



VỤ GIÁO DỤC CHUYÊN NGHIỆP

GIÁO TRÌNH

CƠ SỞ KỸ THUẬT CẮT GỌT KIM LOẠI

**SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO
HỆ TRUNG CẤP CHUYÊN NGHIỆP**

**MÁY VÀ DỤNG CỤ CẮT GỌT KIM LOẠI
PHẠM VI ỨNG DỤNG**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

TS. NGUYỄN TIẾN LƯƠNG (Chủ biên)
PGS. TS. TRẦN SỸ TÚY – TS. BÙI QUÝ LỰC

GIÁO TRÌNH
CƠ SỞ KỸ THUẬT CẮT GỌT KIM LOẠI

MÁY VÀ DỤNG CỤ CẮT GỌT KIM LOẠI – PHẠM VI ỨNG DỤNG

(Sách dùng cho các trường đào tạo hệ Trung cấp chuyên nghiệp)

(Tái bản lần thứ năm có chỉnh lý và bổ sung)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Bản quyền thuộc HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục

11-2007/CXB/314-2119/GD

Mã số : 7K571T7-DAI

LỜI GIỚI THIỆU

Việc tổ chức biên soạn và xuất bản một số giáo trình phục vụ cho đào tạo các chuyên ngành Điện – Điện tử, Cơ khí – Động lực ở các trường TCCN – DN là một sự cố gắng lớn của Vụ Giáo dục chuyên nghiệp và Nhà xuất bản Giáo dục nhằm từng bước thống nhất nội dung dạy và học ở các trường TCCN trên toàn quốc.

Nội dung của giáo trình được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá. Đề cương của giáo trình đã được Vụ Giáo dục chuyên nghiệp tham khảo ý kiến của một số trường như : trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, trường TC Việt – Hung, trường TC Công nghiệp II, Trường TC Công nghiệp III v.v... và đã nhận được nhiều ý kiến thiết thực, giúp cho tác giả biên soạn tài liệu phù hợp hơn.

Giáo trình do các nhà giáo có nhiều kinh nghiệm giảng dạy ở các trường Đại học, Cao đẳng, TCCN biên soạn. Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới và biên soạn theo quan điểm mở, nghĩa là, để cập những nội dung cơ bản, cốt yếu tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo của TCCN.

Tuy các tác giả có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình chắc chắn không tránh khỏi những khiếm khuyết. Vụ Giáo dục chuyên nghiệp đề nghị các trường sử dụng những giáo trình xuất bản lần này để bổ sung cho nguồn giáo trình đang rất thiếu hiện nay, nhằm phục vụ cho việc dạy và học của các trường đạt chất lượng cao hơn. Các giáo trình này cũng rất bổ ích đối với đội ngũ kỹ thuật viên, công nhân kỹ thuật để nâng cao kiến thức và tay nghề cho mình.

Hy vọng nhận được sự góp ý của các trường và bạn đọc để những giáo trình được biên soạn tiếp hoặc lần tái bản sau có chất lượng tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về Công ty CP Sách Đại học - Dạy nghề, 25 Hà Thuyên, Hà Nội.

Vụ Giáo dục chuyên nghiệp

MỞ ĐẦU

Giáo trình Cơ sở kỹ thuật cắt gọt kim loại được biên soạn theo đề cương Vụ Giáo dục chuyên nghiệp, Bộ Giáo dục & Đào tạo xây dựng và thông qua. Nội dung được biên soạn theo tinh thần ngắn gọn, dễ hiểu. Các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối liên hệ logic chặt chẽ. Tuy vậy, giáo trình cũng chỉ là một phần trong nội dung chuyên ngành đào tạo cho nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các tài liệu có liên quan đối với ngành học để việc sử dụng giáo trình có hiệu quả hơn.

Khi biên soạn, chúng tôi đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến môn học và phù hợp với đối tượng sử dụng cũng như cố gắng gắn những nội dung lý thuyết với những vấn đề thực tế thường gặp trong sản xuất, đời sống để giáo trình có tính thực tiễn cao.

Nội dung của giáo trình được biên soạn với nội dung 100 tiết, gồm:

Chương 1. Vật liệu dụng cụ cắt; Chương 2. Thông số hình học phần cắt của dụng cụ; Chương 3. Các cơ cấu chuyển động và điều khiển; Chương 4. Đại cương về chuyển động học trong máy công cụ; Chương 5. Máy tiện; Chương 6. Máy khoan – máy doa – máy tổ hợp; Chương 7. Máy phay; Chương 8. Máy chuyển động thẳng; Chương 9. Máy gia công ren và răng; Chương 10. Máy mài; Chương 11. Máy công cụ điều khiển số NC – CNC; Chương 12. Các phương pháp gia công mới.

Trong quá sử dụng, tùy theo yêu cầu cụ thể có thể điều chỉnh số tiết trong mỗi chương. Trong quá trình, chúng tôi không đề ra nội dung thực tập của từng chương, vì trang thiết bị phục vụ cho thực tập của các trường không đồng nhất. Vì vậy, căn cứ vào trang thiết bị đã có của từng trường và khả năng tổ chức cho học sinh thực tập ở các xí nghiệp bên ngoài mà nhà trường xây dựng thời lượng và nội dung thực tập cụ thể. Thời lượng thực tập tối thiểu nói chung cũng không nên ít hơn thời lượng học lý thuyết của mỗi môn.

Giáo trình được biên soạn cho đối tượng TCCN, Công nhân lành nghề bậc 3/7 và cũng là tài liệu tham khảo bổ ích cho sinh viên Cao đẳng kỹ thuật cũng như kỹ thuật viên đang làm việc ở các doanh nghiệp của nhiều lĩnh vực khác nhau.

Mặc dù chúng tôi đã rất cố gắng để tránh sai sót trong lúc biên soạn, nhưng chắc chắn vẫn còn những khiếm khuyết. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để lần sau tái bản được hoàn chỉnh hơn. Mọi góp ý xin gửi về Công ty CP Sách Đại học - Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

Các tác giả

Chương 1

VẬT LIỆU DỤNG CỤ CẮT

Muốn hớt đi một lớp kim loại dư thừa ra khỏi bề mặt cần gia công để đạt được hình dáng, kích thước và các yêu cầu kỹ thuật của chi tiết, trên các máy gia công kim loại bằng cắt phải dùng các dụng cụ thường gọi là dụng cụ cắt.

Dụng cụ cắt gồm hai phần: phần cắt và thân dao.

Phần cắt có nhiệm vụ ăn sâu vào vật liệu được cắt (thường là kim loại có độ cứng, sức bền cao) có tác dụng như một lưỡi dao, do đó phải được làm từ một loại vật liệu riêng biệt có những tính năng cần thiết để đảm bảo cắt được và giữ được khả năng trong một thời gian dài (độ cứng, độ chịu mòn...). Người ta gọi đó là vật liệu làm dụng cụ cắt hay chính xác hơn là vật liệu làm phần cắt của dụng cụ.

1.1. CÁC YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI VẬT LIỆU LÀM PHẦN CẮT CỦA DỤNG CỤ

1.1.1. Độ cứng

Thường vật liệu cần gia công trong chế tạo cơ khí là thép, gang... có độ cứng cao, do đó để có thể cắt được, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có độ cứng cao hơn $60 + 65\text{HRC}$.

1.1.2. Độ bền cơ học

Dụng cụ cắt thường phải làm việc trong điều kiện rất khắc nghiệt: tải trọng lớn, không ổn định, nhiệt độ cao, ma sát lớn, rung động... dễ làm lưỡi cắt của dụng cụ nứt mẻ. Do đó vật liệu làm phần cắt dụng cụ cần có độ bền cơ học (sức bền uốn, kéo, nén, va đập...) càng cao càng tốt.

1.1.3. Tính chịu nóng

Ở vùng cắt, nơi tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết gia công, do kim loại bị biến dạng, ma sát... nên nhiệt độ rất cao $700 + 800^{\circ}\text{C}$, có khi đạt đến hàng nghìn độ (khí mài). Ở nhiệt độ này, vật liệu làm dụng cụ cắt có thể bị thay đổi cấu trúc do chuyển biến pha làm cho các tính năng cắt giảm xuống. Vì vậy, vật liệu làm phần cắt của dụng cụ cần có tính chịu nóng cao, nghĩa là vẫn giữ được tính cắt ở nhiệt độ cao trong một thời gian dài.

1.1.4. Tính chịu mài mòn

Làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, ma sát lớn thì sự mòn dao là điều thường xảy ra. Thông thường vật liệu càng cứng thì tính chống mòn càng cao. Tuy nhiên ở điều kiện nhiệt độ cao khi cắt ($700 \div 800^{\circ}\text{C}$) thì hiện tượng mòn cơ học không còn là chủ yếu nữa, mà ở đây sự mài mòn chủ yếu do hiện tượng chảy dính (bám dính giữa vật liệu gia công và vật liệu làm dụng cụ cắt). Ngoài ra, việc giảm độ cứng ở phần cắt do nhiệt độ cao làm hiện tượng mòn xảy ra càng khốc liệt.

Vì vậy, vật liệu làm phần cắt của dụng cụ phải có tính chịu mòn cao.

1.1.5. Tính công nghệ

Vật liệu làm dụng cụ cắt phải dễ chế tạo: dễ rèn, cán, dễ tạo hình bằng cắt gọt, có tính thấm tôi cao, dễ nhiệt luyện...

Ngoài các yêu cầu chủ yếu nêu trên, vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính dẫn nhiệt tốt, độ dai chống va đập cao và giá thành rẻ.

1.2. CÁC LOẠI VẬT LIỆU LÀM PHẦN CẮT CỦA DỤNG CỤ

Để làm phần cắt của dụng cụ, người ta có thể dùng các loại vật liệu khác nhau tùy thuộc tính chất cơ lý của vật liệu cần gia công và điều kiện sản xuất cụ thể.

Dưới đây lần lượt giới thiệu các nhóm vật liệu làm phần cắt dụng cụ theo sự phát triển và sự hoàn thiện về khả năng làm việc của chúng (bảng 1-1).

Bảng 1-1. Lịch sử và đặc tính của vật liệu dụng cụ.

Năm	Vật liệu dụng cụ	v_c , m/ph	Nhiệt độ giới hạn đặc tính cắt $^{\circ}\text{C}$	Độ cứng HRC
1894	Thép cacbon dụng cụ	5	$200 \div 300$	60
1900	Thép hợp kim dụng cụ	8	$300 \div 500$	60
1900	Thép gió	12		
1908	Thép gió cải tiến	$15 \div 20$	$500 \div 600$	$60 \div 64$
1913	Thép gió (tăng Co và WC)	$20 \div 30$	$600 \div 650$	—
1931	Hợp kim cứng cacbit vonfram	200	$1000 \div 1200$	91
1934	Hợp kim cứng WC và TiC	300	$1000 \div 1200$	$91 \div 92$
1955	Kim cương nhân tạo		800	100.000 HV
1957	Gốm	$300 \div 500$	1500	$92 \div 94$
1965	Nitrit Bo	$100 \div 200$ (thép tôi)	1600	8.000HV
1970	Hợp kim cứng phủ (TiC)	300	1000	18.000HV

1.2.1. Thép cacbon dụng cụ

Để đạt được độ cứng, tính chịu nhiệt và chịu mài mòn, lượng C trong thép cacbon dụng cụ không thể dưới 0,7% (thường từ 0,7 ÷ 1,3%) và lượng P, S thấp ($P < 0,035\%$, $S < 0,025\%$).

Độ cứng sau khi tôi và ram đạt $HRC = 60 \div 62$.

– Sau khi ủ độ cứng đạt khoảng $HB = 107 \div 217$ nên dễ gia công cắt và gia công bằng áp lực.

– Độ thấm tôi thấp nên thường tôi trong nước, do đó dễ gây nứt vỡ, nhất là đối với những dụng cụ có kích thước lớn.

– Tính chịu nóng kém, độ cứng giảm nhanh khi nhiệt độ làm việc đạt đến $200^{\circ} \div 300^{\circ}C$ ứng với tốc độ cắt $4 \div 5m/ph$.

– Khó mài và dễ biến dạng khi nhiệt luyện, do đó ít dùng để chế tạo những dụng cụ định hình, cần phải mài theo prôphin khi chế tạo.

Dưới đây là bảng nêu thành phần hoá học, cơ lý tính và phạm vi sử dụng của một số mác thép cacbon dụng cụ thường gặp.

Bảng 1–2. Thành phần và tính chất cơ lý của thép cacbon dụng cụ.

Mác thép	Thành phần hoá học %							Độ cứng HRC		Lĩnh vực sử dụng
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Sau khi tôi	Sau khi ram	
			Hàm lượng không quá							
Y7A	0,6 ÷ 0,74	0,25 ÷ 0,35	0,3					61 ÷ 63		Chế tạo búa, dao cắt nguội, đục, mũi doa, dao cắt gia công gỗ, da: chịu va đập, yêu cầu độ dai lớn nhưng yêu cầu độ cứng không cao. Riêng Y8A làm mũi dao cạo.
Y8A	0,75 ÷ 0,85	0,20 ÷ 0,30								
Y9A	0,86 ÷ 0,94									
Y10A	0,95 ÷ 1,09			0,2	0,25	0,03	0,03	62 ÷ 64	60 ÷ 63	Chế tạo dao cắt vật liệu mềm và tốc độ cắt thấp như dũa, mũi khoan nhỏ, mũi doa v.v...
Y11A	1,05 ÷ 1,14		0,31							
Y12A	1,10 ÷ 1,25		0,3							Dao tiện, dũa, dụng cụ đo, dụng cụ khác, khuôn kéo dây...
Y13A	1,26 ÷ 1,40	0,25 ÷ 1,35								

Trong bảng là thép cacbon dụng cụ của Liên Xô thường được sử dụng ở nước ta.

Giả sử ta có nhãn hiệu vật liệu Y10A.

- Chữ Y : ký hiệu của cacbon.
- Chữ A : ký hiệu chất lượng tốt (hàm lượng P, S < 0,03%).
- Số 10 : giá trị trung bình của cacbon trong thép ($0,95 \div 1,09\%$).

Ngoài ra còn có các nhãn hiệu khác như Y7, Y8... Y10, Y12 nhưng chất lượng kém hơn (không có chữ A) nên hiện nay ít dùng.

1.2.2. Thép hợp kim dụng cụ

Thép hợp kim dụng cụ là loại thép có hàm lượng cacbon cao, ngoài ra còn có thêm một số nguyên tố hợp kim với hàm lượng nhất định ($0,5 \div 3\%$).

Các nguyên tố hợp kim như Cr, W, Co, V có tác dụng:

- Làm tăng tính thấm tôi của thép.
- Tăng tính chịu nóng đến 300°C , tương ứng với tốc độ cắt cao hơn thép cacbon dụng cụ khoảng 20%.

Bảng 1–3. Thành phần hoá học của một số nhãn hiệu thép hợp kim dụng cụ (%).

Nhóm	Nhãn hiệu	Ký hiệu Liên Xô	C	Mn	Si	Cr	W	V
I	Thép Cr05	XB	$1,25 \div 1,10$	$0,20 \div 0,40$	$< 0,35$	$0,04 \div 0,60$	–	–
	Thép 85CrV		$0,80 \div 0,90$	$0,30 \div 0,60$	$< 0,35$	$0,45 \div 0,70$	–	$0,15 \div 0,30$
II	Thép Cr	X	$0,95 \div 1,1$	$< 0,4$	$< 0,35$	$1,3 \div 1,6$	–	–
	Thép 9CrSi	9XC	$0,85 \div 0,95$	$0,3 \div 0,6$	$1,2 \div 1,6$	$0,95 \div 1,25$	–	–
III	Thép CrMn	XI	$1,3 \div 1,5$	$0,45 \div 0,7$	$< 0,35$	$1,3 \div 1,6$	–	–
	Thép CrWMn	XB	$0,9 \div 1,0$	$0,8 \div 1,0$	$0,15 \div 0,35$	$0,9 \div 1,2$	$1,2 \div 1,6$	–
IV	Thép CrW5	XB5	$1,25 \div 1,50$	$< 0,3$	$< 0,3$	$0,4 \div 0,7$	$4,5 \div 5,5$	$0,15 \div 0,30$

Chú thích: C – cacbon, Mn – mangan, Si – silic, Cr – crôm, W – vonfram, V – vanadi. Ký hiệu của Liên Xô: X – crôm, T – mangan, B – vonfram.

– Thép hợp kim dụng cụ nhóm I thường dùng chủ yếu để chế tạo các loại dụng cụ dùng gia công gỗ.

– Thép hợp kim dụng cụ nhóm II do có lượng Cr lớn ($1 \div 1,5\%$) nên có tính thấm tôi và tính cắt tốt hơn. Loại này chịu nhiệt được khoảng $220 \div 300^{\circ}\text{C}$.

– Thép hợp kim dụng cụ nhóm III có độ thấm tôi cao, ít thay đổi kích thước khi nhiệt luyện, nên thường dùng để chế tạo các dụng cụ có độ chính xác cao và hình dáng phức tạp: mũi doa, ta rô, dao chuốt và các loại dụng cụ đo.

– Thép hợp kim dụng cụ nhóm IV có hàm lượng vonfram lớn, hạt mịn nên độ cứng cao, tuy nhiên độ thấm tôi thấp dùng để chế tạo các loại dụng cụ cần lưỡi cắt sắc, tuổi bền cao và để gia công các loại vật liệu cứng.

Nhìn chung, thép hợp kim dụng cụ chủ yếu được dùng để chế tạo các dụng cụ cầm tay và gia công ở tốc độ cắt thấp.

1.2.3. Thép gió (HSS – High Speed Steel – thép cắt ở tốc độ cao)

Thép gió có tính cắt cao hơn hẳn các loại thép cacbon nêu trên, do đó từ khi thép gió ra đời, nó đã tạo ra một cuộc cách mạng về cắt gọt và năng suất gia công, làm xuất hiện một thế hệ các máy bán tự động và tự động tốc độ cao.

Nền cơ bản của thép gió vẫn là thép cacbon, nhưng có hàm lượng C cao hơn, đặc biệt hàm lượng các nguyên tố hợp kim crôm, vonfram, coban, vanadi tăng lên, đáng kể nhất là vonfram.

Những nguyên tố hợp kim này hợp với C tạo thành các cacbit kim loại có độ cứng cao, chịu mòn tốt, trong đó cacbit vonfram (WC) đóng vai trò nền cốt. Các cacbit này ở nhiệt độ $\leq 600^{\circ}\text{C}$ sẽ không thoát ra khỏi mạng máctensit, nên vật liệu vẫn giữ được tính cắt tốt.

Tác dụng chủ yếu của crôm là tăng độ thấm tôi, vanadi tạo thành cacbit vanadi có độ cứng cao, chịu mòn tốt, coban không tạo thành cacbit mà hoà tan vào sắt, khi lượng C lớn hơn 5% thì tính chịu nhiệt của thép gió được nâng cao.

Bảng 1-4 cho thành phần hoà tan của một số nhãn hiệu thép gió của Liên Xô. Thường dùng là hai loại P9 và P18.

P – ký hiệu chỉ thép gió; 9, 18 – chỉ hàm lượng vonfram trong thép.

Ngoài ra còn có các loại thép gió có năng suất cao.

Bảng 1-4. Thành phần hoá học của một số loại thép gió (%).

Nhãn hiệu	C	Cr	W	V	Co
<i>1. Thép gió có năng suất thường</i>					
P18	0,7 ÷ 0,8	3,8 ÷ 4,4	17,5 ÷ 19,0	1,0 ÷ 1,4	–
P9	0,85 ÷ 0,95	3,8 ÷ 4,4	8,5 ÷ 10,0	2,0 ÷ 2,6	–
<i>2. Thép gió có năng suất cao</i>					
P9 ϕ 5	1,4 ÷ 1,5	3,8 ÷ 4,4	0,9 ÷ 10,5	4,3 ÷ 5,1	–
P14 ϕ 4	1,2 ÷ 1,3	4,0 ÷ 4,6	13,0 ÷ 14,5	3,4 ÷ 4,1	–
P18 ϕ 2	0,85 ÷ 0,95	3,8 ÷ 4,4	17,5 ÷ 19,0	1,8 ÷ 2,4	–
P9K5	0,9 ÷ 1,0	3,8 ÷ 4,4	9,0 ÷ 10,5	2,0 ÷ 2,6	5,0 ÷ 6,0
P9K10	0,9 ÷ 1,0	3,8 ÷ 4,4	9,0 ÷ 10,5	2,0 ÷ 2,6	9,5 ÷ 10,5
P10K5 ϕ 5	1,45 ÷ 1,55	4,0 ÷ 4,6	10,0 ÷ 11,5	4,3 ÷ 5,1	5,0 ÷ 6,0
P18K5 ϕ 2	0,85 ÷ 0,95	3,8 ÷ 4,4	17,5 ÷ 19,0	1,8 ÷ 2,4	5,0 ÷ 6,0
Tất cả các nhãn hiệu thép nói trên đều có lượng tạp chất hạn chế. Mn < 0,4%, Si < 0,4%, Mo < 0,5%, Ni < 0,4%, P < 0,03%, S < 0,03%.					

Ngoài ra, chất lượng thép gió phụ thuộc rất nhiều vào nhiệt luyện. Vì vậy, khi nhiệt luyện thép gió cần chú ý một số điểm chủ yếu sau:

– Không nung nóng thép gió đột ngột đến nhiệt độ cao (nhiệt độ tối bằng 1300°C) mà phải tăng nhiệt độ dần dần từ 650°C, vì thép gió có độ dẫn nhiệt kém. Thông thường thép gió được nung nóng qua 3 lò với nhiệt độ lần lượt 650°C, 850°C và 1300°C (hình 1.1).

– Phải ram sau khi tôi nhiều lần (3 lần) mỗi lần trong 1 giờ (nhiệt độ ram 560°C). Sau mỗi lần ram phải để nguội đến nhiệt độ thường.

– Phạm vi sử dụng thép gió được trình bày trong bảng 1–5.

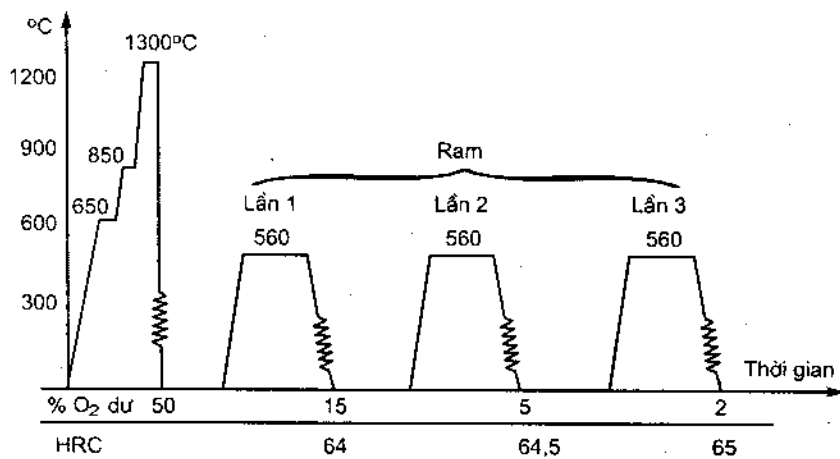
Bảng 1–5. Công dụng của thép gió theo ký hiệu ISO và một số nước tương ứng.

Ký hiệu các loại thép gió thông dụng					Phạm vi sử dụng
ISO	GOST (Nga)	DIN (Đức)	AISI (Mỹ)	AFNOR (Pháp)	
1.3353	P18	A18-0-2	T1	Z80W18	Dùng cho tất cả các loại dụng cụ cắt để gia công thép cacbon, thép hợp kim
1.3302	P12	–	T7	–	Dùng như loại trên
–	P9	–	–	–	Dùng chế tạo các loại dụng cụ đơn giản, gia công các loại thép kết cấu.
1.3343	P6M5	S6-5-2	M2	Z85WDV 06-05-02	Dùng như loại trên, đặc biệt để chế tạo các loại dụng cụ cắt ren và dụng cụ cắt chịu va đập.
	PGM5φ3	SG-5-3	M3	Z130WDV 06-05-04	Dùng chế tạo các dụng cụ gia công tinh (dao tiện định hình, mũi doa, dao chuốt, dao phay), gia công các loại thép kết cấu hợp kim và không hợp kim.
1.3318	P12φ3	S12-1-4			Dùng chế tạo các dụng cụ gia công tinh, gia công các loại thép và ostenit dẻo.
	P18K5φ2		T4	Z85WK18-05	Dùng chế tạo các dụng cụ gia công thô và bán tinh khi cắt các loại thép và hợp kim chịu nóng, không gỉ và sức bền cao.
1.3243	P6M5K5	S6-5-2-6	M35	Z80WKDKV (06-05-05-02)	Dùng chế tạo các dụng cụ gia công thô và bán tinh, gia công các loại thép không gỉ, thép hợp kim.

Những tính năng cơ bản của thép gió là:

– Độ thấm tôi lớn, sau khi tôi đạt độ cứng HRC = 63 ÷ 66.

- Độ chịu nhiệt khoảng 600°C tương ứng với tốc độ cắt $v = 25 + 35\text{m/ph}$.
- So sánh giữa P18 và P9:
- Năng suất gia công khác nhau không đáng kể.
- P9 rẻ hơn P18 (vì hàm lượng W chỉ bằng một nửa).
- P18 chịu mòn tốt hơn, dễ mài sắc, mài bóng hơn và có tính bền cao hơn P9.



Hình 1.1. Sơ đồ tôi và ram thép gió.

1.2.4. Hợp kim cứng (HKC)

Từ năm 1915 – 1925 ở Mỹ và Đức đã tiến hành thử nghiệm chế tạo hợp kim cứng. Ở Liên Xô, hợp kim cứng ra đời vào khoảng năm 1930 – 1935.

Hợp kim cứng là loại vật liệu làm phần cắt dụng cụ được chế tạo theo phương pháp luyện kim bột.

Thành phần chủ yếu của HKC là cácbit của một số kim loại khó nóng chảy như vonfram, titan, tangtan và được liên kết bởi kim loại cơ bản.

Tính cắt của HKC do các pha cácbit kim loại quyết định. Độ bền cơ học do coban tạo nên.

Những tính năng cơ bản của HKC so với các loại vật liệu làm dao khác như sau:

- Độ cứng cao $\text{HRA} = 80 + 90$ ($\text{HRC} > 70 + 71$).
- Độ chịu nhiệt cao: $800 + 1000^{\circ}\text{C}$, do đó tốc độ cắt cho phép của HKC có thể đạt đến $v > 100\text{m/ph}$.
- Độ chịu mòn gấp 1,5 lần thép gió.
- Chịu nén tốt hơn chịu uốn (hàm lượng coban càng lớn thì sức bền uốn càng cao).

Hình 1.2 cho phép ta so sánh độ cứng và tính chịu nhiệt của HKC, thép gió và thép carbon dụng cụ.

Hợp kim cứng được chế tạo qua các giai đoạn sau:

- Tạo bột vonfram, titan và tangtan nguyên chất.

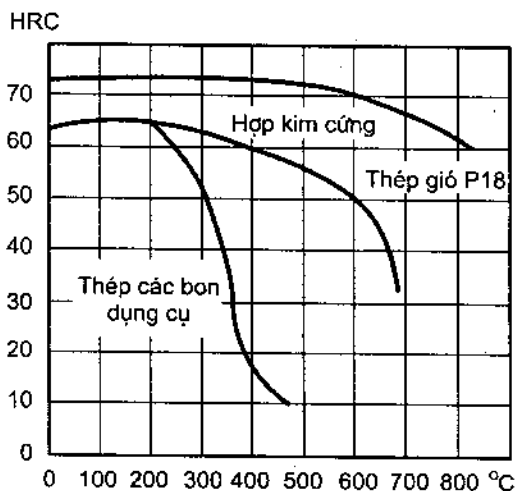
- Tạo ra các cacbit tương ứng từ các bột nguyên chất W, Ti, Ta.

- Trộn bột cacbit với bột coban theo thành phần tương ứng với các loại hợp kim cứng.

- Ép hỗn hợp dưới áp suất lớn ($100 \div 140 \text{ MN/mm}^2$) nung sơ bộ đến 900°C trong khoảng 1 giờ.

- Tạo hình theo các dạng yêu cầu.

- Thiêu kết lần cuối ở nhiệt độ cao $1400 \div 1500^\circ\text{C}$ trong 1 đến 3 giờ tạo thành HKC.



Hình 1.2. Biểu đồ so sánh các loại vật liệu HKC, thép gió, thép C dụng cụ.

Sau khi thiêu kết, HKC có độ cứng cao nên chỉ có thể gia công bằng mài hoặc bằng các phương pháp đặc biệt (điện hoá, tia lửa điện...).

Hợp kim cứng là kim loại bột nên có độ xốp (khoảng 5%).

Hạt cacbit càng mịn, phân bố càng đều thì tính năng của hợp kim cứng càng cao, chủ yếu là độ cứng và tính chịu mài mòn. Độ cứng của hợp kim cứng phụ thuộc vào lượng cacbit vonfram, cacbit titan và cacbit tangtan. Lượng cacbit càng lớn thì độ cứng càng cao.

Lượng coban càng nhiều thì độ cứng giảm, tuy nhiên độ bền và tính dẻo càng tăng.

Có ba nhóm hợp kim cứng thường gặp như sau:

a) Nhóm một cacbit – ký hiệu K (ISO) hoặc BK (Nga) thành phần gồm: cacbit vonfram (WC) và coban (Co). Nhóm này chủ yếu được dùng để gia công vật liệu giòn: gang, kim loại màu...

b) Nhóm hai cacbit – ký hiệu P (ISO) hoặc TK (Nga) thành phần gồm: cacbit vonfram (WC), cacbit titan (TiC) và coban (Co).

Nhóm hai cacbit có tính chống dính cao hơn nên chủ yếu được dùng để gia công kim loại dẻo như thép,... (thường hình thành phoi dây khi cắt và có nhiệt độ cắt cao ở mặt trước).

c) Nhóm ba cacbit – ký hiệu M (ISO) hoặc TTK (Nga) thành phần gồm cacbit vonfram (WC), cacbit titan (TiC), cacbit tangtan (TaC) và coban (Co).

Loại này thường được dùng để gia công các loại vật liệu khó gia công.

Thành phần hoá học, tính chất cơ lý và phạm vi ứng dụng của một số nhãn hiệu HKC thường gặp được cho trong bảng 1-6, 1-7, 1-8.

Bảng 1-6. Thành phần hợp kim cứng và tính chất cơ lý.

Ký hiệu nhóm ISO	Loại HKC	Ký hiệu Nga	Thành phần hoá học				Tính chất vật lý		Lĩnh vực áp dụng
			WC	TiC	TaC	Co	$\sigma_{\text{ uốn}}$ MPa	Độ cứng HRA	
K		BK2	98			2	1000	90,0	Dùng làm dao gia công gang các loại kim loại màu và hợp kim màu, vật liệu phi kim. Ghi chú: 1. BK3M hoặc BK6B: Chữ B chỉ vonfram; chữ K chỉ coban, chữ M ở cuối chỉ độ hạt mịn, chữ B ở cuối chỉ hạt to. 2. Ví dụ: BK15: số 15 sau chữ K chỉ 15% Co, còn lại 85% WC. -T5K12B: chữ B ở cuối chỉ loại hạt to, 12% Co, 5% TiC, còn lại là WC. -TT7K12: 12% Co, 7% (TiC+TaC) còn lại là 81% WC
	K01	BK3	97			3	1000	89,0	
		BK3M	97			3	1100	91,0	
	K05	BK6M	94			4	1350	89,5	
	K20	BK6	94			6	1450	88,5	
		BK6B	94			6	1500	87,5	
	K30	BK8	92			8	1600	87,5	
		BK10	90			10	1600	87	
	K40	BK15	85			15	1800	86	
		BK20	80			20	1900	84,5	
		BK25	75			25	2000	83	
P	P101	T30K4	66	30		4	900	42	Dùng gia công thép các loại
	P10	T15K6	79	15		6	1150	40	
	P20	T14K8	78	14		8	1250	89,5	
	P30	T5K10	85	6		9	1350	88,5	
M	P50	TT7K12	81	4	3	12	1600	87	Gia công các loại thép có sức bền cao
		TT10K8	88	3	7	8	1400	84	

Ở nước ta cũng đã từng sản xuất thử nghiệm hợp kim cứng. Tuy nhiên do chất lượng chưa ổn định, mặt khác giá thành cao nên trong các bảng chỉ giới thiệu một số nhãn hiệu HKC của Liên Xô và các nước khác, cũng như của ISO.

Phạm vi ứng dụng của các loại hợp kim cứng chủ yếu được trình bày trong bảng 1-7, thành phần và đặc tính của chúng cho trong bảng 1-8, 1-9.

ISO phân hợp kim cứng theo 3 nhóm chính khi tạo phoi:

- Nhóm ký hiệu P cho các loại vật liệu cắt ra phoi dầy.
- Nhóm ký hiệu M là loại vạn năng dùng gia công các loại vật liệu cắt ra phoi dầy và phoi xếp.
- Nhóm ký hiệu K dùng gia công các loại vật liệu cho phoi hạt và phoi vụn.

Đặc tính chung của hợp kim cứng khi tăng độ cứng và tính chịu mài mòn thì sẽ giảm tính dẻo. Khi tăng tính dẻo (tăng lượng coban) sẽ làm giảm tính mài mòn và tính chịu nhiệt.

Bảng 1-7. Thành phần và đặc tính của các nhóm hợp kim cứng theo ISO.

Nhóm HKC theo ISO	Tăng theo hướng mũi tên	Thành phần			Độ cứng Vicker HV30	Sức bền uốn (N/mm ²)	Sức bền nén (N/mm ²)	Modun đàn hồi (N/mm ²)	Giãn nở nhiệt (μm/m độ)
		WC (%)	TiC + TaC (%)	Co(%)					
P02	↑ Tăng độ cứng (tốc độ cắt) ↓ Tinh mịn và độ cứng (tốc độ cắt) ↓ Tinh dẻo	33	59	8	16500	800	5100	440000	7.5
P03		32	56	12	15000	1000	5250	430000	8
P04		62	33	5	17000	1000	5250	500000	7
P10		55	36	8	16000	1300	5200	530000	6.5
P15		71	20	9	15000	14000	5100	530000	6.5
P20		76	14	10	15000	15000	5000	540000	6
P25		70	20	10	14500	1750	4900	550000	5.5
P30		82	8	10	14500	1800	4800	560000	5.5
P40		74	12	14	13500	1900	4600	560000	5.5
M10		84	10	6	17000	1350	6000	580000	5.5
M15		81	12	7	15500	1550	5500	570000	5.5
M20		82	10	8	15500	1650	5000	560000	5.5
M40		79	6	15	13500	2100	4400	540000	5.5
K03		92	4	4	18000	1200	6200	630000	5
K05		92	2	6	17500	1350	6000	630000	5
K10		92	2	6	16500	1500	5800	630000	5
K20		92	2	6	15500	1700	5500	620000	5
K30		93		7	14000	2000	4600	600000	5.5
K40		88		12	13000	2200	4500	580000	5.5

Bảng 1-8. Ký hiệu hợp kim cứng theo ISO và một số nước khác.

Ký hiệu				Ký hiệu TOCT, TY và một số nước khác									
Nhóm cơ bản	Phân nhóm	Độ cứng HRA	Màu	TOCT 3882-74	TY48-19-308-80	Độ cứng HV	P g/cm ²	CHĐC Đức	Mỹ	Thụy Điển	Hãng Walter, Đức	Hãng Hertel, Đức	Hãng Sumitomo, Nhật
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
P	P01	96.5	Xanh	T30K4	MC101	1710-1890	6.27-6.48	HS021; HS410; HU510	C8	F02, S1P	-	-	ST10P; AC10; AC815
	P10	94.0		T15K6	MC111	1525-1675	10.22-10.38	như trên và HS123	C70	S1P; S10T; GC415; GC015	-	-	ST10P; AC815
	P15	93.3		-	-	-	-	-	-	-	WT-1	-	-
	P20	92.3		T14K8	MC121	1475-1625	11.60-11.79	HU510; HS123	C7	S2; GC120	WPM	P2F	AC720; ST20E
	P25	89.5		T20K9	MC137 MC2210	1485-1635	11.68-11.81	HS25; HS123	C60	GC1025, SM SMA	WPM	P2F	-
	P30	88.5		T5K10	MC131, MC1460	1430-1570	11.35-11.51	HS123; HS345	C6	CM30; S30T	WPM	P2F; GX	AC835; ST30E A30
	P40	90.8		T5K10	MC146	1320-1460	13.04-13.20	HS345; HS420	C50	S6	WP40	GX	ST40E; SA835
	P50	-		TT7K12	-	-	-	HS345	C5	R4	-	GX	-
M	M10	93.6	Vàng	TT8K6	MC221	1590-1660	14.70-14.86	HU10; HU510	-	R1P/H13A	WM15; WT2	KM1	-
	M20	93.1		TT10K8-β	MC221	1530-1630	13.81-13.97	Như trên	-	GC415; GC015; SH H13A	WM15; WT2	KM1	-
	M30	91.8		BK10-OM	-	-	-	Hu30	-	SC; H10F	WT1	-	-
	M40	-		TT7K12	-	-	-	Hu40	-	R4	-	-	-

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
K	K01	—		B3K3; BK3M	MC301	1760– 1940	14.95– 15.11	HG012; HG412	C4	H05	—	—	H1;H2; AC10
	K05	93.8		BK6–M	MC306	1665– 1835	14.74– 14.94	—	—	—	—	—	—
	K10	93.4		BK–6–OM	MC313 MC3210	1505– 1655	14.74– 14.94	HG512; HU510	C3	H1P;GC 310	WK10; WT2	KM1; K20	G10E; AC10
	K20	88.5		BK6	MC318 MC321	1575– 1725 1450– 1600	12.80– 12–96 14.64– 14.86	HG120; HU510 HG120; HG420	C2 C2	CMA;H8 A;H20 SMA; HBA; H20	WKM; WT2 WKM; WT2	— —	G10E; AC30 G10E; AC30
	K30	87.5		BK8; BK8M	—	—	—	HG30; HG420	CT	H20; HBA	WK40	—	—
	K40	87.5		BK15	—	—	—	HG40	—	—	WK40	—	—
Chú thích: Các ký hiệu ở các phân nhóm theo tính chất của chúng, có thể dùng các nhóm kế cận.													

Sự phát triển của hợp kim cứng xuất phát từ các nhóm công dụng (ví dụ: loại P10, P20, P30) theo hai hướng. Một hướng là tăng thành phần cacbit titan (ví dụ P30) làm tăng tính chịu mài mòn và cắt được ở tốc độ cao. Hướng thứ hai là tạo được hợp kim cứng có độ dẻo cao dùng để cắt các loại vật liệu có độ cứng và va đập mạnh (ví dụ: bào và tiện thô) với tốc độ cắt thấp, diện tích và lực cắt lớn. Các loại hợp kim cứng P40, P50 để gia công thép có thành phần coban (Co) tương đối lớn.

Hợp kim cứng được chế tạo thành các dạng theo tiêu chuẩn (các mảnh hợp kim cứng). Các mảnh đó được hàn kẹp lên thân dụng cụ tiêu chuẩn. Ngày nay các mảnh hợp kim cứng được phủ lên một lớp mỏng vài micromet (μm) bằng các loại cacbit cứng như TiC, TiC/TiN (cacbit titan, nitrit titan). Các lớp phủ làm tăng độ cứng, tính chịu mài mòn và chịu nhiệt của hợp kim cứng (độ cứng > 91HRA, chịu được nhiệt độ khoảng 1000°C, ứng với tốc độ cắt $v_c > 300\text{m/ph}$).

Để sử dụng hợp lý và có hiệu quả hợp kim cứng cần chú ý đến các điều kiện sau đây:

a) Chế độ gia công

– Lựa chọn hợp kim cứng theo vật liệu gia công (các nhóm P, K) và theo yêu cầu gia công (gia công thô, tinh, lần cuối).

– Xác định chế độ gia công (tốc độ cắt, lượng chạy dao, chiều sâu cắt) phù

hợp cặp vật liệu (chi tiết – dụng cụ cắt) và yêu cầu gia công có chú ý đến việc lựa chọn tuổi bền kinh tế.

– Không dùng dung dịch trơn nguội (gia công khô) hoặc phải tưới mạnh và nhiều.

b) Đối với dụng cụ

– Xác định đúng thông số hình học theo điều kiện gia công.

– Đảm bảo kích thước thân dụng cụ để khi gia công không có rung động.

– Mài sắc hợp lý và từ từ bằng đá mài sản cácbit silic hoặc đá mài kim cương.

c) Đối với máy công cụ

– Máy có độ cứng vững tốt, không rung động ở tốc độ cắt cao và lực cắt lớn. Đảm bảo kẹp chặt tốt dụng cụ và chi tiết.

– Kiểm tra công suất cắt và công suất máy để tránh quá tải.

1.2.5. Vật liệu gốm

Vật liệu gốm được nghiên cứu từ những năm 1930 và đưa vào sử dụng sau năm 1950.

a) Thành phần vật liệu gốm

Thành phần chính của gốm là “đất sét kỹ thuật” (Al_2O_3) gồm hai pha của oxit nhôm:

$\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ có $\rho = 3,65\text{g/cm}^3$ và $\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$ với $\rho = 3,96\text{g/cm}^3$.

Để chuyển hoá hoàn toàn từ $\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ sang $\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$. Người ta nung đất sét kỹ thuật ở nhiệt độ $1400 \div 1600^\circ\text{C}$. Sau đó nghiền nhỏ thành bột mịn. Bột được ép thành những mảnh dao có hình dáng và kích thước tiêu chuẩn sau đó mang thiêu kết.

b) Phân loại vật liệu gốm

Hiện nay có 3 loại vật liệu gốm được sử dụng gốm:

– *Ôxit nhôm thuần khiết (99% Al_2O_3).*

Hiện nay, ngoài Al_2O_3 còn thêm không dưới 10% oxit kẽm (ZnO) làm tăng thêm sức bền.

– *Vật liệu gốm trộn.*

Ngoài Al_2O_3 là chính, còn thêm các cácbit kim loại như cácbit titan (TiC), cácbit vonfram (WC), cácbit tangtan (TaC), nitrit titan (TiN).

Loại này có sức bền cao, dùng để tiện tinh, phay tinh các loại vật liệu như gang cứng, thép tôi.

– *Vật liệu gốm không có oxit.*

Loại này được chế tạo từ nitrit silic (Si_3N_4) có sức bền uốn cao hơn nhiều so với hai loại trên, chủ yếu được dùng để gia công nhôm và hợp kim nhôm.

Đối với vật liệu gổm thì độ hạt càng mịn, sức bền uốn càng tăng.

c) Các tính năng chủ yếu của vật liệu gổm

- Độ cứng và tính giòn cao.
- Chịu mòn và chịu nhiệt cao nên thường dùng để cắt ở tốc độ cao.
- Tính dẫn nhiệt kém nên khi cắt không dùng dung dịch trơn nguội.
- Tính dẻo kém do sức bền uốn kém, vì vậy không dùng để gia công khi có rung động, va đập và lực cắt lớn.

- Mài sắc bằng đá mài kim cương.

d) Phạm vi sử dụng của vật liệu gổm

- Tốc độ cắt không nhỏ hơn 100m/ph.
- Khi gia công thép, tốc độ cắt : $v = 1 \div 2$ lần so với khi cắt bằng HKC.
- Khi gia công gang, tốc độ cắt: $v = 2 \div 3$ lần so với HKC.
- Tốc độ cắt tinh lớn nhất khi gia công thép xây dựng có thể đạt đến 600m/ph, khi gia công gang, $v = 800\text{m/ph}$.
- Vì chịu rung động và va đập kém nên chủ yếu được dùng để gia công tinh. Chiều sâu cắt và lượng chạy dao bé.
- Vì tính dẫn nhiệt kém nên không dùng dung dịch trơn nguội khi cắt. Riêng đối với loại nitrit silic (Si_3N_4) có sức bền và tính dẫn nhiệt cao hơn oxit nhôm khoảng 4 lần nên có thể dùng dung dịch trơn nguội.
- Nhờ tính chống mòn cao nên thường được dùng gia công lần cuối để đạt độ chính xác kích thước và độ nhẵn bề mặt cao.
- Các mảnh dao gổm thường được kẹp cơ khí vào thân dao và không mài sắc lại.

So với HKC, mảnh dao gổm có những ưu điểm sau:

- Năng suất cao hơn vì thời gian máy giảm do tốc độ cắt cao khi cùng một tuổi bền.
- Tuổi bền tăng nếu cắt cùng một tốc độ cắt.
- Sai lệch kích thước gia công nhỏ hơn.
- Chất lượng bề mặt đạt được cao hơn.
- Giá thành rẻ hơn.

1.2.6. Vật liệu tổng hợp (nhân tạo) siêu cứng

Sau vật liệu gổm, người ta tiếp tục nghiên cứu và chế tạo một loại vật liệu làm dụng cụ mới. Đó là vật liệu tổng hợp siêu cứng. Có hai loại thường gặp là: kim cương tổng hợp và nitrit bo lập phương (còn gọi là El-bo)

a) Kim cương nhân tạo

Kim cương nhân tạo được tổng hợp từ than chì (graphit) ở áp lực và nhiệt độ cao.

– Đặc tính kỹ thuật của kim cương:

+ Độ cứng tế vi của kim cương cao nhất trong các loại vật liệu hiện nay, cao hơn của hợp kim cứng từ 5 ÷ 6 lần (độ cứng tế vi của hợp kim cứng khoảng $(120 \div 180) 10^8 \text{Pa}$) ($1 \text{Pa} = 1 \text{N/m}^2$)

+ Độ dẫn nhiệt cao gấp hai lần hợp kim cứng.

+ Độ chịu nhiệt kém $\approx 800^\circ\text{C}$.

+ Giòn, chịu tải trọng va đập kém.

+ Chịu mài mòn, tuy nhiên khi gia công thép C có hàm lượng cacbon thấp thì lại bị mòn nhanh do hiện tượng khuếch tán.

Do hệ số dẫn nhiệt cao, nên tuy chịu nhiệt kém, kim cương vẫn có thể cắt được ở tốc độ rất cao.

– Phạm vi sử dụng:

+ Thường được dùng làm đá mài để mài sắc dụng cụ cắt bằng hợp kim cứng.

+ Dùng làm dao tiện để gia công gang và các kim loại màu.

b) Nitrit bo lập phương (còn gọi là El-bo)

Là hợp chất giữa nitơ và nguyên tố bo. Tính cắt của nó tương tự như kim cương.

– Đặc tính kỹ thuật của El-bo:

+ Độ cứng tế vi của El-bo là $(600 \div 800) 10^8 \text{Pa}$.

+ Chịu nhiệt được khoảng $1500 \div 2000^\circ\text{C}$.

+ Hệ số ma sát bé.

+ Chống mòn tốt.

+ Hệ số ma sát với kim loại nhỏ.

– Phạm vi sử dụng:

Gia công tinh thép tôi có HRC $\approx 39 \div 66$ và gang HKC, đặc biệt là thép gió.

1.2.7. Biện pháp nâng cao khả năng cắt của vật liệu

Tùy thuộc loại vật liệu làm dụng cụ cắt mà có hai biện pháp công nghệ được hình thành để nâng cao khả năng cắt của vật liệu, đó là:

– Thẩm bề mặt.

– Phủ bề mặt.

a) *Thẩm bề mặt*: đối với thép dụng cụ nói chung cũng như loại hợp kim cứng ít vonfram mà chất dính kết là vật liệu thép thì biện pháp thẩm bề mặt được áp dụng.

Ví dụ một vài loại hợp kim cứng không có hoặc có ít vonfram.

– Loại hợp kim cứng ít vonfram như loại có cơ sở là cacbit titan và nitrit titan, ký hiệu quy ước là T. Trong hợp kim này không có coban, còn lượng vonfram thì ít hơn hợp kim cứng họ BK và TK từ 4 ÷ 7 lần. Mật độ của nó $\approx 7,8 \div 8,8 \text{ g/cm}^3$. Độ bền uốn $\approx 900 \div 1400 \text{ MPa}$, độ cứng $86,5 \div 91 \text{ HRA}$.

– Loại hợp kim cứng gồm có cacbit và cacbonit titan liên kết bởi chất dính kết là niken cộng với một hàm lượng molipden (Mo). Loại hợp kim cứng cơ sở là cacbonit titan có những ký hiệu THM – 20, THM – 25, THM – 30 (các chữ cái của tiếng Nga: T chỉ titan, H: niken, M: molipden) và hợp kim cứng cơ sở là cacbonit titan có các ký hiệu KTHM–30A, KTHM–30. Bảng 1–10 giới thiệu chi tiết về thành phần hoá học và cơ lý tính của những loại này [6].

Bảng 1–10. Thành phần hoá học và cơ lý tính của một số loại vật liệu.

Ký hiệu loại HKC (Nga)	Thành phần (%kl)			Mật độ (g/cm^3)	HRA	Sức bền uốn (MPa)	Sức bền nén (MPa)	Modun đàn hồi dọc $E(10^{10} \text{ Pa})$
	TiC, TiCO ₂	TiC	Chất dính					
THM–20	79		21	5,5	91	1150	3500	41
THM–25	74		26	5,7	90	1130	3450	40
THM–20	70		30	5,9	89	1400	3400	40
KTMM–30A	26	42	32	5,8	88	1500	3300	39
KTHM–30	43	25		5,9	87,5	1750	3350	40

Công nghệ thấm: chất liệu thấm là nitơ (gọi là thấm nitơ) thấm tiến hành sau khi tôi, trong môi trường khí amoniác phân ly. Nhiệt độ thấm $\approx 500 \div 600^\circ \text{C}$. Đối với vật liệu là thép dụng cụ cũng được thấm sau khi tôi cứng. Hiện nay công nghệ thấm nitơ đã có một bước phát triển mới, đó là thấm ở nhiệt độ thấp (khoảng $200 \div 300^\circ \text{C}$) trong môi trường muối không độc, không gây ô nhiễm.

Kết quả sau khi thấm nitơ:

- Chiều sâu lớn nhất $\approx 0,075 \div 0,1 \text{ mm}$.
- Độ cứng vật liệu tăng (5 ÷ 7) đơn vị HRC.
- Tăng khả năng chống mòn của dụng cụ cắt.

b) Phủ bề mặt: Nhằm tăng tính cắt của vật liệu dụng cụ cắt thì một trong những biện pháp thường dùng có hiệu quả hiện nay là phủ lên bề mặt của dụng cụ (phần cắt) một lớp mỏng các vật liệu thích hợp.

Có hai công nghệ phun phủ là: CVD (Chemical Vapour Deposition) và PVD (Physical Vapour Deposition)

* Chất liệu phun phủ: thường dùng các nhóm vật liệu sau:

- Nitrit titan (TiN)
- Cácbit titan (TiC).
- Nitrit molipden (Mo_2N).
- Oxít nhôm (Al_2O_3).

Hiệu quả của việc phủ phần cắt dụng cụ:

– Tất cả các chất phủ, đặc biệt là oxít nhôm làm giảm rõ rệt hệ số ma sát khi cắt gang và thép.

– Chất phủ từ TiN và Mo_2N làm tăng sức bền tĩnh và va đập chu kỳ của hợp kim cứng, còn chất phủ TiC lại làm giảm độ bền của hợp kim cứng từ 30 ÷ 40%.

– TiN và TiC làm giảm quá trình ôxy hoá các loại hợp kim cứng như nhôm BK, TK và TTK, đặc biệt khi nhiệt độ cắt đạt trên 800°C .

– Khả năng làm việc của dụng cụ được phủ (dù là thép gió hay hợp kim cứng) tăng lên rõ rệt, do đó khả năng chịu mài mòn và độ chịu nhiệt tăng.

Do chất phủ làm giảm ma sát qua các bề mặt tiếp xúc của dụng cụ và chi tiết khi gia công nên lực cắt giảm từ 15 ÷ 25%, nhiệt cắt giảm $\approx 65^\circ\text{C}$ so với các loại vật liệu không phủ.

* Các loại dụng cụ được phủ:

- Dụng cụ thép gió.
- Dụng cụ bằng hợp kim cứng họ BK, TK và TTK.

CÂU HỎI ÔN TẬP

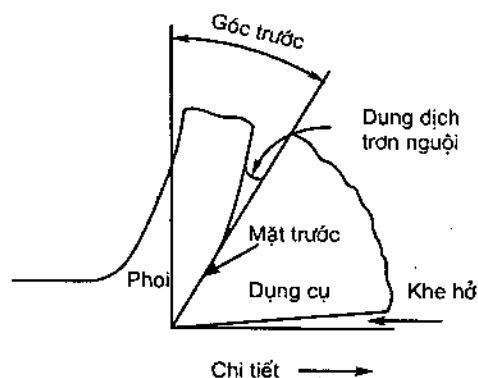
1. Các yêu cầu của vật liệu làm dao.
2. Các loại vật liệu làm dao hiện có. Ký hiệu, tính năng, phạm vi sử dụng.

Chương 2

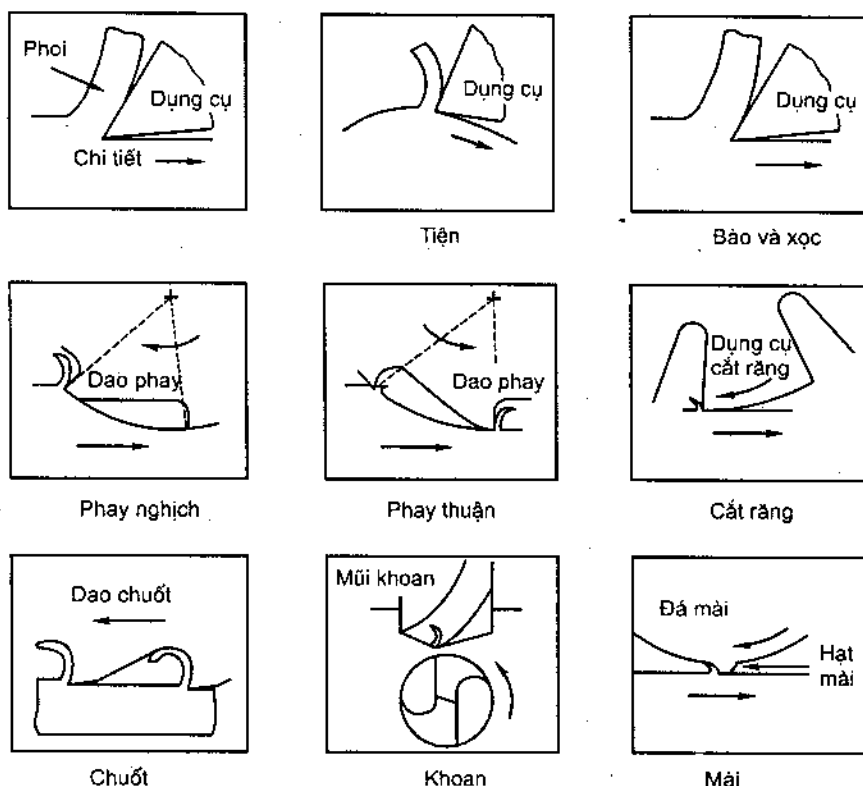
THÔNG SỐ HÌNH HỌC PHẦN CẮT CỦA DỤNG CỤ

Muốn cắt đi một lớp kim loại từ phôi liệu để được một chi tiết có hình dáng, kích thước đạt các yêu cầu nhất định có rất nhiều phương pháp gia công khác nhau như: tiện, phay, bào, khoan, mài...

Mỗi phương pháp gia công đều có những đặc điểm riêng, tuy nhiên giữa chúng đều tồn tại nhiều điểm tương đồng cơ bản: thông số hình học phần cắt của dụng cụ, bản chất vật lý của quá trình cắt, biến dạng, nhiệt, lực, sự mài mòn và tuổi bền của dụng cụ.



Hình 2.1. Cắt tự do.



Hình 2.2. So sánh các phương pháp gia công thường gặp.

Xét các thành phần trực tiếp tham gia một quá trình cắt, ta thấy chúng gồm:

- Chi tiết (vật liệu bị cắt).
- Dụng cụ cắt.
- Phôi.

Sơ đồ cho trên hình 2.1 mô tả một quá trình cắt đơn giản nhất (cắt tự do hai chiều). Mặt trước của dụng cụ cắt nghiêng một góc so với đường pháp tuyến của bề mặt được gia công (góc đó được gọi là góc trước).

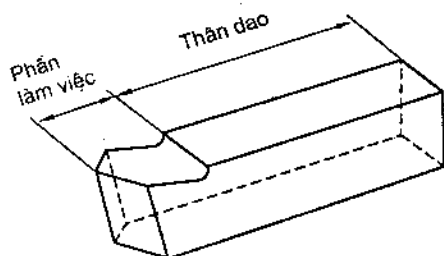
Giữa bề mặt sau của dụng cụ cắt và bề mặt đã gia công có một khe hở, khe hở này nhất thiết phải có để tránh sự chèn ép giữa mặt sau của dụng cụ và bề mặt chi tiết gia công đồng thời cũng giúp giảm nhiệt do ma sát phát sinh ở vùng này. Điều này cũng đúng với quá trình cắt không tự do ba chiều.

Để hình dung sự thống nhất và quá trình cắt giữa các phương pháp gia công khác nhau, ta đem so sánh hình 2.2 với hình 2.1.

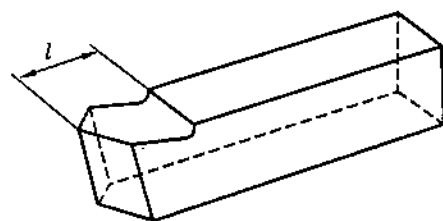
2.1. NHỮNG BỘ PHẬN CHÍNH CỦA DỤNG CỤ CẮT

Trên các máy gia công kim loại bằng cắt, có rất nhiều loại dụng cụ, có kích thước và hình dáng rất khác nhau.

Tuy nhiên, về mặt kết cấu, bất kỳ một loại dụng cụ cắt nào cũng bao gồm hai phần chính: phần làm việc và phần thân dao (hình 2.3).



Hình 2.3. Các bộ phận của dao.



Hình 2.4. Chiều dài làm việc của dao.

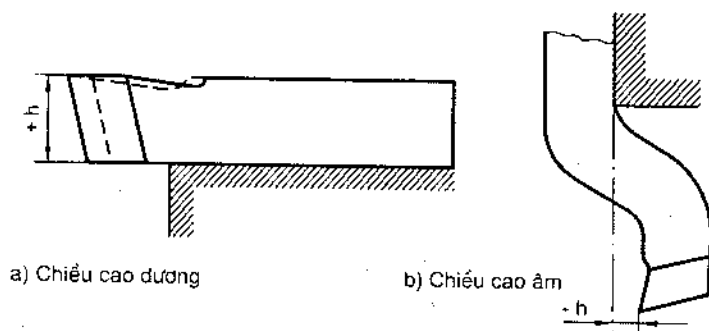
2.1.1. Phần làm việc (phần cắt) của dụng cụ

Chiều dài phần làm việc l : được tính từ mũi dao đến giao tuyến giữa mặt trước và thân dao (hình 2.4).

Chiều cao phần làm việc h : là khoảng cách từ mũi dao đến mặt đáy của thân dao. Chiều cao phần làm việc có thể dương hoặc âm (hình 2.5).

Phần làm việc của dụng cụ do các mặt sau đây tạo nên:

- Mặt trước A_g : bề mặt dụng cụ theo đó phôi thoát ra khi cắt.



Hình 2.5. Chiều cao phần làm việc của dao.

– Mặt sau chính A_α : bề mặt của dụng cụ đối diện với bề mặt đã gia công của chi tiết.

– Mặt sau phụ $A_{\alpha 1}$: bề mặt của dụng cụ đối diện với bề mặt đã gia công của chi tiết.

Giao tuyến của các bề mặt nói trên hình thành lưỡi cắt của dụng cụ.

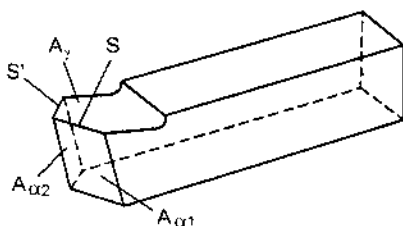
Nếu các mặt nói trên là những mặt phẳng thì giao tuyến giữa chúng là đường thẳng, do đó lưỡi cắt là thẳng. Khi một trong các mặt nói trên là mặt cong thì lưỡi cắt sẽ cong.

Người ta phân biệt.

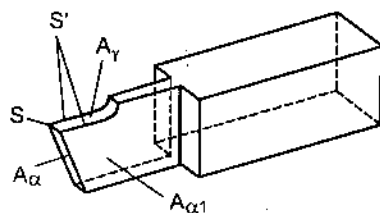
– Lưỡi cắt chính S : giao tuyến giữa mặt trước và mặt sau chính. Lưỡi cắt chính giữ nhiệm vụ chủ yếu trong quá trình gia công.

– Lưỡi cắt phụ S' : giao tuyến giữa mặt trước và mặt sau phụ. Trong quá trình cắt, một phần của lưỡi cắt phụ tham gia quá trình hình thành bề mặt gia công.

Dụng cụ cắt có thể có một mặt sau phụ (dao tiện ngoài) hoặc nhiều mặt sau phụ (dao tiện cắt đứt), do đó tương ứng với mỗi loại dụng cụ cắt có thể có một, hai hoặc nhiều lưỡi cắt phụ (hình 2.6, hình 2.7).



Hình 2.6. Các bộ phận phần cắt của dao tiện.



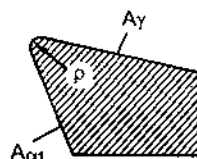
Hình 2.7. Các bộ phận phần cắt của dao tiện cắt đứt.

Mũi dao: mũi dao là phần nối tiếp giữa lưỡi cắt chính và lưỡi cắt phụ. Mũi dao có thể nhọn ($\gamma = 0$), tròn ($\gamma \neq 0$) hoặc có cạnh vát (hình 2.8).

Cần chú ý rằng lưỡi cắt của dao, ngay cả khi mài sắc và mài bóng hết sức cẩn thận cũng không bao giờ sắc lý tưởng. Thực tế chúng có dạng mặt trụ tròn với bán kính ρ (hình 2.9). Trị số của bán kính đó phụ thuộc vào vật liệu làm dao và công nghệ chế tạo dụng cụ cắt.



Hình 2.8. Mũi dao.



Hình 2.9. Lưỡi dao.

Ví dụ: dao tiện có góc sắc $\beta = 70^\circ$, tùy thuộc vào loại vật liệu làm dao lần lượt có các trị số của ρ như sau:

Dao thép gió: $\rho = (12 \div 15)10^{-3}\text{mm}$.

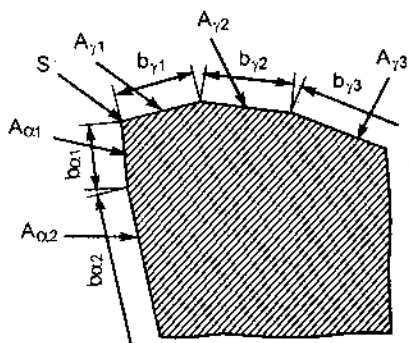
Dao hợp kim cứng: $\rho = (18 \div 24)10^{-3}\text{mm}$.

Nếu là dao hợp kim cứng được mài bóng bằng đá mài kim cương thì bán kính cong của lưỡi dao có thể đạt $\rho = (5 \div 8)10^{-3}\text{mm}$. Trị số của ρ quyết định độ sắc của lưỡi cắt.

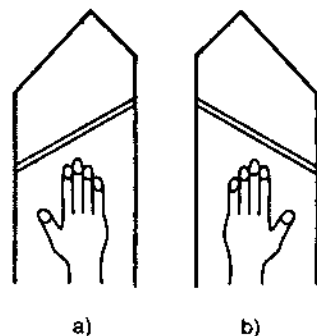
Chiều dày của lớp kim loại mà dụng cụ có thể cắt được phụ thuộc vào độ sắc của lưỡi cắt, nghĩa là phụ thuộc vào ρ . Thực vậy, nếu chiều dày lớp kim loại định cắt đi quá bé so với ρ thì quá trình cắt không thể thực hiện được và thay cho quá trình cắt ta có hiện tượng trượt.

Nhiều công trình nghiên cứu chứng tỏ rằng quá trình cắt chỉ có thể thực hiện được khi mà chiều dày lớp kim loại bị cắt lớn hơn hoặc bằng một nửa trị số của bán kính cong ρ của lưỡi cắt.

Theo tiêu chuẩn quy định thì phần làm việc của dụng cụ phải được mài theo hình dạng cho trên hình 2.10.



Hình 2.10. Phần làm việc của dụng cụ.



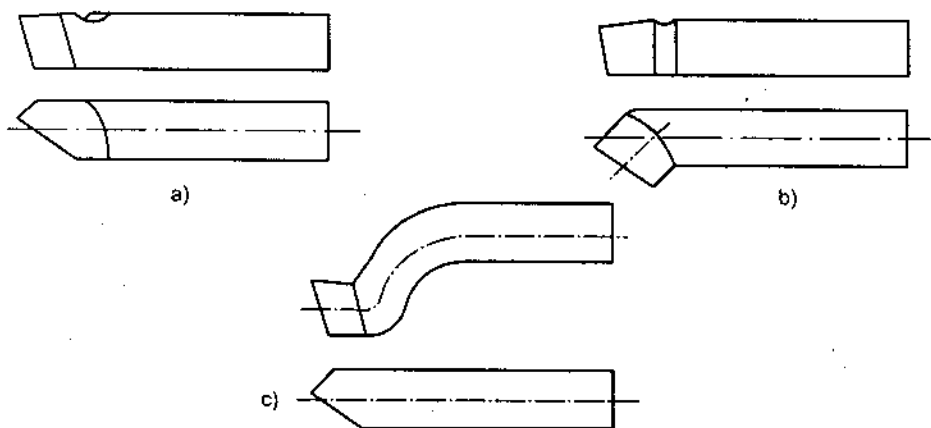
Hình 2.11. a) Dao phải; b) Dao trái.

Tùy theo điều kiện làm việc, dụng cụ có thể được chế tạo phải hoặc trái (hình 2.11).

– *Dao phải (R)*: khi đặt dụng cụ thẳng đứng, úp bàn tay phải trên mặt trước của dao thì lưỡi cắt chính nằm về phía ngón tay cái. Trên máy tiện, hướng làm việc của dao phải là từ phía phải sang phía trái, nghĩa là khi cắt dao chuyển động về phía ụ đứng của máy.

– *Dao trái (L)*: khi đặt dụng cụ đứng thẳng, úp bàn tay trái trên mặt trước của dao thì lưỡi cắt chính nằm về phía ngón tay cái. Hướng làm việc của dao trái ngược với dao phải.

Theo hình dạng phần cắt và cách bố trí đầu dao so với trục thân dao người ta chia thành các nhóm sau:



Hình 2.12. Dao tiện.

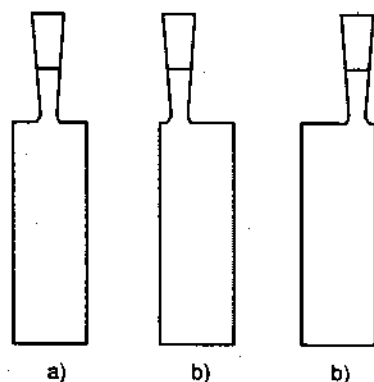
a) đầu thẳng; b) đầu cong; c) đầu uốn.

– *Dao đầu thẳng*: khi trục của dao trong cả hai mặt phẳng ngang và đứng đều là đường thẳng (hình 2.12a).

– *Dao đầu cong*: khi trục của dao trong mặt phẳng ngang là đường cong, còn trục của dao trong mặt phẳng đứng là đường thẳng (hình 2.12b).

– *Dao đầu uốn*: khi trục của dao trong mặt phẳng ngang là thẳng, còn trục của dao trong mặt phẳng đứng là cong (hình 2.12c).

– *Dao đầu vuốt*: khi phần làm việc của dao hẹp hơn thân dao. Đầu dao ở



Hình 2.13. Dao tiện cắt đứt đầu vuốt.

a) đối xứng; b), c) không đối xứng.

nhóm này có thể bố trí đối xứng, lệch trái hoặc lệch phải so với trục thân dao (hình 2.13a, b, c).

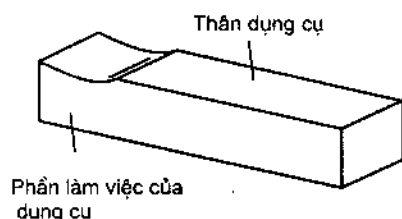
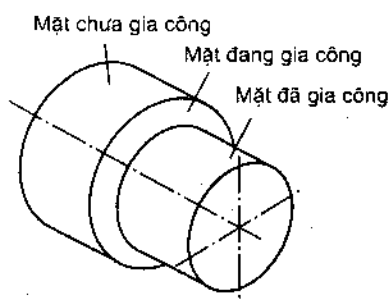
2.1.2. Phần thân dao

Phần này được dùng để nối liền dao với máy và nhận chuyển động truyền từ máy đến phần làm việc của dao.

Kết cấu phần thân dao, tùy thuộc vào kết cấu của bộ phận gá dao trên máy, có thể có dạng lăng trụ, tròn, vuông...

2.2. THÔNG SỐ HÌNH HỌC PHẦN LÀM VIỆC CỦA DỤNG CỤ CẮT

Để tiện cho việc định nghĩa các thông số hình học của bộ phận cắt, trên chi tiết gia công người ta phân biệt ba mặt sau (hình 2.14):



Hình 2.14. Các bề mặt trên chi tiết đang gia công. **Hình 2.15.** Dụng cụ ở trạng thái tĩnh.

– **Mặt chưa gia công:** bề mặt của chi tiết mà từ đó một lớp kim loại dư sẽ được cắt thành phoi.

– **Mặt đang gia công:** bề mặt của chi tiết nối tiếp giữa mặt chưa gia công và mặt đã gia công. Trong quá trình cắt mặt đang gia công luôn luôn tiếp xúc với lưỡi cắt dụng cụ.

– **Mặt đã gia công:** bề mặt của chi tiết được tạo thành sau khi đã cắt đi một lớp kim loại.

Thông số hình học phần làm việc của dụng cụ được xác định tùy thuộc vào tình trạng và điều kiện làm việc của dụng cụ trong không gian.

Người ta phân biệt thông số hình học của dụng cụ ở hai trạng thái tĩnh và động:

– Trạng thái tĩnh (sau khi mài sắc, hình 2.15): ở trạng thái này thông số hình học của phần làm việc có quan hệ chặt chẽ với:

+ Các điều kiện động học làm việc giả định.

+ Hình dáng của thân dao nối liền với phần làm việc của nó.

– Trạng thái động (khi làm việc hình 2.16). Lúc này thông số hình học của dao được xét tùy thuộc vào:

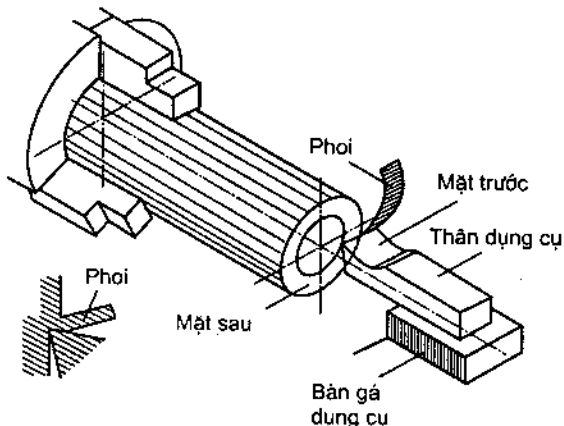
+ Các điều kiện động học khi dụng cụ làm việc.

+ Vị trí của dụng cụ khi gá trên bàn dao, trục gá, nối liền với máy công cụ.

Để thực hiện việc mài sắc dụng cụ, cũng như để đo lường, kiểm tra giá trị của thông số hình học của dụng cụ sau khi mài, cần có những hiểu biết về thông số hình học phần làm việc của dụng cụ ở trạng thái tĩnh.

Thông số hình học của dao khi làm việc là giá trị thực của các góc của dao tham gia vào quá trình cắt. Trong trường hợp điều kiện động học khi cắt phức tạp thì bắt buộc phải xét điều kiện thực tế của dụng cụ và từ đó phải xác định được giá trị cần có của các góc của dụng cụ ở trạng thái tĩnh (khi mài) để đảm bảo sự hoạt động bình thường của dụng cụ.

Cần lưu ý rằng khi định nghĩa về thông số hình học của dụng cụ cắt người ta lấy dao tiện đơn (dao tiện ngoài, đầu thẳng) làm đối tượng. Tuy nhiên vì tất cả các loại dụng cụ cắt khác (mũi khoan, dao phay, mũi doa, dao chuốt...) đều được cấu thành từ nhiều dao tiện đơn nói trên với cách sắp xếp, bố trí tương đối khác nhau, do đó các định nghĩa nêu dưới đây đều áp dụng đúng cho tất cả các loại dụng cụ cắt khác nhau.



Hình 1.16. Dụng cụ ở trạng thái làm việc.

2.3. THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA DAO Ở TRẠNG THÁI TĨNH

2.3.1. Các mặt toạ độ của dụng cụ ở trạng thái tĩnh (hình 2.17)

Để định nghĩa các góc của dao, người ta quy ước các mặt phẳng toạ độ ở trạng thái tĩnh sau đây:

a) *Mặt phẳng đáy P_r* (tại một điểm của lưỡi cắt): là mặt phẳng đi qua điểm khảo sát của lưỡi cắt và chứa trục dụng cụ đối với dụng cụ quay tròn khi làm việc như mũi khoan, dao phay hoặc song song với mặt dùng để gá đặt (định vị) dụng cụ trên bàn dao (dao tiện, dao bào...). Mặt đáy luôn luôn thẳng góc với phương của tốc độ cắt giả định.

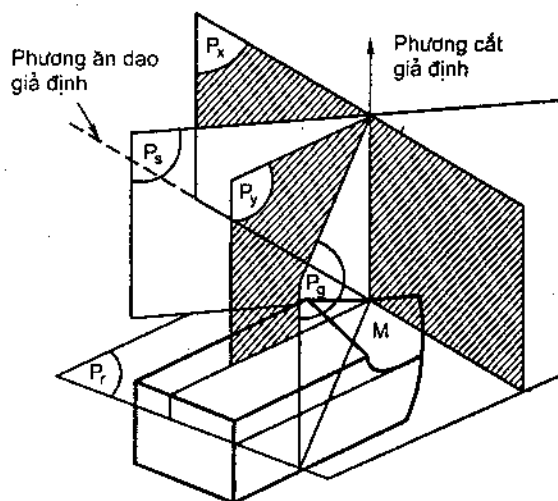
b) *Mặt phẳng cắt P_s* (tại một điểm của lưỡi cắt): mặt phẳng tiếp tuyến với lưỡi cắt tại điểm khảo sát (nếu lưỡi cắt là cong) hoặc chứa toàn bộ lưỡi cắt (nếu lưỡi cắt thẳng) và chứa phương của vectơ tốc độ cắt giả định tại điểm khảo sát, do đó mặt phẳng cắt P_s luôn luôn vuông góc với mặt phẳng đáy P_r .

c) *Mặt phẳng làm việc quy ước* (tiết diện ngang) P_x (tại một điểm của lưỡi cắt): là mặt phẳng thẳng góc với mặt đáy P_r tại điểm khảo sát M của lưỡi cắt và song song với phương chạy dao giả định của dụng cụ.

Mặt phẳng P_x chứa phương của tốc độ cắt giả định do đó nó thẳng góc với mặt đáy P_r .

d) *Mặt phẳng dọc trục thân dao* (tiết diện dọc) P_y (tại một điểm của lưỡi cắt): là mặt phẳng đồng thời thẳng góc với mặt đáy P_r và mặt phẳng làm việc quy ước P_x tại điểm khảo sát.

e) *Mặt phẳng trục giao với mặt trước P_f* (tại một điểm của lưỡi cắt): là mặt phẳng đồng thời thẳng góc với mặt trước A_f và mặt phẳng đáy P_r tại điểm khảo sát M của lưỡi cắt.



Hình 2.17. Các mặt tọa độ của dụng cụ ở trạng thái tĩnh.

f) *Mặt phẳng trục giao với mặt sau P_b* (tại một điểm của lưỡi cắt): là mặt phẳng đồng thời thẳng góc với mặt sau A_a và mặt phẳng đáy P_r tại điểm khảo sát M của lưỡi cắt.

g) *Tiết diện chính NN_1* : là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt chính và thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy.

h) *Tiết diện phụ NN_1* : là mặt phẳng đi qua một điểm của lưỡi cắt phụ và thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy.

2.3.2. Các góc ở phần làm việc của dụng cụ cắt ở trạng thái tĩnh

Từ các định nghĩa về các mặt toạ độ và mặt phẳng đo như trên ta có các định nghĩa về góc tại một điểm của lưỡi cắt của dụng cụ ở trạng thái tĩnh như sau:

– Góc trước chính γ_n (tại một điểm của lưỡi cắt chính) là góc nhọn tạo bởi mặt trước A_f và mặt đáy P_r đo trong tiết diện chính NN.

Góc trước ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thoát và biến dạng của phoi khi cắt. Góc trước càng lớn lực cắt càng giảm.

– Góc sau chính α_n (tại một điểm của lưỡi cắt chính) là góc nhọn tạo bởi mặt sau A_s và mặt cắt P_s đo trong tiết diện chính NN.

Góc sau α_n ảnh hưởng đến ma sát giữa mặt sau của dụng cụ và bề mặt chi tiết gia công. Góc sau chỉ được phép dương hoặc bằng không ($\alpha \geq 0^\circ$).

– Góc sắc β (tại một điểm của lưỡi cắt) là góc giữa mặt trước A_f và mặt sau A_s đo trong tiết diện chính NN.

– Góc cắt δ (tại một điểm của lưỡi cắt) là góc giữa mặt cắt P_s và mặt trước A_f đo trong tiết diện chính.

$$\text{Ta có:} \quad \alpha_n + \beta + \gamma_n = 90^\circ$$

$$\delta + \gamma_n = 90^\circ$$

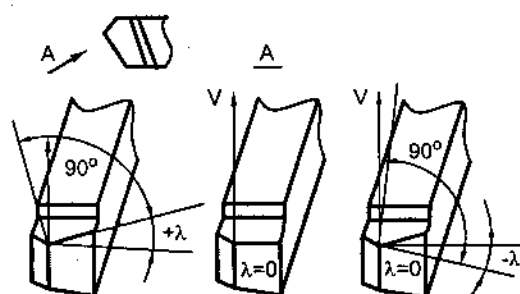
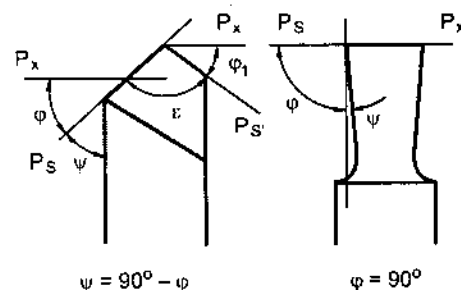
Cùng với các định nghĩa như trên lưỡi cắt phụ, ta có:

– Góc trước phụ γ_1 .

– Góc sau phụ α_1 .

Để xác định phương của lưỡi cắt dụng cụ, ta có (hình 2.18):

– Góc nghiêng chính của lưỡi cắt φ là góc nhọn đo trong mặt phẳng đáy P_r giữa mặt cắt P_s và hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy (hình 2.18).



Hình 2.18. Góc nghiêng của lưỡi cắt.

Hình 2.19. Góc nâng của lưỡi cắt chính.

– Góc nghiêng phụ φ_1 là góc nhọn đo trong mặt phẳng đáy P_r giữa mặt cắt của lưỡi cắt phụ và hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy.

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

Ta có: $\varphi + \varepsilon + \varphi_1 = 180^\circ$.

– Góc nâng của lưỡi cắt chính λ là góc nhọn đo trong mặt phẳng cắt P_s , giữa lưỡi chính và hình chiếu của nó trên mặt đáy.

Nếu toàn bộ lưỡi cắt chính nằm phía trên mặt đáy đi qua mũi dao ta có $\lambda > 0$, khi cắt phoi sẽ thoát sang phải bề mặt đã gia công.

Nếu toàn bộ lưỡi cắt chính nằm phía dưới mặt đáy đi qua mũi dao ta có $\lambda < 0$, khi cắt phoi sẽ thoát về phía bề mặt chưa gia công.

Nếu toàn bộ lưỡi dao nằm trong mặt đáy đi qua mũi dao ta có: $\lambda = 0$ (hình 2.19).

Cùng các định nghĩa về góc trước và góc sau như trên khi xét trong các tiết diện XX (P_x), YY (P_y) ta có các góc $\alpha_x, \gamma_x, \alpha_y, \gamma_y$.

Nói một cách tổng quát, trên các mặt tọa độ và các mặt phẳng đo ta có các góc và các quan hệ sau:

– Trong mặt phẳng đáy P_r ta có góc $\alpha_1, \varepsilon, \alpha$, giữa chúng có mối quan hệ sau:

$$\alpha + \varepsilon + \alpha_1 = 180^\circ$$

– Trong mặt phẳng cắt P_s ta có góc λ .

– Trong mặt phẳng cắt P_x (XX) ta có các góc $\alpha_x, \beta_x, \gamma_x$.

$$\alpha_x + \beta_x + \gamma_x = 90^\circ$$

– Trong tiết diện P_y (YY) ta có các góc $\alpha_y, \beta_y, \gamma_y$:

$$\alpha_y + \beta_y + \gamma_y = 90^\circ$$

Quan hệ giữa các góc trong các tiết diện khác nhau, đối với dao tiện ta có:

$$\operatorname{ctg} \alpha_y = \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \cos \varphi \mp \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_x = \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \sin \varphi \pm \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi$$

$$\operatorname{tg} \gamma_y = \operatorname{tg} \gamma_n \cdot \sin \varphi \mp \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi$$

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \operatorname{tg} \gamma_n \cdot \sin \varphi \pm \operatorname{tg} \lambda \cdot \sin \varphi$$

Dấu đại số hàng trên ứng với $\lambda > 0$, còn hàng dưới ứng với góc $\lambda < 0$.

Khi $\lambda = 0$, các quan hệ trên trở nên đơn giản hơn:

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \operatorname{tg} \gamma_n \cdot \sin \varphi$$

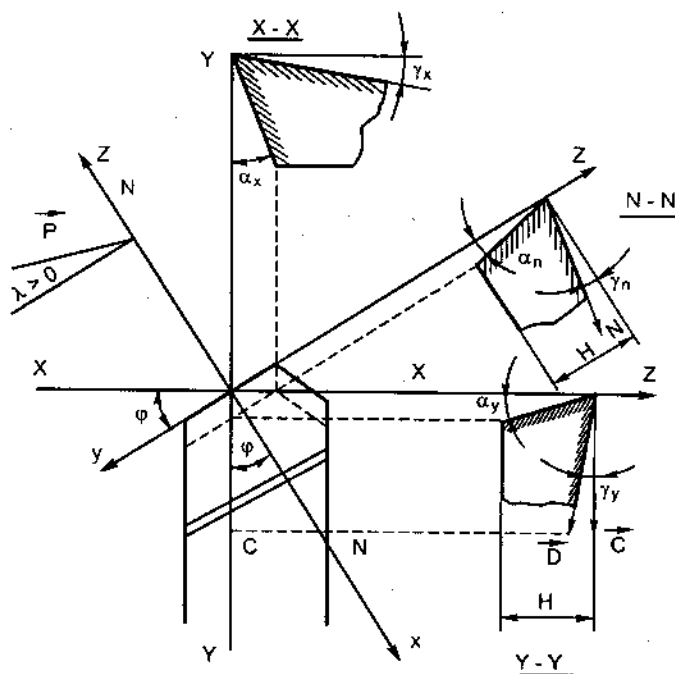
$$\operatorname{tg} \alpha_x = \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \sin \varphi$$

$$\operatorname{tg} \gamma_y = \operatorname{tg} \gamma_n \cdot \cos \varphi$$

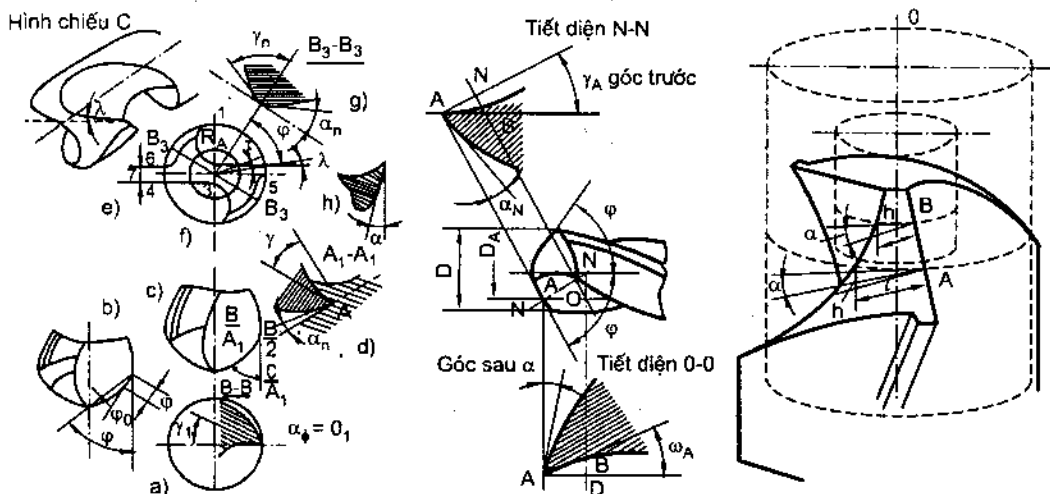
$$\operatorname{tg} \alpha_y = \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \cos \varphi$$

Để có thể nhìn thấy một cách tổng quát, dưới đây ta áp dụng các định nghĩa nêu trên cho một số loại dụng cụ thường gặp.

Hình 2.20 thể hiện vị trí các mặt toạ độ, các mặt cắt và các góc của dao ở trạng thái tĩnh của dao tiện ngoài đầu thẳng. Các mặt và các góc của mũi khoan ở trạng thái tĩnh được trình bày trên hình 2.21.

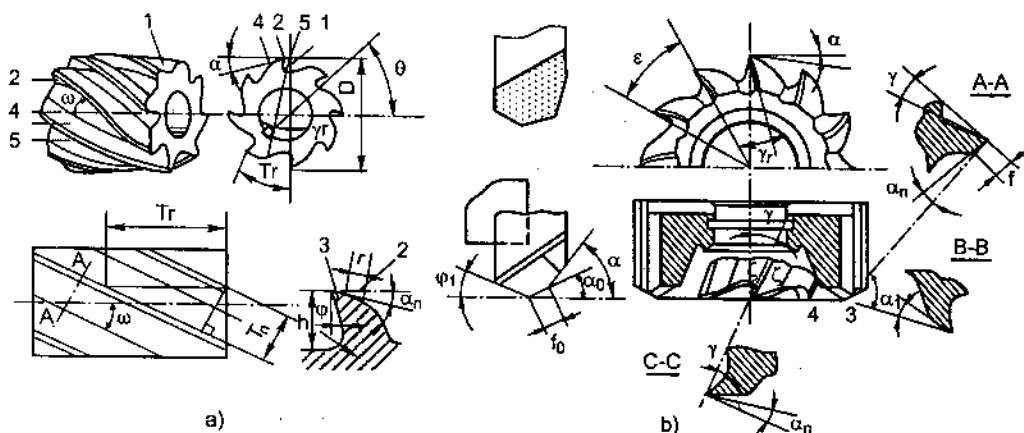


Hình 2.20. Các góc của dao trong tiết diện ngang XX và tiết diện dọc YY.



Hình 2.21. Các góc của mũi khoan ở trạng thái tĩnh

Các mặt toạ độ, mặt cắt và các góc của dao phay hình trụ và dao phay mặt đầu răng chấp được cho trên hình 2.22.



Hình 2.22. Thông số hình học của dao phay.

a) dao phay hình trụ; b) dao phay mặt đầu răng chấp.

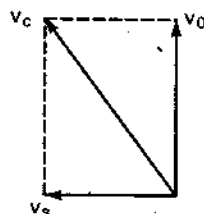
2.4. THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA DỤNG CỤ CẮT KHI LÀM VIỆC

Dụng cụ cắt khi làm việc ngoài những chuyển động giả định, còn tham gia thêm các chuyển động phụ, ngoài ra vị trí thân sau phải thay đổi khi gá trên bàn dao, trục dao. Những điều kiện đó sẽ làm thay đổi vị trí của các mặt toạ độ, do đó sẽ làm thay đổi giá trị các góc độ của dao sau khi mài.

Ví dụ: ở nguyên công tiện, khi làm việc dụng cụ tham gia cùng một lúc hai chuyển động: chuyển động cắt chính với tốc độ v_0 , chuyển động chạy dao với tốc độ v_s . Tốc độ cắt tổng hợp lúc này là v_c (hình 2.23).

$$\vec{v}_c = \vec{v}_0 + \vec{v}_s$$

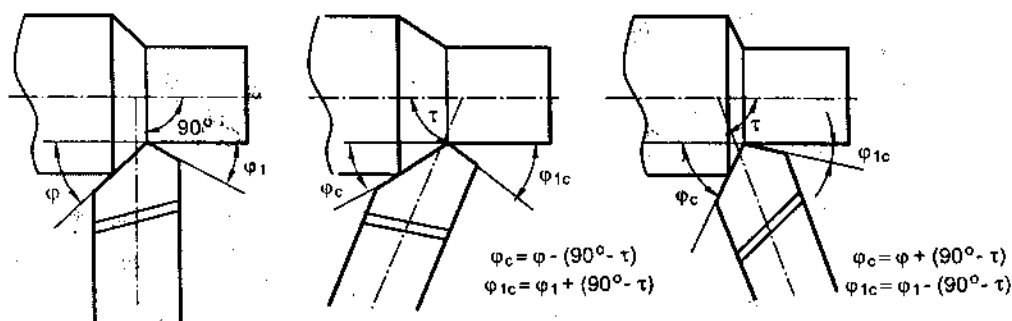
Theo định nghĩa về mặt toạ độ thì mặt đáy P_r luôn luôn thẳng góc với vectơ tốc độ cắt. Ở trạng thái tĩnh mặt đáy thẳng góc với vectơ v_c , có nghĩa là khi làm việc, vị trí của mặt đáy đã thay đổi, từ đó sẽ làm thay đổi vị trí của các mặt toạ độ khác: mặt cắt P_s ... nên các góc độ của dụng cụ khi làm việc sẽ bị thay đổi so với khi mài dao.



Hình 2.23. Vectơ tốc độ cắt khi làm việc.

Dưới đây trình bày một số phương pháp tính toán đơn giản để sử dụng cho một số trường hợp thường gặp.

a) Sự thay đổi giá trị các góc φ và φ_1 khi gá trục dụng cụ không thẳng góc với đường tâm của máy

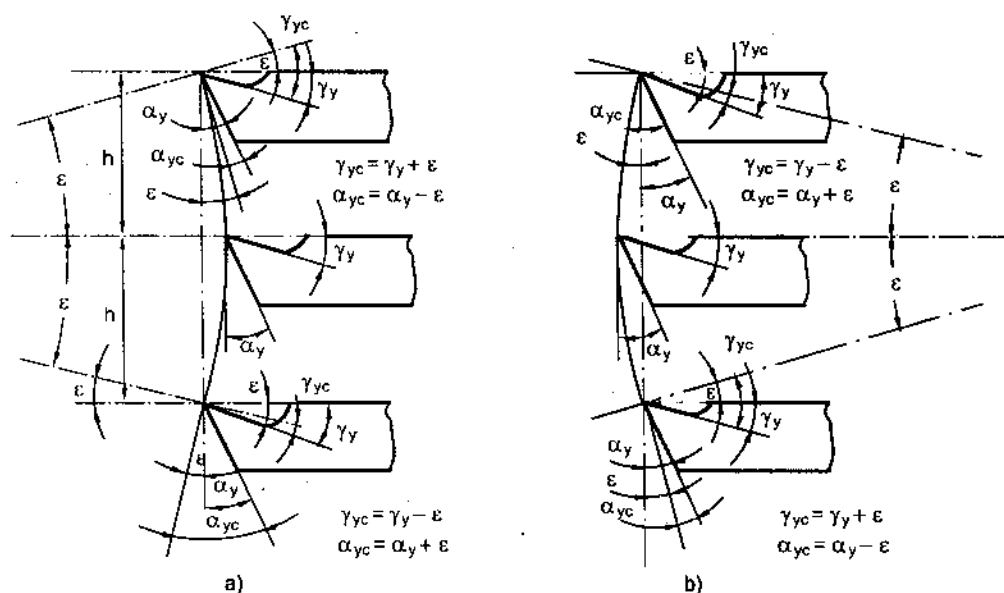


Hình 2.24. Góc gá dụng cụ.

Từ hình vẽ 2.24 ta thấy:

- Dụng cụ sau khi mài sắc có các góc nghiêng chính φ và góc nghiêng phụ φ_1 .
- Nếu khi gá dao, trục dao không vuông góc với đường tâm thì:
- Nếu gá dao nghiêng trái:
 - + Góc nghiêng chính khi làm việc: $\varphi_c = \varphi - (90^\circ - \tau)$.
 - + Góc nghiêng phụ khi làm việc: $\varphi_{1c} = \varphi_1 + (90^\circ - \tau)$.
- Nếu gá dao nghiêng phải:
 - + Góc nghiêng chính khi làm việc: $\varphi_c = \varphi + (90^\circ - \tau)$.
 - + Góc nghiêng phụ khi làm việc: $\varphi_{1c} = \varphi_1 - (90^\circ - \tau)$.

b) Sự thay đổi giá trị của các góc khi mũi dao gá không ngang tâm máy (hình 2.25)



Hình 2.25. Thông số hình học dao khi gá không ngang tâm máy.

a) tiện ngoài ;

b) tiện trong

– Khi tiện ngoài, nếu mũi dao gá cao hơn đường tâm của máy thì góc trước của dụng cụ khi làm việc γ_{yc} sẽ tăng lên, góc sau α_{yc} sẽ giảm đi; còn khi gá mũi dao thấp hơn đường tâm của máy thì góc trước khi làm việc γ_{yc} sẽ giảm đi, còn góc sau khi làm việc α_{yc} sẽ tăng lên.

– Khi tiện trong, ta được kết quả ngược lại.

Ở cả hai trường hợp trên, giá trị của các góc sẽ thay đổi một trị số bằng góc ε . Góc ε được tính theo công thức sau:

$$\sin \varepsilon = \frac{h}{R}$$

trong đó: h – độ cao (thấp) của mũi dao so với tâm máy (mm);

R – bán kính của bề mặt được gia công (mm).

c) Sự thay đổi giá trị các góc của dao khi có thêm các chuyển động phụ

– Chuyển động chạy dao ngang (khi xén mặt đầu, cắt đứt) (hình 2.26).

Khi có chuyển động chạy dao ngang thì quỹ đạo của chuyển động cắt tương đối là đường Acsimét.

Do có lượng chạy dao ngang nên hướng của vectơ tốc độ cắt tổng hợp luôn luôn thay đổi, làm thay đổi góc độ của dụng cụ.

Ta có:

$$\gamma_{yc} = \gamma_y + \mu_1$$

$$\alpha_{yc} = \alpha_y - \mu_1$$

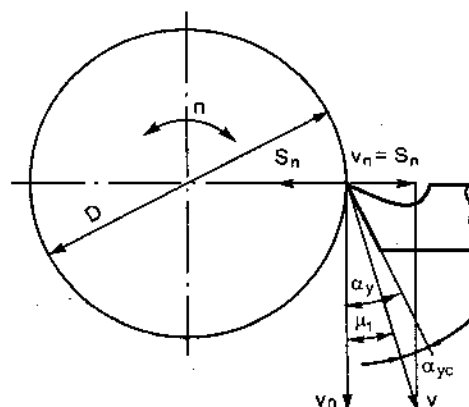
Góc μ_1 được tính theo biểu thức sau:

$$\operatorname{tg} \mu_1 = \frac{v_s}{v_0} = \frac{S_n}{\pi D}$$

Trong đó:

S_n – lượng chạy dao ngang sau một vòng quay của chi tiết (mm/vòng);

D – đường kính của chi tiết ở điểm khảo sát (mm).



Hình 2.26. Ảnh hưởng của chuyển động chạy dao ngang đến thông số hình học của dao.

Ví dụ 1: Tiện cắt đứt một chi tiết hình trụ với lượng chạy dao ngang $S_n = 0,2 \text{ mm/vòng}$. Dao tiện cắt đứt sau khi mài có $\alpha_y = 12^\circ$. Tính góc sau thực tế khi cắt đến điểm cách tâm một khoảng $r = 1 \text{ mm}$.

Giải: Tính góc μ theo công thức cho trên.

Ta có:
$$\operatorname{tg} \mu = \frac{S}{2\pi r} = \frac{0,2}{2,3,14,1} = 0,0318 \quad \text{do đó } \mu = 1^{\circ}49'.$$

Góc sau khi cắt đến điểm cách tâm 1mm sẽ là:

$$\alpha_{yc} = \alpha_y - \mu = 12^{\circ} - 1^{\circ}49' = 10^{\circ}11'.$$

Như vậy do lượng chạy dao ngang bé nên sự thay đổi góc sau không đáng kể.

Ví dụ 2: Tiến hót lưng một dao phay định hình có các thông số sau: đường kính ngoài $D = 75\text{mm}$, số răng $Z = 10$, lượng hót lưng $K = 4,5\text{mm}$, cần mài góc sau α_y là bao nhiêu để khi làm việc ta có $\alpha_{yc} = 8^{\circ}$.

Giải:

Ta có:
$$\alpha_{yc} = \alpha_y - \mu \quad \text{với } \operatorname{tg} \mu = \frac{S_n}{\pi D}$$

Lượng hót lưng $K = 4,5\text{mm}$, nghĩa là sau một góc giữa hai răng $\left(\frac{360^{\circ}}{Z} \right)$

thì lượng tiến dao là 4,5mm.

Vậy sau một vòng lượng tiến dao sẽ là:

$$S_n = K \cdot Z = 4,5 \cdot 10 = 45\text{mm/vòng}.$$

Khi đó:
$$\operatorname{tg} \mu = \frac{45}{3,14,75} = 0,190985$$

$$\mu = 10,812^{\circ} = 10^{\circ}48'$$

Vì $\alpha_y = \alpha_{yc} - \mu$ hay $\alpha_y = \alpha_{yc} + \mu$

Vậy cần mài góc sau: $\alpha_y = 8^{\circ} + 10^{\circ}48' = 18^{\circ}48'.$

– Chuyển động chạy dao dọc (hình 2.27).

Khi có chuyển động chạy dao dọc thì quỹ đạo của chuyển động cắt tương đối là đường xoắn ốc, do đó vectơ tốc độ cắt tổng hợp sẽ nghiêng với vectơ tốc độ cắt ở trạng thái tĩnh một góc μ_2 .

Ta có:
$$\alpha_{xc} = \alpha_x - \mu_x$$

$$\gamma_{xc} = \gamma_x + \mu_x$$

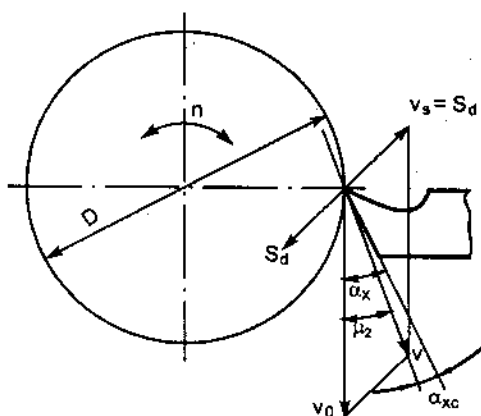
Giá trị của μ_2 được tính từ biểu thức:

$$\operatorname{tg} \mu_x = \frac{v_s}{v_0} = \frac{S_d}{\pi D}$$

Trong đó: S_d – lượng chạy dao dọc sau một vòng quay của chi tiết (mm/vòng);

D – đường kính chi tiết tại điểm khảo sát.

Lượng chạy dao dọc càng lớn, đường kính chi tiết gia công càng bé thì góc μ_2 càng lớn. Do đó khi cắt với lượng chạy dao lớn như khi cắt ren bước lớn, ren nhiều đầu mối, thì khi mài dao cần phải chú ý đến góc μ_2 để đảm bảo góc sau khi cắt không âm.

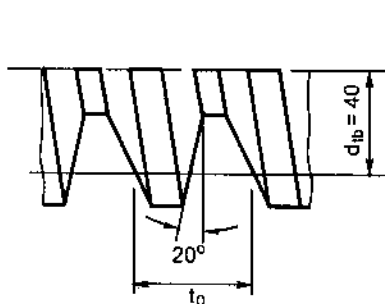


Hình 2.27. Ảnh hưởng của chuyển động chạy dao dọc

Ví dụ 3: Tiến một trục vít hình thang có prôphin như cho trên hình vẽ (hình 2.28), đường kính trung bình của trục vít $d_{tb} = 40\text{mm}$, môđun chiều trục $m = 6$, góc prôphin của ren $\alpha = 20^\circ$.

Người ta tiến hành tiến từng mật một.

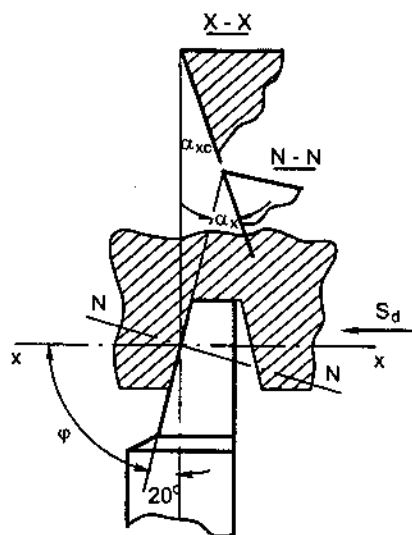
Dao tiến tình mặt trái ren có dạng như hình 2.28, góc trước $\gamma = 0$, $\varphi = 70^\circ$, $\lambda = 0^\circ$. Gá mũi dao ngang tâm máy. Để tiến đạt yêu cầu thì góc sau tiết diện XX phải là $\alpha_{xc} = 10^\circ$. Hỏi phải mài dao với góc α_n bằng bao nhiêu ở điểm nằm trên đường kính trung bình?



Hình 2.28. Prôphin ren hình thang được gia công và dao tiến để tạo hình.

Giải:

Ta đã biết: $\alpha_{xc} = \alpha_x - \mu_x$



với:
$$\operatorname{tg} \mu_x = \frac{S_d}{2\pi\rho}$$

Tính μ_x với S_d là lượng chạy dao theo chiều trục, lúc này bằng bước chiều trục t_0 , do đó: $S_d = t_0 = \pi.m = 6.\pi$

ρ là bán kính vectơ tại điểm ta xét, $\rho = 20\text{mm}$.

Do đó:
$$\operatorname{tg} \mu_x = \frac{6\pi}{2\pi.20} = 0,15 \rightarrow \mu_x = 8^{\circ}53'$$

– Tính α_{xc} : $\alpha_x = \alpha_{xc} + \mu_x = 10^{\circ} + 8^{\circ}53' = 18^{\circ}53'$

– Tính góc sau α trong tiết diện NN – α_n .

Ta đã có quan hệ:

$$\operatorname{ctg} \alpha_x - \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \sin \varphi = \operatorname{tg} \lambda \cdot \cos \varphi$$

Vì $\lambda = 0$ nên $\operatorname{ctg} \alpha_x = \operatorname{ctg} \alpha_n \cdot \sin \varphi$

Hay: $\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{ctg} \alpha_x \cdot \sin \varphi$

Ở đây: $\alpha_x = \alpha_{xc} = 18^{\circ}53'$, góc $\varphi = 70^{\circ}$.

Do đó:
$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_n &= \operatorname{tg} \alpha_{xc} \sin \varphi \\ &= \operatorname{tg} 18^{\circ}53' \cdot \sin 70^{\circ} \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_n = 0,31496.$$

$$\alpha_n = 17,48^{\circ} = 17^{\circ}28'.$$

CÂU HỎI ÔN TẬP

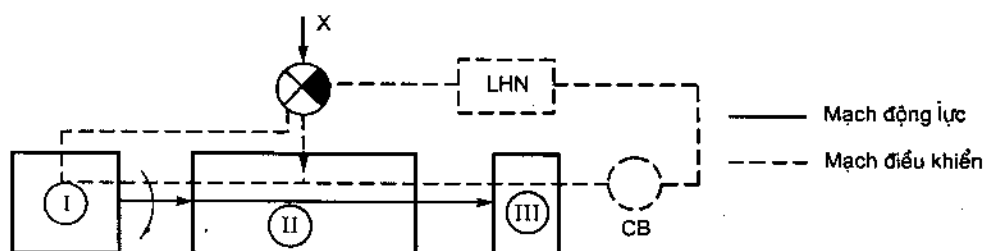
1. Định nghĩa các mặt toạ độ (mặt đáy và mặt cắt). Các tiết diện đo (tiết diện chính, tiết diện phụ, tiết diện λ , tiết diện YY). Áp dụng các định nghĩa đó cho các loại dụng cụ khác nhau: tiện, phay, bào, khoan, khoét, doa, phay v.v...
2. Định nghĩa các góc của dao: góc trước γ , góc sau α , góc nghiêng chính φ , góc nghiêng phụ φ_1 , góc sắc β , góc cắt δ , góc mũi dao ϵ , góc nâng của lưỡi cắt chính λ . Vai trò của các góc dao trong quá trình cắt.
3. Quan hệ giữa các góc của dao trong tiết diện chính NN, tiết diện phụ N_1N_1 , tiết diện XX, tiết diện YY.
4. Vẽ được các góc độ của dao ứng với: dao tiện, mũi khoan, dao phay.
5. Sự thay đổi các góc dao khi làm việc:
 - Do gá dao cao hoặc thấp hơn tâm máy.
 - Do trục dao gá không thẳng góc với đường tâm của máy.
 - Do có chuyển động chạy dao ngang, dọc.

Chương 3

CÁC CƠ CẤU TRUYỀN ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN

3.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ TRUYỀN ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN

Bất kỳ máy hoặc thiết bị nào đều có yêu cầu tối thiểu về thông số kỹ thuật: về mặt động lực học là công suất truyền, về động học là tốc độ làm việc. Trong hệ thống máy và thiết bị luôn tồn tại hai hệ thống truyền động: truyền động chính – mạch động lực và truyền động điều khiển – mạch điều khiển. Mô tả hệ đó theo sơ đồ dưới đây (hình 3.1).



Hình 3.1.

Nguồn động lực (I) chủ yếu là động cơ xoay chiều 3 pha, 1 pha, động cơ điện một chiều, động cơ bước... Số vòng quay của động cơ điện n_{dc} có thể điều chỉnh hoặc không điều chỉnh được. Động cơ điện có 1, 2, 3 cấp tốc độ hoặc vô số cấp tốc độ (gọi là động cơ điện tốc độ vô cấp). Ở phần này không đề cập các vấn đề liên quan đến truyền động điện.

Nguồn động lực (I) truyền qua các cơ cấu truyền động (II) đến cơ cấu chấp hành làm việc (III) (cơ cấu chấp hành làm việc, ví dụ như trục chính quay mang phôi, bàn máy mang dao tiện tiến...). Về mặt chuyển động thì ở cơ cấu chấp hành làm việc có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động thẳng. Số cấp tốc độ và giới hạn trị số tốc độ tùy theo yêu cầu sử dụng, có thể là phân cấp hoặc vô cấp. Nhiệm vụ của các cơ cấu truyền động (II) phải thỏa mãn yêu cầu của cơ cấu chấp hành làm việc (III).

– *Truyền dẫn phân cấp*: trong giới hạn tốc độ từ nhỏ nhất [$n_{\min}$ (v/ph), $v_{\min}$ (m/ph)] đến lớn nhất [$n_{\max}$ (v/ph), $v_{\max}$ (m/ph)] có hữu hạn cấp tốc độ được gọi là truyền dẫn phân cấp.

Như vậy ở truyền dẫn này nhiều khi cần chính xác một tốc độ nào đó lại không có, đây là nhược điểm của truyền dẫn phân cấp. Giá trị của từng tốc độ

trong khoảng đó đã được nghiên cứu và đưa đến kết luận: Chuỗi số tốc độ (thường là số vòng quay) hợp lý là cấp số nhân có công bội φ nào đó để tổn thất tương đối về tốc độ cũng như năng suất là không đổi cho mọi chế độ làm việc. Công bội φ và số vòng quay đã được tiêu chuẩn hoá.

– Các trị số tiêu chuẩn của công bội φ :

$\varphi = 1,06$ – chuỗi số quá dày đặc – ít dùng

$\varphi = 1,12$ – dùng cho các máy tự động (cần chế độ cắt chính xác)

$\varphi = 1,26$
 $\varphi = 1,41$ } dùng cho các máy vạn năng (tiện, khoan, phay, doa)

$\varphi = 1,58$
 $\varphi = 1,78$ } dùng cho các máy thời gian chạy công tác không lớn hơn thời gian chạy không (không cần chế độ cắt chính xác)

$\varphi = 2,0$ – có ý nghĩa phụ tính cho khuếch đại hoặc gấp bội

– Trị số vòng quay tiêu chuẩn cơ sở được thành lập từ số vòng quay $n_1 = 1$, công bội $\varphi = 1,06$

$$n_z = n_1 \varphi^{z-1}, z = 1 + 40$$

1 _ 1,06 _ 1,12 _ 1,18 _ 1,25 _ 1,32 _ 1,41 _ 1,5 _ 1,6 _ 1,7 _ 1,8 _ 1,90 _
 2,00 _ 2,12 _ 2,24 _ 2,35 _ 2,50 _ 2,65 _ 2,80 _ 3,00 _ 3,15 _ 3,35 _ 3,55 _
 3,75 _ 4,00 _ 4,25 _ 4,50 _ 4,75 _ 5,00 _ 5,30 _ 5,60 _ 6,00 _ 6,30 _ 6,70 _
 7,10 _ 7,50 _ 8,00 _ 8,50 _ 9,00 _ 9,5.

Các trị số tiêu chuẩn khác lấy trị số cơ sở nhân với 10^x , x – nguyên dương hoặc âm.

Ví dụ: máy tiện T620 có 23 cấp tốc độ từ 12,5 ÷ 2000v/ph với công bội $\varphi = 1,26$ thì trị số tiêu chuẩn của các số vòng quay là:

12,5 _ 20 _ 25 _ 31,5 _ 40 _ 50 _ 63 _ 80 _ 100 _ 125 _ 200 _ 250 _
 315 _ 400 _ 500 _ 600 _ 630 _ 800 _ 1000 _ 1250 _ 2000.

– *Truyền dẫn vô cấp*: trong giới hạn tốc độ từ nhỏ nhất đến lớn nhất có vô hạn cấp tốc độ được gọi là truyền dẫn vô cấp. Ưu điểm của loại này là cần tốc độ nào trong khoảng ấy đều có (tốc độ thực được lấy bằng tốc độ cần đạt).

Trong sơ đồ trên, X là tín hiệu điều khiển cho các cơ cấu truyền động (điều khiển dùng cơ khí, điện, thuỷ khí...); CB là cơ cấu cảm biến để kiểm tra các thông số kỹ thuật cho cơ cấu chấp hành (kiểm tra lực, mômen, tốc độ...); LHN – liên hệ ngược để so sánh thông số kỹ thuật cơ cấu chấp hành và phản hồi lại cho hệ thống điều khiển. Ở tài liệu này không đề cập đến hệ điều khiển kín này mà chỉ đề cập đến các cơ cấu dùng điều khiển bằng cơ khí cho các máy công cụ với truyền dẫn truyền thống.

Giáo trình chi tiết máy, sức bền đã đề cập đến ưu nhược điểm, các tính

toán cần thiết cho từng loại cơ cấu truyền dẫn. Ở phần này chú trọng đến ứng dụng các cơ cấu chuyển động trong các máy công cụ truyền thống đang hiện hành.

3.2. CÁC CƠ CẤU TRUYỀN ĐỘNG

Về hình thức truyền động có các loại: truyền động điện, truyền động cơ khí và truyền động thủy khí. Ở phần này chỉ đề cập đến hai loại truyền động: truyền động cơ khí, truyền động thủy khí. Ký hiệu các cơ cấu truyền dẫn trên bảng 3.1.

Bảng 3.1

Tên gọi	Ký hiệu	Tên gọi	Ký hiệu
Trục		Ổ trượt	
Khớp nối cố định		Ổ lăn	
Khớp nối đàn hồi		Ổ côn	
Trục chính máy tiện		Vít me - đai ốc	
Trục chính máy tiện dạng mâm cặp		Bánh răng lồng không	
Trục chính máy tiện Revolve		Bánh răng cố định	
Trục chính máy khoan		Bánh răng di trượt	
Trục chính máy phay		Bánh răng xoắn	
Trục chính máy mài		Bánh răng côn	
Đai dẹt		Trục vít - Bánh vít	
Đai hình thang		Thanh răng - Bánh răng	
Truyền động xích		Phanh côn	

Bảng 3.1 (tiếp)

Tên gọi	Ký hiệu	Tên gọi	Ký hiệu
Phanh guốc		Bơm dầu : - Lưu lượng cố định	
Phanh đĩa		- Lưu lượng thay đổi	
Ly hợp vấu		Van một chiều	
Ly hợp côn		Van đảo chiều : - Hai vị trí 4/2	
Ly hợp đĩa		- Ba vị trí 5/3	
Ly hợp một chiều		Van an toàn	
		Van tiết lưu điều chỉnh	

3.2.1. Truyền động cơ khí

1. Truyền động bằng ma sát

a) *Đai truyền*: theo tiết diện đai có đai tròn, đai dẹt, đai thang, đai răng, tùy theo yêu cầu kỹ thuật mà chọn loại đai cho hợp lý.

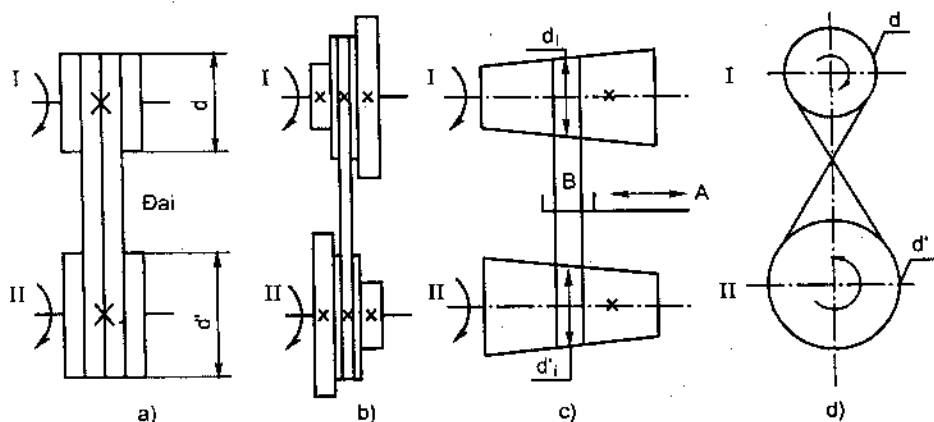
Thông thường đai truyền để truyền động giữa hai trục song song nhau, đảm bảo cùng chiều quay (hình 3.2a, b, c) hoặc ngược chiều quay – lắp chéo (hình 3.2d).

Tỷ số truyền bộ truyền đai :

$$U = \frac{d}{d'}$$

d – đường kính bánh đai chủ động;

d' – đường kính bánh đai bị động.



Hình 3.2. Một số dạng truyền dẫn đai.

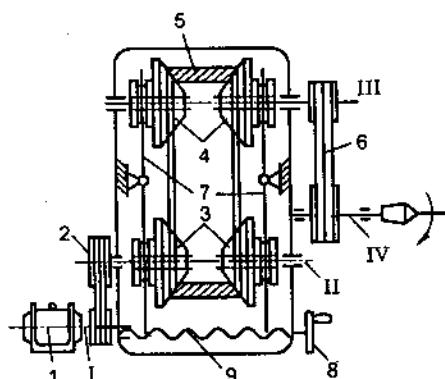
Hình 3.2a: Tỷ số truyền cố định:

$$U = \frac{d}{d'}$$

Hình 3.2b có tỷ số truyền thay đổi, truyền dẫn phân cấp có các tỷ số truyền tương ứng với các cặp bánh đai. Loại này dùng trong máy khoan bàn.

Hình 3.2c: truyền dẫn vô cấp đai truyền – kéo căng gạt A để đai truyền B sẽ tiếp xúc vào bất kỳ vị trí nào của hai

bánh đai: $U = \frac{d_i}{d}$



Hình 3.2e.

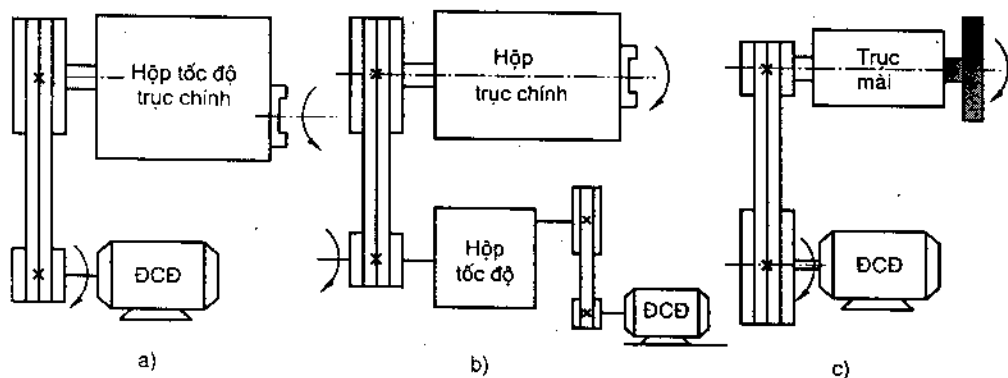
Hình 3.2e: dùng đai truyền rộng bản 5 lắp trên trục II và III là hai cặp bánh đai côn 3, 4. Quay tay quay 8 làm vít me 9 (ren trái – phải) sẽ điều chỉnh ra vào trên các trục của các bánh đai 3, 4 làm thay đổi vị trí tiếp xúc của đai, thay đổi tỷ số truyền vô cấp cho bộ truyền.

Số vòng quay trục IV được tính:

$$n_{dc} \cdot \frac{d_2}{d_3} \cdot \frac{d_4}{d_5} \cdot \frac{d_6}{d_7} = n_{IV} \quad n_{dc} - \text{số vòng quay động cơ (v/ph)}.$$

Công suất của loại này đạt 15kW.

Ưu điểm chính của truyền động đai là truyền dẫn êm, truyền dẫn với khoảng cách lớn. Thường dùng để truyền chuyển động nối từ động cơ tới hộp tốc độ hoặc trục chính yêu cầu êm như trục chính máy mài (hình 3.3).

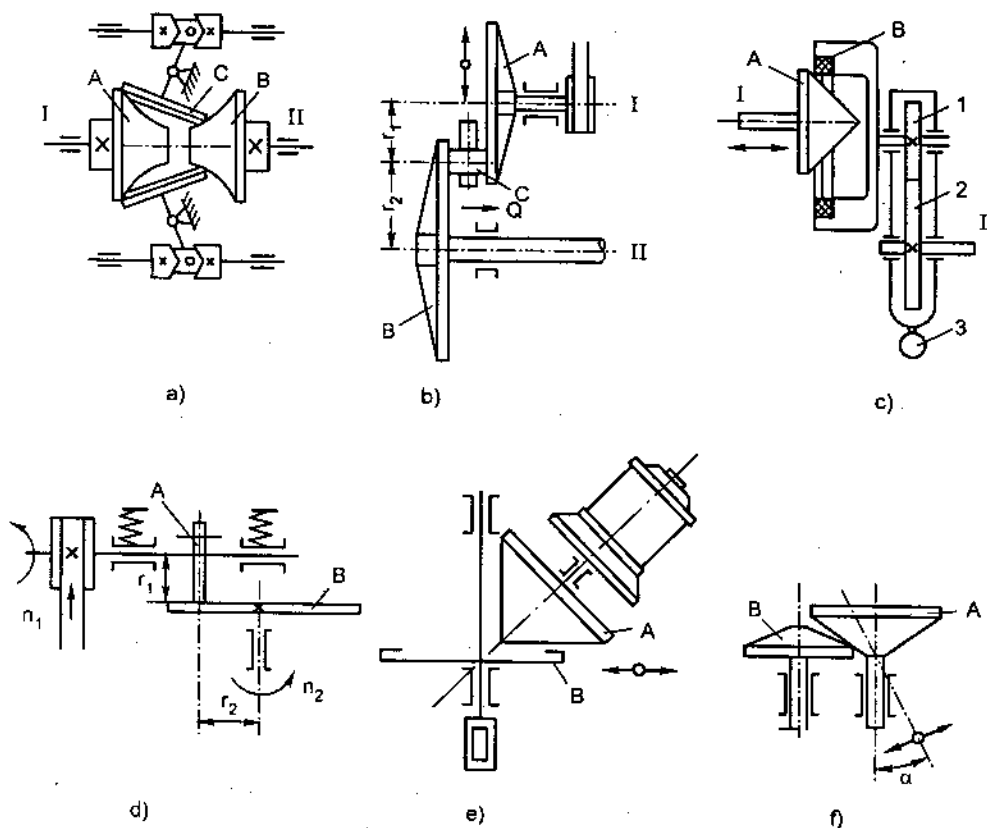


Hình 3.3. Truyền dẫn bằng đai truyền.

a) cho máy T620; b) cho máy 1A616; c) cho máy mài.

Nhược điểm chính là tỷ số truyền không chính xác, nên không dùng cho xích cắt ren, xích bao hình.

b) *Bánh ma sát*: bánh ma sát được dùng theo nhiều dạng truyền dẫn khác nhau: truyền dẫn hai trục đồng tâm (hình 3.4a); song song nhau (hình 3.4b, c); vuông góc (hình 3.4d); cắt nhau (hình 3.4e, f).



Hình 3.4. Một số dạng truyền động bằng bánh ma sát.

Bằng cách dịch chuyển ($\leftarrow \rightarrow$) hoặc quay (α) như hình vẽ sẽ thay đổi được vị trí tiếp xúc giữa bánh chủ động và bánh bị động, làm thay đổi được tỷ số truyền dẫn. Các sơ đồ trên đều cho ta truyền dẫn vô cấp ở trục bị động (II).

Hạn chế sử dụng truyền dẫn vô cấp là do công suất truyền không cao, vì nếu truyền công suất cao, lực ép sẽ lớn làm mau mòn các cặp ma sát. Nên sử dụng ở cấp tốc độ nhanh trong xích truyền dẫn để giảm mômen xoắn cho cơ cấu.

Để truyền dẫn giữa hai trục song song xa nhau có thể dùng đai kim loại với bánh ma sát (hình 3.5). Bánh 1, 3 lắp cố định trên trục I và II, điều chỉnh di trượt đồng bộ ra vào bánh 2, 4 sẽ thay đổi vô cấp được tỷ số truyền.

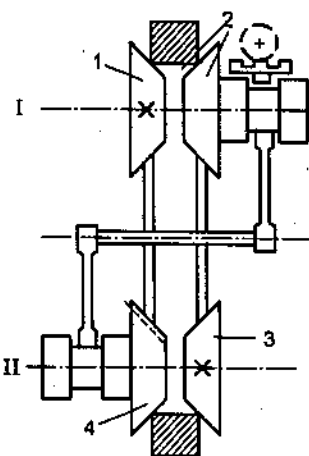
2. Truyền động bằng ăn khớp

a) *Truyền động xích:* ưu điểm của truyền dẫn dùng xích là truyền dẫn được xa, nhược điểm là va đập, ồn.

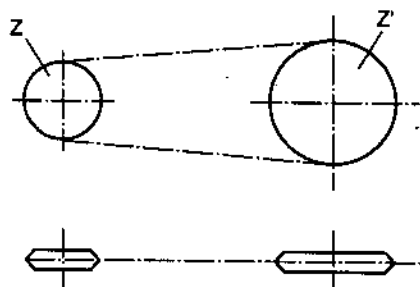
$$\text{Tỷ số truyền: } U = \frac{Z}{Z'}$$

Z, Z' – số răng đĩa xích chủ động, bị động.

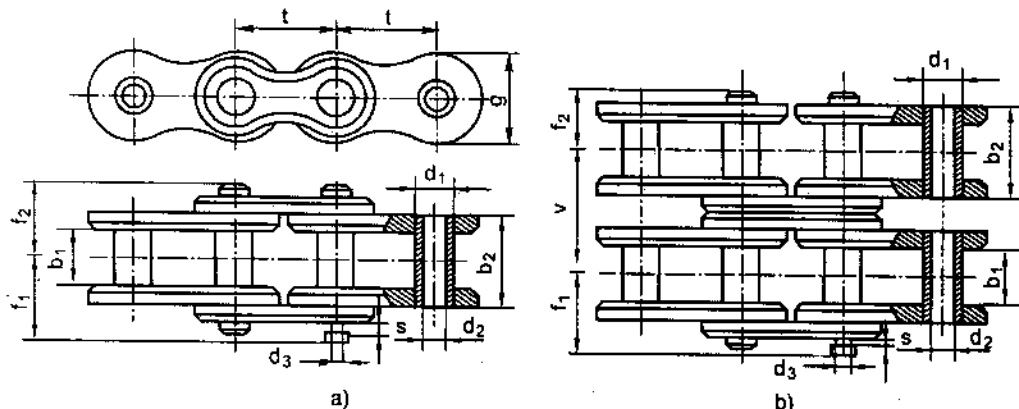
Thường dùng xích con lăn một dây (hình 3.7a) và nhiều dây (hình 3.7b). Các kích thước của xích đều được tiêu chuẩn hoá.



Hình 3.5. Đai ma sát.

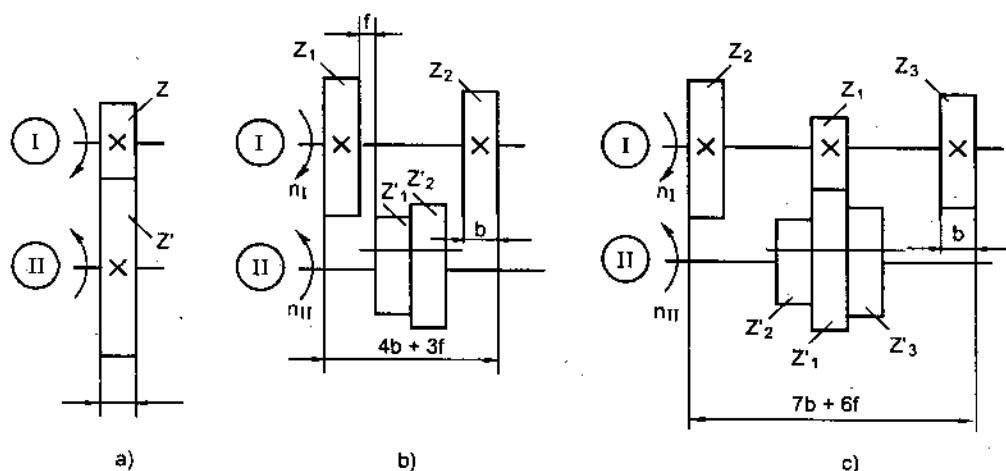


Hình 3.6. Truyền động xích.



Hình 3.7. Xích con lăn: a) một dây; b) nhiều dây.

b) *Truyền động dùng bánh răng trụ di trượt*: Bánh răng trụ thẳng để truyền động giữa hai trục song song nhau. Bánh răng trụ răng nghiêng có thể truyền động giữa hai trục song song hoặc chéo nhau. Truyền động bánh răng trụ răng nghiêng ít dùng để thay đổi tốc độ bằng cách di trượt vì khi đó ra vào khớp rất khó. Truyền dẫn bánh răng ăn khớp ngoài, chiều quay bánh răng chủ động và bị động ngược chiều nhau; truyền dẫn bánh răng ăn khớp trong, chiều quay bánh răng chủ động và bị động cùng chiều quay.



Hình 3.8. Truyền động bánh răng trụ.

Tỷ số truyền được quy định là: $U = \frac{Z}{Z'}$

trong đó: Z, Z' số răng của bánh chủ động, bị động, b — chiều rộng bánh răng, f — khe hở giữa các bánh răng.

– Truyền động với tỷ số truyền cố định (hình 3.8a).

– Thay đổi tốc độ dùng bánh răng di trượt 2 bậc (hình 3.8b): trục (I) có một tốc độ n_I , trục (II) có hai tốc độ n_{II1}, n_{II2} được tính như sau:

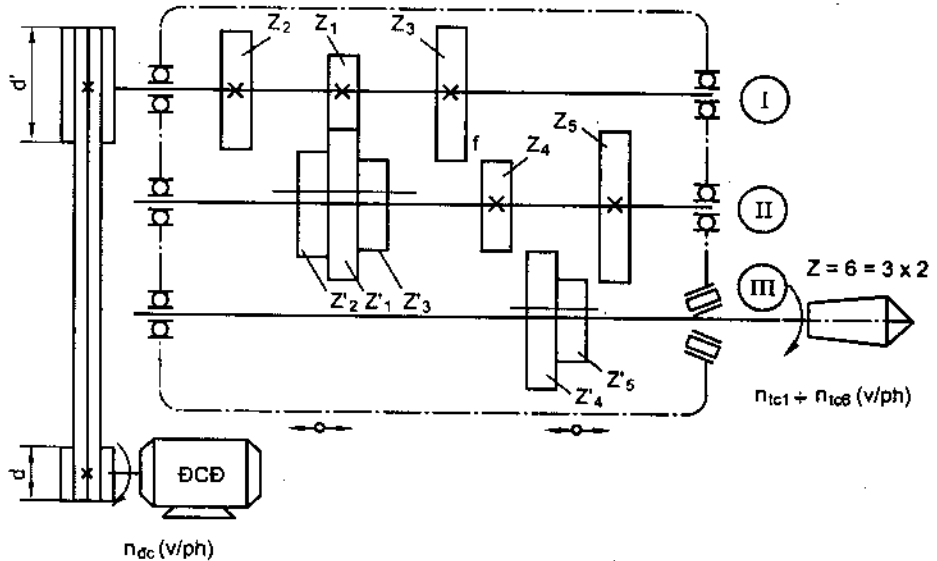
$$n_I \begin{cases} \frac{Z_1}{Z'_1} = n_{II1} \\ \frac{Z_2}{Z'_2} = n_{II2} \end{cases}$$

– Thay đổi tốc độ dùng bánh răng di trượt 3 bậc (hình 3.8c).

Trục (I) có một tốc độ n_I , trục (II) có 3 tốc độ $n_{II1}, n_{II2}, n_{II3}$ được tính:

$$n_1 \begin{cases} \frac{Z_1}{Z'_1} = n_{III1} \\ \frac{Z_2}{Z'_2} = n_{II2} \\ \frac{Z_3}{Z'_3} = n_{II3} \end{cases}$$

Thông thường hộp tốc độ dùng kết hợp các khối bánh răng di trượt 2 bậc, 3 bậc. Ví dụ: hộp số tốc độ có 6 tốc độ (ký hiệu $Z = 6$) thì dùng một khối 3 bậc và một khối 2 bậc thể hiện ở sơ đồ hình 3.9.



Hình 3.9. Sơ đồ động hộp tốc độ dùng bánh răng di trượt.

Ta gọi trục (III) là trục chính có 6 tốc độ từ $n_{Ic1} + n_{Ic6}$. Phương trình tổng quát của xích tốc độ là:

$$n_{dc} \frac{d}{d'} \text{ (I)} \begin{cases} \frac{Z_1}{Z'_1} \\ \frac{Z_2}{Z'_2} \\ \frac{Z_3}{Z'_3} \end{cases} \rightarrow \text{(II)} \begin{cases} \frac{Z_4}{Z'_4} \\ \frac{Z_5}{Z'_5} \end{cases} \rightarrow \text{(III)} = n_{Ic1} + n_{Ic6}$$

Ta nhận thấy rằng một tốc độ trục (I) cho ba tốc độ trục (II), một tốc độ trục (II) cho hai tốc độ trục (III). Trục (III) có 6 tốc độ. Vậy ta có thể nói về số cấp tốc độ trong truyền dẫn bánh răng là: số cấp tốc độ trục cuối bằng tích số tỷ số truyền của các nhóm bánh răng di trượt, ở đây $Z = 3.2 = 6$.

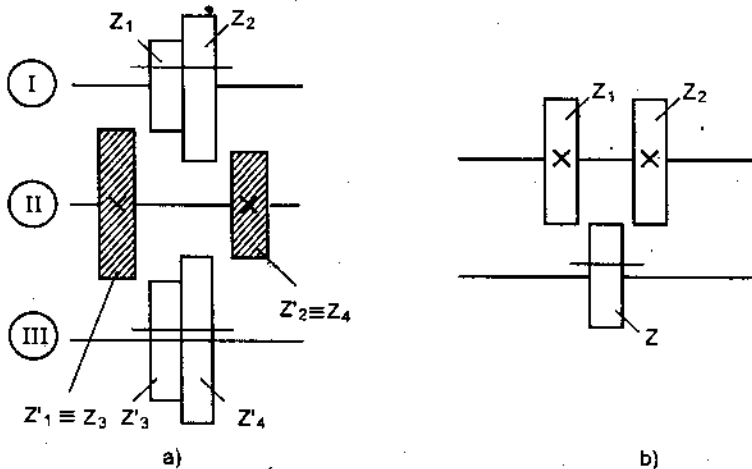
Chiều quay của trục cuối cùng so với chiều quay của trục dẫn vào (ở đây

là trục động cơ điện) là cùng chiều. Trục (I) cùng chiều quay động cơ (qua bộ truyền đai) từ trục (I) đến trục (III) có hai cặp truyền, nếu số cặp ăn khớp ngoài là chẵn thì chiều quay của trục cuối cùng cùng chiều và số cặp bánh răng ăn khớp ngoài là lẻ thì ngược chiều với chiều quay của trục vào truyền dẫn.

Gọi n – số cặp bánh răng ăn khớp ngoài:

$(-1)^n > 0$ cùng chiều nếu n chẵn.

$(-1)^n < 0$ ngược chiều nếu n lẻ.



Hình 3.10. Sơ đồ truyền dẫn có bánh răng dùng chung.

– Để giảm số bánh răng trong truyền dẫn, ta thường dùng bánh răng dùng chung. Có thể dùng một hoặc hai bánh răng dùng chung, ít khi dùng ba bánh răng dùng chung. Hình 3.10a có hai bánh răng dùng chung giữa hai nhóm truyền ($Z_1 \equiv Z_3$, $Z_2 \equiv Z_4$).

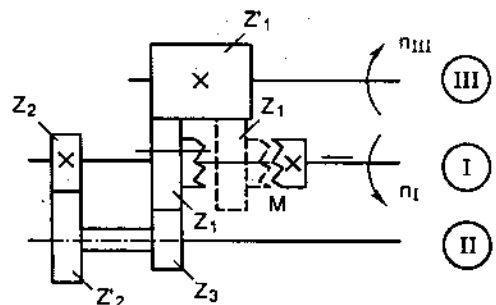
Hình 3.10b có một bánh răng dùng chung Z trong một nhóm truyền. Ở đây hạn chế $Z_1 - Z_2 \leq 3$ răng (Z_1, Z_2 phải dịch chỉnh). Truyền dẫn này thường dùng cho hộp chạy dao.

Để giảm số trục truyền ta nên dùng truyền dẫn phản hồi (hình 3.11).

Theo hình vẽ đường truyền phản hồi là:

$$n_I \cdot \frac{Z_2}{Z_2'} \cdot \frac{Z_3}{Z_1} \cdot \frac{Z_1}{Z_1'} = n_{III}$$

Đường truyền trực tiếp gạt ly hợp M sang phải để Z_1 ăn khớp Z_1' :



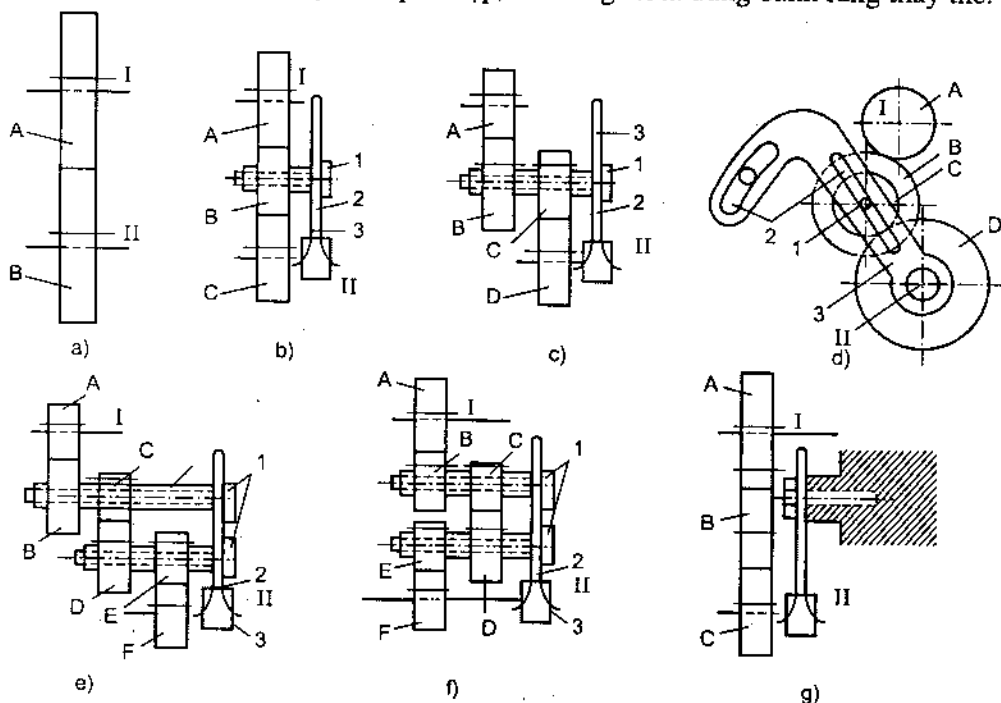
Hình 3.11. Cơ cấu phản hồi.

$$n_I \cdot \frac{Z_I}{Z_{II}} = n_{III}$$

Hộp tốc độ dùng bánh răng di trượt có ưu điểm là thay đổi tốc độ nhanh.

c) Truyền động dùng bánh răng thay thế

Trong trường hợp ít khi phải thay đổi tốc độ như các máy tự động hay các máy chuyên dùng, sau một loạt sản phẩm mới phải thay tốc độ để gia công loạt sản phẩm khác cần tốc độ khác phù hợp, để đơn giản ta dùng bánh răng thay thế.



Hình 3.12. Truyền động dùng bánh răng thay thế.

Hình 3.12 là sơ đồ truyền động dùng bánh răng thay thế từ trục (I) sang trục (II) với hai bánh răng thay thế $\frac{A}{B}$ và bốn bánh răng thay thế $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$. Khi thiết kế tận dụng dùng hai lần cho mỗi bánh răng $\frac{A}{B}$ hoặc $\frac{B}{A}$; $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ hoặc $\frac{b}{a} \cdot \frac{c}{d}$; $\frac{a}{b} \cdot \frac{d}{c}$; $\frac{b}{a} \cdot \frac{d}{c}$.

Điều kiện để lắp được bánh răng thay thế thông thường là:

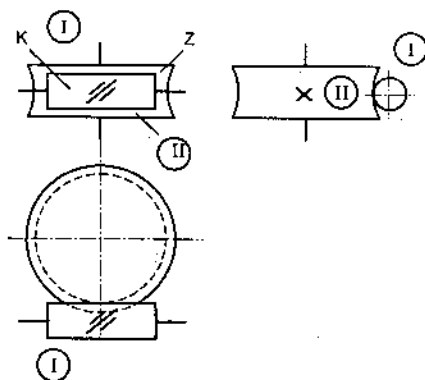
$$a + b \geq c + (15 \div 22)$$

$$c + d \geq b + (15 \div 22)$$

d) *Truyền động trục vít – bánh vít* (hình 3.13): để truyền động giữa hai trục vuông góc chéo nhau. Gọi K là số đầu mối trục vít, Z là số răng của bánh vít, ta có tỷ số truyền là:

$$U = \frac{K}{Z}$$

Ưu điểm của truyền động này là có tính chất tự hãm, nghĩa là quay trục (I) thì trục (II) quay, ngược lại không được. Với tính chất đó bộ truyền này thường dùng cho tời, palăng nâng hạ tải trọng.



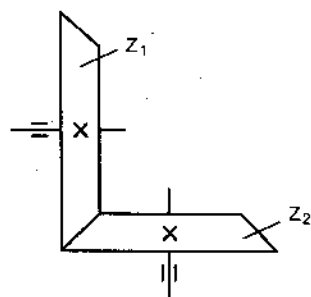
Hình 3.13. Truyền động trục vít-bánh vít.

e) *Truyền động bánh răng côn*

Thông thường để truyền động giữa hai trục vuông góc cắt nhau ta dùng bánh răng côn đồng quy hoặc không đồng quy (hình 3.14).

g) *Truyền động dùng cơ cấu bánh răng hình tháp (norton)*

Giả sử cần truyền động giữa hai trục I và II dùng cơ cấu norton. Cơ cấu gồm bộ bánh răng hình tháp (vì điều kiện cứng vững chỉ giới hạn số bánh răng hình tháp không quá 7) liên kết truyền động với trục II thông qua bánh răng đệm Z_0 và bánh răng di trượt Z. Cả khối bánh răng Z_0 và Z cùng với tay gạt A di chuyển lần lượt ăn khớp được với các bánh răng $Z_1 \div Z_i$ (hình 3.15).



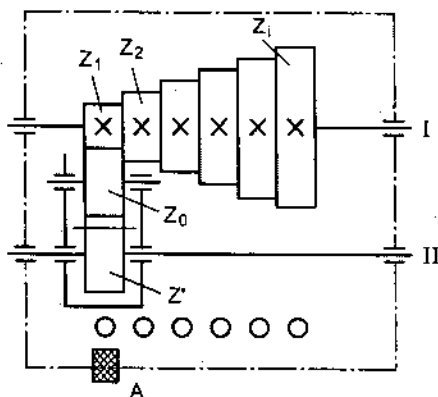
Hình 3.14. Truyền động bánh răng côn.

Tỷ số truyền giữa trục I và II là:

$$U_i = \frac{Z_i}{Z_0} \cdot \frac{Z_0}{Z}$$

Z_i số răng của bánh răng nào đó trong bộ bánh răng hình tháp.

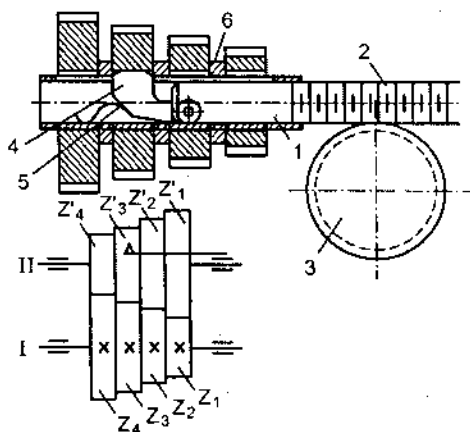
Ưu điểm của cơ cấu này là giảm được số bánh răng (so với dùng bánh răng di trượt) cho nhiều tỷ số truyền, ví dụ hình trên có 8 bánh răng cho ta sáu tỷ số truyền. Nhược điểm: vì có bánh răng đệm Z_0 nên kém cứng vững, thường dùng để truyền công suất nhỏ như nhóm cơ sở hộp chạy dao máy tiện T620 (xem phần sau).



Hình 3.15. Cơ cấu bánh răng hình tháp.

h) Truyền động dùng cơ cấu then kéo (hình 3.16)

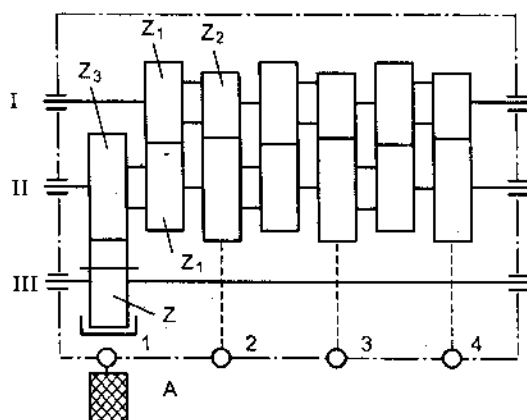
Cơ cấu then kéo gồm hai khối bánh răng hình tháp lắp đối nhau. Khối một lắp cố định trên trục I. Khối hai lắp lỏng không trên trục II có rãnh then, then kéo lắp trên trục II. Nếu then kéo nối ghép với bánh răng nào thì truyền động theo bánh răng đó còn bánh răng khác quay tự do. Ưu điểm của cơ cấu là chiều trục hộp nhỏ, kết cấu chặt chẽ. Nhược điểm là trục II phải rỗng có then đi động nên độ bền kém, truyền lực nhỏ. Nó được dùng trong hộp chạy dao của máy khoan đứng.



Hình 3.16. Cơ cấu then kéo.

i) Truyền động dùng cơ cấu Mê-an (hình 3.17)

Cơ cấu Mê-an gồm nhiều khối bánh răng hai bậc giống nhau. Bánh răng Z di trượt lần lượt ăn khớp với các bánh răng Z_3 trên trục II. Theo hình vẽ bên sẽ tạo ra được 4 tỷ số truyền. Ở đây có khả năng tạo ra các tỷ số truyền lân cận gấp hai lần nhau. Nó được dùng trong nhóm gấp bội ở máy tiện T616, máy phay Hung FA5U:



Hình 3.17. Cơ cấu Mê-an.

$$U_1 = \frac{Z_1}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z};$$

$$U_2 = \frac{Z_2}{Z_3} \cdot \frac{Z_3}{Z};$$

$$U_3 = \frac{Z_2}{Z_3} \cdot \frac{Z_1}{Z_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_3} \cdot \frac{Z_3}{Z};$$

$$U_4 = \frac{Z_2}{Z_3} \cdot \frac{Z_1}{Z_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_3} \cdot \frac{Z_1}{Z_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_3} \cdot \frac{Z_3}{Z};$$

Giả sử ta chọn $Z_3 = 2 Z_2$, và $Z = Z_2$, thay vào trên ta có: $U = 2; 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{4}$.

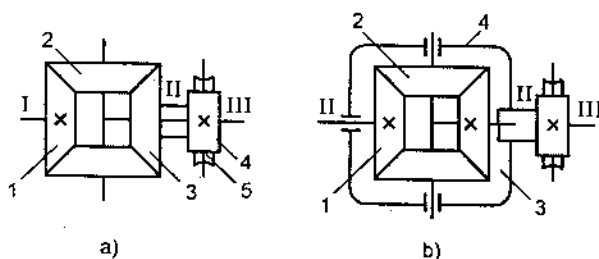
k) Truyền động vi sai

Truyền động vi sai có tác dụng tổng hợp các chuyển động: Hai đường

truyền vào đồng thời làm việc và ra một đường mà cơ cấu không bị phá hỏng (dùng trong máy gia công răng, tiện hớt lưng...).

Ví dụ: Các đường vào là I, II và đường ra là III.

Hình 3.18a, b là cơ cấu vi sai dùng bánh răng côn.



Hình 3.18. Truyền động vi sai.

Ở hình 3.18a, vào I, vào II, ra III:

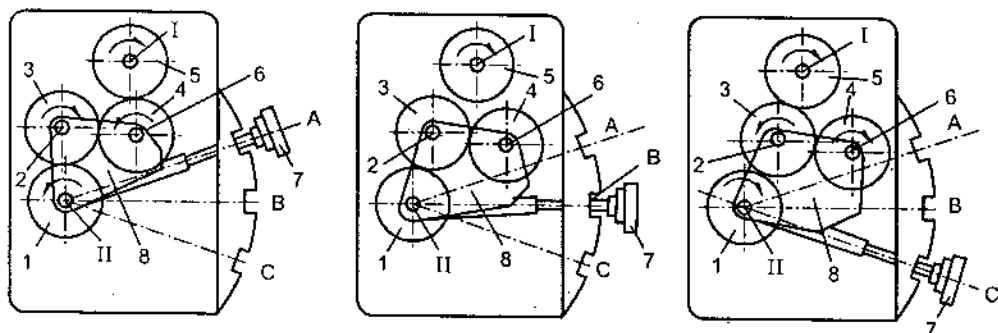
$$U_{I-III} = U_{II-III} = \frac{1}{2}$$

Tương tự như trên, ở hình 3.18b:

$$U_{I-III} = 1; \quad U_{II-III} = 2.$$

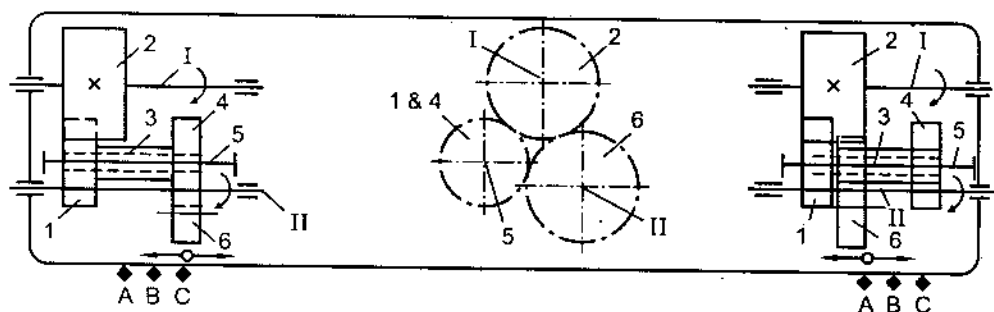
3. Bộ đảo chiều

Bộ đảo chiều đơn giản (các bánh răng cùng nằm trong một mặt phẳng) gồm có các bánh răng 5, 4, 3, 1 (hình 3.19) và tay gạt điều khiển 7. Trục I có chiều quay cố định, khi tay gạt 7 để ở các vị trí A, B, C sẽ cho trục II quay trái, đứng yên và quay phải. Bộ đảo chiều này dùng trong xích chạy dao máy tiện, máy tiện ren vít và các máy khác.



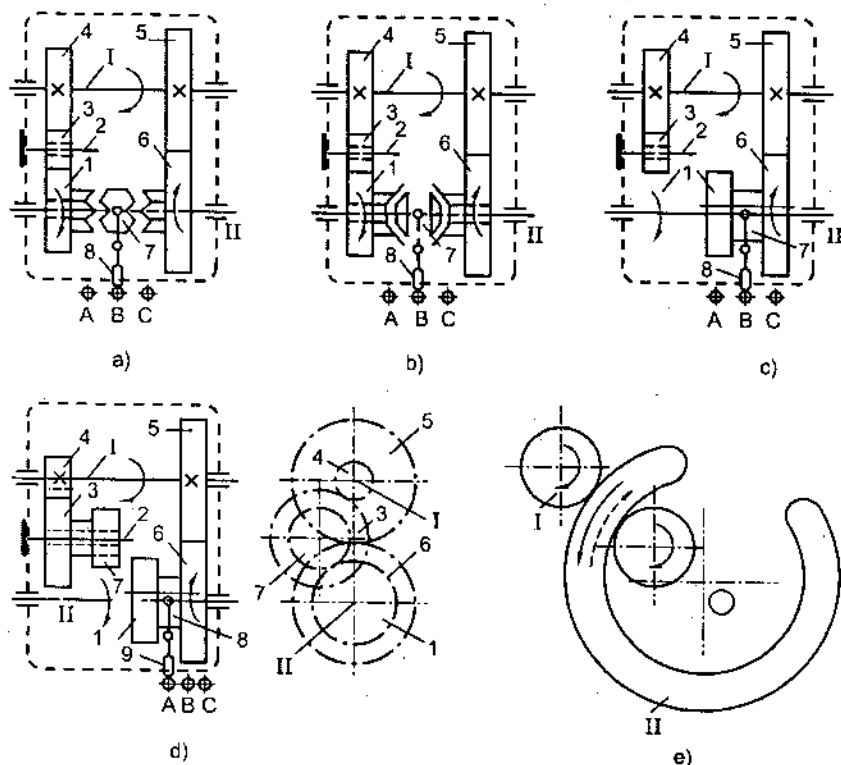
Hình 3.19. Bộ đảo chiều đơn giản.

Trong nhiều máy tiện (T616, 1A616) dùng bộ truyền đảo chiều có bánh răng rộng bản 2, cần chú ý bố trí không gian giữa trục I, II và trục 5, chiều dài của bánh răng 2 đủ lớn để bảo đảm khi gạt bánh răng 6 ăn khớp với nó không chạm vào bánh răng 1 (hình 3.20).



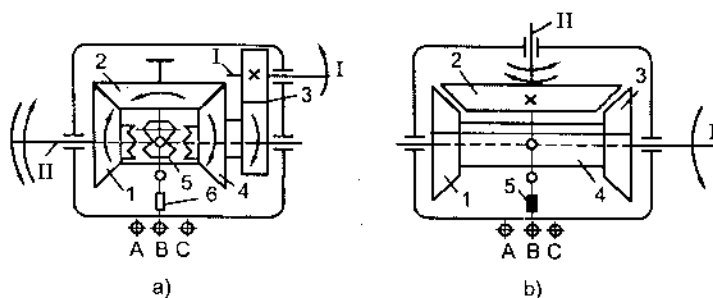
Hình 3.20. Bộ truyền đảo chiều có bánh răng rộng bản.

Hình 3.21 biểu thị các cơ cấu đảo chiều do ăn khớp của các cặp bánh răng song song. Bánh đệm 2 để đảo chiều quay từ trục I sang trục II. Để tự động đảo chiều theo chu kỳ nhất định (máy mài răng) người ta đã dùng bánh răng tổ hợp II gồm cả răng ngoài và răng trong. Bánh răng chủ động I quay một chiều. Khi ăn khớp với vành răng ngoài thì bánh II quay ngược chiều và khi ăn khớp với vành răng trong thì bánh II quay cùng chiều (hình 3.21e)



Hình 3.21. Cơ cấu đảo chiều do ăn khớp của các cặp bánh răng song song.

Muốn đảo chiều chuyển động giữa hai trục song song hoặc thẳng góc, có kết cấu gọn ta có thể dùng bộ đảo chiều có các bánh răng côn (hình 3.22).



Hình 3.22. Cơ cấu đảo chiều dùng bánh răng côn.

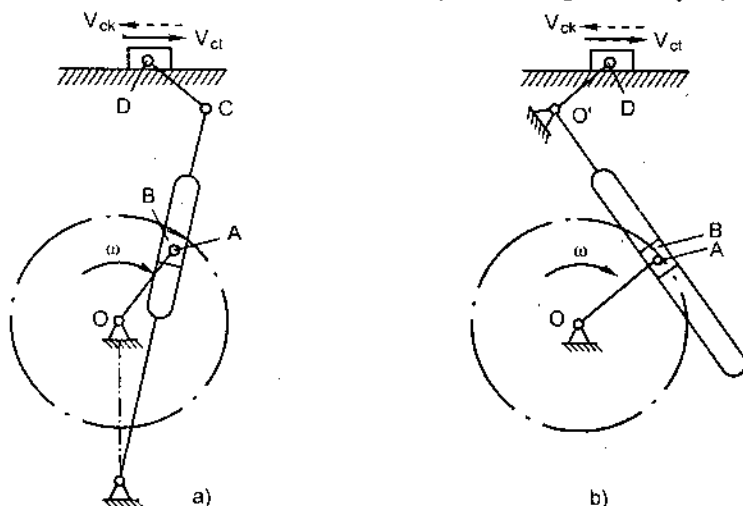
3.2.2. Cơ cấu biến đổi chuyển động

Sau đây là một số cơ cấu biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng.

1. Cơ cấu culít (hình 3.23)

Nguyên lý làm việc của cơ cấu culít lắc (hình 3.23a): cần quay OA quay đều với tốc độ góc ω ($\omega = 2\pi n$) không đổi, chốt A gắn động với con trượt B, B di trượt được trong rãnh trượt cần lắc O'C, CD gắn với bàn máy. Khi OA quay (như hình vẽ) tạo cho bàn máy chuyển động công tác với vận tốc v_{ct} và vận tốc chạy không v_{ck} . Cơ cấu culít lắc tốc độ làm việc không đều, sự chênh lệch giữa vận tốc v_{ct} và v_{ck} ít. Cơ cấu này thường được dùng trong máy bào.

Cơ cấu culít quay (hình 3.23b) có vận tốc công tác và chạy không chênh lệch lớn, hành trình làm việc ngắn, cơ cấu này thích ứng cho máy xọc.



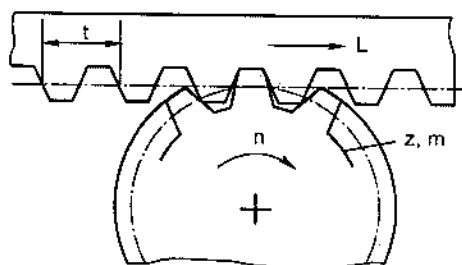
Hình 3.23. Cơ cấu culít.

2. Bánh răng – thanh răng (hình 3.24)

Nguyên lý làm việc: khi bánh răng quay thì thanh răng tịnh tiến và ngược lại khi thanh răng tịnh tiến thì bánh răng quay.

Cơ cấu này không có tính tự hãm (với chuyển động chạy dao thẳng đứng ở máy khoan cần có đối trọng). Ưu điểm là khi bánh răng quay đều thì tốc độ tịnh tiến đều.

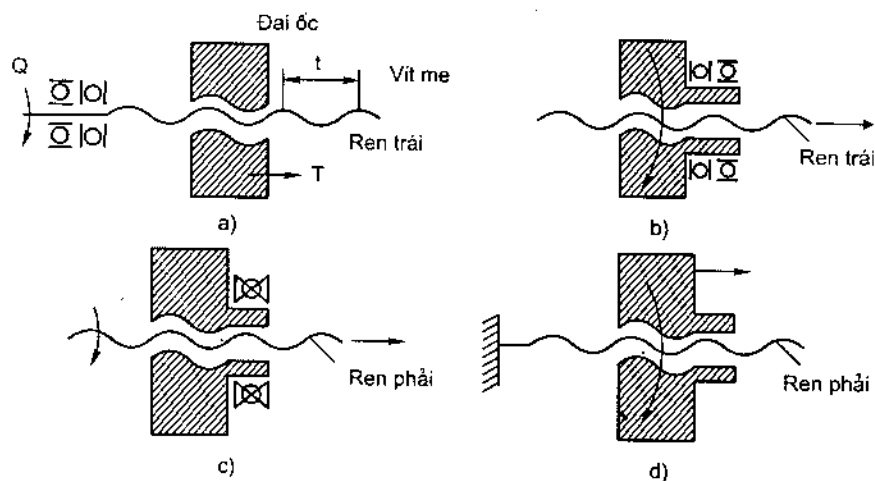
Giả sử bánh răng có số răng là Z , môđun m , khi bánh răng quay một vòng thì làm thanh răng tịnh tiến một lượng bằng chu vi vòng tròn lăn của bánh răng, $\pi D = \pi m Z$. Nếu bánh răng quay n vòng thì thanh răng tịnh tiến một lượng L là: $L = n\pi m Z$.



Hình 3.24. Cơ cấu bánh răng–thanh răng.

3. Cơ cấu vít me – đai ốc

Truyền dẫn dùng vít me – đai ốc được dùng khá rộng rãi: mối ghép ren, truyền dẫn bằng ren. Cơ cấu này biến đổi chuyển động quay thành tịnh tiến (không truyền ngược lại được, cơ cấu có tính tự hãm). Tùy yêu cầu sử dụng mà dùng các dạng truyền như sau (hình 3.25):



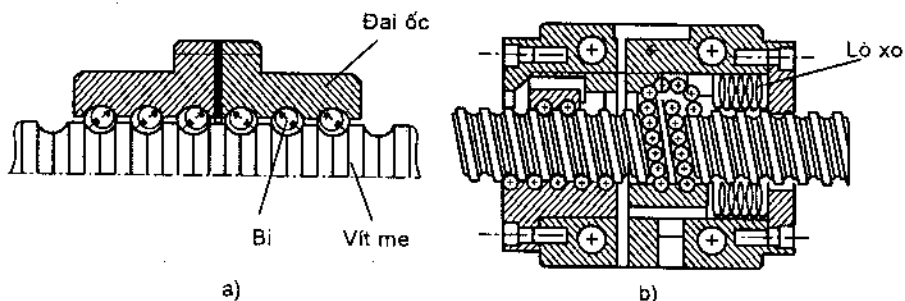
Hình 3.25. Các dạng truyền vít me – đai ốc.

a) vít me quay, đai ốc tịnh tiến; b) đai ốc quay, vít me tịnh tiến; c) vít me vừa quay vừa tịnh tiến, đai ốc cố định; d) đai ốc vừa quay vừa tịnh tiến, vít me cố định.

Cách tính biến đổi là cứ quay một vòng thì chuyển động tịnh tiến được bằng một bước ren t (mm).

Dạng tiết diện (prôphin) của vít me có: dạng tam giác, hình thang cân và không cân, dạng vuông, dạng tròn.

Trong truyền dẫn thường hay dùng vít me – đai ốc nhiều đầu mối để tốc độ dịch chuyển nhanh, chịu lực lớn. Trong mối ghép ren để tự hãm tốt thường dùng vít me – đai ốc một đầu mối.

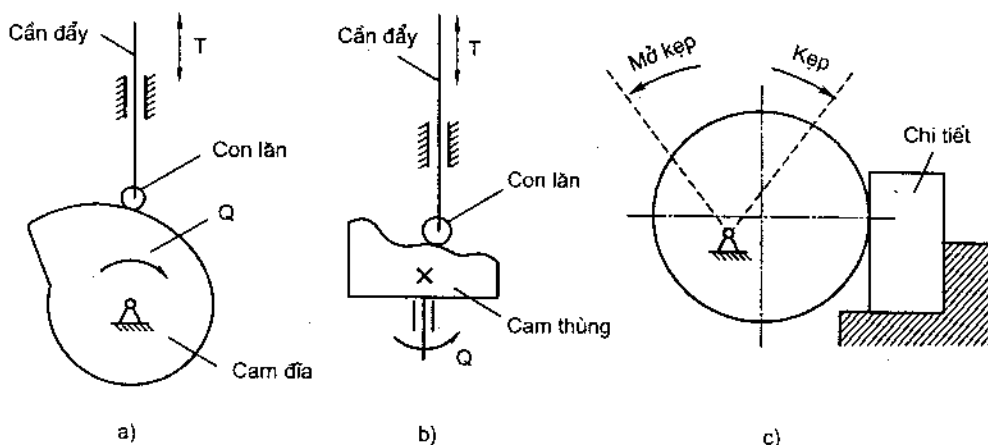


Hình 3.26. Vít me – đai ốc bi.

Hiện nay vít me – đai ốc bi được dùng trong hầu hết các máy điều khiển chương trình số (NC, CNC) (hình 3.26).

4. Cơ cấu cam

Cơ cấu cam để biến chuyển động quay của cam thành chuyển động thẳng hay lắc của cần (hình 3.27).

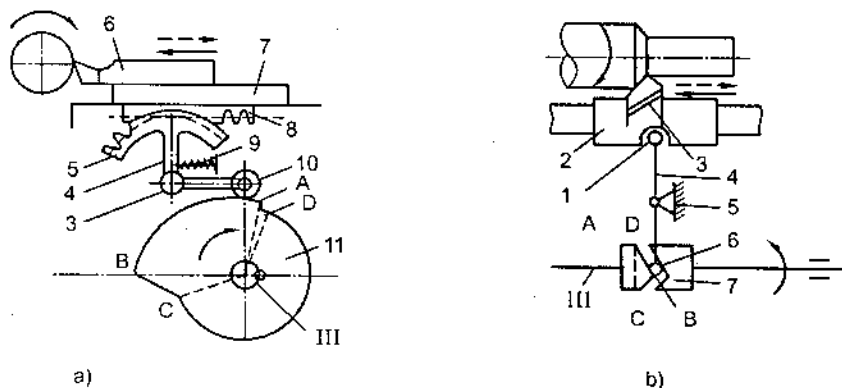


Hình 3.27. Cơ cấu cam: a) biến chuyển động dùng cam đĩa; b) biến chuyển động dùng cam thùng; c) dùng bánh lệnh tâm (cũng như dạng cam) để kẹp.

Trong hầu hết các máy tự động cũng dùng điều khiển bằng cam. Trục cam quay thông qua các khâu trung gian thực hiện chạy dao thẳng. Ví dụ hình 3.28a là sơ đồ dùng cơ cấu cam đĩa thực hiện chạy dao ngang máy tự động.

Lò xo 9 luôn kéo để con lăn 10 tỳ sát vào mặt chu vi cam. Khi cam quay con lăn 10 nâng hạ quạt răng 5 ăn khớp với thanh răng 8 làm bàn dao 7 mang dao 6 tiến lùi tương ứng với nâng hạ của cam đã được thiết kế theo chu kỳ định sẵn.

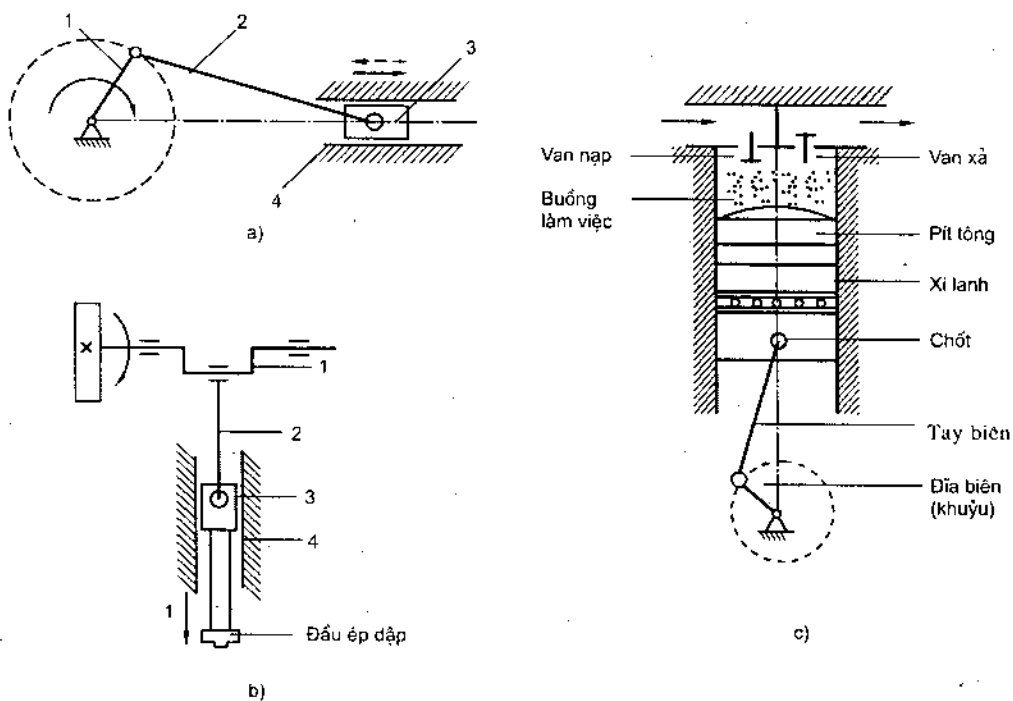
Hình 3.28b là sơ đồ dùng cam thùng để thực hiện chạy dao dọc khi tiện, cam quay con lăn luôn tỳ vào rãnh cam, thông qua cánh tay đòn. 4, khớp 1 làm bàn trượt 2 mang dao 3 thực hiện chạy dọc.



Hình 3.28.

5. Cơ cấu tay quay – thanh truyền

Sơ đồ truyền dẫn cơ bản được chỉ trên hình 3.29a. Tay quay 1 quay liên tục qua thanh truyền 2 làm con trượt 3 chuyển động thẳng qua lại trong rãnh trượt 4.



Hình 3.29.

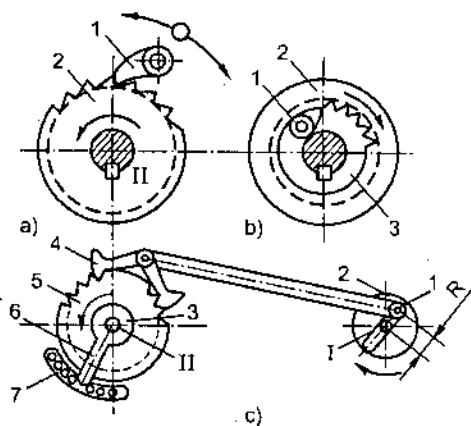
Cơ cấu này được dùng khá rộng rãi trong thực tế. Sơ đồ 3.29b trình bày nguyên lý truyền động cho máy ép trục khuỷu. Trục khuỷu 1 quay liên tục qua thanh 2 làm quay đầu trượt 3 mang đầu ép hoặc đập sản phẩm. Sơ đồ 3.29c là sơ đồ nguyên lý truyền động cho máy nén khí. Đĩa biên (trục khuỷu) quay liên tục qua tay biên làm pít tông chuyển động lên xuống trong xi lanh. Khi pít tông đi xuống, áp suất trong buồng làm việc giảm, van nạp mở, van xả đóng không khí vào buồng, pít tông đi lên áp suất trong buồng tăng van nạp đóng, van xả mở đẩy không khí có áp suất lớn ra ngoài. Các cơ cấu trên đều không có tính tự hãm, nên đã được dùng với nguyên lý ngược lại là: Pít tông chuyển động qua lại trong xi lanh làm đĩa biên hay khuỷu quay, đây là nguyên lý của động cơ xăng hay dầu trong xe máy, ô tô...

3.2.3. Cơ cấu chuyển động gián đoạn

Trong truyền dẫn chuyển động quay liên tục thực hiện đơn giản. Song yêu cầu cần chuyển động gián đoạn lấy từ chuyển động quay liên tục. Chuyển động gián đoạn thường theo chu kỳ xác định. Dưới đây ta xét các cơ cấu thường dùng.

1. Cơ cấu cóc: Hình 3.30a là sơ đồ cơ cấu cóc ăn khớp ngoài. Khi nhận được chuyển động lắc thuận, con cóc 1 làm quay bánh cóc 2 quay trục II. Khi lắc ngược lại con cóc 1 trượt trên mặt bánh cóc 2, trục II ngừng quay.

Hình 3.30b là sơ đồ cơ cấu cóc ăn khớp trong, con cóc 1 lắp trên đĩa 3 thực hiện chuyển động lắc và bánh cóc sẽ có chuyển động như ăn khớp ngoài, chuyển động lắc của cơ cấu cóc thực hiện bằng đĩa biên thanh truyền (hình 3.30c). Đĩa biên quay qua thanh truyền làm cần 3 truyền chuyển động cho con lắc 4 – trục II nhận được chuyển động quay chu kỳ. Góc lắc được điều chỉnh theo độ lệch tâm của chốt biên 2. Người ta làm tấm chắn 6 để hạn chế khả năng đẩy của con cóc vào răng bánh cóc 5.



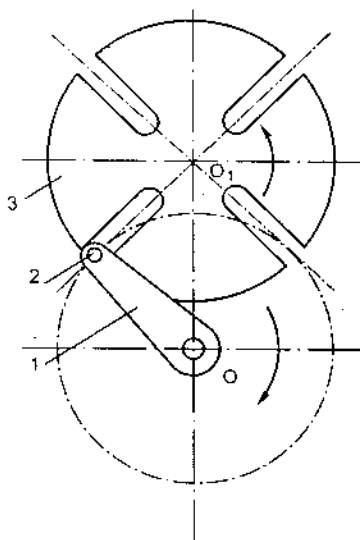
Hình 3.30.

Điều chỉnh tấm chắn bằng chốt 7. Sau một vòng quay của trục I, bánh cóc quay một góc tương ứng số răng Z_i , tỷ số truyền sẽ là $U = \frac{Z_i}{Z}$, Z là số răng của bánh cóc. Muốn đảo chiều quay trục II ta điều chỉnh xoay lại con cóc. Cơ cấu cóc thường dùng cho chạy dao gián đoạn trong máy bào, xọc.

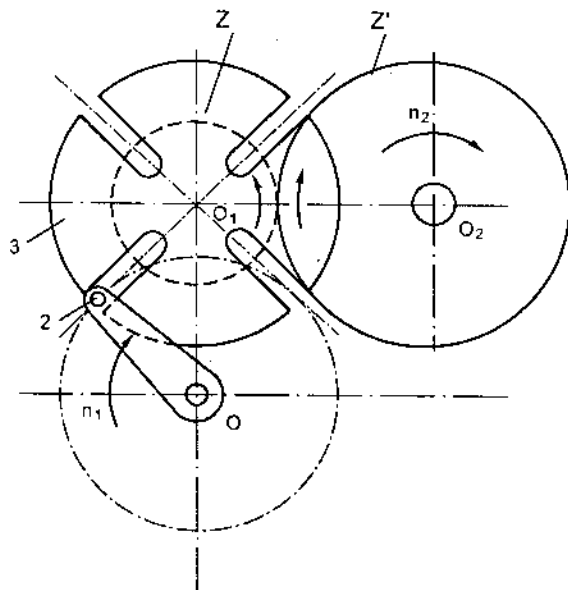
2. Cơ cấu mantít (hình 3.31)

Cơ cấu mantít gồm tay quay 1 (quay liên tục quanh tâm O) khi chốt 2 vào rãnh của đĩa 3 sẽ làm quay đĩa 3 đi một góc $\alpha = \frac{360^\circ}{Z}$, Z là số rãnh của đĩa 3, khi chốt 2 rời khỏi rãnh thì đĩa 3 không quay. Theo hình vẽ bên cứ 1 vòng quay của tay quay 1 làm đĩa 3 quay 90° (1/4 vòng) tức là đĩa 3 dừng 4 lần.

Giả sử ta muốn cơ cấu nào đó (đầu Rêvônve máy tiện chẳng hạn) đi một góc bất kỳ (ví dụ 60° tương ứng với 1/6 vòng) trong khi đó cần dẫn 1 quay một vòng, ta làm như sau (hình 3.31b).



Hình 3.31a.



Hình 3.31b.

Lắp đồng trục với trục tâm O_1 bánh răng Z để ăn khớp với bánh răng Z' .
Phương trình truyền động:

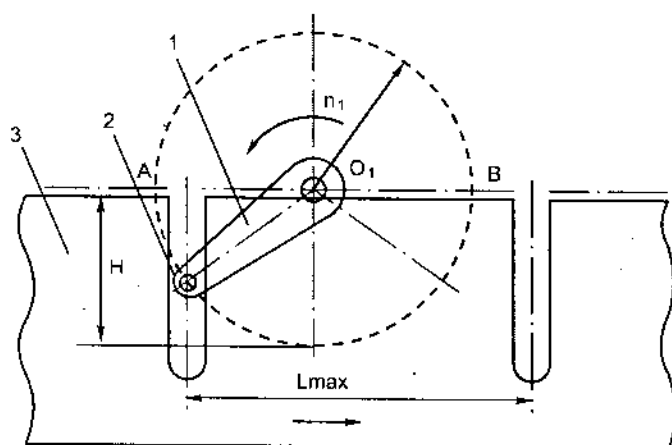
$$n_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{Z}{Z'} = n_2$$

$$n_1 = 1 \text{ vòng, ví dụ cần } n_2 = \frac{1}{6} \text{ vòng ta tính được } \frac{Z}{Z'} = \frac{2}{3}$$

Nghiem:

$$1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{6} \text{ vòng}$$

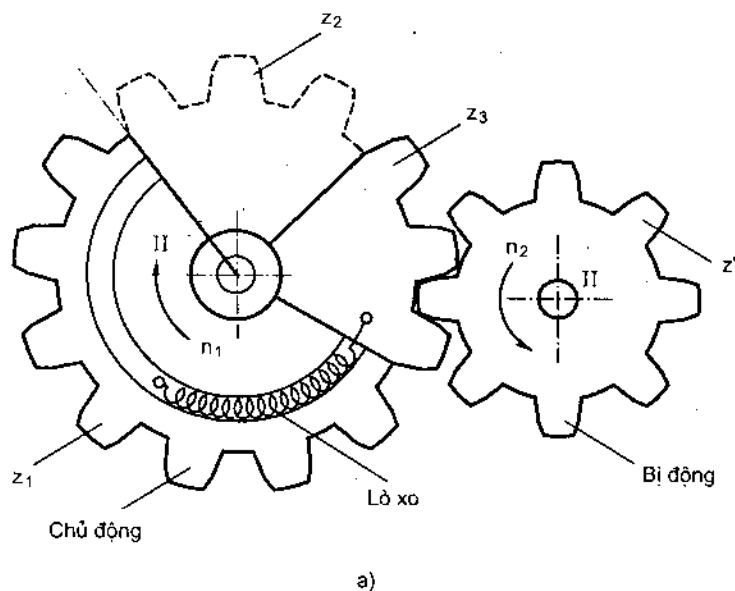
– Có thể dùng cơ cấu mantít để biến chuyển động quay liên tục của cần 1 trực tiếp thành chuyển động thẳng gián đoạn theo chu kỳ (hình 3.31c).



Hình 3.31c.

Cần 1 quay mang chốt 2 trượt dọc theo rãnh thẳng của thanh 3 làm 3 chuyển động thẳng. Chiều dài dịch chuyển của 3 xác định bằng chiều dài từ điểm vào khớp A đến ra khớp B lớn nhất $L_{\max} = 2\pi$ nghĩa là 1 quay thì 3 dừng hai lần. Muốn dừng nhiều lần thì giảm chiều cao H tức là hạ điểm vào, ra khớp A, B. Số rãnh của thanh không được nhỏ hơn 3.

3. Cơ cấu bánh răng khuyết (hình 3.32a)



Hình 3.32a.

Bánh răng khuyết chủ động lắp trên trục I quay liên tục. Nếu đủ răng $Z = Z_1 + Z_2 + Z_3$, tỷ số truyền giữa trục I – II là $U = \frac{Z}{Z'} = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{Z'}$.

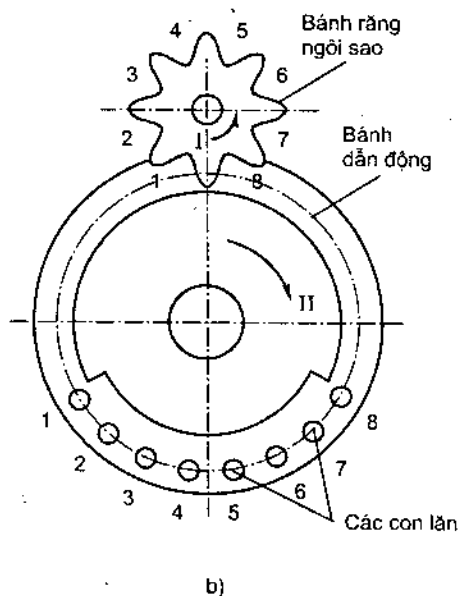
Z_1 – số răng còn lại trên bánh răng;

Z_2 – số răng khuyết;

Z_3 – số răng chuyển tiếp để Z_1 ra vào khớp với Z' không bị va đập.

Lò xo luôn kéo Z_3 về phía Z_1 . Trên đoạn ăn khớp Z_3 và Z' , lò xo bị kéo, hết ăn khớp Z_3 tự do chuyển về vị trí ban đầu. Độ dừng chuyển động của Z' tương ứng số răng khuyết Z_2 hay số vòng được dừng là $\frac{Z_2}{Z}$ vòng.

– Ta có thể thực hiện chuyển động không liên tục bằng dùng bộ bánh răng ngôi sao (hình 3.32b). Nguyên lý làm việc gần như truyền động dùng bánh răng khuyết. Bánh chủ động lớn (I) quay với tốc độ đều, bánh bị động (II) nhỏ gọi là bánh răng ngôi sao nhỏ hơn được định vị và hãm ở vị trí cần thiết, chừng nào con lăn của bánh (I) ăn khớp với răng của (II) sẽ làm (II) quay nửa hoặc cả vòng. Nhờ sự sắp xếp số con lăn ăn khớp với số răng sẽ phối hợp được thời gian chạy hay dừng của bánh răng ngôi sao.



Hình 3.32b. Truyền động bánh răng ngôi sao.

Theo cách làm việc ta có thể coi cơ cấu cam cũng là cơ cấu thực hiện chạy gián đoạn được bởi vì cần cam hoặc con lăn tỳ lên cam không chuyển động khi trên mặt cam không nâng, hạ (con lăn chạy trên cung tròn) và chỉ chuyển động khi cam có độ nâng, hạ.

3.2.4. Truyền dẫn thủy – khí

Truyền dẫn thủy – khí đã được sử dụng từ lâu. Ngày nay cùng với sự phát triển nhanh chóng của công nghiệp điện, điện tử, dạng truyền dẫn này có vai trò quan trọng trong truyền động và tự động điều khiển như rôbốt công nghiệp, trong lĩnh vực hàng không...

Ưu điểm chính là: Chuyển động êm để tạo ra được truyền dẫn vô cấp, kích thước, khối lượng nhỏ tạo ra được công suất truyền lớn (động cơ vô cấp thủy lực có kích thước và khối lượng nhỏ hơn nhiều so với động cơ điện vô cấp có cùng đặc tính kỹ thuật), dễ tự động hoá, dễ phòng quá tải...

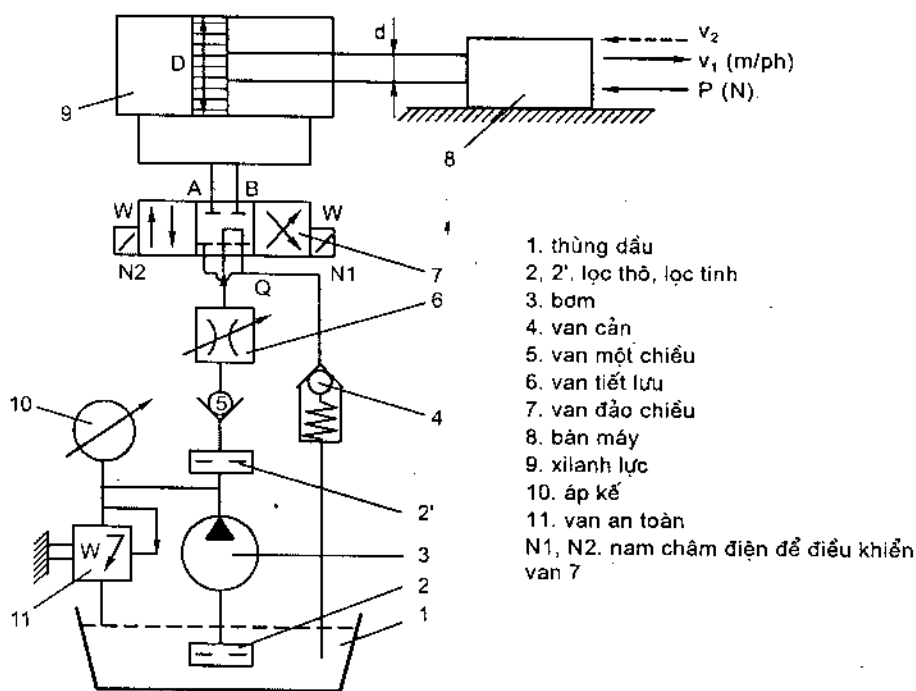
Nhược điểm là chế độ làm việc không ổn định khi nhiệt độ thay đổi.

Chất lỏng làm việc ở đây dùng chủ yếu là dầu khoáng và không khí.

Nguyên lý làm việc chung của truyền dẫn kín bằng chất lỏng là: Động cơ điện quay bơm tạo ra áp suất làm quay cơ cấu (động cơ chuyển động quay) hoặc tạo chuyển động thẳng (động cơ chuyển động thẳng, như pít tông-xilanh).

Dưới đây giới thiệu sơ đồ nguyên lý cơ bản của truyền dẫn dầu ép cho chuyển động thẳng (hình 3.33).

Nguyên lý làm việc: bơm dầu 3 quay, dầu từ thùng dầu 1 qua bộ lọc thô 2 đẩy dầu qua bộ lọc tinh 2', van một chiều 5, van tiết lưu 6 tới van đảo chiều 7, giả sử van đảo chiều ở vị trí trái dầu sẽ qua cửa ra A lên buồng trái của xilanh lực 9 (xilanh cố định) đẩy pít tông mang bàn máy 8 chuyển động sang phải với vận tốc v_1 , dầu trong buồng phải của xilanh 9 qua cửa B của van 7 xuống van cân 4 về thùng dầu 1.



Hình 3.33.

Nếu van đảo chiều 7 ở vị trí phải, dầu vào cửa B qua buồng phải của 9 kéo bàn máy 8 với vận tốc v_2 ngược lại, dầu bên buồng trái của 9 về cửa A theo van cần 4 về thùng dầu.

Lưu ý tác dụng của một số phần tử: van một chiều 5, van cần 4 để giữ dầu trong hệ thống khi bơm 3 ngừng làm việc.

Van tiết lưu 6 để điều chỉnh tốc độ của bàn máy 8.

Van đảo chiều 7 vẽ trên sơ đồ có ba vị trí điều khiển bằng điện từ (nam châm điện N_1, N_2) vị trí giữa bàn máy không chuyển động. Nam châm N_1, N_2 để điều khiển van đảo chiều ở vị trí trái hoặc phải.

Van an toàn 11 để phòng quá tải cho hệ thống. Nếu áp suất lớn hơn quy định thì dầu qua van về thùng dầu.

- Công suất bơm dầu:
$$N = \frac{p \cdot Q}{612 \eta_b} \text{ (kW)}$$

Trong đó: p – áp suất của bơm (bar, kG/cm^2);

Q – lưu lượng bơm (lít/ph);

η_b – hiệu suất của bơm.

- Vận tốc pitt tông:
$$v_1 = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v_2 = \frac{4Q}{\pi (D^2 - d^2)}$$

Giải thích nguyên lý làm việc của một số phần tử chính trong hệ thống truyền động thủy khí.

1. Bơm: Nguyên lý làm việc của hầu hết các bơm trong công nghiệp là dùng bơm thể tích, nghĩa là dựa vào sự thay đổi thể tích để tạo hút và đẩy dầu, khí. Khi thể tích buồng làm việc tăng lên tạo quá trình hút và khí thể tích giảm tạo quá trình đẩy, nén dầu hoặc khí ra ngoài.

Tổng quát có 2 loại bơm: bơm thể tích có lưu lượng lớn, áp suất nhỏ và bơm áp suất có áp suất lớn nhưng lưu lượng nhỏ.

a) *Bơm bánh răng:* có ăn khớp ngoài (hình 3.34a) và ăn khớp trong (hình 3.34b). Bơm bánh răng ăn khớp ngoài được sử dụng phổ biến hơn.

Nguyên lý làm việc: Khi cặp bánh răng ra khớp thì hút (A) và vào khớp thì đẩy, nén (B) dầu ra ngoài. Bơm trục vít cũng thuộc dạng bơm bánh răng (hình 3.34c).

Áp suất lớn nhất $P_{\max} = 200 \text{ bar } (\approx \text{kG/cm}^2)$

Lưu lượng của bơm Q được tính:

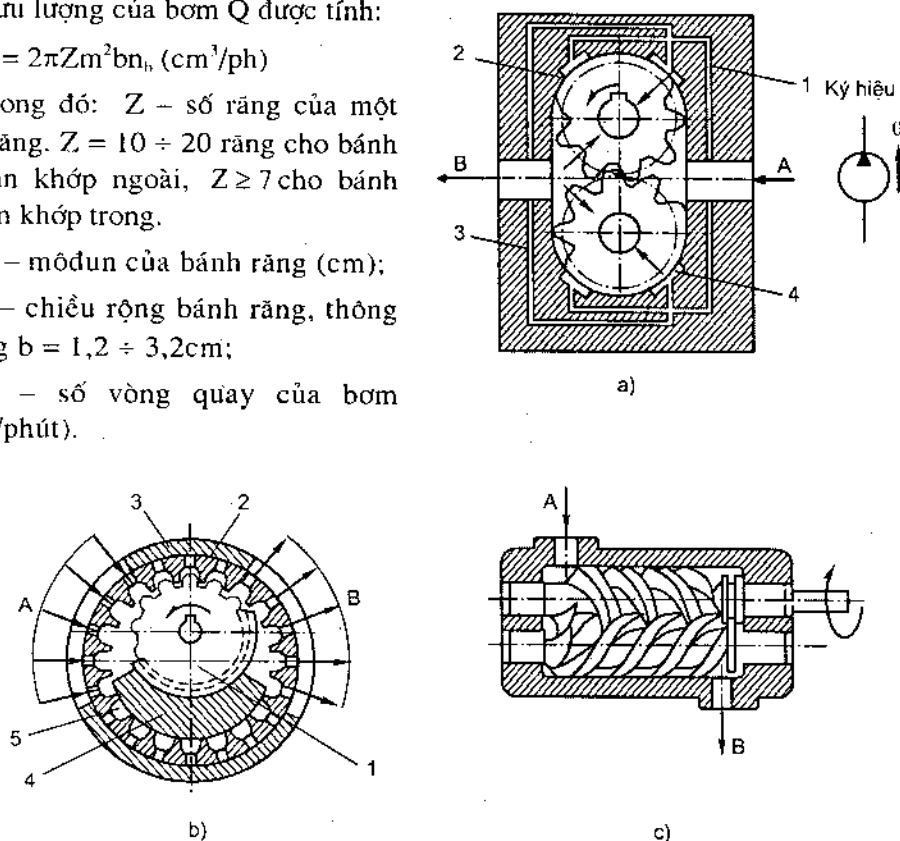
$$Q = 2\pi Z m^3 n_b \text{ (cm}^3/\text{ph)}$$

Trong đó: Z – số răng của một bánh răng. Z = 10 ÷ 20 răng cho bánh răng ăn khớp ngoài, Z ≥ 7 cho bánh răng ăn khớp trong.

m – môđun của bánh răng (cm);

b – chiều rộng bánh răng, thông thường b = 1,2 ÷ 3,2 cm;

n_b – số vòng quay của bơm (vòng/phút).



Hình 3.34.

b) Bơm cánh gạt: Có bơm cánh gạt dẫn dầu từ ngoài (hình 3.35) và bơm cánh gạt dẫn dầu từ trong.

Áp suất lớn nhất $p_{\max} = 200 \text{ bar}$

Nguyên lý làm việc: phần quay (rôto) tâm O_1 lệch tâm với phần đứng yên (stato) tâm O. Cánh gạt trên rôto luôn sát vào vòng tròn trong của stato và có chuyển động ra vào hướng tâm tạo ra buồng hút và đẩy (mũi tên như hình vẽ). Buồng hút và đẩy phải ngăn cách nhau, điều kiện đó là $\alpha \geq \beta$.

Ở đây $\beta = \frac{2\pi}{Z}$; Z – số cánh gạt

Khi rôto quay, con lăn (con trượt) 5 lắp ở 2 bên cánh gạt 3 di động trong rãnh 4 để giữ cho bề mặt đầu của cánh gạt và stato với độ hở không đổi tránh mòn đầu cánh gạt.

Lưu lượng được tính (gần đúng):

$$Q = 2 \cdot 10^{-3} \pi B D e n (\text{dm}^3/\text{ph})$$

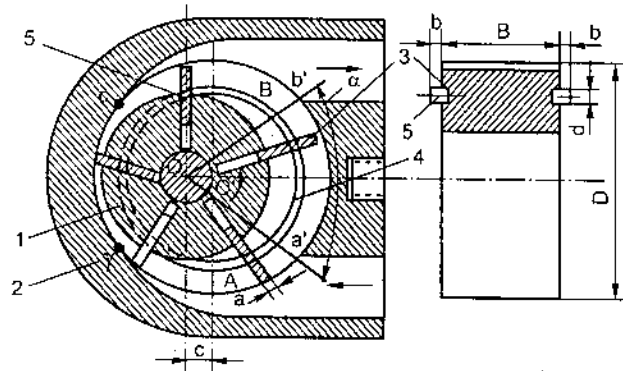
B – chiều rộng cánh gạt (cm);

D – đường kính trong của stato (cm);

e – độ lệch tâm OO_1 (cm);

n – số vòng quay bơm (v/ph).

Ưu điểm: điều chỉnh được lưu lượng bằng điều chỉnh độ lệch tâm e . $e = 0$ thì $Q = 0$, tâm O_1 vượt sang phải (như hình vẽ) thì cửa hút thành cửa đẩy.



Hình 3.35.

c) Bơm pit tông: có bơm pit tông hướng kính (hình 3.36a) và hướng trục (hình 3.36b). Áp suất lớn nhất $p_{\max} = 700\text{bar}$.

Nguyên lý làm việc của bơm pit tông hướng kính: khi rôto mang các pit tông nhờ lực ly tâm các pit tông luôn tỳ sát vào mặt trong của stato. Do có độ lệch tâm giữa rôto và stato nên pit tông có chuyển động ra vào hướng kính tạo quá trình hút và đẩy. A là cửa hút; B là cửa đẩy (theo chiều quay như hình vẽ) được ngăn cách bởi trục vát 3.

Lưu lượng bơm:

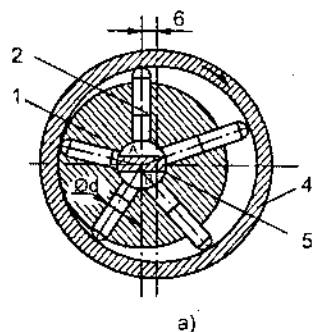
$$Q = \frac{10^{-3}}{2} d^2 e Z n (\text{dm}^3/\text{ph})$$

Trong đó: d – đường kính pit tông (cm);

e – độ lệch tâm (cm);

Z – số pit tông;

n – số vòng quay bơm (v/phút); $n_{\max} = 1500\text{v/ph}$.



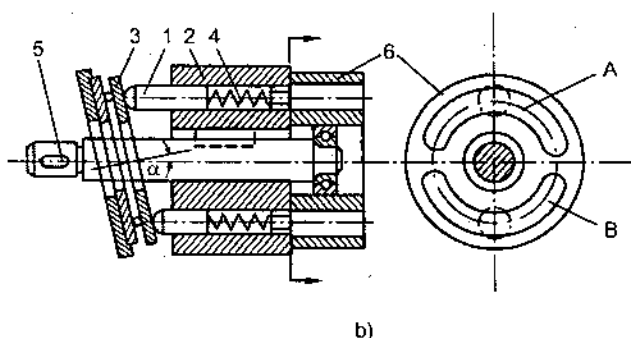
Hình 3.36a. Bơm pit tông hướng kính.

Thay đổi độ lệch tâm e sẽ thay đổi được lưu lượng bơm. Như trên khi $e = 0$ thì $Q = 0$ và khi e chuyển từ $-e$ sang $+e$ thì cửa hút thành cửa đẩy.

Hành trình của pít tông thường là $(1,3 \div 1,4)d$

Bơm pít tông hướng trục: Vì pít tông chuyển động dọc trục nên kích thước nhỏ, mômen quán tính sẽ nhỏ hơn bơm pít tông hướng kính và có hiệu suất tốt nhất.

Nguyên lý làm việc: các pít tông 1 lắp song song với trục của rôto 2 tỳ sát vào đĩa nghiêng 3 nhờ lò xo 4. Trục 5 quay rôto làm pít tông chuyển động đi về tạo quá trình hút và đẩy. Vành góp dầu 6 có rãnh A là vùng hút dầu và rãnh B là vùng đẩy dầu.



Hình 3.36b. Bơm pít tông hướng trục.

Lưu lượng bơm:

$$Q = \frac{10^{-3}}{4} \pi d^2 Z n D \tan \alpha \quad (\text{dm}^3/\text{ph})$$

Trong đó: d – đường kính pít tông (cm);

Z – số pít tông;

D – đường kính vòng tròn lắp các pít tông (cm);

α – góc nghiêng của đĩa;

n – số vòng quay bơm (v/ph).

Thay đổi góc α sẽ thay đổi lưu lượng Q .

2. Xilanh lực: Ở đây chỉ giới thiệu để thực hiện chuyển động thẳng: Pít tông – Xilanh. Có 2 dạng chính:

Xilanh truyền lực đơn giản hình 3.37a, b: $v_1 = v_2$

Xilanh truyền lực vi sai hình 3.37c, d: $v_1 < v_2$

Loại xilanh truyền lực đơn giản tạo vận tốc đi cũng như về đều bằng nhau, thường dùng cho máy mài.

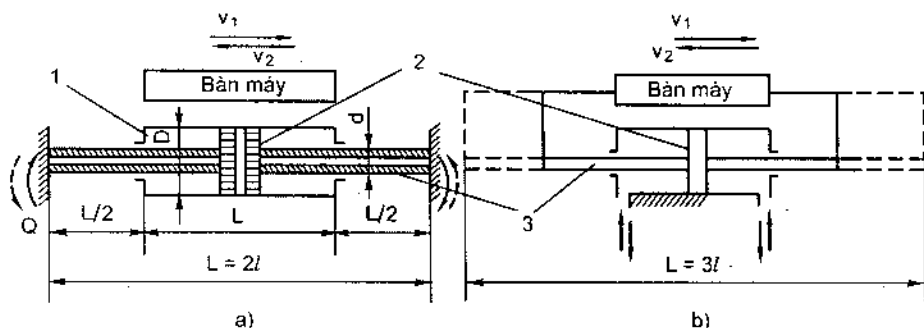
Có 2 loại: pít tông cố định, bàn máy lắp vào xilanh chuyển động (hình 3.37a) và xilanh cố định pít tông lắp vào bàn máy chuyển động (hình 3.37b).

Vận tốc cả hai trường hợp:

$$v_1 = v_2 = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)}$$

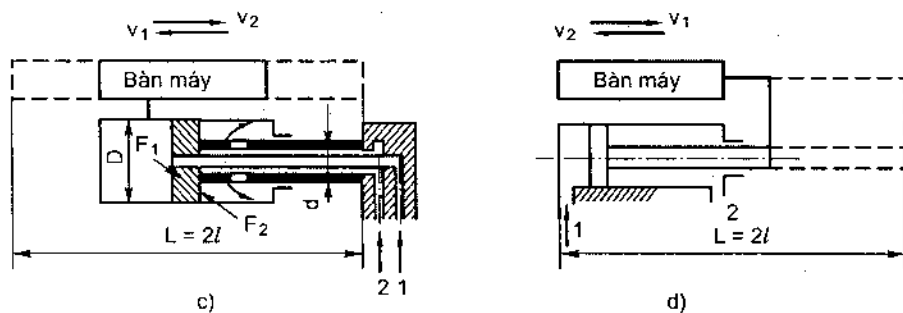
Q – lưu lượng dầu vào;

D, d – đường kính của pít tông và cán pít tông.



Hình 3.37a, b. Xilanh truyền lực đơn giản.

Loại truyền lực vi sai: cũng có 2 loại: bàn máy lắp vào xilanh (hình 3.37c) và bàn máy lắp vào pít tông (hình 3.37d).



Hình 3.37c, d.

Tốc độ v_1 – chạy công tác:

$$v_1 = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Trong đó: v_2 – chạy lùi nhanh để giảm thời gian làm việc chạy không:

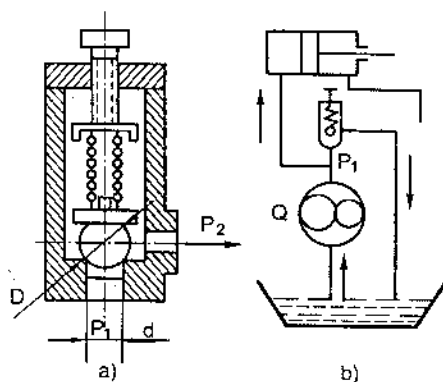
$$v_2 = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2)}$$

3. Van an toàn, van tràn: van an toàn được lắp sau bơm, khi quá tải áp suất tăng quá mức cho phép van mở dầu chảy về bể để không phá vỡ đường ống hoặc điều chỉnh để được áp suất cần thiết. Ở đây chỉ giới thiệu vài loại van: van an toàn bi (hình 3.38) và van an toàn pít tông (hình 3.39) và kết hợp bi + pít tông (hình 3.40).

Van an toàn bi (hình 3.38): Bình thường lò xo đóng kín cửa van. Khi áp suất tăng quá giới hạn tác dụng vào đáy viên bi làm lò xo nén lại, viên bi bị đẩy lên, dầu về bể. Điều kiện bình thường cân bằng lực cho viên bi là:

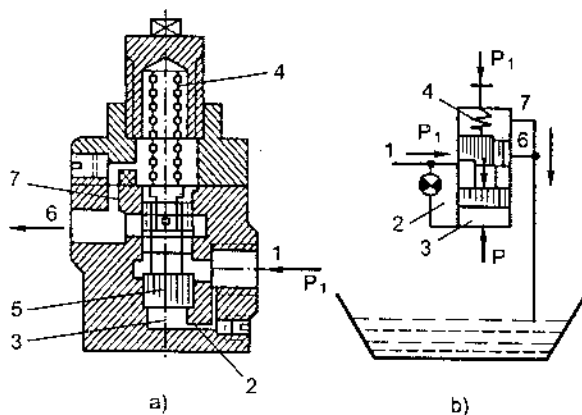
$$P_1 \cdot F - P_{ex} = 0 \rightarrow P_1 = \frac{P_{ex} \alpha}{F} = \frac{4P_{ex}}{\pi d^2}$$

Điều chỉnh lực lò xo P_{ex} (bằng vít chỉnh) sẽ điều chỉnh được áp suất cần thiết.

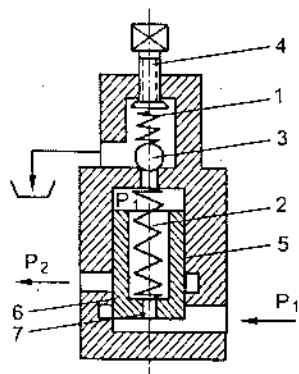


Hình 3.38.

Van pít tông (hình 3.39): Khi quá tải, áp suất trong buồng 3 tăng, đẩy pít tông 5 lên mở đường dầu qua 6 về bể. Khi áp suất giảm, pít tông đi xuống dẫn từ 3 qua lỗ nhỏ (giảm chấn) 2 pít tông xuống từ từ. Loại này êm hơn loại van an toàn bi (va đập, ồn).



Hình 3.39.



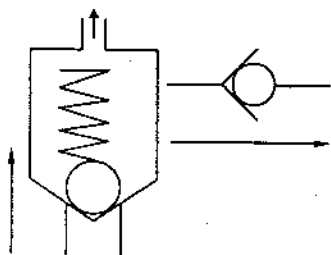
Hình 3.40.

4. Van tiết lưu: Van tiết lưu có nhiều loại, loại đơn giản nhất là hình 3.41. Lưu lượng dầu qua pít tông - xilanh được lắp van tiết lưu trên đường dầu về bể. Thực chất điều chỉnh bằng tiết lưu là điều chỉnh vận tốc chuyển động của pít tông hoặc xilanh bằng điều chỉnh lượng dầu chảy qua van tiết lưu.

$$v = \frac{Q}{F}$$

Q – lưu lượng chảy qua van;

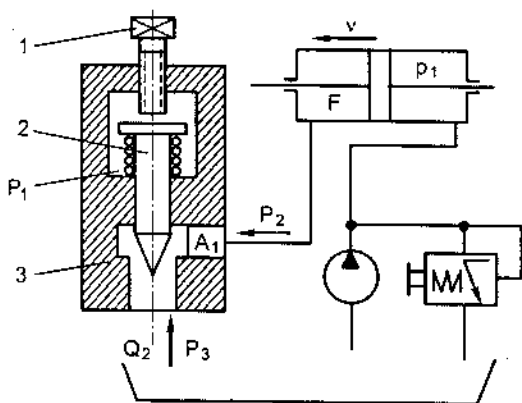
F – diện tích tác dụng của xilanh hoặc pít tông.



Hình 3.42.

Van an toàn bi – pít tông (hình 3.40): Loại này êm, ít chấn động, áp suất điều chỉnh chính xác hơn và được sử dụng rộng rãi.

Khi áp suất p_1 tăng, pít tông 5 nâng lên, dầu theo đường 6 về bể đồng thời áp suất tăng sau khoảng thời gian nhất định, áp suất trong buồng 2 tăng lên (dầu đã qua lỗ nhỏ 7) đẩy bi 3 lên lò xo 1 nén lại dầu về bể. Khi áp suất giảm, hành trình ngược lại, pít tông 5 đi xuống đóng cửa 6, bi 3 đi xuống, viên bi đóng lại.



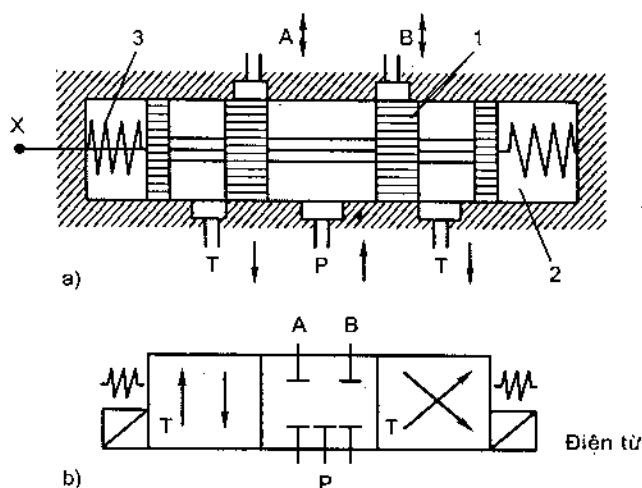
Hình 3.41.

5. Van một chiều và van đảo chiều:

Van một chiều chỉ cho dầu chảy theo một chiều (hình 3.42) có tác dụng không cho dầu chảy về nguồn hoặc về bể khi máy ngừng hoạt động, giảm không khí chui vào đường ống.

Van đảo chiều: Ở đây chỉ giới thiệu loại điển hình nhất là dùng con trượt điều khiển. Hình 3.43 giới thiệu van trượt 5 cửa 3 vị trí, ký hiệu van 5/3. Con

trượt 1 dịch chuyển trong xilanh 2 dưới tác dụng của phương tiện điều khiển X. X là các đại lượng vật lý có tác dụng làm dịch chuyển con trượt 1 như dùng cơ khí, điện từ, thủy – khí...

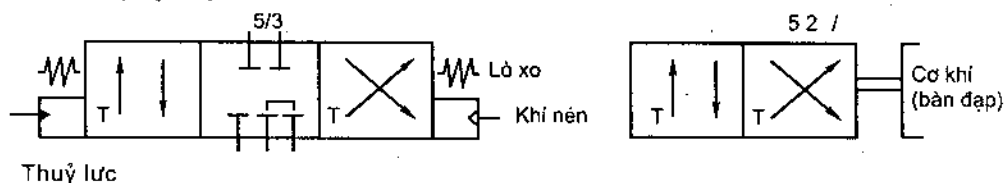


Hình 3.43.

Ký hiệu:

	Theo tiêu chuẩn ISO 1219	Theo ISO 5599
Nối vào nguồn	P	
Cửa nơi làm việc	A, B, C	2, 4, 6
Cửa xả	R, S, F	3, 5, 7
Tín hiệu điều khiển	X, Y...	12, 14...
Có nhiều loại van đảo chiều 5/3; 5/2; 4/3; 4/2; 3/2...		

Ví dụ ký hiệu



3.3. CƠ CẤU ĐIỀU KHIỂN CƠ KHÍ

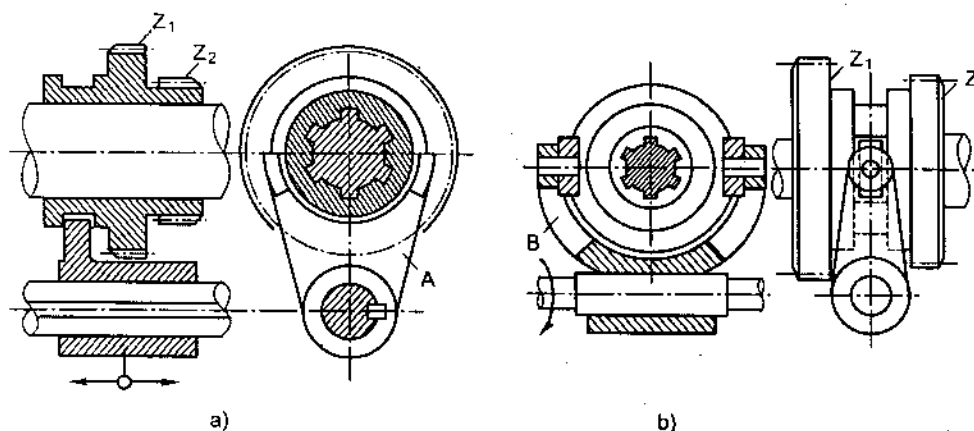
Hệ thống điều khiển có thể bằng cơ khí, điện, dầu, khí ép hoặc kết hợp Thông thường kết hợp hệ thống điều khiển: cơ – điện – điện từ – thủy khí. Ở phần này chỉ đề cập đến điều khiển cơ khí với đối tượng điều khiển là gạt các khối bánh răng di trượt hoặc đóng mở các ly hợp... và điều khiển bằng tay. Tùy

theo người thiết kế và kết cấu cụ thể từng máy có thể dùng một tay gạt tập trung hoặc nhiều tay gạt riêng rẽ điều khiển cho từng khối bánh răng...

Cơ cấu điều khiển cơ khí là cơ cấu tiếp nhận điều khiển từ tay công nhân. Thường dùng loại tay gạt và vô lăng để công nhân điều khiển.

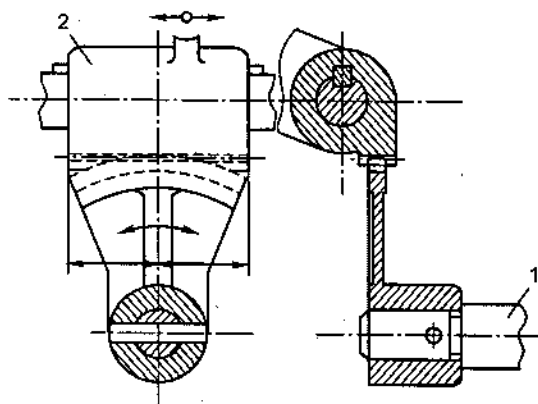
3.3.1. Điều khiển dùng tay gạt trực tiếp

Hình 3.44 là kết cấu để gạt bánh răng di trượt 2 bậc Z_1, Z_2 có thể dùng hai cách: dùng vòng gạt (hình 3.44a) hoặc ngàm gạt (hình 3.44b). Hệ thống để gạt sao cho vòng gạt A di chuyển hoặc ngàm gạt B quay để di chuyển các bánh răng Z_1, Z_2 sang phải, trái dọc trục của nó.



Hình 3.44. Điều khiển bánh răng di trượt.

Hình 3.45 quay tay quay làm trục 1 quay, dịch chuyển qua hệ thống quạt quạt thanh răng làm vòng gạt 2 dịch chuyển dọc sang phải – trái.

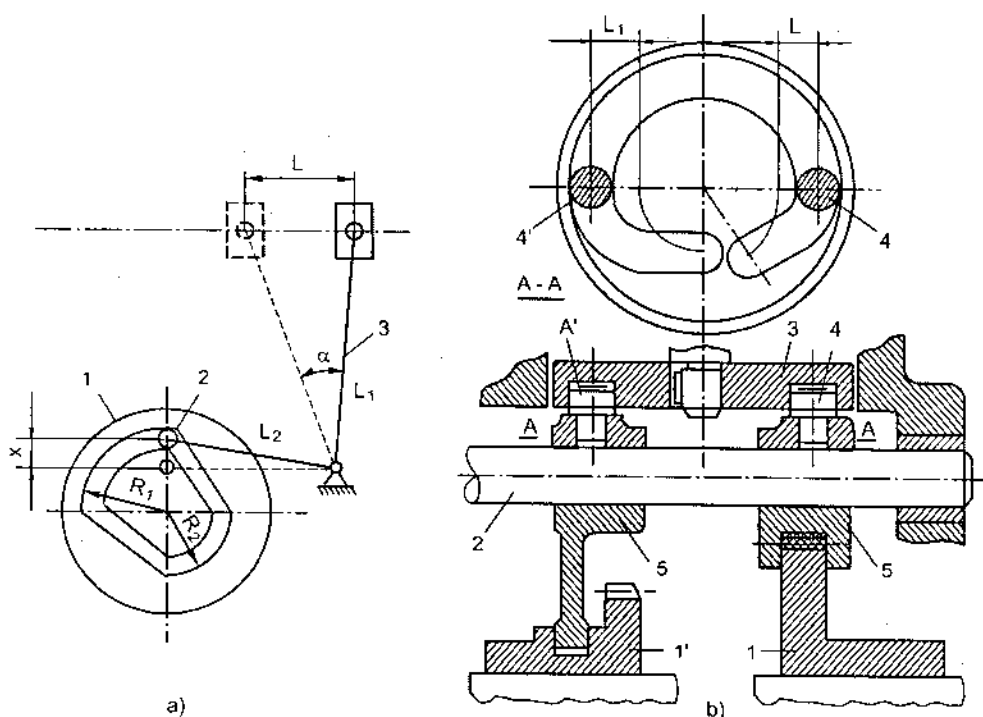


Hình 3.45.

3.3.2. Điều khiển dùng cam

a) Điều khiển dùng cam đĩa

Hình 3.46a là sơ đồ nguyên lý hoạt động và tính toán cho điều khiển dùng cam đĩa 1, con lăn 2 nằm trong rãnh cam. Khi cam quay làm con lăn 2 dịch chuyển theo độ nâng, hạ x theo hướng kính qua hệ thống tay đòn 3 sẽ thực hiện được lượng cần gạt L do kết cấu yêu cầu. Ta có tỷ lệ $\frac{L}{L_1} = \frac{x}{L_2}$ dùng quan hệ đó để thiết kế cam ($X = R_1 - R_2$).



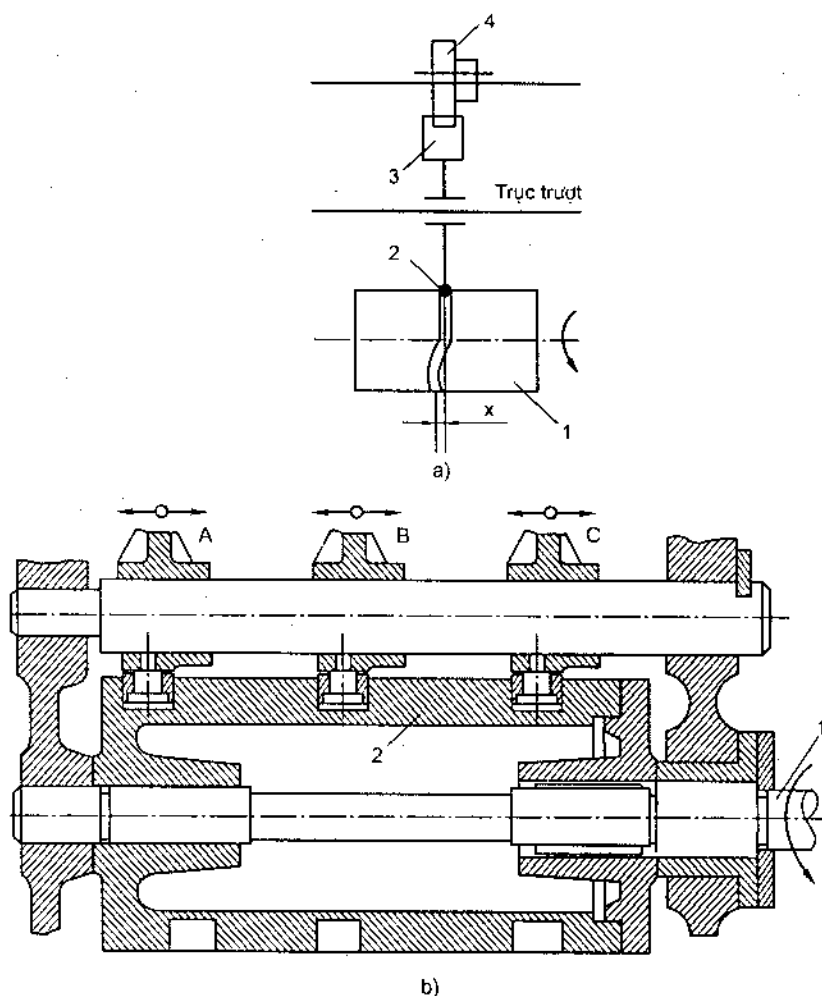
Hình 3.46. Điều khiển dùng cam.

Hình 3.46b giới thiệu kết cấu điều khiển dùng cam đĩa gạt trực tiếp hai khối bánh răng 1, 1' thông qua trục dẫn hướng 2. Khi cam 3 quay, các con lăn 4, 4' dịch chuyển theo hướng kính làm 5, 5' di chuyển gạt 1, 1'.

Cam đĩa điều khiển cứng vững hơn cam thùng, chiều dày cam mỏng có thể đặt rãnh điều khiển ở cả hai mặt đĩa, do đó kết cấu gọn hơn.

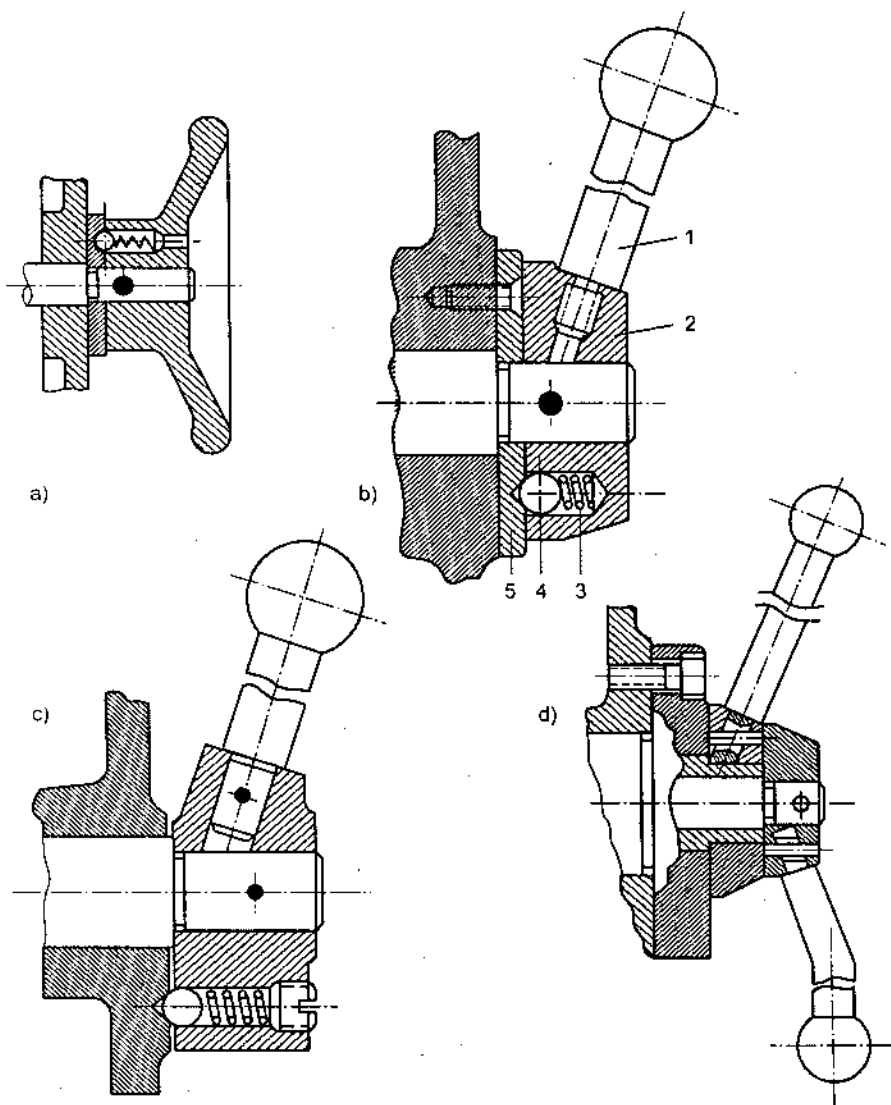
b) Điều khiển dùng cam thùng

Hình 3.47a là sơ đồ nguyên lý điều khiển dùng cam thùng. Khi cam thùng 1 quay, con lăn 2 trong rãnh cam thùng dịch chuyển dọc trục một lượng x , thông qua trục dẫn hướng càng gạt 3 sẽ gạt khối bánh răng 4 dịch chuyển theo độ nâng hạ của cam. Hình 3.47b giới thiệu cam thùng 2 quay điều khiển ba càng gạt A, B, C tương ứng với các khối bánh răng cần dịch chuyển.



Hình 3.47. Cơ cấu điều khiển dùng cam thùng.

Hình 3.48 giới thiệu một số dạng tay gạt, vô lăng thường dùng.



Hình 3.48. Các dạng tay gạt, vỏ lồng thường dùng.

a) vỏ lồng thường thấy trong các máy hạng nhẹ, lực điều khiển bé; b) tay gạt có miếng đệm trung gian 5, viên bi 4 để định vị đúng các vị trí gạt; c) tay gạt có miếng đệm trung gian 5, viên bi 4 để định vị đúng các vị trí gạt; d) tay gạt lồng nhau, mỗi tay gạt điều khiển một hệ thống gạt.

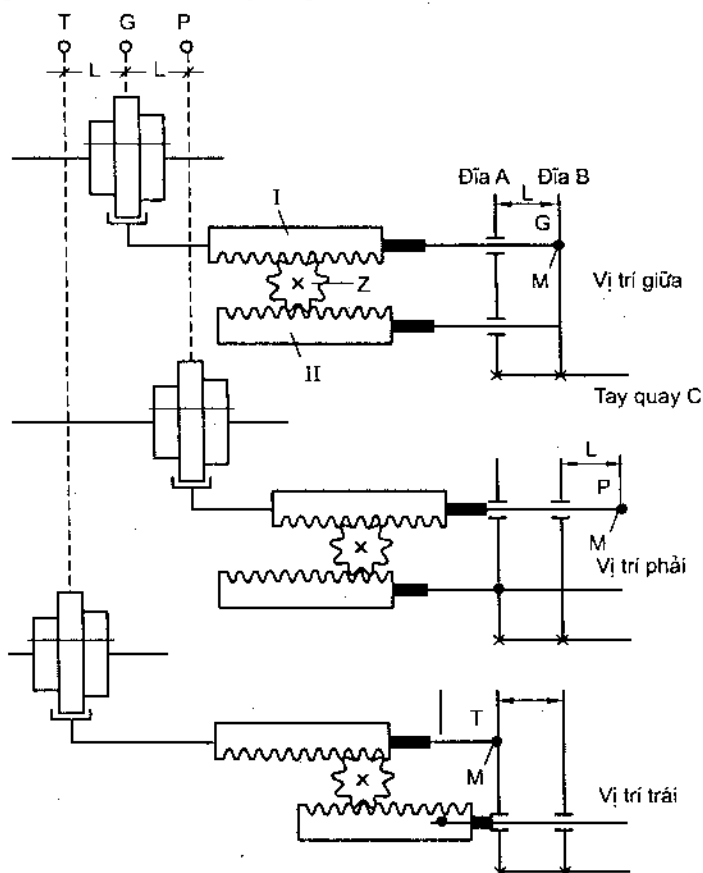
3.3.3. Điều khiển dùng đĩa lỗ

Sơ đồ nguyên lý thể hiện trên hình 3.49.

Giả sử ta cần gạt khối bánh răng 3 bậc ở ba vị trí trái (T), giữa (G) và phải (P). Cần gạt khối bánh răng gắn liền với thanh răng I với điểm xác định đầu chốt M. Thanh răng II có tác dụng liên kết cho hệ thống điều khiển chặt chẽ cứng vững thêm thông qua bánh răng Z.

Ở vị trí giữa đầu chốt M xuyên qua đĩa A tỳ vào đĩa B.

Ở vị trí phải đầu chốt M xuyên qua đĩa A và đĩa B.



Hình 3.49. Điều khiển dùng đĩa lỗ.

Ở vị trí trái đầu chốt M tỳ vào đĩa A.

Với nguyên tắc như trên, thứ tự thao tác điều khiển như sau: kéo tay quay C cùng đĩa A, B ra khỏi chốt, quay tay quay C đến vị trí tương ứng sau đó đẩy vào vị trí cũ sẽ điều chỉnh được tốc độ xác định.

Ưu điểm của điều khiển dùng đĩa lỗ là kích thước nhỏ gọn điều khiển tập trung được, ví dụ 18 tốc độ máy phay P623 với bốn khối bánh răng di trượt chỉ cần một cơ cấu đĩa lỗ, máy T616 ở hộp tốc độ 6 tốc độ cũng dùng điều khiển đĩa lỗ.

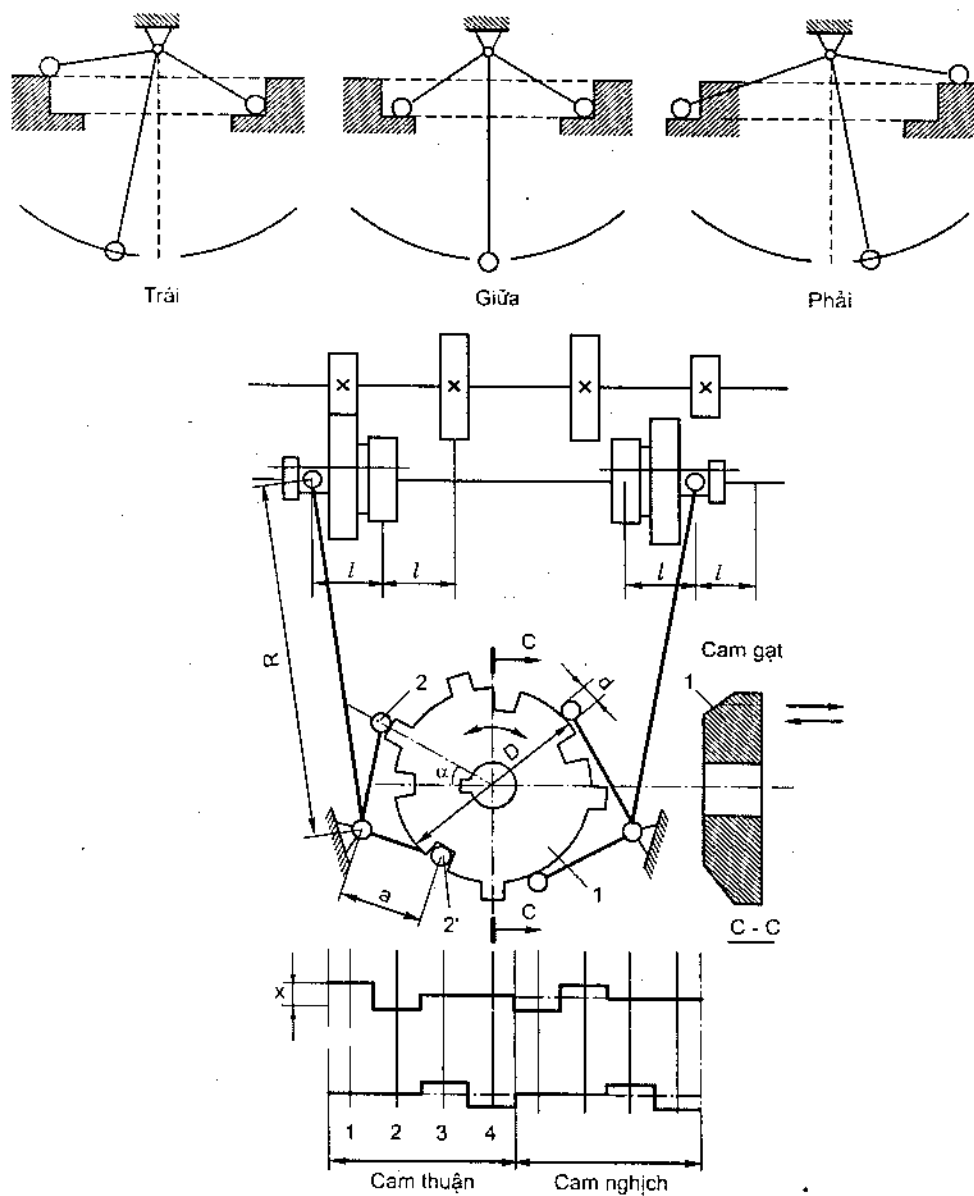
Nhược điểm là thời gian điều khiển lâu: kéo ra – quay lại – đẩy vào. Ta có thể coi dạng điều khiển này như cam mặt đầu (xem điều khiển hộp chạy dao máy phay P623.Hình 7.9).

Một dạng biến hình của cam đĩa là dùng cam thuận nghịch (hình 3.50),

dạng này đã dùng trong máy phay cỡ nhỏ như máy 679 của Liên Xô.

Thứ tự điều khiển: Kéo cam gạt 1 rời khỏi các chốt 2, 2' quay cam đến vị trí cần thiết rồi đẩy cam vào vị trí cũ. Độ nâng hạ của cam được xác định:

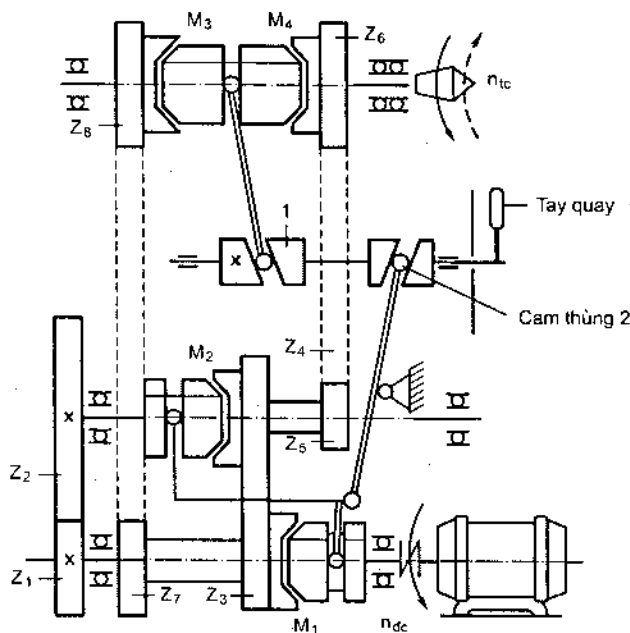
$$X = l \cdot \frac{a}{R}$$



Hình 3.50.

3.3.4. Ví dụ về ứng dụng điều khiển cơ khí

Phần trên đã giới thiệu một vài cơ cấu điều khiển cơ khí bằng tay cho hầu hết các máy công cụ hoặc thiết bị. Điều khiển bằng cơ khí đóng vai trò rất quan trọng trong điều khiển tự động, trong đó điều khiển dùng cam thùng và cam đĩa là chính. Ví dụ trong máy tiện tự động truyền thống người ta đã dùng trục phân phối trên đó có gắn các cam (hình 32.8a,b) để điều chỉnh chạy dao dọc và ngang. Sau đây nêu một vài ví dụ điều khiển phối hợp dùng cam thùng. Ví dụ 1 (hình 3.51), tay quay quay trục cam thùng để điều chỉnh trục chính. Cam thùng 1 để đảo chiều quay của trục chính, cam thùng 2 để thay đổi tốc độ nhanh và chậm cho trục chính n_{lc} .



Hình 3.51.

Tốc độ chậm:

$$n_{dc} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot M_2 \frac{Z_3}{Z_6} M_4 = n_{ic} \text{ thuận}$$

$$n_{dc} \cdot \frac{Z_1}{Z_3} \cdot M_2 \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_7}{Z_8} M_3 = n_{lc} n_{grac}$$

Tốc độ nhanh:

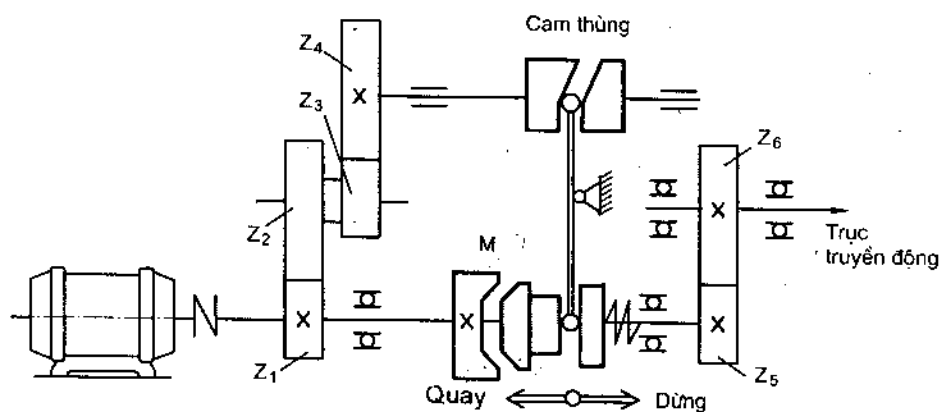
$$n_{dc} M_1 \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_n} M_4 = n_{lc} \text{ thuận}$$

$$n_{dc} M_1 \frac{Z_7}{Z_8} M_3 = n_{lc} n_{\text{gate}}$$

Ví dụ 2 (hình 3.52)

Cam thùng nhận chuyển động quay từ động cơ qua $\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$. Tốc độ cam

thùng có thể điều chỉnh được khi thay đổi các tỷ số truyền trên. Biên dạng cam và tốc độ của trục cam thùng quyết định được thời gian quay hay dừng cho trục truyền động. Một vòng quay của cam sẽ quay hay dừng một lần tức là ly hợp M đóng hay mở.



Hình 3.52.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Ưu, nhược điểm của truyền dẫn vô cấp và phân cấp.
2. Ưu, nhược điểm, phạm vi sử dụng của các cơ cấu truyền động (đai, bánh ma sát, xích, bánh răng, hệ thống thủy lực).
3. Về sơ đồ nguyên lý, ưu, nhược điểm của cơ cấu điều khiển dùng cam thùng, cam đĩa và đĩa có lỗ.

Chương 4

ĐẠI CƯƠNG VỀ CHUYỂN ĐỘNG HỌC TRONG MÁY CÔNG CỤ

4.1. PHÂN LOẠI CÁC DẠNG BỀ MẶT CHI TIẾT

Tuỳ theo yêu cầu kỹ thuật hoặc cả về thẩm mỹ, mỗi chi tiết (hoặc sản phẩm) cần có kích thước và hình dạng khác nhau. Bề mặt chi tiết có nhiều dạng khác nhau, có bề mặt được xây dựng (vẽ) trên cơ sở phương trình toán học như mặt trụ, mặt côn, mặt cầu, mặt phẳng... có bề mặt được xây dựng chỉ bằng vẽ thì thuận lợi hơn như mặt cánh tuabin, mái chèo...

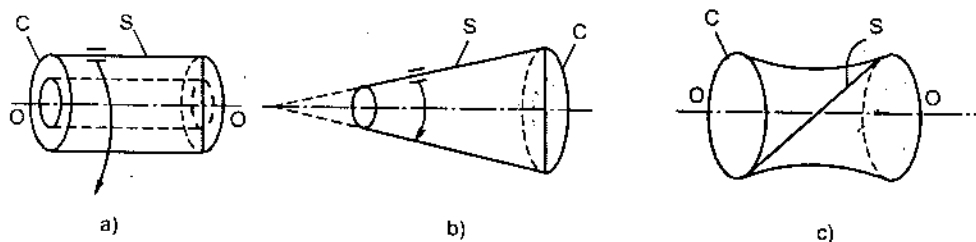
Phần lớn các bề mặt được tạo bởi đường chuẩn (c) và đường sinh (S) rõ ràng. Việc gọi là đường sinh và đường chuẩn chỉ là tương đối, ở đây với mục đích là để dễ phân loại bề mặt chi tiết từ đó tìm ra phương pháp gia công, tức là tìm cách tạo ra chuyển động tạo đường chuẩn và đường sinh.

Ta có thể chia bề mặt chi tiết thành ba dạng: tròn xoay, phẳng và dạng bề mặt khác.

1. Dạng bề mặt tròn xoay

Mặt tròn xoay có thể là mặt ngoài, mặt trong hoặc phối hợp. Đặc trưng của mặt tròn xoay có đường chuẩn là tròn có trục chuẩn đối xứng hoặc tâm đối xứng.

Hình 4.1a, b, c đều có đường sinh thẳng.



Hình 4.1. Dạng bề mặt tròn xoay.

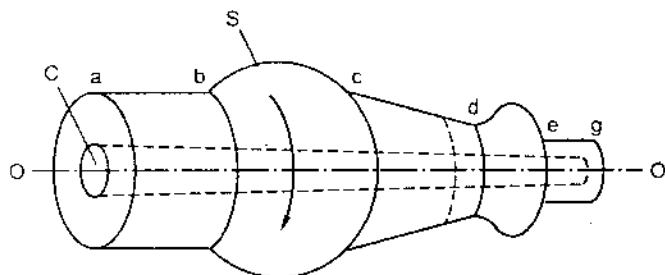
Tuỳ thuộc vào vị trí tương quan giữa trục chuẩn OO' và đường sinh sẽ tạo ra được các bề mặt khác nhau. Nếu đường sinh thẳng song song và quay quanh trục OO' sẽ tạo ra được mặt trụ tròn xoay (hình 4.1a), nếu cắt OO' sẽ tạo mặt côn tròn xoay (hình 4.1b), nếu chéo nhau sẽ tạo ra mặt yên ngựa tròn xoay (hình 4.1c).

Trường hợp đường sinh có dạng bất kỳ (cong hoặc thẳng) sẽ tạo ra bề mặt

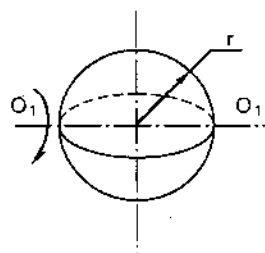
định hình tròn xoay, hình 4.2 thể hiện chi tiết có dạng tròn xoay định hình mặt ngoài. Đường sinh mặt ngoài gồm các đoạn thẳng ab, đường cong bc, đoạn thẳng cd, đường cong de, đoạn thẳng eg, lỗ bên trong – mặt tròn xoay trong.

Với dạng hình cầu (hình 4.3) có thể hiểu hai ý: có tâm chuẩn là O hoặc trục chuẩn O_1O_1 , đường sinh là nửa vòng tròn bán kính r.

Gia công dạng bề mặt tròn xoay thường thực hiện trên máy tiện, máy khoan, máy mài tròn.



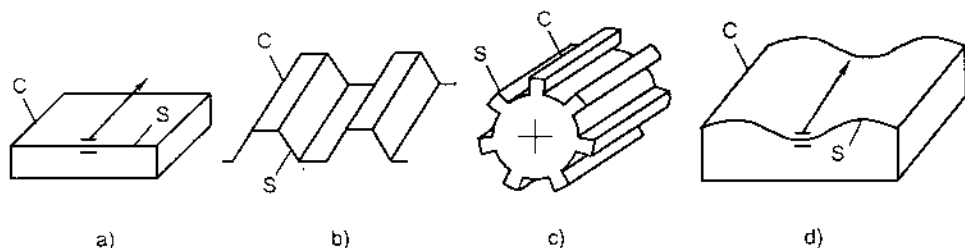
Hình 4.2. Chi tiết có dạng tròn xoay.



Hình 4.3. Chi tiết có dạng cầu.

2. Dạng mặt phẳng

Mặt phẳng ở đây ta quy ước có đường chuẩn là thẳng. Đường sinh có thể là bất kỳ.



Hình 4.4.

Đường sinh thẳng tạo ra mặt phẳng (theo nghĩa phẳng) (hình 4.4a).

Đường sinh gãy khúc, tạo thành mặt phẳng gãy khúc như thanh răng (hình 4.4b) hoặc rãnh then hoa (hình 4.4c).

Đường sinh cong bất kỳ tạo ra mặt định hình phẳng (hình 4.4d).

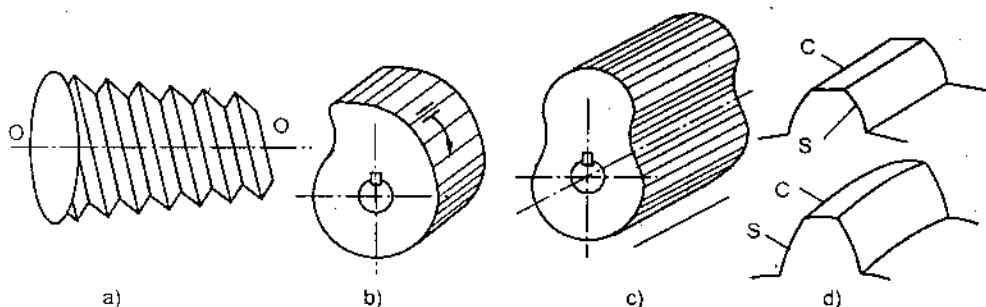
Các dạng bề mặt này thường thực hiện trên máy phay, bào, doa, chuốt, mài phẳng...

3. Các dạng bề mặt khác

Các dạng bề mặt ở đây thường là mặt không gian phức tạp hơn như các cánh tuabin, xoắn vít không gian, mặt cam, bánh răng...

Việc xác định đường chuẩn và đường sinh ở các dạng mặt này lại càng có tính tương đối. Ví dụ cam đĩa (b) đường chuẩn có thể coi là biến dạng cam

nâng hạ theo hướng kính làm việc theo chu vi, đường sinh là đường thẳng theo chiều rộng cam, với cam thung làm việc bằng mặt đầu: nâng hạ theo hướng trục có thể coi đường nâng hạ là chuẩn, đường sinh là đường thẳng hướng tâm quay quanh trục OO theo đường chuẩn.



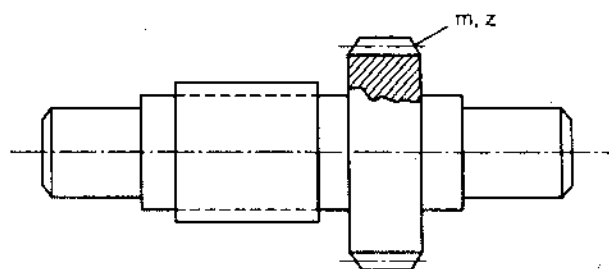
Hình 4.5.

Riêng về chi tiết bánh răng sẽ trình bày ở chương sau.

Một chi tiết có thể là tổng hợp các dạng bề mặt trên: ví dụ chi tiết trục liên bánh răng dưới đây.

Ở đây ta sử dụng máy tiện, khoan tâm, tiện ngoài, gia công bánh răng, nhiệt luyện, mài các cổ trục.

Tóm lại, máy phải có các chuyển động tạo được đường chuẩn và đường sinh của bề mặt chi tiết, thực hiện các chuyển động máy thế nào có lợi sẽ bàn ở các phần tiếp.



Hình 4.6.

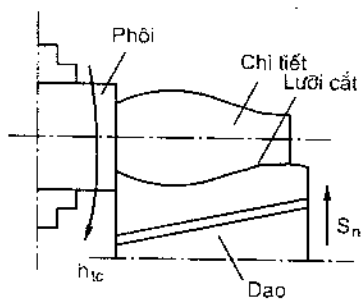
4.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BỀ MẶT CHI TIẾT

Có nhiều phương pháp gia công bề mặt: gia công không phoi như đúc, rèn, dập, uốn kéo, lăn ép... ; gia công có phoi bằng phương pháp cắt gọt kim loại, hoặc bằng các phương pháp gia công mới khác như: gia công bằng tia lửa điện, bằng siêu âm, bằng điện hóa...

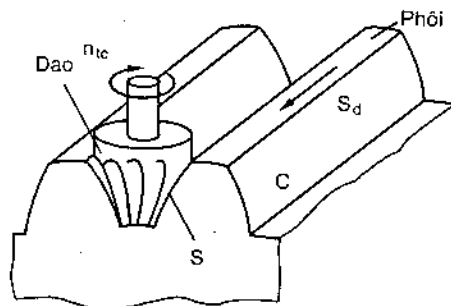
Ở phần này đề cập đến các phương pháp cơ bản gia công bằng cắt gọt truyền thống.

4.2.1. Gia công bằng chép hình

Chép hình ở đây nhờ dụng cụ cắt chép hình, nghĩa là bề mặt chi tiết do hình dạng của lưỡi cắt quyết định, đường sinh của bề mặt chi tiết trùng với lưỡi cắt khi gia công.



Hình 4.7.



Hình 4.8.

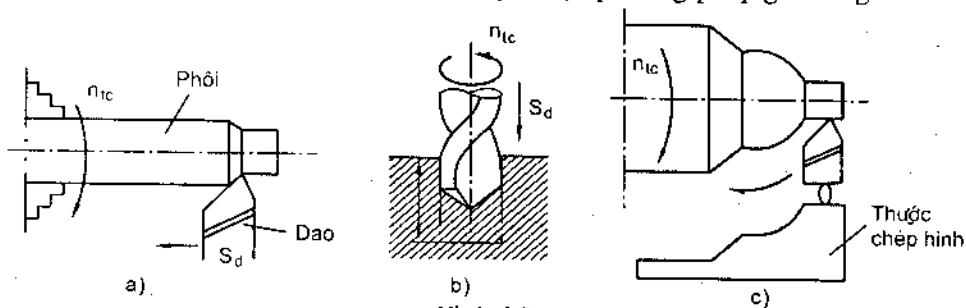
Ví dụ 1: Dùng dao tiện định hình : cần tạo chi tiết tròn xoay định hình (hình 4.7), ta thực hiện trên máy tiện, mâm cặp mang phôi quay n_{tc} tạo đường chuẩn, dao thực hiện chạy ngang (S_n) để gia công hết lượng dư cần thiết, lưỡi cắt tạo đường sinh mong muốn.

Phương pháp gia công này thường bị hạn chế bởi chiều dài đường sinh, nếu dài quá lực cắt lớn, cần công suất máy lớn.

Ví dụ 2: Dùng dao phay định hình gia công một rãnh (dạng răng chẳng hạn) ta chọn dao phay ngón có dạng đường sinh S theo yêu cầu, dao phay chuyển động quay tròn n_{tc} để tạo tốc độ cắt, phôi tịnh tiến dọc (S_d) để tạo đường chuẩn của rãnh (hình 4.8).

4.2.2. Gia công theo vết (hay còn gọi là phương pháp quỹ tích)

Bề mặt tạo hình là vết chuyển động của lưỡi cắt, tiếp xúc giữa dao và phôi khi cắt có thể là “điểm” hoặc “đường” tùy thuộc phương pháp gia công.



Hình 4.9.

Gia công theo vết được sử dụng phổ biến trên các máy tiện, khoan, phay, bào, mài,...

Ví dụ 1: Tiện mặt trụ tròn xoay: phôi quay tròn tạo đường chuẩn tròn và tạo tốc độ cắt, chuyển động S_d của dao để tạo đường sinh (hình 4.9a).

Ví dụ 2: Khoan lỗ (bề mặt tròn xoay trong) (hình 4.9b) mũi khoan quay tròn, lưỡi cắt sẽ cắt tạo đường chuẩn tròn, đồng thời mũi khoan chuyển động thẳng đứng (S_d) để tạo đường sinh thẳng của lỗ.

Ví dụ 3: Tiện chép hình bằng phương pháp theo vết dùng thước chép hình. Phôi quay tạo chuẩn tròn, dao tiện chạy tỳ vào thước chép hình. Biên dạng của thước chép hình quyết định biên dạng của bề mặt gia công (hình 4.9c).

Chép hình có thể thực hiện bằng cơ khí, bằng thủy lực, bằng điện (các máy CNC gia công được nhiều biên dạng phức tạp khác nhau ta có thể gọi là chép hình điều khiển số) được trình bày ở chương sau.

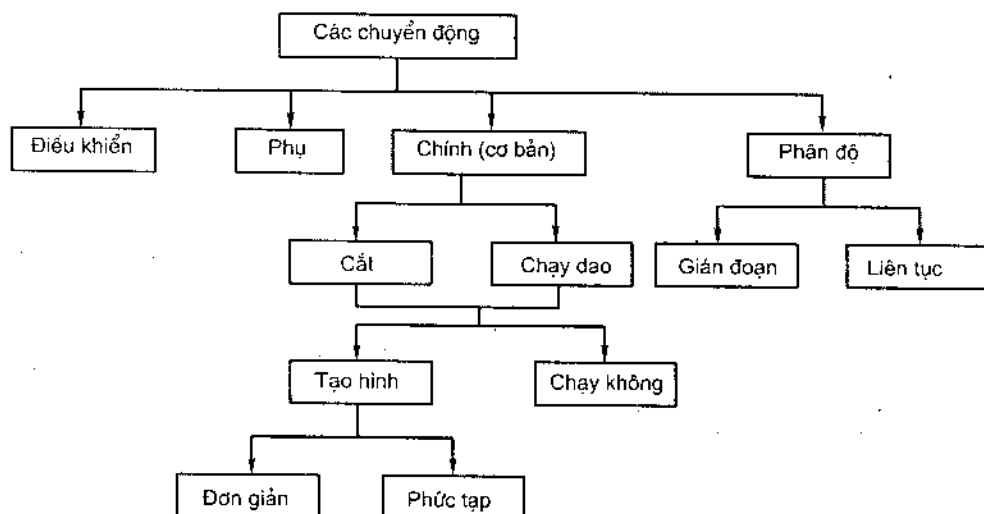
4.2.3. Gia công bao hình

Đặc điểm của phương pháp này là lưỡi cắt tiếp xúc với đường sinh của bề mặt tạo hình chỉ theo điểm. Hình dạng bề mặt tạo hình không phụ thuộc vào dạng lưỡi cắt. Có thể tóm tắt là : bề mặt tạo hình là hình bao chuyển động của lưỡi cắt. Ví dụ điển hình là gia công bánh răng bằng phương pháp bao hình (được trình bày ở chương máy gia công răng).

Về các phương pháp gia công sản phẩm bằng cắt gọt ở đây cần lưu ý chọn các chuyển động tạo đường chuẩn, đường sinh cho bề mặt chi tiết gia công hợp lý, hai đường đó có thể do chuyển động của phôi hoặc dao thực hiện. Ở các ví dụ trên khi tiện phôi quay tròn tạo chuẩn tròn dao chuyển động tạo đường sinh, ở máy khoan khi gia công lỗ mũi khoan thực hiện cả tạo đường chuẩn và đường sinh, ở máy gia công răng bằng bao hình thì phôi (chi tiết) và dao cùng quay thực hiện tạo đường sinh thân khai, dao thực hiện tạo chuẩn thẳng hoặc nghiêng.

4.3. PHÂN LOẠI CÁC CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY CÔNG CỤ

Như trên đã có kết luận: Máy gia công chi tiết bằng cắt gọt phải có các chuyển động tạo ra đường sinh và đường chuẩn của bề mặt chi tiết. Việc phân loại các chuyển động có nhiều quan niệm khác nhau. Việc phân loại ở đây với mục đích là đưa ra các thuật ngữ kỹ thuật ngắn gọn đủ chuyển tải lượng thông tin cần thiết. Có thể phân theo sơ đồ sau:



1. Chuyển động cơ bản – chuyển động chính

Chuyển động chính gồm chuyển động cắt và chuyển động chạy dao.

a) *Chuyển động cắt*: là chuyển động tạo ra tốc độ cắt (m/ph).

– Máy có chuyển động cắt là quay tròn như: tiện, khoan, phay, mài...

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \text{ [m/ph]}$$

d – đường kính của phôi quay, hoặc dụng cụ cắt quay (mm);

n – số vòng quay trong 1 phút của phôi hay dao (v/ph).

– Máy có chuyển động cắt là thẳng như máy bào, máy xọc cơ khí:

$$\text{Tốc độ cắt trung bình: } v_{th} = \frac{2 L n_{hkc}}{1000} \text{ [m/ph]}$$

L – chiều dài hành trình bào hoặc xọc (mm);

n_{hkc} – số hành trình kép trong 1 phút (n_{hkc} /ph);

b) *Chuyển động chạy dao (S)*

Chuyển động chạy dao là chuyển động tạo ra năng suất và độ bóng của bề mặt gia công. Giải thích điều này bằng ví dụ sau: Tiện chi tiết như hình 4.10.

Thời gian tiện một lần hết chiều dài là:

$$t_c = \frac{L}{n_{tc} \cdot S} \text{ (ph)}$$

Năng suất công nghệ là:

$$Q = \frac{1}{t_c} = \frac{n_{tc} \cdot S}{L} \text{ (chi tiết/ph)}$$

trong đó: L (mm), S (mm/vòng); n_{tc} (v/ph).

Lượng chạy dao S ảnh hưởng lớn đến năng suất và độ bóng. Nếu S lớn thì năng suất cao nhưng độ bóng bề mặt chi tiết lại giảm và ngược lại. Đơn vị của lượng chạy dao S có thể tính theo:

mm/(vòng t_c) – ở máy tiện, khoan...

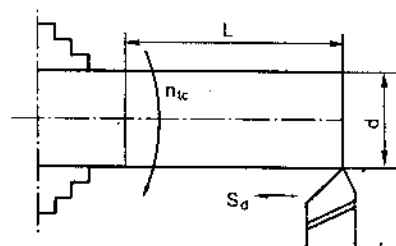
mm/ph – ở máy phay, mài.

phút/1 chu kỳ cắt – ở máy mài răng...

mm/1 htc – máy bào ngang.

Thực hiện chuyển động chạy dao có thể do dao thực hiện (tiện, khoan...) hoặc do phôi thực hiện (phay, mài...). Tên gọi chạy dao thường gọi theo hướng chuyển động: chạy dọc – S_d ; chạy ngang (hoặc hướng kính) – S_n (hoặc S_k); chạy đứng – S_{lt} .

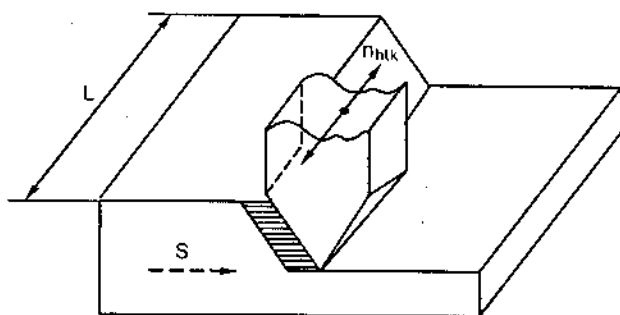
Chuyển động chạy dao gồm có chạy dao liên tục và chạy dao gián đoạn.



Hình 4.10.

Ví dụ: ở máy bào ta có chạy dao gián đoạn: dao thực hiện 1 hành trình kép thì phải dịch đi một lượng S_{mm} ($\bar{S}$) để cắt lớp cắt khác (hình 4.11).

Trong quá trình gia công phải có chế độ cắt S , v , t hợp lý. Ở các máy chuyên dùng hay các máy tự động do tính chất về loại sản xuất, chế độ cắt này đáp ứng được (hộp tốc độ dùng bánh răng thay thế). Các máy vạn năng phải bảo đảm chế độ cắt từ nhỏ nhất đến lớn nhất theo yêu cầu kỹ



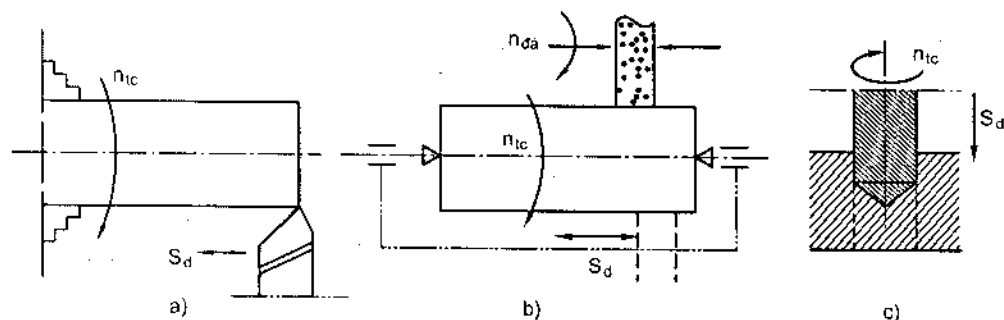
Hình 4.11.

thuật của mỗi loại máy. Như phần trước đã nêu với truyền dẫn phân cấp, việc bảo đảm chế độ cắt hợp lý (lý thuyết) khó thực hiện hơn ở truyền dẫn vô cấp.

Khi chọn số vòng quay, lượng chạy dao để gia công nên chọn theo tiêu chuẩn.

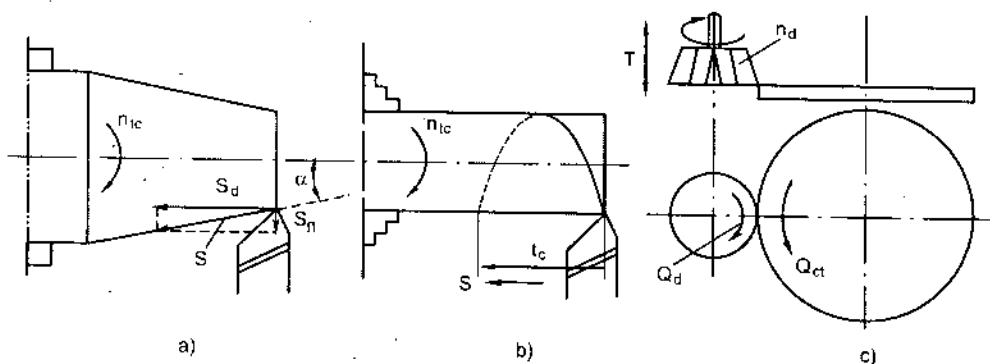
c) Chuyển động tạo hình

Chuyển động tạo hình là chuyển động trực tiếp tạo ra bề mặt gia công. Nếu các chuyển động trong máy không ảnh hưởng đến nhau khi tạo hình gọi là chuyển động tạo hình đơn giản, và ngược lại có quan hệ ràng buộc với nhau theo một quy luật nhất định để tạo hình thì gọi là chuyển động tạo hình phức tạp. Các ví dụ sau đây minh họa các chuyển động tạo hình trên.



Hình 4.12. Ví dụ về tạo hình đơn giản.

Gia công mặt trụ ngoài khi tiện (hình 4.12a) hoặc khoan lỗ (hình 4.12c) thường có quan hệ về chuyển động: 1 vòng quay trục chính, dao chuyển động S_d là chuyển động tạo hình đơn giản vì n_{tc} và S_d có thể thay đổi bất kỳ vẫn tạo ra được mặt trụ ngoài và lỗ trong. Với sơ đồ mài tròn ngoài (hình 4.12b) thì chuyển động cắt của trục dẫn (n_{da}), chuyển động trục chính (n_{tc}), chạy dao vòng (mm/l vòng) và chạy dao dọc S_d độc lập nhau được gọi là tạo hình đơn giản.



Hình 4.13. Ví dụ về tạo hình phức tạp.

Trường hợp tiện mặt côn (hình 4.13a): n_{tc} và S là tạo hình đơn giản, lượng chạy dao S là tổng hợp hai thành phần S_d và S_n có quan hệ $\operatorname{tg} \alpha = \frac{S_n}{S_d}$, S_d và S_n là tạo hình phức tạp.

Trường hợp tiện ren (hình 4.13b): n_{tc} và chạy dao S là tạo hình phức tạp vì có quan hệ không đối là: Trục chính mang phôi quay 1 vòng thì bàn dao mang dao phải tịnh tiến chiều dài bằng bước ren nhất định là t_c (mm).

Trường hợp xọc răng trụ bằng bao hình (sẽ học sau), chuyển động xọc cắt T là tạo hình đơn giản, Q_d và Q_{ct} là tạo hình phức tạp vì đây là chuyển động ăn khớp giữa hai bánh răng, nghĩa là chuyển động quay của dao (Q_d) đi một răng thì buộc phôi hay chi tiết quay (Q_{ct}) cũng quay được 1 răng (quan hệ bao hình) (hình 4.13c).

2. Chuyển động phân độ

Chuyển động phân độ là chuyển động nối tiếp các chuyển động tạo hình để gia công bề mặt mới giống hệt bề mặt cũ. Chuyển động phân độ cũng được định lượng chính xác. Phân độ gián đoạn nghĩa là thực hiện tạo hình xong bề mặt, sau đó quay phân độ để gia công mặt khác. Ví dụ: phân độ gia công bánh răng bằng dao phay chếp hình (xem phần máy phay), phân độ để gia công ren nhiều đầu mối trên máy tiện (xem phần máy tiện).

Phân độ liên tục: là quá trình xảy ra phân độ liên tục trong khi gia công, ví dụ gia công bánh răng bằng phương pháp bao hình, phôi và dao quay liên tục để tạo ra các răng trên bánh răng đều như nhau.

3. Chuyển động chạy không và chuyển động phụ

Chuyển động chạy không là chuyển động tiến dao vào, lùi dao ra, đưa dao về vị trí ban đầu... trong quá trình gia công. Chuyển động phụ (ở các máy bình thường) là chuyển động đóng mở ly hợp thay đổi chế độ cắt... (chuyển động chạy không, chuyển động phụ hay là thời gian chạy không, thời gian phụ rất có

ý nghĩa trong việc tạo ra năng suất chế tạo). Với các máy điều khiển theo chương trình số NC, CNC dịch chuyển chạy không dụng cụ hoặc chỉ tiết theo cách gì, tọa độ nào lại càng quan trọng.

4.4. PHÂN LOẠI VÀ KÝ HIỆU MÁY CÔNG CỤ

1. Phân loại

Có nhiều cách phân loại máy công cụ:

- Theo phạm vi sử dụng: máy vạn năng, máy chuyên môn hoá, máy chuyên dùng, máy tổ hợp. Máy vạn năng ở đây chỉ có giới hạn trong phạm vi công nghệ, đối tượng gia công, ví dụ tiện ren vít vạn năng, phay vạn năng... có thể làm nhiều việc như tiện, khoan, mài... Ví dụ, máy 1A95 có thể tiện, khoan, phay.

- Theo mức tự động hoá: có máy bán tự động, tự động.

- Theo cấp chính xác: có cấp chính xác thường, cao và đặc biệt cao. Theo tiêu chuẩn Việt Nam, máy công cụ có 5 cấp chính xác: cấp E là chính xác thường, cấp chính xác tăng D, chính xác cao C, đặc biệt cao B và siêu chính xác A (chủ yếu là các máy trường).

- Theo khối lượng: loại nhẹ khối lượng dưới 1 tấn, loại trung bình tới 10 tấn, loại nặng từ 10 đến 30 tấn, máy hạng nặng từ 30 đến 100 tấn, loại cực nặng hơn 100 tấn (máy tiện đứng cực nặng có khối lượng tới 1600 tấn).

2. Ký hiệu

Ký hiệu máy ghi rõ nhóm máy bằng chữ cái ghi ở đầu tiên, kiểu máy ghi bằng một chữ số tiếp theo, hai số tiếp theo chỉ kích thước quan trọng cho sử dụng và nếu thêm chữ cái nào đó nữa là chỉ rõ chức năng, mức độ tự động, độ chính xác và sự cải tiến máy.

Ví dụ: T620A chữ cái T – máy tiện, số 6 – vạn năng, số 20 chỉ chiều cao tâm máy 200mm tương ứng đường kính gia công lớn nhất là 400mm, chữ cái A chỉ đã cải tiến từ máy T620.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu các phương pháp gia công bề mặt chi tiết.
2. Nêu các chuyển động của máy công cụ.

Chương 5

MÁY TIỆN

5.1. CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI

Công dụng: Máy tiện được sử dụng khá rộng rãi và chiếm tỷ lệ cao trong các máy cắt kim loại trong nhà máy, công ty cơ khí. Công dụng của máy tiện là để gia công chi tiết có dạng tròn xoay như mặt trụ, côn, khoan lỗ, tiện ren, cắt đứt, khoà mặt phẳng... Trên máy tiện có thể trang bị các đồ gá mài, đồ gá phay, đồ gá tiện chép hình, lăn nhám.

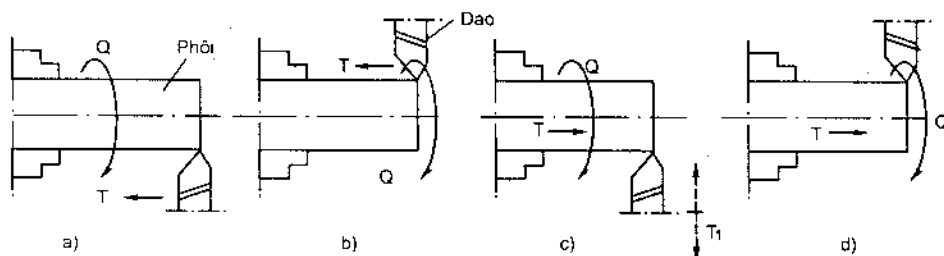
Phân loại: theo công dụng có máy tiện vạn năng, máy chuyên dùng như máy tiện ren chính xác, tiện trục khuỷu, tiện nổi trục xe đạp... theo vị trí trục chính có tiện cột, tiện đứng. Phân loại theo mức độ tự động có: máy tiện bán tự động, tiện tự động (điều khiển cứng dùng cam) máy tiện điều khiển theo chương trình (NC, CNC).

Ký hiệu: như đã trình bày ở chương trước.

Để tổng quát về truyền dẫn trong máy tiện, ở chương này chỉ đi sâu về máy tiện ren vít vạn năng.

5.2. MÁY TIỆN REN VÍT VẠN NĂNG

Như trên đã nêu, máy phải tạo được các chuyển động tạo đường chuẩn, đường sinh do dao hay phôi thực hiện. Điều đó ảnh hưởng rất nhiều đến kết cấu máy. Với máy tiện, để gia công bề mặt tròn xoay ta chọn đường chuẩn là tròn và đường sinh bất kỳ, giả sử chọn phương án gia công theo vết ta có các phương án chuyển động sau:



Hình 5.1.

Nhận xét: Với 4 phương án trên, phương án dao vừa quay vừa tịnh tiến rất khó thực hiện (hình 5.1b); phương án hình 5.1c đã được sử dụng, nếu thêm

chuyển động ra vào T_1 của dao thì đường sinh có thể là bất kỳ (phối hợp $T-T_1$) gọi là tiện dọc định hình; phương án hình 5.1d phù hợp với dùng phôi cuộn không quay được, đã được sử dụng để gia công bi trụ lắp trong các khoá; phương án hình 5.1a được sử dụng rộng rãi trong các máy tiện vì kết cấu đơn giản.

Với máy tiện ren vít vạn năng có chức năng tiện trơn, tiện ren trên mặt trụ, khoả mặt, tiện ren mặt đầu ta chọn phương án hình 5.1a: phôi quay thực hiện chuyển động cắt, vì dao thực hiện chuyển động chạy dọc và ngang, chỉ dùng một động cơ truyền dẫn cho phôi và dao.

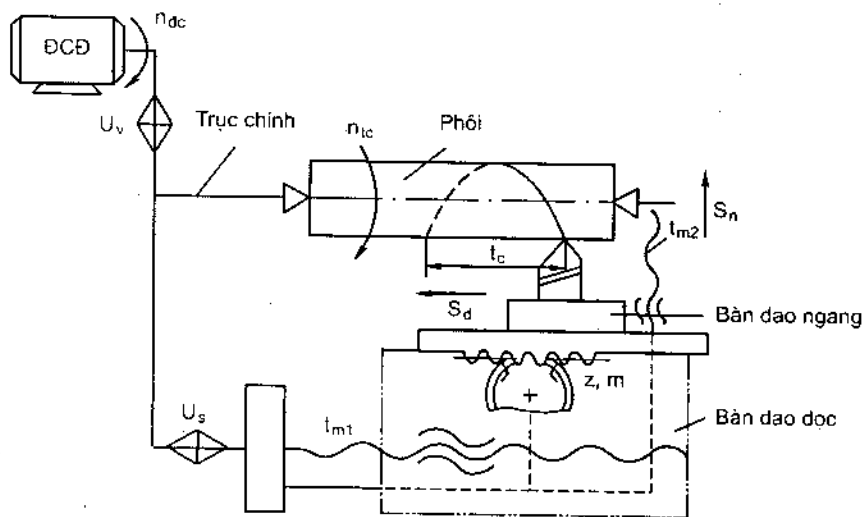
5.2.1. Các chuyển động cần thiết và sơ đồ nguyên lý truyền dẫn (sơ đồ kết cấu động học) của máy (hình 5.2)

a) *Chuyển động cắt*: chuyển động tạo ra tốc độ cắt là chuyển động quay của trục chính mang phôi, tốc độ quay của trục chính là n_{tc} :

$$n_{tc} = \frac{1000v}{\pi d} \quad (\text{vòng/ph})$$

Trong đó: v — tốc độ cắt (m/ph), chọn theo nguyên lý cắt;

d — đường kính phôi gia công (mm).



Hình 5.2. Sơ đồ nguyên lý truyền dẫn của máy tiện ren vít vạn năng.

Để bảo đảm máy gia công được với vật liệu dao, vật liệu chi tiết, đường kính gia công... khác nhau ta phải thiết kế trục chính có nhiều tốc độ tương ứng ($\min \div \max$). Đáp ứng được yêu cầu này cần có hộp tốc độ, ký hiệu là U_v trên sơ đồ.

Nguồn truyền là động cơ có tốc độ n_{dc} (v/ph).

Đường truyền tốc độ: đi từ trục động cơ qua hộp tốc độ đến trục chính. Ta có xích truyền động:

$$n_{dc} \cdot U_v = n_{tc} \Rightarrow U_v = \frac{n_{tcmin} \div n_{tcmax}}{n_{dc}}$$

b) Chuyển động chạy dao

Chuyển động chạy dao do bàn máy mang dao thực hiện, ở đây phải thực hiện hai chuyển động: chạy dọc và chạy ngang.

Chuyển động chạy dao dọc để tiện ren. Yêu cầu khi cắt ren: trục chính mang phôi quay một vòng thì bàn máy mang dao chuyển động một lượng bằng bước ren cần cắt t_c (mm). Thực hiện biến đổi chuyển động dùng vít me đai ốc có bước t_{m1} (vì đây là chuyển động tạo hình phức tạp).

Xích chuyển động chạy dao (ký hiệu U_s) đi từ trục chính qua hộp chạy dao đến bàn máy. Ký hiệu U_s trên sơ đồ là hộp chạy dao bảo đảm các tỷ số truyền để cắt ren có bước $t_{cmin} \div t_{cmax}$.

Phương trình xích chạy dao cắt ren:

$$1 \text{ vòng } t_c \cdot U_s \cdot t_{m1} = t_c \text{ (mm)} \Rightarrow U_s = \frac{t_{cmin} \div t_{cmax}}{1 \cdot t_{m1}}$$

– Chuyển động chạy dao dọc (S_d) tiện trơn: đường truyền lấy từ trục chính (1 vòng trục chính) qua hộp chạy dao không qua trục vít me mà qua bàn xe dao dọc đến cơ cấu bánh răng, thanh răng thực hiện chạy dao dọc (S_d , mm) (vì đây là xích tạo hình đơn giản được tách riêng không chung với tạo hình phức tạp).

Phương trình xích chạy dao tiện trơn:

$$1 \text{ vòng } t_c \cdot U_s \cdot \pi \cdot m \cdot Z = S_d \text{ (mm)} \Rightarrow U_s = \frac{S_{dmin} \div S_{dmax}}{1 \cdot \pi m Z}$$

trong đó: m , Z – môđun, số răng của bánh răng.

– Chuyển động chạy dao ngang (S_n): đường truyền như chạy dao dọc nhưng không qua bánh răng – thanh răng mà buộc phải qua vít me ngang có bước t_{m2} . Đường này dùng chung cho khoả mặt và cắt ren mặt đầu:

$$1 \text{ vòng } t_c \cdot U_s \cdot t_{m2} = S_n \text{ (mm)}.$$

Cắt ren là xích tạo hình phức tạp nên chỉ được dùng một động cơ chính truyền chuyển động cho trục chính và bàn dao. Với máy chỉ để tiện trơn cho phép dùng hai động cơ riêng rẽ: một động cơ chính và một động cơ chạy dao.

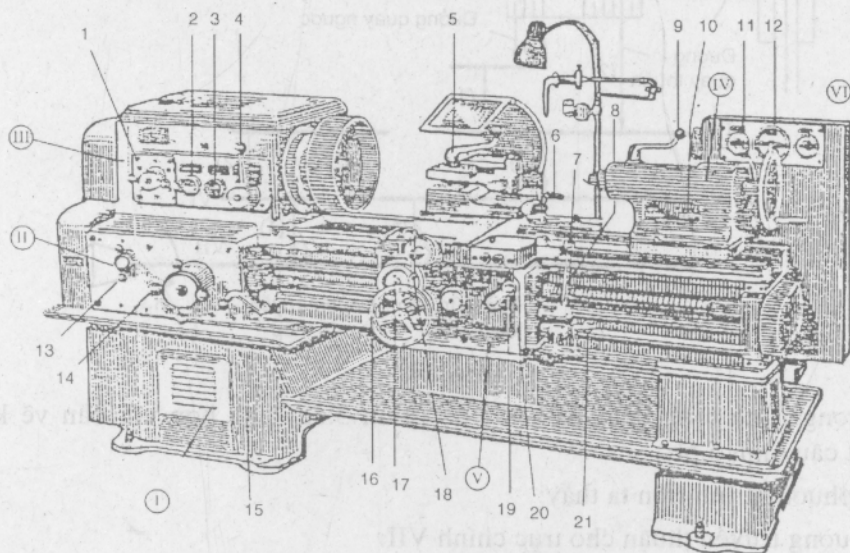
5.2.2. Máy tiện ren vít vạn năng T620

Máy T620 do nhà máy chế tạo máy công cụ số 1 chế tạo năm 1964 theo

mẫu máy 1K62 của Liên Xô. Tính năng kỹ thuật của máy xem bảng 5-1. Sơ đồ nguyên lý truyền dẫn phù hợp với hình 5.2.

1. Các bộ phận chính của máy (hình 5.3)

- Bộ phận cố định: trên thân máy I có lắp hộp tốc độ mang trục chính III (gọi là ụ đứng) và hộp chạy dao (II).
- Bộ phận di động: ụ động (IV) và bàn dao (V).
- Bộ phận điều khiển: các tay gạt, nút bấm, công tắc hành trình, bảng điện điều khiển...
- Hệ thống bôi trơn làm lạnh, chiếu sáng và các phụ tùng kèm theo như giá đỡ, mâm cặp, mũi chống tâm, bánh răng thay thế.

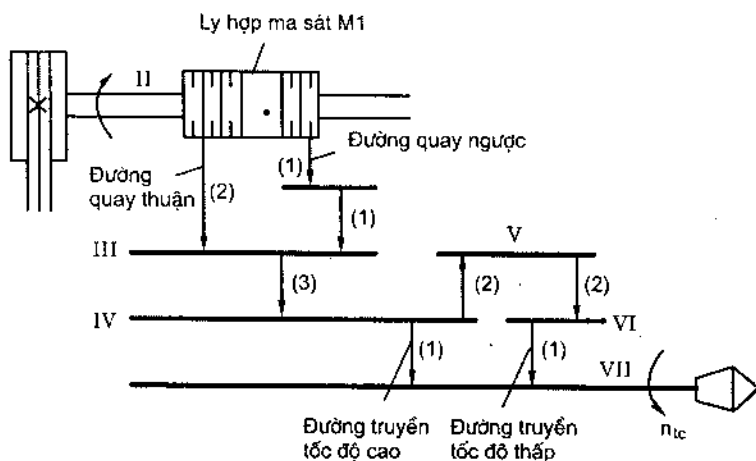
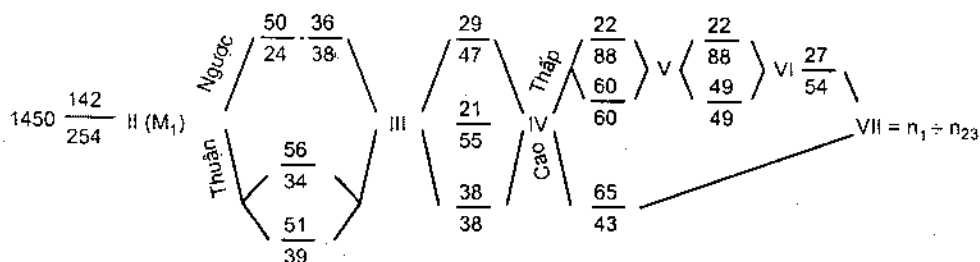


Hình 5.3. Máy tiện ren vít vạn năng T620 (1K62).

- 1, 4. Tay gạt để thay đổi tốc độ trục chính, 2. Tay gạt để cắt ren khuếch đại và bình thường, 3. Tay gạt để vị trí cắt ren phải, trái và chạy dao, 5. Tay quay kẹp bàn dao, 6. Tay quay vít me bàn dao trên, 7. Nút bấm chạy dao nhanh, 8. Tay gạt ly hợp để điều chỉnh hướng chạy dao, 9. Tay quay kẹp chặt vòng ụ động, 10. Bu lông kẹp ụ động, 11. Tay quay kẹp ụ động với sống trượt, 12. Vô lăng di chuyển vòng ụ động, 13. Tay quay để xác định vị trí chạy dao, cắt ren các loại, 14. Tay quay để thay đổi tốc độ chạy dao, 15, 21. Tay gạt để đóng mở, đảo chiều trục chính, 16. Vô lăng cho chạy dao dọc, 17. Nút điều khiển để tiện trơn và cắt ren, 18. Tay quay bàn dao ngang, 19. Tay gạt đóng đai ốc khi cắt ren, 20. Nút ấn tắt mở máy.

2. Các xích truyền động

* *Xích tốc độ*: từ động cơ điện 10kW, 1450v/ph, qua bộ truyền đai thang $\frac{142}{254}$ vào hộp tốc độ đến trục chính. Tóm tắt đường truyền theo hình 5.4 (các số ghi (1), (2), (3) trên sơ đồ là số cặp bánh răng ăn khớp).



Hình 5.4.

Phương trình tổng quát xích tốc độ (hình 5.5a) phù hợp với bản vẽ khai triển kết cấu hình 5.5b.

Từ phương trình trên ta thấy:

– Đường truyền thuận cho trục chính VII:

$$1 \times 2 \times 3 \times 1 = 6 \text{ tốc độ cao.}$$

$$1 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 1 = 24 \text{ tốc độ thấp.}$$

Trên thực tế ta thấy trong nhóm truyền:

$$\text{IV} \left\{ \begin{array}{l} \frac{22}{88} \\ \frac{60}{60} \end{array} \right. \text{V} \left\{ \begin{array}{l} \frac{22}{88} \\ \frac{49}{49} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{22}{88} \cdot \frac{22}{88} = \frac{1}{16} \\ \frac{60}{60} \cdot \frac{22}{88} = \frac{1}{4} \\ \frac{22}{88} \cdot \frac{49}{49} = \frac{1}{4} \\ \frac{60}{60} \cdot \frac{49}{49} = 1 \end{array} \right.$$

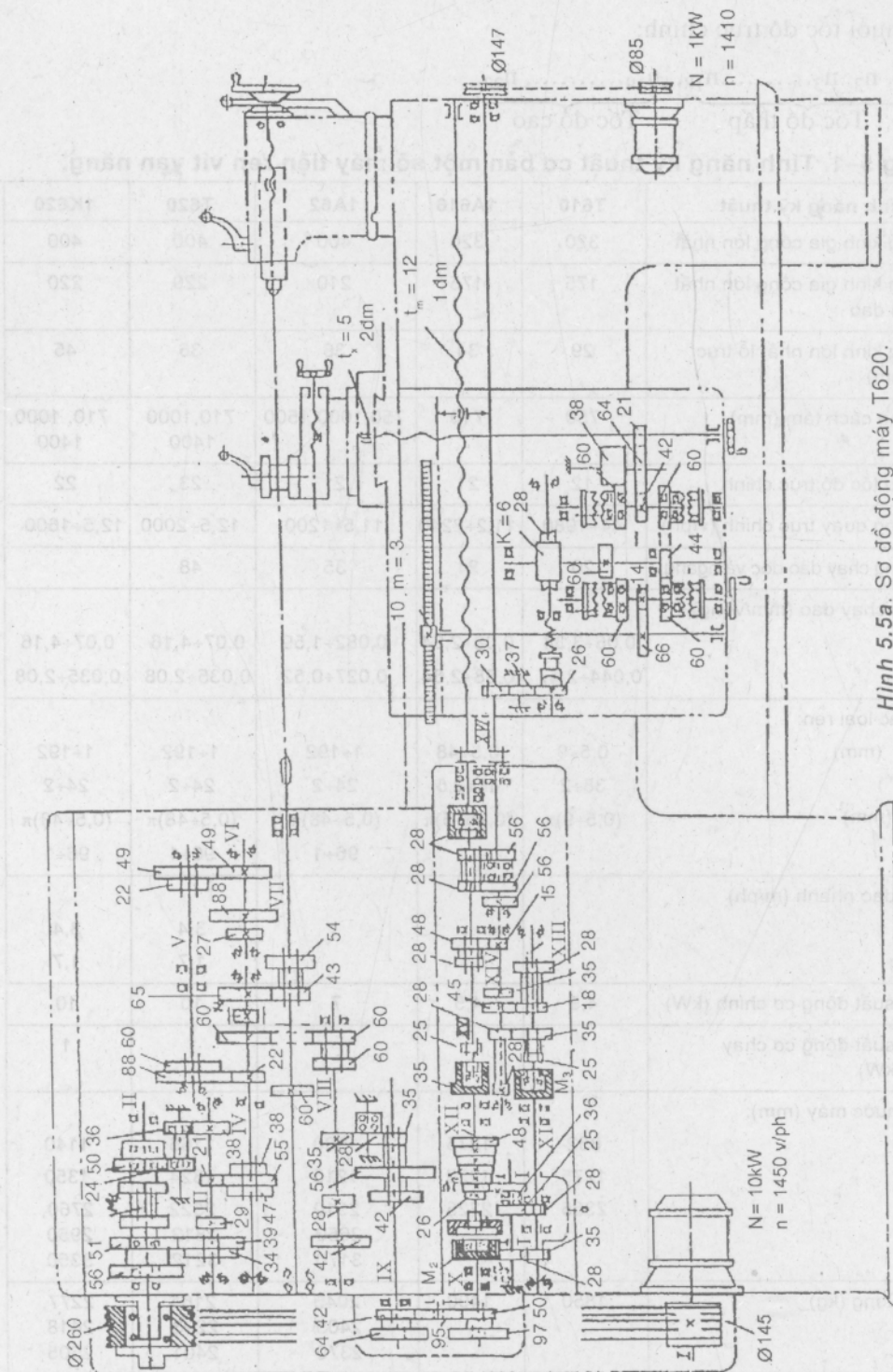
có tỷ số truyền 1/4 trùng nhau nên thực tế nhóm này chỉ có 3 tỷ số truyền, số cặp tốc độ thấp là: $1 \times 2 \times 3 \times 3 \times 1 = 18$.

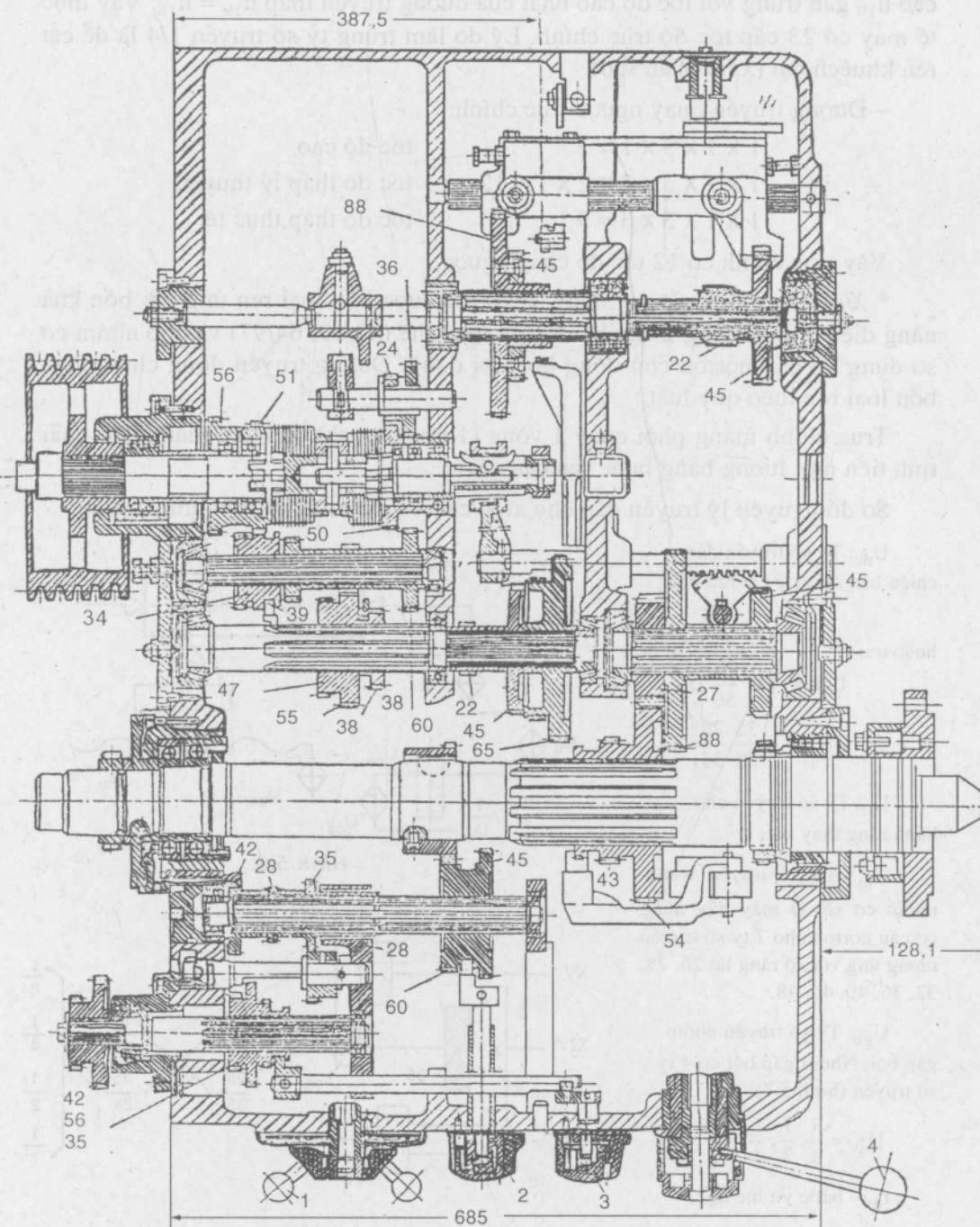
Chuỗi tốc độ trục chính:

$$\underbrace{n_1, n_2, n_3, \dots, n_{18}}_{\text{Tốc độ thấp}}, \underbrace{n_{19}, \dots, n_{23}}_{\text{Tốc độ cao}}$$

Bảng 5-1. Tính năng kỹ thuật cơ bản một số máy tiện ren vít vạn năng:

Tính năng kỹ thuật	T610	1A616	1A62	T620	1K620
– Đường kính gia công lớn nhất	320	320	400	400	400
– Đường kính gia công lớn nhất dưới bàn dao	175	175	210	220	220
– Đường kính lớn nhất lỗ trục chính (mm)	29	34	36	36	45
– Khoảng cách tâm (mm)	750	710	750,1000,1500	710,1000,1400	710, 1000, 1400
– Số cấp tốc độ trục chính	12	21	21	23	22
– Số vòng quay trục chính (v/ph)	44÷1980	11,2÷2240	11,5÷1200	12,5÷2000	12,5÷1600
– Số lượng chạy dao dọc và ngang	20	21	35	48	
– Lượng chạy dao (mm/vòng)					
Dọc	0,06÷3,34	0,08÷2,64	0,082÷1,59	0,07÷4,16	0,07÷4,16
Ngang	0,044÷2,47	0,08÷2,64	0,027÷0,52	0,035÷2,08	0,035÷2,08
– Cắt các loại ren:					
Quốc tế (mm)	0,5÷9	0,5÷48	1÷192	1÷192	1÷192
Anh (1'')	38÷2	48÷2,5	24÷2	24÷2	24÷2
Môđun (mm)	(0,5÷9) π	(0,25÷5) π	(0,5÷48) π	(0,5÷48) π	(0,5÷48) π
Pít			96÷1	96÷1	96÷1
– Chạy dao nhanh (m/ph)					
Dọc				3,4	3,4
Ngang				1,7	1,7
– Công suất động cơ chính (kW)	4,5	4,5	7	10	10
– Công suất động cơ chạy nhanh (kW)				1	1
– Kích thước máy (mm):					
Rộng	852	1275	1580	1166	1140
Cao	1275	1220	1210	1324	1350
Dài	2355	2225	2510 2650 3170	2522 2812 3212	2760 2950 3350
– Khối lượng (kg)	1850	1400	2045 2405 2370	2161 2293 2401	2277 2418 2505





Hình 5.5b.

Vì yếu tố động lực, người ta đã thiết kế tốc độ thấp nhất của đường truyền cao n_{19} gần trùng với tốc độ cao nhất của đường truyền thấp $n_{19} = n_{18}$. Vậy thực tế máy có 23 cấp tốc độ trục chính. Lý do làm trùng tỷ số truyền 1/4 là để cắt ren khuếch đại (xem phần sau).

– Đường truyền quay ngược trục chính:

$$1 \times 1 \times 3 \times 1 = 3$$

tốc độ cao.

$$1 \times 1 \times 3 \times 2 \times 2 \times 1 = 12$$

tốc độ thấp lý thuyết.

$$1 \times 1 \times 3 \times 3 = 9$$

tốc độ thấp thực tế.

Vậy trục chính có 12 tốc độ chạy ngược.

* *Xích chạy dao cắt ren*: máy T620 cắt được bốn loại ren ứng với bốn khả năng điều chỉnh: dùng 2 cặp bánh răng thay thế (42/50, 64/97) và cho nhóm cơ sở dùng cơ cấu norton chủ động hoặc bị động. Đường truyền động chung của bốn loại ren theo quy luật :

Trục chính mang phôi quay 1 vòng (1 vòng t_c) thì bàn dao mang dao phải tịnh tiến một lượng bằng bước ren cần cắt t_c .

Sơ đồ nguyên lý truyền dẫn cho xích cắt ren được mô tả trên hình 5.6.

U_{dc} : Tỷ số truyền đảo chiều bàn máy để cắt ren phải

hoặc trái

$$U_{dc} = \left(\frac{42}{28} \cdot \frac{28}{35} \right) \text{ hoặc } \left(\frac{42}{56} \cdot \frac{28}{35} \right)$$

U_{tt} : Tỷ số truyền cho bánh răng thay thế.

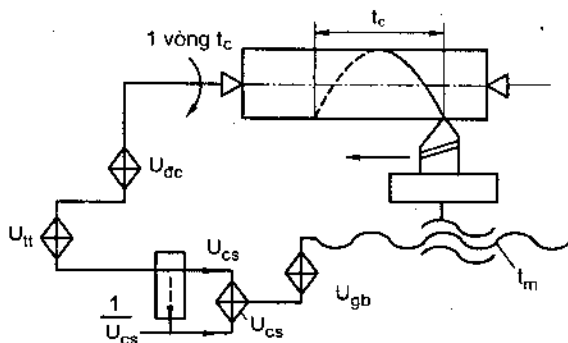
U_{cs} : Tỷ số truyền trong nhóm cơ sở. Ở máy này dùng cơ cấu norton cho 7 tỷ số truyền tương ứng với số răng là: 26, 28, 32, 36, 40, 44, 48.

U_{gb} : Tỷ số truyền nhóm gấp bội. Nhóm gấp bội có 4 tỷ số truyền (hình 5.7).

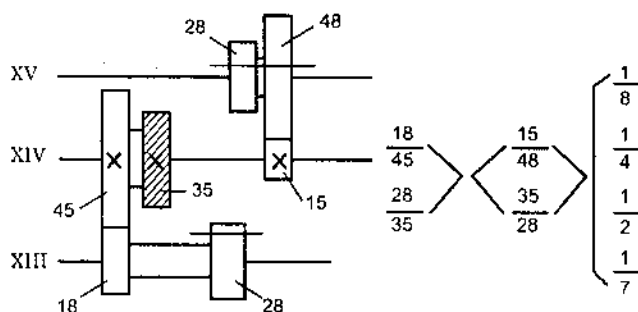
$$U_{gb} = \frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$$

t_m = bước vít me dọc,

$$t_m = 12$$



Hình 5.6.



Hình 5.7.

– *Xích cắt ren Quốc tế* (còn gọi là ren hệ mét) dùng bánh răng thay thế 42/50 và cơ cấu norton chủ động:

$$1 \text{ vòng (VII)} \frac{60}{60} \text{ (VIII)} \frac{42}{42} \dots \frac{\boxed{42}}{\boxed{50}} M2 \frac{\boxed{Z_i}}{\boxed{36}} \frac{\boxed{25}}{\boxed{28}} M4.XIII.U_{gb} \cdot M5(XV) 12 = t_{ci}$$

$U_{II} \quad U_{cs}$

Trong đó Z_i là một trong bảy bánh răng trong cơ cấu norton tương ứng số bước ren cần cắt t_{ci} tương ứng.

Từ đó suy ra công thức điều chỉnh.

$$t_{ci} = K_1 \cdot Z_i \cdot U_{gb}$$

K_1 – tích số cho các số cố định trong phương trình trên; t_{ci} tỷ lệ thuận với Z_i và U_{gb} .

* *Xích cắt ren môđun*: loại ren này dùng trong mối ghép động. Ký hiệu $m = \frac{t_c}{\pi}$. Phương trình xích cắt ren môđun như cắt ren Quốc tế nhưng chỉ khác là dùng bánh răng thay thế $U_{II} = 64/97$.

$$1 \text{ vòng (VII)} \frac{60}{60} \text{ (VIII)} \frac{42}{42} \dots \frac{\boxed{64}}{\boxed{97}} M2 \frac{\boxed{Z_i}}{\boxed{36}} \frac{\boxed{25}}{\boxed{28}} M4.XII.U_{gb} \cdot M5(XV) \cdot 12 = t_{ci} = \pi \cdot m_i$$

$U_{II} \quad U_{cs}$

Tương tự suy ra: $m_i = K_2 \cdot Z_i \cdot U_{gb}$

m_i tỷ lệ thuận với Z_i và U_{gb} .

* *Xích cắt ren Anh*: loại này dùng tương tự như ren Quốc tế. Ký hiệu K – số vòng ren trong một tấc Anh (một tấc Anh 1" = 25,4mm).

Đường truyền ren Anh theo cơ cấu norton bị động và dùng bánh răng thay thế như ren Quốc tế 42/50.

Phương trình xích động:

$$1 \text{ vòng (VII)} \frac{60}{60} \text{ (VIII)} \frac{42}{42} \dots \frac{\boxed{42}}{\boxed{50}} (X) \frac{35 \cdot 28}{28 \cdot 35} (XIII) \frac{\boxed{28}}{\boxed{25}} \frac{\boxed{36}}{\boxed{Z_i}} \frac{35 \cdot 28}{28 \cdot 35} (XII) \cdot U_{gb} \cdot M5(XV) \cdot 12 = t_{ci} = \frac{25,4}{K_i}$$

Từ trên suy ra: $K_i = K_3 \cdot Z_i \cdot \frac{1}{U_{gb}}$

K_i tỷ lệ thuận với Z_i và tỷ lệ nghịch với U_{gb} .

* *Xích cắt ren Pít*: loại ren này có công dụng như ren môđun.

$$\text{Ký hiệu: } D_{pi} = \frac{l''}{m} = \frac{25,4}{m} = \frac{25,4\pi}{t_{ci}}$$

(D_{pi} – tính theo đơn vị Anh, số môđun trong một tấc Anh).

Phương trình xích như cắt ren Anh và dùng bánh răng thay thế 64/97.

$$\text{lvòng (VII)} \frac{60}{60} \text{ (VIII)} \frac{42}{42} \frac{64}{97} \text{ (IX)} \frac{35}{37} \left(\times \right) \frac{28}{25} \frac{36}{Z_1} \frac{35}{28} \frac{28}{35} \text{ (XIII)} U_{gb} \cdot M_5 \text{ (XV)} \cdot 12 = t_{ci} = \frac{25,4\pi}{D_{pi}}$$

Tương tự ta có:

$$D_{pi} = K_4 \cdot Z_i \cdot \frac{1}{U_{gb}}$$

D_{pi} – tỷ lệ thuận với Z_i , tỷ lệ nghịch với U_{gb} .

* **Cắt ren khuếch đại:** ren khuếch đại là ren có bước lớn, thường dùng cắt ren nhiều đầu mối, tiện rãnh đầu trong bạc v.v... Ren khuếch đại sẽ khuếch đại được 4 loại ren tiêu chuẩn kể trên. Tỷ số truyền khuếch đại là 2, 8, 32 lần và với tỷ số truyền đảo chiều $U_{dc} = \frac{28}{56} = \frac{1}{2}$ sẽ có thêm hai tỷ số truyền khuếch đại nữa là 4, 16 lần.

Phương trình cắt ren khuếch đại tóm tắt như sau:

$$\begin{aligned} 1 \text{ vòng (VII)} \frac{54}{27} \text{ (VI)} \left\langle \begin{array}{c} \frac{49}{49} \\ \frac{88}{22} \end{array} \right\rangle \text{ (V)} \left\langle \begin{array}{c} \frac{60}{60} \\ \frac{88}{22} \end{array} \right\rangle \text{ (VII)} \frac{60}{60} \text{ (VIII)} U_{dc} \cdot U_{II} \\ U_{cs} \cdot U_{gb} \cdot \text{(XV)} \cdot M_5 \cdot 12 = t_{ckd} \end{aligned}$$

* **Cắt ren chính xác:** Yêu cầu đường truyền ngắn nhất, đường truyền ngắn nhất là đến U_{II} đóng các ly hợp M_2, M_3, M_5 để trực tiếp quay trục vít me XV.

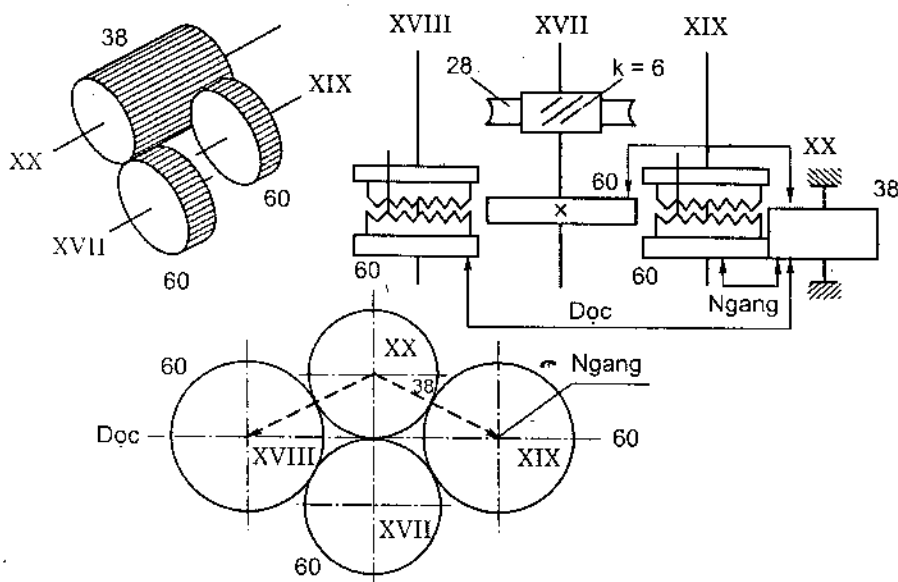
* **Cắt ren mặt đầu:** là đường xoắn Ac-simét như trong mâm cặp 3 vấu. Nguyên tắc là phối quay tròn đều và dao tiện tiến đều vào tâm. Tiện ren yêu cầu tỷ số truyền chính xác. Ở đây có bố trí thêm ở ly hợp M_5 có bánh răng 28 gạt ăn khớp với bánh răng 56 lắp cố định với trục XVI và từ đó qua bàn xe dao đến trục vít me ngang có bước ren $t = 5\text{mm}$.

+ **Tiện tròn:** đường truyền động giống như tiện ren, nhưng đến ly hợp M_5 , ở vị trí giữa hai bánh răng có $Z = 28$ ăn khớp với hai bánh răng có $Z = 56$ truyền qua ly hợp siêu việt vào trục trơn tới trục vít – bánh vít 6/28. Từ trục này truyền về hai ngả về phía trái để tiện dọc và về phía phải đến vít me ngang.

+ **Tiện trơn dọc:** từ trục bánh vít 28 qua cặp bánh răng $\frac{44}{60}$ (bánh răng 60

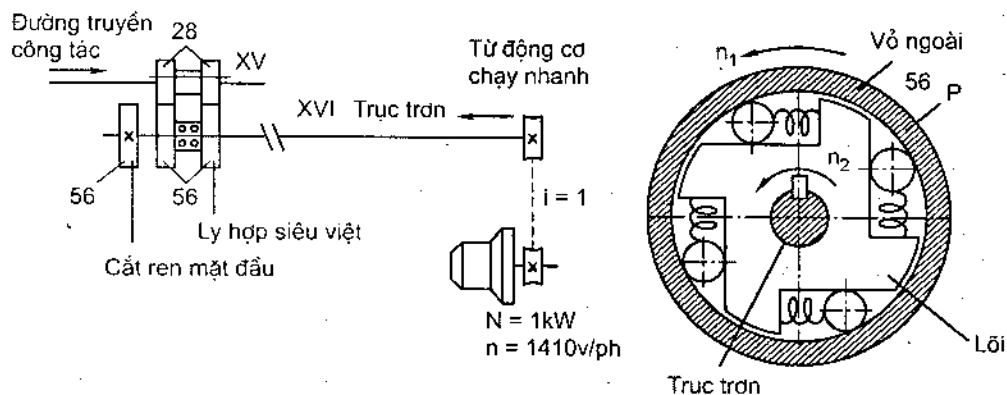
lồng không trên trục) qua ly hợp vấu đến cặp bánh răng 14/66 tới bánh răng $Z = 10$, $m = 3$, bàn xe dao chạy về phía mâm cặp, muốn đảo chiều ngược lại thì gạt ly hợp vấu để nối chuyển động qua bánh răng dẽm $Z = 38$, đường ngược lại qua bánh răng – thanh răng – bàn dao chạy dọc.

+ Tiện trơn ngang: giống như tiện trơn dọc nhưng đi theo ngả bên phải để đến bàn dao ngang qua vít me ngang $t = 5\text{mm}$. Đảo chiều chạy dao dọc, ngang xem hình 5.8.



Hình 5.8. Đảo chiều bàn xe dao.

3. Một số cơ cấu của máy



Hình 5.9. Ly hợp siêu việt.

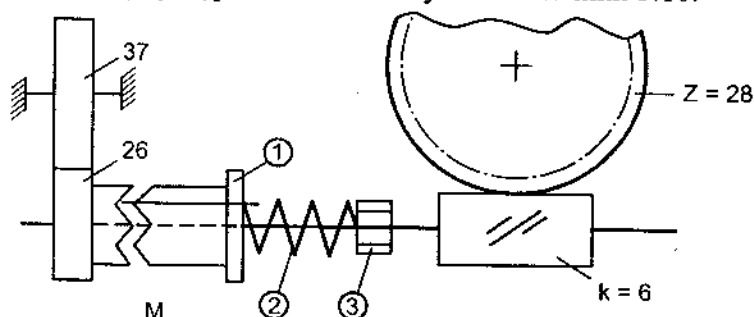
a) Chạy dao nhanh: động cơ chạy dao nhanh công suất 1kW, $n = 1410\text{v/ph}$ qua bộ truyền đai $U_d = 1$, trục trơn quay nhanh. Để tránh xoắn gãy trục trơn do

hai đường truyền cùng một lúc chạy công tác và chạy nhanh, ta bố trí ly hợp siêu việt (hình 5.9).

* *Nguyên lý làm việc:* Khi chạy dao công tác vỏ ngoài liền với bánh răng 56 quay theo chiều n_1 , lò xo luôn đẩy con lăn kẹt giữa vỏ và lõi, lõi lắp then với trục trơn làm trục trơn quay theo, trong khi đó muốn chạy dao nhanh n_2 ($n_2 \gg n_1$). Do có chuyển động tương đối ($n_2 - n_1$) con lăn có xu hướng bị đẩy lọt vào khoảng trống giữa vỏ và lõi, vỏ và lõi tách rời trục trơn chỉ quay với tốc độ n_2 .

b) *Cơ cấu an toàn chạy dao:* các máy tiện đều có cơ cấu an toàn cho chạy dao. Nguyên lý chung là khi cắt quá tải hoặc do nguyên nhân gì đó mà bàn máy không chuyển động được thì phải cắt đường truyền.

Sơ đồ nguyên lý ly hợp an toàn cho máy T620 như hình 5.10.



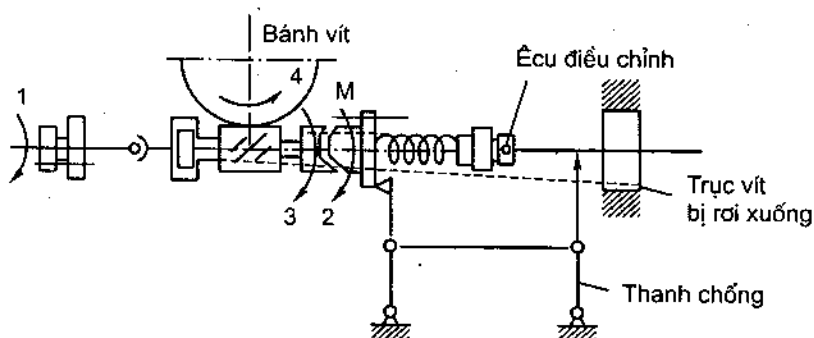
Hình 5.10. Sơ đồ nguyên lý ly hợp an toàn cho máy T620.

* *Nguyên lý làm việc:* từ trục trơn truyền qua cặp bánh răng 37/26, nhờ lò xo 2 đẩy nửa động 1 của ly hợp vấu M sang trái, mômen được truyền qua ly hợp qua truyền động trục vít – bánh vít 6/28 làm bàn dao dọc hoặc ngang chuyển động. Khi quá tải bàn máy ngừng chuyển động, thông qua bánh vít – trục vít làm 1 không quay, trong khi đó bánh răng 26 vẫn quay, ly hợp bị trượt ép lò xo tách ly hợp, ngắt chuyển động, đai ốc 3 để điều chỉnh lực lò xo. Nhược điểm là loại này gây ồn.

Với tiện ren bị quá tải có cách đơn giản nhất là đứt chốt nối với trục vít me.

Để tránh nhầm lẫn khi cắt ren (trục vít me quay) và tiện trơn (trục trơn quay), người ta dùng cơ cấu khoá lần tay gạt đai ốc hai nửa 19 với chốt đẩy kéo 17 (bánh răng $Z = 10$, $m = 3$ không ăn khớp thanh răng, khi đã đóng đai ốc hai nửa) nghĩa là chỉ để cho một trong hai chức năng đó làm việc (hình 5.3).

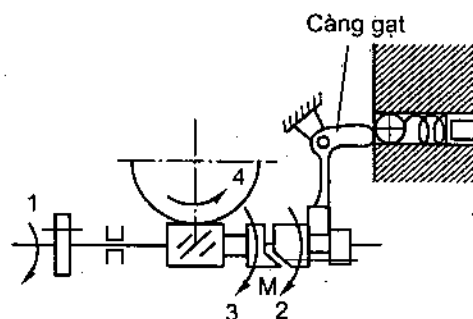
* *Cơ cấu an toàn chạy dao của máy T630 (hoặc 1A62):* dùng cơ vấu trục vít rơi (hình 5.11). Truyền động từ trục trơn tới 1 – 2 ly hợp M trục vít lồng không 3, bánh vít 4 đến bàn dao, khi quá tải bánh vít bị giữ lại, ly hợp M trượt ép lò xo đẩy thanh chống sang phải trục vít rơi xuống, ngắt chuyển động. Muốn tiếp tục làm việc thì phải nâng trục vít lên về vị trí ăn khớp được.



Hình 5.11. Cơ cấu an toàn chạy dao của máy T630 dùng cơ vấu trục vít rơi.

* Cơ cấu an toàn chạy dao của máy T616 (hình 5.12).

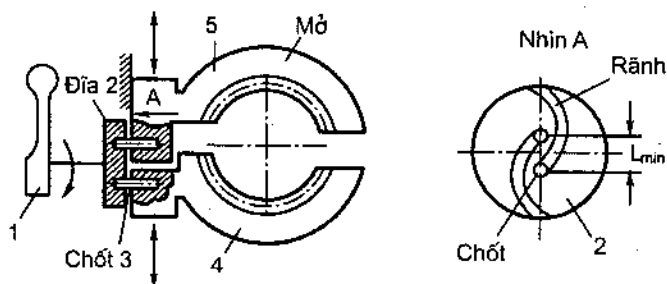
Lò xo luôn tỳ vào mặt vát trên của càng gạt để đóng ly hợp M. Truyền động từ 1-2-3-4-bàn dao. Khi quá tải vấu 2 trượt sang phải, càng gạt bị xoay nâng lên trên, viên bi lúc này tỳ vào mặt vát dưới của càng gạt mở ly hợp M. Muốn máy chạy lại ta phải dùng tay gạt đóng ly hợp M lại.



Hình 5.12. Cơ cấu an toàn chạy dao của máy T616.

* Đai ốc hai nửa (hình 5.13).

Quay tay quay 1, đĩa 2 quay. Trên mặt đầu đĩa 2 có rãnh cong hướng tâm dẫn hướng cho hai chốt 3 dịch chuyển, các chốt này gắn cứng với hai nửa đai ốc 4, 5. Hai nửa đai ốc này sẽ cùng tiến hoặc cùng lùi ra theo hướng (đuôi cá) thẳng đứng.

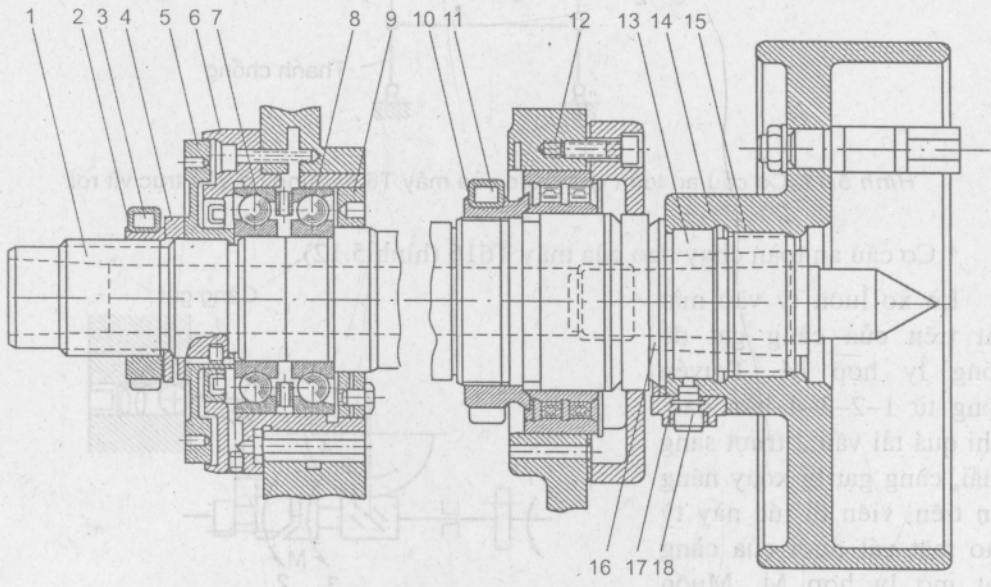


Hình 5.13. Đai ốc hai nửa.

4. Một số kết cấu chính

Kết cấu trục chính: Máy T620 đã chỉ trên hình 5.14 với kết cấu trục chính yêu cầu độ chính xác và cứng vững. Chú ý là sau một thời gian làm việc, ổ bị bị mòn cần điều chỉnh khe hở đó. Thứ tự điều chỉnh, trước tiên điều chỉnh khe hở

ổ trước, nối vít hãm 11, quay đai ốc điều chỉnh 10, vòng trong của ổ bi đĩa 12 bị đẩy về phía trước, khe hở được khử, vận vít 11 hãm tự tháo lỏng cho ren đai ốc 10. Điều chỉnh ổ sau: Nối vít 3, vận đai ốc 2 thông qua bạc lót 4, bích 5 tác động làm dịch chuyển tương đối 2 vòng trong của hai ổ 7 và 8 nhích lại gần nhau, khe hở được khử, vận vít hãm 3 để chống tự tháo lỏng cho ren đai ốc 2.



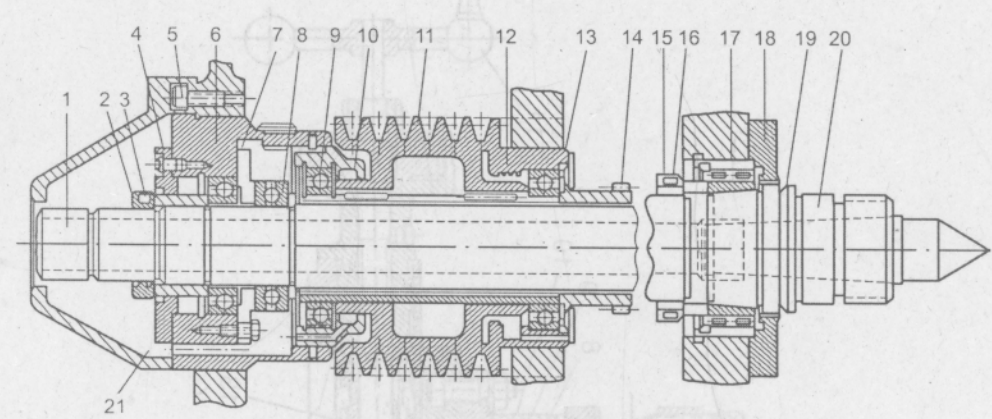
Hình 5.14. Kết cấu cụm trục chính T620.

- 1- trục chính; 2- đai ốc; 3, 11- các vít hãm, 4- bạc đẩy; 5- vòng chia độ, 6- bích sau ổ; 7, 8- ổ bi, 9- đai ốc hãm; 10- đai ốc; 12- bi đĩa; 13- phần định vị mâm cặp với trục; 14- mâm cặp; 15- phần ren lắp mâm cặp; 16- mặt lỗ côn; 17- vấu chống tháo lỏng ren mâm cặp; 18- vít kẹp chặt.

Điều chỉnh khe hở ổ bi trục chính máy 1A616 (hình 5.15) cũng làm tương tự như trên. Ở đây lưu ý là do ống liên bánh răng 14 lắp then với bánh đai 11 được đỡ bởi hai ổ 9 và 13 nên lực của bộ truyền đai không tác dụng trực tiếp vào trục chính, do đó ảnh hưởng không đáng kể đến độ võng của trục chính 1.

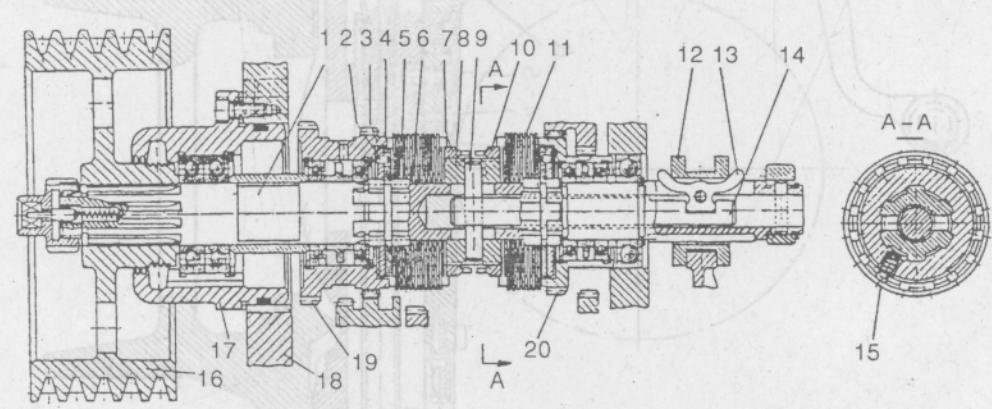
Kết cấu cụm ly hợp ma sát: truyền dẫn và đảo chiều trục chính máy. Khi kéo tay gạt điều khiển 15 hoặc 21 (hình 5.3) lên trên thông qua hệ thống tay đòn qua bánh răng thanh răng tác động (hình 5.16) làm bạc 12 dịch sang phải, đuôi bướm 13 đẩy chốt 9 sang trái qua ống ren 8 đóng ly hợp trục chính quay thuận. Khi cần quay ngược lại ấn tay gạt điều khiển xuống dưới, bạc 12 dịch sang trái, chốt 9 sang phải đóng ly hợp đảo chiều 11. Bộ ly hợp này vừa có tác dụng truyền chuyển động vừa có tác dụng an toàn cho chuyển động chính. Khi bị quá tải trục chính quay chậm hoặc không quay trong khi đó các đĩa ma sát trong 6 lắp then hoa với trục 1 vẫn quay, các đĩa ly hợp 6 và 5 trượt lên nhau,

chống được quá tải. Điều chỉnh khe hở giữa các đĩa ly hợp 5 và 6 bằng cách ấn chốt 15 quay đai ốc 7. Lò xo và chốt 15 cài vào rãnh đai ốc 7 chống tháo lỏng được mối lắp ren giữa 7 và 8.



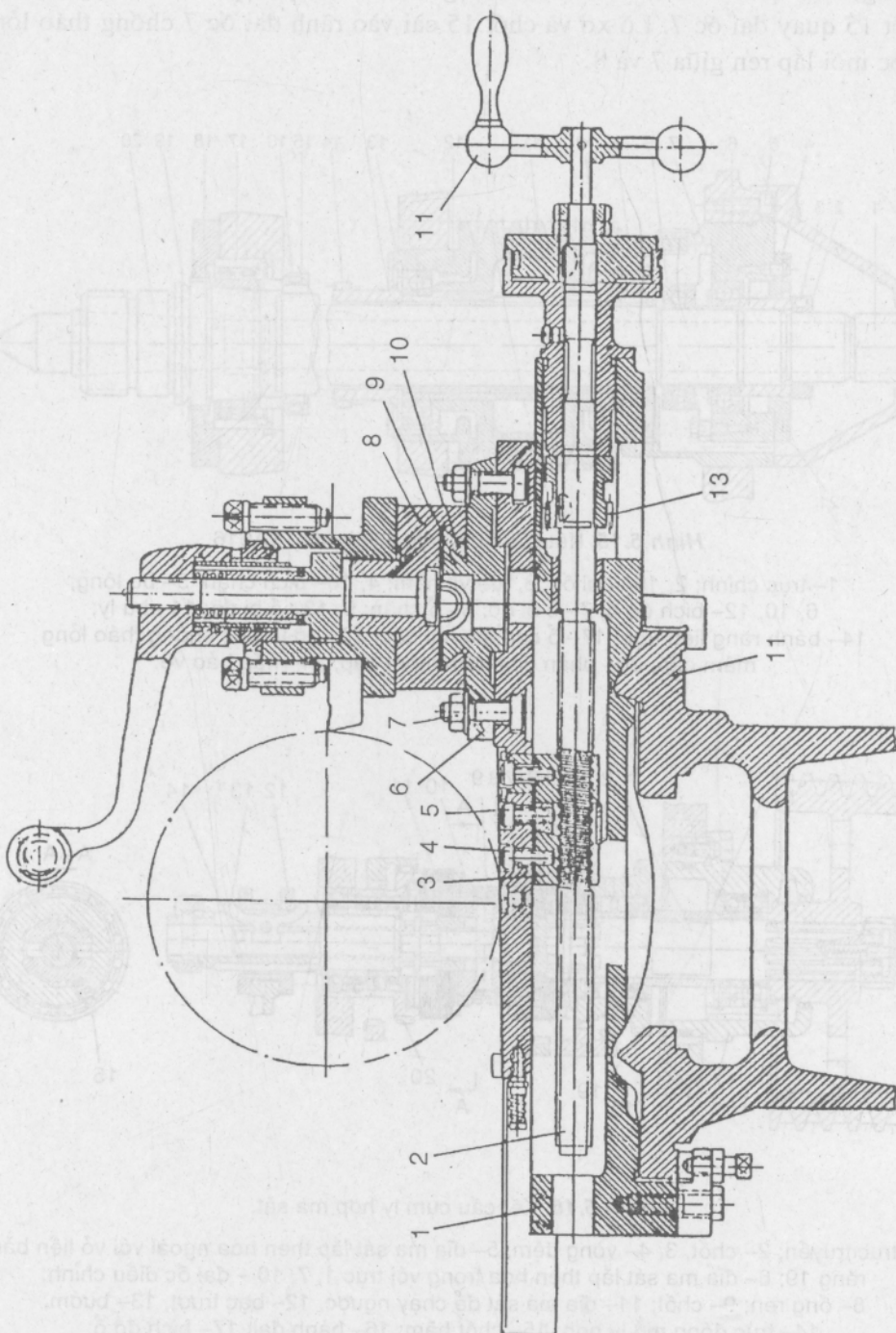
Hình 5.15. Kết cấu cụm trục chính máy 1A616.

- 1— trục chính; 2, 15— đai ốc; 3, 16— vít hãm; 4, 18— bích chặn; 5— bu lông;
- 6, 10, 12— bích đỡ ổ; 7— ổ bi đỡ; 8— ổ chặn; 9, 13— ổ bi đỡ; 11— bu ly;
- 14— bánh răng liền trục; 17— ổ con lăn hai dãy; 19— gờ vát để chống tháo lỏng mâm cặp; 20— phần định tâm mâm cặp; 21— nắp bảo vệ.



Hình 5.16. Kết cấu cụm ly hợp ma sát.

- 1— trục truyền; 2— chốt, 3, 4— vòng đệm; 5— đĩa ma sát lắp then hoa ngoài với vỏ liền bánh răng 19; 6— đĩa ma sát lắp then hoa trong với trục 1; 7, 10— đai ốc điều chỉnh;
- 8— ống ren; 9— chốt; 11— đĩa ma sát để chạy ngược; 12— bạc trượt; 13— bướm;
- 14— trục đóng mở ly hợp; 15— chốt hãm; 16— bánh đai; 17— bích đỡ ổ;
- 19— khối bánh răng 2 bậc; 20— bánh răng truyền đường chạy ngược trục chính.



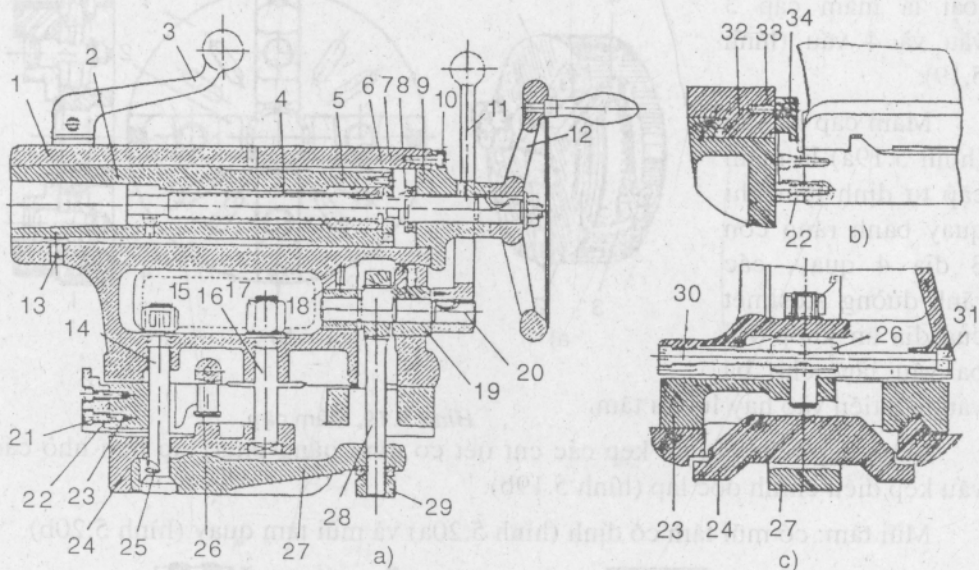
Hình 5.17. Kết cấu bàn dao.

Kết cấu bàn dao: các chi tiết cơ bản của bàn dao đã chỉ trên hình 5.17.

Chạy dao công tác: qua bàn xe dao làm quay bánh răng 13. Bánh răng 13 then bán nguyệt với vít me 2. Khi vít me 2 quay đai ốc 3 mang cụm bàn dao ngay trên chuyển động tịnh tiến đưa dao thực hiện chạy ngang (để thuận cho thói quen điều khiển, tay quay 11 quay thuận, bàn dao tiến vào và ngược lại, thì vít me đai ốc ở đây phải dùng ren trái).

Bàn trượt 8 mang bàn kẹp dao có thể chuyển động vuông góc với bàn dao ngang theo đường dẫn hướng “mang cá” 9. Cả khối bàn dao trên 6 có thể quay trong một phạm vi góc nào đó (để tiện cân bằng quay bàn dao trên) muốn vậy phải nối đai ốc kẹp 7 quay rồi lại kẹp chặt.

Khi vít me đai ốc mòn cần khur khe hở dịch chuyển cả hai chiều thì điều chỉnh bằng chêm thông qua bu lông 5.



Hình 5.18. Ụ động máy tiện 1K62.

a) mặt cắt dọc; b) mặt cắt ngang; c) cơ cấu kẹp ụ động.

1— thân ụ động; 2— nòng ụ động; 3— kẹp nòng ụ động; 4— vít me; 5— đai ốc; 6, 9— bích; 7, 10— vít; 8— ổ bi chặn; 11— tay đòn kẹp ụ động; 12— vô lăng; 13— dẫn hướng nòng ụ động; 14— bu lông; 15— đai ốc điều chỉnh; 16— bu lông; 17— đai ốc; 18— vít hãm; 19— bạc; 20— trục lệch tâm; 21— vít; 22— vấu kéo ụ động; 23— bàn trượt; 24— đòn kẹp; 25— vít hãm; 26— đai ốc; 27— tay đòn; 28— thanh kéo; 29— đai ốc chỉnh; 30, 31— vít me di chuyển ngay ụ động; 32— bàn trượt ngang; 33— vít; 34— vấu trên bàn dao nối với ụ động.

Kết cấu ụ động: trên hình 5.18 giới thiệu kết cấu ụ động của máy 1K62. Công dụng của ụ động là để chống tằm khi tiện các chi tiết dài, để khoan lỗ khi lắp mũi khoan hoặc bầu khoan vào nòng ụ động. Ụ động di chuyển dọc theo đường dẫn hướng bằng hai cách:

- Di chuyển bằng tay đẩy cả khối chuyển động.
- Di chuyển theo chuyển động của bàn máy.

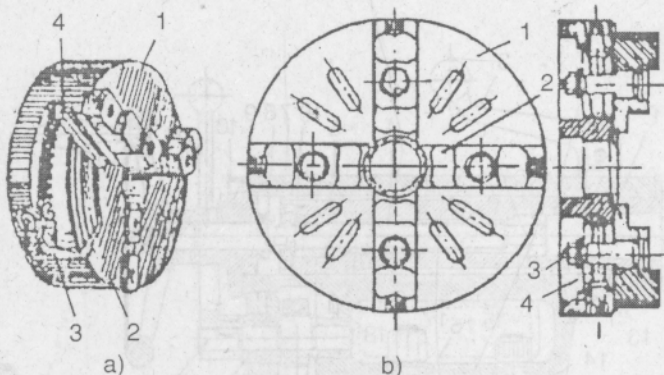
Trên bàn dao có một vấu 34 khớp với vấu 22 của ụ động, khi đó phải gạt tay đòn 11 để không kẹp ụ động vào băng máy. Có thể khoan theo cách này.

* Thao tác khi khoan: lắp mũi khoan hoặc bầu khoan vào côn nòng ụ động. Kẹp chặt ụ động vào băng máy bằng tay đòn 11, nối lỏng tay quay kẹp nòng ụ động 3 quay vô lăng 12 để nòng ụ động tiến.

5. Một số phụ tùng gá lắp thường dùng trong máy tiện

Mâm cặp: có hai loại là mâm cặp 3 vấu và 4 vấu (hình 5.19).

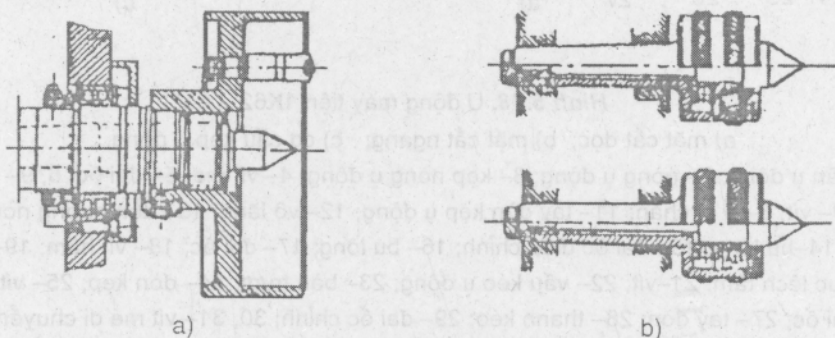
Mâm cặp ba vấu (hình 5.19a) là mâm cặp tự định tâm khi quay bánh răng côn 3 đĩa 4 quay, các rãnh đường Ac-simét của đĩa ăn khớp với ba vấu làm cho ba vấu này tiến vào hay lùi xa tâm.



Hình 5.19. Mâm cặp.

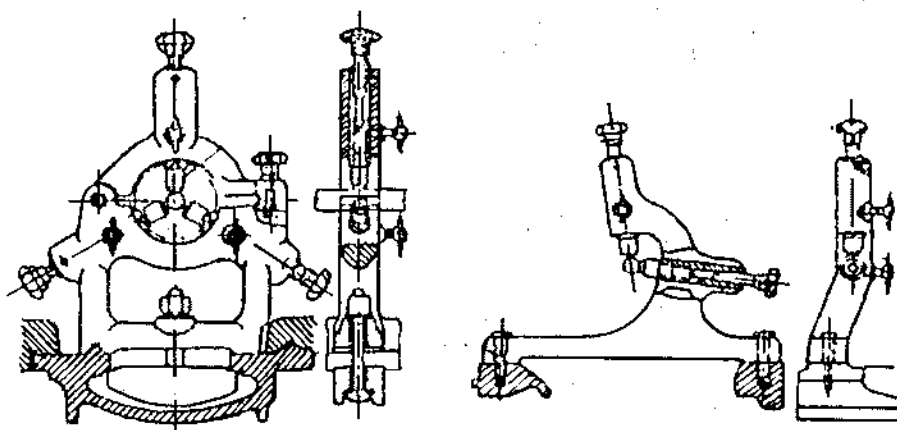
Mâm cặp bốn vấu để kẹp các chi tiết có hình dạng phức tạp hơn nhờ các vấu kẹp điều chỉnh độc lập (hình 5.19b).

Mũi tằm: có mũi tằm cố định (hình 5.20a) và mũi tằm quay (hình 5.20b).



Hình 5.20. Mũi tằm.

– Giá đỡ (Nẹp nết): tác dụng như gối đỡ phụ khi tiện các chi tiết dài. Giá đỡ lắp cố định trên bàn dao (hình 5.21).



Hình 5.21. Giá đỡ.

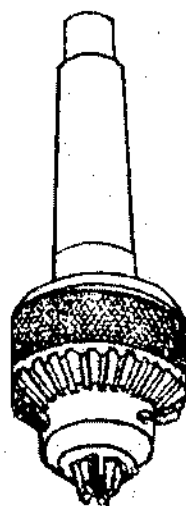
Bầu kẹp mũi khoan (hình 5.22).

Bầu kẹp mũi khoan để lắp vào côn nòng ụ động để khoan có thể chạy dọc bằng tay hoặc chạy cùng với bàn dao dọc (như trên đã nêu).

5.2.3. Điều chỉnh máy tiện

Xuất phát từ yêu cầu kỹ thuật của chi tiết gia công (vật liệu, độ chính xác, độ bóng bề mặt) để xác định quy trình công nghệ gia công trên máy, chọn dao, chọn chế độ cắt cho phù hợp. Thông thường có các bước sau:

– Chọn gá lắp, định vị kẹp chặt chi tiết cho phù hợp. Ở máy tiện thường có ba cách gá kẹp: kẹp bằng mâm cặp ba hoặc bốn vấu; chống tâm hai đầu truyền lực, với chi tiết dài kém cứng phải có giá đỡ (Nẹp nết), một đầu kẹp vào mâm cặp, một đầu chống tâm.



Hình 5.22. Bầu kẹp mũi khoan.

– Lắp và chỉnh dao đúng yêu cầu.

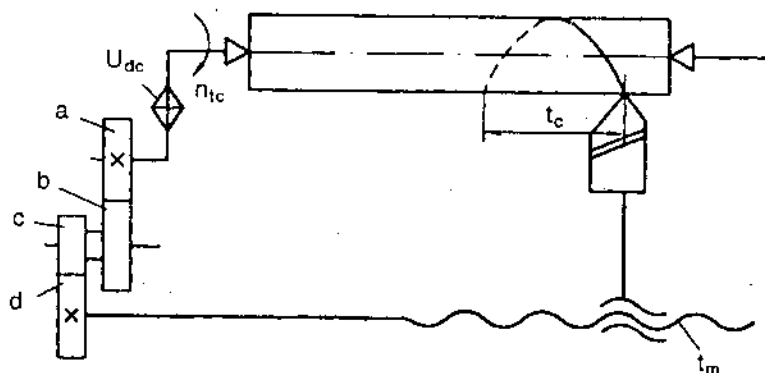
– Kiểm tra máy trước khi tiện như đèn chiếu sáng, dầu bôi trơn, nước làm lạnh...

– Điều chỉnh các tay gạt theo chế độ cắt đã định.

Sau đây giới thiệu một số công việc tính để chỉnh máy.

a) Điều chỉnh máy để cắt ren chính xác không có trong máy

Như trên đã trình bày, cắt ren chính xác đường truyền không qua nhóm cơ sở và gắp bội mà qua bánh răng thay thế đến thẳng trục vít me (hình 5.23).



Hình 5.23.

Phương trình tổng quát cho xích cắt ren là:

$$1 \text{ vòng } t_c \quad U_{dc} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot t_m = t_c.$$

trong đó: U_{dc} – tỷ số truyền đảo chiều và cố định;

t_m – bước vít me trong máy;

t_c – bước ren cần cắt;

a, b, c, d – số răng của các bánh răng thay thế.

$$U_u = \frac{t_c}{1 \cdot U_{dc} \cdot t_m} = \frac{A}{B} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$$

Từ biểu thức trên ta phải tính a, b, c, d để lắp ghép được thoả mãn:

$a + b \geq c + (15 + 22)$ (đỉnh bánh răng c không chạm trục lắp bánh răng a)

$c + d \geq b + (15 + 22)$ (đỉnh bánh răng b không chạm trục lắp bánh răng d)

Số răng của các bánh răng lấy theo tiêu chuẩn:

– Bội số của 4: 20, 24, 28, 32,....., 120

– Bội số của 5: 20, 25, 30, 35,....., 120

và các bánh răng đặc biệt: 47, 97, 127, 157.

Với các máy đặc biệt là máy chuyên dùng có nhiều bánh răng thay thế kèm theo cho phù hợp với việc điều chỉnh các xích truyền động.

Khi tính thường gặp trị số 25,4 và π .

$$25,4 = \frac{127}{5} \quad \text{sai số: } 0$$

$$25,4 = \frac{40.40}{7.9} \quad \text{sai số: } -0,013$$

$$25,4 = \frac{18.24}{17} \quad \text{sai số: } + 0,046$$

$$25,4 = \frac{11.30}{13} \quad \text{sai số: } - 0,061$$

$$\pi = \frac{47.127}{95.20} \quad \text{sai số: } - 0,0005$$

$$\pi = \frac{12.127}{97.5} \quad \text{sai số: } + 0,021$$

$$\pi = \frac{19.21}{127} \quad \text{sai số: } + 0,004$$

$$\pi = \frac{22}{7} \quad \text{sai số: } + 0,004$$

$$\pi = \frac{157}{50} \quad \text{sai số: } - 0,050$$

* Các phương pháp tính bánh răng thay thế:

– Phân ra thừa số nguyên tố: ví dụ điều chỉnh máy để cắt ren $t_c = 4,75$, $t_m = 12$, $U_{dc} = 1$:

$$U_n = \frac{4,75}{12} = \frac{475}{1200} = \frac{5.5.19}{60.20} = \frac{19.4}{60} \cdot \frac{25}{20.4} = \frac{76}{60} \cdot \frac{25}{80}$$

$a = 76$, $b = 60$, $c = 25$, $d = 80$ và thoả mãn điều kiện lắp:

$$* a + b > c + (15 \div 22)$$

$$76 + 60 > 25 + (15 \div 22)$$

$$* c + d > b + (15 \div 22)$$

$$25 + 80 > 60 + (15 \div 22)$$

– Tính gần đúng:

$$U_n = \frac{A}{B} = a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3 \dots \frac{1}{a_{n-1} + \frac{1}{a_n}}}}}$$

Trong đó: $a_0 = A : B$ dư C .

$$a_1 = B : C$$
 dư D .

$$a_2 = C : D$$
 dư E .

Ví dụ: $U_u = \frac{40}{103}$ (không phân tích ra thừa số nguyên tố được).

$$U_u = 0 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{5}}}}}}$$

$$U_u = \frac{40}{103}$$

$$U_{u1} = \frac{1}{2}$$

$$U_{u2} = \frac{1}{2 + \frac{1}{1}} = \frac{1}{3}$$

$$U_{u3} = \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1}}} = \frac{2}{5}$$

$$U_{u4} = \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2}}}} = \frac{5}{13}$$

Chẳng hạn lấy $U_{u4} = \frac{5}{13} \cdot \frac{5}{5} = \frac{25}{65} = \frac{a}{b}$.

Như vậy ta có: $1 \cdot U_{uc} \cdot \frac{a}{b} \cdot t_m = t'_c$

t'_c – bước ren cắt ứng với U_{u4} .

Sai số bước ren tích lũy trên chiều dài 1000mm được tính:

$$S = \frac{t_c - t'_c}{t_c} 1000 \leq [\delta]$$

$[\delta]$ giá trị cho phép tra theo các bảng dung sai ren.

– Tra bảng: Trong nhiều tài liệu đã đưa ra các bảng tỷ số với mức độ chính xác mà kỹ thuật cho phép.

Ví dụ: $U = \frac{223}{137}$ bằng tỷ số cho nhỏ hơn 1

$$\frac{1}{U} = \frac{137}{223} = 0,614346 \approx \frac{728}{1185}$$

hay $U = \frac{1185}{728} = \frac{3.5.79}{2.2.2.7.13} = \frac{60}{56} \cdot \frac{79}{52} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$

Tuỳ theo tỷ số U_{tt} có thể dùng 1, 2, 3 cặp bánh răng thay thế và chú ý số cặp bánh răng ăn khớp phải đảm bảo đúng chiều chuyển động cho bàn dao hoặc dùng U_{dc} để điều chỉnh cho hợp lý.

b) Điều chỉnh máy để cắt ren nhiều đầu mối

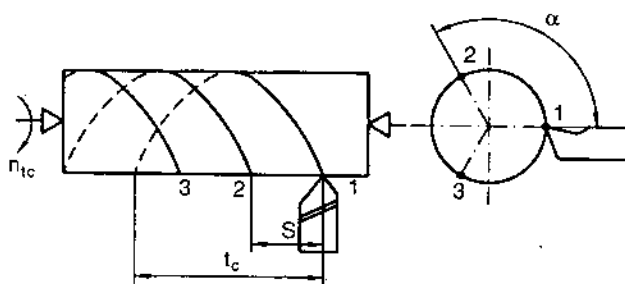
Sơ đồ cắt ren nhiều đầu mối như hình 5.24.

Trước hết điều chỉnh máy để cắt được bước xoắn t_c (như trên), sau đó thực hiện phân độ.

Có các phương pháp phân độ sau:

– *Phân độ phơi:*

Dao không chuyển động.



Hình 5.24. Sơ đồ cắt ren nhiều đầu mối.

Chuyển từ mỗi ren này sang mỗi ren khác ta quay phơi đi một góc $\alpha = \frac{360^\circ}{K}$

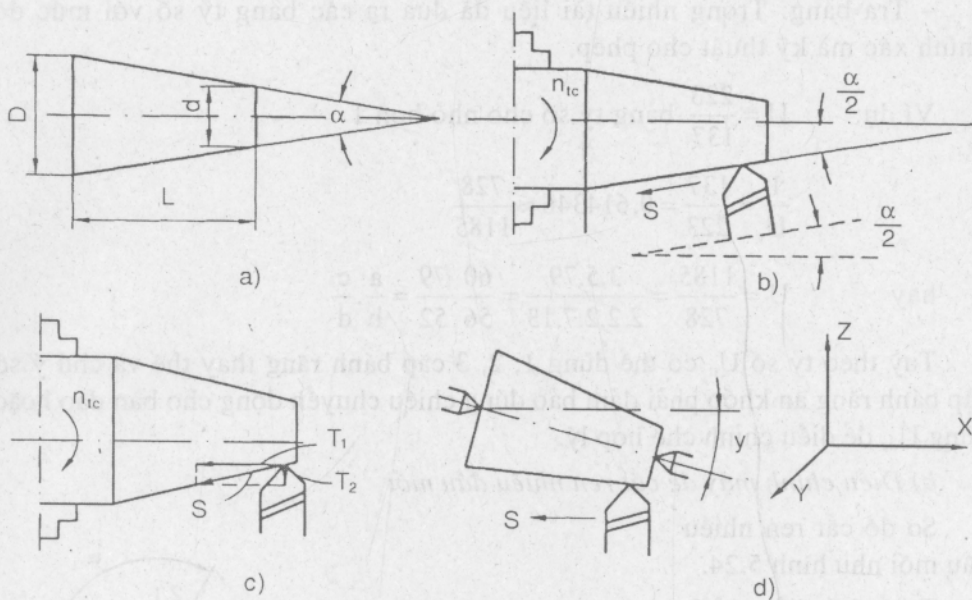
(K – số đầu mối ren), khi đó phải dùng tay gạt 2 hoặc 3 (hình 5.3) để cắt đường truyền xuống chạy dao. Quay rồi lại đưa tay gạt 3 về vị trí ăn khớp như cũ. Xác định góc α bằng vành chia độ phía sau trục chính, vành chia có số vạch đều.

Trục chính có thể quay $\frac{1}{60}, \frac{1}{30}, \frac{1}{20}, \frac{1}{15}, \frac{1}{12}, \frac{1}{10}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}$ vòng, tương ứng số mỗi ren: 60, 30, 20, 15, 12, 10, 6, 5, 4, 3, 2.

– *Phân độ dao phơi không quay:* Tịnh tiến dao nhờ bàn dao trên theo vạch chia hoặc dùng đồng hồ so để xác định mỗi lần phân độ một lượng $S = \frac{t_c}{K}$. Đợi khi ta gá nhiều dao cách nhau một lượng S để gia công đồng thời các đầu mối ren.

c) Điều chỉnh máy để tiện côn

Giả sử tiện chi tiết trụ côn như hình 5.25a.

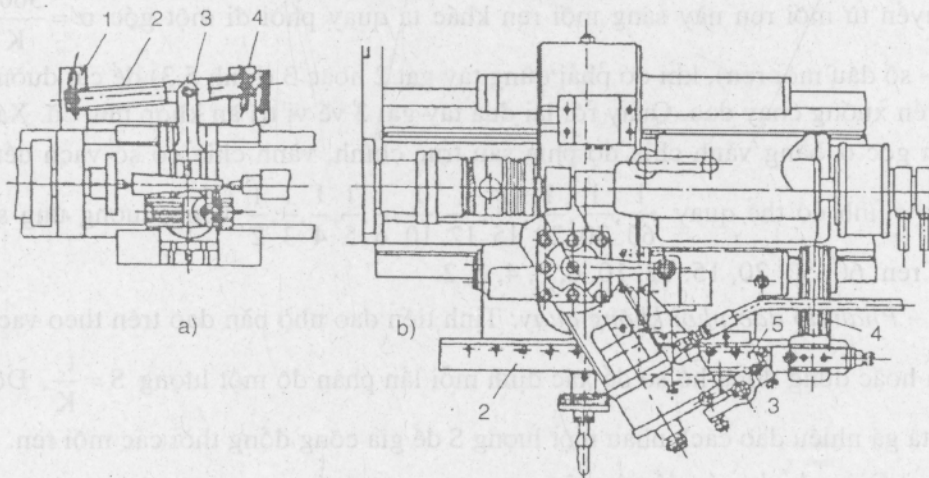


Hình 5.25. Điều chỉnh máy để tiện côn.

Cách 1: (hình 5.25b).

Quay bàn dao trên theo khắc vạch côn tương ứng $\frac{\alpha}{2}$ cách này dùng cho trường hợp chiều dài L không lớn.

Cách 2: Phối hợp chuyển động chạy dọc T_1 và chạy ngang T_2 (hình 5.25c)
 $\vec{S} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$ – Dùng cho trường hợp chiều dài L ngắn.



Hình 2.26. Dùng đồ gá chép hình.

a) bằng cơ khí; b) bằng thủy lực.

Cách 3 (hình 5.25d): đánh lệch ụ động theo phương Y (trong mặt phẳng XOY) một lượng $y = \frac{D-d}{2}$, cách này dùng cho trường hợp khi chiều dài L lớn.

Cách 4: dùng đồ gá chép hình bằng cơ khí (hình 5.26a) hoặc chép hình thủy lực (hình 5.26b).

Tính thời gian cắt gọt t_c cho các nguyên công tiện (hình 5.27).

Giả sử ta cần tính thời gian tiện dọc và cắt đứt trên máy tiện, tiện chi tiết (hình 5.27).

Gọi: n_{tc} – số vòng quay trục chính (vòng/phút);

s – lượng chạy dao (mm/vòng);

L, d – chiều dài và đường kính chi tiết (mm);

b – chiều rộng dao cắt đứt (mm);

0.5 – khoảng cách giữa dao và phôi trước khi vào chạy dao theo S (mm/vòng);

0.2 – lượng chạy quá của dao cắt đứt (mm);

10° – góc nghiêng của dao cắt đứt.

Thời gian cắt khi chạy tiện dọc hết chiều dài L :

$$t_1 = \frac{L + 0.5}{n_{tc} s_d} (\text{ph})$$

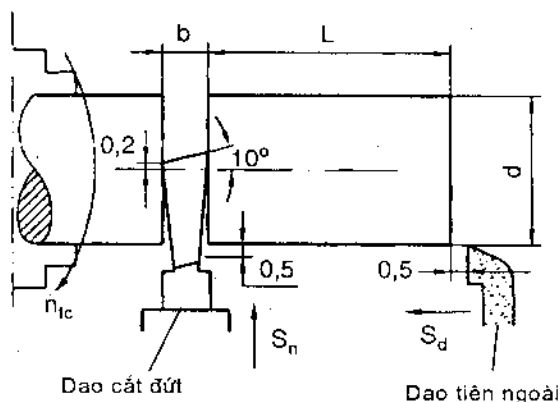
Thời gian cắt đứt:

$$t_2 = \frac{0.5 + \frac{d}{2} + 0.2 + b \tan 10^\circ}{n_{tc} s_n} (\text{ph})$$

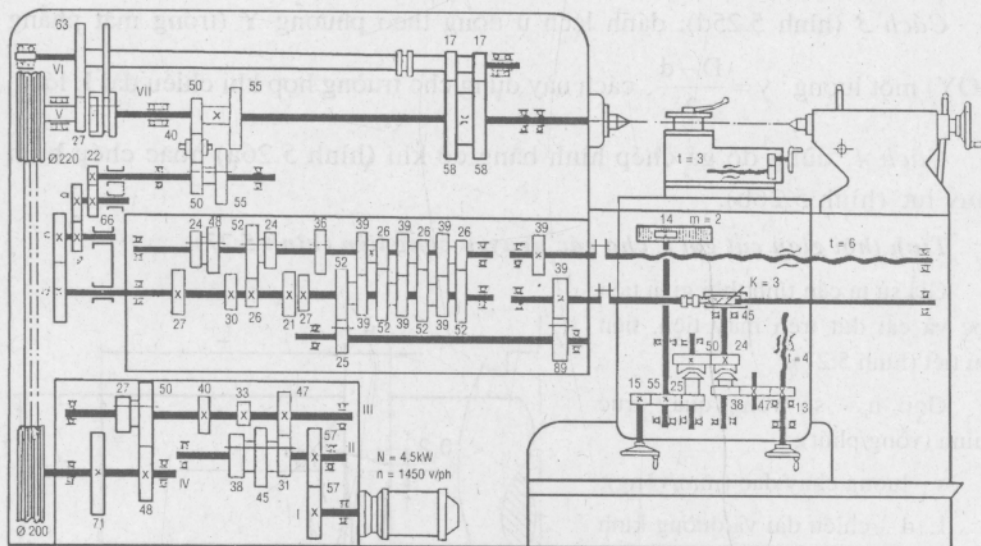
Ta có thể tính năng suất công nghệ (chỉ tính thời gian cắt gọt không kể thời gian chạy không và thời gian phụ khác) cho hai nguyên công này:

$$Q = \frac{1}{t_1 + t_2} [\text{chi tiết/lph}]$$

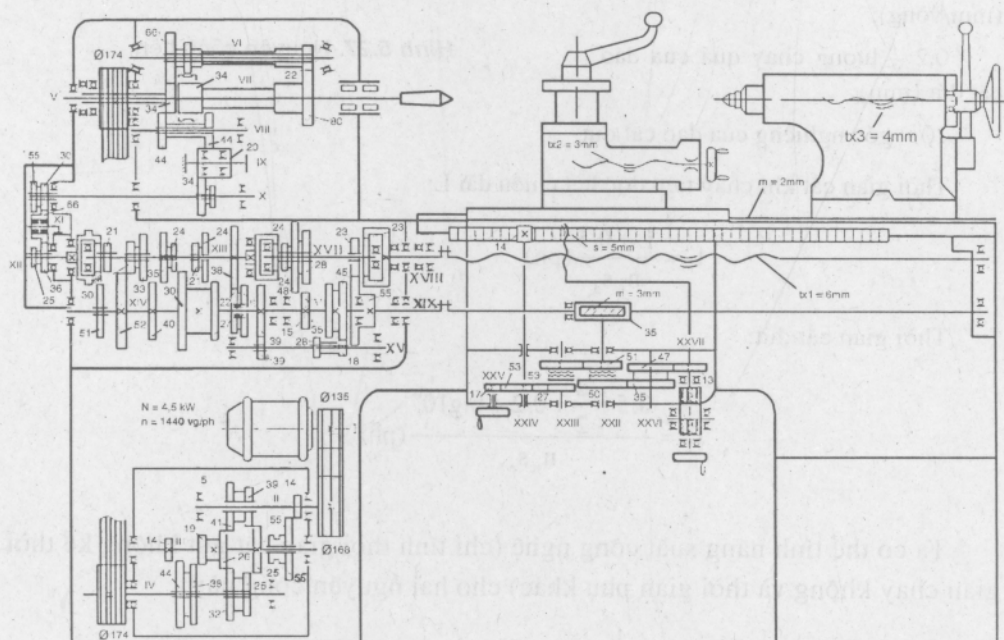
Hình 5.28 và 5.29 giới thiệu sơ đồ động máy tiện T616 và 1A616.



Hình 5.27. Nguyên công tiện.



Hình 5.28. Sơ đồ động máy tiện T616.



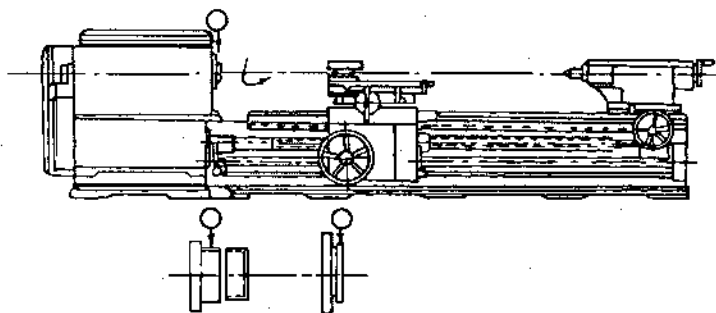
Hình 5.29. Sơ đồ động của máy 1A616.

5.3. KIỂM TRA THÔNG SỐ HÌNH HỌC MÁY TIỆN

Ở đây chỉ nêu cách kiểm một vài thông số kỹ thuật cần thiết của máy khi máy đã được chế tạo xong và lắp đặt hoàn chỉnh.

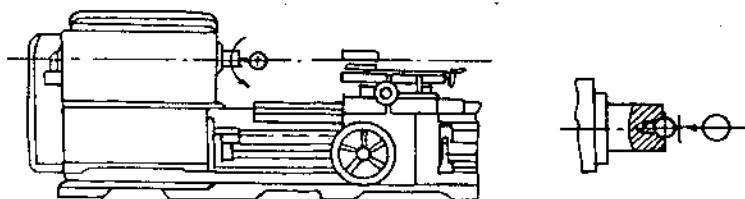
Độ chính xác các thông số kiểm đã được quy định trong lý lịch máy. Dụng cụ kiểm đồng hồ so 0,001, các trục kiểm.

Kiểm I: Kiểm độ đảo hướng tâm của trục chính. Đồng hồ so gá kẹp trên hộp tốc độ, đầu đo tỳ vào phần trục lắp mâm cặp của trục chính, quay trục chính. Độ chính xác chỉ trên đồng hồ (hình 5.30).



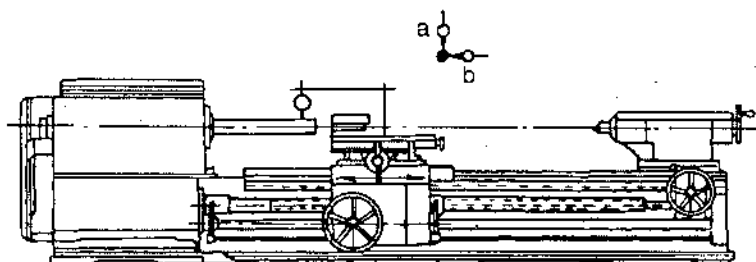
Hình 5.30. Kiểm độ đảo hướng tâm.

Kiểm II: Kiểm độ đảo hướng trục của trục chính, trục kiểm lắp vào côn trục chính, đầu đo của đồng hồ so tỳ vào đầu trục kiểm, sai lệch được chỉ trên đồng hồ (hình 5.31).



Hình 5.31. Kiểm độ đảo hướng trục.

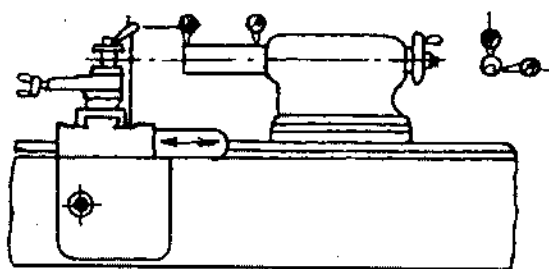
Kiểm III: Kiểm độ đảo của lỗ côn trục chính, trục kiểm lắp vào lỗ côn trục chính, kiểm độ đảo theo hai phương: đặt đồng hồ ở vị trí đứng và ngang.



Hình 5.32. Kiểm độ song song.

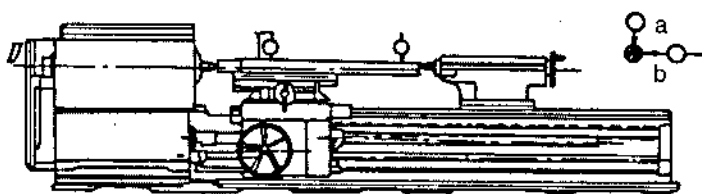
Kiểm IV: Kiểm độ song song tâm của trục chính với bàn dao dọc: cho bàn dao dọc lắp đồng hồ chạy, đầu đo tỳ vào trục để kiểm theo hai phương đứng và ngang (hình 5.32).

Kiểm V: Kiểm độ song song của đường tâm ụ động với hướng chạy dao dọc. Đồng hồ so lắp trên bàn dao dọc, đầu đo tỳ vào trục kiểm (hoặc vỏ ngoài nòng ụ động) cho bàn dao chạy dọc tỳ vào hai phương đứng và ngang, sai số chỉ trên đồng hồ so (hình 5.33).



Hình 5.33. Kiểm độ song song của đường tâm ụ động và hướng chạy dao dọc.

Kiểm VI: Kiểm độ đồng tâm của tâm trục chính và tâm ụ động. Trục kiểm được chống tâm hai đầu: ụ đứng và ụ động. Kiểm tra hai phương đứng và ngang tại hai đầu trục kiểm gần ụ đứng và ụ động. Cách kiểm này có thể kiểm tổng hợp độ song song chuyển động của bàn dao dọc với đường tâm trục chính và ụ động (hình 5.34).



Hình 5.34. Kiểm độ đồng tâm của tâm trục chính và tâm ụ động.

5.4. MÁY TIỆN RÊVÔNVE, MÁY TIỆN ĐỨNG, MÁY TIỆN CỤT

Phần này chỉ nêu đặc điểm, không học tỉ mỉ về sơ đồ động.

5.4.1. Máy tiện Rêvônve

a) Công dụng

Dùng trong sản xuất hàng loạt để gia công sản phẩm có dạng tròn xoay, làm nhiều công việc bằng nhiều dao khác nhau: dao tiện, khoan, ta rô, bàn ren, doa v.v... Tùy theo sản phẩm gia công, khi điều chỉnh máy ta lắp sẵn trên máy tất cả các dao cần dùng theo quy trình công nghệ đã định.

– Về hình dạng bên ngoài máy này giống máy tiện thường nhưng có

thêm một ụ dao (lắp được nhiều dao) thay chỗ ụ động của máy tiện, máy có thêm một số cử để hạn chế hành trình tiến dọc để xác định chiều dài khi gia công. Máy không có trục vít me vì không tiện ren bằng vít me (thay bằng ta rô, bàn ren, thước chép hình ren mẫu...) có hộp chạy dao Rêvônve để điều khiển chạy dao tự động ụ dao Rêvônve.

– Phân loại: hiện nay người ta phân ra máy gia công vật liệu phôi thanh và máy gia công bằng mâm cặp hoặc máy có ụ Rêvônve thẳng đứng và máy có ụ Rêvônve nằm ngang.

– Kích thước cơ bản của máy: đường kính lớn nhất: của phôi thanh gia công (loại máy gia công vật liệu thanh) và đường kính lớn nhất của chi tiết gia công trên thân máy và trên bàn dao (loại máy gia công trên mâm cặp).

– Đặc điểm chính của máy: gia công chi tiết theo nguyên tắc tập trung nguyên công, năng suất cao, thời gian phụ ít nhất, thợ điều khiển máy bậc thấp, tốn thời gian điều chỉnh.

b) Sơ đồ động của máy Rêvônve IM36 (hình 5.35)

– Xích tốc độ: từ động cơ $N = 5,8\text{kW}$, $n = 1410\text{v/ph}$ qua đai truyền $\frac{160}{280}$ làm quay trục I. Đóng ly hợp M_1 hay M_2 chuyển động quay sẽ truyền từ trục I–III cho hai con đường thuận chiều và đảo chiều (có thêm bánh răng đệm 58 trên trục II) truyền tiếp qua trục IV, qua trục V–VI có 12 tốc độ khác nhau (yêu cầu sinh viên tự viết ra phương trình xích động tổng quát).

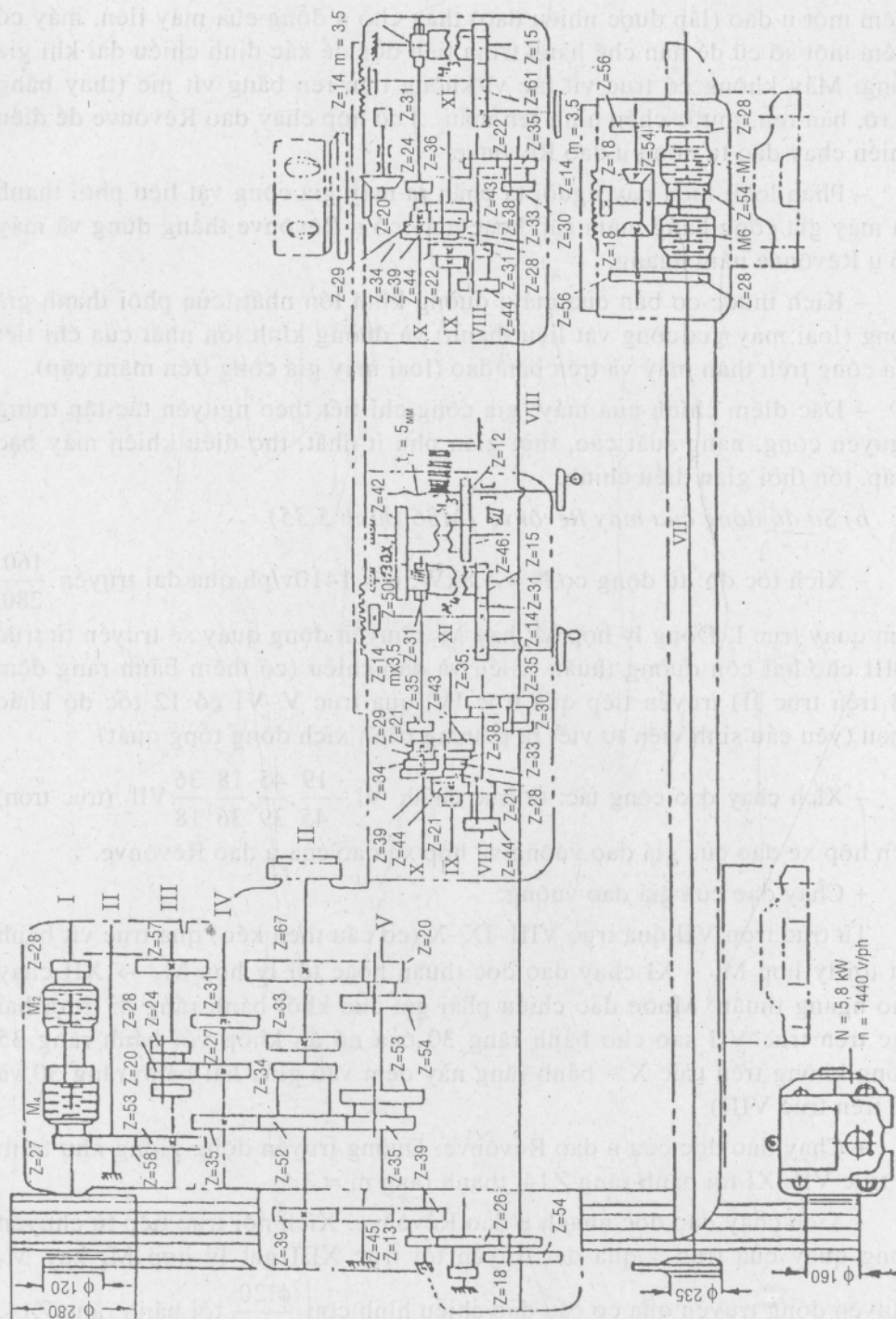
– Xích chạy dao công tác: từ trục chính VI – $\frac{19}{45} \cdot \frac{45}{39} \cdot \frac{18}{36} \cdot \frac{36}{18}$ VII (trục trơn) đến hộp xe dao của giá dao vuông và hộp xe dao của ụ dao Rêvônve.

+ Chạy dao của giá dao vuông:

Từ trục trơn VII qua trục VIII–IX–X (cơ cấu then kéo) qua trục vít bánh vít tới ly hợp M_4 – XI chạy dao dọc thuận hoặc tới ly hợp M_3 → XII chạy dao ngang thuận. Muốn đảo chiều phải gạt cho khối bánh răng di trượt hai bậc trên trục VII sao cho bánh răng 30 của nó ăn khớp với bánh răng 35 (lồng không trên trục X – bánh răng này đệm vào giữa hai bánh răng 30 và 35 trên trục VIII).

+ Chạy dao dọc của ụ dao Rêvônve: Đường truyền động giống như trên: từ trục VII–XI tới bánh răng Z14, thanh răng $m = 3,5$.

– Xích chạy dao dọc nhanh ụ dao Rêvônve. Xích nối trực tiếp từ chuyển động quay của trục I qua đai truyền tới trục XIII gạt ly hợp M_6 hay M_7 chuyển động truyền qua cơ cấu đảo chiều hình côn $\frac{\phi 120}{\phi 235}$ tới bánh răng Z14, thanh răng $m = 3,5$ điều khiển ụ bàn dao Rêvônve tiến nhanh.

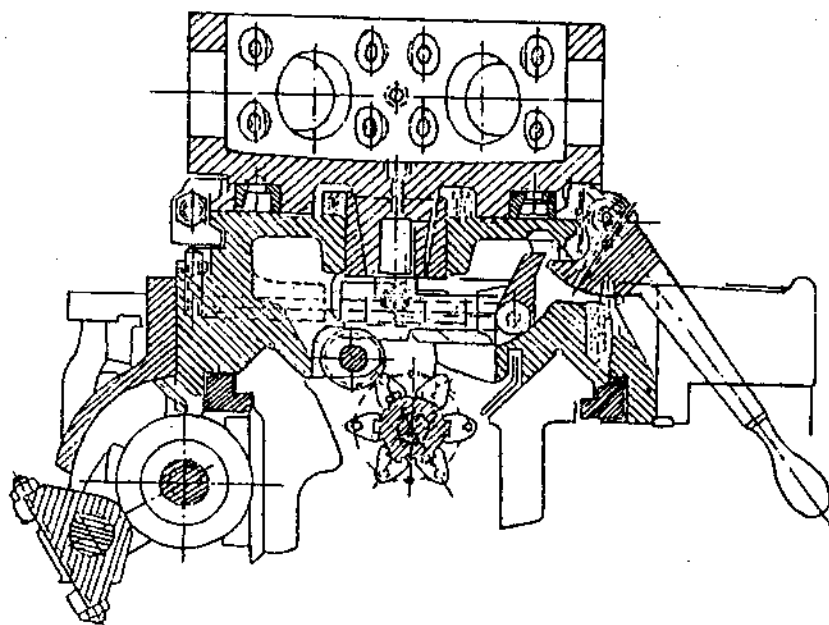


Hình 3.35. Sơ đồ động máy Rêvônve 1M36.

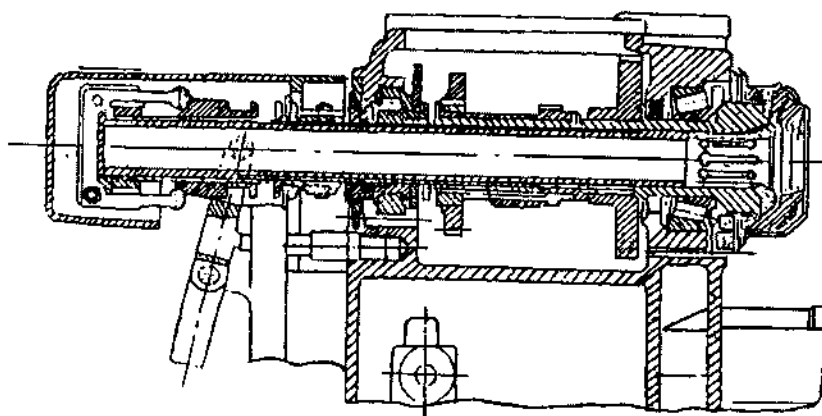
c) Một vài cơ cấu của máy Rêvônve .

Một số cơ cấu điển hình:

- Cơ cấu chạy dao tự động kẹp phôi thanh.
- Các loại ụ Rêvônve.
- Cơ cấu quay ụ Rêvônve.
- Cơ cấu hãm chạy dao dọc tự động của bàn dao Rêvônve v.v...



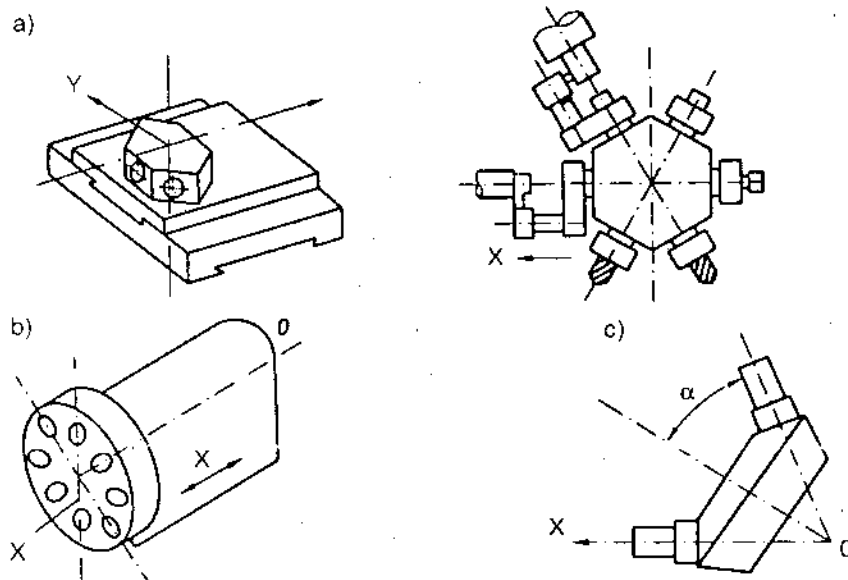
Hình 3.36a. Cơ cấu chạy dao và kẹp phôi thanh.



Hình 5.36b. Ụ Rêvônve 1M36.

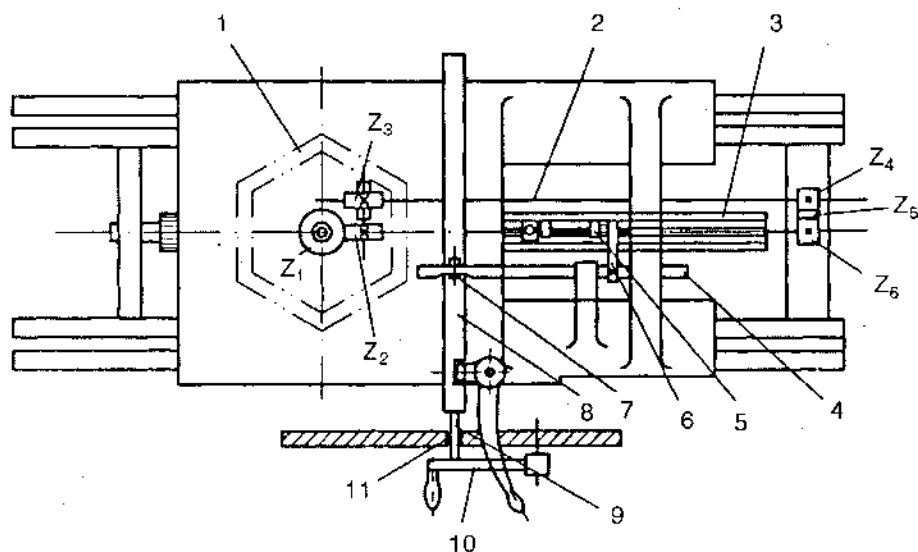
+ Ụ dao Rêvônve gồm có ba loại: ụ đứng, ngang và xiên (hình 5.37a, b, c).

Trong quá trình gia công, dao dịch chuyển theo phương X (và điều chỉnh theo phương Y).



Hình 3.37. Các ụ Rêvônve.

+ Cơ cấu hãm chạy dao tự động của bàn dao Rêvônve (hình 5.38).



Hình 5.38.

Ụ Rêvônve 1 có 6 mặt để lắp dao, cứ tỷ 2 cố định lắp trên trục cứ 3. Trục cứ 3 có 6 cạnh. Khoảng cách giữa vấu tỷ cố định 2 và tỷ di động 5 chính là độ dài chạy dao tự động cần khống chế.

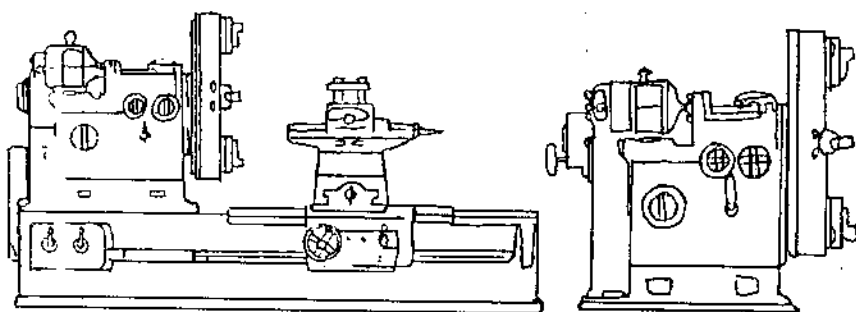
Khi quay đầu Rêvônve để chuyển dao lần lượt qua 6 mặt thì trục cứ 3 cũng chuyển qua 6 mặt, trên đó đã lắp sẵn 6 cứ tỷ 2 thích ứng với từng độ dài gia công đã điều chỉnh.

Đường truyền động liên hệ giữa ụ 1 và trục cứ 3 như sau: ụ 1 – hai cặp bánh răng chéo $\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$ bánh răng trục $\frac{Z_4}{Z_5} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$ trục cứ 3 và các bánh răng có tỷ số truyền bằng 1 nên ụ 1 quay một góc 60° , trục cứ 3 cũng quay một góc 60° .

Quá trình hãm tự động như sau: bàn dao Rêvônve chuyển động sang trái mang thanh dọc 4 (lồng không trong gờ đỡ của bàn dao) vấu di động 5 chuyển động mang 5 chuyển động theo. Khi vấu 5 tới chạm vào vấu cố định 2, nó bị giữ lại, thanh dọc 4 cũng dừng lại trong khi đó bàn dao còn tiếp tục bị kéo về phía chuyển động. Chốt nghiêng 7 cố định với thanh ngang 8 và ép với mặt nghiêng của thanh dọc 4. Chốt này đồng thời bị thanh 4 giữ lại và bị thanh 8 (nằm trong rãnh ngang của bàn dao) kéo theo bàn dao nên nó trượt theo hướng mặt nghiêng đáy thanh 8 chuyển động ngang sao cho chốt 9 đẩy chốt 11 của tay quay 10 ra khỏi lỗ định vị, tay quay 10 rơi tự do ngắt ly hợp M_3 (trong hộp xe dao của bàn dao Rêvônve máy 1M36) hãm chạy dao (tay gạt ở cạnh tay gạt 10 dùng để đóng mở ly hợp M_6 , M_7 thực hiện chạy dao nhanh bàn dao Rêvônve. Hai tay gạt này khoá lẫn nhau, chỉ khi tay gạt 10 rơi xuống mới gạt được tay gạt còn lại).

5.4.2. Máy tiện cắt (hình 5.39)

Dùng gia công những chi tiết lớn có đường kính trong khoảng $300 \div 700\text{mm}$ và hơn nữa. Tỷ lệ giữa đường kính và chiều dài của chi tiết gia công là $0,5 < \frac{l}{D} < 1$, trên máy này làm các công việc tiện (không cắt ren).



Hình 5.39.

Thường có hai loại máy tiện cụt: loại băng máy và thân máy liền một khối (gia công chi tiết nhỏ hơn và dài), loại thân máy và trụ đỡ bàn dao tách rời (gia công chi tiết lớn và dẹt).

Khuyết điểm chính của máy tiện cụt là: gá đặt chi tiết khó khăn và năng suất thấp (vì chi tiết quay xung quanh trục nằm ngang, do trọng lượng bản thân luôn làm cho nó bị lật nhào xuống) và độ chính xác kém. Hiện nay người ta thay thế máy tiện cụt bằng máy tiện đứng.

5.4.3. Máy tiện đứng

Có công dụng như máy tiện cụt, chi tiết gia công có đường kính lớn tới hơn 20m, khối lượng máy tới hơn 1700 tấn.

Do chi tiết quay xung quanh trục thẳng đứng nên gá đặt chi tiết an toàn, chính xác cao.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thành lập sơ đồ kết cấu động học máy tiện.
2. Trình bày về máy tiện ren vít vạn năng T620.
3. Cách điều chỉnh máy tiện: tiện côn, tiện ren chính xác, ren nhiều đầu mối.
4. Công dụng một số máy khác.
5. Cách điều chỉnh khe hở ổ bị trục chính khi bị mòn.
6. Viết phương trình xích tốc độ và chạy dao tiện ren tiện trơn cho máy T616 và 1A616.
7. Tính bánh răng thay thế để cắt ren chính xác: $i = 5,75$, $t_m = 12,7$, $U_{cd} = 1$.

Chương 6

MÁY KHOAN – MÁY DOA – MÁY TỔ HỢP

6.1. MÁY KHOAN

Máy khoan dùng để tạo hình các mặt trụ tròn trong bằng dụng cụ khoan, xoay, doa. Phương pháp tạo hình ở đây là phương pháp quỹ tích do tiếp xúc điểm giữa dụng cụ và phôi. Do đó cấu trúc phần tạo hình của máy khoan vạn năng có cùng dạng cấu trúc như những máy tiện. Nhìn chung các máy khoan khác nhau là do một vài biến hình phụ thuộc vào bố cục và công dụng đặc biệt của nó. Riêng máy khoan cần có cấu trúc động học phức tạp hơn vì có những nhóm chuyển động phụ do động cơ riêng truyền dẫn. Cấu trúc động học của máy khoan lỗ sâu cũng phức tạp hơn, nó có thêm nhóm động học để di động chiều trục mũi khoan theo chu kỳ nhằm thoát phoi cắt dễ dàng.

6.1.1. Công dụng và phân loại

Do cấu trúc động học, ngoài sở trường khoan lỗ thì máy khoan có thể gia công ren trong lỗ bằng tarô, doa thường, mài nghiền lỗ, cắt đĩa từ vật liệu dạng tấm v.v...

Có các kiểu máy khoan vạn năng sau đây:

1. Máy khoan bàn một trục chính để khoan lỗ nhỏ, máy được dùng nhiều trong ngành chế tạo dụng cụ. Trục chính có số vòng quay cao.
2. Máy khoan đứng được dùng rộng rãi để gia công lỗ trên các chi tiết không lớn. Ta phải xê dịch chi tiết sao cho trục mũi khoan trùng với trục lỗ cần khoan.
3. Máy khoan cần (còn gọi là máy khoan hướng kính) để khoan các lỗ trên chi tiết có kích thước lớn. Chi tiết đặt cố định, còn hộp trục chính khoan sẽ di động tịnh tiến dọc cần khoan và quay xung quanh trụ cần khoan để tới vị trí lỗ khoan.
4. Máy khoan nhiều trục chính tăng năng suất lao động cao hơn nhiều so với máy khoan một trục chính.
5. Máy khoan ngang để khoan lỗ sâu.

Ngoài ra còn có máy khoan lỗ tâm để khoan lỗ tâm trên các mặt đầu phôi.

Các kích thước cơ bản của máy khoan là: đường kính lớn nhất khoan được đối

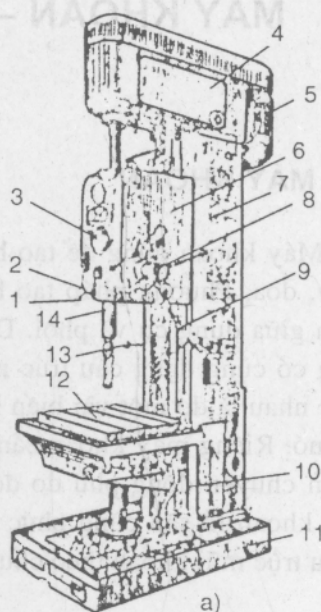
với vật liệu gia công đã quy định, kích thước côn trục chính và hành trình lớn nhất của trục chính, khoảng cách từ mặt đầu trục chính đến bàn máy hay tấm đế.

Độ chính xác lỗ khoan thường đạt cấp III.

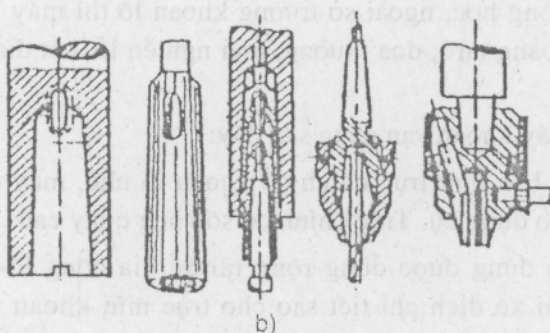
6.1.2. Máy khoan đứng

Bố cục và đặc tính kỹ thuật:

Máy khoan đứng vạn năng có bố cục (hình 6.1a) gồm tấm đế 11 lắp trụ đứng 7, hộp tốc độ 4 chứa trục chính 14 lắp mũi khoan 13, hộp chạy dao 6 tay quay 8 để tịnh tiến trục chính thực hiện chuyển động chạy dao tự động hoặc bằng tay và bàn máy 12 có thể điều chỉnh vị trí thẳng đứng theo đường hướng thẳng đứng của trụ đứng. Trục chính có chuyển động quay tròn và tịnh tiến. Gam máy khoan đứng được chế tạo tương ứng với đường kính khoan lớn nhất từ 18, 25, 35 và 50mm...



Hình 6.1a. Máy khoan đứng.



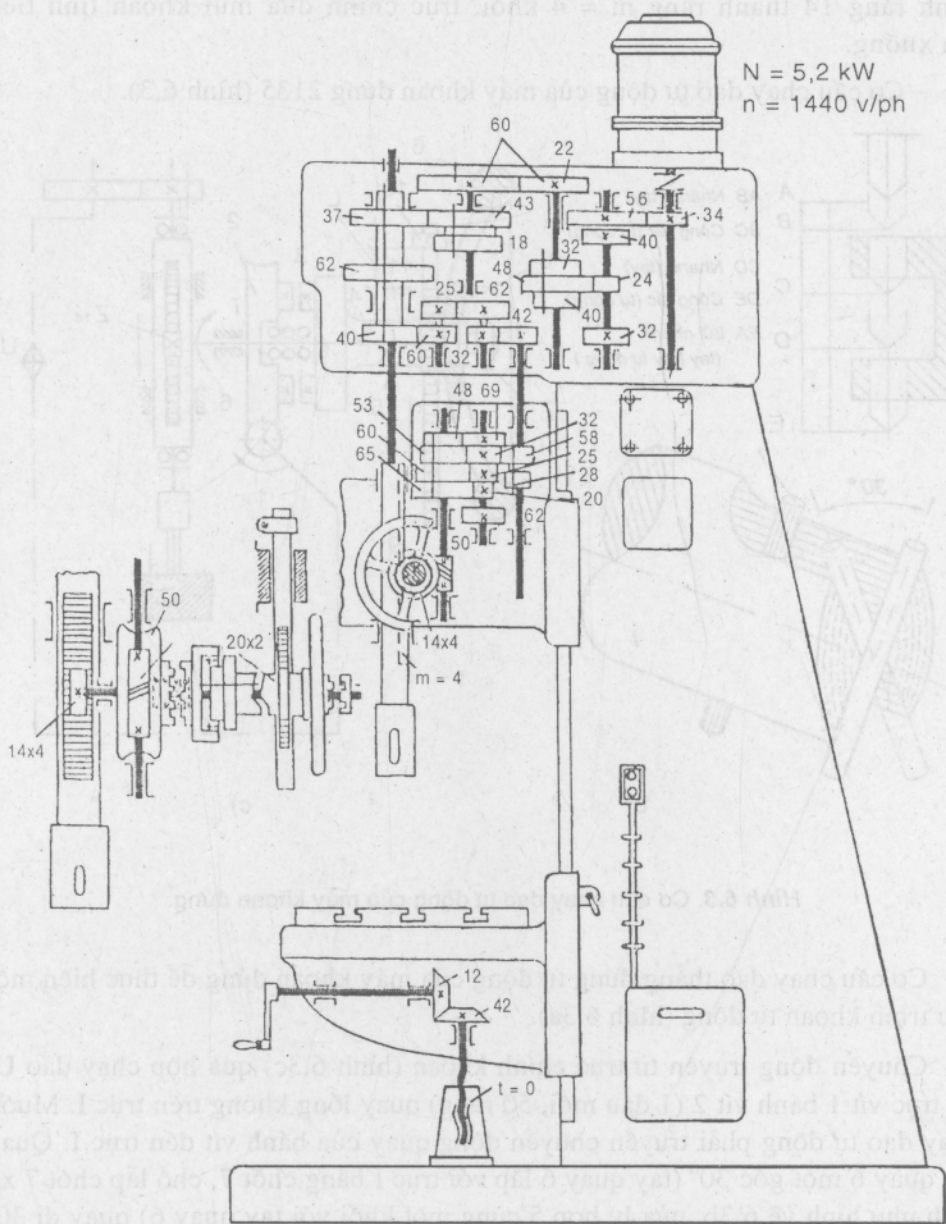
Hình 6.1b. Một số loại dụng cụ phụ để định vị và kẹp chặt dụng cụ cắt trên trục chính máy khoan.

Máy khoan đứng 2135: gia công được lỗ có đường kính lớn nhất 35mm với vật liệu thép 45, vật liệu mũi khoan là thép gió. Sơ đồ động như hình 6.2.

– Xích tốc độ: từ động cơ $N = 5,2\text{kW}$, $n = 1440\text{v/ph}$, cặp bánh răng $\frac{34}{56}$

khối bánh răng di trượt $\left(\frac{24}{48}, \frac{40}{32}, \frac{32}{40}\right)$ – bánh răng thay thế $\frac{22}{60}$ – khối bánh

răng di trượt hai bậc $\left(\frac{43}{37}, \frac{18}{62}\right)$ – tới trục chính quay tròn.



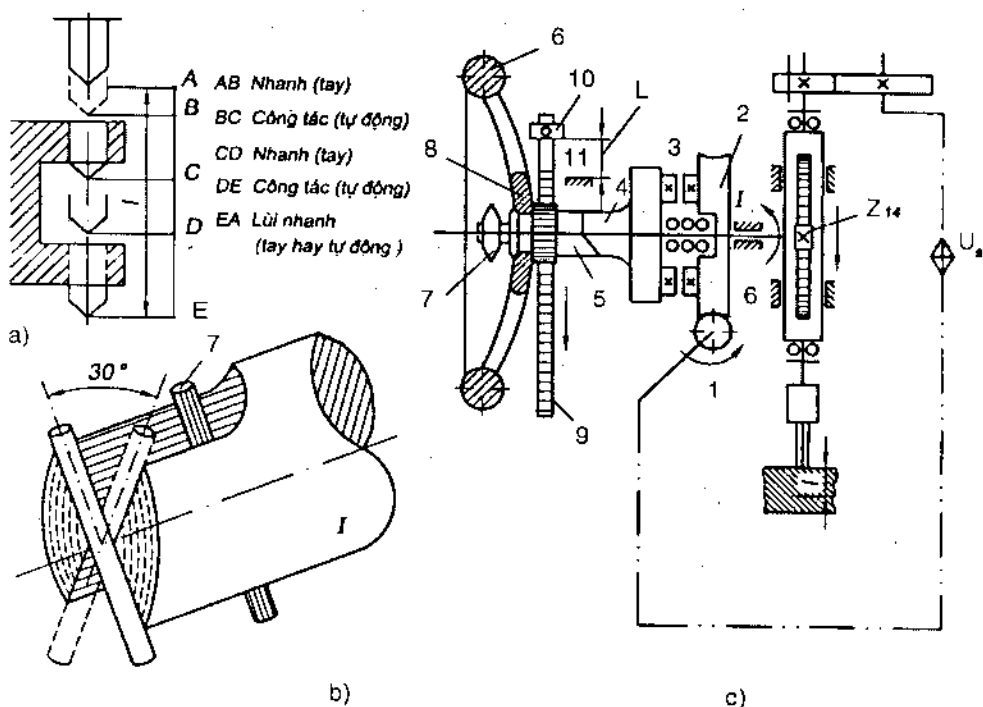
Hình 6.2. Máy khoan đứng 2135.

– Xích chạy dao: Từ trục chính mang mũi khoan (trên hộp tốc độ)

$\frac{40}{60}, \frac{25}{62}, \frac{32}{42}$ qua $\left(\frac{58}{32}, \frac{28}{62} \right)$ tới cơ cấu then kéo $-\frac{1}{50}$ (trục vít bánh vít) tới

bánh răng 14 thanh răng $m = 4$ khối, trục chính đưa mũi khoan tịnh tiến lên xuống.

– Cơ cấu chạy dao tự động của máy khoan đứng 2135 (hình 6.3).



Hình 6.3. Cơ cấu chạy dao tự động của máy khoan đứng.

Cơ cấu chạy dao thẳng đứng tự động của máy khoan đứng để thực hiện một chu trình khoan tự động (hình 6.3a):

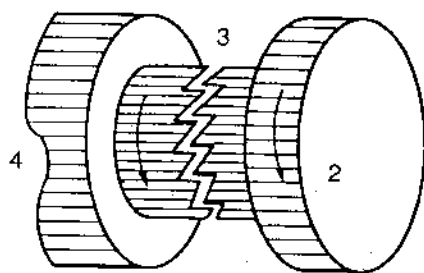
Chuyển động truyền từ trục chính khoan (hình 6.3c) qua hộp chạy dao U , tới trục vít 1 bánh vít 2 (1 đầu mối, 50 răng) quay lồng không trên trục I. Muốn chạy dao tự động phải truyền chuyển động quay của bánh vít đến trục I. Quay tay quay 6 một góc 30° (tay quay 6 lắp với trục I bằng chốt 7, chỗ lắp chốt 7 xẻ rãnh như hình vẽ 6.3b, nửa ly hợp 5 cùng một khối với tay quay 6) quay đi 30° phần lồi của nó sẽ đẩy vào phần lồi của nửa ly hợp 4 làm nửa ly hợp 4 dịch chuyển sang phải nén lò xo lại, đóng ly hợp vấu 3. Bánh vít 2 quay truyền qua vấu 3 tới ly hợp vào trục I – bánh răng Z_{14} , thanh răng $m = 4$, trục chính chạy dao tự động.

+ Muốn khống chế hành trình chạy dao tự động người ta dùng vấu di động 10 và vấu cố định 11. Tay quay 6 quay bánh răng 8 (gắn với tay quay 6)

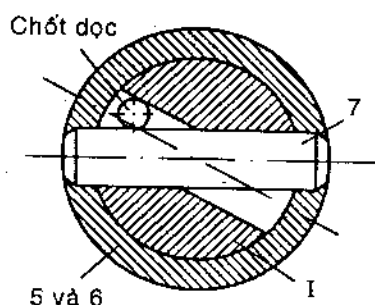
quay, thanh răng 9 tịnh tiến tới khi nào vấu 10 bị vấu 11 giữ lại, làm cho 5 đứng lại, 4 quay từ vị trí kênh lại trở về vị trí như hình vẽ, ly hợp 3 mở ngắt chạy dao tự động.

Trong khi đang chạy tự động muốn chạy bằng tay (quay nhanh) ta trực tiếp quay tay quay 6, trục I sẽ nhận chuyển động của tay quay mà không nhận chuyển động của bánh vít 2 vì ly hợp 3 có vấu một chiều (hình 6.4).

Bánh vít 2 quay (theo chiều mũi tên) bắt 4 quay, nếu ta cho 4 quay nhanh hơn thì hai mặt vấu trượt lên nhau.



Hình 6.4.



Hình 6.5.

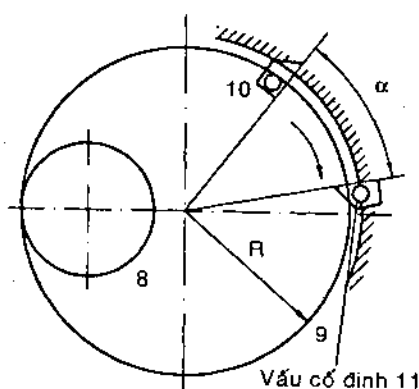
+ Muốn hãm không chạy dao tự động người ta ấn tay quay vào (theo chiều trục) có một chốt dọc nằm song song với trục I sẽ chui vào khe hở của trục I hãm chốt 7 không quay tương đối với trục I, không có tác dụng đồng bộ ly hợp vấu 3 (hình 6.5).

+ Thực tế trên máy: bánh răng 8, thanh răng 9, vấu 10 và 11 bố trí như hình 6.6. Cặp 8, 9 là cặp bánh răng ăn khớp trong.

– Chiều dài hành trình tính như sau:

$$L = R \cdot \alpha$$

Mặt khác, ly hợp một chiều 3 thay bằng con cóc hai chiều (và lò xo) coi là khâu yếu nhất trong xích, nó có tác dụng khi khoan tự động hết chiều sâu, vấu 10 tới chạm 11, động cơ điện đổi chiều (do mạch điện), trục khoan tự động lùi lên.



Hình 6.6.

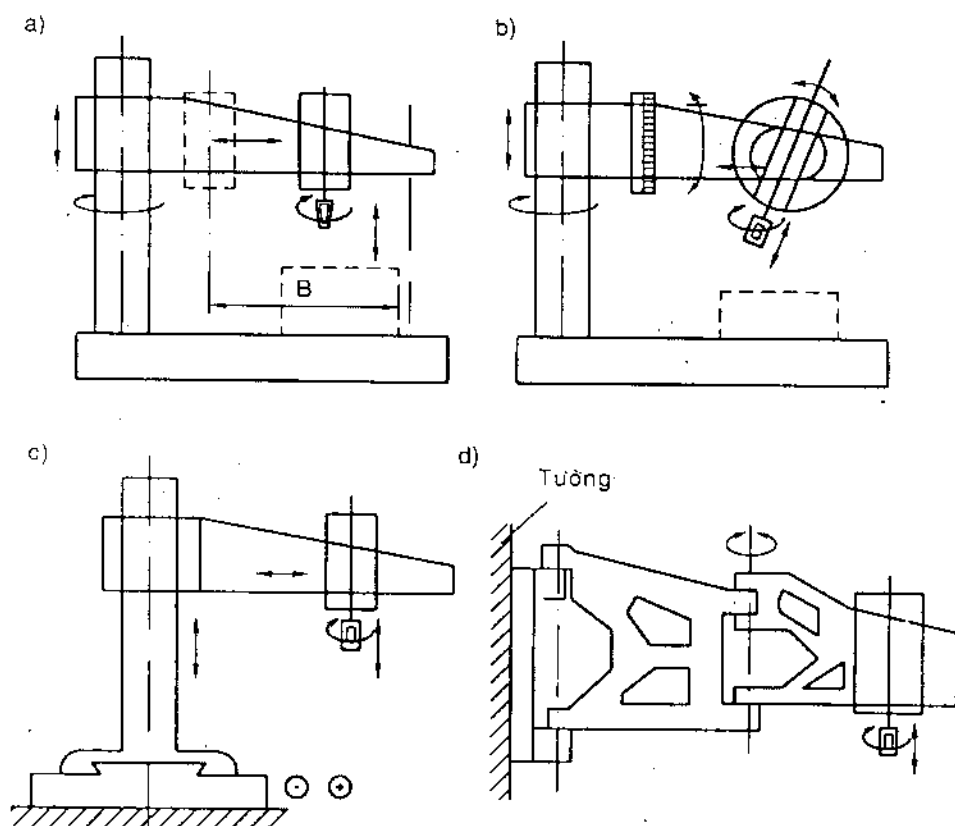
6.1.3. Máy khoan cần

Máy khoan cần còn gọi là máy khoan hướng kính (hình 6.7).

1. Công dụng: như máy khoan đứng, nhưng gia công các chi tiết lớn, có thể di chuyển đầu khoan đến vị trí cần khoan trên chi tiết gia công.

2. Phân loại: loại thông thường và loại vạn năng.

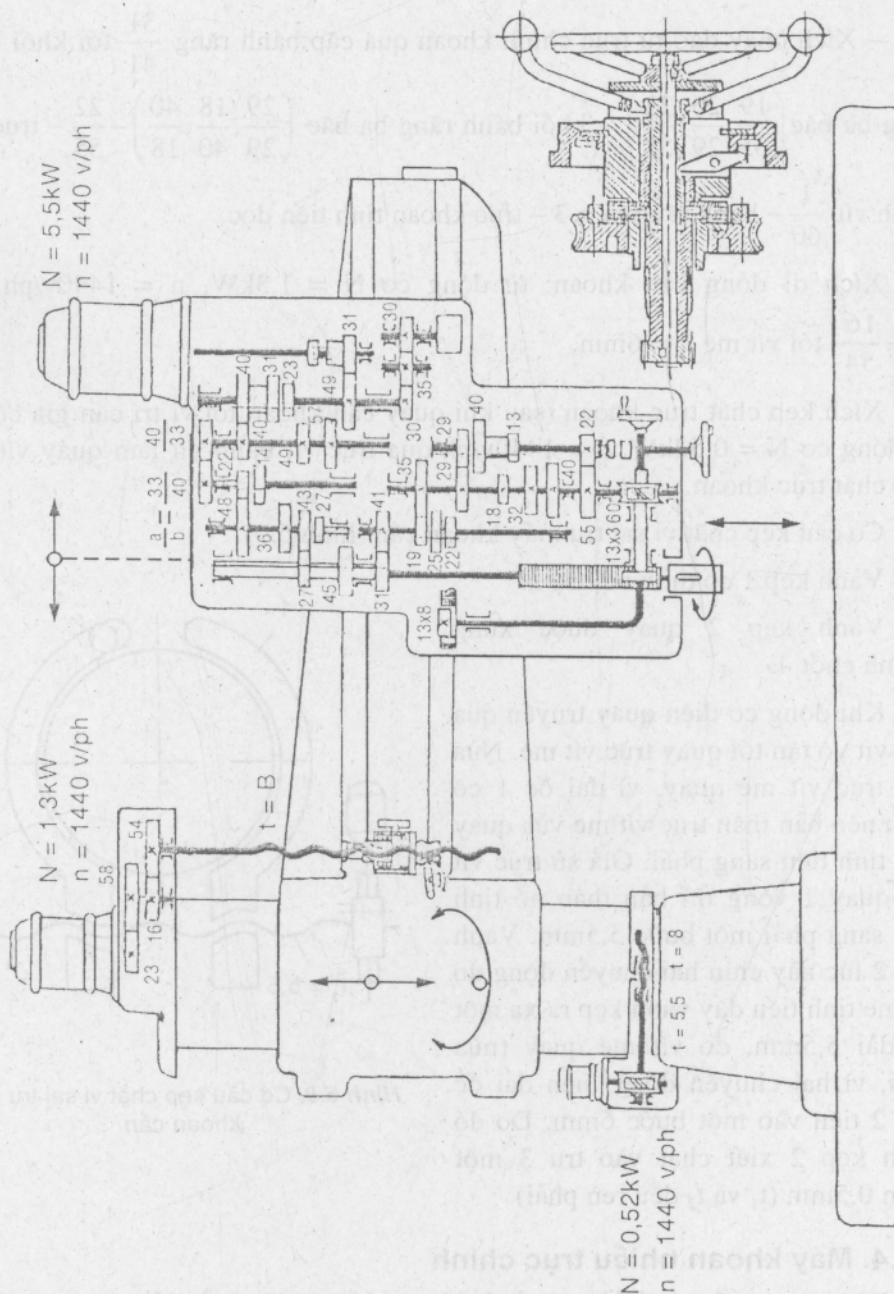
+ Loại thường (hình 6.7a): gia công các lỗ thẳng đứng trong phạm vi mặt vành khăn có chiều rộng B (muốn gia công lỗ xiên phải gá nghiêng chi tiết, loại này có kích thước lớn).



Hình 6.7. Một số dạng máy khoan cần.

+ Loại vạn năng rộng (hình 6.7b): có thể gia công các lỗ xiên, thẳng v.v... trên mặt cầu vành khăn. Nhà máy cơ khí Hà Nội đã chế tạo loại máy khoan cần K592. Sơ đồ máy khoan cần 2B56 hình 6.8.

Xích tốc độ từ động cơ chính $N = 5,5\text{kW}$, $n = 1440\text{v/ph}$ $\frac{31}{49}$ tới cặp bánh răng di trượt ba bậc $\left(\frac{40}{40}, \frac{31}{49}, \frac{23}{57}\right)$ tới cặp bánh răng thay thế $\frac{a}{b} = \frac{33}{40}$ hay $\frac{40}{33}$ tới cặp bánh răng hai bậc $\left(\frac{22}{48}, \frac{34}{36}\right)$ tới $\left(\frac{43}{27}, \frac{27}{43}\right)$ – trục chính khoan.



Hình 6.8. Sơ đồ máy khoan cần 2B56.

– Xích chạy dao từ trục chính khoan qua cặp bánh răng $\frac{31}{41}$ tới khối bánh răng ba bậc $\left(\frac{19}{35}, \frac{25}{29}, \frac{22}{32}\right)$ – khối bánh răng ba bậc $\left(\frac{29}{29}, \frac{18}{40}, \frac{40}{18}\right) - \frac{22}{55}$ – trục vít, bánh vít $\frac{1}{60}$ – bánh răng $m = 3$ – trục khoan tịnh tiến dọc.

Xích di động cần khoan: từ động cơ $N = 1,3\text{kW}$, $n = 1440\text{v/ph}$ qua $\frac{23}{68} \frac{16}{54}$ tới vít me $t_x = 6\text{mm}$.

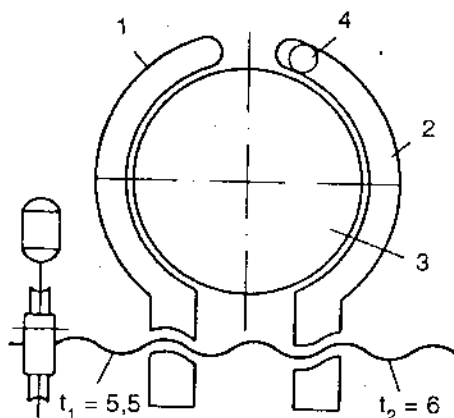
Xích kẹp chặt trục khoan (sau khi quay cần khoan tới vị trí cần gia công): từ động cơ $N = 0,52\text{kW}$, $n = 1440\text{v/ph}$ qua trục vít bánh vít làm quay vít me, kẹp chặt trục khoan.

Cơ cấu kẹp chặt vì sai trụ máy khoan cần (hình 6.9).

Vành kẹp 1 cố định với trụ 3.

Vành kẹp 2 quay được xung quanh chốt 4.

Khi động cơ điện quay truyền qua cặp vít vô tận tới quay trục vít me. Nửa trái trục vít me quay, vì đai ốc 1 cố định nên bản thân trục vít me vừa quay vừa tịnh tiến sang phải. Giả sử trục vít me quay 1 vòng thì bản thân nó tịnh tiến sang phải một bước $5,5\text{mm}$. Vành kẹp 2 lúc này chịu hai chuyển động do vít me tịnh tiến đẩy vành kẹp ra xa một độ dài $5,5\text{mm}$, do vít me quay (nửa phải, vì hai chuyển động) nên đai ốc của 2 tiến vào một bước 6mm . Do đó vành kẹp 2 xiết chặt vào trụ 3 một đoạn $0,5\text{mm}$ (t_1 và t_2 đều ren phải).



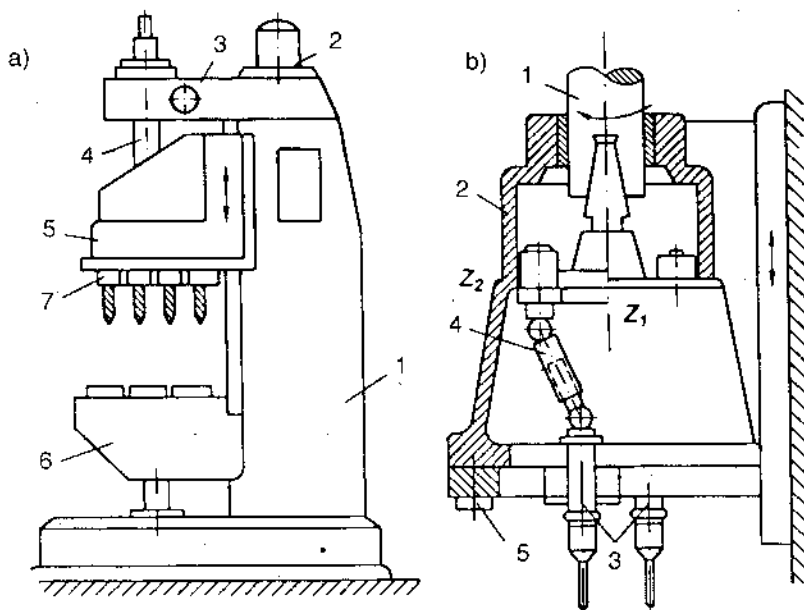
Hình 6.9. Cơ cấu kẹp chặt vì sai trụ máy khoan cần.

6.1.4. Máy khoan nhiều trục chính

Dùng trong sản xuất hàng loạt để khoan đồng thời nhiều lỗ, số lượng lỗ đạt tới 200.

Máy khoan đứng nhiều trục chính có thể chia làm hai loại chính:

- Loại không điều chỉnh được khoảng cách giữa các trục chính (hình 6.10a).
- Loại điều chỉnh được khoảng cách giữa các trục chính (hình 6.10b).



Hình 6.10. Máy khoan đứng nhiều trục chính.

Hình 6.10a là bản vẽ chung của máy khoan đứng nhiều trục chính. Trên thân máy 1 lắp tất cả các cơ cấu của máy gồm: động cơ truyền dẫn 2, hộp tốc độ 3, trục truyền trung tâm 4, hộp trục chính 5 và các trục chính 7. Hộp trục chính 5 được truyền chuyển động tịnh tiến lên xuống bằng cơ cấu dầu ép hay cơ khí. Từng trục chính 7 có thể có tốc độ quay khác nhau.

Hình 6.10b có khối đầu trục chính 5. Chuyển động truyền từ trục trung tâm 1 qua bánh răng trung tâm Z_1 tới các bánh răng Z_2 ở xung quanh tới khớp các đăng 4 và trục chính 3.

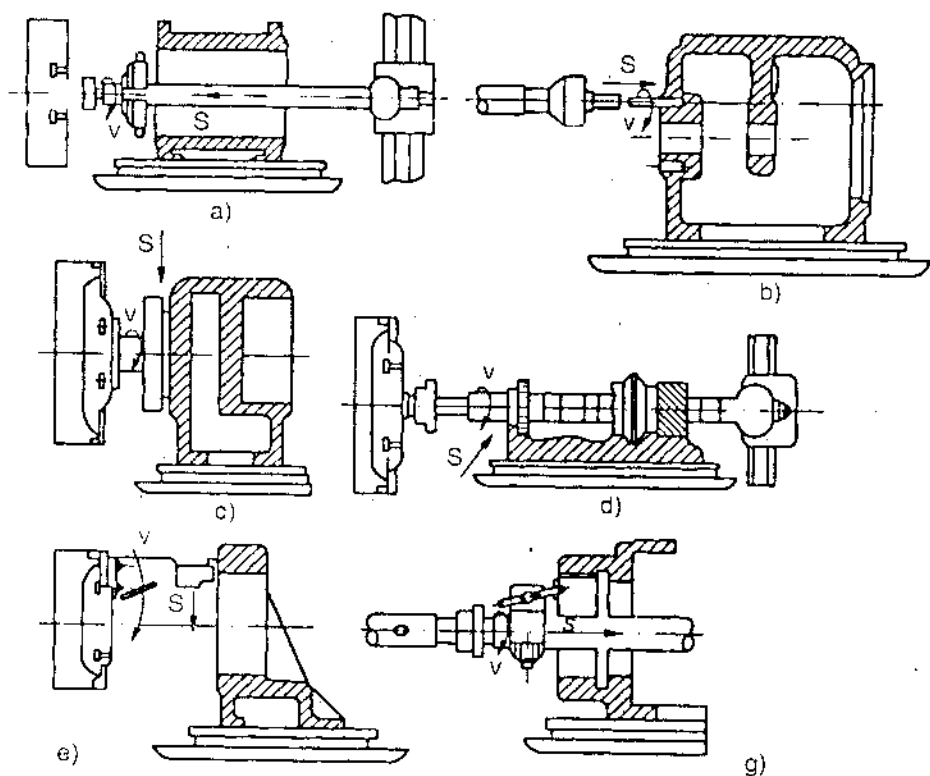
6.2. MÁY DOA

6.2.1. Công dụng và phân loại

Máy doa dùng để gia công những chi tiết lớn như dạng vỏ hộp, thân máy v.v... Công việc chính là gia công lỗ có độ chính xác cao, gia công nhiều lỗ đồng tâm hay trên cùng mặt phẳng theo phương pháp tọa độ v.v... Những công việc thường thấy trên máy doa (xem hình 6.11):

Nói chung trên máy doa có thể gia công xong toàn bộ một chi tiết phức tạp có nhiều công việc khác nhau.

Có loại máy doa vạn năng và chuyên dùng, có một hay nhiều trục chính nằm ngang hay thẳng đứng, có những máy doa chính xác đặc biệt như máy doa kim cương, máy doa tọa độ v.v...



Hình 6.11. Các loại máy doa.

- a) doa lỗ (tiện trong); b. khoan; c) phay mặt hộp bằng dao phay mặt đầu;
d) phay mặt định hình bằng nhiều dao phay; e) xén mặt gờ lỗ bằng dao tiện chạy dao
hướng kính; g) tiện ren trong.

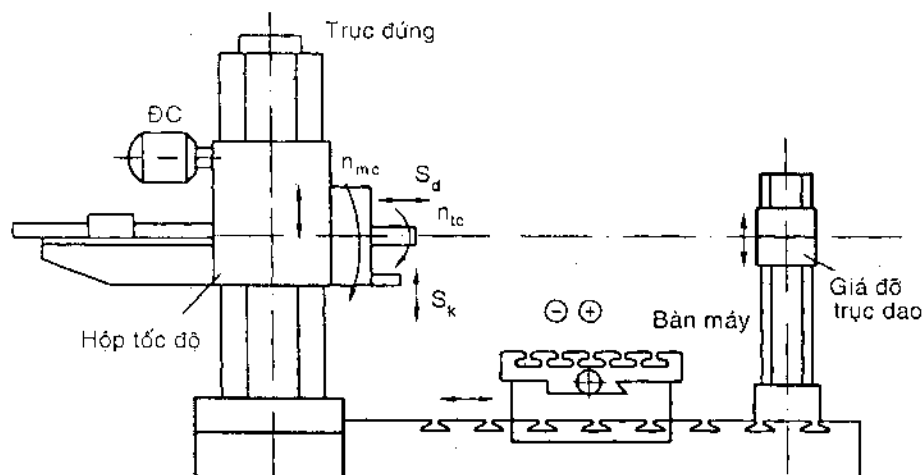
6.2.2. Các bộ phận và chuyển động của máy doa nằm ngang vạn năng (hình 6.12)

Chuyển động chính của mâm cặp quay tròn n_{mc} và trục chính quay tròn n_k .

Chuyển động chạy dao.

- + Trục chính chạy dao hướng trục S_d .
- + Giá dao hướng kính lắp trên mâm cặp thực hiện chạy hướng kính để xén mặt S_k .
- + Chạy dao dọc và ngang của bàn máy.

-- Ngoài ra có các chuyển động điều chỉnh nhanh của xà giá đỡ thẳng đứng trên trục đỡ, chuyển động quay điều chỉnh của bàn máy...



Hình 6.12. Máy doa nằm ngang.

6.2.3. Máy doa 262I⁷ (hình 6.13)

- Xích tốc độ từ động cơ chính $N = 4,5kW$, $n = \frac{720}{1440}$ v/ph qua đai truyền

$\frac{116}{236} (I) \rightarrow$ khối bánh răng ba bậc $\left(\frac{20}{57}\right), \left(\frac{28}{49}\right), \left(\frac{24}{53}\right) (II) \rightarrow$ Khối các bánh răng $\left(\frac{47}{30}, \frac{55}{35}, \frac{22}{55}, \frac{55}{35}, \frac{22}{55}, \frac{19}{48}\right) III, IV$ tách làm hai ngá:

+ Từ bên phải trục IV qua $\frac{43}{58}$ V lắp then hoa với trục chính truyền chuyển động quay tròn.

+ Từ bên trái trục IV qua ly hợp M_1 tới $\frac{22}{58}$ VI cùng một khối với mâm cặp truyền chuyển động n_{mc} . Cho ta 18 tốc độ n_{mc} và 18 tốc độ n_{ic} .

- Xích chạy dao. Truyền động chung của xích như sau: xuất phát từ n_{ic} (V) hay n_{mc} (VI) đi ngược trở về trục IV nối từ bánh răng rộng bản 35 ăn khớp với bánh răng 56 trên trục VII qua khối bánh răng 3 bậc $\left(\frac{54}{50}, \frac{50}{18}, \frac{54}{50}, \frac{18}{50}, \frac{54}{50}, \frac{28}{40}\right) VIII, IX$ qua $\left(\frac{50}{18}, \frac{18}{50}, \frac{40}{28}\right) X \left(\frac{28}{40}, \frac{34}{34}\right) XI \left(\frac{23}{45}, \frac{34}{34}\right)$

$XII \frac{45}{45} XIII$ qua ly hợp an toàn M làm quay trục XIII $\frac{43}{45}$ XIV. $\frac{21}{42}$ (XV) (trục đứng) (đóng thẳng từ trên xuống dưới) tới cặp truyền động trục vít bánh vít $\frac{4}{29} \rightarrow$ chạy dao hướng trục S_d và S_k của trục chính, hoặc từ trục đứng XV (phía

dưới cùng) qua $\frac{19}{27}$ tới XX $\rightarrow$ chạy dao bàn máy.

Ta sẽ chứng minh không có chạy dao hướng kính khi không truyền theo xích trên, có nghĩa là bánh răng 57 (XVI) không ăn khớp với bánh răng 43 (XXIX).

$$\text{Ta có: } \frac{n_1 - n_3}{n_2 - n_3} = -\frac{24}{15} \cdot \frac{19}{20} = -\frac{24}{20} = -\frac{6}{5}$$

Vì $n_1 = 0$ (57 không khớp 43) nên có:

$$\frac{-n_3}{n_2 - n_3} = -\frac{6}{5} \rightarrow n_2 = \frac{11}{6} n_3 \quad (1)$$

Tính n_2 và n_3 theo n_{116} và $n_{m.c}$ ($= n_{58}$) có:

$$\frac{n_3}{n_{58}} = \frac{58}{28} \rightarrow n_3 = n_{58} \cdot \frac{58}{28} \quad (2)$$

$$\frac{n_2}{n_{116}} = \frac{116}{24} \rightarrow n_2 = n_{116} \cdot \frac{58}{12} \quad (3)$$

thay (2) và (3) vào (1) ta có:

$$n_{116} \cdot \frac{58}{12} = \frac{11}{6} \cdot n_{58} \cdot \frac{58}{22}$$

Khử đi còn: $n_{116} = n_{58} = n_{m.c}$, do đó không có chạy dao hướng kính.

+ Chạy dao dọc bàn máy:

Từ trục đứng XV $\frac{19}{27}$ XX $\frac{22}{44}$ XXI qua đảo chiều hình còn $\frac{14}{36}$ ly hợp

M₂XXII bộ trục vít bánh vít $\frac{2}{52}$ bánh răng 11 thanh răng $m = 5$.

+ Chạy dao ngang bàn máy: từ trục đứng XV $\frac{19}{27}$ XX $\frac{22}{44}$ qua đảo chiều hình còn $\frac{44}{36}$ ly hợp M₂ $\frac{33}{29}$ XXIII trục vít me $t_v = 6\text{mm}$ - đai ốc XXXVI.

+ Chuyển động điều chỉnh độ cao trục chính: từ trục đứng XV $\frac{19}{27}$ XX $\frac{22}{44}$ qua đảo chiều hình còn $\frac{44}{36}$ ly hợp M₂ $\frac{33}{29}$ XXIII trục vít me $t_v = 6\text{mm}$ - đai ốc XXXVI $\rightarrow$ sang trái $\frac{44}{22}$ vít me đứng trụ đỡ $i_2 = 12$ - đai ốc XXXVII và $\rightarrow$ sang phải $\frac{18}{48}$ vít me $t_v = 16$ hộp tốc độ (trụ đỡ và hộp tốc độ phải lên xuống đồng bộ bảo đảm độ đồng tâm).

– Xích chạy dao nhanh: từ động cơ phụ $N = 2,2\text{kW}$; $n = 1500\text{v/ph}$ qua $\frac{31}{58} \cdot \frac{45}{51}$ XX truyền tới tất cả các xích chạy dao của máy điều khiển chạy dao nhanh (vì xích ngắn, không đi qua hộp chạy dao).

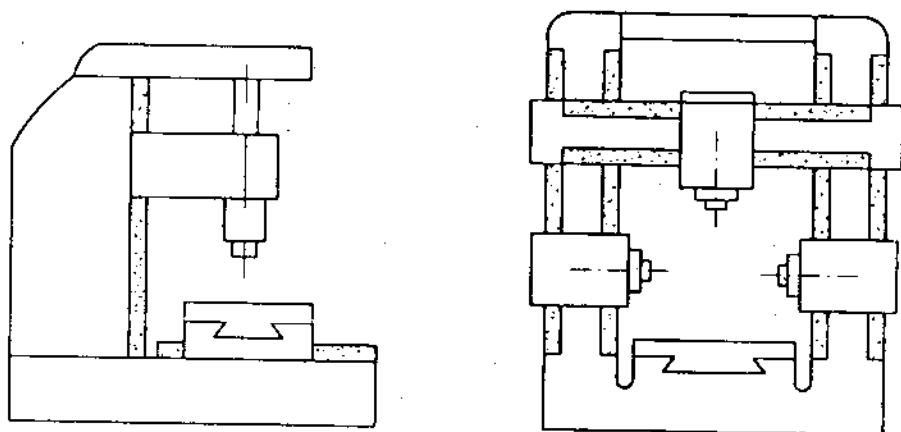
6.2.4. Máy doa toạ độ (hình 6.15)

– Máy doa toạ độ dùng gia công các chi tiết có yêu cầu khoảng cách giữa các lỗ hay khoảng cách giữa lỗ và các mặt chuẩn của chi tiết có độ chính xác rất cao, dung sai từ $5 \div 10$ micromét (μm).

Trên loại máy này làm được các công việc sau đây: vạch dấu và định tâm lỗ, khoan, doa, tiện trong lần cuối, gia công mặt định hình, phay mặt dấu, gờ lỗ v.v...

Ngoài ra nó không chỉ là máy cắt kim loại mà là máy vạch dấu (khắc độ) và là máy đo lường chính xác cao.

Để hoàn thành những nhiệm vụ trên, máy phải có khả năng di chuyển bàn máy hay trục chính theo các trục toạ độ thẳng góc rất chính xác. Do đó người ta trang bị cho máy cơ cấu đo lường quang học, thước kính phóng đại, bàn quay (chính xác từ $10''$).



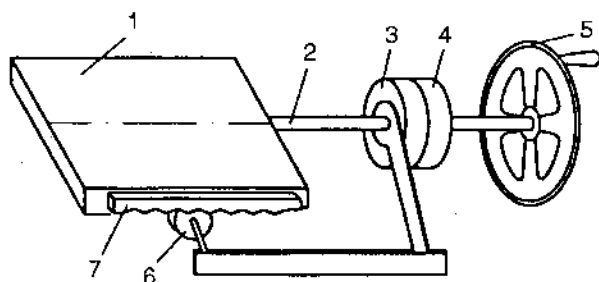
Hình 6.15. Sơ đồ máy doa toạ độ.

Có hai loại máy doa toạ độ: loại 1 trục và loại 2 trục.

Các cơ cấu chủ yếu của máy: có 3 loại cơ cấu đo lường dùng cho máy này:

- Dùng đồng hồ đo và mẫu đo phối hợp.
- Dùng cơ cấu trục vít bù sai số.
- Dùng cơ cấu trục vít bù sai số có thước điều chỉnh (hình 6.16).

Loại này dùng cho máy một trụ. Trên bàn công tác 1 lắp thước hiệu chỉnh 7. Tay quay 5 quay trục vít me 2 bàn máy di động dọc. Độ chính xác bước vít me được điều chỉnh bằng thước 7. Thước này làm ra theo sai số của vít me đã kiểm tra khi chế tạo. Bước vít me sai số



Hình 6.16. Cơ cấu trục vít bù có thước điều chỉnh.

0,01mm tương ứng với độ cao lõm xuống hay lồi lên của thước là 2mm. Khi vít me quay, bàn máy dịch chuyển, con lăn 6 lăn trên thước thông qua hệ thống tay đòn làm cho vòng chia độ của đĩa quay tương đối với đĩa phân độ 4. Đọc độ lắc sẽ biết được độ chính xác của vít me và dùng tay quay 5 quay hiệu chỉnh lại (cơ cấu này không tự hiệu chỉnh được độ chính xác mà chỉ phát hiện rồi dùng tay để hiệu chỉnh).

+ Dùng cơ cấu đo lường quang học (hình 6.17).

Vít me quay bàn máy di động. Bàn máy có chứa trục kính bên trong nên trục kính cũng bị di động theo. Trục kính có thể quay tự do trong bàn máy, nó bằng kim loại không gỉ hay bằng kính trên đó có đường ren chính xác (độ dày vạch ren $4 \div 5\mu\text{m}$) bước ren 2mm. Đầu trục kính có cố định một đĩa phân độ với 200 vạch khắc đều nhau. Bên cạnh trục kính có thiết kế một hệ thống quang học, dùng mắt nhìn thấy rất rõ các đường ren trên trục kính.

Quá trình làm việc như sau:

Giả sử muốn bàn máy di động 2mm. Đầu tiên để vạch đường xoắn a (hình 6.17b) trùng vào giữa hai vạch trắng của ống ngắm. Sau đó cho bàn máy di động (bằng tay quay vít me), trục kính di động đưa vạch a di động tới khi vạch b đến vị trí của vạch a cũ (giữa hai vạch trắng) thì bàn máy đã di động một độ dài 2mm.

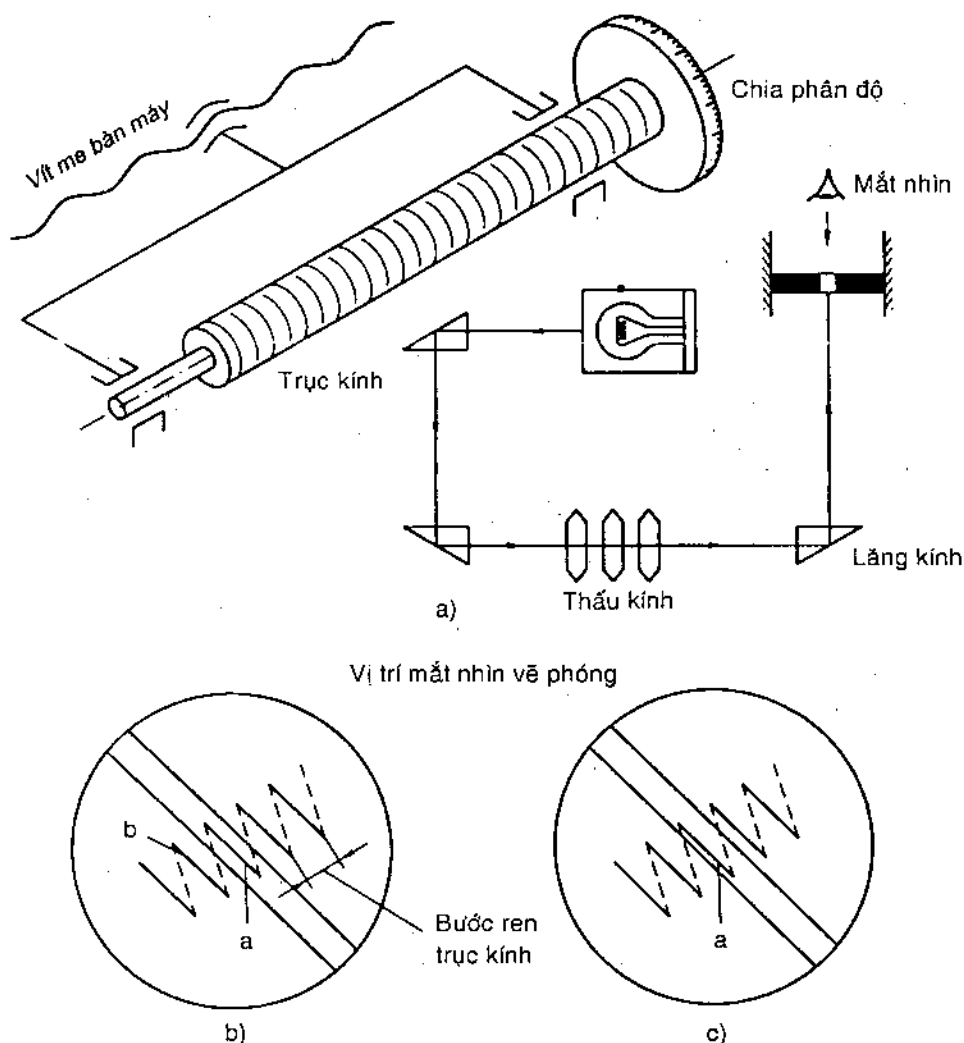
Bàn máy có thể di động nhỏ nhất tương ứng với một độ chia trên đĩa phân độ: 0,01mm, tính như sau:

1 vòng đĩa phân độ $\rightarrow$ đường ren từ b chuyển sang a $\rightarrow$ làm máy di động 2mm, 1 khắc độ $= \frac{1}{200}$ vòng $\rightarrow$ đường ren lệch đi giữa hai vạch trắng $\rightarrow$ bàn máy 0,01mm.

Do đó muốn bàn máy di động 0,05 mm tương ứng với 5 độ khắc, ta chỉ việc

quay đĩa phân độ đi 5 độ khắc, đường ren a qua ống ngắm sẽ lệch đi (hình 6.17c) sau đó quay vít me cho bàn máy chuyển động đưa đường ren a về vị trí giữa.

Cơ cấu này có ưu điểm là trục kính không bị mài mòn trong quá trình làm việc, do đó giữ được độ chính xác lâu dài.



Hình 6.17. Cơ cấu đo lường quang học.

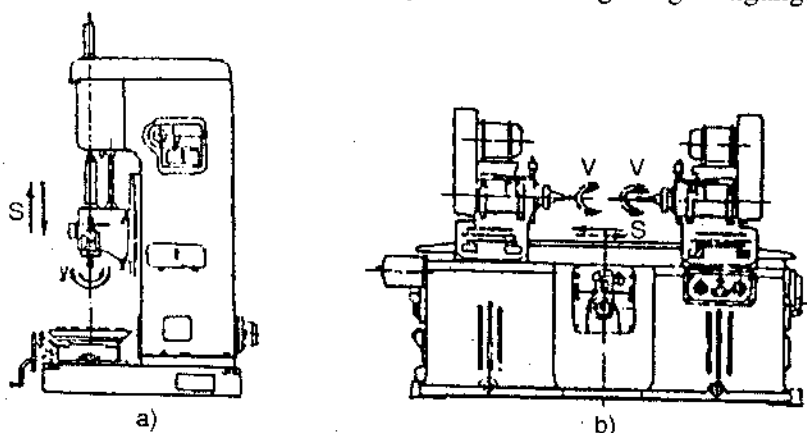
6.2.5. Máy doa kim cương

Máy doa kim cương được dùng để gia công tinh lỗ trụ và côn chính xác, còn có thể tiện và xén mặt. Có loại máy doa kim cương ngang và đứng, với một

hoặc nhiều trục chính. Dụng cụ gia công làm bằng kim cương hoặc hợp kim cứng, tốc độ cắt của máy cao ($600 \div 800 \text{m/ph}$). Lượng chạy dao bé ($0,01 \div 0,1 \text{mm}$), chiều sâu cắt bé ($0,1 \div 0,3 \text{mm}$). Tiện tinh bằng dao kim cương có các ưu điểm sau:

- a) Không có hạt mài đọng trên bề mặt gia công (nếu dùng đá mài);
- b) Độ ô van và độ côn lỗ có đường kính $100 \div 200 \text{mm}$ đạt tới cấp chính xác 1 và 2 ($0,01 \div 0,005 \text{mm}$).

Hình 6.18 mô tả hình bên ngoài máy doa kim cương đứng và ngang.



Hình 6.18. Máy doa kim cương.
a) đứng; b) ngang.

6.3. MÁY TỔ HỢP

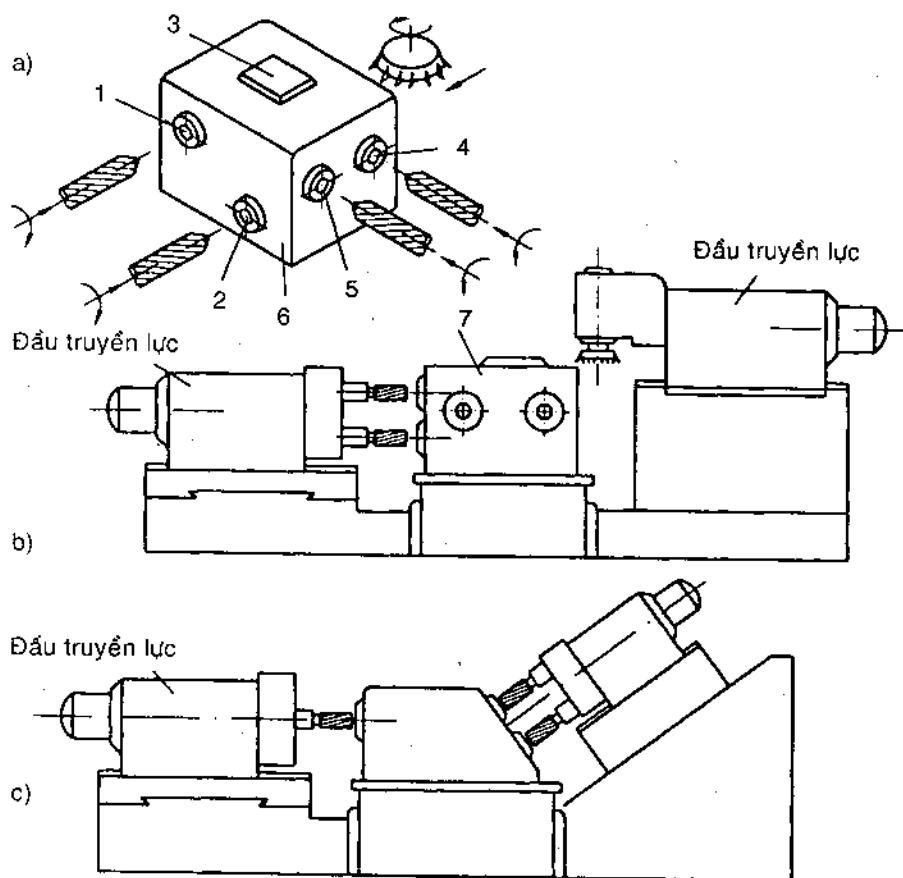
Đối tượng sản xuất của ngành chế tạo máy hiện nay luôn đổi mới, trung bình 2-3 năm thay đổi một lần. Do đó yêu cầu phải thay đổi các máy móc chuyên dùng mới. Thời gian để chế tạo và thiết kế một máy chuyên dùng từ 2-4 năm, giá thành đắt hơn máy vạn năng từ 10-15 lần nên không dùng được máy chuyên dùng do giá thành sản phẩm tăng. Vì vậy người ta đã chế tạo ra máy tổ hợp.

Máy tổ hợp là máy bán tự động gồm các thiết bị chuyên dùng hay chuyên môn hoá đã được tiêu chuẩn, tùy theo đặc tính của chi tiết gia công mà tổ hợp thành máy.

Máy này dùng trong sản xuất hàng loạt, trong các dây chuyền tự động. Năm 1933 ở Liên Xô đã bắt đầu thiết kế, đến nay đã hoàn chỉnh và dùng nhiều trong các nhà máy. Công dụng của nó giống như máy chuyên dùng, gia công cùng một lúc nhiều công việc khác nhau trên cùng một chi tiết gia công, nhưng khác máy chuyên dùng là có thể thay đổi nhanh các bộ phận tiêu chuẩn để tổ hợp thành một máy khác, gia công mặt hàng khác.

6.3.1. Sự tổ hợp thành máy

Ví dụ gia công hộp (hình 6.19), các bề mặt gia công: khoan các lỗ 1, 2, 4, 5, phay mặt phẳng 3 cùng đồng thời, ta phải bố trí dao và các chuyển động như hình vẽ (hình 6.19a).

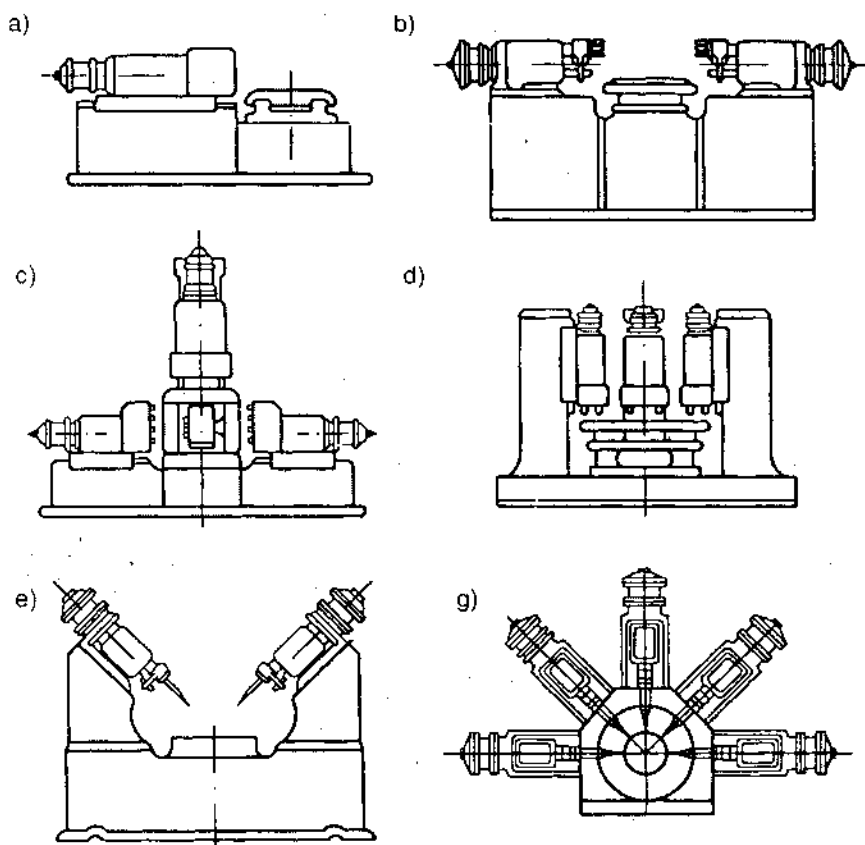


Hình 6.19. Máy tổ hợp.

Muốn cho máy thực hiện được các yêu cầu, gia công như sơ đồ trên phải bố trí như sau: thân máy phải có dạng hình hộp, trên đó 4 phía tương ứng với 4 thành hộp có sống trượt hướng vào thành hộp. Các đầu truyền lực có từng động cơ truyền dẫn riêng sẽ trượt theo sống trượt tiến vào gia công chi tiết 7.

Muốn gia công các lỗ xiên phải là sống trượt nghiêng (hình 6.19c).

Ta có nhiều loại máy tổ hợp khác nhau (hình 6.20).



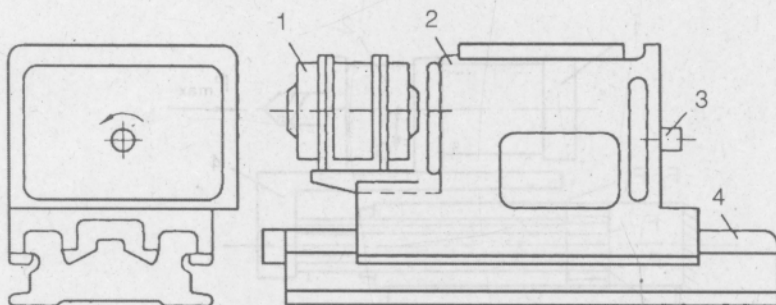
Hình 6.20. a, b, c là máy có một, hai, ba đầu động lực gia công chi tiết từ một, hai, ba mặt. Hình d có ba đầu động lực thẳng đứng, bàn máy quay tròn lần lượt các đầu máy gia công các vị trí khác nhau của bàn quay. Hình e đầu động lực đặt nghiêng. Hình g dùng gia công nhiều lỗ hướng kính trên chu vi của chi tiết.

6.3.2. Các bộ phận chính của máy tổ hợp

- Thân máy (không quy chuẩn).
- Đầu động lực (đã quy chuẩn).
- Hộp trục chính (đã quy chuẩn).
- Bàn quay.
- Các cơ cấu thực hiện chuyển động chạy dao (bằng cơ khí, dầu ép).

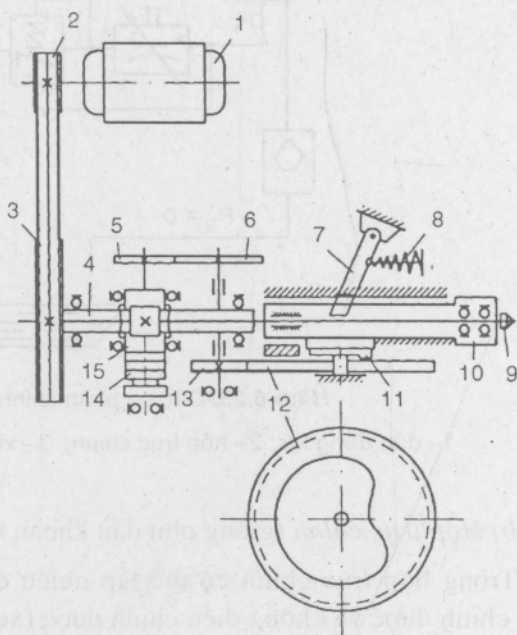
a) Đầu động lực (hình 6.21).

Đầu động lực gồm có: vỏ hộp 2 lắp trên sống trượt 4, động cơ điện 1 truyền tới hộp tốc độ (bên trong 2) tới làm quay trục truyền dẫn 3 (trục này sẽ nối với trục trung tâm của hộp trục chính của máy).



Hình 6.21. Đầu động lực.

+ Hình 6.22 là sơ đồ động của đầu truyền lực X3AC. Động cơ 1 qua đai truyền 2-3 làm quay bạc then hoa 4 truyền tới trục chính 9 (truyền tiếp tới hộp trục chính). Đồng thời chuyển động truyền qua trục vít 15 tới ly hợp, bánh vít 14 qua cặp bánh răng thay thế 5-6-13 làm quay cam đĩa 12. Do đường cong cam đĩa tác dụng vào chốt 11 đưa trục bạc trục chính 10 tịnh tiến thực hiện chuyển động chạy dao.



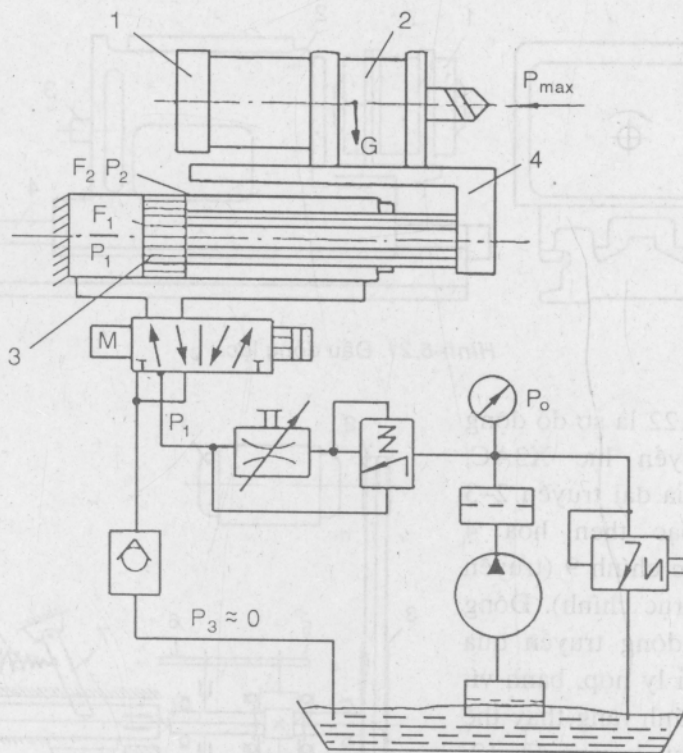
Hình 6.22. Sơ đồ động đầu truyền lực X3AC.

+ Đầu động lực làm việc theo chu trình bán tự động. Tùy theo tính chất của bề mặt gia công vạch ra một chu trình làm việc thích hợp. Các vấu tỳ cứng trên đường chuyển động để khống chế hành trình: công tác, chạy nhanh, lùi dao, hãm v.v...

– Hiện nay có các loại đầu động lực như:

- + Loại dùng hệ thống chạy dao cơ khí (cam đĩa, cam thùng).
- + Loại dùng hệ thống thủy lực (xilanh – pít tông).
- + Loại dùng hệ thống cơ khí – điện.
- + Loại dùng khí nén và dầu ép.

Phổ biến nhất là loại dùng cơ khí và dầu ép (hình 6.23).



Hình 6.23. Các bộ phận chính của máy tổ hợp.

1— đầu động lực; 2— hộp trục chính; 3— xilanh – pít tông; 4— bàn máy.

b) Hộp trục chính (giống như đầu khoan nhiều trục).

Trong hộp trục chính có thể lắp nhiều dao để gia công, có hai loại: loại điều chỉnh được và không điều chỉnh được (xem máy khoan nhiều trục chính).

c) Bàn quay (là một giá lắp quan trọng của máy tổ hợp).

Trên bàn quay lắp nhiều chi tiết gia công ở xung quanh. Mỗi một vị trí của bàn quay các đầu động lực sẽ gia công một nguyên công của chi tiết. Muốn gia công các nguyên công tiếp theo phải quay phân độ bàn quay (đây là phương pháp gia công nối tiếp – song song).

Hình 6.24 là sơ đồ bàn quay nhiều vị trí (tới 8 ÷ 12 vị trí)

Vị trí I: Khoan lỗ rộng.

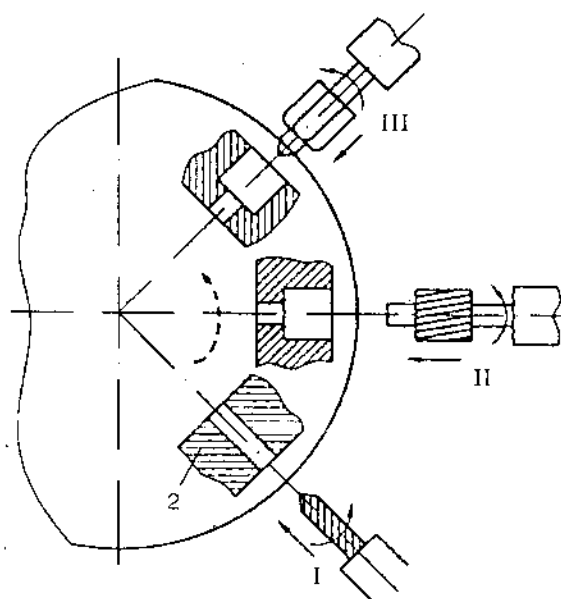
Vị trí II: Khoét rộng.

Vị trí III: Doa v.v...

Có thể xén mặt đầu, làm ren, tiện thô, tiện tinh, phay v.v... thời gian gia công xong một vị trí là t'' gọi là nhịp. Dùng nó để tính năng suất của máy. Trong các vị trí của bàn quay ta để một vị trí tháo lắp chi tiết. Bàn quay được quay tự động do cơ cấu man-tít đặt dưới gầm bàn máy.

d) Thân máy (là chi tiết không tiêu chuẩn của máy tổ hợp).

Dựa theo hình dạng chung của chi tiết mà thiết kế kết cấu của thân máy cho thích hợp. Do đó công việc thiết kế máy tổ hợp chủ yếu là thiết kế chu trình gia công, sự tổ hợp thành máy và thân máy.



Hình 6.24.

6.3.3. Ưu, khuyết điểm của máy tổ hợp

- Giảm thời gian thiết kế và chế tạo do dùng các bộ phận tiêu chuẩn.
- Có năng suất cao do gia công nhiều dao và thời gian phụ rất ít.
- Giá thành sản phẩm hạ.
- Dễ dàng điều chỉnh lại máy khi gia công sản phẩm khác, cải tiến hoặc sản xuất mặt hàng mới.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày về máy khoan đứng 1 trục.
2. Trình bày về máy khoan cần (công dụng – phân loại, cơ cấu kẹp chặt vi sai).
3. Trình bày về máy doa: các chuyển động, cơ cấu đo lường quang học máy tọa độ.
4. Trình bày về máy tổ hợp – khái niệm chung về máy tổ hợp.

Chương 7

MÁY PHAY

Máy phay là một trong những loại máy chiếm số lượng lớn trong các nhà máy cơ khí, ở Liên Xô cứ 100 máy công cụ thì có chừng 10 máy phay.

Máy phay đã được chế tạo từ thế kỷ XVI, nhưng phát triển rất chậm. Tới năm 60 – 80 của thế kỷ XIX nó mới chiếm tỷ lệ 1/15 máy tiện. Năm 1815 có máy phay nằm ngang và năm 1884 có máy phay giường. Loại máy phay nặng có kích thước bàn máy 5m x 16m. Máy phay giường 6682 có 23 động cơ, nặng 400 tấn. Hiện nay có xu hướng ngày càng dùng phay thay cho bào. Việc phát triển máy phay chuyên dùng có tầm quan trọng đặc biệt. Ở nước ta, nhà máy cơ khí Hà Nội đã sản xuất được các loại máy phay vạn năng P623, P613 và đã nhập nhiều loại máy phay điều khiển theo chương trình số CNC.

7.1. CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI

7.1.1. Công dụng

Trên máy phay người ta có thể hoàn thành nhiều công việc khác nhau: gia công mặt phẳng, mặt định hình (cam, khuôn dập, mẫu ép...), lỗ, rãnh, cắt ren ngoài và trong, cắt bánh răng, phay rãnh then v.v... Thiết bị thêm gá lắp để tiện trong lỗ chính xác, gia công bánh răng bằng phương pháp lăn răng.

Dưới đây là những ví dụ về các công việc phay.

7.1.2. Phân loại máy phay

– Căn cứ vào công dụng của máy phay có: máy phay công dụng chung, máy phay chép hình, máy phay thùng, máy phay liên tục v.v...

– Có thể chia làm hai nhóm chính:

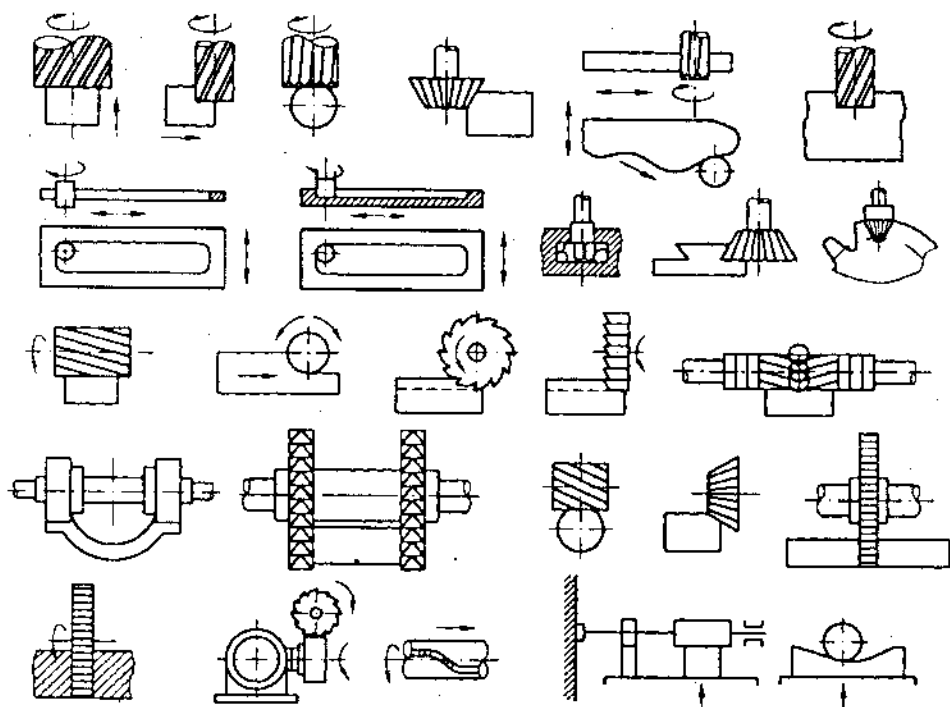
+ Máy phay vạn năng như: máy phay nằm ngang 6H82 (P623), máy phay đứng 6H12, máy phay giường v.v...

+ Máy phay chuyên môn hoá như: máy phay ren vít, máy phay chép hình, máy phay rãnh then v.v...

– Ký hiệu và kích thước quan trọng của máy phay:

Ví dụ P623: P – phay, 6 – vạn năng, 23 – kích thước cơ bản của bàn máy 320 x 1250mm (các máy của Liên Xô ký hiệu có khác: chữ số thứ nhất 6: chỉ máy phay, chữ số thứ hai chỉ loại máy: 1– đứng, 2– máy phay tác dụng liên tục, 3, 4– máy phay chép hình, 5– máy phay đứng côngson, 6– máy phay giường, 7– máy phay côngson chuyên dùng, 8– máy phay côngson ngang, 9– các loại

máy khác. Con số thứ ba chỉ kích thước chính của máy, chữ chỉ máy mới có năng suất cao H – máy mới (HoBылъ) có ý nghĩa tăng lượng chạy dao khi gia công kim loại nhẹ tới 2500m/ph, r(роpHTадbHый) phay ngang v.v... Hiện nay có các loại 6H82, 6H81r, 679, 678M, 6H13п v.v... (của Liên Xô) VF22, FU5A (của Hung, CH Séc...).



Hình 7.1. Các công việc về phay.

7.1.3. Các chuyển động

– Chuyển động cắt là chuyển động quay của trục chính mang dao. Từ tốc độ cắt của dao ta tính số vòng quay của trục chính:

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

trong đó: v – vận tốc cắt (m/ph);

D – đường kính dao (mm).

– Chuyển động chạy dao: do bàn máy mang phôi thực hiện, có chạy dao dọc (S_d), chạy dao ngang (S_n) và chạy dao đứng (S_d).

Do tính chất tạo hình của bề mặt gia công trên máy phay chủ yếu là mặt phẳng (chỉ cần tạo hình đơn giản) không cần mối liên hệ giữa trục chính mang dao và bàn máy thực hiện chạy dao, nên được phép dùng hai nguồn truyền động riêng biệt. Sơ đồ nguyên lý chuyển động của máy phay được thể hiện như sau.

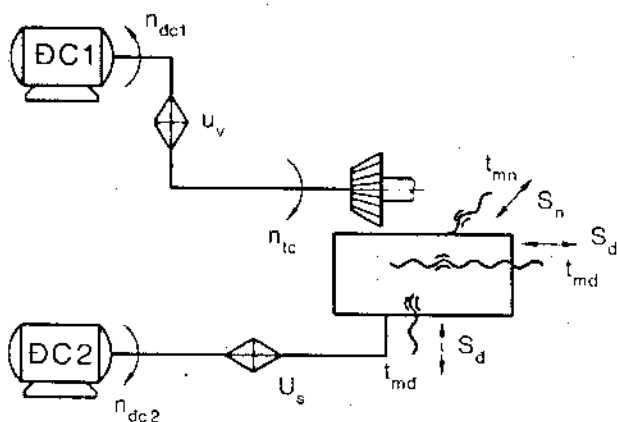
Chuyển động cắt đi từ động cơ chính ĐC1 có n_{dc1} qua hộp tốc độ U_v đến n_{tc} . Phương trình xích tốc độ:

$$n_{dc1} \cdot U_v = n_{tcmin} \div n_{tcmax}$$

Chuyển động chạy dao: đi từ động cơ chạy dao ĐC2, n_{dc2} qua hộp chạy dao U_s đến trục vít me dọc có bước ren t_{md} vít me ngang có bước t_{mn} và vít me đứng có bước t_{md} . Phương trình xích chạy dao:

$$n_{dc2} \cdot U_s \begin{cases} t_{md} = S_{dmin} \div S_{dmax} \text{ (mm/ph)} \\ t_{mn} = S_{nmin} \div S_{nmax} \text{ (mm/ph)} \\ t_{md} = S_{dmin} \div S_{dmax} \text{ (mm/ph)} \end{cases}$$

Trong một số máy có thêm xích chạy dao nhanh để giảm thời gian chạy không của bàn máy khi làm việc.

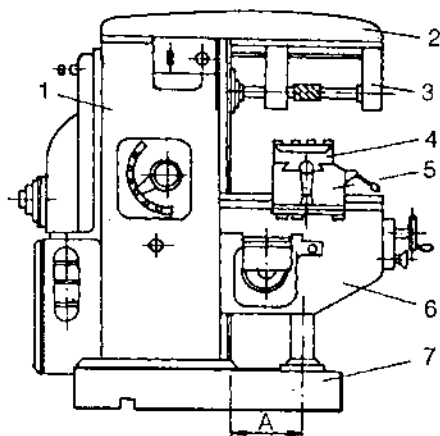


Hình 7.2. Sơ đồ nguyên lý chuyển động của máy phay.

7.2. MÁY PHAY VẠN NĂNG NẪM NGANG P623

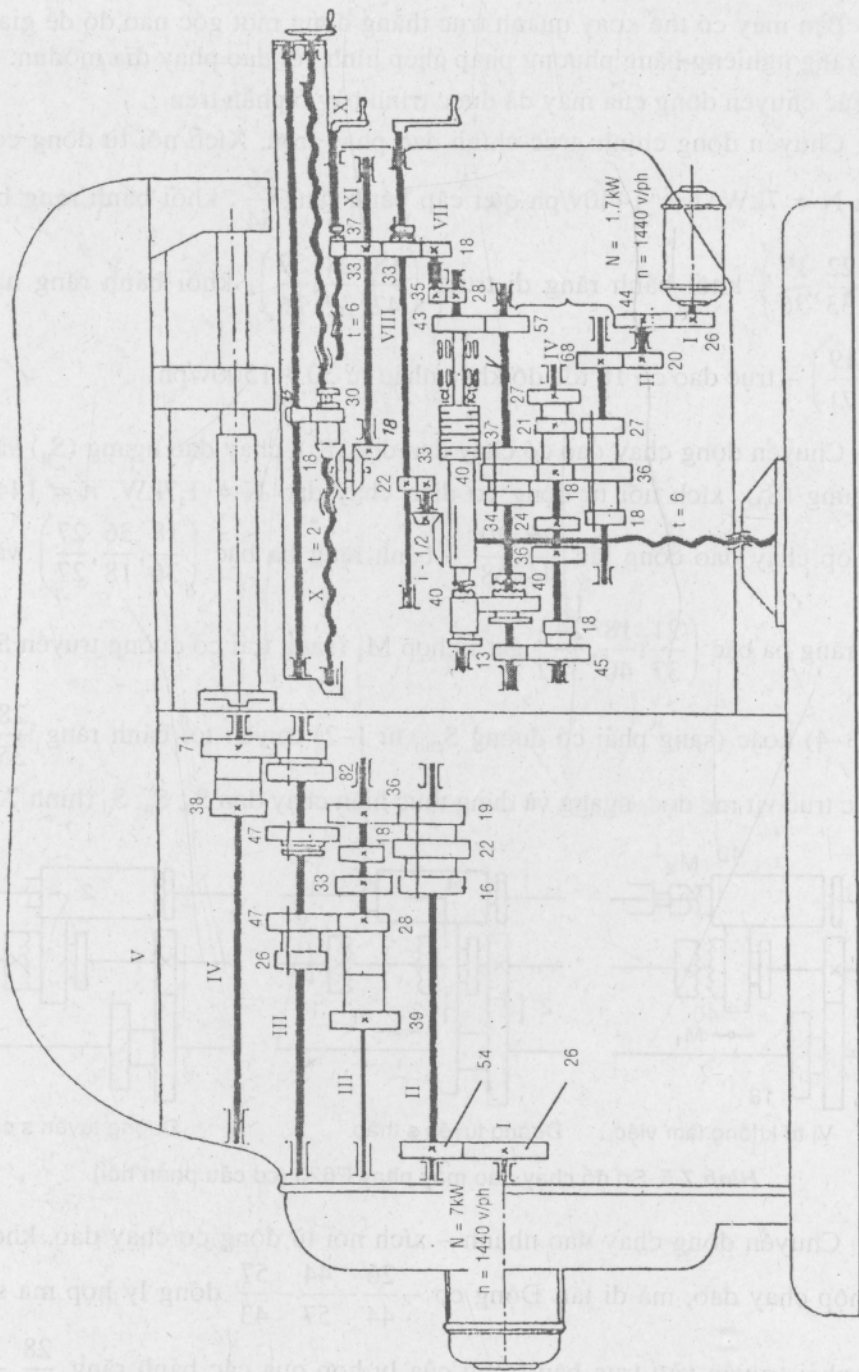
7.2.1. Các bộ phận chính của máy (hình 7.3)

- 1 Thân máy chứa hộp tốc độ.
- 2 Xà ngang máy;
- 3 Giá đỡ trục dao;
- 4 Bàn gá;
- 5 Bàn máy;
- 6 Hộp chạy dao;
- 7 Đế máy.



Hình 7.3. Máy phay vạn năng.

7.2.2. Sơ đồ động của máy (hình 7.4)



Hình 7.4. Sơ đồ động của máy P623.

Đặc điểm: – trục chính nằm ngang;

– Bàn máy có thể xoay quanh trục thẳng đứng một góc nào đó để gia công bánh răng nghiêng bằng phương pháp chếp hình với dao phay đĩa môđun.

Các chuyển động của máy đã được trình bày ở phần trên.

– Chuyển động chính: trục chính dao phay tròn. Xích nối từ động cơ điện chính $N = 7\text{kW}$, $n = 1440\text{v/ph}$ qua cặp bánh răng $\frac{26}{54}$, khối bánh răng ba bậc

$\left(\frac{16}{39}, \frac{22}{33}, \frac{19}{36}\right)$ khối bánh răng di trượt $\left(\frac{18}{47}, \frac{28}{37}, \frac{39}{26}\right)$, khối bánh răng hai bậc

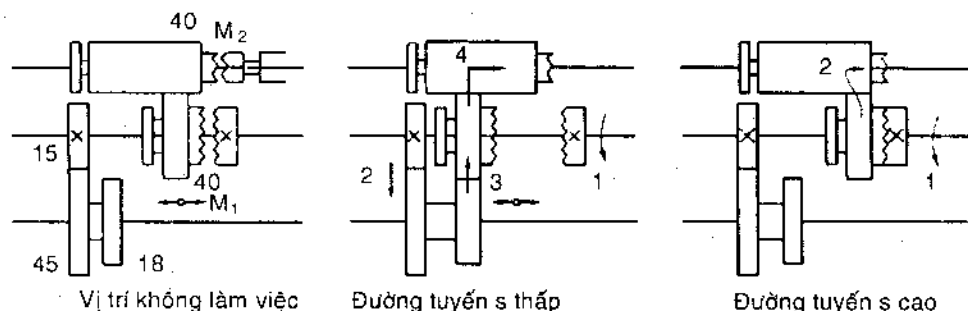
$\left(\frac{82}{38}, \frac{19}{71}\right)$ – trục dao có 18 tốc độ khác nhau từ $30 + 1500\text{v/ph}$.

– Chuyển động chạy dao có chạy dao dọc (S_d), chạy dao ngang (S_n) và chạy dao đứng (S_d): xích nối từ động cơ điện chạy dao $N = 1,7\text{kW}$, $n = 1440\text{v/ph}$ qua hộp chạy dao công tác $\frac{26}{44}, \frac{20}{68}$ – bánh răng ba bậc $\left(\frac{18}{36}, \frac{36}{18}, \frac{27}{27}\right)$ và khối

bánh răng ba bậc $\left(\frac{21}{37}, \frac{18}{40}, \frac{24}{34}\right)$ gạt ly hợp M_1 (sang trái có đường truyền $S_{thấp}$ từ

1–2–3–4) hoặc (sang phải có đường S_{cao} từ 1–2) truyền tới bánh răng $\frac{28}{35} - \frac{18}{33}$

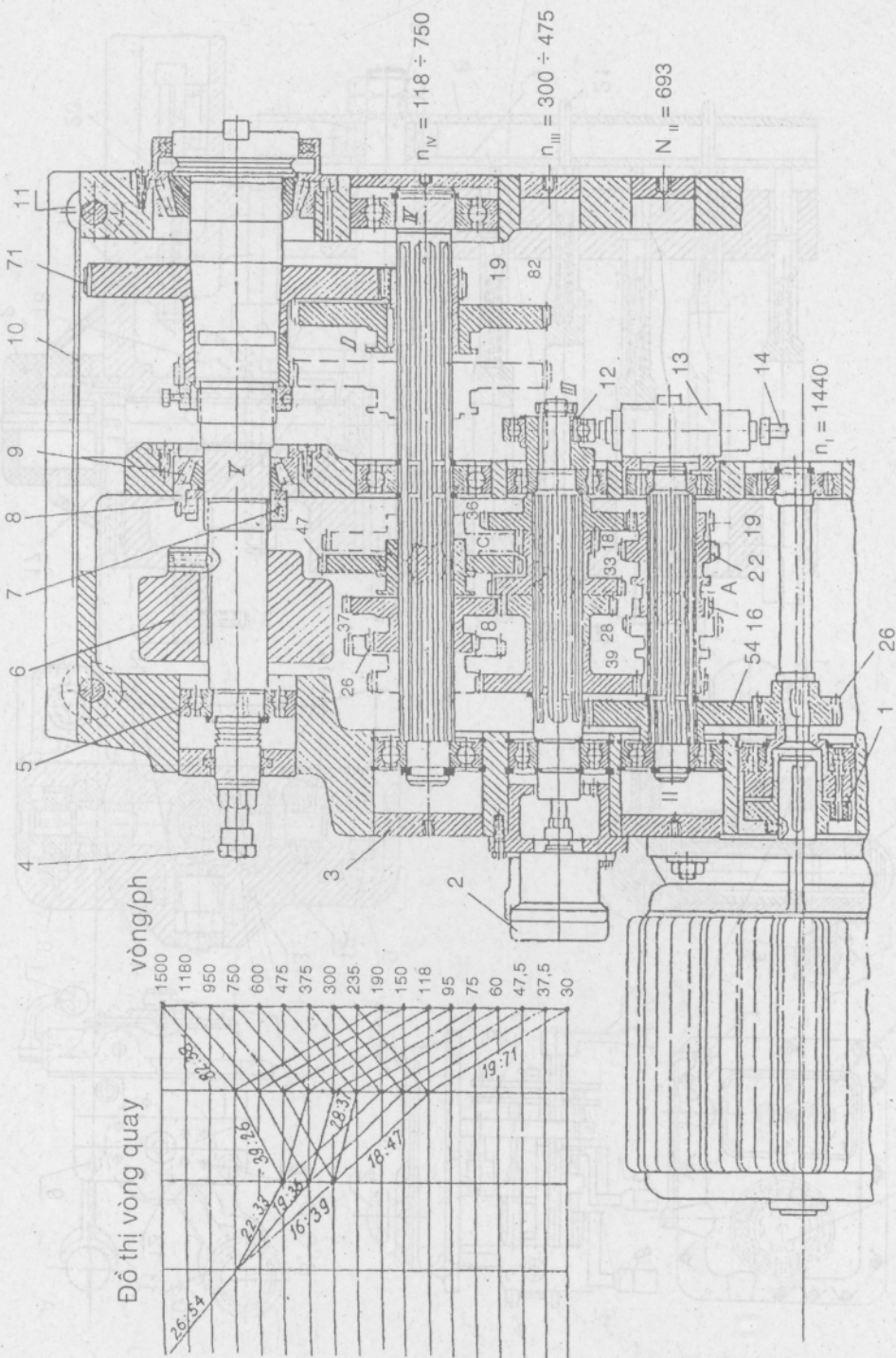
tới các trục vít me dọc, ngang và đứng thực hiện chạy dao S_d , S_n , S_d (hình 7.5).

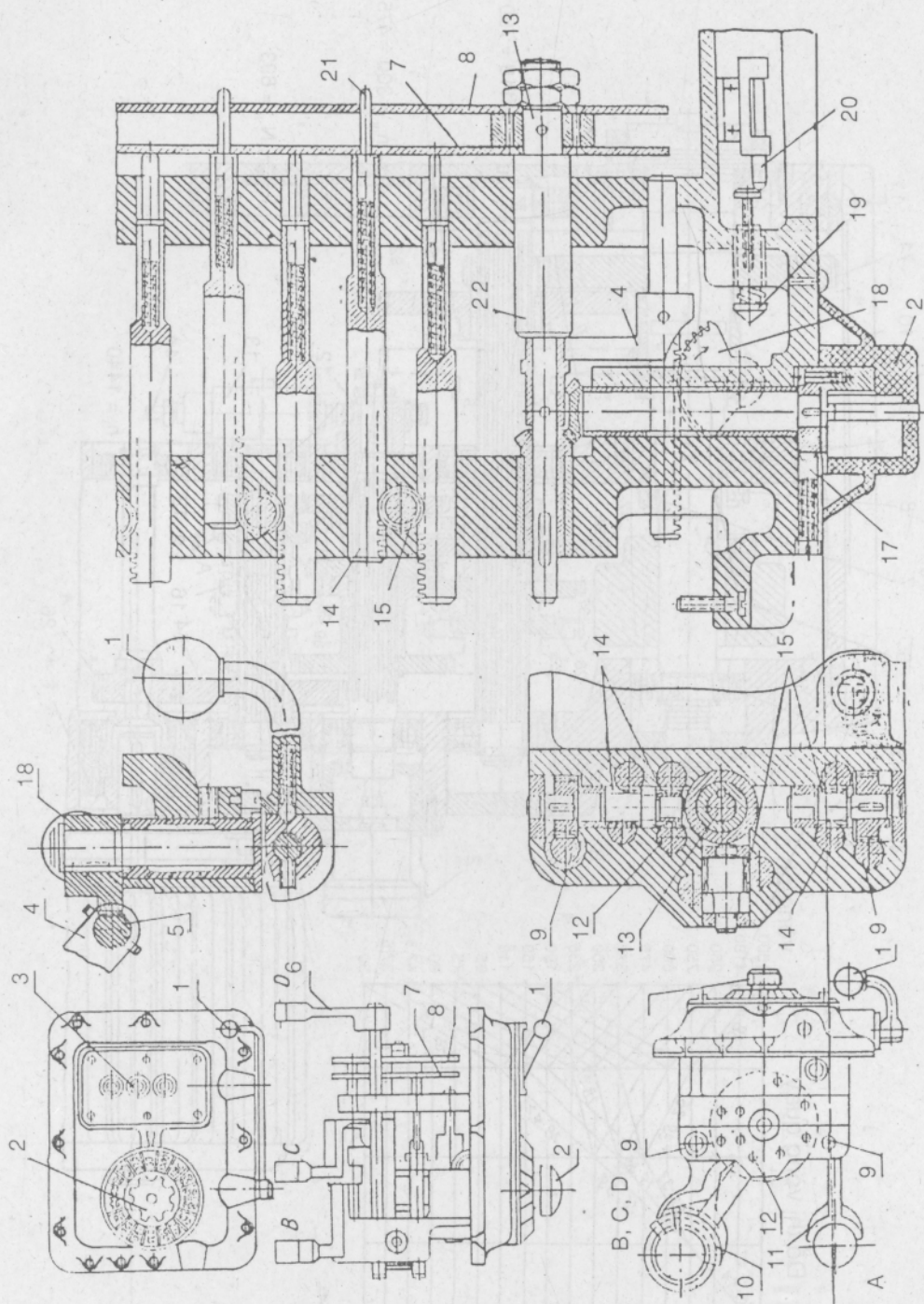


Hình 7.5. Sơ đồ chạy dao máy phay P623 (cơ cấu phản hồi).

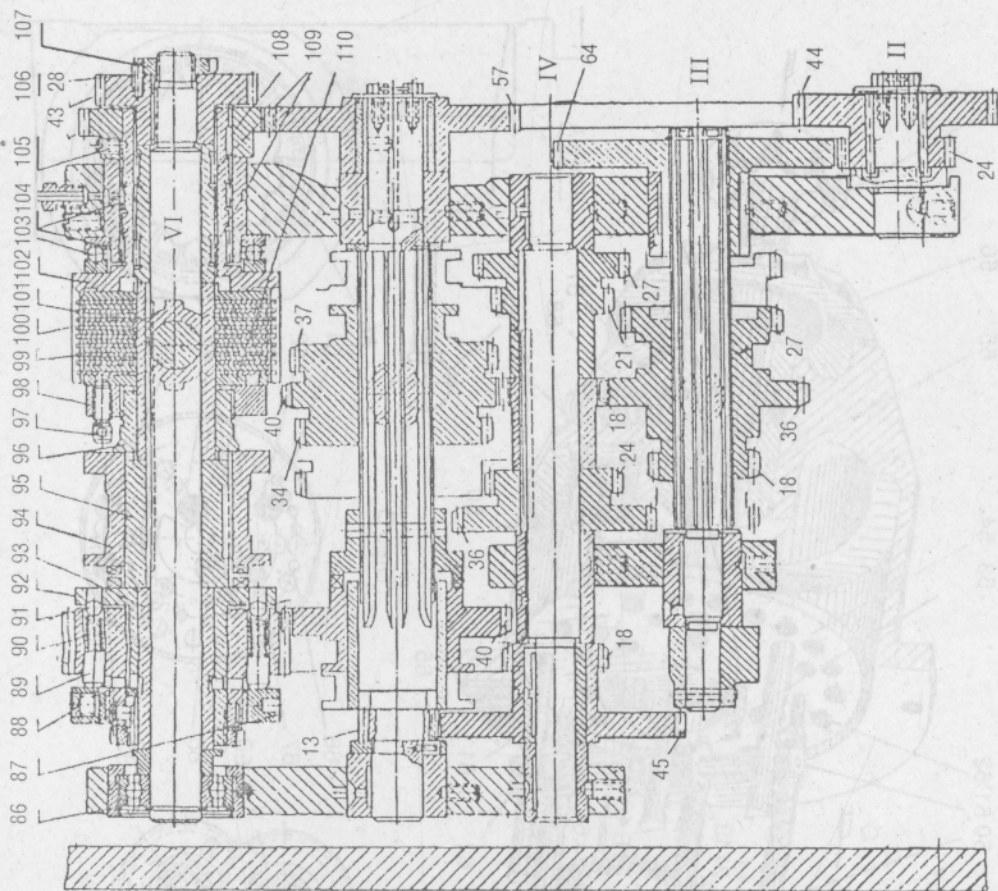
– Chuyển động chạy dao nhanh – xích nối từ động cơ chạy dao, không đi qua hộp chạy dao, mà đi tắt: Động cơ $\frac{26}{44} - \frac{44}{57} - \frac{57}{43}$ đóng ly hợp ma sát M_2

sang phải truyền vào trục bên trong của ly hợp qua các bánh răng $\frac{28}{35}, \frac{18}{33}$ tới các trục vít me dọc, ngang, đứng.

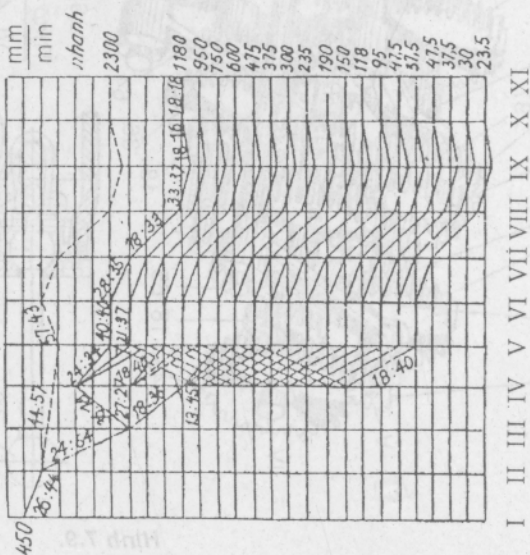




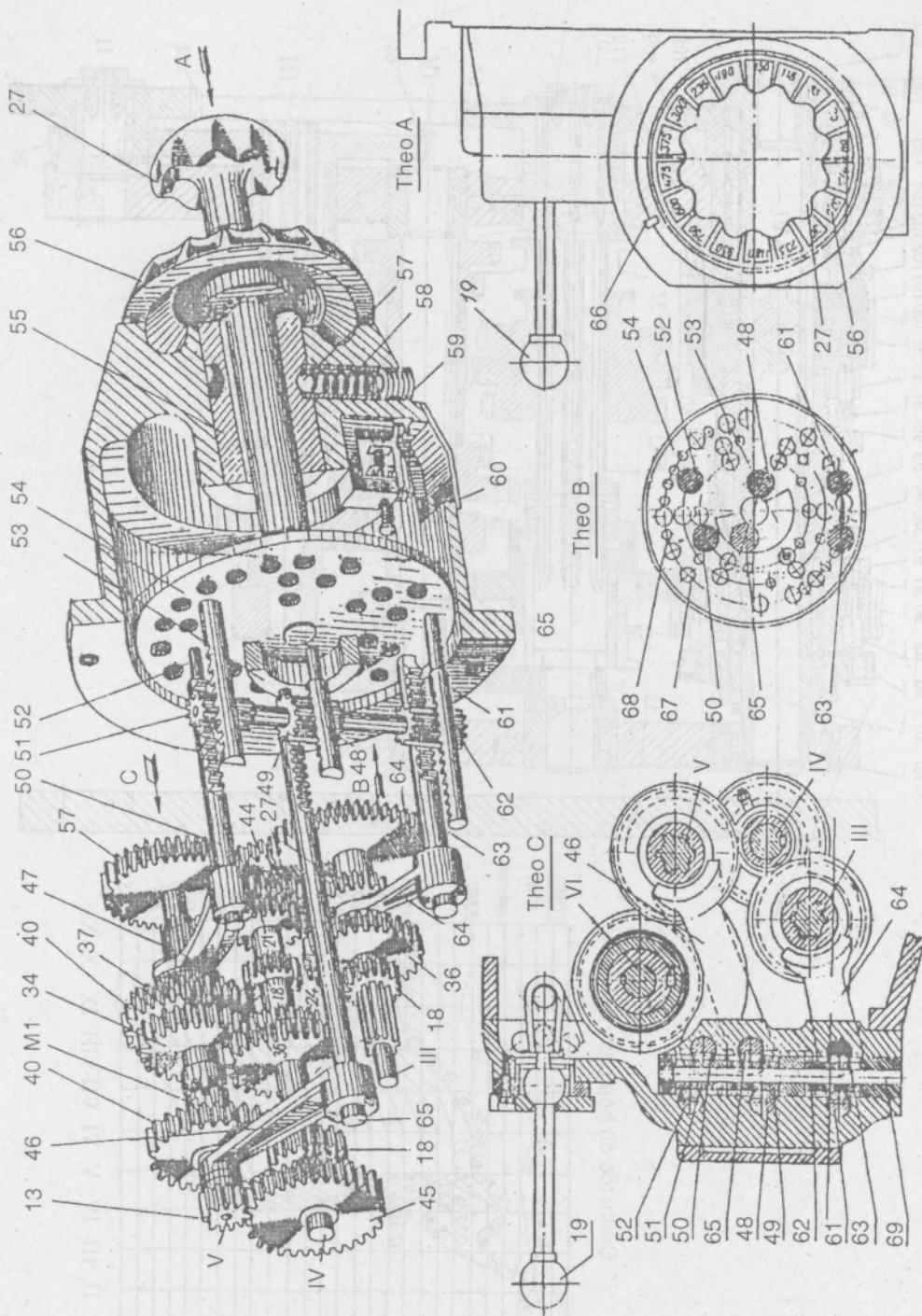
Hình 7.7. Hệ thống điều khiển tốc độ của hộp tốc độ.



Đồ thị tốc độ hộp chạy dao



Hình 7.8.



Hình 7.9.

Hình 7.6 là bản vẽ khai triển của hộp tốc độ máy 6H82, ở đây giải thích thêm một số chi tiết để tiện cho sử dụng, điều chỉnh.

- 1- Vòng đàn hồi (bằng cao su) – khớp nối mềm;
- 2- Rơ le tốc độ bộ phận hãm động cơ;
- 3- Nắp dây (nắp công nghệ); 4- Trục dút; 5- Ổ bi sau; 6- Bánh đà;
- 7- Dai ốc để điều chỉnh khe hở của hai ổ bi con 9 và 11 khi bị mòn;
- 8- Vít hãm chống tháo lỏng cho đai ốc 7;
- 10- Nắp dây; 12, 13- Đĩa lệch tâm có gắn vòng bi và bơm dầu bôi trơn hộp tốc độ.
- 14- Ống dẫn dầu.

Hình 7.7. Giới thiệu hệ thống điều khiển thay đổi tốc độ của hộp tốc độ. Ở đây điều khiển các khối bánh răng di trượt A, B, C, D (hình 7.6) dùng đĩa có lỗ (như đã trình bày ở chương trước).

Thứ tự thao tác điều khiển như sau: kéo tay gạt 1 xuống lưỡi, quay tay gạt 1 sang phải làm quạt răng 18 đẩy thanh răng 5 cùng càng gạt 4 khối lắp đĩa 22, 13, đĩa 7, 8 sang phải tránh khỏi các đầu thốt 21. Quay đĩa 2 đến vị trí tốc độ cần thiết, sau đó lại sử dụng tay gạt 1 thao tác ngược lại. Các chốt 21 vào các vị trí tương ứng với tốc độ cần thiết tác động vào các liên kết bánh răng 15 thanh răng 14 làm tịnh tiến các càng gạt 11, 10, 6 gạt các khối bánh răng A, B, C, D vào khớp tương ứng chốt 17 để định vị vị trí 18 tốc độ trục chính.

Chi tiết 19, 20 là để nhấp động cơ điện khi thay đổi tốc độ làm cho việc ra vào khớp của các bánh răng dễ dàng hơn.

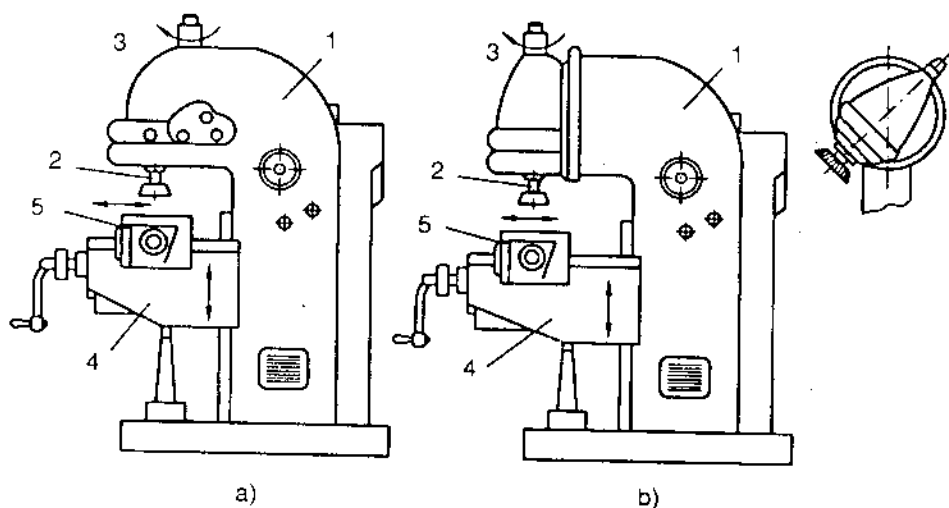
Hình 7.8 giới thiệu bản vẽ khai triển hộp chạy dao máy 6H82.

Hình 7.9 là bản vẽ hệ thống điều khiển thay đổi tốc độ máy phay 6H82. Về nguyên tắc điều khiển vẫn dùng đĩa lỗ như ở hộp tốc độ, sinh viên tự tìm hiểu.

7.3. MÁY PHAY ĐỨNG

Có loại máy phay đứng thường (hình 7.10a) và loại vạn năng (hình 7.10b).

Loại vạn năng, đầu trục chính có thể quay xung quanh trục nằm ngang, dùng gia công các mặt vát nghiêng. Các máy phay nằm ngang đều có thể lắp được đầu phay đứng vạn năng (do thiết kế gọi là vạn năng rộng). Những máy phay đứng hiện nay thường được trang bị thêm phụ tùng bàn máy phay tròn, trên bàn máy có gá lắp tác dụng nhanh để tháo lắp chi tiết trong khi bàn quay dao vẫn cắt gọt, gọi là phay liên tục.



Hình 7.10. Cấu tạo máy phay đứng.

7.4. Ụ PHÂN ĐỘ

Ụ phân độ là một gá lắp dùng để chia vòng tròn làm nhiều phần bằng nhau hoặc không bằng nhau. Nó có thể phân độ gián đoạn (ví dụ gia công bánh răng) có nghĩa là sau khi quay phân độ xong, cố định lại, máy tiếp tục làm việc, hoặc có thể phân độ gián đoạn và liên tục, có nghĩa khi phân độ xong, nó vẫn còn làm việc cùng với máy (để phối hợp gia công răng nghiêng, hoặc có thể phân độ liên tục để gia công cam v.v...).

Lắp ụ phân độ trên máy phay nằm ngang, thẳng, đứng, máy xọc thường v.v... có thể gia công được các vật: mặt nhiều cạnh, trục then hoa, lỗ then hoa, bánh răng thẳng, răng nghiêng, rãnh xoắn v.v... Ụ phân độ có loại đơn giản và loại vạn năng.

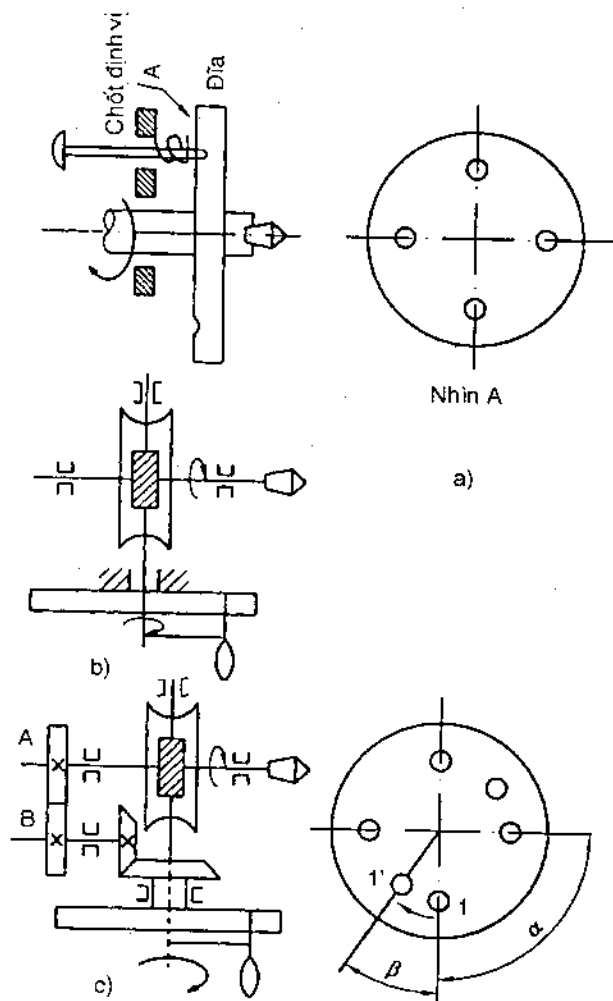
7.4.1. Ụ phân độ đơn giản

a) *Phân độ trực tiếp*: tùy theo phần chia trên đĩa mà chia các phần trên phôi.

Loại này sai số của đĩa chính là sai số của phôi gia công (hình 7.11a).

b) *Phân độ gián tiếp*: sai số giảm đi nhiều vì đĩa phân độ lồng không, tay quay truyền qua hệ thống trục vít – bánh vít (hình 7.11b).

c) *Phân độ vị sai* (hình 7.11c): cần phân độ trên vòng tròn, nhưng đĩa phân độ không đúng với độ chia yêu cầu do đó phải tính lắp thêm bánh răng thay thế A, B để tạo chuyển động tương đối giữa tay quay và đĩa phân độ để bù sai số khi mỗi lần quay phân độ – tay quay không cầm ở vị trí 1 mà cầm ở vị trí 1', thực tế phôi sẽ quay tương ứng với góc $\alpha + \beta$ của đĩa phân độ.



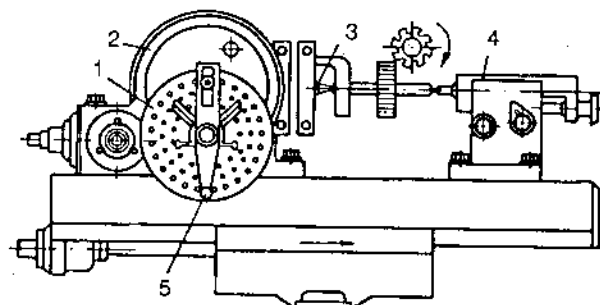
Hình 7.11.

7.4.2. Ụ phân độ vạn năng có đĩa phân độ (hình 7.12)

a) Các bộ phận chính:

Ụ phân độ 2 cùng trục chính 3 có thể quay xung quanh trục nằm ngang hướng lên 90° và chúc xuống 10° dùng để phân độ trên mặt côn.

Tay quay 5 có chốt và lò xo dùng để cố định vị trí

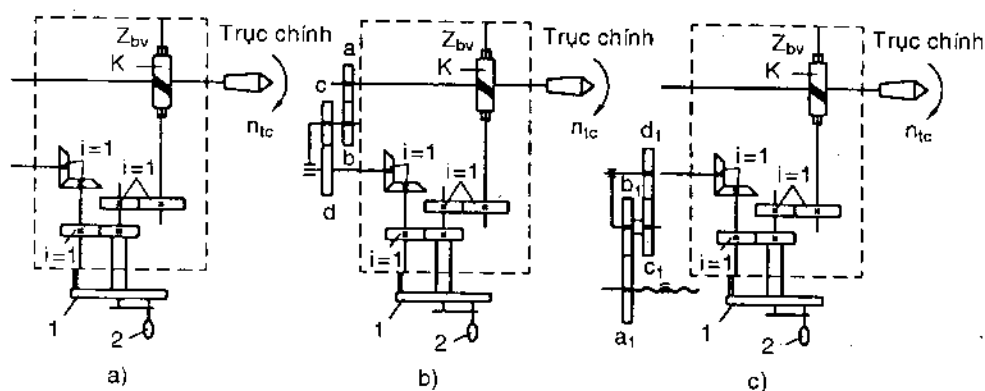


Hình 7.12.

phân độ. Đĩa phân độ 1 lồng không trên trục tay quay. Ở hai mặt của đĩa phân độ có những hàng lỗ cách đều trên vòng tròn đồng tâm. U đỡ 4, đồng tâm với trục chính 3 dùng để đỡ phôi. Người ta có thể lắp mâm cặp ba vấu tự định tâm vào trục chính 3 để kẹp chặt chi tiết phân độ.

Trên các đầu phân độ vạn năng có thể thực hiện ba cách phân độ, phân độ đơn giản, vi sai và rãnh xoắn.

b) Phân độ vạn năng đơn giản (hình 7.13a)



Hình 7.13.

Hình 7.13a là sơ đồ động của bộ phân độ khi phân độ đơn giản có đĩa phân độ 1, tay quay 2.

Khi quay phân độ, xích truyền động nối từ tay quay 2 đến trục chính có phương trình xích động:

$$n(\text{vòng tay quay}) \cdot 1 \cdot \frac{K}{Z_{bv}} = n(\text{vòng trục chính})$$

Ký hiệu $N = \frac{Z_{bv}}{K}$, ta sẽ có:

$$n(\text{vòng tay quay}) \cdot \frac{1}{N} = n(\text{vòng trục chính})$$

Gọi N là số đặc tính của bộ phân độ, có nghĩa là nghịch đảo tỷ số truyền giữa tay quay và trục chính. Trong kỹ thuật dùng nhiều nhất loại bộ phân độ có $N = 40, 60$, ít dùng loại $N = 80, 120$.

* Tính toán phân độ giản đơn.

Giả sử muốn phân độ vòng tròn làm Z phần đều nhau ta tính: số vòng quay của tay quay cho mỗi lần phân độ như sau:

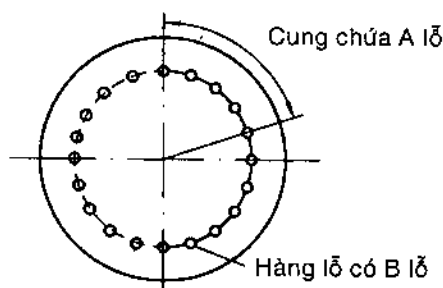
$$\text{(vòng tay quay). } 1. \frac{1}{N} = \frac{1}{Z}(\text{vòng}) \quad n = \frac{N}{Z}(\text{vòng})$$

N và Z đều là số nguyên, có nghĩa là nếu tìm trên đĩa hàng lỗ nào trên vòng tròn đồng tâm có số lỗ bằng số Z thì mỗi lần phân độ ta chỉ việc quay tay quay đi một cung chứa số lỗ bằng số N trên vòng Z lỗ.

Nhưng vì trên những hàng lỗ đồng tâm của đĩa không có hàng nào có Z lỗ mà chỉ có hàng B lỗ, do đó phải biến đổi như sau (nhân cả tử và mẫu với một số nào đó "□" để B có trong hàng lỗ của đĩa chia độ) :

$$n = \frac{N \times \square}{Z \times \square} = \frac{A}{B}$$

Cắm chốt phân độ vào hàng lỗ B và mỗi lần phân độ quay đi một cung chứa A lỗ (hình 7.14).



Hình 7.14.

Ví dụ: cần chia vòng tròn làm 9 phần đều nhau ($Z = 9$) biết $N = 40$ tính như sau:

$$n = \frac{N}{Z} = \frac{40}{9} = 4 \text{ vòng } \frac{4}{9}$$

Nhưng vì trên đĩa phân độ không có hàng 9 lỗ mà chỉ có hàng lỗ 54 (là bội số của 9) biến đổi thành:

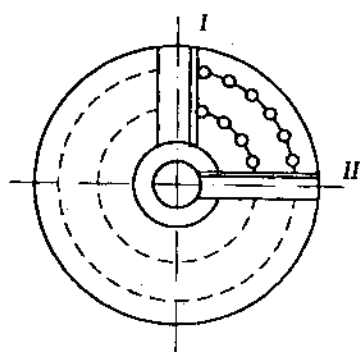
$$n = 4. \frac{4}{9} = 4. \frac{4.6}{9.6} = 4. \frac{24}{54} \text{ vòng quay tay}$$

Có nghĩa là: để chốt cắm vào hàng lỗ 54 mỗi lần phân độ ta quay tay quay 4 vòng chẵn cộng thêm với 24 lỗ (trên hàng 54 lỗ).

Đĩa phân độ là một đĩa tròn, hai mặt đĩa có khoan những hàng lỗ chia đều đồng tâm. Đĩa lắp lồng không trên trục tay quay. Số lỗ trên vòng tròn đồng tâm đã quy chuẩn trước. Ví dụ loại ự phân độ $Y\pi D 135$ có các hàng lỗ ở hai mặt: một mặt có 24 25 28 30 34 37 39 41 42 43 mặt kia có 46 47 49 51 53 54 57 58 59 62 66.

Phụ tùng hình nan quạt (hình 7.15) có tác dụng chặn một cung từ I – II với số lỗ A cần phân độ (đỡ mất thời gian công nhân đếm số lỗ khi quay tay quay, dễ bị nhầm lẫn).

Như ví dụ trên: $n = 4 \cdot \frac{24}{54}$ có nghĩa là quay 4 vòng chặn và quay thêm 24 lỗ, cung I – II sẽ chứa đúng 24 lỗ. Sau mỗi lần phân độ lại quay phụ tùng hình nan quạt để chuyển lại vị trí.



Hình 7.15.

c) Phân độ vạn năng vi sai (hình 7.13b)

Cũng lý luận như phân độ gián đơn, nhưng khi đã tính $n = \frac{N}{Z} = \frac{A}{B}$ vẫn không có hàng lỗ B trên đĩa phân độ, vì vậy phải dùng phương pháp phân độ vi sai.

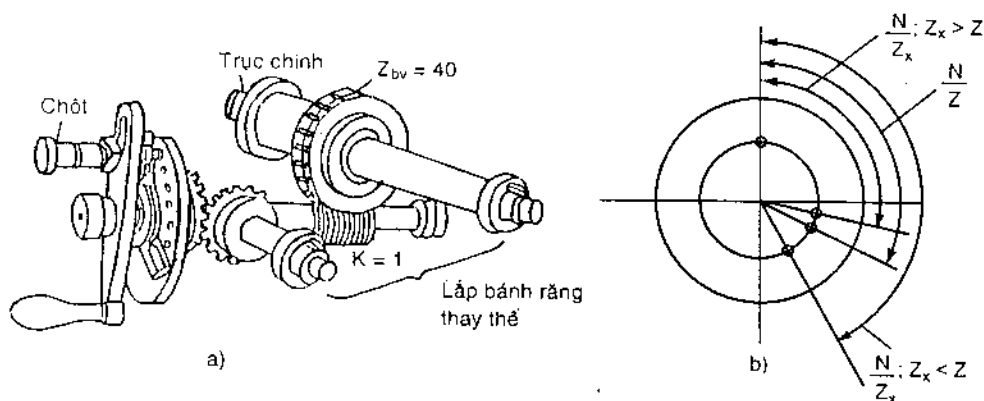
– Đầu tiên chọn $Z_x \approx Z$ với điều kiện:

$$n' = \frac{N}{Z_x} = \frac{A'}{B'}$$

B' là hàng lỗ có trên đĩa. Nhưng mỗi lần phân độ lại có sai số Δn , nên phải tính bù sai số:

$$\Delta n = n - n' = \frac{N}{Z} - \frac{N}{Z_x} = N \left(\frac{1}{Z} - \frac{1}{Z_x} \right)$$

– Người ta lắp thêm bánh răng thay thế a, b, c, d nối trực tiếp tới đĩa phân độ. Khi quay thì tùy theo giá trị Δn (+ hay –) mà đĩa phải quay thêm hoặc bớt đi đúng trị số Δn (hình 7.16).



Hình 7.16. Phân độ vạn năng vi sai.

$$1 \text{ vòng (phôi)} \frac{Z_{bv}}{K} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{a_1}{b} \cdot \frac{b}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} \cdot t_m = t_p$$

vì $\frac{Z_{bv}}{K} = N$ và $\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = y$ nên rút ra công thức: $y = N \frac{t_m}{t_p}$

Thường biết góc β , phải tính ra t_p như sau (hình 7.18):

$$t_p = \pi D \cotg \beta$$

$$D = m_s Z = \frac{m_n Z}{\cos \beta}$$

$$t_p = \frac{\pi m_n Z}{\sin \beta}$$

Quay bàn máy đi một góc β để phương chuyển động của dao trùng với phương rãnh xoắn (hình 7.18).

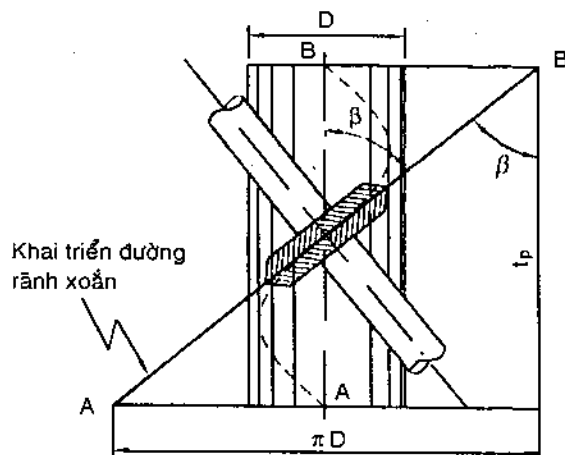
* Tính chọn dao phay môđun

Vì dạng thân khai của răng phụ thuộc vào đường kính bán răng (nói một cách khác là phụ thuộc vào số răng). Dùng dao phay đĩa môđun để gia công chếp hình.

Muốn gia công bánh răng có đúng môđun và số răng Z chỉ được phép dùng một dao phay môđun có Z_{dao} nhất định, nhưng bánh răng gia công có số Z thay đổi rất nhiều, dao phay môđun chế tạo khó nên phải dùng một con dao phay môđun để gia công cho một phạm vi Z nhất định, vì vậy có sai số nên phải chọn dao để bảo đảm sai số cho phép. Một bộ dao phay môđun tiêu chuẩn có 8 ÷ 15 con dao cùng một trị số m nhưng Z_{dao} khác nhau. Cách chọn như sau: chọn dao phay môđun số 6 có thể gia công được bánh răng trong phạm vi $Z = 35 \div 54$ răng (nếu bộ dao này có 8 dao), hoặc $Z = 35 \div 41$ răng (nếu bộ dao này có 15 dao – chính xác hơn).

Khi gia công bánh răng nghiêng cách chọn dao này phức tạp hơn, vì dạng hình học của bánh răng nghiêng là dạng thân khai trong không gian, nếu dùng dao phay môđun (có dạng thân khai trong mặt phẳng) để gia công sẽ có sai số. Nên không thể chọn dao phay môđun dựa vào số Z của phôi mà phải dựa vào Z_ϕ (số răng giả tưởng – xem lại nguyên lý chi tiết máy) theo công thức sau:

$$Z_\phi = \frac{Z}{\cos^3 \beta} \quad (\beta - \text{góc nghiêng chiều trục của bánh răng})$$



Hình 7.18. Dao phay đĩa môđun để gia công chếp hình.

7.5. CÁC LOẠI MÁY PHAY KHÁC

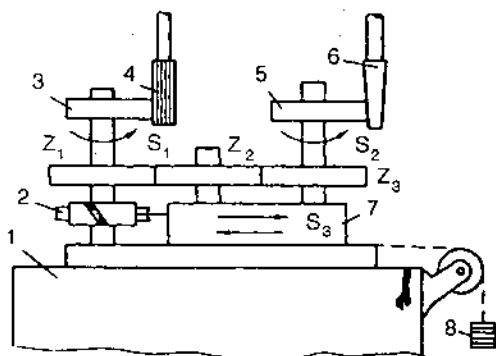
7.5.1. Máy phay chép hình

Dùng để phay những dạng bề mặt phức tạp, thường phân ra hai loại bề mặt: loại công tua phẳng như cam phẳng, đường phẳng, phối không tròn v.v... loại công tua không gian như khuôn mẫu ép, mặt tuabin, mái chèo, cam không gian v.v...

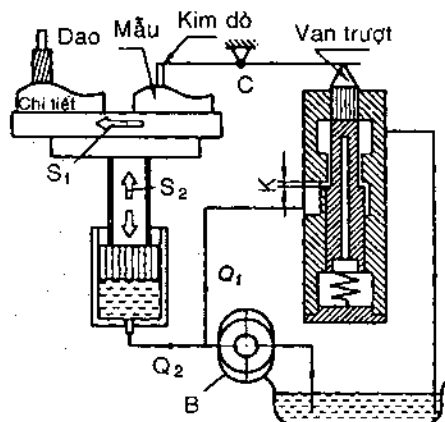
Các cơ cấu dùng truyền dẫn cho máy phay chép hình để gia công các dạng bề mặt trên thường là cơ cấu cơ khí, điện khí và dầu ép. Các máy phay chép hình xuất hiện ở Liên Xô từ năm 1935. Sau đây ta nghiên cứu chép hình theo ba loại cơ cấu trên.

a) Hệ thống chép hình bằng cơ khí (hình 7.19)

Cơ cấu chép hình gồm: dao phay 4, chốt dò 6, cả hai đều lắp chung trong ổ trượt 3, 5, có khoảng cách cố định.



Hình 7.19



Hình 7.20

Chuyển động quay truyền cho phối 3 và mẫu chép hình 5 quay đồng bộ. Mẫu quay 5 đẩy chốt dò 6 tỷ theo vết mẫu 5 làm cho dao phay 4 chuyển dịch theo vết để gia công phối 3. Đối trọng 8 có tác dụng giữ cho mẫu 5 và chốt dò 6 luôn ép sát vào nhau.

b) Hệ thống chép hình dầu ép (hình 7.20)

Bơm dầu có lưu lượng Q không đổi, phân lưu lượng ra hai nhánh Q_1 và Q_2 :

$$Q = Q_1 + Q_2$$

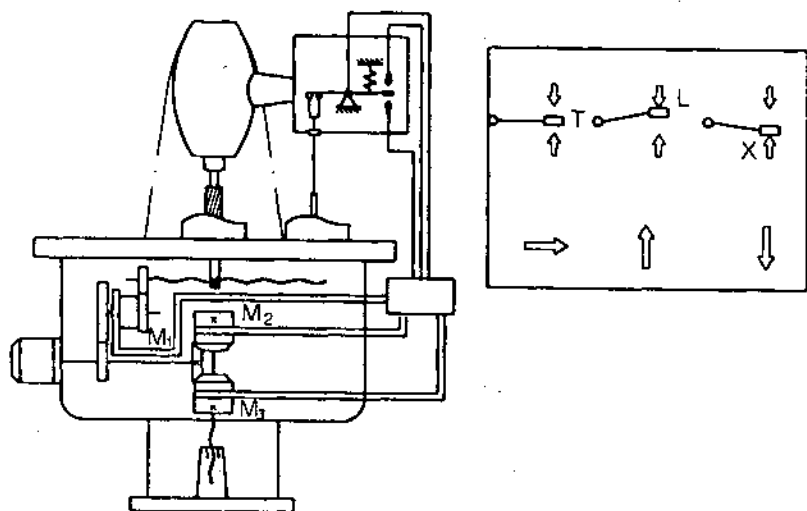
Bàn máy được truyền dẫn bằng cơ khí, chạy dao ngang S_1 trên mặt chép hình của mẫu sẽ tác dụng lên chốt kim, dò làm quay tròn bẩy xung quanh tâm C

ấn van trượt xuống làm thay đổi khe hở K dẫn đến thay đổi lưu lượng dầu, qua đó sẽ thay đổi Q_1 . Giả sử Q_1 tăng có nghĩa là Q_2 giảm, trọng lượng bàn máy sẽ thắng áp lực dầu (do Q_2 truyền tới) nên bàn máy hạ xuống (chạy dao S_2 đứng) dao phay sẽ gia công được phần lõi của chi tiết tương ứng với phần lõi của mẫu. Chép hình dầu ép rất nhạy, bảo đảm gia công chi tiết chính xác, mặt khác không yêu cầu liên hệ cứng giữa dao phay và chốt dò.

c) Hệ thống chép hình bằng điện khí (hình 7.21)

Trong hệ thống này phải sử dụng các ly hợp điện từ M_1 để chạy dao dọc bàn máy, ly hợp điện từ M_2 để chạy dao đứng lên trên, M_3 để chạy dao đứng xuống dưới.

Mẫu chép hình sẽ tác dụng lên chốt dò để nối mạch điện thực hiện bàn máy chuyển động theo ba chiều trên hình vẽ. Quá trình chép hình ở đây không liên tục, nên đường cong chép hình không được chính xác như hệ thống chép hình bằng dầu ép.

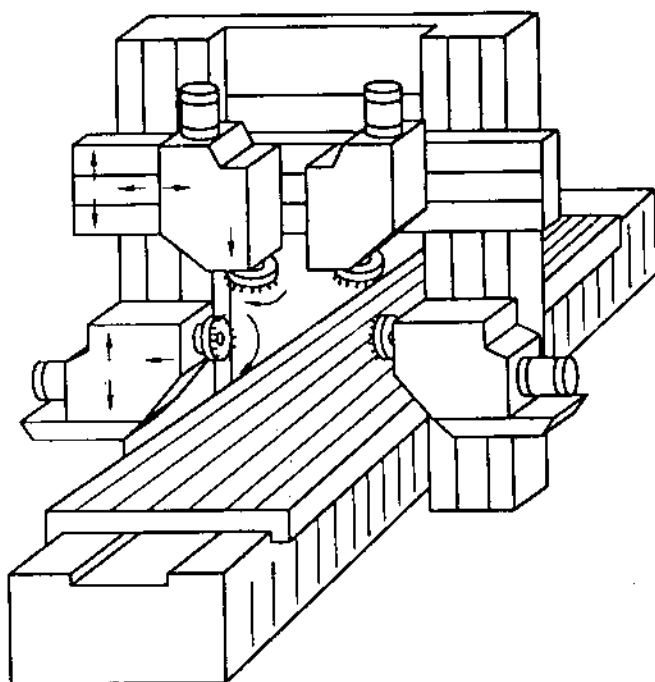


Hình 7.21. Hệ thống chép hình bằng điện khí.

7.5.2. Máy phay giường (hình 7.22)

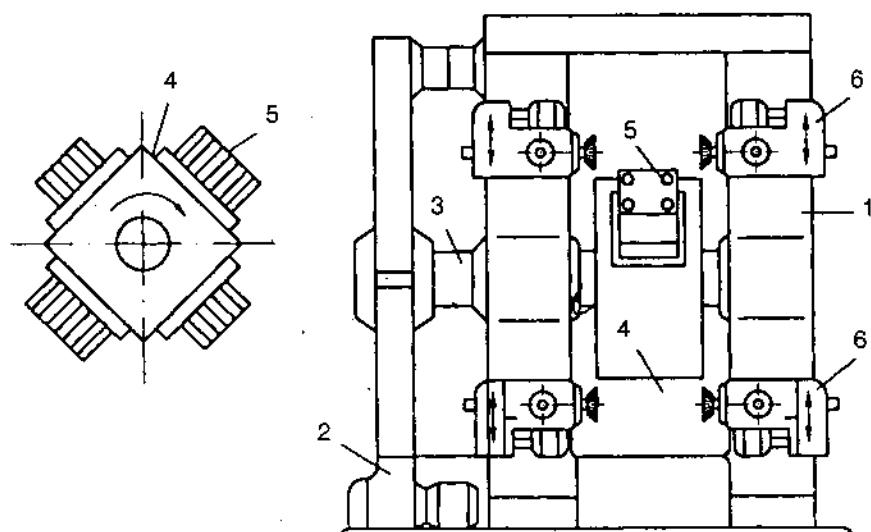
Dùng chủ yếu để gia công các chi tiết lớn bằng dao phay trụ hoặc mặt đầu gán mảnh hợp kim cứng.

Bàn máy giống như một cái giường, có chuyển động tịnh tiến dọc, trên đó lắp các chi tiết hộp, thân máy, hoặc nhiều chi tiết ghép lại để gia công cùng một lúc. Có loại máy phay giường một trụ và hai trụ, từ hai đến bốn trục chính lắp dao để gia công cùng một lúc các mặt đối diện của chi tiết.



Hình 7.22. Máy phay giường.

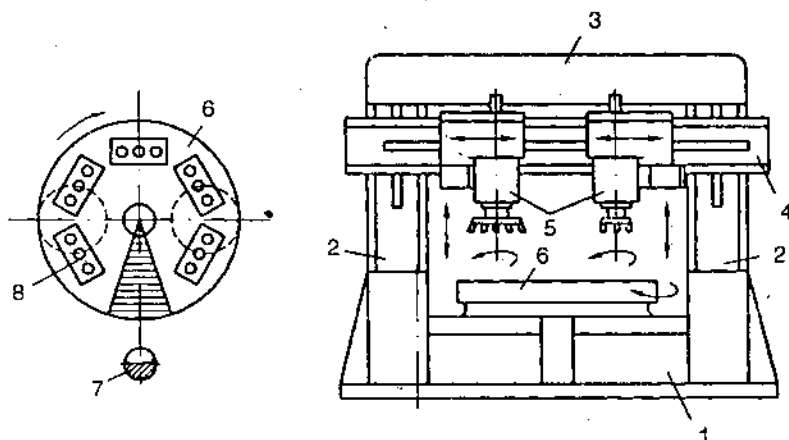
7.5.3. Máy phay thùng tác dụng liên tục (hình 7.23)



Hình 7.23. Máy phay thùng tác dụng liên tục.

Chi tiết gia công 5 được lắp trên thùng quay số 4, các ụ dao 6 ở hai bên cùng đồng thời gia công. Trong thời gian gia công động cơ điện 2 sẽ truyền dẫn cho thùng quay 4 để gia công liên tục. Bản thân dao sẽ vừa quay để gia công và có chuyển động ăn sâu (dọc trục) để chạy dao đến chiều sâu phay. Máy này dùng nhiều trong công nghệ ô tô để gia công tự động block-xilanh.

7.5.4. Máy phay nặng có bàn quay (hình 7.24)



Hình 7.24. Máy phay nặng có bàn quay.

Máy phay nặng có bàn quay để phay liên tục các chi tiết có thể tháo lắp chi tiết tại vị trí 7. Máy này cho ta năng suất cao. Chu trình làm việc có thể điều chỉnh tương ứng với 1 vòng quay của bàn máy 6. Máy này dùng gia công chi tiết loại nhỏ.

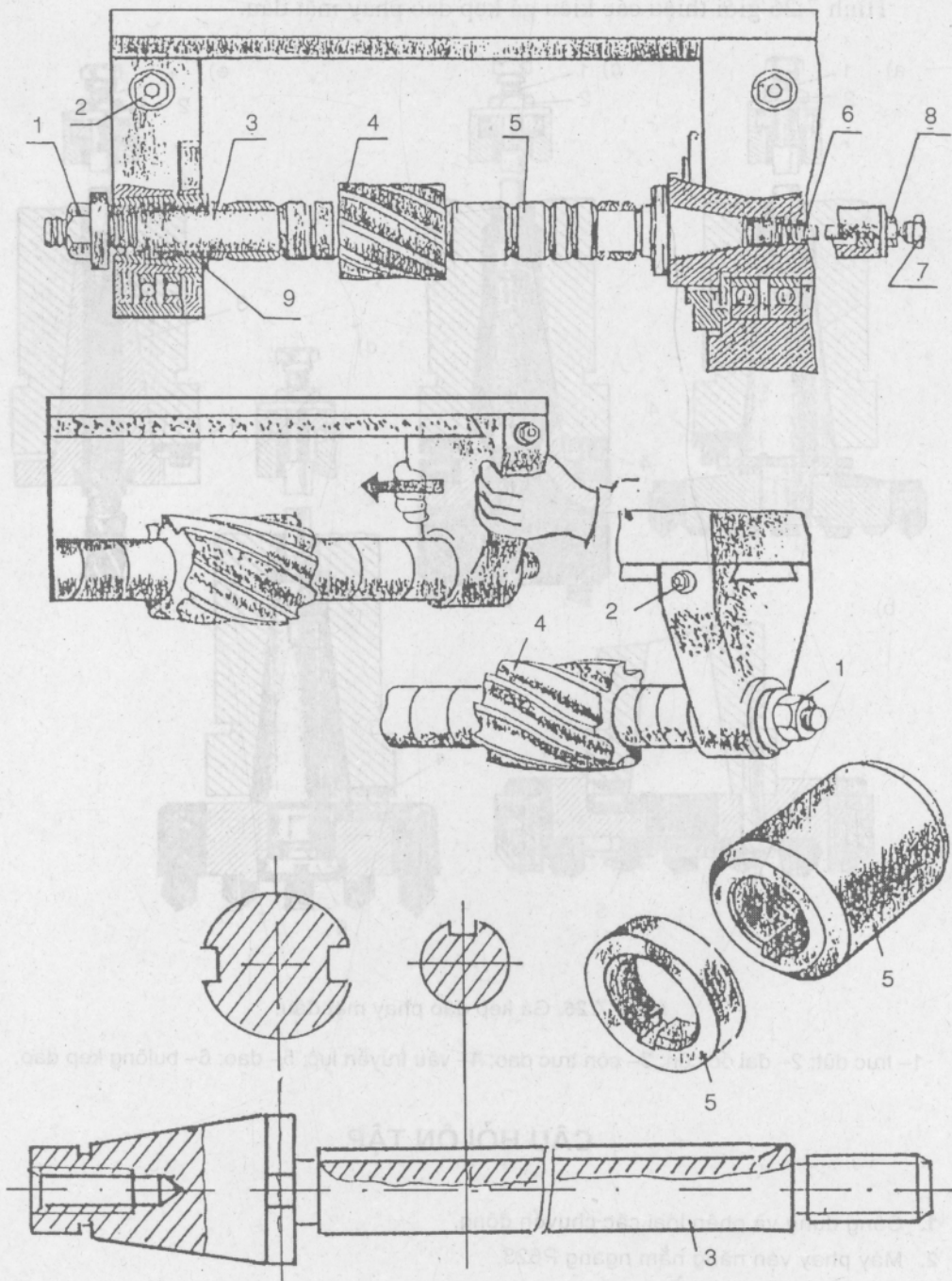
7.6. GÁ, KẸP PHÔI VÀ DAO TRÊN MÁY PHAY

7.6.1. Gá kẹp phôi: gá kẹp phôi trực tiếp trên bàn máy hoặc đồ gá kẹp phôi trên bàn máy nhờ rãnh chữ T trên bàn máy thông qua bulông kẹp và mỏ kẹp.

7.6.2. Gá kẹp dao phay

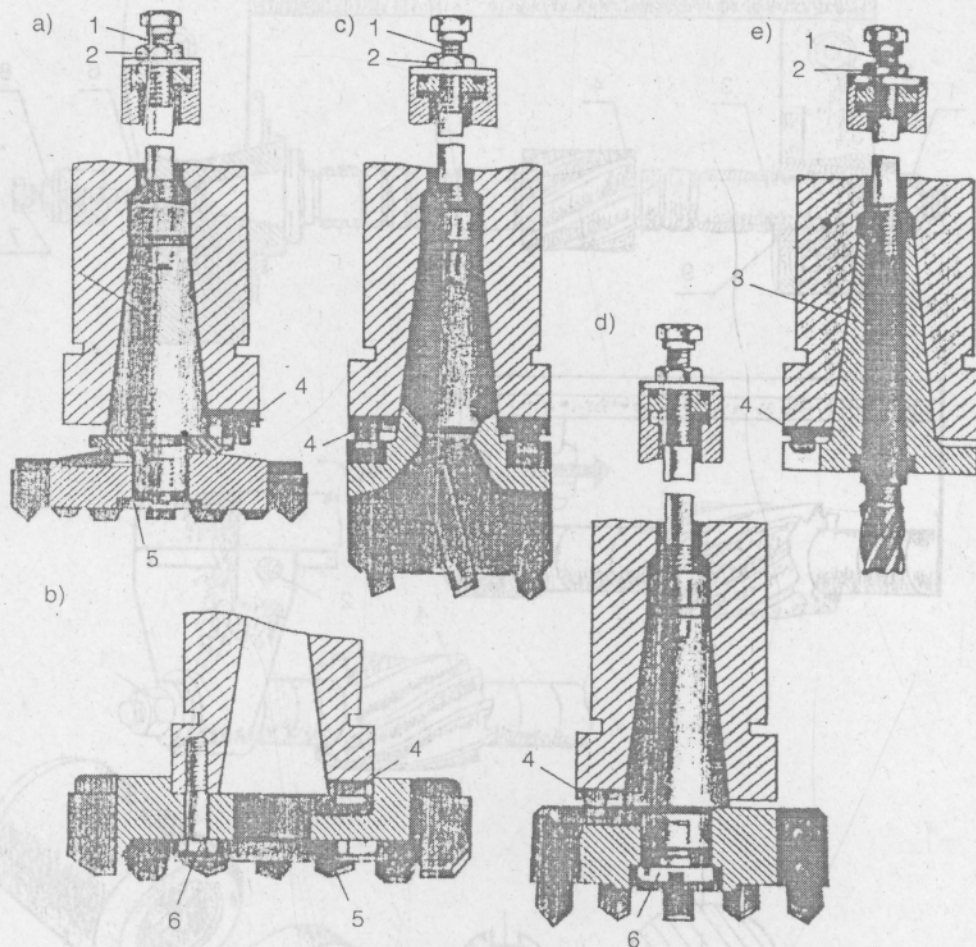
– Cấu tạo trục dao: mỗi máy phay đều có một số trục dao tiêu chuẩn kèm theo phần côn theo côn đầu trục chính đường kính trong trục được tiêu chuẩn theo đường kính trong của dao. Các bạc cách 5 để gá vị trí dao phù hợp với vị trí chi tiết gia công.

Hình 7.25 giới thiệu cách gá dao phay 4 trên máy phay vạn năng nằm ngang. Thứ tự lắp: lắp trục 3 vào côn trục chính, vận trục rút 6 vào lỗ ren đầu côn dao bằng cách vận bulông 7, xiết đai ốc rút 8, lắp các bạc cách 5, dao 4 vào trục dao, lắp khối bạc 9 và hệ thống đỡ vào mang cá trượt ngang, xiết đai ốc 1, kẹp chặt bulông 2 để cố định hệ thống đỡ trục dao.



Hình 7.25. Gá kẹp phay trục trên máy phay ngang.

Hình 7.26 giới thiệu các kiểu gá kẹp dao phay mặt đầu.



Hình 7.26. Gá kẹp dao phay mặt đầu.

1- trục dút; 2- đai ốc côn; 3- côn trục dao; 4- vấu truyền lực; 5- dao; 6- bulông kẹp dao.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Công dụng và phân loại các chuyển động.
2. Máy phay vạn năng nằm ngang P623.
3. Ụ phân độ vạn năng có đĩa phân độ.
4. Máy phay chép hình, các máy phay khác.
5. Gá kẹp dao và phôi.

Chương 8

MÁY CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

8.1. CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI MÁY CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

8.1.1. Công dụng

Nhóm máy chuyển động thẳng: máy bào, máy xọc, máy chuốt để gia công các mặt phẳng ngang, đứng, xiên, rãnh mang cá, đường hướng (sống trượt), lỗ then hoa, rãnh then, trục nhiều cạnh, bánh răng, bào chép hình, làm ren bằng bàn cán phẳng v.v... Ưu điểm của nhóm máy này là gia công các mặt phẳng dài và hẹp, các rãnh trong lỗ, bánh răng trong.

Với chuyển động chính của máy là thẳng nên luôn có hành trình công tác và chạy không, có lực quán tính lớn nên tốc độ cắt bị hạn chế, năng suất thấp.

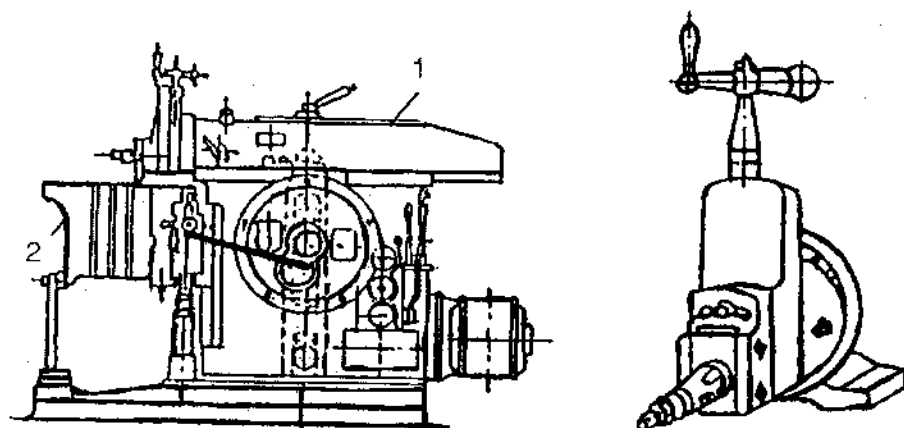
Máy bào ngang đã sản xuất có hành trình bào tới 1000mm, máy bào giường có hành trình làm việc tới 12500mm, máy xọc có hành trình tới 400mm.

8.1.2. Phân loại

Có ba loại máy chuyển động theo đường thẳng: máy bào, máy xọc, máy chuốt. Trong mỗi loại lại phân ra làm máy vạn năng, máy chuyên dùng hoặc tùy theo các cơ cấu của máy thực hiện chuyển động chính mà có tên gọi của máy.

8.2. MÁY BÀO

8.2.1. Máy bào ngang (hình 8.1)



Hình 8.1.

Máy bào ngang dùng để gia công các bề mặt chi tiết có độ dài từ 200 ÷ 800mm (nếu chi tiếp hẹp nên ghép lại).

1. Đặc điểm

- Chuyển động chính do bàn trượt 1 lắp giá dao thực hiện,
- Chuyển động chạy dao do bàn máy 2 mang phôi thực hiện. Chuyển động này không liên tục, chỉ thực hiện sau mỗi hành trình kép của bàn trượt.
- Kích thước cơ bản của máy là chiều dài lớn nhất của hành trình bàn trượt.

2. Cơ cấu thực hiện chuyển động chính và chạy dao của máy bào ngang

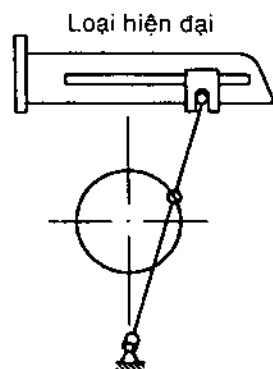
a) Các cơ cấu thực hiện chuyển động chính: hay thấy nhất là cơ cấu cu-lít, cơ cấu bánh răng – thanh răng (ít thấy) và hiện đại là cơ cấu dầu ép. Chúng ta phân tích sơ bộ các loại cơ cấu này:

- Cơ cấu cu-lít thường dùng loại có sơ đồ như hình 8.2.

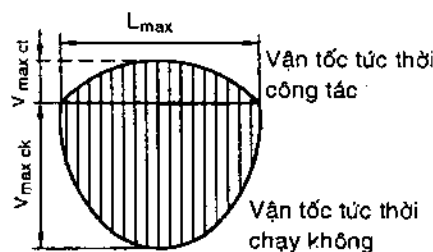
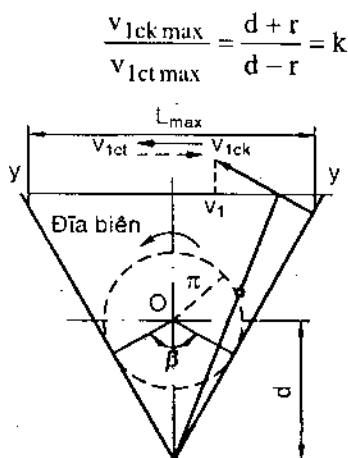
Về động lực học ta đã phân tích kỹ loại cơ cấu này trong giáo trình nguyên lý máy, ở đây chỉ phân tích ưu khuyết điểm chủ yếu:

+ Cơ cấu này biến chuyển động quay một chiều thành chuyển động tịnh tiến đi về hai chiều với tốc độ khác nhau.

+ Qua biểu đồ vận tốc ta thấy: vật tốc làm việc và chạy không luôn luôn thay đổi từ $0 \rightarrow v_{\max} \rightarrow 0$ ảnh hưởng đến chế độ cắt gọt và độ bóng bề mặt gia công:



Hình 8.2.



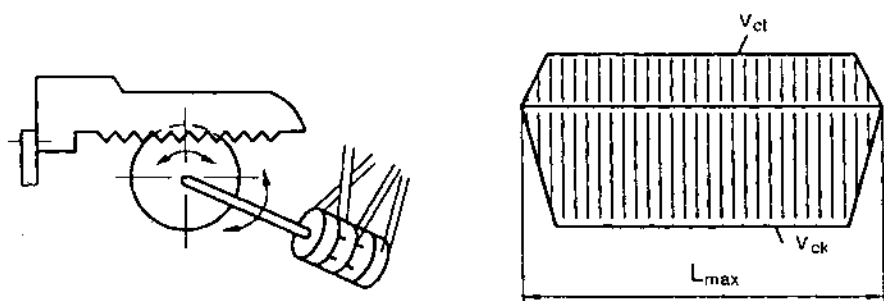
Hình 8.3.

Mặt khác yêu cầu $v_{lckmax} \gg v_{lclmax}$ để bảo đảm giảm thời gian phụ. Theo tính toán ta có (hình 8.3a):

Khi tăng $k \gg 1$ tương ứng với hành trình gia công lớn, thường yêu cầu L gia công $> 200\text{mm}$.

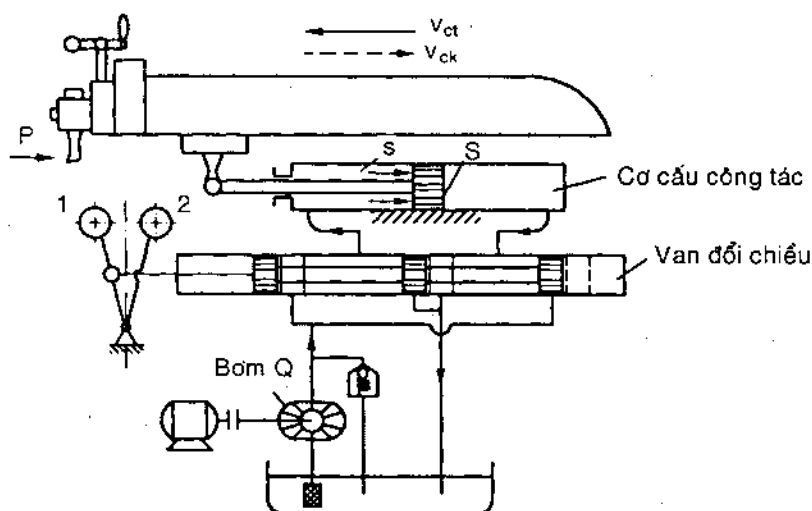
Nếu r giảm xuống đến 0 thì $k = 1$, $v_{lclmax} = v_{lckmax}$ có nghĩa hành trình gia công bé, năng suất thấp thì dùng cơ cấu này không có lợi.

– Cơ cấu bánh răng – thanh răng hoặc vít me – êcu (hình 8.4): chỉ dùng cho hành trình lớn từ $1000 \div 1200\text{mm}$, có ưu điểm là tốc độ ổn định, nhưng phải dùng thêm cơ cấu đảo chiều chuyển động thẳng bằng cơ khí hoặc bằng điện, hiện nay ít dùng.



Hình 8.4. Cơ cấu bánh răng – thanh răng.

– Cơ cấu dầu ép (hình 8.5): dầu từ bơm dầu theo đường ống truyền vào cơ cấu công tác. Vị trí 1– dầu bào lùi về, vị trí 2– dầu bào tiến công tác.



Hình 8.5.

Trên bàn trượt dầu bào có gắn vấu khống chế chiều dài hành trình. Vấu này gạt tay tự động ở vị trí 1 và 2 dùng đảo chiều nhanh, trị số v_{ct} và v_{ck} tính như sau:

$$v_{ct} = \frac{Q}{S}; \quad v_{ck} = \frac{Q}{S-s};$$

với : Q – lưu lượng dầu từ bơm vào trong cơ cấu công tác;

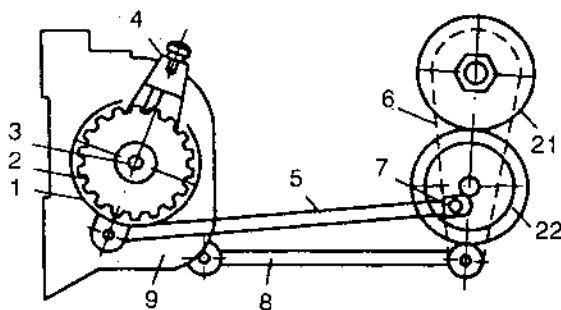
S – diện tích pít tông;

s – diện tích cần pít tông.

Nhược điểm: khó chế tạo, nhiệt độ có ảnh hưởng đến sự làm việc ổn định của máy v.v...

b) Cơ cấu thực hiện chuyển động chạy dao

Cơ cấu chạy dao ngang tự động (hình 8.6): Bánh Z_1 (21) lắp then với trục đĩa biên (của cơ cấu cu-lít), bánh Z_2 (22) lồng không trên trục thanh 6. Trên mặt đầu bánh Z_2 có gắn chốt 7 lệch tâm. Con cóc có vát nghiêng một bên, lắp lò xo với thanh 4. Thanh này quay lồng không xung quanh tâm bánh cóc 2. Bánh cóc 2 lắp cố định với vít me ngang của bàn máy bào. Nắp chắn 1 có tác dụng hạn chế số răng bánh cóc cần gạt sau mỗi hành trình kép của đầu bào.



Hình 8.6.

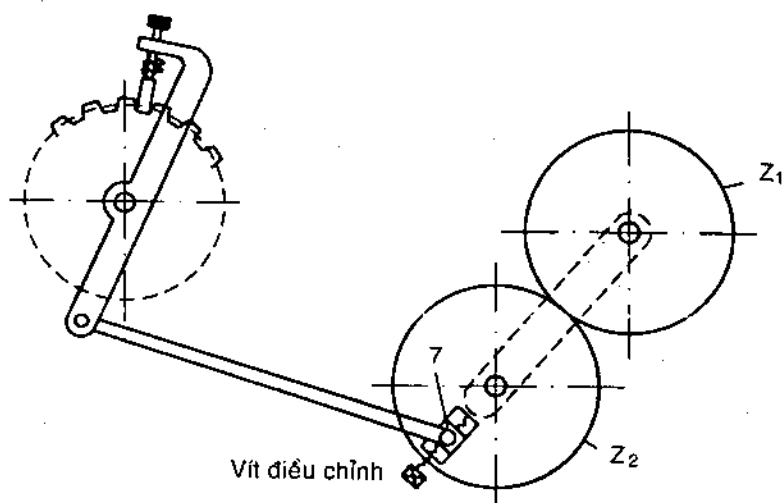
Quá trình làm việc như sau:

Yêu cầu sau mỗi hành trình kép của đầu bào, bàn máy chạy ngang một lượng S . Đầu tiên đĩa biên quay qua $Z_1 - Z_2$ tới chốt lệch tâm 7 quay xung quanh Z_2 kéo đòn 5 làm cho thanh 4 quay lắc.

– Khi đòn 5 bị kéo sang phải, con cóc 4 vào khớp bánh cóc, truyền chuyển động quay tới trục vít-me ngang di động bàn máy.

– Khi đòn 5 bị đẩy sang trái, mặt vát nghiêng của con cóc trượt trên răng bánh cóc và nắp chắn 1, bàn máy đứng yên. Ngoài ra khi bàn máy 9 lên xuống kéo đòn 8 và thanh lắc 6 giữ cho cả hệ thống làm việc được như cũ.

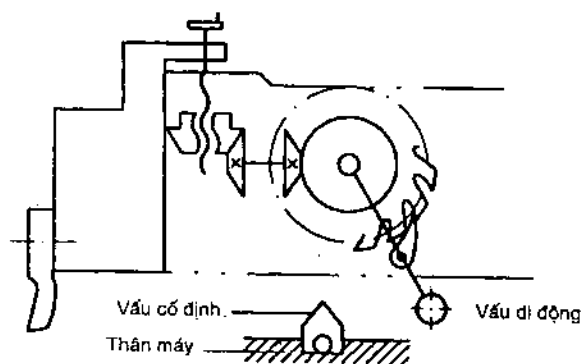
– Cơ cấu chạy dao ngang tự động không nắp chắn (hình 8.7).



Hình 8.7.

Nguyên tắc làm việc giống như trường hợp trên, muốn điều chỉnh độ lớn lượng chạy dao chỉ cần điều chỉnh độ lệch tâm của chốt 7 bằng vít điều chỉnh (ở đây không có nắp chắn hạn chế số răng được đẩy bánh cóc).

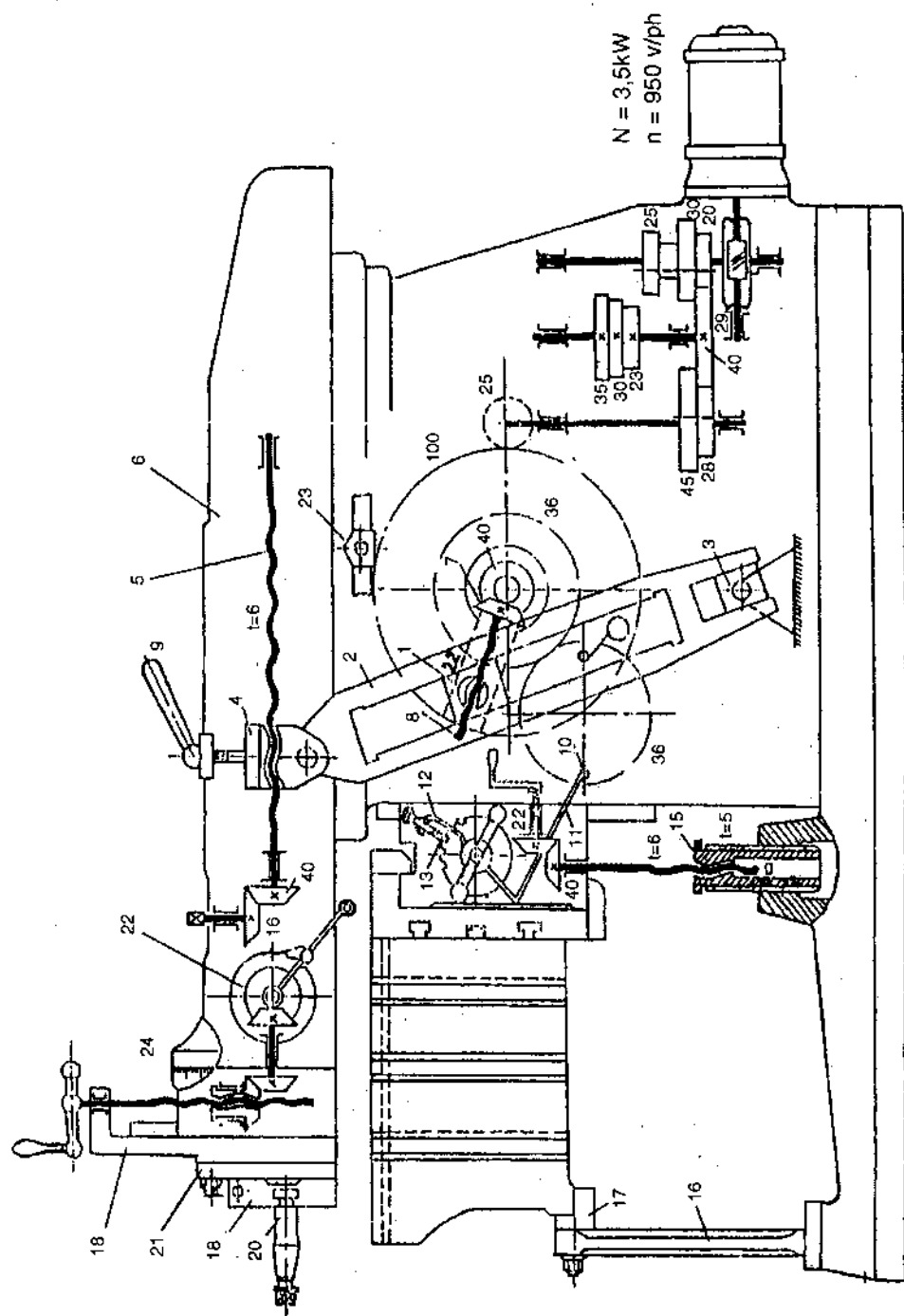
– Cơ cấu chạy dao thẳng đứng (hình 8.8).



Hình 8.8.

Khi vấu di động tới chạm vào vấu cố định, làm quay bánh cóc truyền tới giá dao thẳng đứng qua vít me đứng.

3. Sơ đồ động của máy bào ngang B36 (736) do nhà máy cơ khí Hà Nội sản xuất (hình 8.9) (yêu cầu sinh viên tự học).



Hình 8.9. Sơ đồ động của máy bào ngang B36.

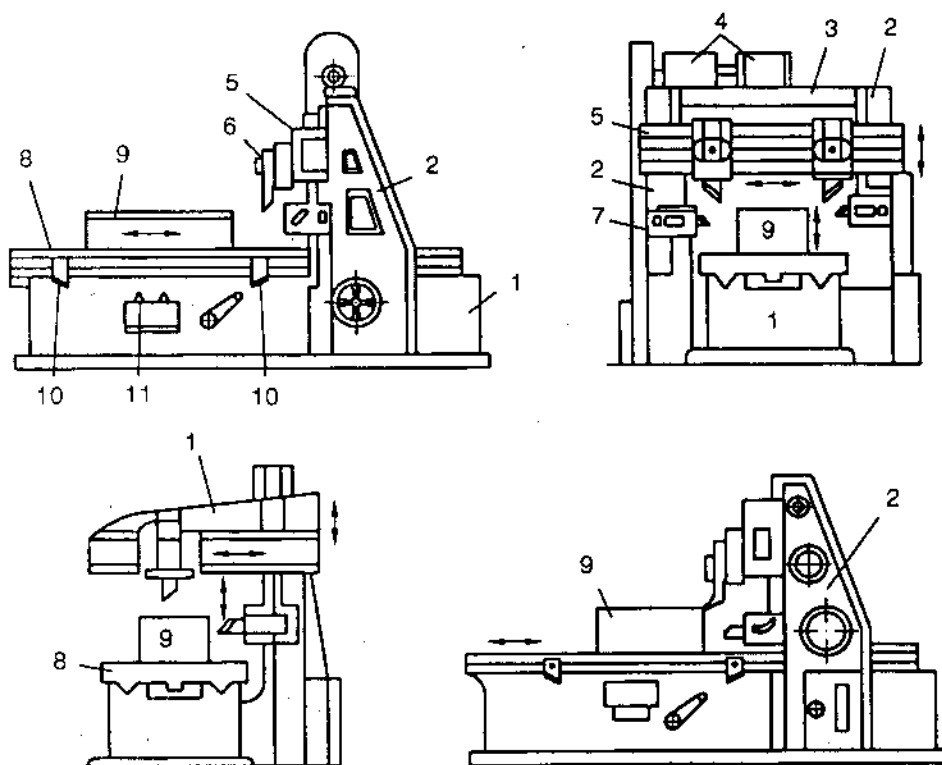
8.2.2. Máy bào giường

1. Công dụng

Gia công các chi tiết lớn: thân máy, hộp máy, bàn trượt v.v... Chuyển động chính do bàn máy mang phối thực hiện. Chuyển động chạy dao do bàn dao thực hiện. Kích thước đặc trưng cho máy bào giường là kích thước bàn máy $(4 \div 7 \times 7 \div 26)\text{m}$.

2. Phân loại (hình 8.10)

Có hai loại: loại một trụ và loại hai trụ. Thân máy 1, trụ đứng 2, xà cố định 3, động cơ phụ 4 truyền dẫn chuyển động điều chỉnh nhanh cho xà ngang 5 mang các giá dao đứng 6, giá dao bên 7, giường bào 8 và chi tiết 9. Cữ khống chế hành trình 10 có thể điều chỉnh được tùy theo chiều dài chi tiết gia công. Cữ khống chế hành trình cố định 11 gắn trên thân máy.

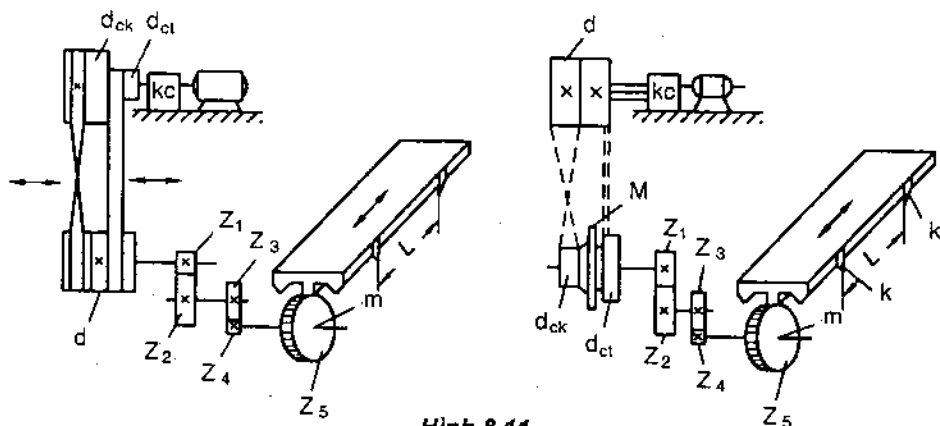


Hình 8.10. Máy bào giường.

3. Các cơ cấu thực hiện chuyển động và đảo chiều (hình 8.11)

a) Dùng đai truyền bẹt phẳng và chéo (hình 8.11) kết hợp với bánh răng – thanh răng. Cơ cấu này cổ điển, công suất thấp, tỷ lệ giữa v_{ct}/v_{ck} không cao.

Có hai loại: dùng pu-li, gạt đai truyền tới vị trí công tác và loại dùng ly hợp điện từ M, ở nước ta hiện nay một số xí nghiệp địa phương vẫn còn dùng.

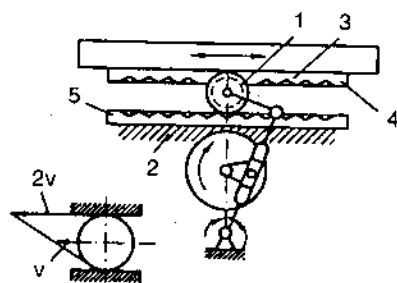


Hình 8.11.

b) Dùng cơ cấu cu-lit (hình 8.12)

Đĩa biên quay một chiều đẩy cần lắc tác dụng kéo và đẩy bánh răng 1. Bánh răng này lăn trên thanh răng cố định 5 truyền tới thanh răng 3 gắn với giường bào tịnh tiến.

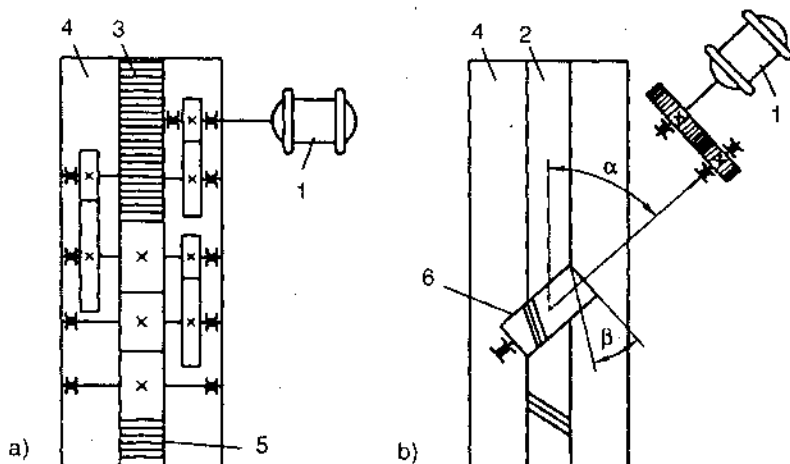
Cơ cấu này công kênh, yêu cầu có khoảng không gian lớn, bánh răng 1 phải có đường kính khá lớn tương ứng với hành trình lớn nhất của giường bào. Nó có thiếu sót chung của cơ cấu cu-lit, hiện nay ít dùng.



Hình 8.12.

c) Dùng cơ cấu dầu ép (xilanh-pít tông và hệ thống dầu)

d) Dùng cơ cấu bánh răng – thanh răng kết hợp với động cơ điện một chiều biến đổi tốc độ và đảo chiều (hình 8.13).

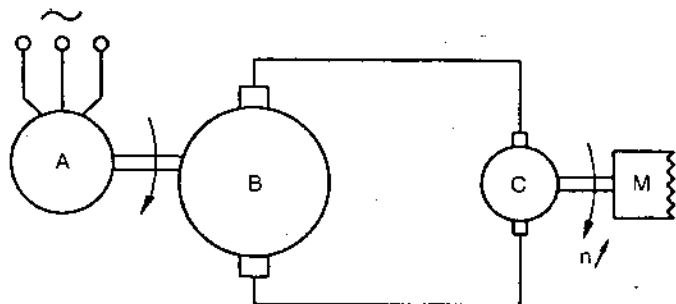


Hình 8.13.

Để truyền chuyển động thẳng cho giường bào có thể dùng cơ cấu bánh răng – thanh răng thẳng (hình 8.13a) hoặc trục vít, thanh răng nghiêng (hình 8.13b). Hiện nay dùng nhiều loại trục vít – thanh răng nghiêng vì truyền động êm, gọn do không phải đặt hệ thống bánh răng ở dưới gầm giường bào chiếm không gian lớn, mặt khác nếu dùng bánh răng đường kính bé thì tốc độ truyền sẽ không đều.

Động cơ điện xoay chiều ba pha A quay máy phát điện một chiều B, cung cấp dòng điện một chiều cho động cơ một chiều C. Ngoài ra còn thêm một bộ phận biến tốc bằng điện của động cơ điện

một chiều (điều tiết bằng biến áp, từ trường hay máy điện khuếch đại). Do đó hệ thống biến tốc và đảo chiều bằng điện là tốt nhất, chiếm không gian ít nhất, nhưng đắt tiền. Các máy bào giường hiện đại thường dùng loại này (hình 8.14).

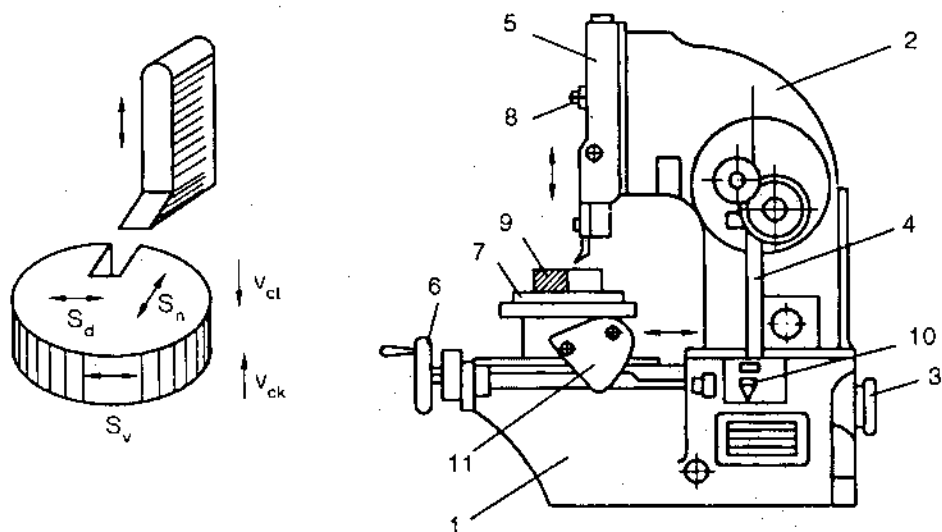


Hình 8.14. Hệ thống biến tốc và đảo chiều bằng điện.

8.3. MÁY XỌC

1. Công dụng

Máy xọc dùng để gia công các rãnh bên trong lỗ, bánh răng trong, then hoa v.v... ít khi xọc mặt bên ngoài.



Hình 8.15. Máy xọc.

Chuyển động chính của máy xọc là chuyển động tịnh tiến theo phương đứng.

Hành trình lớn nhất của đầu xọc là kích thước cơ bản của máy.

Các bộ phận của máy như sau (hình 8.15): thân máy 1 có dạng hình hộp. Động cơ điện 3 truyền dẫn cho toàn máy. Đầu xọc 5, vít kẹp dao 8 (có thể quay nghiêng đầu xọc để gia công mặt xiên). Trục 4 nối chuyển động đầu xọc tới hộp 10-11, bàn quay 7 – chi tiết 9.

2. Cơ cấu thực hiện chuyển động chính của dao xọc (hình 8.16)

Hành trình xọc thường < 200mm nên không dùng được cơ cấu cu-lít lắc như ở trong máy bào ngang (vì $v_{ct} \approx v_{ck}$) do đó thường dùng cơ cấu cu-lít quay, hiện nay có máy dùng cơ cấu đầu ép.

Quá trình chuyển động của cơ cấu cu-lít quay như sau:

Đĩa biên 2 quay tròn với vận tốc góc $\omega_1 = \text{const}$, chốt 6 gắn cửa cứng trên đĩa biên làm cần 1 quay xung quanh chốt 5 (tâm OO_1) với vận tốc góc $\omega_2 = \text{const}$ nhưng R_2 luôn luôn thay đổi có:

$$v_1 = R_2 \cdot \omega_2 = \text{const}$$

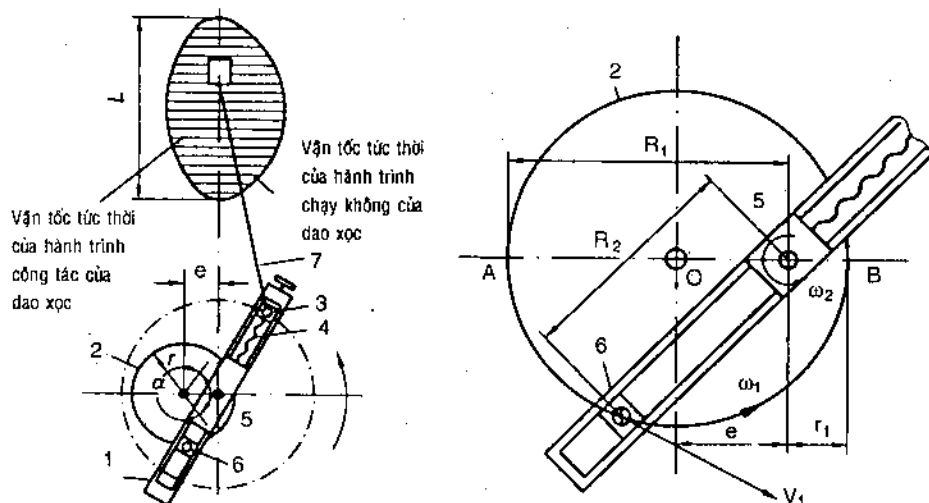
$R_{2\min} = r$ tại điểm B có $\omega_{2\max}$ tương ứng với $v'_{ck\max}$

$R_{2\max} = R_1$ tại điểm A có $\omega_{2\min}$ tương ứng với $v_{ct\max}$

(chú ý quá trình đảo chiều và phân lực tại chốt 3 theo phương trượt của đầu xọc – hình vẽ biểu đồ vận tốc). Do đó, tỷ lệ giữa vận tốc chạy không và công tác là:

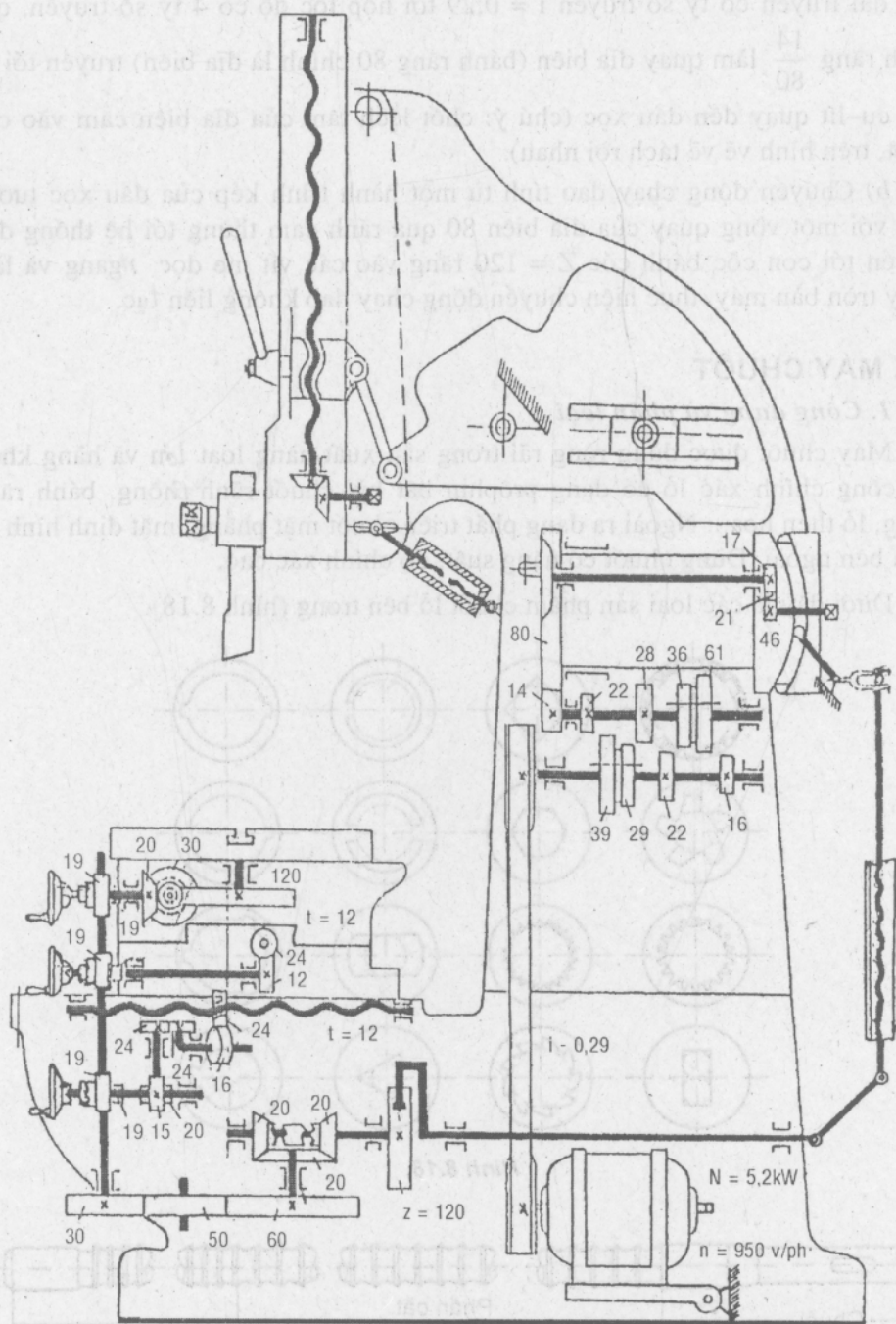
$$\frac{v_{ck\max}}{v_{ct\max}} = \frac{\omega_{2\max}}{\omega_{2\min}} = \frac{R_{2\max}}{R_{2\min}} = \frac{R_1}{r} = \frac{R+e}{R-e} = K$$

trong đó: r – bán kính đĩa biên (từ tâm đến chốt 6); $K \gg 1$ và không đổi, nó không phụ thuộc vào hành trình chuyển động của đầu xọc.



Hình 8.16.

3. Sơ đồ động của máy xọc 743 (hình 8.17)



Hình 8.17. Sơ đồ động của máy xọc 743.

a) Chuyển động chính (xích tốc độ) do động cơ điện $N = 5,2\text{kW}$, $n = 950\text{v/ph}$ qua đai truyền có tỷ số truyền $i = 0,29$ tới hộp tốc độ có 4 tỷ số truyền, qua bánh răng $\frac{14}{80}$ làm quay đĩa biên (bánh răng 80 chính là đĩa biên) truyền tới cơ cấu cu-lít quay đến đầu xọc (chú ý: chốt lệch tâm của đĩa biên cắm vào con trượt, trên hình vẽ vẽ tách rời nhau).

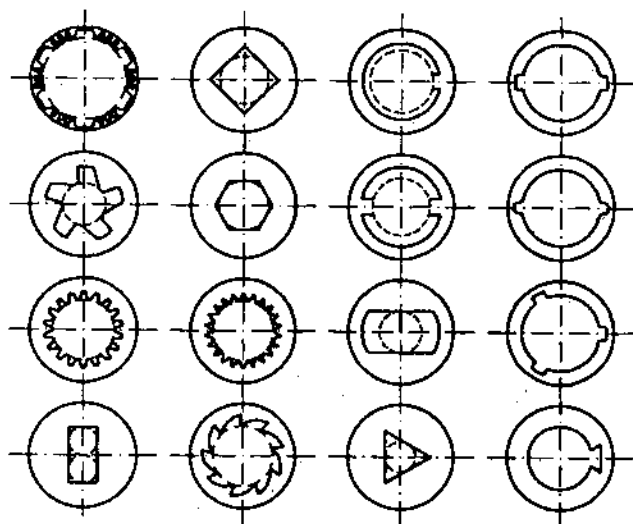
b) Chuyển động chạy dao tính từ một hành trình kép của đầu xọc tương ứng với một vòng quay của đĩa biên 80 qua rãnh cam thùng tới hệ thống đòn truyền tới con cóc bánh cóc $Z = 120$ răng vào các vít me dọc ngang và làm quay tròn bàn máy, thực hiện chuyển động chạy dao không liên tục.

8.4. MÁY CHUỐT

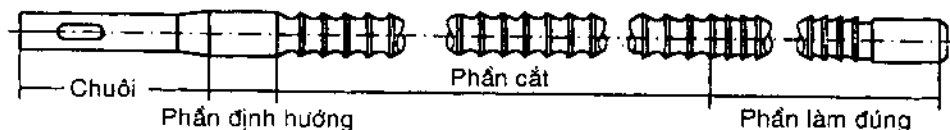
1. Công dụng và phân loại

Máy chuốt được dùng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, gia công chính xác lỗ có dạng prôphin bất kỳ, chuốt rãnh thông, bánh răng trong, lỗ then hoa... Ngoài ra đang phát triển chuốt mặt phẳng, mặt định hình và rãnh bên ngoài. Dùng chuốt có năng suất, độ chính xác cao.

Dưới đây là các loại sản phẩm chuốt lỗ bên trong (hình 8.18).



Hình 8.18.



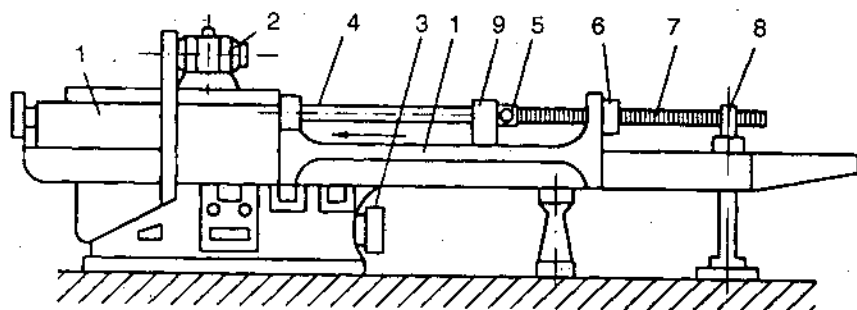
Hình 8.19. Kết cấu dao chuốt.

Hình 8.19 chỉ rõ cấu tạo cơ bản của dao chuốt.

Hiện nay người ta phân loại máy chuốt như sau:

- Theo công dụng có: chuốt trong, chuốt ngoài.
- Theo vị trí đặt dao có: chuốt nằm ngang, chuốt thẳng đứng (chuốt ép).
- Theo mức độ tự động hoá có: chuốt liên tục, bán tự động v.v...

2. Máy chuốt nằm ngang và cơ cấu truyền dẫn chính (hình 8.20)



Hình 8.20. Cơ cấu máy chuốt 7510.

Chuyển động của máy chuốt là chuyển động thẳng kéo dao chuốt tịnh tiến (ngoài ra máy không có chuyển động chạy dao nào khác). Cơ cấu dầu ép thực hiện chuyển động này. Trên hình 8.20: bơm chính (có áp suất cao) dẫn dầu cao áp vào buồng trái xilanh đẩy pít tông chuyển động sang phải kéo dao chuốt công tác. Dùng bơm phụ để lùi dao chuốt về vị trí ban đầu.

Van tiết lưu để điều chỉnh tốc độ chuốt, van tràn để giữ cho áp suất làm việc không quá trị số giới hạn.

Các bộ phận của máy chuốt như sau:

Trên thân máy dạng hình hộp 1, lắp các bộ phận của máy: động cơ điện 2 truyền dẫn động lực cho hệ thống thủy lực 3. Cánh pít tông 4 nối với dao chuốt 6 qua cơ cấu lắp dao 5 và các giá đỡ 8, 9. Chi tiết gia công 7 tỷ mặt đầu (làm chuẩn) vào giá đỡ 9 để gia công. Tỷ số giữa vận tốc hành trình thuận và nghịch từ lớn hơn 1 đến 2,2.

Lực kéo của máy chuốt 7510 là: $P = 10$ tấn; 7520 là: $P = 20$ tấn; 751 là: $P = 10$ tấn, 7530M có $P = 30$ tấn.

3. Máy chuốt đứng để chuốt trong (hình 8.21)

Có thể chuốt trong bằng hai phương pháp: chuốt ngược từ dưới lên trên và ngược lại.

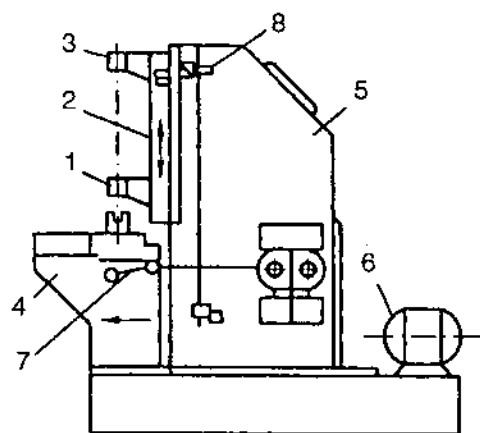
Khi chuốt ngược từ dưới lên trên, dao chuốt kẹp trên phần công son 1 và bàn trượt chuyển động từ dưới lên trên. Chi tiết lắp trong bàn máy số 4.

Khi chuốt thuận từ trên xuống dưới, dao chuốt đặt dưới côngson 3 và bàn chuốt nén từ trên xuống dưới, nên dao chuốt bị nén và uốn dọc, chỉ tiết đặt phía trên bàn máy 4.

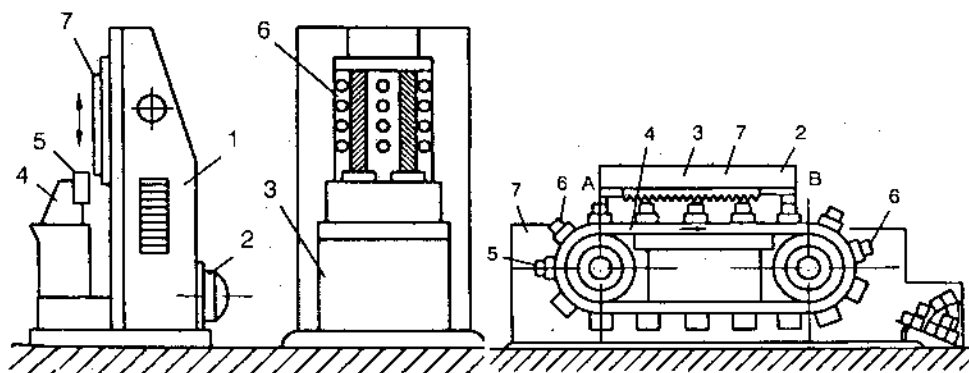
Động cơ điện 6 truyền dẫn cho cơ cấu dầu ép đặt bên trong thân máy 5 tay gạt 7 và 8 để điều khiển máy.

4. Máy chuốt đứng để chuốt trong ngoài (hình 8.22)

Thân máy 1 có dạng hình hộp rất cứng vững. Tấm trượt 7 lắp dao chuốt 6 sẽ trượt trên sống trượt của thân máy. Bàn máy 3, gá lắp 4 và chi tiết 5. Động cơ điện 2 truyền dẫn cho hệ thống thủy lực bên trong thân máy. Thường có các loại máy chuốt đứng 7710 có $P = 10$ tấn và 7705 có $P = 5$ tấn.



Hình 8.21. Máy chuốt đứng để chuốt trong.



Hình 8.22. Máy chuốt đứng.

Hình 8.23. Máy chuốt nằm ngang tác dụng liên tục.

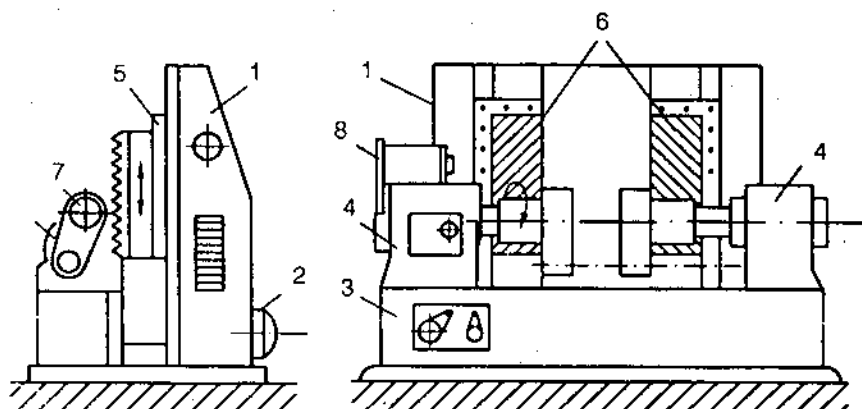
5. Máy chuốt nằm ngang tác dụng liên tục (hình 8.23)

Máy chuốt nằm ngang tác dụng liên tục dùng cho sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối. Thân máy 1 có dạng hình hộp trên đó lắp xích truyền động liên tục 4. Gá lắp 5 để kẹp chi tiết gia công 6. Bàn 2 gắn dao chuốt 3 lắp ở trên thân máy. Vị trí A bắt đầu chuốt, vị trí B chuốt xong, kẹp chi tiết tự động hay bằng tay vào dây xích 1. Cả hệ thống dây xích có thể di chuyển ngang ăn dao để hớt lượng dư cần chuốt. Thường dùng máy này để chuốt biên ô tô với tốc độ chuyển động của xích 2m/ph.

6. Máy chuốt ngỗng trục khuỷu (hình 8.24)

Thuộc loại máy chuốt đứng chuyên môn hoá. Thân máy 1 có dạng khung

đặt động cơ điện 2 và hệ thống thủy lực. Phía trước thân máy có sống trượt thẳng đứng để di trượt bàn dao 5 mang dao chuốt 6. Bàn dao 5 có chuyển động tịnh tiến lên xuống. Bàn máy 3 đặt trước thân máy. Trên bàn máy có hai ổ 4. Ổ trái dùng truyền dẫn chuyển động quay từ động cơ 8 tới trục khuỷu, ổ phải để đỡ trục khuỷu.



Hình 8.24. Máy chuốt ngỗng trục khuỷu.

Tốc độ quay của trục khuỷu phụ thuộc vào quá trình công nghệ và điều kiện làm việc. Ví dụ trục khuỷu quay 40v/ph, dao chuốt chuyển động với tốc độ 7m/ph. Thời gian giữa hai lần mài dao gia công được $5000 \div 8000$ chi tiết.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Các cơ cấu thực hiện chuyển động chính và chạy dao của máy bào ngang.
2. Các cơ cấu thực hiện chuyển động chính của máy bào giường.
3. Cơ cấu cu-lít quay trong máy xọc.
4. Máy chuốt, các phương pháp chuốt: ưu, nhược điểm của các phương pháp này.

MÁY GIA CÔNG REN VÀ RĂNG

9.1. MÁY GIA CÔNG REN

9.1.1. Các phương pháp gia công ren

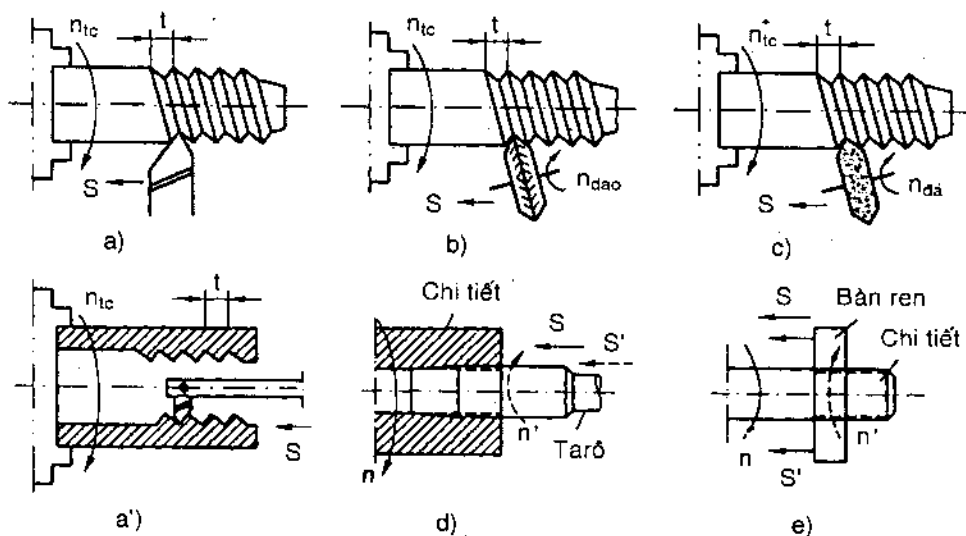
Ren được sử dụng rất rộng rãi trong các ngành công nghiệp: mối ghép bằng ren và truyền động bằng ren. Tùy theo yêu cầu sử dụng có thể dùng các dạng tiết diện ren: tam giác, ren thang, ren vuông và ren tròn. Có các loại: ren trụ (ren trên mặt trụ), ren côn (ren trên mặt côn) và có ren ngoài, ren trong.

Có hai phương pháp phổ biến để gia công ren: bằng cắt gọt và bằng biến dạng (lăn ren, cán ren).

9.1.2. Gia công ren bằng cắt gọt

Trên hình vẽ 9.1 mô tả các chuyển động tạo hình gia công ren bằng cắt gọt.

Hình 9.1a, a' là sơ đồ tiện ren ngoài, ren trong. Tiện ren có thể đạt cấp chính xác cao (tới cấp 1), tiết diện ren tùy ý, phạm vi đường kính ngoài khá rộng (1÷200mm) hoặc lớn hơn, nhưng năng suất thấp. Phay ren hình 9.1b được dùng khá rộng rãi. Nếu yêu cầu độ chính xác cấp 2-3, sản xuất hàng loạt lớn thì cho năng suất cao, kinh tế nhất. Ở các máy công cụ dùng vít me... sau khi phay phải gia công tinh.



Hình 9.1. Nguyên lý chuyển động cắt ren.

Hình 9.1c: mài ren thường gọi là gia công tinh, gia công chính xác ren đã qua tôi cứng.

Hình 9.1d: sơ đồ cắt ren bằng ta rô và bàn ren, bước ren S do bước của dụng cụ cắt quyết định, vậy có khả năng là: chi tiết quay n dụng cụ tịnh tiến một lượng S , hoặc là dụng cụ vừa quay n' vừa tịnh tiến S' v.v... cắt ren bằng ta rô, bàn ren thực hiện được bằng tay và bằng máy.

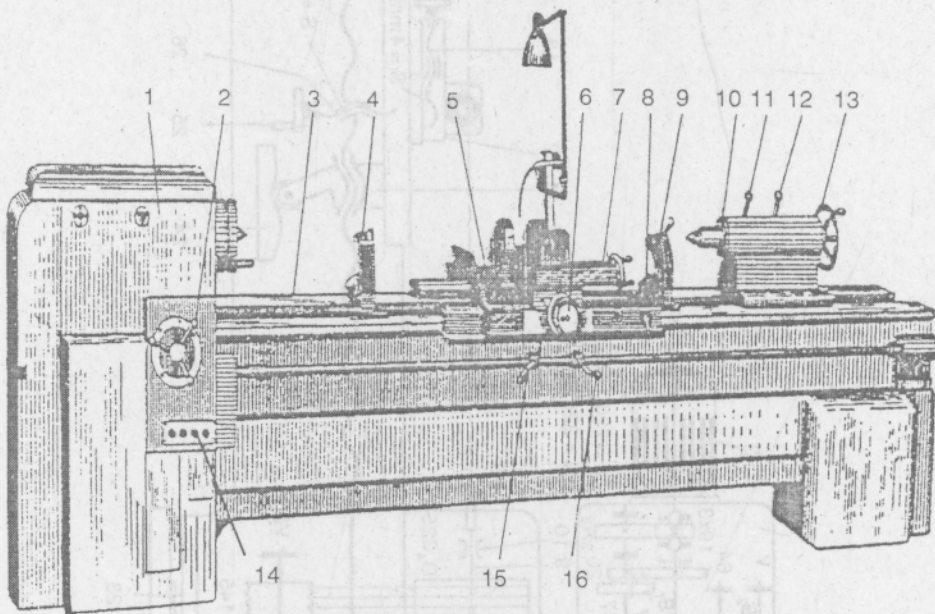
Điểm chung về chuyển động là: phối quay một vòng thì dụng cụ cắt phải tịnh tiến một lượng bằng bước ren cần cắt.

Trong phần máy tiện đã trình bày rõ về tiện ren trên máy tiện vạn năng, ở đây vì giới hạn tài liệu chỉ trình bày về máy tiện ren chính xác.

1. Máy tiện ren chính xác cao 1622 (hình 9.2)

Phạm vi sử dụng: gia công trục vít me có kích thước:

$$D = 20 \div 80\text{mm}, L \leq 2500\text{mm}, t_c = 3 \div 12\text{mm}.$$

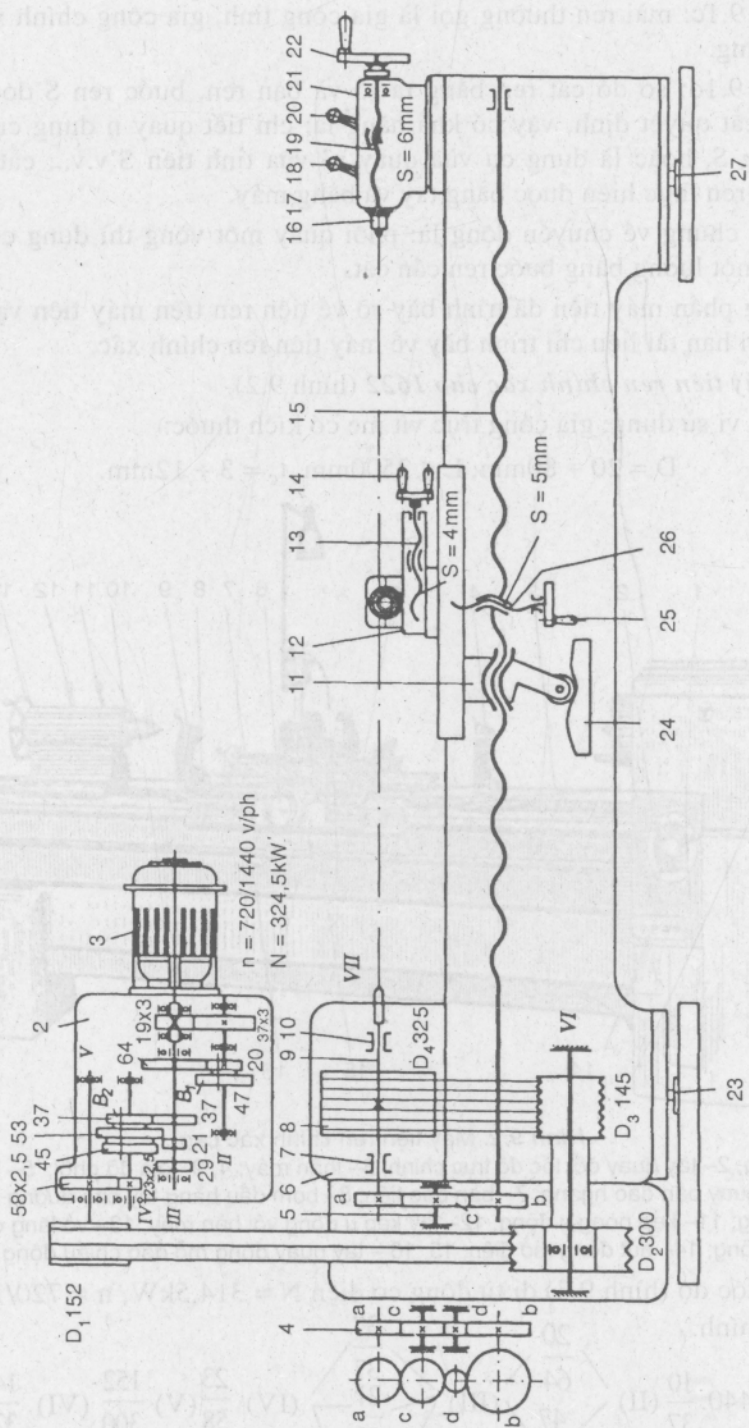


Hình 9.2. Máy tiện ren chính xác cao.

- 1- ụ đứng; 2- tay quay đổi tốc độ trục chính; 3- thân máy; 4, 9- giá đỡ phôi; 5- bàn dao;
6- tay quay bàn dao ngang; 7- bàn dao tiện; 8- bơm dầu bằng tay cho đường hướng;
10- ụ động; 11- kẹp nòng ụ động; 12- tay kẹp ụ động với bàn máy; 13- vô lăng di chuyển nòng ụ động; 14- nút đóng mở điện; 15, 16- tay quay đóng mở đảo chiều động cơ điện.

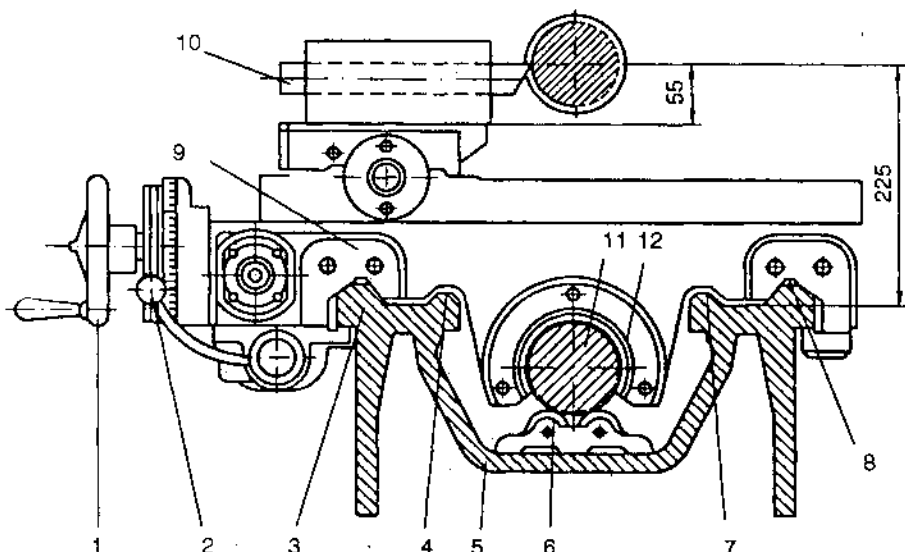
Xích tốc độ (hình 9.3) đi từ động cơ điện $N = 314,5\text{kW}$, $n = 720/1440$ v/ph đến trục chính.

$$720/1440 \cdot \frac{10}{37} \text{ (II)} \left\{ \begin{array}{l} \frac{20}{64} \\ \frac{47}{37} \end{array} \right\} \text{ (III)} \left\{ \begin{array}{l} \frac{37}{37} \\ \frac{21}{53} \\ \frac{29}{45} \end{array} \right\} \text{ (IV)} \frac{23}{58} \text{ (V)} \frac{152}{300} \text{ (VI)} \frac{145}{325} = n_{tc}$$



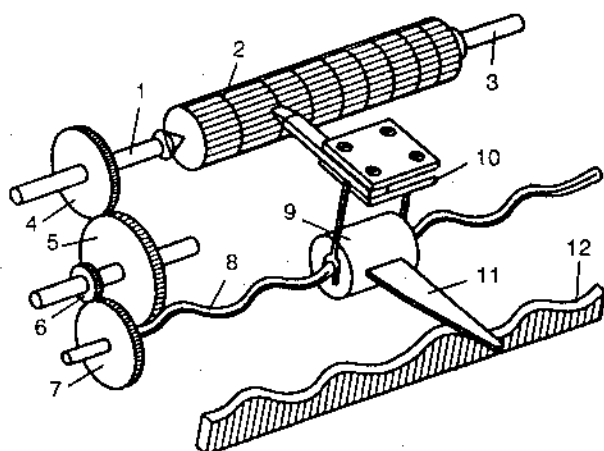
Hình 9.3. Sơ đồ động máy tiện ren chính xác 1622.

Xích chạy dao cắt ren đi từ trục chính VII qua cặp bánh răng thay thế $\frac{a}{b}$ tới vít me dọc, đây là đường truyền ngắn nhất. Đặc điểm là máy êm vì đã dùng hai bộ truyền đai, vít me dọc lớn ($d = 85\text{mm}$) đặt ở giữa hai đường dẫn hướng của máy lại có con lăn đỡ nên độ cứng vững rất cao (hình 9.4). Ngoài ra còn có cơ cấu hiệu chỉnh sai số bước ren của trục vít me.



Hình 9.4. Hình cắt ngang máy 1622

- 1— tay quay bàn dao ngang; 2— tay gạt đóng mở đảo chiều động cơ điện;
3, 8— đường hướng bàn dao dọc; 4, 7— đường hướng ụ động; 5— thân máy;
6— con lăn đỡ vít me; 9— bàn dao dọc; 10— dao cắt; 11— vít me điều chỉnh; 12— đai ốc.



Hình 9.5. Thiết bị bù sai số bước ren.

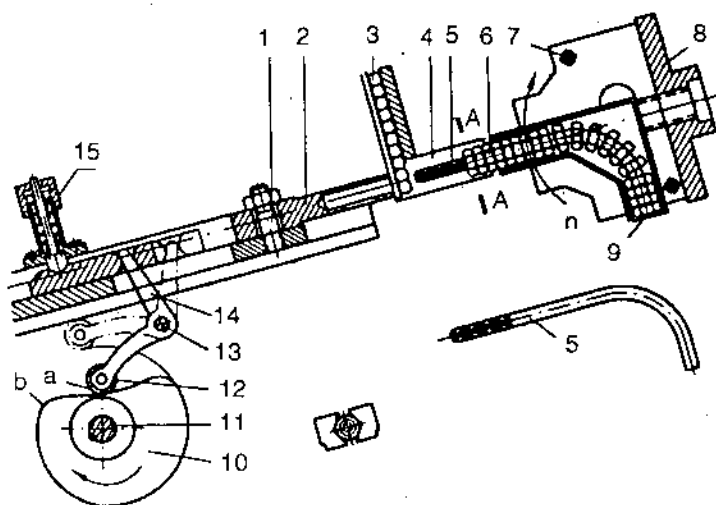
- 1— chống tâm trục chính; 2— phôi; 3— chống tâm ụ động; 4, 5, 6, 7— bánh răng thay thế;
8— vít me; 9— đai ốc; 10— bàn dao dọc; 11— thanh trượt liên đai ốc; 12— thước bù sai số.

Nguyên lý làm việc của thước bù sai số (hình 9.5): Vít me 8 truyền chuyển động qua đai ốc 9 tới bàn dao 10. Muốn gia công được bước ren chính xác thì bản thân vít me (cái) phải có bước ren chính xác hơn bước vít me cần chế tạo, nhưng thực tế khó đạt được nên ta dùng vít me 8 có độ chính xác bình thường, để cắt được ren có độ chính xác cao hơn bằng cách hiệu chỉnh bù sai số bước của vít me 8. Bàn dao tịnh tiến cùng đai ốc 9 mang thanh 11 trượt dọc trên thước hiệu chỉnh 12 (thước hiệu chỉnh đặt nghiêng hoặc có độ nhấp nhô tùy theo sai số bước của vít me 8). Thước này tác dụng vào thanh 11 làm đai ốc 9 quay tương đối so với vít me 8 để bù trừ sai số của vít me này.

2. Ta rô ren đai ốc

Như trên đã đề cập đến gia công lỗ ren bằng ta rô có thể ren tay và ren bằng máy. Ta rô tay mỗi một bộ có hai ba số, ta rô máy chỉ có một số. Ta rô máy có chuỗi thẳng và chuỗi cong. Chuỗi của ta rô máy có đường kính nhỏ hơn đường kính của lỗ ren. Do đó ta rô hoặc đai ốc cần ren chỉ cần quay một chiều, cắt xong đai ốc chạy theo phần chuỗi ra ngoài.

Hình 9.6 giới thiệu sơ đồ nguyên lý (phần gia công) máy tự động gia công đai ốc bằng ta rô chuỗi cong.



Hình 9.6.

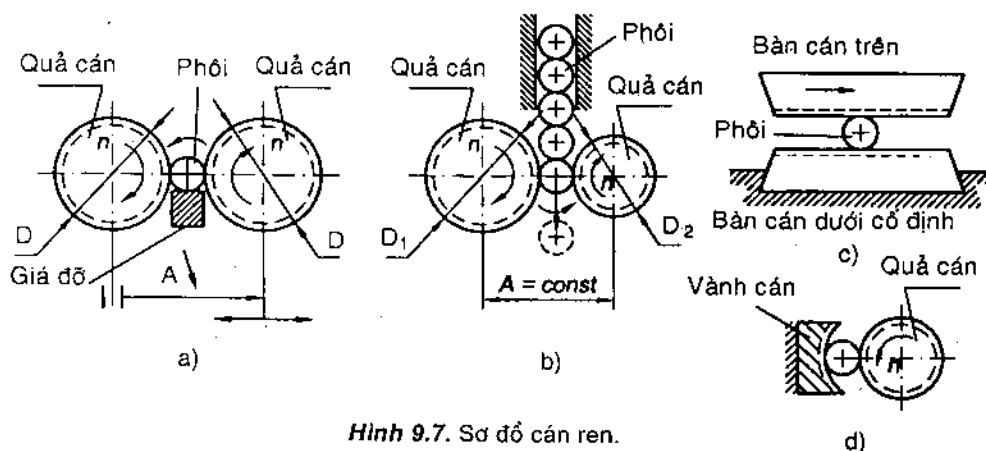
Phôi đai ốc 3 qua hệ thống cấp phôi tự động theo máng dẫn phôi xuống vùng cắt, trục 11 làm cam 10 quay, thông qua con lăn 12, tay đòn 14 đẩy tấm trượt 1 gắn liền với ống dẫn 2, đẩy phôi 3 vào máng giữ phôi 4 đi vào đầu ta rô 5, ta rô 5 (đặt tự do) quay cùng với khối trục chính 8. Đai ốc được cắt 6 chạy dọc máng 9 theo chuỗi cong ra ngoài.

Theo chiều quay của cam thì đoạn ab là để đẩy phôi đai ốc vào vùng cắt, cắt trên cung bc, ca là đoạn ống dẫn 2 lùi về để đẩy phôi tiếp theo. Khi cần 14

lùi về để chính xác vị trí cho ống đẩy 2, người ta dùng cỡ định vị 15. Như vậy là một vòng quay của cam gia công được một đai ốc. Để nâng cao năng suất người ta đã chế tạo máy nhiều trục chính. Với ta rô máy chuỗi thẳng thực hiện theo dạng máy khoan. Cũng có thể chế tạo loại ta rô chuỗi cong ở đầu phần cắt, khi đó phôi được dẫn vào chuỗi cong (xem các tài liệu máy tự động).

9.1.3. Phương pháp gia công ren bằng biến dạng – lăn cán ren

Có các phương pháp cán ren như sau: cán ren hướng kính (hình 9.7a), cán ren tiếp tuyến (hình 9.7b), cán bằng bàn cán (hình 9.7c), cán bằng vành cán (hình 9.7d).



Hình 9.7. Sơ đồ cán ren.

Cán ren hướng kính: Bước ren của quả cán được chế tạo bằng bước ren cán cán. Đường kính quả cán D và số vòng quay n như nhau quay ngược chiều nhau, phôi cán cán đặt giữa 2 quả cán. Trong vùng cán phôi tự quay tại chỗ, một trong hai quả cán tiến dần (A) vào phôi để cán. Khi tiến đủ chiều cao ren cán cán thì ngừng chạy vào và chạy ra ngược lại để lấy phôi. Phương pháp này ép dần dần nên cán được ren có kích thước lớn, đường kính quả cán không phụ thuộc vào đường kính ren cán cán, nhưng có nhược điểm là thời gian chạy không lớn (quả cán phải lùi ra để lấy sản phẩm).

Cán ren tiếp tuyến: Nguyên tắc của cán ren tiếp tuyến là: với kích thước bước ren đường kính ren nhất định phải tính toán thiết kế các thông số hình học quả cán hoặc số vòng quay các trục cán sao cho phôi cán vừa tự quay và tự chuyển động qua vùng cán, khi đó khoảng cách tâm hai trục cán không đổi ($A = \text{const}$ – xem các tài liệu về cán ren tiếp tuyến).

Phương pháp này năng suất cao, dễ tự động hoá cấp phôi, thời gian chạy không rất bé (cán liên tục), nhưng hạn chế về kích thước phôi cán do hạn chế công suất cán.

Cán ren bằng bàn cán rất phù hợp cho cán ren đường kính bé như nan hoa xe đạp, đinh vít...

9.2. MÁY GIA CÔNG RĂNG

9.2.1. Phân loại máy

Truyền động bánh răng được sử dụng rất rộng rãi trong các máy móc, thiết bị trong nhiều ngành công nghiệp, nông nghiệp, giao thông... với ưu điểm là khả năng truyền lực lớn. Nó được dùng truyền động giữa các trục song song, chéo nhau, vuông góc chéo nhau...

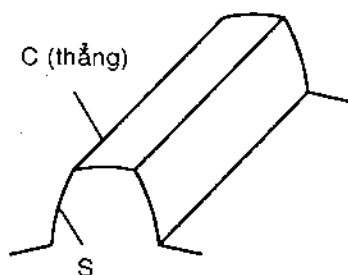
Theo hình dáng bánh răng và đường hướng răng có bánh răng trụ, răng thẳng, răng nghiêng và bánh răng côn: côn thẳng, côn xoắn.

Tên gọi loại máy thường gọi theo hình dáng răng và tên phương pháp gia công, ví dụ: máy phay lăn răng trụ, máy xọc răng trụ, máy bào răng côn thẳng, máy gia công côn cong, côn xoắn.

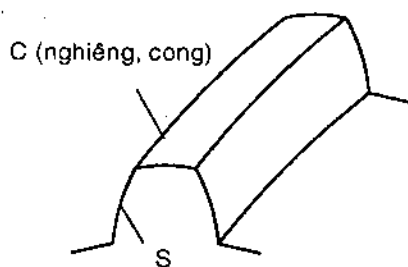
Theo đặc tính gia công có máy gia công thô răng, gia công tinh răng. Tài liệu này chỉ trình bày về gia công bánh răng trụ.

9.2.2. Máy gia công bánh răng trụ

Bánh răng trụ có hai loại: trụ răng thẳng (hình 9.8), trụ răng nghiêng (hình 9.9,) có ăn khớp ngoài và ăn khớp trong.



Hình 9.8. Dạng bánh răng trụ răng thẳng.



Hình 9.9. Dạng bánh răng trụ răng nghiêng.

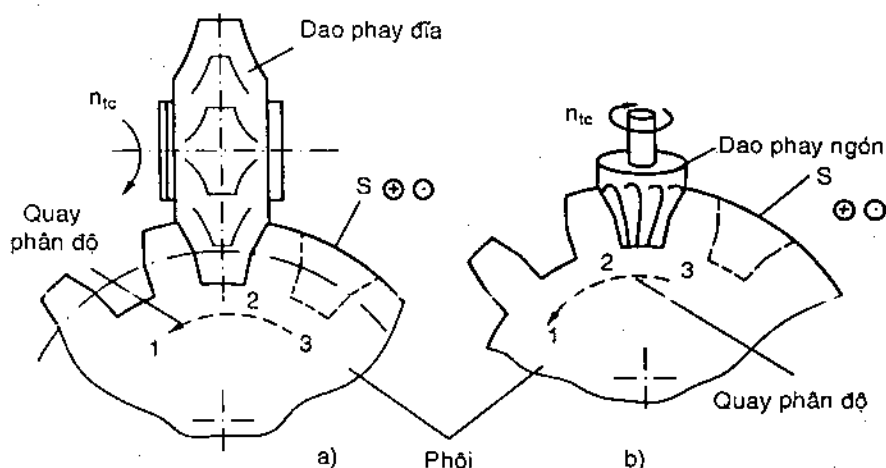
Hình dạng răng cả hai loại xác định bởi đường chuẩn (C) và đường sinh (S). Ở cả hai loại này đường sinh như nhau (thân khai, xyclôit, nôvicốp). Nếu đường chuẩn là đường thẳng gọi là bánh răng trụ thẳng (hình 9.8). Nếu đường sinh cong hay nghiêng gọi là bánh răng trụ nghiêng (hình 9.9). Cái chung ở đây là đường sinh, khác nhau về đường chuẩn.

9.2.3. Các phương pháp gia công

A. Phương pháp chép hình

Trước hết cần lưu ý rằng thông số hình học cơ bản của một bánh răng là môđun m và số răng Z . Từ đây ta có vòng tròn chia của bánh răng là $D = mZ$. Mỗi đường kính vòng tròn sẽ cho ta đường thân khai nhất định, nghĩa là mỗi

bánh răng có đường thân khai xác định có dạng răng nhất định. Phương pháp gia công bằng chép hình ở đây thì dạng dao cũng phải trùng với dạng răng cần gia công. Ta thường dùng hai loại dao phay môđun: dao phay môđun đĩa và dao phay môđun ngón (hình 9.10).



Hình 9.10. Sơ đồ phay chép hình bánh răng trụ.

Phay chép hình bằng dao phay môđun đĩa, dao được lắp trên trục chính máy phay ngang; với dao phay ngón, lắp trên trục chính máy phay đứng và dao có tốc độ cắt n_{tc} . Phôi được lắp trên ụ phân độ vận năng kẹp chặt với bàn máy và thực hiện chuyển động S để gia công hết chiều rộng của bánh răng (là phôi). Sau khi phay hết một răng răng thì phôi được quay phân độ (phân độ gián đoạn)

một lượng $\frac{1}{Z}$ vòng, Z là số răng của bánh răng cần gia công (cách tính phân độ đã được trình bày ở trên).

Ưu điểm của phương pháp này là không cần dùng máy chuyên dùng. Nhược điểm chính là không chính xác: không chính xác về phân độ (độ chính xác cơ cấu) và không chính xác về dạng răng. Như đã nêu ở trên với một con dao môđun chỉ gia công chính xác về dạng răng cho một bánh răng có m và Z nhất định. Trong thực tế không đáp ứng được mỗi dao để chế tạo 1 bánh răng, mà chế tạo một bộ dao có cùng môđun chế tạo được các số răng trong khoảng nhất định (thường 1 bộ dao có 8, 15, 32 con với Z dao khác nhau nhưng cùng môđun). Đó chính là nguyên nhân gây sai số về dạng răng. Khi gia công bánh răng nghiêng phải dựa vào số răng giả tưởng $Z_{gt} = Z/\cos\beta$ (β – góc nghiêng chiều trục của bánh răng, Z số răng của phôi).

B. Phương pháp bao hình

1. Máy phay lăn răng: để gia công bánh răng hình trụ răng thẳng, răng nghiêng, bánh vít, trục then hoa...

a) Nguyên lý gia công: gia công bằng phương pháp bao hình "Nhắc lại sự ăn khớp (bao hình cưỡng bức) giữa trục vít (đóng vai trò dao) và bánh răng hoặc bánh vít (đóng vai trò phôi)".

b) Các chuyển động của máy: Xét hai trường hợp sau:

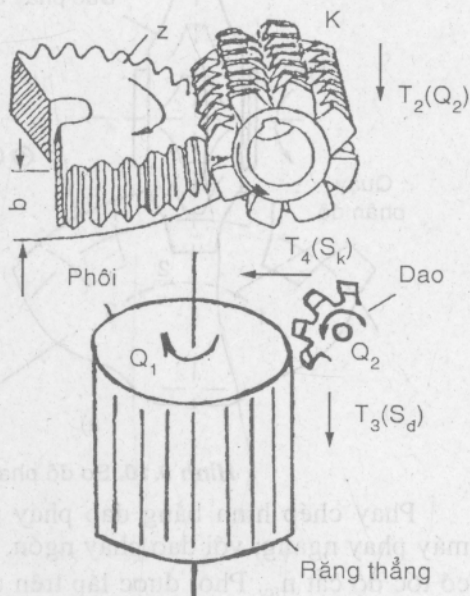
* Gia công bánh răng hình trụ răng thẳng (hình 9.11)

Theo nguyên lý trên để tạo được dạng răng thân khai thì phải có chuyển động bao hình.

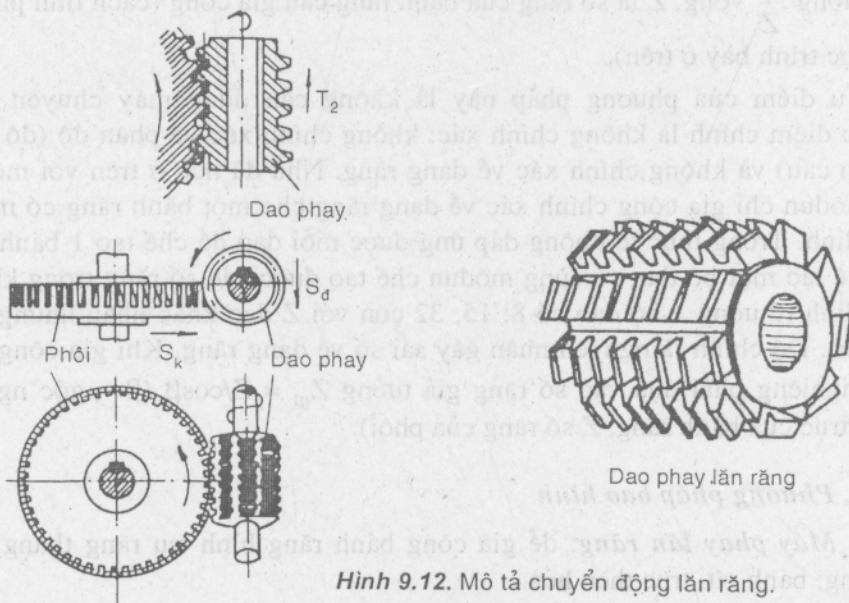
Giả sử trục vít là dao có K đầu mối, bánh răng (bánh vít) là phôi có Z răng, thì nguyên lý ăn khớp bao hình là:

Dao quay Q_2 đi $\frac{1}{K}$ vòng thì phôi quay Q_1 đi $\frac{1}{Z}$ vòng gọi đây là chuyển động bao hình.

Để gia công hết chiều dài b của răng thì dao phải có chuyển động tịnh tiến T_3 , gọi là chuyển động chạy dao đứng (S_d) (hình 9.12).



Hình 9.11. Sơ đồ gia công bánh răng hình trụ răng thẳng.



Hình 9.12. Mô tả chuyển động lăn răng.

Nguồn chạy dao T_3 lấy từ trục phôi quay (1 vòng) để bàn dao mang dao tiến một lượng S_d mm (như chạy dao của máy tiện). Để cắt hết chiều cao h của răng thì dao phải có chuyển động hướng kính vào phôi T_4 gọi là chạy dao hướng kính (S_k).

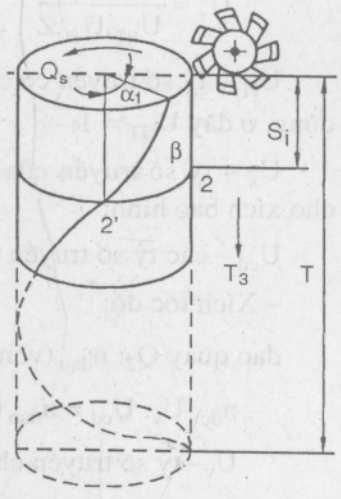
** Gia công bánh răng hình trụ răng nghiêng*

Ngoài các chuyển động như răng thẳng, để gia công được bánh răng nghiêng cần có chuyển động tạo ra đường nghiêng của răng (hình 9.13).

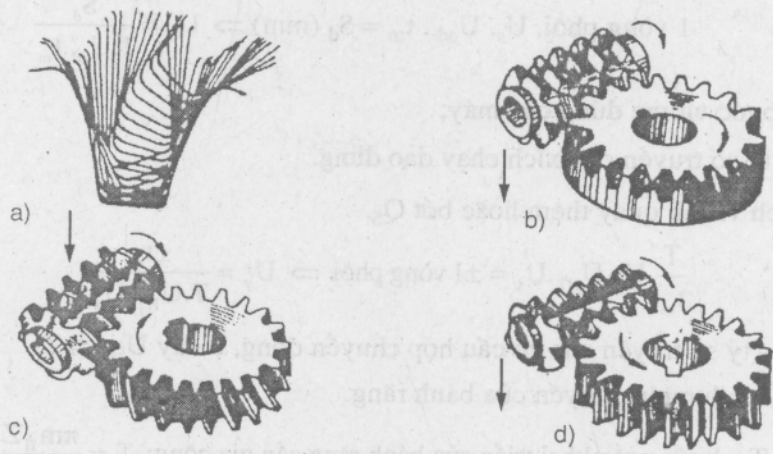
Ta thấy rằng khi gia công bánh răng thẳng, dao tịnh tiến T_3 một đoạn S_i ta gia công được đoạn răng thẳng từ 1-2, muốn gia công răng nghiêng phải cho phôi chuyển động quay thêm Q_s phối hợp giữa Q_s và T_3 sao cho tổng hợp lại chuyển động dao sẽ cắt từ 1 $\rightarrow$ 2'. Tính toán mối liên hệ như sau:

Phôi quay thêm Q_s một góc α_i dao tịnh tiến T_3 đoạn S_2 (1-2). Phôi quay thêm Q_s một góc $\sum \alpha_i = 1$ vòng, dao tịnh tiến T_3 đoạn $\sum S_i = T$ là bước xoắn của răng. Gọi chuyển động Q_s là chuyển động vi sai.

Ngoài ra khi gia công bánh răng thẳng và nghiêng đều phải chú ý quay điều chỉnh dao vì dao có góc α . Nguyên tắc: quay trục dao sao cho phương đường xoắn của dao trùng với phương đường răng gia công. Hình 9.14 mô tả quá trình phay lăn răng.



Hình 9.13.



Hình 9.14. Mô tả quá trình phay lăn răng.

c) Sơ đồ nguyên lý (kết cấu động học) của máy

Từ phân tích các chuyển động cần thiết trên ta thành lập được sơ đồ kết cấu động học của máy (hình 9.15).

– Xích bao hình:

$$\frac{1}{K} \text{ vòng dao. } U_{HT} \cdot U_x \cdot U_{cd} = \frac{1}{Z} \text{ vòng phôi}$$

$$U_x = \frac{K}{U_{HT} \cdot U_{cd} \cdot Z}$$

U_{HT} – tỷ số truyền cơ cấu hợp chuyển động, ở đây $U_{HT} = 1$;

U_x – tỷ số truyền của các bánh răng cho xích bao hình;

U_{cd} – các tỷ số truyền cố định.

– Xích tốc độ:

dao quay Q_2 : n_{dao} (vòng/ph).

$$n_{dc} \cdot U_v \cdot U_{cd} = n_{dao} \text{ (vòng/ph)}$$

U_v – tỷ số truyền cho xích tốc độ.

$$U_v = \frac{n_{dao}}{n_{dc} \cdot U_{cd}}$$

– Xích chạy dao đứng T_3 :

$$1 \text{ vòng phôi. } U_s \cdot U_{cd} \cdot t_m = S_d \text{ (mm)} \Rightarrow U_s = \frac{S_d}{1 \cdot U_{cd} \cdot t_m}$$

t_m – bước vít me đứng của máy;

U_s – tỷ số truyền cho xích chạy dao đứng.

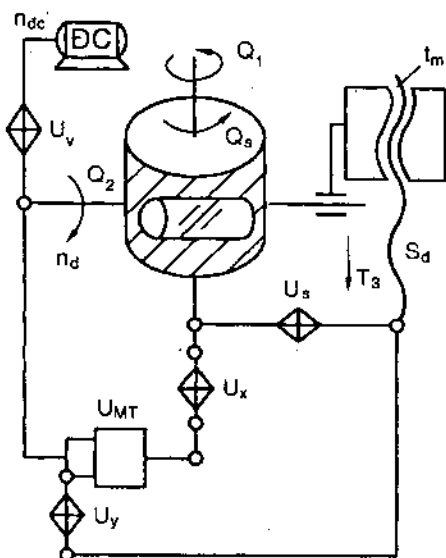
– Xích vi sai: quay thêm hoặc bớt Q_5 .

$$\frac{T}{t_m} \cdot U_y \cdot U_{HT} \cdot U_x = \pm 1 \text{ vòng phôi} \Rightarrow U_y = \frac{\pm t_m}{T \cdot U_{HT} \cdot U_x}$$

U_{HT} – tỷ số truyền của cơ cấu hợp chuyển động, ở đây $U_{HT} = 2$;

m_n – môđun pháp tuyến của bánh răng.

Thay T – bước xoắn khai triển của bánh răng cần gia công: $T = \frac{\pi m_n Z}{\sin \beta}$; ta có:



Hình 9.15. Sơ đồ kết cấu động học máy phay lăn răng.

$$U_y = \frac{\pm U_{cd} \cdot t_m \cdot \sin \beta}{2\pi \cdot m_n \cdot K}$$

2. Máy lăn răng 5E32 (số 5: máy gia công răng, chữ E chỉ lăn cải tiến, số 3 chỉ loại lăn răng, 2 chỉ kích thước)

Máy gia công được: $n_{\max} = 6\text{mm}$; $D_{\text{phôi}} = 120 \div 750\text{mm}$. Chiều dài răng tới 250mm. Máy có các bộ phận chính sau (hình 9.16):

Thân máy 1 có dạng hình hộp lắp trụ đứng mang dao 2 và trụ đỡ phôi 3. Khấu chấp hành: dao 4, phôi 5. Bàn máy 6 có thể đưa phôi đi động hướng kính vào dao (trong một số máy cho trụ 2 di động). Động cơ điện phụ 8 dùng di chuyển nhanh bàn dao. Hộp 7 lắp trục bánh răng thay thế của xích phân độ, hộp 9 lắp trục bánh răng thay thế của xích chạy dao và xích vi sai.

Tương ứng với từng xích trong sơ đồ kết cấu động học (hình 9.15) ta viết ra các phương trình xích động của máy (yêu cầu sinh viên đối chiếu từng xích của mục trên với sơ đồ động của máy).

a) Xích tốc độ (hình 9.17).

Lượng di động tính toán:

n vòng/ph ĐC_1 (1) $\rightarrow n$ vòng/ph dao.

Phương trình xích động:

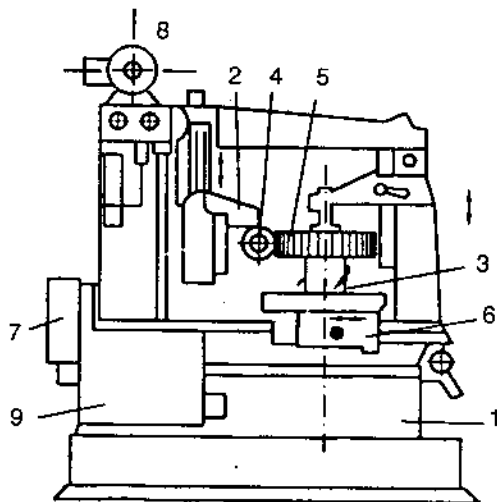
$$1440 \cdot \frac{126}{240} (\text{I}) \cdot 0,99 \cdot \frac{32}{48} (\text{II}_A)$$

$$\left(\text{hay } \frac{35}{35} \text{II}_B \right) \cdot \frac{A}{B} (\text{III}) \cdot \frac{25}{25} (\text{IV}) \times \frac{25}{25} (\text{V}) \cdot \frac{25}{25} (\text{VI}) \cdot \frac{18}{72} (\text{VII}) = n_d$$

$$\text{Công thức điều chỉnh: } U_v \cdot \frac{A}{B} = \frac{n_d}{125}$$

Chú ý: trục bánh răng thay thế này chỉ có hai bánh răng A, B, khoảng cách trục giữa hai bánh răng cố định m là không đổi, nên bảo đảm $Z_A + Z_B = 70$ răng. Khi điều chỉnh phải tính n_d theo công thức sau:

$$n_d = \frac{1000v_d}{\pi D_d}$$



Hình 9.16. Máy lăn răng 5E32.

Để đổi chiều quay của dao phay ta lắp bánh răng thay thế A lên trục II_B.

b) *Xích bao hình* (còn gọi là xích phân độ).

– Lượng di động tính toán:

$$1 \text{ vòng dao phay trục vít} \rightarrow \frac{K}{Z_1} \text{ vòng bánh răng gia công.}$$

– Phương trình xích động:

$$1.(VII).\frac{72}{18}.(VI).\frac{25}{25}.(V).\frac{25}{25}.(IV).\frac{25}{25}.(III).\frac{48}{48}.(VIII)x_{i_{vs}} (=1).(M_4) \times \frac{K_2}{K_1} .XII.\frac{a}{b}.\frac{c}{d} .XIII.\frac{1}{96} .XIV = \frac{K}{Z_1}$$

(khi gia công bánh răng thẳng, ly hợp M₄ đặt trên trục XI khớp với vấu 81 của cần dẫn IX, coi vì sai như khớp nối trục nên U_{HT} = 1).

– Công thức điều chỉnh:

$$U_x = \frac{a}{b} \frac{c}{c} = \frac{24.K}{Z \cdot \frac{K_2}{K_1}}$$

trong đó: $\frac{K_2}{K_1}$ là hai cặp bánh răng thay thế có tỷ số truyền $\frac{36}{36}$ và $\frac{24}{48}$ phụ thuộc vào số răng của phôi gia công:

$$\text{Khi } Z_1 < 161 \text{ lấy: } \frac{K_2}{K_1} = \frac{36}{36}, \frac{a}{b}, \frac{c}{c} = \frac{24.K}{Z}$$

$$\text{Khi } S_1 > 161 \text{ lấy: } \frac{K_2}{K_1} = \frac{24}{48}, \frac{a}{b}, \frac{c}{c} = \frac{48.K}{Z}$$

Để điều chỉnh trục phân độ, chạy dao, vì sai, máy 5E32 dùng các bánh răng thay thế như sau (dùng số liệu này làm bài tập và thí nghiệm) : Z = 23, 24, 25, 30, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 48, 50, 53, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 79, 80, 83, 89, 90, 92, 95, 97, 98 và 100.

c) *Xích chạy dao thẳng đứng*

– Lượng di động tính toán:

$$1 \text{ vòng bàn máy} \rightarrow S_d \text{ (mm) của bàn dao phay.}$$

– Phương trình xích động:

$$1.\frac{96}{1} .XIII.\frac{2}{24} .XV.\frac{a_1}{d_1}.\frac{c_1}{d_1} .XVI.XVII.\frac{45}{36} .XX.$$

$$\frac{19}{19} .XX.\frac{16}{16} .XXII.\frac{4}{20} .M_2.XXIII.(M_3).\frac{5}{30} .10XXVIII = S_d$$

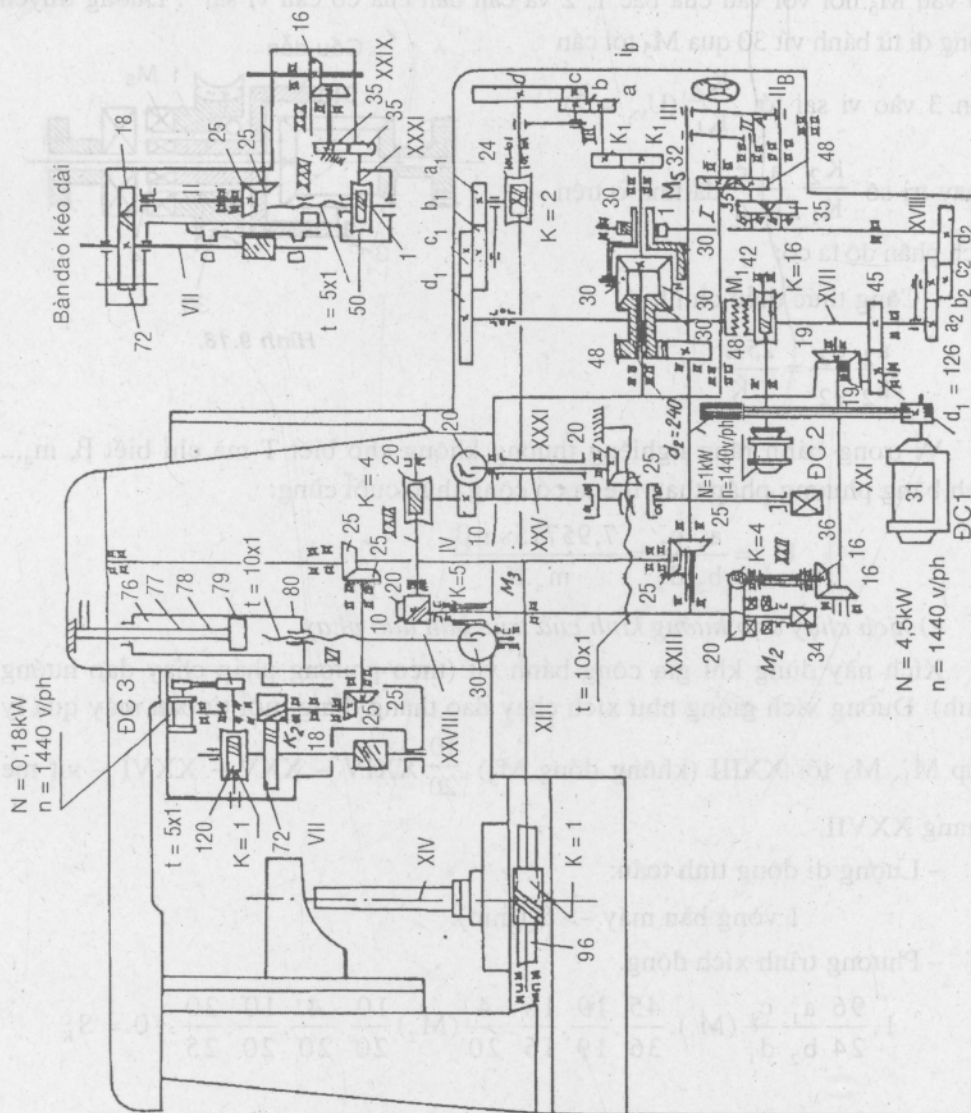
Công thức điều chỉnh:

$$U_s = \frac{a_i}{b_i} \frac{c_i}{d_i} = \frac{3}{10} S_d$$

d) Xích vi sai

– Lượng di động tính toán:

1 vòng quay (thêm hay bớt) của bàn máy tạo ra T (mm) chạy dao đứng của bàn dao.



Hình 9.17. Sơ đồ động máy phay 5E32.

– Phương trình xích động:

$$\frac{T}{10} \cdot XXVIII \frac{30}{5} (M_3) XXIII (M_2) \cdot \frac{20}{4} XXII \frac{16}{16} XXI \cdot \frac{19}{19} XXX \\ \times \frac{36}{45} XVII \frac{a_2}{b_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} XVIII \frac{1}{30} X(M_5) i_{HT} (=2) \times \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \frac{1}{96} = \pm 1$$

Khi gia công bánh răng nghiêng phải ngắt ly hợp M_1 và đóng M_5 (hình 9.18) lúc đó vấu M_5 nối với vấu của bạc 1, 2 và cần dẫn của cơ cấu vi sai⁽¹⁾. Đường truyền động đi từ bánh vít 30 qua M_5 tới cần

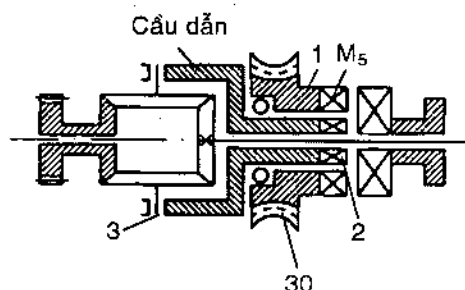
dẫn 3 vào vi sai tới $\frac{K_2}{K_1}$ ($U_{vs} = 2$).

Thay trị số $\frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$ đã tính ở trên

xích phân độ ta có:

– Công thức điều chỉnh :

$$\frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{25Z}{T.K}$$



Hình 9.18.

Vì trong bánh răng nghiêng thường không cho biết T mà chỉ biết β , m_a ... tính bằng phương pháp thay thế ta có công thức cuối cùng:

$$U_y = \frac{a_2}{b_2} \frac{c_2}{d_2} = \frac{7,95775 \sin \beta}{m_n \cdot K}$$

e) Xích chạy dao hướng kính của trục bàn dao phay

Xích này dùng khi gia công bánh vít (theo phương pháp chạy dao hướng kính). Đường xích giống như xích chạy dao thẳng đứng, nối từ bàn máy qua ly hợp M_1 , M_2 tới XXIII (không đóng M_3) $\frac{10}{20}$ XXIV – XXV – XXVI – vít me ngang XXVII.

– Lượng di động tính toán:

1 vòng bàn máy $\rightarrow S_k$ (mm).

– Phương trình xích động.

$$1 \cdot \frac{96}{24} \frac{a_1}{b_2} \frac{c_1}{d_1} (M_1) \cdot \frac{45}{36} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{4}{20} (M_2) \frac{10}{20} \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{10}{20} \cdot \frac{20}{25} \cdot 10 = S_k$$

⁽¹⁾ Máy phay 5E32 sản xuất gần đây đã cải tiến bộ phận ly hợp ở cơ cấu vi sai, khi nào không dùng xích vi sai thì tháo trục bánh răng thay thế ra, xích vi sai bị ngắt.

– Công thức điều chỉnh:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{5}{4} S_K$$

g) *Xích chạy dao hướng trục của trục chính dao phay VII* (xích này gia công bánh vít theo phương pháp chạy dao hướng trục).

Máy có thêm một bàn dao hướng trục (bàn dao kéo dài). Tháo toàn bộ bàn dao cũ ra, lắp bàn dao này vào, nối trục XXIX của nó với trục XXII của máy.

– Lượng di động tính toán:

1 vòng bàn máy $\rightarrow S_{tr}$ dao phay.

– Phương trình xích động (giống như các xích chạy dao trước):

$$1. \frac{96}{1} \cdot \frac{2}{24} \cdot \frac{a_1}{b_2} \cdot \frac{c_1}{d_1} (M_1) \cdot \frac{45}{36} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{16}{16} XXII \times XXIX \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{35}{35} \cdot 5(XXXII) = S_{tr}$$

– Công thức điều chỉnh:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = S_{tr}$$

h) *Xích di động dao phay* (hướng trục)

Dùng di chuyển nhanh dao phay. Cuối hành trình của chu trình gia công, bàn dao chạm vào tiếp điểm trên đường đi, đóng động cơ điện (ĐC3) làm di động nhanh trục chính VII theo tốc độ sau:

$$v = 1440 \cdot \frac{9}{16} \cdot \frac{1}{120} \cdot 5 = 33,75 \text{ mm/ph}$$

Điều chỉnh độ lớn di động bằng rơ le thời gian kiểu con lắc, ngắt động cơ điện, ngừng di động dao phay.

– Bàn dao di động nhanh thẳng đứng: xích nối từ động cơ ĐC2 qua ly hợp M_2 , M_3 tới trục XXIV, vận tốc di động:

$$v_d = 1440 \cdot \frac{16}{42} \cdot \frac{45}{36} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{4}{20} (M_2)(M_3) \cdot \frac{5}{30} \cdot 10 = 229 \text{ mm/ph}$$

– Trục đứng di động nhanh hướng kính: xích nối từ ĐC2 qua ly hợp M_2 (ngắt M_3) tới trục XXVII, có tốc độ:

$$v_k = 1440 \cdot \frac{16}{42} \cdot \frac{45}{36} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{4}{20} (M_2) \cdot \frac{10}{20} \cdot \frac{4}{20} \times \frac{10}{20} \cdot \frac{20}{25} \cdot 10 = 55 \text{ mm/ph}$$

– Trục chính VII chạy dao nhanh hướng trục (chỉ khi có lắp bàn dao kéo dài) có tốc độ:

$$v_{tr} = 1440 \cdot \frac{16}{42} \cdot \frac{45}{36} \cdot \frac{19}{19} \cdot \frac{16}{16} \cdot \frac{16}{16} \text{ XXIX} \cdot \frac{35}{35} \cdot \frac{1}{50} \cdot 5 = 70 \text{ mm/ph}$$

– Di động thẳng đứng bàn dao bằng tay. Dừng tay quay quay đầu hình vuông số 34 (M_2 mở, M_3 đóng), quay một vòng bàn dao di động:

$$S_d = 1 \cdot (M_3) \cdot \frac{5}{30} \cdot 10 = 1,6 \text{ mm}$$

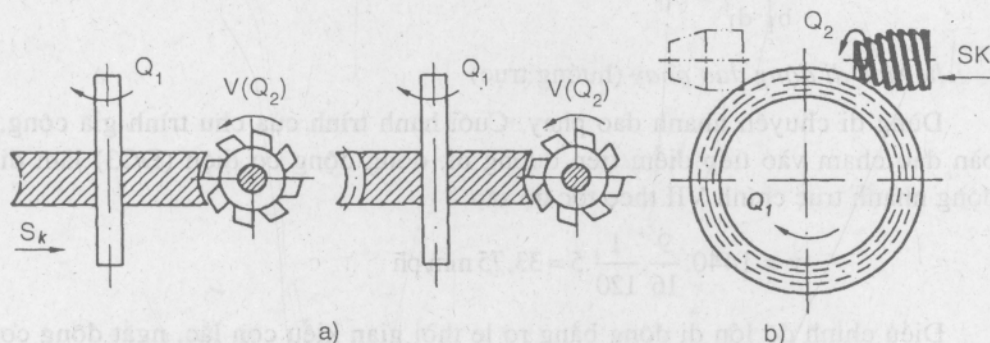
– Dừng tay di động hướng kính trụ bàn dao, quay đầu hình vuông số 36:

$$S_K = 1 \cdot \frac{10}{20} \cdot \frac{20}{25} \cdot 10 = 4 \text{ mm}$$

Ở đầu 36 có lắp đĩa chia độ, chia 200 vạch khác, khi quay đầu 36 đi một độ chia, trụ bàn máy di động hướng kính một lượng: $\frac{4}{200} = 0,02 \text{ mm}$

i) Điều chỉnh máy gia công bánh vít

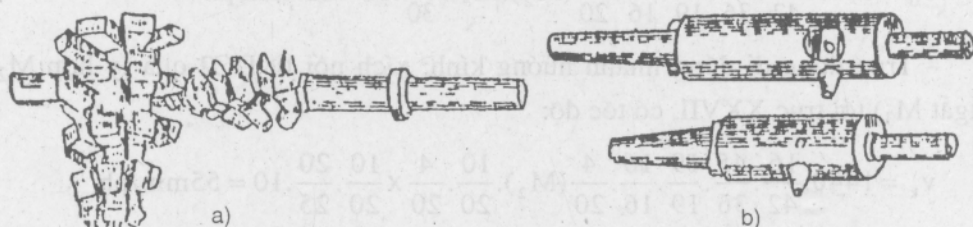
Để gia công bánh vít dùng hai phương pháp: chạy dao hướng trục và chạy dao hướng kính (hình 9.19).



Hình 9.19.

a) chạy dao hướng kính (dùng dao phay trục vít thông thường); b) chạy dao hướng trục.

Có hai loại dao để gia công bánh vít theo phương pháp chạy dao hướng trục: dao bay và dao phay trục vít hình côn (hình 9.20).



Hình 9.20. a) dao bay; b) dao phay trục vít hình côn.

– Phương pháp chạy dao hướng kính: trục dao phay đặt ở vị trí nằm ngang $\varphi = 0$, điều chỉnh 3 xích của máy: xích tốc độ, xích phân độ và xích chạy dao hướng kính với ba công thức sau:

$$n = \frac{1000v_d}{\pi D_d} \quad (1)$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24K}{Z \cdot \frac{e}{f}} \quad (2)$$

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = \frac{5}{4} S_k \quad (3)$$

– Phương pháp chạy dao hướng trục

Các công thức điều chỉnh như trên nhưng thay xích chạy dao hướng kính bằng xích chạy dao hướng trục:

$$\frac{a_1}{b_1} \cdot \frac{c_1}{d_1} = S_{tr}$$

Gia công theo phương pháp này dao phay liên tục di chuyển hướng trục, nếu phôi chỉ có một chuyển động quay Q_1 ăn khớp với Q_2 của dao thì đường răng bánh vít có thêm một góc nghiêng (do tổng hợp chuyển động thẳng của dao và quay Q_1 của phôi tạo nên), do đó phải cho phôi quay thêm Q_5 vì sai (như gia công bánh răng nghiêng) để khử góc nghiêng phụ trên. Tính toán chuyển động quay thêm này qua trục vì sai có sự phối hợp như sau: sau một thời gian dao phay đi động S_{tr} bánh răng gia công cũng phải quay bổ sung đi một cung (tính theo đường nguyên bản bằng S_{tr} , tương ứng với $\frac{S_{tr}}{\pi m_{tr} Z}$ vòng).

Z – số răng bánh xe gia công.

m_{tr} – môđun chiều trục của bánh vít.

S_{tr} – chạy dao hướng trục chọn theo bảng chế độ cắt.

Trên sơ đồ động xích vì sai này nối từ trục vít me XXXII xuống tới bàn máy.

– Lượng di động tính toán:

$$S_{tr} \text{ dao phay} \rightarrow \frac{S_{tr}}{\pi Z m_{tr}} \text{ vòng phôi.}$$

– Phương trình xích động:

$$\begin{aligned} & \frac{S_{tr}}{5} \cdot XXXII \cdot \frac{50}{1} \cdot XXXI \cdot \frac{35}{35} \cdot XXX \cdot \frac{16}{16} \cdot XXIX \cdot \frac{16}{16} \cdot XXI \times \\ & \times \frac{19}{19} \cdot XX \cdot \frac{36}{45} \cdot XVII \cdot \frac{a_2}{d_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} \cdot \frac{1}{96} \cdot i_{vs} (=2) \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{1}{96} = \frac{S_{tr}}{\pi Z m_{tr}} \end{aligned}$$

Thay $\frac{c}{f} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{21K}{Z}$ ta có:

$$\text{Công thức điều chỉnh: } \frac{a_2}{d_2} \cdot \frac{c_2}{d_2} = \frac{2.38733}{m_{tr} \cdot K}$$

9.3. MÁY XOC RĂNG

Dùng gia công bánh răng trụ răng thẳng, răng nghiêng, răng chữ V, trục then hoa, gia công các bánh răng trong và nhiều bậc.

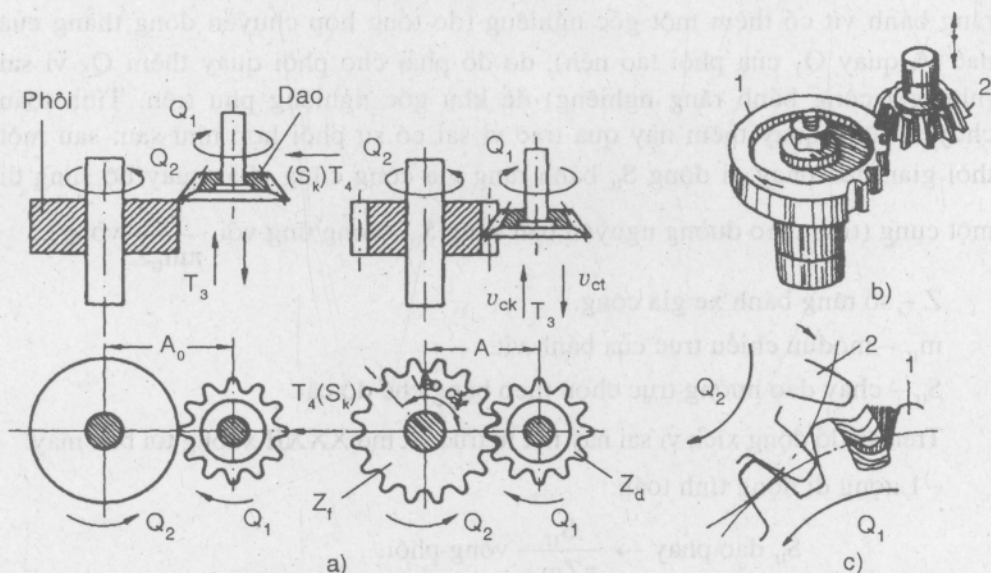
Đường kính bánh răng gia công trong giới hạn $20 \div 1600\text{mm}$, góc $\beta = 30^\circ$, $m_{\max} = 12\text{mm}$. Các máy thường thấy: 512, 5A12, 514, 5A14, 5110 v.v....

9.3.1. Nguyên lý bao hình

Máy này nhắc lại chuyển động ăn khớp bao hình cưỡng bức giữa cặp bánh răng – bánh răng, trong đó một là dao và một là phôi.

9.3.2. Các chuyển động tạo hình bề mặt và chu trình gia công

a) Chuyển động cắt gọt (hình 9.21)



Hình 9.21. Sơ đồ nguyên lý xọc răng bao hình.

Dao xọc thực hiện chuyển động chính tịnh tiến T_3 (xuống – gia công v_{ct} , lên – chạy không v_{ck}), là chuyển động tạo hình đơn giản (hình 9.21a).

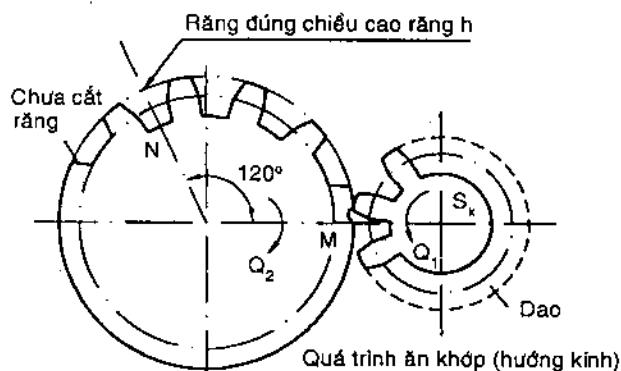
b) Chuyển động bao hình

Q_1 và Q_2 ăn khớp với nhau để tạo ra quá trình cắt dần dần từng lớp phôi răng rãnh (hình 9.21b). Hai chuyển động này phải phối hợp: dao phay được 1 răng hay $\frac{1}{Z_d}$ vòng thì phôi cũng quay 1 răng hay $\frac{1}{Z_r}$ vòng. Do đó Q_1, Q_2 là chuyển động tạo hình phức tạp (hình 9.21c).

c) Chuyển động vào cắt

Ta thấy như trên hình vẽ (hình 9.22) lúc đầu dao và phôi tiếp xúc với nhau tại điểm M, khoảng cách trục giữa phôi và dao là A_0 , bắt đầu chu trình cắt gọt. Nếu giữ nguyên ở vị trí này, cho dao và phôi thực hiện chuyển động cắt gọt, bao hình sẽ không gia công được. Do đó phải đồng thời có chuyển động hướng kính S_K đưa dao tiến dần vào phôi. Chuyển động S_K chỉ tồn tại đến khi nào dao đã tiến hướng kính vào phôi đủ chiều cao h của răng gia công (loại m bé) lúc đó khoảng cách trục là $A = (A_0 - h)$. Thường tính toán khi phôi quay $\frac{1}{3}$ vòng, dao chạy hướng kính kết thúc, sau đó phôi và dao tiếp tục quay ăn khớp để gia công hết toàn bộ răng đến chiều cao yêu cầu.

Phôi quay từ $M \rightarrow N$ mới gia công được một răng đúng chiều cao h , các răng sau nó và trước nó chưa xong. Phôi phải quay đúng một vòng nửa (từ N vòng về N) để gia công hết những răng còn lại, kết thúc một chu trình gia công. Một chu kỳ gia công phôi phải quay $\left(\frac{1}{3} + 1\right)$ vòng; nếu bánh



Hình 9.22.

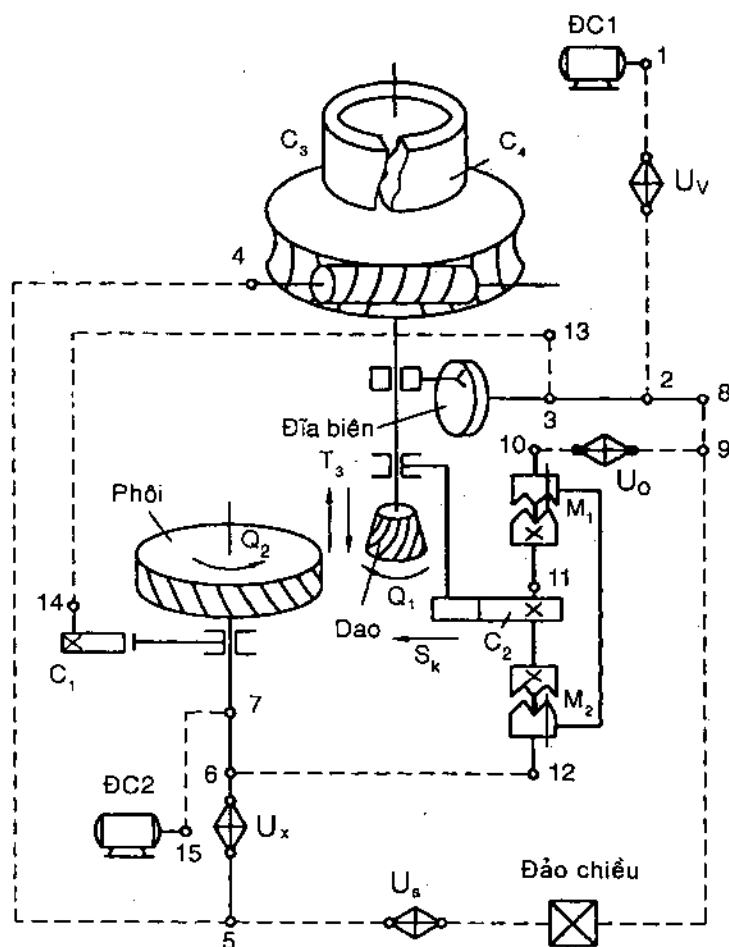
răng có môđun lớn phải cắt nhiều lần.

Ngoài ra khi cắt bánh răng nghiêng dao phải có chuyển động quay thêm (sẽ phân tích trong phần cơ cấu đặc biệt của máy).

9.3.3. Sơ đồ kết cấu động học của máy xọc răng 514 (hình 9.23)

Dựa vào các chuyển động đã phân tích ở trên, với quá trình gia công bán tự động có các xích:

a) Xích tốc độ – nối từ động cơ 1 – U_v – 2 – 3 – đĩa biên, đĩa biên quay 1 vòng, tay đòn đưa dao xọc lên xuống một hành trình.



Hình 9.23.

b) Xích bao hình nối từ chuyển động quay Q_1 của dao qua bánh vít – trục vít – 4 – 5 – U_x – 6 – 7 phôi quay Q_2 .

c) Xích chạy dao hướng kính nối từ đĩa biên – 3 – 2 – 8 – 9 – U_0 – 10 – M_1 – 11 – cam C_2 (cam quay đẩy dao tiến vào S_k).

d) Xích cơ cấu tính: khi cam C_2 quay đẩy dao tiến vào hết chiều sâu gia công, ly hợp M_1 mở ra, M_2 đóng lại, xích nối từ phôi – 7 – 6 – 12 – M_2 – cam C_2 , có mục đích điều khiển cam C_2 tiếp tục quay để điều khiển tự động chu trình gia công của máy (xem mục cam của máy 514 ở phần sau).

e) Xích nhường dao : dao đi xuống xọc phôi, khi rút dao về muốn tránh mặt

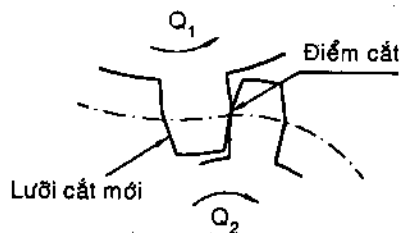
sau lưỡi cắt không cào vào bề mặt đã gia công ta phải lùi phôi ra. Từ đĩa biên đưa dao lên xuống một lần qua – 3 – 13 – 14 – cam C_2 kéo phôi ra và đẩy vào một lần.

g) *Xích chạy dao vòng* : xích này dùng để tính năng suất của máy, nối từ đĩa biên – 3 – 2 – 8 – 9 – đảo chiều Đ – U_s – 5 – 4 – trục vít – bánh vít – dao quay Q_1 , tốc độ Q_1 nhanh hay chậm biểu thị bằng $S_{\text{vòng}}$ (mm) đo trên vòng tròn nguyên bản của dao khi dao lên xuống một lần.

Cần có cơ cấu đảo chiều quay Q_1 và Q_2 (vì sau một thời gian gia công răng dao xọc sẽ bị mòn một bên, bên kia còn mới nguyên) (hình 9.24).

Để truyền động lực cho tất cả các xích trên, dùng động cơ điện ĐC₁.

h) *Xích chạy dao nhanh*: do động cơ điện ĐC₂ – 15 – 7 – phôi quay nhanh, có mục đích rà tròn phôi khi lắp lên máy gia công.



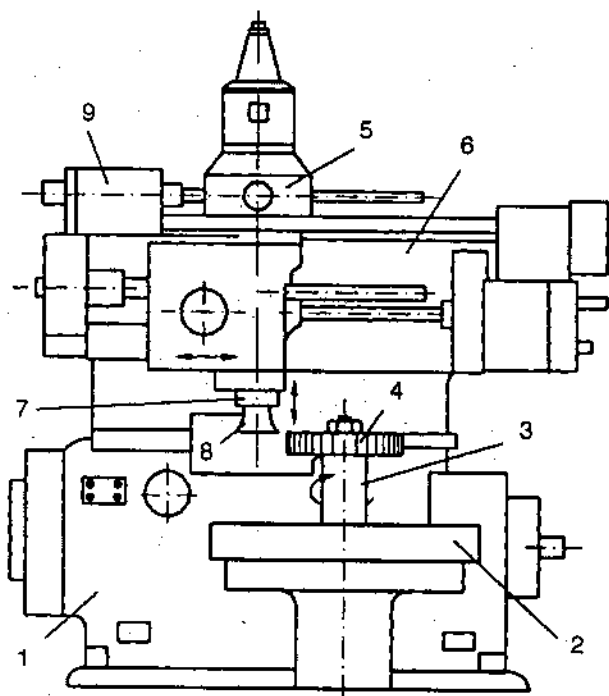
Hình 9.24.

9.3.4. Sơ đồ động máy 514

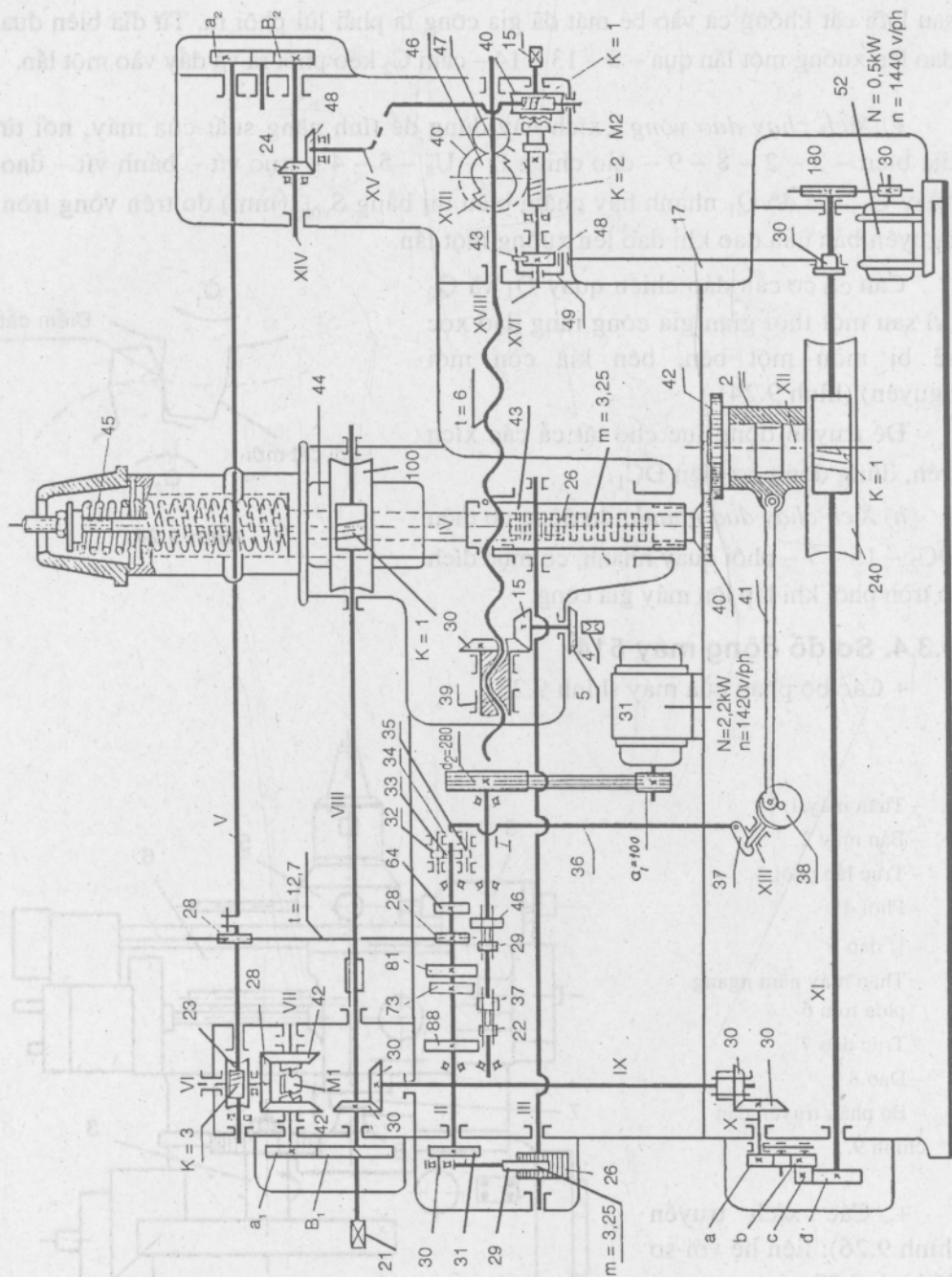
+ Các bộ phận của máy (hình 9.25).

- Thân máy 1.
- Bàn máy 2.
- Trục lắp phôi 3.
- Phôi 4
- U dao 5
- Thân máy nằm ngang phía trên 6
- Trục dao 7
- Dao 8
- Bộ phận truyền dẫn chính 9.

+ Các xích truyền (hình 9.26): liên hệ với sơ đồ hình 9.23.



Hình 9.25. Các bộ phận của máy 514.



Hình 9.26. Sơ đồ động máy xọc răng 514.

a) Xích tốc độ

– Lượng di động tính toán: $n_{vg} \text{ĐC (Đ1)} \rightarrow n_{hik} \text{ dao xọc}$

$$1420 \cdot \frac{100}{280} \cdot \frac{46}{64} \left(\text{hay } \frac{29}{81}, \frac{37}{73}, \frac{22}{88} \right) \text{ II (đĩa biên 31, tay đòn 30) (trục thanh răng}$$

29 – bánh răng 26–III quay lắc đẩy trục dao xọc 40 lên xuống) = n_{hik}

(n_{hik} – số hành trình kép của dao xọc lên xuống trong một phút).

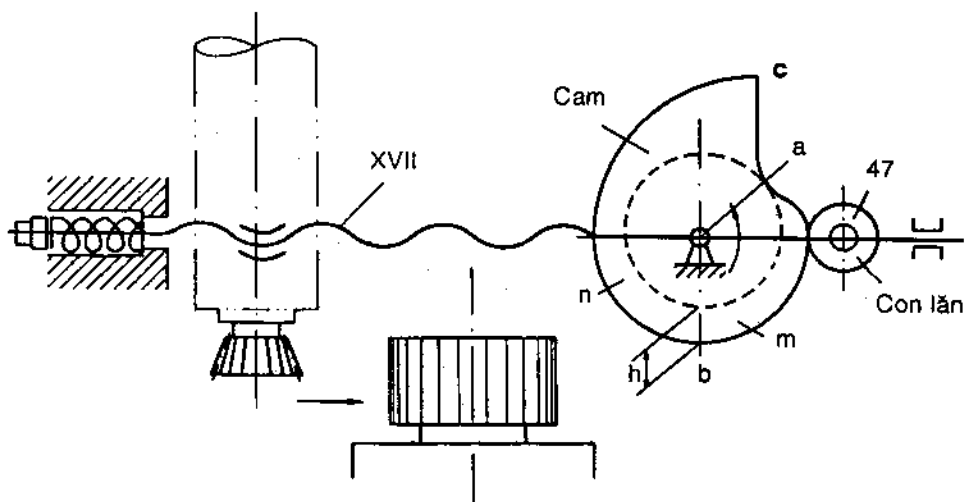
b) Xích bao hình

– Lượng di động tính toán: $\frac{1}{Z}$ vòng $\rightarrow \frac{1}{Z_d}$ vòng

– Phương trình xích động:

$$\frac{1}{Z_t} \cdot \frac{240}{1} \text{ (XI)} \cdot \frac{b}{c} \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{30}{30} \text{ IX} \cdot \frac{30}{30} \text{ VIII} \cdot \frac{1}{100} = \frac{1}{Z_d}$$

– Công thức điều chỉnh: $i_x = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = 2,4 \frac{Z_d}{Z_t}$



Hình 9.27. Sơ đồ nguyên lý chạy dao hướng kính dùng cam có một đường cong Acsimét.

c) Xích chạy dao hướng kính

– Lượng di động tính toán:

1 vòng đĩa biên 30 $\rightarrow S_k(\text{mm})$ trục dao

Cam quay (trục cam lắp vào thân máy), do đoạn đường cong Acsimét amb có tác dụng đẩy con lăn 47 tịnh tiến sang phải. Con lăn 47 gắn cứng với trục vít me XVIII nên trục cũng bị kéo sang phải trục dao chạy hướng kính vào phôi. Phần còn lại của cam bnc là cung tròn có tác dụng giữ cho khoảng cách trục

$$1 \text{ vòng đĩa biên - xích } \frac{28}{28} V \times \frac{a_2}{b_2} \times IV \frac{24}{48} \times V \times \frac{1}{40} M_2 \cdot \frac{2}{40} h = S_{\text{kinh}}$$

– Công thức điều chỉnh:

lúc này ly hợp M_2 đóng sang phải.



Hình 9.28. Hình phối cảnh cơ cấu cam và hệ thống gạt.

d) Xích chạy dao vòng

– Lượng đi động tính toán:

$$1.n_{ik} \text{ dao} \rightarrow S_{vg} \text{ (mm) dao quay}$$

– Phương trình xích động:

$$l_{hik} \cdot (\text{hay } 1 \text{ vòng đĩa biên}) 11. \text{ xích } \frac{28}{28} V(\text{sang trái}) - \frac{3}{23} \cdot \frac{28}{42} \cdot \frac{a_1}{b_1} \cdot VIII \cdot \frac{1}{100} \pi m Z_d = S_{vg} \text{ mm}$$

– Công thức điều chỉnh:

$$i_s = \frac{a_1}{b_1} = \frac{366}{\pi m Z_d} S_{vg}$$

e) Xích nhường dao: nối từ đĩa biên 32 qua hệ thống đòn 36, 37 XIII đĩa biên 38 đòn 41 phôi.

g) Xích chạy dao nhanh: từ động cơ phụ $N = 0,5 \text{ kW}$, $n = 1440 \text{ v/ph}$ qua đai truyền $\frac{80}{180}$ tới trục vít bánh vít $\frac{1}{240}$ tới phôi.

Chú ý: khi mở động cơ điện chạy nhanh phải tháo bánh răng thay thế ở xích bao hình.

9.4. MỘT SỐ CƠ CẤU CỦA MÁY XỌC RĂNG

9.4.1. Cơ cấu cam

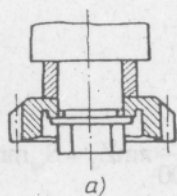
Tuỳ theo môđun m của bánh răng gia công mà máy có thể thực hiện chu kỳ gia công với một lần chạy dao hướng kính, hai lần hoặc ba lần. Thường $m < 3 \text{ mm}$ chỉ cần một lần dao hướng kính hết chiều cao răng, $m < 6$ hai lần, $m \geq 6$ ba lần (trong điều kiện nước ta chưa chế tạo được dao xọc răng nên có tăng số lần chạy dao hướng kính).

Tương ứng với số lần chạy dao hướng kính trong một chu trình gia công người ta thiết kế ra 3 loại cam: cam một lần ăn dao, hai lần và ba lần ăn dao.

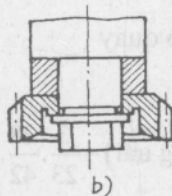
9.4.2. Trục dao để gia công bánh răng nghiêng

Muốn gia công bánh răng nghiêng phải dùng: dao xọc răng nghiêng và bạc có rãnh xoắn gắn với trục dao (hình 9.29).

Bạc 2 có rãnh xoắn gắn cứng với trục xọc, bạc 1 gắn cứng với bánh vít $Z = 100$. Khi trục xọc lên xuống rãnh của 2 tỳ vào rãnh 1 cưỡng bức trục xọc quay thêm để chuyển động theo đường nghiêng răng gia công.

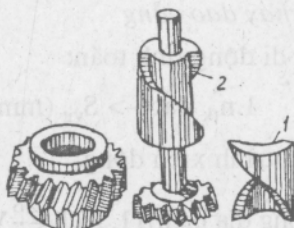


a)



b)

Răng thẳng



a)

b)

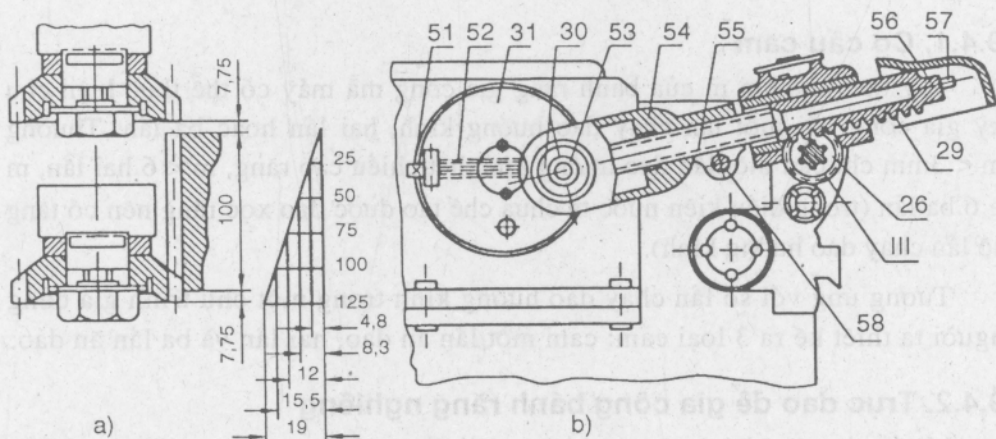
Răng nghiêng

Hình 9.29. Dao xọc.

9.4.3. Cơ cấu điều khiển hành trình và vị trí trục dao xọc (hình 9.30)

– Muốn điều chỉnh độ lớn hành trình dao xọc (phụ thuộc vào chiều dài răng gia công) dùng cờ lê vặn 51 điều chỉnh độ lệch của chốt 53 trên đĩa biên 31 hành trình chuyển động của thanh răng 29 thay đổi.

– Muốn điều chỉnh vị trí của trục dao xọc ta vặn vít 57 điều chỉnh vị trí ăn khớp đầu tiên của thanh răng 29 với bánh răng 26 quay trục III giữ cho vị trí trục dao cần thiết.



Hình 9.30.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Ưu, nhược điểm và phạm vi sử dụng của các phương pháp gia công ren.
2. Đặc điểm của máy tiện ren chính xác, nguyên lý làm việc của thước bù sai số bước ren trong máy tiện ren 1622.
3. Thành lập sơ đồ kết cấu động học của máy lăn răng (nguyên lý tạo hình, các chuyển động, vẽ sơ đồ).
4. Điều chỉnh máy lăn răng 5E32 để gia công bánh răng trụ răng thẳng có $Z = 63$, $m = 5$, $D_d = 90$, $v_d = 23\text{m/ph}$, $K = 1$, $\alpha = 3^\circ 46'$, $S_d = 2\text{mm/vòng}$.
5. Điều chỉnh máy lăn răng 5E32 để gia công bánh răng trụ răng nghiêng có $Z = 77$, $m = 4$, $\beta = 20^\circ$, $D_d = 80$, $v_d = 22\text{m/ph}$, $K = 1$, $\alpha = 3^\circ 20'$, $S_d = 1,8\text{mm/vòng}$.
6. Các chuyển động của máy xọc răng, chu kỳ làm việc của máy.
7. Phạm vi sử dụng của máy lăn răng và xọc răng.

Chương 10

MÁY MÀI

10.1. CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI MÁY MÀI

Máy mài dùng để gia công tinh với lượng dư bé. Chi tiết trước khi mài thường đã gia công thô trên các máy khác (như tiện, phay, bào v.v...). Hiện nay có loại máy mài thô để gia công chi tiết có lượng dư tới 5mm (mài phá các phôi bằng thép đúc hay các vỏ hộp bằng gang bị biến cứng, dính cát v.v...) dùng cho phân xưởng chuẩn bị phôi.

Máy mài dùng mài mặt trụ ngoài, trong, côn, định hình, mài ren vít, bánh răng, mài dao cắt, cắt phôi v.v... Máy mài đóng vai trò quan trọng trong nhà máy, được dùng rộng rãi. Nước ta bắt đầu sản xuất chiếc máy mài (máy vạn năng) đầu tiên năm 1965.

Máy mài gồm có các loại sau đây:

Máy mài tròn ngoài; máy mài tròn trong; máy mài phẳng; máy mài không tâm; máy mài chuyên dùng; máy mài dao; máy mài doa; máy mài nghiêng v.v... và được phân thành ba nhóm:

- Nhóm máy mài tròn
- Nhóm máy mài phẳng
- Nhóm máy mài bóng

10.2. MÁY MÀI TRÒN NGOÀI

1. Phân tích chuyển động trong máy mài tròn ngoài (hình 10.1)

Đá quay tròn v_d đạt tới trên 50m/s do một động cơ điện riêng truyền dẫn độc lập, là chuyển động chính. Truyền dẫn cho trục đá dùng đai truyền.

* Chuyển động chạy dao gồm có:

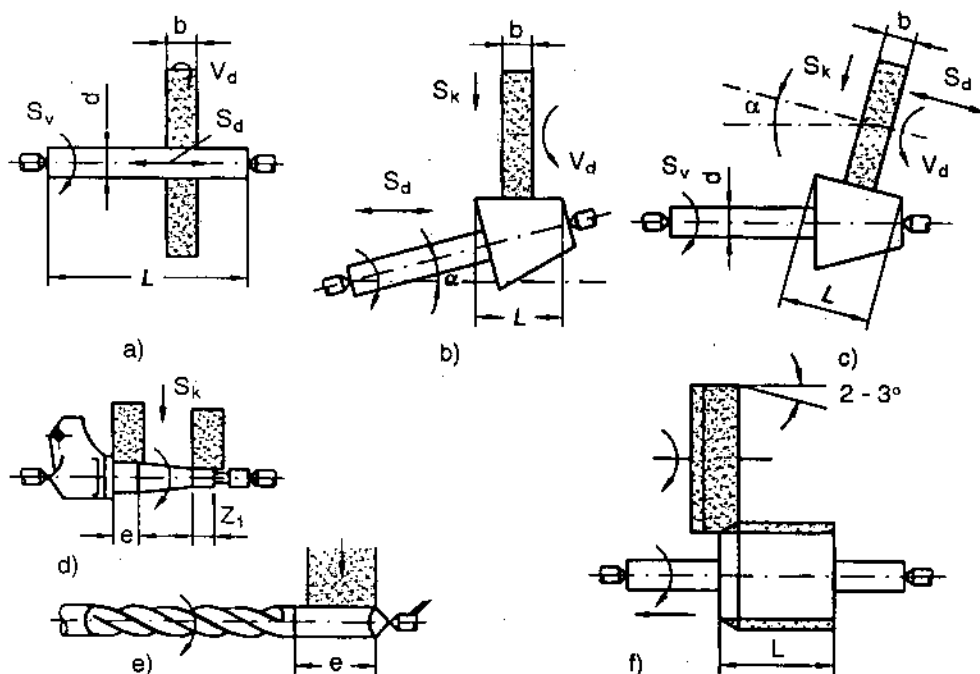
- Chạy dao vòng của chi tiết quay tròn để mài hết mặt trụ (S_x)
- Chạy dao dọc của bàn mang chi tiết để mài hết chiều dài chi tiết (S_d)
- Chạy dao ăn sâu để hớt hết lượng dư của chi tiết gia công (S_x) do ụ đá mài thực hiện. Có chạy ăn sâu liên tục và không liên tục. Do đó xuất hiện hai phương pháp mài:

+ Mài chạy dao dọc có nghĩa là chạy dao ăn sâu không liên tục, chỉ thực hiện khi bàn máy ở cuối hành trình sang trái, cuối hành trình sang phải hay một

hành trình kép của bàn máy ụ đá mới tiến sâu vào chi tiết gia công một lượng S_k (hình 10.1a, b, c).

+ Mài ăn sâu (còn gọi là mài chạy dao ngang) để mài chi tiết có chiều dài mài ngắn (cổ trục lắp ổ bi v.v...) chi tiết không có chạy dao dọc, đá mài liên tục tiến sâu vào chi tiết. Do đó chiều rộng đá mài phải lớn hơn chiều dài mài (hình d, e).

Ngoài ra còn có mài một lần ăn sâu (hình g): muốn mài các chi tiết còn phải quay ụ đá hoặc bàn máy một góc α .



Hình 10.1.

2. Phân loại

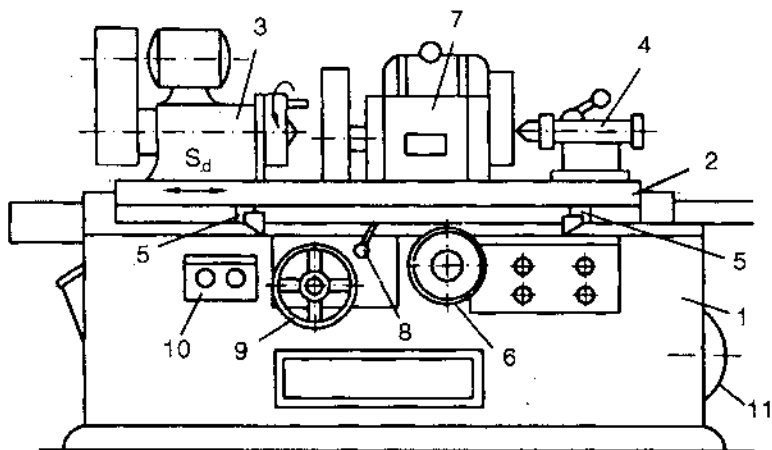
Loại thông thường: để mài mặt trụ, mặt côn ngoài.

Loại vạn năng: bàn máy và cả ụ mài đều quay được xung quanh trục thẳng đứng để mài chi tiết có độ côn lớn, đôi khi thêm gá lắp để mài trong.

Các kích thước cơ bản của máy mài là: Đường kính lớn nhất của vật mài; khoảng cách lớn nhất giữa hai mũi tâm máy; góc quay được của ụ đá và bàn máy (để mài côn).

+ Các bộ phận cơ bản của máy mài tròn ngoài (hình 10.2).

Thân máy 1. Bên trong chứa động cơ điện truyền dẫn cho hệ thống dầu ép thực hiện chuyển động chạy dao dọc S_d của bàn máy 2, trên bàn máy có rãnh chữ T để lắp ụ quay phôi 3 (thực hiện chạy dao S_v) và ụ đỡ phôi 4. Cả bàn máy có thể quay đi một góc $\pm 10^\circ$ để gia công mặt côn. Hai vấu 5 lắp trên rãnh bên của máy để khống chế hành trình dọc và ngừng máy, đảo chiều khi nó chạm vào tay gạt 8. Ụ mài 7 lắp trên thân máy có thể trượt ngang trên đoạn sống trượt ngang của thân máy. Vô lăng 9 để di động bàn máy bằng tay, vô lăng 6 điều khiển di động S_K ụ mài, 10 là nút điện.



Hình 10.2.

3. Sơ đồ động của máy mài tròn ngoài 315 (hình 10.3)

a) Chuyển động chính: từ động cơ điện $N = 8\text{kW}$, $n = 1440\text{v/ph}$ qua đai truyền $\frac{164}{232}$ làm quay đá mài (và quay bơm dầu để bôi trơn ổ trượt).

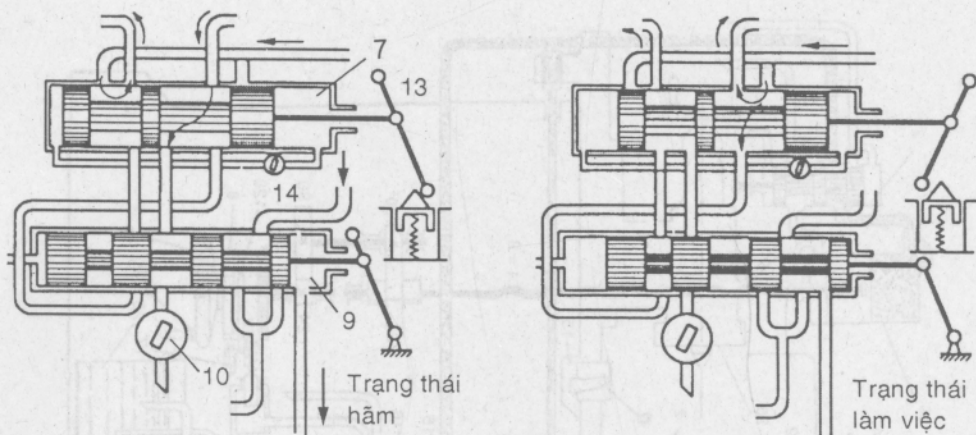
b) Chuyển động chạy dao

Chạy dao vòng S_v do cơ khí thực hiện. Từ động cơ điện 2 cấp tốc độ

$$N = \frac{0,85}{0,8} \text{ kW}, n = \frac{710}{1420} \text{ v/ph qua puli 3 bậc - đai truyền } \frac{81}{161} \text{ làm quay chi tiết}$$

(5–24 hoặc lắp mâm cặp 3 vấu). Như vậy chạy dao vòng có 6 tốc độ.

Chạy dao dọc S_d bằng dầu ép. Yêu cầu ba trạng thái làm việc của cơ cấu công tác xilanh – pít tông 8 (hình 10.3b): trạng thái làm việc, trạng thái quá tải và trạng thái hãm (cân bằng áp lực).



Hình 10.3b.

– *Trạng thái làm việc:* Dầu qua bơm 6 theo đường ống chính rẽ sang trái và van trượt đảo chiều 7 dẫn vào buồng phải xilanh số 8 đẩy pít tông chuyển động bàn máy từ phải sang trái. Khi vấu 15 chuyển động tới gạt tay đòn 13 sang trái đẩy các pít tông trong van đảo chiều 7 sang trái, thay đổi vị trí đóng mở đường dầu, dầu cao áp dẫn từ bơm 6 truyền vào buồng trái của xilanh 8 đẩy pít tông sang phải bàn máy, máy đảo chiều chuyển động từ trái sang phải cho tới khi vấu 15 (ở phía trái) gạt đòn 13 sang phải bàn máy tiếp tục đảo chiều v.v... van tiết lưu 10 để điều chỉnh tốc độ chạy dao dọc.

– *Trạng thái hãm:* dầu cao áp dẫn vào cả hai buồng của xilanh, bàn máy đang chuyển động sẽ hãm tức thời tại vị trí cần thiết. Khi đó ta gạt tay gạt của van trượt điều khiển tự động 9 để đường dầu cao áp nối từ bơm 6 qua van đảo chiều 7 rẽ theo hai ngã. Một đường vào buồng phải xilanh 8 và một ngã xuống van điều khiển 9 lại trở về van đảo chiều 7 vào buồng trái của xilanh.

– *Trạng thái quá tải* (hay khi bơm dầu đã làm việc nhưng không dẫn dầu vào cơ cấu công tác): tiếp tục gạt tay gạt của van điều khiển 9 sao cho đường dầu cao áp từ bơm 6 rẽ vào van 9 nối ngay về bể dầu. Mặt khác khi máy bị quá tải dầu qua van an toàn 11 về bể dầu.

– *Chạy dao dọc tự động:* luôn luôn có đường dầu qua van điều khiển 9 xuống dưới cùng vòng sang tác dụng vào pít tông đẩy cho bánh răng 15 không ăn khớp với 31. Tay quay 22 quay không có tác dụng làm bàn máy di động.

– *Chạy dao ngang S_K bằng dầu ép, không liên tục:* Dầu cao áp từ bơm 6 dẫn tới ngã tư rẽ sang phải vào van trượt 16, khi vấu 15 ấn vào tay gạt hạ pít tông 16 xuống dầu đi qua đẩy pít tông mang con cóc ở đầu cần 17 làm bánh cóc quay truyền qua các cặp bánh răng $\frac{24}{80} \cdot \frac{30}{72}$ – vít me $t = 8\text{mm}$ quay, ụ mài

thực hiện S_K . Khi bàn máy chuyển động, vấu 15 rời khỏi tay gạt, lò xo đẩy pít tông 16 lên trên, đường dầu bị ngắt, ngừng chạy dao ngang.

Muốn chạy dao ngang bằng tay để điều chỉnh lúc đầu gia công, ta quay vô lăng 19. Tay quay nhỏ 18 dùng để chuyển nhỏ ụ mài khi gia công gần xong.

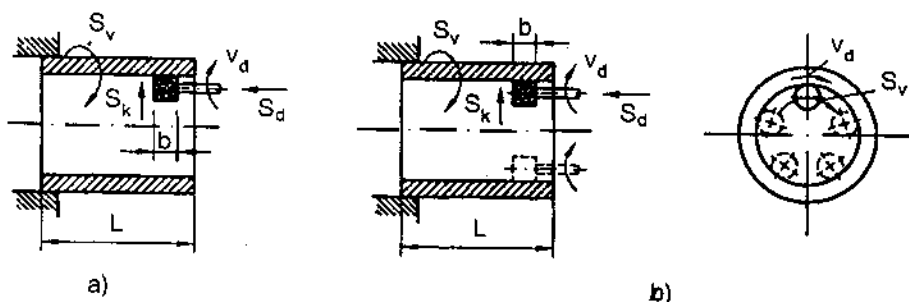
1 vòng tay quay 18 di động vào sâu được: $\frac{8}{128} \cdot \frac{24}{80} \cdot \frac{30}{72} \times 8 = \frac{1}{16}$ mm của ụ đá mài.

Chạy dao ngang nhanh, đường dầu từ bơm 6 đến ngã ba trên cùng rẽ sang phải qua van 21 tới xilanh 20 đẩy vít me tịnh tiến, ụ đá di động nhanh. Dùng tay kéo van 21 sẽ đảo chiều chuyển động.

Van tiết lưu 10 để điều chỉnh tốc độ chạy dọc bàn máy.

10.3. MÁY MÀI TRÒN TRONG

1. Chuyển động của máy mài tròn trong (hình 10.4)



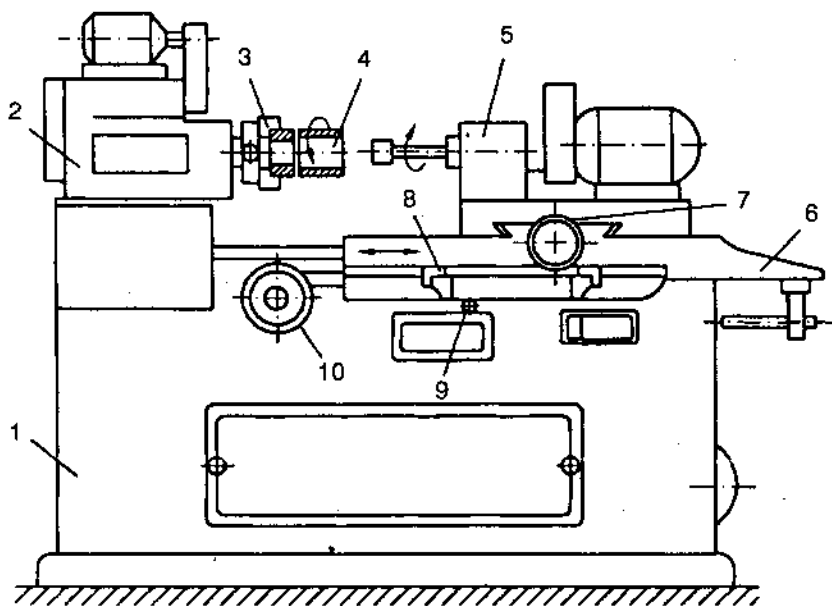
Hình 10.4.

– Đá quay tròn với tốc độ rất cao, vì đường kính đá bị lỗ giới hạn (thường trong khoảng 20 ÷ 80mm) nên muốn bảo đảm v tới 50m/s, số vòng quay của đá rất cao, tới (50.000 ÷ 12500)v/ph. Do đó phải chú ý kết cấu ổ trục chính đá mài và phương pháp bôi trơn.

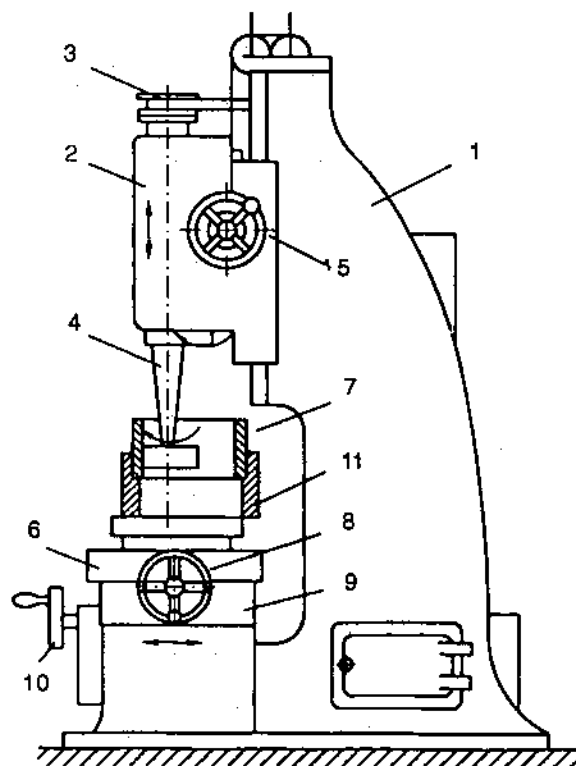
– Các chuyển động chạy dao S_d , S_K tính theo mm/hành trình kép. Chuyển động chạy S_v do chi tiết thực hiện (hình a) hoặc do đá mài chuyển động hành tinh thực hiện (hình b). Do đó có hai phương pháp mài. Loại mài chi tiết quay và loại mài hành tinh.

2. Các bộ phận của máy mài tròn trong

– Máy mài tròn trong chi tiết quay (hình 10.5) có các bộ phận sau: thân máy 1 chứa bộ phận truyền dẫn thủy lực; ụ quay chi tiết 2; ụ quay đá 5; vô lăng 7 thực hiện chạy dao S_K , bàn máy di động trên sống trượt thân máy; vấu 8 điều chỉnh chiều dài hành trình, cang gạt 9 đảo chiều quay bàn máy; vô lăng 10 để di chuyển bàn máy bằng tay.



Hình 10.5. Máy mài tròn trong.



Hình 10.6. Máy mài tròn trong chuyển động hành tinh.

– Máy mài tròn trong chuyển động hành tinh (hình 10.6).

Trục chính đá mài 4 quay tròn do động cơ điện qua đai truyền. Đồng thời trục mài 2 qua cơ cấu hành tinh làm quay hành tinh trục chính 4. Loại máy này dùng gia công đường kính lỗ tới 1500mm, chiều sâu 3000mm của các chi tiết kích thước lớn, không đối xứng. Cũng có khi gia công lỗ nhỏ $3 \div 25$ mm.

Các máy mài tròn trong hầu hết có gá lắp kiểm tra tự động kích thước chi tiết gia công và tự động hoá chu trình làm việc bảo đảm tăng năng suất, khắc phục sự nguy hiểm khi đá vỡ v.v...

10.4. MÁY MÀI KHÔNG TÂM

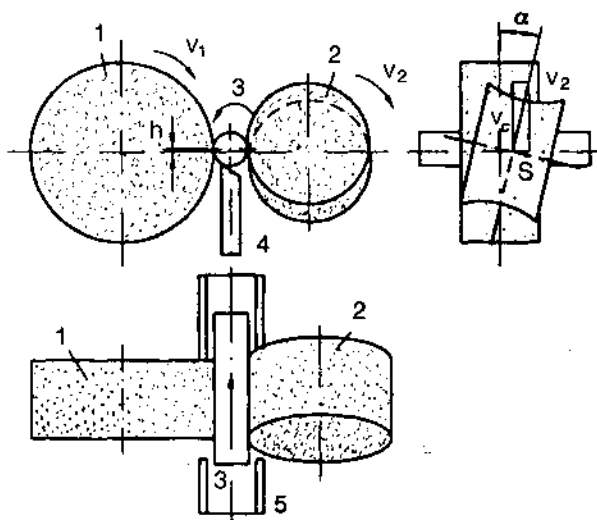
Máy mài không tâm dùng để gia công các chi tiết hình trụ, hình côn, mặt trụ liên tục, có bậc, định hình lỗ v.v... Các chi tiết gia công trên máy mài không tâm: trục nhỏ, con lăn trụ, côn (trong ổ bi), chốt, vành ổ bi (lỗ), bạc, chốt pít tông v.v... Do đặc điểm của sản phẩm nên có hai phương pháp mài không tâm:

- Mài chạy dao dọc để gia công mặt trụ liên tục.
- Mài ăn sâu (dùng đá định hình) để gia công các loại bề mặt khác.

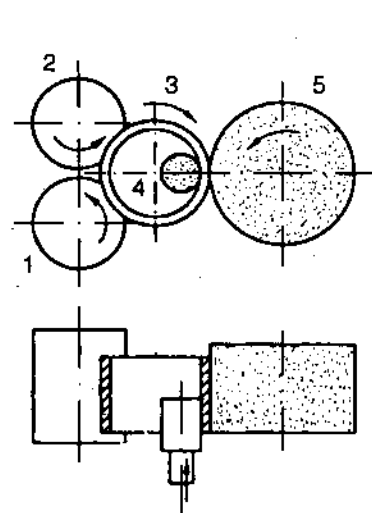
10.4.1. Nguyên lý mài không tâm

1. Mài không tâm chạy dao dọc mặt trụ ngoài (hình 10.7)

Đá mài 1 hình trụ, có tốc độ $v_1 = 30 \div 60$ m/s. Bánh dẫn 2 có dạng hình yên ngựa (hyperboloide) quay với tốc độ $v_2 = 10 \div 50$ m/ph. Chi tiết số 3 quay tròn với tốc độ v_c . Thanh đỡ 4, máng dẫn 5 giữ cho chi tiết trượt dọc.



Hình 10.7.



Hình 10.8.

Phân tích chuyển động như sau:

Bánh dẫn không có tác dụng mài chi tiết. Vì có dạng yên ngựa, muốn tiếp xúc với chi tiết trục 3 theo đường sinh nên nó phải đặt nghiêng một góc α so với trục chi tiết. Do đó khi bánh dẫn quay với tốc độ v_2 sẽ tác dụng vào chi tiết và phân thành hai thành phần:

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_c + \vec{S}_d$$

v_c làm quay chi tiết thực hiện chạy dao vòng (S_v). S_d làm chi tiết tịnh tiến dọc theo máng 5 từ trước ra sau máy, được tính như sau:

$$v_c = v_2 \cos \alpha; \quad S_d = v_2 \sin \alpha$$

Góc α có ảnh hưởng đến độ lớn lượng chạy dao. Khi mài thô lấy trị số $\alpha = 1,5 \div 6^\circ$, khi mài tinh $\alpha = 0,5 \div 1,5^\circ$.

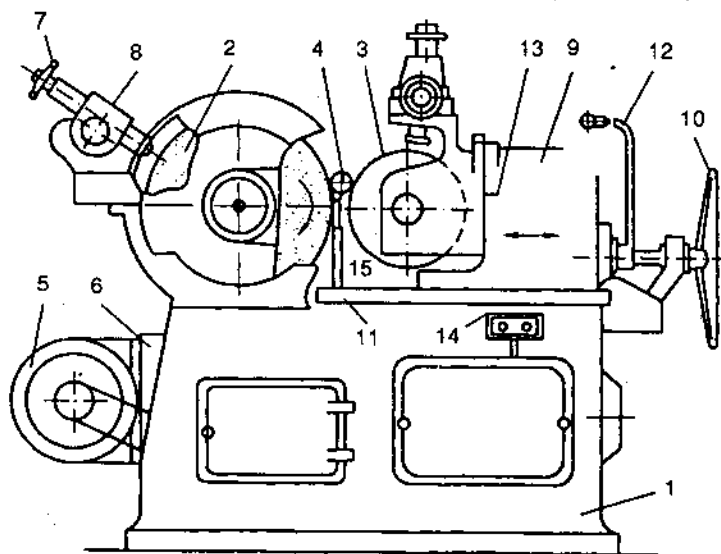
Mặt khác phải chú ý đặt chi tiết cao hơn tâm đá mài một độ cao h để bảo đảm chi tiết khỏi bị kẹt giữa hai đá và tránh sai số in dập hình dáng ban đầu của chi tiết.

Thường $h = (0,15 \div 0,25)D$ và nhỏ hơn $10 \div 12\text{mm}$.

D – đường kính chi tiết mài.

2. **Mài không tâm lỗ** (hình 10.8): mài không tâm lỗ ít dùng vì để bảo đảm lỗ và mặt trụ ngoài đồng tâm ta phải mài mặt trụ ngoài tương đối chính xác làm chuẩn. Quá trình mài phân tích như trên: – con lăn đỡ 1, con lăn kẹp 2, chi tiết 3, đá mài 4, bánh dẫn 5.

10.4.2. Các bộ phận của máy mài không tâm (hình 10.9)



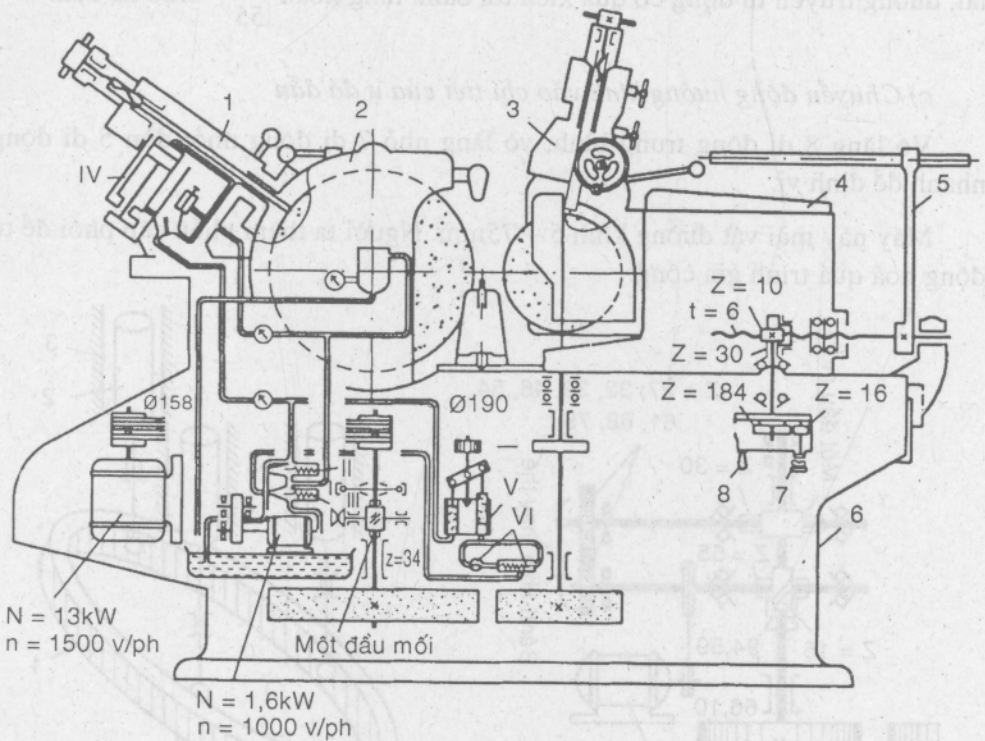
Hình 10.9.

10.4.3. Máy mài không tâm 3180 (hình 10.10)

a) Chuyển động chính: động cơ điện: $N = 13\text{kW}$, $n = 1500\text{v/ph}$, đai truyền

$\frac{158}{190}$ làm quay đá mài.

Đồng thời khi trục đá mài quay truyền qua trục vít bánh vít $\frac{1}{34}$ qua hệ thống đòn kéo cho đá mài dao động dọc trục.



Hình 10.10.

b) Chuyển động quay bánh dẫn bằng dầu ép và bằng cơ khí

Bằng dầu ép (hình 10.11b): Dầu từ bơm (do động cơ điện $N = 1,8\text{kW}$, $n = 1000\text{v/ph}$ quay) qua I – qua van cơ áp II tới động cơ dầu ép làm quay xích → bánh dẫn.

Chú ý: động cơ dầu ép biến thế năng của dầu cao áp thành động năng quay trực đã dẫn. Nguyên lý sơ bộ như sau: giả sử ta quay đĩa vành 1 xung quanh trục thẳng đứng một vòng, nó sẽ đẩy các pít tông 2 lên xuống trong xilanh 3 một lần. Ngược lại nếu ta dẫn dầu cao áp đẩy vào pít tông 2 tịnh tiến lên xuống sẽ làm cho đĩa vành quay tròn có tác dụng như động cơ dầu pít tông hướng trục.

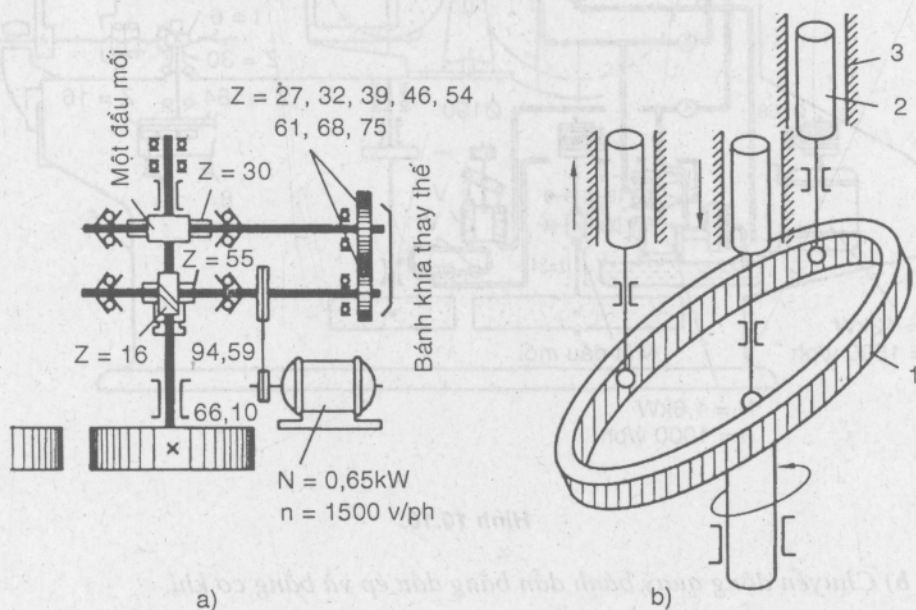
Bằng cơ khí (hình 10.11a). Động cơ điện $N = 0,65\text{kW}$, $n = 1500\text{v/ph}$ qua xích $\frac{66,10}{94,59}$ bánh răng thay thế $-\frac{1}{30}$ làm quay đá dẫn.

Muốn quay nhanh đá dẫn, ta tháo bánh răng thay thế ra, đóng ly hợp tại Z_{16} lại, đường truyền từ động cơ qua xích tới bánh răng xoắn $\frac{16}{55}$ – trục đá dẫn.

c) Chuyển động hướng kính vào chi tiết của ụ đá dẫn

Vô lăng 8 di động trung bình; vô lăng nhỏ 7 di động nhỏ; đòn 5 di động nhanh để định vị.

Máy này mài vật đường kính $5 \div 75\text{mm}$. Người ta thêm pheo cấp phối để tự động hoá quá trình gia công.



Hình 10.11. Chuyển động quay bánh dẫn bằng dầu ép và bằng cơ khí.

10.4.4. Ưu, khuyết điểm của mài không tâm

- Năng suất cao vì thời gian phụ gần bằng 0.
- Tự định tâm trong khi mài nên độ chính xác cao và giảm được lượng dư gia công.
- Gia công chi tiết nhỏ và ngắn rất thuận lợi, gia công chi tiết dài không bị cong.
- Công nhân điều khiển máy không yêu cầu bậc thợ cao.
- Điều chỉnh máy không quá phức tạp, thích ứng cho sản xuất hàng loạt.

Hiện nay tỷ lệ máy mài không tâm tới 4,5% vì kỹ thuật hiện đại cần tăng cường chính xác, cán, rèn khuôn, sau đó chỉ mài không tâm là xong.

10.5. MÁY MÀI PHẪNG

1. Công dụng và phân loại

Dùng gia công tinh mặt phẳng bằng chu vi đá mài hoặc mặt đầu đá mài. Thường phân loại như sau:

Theo vị trí trục đá có:

- Máy mài trục chính nằm ngang.
- Máy mài trục chính thẳng đứng.

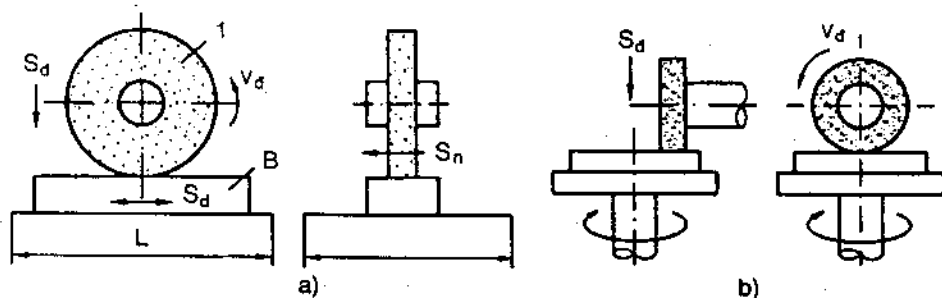
Theo bàn máy có:

- Loại bàn máy hình chữ nhật (hình 10.12a).
- Loại bàn máy tròn (hình 10.12b).

2. Máy mài bằng chu vi đá

Các chuyển động của máy (hình 10.12).

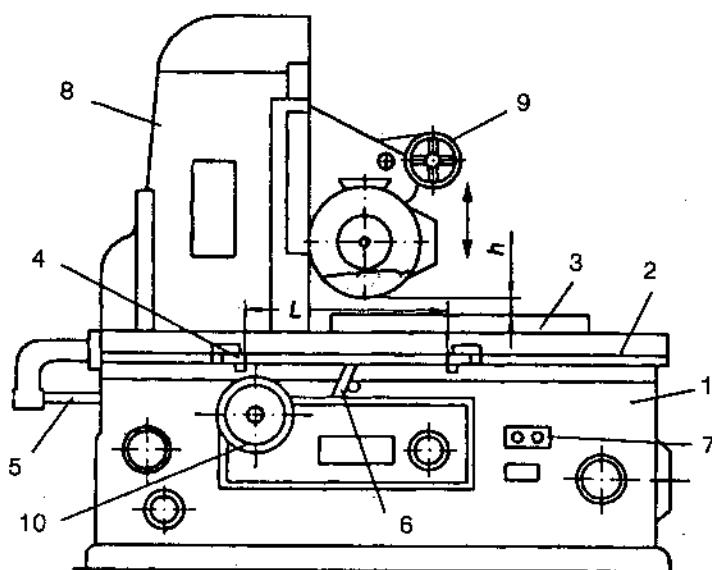
Các bộ phận của máy (hình 10.13).



Hình 10.12. Các chuyển động của máy mài.

Thân máy 1 có dạng hình hộp, trong đó chứa hệ thống thuỷ lực truyền chuyển động tịnh tiến qua lại tới cần pít tông 5 của bàn máy 2. Trên bàn máy có rãnh chữ T dùng để kẹp chặt chi tiết gia công hoặc có những đường từ tính 3

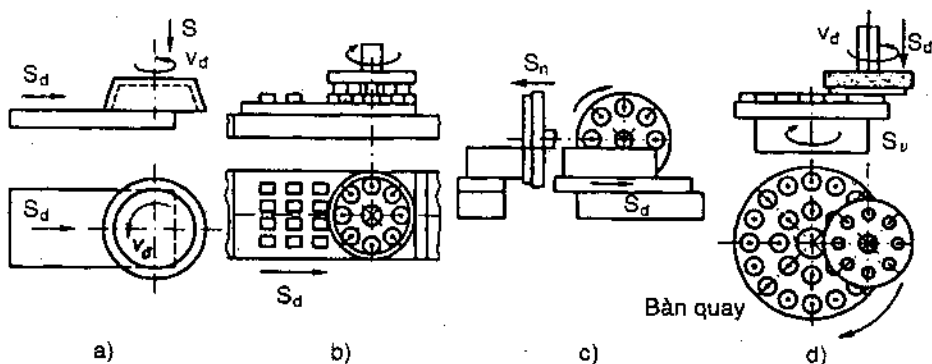
kẹp các chi tiết nhỏ bằng nam châm điện. Vấu 4 điều chỉnh hành trình bàn máy. Tay gạt 6 đảo chiều chuyển động bàn máy. Vô lăng 10 di chuyển ụ mài trên trụ đứng 8, tiến ngang vào chi tiết bằng tay. Vô lăng 9 di động ụ mài theo phương thẳng đứng.



Hình 10.13. Các bộ phận của máy mài.

3. Máy mài phẳng bằng mặt đầu đá

Các chuyển động (hình 10.14) đá mài có dạng hình vại hoặc gắn cục mài vào mặt đầu. Bàn máy có thể hình tròn, hình chữ nhật.



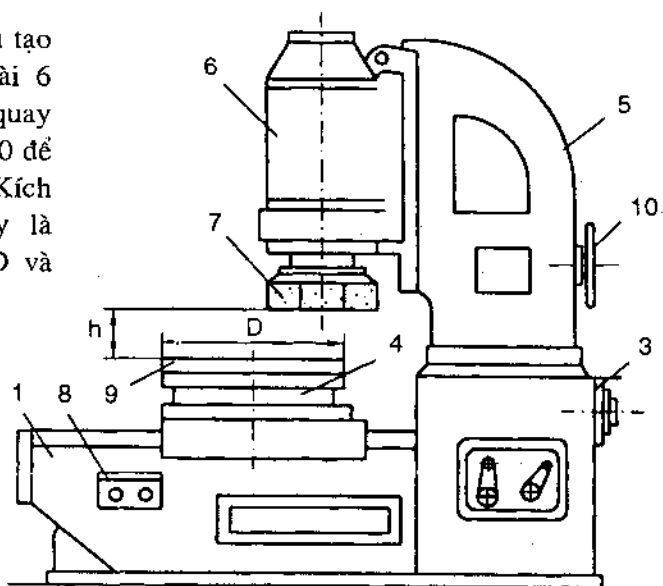
Hình 10.14. Các chuyển động của đá mài dùng mặt đầu để mài.

Kẹp chi tiết trên bàn máy bằng bu lông hoặc dùng nam châm điện.

Các bộ phận của máy (hình 10.15).

Trên thân máy 1 lắp bàn quay 4, tám nam châm điện 9 do dòng điện một chiều cung cấp (có bộ phận chỉnh lưu riêng).

Động cơ điện có cấu tạo đặc biệt đặt trong ụ mài 6 truyền chuyển động quay cho trục đá 7. Vỏ lạng 10 để di động nhanh ụ mài. Kích thước cơ bản của máy là đường kính bàn quay D và chiều cao mài h .



Hình 10.15. Máy mài dùng mặt đầu đá để mài phẳng.

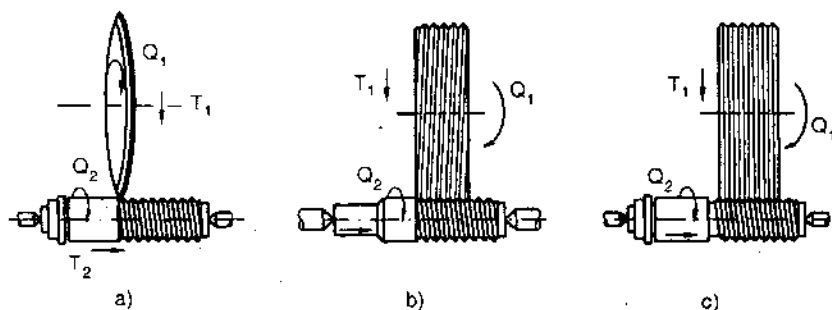
10.6. MÁY MÀI REN VÀ THEN HOA

1. Mài ren

Các chuyển động gồm có:

- Chuyển động quay của đá Q_1 : tạo hình đơn giản, tịnh tiến mài hết chiều sâu mài T_1 .
- Chuyển động quay và tịnh tiến của chi tiết Q_2, T_2 : tạo hình phức tạp.

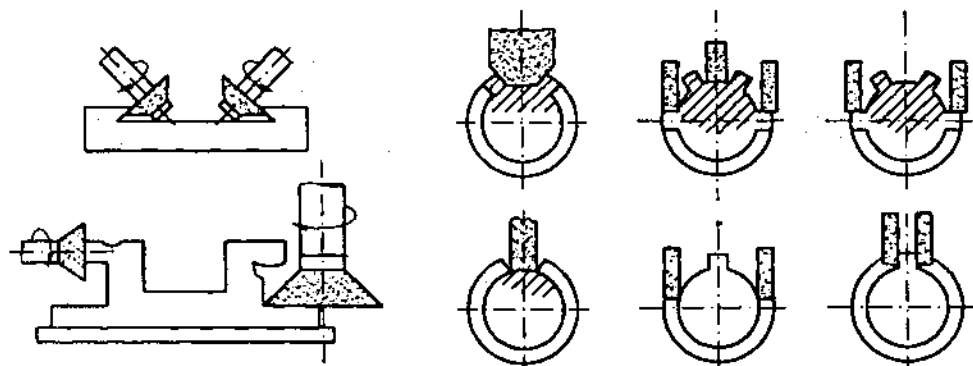
Đá mài hình đĩa (hình 10.16 a, b) để mài ren lớn, ren hình thang, chiều dài ren lớn. Đá mài đĩa ghép phẳng và nghiêng mài ren nhỏ có thể mài ngay từ phôi thô hình trụ chưa có ren, chiều dài ren ngắn, loại này năng suất cao. Máy mài ren dùng chủ yếu để mài ren chính xác, độ bóng cao, bàn ren, ta rô, ca líp đo ren, vít me, ren vít chính xác v.v... Có máy mài ren ngoài, mài ren trong.



Hình 10.16. Các chuyển động cơ bản trong mài ren.

2. Mài then hoa, rãnh sống trượt (hình 10.18)

Các phương pháp mài và chuyển động như trên hình vẽ.



Hình 10.18. Đá mài rãnh then hoa, sống trượt.

10.7. CÁC LOẠI MÁY MÀI TINH XÁC

Có mài doa, mài bóng, mài siêu tinh xác.

1. Máy mài doa

Để gia công lỗ có độ chính xác và độ bóng cao như lỗ blocc xilanh, sơ mi xilanh, lỗ xilanh v.v...

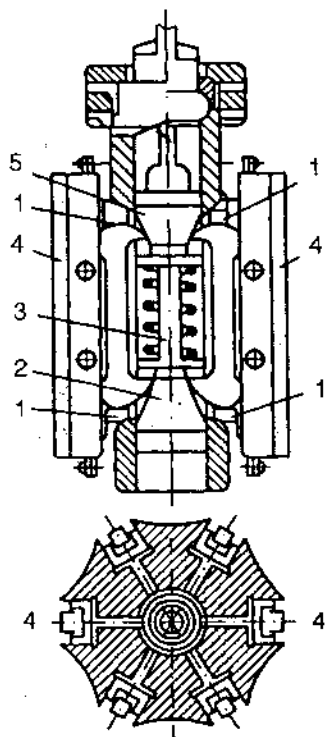
Máy có thể mài sửa lại một ít sai số về độ côn, ô van lỗ, chủ yếu là nâng cao độ bóng. Kích thước lỗ gia công $\phi = 8 \div 1500\text{mm}$, L tới $10 \div 20000\text{mm}$.

Đá mài (hình 10.19) kết cấu như sau:

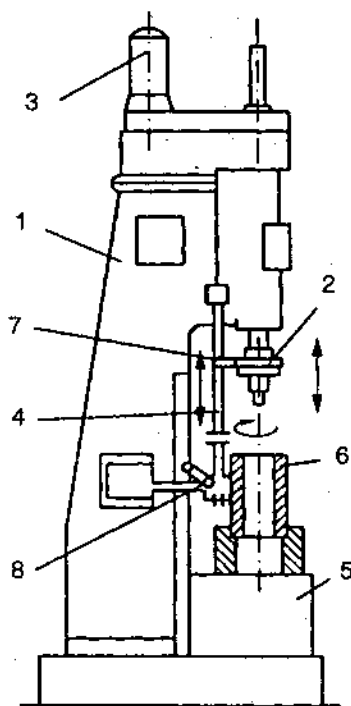
Thanh mài số 4 (có tới 12 thanh) kẹp vào đầu mài được điều chỉnh hướng kính tự động do hai côn 2 và 5 lắp ren với trục 3. Sau mỗi hành trình kép lên xuống của đầu mài, trục 3 quay, côn 2 và 5 tiến gần lại qua chốt 1 làm thanh mài 4 nở ra, luôn luôn có áp suất với bề mặt mài. Tùy theo độ bóng yêu cầu có độ hạt của đá từ $80 \div 500$. Dung dịch nguội lạnh ê-mun-xi hay nước xà phòng.

Các bộ phận của máy (hình 10.20):

Giống như một máy khoan đứng, động cơ điện 3 truyền dẫn chuyển động quay cho đầu mài doa 2, cả đầu mài lên xuống liên tục do hệ thống dầu ép đặt trong thân máy 1, 4 và 7 là trục cỡ khổng chế hành trình. Tay gạt 8 điều khiển hệ thống thủy lực. Bàn máy 5 lắp chi tiết 6.



Hình 10.19.



Hình 10.20.

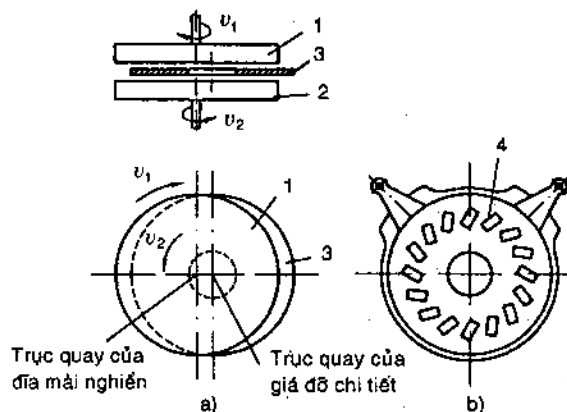
2. Máy mài bóng

Thực hiện mài bóng bằng tay và bằng máy.

Bằng tay: bột mài + dầu, tay công nhân mài.

Bằng máy: theo sơ đồ (hình 10.21).

Mặt mài bóng 1 bằng kim loại có khi dùng đá mài đã mòn. Đĩa 2 để đỡ phía dưới và tạo ra áp lực (ép chi tiết vào mặt mài). Chi tiết 4 lắp trong các rãnh thùng của tấm ngăn chi tiết 3.



Hình 10.21. Sơ đồ mài bóng.

Khi mài cho bột mài và dầu vào. Đá mài 1, đĩa đỡ 2 quay ngược chiều nhau. Chi tiết vừa quay vừa lăn. Lượng dư khi mài bóng $0,005 \div 0,02\text{mm}$ (chú ý chọn vật liệu đá mài 1: gang, đồng, cacbit v.v... có độ cứng tương tự độ cứng vật mài).

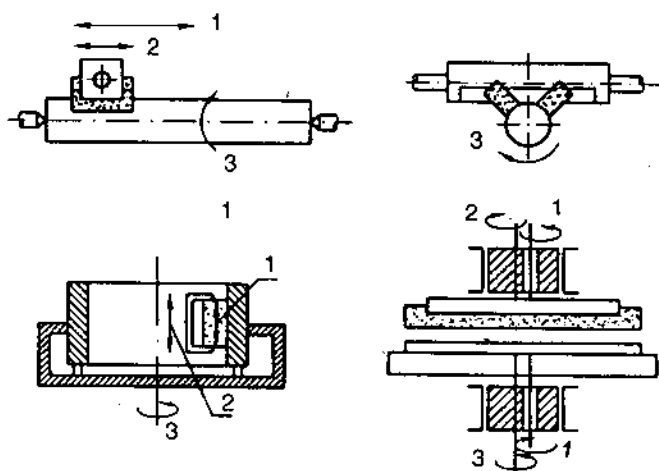
3. Máy mài siêu tinh xác

Máy mài được độ bóng cao nhất. Dùng để gia công mặt trụ ngoài, trong, mặt phẳng.

Quá trình gia công và các chuyển động:

Sơ đồ chuyển động khi mài siêu tinh xác (hình 10.22).

Đá mài có độ cứng rất cao, độ hạt rất nhỏ, luôn luôn ép sát vào bề mặt gia công bằng lò xo hay bằng cơ cấu thủy lực. Có rất nhiều chuyển động khác nhau của đá và của chi tiết gia công trên máy. Dung dịch nguội lạnh là dầu + dầu hỏa.



Hình 10.22.

1. Chuyển động chính của đá; 2. chuyển động dao động của đá (quay hoặc tịnh tiến); 3. chuyển động chạy dao của chi tiết 1 và 2, dưới là chuyển động quay và dao động của chi tiết.

Lượng dư gia công khi mài siêu tinh xác: $0,005 \div 0,008\text{mm}$. Độ nhấp nhô bề mặt sau khi gia công $0,01 \div 0,25\mu\text{m}$. Độ hạt đá mài: $200 \div 600$. Số vòng quay của chi tiết khoảng $200 \div 400\text{v/ph}$, số lần dao động $250 \div 900$ lần/phút.

Dung dịch nguội lạnh: dầu hỏa ($90 \div 95\%$) và dầu máy ($5 \div 10\%$).

10.8. MÁY MÀI SẮC

Dùng để mài sắc dụng cụ cắt gọt. Có hai loại: loại vạn năng và loại chuyên môn hoá. Hiện nay có đủ các loại máy để mài các loại dao: tiện, phay, doa khoan, bàn ren, ta rô v.v... đều đã được tự động hoá hay chuyên dùng.

1. Máy mài sắc vạn năng (hình 10.23)

Bàn máy lắp phối hoặc ụ mác có thể quay đi những góc độ khác nhau (theo ba chiều) để mài các góc γ , α , λ , φ của dao cắt. Ta chỉ học máy mài vạn năng 3A64.

Đá quay tròn do động cơ điện $N = 0,65\text{kW}$, $n = 2800\text{v/ph}$, puli 2 bậc tới trục chính đá.

Trụ đứng mang đá lên xuống theo phương đứng do vô lăng 1.

MÁY CÔNG CỤ ĐIỀU KHIỂN SỐ NC – CNC

Điều khiển số (NC) là chữ viết tắt từ tiếng Anh (Numerical Control). Nó là dạng đặc biệt của tự động điều khiển mà trình tự xảy ra trong quá trình gia công chi tiết trên máy công cụ được chương trình hoá dưới dạng thông tin số.

11.1. QUÁ TRÌNH PHÁT TRIỂN CỦA MÁY NC – CNC

Điều khiển các thiết bị cơ khí có thể thực hiện bằng tay, tự động hoặc thông qua chương trình máy tính. Nhiều máy công cụ yêu cầu hệ thống điều khiển chuyển động với độ chính xác cao, lặp đi lặp lại, giảm đến mức tối đa thời gian chạy không của máy. Hệ thống điều khiển này rất phù hợp với dạng sản xuất hàng loạt, hàng khối và quá trình sản xuất đòi hỏi thay đổi nhanh dạng sản phẩm với độ chính xác cao.

Hệ thống điều khiển tự động có hai kiểu cơ bản: điều khiển cứng và điều khiển mềm. Hệ thống điều khiển cứng ra đời từ lâu, cơ cấu thực hiện điều khiển vị trí và dẫn dao liên tục là cam đĩa hoặc cam thùng dưỡng. Cam trong điều khiển cứng được xem là một dạng thiết bị lưu trữ chương trình điều khiển máy. Cam điều khiển được lắp trên trục phân phối. Vị trí cam phụ thuộc vào trình tự nguyên công của chi tiết. Mỗi vòng trục phân phối thực hiện xong một chu kỳ gia công.

Ưu điểm của hệ thống điều khiển cứng là năng suất cao, thích ứng với sản xuất hàng loạt và hàng khối. Xét về mặt đầu tư ban đầu của máy ở dải rộng tùy thuộc vào mức độ tự động hóa, có nghĩa là máy mức độ tự động hoá cao thì vốn đầu tư ban đầu lớn, máy với mức tự động hoá thấp cần vốn đầu tư ban đầu nhỏ.

Nhược điểm cơ bản của điều khiển cứng là mất nhiều thời gian chuẩn bị sản xuất. Với chi tiết có độ phức tạp cao, máy khó có khả năng thực hiện do góc trục phân phối có giới hạn. Tính linh hoạt trong sản xuất thấp, công nhân điều chỉnh và điều khiển máy cần phải có trình độ chuyên môn. Độ chính xác gia công phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó quá trình gia công cam đóng vai trò rất quan trọng.

Cùng với sự phát triển máy tính số, máy công cụ điều khiển số NC-CNC ra đời đã khắc phục phần lớn nhược điểm tồn tại của máy tự động điều khiển cứng.

Năm 1808 máy dệt của Josep M. Jacquard đã sử dụng dưỡng dạng đĩa để ghi trình tự gia công mẫu quần áo. Khi cần thay đổi mẫu quần áo chỉ cần thay đổi quy luật lỗ trên dưỡng. Máy dệt của Josep M. Jacquard có thể xem đó là sự xuất hiện đầu tiên của máy gia công điều khiển số. Dưỡng là vật lưu trữ chương

trình điều khiển máy. Cùng với sự phát triển không ngừng của điện tử và máy tính, đến năm 1952 máy phay đứng ba trục điều khiển số đầu tiên xuất hiện với hệ điều khiển xây dựng trên cơ sở các mạch bán dẫn. Từ năm 1952 đến năm 1954 là quá trình phát triển mạnh ứng dụng kỹ thuật máy tính vào máy công cụ điều khiển số và chính thời điểm này ngôn ngữ APT (Automatically Programmed Tool) ra đời. Ngôn ngữ APT là tập hợp các ký tự hình thành chương trình dùng để điều khiển máy. Ưu điểm của APT là thuận lợi cho người viết chương trình, dễ dàng chuyển đổi thành một chương trình mà máy có thể hiểu được. Máy NC sau bốn mươi năm phát triển đã ứng dụng rất hiệu quả trong sản xuất như các máy khoan NC với hệ thống điều khiển theo toạ độ và máy phay với hệ điều khiển liên tục (contour) hai trục toạ độ.

Quá trình phát triển của máy tính đã có ảnh hưởng trực tiếp tới sự phát triển của máy NC. Người ta đã sử dụng một máy tính nhỏ đưa vào hệ điều khiển máy công cụ NC và máy được gọi là máy CNC (Computer Numerical Control).

Trên cơ sở phát triển máy công cụ điều khiển số CNC, năm 1982 người ta giới thiệu hệ thống sản xuất linh hoạt trong công nghiệp FMS (Flexible Manufacturing Systems).

Thông qua thiết kế có trợ giúp của máy tính CAD (Computer Aided Design) và trợ giúp của máy tính trong sản xuất CAM (Computer Aided Manufacture) đã nâng cao được hiệu quả trong sản xuất.

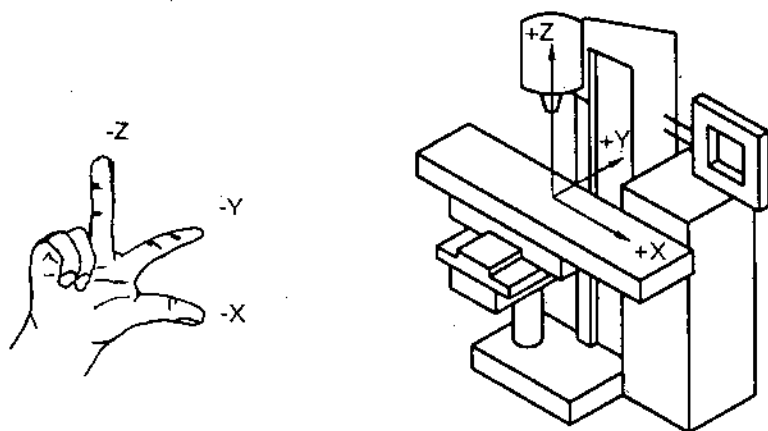
Khi công nghệ phần mềm phát triển đã giúp chúng ta có cách nhìn mới trong quá trình sản xuất của các nhà máy. Năm 1986 người ta đã đề cập tới sản xuất tích hợp có trợ giúp của máy tính CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Năm 1994 hệ NURBS (Not Uniforme Rational B-Splines) giao diện phần mềm CAD cho phép mô phỏng được các bề mặt nội suy phức tạp trên màn hình, đồng thời nó cho phép tính toán và đưa ra các phương trình toán học mô phỏng các bề mặt phức tạp, từ đó tính toán chính xác đường nội suy với độ mịn, độ sắc nét cao.

11.2. HỆ TRỤC

11.2.1. Hệ toạ độ máy

Để tạo hình bề mặt, dụng cụ chuyển động theo các đường hình học trên bề mặt chi tiết. Tập các đường hình học chính là bề mặt chi tiết. Chuyển động của dụng cụ chỉ có thể điều khiển được khi gắn hệ toạ độ lên máy. Ở máy điều khiển số NC – CNC người ta sử dụng hệ toạ độ Đêcác với ba trục vuông góc với nhau hay còn gọi hệ toạ độ Đêcác là hệ toạ độ chữ nhật vì điểm được xác định bởi ba kích thước chiều dài. Hệ toạ độ gắn với máy được gọi là hệ toạ độ máy.



Hình 11.1. Hệ tọa độ máy trên máy phay.

Hệ tọa độ gắn vào máy có thể là hệ tọa độ Đề các tuân theo nguyên tắc bàn tay phải hoặc hệ tọa độ Đề các tuân theo nguyên tắc bàn tay trái. Nguyên tắc thành lập hệ tọa độ theo nguyên tắc bàn tay phải là sử dụng ba ngón tay của bàn tay phải để hình thành hệ tọa độ. Ngón cái tương ứng với trục X, ngón trỏ tương ứng với trục Y và ngón giữa tương ứng với trục Z. Ba ngón tay hình thành hệ tọa độ Đề các. Hệ tọa độ gắn với máy được quy ước bắt đầu từ trục Z. Trục Z bố trí trùng với trục chính của máy công cụ. Trục X là trục vuông góc với trục Z và được bố trí trùng với chuyển động của bàn máy có hành trình lớn nhất. Trục Y vuông góc với trục X và trục Y và trùng với chuyển động bàn máy có hành trình nhỏ nhất. Với quy ước này, hệ trục máy của máy phay CNC được chỉ ra trên hình 11.1.

11.2.2. Trục máy

a) Định nghĩa

Trục máy là các chuyển động tịnh tiến dọc theo các trục tọa độ máy hoặc chuyển động quay quanh các hệ trục tọa độ máy và thường được gọi tắt là trục. Máy cũng có thể gọi theo số trục của nó, ví dụ máy phay ba trục, bốn trục hoặc 3D, 4D.

Trong quá trình nghiên cứu chuyển động cơ học người ta nhận thấy, mọi chuyển động dù rất phức tạp nhưng đều được hình thành từ hai dạng chuyển động cơ bản thành phần, tịnh tiến và quay. Vì vậy trong máy CNC chỉ cần hai dạng trục cơ bản trên là có thể tạo hình được tất cả các bề mặt phức tạp.

Để mô tả được tất cả các dạng máy CNC từ đơn giản đến phức tạp người ta có thể sử dụng tới mười bốn trục (theo tiêu chuẩn EIA). Theo tiêu chuẩn này máy CNC có chín trục thẳng và có năm trục quay. Ba trục thẳng thứ nhất có ký hiệu X, Y và Z là các chuyển động tịnh tiến dọc theo trục X, Y và Z của hệ tọa độ máy. Trục X song song với trục X của hệ tọa độ máy, trục Y song song với

trục Y của hệ toạ độ máy và trục Z tương ứng song song với trục Z của hệ toạ độ máy. Ba trục thẳng thứ hai được ký hiệu bằng ba chữ cái U, V và W là ba chuyển động tịnh tiến song song với ba trục thẳng thứ nhất. Trục U chuyển động song song tương ứng với trục thứ nhất X, trục V tương ứng với trục Y và trục W tương ứng với trục Z. Ba trục thẳng thứ ba được ký hiệu bằng ba chữ P, Q và R là ba chuyển động tịnh tiến song song với ba trục thẳng thứ nhất. Trục P tương ứng với trục X, trục Q tương ứng với trục Y và trục R tương ứng với trục Z. Ba trục quay thứ nhất được ký hiệu bằng ba chữ A, B và C là ba chuyển động quay quanh trục hệ toạ độ máy. Trục quay thứ nhất A tương ứng với chuyển động quay quanh trục X, trục quay thứ nhất B quay xung quanh tương ứng với trục máy Y và trục quay thứ nhất C tương ứng quanh xung quanh trục Z. Ba trục quay thứ hai được ký hiệu bằng hai chữ D và E là các chuyển động quay xung quanh trục quay thứ nhất hoặc quanh một trục đặc biệt nào đó.

b) Chiều trục chuyển động tịnh tiến

Trục có hai chiều (bàn máy có hai chiều chuyển động) vì vậy cần phải định nghĩa chiều cho mỗi trục. Chiều trục chuyển động tịnh tiến xác định theo nguyên tắc ngón tay của bàn tay phải:

Chiều trục chuyển động Z: Trục Z có hai chiều, chiều dương được ký hiệu $+Z$ và chiều âm được ký hiệu $-Z$. Chiều dương của trục chuyển động $+Z$ là chiều chuyển động xa dần chi tiết và chiều ngược lại là chiều âm của trục $-Z$.

Chiều trục chuyển động X: Trục X cũng có hai chiều, chiều dương ký hiệu là $+X$ và chiều âm ký hiệu $-X$. Trong trường hợp máy trục chính thẳng đứng, chiều dương trục chuyển động X được quy ước là chiều tay phải khi người quan sát nhìn từ bàn máy tới trụ máy và chiều ngược lại là chiều âm. Trường hợp trục chính nằm ngang, chiều dương của trục chuyển động X là chiều tay phải nếu người quan sát nhìn từ trụ máy đến bàn máy.

Chiều trục chuyển động Y: Trục Y có hai chiều chuyển động, chiều dương ký hiệu $+Y$ và chiều âm ký hiệu $-Y$. Chiều dương $+Y$ là chiều từ lòng bàn tay tới đầu ngón tay theo nguyên tắc bàn tay phải.

Chiều chuyển động quay trục: Chiều trục chuyển động quay xác định theo nguyên tắc bàn tay phải khi biết hệ toạ độ máy. Ví dụ, xác định chiều trục chuyển động quay $+A$ (trục A là trục chuyển động quay quanh trục X) bằng cách đưa ngón tay cái hướng theo chiều dương trục X, nắm các ngón tay còn lại, chiều dương trục quay A chính là chiều chuyển động của các ngón tay.

11.3. TOẠ ĐỘ QUY CHIỀU

Trong máy điều khiển số có hai kiểu điểm có ý nghĩa đó là điểm vị trí (point) và điểm quy chiều (reference point) hay gọi là điểm gốc. Điểm vị trí

dùng để tính toán các điểm khác nhau trên chi tiết và điểm quy chiếu dùng để xác định vị trí máy. Điểm quy chiếu có thể chia thành các loại sau:

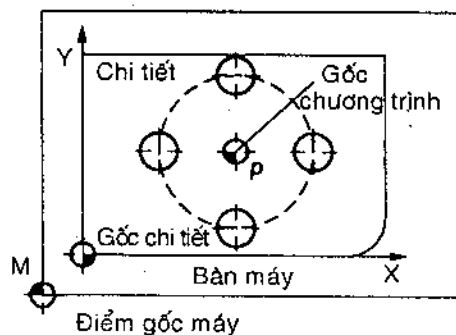
1. Điểm gốc máy (machine reference point) là điểm gốc của hệ tọa độ máy, nó cố định và không thể thay đổi được. Điểm gốc máy được ký hiệu bằng chữ cái M. Điểm gốc máy dùng để tổ chức máy sau mỗi lần mất điện, làm điểm gốc cho một hệ tọa độ khác và là điểm thay dụng cụ. Điểm gốc máy được xác định thông qua chuyển mạch (công tắc hành trình) đặt ở vùng đã được xác định cho mỗi trục. Nhiều máy CNC bàn máy và trục chính phải quay về điểm gốc máy trước khi thực hiện chương trình hoặc khi máy mới được cấp điện. Điều khiển bàn máy và trục chính về gốc máy được thực hiện theo hai cách: bằng tay và bằng chương trình điều khiển. Điều khiển về gốc máy bằng tay có thể thực hiện độc lập với từng trục nhờ các phím chức năng trên bàn điều khiển.

Điều khiển về gốc máy nhờ phần mềm (chương trình) được cài đặt sẵn trong máy. Để thay dụng cụ, nhiều máy CNC yêu cầu trục chính phải quay về điểm gốc máy trước khi quá trình thay dụng cụ xảy ra. Trong trường hợp này trục chính được đưa về gốc máy bằng chương trình. Hệ điều khiển Funuc và Mitsubishi dùng mã lệnh G28 để thực hiện mục đích đó. Phần lớn các máy điều khiển CNC thì trước mỗi chương trình bàn máy và trục chính phải về điểm gốc máy, chương trình mới bắt đầu được thực hiện và sau mỗi chương trình máy lại trở về điểm gốc máy. Khi máy bị mất điểm gốc, người sử dụng có thể xử lý bằng cách sau:

- Chuyển máy về nơi sản xuất để xác định lại điểm gốc máy.
- Sử dụng điểm thay dụng cụ như điểm gốc máy.
- Dùng điểm gốc chương trình thay cho điểm gốc máy.

2. Điểm gốc chương trình (program reference point) ký hiệu P: là điểm mà giá trị tọa độ xác định theo hệ tọa độ máy không phù hợp với điểm gốc chương trình vì điểm gốc chương trình cần phải lựa chọn phù hợp với chi tiết như chỉ ra trên hình 11.2.

Điểm gốc chương trình phải được chọn trước khi chương trình được thực hiện. Điểm gốc chương trình có thể dùng cho nhiều chi tiết cùng gia công với cùng một chương trình con đơn giản. Điểm gốc chương trình nên lựa chọn trùng với điểm gốc chi tiết. Hệ điều khiển Funuc dùng mã lệnh G92 cho máy phay.

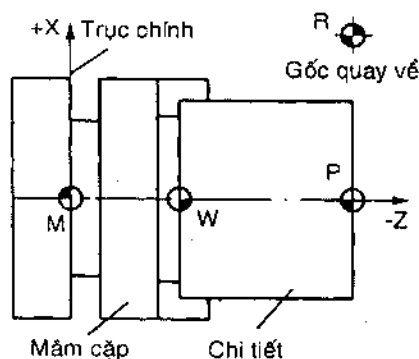


Hình 11.2. Điểm gốc chương trình và mã lệnh G50 cho máy tiện để xác định điểm gốc chương trình.

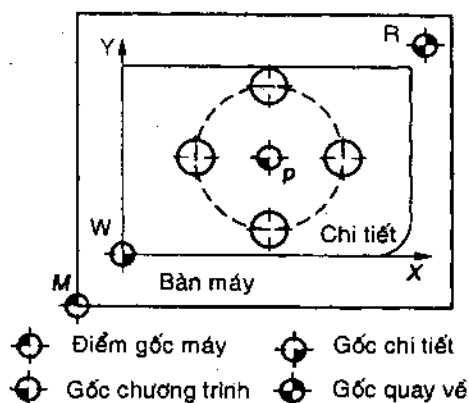
3. **Điểm gốc chi tiết** (work reference point): là gốc của hệ tọa độ chi tiết. Điểm này có thể chọn bằng một điểm thuận lợi bất kỳ trên bàn máy. Trong nhiều trường hợp, dùng một điểm gốc chi tiết để gia công nhiều chi tiết cùng một chương trình con giống nhau trong một lần gia công.

4. **Điểm quay về** (reference point return) ký hiệu R: là điểm cố định trên máy. Nó được xác định nhờ các công tắc khống chế hành trình. Vị trí của nó được xác định thông qua điểm gốc máy. Hệ điều khiển máy CNC thừa nhận điểm quay về như là một điểm gốc để tính toán các điểm khác trên máy.

Vì vậy điểm này dùng với hai mục đích: coi là một điểm gốc để xác định tọa độ các điểm khác và làm vị trí để thay dụng cụ. Đưa dụng cụ về điểm gốc quay về cũng có hai cách: bằng tay và bằng chương trình. Khi điều khiển bằng tay người ta sử dụng các nút chức năng trên bàn điều khiển. Với cách này có thể điều khiển riêng từng trục. Điều khiển tự động thực hiện bằng lệnh ghi trong chương trình NC trên máy tiện là mã lệnh G28 và G30. Mã lệnh G28 dùng để thay dụng cụ tự động, lệnh G30 dùng để xác định điểm gốc quay về thứ hai, thứ ba và thứ tư. Hệ thống điểm gốc dùng cho máy tiện chỉ ra trên hình 11.3. Các loại điểm gốc và hệ thống điểm gốc dùng cho máy CNC chỉ ra trên hình 11.4.



Hình 11.3. Các loại điểm gốc trên máy tiện CNC.



Hình 11.4. Các loại điểm gốc trên máy phay CNC.

11.4. SỰ KHÁC NHAU GIỮA NC VÀ CNC

Hệ điều khiển NC còn gọi là hệ điều khiển cứng. Chúng được hình thành từ mạch IC (integrated circuit) logic số. Các IC được nối với nhau thông qua dây dẫn, các dây dẫn nằm trong mạch in. Tín hiệu dùng trong hệ điều khiển cứng là xung điện áp. Mỗi một xung điện áp cấp cho hệ truyền dẫn bàn máy làm nó dịch chuyển một đơn vị độ dài, đơn vị độ dài này được gọi là bước cơ sở. Số lượng xung điện áp hệ điều khiển đưa đến mỗi trục tùy thuộc vào chiều dài cần dịch chuyển. Và tần số xung tương ứng với tốc độ dịch chuyển của bàn máy.

Hệ điều khiển CNC là hệ NC dây mềm vì trong hệ dùng máy tính nhỏ với bộ nhớ có thể đọc và viết để điều khiển máy công cụ. Nhờ sử dụng máy tính nên phần cứng của hệ NC đã giảm được khá nhiều đặc biệt là các rơ le. Tín hiệu trong hệ điều khiển CNC là từ viết dưới dạng nhị phân. Mỗi từ gồm 16 bit, 32 bit, 64 bit tùy thuộc vào vi xử lý của máy tính sử dụng. Mỗi một bit truyền đến hệ dẫn động bàn máy làm nó dịch một bước cơ sở. Nhờ sử dụng một máy tính nhỏ nên nhiều đặc tính của máy tính có thể đưa vào hệ điều khiển máy CNC.

Hệ điều khiển NC là hệ điều khiển cứng vì vậy khả năng thực hiện được hai dạng nội suy, nội suy đường thẳng và nội suy đường tròn. Trong khi đó với hệ điều khiển CNC nhờ sự trợ giúp của máy tính, phần mềm có thể thực hiện được các dạng nội suy đường thẳng, đường tròn, đường xoắn và có khả năng nội suy được cả đường parabol và đường cong bậc ba.

Do hệ NC không có bộ nhớ để lưu trữ chương trình điều khiển máy, vì vậy máy đọc chương trình theo khối lệnh từ băng đục lỗ hoặc băng từ. Thực hiện xong một khối lệnh và đọc khối lệnh tiếp theo nên dễ xảy ra lỗi đọc chương trình, nhất là máy không có khả năng kiểm tra lỗi chương trình trước chu kỳ gia công. Với máy CNC nhờ có bộ nhớ nên chương trình điều khiển máy được đọc cùng một lúc vào bộ nhớ. Máy CNC được cài đặt chương trình kiểm tra lỗi chương trình, lỗi hệ thống và thông qua màn hình thông báo cho người sử dụng biết vì vậy tránh được lỗi đọc chương trình. Chương trình điều khiển có thể đưa từ băng cát xét, hoặc từ máy tính khác thông qua công cụ truyền dữ liệu RS-232-C.

11.5. CÁC KIỂU MÁY NC – CNC

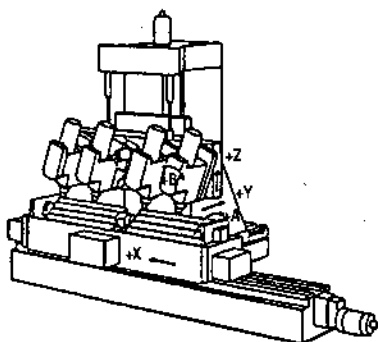
Cùng với quá trình phát triển máy tính và hệ thống số việc ứng dụng công nghệ này vào thiết bị trở nên đa dạng. Quá nửa số máy công cụ điều khiển số là máy tiện và trung tâm gia công (trung tâm gia công đứng, trung tâm gia công nằm ngang), phần còn lại là các dạng máy khác trên thị trường. Dạng máy khác của máy công cụ như là máy gia công tia lửa điện EDM (Electrical Discharge Machine), máy uốn ống NC, máy cắt laze, máy cắt bằng tia nước, máy cắt plasma, máy đo ba toạ độ, máy in, máy mài dụng cụ cắt. Ngoài ra còn các máy là tổ hợp các máy khác như trung tâm tiện phay, cho phép chúng ta có thể tiện và phay cùng một lúc.

11.5.1. Trung tâm gia công (Machining Center)

Trung tâm gia công là tổ hợp của máy phay và máy khoan CNC nhằm mở rộng khả năng công nghệ của máy. Số trục điều khiển của trung tâm gia công ít nhất là 3.

Để mở rộng hơn nữa khả năng công nghệ của trung tâm gia công và phù hợp với thương mại thì ngay trong quá trình thiết kế người ta đã thiết kế nó dưới dạng các môđun độc lập, hệ thống điều khiển là hệ thống mở. Khi cần mở rộng trục chuyển động nào đó người ta chỉ cần lắp thêm môđun vào trung tâm gia công và

như vậy số trục điều khiển máy tăng lên, ví dụ trung tâm phay cần tăng thêm trục quay để máy có khả năng gia công các mặt nghiêng, lỗ nghiêng và các biên dạng cam phức tạp. Trung tâm gia công nằm trục với ba trục tịnh tiến và hai trục quay chỉ ra trên hình 11.5.



Hình 11.5. Trung tâm gia công CNC nằm trục với bốn đầu phay.

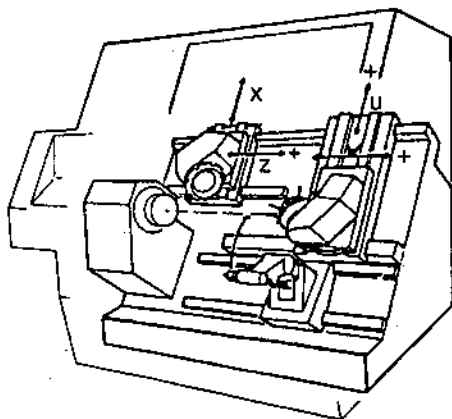
11.5.2. Máy tiện CNC (Turning Machines)

Cấu trúc cơ bản của máy tiện CNC là trục chính thường bố trí nằm ngang hoặc thẳng đứng, bàn máy có thể bố trí trên mặt phẳng nằm ngang hoặc trên mặt phẳng nghiêng. Kẹp phôi bằng mâm cặp hoặc bằng đầu chống tâm có khía nhám để truyền momen xoắn.

Máy tiện có thể có nhiều trục chính, một hoặc nhiều bàn xe dao và đầu Revolve (hình 11.6). Máy tiện CNC có khả năng công nghệ rộng như: tiện tròn, tiện ren, khoan, khoét, doa, khoan tâm, cắt đứt, tiện mặt đầu, phay v.v...

Máy tiện CNC được xây dựng trên cơ sở của các cụm cơ bản sau:

1- Ụ trước mang trục chính, làm nhiệm vụ tạo tốc độ cắt gọt. Trục chính thường được dẫn động bởi động cơ một chiều điều khiển servo có khả năng điều khiển tốc độ vô cấp. Tốc độ động cơ thực hiện theo chương trình NC của máy.



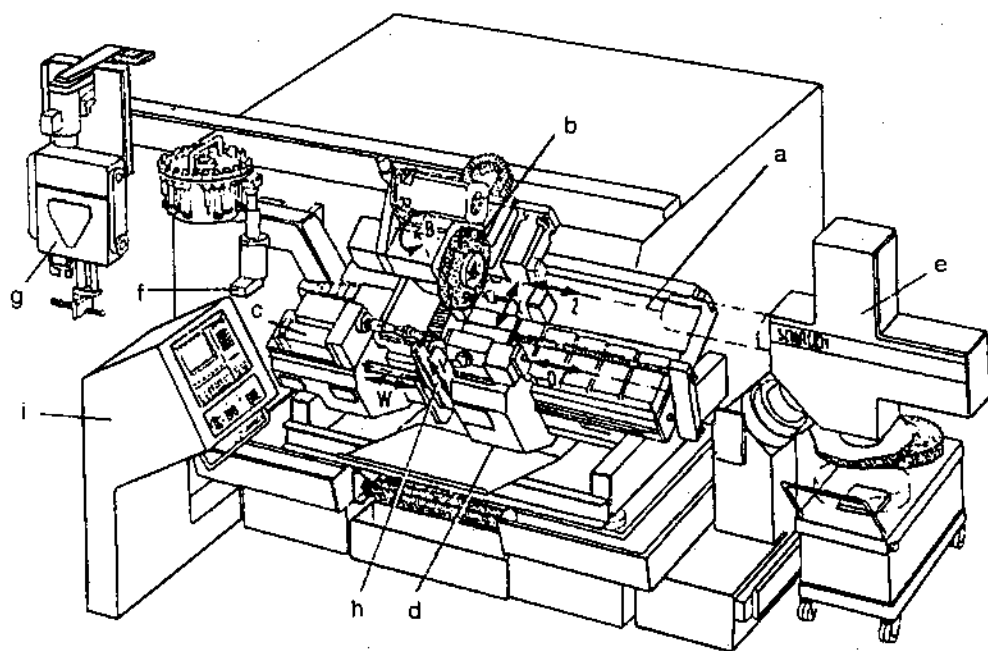
Hình 11.6. Máy tiện CNC.

2- Ụ sau bố trí đối diện với ụ trước. Chuyển động ụ sau thực hiện theo chương trình điều khiển. Ụ sau có chuyển động lùi về phía giá dụng cụ để thực hiện thay dụng cụ. Chức năng ụ sau có thể xem như là một đầu Revolve (turret) lưu trữ dụng cụ.

3- Giá dụng cụ có kết cấu đa dạng nhưng phải đảm bảo thay dụng cụ dễ dàng và nhanh chóng. Khi thay dụng cụ, giá dụng cụ chuyển động đến vị trí xác định để thực hiện quá trình này. Tùy theo mức độ tự động hoá mà máy bố trí thêm ổ tích phôi và thay phôi tự động.

11.5.3. Máy mài CNC (Grinding Machines)

Máy mài CNC cũng được phân ra thành các loại khác nhau, tùy thuộc vào công nghệ của chúng. Máy mài có các loại: máy mài phẳng, máy mài tròn ngoài, máy mài răng, máy mài định hình. Máy mài thường có số trục từ 2 đến 9. Công nghệ mài đòi hỏi độ chính xác, độ bóng bề mặt cao. Vì vậy, độ chính xác của máy mài CNC cao hơn so với các máy CNC khác. Do đó, hệ thống điều khiển của nó phải đảm bảo dịch chuyển bàn máy êm, lượng dịch chuyển nhỏ và chính xác hơn nhiều so với các máy khác. Để đạt được độ bóng cao, tốc độ cắt của máy mài cũng rất cao, khoảng vài chục nghìn vòng/ph và lượng tiến dao vào cắt của đá thông thường vào khoảng 0,002mm/ph đến 6mm/ph. Hình 11.7 là một loại máy mài CNC thường gặp.



Hình 11.7. Máy mài CNC.

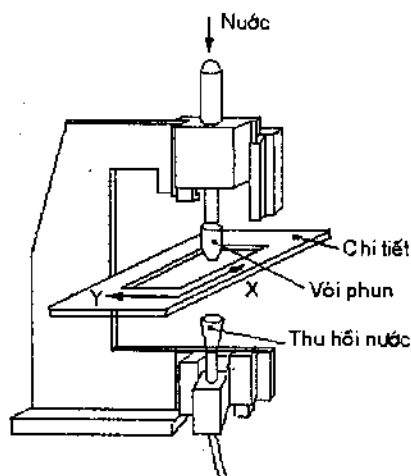
11.5.4. Máy cắt bằng tia nước (Water – Jet Cutting)

Máy cắt mà dụng cụ cắt là tia nước có áp lực cao được gọi là máy cắt bằng tia nước. Công nghệ cắt bằng tia nước cũng mới xuất hiện nhưng nó đã nhanh

chống được ứng dụng rộng rãi trong sản xuất. Các trục chuyển động của máy cắt bằng tia nước được thực hiện nhờ hệ thống điều khiển số gọi là máy cắt bằng tia nước CNC. Phương pháp gia công này là một hướng phát triển công nghệ gia công nhằm nâng cao năng suất và chất lượng. Sơ đồ nguyên lý máy cắt bằng tia nước chỉ ra trên hình 11.8.

Đặc điểm của máy là có thiết bị tạo áp suất cao cho nước và vòi phun. Máy cắt bằng tia nước có thể gia công các chi tiết dạng tấm. Vật liệu gia công là tấm plastic, giấy, thép và các vật liệu tấm khác. Chiều dày của tấm tối $1,2 \div 80\text{mm}$. Tốc độ cắt từ 76mm/ph đến 1000mm/ph , áp suất nước từ 4000bar đến 9000bar và đường kính tia nước có thể đạt $0,1\text{mm}$.

Gia công bằng tia nước có vết cắt mịn, trong quá trình gia công không cần làm mát và đặc biệt là không xuất hiện hiện tượng mòn dụng cụ cắt. Vì vậy trong hệ thống điều khiển không cần tính năng bù lượng mòn của dụng cụ cắt. Chiều rộng mạch cắt khoảng từ $0,1\text{mm}$ đến $0,3\text{mm}$ tùy thuộc vào kích thước lỗ phun.



Hình 11.8. Sơ đồ máy CNC dùng tia nước.

11.6. CÁC THÀNH PHẦN CƠ BẢN CỦA MÁY CNC

Máy điều khiển số có thể chia thành ba nhóm cơ bản. Nhóm thứ nhất là hệ thống điều khiển, nhóm thứ hai là thiết bị cơ khí, nhóm thứ ba là các thiết bị phụ.

11.6.1. Hệ thống điều khiển NC/CNC

Hệ điều khiển CNC là nhóm cơ bản của máy, nó có các nhiệm vụ sau:

1. Tổ chức số liệu vào là chức năng nhận số liệu và lưu trữ, số liệu vào là số liệu biểu diễn đường chuyển động của dụng cụ cắt và điều kiện gia công của sản phẩm.

2. Xử lý số liệu là chức năng mã hoá các số liệu sang số nhị phân và các số liệu này được lưu trữ trong thanh ghi đệm. Số liệu được đưa tới bộ xử lý trung tâm CPU (Central Processor Unit) tính toán chiều dài đường chuyển động dụng cụ, tốc độ chạy dao, tốc độ trục chính, xác định vị trí ban đầu của dụng cụ, đồng thời các số liệu đưa vào cũng có lệnh yêu cầu đóng cắt động cơ làm mát chi tiết gia công. Sau khi xử lý các số liệu sẵn sàng đưa tới hệ dẫn động các trục.

3. Số liệu ra là chức năng đưa các số liệu đã được xử lý từ cụm xử lý tới mạch điều khiển secvô, nó xử lý và sinh ra tín hiệu để điều khiển động cơ. Trước khi đưa tới động cơ, tín hiệu phải qua mạch khuếch đại.

4. Nối ghép máy I/O (Input/Output) là chức năng thực hiện các số liệu yêu cầu điều khiển trực chính, đóng cắt động cơ làm mát và các yêu cầu khác như dừng khẩn cấp, khởi động chu trình.

Để thực hiện nhiệm vụ trên hệ điều khiển CNC cần có các cụm sau:

- CPU (Central Processor Unit)
- Bộ nhớ
- Nối ghép
- Điều khiển secvô
- Điều khiển trực chính
- Điều khiển chương trình máy (điều khiển trình tự)

11.6.2. Màn hình điều khiển

Màn hình là thiết bị phụ trợ để người điều khiển dễ dàng tiếp cận với thông tin điều khiển máy. Màn hình máy điều khiển số thường có kích thước 9 inch hoặc 14 inch. Trên màn hình có thể thấy được chương trình đang làm việc, dụng cụ, điểm xác định vị trí ban đầu dụng cụ, vị trí máy, báo lỗi điều khiển, lỗi chương trình.

Máy CNC cài đặt phần mềm graphic mô phỏng đường chuyển động của dụng cụ. Mô phỏng đường chuyển động dụng cụ có thể thực hiện trước gia công hoặc ngay trong quá trình gia công.

11.6.3. Thiết bị chuyển đổi năng lượng thành cơ năng

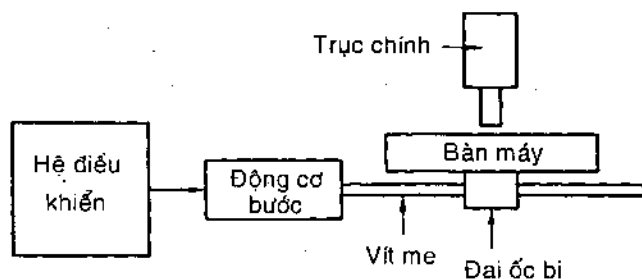
11.6.3.1. Thiết bị thủy lực

Nhiều máy CNC có hệ thống dẫn động bàn máy là thiết bị thủy lực. Bơm dầu cung cấp dầu áp lực cho van secvô. Van secvô đưa dầu tới động cơ thủy lực làm quay trục động cơ. Chuyển động từ trục động cơ truyền tới vít me – đai ốc bi làm bàn máy chuyển động.

11.6.3.2. Thiết bị điện

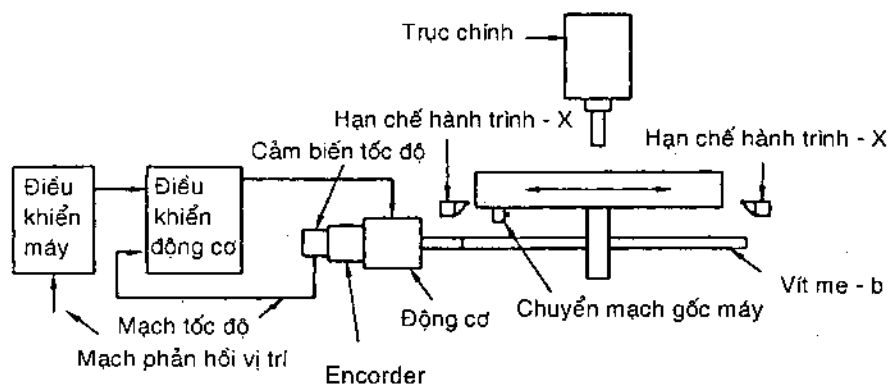
Động cơ bước là một động cơ điện có đặc tính mỗi xung cấp cho động cơ làm nó quay đi một bước góc. Chuyển động của động cơ truyền tới trục vít me – đai ốc bi làm bàn máy chuyển động. Động cơ bước dùng trong hệ dẫn động không có phản hồi (mạch điều khiển hở) như chỉ ra trên hình 11.9. Hệ điều khiển dùng động cơ bước đơn giản, giá thành thấp, độ chính xác có thể đạt tới 0,001mm.

Động cơ secvô dùng trong hệ thống dẫn động bàn máy với cấu trúc điều khiển phản hồi (hệ điều khiển kín). Nó được điều khiển về tốc độ và vị trí với độ chính xác cao.



Hình 11.9. Sơ đồ cấu trúc điều khiển mạch hở.

+ Mạch tốc độ bao gồm thiết bị điều khiển, động cơ và cảm biến đo tốc độ. Thiết bị điều khiển là một thiết bị nhận lệnh tốc độ từ hệ điều khiển CNC. Ví dụ nếu chương trình gọi máy chạy theo chiều kim đồng hồ với tốc độ 1000 vòng/phút, hệ CNC phải đưa ra điện áp tương ứng là 3,5 vôn chuyển đến thiết bị điều khiển. Điện áp ra từ hệ điều khiển động cơ thường là rất nhỏ không đủ công suất cho động cơ. Vì vậy trước khi đưa tới động cơ, tín hiệu điều khiển được đưa qua khuếch đại để đạt được điện áp và dòng yêu cầu. Để đo tốc độ đuôi động cơ gắn đồng trục với rôto của cảm biến tốc độ. Cảm biến tốc độ là một máy phát điện. Tốc độ quay của rôto tỷ lệ với điện áp ra của cảm biến. Điện áp đưa ra từ cảm biến tốc độ là điện áp phản hồi. Trong thiết bị điều khiển động cơ người ta bố trí mạch so sánh, mạch làm nhiệm vụ so sánh điện áp đưa ra từ hệ CNC với điện áp phản hồi lấy từ cảm biến tốc độ. So sánh điện áp từ CNC tới và điện áp phản hồi từ cảm biến tốc độ, kết quả so sánh là tín hiệu đưa vào điều khiển lại động cơ. Hình 11.10 là cấu trúc của mạch kín.



Hình 11.10. Sơ đồ cấu trúc điều khiển mạch kín.

+ Mạch vị trí là mạch phản hồi với thiết bị phản hồi là Encoder hoặc Resolver. Encoder là một đĩa có hai hàng rãnh cách đều nhau nằm trên các đường tròn đồng tâm. Số lượng rãnh trên hàng rãnh tùy thuộc vào khả năng công nghệ. Số rãnh hàng rãnh thứ nhất có tới 1000 rãnh, hàng thứ hai cũng có tới 1000 rãnh. Đối diện qua đĩa lỗ tương ứng với các hàng rãnh một bên người

ta gắn thiết bị phát (photocel) và bên kia người ta gắn thiết bị thu. Mỗi lần ánh sáng chiếu qua rãnh tới thiết bị thu, xuất hiện một xung và xung đó được gửi tới CNC. Cứ 1000 xung gửi tới hệ CNC, hệ CNC biết được động cơ đã quay một vòng. Tính số xung có thể biết được chính xác vị trí của trục.

Hàng rãnh thứ hai bố trí không trùng với hàng rãnh thứ nhất. Hàng rãnh thứ hai làm nhiệm vụ xác định xung đầu và xung cuối của xung trên rãnh thứ nhất.

Với công nghệ hiện nay người ta đã sản xuất được Encorder có số rãnh 4000 rãnh.

11.6.4. Đưa máy về toạ độ gốc

Khi máy mới khởi động, hệ điều khiển chưa nhận biết được vị trí của máy, vì vậy máy cần phải đưa các trục về điểm mà nó đã được xác định từ trước đó là gốc máy. Hãy xem xét những gì xảy ra khi máy thực hiện về toạ độ gốc. Để thực hiện điều khiển bàn máy về điểm gốc, thiết bị cần có mạch điều khiển vị trí và chuyển mạch hạn chế hành trình như chỉ ra trên hình 11.10. Chú ý rằng trên bàn máy gắn ba chuyển mạch tiếp xúc hoặc không tiếp xúc, hai chuyển mạch làm nhiệm vụ hạn chế hành trình chiều dương và chiều âm chuyển động, nhằm đảm bảo bàn máy không vượt quá giới hạn cho phép và một chuyển mạch dùng định vị điểm gốc máy. Công tác chuyển mạch chỉ là thiết bị định vị toạ độ gốc máy sơ bộ. Quá trình xác định điểm gốc máy xảy ra khi có lệnh từ hệ điều khiển CNC đưa tới, bàn máy thực hiện chuyển động chậm về hướng điểm gốc máy. Khi bàn máy tác động lên chuyển mạch làm mạch đóng, đó chính là tín hiệu, tín hiệu này được gửi tới hệ điều khiển CNC báo rằng chuyển mạch đã được đóng. Hệ điều khiển CNC gửi tới động cơ lệnh quay ngược với tốc độ chậm cho đến khi hệ CNC nhận được xung định vị điểm gốc của Encorder gửi tới và lúc đó quá trình về vị trí điểm gốc máy kết thúc. Lúc này máy biết chính xác vị trí của mình trên mỗi trục. Chuyển mạch định vị gốc máy đóng cũng là điều kiện khẳng định rằng Encorder đang quay phải.

Để đảm bảo an toàn thêm cho máy người ta dùng khống chế hành trình nhờ phần mềm, phần mềm được lưu trữ trong máy. Ví dụ, giới hạn hành trình là 300mm cho trục X. Nếu trục X vượt quá 300mm, hệ điều khiển CNC ra lệnh dừng động cơ và đưa ra lệnh thông báo lỗi (màn hình điều khiển xuất hiện dòng chữ vượt quá hành trình). Giới hạn bằng phần mềm thường có tác dụng trước hạn chế hành trình bằng chuyển mạch và có thể xem nó như là quá trình kiểm tra sơ bộ vượt quá hành trình chuyển động bàn máy.

11.7. CÁC LỆNH CƠ BẢN CỦA CHƯƠNG TRÌNH

11.7.1. Địa chỉ là chữ

Để điều khiển máy người ta sử dụng một số chữ cái tiếng Anh làm địa chỉ lệnh. Địa chỉ lệnh có thể phân thành tám kiểu sau:

1. Số trình tự (N)
2. Chức năng chuẩn bị (G)
3. Địa chỉ kích thước (từ) (X, Y và Z)
4. Địa chỉ tâm của các cung tròn (từ) (I, J và K)
5. Chức năng điều khiển tốc độ trục chính (S)
6. Chức năng thay dụng cụ (T)
7. Chức năng điều khiển lượng chạy dao (F)
8. Chức năng phụ (M)

Ngoài ra hai chữ H và D là hai địa chỉ chữ dùng để lưu trữ thông số về dụng cụ (offset) như chiều dài, đường kính dụng cụ.

1. Số thứ tự (N)

Số thứ tự là số nguyên dương, bắt đầu từ địa chỉ chữ N dùng để định vị trí cho mỗi khối và liên hệ với cả chương trình. Số thứ tự là từ (từ bao gồm địa chỉ chữ và sau là các số) đầu tiên trong một khối của cấu trúc chương trình. Thông thường số thứ tự gồm ba số từ N001 đến N999. Bằng các giải pháp khác, một số máy CNC trong chương trình không cần dùng từ thứ tự.

2. Chức năng chuẩn bị

Chức năng chuẩn bị được thiết kế với địa chỉ mã G và sau là hai số để đặc trưng cho kiểu điều khiển. Chú ý rằng mã G ở các dạng máy khác nhau ý nghĩa cũng có điểm khác nhau, ví dụ mã G trong máy tiện và máy phay.

1. Mã G trong máy phay:

- G00 – Chạy nhanh đến vị trí gia công
- G01, G02, G03 – Nội suy
- G17, G18, G19 – Lựa chọn mặt phẳng
- G40, G41, G42 – Bù sai số dụng cụ
- G43 đến G49 – Hiệu chỉnh dụng cụ (offset tool)
- G20, G21 hoặc G70, G71 – Vào đơn vị đo
- G90, G91 – Hệ vị trí tuyệt đối, tương đối
- G80 đến G89 – Chu trình

2. Mã G trong máy tiện:

- G00 – Chạy nhanh đến vị trí gia công
- G01, G02, G03 – Nội suy
- G40, G41, G42 – Bù đường kính mũi dao

3. Các chu trình cố định:

- G32, G34, G76, G92 – Chu trình cắt ren
- G71 – Chu trình tiện
- G74 – Chu trình khoan

G90,G94 – Chu trình cắt

4. Các mã G khác được bổ sung trong các phần tiếp theo.

3. Mã kích thước (X, Y và Z)

Ba kích thước X, Y và Z dùng để xác định điểm cuối cùng của chuyển động. Chúng là khoảng cách dịch chuyển tương ứng với các trục chuyển động. Trong trường hợp chuyển động quay tương ứng với mã kích thước A, B và C hoặc D và E. Nếu máy có số trục lớn hơn ba có thêm mã kích thước thứ hai U, V và W. Sau mã kích thước là tám ký tự.

4. Mã tâm đường tròn (I, J và K)

Mã I, J và K dùng để đặc trưng cho tâm đường tròn, cung tròn liên hệ với mã kích thước X, Y và Z. Thường lệnh này dùng với lệnh nội suy cung tròn G02 và G03. I, J và K là khoảng cách từ điểm bắt đầu cung tròn với tâm cung tròn trong hệ trục X, Y và Z.

5. Chức năng tốc độ (S)

Tốc độ trục chính được mã hoá bởi chữ S và tiếp sau là hai hoặc năm số đặc trưng cho tốc độ trục chính tính theo vòng trên phút. Ví dụ, S2000 có nghĩa là lựa chọn tốc độ trục chính 2000 vòng trên phút.

6. Chức năng dụng cụ (T)

Chức năng dụng cụ được gọi là chức năng T, dùng để lựa chọn dụng cụ. Nó thường dùng với lệnh thay dụng cụ (M6). Chức năng T cần có số mã đặc trưng cho dụng cụ để có thể tự động lựa chọn và thay dụng cụ, ví dụ (T02), 02 là dụng cụ thứ hai. Tiếp theo mã T có hai, bốn, tám số để xác định vị trí trong giá lưu trữ dụng cụ.

7. Chức năng chạy dao (F)

Chức năng chạy dao dùng địa chỉ F, tiếp theo là giá trị lượng chạy dao. Đơn vị đo lượng chạy dao có thể là milimet trên phút hoặc inch trên phút cho máy phay hoặc máy khoan và milimet trên vòng hoặc inch trên vòng cho máy tiện. Mã G94 đặc trưng cho lượng chạy dao với đơn vị đo inch trên phút hoặc milimet trên phút. Và mã G95 chỉ ra lượng chạy dao đo theo inch trên vòng hoặc milimet trên vòng.

8. Chức năng phụ (M)

Chức năng phụ dùng địa chỉ M tiếp sau là hai số hình thành chức năng phụ cần thiết cho máy. Ví dụ, dừng chương trình (M30), đóng cắt làm mát chi tiết, thay dụng cụ và các nhiệm vụ khác. Phần lớn hệ điều khiển CNC có các chức năng phụ sau:

M00 – Dừng chương trình. Lệnh M00 là lệnh dừng thực hiện chương trình. Để khởi động, hoạt động lại chương trình phải ấn nút khởi động (Start).

M01 – Dừng có lựa chọn. Lệnh này chỉ thực hiện khi chuyển mạch Optional Stop đóng mạch (On). Chức năng này giống như chức năng M00 nhưng chỉ khác là nó không thực hiện khi chuyển mạch Optional Stop hở mạch.

M02 – Kết thúc chương trình. Lệnh này chỉ thị cho máy dừng ngay sau khi hoàn thành xong khối lệnh có chứa lệnh M02. Thông thường lệnh M02 nằm ở cuối khối lệnh của chương trình. Tín hiệu khởi động lại chương trình được thực hiện nhờ nút ấn khởi động tự động.

M03 – Chiều quay trục chính. Lệnh này chỉ thị cho máy chọn chiều quay trục chính thuận theo kim đồng hồ. Nó thường dùng với chức năng chạy dao (S).

M04 – Lệnh này lựa chọn trục chính quay ngược chiều kim đồng hồ.

M05 – Lệnh dừng trục chính.

M06 – Lệnh đổi dao. Đây là lệnh đổi dao bằng tay hoặc tự động. Lệnh này không phải là lệnh lựa chọn dụng cụ. Nó thường đi cùng với lệnh (T). Khi có lệnh đổi dao, trục chính dừng và chuyển động về điểm gốc máy ứng với trục Z, sau đó việc đổi dao xảy ra bình thường.

M08 – Bật làm mát chi tiết gia công; M09 – Tắt làm mát chi tiết gia công;

M10 – Tự động kẹp chi tiết, trục chính; M30 – Dừng chương trình.

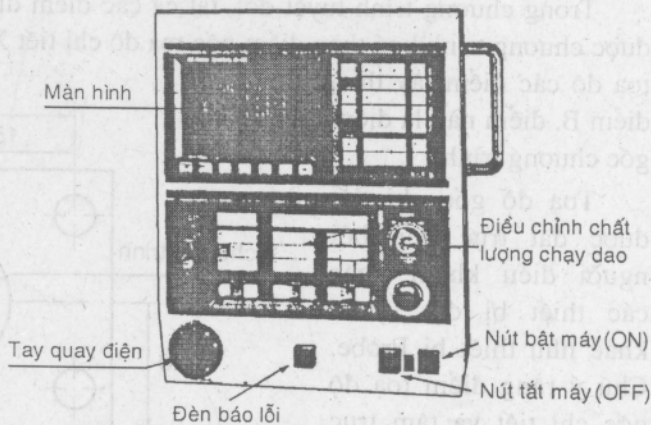
11.8. TRUNG TÂM GIA CÔNG

11.8.1. Đặc trưng điều khiển trung tâm gia công

Điều khiển trung tâm gia công cần phải hiểu chức năng điều khiển máy. Chức năng điều khiển máy có thể chia hai vùng, điều khiển bằng tay và điều khiển theo chương trình. Chức năng điều khiển bằng tay là các phím hoặc chuyển mạch dùng để điều khiển máy.

Một kiểu bàn điều khiển chỉ rõ trên hình 11.11.

– Nút ấn dừng khẩn cấp là nút ấn quan trọng trong hệ điều khiển máy. Nó làm nhiệm vụ dừng khẩn cấp khi máy xảy ra sự cố. Vì vậy nút ấn này thường bố trí ở vị trí thao tác thuận lợi và màu đỏ của nút ấn làm cho người điều khiển máy dễ phát hiện, trên nút ghi chữ “Dừng” (Stop).



Hình 11.11. Bàn điều khiển trung tâm gia công CT1.

– Chuyển động các trục bằng tay trên các trung tâm gia công người ta sử dụng tay quay phát xung và các nút ấn lựa chọn trục chuyển động. Ví dụ, để chuyển động bằng tay trục X theo chiều dương, trước hết lựa chọn chế độ dịch chuyển bằng tay (phím jog) sau đó bấm nút +X và quay tay quay phát xung. Tốc độ bàn máy chuyển động bằng tay tùy thuộc vào tốc độ quay của tay quay phát xung.

– Trong nhiều trường hợp cần thay đổi lượng chạy dao, ví dụ, khi điều chỉnh máy, chạy kiểm tra chương trình (Dry run), trên máy bố trí chuyển mạch để thay đổi lượng chạy dao bằng tay (traverse feed override switch).

– Chuyển mạch bật tắt máy.

– Máy trang bị phím mềm điều khiển chức năng hiển thị chương trình, tọa độ hiện thời của các trục, tọa độ tuyệt đối, tương đối và các chức năng khác.

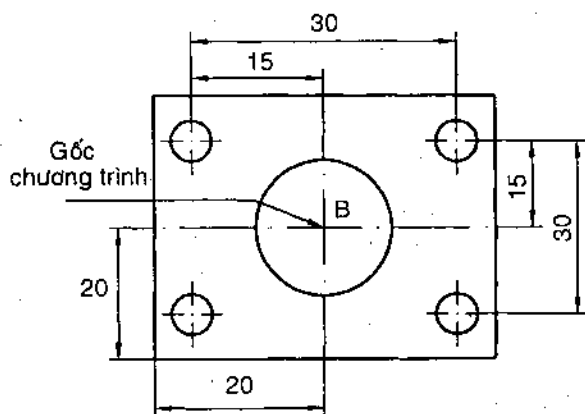
– Đưa các trục về điểm gốc (home) là chế độ mà tất cả các trục cùng chuyển động về vị trí gốc máy. Chế độ này dùng khi người điều khiển muốn bắt đầu chương trình của mình từ điểm gốc máy hoặc khi dừng làm việc. Trước khi tắt máy đưa máy về vị trí gốc máy, điều đó sẽ nhanh chóng và dễ dàng xác định lại vị trí gốc máy khi khởi động máy. Điểm gốc máy là rất quan trọng vì điểm này là điểm gốc để xác định các điểm gốc chương trình và gốc tọa độ chi tiết.

11.8.2. Đặt tọa độ gốc chi tiết (Workpiece Coordinate Setting)

Đặt tọa độ gốc chi tiết thực chất là đặt hệ tọa độ gắn với chi tiết mà hệ tọa độ này là hệ tọa độ chuyển đổi hệ tọa độ máy. Tọa độ gốc chi tiết hoặc điểm gốc chương trình là điểm mà từ điểm này xác định tất cả các điểm khác trong chương trình. Ví dụ, chi tiết cần gia công chỉ ra trên bản vẽ (hình 11.12). Nhìn vào bản vẽ, gốc kích thước nằm phía dưới bên trái, điểm có thể nhận là điểm gốc chi tiết để xác định tọa độ các điểm khác trên chi tiết.

Trong chương trình tuyệt đối, tất cả các điểm đích chuyển động dụng cụ sẽ được chương trình hoá theo điểm gốc tọa độ chi tiết X0, Y0 và Z0 (điểm A). Nếu tọa độ các điểm lấy theo điểm B, điểm này là điểm gốc chương trình.

Tọa độ gốc chi tiết được đặt trực tiếp bởi người điều khiển hoặc các thiết bị đặt vị trí khác như thiết bị Probe. Chú ý rằng điểm tọa độ gốc chi tiết và tâm trục chính là trùng nhau, vì vậy người điều khiển



Hình 11.12. Điểm gốc chi tiết và điểm gốc chương trình.

máy phải đo đường kính dụng cụ để đưa vào bảng ghi kích thước đường kính dụng cụ (bảng offset). Ví dụ, đặt tọa độ gốc chi tiết trên trung tâm gia công TC1 với hệ điều khiển Funuc được tiến hành như sau: chuyển chế độ đo từ tuyệt đối sang tương đối nhờ phím mềm "REL", dùng tay quay phát xung đưa dụng cụ chạm vào chi tiết trên trục X và ấn nút chức năng "CAN", máy nhận tọa độ này là tọa độ gốc chi tiết X0. Tương tự như thế với trục Y ta có Y0. Ấn tiếp phím "REL", màn hình điều khiển xuất hiện kích thước tọa độ tuyệt đối (tọa độ máy) của điểm chọn làm điểm gốc chi tiết. Các tọa độ này được nhập vào bảng ghi tọa độ gốc chi tiết tương ứng với các lệnh G54, G55 đến G59. Thông thường các trung tâm gia công cài đặt chương trình viết theo tham số để chuyển tọa độ tuyệt đối của máy vào hệ tọa độ chi tiết.

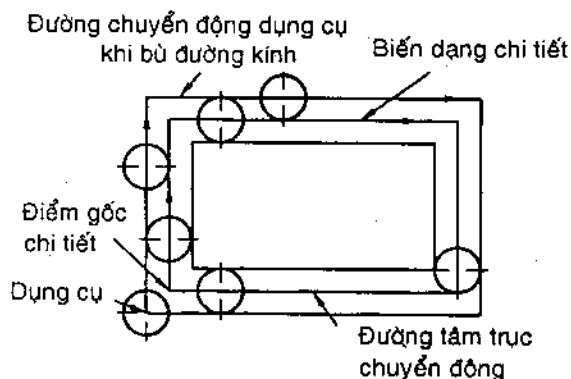
11.8.3. Hiệu chỉnh dài và đường kính dụng cụ

1. Hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ (Tool length offset)

Trong chương trình gia công có thể dùng nhiều dụng cụ, chiều dài đo dụng cụ (chiều dài đo là chiều dài từ điểm chuẩn trên giá kẹp dụng cụ đến đỉnh cắt dụng cụ, hình 11.13a) cũng khác nhau. Khoảng cách từ đỉnh dụng cụ ở vị trí gốc máy tới điểm gốc chi tiết (tọa độ Z0) được gọi là khoảng cách hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ (tool length offset) chỉ ra trên hình 11.13b. Để có thể điều khiển được các dụng cụ có chiều dài hiệu chỉnh khác nhau, trong hệ điều khiển dành một vùng đặc biệt có chức năng lưu trữ giá trị hiệu chỉnh chiều dài của từng dụng cụ. Khoảng cách hiệu chỉnh được lưu trữ trong bảng mà chương trình có thể tiếp cận được nhờ dùng lệnh chuẩn bị G hoặc lệnh dụng cụ. Trung tâm gia công phay dùng hệ điều khiển Funuc sử dụng lệnh G43. Lệnh G43 gọi điều khiển hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ trục Z, địa chỉ H và hai số sau H gọi điều khiển tìm thanh ghi, trong đó có ghi giá trị hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ. Ví dụ, câu lệnh gọi hiệu chỉnh dụng cụ được viết:

N0010 G43 H10

Trong một số trung tâm gia công (ví dụ, Mazatrol), giá trị hiệu chỉnh được gọi cùng với số dụng cụ. Ví dụ, chương trình gọi dụng cụ số 10, hệ điều khiển tự động tìm đến bảng lưu trữ dụng cụ và dụng cụ này có chiều dài hiệu chỉnh đã được ghi cùng bảng với dụng cụ số 10.

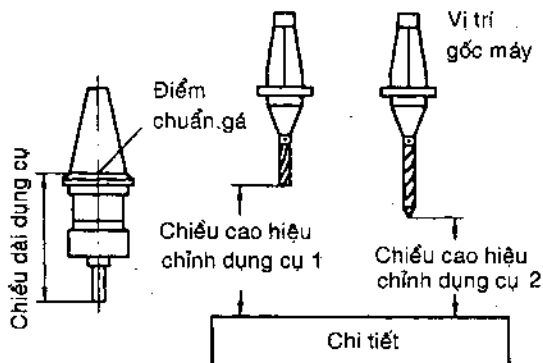


Hình 11.13. Bù chiều dài dụng cụ.

2. Hiệu chỉnh đường kính dụng cụ (Tool diameter offset)

Để điều khiển cắt chính xác biên dạng chi tiết, hệ điều khiển điều khiển tâm trục chính chuyển động trùng với đường biên dạng chi tiết gia công.

Vì vậy kích thước chi tiết sẽ nhỏ hơn một nửa đường kính dụng cụ cắt. Hình 11.14 chỉ ra đường chuyển động dụng cụ của hệ thống điều khiển khi có lệnh hiệu chỉnh đường kính (tool diameter offset) và không có lệnh hiệu chỉnh đường kính.



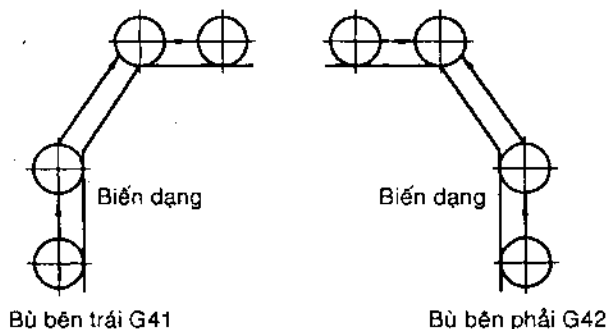
Hình 11.14. Đường dẫn dụng cụ khi chưa có lệnh hiệu chỉnh đường kính.

Giá trị hiệu chỉnh đường kính cũng được lưu trữ trong thư mục hiệu chỉnh đường kính và khi có lệnh hiệu chỉnh đường kính, đường dẫn dụng cụ tự động hình thành trên cơ sở đường kính dụng cụ. Hiệu chỉnh đường kính có thể sang trái hoặc sang phải biên dạng chi tiết gia công. Hướng hiệu chỉnh đường kính được điều khiển bằng lệnh G. Hiệu chỉnh bên trái dùng lệnh G41, bên phải dùng lệnh G42. Khi dùng lệnh hiệu chỉnh đường kính cần phải gọi hệ điều khiển. Hệ điều khiển tìm đến bảng có ghi giá trị hiệu chỉnh đường kính tương ứng.

Hệ Funuc câu lệnh gọi hiệu chỉnh đường kính dụng cụ có dạng:

N0030 G41 D12;

Để hiệu chỉnh đường kính, máy cần có chuyển động phụ, chuyển động này phải thực hiện trước khi vào cắt. Lệnh G40 là lệnh ngừng hiệu chỉnh đường kính. Chuyển động theo lệnh G40 là chuyển động phụ sau khi gia công xong. Lệnh hiệu chỉnh đường kính là đặc trưng của hệ điều khiển trung tâm phay. Hình 11.15 là dạng chương trình có sử dụng lệnh hiệu chỉnh đường kính và hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ.



Hình 11.15. Hiệu chỉnh đường kính bên phải và bên trái dụng cụ.

N0010 G70 G90; (Chương trình tuyệt đối và đơn vị tính theo inch)

N0020 M06 T02; (Đổi dụng cụ, dụng cụ số 2)

N0030 G54 X-10.250 Y-8.750 Z-7.525; (Đặt gốc tọa độ chi tiết)

N0040 M03 S800; (Khởi động trục chính theo chiều kim đồng hồ, tốc độ 800 vòng trên phút)

N0050 G00 X-1.00 Y-1.00; (Chạy nhanh tới vị trí 1 bên trái của biên dạng chi tiết)

N0060 G43 Z 0.10 H01; (Chạy nhanh tới điểm cách điểm Z0 là 0.10 inch)

N0070 G01 Z-0.50 F5.0; (Xuống cắt với chiều sâu cắt 0.5 inch, tốc độ chạy dao 5 inch/ph)

N0080 G41 D2 X0.0 Y0.0; (Hiệu chỉnh đường kính phía trái với giá trị hiệu chỉnh đường kính ghi trong bảng tương ứng với dụng cụ D2, chạy gia công đến điểm 2)

N0090 G01 Y3.00; (Chạy gia công đến điểm 3)

N0100 G01 X4.00; (Chạy gia công đến điểm 4)

N0110 G01 Y-0.25; (Chạy gia công đến điểm 5)

N0120 G40 Y-1.00; (Điểm dừng bù đường kính điểm 6)

N0130 G00 Z0.100; (Đưa dụng cụ cách mặt gia công 0.1 inch)

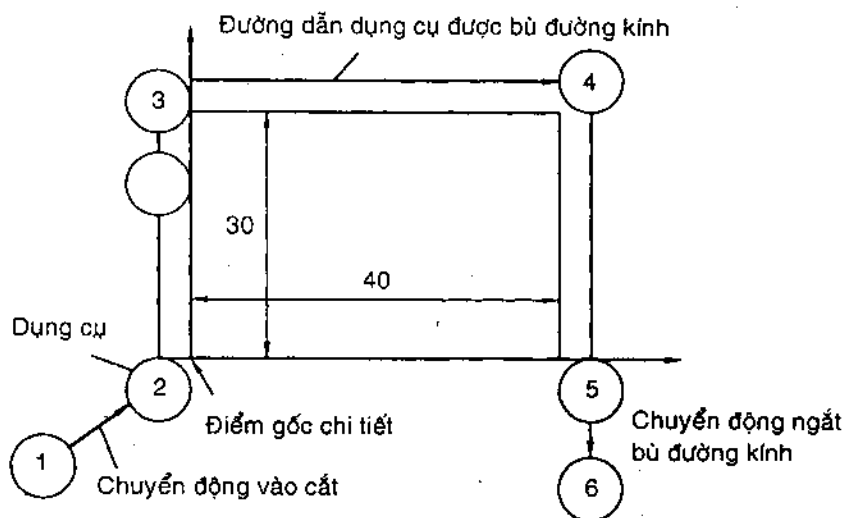
N0140 M09; (Dừng làm mát)

N0150 M05; (Dừng trục chính)

N0160 G28 X0,Y0,Z0; (Các trục quay về gốc máy)

N0150 M06 T0; (Cắt dụng cụ lên giá và để trục chính không có dụng cụ)

N0160 M30; (Dừng chương trình)



Hình 11.16. Chương trình dùng lệnh hiệu chỉnh đường kính và chiều dài dụng cụ.

11.8.4. Nội suy đường thẳng và cung tròn (Linear and Circular Interpolation)

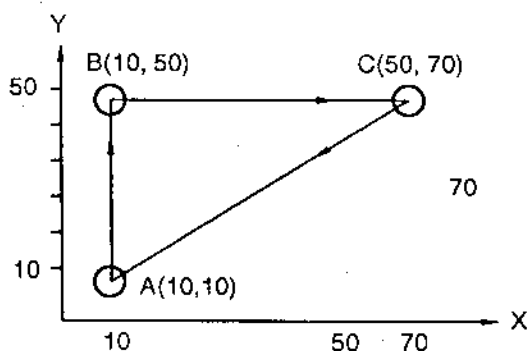
1. Nội suy đường thẳng

Lệnh G01 nội suy đường thẳng chuyển động dụng cụ trên đường thẳng đến điểm được xác định trước với lượng chạy dao cho trong chương trình. Lượng chạy dao được đưa tới hệ điều khiển thông qua lệnh F. Trong trung tâm gia công lượng chạy dao được tính theo đơn vị milimét trên phút hoặc inch trên phút. Lượng chạy dao trên máy tiện được tính theo đơn vị milimét trên vòng hoặc inch trên vòng. Để thực hiện nội suy đường thẳng trên trung tâm gia công, chương trình có dạng:

G01 X100 F20;

Câu lệnh này dụng cụ thực hiện chuyển động thẳng song song với trục X tới điểm có tọa độ 100mm với lượng chạy dao 20mm/ph.

Đường thẳng nội suy cũng có thể là đường nghiêng với hệ trục tọa độ một góc nào đó. Trong trường hợp này, hệ điều khiển phải có khả năng điều khiển đồng bộ cả hai trục, vì vậy chuyển động trên các trục sẽ khác nhau (hình 11.17).



Hình 11.17. Ví dụ về chương trình với lệnh G01.

Nếu dụng cụ chuyển động trên một loạt đường thẳng liên tiếp, người lập trình mong muốn cùng một lượng chạy dao, trên khối lệnh trong chương trình chỉ cần hàng đầu tiên của khối ghi lệnh chạy dao và các dòng lệnh tiếp theo không cần ghi. Câu lệnh chung cho chuyển động dụng cụ trên đường thẳng có dạng:

G01 XxYyZzFf;

trong đó: x – tọa độ điểm đến trên trục X; y – tọa độ điểm đến trên trục Y; z – tọa độ điểm đến trên trục Z; f – lượng chạy dao.

Ví dụ: Giả thiết rằng ta cần chuyển động nhanh dụng cụ đến từ gốc 0 đến điểm A sau đó gia công từ A đến B, C và đến A như trên hình 11.16. Với mục đích này chương trình NC như sau:

N05 G90; (Hệ tọa độ tuyệt đối)

N10 G00 X10 Y10; (Chạy nhanh tới điểm A(10,10))

N15 G01 X50 F75; (Nội suy đường thẳng, gia công đến điểm B(1,50))

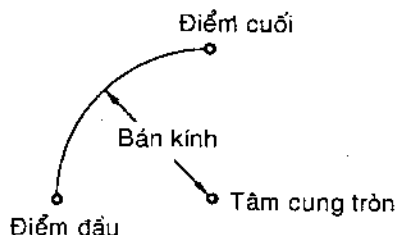
N20 X70; (Nội suy đường thẳng, gia công đến điểm C(70,50))

N25 X10Y10; (Gia công đến điểm A(10,10)).

2. Nội suy cung tròn

Nếu máy CNC chỉ có khả năng chuyển động thẳng như ta đã trình bày ở trên thì không đáp ứng được yêu cầu đối với công nghệ. Để mở rộng khả năng, máy CNC cần có thêm nhiều tính năng nhưng chuyển động theo cung tròn là tính năng rất quan trọng. Nội suy cung tròn của máy có khả năng cắt một cung tròn với đường kính nào đó.

Khi bắt đầu cắt cung tròn, dụng cụ ở vị trí khởi đầu của cung thường được xác định tự động. Điểm đó là điểm cuối của đường thẳng hoặc cung tròn của chuyển động trước đó. Các thông tin đầu cần gọi hướng nội suy cung tròn, đó là hướng nào? cùng chiều kim đồng hồ (G02) hoặc ngược chiều kim đồng hồ (G03). Thông tin thứ hai là điểm cuối của cung tròn và cuối cùng là thông tin xác định tâm cung tròn. Tâm cung tròn được cho theo hai phương pháp: bán kính và các thông số I, J và K (hình 11.18).



Hình 11.18. Các thông tin cần thiết để nội suy cung tròn.

Ngoài ra để nội suy cung tròn còn cần thêm thông tin về mặt phẳng mà cung tròn thực hiện nội suy. Cung tròn nội suy trên ba mặt phẳng XY; ZX và YZ. Lệnh G17, G18 và G19 là ba lệnh chuẩn bị tương ứng với ba mặt phẳng trên.

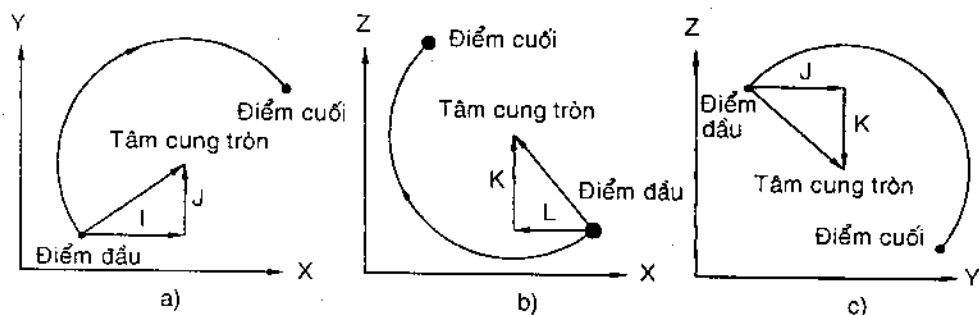
a) Phương pháp IJK

Với I, J, K là địa chỉ dùng để định tọa độ tâm cung tròn trong các mặt phẳng hình thành từ X, Y và Z. Giá trị I, J và K đo theo gia số từ điểm đầu của cung tròn trong các mặt phẳng hình thành từ X, Y và Z (hình 11.18). Lệnh để hình thành nội suy cung tròn theo phương pháp IJK:

(G17) G02 (hoặc G03) Xx Yy Ii Jj Ff (Nội suy trên mặt phẳng XY)

(G18) G02 (hoặc G03) Xx Zz Ii Kk Ff (Nội suy trên mặt phẳng ZX)

(G19) G02 (hoặc G03) Yy Zz Jj Kk Ff (Nội suy trên mặt phẳng YZ)



Hình 11.19. Xác định thông số nội suy cung tròn I, J và K.

Giá trị I, J và K có thể xác định từ các công thức sau:

$$I = X_t - X_b$$

$$J = Y_t - Y_b$$

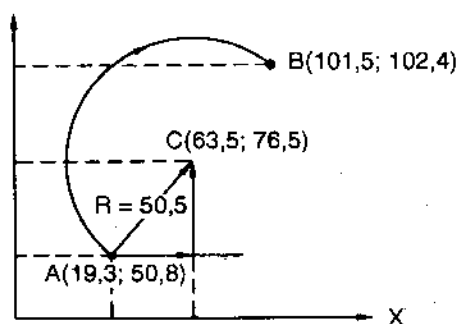
$$K = Z_t - Z_b$$

Trong đó: X_t , Y_t và Z_t là tọa độ tâm của cung tròn và X_b , Y_b và Z_b là tọa độ của điểm bắt đầu cung tròn.

Ví dụ : Cung tròn chỉ ra trên (hình 11.20). Đơn vị đo tính theo milimét. Bán kính cung tròn $r = 50,8$, điểm đầu $A(19,3; 50,8)$ và điểm cuối $B(63,5; 76,5)$, tọa độ tâm cung tròn trong mặt phẳng X, Y $C(101,5; 102,4)$. Tính giá trị I và J (hình 11.20):

$$I = X_t - X_b = 63,5 - 19,3 = 44,2$$

$$J = Y_t - Y_b = 76,5 - 50,8 = 25,7$$



Hình 11.20. Ví dụ về cách xác định thông số I và J.

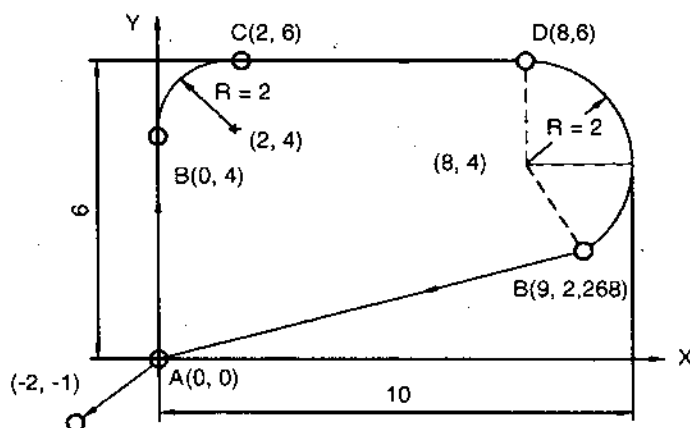
b) Phương pháp R

Phương pháp R để nội suy đường tròn yêu cầu hai tham số trong lệnh: tọa độ điểm cuối và giá trị bán kính R. Câu lệnh gọi nội suy theo phương pháp R có dạng tổng quát sau:

G02(hoặc G03) Xx Yy Rr Ff;

Trong đó x, y là tọa độ điểm cuối, r là bán kính cung tròn và f là lượng chạy dao. Hình 11.21 là chương trình viết cho nội suy cung tròn theo phương pháp bán kính. Chương trình viết cho hệ tọa độ tuyệt đối với đơn vị theo inch.

N50 G90 X-2.0 Y-1.0 (chương trình tuyệt đối, chạy nhanh đến vị trí -2.0, -1.0)



Hình 11.21. Nội suy cung tròn theo phương pháp R.

N55 G01 X0 Y0 F6.0; (Nội suy đường thẳng tới điểm A(0,0) với tốc độ 6,0 inch/ph)

N60 Y4.0; (Cắt đường thẳng tới điểm B(0,4.0), điểm bắt đầu cung tròn)

N65 G02 X2.0 Y6.0 R2.0; (Nội suy cung tròn BC theo chiều kim đồng hồ)

N70 G01 X8.0; (Nội suy đường thẳng tới điểm C(8.0,6.0))

N75 G02 X9.0Y2.268 R2.0; (Nội suy cung tròn DE theo chiều kim đồng hồ)

N80 G01 X0Y0; (Nội suy đường thẳng tới điểm A(X0,Y0))

N85 G00 X-2.0,Y-1.0; (Chạy nhanh tới vị trí ban đầu)

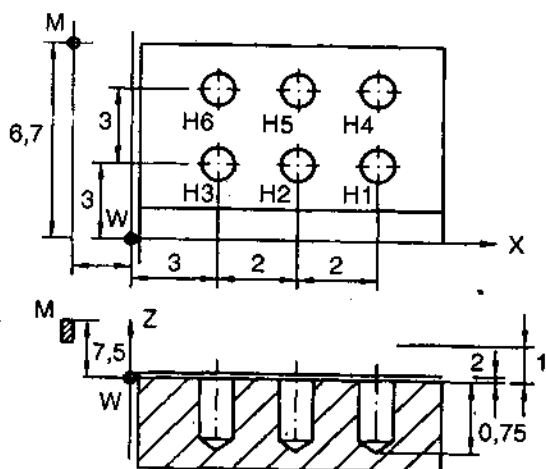
11.8.5. Các chu trình cố định trong phay

Trong máy phay thường người ta cài đặt sẵn một số chương trình điều khiển dụng cụ chuyển động lặp đi lặp lại nhiều lần trong quá trình gia công như khoan, đục lỗ và doa người ta gọi là chương trình cố định. Chương trình cố định viết dưới dạng tham số. Chỉ những người hiểu biết sâu sắc về cấu trúc phần cứng điều khiển máy mới có khả năng viết. Bởi vì viết theo tham số là đưa dữ liệu, lệnh điều khiển vào thanh ghi. Có những lệnh luôn được lưu trữ trong máy ngay cả khi mất điện vì vậy chỉ cần một lỗi nhỏ trong chương trình cũng dẫn đến máy không còn khả năng điều khiển. Các chương trình cố định có một số ưu điểm sau:

1. Thời gian chương trình giảm đi một nửa, thời gian xử lý số liệu giảm đi một phần ba.
2. Kích thước chương trình có thể giảm trên một phần ba.
3. Hạn chế được nhiều lỗi khi vào giá trị tọa độ khi lập trình.
4. Giảm được thời gian ghi chương trình.

Nhiều hệ điều khiển máy CNC quy định các chu trình cố định tương ứng với các lệnh chuẩn bị từ G81 đến G89, ví dụ, G81 chu trình khoan, G86 chu trình doa.

Dưới đây trình bày chương trình sử dụng chương trình cố định khoan lệnh G81 với chi tiết có kích thước chỉ ra trên (hình 11.21), đơn vị đo inch.



Hình 11.22. Ví dụ về chương trình thực hiện chu trình.

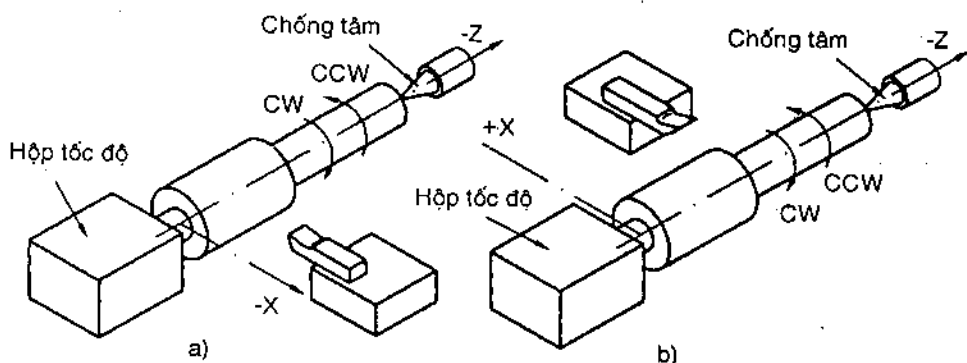
N05 G90 G80 G40; (Đưa máy về trạng thái an toàn)
 N10 T7 M06; (Chọn dụng cụ số 7, đổi dụng cụ)
 N15 G42 X-4.5 Y6.7; (Đặt toạ độ gốc chi tiết)
 N20 S750 M03; (Bật trục chính, quay theo chiều kim đồng hồ)
 N25 G00 Z1.0; (Chuyển động nhanh cách mặt chi tiết Z1.0)
 N30 G99 G81 X3.0 Y3.0 Z-0.75 R0.2 F7.5; (Khoan lỗ H1)
 N35 X5.0; (Khoan lỗ H2)
 N40 X7.0; (Khoan lỗ H3)
 N45 Y6.0; (Khoan lỗ H4)
 N50 X5.0; (Khoan lỗ H5)
 N55 X3.0; (Khoan lỗ H6)
 N60 G80 G91 G28 Z0 M05; (Dừng chu trình, về điểm gốc máy, dừng trục chính)
 N65 G91 G28 X0Y0;
 N70 M30;

11.9. MÁY TIỆN CNC

Máy tiện CNC hoặc trung tâm tiện là một máy tiện điều khiển số. Nhiệm vụ chính là gia công các bề mặt trụ với độ chính xác hình học và độ bóng cao, tổng thời gian máy là nhỏ nhất. Trung tâm tiện là một máy tiện được mở rộng khả năng gia công như khoan, doa, phay và các dạng gia công khác. Máy tiện CNC có số trục điều khiển ít nhất là hai và hiện nay máy tiện được sử dụng nhiều nhất là loại hai trục và bốn trục.

11.9.1. Trục điều khiển

Điều quan trọng khi nghiên cứu, sử dụng máy là cần phải biết chuyển động các trục máy và mối quan hệ giữa các trục trong điều khiển. Mục trên đã xem xét quy ước của EIA-266-B về các trục điều khiển, nhưng quy ước đối với máy tiện không hoàn toàn như thế, nó có một số quy ước riêng. Ở đây ta chỉ xem xét với trường hợp máy tiện hai trục. Trục điều khiển Z là trục chuyển động song song với đường tâm trục chính. Chiều âm của trục -Z là chiều chuyển động của bàn máy xa dần đầu trục chính. Chiều ngược lại là chiều dương trục +Z. Chiều âm của trục -X trùng với chiều chuyển động xa dần tâm trục chính của bàn máy. Chiều ngược lại là chiều dương trục +X. Hệ toạ độ Đề các cũng được dùng làm hệ toạ độ máy cho máy tiện. Hệ toạ độ máy có thể là hệ toạ độ tuân theo nguyên tắc bàn tay phải hoặc bàn tay trái. Hệ toạ độ và chiều trục điều khiển cũng như chiều quay trục chính máy tiện chỉ ra trên hình 11.23.



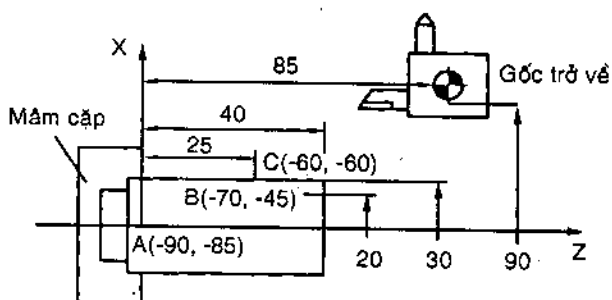
Hình 11.23. Hệ tọa độ của máy tiện.

a– hệ tọa độ bàn tay – phải; b– hệ tọa độ bàn tay – trái.

11.9.2. Điểm gốc quay về

Điểm gốc quay về là điểm cố định trên máy. Vị trí điểm gốc này do công tắc giới hạn hành trình quyết định. Vị trí của nó liên hệ với điểm gốc máy (điểm gốc của máy tiện CNC là giao điểm của đường tâm trục chính và mặt phẳng đầu trục chính).

Vì vậy có thể dùng điểm này như là một điểm chuẩn để xác định các điểm khác. Hình 11.24 chỉ ra mối quan hệ giữa điểm gốc quay về và chi tiết kẹp mâm cặp.



Hình 11.24. Quan hệ kích thước giữa điểm gốc quay về và chi tiết kẹp mâm cặp.

Nếu kích thước đo từ góc quay về đến điểm tạo bởi trục Z và mặt phẳng mâm cặp A(-90, -90) và các điểm khác được xác định theo điểm A, ví dụ B(-70, -45), C(-60, -60) được tính toán như sau:

$$X_B = -90 + 20 = -70$$

$$Z_B = -85 + 40 = -45$$

$$X_C = -90 + 30 = -60$$

$$Z_C = -85 + -25 = -60$$

Thông thường đầu Revolve chuyển động về điểm gốc quay về sau khi thực hiện hết chương trình, chuẩn bị chương trình mới hoặc thực hiện xong một phần chương trình. Trong máy CNC hệ điều khiển Fanuc lệnh G28 trong chương trình là lệnh thực hiện đưa đầu Revolve về điểm quay về. Lệnh này thường được bố trí trước câu lệnh thực hiện thay dụng cụ. Điểm gốc quay về còn dùng để thực hiện thay dao tự động.

11.9.3. Đặt hệ toạ độ chi tiết

Đặt hệ toạ độ chi tiết trên máy tiện dễ dàng hơn so với máy phay hoặc trung tâm gia công. Trục chính hoặc tâm chi tiết là vùng chọn làm gốc toạ độ chi tiết. Như vậy hệ toạ độ chi tiết có thể nằm ở bên trái hoặc bên phải chi tiết như chỉ ra trên hình 11.25.

Đặt toạ độ gốc được thực hiện thông qua lệnh G50 hoặc G92 hoặc nó có thể được gọi trực tiếp từ lệnh dụng cụ. Địa chỉ lệnh dụng cụ là T và sau nó là bốn chữ số chia làm hai nhóm chữ số, nhóm hai chữ số đầu tiên là chỉ thứ tự dụng cụ, hai số tiếp theo chỉ địa chỉ thanh ghi số liệu hiệu chỉnh của dụng cụ. Số thứ tự dụng cụ được đánh từ 01 đến 22 với máy có 22 dụng cụ. Khi số dụng cụ là 00 là vị trí dùng để hiệu chỉnh dụng cụ. Ví dụ câu lệnh gọi dụng cụ được viết:

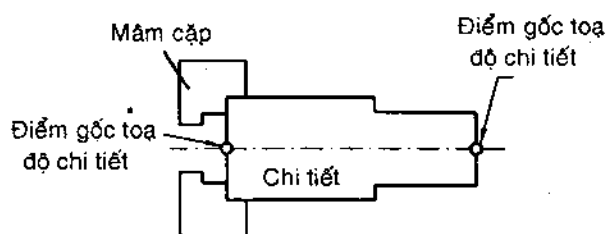
T0101 (lựa chọn dụng cụ số 01, số liệu hiệu chỉnh trong thanh ghi 01)

T0303 (lựa chọn dụng cụ số 03, số liệu hiệu chỉnh trong thanh ghi 03).

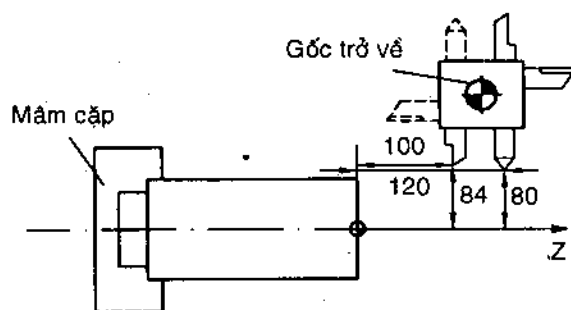
Toạ độ gốc chi tiết là khoảng cách từ mũi dụng cụ đến điểm gốc toạ độ chi tiết. Dụng cụ khác nhau, toạ độ gốc chi tiết cũng khác nhau. Câu lệnh đặt toạ độ gốc chi tiết như sau:

G92 X84 Z100

Hình 11.26 chỉ ra cách đặt toạ độ chi tiết cho hai dụng cụ.



Hình 11.25. Vùng hệ toạ độ chi tiết.



Hình 11.26. Đặt hệ toạ độ chi tiết cho hai dụng cụ.

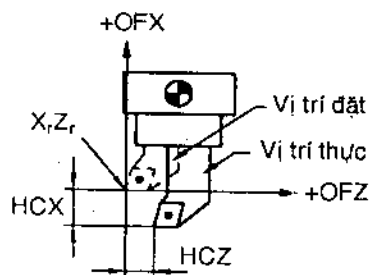
11.9.4. Hiệu chỉnh dụng cụ

Sự khác nhau giữa vị trí mũi cắt thực tế của dụng cụ và vị trí mũi cắt được đặt do ba nguyên nhân sau: (1) do thông số hình học của kiểu dụng cụ; (2) do lỗi đặt dụng cụ; (3) do mũi dụng cụ bị mòn. Vì vậy để bù sai số này cần phải hiệu chỉnh dụng cụ cả hai kích thước X và Z. Đường dẫn dao được vạch nên bởi mũi dụng cụ cắt, vì vậy giá trị hiệu chỉnh theo phương X (HCX – Hiệu chỉnh theo trục X) và phương Z (HCZ – Hiệu chỉnh theo trục Z, hình 11.27) có thể xác định theo hai công thức sau:

$$HCX = X_a - X_r$$

$$HCZ = Z_u - Z_r$$

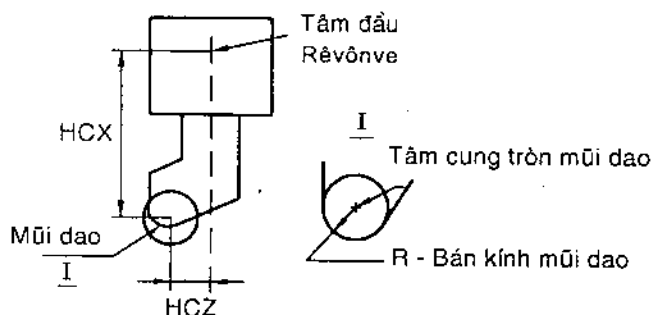
trong đó: HCX – đặt giá trị theo hướng X; HCZ – đặt giá trị theo hướng Z; X_a và Z_u – tọa độ thực tế của mũi dụng cụ; X_r và Z_r – là tọa độ của mũi cắt đặt trước.



Hình 11.27. Cách hiệu chỉnh dụng cụ.

11.9.5. Hiệu chỉnh đường kính mũi dụng cụ

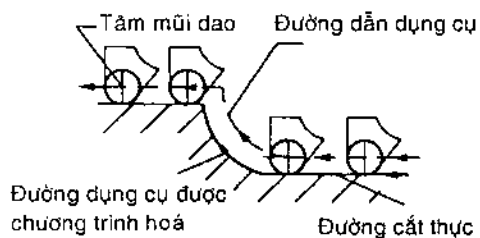
Trên máy phay CNC hoặc trung tâm gia công do đường kính dụng cụ khác nhau vì vậy ta có lệnh hiệu chỉnh G41 và G42. Lệnh hiệu chỉnh là cơ sở để hệ điều khiển thiết lập đường dẫn dụng cụ với đường kính dụng cụ tương ứng. Mũi của dao tiện trên máy CNC là một cung tròn có bán kính R như chỉ ra trên hình 11.28. Đường kính mũi dao tiện khi chế tạo phải đảm bảo nhỏ nhằm tránh tăng chiều dài mũi cắt, tăng khả năng truyền nhiệt, tập trung ứng suất làm tăng tuổi thọ của dụng cụ.



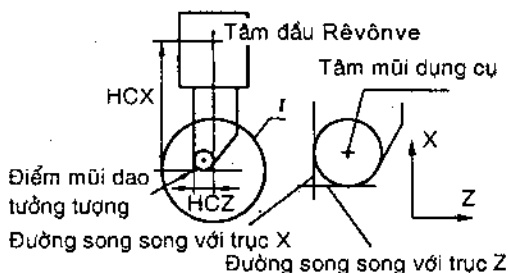
Hình 11.28. Mũi dao tiện.

Chúng ta có thể dùng tâm thực cung tròn mũi dụng cụ hoặc là điểm mũi tương đương của dụng cụ làm cơ sở chương trình hoá đường dẫn dụng cụ. Tâm

cung tròn mũi dụng cụ là tâm thực của dao tiện. Dùng điểm này như là điểm chuẩn để hiệu chỉnh. Hình 11.29 chỉ ra hiệu chỉnh dụng cụ theo tâm đường kính mũi dao.



Hình 11.29. Chương trình theo tâm mũi dao.



Hình 11.30. Điểm tương đương mũi dao.

Ở trên dùng tâm cung tròn mũi dao làm điểm chuẩn hình thành đường dẫn dụng cụ. Dưới đây dùng điểm mũi dao tương đương làm điểm chuẩn để hình thành đường dẫn dao. Điểm mũi dao tương đương là giao điểm của hai đường thẳng tiếp tuyến với cung tròn mũi dao và song song với trục X và trục Z như chỉ ra trên hình 11.30. Điểm này không tồn tại trên dao cắt nhưng nó được sử dụng bởi vì nó dễ dàng đo chiều dài hiệu chỉnh từ tâm của đầu Rêvônve đến điểm mũi dao tương đương hơn khi sử dụng tâm cung tròn mũi dụng cụ. Ưu điểm của việc sử dụng điểm mũi dao tương đương là ở chỗ nó hình thành đường dẫn dụng cụ song song với trục X và trục Z thông qua giá trị hiệu chỉnh.

Trong hệ điều khiển Funuc lệnh thực hiện hiệu chỉnh đường kính mũi dao là G41, G42 và lệnh để bỏ lệnh hiệu chỉnh là lệnh G40. Lệnh hiệu chỉnh mũi dụng cụ phải nằm trong lệnh G00 hoặc G01. Khối lệnh thực hiện hiệu chỉnh có thể viết:

G41G00(G01)XxZz;

Đường dẫn dụng cụ được hình thành trên cơ sở hướng hiệu chỉnh. G41 hiệu chỉnh phía bên trái của biên dạng gia công và G42 hiệu chỉnh bên phải biên dạng chi tiết gia công.

Ví dụ: Hiệu chỉnh đường kính dao với các số liệu sau:

Số dao 01, hiệu chỉnh theo trục X, $HCX = 5.5$, hiệu chỉnh theo trục Z, $HCZ = 6.3$, Bán kính mũi dao $R = 0.0469$, hướng của mũi dao tương đương là 3, một mặt côn và hai cung chỉ ra trên hình 11.31.

Insert DAMG323

Toolholder MDENR163B

N5 G50X5.5Z6.3; (Thiết lập hệ toạ độ chi tiết)

N10 T0101; (Thay dụng cụ, chọn dao 01)

N15 G50 S3000; (Tốc độ trục chính lớn nhất 3000 vòng trên phút)

N20 G96 S50M3; (Cắt mặt trục đường kính không đổi, tốc độ 500 vòng trên phút)

N25 G00 X1.0 Z0.5 T0101;
(Chạy nhanh tới 1.0, 0.5, dao 0101)

N30 G42 G01 Z0 F0.0006;
(Hiệu chỉnh dao – phải)

N35 X1.5 Z-0.75; (Cắt đến B)

N40 Z-1.25; (Cắt đến C)

N45 G03 X2.5 Z-1.75 R0.3; (Cắt cung CD đến D)

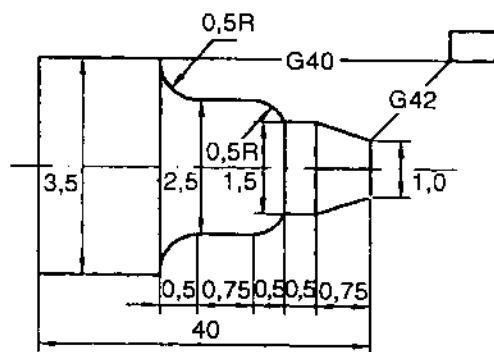
N50 G01 X-2.5; (Cắt trên đường E)

N55 G02 X3.5 Z-3.2 R0.5; (Cắt cung EF đến F)

N60 G01 G40 X4.0; (Bỏ hiệu chỉnh dao)

N65 G0 G28 U0 W0; (Quay về điểm gốc)

N70 M30; (Dừng chương trình)



Hình 11.31. Bản vẽ gia công.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Sự phát triển nào của công nghiệp điện tử giúp cho máy tính trở thành thiết bị có tiềm năng và hiệu quả?
2. Trục máy là gì? Sự khác nhau giữa trục và trục máy?
3. Sự khác nhau giữa máy NC và CNC?
4. Định nghĩa các điểm gốc?
5. Các dạng thiết bị chuyển đổi năng lượng trong máy NC và CNC?
6. Tại sao phải hiệu chỉnh chiều dài và đường kính dụng cụ? Tính toán hiệu chỉnh?
7. Sự khác nhau giữa hai chức năng M và G trong mã hoá chương trình?
8. Các dạng nội suy? Phương pháp nội suy cung tròn I, J và K; phương pháp R?

CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG MỚI

Mở đầu: Sự phát triển của các ngành công nghiệp gắn liền với quá trình tìm kiếm các loại vật liệu mới.

Các vật liệu mới được đặc trưng bởi các tính năng sau:

- Khả năng chống và chịu mài mòn cao.
- Độ cứng và độ bền cao.
- Làm việc ổn định trong các môi trường hoá chất.

Có thể kể ra một số loại vật liệu mới đã và đang được sử dụng ngày càng phổ biến như: thép hợp kim titan, thép không gỉ, hợp kim cứng, vật liệu gốm, kính, composit...

Với những tính năng nêu trên, việc gia công chúng bằng các công nghệ truyền thống thường gặp nhiều khó khăn, không gia công được hoặc gia công không đạt yêu cầu, một loạt những phương pháp gia công mới được nghiên cứu và đang được sử dụng rộng rãi như gia công siêu âm, gia công điện hoá, gia công bằng chùm tia laze, tia nước, tia nước có hạt mài, tia hạt mài và nhất là gia công bằng tia lửa điện.

Đặc điểm chung của các phương pháp này là:

- Không đòi hỏi dụng cụ phải có độ cứng cao hơn độ cứng của vật liệu gia công.
- Khả năng gia công không phụ thuộc vào tính chất cơ lý của vật liệu gia công mà chủ yếu phụ thuộc vào các thông số về hoá, nhiệt, điện.
- Đạt được độ chính xác kích thước và độ nhẵn bề mặt cao so với các phương pháp gia công truyền thống.
- Có khả năng gia công được các vật liệu có độ cứng cao, thậm chí rất cao (sau nhiệt luyện).
- Hiệu quả kinh tế đạt được cao, nhất là khi gia công những sản phẩm có hình dạng phức tạp, kích thước bé...

Có thể phân chia các phương pháp gia công mới thành một số nhóm chủ yếu như sau:

- Gia công bằng ăn mòn hoá học (CM).
- Gia công bằng ăn mòn điện hoá (ECM).
- Gia công bằng ăn mòn điện (EDM): xung điện, cắt bằng dây.
- Gia công bằng siêu âm (USM).
- Gia công bằng chùm tia laze (LBM), điện tử (EBM).

– Gia công bằng tia nước (WJM), nước và hạt mài (AWJM), hạt mài (AJM)...

Dưới đây sẽ trình bày nguyên lý làm việc của một số phương pháp gia công thường gặp.

Mục tiêu của mọi quá trình gia công là lấy đi một lớp kim loại cần thiết ở vật liệu gia công (lượng dư) để đạt được một chi tiết có kích thước, hình dáng, độ chính xác và độ nhẵn mong muốn.

Các phương pháp gia công khác nhau ở chỗ: sử dụng những nguồn năng lượng và cách lấy vật liệu khác nhau (xem bảng 12-1).

Bảng 12-1. Nguồn năng lượng sử dụng và phương pháp bóc vật liệu của các phương pháp gia công mới

Dạng năng lượng	Cơ chế bóc vật liệu	Nguồn năng lượng	Quá trình
Cơ học	Trượt thuần túy dẻo	Chuyển động cơ học tương đối giữa dụng cụ và chi tiết	Gia công truyền thống
	Xói mòn	Chuyển động cơ học cao dòng chất lỏng, chất rắn	Gia công bằng tia hạt mài (AJM) Gia công siêu âm (USM)
Điện hoá	Sự dịch chuyển của các ion	Dòng điện	Gia công điện hoá (ECM)
Cơ điện hoá	Trượt dẻo và dịch chuyển của ion	Dòng điện và chuyển động cơ học	Mài điện hoá (ECG)
Hoá học	Phản ứng ăn mòn	Tác nhân mòn	Gia công hoá học (CM)
		Thông qua tia lửa điện các điện tử chuyển động ở tốc độ cao	Gia công bằng chùm tia điện tử (EBM)
Nhiệt	Nóng chảy và bốc hơi	Bức xạ năng lượng	Gia công bằng chùm tia laze (LBM)
		Trạng thái ion hoá	

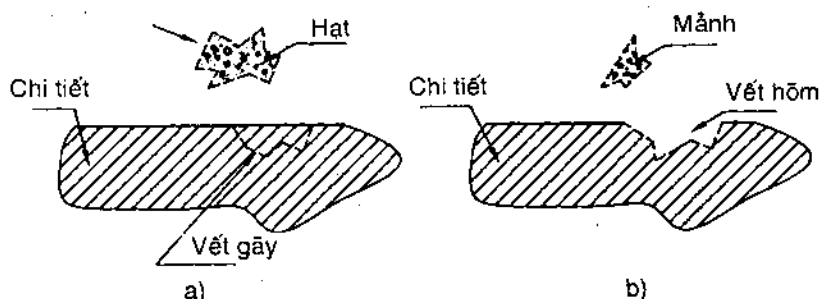
12.1. GIA CÔNG BẰNG TIA HẠT MÀI (Abrasive Jet Machining – AJM)

Trong việc gia công bằng tia hạt mài, các phần tử vật liệu được bóc đi do sự va đập của các hạt mài kích thước bé. Các phần tử hạt mài này được dịch chuyển với tốc độ cao nhờ dòng không khí khô, khí nitơ hoặc điôxit cacbon. Hạt mài thường có kích thước khoảng 0,025mm và dòng khí được phun cùng với hạt mài dưới áp lực 850kPa đạt tốc độ khoảng 300m/kc.

12.1.1. Cơ chế của quá trình gia công bằng tia hạt mài

Những phần tử hạt mài kích thước bé va đập vào bề mặt vật liệu cần gia công phá vỡ hay làm giòn bề mặt chi tiết. Vật liệu được bóc đi nhờ dòng khí cao tốc. Hình dưới đây mô tả quá trình gia công bằng tia hạt mài (hình 12.1).

Như vậy dễ thấy AJM thích hợp để gia công các loại vật liệu giòn.



Hình 12.1. Sơ đồ tách phoi khỏi chi tiết.

a) vết gãy ở chi tiết, b) vết lõm ở chi tiết.

Có thể xác định lượng kim loại được bóc đi bằng công thức sau:

$$Q = XZ d^3 v^{3/2} \left(\frac{\rho}{12H_w} \right)^{3/4} \quad (1)$$

trong đó: Z – số lượng hạt mài va chạm vào bề mặt gia công trong một đơn vị thời gian;

d – đường kính của hạt mài;

v – tốc độ của hạt mài;

ρ – tỷ trọng của vật liệu hạt mài;

H_w – độ cứng của vật liệu gia công;

X – hằng số.

12.1.2. Các thông số làm việc

a) *Vật liệu hạt mài*: hai loại vật liệu chủ yếu thường dùng là Al_2O_3 và SiC, trong thực tế Al_2O_3 thường được dùng nhiều hơn vì sắc hơn. Đường kính trung bình của hạt mài vào khoảng $10 \div 50 \mu m$. Tuy nhiên hạt mài có kích thước $d = 15 \div 20 \mu m$ dùng có hiệu quả hơn. Không nên dùng lại hạt mài đã dùng vì độ sắc của chúng giảm đi và dễ gây cản trở khi qua lỗ phun.

¹ Panday, P.C and Shan, H.S., *Modern Machining Processes*, Tata Mc. Graw – Hill. NewDelhi – 1980.

Lượng kim loại được hốt đi phụ thuộc vào áp lực và vận tốc đi phun của dòng khí (hơi).

b) *Khí (hơi)*: Quá trình gia công bằng tia hạt mài thường làm việc ở áp suất từ $0,2 \div 1 \text{ N/mm}^2$ ($2 \div 10 \text{ Hm}$). Thành phần của khí (hơi) ảnh hưởng gián tiếp đến lượng kim loại được hốt đi vì tốc độ phun phụ thuộc vào thành phần đó.

Tốc độ phun cao sẽ nâng cao năng suất làm việc ngay cả khi lượng hạt mài giữ nguyên không đổi.

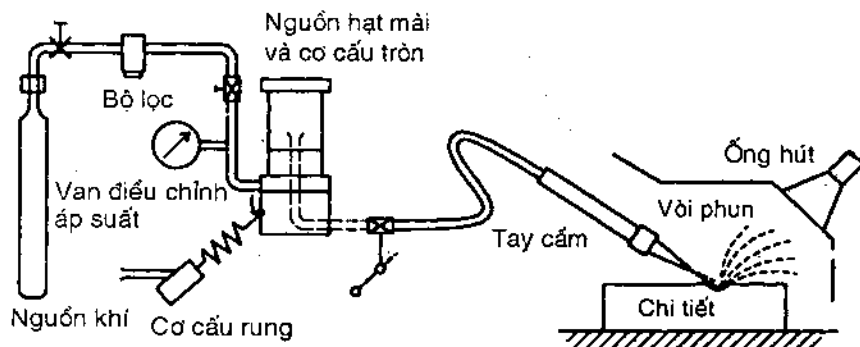
c) *Đầu phun*: Đầu phun có một vài trò hết sức quan trọng để khống chế kích thước bề mặt gia công. Vì đầu phun luôn luôn tiếp xúc với hạt mài bay ở tốc độ cao nên dễ bị mài mòn.

Thường có hai loại vật liệu được dùng làm đầu phun. WC hoặc hồng ngọc (Sa-phia). Kích thước miệng phun vào khoảng $0,05 \div 0,2 \text{ mm}^2$, dạng tròn hoặc chữ nhật, tuổi thọ của đầu phun WC khoảng 12 đến 30 giờ, còn đầu phun hồng ngọc xấp xỉ 300 giờ.

Một trong những thông số hết sức quan trọng cần khống chế trong gia công bằng tia hạt mài là khoảng cách giữa bề mặt chi tiết gia công và miệng phun (khoảng cách đầu phun). Thông số này không chỉ ảnh hưởng đến khối lượng kim loại hốt đi được mà còn ảnh hưởng đến kích thước và hình dạng đáy lỗ. Hình vẽ dưới đây mô tả ảnh hưởng của khoảng cách đầu phun. Khi khoảng cách đầu phun bắt đầu tăng lên tốc độ của hạt mài va đập vào bề mặt gia công tăng do sự tăng tốc của chúng sau khi rời miệng phun, điều đó tăng khoảng cách đầu phun, tốc độ hạt mài giảm đi do cản trở của không khí dẫn tới việc giảm năng suất gia công.

12.1.3. Máy gia công bằng tia hạt mài

Các máy gia công bằng tia hạt mài được chế tạo và chào hàng bởi nhà sản xuất duy nhất (SS. White Co., NewYork) với tên "Ain - brasive" (hình 12.2).



Hình 12.2. Sơ đồ nguyên lý máy gia công bằng tia hạt mài.

Tóm tắt một số đặc điểm của gia công bằng tia hạt mài.

Cơ chế tạo phoi	– Phá huỷ giòn do va đập của hạt mài có tốc độ cao
Tác nhân trung gian	– Không khí, CO ₂
Hạt mài	– Al ₂ O ₃ , SiC, đường kính hạt 0,025mm, 2 ÷ 20g/ph, không sử dụng lại
Tốc độ	– 150 ÷ 300m/s
Áp suất	– 2 ÷ 10 at
Vòi phun	– wc, hồng ngọc (sa-phia) Kích thước miệng phun 0,05 ÷ 0,2mm ² , tuổi thọ 12 ÷ 300giờ Khoảng cách miệng phun 0,25 ÷ 75mm
Các thông số hiệu chỉnh	– Lượng hạt mài và tốc độ, khoảng cách đầu phun, kích thước hạt mài và hướng phun
Vật liệu gia công	– Kim loại, hợp kim cứng và giòn, vật liệu phi kim (nhôm, Allicon, kính, vật liệu sứ, mica). Đặc biệt thuận lợi cho các tiết diện nhỏ
Phương pháp gia công hạn chế	– Khoan, cắt, khắc, làm sạch. – Hạt mài dễ giòn và bề mặt gia công khi lượng kim loại hót đi chậm (40mg/ph, 15mm ³ /ph)

12.2. GIA CÔNG BẰNG SIÊU ÂM (Ultrasonic Machining – USM)

Việc sử dụng siêu âm trong gia công cơ khí được J.O. Farrer đưa ra vào năm 1945. Tuy nhiên mãi đến khoảng 1951–1952 việc nghiên cứu thiết bị và công nghệ siêu âm mới bắt đầu và đến 1954 các máy cắt gọt bằng siêu âm mới được thiết kế và chế tạo. Ban đầu, USM chỉ được dùng để gia công lần cuối nhằm nâng cao độ nhẵn bề mặt những chi tiết đã được gia công bằng xung điện. Nhưng khi ngành điện tử phát triển thì việc gia công những vật liệu bán dẫn hoặc không dẫn điện (giòn) trở nên quan trọng. Việc gia công bằng siêu âm có một vị trí quan trọng và các máy gia công bằng siêu âm (USM) đóng vai trò trọng yếu.

Cho đến nay việc gia công bằng siêu âm vẫn còn được tiếp tục nghiên cứu để hoàn thiện

1. Nguyên lý của phương pháp gia công siêu âm

– Dụng cụ được làm từ vật liệu dẻo và dai được rung động với tần số khoảng 20kHz và biên độ dao động bé (0,05 ÷ 0,125)mm. Dao động này sẽ truyền tốc độ cao cho các hạt mài kích thước bé nằm giữa dụng cụ và bề mặt gia công. Kết quả là các hạt mài va đập vào bề mặt gia công, phá huỷ giòn bề mặt thành những phần tử phoi li ti được tải đi bởi dòng chất lỏng.

– Nếu coi hạt mài có dạng hình cầu đường kính d , mỗi lần va đập vào bề mặt gia công tạo ra một vết lõm đường kính D , chiều sâu h , thì gần đúng, ta có:

$$D \approx 2\sqrt{dh}$$

Nếu khối lượng kim loại bị bóc đi sau một lần va đập tỷ lệ thuận với D^3 thì lượng kim loại được bóc đi có thể tính theo công thức.

$$Q = k (dh)^{3/2} \cdot Z \cdot v \text{ (mm}^3\text{/s)}$$

Trong đó: Z – số phần tử gây ra va đập trong một chu kỳ; v – tần số va đập; k – hệ số tỷ lệ.

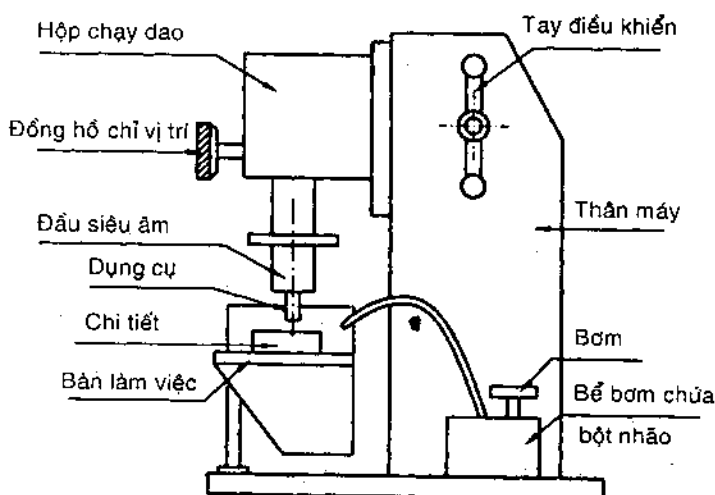
2. Thiết bị gia công siêu âm

Một máy gia công siêu âm gồm hai bộ phận chính:

- Thân máy và các bộ phận điều khiển (hình 12.3).
- Đầu rung siêu âm (hình 12.4).

Đầu rung siêu âm là bộ phận quan trọng nhất của thiết bị gia công siêu âm. Chức năng của nó là tạo ra dao động có tần số cao của dụng cụ. Đầu rung siêu âm gồm các bộ phận sau:

- Máy phát để tạo dòng điện có tần số cao.
- Thiết bị biến năng có nhiệm vụ chuyển đổi dòng điện cao tần thành rung động cơ học có tần số cao.
- Đầu gom để khuếch đại dao động cơ học khi chuyển dao động này đến dụng cụ.
- Dụng cụ thường được làm bằng loại thép dẻo và bền như thép không gỉ hay thép cacbon thấp.

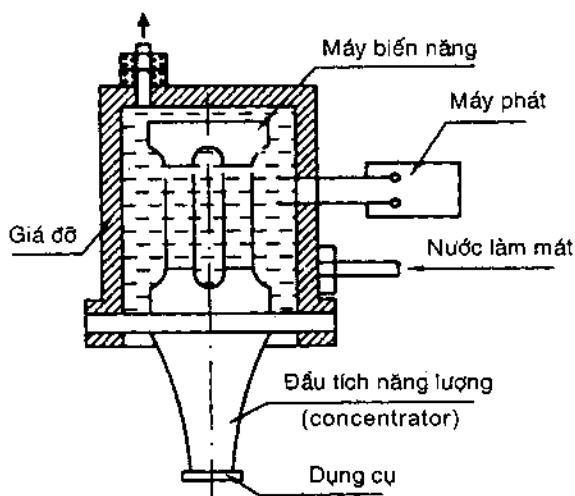


Hình 12.3. Mô tả các bộ phận bên ngoài (nhìn thấy) của máy gia công siêu âm.

Các phôi tách ra được cuốn đi bằng dòng bột nhão gồm hạt mài trộn trong nước hoặc benzen, dầu nhờn hoặc glixêrin.

Vật liệu hạt mài thường là cacbít bo (B_4C), cacbít silic (SiC), oxit nhôm (Al_2O_3) hoặc kim cương có kích thước rất bé.

Ưu điểm của phương pháp gia công siêu âm là lực và nhiệt rất bé do đó vật liệu không bị thay đổi cấu trúc pha.



Hình 12.4. Sơ đồ một đầu siêu âm đơn giản.

Tóm tắt đặc trưng của quá trình gia công siêu âm

– Cơ chế tách vật liệu	– Phá hủy giòn do va đập của hạt mài dưới tác dụng rung động với tần số cao của dụng cụ
– Tác nhân trung gian	– Bột nhão
– Hạt mài	– B_4C , SiC , Al_2O_3 , kim cương
– Rung động	– Tần số rung $f = 15 - 20kHz$ Biên độ $a = (25 \div 100)\mu m$
– Dụng cụ	– Thép mềm
Lượng vật liệu được cắt	$= 1,5$ lần đối với chi tiết từ WC
Lượng ăn mòn dụng cụ	$= 100$ lần đối với chi tiết bằng thủy tinh
– Khe hở giữa dụng cụ và chi tiết	$e = (25 \div 40)\mu m$
– Các thông số	– Tần số, biên độ, vật liệu dụng cụ kích thước hạt mài, mật độ hạt mài trong bột nhão, độ nhớt của bột nhão
– Đối tượng gia công	– Kim loại và hợp kim (đặc biệt vật liệu cứng và giòn), chất bán dẫn, vật liệu phi kim loại (thủy tinh, sành sứ)
– Hạn chế	– Năng suất thấp – Dụng cụ mòn – Chiều sâu lỗ gia công hạn chế

12.3. GIA CÔNG BẰNG TIA LỬA ĐIỆN (Electric Discharge Machining – EDM)

Cách đây gần 200 năm, nhà nghiên cứu tự nhiên người Anh, Joseph Priestley (1733–1809), trong các thí nghiệm của mình đã nhận thấy có một

hiệu quả ăn mòn vật liệu gây ra bởi sự phóng điện. Tuy nhiên mãi đến năm 1943, hai vợ chồng Lazarenko người Nga mới sử dụng tia lửa điện để cắt kim loại mà không phụ thuộc vào độ cứng của kim loại.

Các đặc điểm của gia công bằng tia lửa điện:

- Điện cực (đóng vai trò dụng cụ) có độ cứng thấp hơn rất nhiều lần so với độ cứng của phôi, thường là đồng, graphit, còn phôi là thép đã tôi hoặc hợp kim cứng.

- Vật liệu của phôi và dụng cụ đều phải dẫn điện.

- Khi gia công phải sử dụng một chất lỏng dầu môi. Đó là một dung dịch không dẫn điện ở điều kiện bình thường.

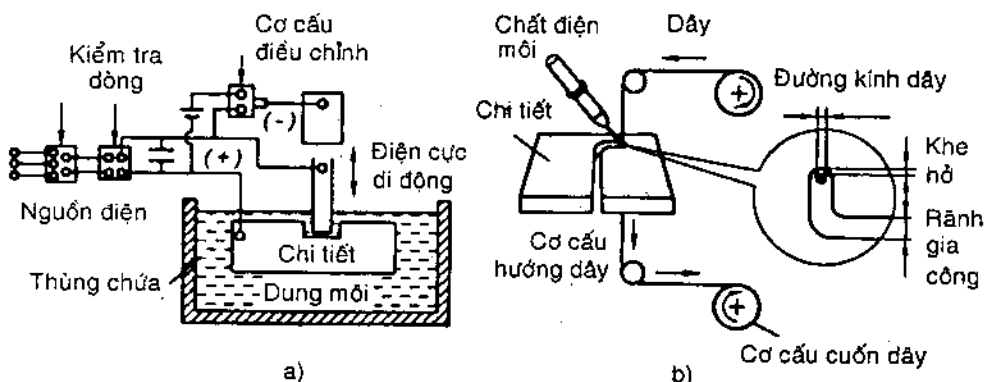
Với cùng một nguyên tắc hoạt động dựa trên cơ sở "bắn phá dương cực" (chi tiết) để tách vật liệu chi tiết, có hai loại máy tồn tại với các tác dụng khác nhau.

Máy EDM dùng điện cực thỏi (Rod) – máy xung định hình.

Máy EDM dùng cực dây (Strong) – máy cắt dây để tạo hình chi tiết hệ lỗ có profilen phức tạp.

Sơ đồ nguyên lý làm việc của EDM, cho trên hình 12.5. Chi tiết được nối với cực dương và đóng vai trò "+" cực, còn dụng cụ được nối với cực âm và đóng vai trò "-" cực.

Giữa bề mặt dụng cụ và chi tiết gia công tồn tại một khe hở gọi là khe hở điện cực. Chất lỏng không dẫn điện lấp đầy khe hở điện cực. Khi cho một dòng điện một chiều chạy qua từ cực dương sang cực âm, với một điện áp thích hợp giữa cực "+" và cực "-" xuất hiện tia lửa điện ở những nơi mà hai bề mặt điện cực gần nhau nhất. Nhiệt độ lên cao đến mức làm cháy và bốc hơi vật liệu. Khe hở điện cực được duy trì ở mức thích hợp và được điều khiển tự động bởi cơ cấu điều chỉnh của máy.



Hình 12.5. Sơ đồ làm việc của máy xung EDM.

Thường thì hai điện cực đều bị mòn, nhưng cực dương sẽ bị mòn nhanh hơn rất nhiều so với cực âm.

Một vài thông số của quá trình EDM.

- Tần số phóng tia lửa điện: $Z \approx 200.000 \div 500.000\text{Hz}$
- Khe hở điện cực : $\sigma \approx 0,025 \div 0,05\text{mm}$
- Điện thế : $V = 30 \div 250\text{V}$
- Chất lỏng dùng mới hay dùng: Dầu hỏa
- Vật liệu dụng cụ : Đồng hoặc hợp kim đồng
- Năng suất cực đại : $300\text{m}^3/\text{ph}$ với năng lượng tiêu hao $\approx 10\text{W}/\text{mm}^2\text{ph}$

12.3.1. Cơ chế của EDM

Thực tế các bề mặt trên cực không hoàn toàn phẳng mà là nhấp nhô, có những nơi khe hở giữa hai cực rất gần, có nơi xa.

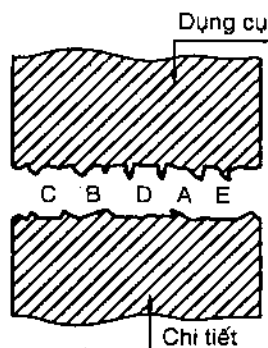
Ở điểm giống nhau A, khi điện áp đủ lớn tạo ra một điện trường thích hợp giữa cực “+” và “-” thì các electron phóng ra khỏi âm cực và đi về phía cực “+”. Ở tốc độ đủ lớn, các electron này va chạm vào các phân tử của chất điện môi tạo ra các ion dương và các điện tử. Các electron này lại phóng nhanh về phía cực dương, trên đường đi lại tiếp tục bắn phá dung môi để tạo thành các electron và các ion khác. Nghĩa là tại A có một “cột rất mảnh” các phân tử từ dung môi bị ion hoá đầu tiên, do đó nối hai cực “+” và “-” với nhau hình thành một

dòng thác điện tử, gây ra tia lửa. Kết quả là sóng xung kích được tạo ra và nhiệt độ cực bộ tại các cực rất lớn ($\approx 10.000 \div 20.000^\circ\text{C}$) làm chúng nóng chảy và bốc hơi. Vật liệu nóng chảy bị sóng xung kích đẩy đi và những vết lõm li ti xuất hiện trên bề mặt chi tiết và dụng cụ ở A. Khi khe hở ở đây lớn lên thì nơi khác khe hở lại trở nên hẹp nhất và chu kỳ lại tái diễn.

Hiện tượng trên diễn ra liên tục làm cho tia lửa chạy khắp bề mặt điện cực, do đó cuối cùng bề mặt trở nên đều đặn. Do đó tùy theo hình thù của cực âm (dụng cụ) mà cực dương (chi tiết) cũng có hình dáng tương tự.

Nhìn chung cực âm “-” (dụng cụ) ít mòn hơn cực dương “+” (chi tiết) vì những lý do sau đây:

- Động lượng của các ion âm (e) lớn hơn nhiều so với các ion dương.
- Do nhiệt phân của dung môi mà trên bề mặt cực âm có một lớp màng mỏng cacbon làm giảm mòn.



Hình 12.6. Prophin bề mặt.

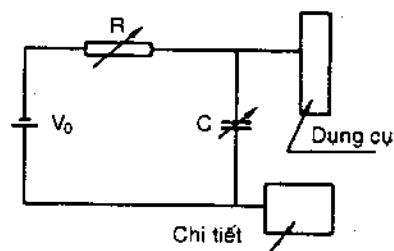
– Lực nén phát triển trên bề mặt âm cực.

Sau một thời gian ngắn phóng điện, thì khoảng cách giữa hai điện cực lớn lên. Để giữ khe hở cố định dụng cụ phải “chạy dao” do một thiết bị điều khiển tự động.

12.3.2. Mạch điện trong EDM

Mạch điện trong EDM có nhiệm vụ cung cấp một dòng điện xung một chiều qua khe hở điện cực. Hình 12.7 là sơ đồ nguyên tắc mạch điện của EDM.

Trong mạch này có 1 điện trở R và 1 tụ C nên gọi là mạch phức hồi RC. Tụ điện C tích điện từ nguồn điện một chiều V_0 để rồi điện tích đó được phóng qua khe hở điện cực. Điều này lặp lại theo chu kỳ tạo ra dòng điện xung và phóng tia lửa điện như trên.



Hình 12.7. Sơ đồ nguyên tắc mạch phức hồi RC.

12.3.3. Năng suất, độ nhẵn bề mặt và độ chính xác gia công

a) *Năng suất*: Lượng kim loại lấy đi khỏi bề mặt chi tiết trong một đơn vị thời gian phụ thuộc vào các điều kiện sau:

1. Dung dung dịch lưu chuyển dưới một áp lực nhất định nhờ một bơm thủy lực sẽ cho năng suất cao hơn khi dung dịch tĩnh.

2. Điện tử tăng thì năng suất Q giảm. Tuy nhiên không thể giảm R mãi được, vì khi R đạt giới hạn tối thiểu thì sẽ phát sinh hồ quang giữa hai điện cực.

Năng suất khi gia công thép có thể tính theo công thức sau:

$$Q \approx 27,4W^{1,54} \text{ (mm}^3\text{/ph)}.$$

Trong đó: W – công suất tiêu thụ tính bằng kW.

3. Điện dung của mạch (RC) tăng làm Q tăng vì giá trị giới hạn của R phụ thuộc vào độ từ cảm L của mạch phóng điện RC và điện dung C theo biểu thức:

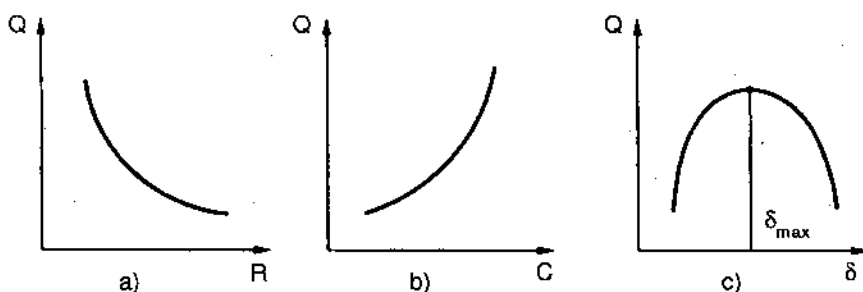
$$R_{\min} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Từ đó dễ thấy khi tăng C làm R giảm nên năng suất tăng.

4. Cường độ dòng tăng làm tăng năng suất gia công.

5. Khe hở điện cực tăng làm tăng Q , tuy nhiên khi δ tăng đến một giới hạn nào đó thì Q đạt giá trị cực đại, sau đó nếu tăng khe hở điện cực thì Q giảm đến 0.

Khe hở ứng với $Q_{\max}$ gọi là khe hở tối ưu.



Hình 12.8. Quan hệ giữa Q với điện trở R (a), với điện dung C (b), với khe hở δ (c).

b) Độ nhẵn bề mặt

Nói chung quá trình EDM không đạt độ nhẵn bề mặt cao.

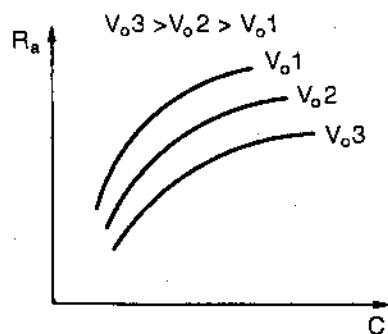
Độ nhấp nhô R_a phụ thuộc vào điện dung C và điện thế nguồn V_0 .

Hình 12.9 cho ta quan hệ giữa độ nhẵn bề mặt R_a với điện dung C và điện thế nguồn V_0 . Khi gia công thép, độ nhám bề mặt gia công R_a và năng suất gia công có thể được biểu diễn bằng mối quan hệ sau:

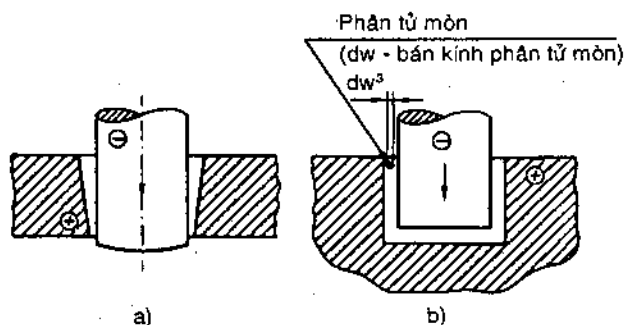
$$R_a \approx 1,11Q^{0,834}$$

trong đó: R_a – độ nhẵn bề mặt (μm);

Q – năng suất gia công (mm^3/ph).



Hình 12.9. Sự phụ thuộc của độ nhấp nhô bề mặt R_a vào C .



Hình 12.10. Những dạng sai số xảy ra khi gia công EDM.

a) độ côn; b) độ rỗ lỗ.

c) Độ chính xác gia công

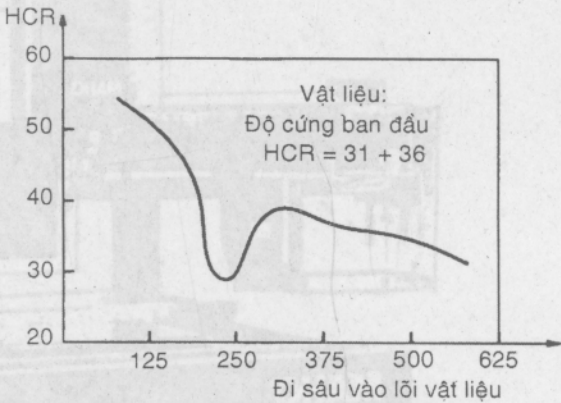
Độ chính xác gia công của EDM chủ yếu thể hiện ở:

- Độ côn của lỗ sau khi gia công.
- Độ rộng của lỗ do phóng điện bề mặt sườn của điện cực.
- Sai số do điện cực bị mòn khiến cho kích thước và hình dáng của điện cực thay đổi, làm thay đổi kích thước lỗ trước gia công.

12.3.4. Ảnh hưởng của EDM đến độ cứng bề mặt chi tiết

Do lớp bề mặt chịu nhiệt độ cao nên cấu trúc lớp kim loại mặt ngoài sẽ bị thay đổi và do bị nguội nhanh nên độ cứng tăng lên. Chiều dày này khoảng $2,5 \div 150 \mu\text{m}$ (hình 12.11).

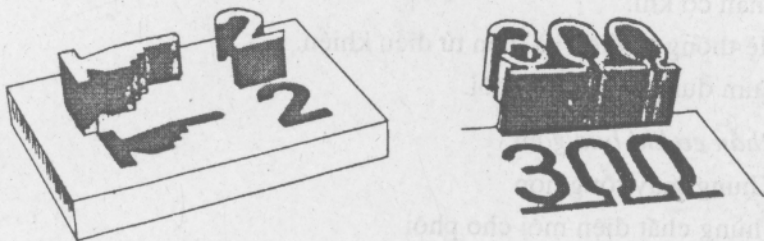
Tóm tắt quá trình gia công bằng tia lửa điện EDM (bảng dưới).



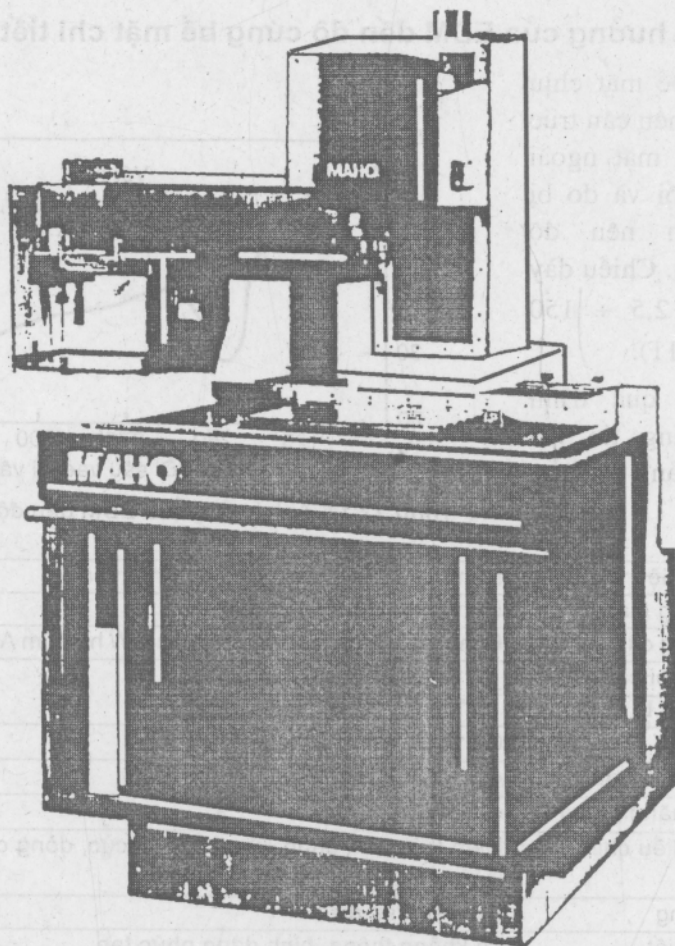
Hình 12.11. Ảnh hưởng của EDM đến độ cứng bề mặt vật liệu.

Cơ chế cắt vật liệu	Nóng chảy bốc hơi, tạo thành hố sâu
Môi trường trung gian	Dung môi không dẫn điện
Vật liệu làm dụng cụ (các cm)	Đồng (Cu), đồng thau, hợp kim Cu + W hợp kim Ag + W, graphite
Vật liệu chi tiết bị cắt	
Vật liệu dụng cụ bị mòn	$= 0,1 \div 10$
Khe hở điện cực	$0,01 \div 0,125 \text{ mm}$
Suất cắt vật liệu tối đa	$\approx 5 \times 10^3 \text{ mm}^3/\text{ph}$
Suất tiêu hao năng lượng	$\approx 1,8 \text{ W/mm}^3/\text{ph}$
Các thông số điều chỉnh	Điện thế, điện dung, khe hở điện cực, dòng chảy chất lỏng, nhiệt độ chảy
Vật liệu gia công	Vật liệu dẫn điện
Hình dáng chi tiết	Lỗ không thông, hình dáng phức tạp Lỗ nhỏ ở vòi phun, lỗ thông định hình
Hạn chế của quá trình	– Tiêu hao năng lượng lớn (gấp 50 lần so với các phương pháp gia công cơ điện) – Không dùng để gia công các vật liệu không dẫn điện

Dưới đây cho hình ảnh một số chi tiết được gia công bằng phương pháp tia lửa điện và sơ đồ một máy xung máy cắt dây (hình 12.12).



Hình 12.12. Các sản phẩm mẫu của công nghệ cắt bằng dây.



Hình 12.13. Máy xung định hình CNC– HS – 300E của MAHO (Đức) có trang bị hệ thống điều khiển EROCOM – 20 của HEIDENHAIN.

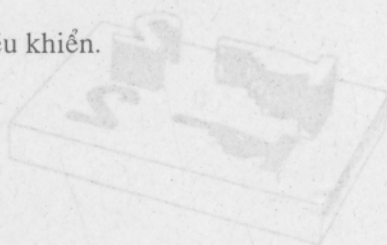
12.3.5. Sơ đồ một máy xung định hình

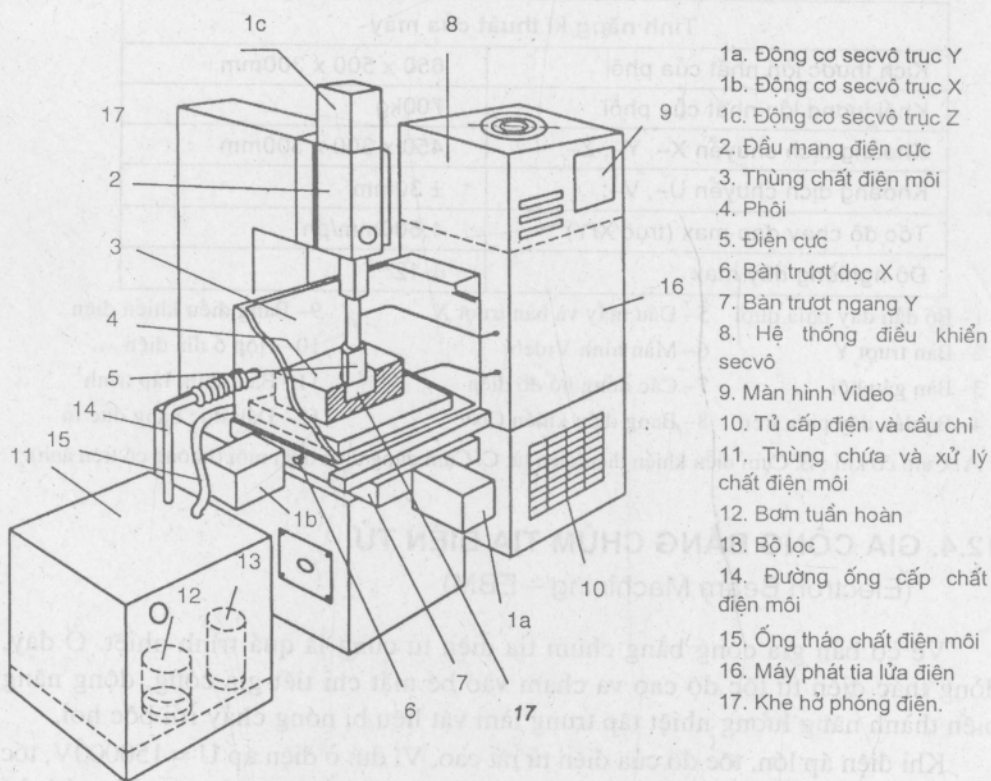
Máy xung định hình có ba phần chính:

- Phần cơ khí.
- Hệ thống tủ điện và điện tử điều khiển.
- Cụm dung dịch điện môi.

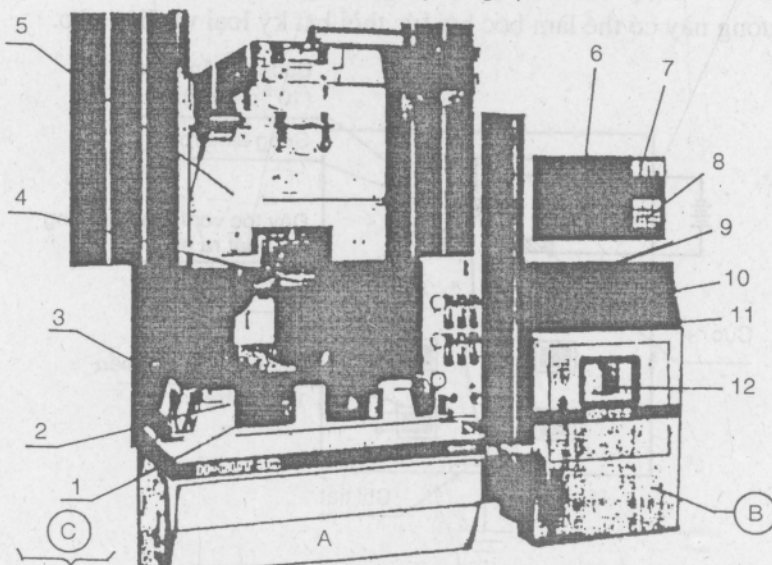
* *Phần cơ khí bao gồm:*

- Khung máy tổng hợp
- Thùng chất điện môi cho phôi
- Bàn kẹp phôi





Hình 12.14. Sơ đồ máy xung định hình.



Hình 12.15. Máy cắt dây CNC kiểu HITACHI – 3Q.
 (EDM – Wire Cutting Machine Model HITACHI – 3Q).

Tính năng kĩ thuật của máy	
Kích thước lớn nhất của phôi	650 x 500 x 300mm
Khối lượng lớn nhất của phôi	700kg
Khoảng dịch chuyển X-, Y-, Z-:	450 x 300 x 300mm
Khoảng dịch chuyển U-, V-:	± 30mm
Tốc độ chạy dao max (trục X/Y)	1.500mm/ph
Độ nghiêng dây max	± 12°

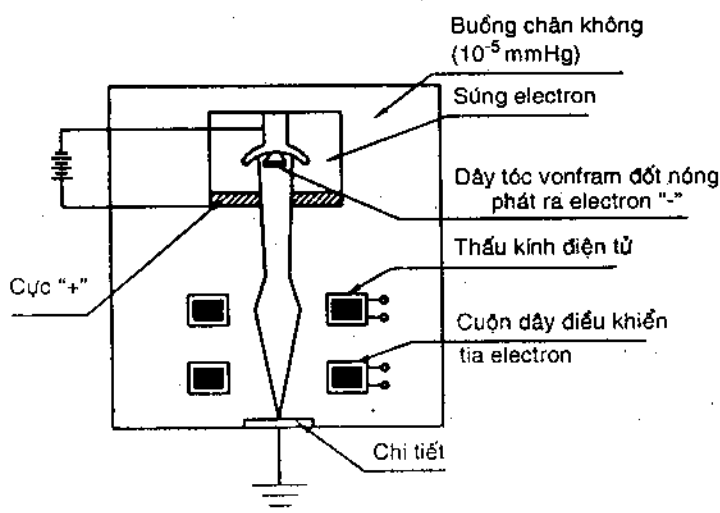
- 1 Bộ dẫn dây phía dưới 5- Đầu máy và bàn trượt X 9- Bảng điều khiển điện
 2 Bàn trượt Y 6- Màn hình Video 10- Hộp ổ đĩa điện
 3 Bàn gá phôi 7- Các đồng hồ đo điện 11- Bàn phím lập trình
 4- Bộ dẫn dây phía trên 8- Bảng điều khiển CNC 12- Đầu đọc băng đục lỗ
- A. Cụm cơ khí ; B. Cụm điều khiển điện/điện tử; C. Cụm dung dịch điện môi (không có trên ảnh).

12.4. GIA CÔNG BẰNG CHÙM TIA ĐIỆN TỬ

(Electron Beam Machining – EBM)

Về cơ bản gia công bằng chùm tia điện tử cũng là quá trình nhiệt. Ở đây, dòng thác điện tử tốc độ cao va chạm vào bề mặt chi tiết gia công, động năng biến thành năng lượng nhiệt tập trung làm vật liệu bị nóng chảy rồi bốc hơi.

Khi điện áp lớn, tốc độ của điện tử rất cao. Ví dụ: ở điện áp $U = 150000V$, tốc độ của electron đạt trên 28478km/s. Vì tia điện tử tập trung ở một diện tích bé (đường kính $10 \div 200\mu m$) nên mật độ năng lượng có thể đạt đến $6500. 10^9 W/mm^2$. Với năng lượng này có thể làm bốc hơi tức thời bất kỳ loại vật liệu nào.



Hình 12.16. Sơ đồ nguyên lý máy (EBM) gia công bằng chùm tia điện tử (electron beam machine).

EBM thích hợp để khoan những lỗ nhỏ có đường kính từ $0,025 \div 0,125\text{mm}$ trên những tấm dày đến $1,25\text{mm}$, hoặc khi có chiều rộng bé đến $0,025\text{mm}$.

Để tránh điện tử tốc độ cao va chạm các phần tử không khí nên quá trình EBM được thực hiện trong chân không ($p \approx 10^{-5}\text{mmHg}$).

Các electron được phóng ra từ sợi dây trong anten đốt nóng “cực âm” rồi chuyển động với gia tốc lớn do hiệu điện thế giữa hai cực. Chùm tia electron được tập trung nhờ thấu kính điện tử và được điều khiển theo hướng cần thiết nhờ cuộn dây có khả năng trùng động.

Cơ chế của EBM.

Electron có khối lượng $9,109 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ và chứa một điện tích $1,062 \cdot 10^{-19}\text{C}$. Nhờ điện thế chênh lệch U (vôn) của trường điện thế, động năng của electron được tính theo công thức:

$$\frac{1}{2} m_e (v^2 - v_0^2) e \cdot U.$$

Trong đó: m_e – khối lượng của điện tử;

v – tốc độ kết thúc chuyển động;

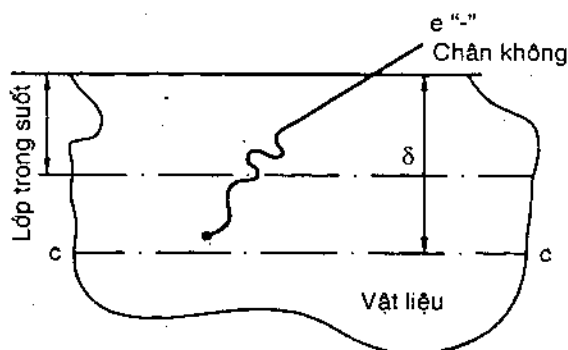
v_0 – tốc độ lúc bắt đầu chuyển động;

e – điện tích của điện tử;

U – điện thế của điện trường (V).

Nếu cho $v_0 \approx 0$ thì tốc độ cuối của electron $v = 600 \sqrt{U} \text{ km/Hc}$

Khi một electron chuyển động nhanh va đập vào bề mặt vật liệu thì nó đi qua lớp ngoài (trong suốt), tiếp tục chuyển động và va chạm với các phần tử rồi dừng lại ở chiều sâu δ . Hàng rào nguyên tử c-c (hình 12.17) bị các điện tử va đập làm tăng động năng và sinh nhiệt. Như vậy là rõ ràng nhiệt được tạo ra bên trong bề mặt vật liệu ở khoảng cách δ , khoảng cách δ được tính như sau:



Hình 12.17. Sự chuyển động của electron dưới lớp bề mặt.

$$\delta = 2,6 \cdot 10^{-17} \frac{U^2}{\rho} (\text{mm})$$

U – điện thế của điện trường (V);

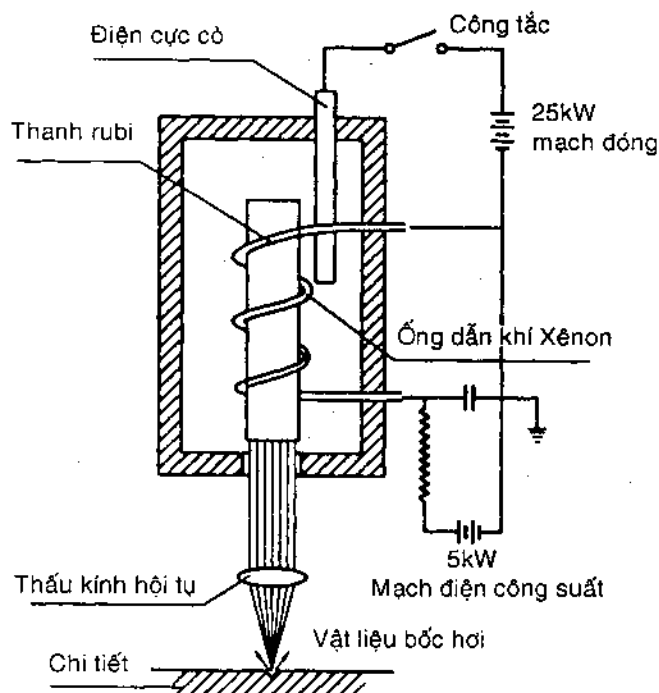
ρ – mật độ (khối lượng riêng) của vật liệu (kg/mm^3).

EBM không ảnh hưởng đến cấu trúc vật liệu vì vật liệu quanh “điểm nóng chảy” không bị nóng lên. Do mật độ năng lượng tập trung cực kỳ cao nên cách nhau gia công $\approx 0,025 \div 0,05\text{mm}$ vẫn giữ nhiệt độ trong phòng.

Tóm tắt về gia công bằng chùm tia điện tử EBM:

Cơ chế gia công	Chảy và bốc hơi
Môi trường	Chân không
Dụng cụ	Tia electron cao tốc
Suất cắt và vật liệu max	$\approx 10\text{mm}^3/\text{ph}$
Suất tiêu hao năng lượng	$\approx 450\text{W}/\text{mm}^3/\text{ph}$
Thông số đặc trưng	Điện thế cao, dòng tia, đường kính tia nhiệt độ làm chảy vật liệu
Vật liệu gia công	Mọi loại vật liệu
Hình dạng gia công	Lỗ rất nhỏ, cắt rãnh hẹp, cắt đường viền phức tạp trên tấm kim loại
Hạn chế	Máy đắt, tốn điện, cần môi trường chân không, chỉ gia công được các chi tiết bé.

12.5. GIA CÔNG BẰNG CHÙM TIA LAZE (Laser Beam Machining – LBM)



Hình 12.18. Sơ đồ máy gia công bằng tia laze.

Giống như chùm tia điện tử, chùm tia laze cũng có khả năng tạo ra năng lượng rất lớn.

Laze là chùm tia bức xạ điện từ có độ tập trung cao, có bước sóng từ $0,1 \div 0,7 \mu\text{m}$. Thường dùng khi gia công bước sóng $0,4 \div 0,6 \mu\text{m}$. Chùm tia laze là chùm tia đơn sắc có độ song song có thể tập trung ở một tiết diện rất bé và tạo ra công suất cực kỳ cao (10^7W/mm^2).

Hình vẽ mô tả sơ đồ nguyên lý của một máy phát tia laze. Ở đây, thanh Ruby (hồng ngọc) được cuốn quanh bằng một ống phát sáng bằng kim loại xenon. Thanh trong hộp chứa có tính phản xạ cao. Do phản xạ, ánh sáng phát ra từ ống phát sáng được rọi vào thanh Ruby làm thanh Ruby cộng hưởng và phát ra tia laze. Nhờ một tụ điện được tích điện với điện áp cao được đặt vào “điện cực kiểu cò súng” nên chùm tia laze càng mạnh.

Chùm tia laze đi qua hệ thống thấu kính hội tụ nên tập trung vào điểm cần gia công trên bề mặt chi tiết gây ra va đập. Kết quả làm vật liệu bốc hơi và xói mòn.

Có thể thay laze Ruby bằng laze khí $\text{CO}_2 - \text{N}_2$.

Khả năng gia công bằng chùm tia laze cũng tương tự như chùm tia điện tử là nhằm để cắt các khe hẹp, khoan lỗ nhỏ có đường kính đến $0,25 \text{mm}$.

Độ chính xác kích thước có thể đạt đến $\pm 0,025 \text{mm}$. Khi khoan các tấm có độ dày trên $0,25 \text{mm}$ thì độ côn của lỗ có thể vào khoảng $0,05 \text{mm}/1 \text{mm}$ chiều dày.

Cơ chế của LBM

Việc gia công bằng chùm tia laze là kết quả của:

- Tác động qua lại của chùm tia và bề mặt chi tiết.
- Độ dẫn nhiệt và sự tăng nhiệt độ của vật liệu.
- Chảy lỏng, bốc hơi và xói mòn nhiều vật liệu.

Đặc tính của gia công bằng tia laze

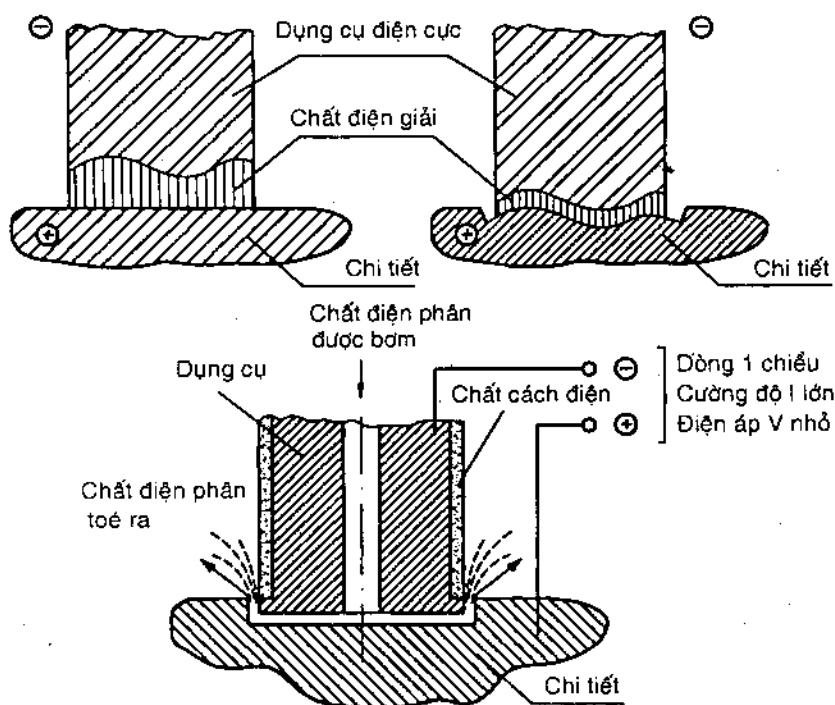
Cơ chế cắt vật liệu	– Nóng chảy, bốc hơi
Môi trường	– Không khí thường
Dụng cụ	– Chùm tia laze công suất lớn
Tốc độ lấy vật liệu max	$\approx 5 \text{mm}^3/\text{ph}$
Mức tiêu hao năng lượng	$\approx 100 \text{W/mm}^3/\text{ph}$
Thông số điều chỉnh	– Cường độ năng lượng của chùm tia, đường kính chùm tia nhiệt độ chảy
Vật liệu được gia công	– Mọi loại vật liệu
Hạn chế	– Mức tiêu hao năng lượng rất lớn, không thể cắt được loại vật liệu có hệ số dẫn nhiệt và phản xạ cao

12.6. GIA CÔNG ĐIỆN HOÁ (Electron Chemical Machining – ECM)

Gia công kim loại bằng điện hoá là một trong những phương pháp gia công mới có hiệu quả nhất. Quá trình gia công điện hoá có thể xem là quá trình ngược của “mạ kim loại bằng điện”, tức là dựa trên nguyên lý điện phân.

Nguyên lý điện phân đã được áp dụng từ lâu trong “Công nghệ mạ kim loại”. Trong mạ kim loại thì mục đích là làm cho phần tử kim loại bám vào mặt chi tiết được mạ. Ngược lại, trong gia công kim loại bằng điện hoá thì mục đích là lấy kim loại đi khỏi bề mặt chi tiết gia công. Do đó, trong gia công điện hoá chi tiết được nối với cực dương, còn dụng cụ được nối với cực âm của nguồn điện một chiều.

Hình 12-19b mô tả chi tiết cần gia công bằng điện hoá và dụng cụ được tạo hình theo profile của chi tiết cần gia công. Khe hở giữa bề mặt chi tiết và dụng cụ chứa đầy dung dịch điện giải thích hợp.



Hình 12.19. Sơ đồ gia công điện hoá.

Khi cho dòng điện đi qua thì xảy ra quá trình hoà tan dương cực (anốt). Tốc độ hoà tan anốt càng lớn khi khe hở E càng hẹp và ngược lại. Mật độ dòng điện tỷ lệ nghịch với khe hở, khe hở càng hẹp thì mật độ dòng điện càng lớn và ngược lại.

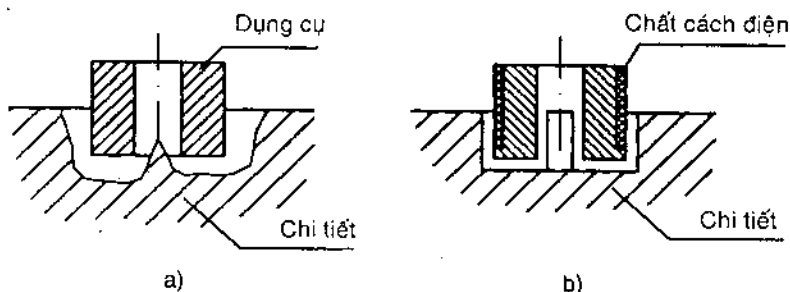
Khi gia công, cho dụng cụ chạy dao hướng tới chi tiết, chỗ đối diện với bề mặt dụng cụ, sẽ nhận được profile của dụng cụ. Dụng cụ được chạy dao thụ động hướng đến chi tiết, nhưng luôn giữ một khe hở nhất định. Tùy thuộc vào yêu cầu

công nghệ (năng suất, chất lượng bề mặt...). Chất điện giải được lưu chuyển trong khe hở giữa bề mặt dụng cụ và chi tiết dưới một áp lực cao (đủ để phá vỡ màng thụ động do phản ứng hoá học tạo ra trên bề mặt chi tiết và cuốn nó đi).

12.6.1. Dụng cụ và chất điện giải

a) *Dụng cụ*: dụng cụ đóng vai trò âm cực. Prophin của dụng cụ là âm bản của prophin chi tiết. Trong quá trình làm việc, dụng cụ không bị mòn, không chịu lực do đó vật liệu làm dụng cụ chỉ cần loại vật liệu dẫn điện, thường dùng đồng (Cu).

Để đảm bảo chi tiết đạt yêu cầu gia công thì ở những phần bề mặt dụng cụ không làm việc, cần phải cách điện với chất điện giải.



Hình 12.20. Ảnh hưởng của cách điện đến chi tiết.

a) dụng cụ không cách điện;

b) dụng cụ có cách điện.

b) *Chất điện giải*

Chất điện giải trong quá trình điện hoá thực hiện ba chức năng:

1. Truyền tải dòng điện lớn, chuyển chở các ion dương và ion âm đi qua, do đó chất điện giải cần dẫn điện tốt.

2. Duy trì các phản ứng điện hoá yêu cầu, nghĩa là chất điện giải phải liên tục duy trì sự hoà tan “cực dương” (chi tiết gia công) và không sinh ra phóng điện ở “cực âm” (dụng cụ).

3. Tải nhiệt và các sản phẩm của phản ứng điện hoá sinh ra đi khỏi vùng gia công.

Thường chất điện giải được chọn theo bảng sau:

Vật liệu gia công	Chất điện giải được dùng
– Hợp kim sắt	Dung dịch clorua (thường là 20% NaCl trong nước)
– Hợp kim titan	Dung dịch (10% HCl + 10% HNO ₃ + 10% HF)
– Hợp kim niken	Dung dịch HCl hoặc NaCl + H ₂ SO ₄
– Hợp kim nền Co–Cr–W	Dung dịch NaCl trong nước
– Hợp kim WC	Dung dịch kẽm đậm đặc

Chất điện giải phải được lựa chọn thích hợp để hoà tan được cực dương (chỉ tiết) mà không kết tủa trên bề mặt cực âm (dung cụ).

Vài chỉ tiêu công nghệ thường dùng trong gia công điện hoá.

Cường độ dòng: I – hàng ngàn ampe.

Điện áp : $U = 8 \div 20$ von

Khe hở điện cực: $E = 0,1 \div 0,2$ mm.

Năng suất gia công $1600 \text{ mm}^3/\text{ph}$ với tiêu hao 1000 ampe.

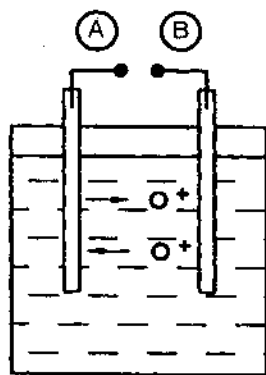
Việc hút đi một lớp kim loại của ECM không phụ thuộc vào độ cứng của vật liệu gia công, do đó ECM có ưu thế khi gia công các loại vật liệu gia công (thép tôi, hợp kim cứng...) cũng như các chi tiết có prophin phức tạp.

Một đặc điểm quan trọng khác của ECM là trong quá trình gia công dụng cụ không bị mòn.

12.6.2. Cơ chế của quá trình điện hoá ECM

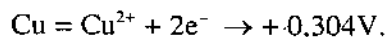
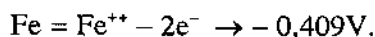
Nhúng một vật thể kim loại vào dung dịch điện giải, các nguyên tử kim loại rời khỏi A trở thành các ion và các ion của chất điện giải lại chuyển động tới điện cực để biến thành các nguyên tử. Quá trình cứ diễn biến liên tục cho đến khi đạt được thế cân bằng. Có một sự chênh lệch về điện thế (hiệu thế) tồn tại giữa một điểm trên bề mặt cực A và một điểm thuộc chất điện giải nằm kề sát cực A. Sự kiện này gọi là điện thế điện cực. Điện thế điện cực thay đổi tùy thuộc vào chất điện giải và vật liệu điện cực được nhúng vào.

Nếu hai điện cực khác nhau A và B được nhúng vào chất điện giải thì giữa hai điện cực này tồn tại một sự chênh lệch điện thế. Sự chênh lệch điện thế này tạo ra một sức điện động (hình 12.21).



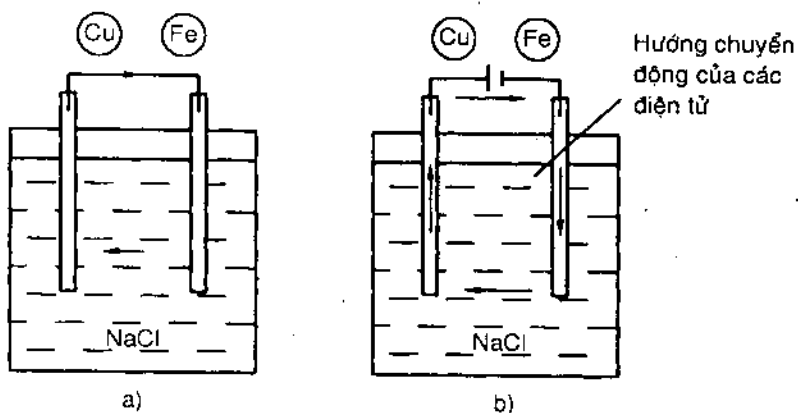
Hình 12.21. Sự hoà tan và kết tủa của vật liệu.

Ví dụ: Fe và Cu là hai điện cực được nhúng vào dung dịch muối ăn (NaCl) trong nước (hình 12.22a). Điện thế tồn tại giữa hai cực là:



Sự chênh lệch giữa các điện thế điện cực là 0,713V. Bản chất của quá trình điện giải phụ thuộc vào loại dung dịch chất điện giải.

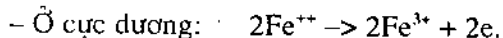
Để hiểu được quá trình điện hoá, hãy xét trường hợp dung dịch chất điện giải là dung dịch muối (NaCl) trong nước.



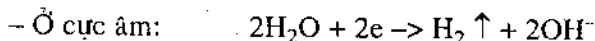
Hình 12.22. Mô tả nguyên lý điện phân.

a) không có nguồn tăng cường; b) có nguồn điện tăng cường.

Khi có sự chênh lệch điện thế giữa hai cực thì ở anốt và catốt có các phản ứng sau:

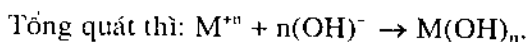
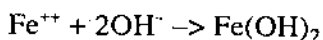


(kim loại điện cực Fe hoà tan tách hai điện tử)



Như thế là nước nhận $2e^-$ từ chất điện giải và kết quả là khí hydro thoát ra và các ion hydroxit sinh ra.

Các ion dương kim loại chuyển dịch về phía cực âm, còn các ion âm hydroxit bị hút về phía cực dương. Sau đó các ion dương kim loại kết hợp với các ion âm hydroxit tạo thành hydroxit kim loại theo phản ứng sau.



Từ quá trình trên ta thấy kết quả là cực dương sẽ bị hoà tan (ăn mòn) và khí H_2 sẽ bốc hơi ở cực âm... âm cực vẫn giữ nguyên hình dạng (không bị ăn mòn). Đây là đặc tính quan trọng nhất của quá trình điện hoá.

Năng suất gia công có thể tính theo công thức:

$$Q = \frac{AI}{PZ.F} \text{ (cm}^3/\text{s)}.$$

Trong đó: A– nguyên tử gam của kim loại;

I – cường độ dòng điện (A);

P– mật độ của vật liệu làm dương cực (g/cm^3);

Z– hoá trị của kim loại làm dương cực;

F – số Faraday (= 96500 Culông).

12.6.3. Công nghệ gia công điện hoá

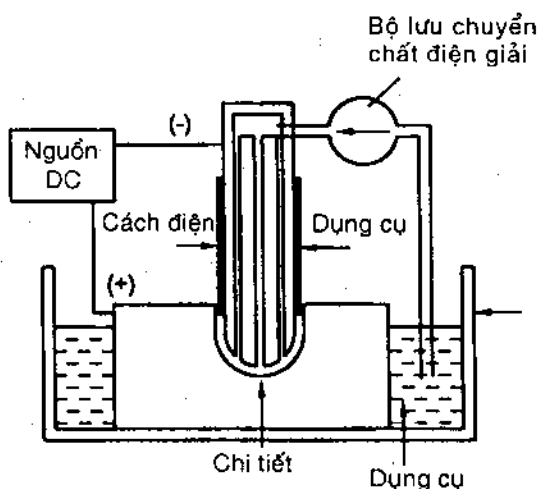
Có hai phương pháp thực hiện quá trình điện hoá.

- Thủy điện hoá (Electron Chemical Hydraulic Machining – ECHM).
- Cơ điện hoá (Electron Chemical Mechanical Machining – ECMM).

1. Phương pháp gia công thủy điện hoá (ECHM)

Trong gia công điện hóa, bất luận bằng phương pháp nào, cơ chế hốt lượng dư kim loại vẫn dựa trên cơ sở phản ứng hoà tan “đương cực” dưới tác dụng của chất điện phân và dòng điện một chiều.

Ở đây, trong quá trình gia công thủy điện hoá, cần chọn cấp dương cực và chất điện giải thích hợp để tạo ra sản phẩm phản ứng tuy là chất kết tủa nhưng không được trở thành màng thụ động bám chặt vào bề mặt chi tiết mà phải là những phần tử rời rạc có thể dễ dàng bị phá vỡ và chuyển đi theo dòng thủy lực áp lực cao.



Hình 12.23. Sơ đồ làm việc của máy gia công điện hoá.

Áp lực dòng thủy lực có thể đánh đến hàng chục atm được làm trực tiếp thành dòng chảy qua khe hở giữa cực dương và cực âm (hình 12.23).

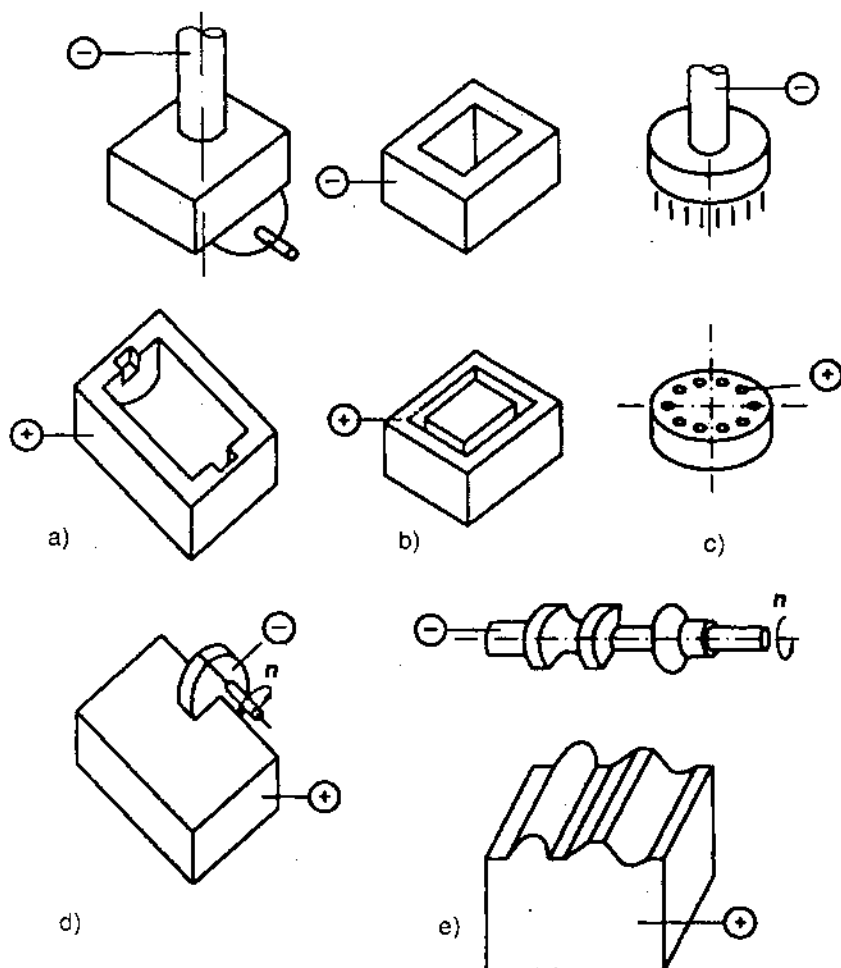
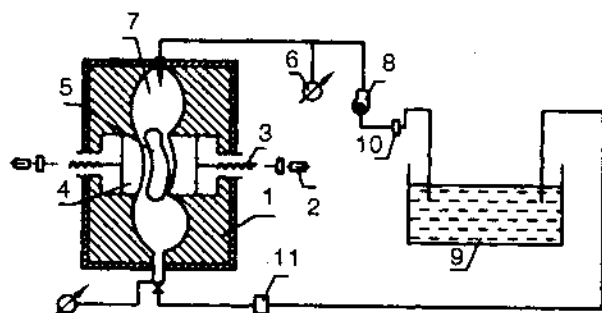
Khả năng áp dụng của phương pháp này rất đa dạng và đầy triển vọng. Tuy nhiên có một hạn chế cơ bản là thiết bị phải được làm từ những vật liệu không gỉ. Vật liệu pha kẽm, hợp kim chống gỉ... đắt tiền.

Dưới đây nêu một vài ví dụ sử dụng phương pháp “thủy điện hoá”:

- Gia công cánh quạt tuabin (hình 12.24)
- Gia công các chi tiết khác (hình 12.25)

Hình 12.24. Sơ đồ gia công cánh quạt 1 tuabin.

1- buồng chính; 2- hệ thống động cơ - vít me để chạy dao dụng cụ (catôt); 3 - vít me; 4- dụng cụ (catôt); 5- chi tiết; 6- đồng hồ chỉ áp lực dòng chảy; 7- buồng phân phối; 8- bơm; 9- bể chứa chất điện giải; 10- thiết bị tản nhiệt; 11- bộ lọc.



Hình 12.25. Mô tả các dạng gia công có thể thực hiện bằng phương pháp thủy điện hoá.

a- chế tạo khuôn dập; b- tạo lỗ vuông; c- tạo nhiều lỗ nhỏ trên một đế khuôn; d- cắt phôi từ vật liệu cứng cao; e- gia công chi tiết định hình.

2. Phương pháp gia công cơ điện hoá (ECMM)

Về bản chất gia công “Cơ điện hoá” vẫn dựa trên nguyên lý hoà tan dương cực, nhưng ở đây do sản phẩm của phản ứng được hình thành tạo thành chất kết tủa dưới dạng màng mỏng (màng thụ động) bám trên bề mặt chi tiết gia công (dương cực), màng này có độ dẫn điện kém gây cản trở cho quá trình phản ứng điện hoá ở dương cực. Muốn cho phản ứng tiếp tục thì màng thụ động cần phải được phá huỷ dưới tác dụng của lực cơ học.

Gia công anốt

Hình vẽ 12.26 cho ta sơ đồ nguyên tắc của quá trình ECMM. Do tác dụng cơ học chuyển động quay của dụng cụ (1) lên màng dương cực nên màng này bị phá vỡ và quá trình điện hoá tiếp tục.

+ Khi gia công thô:

$$I = 15 \div 25 \text{ A/cm}^2.$$

Lúc này quá trình xảy ra gần giống quá trình mài tiếp xúc điện.

Năng suất:

$$Q \approx 2000 \div 3000 \text{ mm}^3/\text{ph}$$

Độ nhẵn bề mặt: $R_a \sim$ cấp 3, cấp 4.

+ Khi gia công tinh: $I \approx 1 \div 2 \text{ A/cm}^2$.

– Độ nhẵn bề mặt đạt cấp 10 ÷ 12.

– Không có khuyết tật bề mặt.

– Năng suất thấp.

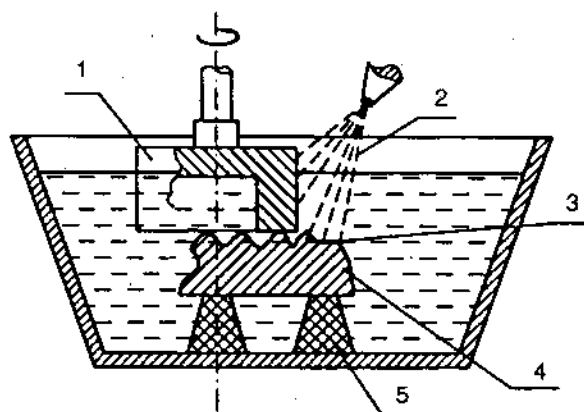
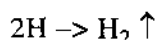
Dung dịch điện giải thường dùng là Silicat Natri + nước ($\text{NaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$) tỷ trọng 1,15 ÷ 1,30.

Ở dương cực và âm cực có các phản ứng sau:

+ Dương cực “+”: $\text{NaSiO}_3 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SiO}_3^-$



+ Âm cực “-”: $\text{H}^+ + e \rightarrow \text{H}$.



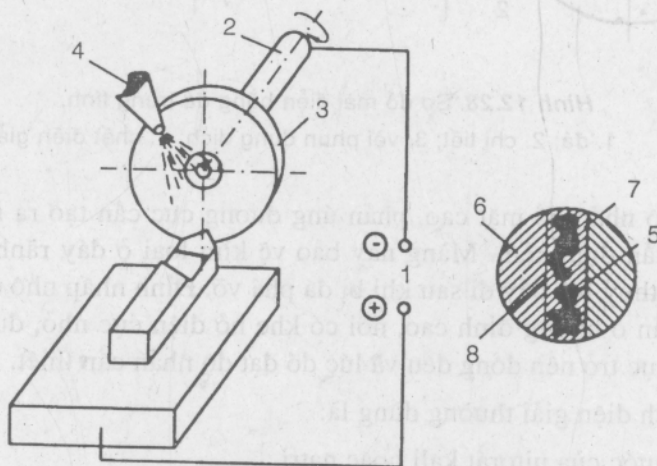
Hình 12.26. Sơ đồ nguyên lý của gia công cơ – anốt.

1– dụng cụ; 2– dung dịch điện giải; 3– màng thụ động; 4– chi tiết; 5– cách điện.

Phản ứng tạo ra ở màng âm cực một màng thụ động có điện trở lớn. Dụng cụ (Catốt) quay, bề mặt của nó tiếp xúc với màng thụ động sẽ phá huỷ màng để thông dòng điện.

3. Mài điện hoá bằng đá mài dẫn điện (hình 12.27)

Đá mài có chất dính kim loại do đó dẫn điện được. Bản chất của quá trình bao gồm việc hoà tan anốt, kết hợp với việc loại bỏ sản phẩm phản ứng bằng đá mài.



Hình 12.27. Sơ đồ mài điện hoá.

1. nguồn một chiều; 2. trục đá; 3. đá mài; 4. vòi phun dung dịch; 5. hạt đá;
6. chi tiết gia công; 7. chất kết dính; 8. dung dịch.

Thường dùng khi mài vật liệu hợp kim cứng nhóm BK và TK.

+ Dung dịch điện phân thường dùng là:

15% KNO_3 + 10% NaNO_2 .

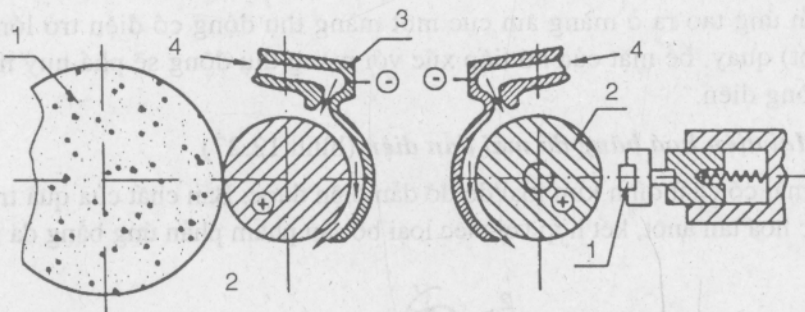
10% KNO_3 + 5% NaNO_2 ...

Thường được dùng để mài sắc dao HKC. Năng suất cao hơn mài bằng đá mài thường từ 2 ÷ 2,5 lần. Tuổi bền của đá tăng từ 2 đến 5 lần. Độ nhẵn bề mặt đạt được sau khi mài $R_z = 0,125$ và cao hơn.

4. Mài điện hoá bằng đá mài trung tính

Để gia công thô và tinh các mặt trục, mặt côn, mặt phẳng người ta dùng phương pháp mài điện hoá bằng đá mài thường (trung tính) như sơ đồ dưới đây (hình 12.28).

Chi tiết được nối với cực dương, giữa cực âm và cực dương có chất điện giải chảy qua.



Hình 12.28. Sơ đồ mài điện bằng đá trung tính.

1. đá; 2. chì tiết; 3. vòi phun dung dịch; 4. chất điện giải.

Để đạt độ nhẵn bề mặt cao, phản ứng dương cực cần tạo ra một màng thụ động có độ dẫn điện kém. Màng này bảo vệ kim loại ở đáy rãnh nhấp nhô để khỏi bị dòng thủy lực đẩy đi sau khi bị đá phá vỡ. Đỉnh nhấp nhô được gia công trước. Dần dần ở những đỉnh cao, nơi có khe hở điện cực nhỏ, được cắt hết thì khe hở điện cực trở nên đồng đều và lúc đó đạt độ nhẵn cần thiết.

Dung dịch điện giải thường dùng là:

– Dòng nước của nitrát kali hoặc natri.

– Khi gia công hợp kim cứng dùng nước thủy tinh lỏng ($\text{NaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$)

Dung dịch này cho năng suất thấp hơn.

– Độ nhẵn đạt $R_a > 0,125$.

Thường phương pháp này được sử dụng sau khi tiện tinh hoặc mài để nâng cao độ nhẵn bề mặt.

5. Mài khôn điện hoá (hình 12.29)

Mài khôn còn gọi là mài doa là phương pháp thường được dùng để gia công lần cuối bề mặt lỗ trụ (xilanh).

Các chuyển động khi mài khôn thường và mài khôn điện hoá làm như nhau, chỉ khác ở chỗ trong mài khôn điện hoá thì giữa thân đầu khôn và bề mặt chỉ tiết chứa đầy dung dịch điện giải. Đầu khôn nối với cực âm, còn chỉ tiết nối với cực dương.

Trên mặt trụ của đầu khôn (1) có lắp các thanh mài trung tính, hạt mịn (2), khe hở điện cực giữa thân xilanh (chỉ tiết) và đầu khôn (1) phải đảm bảo sao cho có phản ứng ở dương cực và hình thành màng thụ động.

Như vậy bản chất của mài khôn điện hoá cũng giống như ở hai phương pháp nêu trên.

Đặc điểm của khôn điện hoá so với khôn thường:

+ Khi mài khôn thường thì bề mặt lỗ còn lại các vết của quỹ đạo hạt mài, các hạt mài có thể bị găm lại trên bề mặt chi tiết, đá mài mòn nhanh và dễ bị chèn phôi khi gia công vật liệu dẻo, khó đạt được độ nhẵn cao $R_a < 0,125$.

Mài khôn điện hoá khắc phục được các nhược điểm nói trên.

+ Thường thân đầu khuôn (1) làm bằng thép, đóng vai trò cực âm, các thanh mài có chất kết dính không dẫn điện có tác dụng phá màng dương cực.

+ Chất điện giải thường dùng dung dịch muối trong nước (như đã nêu trên).

+ Chế độ gia công thường dùng:

Điện áp : 3 ~ 30V.

Cường độ dòng: $0,2 \div 1,5 \text{ A/cm}^2$.

Tốc độ của đầu khôn:

$$v = 1 \div 10 \text{ m/s.}$$

Số hành trình kép trong một phút:
30 ÷ 80.

Áp lực thanh mài lên bề mặt chi tiết gia công: $5 \div 30 \text{ N/cm}^2$.

Độ nhẵn đạt được: $R_a = 0,01 \div 0,08 \mu\text{m}$.

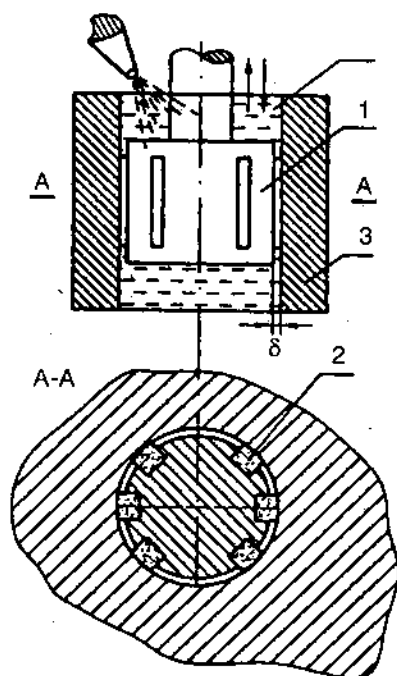
6. Đánh bóng điện hoá (còn gọi là đánh bóng cơ - anốt)

Bản chất của quá trình là dựa vào sự hoà tan dương cực (chi tiết) của phản ứng điện hoá và các sản phẩm được tách khỏi bề mặt gia công nhờ các thanh mài quay tròn.

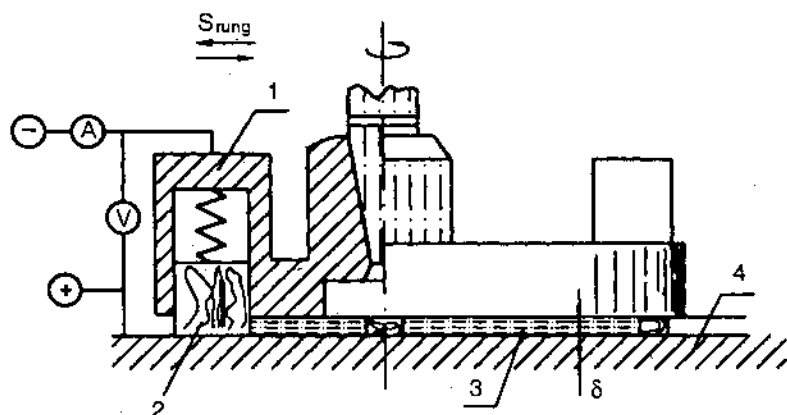
Thường dùng để gia công mặt phẳng trên các vật liệu dẫn điện.

Phương pháp này do V.N Guxepvui và N.N Grexepvui đưa ra năm 1947 theo sơ đồ hình 12.30.

Thanh mài được chế tạo bằng gỗ mềm, chất dẻo hoặc bó sợi bần chải, cũng có thể dùng thanh mài bình thường hay gỗ. Khe hở δ giữa đầu quay và chi tiết chứa đầy chất điện giải có lẫn bột mịn. Đầu mài có chuyển động quay, rung động và tịnh tiến theo phương song song với bề mặt gia công.



Hình 12.29. Sơ đồ khôn điện hoá.
1. đầu khuôn “-” cực; 2. thanh mài;
3. chi tiết “+” cực, 4. dung dịch điện phân; 5. vòi phun, δ - khe hở điện cực.



Hình 12.30. Sơ đồ thiết bị đánh bóng cơ – anot.

Bề mặt chi tiết xuất hiện phản ứng “hoà tan dương cực” khi có dòng điện một chiều đi qua. Sản phẩm phản ứng có dạng màng thụ động bám chặt trên bề mặt chi tiết. Đầu mài làm tróc các lớp màng này khỏi bề mặt được gia công. Kết quả là những nhấp nhô bề mặt được là nhẵn và đạt độ bóng cao.

- Dung dịch điện giải: các muối gốc lưu huỳnh, nitơ, muối ăn.
- Bột mài: bột oxit nhôm hoặc oxit crôm.
- Với dòng điện $1\text{A}/\text{cm}^2$ thì tốc độ cắt kim loại đạt $7,5 \pm 1\text{ }\mu\text{m}/\text{ph}$, độ nhẵn bề mặt $R_a = 0,125$ và cao hơn.

Chế độ gia công thường sử dụng.

- Điện áp: $3 \div 30\text{V}$.
- Dòng điện: $0,2 \div 2\text{A}/\text{cm}^2$.
- Tốc độ quay của đầu: $v = 1 \div 5\text{m/s}$.
- Áp lực đơn vị: $5 \div 15\text{N}/\text{cm}^2$.
- Lượng bột mài trong dung dịch: 70g/l .

7. Cắt HKC bằng phương pháp điện hoá

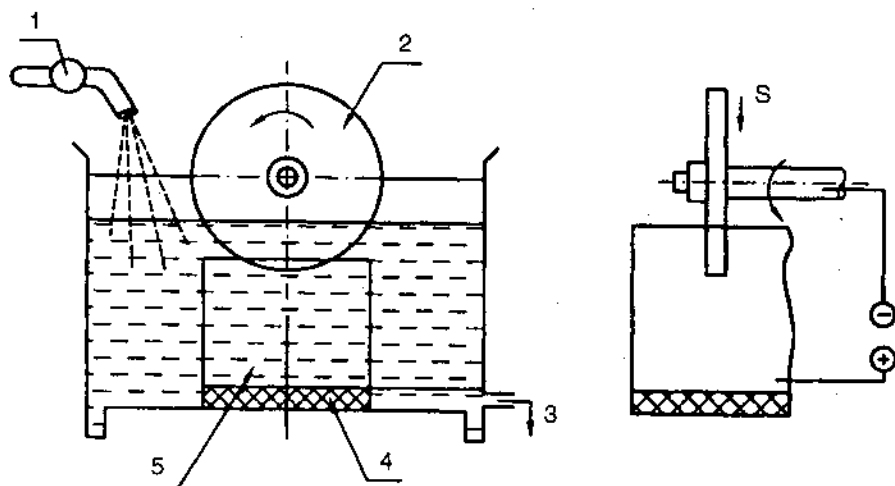
Việc cắt đứt được thực hiện bằng điện cực đĩa hoặc điện cực dây theo sơ đồ cho ở hình 12.31.

Do tác dụng của dòng một chiều và dung dịch điện giải mà phản ứng tạo màng ở dương cực xảy ra ở nơi đối nhau của dụng cụ (đĩa) và chi tiết.

Đĩa quay, dưới tác dụng của áp lực giữa đĩa và chi tiết, màng phản ứng bị phá để cho quá trình tạo màng được tiếp tục cho đến khi mảnh HKC được cắt đứt.

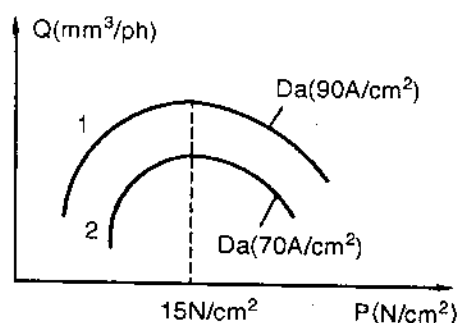
Năng suất gia công (mg/ph hoặc mm³/ph) độ nhẵn bề mặt phụ thuộc nhiều yếu tố như:

- Mật độ dòng điện (A/cm^2).
- Áp lực cắt.
- Tốc độ quay của đĩa.

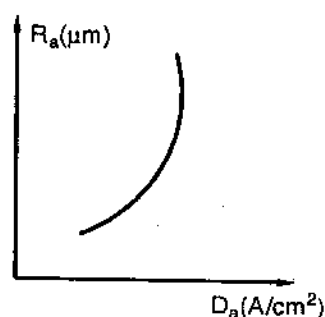


Hình 12.31. Sơ đồ nguyên lý cắt HKC bằng điện hoá.

1— vòi dẫn dung dịch; 2— đĩa cắt; 3— vết bể; 4— chất cách điện; 5— mảnh HKC.



Hình 12.32. Quan hệ giữa năng suất cắt với mật độ dòng (D_a) và áp lực cắt (P).



Hình 12.33. Quan hệ giữa mật độ dòng điện D_a và độ nhấp nhô R_a .

Đồ thị hình 12.32, 12.33 cho ta quan hệ giữa năng suất gia công với mật độ dòng điện và áp lực cắt khi cắt mảnh BK8 bằng đĩa tôn dày 0,5mm với dung dịch điện giải là NaSiO_3 (tỷ trọng $d = 1,2$) có cho thêm muối ăn với hàm lượng 10g/l.

Từ đồ thị ta thấy rằng năng suất cao nhất ứng với áp lực cắt $P \approx 15\text{N/cm}^2$ vì khi áp lực vượt quá giới hạn này đĩa và bề mặt HKC tỳ sát vào nhau, không còn khe hở điện cực nữa do quá trình điện hoá bị đình trệ.

Mặt khác ta cũng thấy khi mật độ dòng cao thì năng suất cũng cao hơn (đường cong 2). Tuy nhiên khi mật độ dòng cao thì phản ứng xảy ra càng mạnh dẫn đến độ nhấp nhô bề mặt càng tăng.

Một vài giá trị tham khảo khi cắt HKC bằng điện hoá.

– Dung dịch điện giải: nước thủy tinh lỏng (Na_2SiO_3) tỷ trọng $d = 1,2 \div 1,3$ (có thể thêm NaCl khoảng 10g/l).

– Áp lực cắt : $1,5 \div 2\text{kg/cm}^2$ ($15 \div 20\text{N/cm}^2$)

– Lực điện dòng: $10 \div 30\text{V}$.

– Mật độ dòng: $D_a = 20 \div 110\text{A/cm}^2$.

– Dụng cụ (đĩa cắt) tôn mỏng ($0,3 \div 0,5$) mm.

TÓM TẮT QUÁ TRÌNH ECM

1. Thuỷ điện hoá

– Cơ chế cắt vật liệu: phản ứng điện hoá hoà tan dương cực.

– Môi trường trung gian: chất điện giải dẫn điện.

– Dụng cụ: Vật liệu đồng đồ, đồng thau, thép.

$$\frac{\text{Lượng vật liệu cắt đi}}{\text{Độ mòn của dụng cụ}} = \infty$$

– Khe hở điện cực $\approx 0,05 \div 0,3\text{mm}$.

– Suất cắt kim loại $\max \approx 15 \div 10^3\text{mm}^3/\text{ph}$.

– Các thông số điều chỉnh: điện thế, cường độ dòng, tốc độ chạy dao, chất điện phân, độ dẫn điện của dung dịch.

– Vật liệu gia công: vật liệu dẫn điện.

– Dạng bề mặt gia công, lỗ không thông, mặt cong định hình, lỗ thông prophin tùy ý.

– Giới hạn – tổn năng lượng (150 lần lớn hơn so với các phương pháp gia công truyền thống).

– Không gia công được vật liệu không dẫn điện và chi tiết quá bé.

– Thiết bị đắt tiền.

2. Cơ điện hoá

- Cơ chế cắt vật liệu: dùng lực cơ học để phá huỷ màng thụ động do điện hoá tạo ra trên bề mặt chi tiết gia công.
- Môi trường trung gian: dung dịch điện giải dẫn điện.
- Áp dụng: gia công vật liệu dẫn điện.
- Thông số sử dụng: $U = 3 \div 30V$, $d = 0,2 \div 2A/cm^2$.
- Áp lực: $P = 5 \div 30N/cm^2$.
- Độ nhẵn đạt được: $R_a > 0,1 \div 0,08\mu m$.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nguyên lý làm việc và cơ chế của các phương pháp gia công mới: Gia công bằng tia hạt mài, gia công bằng siêu âm, gia công bằng tia lửa điện (xung điện, cắt dây); gia công bằng tia laze; gia công bằng điện hoá ?
2. Phạm vi ứng dụng của các phương pháp gia công mới ?
3. Thiết bị gia công mới ?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yoram Koren. 1983. *Computer control of manufacturing system*, Mc. Graw-Hill NewYork .
2. Lin, S.C Jonathan. 1992. *Computer numerical control from programming to networking*, Delmar Publishers Inc.
3. Jon Stenerson, Kelly Curran. 1997. *Computer numerical control: Operation and programming*, Prentice Hall.
4. Bryan L.A., E.A. Bryan. 1998. *Programmable control*, Carbology Inc.
5. Steve Krar and Arthur Gill. 1983. *CNC: Technology and Programming*, NewYork Mc. Graw-Hill book.
6. V.L. Kosovsky and Yu.G. Kozyrev. 1986. *Numerical control of machine tools and robots*, Moscow, Mir publishers.
7. Hans. B.Kief, T. Frederick Waters: *Computer numerical control*, Mission Hill. Mc. Graw-Hill book.
8. Olesten, N.O: *Numerical control*, Wiley-Interscience, NewYork, 1970.
9. Phạm Đắp. 1970. *Máy cắt kim loại tập I*. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
10. Phạm Đắp, Nguyễn Hoa Đăng. 1985. *Máy công cụ I*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
11. Phạm Đắp, Nguyễn Đức Lộc, Phạm Thế Trường, Nguyễn Tiến Lương. 1971. *Tính toán thiết kế máy cắt kim loại*. NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp.
12. PGS.TS Tạ Duy Liêm. 2005. *Kỹ thuật điều khiển điều chỉnh và lập trình khai thác máy công cụ*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Mở đầu	4
Chương 1. Vật liệu dụng cụ cắt	5
1.1. Các yêu cầu cơ bản đối với vật liệu làm phần cắt của dụng cụ	5
1.2. Các loại vật liệu làm phần cắt của dụng cụ	6
Câu hỏi ôn tập	21
Chương 2. Thông số hình học phần cắt của dụng cụ	22
2.1. Những bộ phận chính của dụng cụ cắt	23
2.2. Thông số hình học phần làm việc của dụng cụ cắt	27
2.3. Thông số hình học của dao ở trạng thái tĩnh	28
2.4. Thông số hình học của dụng cụ cắt khi làm việc	33
Câu hỏi ôn tập	38
Chương 3. Các cơ cấu truyền động và điều khiển	39
3.1. Khái niệm chung về truyền động và điều khiển	39
3.2. Các cơ cấu truyền động	41
3.3. Cơ cấu điều khiển cơ khí	70
Câu hỏi ôn tập	78
Chương 4. Đại cương về chuyển động học trong máy công cụ	79
4.1. Phân loại các dạng bề mặt chi tiết	79
4.2. Các phương pháp gia công bề mặt chi tiết	81
4.3. Phân loại các chuyển động của máy công cụ	83
4.4. Phân loại và ký hiệu máy công cụ	87
Câu hỏi ôn tập	87
Chương 5. Máy tiện	88
5.1. Công dụng và phân loại	88
5.2. Máy tiện ren vít vạn năng	88
5.3. Kiểm tra thông số hình học máy tiện	115

5.4. Máy tiện Revolve, máy tiện đứng, máy tiện cụt	116
Câu hỏi ôn tập	122
Chương 6. Máy khoan – máy doa – máy tổ hợp	123
6.1. Máy khoan	123
6.2. Máy doa	131
6.3. Máy tổ hợp	140
Câu hỏi ôn tập	145
Chương 7. Máy phay	146
7.1. Công dụng và phân loại	146
7.2. Máy phay vạn năng nằm ngang P623	148
7.3. Máy phay đứng	155
7.4.Ụ phân độ	156
7.5. Các loại máy phay khác	163
7.6. Gá, kẹp phôi và dao trên máy phay	166
Câu hỏi ôn tập	168
Chương 8. Máy chuyển động thẳng	169
8.1. Công dụng và phân loại máy chuyển động thẳng	169
8.2. Máy bào	169
8.3. Máy xọc	177
8.4. Máy chuốt	180
Câu hỏi ôn tập	183
Chương 9. Máy gia công ren và răng	184
9.1. Máy gia công ren	184
9.2. Máy gia công răng	190
9.3. Máy xọc răng	202
9.4. Một số cơ cấu của máy xọc răng	209
Câu hỏi ôn tập	211
Chương 10. Máy mài	212
10.1. Công dụng và phân loại máy mài	212
10.2. Máy mài tròn ngoài	212
10.3. Máy mài tròn trong	217
10.4. Máy mài không tâm	219
10.5. Máy mài phẳng	223
10.6. Máy mài ren và then hoa	225
10.7. Các loại máy mài tinh xác	226

10.8. Máy mài sắc	228
Câu hỏi ôn tập	229
Chương 11. Máy công cụ điều khiển số NC – CNC	230
11.1. Quá trình phát triển của máy NC – CNC.....	230
11.2. Hệ trục	231
11.3. Toạ độ quy chiếu.....	233
11.4. Sự khác nhau giữa NC và CNC.....	235
11.5. Các kiểu máy NC – CNC	236
11.6. Các thành phần cơ bản của máy CNC	239
11.7. Các lệnh cơ bản của chương trình.....	242
11.8. Trung tâm gia công	245
11.9. Máy tiện CNC	254
Câu hỏi ôn tập.....	259
Chương 12. Các phương pháp gia công mới	260
12.1. Gia công bằng tia hạt mài (Abrasive Jet Machining – AJM).....	261
12.2. Gia công bằng siêu âm (Ultrasonic Machining – USM).....	264
12.3. Gia công bằng tia lửa điện (Electric Discharge Machining – EDM).....	266
12.4. Gia công bằng chùm tia điện tử.....	274
(Electron Beam Machining – EBM).....	
12.5. Gia công bằng chùm tia laze (Laser Beam Machining – LBM).....	276
12.6. Gia công điện hoá (Electron Chemical Machining – ECM)	278
Câu hỏi ôn tập	291
Tài liệu tham khảo	292

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc CTCP Sách ĐH-DN
TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập lần đầu

HOÀNG TRỌNG NGHĨA

Biên tập tái bản và sửa bản in:

PHẠM THỊ PHƯỢNG

Trình bày bìa:

LƯU CHÍ ĐỒNG

Chế bản:

ĐINH XUÂN DŨNG

GIÁO TRÌNH CƠ SỞ KỸ THUẬT CẮT GỌT KIM LOẠI

Mã số: 7K571T7 - DAI

In 1.000 bản(QĐ 92), khổ 16 x 24 cm, tại Cty CP in
và Thương mại Hà Tây. Địa chỉ: 15 Quang Trung, TP. Hà Đông
Số ĐKKH xuất bản: 11 - 2007/CXB/314 - 2119/GD.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 11 năm 2007.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO
25 HÀN THUYỀN – HÀ NỘI
Website : www.hevobco.com.vn



VƯƠNG MIỀN KIM CƯƠNG
CHẤT LƯỢNG QUỐC TẾ

**TÌM ĐỌC GIÁO TRÌNH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ
TRUNG CẤP CHUYÊN NGHIỆP CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

- | | |
|--|--------------------|
| 1. An toàn điện | Nguyễn Đình Thắng |
| 2. Kỹ thuật điện | Đặng Văn Đào |
| 3. Máy điện | Nguyễn Hồng Thanh |
| 4. Kỹ thuật lắp đặt điện | Phan Đăng Khải |
| 5. Điện dân dụng và công nghiệp | Vũ Văn Tầm |
| 6. Cung cấp điện | Ngô Hồng Quang |
| 7. Đo lường các đại lượng điện và không điện | Nguyễn Văn Hoà |
| 8. Kỹ thuật điều khiển động cơ điện | Vũ Quang Hồi |
| 9. Điện tử công suất | Trần Trọng Minh |
| 10. Linh kiện điện tử và ứng dụng | Nguyễn Việt Nguyên |
| 11. Điện tử dân dụng | Nguyễn Thanh Trà |
| 12. Kỹ thuật số | Nguyễn Việt Nguyên |
| 13. Kỹ thuật mạch điện tử | Đặng Văn Chuyết |
| 14. Cơ kỹ thuật | Đỗ Sanh |
| 15. An toàn lao động | Nguyễn Thế Đạt |
| 16. Vẽ kỹ thuật | Trần Hữu Quế |
| 17. Vật liệu và công nghệ cơ khí | Hoàng Tùng |
| 18. Dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường | Ninh Đức Tồn |
| 19. Kỹ thuật sửa chữa ô tô máy nổ | Nguyễn Tất Tiến |
| 20. Công nghệ hàn (lý thuyết và ứng dụng) | Nguyễn Thúc Hà |
| 21. Cơ sở kỹ thuật cắt gọt kim loại | Nguyễn Tiến Lương |

*Bạn đọc có thể mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương
hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục :*

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187B Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ;

Tại Đà Nẵng : Số 15 Nguyễn Chí Thanh ; Số 62 Nguyễn Chí Thanh ;

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : Cửa hàng 451B - 453, Hai Bà Trưng - Quận 3 ;
240 Trần Bình Trọng – Quận 5.

Tại Thành phố Cần Thơ : Số 5/5, đường 30/4 ;

Website : www.nxbgd.com.vn



81934980760123



Giá: 32.000 đ