



Luận văn
Đề tài: Tự động hóa
sản xuất

Mục lục

Mục lục	3
Lời nói đầu	6
Chương 1: Những vấn đề cơ bản của tự động hoá	9
1.1. Những khái niệm và định nghĩa cơ bản.....	9
1.2. Điều kiện kinh tế-kỹ thuật của CKH và TĐH.....	12
1.3. Các giai đoạn phát triển của TĐH.....	15
1.4. Các nhiệm vụ tự động hóa quá trình sản xuất	22
1.4.1. Năng suất của các hệ thống TĐH	22
1.4.2. Các nhiệm vụ cơ bản của TĐH	26
1.5. Các nguyên tắc ứng dụng TĐH quá trình sản xuất	28
1.5.1. Nguyên tắc có mục đích và kết quả cụ thể	29
1.5.2. Nguyên tắc toàn diện	29
1.5.3. Nguyên tắc có nhu cầu.....	30
1.5.4. Nguyên tắc hợp điều kiện	30
1.6. Công nghệ là cơ sở của tự động hoá.....	30
1.6.1. Đặc điểm của quá trình công nghệ trong sản xuất tự động hoá.....	30
1.6.2. Phương hướng phát triển cơ bản của công nghệ hiện đại	39
1.6.3. Mối quan hệ giữa công nghệ và tự động hoá	42
1.6.4. Các nguyên tắc thiết kế quá trình công nghệ tự động hoá	45
Chương 2: Các thiết bị cơ bản của hệ thống tự động	49
2.1. Cảm biến.....	50
2.1.1. Khái niệm và phân loại cảm biến.....	50
2.1.2. Các đặc tr- ng cơ bản.....	53
2.1.3. Công tắc, nút bấm	57
2.1.4. Cảm biến quang dẫn.....	59
2.1.5. Cảm biến hồng ngoại	64
2.1.6. Sợi quang.....	64
2.1.7. Cảm biến laze.....	65
2.2. Cụm phân tích	66
2.2.1. Máy tính.....	66
2.2.2. Bộ đếm	67
2.2.3. Bộ thời gian.....	67
2.2.4. Thiết bị đọc mã vạch.....	68
2.2.5. Bộ mã hoá quang học (Optical encoders).....	69
2.3. Thiết bị chấp hành	71
2.3.1. Xi lanh thuỷ lực, khí nén.....	71
2.3.2. Cuộn hút (solenoids).....	73
2.3.3. Rơ-le.....	73
2.4. Thiết bị dẫn động.....	73
2.4.1. Động cơ.....	73
2.4.2. Động cơ bước	75
2.4.3. Động cơ servo một chiều	79
Chương 3: Tự động hoá cấp phối rời	81

3.1. Chức năng và phân loại	81
3.2. Thiết bị cấp phối dạng ổ	81
3.2.1. Phân loại.....	81
3.2.2. Một số cơ cấu chính của thiết bị cấp phối dạng ổ.....	84
3.2.3. Máng dẫn	88
3.3. Thiết bị cấp phối dạng phễu	94
3.3.1. Nguyên lý và kết cấu chung của thiết bị cấp phối dạng phễu	94
3.3.2. Phễu.....	97
3.3.3. Cơ cấu định hướng	99
3.4. Thiết bị cấp phối rung động	103
3.5. ồng dụng rôbôt công nghiệp.....	109
3.5.1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp	109
3.5.2. Cấu trúc cơ bản của robot công nghiệp.....	110
3.5.3. Kết cấu của tay máy.....	111
3.5.4. Hệ tọa độ	113
3.5.5. Trường công tác của robot	114
3.5.6. Phân loại robot công nghiệp	115
3.5.7. ồng dụng của robot công nghiệp trong sản xuất.....	116
Chương 4: Tự động hoá kiểm tra và phân loại	121
4.1. Đat-tric	122
4.1.1. Đat-tric tiếp xúc điện	123
4.1.2. Đat-tric cảm ứng	125
4.1.3. Đat-tric rung tiếp xúc	125
4.1.4. Đat-tric điện dung	126
4.1.5. Đat-tric quang điện	126
4.1.6. Yêu cầu đối với sử dụng và bảo quản đat-tric.....	127
4.2. Phân loại thiết bị kiểm tra	127
4.3. Các thiết bị kiểm tra tự động	130
4.3.1. Kiểm tra tự động bằng phương pháp trực tiếp.....	130
4.3.2. Kiểm tra tự động bằng phương pháp không tiếp xúc trực tiếp.....	132
4.3.3. Kiểm tra tự động đường kính lỗ	133
4.3.4. Kiểm tra tự động sai số hình dáng và sai số vị trí tương quan	134
4.3.5. Kiểm tra tự động nhiều thông số.....	135
4.3.6. Kiểm tra tích cực khi mài tròn ngoài	137
4.3.7. Kiểm tra tích cực khi mài tròn trong.....	142
4.3.8. Kiểm tra tích cực khi mài phẳng	149
4.3.9. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài khôn	152
4.4. Thiết bị kiểm tra phân loại tự động	154
Chương 5: Tự động hoá lắp ráp	157
5.1. Các vấn đề chung	157
5.1.1. Khái niệm chung	157
5.1.2. Các nhiệm vụ cơ bản của TĐH quá trình lắp ráp.....	158
5.1.3. Hoàn thiện chuẩn bị công nghệ của quá trình lắp ráp tự động	161
5.1.4. Một số phương hướng phát triển của TĐH lắp ráp	161

5.2. Tính công nghệ của kết cấu trong lắp ráp tự động	162
5.2.1. Các yêu cầu chung về tính công nghệ lắp ráp tự động.....	162
5.2.2. Các chỉ tiêu đánh giá tính công nghệ lắp ráp.....	165
5.3. Định vị và liên kết chi tiết khi lắp ráp tự động	166
5.3.1. Định vị cứng khi lắp ráp tự động	166
5.3.2. Tự định vị hay định vị tự tìm kiếm.....	171
5.3.4. Điều khiển và xác định chế độ lắp ráp tự động.....	181
Tài liệu tham khảo	182

Lêi nãi ④u

Các thành tựu đạt được ở nửa đầu thế kỷ 20 trong lĩnh vực tự động hoá (TĐH) đã cho phép chế tạo 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 TĐH các quá trình sản xuất vào công nghiệp.

Trong những năm của nửa sau thế kỷ 20, các nước có nền công nghiệp phát triển tiến hành rộng rãi tự động hóa 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 hay nền sản xuất linh hoạt. Nhờ các thành tựu to lớn của công nghệ thông tin và các lĩnh vực khoa học khác, ngành công nghệ chế tạo máy của thế giới đã có những thay đổi sâu sắc. Sự xuất hiện của một loạt các công nghệ mũi nhọn như kỹ thuật linh hoạt (flexible engineering), hệ thống điều hành sản xuất qua màn hình (Visual Manufacturing Systems), kỹ thuật tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping) và công nghệ nano đã cho phép thực hiện TĐH 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 TĐH 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 Intergrated 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 nền 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 nền sản xuất trí tuệ là cần thiết.

TĐH quá trình sản xuất là một bộ phận, một hướng phát triển của khoa học TĐH. Sự phát triển của nó gắn liền với sự phát triển của nhiều ngành khoa học khác nhau. Do đó để nghiên cứu đầy đủ và toàn diện môn học TĐH quá trình sản xuất, học viên cần phải được trang bị kiến thức liên ngành từ các môn học khác như Lý

thuyết điều khiển tự động , Nguyên lý máy , Công nghệ chế tạo máy , Máy công cụ TĐH , Phần tử tự động , Truyền động điện ...

Tác giả cảm ơn các đồng chí Lê Xuân Hùng đã có nhiều đóng góp trong việc xây dựng các hình vẽ minh họa, các đồng chí giáo viên bộ môn Chế tạo máy, khoa Cơ khí đã có những ý kiến quý báu về bố cục và nội dung của tài liệu.

Trong quá trình biên soạn, chúng tôi đã hết sức cố gắng bám sát chương trình giảng dạy, đưa vào tài liệu những nội dung mới, cập nhật từ cuộc sống sản xuất và đào tạo, song vẫn còn thiếu sót. Mọi ý kiến đóng góp đều được hoan nghênh và xin gửi cho tác giả theo địa chỉ: Bộ môn Chế tạo máy, Khoa Cơ khí, Học viện KTQS, 100 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà nội. Điện thoại: 069515368.

Các tác giả

Chương 1

Những vấn đề cơ bản của tự động hóa,

1.1. Những khái niệm và phân loại của tự động hóa

Cơ khí hoá (CKH) là sử dụng năng lượng phi sinh vật để thực hiện toàn bộ hoặc một phần của quá trình sản xuất trừ việc điều khiển. Nhiệm vụ điều khiển ở đây do con người thực hiện. Như vậy CKH chính là quá trình thay thế lao động cơ bắp của con người khi thực hiện các quá trình sản xuất.

Tự động hoá (TĐH) quá trình sản xuất là giai đoạn triển tiếp theo của nền sản xuất CKH, nghĩa là TĐH sử dụng năng lượng phi sinh vật để thực hiện và điều khiển toàn bộ hoặc một thành phần của quá trình sản xuất. Tóm lại *tự động hóa là sự ứng dụng các hệ thống cơ khí, điện, điện tử, máy tính,... để thực hiện và điều khiển quá trình mà không cần sự can thiệp trực tiếp của con người.*

Nhiệm vụ của con người là kiểm tra hoạt động của máy móc, khắc phục các hỏng hóc sai lệch, lập trình và điều chỉnh máy để gia công các sản phẩm khác nhau. Người công nhân không phải tham gia vào quá trình gia công chi tiết hoặc lắp ráp, do đó có thời gian để phục vụ nhiều máy. Xuất hiện loại công nhân trình độ cao: thợ điều chỉnh.

Để TĐH quá trình sản xuất cần phải có và ứng dụng các cơ cấu hoặc thiết bị tự động phù hợp. Điều đó không có nghĩa là TĐH 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 quá trình công nghệ có sẵn hoặc các máy móc đã có hoặc sẽ được thiết kế. TĐH quá trình sản xuất luôn gắn liền với quá trình hoàn thiện và đổi mới công nghệ. Đó là một bài toán thiết kế-công nghệ tổng hợp, có nhiệm vụ tạo ra kỹ thuật hoàn toàn mới dựa trên cơ sở các quá trình công nghệ gia công cơ, kiểm tra, lắp ráp tiên tiến (kể cả phương pháp công nghệ và thiết bị gia công mới). Trong các quá trình sản xuất TĐH, các thiết bị và cơ cấu tự động đôi khi có ảnh hưởng ngược trở lại bản thân các quá trình công nghệ và từng nguyên công riêng biệt, làm thay đổi nội dung và một số chức năng điều khiển ban đầu của nó. Tóm lại TĐH quá trình sản xuất cũng có thể được hiểu như 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 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 thành phần của quá trình sản xuất mà không cần tới sự tham gia của con người.

Trong hệ thống chuẩn bị công nghệ thống nhất, các hệ thống TĐH được đánh giá theo 3 chỉ tiêu sau: hình thức, cấp và mức TĐH.

Hình thức TĐH được phân biệt theo TĐH một (riêng) phần và TĐH toàn phần; TĐH đơn và phức; TĐH sơ cấp và thứ cấp.

CKH hoặc TĐH một phần là TĐH quá trình công nghệ hoặc hệ thống, trong đó một phần chi phí năng lượng của con người được thay thế bằng năng lượng phi sinh vật trừ việc điều khiển khi cơ giới hoá và bao gồm cả việc điều khiển khi TĐH.

CKH hoặc TĐH toàn phần là cơ khí hoá hoặc TĐH các quá trình công nghệ trong đó tất cả các chi phí năng lượng của con người được thay thế bằng năng lượng phi sinh vật trừ việc điều khiển khi CKH và bao gồm các việc điều khiển khi TĐH.

CKH hoặc TĐH đơn liên quan đến một phần hoặc toàn bộ một thành phần của quá trình công nghệ hoặc hệ thống các quá trình công nghệ. Ví dụ trong nguyên công tiện, việc cấp phôi vào và lấy phôi ra được TĐH thì đây là TĐH đơn. Trong 5 nguyên công gia công chi tiết thì có một nguyên công TĐH.

CKH hoặc TĐH phức là CKH hoặc TĐH một phần hoặc toàn phần từ hai thành phần trở lên của quá trình công nghệ. Trừ việc điều khiển khi CKH và bao gồm cả việc điều khiển khi TĐH.

Trong trường hợp tất cả các thành phần của QTCN không loại trừ thành phần nào được CKH hoặc TĐH thì gọi CKH hoặc TĐH phức toàn phần. Thí dụ cả 5 nguyên công gia công chi tiết điều được TĐH. Nếu như không phải vậy thì ta có TĐH phức một phần.

CKH hoặc TĐH thường được tiến hành theo một số bước. Vì vậy, người ta phân biệt CKH hoặc TĐH sơ và thứ cấp.

CKH hoặc TĐH sơ cấp là CKH hoặc TĐH các QTCN đang sử dụng năng lượng của con người.

CKH hoặc TĐH thứ cấp là CKH hoặc TĐH các QTCN hoặc hệ thống các QTCN đã sử dụng năng lượng của người hoặc máy móc (phi sinh vật) khi CKH và đang sử dụng năng lượng phi sinh vật khi TĐH. Thí dụ thay thiết bị kiểm tra tự động trên máy bằng hệ thống kiểm tra tự động hoàn hảo hơn, chính xác hơn, tin cậy hơn, thời gian sử dụng nhiều hơn.

Tiến bộ khoa học kỹ thuật không chỉ dựa trên CKH và TĐH sơ cấp mà còn dựa trên cơ sở TĐH thứ cấp, nơi mà những ý tưởng của các nhà khoa học được vật chất hoá tổng hợp được kinh nghiệm làm việc của các hệ thống đã được CKH và TĐH.

Cấp ứng dụng của CKH và TĐH được ký hiệu từ 1 đến 10:

- Cấp 1 - CKH hoặc TĐH một nguyên công đơn giản.

- Cấp 2 - CKH hoặc TĐH một QTCN hoàn chỉnh.
- Cấp 3 - CKH hoặc TĐH hệ thống các QTCN được thực hiện tại một phân xưởng sản xuất.
- Cấp 4 - CKH hoặc TĐH được thực hiện trong phạm vi một xưởng sản xuất (hay hệ thống một số công đoạn sản xuất).
- Cấp 5 - CKH hoặc TĐH được thực hiện trong phạm vi một nhóm xưởng đồng nhất về công nghệ.
- Cấp 6 - CKH hoặc TĐH hệ thống các QTCN được thực hiện trong phạm vi một xí nghiệp
- Cấp 7 - CKH hoặc TĐH hệ thống các QTCN trong phạm vi một công ty sản xuất hoặc liên hiệp nghiên cứu khoa học (trong các hệ thống các xí nghiệp riêng biệt).
- Cấp 8 - CKH hoặc TĐH các hệ thống QTCN trong phạm vi một vùng kinh tế địa lý.
- Cấp 9 - CKH hoặc TĐH được thực hiện trong phạm vi một ngành công nghiệp.
- Cấp 10 - CKH hoặc TĐH được thực hiện trong phạm vi toàn bộ nền công nghiệp quốc gia.

Mức CKH và TĐH đặc trưng cho mức độ ảnh hưởng của CKH và TĐH đến tình trạng của QTCN.

Có 7 mức CKH và TĐH: thấp, nhỏ, vừa, lớn, nâng cao, cao và toàn bộ.

Về định lượng người ta sử dụng hệ số mức CKH và TĐH. Hệ số này tính theo công thức sau:

$$K = \frac{T_M}{T_M + T_T} = \frac{T_M}{T_{ch}}$$

Trong đó:

T_M - Thời gian thực hiện bằng máy.

T_T - Thời gian thực hiện bằng tay.

T_{ch} - Thời gian chiếc.

Thành phần thời gian máy T_M bao gồm thời gian thực hiện hành trình công tác và đôi khi cả hành trình chạy không, nếu thời gian này không trùng với thời gian công tác. Để tăng hệ số mức CKH phải rút ngắn thời gian thực hiện bằng tay để thay, gá đặt, điều chỉnh dụng cụ, giảm thời gian sửa chữa và điều chỉnh các cơ cấu máy, thời gian cấp phôi, thu dọn phoi, nộp chi tiết hoàn chỉnh vào kho, loại trừ phế phẩm do điều chỉnh sai, thời gian chuẩn bị, bàn giao máy cuối ca... Trong bảng 1.1 là giá trị của hệ số mức CKH và TĐH.

Mô hình thông tin của CKH và TĐH. Để dễ sử dụng các số liệu đã cho về tình trạng CKH và TĐH người ta dùng mô hình thông tin dạng ký hiệu gồm 3 thành phần theo trật tự sau:

Cấp Hình thức Mức
 Thí dụ: 3TĐH2 có nghĩa là TĐH cấp 3 mức 2

Bảng 1.1

Số mức	Tên gọi	Giá trị K
0	Không	0
1	Thấp	0,01...0,25
2	Nhỏ	0,26...0,45
3	Trung	0,46...0,60
4	Lớn	0,61...0,75
5	Nâng cao	0,76...0,90
6	Cao	0,91...0,98
7	Toàn bộ	0,99...1

1.2. **§iÒu kiÕn kinh tÕ-kỹ thuÛt cña CKH vµ TĐH**

CKH và TĐH là phương tiện quan trọng nhất để tăng hiệu quả của sản xuất vì nó đảm bảo chất lượng sản phẩm ổn định, tăng năng suất lao động, giảm giá thành sản phẩm. Ba yếu tố trên cũng chính là ba yếu tố đặc trưng cho các điều kiện được gọi là những điều kiện kinh tế - kỹ thuật của CKH và TĐH. Dù triển khai ứng dụng ở đâu, CKH và TĐH cũng phải bảo đảm được ba điều kiện cơ bản đó. Ngoài ra CKH và TĐH cũng góp phần cải thiện điều kiện làm việc độc hại, nặng nhọc của người công nhân, tăng an toàn lao động...

Ta có thể phân tích ba điều kiện cụ thể như sau:

Bảo đảm chất lượng sản phẩm. Chất lượng là phạm trù rộng bao hàm nhiều yếu tố đặc trưng cho tính chất của sản phẩm. Thí dụ đẹp, bền, chính xác, gọn nhẹ, dễ sử dụng, ít tiêu hao năng lượng... CKH và TĐH phải bảo đảm những tính chất đó của sản phẩm một cách ổn định, tức là có độ tin cậy cao. Những yêu cầu này đặt ra những bài toán lớn cần phải giải quyết khi tiến hành CKH và TĐH. Đó là:

- Phải nghiên cứu rộng khắp, đầy đủ nhu cầu thị trường, thị hiếu người tiêu dùng cũng như nhiệm vụ, kế hoạch sản xuất.
- Nghiên cứu áp dụng công nghệ mới tiên tiến.
- Nghiên cứu thiết kế sản phẩm và trang thiết bị công nghệ có tính công nghệ cao.

- Chế tạo và sử dụng thiết bị có độ chính xác cao, độ cứng vững lớn, cho phép làm việc với độ tin cậy cao trong một thời gian dài.
- Nghiên cứu chế độ khai thác, sử dụng, bảo quản sửa chữa trang thiết bị một cách tối ưu.
- Phải đào tạo cán bộ có lòng yêu nghề, có trình độ, có kỹ thuật để nắm bắt và ứng dụng các thành tựu của CKH và TĐH.

Bảo đảm năng suất lao động. Năng suất lao động là một phạm trù rộng mà nhiều người khi nghe hoặc nói đến chỉ lầm tưởng là năng suất lao động sống. Thật ra năng suất lao động là số sản phẩm làm ra trong một đơn vị thời gian lao động. Thời gian lao động ở đây phải được hiểu theo nghĩa rộng: nó không chỉ đơn thuần là thời gian lao động của người công nhân trực tiếp đứng máy để chế tạo sản phẩm, mà còn là phần thời gian đã dùng vào việc chế tạo ra vật tư, máy móc, thiết bị, đồ gá, dụng cụ, năng lượng, thời gian thiết kế, nghiên cứu, chế thử... mà người ta gọi là lao động quá khứ hay lao động vật hoá. Muốn tăng năng suất lao động, cần phải giảm tổng thời gian đã bỏ ra để chế tạo một sản phẩm (bao gồm cả lao động hiện tại và lao động quá khứ). Theo Mác :*"Tăng năng suất lao động nghĩa là tăng thành phần lao động quá khứ và giảm thành phần lao động hiện tại nhưng tổng số lao động trong sản phẩm phải giảm xuống tức là giảm số lượng lao động hiện tại nhiều hơn tăng số lượng lao động quá khứ"*. Đó là phương hướng chung, phương pháp cơ bản để tăng năng suất lao động.

CKH và TĐH các quá trình sản xuất là biện pháp tốt nhất để giải quyết vấn đề năng suất. Tất nhiên để có thể CKH và TĐH thì phải đầu tư nhiều vốn, nhiều phương tiện..., chi phí sẽ tăng, nghĩa là thành phần lao động quá khứ tăng. Mặt khác, khi qui trình công nghệ đã tốt, thành phần lao động hiện tại giảm đến mức tối đa mới có thể tăng không ngừng năng suất lao động.

Nhưng phải TĐH như thế nào đó để giảm không ngừng thành phần lao động hiện tại. Nếu TĐH chỉ đơn thuần nhằm tăng số máy mà mỗi công nhân có thể phục vụ thì đến một lúc nào đó mức giảm thành phần lao động hiện tại sẽ bị hạn chế và không thể bù lại mức tăng thành phần lao động quá khứ.

Hạ giá thành sản phẩm. Giá thành sản phẩm là tổng chi phí bằng tiền cho công lao động của hoạt động sản xuất, kinh doanh tính trên một đơn vị sản phẩm. Tuy nhiên giá thành cũng phải được hiểu theo nghĩa rộng vì nó gồm rất nhiều yếu tố hợp thành: vật tư, công thợ, tiền khấu hao máy móc, đồ gá, tiền dụng cụ cắt, dụng cụ đo kiểm, điện nước, khí hoặc hơi... tiền vận tải, khấu hao nhà xưởng, sân bãi..., các chi phí phụ khác. Để giảm giá thành phải tìm cách giảm các

chi phí thành phần. Một trong những thành phần đáng chú ý nhất là vật tư, công thợ, khấu hao máy móc, nhà xưởng, các chi phí quả lý...

Chi phí vật tư có thể giảm xuống bằng cách sử dụng vật tư rẻ tiền hơn, thí dụ thay thép bằng chất dẻo, thép bằng gang... Nghiên cứu các sản phẩm mới có kết cấu hợp lý (đơn giản, chọn hệ số an toàn hợp lý khi tính toán, giảm số khâu thành phần trong xích truyền động...).

Công thợ có thể giảm bằng cách tăng mức độ TĐH, đặc biệt là những nguy hiểm, chi phí cho công thợ cao, tăng năng suất thiết bị, tăng cường độ lao động, tổ chức lao động hợp lý, sản phẩm có tính công nghệ cao, có nhiều phần tử kết cấu được tiêu chuẩn hoá và thống nhất hoá, dễ chế tạo, lắp ráp...

Tiền khấu hao nhà cửa, công trình có thể giảm bằng cách giảm diện tích sử dụng, bố trí máy móc, kho bãi hợp lý hoặc thậm chí không cần kho bãi.

Chi phí điện năng có thể giảm bằng cách áp dụng qui trình công nghệ hợp lý, tăng hệ số sử dụng có ích của thiết bị, sử dụng thiết bị công nghệ cao tiêu tốn ít năng lượng, hay nghiên cứu loại năng lượng khác rẻ tiền hơn.

Những chi phí khác thuộc chi phí gián tiếp như chi phí quản lý, chi phí cho các phòng ban (tài vụ, vật tư, thiết kế, công nghệ, kế toán...) có thể giảm bằng cách sử dụng các thiết bị văn phòng, thiết bị liên lạc, cho phép tăng năng suất lao động, giảm số lượng nhân viên văn phòng, thí dụ dùng máy tính cá nhân, máy chữ, máy phôtô copy, máy in, máy vẽ, làm việc trên hệ thống mạng, liên lạc bằng điện thoại có dây và không dây, điều khiển qua hệ thống quan sát (camera) và màn hình...

Nói chung giảm giá thành sản phẩm là một trong những điều kiện quan trọng mà CKH và TĐH cần phải đảm bảo. Không làm được điều đó CKH và TĐH sẽ thất bại.

Về giá thành cần phải phân biệt giá thành sản phẩm với giá thành công nghệ. Giá thành công nghệ khác giá thành sản phẩm ở chỗ là trong mục chi phí xưởng chỉ kể đến phần liên quan trực tiếp đến QTCN: chi phí cho năng lượng, sửa chữa và khấu hao thiết bị, đồ gá, dụng cụ, vật liệu lau chùi, nước trơn nguội.

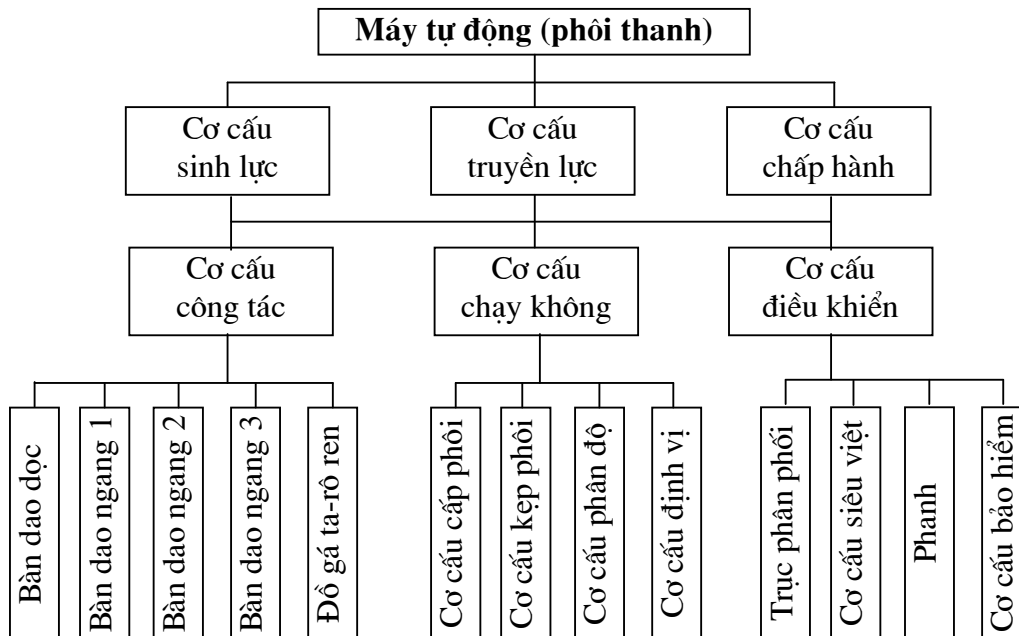
Tùy theo từng dạng sản xuất, CKH và TĐH được thực hiện theo từng cách khác nhau. Trong sản xuất hàng khối và loạt lớn, công nghệ tiên tiến cho phép ứng dụng TĐH phức tạp các đường dây, xưởng và nhà máy tự động. Trong sản xuất hàng loạt với các QTCN điển hình và QTCN nhóm, TĐH được dùng ở các đường dây tự động, máy tự động điều chỉnh được, máy với các thiết bị điều chỉnh cho phép sử dụng một thiết bị để gia công loạt chi tiết khác nhau sau khi đã thay một số phần tử riêng biệt và điều chỉnh lại. Trong sản xuất loạt nhỏ nên sử

dụng các thiết bị cho phép điều chỉnh nhanh hơn. Thí dụ, máy điều khiển theo chương trình số hay máy CNC.

1.3. Các giai đoạn phát triển của TĐH

Trong điều kiện sản xuất loạt lớn và hàng khối, TĐH ở giai đoạn đầu bảo đảm hiệu quả kinh tế nhờ nâng cao chất lượng sản phẩm, năng suất cao, giảm số lượng công nhân phục vụ và diện tích phân xưởng. Phân tích lịch sử và xu hướng phát triển của tự động hoá trong quá trình sản xuất có thể chỉ ra 3 giai đoạn cơ bản của sự phát triển. Trên mỗi giai đoạn cần phải giải quyết nhiều nhiệm vụ kỹ thuật phức tạp khác nhau:

- Tự động hoá nguyên công tạo ra các máy tự động và bán tự động.
- Tự động hoá quá trình công nghệ, tạo ra các dây chuyền sản xuất tự động.
- Tự động hoá toàn phần quá trình sản xuất, tạo ra các xưởng và nhà máy tự động.



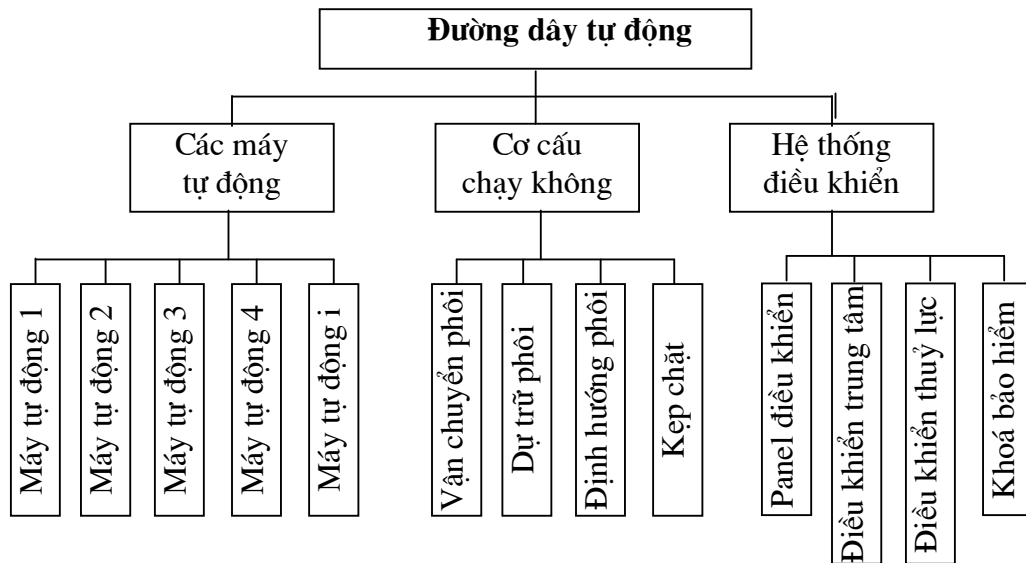
Hình 1-1. Sơ đồ cấu trúc máy tự động

Giai đoạn đầu của tự động hoá đã tạo ra các máy tự động và bán tự động có năng suất rất cao. Sự xuất hiện của các máy tự động là do sự phát triển và hoàn thiện kết cấu của các máy công tác. Bên cạnh các cơ cấu để thực hiện các hành trình công tác và chạy không trên các máy tự động có thêm các cơ cấu của hệ

thống điều khiển (hình 1-1). Nếu chỉ cần thiếu một trong những cơ cấu cơ bản đó thì quá trình tự động sẽ bị gián đoạn và để lập lại chu trình gia công cần phải có sự tham gia của con người. Các cơ cấu thường bị thiếu trên các máy là cơ cấu cấp phôi. Lý do chủ yếu là các cơ cấu này rất phức tạp, có độ tin cậy thấp và thường không đáp ứng để làm việc với mọi hình dạng phức tạp của phôi. Như vậy, nếu máy tự động thiếu cơ cấu cấp phôi thì sẽ trở thành máy bán tự động và hoạt động của nó được lập lại nhờ sự can thiệp của con người.

Ở giai đoạn này hình thức tổ chức sản xuất tự động hoá cao nhất là các dây chuyền sản xuất gồm các máy tự động và bán tự động. Trên các dây chuyền này người công nhân phục vụ máy tiến hành điều chỉnh, kiểm tra sự hoạt động đúng đắn của quá trình công nghệ và hiệu chỉnh những hỏng hóc có thể (thay thế dụng cụ điều chỉnh các cơ cấu...). Tự động hoá ở giai đoạn đầu chỉ bao gồm các nguyên công gia công riêng biệt, còn các nguyên công lắp ráp, kiểm tra, bao gói sản phẩm thì thường được thực hiện bằng tay bằng các phương tiện cơ khí.

Giai đoạn hai của tự động hoá là tự động hoá hệ thống máy, tạo ra các đường dây tự động để thực hiện nhiều nguyên công khác nhau như cắt gọt, kiểm tra, lắp ráp, bao gói... Đường dây tự động là hệ thống máy tự động được bố trí theo trình tự công nghệ và được liên kết bằng các phương tiện vận chuyển, điều khiển. Đường dây đó tự động thực hiện một hệ thống các nguyên công (thường là một phần hoặc toàn bộ quá trình công nghệ gia công chi tiết). Việc tạo ra các đường dây tự động cần phải giải quyết những nhiệm vụ mới phức tạp hơn rất nhiều so với các nhiệm vụ ở giai đoạn đầu. Nhiệm vụ đầu tiên là phải tạo ra hệ thống vận chuyển phôi giữa các máy phù hợp với nhịp công tác khác nhau của các máy, và sự không trùng về thời gian của các hư hỏng khác nhau. Như vậy hệ thống vận chuyển phôi giữa các máy không chỉ là các băng tải mà còn các hệ thống dự trữ phôi giữa các nguyên công, cơ cấu điều khiển và cảnh báo, bảo vệ hệ thống máy. Các hệ thống này cần phải phối hợp sự hoạt động của các máy riêng biệt với các cơ cấu vận chuyển cũng như với các cơ cấu bảo vệ khi xuất hiện hư hỏng (gãy dụng cụ, kích thước vượt qua giới hạn dung sai, kiểm tra tính đúng đắn của các lệnh điều khiển, tìm kiếm các hư hỏng có thể...) hệ thống điều khiển trên cơ sở trực phân phối sẽ không còn phù hợp do khoảng cách quá lớn. Điều này buộc phải tìm kiếm hệ thống điều khiển mới trên cơ sở các thiết bị thuỷ lực, điện và điện tử. Ở giai đoạn hai của tự động hoá cũng cần phải giải quyết nhiệm vụ tạo ra các phương tiện kiểm tra tự động, trong đó có cả phương tiện kiểm tra chủ động và có hiệu chỉnh quá trình làm việc của máy (hình 1-2).



Hình 1-2. Sơ đồ cấu trúc đường dây tự động

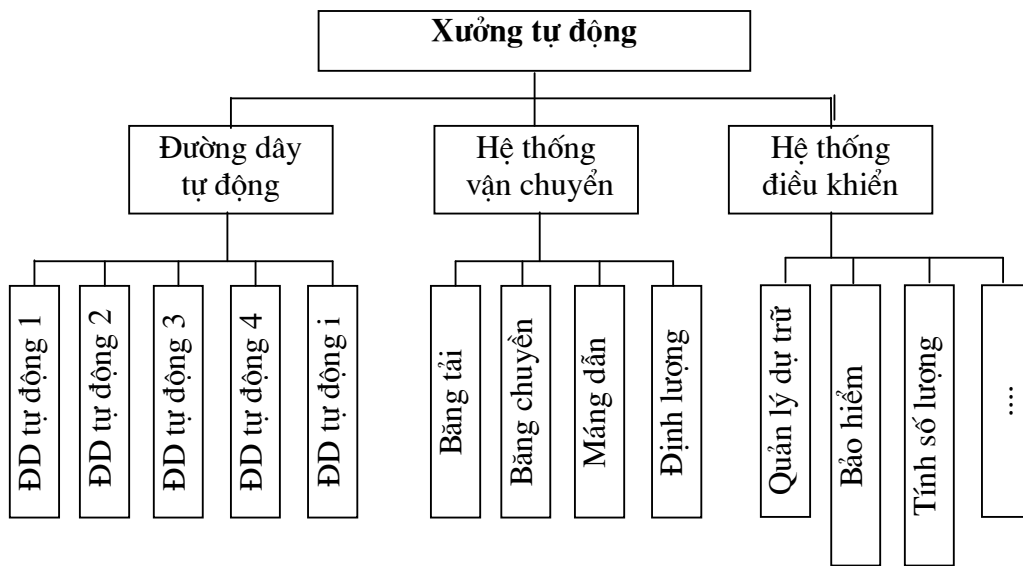
Tùy thuộc vào chủng loại máy được sử dụng trên dây chuyền tự động mà ta có: dây chuyền tự động từ các máy tổ hợp, dây chuyền tự động từ các máy điển hình (các máy tiện, phay, doa...), đường dây tự động từ các máy chuyên dùng (các máy rôto), đường dây tự động từ các máy điều khiển số. Ngoài ra đường dây tự động cũng có thể phân loại theo mối liên hệ giữa các máy. Nếu trên đường dây tự động không có ổ trữ phôi thì đường dây đó gọi là đường dây liên kết cứng. Để nâng cao độ tin cậy của đường dây tự động cũng như độ an toàn, người ta đưa vào trên đường dây một hoặc một số ổ trữ phôi giữa các máy nhằm bảo đảm các máy hoạt động liên tục không phụ thuộc vào khả năng làm việc của các máy đứng trước và sau nó. Những đường dây này được gọi là đường dây liên kết mềm.

Hiệu quả kinh tế của giai đoạn này không những bảo đảm tăng năng suất lao động mà còn giảm nhiều lao động thủ công nhờ tự động hoá quá trình vận chuyển phôi giữa các nguyên công, kiểm tra thu dọn phôi...

Giai đoạn ba của tự động hoá là tự động hoá tổng hợp các quá trình sản xuất, tạo ra các phân xưởng và nhà máy tự động. Tự động hoá tổng hợp cần phải được hiểu là quá trình tự động hoá bao quát toàn bộ hệ thống sản xuất một loại sản phẩm ví dụ như ô tô. Khi tất cả các giai đoạn sản xuất bắt đầu từ nguyên vật liệu và kết thúc giai đoạn lắp ráp và thử nghiệm đều được tự động hoá. Tự động hoá tổng hợp liên quan đến quá trình tích tụ kỹ thuật cao trong tất cả các khâu của quá trình sản xuất. Những nhiệm vụ của giai đoạn này chủ yếu là tự động hoá việc vận chuyển phôi giữa các đường dây và các phân xưởng, thu dọn và xử lý

phoi, điều hành sản xuất (hình 1-3). Ở giai đoạn này áp dụng triệt để biết sử dụng các phương tiện tính toán như máy tính điện tử nhằm không những giải quyết vấn đề điều hành sản xuất mà còn linh hoạt chuyển đổi đối tượng sản xuất đáp ứng các nhu cầu của các đơn đặt hàng khác nhau.

Trong nửa sau của thế kỷ 20 do xuất hiện các hệ thống điều khiển số cũng như sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật, đặc biệt là điện tử máy tính... nên đã có điều kiện để tự động hoá trong sản xuất loạt nhỏ, thậm chí đơn chiếc. Các thiết bị tự động hoá kiểu này có độ linh hoạt rất cao, cho phép chuyển sang gia công sản phẩm khác với chi phí thời gian và vật chất rất ít. *Máy tự động điều khiển số* bắt đầu được sử dụng rộng rãi trong những năm 60 của thế kỉ trước với mục tiêu chính là giải quyết vấn đề tự động hoá trong sản xuất loạt nhỏ. Khác với các máy tự động và bán tự động kiểu cũ, các máy điều khiển số có chương trình được mã hoá và ghi lại trên các băng đục lỗ, bìa đục lỗ, băng từ, đĩa từ, đĩa quang (CD, DVD)... Hiện nay hệ thống điều khiển số được sử dụng chủ yếu trên các máy cắt gọt (tiện, phay, khoan, doa). Ngoài ra một số máy đặc chủng cũng được trang bị hệ thống điều khiển này là các máy gia công điện vật lí và điện hoá (tia lửa điện, chùm tia điện tử, tia laze).



Hình 1-3. Sơ đồ cấu trúc xưởng tự động

Các hệ thống sản xuất linh hoạt được phát triển trong những năm 70 của thế kỷ 20. Đây là một tổ hợp hoặc một đơn vị thiết bị công nghệ độc lập (riêng rẽ), có:

- Các hệ thống bảo đảm cho nó hoạt động trong chế độ tự động.

- Có khả năng điều chỉnh tự động khi sản xuất các sản phẩm chủng loại tự do trong giới hạn yêu cầu về kích thước và đặc tính kỹ thuật.

Về cấu trúc tổ chức thì hệ thống sản xuất linh hoạt có thể chia ra các bậc sau:

- Môđun sản xuất linh hoạt.
- Dây chuyền tự động linh hoạt và đường dây tự động hoá linh hoạt.
- Xưởng tự động hoá linh hoạt.
- Nhà máy tự động hoá linh hoạt.

Theo mức độ tự động hoá thì các hệ thống sản xuất linh hoạt được chia thành các mức:

- Tổ hợp sản xuất linh hoạt.
- Sản xuất tự động hoá linh hoạt.

Nếu không yêu cầu chỉ ra thứ bậc cấu trúc hoặc mức độ tự động hoá thì thường sử dụng thuật ngữ tổng quát là hệ thống sản xuất linh hoạt.

Mô đun sản xuất linh hoạt bao gồm một đơn vị thiết bị công nghệ, được trang bị một hệ thống điều khiển chương trình số và các phương tiện tự động hoá quá trình công nghệ, hoạt động độc lập, tự thực hiện chu trình gia công nhiều lần và có khả năng nối ghép với hệ thống ở bậc cao hơn. Trường hợp đơn lẻ của môđun sản xuất linh hoạt là tổ hợp công nghệ rôbôt hoá có khả năng lắp ghép với hệ thống ở mức cao hơn. Trường hợp tổng quát mô đun sản xuất linh hoạt gồm bộ tích trữ phôi, đồ gá vệ tinh (palet), thiết bị cấp và tháo phôi (kể cả rôbôt công nghiệp), thiết bị thay đổi trang bị công nghệ, thiết bị thu dọn phoi, kiểm tra tự động (kiểm tra dự phòng, điều chỉnh...).

Dây chuyền tự động hoá linh hoạt bao gồm một số môđun sản xuất linh hoạt liên kết với nhau bằng một hệ thống điều khiển tự động hoá, trong đó các thiết bị công nghệ được bố trí theo trình tự công nghệ đã được xác định trước.

Nếu theo mức độ linh hoạt của các thiết bị TĐH thì có thể phân chia tự thành:

1. Tự động hóa cứng (Fixed Automation)

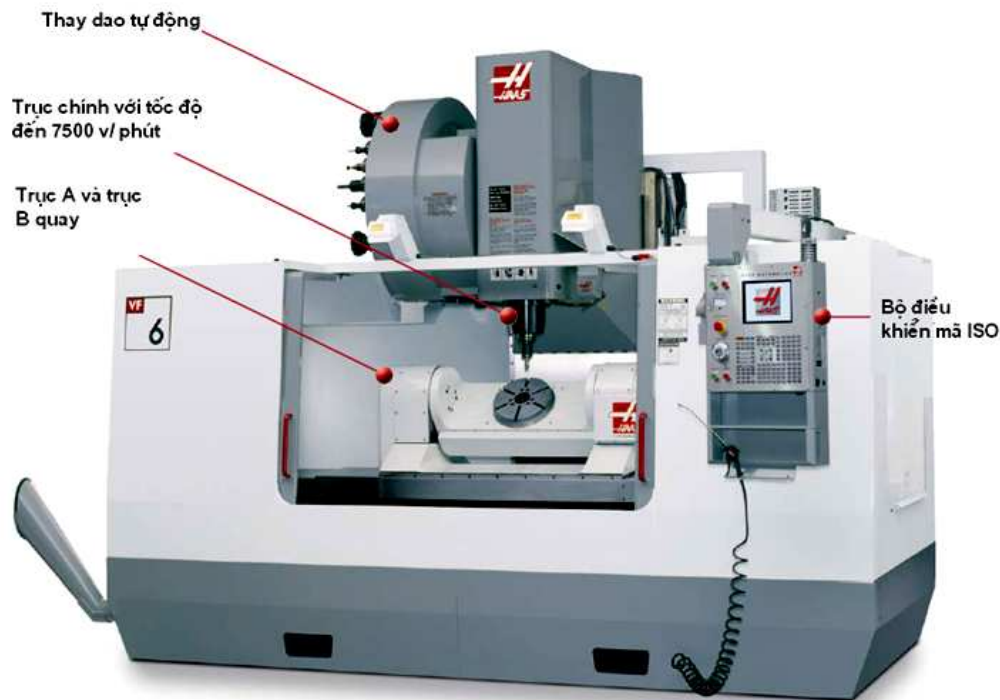
Đó là hệ thống gồm các thiết bị chuyên dùng được sắp xếp theo đúng trình tự công nghệ chế tạo sản phẩm. Công việc ở mỗi nguyên công thường rất đơn giản, vì vậy, mối quan hệ giữa các nguyên công về không gian và thời gian phải rất chặt chẽ. TĐH cứng có hiệu quả trong sản xuất loạt lớn và hàng khối khi chi phí đầu tư ban đầu lớn được bù đắp bằng năng suất cao. TĐH cứng kém linh hoạt, không thể hoặc khó đáp ứng sự thay đổi sản phẩm.

2. Tự động hóa theo chương trình (Programmable Automation)

Tự động hóa theo chương trình được thực hiện trên các thiết bị có khả năng thay đổi trình tự công tác theo chương trình đã được lập sẵn. Mỗi sản phẩm mới yêu cầu lập lại chương trình. TĐH theo chương trình có các đặc điểm sau:

- Đầu tư nâng cấp cho các thiết bị vạn năng, làm việc theo chương trình.
- Linh hoạt, dễ thích ứng với sự thay đổi sản phẩm.
- Sử dụng có hiệu quả trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ, hay hàng loạt.

Ví dụ về các thiết bị TĐH theo chương trình là các máy công cụ điều khiển theo chương trình số như *máy NC và CNC* (hình 1-4), các robot công nghiệp.



Hình 1-4. Máy điều khiển số CNC

3. Tự động hóa linh hoạt (Flexible Automation)

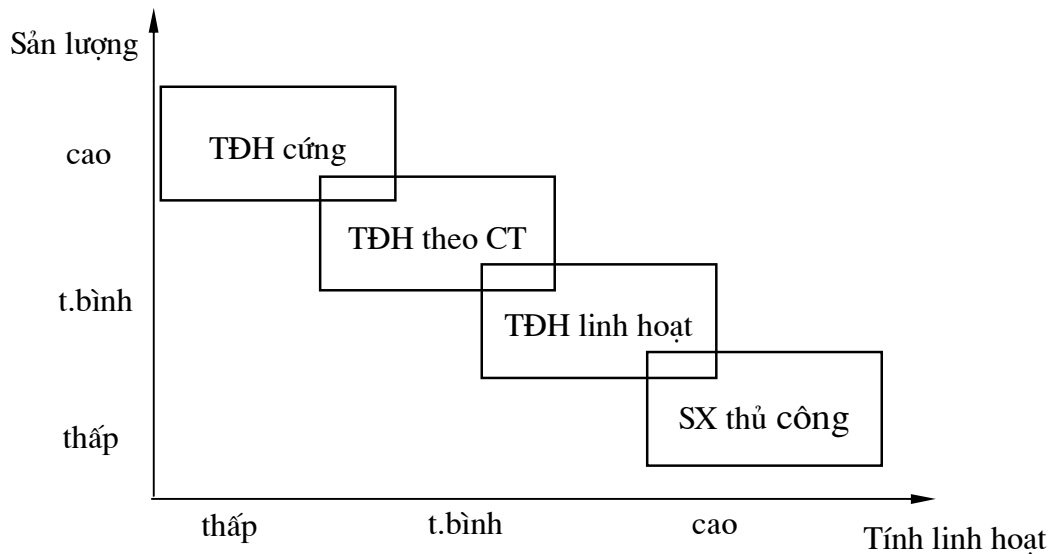
Đây là dạng TĐH tiên tiến nhất hiện nay và còn đang phát triển tiếp. Có hai yếu tố để phân biệt TĐH linh hoạt với TĐH theo chương trình:

- Có thể thay đổi chương trình mà không dừng quá trình sản xuất.
- Có thể thay đổi trang bị gá kẹp mà không dừng chương trình sản xuất.

Nhờ thế, TĐH linh hoạt dễ dàng thích ứng với nhiều đối tượng sản xuất với qui trình công nghệ, số lượng, tiến độ khác nhau. Tuy vậy, tính linh hoạt của

dạng TĐH linh hoạt kém hơn so với TĐH theo chương trình. So sánh mức độ linh hoạt và phạm vi ứng dụng của các dạng TĐH được thể hiện trên hình 1-5. Trên hình 1-6 là một hệ thống sản xuất linh hoạt có hệ thống cấp phôi, dự trữ phôi và hệ thống tự động thay dụng cụ cắt.

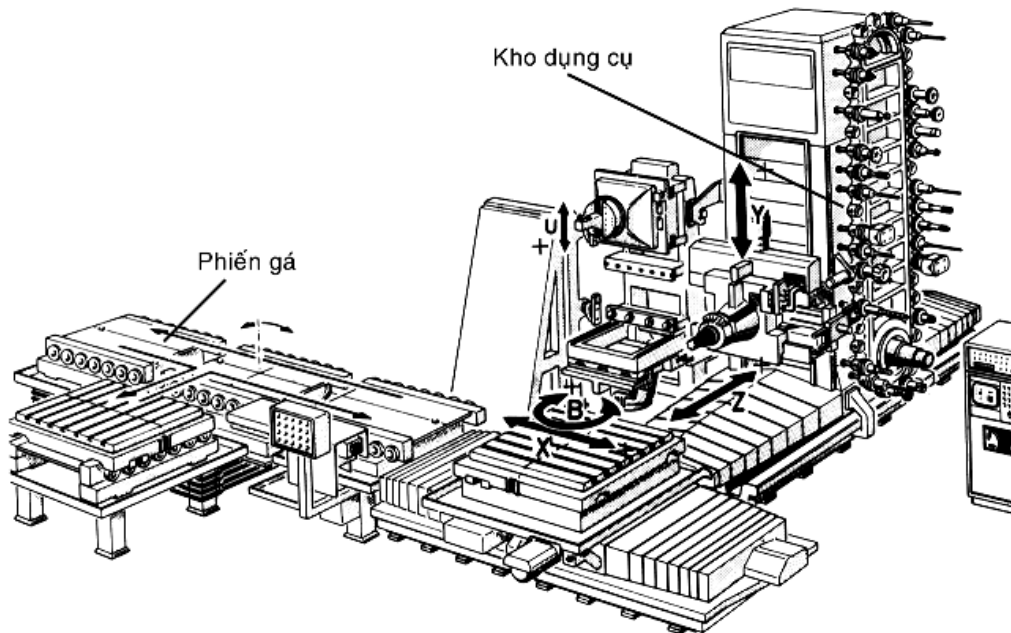
Ngoài kỹ thuật điều khiển tự động, sự phát triển của máy CNC và công nghệ gia công trên chúng còn gắn liền với một lĩnh vực khác của công nghệ thông tin: thiết kế và sản xuất có trợ giúp của máy tính mà chúng ta quen gọi là CAD/CAM. Đó là lĩnh vực ứng dụng máy tính vào công tác thiết kế, tính toán kết cấu, chuẩn bị công nghệ, tổ chức sản xuất, hoạch toán kinh tế,... Một hệ thống sản xuất tự động, có khả năng tự thích ứng với sự thay đổi đối tượng sản xuất được gọi là **hệ thống sản xuất linh hoạt** (*Flexible Manufacturing System - FMS*). FMS gồm máy các CNC, robot, các thiết bị vận chuyển, thiết bị kiểm tra, đo lường,... làm việc dưới sự điều khiển của một mạng máy tính. Sự tích hợp mọi hệ thống thiết bị sản xuất và tích hợp mọi quá trình thiết kế - sản xuất - quản trị kinh doanh nhờ mạng máy tính với các phần mềm trợ giúp công tác thiết kế và công nghệ, kinh doanh,... tạo nên hệ thống **sản xuất tích hợp nhờ máy tính** (*Computer Integrated Manufacturing - CIM*).



Hình 1-5. So sánh mức độ linh hoạt và phạm vi ứng dụng của các dạng TĐH

CAD/CAM là lĩnh vực có liên quan mật thiết với kỹ thuật điều khiển số các thiết bị sản xuất. CAD (*Computer Aided Design*), được dịch là "**thiết kế có trợ giúp của máy tính**", là một lĩnh vực ứng dụng của CNTT vào thiết kế. Nó trợ giúp cho các nhà thiết kế trong việc mô hình hoá, lập và xuất các tài liệu thiết kế

dựa trên kỹ thuật đồ hoạ. CAM (*Computer Aided Manufacturing*), được dịch là "*sản xuất có trợ giúp của máy tính*", xuất hiện do nhu cầu lập trình cho các thiết bị điều khiển số (máy CNC, robot, thiết bị vận chuyển, kho tàng, kiểm tra) và điều khiển chúng. Chúng vốn xuất hiện độc lập với nhau, nhưng ngày càng xích lại gần nhau và hoà thành một mạng cục bộ trong nội bộ công ty. CAD/CAM là thuật ngữ ghép, dùng để chỉ một môi trường *thiết kế - sản xuất với sự trợ giúp của máy tính*.



Hình 1-6. Hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS)

1.4. Các nhiệm vụ tự động hóa quy trình sản xuất

1.4.1. Năng suất của các hệ thống TĐH

Thời gian gia công một sản phẩm hay thời gian một chu kỳ gia công tính theo công thức:

$$T = t_{ct} + t_{ck} \text{ (phút).}$$

Trong đó:

t_{ct} - Thời gian công tác là thời gian cắt gọt kim loại.

t_{ck} - Thời gian chạy không, gồm thời gian dụng cụ tiến vào, lùi ra, đóng mở các cơ cấu của máy...

Năng suất Q của máy tự động là số sản phẩm máy làm ra trong một đơn vị thời gian và biểu diễn bằng số nghịch đảo của thời gian một chu kỳ gia công:

$$Q = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_{ct} + t_{ck}} \quad (\text{chi tiết/phút}) \quad (1.1)$$

Nếu $t_{ck} = 0$ thì năng suất bằng:

$$Q = \frac{1}{t_{ct}} = K \quad (1.2)$$

K là năng suất công nghệ của máy, nó đặc trưng cho năng suất của một chiếc máy "lý tưởng" tự động cắt gọt liên tục không có hành trình chạy không.

Thay trị số $t_{ct} = \frac{1}{K}$ từ công thức (1.2) vào (1.1) ta có:

$$Q = \frac{K}{1 + K.t_{ck}} = K \frac{1}{1 + K.t_{ck}} = K.\eta \quad (1.3)$$

Trong đó:

$$\eta = \frac{1}{1 + K.t_{ck}} \quad \text{gọi là hệ số năng suất của máy, nó xác định mức độ sử dụng}$$

máy có hiệu quả.

Ví dụ: trong một chu kỳ gia công $t_{ct} = 0,4$ ph; $t_{ck} = 0,8$ ph.

$$\text{Như vậy } K = \frac{1}{0,4} = 2,5 \text{ (ct/ph) và } \eta = \frac{1}{1 + 2,5.0,8} = 0,33$$

Tức là thời gian có ích của máy chỉ chiếm 33% của chu kỳ gia công.

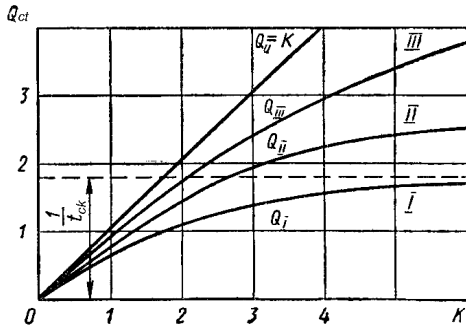
Theo công thức (1.3) thì năng suất Q của máy phụ thuộc vào năng suất công nghệ K và hệ số năng suất η . Muốn tăng Q không ngừng thì phải đồng thời tăng K và η tức là đồng thời giảm t_{ct} và t_{ck} . Nếu chỉ giảm một thành phần nào đó còn một thành phần kia vẫn giữ như cũ thì năng suất sẽ chỉ tiến đến một giới hạn nhất định. Có hai trường hợp năng suất tiến đến giới hạn.

$$Q_{\max} = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{K}{1 + K.t_{ck}} = \frac{1}{t_{ck}} \quad (\text{ct/ph})$$

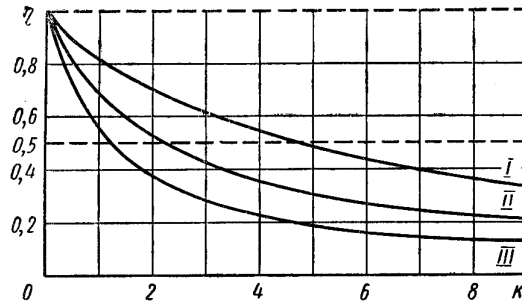
Đường 1 (hình 1-7) chỉ rằng $Q = K$ (năng suất lý tưởng), nếu $t_{ck} = 0$. Nhưng vì $t_{ck} \neq 0$ nên có đường cong năng suất thực tế Q và trong trường hợp này dù có tăng K đến đâu đi nữa năng suất Q vẫn tiến đến giới hạn $\frac{1}{t_{ck}}$ chứ không tăng theo tỷ lệ thuận với K. Có hiện tượng như vậy là vì khi trị số K tăng thì trị số của $\eta = \frac{1}{1 + K.t_{ck}}$ lại giảm.

Các đường cong trên hình 1- 8 cho ta thấy quan hệ giữa trị số K và η . Để hiểu rõ hơn điều đó ta xem ví dụ gia công chi tiết hình trụ có chiều dài L=100

mm, lượng chạy dao $s = 0,1$ (mm/vòng). Thời gian chạy không $t_{ck}=1$ phút (đưa dụng cụ vào, đo, kiểm tra), số vòng quay của trục chính $n_{tc}=1000$ (vòng/ph). Như vậy số vòng quay cần thiết để gia công phôi: $n = \frac{L}{s} = \frac{100}{0,1} = 1000$ (vòng).



Hình 1-7. Năng suất thực tế Q



Hình 1-8. Quan hệ giữa K và η

Năng suất công nghệ: $K = \frac{1}{t_{ck}} = \frac{n_{tc}}{n} = \frac{1000}{1000} = 1$ (ct/ph).

Hệ số năng suất:

$$\eta = \frac{1}{1 + K.t_{ck}} = \frac{1}{1 + 1.1} = 0,5.$$

Năng suất của máy $Q = K.\eta = 1.0,5 = 0,5$ (ct/ph).

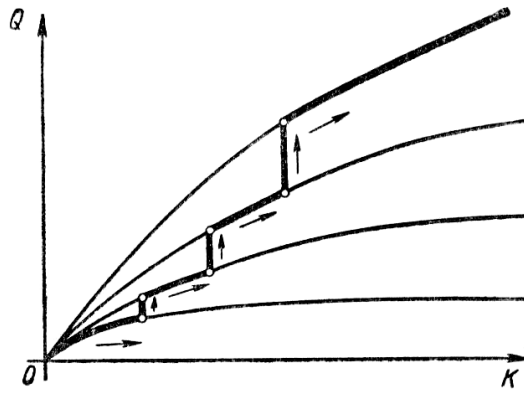
Bây giờ giả sử nhờ những phương tiện đặc biệt có thể nâng $K = 50$ (ct/ph), thì lúc đó hệ số năng suất:

$$\eta = \frac{1}{1 + 50.1} \approx 0,02 \text{ và năng suất của máy } Q = K.\eta = 50.0,02 = 1 \text{ (ct/ph).}$$

Để tăng năng suất công nghệ lên 50 lần cần những phí tổn về kỹ thuật rất lớn lao nhưng năng suất thực tế chỉ tăng có hai lần.

Qua đó có thể kết luận rằng: Muốn không ngừng tăng năng suất Q của máy thì đồng thời với việc giảm thời gian công tác t_{ct} để tăng năng suất công nghệ K phải giảm thời gian chạy không t_{ck} .

Vậy lịch sử phát triển của máy tự động có thể so lược biểu diễn bằng đồ thị trên hình 1-9. Sau khi chế tạo loại máy đầu tiên người ta cố vận dụng khả năng của chúng bằng cách tăng cường độ công tác tức tăng K . Nhưng đến một lúc nào đấy năng suất hầu như không tăng mặc dù tăng K . Để nâng cao năng suất hơn nữa, cần có loại máy mới hoặc với thời gian chạy không bé hơn hoặc qui trình công nghệ mới tốt hơn. Cứ thế các máy mới lần lượt xuất hiện, các đường năng suất cao dần.



Hình 1-9. Các giai đoạn phát triển máy tự động

Năng suất tăng đều trên mỗi đường cong là do tăng K hay giảm t_{ck} .

Cho nên, nhiệm vụ chủ yếu của TĐH là giảm thời gian chạy không, nó có tác dụng tăng nhanh năng suất.

ẽ trên, năng suất của máy tính cho từng chu kỳ (gia công một chi tiết) sẽ cao hơn nếu tính cho một thời gian dài, vì trong mỗi chu kỳ chỉ có một loại tổn thất là thời gian chạy máy không, còn trong thời gian dài, máy thường phải ngừng làm việc do nhiều tổn thất khác ngoài chu kỳ. Ví dụ: thay đổi hay điều chỉnh lại một số dụng cụ đã bị mòn, sửa chữa hay điều chỉnh lại các cơ cấu máy, đưa phôi mới vào máy, kiểm tra sản phẩm, điều chỉnh máy... Cường độ công tác của máy càng tăng thì tổn thất ngoài chu kỳ càng lớn.

Do đó, năng suất của máy tính theo công thức tổng quát như sau:

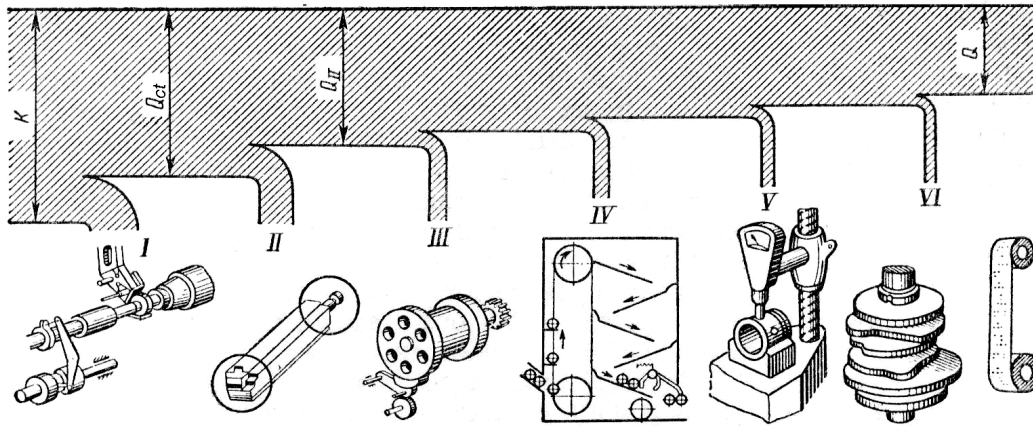
$$Q = \frac{1}{t_{ct} + t_{ck} + t_u} = \frac{K}{1 + K \cdot \sum t_{ph}}$$

$t_u = t_{u1} + t_{u2} + \dots$ là tổn thất thời gian ngoài chu kỳ cho một sản phẩm.

$\sum t_{ph} = t_{ck} + t_u$ là tổn thất thời gian trong và ngoài chu kỳ.

Người ta phân tổn thất thời gian ra làm 6 loại (hình 1-5):

- Tổn thất loại 1: Do các hành trình chạy không (tổn thất trong chu kỳ).
- Tổn thất loại 2: Liên quan đến việc thay và điều chỉnh dụng cụ cắt.
- Tổn thất loại 3: Liên quan đến việc tháo, sửa và lắp các cơ cấu.
- Tổn thất loại 4: Tổn thất do thiếu phôi.
- Tổn thất loại 5: Tổn thất do phế phẩm, do điều chỉnh sai hoặc do vật liệu gia công không đạt, chất lượng phôi xấu.
- Tổn thất loại 6: Liên quan đến việc thay đổi đối tượng gia công, điều chỉnh lại máy, thay đồ gá...



Hình 1-10. Biểu đồ cân bằng năng suất máy tự động.

Trên hình 1-10 là biểu đồ cân bằng năng suất. $\Delta Q_I, \Delta Q_{II}, \Delta Q_{III}, \dots, \Delta Q_{VI}$ là các tổn thất năng suất tương ứng do: hành trình chạy không (tổn thất trong chu trình); thay thế và điều chỉnh dụng cụ; độ bền lâu, độ tin cậy của các hệ thống tự động; cấp phối, tổ chức, quản lý sản xuất; phế phẩm và vấn đề quản lý chất lượng sản phẩm; độ linh hoạt của thiết bị công nghệ. Nhìn vào biểu đồ, ta có thể nhận thấy được mức độ tổn thất do các nguyên nhân, mức độ ảnh hưởng của chúng đến năng suất máy và tìm ra biện pháp khắc phục nhằm giảm các tổn thất đó.

1.4.2. Các nhiệm vụ cơ bản của TĐH

Để tăng năng suất lao động, chúng ta cần phải giải quyết 6 vấn đề TĐH ứng với 6 dạng tổn thất đã nêu ở trên.

Giảm tổn thất loại 1, ΔQ_I : TĐH hành trình chạy không, làm trùng hành trình chạy không với các hành trình công tác, sử dụng cơ cấu chạy không nhanh.

Giảm tổn thất loại 2, ΔQ_{II} : TĐH thay đổi và điều chỉnh dụng cụ cắt, sử dụng dụng cụ cắt có tuổi bền cao, điều chỉnh dụng cụ ngoài máy, nâng cao chất lượng mài dụng cụ cắt, gia công với chế độ cắt hợp lý.

Giảm tổn thất loại 3, ΔQ_{III} : Nâng cao độ tin cậy của các cơ cấu máy, tháo lắp nhanh các cơ cấu máy, thay các cơ cấu máy hư hỏng bằng các cơ cấu có sẵn hoặc đã sửa chữa sẵn để giảm thời gian chờ đợi.

Giảm tổn thất loại 4, ΔQ_{IV} : TĐH việc quản lý sản xuất, tổ chức sản xuất năng động, cung cấp phối kịp thời cho máy, TĐH việc cấp phối và vận chuyển phối cho máy.

Giảm tổn thất loại 5, ΔQ_V : TĐH việc kiểm tra để ngăn ngừa phế phẩm trong quá trình sản xuất.

Giảm tổn thất loại 6, ΔQ_{VI} : TĐH việc điều chỉnh máy và trang bị công nghệ để gia công các chi tiết khác, giảm thời gian chuẩn bị và kết thúc việc gia công mỗi loại sản phẩm.

Trước khi hình thành máy tự động và các hệ thống tự động phức hợp, tiên tiến, phải nghiên cứu kỹ lưỡng tất cả những bộ phận cấu thành hệ thống. Thí dụ, trước khi thiết kế một xưởng tự động để sản xuất ổ bi phải chế tạo ra các máy tự động, các hệ thống vận chuyển, điều khiển, kiểm tra, điều chỉnh máy...

Có một số yếu tố kích thích nhu cầu áp dụng TĐH. Các yếu tố này đồng thời cũng là thách thức và là nhiệm vụ của TĐH. Dưới đây là một số yếu tố cơ bản:

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 TĐH. 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 TĐH.

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 TĐH cho phép loại bỏ các nhược điểm trên. Đồng thời, TĐH 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 lao động chân tay.

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... thì không thể sử dụng các quá trình sản xuất thủ công để đáp ứng sản lượng yêu cầu với giá thành nhỏ nhất.

Thực hiện chuyên môn hoá 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... 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 sang 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 TĐH giữ một vai trò quan trọng trong việc thực hiện tiêu chuẩn hoá bởi chỉ có nền sản xuất TĐH 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.

Nâng cao khả năng cạnh tranh và đáp ứng điều kiện sản xuất-kinh doanh, cũng như nhu cầu về sản phẩm sẽ quyết định mức độ áp dụng TĐH cần thiết trong quá trình sản xuất. Đối với các sản phẩm phức tạp như là 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, 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 TĐH 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 TĐH các quá trình sản xuất để tạo ra sản phẩm tốt hơn với giá rẻ hơn. Có 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.

1.5. Các nguyên tắc ứng dụng TĐH qu, tr×nh s¶n xuât

TĐH 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.

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

Việc áp dụng TĐH phải có **mục đích rõ ràng và hiệu quả kinh tế dự tính** nhất định. Các thiết bị và hệ thống TĐH 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 TĐH là do năng suất của thiết bị TĐH cao hơn; (15 ÷ 20)% hiệu quả 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 TĐH 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 TĐH 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 một tay, và (40 ÷ 50) giây với rôbot hai tay trong khi công việc này công nhân chỉ cần (10÷15) giây. Do đó TĐH các công việc cần nhiều động tác trong một thời gian ngắn đôi khi không mang lại hiệu quả kinh tế mong muốn.

1.5.2. 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... 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 TĐH sẽ trở nên không hiệu quả và thất bại. Việc thiết lập các hệ thống điều khiển vi 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 trên cơ sở của công nghệ tiên tiến, việc thiết kế và ứng dụng các hệ thống thiết bị TĐH 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 TĐH:

- TĐH 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 TĐH của tất cả các quá trình chính và phụ cũng như 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.

1.5.3. Nguyên tắc có nhu cầu

Các thiết bị TĐH, 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 TĐH 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 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 TĐH dễ dàng điều khiển nhiều thiết bị công nghệ một lúc. Các thiết bị TĐH hiện đại cho phép thực hiện đồng thời nhiều dạng công việc khác nhau bằng nhiều loại dụng cụ với mức 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 TĐH được.

1.5.4. 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 TĐH phù hợp với điều kiện cụ thể.

1.6. Công nghệ tự động sẽ cần từ công nghệ,

1.6.1. Đặc điểm của quá trình công nghệ trong sản xuất tự động hoá

Cơ sở để thiết kế các thiết bị TĐH là quá trình công nghệ. Nhiệm vụ của quá trình công nghệ là chế tạo sản phẩm với chất lượng, số lượng xác định trước. Khi xây dựng QTCN gia công trên các hệ thống tự động, toàn bộ quá trình gia công được phân chia ra các thành phần riêng biệt gọi là nguyên công. Về mặt chất lượng, nguyên công được thực hiện theo nhiều qui luật gia công khác nhau, xảy ra trong những điều kiện và vận tốc khác nhau. Điều này dẫn đến sự khác

nhau về lượng của các nguyên công, nghĩa là có sự khác nhau về thời gian thực hiện chúng. Đánh giá về lượng theo chi phí thời gian cho các hành trình công tác và chạy không là cơ sở để xác định năng suất của máy. Khi thiết kế máy và đường dây tự động (có thiết kế quá trình công nghệ) cần phải giải quyết một loạt các vấn đề xác định các mặt chất và lượng của quá trình công nghệ. Về mặt chất lượng cần xem xét các vấn đề sau:

Lựa chọn phương pháp công nghệ gia công. Một sản phẩm có thể được gia công không những nhờ các phương pháp công nghệ gia công khác nhau mà còn trong giới hạn từng dạng gia công có thể áp dụng nhiều phương pháp (sơ đồ) khác nhau.

Lựa chọn thứ tự gia công. Khi gia công chi tiết phức tạp thông thường có vô số phương án trình tự gia công khác nhau (ví dụ khi gia công lỗ bu lông trên các chi tiết dạng vỏ hộp).

Lựa chọn dụng cụ cắt và dụng cụ đo. Với các phương pháp đã chọn có thể tiến hành gia công nhờ các dụng cụ tiêu chuẩn (mũi khoan, ta rô, dao tiện), cũng có thể sử dụng dụng cụ cắt chuyên dùng. Vấn đề tương tự cũng có thể áp dụng cho dụng cụ đo.

Lựa chọn chuẩn công nghệ trong trường hợp nếu các chuẩn đó không được chỉ ra ở những nguyên công trước.

Về mặt số lượng chúng ta cần xem xét:

Lựa chọn mức độ tối ưu về phân tán và tập trung nguyên công của quá trình công nghệ. Trong thực tế chỉ khi gia công những chi tiết đơn giản mới sử dụng máy một vị trí còn thông thường quá trình công nghệ được phân chia ra các thành phần riêng rẽ sau đó được tập trung trên những máy khác nhau.

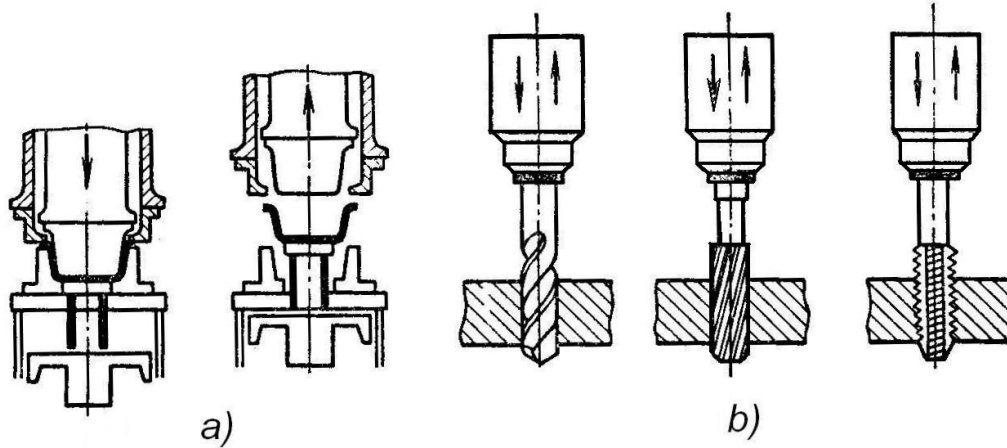
Lựa chọn chế độ cắt.

Lựa chọn cấu trúc tối ưu của các hệ thống máy tự động.

Khi giải quyết các nhiệm vụ này chúng ta cần quan tâm đến việc bảo đảm năng suất cao và chất lượng của sản phẩm, nghĩa là thời gian của các hành trình công tác cũng có nghĩa là năng suất công nghệ K.

Dấu hiệu liên tục của quá trình công nghệ. Trong mọi phương pháp công nghệ gia công đều có tính tiên lược trong quá trình thực hiện. Thông thường nguyên công công nghệ xảy ra liên tục cho đến khi các điều kiện bên ngoài không liên quan đến phương pháp đó buộc phải gián đoạn quá trình (cần phải lấy chi tiết và lắp phôi mới vào). Dấu hiệu liên tục của mọi quá trình công nghệ là sự tác động liên tục của một tổ hợp dụng cụ lên vật liệu gia công và sự dịch chuyển liên tục tương quan giữa dụng cụ và vật liệu gia công nhằm thay đổi đối tượng gia

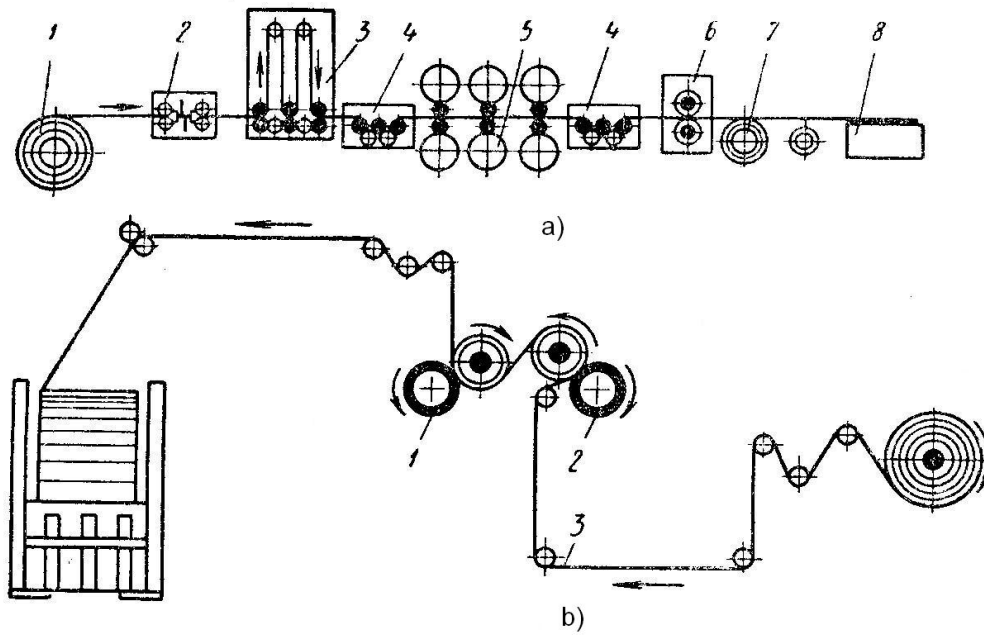
công. Một bộ dụng cụ được hiểu là số lượng dụng cụ đủ và ít nhất để bảo đảm tiến hành quá trình công nghệ. Số lượng dụng cụ trong bộ được xác định bằng khối lượng và phương pháp gia công. Bộ dụng cụ có thể là chày và cối khi dập, kéo vuốt (hình 1-11a) hoặc khoan, khoét và tarô khi gia công lỗ ren (hình 1-11b).



Hình 1-11. Bộ dụng cụ khi gia công bề mặt chi tiết
 a) Bộ dụng cụ chày và cối; b) bộ dụng cụ khoan khoét tarô

Theo định nghĩa này thì tính liên tục của quá trình công nghệ là nung nóng chất lỏng trong dòng chảy nhiệt luyện sản phẩm trong các lò liên tục; các quá trình xeo giấy trên các loại máy cán; đúc thép liên tục; hàn ống cuộn xoắn ruột gà; mài dọc vô tâm, gia công ren ở đai ốc bằng ta rô đuôi cong... Trên hình 1-12 là một số quá trình thể hiện tính liên tục trong công nghệ chế tạo.

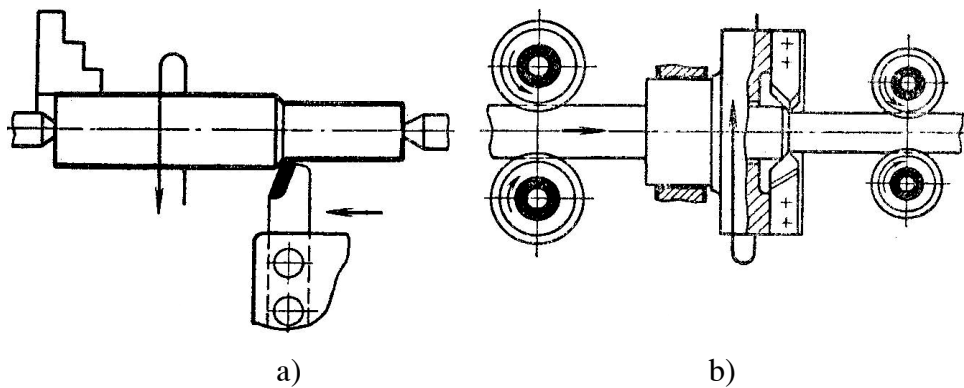
Trên hình 1-12a thể hiện dây chuyền cán nguội thép mỏng (tôn) từ cuộn tôn. Dải tôn được trải phẳng từ cuộn 1. Sau khi được hàn nối đầu trên máy hàn 2, dải tôn được nắn thẳng trên thiết bị 3. Các trục cán 5 nằm giữa hai hệ thống con lăn tạo sức căng. Khi dải tôn đi qua máy cắt 6 chúng sẽ được cắt thành từng tấm. Trục 7 sẽ đẩy tấm tôn ra ngoài và xếp thành chồng 8. Trên hình 1-12b thể hiện quá trình in. Giấy 3 sau khi được tời ra từ cuộn giấy, đi qua một số con lăn tạo sức căng sẽ đến các trục in 1 và 2. Tiếp theo sẽ được gấp thành chồng để vào hệ thống cắt xén.



Hình 1-12. Ví dụ về các quá trình công nghệ liên tục

a) Hệ thống cán thép: 1. Cuộn thép (tôn); 2. Máy hàn nối; 3. Máy nắn; 4. Các con lăn tạo sức căng; 5. Các trục cán; 6. Máy cắt; 7. Trục xếp tôn; 8. Chồng tôn.

b) Hệ thống in: 1, 2 Trục in; 3. Giấy.

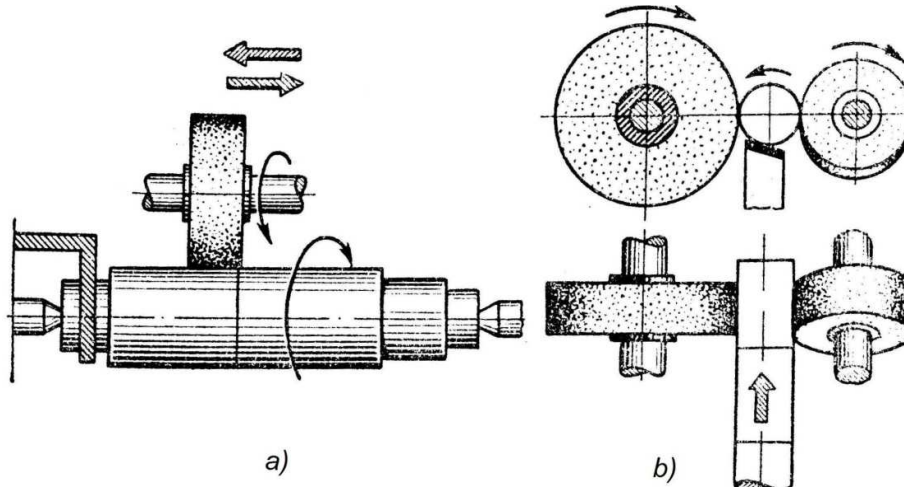


Hình 1-13. Quá trình công nghệ tiện

a) Tiện chống tâm; b) Tiện trên máy tự động với đầu dao quay

Hầu hết các phương pháp công nghệ đã biết đều là các phương pháp liên tục. Ví dụ tiện mặt trụ ngoài trên máy tiện (hình 1-13). Dao tiện có thể dịch chuyển liên tục theo một quỹ đạo cho trước và tiến hành gia công cho đến khi mòn hoặc mất khả năng cắt gọt. Tuy nhiên khi tiện chống tâm (hình 1-13a) thì

quá trình bị gián đoạn theo chu kỳ để thay đổi chi tiết. Quá trình công nghệ liên tục có thể nhận được nếu sử dụng chuyển động chạy dao dọc tương đối của phôi để thay thế vật liệu gia công, tức là thanh thép (hình 1-13b). Trong trường hợp này vật liệu sẽ liên tục dịch chuyển so với đầu dao quay trong quá trình gia công. Tương tự như vậy đối với mài mặt trụ chống tâm trên máy mài tròn ngoài (hình 1-14a) là không liên tục, còn mài vô tâm dọc là quá trình liên tục, ở đây chuyển động chạy dao dọc của chi tiết bảo đảm cho quá trình liên tục (hình 1-14b).



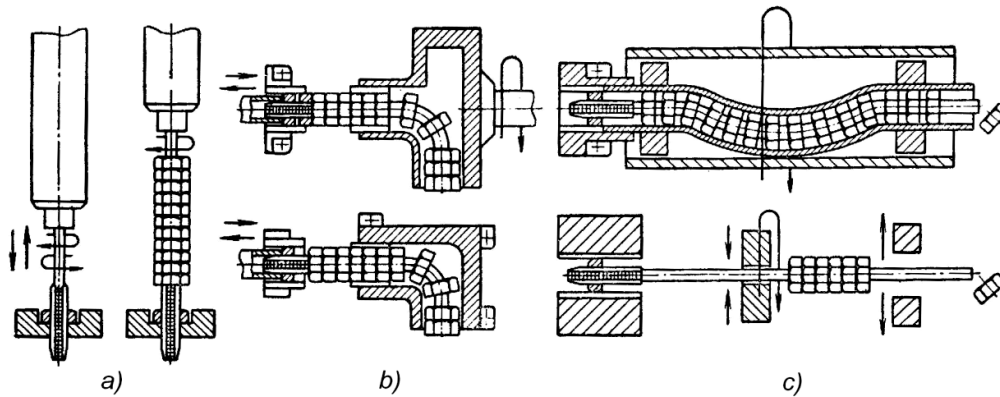
Hình 1- 14. Quá trình công nghệ mài tròn ngoài

Như vậy chỉ những quá trình công nghệ có hội đủ những dấu hiệu đã chỉ trên (tính liên tục trong tác động gia công và tính liên tục trong dịch chuyển) mới được coi là liên tục.

Khi thiết kế quá trình công nghệ chế tạo máy có thể có hai phương án cơ bản.

Các quá trình công nghệ liên tục được sử dụng riêng rẽ cho từng nguyên công. Bởi vì chính các phương pháp gia công về bản chất là liên tục nên khả năng sử dụng các quá trình công nghệ liên tục được xác định bằng khả năng thay thế chi tiết gia công mà không làm gián đoạn quá trình gia công. Rõ ràng là khả năng xây dựng những quá trình công nghệ liên tục phụ thuộc vào tính chất của phôi và dạng dụng cụ gia công. Ví dụ cắt ren bằng tarô thường là quá trình gián đoạn bởi vì để thay thế chi tiết gia công cần phải dừng quá trình để lấy tarô ra (hình 1—15a). Khi sử dụng các tarô đuôi cong hoặc các tarô đuôi thẳng với những gối đỡ dẫn động quay ta sẽ đưa đai ốc đã gia công ren xong ra ngoài. Vì vậy quá trình công nghệ này là liên tục (hình 1-15b, c). Các máy cuốn ống

xoắn để hàn cũng là loại máy có quá trình công nghệ liên tục bởi vì các mối hàn và dịch chuyển xoắn của vật liệu so với đầu hàn xảy ra liên tục. Nếu máy này tiến hành hàn các đầu bích của ống thì quá trình công nghệ sẽ gián đoạn mặc dù bản chất của quá trình là như cũ.



Hình 1-15. Gia công ren bằng ta rô chuỗi thẳng (a), chuỗi cong (b) và góit đỡ di động (c)

Nếu trong những điều kiện cụ thể đã cho không bảo đảm được tính liên tục của quá trình cấp phôi và đẩy chi tiết đã gia công ra ngoài hoặc cần phải thực hiện một số nguyên công thì xuất hiện *quá trình công nghệ rời rạc* và cũng là đặc trưng cho nền sản xuất chế tạo máy. Từ đó xuất hiện tính chu kỳ trong quá trình công nghệ và trong hoạt động của máy móc. Như vậy quá trình công nghệ gia công có thể bao gồm từ một số tác động liên tục và rời rạc được thực hiện trên các máy tác động liên tục và theo chu kỳ.

Các máy tác động liên tục với quá trình công nghệ liên tục có đặc trưng là bộ dụng cụ công nghệ liên tục nằm trong vùng gia công; quá trình gia công được thực hiện bằng sự dịch chuyển liên tục giữa dụng cụ và chi tiết gia công theo đường thẳng, đường tròn hoặc quỹ đạo nào đó. Điều này bảo đảm cho việc thay thế chi tiết gia công mà không gián đoạn quá trình gia công trên các máy tác động liên tục, thông thường vật liệu gia công liên tục được vận chuyển qua vùng gia công của máy. Nếu điều kiện này không đạt được thì hoạt động của máy sẽ có những gián đoạn liên quan đến sự đan xen có chu kỳ các hành trình công tác và chạy không.

Các máy tác động liên tục với quá trình công nghệ gián đoạn có đặc trưng là chi tiết gia công liên tục dịch chuyển qua vùng gia công với một tốc độ nào đó nhằm bảo đảm cho nó sự liên tục vào và ra khỏi máy; trong vùng gia công một bộ dụng cụ công nghệ thay thế nhau tiếp xúc với chi tiết gia công trong quá

trình cùng dịch chuyển với tốc độ của chi tiết theo đường thẳng, đường tròn hoặc quỹ đạo nào đó. Đây là loại máy mà điển hình là máy rôto.

Những máy tác động gián đoạn với các quá trình công nghệ gián đoạn có đặc trưng là không có các chuyển động liên tục của chi tiết gia công ở trong vùng gia công và tác động rời rạc của bộ dụng cụ công nghệ. Đây là điểm đặc trưng của đa số các loại máy công cụ hiện nay, ví dụ máy tự động nhiều trục chính tác động trình tự. Trên máy này quá trình gia công xảy ra khi khối trục chính đứng yên mang theo các phôi đã được kẹp chặt, sau đó cần phải quay phân độ trục chính từ vị trí này sang vị trí khác.

Nguyên công là thành phần của quá trình công nghệ. Khi thiết kế quá trình công nghệ cần phải phân chia khối lượng gia công chi tiết ra các thành phần riêng biệt gọi là nguyên công. Đáng tiếc hiện nay trong công nghệ chế tạo máy khái niệm nguyên công công nghệ từ thời sản xuất thủ công vẫn chưa thay đổi. Ví dụ nguyên công công nghệ được gọi là một phần của quá trình công nghệ được thực hiện trên một chỗ làm việc và bao gồm các tác động của thiết bị và người công nhân trên một hoặc một số đối tượng gia công hoặc lắp ráp. Bước - một phần của nguyên công được đặc trưng bằng sự không đổi bề mặt gia công, dụng cụ gia công và chế độ gia công.

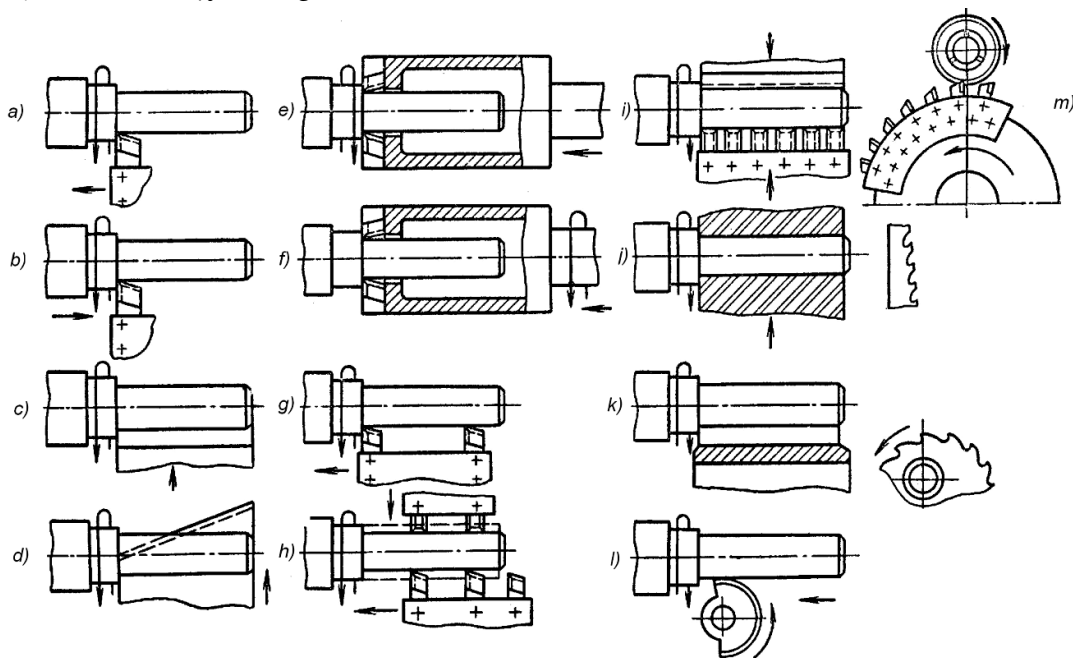
Khái niệm nguyên công công nghệ xuất hiện từ thời sản xuất thủ công có quan hệ với sự phân tán quá trình công nghệ bằng cách chia nhỏ khối lượng gia công ra các thành phần riêng biệt và được thực hiện đồng thời trên các máy và chỗ làm việc khác nhau. Đương nhiên việc phân chia như vậy dựa trên cơ sở trước hết là do khả năng vật lý của một con người cũng như độ rộng của khu vực mà người công nhân đó phục vụ. Từ đó cơ sở của khái niệm nguyên công không phải là đặc trưng của chính quá trình công nghệ, mức độ phân tán và tập trung nguyên công mà là chỗ làm việc. Chính vì vậy khái niệm nguyên công cũng đúng cho đến hiện nay trong nền sản xuất trong tự động hoá khi sự phân chia quá trình công nghệ được xác định bằng khối lượng các tác động công nghệ mà con người có thể thực hiện được trên chỗ làm việc của mình như một thành phần tham gia trực tiếp vào quá trình gia công.

Trong sản xuất tự động hoá, nơi con người không trực tiếp tham gia vào quá trình công nghệ, khái niệm này làm nhầm lẫn giữa khái niệm nguyên công và bước công nghệ. Ví dụ theo định nghĩa này toàn bộ quá trình công nghệ thực hiện trên máy nhiều vị trí trên trung tâm gia công và đường dây tự động bằng vô số dụng cụ cắt khác nhau chỉ được gọi là một nguyên công bởi vì ở đó chỉ có một người công nhân phục vụ. Như vậy khái niệm này không tính đến khối lượng của quá trình cũng như số lượng dụng cụ (đến hàng trăm) và những đặc điểm khác

của quá trình. Nếu cứ theo khái niệm này thì khi phân chia đường dây tự động ra làm hai phần, nghĩa là bổ sung một chỗ làm việc thì sẽ có thêm một nguyên công mặc dù quá trình công nghệ không có gì thay đổi. Như vậy khái niệm nguyên công ở đây đối với nền sản xuất tự động hoá hiện đại không có ý nghĩa cả về mặt công nghệ lẫn về mặt cấu trúc.

Về bản chất đã có sự thay thế khái niệm nguyên công bằng khái niệm bước. Rõ ràng là đối với những điều kiện sản xuất tự động hoá nơi con người không tham gia trực tiếp vào quá trình công nghệ, toàn bộ khối lượng những tác động công nghệ được phân chia ra không phụ thuộc vào con người cũng như chỗ làm việc.

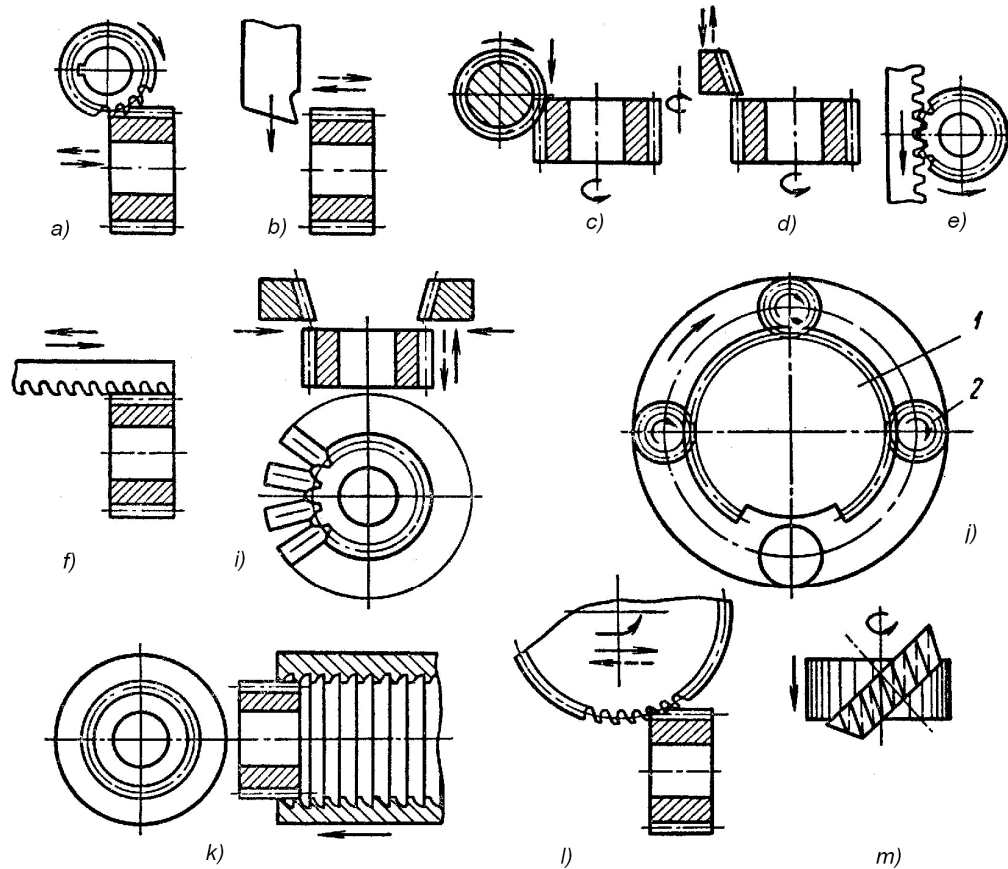
Nguyên công trong điều kiện sản xuất tự động hoá đó là một phần của quá trình công nghệ được thực hiện bằng một cơ cấu mục đích bảo đảm các tác động cần thiết giữa dụng cụ và phôi trong quá trình gia công. Như vậy trên các máy tự động và đường dây tự động nguyên công là một thành phần của chu kỳ công tác được thực hiện bằng các cơ cấu mục đích cụ thể (bàn dao, đầu khoan, đầu mài, đầu đo..., - các cơ cấu công tác; cơ cấu cấp phôi, kẹp chặt, quay phân độ; - cơ cấu chạy không).



Hình 1-16. Các phương án (sơ đồ) tiện mặt trụ ngoài

- a) Dao di động; b) Dao đứng yên; c) Dao rộng bản ; d) Dao định hình tiếp tuyến; e) Dao rỗng; f) Dao rỗng quay; g) Hai dao; h) bốn dao; i) Dao răng lược và định hình; j) Dao chuốt phẳng; k) Dao chuốt dạng con ốc; l) Dao đĩa; m) Dao chuốt đĩa

Tính đa phương án của quá trình công nghệ. Như chúng ta đã biết một sản phẩm có thể được chế tạo nhờ nhiều công nghệ khác nhau và trong mỗi dạng công nghệ thì có thể sử dụng nhiều phương pháp (sơ đồ) khác nhau. Trên hình 1-16 chỉ ra một số phương pháp gia công mặt trụ trên máy tiện tự động và bán tự động. Trong đa số các trường hợp quá trình gia công được thực hiện nhờ hai chuyển động - chuyển động quay của chi tiết gia công và chuyển động tịnh tiến của dao tiện theo hướng ngang hoặc dọc đường tâm chi tiết. Khi gia công bằng nhiều dao các dao tiện ngoài chuyển động tịnh tiến dọc theo đường tâm của chi tiết cần có chuyển động ngang (hình 1-16g, h). Khi gia công bằng phương pháp trên hình 1-16h các dao tiện có chuyển động tiến nhanh áp sát bởi vì các rãnh đã được gia công bằng dao tiện rãnh.



Hình 1-17. Các sơ đồ gia công mặt răng

a) Phay môđun; b) Xọc từng rãnh; c) Phay trực vít; d) Xọc bằng dao đĩa; e) Xọc bằng thanh răng; f) Chuốt từng rãnh; i) Xọc tất cả các rãnh; j) Gia công đồng thời một số phôi; k) Chuốt tất cả các rãnh; l) Chuốt bằng dao đĩa; l) Chuốt bằng dao quay nghiêng.

Những đặc trưng khác nhau của các dịch chuyển giữa phôi và dụng cụ dẫn đến những cơ cấu khác nhau và các máy khác nhau nghĩa là có sự khác nhau về cấu trúc của các máy tự động. Kể cả khi tiện bằng một dao (hình 1-16a, b) vẫn có hai loại máy khác nhau về mặt nguyên lý: máy có ụ trục chính cố định và máy có ụ trục chính di động.

Đương nhiên tất cả những dạng gia công được phân biệt không chỉ về chất mà còn cả về lượng. Trong từng trường hợp riêng biệt cần phải có những chiều dài dịch chuyển khác nhau của dụng cụ, khác nhau về chế độ gia công, lực cắt gọt khác nhau, do đó đối với từng phương pháp gia công sẽ có các cơ cấu công tác với cấu trúc kết cấu khác nhau còn về máy thì có năng suất và công suất khác nhau. Điều này là xuất phát điểm để lựa chọn quá trình công nghệ thích hợp khi tự động hoá. Đương nhiên trong từng trường hợp cũng tính đến những điều kiện đặc thù (độ cứng nhỏ của chi tiết), mà đôi lúc là cơ sở để lựa chọn phương pháp gia công. Trên hình 1-17 đã chỉ ra một số phương pháp gia công răng trên bánh răng trục.

1.6.2. Phương hướng phát triển cơ bản của công nghệ hiện đại

Động lực của công nghệ hiện đại là yêu cầu ngày càng cao về chất lượng và số lượng của sản phẩm. Các yêu cầu này tạo ra nhu cầu để hoàn thiện quá trình công nghệ, nghiên cứu các phương pháp và phương tiện mới để gia công, lắp ráp và kiểm tra. Yêu cầu cao về chất lượng trước hết làm tăng độ chính xác của chi tiết, tăng độ bóng bề mặt gia công, tăng các tính chất cơ lý (độ bền, bền mòn, bền mỏi, chống ăn mòn, chịu nhiệt độ cao...). Điều này lại càng khó khăn trong xu thế tiểu hình hoá các sản phẩm, và cường độ làm việc của máy: tốc độ cao tải trọng động nhiệt độ cao, áp lực lớn, tải trọng lớn... Đây là những đặc trưng của nền sản xuất chế tạo máy và khí cụ hiện đại.

Đồng thời với việc yêu cầu cao về chất lượng thì ngày càng đòi hỏi về số lượng sản phẩm, một mặt làm tăng tính hàng khối, mặt khác làm thay đổi nhanh đối tượng sản xuất. Điều này xảy ra không chỉ do tăng sản lượng và yêu cầu giá rẻ của các sản phẩm công nghiệp mà còn do các đơn đặt hàng riêng rẽ (đặc biệt là trong các mặt hàng dân dụng).

Nét đặc trưng của sự phát triển hiện đại là tăng cường mâu thuẫn giữa chất lượng và tính hàng khối của sản phẩm, đặc biệt là trong sản xuất các sản phẩm dân dụng. Theo quan điểm của tính hàng khối về sản lượng và giá rẻ của sản phẩm cần phải thiết kế các quá trình công nghệ có tính ổn định cao, còn theo quan điểm đáp ứng các nhu cầu về chất lượng thì liên tục biến đổi nền sản xuất, liên tục hoàn thiện và đổi mới sản phẩm. Như vậy việc tăng nhanh sản lượng và thay đổi nhanh sản phẩm liên quan đến sự không phù hợp của các phương pháp

truyền thống và quy mô sản xuất. Điều này sẽ có tác động có tính cách mạng trong sự phát triển công nghệ và tạo ra những tiền đề để xuất hiện những quá trình công nghệ mới để gia công, lắp ráp, kiểm tra...

Các yêu cầu ngày càng cao về số lượng và chất lượng có thể được thực hiện trong điều kiện sản xuất hàng khối. Không thể có những sản phẩm siêu sạch như vật liệu bán dẫn, vi mạch... trong điều kiện sản xuất thủ công, nơi con người tham gia trực tiếp. Cũng trong những điều kiện những tình huống như vậy không thể dựa vào lao động thủ công để đáp ứng các nhu cầu về bánh kẹo, diêm, sản phẩm in ấn, nước giải khát... Từ đó có tính thống nhất giữa công nghệ và tự động hoá khi giải quyết các vấn đề của tiến bộ kỹ thuật.

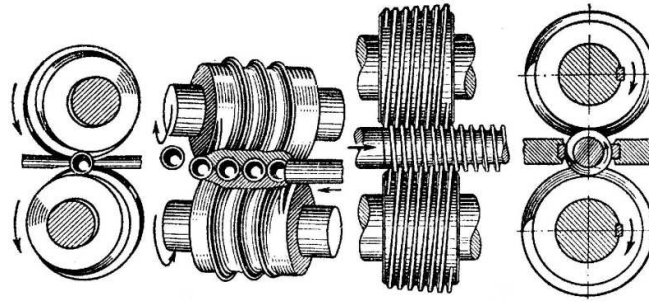
Các hướng phát triển của công nghệ hiện đại. Quá trình công nghệ tiên tiến bất kỳ cần phải có chất lượng cao hơn hoặc là tăng sản lượng hoặc là cả hai. Nếu không như vậy thì không thể coi là quá trình tiên tiến được. Chính vì thế nên có thể phân biệt ra ba hướng phát triển của công nghệ hiện đại như sau:

- Phát triển công nghệ truyền thống, hoàn thiện các phương pháp và các quá trình đã có. Những phương pháp này cho phép gia công những vật liệu khởi điểm và tạo ra những hình dạng cũng như tính chất mới cho chi tiết.
- Gia công các chi tiết cũ đã có bằng các phương pháp mới tiên tiến hơn. Các phương pháp này bảo đảm bước nhảy về chất trong công nghệ.
- Có bước đột phá không những quá trình mà cả phương pháp gia công mà còn cả kết cấu của các chi tiết, nghĩa là gia công các chi tiết mới bằng các phương pháp tiên tiến.

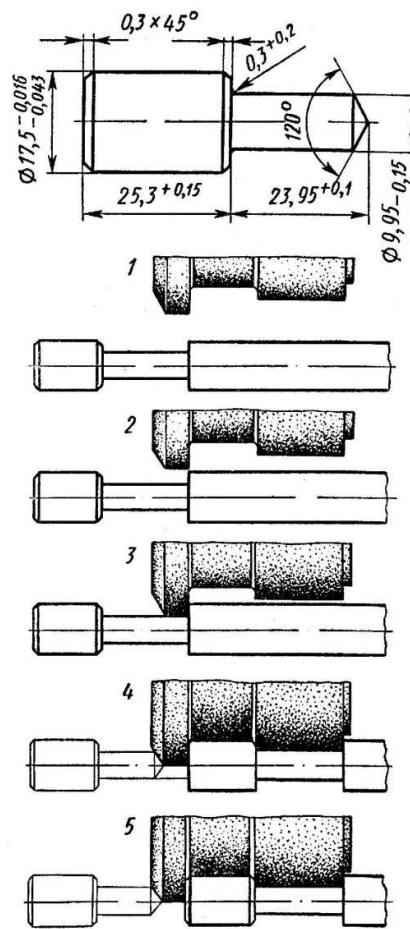
Theo hướng thứ nhất người ta đã tổng hợp các kinh nghiệm của công nghệ truyền thống và hệ thống hoá các quá trình công nghệ để tạo ra một hướng mới trong công nghệ đó là công nghệ nhóm - công nghệ gia công các chi tiết có những dấu hiệu chung về kết cấu và tính chất phục vụ (chức năng làm việc).

Phương hướng thứ hai của công nghệ hiện đại liên quan đến việc tìm kiếm các quá trình công nghệ và phương pháp công nghệ mới tiên tiến. Chúng cho phép nâng cao đột biến về năng suất so với công nghệ truyền thống. Theo hướng này người ta đã sử dụng nhiều loại phối mới, nhiều phương pháp công nghệ mới cũng như các sơ đồ gia công trên cơ sở các quá trình công nghệ đã biết hoặc bằng những phương pháp hoàn toàn mới. Thí dụ cho hướng này có thể là công nghệ gia công vòng trong và vòng ngoài ổ lăn trên máy tự động nhiều trục chính. Các loại phối nhận được bằng phương pháp đúc chính xác, dập nguội, cán ngang... có độ chính xác kích thước rất cao và do đó làm giảm khối lượng gia công cơ và tăng năng suất. Nếu trong phương án cũ năng suất của các máy tự

động nhiều trục chính là 40 giây một chiếc vỏ ổ lăn thì trong phương án mới thời gian đã giảm đến 10 lần. Trong khi đó khối lượng gia công của phương án cũ là 170 gram kim loại thì phương án mới là 19 gram nghĩa là giảm 9 lần [1].



Hình 1-18. Cán bi cầu và trục vít trên máy cán ngang



Hình 1-19. Gia công cổ trục bằng công nghệ mài
1 5: Các bước công nghệ gia công

Trên hình 1-18 là một sơ đồ công nghệ cán ngang tiên tiến. Theo sơ đồ này thì các trục cán có các rãnh xoắn vít và khi chúng quay thì kim loại sẽ tạo ra các viên bi có độ chính xác cao. Theo phương án này năng suất tăng 3 đến 4 lần so với phương pháp rèn và đập hình cầu ở các nhà máy ổ lăn lớn; còn chi phí thép hợp kim giảm được 10 đến 15%. Trên các hình 4-19 là thí dụ khác về áp dụng các sơ đồ gia công tiên tiến cho năng suất và chất lượng cao. ở đây sử dụng công nghệ mài để gia công trục bạc đơn giản

Hướng phát triển thứ ba của công nghệ hiện đại liên quan đến các dạng chi tiết mới đòi hỏi ứng dụng công nghệ chế tạo mới. Đây là hướng có sự thay đổi mang tính cách mạng không những trong công nghệ mà cả kết cấu. Lĩnh vực đầu tiên được kể ra là lĩnh vực chế tạo các thiết bị điện tử từ các máy thu thanh đơn giản đến các máy tính điện tử hiện đại đều dựa vào những vi mạch càng ngày càng mạnh, tốc độ xử lý cao, năng lượng tiêu thụ ít, khối lượng nhỏ... Một trong những hướng mới nữa là sử dụng các tia điện tử để gia công. Công nghệ này cho phép tạo ra các lỗ nhỏ đường kính 0,15 đến 0,2 mm trên các vật liệu siêu cứng nền vonfram và nền titan. Nhiệt độ gia công đạt đến 2400 đến 2800 độ K. Các công nghệ dựa trên cơ sở chùm tia laze cũng được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực khác nhau và mang lại hiệu quả lớn lao.

1.6.3. Mối quan hệ giữa công nghệ và tự động hoá

Mỗi một hướng của công nghệ hiện đại tương ứng với những hình thức tự động hoá của mình. Trước kia tự động hoá chủ yếu cho các quá trình sản xuất truyền thống ở trong điều kiện sản xuất hàng khối nơi ứng dụng chủ yếu các máy tự động và các đường dây tự động các loại. Khi tự động hoá sản xuất loạt nhỏ và sản xuất đơn chiếc chúng ta cần sử dụng các máy điều khiển số, còn về mặt công nghệ thì nên áp dụng công nghệ nhóm với đồ gá gia công nhóm. Điều này cho phép sử dụng trong điều kiện sản xuất loạt các phương pháp tự động hoá và thiết bị đặc trưng cho sản xuất hàng khối. Cũng cần phải nhấn mạnh rằng trong rất nhiều trường hợp áp dụng các công nghệ tiên tiến liên quan đến tăng cường độ làm việc của máy hoặc với vi gia công và các quá trình bảo đảm chất lượng cao khác chỉ có thể được thực hiện trong điều kiện tự động hoá. Hiện nay quá trình thiết kế các hệ thống sản xuất linh hoạt vẫn còn tiếp tục nghiên cứu và phát triển và mang lại hiệu quả lớn lao cả về mặt chất lượng lẫn về mặt năng suất và điều kiện làm việc của người công nhân.

Nguyên tắc trùng nguyên công. Điểm khác biệt cơ bản giữa quá trình công nghệ TĐH với quá trình công nghệ không TĐH là phương pháp bảo đảm chất lượng gia công. Ngoài ra sản lượng cũng được chú ý khi thiết kế quá trình

công nghệ TĐH: áp dụng triệt để nguyên tắc trùng nguyên công. Lấy thí dụ cho chi tiết trên hình 1-20. Tiến trình công nghệ gia công chi tiết có thể bao gồm: Phay mặt đầu, khoan 2 lỗ tâm, tiện thô và tiện tinh các bậc, tiện các rãnh thoát dao và vát mép. Thời gian gia công xong một chi tiết bằng tổng thời gian các nguyên công. Đối với nguyên công tiện ngoài bậc đường kính $\varnothing 76,2$ mm, thời gian nguyên công được tính theo công thức:

$$t_{pi} = n_p/n_{tc} = (\pi.d.l)/(1000.v.s) = \frac{3,14.76,2.190}{1000.161.0,2} 1,4 \text{ (phút)}$$

Trong đó:

n_p - Số vòng quay của trục chính để thực hiện nguyên công.

n_{tc} - Tốc độ của trục chính hay số vòng quay trong một phút (v/phút).

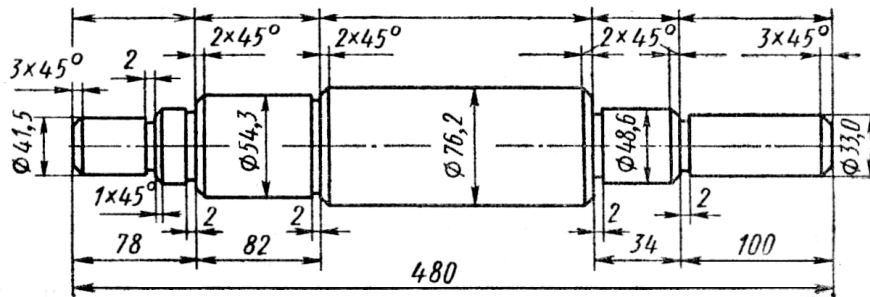
v - Vận tốc cắt gọt (m/phút).

l - Chiều dài của trình gia công (mm).

s - Lượng chạy dao (mm/v).

Bằng cách đó ta có thể tính được tổng thời gian gia công xong một chi tiết sẽ là: $t'_{p0} = \sum t_{pi} = 618$ phút.

$$\text{Năng suất công nghệ là } K'_0 = 1/t'_{p0} = \frac{1}{618}$$



Hình 1-20. Trục bậc

Đặc điểm quan trọng của công nghệ tự động hoá là phân tán công nghệ và tập trung nguyên công: đồng thời thực hiện bằng nhiều dụng cụ cắt trong một nguyên công hoặc một vị trí công tác của nhiều nguyên công khác nhau. Không nên lẫn lộn khái niệm tập trung nguyên công với tập trung khả năng công nghệ. Tập trung khả năng công nghệ xác định tập hợp những nguyên công có thể được thực hiện trên một thiết bị. Ví dụ máy doa ngang có tập trung khả năng công nghệ cao bởi vì ở đó có thể tiến hành tiện trong, khoét, phay, khoan, tiện ngoài, cắt ren... Tuy nhiên khi thực hiện từng nguyên công này thì chỉ có một dụng cụ làm việc, nghĩa là không có tập trung nguyên công. Tập trung nguyên công được

xác định bằng số lượng các nguyên công được thực hiện đồng thời trên một máy hoặc trên một đường dây tự động, có nghĩa là trùng thời gian với nhau.

Khi sử dụng phương pháp trùng nguyên công, năng suất công nghệ là:

$$K = K^0 U \cdot p \cdot q \cdot x$$

K - Năng suất công nghệ khi áp dụng nguyên tắc trùng nguyên công.

U - Số lượng dụng cụ làm việc đồng thời trong một vị trí.

p - Số lượng vị trí song song.

q - Số lượng vị trí nối tiếp.

x - Hệ số tăng cường chế độ gia công.

Từ công thức trên ta thấy để nâng cao năng suất cần sử dụng nhiều dụng cụ cắt trong một vị trí (tăng U); gia công trên nhiều vị trí hay phân tán và tập trung nguyên công trên nhiều vị trí ($p > 1$, $q > 1$); tăng cường độ chế độ gia công ($x > 1$) bằng cách tăng tốc độ cắt lượng chạy dao chế độ nhiệt...

Giá trị của năng suất công nghệ phải được hiểu là khả năng của quá trình công nghệ sản xuất sản phẩm theo phương án đơn giản nhất và thông thường là không TĐH. Tuy nhiên để gia công chi tiết trên máy tự động hoặc bán tự động, thời gian tổng cộng sẽ ít hơn rất nhiều vì có thể làm trùng các hành trình công tác và chạy không. Ví dụ, có thể gia công đồng thời một số bậc và tiện rãnh thoát dao, vát mép (gia công nhiều dao). Thời gian của các hành trình công tác t_{p0} được xác định cho các nguyên công sau: gia công mặt đầu, tiện thô và tinh, tiện rãnh. Năng suất công nghệ sẽ là:

$$K = 1/t_{p0} = K^0 U$$

U - Số lượng dụng cụ cắt đồng thời gia công.

Trị số K không chỉ đặc trưng cho tính tiên tiến của công nghệ mà còn mức độ làm trùng nguyên công của máy. Sử dụng rộng rãi trùng nguyên công là đặc điểm cơ bản của quá trình công nghệ TĐH, cơ sở để thiết kế tất cả các máy tự động nhiều vị trí và đường dây tự động.

Khả năng nâng cao năng suất bằng phương pháp sử dụng nhiều dao là không lớn. Những cố gắng tăng số lượng dao làm tăng số lượng bàn dao, gây khó khăn thoát phoi, làm mát dụng cụ, tăng công suất máy... do đó giảm độ tin cậy và làm tăng các tổn thất ngoài chu kỳ.

Để tăng năng suất cần phải phát triển *nguyên tắc trùng nguyên công, tức là phân tán quá trình công nghệ và tập trung nguyên công*. Điều này dẫn đến việc phát triển các máy nhiều vị trí.

Phân tán quá trình công nghệ có thể được hiểu như sau: quá trình công nghệ được phân chia thành các nguyên công. Các nguyên công được thực hiện

trên các vị trí khác nhau của máy tự động hoặc đường dây tự động. Phôi đi từ vị trí này sang vị trí khác, từ vị trí đầu tiên đến vị trí cuối cùng. Theo nguyên tắc này quá trình công nghệ trước hết được phân chia thành các nguyên công thành phần, thời gian gia công các nguyên công thành phần có thể rất khác nhau. Nguyên công thành phần là một phần của quá trình công nghệ được thực hiện bằng một cơ cấu mục đích và một dụng cụ cắt tương ứng với yêu cầu chất lượng.

Nếu quá trình công nghệ được phân tán thành các nguyên công thành phần thì toàn bộ quá trình công nghệ được thực hiện bằng tổ hợp dụng cụ trên hệ thống các máy một vị trí bố trí theo thứ tự. Số lượng máy một vị trí bằng số lượng nguyên công thành phần. Ví dụ quá trình công nghệ gia công trục ở trên có thể được phân chia thành 6 nguyên công thành phần: phay mặt đầu và khoan lỗ tâm; tiện thô đầu thứ nhất; tiện thô đầu thứ hai; tiện tinh đầu thứ nhất; tiện tinh đầu thứ hai; tiện rãnh và vát mép. Nếu toàn bộ 6 nguyên công này được thực hiện trên các máy một vị trí thì ta có dây chuyền 6 máy tự động hoặc bán tự động (một máy phay - khoan tâm, bốn máy tiện chép hình, một máy tiện lần cuối). Nếu quá trình phân tán còn tiếp tục thì quá trình gia công trong giới hạn một nguyên công có thể trở thành rời rạc, không liên tục do cần phải bổ sung dụng cụ cắt để thực hiện một phần của nguyên công thành phần, tất yếu xảy ra gián đoạn trong gia công chi tiết. Số lượng dụng cụ cắt có thể vượt quá số lượng tối thiểu cần thiết. Thời gian gia công xong một chi tiết bằng thời gian nguyên công thành phần. Trong quá trình gia công, cùng một lúc số lượng phôi bằng số lượng nguyên công thành phần.

Nếu gọi số lượng nguyên công thành phần là p , thời gian thực hiện nguyên công thành phần là t_p và bằng nhau thì:

$$t_p = t_{p0}/q, K = K_0 \cdot q$$

Tập trung nguyên công là trung các nguyên công riêng lẻ được thực hiện đồng thời trong các máy một vị trí vào một máy tự động. Như vậy xuất hiện máy nhiều vị trí, dây chuyền tự động hoạt động theo các nguyên tắc: tuần tự, song song, hỗn hợp.

1.6.4. Các nguyên tắc thiết kế quá trình công nghệ tự động hoá

Cơ sở của tự động hoá là quá trình công nghệ. Các quá trình công nghệ này cần đảm bảo năng suất cao, độ tin cậy, chất lượng và hiệu quả chế tạo các sản phẩm. Theo quan điểm đó, các phương pháp gia công và lắp ráp năng suất cao, tiên tiến có ý nghĩa lớn trong thiết kế quá trình công nghệ tự động hóa .

Khi thiết kế quá trình công nghệ tự động hóa người ta xem xét một cách tổng hợp các thành phần của nó: cấp phôi, định vị, kẹp chặt, gia công, kiểm tra, sự vận chuyển giữa các nguyên công và lưu kho Do vậy, để đánh giá khả năng

và hiệu quả của tự động hóa, việc quan trọng là phải phân loại đúng quá trình công nghệ.

Nhóm thứ nhất: là nhóm quá trình công nghệ gia công hay lắp ráp có đặc trưng quan trọng là tính định hướng khắt khe của các chi tiết, dụng cụ tương đối so với nhau trong quá trình làm việc.

Nhóm thứ hai: là nhóm quá trình công nghệ mà không đòi hỏi khắt khe về tính định hướng của các chi tiết. Nhóm này gồm có: nhiệt luyện, sấy khô, sơn phủ,

Ngoài ra, theo tiêu chí về tính liên tục, người ta chia quá trình công nghệ ra gián đoạn và liên tục. Các quá trình công nghệ gián đoạn được đặc trưng bởi tính gián đoạn và bởi trình tự nghiêm ngặt của các dịch chuyển công tác và chạy không. Các quá trình liên tục — không gián đoạn, thay đổi một cách đều đặn, không có những nhảy vọt (ví dụ, mài vô tâm, chuốt). Sự phân chia này mang tính ước lệ, bởi vì đa số các quá trình kết hợp cả tính gián đoạn, cả tính liên tục.

Để đảm bảo năng suất cao và độ tin cậy người ta thực hiện phân tán quá trình công nghệ, nghĩa là chia chúng ra thành các vị trí, bước công nghệ. Trong mức độ có thể, để giảm chiều dài quãng đường vận chuyển và số lượng nguyên công, cũng như để hợp lý về mặt kỹ thuật, người ta thực hiện tập trung bước và vị trí gia công trên một thiết bị vào một nguyên công. Tính hiệu quả của phương pháp này được xác định bởi các tính toán về kỹ thuật-kinh tế, bởi việc đồng nhất thiết kế các quá trình công nghệ tự động hóa sản xuất.

Việc xây dựng quá trình công nghệ tự động hóa sản xuất được đặc trưng bởi các nét cơ bản sau:

- Các quá trình công nghệ được tự động hóa bao gồm không chỉ các loại nguyên công của gia công cơ, mà còn cả các nguyên công gia công áp lực, nhiệt luyện, lắp ráp, kiểm tra, bao gói, vận chuyển lưu kho cũng như các nguyên công khác nữa.
- Các yêu cầu về độ linh hoạt và tự động hóa quá trình sản xuất đưa ra tính nhất thiết của việc nghiên cứu đồng bộ và chi tiết công nghệ, phân tích tỉ mỉ các đối tượng sản xuất, nghiên cứu công nghệ nguyên công, hành trình, đảm bảo độ tin cậy và linh hoạt của quá trình sản xuất sản phẩm với chất lượng đã đặt ra. Mức độ chi tiết hóa các giải pháp công nghệ cần phải được thực hiện đến giai đoạn chuẩn bị chương trình điều khiển cho thiết bị.
- Trong trường hợp có nhiều chi tiết, sản phẩm, thì có nhiều các phương án công nghệ.

- Tăng mức độ tích hợp các công việc, được thực hiện bởi các bộ phận công nghệ khác nhau.

Những yêu cầu cấp thiết về hoàn thiện và rút ngắn giai đoạn chuẩn bị công nghệ cho sản xuất đòi hỏi sự cần thiết trong vấn đề tiếp cận với việc thiết kế quá trình công nghệ sử dụng các phương pháp của các hệ thống thiết kế tự động hóa. Việc nâng cao hiệu quả của vấn đề chuẩn bị tự động hóa quá trình công nghệ được thúc đẩy rất nhiều bởi việc kết hợp hợp lý các phương án công nghệ điển hình và riêng lẻ ở các giai đoạn của quá trình thiết kế, mức độ tiêu chuẩn hóa cao và chuẩn hóa cao các cụm chi tiết, thiết bị và chính các quá trình công nghệ, cho phép tạo ra và sử dụng cơ sở dữ liệu phù hợp trên cơ sở nền công nghệ thông tin.

Việc ứng dụng công nghệ linh hoạt với việc sử dụng kỹ thuật máy tính và các thiết bị hiệu chỉnh của tự động hóa cho phép xây dựng lại quá trình công nghệ nhanh chóng và hiệu quả cho việc chế tạo các sản phẩm mới. Điều này rất cần thiết trong điều kiện sản xuất loạt và loạt nhỏ - phổ biến trong chế tạo máy.

Có thể mở ra khả năng tiềm tàng và đảm bảo hiệu suất tối đa của hệ thống sản xuất tự động hóa chỉ khi việc chuẩn bị công nghệ thật kỹ lưỡng, xem xét những nguyên lý cơ bản của công nghệ trước khi thiết kế hệ thống sản xuất tự động hóa. Chúng ta sẽ xem xét một phần dưới đây:

1. Nguyên tắc của sự hoàn thiện:

Đó là cần phải hướng tới việc thực hiện tất cả các nguyên công trong phạm vi một hệ thống sản xuất tự động mà không có sự chuyển dịch của bán thành phẩm đến bộ phận khác hoặc bộ phận phụ trợ. Để thực hiện nguyên tắc này cần thiết: đảm bảo yêu cầu tính công nghệ của sản phẩm, chuẩn bị các phương pháp mới thống nhất hóa việc gia công và kiểm tra, mở rộng và khống chế các kiểu thiết bị của hệ thống sản xuất tự động với những khả năng công nghệ được nâng cao.

2. Nguyên tắc ít nguyên công:

Đó là thiết lập quá trình công nghệ với việc tập trung có thể một cách tối đa các nguyên công, với số lượng nguyên công và số lần gá đặt trong các nguyên công là tối thiểu. Để thực hiện nguyên tắc này, cần thực hiện các biện pháp như ở nguyên tắc 1, ngoài ra, tối ưu hóa các hành trình và công nghệ nguyên công, sử dụng các phương pháp tự động hóa thiết kế quá trình công nghệ.

3. Nguyên tắc ít lao động:

Đảm bảo công việc tự động của hệ thống sản xuất tự động hóa trong phạm vi toàn bộ chu trình sản xuất. Để thực hiện nguyên tắc này, cần thiết: ổn định sự sai lệch các thông số công nghệ đầu vào của hệ thống sản xuất tự động (phôi, dụng cụ, máy, thiết bị), mở rộng và nâng cao độ tin cậy của các phương

pháp đảm bảo thông tin các nguyên công, chuyển sang các hệ thống điều khiển thích nghi linh hoạt quá trình công nghệ với sự dịch chỉnh (hệ thống) thống kê của chương trình điều khiển.

4. Nguyên tắc không điều chỉnh :

Nghĩa là chuẩn bị quá trình công nghệ không yêu cầu điều chỉnh các vị trí làm việc. Nguyên tắc này đặc biệt cần thiết đối với các hệ thống sản xuất tự động hóa nhiều chức năng. Nguyên tắc này gần giống nguyên tắc 3, để thực hiện nó cần các biện pháp như ở nguyên tắc 3.

5. Nguyên tắc công nghệ chủ động tự điều khiển:

Tổ chức điều khiển quá trình công nghệ và hiệu chỉnh các giải pháp thiết kế trên cơ sở thông tin hoạt động của quá trình công nghệ. Hiệu chỉnh có thể là các thông số công nghệ được thiết lập trong giai đoạn điều khiển, và cũng có thể là các thông số đầu vào của chuẩn bị công nghệ sản xuất. Để thực hiện nguyên tắc này cần thiết: chuẩn bị các phương pháp và thuật toán điều khiển thích nghi quá trình công nghệ, chuẩn bị phương pháp thống kê để hiệu chỉnh cơ sở dữ liệu nhằm tạo ra hệ thống sản xuất tự động hóa “tự học tập”.

6. Nguyên tắc về tính tối ưu:

Đó là việc tiếp nhận các giải pháp trong mỗi giai đoạn của chuẩn bị công nghệ cho sản xuất và điều khiển quá trình công nghệ trên cơ sở tiêu chí duy nhất là tính tối ưu. Để thực hiện nguyên tắc này cần: chuẩn bị cơ sở lý thuyết của tối ưu hóa quá trình công nghệ, chuẩn bị các thuật toán tối ưu cho điều kiện làm việc của hệ thống sản xuất tự động hóa, chuẩn bị về chương trình, thiết bị, kỹ thuật cho việc thực hiện các thuật toán đã đặt ra. Nguyên tắc tính tối ưu tạo ra cơ sở phương pháp luận thống nhất cho việc giải quyết các bài toán công nghệ ở mọi mức, mọi giai đoạn, cho phép giải quyết hiệu quả các bài toán đã đặt ra.

Ngoài các nguyên tắc đã xem xét ở trên, còn phải kể đến các nguyên tắc: công nghệ máy tính, sự đảm bảo thông tin, tích hợp, tài liệu không giấy, công nghệ nhóm, Tất cả chúng liên kết trong một hệ thống chuẩn bị công nghệ thống nhất và điều khiển, để có thể nói (về mặt nguyên tắc) về việc xây dựng ra công nghệ mới của hệ thống sản xuất tự động hóa, thực hiện các giải pháp kỹ thuật hiệu quả hơn, thực hiện tối đa khả năng công nghệ và kỹ thuật tiềm tàng được mở ra của hệ thống sản xuất tự động hóa. Nguyên tắc cuối cùng của công nghệ nhóm là nền tảng cho tất cả các hệ thống sản xuất tự động hóa, bởi vì chính nó đảm bảo tính mềm dẻo của sản xuất.

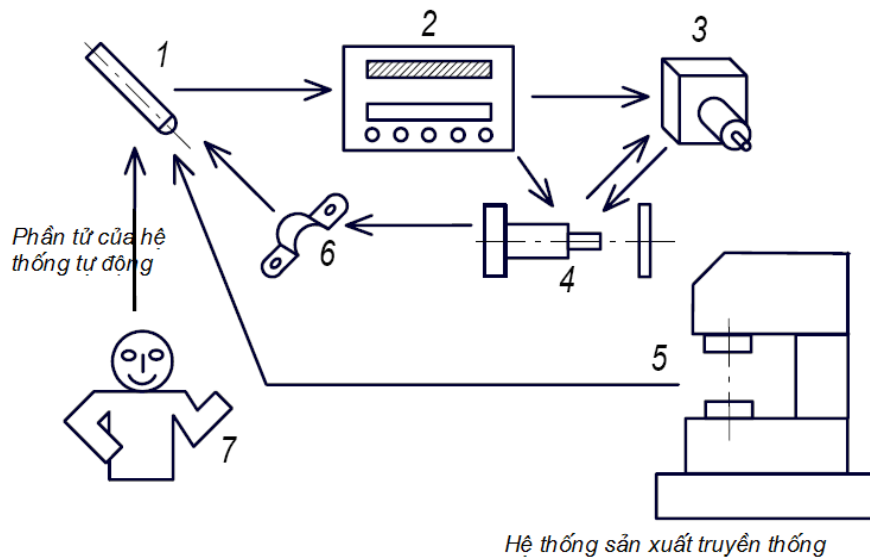
Chương 2

Các thiết bị cơ bản của hệ thống tự động

Một hệ thống sản xuất tự động (máy tự động, dây chuyền sản xuất tự động, hệ thống sản xuất linh hoạt...) ngoài máy công cụ và người vận hành (công nhân) còn có các bộ phận khác tham gia vào quá trình hoạt động của hệ thống đó. Các bộ phận này gọi là các thiết bị cơ bản của hệ thống sản xuất tự động. Các thiết bị cơ bản của tự động hoá được chia thành bốn nhóm chính sau:

- Cảm biến.
- Bộ phân tích-xử lý.
- Thiết bị chấp hành.
- Thiết bị dẫn động.

Mối quan hệ của bốn nhóm thiết bị này trong hệ thống sản xuất tự động được thể hiện trên hình 2-1.



Hình 2-1. Mối quan hệ của các phần tử tự động trong hệ thống sản xuất.

1. Cảm biến; 2. Bộ phân tích-xử lý; 3. Thiết bị chấp hành; 4. Thiết bị dẫn động;
5. Máy công cụ; 6. Chi tiết; 7. Người vận hành.

Trong hệ thống này con người chứ không phải robot công nghiệp đứng ở vị trí vận hành. Robot công nghiệp là một phần của hệ thống tự động (phía trên của hình 2-1). Thực tế, bản thân robot công nghiệp cũng là hệ thống tích hợp đầy đủ toàn bộ bốn nhóm phần tử cơ bản: cảm biến, bộ phân tích-xử lý, thiết bị chấp hành và thiết bị dẫn động.

2.1. Cảm biến

2.1.1. Khái niệm và phân loại cảm biến

a. Khái niệm

Cảm biến là thiết bị dùng để cảm nhận biến đổi các đại lượng vật lý và các đại lượng không có tính chất điện cần đo thành các đại lượng điện có thể đo và xử lý được.

Các đại lượng cần đo (m) thường không có tính chất điện (như nhiệt độ, áp suất...) tác động lên cảm biến cho ta một đặc trưng (s) mang tính chất điện (như điện tích, điện áp, dòng điện hoặc trở kháng) chứa đựng thông tin cho phép xác định giá trị của đại lượng đo. Đặc trưng (s) là hàm của đại lượng cần đo (m):

$$s = F(m)$$

Người ta gọi (s) là đại lượng đầu ra hoặc là phản ứng của cảm biến, (m) là đại lượng đầu vào hay kích thích (có nguồn gốc là đại lượng cần đo). Thông qua đo đạc (s) cho phép ta nhận biết giá trị của (m).

Thực ra khái niệm cảm biến trong tiếng Việt có phần hẹp hơn so với từ "sensor" trong tiếng Anh. Trong tiếng Anh cảm biến đôi khi chỉ là công tắc nhỏ (mini), công tắc hành trình, các thanh lưỡng kim... Một số cảm biến khác theo dõi sự hiện diện của chi tiết, đọc mã vạch, xác định tình trạng kỹ thuật của thiết bị máy móc. Đối với người sử dụng, việc nắm được nguyên lý cấu tạo và các đặc tính kỹ thuật của cảm biến là cần thiết để vận hành tốt hệ thống sản xuất tự động.

b. Phân loại cảm biến

Các bộ cảm biến được phân loại theo các đặc trưng cơ bản sau đây:

Theo nguyên lý chuyển đổi giữa đáp ứng và kích thích (bảng 2.1).

Bảng 2.1

Hiện tượng	Chuyển đổi đáp ứng và kích thích
Hiện tượng vật lý	- Nhiệt điện, quang điện - Quang từ, điện từ - Quang đàn hồi - Từ điện - Nhiệt từ...
Hóa học	- Biến đổi hoá học - Biến đổi điện hoá - Phân tích phổ ...

Sinh học	<ul style="list-style-type: none"> - Biến đổi sinh hoá - Biến đổi vật lý - Hiệu ứng trên cơ thể
----------	--

Phân loại theo dạng kích thích (bảng 2.2)

Bảng 2.2

Âm thanh	<ul style="list-style-type: none"> - Biên pha, phân cực - Phổ - Tốc độ truyền sóng ...
Điện	<ul style="list-style-type: none"> - Điện tích, dòng điện - Điện thế, điện áp - Điện trường (biên, pha, phân cực, phổ) - Điện dẫn, hằng số điện môi ...
Từ	<ul style="list-style-type: none"> - Từ trường (biên, pha, phân cực, phổ) - Từ thông, cảm ứng độ từ trường - Độ từ thẩm ...
Quang	<ul style="list-style-type: none"> - Biên, pha, phân cực, phổ - Tốc độ truyền - Hệ số phát xạ, khúc xạ - Hệ số hấp thụ, hệ số bức xạ ...
Cơ	<ul style="list-style-type: none"> - Vị trí - Lực, áp suất - Gia tốc, vận tốc - Ứng suất, độ cứng - Mô men - Khối lượng, tỉ trọng - Vận tốc chất lưu, độ nhớt ...
Nhiệt	<ul style="list-style-type: none"> - Nhiệt độ - Thông lượng - Nhiệt dung, tỉ nhiệt ...
Bức xạ	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểu - Năng lượng - Cảm ứng độ...

Theo tính năng của bộ cảm biến (bảng 2.3)

Bảng 2.3

- Độ nhạy.	- Độ chính xác.
- Độ phân giải.	- Độ tuyến tính.
- Độ chọn lọc.	- Công suất tiêu thụ.
- Dải tần.	- Độ trễ.
- Khả năng quá tải.	- Tốc độ đáp ứng.
- Độ ổn định.	- Tuổi thọ.
- Điều kiện môi trường.	- Kích thước, trọng lượng.

Phân loại theo phạm vi sử dụng (bảng 2.4).

Bảng 2.4

- Công nghiệp	- Dân dụng
- Nghiên cứu khoa học	- Giao thông
- Môi trường, khí tượng	- Vũ trụ
- Thông tin, viễn thông	- Quân sự
- Nông nghiệp	

Phân loại theo thông số của mô hình mạch thay thế:

- Cảm biến tích cực có đầu ra là nguồn áp hoặc nguồn dòng.
- Cảm biến thụ động đặc trưng bằng các thông số R, L, C, M... tuyến tính hoặc phi tuyến.

Các cảm biến được chế tạo trên cơ sở các hiệu ứng vật lý và được phân làm hai loại:

Cảm biến tích cực: là các cảm biến hoạt động như một máy phát, đáp ứng (s) là điện tích, điện áp hay dòng.

Cảm biến thụ động: là các cảm biến hoạt động như một trở kháng trong đó đáp ứng (s) là điện trở, độ tự cảm hoặc điện dung.

Các cảm biến tích cực được chế tạo dựa trên cơ sở ứng dụng các hiệu ứng vật lý biến đổi một dạng năng lượng nào đó (nhiệt, cơ hoặc bức xạ) thành năng lượng điện. Một số hiệu ứng vật lý được ứng dụng khi chế tạo cảm biến là:

- Hiệu ứng nhiệt điện.
- Hiệu ứng hoá điện.
- Hiệu ứng áp điện.
- Hiệu ứng cảm ứng điện từ.
- Hiệu ứng quang điện: hiệu ứng quang dẫn hay còn gọi là hiệu ứng quang điện nội); hiệu ứng quang phát xạ điện tử hay còn gọi là hiệu ứng quang điện ngoại.
- Hiệu ứng quang - điện - từ.
- Hiệu ứng Hall.

Cảm biến thụ động thường được chế tạo từ một trở kháng có các thông số chủ yếu nhạy với đại lượng cần đo. Giá trị của trở kháng phụ thuộc kích thước hình học, tính chất điện của vật liệu chế tạo (như điện trở suất ρ , độ từ thẩm μ , hằng số điện môi ϵ). Vì vậy tác động của đại lượng đo có thể ảnh hưởng riêng biệt đến kích thước hình học, tính chất điện hoặc đồng thời cả hai.

Sự thay đổi thông số hình học của trở kháng gây ra do chuyển động của phần tử chuyển động hoặc phần tử biến dạng của cảm biến. Trong các cảm biến có phần tử chuyển động, mỗi vị trí của phần tử động sẽ ứng với một giá trị xác định của trở kháng, cho nên đo trở kháng có thể xác định được vị trí của đối tượng. Trong cảm biến có phần tử biến dạng, sự biến dạng của phần tử biến dạng dưới tác động của đại lượng đo (lực hoặc các đại lượng gây ra lực) gây ra sự thay đổi của trở kháng của cảm biến. Sự thay đổi trở kháng do biến dạng liên quan đến lực tác động, do đó liên quan đến đại lượng cần đo. Xác định trở kháng ta có thể xác định được đại lượng cần đo.

Sự thay đổi tính chất điện của cảm biến phụ thuộc vào bản chất vật liệu chế tạo trở kháng và yếu tố tác động (nhiệt độ, độ chiếu sáng, áp suất, độ ẩm...). Để chế tạo cảm biến, người ta chọn sao cho tính chất điện của nó chỉ nhạy với một trong các đại lượng vật lý trên, ảnh hưởng của các đại lượng khác là không đáng kể. Khi đó có thể thiết lập được sự phụ thuộc đơn trị giữa giá trị đại lượng cần đo và giá trị trở kháng của cảm biến.

Trên bảng 2.5 giới thiệu các đại lượng cần đo có khả năng làm thay đổi tính chất điện của vật liệu sử dụng chế tạo cảm biến.

Bảng 2.5

Đại lượng cần đo	Đặc trưng nhạy cảm	Loại vật liệu sử dụng
Nhiệt độ	Điện trở suất (ρ)	Kim loại (Pt, Ni, Cu) Bán dẫn
Bức xạ ánh sáng	Điện trở suất (ρ)	Bán dẫn
Biến dạng	Điện trở suất (ρ) Từ thẩm (μ)	Hợp kim Ni, Si pha tạp Hợp kim sắt từ
Vị trí (nam châm)	Điện trở suất (ρ)	Vật liệu từ điện trở: Bi, InSb

2.1.2. Các đặc trưng cơ bản

a. Độ nhạy của cảm biến

Đối với cảm biến tuyến tính, giữa biến thiên đầu ra Δs và biến thiên đầu vào Δm có sự liên hệ tuyến tính: $\Delta s = S \cdot \Delta m$

Đại lượng S trong biểu thức được gọi là độ nhạy của cảm biến.

Để phép đo đạt độ chính xác cao, khi thiết kế và sử dụng cảm biến cần làm sao cho độ nhạy S của nó không đổi, nghĩa là ít phụ thuộc nhất vào các yếu tố sau:

- Giá trị của đại lượng cần đo m và tần số thay đổi của nó.
- Thời gian sử dụng.

- Ảnh hưởng của các đại lượng vật lý khác (không phải là đại lượng đo) của môi trường xung quanh.

Thông thường nhà sản xuất cung cấp giá trị của độ nhạy S tương ứng với những điều kiện làm việc nhất định của cảm biến.

b. Độ tuyến tính

Một cảm biến được gọi là tuyến tính trong một dải đo xác định nếu trong dải chế độ đó, độ nhạy không phụ thuộc vào đại lượng đo.

Trong chế độ tĩnh, độ tuyến tính chính là sự không phụ thuộc của độ nhạy của cảm biến vào giá trị của đại lượng đo, thể hiện bởi các đoạn thẳng trên đặc trưng tĩnh của cảm biến và hoạt động của cảm biến là tuyến tính chừng nào đại lượng đo còn nằm trong vùng này.

Trong chế độ động, độ tuyến tính bao gồm sự không phụ thuộc của độ nhạy ở chế độ tĩnh $S(0)$ vào đại lượng đo, đồng thời các thông số quyết định sự hồi đáp (nhân tử số riêng f_0 của dao động không tắt, hệ số tắt dần ξ cũng không phụ thuộc vào đại lượng đo.

Nếu cảm biến không tuyến tính, người ta đưa vào mạch đo các thiết bị hiệu chỉnh sao cho tín hiệu điện nhận được ở đầu ra tỉ lệ với sự thay đổi của đại lượng đo ở đầu vào. Sự hiệu chỉnh đó được gọi là sự tuyến tính hoá.

Đối với các cảm biến không hoàn toàn tuyến tính, người ta đưa ra khái niệm độ lệch tuyến tính, xác định bởi độ lệch cực đại giữa đường cong chuẩn và đường thẳng tốt nhất, tính bằng % trong dải đo.

c. Sai số và độ chính xác

Các bộ cảm biến cũng như các dụng cụ đo lường khác, ngoài đại lượng cần đo (cảm nhận) còn chịu tác động của nhiều đại lượng vật lý khác gây nên sai số giữa giá trị đo được và giá trị thực của đại lượng cần đo. Gọi Δx là độ lệch tuyệt đối giữa giá trị đo và giá trị thực x (sai số tuyệt đối), sai số tương đối của bộ cảm biến được tính bằng:

$$\delta = \frac{\Delta x}{x} 100\%$$

Sai số của bộ cảm biến mang tính chất ngẫu nhiên bởi vì không thể biết chính xác giá trị thực của đại lượng cần đo. Khi đánh giá sai số của cảm biến, người ta thường phân chúng thành hai loại: sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

Sai số hệ thống: là sai số không phụ thuộc vào số lần đo, có giá trị không đổi hoặc thay đổi chậm theo thời gian đo và thêm vào một độ lệch không đổi giữa giá trị thực và giá trị đo được. Sai số hệ thống thường do sự thiếu hiểu biết về hệ

đo, do điều kiện sử dụng không tốt gây ra. Các nguyên nhân gây ra sai số hệ thống có thể là:

- Do nguyên lý của cảm biến.
- Do giá trị của đại lượng chuẩn không đúng.
- Do đặc tính của bộ cảm biến.
- Do điều kiện và chế độ sử dụng.
- Do xử lý kết quả đo.

Sai số ngẫu nhiên: là sai số xuất hiện có độ lớn và chiều không xác định.

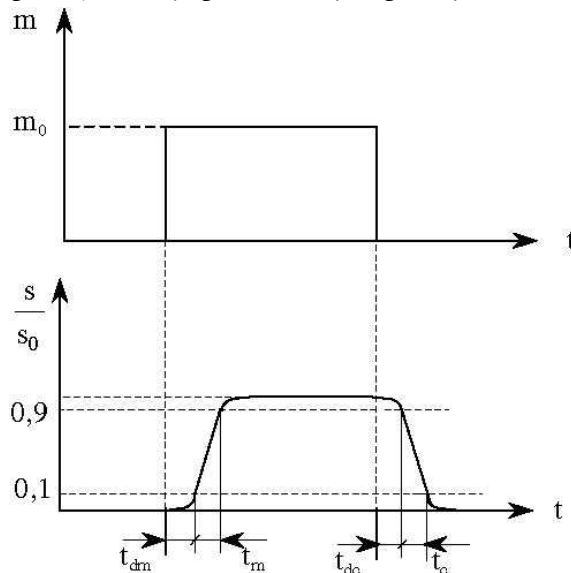
Ta có thể dự đoán được một số nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên nhưng không thể dự đoán được độ lớn và dấu của nó. Những nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên có thể là:

- Do sự thay đổi đặc tính của thiết bị.
- Do tín hiệu nhiễu ngẫu nhiên.
- Do các đại lượng ảnh hưởng không được tính đến khi chuẩn cảm biến.

Chúng ta có thể giảm thiểu sai số ngẫu nhiên bằng một số biện pháp thực nghiệm thích hợp như bảo vệ các mạch đo tránh ảnh hưởng của nhiễu, tự động điều chỉnh điện áp nguồn nuôi, bù các ảnh hưởng nhiệt độ, tần số, vận hành đúng chế độ hoặc thực hiện phép đo lặp thống kê.

d. Độ nhanh và thời gian hồi đáp

Độ nhanh là đặc trưng của cảm biến cho phép đánh giá khả năng theo kịp về thời gian của đại lượng đầu ra khi đại lượng đầu vào biến thiên. Thời gian hồi đáp là đại lượng được sử dụng để xác định giá trị số của độ nhanh.



Hình 2-2. Xác định các khoảng thời gian đặc trưng cho chế độ quá độ.

Độ nhanh t_r là khoảng thời gian từ khi đại lượng đo thay đổi đột ngột đến khi biến thiên của đại lượng đầu ra chỉ còn khác giá trị cuối cùng một lượng giới hạn ε tính bằng %. Thời gian hồi đáp t_{ong} ứng với $\varepsilon\%$ xác định khoảng thời gian cần thiết phải chờ đợi sau khi có sự biến thiên của đại lượng đo để lấy giá trị của đầu ra với độ chính xác định trước. Thời gian hồi đáp đặc trưng cho chế độ quá độ của cảm biến và là hàm của các thông số thời gian xác định chế độ này.

Trong trường hợp sự thay đổi của đại lượng đo có dạng bậc thang, các thông số thời gian gồm thời gian trễ khi tăng (t_{dm}) và thời gian tăng (t_m) ứng với sự tăng đột ngột của đại lượng đo hoặc thời gian trễ khi giảm (t_{dc}) và thời gian giảm (t_c) ứng với sự giảm đột ngột của đại lượng đo. Khoảng thời gian trễ khi tăng t_{dm} là thời gian cần thiết để đại lượng đầu ra tăng từ giá trị ban đầu của nó đến 10% của biến thiên tổng cộng của đại lượng này và khoảng thời gian tăng t_m là thời gian cần thiết để đại lượng đầu ra tăng từ 10% đến 90% biến thiên tổng cộng của nó.

Tương tự, khi đại lượng đo giảm, thời gian trễ khi giảm t_{dc} là thời gian cần thiết để đại lượng đầu ra giảm từ giá trị ban đầu của nó đến 10% biến thiên tổng cộng của đại lượng này và khoảng thời gian giảm t_c là thời gian cần thiết để đại lượng đầu ra giảm từ 10% đến 90% biến thiên tổng cộng của nó. Các thông số về thời gian t_r , t_{dm} , t_m , t_{dc} , t_c của cảm biến cho phép ta đánh giá về thời gian hồi đáp của nó.

e. Giới hạn sử dụng của cảm biến

Trong quá trình sử dụng, các cảm biến luôn chịu tác động của ứng lực cơ học, tác động nhiệt... Khi các tác động này vượt quá ngưỡng cho phép, chúng sẽ làm thay đổi đặc trưng làm việc của cảm biến. Bởi vậy khi sử dụng cảm biến, người sử dụng cần phải biết rõ các giới hạn này.

1) Vùng làm việc danh định

Vùng làm việc danh định tương ứng với những điều kiện sử dụng bình thường của cảm biến. Giới hạn của vùng là các giá trị ngưỡng mà các đại lượng đo, các đại lượng vật lý có liên quan đến đại lượng đo hoặc các đại lượng ảnh hưởng có thể vượt xuyên đạt tới mà không làm thay đổi các đặc trưng làm việc danh định của cảm biến.

2) Vùng không gây nên hỏng

Vùng không gây nên hỏng là vùng mà khi mà các đại lượng đo hoặc các đại lượng vật lý có liên quan và các đại lượng ảnh hưởng vượt qua ngưỡng

của vùng làm việc danh định nh- ng vẫn còn nằm trong phạm vi không gây nên h- hỏng, các đặc tr- ng của cảm biến có thể bị thay đổi nh- ng những thay đổi này mang tính thuận nghịch, tức là khi trở về vùng làm việc danh định các đặc tr- ng của cảm biến lấy lại giá trị ban đầu của chúng.

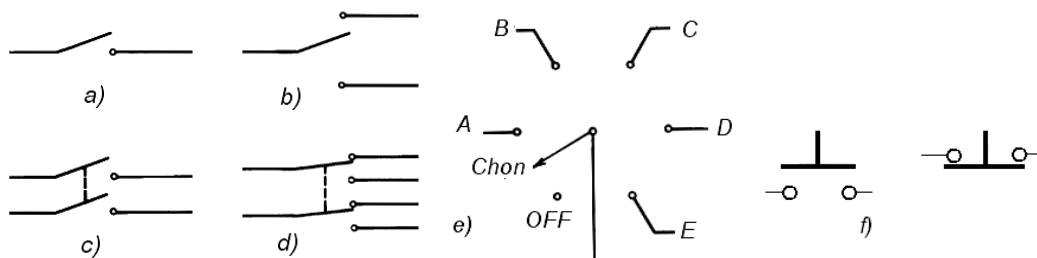
3) Vùng không phá hủy

Vùng không phá hủy là vùng mà khi mà các đại l- ợng đo hoặc các đại l- ợng vật lý có liên quan và các đại l- ợng ảnh h- ớng v- ợt qua ng- ỡng của vùng không gây nên h- hỏng nh- ng vẫn còn nằm trong phạm vi không bị phá hủy, các đặc tr- ng của cảm biến bị thay đổi và những thay đổi này mang tính không thuận nghịch, tức là khi trở về vùng làm việc danh định các đặc tr- ng của cảm biến không thể lấy lại giá trị ban đầu của chúng. Trong tr- ờng hợp này cảm biến vẫn còn sử dụng đ- ợc, nh- ng phải tiến hành chuẩn lại cảm biến.

2.1.3. Công tắc, nút bấm

a. Công tắc tay

Đại đa số công tắc hoạt động bằng tay và có hai trạng thái: đóng và ngắt. Một số công tắc có nhiều hơn hai trạng thái, còn một số khác thì chỉ có một trạng thái. Công tắc một trạng thái, được gọi là nút ấn (bấm), trong thiết kế của chúng có lò xo để tự động đưa công tắc về trạng thái ban đầu. Các công tắc liên kết người vận hành hệ với thống sản xuất tự động. Người vận hành sử dụng công tắc nhằm chuyển trạng thái đóng ("ON") hoặc ngắt ("OFF") hoặc đưa hệ thống sang chu trình tự động. Các công tắc kiểm soát trạng thái đóng hoặc ngắt của mạch điện. Khi công tắc ngắt mạch điện mở (hở).



Hình 2-3. Các loại công tắc

- a) Công tắc một cực một mạch điện; b) Công tắc một cực hai mạch điện; c) Công tắc hai cực một mạch điện; d) Công tắc hai cực hai mạch điện; e) Công tắc xoay; f) Nút ấn.

Công tắc tay bao gồm:

- Một cực một mạch điện.

- Một cực hai mạch điện.
- Hai cực một mạch điện.
- Hai cực hai mạch điện.
- Công tắc xoay.
- Nút ấn.

Ký hiệu đơn giản của công tắc thể hiện trên hình 2-3.

b. Công tắc giới hạn

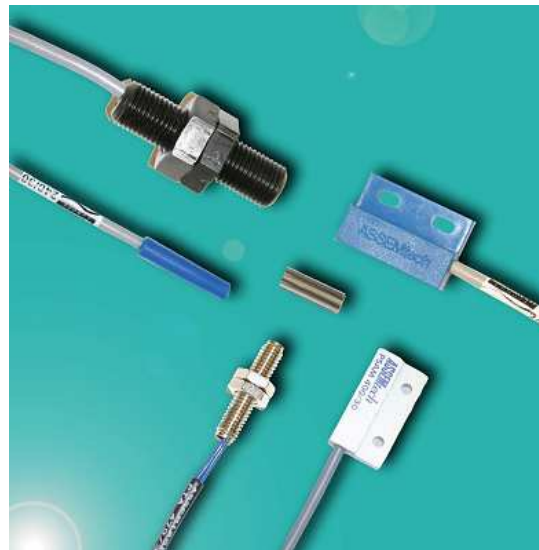
Công tắc giới hạn còn gọi là công tắc hành trình. Sự khác nhau của công tắc giới hạn (limit switch) so với công tắc thường là nó chịu tác động từ quá trình hoạt động của hệ thống chứ không phải do người vận hành. Hiện tại có hàng nghìn kiểu dáng, kích cỡ khác nhau. Trên hình 2-4 là một trong các công tắc giới hạn.

Đây là loại công tắc được sử dụng rộng rãi cho các quá trình tự động có chuyển động của thiết bị chấp hành. Cuối hành trình, thiết bị chấp hành tác động lên công tắc để chuyển sang giai đoạn tiếp theo của chu trình công tác.



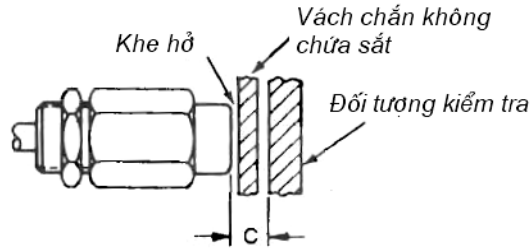
Hình 2-4. Công tắc giới hạn

c. Công tắc lân cận (gần)



Hình 2-5. Một số loại công tắc lân cận

Một số loại công tắc hoạt động mà không đòi hỏi tiếp xúc vật lý hoặc được chiếu sáng. Công tắc lân cận (proximity switch) trên hình 2-5 là loại như vậy bởi vì nó cảm nhận được đối tượng ở gần mà không chạm vào đối tượng đó. Có hai loại công tắc lân cận: loại thứ nhất cảm nhận được các đối tượng kim loại chứa sắt, còn loại thứ hai- cảm nhận được các đối tượng kim loại chứa sắt và không chứa sắt.



Hình 2-6. Kiểm tra đối tượng bằng công tắc lân cận

Các công tắc lân cận ứng dụng hiệu ứng Hall. Khi cho dòng điện chạy qua tấm vật liệu mỏng (thường là bán dẫn) đặt trong một từ trường có phương tạo với dòng điện một góc sẽ xuất hiện một hiệu điện thế theo hướng vuông góc với từ trường và dòng điện.

Trên hình 2-6 là sơ đồ ứng dụng công tắc lân cận để phát hiện đối tượng chứa sắt đi qua sau vách chắn.

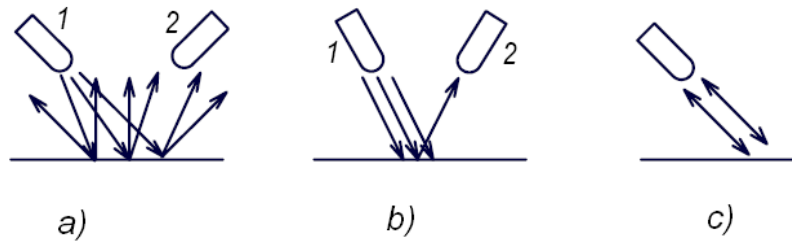
Một ứng dụng nữa của công tắc lân cận là xác định vị trí của pittông di chuyển trong xi lanh dẫn động hoặc vị trí của thang máy ở các tầng.

2.1.4. Cảm biến quang dẫn

a. Hiệu ứng quang dẫn

Hiệu ứng quang dẫn (hay còn gọi là hiệu ứng quang điện nội) là hiện tượng giải phóng những hạt tải điện (hạt dẫn) trong vật liệu dưới tác dụng của ánh sáng làm tăng độ dẫn điện của vật liệu.

Các cảm biến dựa trên hiệu ứng quang dẫn được ứng dụng rộng rãi hơn công tắc lân cận. Một số sơ đồ ứng dụng thể hiện trên hình 2-7.



Hình 2-7. Ba dạng bề mặt phản xạ trong hệ thống cảm biến quang dẫn.
 a) Mặt phản xạ khuếch tán; b) Mặt gương; c) Mặt phản xạ ngược.

1. Nguồn sáng; 2. Cảm biến.

b. Tế bào quang dẫn

Tế bào quang dẫn đ- ợc chế tạo các bán dẫn đa tinh thể đồng nhất hoặc đơn tinh thể, bán dẫn riêng hoặc bán dẫn pha tạp.

- Đa tinh thể: CdS, CdSe, CdTe.

PbS, PbSe, PbTe.

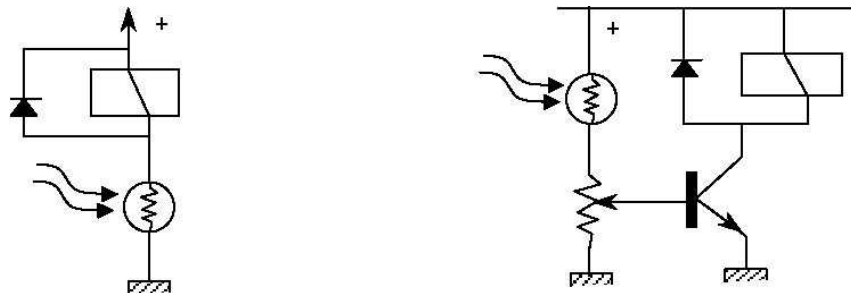
- Đơn tinh thể: Ge, Si tinh khiết hoặc pha tạp Au, Cu, Sb, In.

SbIn, AsIn, PIn, cdHgTe.

Trong thực tế, tế bào quang dẫn đ- ợc dùng trong hai tr- ờng hợp:

- Điều khiển rơ le: khi có bức xạ ánh sáng chiếu lên tế bào quang dẫn, điện trở của nó giảm đáng kể, cho dòng điện chạy qua đủ lớn, đ- ợc sử dụng trực tiếp hoặc qua khuếch đại để đóng mở rơle (hình 2-8).

- Thu tín hiệu quang: dùng tế bào quang dẫn để thu và biến tín hiệu quang thành xung điện. Các xung ánh sáng ngắt quãng đ- ợc thể hiện qua xung điện, trên cơ sở đó có thể lập các mạch đếm vật hoặc đo tốc độ quay của đĩa.



Hình 2-8. Dùng tế bào quang dẫn điều khiển rơle

a) Điều khiển trực tiếp b) Điều khiển thông qua tranzito khuếch đại

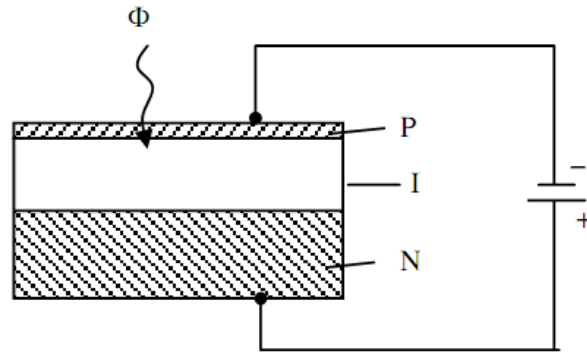
c. Photodiôt

Khi chiếu sáng điôt bằng bức xạ có b- ớc sóng nhỏ hơn b- ớc sóng ng- ỡng, sẽ xuất hiện thêm các cặp điện tử - lỗ trống. Để các hạt dẫn này tham

gia dẫn điện cần phải ngăn cản sự tái hợp của chúng, tức là nhanh chóng tách rời cặp điện tử - lỗ trống. Sự tách cặp điện tử - lỗ trống chỉ xảy ra trong vùng nghèo nhờ tác dụng của điện trường.

Số hạt dẫn được giải phóng phụ thuộc vào thông lượng ánh sáng đạt tới vùng nghèo và khả năng hấp thụ của vùng này. Để tăng thông lượng ánh sáng đến vùng nghèo người ta chế tạo điốt với phiên bán dẫn chiều dày rất bé.

Khả năng hấp thụ bức xạ phụ thuộc rất lớn vào bề rộng vùng nghèo. Để tăng khả năng mở rộng vùng nghèo người ta dùng điốt PIN (hình 2-9), lớp bán dẫn riêng I kẹp giữa hai lớp bán dẫn P và N, với loại điốt này chỉ cần điện áp ngược vài vôn có thể mở rộng vùng nghèo ra toàn bộ lớp bán dẫn I.

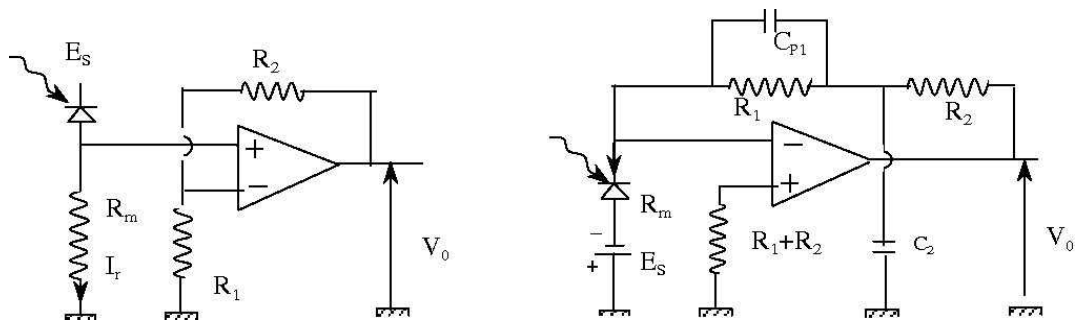


Hình 2-9. Cấu tạo điốt loại PIN

Sơ đồ làm việc ở chế độ quang dẫn. Đặc trưng của chế độ quang dẫn là:

- Độ tuyến tính cao.
- Thời gian hồi đáp ngắn.
- Dải thông lớn.

Hình 2-10 trình bày sơ đồ đo dòng ngược trong chế độ quang dẫn.



Hình 2-10. Sơ đồ mạch đo dòng ngược trong chế độ quang dẫn

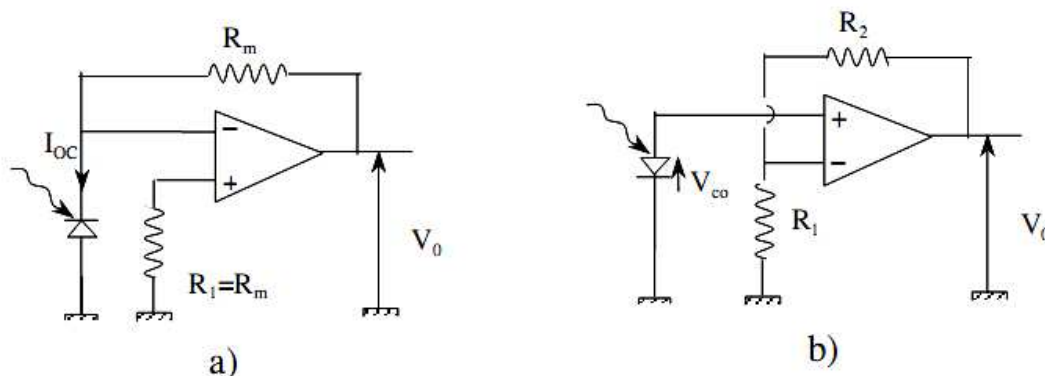
Sơ đồ làm việc ở chế độ quang thế. Đặc tr- ng của chế độ quang thế:

- Có thể làm việc ở chế độ tuyến tính hoặc logarit tùy thuộc vào tải.
- Ýt nhiễu.
- Thời gian hồi đáp lớn.
- Dải thông nhỏ.
- Nhạy cảm với nhiệt độ ở chế độ logarit.

Sơ đồ tuyến tính (hình 2-11a): đo dòng ngắn mạch I_{sc} . Trong chế độ này:

$$V_0 = R_m \cdot I_{sc}$$

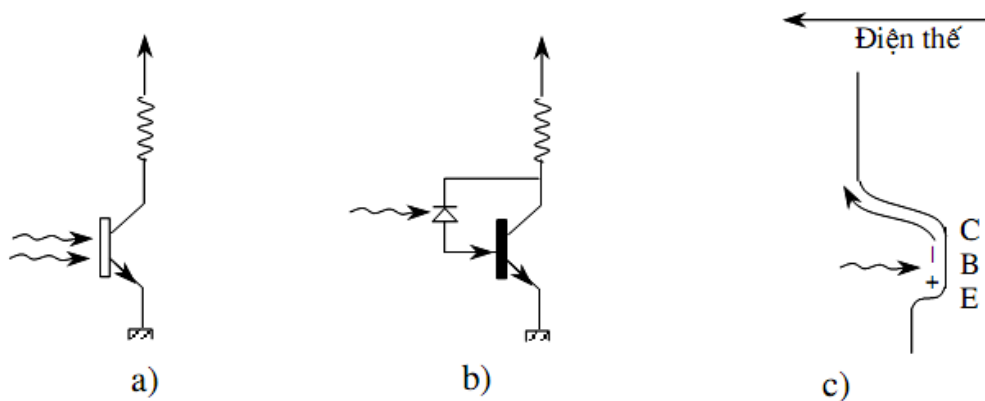
Sơ đồ logarit (hình 2-11b) đo điện áp hở mạch V_{oc} .



Hình 2-11. Sơ đồ mạch đo ở chế độ quang thế

d. Phototranzito

Phototranzito là các tranzito (hình 2-12a) mà vùng bazơ có thể đ- ợc chiếu sáng, không có điện áp đặt lên bazơ, chỉ có điện áp trên C, đồng thời chuyển tiếp B-C phân cực ng- ợc.



Hình 2-12. Phototranzito

a) Sơ đồ mạch điện; b) Sơ đồ t-ơng đ-ơng; c) Tách cặp điện tử lỗ trống khi chiếu sáng bazơ

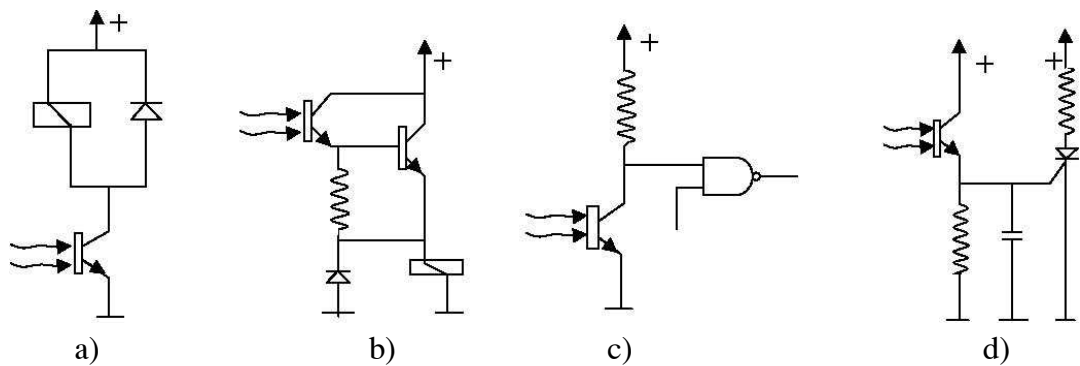
Điện áp đặt vào tập trung hầu nh- toàn bộ trên chuyển tiếp B-C (phần cực ng- ợc) trong khi đó chênh lệch điện áp giữa E và B thay đổi không đáng kể ($V_{BE} \approx 0,6 - 0,7$)V. Khi chuyển tiếp B-C đ- ợc chiếu sáng, nó hoạt động giống nh- photodiốt ở chế độ quang thế với dòng ng- ợc: $I_T = I_0 + I_P$. Trong đó I_0 là dòng ng- ợc trong tối, I_P là dòng quang điện d- ới tác dụng của thông l- ợng Φ_0 chiếu qua bề dày X của bazơ (b- ớc sóng $\lambda < \lambda_S$).

Có thể coi phototranzito nh- tổ hợp của một photodiốt và một tranzito (hình 2-12b). Phodiốt cung cấp dòng quang điện tại bazơ, còn tranzito cho hiệu ứng khuếch đại β . Các điện tử và lỗ trống phát sinh trong vùng bazơ (d- ới tác dụng của ánh sáng) sẽ biphân chia d- ới tác dụng của điện tr- ờng trên chuyển tiếp B-C.

Trong tr- ờng hợp tranzito NPN, các điện tử bị kéo về phía colectơ trong khi lỗ trống bị giữ lại trong vùng bazơ (hình 2-12c) tạo thành dòng điện tử từ E qua B đến C.

Phototranzito có thể dùng làm bộ chuyển mạch, hoặc làm phân tử tuyến tính. ề chế độ chuyển mạch nó có - u điểm so với photodiốt là cho phép sử dụng một cách trực tiếp dòng chạy qua t- ơng đối lớn. Ng- ợc lại, ở chế độ tuyến tính, mặc dù cho độ khuếch đại lớn nh- ng ng- ời ta thích dùng photodiốt vì nó có độ tuyến tính tốt hơn.

Phototranzito chuyển mạch. Trong tr- ờng hợp này sử dụng thông tin dạng nhị phân: có hay không có bức xạ, hoặc ánh sáng nhỏ hơn hay lớn hơn ng- ỡng. Tranzito chặn hoặc bảo hoà cho phép điều khiển trực tiếp (hoặc sau khi khuếch đại) nh- một role, điều khiển một cổng logic hoặc một thyristo (hình 2-13).



Hình 2-13. Photodiốt zito trong chế độ chuyển mạch.

a) Role; b) Role sau khếch đại; c) Cổng logic; d) Thyristo

Phototranzito trong chế độ tuyến tính. Có hai cách sử dụng trong chế độ tuyến tính:

- Đo ánh sáng không đổi (giống như một luxmet).
- Thu nhận tín hiệu thay đổi dạng: $\Phi(t) = \Phi_0 + \Phi_1(t)$

Trong đó $\Phi_1(t)$ là thành phần thay đổi với biên độ nhỏ để sao cho không dẫn tới phototranzito bị chặn hoặc bão hoà và có thể coi độ nhạy không đổi.

2.1.5. Cảm biến hồng ngoại

Cảm biến hồng ngoại phản ứng với các nguồn ánh sáng hồng ngoại, gần với ánh sáng nhìn thấy về phía đỏ.

Cảm biến hồng ngoại ứng dụng để phát hiện và kiểm tra các đối tượng nóng hoặc các đối tượng phát ra hồng ngoại. Trong gia công cắt gọt cảm biến hồng ngoại phát hiện quá nhiệt trong vùng gia công-nhiệt độ quá cao do mòn dụng cụ. Cảm biến loại này không bị nhiễu trong vùng ánh sáng nhìn thấy.

Trên hình 2-14 là một trong những cảm biến hồng ngoại để kiểm tra nhiệt độ của hãng novasens (Đức).

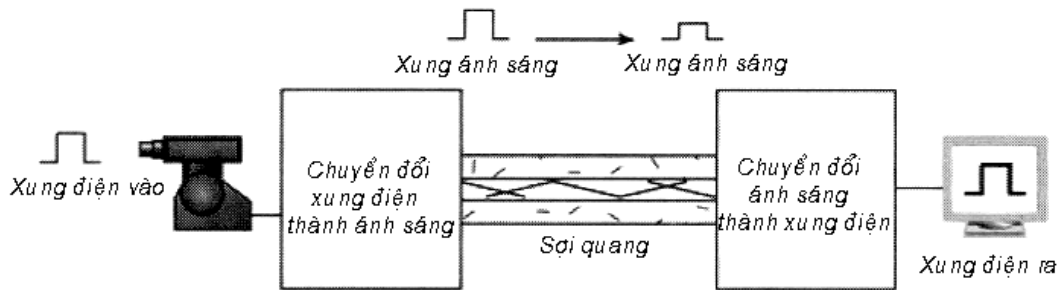


Hình 2-14. Cảm biến hồng ngoại của hãng Novasens

2.1.6. Sợi quang

Đây là các ống nhựa hoặc thủy tinh rất mảnh (bằng sợi tóc), mềm dẻo có thể truyền dữ liệu đã được chuyển đổi thành ánh sáng với tổn hao rất nhỏ. Một thiết bị ở đầu thu sẽ biến đổi ánh sáng này thành tín hiệu điện. Khi sử dụng một bó ống như vậy ta có thể truyền hình ảnh của một vật. Trong các hệ thống tự động, người ta sử dụng các sợi riêng rẽ để truyền tia sáng đến cảm biến (hình 2-15). Nguồn sáng thường là từ LED (light-emitting diode) hoặc laze dạng xung "ON" và "OFF". Sợi quang hiện nay được sử dụng nhiều để truyền dữ liệu đi xa, có

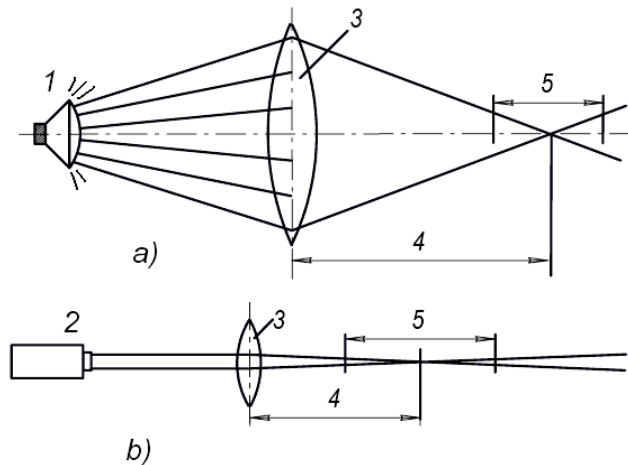
dải tần rộng và chống được can nhiễu điện từ trường, các loại tia bức xạ và chống nghe trộm.



Hình 2-15. Sơ đồ truyền dẫn dữ liệu bằng sợi quang

2.1.7. Cảm biến laze

Laze (laser) là nguồn sáng đơn sắc, độ chói lớn, rất định hướng và đặc biệt là tính liên kết mạnh (cùng phân cực cùng pha). Đối với những nguồn sáng khác, bức xạ phát ra là sự chồng chéo của rất nhiều sóng thành phần có phân cực và pha khác nhau. Trong trường hợp tia laze, tất cả các bức xạ cấu thành đều cùng pha cùng phân cực và bởi vậy khi chồng chéo lên nhau chúng tạo thành một sóng duy nhất và rất xác định.



Hình 2-16. Sử dụng tia laze để xác định vị trí của chi tiết

1. Nguồn sáng thường; 2. Nguồn laze; 3. Gương cầu;
4. Tiêu cự; 5. Khoảng làm việc.

Đặc điểm chính của tia laze là có bước sóng đơn sắc hoàn toàn xác định, thông lượng lớn, có khả năng nhận được chùm tia rất mạnh với độ định hướng cao và truyền đi trên khoảng cách lớn. Trên hình 2-16 thể hiện ưu điểm của tia laze so

với tia sáng thường khi xác định vị trí của các vật thể nhỏ ở khoảng cách xa. Sự có mặt hoặc không của tia laze phía sau vật thể được sử dụng như là tín hiệu logic để điều khiển hệ thống tự động. Tia laze cũng được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị đo, ví dụ đo nhám bề mặt, đo kích thước dài của chi tiết. Có thể ứng dụng ba sơ đồ trên hình 2-7 cho các cảm biến laze.

2.2. CỘm ph©n tÝch

2.2.1. Máy tính

Máy tính là một phương tiện để phân tích, xử lý các tín hiệu đầu vào của hệ thống tự động bởi vì chúng có khả năng vô hạn về lập trình xử lý số liệu.

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 tín hiệu vào thay đổi đến khi có phản hồi. Các bước đó là:

- Đọc tín hiệu vào.
- Đọc tín hiệu phản hồi.
- Tính sai số.
- Thực hiện các thao tác xử lý sai số (nhân sai số với các hàm điều khiển).
- Đưa ra tín hiệu điều khiển.

Tốc độ xử lý của máy tính số đã tăng lên rất nhiều nên thực hiện chương trình điều khiển không mất nhiều thời gian trễ. Do vậy phần lớn các hãng đã chuyển sang sản xuất thiết bị điều khiển số.

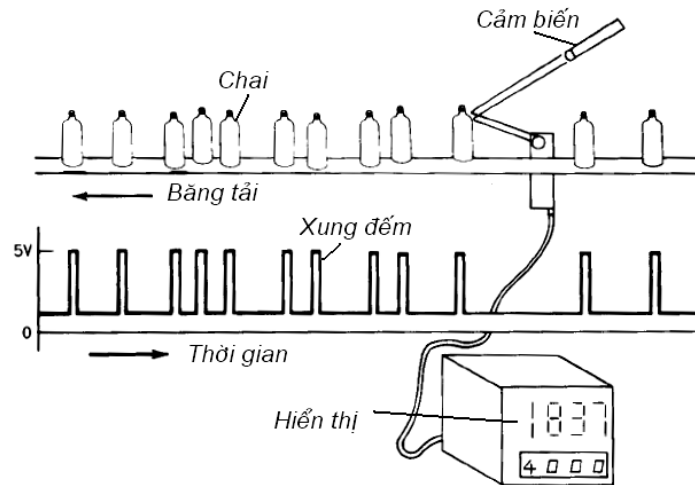
Yêu cầu thấp nhất của máy tính số là thiết bị điều khiển logic khả trình PLC. Các môđun vào/ra của PLC có thể nhận được tín hiệu vào từ các cảm biến để điều khiển. Các PLC có thể được lập trình trực tuyến qua PC, có thể chọn dạng điều khiển thích hợp như P (điều khiển tỷ lệ), PI (điều khiển tỷ lệ-tích phân), PD (điều khiển tỷ lệ-vi phân) hay PID (điều khiển tỷ lệ-tích phân-vi phân); có thể thay đổi hệ số khuếch đại, hiển thị kết quả và có thể chọn cấu hình của hệ điều khiển trên phần mềm.

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 mạng nơ ron thì đang được ứng dụng trong một số lĩnh vực như

dự báo khí tượng. Trong sản xuất công nghiệp thì các kỹ thuật mới này chưa được ứng dụng rộng rãi.

2.2.2. Bộ đếm

Trong các hệ thống sản xuất tự động, đôi khi cần nhu cầu xác định bao nhiêu sản phẩm được chế tạo ra tích lũy trong kho chứa hoặc đi qua trên băng tải. Chức năng này có thể được thực hiện nhờ các phương tiện bên trong hệ thống, nhờ máy tính điện tử hoặc nhờ thiết bị chuyên dụng bên ngoài - bộ đếm. Bộ đếm có thể là cơ khí, nhưng đa số các hệ thống sản xuất tự động sử dụng bộ đếm điện tử. Các bộ đếm này tính số xung điện áp do дат-трик tạo ra khi có đối tượng sản xuất đi qua. Các bộ đếm có thể đếm tăng hoặc đếm giảm. Trên hình 2-17 là hệ thống đếm sản phẩm (chai) đi qua cảm biến trên băng tải.



Hình 2-17. Bộ đếm dùng cảm biến quang điện để đếm số lượng chai trên dây chuyền.

2.2.3. Bộ thời gian

Nếu các xung đầu vào được thực hiện chính xác theo thời gian thì bộ đếm trở thành bộ thời gian hay bộ đếm thời gian (timer), tương đương với đồng hồ. Khi thời gian trôi qua bằng giá trị định trước, bộ thời gian xuất ra tín hiệu. Cũng như bộ đếm, bộ thời gian có thể đếm thuận (tiến) hoặc đếm ngược (lùi).

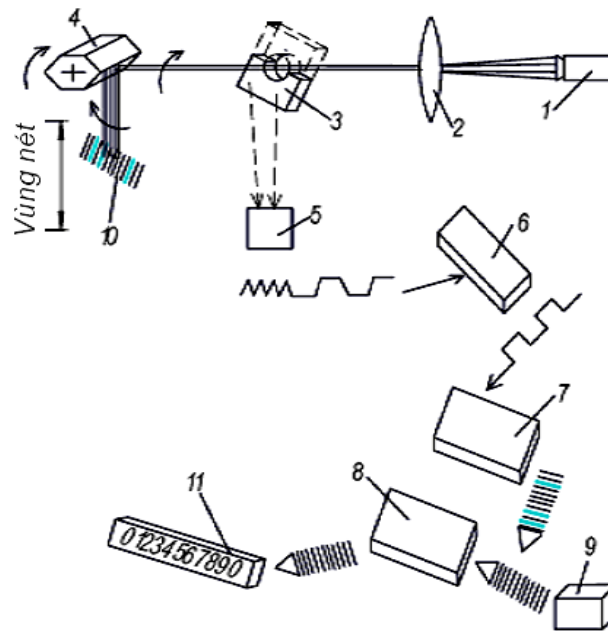
Một trong những tính chất của bộ thời gian là khả năng dừng hoạt động. Điều này cho phép chúng cộng các khoảng thời gian khi có điện áp và bỏ qua khoảng thời gian không có điện áp, nghĩa là xác lập thời gian hoạt động của quá trình không liên tục. Bộ thời gian có thể là một thiết bị riêng biệt (độc lập) trong hệ thống điều khiển công nghiệp hoặc là một bộ phận của hệ thống điều khiển được lập trình hoặc điều khiển máy tính.

2.2.4. Thiết bị đọc mã vạch

Các bộ đọc mã vạch thường được coi là một cảm biến, nhưng chính xác hơn chúng là thiết bị phân tích, xử lý (analyzer). Chúng gồm một bộ quét quang điện hoặc laze kết nối với bộ thời gian và bộ đếm. Thứ tự các vạch mã có chiều rộng khác nhau được quét và tính toán nhờ thiết bị này. Mỗi một đối tượng tương ứng với tổ hợp vạch hoặc chữ cái.

Quá trình quét được tiến hành theo hướng vuông góc với vạch. Sau đó các tín hiệu do cảm biến phát ra được so sánh với nhau để xác định chiều rộng từng vạch. Kết hợp các tín hiệu được phân tích để giải mã rồi đưa ra tín hiệu dạng chữ cái và chữ số mà hệ thống tự động tiếp nhận được.

Thiết bị quét các vạch mã, xuất ra tín hiệu dạng số để hệ thống điều khiển có thể xử lý được thể hiện trên hình 2-18.



Hình 2-18. Sơ đồ nguyên lý thiết bị quét mã vạch.

1. Nguồn laze; 2. Thấu kính; 3. Gương bán xạ; 4. Gương quay; 5. Bộ tách sóng quang (photodetector); 6. Biến đổi tín hiệu; 7. Giải mã; 8. Máy tính;
9. Bàn phím; 10. Các mã vạch; 11. Hiển thị.

Quá trình quét mã vạch thường được tiến hành nhờ nguồn laze có vùng làm việc lớn theo chiều sâu vùng độ nét. Do vậy không cần định vị chính xác bảng mã vạch trên khoảng cách xác định kể từ thiết bị quét.

Các tia quét đi theo đường zig zắc cho phép thiết bị tìm thấy các vạch mã mà không cần định hướng chính xác. Con người có thể tiếp nhận các mã khác với

mã vạch, nhưng lại là vấn đề lớn cho các hệ thống tự động khi làm việc với mã chữ cái-chữ số.

2.2.5. Bộ mã hoá quang học (Optical encoders)

Khả năng quét nhanh các vạch đen trắng bố trí theo các vòng tròn đồng tâm trên đĩa đã mở ra khả năng mới cho tự động hoá. Trên hình 2-19 là một đĩa như vậy. Đĩa này nằm trên trục trong cụm lắp ráp có các cảm biến quang cho mỗi vòng. Cụm này được gọi là bộ mã hoá quang học (optical encoder) và được dùng để kiểm soát tốc độ của trục. Thông tin về tốc độ quay của trục có thể đưa vào máy tính hoặc thiết bị điều khiển để điều khiển vận tốc hoặc vị trí của trục. Các bộ mã hoá quang học này được sử dụng rộng rãi trong robot và máy điều khiển số. Các bộ mã hoá có hai dạng làm việc trong hệ thống tương đối (gia số) hoặc trong hệ thống tuyệt đối. Loại tương đối cho ta loạt xung điện áp tỷ lệ thuận với góc quay của trục. Để xác định vị trí mới của trục, máy tính cần biết vị trí trước đó. Loại tuyệt đối chuyển đổi xung điện áp tương ứng với vị trí mới trong từng thời điểm. Vòng gần tâm của đĩa nhất gồm vạch đen trắng bố trí lệch nhau 180° . Các vòng tiếp theo có các vạch lệch nhau 90° , 45° ... Tín hiệu đầu ra có dạng nhị phân với số lượng tương ứng với số vòng trên đĩa. Khi cảm biến đối diện với vạch trắng ta có tín hiệu "0", còn đối diện với vạch đen-tín hiệu "1". Ví dụ số vòng trên đĩa là 8 (cần 8 sensor LED) thì tín hiệu ra có thể có dạng 10010110.



Hình 2 - 19. Đĩa mã hoá quang học

Bảng 2.6

Tính toán giá trị của góc quay theo tín hiệu encoder

TT vòng	Giá trị góc	Giá trị tín hiệu	Giá trị tính toán
1	180	1	180
2	90	0	0

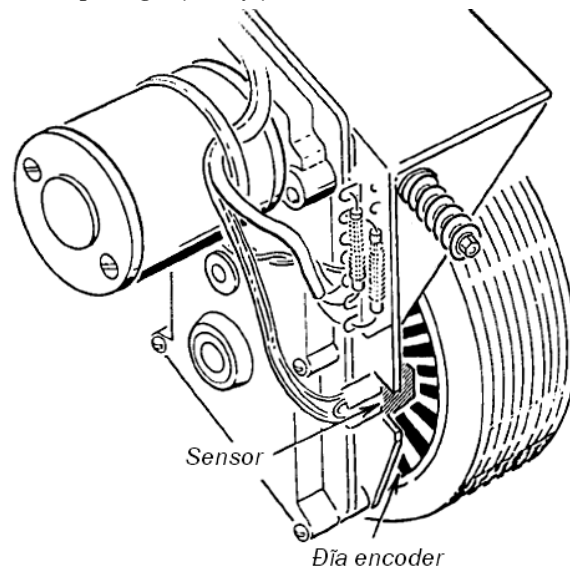
3	45	0	0
4	22,5	1	22,5
5	11,25	0	0
6	5,625	1	5,625
7	2,8125	1	2,8125
8	1,40625	0	0
Tổng cộng			210,94

Với tín hiệu như vậy góc quay của trục là 210,94 (bảng 2.6).

Trên hình 2-20 thể hiện một loại encoder tuyệt đối của hãng Belt electronic (Mỹ), còn trên hình 2-21 thể hiện ứng dụng encoder để kiểm soát tốc độ quay của bánh xe robot.



Hình 2-20. Bộ mã hoá quang học tuyệt đối (encoder) để kiểm soát tốc độ quay.



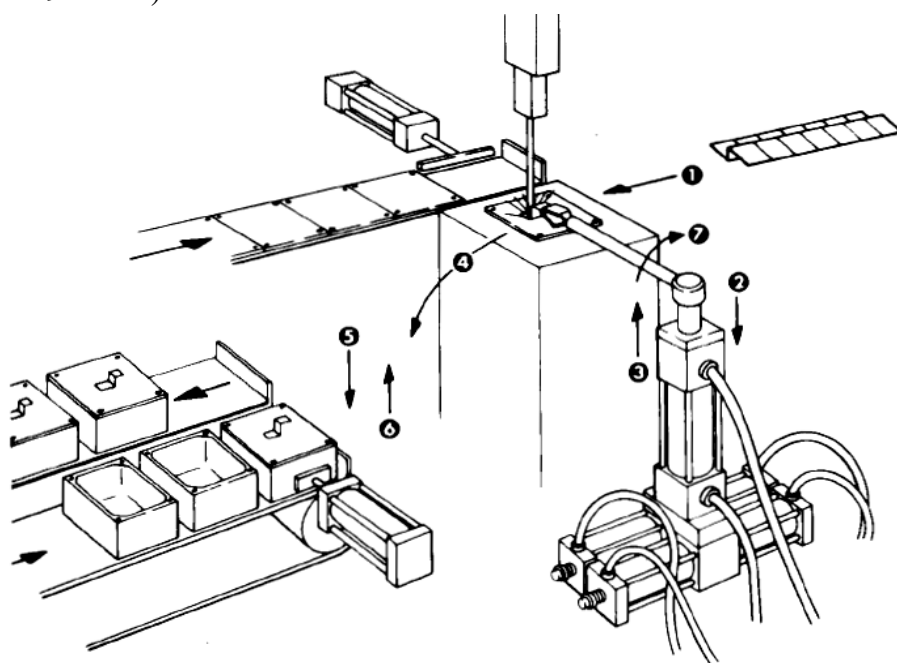
Hình 2-21. Bộ mã hoá quang học (encoder) kiểm soát tốc độ quay của bánh xe robot.

2.3. Thiết bị chấp hành

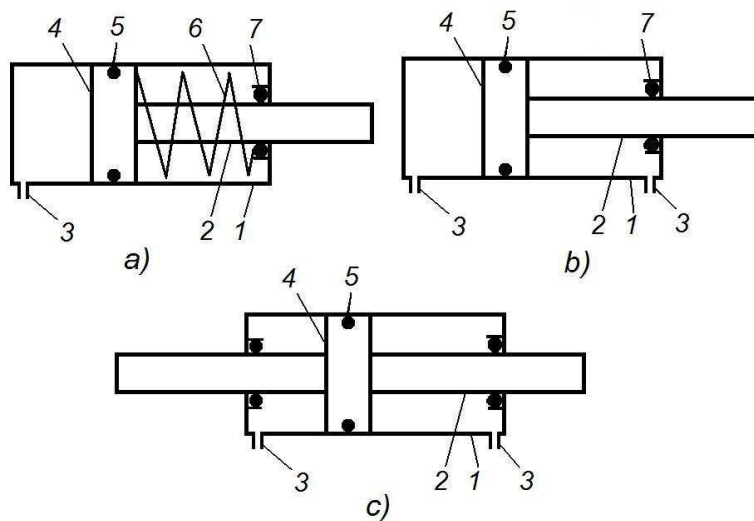
Các thiết bị chấp hành là bộ phận để thực hiện hoạt động nào đó dưới tác động của tín hiệu phát ra từ thiết bị điều khiển. Hoạt động đó có thể là một tác động vật lý, cũng có thể là một quá trình nào đó.

2.3.1. Xi lanh thuỷ lực, khí nén

Các xi lanh thực hiện các chuyển động thẳng qua lại. Xi lanh khí nén được sử dụng rất rộng rãi bởi vì trong nhà máy có nguồn khí nén tập trung và đường ống dẫn khí nén đi khắp nơi. Trạm khí ép tập trung làm việc ở áp suất từ (80-100) psi (551,581- 689,476) kPa. Trên hình 2-22 là thí dụ về ứng dụng xi lanh khí nén trong hệ thống sản xuất có robot. Khi quá trình sản xuất cần lực đến 200 pound (889 N) người ta sử dụng thuỷ lực. Áp suất thuỷ lực có thể đạt 2000 psi (13789520 Pa).



Hình 2-22. Ứng dụng xi lanh khí nén để dẫn động tay robot trong hệ thống sản xuất tự động. 1-7 là các chuyển động để đóng hộp.



Hình 2-23. Xi lanh thuỷ lực hành trình kép một đầu trục.
 1. Xi lanh; 2. Cán xi lanh; 3. Đường dẫn dầu; 4. Pittông; 5, 7. Joăng bịt kín; 6. Lò xo;

Xi lanh thuỷ lực gồm có xi lanh hành trình đơn và xi lanh hành trình kép. Xi lanh hành trình đơn chỉ có một đường dẫn dầu vào buồng dầu (hình 2-23a). Hành trình trở về do lò xo hoặc tự trọng của pittông thực hiện. Xi lanh hành trình kép có hai loại: loại một đầu trục (hình 2-23b) và hai đầu trục (hình 2-23c) tùy theo chức năng làm việc. Các loại xi lanh này có hai đường dầu dẫn vào hai buồng của xi lanh. Xi lanh hành trình kép hai đầu trục có lực đẩy và lực kéo như nhau. Trên hình 2-24 là một thí dụ về xi lanh thuỷ lực hành trình kép, một đầu trục sử dụng nhiều trong sản xuất công nghiệp.



Hình 2-24. Xi lanh thủy lực hành trình kép một đầu trục.

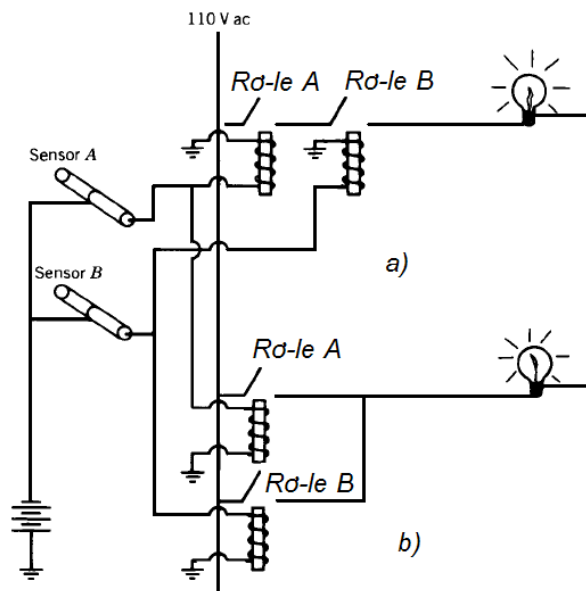
2.3.2. Cuộn hút (solenoids)

Với chuyển động thẳng ngắn, nhanh, êm dịu và lực nhỏ thì trong hệ thống tự động sử dụng cuộn hút (solenoid). Nguyên lý hoạt động của cuộn hút dựa trên khả năng tạo ra một từ trường hút lõi thép trong cuộn dây khi cho dòng điện đi qua. Khi mất điện lõi thép trở về vị trí ban đầu nhờ lò xo. Chuyển động của lõi thép khác với chuyển động của pittông là rất khó điều khiển. Nhưng điều ấy không quan trọng.

Một trong những ứng dụng của các cuộn hút được sử dụng rộng rãi để điều khiển van thủy lực, khí nén nhằm thay đổi chiều chuyển động của chúng.

2.3.3. Rơ-le

Một trong những ứng dụng rộng rãi của cuộn hút là để đóng ngắt mạch điện. Mạch đóng ngắt hoạt động với điện áp thấp, dòng điện nhỏ hơn rất nhiều so với mạch động lực. Trên hình 2-25 là sơ đồ ứng dụng rơ-le để đóng ngắt hai đèn. Các rơ-le dùng nguồn điện áp một chiều, còn các đèn dùng điện áp 220VAC. Các rơ-le có thể nối song song (hình 2-25a) và nối tiếp (hình 2-25b).



Hình 2-25. Sơ đồ điều khiển sử dụng rơ-le

2.4. Thiết bị đến ứng

2.4.1. Động cơ

a. Động cơ điện một chiều

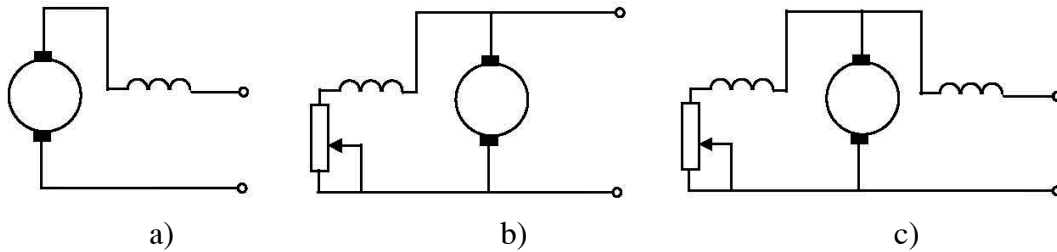
Động cơ điện một chiều gồm có hai phần :

Stator cố định với các cuộn dây có dòng điện cảm hoặc dùng nam châm vĩnh cửu. Phần này còn đ- ợc gọi là phần cảm. Phần cảm tạo nên từ thông trong khe hở không khí.

Rotor với các thanh dẫn. Khi có dòng điện một chiều chạy qua và với dòng từ thông xác định, roto sẽ quay. Phần này gọi là phần ứng.

Tùy cách đấu dây giữa phần cảm so với phần ứng, ta có những loại động cơ điện một chiều khác nhau :

- Động cơ kích từ nối tiếp (hình 2-26a).
- Động cơ kích từ song song (hình 2-26b).
- Động cơ kích từ hỗn hợp (hình 2-26c).



Hình 2-26. Sơ đồ các loại động cơ điện một chiều

Các thông số chủ yếu quyết định tính năng làm việc của động cơ điện một chiều là :

- U - Điện áp cung cấp cho phần ứng;
- I - Cường độ dòng điện của phần ứng;
- r - Điện trở trong của phần ứng;
- Φ - Từ thông;
- E - Sức phản điện động phần ứng.

Các quan hệ cơ bản của động cơ điện một chiều là :

$$E = U - Ir = kn\Phi$$

Trong đó k là hệ số phụ thuộc vào đặc tính của dây cuốn và số thanh dẫn của phần ứng.

Số vòng quay của động cơ điện một chiều:

$$n = \frac{U - Ir}{k\Phi}$$

Mômen động C xác định từ ph- ơng trình cân bằng công suất :

$$EI = 2\pi nC \Rightarrow C = 2 \frac{k\Phi I}{\pi}$$

Hay:

Muốn điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều chúng ta có thể thực hiện bằng hai cách:

- Thay đổi từ thông Φ , thông qua việc điều chỉnh điện áp dòng kích từ. Trong trường hợp giữ nguyên điện áp phần ứng U , tăng tốc độ từ 0 đến tốc độ định mức, thì công suất không đổi còn mômen giảm theo tốc độ.

- Điều chỉnh điện áp phần ứng. Trong trường hợp từ thông không đổi, khi tăng tốc độ từ 0 đến tốc độ định mức thì mômen sẽ không đổi, còn công suất tăng theo tốc độ.

Muốn đảo chiều quay của động cơ điện một chiều cần thay đổi hoặc chiều của từ thông (tức chiều của dòng điện kích từ) hoặc thay đổi chiều dòng điện phần ứng.

b. Động cơ điện xoay chiều

Ta thường gặp các động cơ không đồng bộ đi kèm một hệ thống biến đổi tần số (biến tần) để điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều. Hệ thống này ngày càng được hoàn thiện không kém gì đặc tính của các động cơ điện một chiều. Ưu điểm nổi bật của động cơ xoay chiều là không dùng đảo mạch (chổi than) nên làm việc tin cậy, bảo dưỡng dễ dàng, tuổi thọ cao.

c. Các động cơ thủy lực

Động cơ thủy lực được ưa dùng trong giai đoạn phát triển ban đầu của máy điều khiển số (CNC), ngày nay chúng không còn được sử dụng nhiều nữa. Ưu điểm nổi bật của các động cơ thủy lực gắn liền với việc dùng hệ thống van séc-vô, nhờ vậy đưa ra được đường đặc tính tối ưu “mô men/vận tốc”. Mô men cực đại đạt được khi vận tốc bằng 0, còn để quay nhanh chúng cần có một hộp số tăng tốc.

2.4.2. Động cơ bước

Động cơ bước được coi loại động cơ điện không dùng bộ chuyển mạch. Cụ thể, các mẫu trong động cơ bước là stator và rotor là nam châm vĩnh cửu, hoặc trong trường hợp của động cơ biến trở từ, nó là những khối răng làm bằng vật liệu nhẹ có từ tính. Tất cả các mạch đảo phải được điều khiển bên ngoài bởi bộ điều khiển, và đặc biệt, các động cơ và bộ điều khiển được thiết kế để động cơ có thể giữ nguyên bất kỳ vị trí cố định nào. Hầu hết các động cơ bước có thể chuyển động ở tần số âm thanh, cho phép chúng quay khá nhanh, dừng và dừng lại ở vị trí bất kỳ.

Động cơ bước có thể sử dụng trong hệ thống điều khiển vòng hở đơn giản; những hệ thống này đảm bảo cho hệ thống điều khiển gia tốc với tải trọng tĩnh; nhưng khi tải trọng thay đổi hoặc điều khiển ở gia tốc lớn người ta vẫn dùng hệ điều khiển vòng kín với động cơ bước.

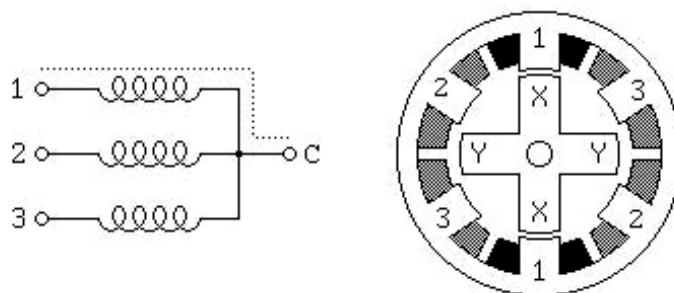
Nếu một động cơ bước trong hệ thống điều khiển hỏng quá tải, tất cả các giá trị về vị trí của động cơ đều bị mất và hệ thống phải nhận diện lại. Động cơ servo thì không xảy ra vấn đề này.

Động cơ bước được chia làm hai loại: nam châm vĩnh cửu và biến trở từ (cũng có loại hỗn hợp nhưng không quá khác biệt so với động cơ nam châm vĩnh cửu). Nếu mất đi nhãn trên động cơ chúng ta cũng có thể phân biệt hai loại động cơ này bằng cảm giác mà không cần cấp điện cho chúng. Động cơ nam châm vĩnh cửu dường như có các nấc khi xoay nhẹ rotor của chúng, trong khi động cơ biến trở từ thì xoay tự do (mặc dù cũng cảm thấy có nấc nhẹ bởi sự giảm từ tính trong rotor). Chúng ta cũng có thể phân biệt hai loại động cơ này bằng ôm kế. Động cơ biến trở từ thường có ba mấu với một dây chung, trong khi đó động cơ nam châm vĩnh cửu thường có hai mấu phân biệt, có hoặc không có nút trung tâm. Nút trung tâm chỉ có trong động cơ nam châm vĩnh cửu đơn cực.

Động cơ bước nam châm vĩnh cửu có thể quay từ 1,8 đến 0,72 độ một bước. Tuy vậy với một bộ điều khiển tốt cũng có thể cho động cơ quay với 1/2 bước hoặc nhỏ hơn gọi là vi bước.

a. Động cơ biến trở từ

Nếu động cơ có ba cuộn dây, được nối với nhau như trên hình 2-27, với một đầu dây chung C thì đó chắc chắn là một động cơ biến trở từ. Khi sử dụng đầu dây chung C nối với cực dương của nguồn và các cuộn dây được kích thích theo thứ tự liên tục. Khi cuộn dây 1 được cấp điện, răng X của rotor bị hút vào cực 1. Nếu cuộn 1 bị ngắt và cấp nguồn cho cuộn 2 thì rotor sẽ quay 30° theo chiều kim đồng hồ và răng Y sẽ bị hút vào cực 2. Nếu cứ luân phiên cấp điện cho ba cuộn dây thì rotor sẽ quay liên tục.

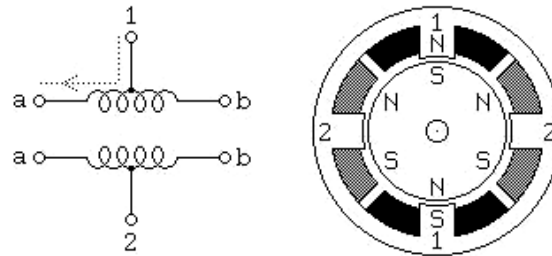


Hình 2-27. Động cơ bước biến trở từ

b. Động cơ đơn cực

Động cơ đơn cực, cả loại nam châm vĩnh cửu và hỗn hợp, với 5, 5 hoặc 8 đầu dây được cuốn như trên hình 2-28 với một đầu nối trung tâm trên các cuộn

dây. Khi dùng các đầu nối trung tâm gắn với cực dương của nguồn, hai đầu còn lại lần lượt nối với đất để đảo chiều từ trường được tạo bởi cuộn đó.



Hình 2-28. Động cơ bước đơn cực

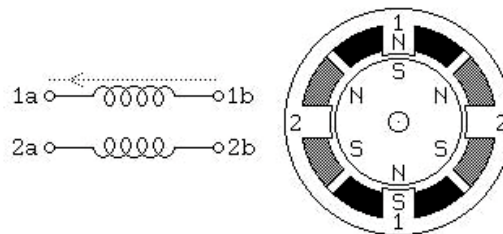
Mấu 1 nằm ở cực trên và dưới của stator, còn mấu 2 nằm ở hai cực bên phải và bên trái động cơ. Rotor là một nam châm vĩnh cửu với 6 cực, 3 Nam, 3 Bắc xếp xen kẽ trên vòng tròn.

Động cơ thể hiện trên hình 2-28 có 30° /bước, nhưng cũng có loại khác có bước nhỏ hơn và đạt đến $0,72^\circ$ /bước.

Dòng điện đi qua từ đầu trung tâm mấu 1 đến đầu a tạo ra cực Bắc trong stator trong khi đó cực còn lại của stator là cực Nam. Nếu dòng điện ở mấu 1 bị ngắt và kích mấu 2, rotor sẽ quay 30° hay một bước.

c. Động cơ hai cực

Động cơ nam châm vĩnh cửu hoặc hỗn hợp hai cực (lưỡng cực) có kết cấu cơ khí giống như động cơ đơn cực, nhưng hai mấu của động cơ được nối đơn giản hơn, không có đầu trung tâm. Vì vậy, bản thân động cơ thì đơn giản hơn, nhưng mạch điều khiển để đảo cực mỗi cặp cực trong động cơ thì phức tạp hơn (hình 2-29). Mạch điều khiển cho động cơ đòi hỏi một mạch điều khiển cầu H cho mỗi mấu; điều này cho phép cực của nguồn đến mỗi đầu của mấu được điều khiển độc lập.

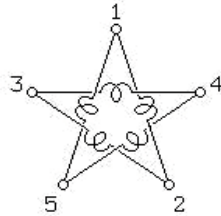


Hình 2-29. Động cơ bước hai cực

Để phân biệt động cơ nam châm vĩnh cửu hai cực với động cơ bốn dây biến trở từ, ta đo điện trở giữa các cặp dây. Chú ý là một vài động cơ nam châm vĩnh cửu có bốn mấu độc lập được xếp thành hai bộ. Trong mỗi bộ, nếu hai mấu được xếp nối tiếp với nhau thì đó là động cơ hai cực điện thế cao. Nếu chúng

được nối song song thì đó là động cơ hai cực điện thế thấp. Nếu chúng được nối tiếp với một đầu trung tâm thì dùng như động cơ đơn cực điện thế thấp.

d. Động cơ nhiều pha



Hình 2-30. Động cơ bước nhiều pha

Một bộ phận động cơ bước không phổ biến như các loại trên, đó là động cơ nam châm vĩnh cửu mà các cuộn dây được quấn nối tiếp thành một vòng kín, gọi là động cơ nhiều pha (hình 2-30). Thiết kế phổ biến nhất của loại này sử dụng dây nối 3 pha và 5 pha. Bộ điều khiển cần 1/2 cầu H cho mỗi đầu ra của động cơ, nhưng những động cơ này có thể cung cấp momen xoắn lớn hơn so với loại động cơ bước cùng kích thước. Một vài động cơ 5 pha có thể xử lý bước đến 0,72⁰/bước (500 bước/vòng).

Các thông số chủ yếu của động cơ b- ớc:

- Góc quay :

Động cơ b- ớc quay một góc xác định ứng với mỗi xung kích thích. Góc b- ớc θ càng nhỏ thì độ phân giải vị trí càng cao. Số b- ớc s là một thông số quan trọng :

$$s = \frac{360^0}{\theta}$$

- Tốc độ quay và tần số xung :

Tốc độ quay của động cơ b- ớc phụ thuộc vào số b- ớc trong một giây. Đối với hầu hết các động cơ b- ớc, số xung cấp cho động cơ bằng số b- ớc (tính theo phút) nên tốc độ có thể tính theo tần số xung f . Tốc độ quay của động cơ b- ớc tính theo công thức sau :

$$n = \frac{60f}{s}$$

Trong đó:

f - tần số xung, b- ớc/phút.

s - số bước trong một vòng quay.

n - tốc độ quay, vòng/phút

Ngoài ra còn các thông số quan trọng khác nh- độ chính xác vị trí, momen và quán tính của động cơ...

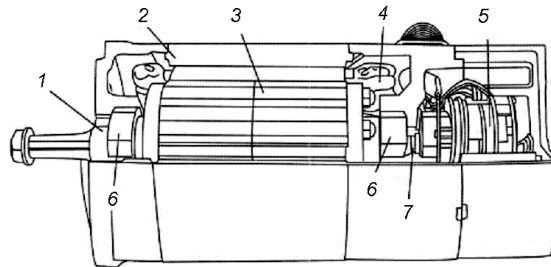
Động cơ bước có khuyếch đại thuỷ lực.

Trong trường hợp này động cơ bước đóng vai trò dẫn động điều khiển một động cơ thuỷ lực công suất lớn. Bản thân động cơ bước chạy điện thuận tuy có công suất nhỏ và thiết kế hoạt động trong vùng tần số (16 ÷ 18)KHz. Các hệ thống động cơ bước có khuyếch đại mômen bằng thuỷ lực thường được dùng trong các máy CNC hạng nặng nhưng vì lý do giá thành cao và những vấn đề có liên quan quan đến sử dụng hệ thống thuỷ lực nên ngày một hiếm thấy hơn các trường hợp áp dụng.

2.4.3. Động cơ servo một chiều

Động cơ một chiều (DC motor) và động cơ bước vốn là những hệ hồi tiếp vòng hở (không có liên hệ ngược), còn động cơ servo một chiều được thiết kế để làm việc với những hệ hồi tiếp vòng kín (có liên hệ ngược).

Khi động cơ quay, tốc độ và vị trí sẽ được chuyển về mạch điều khiển. Mạch điều khiển hiệu chỉnh sai lệch cho đến khi đạt được độ chính xác cần thiết. Động cơ servo có nhiều kiểu dáng và kích thước, được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, nhất là trong các máy điều khiển số và robot công nghiệp. Trên hình 2-31 thể hiện loại động cơ servo kiểu nam châm vĩnh cửu.

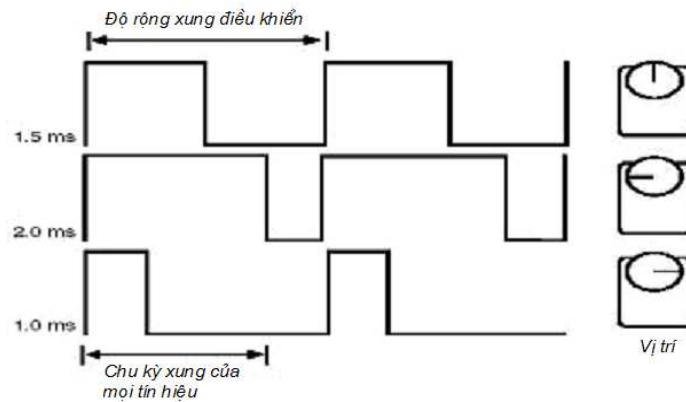


Hình 2-31. Động cơ servo một chiều

1. Vòng chắn dầu; 2. Stator; 3. Rotor-Nam châm vĩnh cửu; 4. Cuộn dây stator; 5. Encoder; 6. æ lăn; 7. Khớp nối.

Trục của động cơ được định vị nhờ vào kỹ thuật gọi là điều biến độ rộng xung (Pulse Width Modulation - PWM). Trong hệ thống này mạch điều khiển đáp ứng một tín hiệu số gồm các xung biến đổi từ 1 -2 ms. Các xung này được gửi đi 50 lần/giây. Chú ý rằng không phải số xung trong một giây điều khiển động cơ servo mà là độ rộng xung. Động cơ servo đòi hỏi khoảng 30 - 60 xung/giây. Nếu số này quá thấp, độ chính xác và công suất sẽ giảm.

Với độ rộng xung 1 mms, động cơ servo được điều khiển quay theo một chiều, giả sử theo chiều kim đồng hồ (hình 2-32)



Hình 2-32. Điều khiển động cơ servo bằng điều biến độ rộng xung

Với độ rộng xung tăng lên 2 ms, động cơ quay chiều ngược lại. Công suất cung cấp cho động cơ cũng tỷ lệ với độ lệch giữa vị trí hiện tại với vị trí cần đến. Nếu sai lệch nhỏ, động cơ quay với tốc độ thấp để không vượt quá vị trí cần. Khi đạt đến đích (sai lệch bằng 0), nguồn cấp cho động cơ cũng bằng 0 và động cơ dừng lại.

Chương 3

Từ ®éng ho, cÊp ph«i rêi

3.1. Chøc n"ng vµ ph©n lo¹i

Trong chương trình môn học “Máy tự động” chúng ta đã nghiên cứu các cơ cấu cấp phôi dạng dây, cơ cấu cấp phôi thanh đặc trưng cho các máy tự động điều khiển bằng trục phân phối. Trong chương này chúng ta nghiên cứu một số thiết bị cấp phôi rời (đơn lẻ), chủ yếu là thiết bị cấp phôi dạng ổ và thiết bị cấp phôi dạng phễu.

Thiết bị cấp phôi rời là tổ hợp các cơ cấu bảo đảm sự dịch chuyển của phôi từ nơi chứa (trữ) vào vùng gia công và đẩy chi tiết đã được gia công xong ra ngoài đến vùng lưu trữ mới.

Thiết bị cấp phôi rời có thể được chế tạo thành cụm máy độc lập hoặc cụm gắn kết hữu cơ với máy công cụ cũng như với đồ gá máy. Phụ thuộc vào phương pháp lưu trữ phôi, các loại thiết bị cấp phôi rời được chia thành ba nhóm: dạng ổ chứa, dạng xếp lớp và dạng phễu. Trong các thiết bị dạng ổ phôi được sắp xếp thành một dãy theo trình tự và đã được định hướng. Thông thường người công nhân tự thực hiện công việc này. Sự khác biệt của các thiết bị cấp phôi dạng lớp là phôi được chứa trữ thành một số lớp kế tiếp nhau. Trong các thiết bị cấp phôi dạng phễu phôi nằm tự do (không theo trật tự nào cả) trong phễu chứa. Để đưa phôi vào vùng gia công cần phải có thêm cơ cấu định hướng.

Trong thực tế sản xuất các thiết bị cấp phôi được chia thành loại vận năng, vận năng điều chỉnh và loại chuyên dùng.

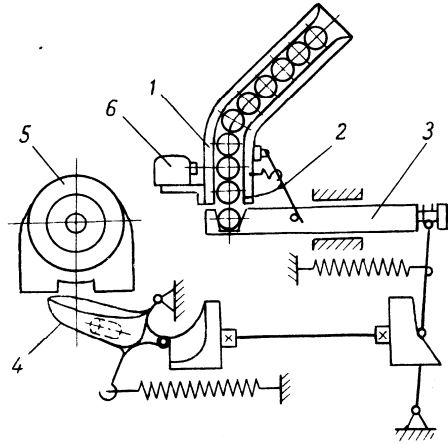
Cấp, vận chuyển và lưu giữ phôi tự động phải được giải quyết trên cơ sở các quá trình gia công cụ thể, trình độ thiết bị và độ chính xác yêu cầu. Quá trình cấp phôi phải được thực hiện nhanh, tin cậy. Trong thực tế gia công, tồn tại nhiều loại phôi khác nhau, tuy nhiên loại phôi rời chiếm tỷ lệ lớn nhất (trên 70%). Do đó nghiên cứu phát triển thiết bị cấp phôi rời có ý nghĩa kinh tế - kỹ thuật to lớn. Các phôi rời rạc được phân loại theo số lượng các đường trục và các mặt đối xứng cũng như kết cấu, hình dáng hình học, trọng lượng và độ lớn của chúng. Trong thực tiễn thường áp dụng ba loại thiết bị cấp phôi rời: dạng phễu, dạng ổ và dạng kết hợp.

3.2. ThiÕt bÞ cÊp ph«i d¹ng æ

3.2.1. Phân loại

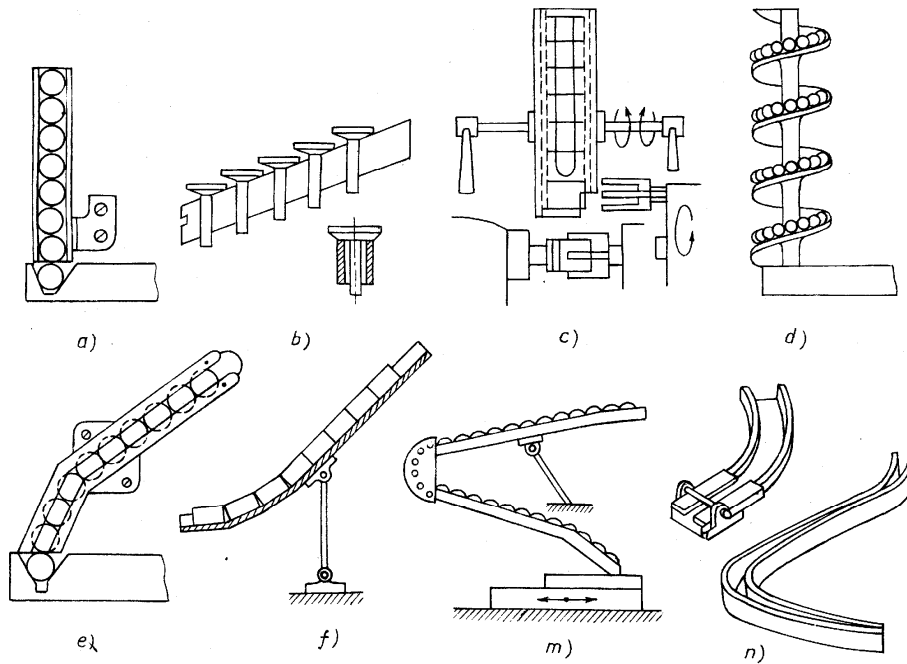
Thiết bị cấp phôi dạng ổ chứa thường thực hiện việc định hướng và gá đặt sơ bộ chi tiết trước sau đó đưa nó vào vùng gia công. Kết cấu tiêu biểu của một cơ cấu cấp phôi dạng ổ cho trên hình 3-1. Phôi đã được định hướng sơ bộ trong ổ 1

sẽ được cơ cấu cấp phôi 3 đưa tới cơ cấu kẹp chặt 5. Tại đây, nhờ cơ cấu cấp phôi, phôi sẽ được đặt 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.



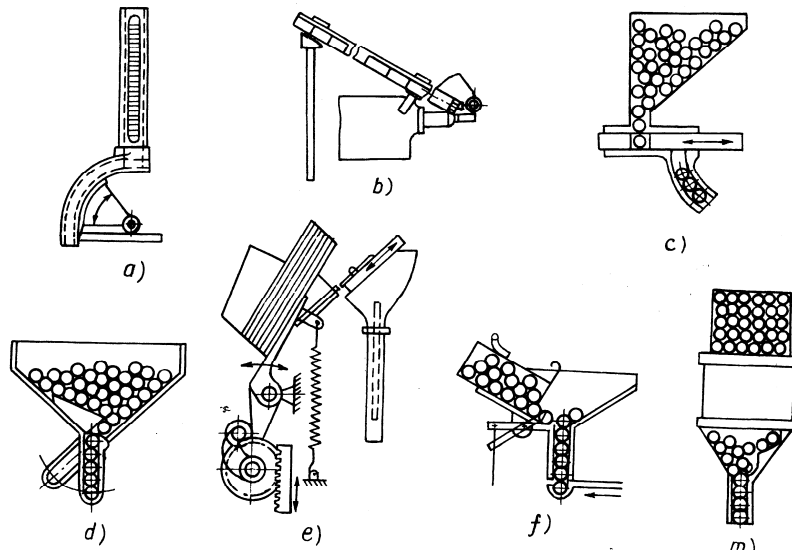
Hình 3-1. Thiết bị cấp phôi dạng ổ

1. æ 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.

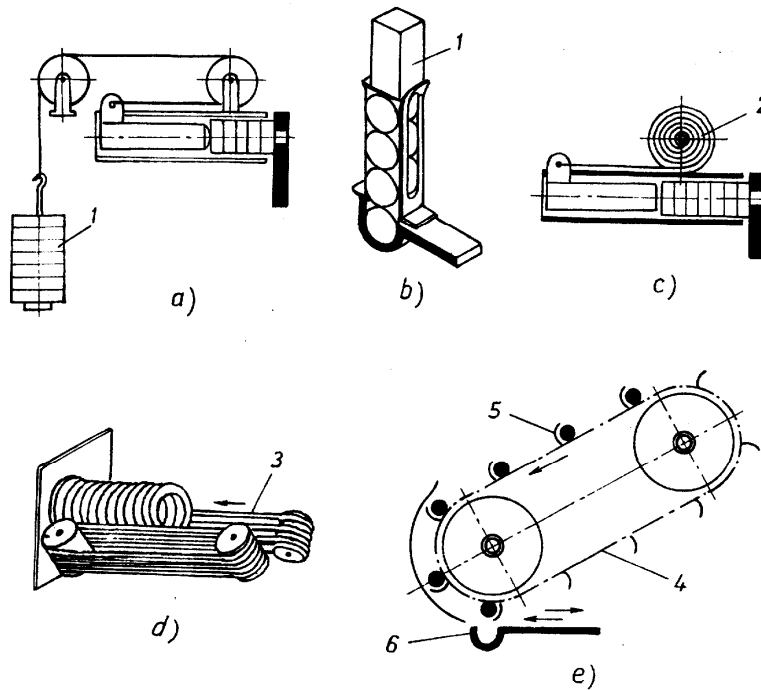


Hình 3-2. Các thiết bị cấp phôi kiểu ổ

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



Hình 3-3. Các thiết cấp phân nhờ trọng lực
a, b - Kiểu ống; c, d, e - Kiểu phễu; f, m - Kiểu phễu - ngăn.



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

Thiết bị cấp phôi rời thông thường có các cơ cấu và bộ phận sau: thùng chứa trữ phôi, cơ cấu định hướng, máng dẫn, cơ cấu tách dòng phôi, cơ cấu nạp phôi (đưa phôi vào vùng gia công), thanh nạp, thanh đẩy, cơ cấu cách ly (cơ cấu khoá). Tuy nhiên ở một số thiết bị các cơ cấu có thể thực hiện không phải một mà một số chức năng, nên một số bộ phận và cơ cấu kể trên có thể không tồn tại.

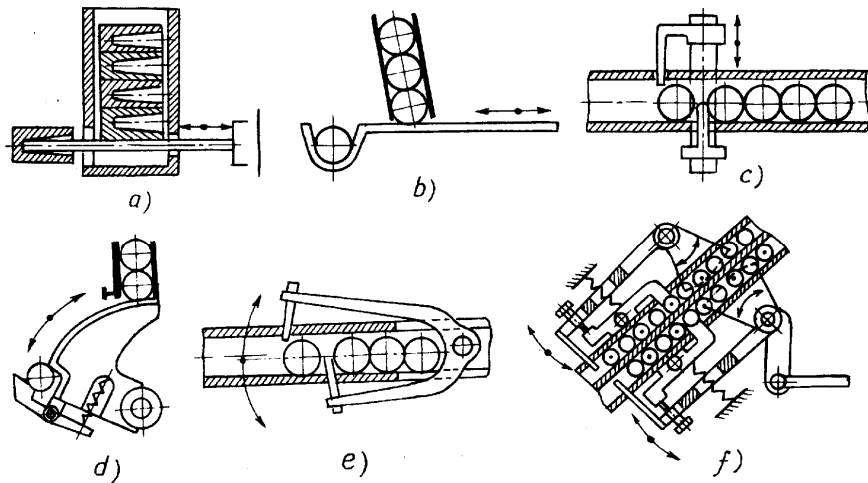
Trong các thiết bị cấp phôi dạng ổ, phôi dịch chuyển trong máng dẫn bằng phương pháp tự chảy (nhờ trọng lực), bán tự chảy và cưỡng bức. Trên các hình 3-2 ÷ hình 3-4 là một số kết cấu điển hình của các thiết bị cấp phôi.

Hình 3-3 là các thiết bị cấp phôi dựa trên nguyên lý ứng dụng trọng lực. Phôi phải có trọng lượng đủ lớn để tự dịch chuyển được trong máng dẫn.

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

Các cơ cấu kiểu phễu - ngăn (hình 3-3f, m) cho phép định hướng sơ bộ phôi bên ngoài phễu rồi mới đưa vào ngăn. Việc thay thế các băng này có thể thực hiện nhanh và tiện lợi.

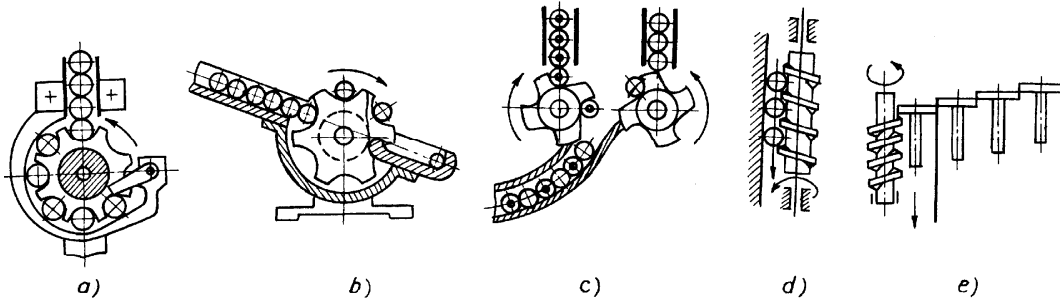
3.2.2. Một số cơ cấu chính của thiết bị cấp phôi dạng ổ



Hình 3-5. Các cơ cấu tách dòng phôi có chuyển động lắc và tịnh tiến qua lại
a, b, c) Có chuyển động tịnh tiến qua lại; d, e, f) Có chuyển động lắc.

Cơ cấu tách dòng phôi. Hình 3-5 và 3-6 là sơ đồ làm việc của các cơ cấu tách dòng phôi. Chúng có thể sử dụng để tách từng phôi hoặc một nhóm phôi ra khỏi dòng phôi. Các cơ cấu ngắt dòng có chuyển động tịnh tiến khứ hồi

(hình 3-5a, b, c) và chuyển động lắc (hình 3-5d, e) sử dụng khi năng suất yêu cầu khoảng (50 ÷ 70) phôi/phút. Các cơ cấu ngắt dòng phôi với chuyển động thẳng qua lại làm việc không tin cậy khi năng suất cao (trên 150 phôi/phút) do bị trễ vì quán tính. Còn các cơ cấu trên hình 3-5f cho phép tách từng nhóm 5 phôi một. Các bộ ngắt dòng trên hình 3-6 có năng suất cao và ít bị hỏng hóc hơn do quá trình làm việc êm và đều.



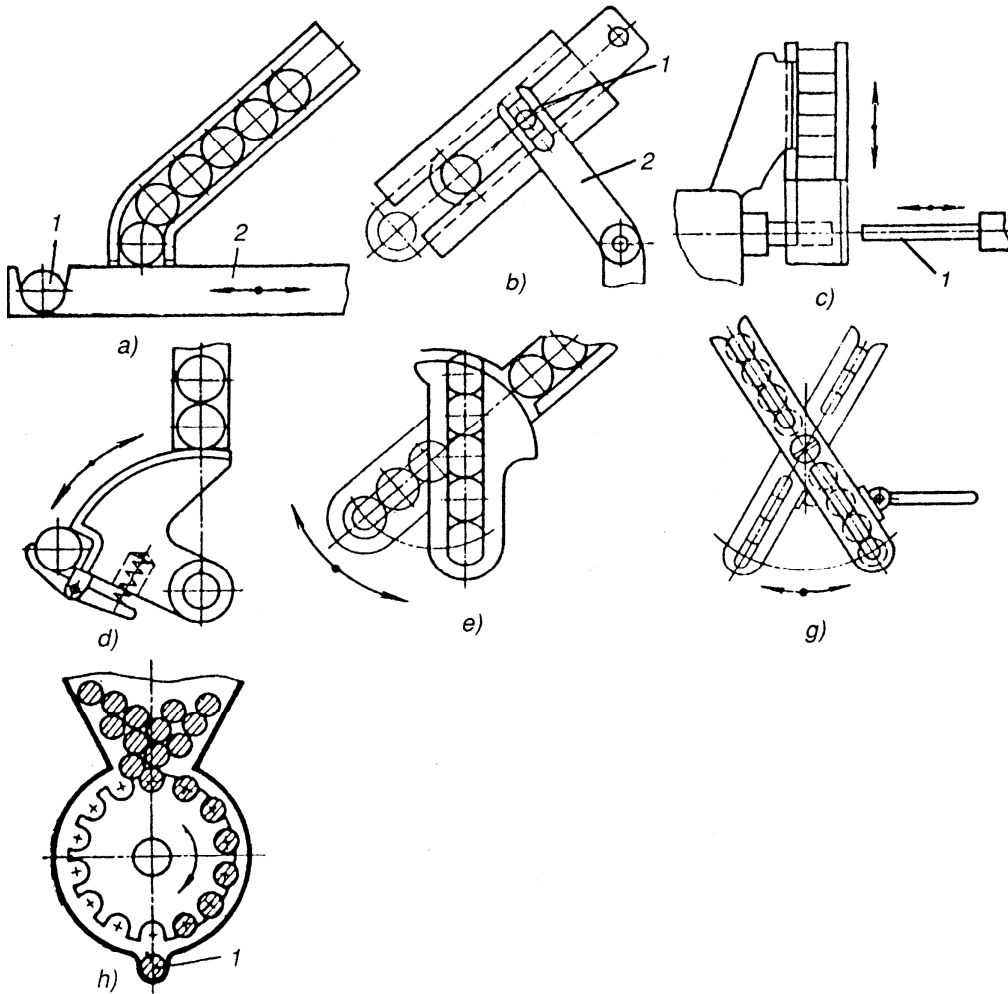
Hình 3-6. Các cơ cấu tách dòng phôi có chuyển động quay
a, b, c) Bộ tách dòng kiểu tang trống; d, e) Bộ tách dòng kiểu xoắn ốc.

Cơ cấu cấp phôi. Cơ cấu này làm nhiệm vụ chuyển phôi sau cơ cấu tách dòng vào vùng gia công, đến trục chính hoặc cơ cấu kẹp chặt của máy. Đây là cơ cấu chính của thiết bị cấp phôi. Thông thường cơ cấu này có cơ cấu giữ phôi làm nhiệm vụ định vị chi tiết ở vị trí đúng đắn trong quá trình di chuyển vào và ra khỏi vùng gia công. Kết cấu một số loại cơ cấu nạp phôi thể hiện trên hình 3-7.

Các cơ cấu cấp phôi chuyển động tịnh tiến qua lại (hình 3—7a, b, c) bảo đảm độ chính xác cấp phôi và không chiếm nhiều không gian trong quá trình gia công vì chúng quay về ổ chứa. Trong các cơ cấu cấp phôi (hình 3—7a, b), phôi được cấp nhờ rãnh 1 của thanh cấp 2. Khi thanh cấp 2 trở về vị trí ban đầu, rãnh 1 nằm đối diện với cửa sổ của ổ chứa. Ở vị trí này phôi tiếp theo tự động rơi vào rãnh. Khi thanh cấp chuyển động vào đến tâm trục chính, phôi được đẩy vào và kẹp chặt trên trục chính và giữ lại ở đó, còn thanh cấp trở về vị trí ban đầu.

Trong thực tế nhiều ổ chứa thực hiện cả chức năng của cơ cấu cấp phôi. Trên hình 3—7c, ta thấy ổ chứa dịch chuyển xuống tâm trục chính của máy. Ở đây, phôi đi qua lỗ trên thành ổ chứa để vào trục chính, sau đó ổ chứa lui về vị trí ban đầu. Tuy nhiên kết cấu này có nhược điểm là khi hành trình kép của thanh đẩy 1 lớn thì phôi không kịp rơi vào tay giữ để đi vào trục chính, do đó máy có thể ngừng hoạt động. Ngoài ra tốc độ chuyển động lớn làm thanh đẩy chóng mòn và độ chính xác cấp phôi giảm.

Hình 3—7d là cơ cấu cấp phôi có chuyển động lắc. Trên cần lắc có cơ cấu giữ phôi. Khi phôi ở vị trí đối diện với trục chính máy, cơ cấu kẹp sẽ giữ phôi lại, còn cần lắc thì quay về vị trí ban đầu. Ở đây một phôi khác sẽ rơi vào cơ cấu giữ phôi.



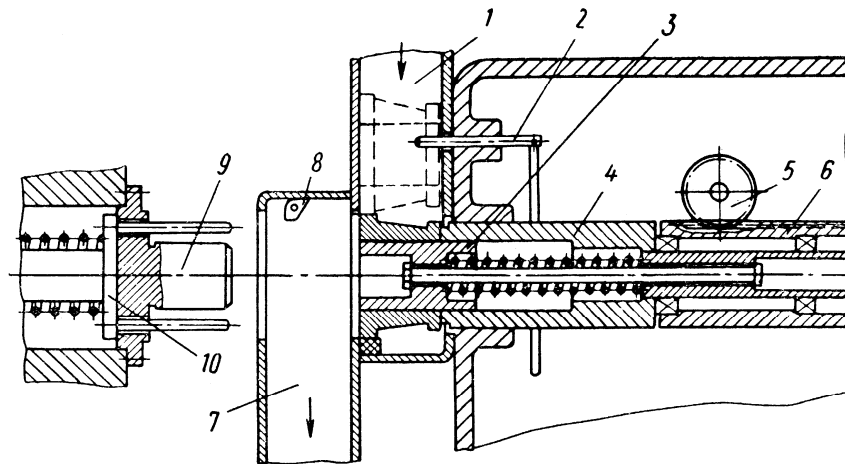
Hình 3-7. Các cơ cấu cấp phôi

Hình 3—7e, g cũng là cơ cấu cấp phôi có chuyển động lắc. Tuy nhiên các cơ cấu này mang toàn bộ phôi nằm trong ổ chứa cùng lắc. Khi phôi nằm đối diện trục chính thì chi tiết được cơ cấu đẩy vào trục chính. Các cơ cấu này làm việc rất ổn định nên được sử dụng rộng rãi trong sản xuất.

Hình 3—7h là cơ cấu cấp phôi quay tròn. Đĩa quay có các rãnh để chứa phôi. Do đĩa quay một chiều nên hoạt động rất êm dịu, không có tiếng ồn và tin cậy, bền lâu.

Cơ cấu đẩy vào và cơ cấu đẩy ra. Cơ cấu cấp phôi làm việc đồng bộ với cơ đẩy vào và cơ cấu đẩy ra. Đó là hai cơ cấu đưa phôi từ cơ cấu cấp phôi vào trục chính máy hoặc vào đồ gá và đẩy chi tiết đã gia công từ cơ cấu kẹp ra ngoài. Trên máy tiện, cơ cấu đẩy vào thường được lắp trên đầu revolver, ụ động, hoặc một vị trí của bàn dao dọc. Cơ cấu đẩy vào có thể là loại gắn cứng và loại có lò xo để tránh hỏng hóc khi phôi không vào đúng vị trí. Cơ cấu đẩy ra thường được lắp trong trục chính hoặc mâm cặp đàn hồi. Cơ cấu đẩy ra cũng có hai loại: cứng và mềm. Cơ cấu đẩy ra mềm luôn bị tác động của lò xo. Nếu không có phôi nó dịch chuyển về phía trước và chiếm một phần vị trí của phôi ở cơ cấu kẹp chặt. Khi cấp phôi, thanh này bị phôi đẩy vào nén lò xo lại và ở trạng thái đó cho đến khi cơ cấu kẹp thôi tác động (nhả kẹp).

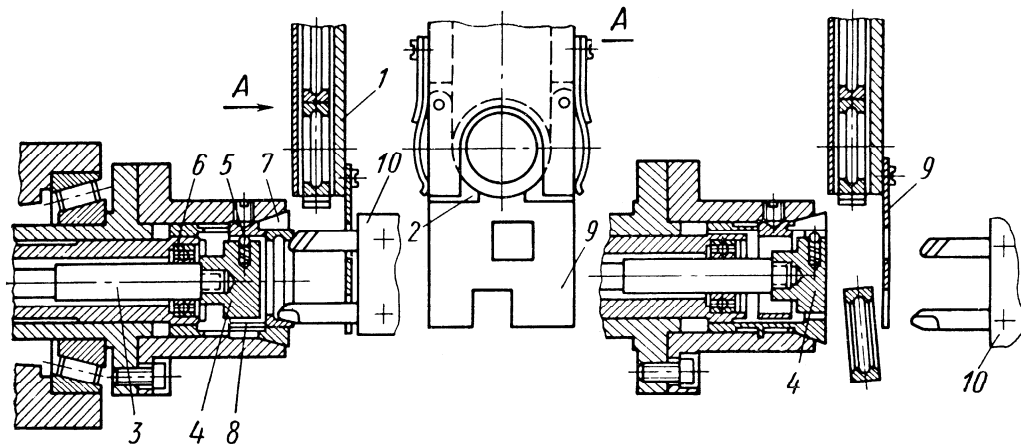
Trên hình 3-8 là thiết bị cấp phôi dạng vòng ngoài ổ lăn. Thiết bị này có cơ cấu đẩy phôi vào 6. Cơ cấu này gồm ống 4 lắp trên các ổ lăn và dịch chuyển vào ra được nhờ bộ truyền thanh răng-bánh răng 5. Trên ống 4 có bạc định vị 3 để giữ phôi khi đưa nó về phía trục chính và lắp lên trục gá 9 của cơ cấu đẩy phôi ra. Lò xo trên cơ cấu này bảo hiểm cho máy không bị hư hỏng khi phôi không vào được trục chính. Khi cơ cấu đẩy vào 6 tiến sang phải, dưới tác dụng của lò xo, thanh đẩy 10 của cơ cấu đẩy phôi ra sẽ đẩy chi tiết đã được gia công sang phải trượt ra khỏi trục gá đến vấu 8 rồi lăn ra ngoài vùng gia công theo máng dẫn 7. Cuối hành trình cơ cấu đẩy phôi vào tác động lên cơ cấu tách dòng phôi 2 để đưa phôi tiếp theo xuống, chuẩn bị cho chu trình tiếp theo.



Hình 3-8. Cơ cấu đẩy phôi vào và đẩy phôi ra

Trên hình 3-9 là thiết bị cấp phôi dạng vòng trong của ổ lăn. Đẩy phôi vào và đẩy phôi ra đều do một cơ cấu lắp trong trục chính máy thực hiện. Cơ cấu này gồm trục gá 4 với các viên bi 5 luôn luôn bung ra nhờ lò xo để giữ phôi.

3 của cơ cấu lắp trên các ổ lăn 6 nên có thể quay tự do chuyển động tịnh tiến trong trục chính. Phôi tỳ vào vòng chặn 8 và được kẹp chặt nhờ chấu kẹp đàn hồi 7. Sau khi gia công xong, phôi được đẩy ra ngoài nhờ trục 3 khi trục này dịch chuyển sang phải. Để bảo vệ dao cắt không bị gãy khi đẩy phôi ra, người ta lắp tấm chắn 9 có các lỗ cho dao đi vào. Sau đó máng dẫn cùng phôi đi xuống đưa phôi tiếp theo đồng tâm với trục gá 4. Trục 3 tiếp tục tiến sang phải và trục gá chui vào lỗ của phôi, còn phôi được giữ chặt trên đó nhờ các viên bi. Khi trục 3 lùi sang trái, chi tiết chui vào chấu kẹp đàn hồi và bị giữ lại nhờ vòng chặn 8. Ở đây phôi được kẹp chặt để gia công.



Hình 3- 9. Một cơ cấu thực hiện hai chức năng đẩy phôi vào và đẩy phôi ra

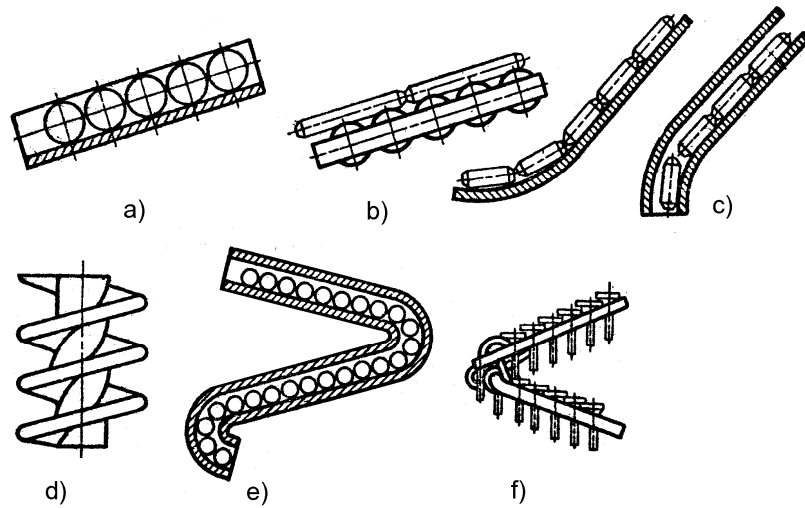
3.2.3. Máng dẫn

Máng dẫn là cơ cấu rất quan trọng của mọi thiết bị cấp phôi. Về nguyên lý di chuyển của phôi trên máng dẫn ta có một số loại máng dẫn sau: máng lăn hình 3-10 a), máng có con lăn (hình 3-10b) và máng trượt (hình 3-10c).

Về kết cấu thì máng dẫn gồm: máng thẳng thường, máng thẳng có con lăn, máng cong, máng lõm, máng dạng đường ray, máng có rãnh, máng xoắn ốc, máng zic zắc và máng chuyên dụng (hình 3—10).

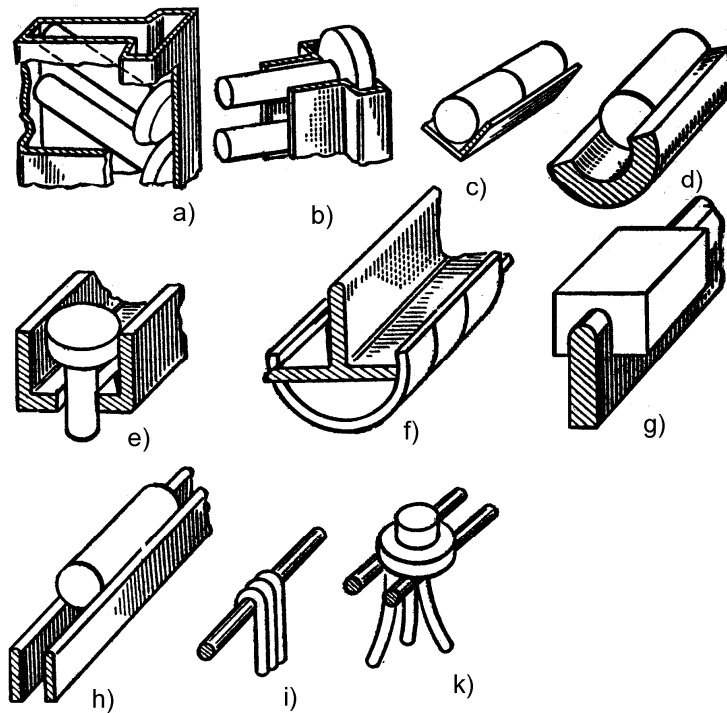
Theo tiết diện ngang thì máng có thể là hình chữ nhật, hình chữ V, có hình dạng của phôi, và máng kín (hình 3—11).

Về kết cấu thì máng dẫn có thể là máng đơn khối (hình 3-11) và máng lắp ráp từ các chi tiết tiêu chuẩn (hình 3—12).



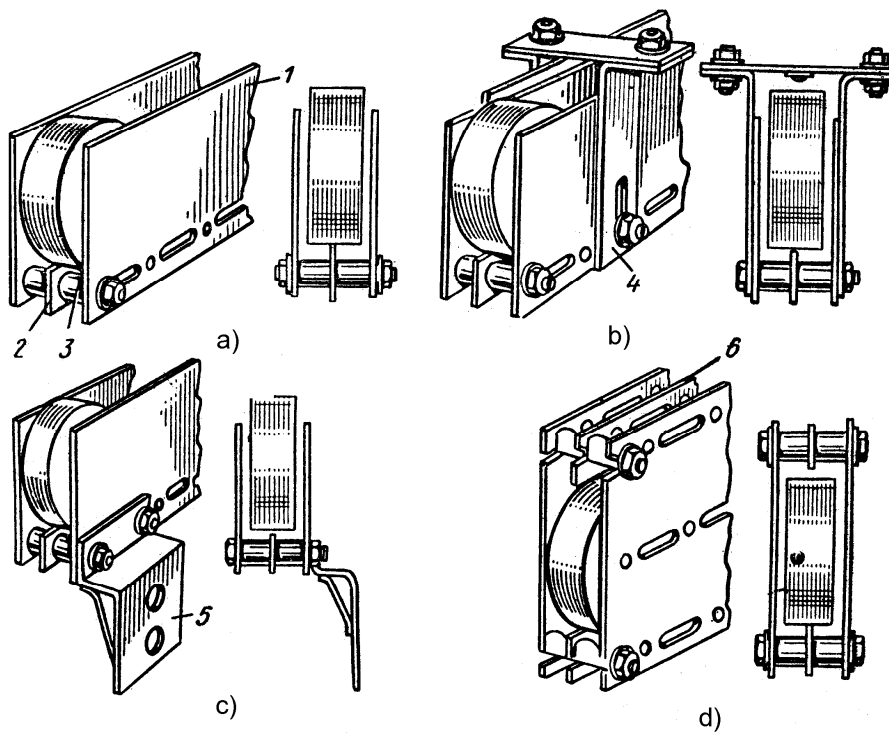
Hình 3-10. Các loại máng dẫn

a) Máng lăn; b) Máng có con lăn; c) Máng lõm và lồi; d) Máng xoắn vít; e) Máng zic zắc; f) Máng khe.



Hình 3-11. Tiết diện ngang của máng dẫn

a) Máng kín; b) máng hở; c) Máng chữ V; d) Máng bán nguyệt; e) Máng khe; f) Máng chữ T; g) Máng một phiến dẫn; h) Máng hai phiến dẫn; i) Máng một thanh; k) Máng hai thanh.



Hình 3- 12. Kết cấu của máng dẫn

a, b, c: Máng hở; d: Máng có tấm chặn bảo vệ; 1. Thành bên; 2. Tấm đỡ; 3. Chốt liên kết; 4. Tấm gá trên; 5. Tấm gá dưới; 6. Tấm chặn bảo vệ.

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. Các bề mặt của máng dẫn được gia công (thường là mài) rất cẩn thận, đạt độ nhám từ cấp 8 đến cấp 9 ($Ra = 0.63 \div 0.32 \text{ mk}$) sau khi đã nhiệt luyện để nâng cao độ cứng, tính chống mòn và giảm ma sát.

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 $25 \div 30^\circ$. Với các phôi dịch chuyển nhờ chuyển động lác, góc nghiêng của máng dẫn không bé hơn $7 \div 10^\circ$.

Tính toán khả năng di chuyển của phôi trên máng trượt. Sơ đồ tính toán máng trượt thể hiện trên hình 3-13. Mức độ êm dịu và tốc độ trượt của phôi trên máng phụ thuộc vào vật liệu chế tạo máng, kích thước và nhám bề mặt trượt và độ cong của máng. Các phôi nặng trượt tốt hơn các phôi nhẹ. Trên các đoạn máng cong lồi hoặc lõm phôi trượt chậm; còn trên đoạn máng dạng xicloid phôi

trượt nhanh hơn trên máng thẳng. Góc nghiêng của máng thường lấy bằng $\gamma=25\div 30^{\circ}$, còn γ_1 cần phải lấy nhỏ hơn góc ma sát. Trên hình 3-13a vận tốc của phôi được tính theo công thức:

$$v = \sqrt{2gh(1 - f' \operatorname{ctg} \gamma) + v_0^2}$$

Vận tốc của phôi trên hình 3-13b là:

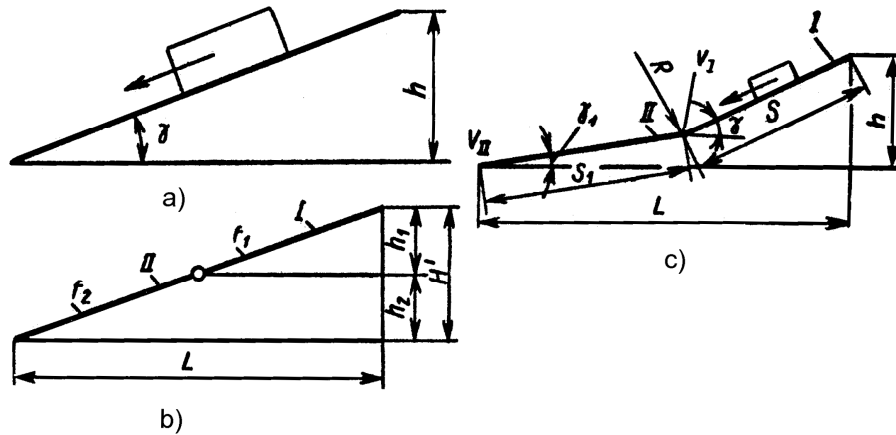
$$v_I = \sqrt{2g(\sin \gamma - f' \cos \gamma) S_1}$$

$$v_{II} = \sqrt{v_k^2 - 2g(\sin \gamma_1 - f' \cos \gamma) S + v_0^2}$$

$$S_1 = \frac{2g(1 - f' \operatorname{ctg} \gamma)h + v_0^2 - v_k^2}{2gf'(\cos \gamma - \operatorname{ctg} \gamma \sin \gamma_1)}$$

$$S = \frac{2g(f' \cos \gamma_1)h - (v_0^2 - v_k^2) \sin \gamma_1}{2gf'(\cos \gamma - \operatorname{ctg} \gamma \sin \gamma_1) \sin \gamma}$$

trong đó f' là hệ số ma sát tương đương; v_0 là sơ tốc của phôi; v_k là vận tốc cuối cùng của phôi.



Hình 3-13. Sơ đồ tính toán máng nghiêng (trượt).

Đối với máng lăn thì vận tốc cuối cùng của phôi được tính theo công thức:

$$v_k = \sqrt{\frac{2g(rH_1 - k'L)}{1,5r}} \text{ với } v_0 = 0$$

Khi $v_0 > 0$ ta có:

$$v_k = \sqrt{\frac{2g(rH_1 - k'L)}{1,5r} + v_0^2}$$

Trong đó H_1 - chiều cao mặt phẳng nghiêng (chiều cao của máng);
 $r = 1/2d$ - bán kính của phôi; L - chiều dài hình chiếu máng trên mặt bằng;
 k' - hệ số ma sát lăn.

Một số tính toán kích thước của máng dẫn thể hiện trên hình 3-14.

Chiều rộng máng B_m :

- Chi tiết trượt trên mặt đầu (hình 3-14a):

$$B_m \approx (d + \Delta d); \text{ với } \Delta d = (1 \div 3) \text{ mm.}$$

- Chi tiết trụ lăn (hình 3-14b):

$B_m = l + \Delta l$; với Δl lấy theo công thức:

$$\Delta l = \frac{\sqrt{d^2 + l^2}}{\sqrt{1 + f^2}} - l \quad (3.1)$$

- Với đoạn máng cong và với chi tiết trụ $l/d \geq 1,5$ trượt dọc (hình 3-14c):

$$B_m = r_H - 0,5\sqrt{4r_H^2 - l^2} + d + \Delta l'; \quad n = \frac{\theta}{2\alpha'}; \quad \sin \alpha' = \frac{l}{2r_0}; \quad r_0 = r_H - d$$

Trong đó: n - số chi tiết trong đoạn cong được khống chế bằng góc θ .

- Với đoạn máng cong và chi tiết trụ $l \geq d$ trượt đứng (hình 3 - 14d):

$$B_m = d + \Delta d_2 + (1 \div 1,5); \quad n = \frac{\theta}{2\alpha'} + 1; \quad \sin \alpha' = \frac{d}{2\left(r_H - \frac{d}{2}\right)}$$

Trong đó: n - số chi tiết trong đoạn cong được khống chế bằng góc θ .

- Với máng dạng chữ V (hình 3-14e):

$$B_m = (0,7 \div 0,8)d; \quad \varphi = 45^\circ \text{ đối với chi tiết rỗng; } \varphi = 60^\circ \text{ đối với chi tiết đặc.}$$

Chiều cao thành máng H_m :

Đối với máng hở (hình 3-14f):

$$\text{- Đối với chi tiết dạng trụ: } H_m = (0,5 \div 0,6)d$$

$$\text{- Đối với chi tiết dạng đĩa, đệm: } H_m > 0,6d$$

$$\text{- Đối với chi tiết dạng trụ chỉ có một mặt đầu phẳng: } H_m > (0,7 \div 0,8)d$$

Đối với máng nửa hở, tức là có gờ chống văng (hình 3-14g):

$$H_m = 0,4d; \quad H'_m > d + \Delta H$$

Đối với chi tiết trục bậc (hình 3-14h):

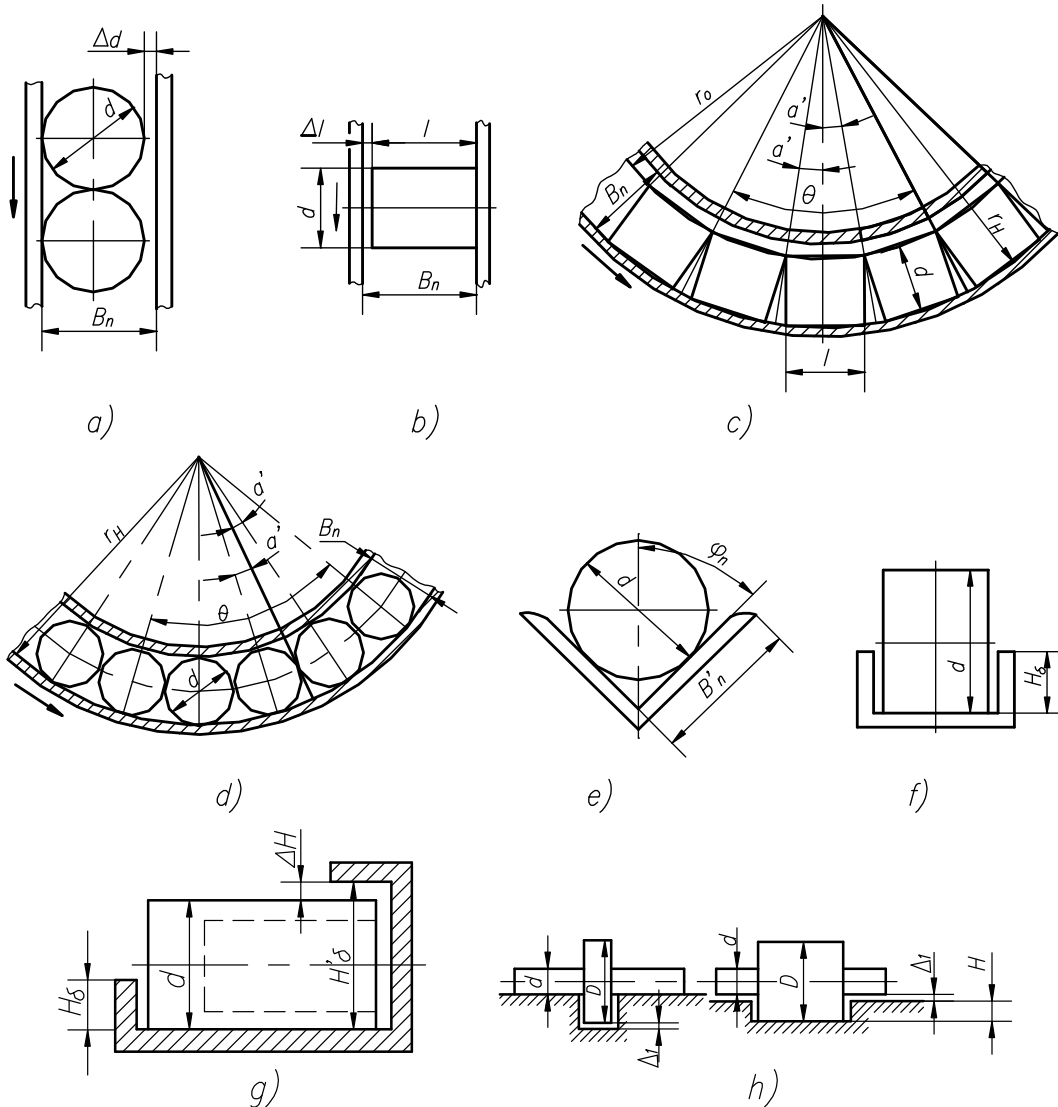
$$\text{- Khi lăn trên bậc nhỏ: } H_m = \frac{D-d}{2} + \Delta_1$$

$$\text{- Khi lăn trên bậc lớn: } H_m = \frac{D-d}{2} - \Delta_1$$

Trong đó $\Delta_1 = (2 \div 5) \text{ mm}$

ý nghĩa của các ký hiệu trong các công thức trên như sau:

B_m - Chiều rộng máng; d - đường kính (chiều rộng) của chi tiết; Δd - khe hở giữa chi tiết và thành máng; l - chiều dài chi tiết; Δl - khe hở giữa chi tiết và thành máng theo hướng vuông góc với trục của chi tiết; r_H - bán kính cong của máng; $\Delta l'$ - dung sai chiều dài chi tiết; Δd_2 - dung sai đường kính chi tiết; α' - góc của máng cong bao 1/2 chi tiết; B'_m - chiều rộng của máng dạng chữ V; H_m - chiều cao của máng; $\Delta H = (0,5 \div 1) \text{ mm}$ - khe hở giữa chi tiết và thành bên của máng; θ - góc bao của đoạn máng cong.



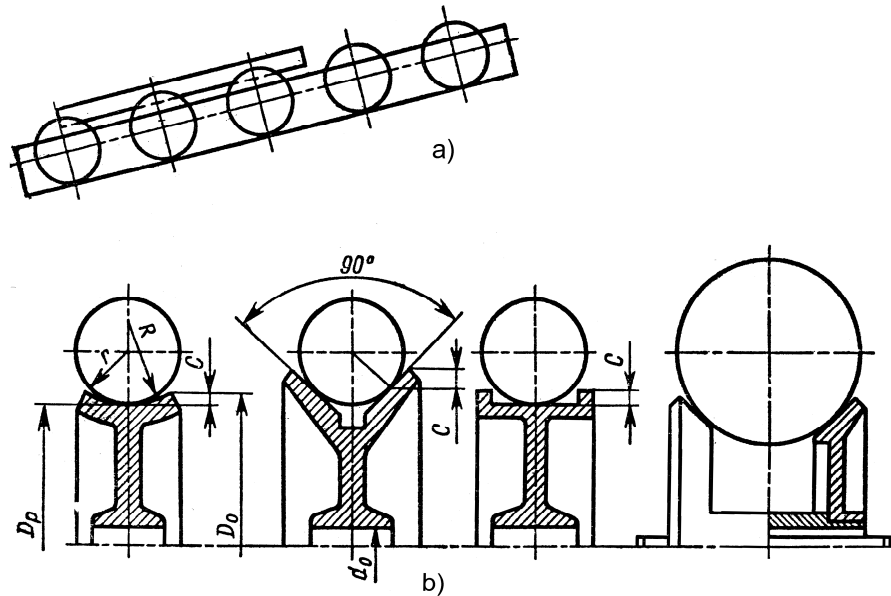
Hình 3-14. Sơ đồ tính toán máng trượt

Máng có con lăn (hình 3-15a) chủ yếu sử dụng để vận chuyển phôi dạng trục từ máy này sang máy khác. Một số kết cấu của con lăn được thể hiện trên hình 3-15b. Kích thước của con lăn được xác định theo công thức:

$$d_0 \geq 0,1D_{cl}; D_0 = 0,9 \frac{L}{2}; D_{cl} = D_0 - 2\left(R - \sqrt{R^2 - r^2}\right); C = R - \sqrt{R^2 - r^2}$$

Trong đó L - chiều dài tính toán của phôi; D_0 - đường kính biên của con lăn; D_{cl} - đường kính trong của con lăn; $R = 0,7.d/2$ - bán kính cong của rãnh trên con lăn; r - bán kính phôi; C - chiều sâu rãnh trên con lăn; n_0 - số con lăn đỡ phôi.

Khoảng cách giữa các con lăn $l \approx 0,95 L/2$, còn chiều rộng máng được lấy theo kết cấu.



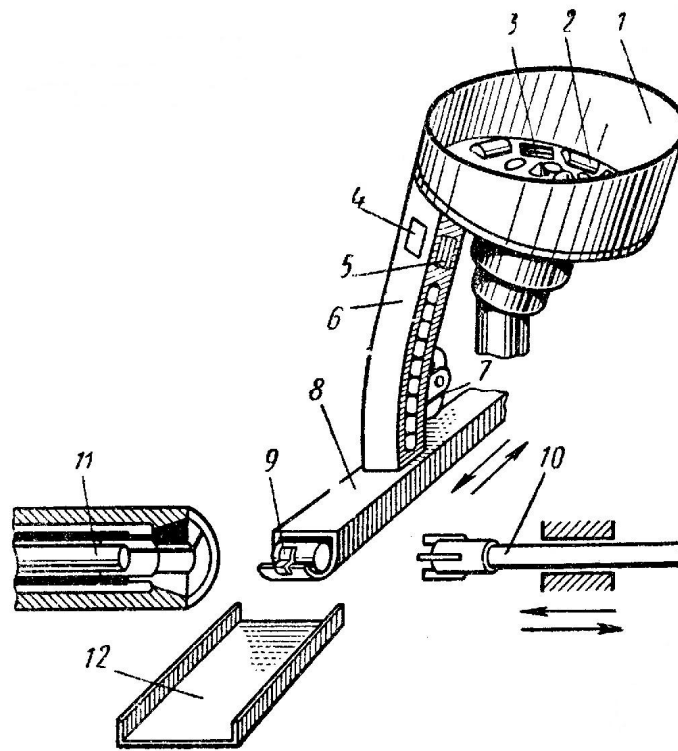
Hình 3-15. Kết cấu máng trượt có con lăn

3.3. Thiết bị cấp phôi định phôi

3.3.1. Nguyên lý và kết cấu chung của thiết bị cấp phôi định phôi

Trên hình 3-16 là một thiết bị cấp phôi định phôi điển hình. Thiết bị này gồm hai bộ phận chính: định hướng—phễu và tay máy. Giữa hai bộ phận này là máng dẫn. Bộ phận định hướng—phễu gồm phễu 1, cơ cấu tuyển phôi 3, cơ cấu định hướng 4, cơ cấu chống vón cục (tụ phôi) và cơ cấu nạp phôi. Chức năng của tay máy là cấp phôi đã được định hướng vào vùng gia công (trục chính), gấp hoặc đẩy chi tiết đã được gia công ra khỏi máy. Tay máy gồm các cơ cấu sau: cơ cấu tách dòng phôi 7, cơ cấu nạp (cấp) phôi 8, cơ cấu giữ phôi 9, cơ cấu đẩy vào 10, cơ cấu đẩy ra 11 (hay cơ cấu tháo phôi) và cơ cấu dẫn phôi ra (máng). Máng dẫn 6 liên kết hai bộ phận trên đồng thời là nơi chứa trữ phôi để bù đắp sự không

đồng bộ giữa máy và bộ phận định hướng-phễu. Trong bảng 3.1, 3.3, 3.3, 3.4 là đặc tính kỹ thuật của một số loại thiết bị cấp phôi dạng phễu.



Hình 3-16. Sơ đồ thiết bị cấp phôi dạng phễu điển hình

Bảng 3.1

Đặc tính kỹ thuật của các thiết bị cấp phôi dạng phễu có túi chứa hoặc răng.

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

Bảng 3.2

Đặc tính kỹ thuật của các thiết bị cấp phôi dạng 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
ềng có chuyển động tịnh tiến	Để cấp các loại hình trụ	80 ÷ 100	15 ÷ 30
ềng có chuyển động quay cùng bộ trộn phôi	Như trên	120 ÷ 100	30 ÷ 60

Bảng 3.3

Đặc tính kỹ thuật của thiết bị cấp phôi dạng 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 định móc phôi
Móc có chuyển động lắc	Để cấp các chi tiết dạng vòng đệm với $d_{\max} = 4$ mm; $t_{\max} = 2,5$ mm; chiều dây thành $t > 1$ mm	1	20 ÷ 30	0,15
Móc có chuyển động tịnh tiến khứ hồi	Để cấp các loại nắp đậy có $l > d$; $d_{\max} = 20$ mm; $l_{\max} = 25$ mm; chiều dây tối thiểu của thành $t = 0,5 \div 1$ mm	1	50 ÷ 70	0,2
Móc được bố trí hướng tâm trên mặt ngoài	Để cấp các loại nắp đậy, bạc có $l > d$; $d_{\min} = 6$ mm; $d_{\max} = 30$ mm; chiều dài $l > 20$ mm, chiều dây thành $t > 0,3$ 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 đậy, bạc có $l > d$; $d_{\min} = 10$ mm; $d_{\max} = 40$ mm; chiều dài $l < 90$ mm; chiều dây thành $t > 0,03$ mm	60 ÷ 70	140 ÷ 250	0,2

Bảng 3.4

Đặc tính kỹ thuật của thiết bị cấp phôi dạng phễu có cơ cấu định hướng dạng ngăn, khe và cánh gạt.

Kiểu cơ cấp 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 đinh 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)	15 ÷ 200	4 ÷ 6	10 ÷ 16

3.3.2. Phễu

Phễu bảo đảm lượng dự trữ phôi cần thiết để máy làm việc lâu dài và đưa phôi vào cơ cấu định hướng.

Để giảm không gian của phễu chính, đôi khi người ta sử dụng thêm một phễu phụ (hình 3-17). Trong trường hợp này, trong phễu 1 (hình 3-17a) chỉ cần một số lượng chi tiết vừa đủ để quá trình tuyển phôi và định hướng 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 3-17b) để làm cho phôi dễ trượt hơn, tránh hiện tượng tụ cụm của chúng. Hình 3-17a là sơ đồ của một cơ cấu cấp phôi kiểu phễu có phễu phụ cố định. Cửa số 3 sẽ điều chỉnh lượng chi tiết vào phễu. Hình dáng của phễu phụ thuộc vào hình dáng phôi và phương pháp tuyển phôi.

Thể tích phễu được tính theo công thức sau:

$$V_{ph} = \frac{V_{ct} \cdot T}{t \cdot K} \quad (3.2)$$

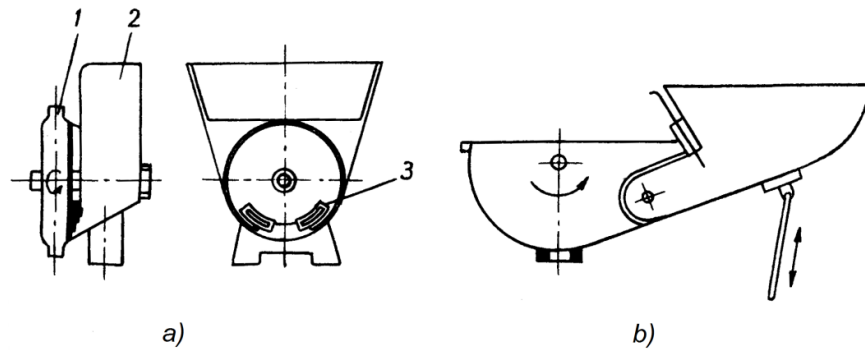
Trong đó:

V_{ct} - thể tích của một phôi (cm³)

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

t - thời gian gia công một chi tiết.

K - hệ số sử dụng thể tích.



Hình 3-17. Thiết bị cấp phôi dạng phễu có phễu phụ
 Phễu chính; 2. Phễu phụ; 3. Cửa số.

Với các chi tiết dạng bi cầu, đai ốc, vòng đệm, phôi hình trụ và côn, hệ số K nằm trong khoảng từ 0,4 (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 các lớp phôi sẽ không khác nhiều so với trọng lượng của toàn bộ lượng phôi trong phễu. Khi chiều sâu phễu tăng, lực này giảm đáng kể vì phần lớn trọng lượng phôi được thành phễu tiếp nhận.

Tại cửa ra của phễu, phôi có thể bị kẹt lại (tụ phôi), ảnh hưởng đến nhịp độ làm việc của cơ cấu cấp phôi. 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... có thể loại bỏ được hiện tượng trên.

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

$$\text{Khi cấp phôi theo chiếc: } Q = z.n.k_m \quad (3.3a)$$

$$\text{Khi cấp phôi theo nhóm: } Q = z.n.q.k_m \quad (3.3b)$$

$$\text{Khi cấp liên tục: } Q = k_m.v/l \quad (3.3c)$$

Trong đó:

z - số cơ cấu tuyển phôi (móc, túi, khe...).

n - số vòng quay hoặc số chuyển động qua lại trong một đơn vị thời gian.

q - số phôi trong một cơ cấu tuyển phôi.

k_m - hệ số tuyển phôi.

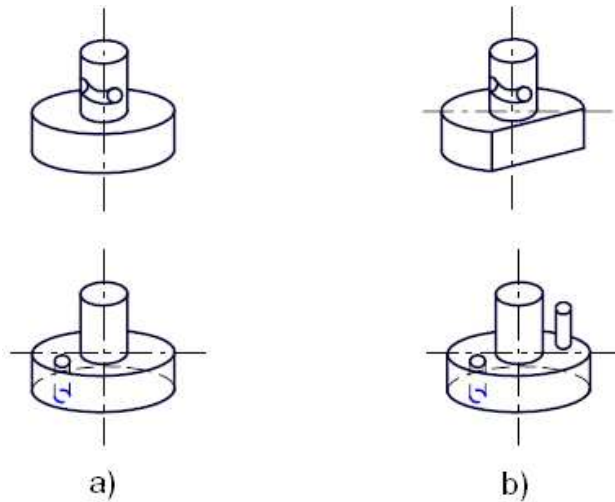
v - vận tốc trung bình của phôi m/phút.

l - chiều dài của phôi theo hướng chuyển động mm.

3.3.3. Cơ cấu định hướng



Hình 3-18. ảnh hưởng của kết cấu chi tiết đến khả năng định hướng
a) Kết cấu không hợp lý; b) Kết cấu hợp lý



Hình 3-19. Định hướng chi tiết nhờ tính đối xứng
a) Khó định hướng; b) Định hướng tốt

Đây là một trong những cơ cấu đa dạng nhất của thiết bị cấp phôi dạng phễu. Cơ cấu này thường thực hiện chức năng định hướng với cơ cấu tuyến phôi và tạo rung động. Để định hướng phôi người ta thường dựa trên một số yếu tố sau: tính đối xứng, phân bố trọng tâm, kết cấu đặc biệt, vật liệu (nhiễm từ hay không nhiễm từ). Trong trường hợp đặc biệt, cần phải sử dụng hai cơ cấu định hướng và gọi chúng là các cơ cấu sơ cấp, thứ cấp. Trên hình 3-18 và 3-19 là một số chi tiết có kết cấu hợp lý và không hợp lý theo quan điểm định hướng phôi.

Dưới đây là một số cơ cấu định hướng thông dụng.

1. Cơ cấu định hướng dạng khe có vấu.

Loại này sử dụng cho các loại phôi nhỏ dạng vít với chiều dài không lớn hơn 50 mm, đường kính nhỏ hơn 10 mm (hình 3-20). Phôi sau khi được đổ vào phễu sẽ lọt vào khe. Chiều rộng khe lớn hơn đường kính ngoài của thân, nhưng nhỏ hơn đầu phôi. Khi đĩa quay, các vấu sẽ đẩy phôi treo trong khe ra phía máng

dẫn đến cơ cấu cấp phôi. Để phôi dễ dàng lọt vào khe giữa phễu và đĩa quay người ta tạo mặt côn 60° . Đường kính trung bình nhỏ nhất của khe được tính theo công thức:

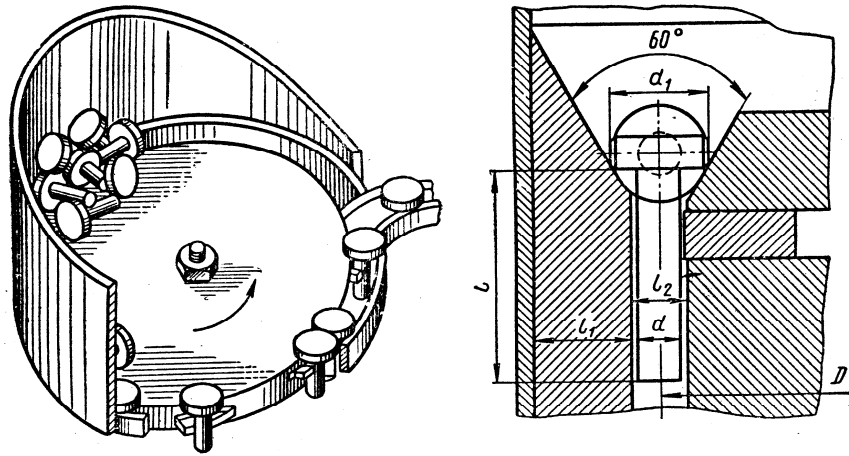
$$D_{\min} > \frac{4l^2}{d} \approx (5 \div 8) \frac{l^2}{d}$$

Chiều rộng khe tính như sau:

$$l_2 = \frac{0,85(d_1 + d)}{2}$$

Để khỏi kẹt khoảng cách từ đường kính ngoài của khe đến vỏ phễu lấy:

$$l_1 = 1,5d.$$



Hình 3- 20. Sơ đồ cơ cấu định hướng dạng khe có vấu

2. Cơ cấu định hướng dạng dao.

Dao là một tấm thép có kết cấu bề mặt làm việc đa dạng và phụ thuộc vào kết cấu, kích thước của phôi (hình 3-22c). Dao có thể chuyển động tịnh tiến qua lại hay chuyển động lắc.

Trên hình 3-21 là sơ đồ cơ cấu định hướng dạng dao tịnh tiến qua lại, còn trên hình 3-22 là sơ đồ cơ cấu định hướng dạng dao lắc. Để loại bỏ các phôi định hướng không đúng người ta sử dụng đĩa cóc 3.

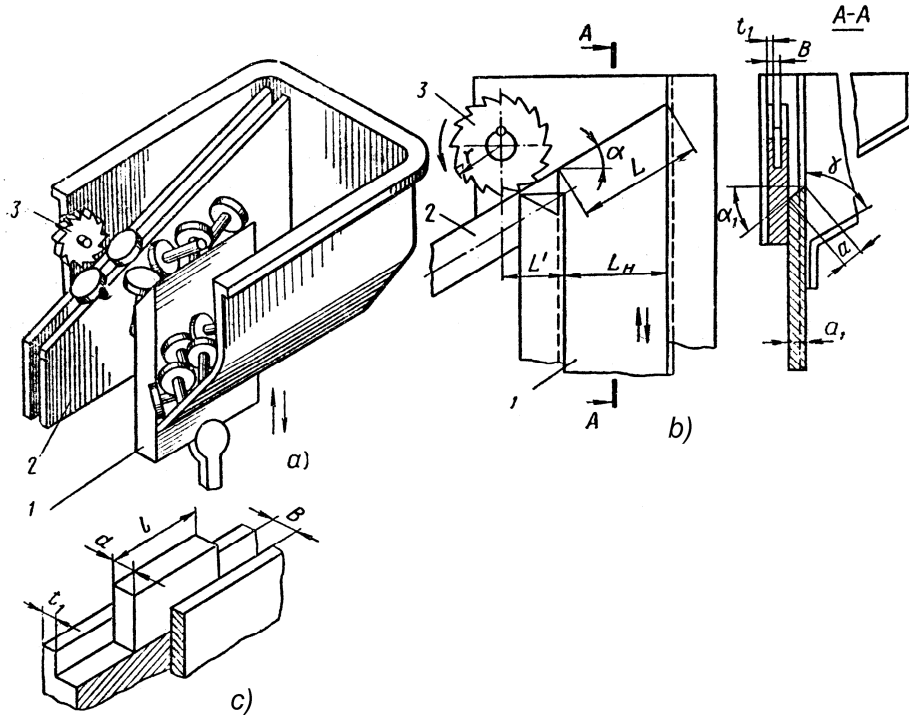
Năng suất của cơ cấu định hướng dạng dao được tính theo công thức:

$$Q = m.n.k = \frac{nL_d k}{d_1}; \text{ trong đó } k = 0,3 \div 0,4 - \text{ hệ số tuyển phôi; } m - \text{ số lượng}$$

phôi chứa trong khe định hướng; L_d - chiều rộng của dao; d_1 - đường kính đầu chi tiết; n - số hàng trình kép của dao.

Số hành trình kép được lấy theo công thức:

$$n_{\max} = 60 \sqrt{\frac{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)}{2L_d}}$$



Hình 3-21. Sơ đồ cơ cấu định hướng dạng dao tịnh tiến qua lại

3. Cơ cấu định hướng dạng đĩa có hốc

Kết cấu và hình dạng của hốc phụ thuộc vào phôi và thường được bố trí theo dây cung hoặc hướng tâm. Loại này dùng cho các phôi dạng trục với $d < 15$ mm, $l < 80$ mm và tỷ lệ $l/d = 2,5 \div 4$ hoặc dạng đĩa (hình 3-23). Khi thiết kế các cơ cấu định hướng dạng này cần tính đến khoảng cách giữa các hốc: $m = l + \delta + \Delta l$. Trong đó δ - chiều dày phần đĩa giữa hai hốc.

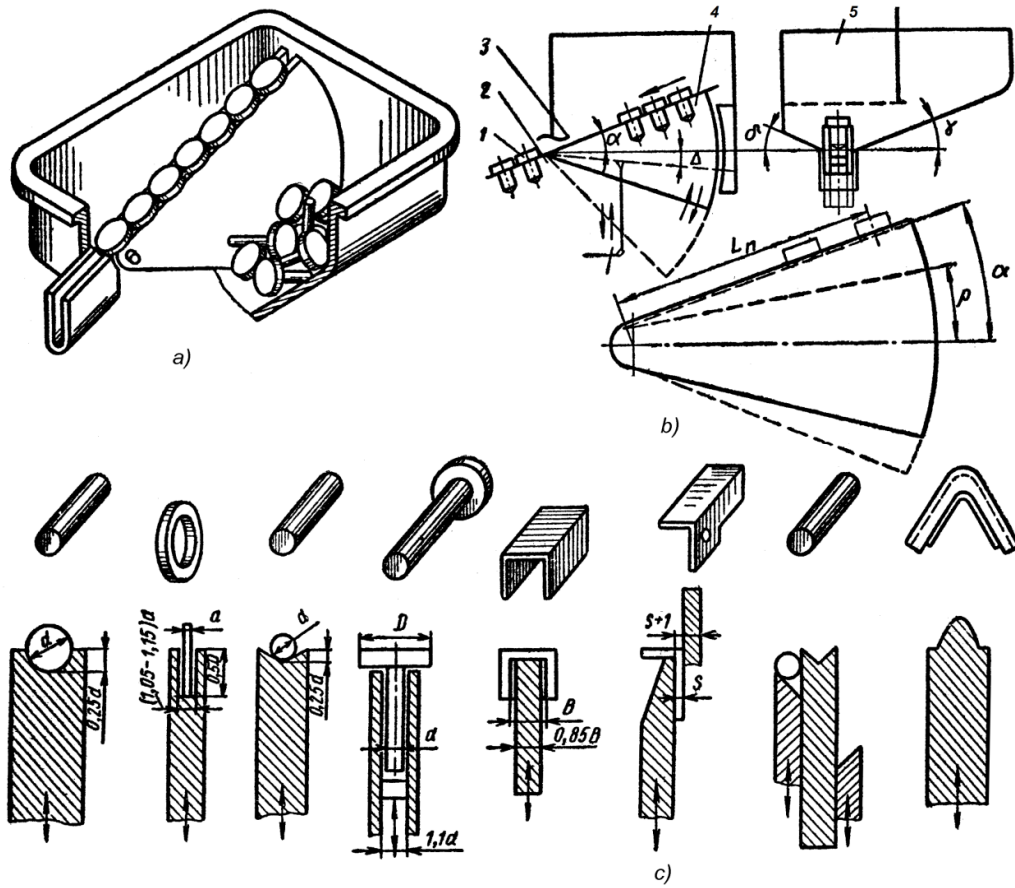
Δl lấy theo công thức:

$$\Delta l = \sqrt{\left(l - \frac{L}{2}\right)^2 + d^2} < \frac{L}{2}; l = (1,4 \div 1,6)d$$

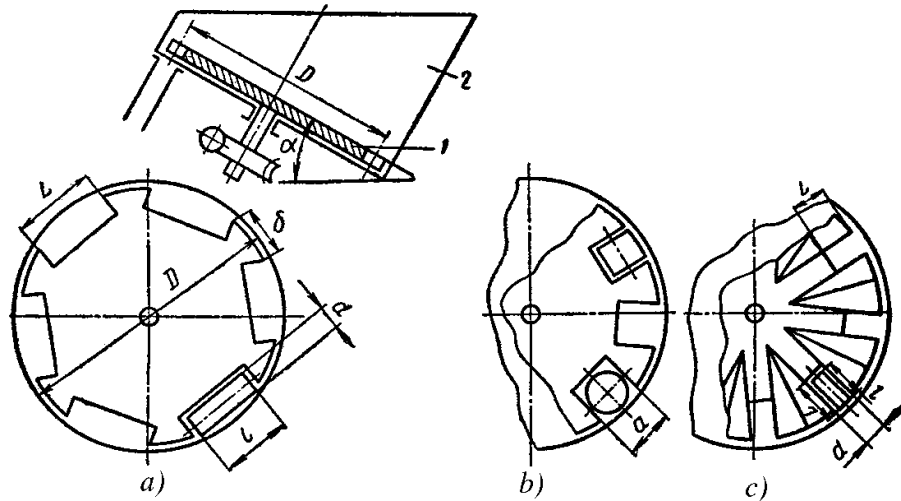
Đường kính của đĩa $D \geq (8 \div 10)l$

$$\text{Số lượng hốc: } z \approx \frac{180}{\arcsin \frac{5d}{D}}$$

Góc nghiêng của phôi lấy trong khoảng $45 \div 50^\circ$; chiều dày thành phôi: $(1,5 \div 3)$ mm; hệ số tuyền phôi: $0,6 \div 0,65$.



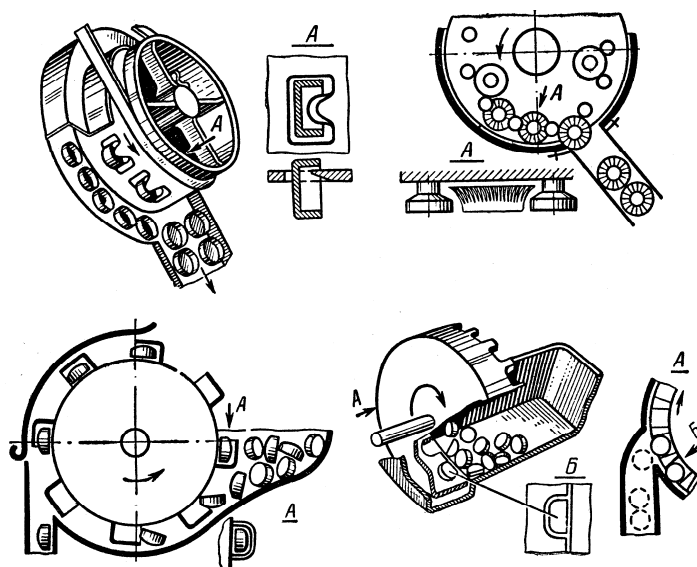
Hình 3-22. Sơ đồ cơ cấu định hướng dạng dao lắc



Hình 3-23. Sơ đồ cơ cấu định hướng dạng hốc

4. Cơ cấu định hướng dạng túi.

Loại này sử dụng chủ yếu cho phôi dạng đĩa nhỏ. Các túi có thể bố trí ở mặt trên hay ở mặt trụ của đĩa quay (hình 3-24).



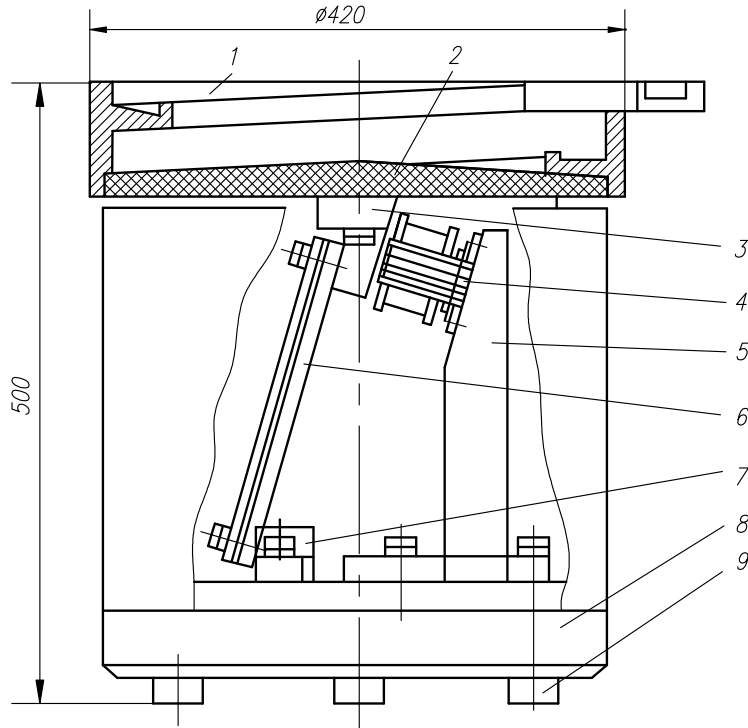
Hình 3-24. Sơ đồ cơ cấu định hướng dạng túi

3.4. Thiết bị cấp phôi rung động

Trong số các thiết bị cấp phôi dạng phễu, nhóm các thiết bị cấp phôi rung động có một vị trí rất quan trọng. Dịch chuyển của phôi trong các thiết bị này được thực hiện nhờ lực quán tính và ma sát xuất hiện khi máng dẫn phôi có chuyển động rung. Dẫn động của các thiết bị cấp phôi dạng này có thể là các đầu rung điện từ, bánh 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.

Phễu cấp phôi rung động có đầu rung điện từ được thể hiện trên hình 3-25. Thiết bị gồm phễu hình tròn, bên trong hoặc bên ngoài phễu có các máng lăn chạy theo đường xoắn vít với góc nghiêng $\theta = 1^{\circ}35'$. Liên kết với phễu là ba cơ cấu treo, đặt nghiêng 25° so với mặt phẳng thẳng đứng. Rung động được 3 nam châm điện tạo ra. Nguồn cấp cho 3 nam châm điện này là nguồn xung một chiều được tạo thành bằng cách nắn $1/2$ chu kỳ dòng xoay chiều. Để đồng bộ hoạt động cả ba nam châm điện được nối song song, còn bộ nắn dòng mắc nối tiếp với chúng. Tần số dao động - 3000 trong một phút. Chi tiết từ phễu dịch chuyển đến vị trí làm việc dọc theo máng và dưới tác động của trọng lực. Nếu máng đã chứa đầy thì chi tiết sẽ tự động dừng chuyển động và tự động dịch

chuyển khi một chi tiết được cấp ra ngoài. Điều chỉnh năng suất của phễu bằng cách thay đổi điện áp của biến thế tự ngẫu. Năng suất từ (4 - 120) chiếc/phút, công suất 50 oát. Cũng có phễu cấp phối loại này chỉ dùng một nam châm điện.



Hình 3-25. 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. Thân; 9. Cao su đàn hồi (giảm chấn).

Ba đầu rung điện từ được kẹp trên giá treo 5. Giá treo 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 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. Các bộ giảm chấn cao su 9 dùng để cách ly rung động của phễu với chung quanh. Vận tốc dịch chuyển yêu cầu của phối trong máng dẫn được tính theo công thức sau:

$$V_{yc} = Q \cdot l_{ph} \cdot \eta \quad (3.4)$$

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...

Cũng xin lưu ý rằng, khi góc nghiêng θ tăng, vận tốc V_{vc} 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:

$$tg\alpha = \frac{206}{f_{md} \cdot V_{vc}} \quad (3.5)$$

Trong đó:

f_{md} - tần số sao 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 phân 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 phân rung. Góc nghiêng của máng được xác định theo công thức sau:

$$\theta_{max} = arctg(\mu_i^2 \cdot tg\alpha) \quad (3.6)$$

Trong đó:

μ_i^2 - hệ số ma sát giữa phôi và máng dẫn. Với phôi thép, máng nhôm $\mu_i^2 = 0,3$.

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

$$tg\theta = \frac{t}{\pi \cdot D} \quad (3.7)$$

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 $n = 1$ sẽ được xác định theo công thức:

$$x_n = \frac{g \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot p^2 + l}}{\omega^2 \cdot tg\alpha} \quad (3.8)$$

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.

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_{md}$ - tần số vòng của máng dẫn.

α và f_{md} - lấy theo công thức (3.5).

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:

$$a = \frac{1}{372} \sqrt[3]{\frac{G \cdot \varphi^2}{n \cdot i \cdot b}} \quad (3.9)$$

Trong đó:

l - chiều dài công tác của lò xo.

G - trọng lượng phần rung.

$\varphi = 1,1 \cdot f_{md}$ - tần số dao động riêng của hệ, với f_{md} - 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 :

$$P = \frac{x_H \cdot E \cdot b \cdot a^3 \cdot i}{l^3 \cdot \mu \cdot \cos \alpha} \quad (3.10)$$

Trong đó:

x_H - biên độ dao động của máng dẫn (công thức 3.8).

E - môđun đàn hồi.

b - chiều rộng lò xo.

a - chiều dài của các khối treo (tính theo công thức 3.9).

i - số lò xo trong một khối treo.

l - chiều dài lò xo.

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

α lấy theo công thức (3.5).

Chúng ta hãy xem xét chuyển động của chi tiết trên máng ngang (hình 3-26). Khi sử dụng dẫn động điện từ, máng nhận được dao động điều hoà theo qui luật sau:

$$\text{Quãng đường dịch chuyển của máng: } S_m = \frac{\delta}{2} (1 - \cos \omega t)$$

$$\text{Tốc độ chuyển động của máng: } v_m = \frac{\delta \omega}{2} \sin \omega t$$

Gia tốc chuyển động của máng: $j_m = \frac{\delta\omega^2}{2} \cos \omega t$

Trong đó:

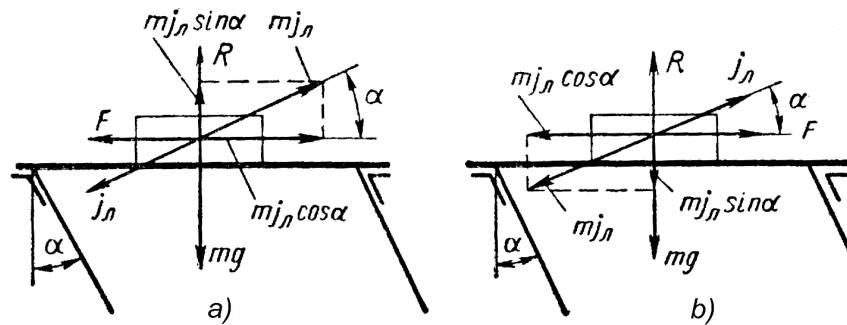
δ - biên độ dao động, mm.

$\omega = 2\pi f_m$ - Tần số dao động góc, 1/s.

f_m - Tần số dao động của máng, 1/s.

t - Thời gian, tính theo giây s.

Các lực tác động lên chi tiết nằm trên máng gồm: lực ma sát F , đây là lực cố gắng duy trì chuyển động của chi tiết cùng với máng; lực quán tính mj_m ; trọng lực mg .



Hình 3-26. Sơ đồ tính toán cơ cấu cấp phôi rung động

Lực quán tính được tính như sau:

$$F = R \cdot \mu = \mu(mg \pm mj_m \sin \alpha)$$

Trong đó;

R - Phản lực tác động lên máng.

μ - Hệ số ma sát tĩnh của phôi với máng.

α - Góc nghiêng của giá đỡ phễu.

Khi phôi chuyển động về phía trước, tức là sang bên phải (hình 3-26a):

$$R = mg - mj_m \sin \alpha. \text{ Do đó } F = R \cdot \mu = \mu(mg - mj_m \sin \alpha)$$

Điều kiện để chi tiết trượt sang phải so với máng là lực quán tính lớn hơn lực ma sát: $mj_m \cos \alpha > \mu(mg - mj_m \sin \alpha)$

Giá trị lớn nhất của gia tốc j_m phụ thuộc vào biên độ dao động A . Trên hình 3—27a chỉ rõ sự thay đổi của lực quán tính và lực ma sát theo gia tốc của máng hoặc biên độ dao động. Gia tốc j_{+1} là gia tốc khi chi tiết bắt đầu dịch chuyển tương đối so với máng gọi là gia tốc giới hạn và được xác định như sau :

$$mj_m \cos \alpha = \mu(mg - mj_m \sin \alpha)$$

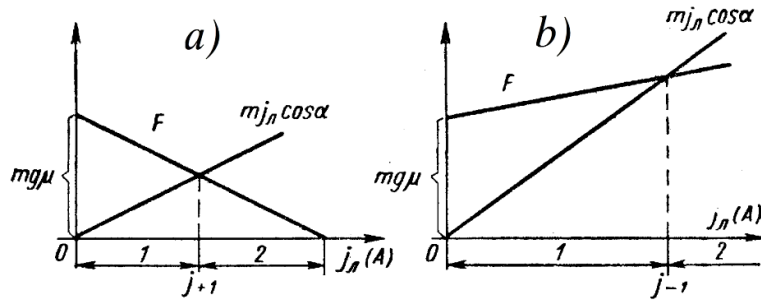
$$\text{Từ đó : } j_{+1} = \frac{gm}{\cos\alpha + \mu\sin\alpha}$$

Có thể đánh giá chế độ chuyển động của chi tiết trên máng rung theo biên độ dao động trong mặt phẳng ngang X_{\max} . Biên độ dao động của máng trong mặt phẳng này có thể được đo trực tiếp trên thiết bị rung. Từ công thức gia tốc của máng trong mặt phẳng ngang:

$$j_m \cos\alpha = \frac{\delta\omega^2}{2} \cos\alpha \text{ ta có :}$$

$$X_{\max} = \frac{\delta}{2} \cos\alpha$$

$$\text{Ta có } j_m \cos\alpha = X_{\max} \omega^2$$



Hình 3-27. Quá trình thay đổi lực quán tính và ma sát khi thay đổi gia tốc

Biên độ tối hạn của dao động khi chi tiết trượt trên máng sẽ là:

$$x_{+1} = j_{+1} \frac{\cos\alpha}{\omega^2} = \frac{g\mu\cos\alpha}{(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)\omega^2} = \frac{g\mu}{\omega^2(1 + \mu\tan\alpha)}$$

Khi máng thay đổi chiều chuyển động, tức là máng dịch chuyển sang phải hay phải dịch chuyển sang trái (hình 3—26b), điều kiện để chi tiết trượt trên máng sẽ là:

$$mj_m \cos\alpha > \mu(mg + mj_m \sin\alpha)$$

Tương tự như trên ta xác định được gia tốc tối hạn j_{-1} từ điều kiện (hình 3—27b):

$$mj_m \cos\alpha = \mu(mg + mj_m \sin\alpha)$$

$$\text{Từ đó : } j_{-1} = \frac{gm}{\cos\alpha - \mu\sin\alpha}$$

$$x_{-1} = \frac{g\mu}{\omega^2(1 - \mu\tan\alpha)}$$

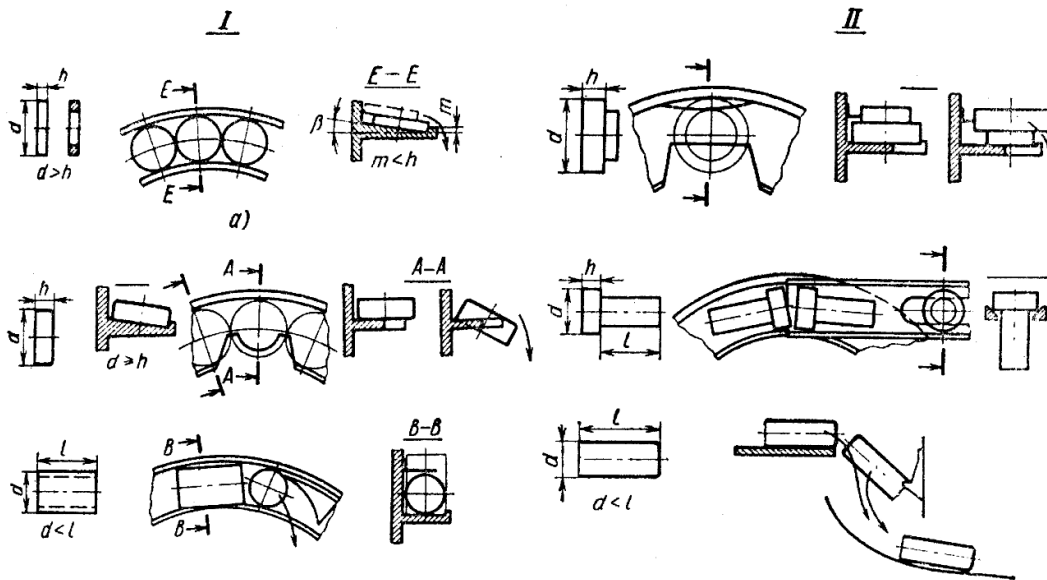
Gia tốc tối hạn khi chi tiết bay lên rời khỏi máng là:

$j_o = \frac{g}{\sin \alpha}$. Còn biên độ tới hạn trong trường hợp này bằng:

$$x_o = \frac{g}{\omega^2 \operatorname{tg} \alpha}$$

Trong các cơ cấu cấp phối rung động, chi tiết được định hướng khi dịch chuyển trong máng rung. Trên hình 3-28 là một số phương pháp định hướng phối thông dụng.

Khi cấp phối dạng đĩa, vòng, tấm vuông hoặc chữ nhật theo phương pháp cấp một lớp (hình 3-28a), máng dẫn được chế tạo nghiêng về phía tâm phễu một góc $\beta = 3 \div 5^\circ$, chiều cao gờ nhỏ hơn chiều cao phối. Khi $h \leq d$, các chi tiết dạng mũ chụp có thể định hướng trên mặt phẳng nhờ các rãnh định hình (hình 3-28b) chỉ cho phép phối 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 3-28d). 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 3-28e).



Hình 3- 28. Các phương pháp định hướng phối trong thiết bị cấp phối rung động
a) Chi tiết dẹt; b) tấm tròn; c) ống nhỏ; d) Có bậc ngắn; e) Có bậc dài; f) Trụ tròn.

3.5. øng dông $r \ll b \ll t$ c«ng nhiÖp

3.5.1. Sơ lược quá trình phát triển của robot công nghiệp

Gợi ý về mặt ý tưởng cho các nhà sáng chế kỹ thuật về những cơ cấu, máy móc bắt chước những hoạt động cơ bắp của con người có lẽ xuất phát từ Cộng hòa Czech. Từ năm 1921, trong vở kịch “Rossum’s Universal Robots”, bố

con nhà Rossum đã chế tạo ra những chiếc máy gần giống với con người để phục vụ con người. Thuật ngữ Robot xuất phát từ tiếng Czech “Robota” có nghĩa là công việc tạp dịch.

Trên thực tế, một trong những robot công nghiệp đầu tiên được công ty AMF (Mỹ) chế tạo vào đầu những năm 60 của thế kỷ trước, đó là robot Versatran. Cũng vào khoảng thời gian này, ở Mỹ xuất hiện loại robot Unimate-1900, chúng được dùng đầu tiên trong kỹ nghệ ô tô. Tiếp theo Mỹ, các nước khác bắt đầu sản xuất robot công nghiệp: Anh (1967), Thụy Điển và Nhật (1968, theo bản quyền của Mỹ), CHLB Đức (1971), Pháp (1972), Ý (1973),

Về mặt kỹ thuật, những robot công nghiệp ngày nay, có nguồn gốc từ hai lĩnh vực kỹ thuật ra đời sớm hơn, đó là các cơ cấu điều khiển từ xa và các máy công cụ điều khiển số. Có thể nói, robot là sự tổ hợp khả năng hoạt động linh hoạt của các cơ cấu điều khiển từ xa với mức độ “tri thức” ngày càng phong phú của hệ thống điều khiển theo chương trình số, cũng như kỹ thuật chế tạo các bộ cảm biến, công nghệ lập trình, sự phát triển của lĩnh vực trí tuệ nhân tạo, hệ chuyên gia,

Tính năng làm việc của robot ngày càng được nâng cao, nhất là về khả năng nhận biết và xử lý. Các robot được trang bị thêm các loại cảm biến khác nhau để nhận biết môi trường xung quanh. Cùng với những thành tựu to lớn của lĩnh vực điện tử - tin học đã tạo ra các thế hệ robot với nhiều tính năng đặc biệt. Số lượng robot ngày càng tăng, giá thành ngày một giảm. Do vậy, robot công nghiệp đã có vị trí quan trọng trong các dây chuyền sản xuất tự động.

Mỹ là nước phát minh ra robot, nhưng nước có những phát triển cao nhất trong lĩnh vực nghiên cứu chế tạo và sử dụng robot lại là Nhật Bản.

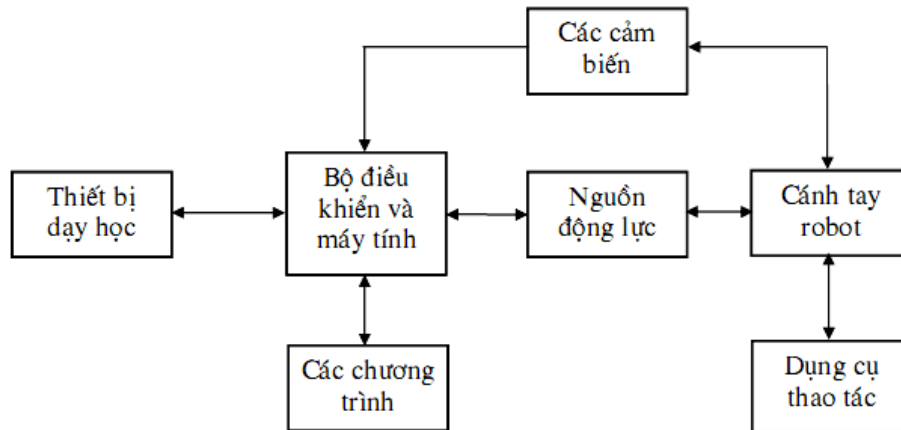
3.5.2. Cấu trúc cơ bản của robot công nghiệp

Một robot công nghiệp thường bao gồm các thành phần chính như: cánh tay chấp hành, nguồn động lực, dụng cụ gắn lên khâu chấp hành cuối, các cảm biến, bộ điều khiển, thiết bị dạy học, máy tính, Các phần mềm lập trình cũng có thể được coi là một thành phần của hệ thống robot. Các thành phần này có quan hệ như hình 3-29.

Cánh tay robot: là kết cấu cơ khí gồm các khâu liên kết với nhau bằng các khớp động để có thể tạo nên các chuyển động cơ bản của robot.

Nguồn động lực: là các động cơ điện (một chiều hoặc động cơ bước), các hệ thống xilanh tạo động lực cho tay máy hoạt động.

Dụng cụ thao tác: được gắn lên khâu chấp hành cuối của robot, chúng có nhiều kiểu khác nhau tùy theo loại công việc thực hiện: dạng bàn tay để nắm bắt đối tượng hoặc các công cụ làm việc như mỏ hàn, đá mài, đầu phun sơn,



Hình 3-29. Các thành phần chính của hệ thống robot.

Thiết bị dạy-học: Dạy cho robot các thao tác cần thiết theo yêu cầu của quá trình làm việc, sau đó robot có thể tự lặp lại các động tác đã được dạy để làm việc.

Các phần mềm để lập trình và các chương trình điều khiển robot được cài đặt trên máy tính, dùng để điều khiển robot thông qua bộ điều khiển.

3.5.3. Kết cấu của tay máy

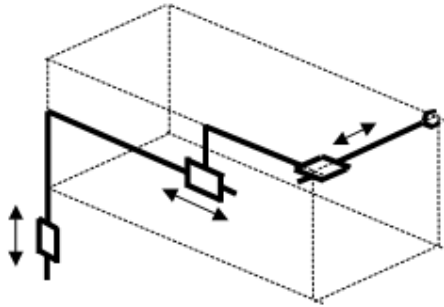
Tay máy là một thành phần quan trọng, quyết định khả năng làm việc của robot. Kết cấu của nhiều tay máy được phỏng theo cấu tạo và chức năng của tay con người. Ngày nay, tay máy được thiết kế rất đa dạng. Trong quá trình thiết kế và sử dụng, ta cần quan tâm đến các thông số hình học, động học của tay máy, đây là những thông số liên quan đến khả năng làm việc của robot: trường công tác (tầm với), số bậc tự do (thể hiện sự linh hoạt của robot), độ cứng vững, tải trọng nâng cho phép, lực kẹp,

Các khâu của robot thường thực hiện 2 chuyển động cơ bản:

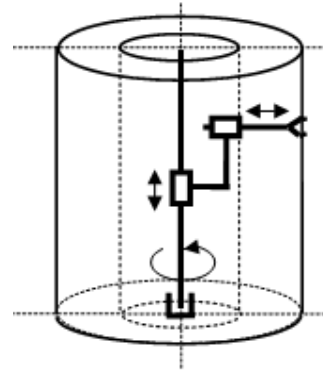
- Chuyển động tịnh tiến (ký hiệu là: T) theo 3 trục x, y, z trong không gian 3 chiều,
- Chuyển động quay (ký hiệu là: R) quanh 3 trục đó.

Tùy thuộc vào số khâu và sự tổ hợp các chuyển động mà tay máy có các kết cấu khác nhau với vùng làm việc khác nhau. Các kết cấu thường gặp của robot là: kiểu tọa độ Đề các, tọa độ trụ, tọa độ cầu, robot kiểu SCARA, hệ tọa độ góc...

Robot kiểu tọa độ Đề các: là tay máy có 3 chuyển động cơ bản tịnh tiến theo phương của các trục hệ tọa độ gốc. Trường công tác có dạng khối chữ nhật. Do kết cấu đơn giản, loại tay máy này có độ cứng vững cao, độ chính xác cơ khí đảm bảo vì vậy nó thường dùng để vận chuyển phôi liệu, lắp ráp, hàn trong mặt phẳng... Trên hình 3-30 là mô hình của một robot kiểu tọa độ Đề-các.



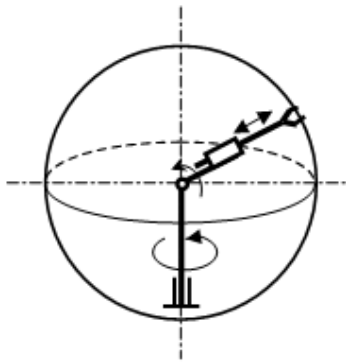
Hình 3-30. Robot kiểu tọa độ Đề các.



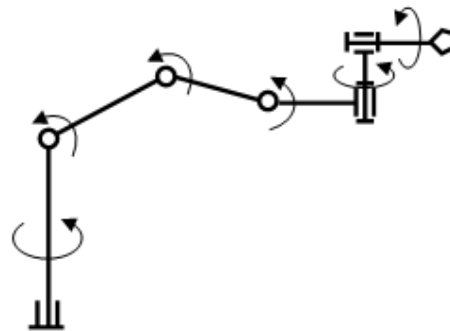
Hình 3-31. Robot kiểu tọa độ trụ.

Robot kiểu tọa độ trụ (hình 3-31): Vùng làm việc của robot có dạng hình trụ rỗng. Thường khớp thứ nhất chuyển động quay. Có nhiều robot kiểu tọa độ trụ, như: robot Versatran của hãng AMF (Mỹ).

Robot kiểu tọa độ cầu (hình 3-32): Vùng làm việc của robot có dạng hình cầu. Thường độ cứng vững của loại robot này thấp hơn so với hai loại trên. Ví dụ robot 3 bậc tự do, cấu hình R.R.T làm việc theo kiểu tọa độ cầu.



Hình 3-32. Robot kiểu tọa độ cầu.



Hình 3-33. Robot kiểu tọa độ góc.

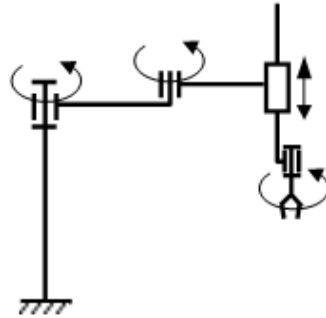
Robot kiểu tọa độ góc: Đây là kiểu robot được dùng nhiều hơn cả. Ba chuyển động đầu tiên là các chuyển động quay, trục quay thứ nhất vuông góc với hai trục kia. Các chuyển động định hướng khác cũng là các chuyển động quay.

Vùng làm việc của tay máy này gần giống một phân khối cầu. Tất cả các khâu đều nằm trong mặt phẳng thẳng đứng nên các tính toán cơ bản là bài toán phẳng. Trên hình 3-33 là ví dụ một robot hoạt động theo hệ tọa độ góc, có cấu hình RRR.RRR.

Ưu điểm nổi bật của các loại robot hoạt động theo hệ tọa độ góc là gọn nhẹ, tức là có vùng làm việc tương đối lớn so với kích cỡ của bản thân robot, độ linh hoạt cao.

Các robot hoạt động theo hệ tọa độ góc như: Robot PUMA của hãng Unimation - Nokia (Mỹ - Phần Lan), IRb-6, IRb-60 (Thụy Điển), Toshiba, Mitsubishi, Mazak (Nhật Bản),...

Robot kiểu SCARA: Robot SCARA ra đời vào năm 1979 tại trường đại học Yamanashi (Nhật Bản), là một kiểu robot mới nhằm đáp ứng sự đa dạng của các quá trình sản xuất. Tên gọi SCARA là viết tắt của “Selective Compliant Articulated Robot Arm” (Tay máy mềm dẻo tùy ý). Loại robot này thường dùng trong công việc lắp ráp nên SCARA đôi khi được giải thích là từ viết tắt của “Selective Compliance Assembly Robot Arm”. Ba khớp đầu tiên của kiểu Robot này có cấu hình R.R.T, các trục khớp đều theo phương thẳng đứng. Sơ đồ của robot SCARA như hình 3-34.



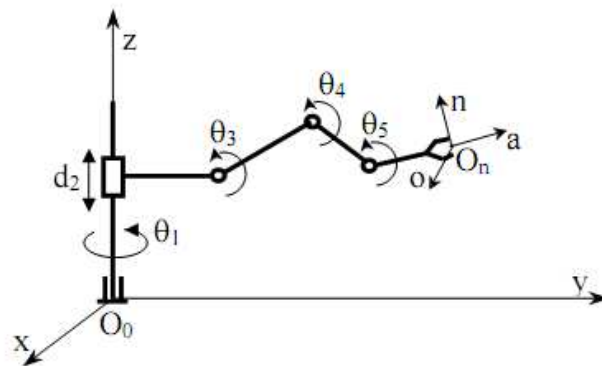
Hình 3-34. Robot kiểu SCARA.

3.5.4. Hệ tọa độ

Mỗi robot thường gồm nhiều khâu liên kết với nhau qua các khớp, tạo thành một xích động học xuất phát từ một khâu cơ bản. Hệ tọa độ gắn với khâu cơ bản gọi là hệ tọa độ chuẩn. Các hệ tọa độ trung gian khác gắn với các khâu động gọi là hệ tọa độ suy rộng. Trong từng thời điểm hoạt động, các tọa độ suy rộng xác định cấu hình của robot bằng các dịch chuyển dài hoặc dịch chuyển góc của các khớp tịnh tiến hoặc khớp quay.

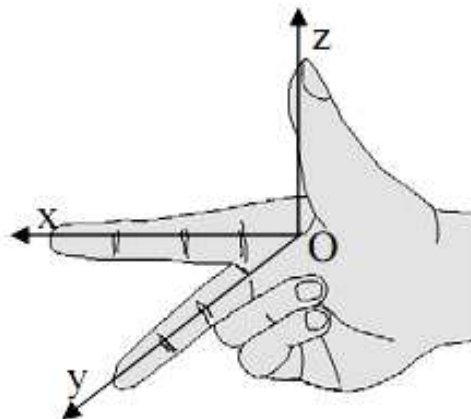
Trong robot người ta thường dùng chữ O và chỉ số n để chỉ hệ tọa độ gắn lên khâu thứ n. Như vậy, hệ tọa độ cơ bản sẽ được ký hiệu là O_0 , hệ tọa độ gắn lên

khâu trung gian tương ứng sẽ là O_1, O_2, \dots, O_{n-1} , hệ tọa độ gắn lên khâu chấp hành cuối là O_n (hình 3-35).



Hình 3-35. Ví dụ hệ tọa độ của robot.

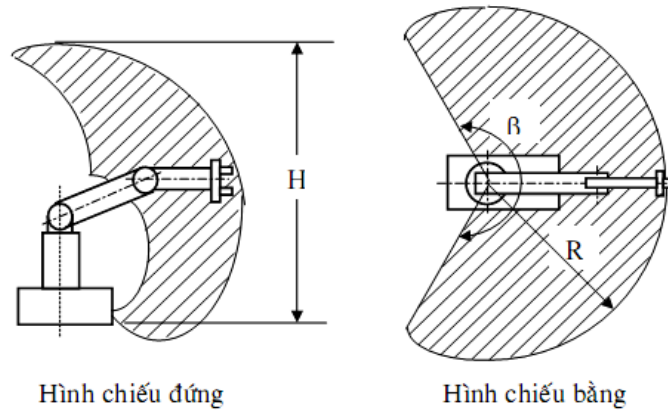
Quy tắc bàn tay phải đối với các hệ tọa độ của robot (hình 3-36): Dùng bàn tay phải, xòe 3 ngón: cái, trỏ, giữa theo 3 phương vuông góc nhau, chọn ngón cái là phương và chiều của trục z, khi đó ngón trỏ chỉ phương chiều của trục x và ngón giữa biểu thị phương chiều của trục y.



Hình 3-36. Quy tắc bàn tay phải.

3.5.5. Trường công tác của robot

Trường công tác (vùng làm việc, không gian công tác) của robot là toàn bộ vùng không gian được quét bởi khâu chấp hành cuối khi robot thực hiện tất cả các chuyển động có thể. Trường công tác bị ràng buộc bởi các thông số hình học của robot cũng như các ràng buộc cơ học của các khớp. Người ta thường dùng hai hình chiếu vuông góc để mô tả trường công tác của một robot (hình 3-37).



Hình 3-37. Trường công tác của robot.

3.5.6. Phân loại robot công nghiệp

Robot công nghiệp rất phong phú đa dạng, có thể được phân loại theo các cách sau :

Phân loại theo kết cấu: Theo kết cấu của tay máy người ta phân thành robot kiểu tọa độ Đề- các, kiểu tọa độ trụ, kiểu tọa độ cầu, kiểu tọa độ góc, robot kiểu SCARA (như đã trình bày ở trên).

Phân loại theo hệ thống truyền động: Có các dạng truyền động phổ biến là:

Hệ truyền động điện: Thường dùng các động cơ điện một chiều hoặc các động cơ bước. Loại truyền động này dễ điều khiển, kết cấu gọn.

Hệ truyền động thủy lực: có thể đạt được công suất cao, đáp ứng những điều kiện làm việc nặng. Tuy nhiên hệ thống thủy lực thường có kết cấu cồng kềnh, tồn tại độ phi tuyến lớn khó xử lý khi điều khiển.

Hệ truyền động khí nén: có kết cấu gọn nhẹ hơn do không cần dẫn ngược nhưng lại phải gắn liền với trung tâm tạo ra khí nén. Hệ này làm việc với công suất trung bình và nhỏ, kém chính xác, thường chỉ thích hợp với các robot hoạt động theo chương trình định sẵn với các thao tác đơn giản “nhấc lên - đặt xuống” (Pick and Place or PTP: Point To Point).

a. Phân loại theo ứng dụng:

Dựa vào ứng dụng của robot trong sản xuất có Robot sơn, robot hàn, robot lắp ráp, robot chuyển phôi,...

b. Phân loại theo cách thức và đặc trưng của phương pháp điều khiển:

Có robot điều khiển hở (mạch điều khiển không có các quan hệ phản hồi), robot điều khiển kín (hay điều khiển servo): sử dụng cảm biến, mạch phản hồi để tăng độ chính xác và mức độ linh hoạt khi điều khiển.

Ngoài ra còn có thể có các cách phân loại khác tùy theo quan điểm và mục đích nghiên cứu. Ví dụ:

- Theo dạng di chuyển của robot: có robot cố định và di động.
- Theo vị trí trạm điều khiển: có robot với trạm điều khiển riêng biệt và trạm điều khiển trên robot.
- Theo sức nâng của robot (từ 1 ÷ 7200)kG.
- Theo khoảng các di chuyển của cánh tay robot (từ 400 ÷ 2000)mm.
- Theo công dụng: vạn năng và chuyên dùng.

3.5.7. ứng dụng của robot công nghiệp trong sản xuất

Từ khi ra đời, robot công nghiệp được áp dụng trong nhiều lĩnh vực dưới góc độ thay thế sức người. Nhờ đó, năng suất và hiệu quả sản xuất tăng lên rõ rệt.

Người ta sử dụng robot công nghiệp nhằm nâng cao năng suất, giảm giá thành, nâng cao chất lượng và khả năng cạnh tranh của sản phẩm, cải thiện điều kiện lao động.

Trong ngành cơ khí, robot công nghiệp được sử dụng nhiều trong công nghệ đúc, hàn, cắt gọt kim loại, sơn, phun, phủ kim loại, tháo lắp vận chuyển phôi, vận chuyển sản phẩm

Hiện nay xuất hiện các dây chuyền sản xuất tự động gồm hệ thống các máy CNC với robot công nghiệp, các dây truyền này có mức độ tự động hóa cao, linh hoạt cao.

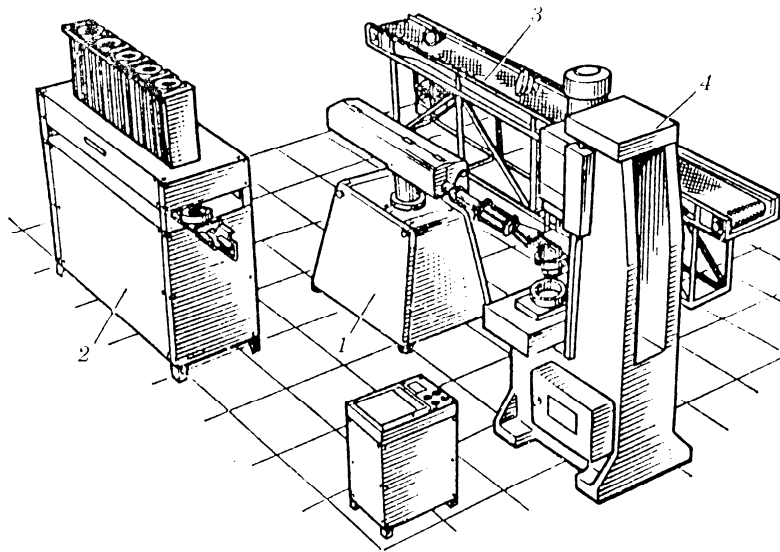
Ngoài ra, kỹ thuật robot cũng được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác: khai thác thăm lục địa và đại dương, y học, quốc phòng, vũ trụ ; robot được dùng để tự động hóa các quá trình sản xuất gây độc hại cho con người (những môi trường có tia phóng xạ, khí độc, nhiệt độ cao,); hay dùng trong những công việc đơn điệu dễ gây mệt mỏi cho con người.

Khi gia công trên máy công cụ, robot nhặt phôi từ bên ngoài rồi đặt nó vào vị trí gia công trên máy thứ nhất, sau đó, trong khi chi tiết đang được gia công trên máy thứ nhất, robot nhặt phôi đã được gia công trên máy thứ nhất và đặt nó vào máy thứ hai, Sau đó, cánh tay robot quay về máy thứ nhất lấy chi tiết vừa được gia công xong ra, cấp chi tiết khác vào máy này. Cứ thế, robot nhịp nhàng thực hiện một số lượng các nguyên công có thể bằng hai ba công nhân thực hiện bằng tay.

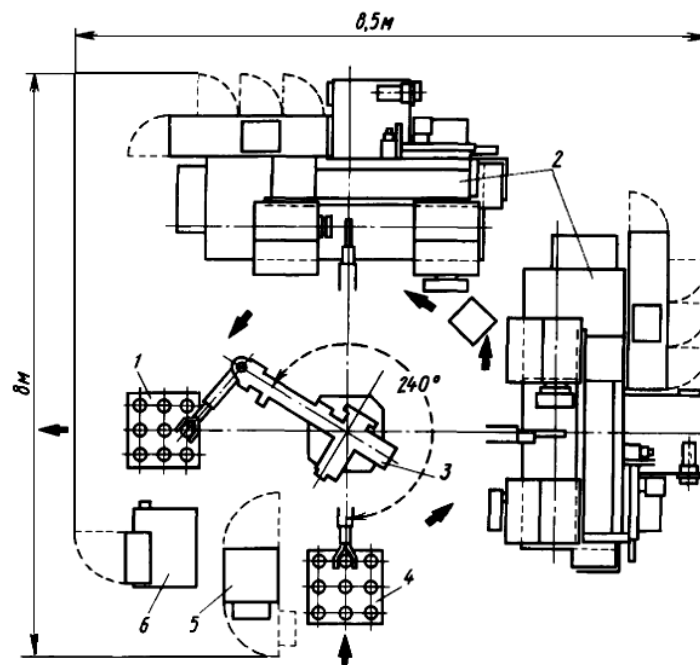
Trên hình 3-38 là robot SR-10 Shinko (Nhật Bản) được sử dụng để cấp phôi cho máy khoan.

Dây chuyền tự động gồm cơ cấu cấp phôi 2, máy khoan nhiều trục 4, băng tải 3 và robot 1. Cơ cấu cấp phôi gá đặt phôi vào băng tải, tay máy của robot

1 chuyển phôi tới máy khoan, đặt phôi vào vị trí gia công, sau khi khoan xong chuyển phôi tới băng tải 3. Chu kỳ đó được lặp lại tự động.



Hình 3-38. Robot phục vụ máy khoan



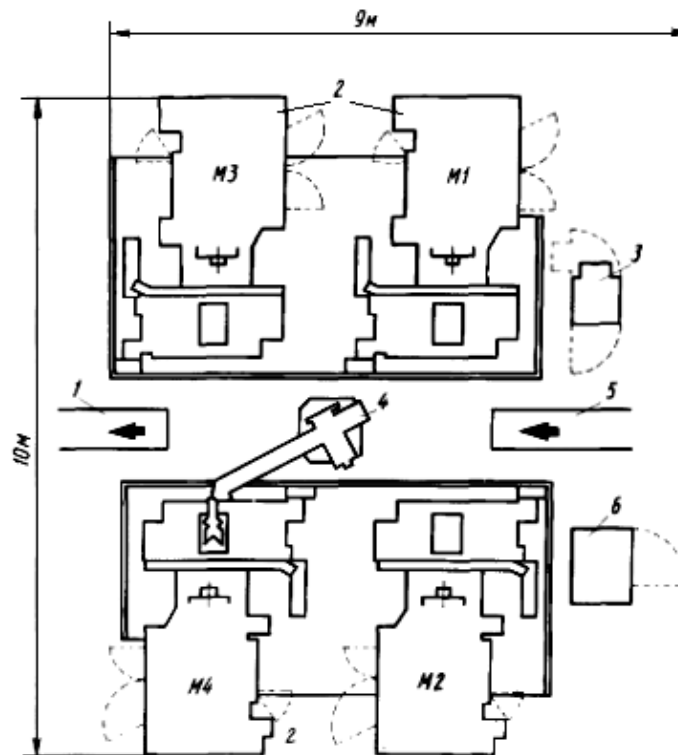
Hình 3-39. Robot phục vụ máy tiện

1. Bàn đặt các đồ gá vệ tinh có chi tiết đã gia công;
2. Các máy tiện tự động;
3. Robot;
4. Đồ gá vệ tinh với chi tiết chưa gia công;
5. Panel điều khiển robot;
6. Hệ thống thủy lực.

Trên hình 3-39 là tổ hợp công nghệ sử dụng robot cấp phối. Tổ hợp này gồm hai máy tiện 2 để gia công các chi tiết dạng trục và đĩa với kết cấu đa dạng. Trong tổ hợp này người ta sử dụng robot cấp palet (đồ gá vệ tinh) có phối 4 cho hai máy tiện 2. Sau khi gia công xong robot đặt palet với chi tiết lên bàn 1.

Trên hình 3-40 là tổ hợp công nghệ được robot phục vụ. Tổ hợp công nghệ gồm 4 trung tâm gia công, hoàn thành chu trình công nghệ gia công các chi tiết tương đối nhỏ với thời gian chu trình dưới 5 phút. Tổ hợp được trang bị hệ thống băng tải trung tâm với robot đứng giữa thực hiện cấp phối và lấy chi tiết đã gia công ra khỏi máy. Các trung tâm gia công bố trí hai bên băng tải.

Hiện nay, robot lắp ráp được sử dụng rộng rãi trong các dạng sản xuất. Chúng có giá thành không cao, có khả năng điều chỉnh nhanh khi chuyển đổi tượng lắp ráp, và độ ổn định cao.

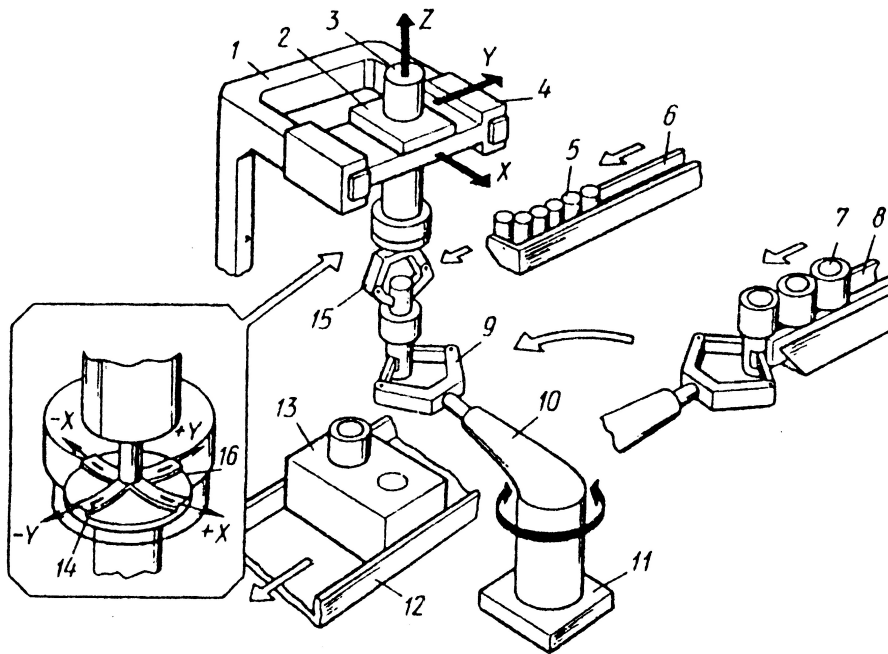


Hình 3-40. Robot phục vụ các trung tâm gia công

1. Băng tải chi tiết đã gia công; 2. Các trung tâm gia công; 3. Tủ điều khiển robot; 4. Robot; 5. Băng tải chi tiết chưa gia công; 6. Hệ thống thủy lực.

Nhìn chung, một robot lắp ráp có cấu tạo gồm 2 phần: phần thân và phần chấp hành. Các robot lắp ráp có thể được sử dụng độc lập hoặc kết hợp với nhau trong dây chuyền lắp ráp. Trên hình 3-41 là các sơ đồ sử dụng robot để thực hiện

mối ghép hình trụ có khe hở. Tay tóm xoay 15 của robot chính 1 lấy chi tiết (trục) 5 từ máng chứa 6 và chuyển tới vùng lắp ráp nhờ bàn trượt 2 và 4. Robot phụ 11 dùng tay tóm 9 lấy bạc 7 từ máng chứa 8 và dùng tay quay 10 di chuyển bạc tới vị trí lắp ráp (vị trí của trục 5). Robot 1 thực hiện chuyển động tìm kiếm để đưa tâm của trục trùng với tâm bạc. Vị trí tương đối giữa hai chi tiết trục - bạc được xác định bằng các cảm biến 14 gắn trên các lò xo phẳng 16 của cơ cấu chấp hành 3 (robot chính 1). Sau khi dịch chuyển để tìm kiếm, khi tâm của các chi tiết lắp ghép trùng nhau, tay tóm 15 dịch chuyển xuống, thực hiện việc lắp trục vào bạc. Sau đó, đơn vị lắp được gá trên lỗ của chi tiết cơ sở 13 và được dịch chuyển theo chu kỳ nhờ băng tải 12.



Hình 3-41. Robot thực hiện lắp ráp mối ghép trụ có khe hở.

Đối với một quy trình công nghệ lắp ráp có thể sử dụng một hoặc nhiều robot tùy theo mức độ phức tạp của sản phẩm. Các robot được dùng trong hệ thống lắp ráp tự động được gọi là “tổ hợp robot công nghệ”. Thông thường chia ra làm 4 loại tổ hợp chính sau:

- Một robot công nghiệp phục vụ một thiết bị công nghệ (hoặc một vị trí làm việc).
- Một robot công nghiệp có khả năng phục vụ một số thiết bị (hoặc một số chỗ làm việc)

- Một số robot công nghiệp phục vụ một thiết bị (hoặc một chỗ làm việc)
- Một vài robot công nghiệp phục vụ một số thiết bị (hoặc một số chỗ làm việc).

Những yêu cầu chính đối với robot công nghiệp dùng trong lắp ráp:

- Độ chính xác định vị cao ($0,01 \div 1$)mm.
- Tốc độ dịch chuyển nhanh ($0,6 \div 0,8$)m/s.
- Sức nâng tương đối lớn (tới 60kG).
- Tính vạn năng cao.
- Giá thành tay tóm thấp.
- Hệ thống điều khiển robot phải có khả năng điều chỉnh nhanh khi thay đổi đối tượng lắp ráp.

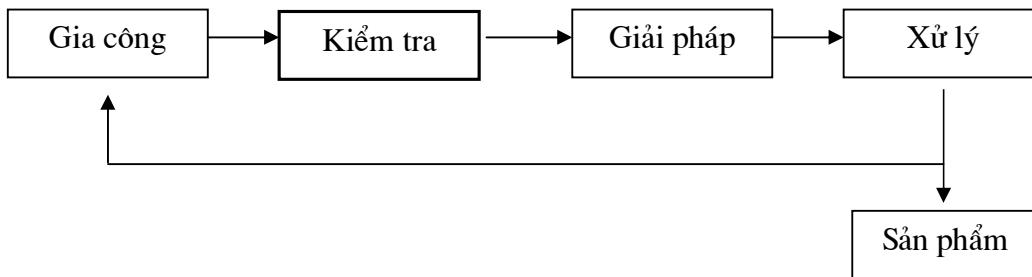
Chương 4

Từ ®éng ho, kiểm tra v phn loại

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 ÷ 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 ÷ 30% thời gian thực hiện toàn bộ qui trình công nghệ. Với mức độ cơ khí và TĐH 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 chất lượng của sản phẩm. Kinh nghiệm TĐH 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 TĐH 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.

Chức năng của kiểm tra thể hiện qua sơ đồ dưới đây:



Về mặt tổ chức, kiểm tra có thể được tiến hành tại phân xưởng hoặc tại các phòng kiểm định (KCS) Từ các thông tin mà kiểm tra cung cấp ta có thể đưa ra giải pháp công nghệ tiếp theo hoặc để phân loại, phân nhóm chi tiết.

Kiểm tra nhằm đánh giá chất lượng của chi tiết qua các thông số:

- Kiểm tra độ chính xác.
- Kiểm tra hình dáng hình học.
- Kiểm tra vị trí tương quan.
- Kiểm tra khuyết tật.
- Kiểm tra bảo hiểm (vị trí của chi tiết, sự có mặt của lỗ, kiểm tra vị trí, tình trạng dụng cụ, ...).

Hệ thống kiểm tra bảo hiểm làm việc khi nào hoạt động của máy hay hệ thống máy (đường dây tự động) không tuân theo những qui định sẵn. Trên đường

dây tự động, ngoài những cơ cấu bảo hiểm cho từng máy, người ta thường sử dụng những cơ cấu bảo hiểm để kiểm tra: vị trí của chi tiết sau khi vận chuyển đến vị trí gia công; vị trí của dụng cụ so với chi tiết và tải trọng của chúng; hoạt động của hệ thống bôi trơn, làm mát, thổi phoi...

Kiểm tra vị trí của chi tiết rất quan trọng, nếu chi tiết không nằm đúng vị trí, dụng cụ gia công và thiết bị sẽ bị hư hỏng. Thông thường sử dụng công tắc điện hay sensor để kiểm tra vị trí của một hay một số điểm của chi tiết so với vị trí chuẩn, dùng khí nén để kiểm tra độ tiếp xúc của bề mặt tỳ (định vị) trên bàn máy...

Kiểm tra vị trí và trạng thái của dụng cụ cắt là cần thiết để bảo đảm dụng cụ hoạt động bình thường. Nhiều lúc phải kiểm tra chi tiết để dụng cụ có thể làm việc được, ví dụ phải kiểm tra lỗ trước khi cắt ren, kiểm tra lỗ tâm trước khi chống tâm... Khi dụng cụ mòn, lực cắt lớn hay khi phoi cuốn vào dụng cụ, gây ra mômen lớn... thì phải có cơ cấu dừng quá trình và cảnh báo cho công nhân vận hành.

Sự hoạt động của hệ thống bôi trơn, làm mát phải được kiểm tra chặt chẽ bằng cách sử dụng cảm biến áp suất, cảm biến nhiệt độ, phao nổi... Trong một số trường hợp có thể phải kiểm tra nhiệt độ của ổ trục.

Phải kiểm tra để bảo đảm hệ thống thu dọn phoi làm việc bình thường và đều đặn.

Kiểm tra bảo hiểm là hình thức phòng ngừa, thụ động, chỉ sử dụng chỗ nào thật cần thiết, thực sự giảm được lao động và thì giờ của công nhân. Điểm chính là lúc thiết kế phải suy tính nhằm giảm tình trạng có thể xảy ra hư hỏng.

4.1.1. S_{at}-tr_{ic}

Một thiết bị kiểm tra tự động gồm các bộ phận:

- Đầu đo (với đ_{at}-tr_{ic} hoặc sensor) có nhiệm vụ xác định các thông số công nghệ và chuyển đổi nó thành tín hiệu ở dạng cần thiết để điều khiển.
- Mạch khuếch đại tín hiệu đo.
- Các thiết bị so sánh.
- Cơ cấu đóng ngắt.

Ngoài ra còn có các bộ phận khác như: thân, bệ,

Đầu đo là bộ phận chính và quan trọng nhất 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. Các đầu đo được chia ra 3 loại như sau:

Loại không có thang chia. Loại cơ cấu này chỉ xác định được các kích thước giới hạn mà không có chỉ số cụ thể. Đó là các dưỡng, đat-tric tiếp xúc điện không có thang chia.

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... và các thiết bị đo khí nén.

Loại tổ hợp. Loại cơ cấu này kết hợp các khả năng của hai loại cơ cấu trên, nó được gọi là các đat-tric (các bộ chuyển đổi). Các đat-tric được dùng trong các thiết bị kiểm tra tự động (tích cực và thụ động) là: đat-tric cơ khí, đat-tric tiếp xúc điện, đat-tric cảm ứng, đat-tric dung lượng, đat-tric quang điện, đat-tric khí nén... Các đat-tric 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 đat-tric thông dụng.

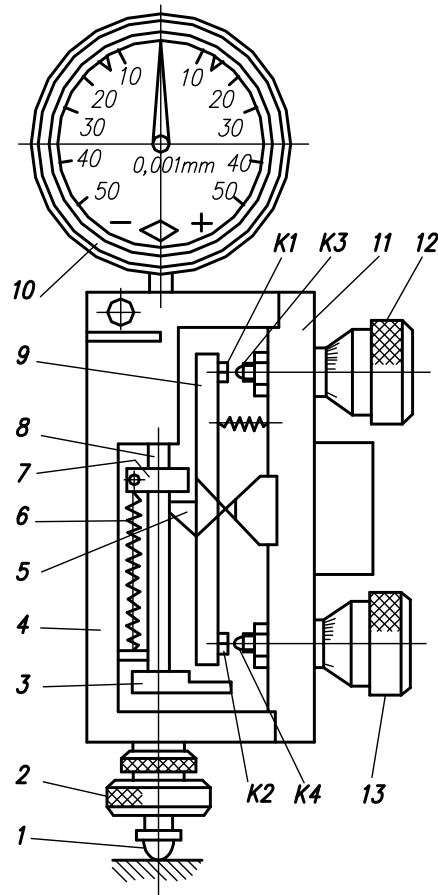
4.1.1. Đat-tric tiếp xúc điện

Các đat-tric 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 ôvan, độ đảo hướng kính và các sai số hình dáng khác). Nguyên lý làm việc của đat-tric 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 đat-tric điện có số lượng các cặp công tắc khác nhau. Đó là các đat-tric có một cặp công tắc, hai cặp công tắc và nhiều cặp công tắc. Các đat-tric tiếp xúc điện còn được dùng để phân loại các chi tiết thành phẩm theo nhóm kích thước. Loại đat-tric 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 đat-tric 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 đat-tric nhiều cặp công tắc có thể phân loại chi tiết theo nhiều nhóm khác nhau. Hình 4-1 là một đat-tric 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 đat-tric được thực hiện nhờ đai ốc điều chỉnh 2. Lực cần 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 đat-tric. 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 góc của tay đòn và đóng hoặc mở các công tắc (các công tắc nối với nguồn điện) và để truyền tín hiệu cho các cơ cấu chấp hành của máy, của thiết bị kiểm tra tự động hoặc cho bảng ánh sáng của đồ gá kiểm tra.



Hình 4-1. Đạt-tric tiếp xúc điện

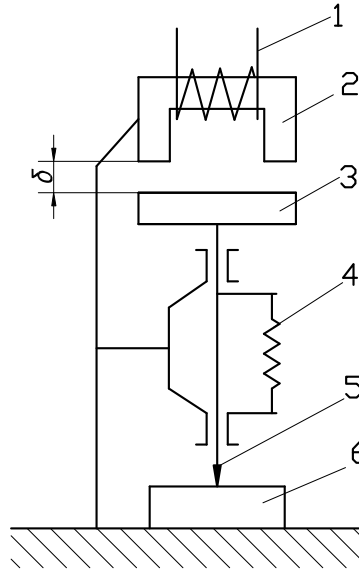
1. Đầu tiếp xúc; 2. đai ốc điều chỉnh; 3. Thanh kẹp; 4. Thân đạt-tric; 5. Chốt; 6. Lò xo; 7. Chạc; 8. Thanh đo; 9. Tay đòn; 10. Đồng hồ so; 11. Miếng chất dẻo; 12, 13. Vòng điều chỉnh. K1, K2, K3, K4. Công tắc cố định; L. Công tắc di động.

Để quan sát kích thước của chi tiết người ta dùng đồng hồ so 10. Đồng hồ so 10 tiếp xúc với mặt trên cơ thanh đo 8 bằng đầu đo của nó. Sai số xử lý của các đạt-tric tiếp xúc điện nằm trong khoảng $(\pm 0,5 - \pm 1) \mu\text{m}$. Các đạt-tric này thường được sử dụng trong các đồ gá kiểm tra nhiều vị trí, trong các máy tự động kiểm tra phân loại và đôi khi trong đồ gá kiểm tra tích cực.

Nhược điểm của các đát-tric tiếp xúc điện là: điểm tiếp xúc có thể bị cháy, điểm tiếp xúc cần luôn luôn được lau sạch, thiết bị rất nhạy cảm với hơi ẩm.

4.1.2. Đát-tric cảm ứng

Đát-tric cảm ứng loại trừ được các nhược điểm của đát-tric tiếp xúc điện. Các đát-tric cảm ứng được dùng rộng rãi trong các thiết bị kiểm tra tích cực. Đát-tric cảm ứng có độ chính xác cao, kích thước khuôn khổ nhỏ nhưng có khả năng đo được ở khoảng cách xa. Nguyên lý hoạt động của đát-tric cảm ứng là sử dụng tính chất của các cuộn dây cảm ứng (thay đổi phản lực khi có thay đổi các thông số xác định độ cảm ứng). Tín hiệu của đát-tric cảm ứng được chuyển thành thông số điện để tiện cho việc kiểm tra như là hiệu điện thế hay dòng điện.



Hình 4-2. Sơ đồ đát-tric cảm ứng.

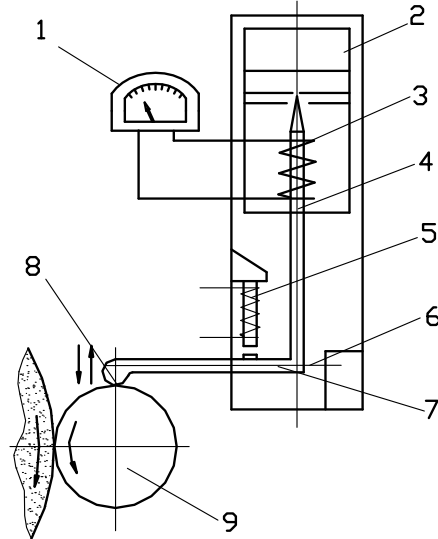
1. Cuộn dây; 2. Nam châm; 3. Phản ứng; 4. Lò xo; 5. Đầu đo; 6. Chi tiết; δ . Khe hở.

Hình 4-2 là sơ đồ của đát-tric cảm ứng. Khi xác định kích thước của chi tiết gia công 6 thì đầu đo 5 sẽ được nâng lên hoặc hạ xuống, do đó khe hở δ giữa phản ứng 3 và thanh nam châm 2 của cuộn dây 1 sẽ thay đổi. Như vậy, lực cảm ứng của cuộn dây được tạo ra nhờ lò xo 4. Trong các đát-tric cảm ứng vệ tinh người ta dùng hai cuộn cảm ứng, cho nên độ nhạy cảm của đát-tric có thể tăng lên hai lần.

4.1.3. Đát-tric rung tiếp xúc

Kết cấu của đát-tric rung tiếp xúc có đầu đo luôn thực hiện các chuyển động dao động có chu kỳ tiếp xúc với bề mặt chi tiết cần đo. Hình 4-3 là sơ đồ của đát-tric rung tiếp xúc.

Thanh rung 7 với đầu đo 8 được treo trên lò xo lá 6 và thực hiện dao động nhờ thanh nam châm điện 5 (thanh nam châm này hoạt động nhờ nguồn điện công nghiệp). Khi kích thước của chi tiết gia công 9 thay đổi, biên độ dao động của thanh 7 thay đổi, do đó biên độ dao động của phần ứng 4 của cuộn dây của máy phát rung 3 trước các thanh nam châm cố định 2 cũng thay đổi. Kết quả là trong cuộn dây của máy phát rung có dòng điện xuất hiện, dòng điện này đặc trưng cho biên độ dao động của thanh rung và tương ứng với sự thay đổi của kích thước gia công. Để quan sát sự thay đổi của kích thước gia công người ta lắp đặt-tric với đồng hồ 1 hoặc với bộ khuếch đại các tín hiệu.



Hình 4-3. Sơ đồ đặt-tric 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.

4.1.4. Đặt-tric điện dung

Hoạt động của các đặt-tric điện dung được thực hiện trên sự thay đổi điện dung của tụ điện. Tùy thuộc vào sự thay đổi của kích thước chi tiết cần kiểm tra. Các đặt-tric điện dung thường được dùng để kiểm tra các kích thước lớn hoặc nhỏ và ít khi được dùng trong thực tế sản xuất.

4.1.5. Đặt-tric quang điện

Hoạt động của các đặt-tric 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. Đặt-tric 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 дат-триc 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.

4.1.6. Yêu cầu đối với sử dụng và bảo quản дат-триc

Các дат-триc 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 дат-триc. Vì vậy, điều chỉnh và hiệu chỉnh дат-триc 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 дат-триc trong các thiết bị kiểm tra tích cực.

Để giảm độ mòn của các đầu đo của các дат-триc 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.

4.2. Phân loại thiết bị kiểm tra

Một thiết bị kiểm tra tự động gồm các bộ phận:

- Đầu đo (với дат-триc hoặc sensor) có nhiệm vụ xác định các thông số công nghệ và chuyển đổi nó thành tín hiệu ở dạng cần thiết để điều khiển.
- Mạch khuếch đại tín hiệu đo.
- Các thiết bị so sánh.
- Cơ cấu đóng ngắt.

Ngoài ra còn các bộ phận khác như: thân, bệ,

Đầu đo là bộ phận chính và quan trọng nhất của các thiết bị kiểm tra, đóng vai trò kiểm tra, thiết bị kiểm tra tích cực, các máy kiểm tra bán tự động và tự động. Các đầu đo được chia ra 3 loại như sau:

Loại không có thang chia. Loại cơ cấu này chỉ xác định được các kích thước giới hạn mà không có chỉ số cụ thể. Đó là các dưỡng, дат-триc tiếp xúc điện không có thang chia.

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... và các thiết bị đo khí nén.

Loại tổ hợp. Loại cơ cấu này kết hợp các khả năng của hai loại cơ cấu trên, nó được gọi là các дат-триc (các bộ chuyển đổi). Các дат-триc được dùng trong các thiết bị kiểm tra tự động (tích cực và thụ động) là: дат-триc cơ khí, дат-триc tiếp xúc điện, дат-триc cảm ứng, дат-триc dung lượng, дат-триc quang điện, дат-триc khí nén... Các дат-триc này được dùng để chuyển đổi lượng biến động của đại lượng cần đo (chẳng hạn kích thước thẳng) thành tín hiệu đầu ra của thông tin được

dùng để điều khiển qui trình công nghệ. Dựa theo mức độ TĐH 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. ẽ các thiết bị kiểm tra tự động thì tất cả các quá trình kiểm tra đều được TĐH.

Dựa theo phương pháp tự 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.

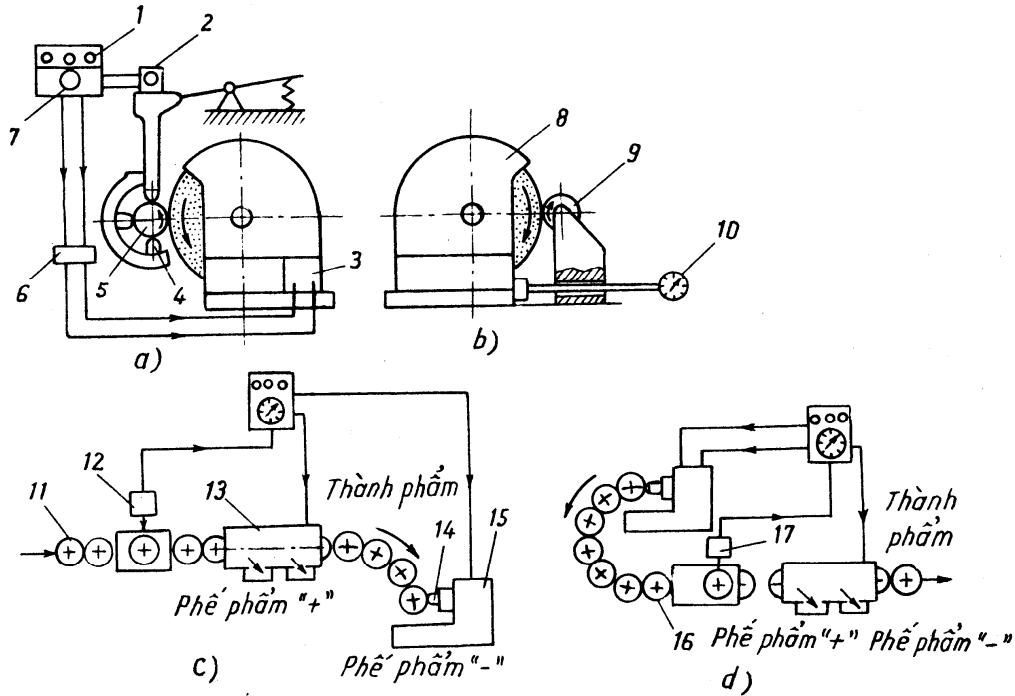
Các thiết bị kiểm tra tích cực có thể cố định kích thước kiểm tra trực tiếp trong quá trình gia công và truyền tín hiệu về kích thước trong quá trình gia công hoặc về vị trí của cơ cấu chấp hành của máy (ụ bánh đá mài) hoặc của dụng cụ cắt (đá mài). Khi thực hiện kiểm tra tích cực thì không cần dừng 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 công nghệ nhằm đảm bảo độ chính xác yêu cầu. Điều này có thể đạt được nhờ các cơ cấu phản hồi ngược cho phép tác động đến cơ cấu chấp hành của máy để ngăn ngừa phế phẩm. Các thiết bị 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 4-4).

Hình 4-4a là cơ cấu dựa trên nguyên tắc kiểm tra trực tiếp. Cơ cấu kiểm tra 4 tiếp xúc với chi tiết gia công 5. Nguyên lý hoạt động của thiết bị kiểm tra tích cực trên hình 4 - 1a được giải thích như sau: Kích thước gia công của chi tiết

5 được xác định bằng dat-tric 2. Dat-tric 2 được gá trên cơ cấu đo 4. Dat-tric 2 truyền các tín hiệu qua bộ khuếch đại 6 tới cơ cấu 3 để dịch chuyển đá mài. Các đèn báo hiệu 1 hoặc đồng hồ so 7 cho biết kích thước gia công của chi tiết.

Hình 4-4b là phương pháp kiểm tra gián tiếp. ề đây dịch chuyển của ụ đá mài 8 theo hướng của chi tiết gia công 9 được kiểm tra bằng đầu đo 10.

Trong thực tế sản xuất người ta thường dùng các thiết bị kiểm tra tích cực dựa trên nguyên tắc kiểm tra trực tiếp. Phương pháp kiểm tra này đảm bảo độ chính xác cao và không bị ảnh hưởng nhiều của độ cứng vững của hệ thống công nghệ và các yếu tố khác.



Hình 4-4. Các thiết bị kiểm tra tích cực

a) Kiểm tra trực tiếp: 1. Đèn hiệu; 2. Dat-tric; 3. Cơ cấu dịch chuyển đá mài; 4.

Cơ cấu đo; 5. Chi tiết gia công; 6. Bộ khuếch đại; 7. Đồng hồ so.

b) Kiểm tra gián tiếp: 8. Ô đá mài; 9. Chi tiết gia công; 10. Đầu đo.

c) Kiểm tra trước khi gia công: 11. Chi tiết gia công; 12. Dat-tric; 13. Cơ cấu tách; 14. Dụng cụ; 15. Cơ cấu máy.

d) Kiểm tra tự động kích thước: 16. Chi tiết gia công; 17. Dat-tric.

Hình 4-4c là sơ đồ kiểm tra chi tiết 11 trước khi gia công để tránh gãy dao 14 hoặc phá vỡ cơ cấu máy 15. Các phôi phế phẩm được cơ cấu 13 (được điều khiển bằng dat-tric 12) tách ra, còn các phôi thành phẩm được đưa vào gia công.

Hình 4-1d là sơ đồ kiểm tra tự động kích thước của chi tiết 16 sau khi gia công bằng một thiết bị có gắn dat-tric 17 (dat-tric này kiểm tra kích thước của từng chi tiết gia công). Thiết bị kiểm tra này thực hiện một số chức năng như: phân loại chi tiết thành phẩm theo nhóm kích thước, tách các chi tiết phế phẩm, dừng máy sau khi phát hiện các chi tiết phế phẩm, hiệu chỉnh máy.

Trong các phân xưởng cơ khí người ta thường sử dụng các thiết bị kiểm tra tích cực tự điều chỉnh. Thiết bị này gồm hai cơ cấu kiểm tra: một cơ cấu thực hiện kiểm tra tích cực trong quá trình gia công, còn cơ cấu thứ hai thực hiện việc kiểm tra các chi tiết thành phẩm, có nghĩa là kiểm tra lại công việc của cơ cấu thứ nhất. Trong những trường hợp cần thiết thì cơ cấu thứ hai tự động điều chỉnh cơ cấu thứ nhất.

4.3. Các thiết bị kiểm tra tự động

Các thiết bị kiểm tra tự động được cấu tạo gồm những cơ cấu sau đây:

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.

Cơ cấu kẹp chặt. Cơ cấu kẹp chặt có thể là cơ khí, hơi ép, dầu ép, điện từ...

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.

Cơ cấu hãm. Cơ cấu này được dùng để xác định vị trí của đầu đo hoặc của dat-tric.

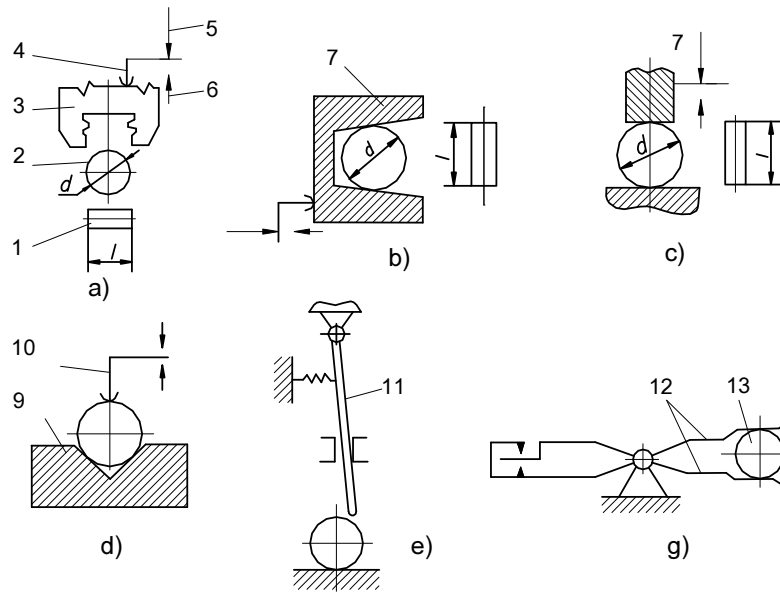
Cơ cấu định vị chi tiết trên vị trí kiểm tra. Định vị chi tiết có thể thực hiện bằng hai con lăn, bằng hai lỗ tâm, bằng lỗ...

Cơ cấu đo (dat-tric). Cơ cấu này cần có độ chính xác, độ ổn định và năng suất cao.

Cơ cấu chấp hành, cơ cấu ghi nhớ và cơ cấu khuếch đại.

4.3.1. Kiểm tra tự động bằng phương pháp trực tiếp

Hình 4-5 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 4-5a ta thấy ca-líp 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 của d (hoặc l). Thanh 4 di chuyển cùng với ca-líp, cho nên thanh 4 sẽ tiếp xúc hoặc không tiếp với các công tắc 5 và 6. Nếu kích thước của chi tiết nhỏ hơn kích thước giới hạn nhỏ nhất (min) thì ca-líp tụt xuống qua nắp “không qua” và tiếp xúc với công tắc 6 để báo tín hiệu “phế phẩm”.



Hình 4-5. Các sơ đồ kiểm tra tự động kích thước ngoài bằng các phương pháp tiếp xúc trực tiếp

1, 2. Chi tiết kiểm tra; 3. Ca-líp; 4. Thanh di chuyển; 5, 6. Công tắc; 7. Ca-líp hình chêm; 8. Ca-líp phẳng; 9. Khối V; 10. Thanh kiểm tra; 11. Tay đòn lắc lư; 12. Cơ cấu dạng kéo; 12. Chi tiết kiểm tra.

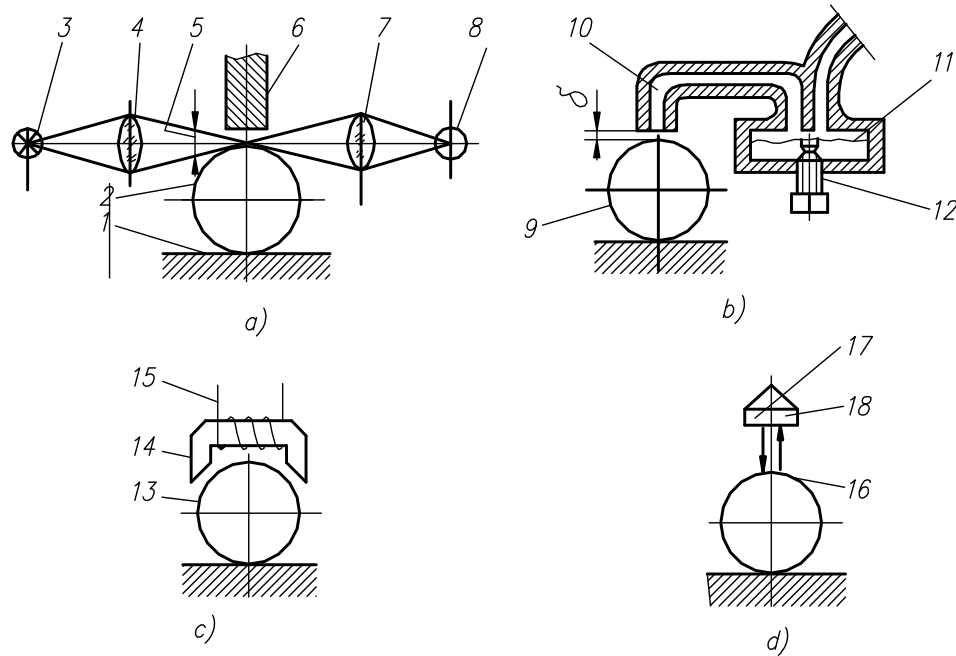
Hình 4-5b là nguyên lý kiểm tra kích thước bằng ca-líp hình chêm. Tùy theo kích thước của chi tiết cần kiểm tra mà ca-líp 7 dịch chuyển để tiếp xúc hoặc không tiếp xúc với các công tắc và báo tín hiệu phẩm của chi tiết.

Trên hình 4-5c mô tả sơ đồ kiểm tra đường kính hoặc chiều dài của chi tiết nhờ ca-líp phẳng 8. Hình 4-5d là sơ đồ kiểm tra đường kính của chi tiết hình trụ khi định vị trên khối V số 9 nhờ thanh kiểm tra 10. Sơ đồ kiểm tra kích thước của chi tiết bằng tay đòn 11 chuyển động lắc lư được trình bày trên hình 4-5e. Còn hình 4-5g là sơ đồ kiểm tra kích thước của chi tiết bằng cơ cấu kiểm tra dạng “chiếc kéo”. Sơ đồ kiểm tra dạng này có ưu điểm là dịch chuyển của chi tiết 13 theo phương thẳng đứng không ảnh hưởng đến kết quả kiểm tra và nó được dùng để kiểm tra các trục bậc.

Theo những sơ đồ kiểm tra trên hình 4-5 thì các bề mặt làm việc của ca-líp hoặc thanh kiểm tra luôn luôn tiếp xúc với bề mặt chi tiết cần kiểm tra, do đó chúng bị mòn nhanh và giảm độ chính xác cũng như độ ổn định của cơ cấu kiểm tra. Để khắc phục nhược điểm này có thể dùng thiết bị kiểm tra tự động không tiếp xúc trực tiếp.

4.3.2. Kiểm tra tự động bằng phương pháp không tiếp xúc trực tiếp

Trên hình 4-6 là sơ đồ kiểm tra tự động các đường kính của chi tiết bằng phương pháp không tiếp xúc trực tiếp.



Hình 4-6. Các sơ đồ kiểm tra tự động đường kính ngoài bằng phương pháp không tiếp xúc trực tiếp

1. Mặt tỳ; 2. Chi tiết kiểm tra; 3. Nguồn sáng; 4. Thấu kính; 5. Khe hở; 6. Tấm ngăn; 7. Vật kính; 8. Tế bào quang điện; 9, 13, 16. Chi tiết kiểm tra; 10. ống dẫn khí nén; 11. màng; 12. Công tắc; 14. Lõi; 15. Cuộn dây; 17. Vòng phát; 18. Vòng nhận. δ . Khe hở; p . áp lực.

Hình 4-6a là sơ đồ kiểm tra bằng phương pháp quang học, sử dụng 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 4-6b là sơ đồ kiểm tra bằng khí nén. ống dẫn khí nén 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 дат-трик điện - khí nén tiếp xúc.

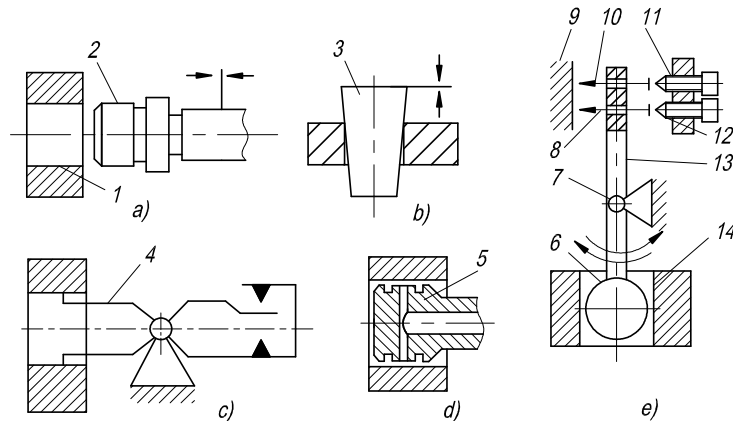
Kiểm tra đường kính của chi tiết bằng thép 13 có thể được thực hiện bằng phương pháp cảm ứng (hình 4 - 6c). Kết cấu của thiết bị gồm cuộn dây 15, lõi 14. Khi kích thước của chi tiết 13 thay đổi thì khe hở giữa lõi 14 và chi tiết 13 thay đổi, do đó dòng điện đi qua cuộn dây 15 cũng thay đổi.

Hình 4-6d 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.

4.3.3. 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 4-7).

Hình 4-7a là sơ đồ kiểm tra đường kính lỗ 1 bằng ca-líp giới hạn 2, còn hình 4-7b là sơ đồ kiểm tra đường kính lỗ bằng ca-líp hình côn 3. Kiểm tra đường kính lỗ cũng có thể được thực hiện bằng hệ thống tay đòn 4 dạng “chiếc kéo” (hình 4-7c). Cả ba sơ đồ này đều thuộc phương pháp tiếp xúc trực tiếp. Sơ đồ kiểm tra đường kính lỗ bằng ca-líp khí nén 5 (hình 4-7d) là phương pháp không tiếp xúc trực tiếp.

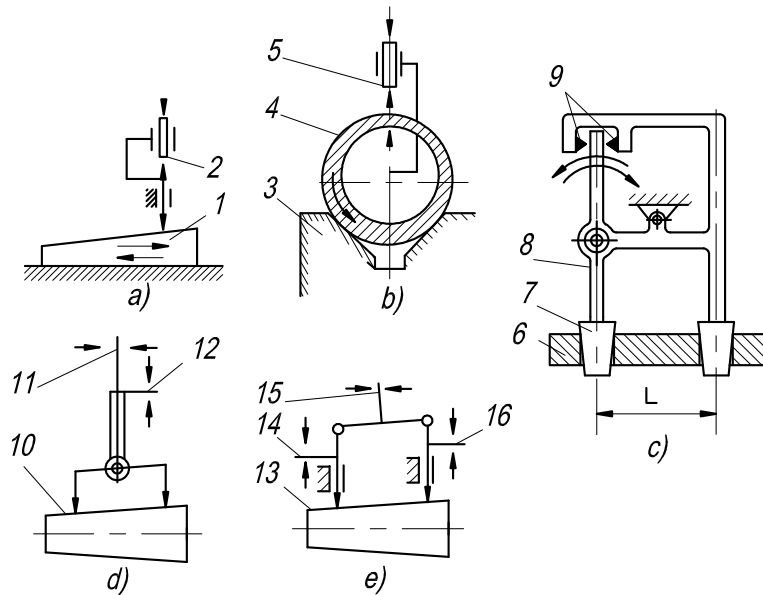


Hình 4-7. Các sơ đồ kiểm tra tự động đường kính lỗ

1. Đường kính lỗ; 2. Ca-líp giới hạn; 3. Ca-líp hình côn; 4. Tay đòn dạng kéo; 5. Ca-líp 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 4-7e). 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 cả 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 công tắc 11 và 12 sẽ mở. Các chốt 8 và 10 trở về vị trí ban đầu nhờ phần dưới của tay đòn 13 quay khi không có chi tiết cần kiểm tra 14.



Hình 4-8. 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 đat-tric; 3. Khối V; 7. Đầu đo; 8. Tay đòn; 9. Công tắc; 11. Thanh đứng; 12. Thanh ngang. l. Khoảng cách tâm hai lỗ.

4.3.4. Kiểm tra tự động sai số hình dáng và sai số vị trí tương quan

Hình 4-8 là các sơ đồ kiểm tra sai số vị trí tương quan của chi tiết. Hình 4-8a là sơ đồ kiểm tra độ song song giữa hai bề mặt của chi tiết 1. ở đây người ta dùng đat-tric biên độ 2 để kiểm tra sai số giới hạn của độ song song giữa hai bề mặt mà không phụ thuộc vào chiều dày của chi tiết 1. Quá trình kiểm tra được thực hiện nhờ dịch chuyển theo phương ngang của chi tiết 1

Độ dày, mỏng của bạc được kiểm tra theo sơ đồ trên hình 4-8b. Trong những trường hợp này chi tiết cần kiểm tra 4 được gá trên khối V số 3 và quay đủ một vòng. Sơ đồ kiểm tra này có sử dụng đat-tric biên độ 5.

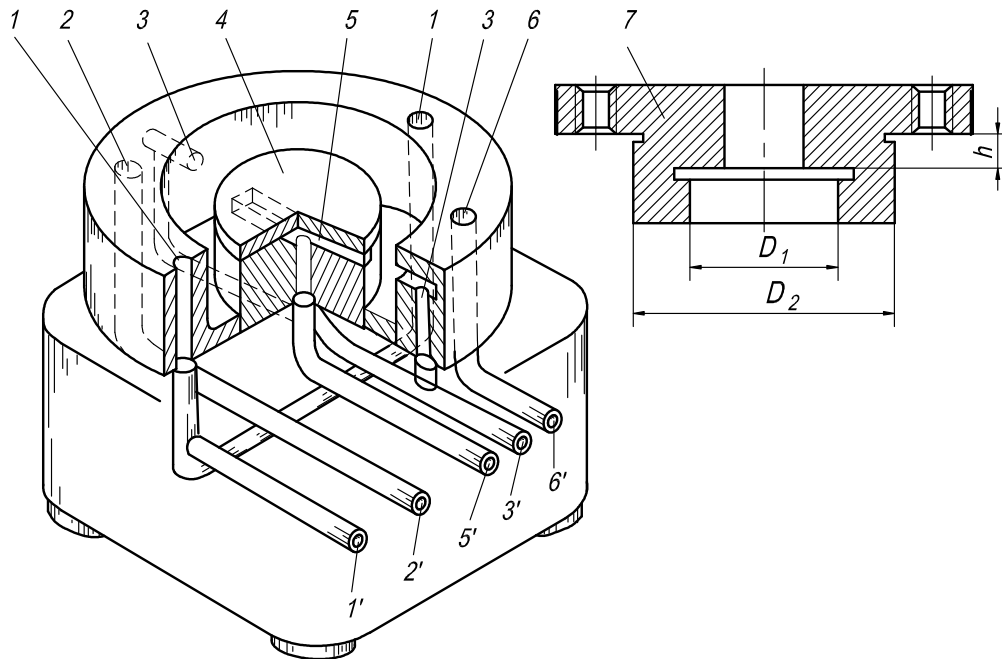
Hình 4-8c là sơ đồ kiểm tra khoảng cách tâm l của các lỗ. Thiết bị kiểm tra gồm hai đầu đo hình côn 7 được đưa vào hai lỗ của chi tiết 6. Khi khoảng cách tâm có sai số thì tay đòn 8 bị xoay theo vị trí thẳng đứng và tiếp xúc với một

trong hai công tắc 9. Sơ đồ kiểm tra này có thể thay thế các đầu đo hình côn bằng các đầu đo hình cầu.

Hình 4-8d là sơ đồ kiểm tra đồng thời cả đường kính trung bình và độ côn của chi tiết hình trụ hoặc kiểm tra đường kính trung bình và độ côn của chi tiết hình côn 10. Sai số của kích thước trung bình được xác định bằng đat-tric khi thanh đo 12 dịch chuyển theo phương thẳng đứng, còn sai số độ côn dịch chuyển theo phương nằm ngang của thanh 11.

Hình 4-8e là sơ đồ kiểm tra đồng thời hai kích thước đường kính ở hai đầu chi tiết 13 bằng các đat-tric 14 và 16 và độ côn bằng đat-tric 15.

4.3.5. Kiểm tra tự động nhiều thông số



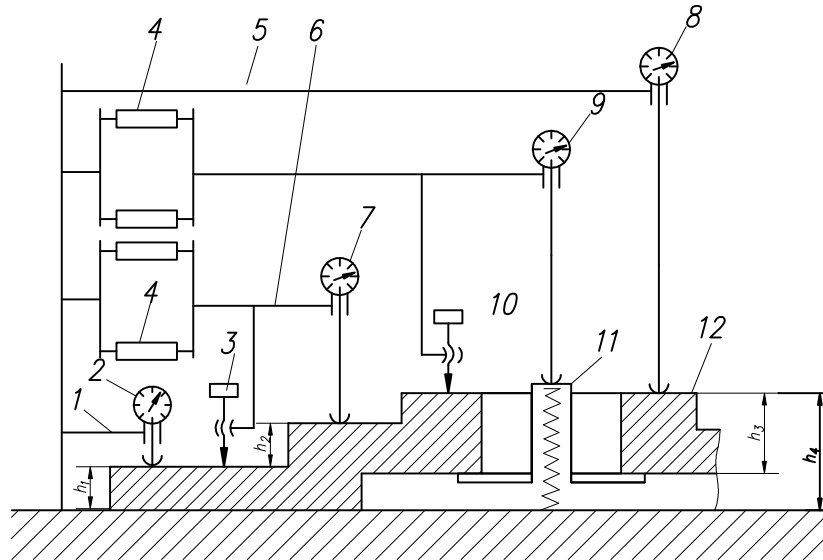
Hình 4-9. Đồ gá kiểm tra khí nén nhiều thông số

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.

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 4-9 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 những 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 4-10 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.



Hình 4-10. Sơ đồ kiểm tra cùng lúc nhiều kích thước chiều cao
1, 5. Các thanh cứng; 2, 7, 8, 9. Các đồng hồ so; 3, 10. Các chốt điều chỉnh; 4.
Lò xo lá; 6. Thanh tùy động; 11. Chốt lò xo; 12. Chi tiết cần kiểm tra.

Các đồng hồ so 2 và 8 được gá trên các thanh cứng 1 và 5, còn các đồng hồ so 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_4 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 đường kính của trục bạc, trục khuỷu, đường kính ngoài và kích thước

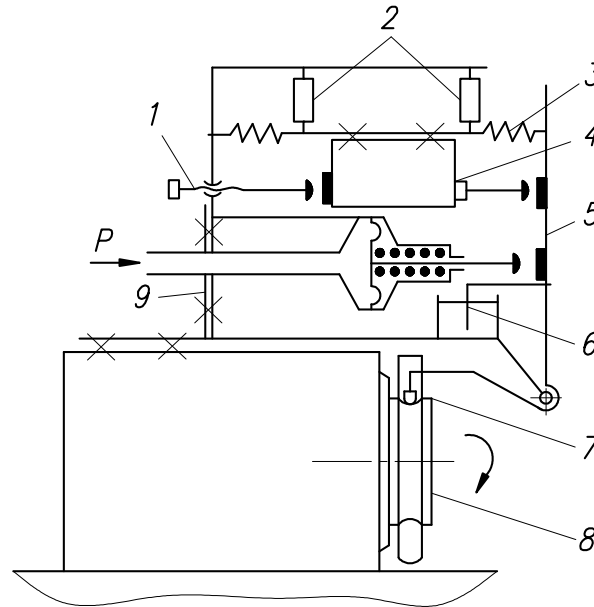
rãnh của pittông, độ đảo mặt đầu của các chi tiết phức tạp, độ đồng tâm và khoảng cách tâm của các chi tiết dạng hộp.

4.3.6. Kiểm tra tích cực khi 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.

a. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc một điểm.

Hình 4-11 là thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc một điểm được dùng để kiểm tra rãnh của vòng đỡ bi.



Hình 4-11. Thiết bị kiểm tra tích cực rãnh của vòng đỡ bi

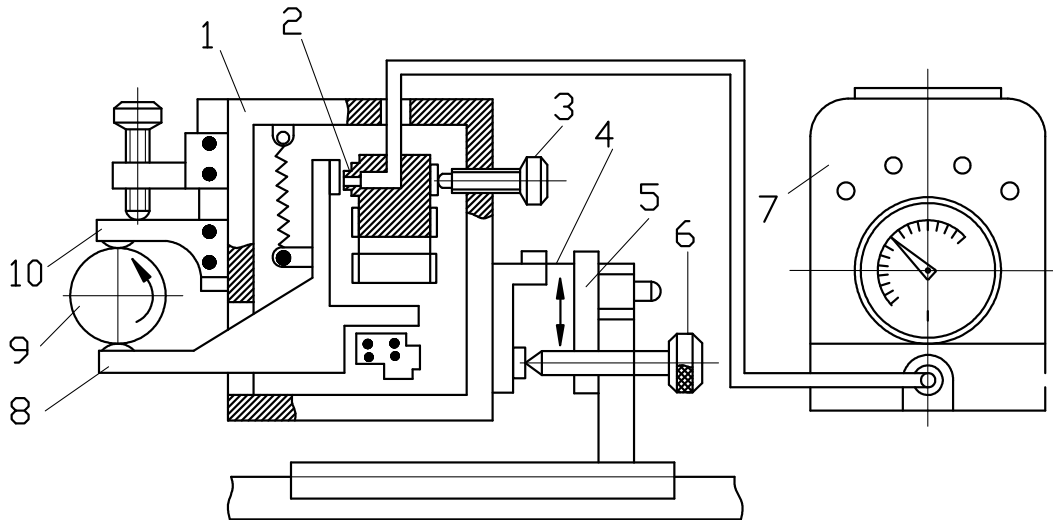
1. Vít vi chỉnh; 2. Lò xo lá; 3. Lò xo; 4. Đat-tric; 5. Tay đòn; 6. Bộ giảm chấn; 7. Đầu đo; 8. Chi tiết gia công; 9. Buồng khí nén; p. áp suất.

Thiết bị này được lắp trên ụ 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 chi tiết giảm thì tay đòn 5 quay ngược chiều kim đồng hồ tác động lên cán đo của đat-tric 4. Đat-tric 4 được treo trên lò xo lá 2. Tín hiệu từ đat-tric 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 đat-tric được thực hiện bằng vít vi 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 lòi 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.

b. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm.

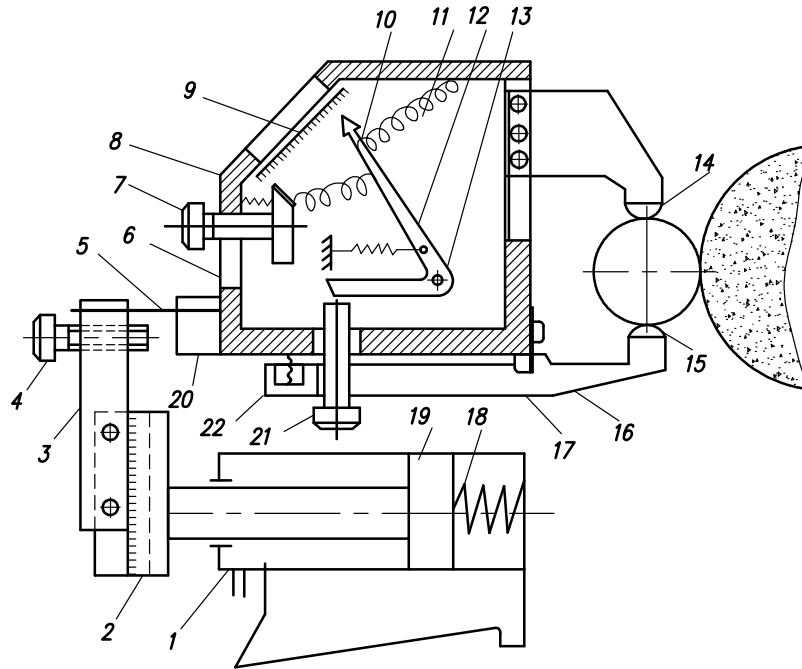


Hình 4- 12. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm khi mài tròn ngoài
1. Thân; 2. Đầu ra; 3, 6. Vít; 4. Lò xo lá; 5. Tay treo; 7. Cơ cấu điều khiển chỉ thị; 8, 10. Đầu tiếp xúc; 9. Chi tiết cân kiểm tra; 10.

Hình 4-12 là thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm được dùng để kiểm tra kích thước đường kính ngoài của chi 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 chi tiết dạng còng 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 quay quanh lò xo lá 4 tới vị 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 xi-phông vì sai với các công tắc điện, role 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 chi tiết 9.

Một thiết bị kiểm tra tích cực khác được trình bày trên hình 4 - 13. Đây là thiết bị kiểm tra với các дат-трик tiếp xúc điện được dùng để điều khiển quá trình mài tròn ngoài.



Hình 4-13. Thiết bị kiểm tra với дат-трик điện tiếp xúc để điều khiển quá trình mài tròn ngoài

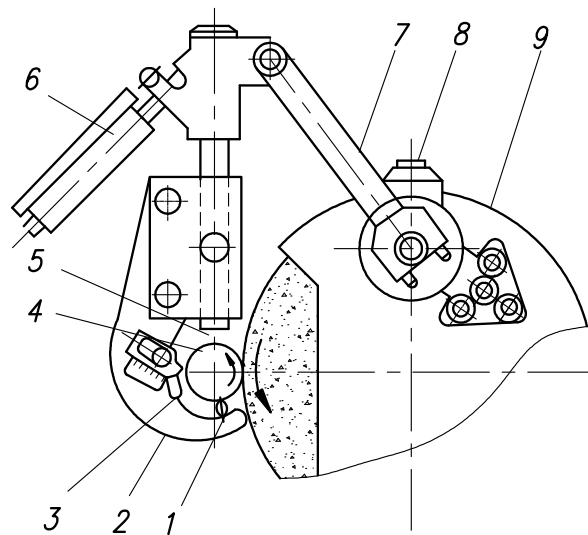
1. Xilanh; 2. Máng; 3. Thanh gá; 4. Vít chặn; 5, 11, 16, 18, 22. Lò xo; 6. Thân thiết bị; 12. Kim chỉ thị; 13. Chốt xoay; 14, 15. Đầu đo; 17. Tay đòn; 19. Pittông; 20. Mặt tỳ; 23. Chi tiết cần mài.

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 phải của xi lanh, pit tông 19 lùi ra khỏi vị trí làm việc (ra khỏi chi 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 chi tiết mài. Để 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 vi chỉnh 21. Khi xoay vít vi 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 vi 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 hồi gian gia công) tức là kích thước gia công đạt yêu cầu thì máy tự động dừng lại.

c. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm.



Hình 4- 14. Thiết bị kiểm tra tích cực tiếp xúc ba điểm khi mài tròn ngoài
1, 3, 5. Cỡ tỷ; 2. Vòng cặp; 6. Đồng hồ so; 7. Tay đòn; 8. Bộ giảm chấn; 9. Hộp
chấn đá mài.

Hình 4-14 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 tỷ cứng 1 và 3 và một cỡ tỷ di động 5. Trong trường hợp này cỡ tỷ 3 là cỡ tỷ điều chỉnh. Nhờ cỡ tỷ 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 tỷ 1 luôn tiếp xúc với chi tiết 4. Khi đường kính của chi tiết

gia công giảm, đầu đo (cữ tỳ di động) 5 hạ xuống và đầu kia tác động đến đồng hồ số 6, gây ra sự dịch chuyển của kim đồng hồ, cho biết kích thước gia công đã đạt đến yêu cầu hay chưa. Khi mài xong, vòng cặp 2 được nhấc lên từ từ (nhờ bộ giảm chấn 8) để có không gian lùi đá mài và gá chi tiết mới. Nếu thay đồng hồ 6 bằng một дат-трик 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.

d. Kiểm tra tích cực khi mài các mặt trụ gián đoạn

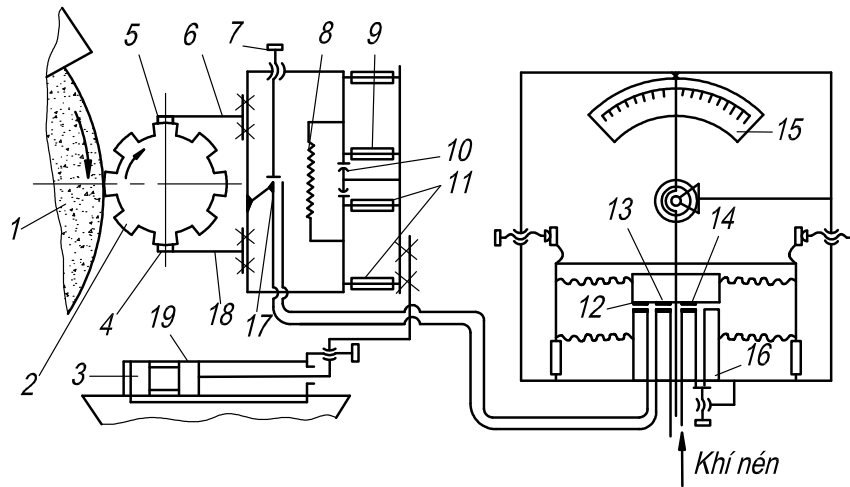
Để kiểm tra tích cực các mặt trụ gián đoạn như trục có các rãnh then, trục có các lỗ hướng kính hoặc các trục then hoa người ta dùng các thiết bị kiểm tra tiếp xúc một điểm, tiếp xúc hai điểm và tiếp xúc ba điểm.

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 gia công (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.

2) Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài mặt trụ gián đoạn tiếp xúc hai điểm.

Hình 4-15 là sơ đồ kiểm tra tích cực tiếp xúc hai điểm khi mài trục then hoa. 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 tỳ 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 xi-phông vi sai với các ống vào 13 và 14. Bên phải của xi-phông 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 treo 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.



Hình 4- 15. Sơ đồ kiểm tra tích cực khí mài then hoa

1. Đá mài; 2. Chi tiết then hoa; 3. Pit-tông; 4, 5. Đầu đo; 6, 18. Má kẹp; 7. Thanh điều chỉnh; 8. Lò xo; 9, 11. Lò xo lá; 10. Cữ tỳ; 12. Van tiết lưu; 13, 14. ềng vào; 15. Thang chia; 16. Cơ cấu đối áp; 17. ềng đo; 19. Cơ cấu thủy lực.

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.

4.3.7. Kiểm tra tích cực khí 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 ca-líp 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. Trên hình 4-16 là các sơ đồ kiểm tra tích cực khí mài tròn trong bằng các phương pháp trực tiếp.

Khi kiểm tra bằng ca-líp cứng (hình 4-16a), ca-líp 1 được đặt trước chi tiết gia công 2. Chi tiết gia công 2 được gá trên đồ gá của máy mài tròn trong. Ca-líp 1 được nối kết với ụ sau 3 của máy mài và mỗi hành trình chạy dao khứ hồi của bàn máy, ca-líp lại tiến gần tới lỗ cần kiểm tra. Khi đạt kích thước lỗ theo yêu

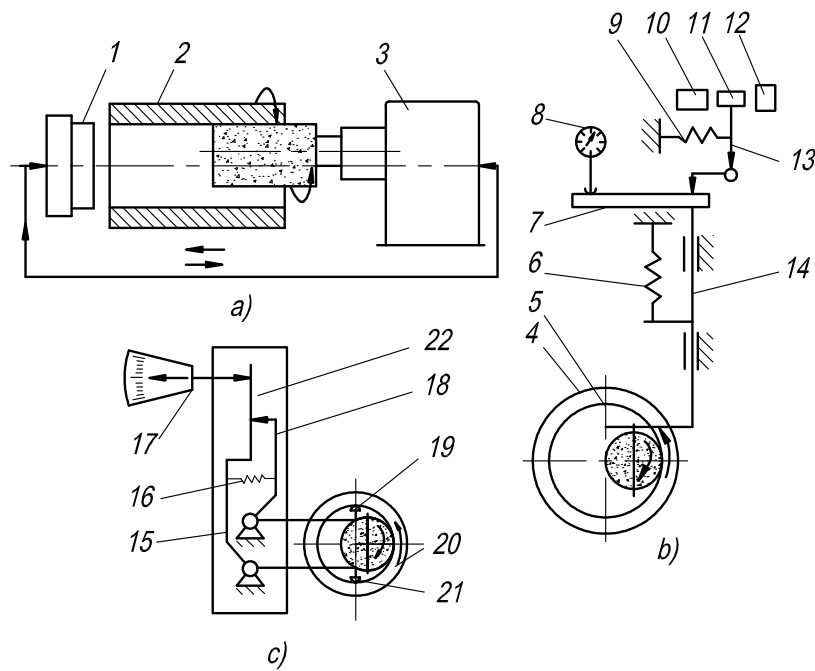
cầu thì ca-líp lọt vào lỗ cần kiểm tra và qua bộ chuyển đổi để truyền tín hiệu tới cơ cấu chấp hành của máy. Ca-líp bậc có thể truyền lệnh để thay đổi từ lượng chạy dao mài thô sang lượng chạy dao mài tinh và lệnh dừng máy. Kiểm tra tích cực bằng ca-líp cứng được dùng rộng rãi khi mài tròn trong vì nó có kết cấu đơn giản và dễ sử dụng. Thiết bị này còn cho phép kiểm tra các bề mặt gián đoạn.

Hình 4-16b 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 số 8. Kim của đồng hồ số 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 4-16c 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.

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 дат-tric 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 tinh), còn lệnh thứ tư để kiểm tra khi chạy rà sau khi ngắt lượng chạy dao mài thô.



Hình 4- 16. Các sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài tròn trong
 1. Ca-líp; 2, 4, 10. Chi tiết mài; 3. ô sau; 5, 17, 19, 21. Đầu đo; 6, 9, 11. Lò xo;
 7, 14. Cán tỷ; 8. Đồng hồ so; 10, 11, 12. Công tắc; 13, 15, 18. Tay đòn.

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 xi-phông khí nén sẽ thay đổi (xi-phông 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.

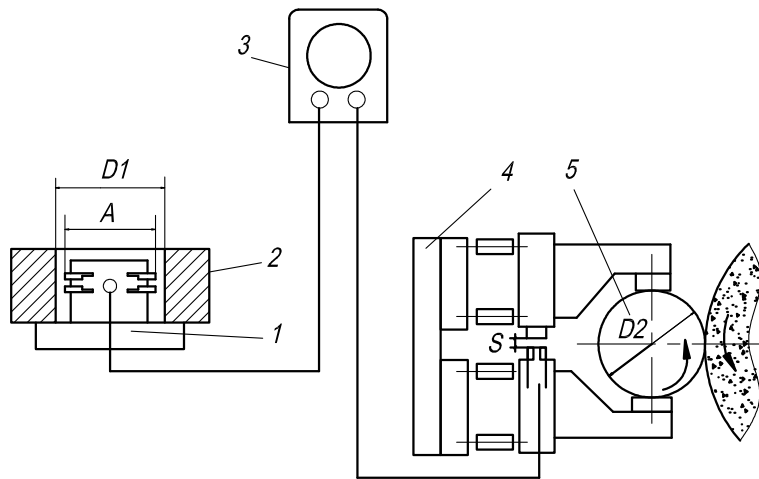
a. Kiểm tra tích cực khi mài đối tiếp

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 lẩn 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 дат-трик khí nén hoặc các дат-трик cảm ứng. Hình 4 - 17 là sơ đồ kiểm tra tích cực khi “mài đối tiếp” các chi tiết hình trụ trơn.

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 đồ 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.



Hình 4-17. Sơ đồ kiểm tra tích cực khí mài đối tiếp

1. Trục gá; 2. Bạc; 3. Khối gá; 4. Vòng cặp đo; 5. Trục trơn (chi tiết mài). D_1 . Đường kính lỗ bạc; D_2 . Đường kính trục. s. Khe hở trong thiết bị đo.

b. Kiểm tra tích cực khí mài vô tâm

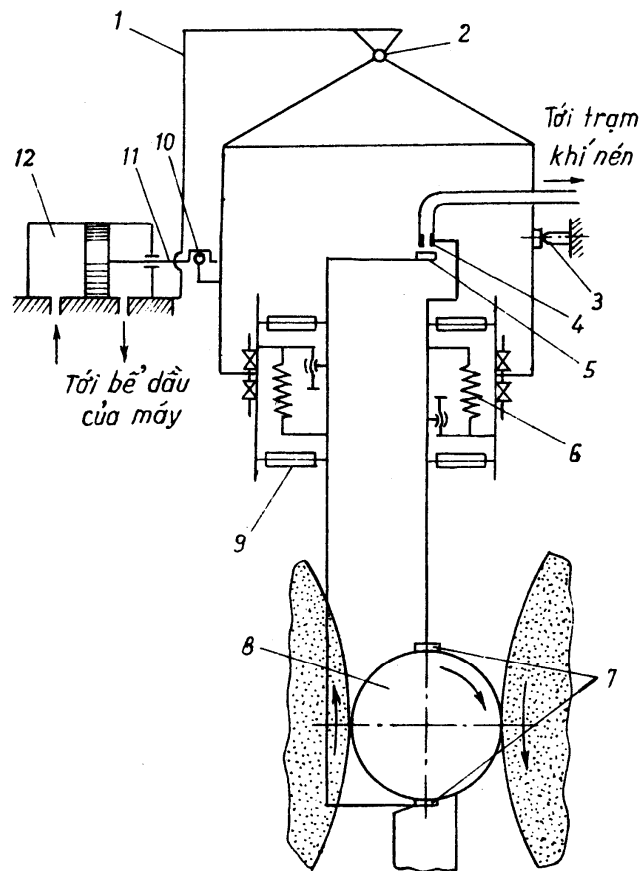
Kiểm tra tích cực trên các máy mài vô tâm có một ý nghĩa quan trọng bởi vì các máy này có năng suất cao, dễ lắp đặt trên các dây chuyền tự động, dễ TĐH quá trình sản xuất.

1) Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy khi mài vô tâm

Để kiểm tra tích cực khí 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 дат-трик khí nén và điện - khí nén.

Hình 4-18 là sơ đồ kiểm tra tích cực khí mài vô tâm các chi tiết của xe goòng và các chi tiết của xe trượt băng không có hiệu chỉnh máy.

Ễ 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 дат-трик 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 дат-трик 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 xilanh thuỷ lực 12 (được nối kết với hệ thống thuỷ lực của máy mài).



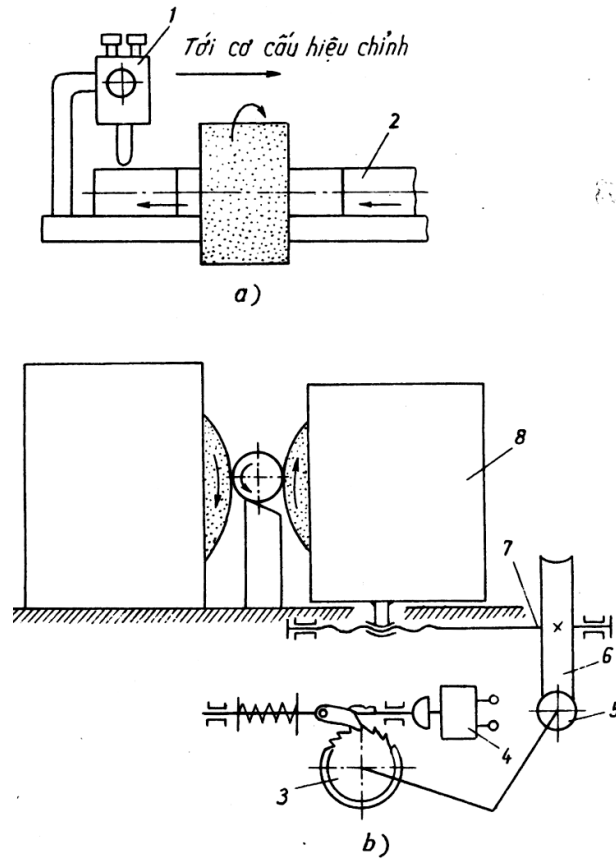
Hình 4- 18. Sơ đồ kiểm tra tích cực khí mài vô tâm

1. Thanh giàng; 2. Trục của thanh giàng; 3. Cữ tỳ; 4. ống khí; 5. Đầu tiếp xúc;
6. Lò xo trục; 7. Đầu đo; 8. Chi tiết gia công; 9. Lò xo lá; 10. Vấu tỳ;
11. Cán pittông; 12. Xilanh.

Sau khi bắt đầu mài khoảng 15 ÷ 20 giây, với tín hiệu - lệnh, dầu đi vào buồng trái của xi lanh 12, pittông cùng cán 11 dịch chuyển về bên phải và thông qua vấu tỳ 10 (vấu tỳ 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 cữ tỳ 3. Sau khi kết thúc gia công, dầu chảy vào buồng phải của xi lanh 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 giàng 1. Thanh giàng 1 được gá trên mặt trên của ụ 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÷70) mm.

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.



Hình 4-19. Sơ đồ kiểm tra tích cực với hiệu chỉnh máy khi mài vô tâm

1. Đat-tric; 2. Chi tiết; 3. Bánh cóc; 4. Nam châm điện;

5, 7. Trục vít; 6. Bánh vít; 8. Ô bánh dẫn.

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. 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 đat-tric 1 (hình 4-19). 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 đat-tric 1 truyền tín hiệu - lệnh tới cơ cấu hiệu chỉnh (hình 4-19b). 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 ụ đá dẫn 8 để thực hiện lượng hiệu chỉnh.

4.3.8. Kiểm tra tích cực khi mài phẳng

Phương pháp kiểm tra tích cực khi mài phẳng có những đặc điểm sau đây:

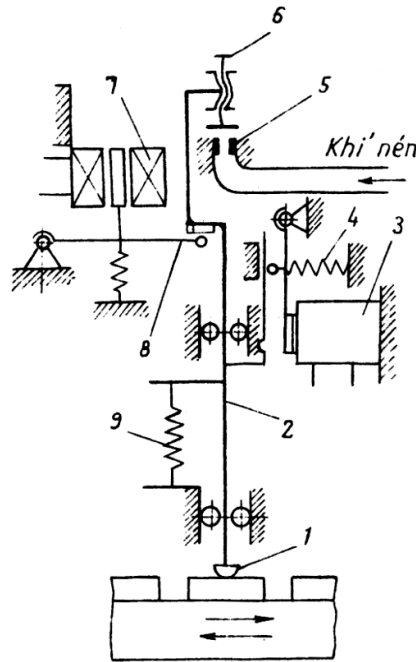
Đầu đo không tiếp xúc theo chu kỳ với các chi tiết gia công (đầu đo rơi vào chỗ trống giữa các chi tiết gia công).

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 làm hai loại:

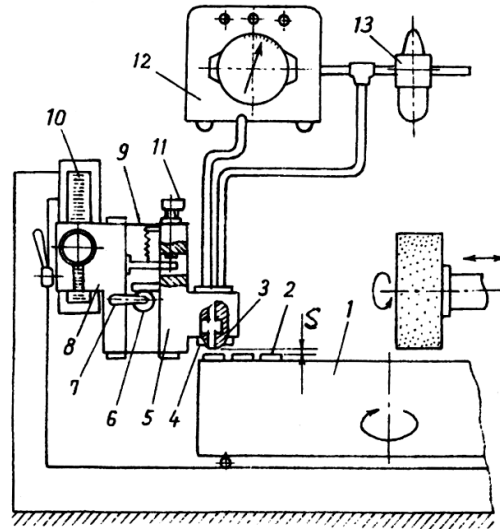
- Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy.
- Thiết bị kiểm tra tích cực có hiệu chỉnh máy.

a. Thiết bị kiểm tra tích cực không có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng



Hình 4-20. 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. ềng; 6. Vít hiệu chỉnh; 7.
 Nam châm điện phanh hãm; 8. Tay đòn.

Trên hình 4-20 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 bộ 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.



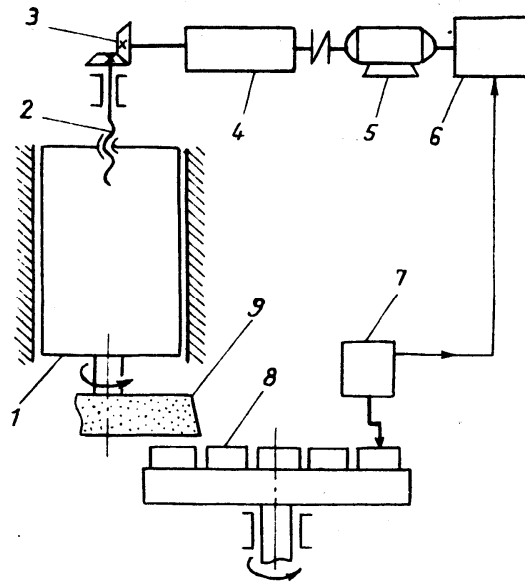
Hình 4-21. Sơ đồ kiểm tra tích cực không tiếp xúc trực tiếp và không có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng

1. Bàn từ; 2. Chi tiết gia công; 3. Òng 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 vi chỉnh; 12. Cơ cấu chỉ thị; 13. Bộ ổn định áp lực.

Trên hình 4-21 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 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 vi 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 s giữa các bề mặt gia công và mặt đầu của ống khí nén 3. Òng 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.

b. Thiết bị kiểm tra tích cực có hiệu chỉnh máy khi mài phẳng



Hình 4-22. Sơ đồ kiểm tra tích cực với hiệu chỉnh máy khi mài phẳng

1. Ô 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. Đá mài.

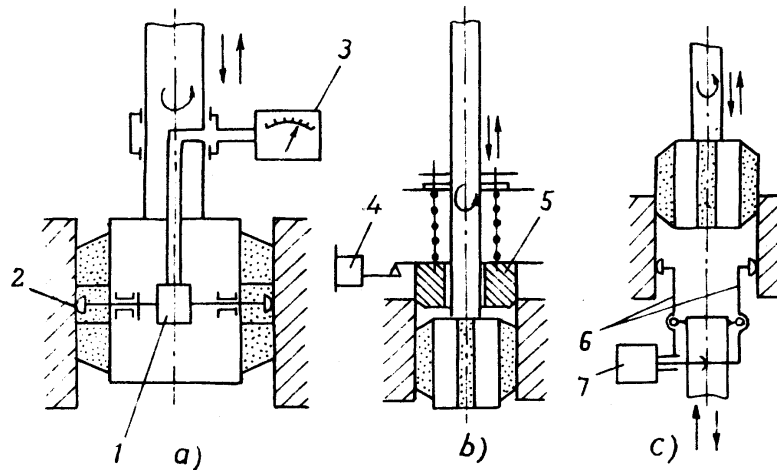
Hình 4-22 là sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài phẳng với cơ cấu hiệu chỉnh tự động máy mài. Khi mài, các chi tiết gia công 8 đi qua cơ cấu đo 7 và chạm vào đầu đo của cơ cấu đo này. Trong quá trình mài, đá mài 9 mòn nhanh, kích thước của các chi tiết theo chiều cao sẽ tăng dần và đến khi bằng hoặc lớn 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 role 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.

4.3.9. Thiết bị kiểm tra tích cực khi mài khôn

Mài khôn là nguyên công tinh để gia công các lỗ trụ với độ chính xác cấp IT6, IT7 và độ nhám đạt $R_a = (0,32 \div 0,02) \mu\text{m}$. Mài khôn được thực hiện bằng các thanh mài với các chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến đi lại, còn chi tiết ga công được gá cố định trên đồ gá. Trong quá trình mài khôn, các thanh mài 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 4-23.

Trên hình 4-23a: cơ cấu đo với phân tử nhạy cảm 1 được lắp trực tiếp trên đầu khôn. Phân tử nhạy cảm 1 là một ống tiết lưu được nối với ống khí nén. Từ phân tử 1 này thông tin về kích thước gia công được truyền tới dat-tric, 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.



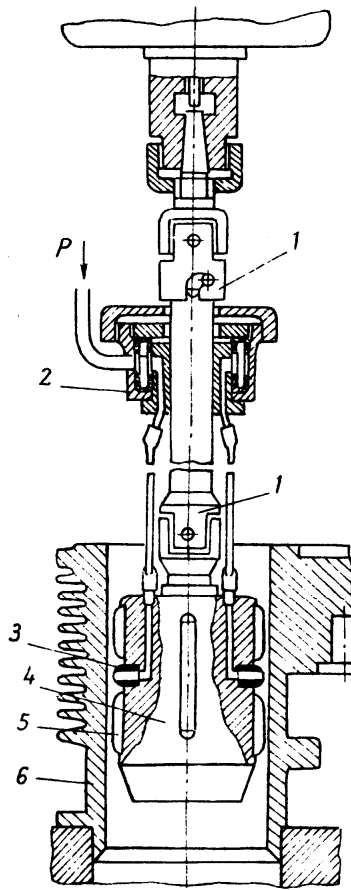
Hình 4-23. Các sơ đồ kiểm tra tích cực khi mài khôn

1. Phân tử nhạy cảm; 2. Đầu đo; 3. Cơ cấu chỉ thị; 4. Dat-tric tiếp xúc điện; 5. Ca-líp cứng; 6. Tay đòn; 7. Dat-tric chuyển đổi.

Trên hình 4-23b: cơ cấu đo với ca-líp cứng 5 thực hiện chuyển động thẳng đi lại cùng với đầu khôn và khi kích thước gia công đạt yêu cầu thì ca-líp

cứng 5 lọt vào lỗ và đóng công tắc của đát-tric 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 ca-líp được chế tạo hình cầu để tăng khả năng tự định vị vào lỗ gia công.

Trên hình 4-23c là 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 đát-tric chuyển đổi 7. Từ đát-tric 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 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.

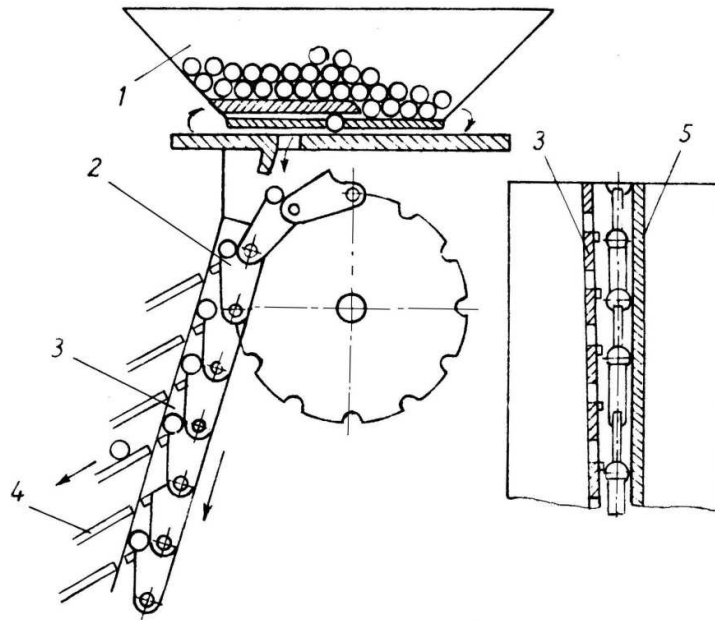


Hình 4-24. Kết cấu của thiết bị kiểm tra tích cực khôn tiếp xúc khi mài khôn
 1. Khớp nối bản lề; 2. èng dẫn; 3. èng đầu ra; 4. Thân đầu khôn; 5. Thanh giữ;
 6. Chi tiết gia công.

Trong các thiết bị kiểm tra tích cực khi mài khô thông thường người ta sử dụng các hệ thống đo khí nén không tiếp xúc. Hình 4-24 là kết cấu của một thiết bị kiểm tra dạng này. Đầu khô 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 khô 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 thổi khô 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 xi-phông vi sai giảm. Xi-phông vi 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.

4.4. Thiết bị kiểm tra phân loại từ ống

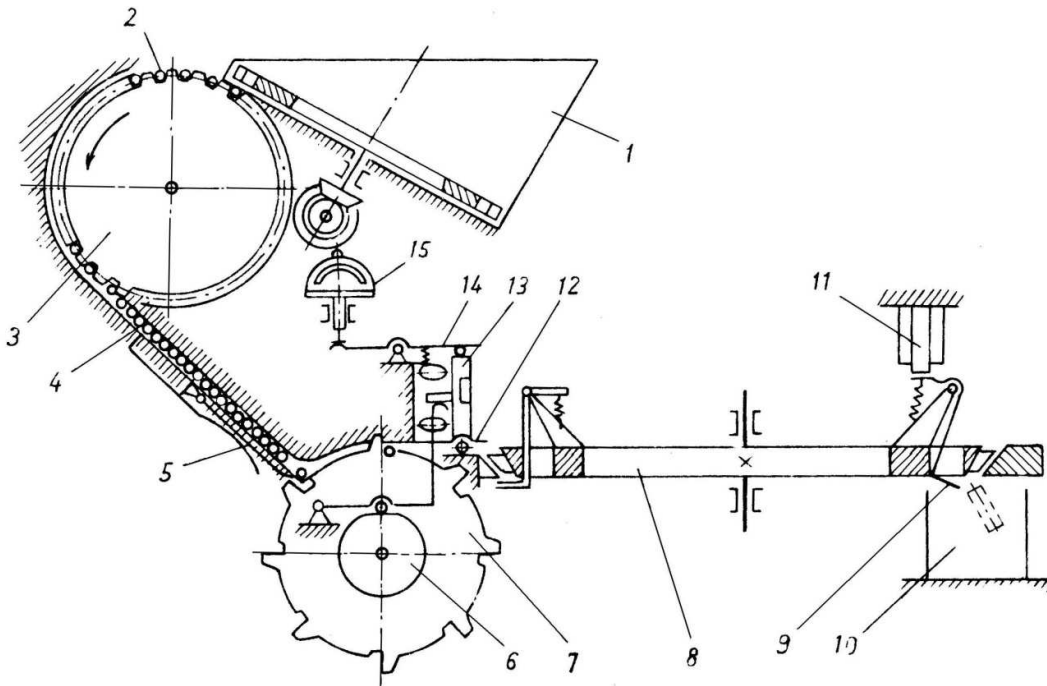
Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối người ta thường dùng các thiết bị kiểm tra phân loại tự động để kiểm tra và phân loại chi tiết sau từng nguyên công. Đôi khi các thiết bị còn được dùng để đóng mác chi tiết. Các thiết bị tự động thông dụng thường là các thiết bị với hệ thống đo: cơ khí, tiếp xúc điện, tiếp xúc điện - khí nén và cảm ứng. Thiết bị kiểm tra - phân loại tự động với hệ thống đo cơ khí để phân loại bị cầu được trình bày trên hình 4-25.



Hình 4-25. Thiết bị kiểm tra phân loại tự động bị cầu

1. Thùng chứa; 2. Xích tải; 3. Thước có gờ; 4. Mảng 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 (bề hẹp nằm ở phía dưới). Khe hở giữa các bề mặt của các thước 3 và 5 tạo thành một dây ca-líp 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 μm . 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 4-26. Thiết bị kiểm tra phân loại tự động bi đũa

Hình 4-26 là sơ đồ thiết bị phân loại bi đũa 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 cất 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 cán 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 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.

Thiết bị tự động này có thể phân loại bi đũa 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 chữa được và loại phế phẩm sửa chữa được). Năng suất của máy là (15.000 ÷ 20.000) bi/giờ.

Chương 5

Từ ®éng ho, l³/₄p r, p

5.1. C, c vEn ®Ồ chung

5.1.1. 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 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... 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 thiết kế sẽ được đảm bảo. 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 TĐH hoặc TĐH chúng không mang lại hiệu quả kinh tế cao.
- Mức độ tập trung nguyên công trên một vị trí lắp ráp bị hạn chế do yêu cầu về không gian (hay diện tích) làm việc 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 hoá của chi tiết, cụm chi tiết.
- Chuyên môn hoá và tập trung hoá sản xuất.
- Sử dụng rộng rãi các quá trình công nghệ điển hình và công nghệ nhóm có mức độ TĐH 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 hoá và mô phỏng các quá trình công nghệ lắp ráp với mục đích tối ưu hoá 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.

5.1.2. Các nhiệm vụ cơ bản của TĐH 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 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 hai 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:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} \xi_i \cdot A_i + \xi_q \cdot D_{\xi}^{\delta}$$

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.

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, đặc trưng cho phương tác động của khâu khép kín của chuỗi kích thước động học.

Nhiệm vụ thứ ba 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 có giá trị lớn hơn cả. Do đó, để bảo đảm cho các 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 tư 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 phân đáy). Cả hai trường hợp kể trên các nguyên công lắp ráp được ghép vào quá trình gia công.

Nhiệm vụ thứ năm 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 đổi 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:

- Xác định quỹ đạo chuyển động đặc trưng và vị trí giới hạn của chúng cho cả loạt chi tiết.

- 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 không gây biến dạng dẻo trên các bề mặt tiếp xúc.

5.1.3. Hoàn thiện chuẩn bị công nghệ của quá trình lắp ráp tự động

Chuẩn bị công nghệ khi TĐH 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, cần 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 và không gian 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 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 lên 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.

5.1.4. Một số phương hướng phát triển của TĐH 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 TĐH các quá trình lắp ráp.

- Nghiên cứu các phương pháp mới có 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.

5.2. Tính công nghệ của kết cấu trong lắp ráp tự động

5.2.1. Các yêu cầu chung về tính công nghệ lắp ráp tự động

Có nhiều cơ cấu và chủng loại máy không thể lắp ráp tự động được, vì chúng có tính công nghệ rất thấp. 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 TĐH 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.

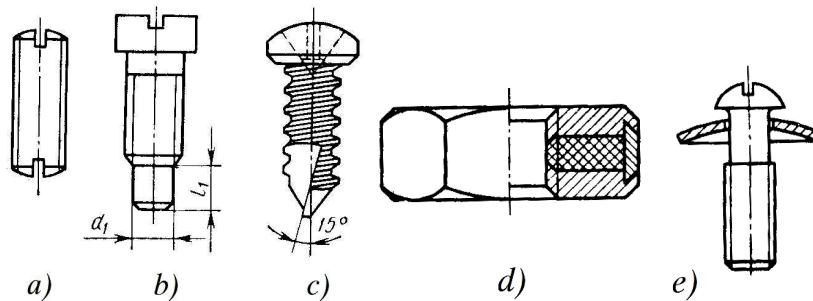
Yêu cầu 2. Kết cấu sản phẩm đơn giản, yêu cầu này cũng trùng với tính công nghệ trong gia công cơ. Hình dáng đơn giản sẽ cho phép sử dụng các cơ cấu định vị đơn giản với số bước định vị ít nhất. kết cấu các ổ chứa tự động cũng đơn giản. Việc vận chuyển trong máng dẫn hoặc dây chuyền sẽ dễ dàng và tin 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 công nghệ tiên tiến để tạo ra các chi tiết phức tạp không cần lắp ghép như chi tiết bằng nhựa, đúc áp lực...

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 hai hoặc nhiều phía rất dễ gây ra sự cố và độ không đồng bộ của các cơ cấu chức năng.

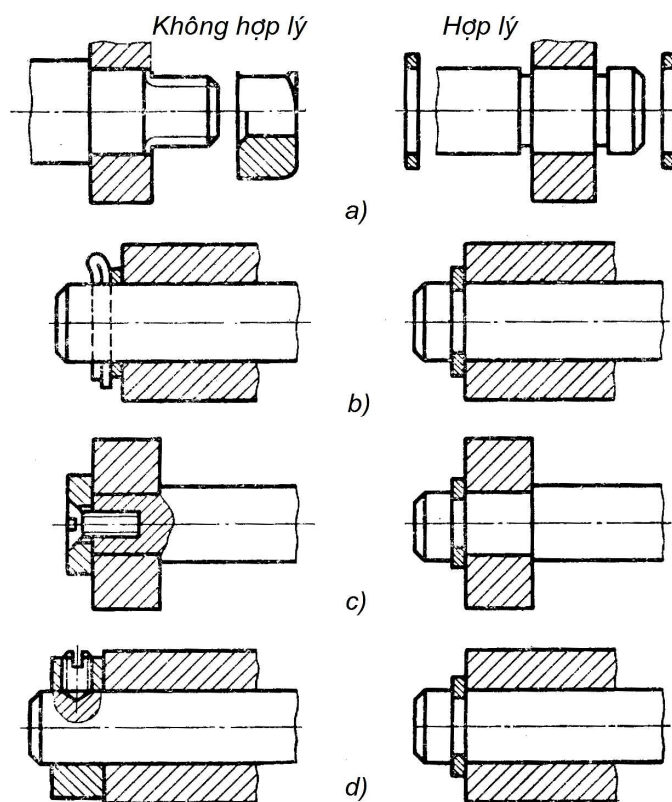
Yêu cầu 5. Độ chính xác, dung sai của các bề mặt lắp ghép phải cho phép thực hiện lắp ráp bằng phương pháp lắp lần hoàn toàn. Dung sai các kích thước tính từ bề mặt lắp ghép tới các mặt chuẩn phải được tính toán hợp lý, nếu quá trình định vị không thực hiện được trực tiếp bằng các bề mặt lắp ghép. Ví 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.



Hình 5-1. Các chi tiết kẹp có tính công nghệ cao

a) Vít kẹp có rãnh trên cả hai đầu; b) Vít có chuôi 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; d) Đai ốc gắn nhựa dẻo; e) Vít có đệm.



Hình 5-2. Kết cấu không hợp lý và hợp lý về tính công nghệ lắp ráp

a) Ngõng trục ren; b) Chốt chẻ; c) Vít chặn dọc trục; d) vít cố định ngang trục.

Ví dụ, để giảm hiện tượng nghiêng của vít khi lắp ráp với lỗ ren, người ta sử dụng vít có phân trụ dẫn (hình 5-1b). 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.

Trên hình 5—2 là một số ví dụ về kết cấu không hợp lý và hợp lý về tính công nghệ lắp ráp.

5.2.2. Các chỉ tiêu đánh giá tính công nghệ lắp ráp

Để đánh giá tính công nghệ của sản phẩm (đơn vị lắp ráp) người ta đưa ra 3 chỉ tiêu cơ bản: có khả năng lắp ráp tuần tự, tính công nghệ của mỗi ghép, khả năng bảo đảm độ chính xác lắp ráp.

Để đánh giá tính công nghệ lắp ráp của từng chi tiết người ta đưa ra khoảng 15 chỉ tiêu thuộc 4 nhóm sau:

- Hình dạng và tính ổn định của các bề mặt: Duy trì được hình dạng khi lắp ráp, bề mặt ổn định, không bị hư hỏng...
- Định hướng và nạp chi tiết vào vùng lắp ráp: Các chi tiết dạng tròn xoay, các chi tiết dạng lăng trụ (khối chữ nhật).
- Định vị chi tiết trong quá trình lắp ráp: Tồn tại bề mặt để định vị chi tiết, có thể sử dụng chuẩn công nghệ để làm chuẩn gá đặt khi lắp ráp.
- Tính lắp ráp hay khả năng duy trì định hướng trong quá trình lắp ráp.

Trong từng chỉ tiêu người ta đưa ra những dấu hiệu để cụ thể hoá. Mỗi một dấu hiệu được đánh giá bằng điểm a (từ 0 đến 1). Khả năng lắp ráp tự động tốt được cho bằng 1 còn không thể lắp ráp tự động - cho bằng 0. Ngoài ra người ta còn đưa ra mức ý nghĩa của từng chỉ tiêu q đối với tính công nghệ của chi tiết.

Tính công nghệ lắp ráp tự động của một chi tiết được tính như sau:

$$T_j = \frac{\sum_{i=1}^m q_i a_j^i}{Q_{ctj}} \quad (5.1)$$

T_j — Tính công nghệ lắp ráp chi tiết thứ j.

q_i — Hệ số đánh giá mức độ ảnh hưởng của chỉ tiêu thứ i đến tính công nghệ lắp ráp (Các hệ số nhận giá trị trong khoảng từ 1 - 10 và được xác định theo điều kiện cụ thể).

a_j^i - Điểm của chỉ tiêu thứ i của chi tiết thứ j.

Q_{ctj} — Tổng hệ số mức ý nghĩa của chi tiết thứ j : $Q_{ctj} = \sum_{i=1}^m q_i$

Ví dụ 1: Điểm của một số chỉ tiêu:

Trong chỉ tiêu 1 (nhóm 1) có dấu hiệu là khả năng duy trì hình dạng của bề mặt dấu hiệu này chia thành 4 mức điểm (bảng 5.1).

Trong chỉ tiêu 2 về định hướng và nạp chi tiết vào vùng gia công có 9 dấu hiệu dựa vào hình dạng của các chi tiết mà chủ yếu là chi tiết dạng tròn xoay và chi tiết dạng hình hộp.

Bảng 5.1

Điểm của chỉ tiêu 1

Chi tiết hoàn toàn duy trì hình dạng của mình trong quá trình lắp ráp.	1
Chi tiết có thể bị biến dạng dưới tác dụng của các lực công tác của cơ cấu định hướng nạp chi tiết, lắp ráp, ...	0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4.
Chi tiết thay đổi hình dáng trong phễu cấp phôi dưới tác dụng của trọng lượng chi tiết khác hoặc thay đổi hình dạng dưới tác dụng của tự trọng:	0,3; 0,2; 0,1
Chi tiết không giữ được hình dạng hình học xác định	0

Ví dụ 2: Một trong những dấu hiệu về định hướng chi tiết theo bảng 5.2.

Bảng 5.2

Điểm của chỉ tiêu 2

Chi tiết có hình dạng hình học đơn giản thường chỉ yêu cầu một cơ cấu định hướng.	1
Những chi tiết có một số phần tử kết cấu làm phức tạp hình dáng hình học và do đó làm phức tạp quá trình định hướng. Ở đây cũng cần tính đến ảnh hưởng của vật liệu chi tiết đến khả năng định hướng.	0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4
Khả năng định hướng của chi tiết là đáng nghi ngờ.	0,3; 0,2; 0,1
Không thể định hướng chi tiết tự động:	0

Để nâng cao tính công nghệ của kết cấu cần phải: thay đổi kết cấu theo hướng phân chia sản phẩm thành từng khối hay từng cụm, đơn giản hoá các chi tiết và lắp ghép, giảm số lượng chi tiết, đưa ra các giá trị dung sai về kích thước một cách hợp lý.

5.3. Sinh và vị liên kết chi tiết khi lắp ráp tự động

5.3.1. Định vị cứng 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 (tự tìm kiếm và có điều khiển). Trên hình 5-3 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 5-3c). 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, và 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.

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 (5-3c) hoặc cùng một phía hình (5-3d). Cần lưu ý rằng, phương án trên hình (5-3d) 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 5-3a). Với các điều kiện này khoảng cách tính từ mặt tỳ cố định của bạc tới điểm cạnh bên phải a của lỗ (hình 5-3a) sẽ có giá trị:

$$h = D_M - \frac{D_M - d_{OM}}{2} = \frac{D_M + d_{OM}}{2} - e \quad (5.2)$$

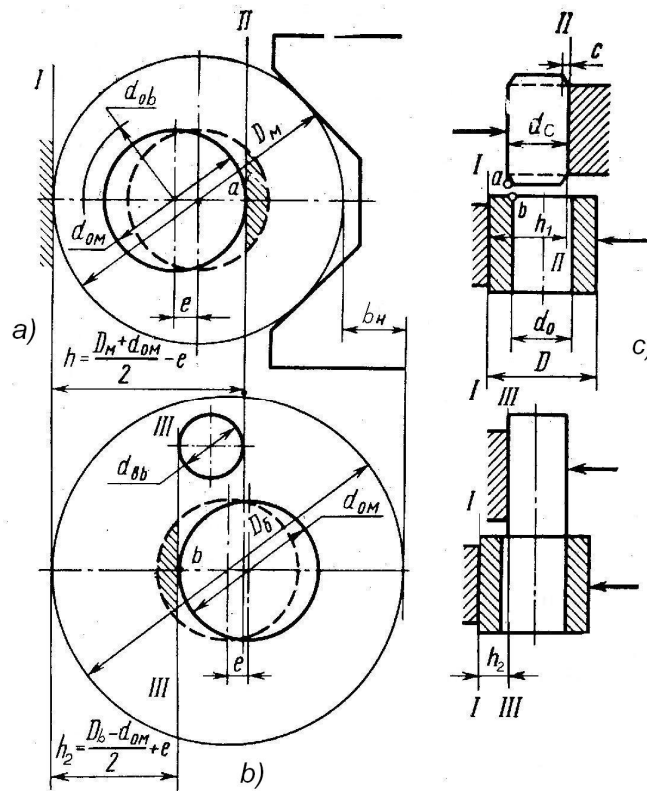
Khi các mặt tỳ bố trí theo phương án như trên hình 5-3c, để quá trình lắp ráp tự động có thể thực hiện được, khoảng cách từ mặt tỳ cố định của trục tới mặt tỳ cố định của bạc phải có giá trị đúng bằng h . Nếu mặt tỳ của trục nằm bên phải điểm a (hình 5-3a), thì khi trục di chuyển xuống sẽ chạm vào mặt 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 5-3b). Khoảng cách giữa mặt tỳ cố định của bạc tới điểm giới hạn phải của mép trái lỗ là:

$$h_1 = \frac{D_\delta + d_{OM}}{2} + e \quad (5.3)$$

Khi các mặt tỳ phân bố cùng một phía (hình 5-3d), khoảng cách giữa chúng phải có giá trị bằng h_1 . Khoảng không gian giữa hai điểm a và b (hình 5-3a, 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 $d_{b\delta}$ 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 (5.2) và (5.3), quá trình lắp ráp tự động giữa trục và bạc sẽ được thực hiện.



Hình 5-3. Định vị cứng chi tiết khi lắp ráp

Xuất phát từ các phép tính hình học và đại số dễ dàng tìm được công thức bảo đảm điều kiện lắp ghép:

$$\Delta_{\min} = \frac{\delta_H}{2} + 2e \quad (5.4)$$

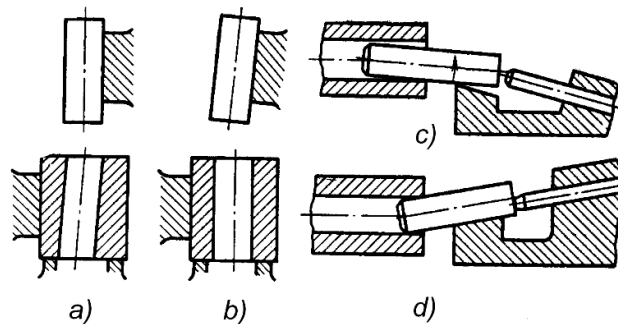
ở đây: Δ_{\min} - khe hở bé nhất cho phép của mối lắp, $\Delta_{\min} = d_{OM} - d_{Os}$

Nếu dung sai của các chi tiết lắp ráp không đáp ứng được công thức (5.4), để có thể thực hiện quá trình lắp ráp, các chi tiết bắt buộc phải được vát mép. Lượng vát mép được xác định từ điều kiện lắp ráp tự do theo công thức sau đây:

$$c = \frac{\delta_H}{2} - \Delta_{\min} + 2e \quad (5.5)$$

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 (5-4a) do một trong các chi tiết được chế tạo kém chính xác, hoặc do mặt chuẩn chế tạo bị sai lệch (hình 5-4b). 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 5-4c.

Việc định vị tự động các chi tiết có ren cần đặc biệt quan tâm vì dễ xảy ra hiện tượng đứt, hỏng ren khi lắp ráp tự động. Sơ đồ lắp ráp tự động các mối lắp ren có thể mô tả trên hình 5-5.



Hình 5-4. Các khả năng xảy ra độ nghiêng đường trục chi tiết trước khi lắp ráp

Đai ốc được định tâm trên vị trí lắp 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 5 - 5a) chính là khâu khép kín của chuỗi sai số định vị.

$$L = l_1 + l_2 + l_3 \quad (5.6)$$

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 vít so với tâm của cơ cấu định vị và được tính theo công thức sau đây:

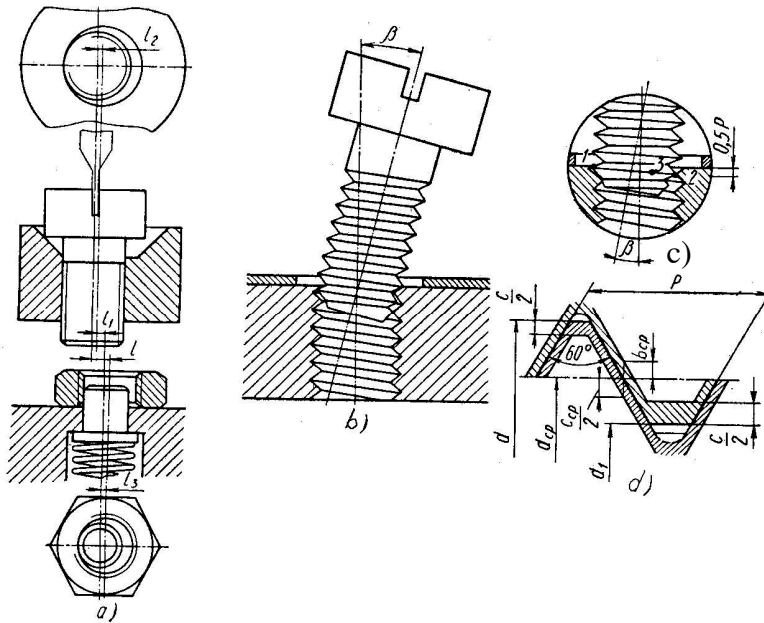
$$l_2 = \frac{\delta_b}{2} + \frac{\Delta_b}{2} + \frac{\delta_{op}}{2} \quad (5.7)$$

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.



Hình 5-5. Định vị các chi tiết khi lắp các mối ghép ren

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:

$$l_3 = \frac{\Delta_r}{2} + \frac{\delta_r}{2} + \frac{\delta_\phi}{2} \quad (5.8)$$

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 kẹt (cắt chân ren) được xác định theo công thức:

$$l_1 + l_2 + l_3 = 0,325.P$$

Với P là bước ren.

Hình 5-5b là hiện tượng cắt chân ren. Góc nghiêng giới hạn khi xuất hiện cắt chân ren β_{\max} (hình 5-5c) được xác định từ công thức thực nghiệm sau:

$$\operatorname{tg} \beta_{\max} = -\frac{P - 0,5 \cdot \delta_{cp} \cdot \operatorname{tg} 30^\circ}{d + d_1 + \delta_1} = \frac{0,5 \cdot P}{d} \quad (5.9)$$

Trong đó:

d - đường kính ngoài của ren;

d_{cp} - đường kính trung bình của ren;

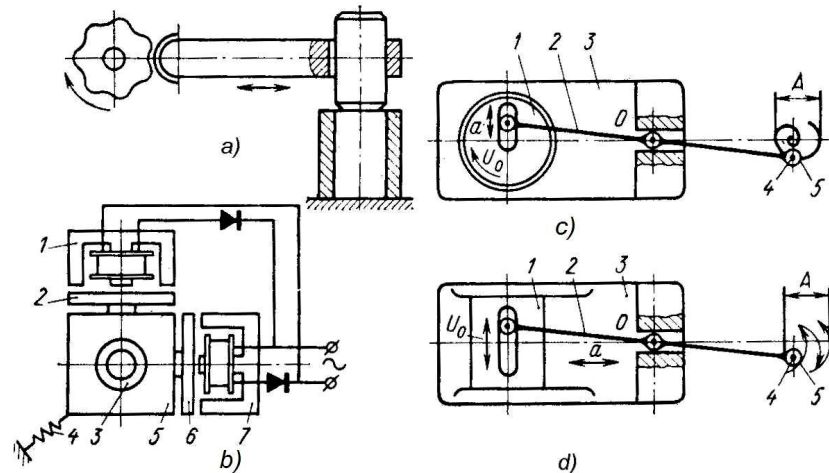
d_1 - đường kính trong của ren;

δ_{cp} - dung sai đường kính trung bình của ren;

δ_1 - dung sai đường kính trong của ren.

5.3.2. Tự định vị hay định vị tự tìm kiếm

Do những nhược điểm của phương pháp định vị cứng, phương pháp tự định vị khi lắp ráp tự động đã được nghiên cứu và 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 phạm vi 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 5 - 6a 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.



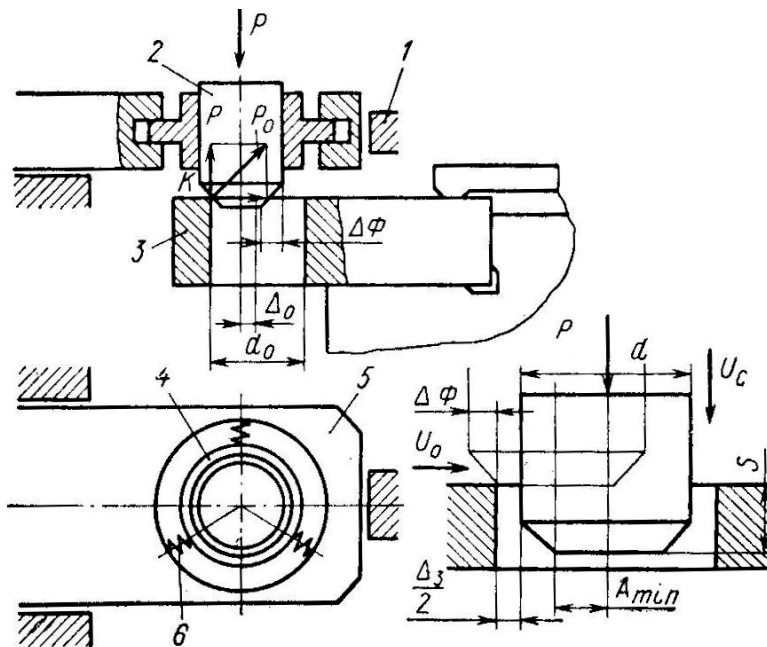
Hình 5-6. Lắp ráp theo phương pháp định vị tự tìm kiếm

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. điôt. 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.

Hình 5-6b 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 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. 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 5-6c 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 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 4, trên có chi tiết cân 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 5-6c) hoặc quay (hình 5-6d).

Trên hình 5-7 là một cơ cấu lắp ráp tự động được thiết kế theo nguyên tắc tự định vị.



Hình 5-7. 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.

Quá trình định vị trên các đồ gá này thực hiện qua hai giai đoạn. Đầu tiên các chi tiết lắp ráp được định vị sơ bộ bằng cách đẩy sát vào mặt tỳ 1 (hình 5-7a). Sau đó lực lắp ráp P sẽ dịch chuyển chi tiết 2 theo phương pháp lắp ráp với chi tiết 3 của cụm lắp ráp. Nếu chi tiết 2 gặp cản trở do quá trình định vị sơ bộ chưa chính xác và có sai số Δ_o , thì chi tiết sẽ được định vị lần cuối nhờ mặt côn định vị Δ_ϕ .

Tại điểm tiếp xúc K của các chi tiết sẽ xuất hiện lực P_o làm cho chi tiết 2 dịch chuyển theo phương cần thiết để có thể thực hiện lắp ráp được. Đồ gá tự lựa 4 được lắp đặt ở trạng thái cân bằng trung tâm so với cửa sổ của tấm chắn 5 nhờ các lò xo bố trí hướng tâm 6 (hình 5-7b). 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 5 - 7c. 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:

$$A > \Delta_o; \text{ với } \Delta_o = \sum \Delta_c + \sum \Delta_H \quad (5.10)$$

Trong đó:

Δ_o - sai số định hướng tổng cộng 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:

$$t = \frac{A}{an} \quad (5.11)$$

ở đây:

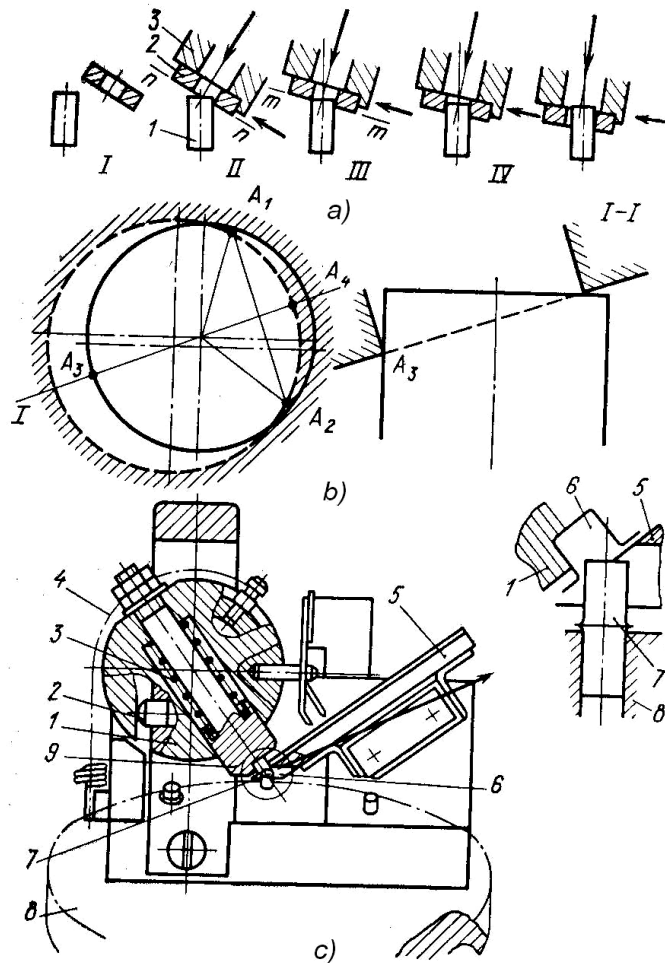
n - số dao động trong 1 phút;

a - biên độ dao động được chọn bằng một nửa khe hở yêu cầu $\frac{A_3}{2}$ (hình

5-7c) của mối lắp (nếu chi 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... Công nghiệp chế tạo dụng cụ thường gặp các trường hợp này. Lắp ráp theo phương pháp tự định vị có nhược điểm là quá trình tìm kiếm

làm trùng tâm của các chi tiết lắp ghép hoàn toàn mang tính ngẫu nhiên, độ tin cậy không cao.



Hình 5-8. Sơ đồ thiết bị lắp ráp với đường tâm nghiêng

Sơ đồ của thiết bị lắp ráp tự định vị (hay tự định hướng) với đường tâm nghiêng thể hiện trên hình 5-8. Các giai đoạn lắp tự định hướng khi lắp bạc vào trục được mô tả trên hình 5-8a. Ban đầu chi tiết được định hướng sao cho đường tâm của chúng tạo ra một góc tương đối lớn. Bạc 2 cùng tấm ép 3 có thể dịch chuyển tương đối so với chốt 1 trong hướng vuông góc với mặt phẳng hình vẽ hoặc theo mặt đầu của nó. Nhờ chuyển động ngang trong mặt phẳng của hình vẽ đầu trục sẽ chui vào lỗ.

Ở giai đoạn đầu của quá trình tự định vị, các chi tiết tiếp xúc với nhau theo các cạnh của các bề mặt lắp mỗi ghép chỉ tại một điểm, thí dụ điểm A1, do

sai số định hướng trong hướng vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Dưới tác dụng của lực hình thành tại điểm tiếp xúc của các chi tiết, bạc dịch chuyển theo hướng ngang và làm giảm sai số định hướng. Tại thời điểm sai số định hướng bị loại trừ, nghĩa là các chi tiết tiếp xúc thêm ở điểm A2, sẽ bắt đầu giai đoạn hai của quá trình tự định hướng. Bạc bị ép giữa trục và tấm ép 3 tạo nên áp lực theo hướng của mũi tên.

Trục tiếp tục chuyển động làm các chi tiết tiếp xúc thêm điểm A3 (giai đoạn III), còn các điểm A1, A2 dần dần tiến sát nhau để cuối cùng trùng nhau tại điểm A4 ở phía bên kia của điểm A3. Khi đó bạc chui vào trục dưới tác dụng của lực ép (giai đoạn IV).

Trên hình 5-8c sơ đồ thiết bị để lắp ráp chi tiết theo nguyên lý trên. Trục 7 lắp trên mâm quay 8. Cốc 6 được đưa đến trục ép 9 nhờ thiết bị cấp phối rung động 5. Trục ép 9 lắp trên đầu lắp ráp 1. Đầu này có thể quay xung quanh đường tâm của mình (vuông góc với hình vẽ). Nhờ lực ép của lò xo 4 đầu lắp ráp 1 tỳ lên chốt 2. Lò xo 3 đẩy trục ép 9 xuống dưới.

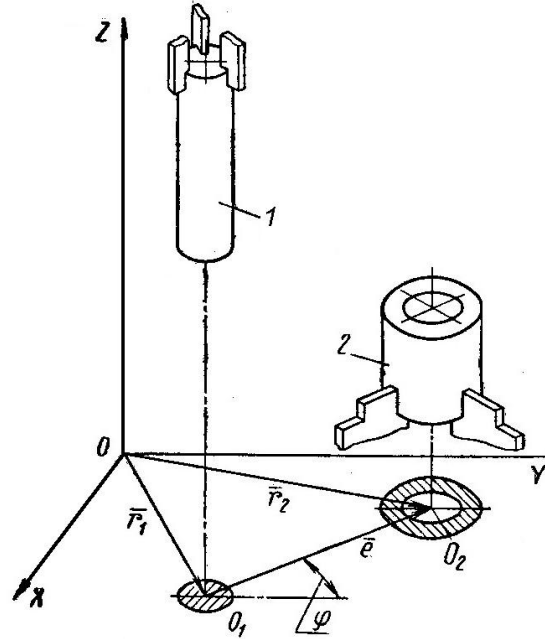
Khi trục 7 quay cùng mâm 8, đầu mút của nó chui vào lỗ của cốc và kéo cốc cùng trục ép 9 quay theo. Lúc này lò xo 4 bị kéo doãng ra, còn lò xo 3 nén lại. Khi quay cùng trục 7, cốc 6 luôn luôn tỳ gờ lỗ lên đầu trục cho đến khi chúng đồng tâm với nhau. Dưới tác dụng của lò xo 3 cốc sẽ chui vào lỗ, cong đầu lắp ráp 1 sẽ trở về vị trí ban đầu nhờ lò xo 4.

5.3.3. Các phương pháp và cơ cấu định vị có điều khiển 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. Phương pháp tự định vị được nghiên cứu phát triển mạnh mẽ. Tuy nhiên 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 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 5-9.

Coi trục 1 trên cơ cấu kẹp của tay máy và bạc 2 trong cơ cấu định vị cố định có vị trí như trên hình 5-9. 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 tọa độ O theo bán kính vectơ \vec{r}_1 , còn vị trí hình chiếu O_2 của đường tâm bạc cũng trong mặt phẳng này được biểu thị bằng vectơ \vec{r}_2 . Độ lệch tâm giữa O_1 và

O_2 là bán kính vectơ $\vec{e} = O_1O_2$. 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.



Hình 5 - 9. Định vị có điều khiển khi lắp ráp

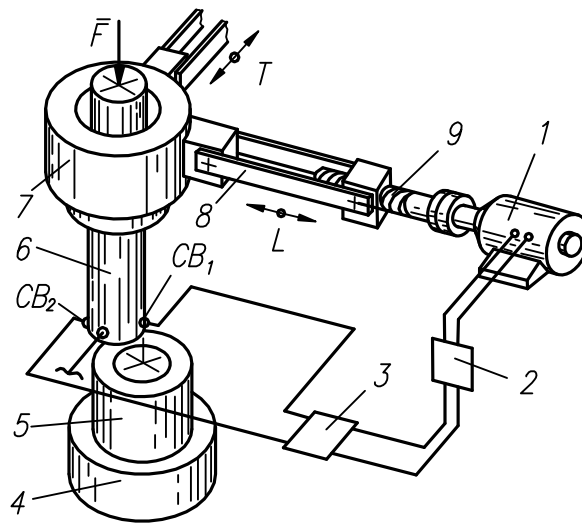
Trong thực tế, vị trí của O_1 và O_2 được xác định thông qua độ lớn của vectơ \vec{e} và góc φ tạo với trục OY phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố và không thể xác định chính xác được. Nếu tiến hành dịch chuyển điểm O_1 tới O_2 theo đường ngắn nhất O_1O_2 ta sẽ loại bỏ được quá trình tìm kiếm. Quá trình dịch 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... để bảo đảm cho các chi tiết có vị trí yêu cầu trước khi lắp ráp.

Định vị có điều khiển 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 5-9) rồi lệnh cho cơ cấu chấp hành thực hiện 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 cho 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 trong có bán kính khác nhau. Vì thế, trong thực tế kỹ thuật, phương án thứ ba được sử dụng rộng rãi nhất.

Tuỳ thuộc vào nguyên tắc điều khiển cơ cấu chấp hành, cơ cấu định vị có điều khiển 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 điều khiển theo phương án thứ ba với hệ thống điều khiển theo sai lệch được trình bày ở trên hình 5-10.



Hình 5-10. Sơ đồ của cơ cấu định vị điều khiển theo sai lệch

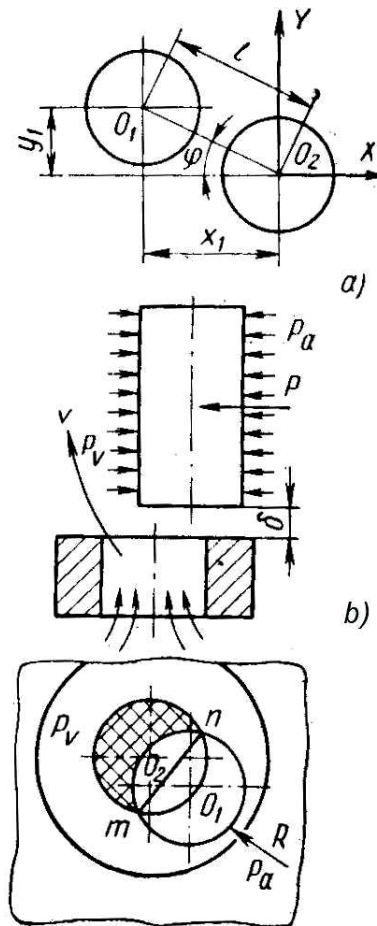
1. Động cơ; 2. Bộ khuếch đại; 3. Bộ so sánh; 4. Đế gá; 5. Bạc cần lắp; 6. Trục;
7. Đầu lắp; CB_1, CB_2 . Bộ cảm biến.

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 CB_1 và CB_2 . Các cảm biến có thể được chế tạo theo nhiều kiểu (cảm ứng, quang điện...).

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.

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 theo một quỹ đạo ngắn nhất O_1O_2 (hình 5-11a).

Hình chiếu của đường tâm trục O_1 trong hệ tọa độ hai chiều được đặc trưng bằng đoạn l tạo với trục x một góc φ .



Hình 5 - 11. Định vị theo nguyên lý khí động học

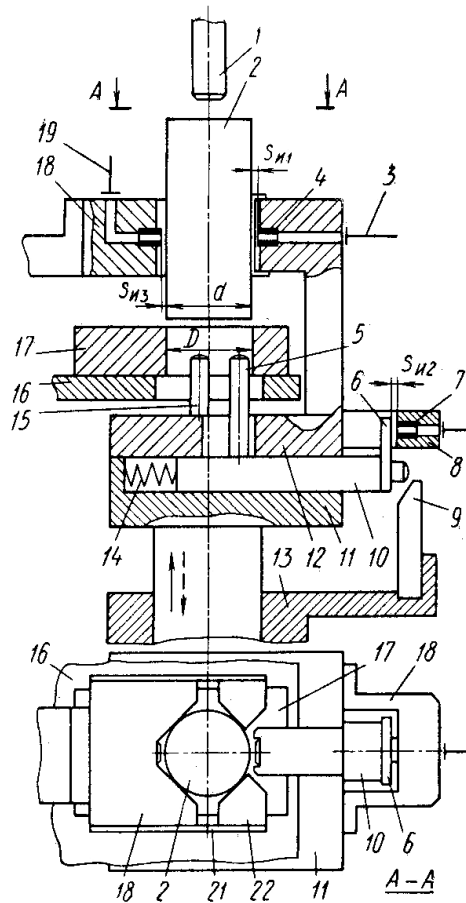
Hình 5-11b là sơ đồ lắp ráp dựa trên nguyên lý khí động học. Đây là sơ đồ lắp ráp dựa vào nguyên lý định vị có điều khiển theo kích thích. Nếu đưa dòng khí nén với áp lực nhất định qua lỗ từ dưới lên sẽ tạo ra một lực R có tác dụng định tâm trục với lỗ theo phương O_1O_2 . Lực này có thể tính được theo công thức:

$$R = \rho \cdot \frac{v^2}{2} \cdot S_L \quad (5.12)$$

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

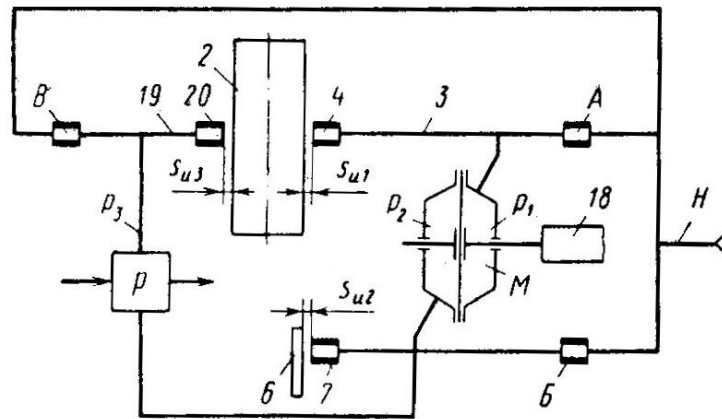


Hình 5 - 12. Cơ cấu định vị có điều khiển theo lực kích thích

1. Thanh đẩy; 2. Trục; 3, 19. Đường dẫn áp; 4, 7, 20. Đầu áp; 5, 15. Chốt cố định; 6. Van tiết lưu của đầu; 7, 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 cân lắp ráp; 18. Khối V; 22. Má kẹp.

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 điều khiển theo lực kích thích (hình 5-12) 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. Đầu lắp được đưa vào vị trí lắp ráp nhờ một dẫn động riêng (không biểu diễn trên hình 5-12). Trong đầu lắp ráp là trục 2, phía trên có thanh đẩy 1. Phía dưới, trên tấm đỡ 16 là chi tiết cần lắp ráp 17 có lỗ sẽ lắp với trục. Chi tiết 17 được định vị và cố định nhờ cơ cấu lắp trên phiến 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 phiến 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 đích 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 (cửa khí) của đầu áp 7 là chi tiết số 6 được gắn cứng với thanh trượt 10 gá trên đai 8.



Hình 5-13. Sơ đồ hệ thống khí nén điều khiển theo lực kích thích

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} ta biết được tương quan của đường kính D và d . Còn khi so sánh S_{u1} và S_{u2} ta 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 phôi tự động (không vẽ trên hình) bằng màng đàn hồi M như trên hình 5-13.

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 5-13). 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 5-12). Trong cả hai trường hợp, buồng đàn hồi sẽ dịch chuyển đầu lắp ráp có trục về vị trí cân bằng. Thanh đẩy 1 (hình 5-12) 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 phải, mỏ kẹp 22 mở ra, phiến gá 11 hạ xuống làm cho trục đi xuống hết chiều dài lắp yêu cầu và cụm lắp sẽ được đẩy ra ngoài.

5.3.4. 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:

- Xác định đối tượng tiếp nhận tác động của lực lắp ráp trên sản phẩm.
- Xác định giá trị tới hạn của lực tác động lên các cơ cấu tiếp nhận tác động của lực.
- Xác định giá trị tối thiểu cần thiết của lực để thực hiện quá trình lắp.
- So sánh lực tới hạn với lực tối thiểu để quyết định chế độ lắp ráp và điều khiển hợp lý.
- Xác định điều kiện điều khiển của các tác động công nghệ.
- 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 kể cả các hệ thống người máy công nghiệp sử dụng trong các quá trình sản xuất cơ khí. Tuy vậy những nội dung này không nằm trong khuôn khổ của giáo trình. Những ai quan tâm có thể tham khảo trong [1], [2], [6].

Tài liệu tham khảo

1. Trần Văn Địch, Trần Xuân Việt...- Tự động hoá quá trình sản xuất - Nhà xuất bản KH và KT - 2001.
2. Trần Văn Địch - Tự động hoá sản xuất - Nhà xuất bản KH và KT - 2007.
3. Nguyễn Văn Hùng - Máy tự động và đường dây tự động - Nhà xuất bản KH và KT - 1978.
4. Phan Quốc Phô, Nguyễn Đức Chiến - Giáo trình cảm biến - Nhà xuất bản KH và KT - 2006.
5. Nguyễn Phương - Giáo trình máy công cụ tự động hoá - Đại học Bách khoa Hà nội - 1991.
6. Л. И. Волчкевич - Автоматы и автоматические линии - Высшая школа - 1976.
7. М.П. Новиков - Научные основы автоматизации сборки машин - Машиностроение - 1976.
8. Г.А. Шаумян - Комплексная автоматизация производственных процессов - Машиностроение - 1973.
9. Б Л Богуславский - Справочник металлиста (том 5) - Машиностроение - 1973.
10. Н. М. Капустин - Автоматизация производственных процессов в машиностроении - Машиностроение - 2004.
11. Hugh Jack - Intergration and automation of manufacturing systems - 2001.
12. C. Ray Asfahl - Robot and manufacturing automation - John Wiley & Sons, Inc - 1992.