiết), dụng cụ và thông tin tự động. Các hệ thống FMS có thể được thiết lập theo *phương pháp gia công* hoặc theo *đối tượng gia công*. Hệ thống FMS được thiết lập theo *đối tượng gia công* sẽ gồm các trung tâm gia công khác nhau cũng như các thiết bị bổ sung (*rửa sạch, khử bavaria và cạnh sắc, đo kiểm chất lượng, ổ tích dụng cụ trung tâm...*) vì vậy thích hợp với quá trình gia công hoàn chỉnh chi tiết cơ khí. Khi hệ thống FMS được thiết lập theo *phương pháp gia công* thì nó chỉ có khả năng thực hiện một nguyên công phức tạp với nhiều dụng cụ khác nhau trong phạm vi một chủng loại chi tiết nhất định. Có trường hợp các trung tâm gia công thay thế nhau được bổ sung một máy đặc biệt để tạo thành một FMS. Chi tiết gia công không có chỗ trong các ổ lưu giữ cục bộ (local buffer) tại các máy gia công, sẽ được nhận vào ổ lưu giữ trung tâm (central buffer). Ổ lưu giữ trung tâm gồm nhiều ổ lưu giữ phiên gá chuẩn (palette). Dòng cung ứng phối (chi tiết) gia công được đảm bảo nhờ hệ thống vận chuyển (ví dụ như dùng hệ thống vận chuyển có đường ray).

Lợi ích kinh tế do hệ thống gia công linh hoạt (FMS) mang lại, so với các hệ thống gia công thông thường, hiện nay là chưa có tính thuyết phục cao. Qua khảo sát, RANTA và TCHIOV cho biết rằng kết quả tích cực đạt được trước hết là với FMS có cấu trúc nhỏ ($2 \div 4$ máy gia công) và với FMS có cấu trúc tổng hợp cao ($15 \div 30$ máy gia công).

Điều đó có thể giải thích như sau: các FMS nhỏ, ví dụ như FMS với các máy gia công vận năng thay thế nhau và chỉ thực hiện một nguyên công phức tạp, dễ thiết lập và dễ vận hành. Chi phí tạo lập các phần mềm (software) để quy hoạch và điều khiển là tương đối thấp do FMS cỡ nhỏ có phạm vi chức năng hẹp. Hiệu quả tích cực dựa trên các đại lượng mục tiêu, nếu so sánh với cấu trúc của hệ thống gia công cũ, là cao hơn các chi phí phát sinh thêm do tính chất phức tạp khi hoạch định quá trình gia công. Những FMS cỡ vừa đòi hỏi phí tổn quy hoạch cao hơn nhiều. Như vậy, tất cả mọi chức năng cơ bản của các hệ thống quy hoạch và điều khiển phải được tích hợp sẵn sàng trong phần mềm hệ thống (systemsoftware), cho dù phần mềm hệ thống đó từng phần chỉ ứng với một máy gia công của một kiểu loại máy nhất định. Các chi phí xuất hiện không thể so sánh được với các hiệu quả tích cực. Khi kích cỡ của FMS tăng lên, có thể phải truy cập lại những phần mềm quy hoạch và điều khiển đã xây dựng cho FMS cỡ vừa. Trong chi phí quy hoạch thì chi phí cố định chiếm tỉ lệ lớn, sẽ được hiệu chỉnh thông qua hiệu quả tích cực đạt được với các FMS có cỡ lớn hơn. Người ta cũng dự đoán là khi kích cỡ của FMS tăng lên thì những hiệu quả tiêu cực do tính tổng hợp của một hệ thống FMS xuất hiện sẽ lại chiếm ưu thế.

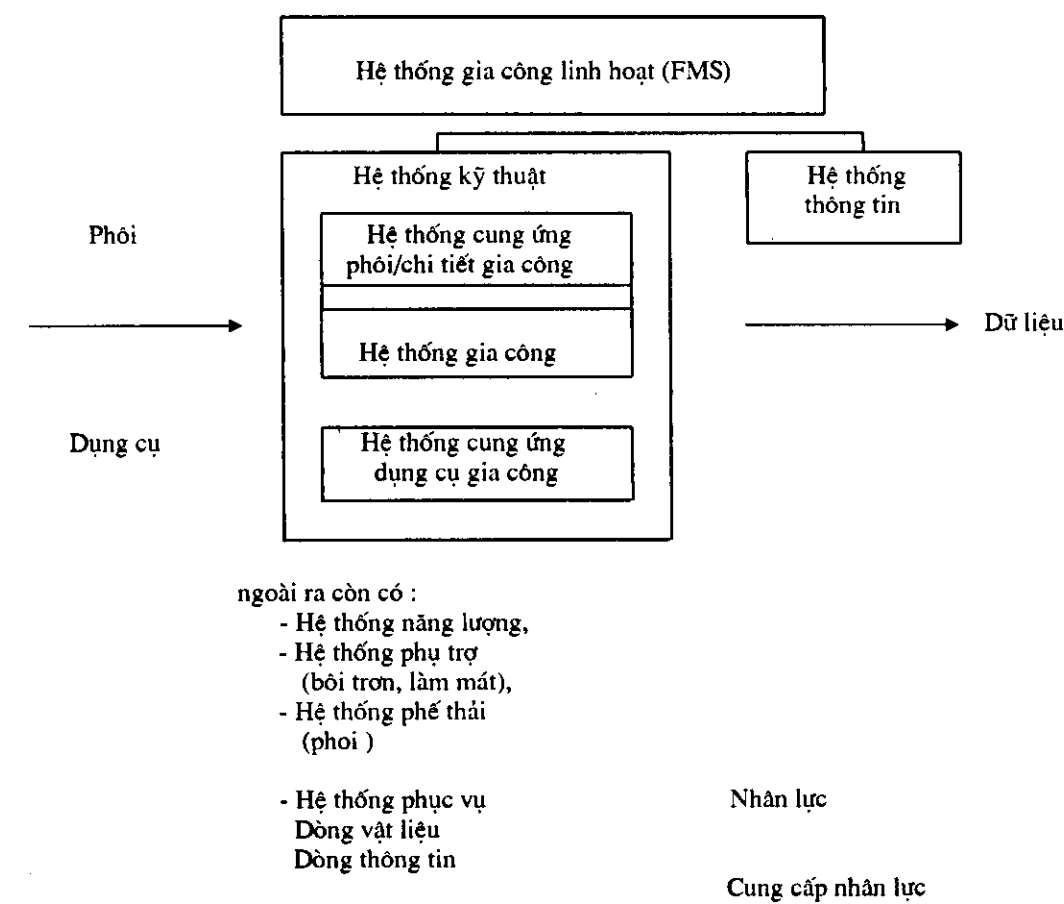
Hệ thống gia công linh hoạt (FMS) bao gồm các hệ thống thứ cấp (các phân hệ) có quan hệ chặt chẽ và ăn khớp với nhau , mà quan trọng nhất là *hệ thống kỹ thuật, hệ thống cung ứng-phục vụ và hệ thống thông tin* (hình 6.19) .

6.2.3.1. Hệ thống kỹ thuật

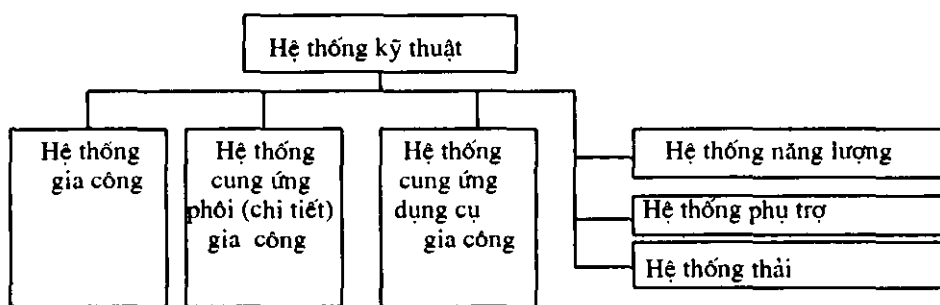
Hệ thống kỹ thuật của một FMS bao gồm *hệ thống gia công, hệ thống cung ứng phôi (lchi tiết) gia công , hệ thống cung ứng dụng cụ gia công*; ngoài ra còn có *hệ thống năng lượng, hệ thống phụ trợ (cấp thoát chất bôi trơn và làm mát) , hệ thống thải phoi* với chức năng là các phân hệ hậu cần đặc biệt (hình 6.20).

a) Hệ thống gia công

Hệ thống gia công của một FMS bao gồm các *máy công cụ, ổ tích dụng cụ và thiết bị thay dụng cụ* bố trí gần với máy công cụ, *các trạm đo kiểm cũng như các trạm làm sạch* (hình 6.21). Máy công cụ được sử dụng ở đây là *các máy gia công điều khiển bằng số (máy CNC)*. Các máy này hoạt động theo nguyên lý sau: sau khi phôi được gá đặt trên đồ gá gia công thì dụng cụ cắt và phôi có thể chuyển dịch tương đối đến gần nhau . Quá trình chuyển dịch và tác động của dụng cụ vào phôi được điều khiển bằng một chương trình NC.

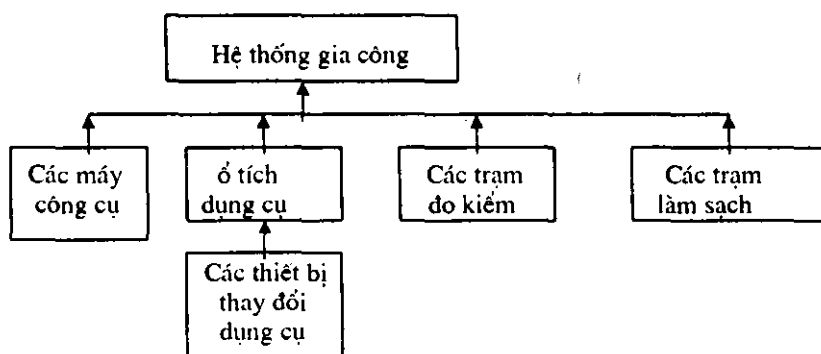


Hình 6.19. Các phân hệ của một hệ thống gia công linh hoạt (FMS)



Hình 6.20. Các thành phần của phân hệ kỹ thuật trong một hệ thống FMS

Máy công cụ điều khiển theo chương trình số đã trải qua nhiều bước phát triển và hoàn thiện. Trong bước phát triển về công nghệ đầu tiên, quá trình điều khiển máy gia công được thực hiện bằng giải pháp điều khiển chức năng có dây nối cứng (máy NC). Ở máy CNC thì chương trình NC được nạp vào hệ điều khiển của máy (dạng điều khiển PLC - Programable Logic Controller). Ngày nay, dạng điều khiển dùng vi mạch tổ hợp (Microprocessor Control), còn gọi là điều khiển MCNC, và dạng điều khiển dùng nhiều bộ vi xử lý (Multyprocessor Control) đang được sử dụng nhiều đối với máy công cụ dùng trong ngành cơ khí. Khi một máy gia công CNC được nối với một máy tính bộ phận hay máy tính hệ thống của FMS và chương trình gia công ứng với nguyên công cần thiết được nạp trực tiếp từ máy tính này, người ta gọi máy gia công đó là máy DNC (Direct Numerical Control Machine hoặc Distributive Numerical Control Machine), nghĩa là máy được điều khiển tập trung và trực tiếp theo chương trình số.



Hình 6.21. Các thành phần của hệ thống gia công trong một FMS

Khi thay đổi nguyên công, quá trình nạp một chương trình NC mới để chuẩn bị gia công một phôi mới thường chỉ trong phạm vi thời gian ít hơn một phút; nhưng nếu thay đổi đối tượng gia công và chương trình gia công thường xuyên sẽ cảm nhận rõ ràng thời gian trễ đối với quá trình gia công nói chung. Để giảm thời gian trễ này, nhằm đảm bảo năng suất của máy gia công, cần xác định chủng loại đối tượng gia công và quy hoạch tiến trình gia công trên FMS hợp lý.

Ở đây, các máy công cụ được sử dụng có thể tùy theo mức độ khai thác về mặt năng suất gia công và thường là các máy vạn năng (các trung tâm gia công) và các máy chuyên dùng (máy đặc biệt, máy chỉ thực hiện một phương pháp gia công). Máy vạn năng là những máy công cụ có thể được sử dụng để thực hiện nhiều phương pháp gia công cắt gọt khác nhau

(ví dụ : khoan và phay và tiện và cắt ren) trong *một lần gá đặt phôi* . Khả năng đó có được là do dụng cụ gia công được thay đổi và nếu cần thiết thay đổi cả chương trình gia công NC . Các máy chuyên dùng (ví dụ : máy khoan, máy mài, máy rửa) không có khả năng này. Như vậy, các máy vạn năng tạo cơ hội lớn hơn để khai thác tiềm năng về năng suất gia công . Theo định hướng sử dụng các trung tâm gia công trong hệ thống FMS cần xác định rõ các cơ sở cần thiết để giải trình . Như vậy, phải thấy rõ rằng : những dụng cụ gia công ứng với một máy công cụ CNC có giá trị đầu tư rất lớn (hàng trăm nghìn USD), và *luôn luôn chỉ có một dụng cụ hoạt động*. Nghĩa là máy được khai thác ở mức độ cao, nhưng không phải tất cả dụng cụ được sử dụng và khai thác tốt. Tính hợp lý cần được lưu ý ở đây là do tính chất hệ thống của FMS mà phải chấp nhận thực tế là luôn luôn có một phần, dù nhỏ hay lớn, giá trị đầu tư không được tận dụng. Thực tế sản xuất cũng cho thấy là trong một hệ thống FMS cũng có thể phải bố trí một máy chuyên dùng và máy đó, dù ở trong một cấu trúc tối ưu của FMS, cũng vẫn chỉ được khai thác ở mức độ thấp .

Trong cấu trúc của FMS , các máy vạn năng thường chiếm ưu thế . Qua khảo nghiệm từ năm 1985 thì tỉ lệ máy vạn năng có trong các cấu trúc FMS là khoảng 55 % , 45 % còn lại là máy chuyên dùng (máy tiện, máy phay, máy khoan, máy mài và các loại máy khác chỉ thực hiện một phương pháp gia công) . Mặt khác, 73 % trong số các hệ thống FMS được khảo sát có cấu trúc từ 2 đến 10 máy gia công, chỉ có khoảng 8 % FMS được khảo sát trong cấu trúc có nhiều hơn 15 máy gia công .

Tùy theo tính chất của các thao tác gia công được thực hiện trên từng máy công cụ mà có thể phân biệt các hệ thống gia công linh hoạt (FMS) thành các nhóm sau : FMS với các máy thay thế nhau hoặc bổ sung nhau hoặc là *phối hợp giữa thay thế và bổ sung lẫn nhau*.

Các máy thay thế nhau là những máy gia công có chức năng giống hệt nhau. Các máy này, có trường hợp được trang bị những dụng cụ gia công giống hệt nhau , là phương án thay thế tương đương để thực hiện một nguyên công nhất định cho một phôi (chi tiết) gia công, tạo ra khả năng lựa chọn máy trong sử dụng . Tuy vậy, cần chú ý là trong tình huống cụ thể, về nguyên tắc, các máy công cụ giống hệt nhau vì trạng thái tức thời của ổ tích dụng cụ nên không thể sử dụng là máy thay thế ngay được, mà trước hết phải thay đổi-điều chỉnh ổ tích dụng cụ cho phù hợp với chức năng công nghệ mới, nhằm khai thác tính linh hoạt của FMS.

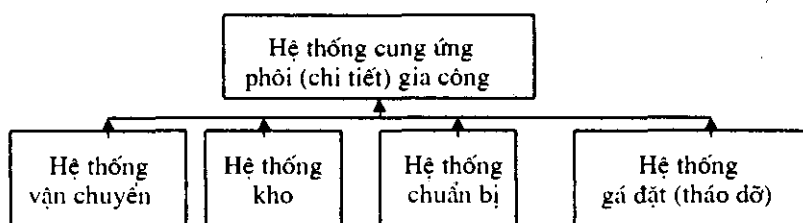
Ổ tích dụng cụ bố trí gần máy gia công có thể có dạng hộp (cassette), dạng hình trống, dạng hình đĩa hoặc dạng băng xích . Một ổ tích dụng cụ có thể chứa (lưu giữ và bảo quản) nhiều dụng cụ với số lượng khác nhau . Sau khi thực hiện xong một quá trình gia công chi tiết, hoặc là khi tuổi bền của dụng cụ đã hết, cần có một dụng cụ mới thay thế , thì dụng cụ đã sử dụng sẽ được thiết bị thay dụng cụ tự động tháo ra khỏi trục chính của máy gia công, đồng thời hoặc là gián tiếp sau đó một dụng cụ mới được lấy ra từ ổ tích dụng cụ, được thay thế và lắp vào trục chính của máy gia công . Số lượng dụng cụ đồng thời tồn tại ở ổ tích dụng cụ bố trí gần máy gia công tùy thuộc dạng và cỡ kích thước của ổ tích dụng cụ , và thông thường trong phạm vi từ 20 đến 200 dụng cụ . Vì dụng cụ gia công rất đắt (khoảng trên 1000 USD và nhiều hơn) nên người ta phải cố gắng sử dụng chỉ một dụng cụ hoặc chỉ một vài dụng cụ cùng kiểu loại trên toàn bộ FMS. Điều đó đòi hỏi phải thay đổi dụng cụ thường xuyên và kèm theo nguy cơ gây nhiều trở ngại cho hệ thống cung ứng dụng cụ gia công .

b) Hệ thống cung ứng phôi (chi tiết) gia công

Hệ thống cung ứng phôi (chi tiết) gia công bao gồm : *hệ thống vận chuyển, hệ thống kho, hệ thống gá đặt-tháo dỡ , hệ thống chuẩn bị* (hình 6.22.) .

Hệ thống vận chuyển phôi (chi tiết) gia công có chức năng liên kết các trạm gia công, hệ thống kho chứa, hệ thống chuyển giao với nhau . Dạng liên kết ở đây có thể là *liên kết bên*

trong hoặc liên kết bên ngoài . Ở dạng liên kết bên trong , dòng phôi (chi tiết) gia công vận động qua phạm vi làm việc của máy gia công ; còn ở dạng liên kết bên ngoài , dòng này lại vận động bên ngoài trạm gia công . Dạng liên kết bên trong yêu cầu quá trình vận chuyển phải theo nhịp thời gian nhất định với độ tin cậy cao của các máy gia công, hoặc yêu cầu phải có các trạm (ổ) điều hoà (buffer) tương ứng giữa các trạm gia công. Dạng liên kết bên trong thường được sử dụng ở các đường dây gia công (transferline). Ở các hệ thống FMS , những trạm gia công chủ yếu được liên kết bên ngoài , chỉ có một số máy nhất định (ví dụ, máy rửa sạch) có thể được liên kết bên trong .



Hình 6.22. Hệ thống cung ứng phôi (chi tiết) gia công

Khâu vận chuyển phôi (chi tiết) gia công được thực hiện trên trang bị chuyên dùng, ở đây là các phiến gá (palette). Về mặt kỹ thuật , quá trình vận chuyển được tiến hành liên tục hoặc gián đoạn với hệ thống vận chuyển liên tục (các băng tải con lăn có động cơ) hoặc với hệ thống vận chuyển không liên tục (các hệ thống tự hành điều khiển bằng cảm ứng , hoặc các loại xe chạy trên đường ray) .

Hệ thống kho chứa phôi (chi tiết) gia công có chức năng lưu giữ, bảo quản phôi (chi tiết) ở trạng thái kẹp chặt trên phiến gá (palette) trước và sau khi gia công . Các ổ tích phôi (chi tiết) với chức năng điều hoà (buffer) có thể được bố trí cục bộ hoặc tập trung và phụ thuộc vào máy gia công . Các ổ tích phôi (chi tiết) điều hoà cục bộ được bố trí trực tiếp ứng với một trạm gia công (hoặc một trạm gá kẹp) làm ổ tích điều hoà đầu vào và đầu ra (Input/Output-buffer), đảm bảo cung cấp phôi (chi tiết) riêng cho trạm gia công đó . Các ổ tích điều hoà tập trung , ngược lại, có thể lưu giữ và bảo quản phôi (chi tiết) gia công bất kỳ cho các trạm gia công khác nhau ; loại ổ tích điều hoà này được sử dụng khi các ổ tích điều hoà cục bộ bị quá tải .

Hệ thống chuẩn bị phôi (chi tiết) gia công có chức năng gá đặt, xoay chuyển, tháo dỡ phôi (chi tiết) gia công ở phiến gá (palette) . Các nguyên công cần thiết ở đây thường được tiến hành thủ công trên bàn gá kẹp . Các trạm gá kẹp phôi (chi tiết) gia công tạo ra đầu vào và đầu ra của hệ thống FMS . Các phôi (chi tiết) gia công có dạng tròn xoay thường được vận chuyển và chuẩn bị ở trạng thái rời, không kẹp chặt , theo loạt tương ứng để trên phiến gá (palette) hoặc trong một ổ lưu giữ hoặc ổ tích (magazine) . Các phôi (chi tiết) gia công có dạng hình khối hộp thường được định vị và kẹp chặt bằng đồ gá chuyên dùng trên phiến gá (palette). Khối lập phương có kết cấu phù hợp được dùng để cố định nhiều phôi (chi tiết) gia công như nhau hoặc khác nhau (ứng với năm mặt kẹp của khối lập phương) trên một phiến gá (palette).

Các phiến gá (palettes) được chế tạo theo tiêu chuẩn và được xác định dựa trên phương án cố định vị trí của một đồ gá đối với một kiểu loại chi tiết gia công cụ thể . Đối với phôi (chi tiết) đã được kẹp chặt thì trạng thái kẹp khi gia công cũng chính là trạng thái kẹp khi vận chuyển ; ở đây, nếu phải tiến hành gia công theo nhiều phía, thì cần phải thực hiện công việc xoay chuyển lại để thay đổi vị trí phôi (chi tiết) tại một trạm gá kẹp phù hợp .Phôi (chi tiết) gia công không bị kẹp thường được chuyển tới phạm vi làm việc của máy gia công và được định vị trên máy gia công bằng thiết bị thích ứng và tự động như người máy công nghiệp .

Hệ thống gá đặt, tháo dỡ có chức năng thay đổi phôi (chi tiết) gia công hoặc phôi gá, hoặc cả phôi (chi tiết) đã lắp đặt trên phôi gá trong định hướng hoặc thay đổi vị trí của chúng giữa các hệ thống gia công, hệ thống vận chuyển và hệ thống chuẩn bị. Ở quá trình vận chuyển, chủ yếu có sự thay đổi về địa điểm ; còn ở quá trình gá đặt-tháo dỡ này (handling) còn có sự thay đổi về định hướng của một phôi (chi tiết) gia công . Điển hình ở đây là quá trình lấy một phôi gá (palette) từ một ổ tích điều hoà cục bộ (local buffer) và chuyển nó vào phạm vi làm việc của máy gia công.

c) Hệ thống cung ứng dụng cụ

Trong hệ thống cung ứng dụng cụ, các chức năng tương tự như ở hệ thống cung ứng phôi (chi tiết) gia công được thực hiện. Đó là vận chuyển , chuẩn bị, lưu giữ-bảo quản, gá đặt-tháo dỡ những dụng cụ cần thiết cho quá trình gia công các chi tiết cơ khí trong FMS .

Dụng cụ gia công phải được thay đổi khi tuổi bền đã hết (do bị mòn) và khi cần thiết có thể phải thay đổi dụng cụ tương ứng với thay đổi phôi (chi tiết) gia công cho phù hợp với nhu cầu mới về dụng cụ. Các hệ thống cung ứng dụng cụ do vậy mà có sự khác nhau ; nghĩa là việc đáp ứng của những *ổ tích dụng cụ* với dụng cụ mới (điều chỉnh ổ tích dụng cụ) là thủ công (cung ứng dụng cụ được tiến hành phân tán) hoặc là tự động (cung ứng dụng cụ được tiến hành tập trung). Khi cung ứng dụng cụ phân tán , ổ tích dụng cụ bố trí gần máy gia công được điều chỉnh thủ công. Như vậy, với sự hỗ trợ của một xe vận chuyển dụng cụ mà một hộp cassette có đựng các dụng cụ đã điều chỉnh sẵn được thay đổi tại một máy gia công. Trong quá trình thay đổi dụng cụ, máy gia công có thể chỉ hoạt động có giới hạn. Thông thường thì quá trình gia công phải tạm dừng khi thay đổi dụng cụ. Sẽ có hao phí thời gian do điều chỉnh khi thay đổi dụng cụ, với số lượng dụng cụ nhiều, theo cách thủ công bắt buộc phải gia công phôi (chi tiết) theo từng loạt , với độ lớn của loạt lớn hơn 1. Khi cung ứng dụng cụ tập trung, quá trình nạp dụng cụ vào ổ tích dụng cụ (bố trí gần máy gia công) có thể được thực hiện bình thường, nghĩa là không phải dừng quá trình gia công của các máy công cụ trong FMS. Tại đây, việc cung ứng dụng cụ được tiến hành bằng hệ thống vận chuyển dụng cụ và hệ thống gá đặt-tháo dỡ dụng cụ , từ một kho chứa dụng cụ tập trung. Việc thay đổi một dụng cụ đơn lẻ theo chủ định cũng có thể được tiến hành thuận tiện. Giải pháp nạp dụng cụ tự động vào các ổ tích dụng cụ (bố trí gần máy gia công) tạo điều kiện gia công gần như là tùy chọn các dạng chi tiết cơ khí theo tiềm năng của FMS. Cách cung ứng dụng cụ tập trung có phí tổn thời gian để điều chỉnh khi thay đổi dụng cụ gia công ít hơn so với cách cung ứng dụng cụ phân tán. Tuy vậy, trong thực tế có thể gặp trường hợp là khâu cung ứng dụng cụ gây ra cản trở đối với FMS .

6.2.3.2. Hệ thống phục vụ

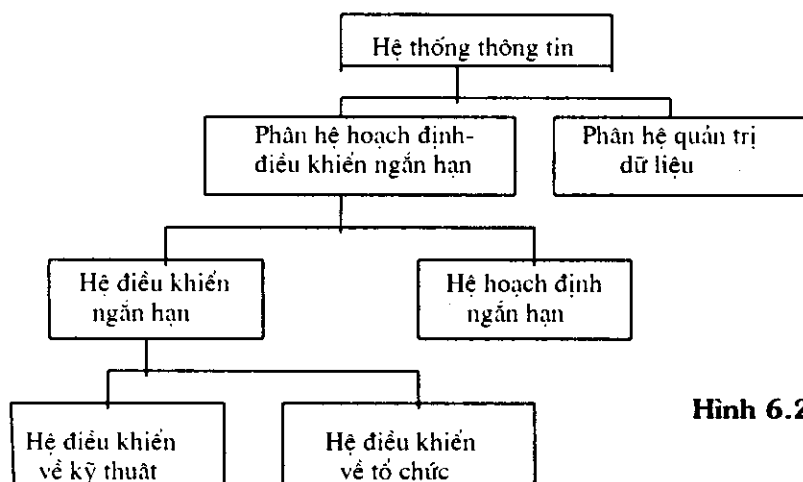
Hệ thống phục vụ bao gồm cả nhân lực cần thiết trực tiếp đối với FMS . Chức năng của hệ thống phục vụ là chuẩn bị phôi (chi tiết) và dụng cụ gia công, giám sát quá trình gia công , bảo dưỡng và điều khiển . Hiện tại, các phần mềm điều khiển FMS thường đòi hỏi sự can thiệp của con người trong quá trình hoạt động của FMS. Như vậy, việc chi tiết nào tiếp theo được vận chuyển và được gia công tại một máy công cụ là do người vận hành FMS quyết định với phương tiện trợ giúp là máy vi tính đồ hoạ . Ở hệ thống phục vụ , ngoài người vận hành còn có thợ gá kẹp, thợ điều chỉnh dụng cụ, thợ bảo dưỡng kỹ thuật . Tuy vậy, xu hướng ngày càng rõ là đa năng hoá nhân lực phục vụ để giảm bớt số lượng nhân lực .

6.2.3.3. Hệ thống thông tin

Hệ thống thông tin (information system) đảm nhận các chức năng điều khiển và giám sát cần thiết đối với tiến trình gia công trong hệ thống FMS (hình 6.23). Hệ thống thông

tin của FMS tự phân chia thành hai phân hệ là: phân hệ hoạch định - điều khiển ngắn hạn và phân hệ quản trị dữ liệu .

Phân hệ quản trị dữ liệu có chức năng chuẩn bị và cung cấp các dữ liệu cần thiết , được xây dựng theo một cơ sở dữ liệu, trong mối quan hệ với khâu hoạch định và điều khiển quá trình gia công, đảm bảo luôn sẵn sàng tại mọi thời điểm . Nghĩa là nó phải đảm bảo nhận biết được mọi thông tin theo yêu cầu về một chi tiết gia công bất kỳ (quá khứ và hiện tại) ở một thời điểm nhất định . Ở đây bao hàm cả khâu quản trị các tiến trình công nghệ, các phiếu dụng cụ gia công, các chương trình gia công CNC cần thiết cho các nguyên công trong tiến trình gia công chi tiết cơ khí trên FMS. Ngoài ra còn phải kể đến khâu quản trị về trạng thái chất tải của các ổ tích dụng cụ gia công, cũng như trị số tuổi bền của từng dụng cụ gia công trong các ổ tích đó . Để tạo điều kiện thuận lợi cho khâu chuẩn đoán và loại trừ các nhiễu và sự cố có thể xuất hiện khi gia công trên FMS , cần phải đảm bảo sao cho việc thu thập, lưu giữ và xử lý các nguyên nhân gây ra nhiễu và sự cố được tiến hành cụ thể và chính xác .



Hình 6.23. Hệ thống thông tin của FMS

Phân hệ hoạch định-điều khiển ngắn hạn đảm nhận các chức năng cần thiết nhằm đảm bảo tiến trình phối hợp giữa các hoạt động trong FMS (gia công, gá đặt-tháo dỡ, vận chuyển) .

Hệ hoạch định có chức năng tiếp nhận , chuyển tiếp và phân bổ để thực hiện các đơn đặt hàng gia công dựa trên trạng thái chất tải tức thời của FMS và sự chỉ đạo chung của hệ thống hoạch định-điều khiển cấp trên .

Hệ điều khiển được phân chia thành hệ điều khiển về kỹ thuật và hệ điều khiển về tổ chức . Hệ điều khiển về kỹ thuật đảm bảo truyền dẫn các chương trình gia công CNC, điều khiển hệ thống cung ứng phôi (chi tiết) - dụng cụ gia công, ví dụ, giám sát vị trí chuyển dịch của thiết bị vận chuyển-cung ứng chặt chẽ nhằm tránh va đập, đảm bảo sự đồng bộ giữa khâu điều khiển máy gia công và khâu điều khiển quá trình vận chuyển, đảm bảo khâu điều khiển từng máy gia công. Để có thể quản trị tốt khối lượng dữ liệu lớn và phức tạp này, phải sử dụng máy tính có khả năng thích hợp (gọi là máy tính gia công). Các thành phần tham gia trong cấu trúc của hệ thống FMS được nối trực tiếp với máy tính này, nhằm đáp ứng nhanh và kịp thời những yêu cầu về điều khiển. Hệ điều khiển về tổ chức lại có chức năng khác với hệ điều khiển về kỹ thuật, đó là hoạch định ngắn hạn tiến trình gia công (điều phối máy gia công, điều phối thiết bị vận chuyển, điều chỉnh khi có nhiễu hoặc sự cố) và tập hợp dữ liệu sản xuất. Khâu tập hợp dữ liệu sản xuất thường không được quan tâm ở các hệ thống gia công với máy công cụ thông thường , nhưng lại là một tiền đề không thể thiếu được đối với quá trình hoạt động của các hệ thống FMS .

6.2.3.4. Tính linh hoạt của FMS

Cùng với sự triển khai thiết lập và khai thác sử dụng một FMS là đồng thời phải đạt được nhiều mục tiêu kinh tế khác nhau như : tiết kiệm chi phí về nhân lực, tận dụng khả năng của máy gia công ở mức độ cao hơn nhờ khả năng thực hiện quá trình sản xuất một phần không cần người vận hành trong ca thứ ba (ca đêm), hoặc trong các ngày chủ nhật hoặc ngày lễ ; cũng như khả năng thực hiện các đơn đặt hàng trong thời gian tương đối ngắn, theo định hướng hạn chế khối lượng lưu kho , hạn chế chi phí về vốn cố định . Mặt khác, khi sử dụng FMS còn có thêm khả năng thích nghi cao hơn với nhiệm vụ sản xuất thay đổi ngắn hạn hay dài hạn . Ngoài ra, người ta còn hy vọng là với FMS thì ảnh hưởng chủ quan của người thợ đến với chất lượng gia công sẽ giảm đi, và như vậy chất lượng gia công sẽ cao hơn và ổn định hơn.

Các mục tiêu kinh tế trên được đảm bảo trên cơ sở tạo lập tính linh hoạt của FMS. Khái niệm tính linh hoạt có tính tổng hợp cao, nhiều khía cạnh, theo nhiều quan điểm thì tính linh hoạt chưa thể được định nghĩa thống nhất trong các tài liệu và công trình chuyên môn về kinh tế và kỹ thuật . Tính linh hoạt có nghĩa là sự tồn tại của nhiều bậc tự do trong tình huống lựa chọn và quyết định . Tình huống lựa chọn và quyết định có thể xuất hiện nhiều (sự cố) hoặc do nhiều cơ hội mới xuất hiện trong môi trường phát triển cao hơn.

Dựa vào nhận thức đó, trước tiên cần nêu bật các yếu tố thời gian, chi phí và năng suất sản xuất ẩn dụ trong tính linh hoạt của một FMS khi có yêu cầu thay đổi về chủng loại sản phẩm và số lượng sản phẩm . Tất nhiên, tính linh hoạt có thể đạt được theo cách thức khác nhau. Như vậy, trong thực tế sản xuất ngành cơ khí, dạng phổ biến của dây chuyền gia công linh hoạt chính là mặt bằng gia công có cấu trúc bố trí theo kiểu loại máy gia công thông thường (phân chia quá trình gia công cơ khí thành các bộ phận ứng với kiểu loại máy công như : tiện, phay, khoan , mài, ...). Ở đây, việc chuyển đổi mặt hàng gia công được thực hiện nhanh bằng cách điều chỉnh lại các máy gia công, song thời gian điều chỉnh này lại làm hao quỹ thời gian gia công của máy, làm cho số lượng chi tiết gia công được bị giảm đi cho một chu kỳ thời gian gia công . Nghĩa là ở đây, càng tận dụng tiềm năng về tính linh hoạt, số lượng chi tiết gia công được càng giảm nhiều hơn khi giá trị của thời gian điều chỉnh máy càng lớn hơn . Trong trường hợp này có nghĩa là một máy gia công nào đó được coi là linh hoạt , nếu máy đó khi chuyển đổi mặt hàng gia công mà không cần thời gian điều chỉnh .

Quá trình gia công được tổ chức theo nguyên lý dòng chảy liên tục cũng được coi là cơ sở để thiết lập các hệ thống sản xuất linh hoạt. Như vậy, theo giả định, người ta có thể thiết lập cho từng sản phẩm cũng như cho từng kế hoạch sản xuất cụ thể một đường dây gia công phù hợp và các sản phẩm được chế tạo theo yêu cầu trên các đường dây gia công này. Khâu điều chỉnh quá trình gia công từ loại sản phẩm này sang loại sản phẩm khác có thể là đơn giản thông qua việc thay đổi đường dây tức thời (đường dây vừa mới hoạt động ứng với một loại sản phẩm) . Trong quy mô sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, phương án này là không kinh tế và không thực tế, bởi vì từng đường dây gia công sẽ chủ yếu là "thất nghiệp" do số lượng yêu cầu về từng loại sản phẩm quá ít . Suy luận có tính chất cực đoan như vậy để chứng minh rằng bên cạnh yếu tố thời gian cần phải đề cập đến yếu tố chi phí trong phạm vi của tính linh hoạt . Chi phí là một yếu tố quan trọng khi xem xét tính linh hoạt của FMS .

FMS cần phải được xây dựng và thiết lập trên cơ sở khai thác, tận dụng những ưu điểm của cấu trúc mặt bằng gia công theo kiểu loại máy thông thường (điều chỉnh nhanh từ đơn đặt hàng này sang đơn đặt hàng khác với phí tổn đầu tư thấp) với những hiệu quả của cấu trúc mặt bằng gia công theo nguyên lý dòng chảy liên tục (năng lực sản xuất lớn với giá thành sản xuất thấp, nếu năng lực sản xuất được khai thác tận dụng ở mức độ cao). Về cơ bản, một hệ thống gia công linh hoạt (FMS) chỉ được coi là linh hoạt trong phạm vi một chủng loại sản phẩm (chi tiết gia công) nhất định mà dựa vào đó nó được thiết kế, xây dựng (được cấu

6.2.3.4. Tính linh hoạt của FMS

Cùng với sự triển khai thiết lập và khai thác sử dụng một FMS là đồng thời phải đạt được nhiều mục tiêu kinh tế khác nhau như : tiết kiệm chi phí về nhân lực, tận dụng khả năng của máy gia công ở mức độ cao hơn nhờ khả năng thực hiện quá trình sản xuất một phần không cần người vận hành trong ca thứ ba (ca đêm), hoặc trong các ngày chủ nhật hoặc ngày lễ ; cũng như khả năng thực hiện các đơn đặt hàng trong thời gian tương đối ngắn, theo định hướng hạn chế khối lượng lưu kho , hạn chế chi phí về vốn cố định . Mặt khác, khi sử dụng FMS còn có thêm khả năng thích nghi cao hơn với nhiệm vụ sản xuất thay đổi ngắn hạn hay dài hạn . Ngoài ra, người ta còn hy vọng là với FMS thì ảnh hưởng chủ quan của người thợ đối với chất lượng gia công sẽ giảm đi, và như vậy chất lượng gia công sẽ cao hơn và ổn định hơn .

Các mục tiêu kinh tế trên được đảm bảo trên cơ sở tạo lập *tính linh hoạt* của FMS . Khái niệm *tính linh hoạt* có tính tổng hợp cao, nhiều khía cạnh, theo nhiều quan điểm nên *tính linh hoạt* chưa thể được định nghĩa thống nhất trong các tài liệu và công trình chuyên môn về kinh tế và kỹ thuật . *Tính linh hoạt* có nghĩa là sự tồn tại của nhiều bậc tự do trong một tình huống lựa chọn và quyết định . Tình huống lựa chọn và quyết định có thể xuất hiện do *những (sự cố)* hoặc do *những cơ hội mới* xuất hiện trong môi trường phát triển cao hơn.

Dựa vào nhận thức đó, trước tiên cần nêu bật các yếu tố *thời gian, chi phí và năng lực* sản xuất ẩn dụ trong tính linh hoạt của một FMS khi có yêu cầu thay đổi về chủng loại sản phẩm và số lượng sản phẩm . Tất nhiên, tính linh hoạt có thể đạt được theo cách thức khác nhau. Như vậy, trong thực tế sản xuất ngành cơ khí, dạng phổ biến của dây chuyền gia công linh hoạt chính là mặt bằng gia công có cấu trúc bố trí theo kiểu loại máy gia công thông thường (phân chia quá trình gia công cơ khí thành các bộ phận ứng với kiểu loại máy công cụ như : tiện, phay, khoan , mài , ...). Ở đây, việc chuyển đổi mặt hàng gia công được thực hiện nhanh bằng cách điều chỉnh lại các máy gia công, song thời gian điều chỉnh này lại làm tổn hao quỹ thời gian gia công của máy, làm cho số lượng chi tiết gia công được bị giảm đi xét cho một chu kỳ thời gian gia công . Nghĩa là ở đây, càng tận dụng tiềm năng về tính linh hoạt, số lượng chi tiết gia công được càng giảm nhiều hơn khi giá trị của thời gian điều chỉnh máy càng lớn hơn . Trong trường hợp này có nghĩa là một máy gia công nào đó được coi là linh hoạt , nếu máy đó khi chuyển đổi mặt hàng gia công mà không cần thời gian điều chỉnh .

Quá trình gia công được tổ chức theo *nguyên lý dòng chảy liên tục* cũng được coi là cơ sở để thiết lập các hệ thống sản xuất linh hoạt. Như vậy, theo giả định, người ta có thể thiết lập cho từng sản phẩm cũng như cho từng kế hoạch sản xuất cụ thể một *đường dây gia công phù hợp* và các sản phẩm được chế tạo theo yêu cầu trên các đường dây gia công này. Khâu điều chỉnh quá trình gia công từ loại sản phẩm này sang loại sản phẩm khác có thể là đơn giản thông qua việc thay đổi đường dây tức thời (đường dây vừa mới hoạt động ứng với một loại sản phẩm) . Trong quy mô sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ, phương án này là không kinh tế và không thực tế, bởi vì từng đường dây gia công sẽ chủ yếu là “thất nghiệp” do số lượng yêu cầu về từng loại sản phẩm quá ít . Suy luận có tính chất cực đoan như vậy để chứng minh rằng bên cạnh yếu tố thời gian cần phải đề cập đến yếu tố *chi phí* trong phạm vi của tính linh hoạt . *Chi phí là một yếu tố quan trọng khi xem xét tính linh hoạt của FMS .*

FMS cần phải được xây dựng và thiết lập trên cơ sở khai thác, tận dụng những ưu điểm của cấu trúc mặt bằng gia công theo kiểu loại máy thông thường (điều chỉnh nhanh từ đơn đặt hàng này sang đơn đặt hàng khác với phí tổn đầu tư thấp) với những hiệu quả của cấu trúc mặt bằng gia công theo nguyên lý dòng chảy liên tục (năng lực sản xuất lớn với giá thành sản xuất thấp, nếu năng lực sản xuất được khai thác tận dụng ở mức độ cao). *Về cơ bản, một hệ thống gia công linh hoạt (FMS) chỉ được coi là linh hoạt trong phạm vi một chủng loại sản phẩm (chi tiết gia công) nhất định mà dựa vào đó nó được thiết kế, xây dựng (được cấu*

hình) và khai thác sử dụng. Các hệ thống FMS sử dụng vận năng để gia công sản phẩm bất kỳ, cho đến nay chưa tồn tại.

Những yếu tố quan trọng của tính linh hoạt cần được trình bày rõ hơn. Hợp tài liệu tham khảo được như sau: tính linh hoạt về máy gia công, tính linh hoạt về vật liệu, tính linh hoạt về tiến trình gia công, tính linh hoạt về thay đổi hệ thống, tính linh hoạt về thay đổi hỗn hợp sản phẩm, tính linh hoạt về hỗn hợp sản phẩm, tính linh hoạt về thay đổi số lượng sản phẩm, tính linh hoạt về sự thay đổi số lượng sản xuất.

a) Tính linh hoạt về máy gia công

Tính linh hoạt về máy gia công diễn đạt sự dễ dàng thích ứng của máy gia công để thay đổi đơn đặt hàng (nguyên công). Khả năng này được đảm bảo và thực hiện nhờ thao tác thay dụng cụ tự động.

Tính linh hoạt này của máy gia công có thể chịu tác động của năng lực sản xuất lớn của ổ tích dụng cụ ở gần máy.

b) Tính linh hoạt về dòng vật liệu

Tính linh hoạt về dòng vật liệu là khả năng của hệ thống ứng với dòng vật liệu của FMS, đảm bảo cho các chi tiết gia công có kiểu loại khác nhau chuyển đổi từ FMS và được xác định vị trí theo yêu cầu trên máy gia công. Tính linh hoạt về dòng vật liệu của các máy gia công càng dễ được đáp ứng đầy đủ nhu cầu về phối (chi tiết) gia công như vậy mức độ khai thác tận dụng tính linh hoạt sẵn có của máy gia công càng cao, hạn của hệ thống ứng với dòng vật liệu càng giảm.

Tính linh hoạt của hệ thống ứng với dòng vật liệu có thể chịu tác động của trang bị kỹ thuật và quy hoạch về các đường chuyển dịch trong mặt bằng sản xuất.

c) Tính linh hoạt về tiến trình gia công

Một phối (chi tiết) gia công có tính linh hoạt về tiến trình công nghệ gia công được gia công với các thứ tự công nghệ khác nhau. Tính linh hoạt này càng cao, mức độ khai thác tận dụng khả năng của máy gia công càng được điều tiết tốt hơn, mức độ sản phẩm của FMS sẽ càng nhiều hơn.

Tính linh hoạt của phối (chi tiết) gia công về tiến trình gia công có thể chịu tác động của khâu xác nhận các tiến trình gia công khác nhau cho một kiểu hoặc loại sản phẩm.

Các khái niệm đã nêu trên đây (tính linh hoạt về máy, tính linh hoạt về vật liệu, tính linh hoạt về tiến trình gia công) diễn đạt tính chất của máy gia công, của dòng vật liệu cũng như của kiểu hoặc loại sản phẩm được gia công trên một máy gia công. Tính linh hoạt đó được xét theo một phần tử của hệ thống FMS. Do vậy, những đánh giá về tính linh hoạt sẽ được xét đồng thời theo nhiều phần tử của hệ thống FMS.

d) Tính linh hoạt về thay đổi hệ thống

Tính linh hoạt này diễn đạt khả năng, mức độ thay đổi cao nhất trong cấu trúc máy gia công (hoặc số trạm gá kẹp v.v...), nghĩa là tăng hoặc giảm. Vì vậy, tính linh hoạt này có thể là cần thiết, nếu vì lý do thay đổi về số lượng sản phẩm theo yêu cầu của khách hàng (gồm các máy có thể thay thế nhau) bị quá tải và phải bố trí bổ sung các máy khác. Sự thay đổi về cấu trúc (cấu hình) của FMS cũng là cần thiết để gia công các kiểu hoặc loại sản phẩm mới cần được gia công với các nguyên công trên FMS, nếu các nguyên công đó lại không thể thực hiện được ở các máy sẵn có của FMS, hoặc

gia công từng phương án sản phẩm mà sẽ có những kiểu loại máy nhất định . nhất là các máy chuyên dùng , sẽ không cần thiết nữa .

Như vậy, ở đây phải xét đến *tính linh hoạt về thay đổi cấu trúc(cấu hình) của một hệ thống sản xuất*. Tính linh hoạt này cho biết khả năng thay đổi những thành phần nhất định của hệ thống và khả năng thích nghi của hệ thống đối với nhiệm vụ sản xuất mới .

Tính linh hoạt về thay đổi hệ thống cần được quan tâm khi quy hoạch mặt bằng gia công (quy hoạch cả phần diện tích để đặt máy bổ sung sau này) và khi xây dựng các mô đun phân cứng và phần mềm để thiết lập FMS .

e) Tính linh hoạt về thay đổi hỗn hợp sản phẩm

Tính linh hoạt về thay đổi hỗn hợp sản phẩm diễn tả một hệ thống FMS trong định hướng ngắn hạn không có khả năng mở rộng, nhưng sẽ được thay đổi, điều chỉnh. Nó cho biết số lượng sản phẩm được gia công trên FMS mà không cần đầu tư. Tính linh hoạt này là một tính chất của toàn bộ các thành phần của hệ thống FMS . Nó chịu sự tác động của cấu trúc kỹ thuật của các máy gia công và mức độ thay thế và bổ sung cho nhau của các máy này trong phạm vi FMS . Từ đó có thể nhận định rằng : một hệ thống FMS với các máy *bổ sung* lẫn nhau sẽ có tính linh hoạt về thay đổi hỗn hợp sản phẩm cao hơn là một hệ thống FMS với các máy chủ yếu là *thay thế* nhau .

g) Tính linh hoạt về hỗn hợp sản phẩm

Quan sát một hệ thống FMS trong định hướng ngắn hạn mà không có điều kiện mở rộng hoặc thay đổi (điều chỉnh) , sẽ dẫn đến khái niệm *tính linh hoạt về hỗn hợp sản phẩm*. Nó đề cập đến số lượng các kiểu loại chi tiết khác nhau được gia công trên FMS mà không phải điều chỉnh (thay đổi) lớn , không làm hệ thống phải ngừng hoạt động khi điều chỉnh . Số lượng này càng nhiều thì lượng lưu giữ và bảo quản theo yêu cầu, nhằm đảm bảo thời hạn cung ứng quy định, sẽ càng ít . Bởi vì tất cả những kiểu, loại chi tiết được gia công mà không phải thay đổi (điều chỉnh) , khả năng lực sản xuất đảm bảo, sẽ được chế tạo theo yêu cầu đặt hàng .

Tính linh hoạt này trước hết là tính chất của các máy được tập hợp trong một FMS và những dụng cụ được trang bị kèm theo các máy .

h) Tính linh hoạt về sự chuyển qua tương đương

Tính linh hoạt này được nhận biết, nếu một chi tiết gia công với tiến trình công nghệ đã được quy định trước, có thể thực hiện những chuyển dịch vật lý khác nhau qua hệ thống FMS , bởi vì nhiều máy *thay thế* lẫn nhau đều là phương án tương đương nhau để thực hiện cùng một nguyên công. Tính linh hoạt này có ý nghĩa đặc biệt khi gặp nhiều (sự cố) về máy gia công trong FMS .

Tính linh hoạt này là tính chất của các máy tập hợp trong một hệ thống FMS. Nó phụ thuộc vào số lượng các máy thay thế nhau và khả năng cung ứng nhanh các dụng cụ gia công cần thiết cho các máy .

i) Tính linh hoạt về sự thay đổi số lượng sản xuất

Tính linh hoạt này diễn đạt khả năng hoạt động đạt yêu cầu về mặt kinh tế của một FMS với lượng đầu ra (Output-Niveaus) khác nhau . Một FMS có tính linh hoạt này cao sẽ có đồ thị giá thành gia công có dạng rất phẳng. Tính linh hoạt này cũng là một tính chất của toàn hệ thống FMS .

6.2.3.5. Các vấn đề về hoạch định FMS

Trong phần này, điều cần thiết trước hết là xem xét tổng quát những và đa dạng có ảnh hưởng đến quá trình hoạch định hệ thống gia công linh hoạt và đa dạng có hiệu quả của FMS trong thực tế sản xuất cơ khí. Tại đây, những vấn đề ngắn hạn và dài hạn. Hoạch định dài hạn có nội dung chủ yếu trúc của cơ sở vật chất kỹ thuật, nghĩa là sẽ dẫn tới quyết định về đầu tư và hoạch định ngắn hạn lại có nội dung chủ yếu là sử dụng tiềm năng vật chất kỹ thuật.

Khi hoạch định dài hạn, hệ thống FMS phải được kiểm nghiệm cụ thể trên cơ sở cấu trúc (cấu hình) khả thi của nó. Vấn đề này cần được xử lý từ đầu tư sản xuất bằng những mô hình, phương pháp giải và lời giải đủ tin cậy.

Quyết định về đầu tư để thiết lập và sử dụng một FMS trong sản xuất quyết định có tính chất chiến lược, bởi vì giá trị đầu tư rất lớn (ví dụ ở Đ. phạm vi từ 5 đến 100 triệu DM, tương đương từ 3 đến 70 triệu USD) và tuổi thọ dài, thường là tương ứng với nhiều chu kỳ tồn tại (thời hạn sử dụng cơ khí). Khâu hoạch định dài hạn của FMS là nằm trong dự án hoạch định dài hạn và năng lực sản xuất của doanh nghiệp cơ khí, là kết quả tất yếu của công nghệ dựa trên sự đổi mới công nghệ. Vì mang tính chất đầu tư mà khâu có quan hệ chặt chẽ với khâu hoạch định tài chính và đầu tư.

Việc quyết định triển khai phương án FMS có thể dựa trên những luận

* Chủ yếu là các luận cứ chiến lược, dựa trên sự phát triển về công nghệ chủ đầu tư nhận thức rõ sự cần thiết phải đầu tư vào lĩnh vực công nghệ sản để từ đó tiếp cận kịp thời với thành tựu phát triển nhanh chóng của công nghệ xuất cơ khí, và qua đó tạo được khả năng cạnh tranh cần thiết trên thị trường chưa cấp thiết phải triển khai FMS trong sản xuất, thì quá trình chuyển tiếp mới sẽ tránh được bước tụt hậu sau này.

* Tiền đề mang tính kinh tế để tiến tới quyết định triển khai FMS một phương án đầu tư để hợp lý hoá sản xuất theo thời gian những công nghệ được thay thế bằng những thành tựu phát triển mới, đáp ứng được những của thị trường về chất lượng sản phẩm, thời hạn giao hàng và giá thành sản

* Mặt khác, trong quá trình phát triển của doanh nghiệp cũng cần m. Trên cơ sở chương trình sản xuất dài hạn, doanh nghiệp sẽ xác định năng phải bổ sung để thực hiện chương trình đó, bằng cách so sánh năng lực sản năng lực theo yêu cầu của chương trình sản xuất dài hạn. Khi xác định được về năng lực sản xuất sẽ phải xem xét để lựa chọn giải pháp thích hợp bổ sung pháp nhằm bổ sung năng lực sản xuất thường là: mở rộng năng lực sản xuất với bên ngoài đối với chủng loại sản phẩm nhất định, hoặc khai thác cao hơn năng lực sản xuất sẵn có. Trong trường hợp mở rộng năng lực sản xét để lựa chọn dạng hệ thống sản xuất phù hợp. Khi nhận thấy có thể thiết xuất linh hoạt, thường phải lựa chọn giữa các phương án tương đương nhau bằng gia công bố trí theo kiểu loại máy, đường dây gia công linh hoạt (Flexi và FMS. Những tiền đề nêu trên sẽ dẫn đến quyết định nghiên cứu khảo ngh án xây dựng và sử dụng FMS trong sản xuất và thiết lập quá trình hoạch định hoạch định FMS gồm có 3 giai đoạn (hình 6.24). Bảng 6.3 nêu tổng quát về cụ được sử dụng trong các giải pháp tự động hoá quá trình gia công các chi tiết

Quá trình chuẩn bị công nghệ gia công chi tiết cơ khí trên các hệ thống động hoá (FMS) có những nội dung chính như sau:

1. Xác định đối tượng gia công (ghép nhóm chi tiết cơ khí để có thể gia công chung với một quá trình công nghệ và dây chuyền công nghệ, nhằm đạt hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao).
2. Xác định *đối tượng đại diện* cho nhóm chi tiết đã ghép.
3. Xác định phương pháp gia công cho từng bề mặt (*phần tử hình dạng*) của đối tượng đại diện.
4. Xác định thứ tự gia công các bề mặt (*phần tử hình dạng*) của *đối tượng đại diện* theo các *quy luật logic về kỹ thuật và công nghệ (chuẩn công nghệ, phối)*.
5. Thiết kế từng nguyên công ứng với kiểu loại máy công cụ (ví dụ, máy CNC), gồm: chọn máy, phân chia các bước công nghệ, xác định dụng cụ-trang bị công nghệ, định mức vật tư, định mức thời gian, xác định chế độ cắt tối ưu, xác định bậc thợ v.v...
6. Lập các văn bản công nghệ cần thiết (phiếu tiến trình công nghệ, phiếu nguyên công, sơ đồ nguyên công, phiếu dụng cụ-trang bị công nghệ, phiếu vật tư...). Đối với máy công cụ CNC phải lập chương trình gia công NC theo ngôn ngữ và *bảng mã ISO (ISO Code)* thích hợp để điều khiển quá trình gia công chi tiết cơ khí trên máy công cụ CNC.

Như vậy, quá trình chuẩn bị công nghệ đã nêu trên sẽ là :

- Giai đoạn *Thiết kế sơ bộ* gồm các nội dung từ 1 đến 4.
- Giai đoạn *Thiết kế chính xác* gồm các nội dung 5 và 6.

Giai đoạn *Thiết kế sơ bộ*, được thực hiện theo hướng ứng dụng kỹ thuật CAD/CAM, dựa trên việc nghiên cứu xây dựng *hệ dữ liệu công nghệ, các thuật giải (algorithms) và các chương trình máy tính (programs)* thiết kế công nghệ sơ bộ ứng với các dạng chi tiết cơ khí cơ bản là chi tiết tròn và chi tiết không tròn (trục/bạc, hộp/gối đỡ, càng/biên, bánh răng).

Hệ dữ liệu công nghệ bao gồm các dữ liệu hình học và công nghệ của chi tiết cơ khí cần gia công (các dạng chi tiết cơ khí, hệ thống phân loại các phần tử hình dạng cho từng dạng chi tiết cơ khí, kích thước tiêu chuẩn của chi tiết cơ khí, vật liệu của chi tiết cơ khí, độ cứng theo yêu cầu, độ chính xác yêu cầu của các bề mặt quan trọng trên chi tiết cơ khí (theo cấp chính xác IT1 ÷ IT16) ứng với các mức (thô, bán tinh, tinh, rất tinh), độ nhám (Ra hoặc Rz) của bề mặt quan trọng trên chi tiết cơ khí, sản lượng của chi tiết cơ khí).

Hệ dữ liệu công nghệ còn bao gồm các dữ liệu đặc trưng cho các phương pháp gia công về *khả năng công nghệ* (dạng bề mặt gia công, kích thước max/min của bề mặt gia công, chất lượng gia công (IT, Ra hoặc Rz), độ cứng vật liệu gia công, lượng dư gia công nhỏ nhất (Z_{min}),).

Các thuật giải và chương trình máy tính thiết kế công nghệ sơ bộ được xây dựng ứng với các dạng chi tiết cơ khí cơ bản đã nêu trên, theo ngôn ngữ thích hợp (ví dụ, Turbo Pascal, Visual Basic,), gồm các bài toán công nghệ sau :

1. Ghép nhóm chi tiết cơ khí trong phạm vi một dạng chi tiết theo các dữ liệu đặc trưng (khoảng kích thước, vật liệu, độ cứng, độ chính xác IT, độ nhám Rz hoặc Ra, trọng lượng, sản lượng).
2. Nhập nhóm chi tiết đã ghép, phân tích từng chi tiết trong nhóm thành các phần tử hình dạng cơ bản (xác định mã hiệu các phần tử hình dạng đã phân tích).
3. Xác định *chi tiết đại diện* cho nhóm chi tiết đã ghép (tính số lượng các phần tử hình dạng của từng chi tiết trong nhóm, tìm *chi tiết cơ sở* (chi tiết nào trong

công chung
quả kinh tế -

của đối

g đại diện
(i).

CNC), gồm:
ồng nghệ,
ình bậc thợ

u nguyên
ật tư....).
ngữ và
g chi tiết

CAD/CAM ,
ms) và các
ết cơ khí cơ
ăng) .

i tiết cơ khí
ng cho từng
ơ khí , độ
ơ khí (theo
m (Ra hoặc

g pháp gia
ặt gia công
a công nhỏ

y dụng ứng
rbo Pascal,

ữ liệu đặc
Ra , trọng

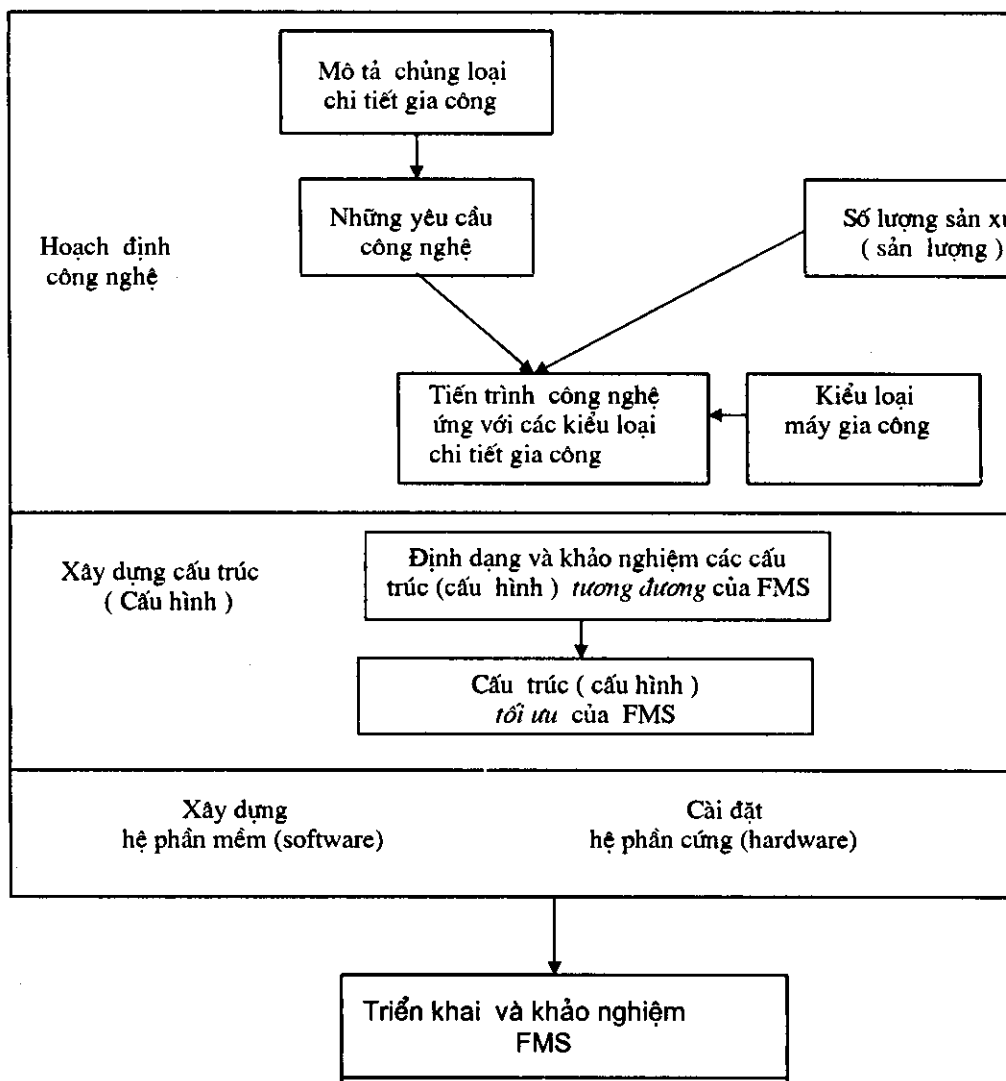
các phần

ác phần tử

nhóm có số lượng phần tử hình dạng nhiều nhất) , xây dựng *chi tiết đại diện* bằng cách thêm vào *chi tiết cơ sở* các phần tử hình dạng khác từ các chi tiết (nhóm) .

4. Xác định phương pháp gia công cho *chi tiết đại diện* (ghi ra: dạng, mã hiệu phần tử hình dạng, xác định tên và mã hiệu của phương pháp gia công với từng phần tử hình dạng) .

5. Xác định thứ tự gia công cho các phần tử hình dạng của *chi tiết đại diện* trình tự công nghệ điển hình ứng với từng dạng chi tiết cơ khí cơ bản .



Hình 6.24. Quá trình nghiên cứu khảo nghiệm về dự án FMS

Trong thực tế , khi nghiên cứu để thiết lập và sử dụng một *hệ thống gia công* (FMS) vào sản xuất , người ta phải tiến hành những công việc chính như sau :

1. Xác định chủng loại chi tiết gia công (ghép nhóm chi tiết gia công)
2. Tập hợp và xử lý dữ liệu hình học và công nghệ của nhóm chi tiết gia công
3. Thiết kế công nghệ để gia công nhóm chi tiết (xác định các phương pháp gia công)

xác định thứ tự gia công các bề mặt ứng với *chi tiết đại diện* của nhóm, thiết kế các nguyên công) .

4. Xác định nhu cầu gia công (khối lượng lao động quy đổi ra giờ máy gia công), xác định mức độ khai thác các máy gia công .

5. Xác định mức độ tự động hoá cần thiết .

6. Xác định các máy công cụ hoặc trung tâm gia công thích hợp .

7. Xác định hệ thống cung ứng phôi và dụng cụ (lưu trữ, gá đặt, tháo dỡ, vận chuyển phôi và dụng cụ công nghệ) phù hợp , nhằm đảm bảo *tính linh hoạt* và *mức độ tự động hóa* cần thiết của dòng phôi liệu và dụng cụ gia công .

8. Tính toán kinh tế ứng với từng *phương án cấu trúc* của hệ thống gia công linh hoạt (FMS).

9. So sánh các phương án cấu trúc của FMS để xác định phương án cấu trúc tối ưu.

Bảng 6.3. Đặc tính của các loại máy công cụ CNC và hoạt động trong hệ thống gia công linh hoạt - tự động hoá (FMS)

Loại máy	Số trục điều khiển	Phương pháp thay dụng cụ gia công	Phương pháp thay phôi	Các chức năng đặc biệt
Máy khoan	3	cơ khí, tự động	cơ khí	Các chu trình khoan đặc biệt, khoan các tấm dẫn điện từ với tốc độ cắt cao
Máy phay	3 - 5	cơ khí, tự động	cơ khí, tự động	Các trục song song, cao tốc, hiệu chỉnh dao
Máy tiện 1	2	tự động	cơ khí	Lập trình hình hoa, các chu trình
Máy tiện 2	2x2	tự động	cơ khí, tự động	Định hướng trục chính, dao cố khởi động riêng
Máy tiện 3	8	tự động	tự động	Đổi gá kẹp tự động, máy nhiều bàn trượt
Trung tâm gia công	4 - 5	tự động	tự động	Quản trị dao cụ, hộp cassette dụng cụ, đầu ngang hoặc đứng, bộ thay đổi phiên gá
Máy mài 1	3	cơ khí	cơ khí	Các chu trình sửa đá, các trục lắc lư
Máy mài 2	5+3+n	tự động	tự động	Có nhiều ụ mài, thay đổi đá mài và phôi mài tự động
Máy đột dập NIBBEL 1	2	cơ khí, tự động	cơ khí, tự động	Các chức năng NIBBEL, thay dụng cụ
Máy đột dập NIBBEL 2	5	tự động	tự động	Dụng cụ quay, tạo hình hộp, dụng cụ có nhiều nấc
Máy LASER	3 - 5	cơ khí	cơ khí, tự động	Điều khiển công suất tia LASER, tốc độ tiến dụng cụ cao
Máy phay răng	5+	cơ khí, tự động	cơ khí, tự động	Mô-đun phay lăn, lập trình các thông số gia công
Máy tia lửa điện cắt dây	2 - 5	dây: cơ khí, tự động	cơ khí, tự động	Chuyển dịch theo quỹ đạo lập trình, quay về điểm gốc
Tế bào gia công	3 lệch pha, 6 đồng bộ	tự động quản trị, giám sát	tự động nhận dạng dao, gọi chương trình	Giao diện DNC, các chức năng quản trị-xử lý dữ liệu máy và xưởng, các đầu nối với cảm biến (sensor) chuẩn đoán-phân tích sai số bằng đồ họa , có bộ nhớ phiên gá phôi
Hệ thống gia công linh hoạt	bất kỳ	tự động	tự động	Các bản ghi đặc điểm dụng cụ, tiến trình dữ liệu vòng tròn khép kín, bộ cấp phiên gá phôi

thiết kế các

a công), xác

vận chuyển
tự động hóa

g linh hoạt

c tối ưu.

trong

iệt
oan các o
u chỉnh dao
hời động
àn trượt
ng cụ, đầu iến gá
lư
và phôi
ng cụ
g cụ có
R, tốc độ
thông số
ình, quay
uản trị-xử ầu nối với ân tích sai gá phôi
tiến trình phiến gá

6.2.4. Đường dây gia công linh hoạt

Đường dây gia công linh hoạt gồm các trạm gia công (máy gia công) kết cứng với nhau theo *đối tượng gia công* , với dòng vật liệu theo nhịp thời liên kết nội bộ chặt chẽ. Nghĩa là, chi tiết gia công được chuyển dịch đồng theo nhịp thời gian nhất định từ máy này sang máy khác trong mặt bằng gia công. Đường dây gia công linh hoạt có thể gia công một chủng loại có giới hạn các chi tiết khác nhau theo trình tự gia công tùy chọn . Dòng vật liệu lại chỉ có hướng nhất định tùy chọn , do cơ chế vận chuyển quyết định . Công việc điều chỉnh đường dây gia công hợp với chủng loại chi tiết gia công mới, chỉ có thể được tiến hành khi cả hệ thống hoạt động , với thời gian điều chỉnh dài .

Chương 7

TỰ ĐỘNG HOÁ QUÁ TRÌNH KIỂM TRA

Nguyên công kiểm tra chất lượng của chi tiết chiếm một tỷ lệ lớn trong qui trình công nghệ. Trong một số lĩnh vực sản xuất, nguyên công kiểm tra chiếm từ $25 \div 50\%$ thời gian của chu kỳ công nghệ (thời gian thực hiện qui trình công nghệ). Ví dụ, trong công nghiệp chế tạo vòng bi, thời gian thực hiện các nguyên công kiểm tra chiếm khoảng $25 \div 30\%$ thời gian thực hiện toàn bộ qui trình công nghệ. Với mức độ cơ khí hoá và tự động hoá qui trình công nghệ thì các nguyên công kiểm tra ngày càng chiếm một tỷ trọng lớn.

Như vậy, nguyên công kiểm tra có ảnh hưởng rất lớn đến năng suất và chất lượng của sản phẩm. Kinh nghiệm tự động hoá các nguyên công kiểm tra, ví dụ như các thiết bị kiểm tra tích cực và các máy tự động kiểm tra phân loại đã góp phần đáng kể nâng cao chất lượng sản phẩm và năng suất lao động. Thiếu tự động hoá quá trình kiểm tra không thể thành lập được dây chuyền tự động, phân xưởng tự động và nhà máy tự động với chu kỳ hoạt động hoàn toàn tự động.

7.1. Phân loại thiết bị kiểm tra

Dựa theo mức độ tự động hoá người ta chia các thiết bị kiểm tra ra các loại sau đây:

- Thiết bị kiểm tra bằng tay.
- Thiết bị kiểm tra cơ khí.
- Thiết bị kiểm tra bán tự động.
- Thiết bị kiểm tra tự động.

Khi sử dụng thiết bị (đồ gá) kiểm tra bằng tay thì người công nhân (người kiểm tra) thực hiện tất cả các thao tác cần thiết đều bằng tay như : gá và tháo chi tiết trên đồ gá, xếp đặt những chi tiết thành phẩm và phế phẩm vào những chỗ riêng biệt. Quá trình đánh giá chất lượng của chi tiết (hay sản phẩm) được thực hiện bằng mắt thường hoặc bằng chỉ số của các dụng cụ đo.

Đối với các thiết bị kiểm tra bán tự động thì một số thao tác như: gá, tháo chi tiết hoặc đôi khi cả phân loại chi tiết được thực hiện bằng tay, còn lại tất cả các thao tác khác đều được thực hiện tự động. Ở các thiết bị kiểm tra tự động thì tất cả quá trình kiểm tra đều được tự động hoá.

Dựa theo phương pháp tác động đến quá trình gia công chi tiết thì các thiết bị kiểm tra được chia ra hai loại sau đây:

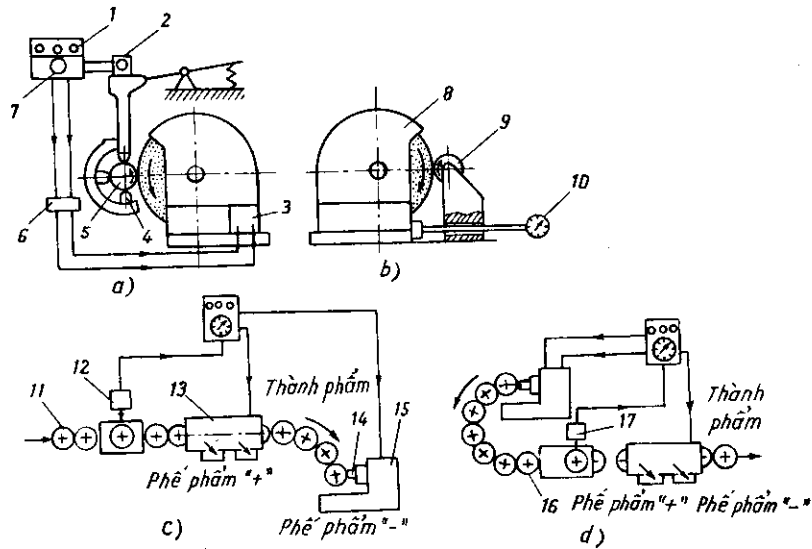
- Kiểm tra thụ động.
- Kiểm tra chủ động (kiểm tra tích cực).

Dùng các thiết bị kiểm tra thụ động để xác định các kích thước của các chi tiết, phân loại các chi tiết ra thành các chính phẩm và phế phẩm, xác định các phế phẩm có thể sửa chữa hoặc không thể sửa chữa được, phân loại chi tiết ra thành từng nhóm theo kích thước.

Các thiết bị kiểm tra tích cực có thể cố định kích thước kiểm tra trực tiếp trong quá trình gia công và truyền tín hiệu về kích thước trong quá trình gia công hoặc về vị trí của cơ cấu chấp hành của máy (ụ bánh đá mài) hoặc của dụng cụ cắt (đá mài). Khi thực hiện kiểm tra tích cực thì không cần dừng máy và như vậy thời gian kiểm tra trùng với thời gian máy (thời gian gia công). Vì quá trình kiểm tra kích thước được thực hiện trực tiếp trong quá trình gia

công, cho nên các thiết bị kiểm tra tích cực cho phép điều khiển được quá trình nhằm đảm bảo độ chính xác yêu cầu. Điều này có thể đạt được nhờ các cơ cấu cho phép tác động đến cơ cấu chấp hành của máy để ngăn ngừa phế phẩm. Công nghệ kiểm tra này chính là các thiết bị kiểm tra tự động.

Dưới đây là một số thiết bị kiểm tra tích cực thông dụng (hình 7.1).



Hình 7.1. Các thiết bị kiểm tra tích cực

- Kiểm tra trực tiếp: 1. Đèn hiệu; 2. Đattric; 3. Cơ cấu dịch chuyển đá mài; 4. Cơ cấu đo; 5. Chi tiết gia công; 6. Bộ khuếch đại; 7. Đồng hồ so.
- Kiểm tra gián tiếp: 8. Ụ đá mài; 9. Chi tiết gia công; 10. Đầu đo;
- Kiểm tra trước khi gia công: 11. Chi tiết gia công; 12. Đattric; 13. Cơ cấu tách; 14. Dụng cụ; 15. Cơ cấu máy.
- Kiểm tra tự động kích thước: 16. Chi tiết gia công; 17. Đattric.

Trong thực tế sản xuất người ta thường dùng các thiết bị kiểm tra nguyên tắc kiểm tra trực tiếp. Phương pháp kiểm tra này đảm bảo độ chính xác không bị ảnh hưởng nhiều của độ cứng vững của hệ thống công nghệ và các yếu tố khác.

Hình 7.1c là sơ đồ kiểm tra chi tiết 11 trước khi gia công để tránh gây hư hỏng cho cơ cấu máy 15. Các phối phế phẩm được cơ cấu 13 (được điều khiển bằng tay) đưa ra, còn các phối thành phẩm được đưa vào gia công.

Hình 7.1d là sơ đồ kiểm tra tự động kích thước của chi tiết 16 sau khi gia công. Một thiết bị có gắn đattric 17 (đattric này kiểm tra kích thước của từng chi tiết) thực hiện một số chức năng như: phân loại chi tiết thành các nhóm kích thước, tách các chi tiết phế phẩm, dùng máy sau khi phát hiện phế phẩm, hiệu chỉnh máy.

Trong các phân xưởng cơ khí người ta thường sử dụng các thiết bị kiểm tra tự động. Thiết bị này gồm hai cơ cấu kiểm tra: một cơ cấu thực hiện kiểm tra kích thước của chi tiết, còn cơ cấu thứ hai thực hiện việc kiểm tra các chi tiết khác. Nghĩa là kiểm tra lại công việc của cơ cấu thứ nhất. Trong những trường hợp này, cơ cấu thứ hai tự động điều chỉnh cơ cấu thứ nhất.

7.2. Đattric

Các chi tiết chính và quan trọng của các thiết bị kiểm tra, đồ gá kiểm tra, thiết bị kiểm tra tích cực, các máy kiểm tra bán tự động và tự động là cơ cấu đo (các đầu đo). Các cơ cấu đo được chia ra 3 loại như sau :

1. Loại không có thang chia. Loại cơ cấu này chỉ xác định được các kích thước giới hạn mà không cho chỉ số cụ thể. Đó là các dưỡng, đattric tiếp xúc điện không có thang chia.

2. Loại có thang chia. Loại cơ cấu này có thang chia cho phép xác định độ lớn của các kích thước kiểm tra. Đó là cơ cấu đo cơ khí như tay đòn, tay đòn - bánh răng, lò xo v.v.. và các thiết bị đo khí nén.

3. Loại cơ cấu đo tổ hợp. Loại cơ cấu này kết hợp các khả năng của hai loại cơ cấu trên. nó được gọi là các đattric (các bộ chuyển đổi). Các đattric được dùng trong các thiết bị kiểm tra tự động (tích cực và thụ động) là: đattric cơ khí, đattric tiếp xúc điện, đat-tríc cảm ứng, đat-tríc dung lượng, đattric quang điện, đattric khí nén v...v. Các đattric này được dùng để chuyển đổi lượng biến động của kích thước thẳng thành tín hiệu đầu ra của thông tin được dùng để điều khiển qui trình công nghệ. Dưới đây ta nghiên cứu một số loại đattric thông dụng.

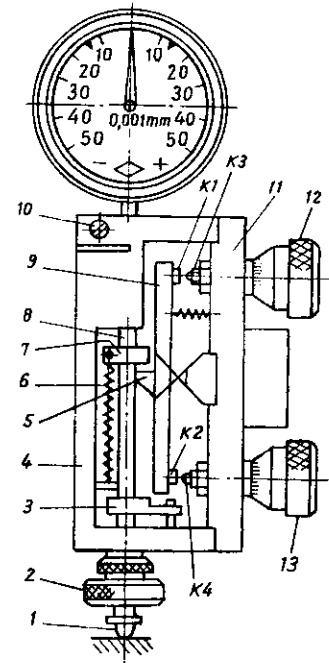
7.2.1. Đattric tiếp xúc điện

Các đattric tiếp xúc điện được chia ra: loại giới hạn (được dùng để kiểm tra kích thước giới hạn của chi tiết) và loại biên độ (được dùng để kiểm tra độ oval, độ đảo hướng kính và các sai số hình dáng khác). Nguyên lý làm việc của đattric tiếp xúc điện là chuyển đổi lượng dịch chuyển thẳng thành tín hiệu điện bằng cách đóng mở các công tắc điện.

Theo chức năng thì các đattric điện có số lượng các cặp công tắc khác nhau. Đó là các đat-tríc có một cặp công tắc, hai cặp công tắc và nhiều cặp công tắc. Các đattric tiếp xúc điện còn được dùng để phân loại các chi tiết thành phẩm theo nhóm kích thước. Loại đattric một cặp công tắc có thể phân loại chi tiết theo hai nhóm (với kích thước lớn hơn và nhỏ hơn kích thước danh nghĩa). Loại đattric hai cặp công tắc có thể phân loại chi tiết theo 3 nhóm (nhóm thành phẩm, nhóm phế phẩm có thể sửa được, nhóm phế phẩm không thể sửa được). Loại đattric nhiều cặp công tắc có thể phân loại chi tiết theo nhiều nhóm khác nhau. Hình 7.2 là một đattric tiếp xúc điện hai cặp công tắc.

Thanh đo 8 với đầu tiếp xúc 1 dịch chuyển trong các bạc của thân 4. Thanh 8 được chống xoay nhờ thanh kẹp 3. Lượng dịch chuyển của thanh 8 khi điều chỉnh đattric được thực hiện nhờ đai ốc điều chỉnh 2. Lực cân thiết để kiểm tra được tạo ra nhờ lò xo 6. Miếng chất dẻo 11 với tay đòn 9 và hai vòng điều chỉnh 12, 13 tạo thành một khối độc lập. Tay đòn 9 (có hai công tắc di động K1 và K2) được treo trên lò xo dạng chạc chữ thập lò xo. Các công tắc di động K1 và K2 được bố trí đối diện với các công tắc cố định K3 và K4. Các

vòng điều chỉnh 12 và 13 với thang chia 0,002 mm được dùng để hiệu chỉnh đattric. Tay đòn 9 và thanh đo 8 được tiếp xúc với nhau bằng chạc 7 (bằng hợp kim cứng) tựa trên chốt 5 (chốt 5 tạo thành gờ vai nhỏ của tay đòn 9). Lượng dịch chuyển của thanh đo 8 gây ra một sai lệch



Hình 7.2. Đattric tiếp xúc điện

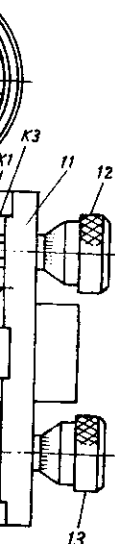
- 1. Đầu tiếp xúc;
- 2. Đai ốc điều chỉnh;
- 3. Thanh kẹp; 4. Thân đattric;
- 5. Chốt; 6. Lò xo; 7. Chạc;
- 8. Thanh đo; 9. Tay đòn;
- 10. Đồng hồ so;
- 11. Miếng chất dẻo;
- 12, 13. Vòng điều chỉnh. K1, K2, K3, K4. Công tắc cố định; L. Công tắc di động.

thiết bị kiểm
Các cơ cấu

h thước giới
ang chia.

lớn của các
v.v.. và các

loại cơ cấu
các thiết bị
đất-tríc cảm
được dùng để
ng tín được
thông dụng.



tiếp xúc điện

ân đattric;
Chạc;
đòn;

ình. K1,
c cố định;

c. Tay đòn
ốt 5 (chốt
ột sai lệch

góc của tay đòn và đóng hoặc mở các công tắc (các công tắc được nối với n truyền tín hiệu cho các cơ cấu chấp hành của máy, của thiết bị kiểm tra tự động ánh sáng của đồ gá kiểm tra.

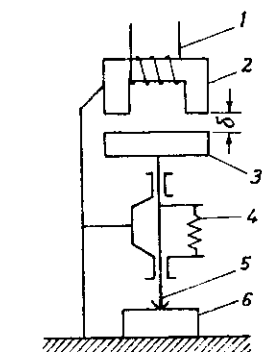
Để quan sát kích thước của chi tiết người ta dùng đồng hồ so 10. Đồng tiếp xúc với mặt trên của thanh đo 8 bằng đầu đo của nó. Sai số xử lý của các điện nằm trong khoảng $\pm 0,5$ đến $\pm 1 \mu m$. Các đattric này thường được sử dụng kiểm tra nhiều vị trí, trong các máy tự động kiểm tra phân loại và đôi khi trong tích cực.

Nhược điểm của các đattric tiếp xúc điện là: điểm tiếp xúc có thể bị xúc cần luôn luôn được lau sạch, thiết bị rất nhạy cảm với hơi ẩm.

7.2.2. Đattric cảm ứng

Đattric cảm ứng loại trừ được các nhược tiếp xúc điện. Các đattric cảm ứng được dùng rộng thiết bị kiểm tra tích cực. Đattric cảm ứng có độ ch thước khuôn khổ nhỏ nhưng có khả năng đo được xa. Nguyên lý hoạt động của đattric cảm ứng là s của các cuộn dây cảm ứng (thay đổi phản lực khi thông số xác định độ cảm ứng). Tín hiệu của đattr chuyển thành thông số điện để tiện cho việc kiểm điện thế hay dòng điện.

Hình 7.3 là sơ đồ của đattric cảm ứng. K thước của chi tiết gia công 6 thì đầu đo 5 sẽ được xuống, do đó khe hở δ giữa phần ứng 3 và thanh cuộn dây 1 sẽ thay đổi. Như vậy, lực cảm ứng chuyển thành tín hiệu điện sẽ thay đổi. Lực đo ở nhờ lò xo 4. Trong các đattric cảm ứng vệ tinh cuộn cảm ứng, cho nên độ nhạy cảm của đattric có lần.



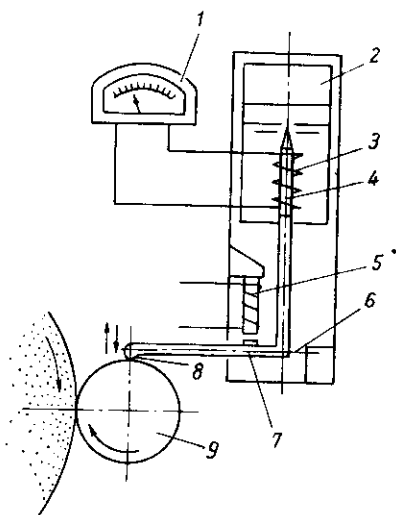
Hình 7.3. Sơ đồ đattric cảm ứng

1. Cuộn dây;
2. Nam châm;
3. Phần ứng;
4. Lò xo;
5. Đầu đo;
6. Chi tiết gia công.
- δ . Khe hở.

7.2.3. Đattric rung tiếp xúc

Kết cấu của đattric rung tiếp xúc thực hiện các chuyển động dao động có với bề mặt của chi tiết cần đo. Hình đattric rung tiếp xúc.

Thanh rung 7 với đầu đo 8 được lá 6 và thực hiện dao động nhờ thanh (thanh nam châm này hoạt động nhờ nghiệp). Khi kích thước của chi tiết gia biên độ dao động của thanh 7 thay đổi dao động của phần ứng 4 của cuộn rung 3 trước các thanh nam châm cố đổi. Kết quả là trong cuộn dây của dòng điện xuất hiện, dòng điện này đã độ dao động của thanh rung và tương đổi của kích thước gia công. Để quan của kích thước gia công người ta lắp đ 1 hoặc với bộ khuếch đại các tín hiệu.



Hình 7.4. Sơ đồ đattric rung cảm ứng

1. Đồng hồ;
2. Nam châm;
3. Cuộn dây;
4. Phần ứng;
5. Nam châm điện;
6. Lò xo lá;
7. Thanh rung;
8. Đầu đo;
9. Chi tiết.

7.2.4. Đattric dung lượng điện

Hoạt động của các đattric dung lượng điện được thực hiện trên sự thay đổi dung lượng của tụ điện của đattric tùy thuộc vào sự thay đổi của kích thước chi tiết cần kiểm tra. Các đattric dung lượng điện thường được dùng để kiểm tra các kích thước lớn hoặc nhỏ và ít khi được dùng trong thực tế sản xuất.

7.2.5. Đat-tríc quang điện

Hoạt động của các đattric quang điện được thực hiện trên nguyên tắc chuyển đổi độ sai lệch của kích thước cần kiểm tra thành sự thay đổi dòng ánh sáng, sau đó nhờ tế bào quang điện, nó được chuyển đổi thành tín hiệu điện. Đattric quang điện được sử dụng trong các máy tự động kiểm tra phân loại để phân nhóm chi tiết (số nhóm có thể đạt tới 50), để kiểm tra các kích thước giới hạn trong quá trình kiểm tra tự động và trong các trường hợp khác. Một số đattric được trang bị thêm thiết bị ghi tự động, cho nên chúng có thể dùng trong các thí nghiệm nghiên cứu những đặc tính sử dụng của các thiết bị kiểm tra tích cực hoặc để nghiên cứu các quá trình công nghệ.

7.2.6. Yêu cầu đối với sử dụng và bảo quản đattric

Các đattric là những phần tử rất nhạy cảm của các hệ thống kiểm tra. Độ chính xác kiểm tra chi tiết phụ thuộc rất nhiều và độ chính xác và độ ổn định của đattric. Vì vậy điều chỉnh và hiệu chỉnh đattric cần được tiến hành hết sức cẩn thận, còn trong quá trình làm việc cần tuân theo các nguyên tắc sử dụng một cách nghiêm khắc, đặc biệt là khi sử dụng đattric trong các thiết bị kiểm tra tích cực.

Để giảm độ mòn của các đầu đo của các đattric cần tránh cho đầu đo tiếp xúc liên tục với bề mặt của chi tiết cần kiểm tra. Để thực hiện điều này trong kết cấu của các thiết bị kiểm tra có thể lắp thêm các bộ truyền trung gian.

7.3. Các thiết bị kiểm tra tự động

Các thiết bị kiểm tra tự động được cấu tạo gồm những cơ cấu chính sau đây:

1. Cơ cấu gá đặt và tháo chi tiết. Trong một số thiết bị kiểm tra các cơ cấu này thực hiện luôn vai trò của cơ cấu kẹp chặt.
2. Cơ cấu kẹp chặt. Cơ cấu kẹp chặt có thể là cơ khí, hơi ép, dầu ép, điện từ v...v.
3. Cơ cấu vận chuyển. Cơ cấu này được dùng để di chuyển chi tiết cần kiểm tra, nó có thể thực hiện di chuyển gián đoạn và liên tục, di chuyển tự do và cưỡng bức.
4. Cơ cấu hãm. Cơ cấu này được dùng để xác định vị trí của đầu đo hoặc của đattric.
5. Cơ cấu định vị chi tiết trên vị trí kiểm tra. Định vị chi tiết có thể thực hiện bằng hai con lăn, bằng hai lỗ tâm, bằng lỗ v...v.
6. Cơ cấu đo (đattric). Cơ cấu này cần có độ chính xác, độ ổn định và năng suất cao.
7. Cơ cấu chấp hành, cơ cấu ghi nhớ và cơ cấu khuếch đại.

7.3.1. Kiểm tra tự động bằng phương pháp trực tiếp

Hình 7.5 là các sơ đồ kiểm tra tự động các đường kính d và chiều dài l của chi tiết bằng các thiết bị khác nhau. Trên hình 7.5a ta thấy : calíp 3 dịch chuyển theo hướng tới chi tiết cần kiểm tra 2 (hoặc 1) để kiểm tra kích thước lớn nhất và kích thước nhỏ nhất d (hoặc l). Thanh 4 di chuyển cùng với calíp, cho nên thanh 4 sẽ tiếp xúc hoặc không tiếp xúc với các công tắc 5 và 6. Nếu kích thước của chi tiết nhỏ hơn kích thước giới hạn nhỏ nhất (min) thì

Hình 7.6a là sơ đồ kiểm tra bằng phương pháp tế bào quang điện. Chi tiết cần kiểm tra 2 nằm giữa mặt tỳ 1 và tấm ngăn 6, tạo ra khe hở 5 để cho tia sáng từ nguồn chiếu 3, qua thấu kính 4 đi qua. Tia sáng sau khi đi qua khe hở được vật kính 7 thu lại để truyền tới tế bào quang điện 8. Khi kích thước của chi tiết cần kiểm tra thay đổi thì khe hở 5 thay đổi và thay đổi dòng ánh sáng, do đó cường độ dòng điện đi qua tế bào quang điện cũng thay đổi. Cường độ dòng điện thay đổi theo tỷ lệ với sự thay đổi của kích thước kiểm tra và tạo ra các tín hiệu tương ứng trên bảng ánh sáng hoặc trên cơ cấu chỉ thị của thiết bị kiểm tra.

Hình 7.6b là sơ đồ kiểm tra bằng khí nén. Ống dẫn khí nén 10 được đặt gần bề mặt của chi tiết cần kiểm tra 9. Khi kích thước của chi tiết cần kiểm tra thay đổi thì khe hở δ và áp lực p cũng thay đổi, do đó màng 11 dịch chuyển lên hoặc xuống để tiếp xúc hoặc không tiếp xúc với công tắc 12 của датчик điện-khí nén tiếp xúc.

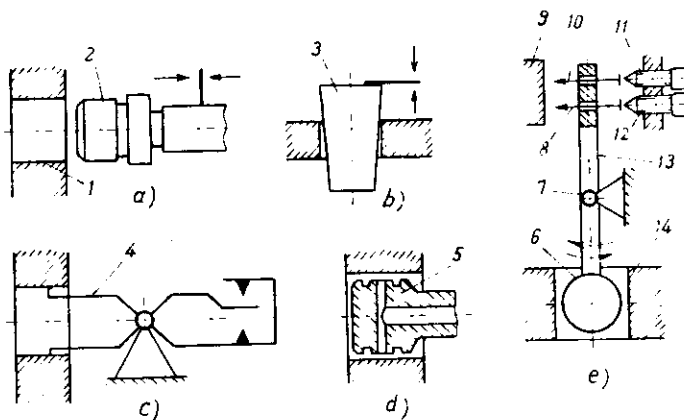
Kiểm tra đường kính của chi tiết bằng thép 13 có thể được thực hiện bằng phương pháp cảm ứng (hình 7.6c). Kết cấu của thiết bị gồm cuộn dây 15, lõi 14. Khi kích thước của chi tiết 13 thay đổi thì khe hở giữa lõi 14 và chi tiết 13 thay đổi, do đó dòng điện đi qua cuộn dây 15 cũng thay đổi.

Hình 7.6d là sơ đồ kiểm tra kích thước đường kính ngoài bằng phương pháp siêu âm. Nguồn phát siêu âm là vòng phát 17, còn cơ cấu tiếp nhận là vòng nhận 18. Khoảng cách giữa nguồn phát và bề mặt chi tiết cần kiểm tra 16 được đo bằng cách so sánh các sóng phát ra với sóng chuẩn.

7.3.3. Kiểm tra tự động đường kính lỗ

Trong thực tế sản xuất người ta thường dùng các máy kiểm tra tự động và bán tự động để kiểm tra đường kính lỗ (hình 7.7).

Hình 7.7a là sơ đồ kiểm tra đường kính lỗ 1 bằng calíp giới hạn 2, còn hình 7.7b là sơ đồ kiểm tra đường kính lỗ bằng calíp hình côn 3. Kiểm tra đường kính lỗ cũng có thể được thực hiện bằng hệ thống tay đòn 4 dạng “chiếc kéo” (hình 7.7c). Cả ba sơ đồ này đều thuộc phương pháp tiếp xúc trực tiếp. Sơ đồ kiểm tra đường kính lỗ bằng calíp khí nén 5 (hình 7.7d) là phương pháp không tiếp xúc trực tiếp.



Hình 7.7. Các sơ đồ kiểm tra tự động đường kính lỗ
1. Đường kính lỗ; 2. Calíp giới hạn; 3. Calíp hình côn;
4. Tay đòn dạng kéo; 5. Calíp khí nén; 6. Quả cầu;
8, 10. Chốt di động; 9. Mặt phẳng; 11, 12. Công tắc;
13. Tay đòn; 14. Chi tiết kiểm tra.

Để kiểm tra các đường kính lỗ nhỏ người ta sử dụng cơ cấu tay đòn lắc lư (hình 7.7e). Ở thời điểm ban đầu quả cầu 6 chạm vào đường sinh của lỗ 14 ở bên phải. Các chốt di động 8, 10 được gá theo mặt phẳng 9. Khi phần dưới của tay đòn 13 quay quanh trục 7 sang bên trái thì quả cầu 6 chạm vào đường sinh của lỗ ở bên trái. Nếu đường kính lỗ nằm trong giới hạn cho phép thì công tắc 11 sẽ đóng, còn công tắc 12 sẽ mở. Nếu đường kính lỗ quá lớn (phế phẩm) thì cả hai công tắc 11 và 12 sẽ đóng, còn nếu đường kính quá nhỏ (phế phẩm) thì cả hai

cần kiểm tra
u 3, qua thấu
tế bào quang
i và thay đổi
i. Cường độ
các tín hiệu

n bề mặt của
đ và áp lực
tiếp xúc

phương pháp
của chi tiết
cuộn dây 15

áp siêu âm.
g cách giữa
phát ra với

ể sản xuất
g các máy
án tự động
h lỗ (hình

ơ đồ kiểm
bằng calíp
7.7b là sơ
h lỗ bằng
Kiểm tra
ó thể được
ng tay đòn
" (hình
" này đều
p xúc trực
tường kính
n 5 (hình
không tiếp

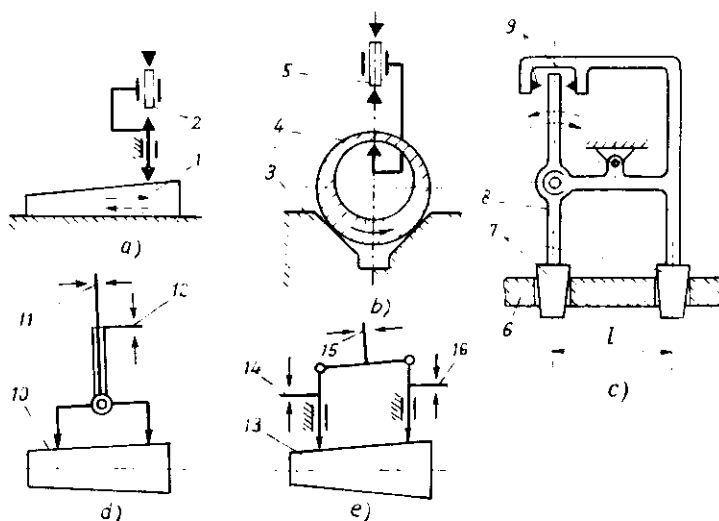
ình 7.7e).
động 8,
g bên trái
giới hạn
lớn (phế
thì cả hai

công tắc 11 và 12 sẽ mở. Các chốt 8 và 10 trở về vị trí ban đầu nhờ phần dưới quay khi không có chi tiết cần kiểm tra 14.

7.3.4. Kiểm tra tự động sai số hình dáng và sai số vị trí tương quan

Hình 7.8 là các sơ đồ kiểm tra sai số vị trí tương quan của chi tiết. Hình 7.8a kiểm tra độ song song giữa hai bề mặt của chi tiết 1. Ở đây người ta dùng đầu đo kiểm tra sai số giới hạn của độ song song giữa hai bề mặt mà không phụ thuộc vào vị trí của chi tiết 1. Quá trình kiểm tra được thực hiện nhờ dịch chuyển theo phương thẳng đứng của đầu đo 2.

Độ dày, mỏng của bạc được kiểm tra theo sơ đồ trên hình 7.8b. Trong sơ đồ này chi tiết cần kiểm tra 4 được gá trên khối V số 3 và quay đủ một vòng để kiểm tra độ dày của bạc theo độ lệch tâm của khối V.



Hình 7.8. Các sơ đồ kiểm tra tự động sai số hình dáng và sai số vị trí tương quan

- 1, 4, 6, 10, 13. Chi tiết cần kiểm tra;
2, 5, 14, 15, 16. Các đatrtric; 3. Khối V; 7. Đầu đo; 8. Tay đòn;
9. Công tắc; 11. Thanh đứng; 12. Thanh ngang;
1. Khoảng cách tâm hai lỗ.

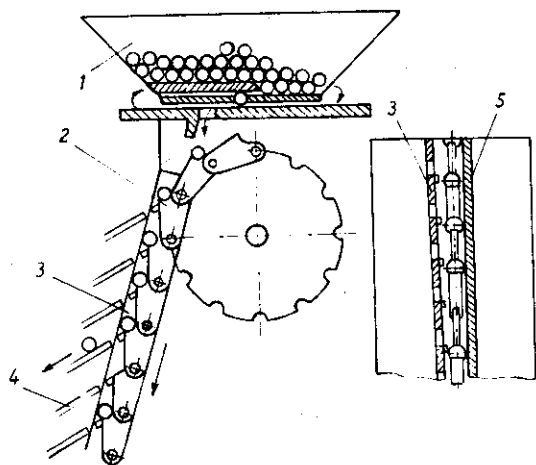
Hình 7.8e là sơ đồ kiểm tra đồng thời hai kích thước đường kính ở hai đầu của trục bằng các đatrtric 14 và 16 và độ còn bằng đatrtric 15.

7.3.5. Máy kiểm tra phân loại tự động

Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối người ta thường dùng các máy kiểm tra phân loại tự động để kiểm tra và phân loại chi tiết sau từng nguyên công. Đôi khi còn được dùng để đóng mác chi tiết. Các máy tự động thông dụng thường là: thông đo; cơ khí, tiếp xúc điện, tiếp xúc điện - khí nén và cảm ứng. Máy kiểm tra phân loại tự động với hệ thống đo cơ khí để phân loại bi cầu được trình bày trên hình 7.9.

Hình 7.8a là sơ đồ kiểm tra khoảng cách giữa hai lỗ của chi tiết 1. Thiết bị kiểm tra có đầu đo hình cầu 2 di chuyển theo phương thẳng đứng và tiếp xúc với hai lỗ của chi tiết. Trong hai công tắc 7 và 8, công tắc 8 bị kích hoạt khi đầu đo hình cầu tiếp xúc với hai lỗ của chi tiết.

Hình 7.8b là sơ đồ kiểm tra đồng thời hai kích thước đường kính ở hai đầu của trục bằng các đatrtric 14 và 16 và độ còn bằng đatrtric 15. Trong sơ đồ này, hai kích thước đường kính được kiểm tra đồng thời bằng hai đatrtric 14 và 16, còn độ còn được kiểm tra bằng đatrtric 15. Khi kiểm tra, đầu đo 15 di chuyển theo phương thẳng đứng, còn đầu đo 14 và 16 di chuyển theo phương ngang của thanh 11.



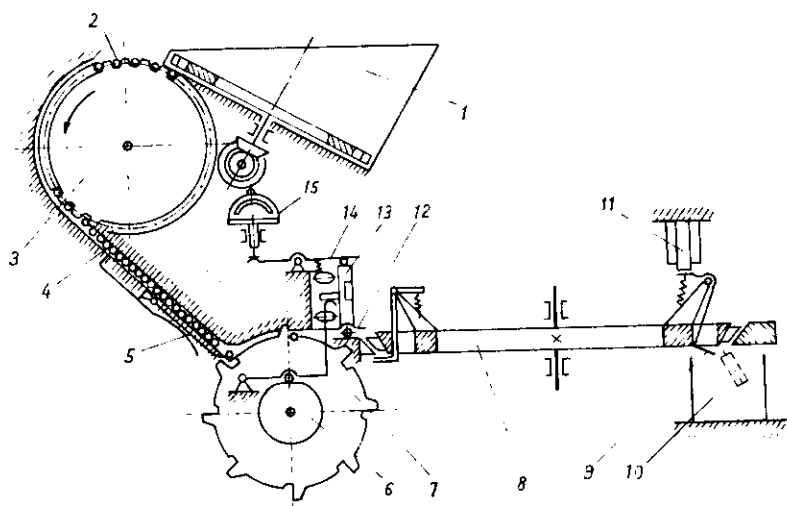
Hình 7.9. Máy kiểm tra phân loại tự động bi cầu.

1. Thùng chứa; 2. Xích tải; 3. Thước có gờ;
4. Máng tách; 5. Thước phẳng.

Bi cầu từ thùng chứa 1 rơi vào rãnh của xích tải 2. Xích tải 2 chuyển động giữa hai cái thước: một cái thước phẳng 5 và một cái thước có gờ 3. Hai thước này tạo thành một máng hình côn (bể hẹp nằm ở phía dưới). Khe hở giữa các bề mặt của các thước 3 và 5 tạo thành một dãy calíp với kích thước giảm dần từ trên xuống dưới. Khi xích tải chuyển động từ trên xuống dưới, viên bi lúc chạm vào bề mặt của thước có gờ 3 mà khoảng cách từ bề mặt đó tới bề mặt của thước phẳng 5 nhỏ hơn kích thước viên bi sẽ làm cho viên bi trượt theo thước có gờ và rơi vào thùng chứa theo máng 4. Như vậy, mỗi máng 4 tách được một loại kích thước của bi. Máy tự động này cho phép phân loại bi với đường kính $4 \div 10$ mm với khoảng phân loại trong phạm vi từ 1 đến $10\mu\text{m}$. Phạm vi phân loại được điều chỉnh vô cấp nhờ thay đổi

góc nghiêng của một trong hai thước. Năng suất của máy có thể đạt $15.000 \div 18.000$ bi / giờ.

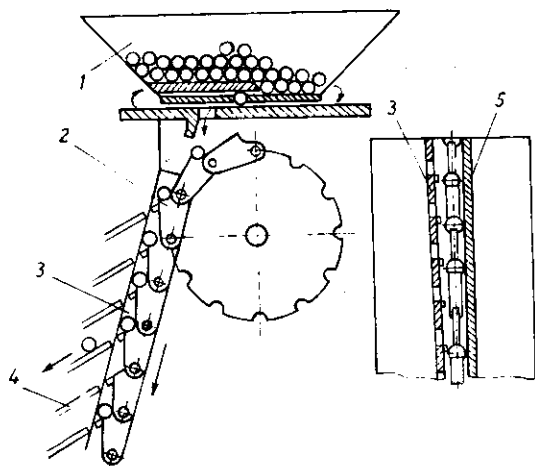
Hình 7.10 là sơ đồ máy phân loại bi đĩa tự động với cơ cấu đo quang điện. Các chi tiết cần kiểm tra 2 từ thùng chứa quay 1 rơi vào cơ cấu vận chuyển 3, sau đó rơi vào máng 4. Thanh cắt liệu 5 tách từng chi tiết (bi) nhờ lực tác động của chính các chi tiết (các bi). Chi tiết này được chuyển tới chỗ kiểm tra nhờ đĩa 7. Vị trí kiểm tra được cố định bằng lò xo lá 12. Kiểm tra kích thước của chi tiết được thực hiện bằng thiết bị quang điện 15, thiết bị này được liên kết với cần đo 13 bằng hệ thống tay đòn 14. Từ vị trí kiểm tra chi tiết được đẩy vào một trong những rãnh của đĩa 8 và do đĩa 8 quay nên chi tiết được đưa tới thùng chứa 10. Ở phía trên thùng chứa có thanh nam châm điện 11, lõi của nó dài ra để mở đáy 9 của rãnh thuộc đĩa 8, do đó chi tiết với nhóm kích thước thích hợp có



Hình 7.10. Sơ đồ máy kiểm tra-phân loại tự động bi đĩa

1. Thùng chứa; 2. Chi tiết; 3. Cơ cấu vận chuyển;
4. Máng chuyển; 5. Thanh cắt liệu; 6. Cam; 7.8. Đĩa quay;
9. Đáy rãnh; 10. Thùng chứa chi tiết thích hợp; 11. Nam châm;
12. Lò xo lá; 13. Cần đo; 14. Hệ thống tay đòn;
15. Thiết bị quang điện.

tiết được đưa tới thùng chứa 10. Ở phía trên thùng chứa có thanh nam châm điện 11, lõi của nó dài ra để mở đáy 9 của rãnh thuộc đĩa 8, do đó chi tiết với nhóm kích thước thích hợp có



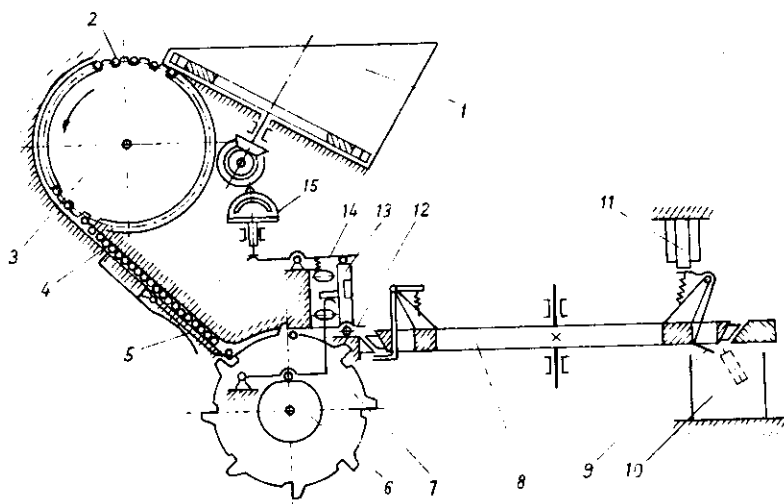
Hình 7.9. Máy kiểm tra phân loại tự động bi cầu.

1. Thùng chứa; 2. Xích tải; 3. Thước có gờ;
4. Máng tách; 5. Thước phẳng.

Bi cầu từ thùng chứa 1 rơi vào rãnh của xích tải 2. Xích tải 2 chuyển động giữa hai cái thước: một cái thước phẳng 5 và một cái thước có gờ 3. Hai thước này tạo thành một máng hình côn (bể hẹp nằm ở phía dưới). Khe hở giữa các bề mặt của các thước 3 và 5 tạo thành một dãy calíp với kích thước giảm dần từ trên xuống dưới. Khi xích tải chuyển động từ trên xuống dưới, viên bi lúc chạm vào bề mặt của thước có gờ 3 mà khoảng cách từ bề mặt đó tới bề mặt của thước phẳng 5 nhỏ hơn kích thước viên bi sẽ làm cho viên bi trượt theo thước có gờ và rơi vào thùng chứa theo máng 4. Như vậy, mỗi máng 4 tách được một loại kích thước của bi. Máy tự động này cho phép phân loại bi với đường kính $4 \div 10 \text{ mm}$ với khoảng phân loại trong phạm vi từ 1 đến $10 \mu\text{m}$. Phạm vi phân loại được điều chỉnh vô cấp nhờ thay đổi

góc nghiêng của một trong hai thước. Năng suất của máy có thể đạt $15.000 \div 18.000$ bi / giờ.

Hình 7.10 là sơ đồ máy phân loại bi đĩa tự động với cơ cấu đo quang điện. Các chi tiết cần kiểm tra từ thùng chứa quay 1 rơi vào cơ cấu vận chuyển 3, sau đó rơi vào máng 4. Thanh cắt liệu 5 tách từng chi tiết (bi) nhờ lực tác động của chính các chi tiết (các bi). Chi tiết này được chuyển tới chỗ kiểm tra nhờ đĩa 7. Vị trí kiểm tra được cố định bằng lò xo lá 12. Kiểm tra kích thước của chi tiết được thực hiện bằng thiết bị quang điện 15, thiết bị này được liên kết với cần đo 13 bằng hệ thống tay đòn 14. Từ vị trí kiểm tra chi tiết được đẩy vào một trong những rãnh của đĩa 8 và do đĩa 8 quay nên chi



Hình 7.10. Sơ đồ máy kiểm tra-phân loại tự động bi đĩa

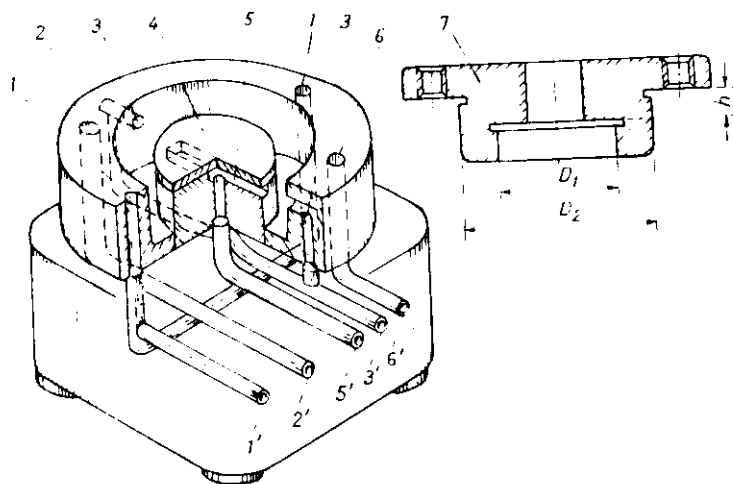
1. Thùng chứa; 2. Chi tiết; 3. Cơ cấu vận chuyển;
4. Máng chuyển; 5. Thanh cắt liệu; 6. Cam; 7.8. Đĩa quay;
9. Đáy rãnh; 10. Thùng chứa chi tiết thích hợp; 11. Nam châm;
12. Lò xo lá; 13. Cần đo; 14. Hệ thống tay đòn;
15. Thiết bị quang điện.

tiết được đưa tới thùng chứa 10. Ở phía trên thùng chứa có thanh nam châm điện 11, lõi của nó dài ra để mở đáy 9 của rãnh thuộc đĩa 8, do đó chi tiết với nhóm kích thước thích hợp có

thể rơi vào thùng chứa 10. Cam 6 được sử dụng để nâng cân đo 13 trước khi chi tiết đi vào vị trí kiểm tra.

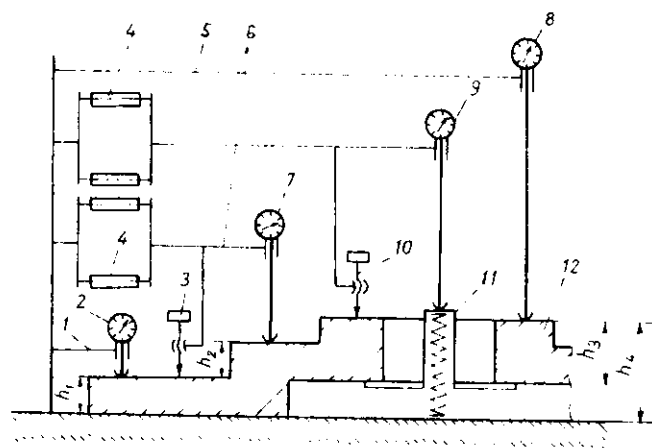
Máy tự động này có thể phân loại bi dũa theo 5 nhóm kích thước (theo đường kính) với khoảng phân loại là 0,002 mm, đồng thời máy cũng có thể phân ra hai nhóm phế phẩm (loại phế phẩm không sửa được và loại phế phẩm có thể sửa được). Năng suất của máy là $15.000 \div 20.000$ bi / giờ.

7.3.6. Đồ gá kiểm tra tự động nhiều thông số



Hình 7.11. Đồ gá kiểm tra khí nén nhiều thông số

1, 2, 3, 5, 6. Đầu vào của các ống nối;
1', 2', 3', 5', 6'. Đầu ra của các ống nối; 4. Trục gá;
7. Chi tiết cần kiểm tra. D_1 . Đường kính trong;
 D_2 . Đường kính ngoài; h . Khoảng cách giữa hai mặt đầu.



Hình 7.12. Sơ đồ kiểm tra cùng lúc nhiều kích thước chiều cao

1, 5. Các thanh cứng; 2, 7, 8, 9. Các đồng hồ đo;
3, 10. Các chốt điều chỉnh; 4. Lò xo lá;
6. Thanh tùy động; 11. Chốt lò xo;
12. Chi tiết cần kiểm tra.

Đồ gá kiểm tra tự động nhiều thông số được dùng để kiểm tra đồng thời nhiều kích thước của chi tiết phức tạp trong cùng một lần gá đặt. Hình 7.11 là đồ gá kiểm tra nhiều thông số cùng lúc như: đường kính ngoài D_2 , đường kính trong D_1 , khoảng cách giữa các mặt đầu h và độ song song giữa chúng. Chi tiết cần kiểm tra được gá trên trục gá 4 và tỳ vào mặt đầu của lỗ phía dưới. Đồ gá có các ống nối đầu ra: 5-để kiểm tra đường kính trong D_1 ; hai ống 3-để kiểm tra đường kính ngoài D_2 ; hai ống 1 để kiểm tra kích thước h ; các ống 2 và 6 được dùng để kiểm tra độ song song giữa các mặt đầu (chi tiết 7 cần được xoay 360° trên chốt 4). Các đầu ra của các ống (cũng được ký hiệu như các đầu vào nhưng thêm dấu phẩy: 1' ; 2' ; 3' ; 5' ; 6') được nối với các thiết bị đo khí nén. Các thiết bị đo này cho biết kết quả kiểm tra.

Hình 7.12 là đồ gá kiểm tra nhiều kích thước chiều cao cùng lúc. Chi tiết cần kiểm tra 12 được đặt trên bàn mấp (bàn kiểm tra). Đồ gá kiểm tra nhiều thông số cũng được đặt trên bàn kiểm tra này.

Các đồng hồ số 2 và 8 được gá trên các thanh cứng 1 và 5, còn các đồng hồ số 7 và 9 được gá trên các thanh tùy động 6 (có thể tự dịch chuyển). Các thanh tùy động 6 được treo trên các lò xo lá 4. Các chốt điều chỉnh 3 và

10 được dùng để định vị đồ gá kiểm tra theo chi tiết. Sai lệch của các kích thước được đánh giá theo các đồng hồ so: sai lệch của h_1 (theo đồng hồ so 2); sai lệch của h_2 (theo đồng hồ so 7); sai lệch của h_3 (theo đồng hồ so 9). Đồng hồ so 9 có đầu tiếp xúc với mặt đáy của chi tiết nhờ chốt có lò xo 11. Sai lệch của kích thước h_1 được đánh giá theo đồng hồ so 8. Trước khi kiểm tra các đồng hồ so được điều chỉnh về số 0.

Trên các đồ gá kiểm tra nhiều thông số có thể xác định nhiều kích thước chiều dài và đường kính của trục bạc, trục khuỷu, đường kính ngoài và kích thước rãnh của pittông, độ đảo mặt đầu của các chi tiết phức tạp, độ đồng tâm và khoảng cách tâm của các chi tiết dạng hộp.

7.4. Kiểm tra tích cực khi mài

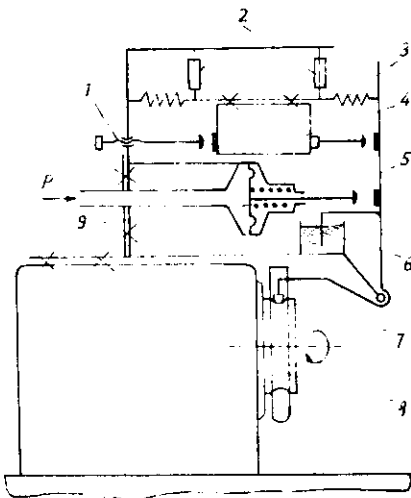
Các thiết bị kiểm tra tích cực được sử dụng rộng rãi khi mài, bởi vì đây là nguyên công cuối cùng nhằm đạt độ chính xác cao. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng áp dụng được các thiết bị kiểm tra tự động tích cực. Trong những trường hợp không thể ứng dụng được các thiết bị này người ta sử dụng các thiết bị kiểm tra tích cực với các đồng hồ so hoặc các đầu đo với các thang chia khác nhau.

7.4.1. Mài tròn ngoài

Các thiết bị kiểm tra tích cực được sử dụng cho nguyên công mài tròn ngoài có các loại: tiếp xúc một điểm, tiếp xúc hai điểm và tiếp xúc ba điểm.

7.4.1.1. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc một điểm

Hình 7.13 là thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc một điểm được dùng để kiểm tra rãnh của vòng đỡ bi.



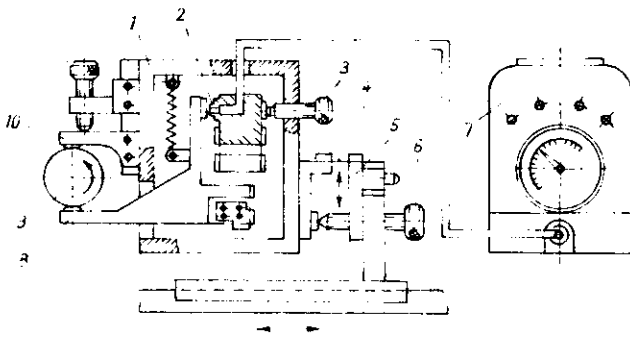
Hình 7.13. Thiết bị kiểm tra tích cực rãnh của vòng đỡ bi

1. Vít vị chỉnh; 2. Lò xo lá; 3. Lò xo;
4. Đattric; 5. Tay đòn; 6. Bộ giảm chấn;
7. Đầu đo; 8. Chi tiết gia công;
9. Buồng khí nén. p . áp suất khí nén.

Thiết bị này được lắp trên vị trước của máy mài. Đầu đo 7 được tỳ sát vào bề mặt cần kiểm tra của chi tiết gia công 8 bằng lò xo 3. Để giảm độ mòn, đầu đo được chế tạo bằng hợp kim cứng hoặc kim cương. Khi kích thước gia công của vòng đỡ bị giảm thì tay đòn 5 quay ngược chiều kim đồng hồ tác động lên cán đo của đattric 4. Đattric 4 được treo trên lò xo lá 2. Tín hiệu từ đattric được truyền tới cơ cấu chấp hành của máy (cơ cấu chạy dao của đá mài) để ăn dao và sau đó để dừng máy.

Điều chỉnh tiếp xúc của đattric được thực hiện bằng vít vị chỉnh 1, còn hãm đầu đo được thực hiện bằng màng khí nén ở buồng 9. Khi kích thước gia công đạt yêu cầu thì khí nén với áp suất p tự động đi vào buồng khí nén 9, cán của buồng 9 dịch chuyển về bên phải, làm cho tay đòn 5 quay theo chiều kim đồng hồ và đầu đo 7 lùi ra khỏi chi tiết gia công. Bộ giảm chấn đầu 6 có tác dụng giảm độ rung của thiết bị kiểm tra. Độ chính xác của thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc một điểm không cao vì ảnh hưởng của rung động của trục chính, của biến dạng nhiệt, biến dạng do lực cắt gây ra. Sai số đo nằm trong khoảng $0,02 \div 0,05$ mm.

7.4.1.2. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm

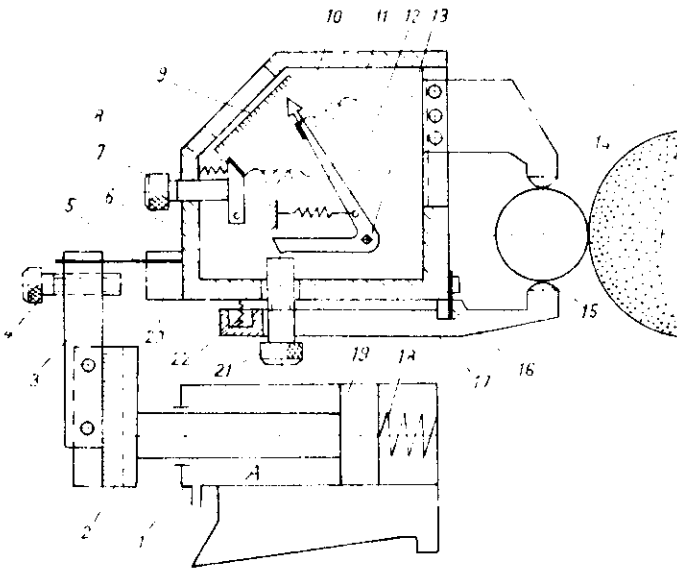


Hình 7.14. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm khu mài tròn ngoài

1. Thân; 2. Đầu ra; 3,6. Vít; 4. Lò xo lá; 5. Tay treo;
7. Cơ cấu điều khiển chỉ thị; 8. Đầu tiếp xúc;
9. Chỉ tiết cân kiểm tra.

trí yêu cầu bằng vít 6. Vít 6 có tác dụng chống lật cho thiết bị khi nó không làm việc (khi thiết bị làm việc thì đầu vít 6 không được chạm vào thân của thiết bị kiểm tra). Trên thân của cơ cấu điều khiển-chỉ thị 7 có lắp: bộ ổn định áp lực của khí nén, màng lọc khí, hệ thống xiphông vi sai với các công tắc điện, rơle điện từ và các đèn phát sáng.

Thiết bị kiểm tra tích cực trên đây thực hiện được ba lệnh: lệnh chuyển chạy dao gia công thô sang chạy dao gia công tinh, lệnh đóng lượng chạy dao và lệnh lùi nhanh đá mài ra xa sau khi đã đạt được kích thước yêu cầu của chỉ tiết 9.



Hình 7.15. Thiết bị kiểm tra với dăttic điện tiếp xúc để điều khiển quá trình mài tròn ngoài

1. Xilanh; 2. Máng; 3. Thanh gá; 4. Vít chặn;
- 5,11,16,18,22. Lò xo; 6. Thân thiết bị; 7,21. Vít điều chỉnh;
- 8, 10. Công tắc; 9. Thang chia; 12. Kim chỉ thị;
13. Chốt xoay; 14,15. Đầu đo; 17. Tay đòn; 19. pittông;
20. Mặt tỳ; 23. Chỉ tiết cần mài.

Hình 7.14 là thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm được dùng để kiểm tra kích thước đường kính ngoài của chỉ tiết khi mài. Đầu tiếp xúc 10 được cố định. Vị trí của đầu tiếp xúc này được điều chỉnh bằng lượng dịch chuyển của thân 1 nhờ một vít ở phía trên. Đầu tiếp xúc di động 8 được chế tạo như một chỉ tiết dạng cang có cánh tay đòn nằm đối diện với ống đo ở đầu ra 2. Vít 3 có tác dụng điều chỉnh khe hở trước miệng ống ra 2 và để điều chỉnh thiết bị. Tất cả thiết bị được treo trên lò xo lá 4. Lò xo 4 được kẹp chặt trên tay treo 5. Tay treo này có thể dịch chuyển theo phương thẳng đứng tới vị

Một thiết bị kiểm tra tích cực khác được trình bày trên hình 7.15. Đây là thiết bị kiểm tra với các dăttic tiếp xúc điện được dùng để điều khiển quá trình mài tròn ngoài.

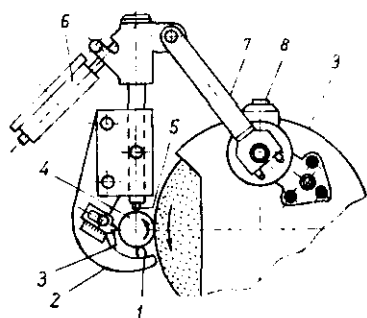
Thân 6 của thiết bị được gá trên thanh 3 nhờ lò xo lá 5. Thanh 3 có thể dịch chuyển lên xuống khi cần điều chỉnh. Máng 2 được gắn cứng với pittông 19 của xilanh 1. Khi dầu đi vào buồng A của xilanh, pittông 19 cùng cơ cấu đo dịch chuyển về phía chỉ tiết gia công. Khi đóng ống dẫn dầu tới buồng A, dưới tác dụng của lò xo 18 pittông 19 lùi ra khỏi vị trí làm việc (ra khỏi chỉ tiết gia công). Thân 6 của thiết bị được gá côngxôn trên lò xo 5, do đó nó đảm bảo cho đầu đo 14 tiếp xúc với bề mặt của chỉ tiết mài. Để cho lò xo 5 không bị biến dạng khi

thiết bị nằm ngoài vị trí làm việc người ta điều chỉnh vít chặn 4 cho tiếp xúc với mặt tỳ 20. Đầu đo phía dưới 15 được kẹp chặt trên tay đòn 17. Tay đòn 17 được gá với thân 6 bằng lò xo lá 16. Khi kích thước gia công (kích thước của chi tiết mài) giảm, đầu đo này được dịch chuyển (được nâng lên) nhờ lò xo 22. Như vậy, khi mài trục đầu đo 14 dịch chuyển xuống phía dưới, còn đầu đo 15 dịch chuyển lên phía trên. Các dịch chuyển này được tổng hợp lại nhờ tay đòn 17 có nối kết với kim 12 để báo chỉ thị theo thang chia 9.

Quá trình hiệu chỉnh kích thước mài được thực hiện nhờ vít vị chỉnh 21. Khi xoay vít vị chỉnh này (theo chiều kim đồng hồ) thì kim 12 dịch chuyển về phần trên của thang chia 9. Kim 12 quay quanh chốt 13 nhờ lò xo 11 để tiếp xúc với vít vị chỉnh 21. Trên kim 12 có lắp công tắc tiếp xúc 10. Công tắc 10 có thể tiếp xúc với công tắc 8. Vị trí của các đầu đo 15 và công tắc 8 được điều chỉnh bằng các vít 21 và 7. Khi hai công tắc 10 và 8 chạm vào nhau (sau một thời gian gia công) tức là kích thước gia công đạt yêu cầu thì máy tự động dừng lại.

7.4.1.3. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm

Hình 7.16 là thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm được dùng để kiểm tra kích thước đường kính ngoài khi mài. Thiết bị này gồm vòng cặp 2 với hai cỡ tỳ cứng 1 và 3 và một cỡ tỳ di động 5. Trong trường hợp này cỡ tỳ 3 là cỡ tỳ điều chỉnh. Nhờ cỡ tỳ này mà người ta có thể điều chỉnh chính xác vị trí của vòng cặp 2 so với chi tiết cần kiểm tra 4. Vòng cặp 2 được treo lắc lư trên tay đòn 7. Tay đòn 7 được kẹp chặt trên bộ giảm chấn bằng đầu hoặc bằng lò xo 8. Bộ giảm chấn này được gá trên hộp chấn đá mài 9. Kết cấu của thiết bị kiểm tra như vậy đảm bảo cho cỡ tỳ 1 luôn tiếp xúc với chi tiết 4. Khi đường kính của chi tiết gia công giảm, đầu đo (cỡ tỳ di động) 5 hạ xuống và đầu kia tác động đến đồng hồ so 6, gây ra sự dịch chuyển của kim đồng hồ, cho biết kích thước gia công đã đạt yêu cầu hay chưa. Khi mài xong, vòng cặp 2 được nhấc lên từ từ (nhờ bộ giảm chấn 8) để có không gian tháo đá mài và gá chi tiết mới. Nếu thay đồng hồ 6 bằng một датчик nào đó thì thiết bị kiểm tra này sẽ trở thành thiết bị kiểm tra tự động tích cực để điều khiển quá trình mài.



Hình 7.16. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm khi mài tròn ngoài

1,3,5. Cỡ tỳ. 2. Vòng cặp; 6. Đồng hồ so;
7. Tay đòn; 8. Bộ giảm chấn;
9. Hộp chấn đá mài.

7.4.2. Mài tròn trong

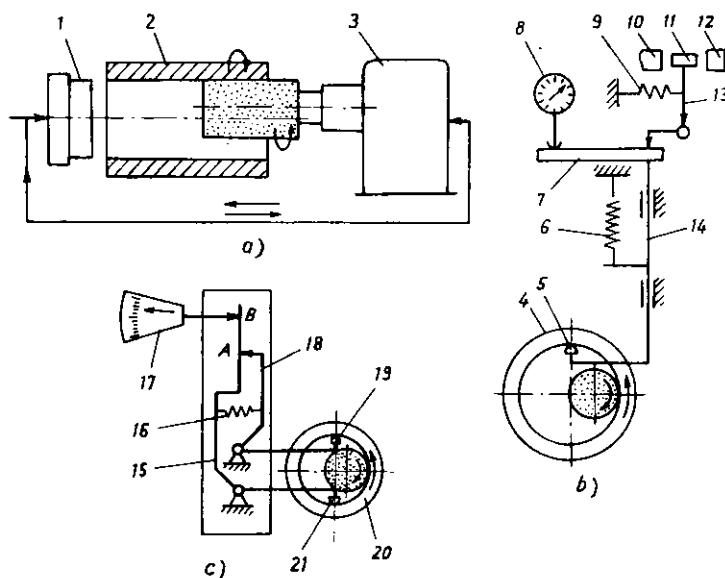
Kiểm tra tích cực chi tiết khi mài tròn trong cũng được thực hiện bằng hai phương pháp trực tiếp và gián tiếp. Với phương pháp kiểm tra trực tiếp thì các tín hiệu được truyền tới cơ cấu chấp hành của máy khi kiểm tra trực tiếp kích thước lỗ mài bằng calíp cứng hoặc bằng thiết bị đo tiếp xúc hai điểm (đôi khi bằng thiết bị đo tiếp xúc một điểm). Với phương pháp kiểm tra gián tiếp thì các tín hiệu được truyền đến cơ cấu chấp hành của máy khi kiểm tra đường kính lỗ bằng vị trí của hạt mài. Phương pháp kiểm tra trực tiếp có ưu điểm hơn so với phương pháp kiểm tra gián tiếp.

Hình 9.17 là các sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài tròn trong bằng các phương pháp trực tiếp.

Khi kiểm tra bằng calíp cứng (hình 7.17a), calíp bậc 1 được đặt trước chi tiết gia công 2. Chi tiết gia công 2 được gá trên đồ gá của máy mài tròn trong. Calíp 1 được nối kết với u sau 3 của máy mài và mỗi hành trình chạy dao khứ hồi của bàn máy, calíp lại tiến gần tới lỗ cần kiểm tra. Khi đạt kích thước lỗ theo yêu cầu thì calíp lọt vào lỗ cần kiểm tra và qua bộ chuyển đổi để truyền tín hiệu tới cơ cấu chấp hành của máy. Calíp bậc có thể truyền lệnh để thay đổi từ lượng chạy dao mài thô sang lượng chạy dao mài tinh và lệnh dừng máy. Kiểm tra tích cực bằng calíp cứng được dùng rộng rãi khi mài tròn trong vì nó có kết cấu đơn giản và dễ sử dụng. Thiết bị này còn cho phép kiểm tra các bề mặt gián đoạn.

Hình 7.17b là sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài tròn trong bằng thiết bị tiếp xúc một điểm. Khi mài, đường kính lỗ của chi tiết 4 tăng dần, đầu đo 5 với cán 14 sẽ dịch chuyển lên phía trên và làm quay tay đòn 13, do đó công tắc 11 không tiếp xúc với công tắc 10 mà tiếp xúc với công tắc 12. Lúc này tín hiệu được truyền tới cơ cấu chạy dao của máy để thay đổi lượng chạy dao hoặc ngừng chạy dao. Đồng thời các tín hiệu tương ứng cũng được truyền tới bảng ánh sáng để bật sáng các bóng đèn có các màu khác nhau. Có thể quan sát bằng mắt theo đồng hồ so 8. Kim của đồng hồ so 8 dịch chuyển được là nhờ đầu đo tỳ vào cán 7, cán 7 lại được tỳ vào cán 14 để có dịch chuyển. Lực đo được tạo ra nhờ lò xo 6.

Hình 7.17c là sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài tròn trong bằng thiết bị tiếp xúc hai điểm. Đây là hệ thống kiểm tra với hai tay đòn. Các đầu đo 19 và 21 khi mài sẽ đi ra xa khỏi tâm của chi tiết 20 và làm quay các tay đòn 15 và 18.



Hình 7.17. Các sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài tròn trong

1. Calíp; 2,4,20. Chi tiết mài; 3. Ủ sau;
5,17,19,21. Đầu đo; 6,9,11. Lò xo;
7,14. Cán tỳ; 8. Đồng hồ so;
10,11,12. Công tắc; 13,15,18. Tay đòn.

Vì các tay đòn này có chung điểm tiếp xúc tại A, cho nên lượng dịch chuyển của điểm A (thuộc tay đòn 15) sẽ là lượng dịch chuyển tổng cộng. Kết quả là điểm B của tay đòn 15 cũng dịch chuyển. Các cánh tay đòn của các tay đòn 15 và 18 được chọn sao cho lượng dịch chuyển của điểm B bằng tổng các lượng dịch chuyển của các đầu đo 19 và 21, có nghĩa là, bằng lượng thay đổi của đường kính lỗ gia công. Lượng dịch chuyển của điểm B (thuộc tay đòn 15) được xác định bằng đầu đo 17 hoặc bằng đattric truyền tín hiệu cho cơ cấu chấp hành của máy. Lò xo 16 có tác dụng tạo ra lực đo và giữ cho các tay đòn ổn định tại điểm A.

Trong phần lớn các trường hợp khi áp dụng phương pháp kiểm tra tích cực đối với mài tròn trong người ta dùng các thiết bị có khả năng phát ra hai lệnh: một lệnh để chuyển lượng chạy dao gia công thô sang lượng chạy dao gia công tinh và một lệnh ngừng chạy dao (hoặc là dừng máy). Tuy nhiên, tùy thuộc vào độ chính xác gia công chi tiết và chu kỳ làm việc của máy, số tín hiệu-lệnh có thể lớn hơn: lệnh thứ ba có tác dụng kiểm tra kích thước khi chạy rà

(sau khi ngắt lượng chạy dao mài tinh), còn lệnh thứ tư để kiểm tra khi chạy rà sau khi ngắt lượng chạy dao mài thô.

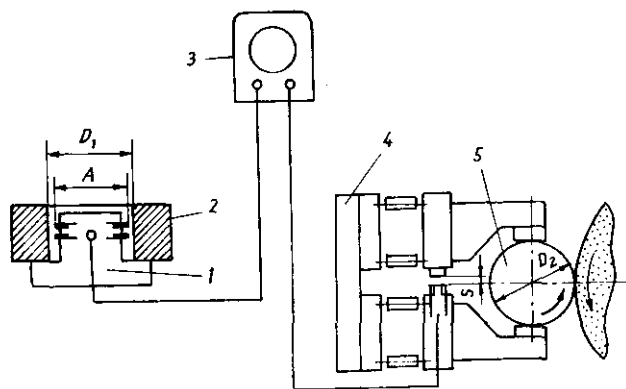
Kiểm tra tích cực bằng phương pháp gián tiếp khi mài tròn trong hay được dùng trong những trường hợp kích thước gia công thay đổi nhiều và hay phải điều chỉnh lại máy khi chuyển từ kích thước này sang kích thước khác, có nghĩa là khi gia công các loạt chi tiết có số lượng nhỏ. Với phương pháp gián tiếp, quá trình kiểm tra được tiến hành nhờ xác định vị trí của đường sinh của đá mài. Đường sinh này sẽ dịch chuyển theo phương hướng kính khi gia công. Trong trường hợp này người ta thường dùng các thiết bị đo khí nén. Kiểm tra kích thước của chi tiết được thực hiện bằng cách đo khe hở giữa mặt đầu của ống khí nén và đá mài.

Trong một số trường hợp (ví dụ, khi kiểm tra các lỗ có đường kính nhỏ từ $5 \div 10$ mm) người ta dùng phương pháp kiểm tra tổ hợp (kết hợp hai phương pháp kiểm tra trực tiếp và gián tiếp). Trên thiết bị kiểm tra được lắp hai ống đo khí nén, một để kiểm tra vị trí của bề mặt gia công, còn một để kiểm tra vị trí của đá mài. Khi mài thì khe hở giữa các ống khí nén sẽ thay đổi, do đó, áp lực trong xiphông khí nén sẽ thay đổi (xiphông khí nén cấu tạo gồm hai buồng, mỗi buồng được nối với một ống khí nén). Khi kích thước gia công đạt yêu cầu thì các tín hiệu-lệnh được truyền tới các cơ cấu chấp hành của máy. Phương pháp kiểm tra tổ hợp cho phép đạt độ chính xác cao hơn phương pháp kiểm tra gián tiếp.

7.4.3. Kiểm tra tích cực khi mài đối tiếp

Để lắp ghép chính xác các chi tiết hình trụ với nhau thì các kích thước trục và lỗ phải có độ chính xác rất cao (dung sai khoảng $1 \div 2 \mu\text{m}$). Để đảm bảo được các mối lắp ghép như vậy ta phải chế tạo được các chi tiết có độ chính xác cao. Đảm bảo độ chính xác bằng phương pháp lắp lẫn hoàn toàn nhiều khi không thực hiện được vì lý do kinh tế, còn áp dụng phương pháp lắp chọn lại không có hiệu quả khi sản lượng sản phẩm lớn.

Để nâng cao độ chính xác lắp ghép các chi tiết hình trụ người ta áp dụng phương pháp kiểm tra tích cực khi “mài đối tiếp”. Theo phương pháp này thì một trong hai chi tiết lắp ghép (thường là bạc) được chế tạo với dung sai lớn, còn chi tiết lắp ghép khác (trục) được mài sửa tự động khi gia công trên máy mài. Khi thực hiện phương pháp “gia công đối tiếp” thì không cần phải kiểm tra kích thước chi tiết thứ 2 mà chỉ cần khi kiểm tra đảm bảo được hiệu kích thước cần thiết của các chi tiết lắp ghép. Nếu đảm bảo được điều kiện đó thì khe hở hoặc độ dôi của mối ghép sẽ đạt yêu cầu. Các thiết bị để kiểm tra khi “gia công đối tiếp” thường có các датчик khí nén hoặc các датчик cảm ứng. Hình 9.18 là sơ đồ kiểm tra tích cực khi “mài đối tiếp” các chi tiết hình trụ tròn.



Hình 7.18. Sơ đồ kiểm tra tích cực khi “mài đối tiếp”

1. Trục gá; 2. Bạc; 3. Khối gá; 4. Vòng cặp đo;
 5. Trục tròn (chi tiết mài).
- D_1 . Đường kính lỗ bạc; D_2 . Đường kính trục.
s. Khe hở trong thiết bị đo.

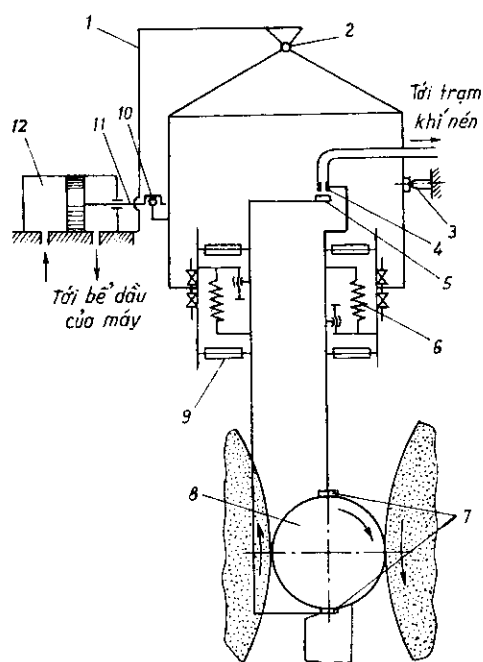
Bạc 2 được gia công chính xác với đường kính D_1 được gá trên trục gá 1 ở vị trí kiểm tra. Trong trục gá 1 được lắp các đầu ra của các ống khí nén để tạo thành khe hở D_1-A (khe hở giữa các mặt đầu của các ống khí nén và mặt trong của bạc 2). Kết cấu như vậy cho phép xác định đường kính của bạc nhờ cơ cấu đo gá trên khối 3. Khi kích thước thực hiện của bạc được xác định thì từ khối 3 tín hiệu-lệnh được phát ra để đạt hiệu kích thước cần thiết của bạc và trục 5. Hiệu kích thước này sẽ đảm bảo khe hở (hoặc độ dôi) khi lắp ghép. Để đảm bảo khe hở (hoặc độ dôi) không phụ thuộc vào đường kính của bạc thì hiệu các đường kính D_1-D_2 phải luôn luôn là đại lượng cố định (D_1 : đường kính lỗ của bạc; D_2 : đường kính trục).

Do các kích thước của bạc khác nhau, ví dụ, khi tăng kích thước D_1 (nghĩa là tăng khe hở D_1-A) thì tín hiệu-lệnh để gia công trục sẽ được phát ra với cùng lượng tăng của khe hở s trong thiết bị đo khí nén của vòng cặp đo 4 và như vậy có thể đạt được đường kính D_2 của trục 5 lớn hơn. Gần đây người ta còn dùng phương pháp kiểm tra tích cực khi “gia công đối tiếp” các mối lắp ghép ren và các mối lắp ghép khác.

7.4.4. Kiểm tra tích cực khi mài vô tâm

Kiểm tra tích cực trên các máy mài vô tâm có một ý nghĩa quan trọng bởi vì các máy này có năng suất cao, dễ lắp đặt trên các dây chuyền tự động, dễ tự động hoá quá trình sản xuất.

7.4.4.1. Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy khi mài vô tâm



Hình 7.19. Sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài vô tâm

1. Thanh giằng; 2. Trục của thanh giằng;
3. Cữ tỷ; 4. Ống khí; 5. Đầu tiếp xúc;
6. Lò xo trụ; 7. Đầu đo;
8. Chi tiết gia công; 9. Lò xo lá;
10. Vấu tỷ; 11. Cán pittông; 12. Xylanh.

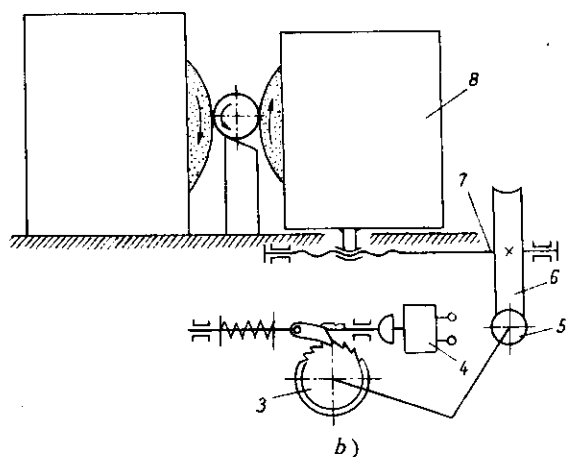
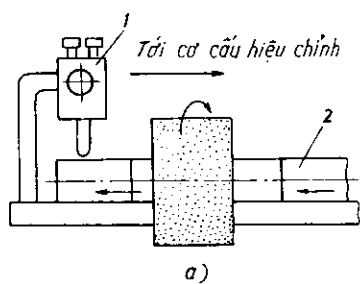
Để kiểm tra tích cực khi mài vô tâm người ta thường dùng các thiết bị đo tiếp xúc một điểm, tiếp xúc hai điểm và tiếp xúc ba điểm với các đattric khí nén và điện-khí nén.

Hình 7.19 là sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài vô tâm các chi tiết của xe goòng và các chi tiết của xe trượt băng không có hiệu chỉnh máy.

Ở thiết bị kiểm tra này người ta dùng vòng cặp tiếp xúc hai điểm với các đầu đo 7 luôn luôn tiếp xúc với chi tiết gia công 8. Các đầu đo 7 được treo trên lò xo lá 9. Lò xo lá 9 chịu tác động của lò xo trụ 6. Trong trường hợp này khe hở giữa đầu tiếp xúc 5 thuộc tay đòn của đầu đo phía dưới và mặt đầu của ống khí 4 (được nối kết với đầu đo phía trên) sẽ giảm xuống, làm cho áp lực trong đattric điện-khí nén tăng lên. Khi kích thước gia công đạt yêu cầu (tương ứng với khe hở giữa đầu tiếp xúc 5 và ống 4) thì đattric điện-khí nén sẽ truyền tín hiệu-lệnh cho máy để chuyển lượng chạy dao thô sang lượng chạy dao tinh và sau đó sẽ truyền tín hiệu-lệnh dừng máy. Để đưa vòng cặp đo tới chi tiết gia công và đẩy nó ra khỏi chi tiết gia công, trên thiết bị có lắp xylanh thuỷ lực 12 (được nối kết với hệ thống thuỷ lực của máy mài).

Sau khi bắt đầu mài khoảng 15 - 20 giây, với tín hiệu-lệnh, dầu đi vào buồng trái của xylanh 12, pittông cùng cán 11 dịch chuyển về bên phải và thông qua vấu tỷ 10 (vấu tỷ 10

được kẹp chặt với thiết bị kiểm tra) để đẩy thiết bị kiểm tra tới chi tiết gia công cho tới khi chạm vào cỡ tỳ 3. Sau khi kết thúc gia công, dầu chảy vào buồng phải của xilanh 12, cán xilanh 11 dịch chuyển về hướng ngược lại (từ phải sang trái) và kéo thiết bị đo trở về vị trí ban đầu (vị trí không làm việc). Thiết bị kiểm tra trên đây được gá trên trục 2 của thanh giăng 1. Thanh giăng 1 được gá trên mặt trên của u đá mài dẫn động của máy. Kết cấu của vòng cặp đo (với các đầu đo 7) cho phép điều chỉnh khoảng kích thước kiểm tra từ $35 \div 70$ mm.



Hình 7.20. Sơ đồ kiểm tra tích cực với hiệu chỉnh máy khi mài vô tâm

1. Đattric; 2. Chi tiết; 3. Bánh cóc;
4. Nam châm điện; 5, 7. Trục vít; 6. Bánh vít;
8. U bánh dẫn.

Trong quá trình mài do đá dẫn bị mòn nhanh, chi tiết gia công có thể bị xô dịch, làm thay đổi điểm tiếp xúc của chi tiết với các đầu đo. Vì vậy, nếu các đầu đo không song song với nhau thì độ chính xác của kết quả đo sẽ giảm. Để loại trừ nhược điểm này trong thiết bị kiểm tra được lắp thêm cơ cấu kiểm tra độ song song và gá đặt chính xác vị trí của các đầu đo.

7.4.4.2. Thiết bị kiểm tra tích cực có hiệu chỉnh máy khi mài vô tâm

Khi mài vô tâm người ta thường dùng thiết bị kiểm tra tích cực với hiệu chỉnh máy (hình 7.20).

Chi tiết 2 được gia công trên máy mài vô tâm theo phương pháp ăn dao dọc. Sau khi mài các chi tiết được chuyển tới vị trí kiểm tra bằng đattric 1 (hình 7.20). Kích thước của các chi tiết đi sau sẽ tăng dần và gần bằng giới hạn trên của trường dung sai. Khi đạt đến kích thước hiệu chỉnh thì đattric 1 truyền tín hiệu-lệnh tới cơ cấu hiệu chỉnh (hình 7.20b). Tại đây nam châm điện 4 nhận tín hiệu và làm cho bánh cóc 3 dịch chuyển đi một răng. Bánh cóc 3 được lắp cứng với trục vít 5. Do đó, bánh vít 6 sẽ quay đi một góc và làm xoay trục vít 7. Trục vít 7 dịch chuyển u bánh dẫn 8 để thực hiện lượng hiệu chỉnh.

7.4.5. Kiểm tra tích cực khi mài phẳng

Phương pháp kiểm tra tích cực khi mài phẳng có những đặc điểm sau đây:

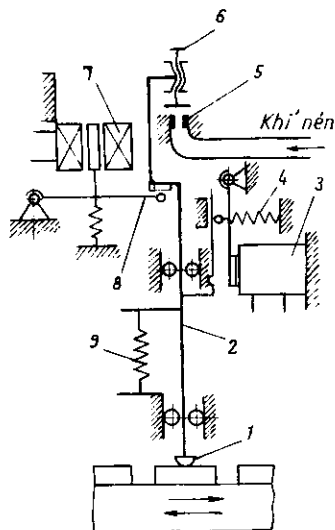
1. Đầu đo không tiếp xúc theo chu kỳ với các chi tiết gia công (đầu đo rơi vào chỗ trống giữa các chi tiết gia công).
2. Các chi tiết gia công được gá trực tiếp lên bàn từ, do đó không thể kiểm tra trực tiếp được chiều cao hoặc bề dày của chi tiết.

Khi tính đến đặc điểm thứ nhất, các thiết bị kiểm tra tích cực được lắp thêm cơ cấu khử lệnh hoặc chỉ thị trong thời điểm mà đầu đo nằm ở khe hở giữa các chi tiết gia công. Nguyên lý

hoạt động của các thiết bị này là làm chậm quá trình phát lệnh hoặc ngắt kết nối đầu đo với cơ cấu chỉ thị khi đầu đo đi qua khe hở giữa các chi tiết gia công. Các thiết bị kiểm tra tích cực khi mài phẳng được chia ra làm hai loại:

- Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy.
- Thiết bị kiểm tra tích cực có hiệu chỉnh máy.

7.4.5.1. Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng

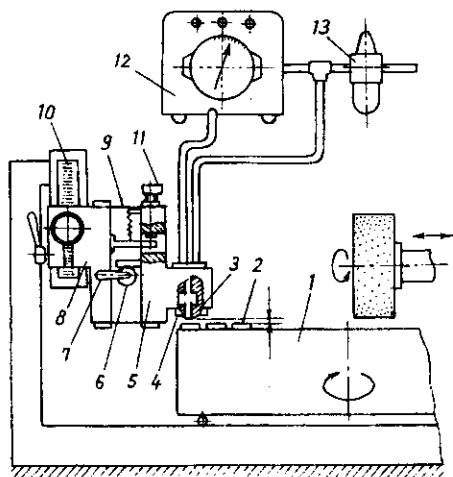


Hình 7.21. Sơ đồ kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng

1. Đầu đo; 2. Cán; 3. Nam châm điện; 4, 9. Lò xo; 5. ống; 6. Vít hiệu chỉnh; 7. Nam châm điện phanh hãm; 8. Tay đòn.

Hình 7.21 là sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài phẳng không có hiệu chỉnh máy.

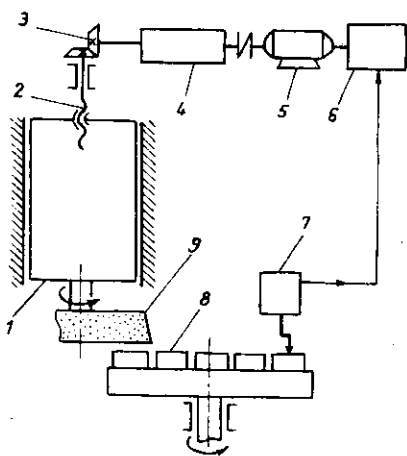
Khi đo, đầu đo 1 chạm vào chi tiết gia công, lúc này đầu của vít hiệu chỉnh 6 tạo với mặt đầu của ống 5 một khe hở nhất định (độ lớn của khe hở phụ thuộc vào kích thước của chi tiết gia công). Khi kích thước gia công đạt yêu cầu thì các tín hiệu-lệnh cần thiết được truyền tới cơ cấu chấp hành của máy. Kết quả kiểm tra kích thước cũng được ghi lại trên thang chia của thiết bị khí nén. Khi đo, cán 2 được hãm lại bằng sự ngắt mạch của nam châm điện 3 và được giữ tại vị trí này bằng lò xo 4, do đó đầu đo 1 không bị tụt xuống dưới bề mặt gia công khi đi qua khe hở giữa các chi tiết. Sau mỗi hành trình kép của bàn máy, dòng điện đi vào nam châm điện 3, cán 2 được nâng lên bằng tay đòn 8 của nam châm điện phanh hãm 7. Lò xo 9 có tác dụng tạo ra lực đo cần thiết. Nhược điểm của thiết bị trên đây là kết cấu phức tạp do có bộ ngắt mạch hành trình của nam châm điện phanh hãm 7 và các đầu đo chóng mòn (vì tiếp xúc trực tiếp với bề mặt gia công). Để khắc phục các nhược điểm này người ta dùng các thiết bị đo không tiếp xúc trực tiếp.



Hình 7.22. Sơ đồ kiểm tra tích cực không tiếp xúc trực tiếp và không có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng

1. Bàn từ; 2. Chi tiết gia công; 3. Ống khí nén; 4. Cơ cấu đo; 5. Cơ cấu hãm; 6. Cam; 7. Tay quay; 8. Đế; 9. Lò xo lá; 10. Thanh dẫn; 11. Vít vị chỉnh; 12. Cơ cấu chỉ thị; 13. Bộ ổn định áp lực.

Hình 7.22 là sơ đồ thiết bị không tiếp xúc trực tiếp và không có hiệu chỉnh máy để kiểm tra chi tiết trên các máy mài phẳng với bàn quay hình chữ nhật và bàn quay tròn. Cơ cấu đo 4 được gá ở phía trên của các chi tiết gia công 2. Các chi tiết gia công được gá trên bàn từ 1 của máy. Cơ cấu đo 4 được điều chỉnh thô theo thanh dẫn 10, còn điều chỉnh tinh bằng vít vị chỉnh 11. Để hãm cơ cấu 5 người ta dùng tay quay 7 của cam 6. Nhờ tay quay 7 của cam 6 mà cơ cấu hãm 5 được nâng lên và được treo trên đế 8 thông qua lò xo lá 9. Bề dày của chi tiết được kiểm tra theo khe hở giữa bề mặt gia công và mặt đầu của ống khí nén 3. Ống khí nén này được nối bằng các ống mềm với các cơ cấu chỉ thị 12 và bộ ổn định áp lực 13 của cơ cấu đo khí nén.



7.4.5.2. Thiết bị kiểm tra tích cực có hiệu chỉnh máy mài phẳng

Hình 7.23 là sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài phẳng với cơ cấu hiệu chỉnh tự động máy mài. Khi mài, các chi tiết gia công 8 đi qua cơ cấu đo 7 và chạm vào đầu đo của cơ cấu đo này. Trong quá trình mài, đá mài 9 mòn nhanh, kích thước của các chi tiết theo chiều cao sẽ tăng dần và đến khi bằng hoặc lớn hơn kích thước hiệu chỉnh thì cơ cấu đo 7 phát tín hiệu-lệnh để điều chỉnh máy. Tín hiệu đi qua bộ khuếch đại 6 và được truyền tới động cơ điện điều chỉnh 5, qua hộp giảm tốc 4 và cặp bánh răng côn 3, làm quay vít 2 của đầu mài 1 để tạo ra một lượng dịch chuyển theo yêu cầu. Giá trị dịch chuyển của đầu mài được xác định bằng thời gian quay của động cơ điện điều chỉnh 5 có gắn rơ le thời gian. Tốc độ dịch chuyển của đầu mài có thể thay đổi trong khoảng 0,05 - 0,2 mm / phút (nhờ điều chỉnh các bánh răng thay thế của hộp chạy dao), do đó nó đảm bảo được xung điều chỉnh cần thiết.

Hình 7.23. Sơ đồ kiểm tra tích cực với hiệu chỉnh máy mài phẳng
1. Ủ đá mài; 2. Vít quay; 3. Cặp bánh răng côn; 4. Hộp giảm tốc; 5. Động cơ điện điều chỉnh; 6. Bộ khuếch đại; 7. cơ cấu đo; 8. Chi tiết gia công; 9. Bánh mài.

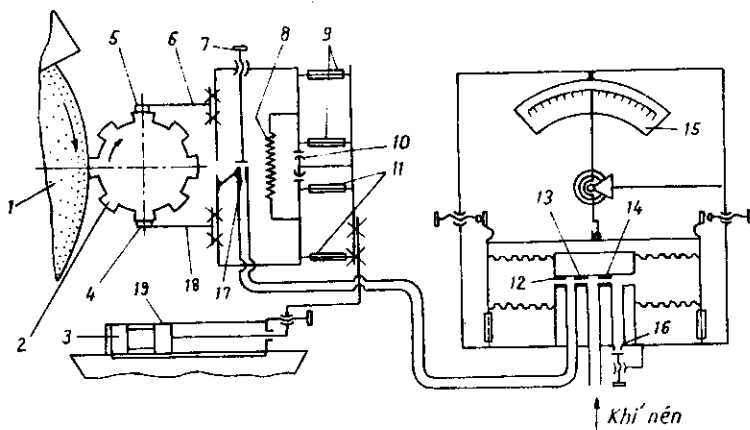
7.4.6. Kiểm tra tích cực khi mài các mặt trụ gián đoạn

Để kiểm tra tích cực các mặt trụ gián đoạn như trục có các rãnh then, trục có các lỗ hướng kính hoặc các trục then hoa người ta dùng các thiết bị kiểm tra tiếp xúc một điểm, tiếp xúc hai điểm và tiếp xúc ba điểm.

7.4.6.1. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài mặt trụ gián đoạn tiếp xúc một điểm

Trong thiết bị kiểm tra tiếp xúc một điểm người ta dùng đầu đo có độ cong lớn, do đó nó không thể rơi vào các rãnh then hoặc các lỗ hướng kính được. Bán kính của đầu đo khi kiểm tra trục phải lớn hơn bán kính của chi tiết cần kiểm tra, còn khi kiểm tra lỗ thì phải nhỏ hơn bán kính của lỗ cần kiểm tra. Yêu cầu này cho phép nâng cao tính chất động học của thiết bị, tuy nhiên bán kính đầu đo tăng sẽ làm tăng sai số kiểm tra.

7.4.6.2. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài mặt trụ gián đoạn tiếp xúc hai điểm



Hình 7.24. Sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài then hoa

1. Đá mài;
2. Chi tiết then hoa;
3. Pittông; 4,5. Đầu đo;
- 6,18. Má kẹp;
7. Thanh điều chỉnh;
8. Lò xo; 9,11. Lò xo lá;
10. Cữ tỷ; 12. Van tiết lưu;
- 13,14. Ống vào;
15. Thang chia;
16. Cơ cấu đối áp;
17. Ống đo;
19. Cơ cấu thủy lực.

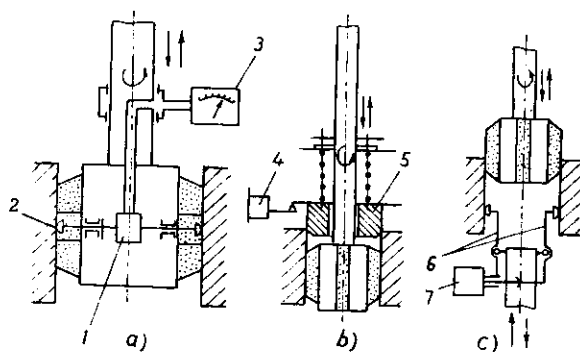
Hình 7.24 là sơ đồ kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm khi mài then. Thiết bị này rất vạn năng, nó có thể dùng để kiểm tra các bề mặt liên tục (không gián đoạn). Vòng cặp kiểm tra tiếp xúc hai điểm được cấu tạo gồm: các má kẹp tùy động 18 và 6. Các má kẹp này được treo độc lập trên các lò xo lá 11 và 9. Má kẹp 18 được nối kết với ống đo 17, còn má kẹp 6 được nối kết với thanh điều chỉnh 7. Các đầu đo 4 và 5 được chế tạo từ hợp kim cứng, bề mặt làm việc của chúng là hình trụ. Lực đo được tạo ra nhờ lò xo 8. Cữ tỷ 10 có tác dụng ngăn cho các đầu đo không rơi vào rãnh then hoa của trục mài. Nếu điều chỉnh các đầu đo với độ chính xác cao thì các đầu đo chỉ có thể rơi xuống rãnh một đoạn khoảng $0,005 \div 0,008$ mm so với bề mặt trục gia công. Các cơ cấu chỉ thị và phát lệnh được lắp xiphông vi sai với các ống vào 13 và 14. Bên phải của xiphông vi sai này có cơ cấu đối áp 16 còn bên trái của nó có là cơ cấu đo. Van tiết lưu 12 có tác dụng để giảm dao động của lực đo và tăng quán tính của thiết bị kiểm tra. Thiết bị kiểm tra trên đây có khả năng phát lệnh cho máy cũng như phát lệnh cho chỉ thị theo thang chia 15. Thiết bị được gá trên bàn máy mài. Cơ cấu thủy lực 19 có tác dụng để đẩy thiết bị kiểm tra tới vị trí cần đo.

7.4.6.3. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm khi mài mặt trụ gián đoạn

Nguyên lý làm việc của thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm khi mài mặt trụ gián đoạn cũng giống như nguyên lý làm việc của thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm khi mài mặt trụ liên tục (mặt trụ không gián đoạn). Các đầu đo đều có bán kính cong lớn, trong đó hai đầu đo cố định và một đầu đo di động.

7.5. Kiểm tra tích cực khi mài khôn

Mài khôn là nguyên công tinh để gia công các lỗ trụ với độ chính xác cấp 1-2 và độ nhám đạt $R_a = 0,32 \div 0,02 \mu\text{m}$. Mài khôn được thực hiện bằng các thỏi đá mài với các chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến đi lại, còn chỉ tiết gia công được gá cố định trên đồ gá. Trong quá trình mài khôn, các thỏi đá mòn không đều, do đó đầu khôn có vị trí không cố định so với tâm của lỗ gia công. Điều này gây khó khăn cho việc dùng thiết bị kiểm tra tích cực trong những trường hợp cần gá thiết bị kiểm tra này lên đầu khôn. Các sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài khôn được trình bày trên hình 7.25.

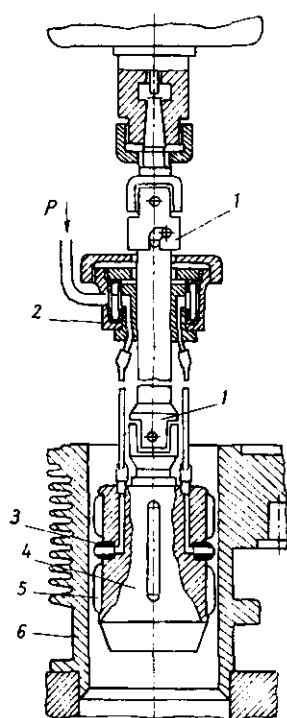


Hình 7.25. Các sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài khôn
1. Phần tử nhạy cảm; 2. Đầu đo; 3. Cơ cấu chỉ thị;
4. Đattric tiếp xúc điện; 5. Calíp cứng; 6. Tay đòn;
7. Đattric chuyển đổi.

Trên hình 7.25a: cơ cấu đo với phần tử nhạy cảm 1 được lắp trực tiếp trên đầu khôn. Phần tử nhạy cảm 1 là một ống tiết lưu được nối với ống khí nén. Từ phần tử 1 này thông tin về kích thước gia công được truyền tới đattric, tiếp sau đó thông tin này được chuyển thành tín hiệu-lệnh để truyền tới các cơ cấu chấp hành của máy hoặc tới cơ cấu chỉ thị 3 để quan sát quá trình gia công. Cơ cấu kiểm tra này cho phép kiểm tra liên tục toàn bộ chiều dài bề mặt gia công (đó là ưu điểm chính của thiết bị). Tuy nhiên, kết cấu của thiết bị phức tạp và đầu đo 2 khi làm việc bị mòn nhanh.

Trên hình 7.25b: cơ cấu đo với calíp cứng 5 thực hiện chuyển động thẳng đi lại cùng với đầu khôn và khi kích thước gia công đạt yêu cầu thì calíp cứng 5 lọt vào lỗ và đóng công tắc của đattric tiếp xúc điện 4 để truyền tín hiệu-lệnh cho dừng máy. Cơ cấu đo này được dùng

rộng rãi trong sản xuất. Bề mặt làm việc của calíp được chế tạo hình cầu để tăng khả năng tự định vị vào lỗ gia công.



Hình 7.26. Kết cấu của thiết bị kiểm tra tích cực không tiếp xúc khi mài khôn

1. Khớp nối bản lề; 2. Ống dẫn; 3. Ống đầu ra; 4. Thân đầu khôn; 5. Thanh giữ; 6. Chi tiết gia công.

Trên hình 7.25c: cơ cấu đo dạng tay đòn lại được lắp ở phía trước đầu khôn, cho nên nó cho phép chỉ kiểm tra được một đầu của lỗ gia công (đầu dưới của lỗ). Hai tay đòn 6 của thiết bị đo chỉ lọt vào lỗ gia công sau khi đầu khôn đã ra khỏi lỗ gia công. Khi kích thước gia công đạt yêu cầu, phần trên của hai tay đòn 6 được mở rộng hết cỡ, còn phần dưới của hai tay đòn này đóng công tắc tiếp xúc của датчик chuyển đổi 7. Từ датчик chuyển đổi này tín hiệu-lệnh cần thiết được truyền tới các cơ cấu chấp hành của máy để ngừng quá trình gia công. Cơ cấu kiểm tra dạng tay đòn cũng có thể lắp ở phía sau đầu khôn. Trong trường hợp này nó sẽ chỉ kiểm tra được kích thước ở đầu trên của chi tiết.

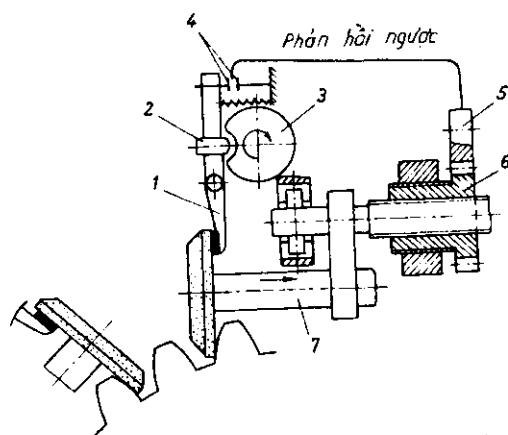
Trong các thiết bị kiểm tra tích cực khi mài khôn thông thường người ta sử dụng các hệ thống đo khí nén không tiếp xúc. Hình 9.26 là kết cấu của một thiết bị kiểm tra dạng này. Đầu khôn được kẹp chặt với trục chính của máy bằng hai khớp nối bản lề 1. Khí nén đi vào ống 2, sau đó theo hai ống dẫn, khí nén đi xuống ống đầu ra 3. Ống đầu ra 3 được ép chặt vào thân của đầu khôn 4. Các thanh 5 có tác dụng giữ cho các đầu ra không bị hỏng (không bị mòn), đồng thời chúng có tác dụng dẫn hướng, đảm bảo độ chính xác định tâm khi các thỏi khôn mòn không đều. Khi kích thước lỗ gia công 6 tăng thì khe hở giữa mặt đầu của ống đầu ra và bề mặt gia công cũng tăng, do đó áp lực khí nén ở nhánh (ống nhánh) đo của xiphông vì sai giảm. Xiphông vì sai phải có kết cấu sao cho khi kích thước lỗ gia công đạt yêu cầu thì áp lực ở cả hai phía phải như nhau và lúc này công tắc điện được đóng lại và truyền lệnh ngừng gia công.

7.6. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài răng

Khi mài răng, trạng thái bề mặt của đá mài luôn luôn không ổn định, do đó các thợ mài phải chú ý chọn chế độ cắt hợp lý và sửa đá theo định kỳ để đảm bảo tuổi bền cần thiết cho gia công. Để nghiên cứu và xử lý trạng thái của đá trên máy mài răng bằng hai đá dạng đĩa của Thụy Sĩ, người ta sử dụng cơ cấu điều chỉnh đá với các đầu đo bằng kim cương (hình 7.27). Trong quá trình mài profin răng, đầu đo kim cương (lắp trên tay đòn 1) chạm vào mặt đầu của đá theo chu kỳ. Chu kỳ này được tạo ra nhờ chuyển động quay của cam 3 và cam 3 tiếp xúc với chốt tỳ 2 của tay đòn 1. Khi đá bị mòn tới giá trị cho phép thì công tắc 4 được đóng lại và tín hiệu-lệnh được truyền tới bánh cóc 5, thông qua vít vít sai 6 để dịch chuyển trục chính theo phương hướng trục.

Như vậy, vị trí của các mặt cắt đá mài luôn luôn được giữ cố định so với tâm của chi tiết gia công.

Tóm lại, các thiết bị kiểm tra tích cực được sử dụng rộng rãi không chỉ trên các máy mài, máy mài khôn, mà gần đây các thiết bị này còn được sử dụng trên các máy gia công cơ khác như các máy tiện, máy phay v...v.



Hình 7.27. Cơ cấu điều chỉnh đá mài trên máy mài răng
 1. Tay đòn lắp đầu đo; 2. Chốt tỳ; 3. Cam; 4. Công tắc; 5. Bánh cóc;
 6. Vít vi sai; 7. Trục gá đá mài.

Chương 8

TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN CÁC YẾU TỐ CÔNG NGHỆ

Một trong những chỉ tiêu cơ bản để đánh giá chất lượng của máy hoặc chi tiết là độ chính xác gia công. Nâng cao độ chính xác gia công chi tiết cho phép không chỉ nâng cao chất lượng sản phẩm mà còn nâng cao năng suất của máy (do độ ổn định và tuổi thọ của máy tăng).

Độ chính xác của chi tiết được đánh giá bằng trường phân bố ω_{Δ} :

$$\omega_{\Delta} = \omega_T + a + b \quad (8.1)$$

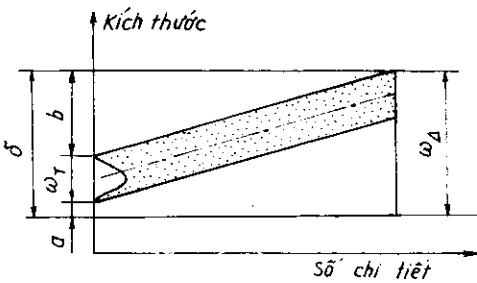
Ở đây: ω_T - trường phân bố của từng nhóm nhỏ chi tiết.

b - giá trị biến động của sai số theo thời gian (theo số lượng chi tiết).

a - sai số hệ thống cố định.

Từ công thức (8.1) ta thấy để nâng cao độ chính xác gia công cần phải giảm từng giá trị ω_T ; b và a .

Hình 8.1 là quan hệ phụ thuộc giữa sai số gia công và số lượng chi tiết



Hình 8.1. Sơ đồ biến đổi kích thước gia công

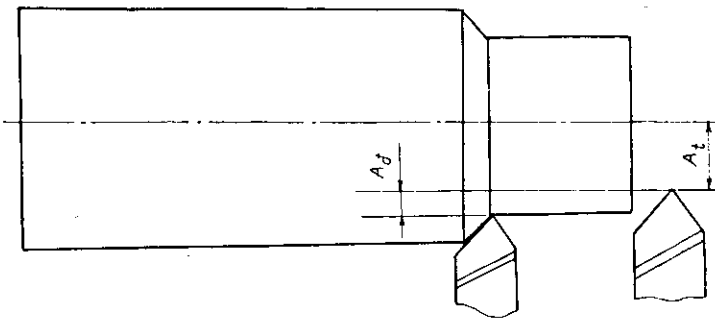
Dưới đây là một số phương pháp nâng cao độ chính xác gia công bằng điều khiển tự động.

Trước hết cần biết khái niệm về kích thước điều chỉnh tĩnh và kích thước điều chỉnh động (hình 8.2).

- Kích thước điều chỉnh tĩnh A_t là kích thước điều chỉnh dao khi chưa gia công.

- Kích thước điều chỉnh động A_d là lượng thay đổi của kích thước điều chỉnh tĩnh do biến dạng đàn hồi.

Hình 8.2 mô tả kích thước điều chỉnh tĩnh (A_t) và kích thước điều chỉnh động (A_d).

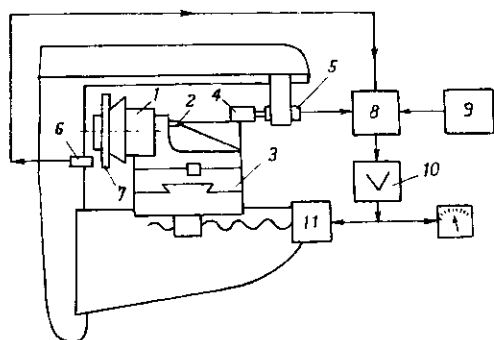


Hình 8.2. Kích thước điều chỉnh tĩnh (A_t) và kích thước điều chỉnh động (A_d)

8.1. Tự động điều khiển kích thước điều chỉnh tĩnh

8.1.1. Gia công trên máy phay ngang

Hình 8.3 là sơ đồ điều khiển thích nghi kích thước điều chỉnh tĩnh trên máy phay ngang.

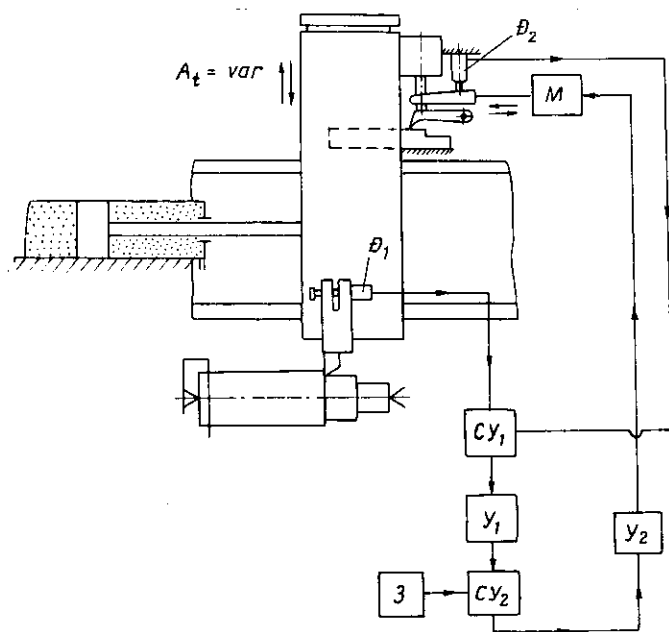


Hình 8.3. Sơ đồ điều khiển thích nghi kích

thước điều chỉnh tinh trên máy phay ngang

1. Chi tiết gia công; 2. Đồ gá; 3. Bàn máy;
4. Đường; 5, 6. Bộ biến đổi cảm ứng; 7. Đĩa;
8. Bộ so sánh; 9. Bộ định giá trị;
10. Bộ khuếch đại; 11. Cơ cấu chấp hành.

Chi tiết gia công 1 và đường 4 được gá trên đồ gá 2. Đồ gá 2 được gá trên bàn máy 3, hai bộ biến đổi cảm ứng 5, 6 được kẹp trên lỗ kẹp của chuỗi dao và trên thân máy. Các bộ phận làm việc của hai bộ biến đổi này được tỷ sát vào bề mặt làm việc của đường 4 và đĩa 7 (đĩa 7 được gá trên dao phay). Như vậy, hai bộ biến đổi 5 và 6 xác định kích thước điều chỉnh tinh. Trong quá trình gia công nhờ các bộ cảm biến này ta có thông tin về biến dạng đàn hồi theo phương kích thước thực hiện. Thông tin này được chuyển tới bộ so sánh 8 để so sánh với giá trị đã cho. Giá trị đã cho được xác định bằng bộ định giá trị 9. Bộ khuếch đại 10 có chức năng phóng đại tín hiệu tổng hợp. Tín hiệu tổng hợp được truyền tới cơ cấu chấp hành 11. Cơ cấu chấp hành này tác động tới vít me của bàn chạy dao ngang của máy. Kết quả là thay đổi kích thước điều chỉnh tinh trong quá trình phay.



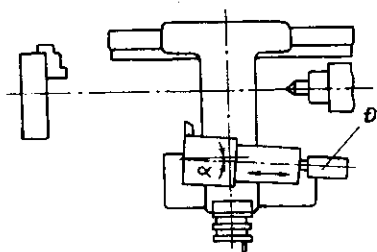
Hình 8.4. Sơ đồ tự động điều khiển kích thước điều chỉnh tinh trên máy tiện chép hình thủy lực

- A_t : Kích thước điều chỉnh tinh; D_1, D_2 : Bộ biến đổi;
 y_1, y_2 : Bộ khuếch đại; cy_1, cy_2 : Bộ so sánh; 3. Bộ định giá trị.

Khi lượng dư gia công tăng thì biến dạng đàn hồi cũng tăng, do đó kích thước gia công tăng. Nhưng cơ cấu chấp hành trên đây luôn ổn định kích thước gia công, có nghĩa là bàn máy 3 dịch chuyển về hướng dao phay. Khi lượng dư gia công giảm bàn máy dịch chuyển về hướng ngược lại (xa dao phay). Như vậy, quá trình phản hồi ngược được thực hiện nhờ bộ biến

đổi 5. Sử dụng hệ thống điều khiển trên đây cho phép giảm dung sai của chi tiết gia công bằng gang từ 0,05 xuống 0,02 khi gia công trên máy phay 6H82 với lượng dư trung bình từ $2 \div 8$ mm. Sai số hình dáng hình học của chi tiết giảm từ 0,08/250 mm khi gia công bình thường xuống 0,03/0,025 mm khi gia công có sử dụng hệ thống điều khiển tự động.

8.1.2. Gia công trên máy tiện



Hình 8.5. Sơ đồ điều khiển kích thước điều chỉnh tĩnh bằng cách xoay phân trên của bàn xe dao trên máy 1A616
 α . Góc xoay bàn xe dao;
 Δ . Động cơ

Hình 8.4 là sơ đồ điều khiển thích nghi kích thước điều chỉnh tĩnh trên máy tiện chép hình thủy lực. Ở đây thông tin về biến dạng đàn hồi được bộ biến đổi Δ_1 ghi lại. Sự sai lệch kích thước được bù lại bởi cơ cấu chấp hành M (một động cơ rất nhỏ). Trong quá trình gia công bàn xe dao thực hiện một dịch chuyển rất nhỏ theo phương của kích thước thực hiện khi xuất hiện sai số ΔA (sai số kích thước điều chỉnh động). Các bộ khuếch đại y_1 và y_2 khuếch đại các tín hiệu nhận được. Bộ biến đổi Δ_2 có tác dụng tạo ra phản hồi ngược của hệ thống điều khiển. Bộ định giá trị 3 xác lập giá trị biến dạng đàn hồi tối ưu. Các bộ phận so sánh cy_1 và cy_2 được dùng để so sánh các tín hiệu xuất phát từ chi tiết gia công và đường chép hình.

Khi thiết kế hệ thống điều khiển tự động kích thước điều chỉnh tĩnh cần phải chú ý tới cơ cấu dịch chuyển nhỏ có tính đến đặc điểm của từng hệ thống công nghệ. Ví dụ: trên máy tiện 1A616 để thực hiện dịch chuyển nhỏ người ta xoay phân trên của bàn xe dao đi một góc ($\alpha = 3 \div 5^\circ$) so với tâm chi tiết gia công (hình 8.5).

Như vậy, khi phân trên của bàn xe dao dịch chuyển được một giá trị lớn theo cơ cấu dẫn hướng (nhờ động cơ Δ) thì dao cắt chỉ dịch chuyển được một giá trị rất nhỏ đủ để bù lại kích thước điều chỉnh tĩnh.

8.1.3. Ưu, nhược điểm của phương pháp điều khiển kích thước điều chỉnh tĩnh

1. Ưu điểm

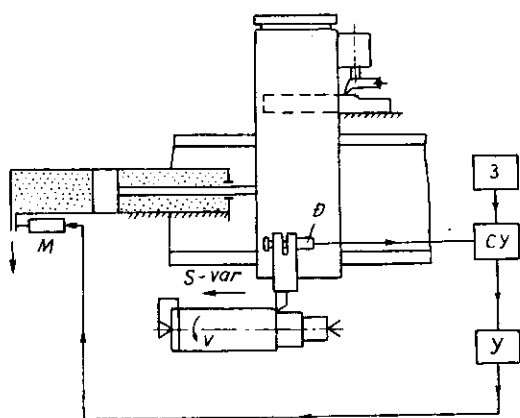
- Giảm trường phân bố của kích thước gia công ω_T xuống $2 \div 6$ lần và làm tăng độ chính xác hình dáng hình học của chi tiết gia công.
- Giữ được độ nhám bề mặt như khi gia công bình thường (không có điều khiển).
- Nâng cao năng suất gia công vì gia công chi tiết với số bước ít hơn.
- Nâng cao năng suất gia công ở các nguyên công tiếp theo vì tăng được độ chính xác của các kích thước nguyên công.

2. Nhược điểm

- Khó tạo ra được cơ cấu dịch chuyển nhỏ ổn định với độ chính xác một vài μm .
- Dao động của các lực tác động vẫn như trong trường hợp gia công bình thường, do đó khả năng làm việc của hệ thống công nghệ chưa hoàn toàn ổn định.

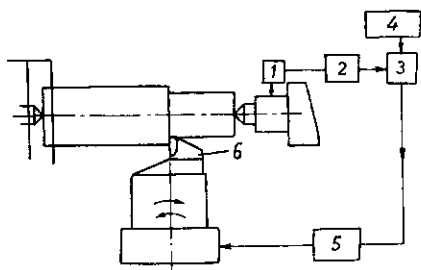
8.2. Tự động điều khiển kích thước điều chỉnh động

Hình 8.6 là sơ đồ tự động điều khiển kích thước điều chỉnh động trên máy tiện chép hình thủy lực. Bộ biến đổi Δ được gá trên đầu dao để thu nhận thông tin về sai số gia công. Bộ định giá trị 3 xác lập giá trị tối ưu của kích thước điều chỉnh động. Trong bộ so sánh cy thực hiện việc so sánh các tín hiệu của kích thước thực hiện và kích thước điều chỉnh tự động cho trước. Bộ khuếch đại y được dùng để khuếch đại giá trị chênh lệch tín hiệu. Giá trị chênh lệch tín hiệu này tác động đến cơ cấu chấp hành M (cơ cấu chấp hành thường là một động cơ). Roto của động cơ quay trực tiếp hoặc qua bộ truyền bánh răng lắp với van thủy lực làm



Hình 8.6. Sơ đồ điều khiển tự động kích thước điều chỉnh động trên máy chép hình thủy lực

M. Cơ cấu chấp hành; 3. Bộ định giá trị; cy. Bộ so sánh; y. Bộ khuếch đại.
S. Lượng chạy dao.



Hình 8.7. Sơ đồ điều khiển biến dạng đàn hồi bằng cách quay dao trong quá trình gia công

1. Bộ cảm biến; 2. Bộ khuếch đại; 3. Bộ so sánh; 4. Bộ chương trình lắp sẵn; 5. Cơ cấu chấp hành; 6. Dao.

1. Ưu điểm

- Thay đổi lượng chạy dao khi gia công cho phép nâng cao độ chính xác chi tiết.
- Thay đổi lượng chạy dao khi gia công cho phép làm ổn định các lực tác động và công suất cắt.
- Giảm khả năng bị gãy của dụng cụ cắt.
- Nâng cao tuổi bền của dụng cụ cắt lên tới 20 ÷ 50 %.
- Giảm độ mòn của các cơ cấu máy, có nghĩa là giảm chi phí sử dụng máy.
- Nâng cao hiệu quả kinh tế trong cả 3 loại sản xuất: sản xuất lớn, sản xuất hàng loạt và sản xuất đơn chiếc.

cho van thủy lực xoay và do đó lượng dầu đi qua van thay đổi có nghĩa là thay đổi lượng chạy dao của bàn xe dao chép hình thủy lực.

Khi kích thước thực hiện và kích thước điều chỉnh động cho trước bằng nhau thì lượng chạy dao không thay đổi. Khi lượng dư gia công tăng, kích thước điều chỉnh động tăng, do đó lượng chạy dao giảm. Ngược lại, khi lượng dư giảm thì lượng chạy dao lại tăng.

8.3. Tự động điều khiển biến dạng đàn hồi bằng cách quay dao trong quá trình gia công

Hình 8.7 là sơ đồ tự động điều khiển biến dạng đàn hồi bằng góc quay của dao. Bộ biến đổi cảm ứng 1 nhận tín hiệu về biến dạng đàn hồi của u sau và truyền tín hiệu tới bộ khuếch đại 2. Sau khi ra khỏi bộ khuếch đại 2, tín hiệu được chuyển tới bộ so sánh 3. Bộ so sánh 3 thực hiện phép cộng đại số của tín hiệu của bộ biến đổi 1 và bộ chương trình lắp sẵn 4. Tín hiệu tổng hợp từ bộ so sánh được truyền tới cơ cấu chấp hành 5 để quay dao 6 so với trục đi qua đỉnh dao. Như vậy, trong hệ thống điều khiển này phản hồi ngược được thực hiện thông qua vùng gia công.

Thực nghiệm cho thấy sử dụng hệ thống điều khiển trên đây có thể giảm được kích thước phân bố của trục $\omega_T = 0,08$ (khi gia công bình thường) xuống $\omega_T = 0,02$ (khi gia công có sử dụng hệ điều khiển).

8.4. Ưu nhược điểm của tự động điều khiển kích thước điều chỉnh động

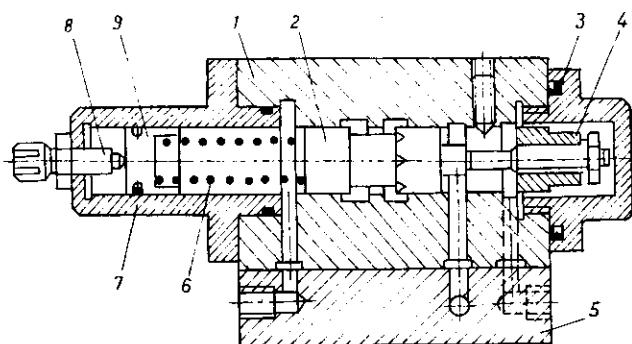
2. Nhược điểm

Nhược điểm duy nhất của phương pháp tự động điều khiển kích thước điều chỉnh động là thay đổi độ nhám bề mặt khi điều chỉnh lượng chạy dao.

8.5. Tự động điều khiển thành phần lực cắt dọc trục

Hệ thống tự động điều khiển thành phần lực cắt dọc trục chi tiết được sử dụng trên máy tiện chép hình thủy lực. Hệ thống này đảm bảo ổn định lực cắt trong quá trình gia công bằng cách thay đổi lượng chạy dao dọc của bàn xe dao chép hình. Lượng chạy dao dọc của bàn xe dao chép hình phụ thuộc vào lực cắt P_x mà ta đo được thông qua lực tác dụng lên cán của xilanh thủy lực.

Hình 8.8 là kết cấu của bộ điều chỉnh thủy lực.

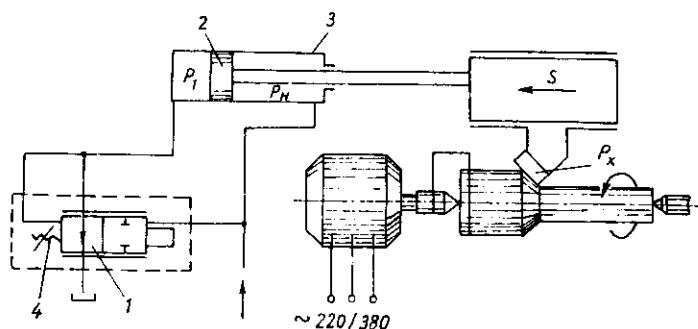


Hình 8.8. Bộ điều chỉnh thủy lực

1. Thân bộ điều chỉnh; 2, 9. Pittông; 3, 7. Nắp đậy;
4. Đai ốc; 5. Đáy thân; 6. Lò xo; 8. Vít điều chỉnh

chỉnh được lắp vào hệ thống thủy lực của máy và làm việc theo chu kỳ của bàn xe dao chép hình (hình 8.9).

Trong quá trình gia công nếu lượng dư hoặc độ cứng của vật liệu thay đổi thì thành phần lực cắt P_x thay đổi làm thay đổi áp lực trên pittông 2, có nghĩa là thay đổi lực trên cán của xilanh 3. Sự thay đổi này làm cho pittông 1 dịch chuyển để xác định lại lượng chạy dao S và thay đổi lực cắt P_x . Như vậy, ở đây có sự bù lại giá trị thay đổi của lượng dư và độ cứng vật liệu gia công.



Hình 8.9. Sơ đồ lắp bộ điều chỉnh thủy lực

- 1, 2. Pittông; 3. Xilanh; 4. Lò xo; P_1 . Lực kéo; P_H . Lực đẩy;
 P_x . Lực cắt; S . Lượng chạy dao.

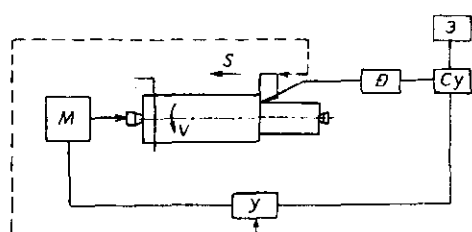
Ngoài ra, hệ thống điều khiển tự động này còn làm việc theo nguyên tắc điều chỉnh áp lực trước. Lực trên cán pittông được điều chỉnh bằng lò xo 4. Nếu lượng dư gia công tăng, lực cắt P_x và lực đẩy P_H tăng. Khi đó áp lực P_1 ở buồng trái xilanh giảm, còn áp lực P_H ở buồng phải xilanh hầu như không thay đổi. Sự cân bằng của pittông 1 bị phá vỡ và pittông dịch chuyển về bên trái để giảm áp lực cho đến khi xuất hiện sự cân bằng mới.

8.6. Tự động điều khiển độ mòn của dụng cụ cắt

Thực tế cho thấy hiệu quả gia công phụ thuộc rất nhiều vào độ mòn của dụng cụ cắt (hay là tuổi bền của chúng). Độ mòn của dụng cụ cắt ảnh hưởng trực tiếp đến tâm phân bố của kích thước gia công. Ngoài ra độ mòn của dụng cụ cắt còn ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả kinh tế của quá trình gia công. Năng suất gia công phụ thuộc vào thời gian điều chỉnh kích thước và thời gian điều chỉnh lại hệ thống công nghệ. Như vậy, chất lượng dụng cụ cắt càng xấu thì tốc độ dịch chuyển tâm phân bố kích thước gia công càng nhanh, do đó số lần điều chỉnh lại hệ thống công nghệ càng nhiều.

Nhiều nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm cho thấy, để đạt giá thành gia công nhỏ nhất cần phải đảm bảo cho dụng cụ cắt có tốc độ mòn cố định. Ổn định được độ mòn của dụng cụ cắt có nghĩa là ổn định được tuổi bền với độ mòn cho phép như nhau. Để ổn định được tuổi bền của dụng cụ cắt người ta sử dụng hệ thống tự động điều khiển độ mòn của nó.

Nghiên cứu thực nghiệm cho thấy nguồn thông tin về độ mòn của dụng cụ cắt là suất điện động nhiệt. Vì vậy, để thay bộ chuyển đổi trong hệ thống điều khiển tự động người ta dùng cái đo nhiệt tự nhiên gồm chi tiết gia công - lưỡi cắt của dụng cụ. Các thông số điều chỉnh cụ thể là tốc độ cắt, lượng chạy dao hoặc cả tốc độ cắt và lượng chạy dao đồng thời. Hình 8.10 là sơ đồ điều khiển tự động độ mòn của dụng cụ cắt.



Hình 8.10. Sơ đồ điều khiển tự động độ mòn của dụng cụ cắt

M. Cơ cấu chấp hành; cy. Bộ so sánh;
D. Bộ chuyển đổi; 3. Bộ định giá trị;
y. Bộ khuếch đại; v. Vận tốc cắt;
S. Lượng chạy dao.

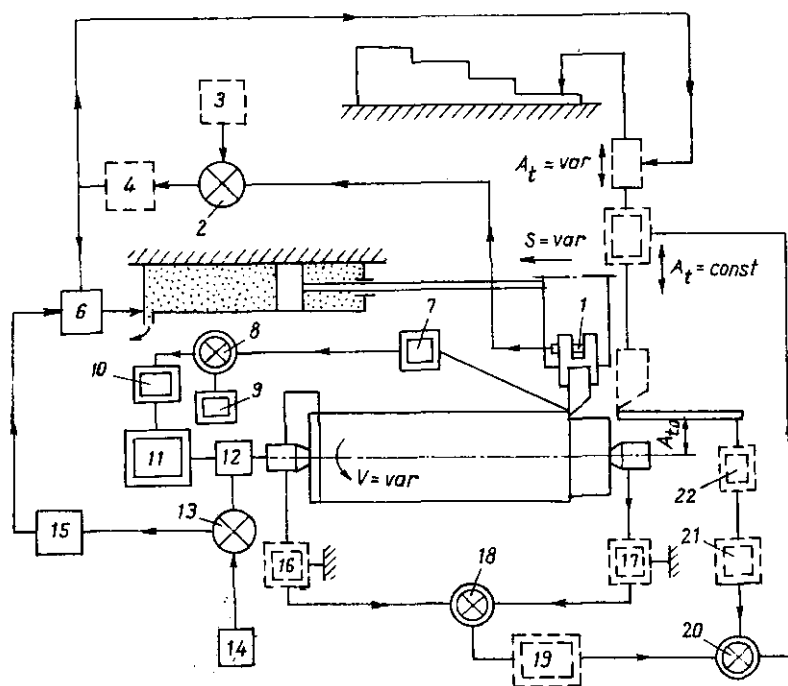
Tín hiệu từ bộ chuyển đổi D (cái đo nhiệt tự nhiên) được chuyển tới bộ so sánh cy. Bộ so sánh cy có chức năng so sánh tín hiệu này với các tín hiệu của bộ định giá trị 3. Tín hiệu tổng hợp được khuếch đại y và tác động đến cơ cấu chấp hành M. Cơ cấu chấp hành này hoạt động theo hướng loại trừ độ chênh lệch giữa giá trị của suất điện động nhiệt hiện có và giá trị của suất điện động đã cho. Giá trị của suất điện động nhiệt đã cho xác định tốc độ mòn cần thiết của dụng cụ. Còn giá trị của suất điện động nhiệt phụ thuộc vào độ mòn của dụng cụ, lượng dư gia công, độ cứng vật liệu và các yếu tố khác mang tính ngẫu nhiên và hệ thống. Thực tế cho thấy thay đổi tốc độ cắt v là phương án tốt nhất để tự động điều khiển độ mòn của dụng cụ cắt.

Các nghiên cứu cho thấy độ ổn định của suất điện động nhiệt khi sử dụng hệ thống tự động điều khiển như trên đạt 0,2MB. Giá trị này tương ứng với độ ổn định của nhiệt độ cắt với độ chính xác từ $10 \div 15^\circ\text{C}$. Thực nghiệm cũng cho thấy khi gia công chi tiết tròn xoay từ thép CT45 bằng dao tiện hợp kim cứng thì tốc độ mòn của dao khi sử dụng hệ thống tự động điều khiển sẽ ổn định và không phụ thuộc vào các yếu tố khác. Tuổi bền của dụng cụ cắt tăng từ $1,5 \div 2$ lần so với trường hợp gia công không có hệ thống tự động điều khiển. Khi gia công các vật liệu có độ bền cao thì hiệu quả tăng tuổi bền của dụng cụ cắt còn cao hơn.

8.7. Tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ

Để tối ưu hoá quá trình cắt gọt chi tiết người ta đã thiết kế hệ thống tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ (hình 8.11). Hệ thống tự động điều khiển này được dùng trên máy chép hình thủy lực bán tự động 1722.

Để giảm trường phân bố của kích thước gia công (do lượng dư và độ cứng không đều, do độ mòn của dụng cụ cắt) máy được lắp đặt hệ thống tự động điều khiển biến dạng đàn hồi nhờ thay đổi kích thước điều chỉnh A_1 và kích thước điều chỉnh động A_d (ký hiệu bằng các nét đứt). Tín hiệu từ đătttric 1 (được gá trên bàn xe dao) được truyền tới bộ so sánh 2 để so sánh với giá trị của bộ định giá trị 3. Tín hiệu tổng hợp (đến cả dấu) được truyền qua bộ khuếch đại điện từ 4 tới cơ cấu chấp hành 5 hoặc 6. Nghiên cứu thực nghiệm cho thấy khi cần ổn định kích thước gia công bằng thay đổi kích thước điều chỉnh A_1 thì cơ cấu chấp hành 5 hoạt động để thực hiện dịch chuyển nhỏ của bàn xe dao thủy lực. Trong trường hợp khác nếu cần điều khiển biến dạng đàn hồi bằng thay đổi kích thước điều chỉnh động A_d (có thể thay đổi lượng chạy dao) thì cơ cấu chấp hành 6 hoạt động để thay đổi lượng dầu trong xilanh thủy lực của cơ cấu chạy dao dọc.



Hình 8.11. Sơ đồ tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ
1,12,16,17,18,22. Đătttric; 2,8,13,20. Bộ so sánh;
3,9,14. Bộ định giá trị; 4,10,15,19,21. Bộ khuếch đại;
5,6,11,23. Cơ cấu chấp hành; 7. Cái đo nhiệt tự nhiên;
 A_1, v, S . Yếu tố điều chỉnh.

Để điều khiển tốc độ mòn của dụng cụ cắt, máy được lắp hệ thống tự động điều khiển (trên hình 8.11 là nét đậm đúp) với mục đích là ổn định suất điện động nhiệt. Tín hiệu từ các đo nhiệt tự nhiên 7 được truyền tới bộ so sánh 8 để so sánh với giá trị suất điện động cho trước của bộ định giá trị 9. Tín hiệu tổng hợp (kể cả dấu) được khuếch đại (nhờ bộ khuếch đại 10) và tác động đến cơ cấu chuyển động chính 11. Như vậy, tốc độ quay của chi tiết sẽ thay đổi theo yêu cầu.

Để tăng khả năng sử dụng của hệ thống công nghệ (ví dụ, tăng khả năng của chuyển động chính) máy được lắp hệ thống tự động điều khiển chế độ cắt (nét đậm trên hình 8.11). Tín hiệu từ đătttric đo dòng điện (của động cơ) 12 được truyền tới bộ so sánh 13 để so sánh với giá trị cho trước của bộ định giá trị 14.

Tín hiệu tổng hợp được khuếch đại nhờ bộ khuếch đại 15, sau đó nhờ các cơ cấu chấp hành 6, và 11 để tác động đến các thông số của chế độ cắt.

Để điều chỉnh kích thước và điều chỉnh lại hệ thống công nghệ máy được lắp hệ thống tự động điều khiển theo sơ đồ hình 8.11 (các nét đứt đúp).

Để có kích thước điều chỉnh tĩnh cố định A_{10} ở vị trí ban đầu các đattric 16 và 17 cố định vị trí tâm của các mũi tâm (các mũi tâm của máy) còn đattric 22 xác định vị trí của mũi dao. Tín hiệu từ các đattric 16, 17 và 18 được khuếch đại (nhờ bộ khuếch đại 19) và được so sánh (nhờ bộ so sánh 20) với tín hiệu từ đattric 22 thông qua bộ khuếch đại 21.

Nếu kích thước có sai số (do dao bị mòn, do biến dạng nhiệt và các nguyên nhân khác) thì tín hiệu tổng hợp sẽ phụ thuộc vào sai số của kích thước điều chỉnh tĩnh có thay đổi hay không. Nếu sai số của kích thước điều chỉnh tĩnh có thay đổi thì cơ cấu chấp hành 23 sẽ hoạt động làm cho van trượt di chuyển một lượng nhỏ tương đối so với bàn xe dao chép hình thủy lực.

Sử dụng hệ thống tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ trên đây cho phép nâng cao năng suất và độ chính xác gia công đồng thời giảm giá thành gia công so với phương pháp gia công bình thường. Ngoài ra, sử dụng hệ thống tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ còn cho phép giải quyết những vấn đề kỹ thuật phức tạp hơn, ví dụ, đảm bảo chất lượng bề mặt.

Để thấy rõ hiệu quả này cần so sánh trường hợp gia công thép cán 45 với lượng dư $Z_{\max} = 3\text{mm}$, $Z_{\min} = 1\text{mm}$ không có hệ thống tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ và trường hợp gia công chỉ tiết nói trên có sử dụng hệ thống tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ. Nghiên cứu thực nghiệm cho thấy trong trường hợp sử dụng hệ thống tự động điều khiển nhiệt độ cắt thì chiều sâu biến cứng lớp bề mặt giảm đi $3 \div 4$ lần và ứng suất dư giảm $2 \div 2,4$ lần. Trong trường hợp sử dụng hệ thống tự động điều khiển lực cắt thì chiều sâu lớp biến cứng giảm $7 \div 9$ lần, còn ứng suất dư giảm $11 \div 12$ lần. Nếu sử dụng hệ thống điều khiển tự động nhiều yếu tố công nghệ (nhiệt cắt và lực cắt) thì chiều sâu lớp biến cứng giảm 9-14 lần còn ứng suất dư giảm $6 \div 7$ lần.

Chương 9

TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH LẮP RÁP

9.1. Các vấn đề chung của tự động hóa quá trình lắp ráp

9.1.1. Khái niệm chung

Lắp ráp là khâu cuối cùng của quá trình sản xuất. Trong quá trình lắp ráp người ta thực hiện liên kết các chi tiết và cụm chi tiết với nhau để tạo ra sản phẩm yêu cầu. Trong những năm gần đây, lượng sản phẩm xã hội tăng mạnh, mức độ phức tạp và chất lượng của chúng ngày càng cao, do vậy, khối lượng các công việc có liên quan đến lắp ráp sản phẩm ngày càng tăng, nhu cầu về lắp ráp tự động càng hết sức cấp bách. Tuy vậy, lắp ráp tự động là một vấn đề rất phức tạp. Khi áp dụng lắp ráp tự động, phải giải quyết một loạt các vấn đề như định vị, hiệu chỉnh vị trí tương đối của các chi tiết và cụm chi tiết, vận chuyển, kiểm tra, thử nghiệm sản phẩm v...v. Cũng như quá trình gia công cơ, quá trình lắp ráp có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng và tuổi thọ của sản phẩm. Chính trong quá trình lắp ráp, các thông số kỹ thuật theo thiết kế sẽ được bảo đảm. Để có thể thực hiện quá trình lắp ráp tự động, bản thân các chi tiết và cụm chi tiết tham gia vào quá trình lắp ráp phải có tính công nghệ cao, không cần đến các nguyên công gia công cơ và sửa nguội khi lắp ráp, để định vị và vận chuyển, cho phép sử dụng các quá trình công nghệ và thiết bị lắp ráp tiên tiến, hiện đại.

Hiện nay, việc áp dụng lắp ráp tự động còn bị hạn chế bởi một loạt các khó khăn sau đây:

- Tồn tại một số nguyên công và một số bước rất khó tự động hóa hoặc tự động hóa chúng không mang lại hiệu quả cao;
 - Mức độ tập trung nguyên công trên một vị trí lắp ráp bị hạn chế do diện tích làm việc yêu cầu của các cơ cấu chức năng lớn;
 - Một số bước lắp ráp cần các trang bị kỹ thuật chuyên dùng đôi khi rất phức tạp, giá thành cao;
 - Số lượng các chi tiết lắp ráp rất lớn và đa dạng. Để lắp ráp chúng, nhiều khi phải thiết kế các máy lắp ráp tự động chuyên dùng, hiệu quả sử dụng không cao;
 - Lý thuyết về lắp ráp tự động cho đến nay vẫn chưa hoàn thiện;
 - Yêu cầu về định hướng, vận chuyển và định vị các chi tiết có kết cấu, vật liệu và tính chất khác nhau với vận tốc và độ chính xác cao sẽ làm cho các thiết bị lắp ráp tự động trở nên phức tạp, đắt tiền và kém hiệu quả;
 - Do các chi tiết cấu thành sản phẩm được chế tạo tại nhiều nơi, ở các thời điểm khác nhau, nên dễ xảy ra sự không tương thích về vật liệu, độ chính xác, thời gian cung ứng và nhiều vấn đề khác làm cho quá trình lắp ráp bị gián đoạn.
- Để hạn chế và loại bỏ các vấn đề trên, để áp dụng có hiệu quả lắp ráp tự động, phải giải quyết một số vấn đề về tổ chức, công nghệ và kỹ thuật tổng hợp sau:
- Bảo đảm chất lượng chế tạo ổn định;
 - Giảm số cụm chi tiết cấu thành trên cơ sở áp dụng nguyên tắc thiết kế theo môđun;
 - Nâng cao mức độ tiêu chuẩn hóa của chi tiết;

- Chuyên môn hóa và tập trung hóa sản xuất;
- Sử dụng rộng rãi các quá trình công nghệ điển hình và công nghệ nhóm có mức độ tự động hóa cao;
- Nâng cao tính công nghệ của chi tiết khi lắp ráp tự động;
- Nghiên cứu áp dụng các phương pháp lắp ráp mới tiên tiến;
- Nghiên cứu áp dụng các phương pháp mô hình hóa và mô phỏng các quá trình công nghệ lắp ráp với mục đích tối ưu hóa quá trình;
- Sử dụng công nghệ thông tin trong thiết kế và tổ chức các quá trình lắp ráp tự động;
- Nghiên cứu, dự đoán nhu cầu và xu hướng phát triển của lắp ráp tự động;
- Nghiên cứu chế tạo các thiết bị lắp ráp điều khiển theo chương trình có khả năng điều chỉnh nhanh khi đối tượng lắp ráp thay đổi, đào tạo đội ngũ công nhân viên lành nghề.

9.1.2. Hệ thống công nghệ lắp ráp và các chức năng cơ bản của nó

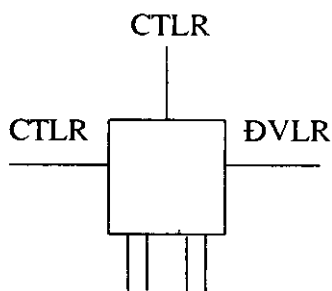
Hệ thống công nghệ lắp ráp được hiểu là tập hợp của các phần tử và cơ cấu, được thiết lập để hoàn thành một nhiệm vụ lắp ráp đã định trước. Hệ thống công nghệ lắp ráp có một số dạng như hình 9.1. Trên các hệ thống lắp ráp một vị trí đơn giản (hình 9.1.a), thực hiện lắp ráp 2 chi tiết với nhau trên một vị trí kẹp. Trên các hệ thống kẹp và hiệu chỉnh một vị trí đơn giản (hình 9.1.b), thực hiện kẹp chặt và điều chỉnh các thông số của 2 chi tiết với nhau. Còn trên các hệ thống lắp ráp một vị trí phức tạp (hình 9.1.c), thực hiện quá trình lắp ráp, kẹp chặt, và điều chỉnh trên một vị trí với số lượng chi tiết lớn hơn 2.

Trên hình 9.1d là sơ đồ hệ thống lắp ráp nhiều vị trí đơn giản. Hình 9.1e là sơ đồ hệ thống lắp ráp nhiều vị trí phức tạp.

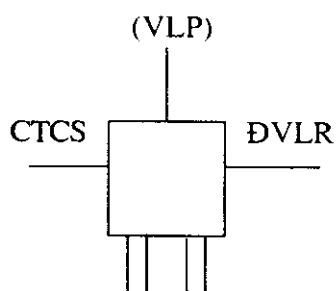
Nếu hệ thống công nghệ lắp ráp một vị trí được trang bị các cơ cấu cấp và tháo chi tiết, điều khiển và kiểm tra tự động, nó sẽ trở thành các môđun công nghệ lắp ráp tự động.

Để tìm hiểu chức năng cơ bản của hệ thống công nghệ lắp ráp, cần xét hệ thống công nghệ lắp ráp một vị trí khi lắp ráp hai chi tiết. Toàn bộ quá trình lắp ráp có thể được phân chia thành các công đoạn sau:

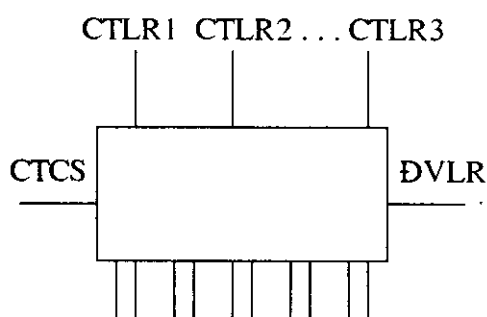
1. Tiếp nhận chi tiết cơ sở và chi tiết lắp ráp rồi đưa chúng vào vị trí công tác;
2. Gá đặt chi tiết cơ sở rồi định vị sơ bộ chi tiết lắp ráp theo chi tiết cơ sở;
3. Định vị chính xác chi tiết cơ sở và chi tiết lắp ráp;
4. Liên kết chi tiết lắp ráp với chi tiết cơ sở;
5. Bảo đảm vị trí tương quan chính xác của chi tiết lắp ráp với chi tiết cơ sở trong đơn vị lắp ráp;
6. Giải phóng sản phẩm khỏi vị trí lắp ráp.



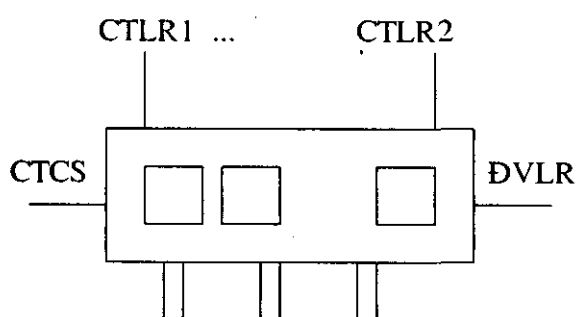
NL TH
a) Hệ thống lắp ráp một vị trí đơn giản



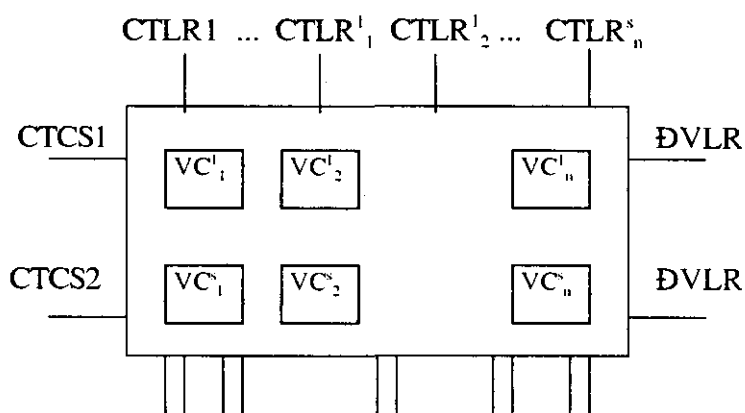
NL TH
b) Hệ thống kẹp và điều chỉnh một vị trí đơn giản



NL TH VLP ĐG ĐC
c) Hệ thống lắp ráp một vị trí phức tạp



NL TH (VLP)
d) Hệ thống lắp ráp nhiều vị trí đơn giản

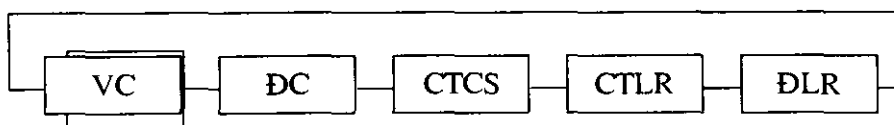


NL TH (M) (ĐG) (DC)
e) Hệ thống lắp ráp nhiều vị trí phức tạp

Hình 9.1. Sơ đồ một số hệ thống lắp ráp cơ bản

CTCS - Chi tiết cơ sở; CTLR - Chi tiết lắp ráp;
ĐVLR - Đơn vị lắp ráp; NL - Năng lượng; TH - Tín hiệu điều khiển;
VLP - Vật liệu phụ hoặc bổ sung (ví dụ, thiếc hàn);
ĐG - Đồ gá; DC - Dụng cụ; VC - Cơ cấu vận chuyển.

Sơ đồ cấu trúc của một hệ thống lắp ráp tự động như trên hình 9.2.



Hình 9.2. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống lắp ráp tự động
ĐG - Đồ gá lắp ráp, sử dụng để gá đặt chi tiết cơ sở;
VC - Cơ cấu vận chuyển, thực hiện vận chuyển chi tiết cơ sở vào vị trí lắp ráp, đưa sản phẩm lắp ráp ra ngoài, vận chuyển đầu lắp ráp vào vị trí yêu cầu, sau đó thực hiện lắp ráp với chi tiết cơ sở, tạo ra đơn vị lắp ráp; CTCS - Chi tiết cơ sở; CTRL - Chi tiết lắp ráp; ĐVLR - Đơn vị lắp ráp;

Các dòng năng lượng (NL), vật liệu phụ (VLP) và tín hiệu điều khiển (TH) (hình 9.1), sẽ tạo ra môi trường của hệ thống lắp ráp tự động.

Trong quá trình vận hành hệ thống công nghệ lắp ráp tự động, có thể xảy ra hiện tượng thay đổi các điều kiện ban đầu của môi trường và bản thân hệ thống làm cho nó trở nên không ổn định, ví dụ, tổ chức phục vụ không hợp lý, hỏng hóc của các cơ cấu trong hệ thống, sai lệch của các thông số trên các chi tiết lắp ráp, mòn các phần tử công tác v...v. Do đó, để tránh các hỏng hóc có thể, hệ thống lắp ráp tự động phải được trang bị các cơ cấu kiểm tra tương ứng.

9.1.3. Các nhiệm vụ cơ bản của tự động hóa quá trình lắp ráp

Hầu hết các sản phẩm sử dụng trong công nghiệp và đời sống hiện nay đều được lắp ráp từ nhiều chi tiết và cụm chi tiết riêng biệt. Mỗi đơn vị lắp ráp đều có chức năng nhất định, chúng chỉ được tạo ra sau quá trình lắp ráp. Quá trình gia công cơ có nhiệm vụ tạo ra các chi tiết riêng rẽ để thực hiện lắp ghép với nhau thành các đơn vị lắp ráp. Tồn tại hai dạng mối lắp cơ bản trong các đơn vị lắp ráp, đó là mối lắp cố định và mối lắp di động. Trong các mối lắp di động các đơn vị lắp ráp phải có vị trí tương quan với độ chính xác yêu cầu. Vị trí này thường được bảo đảm nhờ một nhóm các đơn vị lắp ráp cố định khác. Các mối lắp cố định thường được thực hiện thông qua mối lắp có độ dôi hoặc mối lắp ren. Chúng là các bộ phận chính sẽ tiếp nhận tải trọng vận hành của máy.

Trong quá trình thực hiện các mối lắp cố định, xuất hiện trạng thái ứng suất làm biến dạng vật liệu. Do đó, kích thước và hình dáng hình học của các bề mặt trực tiếp thực hiện chuyển động công tác chính sẽ bị thay đổi. Sự thay đổi kích thước, hình dáng và vị trí tương quan của các bề mặt thực hiện chuyển động công tác chính của các mối lắp cố định khi lắp ráp được gọi là “**quan hệ lắp ráp**”. Quan hệ lắp ráp phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu của các đơn vị lắp ráp, tính công nghệ trong lắp ráp và độ chính xác chế tạo của các chi tiết tham gia vào quá trình lắp ráp. Như vậy, lắp ráp cũng như gia công cơ có ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác và chất lượng làm việc của các chuyển động công tác cũng như toàn bộ sản phẩm cuối cùng.

Lắp ráp tự động có một số nhiệm vụ sau:

Nhiệm vụ thứ nhất của lắp ráp tự động là xác định mức độ ảnh hưởng của quan hệ lắp ráp trong các mối lắp cố định tới các bề mặt thực hiện chuyển động công tác chính.

Nhiệm vụ thứ 2 của lắp ráp tự động là xác định ảnh hưởng của tải trọng vận hành tới chuỗi kích thước công nghệ khép kín khi lắp ráp. Sản phẩm trong quá trình vận hành sẽ chịu tác động của nhiều loại tải trọng, gọi là tải trọng vận hành. Các tải trọng này sẽ được các chi

tiết và các phần tử cấu thành của các đơn vị lắp ráp và sản phẩm tiếp nhận. Dưới tác động của tải trọng, xuất hiện các dịch chuyển và biến dạng làm thay đổi chuỗi kích thước công nghệ khép kín. Khi tính toán chuỗi kích thước, nếu không tính tới tải trọng vận hành, các thông số kỹ thuật thiết kế của sản phẩm sẽ không đạt được ở điều kiện làm việc cụ thể. Để xác định chuỗi kích thước công nghệ khép kín chính xác, phù hợp với điều kiện làm việc cụ thể, chúng ta phải tính tới khâu khép kín của chuỗi động học. Khâu khép kín của chuỗi động học có thể xác định theo phương trình sau đây:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \xi_i \cdot A_i + \xi_q \cdot D_{\xi}^{\delta} \quad (9.1)$$

Trong đó: A_{Δ} - kích thước khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ;

A_i - kích thước của các khâu thành phần trong chuỗi;

ξ_i - hàm truyền đạt;

D_{ξ}^{δ} - lượng dịch chuyển tổng cộng trong chuỗi kích thước của đơn vị lắp do hiện tượng khép kín động học khi làm việc gây ra;

ξ_q - hàm truyền đạt đặc trưng cho phương tác động của khâu khép kín của chuỗi kích thước động học.

Nhiệm vụ thứ 3 của lắp ráp tự động là xác định và đánh giá các sai số công nghệ trên các nguyên công lắp ráp các mối lắp cố định, tìm kiếm các phương pháp hợp lý nhằm loại bỏ chúng, nâng cao chất lượng của mối lắp và sản phẩm. Khi thực hiện quá trình lắp ráp có thể xảy ra một số sai lệch về chế độ và điều kiện so với giá trị thiết kế. Các sai lệch này sẽ gây ra các sai số công nghệ làm ảnh hưởng tới chất lượng quá trình lắp ráp, độ tin cậy và nhiều chỉ tiêu chất lượng khác của sản phẩm. Trong số các sai số công nghệ, sai số định vị và gá đặt chi tiết có giá trị lớn hơn cả. Do đó, để bảo đảm cho mối lắp có được chất lượng yêu cầu, cần thiết phải xác định độ chính xác hợp lý của các bề mặt lắp ráp.

Nhiệm vụ thứ 4 của lắp ráp tự động là sử dụng gia công cơ để loại bỏ ảnh hưởng của quan hệ lắp ráp và tải trọng vận hành cũng như các sai số công nghệ xuất hiện khi vận hành. Trong một số trường hợp lắp ráp, có thể loại bỏ ảnh hưởng của quan hệ lắp ráp tới chất lượng của các mối lắp cố định thông qua một số nguyên công gia công cơ bổ sung. Ví dụ, mặt gương của xilanh trong một số động cơ chỉ được gia công tinh sau khi nó đã được lắp vào thân động cơ. Biện pháp này cho phép loại bỏ các biến dạng bề mặt thực hiện chuyển động công tác chính của cụm (mặt gương của xilanh) dưới tác động của lực lắp ráp. Để loại bỏ ảnh hưởng của tải trọng vận hành tới chất lượng sản phẩm, trong nhiều trường hợp, người ta thực hiện gia công một trong các bề mặt thực hiện chuyển động công tác chính theo các profin đặc biệt đã được tính toán trước (ví dụ, để tránh ảnh hưởng của giãn nở nhiệt trong thời gian làm việc, một số pittông được chế tạo với tiết diện ôvan hoặc xẻ rãnh phần đáy). Cả hai trường hợp kể trên, các nguyên công lắp ráp được ghép vào quá trình gia công.

Nhiệm vụ thứ 5 của lắp ráp tự động là nghiên cứu thiết lập các phương pháp và các cơ cấu chấp hành làm việc theo nguyên lý sao chép lại quỹ đạo chuyển động đặc trưng của các mối lắp có khe hở an toàn, khi thực hiện các mối lắp cố định, loại bỏ hiện tượng kẹt khi lắp ráp. Khi chuyển các mối lắp cố định về dạng các mối lắp có khe hở, quá trình lắp ráp sẽ thực hiện dễ dàng hơn, không gây ra quan hệ lắp ráp, chất lượng mối ghép chỉ phụ thuộc vào độ chính xác trước đó mà không phụ thuộc vào bản thân quá trình lắp ráp. Có nhiều phương pháp chuyển các mối ghép cố định về dạng có khe hở như dùng tác động của nhiệt độ để làm thay

đối tỷ lệ kích thước các chi tiết, tạo điều kiện lắp ráp dễ dàng, không gây hiện tượng kẹt và quan hệ lắp ráp. Để thực hiện nhiệm vụ thứ năm, thường phải giải quyết hai vấn đề sau:

1. Xác định quỹ đạo chuyển động đặc trưng và vị trí giới hạn của chúng cho cả loạt chi tiết;

2. Xác định giá trị và phương tác động của lực lắp ráp hợp lý, sao cho lực này không làm thay đổi quỹ đạo chuyển động của các chi tiết trong quá trình lắp ráp và gây biến dạng dẻo trên các bề mặt tiếp xúc.

9.1.4. Độ chính xác của hệ thống lắp ráp

Trong quá trình chế tạo, lắp ráp và vận hành các phần tử của hệ thống lắp ráp tự động, có thể xuất hiện một số sai lệch làm ảnh hưởng tới vị trí tương đối của các chi tiết lắp ráp. Xét sơ đồ lắp đơn giản trên hình 9.3. Các thành phần của sai số vị trí tương quan Δ_{Σ} của các bề mặt lắp ghép bao gồm:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma\delta_1} + \Delta_{\Sigma y_1} + \Delta_{\Sigma\delta_2} + \Delta_{\Sigma y_2} = \Delta_{\Sigma 1} + \Delta_{\Sigma 2} \quad (9.2)$$

Trong đó: Δ_{Σ} - sai số vị trí tương quan tổng cộng;

$\Delta_{\Sigma\delta_1}$ - sai số định vị của chi tiết cơ sở;

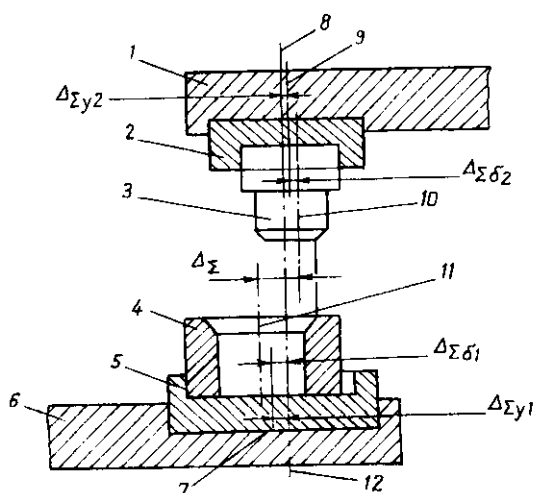
$\Delta_{\Sigma y_1}$ - sai số gá đặt của chi tiết cơ sở;

$\Delta_{\Sigma\delta_2}$ - sai số định vị của chi tiết lắp ráp;

$\Delta_{\Sigma y_2}$ - sai số gá đặt của dụng cụ lắp ráp;

$\Delta_{\Sigma 1}$ - sai số vị trí tương quan tổng cộng của chi tiết cơ sở;

$\Delta_{\Sigma 2}$ - sai số vị trí tương quan tổng cộng của chi tiết lắp ráp.



Hình 9.3. Các thành phần của sai số vị trí tương quan tổng cộng Δ_{Σ} của các bề mặt lắp ráp

- 1 - Đầu lắp ráp - ĐLR;
- 2 - Dụng cụ lắp ráp - DC;
- 3 - Chi tiết lắp ráp - CTRLR;
- 4 - Chi tiết cơ sở - CTCS;
- 5 - Đồ gá lắp ráp - DG;
- 6 - Cơ cấu vận chuyển - VC;
- 7 - Tâm hình học của mặt định vị của đồ gá để gá chi tiết cơ sở;
- 8 - Tâm quy ước của mặt định vị của đồ gá để gá dụng cụ;
- 9 - Tâm hình học của mặt định vị của dụng cụ;
- 10 - Tâm hình học của bề mặt lắp ráp của CTRLR;
- 11 - Tâm hình học của bề mặt lắp ráp của chi tiết cơ sở;
- 12 - Tâm quy ước của đồ gá lắp ráp.

Để giảm sai số vị trí tương quan tổng cộng Δ_{Σ} , cần chế tạo và điều chỉnh các phần tử của hệ thống chính xác hơn, chọn sơ đồ lắp ráp hợp lý cho phép loại bỏ được các sai số thành phần.

Để giảm được sai số định vị nên sử dụng chính các bề mặt lắp ghép hoặc chuẩn thiết kế để làm chuẩn định vị khi lắp ráp.

Sai số gá đặt bao gồm sai số vị trí của cơ cấu vận chuyển và đầu lắp ráp, sai số chế tạo đồ gá và dụng cụ lắp ráp, sai số gá đặt đồ gá trên cơ cấu vận chuyển, sai số chế tạo đồ gá và dụng cụ lắp ráp, sai số gá đặt dụng cụ trên đầu lắp ráp.

Để giảm sai số gá đặt cần nâng cao độ chính xác điều chỉnh vị trí của dụng cụ so với đồ gá thông qua các calíp hoặc dụng cụ đo. Có thể sử dụng phương pháp gia công trực tiếp đồ gá trên cơ cấu vận chuyển.

9.1.5. Năng suất của hệ thống lắp ráp tự động

Năng suất Q của hệ thống lắp ráp tự động là số lượng sản phẩm đạt chất lượng được lắp ráp trong 1 đơn vị thời gian:

$$Q = \frac{1}{t_{cb} + t_{ph} + t_{kck}} \quad (9.3)$$

Trong đó: t_{cb} - thời gian cơ bản;

t_{ph} - thời gian phụ không trùng do thực hiện các hành trình phụ;

t_{kck} - mất mát không có chu kỳ cho một đơn vị sản phẩm.

Giá trị của $t_{cb} + t_{ph}$ có thể xác định được bằng cách dựng biểu đồ làm việc của hệ thống cho các thành phần T_C , T_{DH} , T_{LR} và T_{VC} theo công thức sau:

$$t_{cb} + t_{ph} = T_C + T_{DH} + T_{LR} + T_{VC} \quad (9.4)$$

Trong đó: T_C - thời gian cấp chi tiết;

T_{DH} - thời gian định hướng chi tiết trước khi lắp ráp;

T_{LR} - thời gian lắp ráp chi tiết

T_{VC} - thời gian vận chuyển chi tiết sau khi lắp ráp.

Thời gian cấp T_C và thời gian vận chuyển T_{VC} có thể xác định như sau:

$$T_C = \frac{L_1}{V_1} \quad (9.5)$$

$$T_{VC} = \frac{L_2}{V_2} \quad (9.6)$$

Ở đây: L_1 - khoảng cách từ ổ chứa chi tiết đến vị trí lắp ráp;

L_2 - khoảng cách từ vị trí lắp ráp đến nơi chứa sản phẩm;

V_1 - tốc độ di chuyển của chi tiết từ ổ chứa chi tiết đến vị trí lắp ráp;

V_2 - tốc độ di chuyển của sản phẩm từ vị trí lắp ráp đến nơi chứa sản phẩm.

Nếu tốc độ V_1 và V_2 không cố định thì trong các công thức (9.5) và (9.6) vận tốc được lấy theo giá trị trung bình (V_{TB}).

Thời gian định hướng T_{DH} được xác định theo công thức sau đây:

$$T_{DH} = \frac{L_0}{V_{TB0}} \quad (9.7)$$

Ở đây : L_0 - quãng đường đi qua của chi tiết khi định hướng;

V_{TB0} - tốc độ trung bình của chi tiết khi định hướng.

Thời gian lắp T_{LR} phụ thuộc vào đặc tính và kết cấu của mối lắp. Khi lắp lỏng ta có công thức tính T_{LR} như sau:

$$T_{LR} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (9.8)$$

Ở đây: h - khoảng cách từ ổ chứa chi tiết đến vị trí lắp ráp;

g - gia tốc rơi tự do.

Khi ta lắp trên máy ép (lắp lỏng hoặc lắp chặt), T_{LR} được xác định theo công thức:

$$T_{LR} = \frac{1}{n} \quad (9.9)$$

Ở đây: n - số hành trình kép của máy trong một phút (40÷90).

Khi thực hiện mối lắp ren ta có công thức tính T_{LR} như sau:

$$T_{LR} = \frac{U}{S.n} \quad (9.10)$$

Ở đây: U - chiều dài mối ren;

S - bước ren;

n - số vòng quay trục chính của thiết bị lắp ren (500÷1000 vòng/ phút).

Năng suất thực tế Q_{TT} của thiết bị được tính theo công thức sau:

$$Q_{TT} = Q.\eta \quad (9.11)$$

Ở đây: η - hệ số sử dụng thiết bị lắp ráp.

Hệ số sử dụng thiết bị đặc trưng cho chất lượng và độ ổn định làm việc của thiết bị tự động, mức độ cung cấp chi tiết và tỉ lệ thời gian làm việc so với toàn bộ quỹ thời gian. Độ ổn định thấp sẽ làm giảm năng suất của thiết bị tự động.

Hao tổn thời gian t_{kek} có thể xác định theo công thức sau:

$$t_{kek} = \sum_{i=1}^m t_{dlr} + t_{vc} + t_{klr} + t_{cth} + t_{tc} \quad (9.12)$$

Trong đó: t_{dlr} - thời gian mất mát do lỗi của đầu lắp ráp thứ i gây ra;

t_{vc} - thời gian mất mát do cơ cấu vận chuyển gây ra;

t_{klr} - thời gian mất mát do không thể lắp ráp các chi tiết, mặc dù chúng vẫn có các thông số kỹ thuật đạt yêu cầu;

t_{cth} - thời gian mất mát do các chi tiết bị hỏng;

t_{tc} - thời gian mất mát do các nguyên nhân tổ chức.

Để xác định t_{dlr} , t_{vc} có thể dùng các số liệu thực nghiệm hoặc tra bảng đối với các cơ cấu tiêu chuẩn theo hệ số độ tin cậy:

$$t_e = \frac{1 - r_r}{r_r} \cdot T_{CK} \quad (9.13)$$

Trong đó: t_e - hệ số mất mát định mức của t_{dlr} và t_{vc} ;

r_r - hệ số sẵn sàng của cơ cấu tương ứng;

T_{ck} - nhịp làm việc của hệ thống lắp ráp.

Mất mát t_{klr} có thể được tính theo công thức sau:

$$t_{klr} = P_{klr} \cdot \theta_{klr} \quad (9.14)$$

Trong đó: P_{klr} - xác suất không thực hiện được quá trình lắp ráp các chi tiết có chất lượng yêu cầu với nhau;

θ_{klr} - thời gian trung bình để loại trừ một sự cố kiểu này;

P_{klr} có thể giảm tới 0 nếu đảm bảo điều kiện lắp ráp sau đây:

$$\bar{\Delta}_x \leq \bar{q}_0, \bar{\Delta}_y \leq \bar{\varphi}_0 \quad (9.15)$$

$$\bar{\Delta}_x \leq \bar{q}_k, \bar{\Delta}_y \leq \bar{\varphi}_k \quad (9.16)$$

Trong đó: $\bar{\Delta}_x, \bar{\Delta}_y$ - sai lệch vị trí tương quan của các bề mặt lắp ghép theo ba phương và ba góc xoay trong hệ tọa độ đề các;

$\bar{q}_0, \bar{\varphi}_0$ - sai số cho phép của sai lệch vị trí tương quan trước khi lắp ráp;

$\bar{q}_k, \bar{\varphi}_k$ - sai số cho phép của sai lệch vị trí tương quan sau khi lắp ráp.

Nếu điều kiện (9.15) được bảo đảm, quá trình lắp ráp có thể bắt đầu được. Còn nếu bảo đảm được điều kiện (9.16), sản phẩm lắp ráp coi như đạt yêu cầu về chất lượng.

Thông thường các thông số $\bar{\Delta}_x, \bar{\Delta}_y, \bar{q}_0, \bar{\varphi}_0, \bar{q}_k, \bar{\varphi}_k$ được cho ở dạng các vectơ 3 chiều trong hệ tọa độ đề các, trong đó có một trục trùng với phương lắp ráp.

Giá trị của θ_{klr} phụ thuộc vào hệ thống điều khiển, kết cấu của hệ thống lắp ráp và tổ chức vận hành của nó.

Thời gian t_{cth} - được xác định theo công thức:

$$t_{cth} = P_{cth} \cdot \theta_{cth} \quad (9.17)$$

Trong đó: P_{cth} - xác suất xuất hiện phế phẩm trong hệ thống lắp ráp tự động do chi tiết không đáp ứng yêu cầu kỹ thuật;

θ_{cth} - thời gian trung bình để loại bỏ hỏng hóc kiểu này.

Trong trường hợp kiểm tra các chi tiết lắp ráp bằng phương pháp tự động, P_{cth} được xác định theo công thức:

$$P_{cth} = 0,003(n_1 + n_2) \quad (9.18)$$

Với: n_1 - số các thông số được kiểm tra trước khi lắp ráp;

n_2 - số các thông số được kiểm tra trong hệ thống lắp ráp.

θ_{cth} cũng được xác định tương tự như θ_{klr} .

t_{tc} được xác định theo các số liệu thống kê cho từng loại cơ cấu và xí nghiệp. Cũng có thể xác định t_{tc} theo công thức thực nghiệm sau:

$$t_{tc} = 0,1 \cdot \Phi / N \quad (9.19)$$

Trong đó: Φ - quỹ thời gian của một năm (phút);

N - sản lượng trong một năm tính bằng chiếc.

9.1.6. Hoàn thiện chuẩn bị công nghệ của quá trình lắp ráp tự động

Chuẩn bị công nghệ khi tự động hoá các quá trình lắp ráp bao gồm một số công việc chính sau đây:

- Phân tích tính công nghệ của kết cấu. Nếu kết cấu chưa hoàn thiện, tiến hành hoàn thiện tính công nghệ của kết cấu;
- Xác định dạng và trình tự thực hiện các nguyên công lắp ráp tự động;
- Xác định các thông số của hệ thống lắp ráp như số vị trí lắp ráp, kiểu cơ cấu cấp phát chi tiết, cấu trúc tối ưu của hệ thống, kết cấu của cơ cấu vận chuyển và điều khiển hệ thống;
- Xác định diện tích yêu cầu của hệ thống;
- Chuẩn bị đội ngũ nhân viên phục vụ;
- Thiết lập các tài liệu công nghệ và kỹ thuật cần thiết.

Chuẩn bị công nghệ cho các phân xưởng hoặc nhà máy lắp ráp tự động để lắp ráp các sản phẩm từ nhiều cụm chi tiết là một bài toán rất phức tạp. Chỉ trên cơ sở của các giải pháp đồng bộ, toàn diện với sự trợ giúp của công nghệ thông tin và kỹ thuật máy tính mới có thể tìm được các giải pháp kỹ thuật hiệu quả.

Hiệu quả của quá trình chuẩn bị công nghệ khi lắp ráp tự động có thể được nâng cao nếu áp dụng một số giải pháp theo các hướng sau đây:

- Sử dụng lý thuyết graph để mô tả hình thức các cụm lắp hoặc quá trình công nghệ;
- Thành lập các ngân hàng dữ liệu về các cơ cấu của hệ thống lắp ráp và các nguyên công công nghệ lắp ráp;
- Cải tiến, nghiên cứu, thiết lập các hệ thống lắp ráp điều khiển theo chương trình;
- Nghiên cứu tổ hợp các thiết bị lắp ráp có mức độ tập trung nguyên công tối ưu;
- Tối ưu hoá chuỗi các thông số cơ bản của các đầu lắp ráp tự động để có thể chế tạo, lắp ráp chúng với tiêu hao về thời gian và giá thành nhỏ nhất bằng phương pháp lập trình động.

Một trong những nhiệm vụ quan trọng của quá trình hoàn thiện chuẩn bị công nghệ, đó là hoàn thiện tính công nghệ của chi tiết lắp ráp cũng như cụm lắp ráp theo các thông số như: mức độ thuận lợi cho quá trình định hướng, vận chuyển và cấp phát tự động; chất lượng bề mặt

chuẩn; số lượng và các dạng chuyển động cần thiết khi lắp các chi tiết thành cụm, kiểu và số các nguyên công kẹp chặt v...v.

Tính công nghệ của sản phẩm trên quan điểm lắp ráp tự động chính là các tính chất của sản phẩm cho phép thực hiện quá trình lắp ráp tự động đạt hiệu quả cao nhất. Nếu sản phẩm có tính công nghệ thấp, phải thực hiện cải tiến sửa đổi nó. Việc nghiên cứu đánh giá tính công nghệ của sản phẩm phải được thực hiện một cách toàn diện trong một hệ thống nhất với các vấn đề liên quan. Một trong những sai sót rất hay gặp khi thiết kế các quá trình lắp ráp tự động, đó là cố sao chép lại quá trình lắp ráp thủ công. Tự động hoá quá trình lắp ráp chỉ có thể đạt hiệu quả khi các chi tiết lắp ráp được chế tạo với dung sai bình thường. Nếu không, toàn bộ hiệu quả của quá trình lắp ráp tự động sẽ không bù đắp được các hao tổn do quá trình chế tạo đòi hỏi độ chính xác cao. Vì vậy, một trong những yêu cầu cơ bản để có thể thực hiện tự động hoá các quá trình lắp ráp đó là các chi tiết phải có tính công nghệ phù hợp.

Có nhiều cơ cấu và chủng loại máy không thể lắp ráp tự động được, vì chúng có tính công nghệ rất thấp. Cũng cần lưu ý rằng, trong nhiều trường hợp, tính công nghệ trong lắp ráp tự động đôi khi lại mâu thuẫn với tính công nghệ trong gia công cơ. Do đó, tính công nghệ khi lắp ráp tự động rất khó áp dụng như một quy tắc cho mọi trường hợp, phương pháp và điều kiện lắp ráp. Mặc dù vậy, tồn tại một số yêu cầu chung đối với tính công nghệ của sản phẩm khi lắp ráp tự động.

Yêu cầu 1. Sản phẩm phải có tính phân chia (cấu thành từ nhiều khối). Kết cấu được phân chia thành các khối riêng lẻ sẽ thuận tiện cho quá trình chế tạo và lắp ráp. Việc tự động hoá gia công và lắp ráp các khối riêng lẻ trên các công đoạn khác nhau sẽ thực hiện dễ dàng nhờ các trang thiết bị đơn giản. Việc kiểm tra, hiệu chỉnh cũng dễ dàng hơn, độ chính xác cao hơn so với gia công, lắp ráp các sản phẩm phức tạp.

Yêu cầu 2. Kết cấu sản phẩm đơn giản, yêu cầu này cũng trùng với tính công nghệ trong gia công cơ. Hình dáng đơn giản sẽ cho phép sử dụng các cơ cấu định vị đơn giản với số bước định vị ít nhất. Kết cấu các ổ chứa tự động cũng đơn giản. Việc vận chuyển trong máng dẫn hoặc dây chuyền sẽ dễ dàng và tin cậy hơn, ít xảy ra các hiện tượng kẹt và phá vỡ định vị ban đầu.

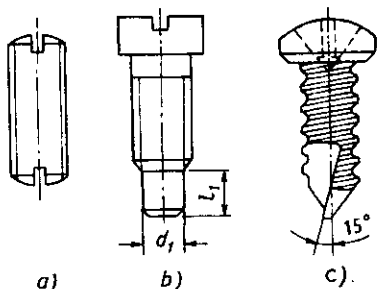
Yêu cầu 3. Số lượng chi tiết trong các đơn vị lắp càng ít càng tốt, điều này có vẻ mâu thuẫn với tính phân chia của sản phẩm. Tuy nhiên, việc giảm số chi tiết thành phần sẽ cho phép giảm bớt số mối lắp, giảm bớt các sai số công nghệ và các động tác khi thực hiện lắp ghép sản phẩm, làm cho thiết bị lắp ráp đơn giản hơn. Có thể sử dụng các phương pháp gia công tiên tiến để tạo ra các chi tiết phức tạp không cần lắp ghép như chi tiết bằng nhựa, đúc áp lực v...v.

Yêu cầu 4. Vị trí của các chi tiết phải hợp lý, ổn định. Quá trình lắp ráp sẽ thuận lợi hơn nếu vị trí của chi tiết cơ sở không thay đổi khi lắp ráp, quá trình lắp ráp được thực hiện từ một phía là tốt nhất (ví dụ, từ trên xuống). Nếu lắp ráp được thực hiện từ 2 hoặc nhiều phía rất dễ gây ra sự cố và độ không đồng bộ của các cơ cấu chức năng.

Yêu cầu 5. Độ chính xác, dung sai của các bề mặt lắp ghép phải cho phép thực hiện lắp ráp bằng phương pháp lắp lẫn hoàn toàn. Dung sai các kích thước tính từ bề mặt lắp ghép tới các mặt chuẩn phải được tính toán hợp lý, nếu quá trình định vị không thực hiện được trực tiếp bằng các bề mặt lắp ghép. Ví dụ, khi lắp ráp chi tiết dạng bạc bằng tay, nếu mối lắp không có yêu cầu đặc biệt, thì độ đồng tâm giữa mặt trụ ngoài với lỗ không cần cao. Nhưng nếu áp dụng phương pháp lắp ráp tự động có cơ cấu kẹp định vị bạc bằng mặt trụ ngoài thì độ lệch tâm của mặt ngoài với mặt trong phải được khống chế trong giới hạn cho phép.

Nghiên cứu kỹ lưỡng tính công nghệ của chi tiết sẽ cho phép xác định chính xác khả năng thực hiện lắp ráp tự động và tính hiệu quả của quá trình. Để đánh giá tính công nghệ của sản phẩm, ngoài các yêu cầu trên, còn một loạt các chỉ tiêu phụ trợ khác như không được có các khuyết tật làm biến đổi hình dáng sản phẩm, các khuyết tật gây khó khăn cho quá trình định vị và liên kết chi tiết; kết cấu phải cho phép thực hiện quá trình lắp ráp theo cụm bằng phương pháp lắp tuần tự. Tính công nghệ cũng được xem xét cho từng phương pháp lắp ráp và đối tượng lắp ráp cụ thể. Ví dụ, để giảm hiện tượng nghiêng của vít khi lắp ráp với lỗ ren (hình 9.4), người ta sử dụng vít có phần trụ dẫn (hình 9.4.b).

Đường kính d_1 bằng đường kính trong của ren, còn chiều dài $l_1 = 0,9d_1$. Mặc dù tiêu hao vật liệu có tăng chút ít, nhưng sử dụng kết cấu này thường mang lại hiệu quả kinh tế khi lắp ráp tự động.



Hình 9.4. Các chi tiết kẹp có tính công nghệ cao

a) Vít kẹp có rãnh trên cả hai đầu;

b) Vít có chuỗi dẫn hình trụ:

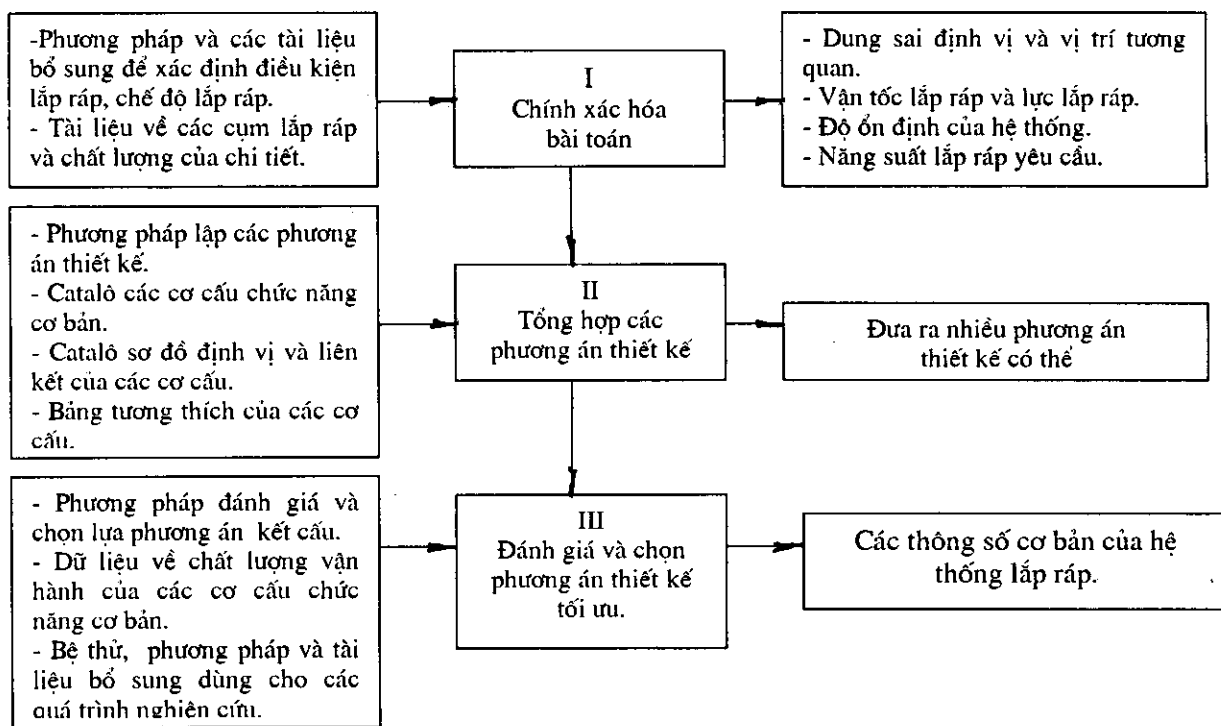
d_1, l_1 Đường kính và chiều dài trụ dẫn.

c) Vít tự khoan lỗ và cắt ren khi lắp ráp.

9.1.7. Xác định các thông số của hệ thống lắp ráp tự động

Các thông số cơ bản của hệ thống công nghệ lắp ráp tự động trên quan điểm kỹ thuật bao gồm:

- Kiểu và dạng các phần tử chức năng cấu thành hệ thống;
- Kiểu liên kết và bố trí của các cơ cấu chức năng trong hệ thống;



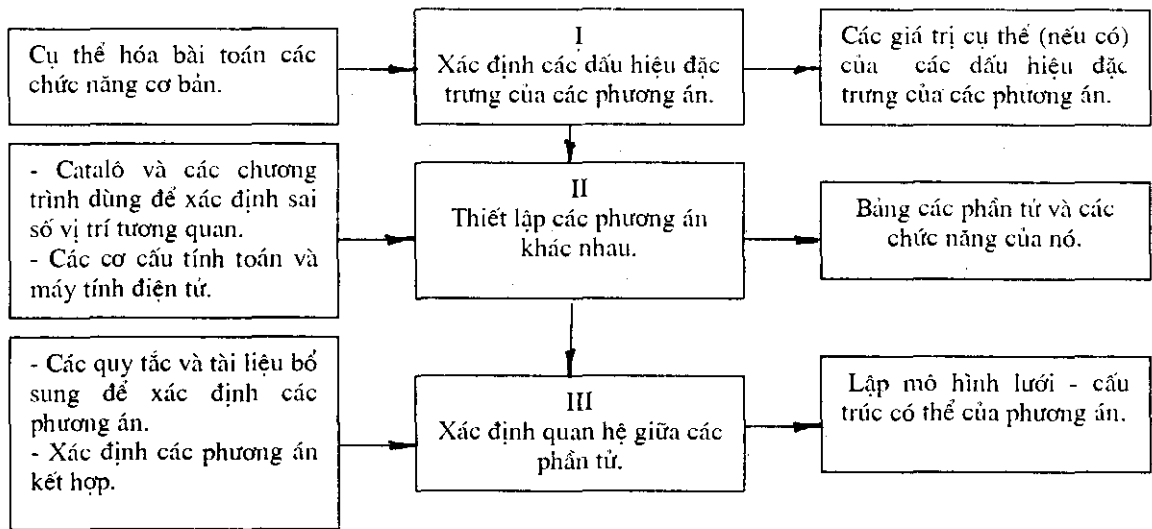
Hình 9.5. Các giai đoạn xác định các thông số cơ bản của hệ thống lắp ráp

- Sơ đồ định vị các chi tiết lắp ráp;
- Sai số vị trí tương quan của các chi tiết lắp ráp tại vị trí công tác.

Xác định chính xác các thông số kể trên là một nhiệm vụ rất quan trọng khi thiết kế công nghệ và kỹ thuật cho các quá trình lắp ráp sản phẩm tự động. Xác định các thông số cơ bản của hệ thống lắp ráp có thể thực hiện theo các giai đoạn như trên hình 9.5.

Giai đoạn I. Trọng giai đoạn này, cần chính xác hoá các thông số đặc trưng cho điều kiện và chế độ lắp ráp. Mục đích chính của giai đoạn này là xác định dung sai về vị trí tương quan của các chi tiết lắp ráp và chế độ lắp ráp sau khi đã xác định được các nguyên công lắp ráp cơ bản. Có thể sử dụng các phương pháp tính toán hoặc thực nghiệm. Cho tới nay, hầu hết các phương pháp tính toán đã được công bố vẫn mắc phải một nhược điểm cơ bản đó là độ chính xác thấp, bởi không tính được ảnh hưởng của một số rất lớn các yếu tố khác nhau. Các phương pháp thực nghiệm, mặc dù cho phép đạt được dung sai và chế độ tối ưu, nhưng rất khó thực hiện và chiếm nhiều công sức thời gian. Cho nên nó chỉ được sử dụng đối với các môi lắp đặc biệt khi cần nâng cao năng suất lắp ráp hoặc khi các chi tiết lắp ráp dễ bị biến dạng.

Giai đoạn II có nhiệm vụ tổng hợp các phương án cấu trúc khác nhau để chọn phương án tối ưu. Các công đoạn chính cần thực hiện trong giai đoạn này được trình bày trên hình 9.6.



Hình 9.6. Các giai đoạn xác định một tập hợp các phương án có thể của hệ thống lắp ráp

Giai đoạn III có nhiệm vụ đánh giá các phương án cụ thể theo các thông số của hệ thống như sơ đồ định vị của các chi tiết lắp ráp, kiểu dáng của các cơ cấu chấp hành, cơ cấu cấp phối, mức độ tập trung và phân tán nguyên công v...v, thiết lập và quyết định phương án tối ưu theo các thông số khác nhau.

Để đơn giản hoá việc thiết lập các phương án kết cấu của hệ thống lắp ráp, trước hết cần xác định các phương pháp và phương tiện kỹ thuật có thể sử dụng để thực hiện các nguyên công đơn lẻ của hệ thống lắp ráp tự động, thông qua các bộ catalô về các cơ cấu chức năng cũng như sơ đồ định vị của chúng.

Nhìn chung, để có thể chọn lựa được phương án tối ưu cần phải thực hiện các công việc sau đây:

a. *Sơ sánh định lượng các phương án* và xác định các thông số của hệ thống lắp ráp thiết kế. Thông qua các sơ sánh định lượng, chúng ta có thể đánh giá độ tương thích của phương án lựa chọn. Hàm mục tiêu được xác định theo biểu thức sau:

$$\Phi = t_{cb} + t_{ph} + t_{kck} \rightarrow \Phi_o \quad (9.20)$$

Trong đó: t_{cb} - thời gian cơ bản của một chu kỳ;

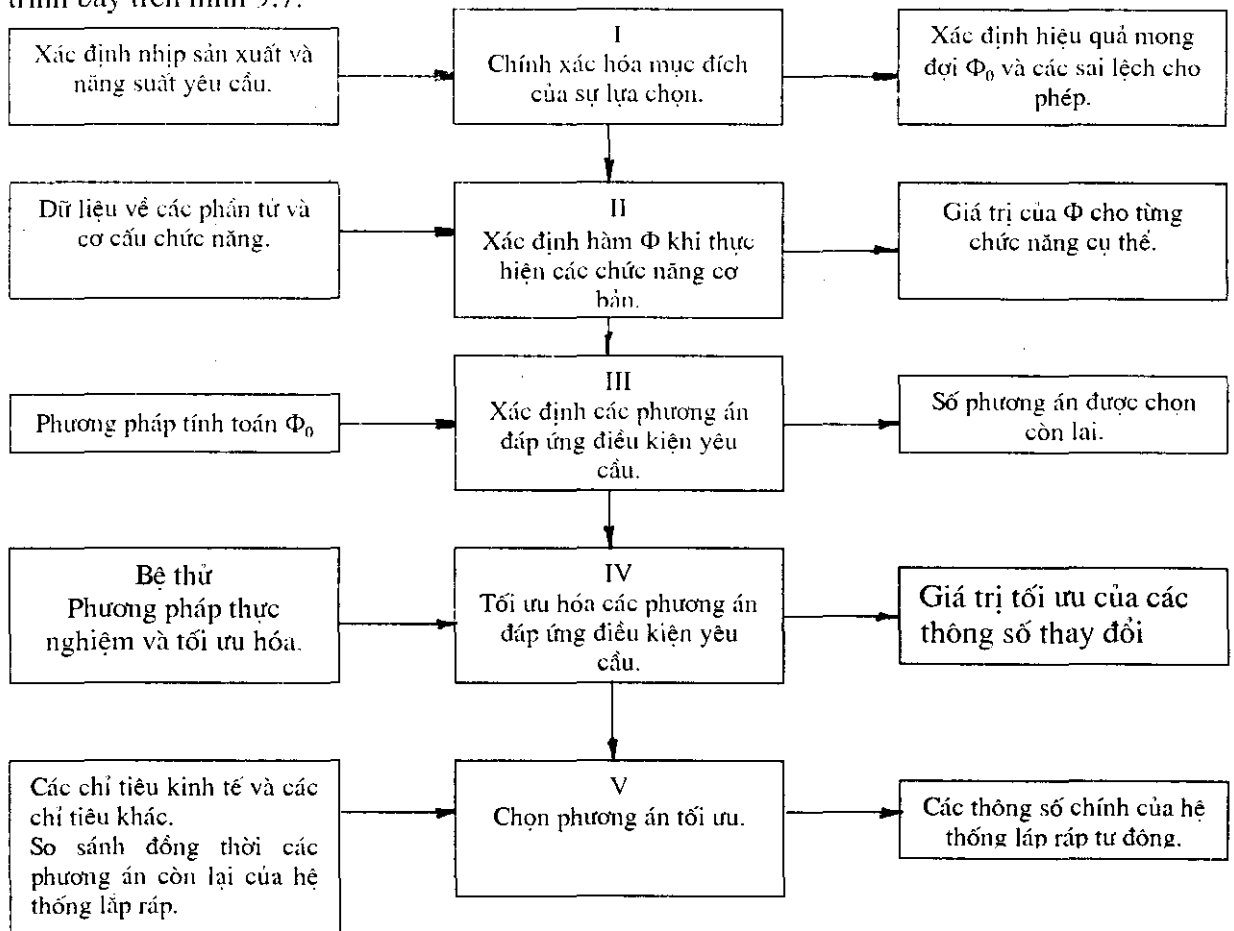
t_{ph} - thời gian phụ không trùng trong một chu kỳ;

t_{kck} - mất mát không có chu kỳ do tìm kiếm, sửa chữa các hỏng hóc của hệ thống;

Φ_o - giá trị mong muốn của hàm mục tiêu.

Như vậy, hàm mục tiêu được chọn cho phép so sánh các chỉ tiêu quan trọng nhất đó là năng suất, độ tin cậy và chất lượng làm việc của hệ thống lắp ráp. Năng suất và độ tin cậy của phương án được đánh giá nhờ các hao tổn cố chu kỳ và không cố chu kỳ do các hỏng hóc của các phân tử gây ra. Còn chất lượng của quá trình lắp ráp được đánh giá bằng các hao tổn không cố chu kỳ do quá trình lắp ráp không thực hiện được.

Các giai đoạn cần thực hiện khi chọn lựa phương án kết cấu của hệ thống lắp ráp được trình bày trên hình 9.7.



Hình 9.7. Các giai đoạn tiến hành khi đánh giá và chọn lựa các phương án của hệ thống lắp ráp tự động

Trước hết cần xác định Φ_o . Với phương án có năng suất cao nhất, Φ_o coi là cực tiểu. Nhìn chung, có thể xác định giá trị Φ_{min} và Φ_{max} của hàm mục tiêu có tính tới năng suất thiết kế của cơ cấu, số hệ thống và quan hệ giữa chúng. Nếu các phương án có hàm mục tiêu gần bằng nhau, người ta sử dụng thêm một số chỉ tiêu phụ để xác định phương án tối ưu.

b. Tối ưu hoá các thông số thay đổi của hệ thống lắp ráp

Có một số thông số rất dễ bị thay đổi khi chế tạo hoặc vận hành hệ thống lắp ráp. Có thể lấy ví dụ như vận tốc và lực lắp ráp, độ ổn định của các loại đồ gá lắp ráp v...v. Không thể xác định giá trị tối ưu của chúng bằng phương pháp tính toán, do chúng phụ thuộc vào quá nhiều thông số ngẫu nhiên. Do vậy, phương pháp thực nghiệm thống kê là phù hợp hơn cả. Trong trường hợp này có thể sử dụng chỉ tiêu thời gian lắp ráp để làm chỉ tiêu tối ưu:

$$t_{cb} = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_m) \rightarrow \min \quad (9.21)$$

Trong đó: $x_1 \dots x_m$ - các yếu tố ảnh hưởng;

m - số yếu tố.

9.1.8. Một số phương hướng phát triển của tự động hoá quá trình lắp ráp

Để nâng cao hiệu quả của quá trình lắp ráp tự động, đảm bảo trình độ kỹ thuật cao của nó, cần lưu ý một số biện pháp và phương hướng phát triển sau đây:

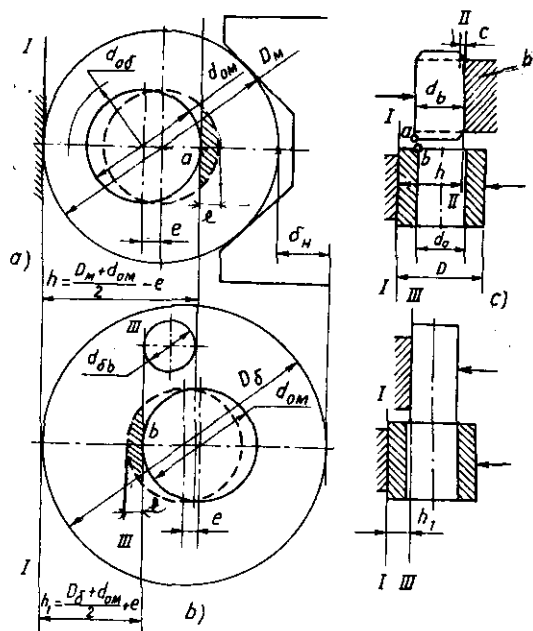
- Đào tạo đội ngũ chuyên gia bậc cao trong lĩnh vực công nghệ và tự động hoá các quá trình lắp ráp;
- Nghiên cứu các phương pháp mới hiệu quả để mô hình hoá và tối ưu hoá các quá trình lắp ráp, quá trình thiết kế sản phẩm, thiết kế công nghệ, thiết kế chế tạo các trang thiết bị chính và phụ;
- Thiết lập các quá trình công nghệ, các phương pháp lắp ráp mới có năng suất cao;
- Thiết lập các hệ thống lắp ráp linh hoạt để thực hiện các quá trình lắp ráp khi sản phẩm thay đổi;
- Thiết lập một hệ thống đảm bảo kỹ thuật thống nhất cho các quá trình công nghệ lắp ráp trên cơ sở các thành tựu mới nhất của công nghệ thông tin, công nghệ máy tính và kỹ thuật đo của thế giới;
- Thiết lập cơ sở khoa học và kinh tế cho quá trình rôbot hoá các quá trình lắp ráp tự động;
- Hoàn thiện phương pháp tính chế độ lắp ráp và lượng phôi dự trữ trước khi thực hiện lắp ráp;
- Thiết lập và hoàn thiện cơ sở khoa học xây dựng các môđun kỹ thuật, cho phép sử dụng trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau;
- Tổ chức sản xuất tập trung các môđun tiêu chuẩn có tính tới nhu cầu thực tế;
- Xây dựng và hoàn thiện kỹ thuật thiết kế cho các thiết bị lắp ráp điều khiển theo dây chuyền, có khả năng điều chỉnh nhanh theo nguyên lý môđun cho các nhóm đối tượng điển hình;
- Thiết kế chế tạo các rôbot và môđun lắp ráp chuyên dùng điều khiển thích nghi;
- Nghiên cứu chế tạo các dụng cụ lắp ráp - làm nguội hiệu quả với chủng loại và số lượng đủ lớn, chất lượng cao;
- Nghiên cứu thiết lập các phương pháp lắp ráp và tổ chức lắp ráp mới cho các điều kiện khác nhau.

9.2. Định vị và liên kết chi tiết khi lắp ráp tự động

9.2.1. Định vị chi tiết khi lắp ráp tự động

Các chi tiết trong quá trình lắp ráp tự động phải được đặt trên các vị trí sao cho chúng có thể lắp ráp dễ dàng với chi tiết khác khi kích thước của nó nằm trong phạm vi dung sai cho phép. Đây là nhiệm vụ quan trọng nhất của việc tổ chức các quá trình lắp ráp tự động. Tồn tại hai phương pháp tính toán và thực hiện định vị tương đối chi tiết: định vị cứng và tự định vị. Trên hình 9.8 là vị trí của trục và bạc trước khi thực hiện lắp ráp bằng phương pháp định vị cứng.

Trục được kẹp vào một mặt tỳ còn bạc được kẹp vào mặt tỳ khác. Khoảng cách giữa các mặt tỳ là h . Trong quá trình lắp ráp có thể xuất hiện hiện tượng, khi điểm ngoài cùng a của trục chồm qua mép của lỗ bạc (vượt ra ngoài điểm b , hình 9.8.c). Khi di chuyển xuống, trục sẽ tỳ vào mặt đầu của lỗ làm cho quá trình lắp ráp không thực hiện được. Cần nhấn mạnh rằng, hiện tượng này sẽ xảy ra cả khi trục và bạc được chế tạo trong phạm vi dung sai, nghĩa là kích thước d_b của trục nhỏ hơn kích thước d_o của lỗ, trục dễ dàng chui vào lỗ khi lắp ráp bằng phương pháp thủ công. Khi lắp ráp tự động, do các nguyên nhân như độ không đồng tâm của mặt trong với mặt ngoài của bạc, sai số của kích thước đường kính ngoài và nhiều yếu tố khác, mà quá trình lắp ráp không thực hiện được. Do đó, các chi tiết dùng trong lắp ráp tự động phải có yêu cầu về độ chính xác rất chặt chẽ.



Hình 9.8. Định vị tương đối trục và bạc

Xét điều kiện lắp ghép của trục và bạc khi định vị cứng. Bạc được đưa từ dưới lên, trục đưa từ trên xuống. Bạc có đường kính ngoài D , dung sai δ_H . Do đó, đường kính ngoài của bạc có thể thay đổi từ D_M tới D_δ . Lỗ có đường kính d_o dung sai δ_b , nên đường kính lỗ có thể thay đổi từ d_{oM} tới $d_{o\delta}$. e là độ lệch tâm của lỗ với đường kính ngoài của bạc. Các mặt tỳ cố định của bạc và trục có thể được bố trí từ hai phía đối diện hình (9.8.c) hoặc cùng một phía hình (9.8.d). Cần lưu ý rằng, phương án trên hình (9.8.d) kém thuận tiện hơn khi lắp đặt các cơ cấu dẫn đẩy của đầu lắp ráp. Vị trí giới hạn trái của điểm bên phải a của lỗ sẽ xuất hiện khi bạc có đường kính ngoài D_M và đường kính lỗ d_{oM} bé nhất, còn độ lệch tâm e đạt giá trị lớn nhất và nằm lệch về phía bên trái so với đường tâm bạc (hình 9.8.a). Với các điều kiện này khoảng cách tính từ mặt tỳ cố định của bạc tới điểm cạnh bên phải a của lỗ (hình 9.8.a) sẽ có giá trị:

$$h = D_M - \frac{D_M - d_{oM}}{2} = \frac{D_M + d_{oM}}{2} - e \quad (9.22)$$

Khi các mặt tỳ bố trí theo phương án như trên hình 9.8.c, để quá trình lắp ráp tự động có thể thực hiện được, khoảng cách từ mặt tỳ cố định của trục tới mặt tỳ cố định của bạc phải có giá trị đúng bằng h . Nếu mặt tỳ của trục nằm bên phải điểm a (hình 9.8.a), thì khi trục di chuyển xuống sẽ chạm vào mặt đầu của bạc.

Vị trí giới hạn phải của điểm cạnh bên trái b của lỗ sẽ là vị trí ứng với bạc có đường kính ngoài lớn nhất D_δ ; lỗ bạc có đường kính nhỏ nhất d_{OM} , còn độ lệch tâm e đạt giá trị lớn nhất và nằm lệch về phía bên phải so với đường tâm bạc (hình 9.8.b). Khoảng cách giữa mặt tỳ cố định của bạc tới điểm giới hạn phải của mép trái lỗ là:

$$h_1 = \frac{D_\delta + d_{OM}}{2} + e \quad (9.23)$$

Khi các mặt tỳ phân bố cùng một phía (hình 9.8.d), khoảng cách giữa chúng phải có giá trị bằng h_1 . Khoảng không gian giữa hai điểm a và b (hình 9.8.a,b) sẽ là khoảng tự do nếu kích thước của bạc nằm trong phạm vi dung sai cho phép. Do đó, nếu trục có kích thước đường kính ngoài d_δ không lớn hơn giá trị của ab, còn khoảng cách giữa các mặt tỳ có giá trị đúng bằng giá trị tính toán theo công thức (9.22) và (9.23), quá trình lắp ráp tự động giữa trục và bạc sẽ được thực hiện.

Xuất phát từ các phép tính hình học và đại số dễ dàng tìm được công thức bảo đảm điều kiện lắp ghép:

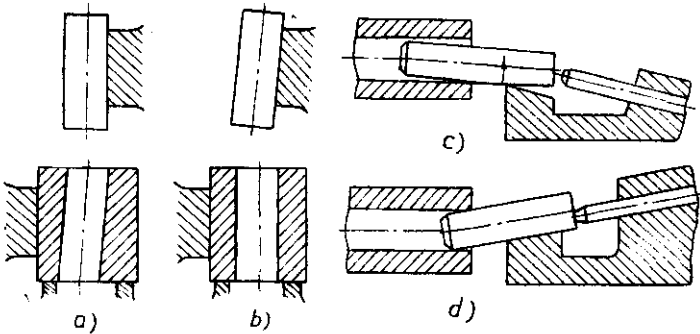
$$\Delta_{min} = \frac{\delta_H}{2} + 2e \quad (9.24)$$

Ở đây: Δ_{min} - khe hở bé nhất cho phép của mối lắp, $\Delta_{min} = d_{OM} - d_{O\delta}$.

Nếu dung sai của các chi tiết lắp ráp không đáp ứng được công thức (9.24), để có thể thực hiện được quá trình lắp ráp, các chi tiết bắt buộc phải được vát mép, độ lớn vát mép được xác định từ điều kiện lắp ráp tự do theo công thức sau đây:

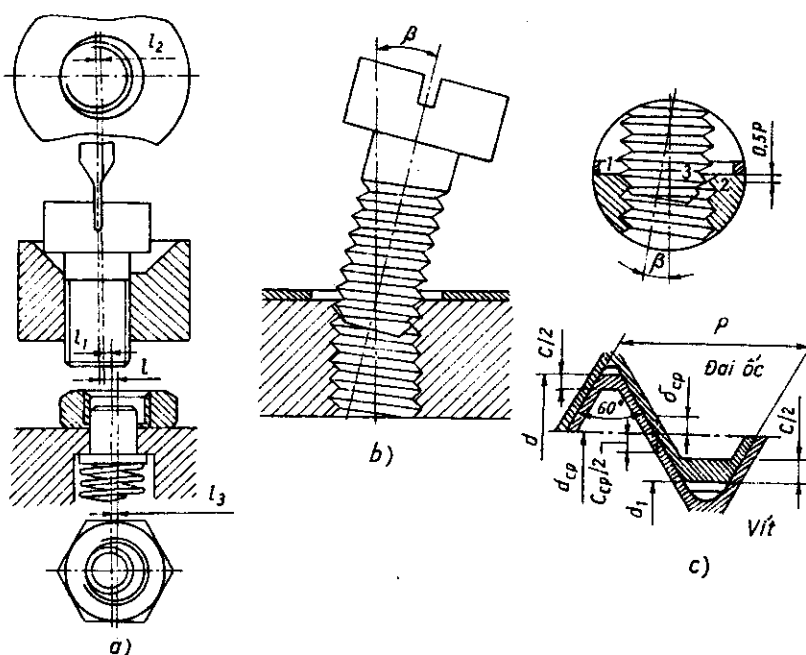
$$c = \frac{\delta_{H1}}{2} - \Delta_{min} + 2e \quad (9.25)$$

Trong thực tế, bài toán định vị tương đối chi tiết khi lắp ráp là các bài toán không gian nhiều chiều, vì ngoài dịch chuyển theo các trục tọa độ luôn tồn tại hiện tượng quay quanh một vài trục tọa độ hình (9.9.a) do một trong các chi tiết được chế tạo kém chính xác, hoặc do mặt chuẩn chế tạo bị sai lệch (hình 9.9.b). Các sai lệch do độ nghiêng đường tâm có thể được loại bỏ nhờ chuyển động tự do của một trong hai chi tiết lắp ráp, ví dụ, hình 9.9.c.



Hình 9.9. Các khả năng xảy ra độ nghiêng tâm chi tiết trước khi lắp ráp

Việc định vị tự động các chi tiết có ren cần đặc biệt quan tâm vì dễ xảy ra hiện tượng đút, hỏng ren khi lắp ráp tự động. Sơ đồ lắp ráp tự động các mối lắp ren có thể mô tả trên hình 9.10.



Hình 9.10. Định vị các chi tiết khi lắp các mối lắp ren

Đai ốc được định tâm trên vị trí lắp ráp bằng cơ cấu đàn hồi, còn vít được giữ trong cơ cấu định vị. Cơ cấu định tâm và cơ cấu định vị được lắp đặt đồng tâm với sai số cho phép. Trên sơ đồ ta thấy độ dịch chuyển đường tâm của các chi tiết lắp ráp (hình 9.10.a) chính là khâu khép kín của chuỗi sai số định vị

$$l = l_1 + l_2 + l_3 \quad (9.26)$$

Trong đó: l_1 - độ không đồng tâm của cơ cấu định vị và định hướng;

l_2 - lượng dịch chuyển lớn nhất của tâm đai ốc so với tâm của cơ cấu định vị và được tính theo công thức sau đây:

$$l_2 = \frac{\delta_b}{2} + \frac{\Delta_b}{2} + \frac{\delta_{op}}{2} \quad (9.27)$$

Trong đó: Δ_b - khe hở yêu cầu giữa cơ cấu định vị với vít;

δ_b - dung sai đường kính ngoài của vít;

δ_{op} - dung sai đường kính lỗ của cơ cấu định vị.

Lượng dịch chuyển lớn nhất của tâm đai ốc so với tâm của cơ cấu định hướng l_3 được tính theo công thức sau đây:

$$l_3 = \frac{\Delta_r}{2} + \frac{\delta_r}{2} + \frac{\delta_\phi}{2} \quad (9.28)$$

Trong đó: Δ_r - khe hở yêu cầu giữa lỗ của đai ốc và chốt định vị;

δ_r - dung sai đường kính lỗ đai ốc;

δ_ϕ - dung sai chế tạo chốt định vị.

Lượng dịch chuyển lớn nhất cho phép của đường tâm các mặt lắp ghép của mối lắp ren (không tính tới độ nghiêng của các đường tâm) theo điều kiện không xuất hiện hiện tượng lẹm răng (cắt chân ren) được xác định theo công thức:

$$l_1 + l_2 + l_3 = 0,325 \cdot P \quad (9.29)$$

Với P là bước ren.

Hình 9.10.b là hiện tượng cắt chân ren. Góc nghiêng giới hạn khi xuất hiện cắt chân ren $\beta_{\max}$ (hình 9.10c) được xác định từ công thức thực nghiệm sau:

$$\operatorname{tg} \beta_{\max} = - \frac{P - 0,5 \cdot \delta_{cp} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ}{d + d_1 + \delta_1} = \frac{0,5 \cdot P}{d} \quad (9.30)$$

Trong đó: d - đường kính ngoài của ren;

d_{cp} - đường kính trung bình của ren;

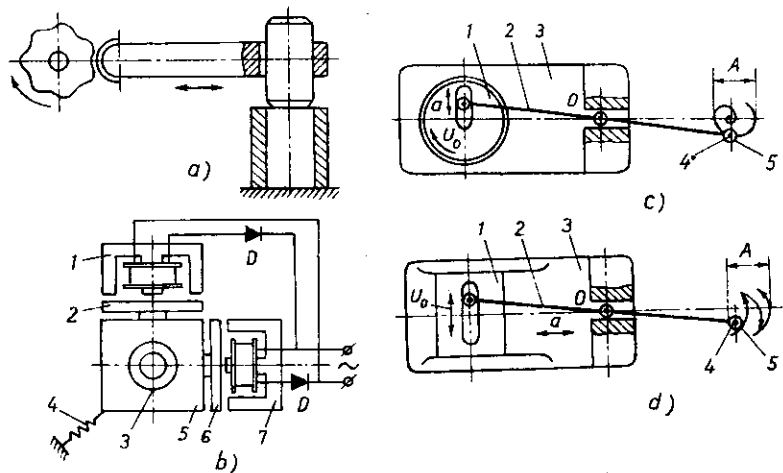
d_1 - đường kính trong của ren;

δ_{cp} - dung sai đường kính trung bình của ren;

δ_1 - dung sai đường kính trong của ren.

Do những nhược điểm của phương pháp định vị cứng, phương pháp tự định vị khi lắp ráp tự động đã được nghiên cứu ứng dụng rộng rãi. Theo phương pháp này, một chi tiết được kẹp cố định, chi tiết còn lại có khả năng dịch chuyển tự do trong không gian ở một mức độ nhất định. Do vậy, khi lắp ráp, nó có khả năng tự định vị theo mặt lắp ghép của chi tiết cố định. Ví dụ trên hình 9.11.a là sơ đồ tự định vị đơn giản nhất. Khi cam có prôphin hình sóng quay sẽ làm cho chi tiết lắp ráp dao động và tự rơi vào lỗ lắp của bạc được kẹp cố định trên đồ gá lắp ráp.

Hình 9.11.b là cơ cấu tự định vị dựa trên nguyên lý rung động. Hai nam châm điện bố trí vuông góc với nhau có phần thân cố định 1 và 7 được lắp cứng với thân cố định của đồ gá lắp ráp. Phần di động 2 và 6 của các nam châm này được gắn vào cơ cấu chấp hành 5 của đồ gá. Trên cơ cấu chấp hành có chi tiết lắp ráp 3. Cơ cấu chấp hành có khả năng dịch chuyển theo cả hai phương tác động của các nam châm và trở về vị trí cân bằng nhờ lò xo 4. Chi tiết lắp ráp còn lại có chuyển động theo phương vuông góc với mặt phẳng của bản vẽ.



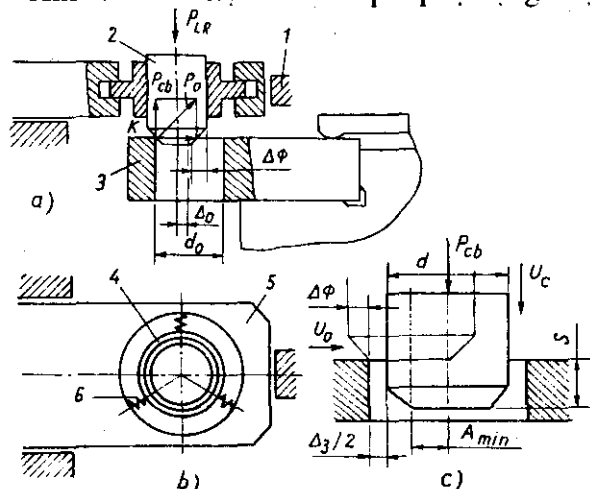
Hình 9.11. Lắp ráp theo phương pháp tự tìm kiếm

b): 1, 7. Thân cố định; 2, 6. Phần di động; 3. Chi tiết lắp ráp; 4. Lò xo; 5. Cơ cấu chấp hành; D. diên. c), d): 1. Cơ cấu tạo chuyển động định hướng; 2. Thanh đòn; 3. Thân; 4. Đồ gá lắp ráp; 5. Chi tiết lắp ráp.

Khi mạch điều khiển được cấp nguồn điện có pha lệch nhau 90° , cơ cấu chấp hành 5 sẽ có chuyển động theo quỹ đạo tròn hoặc elíp, tạo điều kiện cho quá trình lắp ráp xảy ra dễ dàng.

Hình 9.11.c và d là cơ cấu tự định vị có cụm công tác di động. Để tạo cho đầu lắp ráp có chuyển động yêu cầu, trong rãnh của thân 3 người ta lắp thanh đòn 2. Thanh đòn có khả năng quay quanh chốt di động có tâm O. Một đầu của thanh đòn được gắn với cơ cấu tạo chuyển động định hướng 1, còn đầu kia gắn với đồ gá lắp ráp 4, trên có chi tiết cần lắp 5. Tùy thuộc vào dạng chuyển động của cơ cấu tạo chuyển động định hướng, quỹ đạo chuyển động của đồ gá có thể có dạng xoắn ốc (hình 9.11.c) hoặc quay (hình 9.11.d).

Hình 9.12 là một cơ cấu lắp ráp tự động được thiết kế theo nguyên tắc tự định vị.



Hình 9.12. Đầu lắp ráp hoạt động theo nguyên tắc tự định vị

1. Mặt tỳ; 2,3. Chi tiết lắp ráp; 4. Đồ gá tự lựa; 5. Tấm chắn; 6. Lò xo.

Trung tâm so với cửa sổ của tấm chắn 5 nhờ các lò xo bố trí hướng tâm 6 (hình 9.12.b). Khi gá đặt sơ bộ chi tiết 2 lên vị trí lắp ráp của máy tự động, bề mặt lắp ghép của nó phải nằm trong trường tìm kiếm A, nghĩa là trong vùng di chuyển của đồ gá tự lựa. Giá trị tối thiểu của trường tìm kiếm $A_{\min}$ được biểu diễn trên hình 9.12.c. Có thể thay đổi giá trị của trường tìm kiếm bằng cách điều chỉnh lại cơ cấu. Giá trị của trường tìm kiếm A được xác định theo công thức sau:

$$A > \Delta_o; \text{ với } \Delta_o = \Sigma \Delta_c + \Sigma \Delta_H \quad (9.31)$$

Trong đó : Δ_o - sai số định hướng tổng cộng (hình 9.12.a) của chi tiết cố định (mm);

Δ_c - độ chính xác định hướng sơ bộ chi tiết cố định (mm);

Δ_H - sai số chế tạo chi tiết cố định (mm);

Thời gian định vị được xác định theo công thức:

$$t = \frac{A}{an} \quad (9.32)$$

Ở đây: n - số dao động trong 1 phút;

a - biên độ dao động được chọn bằng một nửa khe hở yêu cầu $\frac{\Delta_3}{2}$ (hình 9.12.c)

của mối lắp (nếu chỉ tiết được vát mép, định lượng này có thể tăng).

Nếu khe hở của mối lắp bé, để có thể thực hiện lắp ráp tự động, yêu cầu độ chính xác của quá trình định vị rất cao, do đó thiết bị lắp ráp phải được chế tạo rất chính xác. Lắp ráp tự động sẽ rất khó khăn khi thực hiện các mối lắp mà một trong số các bề mặt lắp ghép không có một mặt chuẩn ổn định và tin cậy. Hiện tượng này thường xảy ra với các chi tiết có hình dáng không cân xứng, ngắn hoặc chưa qua gia công v...v. Công nghiệp chế tạo dụng cụ thường gặp các trường hợp này. Lắp ráp theo phương pháp tự định vị rất phù hợp cho các mối ghép vừa nêu. Tuy vậy phương pháp lắp ráp tự định vị vừa nêu có nhược điểm là quá trình tìm kiếm và làm trùng tâm của các chi tiết lắp ghép hoàn toàn mang tính ngẫu nhiên, độ tin cậy không cao.

Tồn tại nhiều phương pháp lắp ráp mà quá trình làm trùng tâm của các chi tiết lắp ghép được thực hiện nhờ các chuyển động có chủ định treo một quỹ đạo ngắn nhất O_1O_2 (hình 9.13.a).

Hình chiếu của đường tâm trục O_1 trong hệ toạ độ 2 chiều được đặc trưng bằng đoạn l tạo với trục x một góc φ .

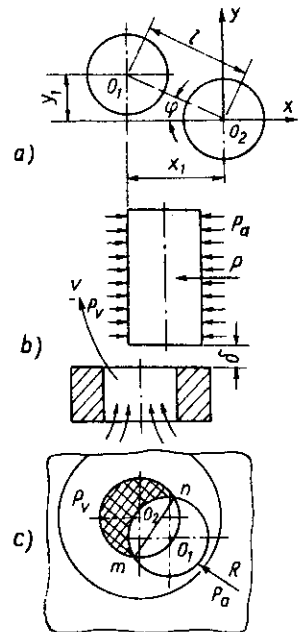
Hình 9.13.b là sơ đồ lắp ráp dựa trên nguyên lý khí động học. Nếu đưa dòng khí nén với áp lực nhất định qua lỗ từ dưới lên sẽ tạo ra một lực R có tác dụng định tâm trục với lỗ theo phương O_1O_2 . Lực này có thể tính được theo công thức:

$$R = \rho \cdot \frac{v^2}{2} \cdot S_L \quad (9.33)$$

Với: S_L - diện tích mặt cắt ngang của trục, $S_L = LH$

H - chiều dài dây cung (mm);

L - chiều dài đường sinh của trục.



Hình 9.13. Định vị theo nguyên lý khí động học

9.2.2. Các phương pháp và cơ cấu định vị có chủ đích khi lắp ráp

Sử dụng định vị cứng sẽ làm cho quá trình lắp ráp khó khăn, bởi độ tin cậy của quá trình định vị thấp. Do vậy, phương pháp tự định vị được nghiên cứu phát triển mạnh mẽ. Khi lắp ráp bằng phương pháp này, chỉ có một chi tiết được định vị và kẹp chặt trên mặt chuẩn cố định, còn chi tiết thứ hai có khả năng di chuyển tự do trong một khoảng không gian nhất định. Trong quá trình lắp ráp sản phẩm, phải loại bỏ độ không đồng tâm của các đường tâm chi tiết lắp ráp. Độ không đồng tâm này được giới hạn trong một vùng nhất định và sẽ được loại bỏ nhờ chuyển động tìm kiếm của chi tiết tự do.

Do đường tâm của các chi tiết trong vùng tìm kiếm có vị trí ngẫu nhiên, nên chuyển động tìm kiếm sẽ tuân theo quy luật xác suất. Do vậy, nếu điều kiện lắp ráp không ổn định sẽ dẫn tới độ tin cậy của quá trình lắp ráp thấp. Tuy nhiên, nếu thực hiện một số điều kiện phối hợp nhất định, chúng ta có thể lắp ráp mà không cần quá trình tìm kiếm kể trên. Chúng ta sẽ nghiên cứu các điều kiện này. Sau khi được lấy ra khỏi cơ cấu cấp phối tự động, các chi tiết sẽ được đưa vào cơ cấu định vị và kẹp chặt. Vị trí của các chi tiết trong không gian thông thường sẽ bị dịch chuyển trong mặt phẳng XOY như trên hình 9.14.

Coi trục 1 trên cơ cấu cầm nắm của tay máy và bạc 2 trong cơ cấu định vị cố định có vị trí như trên hình 9.14. Giả sử đường tâm của chúng song song với nhau, hình chiếu của đường tâm trục trên XOY là điểm O_1 sẽ có vị trí tương đối so với gốc toạ độ O theo bán kính vector $\vec{r}_1$, còn vị trí hình chiếu O_2 của đường tâm bạc cũng trong mặt phẳng này được biểu thị bằng vector $\vec{r}_2$. Độ lệch tâm giữa O_1 và O_2 là bán kính vector $\vec{e} = O_1O_2$. Để định vị chi tiết chính xác cần bảo đảm điều kiện $\vec{e} = O_1O_2 = 0$, nghĩa là tâm O_1 và O_2 phải trùng nhau.

Trong thực tế, vị trí của O_1 và O_2 được xác định thông qua độ lớn của vector $\vec{e}$ và góc φ tạo với trục OY phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố và không thể xác định chính xác được. Nếu tiến hành dịch chuyển điểm O_1 tới O_2 theo đường ngắn nhất O_1O_2 , ta sẽ loại bỏ được quá trình tìm kiếm. Quá trình dịch chuyển có thể do một hoặc cả hai chi tiết thực hiện đồng thời. Để thực hiện được chuyển động này, thiết bị phải có các giải pháp thiết kế tương ứng. Ngoài ra, phải có thêm cơ cấu kiểm tra và cơ cấu chấp hành.

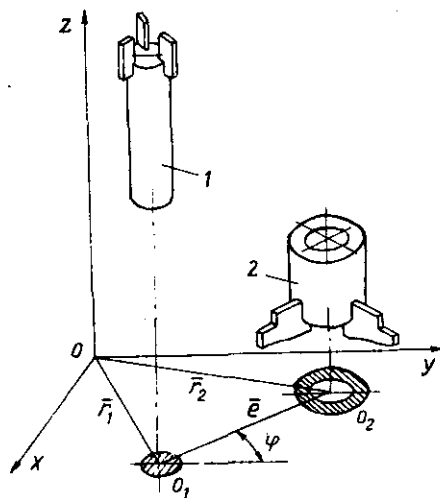
Cơ cấu kiểm tra sẽ xác định giá trị của dịch chuyển và tạo ra các lệnh cần thiết để loại bỏ độ không đồng tâm bằng tác động của cơ cấu chấp hành. Như vậy, trong thành phần của cơ cấu định vị phải có các bộ chuyển đổi và bộ truyền trung gian, ví dụ, hệ khuếch đại và role v...v... để bảo đảm cho các chi tiết có vị trí yêu cầu trước khi lắp ráp.

Định vị có chủ đích có thể thực hiện theo ba phương án. Trong phương án thứ nhất, cơ cấu kiểm tra sẽ tìm ra giá trị tuyệt đối của e và góc φ (hình 9.14) rồi lệnh cho cơ cấu chấp hành thực hiện dịch chuyển. Sau khi thực hiện dịch chuyển, cơ cấu chấp hành sẽ cố định chi tiết tại vị trí yêu cầu. Trong phương án thứ hai, cơ cấu định vị sẽ chỉ xác định giá trị tuyệt đối của e , còn cơ cấu chấp hành sẽ dịch chuyển trục 1 tới một điểm bất kỳ trên đường tròn có bán kính O_1O_2 , sau đó thực hiện chuyển động quay theo đường tròn đó để tìm kiếm điểm O_2 .

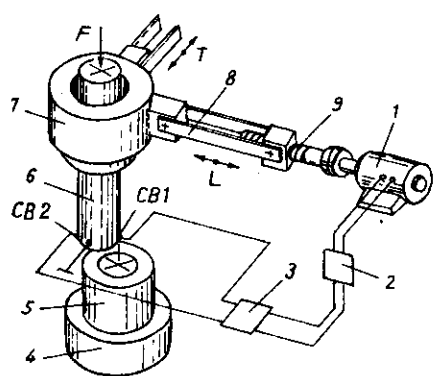
Trong phương án thứ ba cơ cấu kiểm tra chỉ xác định góc φ , sau đó phát lệnh cho cơ cấu chấp hành dịch chuyển theo phương đó cho tới khi nào cơ cấu phản hồi xác định rằng sai lệch đã được loại bỏ. Lúc này, cơ cấu chấp hành sẽ nhận được lệnh dừng lại và thực hiện cố định chi tiết. Kết cấu của thiết bị theo phương án thứ nhất thường phức tạp vì cần nhớ hai đại lượng e và φ đồng thời. Phương án thứ hai cũng khó thực hiện vì với mỗi một lần thực hiện mỗi lắp mới cùng loại, cơ cấu chấp hành lại phải thực hiện chuyển động quay theo các đường tròn có bán kính khác nhau. Vì thế, trong thực tế kỹ thuật, phương án thứ ba được sử dụng rộng rãi nhất.

Tùy thuộc vào nguyên tắc điều khiển cơ cấu chấp hành, cơ cấu định vị có chủ đích được chia làm hai loại: điều khiển theo sai lệch và điều khiển theo kích thích. Khi điều khiển theo sai lệch, cơ cấu chấp hành tự động dừng lại khi sai lệch đã được loại bỏ, còn khi điều khiển theo kích thích, lực tổng hợp tác động lên chi tiết di động sẽ bằng không khi sai lệch bị loại bỏ.

Cơ cấu định vị có chủ đích theo phương án thứ ba với hệ thống điều khiển theo sai lệch được trình bày trên hình 9.15.



Hình 9.14. Vị trí tương đối của các chi tiết lắp ráp trong các cơ cấu kẹp trước khi lắp ráp: 1. Trục; 2. Bạc.



Chuyển động từ động cơ 1, qua bộ truyền trục vít 9 và lò xo lá 8 sẽ làm cho đầu lắp ráp 7 dịch chuyển theo mũi tên L. Trục 6 được gá trên đầu 7; bạc cần lắp 5 được gá trên đế gá 4. Động cơ 1 qua bộ khuếch đại 2 và bộ so sánh 3 được nối với các cảm biến CB1 và CB2. Các cảm biến có thể được chế tạo theo nhiều kiểu (cảm ứng, quang điện v...v).

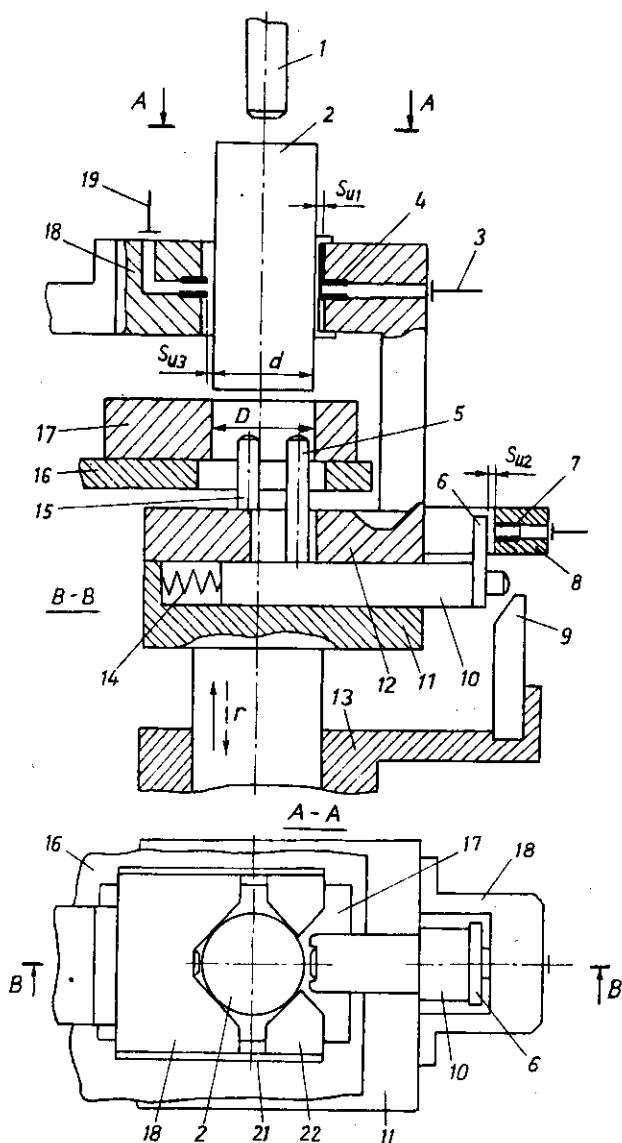
Do đường tâm của bạc và trục không trùng nhau, các cảm biến CB1 và CB2 sẽ hình thành nên các tín hiệu khác nhau. Các tín hiệu này được so sánh trong bộ so sánh 3, sai lệch của chúng sẽ được khuếch đại và dùng để điều khiển động cơ làm dịch chuyển đầu lắp ráp theo phương giảm sai lệch. Dịch chuyển theo phương T cũng được thực hiện tương tự. Khi tâm bạc trùng với tâm trục, tín hiệu sai lệch từ các bộ cảm ứng sẽ bằng không, động cơ tự động dừng lại, trục sẽ được lắp với bạc nhờ lực F. Trong ví dụ này, quá trình định vị chỉ thực hiện theo một phương.

Trong trường hợp chung, quá trình định vị cần thực hiện theo nhiều phương với phương thức tương tự. Xét cơ cấu định vị có chủ đích điều khiển theo kích thích (hình 9.16) dùng để lắp trục 2 với lỗ trên chi tiết có hình khối V số 17.

Đầu lắp ráp gồm khối V số 18 và má kẹp 22. Má kẹp 22 được kẹp chặt vào khối V số 18 nhờ lò xo 21.

Hình 9.15. Sơ đồ của cơ cấu định vị điều khiển theo sai lệch

1. Động cơ; 2. Bộ khuếch đại; 3. Bộ so sánh;
 4. Đế gá; 5. Bạc cần lắp; 6. Trục; 7. Đầu lắp;
 8. Lò xo lá; 9. Bộ truyền trục vít.
- CB₁, CB₂. Bộ cảm biến.



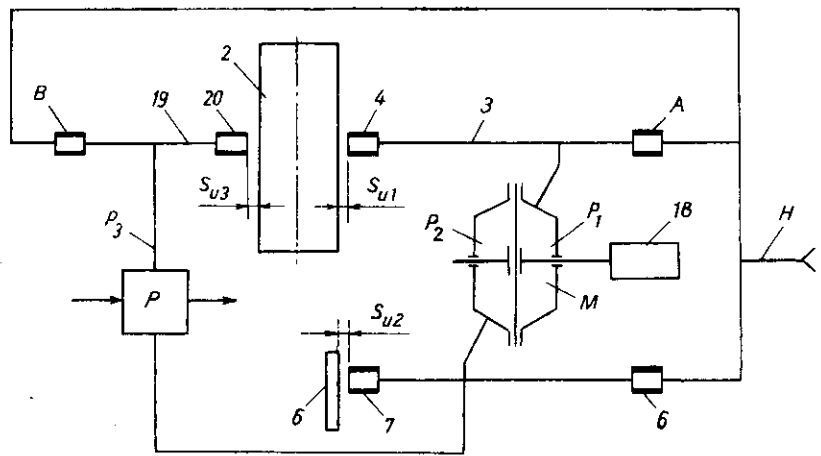
Hình 9.16. Cơ cấu định vị có chủ đích điều khiển theo kích thích

1. Thanh dẫn; 2. Trục; 3, 19. Đường dẫn áp;
- 4, 7, 20. Đầu áp; 5, 15. Chốt cố định; 6. Van tiết lưu của dầu;
7. Đai ốc; 8. Đai ốc; 9. Cam; 10. Thanh trượt;
11. Phiến gá; 12. Thanh treo; 13. Chi tiết gá;
- 14, 21. Lò xo; 16. Tấm đỡ; 17. Chi tiết cần lắp ráp;
18. Khối V; 22. Má kẹp.

Đầu lắp ráp được đưa vào vị trí lắp ráp nhờ một dẫn động riêng (không biểu diễn trên hình 9.16). Trong đầu lắp ráp là trục 2, phía trên có thanh đẩy 1. Phía dưới, trên tấm đỡ 16 là chi tiết cân lắp ráp 17 có lỗ sẽ lắp với trục. Chi tiết 17 được định vị và cố định nhờ cơ cấu lắp trên phiên gá 11. Cơ cấu này được hình thành từ hai chốt cố định 15 tạo với nhau một góc 120° và chốt di động 5 lắp trên thanh trượt 10. Hai chốt cố định được gá cố định trên thân của thanh treo 12. Khi phiên gá 11 chuyển động lên phía trên theo phương G, thanh trượt 10 dưới tác động của lò xo 14 sẽ trượt ra khỏi cam 9 gá trên chi tiết 13. Lúc này chốt 5 và 15 sẽ thực hiện định vị chi tiết 17 theo lỗ lắp ráp. Nếu tâm lỗ bạc và trục không trùng nhau, cơ cấu định vị có chủ định sẽ bắt đầu làm việc. Cơ cấu này làm việc nhờ hệ thống điều khiển khí nén, gồm đầu áp 4 và 7. Van tiết lưu của đầu áp 4 chính là trục 2, còn van tiết lưu (của khí) của đầu áp 7 là chi tiết số 6 được gắn cứng với thanh trượt 10 gá trên đai 8.

Hệ thống khí nén liên kết với đầu áp 4 nhờ đường dẫn 3, được dùng để định vị trục, còn hệ thống khí nén liên kết với đầu áp 7 sẽ đo đường kính D của lỗ bạc. Hệ thống khí nén liên kết với đầu áp 20 bằng đường dẫn 19 dùng để xác định đường kính d của trục 2. Giá trị của d và D sẽ được so sánh với nhau. Do vậy, có thể đánh giá được giá trị khe hở của mối lắp. Khe hở S_{u1} , sẽ xác định vị trí của đường sinh bên phải của trục. Còn khe hở S_{u2} sẽ xác định đường kính D của lỗ và vị trí đường sinh bên phải của nó. Bằng cách đo S_{u3} xác định được giá trị của đường kính trục d. So sánh S_{u2} và S_{u3} biết được tương quan của đường kính D và d. Còn khi so sánh S_{u1} và S_{u2} biết được vị trí tương quan của các đường tâm trục và bạc trước khi lắp ráp. Đầu lắp ráp có khối V sẽ dịch chuyển tương đối so với cơ cấu cấp phối tự động (không vẽ trên hình) bằng màng đàn hồi M như trên hình 9.17.

Hệ thống khí nén được điều chỉnh sao cho khi trục và bạc có kích thước danh nghĩa d_{DN} và D_{DN} thì các khe hở S_{u3} và S_{u2} bằng nhau (hình 9.17). Ngoài ra, nếu các đường sinh bên phải của trục và bạc cùng nằm trên một đường thẳng, thì các khe hở S_{u1} và S_{u2} cũng bằng nhau. Trong điều kiện này buồng khí với màng đàn hồi M cùng với trục sẽ nằm ở trạng thái cân bằng. Khi $S_{u3} > S_{u2}$ thì trục chưa đạt được vị trí cân bằng của màng đàn hồi. Còn khi $S_{u1} < S_{u2}$ trục sẽ nằm đè lên một phần của mặt đầu chi tiết 17 (hình 9.16). Trong



Hình 9.17. Hệ thống điều khiển khí nén của cơ cấu trên hình 9.16

cả hai trường hợp, buồng đàn hồi sẽ dịch chuyển đầu lắp ráp có trục về vị trí cân bằng. Thanh đẩy 1 (hình 9.16) sẽ đẩy trục vào lỗ của chi tiết 17. Sau khi lắp trục, đầu lắp ráp với khối V số 18 được hồi vị về bên trái, mỏ kẹp 22 mở ra, phiên gá 11 hạ xuống làm cho trục đi xuống hết chiều dài lắp yêu cầu và cụm lắp sẽ được đẩy ra ngoài.

9.2.3. Điều khiển và xác định chế độ lắp ráp tự động

Trong quá trình lắp ráp sản phẩm, cơ cấu lắp ráp sẽ có các tác động lực, nhiệt và lý hoá lên các bề mặt lắp ghép. Các thành phần của lực tác động có thể là lực lắp ráp F_c , lực kẹp F_k và lực quán tính F_q . Các lực này sẽ tác động lên các chi tiết tham gia vào quá trình lắp ráp, lên các bề mặt lắp ghép của chúng và lên toàn bộ sản phẩm. Xác định quy luật phân bố của các

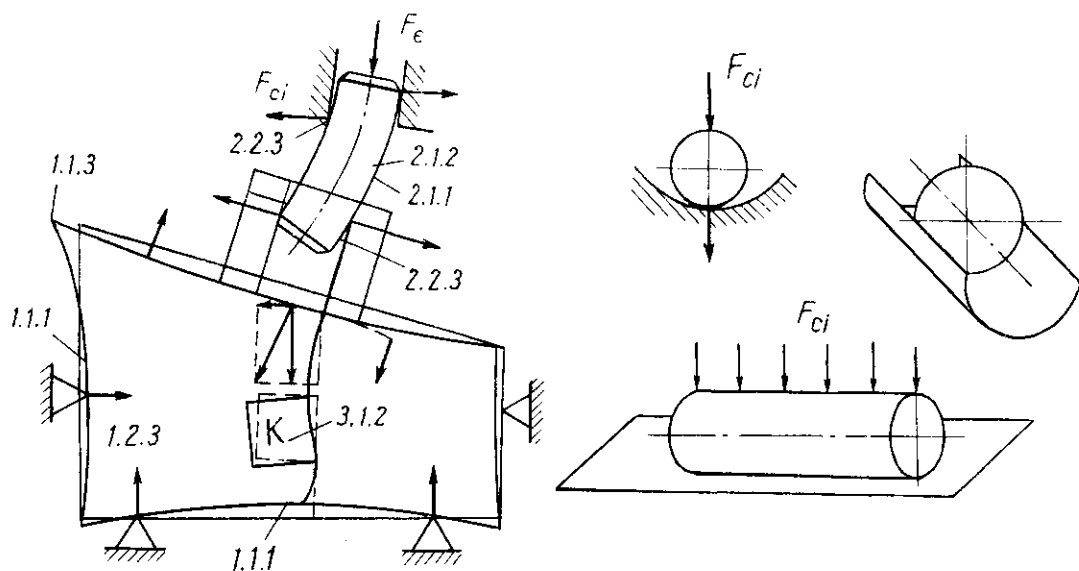
lực này trong hệ thống công nghệ rất khó. Để có thể thực hiện quá trình lắp ráp, đảm bảo chất lượng, thời gian và giá thành nhỏ nhất, độ an toàn cao nhất cần giải quyết một số vấn đề sau:

1. Xác định đối tượng tiếp nhận tác động của lực lắp ráp trên sản phẩm;
2. Xác định giá trị tối hạn của lực tác động lên các cơ cấu tiếp nhận tác động của lực;
3. Xác định giá trị tối thiểu cần thiết của lực để thực hiện quá trình lắp;
4. So sánh lực tối hạn với lực tối thiểu để quyết định chế độ lắp ráp và điều khiển hợp lý;
5. Xác định điều kiện điều khiển của các tác động công nghệ;
6. Xác định các phương pháp và chọn cơ cấu điều khiển của các tác động công nghệ.

Các vấn đề trên chính là nội dung của lý thuyết thiết kế các hệ thống lắp ráp tự động, để cả các hệ thống người máy công nghiệp sử dụng trong các quá trình sản xuất cơ khí.

9.2.3.1. Xác định đối tượng tiếp nhận lực tác động giới hạn

Trong quá trình lắp ráp, các lực cơ bản F_e và F_k có thể được phân tích thành một loạt các lực cắt thành phần (hình 9.18).

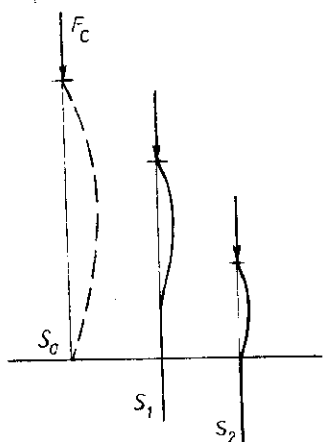


Hình 9.18. Các đối tượng tiếp nhận giá trị giới hạn của tác động công nghệ

Sơ đồ phân bố của các lực thành phần với các phương pháp định vị và lắp ráp khác nhau cho thấy, có nhiều đối tượng tiếp nhận lực tác động tới hạn trên sản phẩm, các đối tượng này gồm hai nhóm chính:

1. Các bề mặt lắp ghép và các chi tiết lắp ráp;
2. Các phần tử của kết cấu mà tại đó có biến dạng hình dáng hình học hoặc biến dạng của lớp bề mặt.

Thông thường số lượng đối tượng tiếp nhận lực tới hạn trên một sản phẩm là rất lớn, nhưng một phần trong số đó chỉ tiếp nhận một giá trị lực rất nhỏ so với giá trị tới hạn, nên có thể loại chúng ra ngoài danh sách các đối tượng tiếp nhận lực tới hạn.

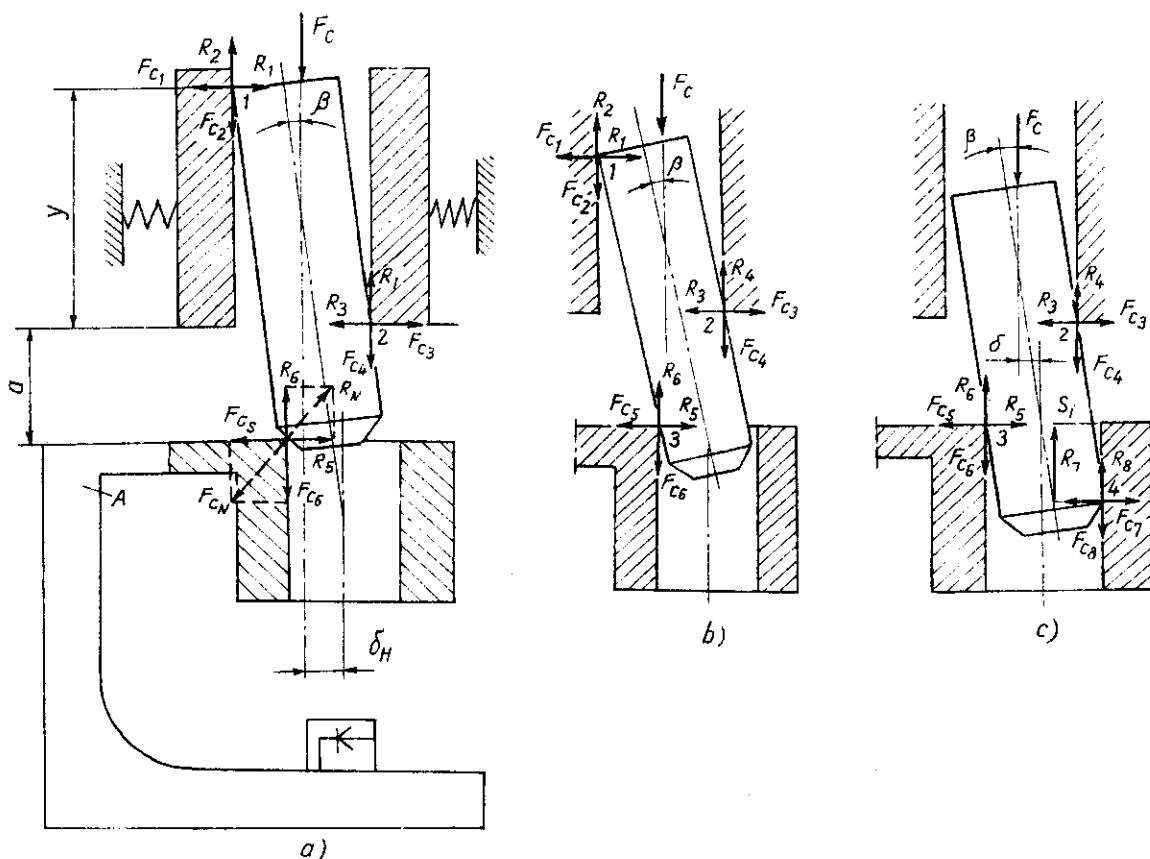


Hình 9.19. Sơ đồ thay đổi định vị của trục khi ép.

Ví dụ: ép trục vào vật đàn hồi (hình 9.19). Phần tử tiếp nhận lực tối hạn chính là bản thân trục và mặt đầu của nó. Chúng có thể bị cong (trạng thái S_0), bị thay đổi tính chất cơ lý như lệch mạng, hoá dẻo, nứt v...v (trạng thái S_1), bị biến dạng tại điểm tiếp xúc và tiếp nhận lực lắp ráp F_c (trạng thái S_2).

Trường hợp lắp trục vào chi tiết dạng hộp với chế độ lắp đi động cho trên hình 9.20.

Theo sơ đồ phân tích lực trên hình 9.20, các đối tượng chịu lực chính là thân hộp (điểm A, hình 9.20.a) chịu ứng suất cục bộ; phần thân trên của hộp chịu uốn; các mặt tiếp xúc chịu bền tiếp xúc (điểm 1, 2, 3 hình 9.20.a, điểm 1, 2, 3 hình 9.20.b và điểm 2, 3, 4 hình 9.20.c); cụm k chịu nén (hình 9.20.a). Các phần tử chịu lực với giá trị nhỏ có thể bỏ qua.



Hình 9.20. Sơ đồ thay đổi phân bố lực khi lắp ráp

9.2.3.2. Xác định giá trị tối hạn của lực tác động lên đối tượng

Điều kiện đầu để xác định giá trị giới hạn của lực là giá trị giới hạn của biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi của đối tượng, chất lượng cho phép của bề mặt v...v. Lực giới hạn có thể xác định bằng tính toán theo các phương pháp thông thường. Theo phương pháp này, trước hết chọn sơ đồ định vị, điểm đặt lực và phương tác động của lực lắp ráp, diện tích của các mặt lắp ghép, vật liệu và tính chất của đối tượng tiếp nhận lực. Đối với các trường hợp phức tạp, khi các phương pháp thông thường không sử dụng được, có thể dùng phương pháp thực nghiệm.

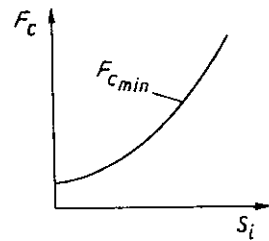
9.2.3.3. Xác định lực lắp ráp tối thiểu cần thiết

Khi lắp ráp sản phẩm bằng phương pháp thủ công, tất cả các chuyển động tương đối của các chi tiết lắp ráp và đồ gá được thực hiện nhờ lực lắp ráp F_c . Các lực tác động thành phần tác động lên đối tượng sẽ thay đổi tùy thuộc vào chiều dài của các mối lắp S_i (hình 9.21) và nhiều yếu tố khác. Quy luật biến đổi của lực có thể xác định bằng thực nghiệm hoặc phân tích. Ví dụ, trên hình 9.19 trục có chuyển động theo phương thẳng đứng. Lực lắp ráp cần thiết phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu đàn hồi λ , các thông số hình học N_1 của trục và N_2 của chi tiết đàn hồi, hệ số ma sát f giữa chúng và chiều sâu ép S_i , nghĩa là:

$$F_{c\min} = \varphi(\lambda, N_1, N_2, f, s_i) \quad (9.34)$$

Trong một số trường hợp cụ thể, lực ép cần thiết nhỏ nhất có thể xác định theo chiều sâu ép S_i bằng thực nghiệm (hình 9.21).

Tương tự như vậy, có thể thực hiện phân tích chuyển động, tìm các quan hệ tính toán cho bất kỳ phương pháp định vị lắp ráp và điều kiện lắp ráp nào. Trong quá trình lắp ráp, nếu vận tốc lắp ráp vượt quá giá trị tối thiểu, sẽ xuất hiện tải trọng động trên các vùng mà vận tốc lắp ráp có sự thay đổi.



Hình 9.21. Lực lắp ráp tối thiểu khi ép trục

9.2.3.4. Xác định các thông số điều khiển khi lắp ráp tự động

Điều khiển quá trình lắp ráp chính là thay đổi các điều kiện của tác động công nghệ trên đối tượng lắp ráp theo một thông số biến đổi nào đó của quá trình để bảo đảm cho quá trình lắp ráp thực hiện theo chế độ tối ưu, loại bỏ tối đa các hỏng hóc có thể.

Có thể sử dụng 4 thông số sau đây để điều khiển các tác động công nghệ:

1. Thay đổi lực lắp ráp F_c và các thành phần của nó F_{ci} ;
2. Thay đổi trị số biến dạng của các chi tiết lắp ráp và các khâu thành phần của hệ thống công nghệ;
3. Thay đổi dịch chuyển tương đối của các bề mặt lắp ráp;
4. Thay đổi tính chất cơ lý của các chi tiết lắp ráp.

Điều kiện điều khiển theo lực lắp ráp.

Trong nhiều trường hợp lắp ráp, lực lắp ráp tổng cộng và các thành phần của nó sẽ thay đổi và có thể sẽ đạt giá trị tối hạn, còn các yếu tố khác như biến dạng, vị trí tương đối hoặc kích thước của các bề mặt lắp ráp hầu như không thay đổi và không thể dựa vào chúng để xác

định độ lớn của lực lắp ráp. Điều này có thể xảy ra ở các điều kiện khi độ cứng vững của kết cấu rất cao, khả năng biến dạng bé.

Điều kiện điều khiển theo biến dạng.

Trường hợp này thường được sử dụng khi lắp ráp các chi tiết kém cứng vững dạng vỏ mỏng, tấm mỏng, chi tiết từ cao su, khi mà biến dạng lớn, lực lắp ráp thay đổi không đáng kể. Các biến dạng này nằm trong giới hạn cho phép và không làm giảm chất lượng hoặc gây hỏng hóc mối lắp. Tuy nhiên, chúng làm tăng sai lệch góc và dịch chuyển của các bề mặt lắp ráp, làm cho quá trình lắp ráp không thực hiện được. Điều khiển quá trình lắp ráp theo biến dạng được thực hiện thông qua quá trình đo giá trị biến dạng tức thời của đối tượng trong suốt quá trình lắp ráp (hình 9.22) theo quan hệ:

$$\Delta_{bd,cp} \geq \Delta_{bd,tt} \quad \text{hay} \quad F_{c,cp} \geq F_{c,tt} \quad (9.35)$$

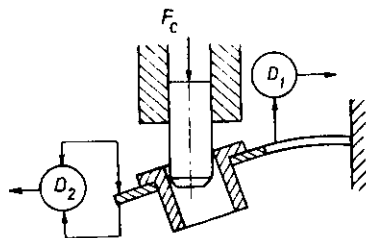
Trong đó:

$\Delta_{bd,cp}$ - giá trị biến dạng cho phép;

$\Delta_{bd,tt}$ - giá trị biến dạng tức thời;

$F_{c,cp}$ - giá trị cho phép của lực lắp ráp;

$F_{c,tt}$ - giá trị tức thời của lực lắp ráp trên phần tử i .



Hình 9.22. Sơ đồ gá đặt đầu đo khi đo biến dạng trong quá trình lắp ráp

Điều kiện điều khiển theo vị trí tương đối của các bề mặt lắp ráp.

Quá trình lắp ráp chi tiết có thể thực hiện được nếu đảm bảo điều kiện về vị trí tương đối của các bề mặt lắp ráp, nghĩa là:

$$\Delta_{vt,cp} \geq \Delta_{\Sigma}; \Delta_T \geq \Delta_{\Sigma} \quad (9.36)$$

Trong đó: $\Delta_{vt,cp}$ - sai lệch vị trí cho phép trước khi lắp ráp;

Δ_T - sai lệch vị trí cho phép tức thời;

Δ_{Σ} - sai lệch vị trí tổng cộng tức thời.

Nếu biết giá trị sai lệch vị trí tổng cộng tức thời có thể điều khiển được quá trình lắp ráp bằng các tác động công nghệ. Vì vậy, dữ liệu ban đầu để điều khiển chính là quy luật thay đổi của dịch chuyển giới hạn trong quá trình lắp ráp $\Delta_{vt,cp} = \varphi(s_i)$. Điều khiển theo vị trí thường được áp dụng với các điều kiện công nghệ như không cho phép lực lắp ráp và biến dạng khi lắp ráp thay đổi nhiều, vùng đo thoáng, cơ cấu đo đơn giản v...v.

Điều kiện điều khiển theo sự thay đổi của các thông số cơ học của chi tiết lắp ráp.

Các tác động công nghệ như lực, nhiệt, hoá lý có thể sẽ gây ra các biến đổi tính chất cơ học của các chi tiết lắp ráp như điện trở, điện từ trường, tần số dao động, độ cứng v...v. Quá trình đo các đại lượng kể trên và xác định quy luật quan hệ của chúng với tác động công nghệ chính là cơ sở của phương pháp. Điều kiện công nghệ này thường xảy ra khi lắp ráp bằng phương pháp gia nhiệt, ép chi tiết từ hợp kim có từ tính, lắp ráp tiến hành đồng thời với quá trình sấy và ủ v...v.

Phương pháp điều khiển theo tác động công nghệ gồm các phương pháp điều khiển dựa trên cơ sở xác định tác động mà cơ cấu công nghệ tác động lên các chi tiết lắp ráp với mục đích đảm bảo cho quá trình lắp ráp xảy ra với lực tác động nhỏ nhất, vận tốc lắp lớn nhất. Có 5 phương pháp điều khiển cơ bản sau đây:

1. Thay đổi phương tác động;
2. Thay đổi giá trị của tác động lên đối tượng;
3. Thay đổi vị trí tương đối;
4. Thay đổi kích thước và hình dáng;
5. Thay đổi tính chất cơ học của các chi tiết lắp ráp.

Phương pháp điều khiển theo sự thay đổi của giá trị tác động được thực hiện bằng cách tăng hoặc giảm giá trị của lực (nhiệt hoặc tác động từ trường) theo phương của lực lắp ráp F_c , hoặc tạo ra lực đối kháng F_{dk} để điều hoà tác động của F_c tới đối tượng. Điều kiện điều khiển là:

$$F_{c, cp} \geq \Delta_F = F_{c, min} - F_{dk} \quad (9.37)$$

Trong đó: $F_{c, cp}$ — lực lắp ráp cho phép;

Δ_F - lực dư tác động lên đối tượng;

$F_{c, min}$ - lực lắp ráp tối thiểu;

F_{dk} - lực đối kháng.

Điều khiển theo sự thay đổi của lực được thực hiện bằng cách điều chỉnh giá trị của lực lắp ráp F_c trong khoảng $L_F = F_{c, cp} - F_{c, min}$ (L_F - khoảng điều chỉnh của lực lắp ráp F_c), sao cho thoả mãn điều kiện (hình 9.23.a):

$$F_{c, cp} \geq \Delta_F = F_{c, min} - F_{dk} \quad (9.38)$$

Trong trường hợp lực lắp ráp $F_c = \text{const}$ và $F_{c, cp} \geq F_{c, min}$ (hình 9.23.b), cơ cấu điều chỉnh sẽ điều chỉnh để F_c nhận một giá trị cố định trong khoảng $F_{c, cp}$, $F_{c, min}$.

Trong trường hợp lực lắp ráp $F_{c, cp}$ và $F_{c, min}$ thay đổi theo quy luật như trên hình 9.23.c, cơ cấu điều chỉnh sẽ điều chỉnh để F_c nhận một giá trị trong khoảng tạo bởi giới hạn trên $F_{c, cp}$ và giới hạn dưới $F_{c, min}$.

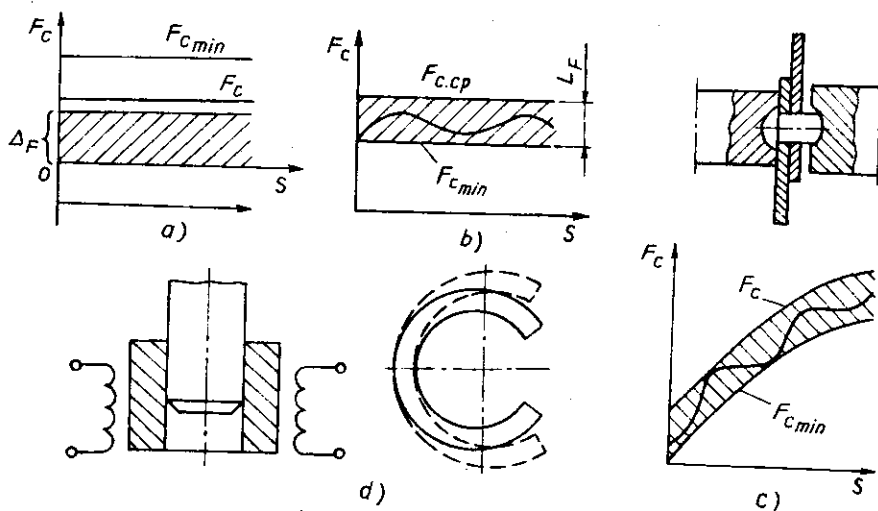
Phương pháp điều khiển bằng cách thay đổi phương tác động là quá trình thay đổi điểm đặt của lực lắp ráp một cách có chủ đích (ví dụ dòng nhiệt) để phân bố đều tải trọng tác động, đảm bảo cho quá trình lắp ráp không bị gián đoạn. Phương pháp này được sử dụng trong các trường hợp khi các yếu tố ngẫu nhiên làm thay đổi vị trí gốc của các chi tiết lắp ráp, làm cho ứng suất tiếp xúc tại một vài điểm tăng, cản trở quá trình lắp ráp hoặc gây kẹt khi chuyển động.

Phương pháp điều khiển bằng cách thay đổi vị trí tương đối của các bề mặt lắp ghép thực hiện nhờ dịch chuyển cưỡng bức một hoặc cả hai chi tiết lắp ráp để làm giảm sai lệch vị trí tổng cộng tức thời Δ_Σ tới giá trị sai lệch vị trí cho phép tức thời Δ_T , nghĩa là bảo đảm điều kiện $\Delta_T > \Delta_\Sigma$.

Phương pháp điều khiển bằng cách thay đổi hình dáng và kích thước của các chi tiết lắp ráp thực hiện bằng cách làm biến dạng có chủ đích đối tượng để thực hiện quá trình lắp ráp. Sau khi lắp ráp hình dáng của đối tượng lại được phục hồi, ví dụ, lắp các bạc chữ C (hình 9.23.d).

Phương pháp này sử dụng để lắp ráp các chi tiết đàn hồi khi có thể giảm thể tích và thay đổi hình dáng, kích thước ban đầu của nó.

Điều khiển bằng cách thay đổi tính chất cơ học của chi tiết lắp ráp thường sử dụng để tạo ra lực lắp ráp yêu cầu bé nhất cả khi lắp ráp và khi chuẩn bị lắp ráp.



Hình 9.23. Các phương pháp điều chỉnh các tác động công nghệ trong quá trình lắp ráp
a, b, c) Thay đổi giá trị của lực tác động;
d) Thay đổi hình dáng và kích thước của chi tiết lắp ráp.

$$F_{c,cp} \geq \Delta F_{min} = F_{c,min} - F_{dk}; \quad L_F = F_{c,cp} - F_{c,min}$$

9.3. Thiết kế quá trình công nghệ lắp ráp tự động

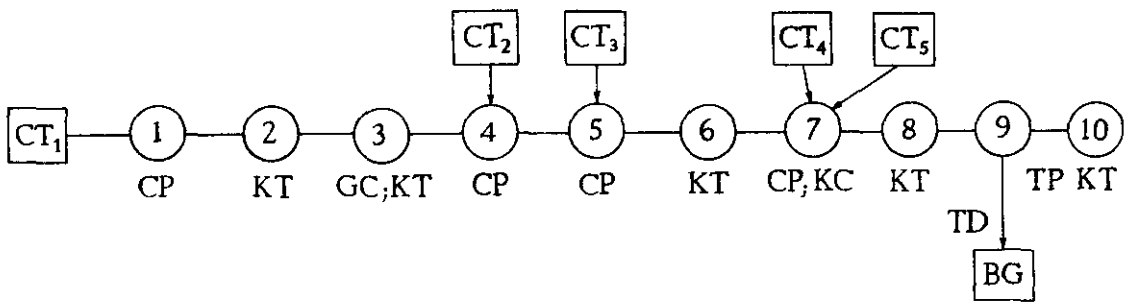
9.3.1. Các vấn đề chung

Trong phần lớn các trường hợp quá trình công nghệ sẽ quyết định cấu trúc của thiết bị lắp ráp tự động. Các nguyên công của quá trình công nghệ lắp ráp tự động sẽ xác định số lượng, loại và kiểu các vị trí mà thiết bị cần có, chế độ làm việc của các cơ cấu chức năng, các biện pháp bảo đảm độ tin cậy của thiết bị. Ngoài ra, việc phân tích các quá trình công nghệ thiết kế cho điều kiện lắp ráp tự động cho thấy sự cần thiết phải thay đổi một số đặc tính của kết cấu sản phẩm và bản thân các quá trình công nghệ thì mới có thể đạt hiệu quả cao nhất khi áp dụng lắp ráp tự động.

Không giống như lắp ráp thủ công, là chỉ cần có tiến trình công nghệ sơ bộ, các quá trình lắp ráp tự động yêu cầu thiết kế quá trình công nghệ thật chi tiết, kể cả các sơ đồ của quá trình công nghệ lắp ráp tự động. Mỗi một nguyên công của quá trình công nghệ lắp ráp tự động được biểu diễn trên sơ đồ sẽ xác định hình thức của vị trí công tác. Vì vậy, sơ đồ công nghệ lắp ráp chính là cơ sở để thiết kế các thiết bị lắp ráp tự động.

Hình 9.24 là sơ đồ cấu trúc của một quá trình công nghệ lắp ráp tự động. Trên sơ đồ này, chi tiết và cụm chi tiết được biểu diễn bằng các hình chữ nhật, trong có ghi số thứ tự của chúng ($CT_1, CT_2, CT_3, CT_4, CT_5$). Các nguyên công được ký hiệu bằng các vòng tròn, trong được đánh số theo tuần tự (1, 2, 3, 4, ..., 10). Khác với nguyên công trong gia công cơ, nguyên công trong một thiết bị lắp ráp tự động được hiểu là một tác động hoàn chỉnh tới đối tượng trên một vị trí lắp ráp nhất định. Mỗi nguyên công lại được hình thành từ một số các nguyên công thành phần. Nguyên công thành phần là một chuyển động hoàn chỉnh của dụng cụ tương đối so với đối tượng. Các nguyên công được gắn kết với nhau bằng hệ thống vận chuyển tự động. Các chữ cái dưới hoặc trong nguyên công biểu diễn nội dung của nó. Ví dụ: CP - cấp và

keo phôi trong đồ gá hoặc trên chi tiết cơ sở; KT - kiểm tra; GC - gia công; KC - kẹp chặt; TD - đưa sản phẩm ra ngoài; BG - bao gói v...v.



Hình 9.24. Sơ đồ công nghệ lắp ráp

Thời gian thực hiện nguyên công có thể xác định dựa vào kết cấu của mỗi lắp, đặc điểm của nguyên công, quỹ đạo và chế độ chuyển động của cơ cấu chấp hành v...v. Quá trình lắp ráp tự động còn có một số điểm riêng nữa, ví dụ nguyên công kiểm tra (10) có thể vẫn tồn tại ngay sau nguyên công đưa sản phẩm ra ngoài (9) vì hệ thống điều khiển tự động yêu cầu phải có tín hiệu thông báo đồ gá tự do, nghĩa là sản phẩm lắp đã được đưa ra khỏi đồ gá. Một số nguyên công có đặc tính kép, ví dụ, nguyên công 7 thực hiện cấp và kẹp chặt chi tiết đồng thời.

Khi thiết kế quá trình công nghệ lắp ráp tự động, trước hết cần tiến hành thiết kế chi tiết phương án lắp ráp. Trên mỗi nguyên công của quá trình cần xác định kiểu đầu lắp ráp hoặc cơ cấu chấp hành và thời gian thực hiện nguyên công. Sau đó xác định khả năng và tính hợp lý của việc tập trung nguyên công với mục đích giảm số vị trí thành phần của thiết bị. Cần lưu ý rằng tập trung nguyên công trong một số trường hợp có thể làm cho thiết bị trở nên quá phức tạp, làm giảm độ tin cậy của nó, gây khó khăn cho quá trình hiệu chỉnh và phục vụ thiết bị. Cố gắng sử dụng các thiết bị tiêu chuẩn và môđun để có thể dễ dàng thay thế và hiệu chỉnh khi kết cấu của sản phẩm lắp ráp có thay đổi.

Sử dụng các quá trình công nghệ lắp ráp điển hình cũng là một hướng có hiệu quả, nó cho phép tạo ra các tổ hợp thiết bị có khả năng lắp ráp một nhóm các sản phẩm khác loại nhưng có kết cấu giống nhau với thời gian hiệu chỉnh ít nhất. Hiện nay, nhiều hãng lớn đã chế tạo được một loạt các thiết bị lắp ráp tự động nhiều vị trí điều khiển theo chương trình có bàn gá thay đổi nhanh. Trên các bàn gá này, có thể gá đặt nhiều loại chi tiết khác nhau của các cụm khác loại.

Việc chọn phương pháp kẹp chặt hợp lý khi lắp ráp tự động, phụ thuộc vào kết cấu của sản phẩm. Các phương pháp kẹp chặt yêu cầu số các chi tiết kẹp ít hoặc không cần kẹp được ưu tiên hơn cả. Các cơ cấu này sẽ làm cho quá trình định vị, lắp ráp đơn giản, dễ thực hiện. Vì vậy, kẹp chặt bằng ép cứng, biến dạng dẻo cục bộ hoặc hàn điểm là khá thông dụng.

Thành công của tự động hoá quá trình lắp ráp phụ thuộc rất nhiều vào công nghệ chế tạo các chi tiết của đầu lắp. Độ chính xác chế tạo của nó luôn gắn với độ tin cậy làm việc của các thiết bị lắp ráp tự động.

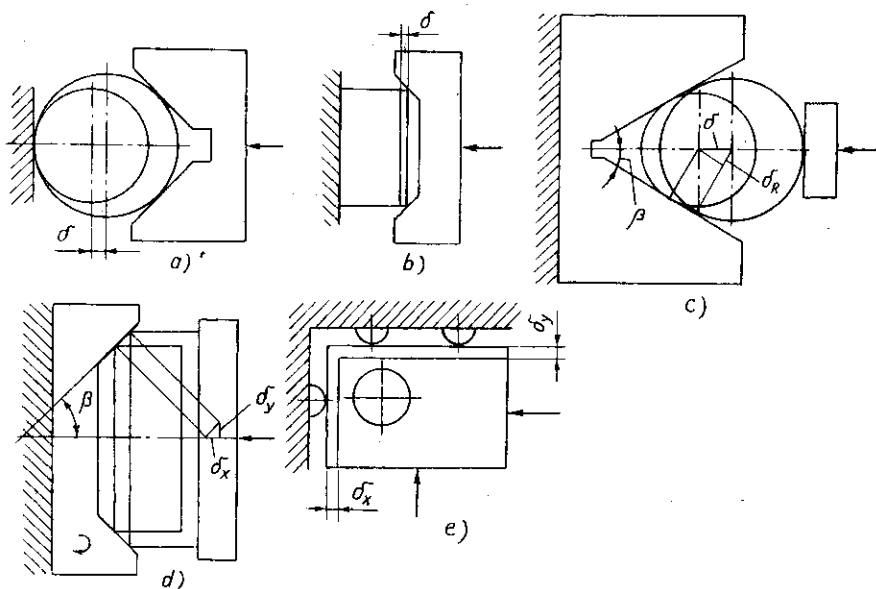
Một số nguyên công lắp ráp nên đưa vào quá trình gia công trên các máy tự động. Điều này cho phép loại bỏ yêu cầu thiết kế một máy lắp ráp tự động riêng biệt.

Trong quá trình công nghệ lắp ráp tự động có chứa các nguyên công kiểm tra. Chúng có chức năng đảm bảo chất lượng của sản phẩm và loại bỏ tối đa các hỏng hóc xảy ra trong

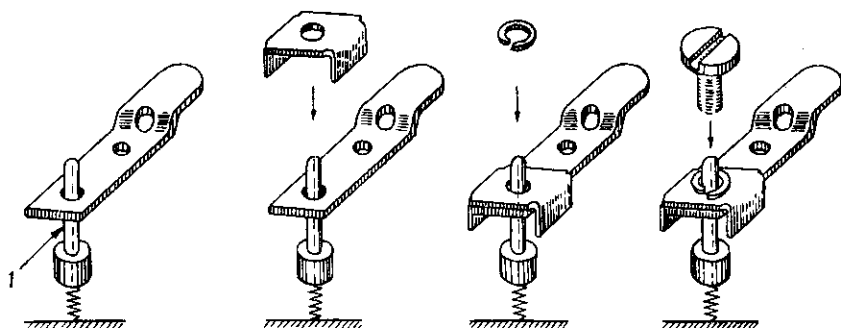
quá trình lắp ráp. Thường các nguyên công kiểm tra sẽ xác định xem chi tiết đã có vị trí đúng chưa, kích thước lắp ráp có đạt yêu cầu không (ví dụ, chiều dày các tấm lắp ghép, chiều sâu ép v...v), phân loại kích thước khi sử dụng phương pháp lắp chọn, các thông số của chế độ lắp ráp như mômen kẹp của các mối ghép ren, lực ép v...v. Để thực hiện quá trình kiểm tra, cần có các thiết bị và cơ cấu kiểm tra tự động chuyên dùng, gắn liền với hệ thống điều khiển của thiết bị lắp ráp tự động. Các cơ cấu này sẽ được trình bày kỹ trong phần công nghệ cảm biến (senxo) và hệ thống kiểm tra tự động.

Định vị các chi tiết lắp ráp trên vị trí công tác của thiết bị có thể thực hiện bằng các phương pháp khác nhau, tùy thuộc vào kết cấu của chi tiết, độ phức tạp cho phép của các cơ cấu định vị. Độ phức tạp của các cơ cấu định vị phụ thuộc chủ yếu vào yêu cầu về độ chính xác vị trí tương quan của các chi tiết lắp ráp. Sơ đồ định vị chi tiết và hình thành sai số gia công như trên hình 9.25.

Các chi tiết định vị có dạng mặt phẳng lớn và hộp có thể định vị trên mặt chuẩn chính và hai lỗ. Sẽ rất thuận lợi nếu hai lỗ này đã được dùng khi gia công cơ. Các chi tiết hình trụ dạng bạc, đai ốc v...v rất hay được định vị bằng lỗ nhờ sử dụng trục chuyên dùng được gọi là trục vót (chi tiết số 1, hình 9.26). Khi quá trình liên kết bắt đầu, trục vót được thu lại.



Hình 9.25. Sơ đồ định vị chi tiết và hình thành sai số gia đặt



Hình 9.26. Sử dụng chi tiết tìm kiếm để định vị chi tiết theo lỗ

Tính toán xác định sai số vị trí tương quan cho phép của các chi tiết lắp ráp là một vấn đề cần được quan tâm đặc biệt. Khi tính toán, các sai số hệ thống được cộng đại số, còn các sai số ngẫu nhiên xác định theo nguyên tắc bình phương.

Sai số hệ thống tổng cộng được tính theo công thức sau:

$$\Delta_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \zeta_i \left(\Delta_{oi} + \alpha_i \frac{\delta_i}{2} \right) - \alpha_{\Delta} \frac{\delta_{\Delta}}{2} \quad (9.39)$$

Trong đó: Δ_{oi} - toạ độ điểm giữa của trường phân bố dung sai của khâu thứ i ;

δ_i - dung sai của kích thước i ;

ζ_i - hàm truyền đạt, đặc trưng cho ảnh hưởng của sai số thành phần thứ i tới khâu khép kín;

δ_{Δ} - sai số vị trí cho phép của khâu khép kín;

α_{Δ} - hệ số không đối xứng của trường phân bố của khâu khép kín;

α_i - hệ số không đối xứng của trường phân bố của khâu thứ i . α_i được xác định theo công thức sau:

$$\alpha_i = \frac{M(x_i) - \Delta\omega_i}{\frac{\omega_i}{2}} \quad (9.40)$$

Trong đó: $M(x_i)$ - toạ độ tâm phân bố của khâu i ;

$\Delta\omega_i$ - toạ độ điểm giữa của trường phân bố của khâu i ;

ω_i - trường phân bố của khâu i .

Sai số ngẫu nhiên tổng cộng được xác định theo công thức sau:

$$\Delta_{\Sigma c} = t \sqrt{\sum_i \zeta_i^2 \cdot \lambda_i' \cdot \omega_i^2} \quad 9.(41)$$

Trong đó: t - hệ số phụ thuộc vào xác suất xuất hiện của dạng sai số tính toán;

λ_i' - hệ số tán xạ tương đối của khâu thứ i .

Cách tính các loại sai số trên được trình bày kỹ trong kỹ thuật xử lý số liệu. Quá trình liên kết tự động sẽ thực hiện được nếu:

$$\Sigma\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma} + \Delta_{\Sigma c} < \Delta_{\text{cphép}} \quad (9.42)$$

Trong đó: $\Sigma\Delta_{\Sigma}$ - sai số vị trí tổng cộng của khâu khép kín;

$\Delta_{\text{cphép}}$ - sai số vị trí cho phép.

Khi thiết kế quá trình công nghệ lắp ráp tự động, cần xác định lực lắp ráp yêu cầu để thực hiện liên kết.

Hình 9.27 là sơ đồ xác định lực lắp ráp tại thời điểm liên kết ban đầu.

Chi tiết 1 và 2 tiếp xúc với nhau tại các mép với một độ nghiêng không đáng kể. Công thức tính lực lắp ráp như sau:

$$F = \frac{P(L_2 + fD)}{L_1 - \frac{D + D_1}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1)} [\operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi] + 2P \operatorname{tg} \varphi \quad (9.43)$$

Trong đó: f - hệ số ma sát của chi tiết 2 với các mặt dẫn hướng của đầu lắp ráp 3, ($f = \operatorname{tg} \varphi$);

α - góc của vát mép trên chi tiết;

φ_1 - góc ma sát giữa các chi tiết lắp ráp;

L_1, L_2 - khoảng cách giữa các điểm tác động của lực lắp ráp trên chi tiết 3 và 2;

D_1 - đường kính trục lắp;

D - đường kính phần dẫn của trục lắp;

D_2 - đường kính chày ép của đầu lắp ráp;

P - lực ép lên chi tiết 2 trong đầu lắp ráp (hình 9.27).

Công thức (9.43) được sử dụng khi $a = (D - D_2)/2$ có giá trị rất bé.

Một số bước cơ bản cần thực hiện khi thiết kế các quá trình lắp ráp tự động.

Bước thứ nhất.

Trước hết cần xác định mức độ tự động hoá và linh hoạt tối ưu cho điều kiện sản xuất cụ thể. Nếu số chủng loại sản phẩm lắp ráp thay đổi nhanh, các quá trình lắp ráp tự động phải có độ linh hoạt cao. Trên cơ sở của mức độ tự động hoá và tính linh hoạt cần thiết, sẽ xác định được các phương án về thiết bị, công nghệ, trang bị phụ, hệ thống vận chuyển và cấp phôi, thiết bị điều khiển v...v.

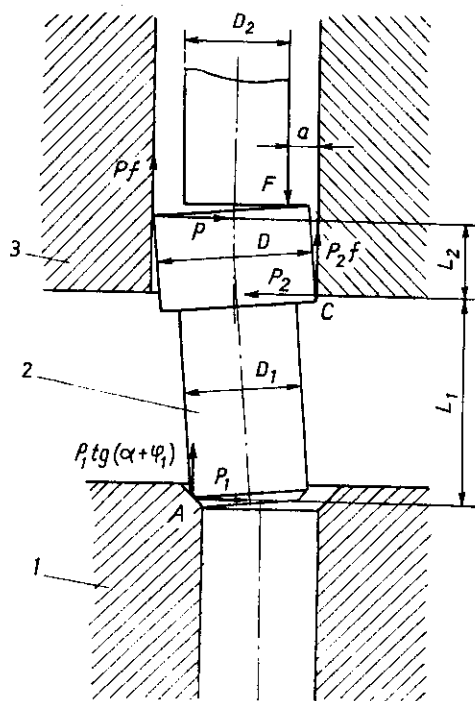
Bước thứ hai.

Tiến hành phân tích chủng loại các chi tiết, cụm và sản phẩm lắp ráp, điều kiện sản xuất, khả năng cụ thể của xí nghiệp để thực hiện phân nhóm các đối tượng lắp ráp. Quá trình phân nhóm được tiến hành theo các bước sau:

- Theo dấu hiệu kết cấu và công nghệ (các chi tiết, cụm chi tiết cùng nhóm khi chúng cần các thiết bị, trang bị công nghệ giống nhau). Các dấu hiệu kết cấu có thể là: kích thước, trọng lượng, hình

dạng hình học và kích thước của các bề mặt lắp ráp và mặt chuẩn, khả năng của đối tượng phù hợp với các phương pháp cấp phôi tự động, độ chính xác định vị trí yêu cầu trên các vị trí lắp ráp v...v.

- Dựa trên các nhóm chi tiết được phân, tiến hành xác định kiểu loại của thiết bị sẽ sử dụng. Các dấu hiệu công nghệ chung có thể là các bề mặt lắp ghép và chuẩn giống nhau, trình tự các nguyên công của quá trình, dạng chuyển động lắp ráp cần thiết, định vị khi lắp ráp, điều chỉnh thiết bị, tính linh hoạt của sản phẩm v...v.



Hình 9.27. Sơ đồ giai đoạn đầu của quá trình lắp ráp các chi tiết
1, 2. Chi tiết; 3. Đầu lắp ráp.

Bước thứ ba.

Trên cơ sở phân tích và phân nhóm đã thực hiện, tiến hành hoàn thiện tính công nghệ của đối tượng cơ sở trong từng nhóm cho từng điều kiện sản xuất cụ thể.

Bước thứ tư.

Thiết lập các quá trình công nghệ lắp ráp nhóm, xác định số lượng thiết bị, trang bị và số công nhân yêu cầu. Xác định hình thức tổ chức quá trình lắp ráp, xác định số lần điều chỉnh trong một đơn vị thời gian (tháng, quý v...v). Xác định đặc tính và nội dung của các điều chỉnh, thay thế dụng cụ lắp ráp và đồ gá lắp ráp, chương trình điều khiển v...v). Xác định số lượng chu kỳ cung ứng đối tượng lắp, các bộ lắp, dụng cụ lắp ráp và trang bị phụ. Xác định phương thức tổ chức vận chuyển và cấp phối, dụng cụ đồ gá. Xác định hệ thống lắp trình và điều khiển v...v.

9.3.2. Mô hình hoá các quá trình công nghệ lắp ráp tự động

Cũng như các quá trình công nghệ, quá trình lắp ráp là quá trình nhiều phương án cả về nội dung và thứ tự của các nguyên công, thành phần của dụng cụ đo, dụng cụ phụ và trang thiết bị. Ngoài ra, quá trình lắp ráp có quan hệ hết sức chặt chẽ với các công đoạn khác của quá trình sản xuất. Vì vậy, sử dụng các hệ thống thiết kế tự động khi thiết kế, chọn lựa phương án tối ưu là một vấn đề cấp bách. Hiệu quả và chất lượng của quá trình thiết kế phụ thuộc vào sự hỗ trợ của tập hợp các mô hình toán và các phương pháp giải các bài toán thiết kế tự động trên máy tính. Các mô hình toán cho phép giải quyết đồng thời nhiệm vụ của quá trình chuẩn bị công nghệ và thiết lập các chương trình máy tính ứng dụng theo nguyên tắc môđun là phù hợp hơn cả. Trong quá trình mô hình hoá toán học các quá trình lắp ráp, chi tiết được coi là dữ liệu vào với các tính chất định trước. Mô hình hoá các quá trình lắp ráp được thực hiện trên cơ sở của các quan hệ toán học đã được xác lập giữa các tính chất kết cấu - công nghệ của sản phẩm với các tính chất của hệ thống mô tả bản chất vật lý của quá trình lắp ráp. Hệ thống sản xuất lắp ráp là một hệ thống phức tạp với nhiều thành phần khác nhau như: thiết bị, dụng cụ, trang thiết bị công nghệ, vị trí công tác của các cơ cấu chấp hành v...v. Xác định chính xác được tất cả các quan hệ toán học và ảnh hưởng qua lại của chúng với nhau là rất khó khăn. Do đó, quá trình thiết kế công nghệ phải được thực hiện từng bước theo một trình tự nhất định.

Trong quá trình mô hình hoá, các thành phần, tính chất và hành xử của đối tượng được mô tả bằng nhiều phương pháp, trong đó mô tả các tính chất và quan hệ cấu trúc của đối tượng bằng lý thuyết graph, lý thuyết tập hợp và các mô hình toán rất được ưa chuộng.

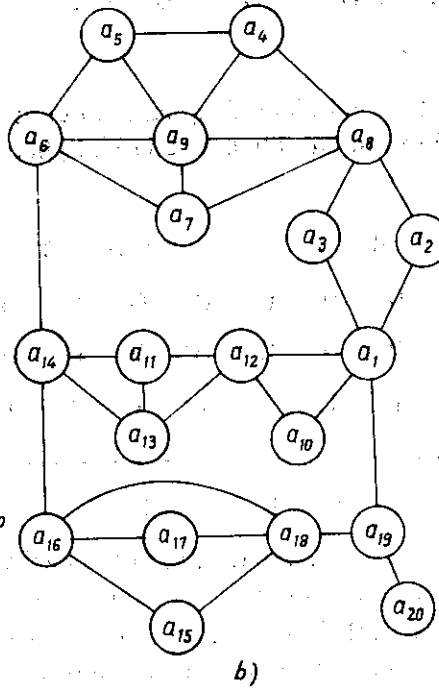
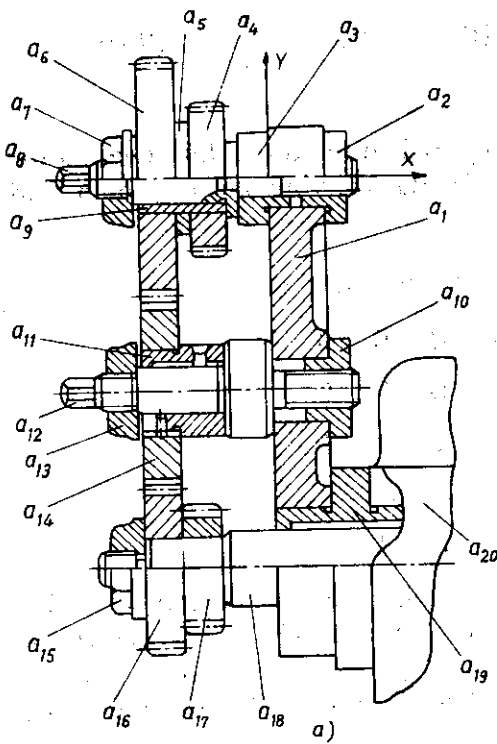
9.3.2.1. Ứng dụng lý thuyết graph khi thiết kế quá trình lắp ráp tự động

Khi nghiên cứu thiết lập các quá trình công nghệ lắp ráp tự động, cần phải có các thông số ban đầu như: đặc tính và vị trí tương quan giữa các phần tử, đặc tính và điều kiện của các chuyển động tương đối giữa các phần tử của sản phẩm, các phương án và trình tự thực hiện các nguyên công, các phương án gá đặt v...v. Sử dụng graph lắp ráp cho phép đánh giá, mô tả cấu trúc của sản phẩm và trình tự thực hiện các nguyên công tương đối rõ nét. Bằng phương pháp này, quan hệ cơ học giữa các phần tử của bất kỳ đối tượng phức tạp A nào, được cấu thành từ n phần tử có thể được mô tả thông qua graph lắp ráp G với $G = (A, C)$, trong đó tập các đỉnh của graph $A = \{a_1, a_2, ..., a_n\}$ sẽ ứng với các phần tử của sản phẩm, còn tập hợp các cung C gồm hai loại:

$$C_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{- nếu } a_i \text{ được lắp với } a_j \\ 0 & \text{- nếu } a_i \text{ không lắp với } a_j \end{cases}$$

Graph lắp ráp có thể biểu diễn như trên hình 9.28.a hoặc ở dạng ma trận quan hệ của graph (hình 9.28.b)

Hình 9.28. Cum biến tốc của máy tiện trục vít



- a) Các phần tử (chi tiết) của cum;
 a_1 - thanh treo; a_2 , a_3 , a_9 , a_{10} , a_{11} , a_{19} - bạc đỡ;
 a_4 - bánh răng của dẫn động;
 a_5 - vòng chặn; a_6 , a_{14} , a_{16} , a_{17} - bánh răng thay thế;
 a_7 , a_{13} , a_{15} - đai ốc; a_8 , a_{12} - chốt;
 a_{18} - trục;
 a_{20} - vỏ che.
b) Graph lắp ráp các chi tiết của cum.

Khi lắp ráp, quan hệ lắp ráp giữa các phần tử được mô tả bằng các chuẩn đơn vị - là các đại lượng vectơ, song song với các trục tọa độ của hệ tọa độ chuẩn. Trong hệ tọa độ đề các tồn tại 12 chuẩn đơn vị sau:

- Sáu chuyển động tịnh tiến:

$B^{+x}, B^{-x}, B^{+y}, B^{-y}, B^{+z}, B^{-z}$ đặc trưng cho các mối lắp hạn chế chuyển động dọc theo ba trục x, y, z .

- Sáu chuyển động quay:

$B^{+x}, B^{-x}, B^{+y}, B^{-y}, B^{+z}, B^{-z}$ đặc trưng cho các mối lắp hạn chế các chuyển động quay quanh 3 trục x, y, z .

Nếu biểu diễn vectơ đơn vị B^a như một biến của hàm bool, ta có:

$$B^a = \begin{cases} 1 & \text{nếu tồn tại mối lắp;} \\ 0 & \text{nếu mối lắp không tồn tại.} \end{cases} \quad (9.44)$$

Thành phần của mối quan hệ cơ học giữa phần tử a_i và a_j có thể mô tả bằng vectơ định vị bool $B_{i(j)}$ có thành phần chính là các giá trị thực của các hàm bool theo công thức (9.44).

Nếu phần tử a_i được lắp với nhiều phần tử a_j với $j = 1, 2, \dots, m$, thì vectơ định vị tương đối $B_{i(m)}$ của a_i so với tất cả các a_j được xác định nhờ phép cộng logic các vectơ $B_{i(j)}$ với $j = 1, 2, 3, \dots, m$:

$$B_{i(m)} = B_{i(1)} \vee B_{i(2)} \dots \vee B_{i(m)} = \bigvee_{j=1}^m B_{i(j)} \quad (9.45)$$

Khi tính vectơ $B_{i(m)}$, cần lưu ý rằng, tùy thuộc vào thành phần và vị trí tương quan của lực kích thích và phản lực tại điểm tiếp xúc của các phần tử, các vectơ chuyển động thẳng đơn vị trái chiều nhau có thể sẽ gây ra các vectơ quay đơn vị:

$$B^{+\zeta} \vee B^{-\zeta} \rightarrow B^{+\zeta} \vee B^{-\zeta} \vee \left[B^{+\zeta} \wedge B^{-\zeta} \wedge \left(B^{+\zeta} \vee B^{-\zeta} \vee B^{+\zeta} \vee B^{-\zeta} \right) \right] \quad (9.46)$$

$$\xi, \eta, \zeta = X, Y, Z$$

Khi tính vectơ $B_{i(m)}$, số phần tử a_i bằng số cung $c_{i(j)} = 1$, trong dòng thứ i của ma trận quan hệ mô tả graph lắp ráp các phần tử của sản phẩm. Ví dụ, với vòng chặn a_5 (hình 9.28) theo công thức 9.45 sẽ có:

$$\begin{array}{cccccccccccc} B^{+x} & B^{-x} & B^{+y} & B^{-y} & B^{+z} & B^{-z} & B^{+x} & B^{-x} & B^{+y} & B^{-y} & B^{+z} & B^{-z} \\ B_{5(4)} = & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ B_{5(6)} = & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ B_{5(9)} = & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ \hline B_{5(m)} = & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}$$

Một trong các nhiệm vụ quan trọng khi thiết kế quá trình công nghệ lắp ráp là xác định thành phần của chuẩn lắp ráp, sao cho bảo đảm độ ổn định và tin cậy khi định vị các chi tiết của sản phẩm trong quá trình lắp ráp. Để giải bài toán này, giá trị $B^\alpha = 1$ trong công thức (9.44) sẽ có mặt chỉ khi tồn tại mối lắp và bảo đảm độ chính xác định vị. Các thành phần của chuẩn lắp ráp của phần tử a_i được mô tả bằng biểu thức:

$$B(a_i) = \begin{cases} a_j \wedge \dots \wedge a_m - \text{khi } B_{i(o)} = \vee B_{i(k)}, B_{i(k)} \neq B_{i(o)}; \\ a_j \vee \dots \vee a_m - \text{khi } B_{i(o)} = B_{i(j)} = B_{i(m)}; \\ a_i - \text{nếu phần tử } a_i \text{ không cần chuẩn lắp ráp;} \\ 0 - \text{nếu không đảm bảo định vị ổn định.} \end{cases} \quad (9.47)$$

Trong đó: $B_{i(o)}$ - vectơ định vị ứng với trường hợp định vị ổn định.

Ví dụ, với các chi tiết $a_4, a_5, \dots, a_9$ (hình 9.28), phương trình mô tả các thành phần của chuẩn lắp ráp là:

$$\begin{array}{ll} B(a_4) = a_9 \wedge (a_5 \vee a_8) & B(a_7) = a_8; \\ B(a_5) = a_9 \wedge (a_5 \vee a_6) & B(a_8) = a_8; \\ B(a_6) = a_9 \wedge (a_5 \vee a_7) & B(a_9) = a_8. \end{array}$$

Mô tả đặc tính chuyển động của các phần tử được chia thành mô tả quỹ đạo chuyển động và mô tả thành phần số lượng các chuyển động tương đối khi lắp ráp.

Mô tả quỹ đạo chuyển động thực hiện bằng phương pháp hình học giải tích nhờ ma trận dịch chuyển. Ma trận dịch chuyển $||D||$ nhận được từ hệ phương trình:

$$\left. \begin{array}{l} X_2 = X_1 \cdot a_{11} + Y_1 \cdot A_{12} + Z_1 \cdot a_{13} + a_{14} \\ Y_2 = X_1 \cdot a_{21} + Y_1 \cdot a_{22} + Z_1 \cdot a_{23} + a_{24} \\ Z_2 = X_1 \cdot a_{31} + Y_1 \cdot a_{32} + Z_1 \cdot a_{33} + a_{34} \end{array} \right\} \quad (9.48)$$

Hệ phương trình (9.48) mô tả biến đổi trực giao của toạ độ các điểm của vật từ trạng thái đầu X_1, Y_1, Z_1 , tới trạng thái cuối cùng X_2, Y_2, Z_2 . Khi chuyển sang hệ toạ độ tương đương nếu x, y, z, t , thoả mãn các yêu cầu:

$$\frac{x_i}{t} = X_i, \frac{y_i}{t} = Y_i, \frac{z_i}{t} = Z_i, t = 1$$

Thì hệ phương trình (9.48) sẽ trở thành:

$$\left. \begin{aligned} x_2 &= x_1 \cdot a_{11} + y_1 \cdot a_{12} + z_1 \cdot a_{13} + a_{14}; \\ y_2 &= x_1 \cdot a_{21} + y_1 \cdot a_{22} + z_1 \cdot a_{23} + a_{24}; \\ z_2 &= x_1 \cdot a_{31} + y_1 \cdot a_{32} + z_1 \cdot a_{33} + a_{34}; \end{aligned} \right\} \quad (9.49)$$

Hoặc ở dạng ma trận:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} \quad (9.50)$$

Biểu thức (9.50) có thể coi như một phép biến đổi trực giao tọa độ của vật rắn trong không gian bốn chiều bằng ma trận $||D||$, với:

$$||D|| = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{bmatrix} \quad (9.51)$$

Ma trận (9.51) chính là ma trận dịch chuyển.

Định thức của ma trận (9.51) gồm các phần tử a_{ij} , với j khác 4 sẽ mô tả một chuyển động quay của vật quanh trục đi qua gốc tọa độ. Khi chuyển động quay vắng mặt, giá trị các phần tử của định thức sẽ là: $a_{ij} = 1$ và $a_{ij} = 0$ với $i \neq j$. Trong trường hợp này, ma trận (9.51) sẽ có dạng:

$$||D^\alpha|| = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (9.52)$$

Ma trận 9.52 sẽ mô tả chuyển động tịnh tiến của vật theo phương $\alpha = X, Y, Z$. Nếu chuyển động thẳng bằng 0 và chỉ tồn tại chuyển động quay thì ma trận (9.51) sẽ có dạng:

$$||D^\alpha|| = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (9.53)$$

Ma trận (9.52) và (9.53) là tương đương, nếu quỹ đạo chuyển động của tất cả các điểm của vật xác định theo các công thức đó trùng nhau.

Ma trận $||D^\alpha||$ mô tả chuyển động như là một đại lượng vector giá trị dịch chuyển là d^α với:

$$d^\alpha = \sqrt{a_{14}^2 + a_{24}^2 + a_{34}^2} \quad (9.54)$$

Mô tả thành phần các chuyển động trong quá trình lắp ráp thực hiện nhờ các vector biểu diễn ở dạng biến bool:

$$D^\alpha = \begin{cases} 1, & \text{khi } d_\alpha > \Delta^\alpha \\ 0, & \text{khi } d_\alpha \leq \Delta^\alpha \end{cases} \quad (9.55)$$

Trong đó: Δ^α - giá trị cho trước của vectơ D^α cho từng điều kiện lắp ráp cụ thể.

Khi giải các bài toán cụ thể trong hệ tọa độ đề các, có 12 vectơ chuyển động sau:

- Sáu vectơ chuyển động tịnh tiến: $D^{+x}, D^{-x}, D^{+y}, D^{-y}, D^{+z}, D^{-z}$;

- Sáu vectơ chuyển động quay: $D^{+\bar{x}}, D^{-\bar{x}}, D^{+\bar{y}}, D^{-\bar{y}}, D^{+\bar{z}}, D^{-\bar{z}}$

Đặc tính chung của các chuyển động tương đối của a_i so với a_j được mô tả bằng phương trình $D_{i(j)}$ bao gồm các chuyển động khác nhau. Các chuyển động khác nhau này được miêu tả bằng các biểu thức logic:

$$D_{i(j)} = \begin{cases} D^\alpha \wedge D^\beta & D^\alpha \text{ và } D^\beta \text{ chỉ có thể thực hiện đồng thời;} \\ D^\alpha \vee D^\beta & \text{chúng được thực hiện đồng thời hoặc tuần tự theo bất kỳ quy luật nào;} \\ D^\alpha \nabla D^\beta & \text{chúng được thực hiện tuần tự theo bất kỳ quy luật nào.} \end{cases}$$

Các chuyển động tương đối cùng loại của a_i so với a_j có một số tính chất sau:

$$D_{i(j)}^{+\alpha} \wedge D_{i(j)}^{-\alpha} = D_{i(j)}^{+\alpha} \vee D_{i(j)}^{+\alpha} = 0 \quad (9.56)$$

Ví dụ, phương trình $D_{9(8)}$, mô tả các chuyển động tương đối của bạc a_9 so với chốt a_8 (hình 9.28) khi bỏ qua ảnh hưởng của các chi tiết khác có dạng:

$$D_{9(8)} = D^{-\bar{x}} \vee \left(D^{+\bar{x}} \nabla D^{-\bar{x}} \right) \quad (9.57)$$

Tổng logic và tích logic của các chuyển động tương đối cùng loại của a_i so với a_j tuân theo quy luật đẳng tích:

$$\left. \begin{aligned} \bigvee_i^n D_i^\alpha &= D_\gamma^\alpha, & d_\gamma^\alpha &= \sum_i^n d_i^\alpha \\ \bigwedge_i^n D_i^\alpha &= D_\gamma^\alpha, & d_\gamma^\alpha &= \sum_i^n d_{i \min}^\alpha \end{aligned} \right\} \quad (9.58)$$

Phương trình $D_{i(j)}$ và $D_{j(i)}$ chứa các chuyển động cùng loại nhưng ngược chiều nhau.

Trong hệ tọa độ thực của các vật rắn, các dịch chuyển tương đối của a_i so với a_j được xác định có tính tới ảnh hưởng của các vật còn lại. Tập hợp này sẽ tạo ra một hệ phụ thuộc nếu graph lắp ráp của các vật này cũng là phụ thuộc. Các phần tử của $D_{i(j)}$ phụ thuộc vào cấu trúc của graph lắp ráp và được xác định theo công thức:

$$D_{i(j)} = \bigwedge_{j=1}^N (D_{i(j)})_j = \bigwedge_{j=1}^N \left(\bigvee_i^{i+1=j} D_{i(i+1)}^\alpha \right) \quad (9.59)$$

Với: N - tổng số các mạch đơn giản của a_i so với a_j trong graph lắp ráp.

Nếu graph lắp ráp là một mạch đơn ($j = 1$), thì:

$$D_{i(j)}^{\alpha} = \bigvee_i^{i+1=j} D_{i(j)}^{\alpha} \quad d_{i(j)}^{\alpha} = \sum_i^{i+1=j} d_{i(j)+1}^{\alpha} \quad (9.60)$$

Còn nếu graph có cấu trúc phức tạp hơn ($j > 1$) thì:

$$D_{i(j)} = \bigwedge_{j=1}^N D_{i(j)}^{\alpha} = \bigwedge_{j=1}^N (D_{i(j)}^{\alpha})_j \quad d_{i(j)}^{\alpha} = (d_{i(j)}^{\alpha})_{j, \min} \quad (9.61)$$

Với $(D_{\alpha_{i(j)}})_j$ được tính theo công thức 9.60 cho $D_{\alpha_{i(j)}}$.

Trong quá trình lắp ráp mỗi phần tử a_i của sản phẩm sẽ chuyển từ trạng thái tự do sang trạng thái liên kết. Bước chuyển này được thực hiện nhờ các chuyển động tương đối của a_i so với các phần tử đã được lắp đặt trước của sản phẩm. Quá trình lắp ráp a_i chỉ có thể thực hiện được, nếu các phần tử a_j đã được lắp đặt trước không cản trở nó. Các thành phần cản trở lắp đặt được mô tả bằng hệ phương trình sau:

$$D_{(a_i)} = \left\{ \begin{array}{ll} a_j \vee \dots \vee a_k \text{ khi } D_{i(j)} = \dots = D_{i(k)} = 0 & \text{nghĩa là không có phần tử nào trong số } a_i \dots a_j \\ & \text{cản trở quá trình lắp ráp;} \\ a_j \wedge \dots \wedge a_k \text{ khi } D_{i(j)} \wedge \dots \wedge D_{i(k)} = 0 & \text{nghĩa là các phần tử } a_i \dots a_j \text{ chỉ có thể cản trở quá} \\ & \text{trình lắp ráp nếu chúng tác động đồng thời;} \\ 0 & \text{nếu không có phần tử nào cản trở quá trình lắp ráp.} \end{array} \right\} \quad (9.62)$$

Các thành phần của phương trình mô tả $D_{i(j)}, \dots, D_{i(k)}$ có ảnh hưởng tới nội dung của phương trình $\overline{D}_{(a_i)}$ bao gồm cả các chuyển động tháo rời, nghĩa là nhờ nó mà loại bỏ được các mối lắp với các phần tử $a_j, \dots, a_k$. Các thành phần này có thể được xác định trực tiếp từ bản vẽ sản phẩm bằng cách phân tích đặc tính chuyển động của các phần tử. Ví dụ, với các chi tiết a_4, a_5, a_6, a_7, a_8 , (hình 9.28) phương trình của $\overline{D}_{(a_i)}$ có dạng:

$$\left. \begin{array}{l} \overline{D}(a_4) = (a_5 \vee a_6 \vee a_7) \\ \overline{D}(a_5) = (a_6 \wedge a_7) \wedge [a_8 \wedge (a_4 \wedge a_9)]; \\ \overline{D}(a_6) = a_7 \wedge \{a_8 \vee [a_9 \wedge (a_4 \vee a_5)]\}; \\ \overline{D}(a_7) = 0; \\ \overline{D}(a_9) = (a_7 \wedge a_8) \end{array} \right\} \quad (9.63)$$

Phân tích quan hệ không gian của các phần tử trong sản phẩm cho phép xác định các phương án thực hiện trình tự lắp ráp sản phẩm, đáp ứng điều kiện định vị và tiếp cận tới vị trí gá đặt của các cơ cấu chức năng khi lắp ráp.

Điều kiện định vị khi lắp ráp a_i sẽ được thực hiện, nếu trong số các phần tử đã lắp trước trong số các chuẩn lắp ráp có thể, có các phần tử có chứa đủ chỉ 1 chuẩn lắp ráp dạng

$B_p(a_i) = a_j \wedge \dots \wedge a_k$. Còn điều kiện tiếp cận vị trí lắp ráp sẽ được thực hiện, nếu trong số các chi tiết đã được lắp trước đó, không có chi tiết nào gây cản trở quá trình lắp của a_i dạng:

$$D_q(a_i) = a_j \wedge \dots \wedge a_k \quad (9.64)$$

Biểu thức chung mô tả các điều kiện trên có thể phát biểu như sau:

Quá trình lắp ráp tất cả các phần tử của sản phẩm $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ theo trình tự T_m sẽ thực hiện được nếu đảm bảo điều kiện sau:

$$\forall a_i \in A [\exists B_p(a_i)(B_p(a_i) \subseteq A_i^0)] \quad (9.65)$$

$$\forall a_i \in A [\forall D_q(a_i)(D_q(a_i) \not\subseteq A_i^0)] \quad (9.66)$$

Với: A_i^0 - tập hợp các phần tử của sản phẩm được lắp đặt trước a_i .

Trình tự lắp đặt T_m chỉ thực hiện được trong trường hợp khi điều kiện (9.65) và (9.66) được tuân thủ đồng thời. Ngược lại, T_m sẽ không thực hiện được.

Ví dụ, từ các phương trình $B(a_i)$ của chuẩn lắp ráp và phương trình $\overline{D}_{(a_i)}$ của các phần tử cản trở quá trình lắp ráp a_i , với các chi tiết $a_4, a_5, \dots, a_9$ (hình 9.28) trình tự lắp ráp theo điều kiện (9.65) sẽ là:

$$T_k' = a_8, a_7, a_9, a_4, a_5, a_6 \quad (9.67)$$

$$T_k'' = a_8, a_9, a_6, a_5, a_4, a_7 \quad (9.68)$$

Tuy vậy, chúng lại không đáp ứng điều kiện (9.66). Mặt khác theo điều kiện (9.66) có thể lắp ráp theo trình tự sau:

$$T_m' = a_8, a_4, a_9, a_5, a_6, a_7 \quad (9.69)$$

$$T_m'' = a_8, a_4, a_5, a_6, a_9, a_7 \quad (9.70)$$

Tuy vậy, chúng lại không đáp ứng điều kiện (9.65) và do vậy cũng không thực hiện được. Phương án lắp ráp duy nhất đáp ứng được cả hai điều kiện (9.65) và (9.66) là:

$T_m = a_8, a_9, a_4, a_5, a_6, a_7$. Vì trong phương án này, điều kiện định vị và tiếp cận vị trí lắp ráp sẽ thỏa mãn với tất cả các chi tiết trên mọi giai đoạn lắp ráp.

Điều kiện định vị và tiếp cận vị trí lắp ráp không chỉ ảnh hưởng tới trình tự lắp ráp các chi tiết mà còn ảnh hưởng tới khả năng thực hiện của tất cả các nguyên công lắp ráp khác, có sử dụng đến dụng cụ hoặc trang bị lắp ráp, khi mà giữa dụng cụ và các phần tử lắp ráp cần có quan hệ cơ học. Ví dụ, các dụng cụ (mũi khoan, mũi khoét, điện cực v...v) cần có vị trí tương đối chính xác so với sản phẩm. Điều kiện này giống ở quá trình định vị khi gá đặt chi tiết trong gia công cơ. Ngoài ra, quá trình lắp ráp chỉ có thể thực hiện được khi các cơ cấu chức năng này cùng dụng cụ của thiết bị tiếp cận được với vị trí lắp ráp.

Nếu ký hiệu các phần tử của sản phẩm, trang bị, dụng cụ và thiết bị có mối quan hệ cơ học với nhau khi thực hiện nguyên công k bằng tập hợp A_k , còn thành phần của các phần tử có ảnh hưởng đến điều kiện định vị và tiếp cận vị trí lắp ráp bằng tập hợp A_k^0 , thì điều kiện định vị và tiếp cận cần thiết để thực hiện nguyên công k sẽ có dạng:

$$\forall a_k \in A [\exists B_p(a_i)(B_p(a_i) \subseteq A_k^0)] \quad (9.71)$$

$$\forall a_k \in A [\forall D_q(a_i)(D_q(a_i) \not\subseteq A_k^0)] \quad (9.72)$$

Điều kiện (9.65), (9.66) là các trường hợp riêng của (9.71) và (9.72). Do đó, quan hệ không gian của các phần tử sản phẩm, trang bị phụ, dụng cụ và thiết bị trong quá trình lắp ráp là một trong những thông số chính ảnh hưởng đến nội dung và trình tự thực hiện các nguyên

công lắp ráp. Các phương pháp phân tích quan hệ không gian vừa xét cho phép xác định mức độ ảnh hưởng của yếu tố này bằng phương pháp tính toán, một điều kiện bắt buộc khi thực hiện tự động hoá quá trình thiết kế và tối ưu hoá quá trình công nghệ lắp ráp tự động.

9.3.2.2. Mô hình hoá các quá trình công nghệ lắp ráp bằng các phương pháp khác

Mô hình hoá bằng lý thuyết tập hợp

Bằng phương pháp này, cấu trúc của đối tượng lắp ráp A bất kỳ, được cấu thành từ n phần tử đơn giản (không phân chia được trong A) và được mô tả thông qua tập A, trong đó:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}, A \subseteq A \quad (9.73)$$

Với: A - tập hoặc vùng phân bố của tất cả các phân tử a_i có trong sản phẩm.

Thông thường khi mô hình hoá các quá trình công nghệ lắp ráp người ta sử dụng một số vùng sau:

A - Tập các phân tử kết cấu của sản phẩm;

P - Tập các phân tử vật chất của hệ thống sản xuất (như thiết bị, dụng cụ, trang bị công nghệ v...v);

T - Tập các nguyên công công nghệ;

F - Tập các tính chất của sản phẩm và hệ thống sản xuất.

Tính chất kết cấu của sản phẩm lắp ráp A có thể mô tả thông qua mối quan hệ của các phân tử a_i thuộc A, ($a_i \in A$) bằng các ma trận hai chiều đối xứng:

$$[A \times A] = \|a_{i(j)}\|_A = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & \dots & a_{l(n)} \\ a_{1(1)} & a_{1(2)} & \dots & a_{1(n)} \\ a_{2(2)} & a_{2(2)} & \dots & a_{2(n)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n(1)} & a_{n(2)} & \dots & a_{n(n)} \end{bmatrix} \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_n \end{matrix} \quad (9.74)$$

Ma trận (9.74) có thể được coi như một ma trận thay thế của graph $G = (A, C)$ có cung C_{ij} tương đương với các phân tử a_{ij} của ma trận hình 9.28.

Mô hình hoá bằng phương pháp logic toán học

Để mô tả đầy đủ hơn chi tiết và hệ thống sản xuất, người ta sử dụng phương pháp logic toán học. Phương pháp này có quan hệ hữu cơ với phương pháp mô hình hoá bằng lý thuyết tập hợp và graph quan hệ. Chuyển từ các mô hình tập hợp sang mô hình quan hệ logic giữa các phân tử sẽ cho phép chỉ rõ điều kiện tồn tại của các phân tử trong tập như một biến logic hai trạng thái (biến bool). Ví dụ, khi chuyển cụm F_i từ mô tả tập hợp sang mô tả bằng biến logic ta có phương trình sau:

$$F_i = \begin{cases} 1 - \text{khi } \forall m_i \in M(\omega_i < \Delta_i) \\ 0 - \text{khi } \exists M(\omega_i < \Delta_i) \end{cases} \quad (9.74)$$

Trong đó: M_i - tập các thông số của cụm F_i ,

ω_j - trường phân bố của các sai số của m_j ;

Δ_j - trường dung sai của sai số của thông số m_j .

Mô tả tính chất và quan hệ logic cho phép cụ thể hoá mô hình toán của đối tượng, phản ánh quan hệ nguyên nhân - hệ quả giữa các phần tử và tính chất của đối tượng.

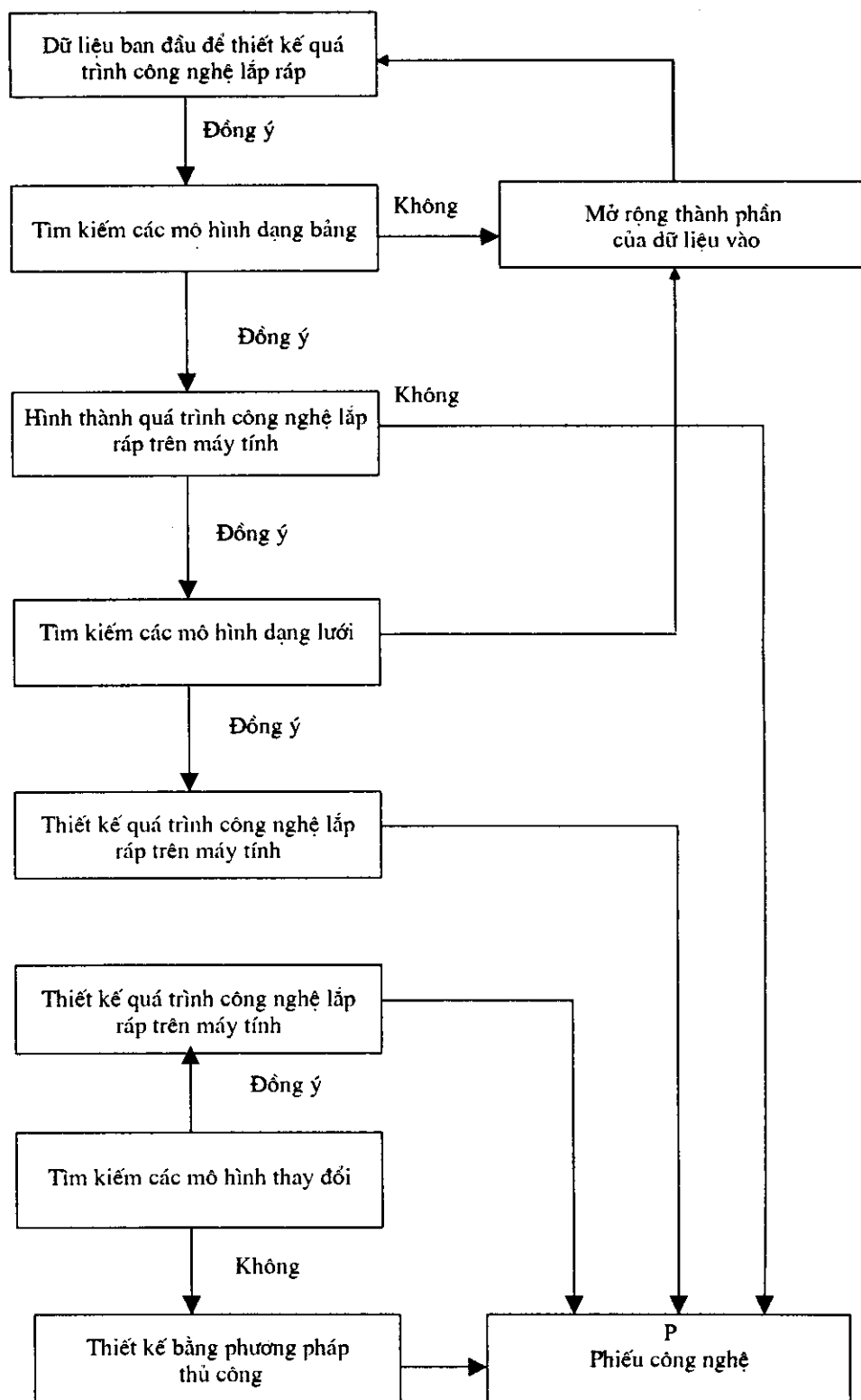
Khi mô hình hoá bằng các mô hình cấu trúc và quan hệ logic, có thể thiết lập mô hình toán cho bất kỳ sản phẩm lắp ráp hoặc hệ thống sản xuất nào, rồi giải chúng trên máy tính. Các mô hình này được lập trên cơ sở các quan hệ đã được xác lập giữa các phần tử của hệ thống, cũng như điều kiện thực hiện các quan hệ đó. Các dạng bài toán như, thiết kế phương án của quá trình công nghệ lắp ráp, chọn sơ đồ định vị, v...v sẽ rất dễ dàng có lời giải tối ưu khi ứng dụng các phương pháp này.

Mô hình hoá bằng các công cụ toán học

Mô hình hoá bằng các công cụ toán học là một phần không thể thiếu được khi thực hiện mô hình hoá các quá trình lắp ráp tự động. Để giải các bài toán cụ thể khi thiết kế công nghệ, ví dụ như tính chế độ gia công, định mức thời gian và chọn phương án lắp ráp, giá thành gia công v...v, trong hệ thống thiết kế quá trình lắp ráp tự động, người ta vẫn sử dụng các công cụ toán học thông thường như số học, đại số, hình học, toán giải tích v...v. Sự kết hợp hai phương pháp mô hình hoá cấu trúc và mô hình hoá toán học cho phép tạo ra một hệ thống nhất khi thiết kế các quá trình công nghệ lắp ráp tự động.

Trong các mô hình tính toán thực, chỉ có một số ít các đối tượng hoặc mối quan hệ có thể mô tả được. Các đối tượng và quan hệ phức tạp khác hoặc không thể mô tả được, hoặc chưa được nghiên cứu, sẽ rất khó biểu diễn bằng các công cụ toán học.

Do đó, ứng dụng các phương pháp tiêu chuẩn hoá, điển hình hoá, thống nhất hoá các quá trình công nghệ, các thiết bị và trang bị phụ, ứng dụng công nghệ nhóm v...v, sẽ góp phần đơn giản hoá các mô hình toán của các hệ thống sản xuất, giảm số dữ liệu vào và khối lượng tính toán trong máy tính. Thường các mô hình toán mô tả các hệ thống sản xuất được biểu diễn ở dạng bảng hoặc mô hình thay thế. Trong các mô hình dạng bảng, người ta lưu giữ các quá trình công nghệ nhóm và điển hình khi chưa có phương án thực hiện các nguyên công. Còn trong các mô hình lưới là các phương án thực hiện nguyên công có thể sử dụng. Trong các mô hình thay thế, có thể thay đổi tùy thuộc vào các tính chất cụ thể của sản phẩm và điều kiện sản xuất thực tế. Quá trình thiết kế quy trình công nghệ lắp ráp tự động thường được thực hiện theo trình tự như trên hình 9.29, bắt đầu từ việc tìm kiếm các quy trình công nghệ điển hình và nhóm theo các mô hình dạng bảng.



Hình 9.29. Tổ chức thiết kế quy trình công nghệ lắp ráp bằng phương pháp tự động

9.4. Ứng dụng rôbôt trong lắp ráp tự động

1.4.1. Các vấn đề chung

Rôbôt hoá quá trình công nghệ lắp ráp là một xu hướng phát triển của sản xuất hiện đại. Nó cho phép giảm giá thành và khối lượng gia công khi lắp ráp, tăng năng suất lao động và chất lượng sản phẩm lắp ráp, nâng cao độ linh hoạt của quá trình sản xuất. Lắp ráp tự động trên cơ sở rôbôt cho phép cải thiện chất lượng kiểm tra sản phẩm, nâng cao trình độ của đội ngũ công nhân viên. Ngoài ra, sử dụng rôbôt trong lắp ráp rất hiệu quả khi thực hiện các công việc yêu cầu thời gian dài, tác động nhanh, điều kiện làm việc độc hại (ví dụ trong môi trường nhiệt độ cao, phóng xạ, ồn v...v). Khả năng của các rôbôt có thể được thay đổi và mở rộng nhờ trang bị thêm cho chúng hệ thống cảm ứng (thị giác, xúc giác, thính giác v...v).

Hiệu quả sử dụng rôbôt sẽ được nâng cao nếu đảm bảo được các yêu cầu sau:

- Các chi tiết lắp ráp có tính công nghệ cao, phù hợp với công nghệ lắp ráp bằng rôbôt, nếu cần có thể sửa đổi tính công nghệ của nó. Cố gắng sử dụng các chi tiết được tiêu chuẩn hoá và thống nhất hoá;

- Các quy trình công nghệ lắp ráp được tiêu chuẩn hoá hoặc điển hình hoá;

- Rôbôt có cấu trúc môđun, nghĩa là được cấu thành từ các chi tiết và cụm chi tiết tiêu chuẩn hoá;

- Thiết lập các rôbôt điều khiển thích nghi hoặc chuyên dùng có kết cấu đơn giản, nâng cao khả năng hoạt động của các cơ cấu cầm nắm, cơ cấu chức năng, dụng cụ, cơ cấu định vị và gá kẹp; nâng cao độ tin cậy và vận tốc lắp ráp; đơn giản hoá chương trình và tăng số cánh tay trên rôbôt.

- Khi chọn kết cấu tối ưu của các rôbôt lắp ráp cần lưu ý rằng, kết cấu của nó càng đơn giản thì phục vụ nó càng dễ, khả năng xuất hiện hỏng hóc càng ít;

- Xác định quá trình công nghệ lắp ráp tối ưu, có tính tới quá trình vận chuyển đối tượng lắp ráp, sự liên kết của nó với các công đoạn của toàn bộ quá trình sản xuất;

- Thiết kế kết cấu rôbôt tối ưu, trên cơ sở sử dụng các cơ cấu và trang bị phục vụ điển hình;

- Chọn lựa hệ thống điều khiển phù hợp.

Khi thiết kế chọn lựa kết cấu tối ưu cho rôbôt cần quan tâm tới các thông số sau:

- Kết cấu phù hợp (ghép vào thiết bị chính, treo hoặc để bàn);

- Số bậc tự do chuyển động;

- Tải trọng nâng;

- Độ chính xác vị trí;

- Kích thước vùng làm việc, kiểu dẫn động dịch chuyển;

- Đặc điểm của quá trình thực hiện chương trình (chương trình cứng, mềm hoặc thích nghi);

- Phương pháp lập trình và kiểu điều khiển (điều khiển theo điểm, đường hoặc contour);

- Dạng dẫn động chính;

- Dung lượng bộ nhớ;

- Phương pháp dạy học;
- Vận tốc dịch chuyển của các cơ cấu chấp hành;
- Số tốc độ được điều khiển đồng thời;
- Mức độ thuận tiện phục vụ kỹ thuật;
- Phương pháp điều chỉnh để lắp ráp sản phẩm mới;
- Giá thành;
- Kích thước và trọng lượng.

Khi xác định các chuyển động chính của rôbốt cần lưu ý các chuyển động sau:

- Các chuyển động của tay rôbốt (không tính chuyển động của bàn tay);
- Các chuyển động định vị của cơ cấu công tác;
- Các chuyển động của thân rôbốt;

Tuy nhiên rôbốt cũng có một số nhược điểm sau:

- Khả năng tạo lực lắp ráp lớn theo phương thẳng đứng là thấp;
- Khi vận chuyển các chi tiết có khối lượng lớn, cụm khớp của rôbốt sẽ nhanh mòn, làm giảm độ chính xác vị trí;
- Sử dụng các rôbốt dạng cổng sẽ nâng cao độ cứng vững và độ ổn định động, nhưng lại làm cho kết cấu cổng kênh, khoảng không gian công tác giảm.

Trong thời gian gần đây các rôbốt lắp ráp chủ yếu sử dụng hệ tọa độ trụ, cầu hoặc vuông góc vì chúng không chỉ có độ cứng vững, độ chính xác vị trí cao, mà còn có khoảng không gian công tác rộng, vận tốc lắp ráp lớn, quỹ đạo chuyển động đa dạng.

9.4.2. Phân loại và đặc tính kỹ thuật của các rôbốt lắp ráp tự động

Có nhiều loại rôbốt lắp ráp khác nhau. Trong khuôn khổ giáo trình này, chúng tôi chỉ trình bày một số loại thông dụng nhất sử dụng trong lắp ráp tự động.

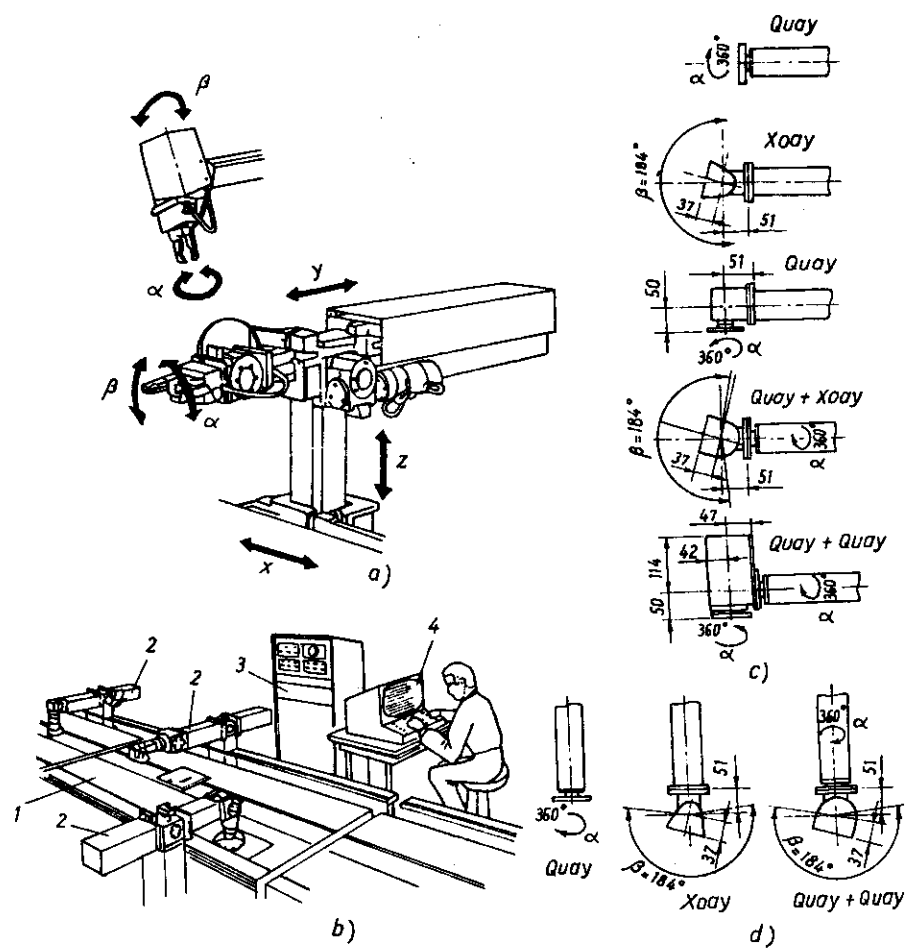
9.4.2.1. Rôbốt để bàn có cánh tay quay

Các rôbốt để bàn có cánh tay quay và hệ thống tọa độ trụ hoặc cầu. Trong các rôbốt này, cánh tay được kẹp trực tiếp trên bàn trượt. Bàn trượt có thể dịch chuyển theo phương thẳng đứng, vì vậy chúng sử dụng rất tốt cho các nguyên công vận chuyển và cấp phôi. Hãng FANUC của Nhật đã sử dụng các rôbốt để bàn kiểu A - 00, A - 0 và A - 1 trong nhiều công việc như lắp ráp, cấp phôi, hàn cắt bằng quang điện, dán, v...v. Các rôbốt trên có độ chính xác vị trí đạt $\pm 0,05$ mm.

Tất cả các rôbốt kiểu A đều cho phép điều khiển tự động bằng tay các chuyển động quay và tịnh tiến theo bốn trục (kiểu A - 00), 5 trục (kiểu A - 1). Chúng cũng dễ dàng được thay thế các khối chương trình và bàn tay khi sản phẩm thay đổi. Cấu trúc điển hình của một rôbốt để bàn cho trên hình 9.30.

Rôbốt này có hệ tọa độ vuông góc trong không gian 3 chiều x, y, z. Các cụm chức năng (cơ khí và điều khiển) có kết cấu tiêu chuẩn, rất thuận tiện khi sản phẩm thay đổi, dễ dàng hiệu chỉnh lại chương trình. Có thể kết hợp nhiều rôbốt loại này vào một hệ thống nhất, điều khiển bằng một máy vi tính. Cơ cấu công tác 2 của chúng có thể dịch chuyển dọc bàn lắp ráp 1 theo ba tọa độ x, y và z (hình 9.30). Các rôbốt này được điều khiển trực tiếp từ máy tính 3. Chương trình lắp ráp được đưa lên màn hình. Mỗi tay máy có thể có từ 3 đến 5 chuyển động

thành phần. Nhờ kết hợp các môđun quay theo phương ngang và thẳng đứng, có thể tạo ra các dạng chuyển động như trên hình 9.30.c và 9.30.d.



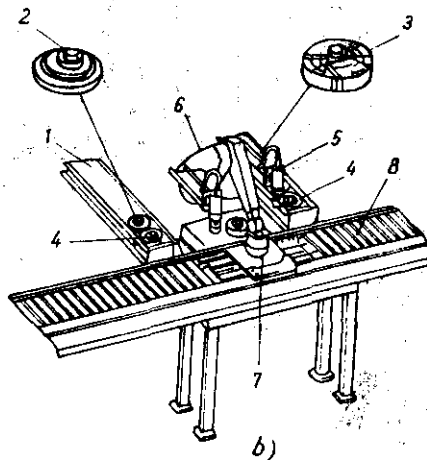
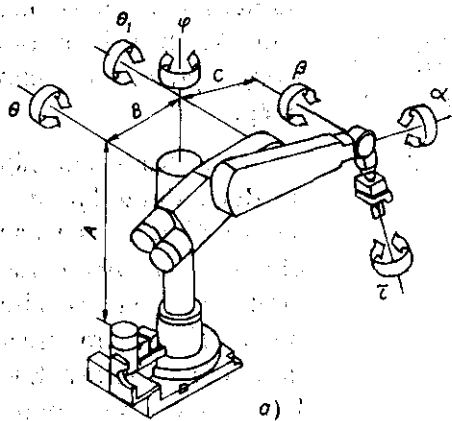
Hình 9.30. Sử dụng rôbốt A-3000

a) Sơ đồ cánh tay; b) Hệ thống chuyển động của rôbốt; 1. Bàn lắp; 2. Cơ cấu công tác; 3. Máy tính.
c, d) Sơ đồ vị trí nằm ngang và thẳng đứng của bàn tay.

Chuyển động của cơ cấu công tác của rôbốt theo cả ba hệ trục tọa độ và dẫn động của các môđun quay được thực hiện nhờ các động cơ điện một chiều, còn xác định vị trí công tác thực hiện nhờ các đầu đo quay. Các phân tử kẹp của bàn tay có cơ cấu đo lực dọc trục z ở phía đáy. Cơ cấu này sẽ tạo ra lệnh loại bỏ các chi tiết, khi lực dọc trục lớn hơn giá trị cho phép.

Khi cần thiết, có thể đưa thêm thông tin vào chương trình nguồn cho phù hợp với từng điều kiện lắp ráp cụ thể. Có thể lập trình riêng cho từng rôbốt, sau đó phối hợp chu kỳ của chúng để tạo ra sự đồng bộ cần thiết.

Các rôbốt để bàn với cánh tay nhiều khớp khá gọn. Chúng có kích thước nhỏ nhưng lại có khả năng phục vụ trong một vùng công tác rộng. Các rôbốt này được mô phỏng theo hệ thống cánh tay và bàn tay của con người nên được sử dụng rất rộng rãi (hình 9.31.a). Chúng có thể sử dụng để lắp ráp, cấp phối, đóng gói, hàn và kiểm tra sản phẩm. Chúng có thể có từ 5 đến 6 chuyển động cơ bản (quay của thân, vai và khuỷu tay, hai hoặc ba chuyển động quay của bàn tay). Tùy thuộc vào từng nguyên công cụ thể, bàn tay và các dụng cụ lắp ráp sẽ có kết



Hình 9.31. Sơ đồ robot của hãng Puma

a) Sơ đồ tổng thể của robot Puma;

b) Ứng dụng robot kho lắp ráp các nắp trực động cơ:

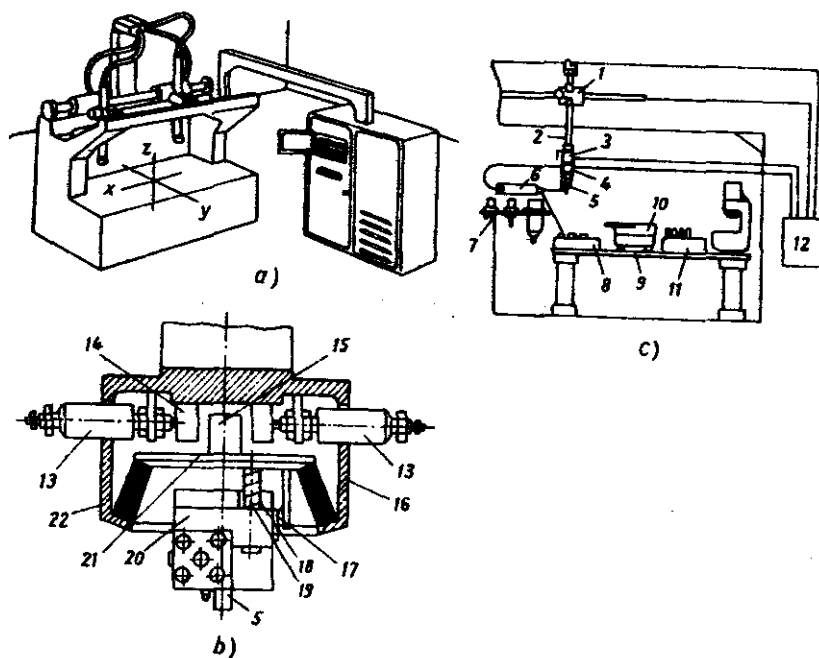
1, 8. Băng tải; 2. Nắp trực sau; 3. Nắp trực trước; 4. Vị trí cấp phát;
5. Camera vô tuyến; 6. Robot; 7. Đồ gá vệ tinh.

giảm đi rất nhiều (trong một số trường hợp có thể không cần đến chúng). Hệ thống camera có thể gá cố định hoặc di động. Các camera sẽ tiếp nhận tín hiệu về vị trí của đối tượng rồi chuyển các tín hiệu này ở dạng số về bộ chuyển đổi và lưu giữ thông tin (bộ tiền xử lý), sau đó các tín hiệu này sẽ được gia công thành các mã tín hiệu rồi chuyển đến môđun thị giác. Môđun này sẽ gia công hình ảnh của đối tượng, phối hợp, so sánh nó với các đặc tính của đối tượng chuẩn được lưu giữ trong bộ nhớ để đưa ra các lệnh cần thiết điều khiển robot.

9.4.2.2. Robot dạng cổng

Robot dạng cổng, (hình chữ II) cho phép nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ theo phương thẳng đứng và tạo điều kiện phục vụ nhiều vị trí bằng một robot. Các robot có thể được trang bị hệ thống thay thế bàn tay và dụng cụ tự động. Dụng cụ và bàn tay chứa trong ổ chứa sẽ được lắp với bích kẹp trung gian theo chương trình định trước. Thường mỗi robot hình chữ II có từ 2 đến 4 cánh tay được lập trình độc lập. Phần thân robot được đặt trên bàn trượt và dịch chuyển dọc nhờ hai sòng trượt song song. Cánh tay được lắp đặt trong giá trượt, có khả năng dịch chuyển theo phương thẳng đứng nhờ sòng trượt. Mỗi cánh tay đều có thể di động theo ba phương x , y , z (hình 9.32.a). Nếu cần thiết có thể lắp thêm một hoặc hai môđun bàn tay có trục nằm ngang hoặc thẳng đứng. Dịch chuyển của cánh tay thực hiện nhờ động cơ điện một chiều. Vị trí dịch chuyển được kiểm tra bằng cảm biến quang điện, hoạt động theo nguyên lý xung. Chuyển động thẳng đứng của cánh tay thực hiện nhờ xilanh thủy lực. Hệ thống cảm biến gồm các chi tiết đặt trong giá treo, có thân 21 tỷ vào chi tiết còn 16 bằng bốn phần tử đàn hồi 22. Hai lò xo 18 lắp trên trục dẫn 19 được gắn với bích thay thế 20. Trên bích 20 người ta lắp bàn tay 5. Giá trị dịch chuyển của lò xo 18 vào khoảng 10 mm, và được đo bằng cảm biến chiều dài kiểu không tiếp xúc 17. Giá treo được định vị bằng xilanh khí nén 13, cam 14 và chốt 15. Nhờ phần tử đàn hồi 22 và lò xo 18, động học của cánh tay và bàn tay của robot độc lập so với nhau. Nhờ giá treo đàn hồi có sáu bậc tự do và cơ cấu đo phản

cấu phù hợp. Hệ thống điều khiển được chế tạo dựa trên cơ sở của các bộ vi xử lý. Chương trình có thể gõ trực tiếp từ bàn phím và lưu giữ trong máy tính. Các robot này đôi khi còn được lắp bổ sung hệ thống thị giác, các loại cảm biến quan sát và xúc giác. Nhờ vậy, nó có thể xác định vị trí của đối tượng, kiểm tra chất lượng quá trình và thực hiện điều khiển thích nghi khi tiến hành các nguyên công lắp ráp, tính linh hoạt được nâng cao, các đồ gá định vị, cấp phối v...v sẽ đơn



Hình 9.32. Rôbốt Xigma - MT1

a) Sơ đồ rôbốt; b) Sơ đồ hệ thống xensơ - cảm biến của bàn tay;
c) Sơ đồ trang bị hệ thống xensơ thị giác của rôbốt;

- 1 - Cụm cơ cấu lập trình của rôbốt; 2 - Bàn tay; 3 - Xenso cảm ứng;
4 - Mâm cặp dùng để kẹp chặt bàn tay và dụng cụ; 5 - Bàn tay;
6 - Camera điều khiển từ xa; 7 - Ổ chứa các loại bàn tay và dụng cụ;
8 - Đồ gá lắp ráp; 9 - Đế thay thế; 10 - Đồ gá dẫn hướng chi tiết;
11 - Ổ chứa chi tiết; 12 - Máy vi tính; 13 - Xilanh khí nén; 14 - Cam;
15 - Chốt; 16 - Côn đỡ; 17 - Cảm biến đo dịch chuyển thẳng;
18 - Lò xo; 19 - Dẫn hướng; 20 - Bích gá thay thế;
21 - Thân rôbốt; 22 - Phần tử đàn hồi.

9.4.2.3. Rôbốt môđun - tổ hợp

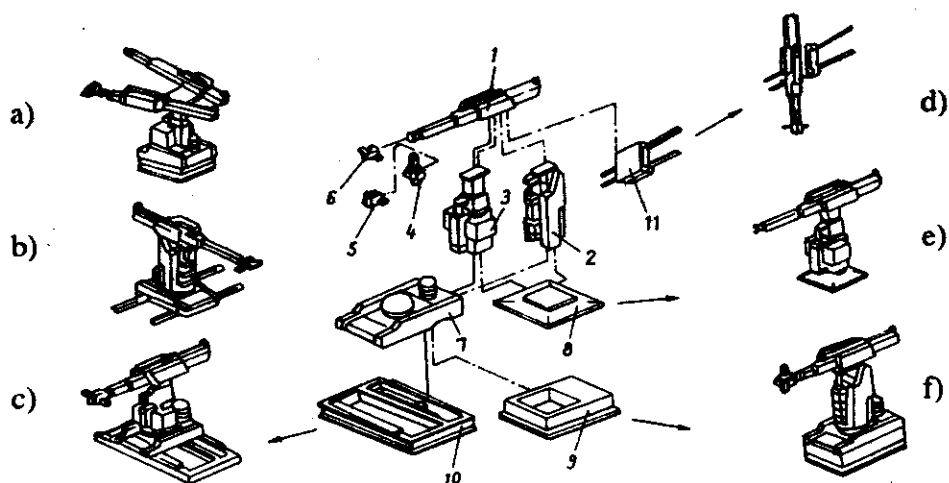
Khi thiết kế rôbốt, người ta sử dụng nguyên tắc *môđun - tổ hợp* để tạo ra các loại rôbốt có cấu trúc và chức năng khác nhau với các đặc tính tối ưu, hiệu quả cao cho từng nhiệm vụ cụ thể. Các môđun đơn lẻ (các phần tử chuyển động và các cụm dẫn động của bàn tay) sẽ được lắp ráp với các môđun - động cơ như động cơ khí nén, thủy lực được lập trình sẵn (hình 9.33). Nguyên tắc này cho phép giảm đáng kể thời gian thiết kế, chế tạo và giá thành của rôbốt.

Tuy nhiên, các rôbốt môđun - tổ hợp cũng có một số nhược điểm sau: do số lượng các môđun khác loại có hạn nên khi tổ hợp rôbốt, có thể gây ra trọng lượng thừa không cần thiết, giảm độ cứng vững, các đặc tính động học và chính xác của rôbốt. Hãng Mitsubishi (Nhật) đã chế tạo một loạt các rôbốt môđun - tổ hợp (rôbốt Robitus RC) làm việc trong hệ tọa độ trụ, cầu và vuông góc. Chúng có thể thực hiện nhiều loại công việc khác nhau như định vị, vận chuyển, lắp ráp, cấp phối v.v.v. Kết cấu điển hình của các rôbốt này có dạng như trên hình 9.34.

lực xuất hiện khi lắp ráp, rôbốt sẽ có khả năng bù trừ các dịch chuyển tương đối và độ nghiêng của các đường tâm các chi tiết lắp ráp trong phạm vi cho phép.

Quá trình lắp ráp sẽ được dừng lại, nếu sai số định vị của các chi tiết và phản lực vượt quá giá trị cho phép. Kiểm tra hoạt động của cánh tay thực hiện nhờ hệ thống xensơ cảm ứng thông qua các camera điều khiển từ xa.

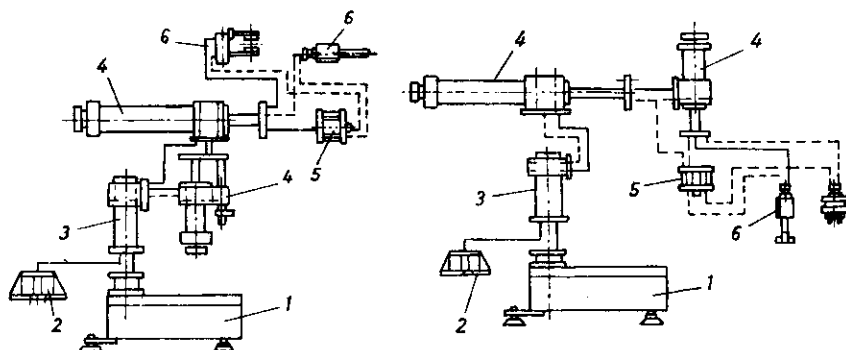
Để nâng cao khả năng công nghệ của các rôbốt, người ta trang bị thêm cho chúng các xensơ thị giác như trên hình 9.32.b. Hệ thống cảm biến này cho phép trao đổi, điều khiển và kiểm tra quá trình lắp ráp.



Hình 9.33. Sơ đồ tổ hợp rôbốt Robitus RC (Nhật)

- a) Rôbốt cố định có trục quay và 2 tay máy dịch chuyển thẳng lên xuống theo hai trục;
 b) Rôbốt di động có trục quay và cánh tay có khả năng dịch chuyển lên xuống và quay nghiêng;
 c) Rôbốt di động có trục quay và cánh tay dịch chuyển lên xuống;
 d) Rôbốt treo di động một cánh tay;
 e) Rôbốt cố định không có trục quay, cánh tay dịch chuyển lên xuống;
 f) Rôbốt cố định có trục quay cánh tay, có thể nghiêng và dịch chuyển lên xuống;
 1 - Cánh tay kiểu ống lồng (để đưa cánh tay ra hoặc co lại); 2 - Trụ để quay nghiêng;
 3 - Trụ nâng (thực hiện dịch chuyển lên xuống); 4 - Cụm quay nghiêng theo chiều thẳng đứng;
 5 - Cụm quay cổ tay và cánh tay; 6 - Cụm quay cổ tay; 7 - Cụm quay trụ đỡ;
 8 - Thân cố định; 9 - Thân cố định để gá cụm quay trụ đỡ; 10 - Cụm dịch chuyển ngang của cụm quay trụ đỡ; 11 - Cụm bàn trượt dịch chuyển thẳng.

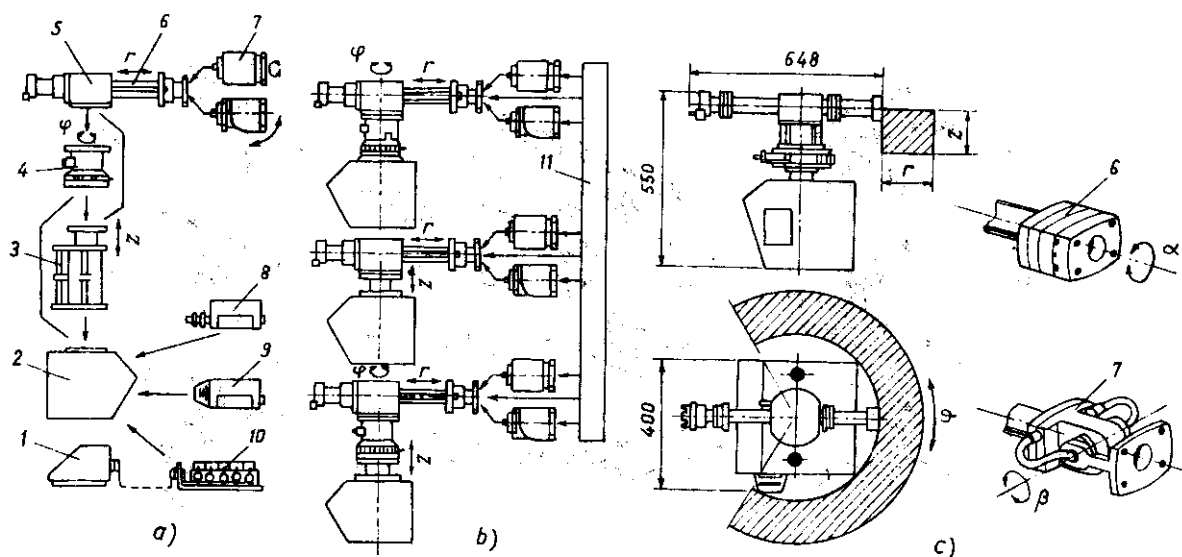
Chiều dài dịch chuyển của các môđun dịch chuyển thẳng có thể thay đổi từ 40 đến 350 mm. Môđun quay đảm bảo cho cánh tay có thể quay được một góc 180°. Môđun xoay dùng để quay bàn tay. Góc quay có thể đạt 180°. Cánh tay được gá trực tiếp vào môđun dịch chuyển thẳng hoặc môđun xoay. Vận tốc dịch chuyển của bàn tay đạt tới 1,5 m/s. Vận tốc góc cực đại đạt 180°/s; sai số định vị $\pm 0,2$ mm, nếu trọng lượng chi tiết không



Hình 9.34. Sơ đồ tổ hợp rôbốt IMM (Bungari)

- 1 - Thân; 2 - Bích đỡ; 3 - Môđun quay;
 4 - Môđun dịch chuyển thẳng đứng;
 5 - Môđun xoay;
 6 - Bàn tay (lắp trực tiếp hoặc qua bích nối thẳng đứng).

vượt quá 5 kG. Trên hình 9.35 là một số kết cấu của rôbốt môđun - tổ hợp kiểu ПП 18-2 (Nga).



Hình 9.35. Sơ đồ lắp ráp rôbốt môđun PIP18-2 (Nga)

a) Cấu trúc tuần tự của các phần tử; b) Một số phương án tổ hợp rôbốt;
c) Sơ đồ tổ hợp rôbốt;

- 1 - Khối chương trình; 2 - Thân; 3 - Cơ cấu dịch chuyển thẳng;
4 - Cơ cấu quay; 5 - Cơ cấu dịch chuyển ngang; 6 - Cơ cấu đảo phôi;
7 - Cơ cấu uốn; 8 - Bộ chuyển đổi cơ khí; 9 - Bộ chuyển đổi điện - cơ;
10 - Bộ chuyển đổi điện - khí nén; 11 - Các loại bàn tay.

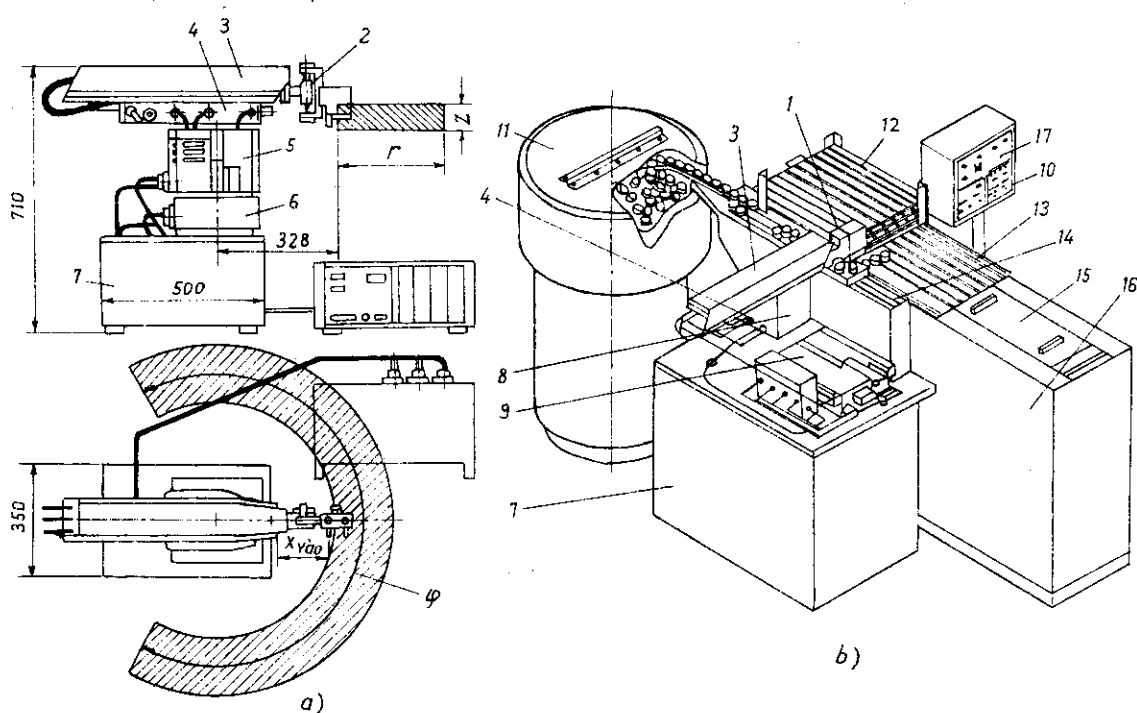
Với các cụm trên hình 9.35.a có thể tổ hợp thành 54 phương án khác nhau. Các cơ cấu quay, uốn và đảo phôi thực hiện nhờ các xilanh khí nén. Các cơ cấu dịch chuyển thẳng thực hiện nhờ các xilanh thủy lực. Rôbốt cũng được trang bị các cơ cấu giảm chấn, bảo đảm cho cánh tay chuyển động tới điểm cần thiết nhẹ và êm.

Các rôbốt PIP 18-2 được trang bị một trong ba cơ cấu điều khiển dạng cơ khí (cam và trục phân phối), cơ điện (động cơ đồng bộ và hộp giảm tốc), điện tử (cơ cấu điều khiển theo chu kỳ vô cấp). Trên hình 9.35.a và 9.35.b là một số phương án tổ hợp của các rôbốt trên. Một số đặc tính kỹ thuật của các rôbốt này cho trong bảng 9.1.

Bảng 9.1. Đặc tính kỹ thuật của các rôbốt PIP 18 - 2

Đặc Tính	PIP 18 - 2		
	Loại 1	Loại 2	Loại 3
Sức nâng danh nghĩa, kg	110		
Số bậc tự do chuyển động	3	4	4
Cơ cấu điều khiển	Khí nén, chu kỳ		
Sai số định vị, mm	+ 0,1		
Số tọa độ được lập trình	3	4	4
Dịch chuyển thẳng (khí vận tốc 0,3 m/s)	25 ÷ 60	2 ÷ 100	2 ÷ 160
Dịch chuyển thẳng (khí vận tốc 0,2 m/s)	20 ÷ 60	20 ÷ 100	20 ÷ 160
Dịch chuyển góc, độ (với vận tốc 160°/s)			
φ		240	180
α		90	
β			
Khoảng vươn lớn nhất của cánh tay, mm	328	422	400
áp suất khí nén, MPa	0,4		
Trọng lượng, kG	60		

Các rôbôt mini ПМР - 0,5 - 254КПВ (hình 9.36) được chế tạo để thực hiện các nguyên công chính và phụ của quá trình lắp ráp dụng cụ đo. Chúng có kích thước rất gọn, nên dễ dàng bố trí tại những nơi có diện tích hẹp.



Hình 9.36. Sơ đồ tổ hợp rôbôt ПМР - 0,5 - 254КПВ

Tổ hợp lắp ráp trên cơ sở rôbôt ПМР - 0,5 - 254КПВ

- a): 1. Bàn tay; 2. Cổ tay; 3. Xilanh khí nén hai giới hạn; 4. Xilanh khí nén nhiều giới hạn; 5. Môđun nâng; 6. Môđun quay; 7. Thân rôbôt.
 b): 1. Bàn tay; 3. Xilanh khí nén hai giới hạn; 4. Xilanh khí nén nhiều giới hạn; 7. Thân rôbôt; 8. Trụ đứng; 12. Ổ chứa; 13. Bể chứa; 14. Bể tải; 16. Thân đế; 17. Hệ thống điều khiển thiết bị rung và băng tải.

Cũng tại Nga, người ta đã chế tạo các rôbôt ПР 5 - 2 để thực hiện các nguyên công chính và phụ của quá trình lắp ráp các chi tiết có kích thước nhỏ trên cơ sở của các môđun tiêu chuẩn. Bằng các môđun tiêu chuẩn có thể tổ hợp thành 425 số cấu trúc với 1, 2, 3, 4 và 5 bậc tự do chuyển động. Hệ thống các môđun bao gồm 4 môđun dịch chuyển thẳng, một môđun quay và 4 phần tử trung gian sử dụng để nối kết các môđun với nhau (hình 9.37).

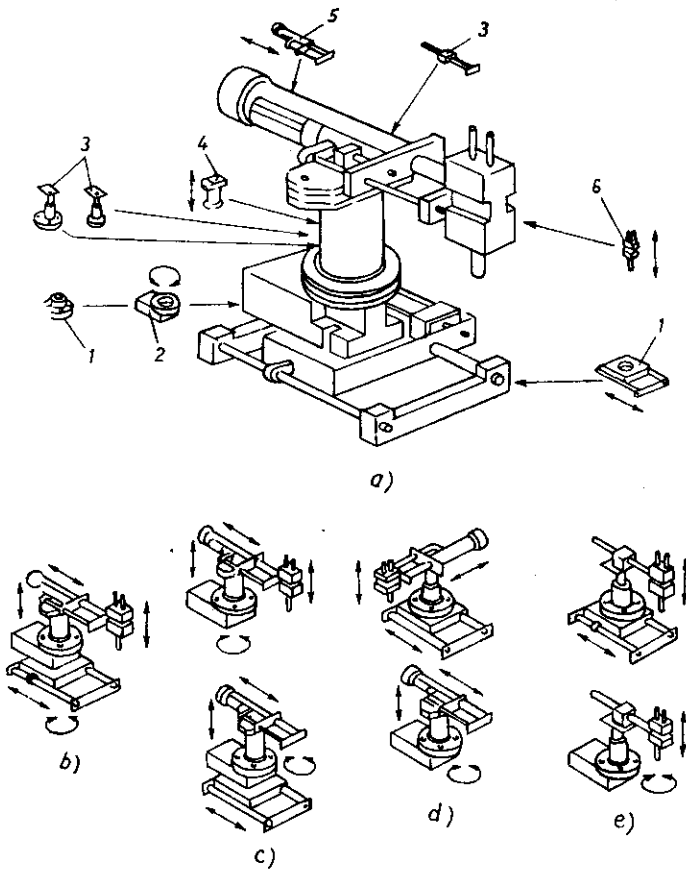
Các môđun dịch chuyển thẳng МА - 5 được sử dụng để di chuyển các phần tử chuyển động trong mặt phẳng ngang theo cả hai phương trái và phải. Sơ đồ của các môđun này như trên hình 9.38.a. Còn đặc tính của nó cho trong bảng 9.2.

Các rôbốt ПП5 - 2 có thể được tổ hợp từ 2, 3, 4 hoặc 5 môđun. Nối kết các môđun thực hiện nhờ các cụm nối kết tiêu chuẩn. Đặc tính kỹ thuật của các rôbốt ПП5 - 2 cho trong bảng 9.3.

Môđun dịch chuyển thẳng MA - 3 dùng để di chuyển các cơ cấu công tác hoặc đối tượng lắp ráp. Nó có thể có vị trí bất kỳ trong không gian. Sơ đồ cấu trúc của môđun MA - 3 như hình 9.38.b, còn đặc tính kỹ thuật của nó cho trong bảng 9.4.

Môđun dịch chuyển thẳng MA - 4 thực hiện dịch chuyển thẳng đứng của cơ cấu công tác hoặc đối tượng lắp ráp. Sơ đồ của môđun này cho trên hình 9.38.f, còn đặc tính kỹ thuật của nó cho trong bảng 9.5.

Môđun MA - 7 dùng để thực hiện các dịch chuyển thẳng của cơ cấu công tác hoặc đối tượng lắp ráp. Nó có thể có vị trí bất kỳ trong không gian. Sơ đồ cấu trúc của môđun MA - 7 như trên hình 9.38.e với các đặc tính kỹ thuật sau: dịch chuyển thẳng tối đa 20 mm; vận tốc dịch chuyển 0,1 m/s; sai số vị trí $\pm 0,05$ mm; Tải trọng nâng 0,32 kG; Trọng lượng 0,35 kG.

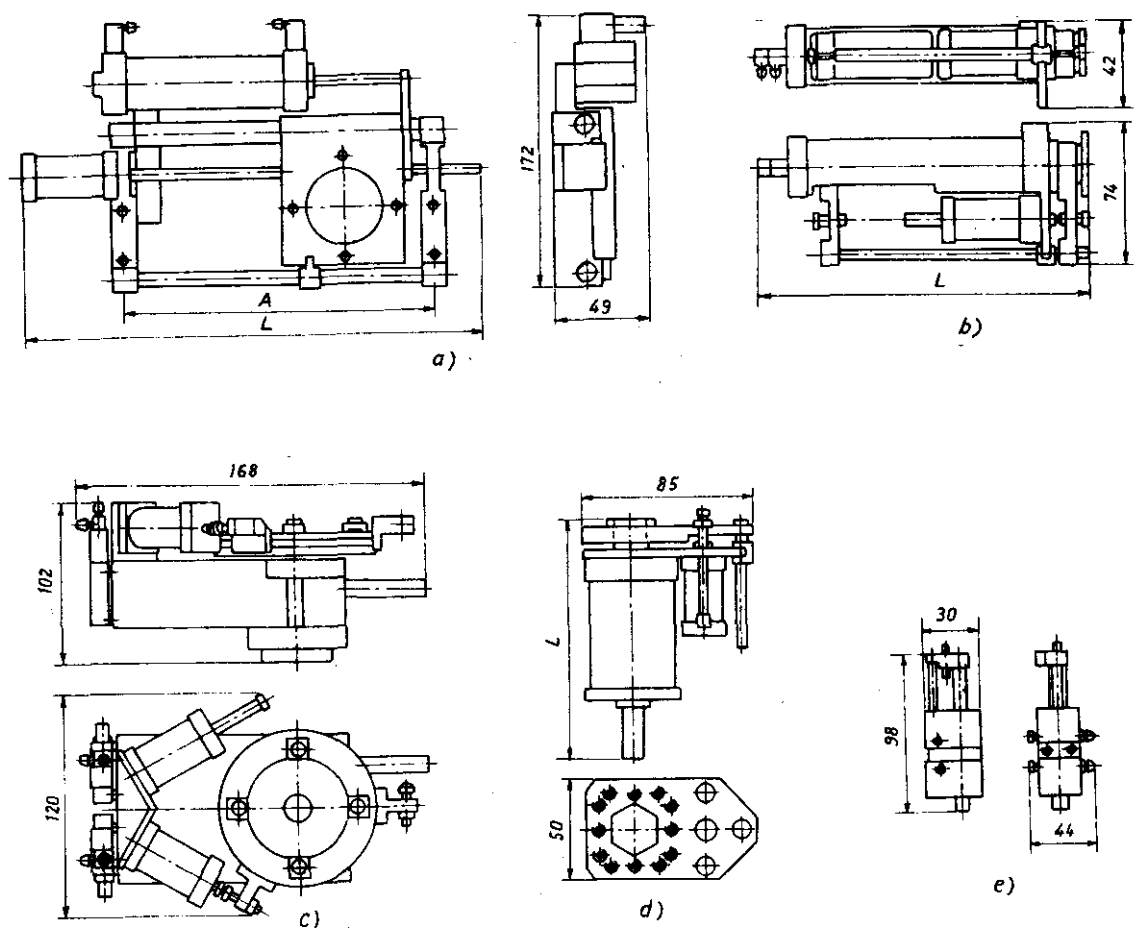


Hình 9.37. Các loại rôbốt ПП5 - 2;

- a) Sơ đồ cấu trúc hệ thống của các môđun;
b) Cấu trúc có 5 bậc tự do; c) Cấu trúc có 4 bậc tự do;
d) Cấu trúc có 3 bậc tự do; e) Cấu trúc có 2 bậc tự do.

1 - Môđun dịch chuyển thẳng; 2 - Môđun quay;
3 - Các cụm nối kết trung gian;

Môđun MA - 13 thực hiện chuyển động quay của đối tượng quanh trục thẳng đứng. Sơ đồ cấu trúc của nó như hình 9.38.c với các đặc tính sau: góc quay tối đa 180°; sai số vị trí khi cánh tay có độ dài công xôn 200 mm là $\pm 0,05$ mm; tải trọng nâng ở khoảng cách này là 0,63 kG; trọng lượng 1,6 kG.



Hình 9.38. Sơ đồ các môđun dịch chuyển thẳng (a, b, e, d) và quay (c) của rôbốt PP5 - 2
a) Môđun MA - 5; b) Môđun MA - 3; c) Môđun MA - 13; d) Môđun MA - 4; e) Môđun MA - 7

Bảng 9.2 Đặc tính kỹ thuật của các môđun dịch chuyển thẳng MA - 5

Đặc tính	MA - 5 - 50	MA - 5 - 80	MA - 5 - 16	MA - 5 - 20
Dịch chuyển thẳng tối đa, mm	50	80	160	200
Kích thước, mm A	155	185	265	305
L	230	260	425	508
Sai số định vị, mm	± 0.05			
Vận tốc dịch chuyển, m/s	0,1	0,2	0,2	0,2
Tải trọng nâng, kG	6,3			
Trọng lượng, kG	2,3	2,4	2,9	3,4

Bảng 9.3. Đặc tính kỹ thuật của các rôbot TLP 5 - 2

Đặc tính kỹ thuật	Giá trị
Tải trọng nâng định mức, kG	0,2
Số bậc tự do chuyển động	Tối 5 bậc
Dạng dẫn động	Khí nén
Hệ thống điều khiển	Chu kỳ điều khiển điện tử hoặc khí nén với dẫn động điện
Hệ thống tọa độ	Vuông góc, trụ
Sai số định vị	$\pm 0,1$ mm
Dịch chuyển thẳng của các môđun: MA - 5	15 - 200
MA - 4	15 - 50
MA - 3	15 - 150
MA - 7	0 - 20
MY - 13	
Góc quay của các môđun	0 - 180°
Thời gian chu kỳ, giây (s)	2
Trọng lượng, kG	Tối 7
Kích thước bao, mm	425 × 180 × 256

Bảng 9.4. Đặc tính kỹ thuật của các môđun dịch chuyển thẳng MA - 3

Đặc tính	MA - 3 - 45	MA - 3 - 75	MA - 3 - 105	MA - 3 - 150
Dịch chuyển thẳng tối đa, mm	45	75	105	150
Kích thước L, mm	163	193	223	268
Sai số định vị, mm	$\pm 0,05$			
Vận tốc dịch chuyển, m/s	0,1	0,2	0,2	0,2
Tải trọng nâng, kG	0,63			
Trọng lượng, kG	1,0	1,4	1,8	2,2

Bảng 9.5. Đặc tính của các môđun dịch chuyển thẳng MA - 4 - 50

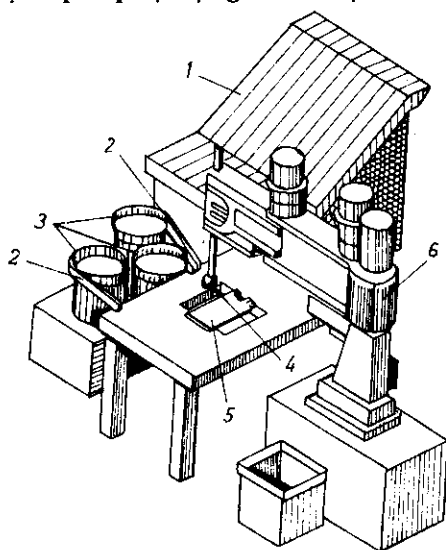
Đặc tính kỹ thuật	MA - 4 - 30	MA - 4 - 50
Dịch chuyển tối đa, mm	15 - 30	15 - 50
Kích thước L, mm	138	178
Sai số định vị, mm	$\pm 0,05$	
Tải trọng nâng, kG	2,0	
Trọng lượng, kG	1,1	1,4

9.4.2.4. Sử dụng hệ thống rôbốt trong kỹ thuật lắp ráp tự động linh hoạt

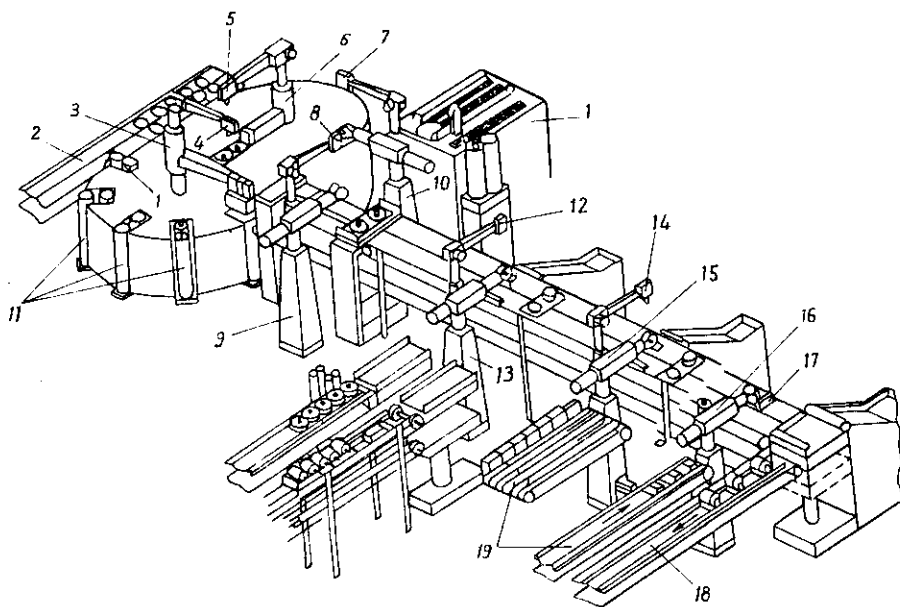
Hình 9.39 là sơ đồ của một trung tâm lắp ráp tự động có sử dụng rôbốt "Skulam" (Nhật Bản). Sản phẩm lắp ráp được đưa vào vị trí lắp ráp từ ổ chứa tự động ở trạng thái đã định hướng chính xác. Theo chương trình đã cài đặt từ trước, rôbốt sẽ cầm các chi tiết rồi đặt chúng lên chi tiết cơ sở.

Hình 9.39. Sơ đồ trung tâm lắp ráp tự động với rôbốt Skulam

1. Ổ chứa tự động nhiều ngăn;
2. Máng nạp phôi;
3. Phễu cấp phôi rung;
4. Bàn tay;
5. Sản phẩm lắp ráp;
6. Rôbốt.



Hình 9.40 là dây chuyền tự động linh hoạt để lắp ráp động cơ điện.



Hình 9.40. Sơ đồ dây chuyền tự động lắp ráp linh hoạt động cơ điện.

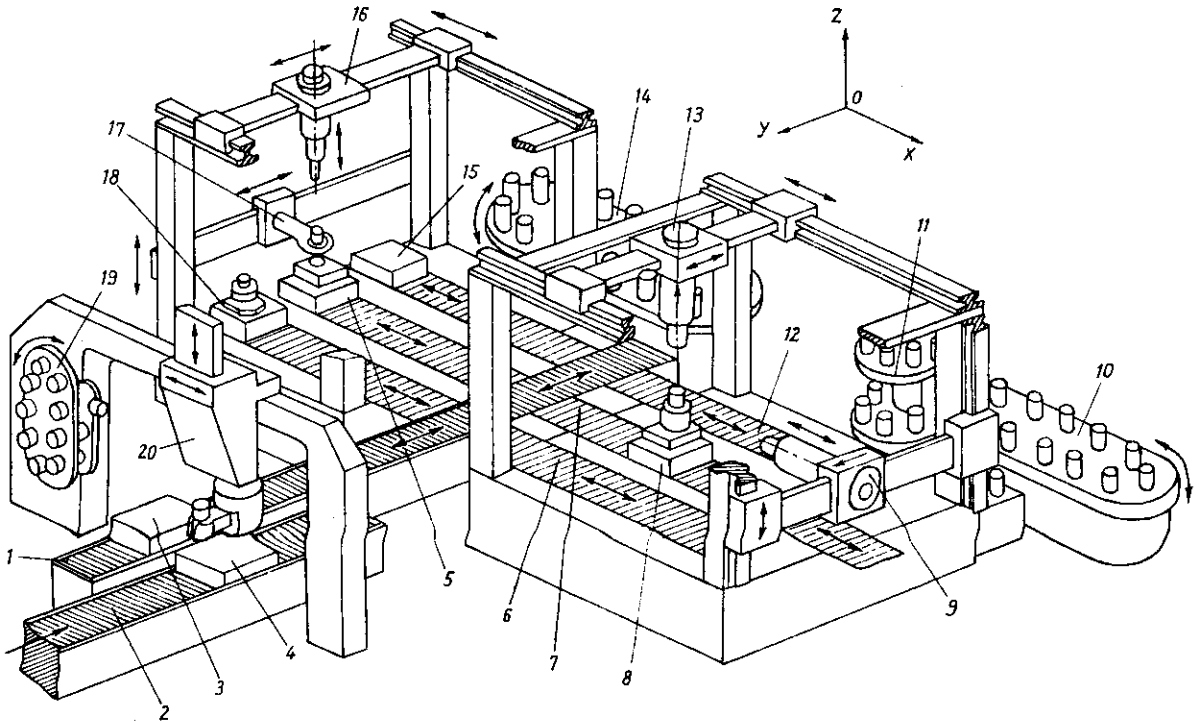
1. Ổ cấp tự động; 2, 11. Cơ cấu vận chuyển-chứa phôi;
- 3, 6, 9, 10, 13, 15, 16. Rôbốt; 4, 5, 7, 8, 12, 14. Camera;
17. Cơ cấu quan sát; 18. Dây chuyền; 19. Bảng tải cấp liệu.

Với các chi tiết có hình dáng phức tạp hơn, hệ thống sử dụng hai rôbốt 9 và 10 với các camera 7 và 8; cấp chi tiết rồi cho các rôbốt 3, 6, 9, 10 thực hiện nhờ cơ cấu vận chuyển - chứa phôi liên hợp 2 và 11 cùng ổ cấp tự động 1. Công đoạn lắp ráp tiếp theo được rôbốt 13 và 15 với các camera 12 và 14 thực hiện bảo đảm các chi tiết lắp ráp có vị trí chính xác yêu cầu. Rôbốt 15 còn được trang bị thêm cảm biến đo lực dùng để kiểm tra lực xiết của các bulông.

Dây chuyền có hệ thống senxo thị giác dùng để điều khiển các rôbốt lắp ráp. Kỹ thuật viên phục vụ dây chuyền có nhiệm vụ theo dõi việc cấp phôi, hiệu chỉnh thiết bị và chương trình khi thay đổi sản phẩm, khắc phục sự cố khi làm việc. Trên công đoạn lắp ráp sơ bộ hai nắp biên có hai rôbốt 3 và 6 được trang bị các camera điều khiển từ xa 4 và 5. Nhờ các camera này, hệ thống sẽ tự động kiểm tra chất lượng quá trình lắp ráp và hiệu chỉnh lại vị trí của các nắp biên.

Rôbot 16 thực hiện công đoạn lắp ráp cuối cùng trên động cơ. Cơ cấu quan sát 17 sẽ đảm bảo cho các chi tiết có vị trí chính xác tương đối với nhau. Các động cơ đã được lắp ráp xong được rôbot đưa ra dây chuyền băng tải 18, còn phiến gá được đưa sang băng tải ngược, quay trở lại vị trí lắp ráp sơ bộ. Trong quá trình lắp ráp, các chi tiết được đưa vào vị trí ban đầu nhờ băng tải cấp liệu 19 để các rôbot 13, 15 và 16 có thể cầm nắm được.

Hình 9.41 là sơ đồ của trung tâm lắp ráp tự động có độ linh hoạt và vạn năng cao.



Hình 9.41. Trung tâm lắp ráp tự động để lắp ráp các chi tiết có kết cấu khác nhau

1,2,6,7,12. Băng tải; 3,4,15,18. Ổ trữ; 5,8. Đồ gá lắp;
9,13. Cơ cấu lắp ren vít; 10,11. Bộ thay dụng cụ tự động;
14. Hệ thống thay bàn tay và dụng cụ tự động; 16. Cơ cấu lắp ép;
17. Cơ cấu cầm-nắm - định hướng; 14,19. Hệ thống thay bàn tay tự động.

Băng tải 2 sẽ đưa trực tiếp các chi tiết lắp ráp từ dây chuyền gia công vào các ổ trữ tự động 4. Từ ổ trữ 4 chi tiết được rôbot 20 đưa vào ổ trữ 3 theo bộ. Để rôbot 20 có thể cầm được nhiều loại chi tiết khác nhau, nó được trang bị hệ thống thay thế bàn tay tự động 19. Các chi tiết lắp ráp sẽ được các băng tải 1, sau đó là 6 và 12 vận chuyển đến vị trí lắp ráp. Trên vị trí lắp ráp đầu tiên, cơ cấu cầm nắm - định hướng lắp ráp 17 sẽ cầm các chi tiết đã có vị trí yêu cầu trong các ổ trữ 15 và 18 rồi đặt chúng lên đồ gá lắp ráp 5 theo đúng vị trí tương đối yêu cầu. Quá trình lắp ráp (ép) được cơ cấu 16 thực hiện. Cơ cấu 16 và 17 đều được trang bị hệ thống thay bàn tay và dụng cụ lắp ráp tự động 14. Sau khi thực hiện lắp ráp trên vị trí đầu, sản phẩm lắp ráp cùng đồ gá 8 sẽ được băng tải 7 dịch chuyển đến vị trí lắp ráp thứ hai, trên có cơ cấu lắp ráp ren vít 9 và 13 có khả năng di chuyển theo cả 3 phương x, y, z. Cơ cấu 9 và 13 cũng được trang bị bộ phận thay dụng cụ tự động 10 và 11. Sau khi lắp ráp xong trên vị trí thứ hai, sản phẩm được băng tải 7 đưa ra ngoài. Hệ thống này sử dụng rất tốt trong sản xuất loạt nhỏ và loạt vừa.

Chương 10

ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG CÓ TRỢ GIÚP MÁY TÍNH (CAQ)

10.1. Tổng quát về đảm bảo chất lượng

Đảm bảo chất lượng (Quality Assurance) là toàn bộ các hoạt động tổ chức và kỹ thuật nhằm đạt được chất lượng theo yêu cầu có chú ý tính kinh tế .

CAQ (Computer Aided Quality Assurance) là toàn bộ các hoạt động đảm bảo chất lượng có sự trợ giúp của máy tính .

Vòng tròn chất lượng (Quality Cycle) là chuỗi khép kín các biện pháp và kết quả tác động đến chất lượng trong các giai đoạn hình thành và sử dụng một sản phẩm hoặc một công việc .

Đổi mới và sáng tạo trong kỹ thuật luôn luôn tạo ra những sản phẩm mới, phương pháp chế tạo mới và cải tổ cấu trúc doanh nghiệp; mà những thay đổi đó lại có tác động đến chất lượng sản phẩm . *Đảm bảo chất lượng* không chỉ giám sát và điều khiển chất lượng của các sản phẩm đã được chế tạo xong và đang nằm trong kho, mà là giám sát và điều khiển chất lượng sản phẩm trong mọi giai đoạn hình thành sản phẩm .

Nền sản xuất chịu tác động của các sự cố có tính chất ngẫu nhiên hoặc có tính chất hệ thống . Những sự cố này được phân thành bốn nhóm như sau :

- Sự cố do con người (thợ, kỹ thuật viên),
- Sự cố do phương pháp kỹ thuật,
- Sự cố do máy (thiết bị),
- Sự cố do vật liệu .

Trong nhiều giai đoạn của quá trình hình thành sản phẩm, con người có vị trí chủ đạo. Kể cả ở các lĩnh vực khác như đại lý, nghiên cứu phát triển, thiết kế, chuẩn bị sản xuất... con người cũng có vai trò quan trọng. Sai sót của con người ở đây sẽ tác động lớn đến chất lượng sản phẩm.

Mục tiêu của doanh nghiệp là đảm bảo sản phẩm có chất lượng cao phù hợp với yêu cầu của khách hàng và với chi phí chế tạo thấp nhất, để có thể có lợi nhuận cao nhất trong mối tương quan với giá bán sản phẩm . *Chi phí về chất lượng* là một thành phần trong *chi phí chế tạo sản phẩm* . Chi phí về chất lượng thường nằm trong phạm vi 5 ÷ 10% của chi phí chế tạo sản phẩm, cá biệt có thể lớn hơn 20%.

Theo nghĩa hẹp, *chi phí về chất lượng* là những chi phí đi kèm theo những yêu cầu đã xác định về chất lượng . Về cơ bản, các chi phí này được phân thành ba nhóm sau :

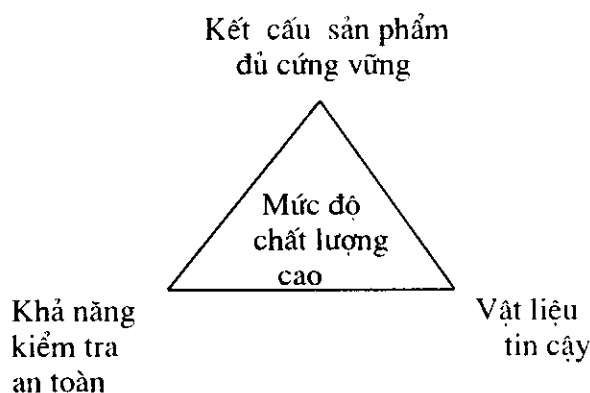
- Chi phí kiểm tra và đánh giá chất lượng ,
- Chi phí do sai số chế tạo ,
- Chi phí phòng ngừa để tránh sai số chế tạo (bằng các biện pháp phòng ngừa) .

Đối với giai đoạn thiết kế kết cấu sản phẩm , nếu muốn đạt được mức độ chất lượng sản phẩm cao thì phải lưu ý ba phương châm sau đây :

- Kết cấu sản phẩm đủ cứng vững để trong quá trình sản xuất khi có các sai lệch nhỏ về các thông số chế tạo, sẽ không dẫn ngay tới sai số sản phẩm .
- Đảm bảo khả năng kiểm tra an toàn, nghĩa là trong thiết kế kết cấu sản phẩm phải tạo điều kiện xác định được các thông số đặc trưng của sản phẩm theo yêu cầu của khách hàng thông qua việc phát hiện các sai số tiềm ẩn khi chế tạo .
- Vật liệu đảm bảo tin cậy, nghĩa là chỉ sử dụng nguyên vật liệu, vật liệu phụ và chi

tiết tiêu chuẩn phù hợp với yêu cầu về chất lượng sản phẩm mới đảm bảo có mức độ chất lượng cao.

Ba phương châm trên đây tạo thành một tam giác như sau :



10.2. Đảm bảo chất lượng có trợ giúp của máy tính (CAQ)

Đảm bảo chất lượng có trợ giúp của máy tính (CAQ) tức là :

- Tăng mức độ hài lòng của khách hàng bằng cách duy trì chất lượng sản phẩm cao và duy trì hiệu quả dịch vụ .
- Nâng cao tính kinh tế bằng cách khai thác tận dụng mọi tiềm năng hợp lý hoá , đảm bảo chất lượng theo từng loại sản phẩm một cách tổng hợp .
- Nâng cao tính sẵn sàng đáp ứng nhu cầu khách hàng , tính đảm bảo thời hạn cao cũng như thời hạn đáp ứng tin cậy .
- Bố trí có hiệu quả nguồn nhân lực ở những vị trí thích hợp .
- Nâng cao tính linh hoạt của khâu đảm bảo chất lượng khi thay đổi quá trình sản xuất .

Như vậy, mục tiêu tổng thể của của khâu đảm bảo chất lượng có trợ giúp của máy tính (CAQ) là hoàn thiện các sản phẩm của một doanh nghiệp để đưa ra thị trường tiêu thụ và qua đó tăng cường khả năng cạnh tranh sống còn của doanh nghiệp.

Khâu đảm bảo chất lượng (CAQ) được phân thành ba lĩnh vực sau :

- Quy hoạch chất lượng,
- Kiểm tra chất lượng,
- Điều khiển chất lượng .

10.2.1. Quy hoạch chất lượng

Quy hoạch chất lượng bao gồm toàn bộ công việc hoạch định được thực hiện có hiệu quả trước khi chế tạo sản phẩm và trực tiếp có liên quan đến chất lượng một sản phẩm hoặc là một dịch vụ . Khâu này được tiến hành trong quá trình hình thành sản phẩm có sự kết hợp của các khâu thiết kế sản phẩm, đại lý và có thăm dò ý kiến của khách hàng . Khâu *Quy hoạch chất lượng* có những nhiệm vụ sau :

- Xác lập các đặc tính sản phẩm ,
- Xác lập các điều kiện thực hiện,
- Quy hoạch đảm bảo chất lượng và lập chương trình thực hiện,
- Lập các văn bản về các khâu đảm bảo chất lượng .

Xác định chắc chắn chất lượng sản phẩm là nhiệm vụ đặc biệt của các phòng ban có liên quan đến chức năng quy hoạch. Những kết quả được hoạch định sẽ tạo lập tiền đề cho nền sản xuất trong tương lai nhằm tạo ra sản phẩm được khách hàng và thị trường chấp nhận. Do đó, điều cần thiết là ngay khi xác định các tính chất của sản phẩm đã phải rất thận trọng. Khâu xác lập các tính chất của sản phẩm được tiến hành với mục đích xác định các yêu cầu của sản phẩm là: các đặc tính kỹ thuật, các đặc tính chất lượng, các yêu cầu an toàn và độ tin cậy.

Các đại lý có chức năng thu thập những yêu cầu của người tiêu dùng đối với sản phẩm, xác định nhu cầu về sản phẩm (thị hiếu sử dụng, số lượng và giá bán của sản phẩm), xác định thị trường. Các số liệu điều tra về thị trường của sản phẩm thường được ghi nhận và lưu giữ trong sổ sách, tạo cơ sở cho công việc nghiên cứu cải tiến sản phẩm sau này.

Phòng thiết kế kết cấu sản phẩm có chức năng chuyển đổi các yêu cầu của người tiêu dùng thành các đặc tính kỹ thuật ứng với nguyên vật liệu, sản phẩm và điều kiện thực hiện. Tiền đề quan trọng nhất đối với chất lượng của khâu quy hoạch chất lượng là phải làm cho mọi người tham gia công việc này thấm nhuần những yêu cầu đối với sản phẩm và có ý thức trách nhiệm cao đối với công việc của họ. Như vậy, khâu đảm bảo chất lượng có thêm nhiệm vụ là đảm bảo sự trao đổi thông tin, đảm bảo sử dụng các phương pháp và phương tiện hỗ trợ để tiến hành các công việc hoạch định này một cách có hệ thống và tuần tự nhau.

Bên cạnh các đặc tính kỹ thuật và chất lượng, cũng cần xác định rõ những yêu cầu về mức độ an toàn và mức độ tin cậy của sản phẩm; cũng như tạo lập những giải pháp thực hiện để đảm bảo những yêu cầu đó.

Độ tin cậy là một khái niệm tổng hợp của những tính chất của sản phẩm; những tính chất này cho biết trạng thái ứng xử của sản phẩm trong suốt thời gian sử dụng của nó. Khi ứng xử của sản phẩm có tiềm ẩn khả năng gây ra mối nguy hiểm thì tính chất ứng với mức độ an toàn của sản phẩm đã thay đổi; như vậy là có liên quan đến khái niệm *rủi ro* và **phải** chấp nhận sự rủi ro khi sử dụng sản phẩm. Kỹ thuật an toàn có chức năng thường xuyên **ngăn** ngừa các sự cố bằng kỹ thuật, bằng phương pháp và bằng pháp quy an toàn. *Kỹ thuật an toàn có hai nhiệm vụ chính ứng với hai khâu là kỹ thuật an toàn về phác thảo và kết cấu, an toàn khi sử dụng.*

Khâu *an toàn về phác thảo và kết cấu* có đối tượng là quy hoạch, phác thảo (dự thảo), chế tạo và thử nghiệm các hệ thống kỹ thuật nhằm đạt mức độ an toàn tối ưu hoặc ít nhất là đảm bảo những yêu cầu an toàn tối thiểu.

Khâu *an toàn khi sử dụng* có đối tượng là những vấn đề có liên quan đến những người tiếp cận với trang thiết bị kỹ thuật và sản phẩm, những chỉ dẫn và động viên cần thiết.

Bên cạnh việc hoạch định sản phẩm, việc hoạch định các điều kiện thực hiện để tạo ra sản phẩm cũng có vị trí quan trọng. Tại đây trước hết là phải tạo lập sẵn các hệ thống sản xuất an toàn, kinh tế và có chất lượng cao, có khả năng tái tạo chất lượng sản xuất. Hiệu quả của khâu hoạch định các hệ thống sản xuất có tác động quyết định đối với các tiêu chuẩn chất lượng, đối với mức hao phí để đảm bảo các tiêu chuẩn chất lượng đó.

Để giám sát chặt chẽ quá trình đảm bảo chất lượng, ứng với các thời hạn thay đổi, cần phải hoạch định chương trình đảm bảo chất lượng (Quality Assurance Program Planning)

Các tiêu chuẩn quốc gia quy định là các nhà sản xuất có trách nhiệm công bố các biện pháp đảm bảo chất lượng của mình bằng văn bản. Các văn bản này là cơ sở xử lý các cuộc tranh chấp tư pháp về lao động với chức năng như là một chứng cứ sa thải lao động, nghĩa là người lao động bị buộc thôi việc do không đảm bảo chất lượng sản phẩm.

10.2.2. Kiểm tra chất lượng

Khâu *Kiểm tra chất lượng* phân chia thành ba phạm vi như sau :

- Kiểm tra khi nhập hàng ,
- Kiểm tra khi gia công và lắp ráp,
- Kiểm tra lần cuối .

a) Kiểm tra khi nhập hàng

Thực tế có khoảng 60 % chi tiết của một xe ô tô con là chi tiết nhập từ ngoài , những chi tiết này được hãng chế tạo xe ô tô con lắp ráp thành một xe . Tuy thế , hãng chế tạo xe vẫn phải chịu trách nhiệm trước người dùng xe về chất lượng của mọi chi tiết lắp ráp thành xe. Khi một chi tiết nhập từ ngoài có sự cố cũng có nghĩa là xe có sự cố và làm tổn hại đến biểu tượng về chất lượng của hãng chế tạo xe trước tiên, sau đó mới đến các nơi cung cấp các chi tiết của xe.

Vì nguyên cơ đó mà từng hãng buộc phải tiến hành việc *kiểm tra khi nhập hàng* . Thông thường người ta tiến hành *các phép thử* (tuyển chọn và kiểm tra với số lượng nhất định) đối với hàng được cung cấp từ bên ngoài . Quy định kiểm tra tùy thuộc các hệ thống phép thử , quy định theo tiêu chuẩn quốc gia. *Cấp độ chất lượng chấp nhận* (AQL= Acceptable Quality Level) cần thiết khi ứng dụng các hệ thống này sẽ cho biết thành phần sai số mà người tiêu dùng có thể chấp nhận đối với sản phẩm . Phí tổn cho việc kiểm tra này lại cao , vì vậy phải đưa các hệ thống CAQ vào để hợp lý hoá khâu kiểm tra khi nhập hàng từ bên ngoài vào . Phạm vi các phép thử về hàng hoá của các nơi cung cấp lâu dài, ổn định và tốt sẽ nhỏ hơn nhiều so với những nơi cung cấp ít danh tiếng và hay thay đổi .

b) Kiểm tra khi gia công và lắp ráp

Một trọng tâm ứng dụng tiếp theo của CAQ là kiểm tra chất lượng trong gia công và lắp ráp . Mục tiêu của việc sử dụng máy tính ở đây là chế tạo các chi tiết không có sai số , hiệu chỉnh ít nhất và ít phế phẩm nhất . Cơ sở của kiểm tra chất lượng là tiến trình gia công các chi tiết của sản phẩm đã được xác lập ở khâu chuẩn bị công nghệ . Nhiệm vụ thứ nhất của khâu hoạch định kiểm tra là tích hợp những công việc kiểm tra cần thiết vào tiến trình gia công và từ đó xác lập *tiến trình kiểm tra* . Trong tiến trình công nghệ gia công và lắp ráp , các công việc kiểm tra được thiết lập thành những nguyên công có số hiệu xác nhận thứ tự nguyên công tương tự như các nguyên công khác trong tiến trình công nghệ . Từng nguyên công kiểm tra lại có các bước thực hiện theo tiến trình nhất định . Những tiến trình kiểm tra này được hệ thống máy tính đảm nhận chức năng đảm bảo chất lượng xử lý và quản lý . Khi cần thiết lại phải lập tiến trình kiểm tra ứng với từng bước gia công . Công cụ hỗ trợ đối với khâu hoạch định kiểm tra là tạo nhóm chi tiết , tạo khả năng liên kết giữa các tiến trình kiểm tra có sẵn với tiến trình kiểm tra mới xác lập . Những kết quả kiểm tra , vì nhiều lý do , phải được lưu giữ (nhớ) lại . Kết quả này xác nhận là đã thực hiện khâu kiểm tra chất lượng , chứng minh về tính chất không có sai số , xác nhận các giải pháp trong từng bước của quá trình là đúng , cũng như là cơ sở để tác động đến phí tổn hiệu chỉnh và phí tổn do phế phẩm

c) Kiểm tra lần cuối

Trước khi một sản phẩm được chuyển tới người tiêu dùng , nó được *kiểm tra lần cuối* tại nơi sản xuất . *Kiểm tra lần cuối* xác nhận là sản phẩm *không có sai số* và *hoàn thiện*. Ở những sản phẩm điện tử , ngoài kiểm tra lần cuối , các sản phẩm này cần phải đảm bảo các chức năng kỹ thuật bằng biện pháp lắp ráp (cấy ghép) và điều chỉnh các mạch điện tử đạt các thông số đặc trưng . Trong nhiều trường hợp, còn tiến hành chạy kiểm định lâu dài đối với sản phẩm trước khi đưa ra thị trường tiêu thụ .

10.2.3. Điều khiển chất lượng

Nhiệm vụ của khâu *điều khiển chất lượng* là đánh giá lâu dài các dữ liệu kiểm tra theo định hướng cải tiến, triển khai các biện pháp và tập hợp dữ liệu để cung cấp thông tin cho các lĩnh vực sản xuất khác trong hãng . Ở đây, các *vòng tròn điều khiển chất lượng* được tạo lập. Dòng lưu thông của các dữ liệu chất lượng cần được tạo lập có hệ thống . Qua đó, có thể triển khai các biện pháp hiệu chỉnh và hạn chế khả năng xuất hiện các sai số . *Tính thời sự của các dữ liệu chất lượng* là quan trọng ; bởi vì để có thể tránh và khống chế kịp thời khả năng phát triển của sai số thì các thông tin phải được chuẩn bị kịp thời . Những thông tin này phải được chuẩn bị và tập trung theo những địa chỉ cần thiết . Về nguyên tắc cần đảm bảo sao cho mỗi vị trí sẽ nhận được lượng thông tin đúng và đủ như yêu cầu . Thông tin được cập nhật và đảm bảo tính thời sự cần thiết là nhờ sử dụng máy tính . Nhiệm vụ quan trọng nhất của máy tính với chức năng trợ giúp khâu điều khiển chất lượng là *truy nhập dữ liệu nhanh và tập trung dữ liệu nhanh* . Ngoài ra có thể chuẩn bị dữ liệu trực tiếp bằng các hệ thống máy tính nối mạng . Các dữ liệu kiểm tra sẽ được xử lý nhằm phát hiện sai số và các khâu yếu về chất lượng . Ở đây tần xuất (mức độ xuất hiện) của các sai số được xác định và các sai số được đánh giá . Khâu xử lý thông tin (dữ liệu) mang tính kịp thời ở cấp trên được thực hiện ngày càng nhiều hơn với máy tính . Để khâu điều khiển chất lượng có hiệu quả cần phải thiết lập một cơ sở dữ liệu chất lượng .

10.3. Vòng tròn điều khiển chất lượng

Vòng tròn điều khiển chất lượng được thiết lập để thực hiện khâu điều khiển chất lượng. Tại đó, dữ liệu (thông tin) được tập hợp, xử lý và phản hồi . Những nguồn dữ liệu chủ yếu nhất là khâu *giám sát chất lượng* và *điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê* (Statistical Process Control= SPC).

Trong vòng tròn điều khiển chất lượng, khâu gia công là *đối tượng điều khiển* và chịu tác động của *yếu tố (đại lượng) chỉ đạo* và *các nhiễu* . Khâu kiểm tra chất lượng sẽ tiến hành định lượng những kết quả do đối tượng điều khiển tạo ra và chuyển những kết quả đó sang khâu đánh giá và phân tích . Những kết luận thu được từ đó sẽ được phản hồi vào quá trình ở dạng các giá trị hiệu chỉnh .

Những vòng tròn điều khiển chất lượng ứng với một hãng (doanh nghiệp) được phân chia ở ba phạm vi sau :

- Các vòng tròn điều khiển chất lượng trong nội bộ máy ,
- Các vòng tròn điều khiển chất lượng ở gần máy ,
- Các vòng tròn điều khiển chất lượng trên nhiều tầng .

Khi cả ba dạng vòng tròn điều khiển chất lượng trên đây được khảo sát trong mối quan hệ chung thì sẽ hình thành một mạng liên kết phức tạp của các vòng tròn điều khiển ứng với doanh nghiệp .

Vòng tròn điều khiển chất lượng trong nội bộ máy thu nhận trực tiếp dữ liệu từ quá trình gia công, như lực cắt trên máy gia công. Những dữ liệu này được sử dụng trực tiếp vào khâu xác định giá trị hiệu chỉnh với thuật toán điều khiển .

Vòng tròn điều khiển chất lượng gần máy tạo điều kiện thực hiện khâu tính toán các dữ liệu kiểm tra ở sản phẩm . Khác với vòng tròn điều khiển chất lượng trong nội bộ máy, ở đây , khâu xác định giá trị hiệu chỉnh là tốn kém hơn , bởi vì các mối tác động tương quan không thể nhận biết trực tiếp được . Một ví dụ về *vòng tròn điều khiển gần máy* là dạng *Điều khiển quá trình theo phép thống kê* (SPC) . Các phép thử được thực hiện trong những phạm

vì xác định ứng với quá trình được coi là đối tượng điều khiển . Từ các phép thử, những giá trị thống kê đặc trưng sẽ được tính toán và được ghi nhận vào phiếu điều khiển chất lượng . Phiếu điều khiển được phân tích theo sự xuất hiện của các yếu tố ảnh hưởng có tính chất hệ thống . Khi các yếu tố này được tập hợp thì chúng được đưa vào để hiệu chỉnh quá trình . Tuy vậy, khâu phân tích phiếu điều khiển chất lượng mới chỉ xác nhận sự tồn tại của các yếu tố ảnh hưởng , mà chưa thể trực tiếp đề xuất biện pháp khắc phục các yếu tố đó . Tại đây có thể sử dụng các *hệ chuyên gia (expert systems)* làm công cụ chuẩn đoán .

Vòng tròn điều khiển chất lượng nhiều tầng là vòng tròn điều khiển của khâu kiểm tra chất lượng. Nó bao gồm các thành phần là *quy hoạch kiểm tra , tiến hành kiểm tra và đánh giá dữ liệu kiểm tra* .

Quy hoạch kiểm tra xác định khâu kiểm tra dưới dạng bản kế hoạch kiểm tra. Khâu *tiến hành kiểm tra* bao gồm các công việc tập hợp các dữ liệu về kiểm tra, về sai số, về quá trình theo kế hoạch kiểm tra. Trong khâu *đánh giá dữ liệu kiểm tra* , các kết quả kiểm tra được phân tích ngắn hạn và dài hạn. Phân tích dữ liệu ngắn hạn chủ yếu là tiến tới quyết định kiểm tra về thành phẩm , phế phẩm hoặc gia công lại cũng như quan hệ phản hồi ngắn hạn của thông tin tới quá trình. Phân tích dữ liệu dài hạn được tiến hành trong phạm vi thuộc khâu điều khiển chất lượng, với mục đích là phát hiện được những khâu yếu để chuyển tiếp tới khâu quy hoạch kiểm tra và để lưu ý ở khâu quy hoạch sau này. Như vậy vòng tròn kiểm tra chất lượng là *khép kín* .

10.4. Chức năng và phạm vi ứng dụng của hệ thống đảm bảo chất lượng (CAQ)

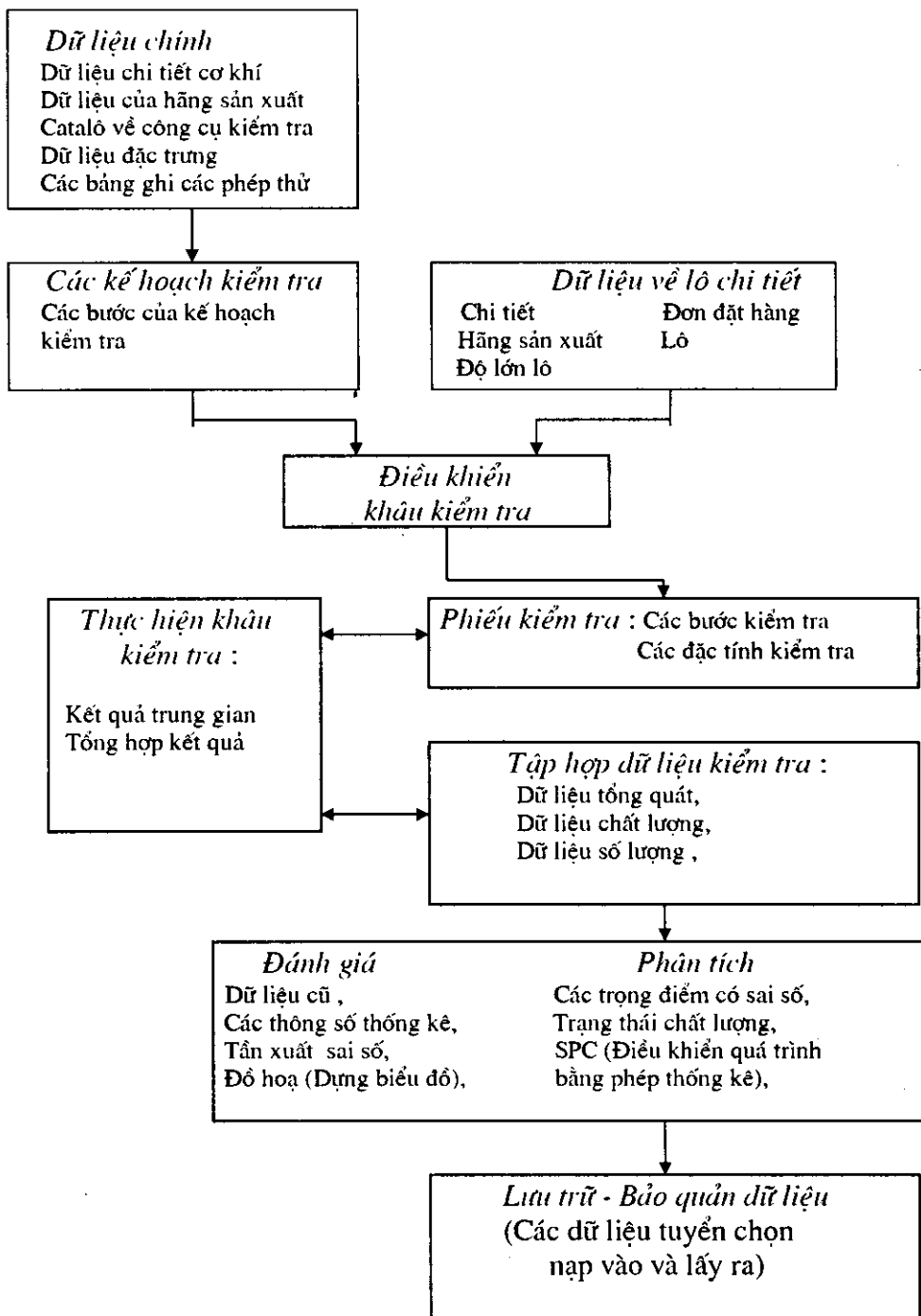
10.4.1. Chức năng của hệ thống đảm bảo chất lượng CAQ

Chức năng cơ bản của một hệ thống CAQ thể hiện thông qua *bản kế hoạch kiểm tra* . Trong văn bản này, các điều kiện cho trước ứng với một khâu kiểm tra được xác định. Những thông tin cần bản nhất ở đây là :

- Mô tả chi tiết ,
- Nhà chế tạo cũng như xưởng sản xuất ,
- Các đặc điểm chất lượng khác nhau (công cụ kiểm tra, độ lớn của phép thử, phương pháp đánh giá cũng như các trị số cần đạt và dung sai ứng với mỗi đặc điểm) .

Những điều kiện cần thiết luôn luôn lặp lại sẽ được tập hợp dưới dạng các dữ liệu chính duy nhất có một lần , được sử dụng trong một bản kế hoạch kiểm tra và được truy nhập thông qua mã hiệu .

Trong khi một bản kế hoạch kiểm tra mô tả trung lập khâu kiểm tra, *phiếu kiểm tra* lại định rõ số lượng đối tượng kiểm tra ứng với một nhiệm vụ gia công cụ thể hoặc một lô hàng nhập vào. Phiếu kiểm tra được xác lập theo các dữ liệu của kế hoạch kiểm tra chung và các dữ liệu hiện thời về lô sản xuất, được lưu ý trong phạm vi chức năng thuộc khâu *tập hợp lô sản xuất* của hệ thống CAQ. Trong trường hợp vận dụng khâu điều khiển có tính chất ràng buộc về thời gian, khi kiểm tra cần lưu ý thêm lịch sử chất lượng ; nghĩa là độ chính xác kiểm tra hiện thời sẽ được xác định tương ứng với kết quả của khâu kiểm tra sát trước. Để tập hợp kết quả kiểm tra theo quy định trong phiếu kiểm tra người ta có thể sử dụng các mô đun chương trình đã được tạo lập trước dành cho khâu *tập hợp dữ liệu kiểm tra* . *Đánh giá và phân tích* là khâu dựa trên các dữ liệu kiểm tra đã tập hợp được . Khâu *lưu trữ dữ liệu* có chức năng bảo quản các dữ liệu kiểm tra và các kết quả đánh giá phân tích. Các chức năng cơ bản của một hệ thống CAQ có thể được thể hiện như hình 10.1.



Hình 10.1. Các chức năng cơ bản của một hệ thống CAQ

10.4.2. Đề án về một hệ thống CAQ

Tiền đề cơ bản của các hệ thống *Đảm bảo chất lượng (CAQ)* hiện nay và trong tương lai là sự phân chia phần cứng và phần mềm (hardware, software) thành ba tầng như sau :

- Tầng *hoạch định* với máy tính lớn (hostcomputer),
- Tầng *điều khiển* với máy tính nội bộ hoặc máy tính chỉ đạo (lead computer),

- *Tầng thao tác* hoặc *tầng thực hiện* quá trình với phần cứng và phần mềm phân tán.

Cấu trúc ba tầng này kèm theo một *ngân hàng dữ liệu về chất lượng (Quality databank)*.

Giữa các tầng này *quá trình chuyển giao thông tin và dữ liệu (information-and data transfer)* được đảm bảo. Từ tầng hoạch định xuống tầng điều khiển quá trình, tức là từ trên xuống dưới, những dữ liệu cho trước được chuyển giao và được tầng điều khiển quá trình biến đổi theo yêu cầu đặt ra. Theo chiều ngược lại, tức là từ dưới lên trên, các dữ liệu kiểm tra với cấp độ tập trung và bảo quản khác nhau được lưu thông để cuối cùng, ở dạng dữ liệu kết quả, có thể góp phần điều khiển chất lượng trong phạm vi cấu trúc tích hợp hoá (CIM= Computer Integrated Manufacturing). Ngân hàng dữ liệu về chất lượng được sử dụng để quản trị chất lượng chung trong hãng.

Tầng hoạch định của một hệ thống CAQ tạo lập mối liên hệ giữa khâu đảm bảo chất lượng với môi trường CIM. Như vậy, tầng này là *giao diện (interface)* giữa dữ liệu cho trước (quy hoạch kiểm tra) và dữ liệu kết quả (điều khiển chất lượng). Tầng này có những chức năng cụ thể sau đây:

- Thu nhận các dữ liệu gốc và dữ liệu chỉ thị của hãng,
- Quản trị các kế hoạch kiểm tra (các dữ liệu cho trước),
- Quản trị các ka-ta-lô dữ liệu chất lượng,
- Lưu trữ và trao đổi các dữ liệu kết quả kiểm tra chất lượng,
- Chuyển tiếp các thông số đặc trưng của hãng về điều khiển chất lượng (ví dụ: chất lượng máy, các thông số kỹ thuật của sản phẩm xuất ra, chất lượng sản phẩm và độ tin cậy),
- Tập hợp các dữ liệu chất lượng ghi vào văn bản theo pháp quy.

Tầng điều khiển của một hệ thống CAQ tạo điều kiện cụ thể hoá và quản trị các kế hoạch kiểm tra và các Catalô dữ liệu chất lượng, đánh giá dữ liệu chất lượng, cũng như tạo lập báo cáo chất lượng và chứng chỉ chất lượng. Tại tầng này, công việc kiểm tra chất lượng được thực hiện; được giám sát và phối hợp. Chức năng của một khâu đảm bảo chất lượng tích hợp có trợ giúp của máy tính tùy thuộc vào tính chất của khâu hoạch định kiểm tra, nghĩa là khâu hoạch định kiểm tra có tính chất trung gian (không phụ thuộc đơn đặt hàng hay là phụ thuộc vào đơn đặt hàng).

Tầng thao tác của một hệ thống CAQ coi các kế hoạch kiểm tra theo đơn đặt hàng là điều kiện cho trước đối với khâu kiểm tra chất lượng. Do công cụ kiểm tra, thiết bị đo và thiết bị thu nhận dữ liệu đa dạng nên cần thiết phải vận hành hệ thống CAQ trong phạm vi dựa trên cơ sở sử dụng phần cứng (hardware) đa dạng và phần mềm (software) kiểm tra chuyên dùng. Mục đích của tầng này là điều khiển các quá trình gia công sao cho trong khuôn khổ của các quá trình này phải đảm bảo đạt được khối lượng gia công lại và tỉ lệ phế phẩm thấp nhất.

Dữ liệu kiểm tra xuất hiện trong mọi giai đoạn của quá trình tạo ra sản phẩm và được sử dụng để tác động vào quá trình đó, để mô tả chính xác hiện trạng cũng như chứng minh và xác nhận những khâu kiểm tra đã được thực hiện. Để quản trị có hiệu quả tốt những dữ liệu đa dạng này cần có sự trợ giúp của *ngân hàng dữ liệu chất lượng* dùng trong nội bộ hãng.

Ngân hàng dữ liệu này bảo quản các dữ liệu cho trước, hiện trạng và kết quả, các catalô tiêu chuẩn ứng với các đặc tính kiểm tra, mã hiệu sai số, bảng vẽ các phép thử và các thông số điều khiển kiểm tra. Tại đây, khâu chuyển giao dữ liệu từ ngân hàng dữ liệu kiểm tra đến các khâu thực hiện các chức năng của hệ thống CAQ được liên kết mạng phù hợp, sao cho có thể tạo lập một cấu trúc ngân hàng dữ liệu thích hợp, đảm bảo các tiêu chuẩn chỉ đạo đối với khối dữ liệu trong phạm vi môi trường sản xuất tích hợp có trợ giúp của máy tính (CIM).

10.4.3. Đảm bảo chất lượng (CAQ) khi kiểm tra hàng nhập vào

Phí tổn về kiểm tra hàng nhập vào cao tới mức mà ngay từ những năm 70 đã có những hệ thống CAQ được tạo lập nhằm mục đích sử dụng để hợp lý hoá lĩnh vực kiểm tra này. Những hệ thống CAQ được cung cấp trên thị trường nhìn chung là năng động, cho phép thay đổi phạm vi kiểm tra trên cơ sở lịch sử chất lượng và khả năng đáp ứng hiện tại của nơi cung ứng hàng. Qua đó, phạm vi kiểm tra đối với hàng hoá được nhập từ hãng có danh tiếng ổn định sẽ được hạn chế nhiều hơn so với các hãng khác có nhiều thay đổi hoặc ít danh tiếng.

10.4.4. Đảm bảo chất lượng (CAQ) khi gia công

Mục đích của việc ứng dụng CAQ khi gia công là tạo ra các chi tiết của sản phẩm với khối lượng gia công lại và tỉ lệ phế phẩm thấp nhất. Qua đó tăng được năng suất cũng như đảm bảo thời hạn sản xuất tốt hơn. *Kiểm tra trung gian* trong tiến trình gia công với sự hỗ trợ của *khâu điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC = Statistical Process Control)* là cơ sở cho vòng tròn điều khiển chất lượng nhỏ nhất trực tiếp tại máy gia công. Từ đó, sử dụng máy tính để kiểm tra chất lượng gia công phải đảm bảo thợ tự kiểm tra tại máy gia công do mình vận hành mà không cần phải có thợ kiểm tra chuyên trách hoặc thanh tra chất lượng. Điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC) trong phạm vi hệ thống CAQ khi gia công có những tính chất sau:

- Quản trị phiếu kiểm tra với khả năng quản trị song song (đồng thời) nhiều phiếu kiểm tra,
- Quản trị từng bước kiểm tra với tiến trình bắt buộc theo phiếu kiểm tra,
- Nhiều giao diện (interfaces) cho nhiều thiết bị đo đa dạng,
- Phần mềm (software) xử lý các dữ liệu đo,
- Kỹ năng tự kiểm tra và chuẩn hoá,
- Phần mềm (software) điều khiển quá trình,
- Quản trị dữ liệu về sự cố,
- Nối ghép khép kín (online) với khâu điều khiển số (NC) của máy gia công để chuyển tiếp dữ liệu hiệu chỉnh.

Các hệ thống SPC có thể được nối ghép với máy tính chỉ đạo chung (lead computer) nhờ nối mạng cục bộ (LAN = Local Network) trong khâu đảm bảo chất lượng.

10.4.5. Đảm bảo chất lượng (CAQ) khi lắp ráp

Lắp ráp sản phẩm là quá trình tốn kém nhất. Khoảng 50% tổng chi phí được sử dụng cho khâu lắp ráp. Mặt khác, lắp ráp lại là khâu tốn kém nhất trong lĩnh vực tự động hoá sản xuất. Ngày nay cũng như sau này, khoảng 70 đến 90% công việc lắp ráp còn phải thực hiện thủ công. Vì vậy, hệ thống CAQ được sử dụng và vận hành trong quá trình lắp ráp sản phẩm trước hết phải trợ giúp thợ lắp ráp quản trị các sai số đã nhận biết, cụ thể hoá các trọng điểm có sai số và thông báo chính xác các sai số yêu cầu.

Cơ sở để điều khiển chất lượng có hiệu quả là một ka-ta-lô sai số thích hợp. Các sai số được nhận biết phải được phân tích thoả đáng theo các tiêu chuẩn sau:

- Loại sai số (ví dụ: lỏng lẻo, bị hỏng, không hoàn thiện),
- Vị trí sai số (ví dụ: vỏ hộp, ốc vít, bộ truyền),
- Nguyên nhân của sai số (ví dụ: hàn, vận ren, sơn),
- Mức độ của sai số (ví dụ: đơn giản, nặng, nghiêm trọng),
- Các biện pháp khử sai số (ví dụ: sửa chữa, gia công lại, thay thế).

Vật mang tin dùng cho dữ liệu chất lượng trong khâu lắp ráp có thể là các phiếu ghi bằng tay và chuyển giao bằng tay, các phiếu đọc bằng máy với mã BAR (Barcode) , các thiết bị lưu trữ dữ liệu có khả năng chuyển động và các hệ thống báo sai số vô tuyến . Đồng thời với các dữ liệu sản phẩm , các dữ liệu về thiết bị sản xuất cũng phải được tập hợp và phân tích thông qua hệ thống quản trị dữ liệu xí nghiệp .

10.4.6. Đảm bảo chất lượng (CAQ) trong kiểm tra lần cuối

Trước khi sản phẩm được chuyển ra ngoài để tiêu thụ , phải tiến hành *kiểm tra lần cuối* tại hãng sản xuất . Khâu kiểm tra lần cuối đối với sản phẩm cần đảm bảo cho nó không có sai số, hoàn chỉnh và có khả năng hoạt động theo chức năng mong muốn .

Do những yêu cầu khác nhau mà việc sử dụng tích hợp máy tính ở khâu kiểm tra lần cuối cũng theo nhiều dạng khác nhau . Trọng tâm của khâu ứng dụng máy tính ở đây là *kiểm nghiệm độ tin cậy* và *kiểm tra tính năng hoạt động* . Nhờ có các chương trình tìm kiếm và phát hiện sai số thích hợp mà hệ thống CAQ định hướng giải pháp hiệu chỉnh . Để có thể khử sai số ngay sau khi phát hiện cần phải thiết lập những nơi sửa chữa, hiệu chỉnh có quan hệ trực tiếp với hệ thống kiểm tra ở khâu kiểm tra lần cuối .

Việc sử dụng tích hợp máy tính trong khâu kiểm tra lần cuối có ý nghĩa quan trọng đối với khâu điều khiển chất lượng trong nội bộ hãng , nếu xét trên những luận điểm sản xuất tích hợp có máy tính trợ giúp (CIM). Chỉ có ở khâu kiểm tra lần cuối sai số mới được phân tích ở mức độ thích hợp tại sản phẩm được chế tạo hàng loạt . Tại đây, lần đầu tiên tính năng tổng thể và sự hoà hợp của mọi thành phần của một hệ thống mới có thể được kiểm tra . Điều đó tạo ra những tiền đề và điều kiện triển khai các biện pháp chiến lược và chiến thuật nhằm ngăn ngừa sai số, tức là tạo lập các vòng tròn điều khiển chất lượng chủ động phòng ngừa sai số

10.4.7. Đảm bảo chất lượng (CAQ) đối với khâu giám sát công cụ kiểm tra

Mọi công cụ sản xuất và công cụ kiểm tra được sử dụng trong hãng phải có trạng thái hoạt động tốt . Như vậy cần phải tập hợp và quản trị chúng cũng như phải kiểm định chúng theo thời hạn xác định trong hoặc ngoài phạm vi hãng. Sự thực là cấu tạo và sự hoạt động của một hệ thống hoàn thiện rất phức tạp và có chi phí cao. Có thể giảm một phần quan trọng của phí tổn giám sát nếu tuân thủ những nguyên tắc xác định phạm vi giám sát. Tại đây, chỉ có một hệ thống CAQ thoả mãn yêu cầu là quản trị kịp thời và đầy đủ một số lượng lớn công cụ kiểm tra cũng như đảm bảo tính năng động cần thiết. Có hai tiền đề trong mối quan hệ này là :

- Xác lập phạm vi giám sát theo dự toán trên cơ sở quá trình sản xuất (có sự hỗ trợ của khâu hoạch định và điều khiển sản xuất) ,
- Xác lập phạm vi giám sát trên cơ sở khả năng tận dụng thực tế của từng công cụ kiểm tra (thông qua khâu tập hợp các dữ liệu của hãng).

Phạm vi giám sát được xác định và quản trị cụ thể cá biệt cho từng công cụ kiểm tra, tương ứng với khoảng thời gian từ một tháng đến 24 tháng . Tiêu chuẩn để xác định là các thời hạn cố định, mức độ tận dụng thực tế , các điều kiện sử dụng và các kết quả .

10.4.8. Đảm bảo chất lượng (CAQ) và phòng ngừa sai số chủ động

Phương pháp phân tích khả năng có sai số và phân tích ảnh hưởng (FMEA= Failure Mode and Effects Analysis) là một *phương pháp phòng ngừa sai số chủ động* . Phương pháp này được áp dụng trong khi thiết kế sản phẩm và thiết kế quá trình , nhằm phát hiện kịp thời

các điểm yếu của đề án, của thiết kế, của nghiên cứu hoặc của một quá trình trước khi sự cố xảy ra.

Với phương pháp này, người thiết kế cần phải làm sáng tỏ mọi sai số trong đề án của mình và phân tích các sai số đó, bên cạnh việc sáng tạo sản phẩm. Cho đến nay, người thiết kế sản phẩm vẫn thận trọng xem xét và phê phán đề án của mình, nhưng chưa thật sự đáp ứng yêu cầu là tự mình xác nhận những suy nghĩ, hoài nghi và lập thành văn bản. Cách thức như vậy là hợp lý, bởi vì người thiết kế sản phẩm tự mình phát hiện các khâu yếu trên cơ sở kinh nghiệm thực tế và những kết quả của sự tư duy lý luận, và không một ai khác có thể làm điều đó tốt hơn.

Sau khi tiến hành khảo sát và phân tích phê phán, phải phỏng đoán xác suất xuất hiện sai số, từ mức

không thể xuất hiện 1 đến
cao 10.

Bước tiếp theo là phân tích tác động (hiệu quả) của sai số và ý nghĩa của chúng đối với người sử dụng sản phẩm (khách mua), với các mức độ

hầu như không có tác động gì 1 đến
có tác động đặc biệt nặng nề 10.

Xác suất về sự phát hiện ra sai số trước khi xuất sản phẩm tới người sử dụng (khách mua) được phân tích ở các mức độ

cao 1 đến
không thể phát hiện ra sai số 10.

Khi nhân ba thông số trên với nhau sẽ được tích số là *hệ số (tư tiên) rủi ro* với các mức độ quy ước

cao 1000
trung bình 125
không có rủi ro 1

Khả năng sáng tạo của giải pháp FMEA được mở rộng nhờ máy tính, còn phần công việc quản trị khi dùng máy tính lại giảm đi. Nhờ có hồ sơ tổng quát và rõ ràng về các kết quả thực hiện giải pháp FMEA với máy tính trợ giúp mà có thể đạt được kết quả hợp lý thông qua khâu đảm bảo chất lượng (CAQ).

10.5. Điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC = Statistical Process Control)

10.5.1. Cơ sở của phương pháp

Quá trình chế tạo sản phẩm chịu tác động của nhiều yếu tố, gọi chung là *yếu tố ảnh hưởng*, gây ra những thay đổi về đặc tính sản phẩm. Những yếu tố ảnh hưởng hay xuất hiện và tác động khi gia công cơ khí là lượng mòn dụng cụ cắt, thay đổi về nhiệt, rung động của máy gia công và vật liệu gia công không đồng nhất. Các yếu tố ảnh hưởng trên có tính chất *tự nhiên hoặc ngẫu nhiên*. Điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC) nhằm mục đích tập hợp các yếu tố ảnh hưởng có tính chất *tự nhiên (hệ thống)* để trên cơ sở đó điều khiển ngược lại quá trình; qua đó quá trình được đặt vào vị trí với chức năng là phải đảm bảo chế tạo ra chi tiết với chất lượng theo yêu cầu.

Trong ngành công nghiệp ô tô người ta đề cập đến khái niệm *độ an toàn của quá trình*. Tại đó, trước tiên là nghĩ đến các tính chất của quá trình; mà một quá trình lại gồm con người, phương pháp kỹ thuật, máy, vật liệu, dụng cụ, gá lắp và khâu điều khiển, kể cả môi trường xung

quanh quá trình . *Khả năng của quá trình* là khái niệm được diễn đạt bằng một hệ số về *khả năng của quá trình* (C_p), xác định theo bề rộng của dung sai và bề rộng của quá trình . *Độ an toàn của quá trình* (C_{pk}) là chỉ số cho biết vị trí của phân bố so với các giới hạn dung sai .

Tác giả KIRSTEIN phân biệt rõ ba trạng thái của quá trình là A, B, C như sau :

A	có khả năng	giám sát được
B	có khả năng	không giám sát được
C	không có khả năng	không giám sát được

Mục tiêu của khâu đảm bảo chất lượng là tạo lập các quá trình có khả năng và giám sát được (A) . Những quá trình không giám sát được, nhưng lại có khả năng (B) cần được đưa về trạng thái A bằng giải pháp điều khiển quá trình hữu hiệu hơn , vì ở trạng thái quá trình B chất lượng trong thời hạn ngắn chỉ có thể được đảm bảo bằng cách loại ra những chi tiết có sai số . Với thời hạn dài, các nguyên nhân gây ra sai số phải được phân tích và tìm biện pháp khắc phục . Trạng thái quá trình C đòi hỏi phải có giải pháp đặc biệt . Khi quá trình có trạng thái C cần phải tập trung ưu tiên tìm biện pháp khắc phục . Đây có thể sẽ không phải là chức năng của khâu đảm bảo chất lượng ; mà nguyên nhân có thể là từ các khâu thiết kế sản phẩm, nghiên cứu-phát triển, chuẩn bị công nghệ và gia công-chế tạo sản phẩm . Công cụ để chỉ rõ triệu chứng về trạng thái của quá trình có thể là *phiếu điều khiển chất lượng* nhằm hỗ trợ các nhà chuyên môn khi chuẩn đoán trạng thái của quá trình .

10.5.2. Phiếu điều khiển chất lượng

Phiếu điều khiển chất lượng đã từng được tạo lập như là phương tiện trợ giúp cho khâu điều khiển bằng tay . Phí tổn cho việc quản trị và đánh giá những phiếu này có thể được giảm bớt nhiều với việc dùng máy tính . Phiếu điều khiển chất lượng cho biết khả năng giám sát và kiểm tra bằng phương pháp thống kê của một quá trình . Khi kiểm tra bằng phương pháp thống kê , những thay đổi về đặc tính sản phẩm có tính chất ngẫu nhiên . Do tác động của các nhiễu, tức là do những tác động có tính chất hệ thống (tự nhiên) , mà quá trình thoát khỏi sự kiểm soát có tính chất ổn định (tĩnh).

Phiếu điều khiển chất lượng cho phép những thay đổi ngẫu nhiên và tự nhiên (hệ thống) đan xen nhau . Như vậy, với sự trợ giúp của phiếu điều khiển chất lượng , những thay đổi có tính chất hệ thống (tự nhiên) cần được phát hiện và khống chế bằng tác động điều khiển thích hợp và kịp thời . Vì vậy mà phiếu điều khiển chất lượng được sử dụng cho khâu điều khiển quá trình đang diễn ra ngay tại nơi quá trình hoạt động . Phiếu điều khiển chất lượng tạo lập một cơ sở đàm luận chung thông qua cách diễn đạt dùng đồ họa các thông số của một chi tiết gia công hoặc một quá trình ; mà các giá trị được thu nhận qua *các phép thử* trong các khoảng thời gian rất ổn định ; bởi vì muốn cải thiện quá trình trước hết phải phát hiện các nguyên nhân của một sự cố (nhiều). Tuy vậy, phiếu điều khiển chất lượng không dùng để xác định các biện pháp thực hiện thích hợp để cải thiện quá trình .

Trong phiếu điều khiển chất lượng, các giá trị đặc trưng được thể hiện theo trình tự thời gian của chúng , được so sánh với các giá trị giới hạn cho trước , được ghi nhận trên phiếu theo các dòng ngang . Tại đây, những giá trị giới hạn được phân biệt như sau :

- Giá trị trung bình,
- Giới hạn nhắc nhở (cảnh báo),
- Giới hạn điều khiển,
- Giới hạn dung sai .

Phiếu điều khiển chất lượng chứa đựng các giới hạn tác động, mà với những giới hạn đó có thể phân biệt những thay đổi hệ thống với những thay đổi ngẫu nhiên. Nếu một giá trị đo được hoặc một giá trị được tính ra lại vượt quá giới hạn tác động thì phải tiến hành tác động hiệu chỉnh đối với quá trình .

Vị trí của các giới hạn tác động có thể được xác định theo nhiều cách như sau :

- Trong quan hệ với sự phân tán và xác suất loại bỏ ứng với tâm dung sai,
- Trong quan hệ với sự phân tán và xác suất loại bỏ ứng với các giới hạn dung sai,
- Khảo nghiệm với chức năng là khoảng cách an toàn so với các giới hạn dung sai .

Với phiếu điều khiển chất lượng, có thể giám sát vị trí và khi các đặc tính thay đổi có thể giám sát cả sự phân tán của quá trình . Qua đó, người vận hành máy gia công có khả năng tác động hiệu chỉnh đối với quá trình và trên cơ sở đó xây dựng một vòng tròn điều khiển thích hợp. Bên cạnh việc sử dụng phiếu điều khiển chất lượng còn phải tiến hành kiểm nghiệm theo chế độ dài hạn về khả năng của quá trình ; vì vậy các giá trị của những thông số thu được từ các phép thử, lấy từ các phiếu điều khiển chất lượng , còn được sử dụng để tính toán số hiệu về khả năng của quá trình .

Từ đó, phiếu điều khiển chất lượng có những công dụng là : giảm bớt sự phân tán của các đặc tính về chất lượng, giảm lượng phế phẩm và khối lượng gia công (hiệu chỉnh) lại , qua đó giảm phí tổn về chất lượng, tăng dung lượng và thông tin về chất lượng của quá trình và chất lượng sản phẩm, chứng minh về chất lượng của một hãng cung ứng hàng và là một công cụ để ràng buộc nhà sản xuất .

10.5.3. Khả năng của quá trình và khả năng của thiết bị

Tiền đề thứ nhất đối với việc sử dụng có hiệu quả giải pháp điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC) là dùng những thiết bị có khả năng đạt chất lượng sản phẩm. *Khả năng của thiết bị* là thước đo chất lượng thực tế của một thiết bị ứng với dung sai. Tiền đề thứ hai là *khả năng của quá trình*. Chỉ khi nào hai điều kiện trên được đảm bảo thì giải pháp điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC) mới có thể tiến hành được với phiếu điều khiển chất lượng. Có ba phương pháp được sử dụng để kiểm tra hai tiền đề trên và để điều khiển quá trình đang diễn ra được nêu ở bảng 10.1

Khảo nghiệm khả năng của thiết bị là khảo sát trong thời gian ngắn , ví dụ : khảo sát khi lắp đặt một máy mới hoặc lắp một dụng cụ mới . Tại đây chỉ thực hiện một phép thử lớn . Cần chú ý là những thay đổi về đặc tính không được dùng thiết bị khác tác động từ bên ngoài vào .

Khảo nghiệm về khả năng của quá trình được tiến hành bằng cách triển khai nhiều phép thử nhỏ trong suốt phạm vi thời gian dài để nhận biết những tác động trong thời gian dài . Những giá trị đặc trưng được biểu thị bằng phương tiện đồ họa ứng với một chi tiết gia công hoặc một quá trình sẽ chỉ rõ tính chất giám sát được của quá trình .

Bảng 10.1. Các phương pháp kiểm tra tiền đề và điều khiển quá trình

Đặc trưng	Khả năng thiết bị	Khả năng quá trình	Phiếu điều khiển chất lượng
Phạm vi thời gian khảo sát	Thời gian khảo sát ngắn	Thời gian khảo sát dài	Toàn bộ thời gian quá trình diễn ra
Đối tượng khảo sát	Các thành phần của thiết bị (máy)	Quá trình sản xuất	Các đặc trưng chất lượng
Thực hiện các phép thử	Chỉ một phép thử lớn	Nhiều phép thử nhỏ trong khoảng thời gian dài	Phép thử nhỏ theo khoảng thời gian đều nhau
Mục tiêu	Đánh giá thiết bị (máy)	Đánh giá quá trình	Giám sát quá trình, Lập hồ sơ quá trình

Khi đánh giá, phân tích các phép thử ứng với những khảo nghiệm về khả năng của thiết bị và khả năng của quá trình người ta áp dụng các phương pháp thống kê giống nhau, chỉ khác nhau về bản chất của các giá trị đặc trưng. Các phép thử phải được kiểm tra trước hết bằng lưới (mạng) xác suất về dạng phân bố chuẩn, nghĩa là có tồn tại dạng phân bố chuẩn thông thường hay không; bởi vì dạng phân bố chuẩn thông thường là điều kiện để tính toán các giá trị đặc trưng. Để đảm bảo khả năng của quá trình cũng như khả năng của thiết bị, các giá trị đặc trưng phải lớn hơn hoặc bằng giá trị xác định. Tuy vậy chưa có những yêu cầu thống nhất về điều này. Trong trường hợp mà các giá trị yêu cầu không đạt được thì phải xác định và loại trừ các nguyên nhân.

Một quá trình được gọi là giám sát được nếu các thông số về các đặc trưng phân bố của nó trong thực tế không thay đổi, hoặc chỉ thay đổi trong những giới hạn cho trước.

Hệ số về khả năng của quá trình (C_p) được xác định như sau:

$$C_p = \frac{\delta}{6\sigma} \quad (10.1)$$

trong đó: δ - dung sai, σ - sai lệch chuẩn theo đại lượng khảo sát của quá trình.

Độ an toàn của quá trình (C_{pk}) được xác định như sau:

$$C_{pk} = \frac{\Delta - \delta}{3\sigma} \quad (10.2)$$

trong đó: Δ - giá trị trung bình của quá trình theo đại lượng khảo sát.

Tại đây, giá trị trung bình của quá trình là trị số trung bình số học từ giá trị trung bình của từng phép thử trong số 25 phép thử cuối cùng, mà mỗi phép thử này phải có được ít nhất là 5 giá trị đo được ứng với đại lượng khảo sát của quá trình.

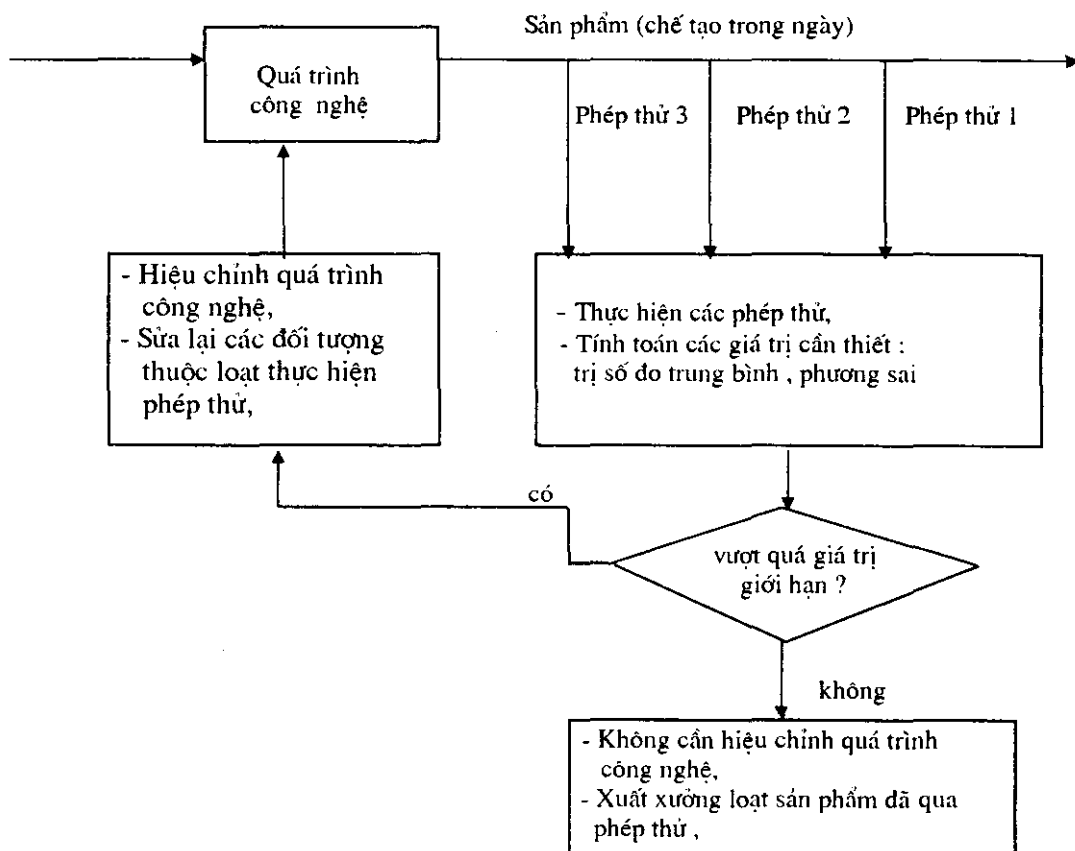
Để giảm chi phí đo kiểm, ở giải pháp điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC = Statistical Process Control) cần thực hiện phép thử theo định kỳ trong sản xuất (hình 10.2.).

Phương pháp SPC được tiến hành trên cơ sở thực hiện các phép đo kiểm (phép thử) với độ lớn như nhau, nghĩa là mỗi phép thử được thực hiện ở n chi tiết hoặc sản phẩm và n có giá trị như nhau cho mọi phép thử, $n = 2 \div 25$ chi tiết hoặc sản phẩm thuộc cùng một loạt đã chế tạo. Ứng với mỗi phép thử, các giá trị về thông số chất lượng (kích thước) X_i được xác định và ghi nhận thành bảng; từ các giá trị đo kiểm thực đó mà xác định giá trị số học trung bình cho mỗi phép thử là $\bar{X}$ và tính toán sai lệch chuẩn S theo các biểu thức dưới đây:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (10.3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (10.4)$$

Có thể dùng: $R = X_{\max} - X_{\min}$ thay cho S để xác định phạm vi phân bố của các giá trị đo kiểm của một phép thử.



Hình 10.2. Sơ đồ tổng quát về điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (Statistical Process Control= SPC)

Dùng lý thuyết toán xác suất để xác định sai số gia công cho kích thước chi tiết cơ khí như sau :

Sau khi gia công N chi tiết trực trên một máy đã điều chỉnh sẵn, $N = 60 \dots 100$, đo kích thước đường kính của từng chi tiết trực đã gia công là: $d_1, d_2, d_3, \dots, d_N$. Các kích thước đó nằm trong miền giới hạn được xác định bởi hai kích thước $d_{\max}$ và $d_{\min}$ trong số N kích thước đo được. Đó là miền phân bố thực tế của các trị số đã đo được của kích thước đường kính của N chi tiết trực, ứng với phạm vi giá trị: $d_{\max} \dots d_{\min}$. Để biết xác suất xuất hiện của các chi tiết có kích thước nằm trong từng miền nhỏ, cần chia miền phân bố thực tế này ($d_{\max} \dots d_{\min}$) thành k miền nhỏ hơn, thường là: $k > 3$. Số chi tiết có kích thước nằm trong từng miền nhỏ sẽ là: $m_1, m_2, m_3, \dots, m_k$, với tổng là :

$$m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_k = N \quad (10.5)$$

Các giá trị $m_1, m_2, m_3, \dots, m_k$ là tần số xuất hiện kích thước của từng miền nhỏ đã chia đó.

Tỷ số $\frac{m_1}{N}, \frac{m_2}{N}, \dots, \frac{m_k}{N}$ là tần suất xuất hiện các chi tiết trực có kích thước nằm trong từng miền nhỏ đã chia. Đó chính là xác suất xuất hiện các chi tiết trực có kích thước đường kính nằm trong từng miền nhỏ đã chia. Nếu ghi các kết quả đo kiểm về trị số kích thước đường kính các chi tiết trực thành biểu đồ, khi miền phân bố thực được chia thành 9 miền nhỏ

(k = 9) , sẽ có hình 10.3. Các điểm a, b, c, d, ..., k sẽ lập thành một đường cong có tung độ là tần suất ($\frac{m_i}{N}$) , hoành độ là điểm giữa của từng miền nhỏ (a, b, c, d, ..., k).

Biểu đồ ở hình 10.3 cho biết : xung quanh giá trị trung bình số học d_{tb} thì có xác suất lớn (trị số *tần suất* m_i/N lớn); nghĩa là có nhiều chi tiết trục có kích thước đường kính nằm trong miền lân cận đó. *Điểm ứng với kích thước trung bình (d_{tb}) là trung tâm phân bố.* Kích thước trung bình ứng với đường kính của các chi tiết trục đo được sẽ là :

$$d_{tb} = \frac{d_1 + d_2 + ... + d_N}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{N} \tag{10.6}$$

Dùng đường cong này (hình 10.3) sẽ biết được xác suất xuất hiện chi tiết có kích thước nằm trong từng miền đã chia trên biểu đồ; nhưng lại không biết được xác suất xuất hiện chi tiết có kích thước nằm trong miền bất kỳ nào đó . Để tiện lợi hơn, có thể ta dùng một đường cong khác

mà tung độ là *mật độ xác suất* ($y = \frac{dp}{dx}$) , còn hoành độ là ($x = d - d_{tb}$) ; nghĩa là gốc hoành độ đã chuyển về trung tâm phân bố . Như vậy, xác suất xuất hiện chi tiết trục có kích thước đường kính nằm trong miền ($x_1 \sim x_2$) nào đó sẽ là :

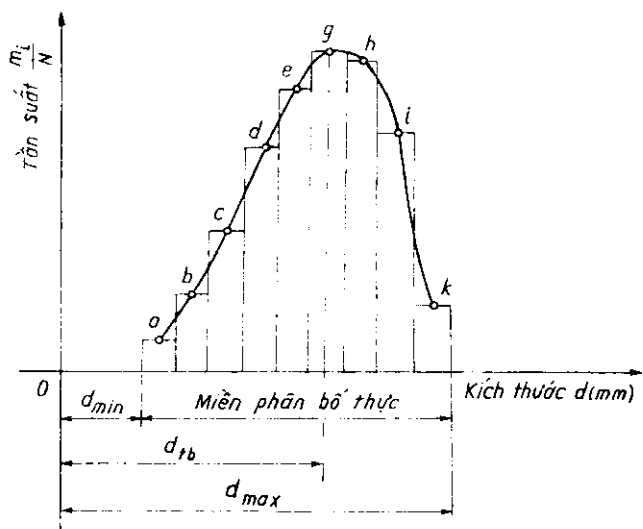
$$P(x_1 \sim x_2) = \int_{x_1}^{x_2} y dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{dp}{dx} dx \tag{10.7}$$

Đường cong $y = \frac{dp}{dx}$ gọi là *đường cong phân bố mật độ xác suất* .

Qua nghiên cứu và khảo nghiệm công phu, người ta kết luận: các kích thước gia công cắt gọt bằng phương pháp điều chỉnh sản kích thước yêu cầu có đường cong phân bố mật độ xác suất theo dạng phân bố chuẩn, nghĩa là có dạng đường cong toán học GAUSS như hình 10.4.

Theo hình 10.4. , phương trình biểu diễn *mật độ xác suất* có dạng sau :

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}} \tag{10.8}$$



Hình 10.3. Biểu đồ phân bố thực của các trị số kích thước gia công
(ví dụ: kích thước đường kính trục)

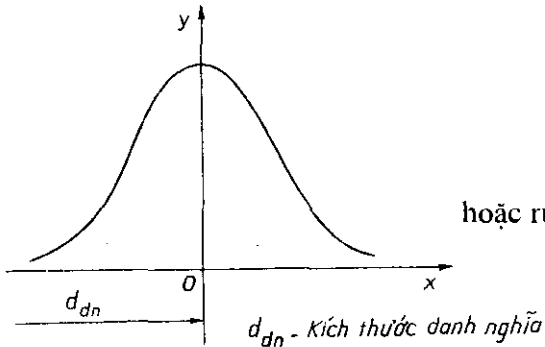
trong đó : e - cơ số tự nhiên ,

σ - sai lệch bình phương trung bình :

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_N^2)}{N}} \quad (10.9)$$

hoặc rút gọn :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i^2)} \quad (10.10)$$



Hình 10.4. Đường cong phân bố chuẩn GAUSS

với : $X_1 = d_1 - d_{tb}$, $X_2 = d_2 - d_{tb}$, ..., $X_N = d_N - d_{tb}$

Như vậy, muốn biết giá trị của σ để viết phương trình mật độ xác suất thì phải gia công thử và đo kiểm để thống kê các giá trị thực $d_1, d_2, \dots, d_N$ ứng với N chi tiết của phép thử.

Tính xác suất xuất hiện chi tiết có sai lệch kích thước so với kích thước trung bình (d_{tb}), trong khoảng từ $0 \sim X$ là :

$$P(0 \sim x) = \int_0^x \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx \quad (10.11)$$

với biến số : $z = \frac{x}{\sigma}$ thì $dz = \frac{dx}{\sigma}$ và $P(0 \sim x) = \int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \Phi(z)$.

Thông thường cần tính xác suất trong khoảng từ $-X$ đến $+X$. Đường cong GAUSS có tính chất đối xứng qua trục tung, do đó :

$$P(-x \sim +x) = \int_{-x}^{+x} y \cdot dx = 2 \int_0^x y \cdot dx \quad (10.12)$$

$$P(-x \sim +x) = 2 \int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = 2\Phi(z) \quad (10.13)$$

Giá trị của hàm $\Phi(z)$ và $2\Phi(z)$ được tính sẵn trong hàm LAPLACE như bảng 10.2.

Qua bảng này, khi $z = \frac{x}{\sigma} = 3$, tức là $x = 3\sigma$, thì hàm $2\Phi(z) = 0,9973$ rất gần với 1,

trong kỹ thuật có thể coi $2\Phi(z) = 1$. Điều đó có nghĩa là: xác suất xuất hiện chi tiết có sai lệch kích thước so với kích thước trung bình (d_{tb}) trong khoảng $-3\sigma \sim +3\sigma$, tức là khoảng 6σ , là bằng 1 (hoặc là 100%); nghĩa là: hầu như kích thước thực của các chi tiết trong phép thử chỉ nằm trong miền -3σ đến $+3\sigma$ mà thôi. Miền 6σ là đặc trưng cho độ chính xác gia công kích thước chi tiết. Miền 6σ càng lớn thì sai số gia công kích thước chi tiết càng lớn, độ chính xác gia công càng thấp; ngược lại, miền 6σ càng nhỏ thì sai số gia công kích thước chi tiết càng bé, độ chính xác gia công càng cao. Ngay khi 6σ bé hơn miền

dung sai IT (đặc trưng cho độ chính xác thiết kế chi tiết cơ khí) vẫn có thể có phế phẩm, bởi vì không thể tránh khỏi sự lệch nhau giữa miền 6σ và IT do các sai số hệ thống gây ra trong quá trình gia công (hình 10.5).

Bảng 10.2. Bảng giá trị theo hàm LAPLACE

$z = \frac{x}{\sigma}$	$\Phi(z)$	$2\Phi(z)$	$z = \frac{x}{\sigma}$	$\Phi(z)$	$2\Phi(z)$
0,10	0,0398	0,0796	1,25	0,3944	0,7888
0,25	0,0987	0,1974	1,50	0,4332	0,8664
0,50	0,1915	0,3830	2,00	0,4772	0,9544
0,75	0,2734	0,5468	3,00	0,49865	0,9973
1,00	0,3413	0,6826	4,00	0,49995	0,9999

Ở hình 10.5 trung tâm phân bố lệch so với trung tâm dung sai (T) của kích thước một khoảng là E, cho nên mặc dù 6σ nhỏ hơn IT mà vẫn có phế phẩm trong miền từ C trở đi (miền kẻ sọc). Có thể tính xác suất xuất hiện phế phẩm (P_{pp}) hay là tỉ lệ phế phẩm như sau :

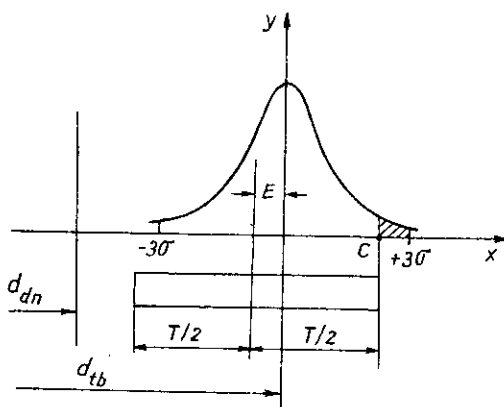
$$P_{pp} = \int_C^{\infty} y \cdot dx \quad (10.14)$$

Tỉ lệ phế phẩm này có thể khắc phục được, bởi vì nguyên nhân gây ra phế phẩm là sai số hệ thống cố định E.

Từ đó có thể rút ra những kết luận sau đây :

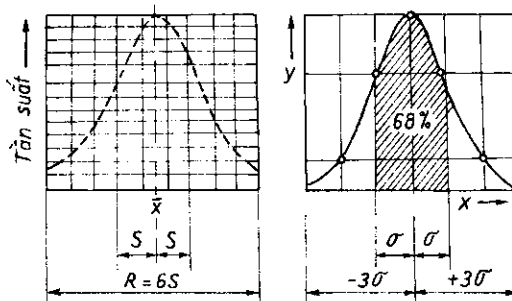
1. Ứng với các kích thước càng gần kích thước trung bình (trung tâm phân bố) thì số chi tiết xuất hiện càng nhiều, ngược lại càng xa kích thước trung bình thì số chi tiết xuất hiện càng ít; vì càng gần kích thước trung bình (d_{tb}) thì mật độ xác suất (y) càng lớn, xác suất xuất hiện kích thước càng lớn, càng xa kích thước trung bình (d_{tb}) thì mật độ xác suất (y) càng bé, xác suất xuất hiện kích thước càng bé.

2. Hầu hết các chi tiết gia công trong loạt có kích thước nằm trong miền 6σ



Hình 10.5. Quan hệ giữa trung tâm phân bố của kích thước thực và tâm dung sai

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$



Hình 10.6. Phân bố kích thước thực và phân bố chuẩn GAUSS

3. Muốn cho kích thước của loạt chi tiết gia công đạt yêu cầu thì phải có điều kiện

$$6\sigma \leq IT \quad (10.15)$$

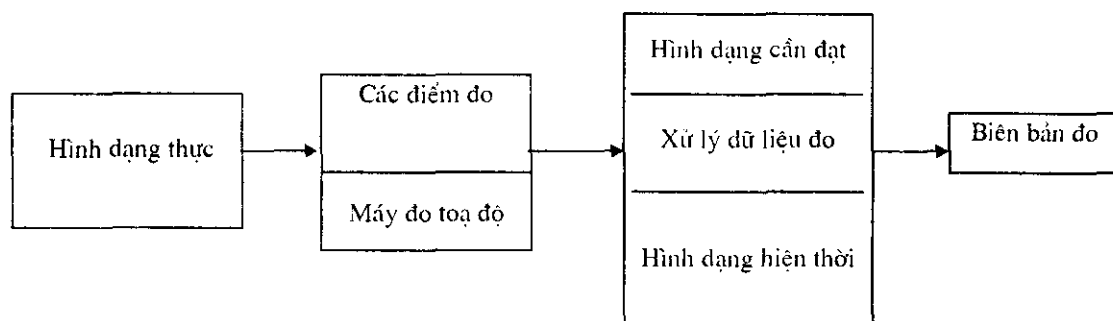
4. Dùng phương pháp thống kê kích thước các chi tiết gia công thử như vậy để tìm ra quy luật phân bố nhằm chọn phương pháp gia công thích hợp, sao cho độ chính xác gia công phù hợp với độ chính xác theo thiết kế yêu cầu và có thể xác định được tỉ lệ phế phẩm của phương pháp gia công đã chọn.

5. Dùng phương pháp xác suất để khảo sát sai số gia công kích thước là dựa trên cơ sở theo dõi một số lượng lớn (N) các chi tiết gia công. Đây là phương pháp thường được áp dụng trong sản xuất hàng loạt.

Mối tương quan giữa phân bố thực và phân bố theo lý thuyết GAUSS được thể hiện ở hình 10.6. Qua hình này : xác suất xuất hiện kích thước chi tiết trong phạm vi $\pm 1\sigma$ là 68 %, trong phạm vi $\pm 2\sigma$ là 95 %, trong phạm vi $\pm 3\sigma$ là 99,7 %.

10.6. Kỹ thuật đo tọa độ

Nguyên lý của kỹ thuật đo tọa độ là bề mặt thực của một vật đo được tiếp xúc từng điểm và từ những điểm tiếp xúc đó tổ hợp thành một bề mặt số hóa của chi tiết. Ở vị trí bề mặt thực, bề mặt tính toán sẽ là phần tử thay thế; bề mặt tính toán có hình học lý tưởng và là chuẩn đối với các sai lệch về hình dạng và vị trí (hình 10.7).



Hình 10.7. Nguyên lý của kỹ thuật đo tọa độ

Vì bề mặt thực tế không có hình dạng lý tưởng nên để có thể tính toán bề mặt hiện thời cần phải có số lượng các điểm tiếp xúc (điểm đo) đủ nhiều. Số lượng các điểm đo tiếp xúc càng nhiều thì độ chính xác của các sai lệch hình dạng xác định được càng cao.

10.6.1. Máy đo tọa độ

Máy đo tọa độ, theo Tiêu chuẩn công nghiệp Đức (DIN ISO 10360-2), là một hệ thống đo kiểm mà trong quá trình thực hiện phép đo có một điểm chuẩn cố định và ít nhất có thể thực hiện ba chuyển động thẳng và quay; ít nhất phải có một trục đo thẳng trong số ít nhất là 3 trục đo đó.

Máy đo tọa độ là thiết bị đo kiểm linh hoạt, dùng khi số lượng chi tiết trung bình và rất ít. Máy đo tọa độ dùng để kiểm tra các chi tiết có hình khối phức tạp như vỏ động cơ, hộp tốc độ, thân bơm, cánh tuabin, bánh răng, trục vít, bánh vít. Một máy đo tọa độ gồm có ba thành phần là :

- Máy đo,

- Máy tính,
- Các chương trình .

Các máy đo toạ độ , tùy theo cấu hình của chúng , được phân chia thành các kiểu khác nhau :

- Máy đo toạ độ với hệ đầu đo, hệ cảm biến (sensor) cứng, vận hành bằng tay, với độ chính xác (độ an toàn đo kiểm) không thật cao (sai số lớn hơn $10\text{ }\mu\text{m}$),
- Máy đo toạ độ với các trục đo kiểm vận hành bằng động cơ , người sử dụng điều khiển máy bằng một cần gạt ,
- Máy đo toạ độ với các trục đo kiểm vận hành bằng động cơ , có một hệ điều khiển CNC cho phép soạn thảo các chương trình đo kiểm (Learn-program, Scanning).

10.6.2. Các phương pháp lập trình

Các máy đo toạ độ điều khiển CNC (Computerised Numerical Control) thường được sử dụng để thực hiện những công việc kiểm tra thường được lập lại ở các chi tiết phức tạp. Quỹ đường dịch chuyển và vị trí cần đạt được *số hóa ở dạng các cấu trúc dữ liệu* (các câu lệnh CNC) Các máy đo toạ độ CNC được phân chia theo *phương pháp lập trình* như sau:

- Lập trình *bằng tay* (manual programing) ,
- Lập trình theo cách *học (bắt chước)* (learn programing) ,
- Lập trình *bằng máy* (machine programing) .

Khi lập trình *bằng tay*, kỹ thuật viên đo kiểm dùng tay nạp chương trình đo kiểm vào máy đo toạ độ thông qua bàn điều khiển của máy. Tại đây, mọi vị trí và quỹ đường dịch chuyển cần thiết được nạp bằng tay vào máy.

Khi lập trình *theo cách học* , kỹ thuật viên đo kiểm dùng cần điều khiển của máy đo toạ độ *dẫn dắt* máy chuyển dịch qua những vị trí cần thiết , những vị trí đó sẽ được hệ điều khiển của máy ghi nhớ lại ở lần chuyển dịch đầu tiên . Các vị trí đo này sẽ được người sử dụng bổ sung thêm bằng các *điểm chuẩn* và các *điểm dừng* , để tránh va đập với vật đo khi thực hiện phép đo . Chương trình đo kiểm được lập theo cách này sẽ gồm có các điểm đo và các điểm dừng ; nó có thể được truy cập tùy ý khi đo các chi tiết trong sản xuất hàng loạt .

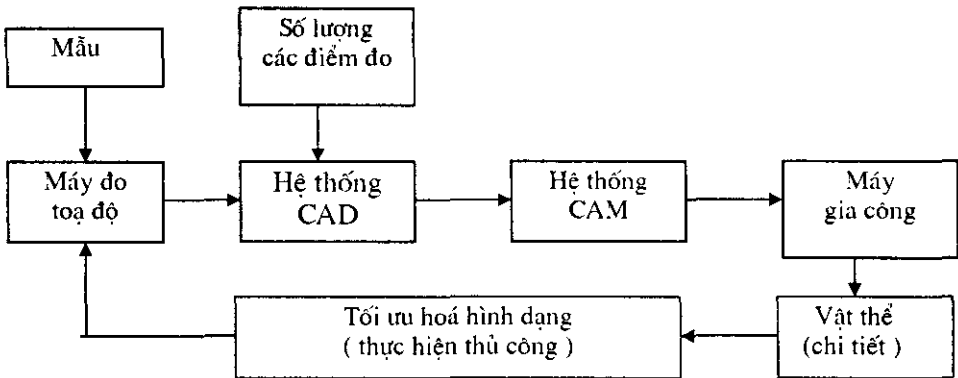
Phương pháp lập trình *bằng máy* được thực hiện tại nơi lập trình cách xa máy đo toạ độ. Cách lập trình này phải có *ngôn ngữ lập trình bậc cao hơn* và được tiến hành trên máy tính với phần mềm CAD sẵn có (CAD-Software), để có thể tạo lập hình dạng của vật đo bằng đồ họa . Người hoạch định khâu kiểm tra cụ thể hoá tiến trình đo kiểm tại nơi lập trình , sau đó mô phỏng quá trình đo kiểm bằng đồ họa (grafic simulation) . Người này cũng phải xác định rõ cấu hình của các đầu đo (sensor) , công cụ trợ giúp kẹp chặt vật đo và xác định các điểm đo cần thiết ứng với từng vật đo khác nhau . Các hệ thống CAD hiệu quả cao và đắt giá hiện tại tạo lập các *giao diện (interfaces)* cần thiết dùng cho việc lập trình máy đo toạ độ .

Từ đó, một phương thức mới có tên là Scanning (*quét*) có ý nghĩa ngày càng tăng đối với nền công nghiệp . Phương thức này lại chỉ thực hiện trên máy đo toạ độ CNC với hệ thống đầu đo, đầu cảm biến (sensor) phù hợp. Với phương thức này, đầu đo được *dẫn dắt* dọc theo một trục đo hay là theo một đường quỹ đạo đã tính toán trước bằng các phương pháp toán học . Đồng thời các trục đo khác cũng được dẫn dắt sao cho đầu đo luôn luôn tiếp xúc với bề mặt vật đo . Như vậy, Scanning là một phương pháp *kiểm tra hình dạng*. Quá trình *tiếp xúc và đo đều đặn* này có nhiều ưu điểm hơn so với cách đo *tiếp xúc theo từng điểm* ; tuy thế lại không đánh giá được hình dạng vật đo nằm ngoài đường quỹ đạo tiếp xúc và đo . Vì vậy, người ta phải tìm cách tạo ra nhiều đường quỹ đạo tiếp xúc và đo đan xen nhau, để lập được một lưới đo trùm lên phần tử bề mặt cần đo kiểm .

Một phương pháp tương tự để xác định hình học là phương pháp số hoá (digitalize). Theo cách này, bề mặt của một vật thể (mẫu) có sẵn được phân chia thành các phần bề mặt có đường bao để xác định. Từng phần bề mặt này được đo kiểm với hệ đầu đo (sensor) để xác định biên dạng tổng thể của vật đo. Các dữ liệu thu được trong quá trình tiếp xúc và đo sẽ được xử lý và chuyển vào ngân hàng dữ liệu (databank). Người thiết kế sản phẩm có điều kiện đọc các dữ liệu từ hệ CAD và thông qua màn hình của máy tính tiến hành sửa lại các bề mặt để đạt mục tiêu đã định. Phương pháp số hoá (digitalize) được áp dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp chế tạo ô tô để tạo ra vỏ xe .

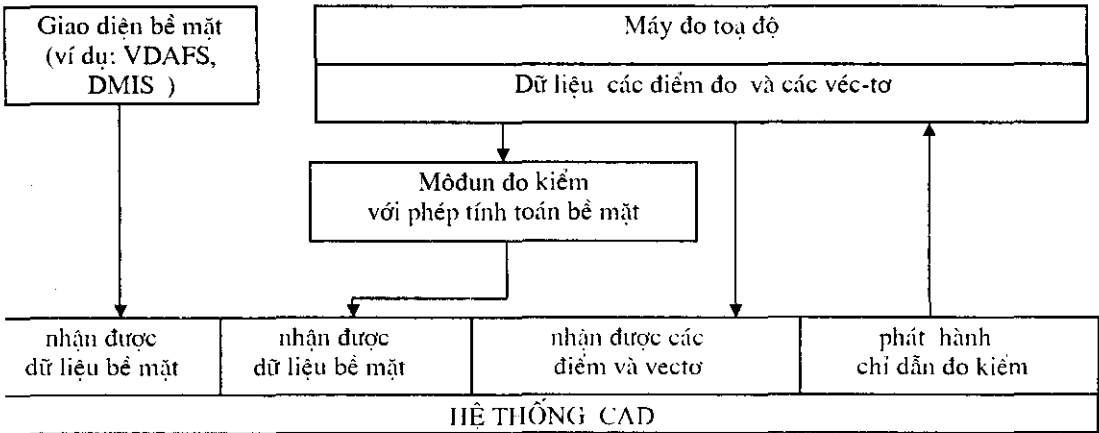
10.6.3. Nối ghép với CAD

Phạm vi ứng dụng sơ cấp của giải pháp nối ghép giữa CAD và máy đo tọa độ là lĩnh vực từ tạo mẫu qua tạo khuôn đến chế tạo dụng cụ. Tại đây, trước hết thường tạo một mẫu (ứng với vật thể mong muốn) từ những vật liệu dễ tạo hình. Sau khi tiến hành công việc tối ưu hoá hình dạng những yêu cầu chuyển giao hình học của vật thể được xác định và chuyển tới hệ CAD/CAM để cuối cùng tạo lập được chương trình NC gia công tạo hình vật thể đó như sơ đồ ở hình 10.8.



Hình 10.8. Hệ thống đảm bảo chất lượng gia công trong giải pháp CAD/CAM có máy đo tọa độ

Khi số hoá (digitalize) hình học vật thể mới lạ , trước hết , máy đo tọa độ sẽ chuyển ao dữ liệu mô tả sơ bộ bề mặt vật thể đó , trực tiếp hoặc thông qua một khâu tính toán sơ bộ eo một môđun đo kiểm, tới hệ CAD . Với những bước tiếp theo, theo định hướng hoàn thiện âu mô tả bề mặt, sau từng sai số hiện thời của mô hình , những giá trị đo tiếp theo lại được íy đo tọa độ cung cấp. Sơ đồ ở hình 10.9 sẽ minh hoạ cho trường hợp đã nêu .



Hình 10.9. Sơ đồ ghép nối máy đo tọa độ với hệ CAD

Khi đo kiểm hình học vật thể thông dụng đã có sẵn phần diễn tả bề mặt trong hệ CAD. Diễn tả bề mặt có thể được thực hiện bằng phương pháp số hoá (digitalize), bằng khâu thiết kế với CAD hoặc dùng giao diện bề mặt. Tùy theo dung sai cho trước cũng như hình dạng bề mặt mà các điểm đo cần thiết được xác định và những chỉ dẫn đo kiểm cụ thể sẽ được thông báo tới máy đo tọa độ. Lượng chênh lệch của các giá trị đo kiểm so với các giá trị chuẩn có thể được tính toán và hiển thị bằng đồ họa trong trường vectơ trên máy đo tọa độ.

Có một cách khác là trước hết ghi nhận tất cả các kết quả ứng với các điểm đo kiểm trên toàn bộ bề mặt của vật đo; sau khi truyền dẫn các điểm này vào hệ CAD, ở đó sẽ diễn ra quá trình phân tích bề mặt, tiếp theo là hệ thống sẽ tính toán từ đường bao bề mặt và xác lập ra mô hình mẫu tập hợp các điểm mong muốn. Sau đó máy đo tọa độ được điều khiển trực tiếp thực hiện quá trình đo các điểm. Các giá trị đo thu được sẽ được so sánh với bề mặt đã tính toán. Khi lượng chênh lệch lớn hơn giới hạn cho trước thì mô hình mẫu tập hợp các điểm sẽ được xác lập chính xác hơn.

Khâu trao đổi dữ liệu giữa máy đo tọa độ và hệ CAD được thực hiện bằng các giao diện (interfaces), đặc biệt là hai giao diện bề mặt VDAFS, DMIS.

Giao diện bề mặt DMIS phát triển trên cơ sở CAM-I (chương trình đảm bảo chất lượng của CAM, Quality Assurance Program of Computer Aided Manufacturing, Inc.). Giao diện này là kết quả của sự cộng tác giữa người cung cấp và người sử dụng kỹ thuật đo. Mục đích của giao diện này là xác lập một tiêu chuẩn về mối giao tiếp giữa máy đo kiểm của kỹ thuật đo hình học và máy tính. Giao diện này có cấu trúc theo cú pháp của ngôn ngữ APT. Các từ ngữ ở đây hình thành từ những liên kết ký tự đọc được ASCII, cho biết các thông số, các biến số v...v.

10.7. Quan hệ với các thành phần khác có sử dụng máy tính

Trong mục này cần đề cập đến những yêu cầu và các mối liên kết của các hệ thống đảm bảo chất lượng (CAQ) xuất phát từ sự cần thiết là phải *tích hợp hoá (integrate)* các hệ thống CAQ vào để án tích hợp hoá sản xuất cấp trên (CIM).

Các mối liên kết giữa các hệ thống CAD và các hệ thống CAQ trong khâu thiết kế sản phẩm được các hãng chế tạo máy đo thiết lập. Mục đích ở đây chính là sự trao đổi giữa các dữ liệu mong muốn và các kết quả đo, cũng như lập trình đồ họa tương tác bên ngoài (graphic interactive offline programing) của các máy đo tọa độ. Các giao diện (interfaces) được sử dụng ở đây là IGES và VDAFS. Cách lập trình từ xa đối với các máy đo tọa độ điều khiển bằng số với sự trợ giúp của các hệ thống CAD có thể thực hiện nhờ khâu thích nghi các dữ liệu điều khiển phổ cập (ví dụ: CLDATA) với phần mềm (software) của một máy đo tọa độ nhờ các bộ vi xử lý thích nghi chuyên dụng (special postprocessor).

Mối liên kết giữa CAQ với CAP đề cập tới sự trao đổi dữ liệu để hoạch định chất lượng và điều khiển chất lượng, kể cả điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê (SPC), mà dữ liệu thu được là các giá trị hiệu chỉnh đối với các chương trình NC, sao cho các quá trình gia công được đặt dưới sự điều khiển có hiệu quả.

Từ khâu đảm bảo chất lượng trong một hệ thống CAQ, các dữ liệu yêu cầu kiểm tra sẽ được chuyển tiếp tới khâu gia công (CAM) nhằm kiểm tra chất lượng các sản phẩm. Khâu này xác định rõ nội dung và tính chất của việc kiểm tra (*cái gì, khi nào, như thế nào, ở đâu và với công cụ gì*). Những kết quả kiểm tra, theo chiều ngược lại, sẽ phản hồi thông tin trực tiếp trở lại.

Tóm lại, có thể kết luận là *một hệ thống đảm bảo chất lượng tích hợp* xác lập các dữ liệu chất lượng ở dạng dễ thu nhận và xử lý dùng cho các khâu nghiên cứu và phát triển, thiết

kế sản phẩm , chuẩn bị sản xuất, gia công và kiểm tra chất lượng . Những dữ liệu chất lượng này phải được tập hợp, lưu trữ và đánh giá khi gia công , thử nghiệm mẫu , kiểm chứng so sánh với các sản phẩm khác và khi sử dụng sản phẩm .

Ưu điểm của một hệ thống đảm bảo chất lượng hoàn thiện là *sự đảm bảo chất lượng có tính chất liên tục* bám sát sản phẩm kể từ khi bắt đầu chế tạo cho đến khi sử dụng . Chứng cứ quan trọng nhất đối với CAQ là sớm tiếp cận và ứng dụng những kỹ thuật mới sẽ phát huy trong tương lai và linh hoạt , những kỹ thuật sẽ mang lại nhiều lợi ích lâu dài cho hãng .

Chương 11

NHÀ MÁY TỰ ĐỘNG HOÁ

11.1. Quá trình phát triển

Ý tưởng xây dựng các nhà máy tự động hoá đã có từ lâu. Vào những năm 30 của thế kỷ này ở Mỹ đã xây dựng nhà máy chế tạo ôtô. Các nguyên công được hoàn toàn tự động và nhờ đó số công nhân của nhà máy đã giảm xuống 50 lần so với khi chưa tự động hoá. Năm 1934 ở Chicago (Mỹ) người ta đã cho triển lãm một phân xưởng tự động để chế tạo các trục của hộp tốc độ trong ôtô. Cũng vào những năm đó ở Liên Xô (cũ), người ta đã xây dựng nhà máy tự động để chế tạo các xilanh động cơ. Năng suất lao động của nhà máy này là 3000 xilanh động cơ được sản xuất trong một ngày, với số người phục vụ là 5.

Năm 1960 ở Kraxnodar (Liên xô cũ) đã có nhà máy tự động để gia công các loại xích để sử dụng trong các máy nông nghiệp, máy công cụ, máy mỏ, ôtô và các lĩnh vực công nghiệp khác. Ở nhà máy này tất cả các qui trình công nghệ được tự động hoá hoàn toàn, từ khâu chế tạo phôi cho đến nguyên công lắp ráp cuối cùng. Lao động cơ bắp của con người ở đây được giải phóng hoàn toàn, kể cả quá trình kiểm tra. Con người chỉ thực hiện chức năng điều chỉnh, hiệu chỉnh và điều khiển.

Dưới đây là đặc tính kỹ thuật của một nhà máy tự động hoá để chế tạo 500 km xích trong một năm.

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Số dây chuyền tự động: | 7 |
| - Để gia công chi tiết: | 6 |
| - Để lắp ráp: | 1 |
| 2. Số thiết bị, kể cả thiết bị vận chuyển: | 137 |
| 3. Diện tích mặt bằng: | 2000 m ² |
| 4. Công suất tiêu thụ của các thiết bị: | 1480 kW |
| 5. Chu kỳ sản xuất: | 4,5 giờ |
| 6. Năng suất lao động trong một ca: | 900 m xích |
| 7. Số ca làm việc: | 2 |
| 8. Số lượng cán bộ làm việc trong một ca: | 19 |

Các qui trình công nghệ ở nhà máy tự động hoá này khác với các qui trình công nghệ truyền thống ở các nhà máy khác cùng chế tạo sản phẩm tương tự. Ví dụ, ở nhà máy này đã sử dụng các qui trình công nghệ mới, các máy tự động, các đường dây tự động để gia công và lắp ráp, các máy nhiệt luyện bằng dòng điện cao tần tự động, các ổ chứa tự động, các máy kiểm tra tự động v....v. Tất cả các dây chuyền công nghệ đều là các dây chuyền tự động. Các máy trên mỗi dây chuyền đều có cơ cấu cấp phôi và giữa chúng có băng chuyền vận chuyển phôi. Các thiết bị của dây chuyền tự động được liên kết với nhau bằng cơ cấu vận chuyển tự động.

Giá thành chế tạo xích của nhà máy tự động Kraxnodar trên đây giảm 1,9 lần so với các nhà máy thông thường khác chế tạo cùng loại sản phẩm. Kinh nghiệm sản xuất của nhà máy tự động hoá này có thể được áp dụng cho nhiều nhà máy chế tạo máy khác.

Tuy nhiên các nhà máy tự động như vậy chỉ có sơ đồ động cứng, không thích hợp cho việc điều chỉnh nhanh khi muốn gia công chi tiết khác loại. Các nhà máy như vậy có năng suất

cao khi gia công một loại chi tiết trong một thời gian dài, do đó chúng có ưu điểm lớn trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

Điều khiển máy theo chương trình là cơ sở để thiết kế nhà máy tự động hoá vạn năng. Các nhà máy như vậy cho phép chế tạo nhiều loại chi tiết khác nhau trên cùng một máy bằng cách thay đổi chương trình, cho nên chúng có thể giải quyết được vấn đề tự động hoá trong sản xuất đơn chiếc và sản xuất loạt nhỏ.

Năm 1973 ở Nhật Bản người ta đã bắt đầu nghiên cứu việc xây dựng nhà máy tự động hoá vạn năng. Trong giai đoạn đầu người ta đã nghiên cứu thiết kế mô hình nhà máy tự động hoá vạn năng. Những kết quả thử nghiệm qua mô hình sẽ cho phép đánh giá khả năng hiện thực của nhà máy tự động hoá vạn năng.

11.2. Nhà máy tự động hoá vạn năng

Theo thiết kế thì nhà máy sẽ sản xuất nhiều loại sản phẩm với số lượng lớn theo các đơn đặt hàng bằng các phương pháp sản xuất dây chuyền. Tự động hoá được thực hiện cho tất cả các quá trình gia công cơ, rèn dập, nhiệt luyện, phun phủ bề mặt, kiểm tra, lắp ráp v.v...

Năm 1977 sau một thời gian nghiên cứu, Nhật Bản đã thiết kế một mô hình nhà máy tự động hoá vạn năng. Mô hình nhà máy được bố trí trong ngôi nhà hai tầng với chiều cao 10 m. Diện tích mặt bằng của ngôi nhà là $(100 \times 100) \text{ m}^2$, trong đó 20 m^2 dùng làm kho chứa phôi và sản phẩm. Trung tâm điều khiển quá trình sản xuất được đặt ở giữa tầng hai của nhà máy.

Nhà máy tự động hoá vạn năng (mô hình) trên đây có các thông số sau:

1. Số loại sản phẩm được gia công: 50
2. Khoảng 30 sản phẩm được chế tạo ra trong một ngày đêm. Mỗi sản phẩm có từ $1 \div 25$ chi tiết.
3. Thời gian hoạt động của nhà máy: 24 giờ trong một ngày đêm.
4. Số loại chi tiết được gia công ở nhà máy này: 2000.
5. Điều kiện kỹ thuật của sản phẩm:
 - Kích thước sản phẩm: 0,1- 1m.
 - Trọng lượng sản phẩm: 50 - 1000 kG.
 - Độ chính xác gia công: $\leq 0,02 \text{ mm}$.
 - Số chi tiết trong một sản phẩm: ≤ 25 .
 - + Kích thước chi tiết theo chiều dài: $\leq 500 \text{ mm}$.
 - + Trọng lượng của chi tiết: $\leq 200 \text{ kG}$.

Như vậy, nhà máy tự động hoá vạn năng có ưu điểm hơn so với nhà máy tự động hoá ứng là: chủng loại sản phẩm nhiều, chúng thích hợp cho cả ba dạng sản xuất (đơn chiếc, hàng loạt và hàng khối). Tuy nhiên, đối với hai dạng sản xuất: đơn chiếc và hàng loạt nhỏ, nó thể hiện tính ưu việt rõ nét hơn.

11.3. Tổ chức hệ thống điều khiển trong các nhà máy tự động hoá

Chức năng của hệ thống điều khiển của nhà máy tự động hoá bao gồm: tiếp nhận hợp đồng, xây dựng kế hoạch kinh tế và tài chính, thiết kế kỹ thuật và điều hành sản xuất (nghĩa là trực tiếp điều khiển các thiết bị bằng chương trình).

Điều khiển tự động nhà máy được chia ra các cấp như sau :

- Cấp hành chính (A).
- Cấp nhà máy (B).
- Cấp phân xưởng (C).
- Cấp điều khiển các máy tổ hợp (D).

Ở mỗi cấp điều khiển (A , B , C) hệ thống điều khiển thực hiện kế hoạch và kiểm tra công việc của cấp dưới sau mỗi khoảng thời gian nhất định.

Cấp điều khiển hành chính của toàn nhà máy (A) thực hiện việc ký kết hợp đồng, thực hiện thiết kế sản phẩm, lập kế hoạch và kiểm tra tài chính, điều khiển quá trình sản xuất của toàn nhà máy đồng thời phải tiến hành việc dự báo tương lai .

Cấp điều khiển nhà máy (B) lập kế hoạch sản xuất, xác định thời gian bắt đầu và kết thúc quá trình chế tạo từng chi tiết, xác định thời gian bắt đầu và kết thúc quá trình sản xuất của từng phân xưởng và kiểm tra công suất của nhà máy. Dữ liệu ban đầu để lập kế hoạch ở đây là qui trình công nghệ, các tài liệu về máy và dụng cụ cắt.

Điều khiển cấp phân xưởng (C) xác định thời gian gia công chi tiết trên từng nguyên công. Nếu có sự sai lệch giữa thời gian gia công thực tế và thời gian tính thì cần phải hiệu chỉnh lại.

Việc xác định thời gian thực hiện các nguyên công được thực hiện ở cấp phân xưởng, sau đó báo cáo lên cấp nhà máy và cấp hành chính. Những thông tin này được sử dụng để điều chỉnh kế hoạch sản xuất. Như vậy, hệ thống điều khiển trong một nhà máy tự động hoá mang tính phản hồi ngược.

Cấp điều khiển các máy tổ hợp (D) thực hiện những công việc rất cụ thể trên các máy để đảm bảo năng suất và chất lượng gia công.

11.4. Hệ thống thông tin

Hệ thống thông tin điều khiển là mạng kết nối giữa các máy tính đặt ở những nơi cần có thông tin cho điều khiển. Mạng được chia ra hai loại: mạng chính và mạng cục bộ.

Mạng chính được dùng chủ yếu để truyền lệnh và trao đổi thông tin giữa khu vực hành chính, các phòng chuyên môn của nhà máy và các phân xưởng với nhau.

Mạng cục bộ được dùng để truyền lệnh và trao đổi thông tin giữa các hệ thống điều khiển trong nội bộ phân xưởng, giữa các hệ thống điều khiển tại các nguyên công và giữa các nguyên công.

Các thiết bị của hệ thống thông tin luôn được kiểm tra và hiệu chỉnh kịp thời. Công việc này không ảnh hưởng đến hệ thống điều khiển chung của nhà máy.

11.5. Quá trình điều khiển

Các thông tin được dùng để điều khiển bao gồm:

- Chung loại sản phẩm (hoặc chi tiết).
- Sản lượng hàng năm của sản phẩm (hoặc chi tiết).
- Thời gian bắt đầu và kết thúc gia công.
- Thứ tự gia công sản phẩm hoặc chi tiết .

Các dữ liệu từ các hệ điều khiển được truyền tới hệ điều khiển trung tâm. Tại đây, hệ điều khiển trung tâm xử lý số liệu và truyền đến những địa chỉ cần thiết.

Hệ thống điều khiển cấp phân xưởng điều khiển tất cả các công việc của phân xưởng, có nghĩa là ngoài việc điều khiển các nguyên công còn phải điều khiển quá trình vận chuyển trong nội bộ phân xưởng và vận chuyển giữa các kho chứa của phân xưởng (có thể đặt ngoài mặt bằng phân xưởng).

Quá trình điều khiển được thực hiện bằng việc trao đổi thông tin: từ trên xuống dưới bằng hình thức cấp lệnh, còn từ dưới lên trên (từ cấp dưới lên cấp trên) bằng hình thức trả lời (báo cáo). Lệnh từ cấp trên bao gồm: mã logic được sử dụng trong chương trình điều khiển và lệnh về tiếp nhận hoặc gửi các chi tiết để gia công dưới dạng các từ khoá cần thiết cho việc lựa chọn những số liệu cần thiết. Báo cáo của cấp dưới bao gồm: mã (địa chỉ) của phân xưởng tiếp nhận thông tin, mã (địa chỉ) của nguyên công gửi thông tin, thông tin về kết thúc gia công, về chuyển chi tiết, về khả năng tiếp nhận chi tiết mới (trường hợp ổ chứa có chỗ cho chi tiết mới), về những sai sót và cuối cùng là báo cáo về khả năng thực hiện lệnh cấp trên.

Ngoài thông tin trao đổi giữa các lệnh và báo cáo, hệ thống điều khiển chỗ làm việc còn thực hiện những chức năng sau đây:

- Kiểm tra khả năng hoạt động của các máy tổ hợp và các cơ cấu tại chỗ làm việc (tại nguyên công).
- Cấp dữ liệu cho hệ thống điều khiển làm việc theo chương trình và truyền các dữ liệu đó tới các máy và các cơ cấu.
- Thu thập thông tin về quá trình gia công.
- Phát hiện những sai sót và truyền thông tin về những sai sót đó.
- Đánh số đồ gá vệ tinh cùng chi tiết khi có lệnh về tiếp nhận chi tiết.

Điều khiển bằng trao đổi lệnh và báo cáo được tập trung vào máy tính và từ đó thông tin được truyền tới địa chỉ cần thiết dưới dạng lệnh vĩ mô do chương trình điều khiển soạn thảo.

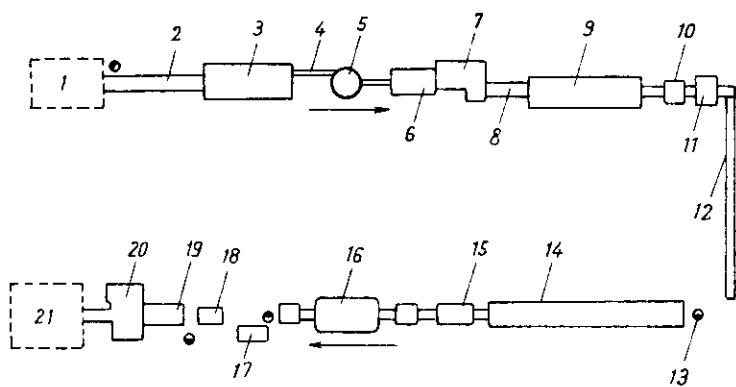
11.6. Ví dụ về nhà máy tự động hoá chế tạo pittông động cơ ô tô

Hình 11.1 là sơ đồ nhà máy tự động hoá chế tạo pittông động cơ ô tô.

Nhà máy gồm 4 bộ phận sản xuất chính :

- Bộ phận gia công phôi.
- Bộ phận nhiệt luyện.
- Bộ phận gia công cơ.
- Bộ phận phân loại và đóng gói.

Các phân xưởng này được nối kết với nhau bằng cấu cơ cấu vận chuyển. Các cơ cấu vận chuyển này được điều chỉnh đồng bộ với các máy tổ hợp. Trên hình 11.1 là sơ đồ nguyên lý làm việc của nhà máy: các thỏi kim loại từ ổ chứa 1 được chuyển tới lò nung 3 nhờ cơ cấu vận chuyển 2. Lò nung 3 được lắp cơ cấu điều chỉnh tự động nhiệt độ nóng chảy của kim loại. Kim loại nóng chảy từ lò nung 3 theo máng 4 được chuyển tới máy rót 5 để rót vào các khuôn kim loại. Nhiệt độ của kim loại được giữ ở mức cần thiết nhờ cơ cấu điều chỉnh tự động. Khuôn kim loại từ máy rót 5 được tự động chuyển tới buồng làm sạch 6, sau đó nó được dừng tại máy tự động 7 để tháo phôi. Phôi theo băng chuyển được chuyển tới bộ phận nhiệt luyện.



Hình 11.1. Sơ đồ nhà máy tự động hóa chế tạo pittông động cơ ô tô

1. Ổ chứa; 2. Cơ cấu vận chuyển; 3, 9. Lò nung;
- 4, 12. Máng; 5. Máy rót; 6. Buồng làm sạch;
7. Máy tự động tháo phôi; 8. Băng chuyền;
10. Máy ép tự động; 11. Thùng chứa; 13. Công nhân;
14. Dây chuyền tự động; 15. Máy cân tự động;
16. Máy doa; 17. Công nhân; 18. Máy rửa;
19. Máy dán mác; 20. Máy đóng gói; 21. Kho.

chuyển tới máy tự động 15 để cân và phân loại theo trọng lượng, sau đó chúng được chuyển tới máy tự động để tráng thiếc. Sau khi được tráng thiếc các pittông được gia công trên máy doa nhiều vị trí 16. Độ chính xác đạt được là 0,01 mm. Trong quá trình gia công, đường kính, độ côn và độ ôvan của các lỗ doa được kiểm tra tự động. Sau khi kết thúc nguyên công này người công nhân 17 lấy các piston ra và đặt lên băng chuyền của máy rửa 18. Sau khi rửa, các pittông được chuyển tới máy dán mác tự động 19 rồi được chuyển tới máy đóng gói 20. Trước khi đóng gói, máy đóng gói tự động 20 xoa lên pittông một lớp dầu và bọc nó bằng một lớp giấy không thấm nước. Các pittông được đóng gói trong các thùng cactông và được chuyển vào kho 21. Tất cả quá trình này được thực hiện một cách tự động.

Bộ phận nhiệt luyện bao gồm lò nung 9 (có vùng nung nóng và vùng làm lạnh), băng chuyền 8 và máy ép tự động 10 để xác định độ cứng. Các phôi bị phế phẩm (do độ cứng) được tự động tách ra (rơi xuống thùng chứa), còn các phôi đạt yêu cầu được chuyển tới thùng chứa 11 rồi trượt theo máng 12 đến bộ phận gia công cơ. Người công nhân 13 đặt bốn phôi lên dây chuyền tự động 14.

Dây chuyền tự động 14 gồm các máy tiện nhiều dao, các máy khoan, các máy doa, các máy phay và các máy mài. Tất cả các máy này đều được trang bị cơ cấu kiểm tra tự động. Ngoài ra, các máy mài còn được trang bị đồ gá tự động bù lượng mòn của đá mài. Các pittông theo băng chuyền được

Chương 12

HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA TỰ ĐỘNG HOÁ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

12.1. Các chỉ tiêu của hiệu quả kinh tế

Đánh giá một kỹ thuật mới theo hiệu quả kinh tế cho phép giải quyết những vấn đề cụ thể để phát triển sản xuất. Khi so sánh các phương án khác nhau của kỹ thuật mới theo hiệu quả kinh tế có thể chọn được phương án tối ưu.

Hiệu quả kinh tế của một máy nào đó có thể được đánh giá bằng nhiều chỉ tiêu khác nhau. Chỉ tiêu thông dụng nhất để đánh giá hiệu quả kinh tế là thời gian hoàn vốn đầu tư bổ sung. Chỉ tiêu này được xác định theo công thức sau:

$$n = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} \quad (12.1)$$

Trong đó: n - thời gian hoàn vốn đầu tư bổ sung.

K_1, K_2 - vốn đầu tư cho hai phương án sản xuất.

C_1, C_2 - giá thành sản phẩm của hai phương án trong một năm.

Giá trị nghịch đảo của n ($t = 1/n$) là lợi nhuận của vốn đầu tư bổ sung và được gọi là hiệu quả của vốn đầu tư. Ví dụ, nếu vốn đầu tư bổ sung được hoàn lại trong 4 năm ($n = 4$) thì lợi nhuận trong một năm là $1/4$, nghĩa là vốn đầu tư là 25%.

Chỉ tiêu thứ hai để đánh giá hiệu quả kinh tế là giá thành sản phẩm. Nếu theo chỉ tiêu thứ nhất cần chọn phương án nào có phần trăm lợi nhuận cao thì theo chỉ tiêu thứ hai lại chọn phương án nào có giá thành sản phẩm nhỏ nhất. Ưu điểm của chỉ tiêu giá thành là tính xác định của nó, bởi vì bất kỳ phương án sản xuất nào thì giá thành sản phẩm vẫn được quan tâm đặc biệt.

Chỉ tiêu hiệu quả kinh tế thứ ba là tỷ trọng vốn đầu tư. Theo chỉ tiêu này cần chọn phương án nào có vốn đầu tư nhỏ nhất trong cùng một điều kiện sản xuất như nhau.

Cũng có một số chỉ tiêu khác mà mỗi chỉ tiêu chỉ chỉ xác định một khía cạnh nào đó của hiệu quả kinh tế.

Trong thực tế khi so sánh các phương án hiệu quả khác nhau (các hiệu quả khác nhau) ta thấy giá thành sản phẩm cao nhất không bao giờ ứng với thời gian hoàn vốn đầu tư nhỏ nhất. Vì vậy, theo chỉ tiêu thời gian hoàn vốn, cần chọn một phương án, còn theo chỉ tiêu giá thành sản phẩm cần chọn các phương án khác nhau.

Như vậy, với mỗi chỉ tiêu hiệu quả kinh tế có những ưu điểm và nhược điểm riêng. Đánh giá chính xác về chỉ tiêu hiệu quả kinh tế chỉ có thể thực hiện được trên quan điểm phân tích những vấn đề tổng quát. Chỉ tiêu tổng quát của hiệu quả kinh tế trong bất kỳ lĩnh vực sản xuất nào đều được xem là năng suất lao động. Cho nên, để đánh giá bất kỳ chỉ tiêu hiệu quả kinh tế nào đều phải dựa trên quan điểm về năng suất lao động.

12.2. Hiệu quả của tự động hoá máy đang sử dụng

Một trong những hướng tự động hoá quá trình sản xuất là tự động hoá các máy đang dùng, thành lập các dây chuyền tự động từ các máy tự động và bán tự động bằng cách trang bị thêm các cơ cấu cấp - tháo phôi tự động, cơ cấu vận chuyển phôi, cơ cấu nâng hạ, các ổ chứa dự trữ chi tiết, hệ thống điều khiển chung, cơ cấu vận chuyển phôi v...v. Những dây chuyền tự động đó có thể được thành lập ngay tại nhà máy sản xuất.

Khi thành lập các dây chuyền tự động từ những máy đang sử dụng thì vấn đề chính không phải là mức độ tối ưu của tập trung hay phân tán nguyên công như khi thiết kế dây chuyền tự động mới, mà ở đây phải tính đến hiệu quả của việc tự động hoá (chi phí cho tự động hoá).

Trong trường hợp này chỉ tiêu hiệu quả kinh tế là sự tăng năng suất lao động (năng suất gia công) khi so sánh hai phương án sản xuất, trong đó một phương án được chọn là phương án ban đầu (phương án chuẩn để so sánh). Hệ số tăng năng suất lao động λ được xác định như sau:

$$\lambda = \frac{w_2}{w_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \varphi' \cdot \frac{T_1}{T_2} \quad (12.2)$$

Trong đó: T_1 - tổng chi phí lao động để chế tạo ra sản phẩm của phương án ban đầu trong một khoảng thời gian nhất định.

T_2 - tổng chi phí lao động để chế tạo ra sản phẩm của phương án thứ 2 trong cùng thời gian.

φ' - hệ số tăng sản phẩm, $\varphi' = \frac{w_1}{w_2}$ (w_1, w_2 - số sản phẩm được chế tạo ra

theo hai phương án 1 và 2).

Khi tính hiệu quả kinh tế của tự động hoá các máy đang sử dụng chọn phương án thứ nhất (phương án ban đầu) là sản xuất dây chuyền (không phải tự động hoá) và dây chuyền này được sử dụng trong suốt thời gian hoạt động của nó (trong thời gian N năm).

Phương án thứ hai là dây chuyền tự động được hiện đại hoá. Dây chuyền bao gồm các máy đang sử dụng đã qua thời gian là R năm. Khi đó năng suất gia công của dây chuyền tự động tăng lên φ lần, chi phí cho lao động sống giảm xuống ε lần, chi phí cho một đơn vị sản phẩm thay đổi δ lần, giá thành của máy trong dây chuyền tự động tăng lên σ lần.

Trước hết xác định hệ số tăng sản phẩm φ' theo công thức :

$$\varphi' = \frac{Q_1 \cdot R + Q_2 (N - R)}{Q_1 \cdot N} = \frac{R + \frac{Q_2}{Q_1} (N - R)}{N} \quad (12.3)$$

Trong đó: $Q_1; Q_2$ - sản lượng hàng năm trên dây chuyền trước và sau tự động hóa.

$\frac{Q_2}{Q_1} = \varphi$ - hệ số tăng năng suất.

N - thời gian sử dụng của dây chuyền với giả thiết nó không được tự động hóa.

R - thời gian sử dụng của dây chuyền tới thời gian nó được tự động hóa. Khái niệm về hệ số sử dụng thời gian phục vụ của dây chuyền ψ :

$$\psi = 1 - \frac{R}{N} \quad (12.4)$$

Nếu dây chuyền tự động được lắp đặt từ các máy mới thì $\psi = 1$.

Biến đổi công thức (12.3) và thay các giá trị φ và ψ vào ta có:

$$\varphi = 1 + \psi \cdot (\varphi - 1) \quad (12.5)$$

Phải xác định chi phí lao động để chế tạo sản phẩm đối với cả hai phương án trong một đơn vị chi phí lao động sống T_s .

Ở phương án thứ nhất chi phí cho máy là KT_s , còn chi phí cho vận hành gia công trong thời gian N năm là $(m+1)T_s$. Như vậy ta có:

$$T_1 = [k + (m+1) \cdot N] \cdot T_s \quad (12.6)$$

Trong đó: T_1 - chi phí lao động để chế tạo sản phẩm trong một đơn vị lao động sống.

K - hệ số trang bị kỹ thuật cho dây chuyền (là tỷ lệ giữa giá thành máy và quỹ tiền lương).

m - hệ số chi phí vận hành dây chuyền (là tỷ lệ giữa chi phí vận hành gia công và quỹ tiền lương).

N - số năm sử dụng dây chuyền (với giả thiết chưa tự động hoá).

T_s - chi phí cho lao động sống.

Ở phương án thứ hai khi dây chuyền đã sử dụng được R năm, người ta đầu tư thêm kinh phí để chuyển nó thành dây chuyền tự động, cho nên chi phí cho máy là $K(\sigma - 1) \cdot T_s$, còn chi phí cho vận hành gia công trong thời gian N - R năm là $(m\delta\varphi + \frac{1}{\varepsilon}) \cdot T_s$ (chi phí cho vận hành năm).

Ta có công thức sau:

$$\begin{aligned} T_2 &= [K + R(m+1)] \cdot T_s + [K(\sigma - 1) + (N - R)(m\delta\varphi + 1/\varepsilon)] \cdot T_s = \\ &= [K\sigma + N(1 - \psi)(m+1) + N\psi(m\delta\varphi + 1/\varepsilon)] \cdot T_s \end{aligned} \quad (12.7)$$

Trong đó: T_2 - chi phí lao động để chế tạo sản phẩm trong một đơn vị lao động sống.

Thay các giá trị φ , T_1 , T_2 vào công thức (12.2) ta có:

$$\lambda = \frac{[1 + \psi(\varphi - 1)][K + N(m+1)]}{K\sigma + N(1 - \psi)(m+1) + N\psi\left(m\delta\varphi + \frac{1}{\varepsilon}\right)} \quad (12.8)$$

Công thức (12.8) cho phép phân tích hiệu quả của tự động hoá các máy đang sử dụng theo chỉ tiêu tăng năng suất lao động.

Hình 12.1 biểu diễn sự phụ thuộc giữa mức độ tăng năng suất lao động và thời gian sử dụng của máy trong hai trường hợp:

- Dây chuyền tự động được cải tiến từ máy mới (máy chưa qua sử dụng) với $\psi = 1,0$.

- Dây chuyền tự động được cải tiến từ máy đã qua 4 năm sử dụng ($\psi = 0,73$).

Dưới đây là ví dụ tính hiệu quả kinh tế khi tự động hoá máy mài vòng trong của ổ bi 209. Trước khi tự động hoá, một công nhân (có mức lương trung bình 740 USD) đứng được hai máy, còn thợ điều chỉnh (có mức lương trung bình 1020 USD) phục vụ được 7 máy. Chi phí cho dụng cụ, điện, các vật liệu phụ và sửa chữa là 1800 USD hàng năm. Giá thành của máy là 31.800 USD, máy bắt đầu làm việc từ năm 1987 cho đến hết năm 2000 (tất cả là 14 năm), thời gian làm việc là 3 ca. Sau khi được tự động hoá, máy trở thành máy tự động và có thể lắp đặt vào dây chuyền tự động.

Sau khi máy được tự động hoá một công nhân có thể đứng được 4 máy (thay vì chỉ đứng được 2 máy trước khi tự động hoá). Nhưng thợ điều chỉnh máy chỉ phục vụ được 6 máy (thay vì phục vụ được 7 máy trước khi tự động hoá) vì máy tự động có độ phức tạp cao hơn. Giá thành tự động hoá là 9.400 USD.

Quá trình thí nghiệm cho thấy năng suất gia công của máy tăng lên 20%, còn chi phí gia công chỉ tăng một phần do độ phức tạp sửa chữa. Tự động hoá máy được thực hiện từ đầu năm 1995. Như vậy, trước khi tự động hoá, máy đã được sử dụng 8 năm (từ 1987 đến hết năm 1994) và sau khi tự động hoá máy được sử dụng thêm 6 năm nữa (từ năm 1995 đến năm 2000).

Khi tính hiệu quả kinh tế của tự động hoá trước hết phải tính các đặc tính của phương án ban đầu (khi máy chưa được tự động hoá).

Quỹ lương chi cho 1 máy trước khi tự động hoá (tính cho 1 năm) S_0 :

$$S_0 = \left(\frac{S_1}{P_1} + \frac{S_2}{P_2} \right) \cdot Z \cdot 12 \quad (12.9)$$

Trong đó: S_1 - lương chi cho công nhân đứng máy.

S_2 - lương chi cho thợ điều chỉnh phục vụ máy.

P_1 - số máy mà công nhân có thể đứng được.

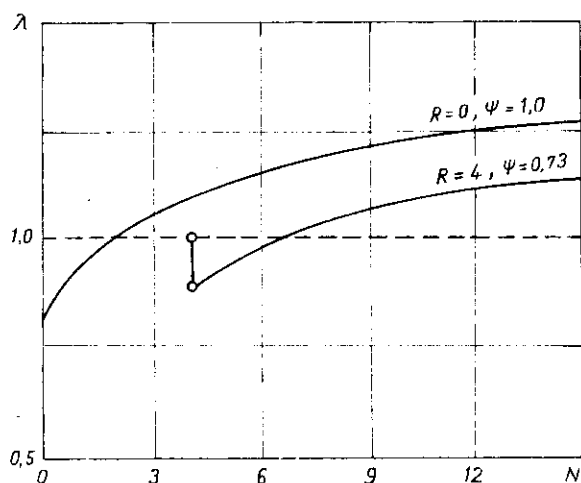
P_2 - số máy mà thợ điều chỉnh có thể phục vụ được.

Z - số ca làm việc của máy (3 ca).

12 - số tháng làm việc trong 1 năm (12 tháng).

Vậy ta có:

$$S_0 = \left(\frac{740}{2} + \frac{1020}{7} \right) \cdot 3 \cdot 12 = 18600 \text{ USD}$$



Hình 12.1. Sự phụ thuộc giữa mức độ tăng năng suất lao động λ và thời gian tự động hoá các máy đang sử dụng N .

Số tiền trên phải cộng thêm 5% lương bổ sung và 7,6% đóng bảo hiểm, cho nên quỹ lương sẽ là: $S_0 = 20.950$ USD.

Hệ số trang bị kỹ thuật cho dây chuyền K:

$$K = \frac{C_0}{S_0} \quad (12.10)$$

Trong đó: C_0 - giá thành máy.

S_0 - quỹ tiền lương cho máy trước khi tự động hoá (quỹ lương cho 1 năm).

Như vậy:

$$K = \frac{31800}{20950} = 1,52$$

Hệ số chi phí cho vận hành dây chuyền m:

$$m = \frac{P_0}{S_0} \quad (12.11)$$

Trong đó: P_0 - chi phí cho vật liệu, điện, các vật liệu phụ và sửa chữa.

S_0 - quỹ tiền lương cho máy trước khi tự động hoá (tính cho 1 năm).

Ta có :

$$m = \frac{18000}{20950} = 0,86$$

Thời gian phục vụ N :

$$N = R + V \quad (12.12)$$

Trong đó: R - thời gian phục vụ của máy trước khi tự động hóa.

V- thời gian phục vụ của máy sau khi tự động hóa.

Do đó: $N = 8 + 6 = 14$ năm

Hệ số ψ được xác định theo công thức (12.4):

$$\psi = 1 - \frac{R}{N} = 1 - \frac{8}{14} = 0,43$$

Bây giờ xác định các chỉ tiêu so sánh của máy trước và sau khi tự động hóa:

1. Hệ số tăng năng suất: $\varphi = 1,20$ (theo thí nghiệm năng suất tăng 20%).

2. Tỷ lệ tăng giá thành của máy sau khi tự động hóa:

$$\sigma = \frac{C_0 + X}{C_0} = \frac{31800 + 9400}{31800} = 1,29$$

($X = 9400$ USD là chi phí tăng cho tự động hóa máy).

$$3. \text{ Tỷ lệ giảm chi phí cho lao động sống: } \varepsilon = \frac{S_0}{\left(\frac{S_1}{P_1} + \frac{S_2}{P_2} \right)} = \frac{18600}{\left(\frac{760}{4} + \frac{1030}{6} \right) \cdot 3.12} = 1,43$$

Trong đó: S_1 ; S_2 - tiền lương cho công nhân và thợ điều chỉnh khi sử dụng máy tự động (có tăng hơn so với khi sử dụng máy chưa được tự động).

P_1 ; P_2 - số máy mà công nhân và thợ điều chỉnh có thể phục vụ được sau khi đã tự động hóa khác với P_1 và P_2).

4. Chi phí cho một đơn vị sản phẩm tăng do độ phức tạp sửa chữa máy tự động tăng. Theo kết quả thực nghiệm ta có: $\delta = 1,02$ (chi phí tăng lên 2%).

5. Hệ số tăng năng suất lao động được tính theo công thức (12.8):

$$\lambda = \frac{[1 + 0,43(1,2 - 1)][1,52 + 14(0,86 + 1)]}{1,52 \cdot 1,29 + 14 \cdot 0,57(0,86 + 1) + 14 \cdot 0,43(0,86 \cdot 1,2 \cdot 1,02 + 0,7)} = 1,10.$$

Nếu tự động hoá được thực hiện từ những máy mới (chưa qua sử dụng), có nghĩa là

$$\psi = 1 - \frac{R}{N} = 1 - \frac{0}{14} = 1, \text{ thì sau khi tính toán ta được hệ số tăng năng suất lao động } \lambda = 1,26.$$

Điều này cho thấy, sau 14 năm sử dụng máy tự động, năng suất lao động tăng 26%.

Trong thực tế, thông thường vấn đề chính không phải là xác định hệ số tăng năng suất lao động, mà phải xác định chi phí cho phép cho việc tự động hoá.

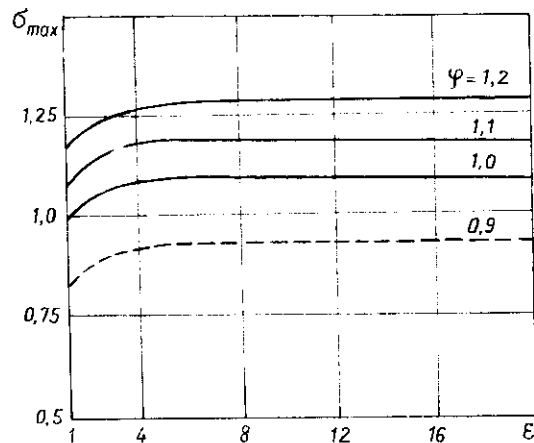
Chi phí lớn nhất cho việc tự động hoá có thể được xác định với điều kiện là đến cuối thời kỳ sử dụng của máy không cần tính đến năng suất lao động. Như vậy khi $\sigma = \sigma_{\max}$ (số lần tăng giá thành của máy và $\lambda = 1$ năng suất của máy không đổi) có thể xác định chi phí lớn nhất cho tự động hoá $\sigma_{\max}$ theo công thức sau:

$$\sigma_{\max} = 1 + \frac{\psi}{K} \left\{ K(\varphi - 1) + N \left[m\varphi(1 - \delta) + \varphi - \frac{1}{\varepsilon} \right] \right\} \quad (12.13)$$

Quá trình tự động hoá đòi hỏi phải có thêm các thiết bị và vật liệu bổ sung, cho nên giá thành của máy tự động (hay dây chuyền tự động) luôn luôn lớn hơn 1 ($\sigma > 1$).

Do vậy, nếu $\sigma_{\max} \leq 1$ thì quá trình tự động hoá sẽ không có hiệu quả. Hình 12.2 là đường cong phụ thuộc giữa chi phí lớn nhất cho cho tự động hoá và mức độ giảm chi phí cho lao động sống ε với các giá trị khác nhau của hệ số tăng năng suất của máy (của dây chuyền tự động) φ .

Đồ thị hình 12.2 cho thấy mức độ tăng năng suất lao động (hệ số φ) là yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến chi phí cho phép để tự động hoá. Công thức (12.13) xác định điều kiện biên của hiệu quả tự



Hình 12.2. Sự phụ thuộc giữa chi phí lớn nhất cho tự động hóa $\sigma_{\max}$ và mức độ giảm chi phí lao động sống ε với các giá trị khác nhau của hệ số tăng năng suất φ .

động hóa, bởi vì nếu tự động hoá được thực hiện để sau nhiều năm chỉ đạt năng suất lao động ngày hôm nay thì tự động hóa hoàn toàn không có ý nghĩa.

Vì vậy, cần phải tính chi phí cho phép để tự động hoá với điều kiện là vốn đầu tư bổ sung phải được hoàn lại sau một thời gian nhất định (thời gian hoàn vốn thuộc loại trung bình trong một lĩnh vực sản xuất nào đó). Công thức tính thời gian hoàn vốn có thể được viết dưới dạng sau:

$$n = \frac{K(\delta - \varphi)}{m\varphi(1 - \delta) + \varphi - \frac{1}{\varepsilon}} \quad (12.14)$$

Khi tự động hoá các máy đang sử dụng thì sự thay đổi năng suất của dây chuyền thông thường không dẫn đến sự thay đổi số lượng máy để thực hiện qui trình công nghệ đó. Trong trường hợp này công thức (12.14) có thể được viết dưới dạng:

$$n = \frac{K(\delta - 1)}{m\varphi(1 - \delta) + \varphi - \frac{1}{\varepsilon}} \quad (12.15)$$

Biến đổi công thức (12.15) được công thức tính chi phí cho phép để tự động hoá trong thời hạn hoàn vốn đã định:

$$\delta_{cp} = 1 + \frac{n}{K} \left[m\varphi(1 - \delta) + \varphi - \frac{1}{\varepsilon} \right] \quad (12.16)$$

Xét ví dụ sau: Xác định chi phí cho phép để tự động hoá một máy ở ví dụ trên với điều kiện là tất cả chi phí được hoàn lại sau 2 năm. Trong trường hợp này ta có : $n = 2$; $K = 1,52$; $m = 0,86$; $\varphi = 1,20$; $\delta = 1,02$; $\varepsilon = 1,43$.

Thay tất cả các giá trị trên đây vào công thức (12.16) ta được:

$$\delta_{cp} = 1 + \frac{2}{1,52} \left[0,86 \cdot 1,20 \cdot (1 - 1,02) + 1,20 - \frac{1}{1,43} \right] = 1,64$$

Như vậy để tự động hoá máy phải chi thêm 64% giá thành của máy.

12.3. Hiệu quả của vốn đầu tư vào tự động hoá

Để cho sản xuất của một nhà máy có hiệu quả cao thì ngay từ khi thiết kế đã phải tính hiệu quả kinh tế, doanh thu hàng năm và lợi nhuận thực tế trong thời gian nhà máy hoạt động để tránh những thiệt hại có thể xảy ra. Khi lập kế hoạch để đạt lợi nhuận có thể xác định được thời gian hoàn vốn tối ưu.

Như trên đã nói, chỉ tiêu hiệu quả của vốn đầu tư là thời gian hoàn vốn n (xác định theo công thức (12.1) hoặc là đại lượng nghịch đảo t (hệ số hiệu quả vốn đầu tư hay là lợi nhuận của vốn đầu tư). Theo chỉ tiêu này thì bất kỳ vốn đầu tư nào với bất kỳ thời gian hoàn vốn nào luôn luôn có hiệu quả kinh tế dương (tăng trưởng dương). Xét ví dụ ở bảng 12.1.

Ta thấy: mỗi một USD được đầu tư vào kỹ thuật mới trong 1 năm có thể làm tăng lên 33; 20; 10; 6,5; 5; 3,3 và 2,5 xen USD, nghĩa là vốn đầu tư luôn luôn làm tăng doanh thu. Tuy nhiên mức độ tăng doanh thu có giảm dần, nhưng nó luôn luôn dương.

Bảng 12.1. Quan hệ giữa n (số năm) và t (hệ số hiệu quả vốn đầu tư)

n	3	5	10	15	20	30	40
t	0,33	0,2	0,1	0,065	0,05	0,033	0,025
$t, \%$	33	20	10	6,5	5	3,3	2,5

Trong chế tạo máy người ta lưu ý chỉ tính hiệu quả với các giá trị n và t nào đó. Ví dụ, $n = 5 \div 7$ và $t = 0,15 \div 0,2$. Hệ số này (t) không cho biết hiệu quả kinh tế trong 1 năm, trong cả thời gian hoạt động của máy (hoặc của dây chuyền tự động), nó cũng không cho biết doanh thu hoặc thâm hụt vốn khi áp dụng kỹ thuật mới.

Để xác định hiệu quả thực của vốn đầu tư có thể dùng các công thức sau đây:

$$\Delta E = \frac{N - n \left(1 + \frac{p}{100} \right)^N}{N \cdot n} \quad (12.17)$$

$$E = \frac{N}{n} - \left(1 + \frac{p}{100} \right)^N \quad (12.18)$$

Ở đây: ΔE - doanh thu trung bình hàng năm trên một đơn vị của vốn đầu tư.

E - hệ số hiệu quả vốn đầu tư (cho biết doanh thu tăng lên bao nhiêu lần trong suốt thời gian áp dụng kỹ thuật mới so với vốn đầu tư).

N - thời gian áp dụng kỹ thuật mới (thời gian sử dụng máy mới).

n - thời gian hoàn vốn đầu tư.

p - % lãi vay vốn ngân hàng.

Theo công thức (12.17) và (12.18) sẽ tính được phần lãi và phần lỗ đối với bất kỳ thời gian sử dụng máy áp dụng kỹ thuật mới và thời gian hoàn vốn đầu tư. Ví dụ: $N = 10$ năm; theo số liệu ở bảng 12.2 thì hiệu quả vốn đầu tư giảm từ 19,8% đến 0 ($n = 7,4$ năm), sau đó tiếp tục giảm theo số âm. Khi $n = N = 10$ năm thì doanh thu bị lỗ là 3,5% trong 1 năm và trong 10 năm doanh thu bị lỗ là 35% tổng số vốn đầu tư. Khi số năm hoàn vốn (n) tăng lên nữa ($n = 40$) thì doanh thu bị lỗ là 11% trong 1 năm và trong 10 năm doanh thu bị lỗ là 110%, nghĩa là lớn hơn vốn đầu tư.

Bảng 12.2. Doanh thu và hiệu quả vốn đầu tư phụ thuộc vào số năm đầu tư

n	3	5	7,4	10	15	20	30	40
E	1,98	0,65	0	-0,35	-0,69	-0,85	-1,02	-1,1
ΔE	19,8	6,5	0	-3,5	-6,9	-8,5	-10,2	-11

Như vậy, theo phương pháp này có thể xác định được phần lãi hoặc phần lỗ khi áp dụng kỹ thuật mới vào sản xuất. Công thức (12.17) cho phép xác định thời gian sinh lời giới hạn của vốn đầu tư n_{gh} .

Từ công thức (12.17) ta có :

$$n_{gh} = \frac{N}{\Delta E \cdot N + \left(1 + \frac{p}{100}\right)^N} \quad (12.19)$$

Ví dụ : $\Delta E = 0,2$ (20%); $N = 10$ năm; $p = 3\%$ ta có :

$$n_{gh} = \frac{10}{0,2 \cdot 10 + \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{10}} = \frac{10}{0,2 \cdot 10 + 1,35} = 3 \text{ năm}$$

Như vậy, chỉ trong thời gian 3 năm thì việc áp dụng kỹ thuật tiên tiến mới đã tạo ra lợi nhuận (20% trong 1 năm). Trong thời gian áp dụng $N=10$ năm thì lợi nhuận tăng gấp 2 lần vốn đầu tư ($10 \div 20\% = 200\%$).

Nếu thời gian áp dụng $N = 5$ năm, thì lợi nhuận trong 5 năm là: $\Delta E \cdot N = 0,2 \cdot 5 = 1$, nghĩa là vừa bằng vốn đầu tư hay hai lần nhỏ hơn trường hợp trên ($N=10$ năm).

12.4. Hiệu quả kinh tế của rôbôt công nghiệp

Sử dụng rôbôt công nghiệp cho phép giải phóng sức lao động của công nhân và nâng cao năng suất cũng như độ chính xác gia công và lắp ráp. Ngoài ra, sử dụng rôbôt công nghiệp cho phép tăng tải trọng của các các thiết bị, có nghĩa là tăng quỹ thời gian làm việc của các thiết bị.

Một ý nghĩa quan trọng khác của việc sử dụng rôbôt công nghiệp là khả năng giảm chi phí cho khâu chuẩn bị sản xuất khi chuyển đổi tượng lắp ráp, tối ưu hoá quá trình vận chuyển chi tiết tới vị trí gia công hoặc lắp ráp.

Khi xác định hiệu quả kinh tế của rôbôt công nghiệp ngoài kinh tế về chi phí, còn phải tính đến tất cả giá thành của hệ thống đảm bảo cuộc sống cho con người như: chi phí đào tạo công nhân, chi phí cho phục vụ sức khoẻ của con người và các chi phí xã hội khác. Hiệu quả kinh tế hàng năm của rôbôt công nghiệp được xác định bằng hiệu tổng chi phí tiền lương cơ bản, tiền lương phụ và chi phí đào tạo công nhân lắp ráp và tổng chi phí ứng dụng rôbôt công nghiệp.

Hiệu quả kinh tế của việc ứng dụng rôbôt công nghiệp E_0 để thay thế công nhân khi gia công hoặc lắp ráp trong tất cả các dạng sản xuất được xác định theo công thức sau:

$$E_0 = \Sigma P + \Sigma C - \Sigma B \quad (12.20)$$

ΣP - tổng chi phí tiền lương của công nhân.

ΣC - tổng chi phí cho việc chế tạo chi tiết hoặc lắp ráp thiết bị thông thường (không phải là rôbôt).

ΣB - tổng chi phí của ứng dụng rôbôt.

Tổng chi phí tiền lương của công nhân ΣP được tính như sau:

$$\Sigma P = P + 0,77P + 1,3P \quad (12.21)$$

ΣP - tiền lương hàng năm của công nhân;

0,77- hệ số tiền lương chi cho bảo hiểm xã hội;

1,3 - hệ số chi phí cho đào tạo công nhân làm việc khi chưa có rôbôt công nghiệp thay thế.

Tổng chi phí cho chế tạo chi tiết trên thiết bị thông thường ΣC khi chưa có rôbôt công nghiệp thay thế được xác định theo công thức sau đây :

$$\Sigma C = (1 - K)N C_i \quad (12.22)$$

K- hệ số tải trọng máy trước khi ứng dụng rôbôt công nghiệp;

N - số chi tiết được chế tạo hàng năm trên thiết bị thông thường;

C_i - giá thành một chi tiết (một sản phẩm).

Tổng chi phí ứng dụng rôbôt công nghiệp ΣB được tính theo công thức:

$$\Sigma B = B_1 + B_2 + B_3 \quad (12.23)$$

$B_1 = B_R/A$ - chi phí khấu hao hàng năm của rôbôt (B_R - giá thành của rôbôt; A - thời hạn sử dụng của rôbôt);

B_2 - chi phí hàng năm cho cho sử dụng rôbôt.

Chi phí B_2 được tính theo công thức:

$$B_2 = B_4 + C_3 + R \quad (12.24)$$

B_4 - giá thành năng lượng tiêu thụ hàng năm của rôbôt;

C_3 - giá thành vật tư, bán thành phẩm cần thiết để phục vụ rôbôt trong một năm;

R - tiền lương của các công nhân phục vụ rôbôt trong một năm);

$B_3 = B_5/A$ - chi phí khấu hao của thiết bị chuyên dùng để phục vụ rôbôt trong một năm (B_5 - giá thành của thiết bị chuyên dùng để phục vụ rôbôt).

Thay các giá trị ΣP , ΣC , ΣB vào công thức (12.20) ta được:

$$E_0 = (P + 0,77P + 1,3P)m.n + (1 - K)N.n.e.C_i - (B_1 + B_2 + B_3) \quad (12.25)$$

m - số công nhân được giải phóng khi ứng dụng rôbôt;

n - số ca làm việc của rôbôt;

e - số lượng các máy (thiết bị) cùng loại được phục vụ đồng thời bằng rôbôt.

Thời gian hoàn vốn của rôbôt T_R được xác định theo công thức sau:

$$T_R = \frac{B_R}{E_0} \quad (12.26)$$

B_R - giá thành của rôbôt;

E_0 - hiệu quả ứng dụng của rôbôt.

Thời gian hoàn vốn của rôbôt được ứng dụng trong chế tạo máy không được vượt quá 6 năm. Sử dụng rôbôt trong các phân xưởng đúc, rèn, dập và lắp ráp có hiệu quả kinh tế cao hơn, bởi vì chi phí tiền lương cho công nhân ở các phân xưởng đó thường rất cao. Ngoài ra, ứng dụng rôbôt để thực hiện các công việc nặng nhọc và độc hại còn mang một ý nghĩa xã hội nhân đạo.

12.5. Một số phương pháp nâng cao hiệu quả kinh tế của tự động hoá

Để nâng cao hiệu quả kinh tế của tự động hóa phải giải quyết một số vấn đề tổng hợp từ khâu thiết kế, chế tạo và sử dụng các thiết bị tự động. Dưới đây là một số phương pháp nâng cao hiệu quả kinh tế của tự động hóa.

1. Ứng dụng công nghệ tiên tiến.

Kinh nghiệm sử dụng dây chuyền tự động hoá cho thấy để nâng cao hiệu quả kinh tế cần sử dụng các công nghệ tiến của các thiết bị mới, sử dụng vật liệu mới, thay đổi kết cấu của chi tiết v v. Ngoài ra để nâng cao hiệu quả của tự động hóa cần phải cải tiến và hoàn thiện hình dáng hình học của dụng cụ cắt.

2. Giảm thời gian thiết kế, chế tạo và vận hành sử dụng các thiết bị tự động.

Thời gian thiết kế, chế tạo và vận hành sử dụng các thiết bị tự động có ý nghĩa rất lớn đối với nhịp độ phát triển của khoa học kỹ thuật. Nếu như trong những năm 30 của thế kỷ 20 việc ứng dụng một kỹ thuật mới phải mất 20 năm thì ngày nay việc ứng dụng kỹ thuật mới chỉ mất $3 \div 5$ năm.

3. Giảm chi phí cho một đơn vị công suất sản xuất tự động hóa.

Nguồn gốc của việc giảm chi phí này là sử dụng các chi tiết tiêu chuẩn trong nhiều loại thiết bị khác nhau. Điều này cho phép trong điều kiện cần thay đổi đối tượng sản xuất (thay đổi sản phẩm) có thể lắp đặt thành các dây chuyền tự động từ những cơ cấu và những chi tiết tiêu chuẩn. Các máy tổ hợp và các dây chuyền tự động có thể được sử dụng trong 20 năm trong khi đó các sản phẩm như ô tô, máy kéo phải được thay đổi kết cấu (thay đổi model) trong $5 \div 8$ năm. Như vậy, các dây chuyền tự động trong thời gian sử dụng cần được lắp đặt lại $2 \div 3$ lần.

Chương 13

HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA TỰ ĐỘNG HOÁ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

13.1. Sử dụng máy với hệ thống điều khiển linh hoạt

Một trong những hướng tự động hoá trong sản xuất hàng loạt vừa là sử dụng máy điều khiển theo chương trình số (máy CNC). Hiệu quả kinh tế khi sử dụng máy CNC có thể thấy rõ khi chỉ gia công loạt với $20 \div 40$ chi tiết. Trong điều kiện sản xuất đơn chiếc thì hiệu quả kinh tế do sử dụng máy CNC cũng có tuy không cao lắm.

Ưu điểm chính của máy với hệ điều khiển linh hoạt là khả năng hiệu chỉnh chương trình ngay tại chỗ làm việc. Trong điều kiện sản xuất đơn chiếc, sản xuất hàng loạt nhỏ và sản xuất hàng loạt vừa máy CNC đảm bảo khả năng thay dao nhanh, nâng cao năng suất lao động, thay thế một cách có hiệu quả các máy điều khiển bằng tay.

Tất cả các nguyên công tiện trên máy CNC được thực hiện bằng các dao tiện tiêu chuẩn mà không có các dao định hình và cữ chặn.

Sử dụng máy với hệ điều khiển linh hoạt (máy CNC) là làm giảm nhẹ sức lao động của công nhân, giải phóng công nhân khỏi công việc có tính chất đơn điệu, lặp lại nhiều lần, giảm nhẹ quá trình điều khiển máy, tăng lợi ích của người công nhân và làm cho công nhân thích thú hơn với công việc.

13.2. Sản xuất hàng loạt theo dây chuyền

Các máy CNC làm việc độc lập (mặc dù mức độ tự động hoá cao) vẫn không thể loại trừ được nhược điểm chính của sản xuất và lắp ráp cơ khí, đó là tính gián đoạn. Như vậy, nâng cao tính sử dụng của các máy CNC chỉ có thể đạt được khi các máy này làm việc trên dây chuyền để đảm bảo tính liên tục của quá trình sản xuất và thực hiện một phần quá trình tự động hoá.

Trong điều kiện sản xuất hàng loạt (chúng loại chi tiết nhiều và số lượng chi tiết trong từng loại lại ít) ở giai đoạn đầu để đạt được quá trình gia công liên tục nên tổ chức dây chuyền nhóm. Dây chuyền nhóm là dây chuyền để gia công nhóm chi tiết có chung một tiến trình công nghệ. Các máy dùng cho dây chuyền nhóm bao gồm các máy CNC và các máy chuyên dùng, máy vạn năng để thực hiện một số nguyên công riêng biệt.

Sau khi gia công xong một chủng loại chi tiết cần tiến hành điều chỉnh máy, thay đổi chương trình, điều chỉnh đồ gá gia công nhóm và thay dao để gia công chủng loại chi tiết khác. Như vậy, trên các chỗ làm việc khác nhau của dây chuyền có thể cùng lúc gia công được các chi tiết khác loại nhưng có chung một nhóm công nghệ (tiến trình công nghệ).

Sử dụng dây chuyền nhóm tạo ra được quá trình sản xuất liên tục, giảm chu kỳ gia công và nâng cao năng suất lao động. Hệ số sử dụng máy trong dây chuyền nhóm có thể tăng lên $0,8 \div 0,85$. Chu kỳ gia công có thể giảm xuống $40 \div 50\%$. Năng suất lao động tăng $24 \div 39\%$. Giá thành gia công giảm $11 \div 15\%$.

13.3. Sản xuất tự động hoá linh hoạt

Hệ thống sản xuất linh hoạt là toàn bộ những thiết bị có khả năng điều chỉnh tự động để chuyển đổi tương gia công. Hệ thống sản xuất linh hoạt cấp 1 là các môđun sản xuất mềm. Hệ thống sản xuất linh hoạt cấp 2 là hệ thống sản xuất tự động hoá linh hoạt.

Hệ thống sản xuất tự động hoá linh hoạt là hệ thống tự động hoá phát triển được điều khiển bằng máy tính. Hệ thống sản xuất này bao gồm các máy gia công được liên kết với nhau bằng hệ thống vận chuyển phôi tự động, tách phôi tự động, thay dao tự động, kiểm tra tự động, đồng thời bao hàm cả quá trình thiết kế sản phẩm tự động, chuẩn bị công nghệ tự động và điều khiển tự động. Đặc điểm chính của hệ thống sản xuất linh hoạt (hệ thống sản xuất mềm) là tính linh hoạt rất cao, nó cho phép:

1. Trong điều kiện sản xuất hàng loạt nhỏ và hàng loạt vừa ở bất kỳ thời điểm nào có thể dừng việc gia công chi tiết trên dây chuyền để điều chỉnh dây chuyền cho việc gia công chi tiết khác.
2. Trên các máy khác nhau có thể gia công các chi tiết có hình dạng khác nhau với số lượng tùy ý (ví dụ: gia công loạt chi tiết thứ nhất gồm 50 chi tiết, sau đó gia công loạt chi tiết thứ hai gồm $2 \div 3$ chi tiết, loạt chi tiết thứ ba gồm 30 chi tiết...). Trong điều kiện sản xuất bình thường thì việc điều chỉnh các máy gia công các loạt chi tiết như trên có thể giảm 30% năng suất gia công của các máy.
3. Có thể thay thế các máy bị hỏng bằng các máy của hệ thống linh hoạt mà không làm cho dây chuyền sản xuất ngừng trệ.
4. Có thể di chuyển chi tiết gia công theo những quỹ đạo tùy ý. Như vậy, hệ thống sản xuất mềm có thể giảm được số lượng máy và tăng hệ số sử dụng máy.

13.4. Môđun sản xuất linh hoạt

Môđun sản xuất linh hoạt là đơn vị máy được trang bị cơ cấu điều khiển tự động và các cơ cấu gia công tự động. Nhìn chung các cơ cấu tự động hoá của môđun sản xuất linh hoạt là: các ổ chứa, các đồ gá vệ tinh, các cơ cấu cấp phôi, tháo phôi, thay đổi dao, thái phôi tự động, kiểm tra tự động, điều chỉnh tự động...

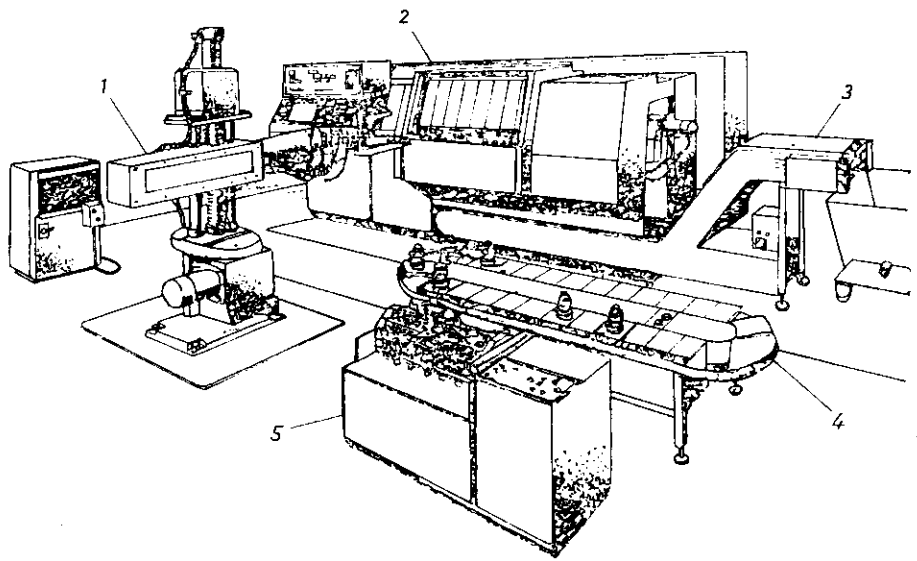
Trong trường hợp đặc biệt thì môđun sản xuất linh hoạt có thể là một trung tâm gia công có rôbot hỗ trợ (hình 13.1). Môđun sản xuất linh hoạt cho phép thay đổi đối tượng gia công (trong phạm vi khả năng công nghệ của thiết bị).

Dụng cụ cắt của môđun sản xuất linh hoạt được gá trong ổ chứa dụng cụ với số lượng khoảng $30 \div 80$ dụng cụ. Từ đó dụng cụ được cung cấp cho máy khi cần thiết. Thay đổi dụng cụ được thực hiện theo các nguyên nhân sau đây:

- Khi điều chỉnh dao để gia công theo chương trình.
- Theo tuổi bền tính toán.
- Theo lượng mòn giới hạn được xác định bằng cơ cấu tự động kiểm tra kích thước gia công.
- Theo độ mòn cho phép của dụng cụ được xác định bằng cơ cấu kiểm tra lực cắt P_x và P_y , kiểm tra công suất dòng điện và mômen quay.

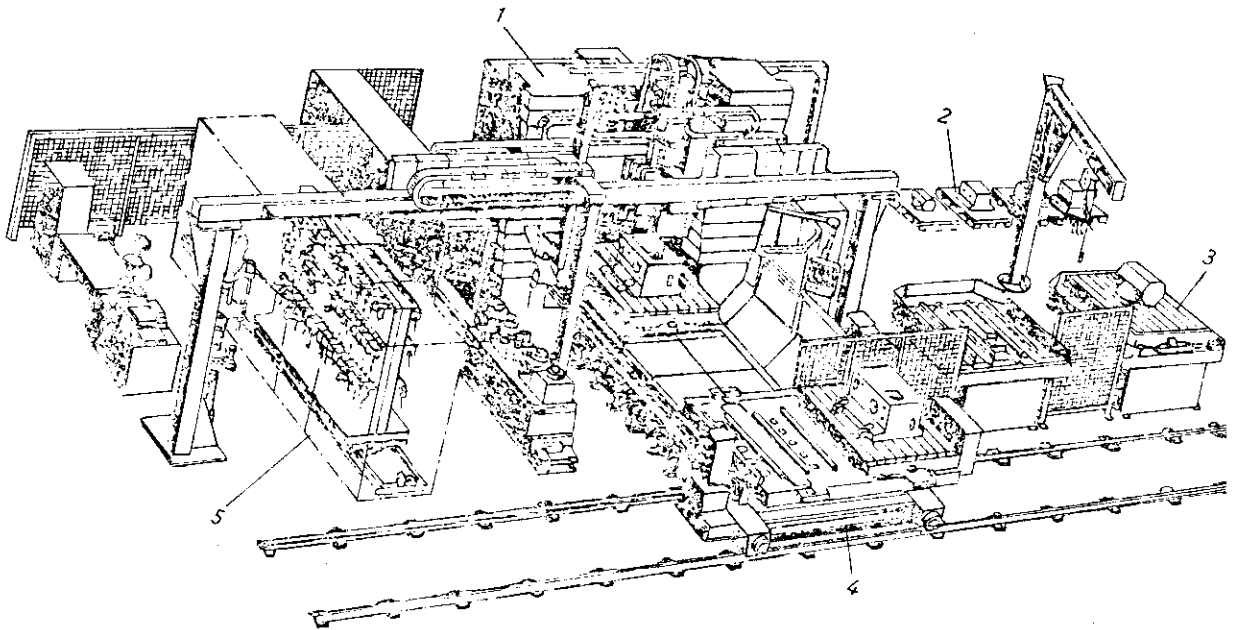
Môđun sản xuất linh hoạt để gia công các chi tiết dạng hộp thông thường được cấu tạo trên cơ sở một-hai trung tâm gia công. Để gia công nhiều loại chi tiết dạng hộp phức tạp thì môđun cần có nhiều dụng cụ (khoảng $150 \div 200$ dụng cụ). Hình 13.2 là một môđun sản xuất linh hoạt để gia công các chi tiết dạng hộp. Môđun được trang bị cả cơ cấu tự động kiểm tra kích thước gia công với hiệu chỉnh vị trí

của dụng cụ khi cần thiết, đồng thời môđun cũng được trang bị cơ cấu dự đoán mức độ mòn của dụng cụ và phát hiện dụng cụ bị gãy để thay đổi dụng cụ kịp thời.



Hình 13.1. Môđun sản xuất linh hoạt để gia công chi tiết tròn xoay

1-Rôbốt; 2-Máy tiện CNC; 3-Hệ thống thoát phoi;
4-Ổ chứa chi tiết gia công; 5-Ổ chứa dụng cụ.



Hình 13.2. Môđun sản xuất linh hoạt để gia công chi tiết dạng hộp

1-Trung tâm gia công với đầu dao thay đổi; 2-Đồ gá vệ tinh thay đổi;
3-Bàn gá chi tiết gia công; 4-Xe lăn để vận chuyển phôi và đầu dao thay đổi;
5-Hệ thống cung cấp dụng cụ.

Các môđun sản xuất linh hoạt cũng có thể được cấu tạo từ các máy xọc răng, các máy khoan, các máy khoan-cắt ren...Hiệu quả sử dụng các môđun sản xuất linh hoạt có thể cao hơn nếu các môđun đó được kết nối với nhau tạo thành hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần.

13.5. Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần

Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần là hệ thống sản xuất linh hoạt gồm nhiều môđun sản xuất linh hoạt được kết nối với nhau bằng hệ thống điều khiển tự động. Trong hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần tất cả công việc từ cấp phối, gia công, vận chuyển, thay dao và kiểm tra chi tiết đều được tự động hoá.

Hiệu quả gia công trên hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần so với các máy thông thường và các trung tâm gia công khi làm việc hai ca được trình bày trong bảng 13.1.

Bảng 13.1. Hiệu quả sử dụng hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần

Chỉ tiêu	Thiết bị		
	Các máy vạn năng	Các trung tâm gia công CNC	Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần
Số công nhân - người phục vụ	40	13	4
Số công nhân vận chuyển, đứng máy và chuẩn bị trang bị công nghệ	8	10	2
Số quản đốc và người kiểm tra	17	14	8
Số người điều chỉnh máy	-	13	8
Số kỹ sư, lập trình viên	-	20	18
Tổng số cán bộ và công nhân	115	70	40
Hệ số thay đổi máy	1,3	1,6	2
Hệ số tải trọng máy	0,4	0,6	0,85
Chu kỳ gia công (ngày)	45	9	4
Chu kỳ chuẩn bị sản xuất (tháng)	15	9	6

Nếu tổ chức sản xuất trong 3 ca thì hiệu quả sử dụng của hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần còn cao hơn, bởi vì số cán bộ, công nhân làm việc chỉ có 3 người.

13.6. Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần bậc cao

Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần bậc cao bao gồm từ hai hay nhiều hơn hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần, được kết hợp với nhau thành hệ thống tự động hoá linh hoạt. Hệ thống sản xuất này cho phép điều chỉnh công nghệ rất nhanh khi cần chuyển đổi tương gia công. Sử dụng hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần bậc cao đòi hỏi giải quyết nhiều vấn đề phức tạp, ví dụ như tăng độ ổn định của thiết bị, thiết kế và chế tạo các hệ thống điều khiển thích hợp.

Đối với hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần bậc cao thì vấn đề vận chuyển chi tiết có thể được thực hiện bằng các rôbôt công nghiệp. Tuy nhiên, việc sử dụng rôbôt để vận chuyển chi tiết có một hạn chế nếu như các máy gia công (môđun gia công) không nằm trong phạm vi hoạt động của rôbôt. Như vậy, để tự động hoá việc vận chuyển chi tiết cần phải chế tạo các rôbôt có khả năng hoạt động trong phạm vi dây chuyền sản xuất. Các rôbôt này được gọi là

các rôbôt vận chuyển. Sử dụng các rôbôt vận chuyển cho phép nâng cao năng suất và giảm giá thành sản phẩm của hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần bậc cao. Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần bậc cao có thể được xem là xưởng sản xuất tự động hoá hoặc cao hơn nữa là nhà máy tự động hoá.

13.7. Ứng dụng kỹ thuật CIM

Với các dạng sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối cần tiến hành hoàn thiện các quá trình công nghệ trên cơ sở sử dụng các thiết bị, dây chuyền tự động có năng suất cao, độ ổn định tốt, ứng dụng hiệu quả kỹ thuật nối kết hai quá trình thiết kế và chế tạo thành một khối thống nhất (CIM).

13.8. Ứng dụng rôbôt công nghiệp

Sử dụng rôbôt công nghiệp trong các quá trình như cấp phối, vận chuyển, lắp ráp, kiểm tra cũng như trong một số công việc cần đến tư duy logic khi thực hiện các quá trình công nghệ chính và phụ của quá trình sản xuất. Đặc biệt, cần nghiên cứu, phát triển công nghệ lắp ráp tự động bởi lắp ráp là một công đoạn tiêu tốn nhiều thời gian và công sức của quá trình chế tạo. Việc ứng dụng rôbôt công nghiệp vào quá trình lắp ráp sẽ cho phép nâng cao năng suất, chất lượng và hạ giá thành sản phẩm.

13.9. Ứng dụng trí tuệ nhân tạo

Nghiên cứu, phát triển và ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI-Artificial Intellegent) trên cơ sở kỹ thuật liên kết nơon nhân tạo và logic ảo trong các quá trình sản xuất phức tạp, có nhiều thông số ảnh hưởng, trong thiết kế chế tạo các thể hệ *rôbôt thông minh*. Trí tuệ nhân tạo chính là một xu hướng phát triển của công nghệ máy tính, liên quan đến các hệ thống có khả năng mô tả lại các đặc tính thường thấy trong cách ứng xử của con người như học tập, suy luận, giải quyết vấn đề, học ngoại ngữ v...v. Các hệ thống trí tuệ có mục đích mô phỏng lại ứng xử của con người trên máy tính./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Văn Địch.
Công nghệ trên máy CNC.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
2. И.К. Клусов и другие.
Автоматические роторные линии.
М, машиностроение, 1987.
3. А.С. Проников и другие.
Проектирование металлорежущих станков и станочных систем.
М, машиностроение, 1995.
4. Р.И. Адгамов и другие.
Автоматизация мелосерийного машиностроительного
производства и качество продукции.
М, машиностроение, 1983.
5. Л.И. Волчкевич.
Автоматизация дискретного производства.
М, машиностроение, 1987.
6. А.Н. Малов, Ю.В. Иванов.
Основы автоматики и автоматизация
производственных процессов.
М, машиностроение, 1974.
7. Г.Д. Бурдуна, С.С. Волосова и другие.
Технологическое обеспечение качества продукции
в машиностроении (активный контроль).
М, машиностроение, 1975.
8. М.М. Кузнецов, Л.И. Волчкевич, Ю.П. Замчалов.
Автоматизация производственных процессов.
М, машиностроение, 1978.
9. Tien-chien Chang, Richard A.Wysk, Hsu-pin Wang.
Computer-Aided Manufacturing.
USA, 1998.
10. U.Rembold, B.O.Nnaji, A.Storr.
Computer integrated manufacturing and engineering.
Addison-Wesley publishing company, 1994.
11. Jimmy Browne.
Production Management Systems - An Integrated perspective.
Second Edition; Universite college Galway; 1998.
12. R. Gregg Bruce, Richard. R. Kibbe.
Modern Materials and Manufacturing Processes.
Prentice Hall, New Jersey, 1998.
13. Secope Kalpakjian.
Manufacturing Processes For Engineering Materials
Third Edition, Illinois Institute of Technology, New Jersey, 1999.
14. D. Schmid.
CIM - Lehrbuch zur Automatisierung der Fertigung.
Europa-Lehrmittel. 1991.

15. U. Schueler.
CIM-Lehrbuch, Grundlagen der rechnerintegrierten Produktion
Viewegs, 1994.
16. D. Kochan.
CAM-Development in Computer Integrated Manufacturing.
Springer, 1985.
17. Trần Xuân Việt.
Một số nhận thức về kỹ thuật CAD/CAM - Tình hình phát triển và ứng dụng tại
Tây Âu.
Báo cáo thực tập DAAD, 1997.
18. Võ Thanh Bình.
Nghiên cứu xây dựng phương pháp thiết kế công nghệ gia công chi tiết cơ khí
theo hướng linh hoạt hoá sản xuất - ứng dụng kỹ thuật CAD/CAM.
Luận văn Tiến sỹ, Đại học Bách khoa Hà nội, 2000.
19. Trần Xuân Việt.
Giáo trình Công nghệ CNC.
Đại học Bách khoa Hà nội, 2000.
20. WOLFGANG DUTSCHKE.
Fertigungsme β technik .
B.G. TEUBNER, STUTTGART, GERMANY, 1996.
21. WERNER RODDECK.
Einführung in die Mechatronik.
STUTTGART, GERMANY , 1997.
22. SIEGMAR HAASIS.
CIM Einführung in die rechnerintegrierte Produktion.
CARL HANSER, MUNCHEN WIEN, GERMANY, 1993.
23. STEFAN HESSE.
Handhabungsmaschinen.
VOGEL FACHBUCH, WURZBURG, GERMANY, 1993.
24. UDO SCHULER.
CIM - Lehrbuch - Grundlagen der rechnerintegrierten Produktion.
VIEWEGS FACHBUCHER DER TECHNIK, GERMANY, 1994.
25. GOERGE CHRISSOLOURIS,
Manufacturing Systems-Theory and Practice.
SPRINGER-VERLAG, New York, Inc., 1992.
26. MIKELL P. GROOVER.
Automation, Production, Systems and Computer Integrated Manufacturing.
Prentice-Hall International, Inc. , 1992.
27. JUAN R. PIMENTEL.
Communication Networks for Manufacturing.
Prentice-Hall International, Inc. , 1990.
28. SATYA RANJAN DEB.
Robotics Technology and Flexible Automation.
ata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1994.
29. S.C. JONATHAN LIN.
CNC - From Programming to Networking,
Delmar Publishers Inc. 1992.

30. S. B. Moriss.
Automated Manufacturing Systems.
McGRAW-HILL, 1995.
31. C. Fraser, J. Milne,
Intergrated Electrical and Electronic Engineering for Mechanical Engineers
McGRAW-HILL, 1997
32. R.C.Dorf, R.H. Bishop.
Modern Control Systems.
Addison - Wesley, 1995.
33. C.D. Jonnson.
Process Control Instrumentation Technology.,
Prentise-Hall, 1995.
34. R.Hannam.
Computer Intergrated Manufacturing: from Concepts to Realisation.
Addison - Wesley, 1996.
35. C. Machover.
The CAD/CAM handbook.
McGRAW-HILL, 1995.
36. G.Olson., G. Piani.
Computer Systems for Automation and Control.
Prentise-Hall, 1992.
37. E.Mandalo, J. Marcos and S. A. Perez.
Programable Logic Device and Logic Controllers.
Prentise-Hall, 1992.
38. S.D. Deb.
Robotics Technology and Flexible Automation.
McGRAW-HILL, 1994.
39. J.Buda.
Priemyselne Roboty.
Alfa. 1976.
40. J. Uhring.
Projectovanie hydraulických a pneumatických obvodov.
Alfa, 1979.
41. M. Driels.
Linear Control Systems Engineering.
McGRAW-HILL, 1995.
42. B. Vlach.
Technologie Obrabani na cislíkové řízených strojích,
SNTL, 1982.
43. Phan Quốc Phò, Nguyễn Đức Chiến.
Cảm biến.
Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 2000.
44. Lê Văn Doanh.
Cẩm nang Kỹ thuật điện Tự động hóa và Tin học công nghiệp.
Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, 1999.
45. P. Rohner, G. Smith.
Điều khiển bằng khí nén trong tự động hóa.
Nhà xuất bản Đà Nẵng, 2000.

46. Vũ Quang Hôi.
Trang bị Điện - Điện tử công nghiệp.
Nhà xuất bản Giáo dục, 2000.
47. Trần Khánh Hà.
Máy điện.
Nhà xuất bản Giáo dục, 1997.
48. Trần Doãn Tiến.
Tự động hóa điều khiển các quá trình công nghệ.
Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
49. J. Petovic, J. Ivanic.
Automatizacija v priemysle - meranie.
Alfa, 1981.
50. Đặng Vũ Giao.
Cơ sở hệ thống điều khiển tự động I, II, III.
Đại học Bách khoa - Hà Nội, 1982.
51. S. B. Moriss.
Automated Manufacturing Systems.
McGRAW-HILL, 1995.
52. R.C.Dorf, R.H. Bishop.
Modern Control Systems, Addison.
Wesley, 1995.
53. C.D. Jonsson.
Process Control Instrumentation Technology.
Prentice-Hall, 1995.
54. E.Mandallo, J. Marcos and S. A. Perez.
Programmable Logic Device and Logic Controllers.
Prentice-Hall, 1992.

MỤC LỤC

Trang

<i>Lời nói đầu</i>	3
<i>Chương 1. Các vấn đề chung của tự động hoá các quá trình sản xuất</i>	5
1.1. Tóm tắt lịch sử phát triển của tự động hoá quá trình sản xuất.....	5
1.2. Một số khái niệm và định nghĩa cơ bản.....	6
1.2.1. Cơ khí hoá	6
1.2.2. Tự động hoá quá trình sản xuất	8
1.2.3. Khoa học tự động hoá	10
1.2.4. Hệ thống thiết kế và chế tạo tự động có trợ giúp của máy tính (CAD-CAM).....	10
1.2.5. Hệ thống sản xuất tích hợp có trợ giúp của máy tính (CIM).....	11
1.2.6. Hệ thống sản xuất linh hoạt FMS.....	11
1.2.7. Sản xuất trí tuệ.....	11
1.2.8. Rôbốt công nghiệp.....	11
1.3. Vai trò và ý nghĩa của tự động hóa quá trình sản xuất.....	12
1.4. Các nguyên tắc ứng dụng tự động hóa quá trình sản xuất.....	13
1.4.1. Nguyên tắc có mục đích và kết quả cụ thể	13
1.4.2. Nguyên tắc toàn diện.....	14
1.4.3. Nguyên tắc có nhu cầu	14
1.4.4. Nguyên tắc hợp điều kiện	15
<i>Chương 2 Các thiết bị cơ bản trong hệ thống tự động</i>	16
2.1. Cơ cấu chấp hành.....	16
2.1.1. Cơ cấu chấp hành thủy lực.....	16
2.1.1.1. Các khái niệm cơ bản về thủy lực.....	16
2.1.1.2. Các loại bơm thủy lực.....	19
2.1.1.3. Các loại van.....	23
2.1.1.4. Các loại xi lanh - động cơ thủy lực.....	30
2.1.2. Cơ cấu chấp hành khí nén.....	33
2.1.3. Động cơ điện và các cơ cấu điện từ.....	37
2.1.3.1. Nguyên lý hoạt động của động cơ điện.....	38
2.1.3.2. Phân loại động cơ.....	38
2.1.3.3. Động cơ một chiều DC	39
2.1.3.3.1. Động cơ một chiều DC từ trường vĩnh cửu.....	39
2.1.3.3.2. Động cơ một chiều kích từ	39
2.1.3.3.3. Điều khiển tốc độ của động cơ một chiều DC.....	40
2.1.3.3.4. Dừng động cơ điện một chiều DC.....	41
2.1.3.4. Động cơ xoay chiều AC.....	41
2.1.3.4.1. Động cơ xoay chiều vạn năng.....	41
2.1.3.4.2. Động cơ đồng bộ.....	41
2.1.3.4.3. Động cơ cảm ứng xoay chiều AC.....	43
2.1.3.4.4. Điều khiển động cơ xoay chiều AC.....	44
2.1.3.4.5. Dừng động cơ xoay chiều.....	46
2.1.3.5. Động cơ cổ góp điện tử.....	47
2.1.3.5.1. Động cơ bước.....	47
2.1.3.5.2. Động cơ thời gian.....	48
2.1.3.5.3. Động cơ có bộ nắn dòng bán dẫn SCR.....	48
2.1.3.5.4. Động cơ servo DC không chổi than.....	49

2.1.4. Các thiết bị chuyên dụng.....	50
2.2. Các đầu đo cảm biến - sensor.....	53
2.2.1. Cảm biến.....	53
2.2.2. Các loại cảm biến.....	53
2.2.3. Các thông số đặc trưng của cảm biến.....	54
2.2.3.1. Miền đo.....	54
2.2.3.2. Độ phân giải.....	55
2.2.3.3. Độ chính xác - độ chính xác lặp.....	56
2.2.3.4. Độ tuyến tính.....	56
2.2.3.5. Tốc độ đáp ứng của cảm biến	57
2.2.4. Các cảm biến (sensor) vị trí, vận tốc và gia tốc.....	57
2.2.5. Các cảm biến đo nhiệt độ.....	66
2.2.6. Các cảm biến (sensor) đo áp suất, lưu lượng.....	66
2.2.7. Cảm biến lực.....	68
2.2.8. Các cảm biến (sensor) và hệ cảm biến (sensor) chuyên dùng.....	70
2.3. Các thiết bị điều khiển.....	71
2.3.1. Các hệ điều khiển servo.....	71
2.3.2. Các thiết bị điều khiển tương tự (Analog).....	75
2.3.2.1. Thiết bị điều khiển dạng đóng ngắt ON/OFF	76
2.3.2.2. Thiết bị điều khiển tuyến tính P.....	76
2.3.2.3. Thiết bị điều khiển tỉ lệ - tích phân PI.....	77
2.3.2.4. Thiết bị điều khiển tỉ lệ - vi phân PD.....	79
2.3.2.5. Thiết bị điều khiển tổ hợp PID.....	81
2.3.2.6. Điều chỉnh hệ số điều khiển của các thành phần PID.....	83
2.3.2.7. Các dạng cấu hình khác của hệ thống điều khiển.....	84
2.3.2.7.1. Hệ điều khiển nhiều vòng kín (Nested servo loops).....	84
2.3.2.7.2. Hệ điều khiển tổng hợp trực tiếp và thích nghi	85
2.3.2.7.3. Hệ điều khiển trượt Feedforward.....	85
2.3.2.7.4. Hệ điều khiển nhiều đầu ra.....	86
2.3.2.7.5. Hệ điều khiển cưỡng bức.....	86
2.3.3. Các thiết bị điều khiển số.....	86
2.3.3.1. Máy tính	88
2.3.3.2. Các thiết bị phụ trợ của trạm sản xuất	88
2.3.3.3. Thiết bị điều khiển trạm sản xuất.....	89
2.3.3.4. Thiết bị điều khiển trung tâm	90
2.3.3.4.1. Máy tính số.....	91
2.3.3.4.2. Trao đổi thông tin bằng các kênh tín hiệu Multiplexing.....	93
2.3.3.4.3. Trao đổi thông tin và Protôcol.....	93
2.3.3.5. Cấu trúc mạng máy tính	94
2.3.4. Các thiết bị điều khiển logic theo chương trình PLC.....	97
<i>Chương 3. Các hệ thống điều khiển tự động.....</i>	<i>99</i>
3.1. Khái niệm về các hệ thống điều khiển tự động.....	99
3.2. Phân loại các hệ thống điều khiển tự động.....	100
3.2.1. Hệ thống điều khiển chương trình không theo số	100
3.2.1.1. Hệ thống điều khiển hành trình.....	100
3.2.1.2. Hệ thống điều khiển bằng cam.....	101
3.2.1.3. Hệ thống điều khiển bằng dưỡng chép hình.....	105
3.2.1.3.1. Hệ thống điều khiển bằng dưỡng chép hình tác động trực tiếp.....	106
3.2.1.3.2. Hệ thống điều khiển bằng dưỡng chép hình tác động gián tiếp.....	106

3.2.2. Hệ thống điều khiển số.....	104
3.2.2.1. Hệ thống điều khiển NC (Numerical Control).....	104
3.2.2.2. Hệ thống điều khiển CNC (Computer Numerical Control).....	108
3.2.2.3. Hệ thống điều khiển DNC (Direct Numerical Control).....	109
3.2.3. Hệ thống điều khiển thích nghi.....	150

<i>Chương 4. Tự động hoá quá trình cấp phôi và dụng cụ cắt.....</i>	<i>112</i>
4.1. Tự động hoá quá trình cấp phôi.....	112
4.1.1. Tự động hoá cấp phôi rời rạc.....	112
4.1.1.1. Cơ cấu cấp phôi kiểu pheo và ổ chứa.....	112
4.1.1.2. Cơ cấu cấp phôi rung động.....	118
4.1.2. Cấp và kẹp phôi thanh trên các máy tự động.....	121
4.1.3. Đồ gá vệ tinh để cấp phôi cho các trung tâm gia công và máy CNC	133
4.2. Tự động hoá cấp phát và kẹp chặt dụng cụ.....	140
4.2.1. Phân loại các cơ cấu cấp phát và kẹp chặt dụng cụ tự động.....	140
4.2.2. Yêu cầu và đặc tính của dụng cụ trong các quá trình sản xuất tự động hoá	143
4.2.3. Dụng cụ phụ dùng trên các máy tiện điều khiển số.....	149
4.2.4. Điều chỉnh vị trí của dụng cụ cắt trên trục gá và đế dao.....	151
4.2.5. Ổ chứa và vận chuyển dụng cụ khi cấp phát tự động.....	151
4.2.5.1. Chứa và vận chuyển dụng cụ bằng đầu ro-vôn-ve.....	152
4.2.5.2. Lưu giữ và vận chuyển dụng cụ trong ổ chứa.....	158
4.2.6. Thay thế và kẹp chặt dụng cụ tự động trong cơ cấu công tác.....	164

<i>Chương 5. Dây chuyền tự động.....</i>	<i>177</i>
5.1. Sự phát triển của dây chuyền tự động.....	177
5.2. Chúng loại chi tiết gia công trên dây chuyền tự động.....	178
5.3. Yêu cầu đối với phôi gia công trên dây chuyền tự động.....	178
5.4. Định vị chi tiết khi gia công trên dây chuyền tự động.....	178
5.5. Lập qui trình công nghệ cho dây chuyền tự động.....	180
5.6. Đặc điểm công nghệ của một số nguyên công trên dây chuyền tự động.....	182
5.6.1. Khoan.....	182
5.6.2. Khoét.....	184
5.6.3. Dao.....	185
5.6.4. Cắt ren.....	185
5.6.5. Tiện trong và xen mặt đầu.....	187
5.6.6. Phay.....	188
5.7. Dây chuyền tự động gồm các máy tổ hợp.....	188
5.8. Dây chuyền tự động gồm các máy xoay tròn.....	190
5.9. Dây chuyền tự động gồm các máy CNC.....	192
5.10. Dây chuyền tự động điều chỉnh.....	194
5.11. Năng suất của dây chuyền tự động.....	194
5.12. Độ ổn định của dây chuyền tự động.....	199
5.13. Tuổi thọ của dây chuyền tự động.....	199
5.14. Độ chính xác gia công trên dây chuyền tự động.....	200
5.15. Xác định số lượng công đoạn của dây chuyền tự động.....	201
5.16. Dung lượng và giá thành của ổ tích trữ phôi.....	203
5.17. Lắp ráp, điều chỉnh và chạy thử dây chuyền tự động.....	204
5.17.1. Lắp ráp dây chuyền tự động.....	204
5.17.2. Điều chỉnh dây chuyền tự động.....	205
5.17.3. Kiểm tra và chạy thử dây chuyền tự động ở nhà máy chế tạo.....	205

5.17.4. Lắp đặt, điều chỉnh và chạy thử dây chuyền tự động ở nhà máy sản xuất ...	205
5.18. Vận hành dây chuyền tự động.....	206
5.18.1. Phục vụ dây chuyền.....	206
5.18.2. Bảo quản dự phòng và điều kiện làm việc bình thường của dây chuyền tự động.....	207
5.18.3. Những sai sót khi điều chỉnh dây chuyền tự động.....	208
5.18.4. Những nguyên nhân và ảnh hưởng đến chất lượng gia công chi tiết trên dây chuyền tự động.....	209

<i>Chương 6. Tự động hoá và linh hoạt hoá sản xuất với ứng dụng kỹ thuật CAD/CAM</i>	
6.1. Các khái niệm về kỹ thuật CAD/CAM.....	211
6.1.1. Các định nghĩa về CAD và CAM.....	211
6.1.2. Các khái niệm về CAD/CAM-CNC.....	218
6.1.3. Khái niệm về CIM.....	221
6.1.4. Các mức tiếp cận của kỹ thuật CAD/CAM-CNC.....	228
6.1.5. Các giao diện (interfaces).....	230
6.2. Hệ thống sản xuất linh hoạt.....	232
6.2.1. Trung tâm gia công.....	232
6.2.2. Tế bào gia công.....	233
6.2.3. Hệ thống gia công linh hoạt.....	234
6.2.3.1. Hệ thống kỹ thuật.....	238
6.2.3.2. Hệ thống phục vụ.....	242
6.2.3.3. Hệ thống thông tin.....	242
6.2.3.4. Tính linh hoạt của FMS.....	244
6.2.3.5. Các vấn đề về hoạch định FMS.....	247
6.2.4. Đường dây gia công linh hoạt.....	251

<i>Chương 7. Tự động hoá quá trình kiểm tra</i>	
7.1. Phân loại thiết bị kiểm tra.....	252
7.2. Đattric.....	254
7.2.1. Đattric tiếp xúc điện.....	255
7.2.2. Đattric cảm ứng.....	255
7.2.3. Đattric rung tiếp xúc.....	255
7.2.4. Đattric dung lượng điện.....	256
7.2.5. Đattric quang điện.....	256
7.2.6. Yêu cầu đối với sử dụng và bảo quản Đattric.....	256
7.3. Các thiết bị kiểm tra tự động.....	256
7.3.1. Kiểm tra tự động bằng phương pháp trực tiếp.....	256
7.3.2. Kiểm tra tự động đường kính ngoài bằng phương pháp không tiếp xúc trực tiếp.....	257
7.3.3. Kiểm tra tự động đường kính lỗ.....	258
7.3.4. Kiểm tra tự động sai số hình dáng và sai số vị trí tương quan.....	259
7.3.5. Máy kiểm tra phân loại tự động.....	259
7.3.6. Đồ gá kiểm tra tự động nhiều thông số.....	261
7.4. Kiểm tra tích cực khi mài.....	262
7.4.1. Mài tròn ngoài.....	262
7.4.1.1. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc một điểm.....	262
7.4.1.2. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm.....	263
7.4.1.3. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm.....	264

7.4.2. Mài tròn trong.....	264
7.4.3. Kiểm tra tích cực khi mài đối tiếp.....	266
7.4.4. Kiểm tra tích cực khi mài vô tâm.....	267
7.4.4.1. Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy khi mài vô tâm.....	267
7.4.4.2. Thiết bị kiểm tra tích cực có hiệu chỉnh máy khi mài vô tâm.....	268
7.4.5. Kiểm tra tích cực khi mài phẳng.....	268
7.4.5.1. Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng.....	269
7.4.5.2. Thiết bị kiểm tra tích cực có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng.....	270
7.4.6. Kiểm tra tích cực khi mài các mặt trụ gián đoạn.....	270
7.4.6.1. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài mặt trụ gián đoạn tiếp xúc một điểm.....	270
7.4.6.2. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài mặt trụ gián đoạn tiếp xúc hai điểm.....	270
7.4.6.3. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm khi mài mặt trụ gián đoạn.....	271
7.5. Kiểm tra tích cực khi mài khôn.....	271
7.6. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài răng.....	272
<i>Chương 8. Tự động điều khiển các yếu tố công nghệ</i>	274
8.1. Tự động điều khiển kích thước điều chỉnh tĩnh.....	274
8.1.1. Gia công trên máy phay ngang.....	274
8.1.2. Gia công trên máy tiện.....	275
8.1.3. Ưu, nhược điểm của phương pháp điều khiển kích thước điều chỉnh tĩnh.....	277
8.2. Tự động điều khiển kích thước điều chỉnh động.....	277
8.3. Tự động điều khiển biến dạng đàn hồi bằng quay dao trong quá trình gia công.....	277
8.4. Ưu, nhược điểm của tự động điều khiển kích thước điều chỉnh động.....	277
8.5. Tự động điều khiển thành phần lực cắt dọc trục.....	277
8.6. Tự động điều khiển độ mòn của dụng cụ cắt.....	278
8.7. Tự động điều khiển nhiều yếu tố công nghệ.....	279
<i>Chương 9. Tự động hóa quá trình lắp ráp</i>	282
9.1. Các vấn đề chung của Tự động hóa quá trình lắp ráp.....	282
9.1.1. Khái niệm chung.....	282
9.1.2. Hệ thống công nghệ lắp ráp và các chức năng cơ bản của nó.....	283
9.1.3. Các nhiệm vụ cơ bản của tự động hóa quá trình lắp ráp.....	285
9.1.4. Độ chính xác của hệ thống lắp ráp.....	287
9.1.5. Năng suất của hệ thống lắp ráp tự động.....	288
9.1.6. Hoàn thiện chuẩn bị công nghệ của quá trình lắp ráp tự động.....	291
9.1.7. Xác định các thông số của hệ thống lắp ráp tự động.....	292
9.1.8. Một số phương hướng phát triển của tự động hoá quá trình lắp ráp.....	296
9.2. Định vị và liên kết chi tiết khi lắp ráp tự động.....	297
9.2.1. Định vị chi tiết khi lắp ráp tự động.....	297
9.2.2. Các phương pháp và cơ cấu định vị có chủ đích khi lắp ráp.....	302
9.2.3. Điều khiển và xác định chế độ lắp ráp tự động.....	305
9.2.3.1. Xác định đối tượng tiếp nhận lực tác động giới hạn.....	306
9.2.3.2. Xác định giá trị tối hạn của lực tác động lên đối tượng.....	308
9.2.3.3. Xác định lực lắp ráp tối thiểu cần thiết.....	308
9.2.3.4. Xác định các thông số điều khiển khi lắp ráp tự động.....	308
9.3. Thiết kế quá trình công nghệ lắp ráp tự động.....	311
9.3.1. Các vấn đề chung.....	311
9.3.2. Mô hình hoá các quá trình công nghệ lắp ráp tự động.....	316
9.3.2.1. ứng dụng lý thuyết graph khi thiết kế quá trình lắp ráp tự động.....	316
9.3.2.2. Mô hình hoá các quá trình công nghệ lắp ráp bằng các phương pháp khác.....	323
9.4. Ứng dụng rôbot trong lắp ráp tự động.....	326

9.4.1. Các vấn đề chung.....	326
9.4.2. Phân loại và đặc tính kỹ thuật của các rôbot lắp ráp tự động.....	327
9.4.2.1. Rôbot để bàn có cánh tay quay.....	327
9.4.2.2. Rôbot dạng cổng.....	329
9.4.2.3. Rôbot môđun - tổ hợp	330
9.4.3. Sử dụng hệ thống rôbot trong kỹ thuật lắp ráp tự động linh hoạt.....	337

<i>Chương 10. Đảm bảo chất lượng có trợ giúp máy tính (CAQ).....</i>	<i>339</i>
10.1. Tổng quát về đảm bảo chất lượng	339
10.2. Đảm bảo chất lượng có trợ giúp của máy tính (CAQ).....	340
10.2.1. Quy hoạch chất lượng.....	340
10.2.2. Kiểm tra chất lượng.....	341
10.2.3. Điều khiển chất lượng.....	343
10.3. Vòng tròn điều khiển chất lượng.....	343
10.4. Chức năng và phạm vi ứng dụng của hệ thống đảm bảo chất lượng (CAQ).....	344
10.4.1. Chức năng của hệ thống đảm bảo chất lượng CAQ.....	344
10.4.2. Đề án về một hệ thống CAQ.....	345
10.4.3. Đảm bảo chất lượng (CAQ) khi kiểm tra hàng nhập vào.....	347
10.4.4. Đảm bảo chất lượng (CAQ) khi gia công.....	347
10.4.5. Đảm bảo chất lượng (CAQ) khi lắp ráp.....	347
10.4.6. Đảm bảo chất lượng (CAQ) trong kiểm tra lần cuối.....	348
10.4.7. Đảm bảo chất lượng (CAQ) đối với khâu giám sát công cụ kiểm tra.....	348
10.4.8. Đảm bảo chất lượng (CAQ) và phòng ngừa sai số chủ động.....	348
10.5. Điều khiển quá trình bằng phương pháp thống kê SPC.....	349
10.5.1. Cơ sở của phương pháp.....	349
10.5.2. Phiếu điều khiển chất lượng.....	350
10.5.3. Khả năng của quá trình và khả năng của thiết bị.....	351
10.6. Kỹ thuật đo toạ độ.....	357
10.6.1. Máy đo toạ độ.....	357
10.6.2. Các phương pháp lập trình.....	358
10.6.3. Nối ghép với CAD.....	359
10.7. Quan hệ với các thành phần khác có sử dụng máy tính.....	360

<i>362Chương 11. Nhà máy tự động hoá.....</i>	<i>362</i>
11.1. Quá trình phát triển.....	362
11.2. Nhà máy tự động hoá vạn năng.....	363
11.3. Tổ chức hệ thống điều khiển trong nhà máy tự động hoá.....	363
11.4. Hệ thống thông tin.....	364
11.5. Quá trình điều khiển.....	364
11.6. Ví dụ về nhà máy tự động hoá chế tạo piston động cơ ô tô.....	365
<i>Chương 12. Hiệu quả kinh tế của tự động hoá quá trình sản xuất.....</i>	<i>367</i>
12.1.368. Các chỉ tiêu của hiệu quả kinh tế.....	367
12.2. Hiệu quả của tự động hóa máy đang sử dụng.....	368
12.3. Hiệu quả của vốn đầu tư vào tự động hoá.....	373
12.4. Hiệu quả kinh tế của rôbot công nghiệp.....	375
12.5. Một số phương pháp nâng cao hiệu quả kinh tế của tự động hoá.....	377

<i>Chương 13. Hướng phát triển của tự động hoá quá trình sản xuất.....</i>	<i>378</i>
13.1. Sử dụng máy với hệ thống điều khiển linh hoạt.....	378
13.2. Sản xuất hàng loạt theo dây chuyền.....	378

13.3. Sản xuất tự động hoá linh hoạt.....	379
13.4. Môđun sản xuất linh hoạt.....	379
13.5. Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần.....	381
13.6. Hệ thống sản xuất linh hoạt toàn phần bậc cao.....	381
13.7. Ứng dụng kỹ thuật CIM	382
13.8. Ứng dụng rôbốt công nghiệp	382
13.9. Ứng dụng trí tuệ nhân tạo.....	382
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	383
MỤC LỤC.....	387

201 123

tự động hoá qđ sản xuất



1 004071 500833