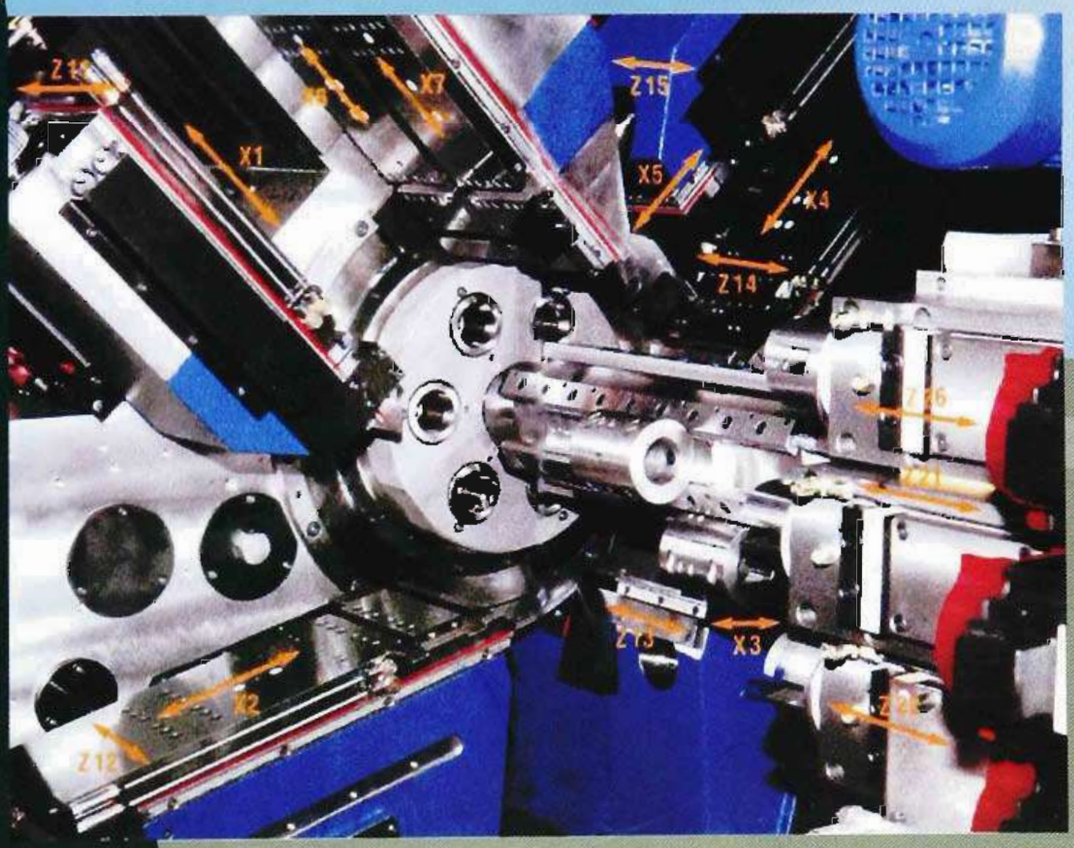
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
PGS.TS. PHẠM VĂN HÙNG - PGS.TS. NGUYỄN PHƯƠNG

# Cơ sở MÁY CÔNG CỤ




NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

PGS.TS. PHẠM VĂN HÙNG - PGS.TS. NGUYỄN PHƯƠNG

# CƠ SỞ
# MÁY CÔNG CỤ

*(In lần thứ hai có sửa chữa, bổ sung)*

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2007

# CƠ SỞ MÁY CÔNG CỤ

**Tác giả:** **PGS.TS. Phạm Văn Hùng**
**PGS.TS. Nguyễn Phương**

*Chịu trách nhiệm xuất bản:* *PGS. TS. Tô Đăng Hải*
*Biên tập và sửa bông:* *Nguyễn Thị Diệu Thuý*
*Trình bày và chế bản:* *Thụy Anh, Trịnh Thị Tiệp*
*Vẽ bìa:* *Đỗ Thịnh*

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2007

In 1000 cuốn khổ 19 × 27 tại Công ty INHH bao bì và in Hải Nam.
Quyết định xuất bản 75-2007/CXB/293-02/KHKT.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 4/2007

# LỜI TỰA

*Môn học "Máy công cụ", và có khi còn gọi là "Máy cắt kim loại", được.dạy lần đầu tiên ở Việt Nam tại trường Đại học Bách khoa Hà Nội từ năm 1959 cho sinh viên khóa 1 ngành Chế tạo máy (Máy công cụ, Công nghệ chế tạo máy và Dụng cụ cắt). Đó cũng là thời kỳ xây dựng và khánh thành Nhà máy Cơ khí trung quy mô (sau này đổi tên là Nhà máy công cụ số 1, nay là Công ty Cơ khí Hà Nội) - đứa con đầu lòng và cũng là cái nôi của ngành chế tạo máy công cụ nói riêng và của ngành chế tạo cơ khí nói chung của Việt Nam.*

*Từ đó đến nay hàng chục ngàn sinh viên ngành chế tạo máy và cơ khí của gần 50 khóa sinh viên các trường Đại học Bách khoa và Đại học kỹ thuật của Việt Nam từ Nam chí Bắc đã được học môn học "Máy công cụ" và trở thành kỹ sư, nhà giáo, nhà nghiên cứu. Nhiều cuốn sách giáo khoa và sách tham khảo về máy công cụ của các thế hệ tác giả như GS.VS. Nguyễn Anh Tuấn, GS.TSKH. Nguyễn Ngọc Cẩn, PGS. Phạm Đắp, PGS. Nguyễn Hữu Lộc, PGS.TS. Nguyễn Phương, TS. Phạm Thế Trường, TS. Nguyễn Tiến Lường, PGS.TS. Tạ Duy Liêm, TS. Bùi Quý Lực, KS. Nguyễn Hoa Đăng, v.v... đã được xuất bản.*

*Cuốn sách "Cơ sở máy công cụ" của TS. Phạm Văn Hùng và PGS.TS. Nguyễn Phương được soạn làm giáo trình cho sinh viên chính khóa ngành Chế tạo máy và các ngành cơ khí khác đồng thời làm sách tham khảo cho các nghiên cứu viên, học viên cao học, kỹ sư và kỹ thuật viên ngành cơ khí.*

*Cuốn sách "Cơ sở máy công cụ" là kết quả nỗ lực lao động nghiêm túc của hai tác giả trong việc lựa chọn tài liệu, xác định nội dung của cuốn sách. Do đó đã đáp ứng được yêu cầu tìm hiểu về nguyên lý, kết cấu các chủng loại máy công cụ phục vụ cho hai trong ba tầng công nghệ khác nhau của Việt Nam: tầng công nghệ về thiết bị truyền thống đã tối ưu hóa (máy công cụ vạn năng); tầng công nghệ về thiết bị phi truyền thống (máy công cụ điều khiển số CNC, máy gia công tia lửa điện, máy gia công lade, v.v...) và tầng công nghệ các thiết bị tích hợp, tự động hóa, vi tính hóa (như dây chuyền sản xuất tự động, rô bốt, thiết bị tạo mẫu nhanh v.v...). Việc lựa chọn các loại máy công cụ điển hình, với trình độ kỹ thuật của ba tầng công nghệ khác nhau khiến cho cuốn sách có giá trị tham khảo và phục vụ được phần lớn tầng lớp cán bộ kỹ thuật làm việc ở các xí nghiệp, trường đại học và viện nghiên cứu khác nhau.*

*Trong giai đoạn đất nước tiến hành công nghiệp hóa, hiện đại hóa thì máy công cụ thuộc về một trong tám nhóm sản phẩm chủ lực của ngành cơ khí Việt Nam. Ngày 26/12/2002 Thủ tướng chính phủ đã ký quyết định 186/2002/QĐ-TTG phê duyệt chiến lược phát triển ngành cơ khí Việt Nam đến năm 2010 và tầm nhìn 2020. Ở đây chỉ rõ việc ưu tiên phát triển một số chuyên ngành của ngành cơ khí Việt Nam với tám nhóm sản phẩm quan trọng, trong đó có nhóm máy công cụ.*

*Cuốn sách này là một đóng góp của các tác giả nhân dịp kỉ niệm một nửa thế kỷ thành lập Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và điều đó đáng được trân trọng. Chúng tôi xin giới thiệu cuốn sách với độc giả và các bạn đồng nghiệp.*

**GS.VS. Nguyễn Anh Tuấn**

# LỜI NÓI ĐẦU

*Trong ngành cơ khí chế tạo máy thì **máy công cụ** có vai trò quyết định đến chất lượng chế tạo các chi tiết máy. Hiện nay do sự đa dạng hoá của các sản phẩm cơ khí cũng như yêu cầu không ngừng nâng cao độ chính xác gia công nên ngành chế tạo máy ở Việt Nam bên cạnh việc sử dụng các máy công cụ truyền thống, cũng đã sử dụng các máy công cụ hiện đại điều khiển số CNC trong sản xuất.*

*Máy công cụ của ngành chế tạo máy phần lớn là các máy cắt gọt kim loại. Chủng loại và kích cỡ máy cắt kim loại ở nước ta rất phong phú và đa dạng do được nhập khẩu từ nhiều nước có trình độ công nghệ khác nhau. Việt Nam trong thời kỳ trước đổi mới cũng đã sản xuất được các máy cắt gọt kim loại vạn năng như T620, T630, T616, P623, v...v trên cơ sở các mẫu máy cắt gọt của Liên Xô cũ. Phần lớn các máy công cụ vạn năng ở Việt Nam có nguồn gốc từ Liên Xô cũ và các nước Đông Âu cũ, còn các máy công cụ hiện đại điều khiển số CNC được nhập khẩu từ nhiều nước như Trung Quốc, Nhật, Đài Loan, Đức, Mỹ ...*

***Máy công cụ** là một trong những môn học chuyên ngành sâu của sinh viên ngành chế tạo máy trường Đại học Bách khoa Hà Nội, môn học này được giảng dạy ngay từ khi thành lập trường vào năm 1956. Hiện nay, để đáp ứng yêu cầu đào tạo kỹ sư ngành chế tạo máy phục vụ giai đoạn công nghiệp hoá và hiện đại hoá, tiến tới hội nhập khu vực và thế giới, chúng tôi đã biên soạn giáo trình **Cơ sở máy công cụ** dựa trên bộ chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo cho các trường đại học kỹ thuật. Giáo trình **Cơ sở máy công cụ** được biên soạn nhằm cung cấp một cách hệ thống các kiến thức cơ bản về máy công cụ phù hợp với đặc điểm của nền công nghiệp Việt Nam nói chung và ngành chế tạo máy nói riêng, đồng thời có cập nhật các kiến thức về các máy công cụ hiện đại điều khiển số.*

*Trong giáo trình **Cơ sở máy công cụ** này chúng tôi đã tham khảo nhiều sách, giáo trình về máy cắt kim loại, máy công cụ của nước ngoài cũng như trong nước của các tác giả như: Viện sỹ GS.TSKH. Nguyễn Anh Tuấn, GS.TSKH. Nguyễn Ngọc Cẩn, PGS. Phạm Đắp, GS.TS. Nguyễn Đắc Lộc, PGS.TS. Tạ Duy Liêm, TS. Phạm Thế Trường, TS. Nguyễn Tiến Lưỡng, TS. Bùi Quý Lực, KS. Nguyễn Hoa Đăng và nhiều đồng nghiệp khác.*

*Giáo trình **Cơ sở máy công cụ** do biên soạn lần đầu chắc chắn sẽ không tránh khỏi những nhược điểm và thiếu sót. Chúng tôi mong muốn được các độc giả đóng góp ý kiến. Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn.*

*Những ý kiến đóng góp xin được gửi tới bộ môn Máy và Ma sát học, khoa Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội, số 1 đường Đại Cồ Việt, Hà Nội hoặc Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.*

**Các tác giả**

# MỤC LỤC

*Lời giới thiệu* 3

*Lời nói đầu* 5

*Chương 1.* **Động học máy công cụ** 9

1.1. Đại cương về máy công cụ 9

1.2. Chuyển động tạo hình của máy cắt kim loại 10

1.3. Sơ đồ kết cấu động học tổ hợp chuyển động của máy cắt kim loại 15

1.4. Chuyển động của máy cắt kim loại 21

1.5. Các cơ cấu truyền dẫn trong máy công cụ 25

1.6. Cơ cấu tổng hợp chuyển động và đảo chiều trong máy công cụ 32

*Chương 2.* **Máy tiện** 38

2.1. Công dụng và phân loại máy tiện 38

2.2. Máy tiện ren vít vạn năng 1K62 39

2.3. Máy tiện ren vít vạn năng T616 55

2.4. Máy tiện ren vít vạn năng 1A616 62

2.5. Máy tiện hớt lưng 66

2.6. Máy tiện tự động 76

2.7. Máy tiện điều khiển số CNC 107

*Chương 3.* **Máy phay** 116

3.1. Công dụng, ký hiệu và phân loại 116

3.2. Máy phay vạn năng nằm ngang 6H82 (P623) 118

3.3. Đầu phân độ vạn năng 124

3.4. Máy phay điều khiển số CNC 132

3.5. Một số loại máy phay khác 140

*Chương 4.* **Máy chuyển động thẳng** 143

4.1. Máy bào 143

4.2. Máy xọc 150

4.3. Máy chuốt 153

*Chương 5.* **Máy khoan - doa** 156

5.1. Công dụng và phân loại máy khoan - doa 156

5.2. Máy khoan đứng 2A150 161

5.3. Máy khoan cần 2B56 163
5.4. Máy do 2620A 168

*Chương 6.* **Máy mài** 172
6.1. Công dụng và phân loại máy mài 172
6.2. Chuyển động cơ bản của máy mài 172
6.3. Máy mài tròn ngoài 174
6.4. Máy mài tròn trong 180
6.5. Máy mài không tâm 185
6.6. Máy mài mặt phẳng 190

*Chương 7.* **Máy gia công bánh răng** 195
7.1. Phương pháp gia công bánh răng và phân loại máy gia công bánh răng 195
7.2. Máy gia công bánh răng trụ 197
7.3. Máy lăn răng 5M324A và 5K310 201
7.4. Máy xọc răng 210
7.5. Máy gia công bánh răng côn răng thẳng 221
7.6. Máy gia công bánh răng côn răng cong 236
7.7. Máy gia công tinh bánh răng 246

*Chương 8.* **Máy gia công tia lửa điện** 262
8.1. Phương pháp gia công tia lửa điện 262
8.2. Máy gia công tia lửa điện xung định hình CNC Maho kiểu HS 300E 265
8.3. Máy gia công tia lửa điện - cắt dây CNC ROBOFIL 390 (của hãng Charmilles) 266

*Chương 9.* **Tính toán và điều chỉnh máy** 268
9.1. Điều chỉnh máy tiện vạn năng 268
9.2. Tính toán điều chỉnh máy tiện tự động 276

*Tài liệu tham khảo* 307

*CHƯƠNG 1*

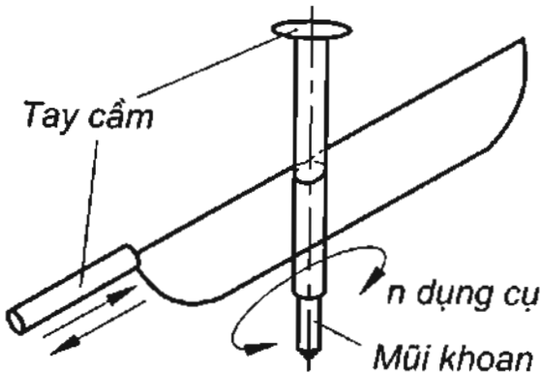
# ĐỘNG HỌC MÁY CÔNG CỤ

## 1.1 ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY CÔNG CỤ (máy cắt kim loại)

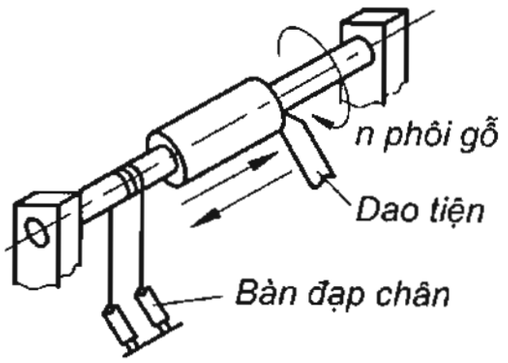
### 1.1.1 Khái niệm và lịch sử phát triển của máy công cụ

Máy công cụ là những thiết bị, máy móc làm thay đổi hình dáng, kích thước và độ chính xác của chi tiết được gia công (theo thiết kế) bằng các phương pháp công nghệ khác nhau từ phôi.

Chiếc máy công cụ đầu tiên trong lịch sử loại người là máy khoan gỗ dùng dây kéo bằng tay (hình 1.1) được người Ai Cập cổ đại đã phát minh ra cách đây 3000÷4000 năm. Sau đó 2000 năm người Ai Cập và Ấn Độ đã phát minh ra máy tiện gỗ đạp chân (hình 1.2).




***Hình 1.1*** – Máy khoan gỗ bằng tay




***Hình 1.2*** – Máy tiện gỗ đạp chân

Cuối thế kỷ XV- đầu thế kỷ XVI Leona de Vinci là một nghệ sĩ lớn đồng thời là một nhà phát minh người Ý đã chế tạo ra các bộ phận cơ bản của máy tiện như: bánh răng, trục vítme, bàn dao, v.v... nhưng nguồn động lực của máy vẫn là sức cơ bắp của con người. Đầu thế kỷ thứ XVII người ta đã dùng sức nước là nguồn động lực cho máy công cụ. Đến năm 1774 John Wilkinson đã cho ra đời máy khoan vật liệu thép đầu tiên trên thế giới. Từ đây trở đi các nhà sáng chế và phát minh liên tục cho ra đời các loại máy gia công kim loại và không ngừng cải tiến chúng để có những loại máy công cụ đa dạng về chủng loại và khác nhau về kích thước như chúng ta đã và đang thấy hiện nay ở Việt Nam cũng như trong các nước công nghiệp phát triển trên thế giới.

### 1.1.2 Xu hướng phát triển và phân loại máy công cụ

Những máy công cụ vạn năng như: tiện, phay, khoan, bào, mài, gia công bánh răng, v.v... theo thời gian đã được cải tiến và phát triển thành các máy bán tự động, tự động, máy tổ hợp, trung tâm gia công, các đường dây tự động từng phần và toàn phần .

Trong những năm gần đây các nhà sản xuất máy công cụ đã ứng dụng các thành tựu khoa học trong công nghệ thông tin, điều khiển số, tự động hoá, vật liệu mới, dụng cụ cắt, ma sát học... để chế tạo ra các máy DNC, CNC, trung tâm gia công điều khiển số, hệ thống gia công linh hoạt rôbôt hoá, máy tạo mẫu nhanh (RP), máy gia công tia lửa điện, tia Laser v.v...với năng suất, chất lượng và trình độ tự động hoá ngày càng cao. Những thế hệ máy mới đã phần nào thoả mãn được yêu cầu trái ngược nhau như chất lượng, năng suất, giá thành, thay đổi sản phẩm và đáp ứng kịp thời.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) thì máy công cụ bao gồm 5 loại sau đây:

- Máy cắt kim loại,
- Máy gia công gỗ,
- Máy gia công áp lực,
- Máy hàn,
- Máy đúc, ...

**Máy công cụ trong ngành chế tạo máy** có nhiều chủng loại và kích thước khác nhau, trong đó chủ yếu là ***máy cắt kim loại*** dùng để chế tạo các chi tiết kim loại bằng phương pháp cắt gọt kim loại có phoi từ phôi.

Máy cắt kim loại trong ngành chế tạo máy được phân loại theo hai nguyên tắc chung đó là: theo phương pháp cắt và theo trình độ vạn năng.

***Phân loại theo phương pháp cắt*** bao gồm các nhóm máy cắt kim loại sau: máy tiện, máy phay, máy khoan, máy bào, máy mài, .v.v...

***Phân loại theo trình độ vạn năng*** bao gồm ba nhóm máy cắt kim loại sau: máy vạn năng rộng, máy chuyên môn hoá và máy chuyên dùng.

*Máy vạn năng rộng* là loại máy thích hợp với loại hình sửa chữa, sản xuất đơn chiếc, sản lượng nhỏ.

*Máy chuyên môn hoá* là những máy dùng để gia công một loại hay một vài loại chi tiết máy có kích thước khác nhau. Nó chủ yếu được dùng trong sản xuất hàng loạt.

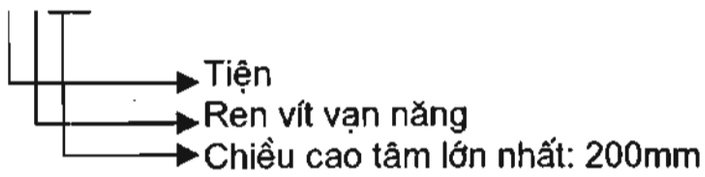
*Máy chuyên dùng* là loại máy được sử dụng để gia công những chi tiết máy có cùng loại kích thước với số lượng lớn.

Theo sự phân loại trên để xác định các loại máy khác nhau, cần căn cứ vào ký hiệu tên của máy theo các chữ cái và chữ số.

*Ví dụ:*

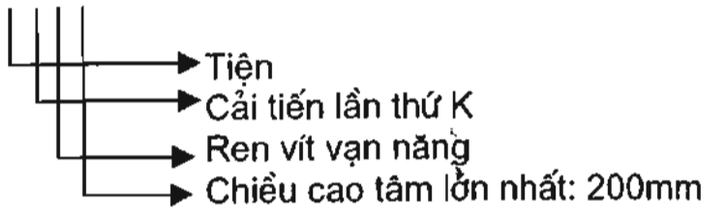
*Máy tiện của Việt Nam :*

T620




*Máy tiện của Liên Xô cũ :*

1K62




## 1.2. CHUYỂN ĐỘNG TẠO HÌNH CỦA MÁY CẮT KIM LOẠI

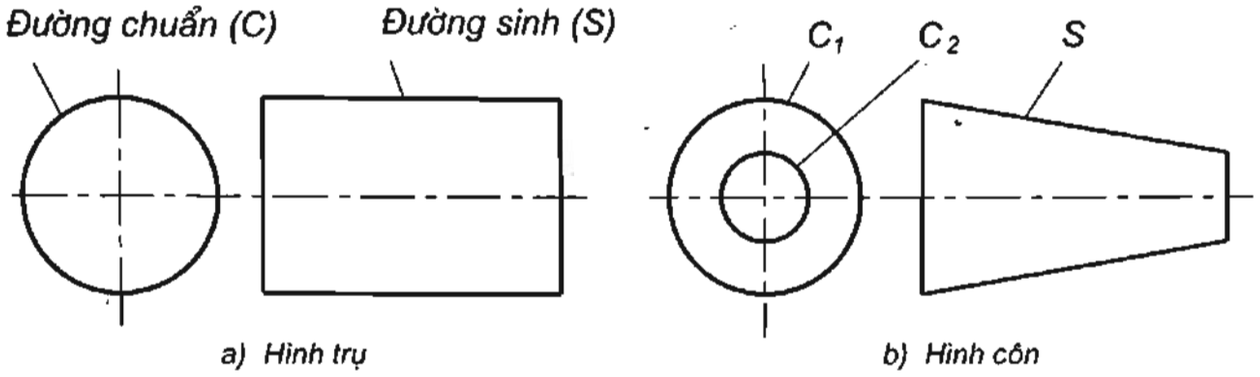
### 1.2.1 Bề mặt gia công

Các bề mặt của chi tiết gia công thường gặp trong ngành chế tạo máy rất đa dạng về kích thước và phong phú về hình dạng. Nhưng phần lớn chúng đều thuộc các dạng bề mặt cơ

bản như sau: dạng các bề mặt có đường chuẩn là đường tròn, dạng các bề mặt có đường chuẩn là đường thẳng, dạng các bề mặt đặc biệt.

***1/ Dạng các bề mặt có đường chuẩn là đường tròn***

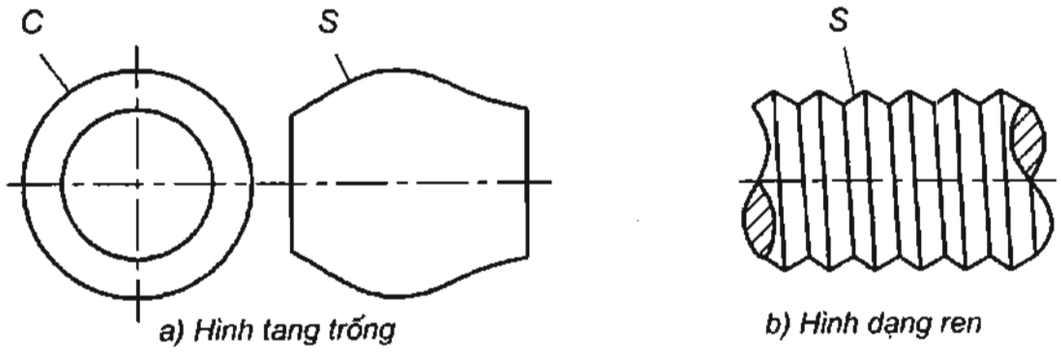
Bề mặt có đường chuẩn là đường tròn là các bề mặt được tạo thành khi cho đường sinh chuyển động tương đối xung quanh ***đường chuẩn tròn*** (hình 1.3) với đặc trưng cơ bản là có trục chuẩn đối xứng hoặc tâm đối xứng.




***Hình 1.3*** – Các bề mặt gia công tròn xoay đường sinh thẳng

Bề mặt trụ là bề mặt tròn xoay có đường sinh thẳng song song với đường tâm khối trụ và đường chuẩn là đường tròn (hình 1.3 a).

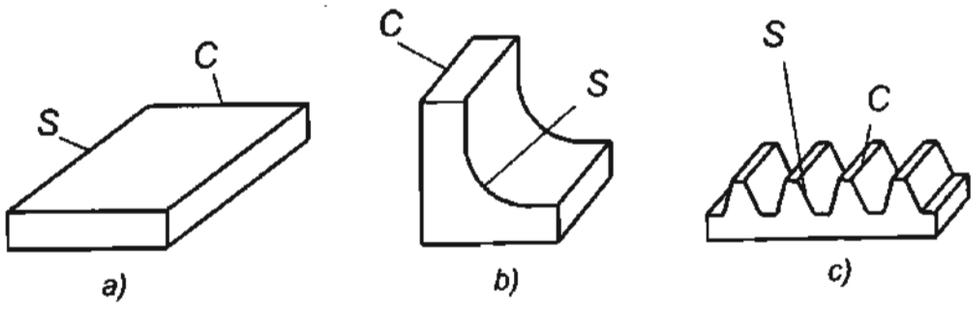
Bề mặt côn cũng là bề mặt tròn xoay có đường sinh thẳng giao với đường tâm khối côn và đường chuẩn là các đường tròn (hình 1.3 b).




***Hình 1.4*** – Các bề mặt gia công đường sinh cong hoặc gẫy khúc

Nếu đường sinh là đường cong (hình 1.4 a) sẽ tạo thành bề mặt tròn xoay có hình tang trống. Bề mặt hình dạng ren là bề mặt đặc thù của ngành chế tạo máy có đường sinh là đường gẫy khúc, đường chuẩn là đường tròn và đường thẳng song song với đường tâm khối ren (hình 1.4 b).

***2/ Dạng bề mặt có đường chuẩn là đường thẳng.***



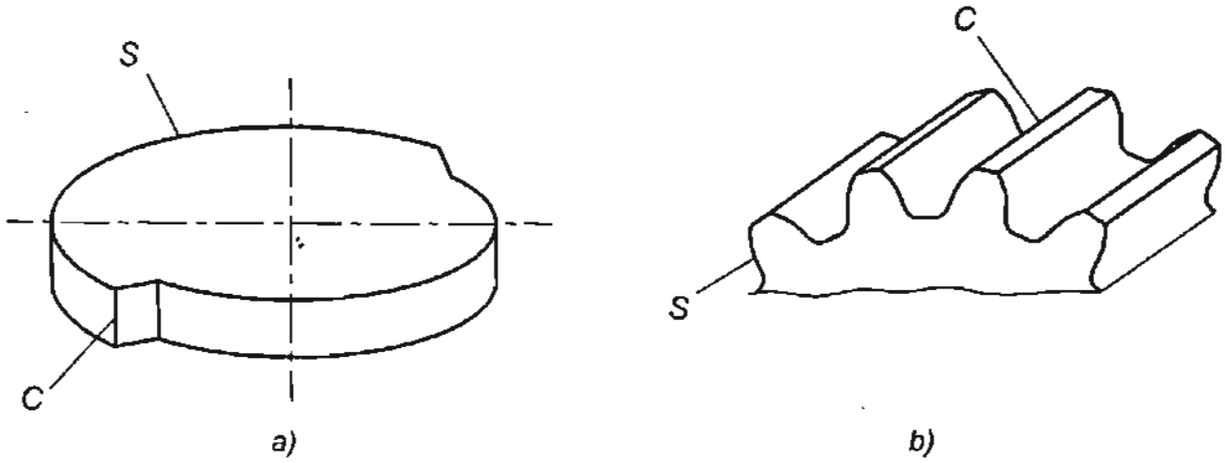

***Hình 1.5-*** Các dạng mặt có đường chuẩn thẳng

*a- Đường sinh thẳng tạo ra mặt phẳng; b- Đường sinh cong tạo ra mặt định hình;*
*c- Đường sinh thẳng gẫy khúc tạo ra mặt phẳng gấp khúc.*

Các bề mặt có đường chuẩn là đường thẳng là những bề mặt được qui ước tạo thành bởi đường sinh là đường thẳng, đường cong hoặc đường gấp khúc chuyển động trượt trên ***đường chuẩn là đường thẳng*** được trình bày trên hình 1.5-Aa.

***3/ Dạng bề mặt đặc biệt*** *(cam, cánh tuôcbin, răng thân khai..)*

Các dạng bề mặt đặc biệt là các bề mặt không gian phức tạp có đường chuẩn là đường cong hoặc đường thẳng, đường sinh là các đường thẳng hoặc đường thân khai...Tuy nhiên việc ***phân biệt đường sinh và đường chuẩn chỉ có tính chất tương đối.*** Tuỳ thuộc vào độ phức tạp của bề mặt gia công, lựa chọn đường sinh và đường chuẩn sẽ đưa đến sơ đồ động của máy có độ phức tạp khác nhau. Các bề mặt đặc biệt này được trình bày trên hình 1.5- B.




***Hình 1.5-B*** Các dạng bề mặt đặc biệt
*a) Dạng bề mặt cam; b) Dạng bề mặt răng thân khai*

Để hình thành các dạng bề mặt khác nhau của chi tiết gia công trong ngành chế tạo máy cần thiết phải tạo ra các đường sinh và đường chuẩn tương ứng.

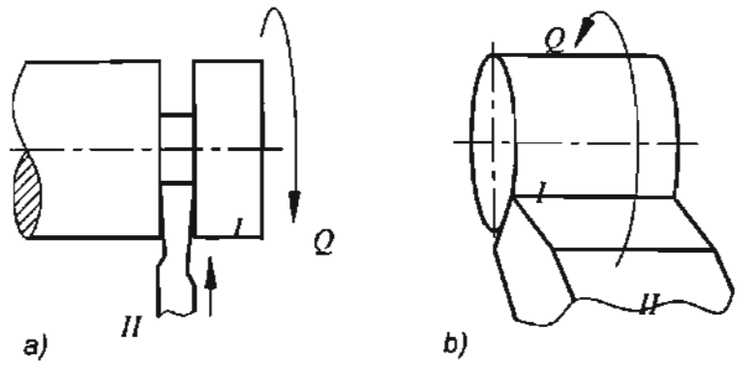
Nếu các bề mặt gia công được tạo thành từ đường sinh là đường thẳng, đường tròn, đường xoắn acsimet hoặc đường thân khai...thì máy cắt kim loại chỉ cần phối hợp hai chuyển động đơn giản đó là: thẳng và quay tròn đều.

Để tạo thành đường sinh là đường hypecbon, đường elip, đường xoắn log,.. máy cắt kim loại cần phải phối hợp hai chuyển động phức tạp đó là: thẳng và quay tròn không đều.

### 1.2.2 Chuyển động tạo hình

Chuyển động tạo hình của máy công cụ là các chuyển động tương đối của dao và phôi nhằm tạo ra đường sinh và đường chuẩn, hình thành trực tiếp bề mặt chi tiết gia công trên máy.

Chuyển động tạo hình có hai loại: chuyển động tạo hình đơn giản và chuyển động tạo hình phức tạp.

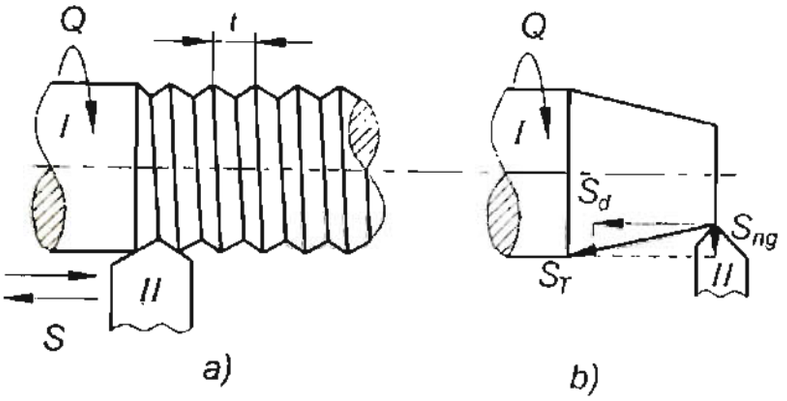



***Hình1.6*** - Các chuyển động tạo hình đơn giản

***1/ Chuyển động tạo hình đơn giản*** là chuyển động tạo hình do các chuyển động thành phần độc lập thực hiện, không phụ thuộc vào chuyển động khác theo bất cứ qui luật nào.

Ví dụ hình1.6 a - khi dao II chuyển động tịnh tiến thì phôi I quay, hai chuyển động này không phụ thuộc vào nhau. Hình1.6 b - dao II chuyển động quay, phôi I không chuyển động .

***2/ Chuyển động tạo hình phức tạp*** là chuyển động tạo hình do nhiều chuyển động thành phần có sự phụ thuộc vào nhau theo một qui luật nhất định tạo nên như khi tiện ren, tiện côn (hình1.7).




***Hình 1.7*** – Các chuyển động tạo hình phức tạp

Trên hình 1.7 a: phôi I chuyển động quay Q, dụng cụ II thực hiện chạy dao S. Hai chuyển động Q và S có ràng buộc: Phôi I quay một vòng thì dao II phải tịnh tiến (S) một lượng bằng bước ren t, chúng là hai chuyển động tạo hình phức tạp.

Trên hình 1.7 b: phôi I chuyển động quay Q, dụng cụ II thực hiện đồng thời chạy dao ngang $S_{ngang}$ và chạy dao $S_{doc}$ để hình thành chạy dao tổng $S_{tổng}$. Như vậy Q là chuyển động tạo hình đơn giản, $S_d$ và $S_{ng}$ là các chuyển động tạo hình phức tạp.

Chuyển động tạo hình có thể do dao thực hiện hoặc phôi thực hiện, hoặc đồng thời cả dao và phôi cùng thực hiện (hình 1.6). Chuyển động tạo hình để hình thành bề mặt gia công là những chuyển động quan trọng nhất trong máy cắt kim loại nên phải phân tích bố trí chuyển động này cho các cơ cấu chấp hành thích hợp (phôi và dao), bảo đảm kết cấu máy đơn giản, làm việc chính xác, năng suất cao.

Số chuyển động tạo hình trên máy cắt kim loại nhiều nhất là 4 với hai chuyển động cơ bản là chuyển động quay Q và chuyển động tịnh tiến T. Tổng hợp các chuyển động này theo các phương án khác nhau sẽ tạo thành các máy cắt kim loại khác nhau: tiện, bào, chuốt, gia công răng v...v.

### 1.2.3 Các phương pháp tạo hình

Để hình thành các dạng bề mặt khác nhau của chi tiết bằng kim loại, có rất nhiều phương pháp chế tạo như: đúc, cán, ép, cắt gọt, v.v...

Máy cắt kim loại tạo hình các chi tiết gia công bằng cách cắt gọt có phoi theo những phương pháp sau: phương pháp chép hình, phương pháp theo vết, phương pháp bao hình.

***1/ Phương pháp chép hình***

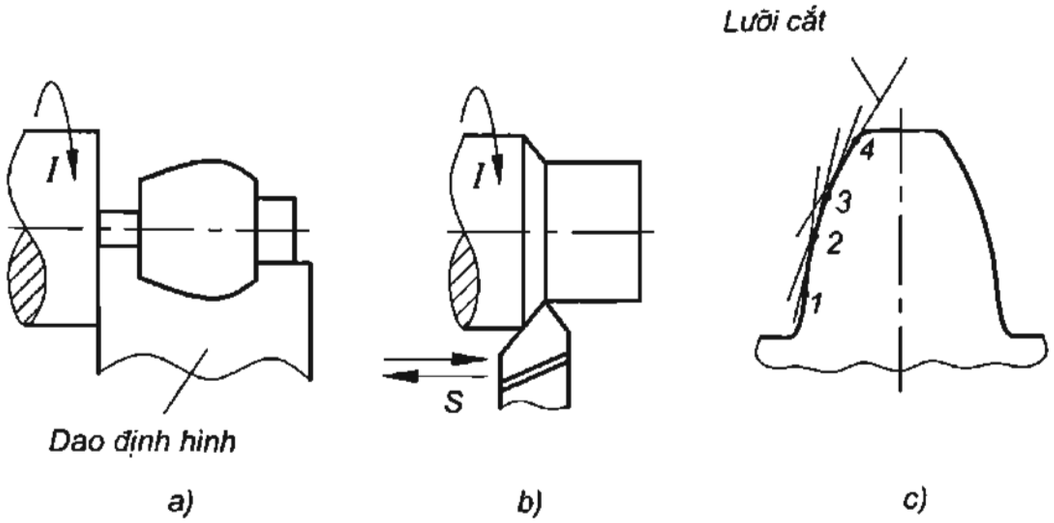
Phương pháp chép hình là phương pháp cho lưỡi dao cắt trùng với đường sinh của bề mặt chi tiết gia công (hình1.8.a), bề mặt gia công được hình thành do đường sinh chuyển động dọc theo đường chuẩn.

- Nếu đường chuẩn là đường thẳng sẽ có bề mặt gia công là mặt định hình. Máy cắt kim loại thực hiện phương pháp này là máy bào định hình hay máy phay chép hình.

- Nếu đường chuẩn là đường tròn sẽ cho bề mặt tròn xoay định hình. Máy thực hiện là máy tiện định hình.

- Nếu đường chuẩn là đường cong phẳng, bề mặt gia công sẽ có dạng cam. Các đường chuẩn này có thể được hình thành bằng mẫu chép hình, bằng cam hoặc điều chỉnh và phối hợp các xích truyền động của máy.

Phương pháp chép hình có năng suất cao nhưng khó chế tạo dao.




***Hình1.8*** – Các phương pháp tạo hình

***2/ Phương pháp theo vết:*** *(còn gọi là phương pháp quĩ tích)*

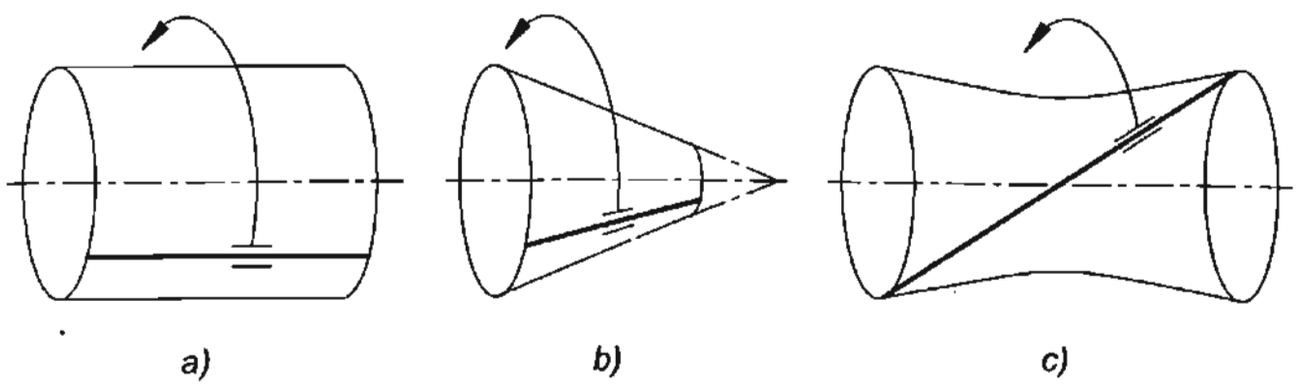
Bề mặt gia công được hình thành do tổng hợp các vết chuyển động của lưỡi cắt tạo nên (hình1.8.b). Nói một cách khác: quĩ tích các vết chuyển động của mũi dao cắt là đường sinh của bề mặt gia công. Máy cắt kim loại thực hiện phương pháp này là máy tiện, máy khoan, máy phay...

***3/ Phương pháp bao hình***

Phương pháp bao hình là phương pháp tạo hình khi cho lưỡi cắt chuyển động, nó luôn luôn tạo thành nhiều đường, nhiều bề mặt tiếp tuyến liên tục với bề mặt gia công. Quĩ tích của những tiếp điểm này chính là đường sinh của bề mặt gia công (hay còn gọi là hình bao của lưỡi cắt). Bề mặt tạo hình khi đó sẽ không phụ thuộc vào hình dáng của lưỡi cắt.

Trên hình1.8.c giới thiệu phương pháp bao hình trên máy xọc răng. Dạng thân khai của răng chính là hình bao của các mặt cắt do các lưỡi cắt hình thành ở các điểm 1, 2, 3, v.v...

Ngoài các phương pháp tạo hình chung, đối với mỗi loại máy cắt kim loại lại có một phương pháp tạo hình riêng phụ thuộc vào vị trí tương đối của đường sinh và đường chuẩn.




***Hình1.9*** – Vị trí tương đối của đường sinh với đường chuẩn

Ví dụ, thay đổi vị trí ban đầu của đường sinh so với đường chuẩn sẽ cho các dạng bề mặt khác nhau:

- Nếu đường sinh song song với trục xoay của đường chuẩn sẽ cho mặt trụ (*hình1.9.a*).

- Nếu đường sinh không song song với trục xoay sẽ cho mặt côn (*hình1.9.b*).

- Nếu đường sinh chéo nhau với trục xoay sẽ tạo thành mặt hyperboloid (hình yên ngựa) (*hình1.9.c*).

## 1.3 SƠ ĐỒ KẾT CẤU ĐỘNG HỌC – TỔ HỢP CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY CẮT KIM LOẠI

### 1.3.1 Sơ đồ kết cấu động học

Mối liên hệ và sự tổ hợp các chuyển động tạo hình với nhau trên máy công cụ được biểu diễn bằng một loại sơ đồ gọi là ***sơ đồ kết cấu động học***.

Đây là một loại sơ đồ có tính qui ước, nó sử dụng các ký hiệu đặc trưng cho cơ cấu truyền động, biểu thị vắn tắt mối liên hệ chuyển động giữa các bộ phận cơ bản của máy.

Ví dụ, sơ đồ kết cấu động học của máy tiện ren vít vạn năng (xem *hình1.10*).

Trong đó:

$i_v$ - bộ phận biến đổi tốc độ của trục chính,

$i_s$ - bộ phận biến đổi lượng chạy dao,

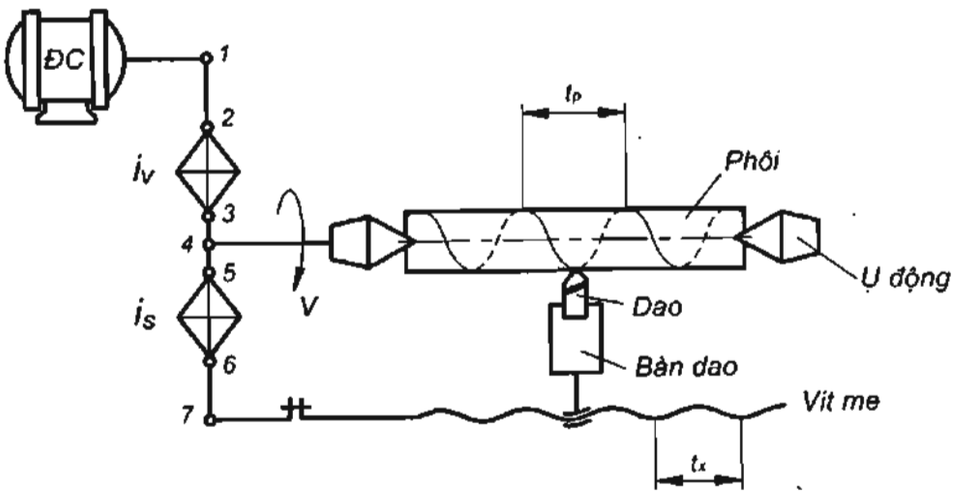
$t_x$ - bước vítme tính bằng mm,

$t_p$ - bước ren cần cắt (mm/1 vòng trục chính),

v - vận tốc trục chính mang phôi (m/phút).

$i_{1-2}$, $i_{3-4}$, $i_{4-5}$, $i_{6-7}$ - các tỷ số truyền cố định trong các đường truyền.

Cần lưu ý rằng khi tiện trơn thì đường truyền không đi qua vít me mà đi qua thanh răng-bánh răng nên $t_p$ thay bằng S/1 vòng trục chính.




***Hình1.10*** – Sơ đồ kết cấu động học của máy tiện ren vít vạn năng

### 1.3.2 Xích truyền chuyển động tạo hình bề mặt

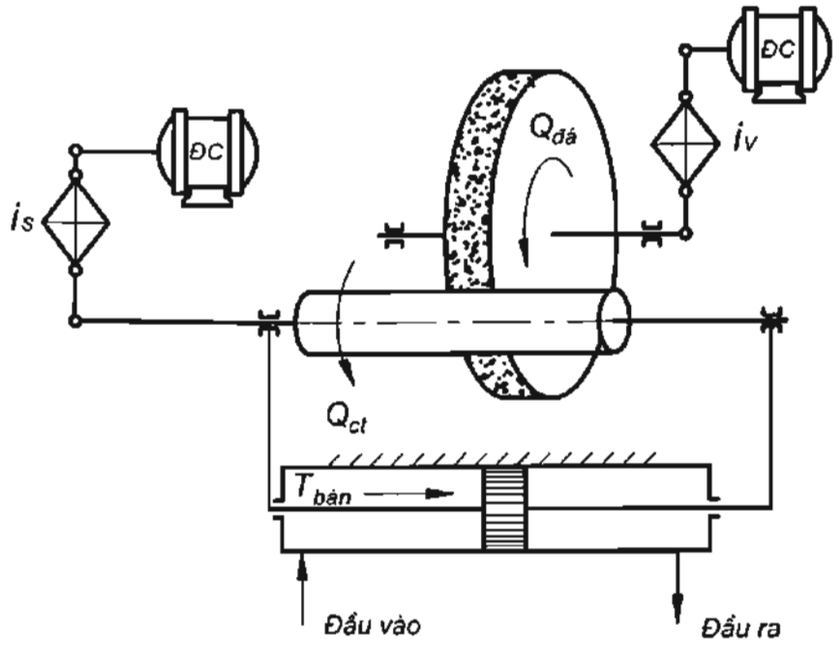
Tùy theo tính chất của các chuyển động tạo hình, có thể tổ hợp chúng thành những sơ đồ kết cấu động học khác nhau cho từng loại máy. ***Xích truyền động*** là một đường truyền chuyển động nối liền từ động cơ đến khâu chấp hành để thực hiện một chuyển động tạo hình đơn giản (xích tốc độ) hoặc nối liền giữa hai khâu chấp hành để thực hiện chuyển động tạo hình phức tạp (xích chạy dao). Xích chuyển động tạo hình thường bao gồm: tạo hình đơn giản, tạo hình phức tạp và tạo hình hỗn hợp.

***1/ Xích chuyển động tạo hình đơn giản***

Xích chuyển động tạo hình đơn giản là đường truyền của chuyển động tạo hình đơn giản,

ví dụ như máy mài (hình 1.11), máy phay, máy khoan, v.v...

Trên hình 1.11 cả ba chuyển động: quay đá $Q_{đá}$, quay chi tiết $Q_{ct}$ và chuyển động tịnh tiến khứ hồi của bàn máy $T_{bàn}$ đều độc lập với nhau.



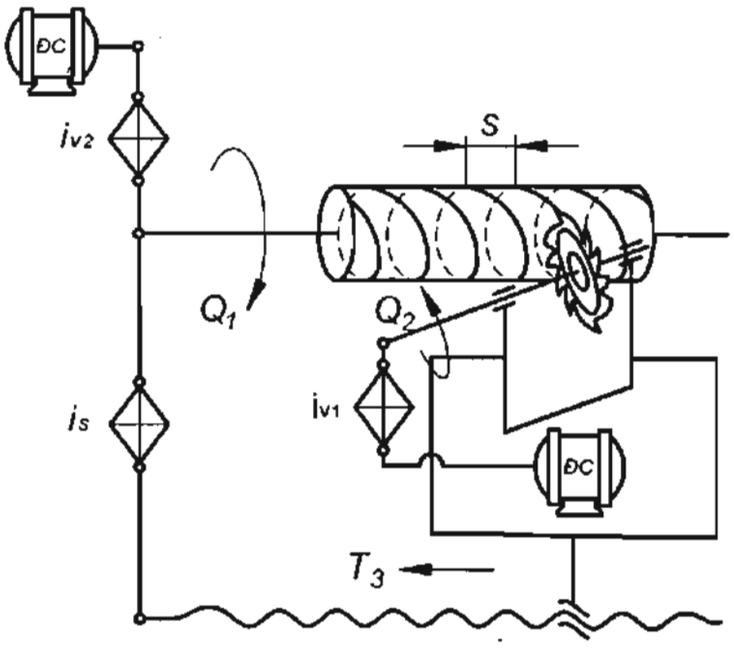

***Hình 1.11*** - Máy mài tròn ngoài có chuyển động tạo hình đơn giản

***2/ Xích chuyển động tạo hình phức tạp***

Xích chuyển động tạo hình phức tạp là đường truyền của các chuyển động tạo hình phức tạp, ví dụ như xích cắt ren trên máy tiện ren vít vạn năng (hình 1.10). Khi cắt bước ren $t_p$ cần chuyển động quay của phôi và chuyển động tịnh tiến của dao phối hợp với nhau sao cho phôi quay 1 vòng thì dao tịnh tiến được một bước ren $t_p$.

***3/ Xích chuyển động tạo hình hỗn hợp*** *(đơn giản + phức tạp)*

Xích chuyển động tạo hình hỗn hợp là đường truyền của các chuyển động tạo hình phức tạp, như chuyển động tạo hình trên máy phay ren vít, máy gia công răng (hình 1.12). Chuyển động quay tròn của dao phay $Q_2$ độc lập tạo ra tốc độ cắt là chuyển động tạo hình đơn giản, phối hợp chuyển động quay $Q_1$ của phôi và chuyển động tịnh tiến $T_3$ tạo ra bước $t_p$ là chuyển động tạo hình phức tạp.

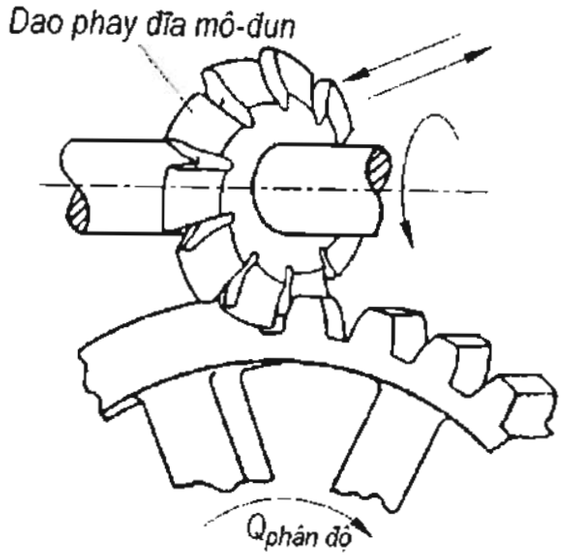



***Hình 1.12*** – Sơ đồ kết cấu động học của máy phay ren vít

### 1.3.3 Xích chuyển động phân độ

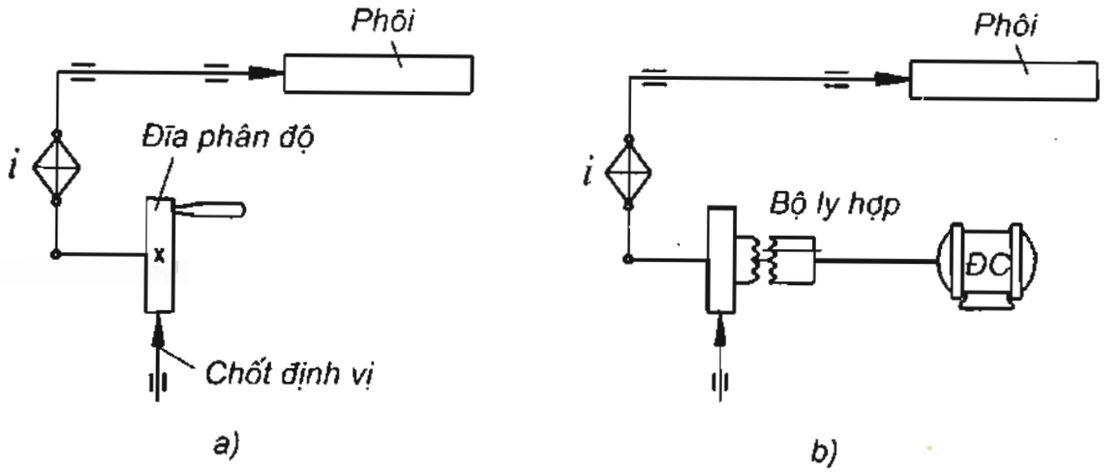
Chuyển động quay không liên tục để cắt gọt hết bề mặt gia công được gọi là chuyển động phân độ. Xích truyền chuyển động này được gọi là xích chuyển động phân độ.

Ví dụ, khi phay răng bằng dao phay đĩa môđun trên máy phay vạn năng (hình 1.13). Sau khi gia công xong một rãnh răng, phải quay phôi đi một góc là 360°/Z (z là số răng của bánh răng) để tiếp tục gia công các rãnh răng còn lại. Trên hình 1.13 chuyển động $Q_{phân\ độ}$ là chuyển động quay phân độ gián đoạn.




***Hình 1.13*** – Gia công bánh răng bằng dao phay modun trên máy phay vạn năng

Đối với máy cắt kim loại khi cần phải gia công các bề mặt chi tiết giống nhau, phân bố đều nhau trên bề mặt của chi tiết gia công, có thể dùng xích phân độ đơn giản (hình1.14).




***Hình1.14*** – Xích phân độ đơn giản

Hình1.14.a trình bày cách phân độ bằng cách dùng tay để quay đĩa phân độ.

Hình1.14.b trình bày cách phân độ bằng cách đóng mở ly hợp với động cơ dẫn động chuyển động phân độ luôn chuyển động.

Chuyển động phân độ trên máy công cụ có hai loại: phân độ gián đoạn và phân độ liên tục.

***Phân độ gián đoạn*** được sử dụng khi gia công ren nhiều đầu mối, hoặc phay bánh răng bằng phay môđun.

***Phân độ liên tục*** được sử dụng khi gia công bánh răng bằng phương pháp bao hình.

Cắt ren nhiều đầu mối có hai phương pháp cơ bản đó là phôi quay phân độ và dao tịnh

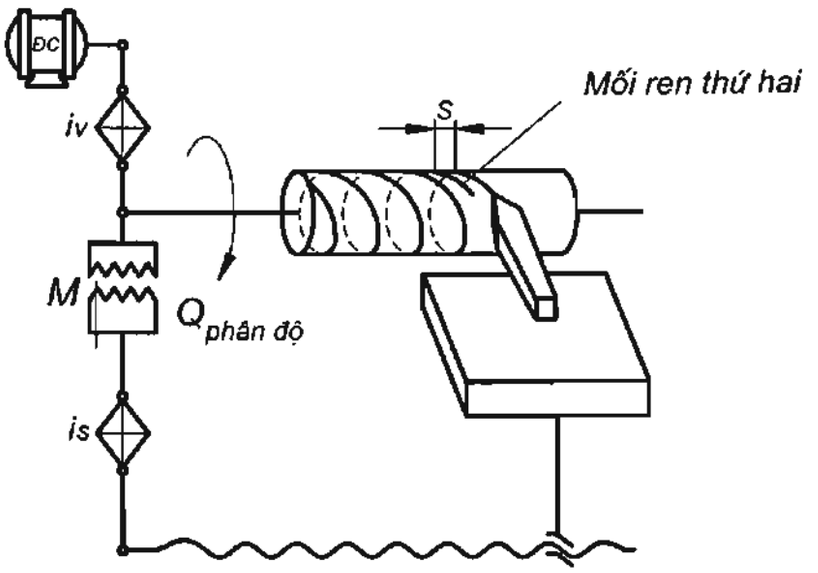
tiến phân độ.

- Phôi quay phân độ (hình 1.15):

+ Sau khi cắt xong mối ren thứ nhất, mở ly hợp M.

+ Động cơ điện quay đi 1 góc là $\alpha = \frac{2\pi}{k}$ (k: số mối ren) đưa dao đến mối ren thứ 2.

+ Tiếp tục đóng ly hợp M, cắt mối ren tiếp theo ...



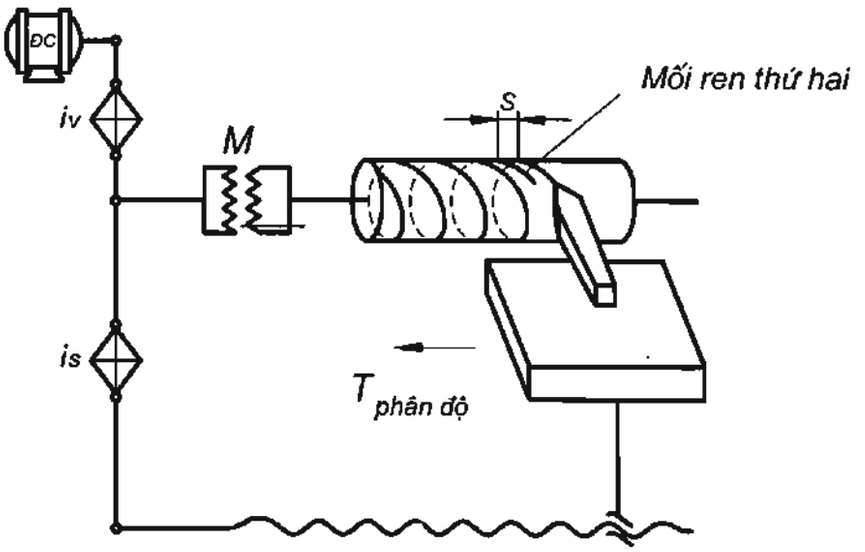

***Hình 1.15*** – Cắt ren nhiều đầu mối: phôi quay phân độ

-Dao tịnh tiến phân độ (hình 1.16):

+ Sau khi cắt xong mối ren thứ nhất, ngắt ly hợp M.

+ Động cơ quay vít me làm dao tịnh tiến 1 đoạn S bằng bước ren $t_p$.

+ Đóng ly hợp M, tiếp tục gia công mối ren tiếp theo ...



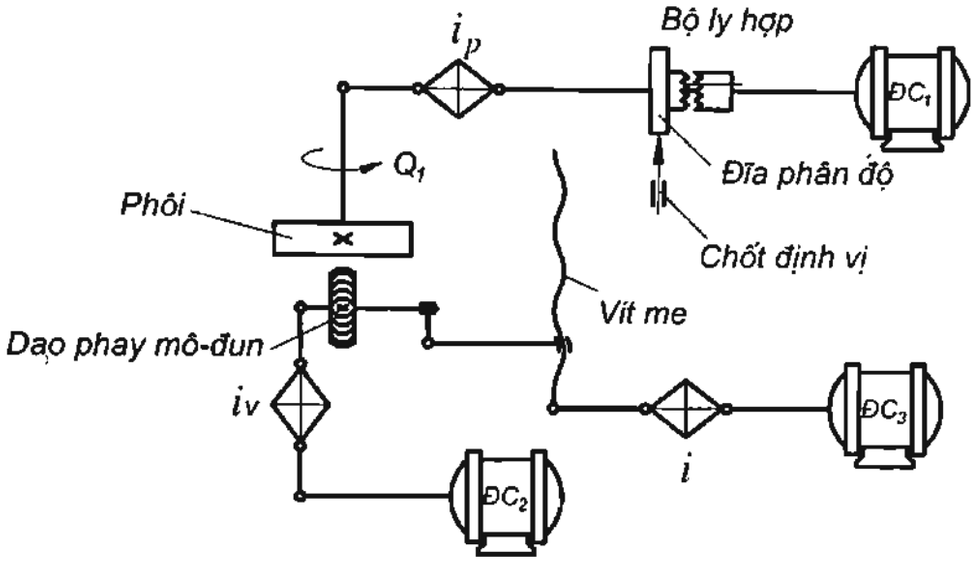

***Hình 1.16*** - Cắt ren nhiều đầu mối: dao tịnh tiến phân độ

Để hớt lưng dao phay lăn răng nhiều đầu mối, máy hớt lưng cần có hai nhóm chuyển động phân độ. Nhóm thứ nhất dùng để phân độ theo rãnh răng phân bố trên dao lăn (chuyển động phân độ là chuyển động xoắn); nhóm thứ hai dùng phân độ cho số đầu mối (chuyển động phân độ là chuyển động vòng hay chuyển động thẳng).

### 1.3.4 Tổ hợp chuyển động

Chuyển động của máy cắt kim loại để gia công xong toàn bộ chi tiết thường là tổ hợp của các chuyển động tạo hình và các chuyển động phân độ. Các máy công cụ khác nhau thì tương ứng có những phương án tổ hợp chuyển động khác nhau. Trên hình1.17 trình bày tổ hợp chuyển động tạo hình và chuyển động quay phân độ của máy phay bánh răng thẳng bằng dao phay môđun.

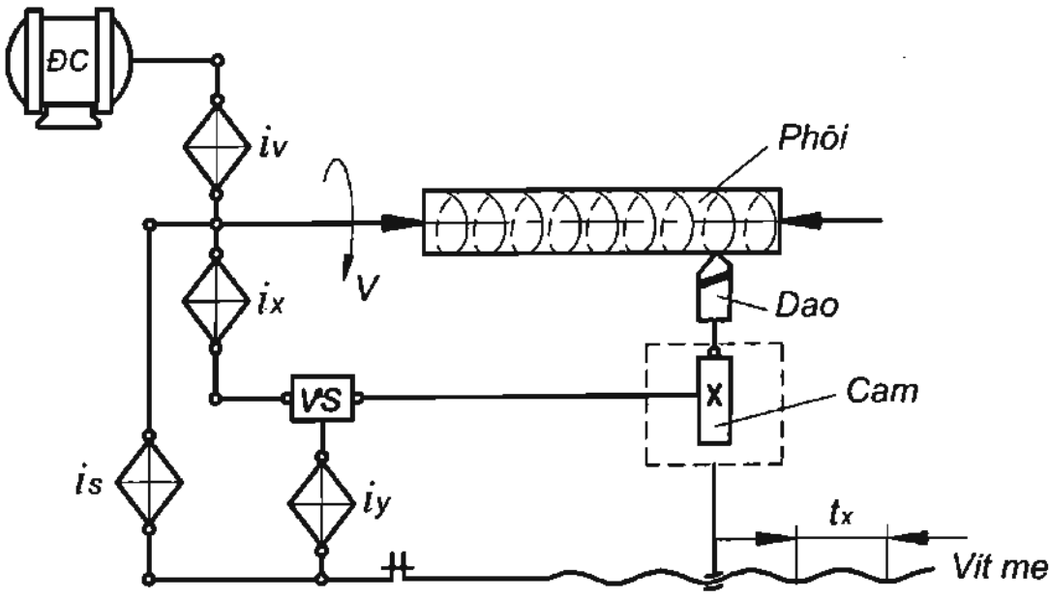
Ở đây trục chính mang phôi là khâu chấp hành thực hiện chuyển động quay vòng phân độ $Q_1$. Trong nhóm phân độ có xích phân độ nối liền đĩa phân độ với trục chính mang phôi. Toàn bộ nhóm phân độ do động cơ $ĐC_1$ dẫn động. Các chuyển động chạy dao và quay dao do các động cơ $ĐC_3$ và $ĐC_2$ thực hiện.




***Hình1.17*** – Sơ đồ kết cấu động học của máy phay răng thẳng

Đối với một số máy cắt kim loại có xích truyền động tổng hợp để bù trừ một số chuyển động cùng truyền đến khâu chấp hành, nó được gọi là xích vi sai. Thông thường chuyển động vi sai dùng trong các trường hợp cần truyền động đến khâu chấp hành một chuyển động phụ có chu kỳ (thêm hay bớt), mà không cần ngừng chuyển động của các khâu chấp hành đó. Cũng có trường hợp dùng xích vi sai để thực hiện một chuyển động không đều.

Hình1.18 giới thiệu sơ đồ kết cấu động học của máy tiện hớt lưng dùng xích vi sai (VS).




***Hình1.18*** – Sơ đồ kết cấu động học máy tiện hớt lưng

Ở đây, trục cam điều khiển chuyển động hớt lưng của dao tiện nhận hai nguồn truyền động từ hai cơ cấu điều chỉnh $i_x$ và $i_y$. Cơ cấu vi sai thực hiện việc tổng hợp hai chuyển động này thành một chuyển động đã được bù trừ truyền chuyển động quay đến cam.

### 1.3.5 Điều chỉnh chuyển động máy cắt kim loại

Điều chỉnh chuyển động của máy cắt kim loại là xác định các thông số cần thiết để thay đổi lượng di động nào đó ở khâu cuối cùng của xích truyền động theo yêu cầu, nó được giáo sư G.M.Gôlôvin gọi là *lượng di động tính toán*. Xác định các thông số điều chỉnh cần phải dựa vào phương trình động học, lượng di động tính toán, từ đó rút ra các công thức điều chỉnh.

***Phương trình truyền động*** là phương trình dùng để tính toán truyền động từ đầu xích đến cuối xích.

Ví dụ, điều chỉnh chuyển động của máy tiện ren vít vạn năng theo hình1.10. Ở đây có các phương trình truyền động sau: phương trình xích tốc độ, phương trình xích cắt ren.

***a. Phương trình xích tốc độ***

$$n_{dc}.i_{1-2}.i_v.i_{3-4}.k = n_{Tc} \qquad (1.1)$$

Trong đó:

$i_{1-2}$, $i_{3-4}$ - tỷ số truyền cố định của đường truyền.

k - hệ số điều chỉnh đơn vị. k= 1 nếu đầu và cuối xích cùng đơn vị.

$i_v$ - tỷ số truyền của hộp tốc độ (cơ cấu điều chỉnh).

$n_{Tc}$ – số vòng quay trục chính.

$n_{dc}$ – số vòng quay của động cơ.

Trong trường hợp này lượng di động tính toán ở đầu xích là $n_{dc}$[vg/ph] của động cơ điện và ở cuối xích là $n_{Tc}$[vg/ph] của trục chính thích ứng với nhau. Do lượng di động tính toán $n_{Tc}$ và $n_{dc}$ đã biết nên xác định được thông số điều chỉnh:

$$i_v = \frac{n_{Tc}}{n_{dc}.i_{1-2}.i_{3-4}.k} \qquad (1.2)$$

Công thức (1.2) được gọi là công thức điều chỉnh của xích tốc độ.

***b. Phương trình xích cắt ren***

Lượng di động tính toán trong trường hợp cắt ren là: 1 vòng quay của trục chính mang phôi, dao cắt sẽ di chuyển được một bước ren vít $t_p$(mm).

Phương trình xích cắt ren:

$$1_{vg/Tc}.i_{4-5}.i_s.i_{6-7}.t_x = t_p \qquad (1.3)$$

Trong đó:

$i_s$ - Tỷ số truyền của cơ cấu điều chỉnh (bánh răng thay thế).

$t_x$ - Bước ren của vít me (mm).

$t_p$ - Bước ren cần cắt trên phôi (mm).

$i_{4-5}$, $i_{6-7}$ - tỷ số truyền cố định của đường truyền.

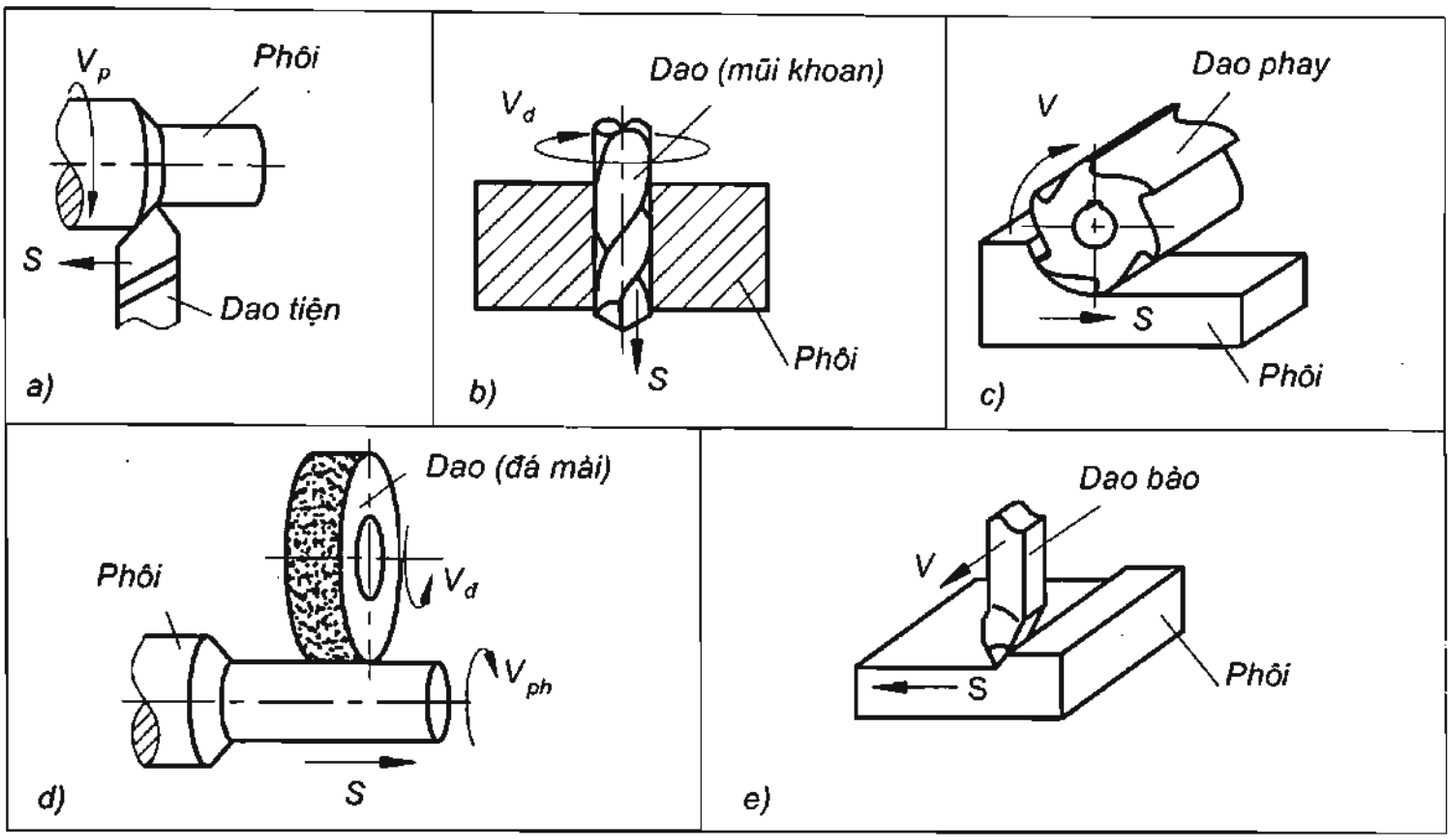
Công thức điều chỉnh khi cắt ren: $i_s = \dfrac{t_p}{i_{4-5}.i_{6-7}.t_x}$ (1.4)

## 1.4 CHUYỂN ĐỘNG CỦA MÁY CẮT KIM LOẠI

### 1.4.1 Các chuyển động của máy cắt kim loại

Các chuyển động của máy cắt kim loại phụ thuộc vào hình dạng, kích thước và phương pháp gia công chi tiết. Nhìn chung các chuyển động tạo hình trong máy cắt kim loại có hai dạng cơ bản sau: các chuyển động tạo hình và các chuyển động phân độ. Trong đó quan trọng nhất là hai chuyển động tạo hình: chuyển động chính và chuyển động chạy dao.

***1/ Chuyển động chính*** là chuyển động tạo ra tốc độ cắt gọt để thực hiện quá trình cắt gọt ra phoi, nó có thể là chuyển động quay tròn hay chuyển động thẳng. Việc thay đổi tốc độ của chuyển động chính sẽ ảnh hưởng đến thời gian gia công chi tiết. Trên thực tế chuyển động chính phụ thuộc vào bản chất vật liệu của dao và phôi, điều kiện cắt gọt và thông số hình học của dụng cụ cắt.




***Hình1.19*** – Các chuyển động điển hình trên máy công cụ vạn năng

***2/ Chuyển động chạy dao*** là chuyển động đảm bảo cho quá trình cắt gọt được thực hiện liên tục, cắt hết bề mặt gia công, nó được ký hiệu là S (mm/vg), thay đổi S sẽ ảnh hưởng đến năng suất gia công và chất lượng bề mặt: khi S lớn → bề mặt thô → thời gian gia công giảm, khi S nhỏ → bề mặt tinh (nhẵn hơn) → thời gian gia công tăng. Chuyển động chạy dao có thể là chạy dao dọc, chạy dao ngang, chạy dao vòng, chạy dao hướng kính, v.v...

Hai chuyển động chính và chạy dao đều có thể do dao hay phôi thực hiện, chúng có thể là chuyển động liên tục hoặc gián đoạn, đây là các chuyển động cơ bản của máy công cụ.

Ngoài hai chuyển động cơ bản này trên các máy cắt kim loại còn có các chuyển động phụ, không tham gia trực tiếp vào quá trình cắt gọt như: chuyển động phân độ, tiến dao, lùi dao, v.v...

Trên hình 1.19 thể hiện chuyển động chính và chuyển động chạy dao của một số máy cắt kim loại thông dụng:

- *Hình1.19.a* thể hiện nguyên công tiện ngoài trên máy tiện ren vít vạn năng với phôi quay tạo ra vận tốc cắt V(m/ph), dao tịnh tiến với lượng chạy dao S(mm/vg).

- *Hình1.19.b* thể hiện nguyên công khoan lỗ trên máy khoan đứng với mũi khoan quay tạo ra vận tốc cắt V(m/ph) đồng thời tịnh tiến với lượng chạy dao S(mm/vg). Còn phôi đứng yên.

- *Hình1.19.c* là nguyên công phay mặt phẳng trên máy phay nằm ngang vạn năng, dao quay tạo ra vận tốc cắt V(m/ph). Còn phôi được kẹp trên bàn máy có chuyển động tịnh tiến với lượng chạy dao S(mm/vg).

- *Hình1.19.d* là nguyên công mài tròn ngoài trên máy mài tròn ngoài vạn năng, đá mài và phôi quay ngược chiều nhau với vận tốc $V_{đá}$ và $V_{phôi}$ để thực hiện quá trình cắt gọt. Ngoài ra phôi còn được lắp trên bàn máy chạy qua lại để thực hiện quá trình ăn dao S.

- *Hình1.19.e*: nguyên công bào ngang, chuyển động chính do dao bào chuyển động tịnh tiến khứ hồi với vận tốc v. Còn phôi thực hiện ăn dao S.

***3/ Các đại lượng đặc trưng của chuyển động chính và chuyển động chạy dao***

***Đối với nhóm máy chuyển động chính*** là chuyển động quay vòng thì vận tốc cắt được tính theo công thức:

$$V=\frac{\pi d n}{10^3}(mm/ph) \qquad (1.5)$$

Lượng chạy dao được tính theo công thức:

$$S=\frac{L}{nT}(mm/vg) \qquad (1.6)$$

Trong đó:

d - đường kính của phôi hay của dao (mm).

n - số vòng quay trên phút của trục chính (vg/ph).

L - độ dài chuyển động của dao(mm).

T - thời gian cần thiết để gia công chi tiết tính bằng phút (ph).

***Đối với nhóm máy chuyển động chính*** là chuyển động thẳng thì vận tốc cắt được tính theo công thức:

$$V=\frac{L}{10^3 T}(m/ph) \qquad (1.7)$$

Lượng chạy dao theo công thức:

$$S=\frac{B}{nT}(mm/htrk) \qquad (1.8)$$

Trong đó:

L - độ dài chuyển động của dao(mm).

B - chiều rộng của bề mặt gia công (mm).

n - số hành trình kép trên phút (htrk/ph).

### 1.4.2 Các kiểu truyền động của máy cắt kim loại

***1/Phân loại truyền động của máy cắt kim loại***

Các truyền động của máy cắt kim loại rất phong phú về chủng loại, kết cấu và đa dạng về phương thức, kích thước. Nhưng nhìn chung có thể phân truyền động trong máy cắt kim

loại thành truyền động có phân cấp tốc độ và truyền động vô cấp tốc độ.

***Truyền dẫn phân cấp*** là loại truyền động có thể cho một số lượng hữu hạn tốc độ cắt hay lượng chạy dao, ví dụ như trên các máy tiện T616 có 12 cấp tốc độ từ 44 ÷ 1450 v/ph.

***Truyền dẫn vô cấp*** là loại truyền động có thể cho một trị số tốc độ với lượng chạy dao bất kỳ trong phạm vi biến đổi của tốc độ hay lượng chạy dao cho phép của máy. Loại truyền dẫn này hiện được dùng rộng rãi trong máy điều khiển số CNC.

Các truyền dẫn được đặc trưng bằng các tỷ số truyền động.

***Tỷ số truyền*** trong máy cắt kim loại của những cơ cấu đai truyền, xích, bánh răng, trục vít-bánh vít, v.v...là tỷ số giữa số vòng quay $n_2$ của trục bị động và $n_1$ của trục chủ động, được ký hiệu là i:

$$i = \frac{n_2}{n_1}. \qquad (1.9)$$

Trong truyền động bánh răng có: $i = \frac{Z_1}{Z_2}$

$Z_1$ - Số răng của bánh răng chủ động.

$Z_2$ - Số răng của bánh răng bị động.

Trong truyền động đai: $i = \frac{d_1}{d_2}$

$d_1$ - Đường kính của puli chủ động.

$d_2$ - Đường kính của puli bị động.

Trong truyền động trục vít-bánh vít: $i = \frac{k}{Z}$

k - Số đầu mối của trục vít.

Z - Số răng của bánh vít.

Nếu trong xích truyền động của một máy có nhiều cơ cấu thực hiện (n), thì tỷ số truyền chung của máy bằng tích các tỷ số truyền của từng cơ cấu riêng biệt, nghĩa là:

$$i = i_1.i_2.i_3...i_n \qquad (1.10)$$

Ngoài kiểu phân loại theo cấp tốc độ, còn có thể phân loại theo mức độ tập trung của truyền động đó là truyền động tập trung và truyền động phân nhóm.

Hiện nay, các kiểu truyền động tập trung và truyền động phân nhóm quá lạc hậu nên ít dùng. *Truyền động tập trung*: là dùng một động cơ chung cho toàn phân xưởng. *Truyền động phân nhóm*: là dùng một động cơ truyền dẫn cho một nhóm máy.

Chủ yếu sử dụng hiện nay là truyền động riêng lẻ. Ở loại này mỗi máy có nhiều động cơ thực hiện các truyền động yêu cầu (một máy có thể có 44 động cơ).

***2/ Sơ đồ động của máy cắt kim loại***

Sơ đồ biểu thị cách bố trí tương đối của tất cả các thành phần trong tất cả các xích truyền động được gọi là **Sơ đồ động**. Mỗi máy công cụ đều có sơ đồ động đặc trưng của nó, căn cứ vào sơ đồ động sẽ xác định được các chuyển động cơ bản của máy.

Các ký hiệu qui ước theo bảng 1.1 được dùng để thể hiện sơ đồ động của máy.

**Bảng 1.1** Các ký hiệu qui ước được dùng để thể hiện sơ đồ động của máy

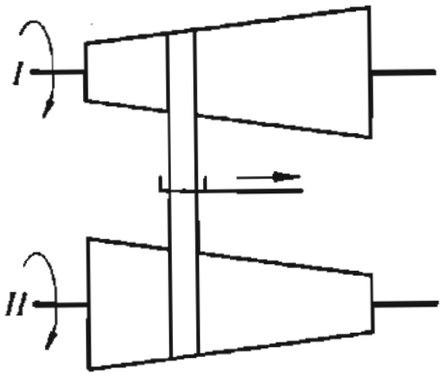
| Tên gọi | Ký hiệu | Tên gọi | Ký hiệu | Tên gọi | Ký hiệu |
|---|---|---|---|---|---|
| Trục | | Ổ trượt | | Phanh guốc | |
| Khớp nối cố định | | Ổ lăn | | Phanh đĩa | |
| Khớp nối đàn hồi | | Ổ côn | | Ly hợp vấu | |
| Trục chính máy tiện | | Vít me – đai ốc | | Ly hợp côn | |
| Trục chính máy tiện dạng mâm cặp | | Bánh răng lồng không | | Ly hợp đĩa | |
| Trục chính máy tiện Rêvônve | | Bánh răng cố định | | Ly hợp một chiều | |
| Trục chính máy khoan | | Bánh răng di trượt | | Ly hợp điện từ | |
| Trục chính máy phay | | Bánh răng xoắn | | Cam đĩa | |
| Trục chính máy mài | | Bánh răng côn | | Cam thùng | |
| Đai dẹt | | Trục vít – bánh vít | | Cơ cấu con cóc | |
| Đai hình thang | | Thanh răng – bánh răng | | Cơ cấu Mantít | |
| Truyền động xích | | Phanh côn | | Động cơ | ĐC |

## 1.5 CÁC CƠ CẤU TRUYỀN DẪN TRONG MÁY CÔNG CỤ

### 1.5.1. Cơ cấu truyền dẫn trong hộp tốc độ

***1/ Cơ cấu truyền dẫn vô cấp*** được dùng trong hộp tốc độ bao gồm cặp puli côn đai dẹt, cặp bánh ma sát, xilanh - pittông, động cơ servo...

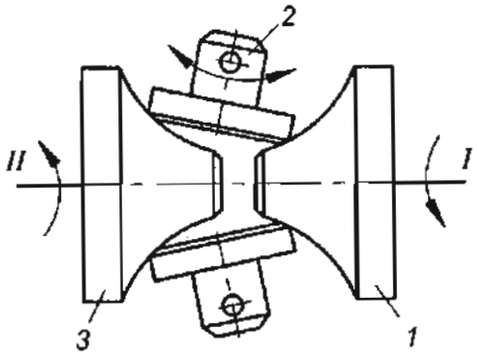
*a. Cơ cấu dùng puli côn*




***Hình 1.20*** – Cơ cấu truyền dẫn vô cấp dùng puli côn.

Trong cơ cấu dùng puli côn hình 1.20 muốn có tỷ số truyền theo yêu cầu chỉ cần điều khiển gạt đai truyền sang các vị trí tương ứng.

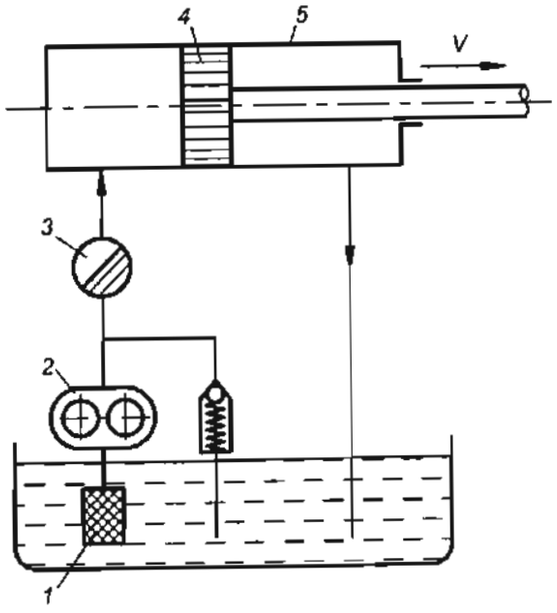
*b. Cơ cấu dùng bánh ma sát*




***Hình 1.21*** – Cơ cấu truyền dẫn vô cấp dùng bánh ma sát

Trong cơ cấu dùng bánh ma sát hình 1.21 muốn thay đổi tỷ số truyền chỉ cần quay hai con lăn số 2, khi đó đường kính tiếp xúc của các bánh ma sát thay đổi sẽ làm thay đổi tỷ số i.

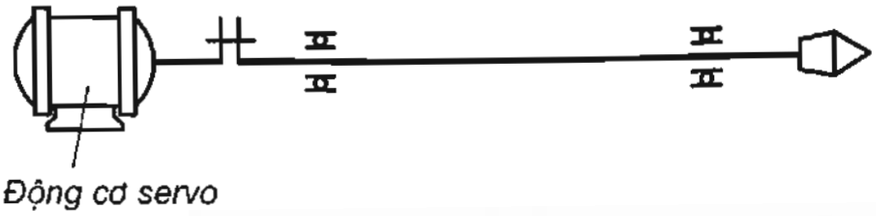
*c. Cơ cấu dùng xilanh – pittông*




***Hình 1.22*** – Cơ cấu truyền dẫn vô cấp dùng xi lanh – pit tông

Trên hình1.22 trình bày sơ đồ của cơ cấu truyền dẫn vô cấp thuỷ lực là xylanh (4) và pittông (5). Trong sơ đồ này muốn thay đổi tốc độ tịnh tiến của pit tông chỉ cần thay đổi lưu lượng dầu bằng van tiết lưu (3).

*d. Cơ cấu truyền dẫn vô cấp trực tiếp sử dụng động cơ điện servo:*



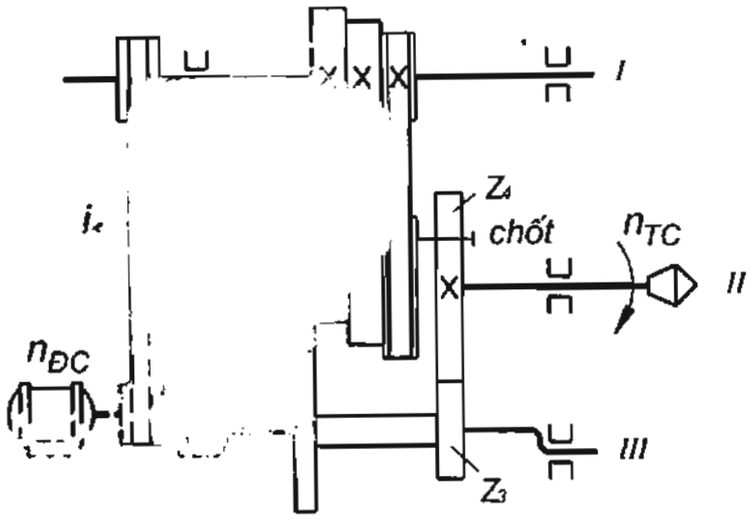

***Hình 1.23*** – Cơ cấu truyền dẫn vô cấp dùng động cơ servo, có số vòng quay thay đổi theo yêu cầu điều khiển

Cơ cấu truyền dẫn vô cấp dùng động cơ servo hiện được ứng dụng rộng rãi trong điều khiển CNC. Để có số vòng quay của trục chính theo yêu cầu chỉ cần thay đổi các thông số điều khiển của động cơ điện servo (hình 1.23).

**2/. Các cơ cấu truyền dẫn phân cấp**

*a. Cơ cấu truyền dẫn phân cấp dùng puli nhiều bậc*

Cơ cấu truyền dẫn loại này thường được sử dụng trong hộp tốc độ của máy tiện đơn giản, nó được trình bày trên hình 1.24.




***Hình 1.24*** – Truyền dẫn phân cấp dùng puli nhiều bậc

Từ động cơ điện truyền chuyển động qua đai truyền có tỷ số truyền $i_1$ tới trục I. Từ trục I truyền qua puli 3 bậc xuống puli 3 bậc lồng không trên trục chính II. Muốn truyền chuyển động quay cho trục chính II có thể theo hai đường:

- Chạy trực tiếp (còn gọi là chạy một đầu máy), đóng chốt làm cho chuyển động quay từ puli lồng không trên trục II truyền qua chốt làm quay bánh răng $Z_4$ và quay trục chính II, được tốc độ cao tính như sau:

$$n_{TC} = n_{ĐC}.i_1.i_2 \qquad (1.11)$$

Trong đó $i_2$ - Tỷ số truyền của puli ba bậc

$n_{ĐC}$- Số vòng quay của đông cơ.

Trục II còn gọi là trục "Hacne", khi chạy trực tiếp sẽ quay trục III sao cho hai cặp bánh răng $\frac{Z_1}{Z_2}$ và $\frac{Z_3}{Z_4}$ không ăn khớp với nhau.

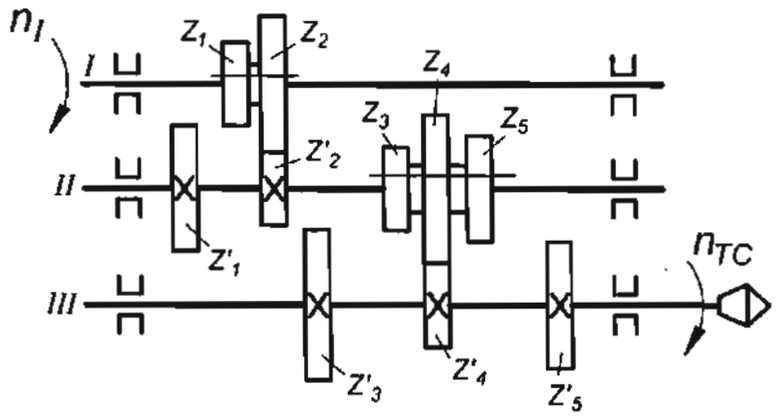
- Chạy gián tiếp (còn gọi là chạy hai đầu máy): rút chốt ra, chuyển động từ puli lồng không trên trục II qua cặp bánh răng $\frac{Z_1}{Z_2}$ ($i_3$) tới trục III, qua cặp $\frac{Z_3}{Z_4}$ ($i_4$) tới trục II ta được 3 tốc độ thấp tính như sau:

$$n_{TC} = n_{ĐC}.i_1.i_2.i_3.i_4 \qquad (1.12)$$

Loại hộp tốc độ này đơn giản nhưng tốc độ thấp, chỉ phục vụ sửa chữa nhỏ, không phù hợp với trình độ kỹ thuật hiện đại.

*b. Cơ cấu dùng bánh răng di trượt.*

Hình 1.25 trình bày sơ đồ động của loại hộp tốc độ máy tiện dùng bánh răng di trượt.




***Hình 1.25*** – Truyền dẫn dùng bánh răng di trượt

Chuyển động quay truyền từ trục I –> II –> III qua hai nhóm bánh răng di trượt:

- Nhóm thứ nhất gồm khối bánh răng di trượt hai bậc $Z_1$, $Z_2$ và hai bánh răng cố định $Z_1'$, $Z_2'$ lần lượt ăn khớp với nhau cho hai tỷ số truyền khác nhau $\frac{Z_1}{Z_1'}$ và $\frac{Z_2}{Z_2'}$ nối chuyển động giữa trục I và II.

- Nhóm thứ hai gồm khối bánh răng di trượt ba bậc $Z_3$, $Z_4$, $Z_5$ và ba bánh răng cố định $Z_3'$, $Z_4'$, $Z_5'$ lần lượt ăn khớp với nhau cho ba tỷ số truyền khác nhau $\frac{Z_3}{Z_3'}$, $\frac{Z_4}{Z_4'}$ và $\frac{Z_5}{Z_5'}$ nối chuyển động giữa trục II và III.

Nếu thay đổi lần lượt các cặp bánh răng ăn khớp giữa hai nhóm bánh răng di trượt trên thì một trị số tốc độ vòng quay của trục I ($n_I$) sẽ cho 6 trị số tốc độ khác nhau trên trục III: $n_{TC1}$, $n_{TC2}$, ..., $n_{TC6}$ tính như sau:

$$n_{TC1} = n_I.\frac{Z_1}{Z_1'}.\frac{Z_3}{Z_3'} \qquad n_{TC4} = n_I.\frac{Z_2}{Z_2'}.\frac{Z_4}{Z_4'}$$

$$n_{TC2} = n_I.\frac{Z_2}{Z_2'}.\frac{Z_3}{Z_3'} \qquad n_{TC5} = n_I.\frac{Z_1}{Z_1'}.\frac{Z_5}{Z_5'}$$

$$n_{TC3} = n_I.\frac{Z_1}{Z_1'}.\frac{Z_4}{Z_4'} \qquad n_{TC6} = n_I.\frac{Z_2}{Z_2'}.\frac{Z_5}{Z_5'}$$

Từ đó rút ra công thức tính số tốc độ trong máy:

$$Z = p_1.p_2,...,p_i \qquad (1.13)$$

Trong đó:

Z - số tốc độ của máy

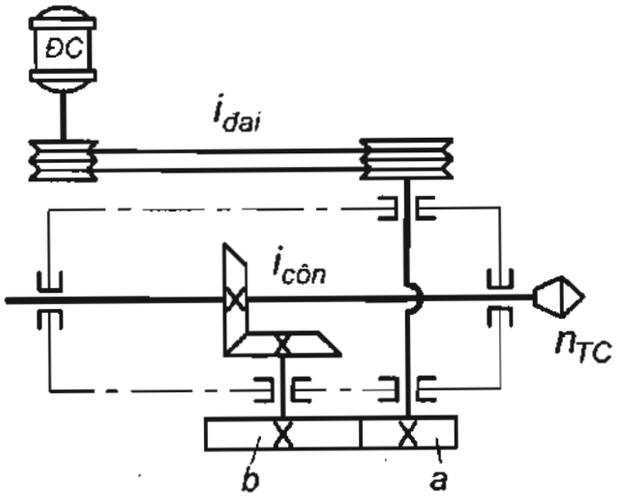
$p_i$ - số tỷ số truyền trong một nhóm truyền (bánh răng di trượt) thứ i.

Ví dụ, với hộp tốc độ trên hình 1.25 có $Z = p_1.p_2 = 2.3 = 6$ cấp tốc độ.

Loại cơ cấu bánh răng di trượt này được dùng rộng rãi trong các máy cắt kim loại vạn năng cần thay đổi tốc độ liên tục và yêu cầu nhiều tốc độ khác nhau.

*c. Cơ cấu dùng bánh răng thay thế*

Trên hình 1.26 trình bày sơ đồ hộp tốc độ của máy tiện dùng bánh răng thay thế.




***Hình 1.26*** – Hộp tốc độ dùng bánh răng thay thế.

Xích truyền động nối từ động cơ điện qua đai truyền hình thang tới cặp bánh răng thay thế $\frac{a}{b}$ tới cặp bánh răng côn làm quay trục chính.

Phương trình xích động:

$$n_{TC} = n_{ĐC}.i_{đai}.\frac{a}{b}.i_{côn} \qquad (1.14)$$

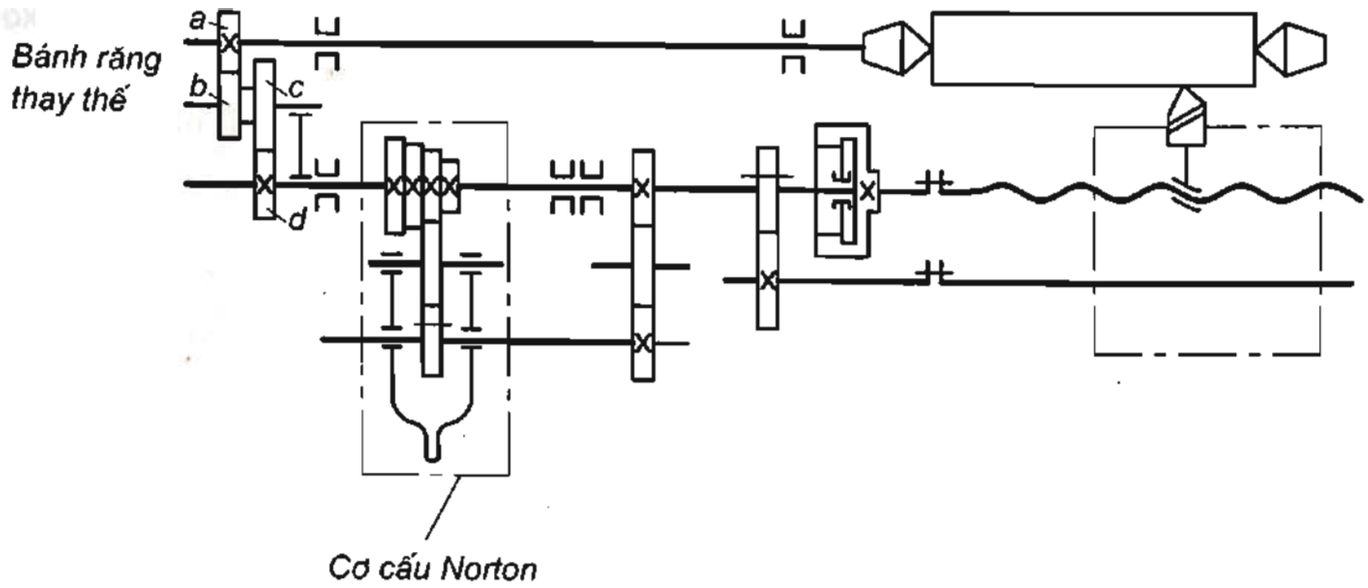
Muốn thay đổi tốc độ $n_{TC}$ chỉ cần thay đổi tỷ số truyền $\frac{a}{b}$

Trong mỗi máy loại này đã có sẵn nhiều bánh răng thay thế khác nhau để đáp ứng yêu cầu thay đổi tốc độ cắt. Loại hộp tốc độ này dùng nhiều trong máy tự động và máy chuyên dùng.

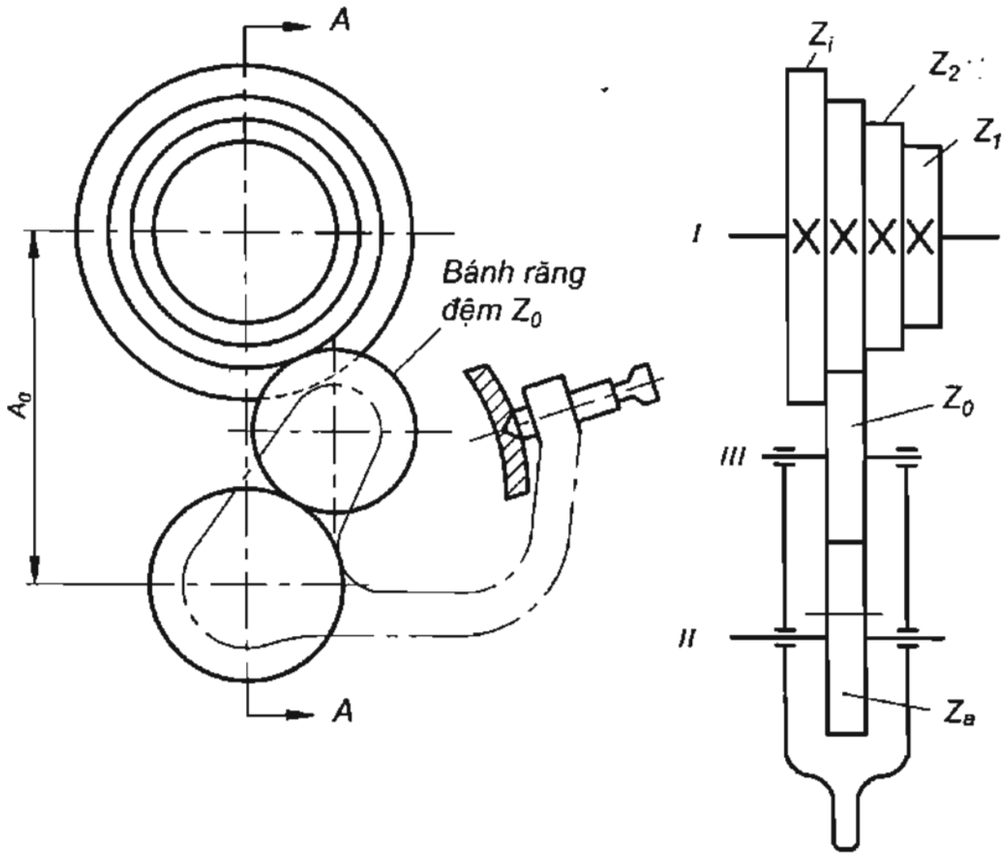
### 1.5.2. Cơ cấu truyền dẫn trong hộp chạy dao

***1. Cơ cấu Norton*** (còn gọi là khối bánh răng hình tháp)

Trên hình 1.27 trình bày xích chạy dao của máy tiện dùng cơ cấu Norton. Xích truyền động được nối liền từ trục chính qua bánh răng a, b, c, d tới cơ cấu Norton và tới trục vít đai ốc rồi truyền tới dao. Chuyển động truyền từ trục I –> II có khoảng cách $A_0$ cố định (hình 1.28). Bánh răng $Z_a$ di trượt trên trục II được gạt lần lượt tới các vị trí ăn khớp với các bánh răng $Z_1, Z_2, ..., Z_i$ của khối bánh răng hình tháp trên trục I cho các tỷ số truyền: $\frac{Z_1}{Z_a}, \frac{Z_2}{Z_a}, ..., \frac{Z_i}{Z_a}$ khác nhau.




***Hình 1.27*** – Hộp chạy dao dùng cơ cấu Norton



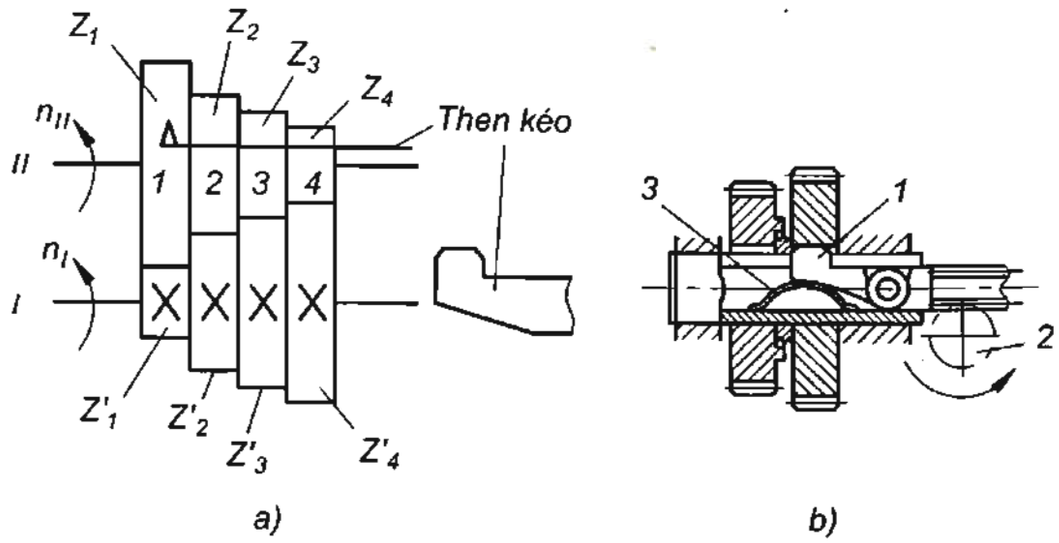

***Hình 1.28*** – Cơ cấu Norton

Trong cơ cấu Norton bánh đệm $Z_0$ sẽ làm nhiệm vụ nối truyền động giữa trục I và II: từ bánh răng $Z_i$ qua $Z_0$ đến $Z_a$, khi bánh răng $Z_i$ thay đổi (lớn lên hoặc bé đi) thì bánh đệm $Z_0$ phải quay hành tinh xung quanh trục bánh răng $Z_a$ bảo đảm sao cho ba bánh răng lúc nào cũng ăn khớp với nhau.

## 2. Cơ cấu then kéo

Cơ cấu then kéo thường được sử dụng trong hộp chạy dao của máy khoan. Khối bánh răng hình tháp trên trục I cố định, khối bánh răng hình tháp trên trục II lồng không. Khi trục I quay sẽ truyền cho bốn bánh răng trên trục II quay nhưng chưa làm quay trục II. Muốn trục II quay phải rút then kéo để ở vị trí 1, 2, 3 hay 4 (hình 1.29a). Then kéo có tác dụng như một chốt cố định bánh răng với trục (hình 1.29b). Trục I có một trị số vòng quay $n_I$ sẽ được 4 trị số vòng quay $n_{II}$ của trục II.

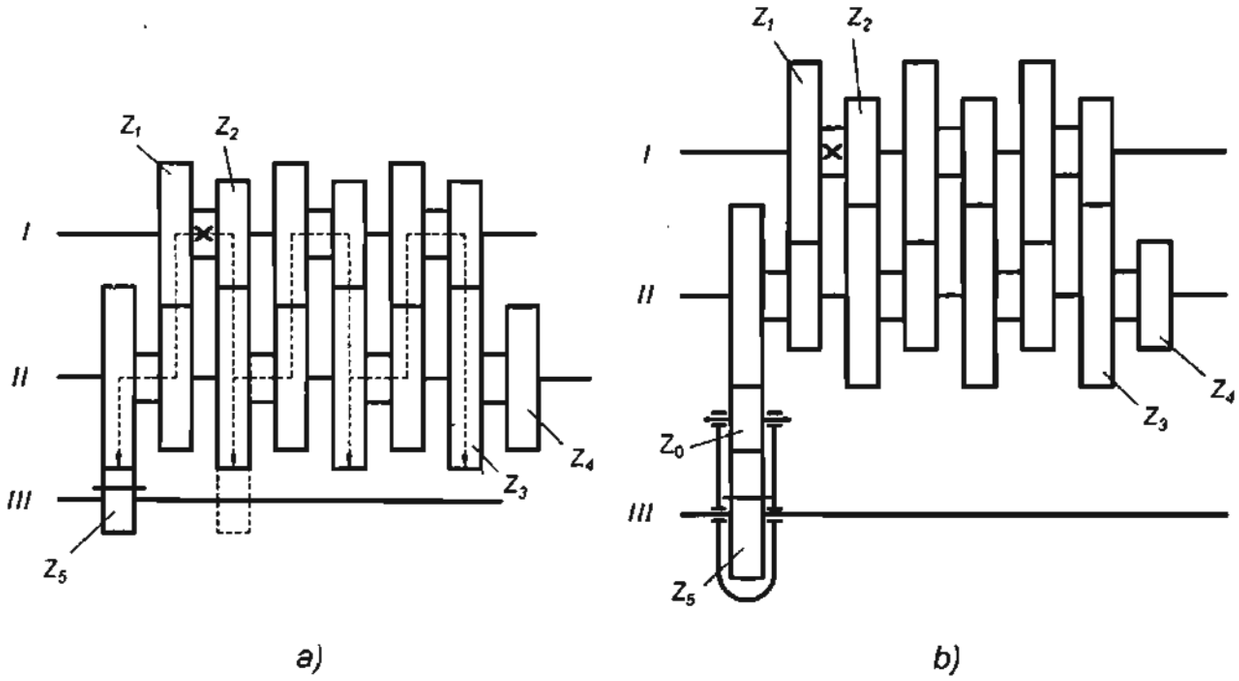
Hình 1.29b trình bày kết cấu của cơ cấu then kéo, trong đó 1 là then kéo, 3 là lò xo lá luôn đẩy cho then kéo chui vào rãnh then của bánh răng, quay bánh răng 2 ăn khớp với thanh răng sẽ kéo cho then kéo lần lượt ăn khớp với bánh răng trong khối hình tháp trên trục II.




***Hình 1.29*** – Cơ cấu then kéo

### 3. *Cơ cấu Meandr (Mêan)*

Cơ cấu Mêan thường được dùng trong hộp chạy dao của máy tiện, phay ...Có hai loại cơ cấu Mêan: cơ cấu Mêan trực tiếp và cơ cấu Mêan gián tiếp.




**Hình 1.30** – Cơ cấu Mê-an

- *Loại thứ nhất* (hình 1.30a)

Trên trục I có 3 khối bánh răng hai bậc như nhau. Một khối cố định với trục, còn hai khối lồng không.Trên trục II có 4 khối bánh răng hai bậc như nhau, lắp lồng không. Bánh răng $Z_5$ trên trục III di trượt lần lượt ăn khớp với 4 bánh răng lớn trên trục II cho 4 tỷ số truyền khác nhau. Truyền dẫn từ trục I, III theo đường zích zắc.

- *Loại thứ hai* (hình 1.30b)

Về lắp ghép và đường truyền cũng giống như loại 1, nhưng có thêm bánh răng đệm $Z_0$. Trục bánh răng $Z_0$ quay hành tinh xung quanh trục bánh răng $Z_5$ (giống cơ cấu Norton) bảo

đảm cho bánh răng $Z_0$ ăn khớp lần lượt với mọi bánh răng to nhỏ trên trục II cho ta nhiều tỷ số truyền hơn so với cơ cấu loại 1.

***4. Cơ cấu bánh răng thay thế*** (còn gọi là chạc đầu ngựa)

Để đảm bảo việc thay đổi tỷ số truyền của cơ cấu bánh răng thay thế được linh hoạt khi khoảng cách giữa hai trục truyền động cố định, người ta thường dùng cơ cấu bánh răng thay thế chạc đầu ngựa (hình 1.31).

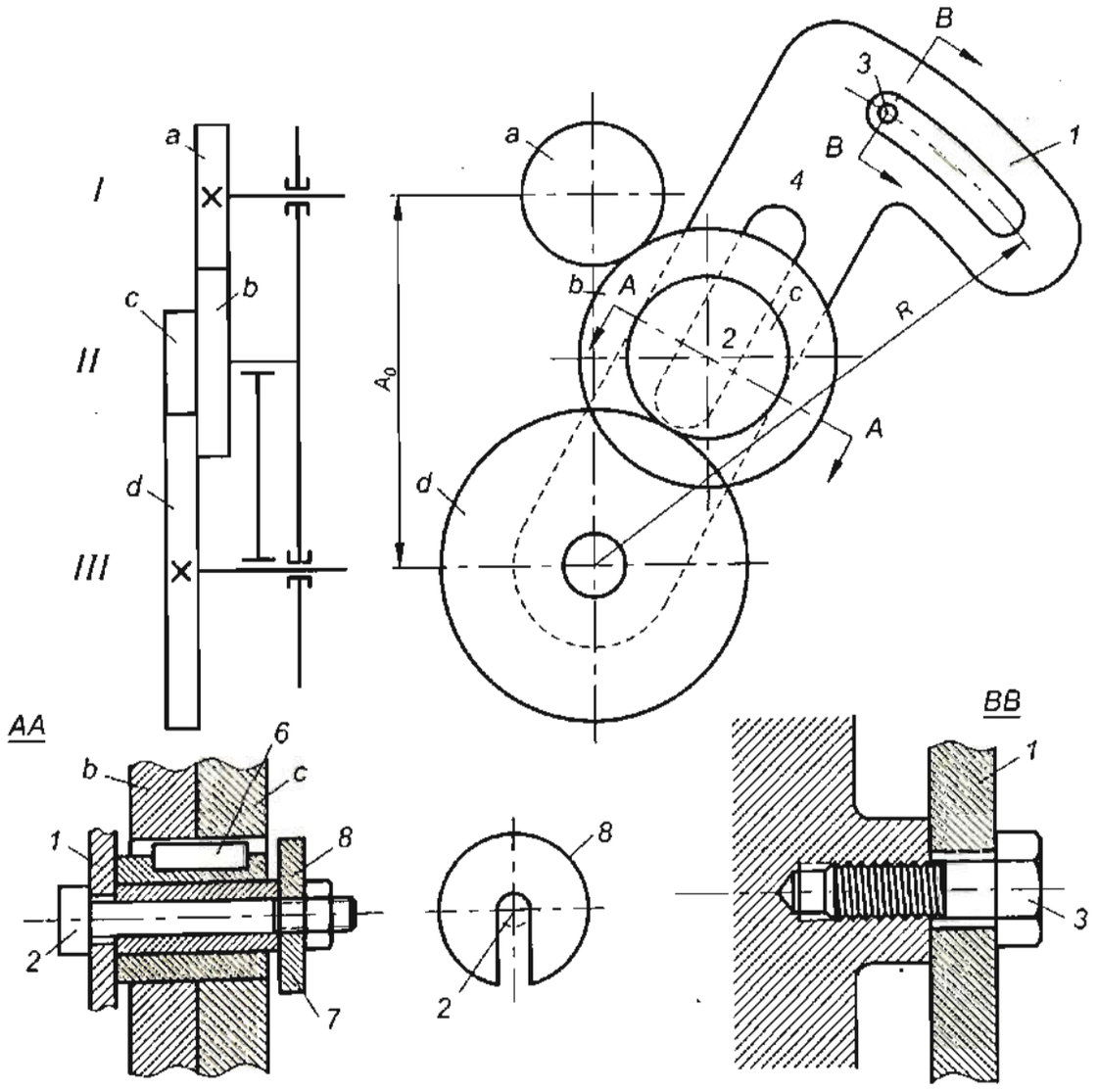
Đường truyền từ trục chủ động I qua bánh răng thay thế a, b, c, d đến trục III. Tỷ số truyền là:

$$i_{thay\ thế} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d}$$

Khi thay đổi $i_{thay\ thế}$ có nghĩa là thay đổi số răng a, b, c, d thì đường kính bánh răng sẽ thay đổi theo. Khoảng cách giữa trục I và II là $A_0$ cố định. Do đó sử dụng chạc điều chỉnh có hình đầu ngựa để đảm bảo ăn khớp của 4 bánh răng a, b, c. d.

*Nguyên tắc điều chỉnh và kết cấu*:

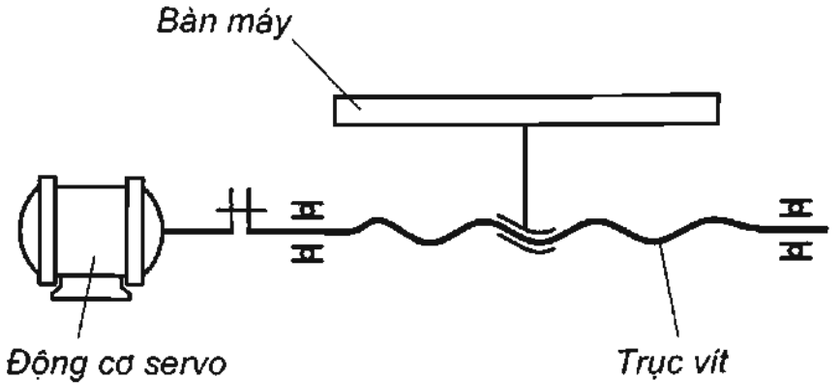
Bánh răng b và c lồng không trên chốt 2 lắp vào chạc 1. Hai bánh răng này có thể điều chỉnh được dọc theo rãnh 4 và bản thân chạc 1 có thể quay điều chỉnh xung quanh trục bánh răng d (nới lỏng bulông 3 ra). Như vậy bánh răng b, c điều chỉnh được vị trí trục nên bảo đảm ăn khớp khi số răng a, b, c, d thay đổi (trong phạm vi đã thiết kế). Rãnh cong đảm bảo ăn khớp bánh răng a và b, rãnh thẳng đảm bảo ăn khớp bánh răng c và d.




***Hình 1.31*** – Cơ cấu truyền dẫn dùng bánh răng thay thế

***5. Cơ cấu truyền dẫn vô cấp với động cơ điện:***

Trên hình 1.32 trình bày hệ thống chạy dao vô cấp sử dụng động cơ điện servo. Hệ thống này hiện nay được sử dụng rộng rãi trong chuyển động chạy dao của máy điều khiển theo chương trình số, nó cho phép cung cấp lượng chạy dao bất kỳ trong phạm vi cho phép.




***Hình 1.32*** – Truyền dẫn chạy dao vô cấp với động cơ điện servo

## 1.6 CƠ CẤU TỔNG HỢP CHUYỂN ĐỘNG VÀ ĐẢO CHIỀU TRONG MÁY CÔNG CỤ

### 1.6.1 Cơ cấu tổng hợp chuyển động trong máy công cụ

Cơ cấu tổng hợp chuyển động (còn gọi là cơ cấu hợp thành) dùng để phối hợp hai đường truyền động có tốc độ khác nhau đến cùng một cơ cấu chấp hành. Trong trường hợp này, nếu không có cơ cấu hợp thành, trục quay của đường ra sẽ nhận hai tốc độ khác nhau cùng lúc và sẽ bị xoắn gãy.

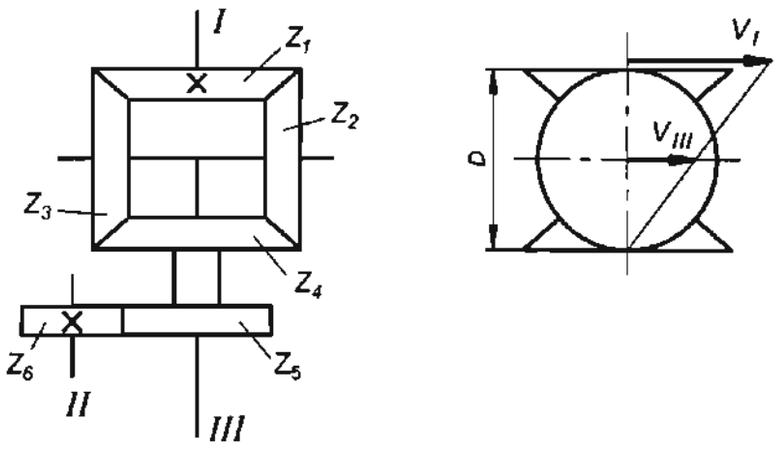
Có nhiều loại cơ cấu hợp thành, nhưng trong máy công cụ thường dùng nhất là cơ cấu vi sai .

**1/ Cơ cấu vi sai.**

Trên hình 1.33 trình bày cơ cấu vi sai điển hình dùng bánh răng côn thường được sử dụng trong máy cắt kim loại.

***a. Hai đường vào I và II, đường ra III:***

Tính tỷ số truyền $i_{hợp\ thành}$ bằng cách tính các tỷ số truyền riêng của từng đường vào.




***Hình 1.33*** – Tổng hợp chuyển động

- Truyền từ I sang III: coi bánh răng $Z_4$ đứng yên, theo họa đồ vận tốc:

$$i_{I-III} = \frac{V_{III}}{V_{II}} = \frac{1}{2} \qquad (1.15)$$

- Truyền từ II → III: coi bánh răng $Z_1$ đứng yên, cũng phân tích theo họa đồ vận tốc:

$$i_{II-III} = \frac{1}{2} \qquad (1.16)$$

***b. Hai đường vào I và III, đường ra II:***

$$i_{I-II} = \frac{1}{1} \quad \text{(lúc này coi như khớp nối trục, và } Z_5=Z_6\text{)} \qquad (1.17)$$

$$i_{III-II} = \frac{2}{1} \quad \text{(coi bánh răng } Z_1 \text{ đứng yên)} \qquad (1.18)$$

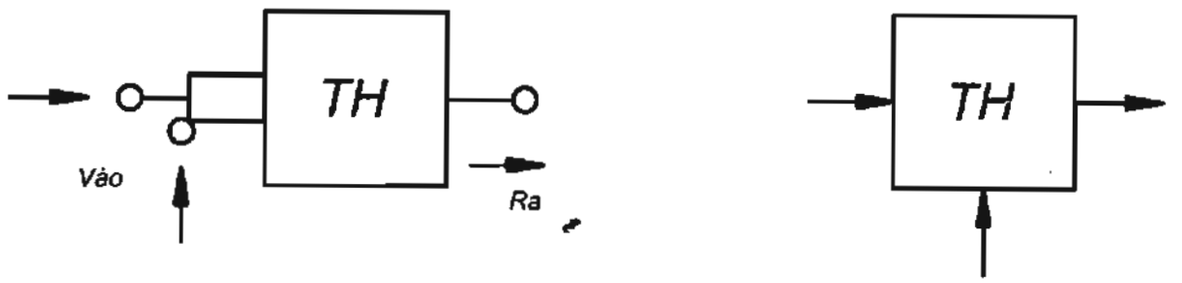
***c. Hai đường vào III và II, đường ra I:***

$$i_{III-I} = \frac{2}{1} \quad \text{(coi bánh răng } Z_5 \text{ đứng yên)} \qquad (1.19)$$

$$i_{II-I} = \frac{1}{1} \quad \text{(coi như khớp nối trục)} \qquad (1.20)$$

Khi tổng hợp chuyển động vào cơ cấu chấp hành phải chú ý đến chiều quay của từng thành phần chuyển động, thường để điều chỉnh xích chỉ tính riêng rẽ từng con đường truyền qua vi sai.

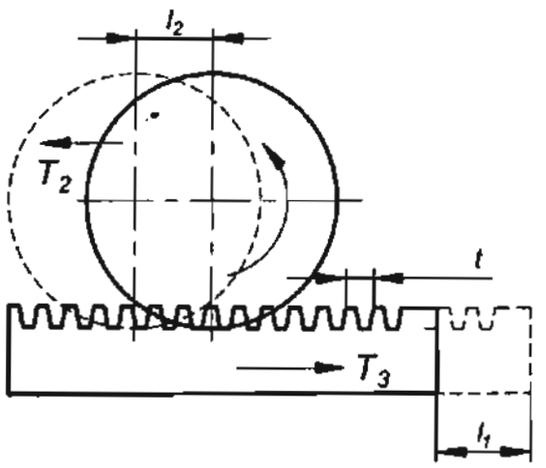
Ký hiệu của cơ cấu tổng hợp chuyển động hay dùng trong các sơ đồ kết cấu động học trình bày trên hình 1.34.




***Hình 1.34*** – Ký hiệu cơ cấu tổng hợp chuyển động

**2/ Cơ cấu bánh răng thanh răng**

Cơ cấu truyền động bánh răng - thanh răng được trình bày trên hình 1.35.




***Hình 1.35*** – Tổng hợp chuyển động bánh răng – thanh răng

Giả sử bánh răng vừa quay tròn xung quanh trục của bản thân vừa tịnh tiến theo chiều mũi tên $T_2$ như hình vẽ. Muốn thanh răng chuyển động một độ dài $l_1$ theo mũi tên $T_3$ phải tính

xem bánh răng cần quay một trị số vòng quay là bao nhiêu? Muốn vậy phải tổng hợp hai chuyển động của bánh răng tác dụng lên thanh răng.

***a. Xét trường hợp bánh răng quay tròn, không tịnh tiến***

Nếu thanh răng tịnh tiến một độ dài $l_1$ thì bánh răng phải quay $\frac{l_1}{Z.t}$ vòng (Z.t= độ dài chu vi vòng chia của bánh răng).

***b. Xét trường hợp bánh răng tịnh tiến, không quay***

Lúc này thanh răng đứng yên, nhưng vì bánh răng lùi lại có nghĩa là phải lăn trên thanh răng một số vòng quay không.

Vậy trục bánh răng lùi lại một đoạn $l_2$ tương ứng với số vòng quay không của nó là $\frac{l_2}{Z.t}$.

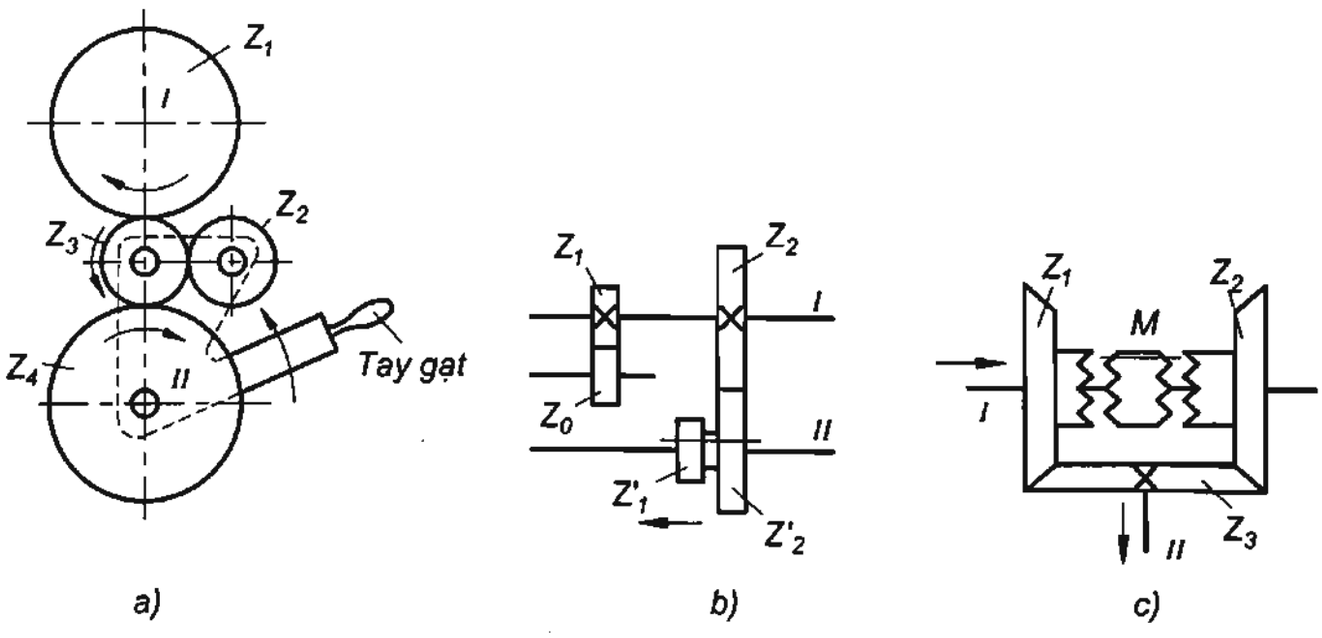
Tổng hợp lại như sau:

| | Thanh răng tịnh tiến | Số vòng quay của bánh răng |
|---|---|---|
| | $l_1$ | $\frac{l_1}{Z.t}$ (vòng) |
| | 0 | $\frac{l_2}{Z.t}$ (vòng) |
| Tổng hợp | $l_1$ | $\frac{l_1 \pm l_2}{Z.t}$ (vòng) |

Dấu ± tùy theo chiều chuyển động cần tổng hợp.

### 1.6.2 Cơ cấu đảo chiều

Trong máy công cụ thường dùng các cơ cấu cơ khí để đảo chiều quay của trục chính hay chiều chuyển động chạy dao. Hình 1.36 trình bày một số cơ cấu đảo chiều cơ khí thường gặp trong máy cắt kim loại.



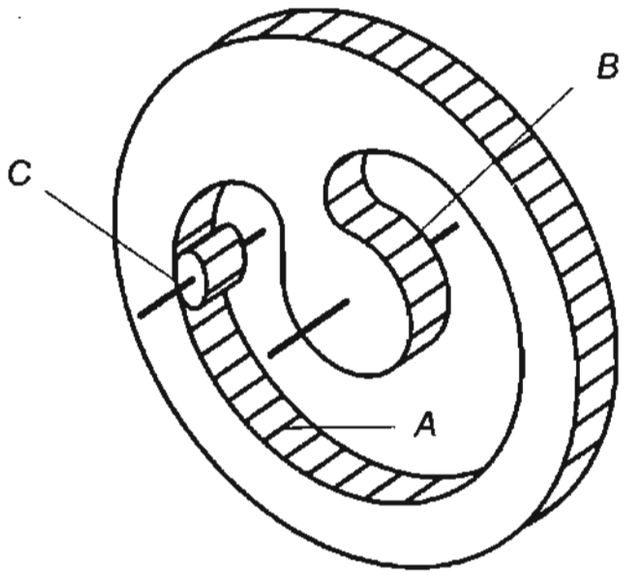

***Hình 1.36*** – Một số cơ cấu đảo chiều cơ khí

- *Hình 1.36a*: cơ cấu đảo chiều trên mặt phẳng. Chuyển động truyền từ trục I đến trục II qua bánh răng $Z_3$ hay $Z_2$, $Z_3$ (dùng tay gạt để thay đổi) sẽ cho chiều quay khác nhau trên trục II.

- *Hình 1.36b*: cơ cấu đảo chiều giữa hai trục song song dùng bánh răng di trượt. Gạt bánh răng di trượt hai bậc sẽ có hai đường truyền từ trục I → II, một đường truyền qua bánh răng đệm $Z_0$ là đường đảo chiều.

- *Hình 1.36c*: cơ cấu đảo chiều giữa hai trục vuông góc dùng bánh răng côn. Gạt ly hợp M qua phải, trái sẽ có chiều quay của trục II khác nhau.

Trong một số máy cắt kim loại cần đảo chiều chính xác và có chu kỳ người ta dùng bánh răng tổ hợp (*hình 1.37*). Bánh răng C chủ động ăn khớp trong với bánh răng A và ăn khớp ngoài với vành răng B của bánh răng tổ hợp. Bánh răng C quay một chiều, lúc ăn khớp trong với vành răng A sẽ quay bánh răng tổ hợp cùng chiều, khi ăn khớp ngoài với vành răng B sẽ đảo chiều quay của bánh răng tổ hợp. Cơ cấu này dùng nhiều trong máy gia công bánh răng.




***Hình 1.37*** – Bánh răng tổ hợp

### 1.6.3 Đồ thị phương trình tốc độ cắt và lượng chạy dao

#### *1/ Nguyên tắc lập đồ thị tốc độ cắt n và lượng chạy dao S*

Mỗi máy cắt kim loại có nhiều trị số n và S khác nhau. Tùy theo chi tiết, dao cắt, ..., mà chọn n và S thích hợp. Trên máy người ta vẽ sẵn một biểu đồ liên hệ giữa V, n, S, d, T để công nhân sử dụng máy có thể trực tiếp tìm các thông số gia công cần thiết như n, S ...

Công thức tính tốc độ cắt và lượng chạy dao với máy có chuyển động chính quay tròn:

$$V = \frac{\pi dn}{1000} \text{ (m/ph)}$$

$$S = \frac{l}{nT} \text{ (mm/vg)}$$

Trong đó:

d - đường kính của phôi hay của dao (mm).

n - số vòng quay trên phút của trục chính (vg/ph).

L - độ dài chuyển động của dao(mm).

T - thời gian cần thiết để gia công chi tiết tính bằng phút (ph).

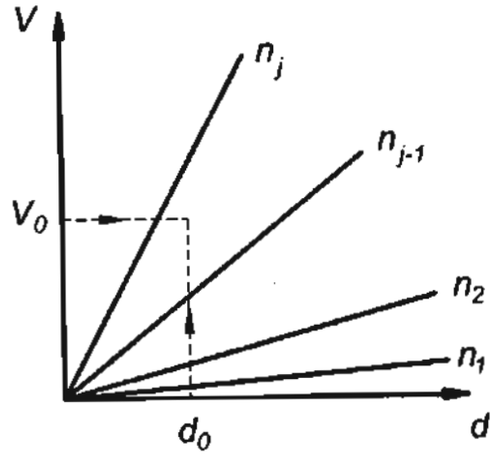
Có hai loại đồ thị liên hệ giữa V, n, S, d: đồ thị tia hình quạt và đồ thị logarit.

*a. Cách lập đồ thị tia hình quạt (hình 1.38):*

$$V = \frac{\pi dn}{1000}$$

Đặt: $m = \frac{\pi n}{1000}$ ta có $V = m.d$ (1.21)

Như vậy V là một hàm bậc nhất đối với biến số d. Đây là phương trình đường thẳng đi qua gốc tọa độ. Biến đổi thông số n ta sẽ được một chùm tia $n_1, n_2, ..., n_i$.



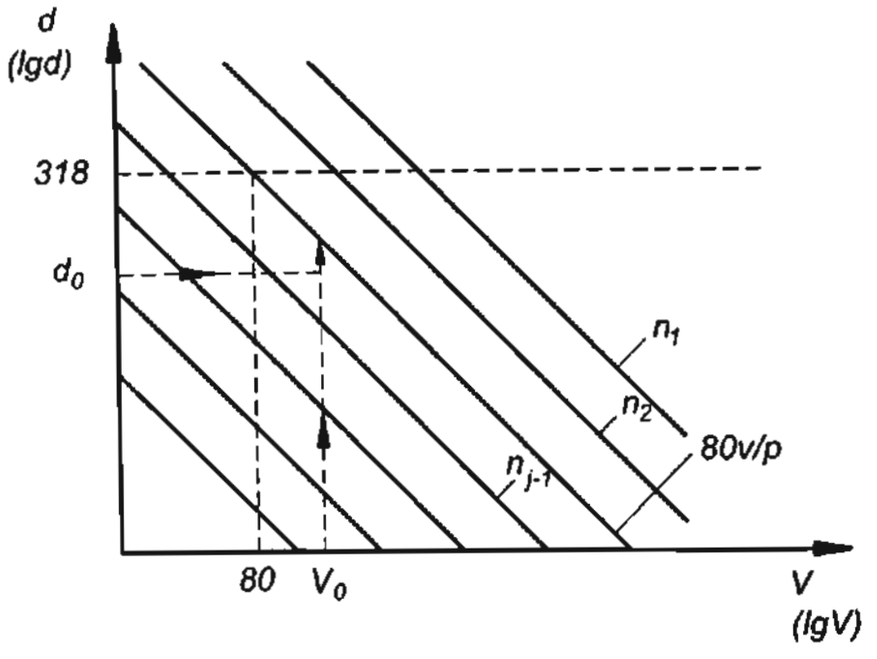

***Hình 1.38.*** Đồ thị tia hình quạt

*b. Cách lập đồ thị logarit (hình 1.39):*

$$V = \frac{\pi dn}{1000} \Rightarrow d = V.\frac{1000}{\pi n}$$

Lấy logarit hai vế:

$$\lg d = \lg v + \lg(\frac{1000}{\pi n}) \Rightarrow y = x + b_i \quad (1.22)$$




***Hình 1.39*** - Đồ thị logarit

Đây là phương trình đường thẳng cắt hai trục tọa độ (ghi theo đơn vị log) và nghiêng một góc $45^0$. Nếu thay đổi n sẽ có các $b_i$ khác nhau và biểu thị thành một họ đường thẳng song song.

***2/ Nguyên tắc tra đồ thị***

***a. Đồ thị tia hình quạt*** *hình 1.38.*

*Cách tra đồ thị*: giả sử chi tiết có đường kính $d_0$ và gia công với tốc độ $V_0$, dóng tọa độ được điểm M nằm giữa hai tia $n_{j-1}$ và $n_j$. Chọn $n_{j-1}$ là tốc độ thấp để mở máy sẽ bảo đảm công suất cắt gọt.

Đồ thị này không chính xác và khó tra, vì d tăng thì 2 tia lân cận càng cách xa nhau. Để khắc phục người ta dùng đồ thị log.

*b. Đồ thị log hình 1.39.*

*Cách tra đồ thị*: biết $d_0$, $V_0$, dóng tọa độ được M và lấy trị số n (trên hình 1.39 n= 80v/ph).

*Ghi chú*: người ta thường lập đồ thị chung cả V, d, S, T để có thể tìm ngay thời gian định mức của máy gia công chi tiết đó. Mặt khác khi tra bảng có điểm M → có thể chọn trị số n (của đường trên hay dưới) nào gần với điểm M hơn nhưng không ảnh hưởng nhiều đến công suất máy.

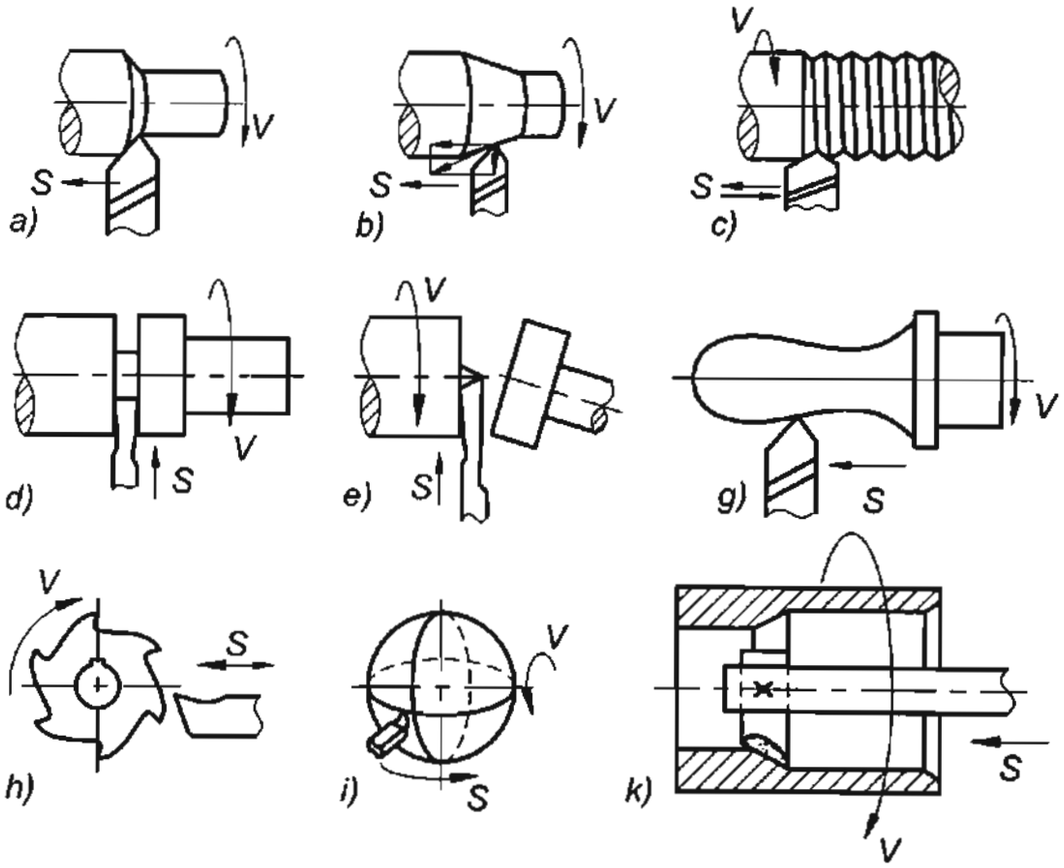
*CHƯƠNG 2*

# MÁY TIỆN

## 2.1 CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI MÁY TIỆN

### 2.1.1 Công dụng của máy tiện

Máy tiện là loại máy cắt kim loại được dùng rộng rãi nhất trong ngành cơ khí cắt gọt. Thường nó chiếm khoảng 50÷60% trong các phân xưởng cơ khí. Các công việc chủ yếu được thực hiện trên máy tiện ren vít vạn năng là: gia công các mặt tròn xoay ngoài và trong, mặt đầu, ta rô và cắt răng, gia công các mặt không tròn xoay với các đồ gá phụ trợ.




***Hình 2.1A*** - Các nguyên công chủ yếu thực hiện trên máy tiện ren vít vạn năng

Hình 2.1A trình bày một số nguyên công được thực hiện trên máy tiện ren vit vạn năng: tiện trụ - *hình 2.1.a*; tiện côn - *hình 2.1.b*; tiện ren - *hình 2.1.c*; tiện rãnh - *hình 2.1.d*; tiện cắt đứt - *hình 2.1.e*; tiện chép hình theo mẫu - *hình 2.1.g*; tiện hớt lưng - *hình 2.1.h*; tiện mặt cầu - *hình 2.1.i*; tiện trụ mặt trong - *hình 2.1.k*.

### 2.1.2 Phân loại máy tiện

Có rất nhiều căn cứ để phân loại máy tiện. Máy tiện có thể được phân chia thành máy vạn năng và máy chuyên dùng; hoặc theo vị trí của trục chính: máy tiện đứng, máy tiện cụt; hoặc theo mức độ tự động hoá: máy bán tự động, máy tự động, máy điều khiển số CNC.

Trên thực tế thường phân loại máy tiện thành những nhóm sau đây: máy tiện ren vít vạn năng (loại trung, bé và cực bé để trên bàn), máy tiện chép hình, máy tiện chuyên dùng, máy tiện đứng và máy tiện cụt, máy tiện nhiều dao, máy tiện Rêvônve, máy tiện nửa tự động và tự động, máy tiện điều khiển số CNC, v...v.

### 2.1.3 Máy tiện ren vít vạn năng

Các loại máy tiện ren vít vạn năng được sử dụng phổ biến ở nước ta hiện nay chủ yếu do Liên Xô cũ viện trợ gồm các máy: 1616, 1A616, 1A62, 1K62 , 16K20 v.v...Nhà máy cơ khí trung qui mô Hà Nội do Liên Xô cũ giúp đỡ xây dựng, hiện nay đổi thành Công ty Cơ khí Hà nội đã sản xuất được các loại máy tiện T616, T620, T630 trên cơ sở các máy cùng loại của Liên xô cũ, có cải tiến đơn giản hơn cho phù hợp với điều kiện công nghiệp cơ khí Việt Nam.

Máy 1K62 (T620) là máy được sử dụng rộng rãi nhất trong các máy tiện hiện nay ở Việt nam.

## 2.2 MÁY TIỆN REN VÍT VẠN NĂNG 1K62

### 2.2.1 Sơ đồ kết cấu động học máy tiện 1K62

***1/ Tính năng kỹ thuật của máy 1K62***

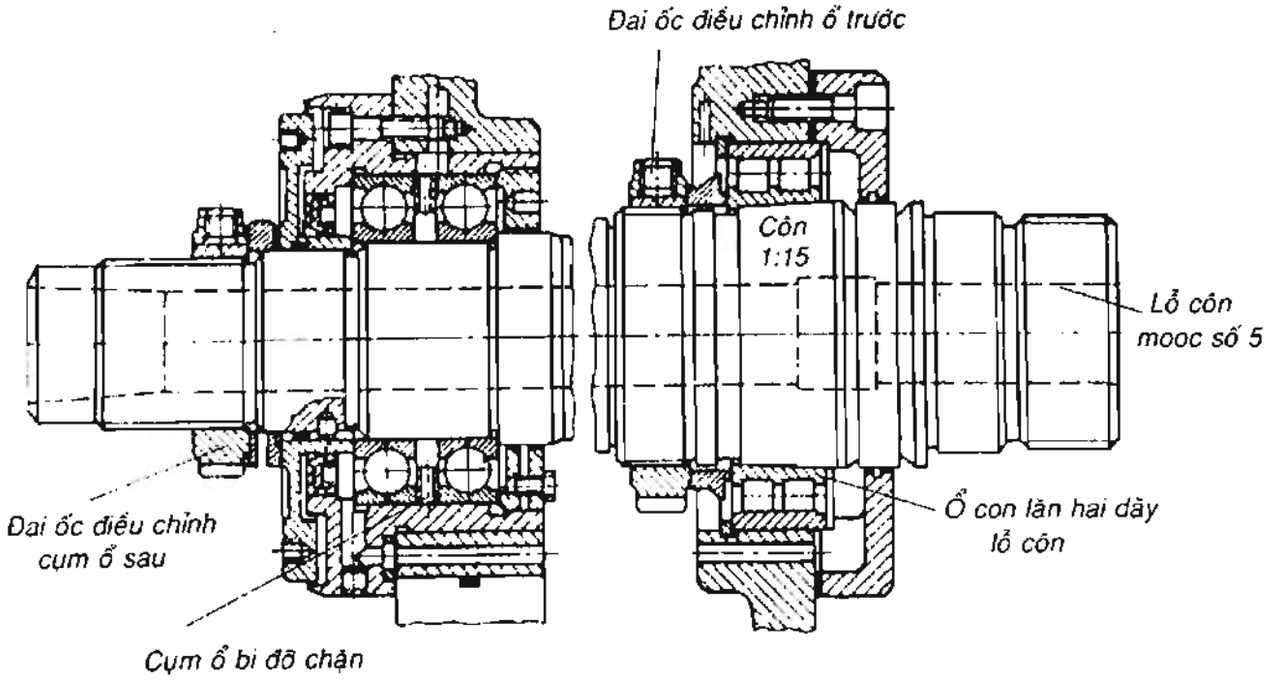
Hình dạng chung và các bộ phận chính của máy 1K62 được trình bày trên hình 2.2 bao gồm: bộ phận cố định, bộ phận di động, bộ phận điều khiển.

*Bộ phận cố định* gồm có thân máy được gắn cố định với bệ máy bên phải và bên trái. Trên bộ phận cố định có lắp đặt hộp tốc độ và hộp chạy dao.

*Bộ phận di động và điều chỉnh được* gồm có hộp xe dao, bàn dao, ụ động có thể trượt trên sống trượt của thân máy, sống trượt ngang của ụ động và bàn dao.

*Bộ phận điều khiển* gồm các tay gạt điều khiển, các trục vít me để tiện ren, trục trơn để tiện trơn...

*Kết cấu của cụm trục chính* được trình bày trên hình 2.1B.




***Hình 2.1B*** – Kết cấu cụm trục chính máy tiện 1K62

*Các tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy 1K62*

- Đường kính lớn nhất của phôi gia công : ϕ400 mm trên băng máy, ϕ200 trên bàn dao
- Khoảng cách giữa hai mũi tâm, có 4 cỡ : 710; 1000; 1400 và 2000 mm
- Số cấp tốc độ trục chính : Z=23
- Giới hạn vòng quay của trục chính : $n_{Tc}$=12,5÷2000 (vg/ph)
- Cắt được các loại ren :

| | | |
|---|---|---|
| Quốc tế | $t_p$ = | 1÷192mm |
| Anh | | 24÷2 |
| Modun | | 0,5÷48 |
| Pitch | | 96÷4 |

- Lượng chạy dao dọc : $S_d$= 0,67÷4,16 (mm/vg)
- Lượng chạy dao ngang : $S_{ng}$= 0,035÷2,08 (mm/vg)
- Động cơ chính : $N_1$= 10 kW ; $n_{đc1}$= 1450 (vg/ph)
- Động cơ chạy nhanh : $N_2$= 1 kW ; $n_{đc2}$= 1410 (vg/ph)
- Trọng lượng máy: 2200kG

Ngoài ra đi kèm theo máy là các trang bị công nghệ phụ trợ như là: luynet (giá đỡ), mâm cặp 4 vấu, mũi tâm, ụ động quay, các bánh răng thay thế v...v.

***2/ Sơ đồ kết cấu động học của máy 1K62***

Sơ đồ kết cấu động học của máy 1K62 được trình bày trên hình 2.3. Các phương trình động học cơ bản của máy bao gồm:

*a. Phương trình xích tốc độ máy tiện1K62:*

$$n_{đc}.i_v = n_{Tc}(vg/ph) \rightarrow i_v = \frac{n_{Tc}}{n_{đc}} \qquad (2.1)$$

Trong $i_v$ có $i_{kđ}$.

*b. Phương trình xích cắt ren thường:*

$$1_{vg/Tc}.i_{đc}.i_{TT}.i_{cs}.i_{gb}.t_{x1} = t_p \text{ (mm)} \qquad (2.2)$$

*c. Phương trình xích cắt ren khuyếch đại dọc :*

$$1_{vg/Tc}.i_{kđ}.i_{đc}.i_{TT}.i_{cs}.i_{gb}.t_{x1} = t_p \text{ (mm)} \qquad (2.3)$$

*d. Phương trình xích cắt ren khuyếch đại ngang (ren mâm cặp hình 2.4)*

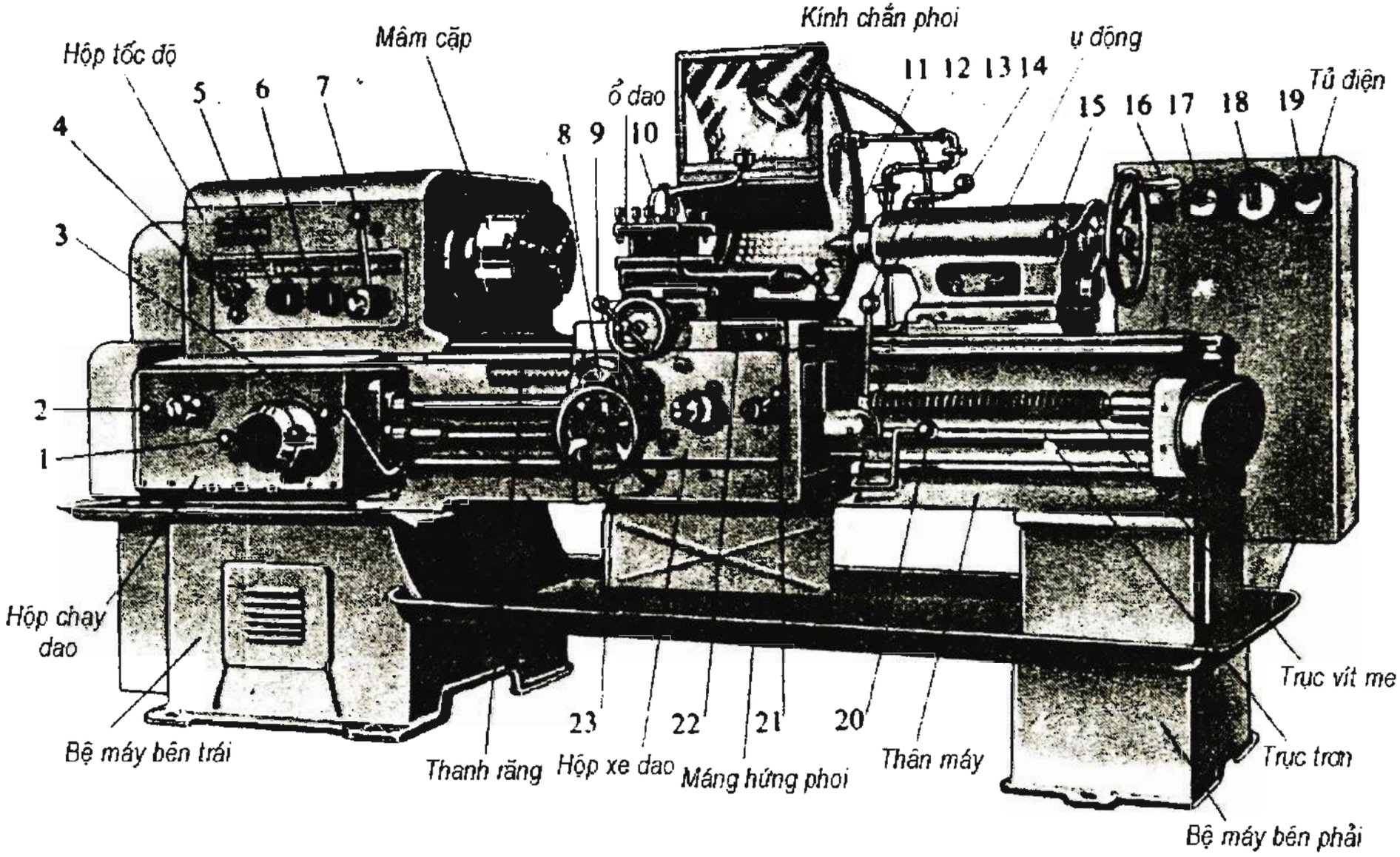
$$1_{vg/Tc}.i_{kđ}.i_{đc}.i_{TT}.i_{cs}.i_{gb}.i_{xđ}.t_{x2} = t_{p1} \text{ (mm)} \qquad (2.4)$$

*e. Phương trình xích tiện trơn ăn dao dọc*

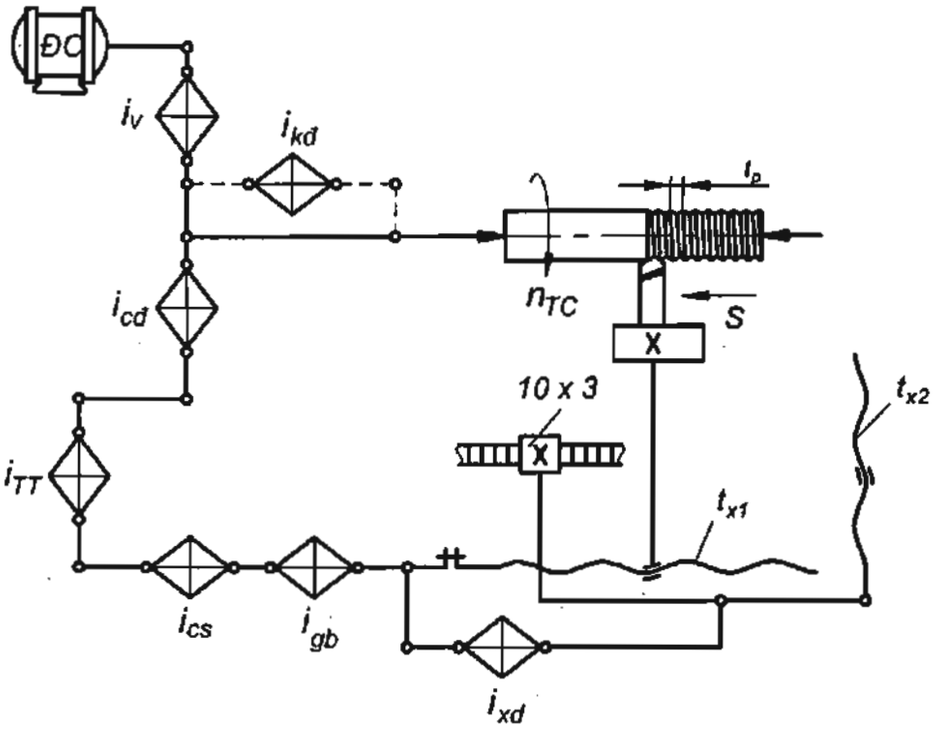
$$1_{vg/Tc}.i_{đc}.i_{TT}.i_{cs}.i_{gb}.i_{xđ}.\text{thanh răng bánh răng } 10 \times 3 = S_d \text{ (mm/vg)} \qquad (2.5)$$

*f. Phương trình xích tiện trơn ăn dao ngang*

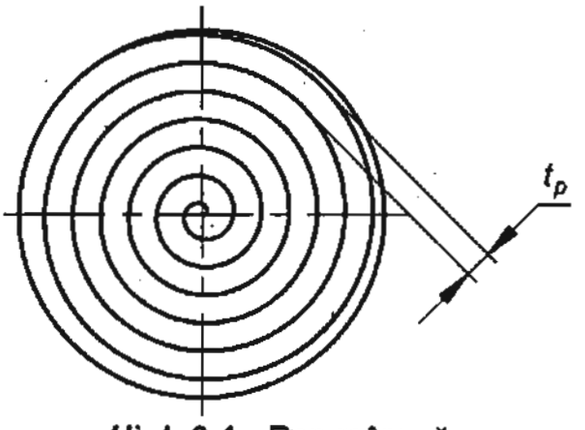
$$1_{vg/Tc}.i_{đc}.i_{TT}.i_{cs}.i_{gb}.i_{xđ}.t_{x2} = S_{ng} \text{ (mm/vg)} \qquad (2.6)$$




***Hình 2.2*** – Hình dáng chung của máy 1K62




***Hình 2.3*** – Sơ đồ kết cấu động học máy 1K62




***Hình 2.4*** – Ren mâm cặp

### *3/ Đơn vị dùng trong cắt ren trên máy 1K62*

Máy 1K62 có khả năng cắt được bốn loại ren khác nhau thuộc ren hệ mét và ren hệ Anh. Để cắt được các loại ren Anh phải chuyển đổi chúng về một hệ gốc chung là hệ mét.

Đơn vị của các loại ren được biểu thị như sau:

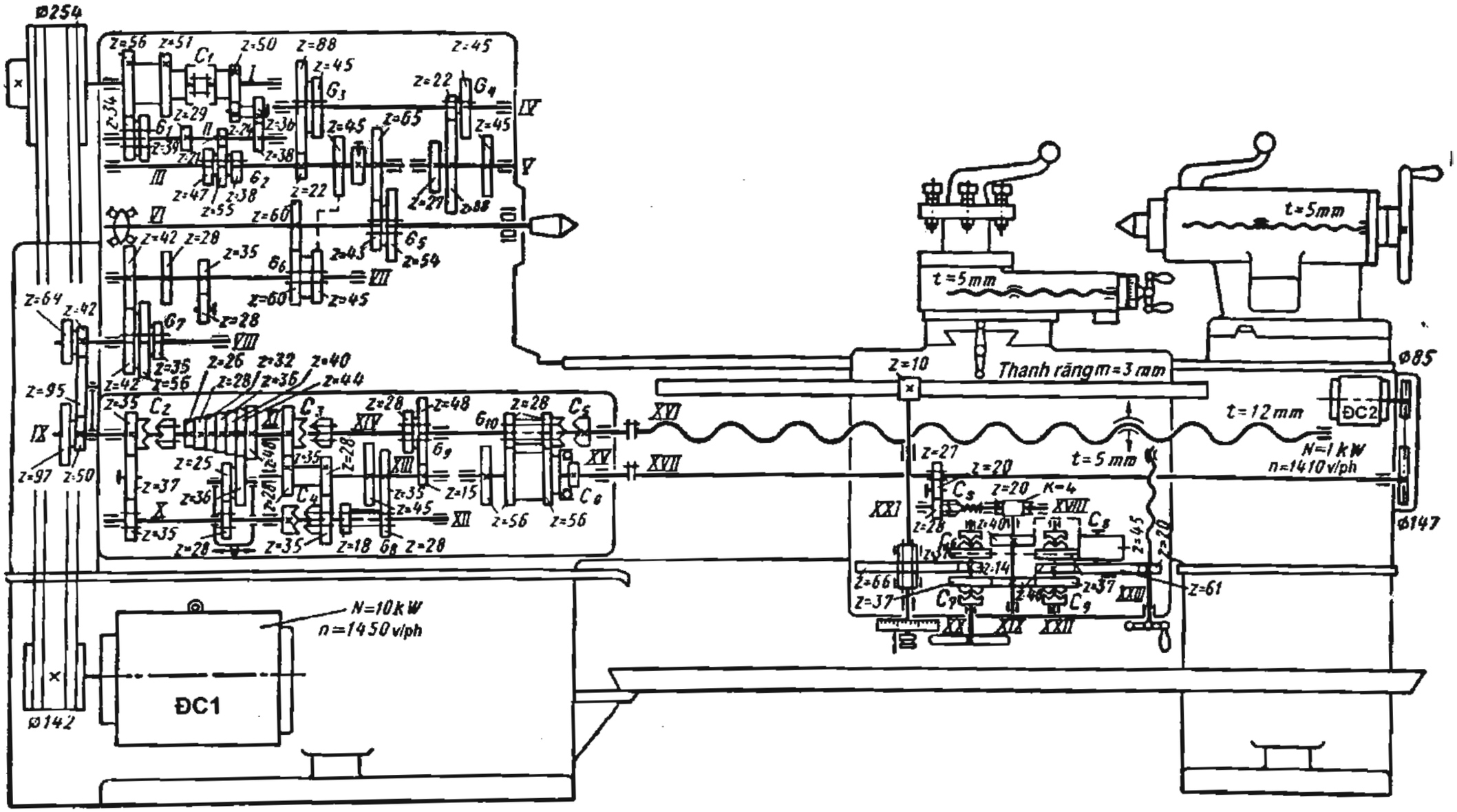
- *Ren quốc tế*: bước ren được biểu thị bằng $t_p$(mm).

- *Ren Modun*: đặc trưng bằng modun, ký hiệu là: $m = \frac{t_p}{\pi}$.

Đổi ra bước ren tính bằng mm: $t_p = \pi.m$ (mm). (2.7)

- *Ren Anh*: đặc trưng bằng số vòng ren trên một tấc Anh (1"), ký hiệu là: $n = \frac{25,4}{t_p}$.

Đổi ra bước ren tính bằng mm: $t_p = \frac{25,4}{n}$ (mm). (2.8)




*Hình 2.5* – Sơ đồ động máy 1K62

- *Ren Pitch*: đặc trưng bằng số modul trên một tấc Anh (nghịch đảo của m đo theo đơn vị Anh, ký hiệu là: $D_p = \frac{25,4}{m} = \frac{25,4.\pi}{t_p}$

Đổi ra bước ren tính bằng mm: $t_p = \frac{25,4.\pi}{D_p}$ (mm). (2.9)

Về công dụng, ren Quốc tế và ren Anh được dùng cho các mối ghép bulông, êcu, vít, v...v. Còn ren Modun và ren Pitch dùng truyền động như trục vít, v...v.

### 2.2.2 Sơ đồ động của máy 1K62

Sơ đồ động của máy 1K62 được trình bày trên hình 2.5. Chuyển động tạo hình trên máy tiện 1K62 có hai xích truyền động cơ bản là xích tốc độ và xích chạy dao. Máy được dẫn động bằng một động cơ điện có công suất 10kW, vòng quay là 1450 vòng /phút. Trên máy có lắp đặt một động cơ điện 1kW để thực hiện chuyển động chạy dao nhanh.

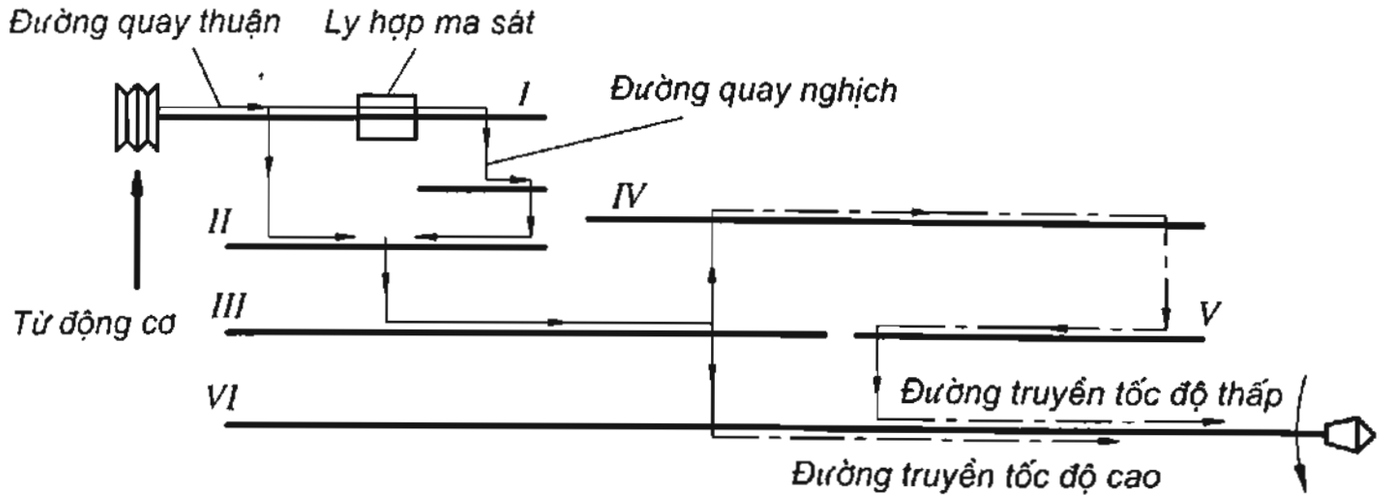
#### *1/ Phương trình xích tốc độ của máy 1K62*

Đường truyền từ động cơ điện có công suất 10 kW đến trục chính được thể hiện trên hình 2.6.

Phương trình xích tốc độ được thể hiện:

$$n_{dc1}(1450).\frac{\phi 142}{\phi 254}.(I)\left\langle\begin{matrix}\frac{56}{34}\\ \frac{51}{39}\end{matrix}\right\rangle(II)\left\langle\begin{matrix}\frac{29}{47}\\ \frac{21}{55}\\ \frac{38}{38}\end{matrix}\right\rangle(III)\left\langle\begin{matrix}\frac{22}{88}\\ \frac{45}{45}\end{matrix}\right\rangle(IV)\left\langle\begin{matrix}\frac{22}{88}\\ \frac{45}{45}\end{matrix}\right\rangle(V)\frac{27}{54}(VI) = n_1 \div n_{18} = n_{19} \div n_{23}$$

$$(C_1)\frac{50}{24}.\frac{36}{38} \qquad \frac{65}{43}(VI) \qquad (2.10)$$




***Hình 2.6*** – Các đường truyền của hộp tốc độ

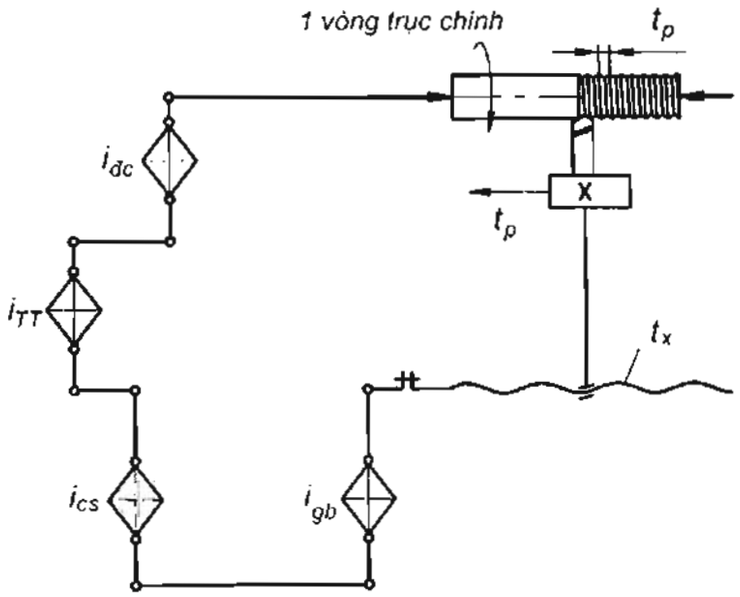
Theo tính toán thì đường tốc độ thấp có: $Z_{thấp} = 2 \times 3 \times 2 \times 2 = 24$ tốc độ. Nhưng do hai khối bánh răng di trượt hai bậc giữa trục IV và trục VI chỉ cho 3 tỷ số truyền ( lý thuyết là 2 x 2 = 4) vì có 2 tỷ số truyền trùng nhau như sau:

$$\left\langle \begin{matrix} \frac{22}{88} \\ \frac{45}{45} \end{matrix} \right\rangle \left\langle \begin{matrix} \frac{22}{88} \\ \frac{45}{45} \end{matrix} \right\rangle = \begin{cases} \frac{22}{88}.\frac{22}{88} = \frac{1}{16} \\ \frac{22}{88}.\frac{45}{45} = \frac{1}{4} \\ \frac{45}{45}.\frac{22}{88} = \frac{1}{4} \\ \frac{45}{45}.\frac{45}{45} = \frac{1}{1} \end{cases}$$

Vì vậy đường tốc độ thấp có: $Z_{thấp}$ = 2 x 3 x 3 = 18 tốc độ, đường tốc độ cao có: $Z_{cao}$=2 x 3 = 6 tốc độ. Để nối tiếp liên tục trị số tốc độ thấp và cao người ta đặt $n_{18} \approx n_{19}$. Do đó máy chỉ còn Z= 23 tốc độ ( thay vì 18 + 6 = 24 tốc độ).

***2/ Phương trình xích cắt ren thường.***

Xích cắt ren trên máy tiện xuất phát từ 1 vòng quay của trục chính và kết thúc bằng dịch chuyển một bước ren $t_p$ của dao cắt. Sơ đồ kết cấu động học của xích cắt ren máy 1K62 được trình bày trên hình 2.7.




***Hình 2.7*** – Sơ đồ kết cấu động học xích cắt ren

*Phương trình tổng quát xích cắt ren*:

$$1_{vong\ Tc}.i_{dc}.i_{TT}.\left\langle \begin{matrix} i_{ic} \\ \frac{1}{i_{ic}} \end{matrix} \right\rangle .i_{gb} = t_x = \begin{cases} t_p \\ \frac{25,4}{n} \\ m.\pi \\ \frac{25,4.\pi}{D_p} \end{cases} \qquad (2.11)$$

Trong đó:

$i_{TT} = \frac{42}{95}.\frac{95}{50}$ (tỷ số truyền của cặp bánh răng thay thế 1) được dùng để cắt ren Quốc tế và ren Anh).

$i_{TT} = \frac{64}{95}.\frac{95}{97}$ (tỷ số truyền của cặp bánh răng thay thế 2) được dùng để cắt ren Modun và ren Pitch.

Để cắt được nhiều bước ren khác nhau trong cùng một hệ ren, trong hộp chạy dao dùng cơ cấu Norton (khối bánh răng hình tháp có 7 bánh răng) có 7 tỷ số truyền, cắt được 7 bước ren, 7 tỷ số truyền này gọi là $i_{cs}$. Khi cơ cấu Norton là chủ động, ký hiệu tỷ số truyền chủ động là: $i_{cs} = \frac{Z_n}{36}$. Khi cơ cấu Norton là bị động thì ký hiệu là: $i_{csbd} = \frac{1}{i_{cs}} = \frac{36}{Z_n}$.

Trong đó $Z_n$= 26, 28, 32, 36, 40, 44, 48.

***Khi cắt ren Quốc tế và modun*** thì bộ Norton là chủ động. Đóng ly hợp $C_2$, bánh răng $Z_{35}$ không ăn khớp với bánh răng $Z_{28}$ (đường truyền: IX - ly hợp $C_2$ - XI - X - ly hợp $C_3$ →).

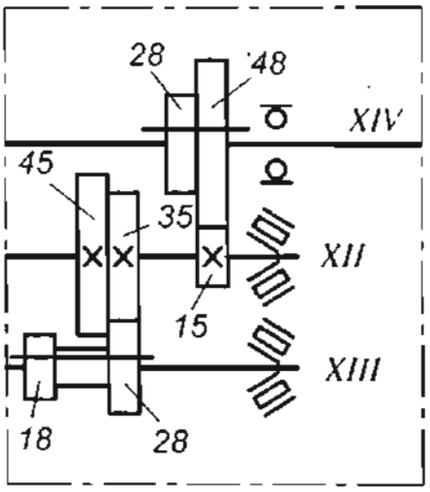
$$i_{cs} = \frac{Z_n}{36} = \frac{26}{36}, \frac{28}{36}, \frac{32}{36}, \frac{36}{36}, \frac{40}{36}, \frac{44}{36}, \frac{48}{36}$$

***Khi cắt ren Anh và ren Pitch*** thì bộ Norton là bị động. Mở ly hợp $C_2$, $Z_{28}$ không ăn khớp với $Z_{35}$, (đường truyền IX không qua $C_2$ → X → XI - không qua $C_3$--).

$$i_{csbd} = \frac{36}{Z_n} = \frac{36}{26}, \frac{36}{28}, \frac{36}{32}, \frac{36}{36}, \frac{36}{40}, \frac{36}{44}, \frac{36}{48}$$

Tất cả các trường hợp cắt ren đều phải truyền động qua nhóm gấp bội có các tỷ số truyền sau (hình 2.8):

$$i_{gb} = \begin{cases} \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} = \frac{1}{8} \\ \frac{28}{35} \cdot \frac{15}{48} = \frac{1}{4} \\ \frac{18}{45} \cdot \frac{35}{28} = \frac{1}{2} \\ \frac{28}{35} \cdot \frac{35}{28} = \frac{1}{1} \end{cases}$$




***Hình 2.8*** – Nhóm truyền động gấp bội

Như vậy về nguyên tắc khi cắt mỗi hệ ren thông qua hộp chạy dao có 7 x 4 = 28 bước ren khác nhau.

Khi cắt ren trái, trục chính quay không đổi còn hướng chạy dao phải ra xa mâm cặp, tức là trục vít me quay theo chiều ngược lại nhờ cơ cấu đảo chiều bằng bánh răng đệm có số răng là 28: $i_{dc} = \frac{35}{28} \cdot \frac{28}{35}$.

*a/ Trường hợp cắt ren quốc tế*: dùng cho các mối ghép bulông, êcu, ốc vít, v...v có phương trình xích động như sau:

$$1_{vg/Tc}(VI)\frac{60}{60}(VII)\left\langle\begin{matrix}\frac{42}{42}\\ \frac{35}{28}\cdot\frac{28}{35}\end{matrix}\right\rangle(VIII).\frac{42}{95}\cdot\frac{95}{50}(IX)\text{ Ly hợp }C_2(XI)\left\langle\begin{matrix}\frac{26}{36}\\ \frac{28}{36}\\ \frac{32}{36}\\ \frac{36}{36}\\ \frac{40}{36}\\ \frac{44}{36}\\ \frac{48}{36}\end{matrix}\right\rangle\rightarrow$$

(Norton chủ động= $\frac{Z_n}{36}\cdot\frac{25}{28}$)

$$\rightarrow(X)\text{ Ly hợp }C_4(XII)\left\langle\begin{matrix}\frac{18}{45}\\ \frac{28}{35}\end{matrix}\right\rangle(XIII)\left\langle\begin{matrix}\frac{15}{45}\\ \frac{35}{28}\end{matrix}\right\rangle(XIV)\text{ Ly hợp }C_5\ t_{x1}=t_p\text{ (mm).}\qquad(2.12)$$

Suy ra công thức điều chỉnh → $\mathbf{t_p = K_{QT}.Z_n.i_{gb}}$

*b/ Trường hợp cắt ren modun*: dùng cho truyền động trục vít .v.v..., đơn vị đo loại ren này là môđun, ký hiệu là m, trong đó bước ren $t_p = \pi.m$:

$$i_{TT}=\frac{64}{95}\cdot\frac{95}{97}$$

Phương trình xích cắt ren:

$$1_{vg/Tc}(VI)\frac{60}{60}(VII)\left\langle\begin{matrix}\frac{42}{42}\\ \frac{35}{28}\cdot\frac{28}{35}\end{matrix}\right\rangle(VIII).\frac{64}{95}\cdot\frac{95}{97}(IX)\text{ Ly hợp }C_2Z_{26}(XI)\left\langle\begin{matrix}\frac{26}{36}\\ \frac{28}{36}\\ \frac{32}{36}\\ \frac{36}{36}\\ \frac{40}{36}\\ \frac{44}{36}\\ \frac{48}{36}\end{matrix}\right\rangle\rightarrow$$

(Norton chủ động= $\frac{Z_n}{36}\cdot\frac{25}{28}$)

$$\rightarrow (X)\ \text{Ly hợp}\ C_4(XII)\left\langle \begin{matrix}\frac{18}{45}\\ \frac{28}{35}\end{matrix}\right\rangle (XIII)\left\langle \begin{matrix}\frac{15}{45}\\ \frac{35}{28}\end{matrix}\right\rangle (XIV)\ \text{Ly hợp}\ C_5\ t_{x1} = m.\pi. \qquad (2.13)$$

$\rightarrow$ $\mathbf{K_1.Z_n.i_{gb} = m.\pi}$

Đặt $K_m = \frac{K_1}{\pi}$ suy ra công thức điều chỉnh $\Rightarrow$ $\mathbf{m = K_m.\ Z_n.i_{gb}}$

Ren quốc tế và ren modun thuộc ren hệ mét. Ren hệ Anh gồm ren Anh và ren Pitch. Tuy nhiên việc cắt ren hệ Anh vẫn có thể thực hiện được trên máy 1K62.

*c/ Trường hợp cắt ren Anh*: dùng trong mối lắp ghép bulông, êcu... tương tự như ren hệ mét.

Trong ren hệ mét thông số đặc trưng là bước ren $t_p$. Trong ren hệ Anh thông số đặc trưng là K: số vòng ren trên một Inch (1 Inch = 25,4 mm).

$$K = \frac{25{,}4mm}{t_p} \rightarrow t_p = \frac{25{,}4mm}{K}$$

Bánh răng thay thế: $i_{TT} = \frac{42}{95}.\frac{95}{50}$; cơ cấu Norton: $\frac{1}{i_{cs}} = \frac{36}{Z_n}$ (bị động).

Phương trình xích cắt ren:

$$1_{vg/Tc}(VI)\frac{60}{60}(VII)\left\langle \begin{matrix}\frac{42}{42}\\ \frac{35}{28}.\frac{28}{35}\end{matrix}\right\rangle (VIII).\frac{42}{95}.\frac{95}{50}.\frac{35}{37}.\frac{37}{35}.\frac{28}{25}\left\langle \begin{matrix}\frac{36}{26}\\ \frac{36}{28}\\ \frac{36}{32}\\ \frac{36}{36}\\ \frac{36}{40}\\ \frac{36}{44}\\ \frac{36}{48}\end{matrix}\right\rangle \frac{35}{28}.\frac{28}{35}.i_{gb}.t_x = \frac{25{,}4}{K} \qquad (2.14)$$

(Norton bị động = $\frac{28}{25}.\frac{36}{Z_n}$)

Do $t_p = \frac{25{,}4mm}{K}$ suy ra công thức điều chỉnh $\rightarrow$ $\mathbf{K = K_A.\ Z_n.\frac{1}{i_{gb}}}$.

*d/ Trường hợp cắt ren Pitch*: dùng cho truyền động trục vít trong hệ Anh. Thông số đặc trưng là $D_P$-số modul trong một Inch:

$$D_P = \frac{25{,}4}{m}$$

$$\text{Vì } m = \frac{t_p}{\pi} \Rightarrow D_P = \frac{25{,}4.\pi}{t_p}$$

Bánh răng thay thế: $i_{TT} = \frac{64}{95}.\frac{95}{97}$; cơ cấu Norton: $\frac{1}{i_{cs}} = \frac{36}{Z_n}$ (bị động).

Phương trình xích cắt ren:

$$1_{vg/Tc}(VI)\frac{60}{60}(VII)\left\langle\begin{matrix}\frac{42}{42}\\ \frac{35}{28}\end{matrix}\cdot\frac{28}{35}\right\rangle(VIII).\frac{64}{95}\cdot\frac{95}{97}\cdot\frac{35}{37}\cdot\frac{37}{35}\cdot\frac{28}{25}\left\langle\begin{matrix}\frac{36}{26}\\ \frac{36}{28}\\ \frac{36}{32}\\ \frac{36}{36}\\ \frac{36}{40}\\ \frac{36}{44}\\ \frac{36}{48}\end{matrix}\right\rangle\frac{35}{28}\cdot\frac{28}{35}.i_{gb}.t_x=\frac{25,4.\pi}{D_p}\qquad(2.15)$$

(Norton bị động = $\frac{28}{25}.\frac{36}{Z_n}$)

Ta có công thức điều chỉnh $\mathbf{D_P = K_p.\ Z_n.\ \frac{1}{i_{gb}}}$.

***3/ Phương trình xích cắt ren khuyếch đại***

Xích cắt ren khuyếch đại dùng để gia công ren nhiều đầu mối, rãnh xoắn dẫn dầu, v...v trên cơ sở khuyếch đại bước ren tiêu chuẩn lên 2, 8, 32 lần. Muốn tăng bước ren cắt được lên 2 lần, 8 lần hay 32 lần, người ta dùng những tỷ số truyền khuyếch đại $i_{kd}$ giữa trục V và trục IV, giữa trục V và trục III. Khi bánh răng $Z_{54}$ trên trục chính ăn khớp với $Z_{27}$ trên trục V, bánh răng $Z_{60}$ trên trục III ăn khớp với $Z_{60}$ trên trục VII, sẽ có các tỷ số truyền của $i_{kd}$ như sau:

$$i_{kd1}=\frac{54}{27}.\frac{45}{45}.\frac{45}{45}.\frac{45}{45}=2$$

$$i_{kd2}=\frac{54}{27}.\frac{88}{22}.\frac{45}{45}.\frac{45}{45}=8$$

$$i_{kd3}=\frac{54}{27}.\frac{88}{22}.\frac{88}{22}.\frac{45}{45}=32$$

Đường cắt ren thường: VI → VII → VIII → IX ...

Đường cắt ren khuyếch đại: VI → V → IV → III → XIII → IX ...

Trong đó có một xích trùng là : $i_{kd4}= i_{kd2}= \frac{54}{27}.\frac{45}{45}.\frac{88}{22}.\frac{45}{45}=8$

*a/ Khi cắt ren modun khuyếch đại dọc* (ví dụ cần khuyếch đại lên 32 lần, $i_{kd3}$=32)

Phương trình xích cắt ren khuyếch đại dọc:

$$1_{vg/Tc}.(VI).i_{kd3}.\frac{60}{45}.(VII).i_{cd}(VIII)\ \frac{64}{95}.\frac{95}{97}\ (IX)\text{ Ly hợp } C_2.Z_{26}.(XI).\frac{Z_n}{36}\rightarrow$$

$$\rightarrow\frac{25}{28}(X)\text{ Ly hợp } C_4(XII)\left\langle\frac{18}{\frac{45}{\frac{28}{35}}}\right\rangle(XIII)\left\langle\frac{15}{\frac{48}{\frac{35}{28}}}\right\rangle(XIV)\text{ Ly hợp } C_5\ t_{x1}=m.\pi\qquad(2.16)$$

*b/ Khi cắt ren khuyếch đại ngang*

Ví dụ, cắt ren mặt đầu (ren đĩa) theo con đường cắt ren Anh tới trục XIV không qua ly hợp $C_5$ mà theo cặp bánh răng $\frac{28}{56}$ vào trục trơn → xe dao → vít me ngang.

$$1_{vg/Tc}.i_{kd3}(VII).i_{cd}(VIII).\ i_{dc}(IX).\ i_{tt}.\frac{35}{37}.\frac{37}{35}.\frac{28}{25}.\frac{36}{44}(XI)\frac{35}{28}.\frac{28}{35}(XII)\ \frac{18}{45}(XIV)\ \frac{15}{48}(XIV)\rightarrow$$

$$C_5 \text{ trái} \rightarrow \frac{28}{56}(XV) \text{ trục trơn } (XVII)\frac{27}{20}.\frac{20}{28}. \text{ Ly hợp vấu } C_7.\frac{4}{20}.\frac{36}{37}.\frac{40}{61}.\frac{61}{20}.t_{x2}= t_p(mm) \qquad (2.17)$$

Lưu ý: Tay gạt chọn bước ren phải đặt ở vị trí AC, thường trong máy cho 2 bước ren AC = $^7/_{16}$" và $^3/_8$".

$$i_{tt} = \frac{86}{47}.\frac{79}{58} \text{ cho } ^3/_8"$$

$$i_{tt} = \frac{86}{47}.\frac{87}{58} \text{ cho } ^7/_{16}"$$

***4/ Phương trình cắt ren chính xác:*** đường truyền phải là ngắn nhất (TC - VI - VII)

$$1_{vg/Tc}.i_{cd}.i_{TT}C_{2răng}(Z_{26} \text{ vào khớp})C_{3răng}(Z_{25} \text{ vào khớp})C_{4răng}(Z_{28} \text{ vào khớp}).t_{x1}=t_p \qquad (2.18)$$

Muốn thay đổi bước ren phải tính lại tỷ số truyền bánh răng thay thế :

$$i_{tt} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{1}{t_x}.t_p = \frac{t_p}{12}.$$

***5/ Cắt ren mặt đầu***

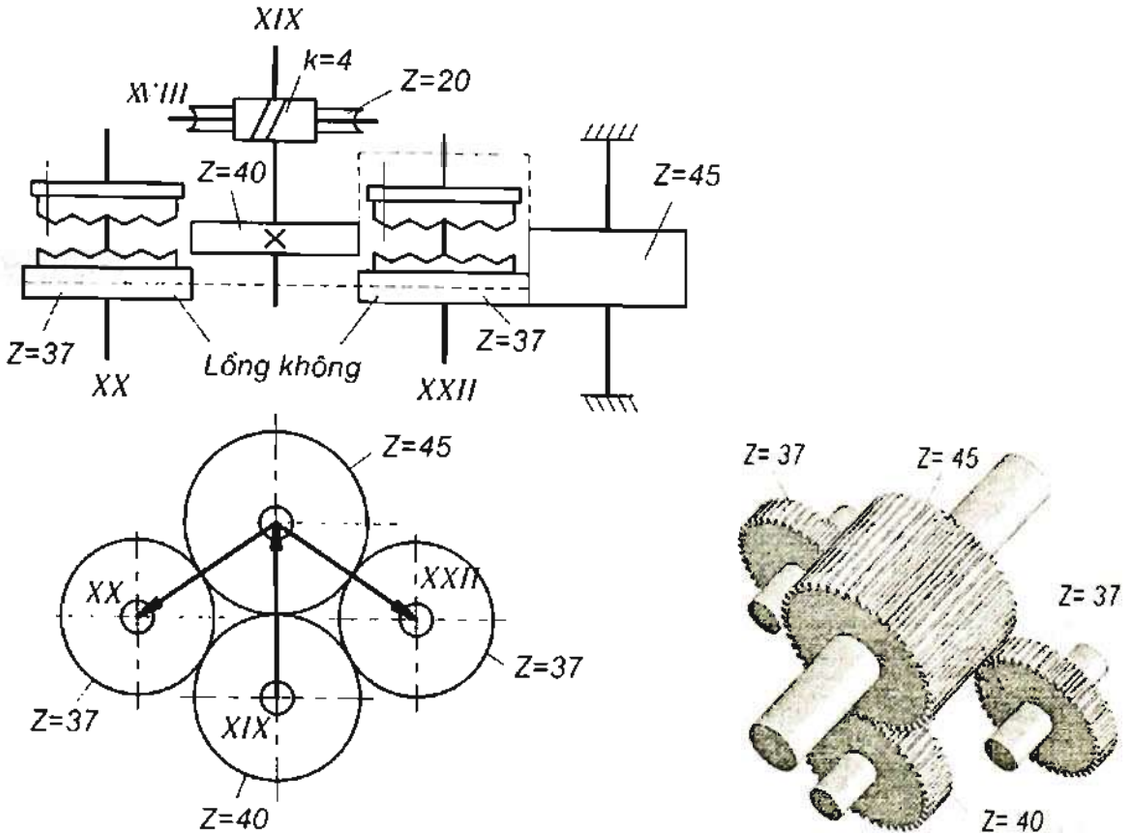
Ren mặt đầu được sử dụng để gia công đường xoắn Acsimet trên mâm cặp ba vấu... Khi đó dao tiện chạy hướng kính nên không dùng trục vít me dọc, không qua li hợp siêu việt, vào trục trơn → vào hộp xe dao rồi tới trục vít me ngang có $t_x$= 5mm.

***6/ Tiện trơn***

Đây là nguyên công chiếm nhiều thời gian nhất trong thời gian phục vụ của máy tiện. Phương trình xích động của nó như xích cắt ren nhưng không qua trục vít me mà đi qua li hợp siêu việt rồi đến hộp xe dao. Lượng chạy dao dọc bằng 0,7÷ 4,16 mm/vòng.

Trên máy 1K62 có tiện trơn chạy dao dọc và tiện trơn chạy dao ngang (dùng để khỏa mặt đầu, cắt đứt...).

Xích tiện trơn truyền động theo con đường ren quốc tế qua $i_{dc} = \frac{25}{56}$, nhưng đến trục XV (không đóng ly hợp $C_5$ với trục vít me) truyền qua cặp bánh răng $\frac{28}{56}$ (bánh răng 56 bên trong có ly hợp siêu việt) xuống trục XVI (trục trơn), qua $\frac{27}{20}.\frac{20}{28}$ đến trục vít K=4 – bánh vít 20 răng làm trục bánh vít quay tròn. Truyền động bắt đầu chia làm 2 ngả: theo nửa bên trái trục bánh vít 20 dùng để tiện chạy dao dọc, nửa bên phải tiện chạy dao ngang.




***Hình 2.9*** – Chạy dao dọc thuận và lùi qua bánh răng đệm Z45

***Chạy dao dọc***: từ trục bánh vít Z20 (XVIII) qua cặp bánh răng $\frac{40(\text{phía trước})}{37}$ (bánh răng 37 lồng không) đóng ly hợp truyền chuyển động vào trục XX, qua cặp bánh răng $\frac{14}{66}$ tới bánh răng Z10 – thanh răng m=3, bàn xe dao chạy dọc hướng vào mâm cặp (chạy thuận).

Muốn chạy dao dọc lùi về, đường truyền qua bánh răng đệm 45 theo hình 2.9. Từ bánh răng 40 (phía sau) trên trục XIX truyền qua bánh răng đệm 45 tới bánh răng 37 trên trục XX, đóng ly hợp, chuyển động quay truyền qua cặp bánh răng $\frac{14}{66}$ tới bánh răng Z10 – thanh răng m=3, bàn xe dao lùi.

***Chạy dao ngang***: đường truyền giống như chạy dao dọc truyền theo nửa bên phải hộp xe dao tới các cặp bánh răng $\frac{40}{61}.\frac{61}{20}$ rồi đến vít me ngang $t_x$= 5mm.

***Chạy dao nhanh***: máy có động cơ điện chạy dao nhanh N= 1kW, n= 1410vg/ph trực tiếp làm quay nhanh trục trơn XVI.

***7/ Cắt ren không tiêu chuẩn***

Khi yêu cầu cắt một bước ren mà trong tiêu chuẩn không có, ví dụ, cần cắt ren Quốc tế với bước ren phi tiêu chuẩn 3,25 mm.

Dùng bộ bánh răng thay thế $\frac{42}{95}.\frac{95}{50}$ để cắt bước ren 3,5 mm. Để cắt bước ren 3,25 mm cần phải dùng $i_{TT}$ mới .

Do đó : $i_{TT} = (\frac{42}{95}.\frac{95}{50}).\frac{3,25}{3,5} = \frac{42}{50}.\frac{13}{14} = \frac{39}{42}.\frac{42}{50}$

Vậy muốn cắt được bước ren không tiêu chuẩn 3,25 mm phải chế tạo thêm một bánh răng Z39 để có tỷ số truyền là $\frac{39}{42}$, khi đó giá thành sẽ cao hơn so với cắt các bước ren tiêu chuẩn.

***8/ Các tỷ số gần đúng khi tính toán điều chỉnh máy tiện***

Khi tính toán điều chỉnh máy tiện cắt các bước ren qui đổi không phù hợp với tiêu chuẩn theo hệ mét, phải làm tròn các tỷ số truyền để thuận tiện cho việc lựa chọn bánh răng thay thế. Có hai trị số phải qui đổi và làm tròn thường gặp là: Trị số π và trị số 25,4.

*a. Trị số π:* đây là trị số thường gặp khi cắt ren modun. Nên lấy các tỷ số gần đúng như sau:

$$\pi \approx \begin{cases} \frac{47}{380}.\frac{127}{5} = \frac{47}{20}.\frac{127}{95} \\ \frac{12.127}{97.5} \\ \frac{19.21}{127} \approx \frac{25}{22}.\frac{47}{17} \approx \frac{157}{50} \end{cases}$$

*b. Trị số 25,4:* đây là trị số phải tính khi cắt ren Anh và ren Pitch. Nó tương đương với các tỷ số gần đúng như sau:

$$25,4 \approx \begin{cases} \frac{1600}{63} \approx \frac{40.40}{7.9}(0,12) \\ \frac{432}{17} \approx \frac{18.24}{17}(0,45) \\ \frac{330}{13} \approx \frac{11.30}{13}(0,61) \\ \frac{127}{5}(0,0) \end{cases}$$

Bảng 2.1 Cho các giá trị tỷ số gần đúng thường được sử dụng khi điều chỉnh cắt ren máy tiện.

***Bảng 2.1*** *Các tỷ số gần đúng thường được sử dụng khi điều chỉnh cắt ren máy tiện*

| 25,4 | π | $\frac{\pi}{25,4}$ | 25,4.π |
|---|---|---|---|
| $\frac{127}{5}(0,0)$ | $\frac{22}{7}(0,4)$ | $\frac{47}{4.95}(0,01)$ | $\frac{22.127}{7.5}(0,4)$ |
| $\frac{18.24}{17}(0,45)$ | $\frac{33.27}{25.11}(0,07)$ | $\frac{5.19}{32.24}(0,1)$ | $\frac{21.19}{5}(0,05)$ |
| $\frac{40.40}{7.9}(0,12)$ | $\frac{19.21}{127}(0,04)$ | $\frac{12}{97}(0,21)$ | $\frac{10.17.23}{7.7}(0,01)$ |
| $\frac{11.30}{13}(0,61)$ | $\frac{8.97}{13.19}(0,03)$ | $\frac{22.5}{7.127}(0,4)$ | $\frac{27.65}{2.11}(0,3)$ |
| | $\frac{13.29}{4.30}(0,02)$ | $\frac{23}{6.31}(0,23)$ | $\frac{30.125}{47}(0,11)$ |
| | $\frac{5.71}{113}(0,00006)$ | | |

### 2.2.2 Các cơ cấu đặc biệt của máy 1K62

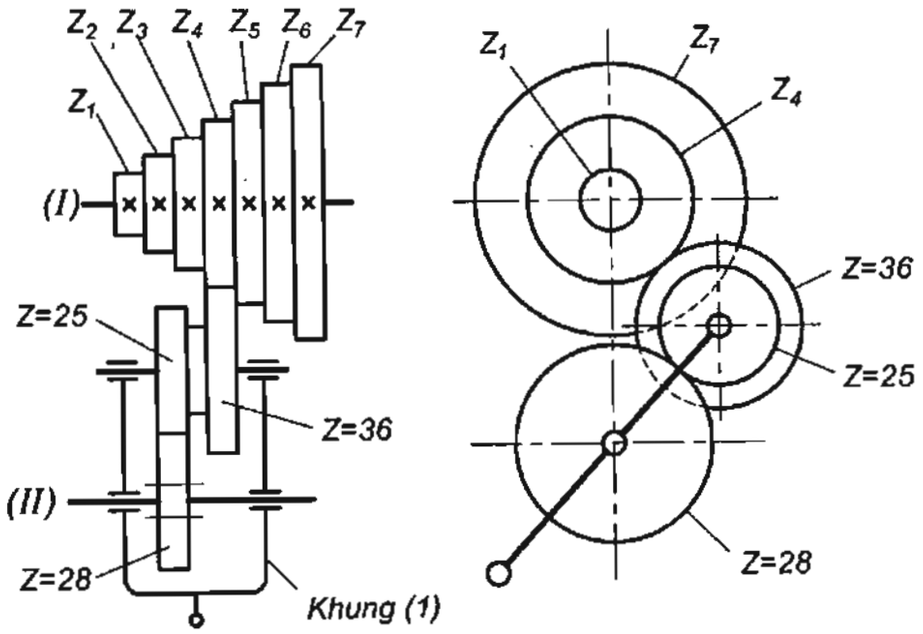
***1/Cơ cấu Norton***

Cơ cấu Norton bao gồm một số bánh răng lắp kế tiếp nhau theo dạng hình tháp (hình2.10) trên trục (I). Truyền động được đưa tới trục (II) qua bánh đệm Z36. Bánh răng trung gian Z25 ăn khớp với bánh răng di trượt Z28 được lắp trên khung (1). Khung này có thể dịch chuyển quanh trục và dọc trục (II).

Khi cần cho bánh răng Z36 ăn khớp với một bánh răng nào đó của khối Norton thì xoay khung (I) một góc, dịch chuyển dọc trục đến vị trí cần thiết và đưa bánh răng Z36 vào ăn khớp với bánh răng trên khối Norton. Trục (I) có thể là trục chủ động hoặc bị động. Khối bánh răng hình tháp trên máy 1K62 lắp 7 bánh răng ($Z_1$= 26, $Z_2$= 28, $Z_3$= 32, $Z_4$= 36, $Z_5$= 40, $Z_6$= 44, $Z_7$= 48).

Kích thước của cơ cấu Norton nhỏ gọn, tuy thực hiện nhiều tỷ số truyền nhưng độ cứng vững không cao.

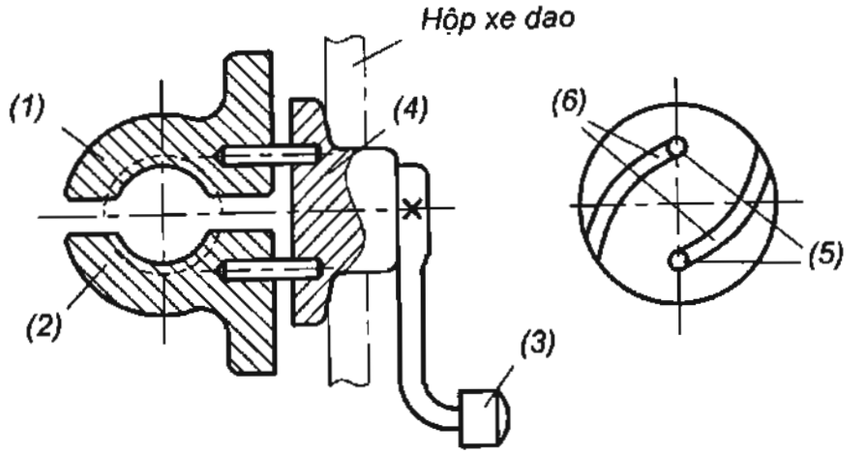
$$i_N = \frac{Z_n}{36} \cdot \frac{25}{28}$$




***Hình 2.10*** – Cơ cấu Norton
$Z_1$= 26, $Z_2$= 28, $Z_3$= 32, $Z_4$= 36, $Z_5$= 40, $Z_6$= 44, $Z_7$= 48.

***2/ Cơ cấu đai ốc bổ đôi***

Để đảm bảo độ chính xác khi cắt ren, xích truyền động không đi qua trục trơn mà dùng trục vít me có bước ren chính xác. Khi tiện trơn phải cắt mối liên hệ của trục chính với bàn dao qua truyền động của vít me với đai ốc, người ta dùng cơ cấu đai ốc bổ đôi như hình 2.11.




***Hình 2.11*** – Cơ cấu đai ốc bổ đôi

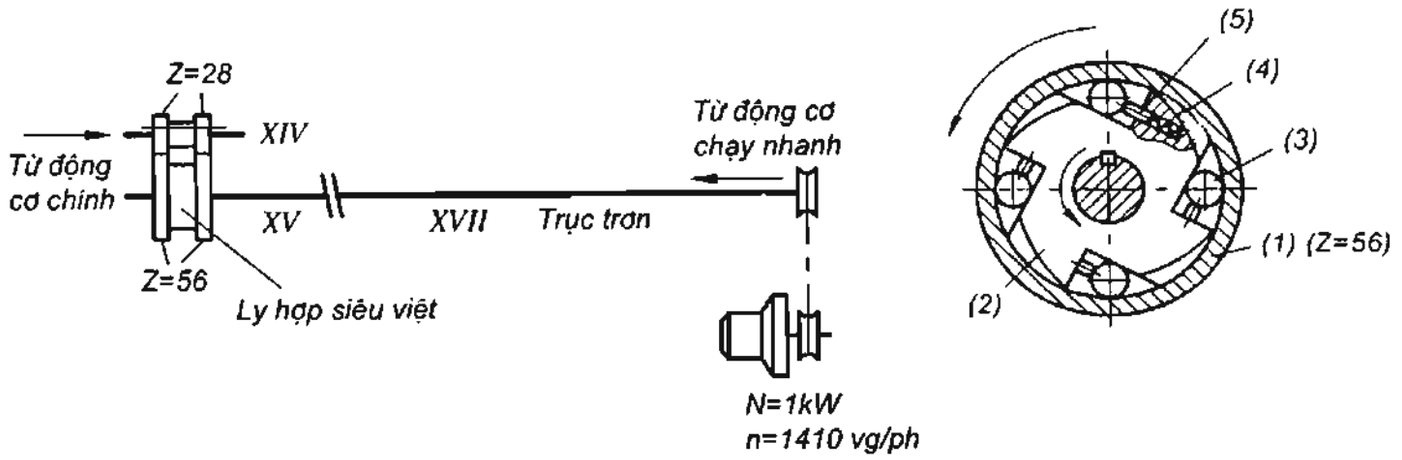
Khi chạy dao bằng vít me, phần (1) và (2) của đai ốc bổ đôi được ăn khớp chặt vào vít me nhờ tay quay (3) xoay đĩa (4) đưa hai chốt (5) mang hai nửa đai ốc di động trong hai rãnh định hình (6) tiến gần nhau. Khi tay quay (3) quay theo chiều ngược lại, đai ốc mở ra, giải phóng hộp xe dao khỏi trục vít me.

Ren của vít me và đai ốc là ren hình thang và luôn có cơ cấu để khử khe hở của ren .

### *3/ Ly hợp siêu việt*

Ở máy tiện 1K62, chuyển động chạy dao nhanh được thực hiện bằng động cơ riêng. Để trục trơn có thể thực hiện chạy dao nhanh đồng thời với chuyển động chạy dao dọc và chạy dao ngang mà không bị gãy trục do có tốc độ khác nhau, trên máy có dùng ly hợp siêu việt lắp trên trục trơn XV (hình 2.12a).

Cơ cấu ly hợp siêu việt bao gồm: vỏ (1) được chế tạo liền với bánh răng $Z_{56}$ để nhận truyền động từ hộp chạy dao. Lõi (2) quay bên trong vỏ (1) có xẻ 4 rãnh và trong từng rãnh có đặt con lăn hình trụ (3). Mỗi con lăn đều có lò xo (4) và chốt (5) đẩy nó luôn tiếp xúc với vỏ (1) và lõi (2). Lõi (2) được lắp trên trục XV bằng then.




***Hình 2.12a*** – Ly hợp siêu việt của 1K62

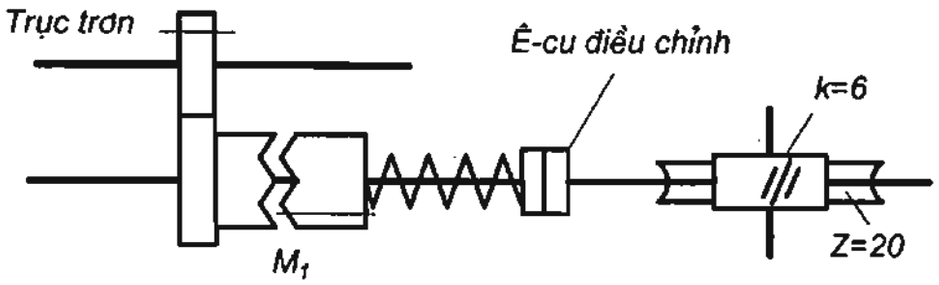
Khi chạy dao, khối bánh răng có hai tỷ số truyền $\frac{28}{56}$ làm cho vỏ (1) quay theo chiều ngược kim đồng hồ. Do ma sát và lực tác dụng của lò xo (4), con lăn sẽ bị kẹt ở chỗ hẹp giữa vỏ (1) và lõi (2). Do đó lõi (2) sẽ nhận chuyển động chạy dao truyền cho trục trơn XV. Trục trơn này sẽ quay cùng chiều và cùng vận tốc góc với vỏ (1). Khi vỏ (1) chuyển động theo chiều kim đồng hồ, con lăn (3) sẽ chạy đến chỗ rộng giữa vỏ (1) và lõi (2). Lõi (2) qua then sẽ cùng với trục trơn XV đứng yên, xích chạy dao bị ngắt. Muốn cho trục trơn XV chuyển động theo chiều này phải cho khối bánh răng $Z_{28}$-$Z_{28}$ trên trục XVI vào khớp với bánh răng $Z_{56}$ lắp cố định trên trục trơn XV ngoài ly hợp siêu việt. Truyền động này còn dùng để cắt ren mặt đầu.

Khi chạy dao nhanh, trục trơn XV nhận chuyển động từ động cơ $ĐC_2$ (N= 1kW) làm lõi (2) quay nhanh theo chiều ngược kim đồng hồ. Lúc này vỏ (1) cũng vẫn nhận chuyển động chạy dao theo chiều ngược kim đồng hồ, nhưng vận tốc chậm hơn lõi (2). Do đó các con lăn (3) đều chạy đến vị trí rộng giữa vỏ (1) và lõi (2). Xích chạy dao bị cắt đứt và trục trơn được chuyển động với tốc độ nhanh.

### *4/ Cơ cấu an toàn bàn xe dao*

Khi tiện trơn, để đảm bảo an toàn cho máy có lắp cơ cấu an toàn trong bàn xe dao. Cơ cấu này đặt trong xích chạy dao tiện trơn, nó sẽ tự động ngắt xích truyền động khi máy làm việc bị quá tải hoặc gặp sự cố kỹ thuật.

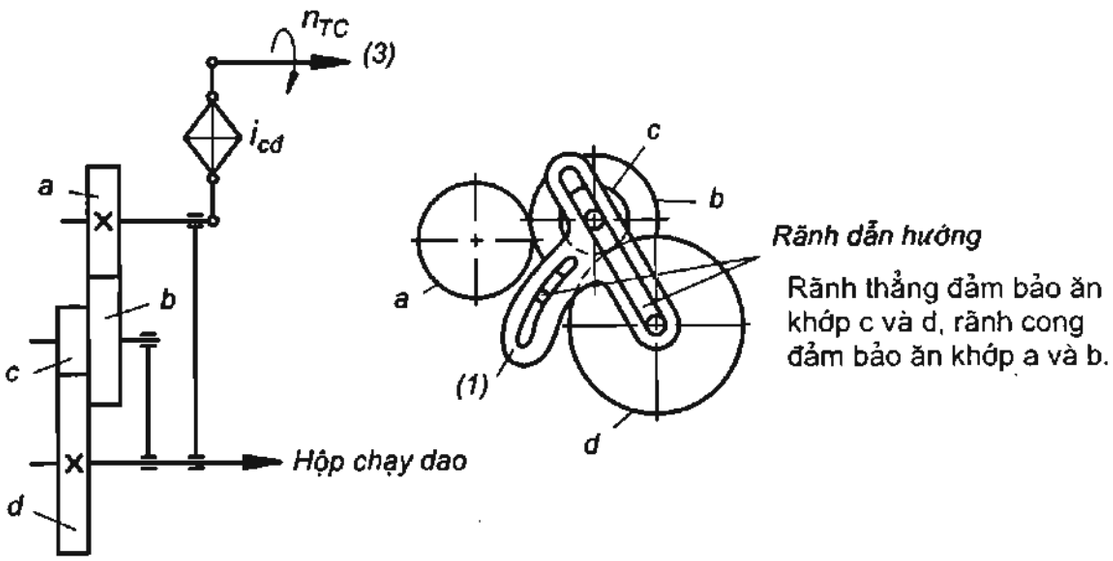
Cơ cấu phòng quá tải được trình bày trên hình 2.12b . Khi máy quá tải làm cho lò xo bị nén lại, ly hợp $M_1$ bị tách ra và ngắt đường xích chạy dao.




**Hình 2.12b** - Cơ cấu an toàn phòng quá tải máy 1K62

### *5/ Chạc điều chỉnh*

Để điều chỉnh lượng chạy dao thích hợp với từng chi tiết gia công khác nhau, máy 1K62 dùng chạc điều chỉnh (1) để lắp các bánh răng thay thế a, b, c, d, nhằm thay đổi tỷ số truyền $i_{TT}$. Chạc (1) lắp lồng không và có thể quay một góc nhất định trên trục IX theo rãnh dẫn hướng trên chạc (hình 2.13). Để đảm bảo ăn khớp của bánh răng c và d, trục quay của bánh răng c và b có khả năng di chuyển dọc theo rãnh dẫn hướng xuyên tâm của trục IX. Ăn khớp của bánh răng a và b được đảm bảo nhờ chạc điều chỉnh có thể quay xung quanh trục IX.




***Hình 2.13*** – Chạc điều chỉnh của máy 1K62

## 2.3 MÁY TIỆN REN VÍT VẠN NĂNG T616 (1616)

Máy T616 là sản phẩm đầu tiên của Nhà máy Công cụ số 1 Hà Nội. Hiện nay loại máy này có mặt hầu hết trong các phân xưởng cơ khí của Việt Nam.

### 2.3.1 Tính năng kỹ thuật của máy T616

Hình dạng chung và các bộ phận chính của máy T616 được trình bày trên hình 2.14 và bao gồm các bộ phận cơ bản sau: bộ phận cố định, bộ phận di động và điều chỉnh, bộ phận

điều khiển.

Bộ phận cố định gồm có thân máy được gắn cố định với bệ máy. Trên bộ phận cố định có lắp đặt hộp tốc độ 2, hộp chạy dao 3 và hộp trục chính 1.

Bộ phận di động và điều chỉnh được gồm có hộp xe dao 5, bàn dao 6, ụ động 7 có thể trượt trên sống trượt của thân máy, sống trượt ngang của ụ động .

Bộ phận điều khiển gồm các tay gạt điều khiển 10, 11, 12, 13, 14, 15, ..., các trục vít me để tiện ren 27, trục trơn 26 để tiện trơn...

Ngoài ra đi kèm theo máy là các trang bị công nghệ như là: luynet, mâm cặp 4 vấu, mũi tâm, ụ động quay, các bánh răng thay thế...

*Một số tính năng kỹ thuật của máy*

- Đường kính lớn nhất của phôi gia công : $\phi$320 trên băng máy, $\phi$160 trên bàn dao
- Khoảng cách giữa hai mũi tâm : 750 mm
- Số cấp tốc độ trục chính : Z= 12
- Giới hạn vòng quay của trục chính : $n_{Tc}$=44÷1980 (vg/ph)
- Cắt được 3 loại ren :

| | | |
|---|---|---|
| Quốc tế | $t_p$ = | 0,5÷9 mm |
| Anh | | 38÷2/1" |
| Modul | | 0,5÷9$\pi$ |

- Lượng chạy dao dọc : $S_d$= 0,06÷3,34 (mm/vg)
- Lượng chạy dao ngang : $S_{ng}$= 0,04÷2,47 (mm/vg)
- Động cơ chính : $N_1$= 4,5kW ; $n_{dc1}$= 1445 (vg/ph)
- Trọng lượng máy: 1200 kG

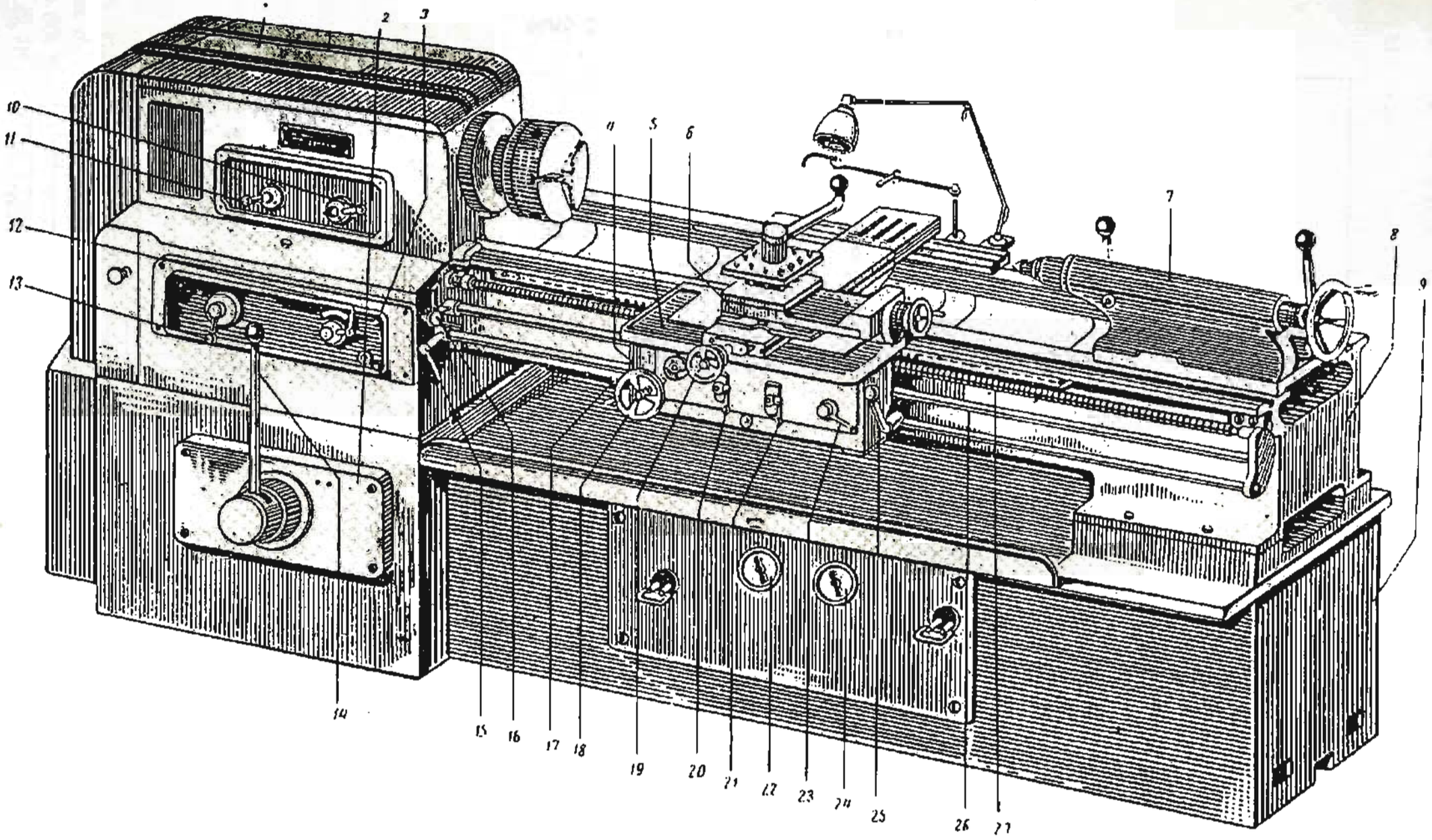
### 2.3.2 Sơ đồ động của máy T616

Sơ đồ động của máy tiện vạn năng T616 được trình bày trên hình 2.15. Chuyển động tạo hình của máy T616 có hai xích truyền cơ bản là xích tốc độ và xích chạy dao. Máy được dẫn động bằng động cơ điện có công suất 4,5 kW. Hộp trục chính sử dụng cơ cấu Hacne để giảm tốc độ.

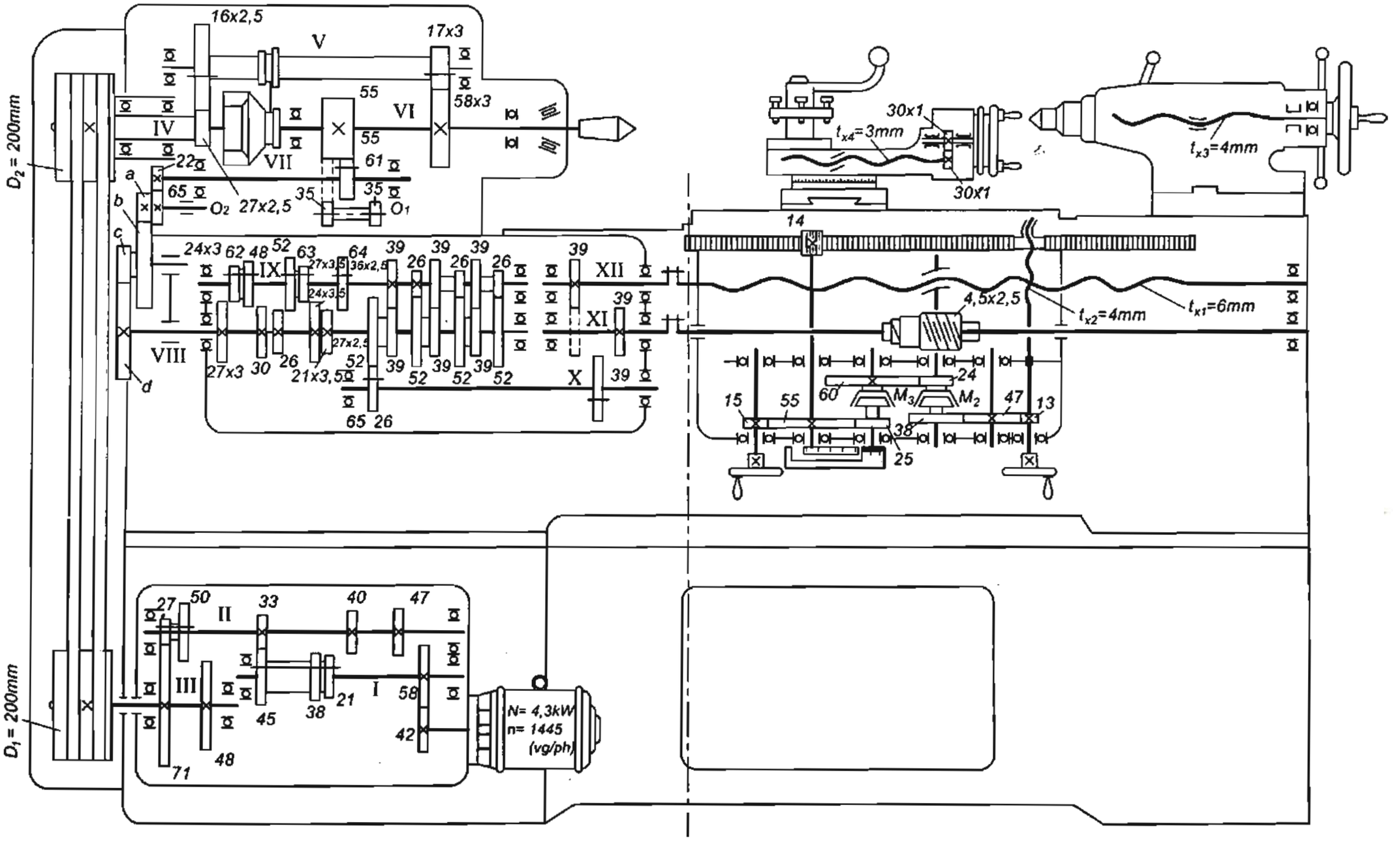
***1/ Phương trình xích tốc độ của máy T616***

Đường truyền động được xuất phát từ động cơ điện có công suất 4,5kW đến trục chính. Phương trình xích tốc độ được biểu diễn như sau:

$$n_{dc}\frac{42}{58}(I)\left\langle\begin{matrix}\frac{21}{47}\\ \frac{38}{40}\\ \frac{45}{33}\end{matrix}\right\rangle(II)\left\langle\begin{matrix}\frac{50}{48}\\ \frac{27}{71}\end{matrix}\right\rangle(III).\frac{200}{200}(IV)\left\langle\begin{matrix}\frac{27}{63}(V)\frac{17}{58}\\ Z_{27}.M_1\end{matrix}\right\rangle(VI) = n_{TC1}\div n_{TC12} \qquad (2.19)$$




***Hình 2.14*** – Hình dáng chung của máy T616




***Hình 2.15*** – Sơ đồ động máy tiện T616

*2/ Phương trình xích chạy dao*

Xích chạy dao của máy T616 dùng bánh răng di trượt cho nhóm cơ sở và cơ cấu Mean cho nhóm gấp bội. Phương trình xích chạy dao được biểu diễn:

$$1_{vg/Tc}(VI)\left\langle \begin{array}{l} \frac{55}{55} \\ \frac{55}{35}\cdot\frac{35}{55} \end{array}\right\rangle (VII)\frac{a.c}{b.d}(VIII)\left\langle \begin{array}{l} \frac{27}{24} \\ \frac{30}{48} \\ \frac{26}{52} \\ \frac{21}{24} \\ \frac{27}{36} \end{array}\right\rangle (IX)\left\langle \begin{array}{l} \frac{39}{39}\cdot\frac{52}{26} \\ \frac{26}{52}\cdot\frac{52}{26} \\ \frac{26}{52}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{26}{52}\cdot\frac{52}{26} \\ \frac{26}{52}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{26}{52}\cdot\frac{39}{39}\cdot\frac{26}{52}\cdot\frac{52}{26} \end{array}\right\rangle (X) \rightarrow$$

$$\rightarrow \left\langle \begin{array}{l} \frac{39}{39}(XII).t_{x1} = t_p \\ \frac{39}{39}(XI).\frac{2,5}{45}\left\langle \begin{array}{l} \frac{24}{60}M_3(XIV)\frac{25}{55}(XV).14x2 = S_{dọc} \\ M_2\frac{38}{47}(XVI)\frac{47}{13}.t_{x2} = S_{ngang} \end{array}\right. \end{array}\right. \qquad (2.20)$$

$\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d} = \frac{60}{65}\cdot\frac{65}{45}$ ren quốc tế

$\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d} = \frac{87}{30}\cdot\frac{60}{45}$ ren môđun

$\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d} = \frac{60}{45}\cdot\frac{127}{Z}$ ren Anh

với Z = 95, 75, 55, 70, 90.

Trong máy tiện T616, khi điều chỉnh máy cần chú ý các đặc điểm sau :

+ Nhóm cơ sở dùng các bánh răng di trượt có môđun khác nhau.

+ Để cắt được các loại ren phải dùng nhiều bánh răng thay thế gồm:

Loại m= 1 có: Z= 45, 55, 69, 70, 75, 90, 95 và 127 dùng cho ren Anh

Loại m= 2 có: Z= 30, 45, 60, 65 và 87 dùng cho ren quốc tế và môđun.

+ Không thể cắt được các bước ren chính xác vì không có cơ cấu để thực hiện truyền động trực tiếp từ nhóm bánh răng thay thế đi thẳng đến trục chính.

### 2.3.3 Các cơ cấu đặc biệt

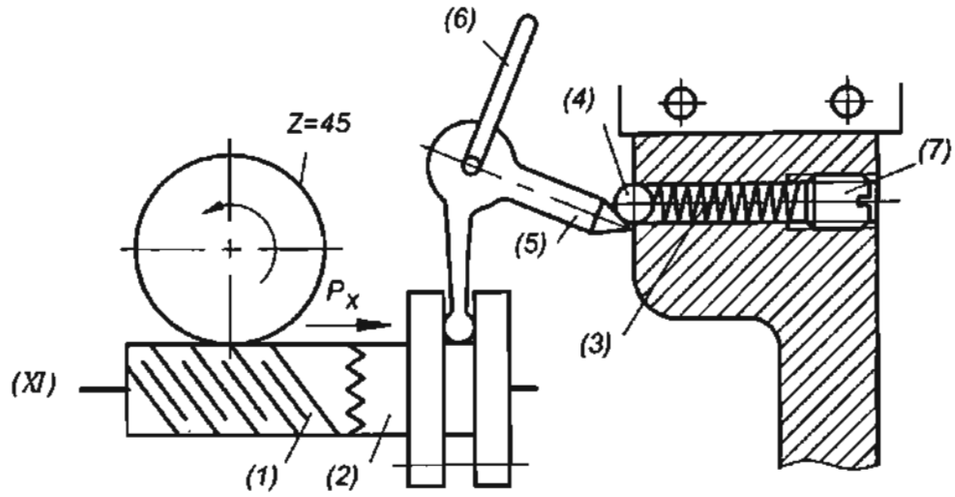
*1/ Cơ cấu quá tải (cơ cấu an toàn)*

Nhằm bảo vệ máy khi chạy dao dọc hay dao ngang, trên máy T616 có dùng cơ cấu an toàn (hình 2.16) để tự động cắt xích chạy dao khi bị quá tải.

*Nguyên lý làm việc của cơ cấu quá tải:*

Trên trục trơn XI lắp lồng không trục vít (1) luôn ăn khớp với bánh vít $Z_{45}$. Một đầu của trục vít ăn khớp với ly hợp vấu (2). Khi làm việc bình thường, lực lò xo (3) luôn đẩy viên bi (4) tỳ sát vào mặt côn của càng gạt (5) làm cho càng gạt luôn đẩy ly hợp vấu (2) ăn khớp với mặt vấu của đầu trục vít. Lúc này trục vít (1) sẽ quay và truyền chuyển động cho bánh vít $Z_{45}$. Khi quá tải, $P_x$ sẽ thắng lực lò xo và đẩy ly hợp vấu (2) sang phải, đầu vát nhọn của càng gạt (5)

sẽ trượt lên phía trên của viên bi, tách rời hai mặt vấu, xích chạy dao bị cắt đứt. Để lập lại xích truyền động dùng tay gạt (6) để đưa mũi vát nhọn của càng gạt (5) về vị trí cũ. Vít (7) để điều chỉnh lực của lò xo, qua đó điều chỉnh lực phòng quá tải.



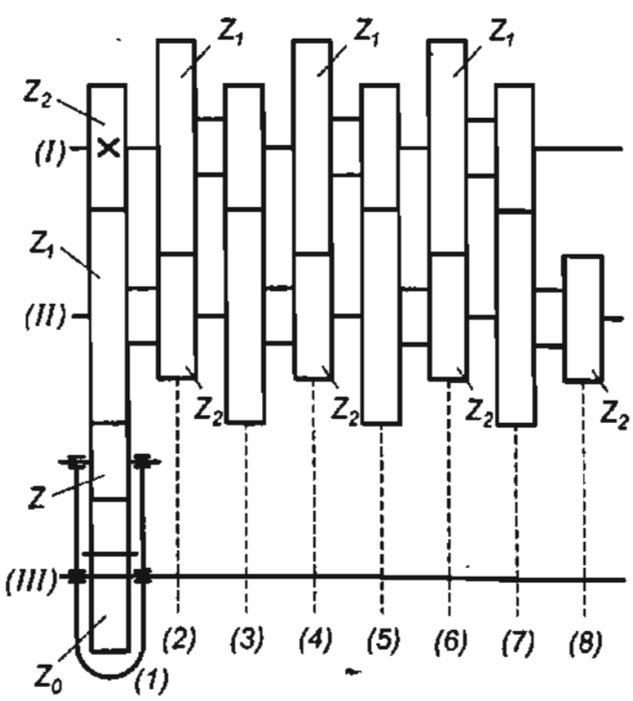

***Hình 2.16*** – Cơ cấu quá tải của máy T616

***2/ Cơ cấu Mean***

Cơ cấu Mean có hai loại:

Loại trực tiếp (hình 2.18) như nhóm gấp bội trong máy T616 (hình 2.15). Loại này cứng vững nhưng tỷ số truyền bằng $\frac{1}{3}$ tổng số bánh răng. Do đó nếu cần dùng tỷ số truyền nhiều từ 6÷8 thì chiều dài trục lớn, kém cứng vững.

Để đáp ứng tỷ số truyền lớn từ 6÷8 dùng loại gián tiếp (hình 2.17), có 14 bánh răng tạo được 8 tỷ số truyền.




$Z_1 = 2Z_2$

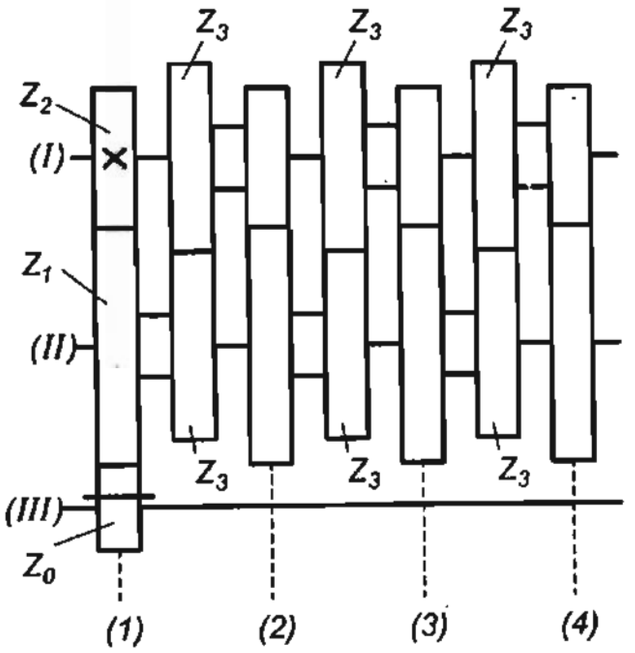
$Z_2 = Z_o$

$\varphi = \frac{Z_1}{Z_2} = 2$

***Hình 2.17*** – Cơ cấu Mean loại gián tiếp

Nguyên tắc làm việc của cơ cấu Mean là lắp các khối bánh răng hai bậc kế tiếp nhau. Chỉ cần cố định bánh răng đầu tiên $Z_2$ trên trục I. Đây cũng là nhược điểm cơ bản của cơ cấu này. Dù chỉ cần dùng một tỷ số truyền nhưng tất cả các bánh răng đều quay lồng không, gây ồn và mòn.

Điểm giống nhau của hai loại này là: đều có bánh răng $Z_0$ lắp then hoa với trục III và di trượt trên trục này. Cả hai loại đều có: $Z_1 = 2Z_2$; $Z_2 = Z_0$; $\varphi = \frac{Z_1}{Z_2} = 2$. Nghĩa là nó thực hiện một dãy tỷ số truyền là cấp số nhân có công sai $\varphi = 2$. Sự khác nhau của chúng là: loại gián tiếp có lắp thêm bánh răng đệm hành tinh Z và loại trực tiếp có 2 bánh răng có số răng $Z_3$ ăn khớp với nhau.




$Z_1 = 2Z_2$

$\frac{Z_1}{Z_2} = \varphi = 2$

$Z_2 = Z_o$

***Hình 2.18*** – Cơ cấu Mean loại trực tiếp

*a. Cách tính toán tỷ số truyền loại gián tiếp (hình 2.17)*

$$u_1 = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_1}{Z}.\frac{Z}{Z_0} = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_1}{Z_0} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^0.\frac{Z_2}{Z_0} = \frac{1}{1}$$

$$u_2 = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_2}{Z}.\frac{Z}{Z_0} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^1.\frac{Z_2}{Z_0} = \frac{1}{2}$$

$$u_3 = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_1}{Z}.\frac{Z}{Z_0} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^2.\frac{Z_2}{Z_0} = \frac{1}{4}$$

$$u_4 = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_2}{Z}.\frac{Z}{Z_0} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^3.\frac{Z_2}{Z_0} = \frac{1}{8}$$

. . . . .

$$u_n = . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^{n-1}.\frac{Z_2}{Z_0} \qquad (2.21)$$

*b. Cách tính toán tỷsố truyền loại trực tiếp (hình 2.18)*

$$u_1 = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_1}{Z_0} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^0.\frac{Z_2}{Z_0} = \frac{1}{1}$$

$$u_2 = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_3}{Z_3}.\frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_1}{Z_0} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^1.\frac{Z_2}{Z_0} = \frac{1}{2}$$

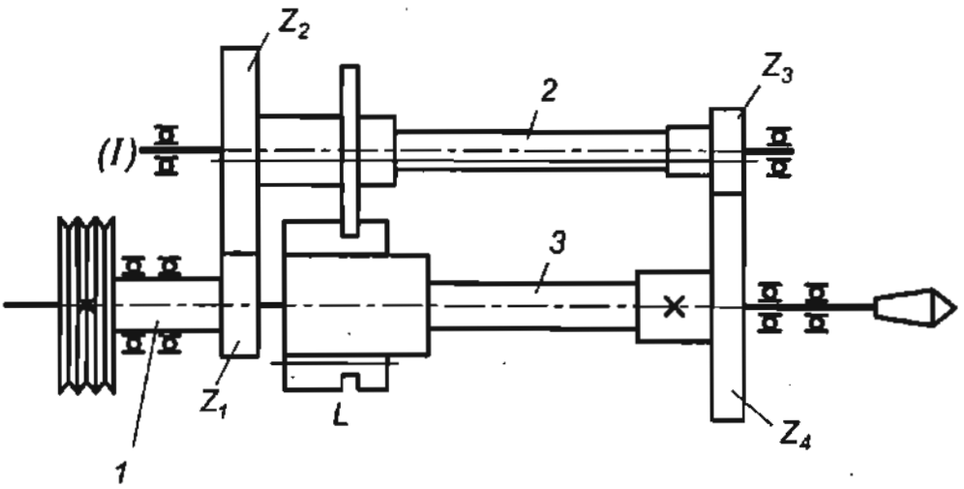
$$u_3 = \frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_3}{Z_3}.\frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_3}{Z_3}.\frac{Z_2}{Z_1}.\frac{Z_1}{Z_0} = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^2.\frac{Z_2}{Z_0} = \frac{1}{4}$$

. . . . .

$$u_n = . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . = \left(\frac{Z_2}{Z_1}\right)^{n-1}.\frac{Z_2}{Z_0} \qquad (2.22)$$

***3/ Cơ cấu Hacne***

Hộp trục chính máy T616 sử dụng cơ cấu Hacne để giảm tốc độ. Các bánh răng $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$ và $Z_4$ đều lắp trên các trục ống. Trục ống (1) nhận truyền động từ puli đai truyền và lồng không trên trục chính. Trục ống (2) có thể di động trên trục I. Trục ống (3) lắp chặt trên trục chính.




***Hình 2.19*** – Cơ cấu Hacne trong máy T616

Ở vị trí như hình 2.19, truyền động từ puli-đai truyền qua các tỷ số truyền $\frac{Z_1}{Z_2}.\frac{Z_3}{Z_4}$ đến trục chính để thực hiện các tốc độ thấp. Nếu gạt ly hợp L sang trái, bánh răng $Z_1$ sẽ ra khớp với bánh răng $Z_2$ và vào khớp với ly hợp răng L nối liền trục ống (1) với trục ống (3), thực hiện các tốc độ cao.

Cơ cấu này thực hiện giảm tốc trục chính dễ dàng nhưng độ cứng vững kém và kết cấu cồng kềnh.

## 2.4 MÁY TIỆN REN VÍT VẠN NĂNG 1A616

Máy tiện 1A616 được cải tiến từ máy tiện 1616. Kết cấu vững chắc, hộp chạy dao thay cơ cấu Mean bằng bánh răng di trượt, trong bàn xe dao thay ly hợp ma sát bằng ly hợp vấu...

Hình dạng chung và các bộ phận chính của máy 1A616 được trình bày trên hình 2.20 và bao gồm các bộ phận cơ bản sau: bộ phận cố định, bộ phận di động và điều chỉnh, bộ phận điều khiển. Đi kèm theo máy là các trang bị công nghệ như là: luy net, mâm cặp 4 vấu, mũi tâm quay, các bánh răng thay thế...

### 2.4.1 Tính năng kỹ thuật của máy tiện ren vít vạn năng 1A616

- Đường kính lớn nhất của phôi gia công : $\phi$320 mm trên băng máy, $\phi$175 mm trên bàn dao
- Đường kính lớn nhất của phôi thanh chui qua lỗ trục chính : $\phi$34 mm
- Khoảng cách giữa hai mũi tâm : 710 mm
- Số cấp tốc độ trục chính : Z=21
- Giới hạn vòng quay của trục chính : $n_{Tc}$=11,2÷2240 (vg/ph)
- Số cấp chạy dao dọc và dao ngang : 21
- Giới hạn lượng chạy dao dọc và ngang : 0,08÷2,64 (mm/vg)
- Cắt được các loại ren :

Quốc tế $t_p$ = 0,5÷6mm, cắt được ren khuyếch đại với $i^{max}$ = 8

Anh 48÷2,5/1"

Modun 0,25÷3$\pi$

$K_d$ - cắt được ren chính xác nhờ các ly hợp răng nối thẳng từ trục XII qua XIII sang XVII tới trục vít me.

- Công suất động cơ chính : N= 4,5 kW
- Số vòng quay động cơ chính : $n_{dc}$= 1440 (vg/ph)
- Trọng lượng máy : 1400 kG

### 2.4.2 Sơ đồ động máy 1A616

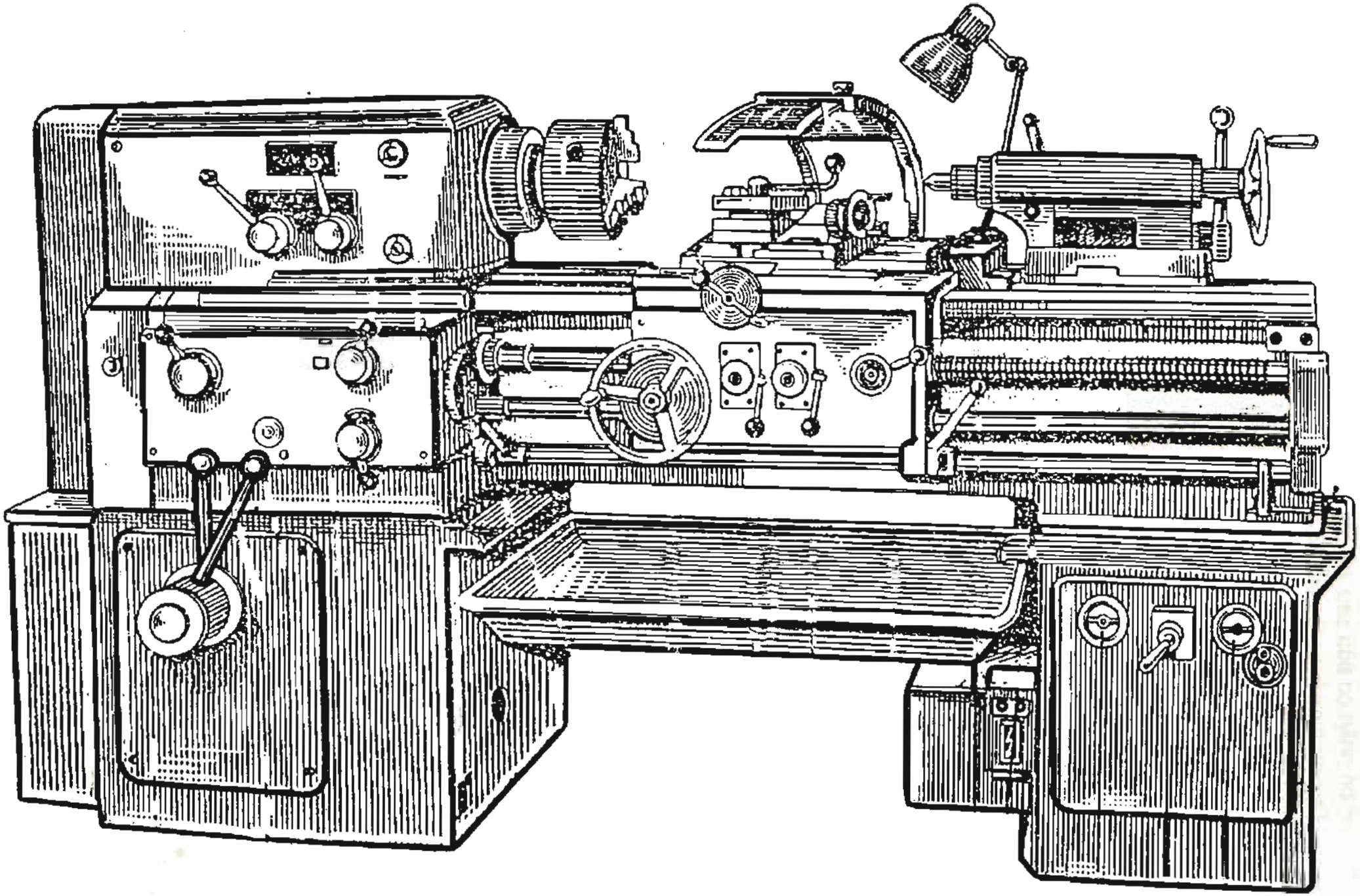
Sơ đồ động của máy tiện vạn năng 1A616 được trình bày trên hình 2.21. Chuyển động tạo hình của máy 1A616 cũng gồm có hai xích truyền cơ bản là xích tốc độ và xích chạy dao. Máy được dẫn động bằng động cơ điện có công suất 4,5 kW. Máy tiện ren vít vạn năng 1A616 được cải tiến từ máy 1616 nên ụ trục chính là cơ cấu Hacne giống như máy 1616. Hộp tốc độ, hộp chạy dao gồm $i_{cs}$ và $i_{gb}$ đều dùng bánh răng di trượt như hộp tốc độ và $i_{gb}$ của máy 1K62.

+ Số vòng quay nhỏ nhất của trục chính là:

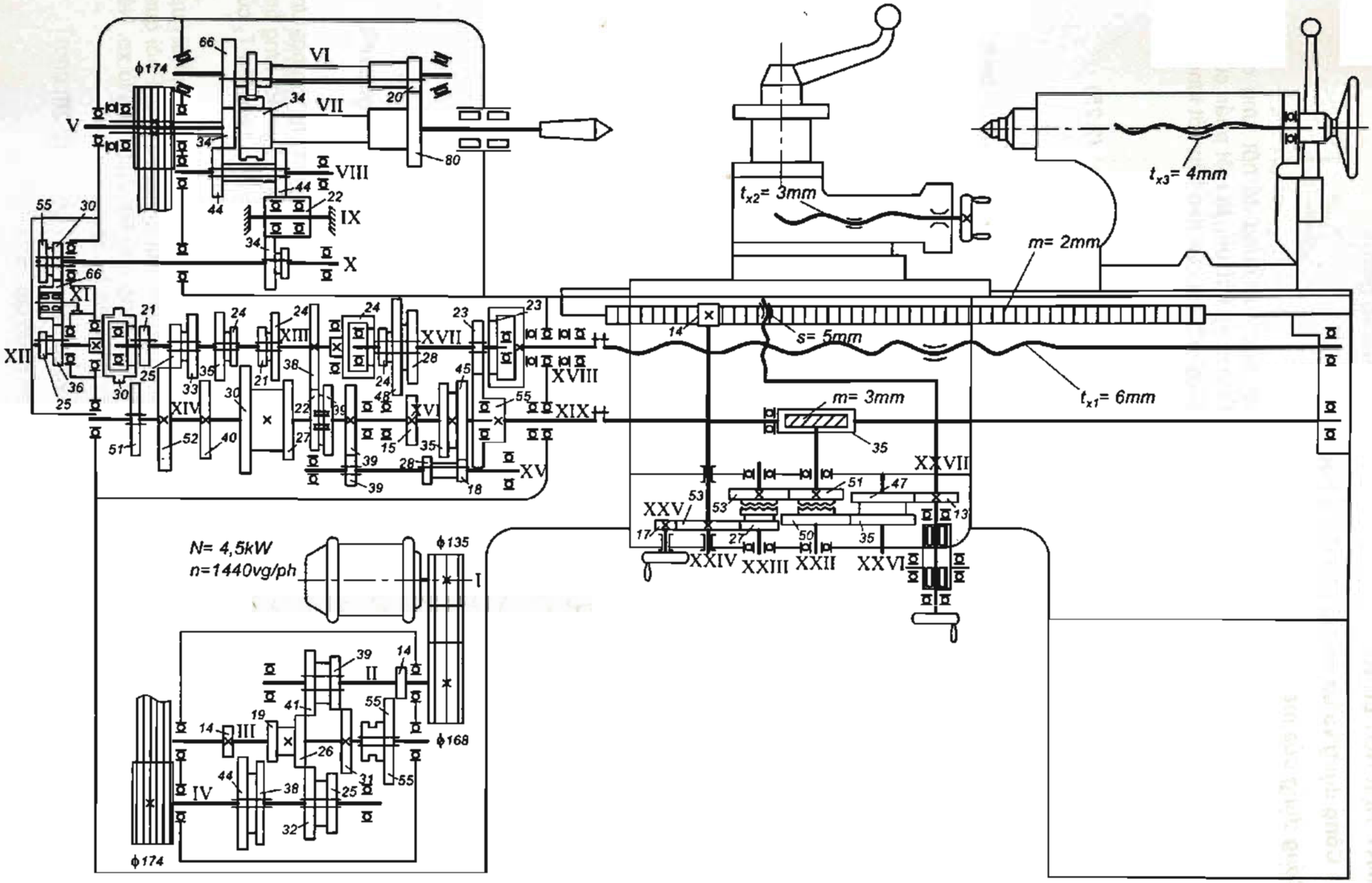
$$n_1 = 1440.\frac{135}{168}.0,985.\frac{14}{55}.\frac{14}{44}.\frac{174}{174}.0,985.\frac{34}{68}.\frac{20}{80} \approx 11,2 \text{ (vg/ph)} \qquad (2.23)$$

+ Số vòng quay lớn nhất của trục chính là:

$$n_{21} = 1440.\frac{135}{168}.0,985.\frac{41}{26}.\frac{31}{25}.\frac{174}{174}.0,985 \approx 2240 \text{ (vg/ph)} \qquad (2.24)$$



*Hình 2.20* – Hình dáng chung của máy 1A616




*Hình 2.21* – Sơ đồ động của máy 1A616

## 2.5 MÁY TIỆN HỚT LƯNG

### 2.5.1 Công dụng và sơ đồ kết cấu động học

***1/ Công dụng của máy tiện hớt lưng***

Máy tiện hớt lưng là máy tiện chuyên dùng, được sử dụng để hớt lưng dao phay modun, dao phay lăn trụ, dao phay lăn trục vit...Đường cong hớt lưng là một phần của đường xoắn Acsimet nhằm tạo ra góc sau của dao cắt. Vì vậy lưỡi cắt của dao tiện hớt lưng phải có quĩ đạo chuyển động theo đường xoắn Acsimet.

Phương trình của đường xoắn Acsimet:

$$\rho = A.\varphi \qquad (2.25)$$

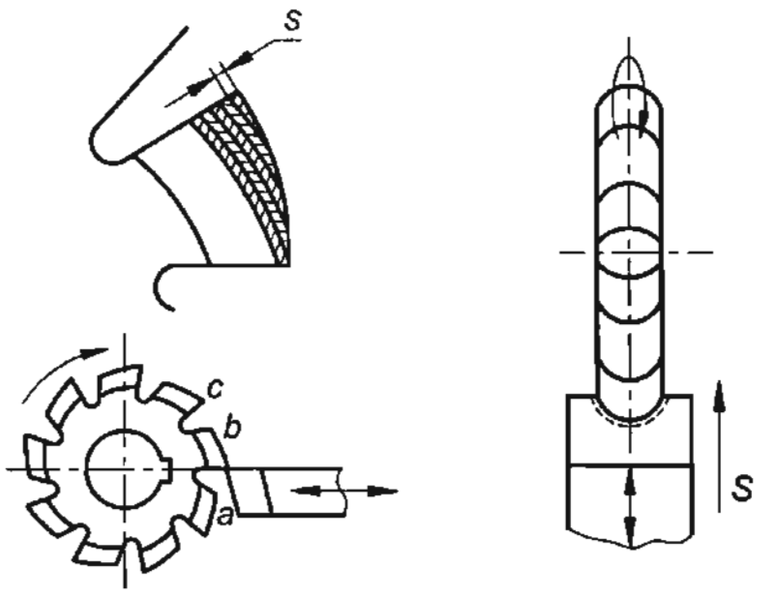
Trong đó:

ρ - bán kính (toạ độ cực)

φ- góc quay

A- hệ số

Để tạo ra đường xoắn Acsimet cần phải phối hợp hai chuyển động: chuyển động quay đều và chuyển động tịnh tiến đều. Trong đó phôi quay tròn đều, dao tiện tịnh tiến đều (hình 2.22 ).




***Hình 2.22*** - Chuyển động tạo hình đường xoắn Acsimet

***2/ Sơ đồ kết cấu động học máy tiện hớt lưng***

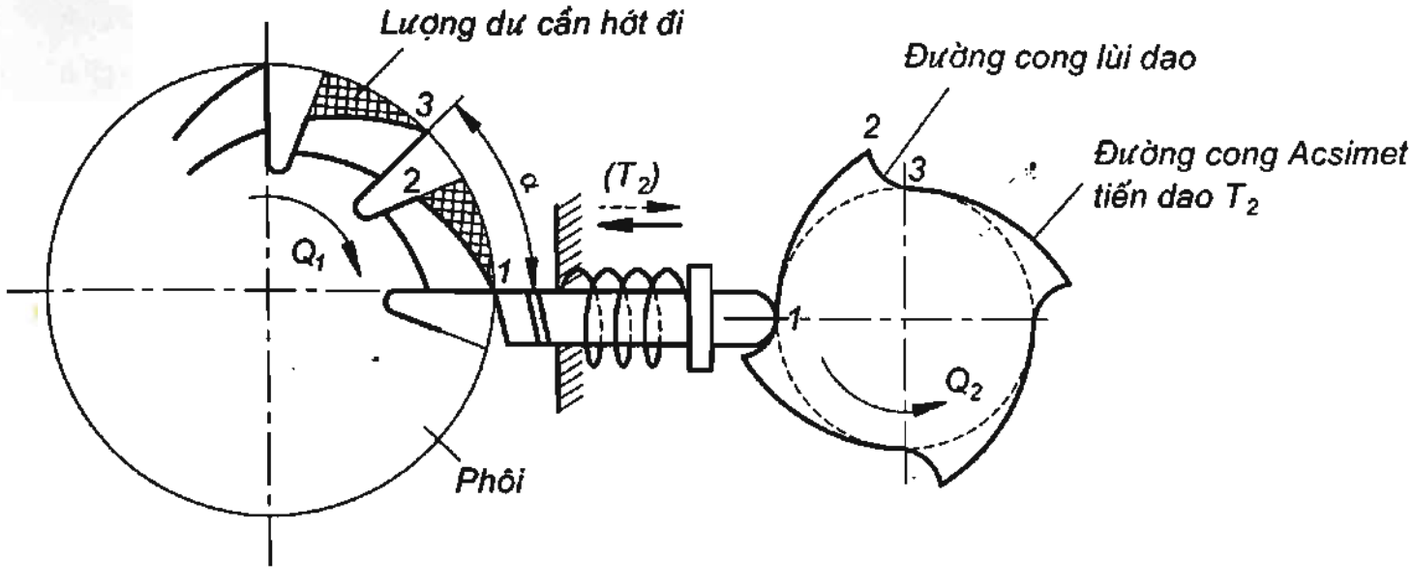
*a. Hớt lưng dao phay đĩa môđun.*

Trên hình 2.23 trình bày sơ đồ nguyên lý các chuyển động của máy tiện khi tiện hớt lưng dao phay đĩa modun. Phôi (dao phay đĩa modun) quay $Q_1$ một góc φ dao tiện hớt lưng tịnh tiến vào hớt lưng theo đường cong Acsimet rồi lùi nhanh ra. Chyển động tịnh tiến đều $T_2$ của dao được thực hiện bởi cam có chuyển động quay $Q_2$.

Chuyển động quay $Q_2$ của cam có liện hệ với chuyển động quay $Q_1$ của phôi: phôi quay 3/4 góc α =360°/Z (Z- số răng của dao phay modun) – dao tiện hớt lưng tiến vào; Phôi quay tiếp 1/4 góc α – dao tiện hớt lưng lùi nhanh ra vị trí ngoài cùng nhờ tác dụng của lò xo. Nếu cam có K lần nâng và phôi có Z răng thì giữa chúng có mối liên hệ sau:

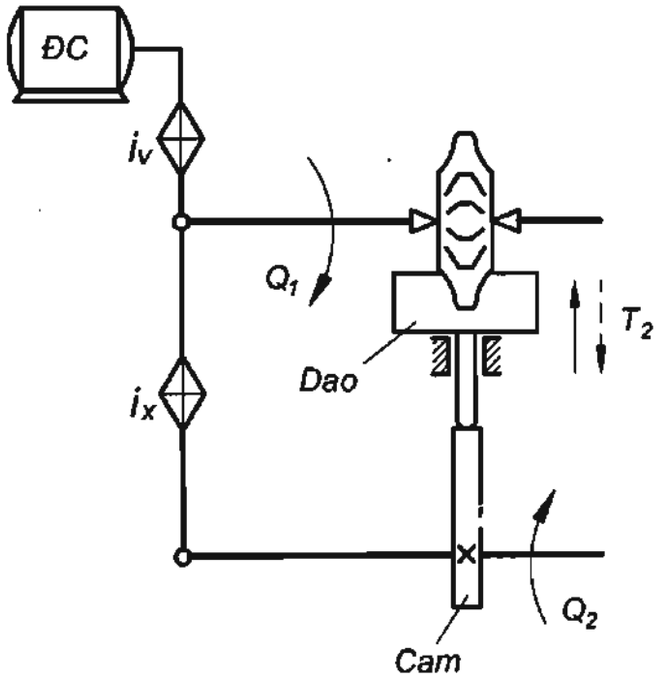
***Phôi quay 1/Z vòng → Cam quay 1/K vòng*** (2.26)

Như vậy xích truyền động hớt lưng là xích tạo hình phức tạp.




***Hình 2.23*** - Sơ đồ nguyên lý chuyển động của máy tiện khi tiện hớt lưng dao phay modun

Sơ đồ kết cấu động học của máy tiện hớt lưng (hình 2.24) khi tiện hớt lưng dao phay đĩa modun được thiết lập trên cơ sở các xích truyền các chuyển động tạo hình như đã được trình bày trên hình 2.23 .




***Hình 2.24*** - Sơ đồ kết cấu động học khi tiện hớt lưng dao phay đĩa modun

***Phương trình xích tốc độ :***

$$n_{dc} \cdot i_v \cdot i_{cd1} = n_{tc}\ (Q_1) \qquad (2.27)$$

***Phương trình xích hớt lưng:***

$$\frac{1}{Z}\text{ vòng phôi. } i_x \cdot i_{cd2} = \frac{1}{K}\text{ vòng cam} \qquad (2.28)$$

Hay

$$ix = \frac{Z}{i_{cd2} \cdot K}$$

Trong đó: $n_{dc}$ - số vòng quay của động cơ,

$i_v$ - chạc thay đổi tốc độ quay trục chính,

$i_{cd1}$ ,$i_{cd2}$ - các tỷ số truyền cố định,

$i_x$ - chạc thay đổi tốc độ của cam,

Z - số răng của dao phay mođun,

K - số lần nâng của cam hớt lưng.

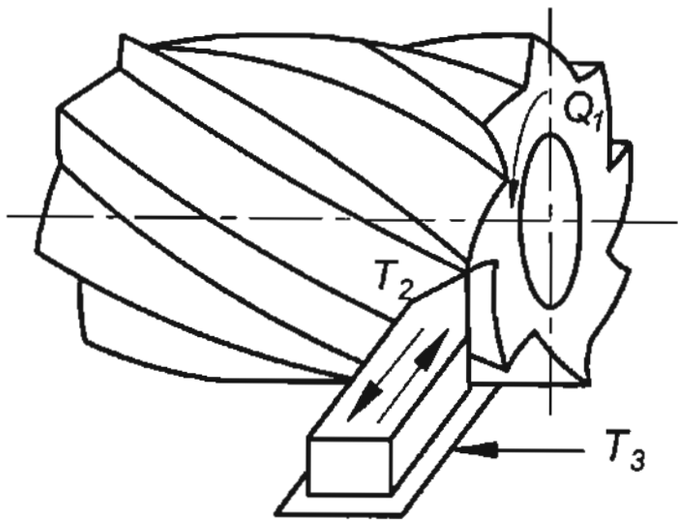
*b. Hớt lưng dao phay lăn trụ.*

Trên hình 2. 25 trình bày sơ đồ nguyên lý các chuyển động khi tiện hớt lưng dao phay lăn trụ. Quá trình hớt lưng dao phay lăn trụ có các chuyển động như sau:

- Phôi quay $Q_1$, dao tịnh tiến khứ hồi $T_2$ (như trường hợp hớt lưng dao phay đĩa modun).

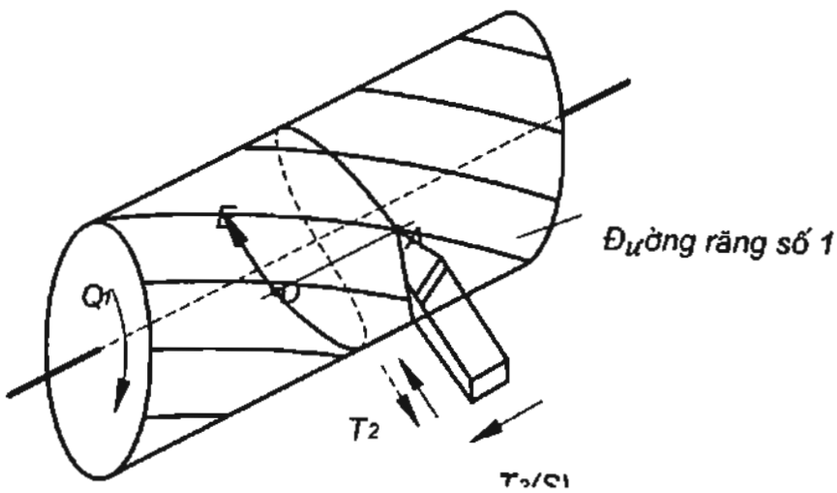
- Để hớt lưng hết chiều dài của đường răng xoắn thì dao tiện có thêm chuyển động chạy dao dọc $T_3$ (s) như khi tiện trơn .

Do đường răng là đường xoắn có bước là tp nên khi phôi quay 1 vòng thì mũi dao vẫn chưa trở về đường răng xuất phát (hình 2.26), nên cần phải bổ sung thêm chuyển động để đảm bảo 1 chu kỳ gia công phải hớt lưng hết Z đường răng. Như vậy phôi phải quay hơn 1 vòng hoặc dao phải chuyển động vòng thêm một khoảng DE trên hình khai triển bề mặt trụ của phôi (hình 2.27).




***Hình 2.25*** - Sơ đồ nguyên lý các chuyển động khi tiện hớt lưng dao phay lăn trụ

Trên hình khai triển (hình 2.27) chuyển động dao tiến dọc $T_3$ do dao tiện thực hiện, chuyển động quay theo chu vi do phôi thực hiện $Q_1$. Về phương diện chuyển động tương đối giữa dao và phôi có thể coi phôi đứng yên và dao thực hiện cả hai chuyển động:




***Hình 2.26*** - Một chu kỳ gia công tiện hớt lưng dao phay lăn trụ (Z răng)

+ Dao tiến vòng (~$Q_1$) tương ứng với đoạn AB.

+ Dao tiến dọc $T_3$ tương ứng với đoạn BC:

AB + BC = AC

+ Dao tịnh tiến khứ hồi hướng kính $T_2$ .

Như vậy sau khi thực hiện hớt lưng 1 răng, dao không chuyển động được tới đường răng số 2 để tiếp tục lặp lại quá trình hớt lưng, cho nên nó cần phải tiến thêm một đoạn CF (thực chất là chuyển động $Q_1$ phải quay thêm) để hoàn thành hớt lưng một răng. Sau mỗi đường răng cần thêm một đoạn CF nên sau Z răng được hớt lưng (tương ứng dao tiến dọc S) thì dao cần tiến vòng thêm một lượng là Z.CF=DE, chuyển động này được gọi là chuyển động vi sai.

Gọi lượng cần tiến vòng thêm DE là $Z_\delta$ thì căn cứ vào hình 2.27 có mối quan hệ:

$$\frac{Z}{Z_\delta} = \frac{AD + DE}{DE} = 1 + \frac{AD}{DE} \qquad (2.29)$$

Do AD=MN nên: $\frac{MN}{DE} = \frac{NA}{AD} = \frac{tp - S}{S}$ thay vào công thức 2.29 ta có:

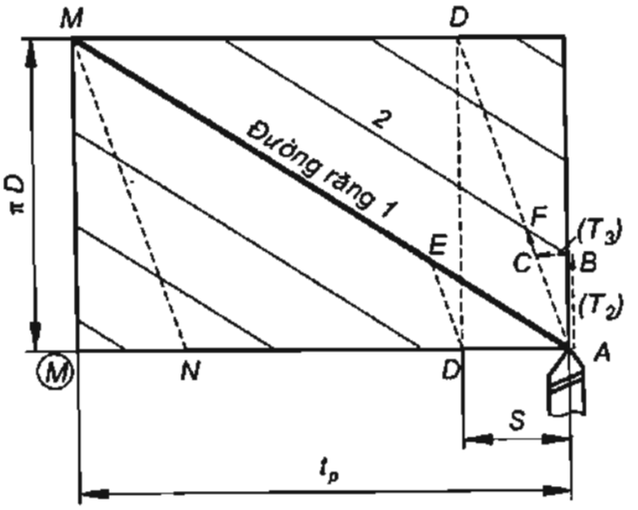
$$\frac{Z}{Z_\delta} = 1 + \frac{tp - S}{S} = \frac{tp}{S}$$

Suy ra: $$Z_\delta = \frac{Z.S}{tp} \qquad (2.30)$$

Trong đó: tp - bước xoắn của đường răng,

S - lượng chạy dao dọc (mm/vòng),

D - đường kính dao lăn trụ.




***Hình 2.27*** - Khai triển bề mặt trụ của dao phay lăn

Để hớt lưng dao phay lăn trụ máy tiện hớt lưng có sơ đồ kết cấu động học như trên hình 2.28.

*Phương trình xích tốc độ khi tiện hớt lưng khi gia công dao phay lăn (như dao phay đĩa modun):*

$$n_{đc} \cdot i_v \cdot i_{cd1} = n_{tc} \ (Q_1)$$

*Phương trình xích hớt lưng khi tiện hớt lưng khi gia công dao phay lăn :*

$$1 \text{ vòng phôi. } i_x \cdot i_{cd2} \cdot i_{HT} = \frac{Z}{K} \text{ vòng cam}$$

Hay $$i_x = \frac{Z}{i_{cd2}.K.i_{HT}} \quad (2.31)$$

Trong đó: $n_{dc}$ - số vòng quay của động cơ,

$i_v$ - chạc thay đổi tốc độ quay trục chính,

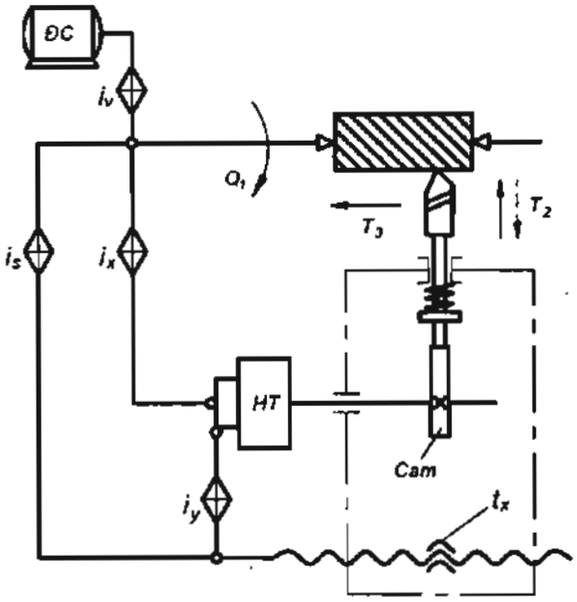
$i_{cd1}$ ,$i_{cd2}$ - các tỷ số truyền cố định,

$i_x$ - chạc thay đổi tốc độ của cam,

Z - số răng của dao phay mođun,

K - số lần nâng của cam hớt lưng,

$i_{HT}$ - tỷ số truyền của cơ cấu hợp thành ($i_{HT}$ = 1).




***Hình 2.28*** - Sơ đồ kết cấu động học máy tiện hớt lưng khi gia công dao phay lăn

*Phương trình xích vi sai:*

Xích vi sai thực hiện chuyển động bù thêm đoạn DE hay là cam thêm hoặc bớt $Z_\delta$ vòng và bàn dao tịnh tiến dọc một lượng S khi hớt xong một chu kỳ. Như vậy trục vít me sẽ quay $\frac{S}{tx}$ vòng và tương ứng cam quay ± $\frac{S.Z}{tp}$ vòng.

Phương trình xích vi sai khi cam có một lần nâng:

$$\frac{S}{tx}.i_y.i_{HT}.i_{cd3} = \pm \frac{S.Z}{tp}$$

Hay $$i_y = \pm \frac{Z.tx}{tp.i_{HT}.i_{cd3}} \quad (2.32)$$

Trong đó: tx - bước xoắn của trục vít me,

tp - bước xoắn của răng dao phay lăn,

$i_{cd3}$ - tỷ số truyền cố định.

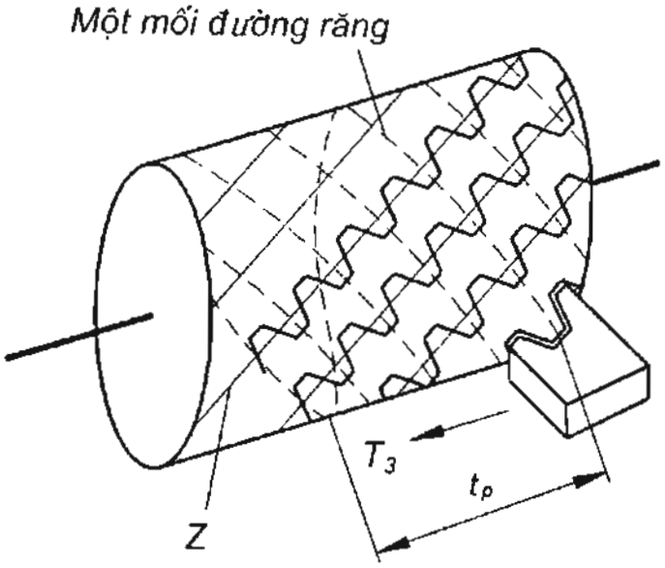
*Phương trình xích chạy dao* (giống như khi tiện trơn):

$$1 \text{ vòng phôi}.\ i_s.\ i_{cd4}.\ tx = S\ (mm) \quad (2.33)$$

*c. Hớt lưng dao phay lăn trục vít.*

Dao phay lăn trục vít dùng để gia công bánh răng và bánh vít, nó có Z đường rãnh răng

tương tự như trong trường hợp hớt lưng dao phay lăn trụ. Điểm khác biệt của dao phay lăn trục vít là các lưng răng cần hớt đều nằm trên đường xoắn có bước xoắn tp (hình 2.29).




***Hình 2.29*** - Đường hớt lưng dao phay lăn trục vít

Dao phay lăn răng có nhiều đầu mối nên mỗi lần chỉ hớt lưng được các răng cùng nằm trên một đầu mối, muốn hớt lưng sang các đầu mối khác phải tiến hành phân độ.

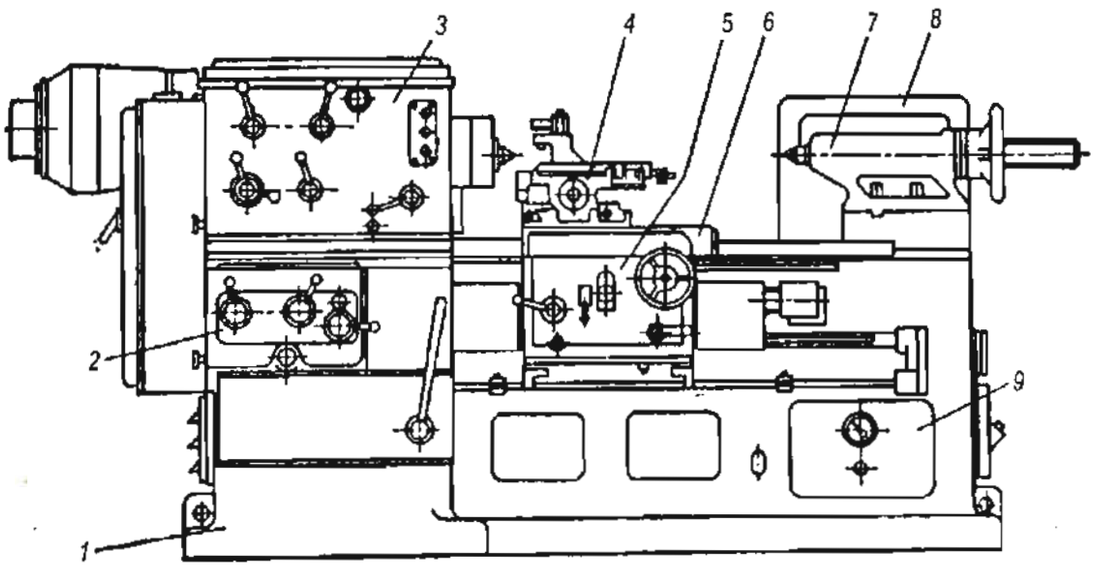
Phương trình chuyển động khi chạy dao dọc phải giống như khi tiện ren:

$$1 \text{ vòng phôi. } i_s \,.\, i_{cd4} \,.\, tx = tp \text{ (mm)} \qquad (2.34)$$

Các phương trình xích động khác giống như trường hợp hớt lưng dao phay lăn trụ.

### 2.5.2 Sơ đồ động máy tiện hớt lưng K96

Máy tiện hớt lưng K96 dùng để tiện hớt lưng các loại dao phay đĩa mođun, dao phay lăn trụ, dao phay lăn trục vít... Nếu thay dao tiện hớt lưng bằng đá mài thì có thể mài lưng răng. Hình dáng chung của máy được trình bày trên hình 2.30.




***Hình 2.30*** - Hình dáng chung của máy tiện hớt lưng

*1-Thân máy; 2-Hộp chạy dao; 3-Hộp tốc độ và ụ trục chính; 4-Bàn dao; 5-Hộp xe dao; 6-Dẫn hướng; 7- Ụ động; 8-Tủ điện*

Sơ đồ động máy tiện hớt lưng K96 trình bày trên hình 2.31.

***1/ Phương trình xích tốc độ của máy tiện hớt lưng K96 :***

Đường truyền xuất phát từ động cơ điện 53 qua hai khối bánh răng di trượt cho 4 tỷ số

truyền đến trục phôi theo hai đường tốc độ chậm và tốc độ nhanh:

$$n_{dc}(I).\frac{23}{76}(II)\left\langle\begin{matrix}\frac{41}{41}\\ \frac{34}{48}\\ \frac{22}{60}\\ \frac{28}{54}\end{matrix}\right\rangle\frac{50}{65}(IV)\left\langle\begin{matrix}\frac{26}{104}LHV\frac{20}{80}(VI)=n_{TC}\text{ chậm}\\ \frac{65}{65}(V).\frac{20}{80}(VI)=n_{TC}\text{nhanh}\end{matrix}\right. \quad (2.35)$$

***2/ Phương trình xích chạy dao.***

Xuất phát từ bên phải của trục chính (1 vòng phôi) qua trục V, trục IV, ly hợp 52, các bánh răng thay thế a, b, c, d đến trục vít me:

$$1\text{ vòng phôi}(VI)\left\langle\begin{matrix}\frac{80}{20}LH\,V\frac{104}{26}LH52\text{ phải}\\ LH\,(52)\text{ trái}\\ \frac{80}{20}\frac{65}{65}(IV)\,LH52\text{ phải}\end{matrix}\right\rangle\frac{35}{30}.\frac{30}{30}.\frac{30}{35}(VII).\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.12{,}7=S$$

Trong đó $i_s=\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$

***3/ Phương trình xích hớt lưng.***

Xuất phát từ 1 vòng phôi và kết thúc là Z vòng của cam (Z là số rãnh của dao phay lăn trục vít):

$$1\text{ vòng phôi}(VI)\left\langle\begin{matrix}\frac{80}{20}\cdot\frac{65}{68}\\ \frac{80}{20}\cdot LHV\cdot\frac{104}{26}\end{matrix}\right\rangle\rightarrow$$

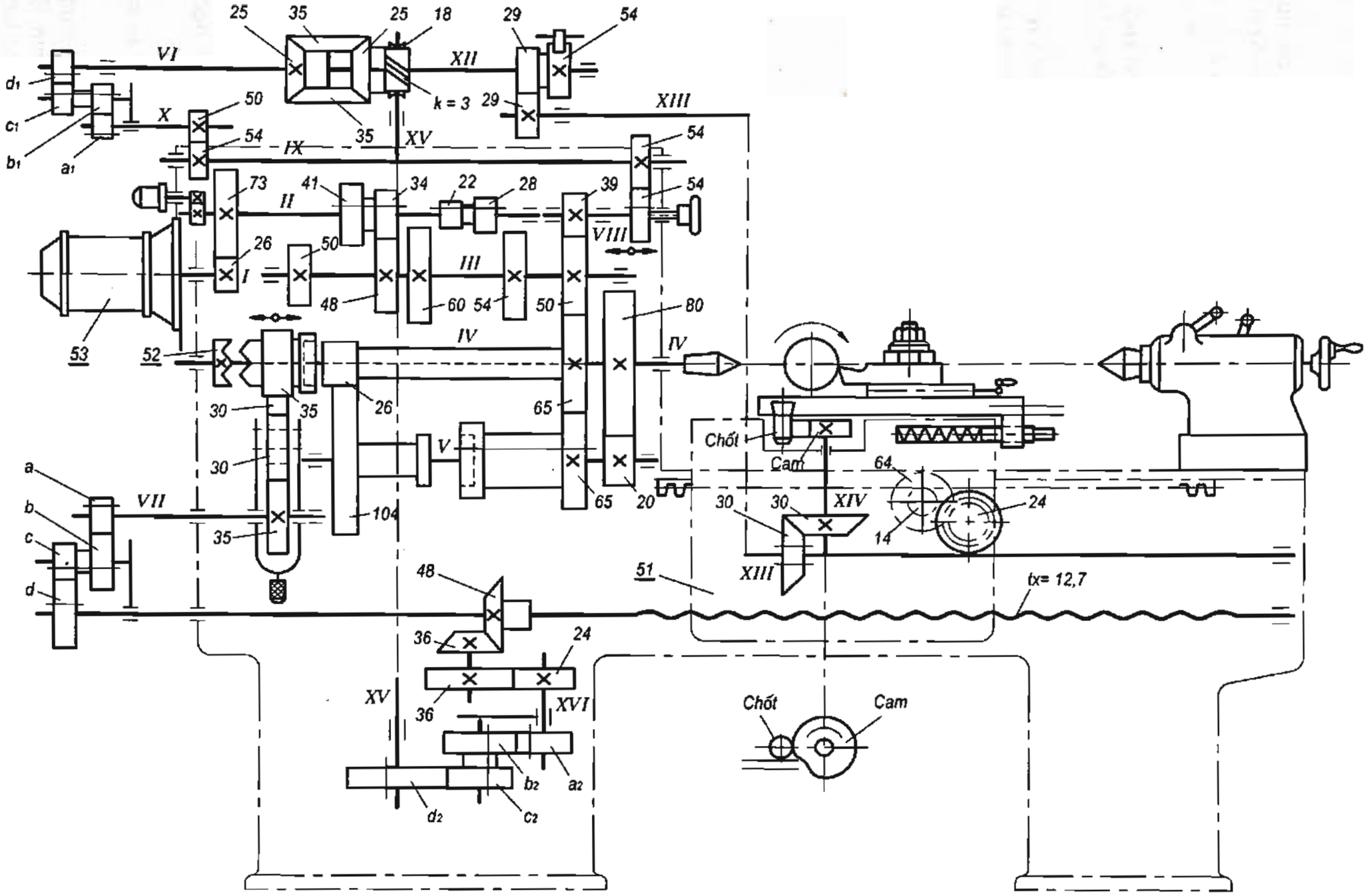
$$\rightarrow\frac{65}{50}(III)\cdot\frac{50}{39}(VIII)\cdot\frac{54}{54}(IX)\cdot\frac{54}{50}\cdot\frac{a_1}{b_1}\cdot\frac{c_1}{d_1}(XI).i_{HT}(XII)\cdot\frac{29}{29}(XIII)\cdot\frac{30}{30}=Z\text{ vòng cam} \quad (2.37)$$

Trong đó $i_x=\frac{a_1}{b_1}\cdot\frac{c_1}{d_1}$ ; $i_{HT}=\frac{1}{2}$

***4/ Phương trình xích vi sai.***

Xuất phát từ trục vít me tới cam, trục vít me quay $\frac{S}{12{,}7}$ vòng thì cam quay thêm bớt $Z_\delta$ vòng: vít me. $\frac{S}{12{,}7}\cdot\frac{48}{36}\cdot\frac{36}{24}(XVI)\cdot\frac{a_2}{b_2}(XV)\cdot\frac{3}{18}\cdot i_{HT}(XII)\cdot\frac{29}{29}(XIII)\cdot\frac{30}{30}(XIV)=Z_\delta=\pm\frac{Z.S}{tp}$ (2.38)

Trong đó $i_y=\frac{a_2}{b_2}\cdot\frac{c_2}{d_2}$ ; $i_{HT}=\frac{1}{2}$




***Hình 2.31*** - Sơ đồ động máy tiện hớt lưng K96

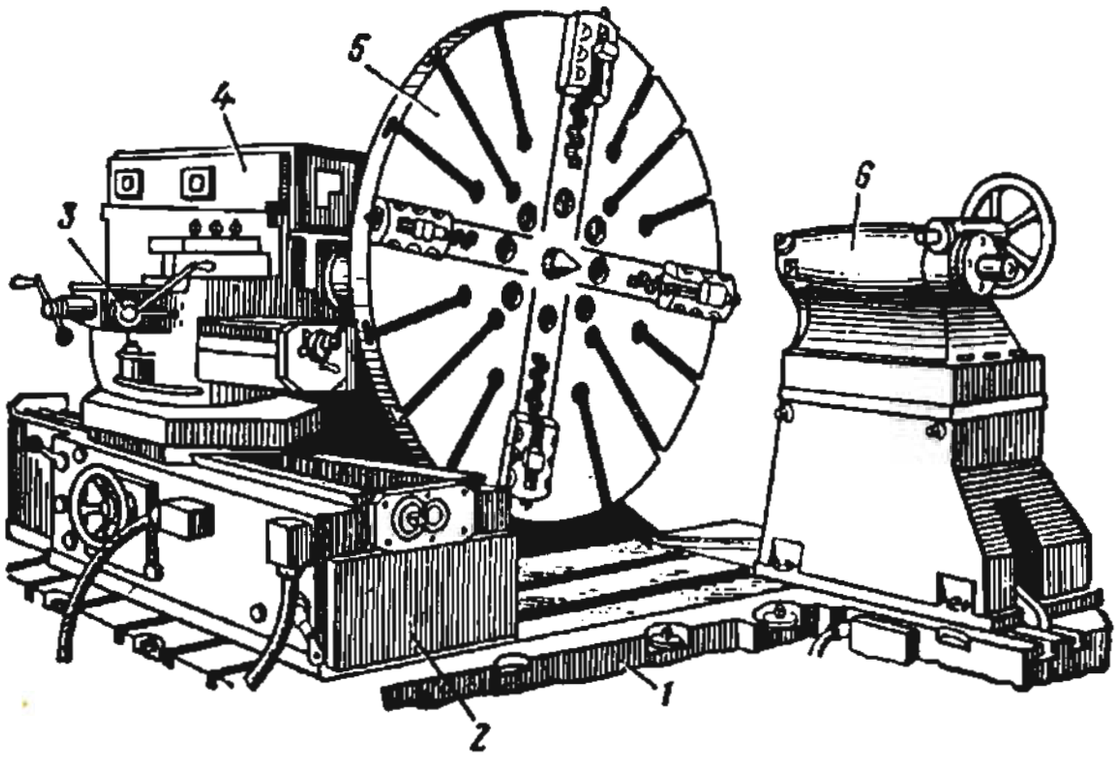
### 2.5.3 Một số máy tiện chuyên dùng khác

***1/ Máy tiện cụt.***

Công dụng của máy tiện cụt được dùng để gia công các chi tiết có chiều dài bé, đường kính lớn từ 300 đến 700mm. Đặc biệt có máy tiện có thể gia công chi tiết có đường kính đến 4 m. Tỷ lệ đường kính D và chiều dài chi tiết gia công L nằm trong phạm vi $0,5 < \frac{L}{D} < 1$, không có nguyên công cắt ren.

Máy tiện cụt nhìn chung có hai loại chính là: loại băng máy và thân máy liền khối gia công chi tiết nhỏ có chiều dài lớn và loại thân máy và trụ đỡ bàn dao tách rời gia công chi tiết lớn và dẹt (hình 2.32). Cả hai loại này gá đặt chi tiết khó, năng suất thấp.

Hình dạng chung của máy tiện cụt 1693 được trình bày trên hình 2.32. Đường kính gia công lớn nhất có thể đạt tới 2400 mm. Trục chính quay với tốc độ từ 0,7 đến 31,5 vòng/ phút, đông cơ chính có công suất 40kW.




***Hình 2.32*** - Máy tiện cụt 1693

*1-Bệ đỡ máy; 2-Thân máy với đường dẫn hướng;3-Bàn máy; 4-Ụ trục chính; 5-Mâm gá chi tiết; 6-Ụ động*

***2/ Máy tiện đứng***

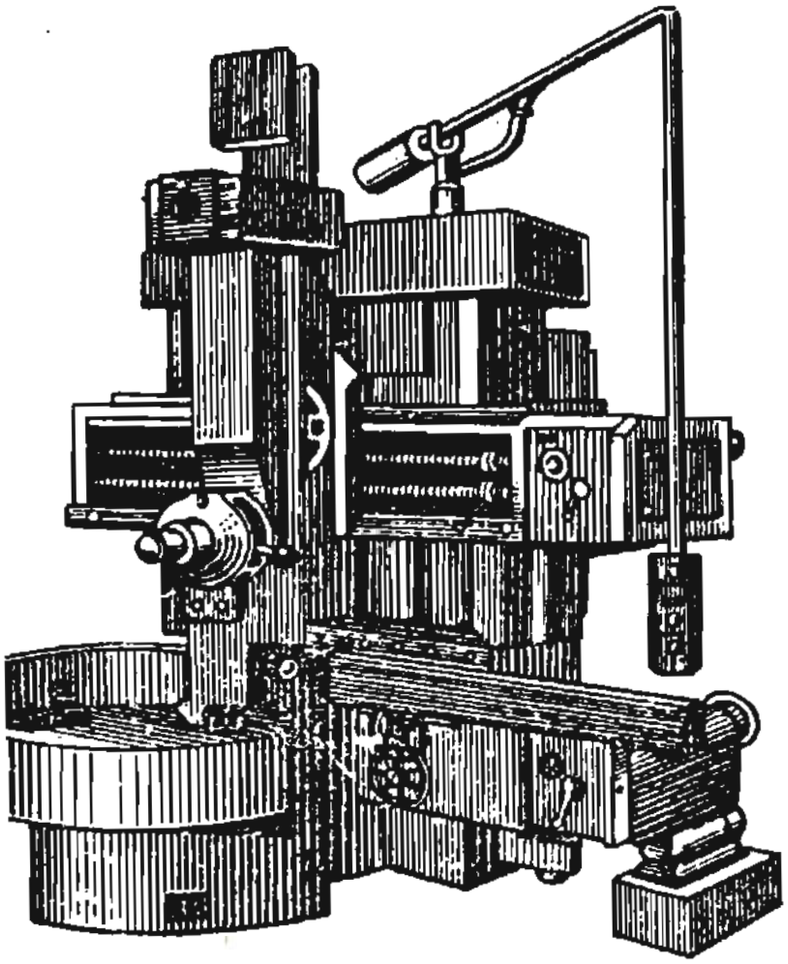
Công dụng của máy tiện đứng tương tự máy tiện cụt nhưng nó có thể gia công các chi tiết có đường kính lớn đến 20 m, trọng lượng tới 1700 tấn.

Máy tiện đứng có hai loại chính: loại có 1 trụ máy và loại có 2 trụ máy. Trên xà ngang của máy có hai bàn dao đứng và các bàn dao bên.

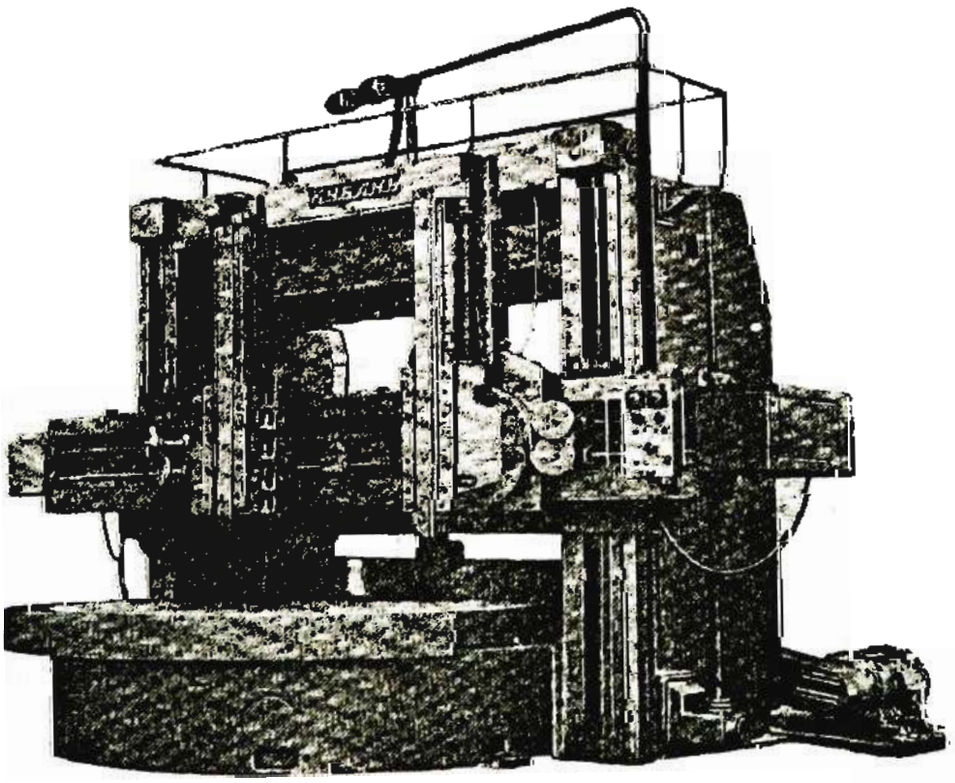
Do chi tiết quay xung quanh trục thẳng đứng nên gá đặt chi tiết dễ dàng hơn và an toàn hơn, độ chính xác cao hơn so với máy tiện cụt.

Hình dạng chung của máy tiện đứng một trụ 1541 được trình bày trên hình 2.33. Đường kính gia công có thể đạt tới 1600 mm và chiều cao chi tiết có thể gia công là 1000 mm. Bàn máy quay với tốc độ từ 4 đến 200 vòng/ phút, đông cơ chính có công suất 28kW, trọng lượng máy 13 tấn.

Hình 2.34 trình bày hình dáng chung của máy tiện đứng hai trụ 1520, đường kính và chiều cao chi tiết có thể tới 2000 mm và1250 mm, công suất động cơ 40 kW, n=1500 vg/ph.



***Hình 2.33*** - Máy tiện một trụ đứng kiểu 1541



***Hình 2.34*** – Máy tiện hai trụ đứng kiểu 1520

## 2.6 MÁY TIỆN TỰ ĐỘNG

### 2.6.1 Lý thuyết về năng suất của máy tự động

***1/ Định nghĩa về năng suất của máy tự động***

*Năng suất trong chu kỳ gia công của máy tự động là số sản phẩm do máy tự động làm ra trong một đơn vị thời gian.* Năng suất trong chu kỳ gia công của máy tự động được ký hiệu là Q, nó là số nghịch đảo của thời gian một chu kỳ gia công:

$$Q = \frac{1}{T} = \frac{1}{t_{ct} + t_{ck}} \text{ (ct/ph)} \qquad (2.39)$$

Trong đó:

Q – năng suất trong chu kỳ gia công [chi tiết/phút].

T – thời gian gia công xong một sản phẩm, còn gọi là thời gian một chu kỳ gia công được tính : $T = t_{ck} + t_{ct}$ (phút).

$t_{ct}$ – thời gian công tác, tức là thời gian cắt kim loại trong chu kỳ gia công (phút).

$t_{ck}$ – thời gian chạy không, gồm thời gian dụng cụ tiến vào, lùi ra, đóng, mở các cơ cấu của máy trong chu kỳ gia công (phút).

Nếu gọi K là năng suất công nghệ của máy tự động hay còn được gọi là năng suất lý tưởng, (nghĩa là cắt gọt liên tục không có hành trình chạy không như máy mài vô tâm) thì:

$$K = \frac{1}{t_{ct}}$$

Nếu đem công thức (2.39) chia tử số và mẫu số cho $t_{ct}$ sẽ có :

$$Q = \frac{\frac{1}{t_{ct}}}{1 + \frac{t_{ck}}{t_{ct}}} = \frac{K}{1 + K.t_{ck}} = K.\frac{1}{1 + K.t_{ck}} = K.\eta \qquad (2.40)$$

Trong đó :

$\eta = \frac{1}{1 + K.t_{ck}}$ - gọi là hệ số năng suất, xác định mức độ hiệu quả sử dụng máy tự động.

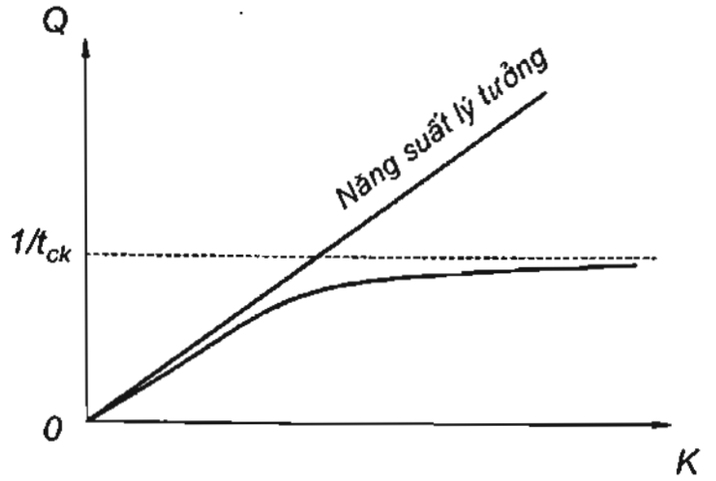
Muốn tăng năng suất Q của máy tự động phải tăng đồng thời cả K và $\eta$, nhưng K và $\eta$ có ảnh hưởng trái ngược nhau đến năng suất Q. Năng suất Q của máy tự động sẽ đạt tới giới hạn khi năng suất công nghệ K tăng tới vô cùng:

$$Q_{max} = \lim_{K \to \infty} \frac{K}{1 + K.t_{ck}} = \frac{1}{t_{ck}} \qquad (2.41)$$

Trên thực tế các máy công cụ đều có chuyển động công tác đã được tự động hóa, thời gian $t_{ct}$ đã được tính toán phù hợp với điều kiện công nghệ thực tế, nên việc tiếp tục giảm $t_{ct}$ có hiệu quả là không cao, do muốn giảm $t_{ct}$ phải đưa vào các biện pháp công nghệ hiện đại về dao, điều kiện cắt, thiết bị, v...v.

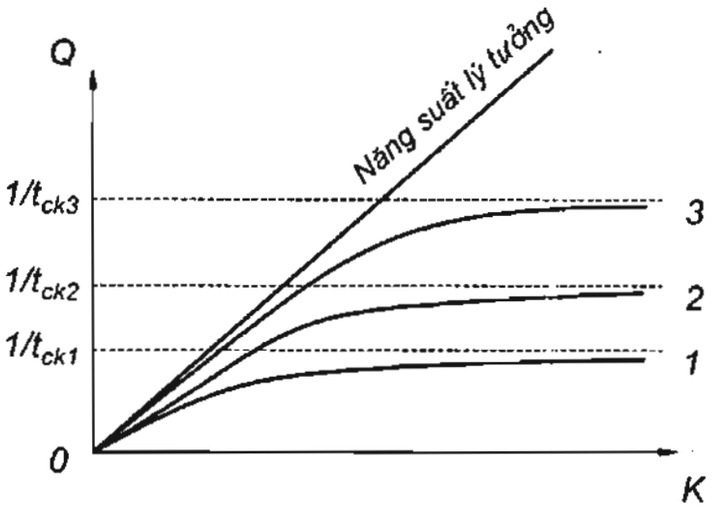
Năng suất Q của máy tự động bị giới hạn bởi giá trị $\frac{1}{t_{ck}}$ (hình 2.35a) do đó trên máy tự

động việc giảm thời gian chạy không $t_{ck}$ sẽ có tác động lớn đến việc tăng năng suất của máy tự động.




***Hình 2.35a*** – Giới hạn năng suất Q của máy tự động

Mỗi bước giảm $t_{ck}$ đều tạo ra sự nhảy vọt về mặt năng suất, đây chính là sự thể hiện tính hiệu quả của máy tự động, là máy có các chuyển động chạy không được tự động hóa đến mức cao nhất. Vì vậy việc phân loại máy tự động cũng dựa vào nguyên tắc thực hiện tự động chuyển động chạy không. Trên hình 2.35b cho thấy sự nhảy vọt về năng suất khi giảm $t_{ck}$.




***Hình 2.35b*** – Tăng giá trị năng suất giới hạn $Q_{max}$ khi giảm $t_{ck}$

### *2/ Năng suất thực tế của máy tự động*

Năng suất thực tế của máy tự động là số sản phẩm mà máy làm ra trong một đơn vị thời gian có tính đến các loại tổn thất trong và ngoài chu kỳ của máy tự động. Năng suất thực tế được tính theo công thức:

$$Q_{TT} = \frac{1}{T + t_{tt}} = \frac{K}{1 + K(t_{ck} + t_{ct})} = \frac{K}{1 + K.\Sigma t_p} \qquad (2.42)$$

Trong đó:

$Q_{TT}$ - năng suất thực tế của máy tự động.

T- thời gian chu kỳ gia công.

$t_{tt}$ - thời gian tổn thất ngoài chu kỳ tính cho một đơn vị sản phẩm, bao gồm thời gian thay dụng cụ, điều chỉnh dụng cụ, kiểm tra sửa chữa điều chỉnh máy, lắp phôi, kiểm tra sản phẩm .v.v...

$\Sigma t_p$ - tổng thời gian tổn thất trong chu kỳ gia công và ngoài chu kỳ gia công.

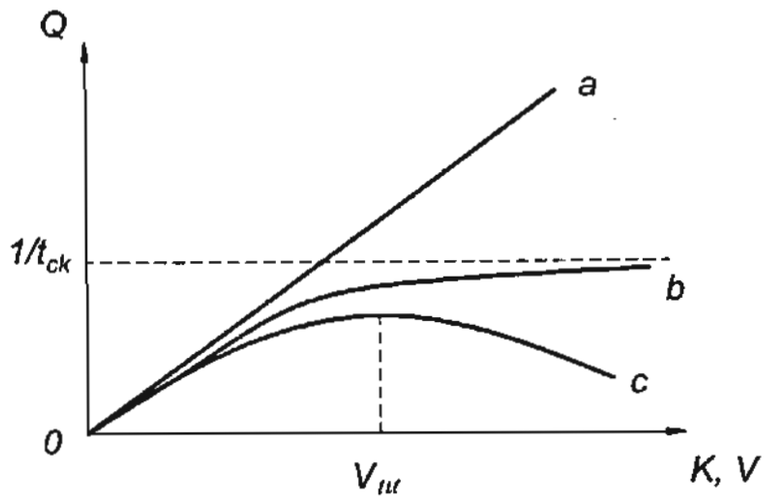
Các loại tổn thất trong và ngoài chu kỳ của máy tự động bao gồm:

- Tổn thất trong chu kỳ gia công $t_{ck}$ có liên quan đến vấn đề tự động hóa chu kỳ gia công như thời gian di chuyển phôi, các cơ cấu tiến lùi, đóng mở ...

Để giảm $t_{ck}$ có thể làm trùng $t_{ck}$ của các nguyên công, hoặc $t_{ck}$ trùng với $t_{ct}$ giữa các nguyên công (gia công nhiều dao cùng lúc). Khi nâng cao mức độ tự động hóa chu kỳ gia công cần phải đảm bảo máy tự động có $t_{ck}$ nhỏ nhất hoặc không còn $t_{ck}$ (như gia công nhiều vị trí).

- Tổn thất ngoài chu kỳ liên quan đến thời gian điều chỉnh thay thế dụng cụ $t_{dc}$. Để giảm $t_{dc}$ có thể sử dụng cơ cấu điều chỉnh dao nhanh, thay dao nhanh, phải thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa dụng cụ, chọn chế độ cắt tối ưu, sử dụng các loại vật liệu dụng cụ hiện đại có tính năng cắt cao.

Hình 2.36 cho thấy sự phụ thuộc của năng suất máy tự động vào vận tốc cắt.




***Hình 2.36*** – Sự phụ thuộc của Q vào vận tốc cắt

*a – Năng suất lý tưởng*
*b – Năng suất chưa tính đến ảnh hưởng của v*
*c – Năng suất khi chịu tác động của v*

- Tổn thất ngoài chu kỳ liên quan đến độ tin cậy và tuổi thọ của máy $t_m$, đây chính là thời gian dừng máy để điều chỉnh, bảo dưỡng, sửa chữa và thay thế ...

Để giảm $t_m$ cần tính toán thiết kế máy sao cho thời gian của các chu kỳ bảo dưỡng, sửa chữa các cụm chi tiết trùng nhau, sử dụng các thiết bị có chất lượng cao, tuổi thọ hợp lý.

- Tổn thất ngoài chu kỳ liên quan đến các khâu phụ, phục vụ sản xuất ... $t_{pv}$. Đó là thời gian dừng máy để tiếp nguyên vật liệu, dọn phoi, di chuyển thành phẩm, làm vệ sinh máy...

Để giảm $t_{pv}$ cần phải tự động hóa khâu phục vụ, sử dụng rôbôt cấp phôi, gá đặt chi tiết, sử dụng băng chuyền di chuyển thành phẩm .v.v... Tổ chức hợp lý quá trình liên thông năng lượng, vật chất và thông tin.

Đánh giá mức độ tự động hóa khâu phụ bằng hệ số bận rộn:

$$\psi = \frac{\sum t_{pv}}{T} = Q.\sum t_{pv} \qquad (2.43)$$

Trong đó:

$\psi$ - hệ số bận rộn.

Q - năng suất trong chu kỳ.

$t_{pv}$ - thời gian tổn thất của khâu phục vụ.

- Tổn thất ngoài chu kỳ liên quan đến kiểm tra chất lượng sản phẩm $t_{kt}$ bao gồm thời gian dừng máy để đo, kiểm tra phát hiện phế phẩm.

Để giảm $t_{kt}$ cần phải tự động hóa quá trình kiểm tra: kiểm tra tích cực ngay trong quá trình gia công, v...v.

- Tổn thất ngoài chu kỳ có liên quan đến việc thay đổi sản phẩm $t_{sp}$, đó là thời gian cần thiết để thay đổi gá đặt, thay đổi dụng cụ, thay chương trình của máy (thay đổi qui trình gia công, điều chỉnh máy, thay đổi cam ...), cắt thử, v...v.

Muốn giảm thời gian $t_{sp}$ thì thời gian chuẩn bị sản xuất và kết thúc sản xuất phải giảm, điều này cho thấy có sự mâu thuẫn giữa tự động hóa – chuyên môn hóa với thay đổi sản phẩm. Mâu thuẫn này chỉ được giải quyết khi sử dụng các máy CNC, hệ thống sản xuất linh hoạt FMS, CIM.

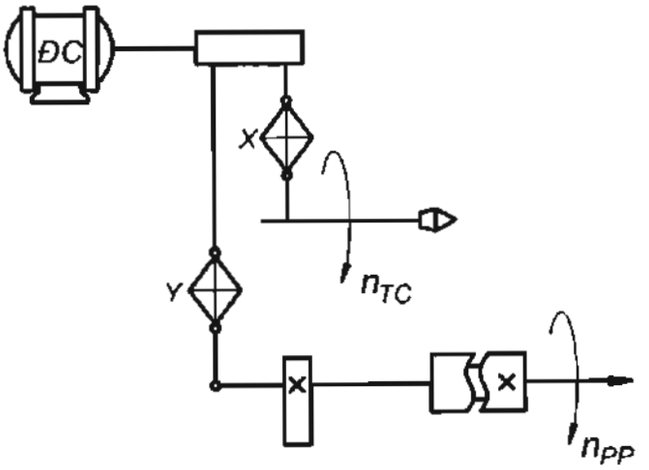
### 2.6.2. Sơ đồ kết cấu động học của máy tự động

Máy tự động được phân loại theo nguyên tắc hoạt động của xích chạy không. Đó chính là sự khác biệt giữa máy tự động và máy vạn năng, máy tự động có các xích chạy không được thực hiện theo chu kỳ tự động.

***1/ Máy tự động nhóm I***

Máy tự động nhóm I bao gồm các máy tự động cắt kim loại một trục chính gia công những chi tiết không phức tạp và các máy tự động hoạt động trong các ngành khác như: thực phẩm, dệt, hóa chất, v...v. Các chuyển động tự động của máy do các cam trên trục phân phối điều khiển.

Sơ đồ kết cấu động học máy tự động nhóm I được trình bày trên hình 2.37.



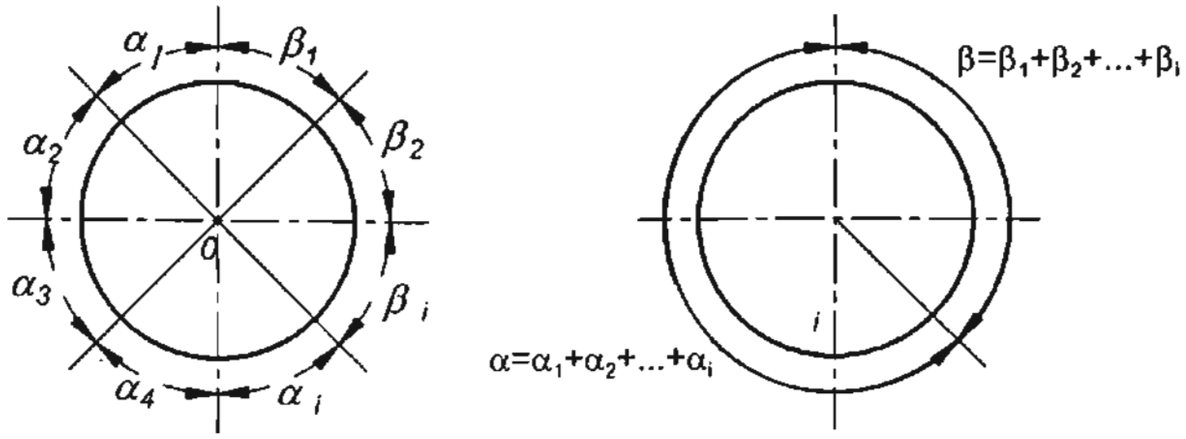

***Hình 2.37*** – Sơ đồ kết cấu máy tự động nhóm I

X – Chạc thay đổi tốc độ cho trục chính.
Y – Chạc thay đổi tốc độ cho trục phân phối.

Đặc điểm của máy nhóm I là có trục phân phối quay với tốc độ không đổi trong quá trình công tác và chạy không trên một chu kỳ gia công sản phẩm. Khi gia công sản phẩm khác nhau, muốn thay đổi chế độ cắt gọt phải thay đổi chạc (X) và chạc (Y) (hình 2.37).

Một đặc điểm khác của nhóm này là những cam chạy không lắp trên trục phân phối có góc $\beta = \beta_1+\beta_2+...+\beta_i$ ; khi gia công những sản phẩm khác nhau, các cam công tác được lắp trên trục phân phối để thực hiện những góc công tác khác nhau: $\alpha = \alpha_1+\alpha_2+...+\alpha_i$ (hình 2.38).

Với mỗi sản phẩm khác nhau sẽ có thời gian chu kỳ T khác nhau, thời gian chạy không $t_{ck}$ tương ứng với góc chạy không β. Thời gian chu kỳ T tương ứng với 1 vòng quay của trục phân phối là $2\pi = \alpha + \beta$.




***Hình 2.38*** – Các góc chạy không β và các góc công tác α.

Do đó:

$$t_{ck} \sim \beta$$

$$T \sim 2\pi$$

Rút ra: $$t_{ck} = \frac{\beta}{2\pi}.T \qquad (2.44)$$

Đồng thời giữa $t_{ck}$ và $t_{ct}$ trong mỗi chu kỳ có tỷ lệ không đổi nên:

$$\frac{t_{ck}}{t_{ct}} = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\beta}{2\pi - \beta} \qquad (2.45)$$

Như đã biết, năng suất lý tưởng $K = \frac{1}{t_{ct}}$ (không có thời gian chạy không), do đó:

$t_{ct} = \frac{1}{K}$ và thay vào công thức (2.45 ) ta có :

$$t_{ck} = \frac{\beta}{(2\pi - \beta).K}$$

Vì vậy năng suất của máy tự động nhóm I là :

$$Q_I = \frac{1}{T} = \frac{K}{1 + K.t_{ck}} = \frac{K}{1 + K.\frac{\beta}{(2\pi - \beta).K}}$$

Rút gọn:

$$Q_I = K(1 - \frac{\beta}{2\pi}) = K.\eta_I \qquad (2.46)$$

Trong đó: $\eta_I = 1 - \frac{\beta}{2\pi}$ gọi là hệ số năng suất của máy tự động nhóm I.

Có thể xác định năng suất máy nhóm I theo cách khác:

Nếu gọi : $n_{Tc}$ - số vòng quay trong một phút của trục chính

$n_{gc}$ - số vòng quay cần thiết của trục chính để gia công xong chi tiết (trong đó có thời gian chạy không) thì năng suất $Q_I$ được tính :

$$Q_I = \frac{n_{Tc}}{n_{gc}} \qquad (2.47)$$

Khi trục phân phối quay một góc $2\pi$ thì gia công xong một chi tiết tương ứng với $n_{gc}$ và khi trục phân phối quay một góc là $\alpha$ tương ứng với $n_{ct}$ ta có mối quan hệ:

$$2\pi \sim n_{gc}$$

$$\alpha \sim n_{ct}$$

Rút ra : $$n_{gc} = \frac{2\pi.n_{ct}}{\alpha}$$

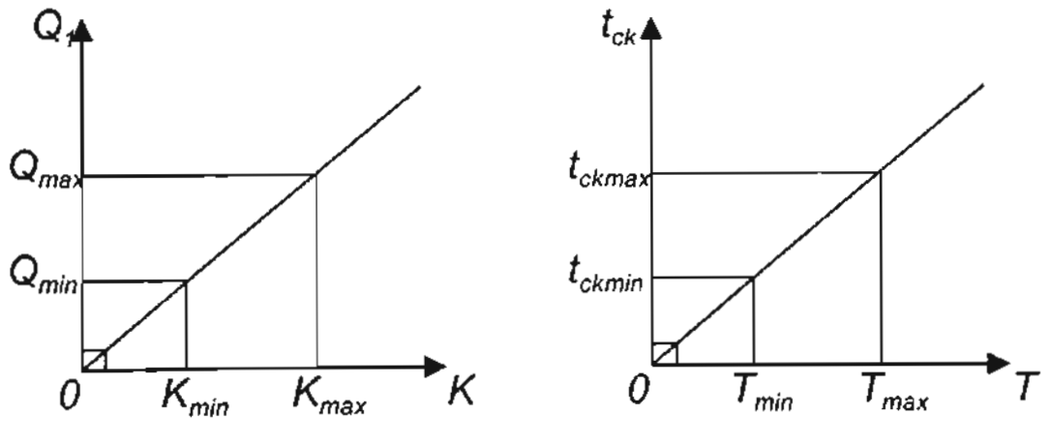
Thay giá trị của $n_{gc}$ vào công thức (2.47 ) được công thức:

$$Q_I = \frac{n_{Tc}.\alpha}{2\pi.n_{ct}}$$

Mặt khác: $\alpha = 2\pi - \beta$ và $\frac{n_{Tc}}{n_{ct}} = K$ nên:

$$Q_I = K.\frac{2\pi - \beta}{2\pi} = K.(1-\frac{\beta}{2\pi}) = K.\eta_I \qquad (2.48)$$

Vì $\eta_I = 1-\frac{\beta}{2\pi}$ là hằng số nên năng suất $Q_I$ tỷ lệ thuận với năng suất công nghệ K. Nhưng $Q_I$ lại bị giới hạn bởi $\frac{1}{t_{ck}}$ khi K tiến tới vô cùng ($K > K_{max}$ ) nên nếu $t_{ck}$ càng nhỏ thì năng suất Q càng lớn. Thời gian chạy không $t_{ck}$ lại tỷ lệ thuận với thời gian chu kỳ gia công T (hình 2.39) do đó máy nhóm I chỉ nên dùng để gia công các chi tiết đơn giản, có thời gian công tác ngắn (thời gian cắt gọt kim loại).




***Hình 2.39*** - Đồ thị quan hệ giữa các thông số Q, K, T và $t_{ck}$

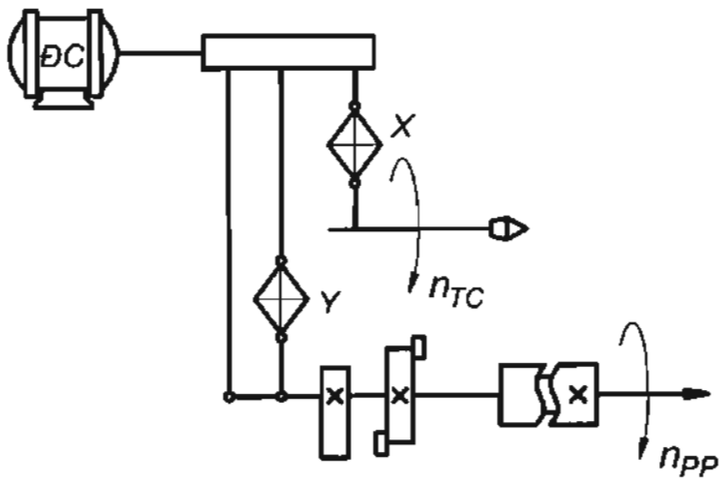
Nếu $K < K_{min}$ thì năng suất quá thấp, không nên sử dụng máy tự động.

Do đó năng suất hợp lý nên nằm trong phạm vi từ $Q_{min} \div Q_{max}$, tương ứng với năng suất lý tưởng trong phạm vi từ $K_{min} \div K_{max}$.

### *2/. Máy tự động nhóm II*

Máy tự động nhóm II bao gồm các máy cắt kim loại tự động nhiều trục chính để gia công các chi tiết phức tạp. Các chuyển động tự động của máy do các cam lắp trên trục phân phối có tốc độ quay thay đổi điều khiển.

Sơ đồ kết cấu động học máy tự động nhóm II được trình bày trên hình 2.40.




***Hình 2.40*** – Sơ đồ kết cấu động học máy tự động nhóm II

Đặc điểm của máy tự động nhóm II là trục phân phối khi chạy công tác (cắt gọt) thì quay chậm qua chạc bánh răng thay thế (Y), còn khi chạy không thì quay nhanh được truyền trực tiếp từ động cơ đến trục phân phối (hình 2.40).

Điều chỉnh số vòng quay trục chính theo công thức:

$$n_{dc}.x = n_{Tc} \text{ (vg/ph)} \qquad (2.49)$$

$x = \dfrac{n_{Tc}}{n_{dc}}$ : chạc điều chỉnh tốc độ X

Điều chỉnh số vòng quay trục phân phối :

$$n_{dc}.y = n_{pp} \qquad (2.50)$$

$y = \dfrac{n_{pp}}{n_{dc}}$ : chạc điều chỉnh thời gian gia công xong 1 sản phẩm

Xích chạy nhanh của trục phân phối được thực hiện với tốc độ không đổi:

$n_{dc} \rightarrow n_{pp}$ chạy nhanh, do đó $t_{ckII}$= const.

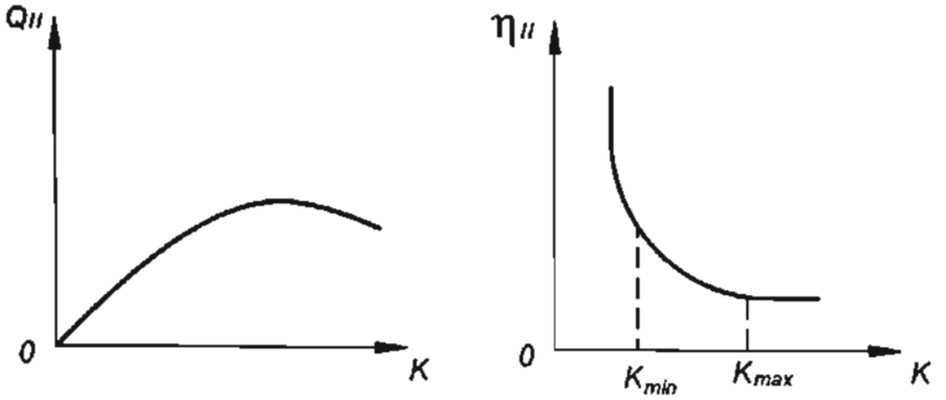
*Năng suất của máy tự động nhóm II*

$Q_{II} = \dfrac{1}{T} = \dfrac{1}{t_{ct} + t_{ckII}}$ thay $K = \dfrac{1}{t_{ct}}$ ta có :

$$Q_{II} = K.\frac{1}{1+K.t_{ckII}} = K.\eta_{II} \qquad (2.51)$$

Trong đó: $\eta_{II} = \dfrac{1}{1+K.t_{ckII}}$ được gọi là hệ số năng suất của máy nhóm II

Sự phụ thuộc của năng suất máy nhóm II $Q_{II}$ vào năng suất công nghệ K và hiệu suất $\eta_{II}$ vào K được trình bày trên hình 2.41.



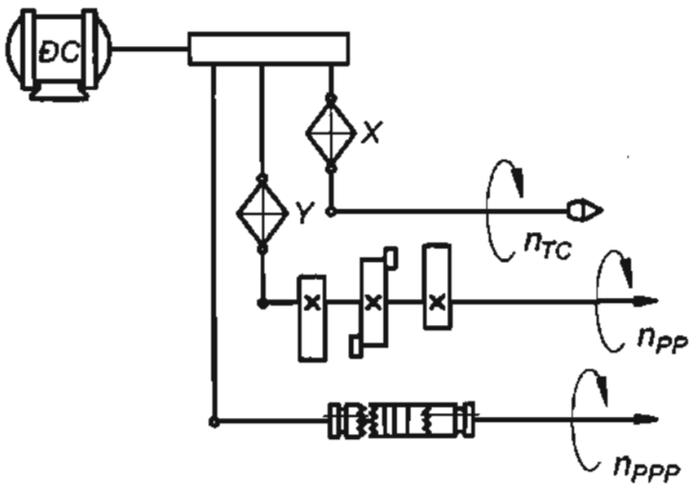

***Hình 2.41*** - Đồ thị quan hệ giữa K, Q và $\eta_{ll}$

### *3/ Máy tự động nhóm III*

Máy tự động nhóm III là các máy tự động rêvônve một trục chính. Các chuyển động tự động của máy do các cam lắp trên trục phân phối và trục phân phối phụ có tốc độ quay khác nhau điều khiển.

Sơ đồ kết cấu động học máy tự động nhóm III được trình bày trên hình 2.42.

Trục phân phối quay với tốc độ không đổi như máy nhóm I, thực hiện các chuyển động công tác và một vài chuyển động chạy không. Trục phân phối phụ dùng để lắp các cam thực hiện các chuyển động phụ như: tháo kẹp phôi, phóng phôi, v...v. Tốc độ của trục phân phối phụ nhanh và không đổi khi gia công các chi tiết khác nhau như máy nhóm II. Vì máy tự động nhóm III có xích chạy không như máy nhóm I và xích trục phân phối phụ quay nhanh như máy nhóm II, nên máy nhóm III được xem là nhóm máy trung gian giữa nhóm I và nhóm II. Thời gian chạy không của máy nhóm III là: $t_{ckIII} = t_{ckI} + t_{ckII}$




***Hình 2.42*** – Sơ đồ kết cấu động học máy tự động nhóm III

Muốn thay đổi chế độ cắt thay đổi chạc (X) theo phương trình động học trục chính :

$$n_{đc}.x = n_{Tc}\ (vg/ph) \rightarrow x = \frac{n_{Tc}}{n_{đc}} \qquad (2.52)$$

Muốn thay đổi năng suất thay đổi chạc (Y) :

$$n_{đc}.y = n_{pp} \rightarrow y = \frac{n_{đc}}{n_{pp}} \qquad (2.53)$$

Trục phân phối phụ ($n_{ppp}$) được truyền động từ động cơ qua các tỷ số truyền cố định.

Vì máy nhóm III là nhóm máy trung gian nên thời gian chu kỳ gia công:

$$T = t_{ct} + t_{ckI} + t_{ckII} \qquad (2.54)$$

Trong đó :

$t_{ckI}$ - thời gian chạy không có tính chất như trong máy nhóm I do trục phân phối thực hiện. $\beta_I$ = const.

$t_{ckII}$ - thời gian chạy không có tính chất như trong máy nhóm II do trục phân phối phụ quay nhanh thực hiện:

$$t_{ckII} = \text{const} \rightarrow (\beta_{II} = t_{ckII}.\frac{2\pi}{T} \neq \text{const}).$$

Mối liên hệ giữa góc quay và thời gian của trục phân phối như sau:

$$2\pi \sim T$$

$$\beta_I \sim t_{ckI}$$

Do đó $t_{ckI} = \dfrac{T\beta_I}{2\pi}$

Thay $t_{ckI}$ vào công thức (2.54 ) ta có :

$$T = t_{ct} + \frac{T\beta_I}{2\pi} + t_{ckII}$$

Suy ra: $T = \dfrac{t_{ct} + t_{ckII}}{1 - \dfrac{\beta_I}{2\pi}}$

Nên : $$Q_{III} = \frac{1}{T} = \frac{1 - \frac{\beta_I}{2\pi}}{t_{tc} + t_{ckII}} = \left(1 - \frac{\beta_I}{2\pi}\right).\frac{K}{1 + Kt_{ckII}} \qquad (2.55)$$

Do đó: $Q_{III} = K.\eta_I.\eta_{II}$

Trong đó : $\eta_I = 1 - \dfrac{\beta_I}{2\pi}$ và $\eta_{II} = \dfrac{K}{1 + Kt_{ckII}}$

Từ công thức 2.55 cho thấy năng suất của máy tự động nhóm III phụ thuộc vào năng suất công nghệ K và hệ số năng suất $\eta_I$ của máy nhóm I và hệ số năng suất $\eta_{II}$ của máy nhóm II.

### 2.6.3 Chọn máy tự động và hiệu suất công tác máy tự động

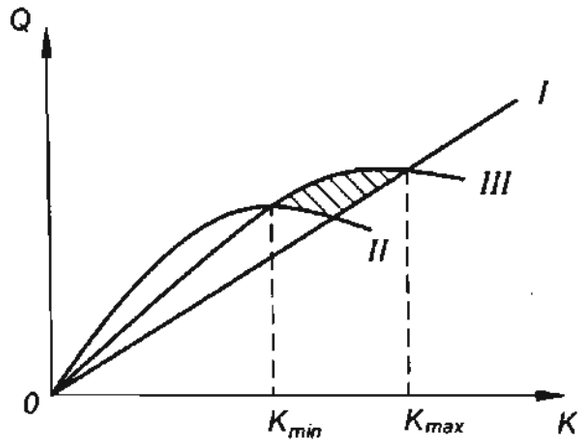
#### *1/ Chọn máy tự động*

Khi cần tính toán thiết kế điều chỉnh gia công một chi tiết cụ thể nào đó trên các máy tự động, trước hết cần phải dựa trên quan điểm năng suất. Đầu tiên phải căn cứ vào kết quả tính toán năng suất công nghệ K (hình 2.43). Muốn chọn chính xác máy tự động phải dựa trên tính năng của máy, năng suất công nghệ và hiệu suất năng suất.

Nếu $K < K_1$ : chọn máy tự động nhóm II → tương ứng K < 1 chi tiết/phút.

Nếu $K_1 < K < K_2$: chọn máy tự động nhóm III → tương ứng 1<K < 10 chi tiết/phút.

Nếu $K > K_2$: chọn máy tự động nhóm I → tương ứng K > 10 chi tiết/phút.




***Hình 2.43*** - Đồ thị chọn nhóm máy tự động khi tính toán thiết kế điều chỉnh

Trên thực tế sản suất khi chọn máy ngoài việc dựa vào đồ thị trên hình 2.32 còn cần phải chú ý các điểm sau: đường kính lớn nhất khi tiện ngoài, đường kính lớn nhất khi cắt ren, chiều dài lớn nhất của chi tiết cần gia công, dựa vào tình hình máy cụ thể đang có ở phân xưởng.

Ví dụ, theo tính toán thì cần phải chọn máy nhóm I vì cho năng suất lớn nhất. Nhưng ở phân xưởng chỉ có máy nhóm III và nhóm II do đó phải chọn máy nhóm III.

***2/ Hiệu suất công tác của máy tự động***

Hiện nay tính hiệu suất của máy thường căn cứ theo công suất tiêu thụ, nghĩa là :

$$\eta_N = \frac{N_{ci}}{N_{tt}} \qquad (2.56)$$

Trong đó : $\eta_N$ - hiệu suất tính theo công suất.

$N_{ci}$ - công suất có ích.

$N_{tt}$ - công suất tiêu thụ.

Công thức (2.56) không đánh giá được năng suất lao động cũng như sự tiến bộ của khoa học công nghệ.

Ví dụ, khi cắt một chi tiết dạng trục có đường kính vài trăm milimét, chiều dài 500 mm, máy tự động phải cắt suốt ngày, tốn khá nhiều công suất nhưng vẫn chưa có một sản phẩm nào.

Vì thế trên máy tự động phải tính hiệu suất chính xác theo công, nghĩa là :

$$\eta_A = \frac{A_{ci}}{A_{tt}} \qquad (2.57)$$

Mà : $A_{ci} = N_{ci}.t_{ct}$ (*Công có ích = Công suất có ích* x *Thời gian công tác*)

$$A_{tt} = A_{ci} + A_c + A_{ck} = N_{ci}.t_{ct} + N_c.t_{ct} + N_{ck}.t_{ck} \qquad (2.58)$$

Trong đó :

$\eta_A$ - hiệu suất của máy tính theo công,

$A_{ci}$ ,$A_{tt}$ ,$A_c$ ,$A_{ck}$ - tương ứng là công có ích, công tiêu thụ, công cản do ma sát và công chạy không,

$N_c$ ,$N_{ck}$ - công suất cản và công suất chạy không,

$t_{ct}$ ,$t_{ck}$ - thời gian công tác và thời gian chạy không.

Thay giá trị công tiêu thụ $A_{tt}$ của phương trình (2.58 ) vào (2.57 ) ta có :

$$\eta_A = \frac{N_{ci}.t_{ct}}{N_{ci}.t_{ct} + N_c.t_{ct} + N_{ck}.t_{ck}} \quad (2.59)$$

Công suất công tác: $N_{ct} = N_{ci} + N_c$ , chia tử số và mẫu số của phương trình (2.59) cho $N_{ct}.t_{ct}$ ta có :

$$\eta_A = \frac{\frac{N_{ci}}{N_{ct}}}{1 + \frac{N_{ck}}{N_{ct}}.\frac{t_{ck}}{t_{ct}}} \quad (2.60)$$

Công suất tiêu thụ ($N_{TT}$) chính là công suất công tác ($N_{ct}$), tử số của phương trình (2.60) chính là hiệu suất tính theo công suất :

$$\eta_A = \frac{\eta_{td}}{1 + \frac{N_{ck}}{N_{ct}}.\frac{t_{ck}}{t_{ct}}} \quad (2.61)$$

Giả sử công suất chạy không $N_{ck}$ = công suất công tác $N_{ct}$ thì tỷ số $\frac{N_{ck}}{N_{ct}} = 1$.

Công thức (2.61) sẽ trở thành :

$$\eta_A = \eta_{td}.\frac{1}{1 + K.t_{ck}} = \eta_{td}.\eta_{ns} \quad (2.62)$$

Vậy hiệu suất $\eta_A$ bằng *hiệu suất truyền dẫn* nhân với *hệ số năng suất*.

### 2.6.4 Sơ đồ động của máy tự động nhóm I

Máy tiện tự động nhóm I gồm hai loại máy cơ bản, có chuyển động của phôi khác nhau. Loại thứ nhất phôi không chuyển động là máy tiện tự động cắt đứt định hình, loại thứ hai phôi chuyển động là máy tiện tự động dọc định hình.

Máy tiện tự động cắt đứt định hình 1106 là máy tiện tự động dùng phôi cuốn, trong quá trình máy gia công phôi đứng yên, dao vừa quay hành tinh quanh phôi vừa tiến dao. Loại máy tiện tự động này chủ yếu được dùng trong các xí nghiệp chế tạo đồng hồ.

Máy tiện tự động dọc định hình là máy tiện tự động dùng phôi thanh, trong quá trình máy gia công phôi vừa quay vừa có chuyển động chạy dao dọc. Loại máy tiện tự động này chủ yếu được dùng để chế tạo các chi tiết có kích thước trung bình, hình dạng đơn giản và sản lượng lớn như các loại bu lông , vít, ềcu, v...v.

Máy tiện tự động dọc định hình có nhiều kiểu khác nhau. Các kiểu máy của Liên Xô cũ gồm: máy cỡ nhỏ như: 110 , 1A10П ,1Б10A , 1Б10B , 1Б10П; máy cỡ trung như: 112 , 1A12 , 1A12B , 1П12; máy cỡ nặng như:116 , 1A16 , 1П16. Các kiểu máy của Đức: 652 , 652S , 656 , 656S, v...v. Các kiểu máy của Tiệp: AD4, A6, AD12, v...v.

Các máy của Liên Xô cũ được ký hiệu theo qui định sau:

Ví dụ, máy tiện tự động dọc định hình có ký hiệu 1Б10B:

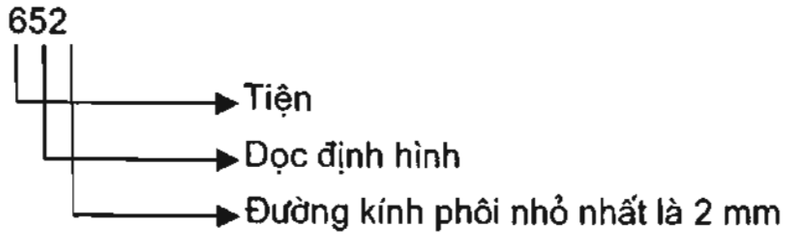
1Б10B

- → Tiện
- → Cải tiến lần thứ 2Б
- → Đường kính phôi lớn nhất 10 mm
- → Hiện đại lần thứ 3B

Đường kính phôi nhỏ nhất có thể gia công trên máy phải tra trong thuyết minh của máy.

Các máy của Đức được ký hiệu theo qui định ngược lại như sau:

Ví dụ, máy tiện tự động dọc định hình có ký hiệu 652:




Đường kính phôi lớn nhất có thể gia công trên máy phải tra trong thuyết minh của máy.

Trên hình 2.44 trình bày hình dáng chung của máy tự động dọc định hình 1П12 khi không lắp trục dụng cụ.

Máy có thể gia công được phôi thép, kim loại màu với các đường kính khác nhau: đường kính lớn nhất là $\phi 12$ và chiều dài lớn nhất $L_{max}$= 80mm từ các phôi thanh đã qua vuốt nguội. Độ bóng bề mặt gia công có thể đạt được $\nabla 7 \div \nabla 8$ tương đương Ra = 1,25 ÷ 0,63.

Do độ chính xác và độ bóng bề mặt gia công cao nên máy được dùng vào việc chế tạo các chi tiết dùng trong thiết bị đo, đồng hồ, v...v.

Không dùng dao định hình để lắp trên các bàn dao ngang vì đường kính phôi bé không đủ cứng vững. Trong một số trường hợp cụ thể máy có thể được trang bị thêm đồ gá phay rãnh đầu vít.

***1/ Tính năng kỹ thuật của máy 1П12***

- Đường kính lỗ trục chính : 13 mm.
- Khoảng cách từ mép trục chính đến bàn dao ngang : 0,5÷147,5 mm.
- Đường kính phôi gia công lớn nhất : 12 mm.
- Chiều dài lớn nhất khi tiện : 80 mm.
- Chiều dài lớn nhất khi tiện có luynet :50 mm.
- Chiều dài lớn nhất phôi thanh : 4000 mm.
- Đoạn phôi cuối cùng máy không thể gia công được :
  + Khi không có luynet : 98 mm.
  + Khi có luynet : 165 mm.
- Giới hạn gia công ren lớn nhất: thép: M6; đồng: M7.
- Đường kính mũi khoan lớn nhất: thép: 6 mm; đồng: 7 mm.
- Khoảng di chuyển lớn nhất của trục chính : 30 mm.
- Số bàn dao ngang : 5.
- Khoảng di chuyển lớn nhất của bàn dao ngang :

  Bàn dao số 1 : 6,5 mm.

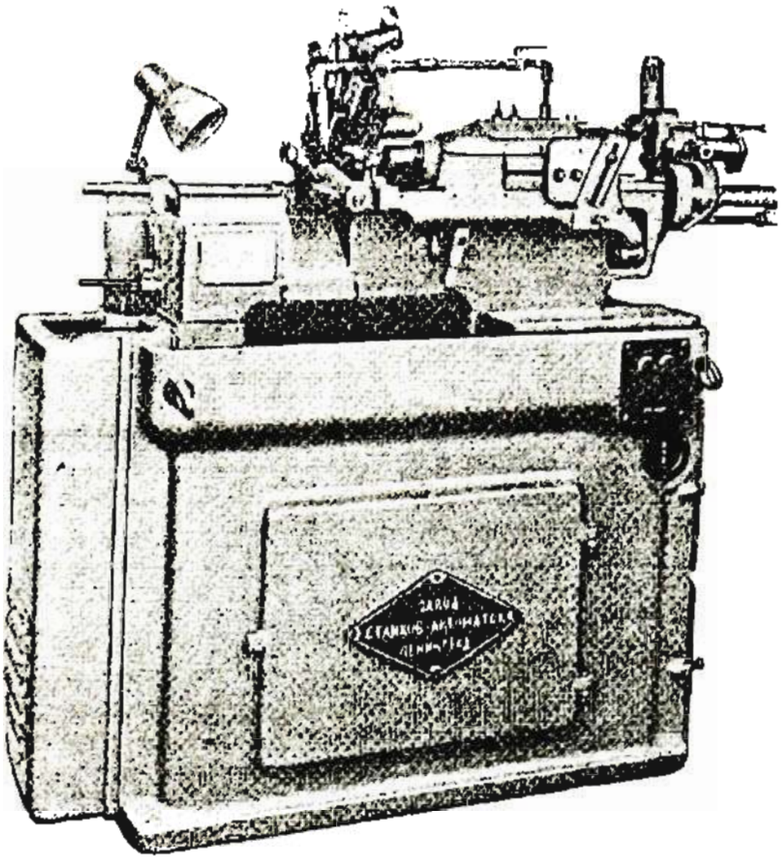
  Bàn dao số 2 : 7,5 mm.

  Bàn dao số 3 : 30 mm.

  Bàn dao số 4 : 15 mm.

Bàn dao số 5 : 15 mm.

- Số cấp tốc độ trục chính: Z=10
- Giới hạn số vòng quay trục chính: 750÷6070(vg/ph).
- Giới hạn vòng quay trục phân phối: 0,154÷33,8(vg/ph).
- Thời gian quay một vòng của trục phân phối: 1,75÷390(s).
- Công suất động cơ: 2,2Kw; $n_{dc}$= 1500vg/ph.
- Tổng chiều dài của máy và ống dẫn phôi: 4475mm.



*Hình 2.44* – Hình dáng chung của máy 1П12 (khi không lắp trục dụng cụ)

***2/ Sơ đồ động của máy tiện tự động dọc định hình 1П12***

Sơ đồ động của máy tiện tự động dọc định hình 1П12 được trình bày trên hình 2.45. Chuyển động tạo hình của máy tiện tự động dọc định hình gồm có 3 xích truyền động cơ bản là: xích tốc độ, xích trục phân phối và xích trục dụng cụ.

*a. Xích tốc độ* truyền động từ động cơ đến trục chính của máy, có phương trình như sau:

$$n_{dc}(1420\ vg/ph)\frac{A}{B}(I)\frac{\phi 180}{\phi 80}(II) = n_{Tc}\ (vg/ph) \qquad (2.63)$$

Trong đó: $\frac{A}{B}$ - tỷ số truyền của cặp puli thay thế.

b. *Xích trục phân phối* truyền động từ động cơ đến trục phân phối của máy, có phương trình như sau:

$$n_{dc}(1420vg/ph).\frac{A}{B}(I)\left\langle\begin{matrix}\frac{30}{40}\\ \frac{1}{45}\\ \frac{T}{K}\end{matrix}\right\rangle(IV).\frac{1}{Z}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}\ (V)\left\langle\begin{matrix}\frac{18}{40}\\ \frac{30}{40}\end{matrix}\right\rangle(VII)\frac{38}{42}(VII)\frac{1}{45}(IX) = n_{pp}(ct/ph) \qquad (2.64)$$

*c. Xích trục dụng cụ* truyền động từ động cơ đến trục dụng cụ, thể hiện bằng phương trình:

$$n_{dc}(1420\ vg/ph).\frac{A}{B}(I)\left\langle\frac{\frac{\phi156}{\phi64}}{\frac{\phi130}{\phi64}}\right\rangle(X) = n_{dc}\ (vg/ph) \qquad (2.65)$$

Trên máy tiện tự động dọc định hình 1П12 tiến hành cắt ren theo phương pháp cắt đuổi, trục chính mang phôi có tốc độ và chiều quay không đổi trong quá trình cắt ren và tháo ren. Khi cắt ren trục dụng cụ quay cùng chiều và nhanh hơn trục chính, khi tháo ren trục dụng cụ quay cùng chiều và chậm hơn trục chính.

*Công thức cắt ren của máy tự động* :

$$n_{cr} = n_{TC} \pm n_{dc} \qquad (2.66)$$

Trong đó:

$n_{cr}$- số vòng quay cắt ren.

$n_{TC}$- số vòng quay của trục chính.

$n_{dc}$- số vòng quay của trục dụng cụ.

Đối với máy nhóm I, công thức cắt ren được thể hiện:

- Khi cắt ren: $n_{cr} = n_{dc1} - n_{TC}$
- Khi lùi ren: $n_{lr} = n_{TC} - n_{dc2}$

$n_{dc1} > n_{dc2}$ và cùng chiều (phương pháp cắt đuổi).

Đường truyền động của xích trục dụng cụ khi cắt ren và tháo ren:

- khi cắt ren: $n_{dC}.\frac{A}{B}.\frac{M}{64} = n_{dc1}$
- khi lùi ren: $n_{dC}.\frac{A}{B}.\frac{K}{64} = n_{dc2}$

$n_{dc}$ – số vòng quay của động cơ.

Cần lưu ý rằng để đảm bảo cắt được ren theo phương pháp cắt đuổi thì M>ϕ144mm và để tháo ren thì K<ϕ144mm. Trên sơ đồ động đường kính puli đi theo máy M=156mm và K=130mm, đảm bảo cắt được ren trong phạm vi cắt ren của máy.

*d. Xích quay tay trục phân phối* dùng để kiểm tra hoạt động của các cơ cấu máy khi điều chỉnh máy:

$$\text{Tay quay } LH_2.\frac{1}{45} = n_{pp}\ (\text{quay tay}) \qquad (2.67)$$

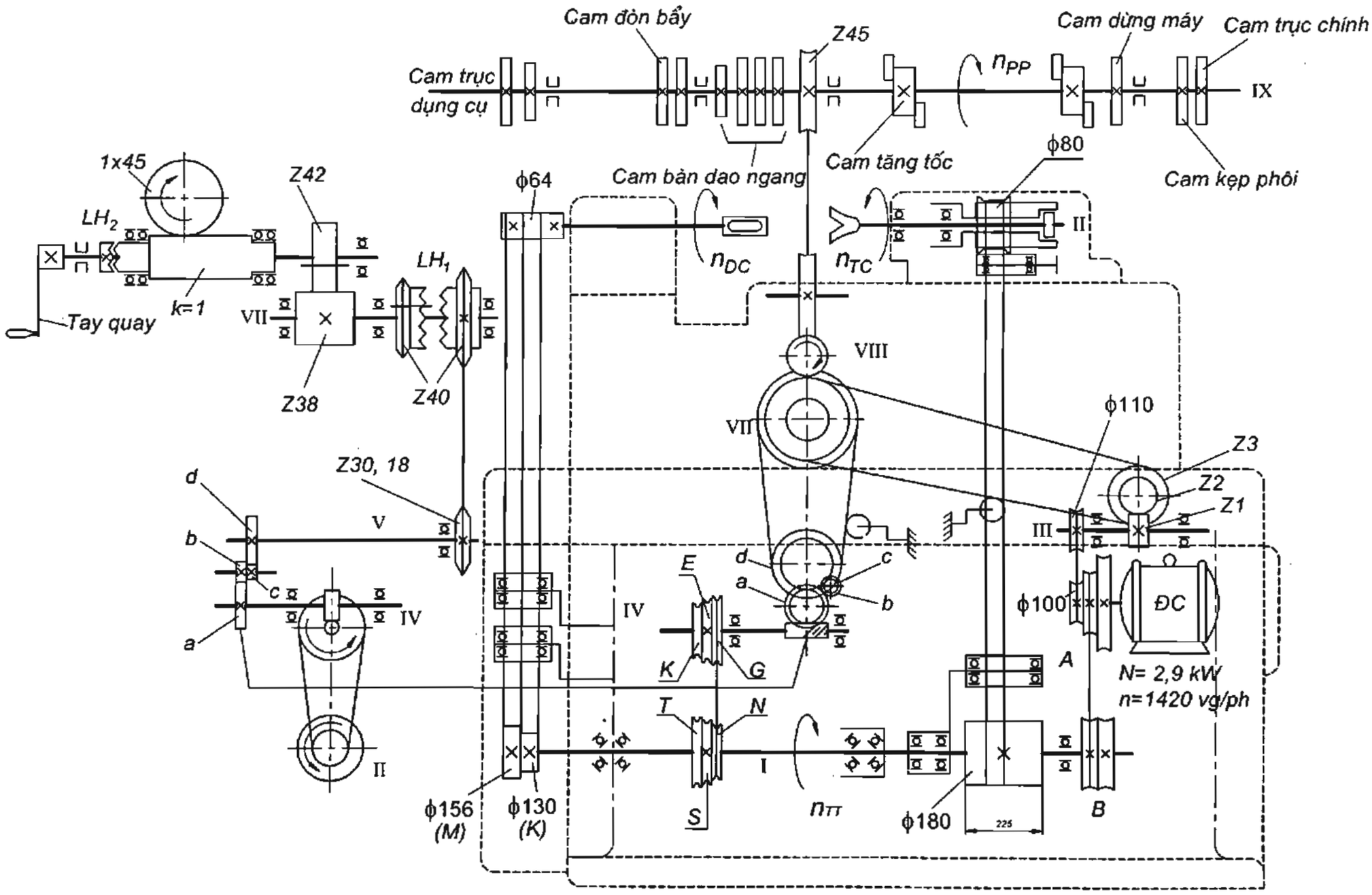
*e. Xích chạy nhanh trục phân phối* để kiểm tra qui trình hoạt động của máy trước khi cho máy chạy gia công :

$$n_{dc}(1420g/ph)\frac{\phi100}{\phi110}(III).\frac{Z_1}{Z_2}.\frac{Z_3}{Z_{40}}.\frac{Z_{38}}{Z_{42}}.\frac{1}{45} = n_{pp}\ (\text{chạy nhanh}) \qquad (2.68)$$

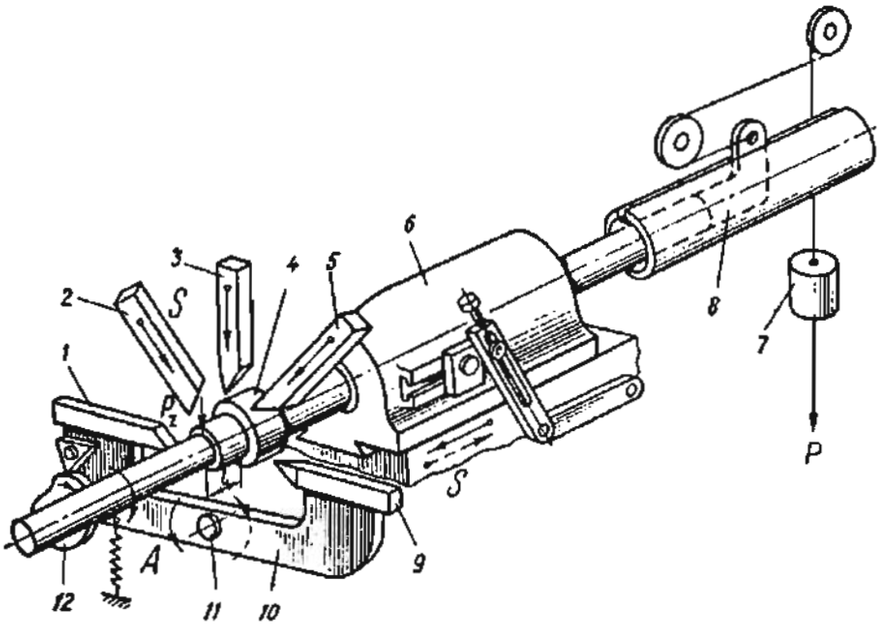
***3/ Các cơ cấu đặc biệt***

*a. Hệ thống ụ trục phôi*

Hệ thống ụ trục phôi trên máy tiện tự động dọc định hình 1П12 có nhiệm vụ phóng, gá kẹp phôi đồng thời thực hiện việc truyền chuyển động quay và chuyển động dọc cho phôi trong quá trình cắt.

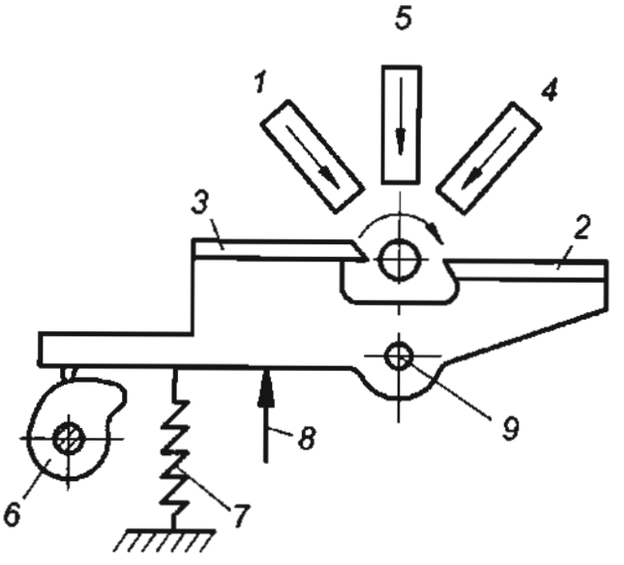



**Hình 2.45** – Sơ đồ động của máy 1П12




***Hình 2.46*** - Ụ trục phôi máy tự động nhóm I

Trong quá trình gia công ụ trục phôi 6 chạy dọc nhờ cam ụ trục phôi, đưa phôi qua giá đỡ 4 vào vùng gia công (tiện dọc) (hình 2.46). Sau khi gia công xong, dao cắt đứt 1 đi vào cắt đứt, sau đó không lùi mà dừng lại làm cữ chắn phôi, không cho phôi thanh chuyển động sang trái dưới tác động của trọng lượng P của đối trọng 7. Dưới tác động của cam ống kẹp, ống kẹp phôi mở ra, đồng thời cam ụ trục phôi đẩy ụ trục phôi về bên phải (lúc này phôi thanh vẫn tỳ vào dao cắt đứt). Đến cuối hành trình của ụ trục phôi, ống kẹp phôi dưới tác động của cam kẹp phôi, kẹp chặt phôi, dao cắt đứt lùi ra. Cam ụ trục phôi đẩy ụ trục phôi đưa phôi thanh vào vùng gia công và quá trình cắt lại lặp lại.




***Hình 2.47*** – Sơ đồ bố trí bàn dao ngang trên máy tự động nhóm I

*b. Hệ thống bàn dao ngang*

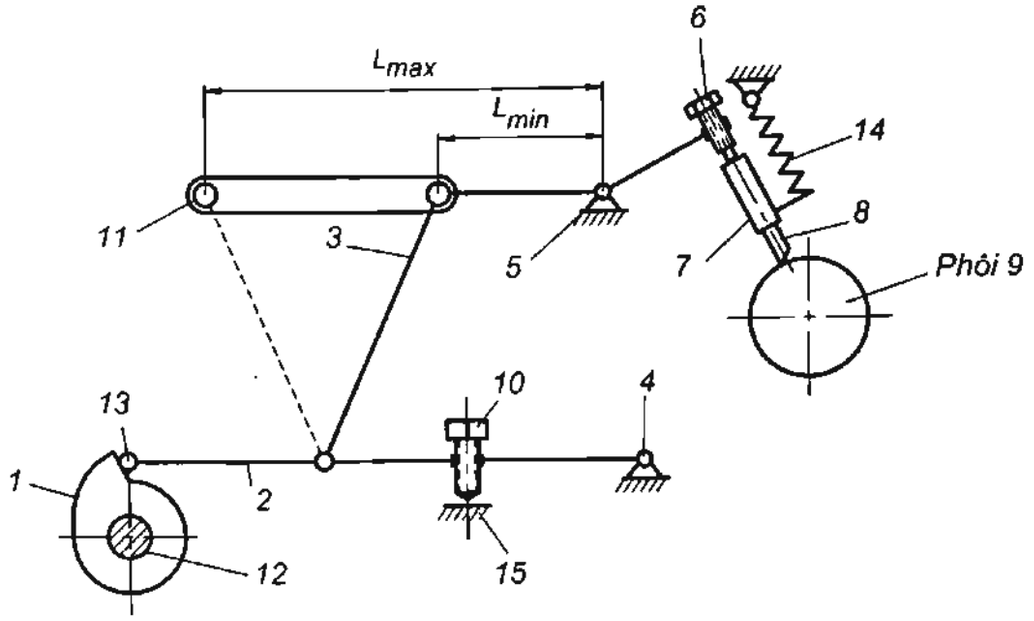
Trên máy tiện tự động dọc định hình 1П12 có 5 bàn dao ngang: 2 bàn dao đòn cân, 3 bàn dao đứng.

Bàn dao đòn cân được trình bày trên hình 2.47. Dưới tác động của cam 6 được lắp trên trục phân phối làm nâng cần của bàn dao quay quanh tâm quay 9 làm dao 3 đi vào vùng gia công. Khi cam hạ thì dưới tác dụng của lực lò xo 7 đưa dao 2 vào vùng gia công. Cữ tỳ điều chỉnh 8 được dùng để điều chỉnh khe hở mặt cam ở vùng có lượng nâng nhỏ nhất. Mỗi dao có cơ cấu điều chỉnh vị trí của dao so với phôi.

Các bàn dao đứng được trình bày trên hình 2.47 là bàn dao 1,bàn dao 4, bàn dao 5.

Mỗi bàn dao đứng nhận một chuyển động từ một cam trên trục phân phối (hình 2.48). Lượng nâng của cam 1 cố định nhưng hành trình của dao có thể thay đổi nhờ cơ cấu điều chỉnh 3 có phạm vi từ $l_{min}$ đến $l_{max}$. Trên mỗi bàn dao có cơ cấu điều chỉnh 6 để điều chỉnh vị

trí dao so với phôi 9. Vít 10 dùng để điều chỉnh khe hở giữa bề mặt cam có đường kính nhỏ nhất với đầu cần lắc của cam.

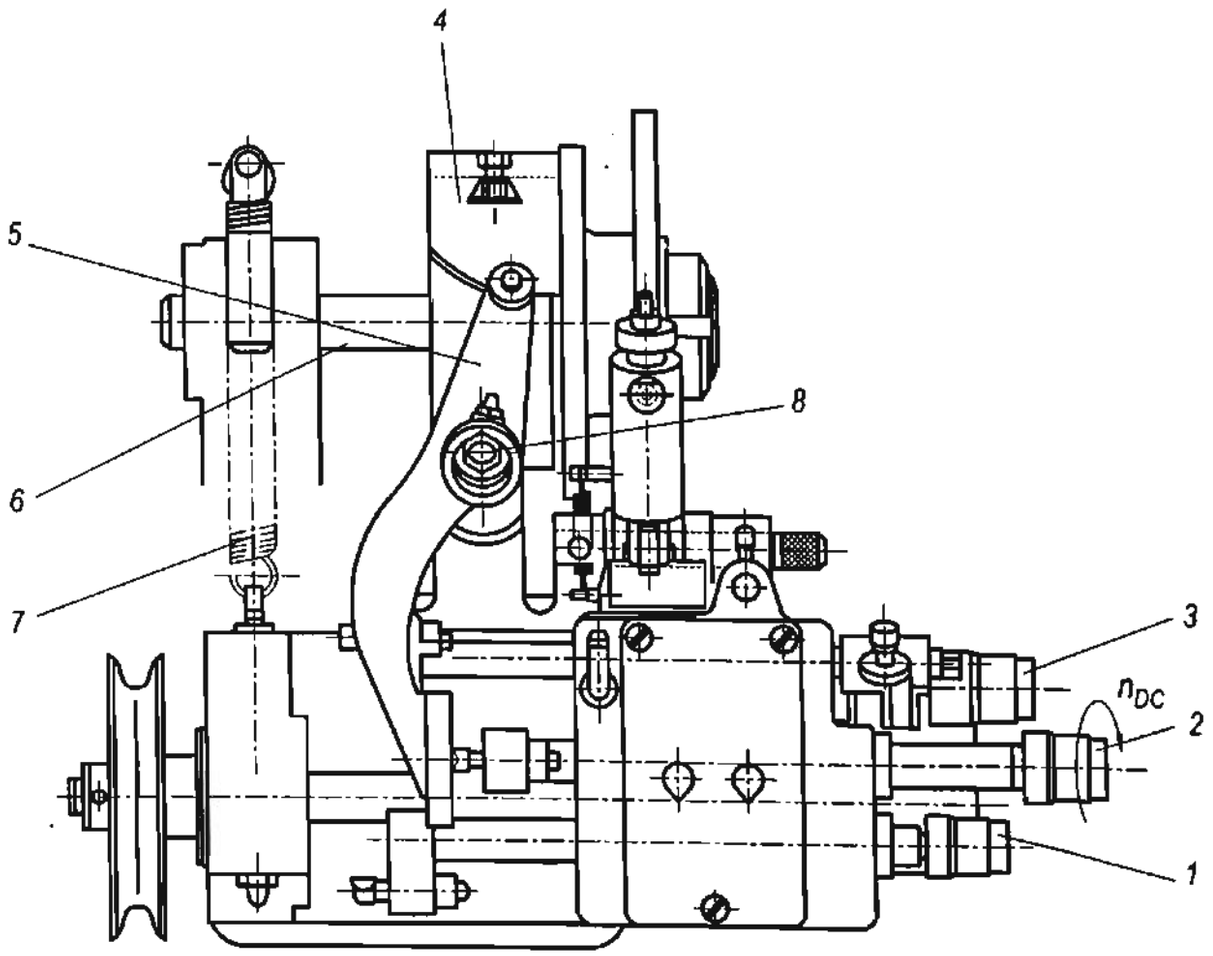



***Hình 2.48*** – Sơ đồ nguyên lý của bàn dao đứng

*c. Ụ dụng cụ nhiều đầu*

Khi cắt ren trong lỗ, máy tiện tự động dọc định hình 1П12 được gá lắp ụ dụng cụ gồm có ba đầu dụng cụ: khoan, khoét, tarô (hình 2.49).

Dưới tác động của cam phân độ làm ụ dụng cụ quay xung quanh trục quay đưa lần lượt 3 đầu dụng cụ vào vị trí gia công (đối diện với trục chính). Cam 4 thông qua cần 5 đẩy dụng cụ đi vào gia công. Lò xo 7 luôn kéo ụ dụng cụ tỳ vào cam phân độ




***Hình 2.49*** – Ụ dụng cụ nhiều đầu của máy tiện tự động dọc định hình 1П12

### 2.6.5. Sơ đồ động của máy tiện tự động nhóm II

Máy tiện tự động nhóm II là các máy tiện tự động cắt kim loại nhiều trục chính được sử dụng để gia công các chi tiết máy có hình dạng phức tạp.

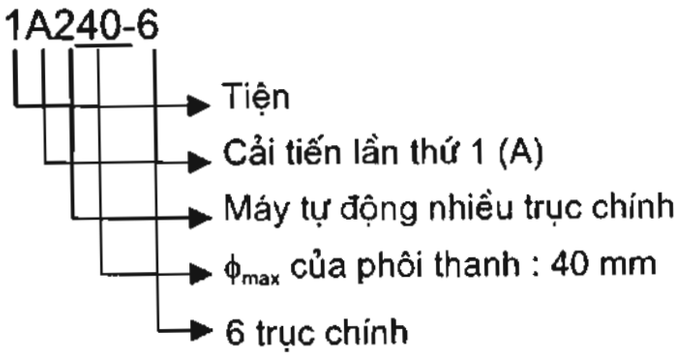
Máy tiện tự động nhóm II có nhiều kiểu máy khác nhau.

Các kiểu máy tiện tự động nhiều trục của Liên Xô cũ gồm: máy cỡ nhẹ như: 1240-4, 1240-6,1A240-6; máy cỡ trung như: 1265-4, 1265-6, 1A290-6; máy cỡ nặng như: 1290-4, 1290-6, 1A290-6.

Các kiểu máy tự động nhiều trục của Đức: DAM6x25, DAM6x63, v...v.

Các máy của Liên Xô cũ được ký hiệu theo qui định sau:

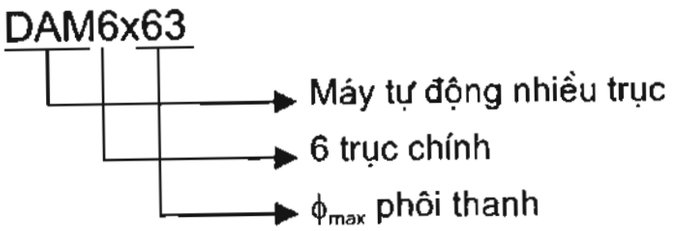
Ví dụ, máy máy tiện tự động nhiều trục có ký hiệu 1A240-6:




Đường kính phôi nhỏ nhất có thể gia công trên máy phải tra trong thuyết minh.

Các máy của Đức được ký hiệu theo qui định như sau:

Ví dụ, máy tiện tự động nhiều trục có ký hiệu DAM6x63:

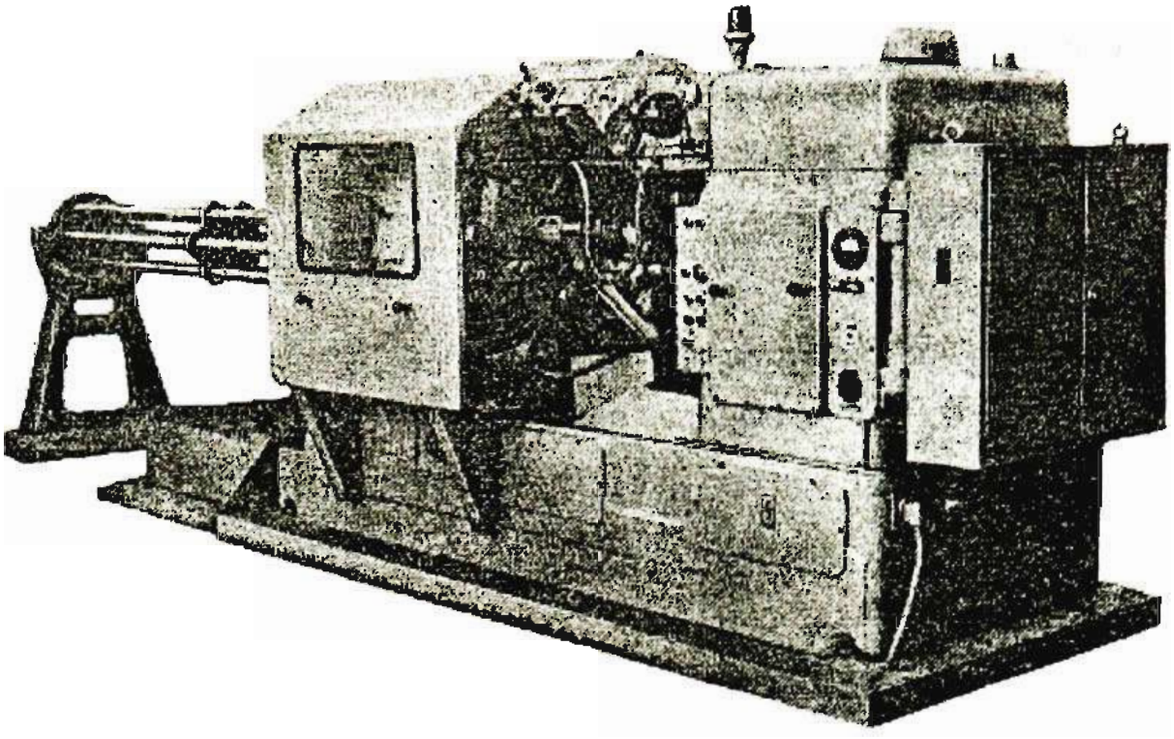



## Máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6

Trên hình 2.50 trình bày hình dáng chung của máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6. Trong quá trình gia công thì phôi quay, dao chạy dọc, ngang, đồng thời có các cơ cấu khoan, cắt ren, v...v.

Máy 1240-6 có thể gia công các chi tiết phôi thanh khác nhau với đường kính đến $\phi$40 mm và chiều dài đến160 mm. Các thanh phôi đã qua chuốt nguội có các tiết diện tròn, vuông, sáu cạnh từ các loại vật liệu thép, kim loại màu. Máy có thể thực hiện gia công tiện thô, tiện tinh, tiện rãnh, tiện định hình, khoan, khoét, doa lỗ hay gia công ren trong và ren ngoài.

Máy sử dụng phù hợp nhất trong sản xuất hàng loạt và hàng khối. Các nguyên công được thực hiện cùng lúc trên 6 vị trí của các trục chính. Dụng cụ gia công được gá kẹp trên các bàn dao dọc, bàn dao ngang và bàn dao không phụ thuộc. Điều chỉnh bàn dao dọc và 6 bàn dao ngang là các cam cố định có sẵn trên máy. Máy làm việc theo chu trình tự động. Các nguyên công cắt ren, khoan cao tốc và khoét hay doa lỗ được tiến hành ở các vị trí trục chính II, III, IV, V và VI.



***Hình 2.50*** – Hình dáng chung của máy 1240-6

Khi điều chỉnh máy dùng động cơ chạy nhanh trục phân phối để kiểm tra chu kỳ hoạt động của máy trước khi cho động cơ chính chạy.

Để nâng cao độ chính xác của chi tiết gia công có thể sử dụng máy tiện tự động nhiều trục chính 1A240-6K.

***1/ Tính năng kỹ thuật của máy 1240-6***

Máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6 có các tính năng kỹ thuật như sau:

- Kích thước phôi thanh lớn nhất :

  Tròn : 40 mm

  Vuông : 28 mm

  Sáu cạnh- khoảng cách giữa các cạnh : 35 mm.

- Chiều dài phóng phôi lớn nhất: 180 mm.
- Chiều dài lớn nhất chi tiết gia công: 160 mm.
- Chiều dài lớn nhất của phôi thanh: 4000 mm.
- Đường kính cắt ren lớn nhất : thép: 30 mm; đồng: 36mm.
- Số bàn dao dọc : 1
- Số bàn dao ngang : 6
- Lượng di chuyển lớn nhất của bàn dao dọc : 180mm.
- Lượng di chuyển lớn nhất của bàn dao dọc có thể gia công : 0÷160 mm.
- Lượng di chuyển lớn nhất của bàn dao ngang :

  Ở vị trí I, II, III : 70 mm.

  Ở vị trí IV, V : 95 mm.

Ở vị trí VI : 50 mm.

- Số cấp tốc độ trục chính : 22
- Giới hạn vòng quay trục chính : 142÷1600 (vg/ph).
- Chu kỳ gia công một sản phẩm : 8÷288 (s). Thời gian chạy không : 3(s).
- Công suất động cơ chính : N = 3 kW, n = 1500 (vg/ph).
- Động cơ điều chỉnh : N = 1,5 kW, n = 1000 (vg/ph).
- Động cơ dọn phoi : N = 1,1 kW, n = 1450 (vg/ph).
- Động cơ làm lạnh : N = 0,65 kW, n = 3000 (vg/ph).
- Trọng lượng toàn máy : 9000 kG.
- Kích thước máy : dài x rộng x cao = 6050 x 1600 x 1945 (mm).

***2/ Sơ đồ động của máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6***

Sơ đồ động của máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6 được trình bày trên hình 2.51. Chuyển động tạo hình của máy tiện tự động nhiều trục chính gồm có các xích truyền động sau: xích tốc độ, xích trục phân phối, xích trục dụng cụ và các xích phụ trợ khác.

*a. Xích tốc độ* truyền động từ động cơ đến trục chính của máy, có phương trình truyền động sau:

$$n_{dc}(1450vg/ph)\frac{\phi124}{\phi317}(II)\frac{a}{b}(III)\left\langle\begin{matrix}\frac{25}{67}\\ \frac{55}{37}\end{matrix}\right\rangle(IV)\frac{45}{45}(V)\frac{49}{38}(VI) = n_{Tc}\ (vg/ph) \qquad (2.69)$$

*b. Xích trục phân phối khi chạy nhanh* truyền động từ động cơ đến trục phân phối quay nhanh có phương trình:

$$n_{dc}(1450\ vg/ph).\frac{\phi124}{\phi317}(II)LH_1\frac{30}{30}(IX)LH_2.LH_3\frac{43}{43}(XI)\frac{1}{42}(XII) = n_{pp}\ (nhanh) \qquad (2.70)$$

*c. Xích trục phân phối khi làm việc* truyền động từ động cơ đến trục phân phối quay chậm có phương trình:

$$n_{dc}(1450vg/ph)\frac{\phi124}{\phi317}(II)\frac{a}{b}(III)\left\langle\begin{matrix}\frac{25}{67}\\ \frac{55}{37}\end{matrix}\right\rangle(IV)\frac{45}{45}(V)\frac{25}{25}(VIII)\frac{C}{D}(IX)\frac{3}{22}LH_3.\frac{43}{43}(X)\frac{1}{42}(XI)=n_{pp}$$

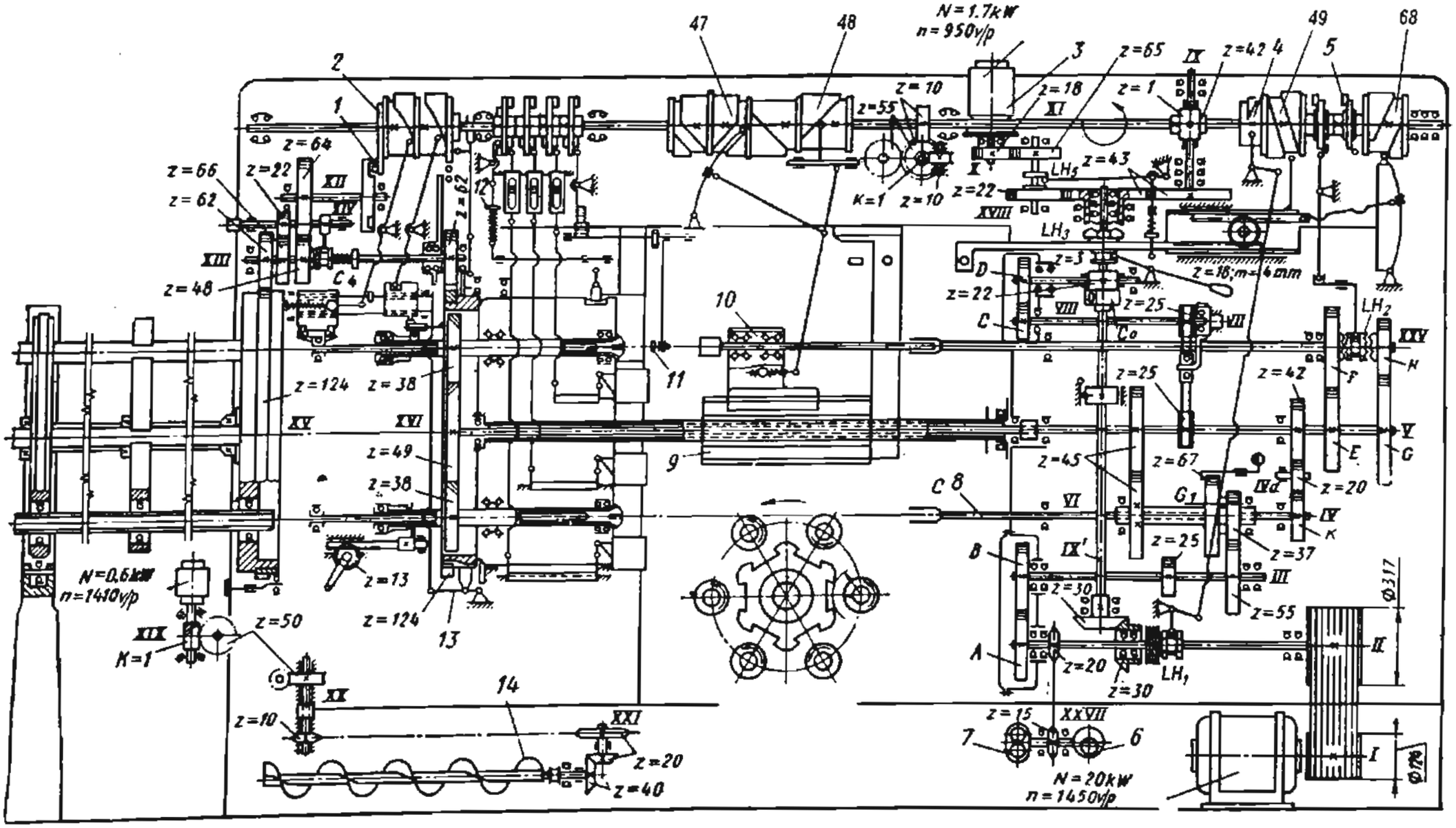
$$(ct/ph) \qquad (2.71)$$

*d. Xích điều chỉnh trục phân phối* truyền chuyển động từ động cơ điều chỉnh tới trục phân phối theo phương trình xích động:

$$n_{dc}(950vg/ph).\frac{18}{65}.LH_5\frac{22}{43}.\frac{43}{43}(XI)\frac{1}{42}(XII) = n_{pp}\ \text{điều chỉnh.} \qquad (2.72)$$

*e. Xích quay tay trục phân phối* theo phương trình:

$$\text{Tay quay } IX.\frac{1}{42} = n_{pp}\ \text{quay tay.} \qquad (2.73)$$




*Hình 2.51* – Sơ đồ động của máy 1240-6

*g. Xích bôi trơn toàn máy* truyền chuyển động tới bơm dầu:

$$n_{dc}(1450\ vg/ph).\frac{\phi 124}{\phi 317}(II)\frac{20}{15}.\text{Bơm cánh gạt đơn 6.} \qquad (2.74)$$

*h. Xích thu dọn phoi* truyền chuyển động từ động cơ dọn phoi đến trục gạt phoi:

$$n_{dc}(1410\ vg/ph).\frac{1}{50}.\frac{10}{20}.\frac{20}{40} = n_{dọn\ phoi} \qquad (2.75)$$

*i. Xích phân độ ụ trục chính* truyền chuyển động từ trục phân phối đến cơ cấu mantít quay phân độ ụ trục chính:

$n_{pp}$.cam 2.cần mantít 1 - đĩa mantít (XII).$\frac{64}{48}$(XIII) →

→ bên phải .$\frac{62}{124}$.quay phân độ ụ trục chính.

→ bên trái .$\frac{62}{124}$.quay phân độ ụ cấp phôi. (2.75)

Máy có 4, 6, 8 ... trục chính thì đĩa mantít vẫn chỉ 4 rãnh. Để đạt được giá trị 4, 6, 8 sau mỗi lần phân độ phải thay đổi các tỷ số truyền $\frac{64}{48}.\frac{62}{124}$.

Ví dụ, máy 6 trục, mỗi lần phân độ có được giá trị $\frac{1}{6} = \frac{1}{4}.\frac{64}{48}.\frac{62}{124}$

*k. Xích quay tay để phân độ* :

Tay quay 56a(XIII).$\frac{22}{66}$ → $\frac{62}{124}$ - quay phân độ bằng tay ụ trục chính

→ $\frac{62}{124}$ - quay tay phân độ bằng ụ phôi (2.76)

*l. Xích trục dụng cụ* truyền chuyển động từ trục trung tâm đến các trục dụng cụ nằm đối diện các trục chính.

Khi khoan, khoét chuyển động được truyền từ trục trung tâm đến trục dụng cụ 8 với phương trình:

$$n_{TT}(V).\frac{42}{20}.\frac{20}{K}(IV) = n_{khoan} \qquad (2.77)$$

Khi cắt ren bàn ren vào nhanh, làm việc rồi lùi nhanh do cam trên trục phân phối điều khiển giá dao không phụ thuộc 10.

Công thức cắt ren trên máy tự động nhóm II:

- Khi cắt ren: $n_{cr} = n_{TC} - n_{dc1}$
- Khi lùi ren: $n_{lr} = n_{dc2} - n_{TC}$ ($n_{dc2} > n_{dc1}$ và cùng chiều) (2.78)

Trong đó:

$n_{cr}$- số vòng quay cắt ren,

$n_{lr}$- số vòng quay lùi ren,

$n_{dc1}$- số vòng quay của trục dụng cụ khi cắt ren, $n_{dc1} = n_{TT}.\frac{E}{F}$

$n_{dc2}$- số vòng quay của trục dụng cụ khi lùi ren, $n_{dc2} = n_{TT}.\frac{G}{H}$

$n_{TT}$- số vòng quay của trục trung tâm.

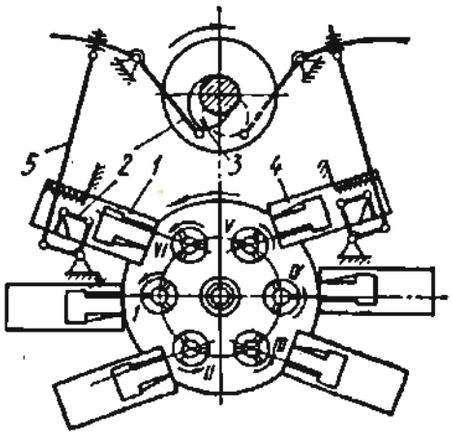
E,F,G,H – các bánh răng thay thế.

Thay đổi tốc độ trục dụng cụ $n_{dc1}$ và $n_{dc2}$ do ly hợp vấu $LHC_2$ thực hiện, nó được điều khiển bằng cam trên trục phân phối.

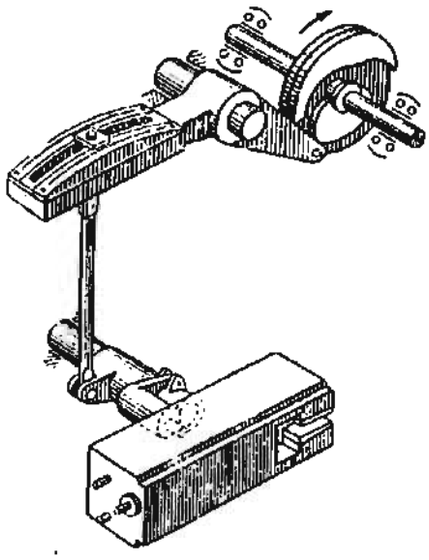
***3/ Các cơ cấu đặc biệt của máy 1240-6***

*a. Cơ cấu bàn dao ngang*

Máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6 có số bàn dao ngang bằng số trục chính (hình 2.52a), tất cả các bàn dao ngang đều gia công cùng một lúc, cùng lùi, sau đó ụ trục chính quay phân độ $60^0$ đổi sang vị trí gia công tiếp theo. Mỗi bàn dao ngang được một cam tác động. Sơ đồ nguyên lý tác động của cam trên trục phân phối đến bàn dao ngang được thể hiện trên hình 2.52b.




a. Sơ đồ bố trí 6 bàn dao ngang



b. Truyền dẫn bàn dao ngang

***Hình 2.52*** – Cơ cấu bàn dao ngang trong máy 1240-6

*b. Cơ cấu bàn dao dọc*

Trên bàn dao dọc có gá nhiều loại dụng cụ khác nhau (hình2.53), nó được phân làm hai bộ phận:

- Các giá dao cố định (phụ thuộc) được gá chặt trên bàn dao dọc 9. Trên đó thường lắp các dao tiện dọc, khoan, khoét, doa.

- Các giá dao không cố định (không phụ thuộc) được gá trượt trên bàn dao dọc 9. Thường lắp các đầu tarô, bàn ren, khoan cao tốc ... Trên máy 1240-6 có 2 giá dao không phụ thuộc.

Các dụng cụ đều nằm đối diện với các trục phôi nằm trong ụ trục chính.

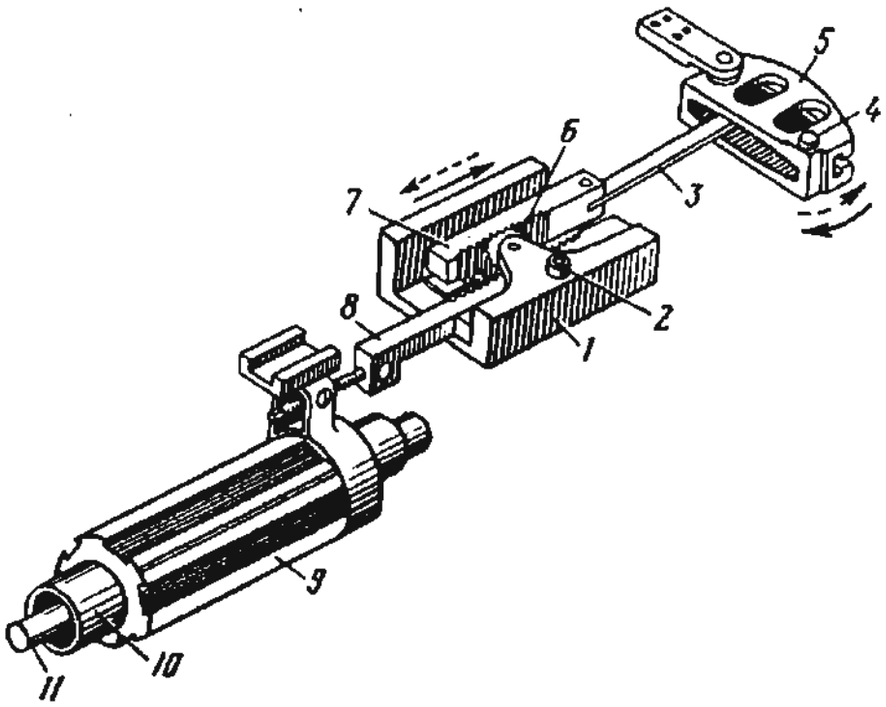
*Hoạt động của các giá dao cố định theo trình tự như sau:*

Bàn dao dọc 9 (hình 2.53) trên có gá các giá dao cố định tiến nhanh vào vùng công tác nhờ cam thùng 49 (*xem hình 2.51*) đẩy khung di động tiến nhanh, thanh răng phía trên 7 không chuyển động ăn khớp với bánh răng 6 gắn trên khung chuyển động, đẩy thanh răng

phía dưới 8 tiến nhanh gấp đôi khung di động, đẩy bàn dao dọc tiến nhanh vào vùng gia công.

Bàn dao dọc 9 tiến công tác, khung di động không chuyển động, cam trên trục phân phối tác động lên thanh răng 7 làm bánh răng 6 quay, truyền chuyển động tịnh tiến cho thanh răng 8 đẩy bàn dao dọc chuyển động công tác.

Bàn dao dọc lùi nhanh, cả hai cam 49 và 68 (hình 2.51) đều tác động làm bàn dao dọc lùi nhanh.




***Hình 2.53*** – Bàn dao dọc trên máy tiện tự động nhiều trục

*Hoạt động của các giá dao trượt (không phụ thuộc) theo (hình 2.51)*:

Giá dao không phụ thuộc (giá dao trượt) được gá đặt trên bàn dao dọc chỉ dùng để khoan cao tốc hay cắt ren. Lượng chạy dao của nó phụ thuộc vào cam 47 và 48.

Giá dao không phụ thuộc chạy nhanh vào công tác, do cam 48 tác động còn cam 47 trên đường tròn đẩy bàn dao tiến nhanh vào công tác.

Giá dao không phụ thuộc chạy công tác, do cam 47 tác động, còn cam 48 trên đường tròn đẩy giá dao không phụ thuộc chuyển động công tác.

Giá dao không phụ thuộc lùi nhanh, cả hai cam 47 và 48 cùng tác động làm giá dao lùi nhanh.

Điều chỉnh hành trình tiến dao nhờ hệ thống thước cong để thay đổi tỷ số truyền.

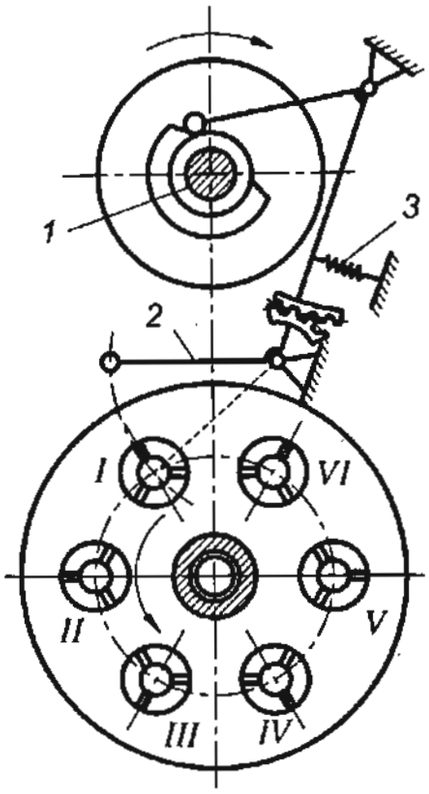
*c. Cơ cấu chắn phôi (hình 2.54):*

Sau khi cắt đứt chi tiết để bắt đầu một chu kỳ gia công mới, phôi được phóng ra với chiều dài nhất định nhờ cữ chắn phôi. Cam trên trục phân phối 1 tác động qua hệ thống đòn bẩy và lò xo 3 làm cần 2 mang cữ chắn phôi đến trước trục phôi ở vị trí I, phôi phóng ra chạm vào cữ chắn phôi dừng lại, ống kẹp phôi kẹp chặt, lò xo 3 kéo cần 2 về vị trí ban đầu.

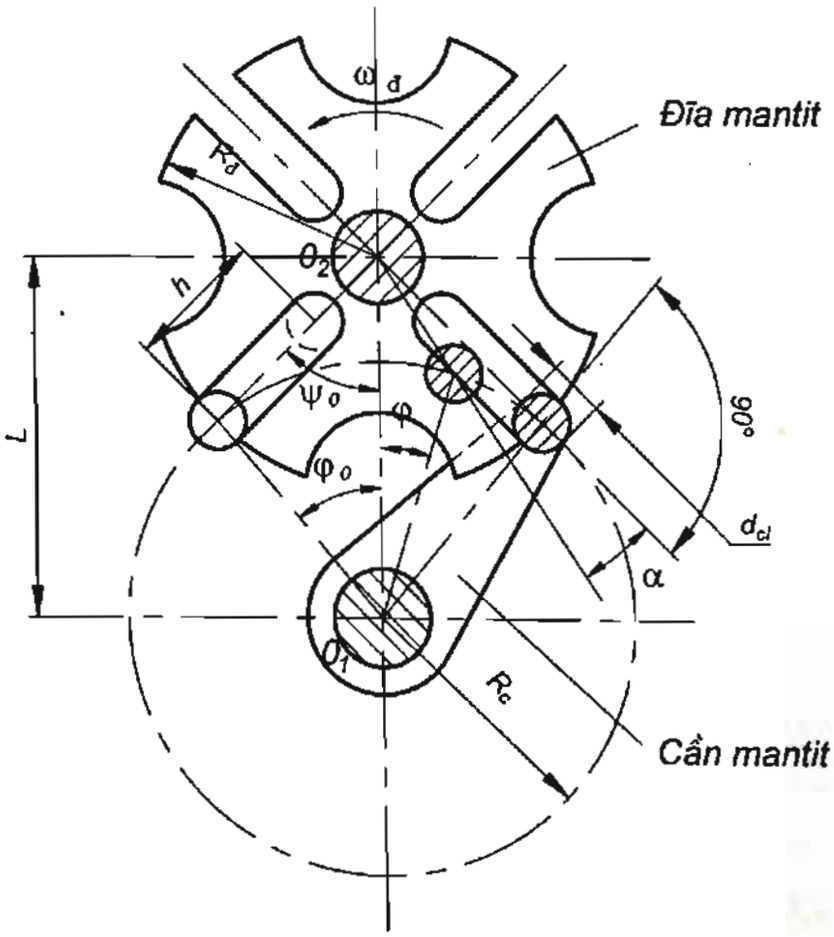
*d. Cơ cấu quay phân độ ụ trục chính*

Máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6 quay phân độ ụ trục chính nhờ cơ cấu mantit có tỷ số truyền $\frac{1}{4}$ (hình 2.55), thông qua các bộ truyền bánh răng có tỷ số truyền $\frac{2}{3}$ đảm bảo

khi cần mantit quay 1 vòng thì ụ trục chính quay $\frac{1}{6}$ vòng (cần mantit quay liên tục còn đĩa mantít hay ụ trục chính quay gián đoạn).



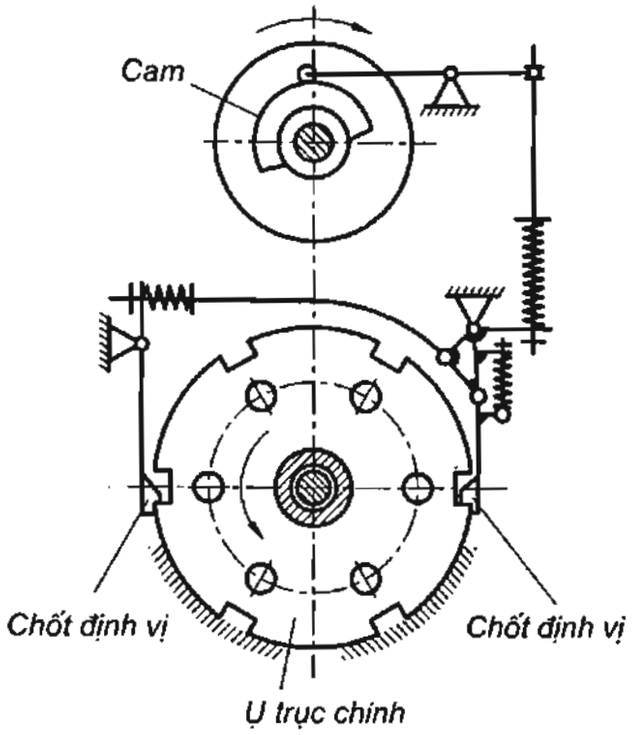

***Hình 2.54*** – Cơ cấu chắn phôi trên máy tiện tự động nhiều trục



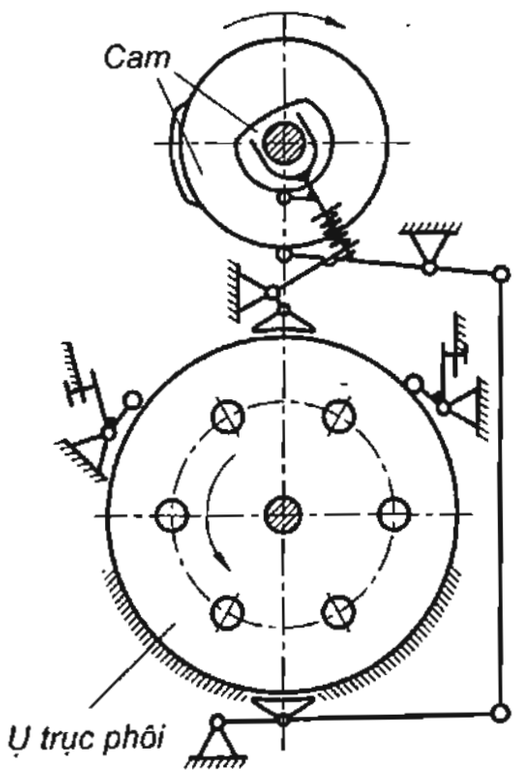

***Hình 2.55*** – Cơ cấu mantít

*e. Cơ cấu định vị và kẹp chặt trục chính*

Trên máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6, để đảm bảo độ chính xác tương quan giữa các trục phôi và trục dụng cụ khi phân độ, có hệ thống chốt định vị ụ trục chính được bố trí đối xứng. Dưới tác động của cam và lò xo, rút chốt định vị, ụ trục chính quay phân độ một góc $60^0$, cam lại tác động cắm chốt định vị vào ụ trục chính (hình 2.56).




***Hình 2.56*** – Cơ cấu định vị ụ trục chính trên máy tiện tự động nhiều trục chính 1240-6




***Hình 2.57*** – Cơ cấu nâng ụ trục phôi

Do trọng lượng của ụ trục phôi rất lớn nên để giảm ma sát khi quay phân độ, ụ trục phôi được nâng lên không tỳ lên bề mặt của thân máy. Sau khi phân độ và định vị cam tác động hạ và kẹp ụ trục phôi vào mặt tựa của thân máy để đảm bảo cứng vững trong quá trình gia công (hình 2.57).

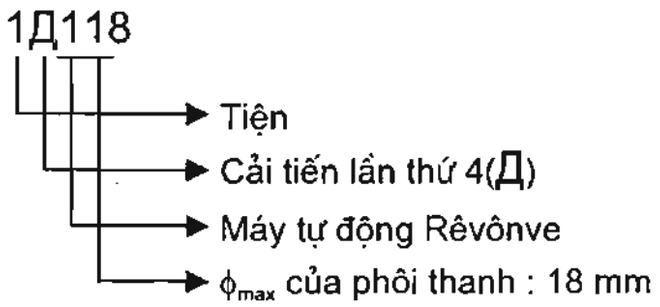
### 2.6.6 Sơ đồ động của máy tự động nhóm III (máy tự động có đầu rêvônve)

Máy tiện tự động rêvônve là máy tiện tự động cắt kim loại một trục có đầu dụng cụ là đầu Rêvonve được sử dụng để gia công các chi tiết có độ phức tạp trung bình.

Máy tiện tự động nhóm III có nhiều kiểu máy khác nhau. Các kiểu máy tiện tự động nhiều trục của Liên Xô cũ gồm: máy cỡ nhẹ như: 1112, 1118, 1A118, 1Д118; máy cỡ trung như: 1124, 1136, 1A124; máy cỡ lớn như: 1140, 1A140.

Các máy tiện tự động Rêvônve của Liên Xô cũ được ký hiệu theo qui định sau:

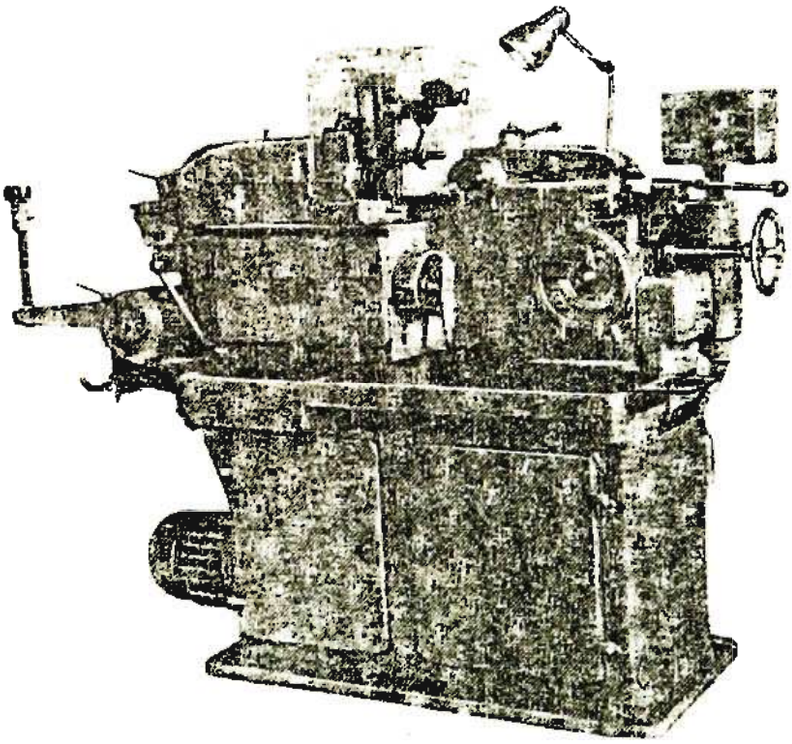
Ví dụ, máy máy tiện tự động Rêvônve có ký hiệu 1Д118:




Đường kính phôi nhỏ nhất có thể gia công trên máy phải tra trong thuyết minh.

## Máy tiện tự động Rêvônve 1Д118

Trên hình 2.58 trình bày hình dáng chung của máy tiện tự động Rêvônve 1Д118. Máy được sử dụng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, với các bộ phận điều khiển như: cam Rêvônve, cam các bàn dao ngang, cam phóng kẹp phôi, các đồ gá kẹp dao, các cặp bánh răng thay thế, chấu kẹp, chấu đẩy, các đĩa ly hợp ma sát điện từ, v...v.



***Hình 2.58*** – Hình dáng chung của máy 1Д118

Máy tự động Rêvônve 1Д118 có thể gia công các chi tiết có đường kính lớn nhất là $\phi$18 mm và chiều dài lớn nhất là $L_{max}$= 50mm từ các thanh phôi đã qua chuốt nguội với các tiết diện tròn, vuông và sáu cạnh từ các vật liệu thép, vật liệu kim loại màu.

Máy 1Д118 thực hiện được các nguyên công như tiện ngoài, khoan, khoét, doa, gia công ren trên các vị trí của đầu Rêvônve; hay tiện định hình, tiện rãnh, khỏa mặt, cắt đứt trên các bàn

dao ngang. Dụng cụ gia công được gá đặt trên các giá dao lắp trên đầu Rêvônve hay các bàn dao ngang. Trên máy có thể trang bị thêm đồ gá phay đầu vít và cắt ren năng suất cao.

***1/ Tính năng kỹ thuật của máy 1Д118***

Máy tiện tự động Rêvônve 1Д118 có các tính năng kỹ thuật như sau:

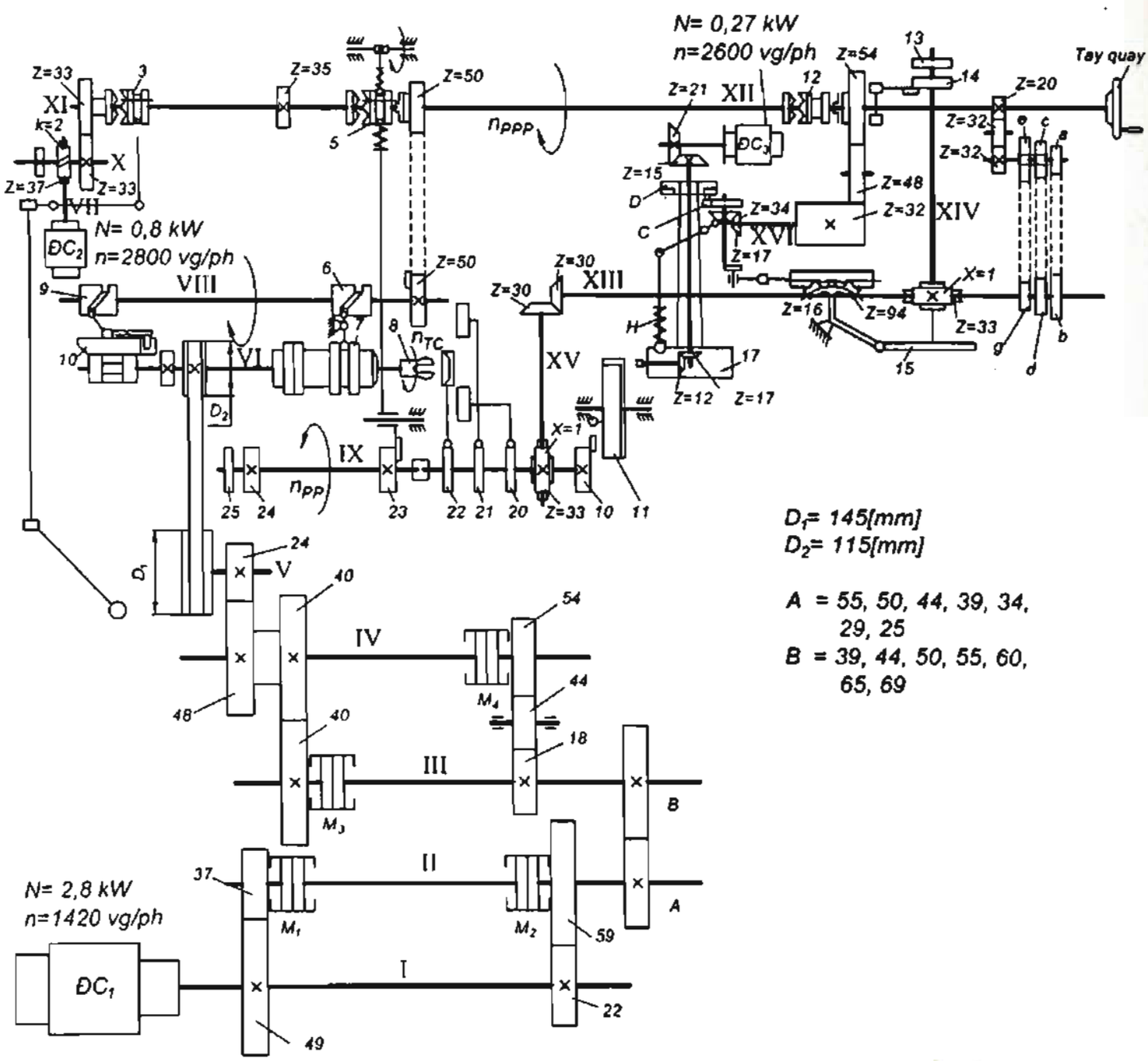
- Đường kính lỗ trục chính : 26 mm.
- Khoảng cách từ mép trục chính đến đầu Rêvônve : 65÷135 mm.
- Kích thước phôi thanh lớn nhất :
  + Tròn : 18 mm
  + Vuông : 12 mm
  + Sáu cạnh - khoảng cách giữa các cạnh : 15 mm.
- Chiều dài phóng phôi lớn nhất : 60 mm.
- Chiều dài lớn nhất của phôi thanh : 3000 mm.
- Đoạn thép thừa không gia công được : 50 mm.
- Đường kính cắt ren lớn nhất :
  + Bằng tarô: thép: M10; đồng : M12.
  + Bằng bàn ren: thép : M12; đồng : M14.
- Giới hạn cắt ren bằng tarô : Thép : M5÷M10 ; Đồng : M5÷M12.
- Đường kính đầu Rêvônve : 100mm.
- Số dao trên đầu Rêvônve : 6.
- Di chuyển lớn nhất của dụng cụ (khi tiện dọc trên đầu Rêvônve): 50 mm.
- Đại lượng điều chỉnh được (khi tiện dọc trên đầu Rêvônve): 25 mm.
- Lượng di chuyển của :
  + Bàn dao ngang trước và sau : 32 mm.
  + Bàn dao đứng : 26 mm.
- Đại lượng điều chỉnh của :
  + Bàn dao ngang trước và sau : dọc : không; ngang : 6 mm.
  + Bàn dao đứng : dọc : không; ngang : 10 mm.
- Đối với bàn dao trước và sau : 1 vạch chia = 0,02 mm (lượng di động nhỏ nhất).
- Số cấp tốc độ trục chính : 11
- Giới hạn vòng quay trục chính :
  + Khi quay ngược : 400÷4000 (vg/ph).
  + Khi quay thuận : 125÷1250 (vg/ph).
- Chu kỳ gia công một sản phẩm : 6÷313 (s).
- Công suất động cơ : N = 2,2 kW, n = 1500 (vg/ph).
- Chiều dài máy khi có cơ cấu dẫn phôi : 4000 mm.
- Trọng lượng toàn máy : 1100 kG.

## 2/ *Sơ đồ động của máy tiện tự động Rêvonve 1Д118*

Sơ đồ động của máy tiện tự động Rêvonve 1Д118 được trình bày trên hình 2.59. Chuyển động tạo hình của máy tiện tự động Rêvonve gồm có các xích truyền động: xích tốc độ, xích các trục phân phối, xích đầu Rêvonve và các xích phụ trợ khác.

*a. Xích tốc độ* thực hiện truyền chuyển động từ động cơ đến trục chính, có phương trình xích động như sau:

$$n_{dc1}(1420vg/ph)(I)\left\langle \begin{matrix} \frac{49}{37}M_1 \\ \frac{22}{59}M_2 \end{matrix} \right\rangle (II)\frac{A}{B}(III)\left\langle \begin{matrix} M_3\frac{40}{40} \\ \frac{18}{44}\cdot\frac{44}{54}M_4 \end{matrix} \right\rangle (IV).\frac{48}{24}(V)\frac{D_1}{D_2}(VI)=n_{Tc}(vg/ph) \qquad (2.79)$$




*Hình 2.59* – Sơ đồ động máy tiện tự động Rêvonve 1Д118

*b. Xích trục phân phối* thực hiện truyền chuyển động từ động cơ 2 đến trục phân phối, có phương trình xích động như sau:

$$n_{đc2}(2800vg/ph).\frac{2}{37}(X).\frac{33}{33}(XI)LH_{vấu\,3}trái(XII).LH_5(trái).LH_{12}(trái).\rightarrow$$

$$\rightarrow.\frac{20}{32}.\frac{32}{32}\left\langle\begin{matrix}\frac{e}{g}\\ \frac{c}{d}\\ \frac{a}{b}\end{matrix}\right\rangle(VIII).\frac{30}{30}(XV).\frac{1}{33}(IX) = n_{pp}\text{ làm việc (ct/ph)} \qquad (2.80)$$

*c. Xích trục phân phối phụ* thực hiện truyền chuyển động từ động cơ 2 đến trục phân phối phụ, có phương trình xích động như sau:

$$n_{đc2}(2800v/p)\frac{2}{37}(X)\frac{33}{33}LH_3 = n_{PPP} \qquad (2.81)$$

*d. Xích phóng phôi và kẹp phôi* thực hiện truyền chuyển động từ động cơ 2 đến trục cam phóng phôi và kẹp phôi, có phương trình xích động như sau:

$$n_{đc2}(2800vg/ph)(VII)\frac{2}{37}(X).\frac{33}{33}(XI)LH_3trái(XI).LH_5(phải).\rightarrow$$

$$\rightarrow.\frac{50}{50}(VIII)\left\langle\begin{matrix}\text{Cam thùng 9}\rightarrow\text{phóng phôi.}\\ \\ \text{Cam thùng 6}\rightarrow\text{kẹp phôi.}\end{matrix}\right.$$

*e. Xích quay đầu Rêvônve* thực hiện truyền chuyển động từ trục phụ đến cơ cấu mantit, có phương trình xích động như sau:

$$\text{Từ trục phụ (XII).}LH_{12}(phải).\frac{54}{48}.\frac{48}{32}(XVI)\frac{17}{34}(XVIII)\rightarrow$$

$$\rightarrow\text{Từ trục (XVIII) chia làm hai ngả}\left\langle\begin{matrix}\text{Cần mantít C - đĩa Mantít quay= }60^0.\\ \\ \text{Cam lắp phía dưới bánh răng 34 rút}\\ \text{chốt hãm "M" để thực hiện quay đầu Rêvônve.}\end{matrix}\right. \qquad (2.82)$$

*f. Xích đẩy đầu Rêvônve để thực hiện gia công* thực hiện truyền chuyển động từ trục XIII đến cơ cấu quạt răng-thanh răng, có phương trình xích động như sau:

Từ trục (XIII).$\frac{1}{33}$(XIV) Cam đĩa 15 quạt răng 94 →thanh răng 16 đẩy toàn bộ ụ đầu Rêvônve tiến vào gia công.

g. *Xích khoan cao tốc* truyền chuyển động từ động cơ khoan cao tốc 3 đến trục dụng cụ của đầu Rêvonve, có phương trình xích động như sau:

$$n_{đc3}(2600vg/ph).\frac{21}{15}.\frac{17}{12} = n_{khoan}\text{ (vg/ph).} \qquad (2.83)$$

*h. Xích quay tay trục phân phối* thực hiện truyền chuyển động từ tay quay đến trục phân phối, có phương trình xích động như sau:

Từ tay quay TQ (các ly hợp 3, 5, 12 phải ra khớp). $\frac{20}{32} \cdot \frac{32}{32} \rightarrow$

$$\rightarrow \left\langle \begin{matrix} \frac{e}{g} \\ \frac{c}{d} \\ \frac{a}{b} \end{matrix} \right\rangle (XIII). \frac{30}{30} (XV). \frac{1}{33} (IX) = n_{pp} \text{ quay tay.} \qquad (2.84)$$

*i. Xích cắt ren*

Trong trường hợp cắt ren, dụng cụ được lắp vào đầu Rêvonve. Khi cắt ren trục chính quay chậm, trục dụng cụ đứng im. Khi lùi ren trục chính vẫn quay chậm, trục dụng cụ quay nhanh hơn trục chính (quay cùng chiều). Do đó có phương trình xích cắt ren như sau:

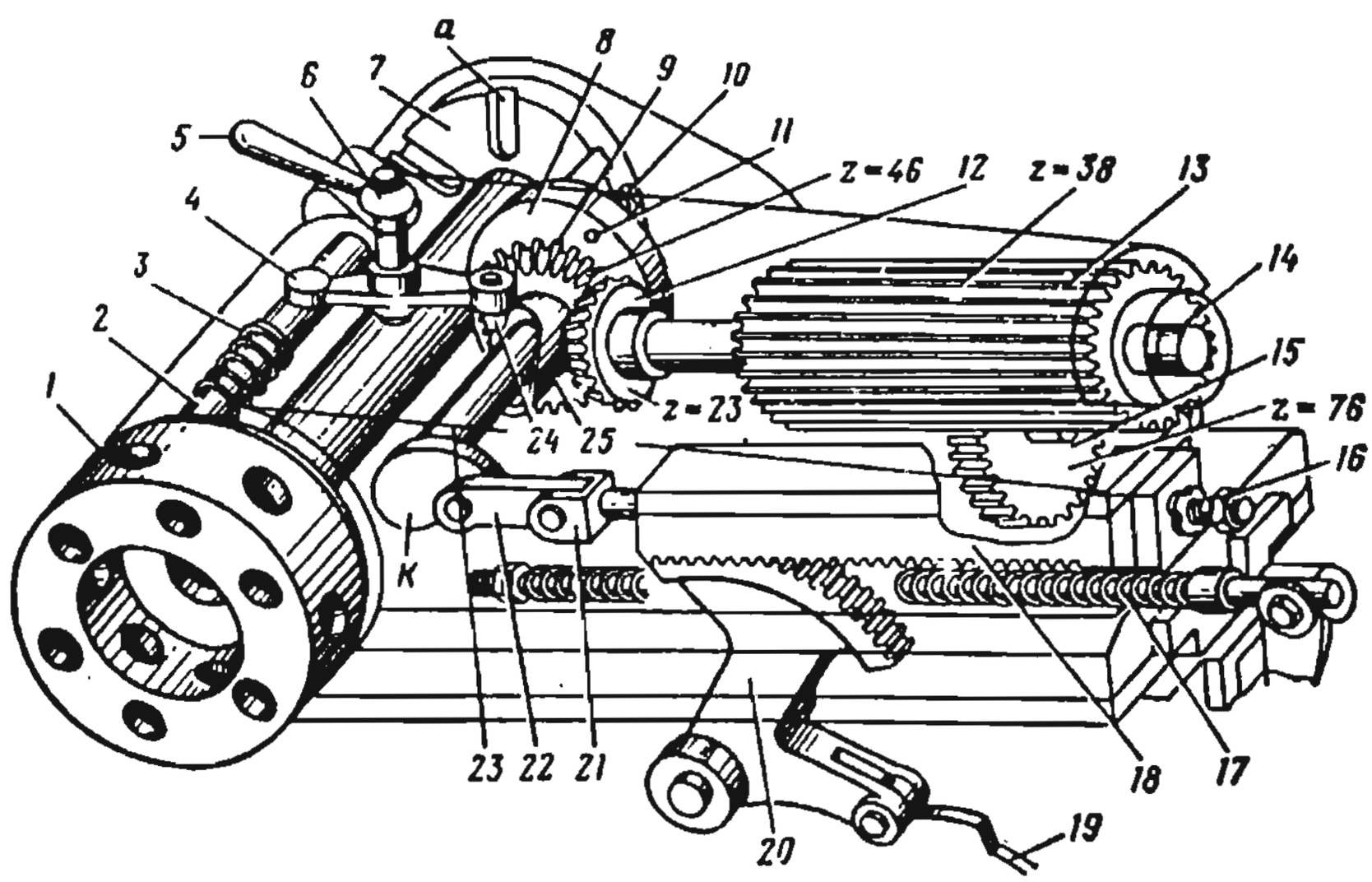
$$n_{cr} = n_{TC\ chậm}$$

$$n_{lr} = n_{dc} - n_{TC\ chậm} \text{ (quay cùng chiều)} \qquad (2.85)$$

***3/ Các cơ cấu đặc biệt của máy tiện tự động Rêvonve 1Д118:***

*a. Ụ đầu Rêvônve*

Máy tiện tự động Rêvonve 1Д118 được trang bị ụ đầu Rêvônve có các chuyển động: quay phân độ, chuyển động tịnh tiến, chuyển động định vị và chuyển động của trục dụng cụ.



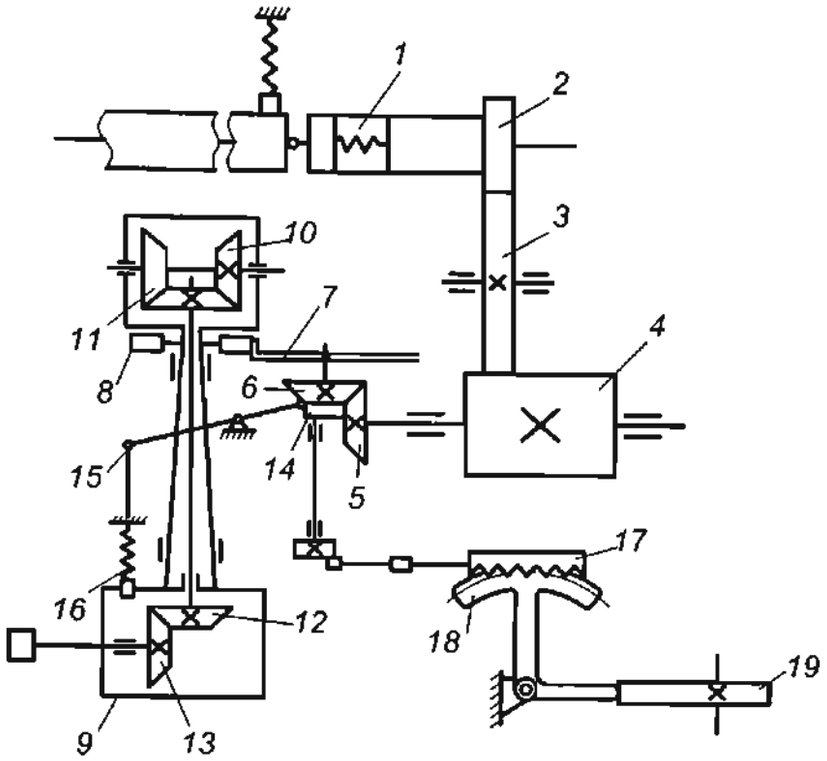

***Hình 2.60*** – Ụ đầu Rêvônve của máy tiện tự động 1Д118

Chuyển động tịnh tiến của ụ đầu Rêvônve (hình 2.60) được thực hiện từ cam 19 tác động qua hệ thống bánh răng hình quạt 20, ăn khớp thanh răng 21, đẩy ụ Rêvônve 1 vào công tác.

Chuyển động quay phân độ của ụ đầu Rêvônve (hình 2.61) được thực hiện từ trục phụ qua bánh răng 2, ăn khớp với bánh răng 3, đến bánh răng rộng bản 4, truyền đến bánh răng côn, cần mantít 7, đĩa mantit 8 làm quay ụ trục dụng cụ lắp trên đầu Rêvônve $60^0$.

Chuyển động định vị của ụ đầu Rêvônve (hình 2.61)được thực hiện từ cam mặt đầu 14

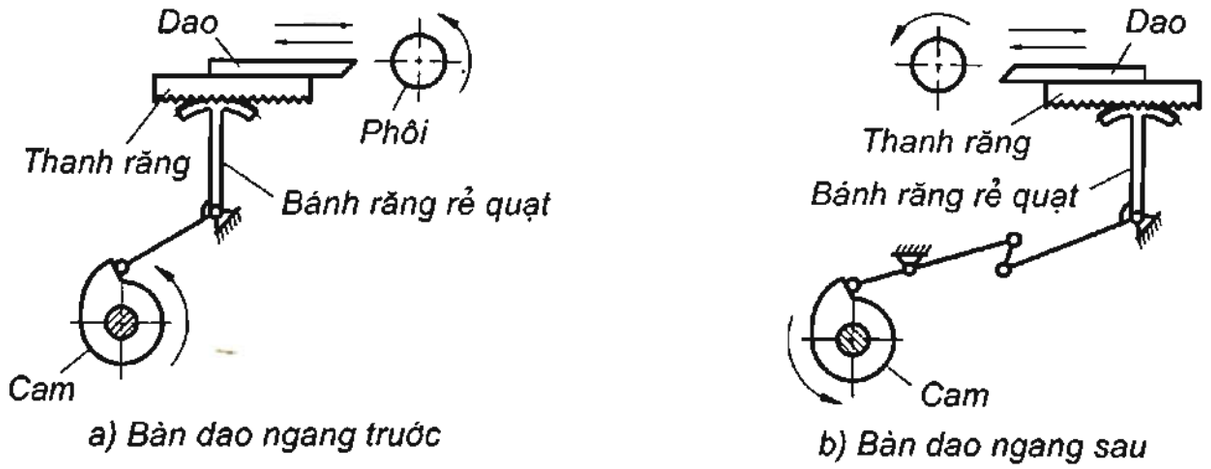
tác động qua hệ thống thanh đẩy 15 phối hợp với chuyển động phân độ, rút chốt 16 trước khi phân độ và cắm chốt định vị sau khi phân độ.




***Hình 2.61*** – Nguyên lý làm việc của ụ Rêvônve máy 1Д118

*b. Cơ cấu bàn dao ngang*

Trên máy tiện tự động Rêvonve 1Д118 có hệ thống bàn dao ngang gồm: bàn dao ngang trước và bàn dao ngang sau (hình 2.62).




***Hình 2.62*** – Hệ thống bàn dao ngang máy 1Д118

Cam trên trục phân phối tác động vào hệ thống đòn bẩy làm quay bánh răng hình quạt ăn khớp với thanh răng tịnh tiến trên có gắn bàn dao ngang mang dụng cụ cắt tiến vào vùng cắt gọt.

## 2.7 MÁY TIỆN ĐIỀU KHIỂN SỐ CNC ( Computerired Numerical Control)

Về mặt cấu trúc động học thì các chuyển động tạo hình trên máy tiện điều khiển số và máy tiện thông thường cơ bản giống nhau. Điểm khác biệt cơ bản đó là:

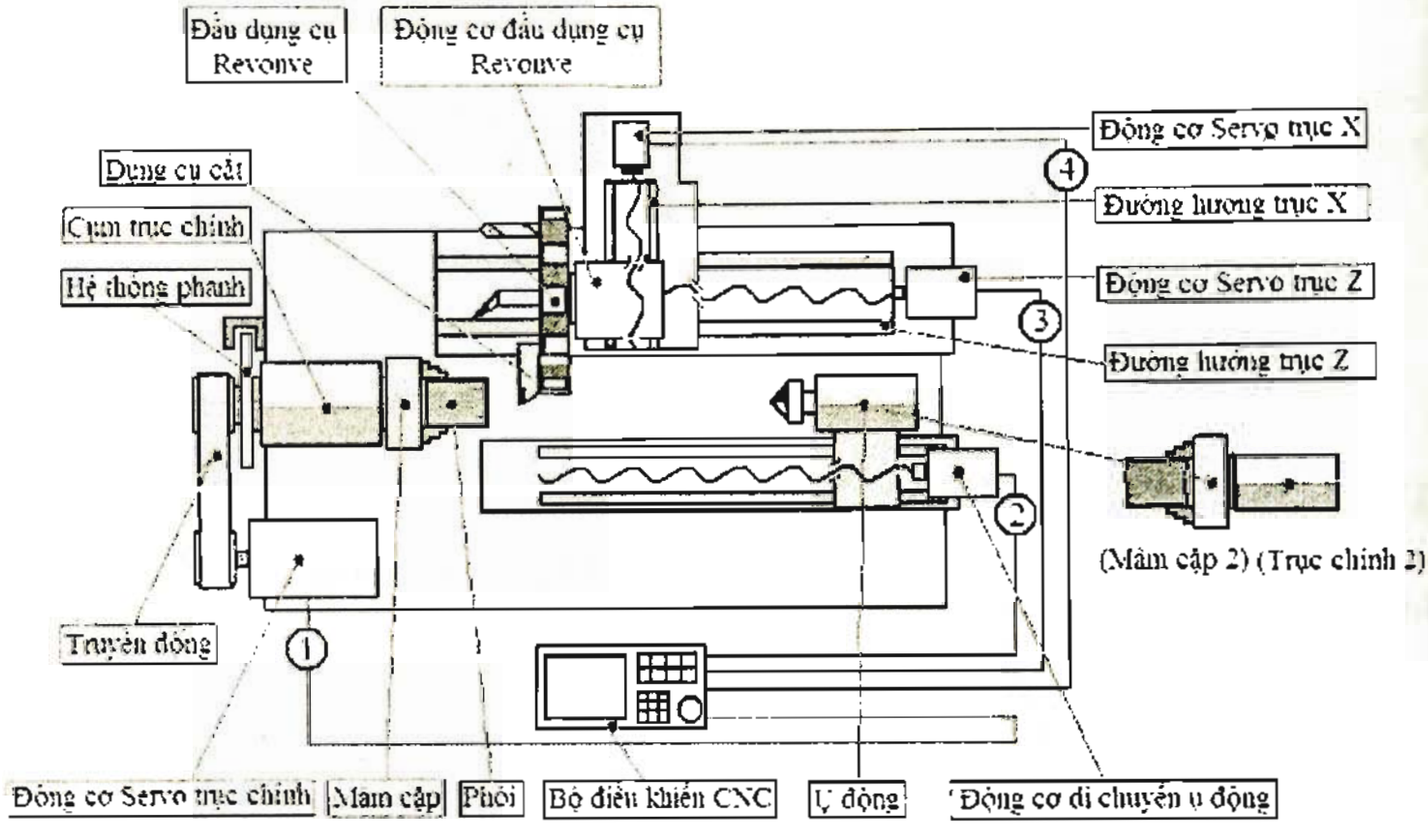
-Các dịch chuyển của máy CNC được xác định trong một hệ toạ độ có liên quan chặt chẽ đến chi tiết gia công và chuyển động của dụng cụ cắt.

-Toàn bộ các chuyển động phục vụ quá trình gia công chi tiết như: bàn máy, bàn dao, đầu Rêvônve, mũi tâm, v...v đều được tính toán, điều khiển, điều chỉnh và kiểm tra dưới sự điều hành của máy tính.

-Mỗi bộ phận hoạt động của máy đều có các cảm biến đo phản hồi trạng thái làm việc và chất lượng của các trạng thái đó về hệ điều khiển.

### 2.7.1 Sơ đồ kết cấu động học của máy tiện điều khiển số CNC

Hình 2.63 là sơ đồ kết cấu động học của máy tiện điều khiển số CNC bao gồm các bộ phận cơ bản như sau: cụm trục chính, ụ trục sau, hệ thống thay dao, hệ thống chạy dao dọc, hệ thống chạy dao ngang, bộ điều khiển CNC.




***Hình 2.63*** - Sơ đồ kết cấu động học của máy tiện CNC

Cụm trục chính là nơi gá đặt chi tiết gia công và tạo ra tốc độ cắt gọt. Trục chính được dẫn động bởi động cơ điện servo có khả năng cung cấp số vòng quay bất kỳ trong phạm vi cho phép của máy. Trên trục chính thông thường có lắp đặt hệ thống mâm cặp thuỷ lực hoặc khí nén nhằm giảm thời gian gá đặt chi tiết, một số máy có thể được trang bị tay máy phục vụ gá đặt tự động chi tiết. Trong một số trường hợp trên trục chính còn có hệ thống phanh khí nén, nhằm thay đổi tốc độ quay của trục chính trong thời gian ngắn nhất. Tốc độ quay của trục chính luôn được các cảm biến đo phản hồi về bộ điều khiển CNC và luôn được điều khiển, điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC với sự trợ giúp đắc lực của máy tính (1).

Ụ trục sau (ụ động) của máy tiện CNC được lắp đặt đối diện với cụm trục chính, trên ụ sau có thể lắp mũi tâm hoặc mâm cặp thứ hai có chuyển động như là trục chính thứ hai. Dịch chuyển của ụ trục sau cũng được dẫn động bởi động cơ điện servo và được điều khiển và điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC (2).

Hệ thống thay dao của máy tiện CNC thông thường là các đầu Rêvônve có khả năng lắp đặt tới 16 hoặc 20 dụng cụ và có thể có đến 2 đầu Rêvônve. Khi chương trình NC gọi một dụng cụ mới thì bộ điều khiển CNC điều khiển đầu Rêvônve lùi về vị trí thay dao và quay phân độ tới vị trí dụng cụ yêu cầu sau đó đưa nó vào vùng gia công. Trên đầu Rêvônve có

thể lắp đặt các dụng cụ có chuyển động cắt gọt như các loại dao phay. Vị trí thay dao là một vị trí xác định trên máy và do nhà sản xuất qui định nhằm không tạo ra khả năng va đập với chi tiết và các bộ phận khác của máy.

Hệ thống chạy dao dọc của máy tiện CNC có bàn dao dọc chuyển động tịnh tiến được dẫn động bởi động cơ điện servo thông qua bộ truyền động biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng là trục vít me đai ốc bi với đặc điểm truyền lực không có khe hở. Chuyển động quay của động cơ điện servo trục Z được điều khiển và điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC (3).

Hệ thống chạy dao ngang của máy tiện CNC có bàn dao ngang, trên nó lắp đặt đầu Rêvôve, thực hiện chuyển động tịnh tiến theo trục X, nó cũng được dẫn động bởi động cơ điện servo thông qua cơ cấu trục vit me đai ốc bi và được điều khiển và điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC (4).

Bộ điều khiển CNC có nhiệm vụ biên dịch chương trình NC do người sử dụng lập và phân nhánh thành 2 hệ lệnh cơ bản đó là: hệ lệnh đường đi- điều khiển các động cơ chạy dao hình thành hình dáng hình học của chi tiết, và hệ lệnh đóng ngắt– điều khiển các thiết bị đảm bảo các thông số công nghệ của quá trình cắt gọt cũng như điều kiện làm việc của máy.

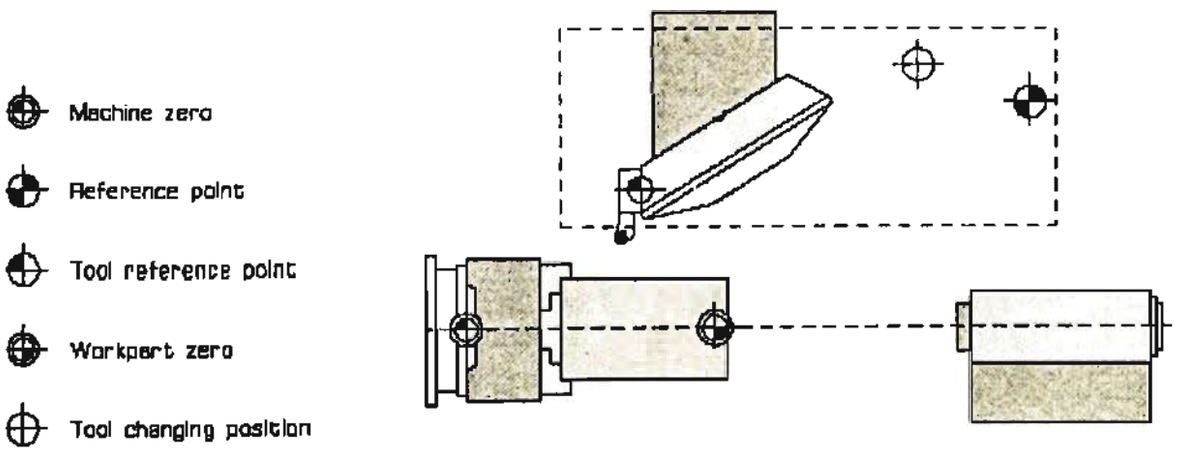
### 2.7.2 Các cơ cấu đặc trưng của máy tiện điều khiển số

#### *1/ Mâm cặp tự định tâm*

Trên trục chính của máy tiện điều khiển theo chương trình số thông thường có lắp đặt hệ thống mâm cặp tự định tâm. Nguồn động lực của mâm cặp có thể là thuỷ lực, khí nén hoặc hỗn hợp thuỷ khí làm cho quá trình gá kẹp chi tiết nhanh hơn, lực kẹp lớn và ổn định hơn. Mâm cặp được gá lắp trên đầu trục chính của máy, tại điểm không của máy và được ký hiệu là M .

Điểm không của máy M được nhà sản xuất xác định ở tâm trục chính tại mặt bích lắp ghép với mâm cặp, điểm M không thể thay đổi trong quá trình hoạt động của máy.

Hình 2.64 trình bày một số điểm tham chiếu cơ bản của máy tiện CNC.

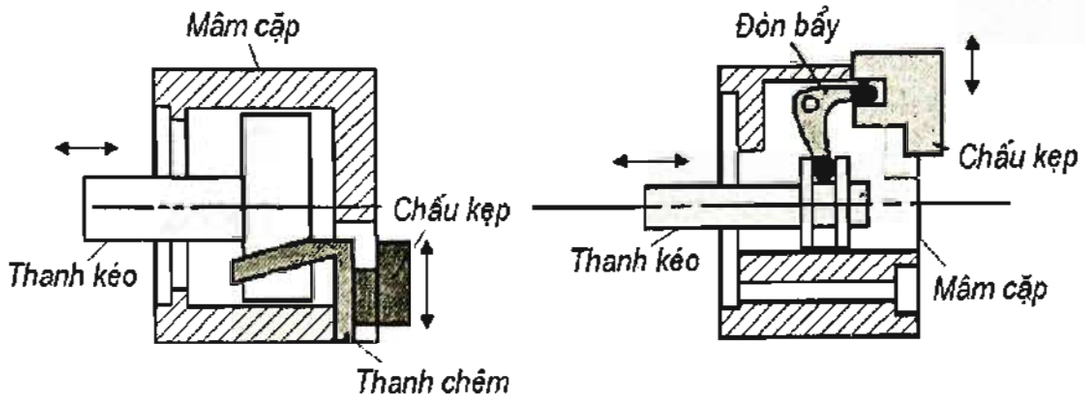



***Hình 2.64*** - Các điểm tham chiếu trên máy tiện CNC

- Machine zero : **M**- điểm không của máy,
- Reference point : **R**- điểm tham chiếu của máy (hệ thống đo),
- Tool reference point : **B**- điểm tham chiếu của dụng cụ cắt,
- Workpart zero : **W**- điểm không của chi tiết,
- Tool changing position : **N**- điểm thay dụng cụ cắt.

Hình 2.65 trình bày nguyên lý hoạt động, biến dịch chuyển dọc trục thành dịch chuyển theo phương hướng kính, đồng thời tạo ra lực kẹp của mâm cặp. Trên một số máy tiện CNC còn có thể trang bị hệ thống triệt tiêu ảnh hưởng của lực ly tâm đến lực kẹp khi số vòng quay

trục chính lớn hoặc khi lực kẹp chi tiết thay đổi phụ thuộc vào chế độ cắt cũng như vật liệu cắt, .v.v...



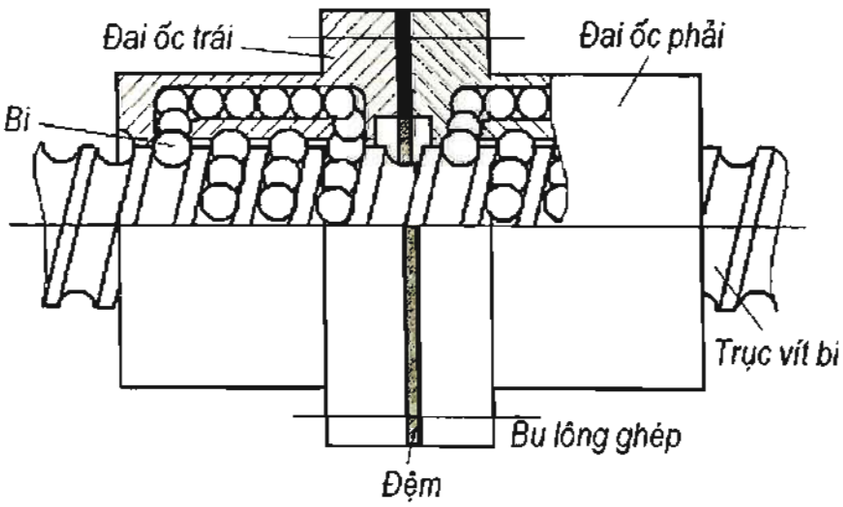

***Hình 2.65*** - Nguyên lý tạo lực kẹp của mâm cặp trên máy tiện CNC

***2/ Hệ thống trục vít me đai ốc bi***

Trên máy công cụ điều khiển số CNC nhiệm vụ của trục vít me đai ốc bi là biến chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của bàn dao với đặc điểm truyền lực không khe hở. Trong hệ thống chạy dao của máy công cụ điều khiển số hệ thống trục vít me đai ốc bi thường gồm trục vít và hai đai ốc bi độc lập được lắp ghép tổ hợp với nhau nhằm tạo ra kết cấu khử khe hở, tương tự kết cấu khử khe hở của hai vòng bi lắp trên hai đầu trục của hộp giảm tốc.

Thông thường để khử khe hở có hai loại kết cấu: tạo ra sự dịch chuyển tương đối của hai đai ốc theo hướng dọc trục nhưng không thay đổi góc quay tương đối hoặc quay tương đối hai đai ốc nhưng không thay đổi khoảng cách dọc trục.

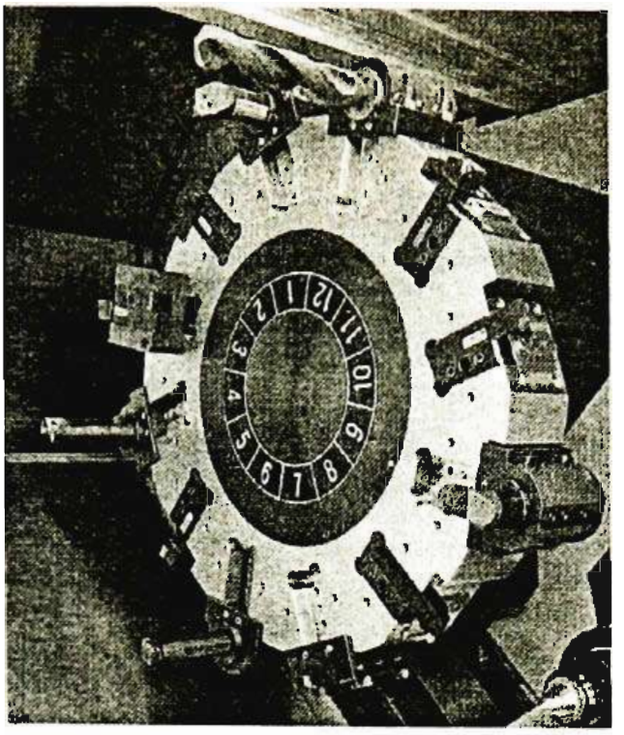
Trên hình 2.66 trình bày sơ đồ nguyên lý khử khe hở của hệ thống trục vít me đai ốc bi bằng việc thay đổi chiều dày tấm đệm ở giữa.




***Hình 2.66*** - Sơ đồ nguyên lý hệ thống vít me đai ốc bi khử khe hở nhờ thay đổi độ dày tấm đệm

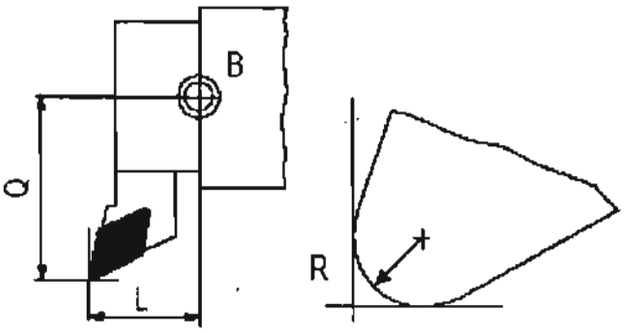
***3/ Hệ thống đầu Rêvônve trên máy tiện CNC***

Hệ thống thay dao tự động trên máy tiện CNC là đầu dụng cụ Rêvonve, nó có thể chứa đến 16 hoặc 20 dụng cụ. Với hệ thống này việc thay dao diễn ra rất ngắn có thể đến 2s. Đầu Revonve của máy tiện CNC được thể hiện trên hình 2.67.



***Hình 2.67*** - Đầu dụng cụ Revonve trên máy công cụ CNC

Dụng cụ lắp trên đầu Rêvônve phải được đo và xác định các kích thước hiệu chỉnh, giá trị này phải được nạp vào bộ nhớ của máy. Trên hình 2.68 trình bày các kích thước hiệu chỉnh cơ bản đối với dao tiện.




B - điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt

L - khoảng cách từ điểm hiệu chỉnh đến mũi cắt theo Z

Q - khoảng cách hiệu chỉnh theo phương X

R – bán kính mũi dao

***Hình 2.68*** - Các kích thước hiệu chỉnh của dao tiện

### 2.7.3 Máy tiện CNC CL-253 của hãng Mori Seki

Hình dáng chung bên ngoài của máy tiện CNC CL-253 của hãng Mori Seki được trình bày trên hình 2.69 và các cụm kết cấu chính của máy được thể hiện trên hình 2.70

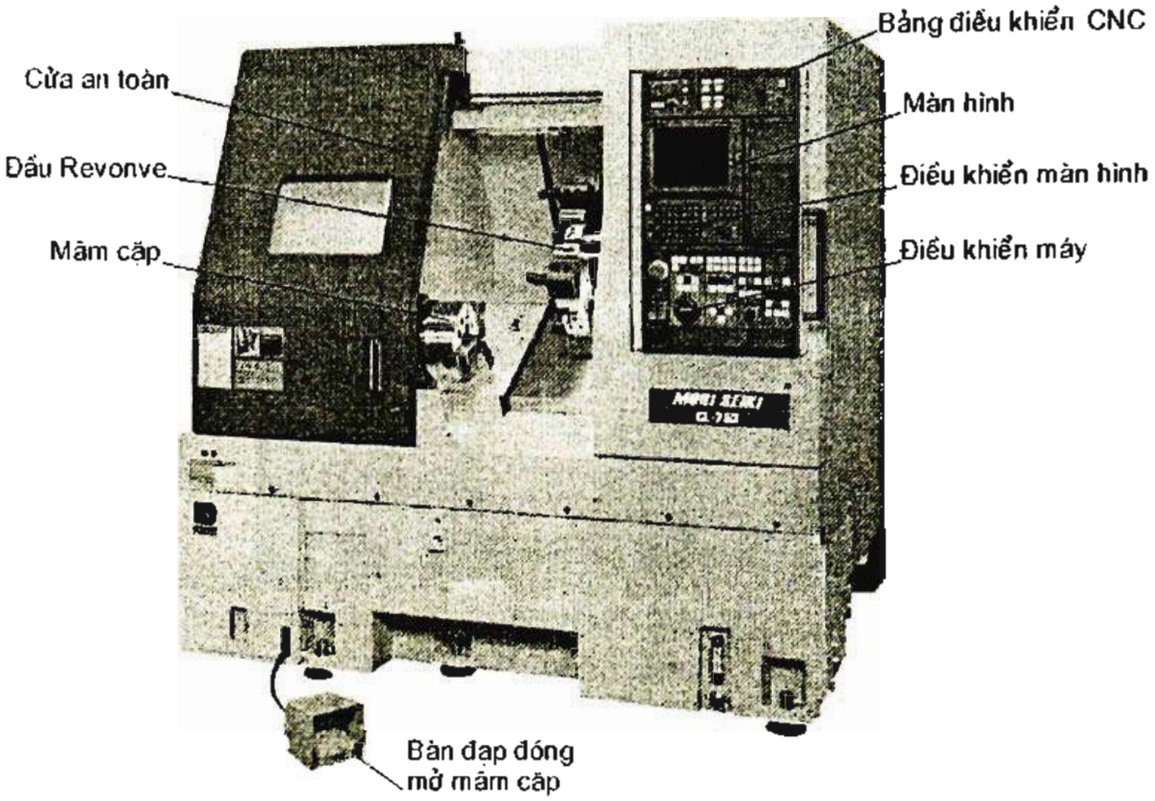
**** Tính năng kỹ thuật cơ bản của máy tiện CNC CL-253***

- Kích thước giới hạn của máy:
  + Chiều cao của máy: 2000mm (78,7 in.).
  + Kích thước mặt bằng máy: 2000mm x1775mm (78,7 in.x 69,9 in.).
- Tổng trọng lượng máy: 4100kG.

- Không gian gia công của máy:

  + Hành trình của trục X: 260mm (10,2 in.).

  + Hành trình của trục Z: 500mm (19,7 in.).




***Hình 2.69*** *- Máy tiện CNC CL-253 của hãng Mori seki – Hình dáng bên ngoài*

- Kích thước chi tiết gia công:

  + Đường kính chi tiết gia công lớn nhất: 450 mm (17.7 in.).

  + Chiều dài chi tiết gia công lớn nhất: 480 mm (18.8 in.)

  + Đường kính chi tiết gia công tiêu chuẩn: 250 mm (9,8 in.).

- Chiều sâu cắt lớn nhất có thể đạt được: 8mm.

- Đường kính khoan lớn nhất có thể đạt tới: 56mm.

- Độ nhấp nhô bề mặt là 1,43μm ở chế độ cắt tiêu chuẩn.

- Hệ thống thay dụng cụ- đầu Rêvonve:

  + Số dụng cụ trên đầu Rêvonve: 10 dụng cụ.

  + Thời gian thay dụng cụ: 0,6 s.

- Cụm trục chính:

  + Đường kính lỗ trục chính: 80mm (3,1 in.).

  + Công suất động cơ trục chính ở chế độ cắt liên tục: 11kW và ở chế độ quá tải: 15kW với thời gian 30 phút.

  + Số vòng quay từ 35 đến 3500 v/phút.

- Hệ thống chạy dao:

  + Công suất động cơ chạy dao:

    - Trục X : 1,5 kW,
    - Trục Z : 3,5 kW.

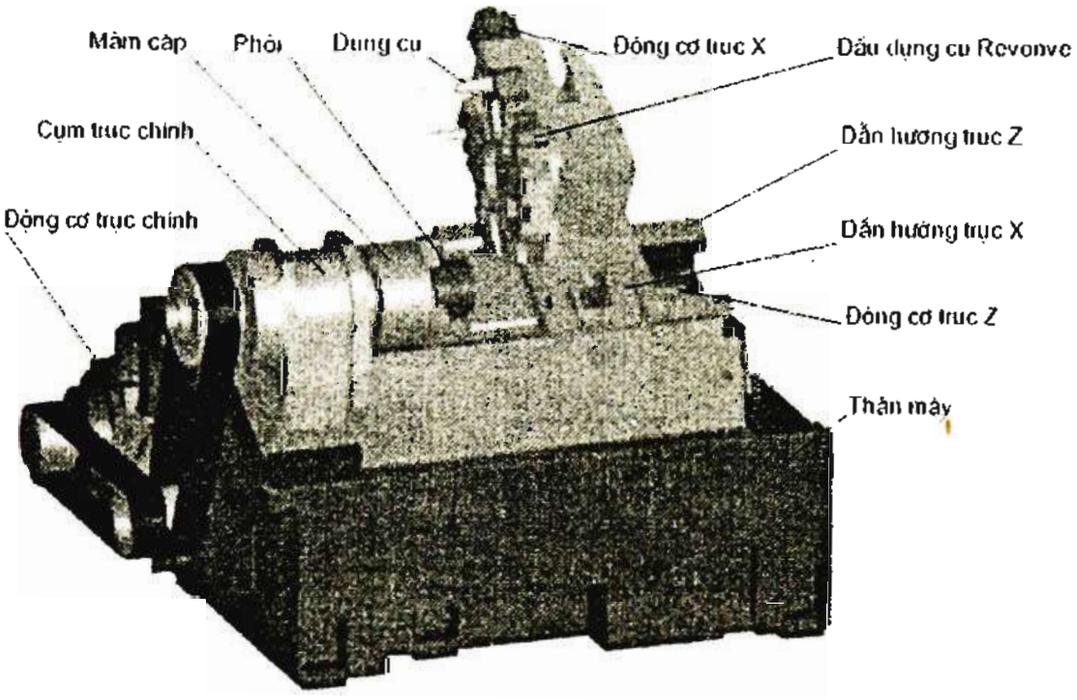
+ Tốc độ chạy dao nhanh

- Trục X: 18m/phút,
- Trục Z: 24m/phút.

- Công suất động cơ bơm dung dịch trơn nguội: 0,52 kW.
- Công suất nguồn ở chế độ làm việc liên tục: 28,8 kW.
- Mâm cặp: kết hợp thuỷ lực và khí nén.
- Bảng điều khiển:

+ Có khả năng quay 90 độ.

+ Màn hình hiển thị 10,4 inch TFT color LCD.




***Hình 2.70*** *- Máy tiện CNC CL-253 của hãng Mori seki – Các cụm kết cấu cơ bản*

- Cổng giao tiếp I/O: R-S232-C/PCMCIA.
- Các địa chỉ chức năng:

+ Địa chỉ chức năng tốc độ S có 5 chữ số.

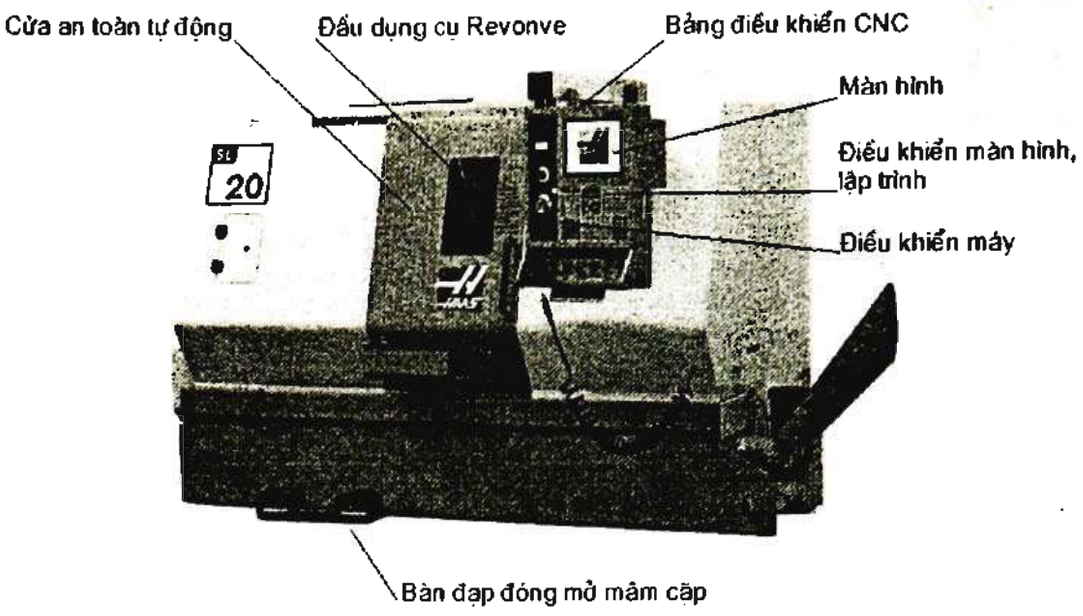
+ Địa chỉ chức năng dụng cụ cắt T có 4 chữ số.

+ Địa chỉ chức năng máy M có 3 chữ số.

- Bộ nhớ lưu trữ chương trình 128kB và nhiều hơn.
- Số chương trình có thể lưu trữ là 200.
- Số dụng cụ cắt có kích thước hiệu chỉnh được lưu trữ 80.

### 2.7.4 Máy tiện CNC SL- 20 của hãng HAAS

Hình dáng chung bên ngoài của máy tiện CNC SL- 20 của hãng HAAS được trình bày trên hình 2.71.




*Hình 2.7 - Máy tiện CNC SL- 20 của hãng HAAS*

**** Tính năng kỹ thuật cơ bản của máy tiện CNC SL- 20***

- Kích thước giới hạn của máy:
  + Chiều cao của máy: 2438mm (96 in.).
  + Kích thước mặt bằng máy: 3505mmx1575mm (138 in.x 62 in.).
- Tổng trọng lượng máy: 4082kg.
- Không gian gia công của máy:
  + Hành trình của trục X: 215mm (8,45 in.).
  + Hành trình của trục Z: 508mm (20 in.).
- Kích thước chi tiết gia công:
  + Đường kính chi tiết gia công lớn nhất: 262 mm (10,3 in.).
  + Chiều dài chi tiết gia công lớn nhất: 508 mm (20 in.)
  + Chiều dài gia công lỗ: 483 mm (19 in.).
- Hệ thống thay dụng cụ- đầu Rêvonve:
  + Số dụng cụ trên đầu Rêvonve: 10 dụng cụ.
  + Thời gian thay dụng cụ: 1 s.
- Cụm trục chính:
  + Đường kính lỗ trục chính: 76,2mm (3,0 in.).
  + Công suất động cơ trục chính lớn nhất: 15 kW.
  + Mômen xoắn trục chính: 209 Nm với 650 vg/ph.
  + Số vòng quay lớn nhất: 4000 vg/ph.
- Hệ thống chạy dao:
  + Lực cho phép lớn nhất khi chạy dao:
    - Trục X : 10675 N,
    - Trục Z : 18458 N.

+ Tốc độ chạy dao nhanh

- Trục X: 30,5 m/phút,
- Trục Z: 30,5 m/phút.

- Mâm cặp: thuỷ lực .
- Bảng điều khiển:

  + Có khả năng quay 90 độ.

  + Màn hình hiển thị 10,4 inch color LCD.

- Cổng giao tiếp I/O: RS-232.
- Địa chỉ chức năng tốc độ S có giá trị từ 1 đến số vòng quay lớn nhất.
- Mã hoá lập trình G code theo tiêu chuẩn ISO.
- Bộ nhớ lưu trữ chương trình 256kB đến 16MB.
- Số chương trình có thể lưu trữ là 500.
- Số dụng cụ cắt có kích thước hiệu chỉnh được lưu trữ 50.
- Độ chính xác vị trí: ±0,0051mm (±0,0002").
- Độ chính xác lặp lại: ±0,0025mm (±0,0001").

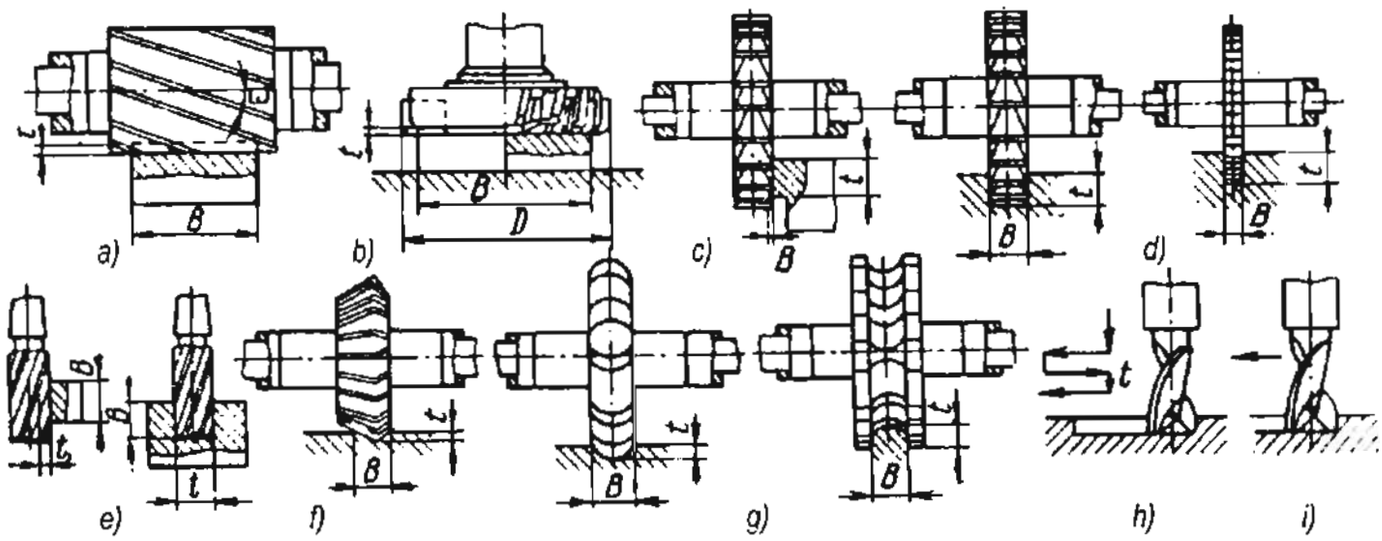
*CHƯƠNG 3*

# MÁY PHAY

## 3.1 CÔNG DỤNG, KÝ HIỆU VÀ PHÂN LOẠI

### 3.1.1 Công dụng

Máy phay có phạm vi sử dụng rất lớn, thường đứng sau máy tiện trong các phân xưởng cơ khí. Hình 3.1 trình bày một số công việc chủ yếu được thực hiện trên máy phay. Nó thường được dùng để gia công các bề mặt sau: mặt phẳng hình 3.1a, 3.1b; các bề mặt định hình (bề mặt cam, cối dập, khuôn ép) hình 3.1f, 3.1g; cắt ren vít trong và ngoài, gia công bánh răng và dao cắt nhiều lưỡi có răng thẳng và xoắn, cắt rãnh thẳng và xoắn hình 3.1d, 3.1h. Chuyển động chính của máy phay là chuyển động quay vòng của dao, còn các chuyển động chạy dao do bàn máy thực hiện.




***Hình 3.1*** – Các công việc thực hiện trên máy phay

Trong hai loại máy phay vạn năng nằm và đứng thì loại phay nằm ngang được sử dụng rộng rãi hơn vì nó làm được nhiều việc hơn. Loại máy phay vạn năng thường bàn máy có 3 chuyển động: dọc, ngang và thẳng đứng vuông góc với nhau. Ngoài công việc chủ yếu là gia công các mặt phẳng bằng dao lăn trụ và dao phay nhiều lưỡi, nó còn gia công các rãnh thẳng và xoắn bằng dao phay ngón hay dao phay đĩa, gia công các mặt định hình với dao phay định hình. Đôi khi còn dùng để gia công bánh răng bằng dao phay môđun.

Ngoài chuyển động chạy dao thẳng góc đã nói ở trên, bàn máy của máy phay ngang vạn năng còn có thể quay xung quanh trục thẳng đứng một góc $\pm 45^0$. Trên bàn máy còn có thể lắp được các bàn tròn, đầu phân độ. Trục chính côngxôn nằm ngang còn có thể thay bằng ụ đầu trục chính đứng và biến thành máy phay vạn năng đứng.

Kích thước cơ bản để biểu thị máy phay ngang là chiều rộng và chiều dài của bàn máy. Thường cỡ bàn máy có số càng bé thì kích thước càng lớn.

### 3.1.2 Ký hiệu và phân loại

Phần lớn các máy phay được sử dụng ở nước ta có hai nguồn gốc chính đó là các máy chế tạo tại Liên xô cũ và các máy được nhà máy Nhà máy Công cụ số 1 sản xuất theo mẫu của Liên xô cũ. Hiện nay các máy phay điều khiển theo chương trình số CNC đã bắt đầu được sử dụng khá phổ biến ở nước ta.

Ký hiệu của máy phay do Liên xô cũ chế tạo và Việt Nam chế tạo được qui định như sau:

Máy của Liên Xô cũ :

6H82
- Phay
- Cải tiến lần thứ H
- Nằm vạn năng
- Cỡ bàn số 2

Máy của Việt Nam :

P623
- Phay
- Nằm vạn năng
- Cỡ bàn số 2

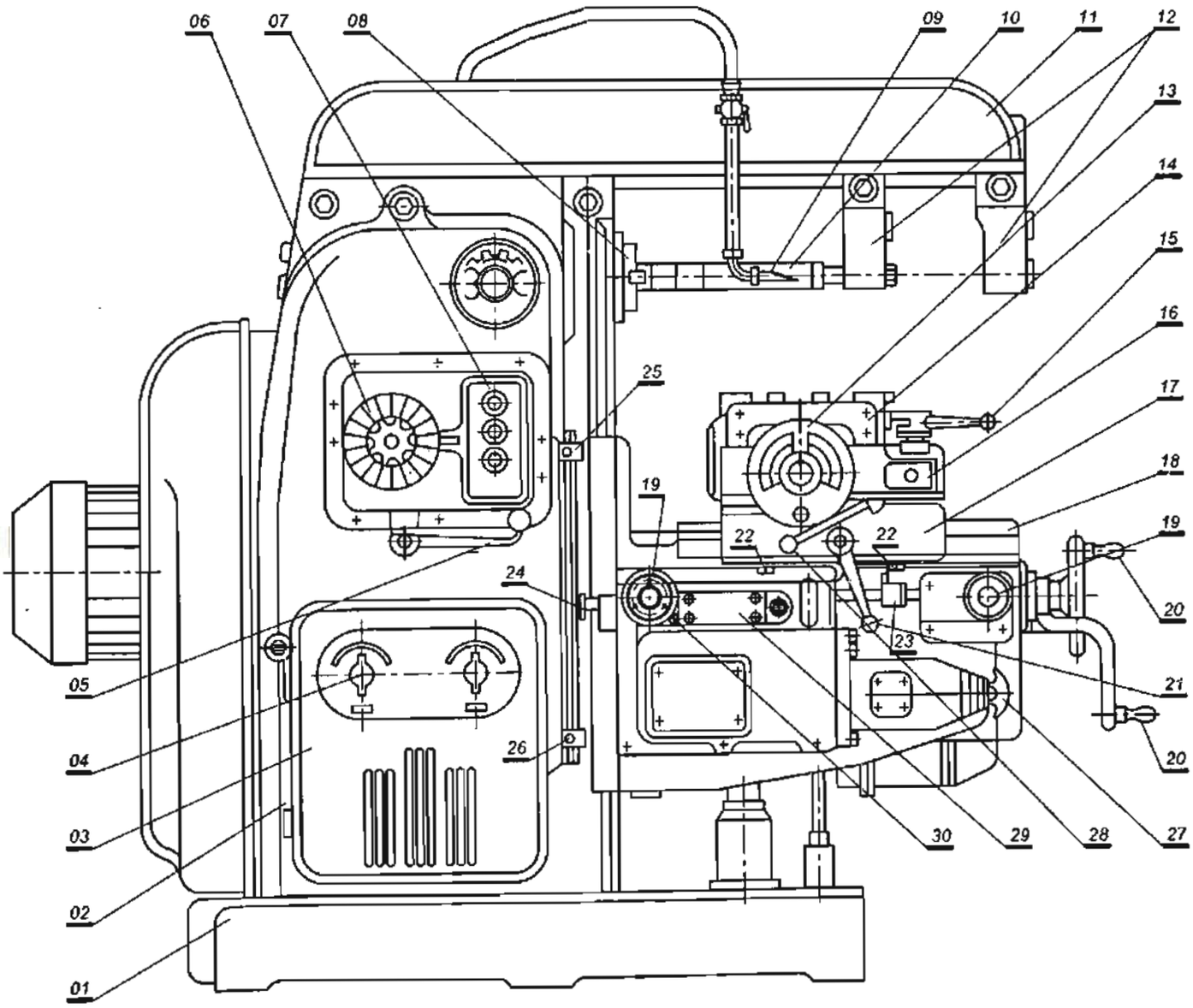
Máy phay ngang vạn năng 6H82 là sản phẩm do Liên Xô cũ sản xuất. Nhà máy Công cụ số 1 đã sản xuất máy phay ngang vạn năng P623 theo mẫu của 6H82 và máy phay P613.

Máy phay thường được phân thành hai loại chính:

Các máy phay vạn năng nằm ngang và máy phay đứng.

Các máy phay chuyên dùng, chuyên để phay rãnh then, ren vít hay chép hình, v...v.

Trong các loại máy phay thông dụng máy phay nằm ngang và đứng vạn năng thường có các bộ phận giống nhau đến 80%. Chúng chỉ khác nhau ở đầu trục chính nằm ngang hay thẳng đứng.




*Hình 3.2* – Hình dáng chung của máy phay vạn năng ngang 6H82

## 3.2 MÁY PHAY VẠN NĂNG NẰM NGANG 6H82 (P623)

Trên hình 3.2 trình bày hình dáng chung của máy phay vạn năng ngang 6H82. Máy bao gồm các bộ phận chính sau: 1- Đế máy; 2- Thân máy; 3- Hộp thiết bị điện; 4- Công tắc xoay; 5- Tay quay thay đổi tốc độ; 6- Núm xoay chọn tốc độ; 7- Nút ấn để hãm trục chính; 8- Côn để lắp trục dao; 9- Vòi dẫn chất làm nguội khi gia công; 10- Trục dao; 11- Xà ngang để lắp bạc đỡ trục dao; 12- Bạc đỡ trục dao; 13- Vô lăng để ăn dao dọc; 14- Bàn dao; 15- Tay quay để đảo chiều ăn dao dọc; 16- Đế bàn dao; 17- Bàn trượt; 18- Sống trượt để di trượt bàn dao; 19- Tay quay ăn dao ngang và đứng; 20- Vô lăng di chuyển giá dao bằng tay; 21- Tay quay để kẹp giá dao; 22- Cam kết thúc ăn dao ngang; 23- Vấu kết thúc ăn dao ngang; 24- Vấu kết thúc ăn dao đứng; 25- Cữ hành trình để kết thúc ăn dao đứng; 26- Vấu hạn chế hành trình ăn dao đứng; 27- Núm xoay để chọn trị số chạy dao; 28- Tay gạt thứ 2 để bắt đầu và kết thúc ăn dao dọc; 29- Nắp đậy ly hợp điều chỉnh thời gian; 30- Êcu để điều chỉnh thời gian của ly hợp.

### 3.2.1 Tính năng kỹ thuật của máy phay vạn năng 6H82

Máy phay ngang vạn năng 6H82 có các tính năng kỹ thuật chủ yếu như sau:

- 18 cấp vòng quay trục chính : $n_{Tc}$ = 30÷1500vg/ph.

- 18 cấp lượng chạy dao dọc và ngang : $S_{d.n}$ = 23,5÷1800mm/ph.

- Xích chạy dao nhanh : $S_{nh}$ = 2300mm/ph.

- Kích thước bàn máy số 2 : 320 x 1250mm.

- Công suất động cơ chính : $N_C$ = 7kW; $n_P$ = 1440vg/ph.

- Công suất chạy dao : $N_P$ = 1,7kW; $n_P$ = 1420vg/ph.

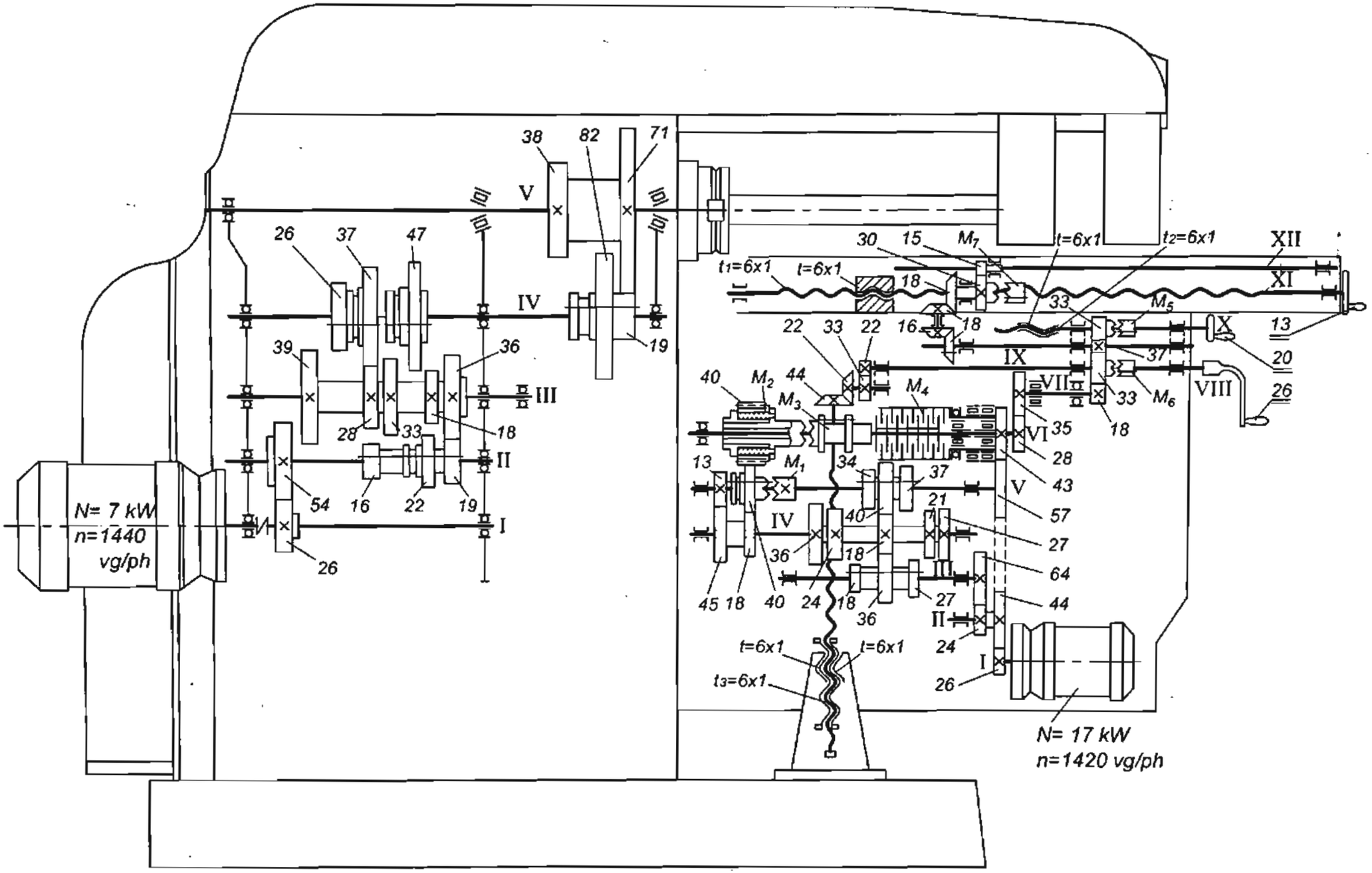
- Trọng lượng máy: kG

### 3.2.2 Sơ đồ động của máy phay vạn năng 6H82

Sơ đồ động của máy phay vạn năng 6H82 được trình bày trên hình 3.3. Các chuyển động tạo hình trên máy phay vạn năng nằm ngang gồm có các xích truyền động: xích tốc độ (xích trục chính), xích chạy dao, và xích phân độ nếu có gá lắp đầu phân độ.

***1/ Xích trục chính*** thực hiện truyền động từ động cơ đến trục chính gá dao theo phương trình xích động sau:

$$n_{dc}(1440vg/ph)(I)\frac{26}{54}(II)\left\langle\begin{matrix}\frac{16}{39}\\ \frac{19}{36}\\ \frac{22}{33}\end{matrix}\right\rangle(III)\left\langle\begin{matrix}\frac{18}{47}\\ \frac{28}{37}\\ \frac{39}{26}\end{matrix}\right\rangle(IV)\left\langle\begin{matrix}\frac{19}{71}\\ \frac{82}{38}\end{matrix}\right\rangle(V)\begin{cases}n_1 = 30(vg/ph)\\ n_2 = 37{,}5(vg/ph)\\ \dots\dots\dots\\ n_{17} = 1180(vg/ph)\\ n_{18} = 1500(vg/ph)\end{cases} \quad (3.1)$$




***Hình 3.3*** – Sơ đồ động máy phay 6H82

***2/ Xích chạy dao dọc, ngang, đứng*** thực hiện truyền động từ động cơ 2 đến các trục vít me dọc, ngang và đứng theo phương trình xích động sau:

$$n_{đc2}(1420v/p)(I)\frac{26}{44}(II)\frac{24}{64}(III)\left\langle\begin{matrix}\frac{16}{36}\\ \frac{27}{27}\\ \frac{36}{18}\end{matrix}\right\rangle(IV)\left\langle\begin{matrix}\frac{18}{40}\\ \frac{21}{37}\\ \frac{24}{34}\end{matrix}\right\rangle(V)$$

$$\rightarrow LHM_1(phải).\frac{40}{40}.M_3(trái).M_4(VI)$$

(Cho ta 9 tốc độ trực tiếp từ 190÷1180mm/ph của $S_d$, $S_{ng}$, $S_d$)

$$\rightarrow LHM_1(trái)\frac{13}{45}.\frac{18}{40}(M_1)\frac{40}{40}(M_2)(VI)$$

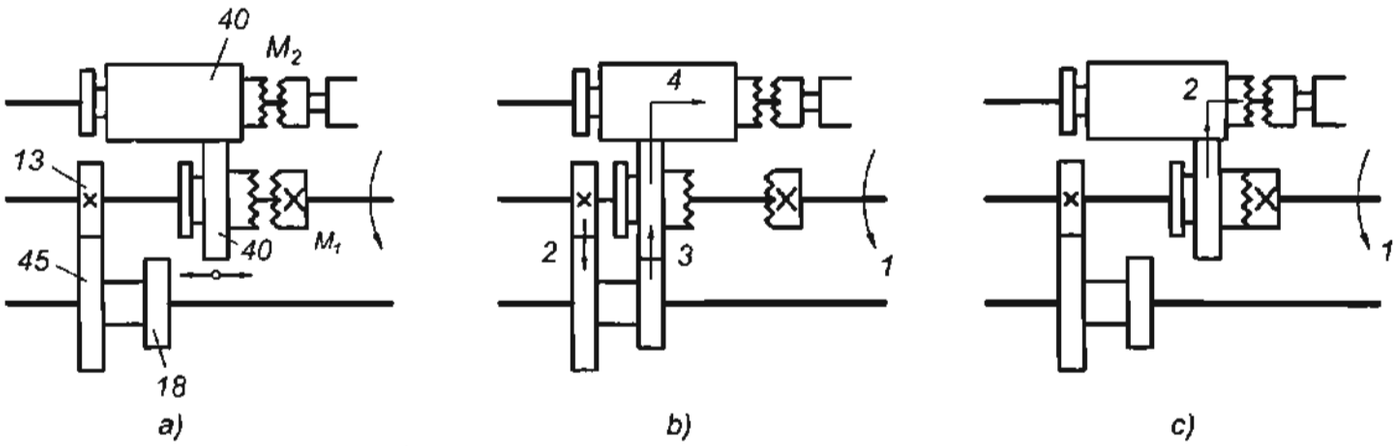
(Cho 9 tốc độ gián tiếp từ 23,5÷150mm/ph của $S_d$, $S_{ng}$, $S_d$)

$$\rightarrow \frac{28}{35}(VII)\frac{18}{33}(VIII)\frac{33}{37}(IX)\frac{18}{16}.\frac{18}{18}(M_7)(XI).\quad t_{x1}(6x1)\rightarrow S_{dọc}$$

$$\frac{37}{33}(M_5)t_{x2}(6x1)\rightarrow S_{ngang}$$

$$\frac{22}{23}.\frac{22}{44}t_{x3}(6x1)\rightarrow S_{đứng}\qquad(3.2)$$

Đường truyền động trực tiếp và đường truyền động gián tiếp của chuyển động chạy dao được trình bày trên hình 3.4.




***Hình 3.4*** - Đường truyền gián tiếp (tốc độ thấp) - trực tiếp (tốc độ cao)

*a. Vị trí không làm việc; b. Đường truyền gián tiếp (tốc độ thấp): 1→2→3→4; c.Đường truyền trực tiếp (tốc độ cao): 1→2.*

***3/ Xích chạy dao nhanh*** thực hiện truyền động nhanh từ động cơ 2 đến các trục vít me dọc, ngang và đứng theo phương trình xích động sau:

$$n_{đc}(1420vg/ph)\frac{26}{44}(II)\frac{44}{57}(V)\frac{57}{43}(VI)\frac{28}{35}(VII)\frac{18}{33}(VIII)\rightarrow$$

$$\left.\begin{matrix}\frac{22}{33}.\frac{22}{44}.t_{x3}(6x1)=S_{d\ nhanh}\\ \frac{33}{37}.\frac{37}{33}.t_{x2}(6x1)=S_{ng\ nhanh}\\ \frac{33}{37}.\frac{18}{16}.\frac{18}{18}.t_{x1}(6x1)=S_{d\ nhanh}\end{matrix}\right\}=2300mm/ph\qquad(3.3)$$

### 3.2.3 Các cơ cấu đặc biệt

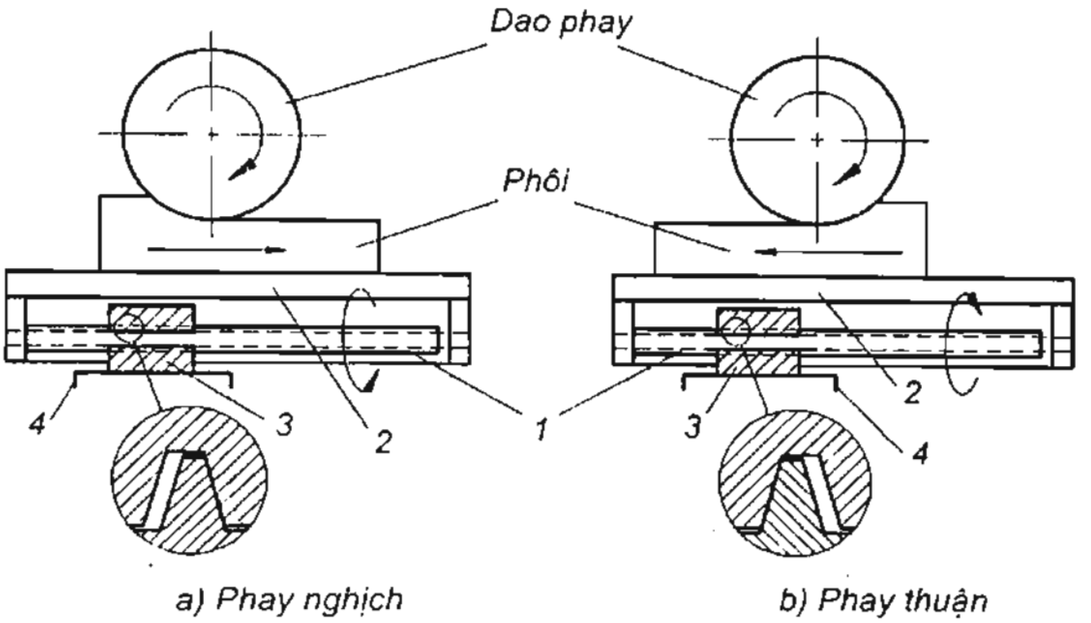
Máy phay vạn năng có khả năng gia công được nhiều loại bề mặt với nhiều loại dao, vật liệu và phương pháp cắt khác nhau nên nó có một số cơ cấu đặc biệt để đảm bảo các điều kiện làm việc bình thường của máy.

Một vài cơ cấu đặc biệt của máy là: cơ cấu hiệu chỉnh khe hở vít me, cơ cấu chọn trước tốc độ quay.

***1/ Cơ cấu hiệu chỉnh khe hở vít me:***

Trên máy phay ngang vạn năng thường dùng hai phương pháp phay: phay thuận và phay nghịch. Hình 3.5 mô tả hai phương pháp phay này: trục vít me (1) nhận truyền động từ hộp chạy dao và làm di động bàn máy (2) mang chi tiết gia công. Trục vít me (1) quay trong đai ốc (3) được cố định trên bàn trượt ngang (4). Nếu trục vít me quay theo chiều mũi tên, mặt bên trái của vítme và đai ốc sẽ tiếp xúc với nhau và đưa vítme mang bàn máy di động về bên phải (*hình 3.5a*).

Ở phương pháp phay nghịch, tức là phương pháp phay có chiều chuyển động của dao phay và chiều chuyển động của phôi ngược nhau (*hình 3.5a*), sự tiếp xúc ở mặt bên trái của ren vít me với đai ốc luôn luôn ổn định, vì lực cắt đẩy vít me về bên trái, làm triệt tiêu khe hở giữa hai bề mặt này. Đây là phương pháp phay thường dùng nhất.



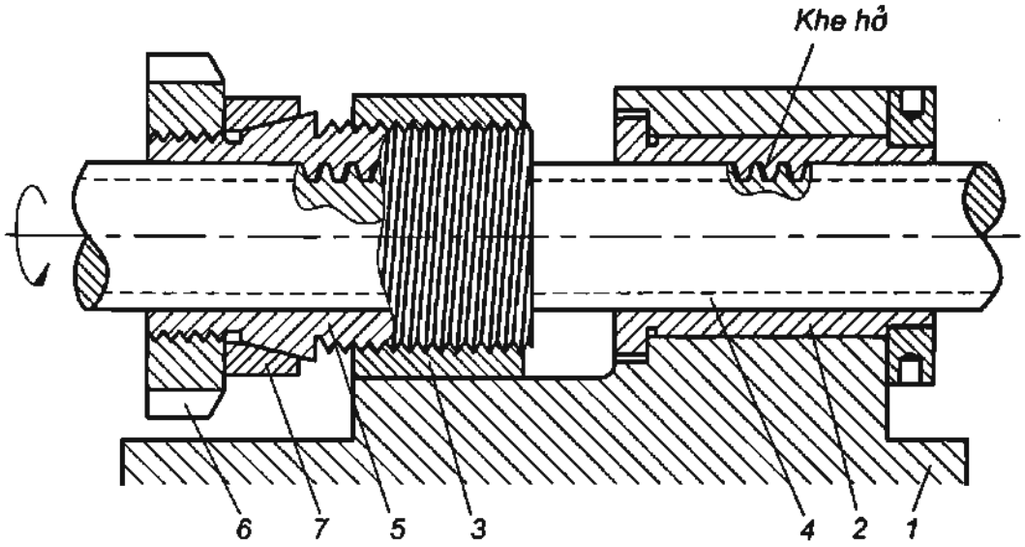

***Hình 3.5*** – Sơ đồ phay thuận và phay nghịch

Trái lại, ở phương pháp phay thuận (*hình 3.5b*), dao và phôi có chuyển động cùng chiều (dao vẫn quay theo hướng cũ nhưng bàn máy đảo chiều). Trong trường hợp này, ở thời điểm không có lực cắt tác dụng (khi không có lưỡi cắt nào tác động vào phôi) mặt phải của ren vít me tiếp xúc với bề mặt đai ốc để đưa bàn máy sang trái. Nhưng khi lực cắt xuất hiện, đẩy vít me sang trái, chấm dứt sự tiếp xúc tạo nên một khe hở giữa mặt phải của ren vít me và đai ốc. Ở khoảnh khắc này, bàn máy sẽ dừng lại cho đến khi khe hở bị triệt tiêu. Sự xuất hiện và triệt tiêu khe hở làm chuyển động của bàn máy không êm, bị giật cục. Nếu khe hở càng lớn thì độ chuyển động không đều và rung động của bàn máy càng lớn.

Để khắc phục khe hở giữa vít me và đai ốc khi phay thuận, trên máy phay ngang vạn năng người ta dùng nhiều loại cơ cấu hiệu chỉnh khe hở vít me khác nhau.

Hình 3.6 giới thiệu cơ cấu hiệu chỉnh khe hở được dùng trên máy P623. Trên bàn trượt ngang (1), ngoài đai ốc chính (2) còn có đai ốc phụ (3). Để thực hiện chuyển động dọc của bàn máy, vít me (4) vừa quay trong đai ốc (2) vừa quay trong ren của trục vít rỗng (5) có ren

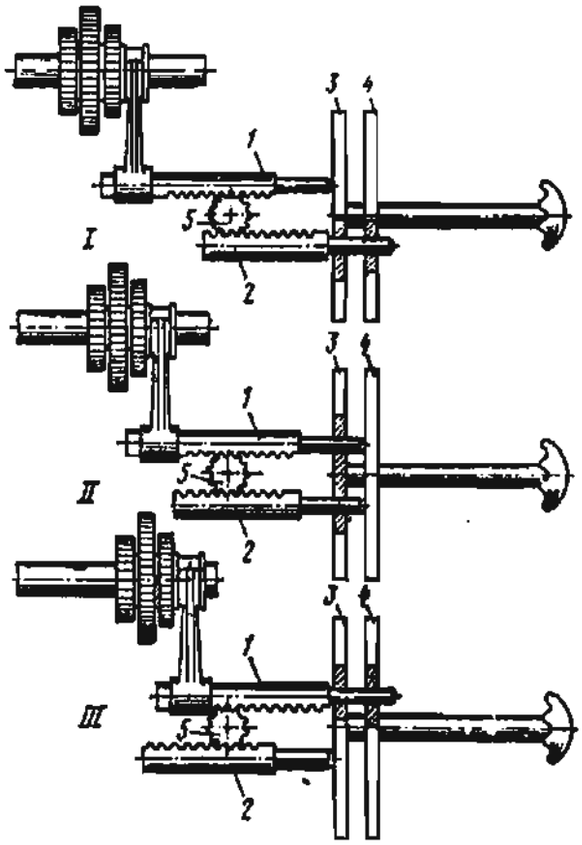
trái ở bên ngoài ghép với đai ốc phụ (3). Ren trong của trục vít rỗng (5) ốp sát với ren của vít me (4), đầu mút bên trái của trục vít rỗng có xẻ rãnh dọc. Dùng đai ốc (6) di động bạc (7) sẽ ép mặt côn làm cho ren của trục vít rỗng bó sát vào ren của vít me.




***Hình 3.6*** – Cơ cấu hiệu chỉnh khe hở trục vít me

Nếu như vít me quay theo chiều mũi tên, mặt bên trái của các ren vít me sẽ tì sát vào ren của đai ốc (2) và vít me sẽ di động sang phải. Cùng lúc, trục vít rỗng (5) cũng có xu hướng quay cùng với vít me (4). Vì ren ngoài của trục vít rỗng là ren trái nên trục vít rỗng bị xê dịch về bên trái, ép khít vào mặt phải của ren vít me. Do đó nếu như có lực đẩy vít me về bên trái (như khi phay thuận), các vòng ren của đai ốc chính (2) sẽ ngăn cản sự chuyển vị của vít me. Còn các vòng ren của trục vít rỗng sẽ ngăn trở chuyển vị của vít me về bên phải.

***2/ Cơ cấu chọn trước tốc độ quay***



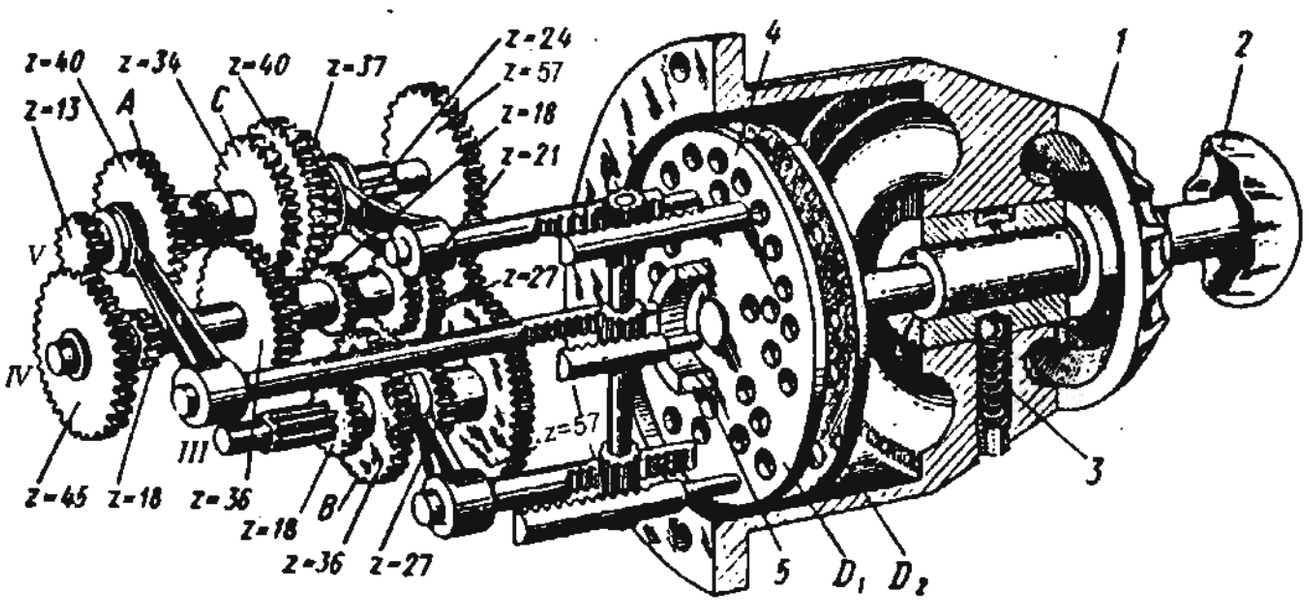

***Hình 3.7a*** – Nguyên lý cơ cấu chọn trước tốc độ quay của máy phay 6H82

Máy phay vạn năng có khả năng gia công ở nhiều tốc độ cắt và nhiều lượng chạy dao khác nhau. Trên máy phay dùng cơ cấu chọn trước tốc độ quay kiểu đĩa lỗ để chuẩn bị thay đổi tốc độ cần thiết cho trục chính. Mục đích của việc chọn trước tốc độ quay và lượng chạy

dao bằng cơ cấu kiểu đĩa lỗ là nhằm giảm thời gian phụ của máy.

Sơ đồ nguyên lý cơ cấu chọn trước tốc độ quay hoặc lượng chạy dao (cơ cấu đĩa lỗ) của máy phay 6H82 được trình bày trên hình 3. 7a

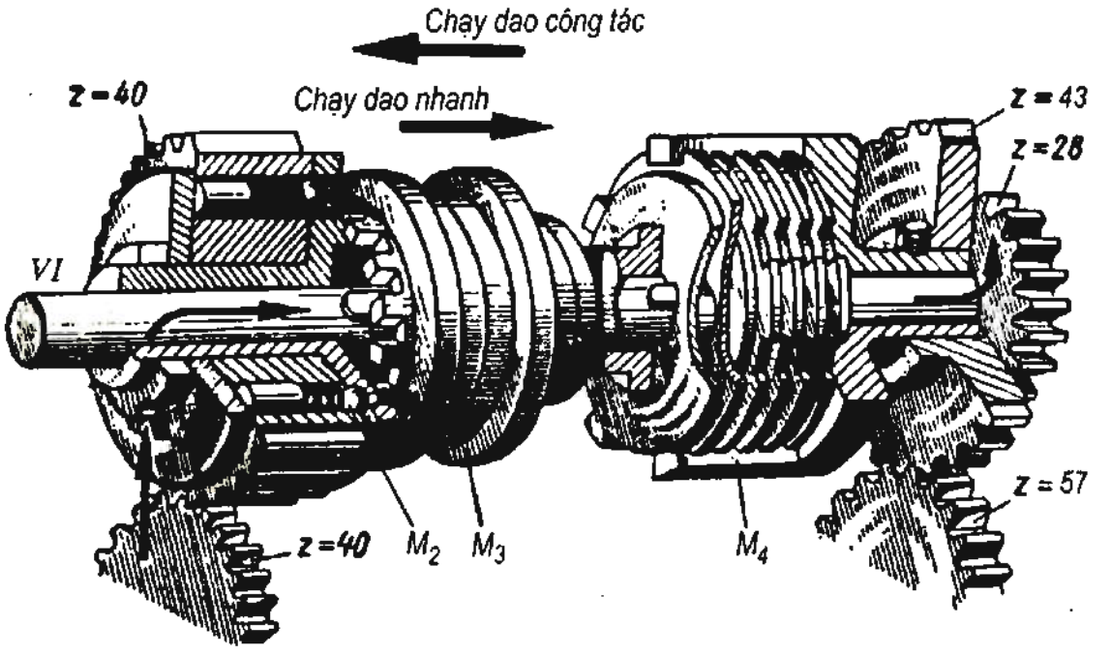
Cơ cấu chọn trước tốc độ quay hoặc lượng chạy dao bằng đĩa lỗ được dùng để di động các khối bánh răng di trượt tới các vị trí I, II, III. Càng gạt khối bánh răng di trượt chuyển động sang phải hoặc trái tuỳ thuộc vào vị trí chốt 1 và 2 có xuyên qua đĩa lỗ hay không xuyên qua đĩa lỗ 3 và 4 như trên hình 3.7a. Dạng tổng quát của cơ cấu điều khiển lượng chạy dao được trình bày trên hình 3.7b.




***Hình 3.7b*** – Dạng tổng quát của cơ cấu đĩa lỗ trên máy phay 6H82

Núm vặn (2) dùng để chọn trước vận tốc hoặc lượng chạy dao. Tốc độ quay của các trục bị động được điều chỉnh nhờ các vị trí di trượt khác nhau của các khối bánh răng A, B, C như trên hình 3.7b . Núm vặn (2) tác động rút đĩa chốt ra khỏi các chốt sau đó quay các đĩa này tới vị trí chọn trước rồi đẩy trở lại vị trí cũ, các đĩa lỗ sẽ tác động tới các chốt điều khiển các ngàm gạt các khối bánh răng A, B, C đóng mở các khối bánh răng di trượt . Các đĩa lỗ duy trì được vị trí xác định nhờ cơ cấu định vị bi 3.

Trên hình 3.7c trình bày kết cấu của cụm ly hợp bi an toàn $M_2$, ly hợp vấu $M_3$và ly hợp ma sát $M_4$ của cơ cấu chạy dao máy phay 6H82.




***Hình 3.7c*** – Kết cấu của cụm ly hợp an toàn, ly hợp vấu và ly hợp ma sát của cơ cấu chạy dao

## 3.3 ĐẦU PHÂN ĐỘ VẠN NĂNG

Để mở rộng khả năng công nghệ của máy phay vạn năng (thường cho máy phay ngang và máy phay đứng), thường dùng đầu phân độ vạn năng lắp trên bàn máy để phân độ và kẹp chặt chi tiết gia công trên trục chính của đầu phân độ, với các kiểu đồ gá khác nhau.

Vị trí của đầu phân độ vạn năng trên bàn máy phay vạn năng được trình bày trên hình 3.8

*Đầu phân độ vạn năng có những khả năng sau:*

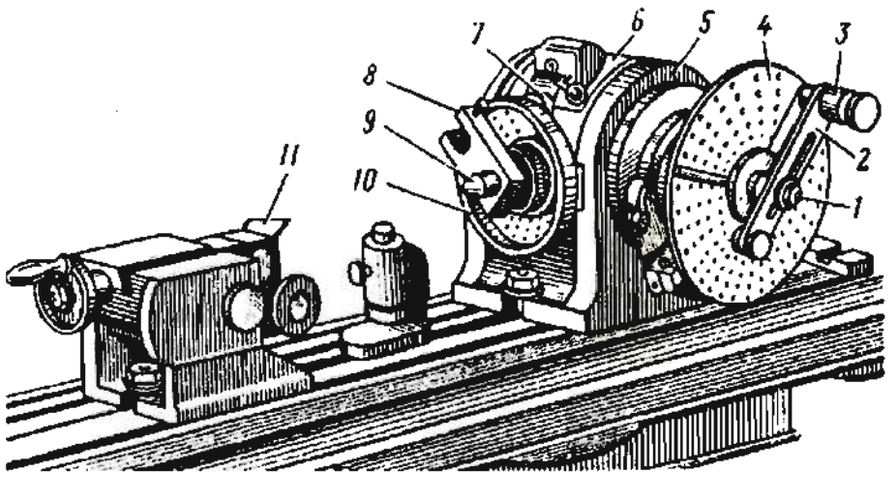
+ Quay tròn chi tiết gia công không liên tục với những cung tròn khác nhau. Khả năng này của đầu phân độ làm máy phay vạn năng có thể phay được các cạnh của hình nhiều cạnh, cắt được rãnh thẳng phân bố trên chu vi như: then hoa, bánh răng thẳng, dao phay và mũi doa răng thẳng, v.v...

+ Quay tròn chi tiết gia công liên tục phù hợp với lượng chạy dao của bàn máy. Khả năng này của đầu phân độ làm máy phay vạn năng có thể phay được các rãnh xoắn của bánh răng, trục vít, dao phay, mũi doa và các loại dao khác có rãnh xoắn.

Đầu phân độ vạn năng có thể phân thành hai loại cơ bản: đầu phân độ có đĩa phân độ và đầu phân độ không có đĩa phân độ.

### 3.3.1 Đầu phân độ vạn năng có đĩa phân độ

Kết cấu của loại đầu phân độ này được trình bày tổng quát ở hình 3.8. Trục chính (9) của đầu phân độ được lắp trong vỏ (5) của đầu phân độ. Trục này có thể quay tròn không liên tục nhờ tay quay (2). Trục chính của đầu phân độ có thể quay trong mặt phẳng thẳng đứng với một góc $90^0$, tạo thành với đường nằm ngang ở phía dưới $10^0$.

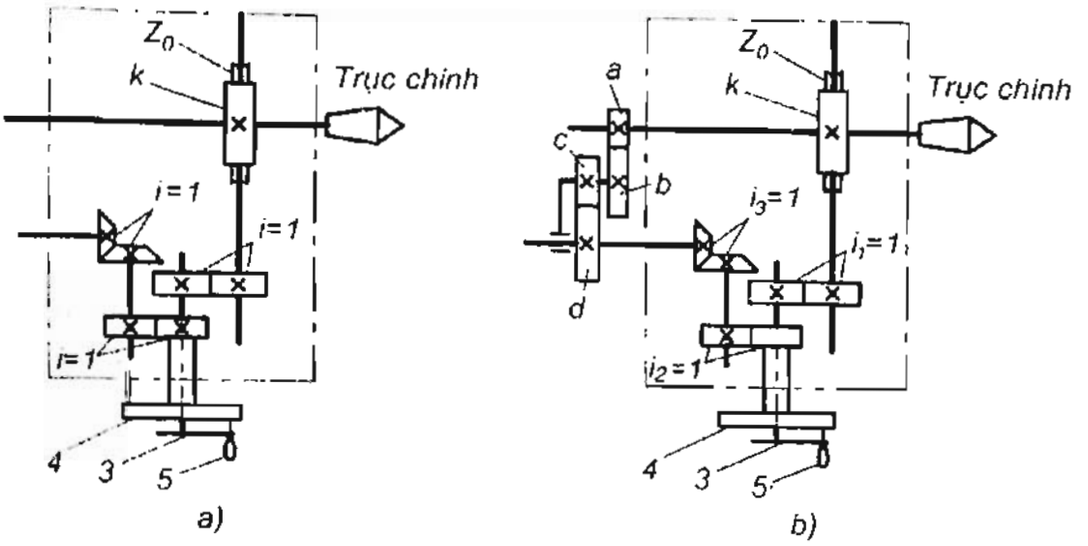



***Hình 3.8*** – Sơ đồ bố trí đầu phân độ vạn năng

Trên trục của tay quay (2) có lồng đĩa phân độ (4). Trên đĩa phân độ có nhiều hàng lỗ phân bố đều trên những vòng tròn đồng tâm. Chốt cố định (3) trên tay quay (2) có thể cắm vào bất kỳ một trong những lỗ này. Nhờ đó có thể xác định được góc quay cần thiết của tay quay (2), tức là có thể xác định được góc xoay cần thiết của trục chính (9) mang chi tiết gia công.

Đầu phân độ vạn năng có đĩa phân độ có sơ đồ động như trên hình 3.9. Chốt (5) cắm trong lỗ của đĩa (4). Khi phân độ, rút chốt ra khỏi lỗ, quay tay quay (3) có trục lồng không qua cặp bánh trụ có i= 1 và trục vít - bánh vít $\frac{k}{z_0}$, quay trục chính mang chi tiết gia công.

Để tăng độ chính xác khi phân độ, giữa trục vít và bánh vít lắp trên trục chính cần có cơ cấu điều chỉnh để khử khe hở giữa chúng. Độ chính xác của đầu phân độ vạn năng có thể đạt được với sai số từ ±45"÷60".




***Hình 3.9*** – Sơ đồ động của đầu phân độ vạn năng có đĩa phân độ

Với đầu phân độ vạn năng có đĩa phân độ có thể tiến hành 3 cách phân độ: phân độ trực tiếp, phân độ đơn giản, phân độ vi sai.

***1/ Phương pháp phân độ trực tiếp:***

Với phương pháp phân độ trực tiếp, xích truyền động giữa trục vít và bánh vít cần được cắt đứt. Sau đó lắp đĩa phân độ trực tiếp lên trục chính và dùng tay quay đầu phân độ. Trong trường hợp này góc quay của đĩa phân độ bằng với góc quay của trục chính. Do đó số lỗ trong một vòng của đĩa phân độ cần phải bằng hoặc là bội số của số độ cần chia. Số lỗ trong một vòng của đĩa phân độ thường dùng cho phương pháp này là 24.

Độ chính xác của phương pháp phân độ trực tiếp có thể đạt được ±5μm trên chu vi.

***2/ Phương pháp phân độ đơn giản***:

Với phương pháp phân độ đơn giản, trục vít và bánh vít phải ăn khớp với nhau nhưng các bánh răng thay thế a, b, c, d vẫn không dùng đến (hình 3.9b). Như thế truyền động phân độ được thực hiện từ tay quay (3) trên đĩa phân độ, qua tỷ lệ truyền $i_1$= 1 và tỷ số truyền của trục vít – bánh vít $\frac{k}{z_0}$ để đến trục chính với phương trình cân bằng là:

$$\frac{A}{B}.\frac{k}{z_0} = \frac{1}{z} \qquad (3.4)$$

Trong đó :

A – số lỗ cần quay trong mỗi lần phân độ,

B – số lỗ trên một vòng lỗ của đĩa phân độ,

k – số đầu mối của trục vít trong đầu phân độ,

$z_0$ – số răng của bánh vít trong đầu phân độ,

Z – số phần đường tròn cần chia.

Tỷ số $\frac{A}{B}$ chính là số vòng quay của đĩa phân độ trong mỗi lần phân độ (vì khi quay B lỗ là đĩa đã quay 1 vòng, vậy khi quay A lỗ thì đĩa phải quay 1.$\frac{A}{B}$ vòng) và tỷ số $\frac{1}{z}$ là số vòng mà trục chính cần quay trong mỗi lần phân độ. Do đó từ công thức (3.4) có số vòng quay của đĩa phân độ trong mỗi lần phân độ n là:

$$n = \frac{A}{B} = \frac{z_0}{k} \cdot \frac{1}{z} \qquad (3.5)$$

Để việc phân độ được chính xác, thông thường dùng trục vít có k= 1. Trị số nghịch đảo của tỷ số truyền động bộ trục vít – bánh vít gọi là đặc tính của đầu phân độ, ký hiệu là $N = \frac{z_0}{k}$. Do đó công thức (3.5) có thể viết như sau:

$$n = \frac{N}{z} \qquad (3.6)$$

Đặc tính của các đầu phân độ thường dùng là N= 40, 60, 80 và 120.

Thông thường trị số n là một số lẻ hay là một phân số bất kỳ nên cần phải biến đổi nó thành dạng số nguyên A và B với phân số $\frac{A}{B}$ có mẫu số B bằng với số lỗ của một vòng tròn trên đĩa phân độ.

Đầu phân độ thường có một đĩa phân độ có chia lỗ ở cả hai mặt đĩa. Các lỗ không thông ấy được phân bố trên 11 vòng tròn đồng tâm của đĩa và trên mỗi vòng tròn có số lỗ như sau:

- Mặt thứ nhất có : 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42, 43.
- Mặt thứ hai có : 46, 47, 49, 50, 53, 54, 57, 58, 59, 62, 66.

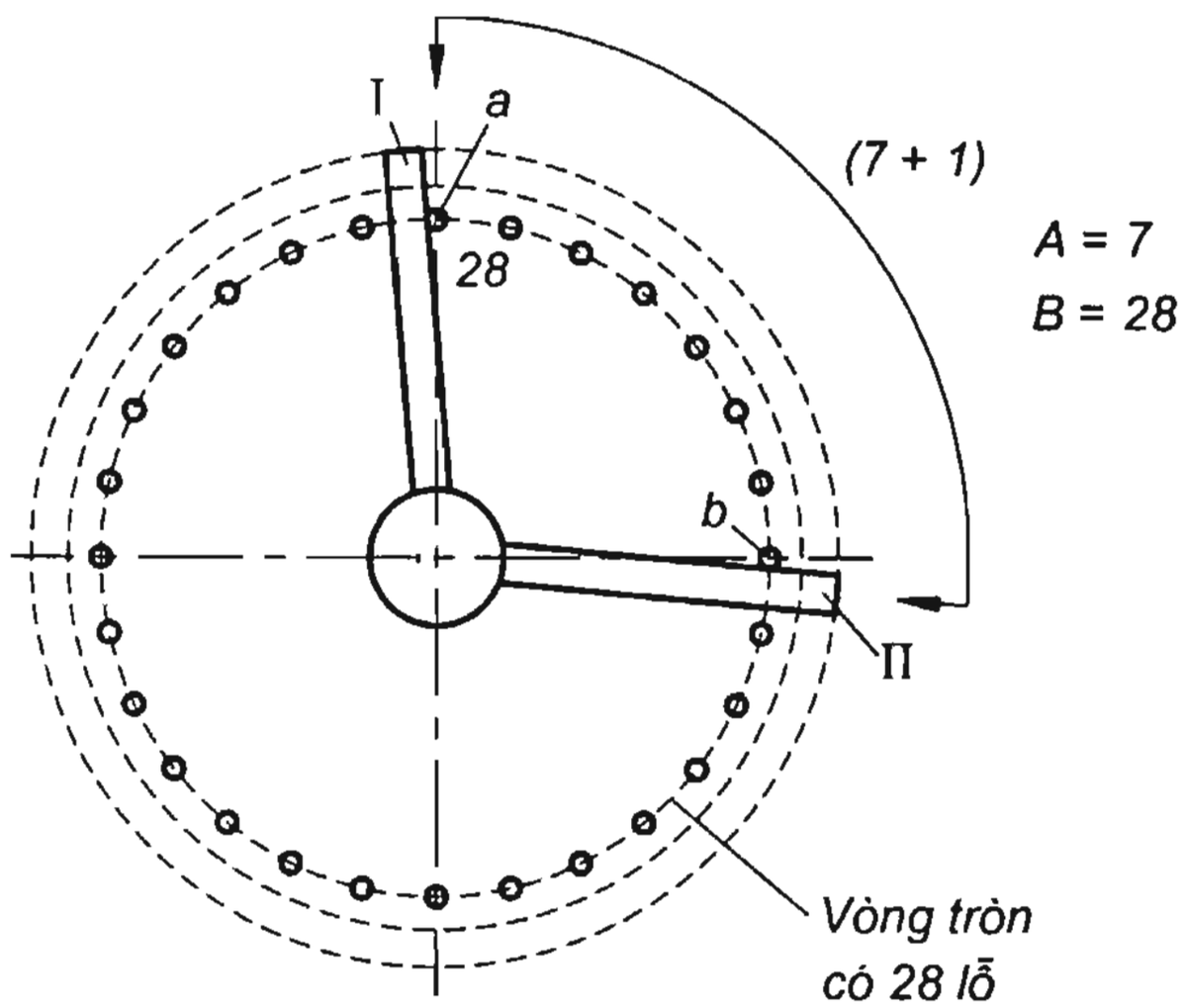
Đặc tính của đầu phân độ loại này là: N = 40.

Để tránh nhầm lẫn khi đếm số lỗ, trên đĩa phân độ có một bộ phận hình quạt gồm 2 thanh I và II đặt theo hướng kính như trên hình 3.10.

Hai thanh I và II cùng đĩa phân độ đều lồng không trên cùng một bạc và có lò xo ép chặt hai thanh này vào đĩa. Góc do hai thanh I và II tạo thành có thể điều chỉnh tương ứng với số phần lỗ cần thiết và dùng vít đặt ở tâm đĩa cố định góc đã được điều chỉnh.

Ví dụ, dùng đầu phân độ nói trên để phân vòng tròn thành z = 32 phần, thì ta có:

$$n = \frac{N}{z} \quad \frac{40}{32} = \frac{5}{4} = 1\frac{1}{4} = 1\frac{7}{28}$$




***Hình 3.10*** – Đĩa phân độ và hai nan quạt

Tiến hành điều chỉnh đầu phân độ như sau: trước tiên dùng chốt (5) quay tay quay (3) ở hình 3.9 đi chẵn một vòng. Sau đó quay thêm 7 lỗ nữa trên vòng tròn có 28 lỗ để cắm chốt vào lỗ b tương ứng (hình 3.10).

Để không phải đếm nhiều lần có thể dẫn đến nhầm lẫn, dùng thanh I và II để cố định phần lẻ của số lỗ cần quay, bằng cách đẩy thanh I ở phía sau tới chạm vào chốt đang cắm ở lỗ khởi đầu a. Góc giữa hai thanh I và II đã được điều chỉnh tương ứng với (1+7)= 8 lỗ trên vòng lỗ 28. Như thế lỗ mà chốt cần cắm vào khi phân độ là lỗ hiện nằm phía bên trong của thanh II, tức là lỗ b.

Tóm lại nếu chốt muốn quay đi 7 lỗ trên vòng 28 thì số lỗ cần điều chỉnh giữa thanh I và II là (1+7) lỗ.

***3/ Phương pháp phân độ vi sai***

Trong trường hợp phân độ không thể chọn được số lỗ thích hợp trên vòng tròn đĩa phân độ để tiến hành phân độ đơn giản, phải dùng phương pháp phân độ vi sai. $n = \frac{N}{z} \neq \frac{A}{B}$.

Với phương pháp phân độ vi sai, tất cả các số từ 2÷400 hay những số lớn hơn, kể cả những số nguyên tố cũng đều có thể phân chia được. Phân độ vi sai chỉ có thể sử dụng trong trường hợp phân độ trên chi tiết hình trụ. Trên chi tiết hình côn và trên chi tiết trụ cần phay rãnh xoắn thì không thể dùng phương pháp này.

Khi phân độ vi sai, phải sử dụng bộ bánh răng thay thế $x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ để nối liền trục chính với đĩa phân độ (4) (hình 3.9b). Do đó khi quay tay quay (3), không những trục chính quay mà đĩa phân độ cũng quay. Lúc này chốt (5) trên tay quay (3) phải rút ra khỏi lỗ và đĩa sẽ cùng quay với trục ống lồng không.

Nếu muốn phân đường tròn ra làm z phần bằng phương pháp phân độ vi sai, cần chọn một số $z_x$ gần bằng với z sao cho với trị số $z_x$ ta có thể tiến hành phân độ đơn giản. Khi phân độ được $z_x$ phần thì mỗi lần phân độ, tay quay cần phải quay một số vòng theo công thức (3.6):

$$n_x = \frac{N}{z_x}$$

Muốn phân độ đường tròn thành z phần, tức là mỗi lần phân độ, tay quay cần phải quay:

$$n = \frac{N}{z}$$

Như vậy trong mỗi lần phân độ sẽ có sai số của số vòng quay tay quay:

$$n - n_x = N.\left(\frac{1}{z} - \frac{1}{z_x}\right) \qquad (3.7)$$

Sai số vòng quay của tay quay được hiệu chỉnh bằng bộ bánh răng thay thế $x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ lắp từ trục chính tới đĩa phân độ qua các tỷ số truyền cố định. Cho nên, nếu muốn trục chính quay $\frac{1}{z}$ vòng (số vòng quay trong mỗi lần phân độ) thì phương trình cân bằng chuyển động sẽ là:

$$\frac{1}{z}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.i_3.i_2 = N\left(\frac{1}{z} - \frac{1}{z_x}\right)$$

Vế trái của phương trình này chính là số vòng quay của đĩa phân độ khi trục chính quay $\frac{1}{z}$ vòng.

Từ công thức trên rút ra công thức điều chỉnh:

$$x = N.z.\left(\frac{1}{z} - \frac{1}{z_x}\right) = N\left(1 - \frac{z}{z_x}\right) = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = N\frac{z_x - z}{z_x} \qquad (3.8)$$

Trị số $z_x$ có thể lấy lớn hơn hoặc nhỏ hơn z.

- Nếu $z_x > z$ thì $x > 0$. Trường hợp này khi phân độ đĩa phải quay cùng chiều với tay quay (không cần thêm bánh răng đệm).

- Nếu $z_x < z$ thì $x < 0$. Trong trường hợp này đĩa phải quay theo chiều ngược lại. Muốn thế, ta cần lắp thêm vào chạc điều chỉnh x một bánh răng trung gian.

Ở đầu phân độ vạn năng nói trên có các bộ bánh răng thay thế như sau: 25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90,100.

Ví dụ, phân độ đường tròn làm z= 67 rãnh bằng nhau. $n = \frac{N}{z} = \frac{40}{67}$ không phân độ đơn giản được.

Vậy chọn $z_x$= 66.

Do đó : $n_x = \frac{N}{z_x} = \frac{40}{66}$

Như vậy cần quay chốt trên tay quay qua 40 lỗ của vòng tròn có 66 lỗ trên đĩa phân độ. Và số răng của các bánh răng thay thế sẽ là:

$$\frac{a}{b}.\frac{c}{d} = X = N\left(1 - \frac{z}{z_x}\right) = 40\left(1 - \frac{67}{66}\right) = 40.\frac{66-67}{66} = -\frac{40}{66} = -\frac{4.5}{3.11} =$$

$$= -\frac{(4.10).(5.5)}{(3.10).(11.5)} = \frac{40}{30}.\frac{25}{55} \quad \rightarrow \quad \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = -\frac{40}{30}.\frac{25}{55}$$

Tức là : a= 40; b= 30; c= 25; d= 55 răng.

Vì trị số $x < 0$ nên hướng quay của tay quay và đĩa phân độ là ngược nhau, → thêm bánh răng đệm $z_o$.

### 3.3.2 Đầu phân độ vạn năng không có đĩa phân độ

Để việc phân độ được đơn giản hơn, có thể dùng loại đầu phân độ vạn năng không có đĩa phân độ. Với đầu phân độ này, mỗi lần phân độ trục chính phải quay đi $\frac{1}{z}$ vòng thì tay quay sẽ quay một số vòng chẵn, thường là 1 vòng. Đầu phân độ vạn năng không có đĩa phân độ có hai loại: đầu phân độ có cơ cấu vi sai và đầu phân độ có cơ cấu hành tinh.

Đầu phân độ vạn năng có cơ cấu vi sai được trình bày trên hình 3.11. Loại này có bộ bánh răng $\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ lắp vào chỗ tay quay và cơ cấu vi sai hình côn lắp vào xích truyền động giữa tay quay và trục chính.

***1/ Phương pháp phân độ đơn giản*** *(hình 3.11a)*

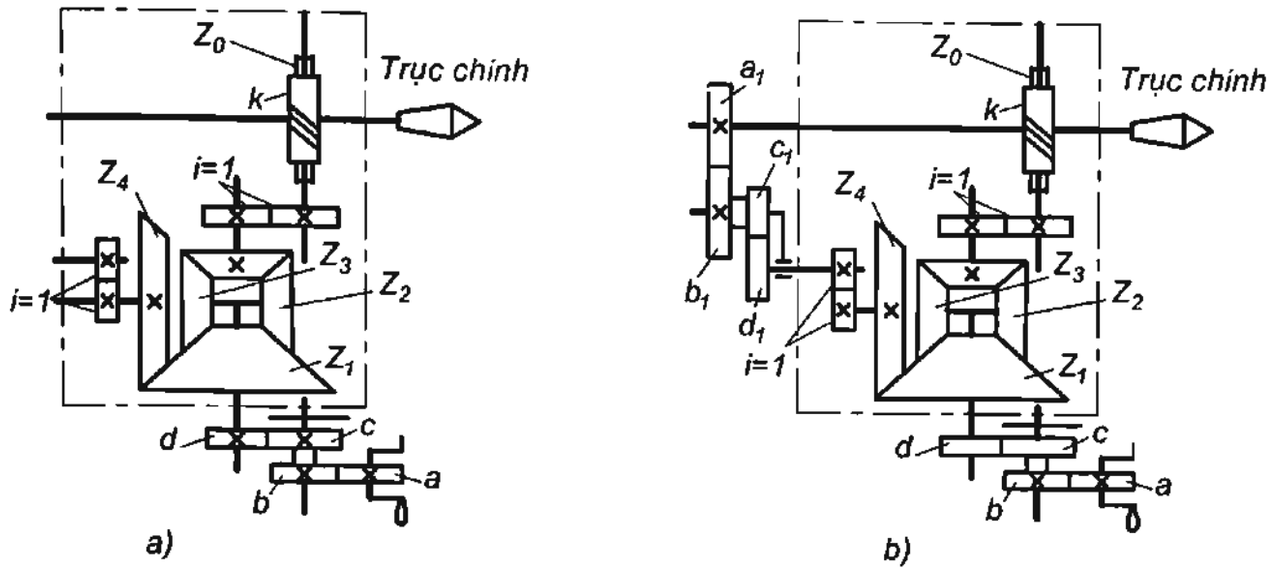
Trong phương pháp phân độ đơn giản xích truyền động được nối thẳng từ tay quay qua bộ bánh răng thay thế $x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$, cơ cấu vi sai hình côn, các tỷ số truyền cố định và trục chính. Trường hợp này bánh răng $z_1$ của cơ cấu vi sai sẽ cố định. Do đó tỷ số truyền của cơ cấu vi sai $i_{vs}$= 2, vì theo công thức Willis:

$$\frac{n_1 - n_2}{n_3 - n_2} = -1$$

nhưng $n_1 = 0$ nên:

$$-n_2 = n_2 - n_3 \rightarrow 2n_2 = n_3$$

$$i_{vs} = \frac{n_3}{n_2} = 2$$




***Hình 3.11*** – Sơ đồ động của đầu phân độ vạn năng không có đĩa phân độ

Muốn chia vòng tròn thành z phần thì mỗi lần phân độ trục chính cần quay $\frac{1}{z}$ vòng và tay quay quay chẵn n vòng cần phải dùng bộ bánh răng $x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ để điều chỉnh. Cho nên phương trình cân bằng khi phân độ đơn giản là:

$$n.x.i_{vs}.1.\frac{k}{z_0} = \frac{1}{z} \qquad (3.9)$$

Ở đây: n – số vòng của tay quay cần chọn trước.

Từ đây rút ra công thức điều chỉnh:

$$x = \frac{1}{z}.\frac{z_0}{k}.\frac{1}{n.i_{vs}} = \frac{N}{2zn} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} \qquad (3.10)$$

***2/ Phương pháp phân độ vi sai***

Trong trường hợp không thể phân độ bằng phương pháp đơn giản, dùng phương pháp phân độ vi sai, tức là phải dùng thêm chạc điều chỉnh vi sai $y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$ lắp giữa trục chính và cơ cấu vi sai (hình 3.11b).

Cũng tương tự như ở đầu phân độ vạn năng có đĩa phân độ, khi phân độ vi sai phải lấy trị số $z_x$ gần bằng với z sao cho với trị số $z_x$ ta có thể tiến hành phân độ đơn giản với chạc phân độ $x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ theo công thức (3.10):

$$x = \frac{N}{2z_x n}$$

Như thế mỗi lần phân độ trục chính sẽ quay đi $\frac{1}{z_x}$ vòng, nhưng thực tế lại yêu cầu trục chính phải quay $\frac{1}{z}$ vòng nên dẫn đến sai số $\left(\frac{1}{z}-\frac{1}{z_x}\right)$ vòng của trục chính. Sai số này được bù lại nhờ chạc vi sai $y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$

Xích vi sai được thực hiện từ trục chính, qua chạc điều chỉnh vi sai y, qua cơ cấu vi sai có các bánh răng $z_1 = z_2 = z_3 = z_4$ và các tỷ số truyền cố định để trở về trục chính. Phương trình cân bằng của xích vi sai là:

$$\frac{1}{z}.y.1.\frac{z_4}{z_1}.\frac{z_1}{z_2}.\frac{z_2}{z_3}.1.\frac{k}{z_0} = \frac{1}{z}-\frac{1}{z_x} \qquad (3.11)$$

Từ đây có công thức điều chỉnh của chạc vi sai:

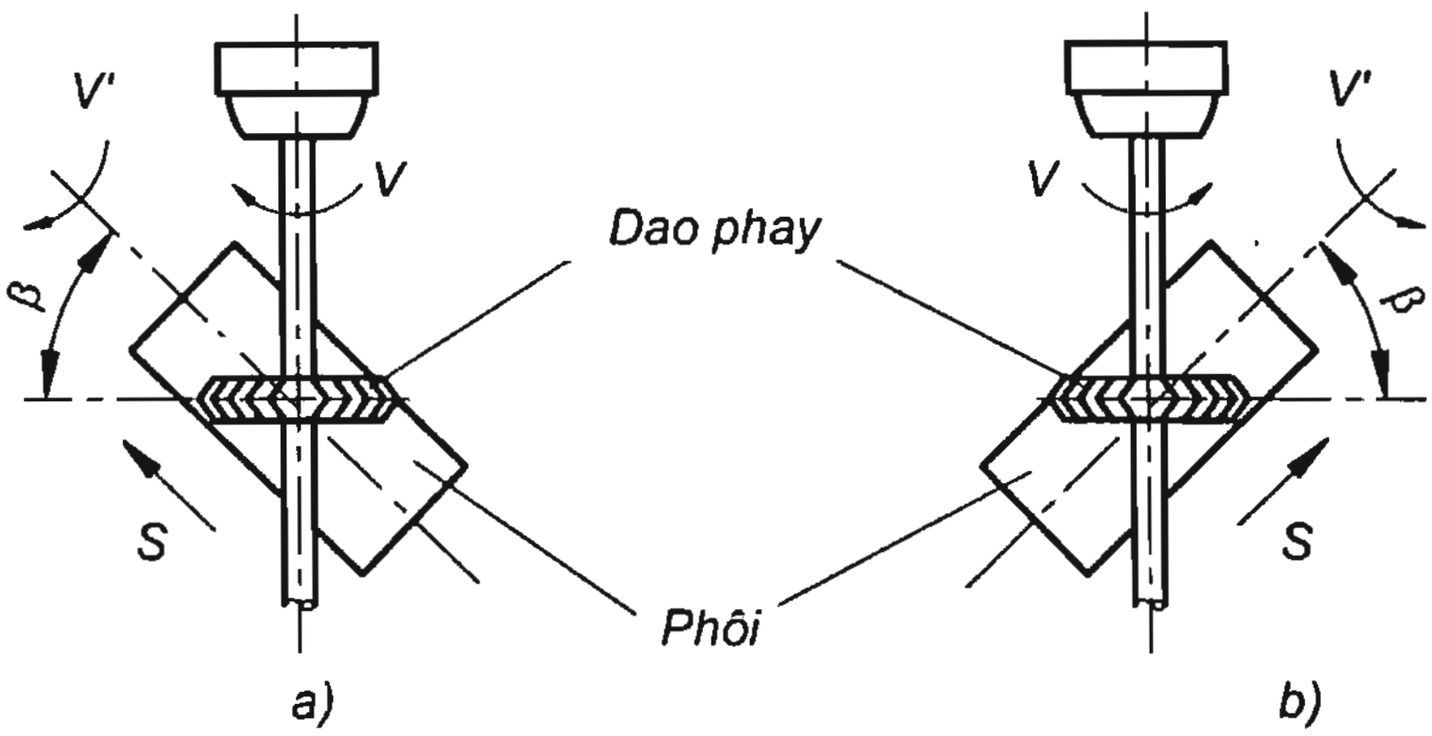
$$y = \left(\frac{1}{z}-\frac{1}{z_x}\right).z.\frac{z_0}{k} = N\left(1-\frac{z}{z_x}\right) \qquad (3.12)$$

- Nếu $z_x > z$; $y > 0$ thì bánh răng $z_1$ phải quay ngược chiều với tay quay.

- Nếu $z_x < z$; $y < 0$ thì bánh răng $z_1$ phải quay cùng chiều với tay quay, phải thêm 1 bánh răng trung gian vào chạc vi sai.

### *3.3.3 Cắt rãnh xoắn với đầu phân độ*

Khi sử dụng đầu phân độ vạn năng có thể cắt được rãnh xoắn trên máy phay vạn năng. Muốn cắt rãnh xoắn, bàn máy mang phôi cần phải quay lệch một góc β bằng với góc nghiêng của rãnh xoắn (hình 3.12).




***Hình 3.12*** – Sơ đồ cắt rãnh xoắn trên máy phay

Khi cắt rãnh trái, bàn máy mang phôi phải quay lệch theo chiều kim đồng hồ (hình 3.12a), và khi cắt rãnh phải, bàn máy quay ngược chiều kim đồng hồ (hình 3.12b).

Chuyển động để cắt rãnh là chuyển động tạo hình phức tạp gồm có 3 chuyển động thành phần phối hợp với nhau:

- Chuyển động quay vòng v của dao phay lắp trên trục chính của máy.

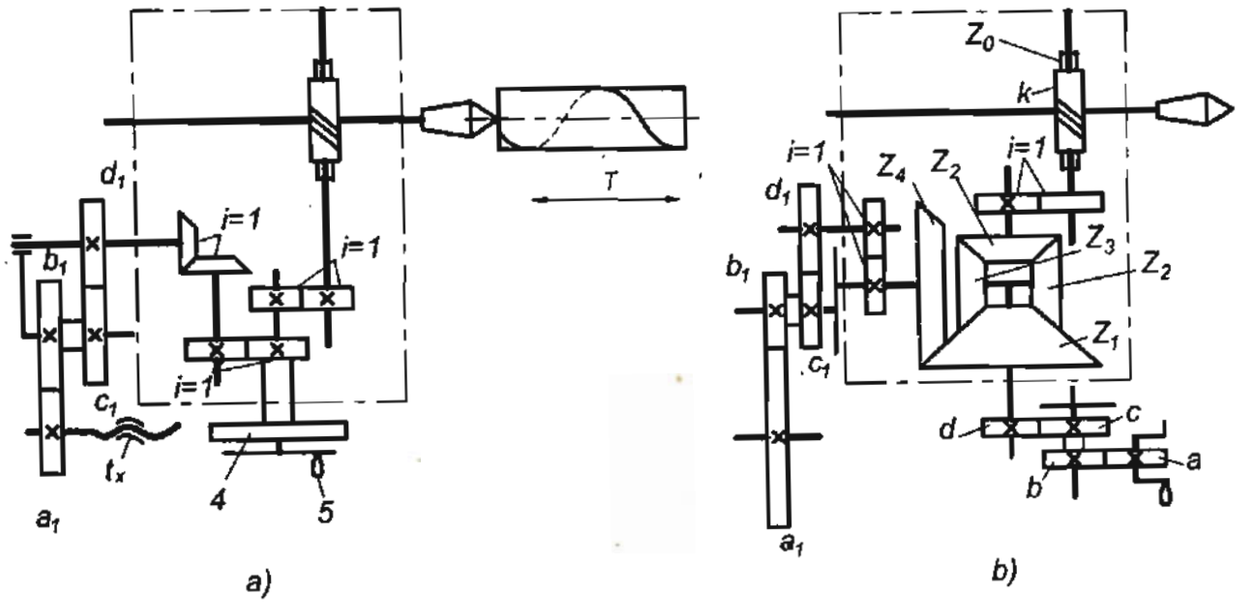
- Chuyển động quay vòng v' của chi tiết quanh trục của nó, do trục chính của đầu phân độ chuyển động từ trục vít me của bàn máy thực hiện.

- Chuyển động tịnh tiến s theo hướng trục của chi tiết là chuyển động chạy dao của bàn máy.

Để thực hiện chuyển động tạo hình cắt rãnh xoắn trên máy phay, giữa đầu phân độ, bàn máy và chi tiết gia công có mối liên hệ được trình bày trên hình 3.13

Hình 3.13a trình bày sơ đồ cắt ren dùng đầu phân độ có đĩa phân độ. Chuyển động quay của phôi lắp trên đầu trục chính của đầu phân độ được thực hiện từ trục vít me của bàn máy có bước ren là $t_x$ qua chạc cắt ren vít $y' = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$ và đến các tỷ số truyền cố định của đầu phân độ.

Bước xoắn cần cắt $t_p$ được biểu thị bằng mm, chính là lượng di động s của bàn máy khi chi tiết gia công quay 1 vòng ($t_p$ = s).



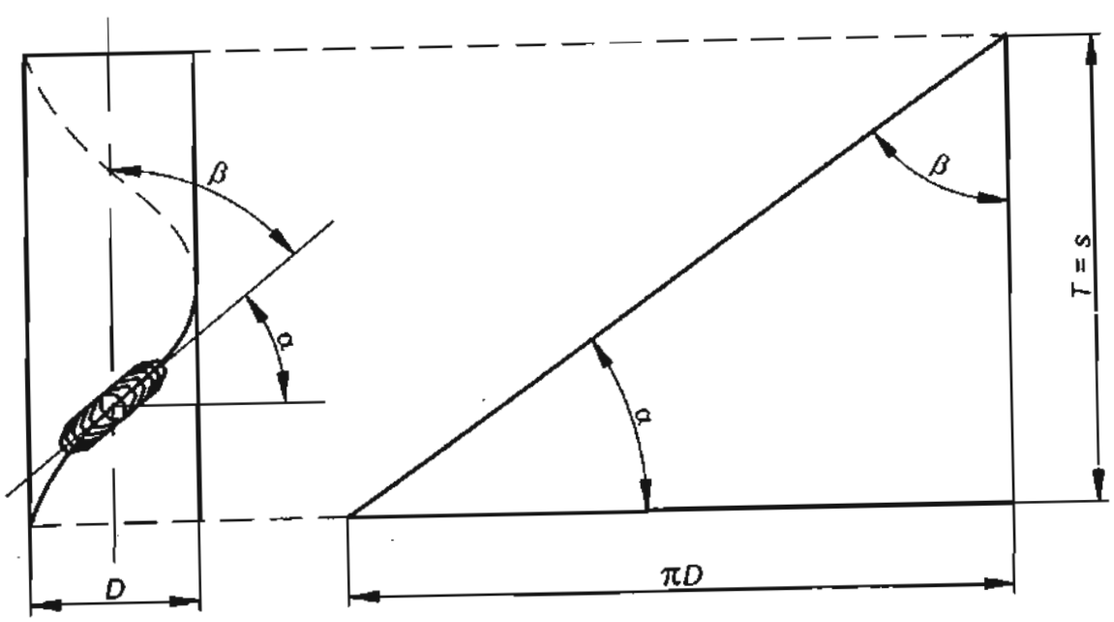

***Hình 3.13*** – Sơ đồ cắt ren với đầu phân độ

Phương trình cân bằng xích truyền động được thể hiện:

$$1vg.\frac{z_0}{k}.1.1.1.\frac{1}{y'}.t_x = T$$

Từ đây rút ra công thức điều chỉnh:

$$y' = N\frac{t_x}{T} = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} \qquad (3.13)$$




***Hình 3.14*** – Sơ đồ triển khai ren vít

Trong nhiều trường hợp thực tế không cho bước xoắn T mà cho trước góc nâng α hoặc góc nghiêng β của đường xoắn và đường kính D của chi tiết gia công hoặc z và $m_n$. Trên cơ sở đó có thể tính công thức điều chỉnh theo hình khai triển ren vit trên hình 3.14, do đó $T = \frac{\pi m_n.z}{\sin\beta}$.

Đưa các trị số này vào công thức điều chỉnh (3.13) ta có:

$$y' = N\frac{t_x.tg\beta}{\pi D} = N\frac{t_x}{\pi D tg\alpha};\ \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \frac{N.t_x.\sin\beta}{\pi m_n.z} \qquad (3.14)$$

Khi cắt rãnh xoắn, mặt phẳng trung tuyến của dao phải tiếp tuyến với đường xoắn của rãnh cắt. Do đó cần phải quay bàn máy một góc β. Góc quay β được xác định theo công thức:

$$\beta = arctg\frac{\pi D}{t_p} \qquad (3.15)$$

Nếu cho góc nâng α thì $\beta = 90^0 - \alpha$.

Việc gia công rãnh xoắn chỉ có thể thực hiện với dao phay đĩa và trên máy phay vạn năng ngang có bàn máy có thể quay tròn quanh trục đứng để quay góc β.

Tương tự, với đầu phân độ không có đĩa phân độ (hình 3.13b), chuyển động vòng của phôi cũng bắt đầu từ trục vít me $t_x$ của bàn máy phay, qua chạc cắt ren vít $y' = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$, cặp bánh răng trụ có i = 1, các cặp bánh côn của cơ cấu vi sai $\frac{z_4}{z_1}.\frac{z_1}{z_2}.\frac{z_2}{z_3} = 1$ và trục vít – bánh vít $\frac{k}{z_0}$.

Công thức điều chỉnh cũng giống như công thức (3.13).

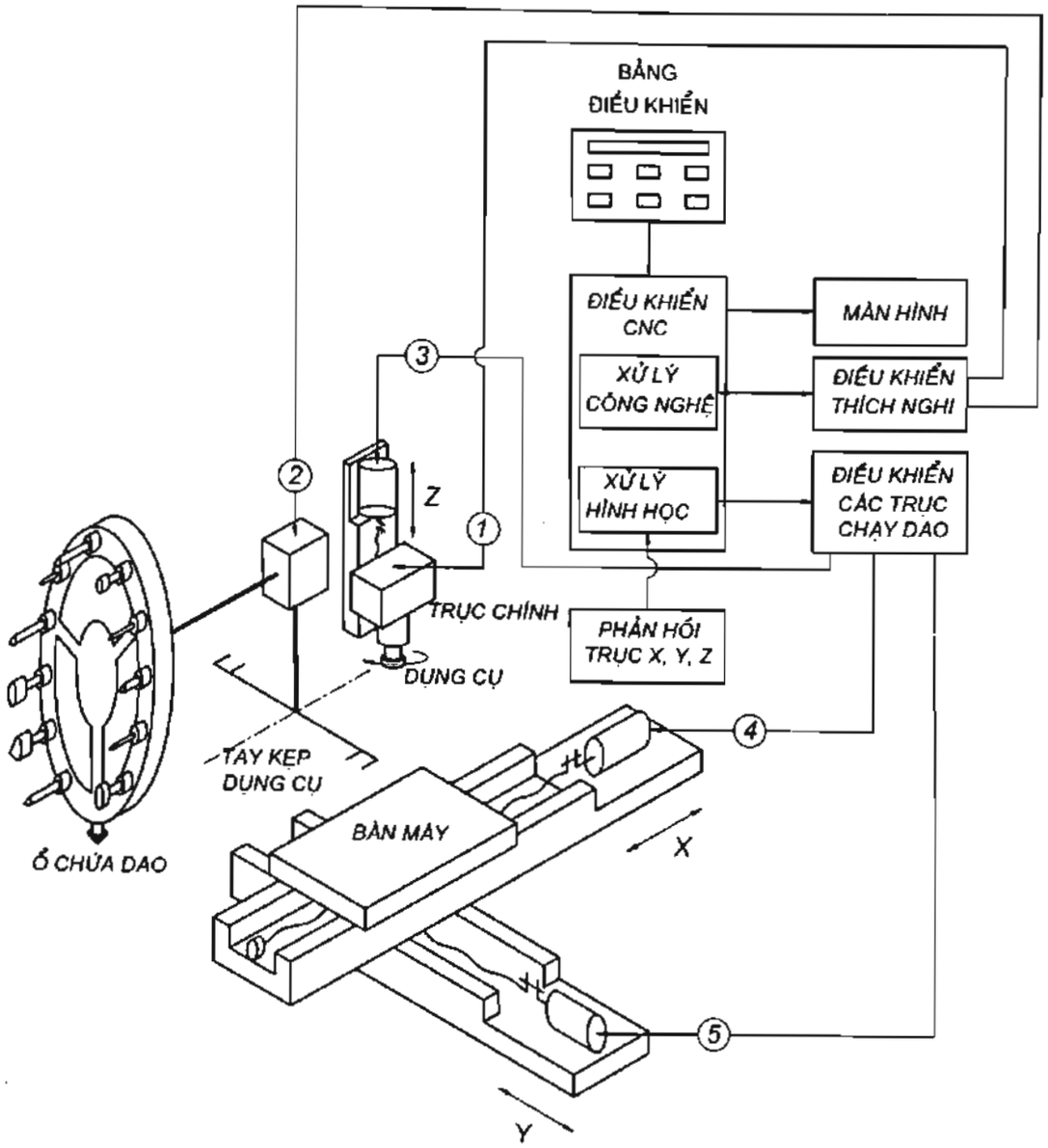
## 3.4 MÁY PHAY ĐIỀU KHIỂN SỐ CNC (Computerired Numerical Control)

Máy phay điều khiển số CNC được sử dụng khá phổ biến trong các phân xưởng cơ khí chế tạo khuôn mẫu ở nước ta. Các máy phay CNC được sử dụng đều là máy nhập khẩu từ nước ngoài, do đó chủng loại và kiểu máy rất khác nhau tuỳ thuộc vào hãng sản xuất. Hiện nay máy phay CNC và máy khoan thường được tổ hợp với nhau thành các trung tâm gia công CNC để mở rộng khả năng cộng nghệ của máy. Các trung tâm gia công thường có 3 trục chuyển động chạy dao. Để tăng khả năng gia công của máy đối với các biên dạng chi tiết phức tạp, máy có thể có 5 trục chuyển động chạy dao và trang bị bàn máy quay.

### 3.4.1 Sơ đồ kết cấu động học của máy phay CNC

Hình 3.15 là sơ đồ kết cấu động học của máy phay đứng CNC bao gồm các bộ phận cơ bản như sau: cụm trục chính, hệ thống thay dao, bàn máy của máy phay và bộ điều khiển CNC.

Cụm trục chính là nơi gá lắp dụng cụ cắt và tạo ra tốc độ cắt gọt. Trục chính được dẫn động bởi động cơ servo trục chính (1) được điều khiển, điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC (2) có khả năng cung cấp số vòng quay bất kỳ cho trục chính trong phạm vi cho phép của máy. Hệ thống truyền động của cụm trục chính được tích hợp hệ thống phanh khí nén, nhằm phục vụ việc thay đổi tốc độ quay trong thời gian ngắn nhất. Tốc độ quay của trục chính luôn được các cảm biến đo phản hồi về bộ điều khiển CNC. Trên trục chính có lắp đặt hệ thống gá kẹp dụng cụ tự động bằng khí nén hoặc thuỷ lực nhằm tự động hoá hoàn toàn quá trình thay dao. Chuyển động theo trục Z của máy do cụm trục chính thực hiện, dẫn động nhờ động cơ servo trục Z(3) thông qua bộ truyền động trục vít me đai ốc bi, được điều khiển và điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC kín có phản hồi.




***Hình 3.15*** - Sơ đồ kết cấu động học của máy phay CNC

Hệ thống thay dao (2) của máy phay CNC được tự động hoá hoàn toàn, thông thường nó là các ổ chứa dao kết hợp với tay kẹp dụng cụ kép. Vị trí thay dao của cụm trục chính là vị trí được xác định bởi nhà sản xuất nhằm không tạo ra khả năng va đập với chi tiết và các bộ phận khác của máy. Ngoài hệ thống thay dao tự động nói trên một số nhà sản xuất trung tâm gia công CNC còn đưa ra hệ thống thay dao đơn giản hơn đó là ổ chứa dao tự hành, vừa có chức năng chứa dao vừa có chức năng thay dao tự động.

Bàn máy của máy phay CNC thông thường có hai khả năng chuyển động theo trục X và trục Y, dẫn động nhờ các động cơ servo trục X (4), trục Y (5) thông qua bộ truyền động trục vít me đai ốc bi, và được điều khiển và điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC kín có phản hồi.

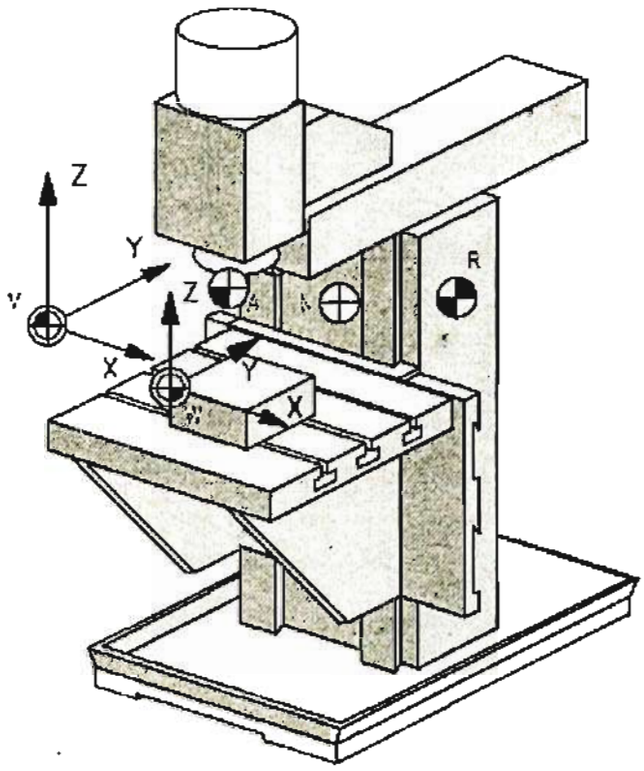
Bộ điều khiển CNC của máy phay có nhiệm vụ biên dịch chương trình NC được nạp vào bộ điều khiển, tiến hành xử lý thông tin và phát lệnh điều khiển các cơ cấu chấp hành. Các lệnh điều khiển được phân nhánh thành 2 hệ lệnh cơ bản đó là: Hệ lệnh đường đi và hệ lệnh đóng ngắt nhằm điều khiển quá trình hình thành hình dáng hình học của chi tiết.

### 3.4.2 Các cơ cấu đặc trưng của máy phay điều khiển số

***1/ Hệ thống gá kẹp chi tiết gia công***:

Trên máy phay điều khiển số thường sử dụng các thiết bị kẹp như: thiết bị kẹp cơ khí (gồm đòn kẹp, gối đỡ, bulông kẹp đầu chữ T), êtô kẹp đa năng lực kẹp bằng tay, êtô kẹp thuỷ lực có lực kẹp điều chỉnh được (tự định tâm hoặc không định tâm), bàn quay có hai vị trí gá kẹp nhằm trùng thời gian gá kẹp với thời gian công tác của máy, gá kẹp môđun (xoay đồng

bộ, không cần thay gá trong quá trình gia công). Trên các trung tâm gia công hiện đại kết hợp sử dụng rôbôt để tự động hoá quá trình gá đặt, kẹp chặt cũng như tháo chi tiết sau gia công. Điểm không của máy phay điều khiển số M thường được các nhà sản xuất đặt ở góc trên bên trái phía trước của gá kẹp chi tiết. Điểm không của chi tiết gia công W do người sử dụng quyết định, nhưng ưu tiên đặt ở phía Trên, bên Trái, mặt Trước của chi tiết gia công (TTT).

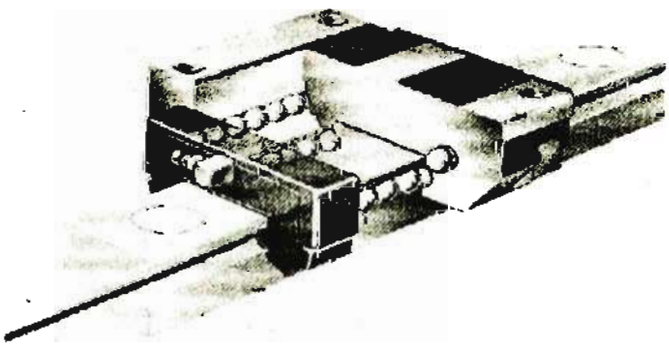



***Hình 3.16*** - Các điểm tham chiếu cơ bản trên máy phay CNC

| | |
|---|---|
| Machine zero | : **M**- điểm không của máy. |
| Reference point | : **R**- điểm tham chiếu của máy (hệ thống đo). |
| Tool shank point | : **A**- điểm gá đặt dụng cụ cắt. |
| Workpart zero | : **W**- điểm không của chi tiết. |
| Tool changing position | : **N**- điểm thay dụng cụ cắt. |

### *2/ Hệ thống đường dẫn hướng trong máy phay CNC*

Trong máy phay CNC đường dẫn hướng thường ưu tiên sử dụng các cặp ma sát lăn được môđun hoá và tiêu chuẩn hoá nhằm tăng khả năng dịch chuyển nhỏ, chính xác, tránh được hiện tượng trượt kiểu bước nhảy. Trên hình 3.17 trình bày kết cấu cơ bản của một dạng đường dẫn hướng ma sát lăn hay được áp dụng trong các trung tâm gia công điều khiển số.



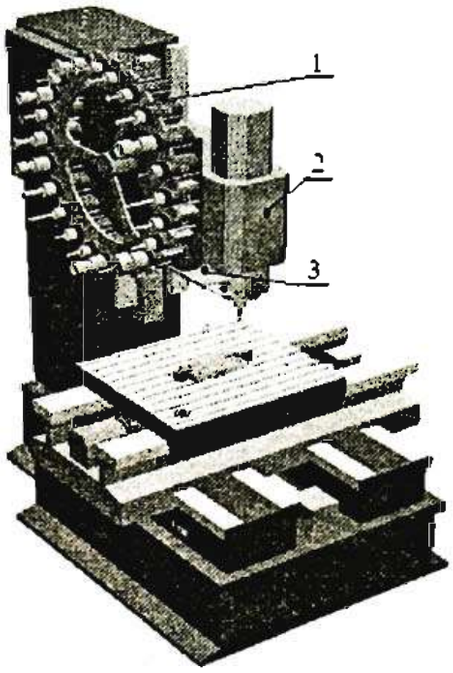
***Hình 3.17*** - Kết cấu cơ bản của cặp ma sát đường dẫn hướng ma sát lăn

### *3/ Hệ thống thay dao tự động của máy phay CNC*

Hệ thống thay dao tự động trên máy phay CNC hay các trung tâm gia công CNC có hai dạng cơ bản đó là ổ chứa dao kết hợp tay kẹp dụng cụ kép và ổ chứa dao tự hành.

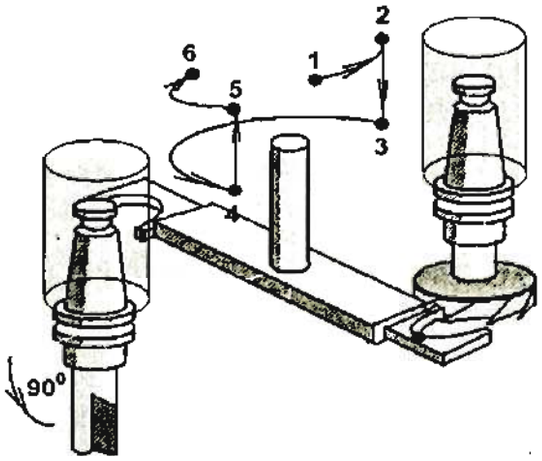
***Dạng thứ nhất*** được trình bày trong hình 3.18, khi chương trình NC gọi một dụng cụ mới thì bộ điều khiển CNC điều khiển ổ chứa dao (1) quay đưa dụng cụ được gọi vào vị trí sẵn sàng thay dao (dụng cụ quay 90 độ để có phương song song với trục chính) đồng thời điều khiển cụm trục chính (2) chuyển động lùi về vị trí thay dao, tay kẹp dụng cụ (3) quay $90^0$ đồng thời kẹp cả hai dụng cụ trên trục chính và trên ổ chứa dao, quá trình tháo 2 dao ra khỏi cụm trục chính và ổ chứa dao được thực hiện bởi sự phối hợp của hệ thống tháo lỏng dụng cụ khi tay kẹp đi xuống, sau đó tay kẹp quay 180 độ đổi vị trí của hai dụng cụ, rồi chuyển động đi lên đưa 2 dụng cụ vào cụm trục chính và ổ chứa dao.

Thứ tự quá trình thay dao bằng tay kẹp dụng cụ kép được trình bày trên hình 3.19.

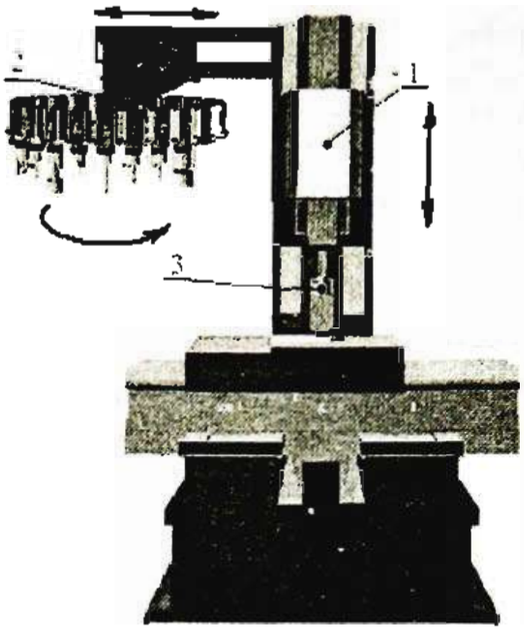



***Hình 3.18*** - Ổ chứa daokết hợp với tay kẹp dụng cụ kép

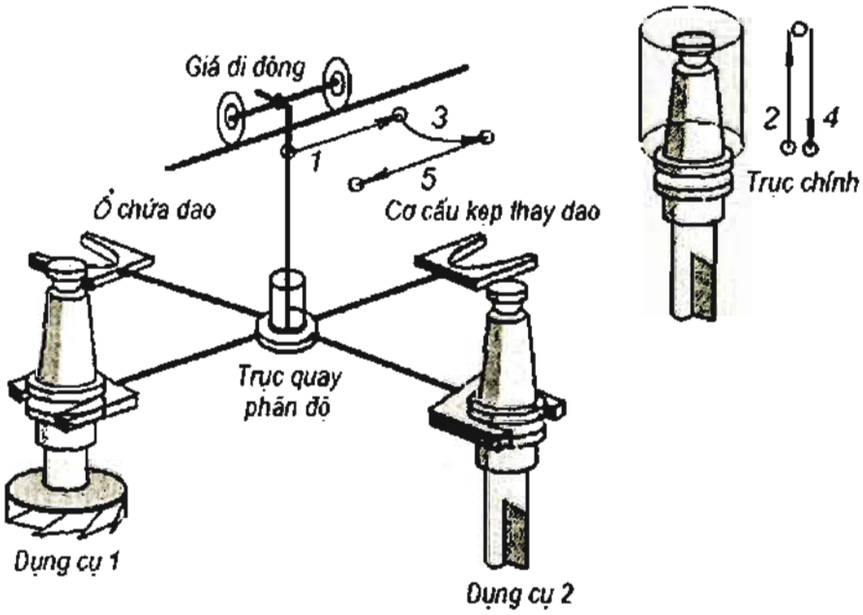
***Dạng thứ hai*** được trình bày trong hình 3.20, khi chương trình NC gọi một dụng cụ mới thì bộ điều khiển CNC điều khiển cụm trục chính (1) chuyển động về mặt phẳng thay dao, đồng thời ổ chứa dao (2) chuyển động tịnh tiến hướng vào cụm trục chính kẹp dụng cụ cần được thay (3) trên trục chính. Hệ thống kẹp dụng cụ trong trục chính được điều khiển tháo lỏng, trục chính chuyển động đi lên tháo hoàn toàn dụng cụ khỏi cụm trục chính. Ổ chứa dao quay, đưa dụng cụ được gọi bởi chương trình NC vào vị trí thay dao nằm dưới trục chính, khi đó trục chính chuyển động đi xuống kẹp chặt dụng cụ, và ổ chứa dao tịnh tiến lùi về vị trí ban đầu. Trình tự quá trình thay dao bằng ổ chứa dao tự hành được thể hiện trên *hình 3.21.*




***Hình 3.19*** - Trình tự thay dụng cụ của ổ chứa dao có tay kẹp kép




***Hình 3.20*** - Ổ chứa dao tự hành




***Hình 3.21*** - Trình tự quá trình thay dao của ổ chứa dao tự hành

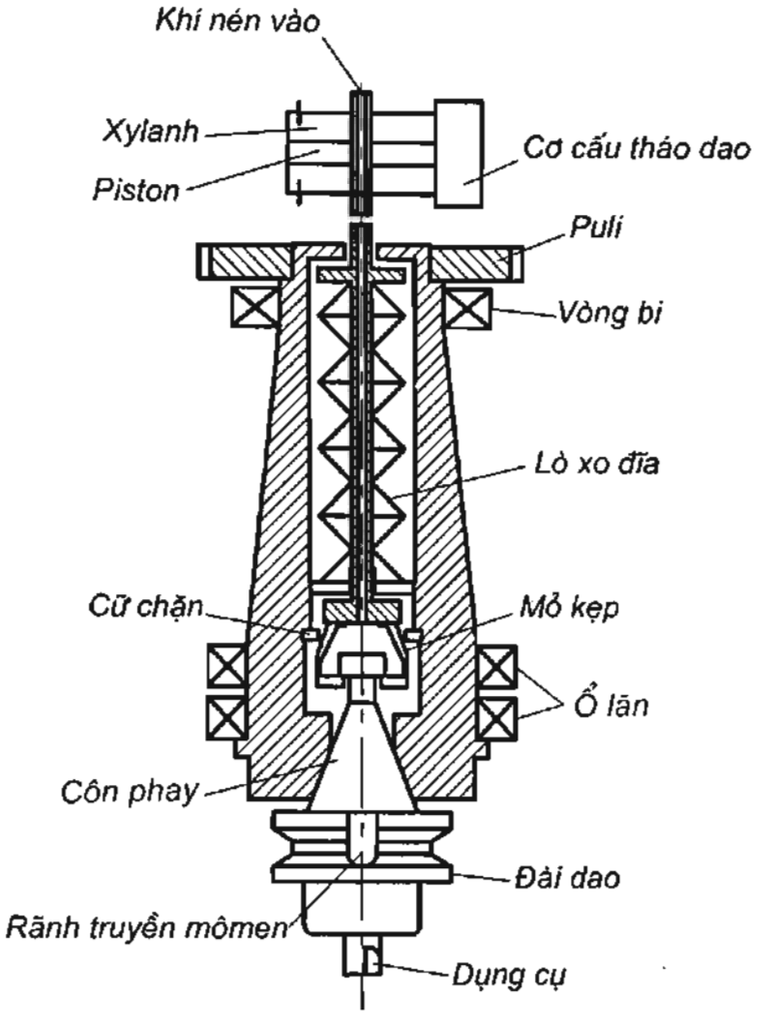
### *4/ Hệ thống kẹp và tháo dụng cụ tự động của máy phay CNC*

Hệ thống kẹp và tháo dụng cụ tự động của máy phay CNC được tích hợp trong trục chính với nguồn năng lượng tháo dụng cụ là khí nén và kẹp chặt bằng hệ thống lò xo đĩa.

Hình 3.22 trình bày sơ đồ nguyên lý của hệ thống kẹp và tháo dụng cụ trên máy phay CNC cũng như trên các trung tâm khoan phay CNC.

Trình tự tháo lỏng dụng cụ được thực hiện như sau: khí nén đi vào phía trên xylanh đẩy piston chuyển động đi xuống, thông qua trục kẹp ép lò xo đĩa làm mỏ kẹp mở ra và đẩy dụng cụ ra khỏi trục chính, đồng thời khí nén được thổi qua tâm trục kẹp làm sạch bề mặt gá kẹp.

Trình tự kẹp chặt dụng cụ được thực hiện như sau: dụng cụ được cài đặt đúng vị trí trong trục chính, khí nén được đưa vào phía dưới của xylanh đẩy piston đi lên, hệ thống lò xo đĩa đẩy trục kẹp đi lên, kéo hệ thống mỏ kẹp chuyển động đi theo lên trên, khi nó gặp các cữ chặn thì các mỏ kẹp kẹp chặt đuôi của dụng cụ kéo lên phía trên.



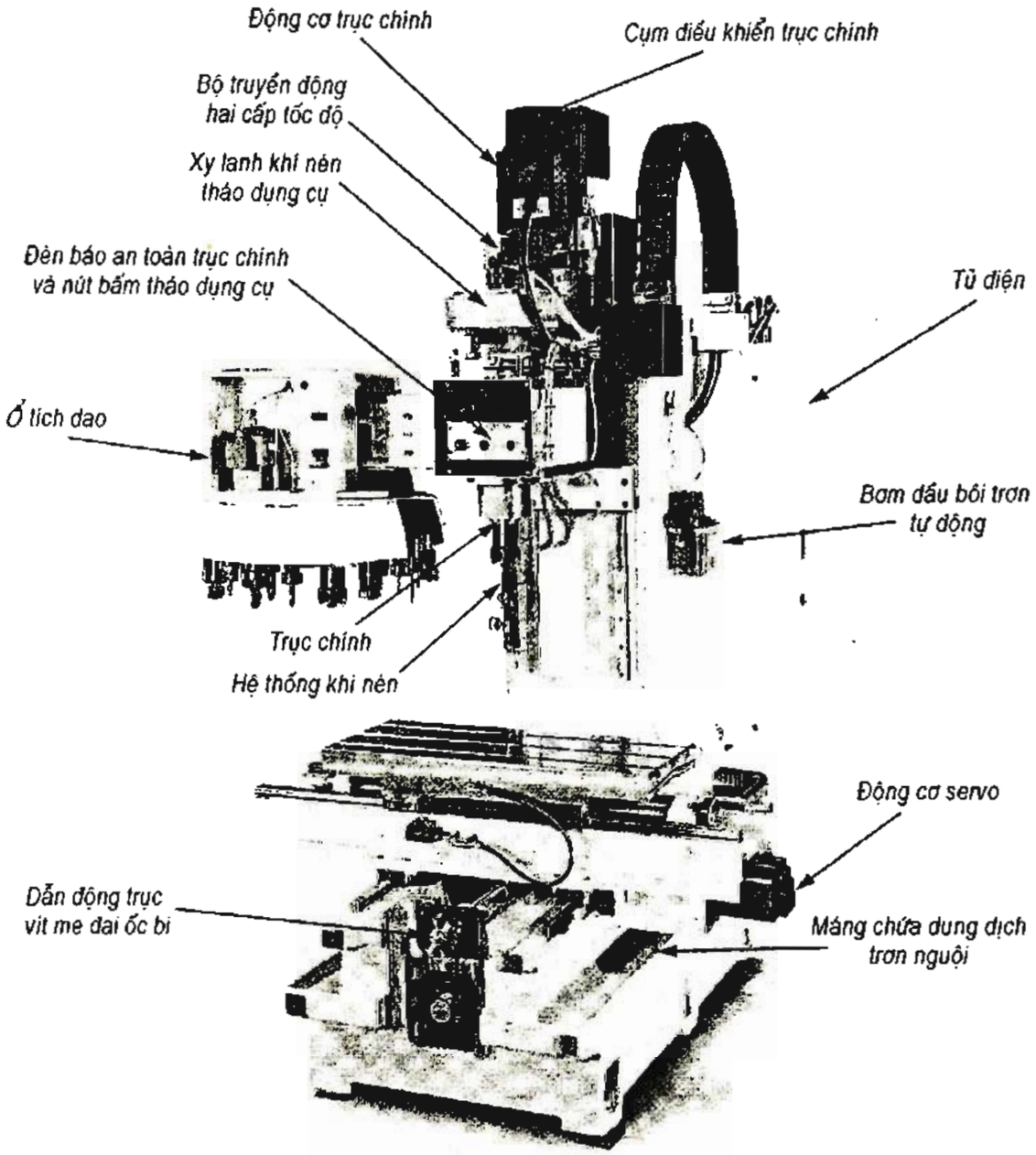

***Hình 3.22*** - Sơ đồ nguyên lý của hệ thống kẹp và tháo dụng cụ

### 3.4.3 Trung tâm khoan - phay đứng điều khiển số VMC: TC1

Các bộ phận chính của trung tâm khoan phay đứng CNC do hãng Bridgeport của Mỹ sản xuất được trình bày trên hình 3.23.

Tính năng kỹ thuật chính của trung tâm khoan phay TC1:

- Kích thước giới hạn của máy:
  - Chiều cao: 2,46m
  - Chiều rộng : 2 m
  - Chiều sâu: 2,6 m
- Không gian gia công của máy:
  - Theo trục X: 550 mm
  - Theo trục Y: 500 mm
  - Theo trục Z: 400 mm
- Trọng lượng máy: 2948 kG
- Bàn máy:
  - Kích thước bàn máy: (838 x 356) mm
  - Chiều cao của bàn máy: 800mm
- Tải trọng cho phép của bàn máy: 341kG
- Chuyển động chạy dao nhanh:
  - Theo trục X và Y: 18 m/ph
  - Theo trục Z: 7,6 m/ph




***Hình 3.23*** - Các bộ phận chính của trung tâm khoan phay CNC: VMC – TC1

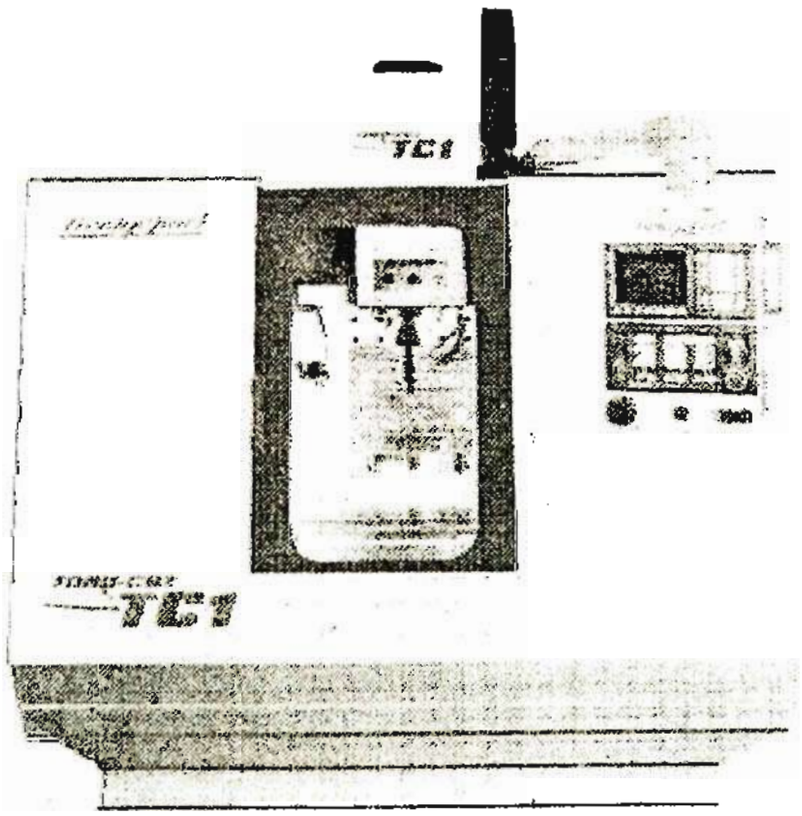
- Số rãnh chữ T của bàn máy: 3
- Hệ thống thay dao hoàn toàn tự động (ổ chứa dao tự hành):
  - Kẹp và tháo dao có sự hỗ trợ của hệ thống khí nén.
  - Số dao lưu trữ lớn nhất : 22
  - Trọng lượng lớn nhất của một dao: 5,9 kG
  - Tổng trọng lượng của tất cả các dao: 68 kg
  - Thời gian thay dao tự động: 7,5s
- Động cơ của trục chính AC Servo (YASKAWA):
  - Công suất: 5 mã lực ở chế độ hoạt động liên tục; 9,5 mã lực ở chế độ quá tải ngắn hạn.
  - Số cấp hộp tốc độ tự động: 2 cấp
  - Số vòng quay của trục chính vô cấp: từ 25 đến 7500 vg/ph
- Động cơ chạy dao theo trục X, Y, Z: AC Servo (YASKAWA):
  - Lực dọc trục cho phép của chuyển động chạy dao liên tục theo X,Y: 771 kG; lực

quá tải cho phép: 2313 kG

- Lực dọc trục cho phép của chuyển động chạy dao liên tục theo Z: 1134 kG; lực quá tải cho phép: 3402 kG

- Đường dẫn hướng :
  - Trục X, Y, Z là ma sát lăn
  - Giá trị điều khiển dịch chuyển nhỏ nhất của các chuyển động chạy dao: 0,001mm
- Hệ điều khiển của máy: GE FANUC O-MC
- Bảng điều khiển:
  - Có khả năng quay 90 độ.
  - Màn hình hiển thị 9 inch Monochrone với MDI key board.
- Cổng giao tiếp I/O: RS 232-C.
- Các địa chỉ chức năng:
  - địa chỉ chức năng tốc độ S: có 4 hoặc 5 chữ số.
  - địa chỉ chức tốc độ chạy dao F: có 5 chữ số
  - địa chỉ chức năng dụng cụ cắt T: có 4 chữ số.
  - địa chỉ chức năng máy M: có 3 chữ số.
- Dung lượng cua bộ nhớ lưu trữ chương trình: 800kB và nhiều hơn.
- Số chương trình có thể lưu trữ: 63.
- Số dụng cụ cắt có kích thước hiệu chỉnh được lưu trữ: 32.

Hình dáng bên ngoài của máy TC1 được trình bày trên hình 3.24. Toàn bộ không gian làm việc của máy được bảo vệ hoàn toàn. Việc gá đặt và tháo phôi được thực hiện qua cửa có gắn thiết bị an toàn nối với bộ điều khiển CNC.




***Hình 3.24*** - Hình dáng chung của trung tâm khoan phay TC1

## 3.5 MỘT SỐ LOẠI MÁY PHAY KHÁC

### 3.5.1 Máy phay đứng vạn năng

Trên hình 3.25a trình bày hình dáng chung của máy phay đứng vạn năng gồm các bộ phận cơ bản sau:

1 - Thân máy,

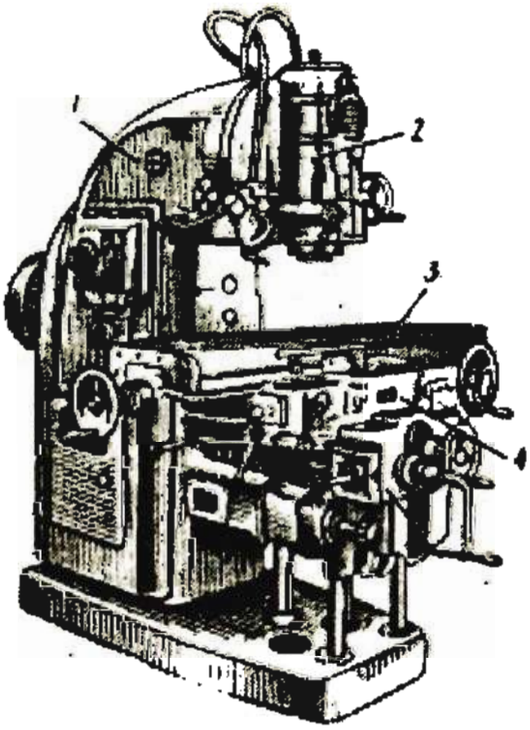
2 - Đầu trục chính có thể quay xung quanh trục nằm ngang,

3 - Bàn máy gá chi tiết,

4 - Bàn di trượt.

Máy phay đứng vạn năng 6A54 có các tính năng kỹ thuật chủ yếu sau: Động cơ chính N=40 kW, n=1500 vg/ph; động cơ chạy dao N=7,8 kW, n=3000 vg/ph; động cơ chạy dao nhanh và di động ụ trục chính N=5,8 kW, n=1500 vg/ph.

Sơ đồ động của máy phay đứng 6A54 được trình bày trên hình 3.25b.



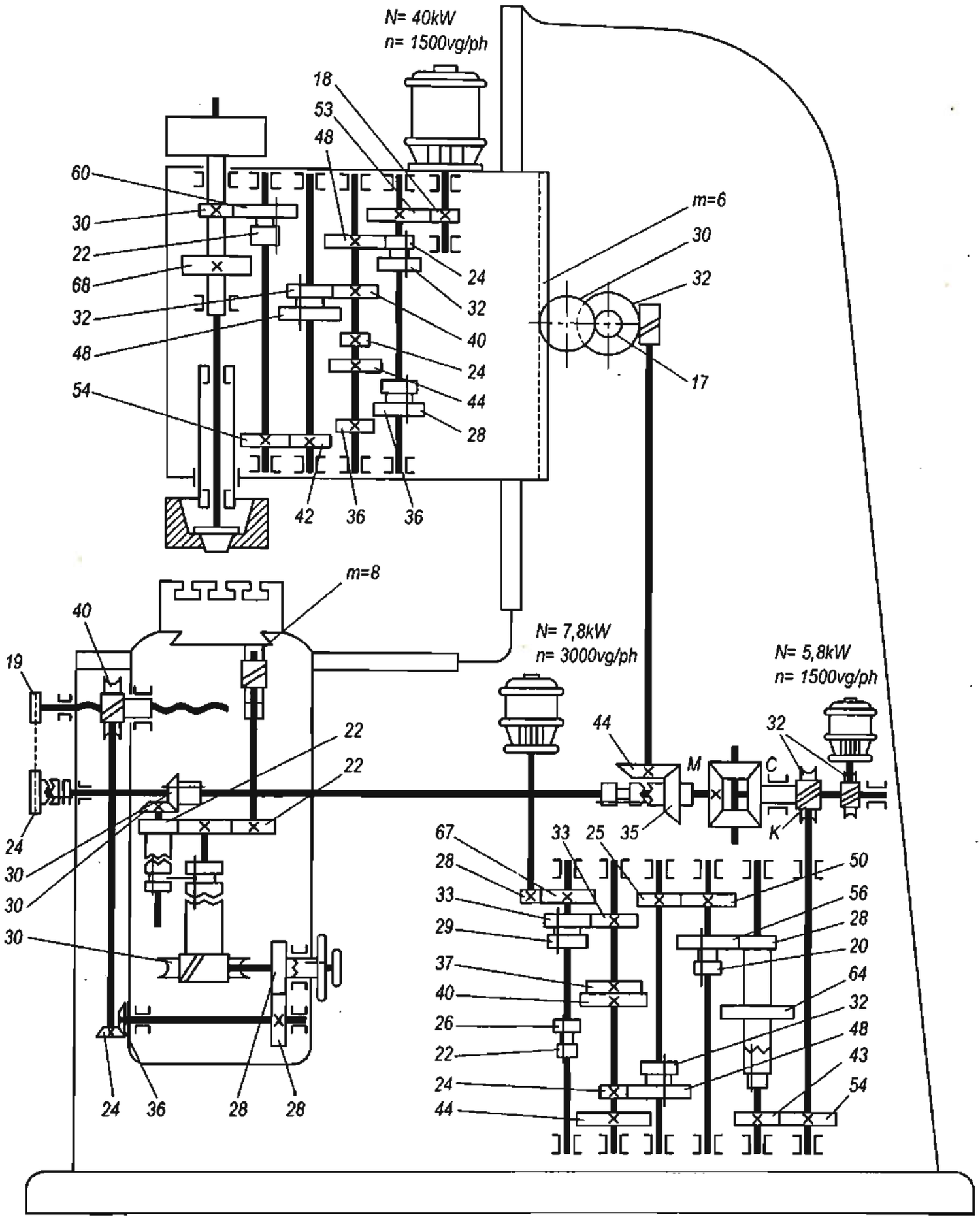

***Hình 3.25a*** - Hình dáng chung của máy phay đứng vạn năng

### 3.5.2 Máy phay giường

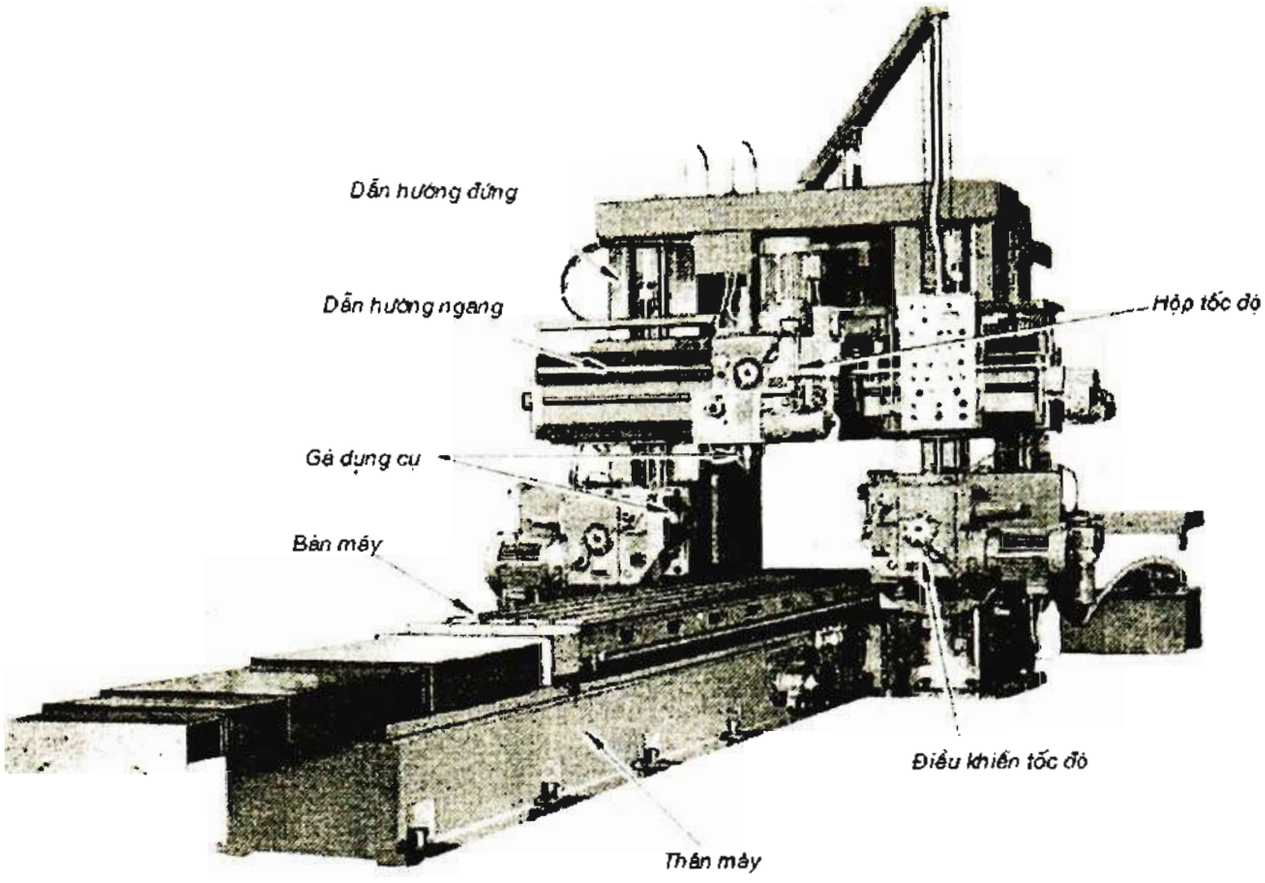
Trên hình 3.26 trình bày hình dáng chung của máy phay giường có hai thân máy. Máy có chuyển động dọc theo bàn máy, chuyển động lên xuống và di chuyển ngang của các đầu trục chính.

### 3.5.3 Máy phay liên tục

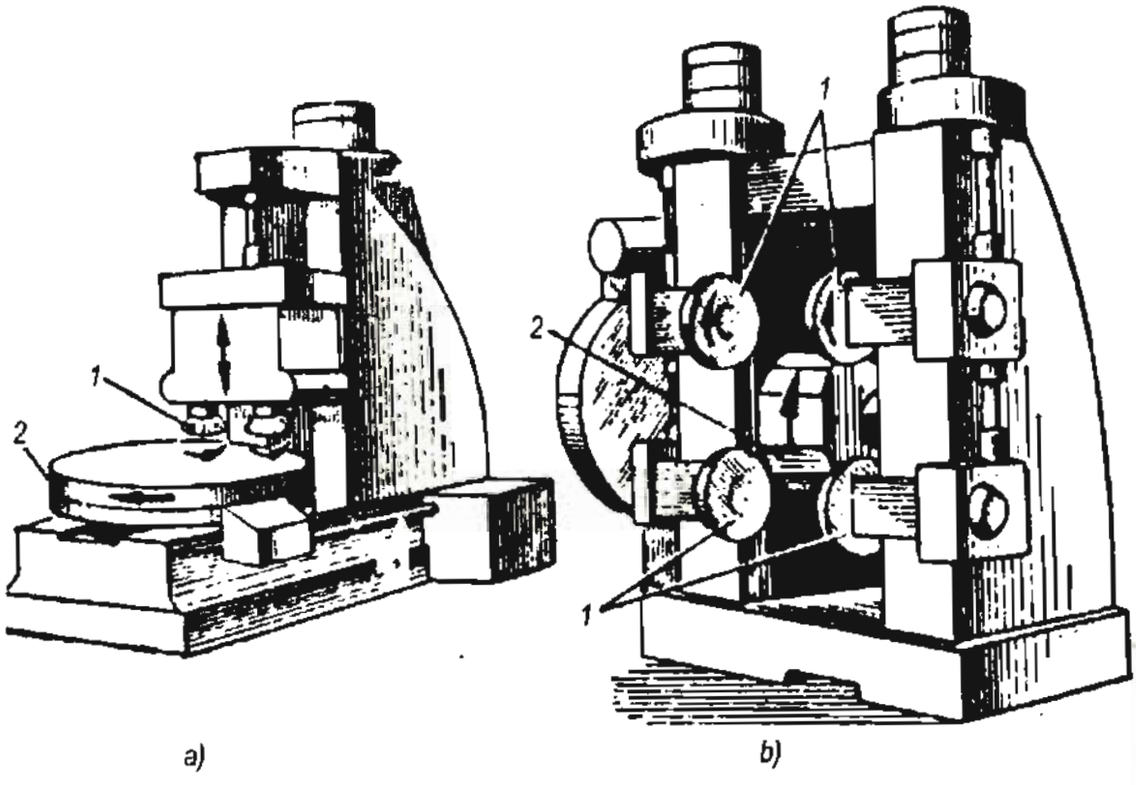
Trên hình 3.27 trình bày hình dáng chung của máy phay liên tục. Trong dạng máy này chi tiết được gá đạt trên bàn quay (2) liên tục (3.27a), hoặc trên tang trống quay (2) liên tục (3.27b) trong quá trình gia công. Ở dạng bàn quay chi tiết có thể được gia công bởi một hoặc hai đầu phay (1). Dạng tang trống quay chi tiết được gia công bởi các đầu phay (1). Gá và tháo chi tiết được thực hiện ở vùng đối diện cuả đầu phay..




***Hình 3.25b*** - Sơ đồ động của máy phay đứng 6A54




***Hình 3.26*** - Hình dáng chung của máy phay giường có hai thân máy




***Hình 3.27*** - Hình dáng chung của máy phay liên tục

*CHƯƠNG 4*

# MÁY CHUYỂN ĐỘNG THẲNG

Các máy có chuyển động chính – chuyển động tạo ra tốc độ cắt là chuyển động thẳng được gọi chung là nhóm máy chuyển động thẳng, chúng bao gồm các loại: máy bào, máy xọc và máy chuốt.

Chuyển động chính của nhóm máy chuyển động thẳng do dao hoặc do phôi thực hiện. Chu kỳ làm việc của máy là một hành trình kép, gồm có một hành trình làm việc và một hành trình nhanh (chạy không). Chuyển động thẳng có quán tính lớn nên tốc độ cắt gọt không cao, năng suất thấp. Nhóm máy chuyển động thẳng này chủ yếu dùng để gia công các mặt phẳng ở các vị trí khác nhau, sống trượt, rãnh mang cá, rãnh then, lỗ định hình, bánh răng, v.v...

Hiện nay các công việc thực hiện trên máy bào và máy xọc có thể thay thế bằng máy phay hay máy chuốt có năng suất cao hơn. Do đó tỷ lệ máy bào và xọc trong tổng số máy cắt kim loại ở phân xưởng cơ khí không cao. Máy chuyển động thẳng thông dụng hiện nay như bào và xọc chủ yếu dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ; trong các phân xưởng dụng cụ, thí nghiệm và sửa chữa; khi gia công các mặt phẳng hẹp và dài, rãnh trong lỗ, lỗ nhiều cạnh.

## 4.1 MÁY BÀO

### 4.1.1 Công dụng và phân loại

Máy bào là máy cắt kim loại có chuyển động chính là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi, dùng để gia công các mặt phẳng ngang, đứng và nghiêng. Nó có thể cắt các rãnh thẳng có nhiều hình dáng khác nhau như rãnh chữ T, rãnh đuôi én,... Ngoài ra, đôi khi còn dùng máy bào để gia công những bề mặt định hình.

Máy bào dùng trong sản xuất có hai loại chủ yếu là: máy bào ngang và máy bào giường.

Máy bào ngang được sử dụng để gia công những chi tiết nhỏ và có độ dài trong phạm vi từ 200 đến 800mm.

Máy bào giường được dùng để gia công những chi tiết lớn hay chi tiết dài, chi tiết có dạng hộp hoặc thân máy.

### 4.1.2 Máy bào ngang

***1/ Đặc điểm và các bộ phận chínhcủa máy bào ngang***

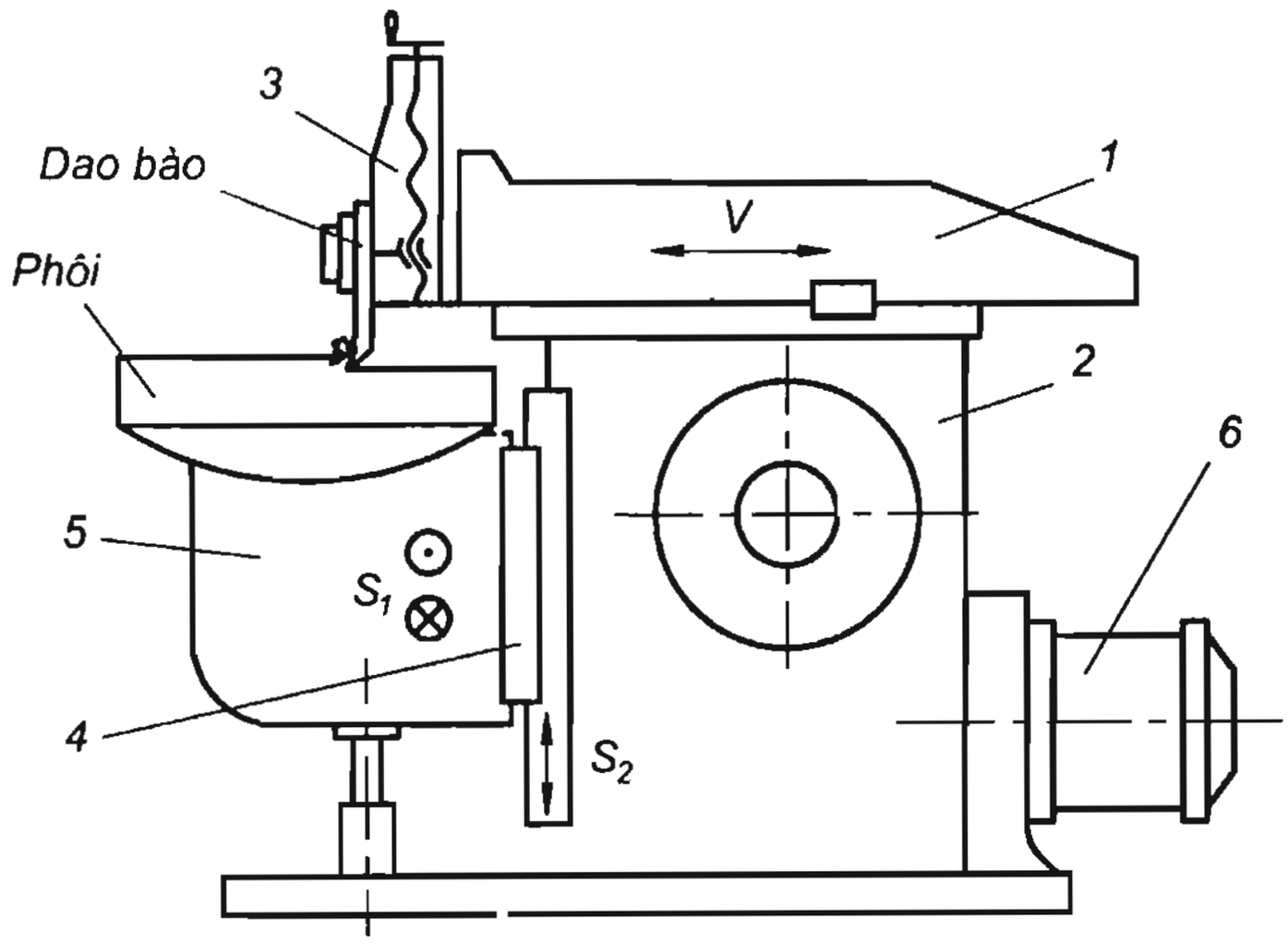
Máy bào ngang có chuyển động chính là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi do dao thực hiện và chuyển động chạy dao là chuyển động không liên tục do phôi thực hiện. Đặc điểm kỹ thuật quan trọng nhất là chiều dài lớn nhất của bàn trượt, nó có thể từ 200÷2400mm.

Hình dáng chung và các bộ phận chính của máy bào ngang được thể hiện trên hình 4.1.

Các bộ phận chính của máy gồm có bàn trượt (1) chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi trên sống trượt của thân máy (2). Phía trước bàn trượt có lắp đầu dao (3). Đầu dao này có thể quay một góc nhất định và tịnh tiến theo hướng thẳng đứng. Trên sống trượt đứng của thân máy (2) có xà ngang (4). Trên xà ngang này lắp bàn máy (5) có thể di động ngang để thực hiện chuyển động chạy dao. Ở một số máy, phần trên của bàn máy (5) có thể quay một góc nhất định quanh trục nằm ngang để gia công bề mặt nghiêng.

Chuyển động chính tịnh tiến khứ hồi của bàn trượt (1) được truyền động từ động cơ điện

(6) qua hộp tốc độ và cơ cấu truyền dẫn culit - lắc. Ở một số máy có hành trình lớn, chuyển động chính được thực hiện bằng cơ câu thuỷ lực xylanh-pistông hoặc cơ cấu bánh răng – thanh răng.




***Hình 4.1*** – Hình dáng chung của máy bào ngang

***2/ Cơ cấu culit – lắc trên máy bào ngang:***

Máy bào nằm ngang thường dùng cơ cấu culit – lắc để thực hiện chuyển động chính tịnh tiến khứ hồi (hình 4.2). Cơ cấu culit – lắc gồm có cặp bánh răng $\frac{Z_1}{Z_2}$ để truyền chuyển động từ hộp tốc độ đến đĩa biên (1) có chốt lệch tâm (2). Trên chốt lệch tâm (2) có lắp con trượt (3) di động tự do theo rãnh của cần lắc (4). Khi đĩa biên (1) quay tròn, cần lắc (4) lắc lư quanh tâm $O_2$. Đầu mút phía trên của cần lắc được nối liền với bàn trượt bằng khớp động với khâu (5), hoặc bằng khớp động di trượt. Do đó khi cần lắc (4) lắc lư sẽ truyền đến bàn trượt chuyển động tịnh tiến thẳng khứ hồi .

Hai vị trí giới hạn của cần lắc xác định độ dài hành trình L của bàn trượt. Thời gian cần thiết để thực hiện hành trình công tác với vận tốc trung bình $v_c$ là $t_c$, và thời gian cần thiết để thực hiện hành trình chạy nhanh ngược chiều $v_n$ là $t_n$. Chốt (2) lắp trên đĩa biên chuyển động với vận tốc đều, tạo nên góc $\alpha$ tương ứng với hành trình công tác và góc $\beta$ tương ứng với hành trình chạy nhanh, thường $\alpha > \beta$. Trong cả hai hành trình, bàn trượt đều đi một độ dài L nên :

$$\frac{t_c}{t_n} = \frac{v_n}{v_c} = \frac{\alpha}{\beta} \qquad (4.1)$$

Tỷ số $\frac{\alpha}{\beta}$ thông thường từ 1,5÷2,5. Nếu giảm độ dài hành trình L thì góc $\beta$ sẽ lớn, đồng thời $\alpha$ sẽ nhỏ. Vì biên độ của con trượt (3) thay đổi theo độ dài của hành trình bàn trượt nên trong thời gian thực hiện hành trình kép bàn trượt di động với vận tốc không đều. Khi cần lắc ở vị trí giữa, vận tốc sẽ lớn nhất; và khi ở hai vị trí giới hạn hai bên thì bằng 0 (hình 4.2b).

Vì vận tốc của bàn trượt không đều, nên có thể phân biệt vận tốc đó thành các loại như sau: vận tốc trung bình, vận tốc tức thời và vận tốc lớn nhất.

*a. Vận tốc trung bình của bàn trượt*

Nếu số vòng quay trong 1 phút của chốt (2) là n, thì thời gian cần thiết của hành trình

công tác là:

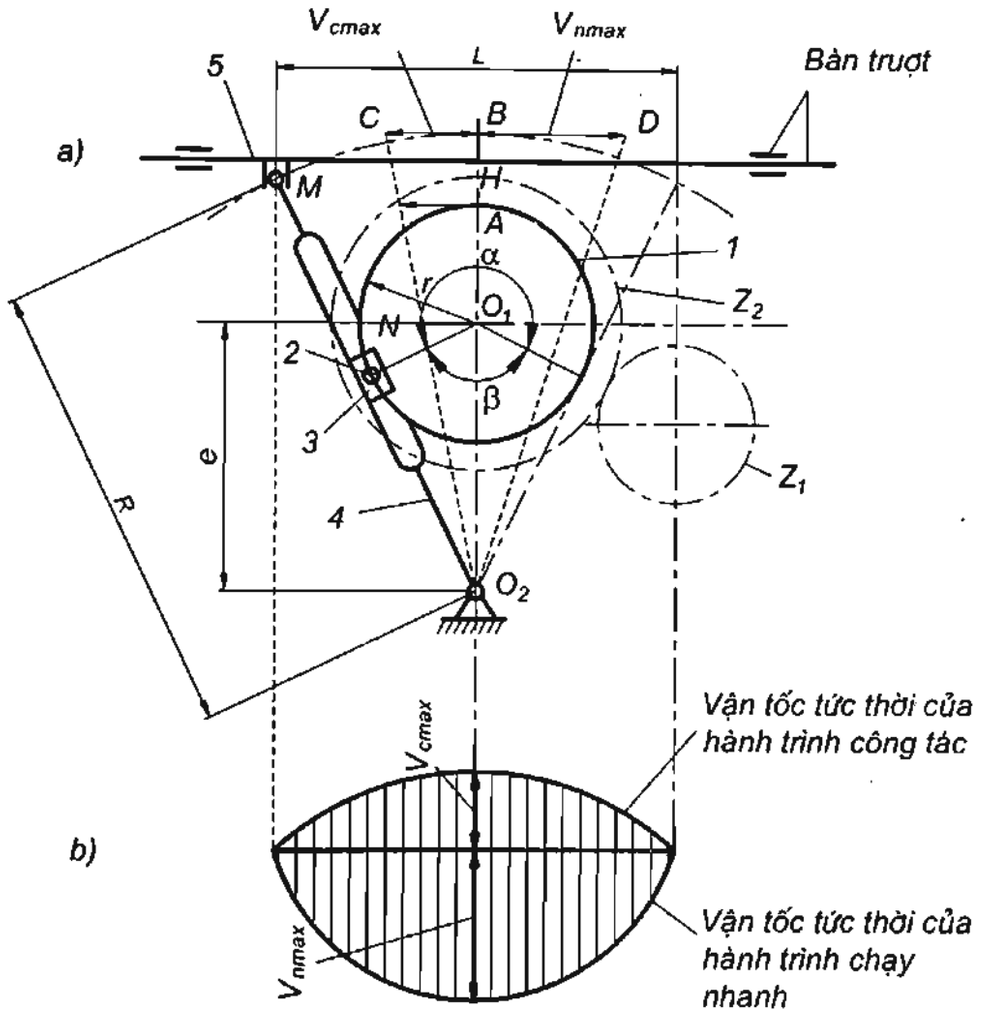
và
$$\left.\begin{aligned} t_c &= \frac{1}{n}.\frac{\alpha^0}{360^0}(ph) \\ t_n &= \frac{1}{n}.\frac{\beta^0}{360^0}(ph) \end{aligned}\right\}(ph) \qquad (4.2)$$

Do đó vận tốc trung bình của hành trình công tác :

$$v_c = \frac{L}{t_c.10^3} = \frac{L.n.360^0}{10^3.\alpha^0}(m/ph) \qquad (4.3)$$

và của hành trình nhanh :

$$v_n = \frac{L}{t_n.10^3} = \frac{L.n.360^0}{10^3.\beta^0}(m/ph) \qquad (4.4)$$




***Hình 4.2*** – Nguyên lý làm việc của cơ cấu culit – lắc

Nếu tính vận tốc trung bình trong một hành trình kép, tức là khi chiều dài của hành trình là 2L thì :

$$v = \frac{2L.n}{10^3}(m/ph) \qquad (4.5)$$

*b. Vận tốc tức thời của bàn trượt*

Vận tốc tức thời là vận tốc được xác định tại các thời điểm bất kỳ của hành trình kép.

Nếu vận tốc đều của chốt (2) hình 4.2a là v' thì vận tốc này có thể phân thành 2 thành

phần: một thành phần hướng theo phương của cần lắc và một thành phần hướng theo phương vuông góc với cần lắc. Lấy thành phần vuông góc với cần lắc tại chốt (2), chiếu nó lên phương di trượt của bàn máy thì xác định được vận tốc tức thời theo phương bàn trượt tại điểm đang xét. Xác định vận tốc tức thời của bàn trượt căn cứ vào thành phần vận tốc tức thời theo phương bàn trượt tại điểm tiếp xúc giữa cần lắc và bàn trượt (tam giác đồng dạng). Vận tốc này được xác định hướng theo hướng di động của bàn máy. Vẽ đồ thị theo các trị số vận tốc này được biểu đồ hình 4.2b.

*c. Vận tốc lớn nhất của bàn trượt*

Vận tốc lớn nhất của bàn trượt có được khi cần lắc ở vị trí giữa. Dựa vào các tam giác đồng dạng ta có:

$$\left.\begin{aligned} v_{cmax} &= \frac{v'R}{e+r} \\ v_{nmax} &= \frac{v'R}{e-r} \end{aligned}\right\} \qquad (4.6)$$

Trong đó:

R - chiều dài của cần lắc,

r - bán kính quay của chốt (2),

e - khoảng cách giữa tâm quay chốt và tâm quay cần lắc.

Từ hai tam giác đồng dạng $\Delta O_2O_1N \sim \Delta O_2HM$ ta có :

$$\frac{e}{r} = \frac{R}{\frac{L}{2}} \rightarrow e = \frac{2Rr}{L}$$

Thay trị số e vào công thức (4.6) và thay $v' = \frac{2\pi rn}{10^3}$ (m/ph) ta có :

$$\left.\begin{aligned} v_{cmax} &= \frac{2\pi nRL}{10^3(2R+L)}(m/ph) \\ v_{nmax} &= \frac{2\pi nRL}{10^3(2R-L)}(m/ph) \end{aligned}\right\} \qquad (4.7)$$

***3/ Cơ cấu chạy dao trên máy bào ngang***

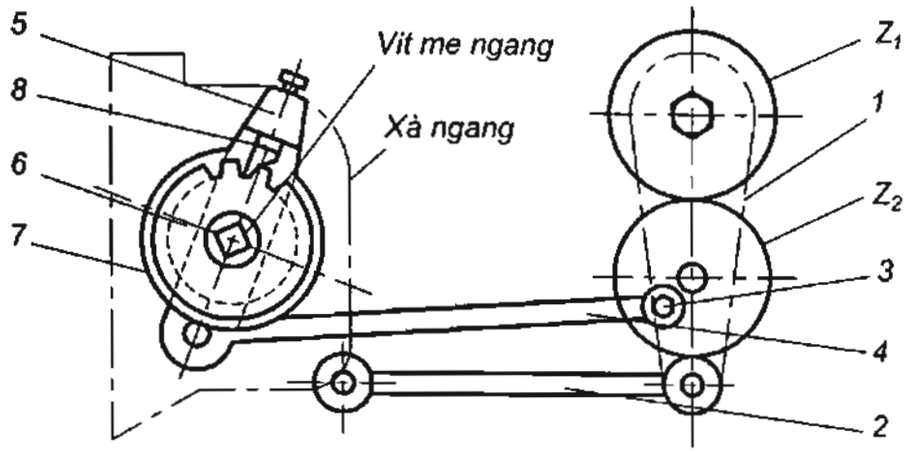
Chuyển động chạy dao ngang ở máy bào ngang là chuyển động thẳng không liên tục do bàn máy mang phôi thực hiện.

Bàn máy (5) mang phôi trên hình 4.1 chuyển động tịnh tiến khứ hồi trên sống trượt ngang của xà (4) theo hướng thẳng góc với hướng chuyển động của bàn trượt (1). Cơ cấu con cóc truyền chuyển động quay không liên tục đến trục vít me ngang của bàn máy theo sơ đồ được biểu thị ở hình 4.3.

Cơ cấu chạy dao ngang gồm có bánh răng $Z_1$ lắp trên trục rỗng của đĩa biên, bánh răng $Z_2$ ăn khớp với $Z_1$ và lồng trên trục cố định ở cần (1). Cần (1) nối với xà ngang bằng thanh (2). Khi xà ngang lên cao hay xuống thấp, thanh (2) mang cần (1) và bánh răng $Z_2$ quay quanh bánh răng $Z_1$ làm cho liên hệ giữa bánh răng $Z_1$ và trục vít me ngang không thay đổi.

Ở mặt đầu của bánh răng $Z_2$ có lắp chốt lệch tâm (3). Chốt này nhờ thanh kéo (4) truyền chuyển động quay lắc tới tay gạt (5) của cơ cấu con cóc. Bánh cóc (6) được cố định trên trục vít me ngang truyền tới bàn máy chuyển động chạy dao ngang không liên tục.

Điều chỉnh lượng chạy dao ngang bằng cách quay nắp (7) để che lấp một phần tương ứng của số răng bánh cóc (6). Như thế một phần hành trình của con cóc (8) sẽ trượt trên nắp (7) và một số răng nhất định sẽ được con cóc đẩy đi.




***Hình 4.3*** – Sơ đồ truyền động cơ cấu chạy dao

Nếu số lượng răng bị con cóc đẩy đi trong một hành trình kép là x, số răng của bánh cóc là $Z_x$, bước ren của trục vít me ngang là $t_x$ và tỷ số truyền giữa bánh cóc và trục vítme là i thì lượng chạy dao ngang là :

$$S = \frac{x}{Z_x}.i.t_x \text{ (mm/htk)} \qquad (4.8)$$

Ở một số máy bào ngang lượng chạy dao được điều chỉnh bằng cách thay đổi vị trí của chốt lệch tâm (3). Ở một số máy bào hiện đại các bánh răng $\frac{Z_1}{Z_2}$ của cơ cấu chạy ngang được thay bằng cơ cấu cam để điều khiển chuyển động của bánh cóc.

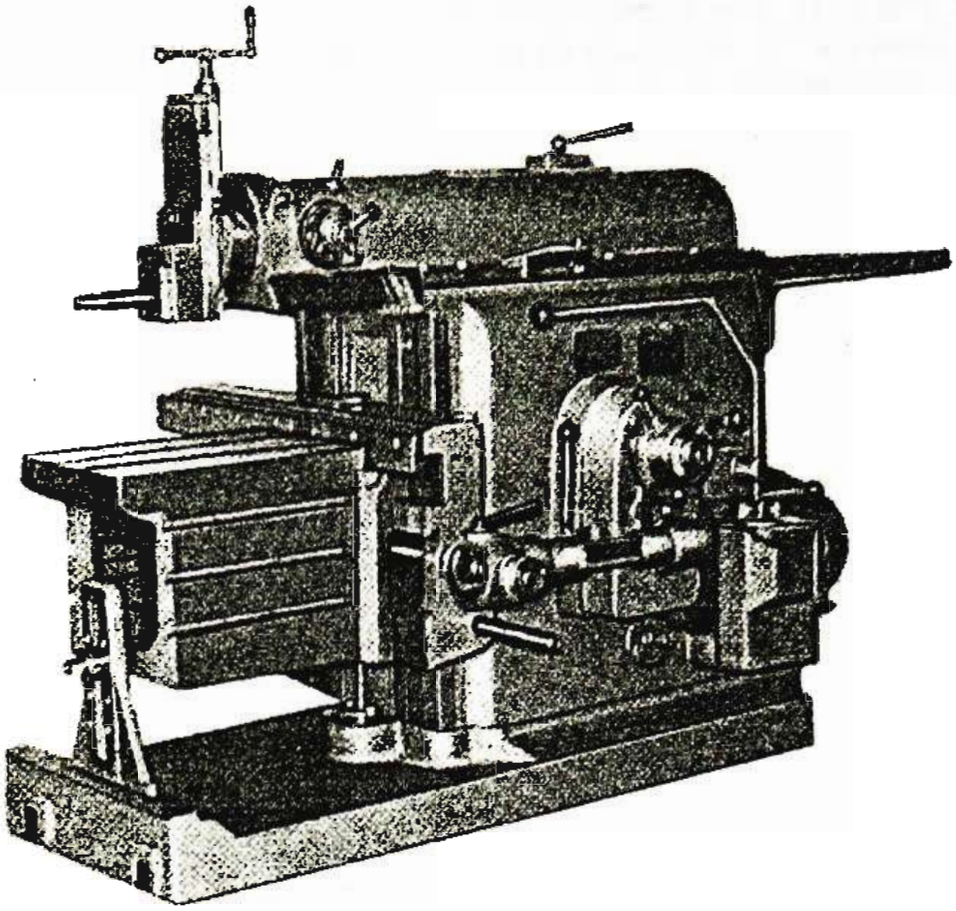
### 4.1.3 Sơ đồ động máy bào ngang 7A35

Máy 7A35 là loại máy bào ngang tương đối hiện đại dùng cơ cấu culít - lắc để thực hiện chuyển động chính và cơ cấu cam để thực hiện lượng chạy dao. Hình dáng chung của máy được trình bày trên hình 4.4a.

#### *1/ Tính năng kỹ thuật của máy bào ngang 7A35*

Máy bào ngang 7A35 có các tính năng kỹ thuật chủ yếu như sau:

- Hành trình lớn nhất của đầu trượt: 500 mm
- Kích thước của bàn máy: 360x 500 mm
- Hành trình lớn nhất của bàn máy theo chiều ngang: 500 mm
- Hành trình lớn nhất của bàn máy theo chiều đứng: 310 mm
- Phạm vi điều chỉnh số hành trình kép : 12,5 – 138 htk/ph
- Phạm vi điều chỉnh lượng chạy dao ngang : 0,3 - 4,8 mm/htk
- Công suất của động cơ: N=5,8kW, n=1500vg/ph.
- Trọng lượng của máy: 1800 kG.



***Hình 4.4a*** – Hình dáng chung của máy bào ngang

### *2/ Sơ đồ động của máy bào ngang 7A35*

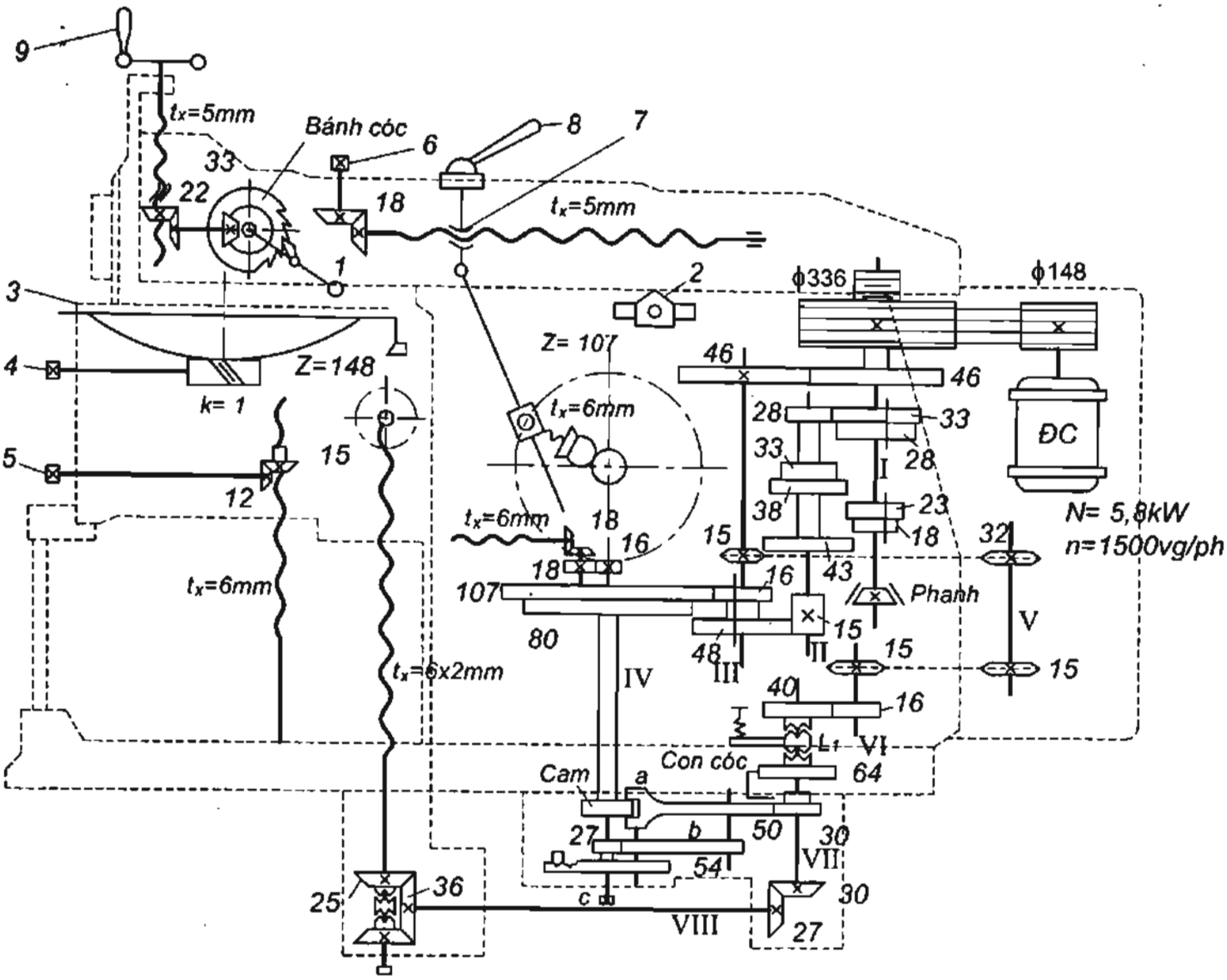
Sơ đồ động của máy bào ngang 7A35 được trình bày trên hình 4.4b. Các chuyển động tạo hình trên máy bào ngang 7A35 gồm các xích truyền động: xích chuyển động chính, xích chạy dao ngang.

*a. Xích chuyển động chính*

Xích chuyển động chính được thực hiện từ động cơ điện ĐC có công suất N= 5,8 kW, qua cơ cấu puli - đai truyền $\frac{\phi 148}{\phi 336}$ đến trục I. Từ trục I đến trục II qua 4 tỷ số truyền $\frac{33}{28}$, $\frac{28}{33}$, $\frac{23}{38}$ và $\frac{18}{43}$. Từ trục II qua trục III có một tỷ số truyền cố định $\frac{15}{48}$ và từ trục III truyền đến trục rỗng IV mang đĩa biên (bản thân đĩa biên ở đây là bánh răng Z= 107) với 2 tỷ số truyền $\frac{16}{107}$ và $\frac{48}{80}$. Đĩa biên sẽ quay cần lắc làm cho bàn trượt mang dao bào thực hiện 8 cấp vận tốc hành trình kép.

Phương trình xích tốc độ như sau:

$$n_{dc} \cdot \frac{148}{336}(I) \left\langle \begin{matrix} \frac{33}{28} \\ \frac{28}{33} \\ \frac{23}{38} \\ \frac{18}{43} \end{matrix} \right\rangle (II) \cdot \frac{15}{48}(III) \cdot \left\langle \begin{matrix} \frac{16}{107} \\ \frac{48}{80} \end{matrix} \right\rangle = n_{htk} \qquad (4.9)$$




***Hình 4.4b*** – Sơ đồ động máy bào ngang 7A35

*b. Chuyển động chạy dao ngang*

Chuyển động chạy dao ngang của máy 7A35 được thực hiện bởi cam lắp chặt trên trục rỗng IV của đĩa biên. Cần (a) có một đầu mang con lăn luôn tỳ sát vào mặt cam, đầu kia là quạt răng có tổng số răng Z= 50 luôn ăn khớp vào bánh răng Z= 30. Chuyển động lắc lư của đòn (a) qua quạt răng, bánh răng Z= 30 và con cóc làm cho bánh răng cóc Z= 64 quay tròn có chu kỳ.

Bánh cóc truyền chuyển động chạy dao không liên tục đến bàn máy theo đường truyền động sau: bánh cóc Z= 64 - đóng ly hợp $L_1$ vào bánh cóc – trục VII – cặp bánh răng côn $\frac{30}{27}$ - trục VIII – cơ cấu đảo chiều $\frac{36}{25}$ - trục vít me hai đầu mối $t_x$= 6 x 2 = 12 mm, làm cho bàn máy di động ngang.

Muốn thay đổi lượng chạy dao thì dùng tay quay (c) để quay bánh răng Z= 27 ăn khớp với quạt răng Z= 54 trên cần (b), làm thay đổi vị trí tương đối giữa con lăn của đòn (a) và cam, và như thế làm thay đổi số răng của bánh cóc do con cóc đẩy đi.

*c. Chuyển động nhanh của bàn máy*

Chuyển động nhanh của bàn máy được thực hiện từ động cơ điện N= 5,8 kW, qua puly đai truyền $\frac{\phi 148}{\phi 336}$ - cặp bánh răng trụ $\frac{46}{46}$ - trục III – truyền động xích $\frac{15}{32}$ - trục V – truyền

động xích $\frac{15}{15}$ - trục VI – cặp bánh răng trụ $\frac{16}{40}$ - trục VII – cặp bánh răng $\frac{30}{27}$ - trục VIII – cơ cấu đảo chiều $\frac{36}{25}$ và trục vít $t_x$= 6 x 2mm. Ly hợp $L_1$ lúc này đóng vào bánh răng Z= 40.

*d. Chuyển động chạy dao đứng*

Chuyển động chạy dao đứng có thể thực hiện bằng tay nhờ tay vặn (9) quay trục vít me $t_x$= 5mm trên bàn dao. Chuyển động chạy dao đứng còn có thể thực hiện tự động có chu kỳ do cần (1) đập vào vấu tỳ (2) lắp trên thân máy. Lúc cuối hành trình nhanh, cần (1) sẽ đẩy con cóc đưa bánh cóc quay một số răng nhất định. Bánh cóc sẽ truyền chuyển động qua hai cặp bánh răng côn $\frac{33}{22}.\frac{22}{22}$ làm quay trục vítme $t_x$= 5mm theo chu kỳ.

Muốn gia công mặt phẳng nghiêng quay bàn máy (3) quanh trục nằm ngang một góc nhất định nhờ tay quay (4), qua cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{1}{148}$.

Di động thẳng đứng xà ngang mang bàn máy thực hiện bằng tay nhờ trục quay (5) qua cặp bánh côn $\frac{12}{15}$ làm quay trục vít me đứng $t_x$= 6mm.

Để điều chỉnh độ dài của hành trình kép trên mọi vị trí khác nhau của bàn máy, dùng tay quay tay quay (6) qua cặp bánh côn $\frac{18}{18}$ để điều chỉnh vị trí của đai ốc (7) nối liền cần lắc với trục vít me $t_x$= 5mm. Khi di động đai ốc (7) đến vị trí thích hợp, dùng tay quay (8) để cố định vị trí của đai ốc trên bàn trượt.

## 4.2 MÁY XỌC

Máy xọc là máy có chuyển động chính tạo ra tốc độ cắt là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi của dao xọc theo phương thẳng đứng. Máy này dùng để gia công các mặt phẳng và mặt định hình, các rãnh trong và ngoài khuôn dập cũng như bánh răng, v.v... Ở những máy xọc hiện đại thường dùng truyền động thuỷ lực để thực hiện chuyển động chính. Nếu dùng truyền động cơ khí để thực hiện chuyển động chính thì dùng cơ cấu culit – quay.

Kích thước cơ bản đặc trưng cho máy xọc là hành trình lớn nhất của bàn trượt dao xọc và đường kính lớn nhất của bàn máy. Đối với máy xọc có công dụng chung, hành trình này có thể thay đổi trong phạm vi từ 100÷1600mm, đường kính lớn nhất từ 240÷1600mm.

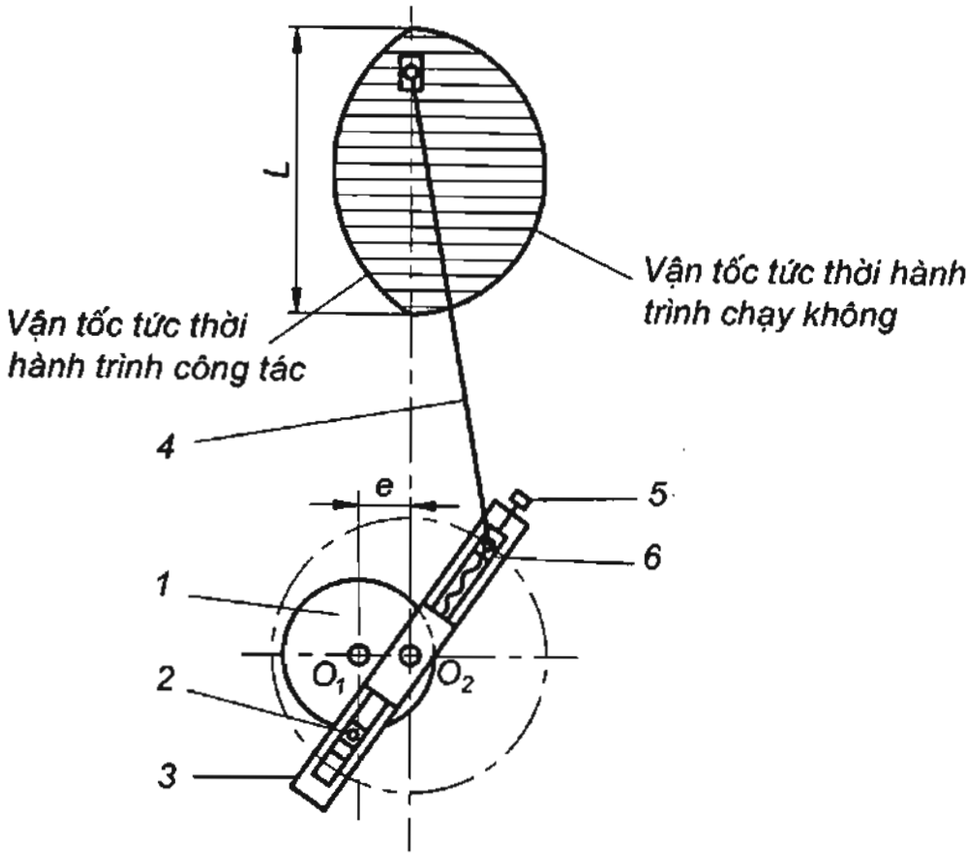
Máy xọc dùng chủ yếu trong sản xuất đơn chiếc và sản xuất nhỏ.

### 4.2.1 Cơ cấu culit – quay trên máy xọc

Sơ đồ nguyên lý làm việc của cơ cấu culit – quay trong máy xọc được trình bày trên hình 4.5. Cơ cấu culit – quay gồm có đĩa biên (1) nhận truyền động từ hộp tốc độ. Trên chốt (2) của đĩa biên có lắp con trượt có thể di động trong rãnh trượt của tay đòn (3) khi đĩa biên quay quanh tâm $O_1$. Tay đòn (3) đặt lệch tâm với tâm đĩa biên một khoảng e và khi đĩa biên quay, tay đòn (3) quay quanh tâm $O_2$ với vận tốc góc không đều. Đầu kia của tay đòn (3) lắp khớp động với thanh kéo (4) để di động bàn trượt của dao xọc.

Muốn thay đổi hành trình của bàn trượt dao xọc, dùng vít me (5) để di động đai ốc (6) trong rãnh của tay đòn (3).

Cách tính các vận tốc làm việc của dao xọc tương tự như ở cơ cấu culit – lắc của máy bào ngang.




***Hình 4.5*** - Sơ đồ nguyên lý làm việc cơ cấu culít - quay

### 4.2.2 Máy xọc 743

Máy xọc 743 chủ yếu dùng để gia công các loại rãnh và mặt phẳng. Sơ đồ động của máy xọc 743 được trình bày trên hình 4.6.

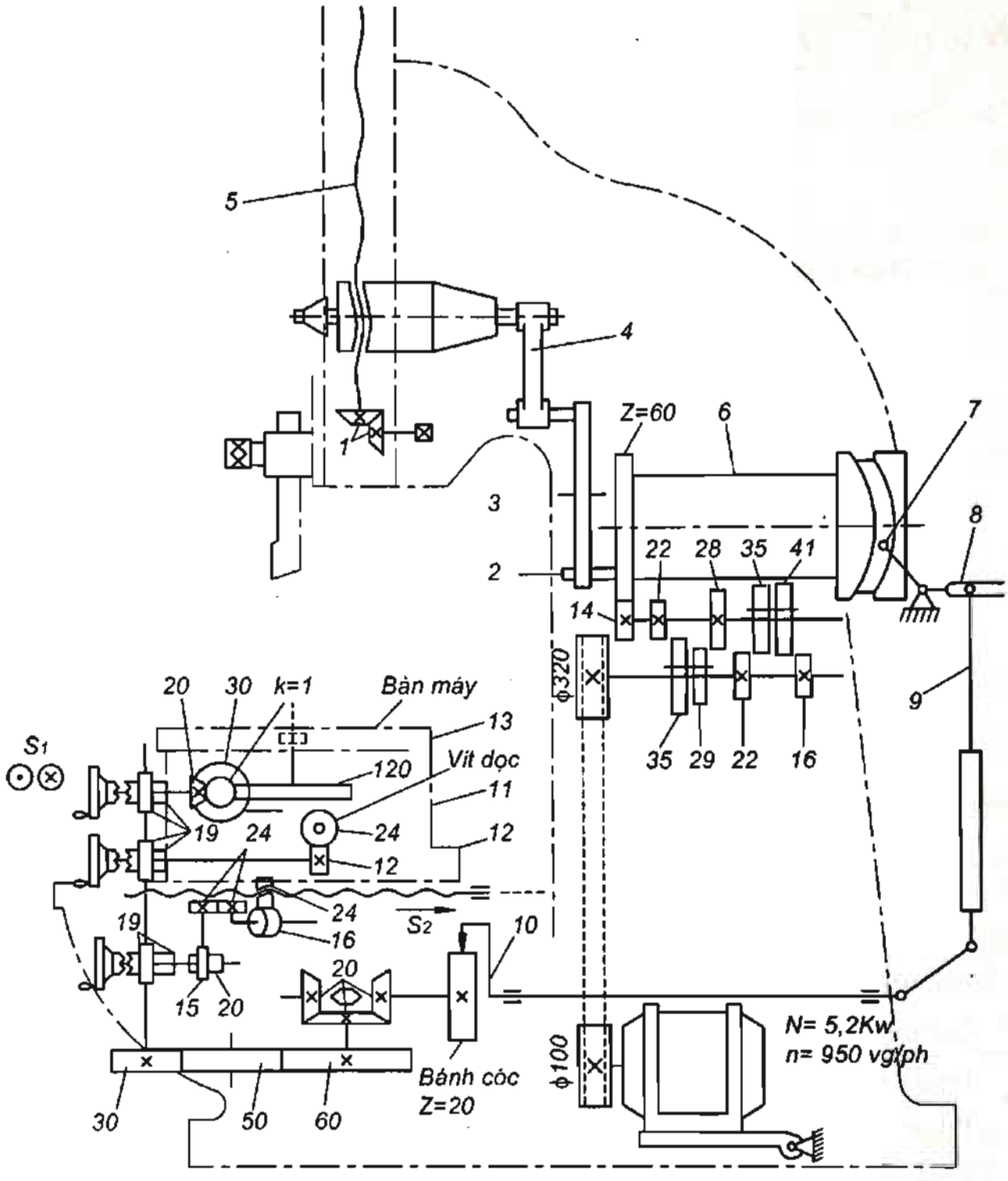
Máy xọc 743 có các tính năng kỹ thuật chủ yếu như sau:

- Hành trình lớn nhất của bàn trượt : L = 300 mm.
- Đường kính của bàn máy : 600 mm.
- Phạm vi điều chỉnh số hành trình kép : 20 ÷ 80 htk/ph.
- Phạm vi điều chỉnh lượng chạy dao : 0,05 ÷ 2 mm/htk.
- Công suất động cơ chính: N=5,2 kW, n= 950 vg/ph
- Trọng lượng của máy: 5200 kG
- Công suất động cơ: 5,2 kW

***1/ Chuyển động chính***

Chuyển động chính của máy xọc là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi của bàn trượt mang dao xọc, được truyền động từ động cơ điện có công suất N= 5,2kW và n= 950vg/ph, qua puli - đai truyền $\frac{\phi 100}{\phi 320}$ vào hộp tốc độ có 4 tỷ số truyền $\frac{16}{41}, \frac{22}{35}, \frac{29}{28}, \frac{35}{22}$ đến cặp bánh răng trụ $\frac{14}{60}$. Bánh răng Z= 60 cũng là đĩa biên có chốt (2) quay tay đòn (3) qua thanh kéo (4) làm di động bàn dao lên xuống.

Muốn điều chỉnh hành trình xọc của máy, dùng cặp bánh côn có tỷ số truyền 1 để quay trục vít me (5).




***Hình 4.6*** – Sơ đồ động máy xọc 743

### *2/ Chuyển động chạy dao*

Chuyển động chạy dao gồm có chạy dao dọc, ngang và quay tròn của bàn máy được thực hiện từ cam thùng (6). Trong rãnh cam có chốt (7) nối liền với con cóc (10) bằng hệ thống đòn bẩy gồm thanh kẹp (8) và thanh kéo (9) để thực hiện chuyển động có chu kỳ của bánh cóc Z= 120.

*a. Chuyển động chạy dao dọc*

Chuyển động chạy dao dọc được truyền động từ bánh cóc Z= 120 qua cơ cấu đảo chiều $\frac{20}{20}$, các tỷ số truyền của bánh răng trụ $\frac{60}{50}.\frac{50}{30}$, cặp bánh răng xoắn $\frac{19}{19}$ - cặp bánh răng trụ $\frac{12}{24}$ làm trục vít me dọc quay thực hiện lượng chạy dao $s_1$ của bàn trượt dọc (11).

*b. Chuyển động chạy dao ngang*

Chuyển động chạy dao ngang cũng được truyền động từ bánh cóc Z= 120, qua cơ cấu đảo chiều hình côn $\frac{20}{20}$, các bánh răng trụ $\frac{60}{50}.\frac{50}{30}$, hai cặp bánh răng xoắn $\frac{19}{19}$ và $\frac{15}{20}$, hai cặp bánh trụ $\frac{24}{24}.\frac{16}{24}$ làm đai ốc của trục vítme ngang quay, thực hiện lượng chạy dao $s_2$ của bàn trượt ngang (12).

*c. Chuyển động chạy dao vòng*

Chuyển động chạy dao vòng cũng được truyền động từ bánh cóc Z= 120, qua cơ cấu đảo chiều $\frac{20}{20}$, các bánh răng trụ $\frac{60}{50}.\frac{50}{30}$, cặp bánh răng xoắn $\frac{19}{19}$, cặp bánh răng côn $\frac{20}{30}$, cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{1}{120}$ làm cho bàn máy (13) quay tròn, thực hiện lượng chạy dao vòng $s_3$.

## 4.3 MÁY CHUỐT

### 4.3.1 Công dụng và phân loại

Máy chuốt được sử dụng rộng rãi trong sản xuất loạt lớn và hàng khối để gia công các lỗ chính xác có prôfin bất kỳ, các bánh răng, các rãnh, các loại lỗ then hoa,... Nó còn có thể gia công mặt phẳng, mặt định hình, v.v...

Năng suất và độ chính xác khi gia công trên máy chuốt rất cao. Trên hình 4.7 trình bày các dạng prôfin lỗ trong được gia công trên máy chuốt.

Máy chuốt thường được phân loại theo công dụng, theo vị trí dao chuốt và theo mức độ tự động hoá.

Căn cứ vào công dụng : chuốt trong và chuốt ngoài.

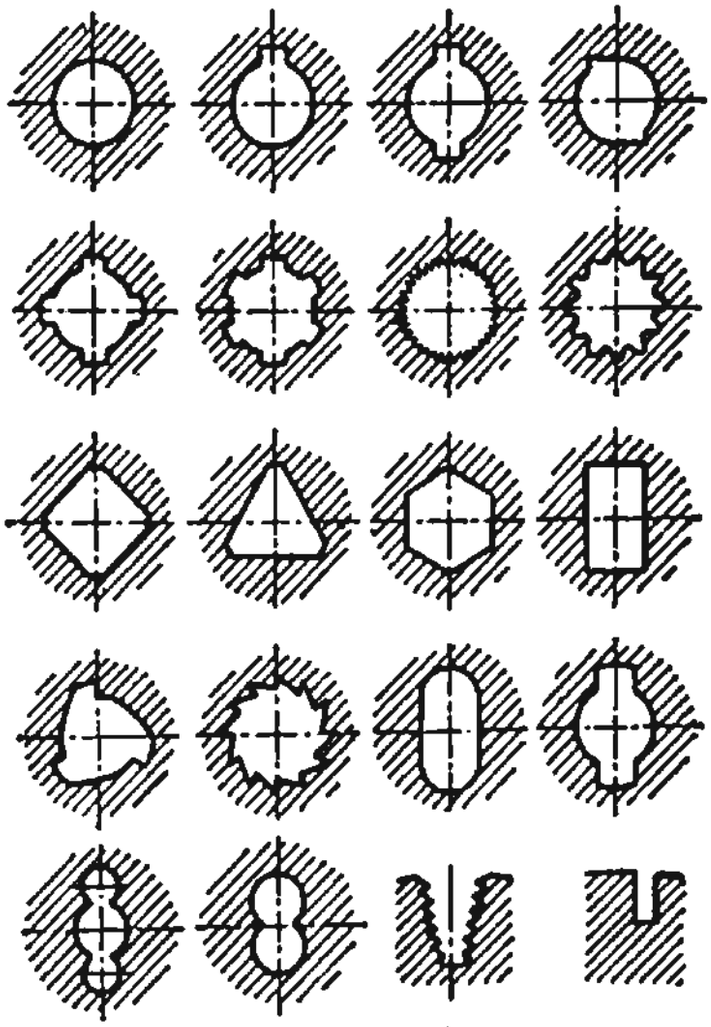
Căn cứ vào vị trí gá đặt dao chuốt: chuốt nằm ngang và chuốt thẳng đứng.

Căn cứ vào trình độ tự động hoá: chuốt liên tục và chuốt gián đoạn.

### 4.3.2 Máy chuốt nằm ngang 7520

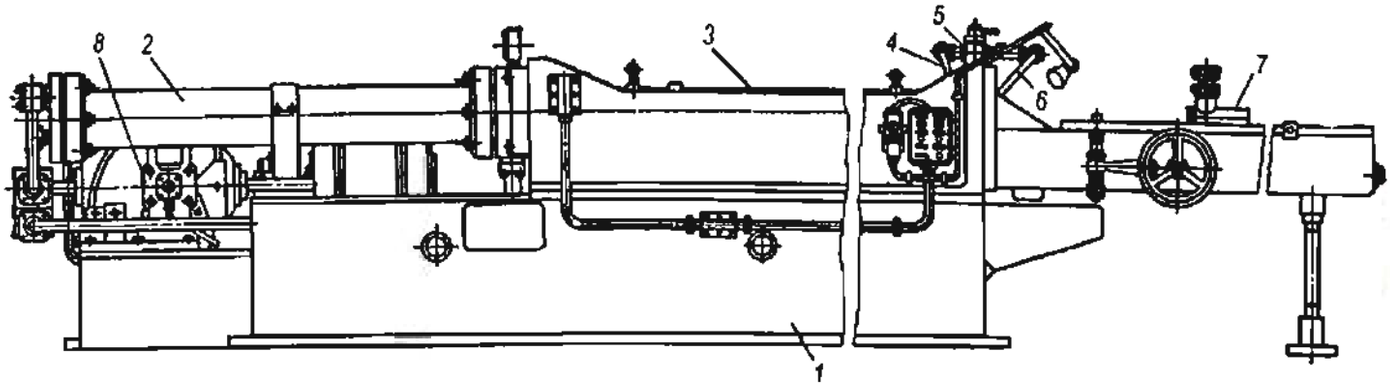
Máy chuốt nằm ngang 7520 có các tính năng kỹ thuật chủ yếu như sau:

- Lực kéo P=20 tấn,
- Chiều dài hành trình chuốt: 230 mm ÷ 1600 mm,
- Tốc độ chuốt: 0,6 ÷ 6 m/ph,
- Tốc độ lùi nhanh: 20 m/ph,
- Công suất động cơ: 18,7kW,
- Dẫn động kéo dao chuốt bằng xylanh thuỷ lực.
- Trọng lương của máy: 5000 kG



***Hình 4.7*** - Các prôfin lỗ trong được gia công trên máy chuốt

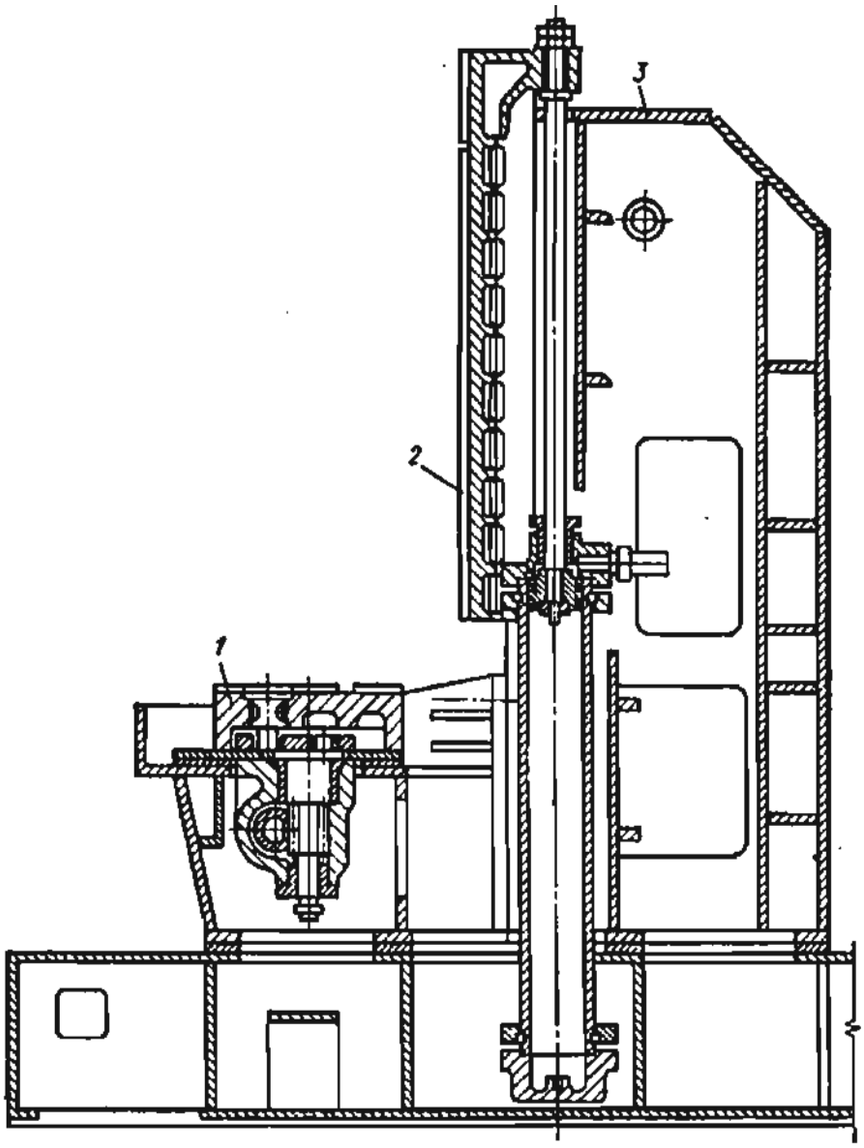
Trên hình 4.8 trình bày hình dáng chung và các bộ phận cơ bản của máy chuốt nằm ngang 7520.




***Hình 4.8*** - Hình dáng chung của máy chuốt nằm ngang 7520
1-Thân máy; 2-Hệ thống xylanh thuỷ lực; 3-Cơ cấu điều khiển; 4,5,6- Hệ thống dẫn dung dịch trơn nguội; 7-Bàn gá; 8-Thiết bị thuỷ lực.

### 4.3.2 Máy chuốt bề mặt đứng

Hình dáng chung của loại máy chuốt bề mặt đứng được trình bày trên hình 4.9. Chi tiết được gá kẹp trên bàn máy (1), dao chuốt được gá kẹp chặt trên mặt gá (2), nó chuyển động dọc theo đường dẫn hướng thẳng đứng của thân máy (3) nhờ lực kéo của hệ thống xylanh-pistên thuỷ lực.




***Hình 4.9*** - Hình dáng chung của máy chuốt bề mặt đứng

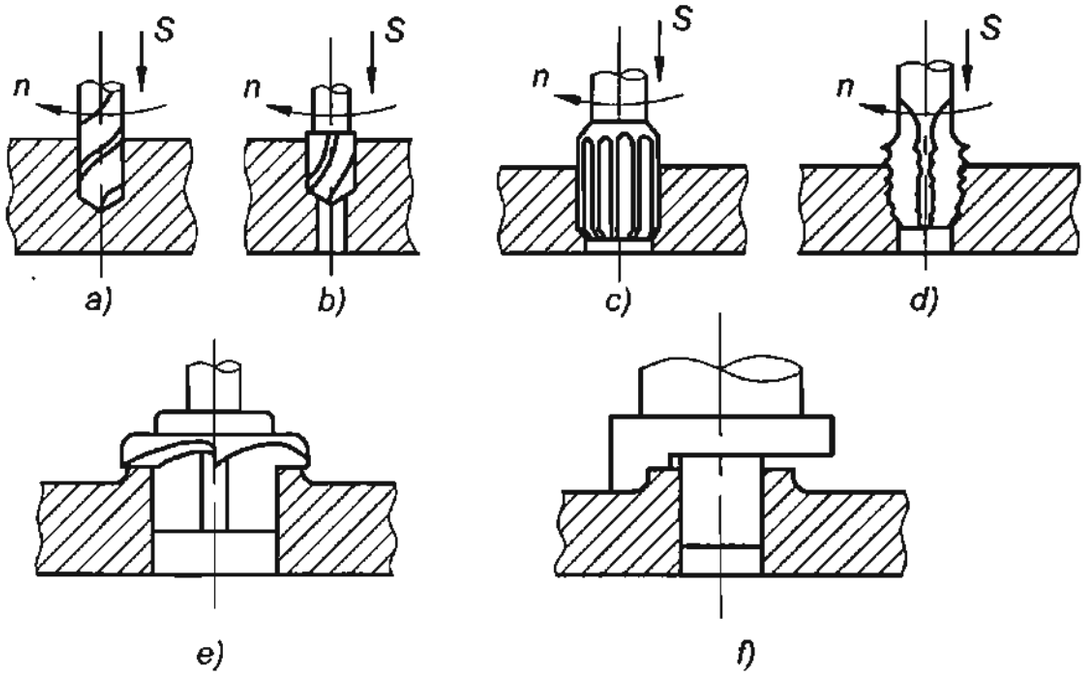
*CHƯƠNG 5*

# MÁY KHOAN - DOA

## 5.1 CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI MÁY KHOAN-DOA

### 5.1.1 Công dụng máy khoan

Máy khoan là máy cắt kim loại chủ yếu dùng để gia công lỗ (hình 5.1a). Ngoài ra nó còn dùng để khoét (hình 5.1b), doa (hình 5.1c), cắt ren bằng tarô (hình 5.1d) hoặc gia công những bề mặt có tiết diện nhỏ, thẳng góc hoặc cùng chiều trục với lỗ khoan (hình 5.1e và f).




***Hình 5.1*** – Phạm vi sử dụng của máy khoan

Chuyển động tạo hình của máy khoan là chuyển động chính quay vòng n và chuyển động chạy dao s. Cả hai chuyển động này đều do dao thực hiện.

### 5.1.2 Phân loại máy khoan

Tuỳ theo kích thước và phương pháp điều chỉnh mũi khoan đến vị trí gia công, máy khoan có thể phân thành các loại sau: máy khoan bàn, máy khoan đứng, máy khoan cần, máy khoan nhiều trục, máy khoan chuyên dùng.

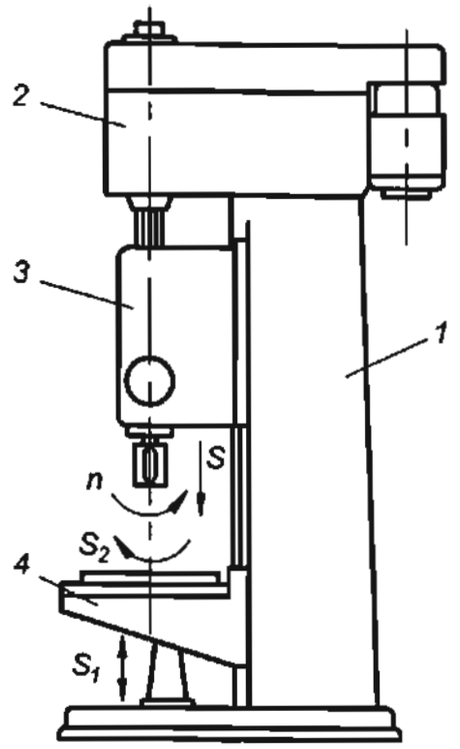
***1/ Máy khoan bàn***

Đây là loại máy khoan cỡ nhỏ đặt ở trên bàn, dùng để gia công những chi tiết nhỏ với những lỗ khoan có đường kính không quá 16mm.

Truyền động quay chính dùng puli - đai truyền có nhiều bậc và thường cho tốc độ cao. Loại máy này dùng rộng rãi trong ngành cơ khí.

***2/ Máy khoan đứng***

Chuyển động và kết cấu của máy khoan đứng rất khác nhau, phổ biến nhất là loại có trụ đứng. Những cỡ máy nhỏ thì có truyền động của trục chính đơn giản và chạy dao bằng tay. Ở những máy có kích thước trung bình, lớn thì có hộp tốc độ, hộp chạy dao và thường có cơ cấu chạy dao tự động. Máy khoan đứng chủ yếu dùng để gia công những chi tiết có kích thước trung bình. Hình dáng chung thông thường của máy khoan đứng được trình bày ở hình 5.2.




***Hình 5.2*** – Hình dáng chung của máy khoan đứng

Những bộ phận chính của máy khoan đứng là thân máy (1), hộp tốc độ (2), hộp chạy dao (3) và bàn máy (4).

Trong máy khoan đứng hộp tốc độ được cố định, hộp chạy dao có thể di động theo hướng thẳng đứng. Bên trong hộp chạy dao có trục chính thực hiện chuyển động chính quay n và chuyển động chạy dao s. Bàn máy có thể quay tròn hoặc di động thẳng đứng bằng tay.

Nhược điểm của máy khoan đứng là phải luôn dịch chỉnh chi tiết khi gia công ở những vị trí khoan khác nhau. Đối với chi tiết nặng, việc điều chỉnh vị trí gia công rất khó khăn, tốn nhiều thời gian.

***3/ Máy khoan cần***

Máy khoan cần là loại máy khắc phục được nhược điểm của máy khoan đứng bằng cách gá chi tiết đứng yên và trục chính di động được đến vị trí khoan thích hợp khi gia công. Vì vậy máy khoan cần là loại máy khoan điều khiển rất nhẹ nhàng, khả năng làm việc được mở rộng và có thể gia công được những chi tiết lớn.

Dạng tổng quát của máy khoan cần được trình bày trên hình 5.3.

Những bộ phận chính của máy khoan cần là :

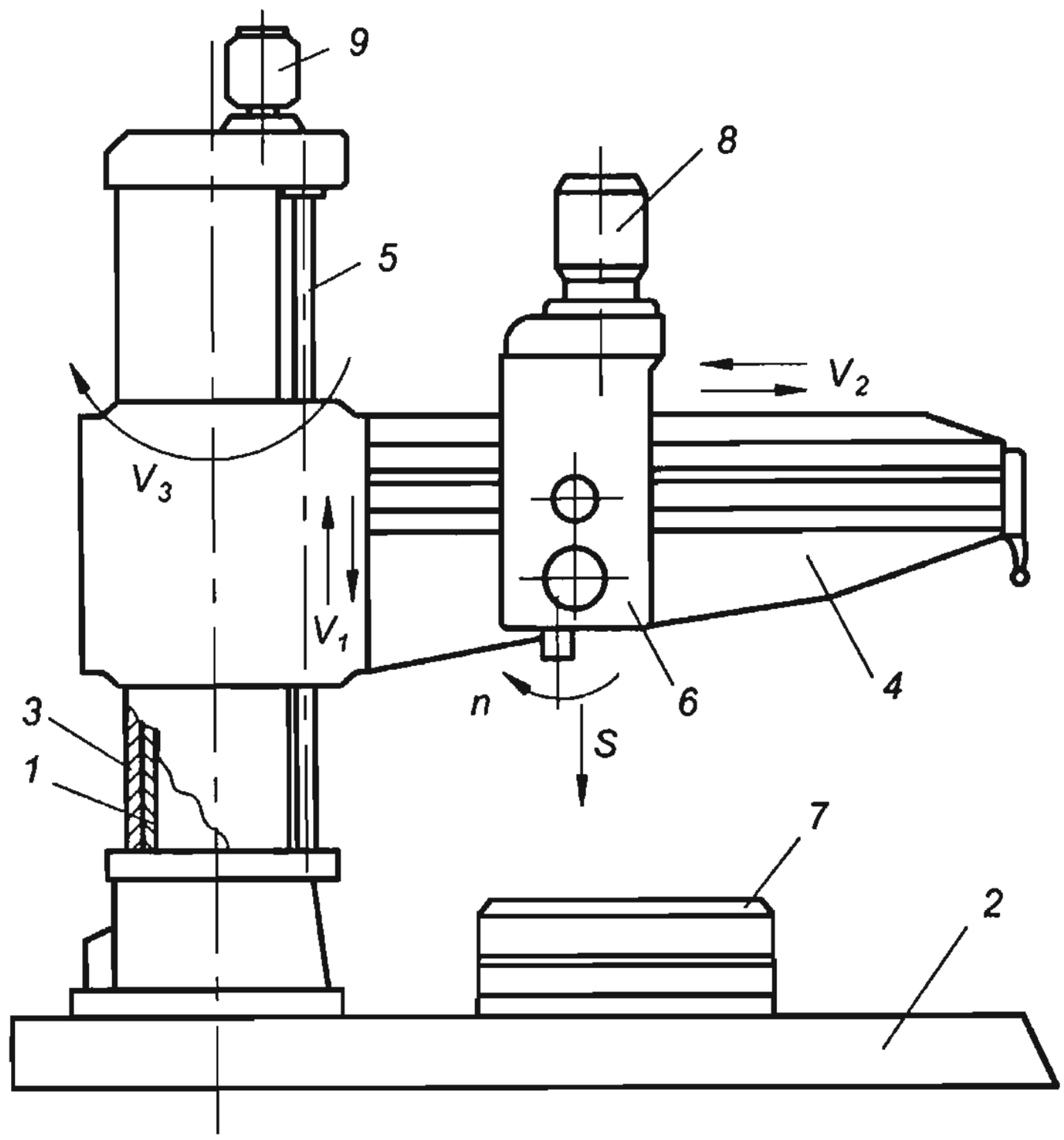
Trên trụ (1) cố định ở bệ máy (2) có lồng không một trụ rỗng khác – gọi là ống đỡ (3), có thể quay quanh trụ (1) $360^0$. Trên ống đỡ (3) lồng không cần khoan (4), nhờ trục vít me (5) nó có thể di động lên xuống theo hướng thẳng đứng. Trên cần khoan có lắp hộp tốc độ (6), trong đó có cả cơ cấu chạy dao. Hộp tốc độ này có thể di động theo hướng kính trên cần khoan. Chi tiết gia công có thể đặt trực tiếp trên bệ máy (2) hoặc trên bàn máy (7). Ống đỡ (3), cần khoan (4), hộp tốc độ (6) đều có thể cố định ở vị trí bất kỳ nhờ những cơ cấu khoá đặc biệt.

Chuyển động cơ bản của máy khoan cần gồm :

- Chuyển động chính tạo ra tốc độ cắt gọt n là chuyển động quay tròn của trục chính.
- Chuyển động chạy dao s là chuyển động thẳng đứng của trục chính.
- Chuyển động điều chỉnh $v_1$ là chuyển động thẳng đứng của cần khoan trên ống đỡ (3).

- Chuyển động điều chỉnh $v_2$ là chuyển động hướng kính của hộp tốc độ trên cần khoan.

- Chuyển động điều chỉnh $v_3$ là chuyển động của cần khoan cùng với ống đỡ (3) quanh trụ (1).




***Hình 5.3*** – Dạng tổng quát của máy khoan cần

Ba chuyển động đầu của máy khoan cần được cơ khí hóa, chuyển động thứ tư có thể cơ khí hoá hoặc thực hiện bằng tay, chuyển động thứ 5 thực hiện bằng tay.

Ngoài những chuyển động trên, trong một số máy khoan cần, hộp tốc độ có thể quay một góc nhất định để có thể khoan những lỗ nghiêng.

Để thực hiện chuyển động bằng cơ khí, thường dùng hai động cơ: động cơ điện (8) (hình 5.3) đặt trên hộp tốc độ dùng để thực hiện chuyển động chính và chuyển động chạy dao; động cơ (9) đặt trên trụ máy dùng để nâng cần khoan lên xuống. Có máy khoan cần dùng động cơ này để khoá chặt cơ cấu cần khoan. Ở các máy khoan cần lớn dùng thêm một động cơ riêng để khoá chặt cơ cấu cần khoan.

Nhờ các chuyển động điều chỉnh của máy khoan cần, dụng cụ cắt có thể di chuyển đến vị trí bất kỳ trong phạm vi được giới hạn bằng bề cao di động của cần khoan và vành khăn có bán kính lớn là độ dài di động lớn nhất và bán kính nhỏ là độ dài di động nhỏ nhất của hộp tốc độ so với tâm của trụ khoan (1).

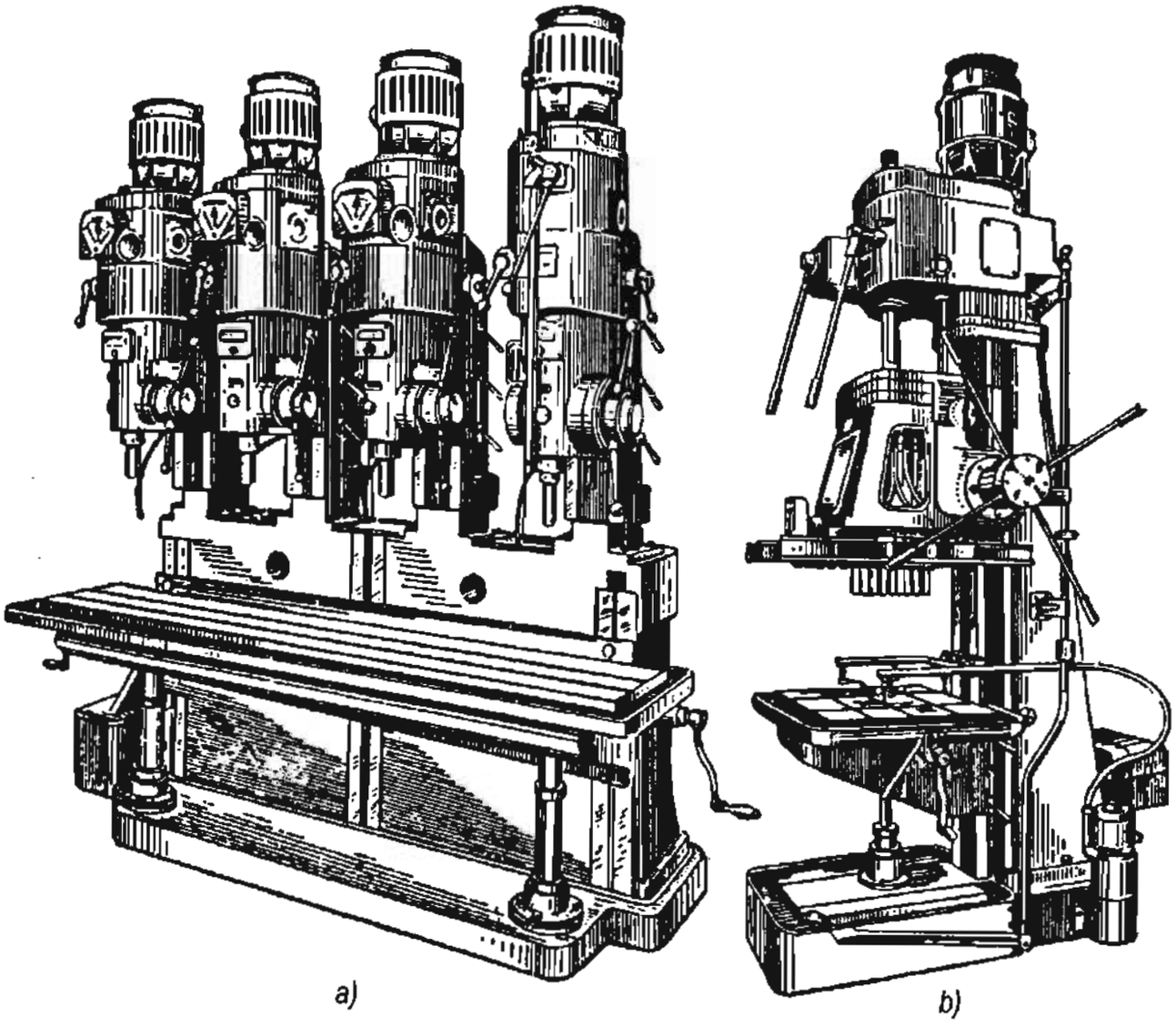
### *4/ Máy khoan nhiều trục*

Máy khoan nhiều trục thường dùng để hoàn thành những nguyên công khoan (khoan, khoét, doa, cắt ren) đồng thời hoặc liên tiếp nhau trên một chi tiết. Điều đó nâng cao đáng kể năng suất của máy khoan.

Máy khoan nhiều trục có hai loại chính: máy khoan nhiều trục cố định, máy khoan nhiều trục cácđăng thay đổi.

*a. Máy khoan nhiều trục cố định:*

Đây là loại máy khoan gồm nhiều máy khoan nhỏ (kiểu khoan bàn hoặc đứng) được lắp đặt thành hàng với nhau trên một bàn, hoặc trên một bệ máy chung. Mỗi trục chính của máy này có một động cơ riêng để thực hiện truyền động. Số trục chính của máy có thể từ 2÷6 xếp thành hàng với những khoảng cách bằng nhau và trên đó lắp những dao cắt khác nhau để có thể hoàn thành lần lượt các nguyên công trên một phôi ( hình 5.4 a).




***Hình 5.4*** - Máy khoan nhiều trục

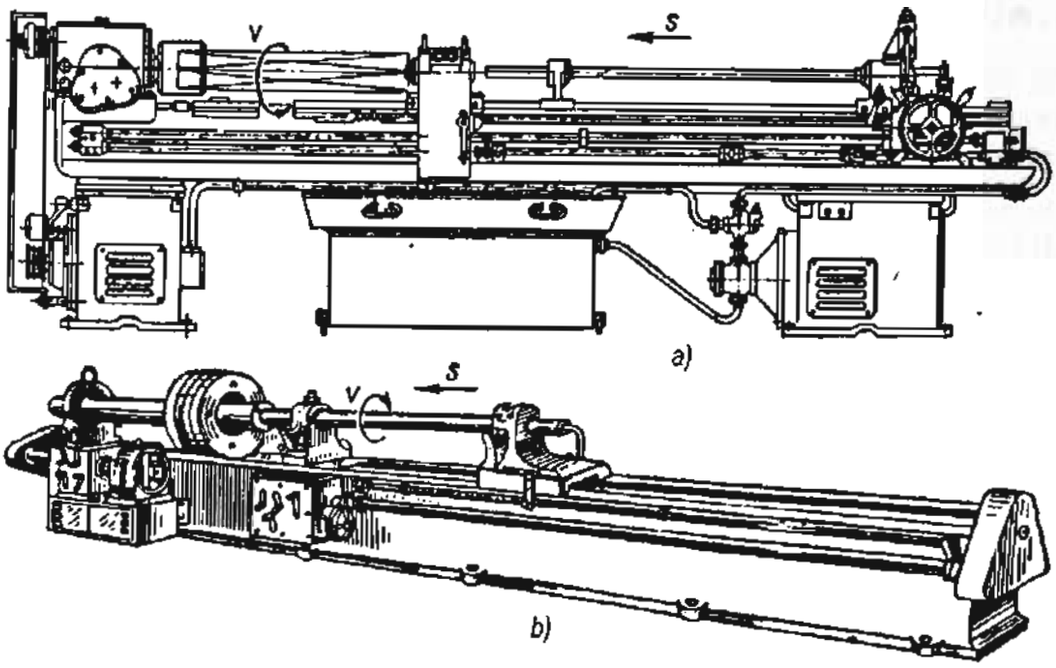
*b. Máy khoan nhiều trục cacđăng:*

Đây là loại máy khoan nhiều trục có dạng như máy khoan đứng, nhưng ở đầu trục chính đặt nhiều trục khoan có lắp dao nối liền với trục chính bằng các trục cácđăng. Các trục khoan có thể điều chỉnh đến những vị trí khoan thích hợp và chúng có thể gia công cùng một lúc tất cả các lỗ khoan (hình 5.4 b).

***5/ Máy khoan chuyên dùng***

Trong các loại máy khoan chuyên dùng thì điển hình là máy khoan tâm dùng để khoan lỗ tâm ở hai đầu phôi; hoặc máy khoan sâu (hình 5.5) dùng để khoan những lỗ có chiều dài quá lớn so với đường kính như khoan lỗ trục chính, khoan nòng súng, v...v.

Các kích thước đặc trưng cho máy khoan là đường kính lớn nhất của mũi khoan, độ côn móoc của lỗ trục chính, hoặc độ vươn dài của trục chính như ở máy khoan cần.

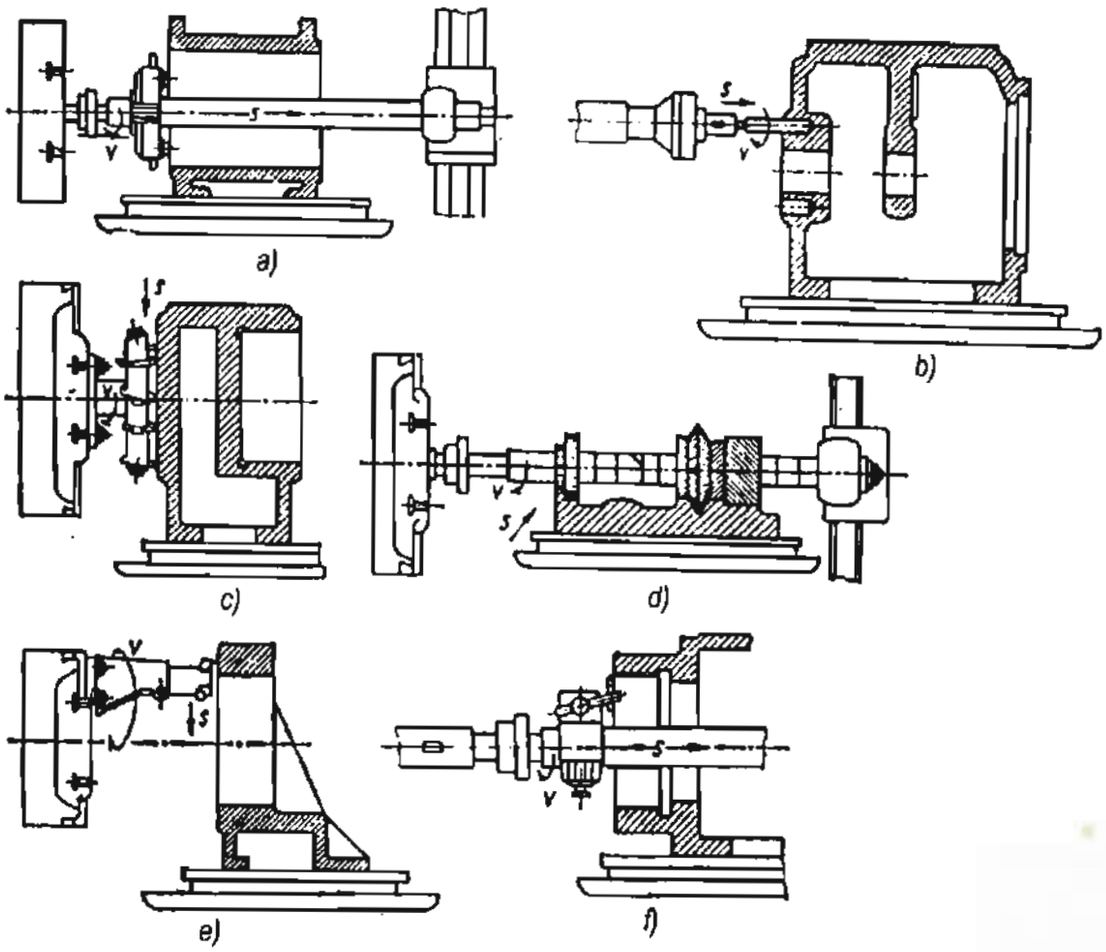



***Hình 5.5*** - Máy khoan lỗ sâu

*a) Chi tiết quay; b) Chi tiết không chuyển động.*

### 5.1.3 Công dụng và phân loại máy doa

Máy doa dùng để gia công các chi tiết có kích thước lớn như vỏ hộp tốc độ, thân máy v.v. Những công việc chính của máy doa là gia công các lỗ có độ chính xác cao, gia công nhiều lỗ đồng tâm hoặc nhiều lỗ trên cùng mặt phẳng theo phương pháp toạ độ như trên hình 5.6.

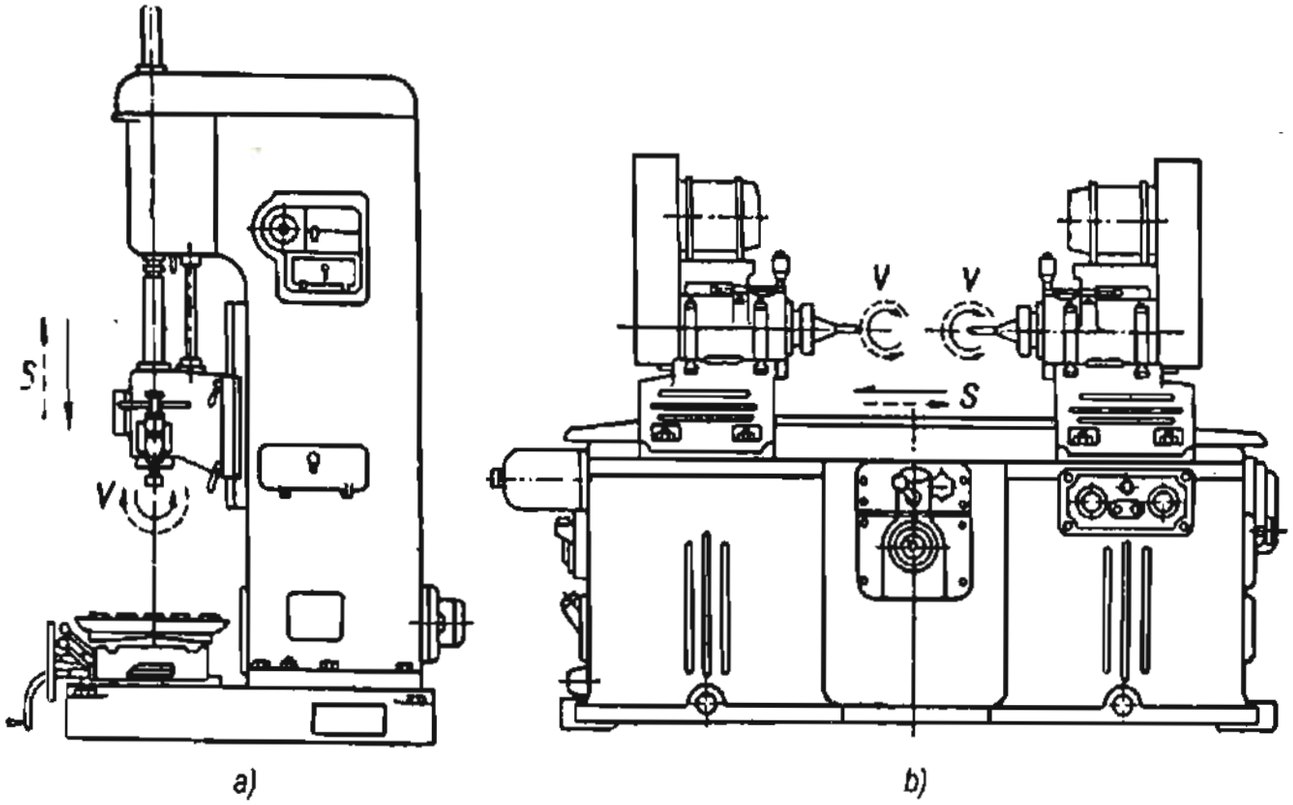



***Hình 5.6*** - Các công việc chính về doa

*a) Doa lỗ trụ trong; b) Khoan; c) Gia công bề mặt thẳng góc bằng dao phay mặt đầu; d) Gia công mặt nằm ngang và mặt định hình; e) Khoả mặt đầu bằng doa tiện hướng kính; f) Tiện ren trong.*

Độ chính xác hình học khi gia công lỗ nằm trong phạm vi 0,003 đến 0,005mm. Độ chính xác vị trí khi doa toạ độ nằm trong phạm vi 0,005 đến 0,001mm.

Máy doa thường được chia thành các loại: máy doa vạn năng và máy doa chuyên dùng, máy có một hay nhiều trục chính nằm ngang hoặc thẳng đứng, máy có độ chính xác đặc biệt như máy doa toạ độ, máy doa kim cương (hình 5.7).




***Hình 5.7*** - Máy doa kim cương
*a) Trục chính đứng; b) Trục chính nằm ngang.*

## 5.2 MÁY KHOAN ĐỨNG 2A150

Máy 2A150 là một trong những loại máy khoan đứng được dùng rộng rãi nhất để gia công những lỗ nhỏ hơn ϕ50 mm. Hình dáng và những bộ phận chính của nó được trình bày ở hình 5.8 a . Sơ đồ kết cấu động học được trình bày trên hình 5.8 b .

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy bao gồm:

- Đường kính lớn nhất của lỗ gia công : ϕ50 mm.
- Số cấp vận tốc trục chính : Z = 12.
- Số vòng quay trục chính : n = 32 ÷ 1400 vg/ph.
- Lượng chạy dao : s = 0,125 ÷ 2,64 mm/vg.
- Công suất động cơ chính : N = 7 kW.

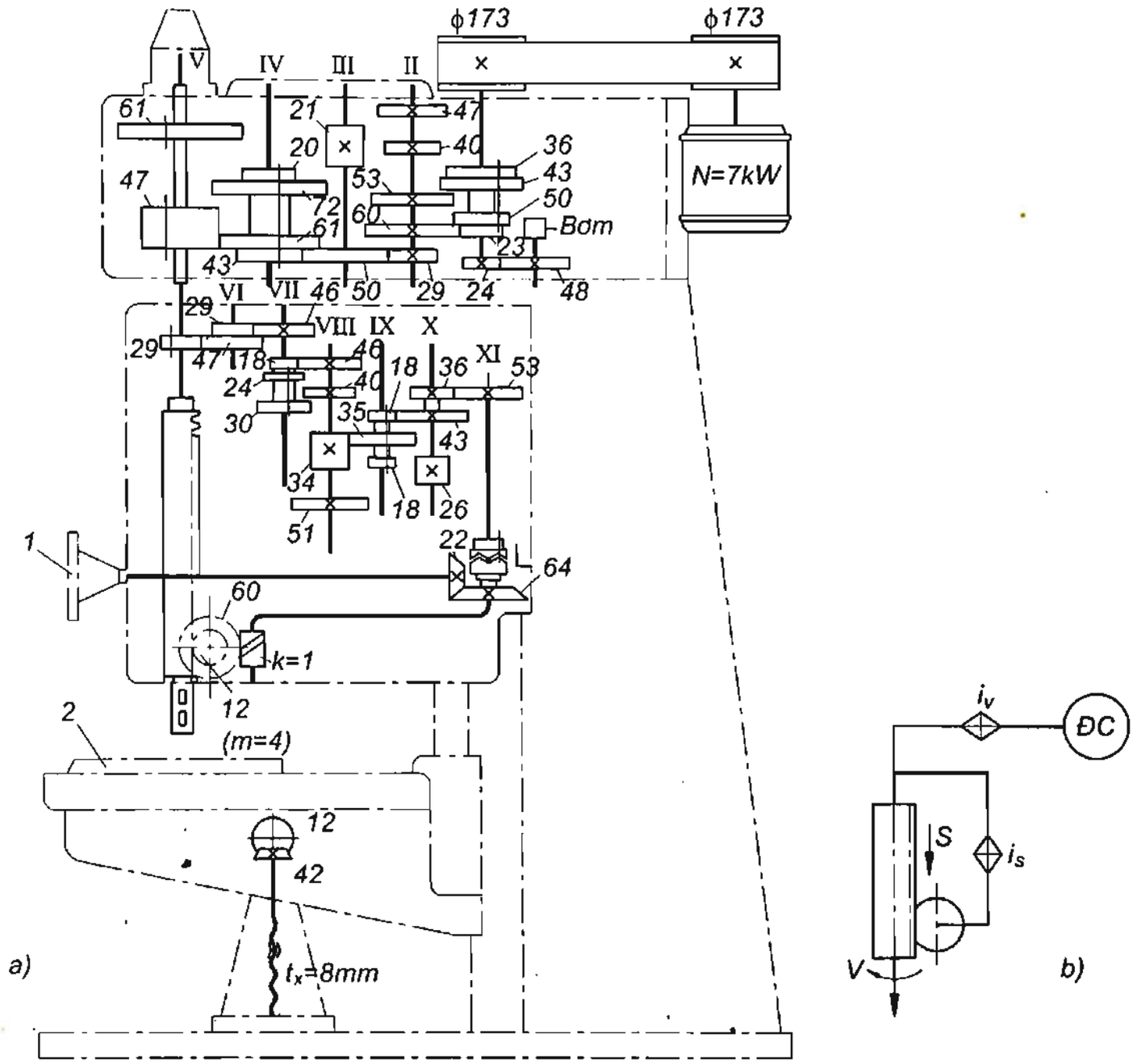
### 5.2.1 Sơ đồ động máy 2A150

Sơ đồ động máy 2A150 được trình bày trên hình 5.8. Chuyển động tạo hình trên máy khoan gồm có các xích truyền động: xích tốc độ, xích chạy dao.

***1/ Xích chuyển động chính (xích tốc độ)***

Máy khoan 2A150 có chuyển động chính gồm 12 cấp tốc độ từ n= 32÷1400 vg/ph. Chuyển động chính là chuyển động quay của trục chính mang dao được truyền động từ động cơ có công suất N= 7 kW qua cơ cấu puli - đai truyền $\frac{\phi 173}{\phi 173}$ và hộp tốc độ có hai

khối bánh răng di động bốn bậc. Khối bánh răng thứ nhất cho bốn tỷ số truyền giữa trục I và II $\left(\frac{23}{60}, \frac{30}{53}, \frac{43}{40}, \frac{36}{47}\right)$. Khối thứ hai cho ba tỷ số truyền thay đổi giữa trục III và V $\left(\frac{50}{43}.\frac{61}{47}; \frac{21}{72}.\frac{61}{47} \text{ và } \frac{21}{72}.\frac{20}{61}\right)$.




***Hình 5.8*** – Sơ đồ động máy khoan đứng 2A150

Phương trình xích chuyển động chính (xích tốc độ) được trình bày như sau:

$$n_{dc} \cdot \frac{\phi 173}{\phi 173}(I) \cdot \left\langle \begin{matrix} \frac{23}{60} \\ \frac{30}{53} \\ \frac{43}{40} \\ \frac{36}{47} \end{matrix} \right\rangle (II) . \frac{29}{50}(III) . \left\langle \begin{matrix} \frac{50}{43} \cdot \frac{61}{47} \\ \frac{21}{72} \cdot \frac{61}{47} \\ \frac{21}{72} \cdot \frac{20}{61} \end{matrix} \right\rangle (V) = n_{tc} \rightarrow n_{1 \div 12} \qquad (5.1)$$

### 2/ Chuyển động chạy dao

Chuyển động chạy dao của máy khoan được truyền động từ trục chính V truyền đến cơ cấu bánh răng – thanh răng trên ống ngoài của trục chính. Lượng chạy dao của máy khoan cũng được biểu thị bằng mm khi trục chính quay một vòng.

Cơ cấu chạy dao của máy 2A150 thực hiện được 9 lượng chạy dao từ 0,125 ÷ 2,64 mm/vg. Truyền động được thực hiện từ trục chính qua hai cặp bánh răng $\frac{29}{47}$ và $\frac{29}{46}$ đến trục VII của hộp chạy dao. Ở đây có hai khối bánh răng di động 3 bậc: khối thứ nhất cho ba tỷ số truyền giữa trục VII và trục VIII $\left(\frac{18}{46}, \frac{24}{40}, \frac{30}{34}\right)$; khối thứ hai cho ba tỷ số truyền thay đổi giữa trục VIII và X $\left(\frac{34}{35}.\frac{18}{43}, \frac{34}{35}.\frac{35}{26}, \frac{51}{18}.\frac{35}{26}\right)$. Sau đó truyền động qua bộ ly hợp L, cơ cấu trục vít – bánh vít và cuối cùng là bánh răng – thanh răng.

*Phương trình xích chạy dao được thể hiện như sau :*

$$1\text{vòngTC(V)}.\frac{29}{47}(\text{VI}).\frac{29}{46}(\text{VII})\left\langle\begin{matrix}\frac{18}{46}\\ \frac{24}{40}\\ \frac{30}{34}\end{matrix}\right\rangle(\text{VIII})\left\langle\begin{matrix}\frac{34}{35}.\frac{18}{43}\\ \frac{34}{35}.\frac{35}{26}\\ \frac{51}{18}.\frac{35}{26}\end{matrix}\right\rangle(\text{X}).\frac{36}{53}(\text{XI}).\text{L}.\frac{1}{60}.\pi.12.4 = \text{S} \qquad (5.2)$$

Nếu mở ly hợp L, dùng đĩa quay (1) hình 5.8 có thể thực hiện chạy dao bằng tay qua cặp bánh răng côn $\frac{22}{64}$. Tương tự, có thể dùng tay di động bàn máy (2) theo chiều thẳng đứng qua cặp bánh răng côn $\frac{12}{42}$ và trục vít me $t_x$= 8mm.

### .5.2.2 Các cơ cấu điển hình

Trong máy khoan, chuyển động chính quay tròn và chuyển động chạy dao đều truyền đến trục chính, nên trục chính có kết cấu đảm bảo việc thực hiện chuyển động quay vòng và chuyển động thẳng cùng lúc.

Hình 5.9 giới thiệu sơ đồ kết cấu của cơ cấu điển hình này. Chuyển động quay tròn của trục chính được truyền từ hộp tốc độ đến bạc có rãnh then ăn khớp với phần có then hoa (1) của trục chính. Chuyển động chạy dao được thực hiện từ trục chính, qua hộp chạy dao đến cơ cấu bánh răng – thanh răng (2). Thanh răng được lắp trên bạc (3). Bạc này kết hợp với trục chính cùng di động theo chiều trục, thực hiện chuyển động chạy dao.

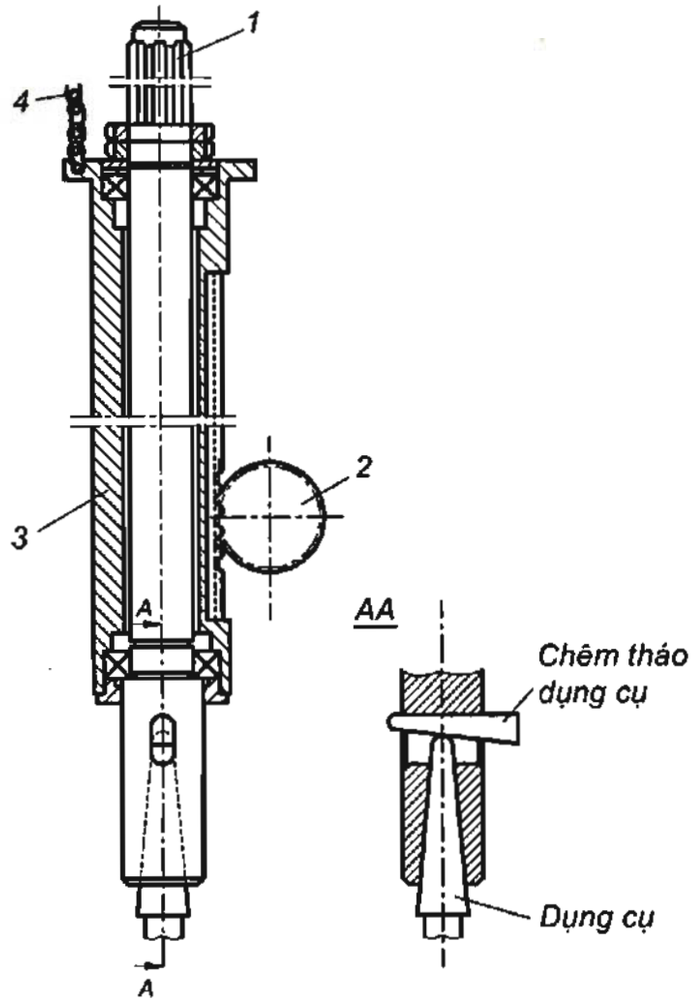
## 5.3 MÁY KHOAN CẦN 2B56

Máy 2B56 là máy khoan cần dùng để khoan, doa, khoét, cắt ren, v.v... trên những chi tiết lớn, trong dạng sản xuất hàng loạt. Nó cũng được dùng trong các phân xưởng dụng cụ và sửa chữa.

Máy 2B56 có các tính năng kỹ thuật chủ yếu như sau :

- Đường kính lớn nhất của lỗ gia công : ϕ50 mm.
- Tầm với của trục chính : 375 ÷ 2095 mm.

- Lượng di động thẳng đứng của trục chính: 350 mm.
- Lượng di động thẳng đứng của cần khoan: 940 mm.
- Số vòng quay trục chính: n = 55 ÷ 1140 vg/ph.
- Lượng chạy dao : s = 0,15 ÷ 1,2 mm/vg.



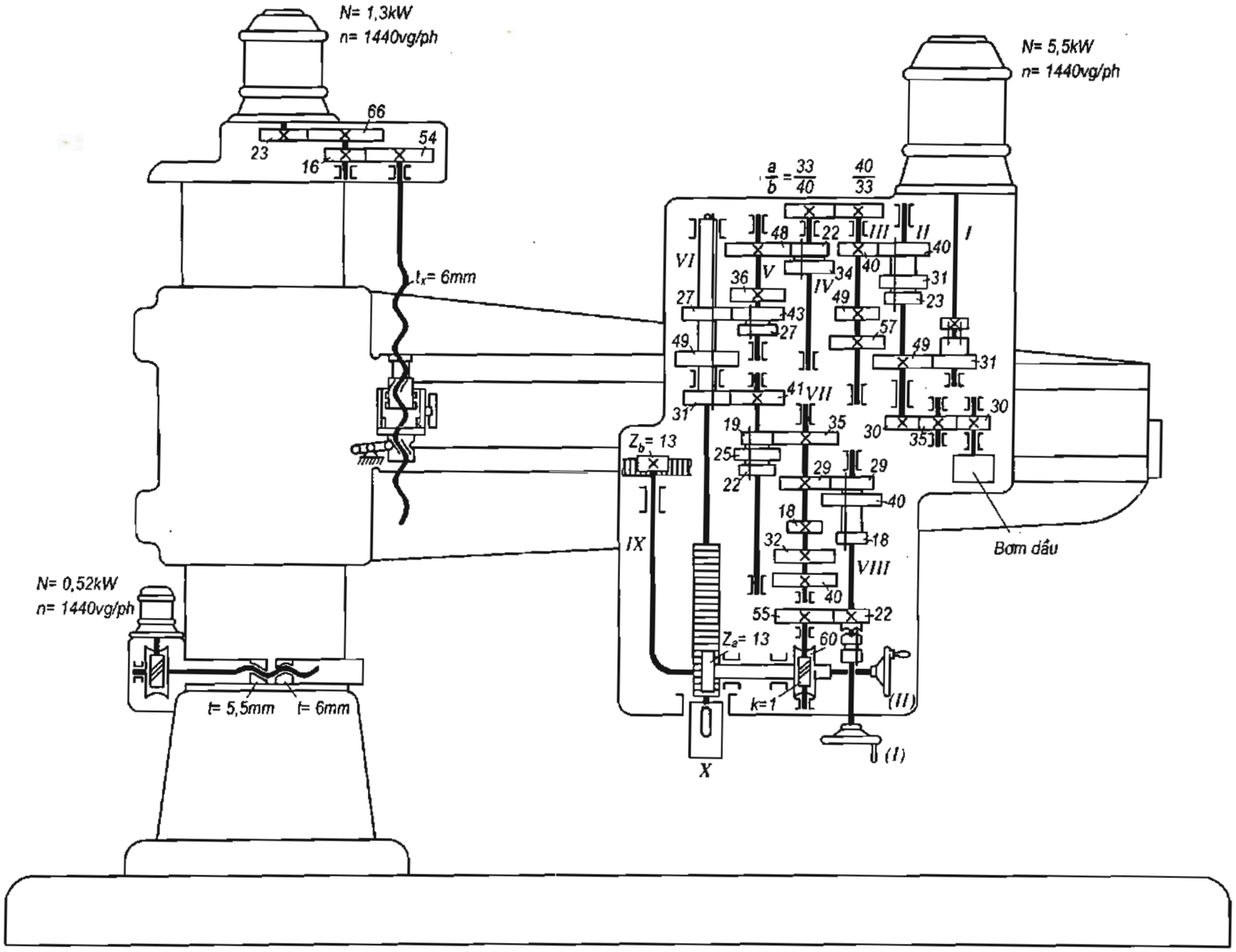

***Hình 5.9*** – Sơ đồ kết cấu trục chính máy khoan đứng

### 5.3.1 Sơ đồ động của máy khoan cần 2B56

Hình dáng chung của máy 2B56 được giới thiệu trên hình 5.3 và sơ đồ động của nó được trình bày trên hình 5.10. Xích chuyển động tạo hình của máy khoan cần gồm: xích tốc độ và xích chạy dao.

***1/ Xích chuyển động chính (xích tốc độ)***

12 cấp vòng quay của trục chính được truyền động từ động cơ có công suất N= 5,5kW qua trục II với tỷ số truyền $\frac{31}{49}$. Từ trục II qua III nhờ khối bánh răng ba bậc có tỷ số truyền $\frac{40}{40}, \frac{31}{49}, \frac{23}{57}$. Từ trục III qua IV nhờ cặp bánh răng thay thế $\frac{a}{b} = \frac{33}{40}, \frac{40}{33}$ có thể thay đổi làm cho số cấp vòng quay trục chính tăng gấp đôi. Từ trục IV qua V có hai tỷ số truyền $\frac{22}{48}, \frac{34}{36}$ và giữa trục V và VI cũng có hai tỷ số truyền $\frac{43}{27}, \frac{27}{43}$. Trục ống VI truyền chuyển động cho trục chính X nhờ then hoa.




***Hình 5.10*** – Sơ đồ động máy khoan cần 2B56

*Phương trình xích chuyển động chính (xích tốc độ ) được thể hiện như sau :*

$$n_{dc}\,(I).\frac{31}{49}(II)\left\langle\frac{\frac{40}{40}}{\frac{31}{49}}\right\rangle\frac{\frac{23}{57}}{}(III).\frac{a}{b}(IV)\left\langle\frac{\frac{22}{48}}{\frac{34}{36}}\right\rangle(V)\left\langle\frac{\frac{43}{27}}{\frac{27}{43}}\right\rangle(VI).\,X = n_{TC} \rightarrow n_{1\div12} \quad (5.3)$$

***2/ Xích chuyển động chạy dao***

Chuyển động chạy dao được truyền động từ trục chính qua cặp bánh răng $\frac{31}{41}$ để đến hộp chạy dao. Hộp chạy dao thực hiện 9 lượng chạy dao nhờ hai khối bánh răng di trượt ba cấp: khối thứ nhất cho ba tỷ số truyền $\frac{19}{35},\frac{25}{29},\frac{22}{32}$, khối thứ hai cho ba tỷ số truyền từ trục VII đến trục VIII là $\frac{29}{29},\frac{18}{40},\frac{40}{18}$. Từ trục VIII nhờ cặp bánh răng $\frac{22}{55}$, truyền động được đưa đến cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{1}{60}$ và truyền đến bánh răng – thanh răng $13_a$ x 3, làm cho trục chính di động theo chiều trục.

*Phương trình xích chạy dao được thể hiện như sau :*

$$1\text{vòngTC}(VI).\frac{31}{41}\left\langle\frac{\frac{19}{35}}{\frac{25}{29}}\right\rangle\frac{\frac{22}{32}}{}(VII)\left\langle\frac{\frac{29}{29}}{\frac{18}{40}}\right\rangle\frac{\frac{40}{18}}{}(VIII).\frac{22}{55}.\frac{1}{60}.\pi.z_{13a}.3\,(X) = S(\text{mm/vòng}) \rightarrow s_{1\div9} \quad (5.4)$$

Chuyển động lên xuống của cần khoan do động cơ N= 1,3 kW thực hiện qua các cặp bánh răng $\frac{23}{66}.\frac{16}{54}$ và trục vítme đứng $t_x$= 6mm. Khoá chặt ống đỡ vào trụ rỗng do động cơ điện N= 0,52Kw thực hiện với vítme vi sai siết chặt vòng kẹp.

**5.3.2 Cơ cấu điển hình của máy khoan cần 2B56**

***1/ Cơ cấu an toàn của máy khoan cần 2B56***

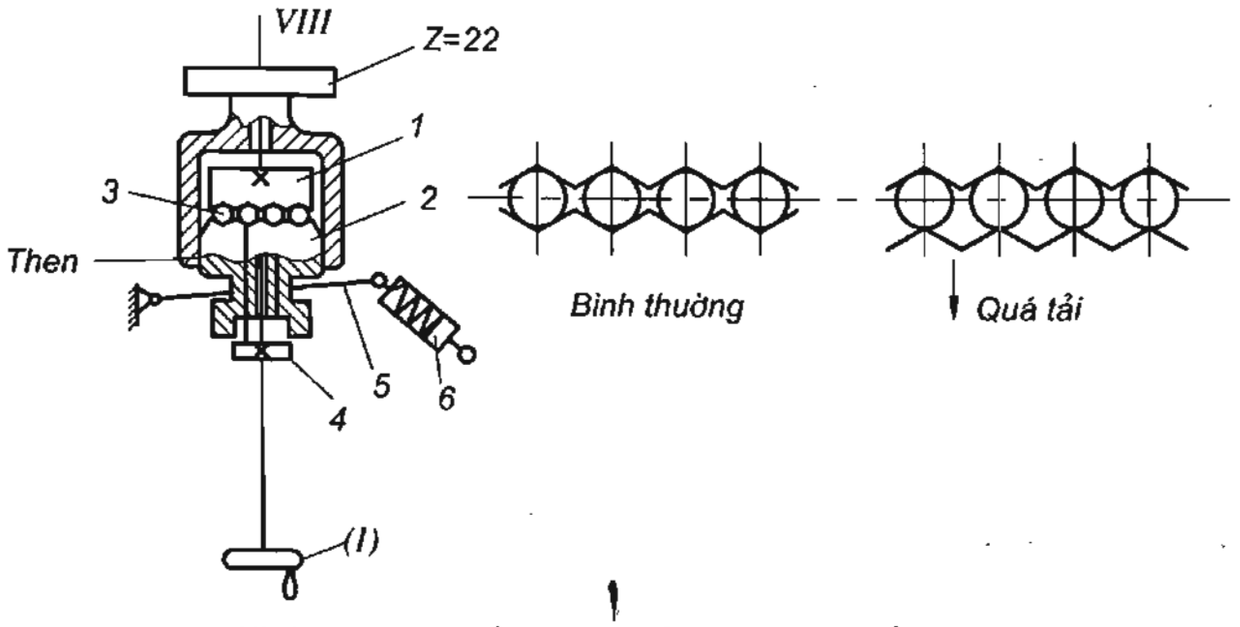
Để phòng quá tải khi gia công trên máy khoan cần 2B56, trục VIII ở hộp chạy dao có cơ cấu an toàn, nó được thể hiện trên hình 5.11.

Phần dưới của bánh răng $Z_{22}$ lồng không trên trục VIII có dạng hình chuông. Chi tiết (1) của ly hợp vấu được lắp chặt trên đầu cuối trục VIII. Chi tiết (2) của ly hợp vấu di trượt bằng then ở phía trong hình chuông. Đầu có vấu của chi tiết (2) được nối liền với chi tiết (1) của ly hợp vấu nhờ các viên bi (3). Phần dưới của chi tiết (2) có răng trong, có thể ăn khớp với bánh răng (4) lắp chặt trên trục của tay quay (I). Chi tiết (2) có thể ăn khớp với chi tiết (1) và bánh răng (4). Chi tiết (2) di động thẳng đứng nhờ tay gạt có lò xo (5).

Khi làm việc bình thường, tay gạt có lò xo (5) luôn đẩy phần (2) ăn khớp với phần (1) của ly hợp vấu và các viên bi (3) sẽ nối truyền động. Khi quá tải, lực cắt sẽ thắng lực lò xo (6), hai

phần của ly hợp vấu trượt lên nhau. Phần (2) trượt về phía dưới, lò xo (6) sẽ đẩy tiếp phần (2) ăn khớp với bánh răng (4), xích chạy dao sẽ bị cắt đứt.

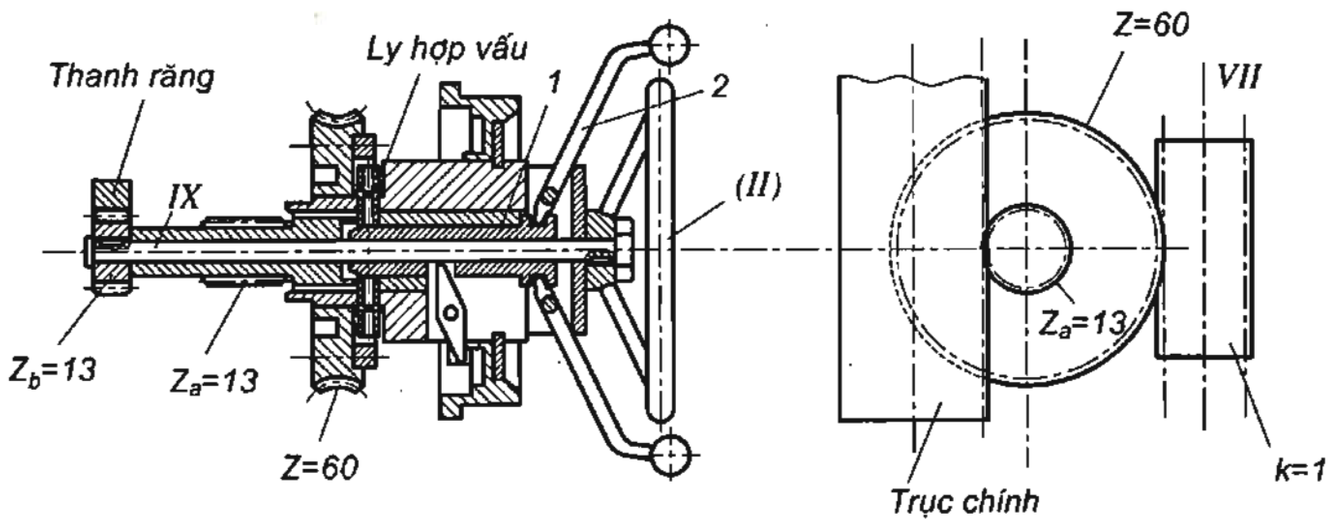
Khi bánh răng (4) ăn khớp với bánh răng trong của chi tiết (2) có thể thực hiện chạy dao chậm bằng tay nhờ tay quay (I).




***Hình 5.11*** – Cơ cấu an toàn của máy khoan cần 2B56

***2/ Tay quay nhanh của máy khoan cần 2B56***

Ngoài tay quay (I) (hình 5.11), máy khoan cần 2B56 còn có tay quay (II) dùng để di động nhanh trục chính bằng tay, di động hướng kính hộp tốc độ bằng tay và dùng để chạy dao tự động (*xem sơ đồ động hình 5.10*). Kết cấu của nó được trình bày trên hình 5.12.




***Hình 5.12*** – Sơ đồ kết cấu tay quay nhanh máy 2B56

Trên trục IX có lắp chặt bánh răng $Z_{13b}$ ăn khớp với thanh răng cố định trên cần khoan. Bánh răng $Z_a$ =13 lồng không trên trục IX và phần cuối được cài then với phần (1) của ly hợp vấu. Trên trục ống của bánh răng $Z_a$ lại lắp lồng không bánh vít Z=60. Một mặt của bánh vít Z=60 có vấu ăn khớp với phần (1).

- Nếu kéo tay gạt (2) ra phía ngoài, tức là mở ly hợp (1), ta có thể thực hiện di động nhanh trục chính bằng tay qua bánh răng – thanh răng $Z_a$.

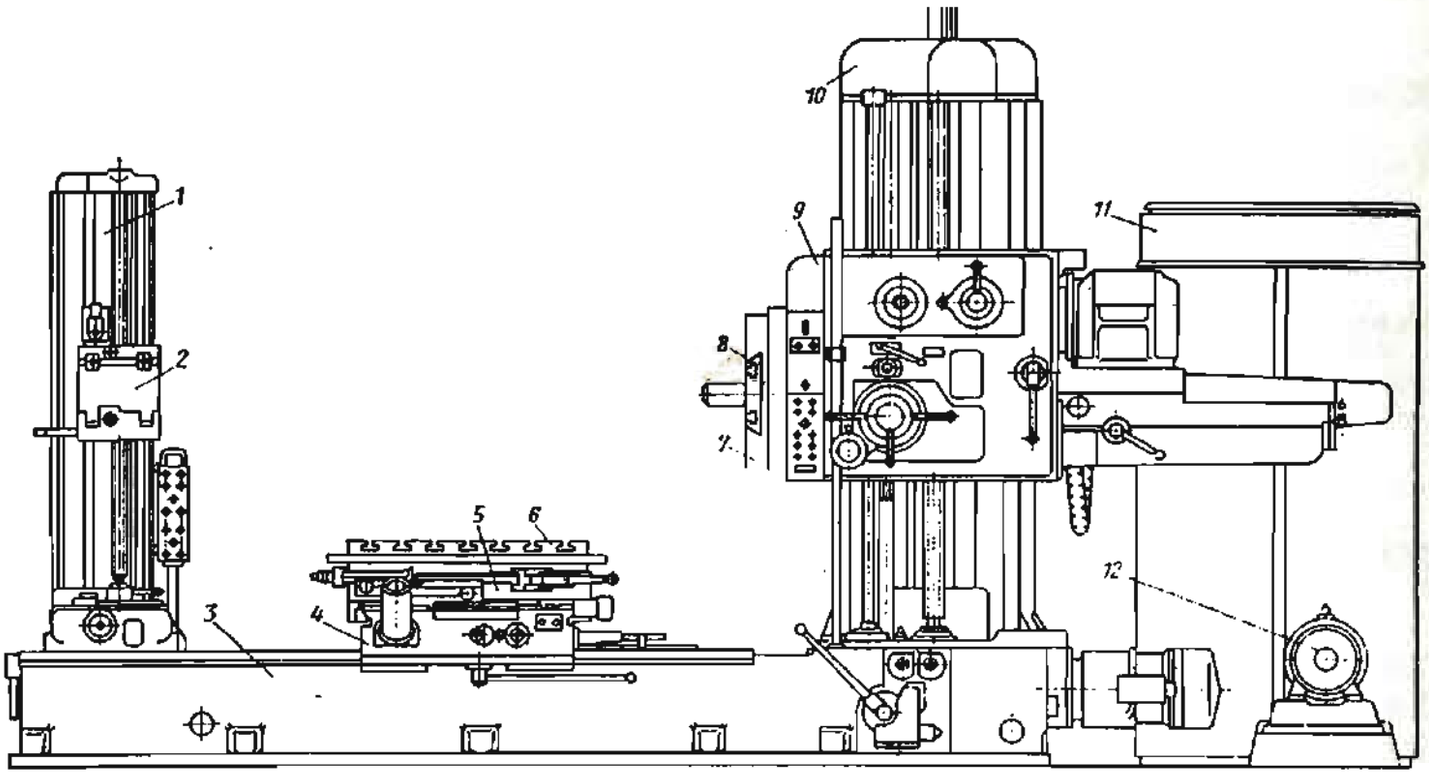
- Nếu đẩy tay gạt (2) vào trong, tức là đóng ly hợp vấu, ta thực hiện chạy dao chậm tự động. (Có thể thực hiện chạy dao chậm bằng tay, nếu ly hợp vấu của cơ cấu an toàn mở ra).

- Nếu ta quay tay quay (II) thì sẽ thực hiện lượng di động hướng kính của hộp tốc độ nhờ bánh răng thanh răng $Z_b$=13.

## 5.4 MÁY DOA 2620A

Máy doa 2620A được dùng để gia công các lỗ khoan, khoét, doa, gia công ren trong và ngoài, phay các bề mặt và đặc biệt nó được sử dụng để gia công các lỗ song song có yêu cầu độ chính xác khoảng cách tâm cao.

Hình dáng chung của máy 2620A được giới thiệu trên hình 5.13.




***Hình 5.13*** - Hình dáng chung của máy doa 2620A

1-trụ đứng sau; 2-giá đỡ trục dao; 3-thân máy; 4-bàn máy; 5-bàn máy trên; 6-bàn quay; 7-mâm gá dao tiện; 8-mặt trượt; 9-ụ trục chính; 10-trụ đứng trước;11-tủ điện; 12-động cơ điện.

### 5.4.1 *tính năng kỹ thuật Máy doa 2620A*

Máy doa 2620A có tính năng kỹ thuật chủ yếu như sau:

- Đường kính của trục chính :90 mm,
- Kích thước bàn máy :1300x1120 mm
- Chuyển động ngang lớn nhất của bàn máy:1000 mm
- Chuyển động thẳng đứng lớn nhất của ụ trục chính: 1000 mm
- Trọng lượng tối đa của chi tiết gá trên bàn máy: 2000 kG,
- Chuyển động dọc trục của trục chính lớn nhất: 710 mm
- Tốc độ quay của trục chính: 12,5 đến 2000 vg/phút,
- Tốc độ quay của mâm gá dao hướng kính: 8 đến 200vg/ph,
- Lượng chạy dao dọc cuả trục chính: 2,2 –1760 mm/ph
- Công suất động cơ :10 kW

### 5.4.2 Sơ đồ động máy doa 2620A

Sơ đồ động của máy 2620A được trình bày trên hình 5.14. Xích chuyển động tạo hình của máy gồm: xích tốc độ và xích chạy dao.

***1/ Xích tốc độ máy doa 2620A***

Xích tốc độ máy doa 2620A gồm có hai đường truyền cho trục chính và cho mâm gá dao hướng kính, xuất phát từ động cơ điện có hai tốc độ, qua hộp tốc độ có hai khối bánh răng di trượt ba bậc, rồi qua ly hợp đến mâm gá dao và đến trục chính.

Phương trình xích tốc độ như sau:

$$n_{dc}\cdot\left\langle\begin{matrix}\frac{18}{72}\\ \frac{22}{68}\\ \frac{26}{64}\end{matrix}\right\rangle(II)\left\langle\begin{matrix}\frac{19}{60}\cdot\frac{19}{61}\\ \frac{19}{60}\cdot\frac{60}{48}\\ \frac{44}{35}\cdot\frac{60}{48}\end{matrix}\right\rangle(IV)\left\langle\begin{matrix}LH-C_1\frac{21}{92}\\ \frac{30}{86}\\ LH-C_2\frac{47}{41}\end{matrix}\right\rangle\begin{matrix}(VII)=n_{mâm\ gá\ dao}\\ (V)=n_{TC}\end{matrix}\qquad(5.5)$$

***2/ Xích chạy dao máy doa 2620A***

*a. Xích cắt ren*

Xích cắt ren dùng để tiện ren và tiện lỗ, xuất phát từ 1 vòng trục chính. Phương trình xích cắt ren như sau:

$$1_{vòng\ TC}\cdot\left\langle\begin{matrix}\frac{41}{47}\\ \frac{86}{30}\end{matrix}\right\rangle\frac{67}{94}\cdot\frac{a}{b}\cdot\frac{c}{d}\cdot\frac{18}{36}\cdot\frac{4}{29}.LH-C_5\cdot\frac{35}{37}\cdot\frac{21}{48}\cdot\frac{40}{35}.20.3=t_s\qquad(5.6)$$

*b. Xích chuyển động nhanh dọc trục của trục chính*

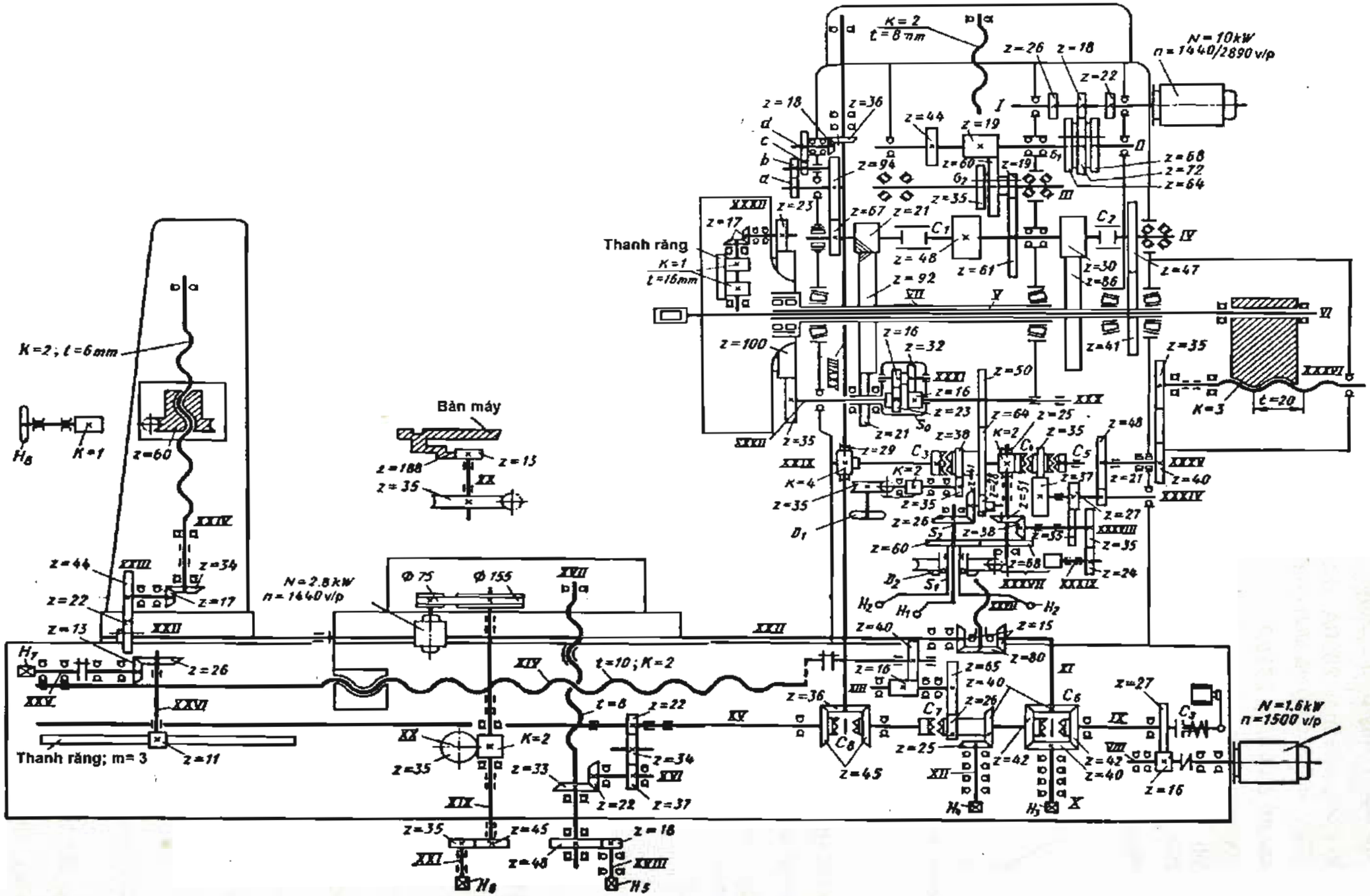
$$1500v/ph.\frac{16}{77}.C_8\cdot\frac{45}{36}\cdot\frac{4}{29}.C_5\cdot\frac{35}{37}\cdot\frac{21}{48}\cdot\frac{40}{35}.20.3=S_{dmax}(mm/ph)\qquad(5.7)$$

*c. Xích chạy dao dọc bàn máy*

Xích chạy dao dọc bàn máy xuất phát từ trục (XXVIII)qua bánh răng côn $\frac{36}{45}$, qua ly hợp $C_7$, qua các cặp bánh răng trụ $\frac{26}{65}\frac{16}{40}$ đến bộ truyền trục vít me đai ốc ($t_x$=10, k=2) làm di chuyển dọc bàn máy.

*d. Xích chạy dao ngang bàn máy*

Xích chạy dao ngang bàn máy xuất phát từ trục (XXVIII) qua bánh răng côn $\frac{36}{45}$, qua ly hợp $C_8$, đến trục (XV), qua các cặp bánh răng trụ $\frac{22}{34}\frac{34}{37}$, qua cặp bánh răng côn $\frac{22}{33}$, đến bộ truyền trục vít me đai ốc ($t_x$=8mm) làm di chuyển ngang bàn máy.




*Hình 5.14* - Sơ đồ động của máy doa 2620A

*e. Xích điều chỉnh độ cao của trục chính*

Xích điều chỉnh độ cao của trục chính xuất phát từ trục (XXVIII)qua bánh răng côn $\frac{36}{45}$, qua ly hợp $C_6$, đến trục (XI), qua cặp bánh răng côn $\frac{15}{80}$, lên trên đến bộ truyền trục vít me đai ốc($t_x$=8mm, k=2) làm di chuyển đứng trụ đỡ trục chính ; và sang trái $\frac{80}{15}$ đến trục (XXII), qua cặp bánh răng trụ $\frac{22}{44}$, cặp bánh răng côn $\frac{17}{34}$, đến bộ truyền trục vít me đai ốc($t_x$=6mm, k=2) làm di chuyển đứng trụ đỡ dao sau đồng bộ đảm bảo đồng tâm.

*f. Xích chạy dao hướng kính của mâm gá dao*

Xích chạy dao hướng kính của mâm gá dao xuất phát từ trục (XXVIII), qua bộ truyền trục vít bánh vít $\frac{4}{29}$, qua ly hợp $C_3$, cặp bánh răng $\frac{64}{50}$ , vào bộ vi sai (XXXI), qua $\frac{35}{100}\frac{100}{23}$, qua cặp bánh răng côn $\frac{17}{17}$ đến trục vít thanh răng ($t_x$=16mm, k=1).

$$\text{Trục (XXVIII)}.\frac{4}{29}(\text{XXIX}).C3.\frac{64}{50}\ j_{\text{hànhtinh}}(s_o)(\text{XXXII}).\frac{35}{100}.\frac{100}{23}.\frac{17}{17}.\ TV_{(K=1,bx=16)}=S_k \quad (5.8)$$

*g. Xích chạy dao nhanh*

Xích chạy dao nhanh xuất phát từ động cơ DC có công suất $N_2$=1,6 kW qua cặp bánh răng $\frac{16}{77}$, (bánh răng 77 lắp lồng không trên trục (IX) qua ly hợp an toàn $C_3$, khi quá tải sẽ ngắt chuyển động và ngắt động cơ qua công tắc điện $S_{lim}$) thông qua các ly hợp tương ứng đến các xích chạy dao điều khiển chạy dao nhanh.

*CHƯƠNG 6*

# MÁY MÀI

Trong ngành chế tạo máy, những chi tiết máy yêu cầu có độ cứng, độ chính xác và độ bóng bề mặt cao thường phải qua các nguyên công gia công bán tinh và gia công tinh là nguyên công mài trên máy mài sau khi đã qua các nguyên công gia công thô hoặc nhiệt luyện. Máy mài là máy gia công tinh được dùng rộng rãi trên mọi lĩnh vực của ngành chế tạo máy. Số lượng của nó nhiều nơi vượt quá 30% tổng số máy cắt kim loại trong phân xưởng cơ khí.

Với yêu cầu ngày càng cao về độ chính xác của các chi tiết máy, máy mài điều khiển số CNC hiện nay có vai trò quan trọng trong việc nâng cao chất lượng của các sản phẩm cơ khí chế tạo máy.

## 6.1 CÔNG DỤNG VÀ PHÂN LOẠI MÁY MÀI

Máy mài là máy công cụ thực hiện nguyên công gia công tinh chính xác cao các chi tiết máy bằng phương pháp dùng đá mài có chuyển động quay tốc độ cao để cắt đi những lớp kim loại mỏng từ bề mặt chi tiết.

Thông thường máy mài chỉ gia công những chi tiết đã qua các nguyên công gia công thô trên các máy khác nên lượng dư cắt gọt còn lại trên chi tiết cho nguyên công mài là không lớn. Hiện nay, trong một số trường hợp máy mài cũng được dùng để gia công thô.

Các bề mặt được gia công trên máy mài có thể là mặt phẳng, mặt trụ ngoài hoặc trong, mặt côn, mặt định hình, các mặt xoắn của ren vít, răng bánh răng, v.v...

Yêu cầu quan trọng của máy mài là độ cứng vững phải cao. Các chi tiết chuyển động cần phải được cân bằng. Phần lớn các truyền động của máy đều được thực hiện bằng thủy lực, do đó giảm được chấn động, va đập và nâng cao được độ chính xác gia công.

Có nhiều cách để phân loại máy mài, thông thường máy mài được phân loại theo hai căn cứ sau: căn cứ vào bề mặt gia công và căn cứ vào công dụng máy mài.

Căn cứ vào bề mặt gia công có thể phân máy mài theo các nhóm sau: nhóm máy mài tròn, nhóm máy máy mài phẳng và nhóm máy mài bóng.

Căn cứ vào công dụng máy mài có thể phân thành các loại như sau: máy mài tròn ngoài, máy mài tròn trong, máy mài không tâm, máy mài mặt phẳng, máy mài chuyên dùng (mài thô, mài sống trượt, then hoa, trục khuỷu...), máy mài sắc, máy mài chính xác cao (máy mài doa, máy mài bóng, máy mài siêu bóng), ....

## 6.2 CHUYỂN ĐỘNG CƠ BẢN CỦA MÁY MÀI

Tất cả các máy mài đều có chuyển động chính V là chuyển động quay vòng của đá mài xác định vận tốc cắt của đá (m/s). Chuyển động chạy dao trên máy mài rất đa dạng và phụ thuộc vào tính chất của từng loại máy được thể hiện trên hình 6.1.

### *1/ Máy mài tròn ngoài (hình 6.1a,b)*

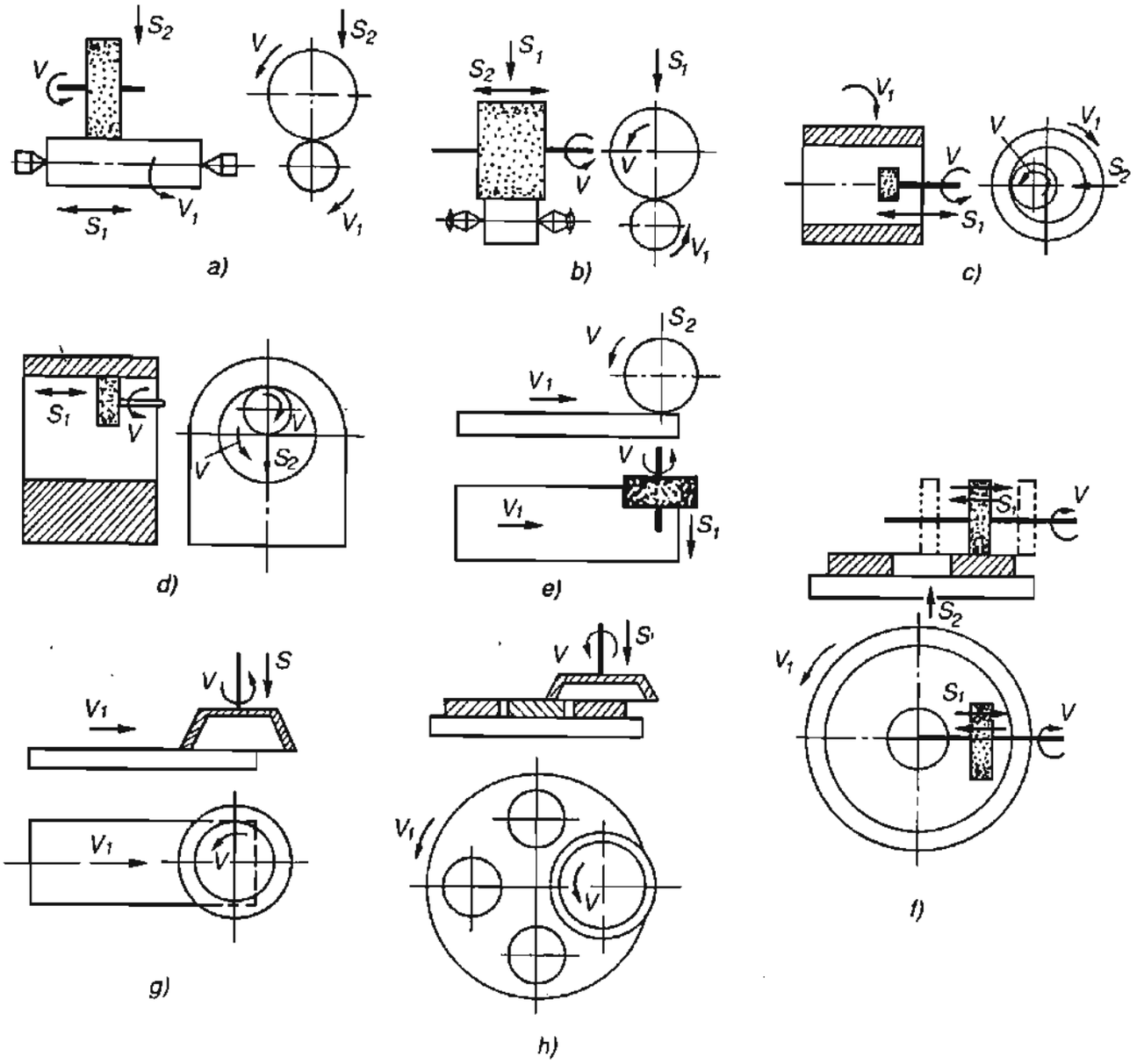
Máy mài tròn ngoài có các chuyển động chạy dao là: chuyển động chạy dao vòng, chạy dao dọc và chạy dao ngang.

Chuyển động chạy dao vòng $v_1$(m/ph) là chuyển động quay vòng của chi tiết.

Chuyển động chạy dao dọc $s_1$(m/ph) là chuyển động tịnh tiến khứ hồi của bàn máy mang

phôi hoặc của đá mài.

Chuyển động chạy dao ngang $s_2$(mm/htk) là chuyển động hướng kính theo chu kỳ của đá mài khi bàn máy thực hiện một hành trình kép hoặc hành trình đơn.




***Hình 6.1*** – Sơ đồ các chuyển động của máy mài

***2/ Máy mài tròn trong (hình 6.1c,d)***

Máy mài tròn trong có các chuyển động chạy dao là: chuyển động chạy dao vòng, chạy dao dọc và chạy dao ngang.

Chuyển động chạy dao vòng $v_1$ do phôi thực hiện. Ở những máy gia công những lỗ của chi tiết lớn và không đối xứng thì $v_1$ do đá mài thực hiện.

Chuyển động chạy dao dọc $s_1$ là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi của bàn máy mang phôi quay tròn.

Chuyển động chạy dao ngang $s_2$ là chuyển động hướng kính của đá mài hoặc bàn máy theo chiều vuông góc với trục phôi.

***3/ Máy mài phẳng (hình 6.1e ,f, g và h)***

Máy mài phẳng có hai loại cơ bản là máy mài phẳng đá mài trụ và máy mài phẳng đá mài chậu.

*Máy mài phẳng đá mài trụ* có các chuyển động chạy dao là: chuyển động chạy dao dọc, chạy dao ngang và chạy dao đứng.

Chuyển động chạy dao dọc $v_1$ là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi của bàn máy mang phôi.

Chuyển động chạy dao ngang $s_1$ là chuyển động thẳng của đá mài hoặc bàn máy theo chiều vuông góc với trục phôi.

Chuyển động chạy dao đứng $s_2$ (ăn sâu) là chuyển động thẳng đứng ăn hết chiều sâu cắt gọt của đá mài.

*Máy mài phẳng đá mài chậu* có các chuyển động chạy dao là chuyển động chạy dao vòng và chạy dao đứng.

Chuyển động chạy dao vòng $v_1$ do bàn máy mang phôi thực hiện. Ở những máy gia công những lỗ của chi tiết lớn và không đối xứng thì $v_1$ do đá mài thực hiện.

Chuyển động chạy dao đứng s (ăn sâu) là chuyển động thẳng đứng ăn hết chiều sâu cắt gọt của đá mài.

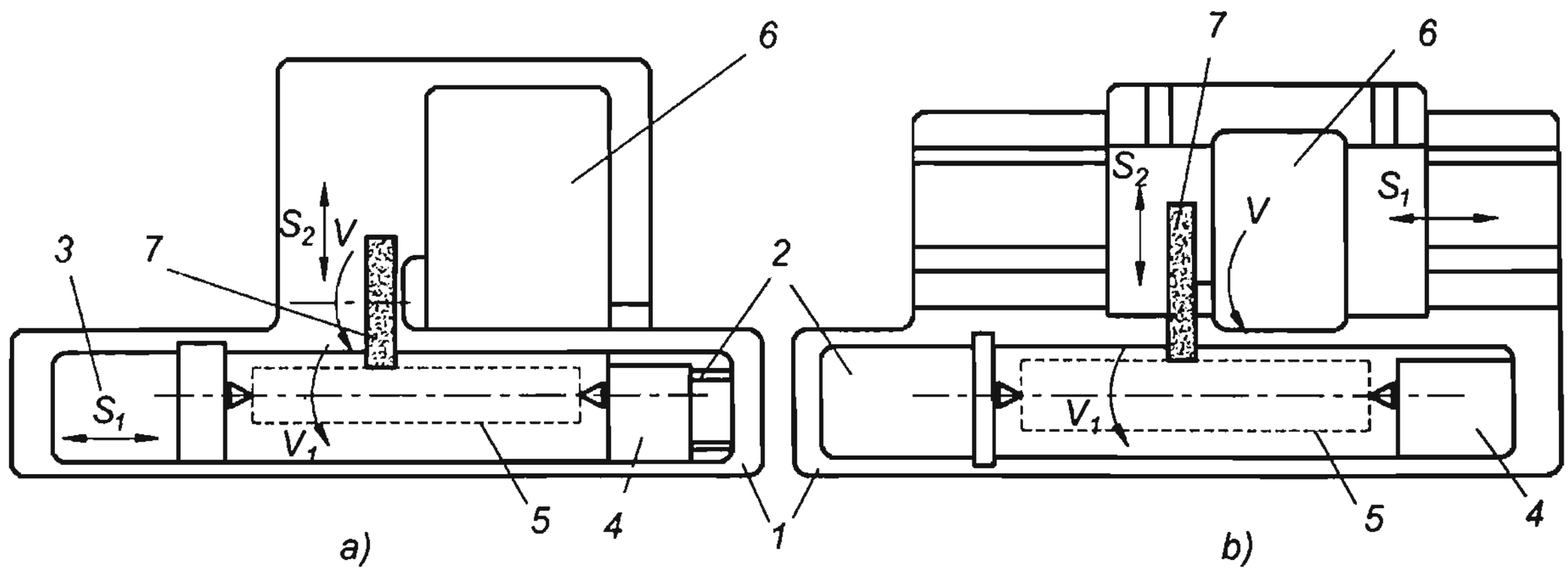
## 6.3 MÁY MÀI TRÒN NGOÀI.

### 6.3.1 Đặc điểm và các bộ phận chính.

Máy mài tròn ngoài thường dùng để mài mặt ngoài của các chi tiết tròn xoay mặt trụ hay mặt côn. Một số máy mài tròn ngoài vạn năng còn có trang bị một bộ phận để mài lỗ.

Các bộ phận chính của máy (hình 6.2) là: thân máy (1), bàn máy (2). Trên bàn máy lắp ụ trước (3) và ụ sau (4) để gá đỡ chi tiết gia công (5). Trên thân máy phía sau lắp ụ đá mài (6) mang đá mài (7). Kết cấu của máy mài phụ thuộc vào độ chính xác, hình dáng và kích thước của chi tiết gia công.

Căn cứ vào chuyển động tương đối giữa dao và phôi, máy mài tròn ngoài thường có hai kiểu được trình bày trên hình 6.2.




***Hình 6.2*** – Hình chiếu bằng chung của máy mài tròn ngoài

*Kiểu máy a*:

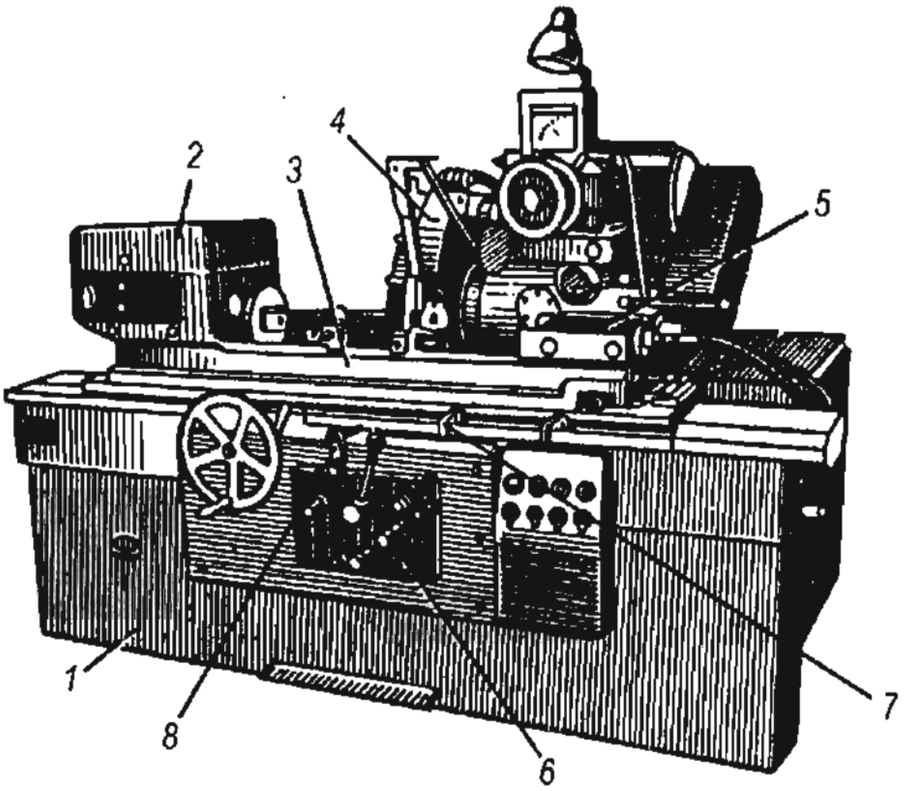
Bàn máy mang phôi thực hiện chuyển động tịnh tiến khứ hồi - chạy dao dọc $s_1$ song song với trục của phôi trước đá mài để gia công hết chiều dài phôi. Loại máy này dùng để gia công những chi tiết có đường kính nhỏ hơn 500÷700mm (hình 6.2a).

*Kiểu máy b*:

Đá mài thực hiện chuyển động tịnh tiến khứ hồi - chạy dao dọc $s_1$ song song với trục của phôi. Loại này dùng để gia công những chi tiết có đường kính lớn (hình 6.2b).

Cả hai loại máy đều có chuyển động chạy dao ngang $s_2$ (chạy dao ăn sâu) do đá mài thực hiện theo hướng vuông góc với trục của phôi để cắt hết lượng dư gia công..

Chuyển động chạy dao dọc tịnh tiến khứ hồi của hai loại máy trên đều được thực hiện nhờ hệ thống thuỷ lực, trên cạnh bên của bàn máy có 2 vấu di động ở hai đầu có tác dụng thay đổi hành trình chạy dao dọc và đảo chiều chuyển động khi nó chạm vào tay gạt 8 trên hình 6.3A.




***Hình 6.3A*** – Các bộ phận chung của máy mài tròn ngoài
*1-thân máy; 2-ụ trục chính; 3-bàn máy; 4-đầu đá; 5-ụ động; 6-bảng điều khiển thuỷ lực; 7-cữ khống chế hành trình; 8-tay gạt đảo chiều chuyển động.*

Ụ đá có cơ cấu dịch chuyển theo hướng vuông góc với trục phôi, có tay quay dùng để di chuyển bàn dao theo hướng chạy dao dọc và tay quay để điều khiển lượng chạy dao hướng kính $S_2$.

Căn cứ vào phạm vi sử dụng thì máy mài tròn ngoài có thể chia thành hai loại: máy mài tròn ngoài thông thường và máy mài tròn ngoài vạn năng.

*Máy mài tròn ngoài thông thường* không lắp bộ phận mài lỗ. Bàn máy có thể quay xung quanh trục thẳng đứng một góc $\pm 6^0$ nên có thể gia công mặt côn có độ côn không lớn. Để nâng cao năng suất làm việc, trên máy thường trang bị cơ cấu chạy dao nhanh, cơ cấu di động ụ sau bằng dầu ép, v.v...Loại máy này dùng trong sản xuất hàng loạt và hàng khối.

*Máy mài tròn ngoài vạn năng* không những có bàn máy mà cả ụ đá mài và ụ trước đều có thể quay xung quanh trục thẳng đứng một góc lớn. Do đó có thể gia công được các mặt côn có độ côn lớn. Ngoài ra máy còn trang bị thêm bộ phận để mài tròn trong. Loại máy này dùng trong sản xuất hàng loạt nhỏ hoặc đơn chiếc mà công việc gia công mặt ngoài và mặt trong thường thay đổi.

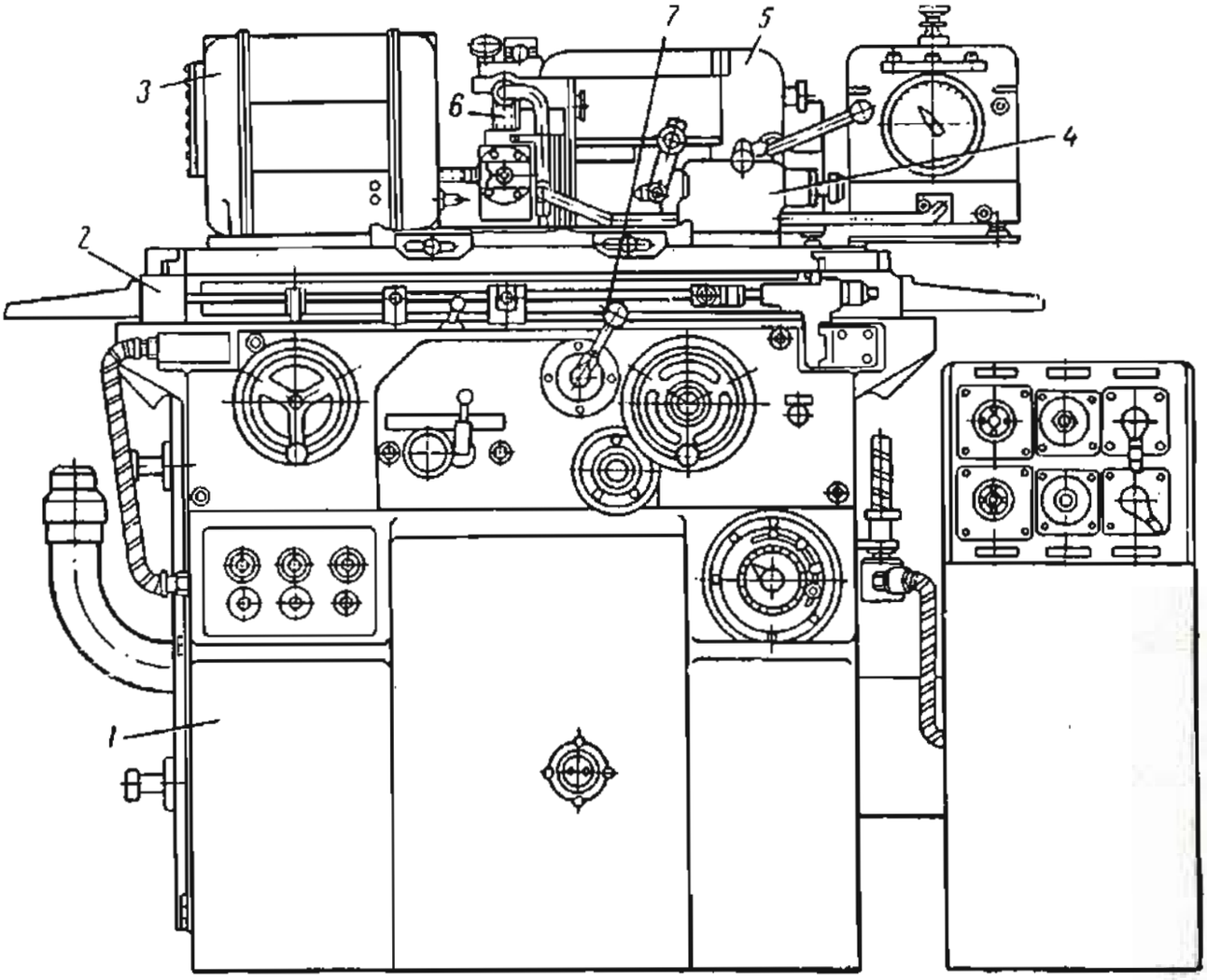
Kích thước cơ bản của máy mài tròn ngoài là: đường kính lớn nhất của phôi (ở máy mài tròn ngoài vạn năng từ 100÷1600 mm), khoảng cách lớn nhất giữa hai mũi tâm (150÷12500 mm), góc quay lớn nhất của ụ đá và bàn máy để mài côn.

### 6.3.2 Máy mài tròn ngoài 3A150

Máy mài tròn ngoài 3A150 có các tính năng kỹ thuật chủ yếu như sau :

- Đường kính và chiều dài lớn nhất của phôi : ϕ100 x 180 mm.
- Đường kính của đá mài : ϕ230÷300 mm.
- Góc quay lớn nhất của bàn máy : $10^0$.
- Công suất động cơ đá mài N=1,7 kW, n=2860 vg/ph.
- Công suất động cơ chi tiết N=0,24kW, n=360 ÷ 3600v/ph (động cơ điện một chiều).

Hình dáng chung của máy mài tròn ngoài 3A150 được trình bày trên hình 6.3B. Trên thân máy (1) có bàn máy (2) lắp ụ trước (3) và ụ sau (4) để gá đặt chi tiết gia công giữa hai mũi tâm, chuyển động chạy dao dọc $s_1$ thực hiện bằng thuỷ lực. Ụ trước (3) cố định, ụ sau (4) có thể thay đổi vị trí tùy thuộc vào chiều dài chi tiết gia công. Ở phía sau, trên sống trượt ngang có lắp ụ đá mài (5) được điều khiển bằng tay gạt (7). Trên ụ (5) lắp đá mài (6).




***Hình 6.3B*** – Hình dáng chung của máy mài tròn ngoài 3A150

Sơ đồ động của máy 3A150 được giới thiệu trên hình 6.3C. Chuyển động tạo hình của máy gồm: chuyển động chính của đá mài tạo ra tốc độ cắt gọt và chuyển động chạy dao vòng.

***1/ Xích chuyển động chính tạo ra tốc độ cắt gọt:***

Chuyển động chính quay vòng V của đá mài được truyền động từ động cơ điện $Đ_1$, có N= 1,7kW, n= 1440 vg/ph, qua bộ puli hai bậc ϕ60/71.

Phương trình xích tốc độ:

$$n_{đc} \cdot \frac{60}{71} = n_{đá\ mài} \qquad (6.1)$$

***2/ Xích chuyển động chạy dao vòng*** :

Chuyển động chạy dao vòng $v_1$ của chi tiết gia công được dẫn động và điều chỉnh vô cấp từ động cơ điện một chiều $Đ_2$ có N= 0,24 kW và n= 360÷3600vg/ph qua hai cặp puli - đai truyền $\frac{\phi 50}{\phi 120}$ và $\frac{\phi 50}{\phi 100}$.

Phương trình xích chạy dao vòng:

$$n_{đc2} \cdot \begin{cases} \frac{\phi 50}{\phi 120} \\ \frac{\phi 50}{\phi 120} \end{cases} = n_{chi\ tiết} \qquad (6.2)$$

***3/ Các xích chuyển động băng thuỷ lực :***

Hệ thống thuỷ lực của máy mài 3A150 thực hiện các chuyển động như sau: chuyển động chạy dao dọc tịnh tiến khứ hồi $s_1$ của bàn máy, tiến và lùi nhanh ụ đá mài, đóng mở các cơ cấu tay quay, chuyển động chạy dao tự động có chu kỳ của đá mài và bôi trơn sống trượt.

*a. Chuyển động chạy dao dọc $s_1$ (hình 6.3C)*

Chuyển động được thực hiện nhờ panen điều khiển (5). Dầu từ bể chứa được bơm cánh gạt kép (6) do động cơ điện $Đ_3$ quay, qua bộ lọc (6.1) vào van điều khiển (8). Lúc này van (8) ở vị trí "làm việc" (vị trí A). Tuỳ thuộc vào vị trí của panen điều khiển (5) gồm có van đảo chiều (5.1) và van điều khiển (5.2), dầu sẽ vào buồng trái hoặc phải của xilanh truyền lực (9) để thực hiện chuyển động thẳng đi về $s_1$. Dầu ở buồng bên kia của xilanh qua panel điều khiển (5) và van tiết lưu (10) về bể dầu (ở vị trí hình 6.3C, dầu vào buồng phải nếu van (8) ở vị trí làm việc).

Đảo chiều bàn máy nhờ vấu tỳ (11) lắp trên bàn máy, qua hệ thống đòn bẩy và bánh răng (12), di động con trượt của van điều khiển (5.2), đưa dầu về đầu phía trái của van đảo chiều (5.1), đưa con trượt của nó qua phải, và từ đó dầu được dẫn về buồng trái của xilanh (9), đưa bàn máy di động theo chiều ngược lại.

Van điều khiển (5.2) có thể di động bằng tay nhờ hệ thống cơ khí (12). Dừng máy được thực hiện bằng van (8). Van này có ba vị trí : "làm việc" (con trượt ở vị trí A); vị trí "dừng" (vị trí B) và vị trí "không tải" (C). Ở vị trí "dừng", hai buồng của xilanh (9) được nối liền nhau và do đó bàn máy có thể di động bằng tay. Ở vị trí "không tải", dầu từ bơm qua van (8) rồi về bể dầu, hai buồng của xilanh (9) lúc này cũng nối liền nhau.

*b. Chuyển động chạy dao ngang $s_2$ :*

Đây là chuyển động chạy dao ăn sâu của đá mài sau một hành trình kép hoặc một hành trình đơn của bàn máy. Khi dùng tay để ấn công tắc hành trình (13), mạch điện nam châm của van (14) đóng, dầu từ bơm (6) qua bộ lọc (6.1) và (6.2) vào buồng phải của xilanh (15) làm di động nhanh ụ đá mài về phía chi tiết gia công. Ở đầu hành trình tiến dao nhanh này, công tắc cuối hành trình (16) được giải phóng, đóng chuyển động của phôi và hệ thống làm nguội. Ở cuối hành trình tiến dao nhanh, công tắc cuối hành trình (17) bị ấn xuống, đóng mạch nam châm điện của van (18), đưa dầu vào buồng phải của xilanh (19), qua hệ thống

thanh răng và bánh răng, quay các cam điều khiển chuyển động chạy dao (20). Dầu từ buồng trái của xilanh (19), qua các van (21), (22), (23) và van tiết lưu điều chỉnh chạy dao thô (24) về bể dầu. Lúc này van (22) và (23) phải đặt ở vị trí tương ứng. Lượng chạy dao (thô) được chuyển sang chạy dao tinh khi cam (20) ấn công tắc cuối hành trình (25), đóng mạch nam châm của van (21), dầu được đưa về bể qua van tiết lưu điều chỉnh lượng chạy dao tinh (26).

Cuối quá trình mài, cần (27) tì vào gối tì cố định (28), lượng chạy dao ngang kết thúc. Cam (20) tiếp tục quay cho đến khi ấn vào công tắc cuối hành trình (29), ngắt mạch nam châm van (14). Dưới tác dụng của đối trọng (30), ụ đá mài (4) trở về vị trí ban đầu, giải phóng công tắc (17) và do đó ngắt mạch cuộn dây nam châm van (18). Lúc này, do sức cản của van tiết lưu (26) lớn nên dầu chảy về buồng trái của xilanh (19). Cuối hành trình lùi, ụ đá mài ấn công tắc (16) xuống, ngắt truyền động của phôi và hệ thống làm nguội. Chu kỳ mài kết thúc.

Trên máy 3A150 còn có thiết bị đo tự động (31). Mũi dò được dựa vào chi tiết gia công nhờ xilanh (32). Khi đạt được kích thước đã cho, công tắc (33) sẽ ngắt mạch nam châm của các van (14) và (18).

*c. Chuyển động mài dọc* :

Chuyển động mài dọc đến vấu tì cũng tương tự như mài ăn sâu với lượng chạy dao $s_2$, chỉ khác là lượng dầu chảy ra khỏi xilanh (19) không phải liên tục mà là gián đoạn với van phân lượng thô (34) và van phân lượng tinh (35). Lúc này van (22) ở vị trí B.

Chu kỳ bắt đầu với việc đóng công tắc cuối hành trình (13) để di động nhanh ụ đá mài và thực hiện chuyển động của bàn máy. Khi bàn máy đảo chiều, dầu từ panen điều khiển (5) qua van (36) và (37), đến xilanh (38) và van (39). Pistôn của xilanh (38) nối liền với cơ cấu con cóc và trong trường hợp này không thực hiện được lượng chạy dao. Khi van (39) mở ra, dầu từ xilanh (19) qua van (21), (22) đến van phân lượng (34) và (35). Tương ứng với thời điểm đó, pistôn của xilanh (19) sẽ quay các cam (20) với một góc nhất định.

Sau khi đảo chiều bàn máy, đường dầu vào xilanh (38) và van (39) được nối với bể dầu. Dưới tác dụng của lò xo, con trượt của van (39) trở về vị trí ban đầu, nối van phân lượng (34) và (35) với bể dầu. Chỉ khi nào chi tiết đã gia công xong, ụ đá mài mới lùi ra sau, nhưng không phải đồng thời mà chỉ sau khi vấu tì (40) ấn công tắc cuối hành trình (41) để ra lệnh cho ụ đá mài lùi.

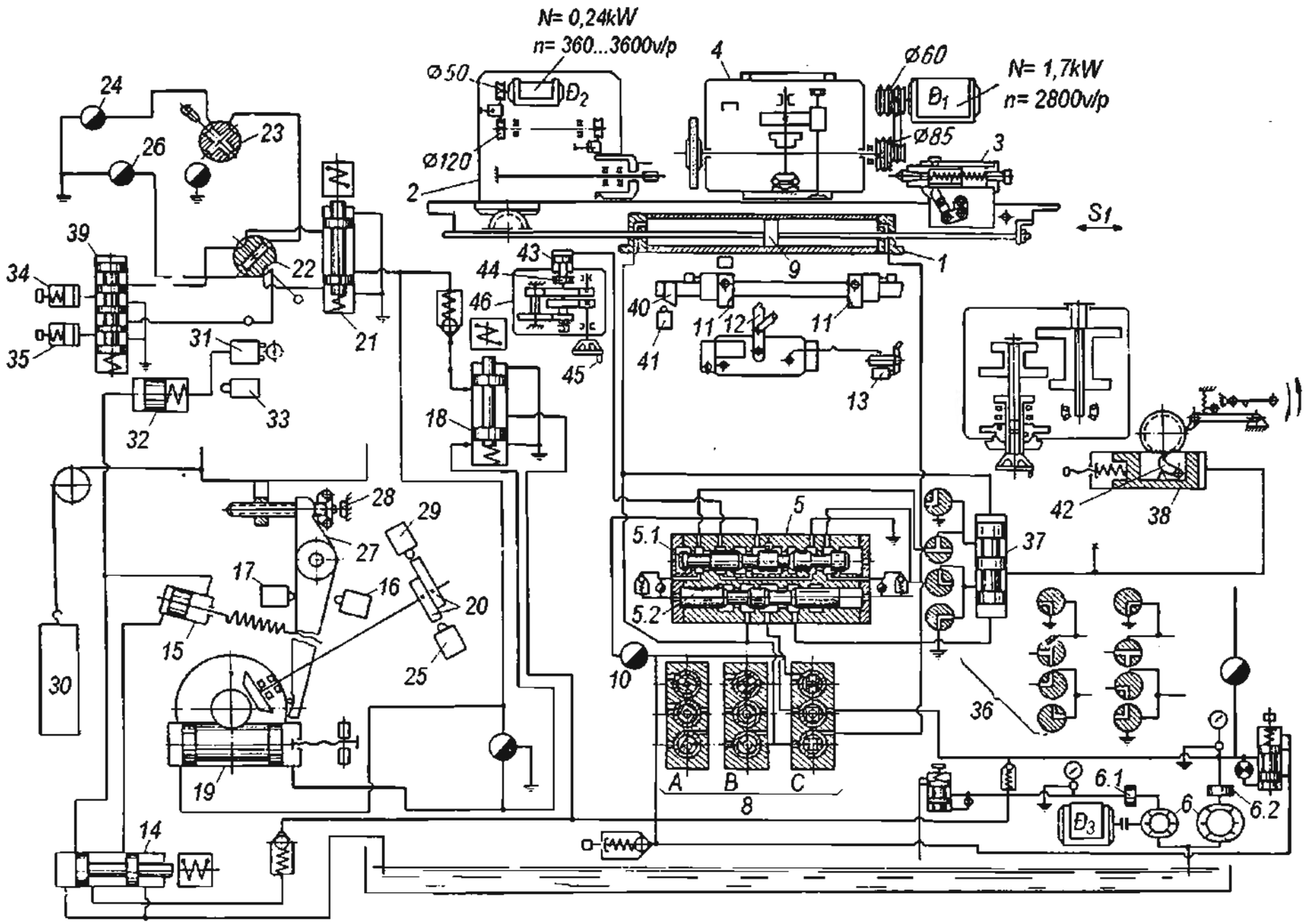
*d. Chuyển động mài dọc với lượng chạy dao có chu kỳ* :

Khi làm việc với cơ cấu đo tự động, cần đóng nam châm điện (18), sau đó đóng công tắc cuối hành trình (13), ụ đá mài sẽ di động về phía trước đến gối tì cố định. Lượng chạy dao có chu kỳ được thực hiện với cơ cấu con cóc (42) khi đảo chiều bàn máy. Ở cuối hành trình của bàn máy (được khống chế bằng công tắc cuối hành trình (41)), ụ đá mài tự động lùi lại.

*e. Chuyển động bàn máy bằng tay* :

Khi bàn máy thực hiện lượng chạy dao dọc $s_1$ tự động, van điều khiển (5.2) đưa dầu về xilanh(43), đẩy bánh răng (44) ra khớp với thanh răng lắp trên bàn máy.

Chuyển động chạy dao bằng tay chỉ thực hiện khi chuyển động chạy dao tự động ngừng lại. Lúc này dầu từ xilanh (43) sẽ chảy về bể dầu; dưới tác dụng của lò xo, bánh răng (44) sẽ vào khớp với thanh răng. Dùng tay quay (45), qua cơ cấu chạy dao bằng tay (46) để di động bàn máy.




*Hình 6.3C* – Sơ đồ động máy mài tròn ngoài 3A150

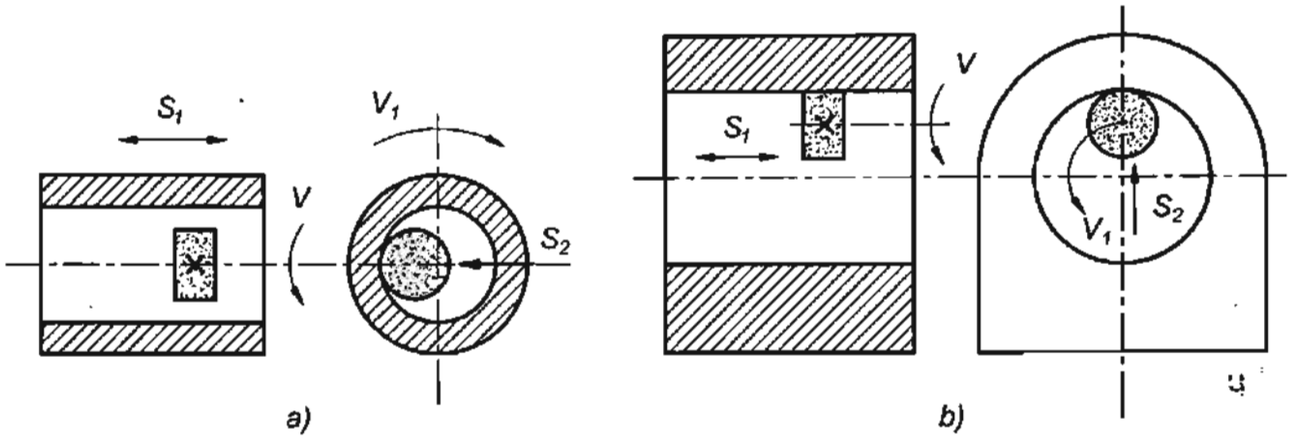
## 6.4 MÁY MÀI TRÒN TRONG

### 6.4.1 Đặc điểm và các bộ phận chính máy mài tròn trong

Máy mài tròn trong là loại máy dùng để mài tinh lỗ có dạng trụ hoặc côn, đôi khi cũng dùng để mài mặt đầu. Đường kính lớn nhất của lỗ có thể gia công trên máy từ $\phi 25 \div 800$ mm, với độ nhẵn bề mặt đến $R_a$=1,6.

Tuỳ thuộc vào vị trí của trục chính, có thể phân máy mài tròn trong thành hai loại : Máy mài tròn trong ngang và đứng.

Các chuyển động cơ bản của máy mài tròn trong được trình bày trên hình 6.4.




***Hình 6.4*** – Sơ đồ chuyển động của máy mài tròn trong

Chuyển động tạo hình trên máy mài tròn trong bao gồm các chuyển động: chuyển động chính, chuyển động chạy dao vòng, chuyển động chạy dao dọc và chuyển động chạy dao ngang.

Chuyển động chính V là chuyển động vòng của đá mài. Vì đường kính đã bị lỗ giới hạn nên muốn vận tốc cắt đạt đến khoảng v= 50 m/s thì số vòng quay của đá phải đạt đến n= 24000 vg/ph.

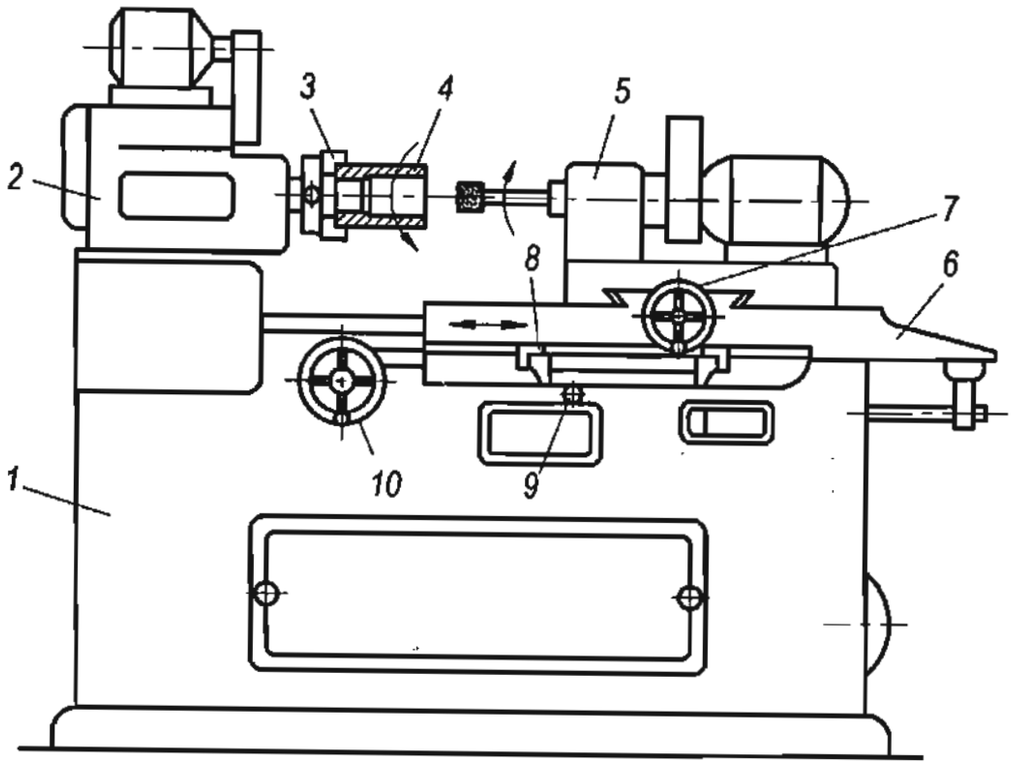
Chuyển động chạy dao vòng $v_1$ do phôi thực hiện (hình 6.4a), hoặc do đá mài thực hiện với chuyển động hành tinh (hình 6.4b). Trên cơ sở này phân biệt hai phương pháp mài : mài chi tiết quay và mài hành tinh (dùng cho chi tiết lớn).

Chuyển động chạy dao $s_1$ là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi do phôi (hình 6.4a) hoặc do đá mài (hình 6.4b) thực hiện.

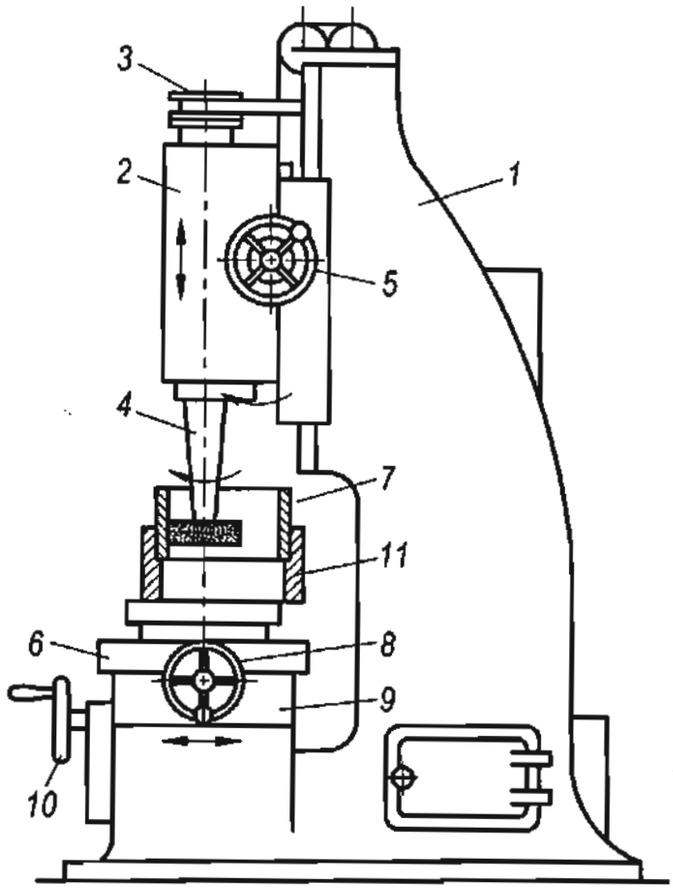
Chuyển động chạy dao ngang $s_2$ là chuyển động hướng kính theo chu kỳ chạy dao dọc của ụ đá mài.

Các bộ phận chính của máy mài tròn trong chi tiết quay (hình 6.5) bao gồm: thân máy (1), ụ gá chi tiết (2), ụ đá (3), tay quay (7) điều khiển chạy dao hướng kính, tay gạt (9) đảo chiều bàn máy, tay quay (10) di chuyển bàn máy bằng tay.

Các bộ phận chính của máy mài tròn trong chuyển động hành tinh (hình 6.6) bao gồm: Thân máy (1), ụ đầu mài (2), cụm truyền động chính (3), trục chính đá mài quay tròn (4). Ụ đầu mài (2) thông qua cơ cấu hành tinh làm trục chính (4) quay hành tinh. Máy mài tròn trong chuyển động hành tinh có thể gia công đường kính lỗ tới 1500 mm chiều sâu 3000 mm.



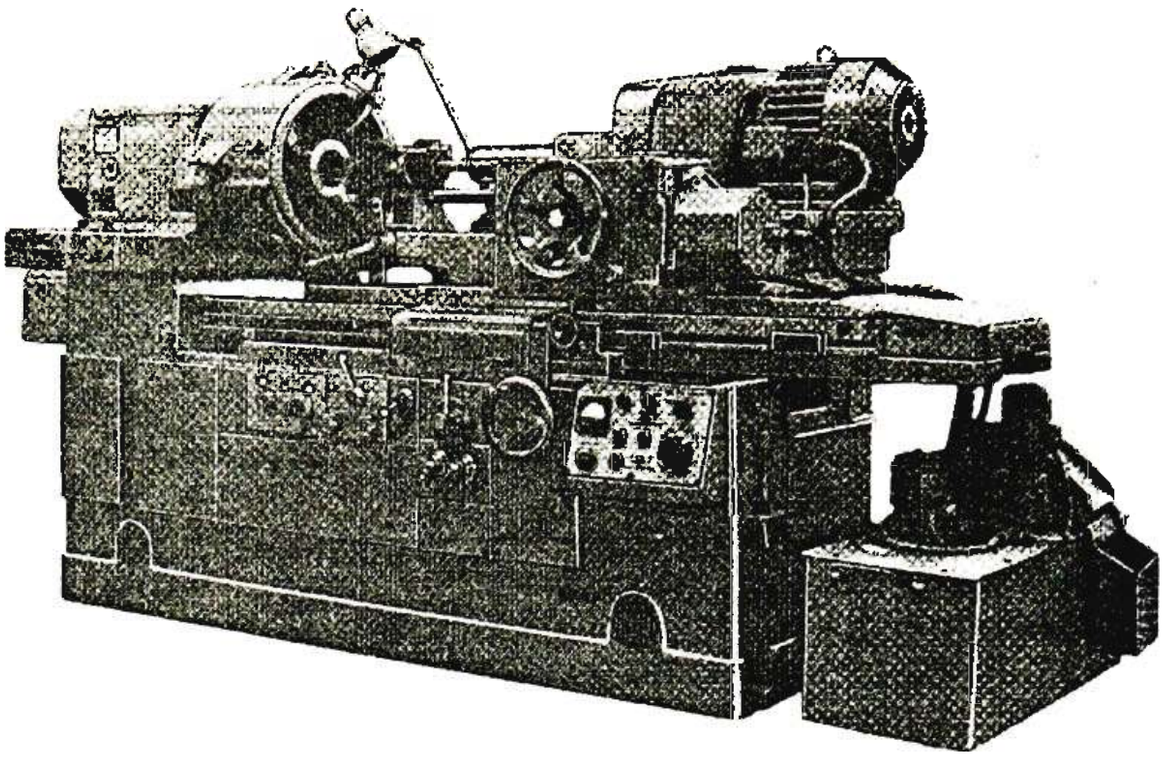

***Hình 6.5*** - Các bộ phận chính của máy mài tròn trong chi tiết quay




***Hình 6.6*** - Các bộ phận chính của máy mài tròn trong chuyển động hành tinh

### 6.4.2 Máy mài tròn trong 3K228B

Máy mài tròn trong 3K228B là loại máy gia công với chi tiết quay. Máy có thể gia công lỗ trụ, lỗ côn với độ nghiêng đến $60^0$. Trên máy còn trang bị cơ cấu mài mặt đầu để có thể gia công ngay sau khi mài xong lỗ. Hình dáng chung của máy được trình bày trên hình 6.7a.



***Hình 6.7a*** – Hình dáng chung của máy mài tròn trong 3K228B

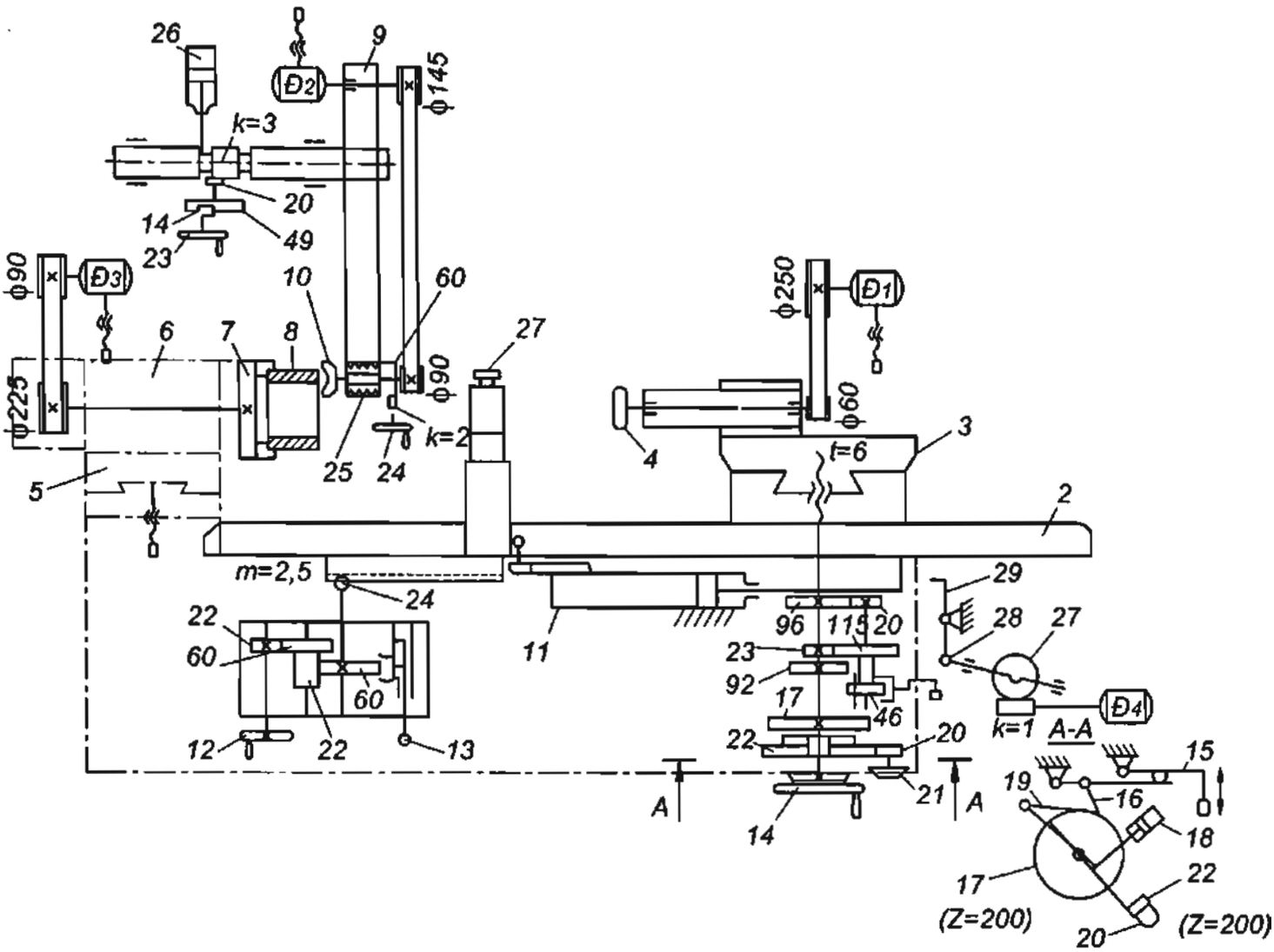
*Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy bao gồm :*

- Đường kính lỗ có thể gia công : $\phi 50 \div 200$ mm.
- Chiều dài lớn nhất có thể gia công : 200 mm.
- Đường kính lớn nhất của chi tiết gia công : $\phi 560$ mm.
- Số vòng quay :
  + Của trục phôi điều chỉnh vô cấp $n_f = 100 \div 600$ vg/ph.
  + Của trục đá mài lỗ $n_d = 4500 \div 12000$ vg/ph
  + Của đá mài mặt đầu $n_m = 4000$ vg/ph.
- Trọng lượng máy : 5400 kG.

Sơ đồ động của máy 3K228B được trình bày trên hình 6.7b. Các chuyển động của máy bao gồm: chuyển động chính của đá mài tạo ra tốc độ cắt, chuyển động chạy dao vòng, chuyển động chạy dao dọc và chuyển động chạy dao ngang.

Những bộ phận chính của máy 3K228B (hình 6.7b) là: thân máy (1), trên nó lắp bàn máy (2) bằng sống lăn, mang ụ đá mài (3) với đá mài lỗ (4). Ụ đá mài có thể di động trên sống lăn ngang của bàn máy bằng truyền động cơ khí hoặc bằng tay. Bên trái thân máy (1) có lắp bàn trượt ngang (5), trên đó đặt ụ phôi (6) với mâm cặp (7) mang chi tiết gia công (8). Ụ phôi có thể di động bằng tay và quay một góc nhất định để gia công lỗ côn. Trên ụ phôi còn lắp thiết bị mài mặt đầu (9). Thiết bị này có thể quay từ vị trí trên để đưa đá mài mặt đầu (10) vào vị trí gia công.

Chuyển động chạy dao dọc được thực hiện bằng hệ thống thuỷ lực đặt bên trong thân máy. Khi mài lỗ, phôi và đá mài lỗ quay đồng thời với chuyển động chạy dao dọc của bàn máy mang ụ đá (3). Ụ đá này cũng thực hiện lượng chạy dao ngang theo chu kỳ.




***Hình 6.7b*** – Sơ đồ động máy mài tròn trong 3K228B

### *1/ Chuyển động chính của máy 3K228B*

Chuyển động chính V của đá mài tạo ra tốc độ cắt được truyền động từ động cơ điện $Đ_1$ có $N_1$= 5,5 kW và $n_1$= 2910 vg/ph, qua puli - đai truyền ϕ250/ ϕ60, 80, 120, 160 mm để quay đá mài lỗ (4).

Phương trình xích tốc độ mài lỗ:

$$n_{đc1} \cdot \frac{250}{60(80;120;160)} = n_{đá\ mài} \qquad (6.3)$$

Chuyển động chính của đá mài mặt đầu (10) được thực hiện từ động cơ $Đ_2$ có $N_2$= 2,2 kW và $n_2$= 2860 vg/ph, qua bộ puli - đai truyền $\frac{ϕ145}{ϕ90}$.

Phương trình xích tốc độ mài mặt đầu:

$$n_{đc2} \cdot \frac{145}{90} = n_{đá\ mài} \qquad (6.4)$$

### *2/ Chuyển động chạy dao vòng $v_1$*

Chuyển động chạy dao vòng $v_1$ do động cơ điện một chiều $Đ_3$ có $N_3$= 1,6 kW và $n_3$= 1500÷250 vg/ph qua puli - đai truyền $\frac{ϕ90}{ϕ225}$ thực hiện truyền động vô cấp quay phôi (8).

Phương trình xích chạy dao vòng:

$$n_{dc3} \cdot \frac{90}{225} = n_{phôi} \qquad (6.5)$$

***3/ Chuyển động chạy dao dọc $s_1$ :***

Chuyển động chạy dao dọc là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi vô cấp từ 0,1÷42 mm/ph của bàn máy (2) do hệ thống thuỷ lực thực hiện với xilanh truyền lực (11). Chuyển động này cũng được thực hiện bằng tay với tay quay (12), qua các cặp bánh răng trụ $\frac{22}{60}.\frac{22}{60}$ đến bánh răng – thanh răng z x m = 24 x 2,5 mm. Chuyển động $s_1$ bằng thuỷ lực được thực hiện khi xích chạy tay bị ngắt bằng cơ cấu khoá liên động (13). Lúc đó cơ cấu khoá liên động làm bánh răng Z= 24 ra khớp với thanh răng.

***4/ Chuyển động chạy dao ngang $s_2$***

Chuyển động chạy dao ngang $s_2$ được thực hiện bởi trục vít me t= 6 mm mang ụ đá mài lỗ (3) di động ngang. Chuyển động chạy dao ngang có thể thực hiện bằng tay (liên tục hoặc gián đoạn) hoặc thực hiện tự động từ hệ thống thuỷ lực.

Chuyển động $s_2$ liên tục bằng tay được thực hiện từ tay quay (14) qua các cặp bánh răng $\frac{23}{115}.\frac{20}{96}$ quay vít me t= 6 mm.

Chuyển động $s_2$ gián đoạn bằng tay đạt được bằng cần lắc (15), qua con cóc (16) và bánh cóc (17) có Z= 200, đến các cặp bánh răng $\frac{23}{115}.\frac{20}{96}$ đến trục vít me ngang. Mỗi lần lắc ụ đá di động 0,002 mm.

Chuyển động $s_2$ gián đoạn tự động bằng thuỷ lực được thực hiện từ xylanh - pistôn (18) đẩy con cóc (19) ăn khớp với bánh cóc (17) và đi tiếp đến vít me ngang theo xích như trên.

Điều chỉnh lượng chạy dao $s_2$ gián đoạn tự động bằng cách dùng tấm chắn che bớt số răng của bánh cóc (17). Để thực hiện điều này vặn núm điều chỉnh (21) làm quay quạt răng (22) có số răng toàn phần là Z= 200, với tỷ số truyền $\frac{20}{200}$. Tấm chắn được lắp trên quạt răng.

Di động nhanh ngang của ụ đá mài lỗ được thực hiện bằng tay với tay quay (14), qua các cặp bánh răng $\frac{92}{56}.\frac{20}{96}$ đến trục vít me ngang.

***5/ Chuyển động điều chỉnh***

Điều chỉnh lượng di động dọc của đá mài mặt đầu (10) dùng tay quay (23), qua cặp bánh răng ăn khớp trong $\frac{14}{49}$ và bánh răng – thanh răng 20 x 3 mm.

Lượng chạy dao dọc để mài mặt đầu được thực hiện với tay quay (24), qua trục vít – bánh vít $\frac{2}{60}$ quay trục vít - đai ốc bi (25) mang nòng trục chính đá mài (10) di động dọc trục.

Cần (9) của thiết bị mài mặt đầu có 3 vị trí và có thể quay từ trên để đưa đá mài (10) đến vùng làm việc ở dưới và ngược lại, cũng tương tự đến vị trí sửa đá mài. Thực hiện chuyển động này nhờ xilanh thuỷ lực (26).

Để sửa đá, tay quay núm vặn (27) để di động mũi kim cương tiếp xúc với đá.

*6/ Chuyển động dao động*

Để tạo nên dao động dọc của đá mài, nâng cao độ bóng bề mặt gia công, máy mài 3K228B có cơ cấu dao động dọc của bàn máy. Cơ cấu này hoạt động với động cơ điện riêng $Đ_4$ có công suất $N_4$= 0,6 kW, $n_4$= 1350 vg/ph, qua trục vít – bánh vít $\frac{1}{27}$ quay cơ cấu lệch tâm (28) làm cần (29) lắc lư, đưa bàn máy (2) di động khứ hồi.

## 6.5 MÁY MÀI KHÔNG TÂM

### 6.5.1 Công dụng và đặc điểm của máy mài không tâm

Máy mài không tâm là loại máy mài dùng để gia công mặt trụ ngoài liên tục hoặc mặt trụ trong của các chi tiết không có lỗ định tâm, trong điều kiện sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

Máy mài không tâm chủ yếu dùng để gia công các chi tiết hình trụ có đường kính không đổi, hoặc các chi tiết hình trụ ngắn có gờ. Ngoài ra nó còn có thể dùng để mài các bề mặt định hình, bề mặt côn, mặt xoắn (mặt ren), v.v...

+ So với máy mài tròn ngoài (máy mài có tâm), máy mài không tâm có những ưu điểm như sau:

- Năng suất cao hơn vì giảm được nhiều thời gian phụ như kẹp chặt phôi; quá trình gia công có thể thực hiện liên tục từ chi tiết này sang chi tiết khác.
- Lượng dư gia công có thể nhỏ, vì trong quá trình gia công, chi tiết tự định tâm. Lượng chạy dao có thể lớn do độ cứng vững của máy lớn và có gối đỡ nên chi tiết không sợ bị cong.
- Có thể gia công những chi tiết có đường kính rất bé và điều khiển máy không cần công nhân bậc cao.

+ Nhược điểm của máy không tâm là :

- Khó đạt độ đồng tâm giữa lỗ trong và lỗ ngoài.
- Không thể gia công những chi tiết có rãnh theo chiều trục ở mặt ngoài.

### 6.5.2 Nguyên lý mài không tâm

Tuỳ thuộc vào bề mặt cần mài, có thể phân biệt hai nguyên lý mài không tâm: mài mặt ngoài và mài mặt trong.

*1/ Nguyên lý mài không tâm mặt ngoài*

Nguyên lý thực hiện các chuyển động khi mài không tâm mặt trụ ngoài được trình bày trên hình 6.8.

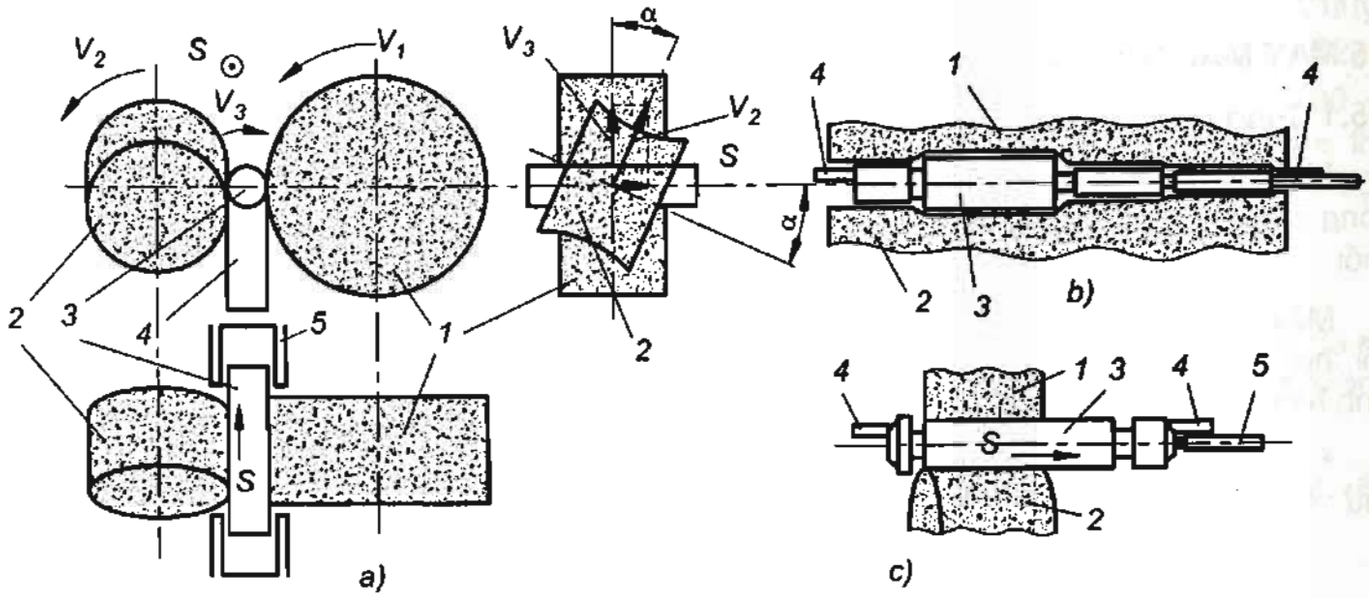
Trên hình 6.8a, bánh (1) là đá mài hình trụ, bánh (2) là đá dẫn có dạng hình yên ngựa (hypecboloit). Chi tiết gia công (3) đặt giữa hai bánh đá trên, tựa trên thanh đỡ (4) và trượt dọc theo máng dẫn (5).

Đá mài (1) có vận tốc cắt $v_1$= 30÷40 m/s để gia công chi tiết. Đá dẫn (2) quay cùng chiều với đá mài với vận tốc $v_2$= 10÷50 m/ph để tạo nên chuyển động chạy dao vòng $v_3$ và chuyển động chạy dao dọc s của chi tiết gia công.

Đá dẫn không có tác dụng mài chi tiết. Nó có nhiệm vụ làm cho phôi quay tròn, nhờ lực ma sát giữa hai mặt đá. Lực ma sát này cần phải lớn hơn lực cắt (hệ số ma sát của đá dẫn trên thép khoảng 0,6).

Thanh đỡ có thể thay đổi và điều chỉnh được. Tuỳ theo vật liệu của chi tiết gia công,

thanh đỡ làm bằng những vật liệu khác nhau. Nếu phôi là thép hoặc kim loại, thanh đỡ cần là thép chống mòn, thép cao tốc hoặc thép hợp kim cứng. Để giảm rung động, bề mặt tì của thanh đỡ cần vát nghiêng về phía đá dẫn một góc từ 30÷40°. Để tránh kẹt, chi tiết gia công cần đặt cao hơn đường nối liền tâm hai đá một đoạn h= (0,15÷0,25)d nhưng không quá 10÷12 mm (d là đường kính chi tiết gia công).




***Hình 6.8*** – Sơ đồ nguyên lý mài không tâm mặt ngoài

Mài không tâm mặt ngoài thường dùng ba phương pháp: phương pháp mài dọc, mài ngang và mài với gối tì.

*a. Phương pháp mài dọc*

Phương pháp mài dọc là phương pháp mài không tâm mặt trụ ngoài với lượng chạy dao dọc s (hình 6.8a).

Phương pháp này dùng để gia công các chi tiết hình trụ có đường kính không đổi trên suốt chiều dài, và cả những phần hình trụ có đường kính lớn nhất trên chi tiết định hình hay có bậc.

Khi mài với phương pháp mài dọc, ngoài chuyển động vòng $v_3$, chi tiết gia công còn có chuyển động chạy dao dọc s theo chiều trục. Để thực hiện chuyển động chạy dao dọc, trục của đá dẫn phải đặt nghiêng một góc α so với trục của chi tiết gia công. Nếu vận tốc của đá dẫn là $v_2$, phôi sẽ chuyển động với hai thành phần :

- Tốc độ chạy dao vòng :

$$v_3 = v_2.\cos\alpha \qquad (6.6)$$

- Lượng chạy dao dọc :

$$s = v_2.\sin\alpha \qquad (6.7)$$

Nếu $v_2$= const thì lượng chạy dao dọc càng lớn khi góc α càng lớn.

Khi mài thô: $\alpha = 1,5 \div 6^0$ ; Khi mài tinh: $\alpha = 0,5 \div 1,5^0$

Lượng chạy dao dọc tính theo công thức (6.7) không bao giờ đạt được 100% vì phôi không chỉ lăn mà còn bị trượt. Tổn thất do hiện tượng trượt khoảng 2÷5%. Để gia công liên tục những chi tiết ống hoặc chi tiết thanh, dùng một bộ phận cấp phôi liên tục.

Khi gia công bằng phương pháp mài dọc, nhờ có mũi sửa đá bằng kim cương nên đá dẫn được tạo thành hình hipecboloit. Nhờ đó đá dẫn tiếp xúc với chi tiết không chỉ trên một điểm mà trên một đường thẳng.

*b. Phương pháp mài ngang*

Phương pháp mài ngang là phương pháp mài không tâm mặt trụ ngoài với lượng chạy dao ngang bằng cách di động chính xác đá mài (1) hoặc đá dẫn (2) theo hướng kính, thẳng góc với trục của chi tiết gia công (3) bằng trục vít me (hình 6.8b).

Phương pháp này dùng để gia công những chi tiết hình trụ ngắn, có gờ (không dài quá chiều rộng của bánh đá mài), hoặc những chi tiết hình côn và định hình với biên dạng của đá mài và đá dẫn tương ứng.

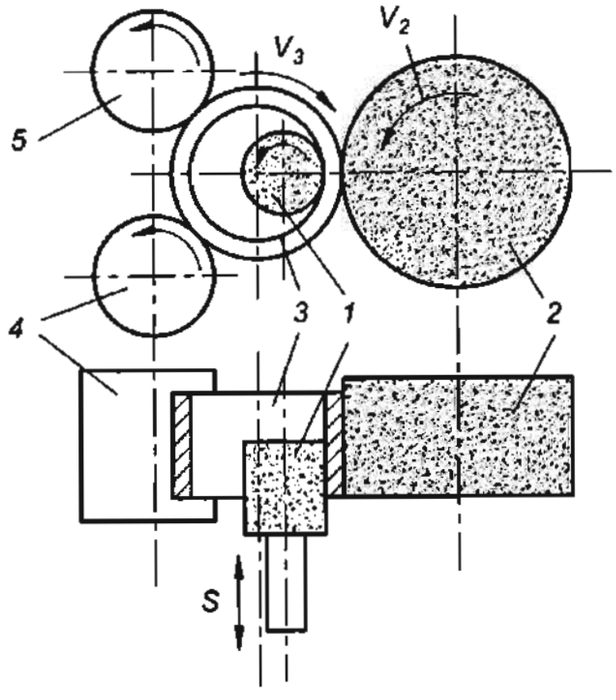
Trong phương pháp mài ngang, phôi được đưa từ trên xuống dưới và tì vào thanh đỡ (4) nên không cần chuyển động chạy dao dọc mà chỉ cần chuyển động chạy dao vòng. Góc quay của trục đá dẫn chỉ cần rất nhỏ ($\alpha = 0,5 \div 1^0$) để có thể ép chặt bề mặt phôi vào bề mặt đá mài theo một đường thẳng. Bề mặt tròn đá dẫn ở đây cũng gần là mặt trụ.

*c. Phương pháp mài với gối tì*

Nguyên lý của phương pháp này được trình bày trên hình 6.8c. Đây là phương pháp trung gian giữa phương pháp mài dọc và mài ngang, dùng để gia công chi tiết có gờ hoặc có đầu. Các chuyển động cần thiết ở đây cũng giống như ở phương pháp mài dọc, nhưng chuyển động chạy dao dọc s bị gối tì (5) hạn chế. Sau khi chi tiết gia công (3) chạm gối tì (5), đá dẫn (2) sẽ rời đá mài (1) và chi tiết (3) sẽ rời khỏi vị trí gia công.

***2/ Nguyên lý mài không tâm mặt trong***

Sơ đồ mài không tâm mặt trong được trình bày trên hình 6.9. Chi tiết gia công (3) tì lên con lăn đỡ (4), con lăn kẹp (5) đến đá dẫn (2) và được gia công bằng đá mài (1).




***Hình 6.9*** – Sơ đồ mài không tâm mặt trong

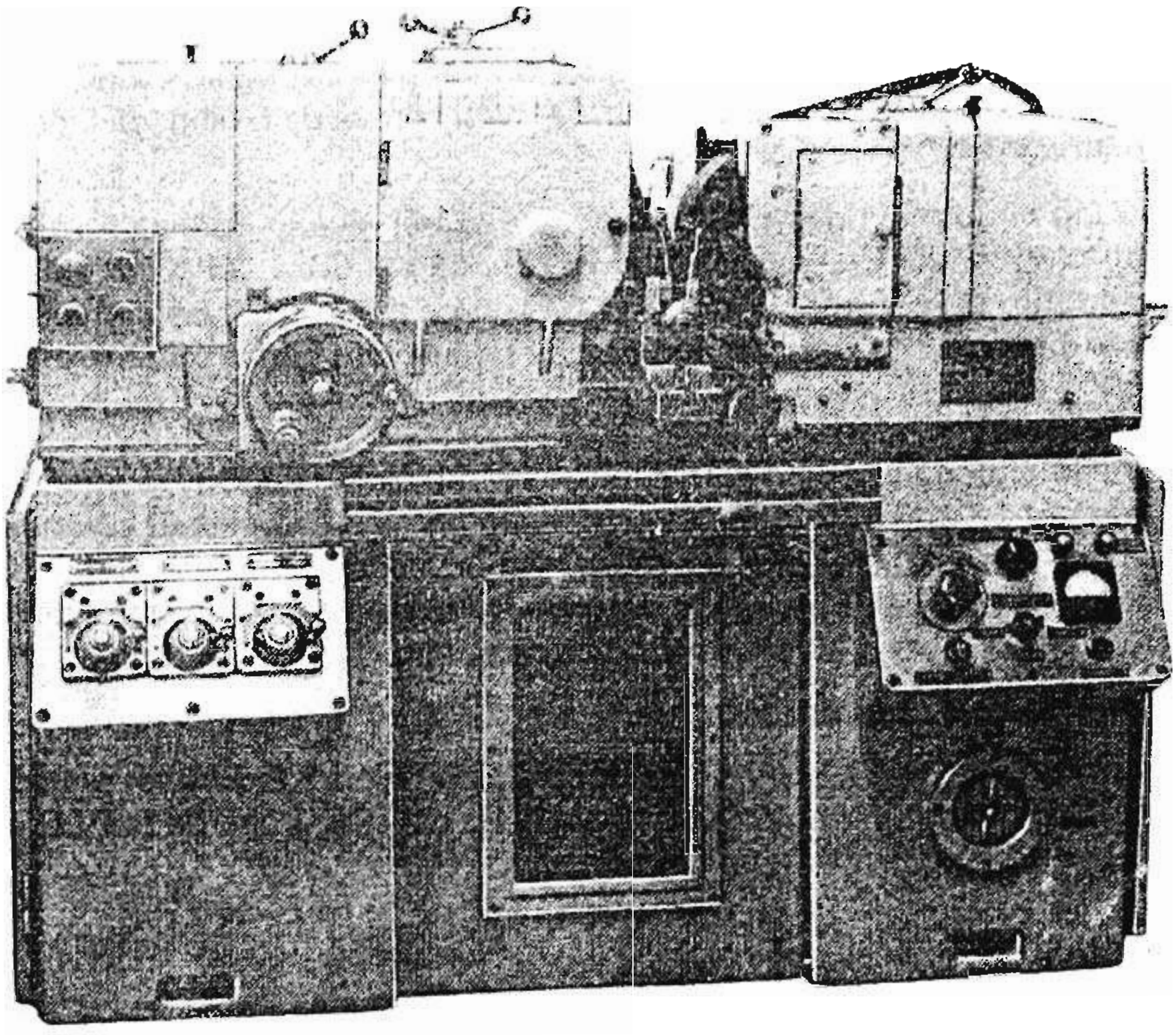
Vận tốc của phôi gần bằng với vận tốc của đá dẫn vì ma sát giữa chúng lớn hơn rất nhiều so với ma sát giữa phôi và đá mài. Vận tốc của đá mài lớn hơn vận tốc của đá dẫn từ 75÷80 lần.

Để đảm bảo độ đồng tâm giữa hai mặt trụ trong và ngoài, chi tiết cần phải gia công trước mặt ngoài một cách chính xác để làm mặt chuẩn. Loại máy mài không tâm mặt trong được dùng phổ biến để gia công chi tiết có thành mỏng, tránh được biến dạng khi bị kẹp chặt.

**6.5.3 Máy mài không tâm 3Г182**

Máy 3Г182 là máy mài không tâm mặt ngoài rất thông dụng của Liên Xô cũ, dùng để mài

các chi tiết bằng thép, gang, kim loại màu và cả vật liệu phi kim loại có dạng hình trụ, côn và định hình. Độ chính xác gia công có thể đạt được cấp 1÷2 và độ nhẵn bề mặt từ $R_a$=20 ÷ $R_a$=1,6. Máy có thể làm việc với chu kỳ tự động và bán tự động.



***Hình 6.10* a** – Hình dáng chung của máy mài không tâm 3Г182

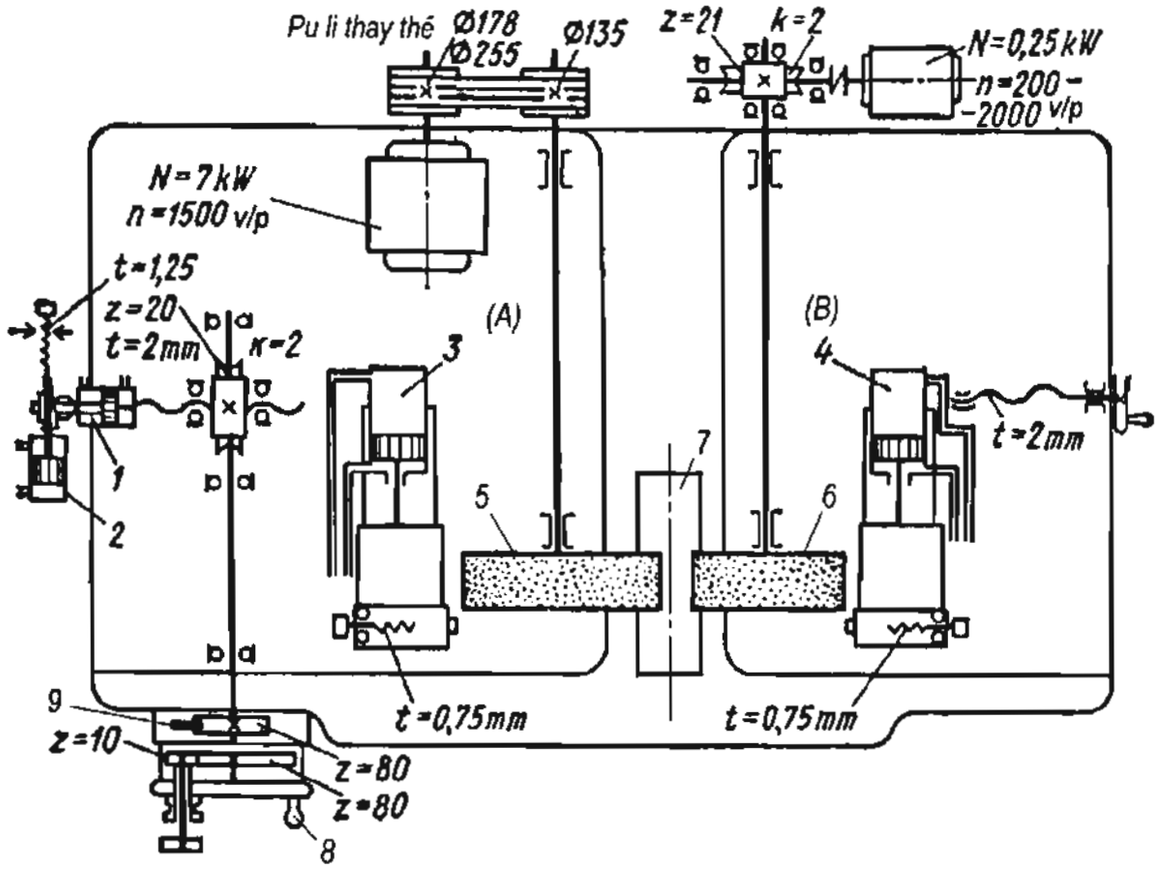
Tính năng kỹ thuật của máy như sau :

- Đường kính của chi tiết gia công : ϕ0,8 ÷ 25 mm.
- Chiều dài lớn nhất :
  + Khi mài dọc : 170 mm.
  + Khi mài ngang : 95 mm.
- Đường kính của đá mài : ϕ250 ÷ 350 mm.
- Số vòng quay của đá mài : $n_m$ = 1300 ÷ 1900 vg/ph.
- Đường kính đá dẫn : ϕ190 ÷ 250 mm.
- Số vòng quay đá dẫn : $n_d$ = 19 ÷ 190 vg/ph.
- Công suất động cơ chính : N = 7 kW.

Sơ đồ động của máy mài 3Г182 được trình bày trên hình 6.10b.

Máy bao gồm ụ đá mài (A) và ụ đá dẫn (B). Cả hai ụ đá đều có thể cố định hoặc di động trên sống trượt vuông góc với tâm trục của chi tiết gia công (7).

Các xích truyền động của máy bao gồm : xích truyền động chính và xích truyền động của đá dẫn.




***Hình 6.10b*** – Sơ đồ động máy mài không tâm 3Г182

***1/ Xích chuyển động chính***

Xích chuyển động chính $v_1$ tạo ra tốc độ cắt của đá mài (5). Xích bắt đầu từ động cơ điện $Đ_1$ có $N_1$= 7 kW và $n_1$= 1500 vg/ph, qua cặp puli - đai truyền $\frac{\phi178}{\phi135}$ (hoặc $\frac{\phi255}{\phi135}$) đến đá mài.

Để bảo đảm độ chính xác cao trong quá trình mài, trục đá mài thực hiện dao động $s_1$ theo hướng trục nhờ xylanh thuỷ lực (11). Thiết bị dao động này có thể thực hiện được biên độ lớn nhất là 6 mm.

Phương trình xích tốc độ:

$$n_{dc1} \cdot \begin{cases} \frac{\phi178}{\phi135} \\ \frac{\phi225}{\phi135} \end{cases} = n_{đá\ mài} \qquad (6.8)$$

***2/ Xích chuyển động đá dẫn***

Chuyển động của đá dẫn (6) được thực hiện từ động cơ điện một chiều $Đ_2$ có $N_2$= 0,25 kW, qua cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{2}{21}$ để thực hiện chuyển động vô cấp $v_2$.

Ụ đá dẫn (B) có hai phần: phần cố định và phần quay. Phần quay dùng để đảm bảo điều chỉnh góc quay của trục đá dẫn trong phạm vi từ $-2^0 \div 4^0$ tuỳ thuộc vào lượng chạy dao dọc s yêu cầu.

Phương trình xích tốc độ của đá dẫn:

$$n_{dc2} \cdot \frac{2}{21} = n_{đá\ mài\ dẫn} \qquad (6.9)$$

*3/ Các chuyển động điều chỉnh*

a. Ụ đá mài (A) có thể di động bằng tay nhờ tay quay (8), qua trục vít – bánh vít $\frac{2}{20}$, làm chuyển động tương đối với trục vít t= 2 mm.

b. Để thực hiện chạy nhanh hoặc chạy dao hướng kính của ụ đá mài (A) khi dùng phương pháp mài ngang ta sử dụng xilanh truyền lực (1) và (2). Di động nhanh ụ đá được thực hiện bằng xilanh (1) với cần pistôn nối liền với trục vít me t = 2 mm. Một đầu của vít me được lắp con lăn tì lên bề mặt của cam (12). Cam này được lắp trên cần của pistông xilanh (2).

Khi xilanh (2) di động cam (12) lên trên, dưới tác dụng của áp suất dầu, xilanh (1) sẽ di động ụ đá mài (A) sang phải. Để thực hiện lượng chạy dao làm việc (hướng kính), con lăn phải di động trên mặt nghiêng của cam (12). Lượng chạy dao hướng kính này tùy thuộc vào góc nâng của cam. Độ dài hành trình của cần pistôn xilanh (1) và (2) đều được điều chỉnh bằng các vấu tì.

Khi dùng phương pháp mài dọc, cần của xilanh (1) được cố định ở vị trí biên bên trái. Lượng chạy dao dọc s tùy thuộc vào việc điều chỉnh góc nghiêng $\alpha$.

c. Hiệu chỉnh độ mòn của đá mài (5) được thực hiện với lượng di động bé nhờ xylanh-pistôn, qua cơ cấu con cóc (9) di động bánh cóc Z= 80. Lượng di động này có thể thực hiện trong phạm vi 0,0025÷0,0075 mm. Hiệu chỉnh độ mòn của đá dẫn dùng tay quay (10) để di động ụ đá dẫn (B).

d. Để sửa biên dạng bề mặt làm việc của đá mài (5) và đá dẫn (6), dùng các cơ cấu sửa đá (3) và (4). Trên máy 3Г182 có thể thực hiện chu kỳ gia công tự động bằng các thiết bị thuỷ lực và cơ điện. Để khởi động máy ta cần đóng động cơ điện của hệ thống bôi trơn. Khi dầu đạt đến áp suất 0,5 bar, rơle áp suất tác động và cho tín hiệu để khởi động động cơ $Đ_1$, $Đ_2$ và động cơ của hệ thống làm nguội.

## 6.6 MÁY MÀI MẶT PHẲNG

### 6.6.1 Công dụng và phân loại

Máy mài mặt phẳng là máy dùng để mài tinh cũng như thô các mặt phẳng bằng mặt trụ hoặc bằng mặt đầu của đá mài. Ở máy mài mặt phẳng, chi tiết gia công được cố định trên bàn máy bằng cơ học hoặc bằng điện từ. Bàn máy có thể là hình chữ nhật, thực hiện chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi hoặc có thể là hình tròn, thực hiện chuyển động chạy dao vòng.

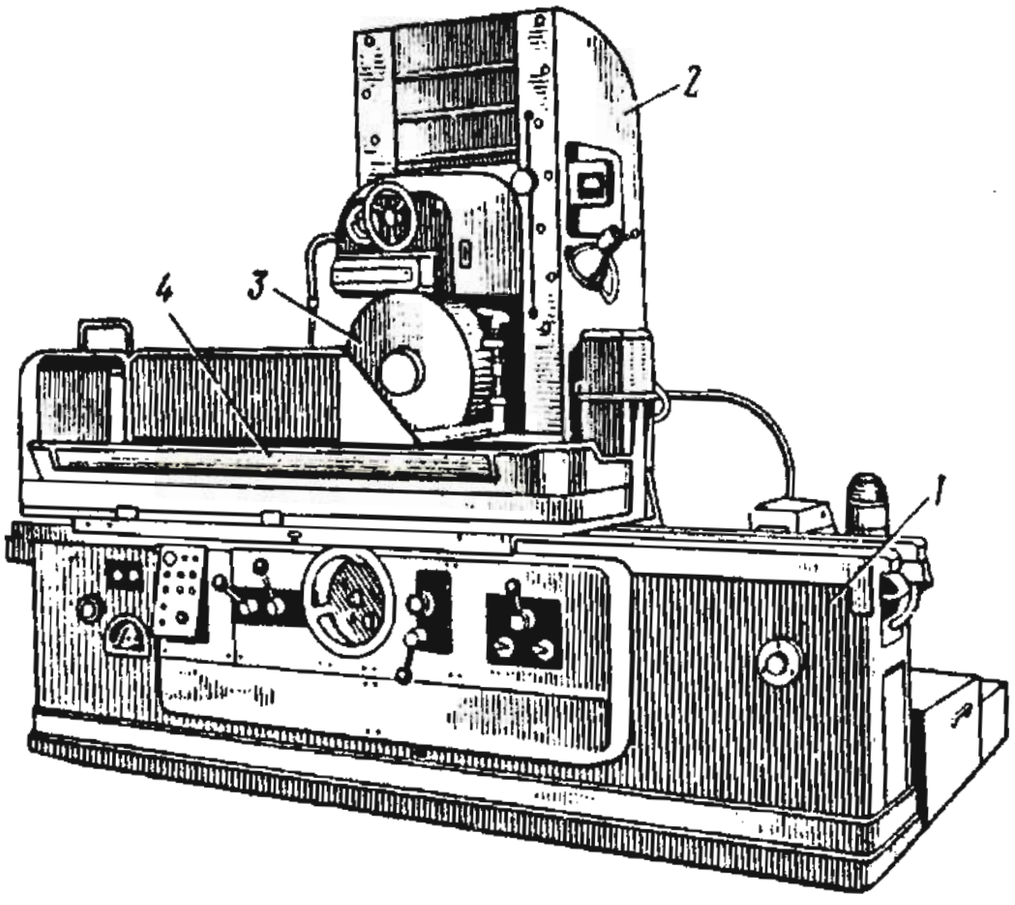
Máy mài mặt phẳng có thể dùng trong sản xuất đơn chiếc hoặc sản xuất hàng khối. Độ chính xác gia công có thể đạt được ±10 μm trên độ dài 2000 mm, ở những chi tiết ngắn có thể đạt được ±5 μm.

Tùy thuộc vào vị trí của trục chính đá mài, có thể chia máy mài mặt phẳng thành 3 loại:

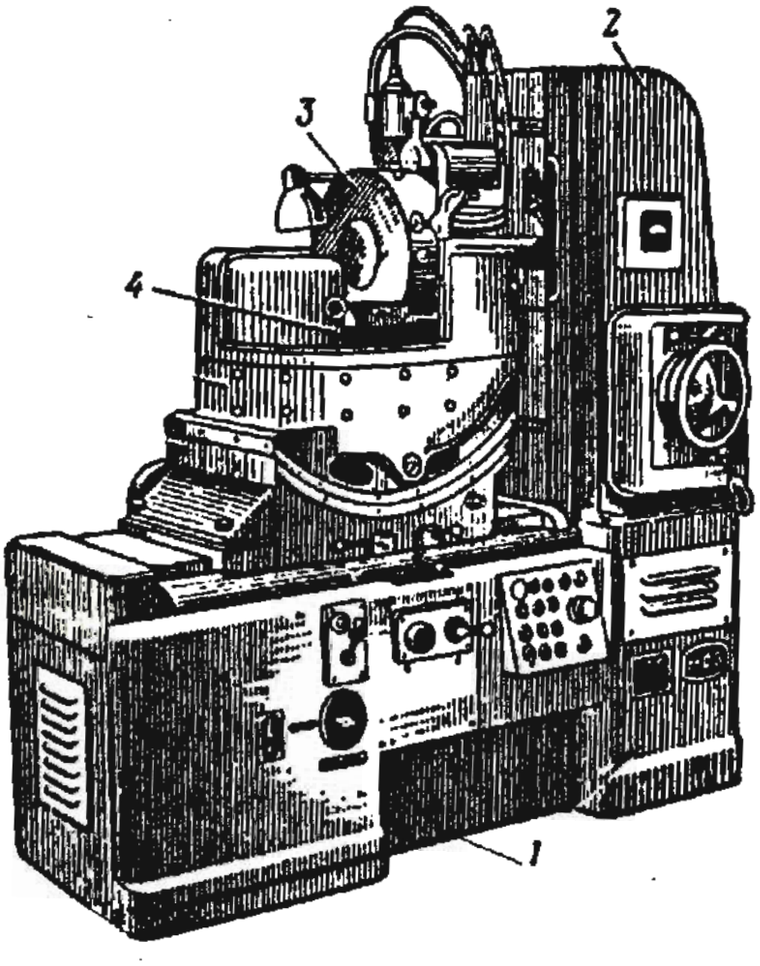
- Máy mài mặt phẳng trục chính ngang có hình dáng chung được trình bày trên hình 6.11. Máy mài mặt phẳng trục chính ngang có bàn máy quay được trình bày trên hình 6.12.

- Máy mài mặt phẳng trục chính đứng.

- Máy mài mặt phẳng đặc biệt.




***Hình 6.11*** - Hình dáng chung của máy mài phẳng trục đá nằm ngang:
1-Thân máy; 2-Trụ đứng của máy; 3-Ụ đá mài; 4-Bàn máy




***Hình 6.12*** - Hình dáng chung của máy mài phẳng trục đá nằm ngang có bàn máy quay:
1-Thân máy; 2-Trụ đứng máy; 3-Ụ đá mài; 4-Bàn máy quay.

### 6.6.2 Máy mài mặt phẳng trục chính ngang 3E711B

Máy mài mặt phẳng trục chính ngang có bàn máy hình chữ nhật là loại máy dùng rất rộng rãi để gia công mặt phẳng với mặt trụ của đá mài. Đây là loại máy có thể đảm bảo độ chính xác gia công cao, nên thường được sử dụng trong ngành sản xuất dụng cụ. Điển hình cho loại máy này là máy 3E711B.

Đây là loại máy có độ chính xác cao, độ cứng vững lớn, dùng bàn máy hình chữ nhật với các đường dẫn hướng lăn, công suất hành trình phụ nhỏ, nhiệt độ sinh ra khi mài thấp nên biến dạng nhiệt nhỏ.

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy 3E711B như sau:

- Kích thước bàn máy: rộng x dài = 200 x 630 mm.
- Chuyển động của bàn máy :
  + Dọc : $s_1 = 2 \div 35$ m/ph.
  + Ngang : $s_2 = 0,01 \div 1,5$ m/ph.
- Kích thước máy: 2700 x 1775 x 1910 mm.
- Công suất của động cơ chính N=5,5 kW, n=1500 v/ph.

Sơ đồ động và những bộ phận chính của máy mài mặt phẳng trục chính ngang 3E711B được trình bày trên hình 6.13.

Các chuyển động của máy bao gồm: chuyển động chính của đá mài tạo ra tốc độ cắt, chuyển động chạy dao ngang, chuyển động chạy dao đứng và chuyển động chạy dao dọc.

Các bộ phận chính của máy bao gồm: thân máy (1), trên đó lắp trụ máy (2) với ụ đá mài (3) có thể di động trên sống lăn thẳng đứng. Trên sống lăn ngang của thân máy lắp bàn trượt (4) với bàn máy (5). Bên trong thân máy đặt hộp chạy dao ngang (6), hộp chạy dao đứng (7) và các cơ cấu của hệ thống dầu ép để thực hiện chuyển động chạy dao dọc.

***1/ Xích chuyển động chính***

Xích chuyển động chính V tạo ra tốc độ cắt của đá mài được truyền động từ động cơ điện $Đ_1$ có công suất $N_1$= 5,5 kW, $n_1$= 1500vg/ph, qua puli - đai truyền $\frac{\phi 194}{\phi 105}$ để quay đá mài.

Phương trình xích tốc độ của đá mài:

$$n_{đc1} \cdot \frac{\phi 194}{\phi 105} = n_{đá\ mài} \qquad (6.10)$$

***2/ Xích chạy dao ngang***

Chuyển động chạy dao ngang $s_2$ của máy 3E711B là chuyển động của bàn trượt (4) mang bàn máy (5) theo hướng song song với trục chính đá mài. Chuyển động này được thực hiện từ động cơ điện một chiều $Đ_2$ có $N_2$= 0,25 kW và số vòng quay có thể thay đổi từ $n_2$= 30÷3000 vg/ph, qua hai cặp bánh răng nghiêng $\frac{34}{100} \cdot \frac{60}{100}$, ly hợp ma sát $L_1$ đến trục vítme $t_x$= 5mm.

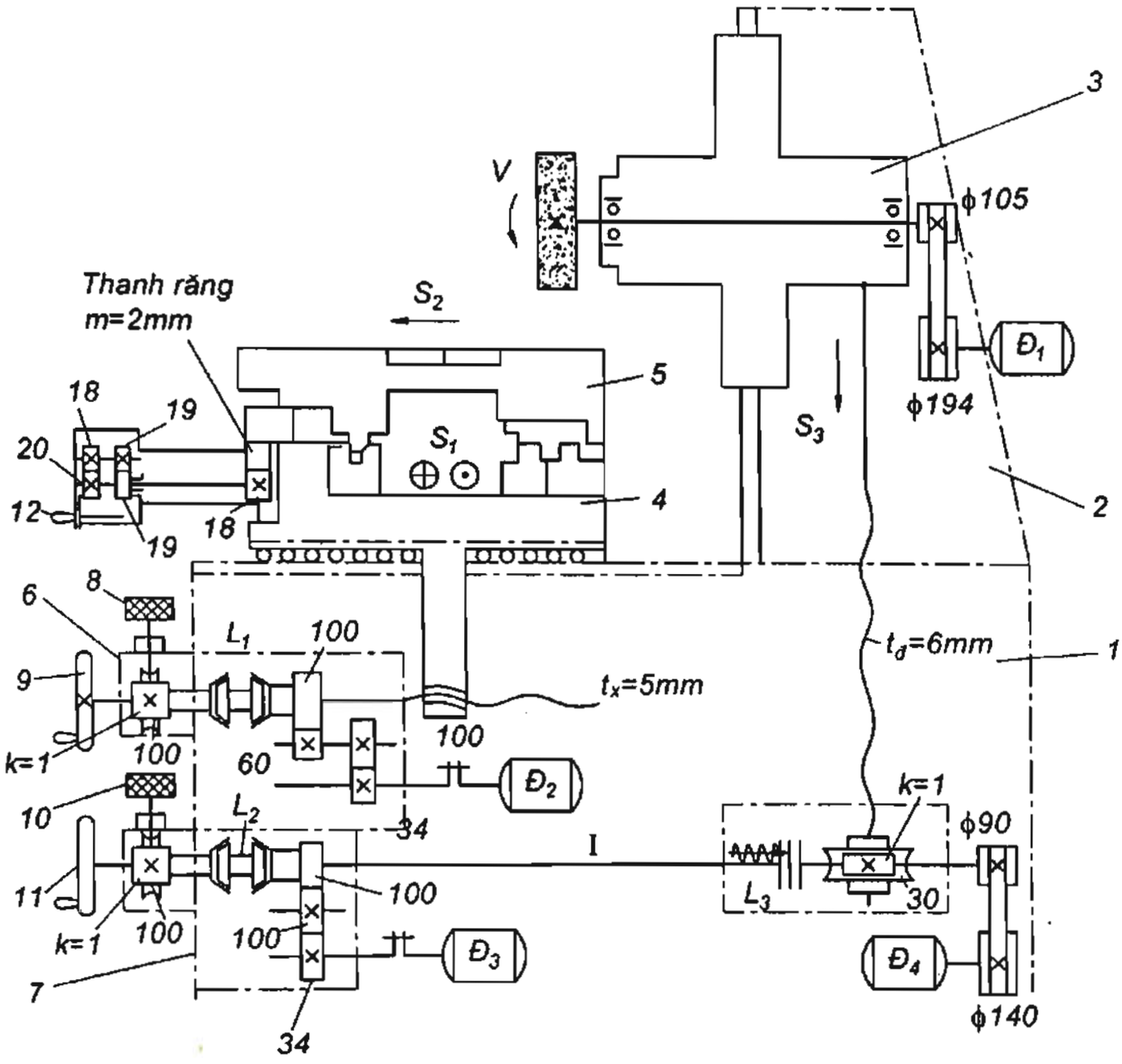
Phương trình xích chạy dao ngang:

$$n_{đc2} \cdot \frac{34}{100} \cdot \frac{60}{100} \cdot t_x = s_2 \text{ (mm/ph)} \qquad (6.11)$$

Khi đóng ly hợp $L_1$ vào bánh răng nghiêng Z= 100, lượng chạy dao ngang tự động liên tục

hoặc gián đoạn trên mỗi hành trình (hoặc hành trình kép) của bàn máy sẽ được thực hiện. Để có chuyển động chạy dao gián đoạn khi đảo chiều bàn máy, động cơ $Đ_2$ chờ tín hiệu đóng, ngắt của công tắc hành trình.

Lượng chạy dao ngang được thực hiện bằng tay khi ly hợp $L_1$ đóng sang trái. Nếu di động tinh, ta quay đĩa phân độ (8) qua trục vít – bánh vít $\frac{1}{100}$. Nếu di động thô, ta dùng tay quay (9). Lúc này, trục vít – bánh vít sẽ ra khớp.




***Hình 6.13*** – Sơ đồ động máy mài mặt phẳng 3E711B

### *3/ Xích chạy dao đứng*

Xích chạy dao đứng $s_3$ thực hiện lượng di động thẳng đứng của ụ đá mài (3) trong thời điểm đảo chiều của bàn máy (5). Xích này được bắt đầu từ động cơ bước $Đ_3$ có $n_3$= 88 vg/ph, qua ba bánh răng ăn khớp nhau Z= 34 – 100 – 100, đóng ly hợp $L_2$ sang phải để quay trục cacđăng (I), đóng ly hợp điện từ $L_3$, qua trục vít – bánh vít $\frac{1}{30}$ để quay trục vít me đứng có $t_d$= 6 mm.

Phương trình xích chạy dao đứng:

$$n_{dc3} \cdot \frac{34}{100} \cdot \frac{100}{100} \cdot L_2(\text{phải}).L_3(\text{điện từ}). \frac{1}{30} t_d = s_3 \text{ (mm/ph)} \qquad (6.12)$$

Lượng chạy dao đứng $s_3$ có thể điều chỉnh vô cấp trong giới hạn 0,001÷0,09 mm.

Lượng chạy dao $s_3$ cũng có thể thực hiện bằng tay với lượng tinh và thô bằng đĩa (10) và tay quay (11) giống như ở xích chạy dao ngang.

Để di động nhanh ụ đá mài khi điều chỉnh ta dùng động cơ điện $Đ_4$ có $N_4$= 0,4 kW và $n_4$= 1500 vg/ph, qua puli - đai truyền $\frac{\phi 140}{\phi 90}$. Lúc này ly hợp điện từ $L_3$ mở ra.

### *4/ Xích chạy dao dọc*

Xích chạy dao dọc $s_1$ là chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi có thể được thực hiện bằng tay hoặc bằng hệ thống thuỷ lực .

Lượng chạy dao dọc có thể thực hiện bằng tay với tay quay (12), trong đó có các bánh răng hành tinh Z= 18,19 quay quanh bánh răng trung tâm cố định Z= 19. Truyền động được đưa đến bánh răng trung tâm Z= 20 làm quay cơ cấu bánh răng – thanh răng Z x m = 18 x 2 mm để di động bàn máy.

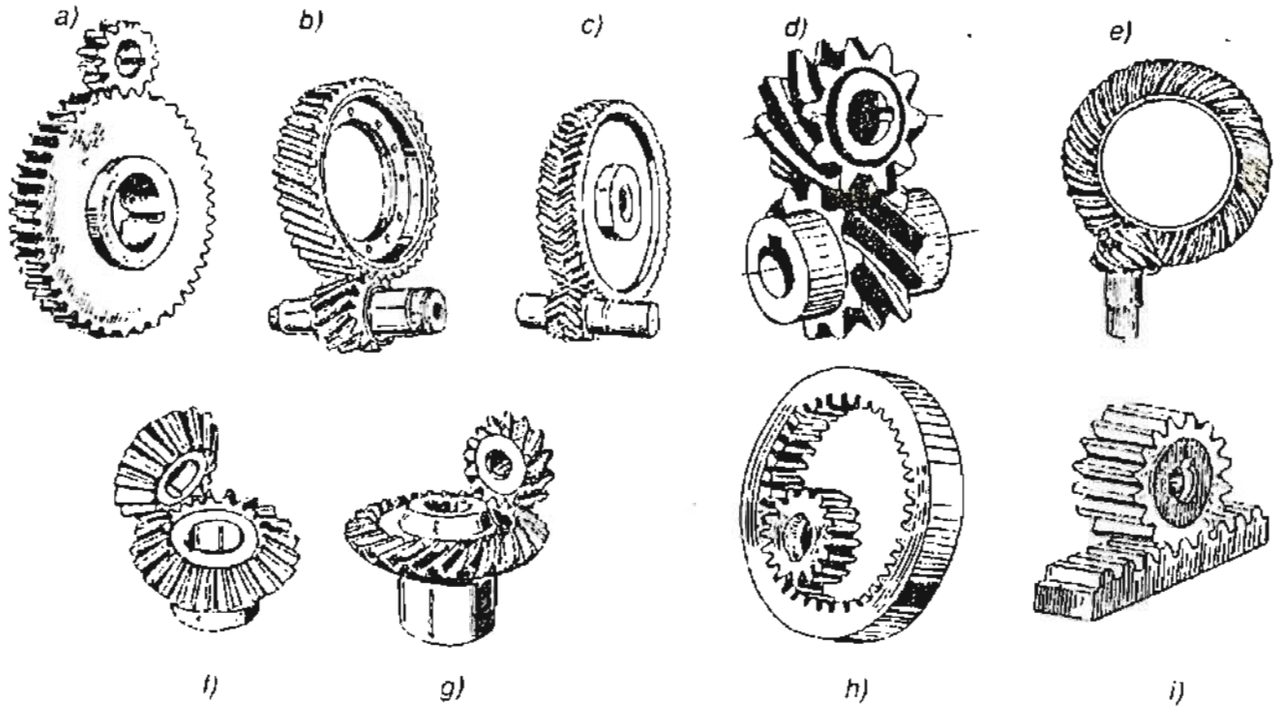
Lượng chạy dao dọc tự động có thể điều chỉnh vô cấp vận tốc đi về của bàn máy trong giới hạn từ 2÷35 m/ph được thực hiện bằng hệ thống thuỷ lực.

*CHƯƠNG 7*

# MÁY GIA CÔNG BÁNH RĂNG

Bánh răng là một trong những chi tiết truyền động quan trọng và phổ biến của ngành cơ khí, dạng răng được sử dụng nhiều nhất là dạng đường thân khai. Các thông số cơ bản của bánh răng là: m = 0,05 ÷ 100 mm (môđun), D = 0,5 ÷ 12000 mm (đường kính), Z = 6 ÷ 1000 (số răng).

Hình dáng chung của của bánh răng (hình 7.1A) có hai loại chính: bánh răng hình trụ có răng thẳng, răng xoắn, răng chữ V và bánh răng hình côn răng thẳng, răng xoắn, răng cong, v.v... Ngoài ra còn có các loại bánh vít.




***Hình 7.1A*** – Các dạng truyền động bánh răng

a) Bánh răng trụ răng thẳng; b) Bánh răng trụ răng nghiêng; c) Răng chữ V; d) Bánh răng trụ răng xoắn; f) Bánh răng côn răng thẳng; e,g) Bánh răng côn xoắn; h) Bánh răng ăn khớp trong; i) Bánh răng - thanh răng

Để gia công chế tạo các loại bánh răng, có nhiều phương pháp gia công và nhiều loại máy khác nhau.

## 7.1 PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG BÁNH RĂNG VÀ PHÂN LOẠI MÁY GIA CÔNG BÁNH RĂNG.

### 7.1.1 Phương pháp gia công bánh răng.

Bánh răng bằng vật liệu kim loại thường được gia công bằng các phương pháp bào, phay, chuốt. Ngoài ra còn có thể gia công bằng các phương pháp ép, đúc, cán nguội hoặc cán nóng... Hiện nay, trong các nhà máy cơ khí đều dùng máy chuyên dùng để gia công bánh răng. Phương pháp gia công cho chất lượng của bề mặt răng cao là phương pháp cán răng.

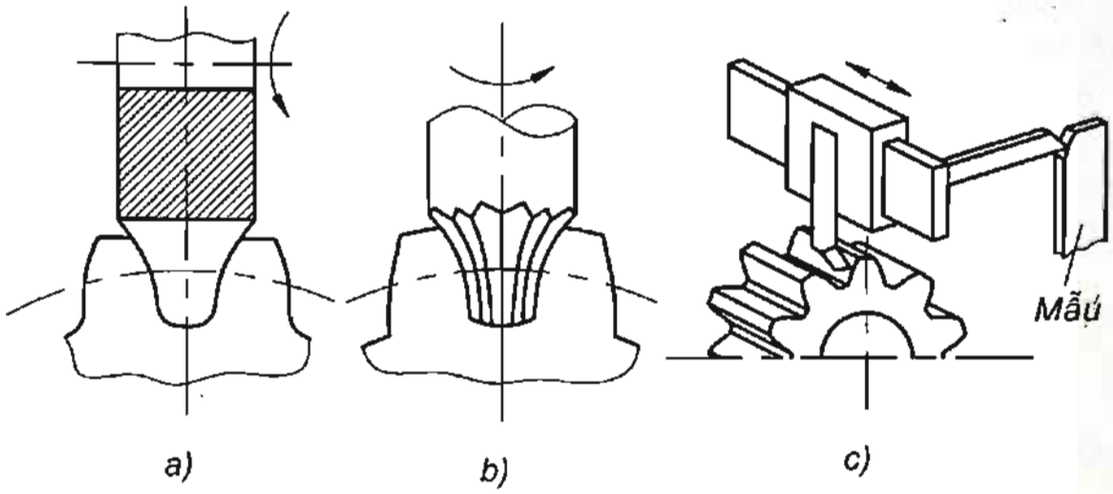
Về nguyên lý hình thành bề mặt răng, có hai phương pháp cơ bản để gia công bánh răng:

- Phương pháp chép hình (còn gọi là phương pháp định hình).
- Phương pháp bao hình (phương pháp lăn).

### *1/ Phương pháp chép hình*

Phương pháp chép hình là phương pháp tạo hình dáng bề mặt của răng bằng cách chép lại hình dáng răng của dao cắt, hoặc của bề mặt mẫu.

Ví dụ như khi phay răng bằng dao phay đĩa môđun (hình 7.1B), bằng dao phay ngón môđun (hình 7.1B) hoặc bào theo mẫu (hình 7.1B).




***Hình 7.1B*** – Sơ đồ gia công bánh răng bằng phương pháp chép hình

a-Dao phay đĩa môđun; b-Dao phay ngón môđun; c-Bào theo mẫu

Ưu điểm của phương pháp chép hình là không cần máy chuyên dùng, dao phay môđun dễ chế tạo.

Nhược điểm của phương pháp chép hình là :

Năng suất thấp vì mất thời gian phân độ, mất thời gian để dao trở về vị trí ban đầu, gia công từng răng một. Tuỳ theo số răng của bánh răng cần cắt, cần rất nhiều dao phay môđun vì mỗi môđun cần phải có ít nhất từ 8÷15 dao phay môđun khác nhau, .

Khi dùng dao phay đĩa tiêu chuẩn để cắt bánh răng xoắn thì hình dáng của răng bị sai lệch .

### *2/ Phương pháp bao hình*

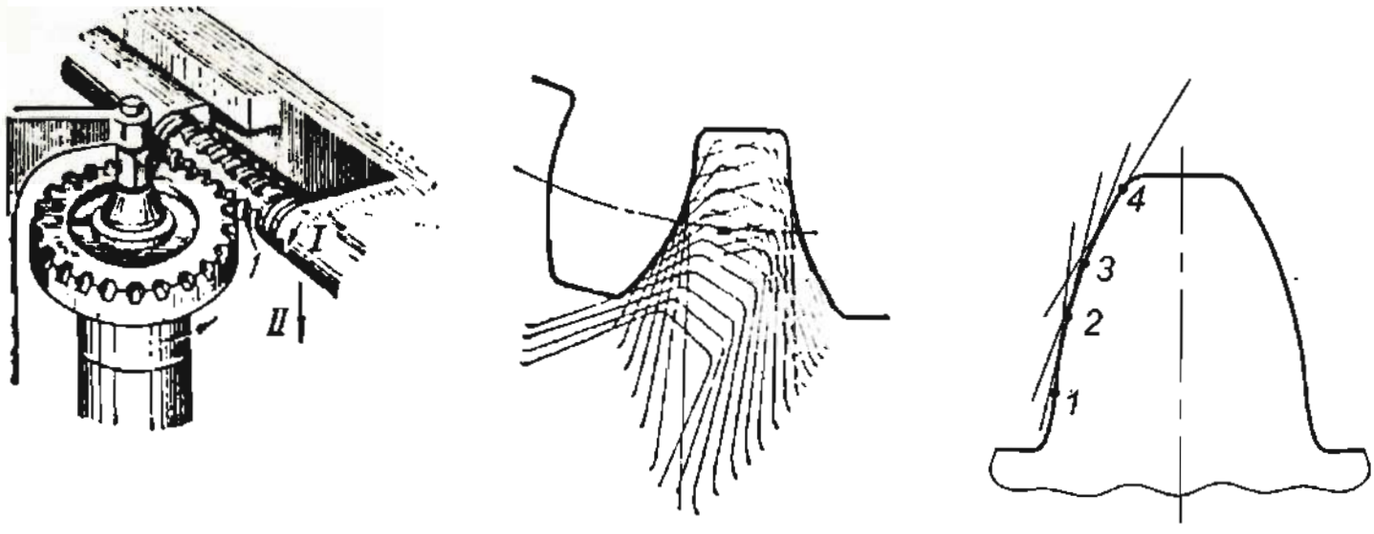
Phương pháp bao hình là phương pháp tạo nên hình dáng bề mặt của răng bằng cách lặp lại chuyển động tương đối của hai chi tiết ăn khớp nhau như chuyển động của hai bánh răng của thanh răng – bánh răng, chuyển động trục vít – bánh vít. Nếu một chi tiết có những lưỡi cắt, trong quá trình chuyển động tương đối, nó sẽ tạo nên hình dáng của răng ở chi tiết kia.

Nói cách khác là lưỡi dao khi chuyển động ăn khớp sẽ vẽ trong không gian hình dáng răng của một bánh răng hay một thanh răng nào đó gọi là *bánh răng sinh* hay *thanh răng sinh*. Kết quả của chuyển động ăn khớp nói trên là cắt được các răng ở trên phôi, hình dáng của răng là những vị trí bao hình kế tiếp nhau của lưỡi dao (hình 7.2 b).

*Tóm lại, phương pháp bao hình gia công bánh răng là nhắc lại sự ăn khớp truyền động theo kiểu các cặp bánh răng – bánh răng hay thanh răng – bánh răng mà trong đó một đóng vai trò của dao và một đóng vai trò của phôi một cách cưỡng bức.*

Hình 7.2 trình bày sơ đồ gia công bánh răng bằng phương pháp bao hình với dao phay trục vít.

Những vị trí kế tiếp liên tục nhau của lưỡi dao phay có dạng răng thẳng, tạo nên hình bao thân khai của răng ( hình 7.2 c). Các vị trí di động 1, 2, 3, 4 của lưỡi cắt, tương ứng với lớp kim loại được lấy đi từ chi tiết gia công để hình thành dạng răng.




a) b) c)

***Hình 7.2*** – Sơ đồ phương pháp gia công răng bao hình

Ưu điểm của phương pháp bao hình so với phương pháp chép hình là :

- Năng suất cao hơn, độ chính xác cao hơn.
- Mức độ tự động cao hơn.
- Một con dao có một môđun nhất định, có thể cắt được nhiều bánh răng cùng môđun với số răng bất kỳ.

### 7.1.2 Phân loại máy gia công bánh răng.

Máy gia công bánh răng hiện đại có thể được phân loại theo các nguyên tắc sau đây: theo công dụng, theo dạng gia công.

Phân loại theo công dụng: máy gia công bánh răng trụ có răng thẳng và răng xoắn, máy gia công bánh răng côn có răng thẳng và răng xoắn, máy gia công bánh vít, thanh răng.

Phân loại theo dạng gia công: máy phay răng, máy lăn răng, máy xọc răng, máy bào răng, máy chuốt răng, máy mài răng, v.v...

## 7.2 MÁY GIA CÔNG BÁNH RĂNG TRỤ

Tương ứng với hai phương pháp gia công bánh răng, máy gia công bánh răng cũng có hai loại chính: máy gia công răng chép hình và máy gia công răng bao hình.

### 7.2.1 Máy chép hình gia công bánh răng trụ

Máy gia công răng chép hình thường dùng dao phay đĩa hay dao phay ngón định hình. Dạng đường sinh của dao cắt này sẽ trùng với dạng profin của răng. Vì thế, kết cấu động học của máy đơn giản. Chuyển động của máy là những nhóm chuyển động tạo hình đơn giản để hình thành dạng răng trên chiều dài. Dạng răng do dao cắt hình thành, cho nên chuyển động chính tạo ra tốc độ cắt chính là chuyển động vòng của dao và phôi có chuyển động phân độ riêng.

Để hình thành dạng răng trên suốt chiều dài của răng, dao hoặc phôi phải thực hiện chuyển động chạy dao tịnh tiến. Máy làm việc theo nguyên lý này được gọi là *máy phay răng.*

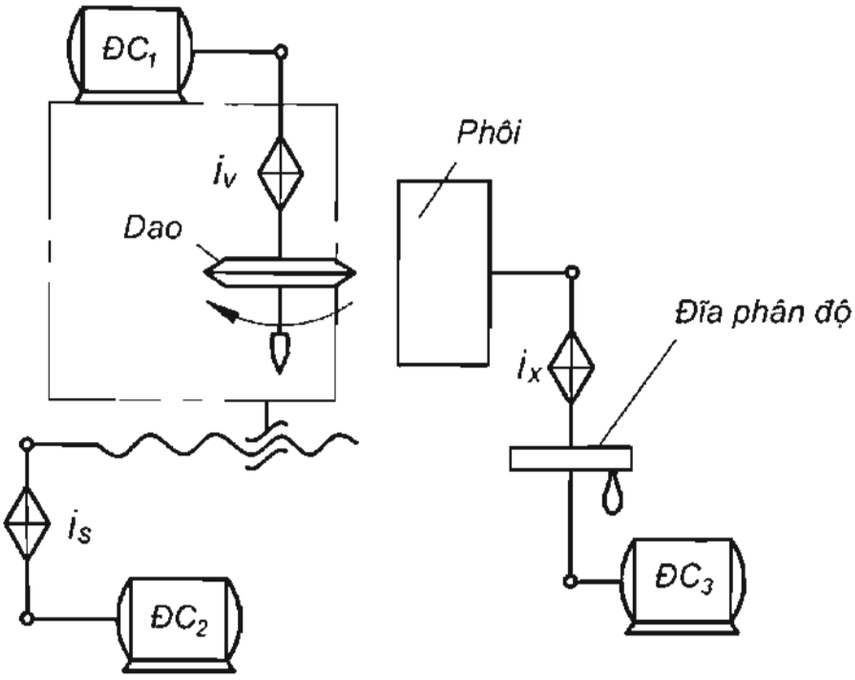
Sơ đồ kết cấu động học của máy phay răng được trình bày trên hình 7.3.

Máy phay răng có 3 nhóm chuyển động đơn giản:

Chuyển động chính quay tròn của dao để hình thành bề mặt răng được thực hiện qua chạc thay đổi tốc độ $i_v$.

Chuyển động tịnh tiến thẳng của bàn dao để hình thành bề mặt răng trên suốt chiều dài răng được thực hiện qua chạc thay đổi lượng tiến dao $i_s$.

Chuyển động phân độ để phân răng được thực hiện qua chạc thay đổi lượng phân độ $i_x$.




***Hình 7.3*** – Sơ đồ kết cấu động học máy phay răng

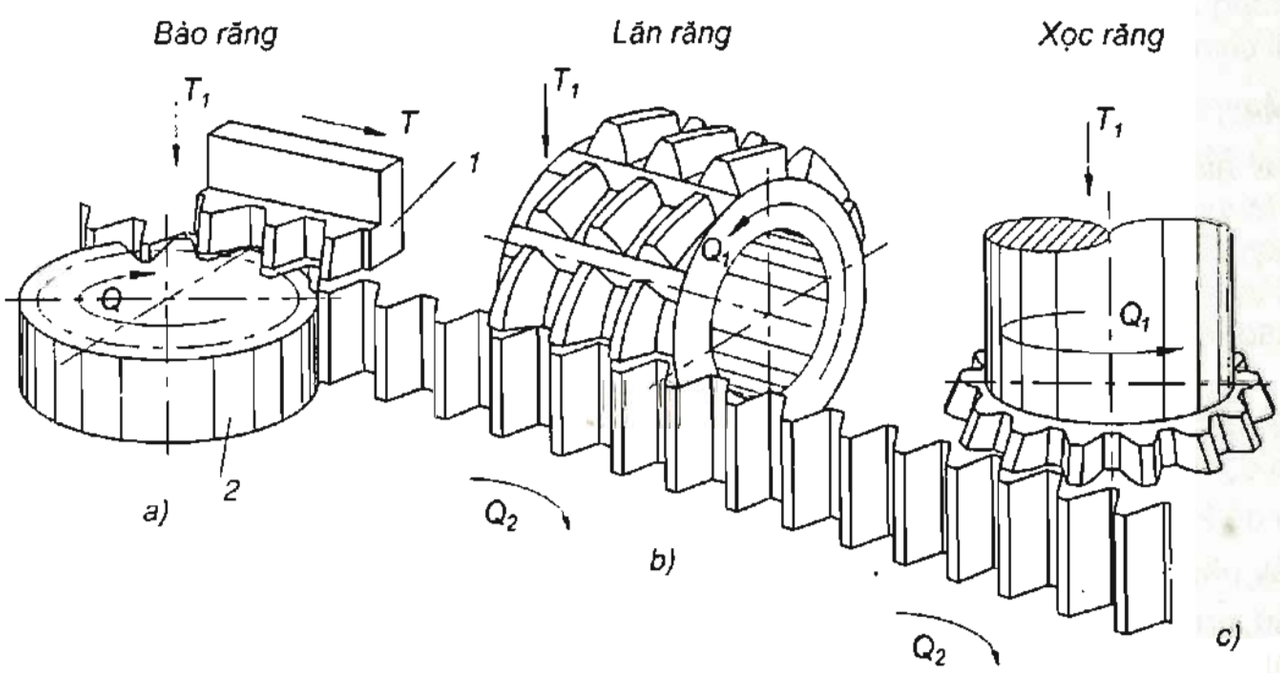
Ở đây động cơ điện 1 đặt trên ụ trục chính thực hiện chuyển động chính quay vòng V. Động cơ 2 thực hiện chuyển động chạy dao s để cắt suốt chiều dài của răng. Động cơ 3 sẽ thực hiện phân độ của phôi có chu kỳ.

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, phay răng bằng phương pháp chép hình với dao phay đĩa môđun được dùng rộng rãi để gia công thô bánh răng. Máy thường được thiết kế để gia công theo chu kỳ nửa tự động, có thể gia công được bánh răng trụ và bánh răng côn răng thẳng. Kết cấu máy để gia công hai loại bánh răng này như nhau, chỉ khác nhau ở bộ phận gá đặt chi tiết.

### 7.2.2 Máy gia công bánh răng trụ theo phương pháp bao hình

***1/ Gia công bánh răng thẳng***:

Để hình thành dạng răng của bánh răng trụ bằng phương pháp bao hình, máy cần phải có các chuyển động tương đối giữa dao và phôi như hình 7.4.




***Hình 7.4*** – Nguyên lý làm việc của máy gia công răng bao hình

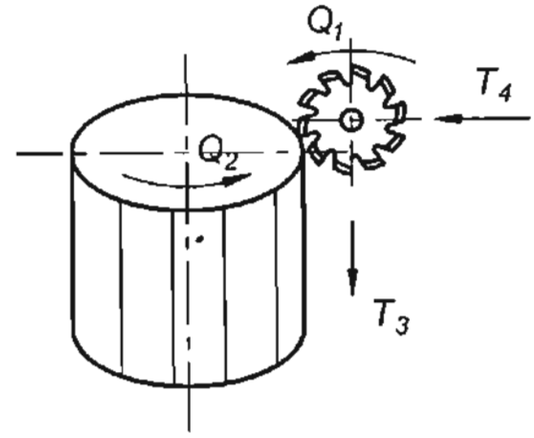
Nếu thanh răng (1) đóng vai trò của dao và bánh răng (2) đóng vai trò của phôi (hình 7.4a) thì máy cần phải truyền cho thanh răng (1) các chuyển động tương đối với phôi (2).

Dạng răng được hình thành chính là hình bao của các đường sinh của thanh răng.

Chuyển động hình thành dạng răng là chuyển động lăn phức tạp gọi là *chuyển động bao hình*. Nó gồm hai chuyển động thành phần: chuyển động vòng Q và chuyển động thẳng T của phôi, hoặc chuyển động vòng Q của phôi và chuyển động thẳng T của dao. Cả hai phương án này: phôi và dao thực hiện chuyển động thẳng T đều làm cho kết cấu máy phức tạp (chiều dài thanh răng phải đủ lớn, chuyển động T phải đổi chiều sau mỗi chu kỳ gia công). Vì vậy cần biến chuyển động thẳng T hữu hạn khứ hồi thành chuyển động vòng $Q_1$ của dao.

Đặt thanh răng trên bề mặt hình trụ sao cho đường sinh nằm trên đường xoắn thì thanh răng sẽ biến thành dao phay lăn trục vít (hình 7.4b) và chuyển động tạo hình sẽ gồm chuyển động vòng $Q_1$ của dao và $Q_2$ của phôi. Máy làm việc theo nguyên lý chuyển động này gọi là *máy lăn răng*.

Nếu đường kính chia răng lớn vô hạn của thanh răng được giới hạn thì thanh răng sẽ biến thành bánh răng. Khi đó chuyển động tạo hình sẽ gồm chuyển động vòng $Q_1$ của dao và $Q_2$ của phôi (hình 7.4c). Trường hợp này có thể dùng để cắt răng trong. Máy làm việc theo nguyên tắc này gọi là *máy xọc răng*.




***Hình 7.5*** - Sơ đồ chuyển động của dao lăn khi cắt răng thẳng

Cả ba trường hợp trên đều có chuyển động thẳng $T_3$ tịnh tiến khứ hồi theo chu kỳ để gia công toàn bộ chiều dài răng, và chuyển động chạy dao hướng kính $T_4$ để đạt được chiều cao h của răng (hình 7.5).

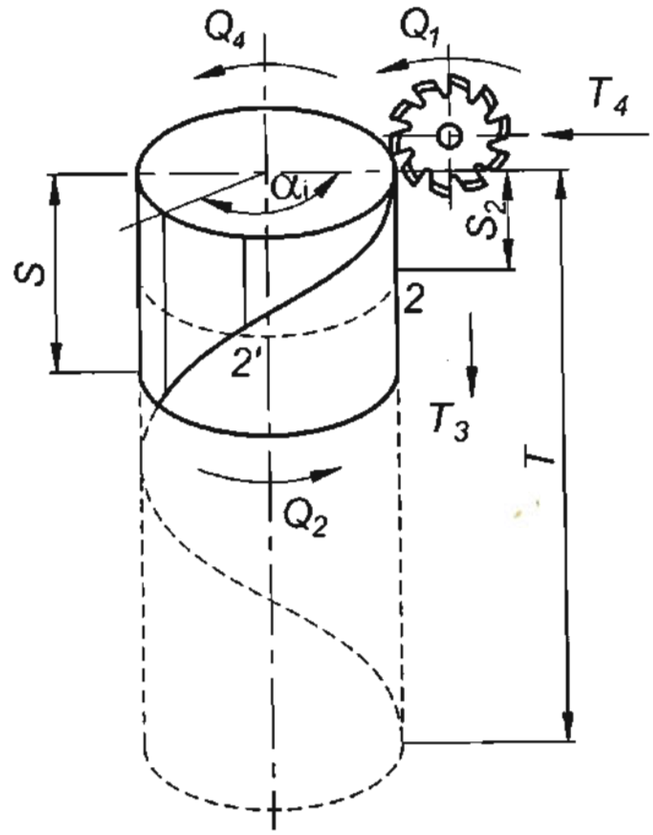
Các loại máy gia công theo phương pháp bao hình thường không có chuyển động phân độ riêng lẻ, nhưng chính chuyển động bao hình cũng là chuyển động phân độ liên tục.

***2/ Gia công bánh răng xoắn***:

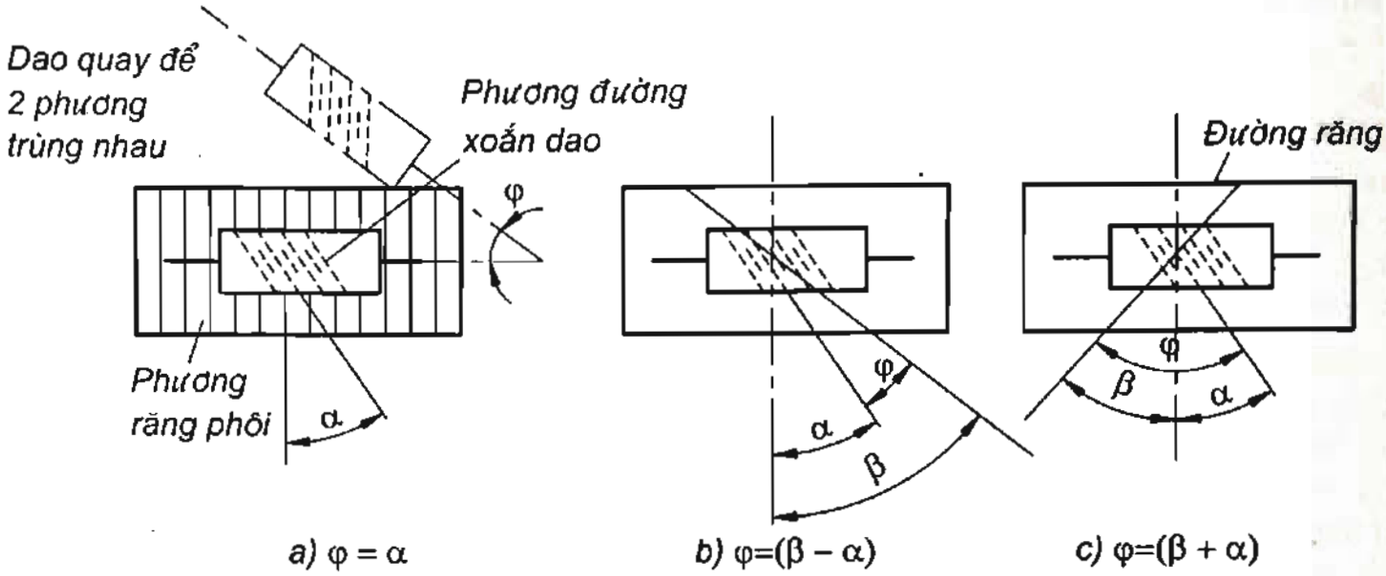
Khi gia công bánh răng xoắn, các chuyển động cắt và tạo hình giống như gia công bánh răng thẳng nhưng phải thêm xích chuyển động tạo ra góc nghiêng của răng (hình 7.6 ).

Để tạo ra đường nghiêng của răng ngoài chuyển động tịnh tiến cắt gọt hết chiều dài răng S ($T_3$) thì phôi phải quay thêm $Q_4$ một góc $\alpha_i$ sao cho dao tịnh tiến một đoạn T bằng bước xoắn của răng bánh răng thì phôi quay được một vòng. Chuyển động $Q_4$ được gọi là chuyển động vi sai.

Do dao phay lăn răng có góc xoắn $\alpha$ nên khi gia công bánh răng thẳng và bánh răng nghiêng phải quay điều chỉnh dao một góc $\varphi$. Hình 7.7 cho thấy giá trị $\varphi$ trong các trường hợp răng thẳng, răng nghiêng phải và trái.




***Hình 7.6*** - Sơ đồ chuyển động của dao lăn khi cắt răng nghiêng




***Hình 7.7*** - Góc quay của trục dao khi cắt răng thẳng và răng nghiêng

### *3/ Sơ đồ kết cấu động học máy lăn răng*

Căn cứ vào các chuyển động tạo hình và các chuyển động đảm bảo cắt hết chiều dài răng, sơ đồ kết cấu động học điển hình của máy phay lăn răng gia công bánh răng trụ được trình bày trên hình 7.8.

a. Xích tốc độ:

ĐC - iv - dao Q1.

b. Xích bao hình:

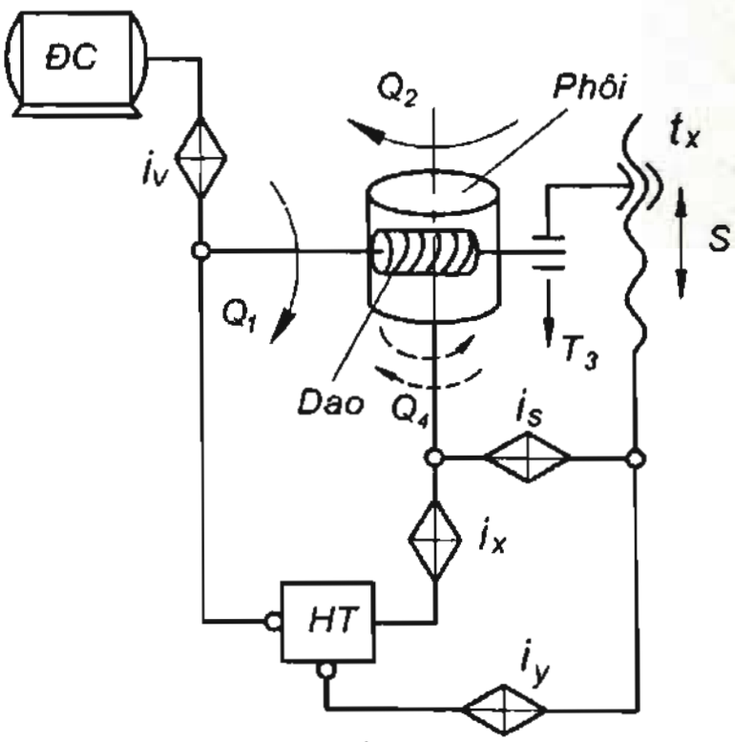
$\frac{1}{K}$ dao $Q_1$ - $i_{HT}$ - $i_x$ - Phôi $Q_2$

c. Xích chạy dao đứng:

1 vòng phôi - $i_3$ - $t_x$ ($T_3$)

d. Xích vi sai:

Vít me đứng $T_3$ - $i_y$ - $i_{Ht}$ - $i_x$ - Phôi $Q_4$




***Hình 7.8*** – Sơ đồ kết cấu động học máy phay lăn răng

Chuyển động chính của dao lăn được truyền động từ động cơ điện qua hộp tốc độ $i_v$ . Chuyển động bao hình là chuyển động vòng của dao lăn và chuyển động vòng của phôi có quan hệ với nhau, thông qua chạc điều chỉnh $i_x$ và cơ cấu hợp thành HT. Mối quan hệ giữa chuyển động tịnh tiến của dao lăn S và chuyển động vòng của phôi, thông qua chạc điều chỉnh $i_y$ và cơ cấu hợp thành HT( khi cắt răng nghiêng). Chuyển động tịnh tiến của bàn dao được truyền động từ phôi thông qua chạc điều chỉnh $i_s$ (để tính năng suất cắt của máy).

Dao lăn trục vít quay $\frac{1}{K}$ vòng (K là số đầu mối) thì bánh vít (phôi bánh răng) quay đi $\frac{1}{Z}$ vòng (Z là số răng của bánh răng cần gia công) gọi là chuyển động bao hình.

*Phương trình xích bao hình tổng quát như sau:*

$$\frac{1}{K}\text{vòng dao lăn}.i_{HT}.i_x.i_{cd1} = \frac{1}{Z}\text{vòng phôi} \Rightarrow i_x = k_1.\frac{K}{Z} \qquad (7.1)$$

Trong đó :

$i_{HT}$ - tỷ số truyền của cơ cấu hợp thành,

$i_x$ - tỷ số truyền của chạc điều chỉnh bao hình,

$i_{cd1}$ - tỷ số truyền cố định trong xích bao hình,

$k_1$ – hệ số đường truyền.

*Phương trình xích chạy dao thẳng đứng như sau:*

Một vòng quay của phôi dao lên xuống một bước S:

$$1\text{ vòng phôi}.i_{cd2}.i_S.t_x = S \qquad (7.2)$$

Trong đó :

$i_{cd2}$ - tỷ số truyền cố định trong xích chạy dao thẳng đứng,

$i_s$ - tỷ số truyền của chạc điều chỉnh chạy dao thẳng đứng,

$i_{cd2}$ - tỷ số truyền cố định trong xích chạy dao thẳng đứng.

*Phương trình xích vi sai cắt răng nghiêng như sau:*

Khi cắt răng nghiêng phôi phải nhận đồng thời cả hai chuyển động $Q_2$ và $Q_i$ thông qua cơ cấu hợp thành HT:

$$\frac{T}{t_x}\text{vòng vít me}.i_y.i_{HT}.i_x.i_{cd3} = \pm 1\text{vòng phôi} \Rightarrow i_y = \pm k_2.\frac{t_x}{T.i_x} = \pm k_2.\frac{t_x.Z}{T..k_1.K}$$

$$\text{do } T = \frac{\pi.m_n.Z}{\sin\beta} \text{ nên} \Rightarrow i_y = \pm k_2.\frac{t_x.\sin\beta}{\pi.m_n..k_1.K} \qquad (7.3)$$

Trong đó :

T - bước xoắn của răng bánh răng,

$t_x$ – bước xoắn của trục vít me,

$i_y$ - tỷ số truyền của chạc điều chỉnh xích vi sai cắt răng nghiêng,

$i_{HT}$ - tỷ số truyền của cơ cấu hợp thành vi sai cắt răng nghiêng,

$i_{cd3}$ - tỷ số truyền cố định trong xích vi sai cắt răng nghiêng.

$k_2$ – hệ số đường truyền vi sai cắt răng nghiêng.

$m_n$ – môđun của răng theo phương pháp tuyến.

$\beta$ - góc nghiêng của răng.

## 7.3 MÁY LĂN RĂNG 5M324A VÀ 5K310

### 7.3A. MÁY LĂN RĂNG 5M324A

#### 7.3A.1 Công dụng và tính năng kỹ thuật máy 5M324A

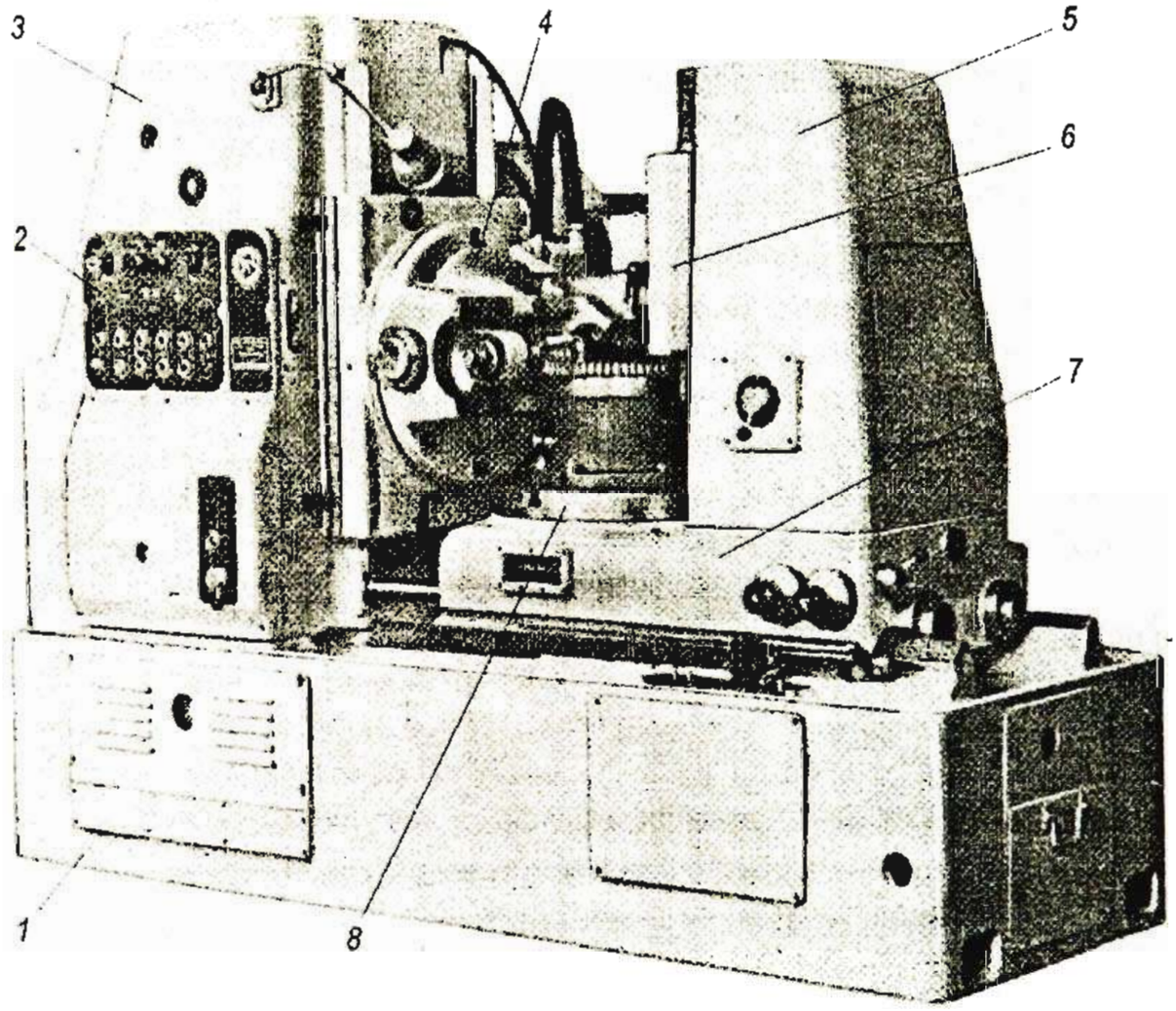
Máy 5M324A là máy lăn răng dùng để gia công bánh răng trụ răng thẳng, răng xoắn và bánh vít trong điều kiện sản xuất hàng loạt vừa. Máy có độ chính xác thông thường, gia công bánh răng có độ chính xác cấp 7÷8. Độ vạn năng và cứng vững của máy khá cao, đảm bảo

chu kỳ làm việc tự động với phương pháp chạy dao hướng kính, phay thuận và phay nghịch.

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy gồm :

- Môđun lớn nhất của bánh răng : 8 mm.
- Đường kính và chiều rộng lớn nhất của bánh răng : ϕ 500 x 350 mm.
- Số vòng quay của dao phay : n = 50 ÷ 315 vg/ph.
- Số cấp tốc độ trục chính : 9.
- Công suất động cơ chính : N = 7,5 kW.
- Số vòng quay động cơ: : n = 1500 vg/ph.
- Trọng lượng máy: : 6400 kG.

Hình dáng chung của máy 5M324A được thể hiện trên hình 7.9.




***Hình 7.9*** – Hình dáng chung của máy lăn răng nửa tự động 5M324A

Trên thân máy (1) lắp bàn trượt (7) mang bàn máy (8). Bàn trượt có thể di động trên sống trượt của thân máy theo chiều hướng kính; còn bàn máy có thể quay quanh trục thẳng đứng trên sống trượt vòng. Bên trái thân máy lắp trụ trước cố định (3). Trên sống trượt đứng của trụ được đặt bàn dao với đầu dao (4). Do bàn dao hình tròn nên dao phay cùng với bàn dao có thể điều chỉnh góc nghiêng φ. Bên phải thân máy lắp trụ sau (5), trên sống trượt đứng có giá đỡ (6) để gá lắp phần trên của trụ gá chi tiết gia công.

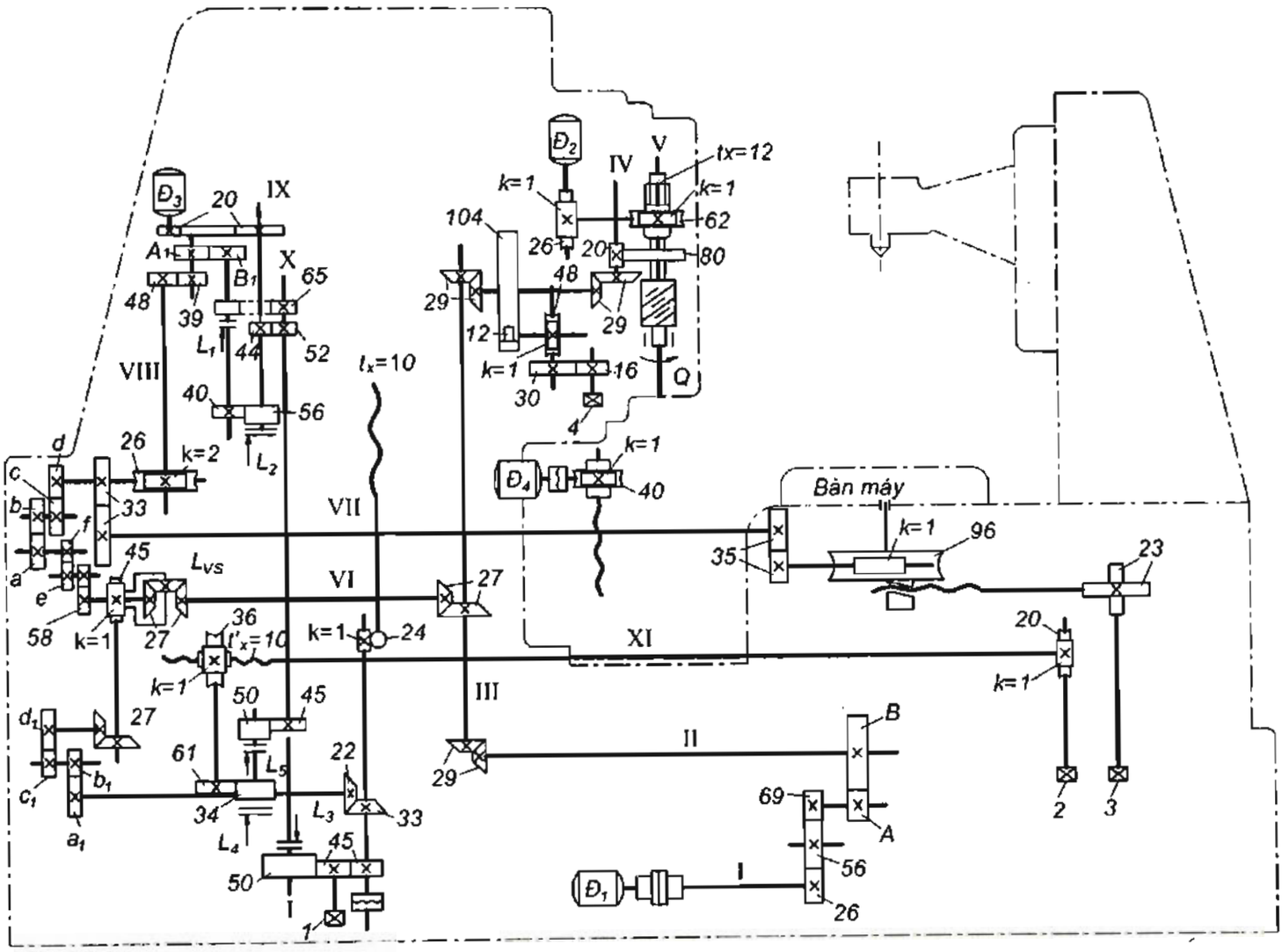
**7.3A.2 Sơ đồ động máy 5M324A .**

Sơ đồ động của máy 5M324A được trình bày trên hình7.10A.Các xích chuyển động chủ

yếu của máy bao gồm: xích tốc độ, xích chuyển động bao hình, xích chạy dao và xích vi sai.

***1/ Xích tốc độ máy 5M324A***

Xích tốc độ thực hiện chuyển động quay vòng của dao phay lăn, truyền động bắt đầu từ động cơ điện Đ$_1$ có công suất N$_1$= 7,5 kW và n$_1$= 1460 vg/ph, qua các bánh răng $\frac{26}{56}.\frac{56}{69}$, bánh răng thay thế $\frac{A}{B}$, ba cặp bánh côn $\frac{29}{29}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}$ để đến trục IV, qua cặp bánh răng trụ $\frac{20}{80}$ đến trục chính V quay mang dao phay lăn.




*Hình 7.10A* – Sơ đồ động máy lăn răng nửa tự động 5M324A

Phương trình xích tốc độ được trình bày như sau:

$$n_{dc}(1460v/ph).\frac{26}{56}.\frac{56}{69}.\frac{A}{B}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}.\frac{20}{80} = n_{TC} \qquad (7.4)$$

Từ đây rút ra công thức điều chỉnh xích tốc độ $i_v = \frac{A}{B} = k_1.n_{TC}$.

Trong đó: A, B là các bánh răng thay thế.

### 2/ Xích chuyển động bao hình

Xích bao hình dùng để tạo thành dạng thân khai của răng. Nếu dao lăn trục vít có số đầu mối là K và bánh răng cần gia công có số răng là Z thì khi dao phay quay 1 vòng, bàn máy mang phôi quay $\frac{K}{Z}$. Do đó xích bao hình nối liền chuyển động vòng của dao và chuyển động vòng của phôi (*sơ đồ kết cấu động học hình 7.8*).

Xích bắt đầu từ trục chính V mang dao, qua cặp bánh răng trụ và ba cặp bánh răng côn để đến trục VI, qua bộ vi sai có tỷ số truyền $i_{vs}$, cặp bánh răng trụ $\frac{58}{58}.\frac{e}{f}$ và bộ bánh răng thay thế $\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$, qua cặp bánh răng $\frac{33}{33}$, đến trục VII, qua cặp bánh răng trụ $\frac{35}{35}$, trục vít – bánh vít $\frac{1}{96}$ quay bàn máy mang phôi.

Phương trình truyền động của xích bao hình là:

$$1\text{vg phôi}.\frac{80}{20}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}.\frac{27}{27}.i_{HT}.\frac{58}{58}.\frac{e}{f}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.\frac{33}{33}.\frac{35}{35}.\frac{1}{96} = \frac{K}{Z}$$

Khi cắt răng thẳng, không cần chuyển động vi sai nên $i_{HT}$= 1. Từ phương trình trên rút ra công thức điều chỉnh xích phân độ :

$$i_x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{24K}{Z.\frac{e}{f}} \qquad (7.5)$$

Trong đó: a, b, c, d là các bánh răng thay thế.

Cặp bánh răng $\frac{e}{f}$ mở rộng phạm vi điều chỉnh trong chạc bánh răng thay thế:

- Nếu bánh răng cần cắt có $Z \leq 161$ thì dùng $\frac{e}{f} = 1 = \frac{54}{54}$.

- Nếu $Z > 161$ thì dùng $\frac{e}{f} = \frac{1}{2} = \frac{36}{72}$.

### 3/ Xích chuyển động chạy dao

*a. Chạy dao đứng*:

Lượng chạy dao đứng được biểu thị bằng $s_1$(mm/vg), là lượng di động thẳng đứng của bàn dao khi bàn máy mang phôi quay 1 vòng. Vì thế xích bắt đầu từ bánh vít – trục vít $\frac{96}{1}$, qua cặp bánh răng $\frac{35}{35}$, trục VII, cặp bánh răng $\frac{33}{33}$, trục vít – bánh vít $\frac{2}{26}$, trục VIII, cặp bánh răng $\frac{48}{48}$, cặp bánh răng thay thế $\frac{A_1}{B_1}$, đóng ly hợp điện từ $L_1$, truyền động qua cặp bánh trụ $\frac{39}{65}$ đến trục X; đóng ly hợp $L_3$ ($L_5$ mở), truyền động qua các bánh răng $\frac{50}{45}.\frac{45}{45}$ và trục vít – bánh vít $\frac{1}{24}$ quay trục vít me đứng có $t_x$= 10mm.

Phương trình xích truyền động là :

$$1_{vgphôi}.\frac{96}{1}.\frac{35}{35}.\frac{33}{33}.\frac{2}{26}.\frac{48}{48}.\frac{A_1}{B_1}.\frac{39}{65}.\frac{50}{45}.\frac{45}{45}.\frac{1}{24}.10 = s_1$$

Từ đây rút ra công thức điều chỉnh :

$$i_s = \frac{A_1}{B_1} = \frac{39}{80}.s_1 \qquad (7.6)$$

Trong đó: $A_1$, $B_1$ là bánh răng thay thế.

Để đảo chiều chạy của dao đứng, ly hợp $L_1$ mở, $L_2$ đóng. Truyền động từ chạc điều chỉnh $\frac{A_1}{B_1}$ qua hai cặp bánh răng trụ $\frac{40}{56}.\frac{44}{52}$ để đến trục X.

*b. Chạy dao hướng kính*:

Xích chạy dao hướng kính dùng để cắt bánh vít bằng phương pháp hướng kính và được biểu thị bằng lượng di động hướng kính của bàn máy $s_2$(mm/vg) khi bàn máy mang phôi quay 1 vòng.

Xích chạy dao đứng hướng kính cũng bắt đầu từ bàn máy mang phôi cho đến trục X giống như xích chạy dao đứng, sau đó truyền động qua cặp bánh răng trụ $\frac{45}{50}$, đóng hai ly hợp điện từ $L_5$ và $L_4$ ($L_3$ mở), qua cặp bánh răng trụ $\frac{34}{61}$, đến trục vít – bánh vít $\frac{1}{36}$ làm quay trục vít me XI có $t_x$= 10 mm để di động bàn máy theo hướng kính.

Phương trình xích truyền động là :

$$1_{vgphôi}.\frac{96}{1}.\frac{35}{35}.\frac{33}{33}.\frac{2}{26}.\frac{48}{48}.\frac{A_1}{B_1}.\frac{39}{65}.\frac{45}{50}.\frac{34}{61}.\frac{1}{36}.10 = s_2$$

Từ đây có :

$$i_1 = \frac{A_1}{B_1} = C_2 s_2 \qquad (7.7)$$

Ở đây : $C_2$ – hằng của xích hướng kính.

*c. Chạy dao chiều trục*:

Chạy dao theo chiều trục dao phay lăn dùng để cắt bánh vít bằng phương pháp tiếp tuyến. Lượng chạy dao chiều trục được biểu thị bằng $s_3$(mm/1vg phôi) khi phôi quay một vòng. Muốn thực hiện lượng chạy dao này cần phải có bàn dao đặc biệt để đảm bảo dao phay lăn di động liên tục.

Máy 5M324A không có bàn dao đặc biệt này. Di động dọc trục theo chu kỳ của dao phay lăn được thực hiện từ động cơ riêng $Đ_2$ có $N_2$= 0,4 kW và $n_2$= 1440 vg/ph qua hai cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{1}{26}.\frac{1}{62}$ để quay trục ống mang dao có $t_x$= 12 mm.

### *4/ Xích chuyển động chạy dao nhanh*

*a. Chạy dao nhanh đứng*:

Xích này được dẫn động từ động cơ $Đ_3$ có công suất $N_3$= 3 kW và $n_3$= 1440 vg/ph, qua

hai cặp bánh răng trụ $\frac{20}{20}.\frac{44}{52}$ đến trục X, đóng ly hợp $L_3$, qua các cặp bánh răng trụ $.\frac{50}{45}.\frac{45}{45}$, trục vít – bánh vít $\frac{1}{24}$ quay trục vít me đứng có $t_x$= 10 mm.

*b. Chạy dao nhanh hướng kính:*

Xích này cũng được truyền động từ động cơ $Đ_3$ đến trục X như ở xích chạy dao **nhanh** đứng. Sau đó truyền động đi theo xích $\frac{45}{50}$ - $L_5$ – $L_4$ - $\frac{34}{61}$ - $\frac{1}{36}$ quay trục vít me XI.

***5/ Xích chuyển động vi sai***

Khi gia công bánh răng trụ răng xoắn cần có chuyển động vi sai để bổ sung chuyển động phụ thêm cho phôi. Xích vi sai đảm bảo mối quan hệ giữa phôi và dao lăn trên cơ sở công thức (7.3) để thực hiện lượng di động phụ thêm $\pm\frac{Z}{k}.\frac{s_1}{T}$.

Xích bắt đầu từ bàn máy mang phôi, qua bánh vít – trục vít $\frac{96}{1}$, cặp bánh răng trụ $\frac{35}{35}$, trục VII, cặp bánh răng trụ $\frac{33}{33}$, trục vít – bánh vít $\frac{2}{26}$, các cặp bánh răng $\frac{48}{48}.\frac{A_1}{B_1}$ - $L_1$ - $\frac{39}{65}$ - trục X – $L_3$ - $\frac{50}{45}.\frac{45}{45}$ - cặp bánh côn $\frac{33}{22}$ - bộ bánh răng thay thế $\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$ - cặp bánh răng côn $\frac{27}{27}$ - trục vít – bánh vít $\frac{1}{45}$ - bộ vi sai có tỷ số truyền $i_{vs}$ – trục VI – các cặp bánh răng côn $\frac{27}{27}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}$ đến cặp bánh răng trụ $\frac{20}{80}$ quay trục chính mang dao lăn.

Phương trình truyền động của xích vi sai là :

$$1vgphôi.\frac{96}{1}.\frac{35}{35}.\frac{33}{33}.\frac{2}{26}.\frac{48}{48}.\frac{A_1}{B_1}.\frac{39}{65}.\frac{50}{45}.\frac{45}{45}.\frac{33}{22}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{27}{27}.\frac{1}{45}.i_{vs}.\frac{27}{27}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}.\frac{20}{80} = \pm\frac{Z}{k}.\frac{s_1}{T}.$$

Khi dùng xích vi sai, vỏ hộp cơ cấu hợp thành quay nên $i_{vs}$ = 2. Xích chạy dao đứng có $\frac{A_1}{B_1} = \frac{39}{80}s_1$ theo công thức (7.7). Thay hai trị số này vào phương trình trên ta có công thức điều chỉnh chạc vi sai :

$$I_y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \pm\frac{25Z}{K.T} \qquad (7.8)$$

Khi cắt răng xoắn, thường không biết bước xoắn T mà cho góc nghiêng β của răng. Có thể viết mối quan hệ giữa góc β với mô đun mặt đầu $m_s$ và môđun pháp tuyến $m_n$ như sau :

$$\cos\beta = \frac{t}{t_s} = \frac{\pi.m_n}{\pi.m_s} \rightarrow m_s = \frac{m_n}{\cos\beta}$$

$$T = \pi d.\text{cotg}\beta = Z\pi m_s.\text{cotg}\beta \qquad (7.9)$$

Thay trị số $m_s$ vào công thức (7.9) ta có:

$$T = \frac{z.\pi.m_n.\cot g\beta}{\cos\beta} = \frac{z.\pi.m_n}{\sin\beta}$$

Thay trị số T vào công thức (7-5) và rút gọn :

$$i_y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \pm\frac{7{,}95775\sin\beta}{m.K} \qquad (7.10)$$

Dùng dấu " - " khi hướng xoắn của dao và phôi cùng chiều.

Dùng dấu " + " khi hướng xoắn của dao và phôi ngược chiều.

Từ công thức điều chỉnh (7.8) cho thấy: tỷ số truyền của chạc điều chỉnh vi sai không phụ thuộc vào lượng chạy dao đứng $s_1$. Ngoài ra, khi cắt răng thẳng ($\beta$= 0), trị số $i_y$= 0, nghĩa là không cần xích vi sai.

Dùng xích vi sai để cắt răng xoắn có nhược điểm là xích truyền động dài, độ chính xác gia công bị giảm.

Có thể cắt răng xoắn không dùng xích vi sai. Trong trường hợp này chuyển động tạo hình và chuyển động vi sai được thực hiện trên xích phân độ. Điều chỉnh cắt răng xoắn theo phương pháp này gọi là *điều chỉnh không vi sai*. Phương trình truyền động của xích này như sau:

$$1\text{vgphôi}.\frac{96}{1}.\frac{35}{35}.\frac{33}{33}.\frac{d}{c}.\frac{b}{a}.\frac{f}{e}.\frac{58}{58}.i_{vs}.\frac{27}{27}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}.\frac{20}{80} = \mp\frac{z}{k}.\frac{s_1}{T}$$

Trong trường hợp này $i_{vs}$= 1 và chọn lấy $\frac{e}{f}$= 1 thì :

$$i_x' = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{24k}{z}.\frac{T}{T\mp s_1} \qquad (7.11)$$

Để có thể tính các bánh răng thay thế của xích này, cần phải thay trị số chính xác của lượng chạy dao đứng $s_1$ được tính từ công thức (7.3).

Công thức (7.11) khá phức tạp nên việc chọn các bánh răng thay thế từ công thức này không phải dễ dàng và không phải lúc nào cũng thực hiện được. Do đó loại điều chỉnh này chỉ dùng ở những máy lăn răng không có xích vi sai hoặc xích vi sai bị hỏng.

***6/ Xích di động bằng tay***

Để thực hiện chuyển động đứng bằng tay, dùng tay quay quay trục (1). Chuyển động hướng kính quay trục (2). Điều chỉnh bàn máy - quay trục (3). Điều chỉnh bàn máy để xoay bàn dao đi một góc - quay trục (4) qua các tỷ số truyền $\frac{16}{30}.\frac{1}{48}.\frac{12}{104}$.

## 7.3B MÁY LĂN RĂNG 5K310

### 7.3B.1 Công dụng và tính năng kỹ thuật máy 5K310

Cũng như máy 5M324A, máy 5K310 là máy lăn răng có thể gia công bánh răng trụ răng thẳng, răng xoắn và bánh vít trong điều kiện sản xuất hàng loạt vừa, gia công bánh răng cỡ nhỏ có độ chính xác cấp 7÷8. Máy có kỳ làm việc tự động với phương pháp chạy dao hướng kính, phay thuận và phay nghịch.

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy gồm :

- Môđun lớn nhất của bánh răng : 4 mm
- Đường kính lớn nhất của bánh răng : ϕ200mm
- Số vòng quay của dao phay : n = 63 ÷ 400 vg/ph
- Số cấp tốc độ trục chính : 9
- Lượng chạy dao đứng : S = 0,63 ÷ 4 mm/vòng
- Công suất động cơ chính : N = 2,8 kW; n= 1450 vg/ph

**7.3B.2 Sơ đồ động máy 5K310.**

Sơ đồ động của máy 5K310 được trình bày trên hình 7.10B Các xích chuyển động chủ yếu của máy bao gồm: xích tốc độ, xích chuyển động bao hình, xích chạy dao và xích vi sai.

***1/ Xích tốc độ máy 5K310***

Xích tốc độ bắt đầu từ động cơ điện → I → II → III → IV → V → VI → VII → trục dao.

Trục I, II, III làm thành hộp tốc độ cho 9 tốc độ quay trục dao: $n_1 \div n_9$= 63÷400vg/ph. Tốc độ quay được lựa chọn theo vị trí của hai tay gạt A – Б trên máy.

***2/ Xích chạy dao đứng***

Xích chạy dao đứng xuất phát từ bàn máy mang phôi → X → XXVII → XXVIII → XXIX → XXX → XXXI → XIII → trục vít – bánh vít → vít me đứng tx= 2π.

Các trục XXVII → XXXI tạo thành hộp chạy dao cho 9 tốc độ chạy dao: $S_1 \div S_9$ = 0,63÷4 mm/vòng phôi. Chọn tốc độ chạy dao theo vị trí của hai tay gạt A – Б trên máy.

***3/ Xích bao hình***

Xích này bắt đầu từ trục dao VII → VI → V → IV → VII → cơ cấu hành tinh . $\frac{e}{f}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ → bàn máy.

Phương trình xích động:

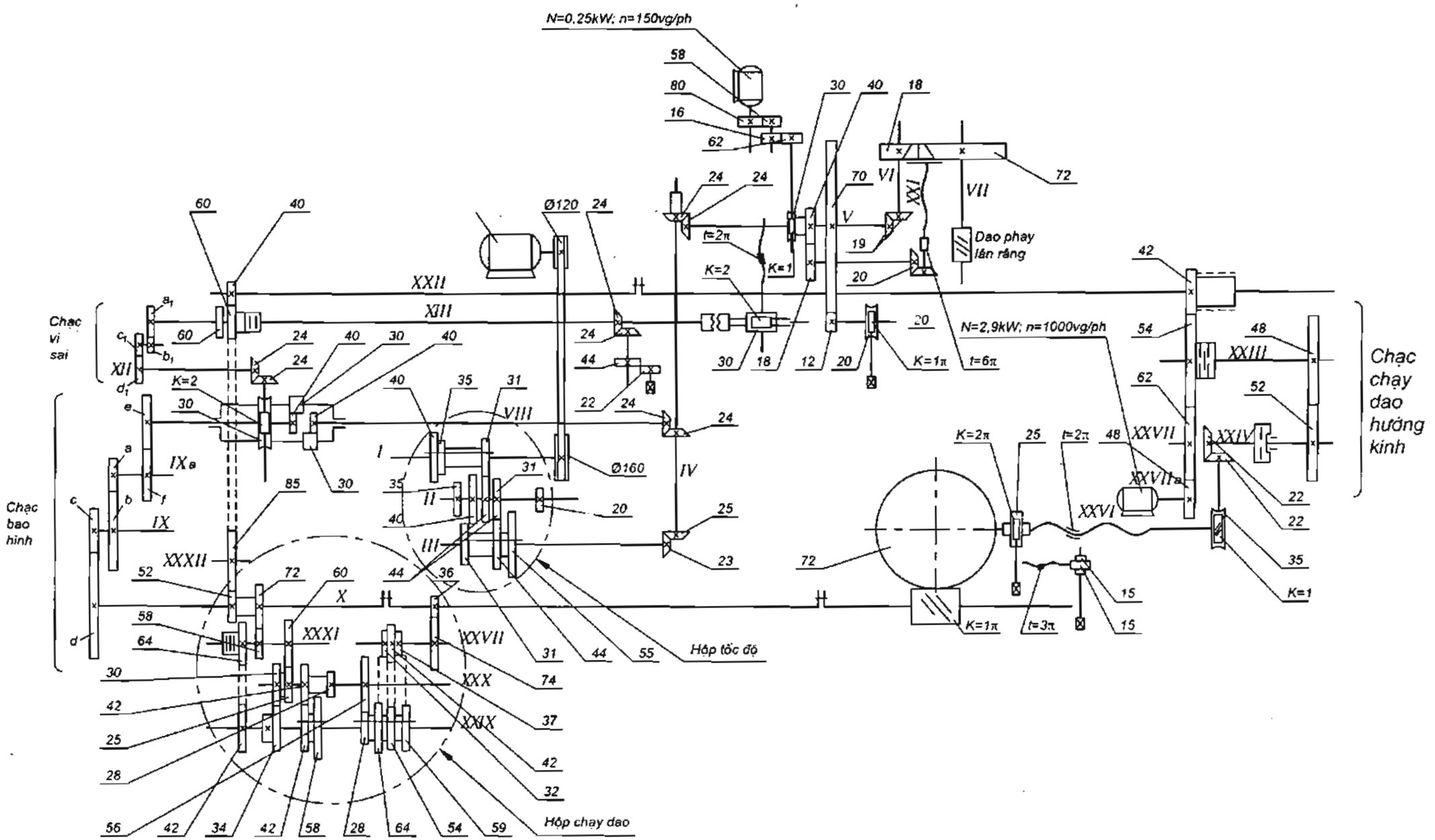
$$1 \text{ vòng phôi}.\frac{72}{18}(VI).\frac{19}{19}(V).\frac{24}{24}(IV).i_{vs}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}(X).\frac{1}{72} = \frac{K}{Z}$$

Công thức điều chỉnh:

- Nếu bánh răng cần cắt có Z ≤ 105: $\frac{e}{f} = 1 \rightarrow \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = 18\frac{K}{Z}$
- Nếu Z < 105: $\frac{e}{f} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = 36\frac{K}{Z}$

***4/ Xích vi sai***

Xích này bắt đầu từ vít me đứng (XIII) → $\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$ → cơ cấu vi sai $\frac{e}{f}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ (X) → bàn máy mang phôi.




***Hình 7.10B*** – Sơ đồ động máy lăn răng nửa tự động 5K310

Phương trình truyền động của xích vi sai:

$$\frac{T}{t_x}.\frac{30}{2}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{24}{24}.\frac{2}{30}.i_{VS}.\frac{e}{f}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.\frac{1}{72} = \pm 1$$

Thay $T = \frac{\pi m_n Z}{Sin\beta}$ ; $t_x = 2\pi$ và $i_{VS} = 2$ ta có:

$$\frac{\pi m_n Z}{2\pi}.\frac{30}{2}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{24}{24}.\frac{2}{30}.2.18\frac{K}{Z}.\frac{1}{72} = \pm 1$$

Công thức điều chỉnh chạc vi sai :

$$\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \pm 4\frac{Sin\beta}{m_n K} \qquad (7.8)$$

Dùng dấu trừ " – " khi hướng xoắn của dao và phôi cùng chiều, lắp bộ bánh răng vi sai $\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$.

Dùng dấu cộng " + " khi hướng xoắn của dao và phôi ngược chiều, lắp thêm một bánh răng trung gian.

***5/ Xích chạy dao hướng kính***

Xích chạy dao hướng kính dùng để cắt bánh vít bằng phương pháp hướng kính.

Xích chạy dao hướng kính cũng bắt đầu từ bàn máy mang phôi → qua hộp chạy dao → XIII → XXII → XXIII → XXIV → XV → XXVI (trục vít me hướng kính). Chọn tốc độ chạy dao bằng hai tay gạt A – Б trên máy.

***6/ Xích chạy dao nhanh***

Xích chạy dao nhanh bắt đầu từ động cơ N= 2,9 kW tới các vít me đứng và hướng kính để thực hiện chạy dao nhanh đứng hoặc hướng kính.

***7/ Xích dịch dao***

Từ động cơ 0,25 kW → vít me hướng trục → dịch dao theo chiều trục để chuyển vị trí các răng dao khi dao cùn.

***8/ Góc quay trục dao***

Góc quay trục dao $\varphi = \beta \pm \alpha$: Lấy dấu trừ "–" khi hướng xoắn của dao và phôi cùng chiều.

Lấy dấu cộng "+" khi hướng xoắn của dao và phôi ngược chiều.

## 7.4 MÁY XỌC RĂNG

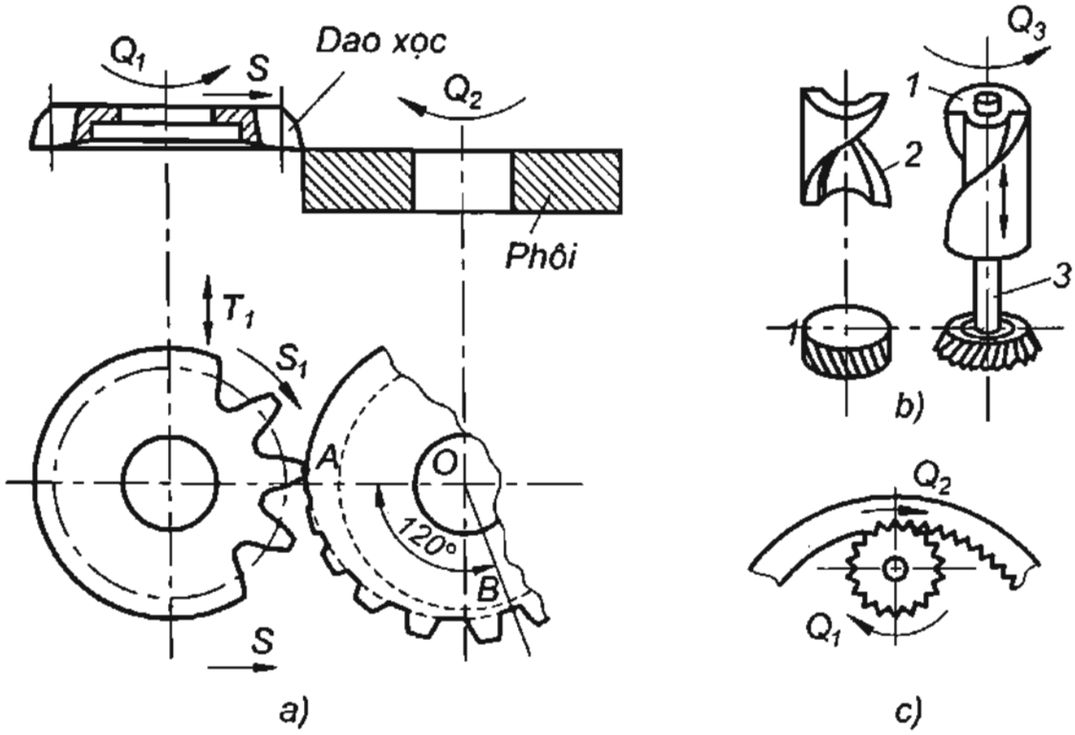
Máy xọc răng là máy gia công bánh răng theo phương pháp bao hình, dạng răng được hình thành bằng cách nhắc lại chuyển động ăn khớp của cặp bánh răng trụ. Một bánh răng có lưỡi cắt đóng vai trò dao xọc. Bánh răng kia đóng vai trò phôi. Trong quá trình thực hiện chuyển động ăn khớp với nhau, dao xọc sẽ tạo nên dạng răng trên bề mặt của phôi.

Phương pháp gia công bánh răng bằng dao xọc còn gọi là phương pháp Fellow, và máy gia công bánh răng bằng phương pháp Fellow gọi là máy xọc răng. Máy xọc răng có thể cắt được răng thẳng, răng xoắn ngoài và trong của bánh răng trụ. Ngoài ra nó còn có thể cắt những bánh răng đặc biệt.

### 7.4.1 Phương pháp gia công trên máy xọc răng

***1/ Cắt bánh răng trụ răng thẳng***

Vị trí tương đối và các chuyển động tạo hình cần thiết để thực hiện việc cắt bánh răng trụ răng thẳng, răng trong được trình bày trên hình 7.11a và 7.11c.




***Hình 7.11*** – Sơ đồ gia công bánh răng trụ

Các chuyển động tạo hình thực hiện việc cắt bánh răng trụ răng thẳng, răng trong bao gồm:

Dao xọc thực hiện cắt gọt tịnh tiến khứ hồi $T_1$ (xuống là công tác, lên là chạy không) là chuyển động tạo hình đơn giản.

Dao xọc và phôi thực hiện chuyển động ăn khớp $Q_1$ và $Q_2$ để cắt dần từng lớp phoi của bánh răng. Hai chuyển động quay của dao xọc và phôi có ràng buộc: dao xọc quay được 1 răng hay $\frac{1}{Z}$ vòng thì phôi cũng quay được 1 răng hay $\frac{1}{Z_1}$ vòng, vì vậy $Q_1$ và $Q_2$ là chuyển động tạo hình phức tạp.

Dao xọc có chuyển động chạy dao hướng kính S (ở một số máy chuyển động này do phôi thực hiện) để cắt hết chiều cao của răng.

Quá trình thực hiện các chuyển động bao hình như sau:

Trước tiên, cho dao xọc di động ngang để lưỡi dao tiếp xúc với bề mặt phôi. Sau đó dao xọc cùng với phôi quay chậm chuyển động ăn khớp, phù hợp với tỷ số truyền của cặp bánh răng tưởng tượng. Trong khi đó, dao xọc thực hiện chuyển động chính tịnh tiến khứ hồi $T_1$. Chạy dao hướng kính S được thực hiện liên tục, cho đến lúc dao ăn hết chiều sâu của răng cắt. Sau đó chuyển động chạy dao hướng kính ngừng lại, và quá trình cắt răng sẽ tiếp tục. Từ lúc ngừng chuyển động chạy dao hướng kính, phôi tiếp tục quay một vòng nữa, quá trình cắt răng sẽ hoàn thành.

Đối với bánh răng cần cắt có môđun và số răng nhỏ hoặc trung bình thì đoạn ăn dao AB (hình 7.11a) chiếm khoảng 1/3 vòng của phôi. Như thế, muốn gia công xong bánh răng, phôi phải quay ít nhất là $1+\frac{1}{3}$ vòng.

Đối với bánh răng có môđun và số răng lớn thì số vòng quay cần thiết của phôi để gia công xong, nhiều nhất là 4 vòng. Trong trường hợp này, có 3 lần ăn dao trong suốt quá trình gia công:

- Ăn dao phần lớn chiều sâu khi phôi quay vòng thứ nhất.
- Ăn dao bổ sung ở cuối vòng quay thứ hai của phôi.
- Ăn hết chiều sâu răng ở cuối vòng quay thứ ba của phôi.

Để đảm bảo chuyển động ăn khớp $Q_1$&$Q_2$ là chuyển động tạo hình phức tạp, mối quan hệ chuyển động vòng của dao xọc và của phôi được thể hiện như sau:

$$1 \text{ vòng quay dao xọc} \rightarrow \frac{Z_d}{Z_f} \text{ vòng quay của phôi.}$$

Ở đây: $Z_d$ - số răng của dao xọc.

$Z_f$ - số răng cần cắt của phôi.

***2/ Cắt bánh răng trụ răng xoắn***

Khi cắt răng xoắn (nghiêng) trên máy xọc răng thì phải dùng dao xọc răng xoắn có góc nghiêng và môđun pháp tuyến bằng góc nghiêng và môđun pháp tuyến của bánh răng cần gia công (hình 7.11b).

Khi cắt răng xoắn, ngoài chuyển động cắt tịnh tiến khứ hồi $T_1$, dao xọc còn phải thực hiện một chuyển động vòng $Q_3$ phụ thêm. Chuyển động phụ thêm này được thực hiện nhờ một sống trượt xoắn đặc biệt, tiếp xúc nhau trên mặt nghiêng. Phần (1) của sống trượt xoắn được lắp chặt trên trục (3) của dao xọc và cùng với dao thực hiện chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi. Phần (2) được cố định trên ống của bánh vít nối liền với xích chạy dao vòng. Với các mặt nghiêng, trục chính dao xọc vừa di động thẳng vừa xoay.

Khi độ nghiêng của răng xoắn khác nhau, cần phải dùng sống trượt xoắn khác nhau. Bước xoắn của sống trượt $T_s$ có thể tính theo công thức sau đây:

$$T_s = T\frac{Z_d}{Z_f} \qquad (7.12)$$

Ở đây : T – bước xoắn của bánh răng cần cắt.

***3/ Cắt răng ăn khớp trong*** (hình 7.11c)

Chỉ có máy xọc răng là có thể gia công bánh răng ăn khớp trong: răng thẳng hoặc răng xoắn. Khi cắt răng ăn khớp trong, máy được điều chỉnh giống như khi cắt răng ăn khớp ngoài. Chỉ khác là chiều chuyển động của phôi và dao xọc cùng hướng (khi cắt răng ăn khớp ngoài, chuyển động của phôi và dao ngược chiều nhau). Việc thay đổi chiều chuyển động được thực hiện nhờ cơ cấu đảo chiều ở chạc phân độ.

***4/ Sơ đồ kết cấu động học của máy xọc răng.***

Để thực hiện được các chuyển động trong các phương pháp gia công bao hình nói trên trên, máy xọc răng có sơ đồ kết cấu động học được trình bày trên hình 7.12.

Các chuyển động tạo hình trong các phương pháp gia công bao hình trên máy xọc răng bao gồm ba nhóm chuyển động tạo hình như sau:

*Nhóm thứ nhất* hình thành dạng răng thẳng, cần thực hiện chuyển động tạo hình phức tạp ($Q_1$,$Q_2$).

*Nhóm thứ hai* hình thành dạng răng xoắn, cần bổ sung chuyển động tạo hình phức tạp ($Q_3$,$T_1$).

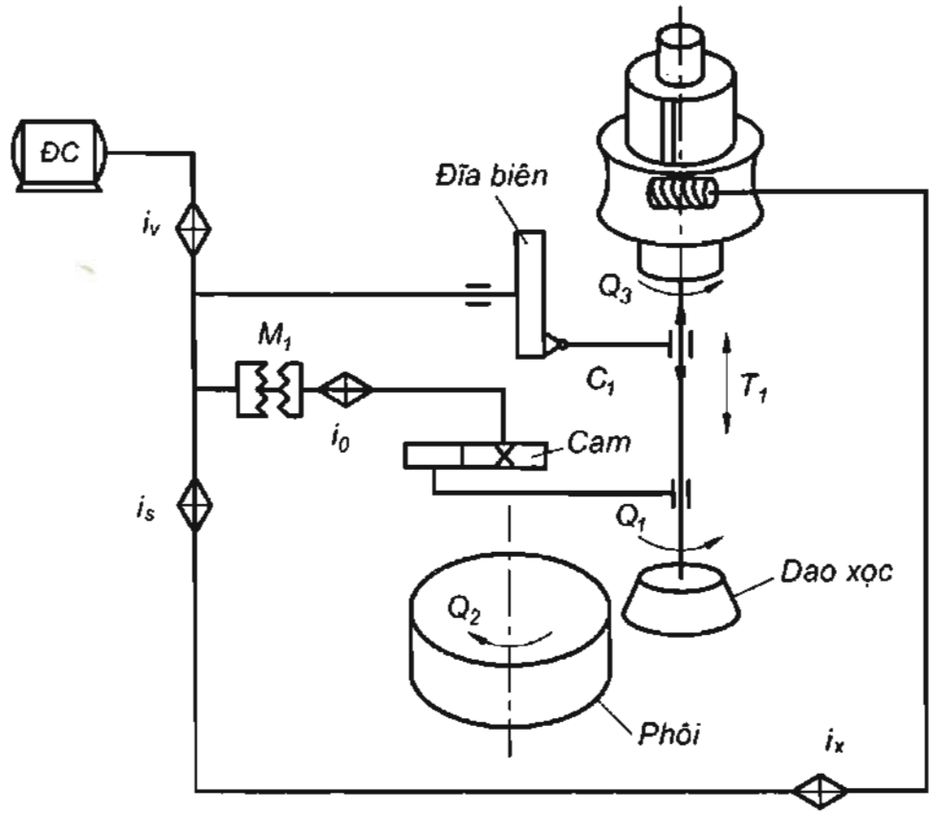
*Nhóm thứ ba* hình thành dạng răng theo chiều dài, cần chuyển động tạo hình đơn giản ($T_1$).

Như vậy các xích chuyển động cơ bản của máy sẽ là:

*Xích tốc độ*: chuyển động tịnh tiến khứ hồi $T_1$ nối từ động cơ qua $i_v$ đến đĩa biên quay. Đĩa biên quay 1 vòng dao xọc lên xuống 1 hành trình kép .

*Xích bao hình*: chuyển động ăn khớp của dao và phôi. Dao xọc quay $Q_1$ vòng qua bánh vít trục vít, qua $i_x$ làm phôi quay $Q_2$.

*Xích chạy dao hướng kính*: nối từ đĩa biên qua M1, qua $i_o$ đến cam $C_1$ đẩy dao tiến vào S.

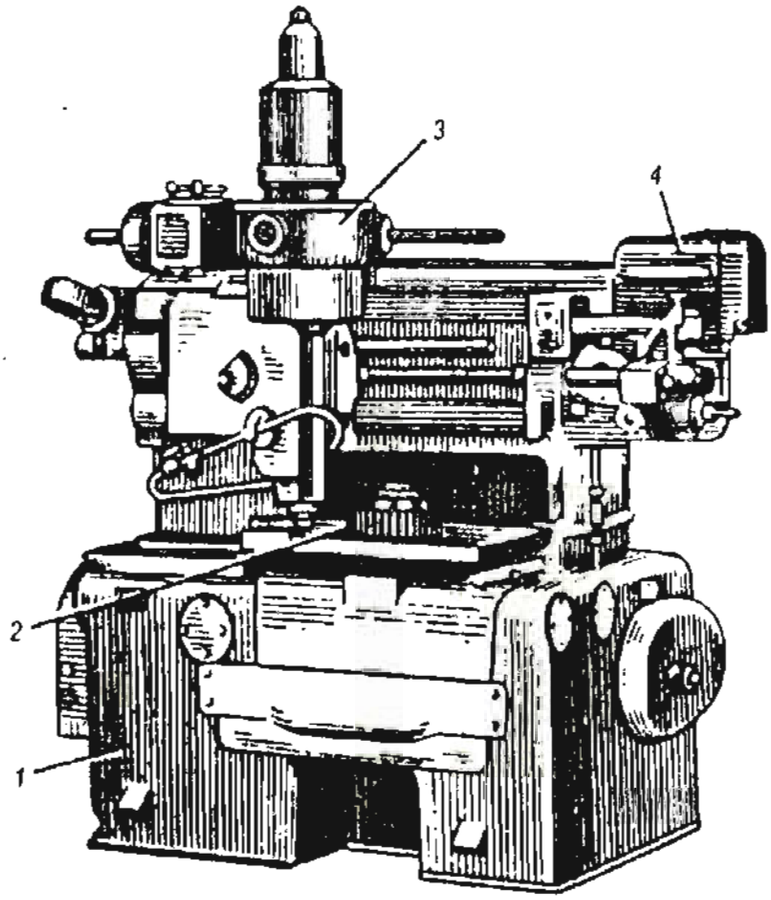



*Hình 7.12* – Sơ đồ kết cấu động học máy xọc răng

### 7.4.2 Máy xọc răng 514

Hình dạng chung của máy xọc răng 514 được trình bày trên hình 7.13.

Các bộ phận chính của máy bao gồm: 1-Thân máy; 2-Bàn máy; 3-Đầu trục chính; 4-Cơ cấu chạy dao hướng kính của đầu trục chính.




**Hình 7.13** - Hình dạng chung của máy xọc răng 514

### *1/ Tính năng kỹ thuật*

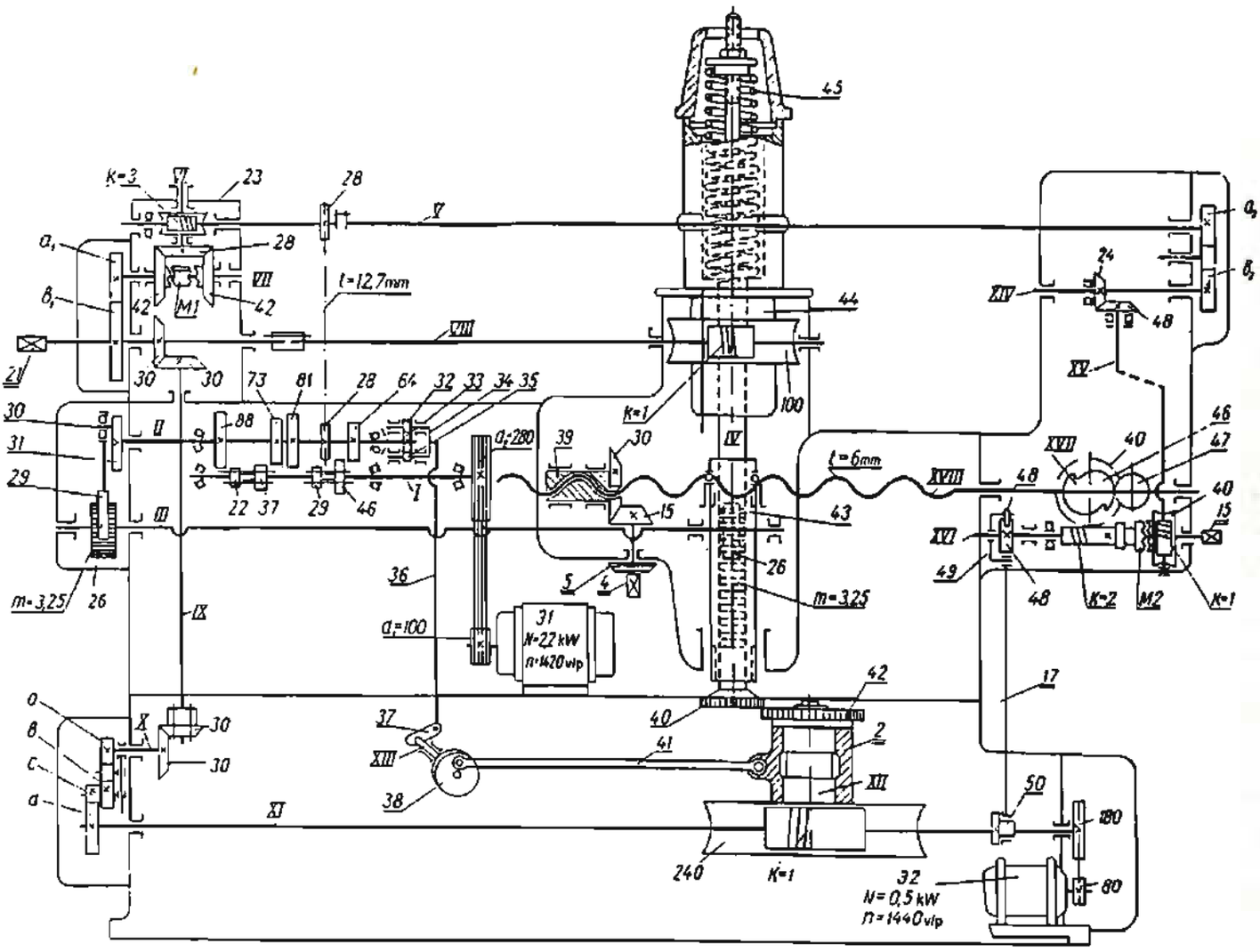
Máy 514 là máy xọc răng nửa tự động, dùng để gia công bánh răng trụ răng thẳng, răng xoắn ăn khớp ngoài và trong.

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy xọc răng 514 như sau:

- Môđun của bánh răng gia công : m= 2÷6 mm.
- Đường kính của bánh răng gia công:
  - + Răng ngoài :ϕ20÷500 mm.
  - + Răng trong :ϕ500 mm.
- Chiều dày lớn nhất của chi tiết gia công : 105 mm.
- Hành trình lớn nhất của trục dao xọc : 125 mm.
- Hành trình kép của dao xọc : n = 65÷450 htk/ph.
- Công suất động cơ chính : N= 2,2 kW, n=1420 vg/ph
- Trọng lượng máy : 4200 kG.

### *2/ Sơ đồ động máy xọc răng 514*

Sơ đồ động của máy xọc răng 514 được trình bày trên hình 7.14. Để thực hiện tất cả các chuyển động cơ bản và phụ, máy xọc răng 514 có các xích truyền động sau đây: xích tốc độ (truyền động chính), xích bao hình $Q_1$ và $Q_2$, xích chạy dao vòng , xích chạy dao hướng kính , xích cơ cấu ăn dao tinh và xích nhường dao.




***Hình 7.14*** – Sơ đồ động của máy xọc răng 514

*a/ Xích tốc độ (truyền động chính)*

Xích truyền động chính thực hiện chuyển động tịnh tiến khứ hồi tạo ra tốc độ cắt của dao xọc theo sơ đồ: Từ động cơ điện $Đ_1$ có công suất $N_1$= 2,2 kW, qua cơ cấu puli - đai truyền $\frac{\phi 100}{\phi 280}$, qua hộp tốc độ có bốn tỷ số truyền $\frac{22}{88}.\frac{37}{73}.\frac{29}{81}.\frac{46}{64}$, (trục II), qua cơ cấu thanh truyền–tay quay thanh răng có môdun là m= 3,25mm ăn khớp với bánh răng Z= 26 (trục III) và cuối cùng đến bánh răng ăn khớp thanh răng (Zxm = 26x3,25) làm trục chính mang dao xọc chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi.

Đĩa có chốt lệch tâm (1) lắp ở cuối trục II làm cho biên có thanh răng m= 3,25 mm dao động và thanh răng này làm cho bánh răng Z= 26 và trục III thực hiện chuyển động lắc. Cơ cấu bánh răng – thanh răng ở phía phải trục III, biến chuyển động lắc của trục III thành chuyển động tịnh tiến khứ hồi của trục chính dao xọc. Như thế, cứ mỗi vòng quay của đĩa lệch tâm (1) sẽ thực hiện 1 hành trình kép của trục chính dao xọc. Do đó phương trình truyền động của xích này là:

$$n_{dc}(1420).\frac{100}{280}.0,985 - \begin{cases} \frac{22}{88} \\ \frac{29}{81} \\ \frac{37}{73} \\ \frac{46}{64} \end{cases} \begin{cases} n_1 = 125\,htk/ph \\ n_2 = 178\,htk/ph \\ n_3 = 253\,htk/ph \\ n_4 = 359\,htk/ph \end{cases} \qquad (7.13)$$

Để có thể lựa chọn số hành trình kép của dao xọc, phải tính số hành trình kép cần thiết theo công thức:

$$n = \frac{1000v}{2L}\,(htk/ph) \qquad (7.14)$$

Trong đó: L - chiều dài của hành trình kép, L= b+c,

b- chiều dày của phôi,

c- khoảng vượt quá của dao,

v – vận tốc cắt phụ thuộc vào môđun và vật liệu của bánh răng gia công.

*b/ Xích bao hình $Q_1$ và $Q_2$ :*

Xích bao hình được nối liền giữa chuyển động vòng dao xọc và của phôi để hình thành đường thân khai của răng với lượng di động tính toán:

1 vòng quay của dao xọc → $\frac{Z_d}{Z_f}$ vòng quay của phôi.

Xích được thực hiện theo sơ đồ: trục chính dao xọc → cơ cấu bánh vít → trục vít $\frac{100}{1}$ → VII → hai bộ bánh răng côn $\frac{30}{30}.\frac{30}{30}$ → chạc phân độ $\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$ → X → cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{1}{240}$ → và cuối cùng là bàn máy mang phôi.

Phương trình xích bao hình là:

$$1 \text{ vòng dao}.\frac{100}{1}.\frac{30}{30}.\frac{30}{30}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{1}{240} = \frac{Z_d}{Z_f}$$

Từ đây có công thức điều chỉnh chạc phân độ:

$$i_x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = 2,4\frac{Z_d}{Z_f} \qquad (7.15)$$

Trong đó :

$Z_d$ –số răng của bánh dẹt sinh tưởng tượng,

$Z_f$ – số răng của bánh răng cần cắt.

Để dễ điều chỉnh, thường chọn số răng của bánh răng thay thế $c_1$ bằng hoặc gấp đôi số răng của dao xọc.

Khi cắt bánh răng ăn khớp trong, lắp thêm một bánh răng trung gian vào giữa hai bánh răng $a_1$ và $b_1$.

*c/ Xích chạy dao vòng*

Xích chạy dao vòng dùng để điều chỉnh lượng chạy dao vòng $s_1$ cho mỗi một hành trình kép của dao xọc. Lượng chạy dao vòng được tính bằng mm trên vòng tròn chia răng của dao xọc, khi dao xọc thực hiện một hành trình kép $S_1$ (mm/htk).

Khi gia công thô thì lượng chạy dao vòng có thể lấy lớn ($S_1$= 0,25÷0,38 mm/htk) và khi gia công tinh phải lấy trị số nhỏ ($S_1$= 0,1÷0,2 mm/htk).

Xích chạy dao vòng được nối liền từ chuyển động tịnh tiến khứ hồi của dao xọc đến chuyển động quay vòng của dao theo sơ đồ: trục chính dao xọc → cơ cấu thanh răng – bánh răng 3,25 x 26 → trục III → cơ cấu thanh truyền → tay quay → II → truyền động xích $\frac{28}{28}$ → trục IV → cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{3}{23}$ → V → cơ cấu đảo chiều bánh răng côn $\frac{28}{42}$ → đóng ly hợp vấu $L_1$ → chạc chạy vòng $\frac{a_2}{b_2}$ → trục VII → cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{1}{100}$.

Khi dao xọc thực hiện 1 hành trình kép là khi đĩa 31 có chốt lệch tâm 30 quay 1 vòng, tức là trục II hay bánh xích Z= 28 lắp trên trục II quay một vòng. Do đó lượng di động tính toán của xích chạy dao vòng có thể viết như sau :

1 vòng quay của trục II → $S_1$ lượng chạy dao vòng của trục dao. Do đó có phương trình truyền động :

$$1\text{vòng}.\frac{28}{28}.\frac{3}{23}.\frac{28}{42}.\frac{a_2}{b_2}.\frac{1}{100}.\pi.m.Z_d = S_1 \text{ (mm/htk)}$$

Từ đây có công thức điều chỉnh chạc chạy dao vòng :

$$I_s = \frac{a}{b} = \frac{366S_1}{mZ_d} \qquad (7.16)$$

Trong đó: m – môđun của dao xọc,

$Z_d$ – số răng của dao xọc,

$S_1$ – lượng chạy dao vòng.

Khoảng cách tâm của hai bánh răng $a_1$ và $b_1$ không đổi, do đó phải lựa chọn $a_2$ và $b_2$ trong điều kiện là tổng số răng của hai bánh là $a_2 + b_2 = 89$, môđun của chúng là 2,25 mm.

*d/. Xích chạy dao hướng kính*

Xích chạy dao hướng kính dùng để chạy dao hướng kính s cho đến hết chiều sâu chân răng. Sau đó chuyển động chạy dao hướng kính sẽ ngừng và dao xọc tiếp tục gia công cho đến khi kết thúc quá trình gia công.

Lượng chạy dao hướng kính được tính bằng s(mm/htk) khi dao xọc thực hiện một hành trình kép. Chu kỳ làm việc của xích này do cam (46) thực hiện. Xích chạy dao hướng kính theo sơ đồ: Trục chính dao xọc → thanh răng-bánh răng 3,25 x 26 → trục III → cơ cấu thanh truyền – tay quay → trục II → cơ cấu truyền động xích $\frac{28}{28}$ → trục V → chạc chạy dao hướng kính $\frac{a_2}{b_2}$ → cặp bánh răng côn $\frac{24}{48}$ → trục XII → trục vít – bánh vít $\frac{1}{40}$ → đóng ly hợp $L_2$ → trục vít – bánh vít $\frac{2}{40}$ và cuối cùng là cam tì vào con lăn (47). Con lăn được lắp trên trục vítme có $t_x$= 6 mm. Vít me này quay trong đai ốc của bánh răng côn Z= 30 cố định trong bàn trượt của đầu trục chính.

Khi dao xọc thực hiện một hành trình kép, tức là trục II quay 1 vòng thì phương trình truyền động của xích chạy dao hướng kính là:

$$1\text{vòng}.\frac{28}{28}.\frac{a_2}{b_2}.\frac{24}{48}.\frac{1}{40}.\frac{2}{40}.T = s \text{ (mm/htk)}. \qquad (7.17)$$

Trong đó: T - độ nâng của cam.

s – lượng chạy dao hướng kính.

Trong máy 514, cam thực hiện lượng chạy dao hướng kính khi xích phân độ quay nó $\frac{1}{4}$ vòng, tức là $90^0$. Khi quay $90^0$, với cam có độ nâng h= 19,2 mm thì:

$$T = \frac{19{,}2.360^0}{90^0} \text{ (mm)}$$

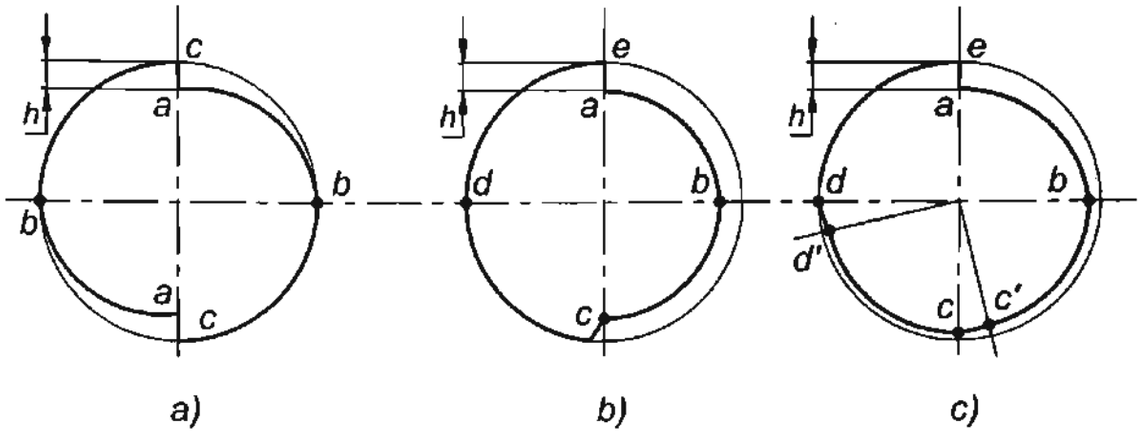
Thay T vào phương trình xích truyền động (7.17), có công thức điều chỉnh chạc chạy dao hướng kính như sau:

$$\frac{a_2}{b_2} = \frac{s}{0{,}048} \qquad (7.18)$$

Các bánh răng thay thế trên máy 514 cung cấp lượng chạy dao hướng kính tiêu chuẩn S= 0,024; 0,048; 0,096 (mm/htk).

Căn cứ theo kích thước và lượng dư của phôi, có thể dùng cam một lần ăn dao, hai hoặc ba lần ăn dao. Sau khi cam đã quay một góc $90^0$, dao xọc đã ăn hết chiều sâu răng (nếu cam một lần ăn dao), hoặc ăn dao sơ bộ với một phần chiều sâu của răng (nếu cam có nhiều lần ăn dao), thì bộ ly hợp vấu $L_2$ sẽ tự động mở ra, và cơ cấu con cóc (4) bắt đầu làm việc. Khi đó cam sẽ nhận chuyển động không liên tục từ cơ cấu con cóc truyền đến.

Cam dùng trên máy xọc răng 514 các loại như hình 7.14.




***Hình 7.15*** – Cam chạy dao hướng kính của máy xọc răng 514

Hình 7.14a trình bày biên dạng của cam có một lần ăn dao: đường cong ab là đường cong Acsimet. Trên đường cong ab, dao xọc sẽ ăn hết chiều sâu chân răng h, và chuyển động của cam trên đoạn này do xích chạy dao hướng kính thực hiện. Đoạn bc là cung tròn, dao xọc cắt răng với độ sâu chân răng h không đổi. Chuyển động của cam trên đoạn này do cơ cấu con cóc truyền đến. Khi cam quay xong đoạn bc thì phôi quay 1 vòng. Như thế phôi đã gia công xong. Toàn bộ chu kỳ công tác được tiến hành trong khoảng thời gian cam quay $180^0$. Ở đoạn ca: dao tự động rời khỏi phôi và có thể bắt đầu gia công bánh răng khác.

Hình 7.14b trình bày biên dạng của cam hai lần ăn dao: đoạn ab cũng là đường Acsimet để thực hiện lượng chạy dao hướng kính, nhưng chỉ cắt sâu vào một phần chiều cao h của răng. Đoạn bc là cung tròn dùng để cắt hết lượng dư của phôi. Tương ứng với đoạn này phôi cũng sẽ quay một vòng. Cuối đoạn bc dao sẽ tiến sâu hết chiều cao h của răng, và ở đoạn cung tròn cd, phôi lại tiếp tục quay 1 vòng để thực hiện gia công tinh. Đến điểm d, quá trình cắt răng đã hoàn thành, và chu kỳ công tác ấy ứng với góc quay của cam là $270^0$.

Hình 7.14c trình bày biên dạng của cam ba lần ăn dao: quá trình làm việc tương tự như hai cam trước. Đoạn ab cũng là đường Acsimet dùng để cắt một phần chiều sâu răng. Các đoạn khác là cung tròn và mỗi một cung sẽ ứng với 1 vòng quay của phôi. Cuối mỗi cung dao sẽ ăn sâu thêm một phần chiều cao h.

Đoạn ab: dao xọc ăn dao lần thứ nhất.

Đoạn c'c: dao xọc ăn dao lần thứ hai.

Đoạn d'd: dao xọc ăn dao lần thứ ba gia công tinh.

Đoạn de: dao xọc gia công tinh.

Quá trình gia công sẽ chấm dứt ở điểm e. Như thế, chu kỳ công tác được tiến hành trong khoảng thời gian ứng với góc quay của cam là $360^0$.

*e/ Xích cơ cấu đếm và tự động dừng máy khi cắt xong bánh răng*

Sau khi cắt xong chiều sâu răng, xích chạy dao hướng kính tự động cắt đường truyền, và xích cơ cấu đếm sẽ nối liền chuyển động quay tròn của phôi đến cam, để bảo đảm cho phôi luôn được cắt với chiều sâu không đổi h. Nếu dùng cam một lần ăn dao, xích chạy dao hướng kính tiến hành trong khoảng thời gian ứng với $\frac{1}{3}$ vòng quay của phôi. Sau đó, xích cơ cấu đếm làm việc và phôi quay 1 vòng.

Xích này được thực hiện theo sơ đồ: bánh lệch tâm (50) → thanh kéo 17 → cơ cấu con cóc (48) → bánh cóc (48) → trục vít – bánh vít $\frac{2}{40}$ và cuối cùng là cam (XVII).

*f/ Xích chạy dao nhanh*

Xích dùng để điều chỉnh bàn máy, được thực hiện từ động cơ điện $Đ_2$(32) có công suất $N_2$= 0,5 kW → cơ cấu puli → đai truyền $\frac{\phi 80}{\phi 180}$ → trục vít – bánh vít $\frac{1}{240}$. Khi thực hiện chuyển động này, phải tháo chạc phân độ $\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ ra.

Số vòng quay nhanh của bàn máy là:

$$n_n = 1440.\frac{80}{180}.0,985.\frac{1}{240} = 2,62 \text{ vg/ph.} \qquad (7.19)$$

*g/ Xích nhường dao*

Khi dao xọc thực hiện xong hành trình thuận (hành trình cắt), dao xọc đi lên, phôi và dao phải tách rời nhau một khoảng cách từ 3÷5 mm để tránh chạm nhau làm mòn dao xọc. Xích truyền động thực hiện nhiệm vụ này gọi là xích nhường dao.

Xích nhường dao được thực hiện từ cam lắp trên trục II. Cam (33) được tiếp xúc với con lăn (32) gắn liền với khung (34) . Khi cam quay, khung (34) di động trục (36) lên xuống, làm cho đĩa biên (38) lắp trên trục XIII quay tròn. Thanh đẩy 41 lắp lệch tâm trên đĩa biên (38) sẽ mang bàn máy lắp phôi chuyển động ra vào tương ứng với các hành trình của dao xọc.

Ngoài ra để thực hiện lượng chạy dao hướng kính bằng tay, có thể quay đầu vuông (4) để quay đai ốc trên trục vít me $t_x$= 6 mm qua cặp bánh răng côn $\frac{15}{30}$.

Máy 514 là một trong nhóm máy xọc răng có ụ trục chính di động và bàn máy thực hiện chuyển động nhường dao. Một nhóm máy khác như máy 5140, 5B150... thì ngược lại: bàn máy di động, còn ụ trục chính đứng yên và thực hiện chuyển động nhường dao.

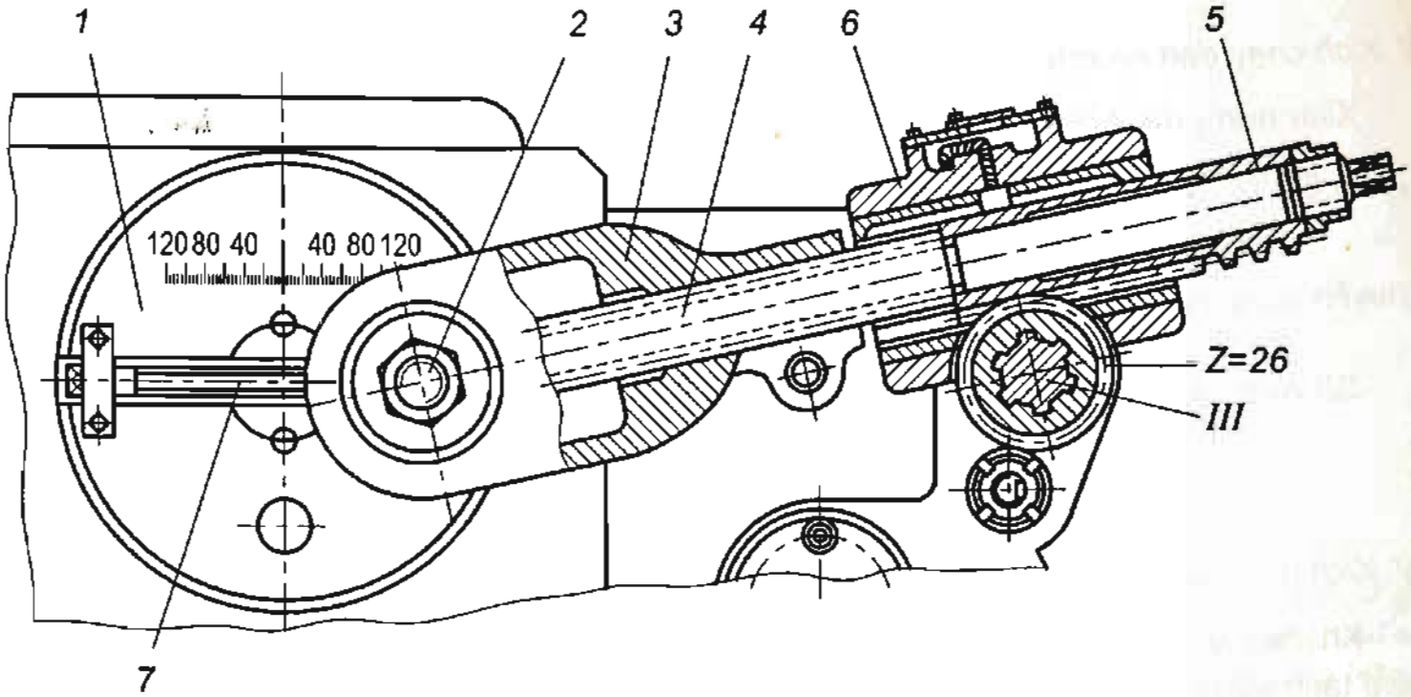
***3/ Các cơ cấu đặc biệt máy xọc răng 514***

*a/ Cơ cấu điều chỉnh hành trình*

Cơ cấu điều chỉnh hành trình dao xọc là cơ cấu biên – tay quay được trình bày trên hình 7.16. Nhờ cơ cấu này, chuyển động vòng từ hộp tốc độ được biến thành chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi của trục chính mang dao xọc. Ở đây đĩa (1) được lắp trên trục II của hộp tốc độ (trục II không thể hiện trên hình 7.16). Trên rãnh hướng kính của đĩa lắp chốt lệch tâm (2) nối liền với tay biên (3). Vít (4) được lắp trong phần ren của tay biên. Phần không ren của vít (4) nằm trong ống thanh răng (5). Thanh răng này ăn khớp với bánh răng Z= 26 lắp trên trục III của hộp tốc độ, và truyền đến trục này chuyển động lắc lư, làm cho trục chính chuyển động tịnh tiến khứ hồi. Ống thanh răng (5) trượt bên trong bề mặt được bôi trơn của sống trượt (6).

Độ dài hành trình của dao xọc được điều chỉnh bằng việc quay đầu vuông của vít (7) để điều chỉnh độ lệch tâm của chốt (2), làm thay đổi hành trình của ống thanh răng (5).

Để điều chỉnh vị trí của dao xọc, quay đầu vuông của vít (4) để xác định vị trí ăn khớp đầu tiên của thanh răng (5) với bánh răng Z= 26.




***Hình 7.16*** – Cơ cấu điều chỉnh hành trình

*b/ Cơ cấu tự động chạy dao hướng kính*

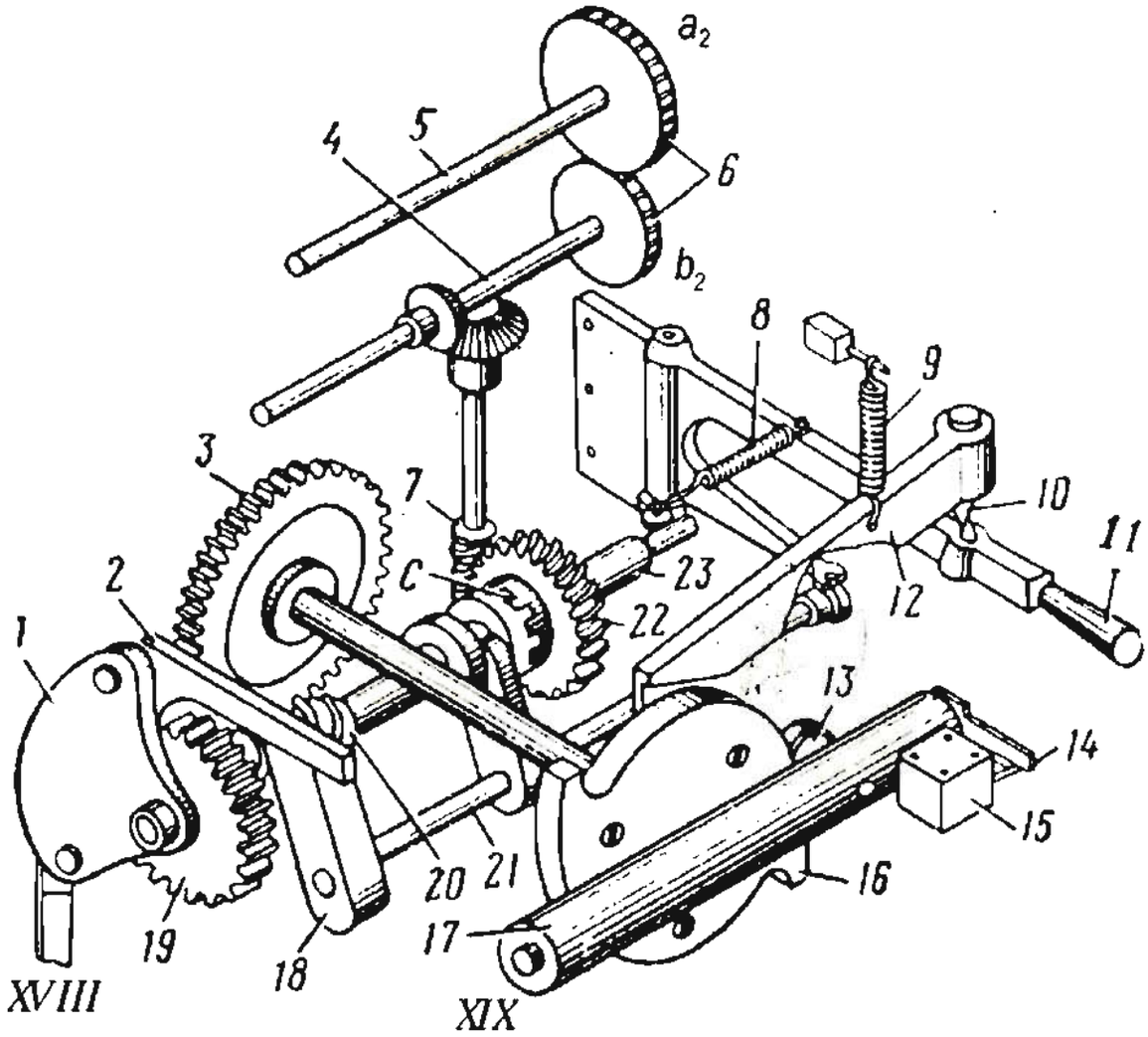
Cơ cấu này được trình bày trên hình 7.17, dùng để đóng, ngắt tự động chạy dao hướng kính và cơ cấu ăn dao tinh, khi dao xọc cắt hết chiều sâu răng. Nó còn tự động đưa dao xọc ra khỏi chi tiết gia công và tắt máy sau khi đạt được số vòng quay đã được điều chỉnh của bàn máy.

Trong quá trình cắt răng, cam (16) di động con lăn (13) sang phải và qua trục vít me $t_x$= 6 mm, kéo đầu trục chính mang dao xọc sang phải để thực hiện lượng chạy dao hướng kính (hình 7.14). Chuyển động của cam (16) được thực hiện từ hai nguồn: từ cơ cấu chạy dao hướng kính và từ cơ cấu ăn dao tinh.

Lượng chạy dao hướng kính được thực hiện với việc đưa càng gạt (11) sang phải và cố định với chốt (10). Trong khi đó, dưới tác dụng của lò xo (9), đầu bên trái của thanh (12) tì vào phần nâng của cam (16) và duy trì tay quay (11) ở vị trí bên phải. Khi càng gạt (11) ở vị trí phải, nó kéo trục (21) sang phải, di động ngàm gạt đóng ly hợp vấu C nối liền bánh vít (22) Z= 40 với trục XIII.

Khi trục (21) ở vị trí phải, con trượt (18) nâng con cóc (2) ra khớp với bánh cóc (19) Z= 48. Lúc này xích chạy dao hướng kính được hình thành, bắt đầu từ bộ bánh răng thay thế (6) $\frac{a_2}{b_2}$ đến cam (16) theo xích truyền động: $\frac{a_2}{b_2}.\frac{24}{48}.\frac{1}{40}.\frac{2}{40}$ - cam (16).

Trước khi đóng ly hợp C, con lăn (13) nằm ở vị trí thấp nhất của cam. Khi đóng ly hợp C, độ nâng của cam di chuyển nó sang phải và đẩy dao xọc thực hiện chạy dao hướng kính. Cuối hành trình chạy dao hướng kính, đầu trái của thanh (12) tì vào phần lõm của cam (16). Dưới tác dụng của là xo (9) nó quay xung quanh chốt ở giữa thanh, rút chốt (10) ra khỏi càng gạt (11). Lò xo (8) kéo càng gạt (11) sang trái, đẩy trục (21) sang trái, mở ly hợp C, ngắt xích chạy dao hướng kính, đồng thời hạ con cóc (2) vào khớp với bánh cóc (19) Z= 48, nối xích cơ cấu ăn dao tinh với cam (16), nhờ chuyển động tịnh tiến khứ hồi của trục XVIII làm lắc lư phiến gạt (1) mang con cóc (2).




***Hình 7.17*** – Cơ cấu tự động chạy dao hướng kính

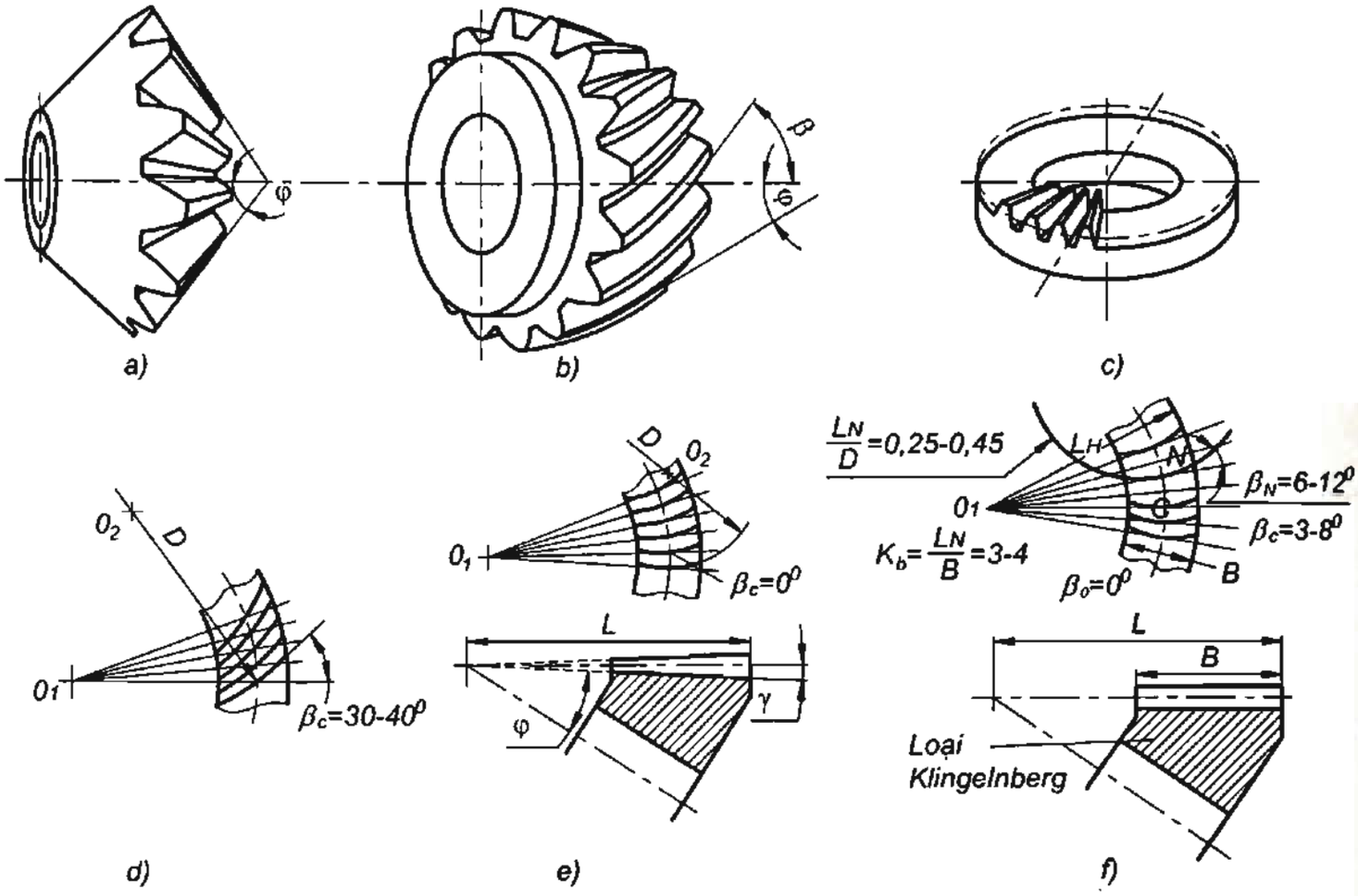
Mỗi chuyển động lắc lư của phiến gạt (1) sẽ làm bánh cóc (19) Z= 48 quay quá 1 răng. Chuyển động không liên tục này được truyền qua trục vít – bánh vít (20 – 3)$\frac{2}{40}$ đến cam (16). Nhưng lúc này cam không thực hiện chạy dao hướng kính, vì con lăn (13) tì lên cung tròn của biên dạng cam. Trong chu kỳ làm việc của cơ cấu con cóc, bàn máy mang phôi tiếp tục quay 1 vòng để gia công hết tất cả các răng. Khi cắt xong các răng, con lăn (13) lại rơi vào chỗ lõm của cam (16) và trục vítme XIX bị lò xo kéo sang trái; miếng gạt (14) lắp ở đầu phải của trục vítme tác động vào công tắc hãm (15), máy tự động dừng lại.

## 7.5 MÁY GIA CÔNG BÁNH RĂNG CÔN RĂNG THẲNG

Bánh răng côn được dùng rộng rãi trong ngành chế tạo máy để truyền chuyển động vòng giữa các trục giao nhau và bánh răng hình côn hipoid để dùng truyền chuyển động vòng giữa các trục không giao nhau.

Bánh răng côn thường dùng là loại răng thẳng, răng xoắn có đường kính từ 5÷2000 mm, môđun từ 0,3÷20 mm. Bánh răng Klingelnberg có chiều cao răng không đổi (hình (7.18g), còn các loại bánh răng côn răng thẳng hoặc răng xoắn khác đều có chiều cao răng giảm theo chiều dài hướng đỉnh côn. Vì hình dáng răng theo chiều dài không cố định, nên dạng răng phân bố trên mặt côn là một bề mặt hình học phức tạp hơn dạng răng của bánh răng trụ (hình 7.18). Cho nên không phải tất cả các phương pháp gia công bánh răng trụ đều có thể dùng để gia công bánh răng côn.

Bánh răng côn răng cong so với bánh răng côn răng thẳng thì truyền động tiếp xúc điểm, êm, chính xác, kích thước nhỏ, truyền lực lớn, nhưng chế tạo phức tạp.



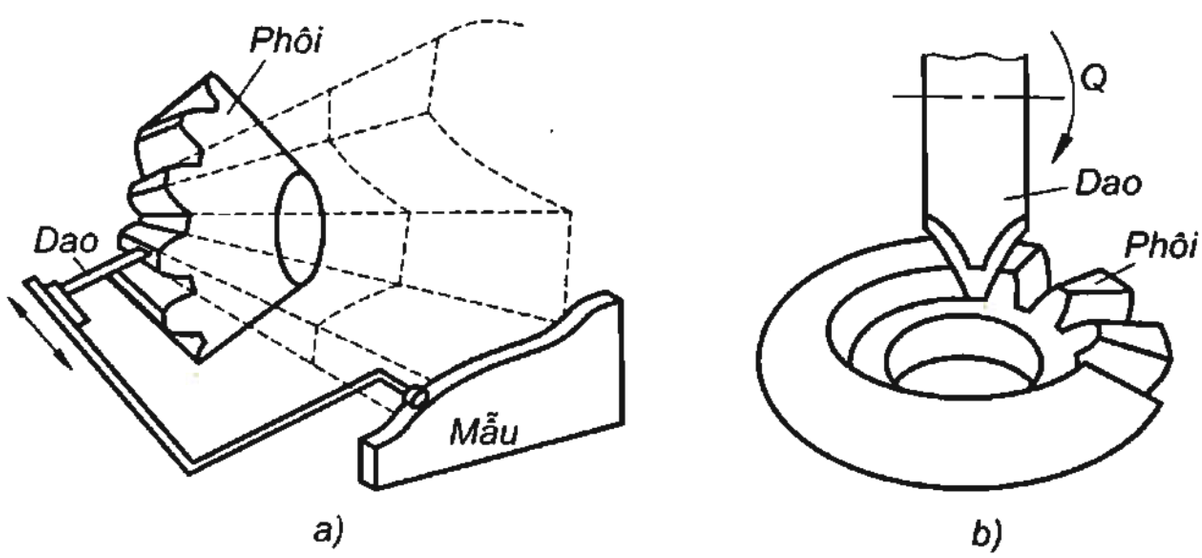

***Hình 7.18*** – Các dạng bánh răng côn
a,c) Bánh răng côn răng thẳng; b, d, e, f) Bánh răng côn răng cong.

### 7.5.1 Phương pháp gia công bánh răng côn răng thẳng

Nếu gia công bánh răng trụ có hai phương pháp cơ bản đó là chép hình và bao hình, thì gia công bánh răng côn cũng áp dụng 2 phương pháp nói trên, nhưng do dạng răng của bánh răng côn thay đổi theo chiều dài răng do đó phương pháp cắt phải có thay đổi cho phù hợp .

***1/ Phương pháp chép hình***

Phương pháp chép hình dùng dao chuyển động theo mẫu chép hình hoặc dùng dao phay đĩa định hình để cắt răng bánh răng côn (hình 7.19).




***Hình 7.19*** – Sơ đồ gia công bánh răng côn răng thẳng bằng phương pháp chép hình.

Trên hình 7.19a là phương pháp cắt theo mẫu, nó chỉ dùng để gia công bánh côn răng thẳng có kích thước lớn. Vì năng suất rất thấp nên phương pháp này ít dùng.

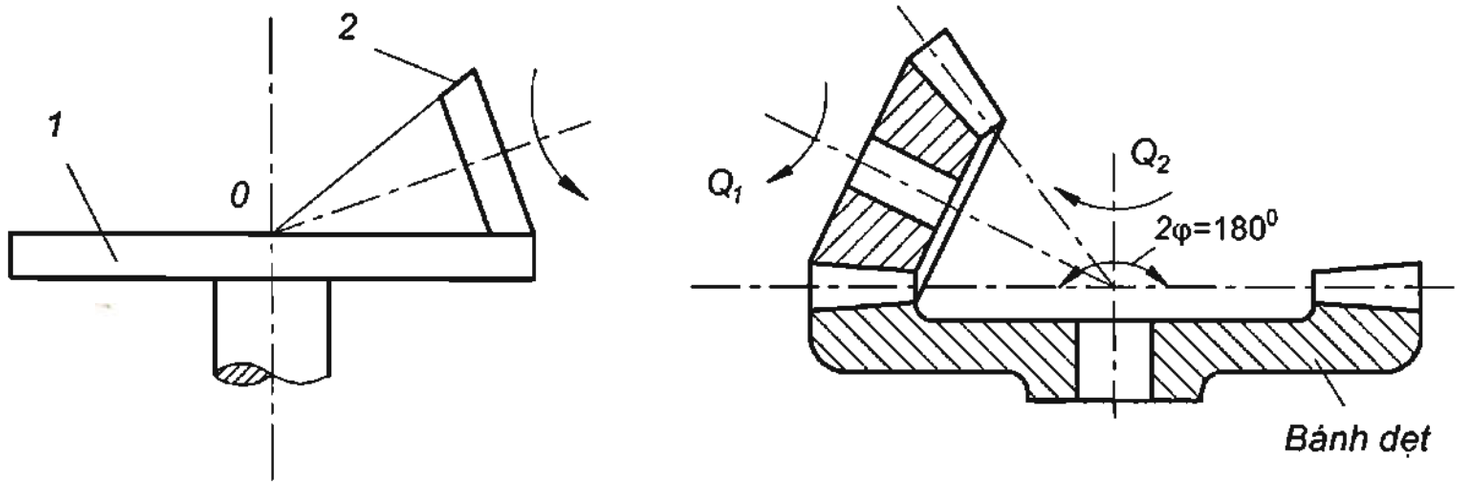
Trên hình 7.19b là phương pháp gia công với dao phay đĩa định hình, chỉ dùng để gia công thô. Phương pháp này có độ chính xác gia công thấp nên không được dùng rộng rãi.

***2/ Phương pháp bao hình***

Về nguyên tắc phương pháp bao hình là nhắc lại quá trình ăn khớp của hai bánh răng côn, một là phôi $Q_1$ và một là dao $Q_2$ và chuyển động tịnh tiến khứ hồi $T_1$ để cắt hết chiều dài răng.

Trên thực tế do profin của răng thay đổi theo chiều dài răng nên không thể chế tạo được lưỡi cắt đáp ứng được yêu cầu này. Mặt khác do góc côn của các cặp bánh răng côn là khác nhau do đó hướng tịnh tiến $T_1$ là khác nhau nên kết cấu máy không đáp ứng được.

Để có thể gia công bánh răng côn theo phương pháp bao hình cần thay cặp bánh răng côn bằng cặp bánh răng côn lăn không trượt trên đĩa phẳng (bánh răng côn có góc ở đỉnh là $2\varphi = 180^0$) (hình 7.20)




***Hình 7.20*** - Sơ đồ chuyển động bao hình bánh răng côn

Nếu ta cho côn (2) có răng lăn không trượt trên đĩa phẳng (1) theo hình 7.20 và đỉnh côn là tâm O của đĩa phẳng thì nó sẽ hình thành răng tương ứng trên đĩa phẳng (1). Đĩa phẳng (1) lúc này được gọi là *bánh răng dẹt* (thực chất là thanh răng vòng). Trong quá trình chuyển động ăn khớp giữa hai chi tiết, nếu bánh răng dẹt đóng vai trò lưỡi cắt, dao sẽ vẽ trong không gian hình dạng răng của bánh răng gia công.

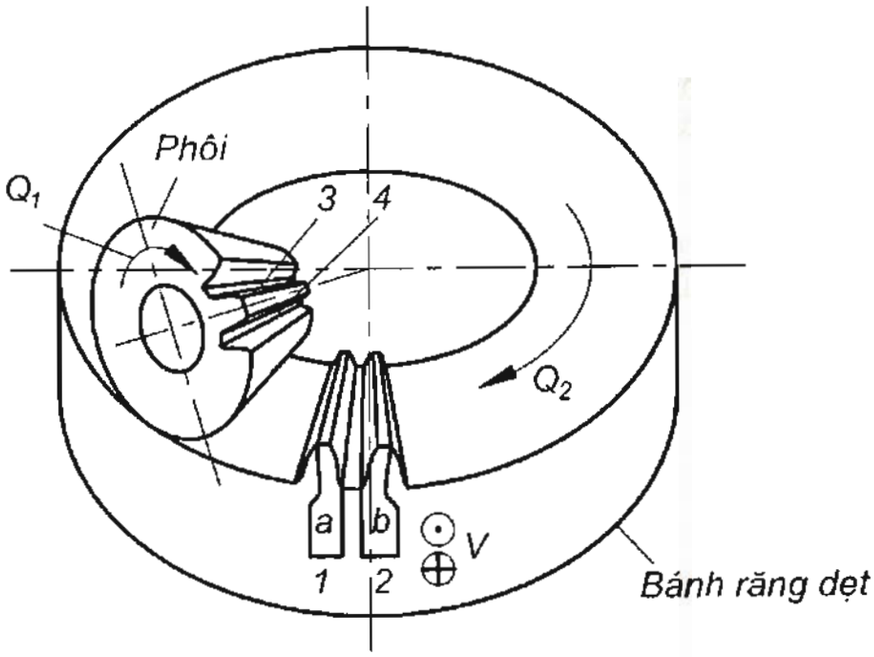
Để tạo ra chuyển động cắt hết chiều dài răng có thể sử dụng phương pháp bào hoặc phay, các phương pháp này có khó khăn sau:

- Hướng đường trượt của dao luôn thay đổi theo hướng răng.

- Để cắt hết rãnh răng thì lưỡi dao phải cắt theo hướng đường chân răng của phôi, nhưng do số răng Z thay đổi (cùng m) thì góc chân răng cũng thay đổi, do đó đường trượt của dao lại phải thay đổi một lần nữa.

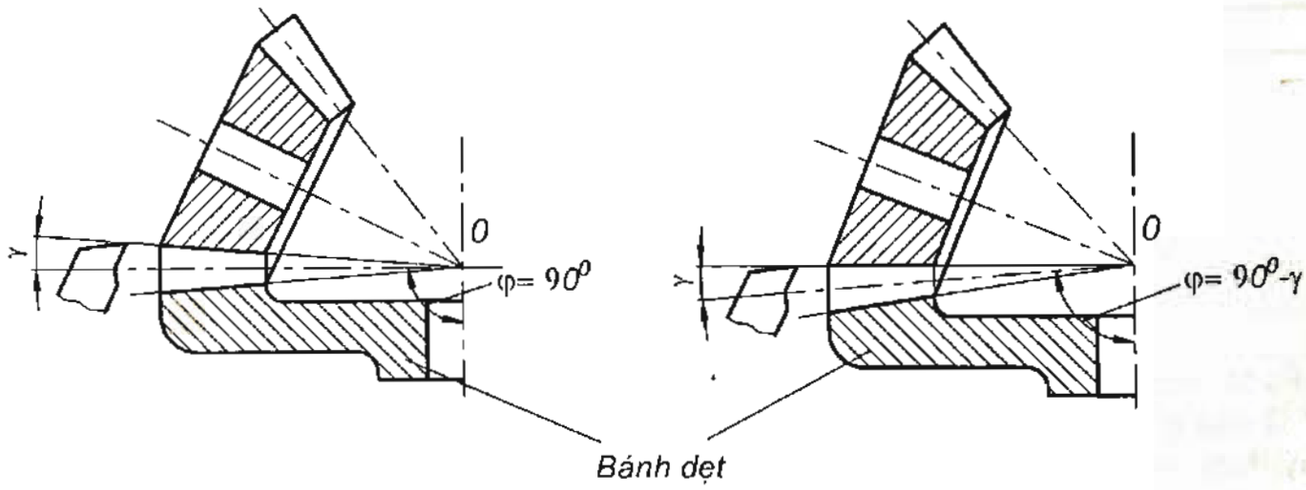
Để giải quyết những vấn đề trên có 2 biện pháp như sau:

- Chỉ chế tạo bánh dẹt có 1 hoặc 2 răng (có 1 hoặc 2 hướng trượt) như lưỡi cắt a và b (hình 7.21) có chuyển động cắt tịnh tiến khứ hồi, nó thay thế cho tất cả các răng của bánh dẹt. Vì vậy khi răng dao của bánh dẹt ăn khớp gia công xong một răng của phôi thì nó phải quay lại vị trí ban đầu để ăn khớp gia công răng thứ hai của phôi. Bánh dẹt ăn khớp với phôi chỉ có 1 hoặc 2 răng nên người ta gọi là bánh dẹt sinh tưởng tượng (hình 7.21).




***Hình 7.21*** – Sơ đồ hình thành bánh răng côn răng thẳng với bánh dẹt sinh tưởng tượng

- Bánh dẹt sinh tưởng tượng có góc ở đỉnh là $2\varphi = 180^0 - 2\gamma$ (bánh răng gần dẹt), hay là $\varphi = 90^0 - \gamma$ thì dao của bánh dẹt chỉ chuyển động tịnh tiến trong một mặt phẳng nhất định, nhưng điều này gây ra sai số góc chân răng $\Delta\gamma$ và thay đổi trong phạm vi cho phép (hình 7.22).




***Hình 7.22*** - Hướng chuyển động tịnh tiến khứ hồi của dao

Khi dùng bánh răng gần dẹt, chuyển động của dao cắt có phương thẳng góc với trục của bánh răng gần dẹt, kết cấu của bàn dao sẽ đơn giản và cứng vững hơn. Trong trường hợp này, mặt bên của răng bánh răng gần dẹt cần phải là đường cong có bán kính luôn luôn thay đổi, nhưng loại dao như thế không thể chế tạo được. Do đó vẫn dùng dao có mặt bên là phẳng. Dùng dao loại này sẽ đưa đến sai số biên dạng răng chừng vài phần nghìn mm. Trị số này không đáng kể.

Bánh dẹt sinh tưởng tượng đóng vai trò dao cắt có dạng răng là thanh răng vòng do:

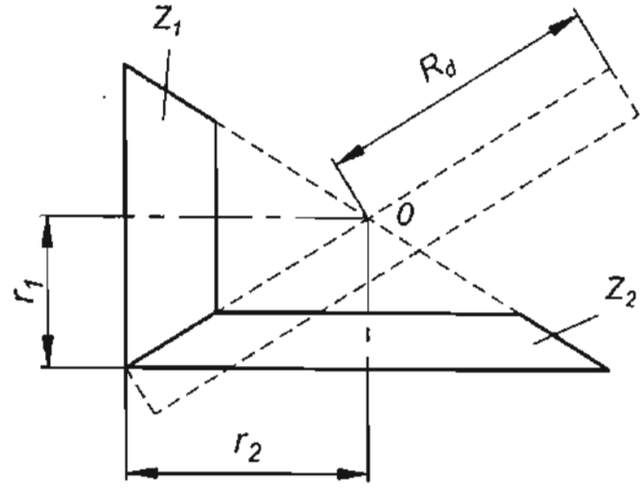
$$Z_{td} = \frac{Z_{côn}}{\cos\varphi} = \frac{Z_{côn}}{\cos 90^0} \rightarrow Z_{td} = \infty$$

Để đảm bảo ăn khớp giữa bánh dẹt sinh và phôi phải có mối liên hệ:

$$\frac{1}{Z_{Det\,sinh}} \text{vòng}(Q_2) \rightarrow \frac{1}{Z_{phôi}}(Q_1) \qquad (7.20)$$

Trên thực tế bánh dẹt sinh tưởng tượng là thanh răng vòng do đó không có số $Z_{Det\,sinh}$ cố

định. Nên tuỳ thuộc vào bánh răng côn cần gia công để tính điều chỉnh $Z_{Dẹt\ sinh}$. Để đảm bảo ăn khớp chính xác của cặp bánh răng côn thì cả hai bánh răng này đều phải được chế tạo trên cùng một bánh dẹt sinh tưởng tượng (như hình7.23).




***Hình 7.23*** - Hai bánh răng côn ăn khớp với nhau trên cơ sở của cùng một bánh dẹt sinh

Mối quan hệ trong chuyển động bao hình ($Q_1$ và $Q_2$) được xác định trên cơ sở số răng $Z_f$ của bánh răng cần gia công và số răng $Z_d$ của bánh răng dẹt .

Nếu đặt $R_d$ là bán kính của bánh răng dẹt và nó bằng chiều dài đường sinh L mặt côn chia răng của phôi, ta có thể viết:

$$R_d = \frac{mZ_d}{2} \text{ và } L = \frac{r_f}{\sin\varphi} = \frac{mZ_f}{2\sin\varphi} \quad (\varphi \text{ - nửa góc đỉnh của phôi})$$

$$R_d = L \rightarrow \frac{mZ_d}{2} = \frac{mZ_f}{2\sin\varphi}$$

$$\text{Do đó : } Z_d = \frac{Z_f}{\sin\varphi} \qquad (7.21)$$

Như thế, số răng $Z_d$ của bánh dẹt phụ thuộc vào số răng $Z_f$ và góc đỉnh $\varphi$ của phôi. Số răng của bánh dẹt còn có thể xác định với mối quan hệ khác. Theo hình 7.23 có :

$$R_d = L = \sqrt{r_1^2 + r_2^2}$$

Nhưng đã biết :

$$r_1 = \frac{mZ_1}{2};\ r_2 = \frac{mZ_2}{2}$$

$$\text{Nên :} \qquad Z_d = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2} \qquad (7.22)$$

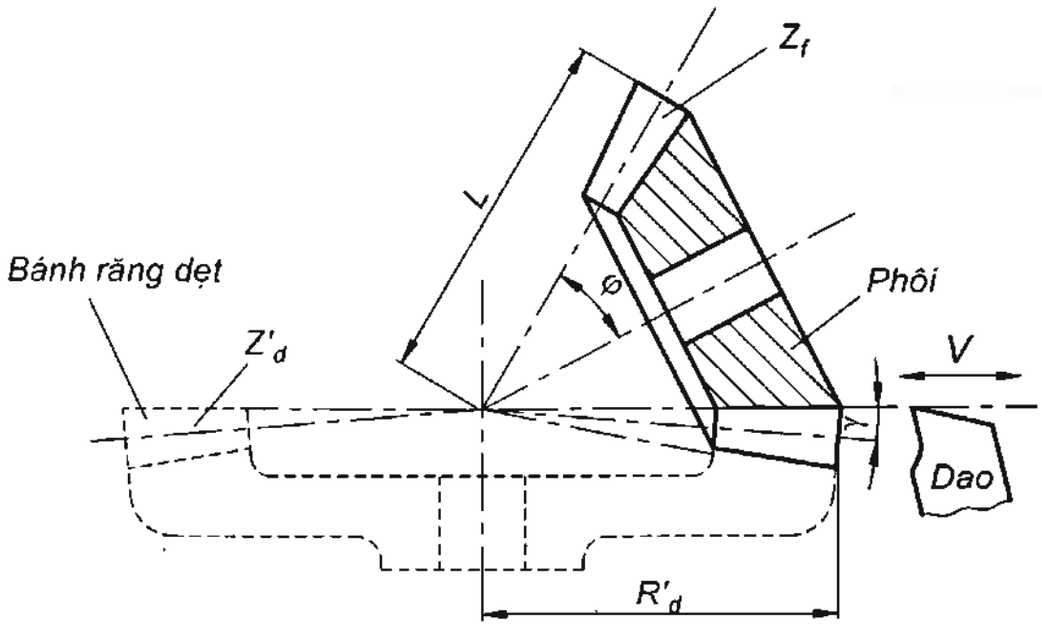
Ở đây : $Z_1$ và $Z_2$ là số răng của hai bánh răng cần cắt ăn khớp với bánh dẹt.

Trên thực tế bánh dẹt sinh tưởng tượng có góc ở đỉnh là $2\varphi = 180^0 - 2\gamma$ (bánh răng gần dẹt), hay là $\varphi = 90^0 - \gamma$ . Bán kính của bánh răng gần dẹt có thể tính theo công thức (hình 7.24):

$$R_d' = L.\cos\gamma$$

Và do đó :

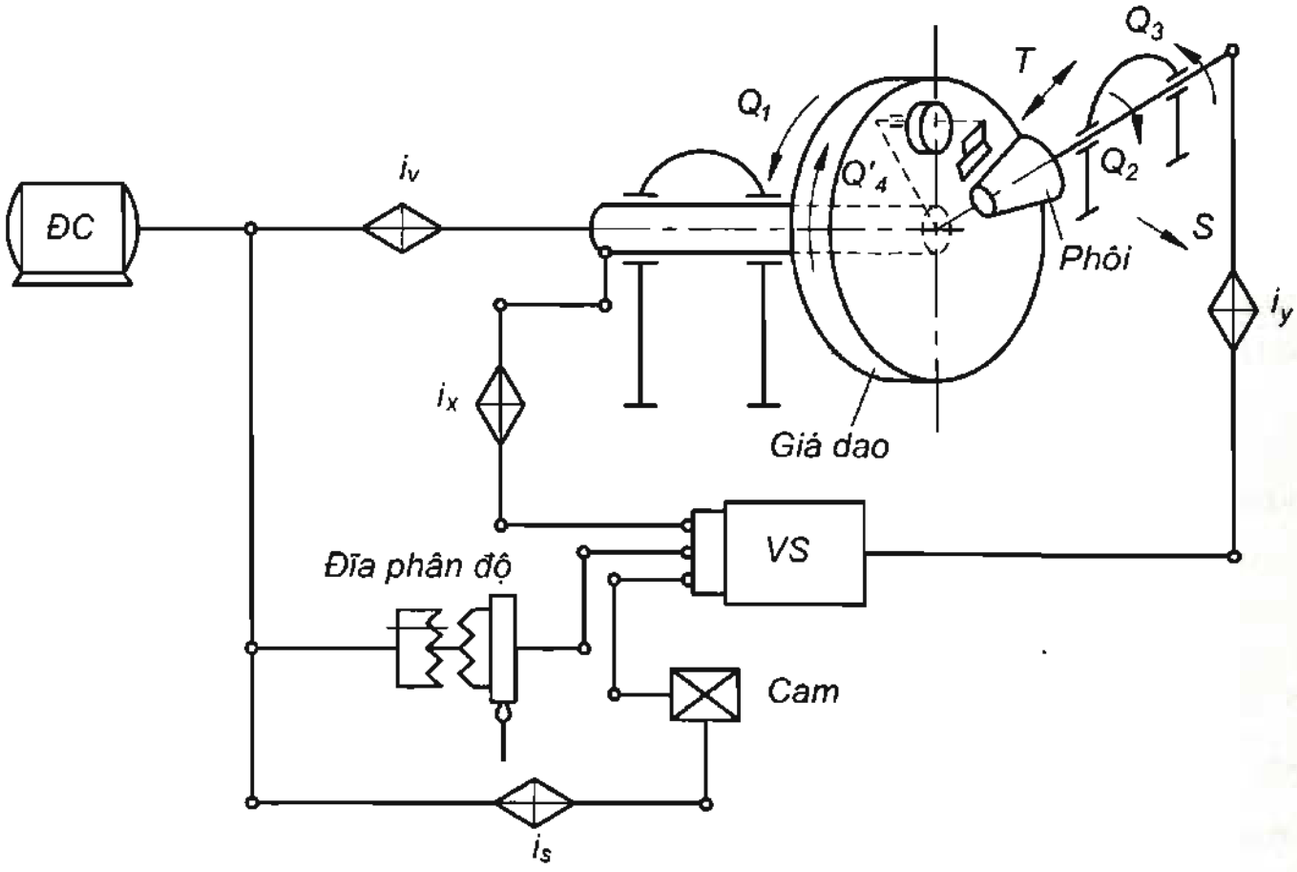
$$Z_d' = \frac{Z_f \cos\gamma}{\sin\varphi} \qquad (7.23)$$




***Hình 7.24*** – Vị trí tương đối giữa phôi và bánh răng gần dẹt

Phương pháp dùng hai dao bào thực hiện chuyển động tịnh tiến khứ hồi không đồng bộ để cắt bánh răng côn răng thẳng nói trên là phương pháp cắt răng chủ yếu. Ngoài phương pháp bào, còn dùng hai đĩa phay để tạo răng thẳng trên bánh răng côn, vận tốc cắt của phương pháp này có thể cao hơn nên năng suất máy cao hơn phương pháp bào từ 2÷4 lần.

### 7.5.2 Sơ đồ kết cấu động học máy gia công bánh răng côn răng thẳng.




***Hình 7.25*** – Sơ đồ kết cấu động học máy gia công bánh răng côn răng thẳng

Chuyển động của máy gia công bánh răng côn răng thẳng theo phương pháp bao hình thường gồm có hai nhóm chuyển động tạo hình và một nhóm chuyển động phân độ:

Nhóm chuyển động tạo hình thứ nhất ($Q_1$ và $Q_2$) là chuyển động vòng ăn khớp của phôi trên bánh răng gần dẹt, dùng để hình thành dạng răng.

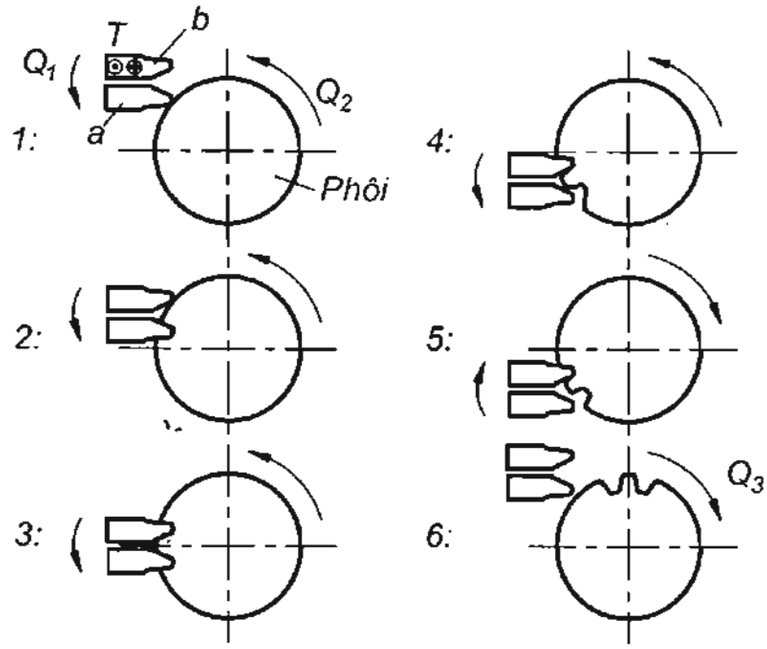
Nhóm chuyển động tạo hình thứ hai là nhóm chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi T của

dao. Nhóm này dùng để cắt hết chiều dài răng.

Nhóm phân độ thường do cam điều khiển, dùng để cắt hết toàn bộ răng trên chu vi của phôi.

Sơ đồ kết cấu động học của máy gia công bánh răng côn răng thẳng trình bày trên sơ đồ hình 7.25.

Trong quá trình hình thành dạng răng, thứ tự chuyển động của các khâu chấp hành trong mỗi chu trình công tác được thể hiện như trên hình 7.26. Ở đây, giá dao lắc lư đóng vai trò của bánh răng gần dẹt, mang đầu dao với hai lưỡi cắt a và b.




***Hình 7.26*** – Chu trình gia công bánh răng côn răng thẳng

Vị trí 1: chuyển động bao hình ($Q_1$ $Q_2$) hình thành và bắt đầu quá trình ăn dao.

Vị trí 2: bắt đầu gia công răng thứ nhất.

Vị trí 3: một cạnh của răng thứ nhất đã gia công xong.

Vị trí 4: cạnh thứ hai của răng thứ nhất đã hình thành xong.

Vị trí 5: đầu dao và phôi quay ngược trở về vị trí ban đầu.

Vị trí 6: phôi tiếp tục quay thêm một răng, thực hiện chuyển động phân độ.

Lúc này chuyển động tạo hình ($Q_1$ $Q_2$) bị phân cách: giá dao không quay, ụ phôi lùi ra và chuyển động $Q_2$ được thay bằng chuyển động phân độ $Q_3$, phôi tiếp tục quay thêm 1 răng. Chu kỳ gia công một răng được kết thúc. Sau đó chuyển động $Q_3$ dừng. Chu trình gia công từ vị trí 1÷6 được lặp lại.

Qua phân tích có thể thấy một chu trình gia công của máy gia công bánh răng côn răng thẳng thực hiện ba hành trình chuyển động :

*a. Hành trình công tác:*

Phôi, dao thực hiện chuyển động bao hình ($Q_1$ $Q_2$) và dao thực hiện chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi T. Hành trình này thực hiện từ vị trí 1÷4 của hình 7.26. Trong thời gian này, máy gia công xong một răng. Chuyển động cắt gọt của hai lưỡi dao bào răng côn được trình bày trên hình 7.27.

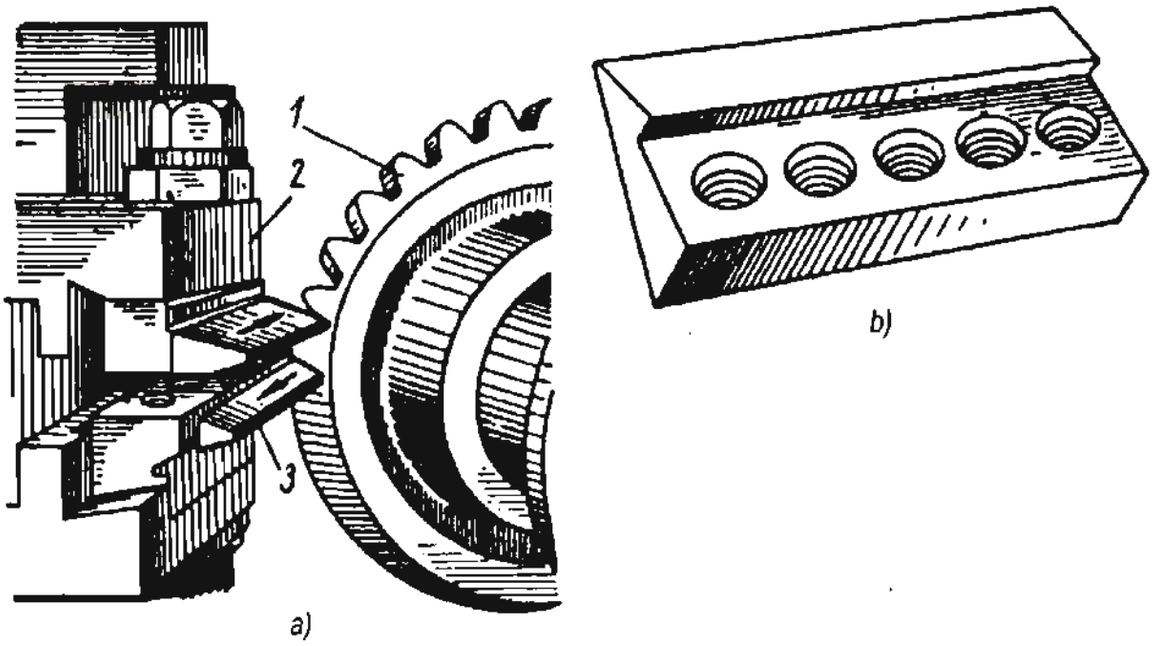
*b. Hành trình đảo chiều:*

Hành trình này thực hiện ở vị trí thứ 5, phôi và giá dao cùng quay theo chiều ngược lại để

trở về vị trí ban đầu với tốc độ của ($Q_1'$ và $Q_2'$) lớn hơn hoặc bằng tốc độ công tác. Để dao và phôi không chạm nhau, cần có chuyển động chạy dao s để đưa phôi rời khỏi dao. Ở nhiều máy, trong hành trình đảo chiều thực hiện gia công tinh răng vừa được hình thành. Lúc đó phôi và dao không tách rời nhau mà cùng thực hiện chuyển động bao hình ngược chiều ($Q_1'$ $Q_2'$); cam điều khiển đưa phôi tiến sâu thêm vào dao để cắt một lượng dư nhỏ.

*c. Hành trình phân độ:*

Cuối hành trình chạy không, phôi nhận chuyển động vòng phụ thêm $Q_3$ để phân độ. Hành trình này tương ứng với vị trí 6, hình 7.26.




***Hình 7.27*** – a) Hoạt động của hai lưỡi cắt khi bào răng côn; b) Hình dạng chung của lưỡi cắt

Sau khi xác định rõ chu trình gia công của máy, mối liên hệ chuyển động của máy được thực hiện qua các xích:

- Mối liên hệ giữa trục mang phôi và trục chính của giá dao lắc lư thực hiện chuyển động bao hình ($Q_1$ và $Q_2$) để hình thành dạng răng được gọi là xích bao hình. Chạc điều chỉnh của nó là $i_x$. Xích này đi qua cơ cấu vi sai VS để tổ hợp chuyển động.

- Mối liên hệ giữa dao và giá dao lắc lư để tạo hình dạng răng trên suốt chiều dài được thực hiện nhờ chạc vận tốc cắt $i_v$, qua sống trượt của bàn dao và giá dao, hợp thành chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi T.

- Mối liên hệ giữa đĩa phân độ và trục mang phôi để hình thành dạng răng trên toàn bộ chu vi của phôi, được thực hiện qua cơ cấu vi sai với chạc phân độ $i_y$ để hợp thành chuyển động phân độ $Q_3$.

- Xích chạy dao với chạc điều chỉnh $i_s$ xác định chu kỳ gia công 1 răng trên cơ sở lựa chọn chế độ cắt, với việc đảm bảo cam điều khiển quay 1 vòng.

Tùy theo vị trí tương đối giữa phương chuyển động của dao cắt và đường sinh mặt côn chia răng của phôi, răng cắt được có những dạng khác nhau sau:

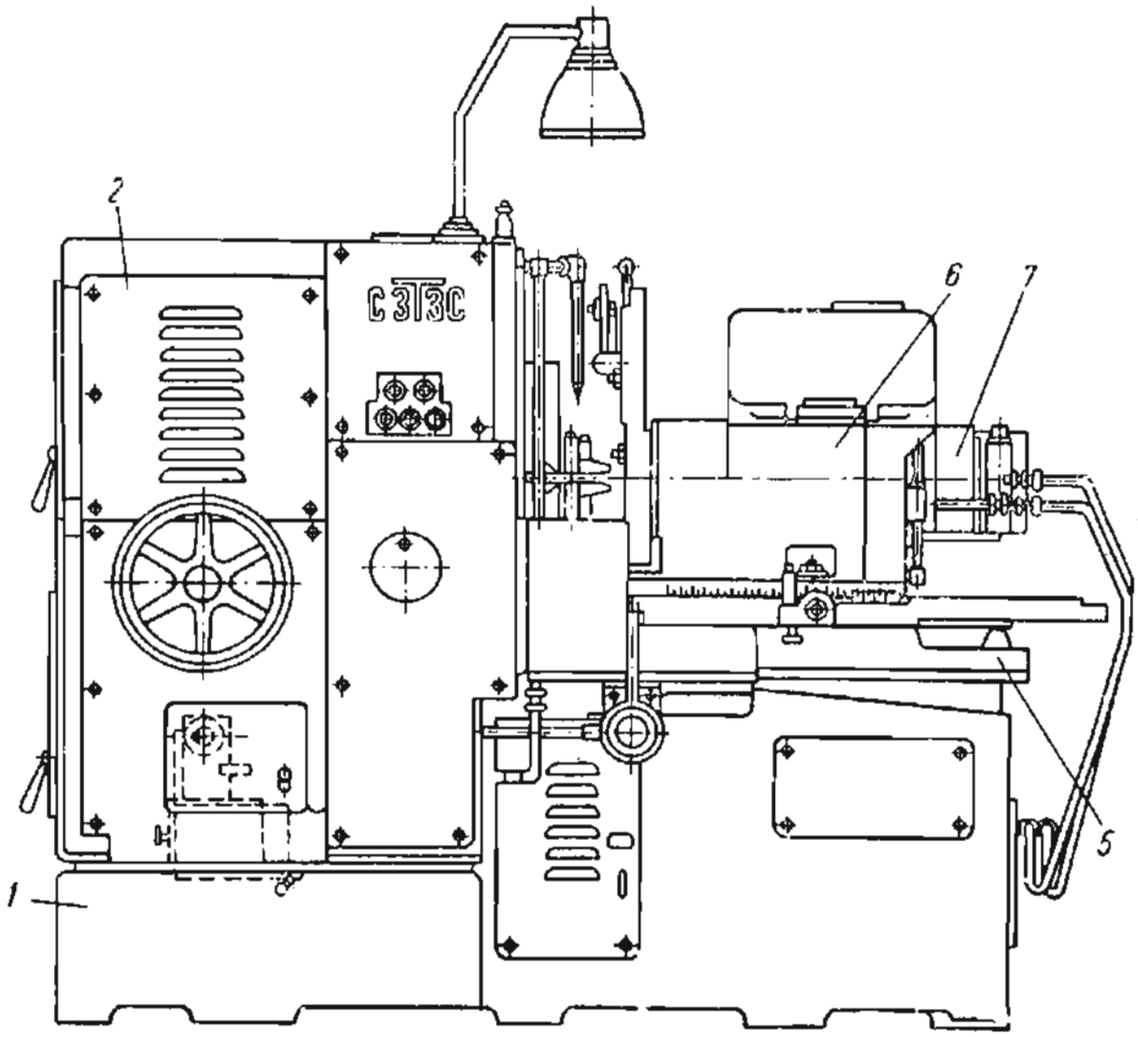
+ Nếu phương chuyển động tịnh tiến khứ hồi của dao cắt song song với đường sinh mặt côn chia răng của phôi thì răng cắt được trên bánh côn sẽ là răng thẳng.

+ Nếu phương chuyển động này tạo thành với đường sinh một góc thì răng cắt được sẽ là răng tiếp tuyến (hình dáng loại răng này là quá độ giữa răng thẳng và răng cong).

+ Nếu thay dao chuyển động tịnh tiến khứ hồi bằng một dao có chuyển động vòng quay quanh trục tâm của nó thì răng cắt được sẽ là răng cong.

### 7.5.3 Máy bào bánh răng côn răng thẳng 526

Máy gia công răng côn 526 là máy bào bánh răng côn răng thẳng nửa tự động, dùng để gia công thô và tinh các loại bánh răng côn răng thẳng. Hình dáng chung của máy 526 được trình bày trên hình 7.28a.




***Hình 7.28a*** – Hình dáng chung của máy bào bánh răng côn răng thẳng 526

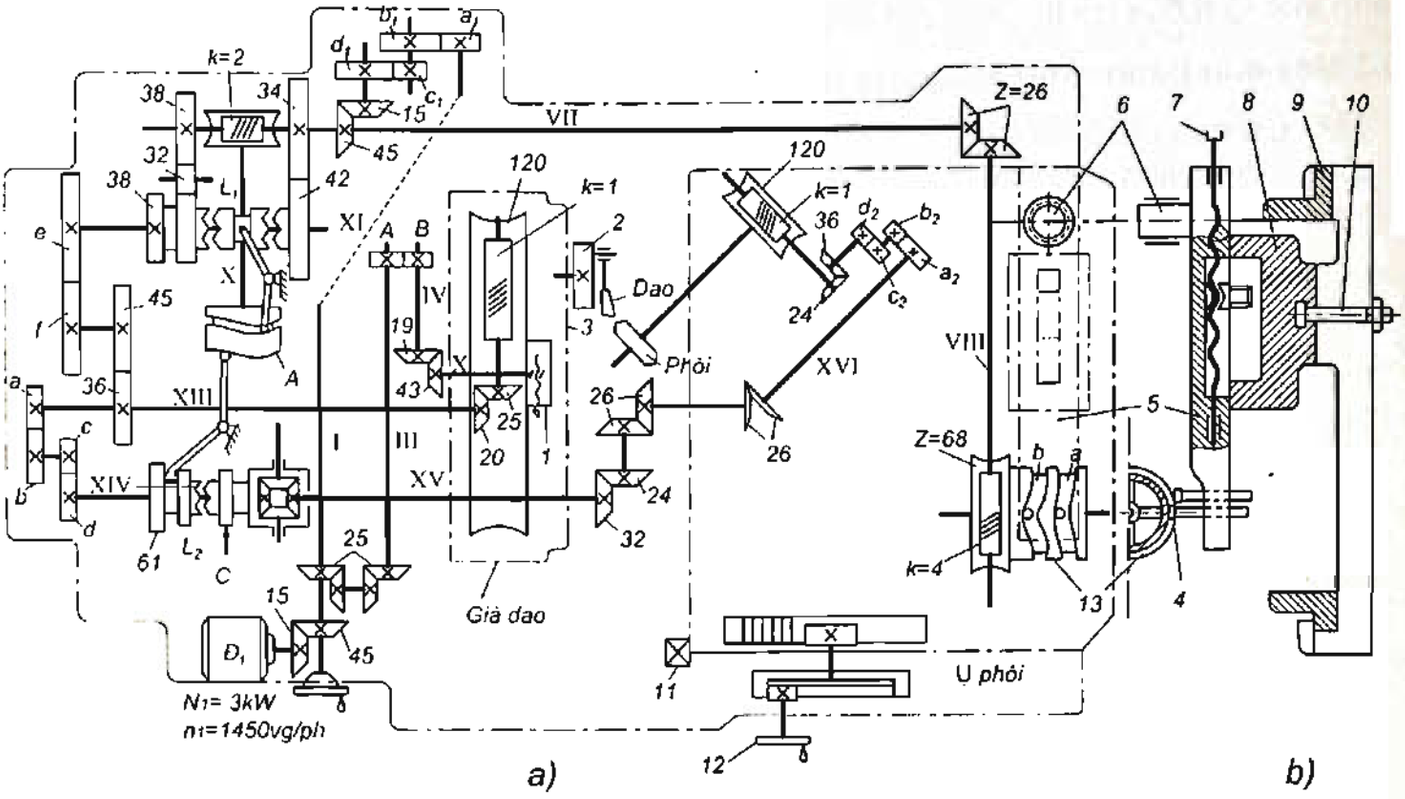
Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy bào răng côn răng thẳng

- Đường kính bánh răng có thể gia công : $\phi 20 \div 610$ mm.
- Môđun có thể cắt : $m = 1 \div 8$ mm.
- Số răng có thể cắt trên phôi : $Z = 10 \div 200$.
- Chiều dài lớn nhất của bánh răng gia công : 90 mm.

(Tương ứng với chiều dài này, đường sinh của hình côn chia răng có độ dài là 305 mm).

- Số hành trình kép trong một phút của dao : $n = 54 \div 470$ htk/ph.
- Thời gian gia công 1 răng : $t = 7,6 \div 86,5$ s.
- Động cơ dẫn động chính : N = 3 kW, n = 1450 vg/ph.
- Trọng lượng máy : 8000 kG.

Sơ đồ động máy bào bánh răng côn răng thẳng 526 được trình bày trên hình 7.28b. Chuyển động tạo hình của máy gồm các xích truyền động sau: xích chuyển động chính, xích phân độ, xích bao hình, xích chạy dao và xích quay giá dao.




***Hình 7.28b*** – Sơ đồ động máy bào bánh răng côn răng thẳng 526

Các chu kỳ làm việc tự động của máy bào bánh răng côn răng thẳng 526 đều do cam thùng A và B điều khiển:

- Cam A dùng để điều khiển bộ ly hợp $L_1$ thực hiện đảo chiều của giá dao và phôi trong hành trình thuận và nghịch. Ngoài ra, cam A còn dùng để đóng mở bộ ly hợp $L_2$ của đĩa phân độ lắp trên vỏ hộp vi sai để thực hiện chuyển động phân độ.

- Cam B dùng để điều khiển phôi rời khỏi dao trước khi thực hiện chuyển động phân độ, đồng thời đưa phôi đến gần dao khi chuyển động phân độ kết thúc.

Máy có thể gia công theo hai cách: chỉ gia công thô sau đó gia công tinh; hoặc cắt thô và tinh nối tiếp nhau; khi quay thuận: cắt thô, khi quay nghịch: cắt tinh.

Các chu kỳ làm việc của máy được thực hiện như sau: khi gia công xong một răng, cam thùng B đưa ụ phôi rời khỏi dao; cam thùng A đóng bộ ly hợp $L_1$ sang trái, dao và phôi quay ngược về vị trí ban đầu, sau đó nó đóng bộ ly hợp $L_2$ vào đĩa phân độ C. Sau 1 vòng quay của đĩa phân độ, cam A lại mở ly hợp $L_2$, chuyển động phân độ kết thúc và cam thùng B đưa ụ phôi tới dao. Sau đó cam thùng A đóng bộ ly hợp $L_1$ sang phải, giá dao và phôi nhận được chuyển động thuận để cắt răng tiếp theo.

Toàn bộ chu kỳ tự động được thực hiện khi các cam quay 1 vòng.

***1/ Xích chuyển động chính*** (xích tốc độ cắt)

Xích chuyển động chính có nhiệm vụ biến đổi chuyển động quay tròn của động cơ điện thành chuyển động tịnh tiến khứ hồi của dao cắt: n (htk/ph).

Chuyển động tịnh tiến khứ hồi được thực hiện nhờ đĩa biên (1) lắp trên trục V và thanh truyền (3) làm cho đĩa biên (2) chuyển động lắc, dao tịnh tiến khứ hồi trên sống trượt của bàn dao. Mỗi vòng quay của đĩa biên (1) sẽ thực hiện 1 hành trình kép của dao (hình 7.28).

Xích tốc độ cắt được truyền từ động cơ điện $Đ_1$ có công suất $N_1$= 3 kW, $n_1$= 1450 vg/ph, qua cặp bánh răng côn $\frac{15}{45}$ - trục I – hai cặp bánh răng côn $\frac{25}{25}.\frac{25}{25}$ - trục III – chạc điều

chỉnh tốc độ $\frac{A}{B}$ - IV – cặp bánh răng côn $\frac{19}{43}$ - trục V - đĩa biên (1) – thanh truyền (3) - đĩa biên (2) – dao xọc.

Phương trình truyền động của xích này là:

$$n_{dc}(1450).\frac{15}{45}.\frac{25}{25}.\frac{25}{25}.\frac{A}{B}.\frac{19}{43} = n \text{ (htk/ph)}.$$

Từ đây có công thức điều chỉnh xích tốc độ cắt:

$$i_v = \frac{A}{B} = \frac{n}{214} \qquad (7.24)$$

Trong đó:

n – số hành trình kép của dao xọc

A + B = 72

Với các bộ bánh răng thay thế của máy có thể điều chỉnh được 15 cấp tốc độ từ n= 54÷470 htk/ph.

Nếu vận tốc cắt là v (m/ph), mối quan hệ của nó với hành trình kép như sau:

$$n = \frac{1000v}{2l} = 500\frac{v}{l} \text{ (htk/ph)} \qquad (7.25)$$

Trong đó:

$l$ – chiều dài hành trình của dao (mm), $l$ = b + (5 ÷ 7) mm.

b – chiều dài của phôi (mm).

***2/ Xích chuyển động phân độ***

Xích phân độ dùng để thực hiện chuyển động phân độ khi gia công răng kế tiếp. Chuyển động phân độ được thực hiện khi đĩa phân độ (vỏ cơ cấu vi sai) quay 1 vòng, khi đó phôi quay quá góc ứng với 1 răng. Do đó lượng di động tính toán là:

$$1 \text{ vòng quay của đĩa phân độ} \rightarrow \frac{1}{Z_f} \text{ vòng quay của phôi.} \qquad (7.26)$$

Xích phân độ bắt đầu từ đĩa phân độ C ăn khớp với vỏ của cơ cấu vi sai – cơ cấu vi sai $i_{vs}$ – trục XV – ba cặp bánh răng côn $\frac{32}{24}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}$ - chạc phân độ $\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2}$ - cặp bánh răng côn $\frac{36}{24}$ - trục vít – bánh vít $\frac{1}{120}$ - trục mang phôi.

Phương trình xích truyền động sẽ là :

$$1 \text{ vòng }.i_{vs}.\frac{32}{24}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}.\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2}.\frac{36}{24}.\frac{1}{120} = \frac{1}{Z_f}$$

Vì vỏ vi sai quay, $i_{vs}$= 2 nên có công thức điều chỉnh

$$i_y = \frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2} = \frac{30}{Z_f} \qquad (7.27)$$

### 3/ Xích chuyển động bao hình

Xích này dùng để hình thành dạng răng tương ứng với chuyển động của giá dao (bánh răng gần dẹt) và của phôi với lượng di động tính toán là:

$$1 \text{ vòng quay của giá dao} \rightarrow \frac{Z_d}{Z_f} \text{ vòng quay của phôi.} \qquad (7.28)$$

Xích bao hình được thực hiện từ giá dao qua cơ cấu bánh vít – trục vít $\frac{120}{1}$, cặp bánh răng côn $\frac{25}{20}$ - trục XIII – chạc bao hình $\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ - trục XIV – cơ cấu vi sai $i_{vs}$ – XV – ba cặp bánh răng côn $\frac{32}{24}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}$ - chạc phân độ $\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2}$ - cặp bánh răng côn $\frac{32}{24}$ - trục vít – bánh vít $\frac{1}{120}$ - trục mang phôi.

Phương trình truyền động của xích này là:

$$1 \text{ vòng} . \frac{120}{1}.\frac{25}{20}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.i_{vs}.\frac{32}{24}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}.\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2}.\frac{36}{24}.\frac{1}{120} = \frac{Z_d'}{Z_f}$$

Nếu lấy chạc phân độ $\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2} = \frac{30}{Z_f}$ và thay $Z_d' = \frac{Z_f \cos\gamma}{\sin\varphi'}$, có công thức điều chỉnh xích bao hình như sau:

$$i_x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{Z_f \cos\gamma}{75 \sin\varphi} \qquad (7.29)$$

Trong đó:

$\gamma$ - góc chân răng.

$\varphi$ - góc nửa đỉnh côn.

Góc chân răng $\gamma$ của chi tiết gia công là góc nhỏ nên $\cos\gamma \approx 1$. Do đó chạc bao hình có thể tính với công thức gần đúng như sau:

$$i_x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} \approx \frac{Z_f}{75 \sin\varphi} \qquad (7.30)$$

Sai số của công thức này không ảnh hưởng đến chất lượng của chi tiết gia công.

### 4/ Xích chuyển động chạy dao

Xích chạy dao dùng để xác định thời gian của chu kỳ gia công 1 răng, tức là bảo đảm hình thành 1 răng trong thời gian nhanh hay chậm, quyết định năng suất gia công.

Khi cam A quay 1 vòng thì gia công xong 1 răng. Vậy thời gian gia công 1 răng nhanh hay chậm là tuỳ thuộc vào số vòng quay của cam A nhanh hay chậm. Nếu đặt thời gian cần thiết để gia công xong 1 răng là $t_1$ (s) thì trong thời gian này cam thùng A quay 1 vòng và trục động cơ điện sẽ quay $\frac{1450t_1}{60}$ vòng. Do đó lượng di động tính toán của xích chạy dao là :

$$\frac{1450t_1}{60} \text{ vòng quay của động cơ điện} \rightarrow 1 \text{ vòng quay của cam A.} \qquad (7.31)$$

Xích phân độ do đó bắt đầu từ động cơ điện có $n_1$= 1450vg/ph, qua cặp bánh răng côn $\frac{15}{45}$ - chạc chạy dao $\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$ – cặp bánh răng côn $\frac{15}{45}$ – trục VII – trục vít – bánh vít $\frac{2}{34}$ – và cuối cùng là trục phân phối mang cam thùng A.

Phương trình xích truyền động chạy dao như sau:

$$\frac{1450t_1}{60}.\frac{15}{45}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{15}{45}.\frac{2}{34} = 1vg.$$

Và công thức điều chỉnh:

$$i_s = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \frac{6,3}{t_1} \qquad (7.32)$$

Ở đây: trị số $t_1$ có ở trong **sổ tay chế độ cắt**, $t_1$=7,6 ÷ 86,5s.

Trị số $t_1$ không nói lên lượng chạy dao thực tế là bao nhiêu. Do đó lượng chạy dao thực tế có thể lấy là lượng di động $s_1$ trên cung tròn chia răng của phôi (hoặc của bánh răng gần dẹt) khi dao thực hiện 1 hành trình kép. Trong trường hợp này, lượng di động tính toán của xích chạy dao là:

1 hành trình kép của dao → $s_1$ (mm/htk) lượng di động của phôi. (7.33)

Khi dao thực hiện 1 hành trình kép tức là trục V quay 1 vòng thì phương trình truyền động có thể viết là:

$$1vg.\frac{43}{19}.\frac{A}{B}.\frac{25}{25}.\frac{25}{25}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{15}{45}.\frac{42}{42}.\frac{e}{f}.\frac{45}{36}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.\frac{32}{24}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}.\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2}.\frac{36}{24}.\frac{1}{120}.\pi.m.Z_f = s_1(mm/htk). \qquad (7.34)$$

Nếu các chạc điều chỉnh khác đã biết thì chạc phân độ $\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}$ xác định được.

### *5/ Xích chuyển động quay giá dao*

Xích này dùng để thực hiện chuyển động lắc lư (hành trình thuận và nghịch) của giá dao quanh trục đi qua đỉnh côn của phôi.

Khi cam thùng A quay 1 vòng thì hình thành xong 1 răng, tức là gồm hành trình thuận và hành trình nghịch. Ở máy 526 thời gian cần cho hành trình thuận và hành trình nghịch bằng nhau, vì tỷ số truyền ở cơ cấu đảo chiều bằng nhau $\left[\frac{42}{42} = \frac{38}{32}.\frac{32}{38}\right]$

thuận nghịch

Do đó nếu trong hành trình thuận (cũng như hành trình nghịch) giá dao quay một góc $\theta^0$ thì lúc đó cam thùng A đã quay $\frac{1}{2}$ vòng. Khi cam thùng A quay $\frac{1}{2}$ vòng, qua cơ cấu bánh vít – trục vít $\frac{34}{2}$ và cặp bánh răng $\frac{42}{42}$ (hoặc $\frac{38}{32}.\frac{32}{38}$), thì trục XI phải quay: $\frac{1}{2}vg.\frac{34}{2}.\frac{42}{42}$ = $=\frac{17}{2}$ vòng, nhưng vì trong một lần đảo chiều, trục XI bị mất đi $\frac{5}{6}$ vòng, nên thực tế nó chỉ quay $\frac{17}{2} - \frac{5}{6} = \frac{23}{3}$ vòng. Vì thế, khi giá dao quay một góc $\theta^0$, tức là $\frac{\theta^0}{360^0}$ vòng thì trục XI

quay được $\frac{23}{3}$ vòng. Cho nên lượng di động tính toán của xích quay giá dao có thể viết:

$$\frac{23}{3} \text{ vòng quay của trục XI} \rightarrow \frac{\theta^0}{360^0} \text{ vòng quay của giá dao.} \qquad (7.35)$$

Phương trình truyền động được thực hiện từ trục XI – chạc quay giá dao $\frac{e}{f}$ - bánh răng trụ $\frac{45}{36}$ - trục XIII – bánh răng côn $\frac{20}{25}$ - và trục vít – bánh vít $\frac{1}{120}$ làm quay giá dao:

$$\frac{23}{3} vg.\frac{e}{f}.\frac{45}{36}.\frac{20}{25}.\frac{1}{120} = \frac{\theta^0}{360^0} \qquad (7.36)$$

và công thức điều chỉnh:

$$\frac{e}{f} = \frac{\theta^0}{23^0} \qquad (7.37)$$

Trong đó: $e + f = 72$.

Góc quay của giá dao có thể xác định bằng các công thức kinh nghiệm như sau:

- Đối với bánh răng có góc ăn khớp $\alpha = 20^0$:

$$\theta^0 = 1,42\left(\frac{355,3k + 90}{Z_t} - 0,8\right)\sin 2\varphi \qquad (7.38)$$

- Đối với bánh răng có góc ăn khớp $\alpha = 15^0$:

$$\theta^0 = 1,42\left(\frac{458,4k + 90}{Z_t} - 0,4\right)\sin 2\varphi \qquad (7.39)$$

Ở cả hai công thức: k là tỷ số giữa chiều cao chân răng và môđun ($k = \frac{h}{m}$).

***6/ Cơ cấu đặc biệt***

*a. Cơ cấu bàn dao*

Bàn dao là bộ phận máy quan trọng của máy bào răng côn gồm một số cơ cấu biên – tay quay, bàn trượt để biến chuyển động vòng thành chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi.

Nguyên lý làm việc của bàn dao được trình bày trên hình 7.29.

Khi đĩa biên (1) quay tròn, thanh truyền (3) sẽ làm cho đĩa biên (2) lắc lư quanh tâm O, đưa dao bào tịnh tiến khứ hồi trên sống trượt (4) của bàn dao. Hai lưỡi dao không chuyển động đồng bộ mà một lưỡi làm việc và một lưỡi chạy không. Do đó tải trọng của máy được phân bố đều.

Các sống trượt (4) được lắp trên bàn dao lắc lư và tạo thành một góc $2\delta^0$. Khi gia công thô có thể lấy:

$$\delta^0 = \frac{57,296(\frac{S_0}{2} + h_1 tg\alpha)}{L} + \Delta\delta^0 \qquad (7.40)$$

Trong đó:

$s_0$ – bề dày răng trên vòng tròn chia răng lớn nhất (mm).

$h_1$ – chiều cao răng (mm).

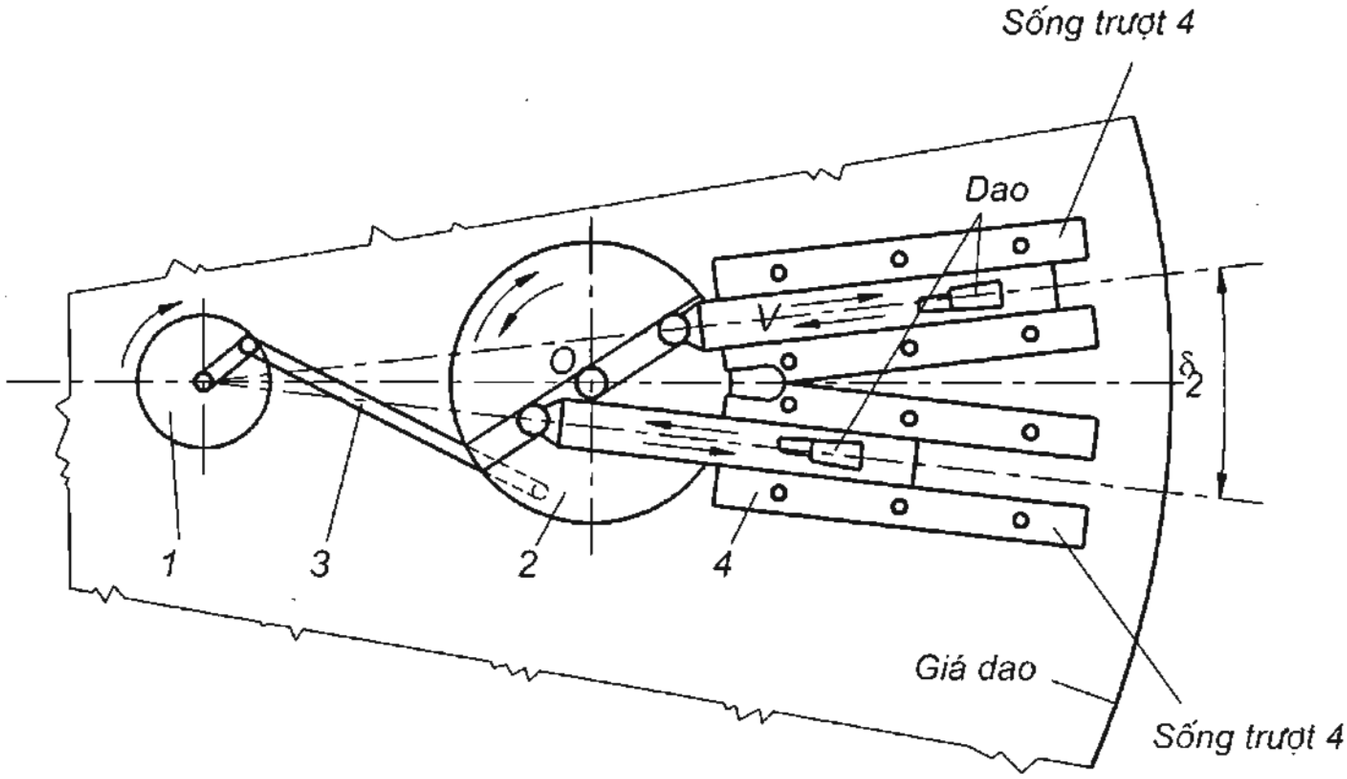
$\alpha$ - góc ăn khớp răng.

L – chiều dài đường sinh mặt côn chia răng (mm).

$\Delta\delta^0$ – góc phụ thêm để đảm bảo lượng dư cho gia công tinh.

$$\Delta\delta^0 = \frac{57,296\frac{\Delta s_0}{2}}{L}$$

$\frac{\Delta s_0}{2}$ - lượng dư cắt tinh trên một mặt răng, có thể lấy $\Delta S_0$ = 0,5÷1 mm.




***Hình 7.29*** – Sơ đồ nguyên lý làm việc của bàn dao máy bào răng 526

Khi gia công tinh, dùng công thức sau đây:

$$\delta^0 = \frac{57,296(\frac{s_0}{2} + h_1 tg\alpha)}{L} \qquad (7.41)$$

*b. Cơ cấu di động và điều chỉnh phôi*

Phôi lắp trên bàn trượt và khi cần được đưa vào và lùi ra khỏi dao. Điều khiển quá trình này nhờ cam thùng B (trên sơ đồ động hình 7.28) và cơ cấu thực hiện lượng di động được trình bày trên hình 7.28 b) bên phải sơ đồ động.

Cam B có hai rãnh: rãnh a di động phôi để cắt thô và rãnh b để cắt tinh. Tương ứng với mỗi rãnh có các con lăn (4) để truyền chuyển động đến thanh (5). Thanh (5) có thể quay quanh chốt (6) cố định trong thân máy. Trong rãnh của thanh (5) lắp vít me (7) để có thể di động thân (8). Trên thân (8) lắp bàn trượt (9) với bulông (10). Như thế, khi cam B di động thanh (5) thì bàn trượt (9) sẽ mang phôi đến gần hoặc xa dao cắt.

Khi gia công tinh, cam đưa bàn trượt đến gối tì (11) và cố định tại vị trí đó để gia công. Khi cần đưa bàn trượt ra xa dao hơn nữa (như khi lắp phôi), ta nới các bulông (10) và dùng

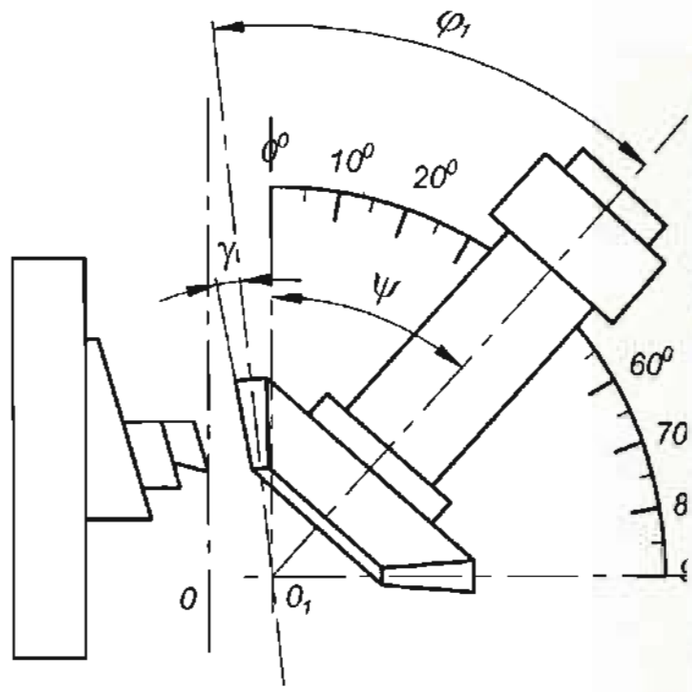
tay quay (12) để di động bàn trượt.

Khi bàn trượt chạm gối tì (11) cũng là lúc đỉnh côn $O_1$ của phôi trùng với tâm O của máy, tức là tâm của bánh gần dẹt (giá dao) mà hướng chuyển động của mũi dao cắt phải đi qua (hình 7.30).

Trên máy 526 có cơ cấu di động phôi theo dọc trục và có các vạch khắc độ để điều chỉnh vị trí trục mang phôi. Góc trục $\psi$ mang phôi cần điều chỉnh:

$$\Psi = \varphi_1 - \gamma \qquad (7.42)$$

Ở đây, $\varphi_1$ có thể tính từ $tg\varphi_1 = \frac{Z_f}{Z_2}$ với, $Z_2$ – bánh răng ăn khớp với bánh răng cần cắt.



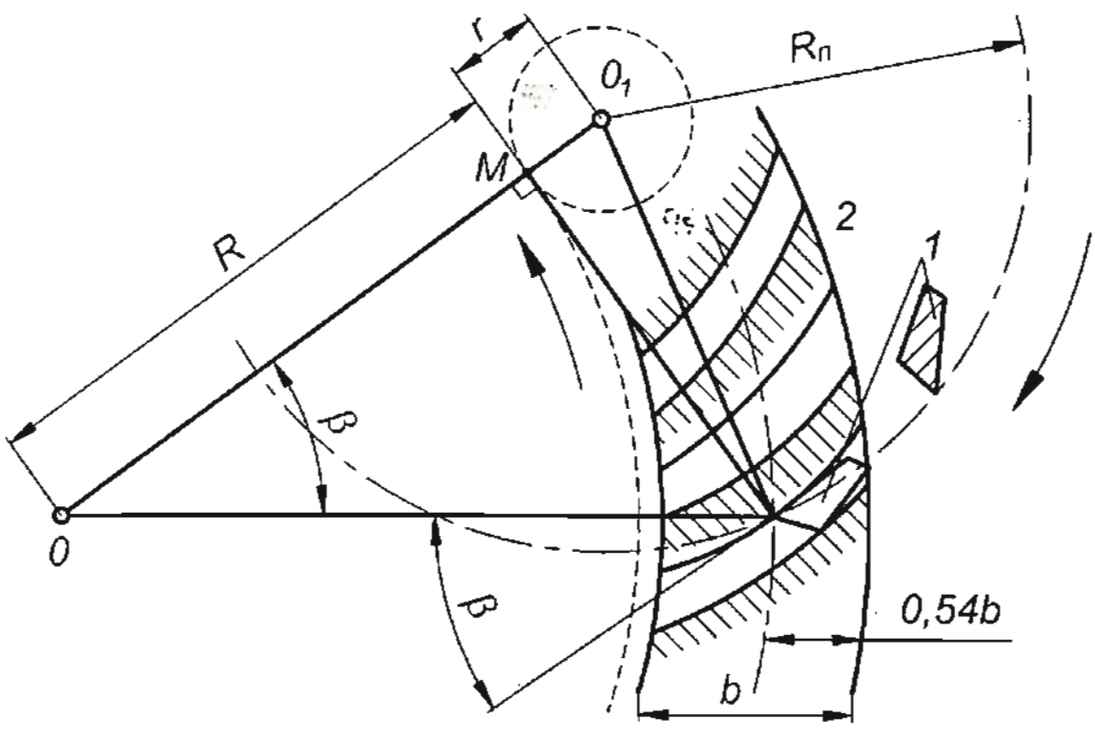

*Hình 7.30* – Sơ đồ vị trí của trục phôi máy 526.

## 7.6 MÁY GIA CÔNG BÁNH RĂNG CÔN RĂNG CONG

Bánh răng côn răng cong có ưu điểm hơn bánh răng côn răng thẳng là chuyển động êm, không ồn, kết cấu chặt chẽ, do đó chịu được tải trọng lớn hơn khi cùng kích thước.

Năm 1905, chiếc máy gia công bánh răng côn răng cong đầu tiên xuất hiện ở triển lãm Paris. Trong quá trình phát triển, nhiều nguyên lý gia công đã được nghiên cứu và trên cơ sở đó, người ta đã chế tạo nhiều loại máy gia công bánh răng côn răng cong khác nhau.

### 7.6.1 Nguyên lý gia công bánh răng côn răng cong




*Hình 7.31* – Sơ đồ nguyên lý hình thành dạng răng cong.

Sự khác nhau cơ bản giữa bánh răng côn răng thẳng và bánh răng côn răng cong là dạng răng theo chiều dài: thẳng và cong. Do đó về nguyên lý gia công giữa hai loại chỉ khác nhau ở phương pháp tạo dạng răng theo chiều dài.

Nguyên lý gia công bánh răng côn răng cong có hai phần:

a. Nguyên lý tạo hình thân khai giống như ở bánh răng côn răng thẳng: nhắc lại chuyển động ăn khớp giữa cặp bánh răng côn và bánh răng gần dẹt.

b. Nguyên lý tạo dạng răng theo chiều dài, tức là phương pháp tạo ra dạng răng theo chiều dài của bánh răng gần dẹt, để nó ăn khớp với phôi và cắt ra răng cong trên phôi.

Nguyên lý tổng quát tạo ra răng dao trên bánh gần dẹt theo sơ đồ ở hình 7.31.

Dùng các mảnh dao (1) lắp thành đầu dao và cho chuyển động quay vòng quanh tâm $O_1$. Tâm $O_1$ nằm trên bánh răng gần dẹt (2) và nó có thể di động trên bánh gần dẹt bằng cách để một vòng tròn có bán kính r của đầu dao, lăn không trượt trên một vòng tròn nào đó có bán kính R của bánh gần dẹt. Bán kính r có thể thay đổi từ $0 \div \infty$. Trên cơ sở đó, các lưỡi cắt của mảnh dao (1) sẽ hình thành các dạng răng trên bánh răng gần dẹt như sau:

- Nếu r = 0, tức là bán kính lăn của đầu dao trở thành một điểm, đầu dao không thể lăn trên bánh răng gần dẹt, dạng răng hình thành là cung tròn có bán kính $R_n$. Dạng răng này được gọi là răng cong Gleason.

- Nếu $r = \infty$, tức là đầu dao tròn biến thành thanh răng, lăn trên bánh răng gần dẹt. Dạng răng là đường thân khai và được gọi là răng cong Klingelnberg.

- Nếu $0 < r < \infty$, tức là hình thành vòng tròn lăn của đầu dao. Dạng răng được hình thành là đường cong Xicloid. Một đoạn của đường cong này là đường cong của răng. Nếu vòng tròn có bán kính r lăn không trượt trên mặt ngoài vòng tròn R của bánh răng gần dẹt (như trên hình 7.31) thì dạng răng hình thành sẽ là đường cong epixicloid. Nếu vòng tròn r lăn trên mặt trong vòng tròn R, đường cong hình thành sẽ là đường cong hypoxicloid.

- Nếu số răng của đầu dao $Z_d = 1$ thì sau mỗi vòng quay của đầu dao, phôi phải quay qua 1 răng. Đầu dao này gọi là đầu dao Mammano.

- Nếu $Z_d > 1$ thì mỗi vòng quay của đầu dao sẽ gia công nhiều răng. Đầu dao loại này được gọi là đầu dao Oerlikon.

### 7.6.2 Máy gia công bánh răng côn răng cong Gleason

***1/ Đặc điểm của quá trình gia công:***

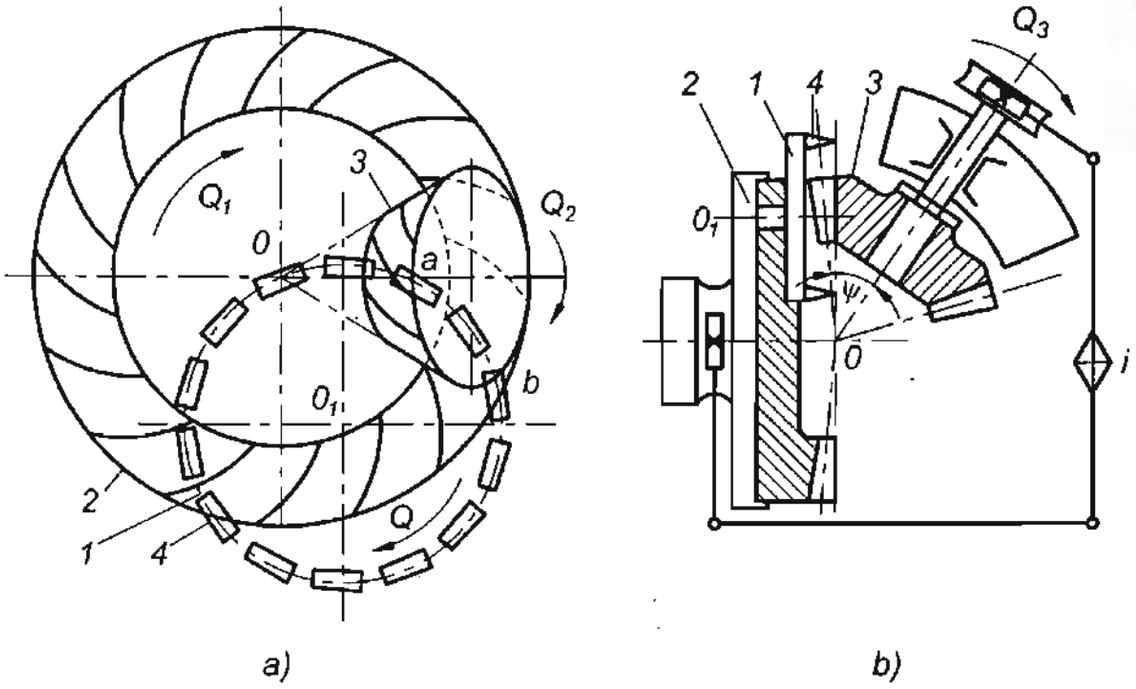
Đường cong Gleason được hình thành với đầu dao (1) có tâm $O_1$ với bán kính $R_n$. Đầu dao được lắp trên bánh răng gần dẹt (2) và có thể quay xung quanh trục của nó để hình thành dạng răng trên bánh răng gần dẹt. Phôi (3) lăn trên bánh răng gần dẹt được và chép lại dạng răng trên cung ab. Bán kính của đường cong Gleason chính là bán kính $R_n$ của đầu dao (hình 7.32a).

Hình 7.32b trình bày vị trí tương đối của các khâu chấp hành hình thành răng cong. Bánh răng gần dẹt chính là giá dao (2), trên đó lắp đầu dao (1). Đỉnh của các mảnh dao (4) cần phải đi qua mặt côn chân răng của phôi (3). Để thực hiện điều đó phải điều chỉnh trục phôi tạo thành với bề mặt chuyển động của đỉnh mảnh dao với góc $\Psi$. Tâm của máy là điểm O, tức là điểm cắt của trục giá dao và trục phôi.

Máy gia công đường cong Gleason làm việc theo chế độ phân độ gián đoạn, gia công từng răng, năng suất thấp.

Để hình thành dạng răng cung tròn nói trên, máy Gleason cần thực hiện các chuyển động sau:

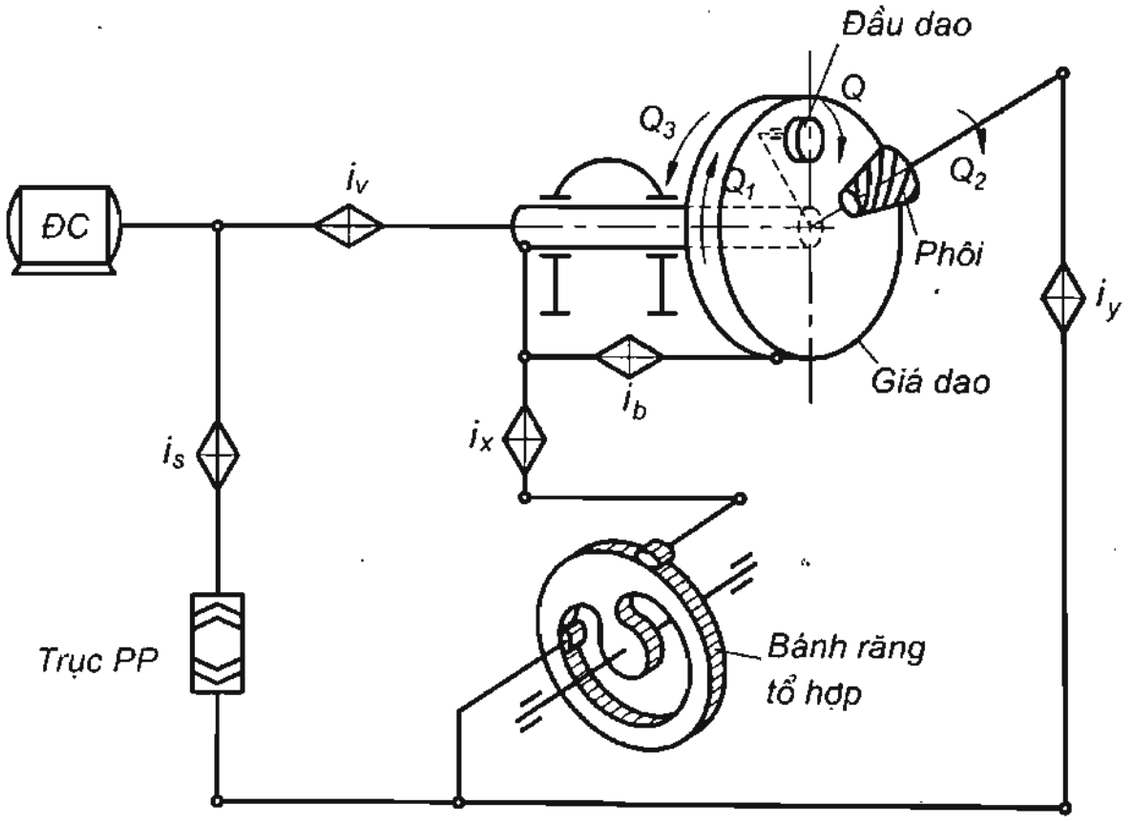
- Chuyển động chính quay tròn Q của đầu dao quanh tâm $O_1$.
- Chuyển động bao hình ($Q_1$ $Q_2$) giữa giá dao và phôi để hình thành dạng răng.
- Chuyển động phân độ $Q_3$ quay phôi, để gia công răng kế tiếp.




***Hình 7.32*** – Sơ đồ gia công răng Gleason

***2/ Sơ đồ kết cấu động học máy phay bánh răng côn răng cong***

Trong gia công bánh răng côn răng cong Gleason, giá dao thực hiện chuyển động quay vòng $Q_1$, phôi thực hiện chuyển động quay vòng $Q_2$ đồng thời đầu dao quay vòng Q xung quanh tâm trục của nó với vận tốc cắt V.




***Hình 7.33*** – Sơ đồ kết cấu động học máy phay răng cong 528C

Mối quan hệ giữa các chuyển động tạo hình bề mặt răng cong được trình bày trên sơ đồ kết cấu động học hình 7.33. Các chu kỳ làm việc được thực hiện như sau :

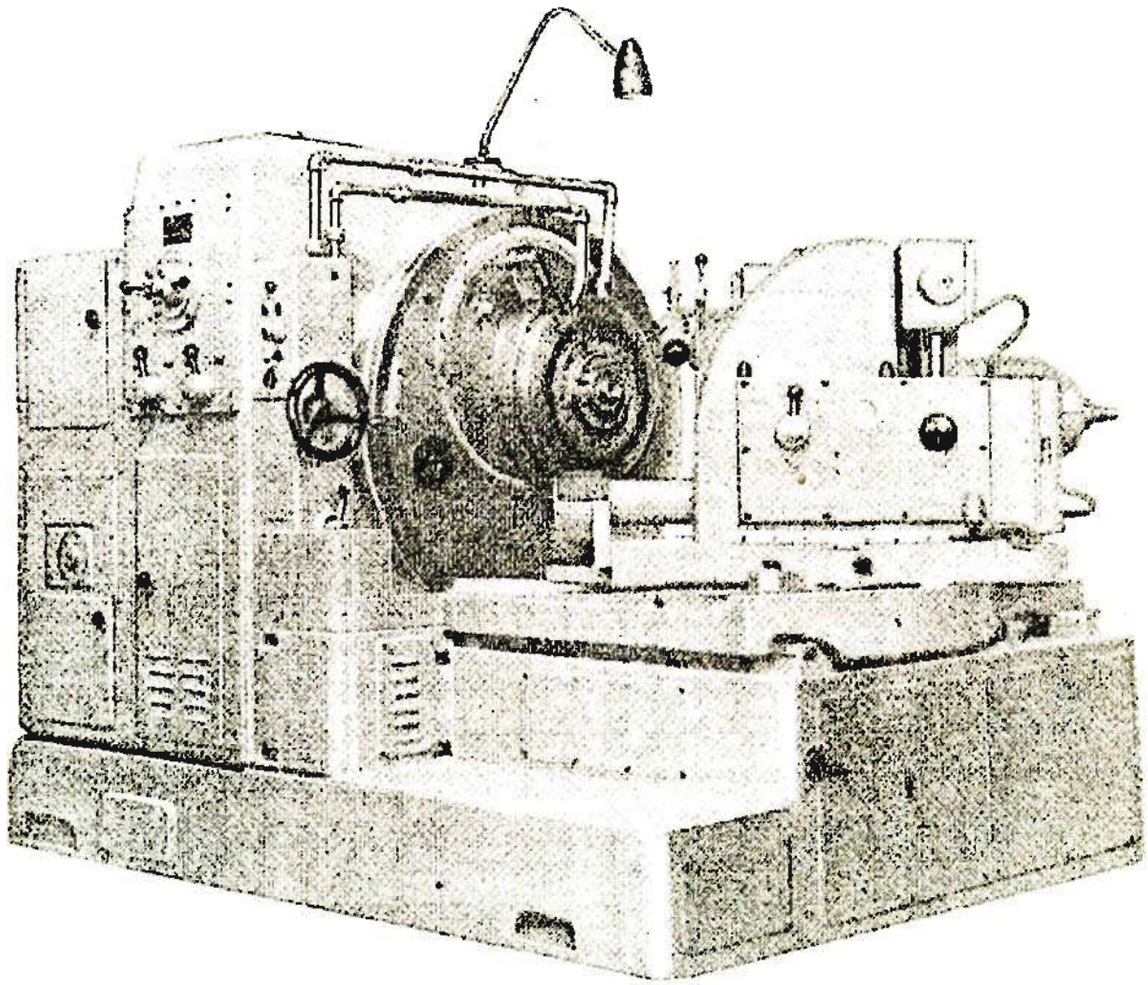
Sau khi gia công xong 1 rãnh răng, phôi lùi khỏi đầu dao, giá dao thực hiện chuyển động đảo chiều $Q_3$ về vị trí ban đầu. Lúc đó phôi vẫn chuyển động theo hướng cũ với $Q_2$, dao vẫn chuyển động vòng Q.

Khi phôi lùi khỏi đầu dao, chuyển động bao hình ($Q_1$ $Q_2$) bị phân thành hai chuyển động: 1- chuyển động phụ đảo chiều $Q_3$ để đưa giá dao về vị trí ban đầu; 2- chuyển động $Q_1$ khi đã đảo chiều xong.

Sau đó, phôi tiến tới đầu dao, chuyển động bao hình ($Q_1$ $Q_2$) được khôi phục để gia công một răng khác. Vì khi giá dao quay ngược về vị trí ban đầu với chuyển động $Q_3$, phôi vẫn quay liên tục nên chiếc răng bắt đầu cắt không phải là răng kế tiếp theo răng vừa được gia công mà cách đó một số răng $Z_i$.

### 7.6.3. Sơ đồ động máy phay bánh răng răng cong 528C

Máy phay bánh răng răng cong 528C là máy thực hiện nguyên lý cắt răng Gleason do Liên Xô chế tạo, dùng để gia công thô và tinh răng cong có dạng cung tròn. Máy có thể gia công theo phương pháp bao hình và chép hình. Hình dáng chung của máy 528C được trình bày trên hình 7.34a.



***Hình 7.34a*** – Hình dáng chung của máy 528C

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy phay bánh răng răng cong 528C :

- Đường kính lớn nhất ở vòng tròn phân độ của bánh răng gia công : ϕ800 mm.
- Môđun lớn nhất : m = 15 mm.

- Số răng có thể gia công: 4 ÷ 100.

- Chiều dài lớn nhất của đường sinh mặt côn gia công : 420 mm.

- Số vòng quay của đầu dao : n = 21 ÷ 300 vg/ph.

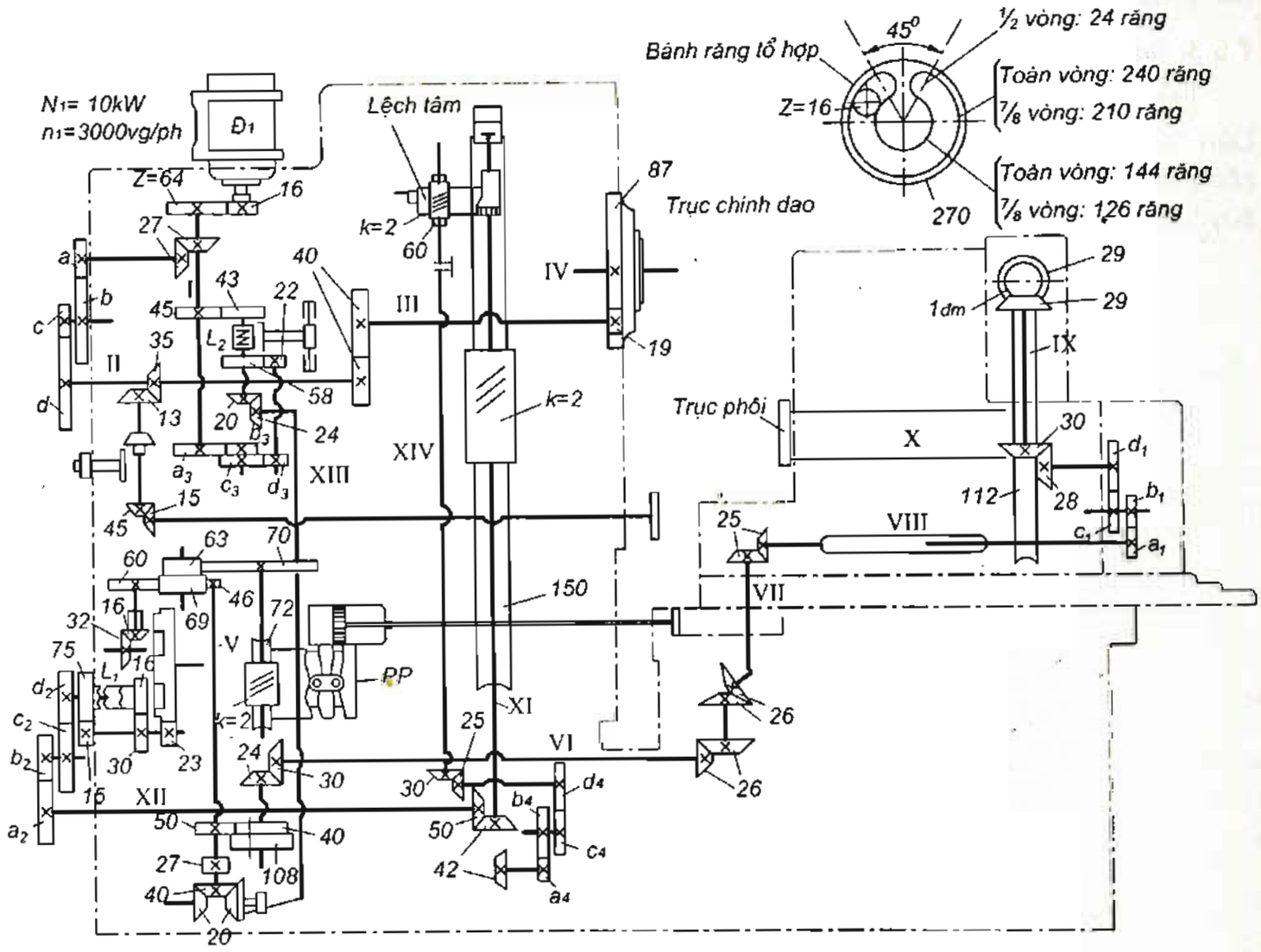
- Thời gian gia công một răng : $t_1$ = 7,5 ÷ 240 s.

- Động cơ dẫn động chính : N = 10 kW, n = 3000 vg/ph.

- Động cơ dẫn động hệ thuỷ lực : N = 2,2 kW; n = 1500 vg/ph.

- Trọng lượng máy : 14200 kG.

Sơ đồ động của máy phay răng cong 528C được trình bày trên hình 7.34b. Máy 528C có ba nhóm chuyển động: hai nhóm dùng để hình thành dạng răng và một nhóm để phân độ.




***Hình 7.34b*** – Sơ đồ động máy phay bánh răng côn răng cong 528C.

- Nhóm hình thành dạng răng trên chiều dài là nhóm chuyển động đơn giản để thực hiện chuyển động chính Q của đầu dao. Chạc điều chỉnh nhóm này là $i_v$.

- Nhóm bao hình (nhóm hình thành dạng răng) là nhóm chuyển động tạo hình phức tạp, dùng để thực hiện mối liên hệ chuyển động giữa giá dao và phôi, tức là thực hiện chuyển động bao hình ($Q_1$ $Q_2$). Chạc điều chỉnh bao hình là $i_x$.

Muốn cho giá dao quay tròn với vận tốc không đều (để gia công bánh răng có đỉnh và chân cần cắt vát) thì dùng thêm xích bổ sung $i_b$.

- Nhóm chuyển động phân độ thực hiện chuyển động vòng đơn giản để phân độ giữa trục phân phối PP và phôi. Khi trục phân phối quay 1 vòng thì cắt xong 1 răng và tuần hoàn

phân độ xong. Chạc điều chỉnh phân độ là $i_y$.

Bánh răng tổ hợp dùng để đảo chiều giá dao mà không cần cắt xích truyền động. Máy 528C không có cơ cấu tổng hợp chuyển động (cơ cấu vi sai), không có đĩa phân độ riêng rẽ nên độ chính xác phân độ khá cao.

***1/ Xích chuyển động chính (xích tốc độ ):***

Xích này thực hiện từ động cơ điện $Đ_1$ có $N_1$= 10 kW và $n_1$= 3000 vg/ph, qua cặp bánh răng trụ $\frac{16}{64}$ → trục I → cặp bánh răng côn $\frac{27}{27}$ → chạc tốc độ $\frac{a}{b}.\frac{c}{d}$ → trục II → cặp bánh răng trụ $\frac{40}{40}$ → trục III → cặp bánh răng trụ ăn khớp trong $\frac{19}{87}$ và cuối cùng là trục chính mang dao IV.Phương trình truyền động của xích này là:

$$3000.\frac{16}{64}.\frac{27}{27}.\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.\frac{40}{40}.\frac{19}{87} = n_{dd} \text{ (số vòng quay của đầu dao).}$$

Từ đây rút ra công thức điều chỉnh bánh răng thay thế:

$$i_v = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{n_{dd}}{170} \qquad (7.43)$$

***2/ Xích chuyển động phân độ***

Xích phân độ được thực hiện từ trục phân phối PP (cam thùng) → bánh vít – trục vít $\frac{72}{2}$ → hai cặp bánh răng trụ $\frac{70}{63}.\frac{69}{46}$ → trục V → cặp bánh răng trụ → cặp bánh răng côn → trục VI → ba cặp bánh răng côn → trục VIII → chạc phân độ → cặp bánh răng côn → trục IX → cặp bánh răng côn → trục vít – bánh vít và cuối cùng là trục phôi X.

Chuyển động phân độ được thực hiện khi trục phân phối PP quay 1 vòng và khi đó phôi sẽ quay đi $Z_i$ răng. Do đó lượng di động tính toán của xích phân độ là :

*1 vòng quay của trục phân phối* → $\frac{Z_i}{Z_f}$ *vòng quay của phôi.* (7.44)

Phương trình truyền động là:

$$1\text{vòng TPP}.\frac{72}{2}.\frac{70}{63}.\frac{69}{46}.\frac{50}{40}.\frac{24}{30}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}.\frac{25}{25}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{28}{30}.\frac{29}{29}.\frac{1}{112} = \frac{Z_i}{Z_f}$$

Từ đây có công thức điều chỉnh:

$$I_y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}2\frac{Z_i}{Z_f} \qquad (7.45)$$

Trị số $Z_i$ cần phải là số nguyên gần nhất mà số $Z_f$ có thể chia hết.

***3/ Xích chuyển động bao hình***

Xích bao hình dùng để hình thành dạng răng, tức là thực hiện chuyển động tương đối giữa giá dao (bánh răng dẹt) và phôi với lượng di động tính toán :

*1 vòng quay của giá dao* → $\frac{Z_d}{Z_f}$ *vòng quay của phôi.* (7.46)

Xích bao hình bắt đầu từ giá dao → bánh vít – trục vít $\frac{150}{2}$ → trục XI → cặp bánh răng côn $\frac{42}{50}$ → trục XII → chạc bao hình $\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2}$ → bộ ly hợp $L_1$ đóng sang phải → cặp bánh răng trụ $\frac{30}{30}$ → bánh răng Z= 23 ăn khớp với vành ngoài của bánh răng tổ hợp cho tỷ số truyền $\frac{23}{270}$ → vòng 240 răng của bánh răng tổ hợp ăn khớp với bánh răng Z= 16 cho tỷ số truyền $\frac{240}{16}$ → cặp bánh răng côn $\frac{32}{16}$ → cặp bánh răng trụ $\frac{60}{46}$ → trục V → và từ đây đi đến phôi giống như ở xích phân độ.

Phương trình truyền động của nó là :

$$1\text{vòng}.\frac{150}{2}.\frac{42}{50}.\frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2}.\frac{30}{30}.\frac{23}{270}.\frac{240}{16}.\frac{32}{16}.\frac{60}{46}.\frac{50}{40}.\frac{24}{30}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}.\frac{25}{25}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{28}{30}.\frac{29}{29}.\frac{1}{112} = \frac{Z_d}{Z_f}$$

Theo công thức (7.45) → $i_y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \frac{2Z_i}{Z_f}$ thì có công thức điều chỉnh :

$$i_x = \frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2} = \frac{2}{7}.\frac{Z_d}{Z_i} \qquad (7.47)$$

Nếu khi hình thành răng, phôi quay một góc $\theta_1$ và trục phân phối PP quay một góc $\delta_1$ thì có thể viết phương trình cân bằng từ trục phân phối đến phôi như sau:

$$\frac{\delta_1}{360}.\frac{72}{2}.\frac{70}{63}.\frac{69}{46}.\frac{50}{40}.\frac{24}{30}.\frac{26}{26}.\frac{26}{26}.\frac{25}{25}.\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.\frac{28}{30}.\frac{29}{29}.\frac{1}{112} = \frac{\theta_1}{360} \qquad (7.48)$$

Nếu thay $\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \frac{2Z_i}{Z_f}$ vào phương trình (7.48) sẽ được :

$$\delta_1 \frac{Z_d}{Z_f} = \theta_1$$

Suy ra : $Z_i = \frac{\theta_1}{\delta_1}.Z_f$

Góc quay của trục phân phối trong thời gian hình thành dạng răng (hành trình thuận) thường lấy $\delta_1 = 160^0$. Do đó :

$$Z_i = \frac{Z_f}{160^0}.\theta_1 \qquad (7.49)$$

Ở đây: $\theta_1$ tính bằng độ.

Với công thức này, xác định được trị số $Z_i$ và có thể tiến hành điều chỉnh xích bao hình.

***4/ Xích chuyển động chạy dao***

Lượng chạy dao của máy 528C biểu thị bằng thời gian của hành trình công tác $t_c$(s) được thực hiện bằng cam trên trục PP.

Độ lớn của góc quay giá dao theo hai chiều không thể thay đổi được vì nó được cố định ở bánh răng tổ hợp (hành trình thuận: khi $Z_{16}$ ăn khớp với vành có 240 răng, và hành trình

nghịch khi $Z_{16}$ ăn khớp với vành có 144 răng).

Góc quay của giá dao không thể thay đổi nên trong trường hợp không dùng hết toàn bộ góc quay theo một chiều thì sau khi gia công xong 1 răng, cam ở trục phân phối PP đóng bộ ly hợp ma sát $L_2$ lên trên để thực hiện hành trình nhanh. Giá dao sẽ quay với vận tốc cao hơn, cùng chiều để kết thúc góc quay còn lại.

Vì vận tốc quay của trục phân phối có thể thay đổi (nhưng chiều quay không thay đổi) cho nên trong một chu trình gia công, trục phân phối sẽ quay chậm để công tác với góc $\delta_1$ và quay nhanh để chạy không với góc $\delta_2$ (góc $\delta_1$ có thể lấy trong phạm vi $120 \div 180^0$).

Nếu thời gian dùng cho hành trình công tác là $t_c$ thì với thời gian này, động cơ điện sẽ quay $\frac{3000.t_c}{60}$ vòng. Trong thời gian này, trục phân phối quay $\delta_1^0$, tức là $\frac{\delta_1}{360^0}$ vòng. Do đó, lượng di động tính toán của xích chạy dao là:

$$\frac{3000.t_c}{60} \textit{ vòng quay của động cơ điện} \rightarrow \frac{\delta_1}{360^0} \textit{ vòng quay của trục phân phối.} \qquad (7.50)$$

Xích chạy dao được thực hiện từ động cơ điện Đ$_1$ có $n_1$=3000 vg/ph – qua cặp bánh răng trụ $\frac{16}{64}$ – trục I – chạc chạy dao $\frac{a_3}{b_3}.\frac{c_3}{d_3}$ – cặp bánh răng trụ $\frac{22}{58}$ – đóng ly hợp $L_2$ xuống dưới – cặp bánh răng côn $\frac{20}{24}$ – trục XIII – cặp bánh răng côn $\frac{20}{40}$ – trục V – hai cặp bánh răng trụ $\frac{46}{69}.\frac{63}{70}$ – trục vít – bánh vít $\frac{2}{72}$ làm quay trục phân phối PP.

Phương trình truyền động là:

$$\frac{3000.t_c}{60}.\frac{16}{64}.\frac{a_3}{b_3}.\frac{c_3}{d_3}.\frac{22}{58}.\frac{20}{24}.\frac{20}{40}.\frac{46}{69}.\frac{63}{70}.\frac{2}{72} = \frac{\delta_1}{360^0}$$

Từ đây có công thức điều chỉnh khi lấy $\delta_1$= $160^0$.

$$i_s = \frac{a_3}{b_3}.\frac{c_3}{d_3} = \frac{13,5}{t_c} \qquad (7.51)$$

***5/ Xích chuyển động chạy dao nhanh***

Để chạy nhanh, tức là cam thùng trên trục PP quay nhanh trong hành trình chạy không, ly hợp $L_2$ cần đóng lên trên để xích quay trục PP đi tắt qua cặp bánh răng, tránh chạc điều chỉnh $i_s$. Xích chạy nhanh bắt đầu từ động cơ Đ$_1$, tức là:

$$3000.\frac{16}{64}.\frac{45}{43}.\frac{20}{24}.\frac{20}{40}.\frac{46}{69}.\frac{63}{70}.\frac{2}{72} = n_{PP} \text{ (vg/ph).}$$

Từ đây tính được số vòng quay của trục PP khi chạy nhanh :

$n_{PP} \approx 5,5$ vg/ph.

Trong hành trình chạy không, trục PP quay góc $\delta_2$= $200^0$, tức là $\frac{200^0}{360^0}$ vòng. Do đó thời gian chạy không :

$$t_k = \frac{60s}{5,5}.\frac{200}{360} \approx 6 \text{ (s/răng)}$$

*6/ Xích chuyển động bổ sung*

Xích bổ sung dùng để thực hiện chuyển động vòng không đều của giá dao khi gia công những bánh răng nhỏ có hình dáng đặc biệt để ăn khớp với bánh răng lớn răng thẳng, hoặc khi gia công những răng có đỉnh và chân cần phải cắt vát.

Chuyển động không đều của giá dao được thực hiện do sự di động hướng trục của trục vít hai đầu mối trên giá dao (cặp truyền động $\frac{2}{120}$). Di động hướng trục của trục vít do cơ cấu lệch tâm trên bánh vít 60 truyền tới. Chuyển động vòng của bánh vít có cơ cấu lệch tâm được thực hiện từ trục XI – qua ba bánh răng côn $\frac{42}{50}.\frac{50}{42}$ – chạc bổ sung $i_b = \frac{a_4}{b_4}.\frac{c_4}{d_4}$ – cặp bánh răng côn $\frac{25}{30}$ – trục XIV – cơ cấu trục vít – bánh vít $\frac{2}{60}$.

Nếu dùng phương pháp chép hình theo hình dạng của dao để gia công thì dao cần phải ăn dao theo hướng kính và phân độ tiến hành gia công từng răng kế tiếp chứ không phải qua $Z_i$ răng. Trường hợp này cho năng suất cao hơn.

Khi dùng phương pháp chép hình, nhóm khuyếch đại ở gần chạc bao hình $i_x$ cần thay cặp bánh răng $\frac{30}{30}$ bằng cặp $\frac{75}{15}$ (đóng ly hợp $L_1$ sang trái); thay cặp bánh răng $\frac{50}{40}$ trong khối bánh răng di trượt bằng cặp $\frac{27}{108}$. Lúc này, khi tiến hành phân độ thì trục phân phối quay 1 vòng → phôi quay đi 1 răng, tức là $\frac{1}{Z_f}$ vòng phôi. Do đó chạc điều chỉnh xích phân độ trong công thức (7.44) sẽ được thay bằng:

$$i_y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \frac{10}{Z_f} \qquad (7.52)$$

Công thức (7.47) được thay bằng :

$$i_x = \frac{a_2}{b_2}.\frac{c_2}{d_2} = \frac{2Z_d}{35} \qquad (7.53)$$

### *7.6.4 Các cơ cấu đặc biệt của máy phay bánh răng răng cong 528C*

*1/ Cơ cấu đầu dao phay*

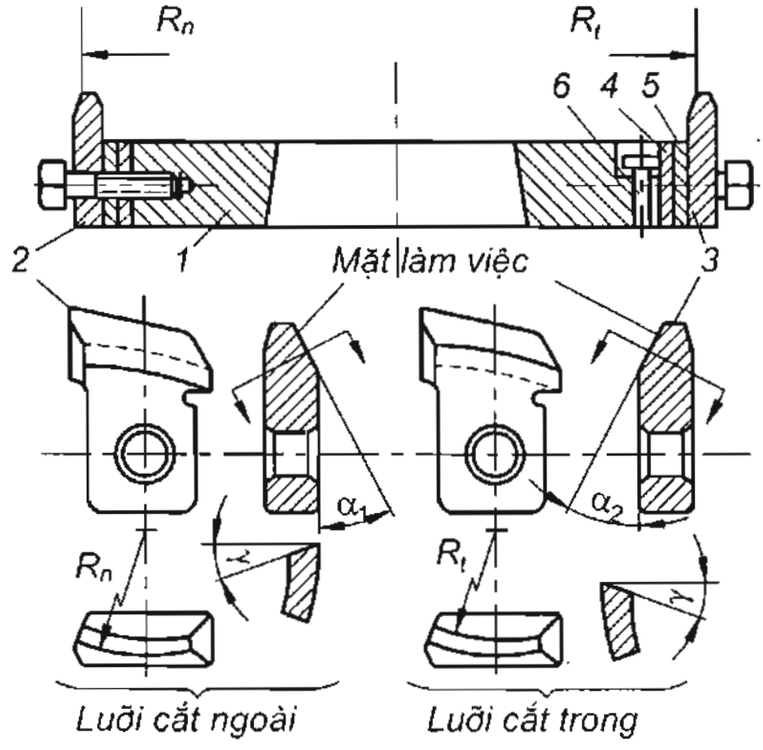
Đầu dao phay trên máy 528C được trình bày trên hình 7.35. Bộ phận chính của đầu dao là thân (1). Nó có dạng đĩa tròn trên chu vi có các rãnh để lắp các mảnh dao (2) và (3). Các mảnh dao có hai loại: loại có lưỡi cắt ngoài (2) và loại có lưỡi cắt trong (3). Lưỡi cắt ngoài gia công mặt lõm và lưỡi cắt trong gia công mặt lồi của răng. Dưới mỗi mảnh dao đều có đặt nêm (4) và miếng đệm (5). Các miếng nêm có thể di động ra vào nhờ vít (6) để điều chỉnh các bán kính tạo hình $R_n$ và răng thẳng.

*2/ Cơ cấu cam*

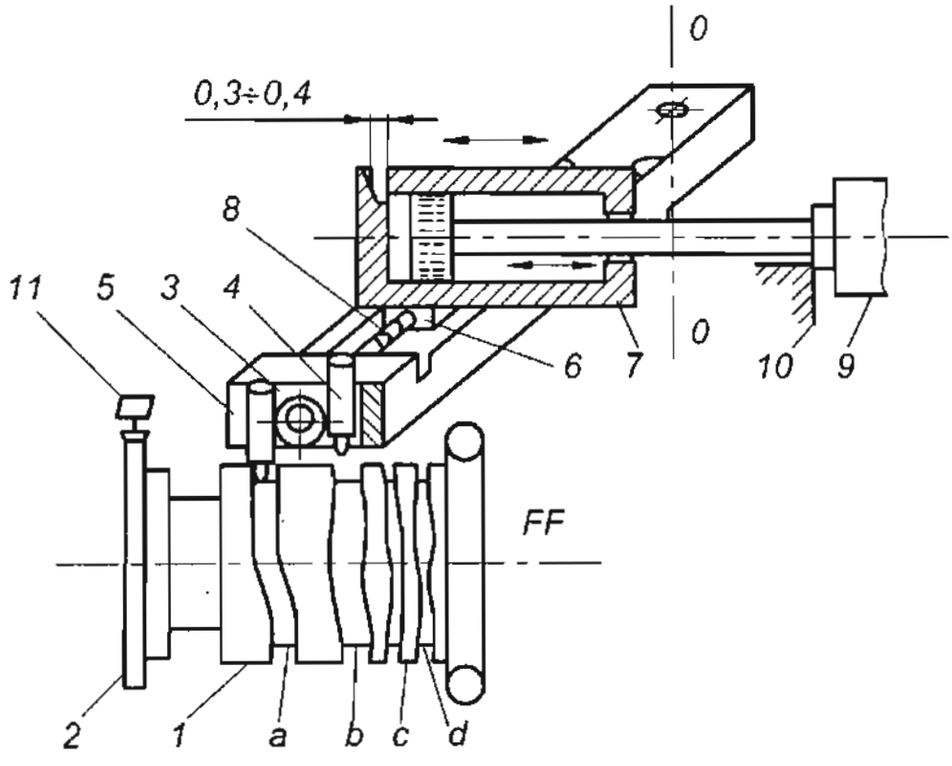
Trên trục phân phối PP của máy 528C có lắp cam thùng (1) để điều khiển chuyển động của bàn máy mang phôi, đóng mở ly hợp $L_2$ (xem hình 7.34); và cam đĩa (2) để khởi động cơ cấu tính và tự động dừng máy. Hình 7.36 trình bày loại cam này.

Trên cam thùng có hai rãnh cam a và b: một rãnh điều khiển cắt tinh và một rãnh điều khiển cắt thô. Khi chốt (3) vào rãnh a thì chốt (4) ra khỏi rãnh b và ngược lại. Khi cam (1) quay thì bàn trượt (5) quay quanh trục O – O. Nhờ con trượt (6), bàn trượt di động xilanh (7)

theo hướng trục. Chiều dài hành trình của xilanh được điều chỉnh bằng vít (8) để thay đổi vị trí con trượt (6). Ở hành trình làm việc, dầu có áp suất vào buồng phải của xilanh (7) di động pistôn nối liền với bàn máy (9) mang phôi, đưa bàn máy tì vào gối chắn (10). Dầu từ buồng trái xilanh chảy về bể dầu.




***Hình 7.35*** - Đầu dao phay răng cong của máy 528C




***Hình 7.36*** - Cơ cấu cam của máy 528C

Khi bàn máy bị chặn lại ở gối chắn (10), cam (1) duy trì khoảng cách giữa đầu pittông và mặt bích xilanh một độ hở 0,3÷0,4 mm. Lúc này dầu từ buồng phải sẽ chảy qua van tràn. Nhờ đặc điểm kết cấu này, vị trí bàn máy được duy trì chính xác trong hành trình công tác, không lệ thuộc vào độ chính xác của cam.

Khi cần lấy chi tiết đã gia công xong ra, bàn máy (9) cùng với phôi lùi về vị trí biên bên

phải. Lúc này, ta dùng tay để gạt con trượt của van điều khiển, đưa dầu vào buồng trái của xilanh (7), đẩy pistôn cùng bàn máy (9) sang phải.

Rãnh cam c và d dùng để đóng mở ly hợp ma sát $L_2$. Cam đĩa (2) dùng để điều khiển cơ cấu tính số răng đã gia công. Khi đạt được số răng đã được điều chỉnh, cam đóng công tắc cuối hành trình (11) để tự động dừng máy.

## 7.7 MÁY GIA CÔNG TINH BÁNH RĂNG

Trong ngành chế tạo máy hiện đại, các bánh răng phải làm việc với vận tốc cao, tải trọng lớn, truyền động êm, v.v... Do đó, bánh răng cần phải đạt các yêu cầu cao về độ chính xác hình dáng và kích thước, về độ nhẵn bề mặt gia công. Chất lượng bề mặt của các bánh răng gia công trên các loại máy gia công răng được đề cập ở chương này không đảm bảo được yêu cầu trên, vì chưa qua nhiệt luyện. Do đó, sau khi nhiệt luyện bánh răng cần phải qua gia công lần cuối trên máy gia công tinh bánh răng.

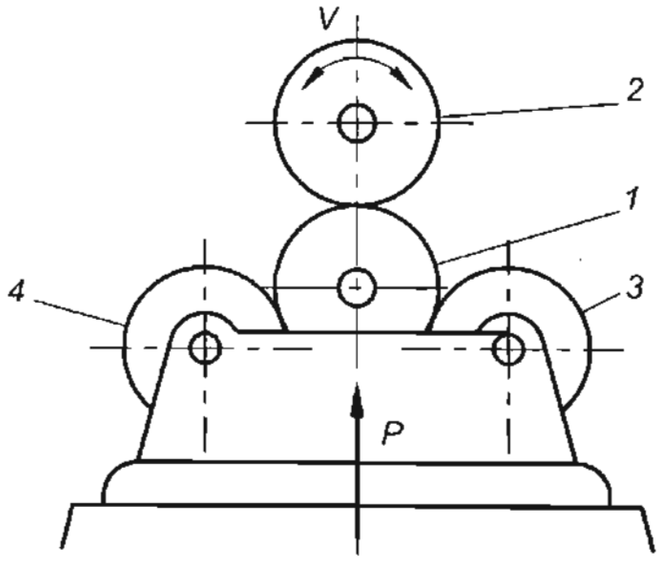
### 7.7.1 Phương pháp gia công tinh bánh răng

Các phương pháp gia công tinh bánh răng thường dùng trong ngành chế tạo máy là: lăn ép răng, cà răng, mài nghiền răng, mài răng và mài khôn răng.

Hai phương pháp đầu chỉ có thể gia công những bánh răng chưa tôi, còn các phương pháp sau có thể áp dụng cho răng cong của các bánh răng chưa tôi hoặc đã tôi.

#### *1/ Phương pháp lăn ép răng*

Lăn ép răng là phương pháp nâng cao độ nhẵn bề mặt răng, bằng cách ép chặt mặt răng của bánh răng cần gia công, với mặt răng của bánh răng mẫu đã được tôi cứng (hình 7.37).




***Hình 7.37*** – Sơ đồ lăn ép răng

Bánh răng được gia công (1) ăn khớp với ba bánh răng mẫu (2) – (3) – (4) được tôi cứng và có độ chính xác cao. Truyền động từ động cơ điện đưa đến một bánh răng mẫu và bánh răng này làm cho phôi và các bánh răng kia cùng quay. Người ta dùng thiết bị dầu ép hoặc đối trọng để tạo nên áp lực P cần thiết giữa bề mặt bánh răng gia công và bánh răng mẫu.

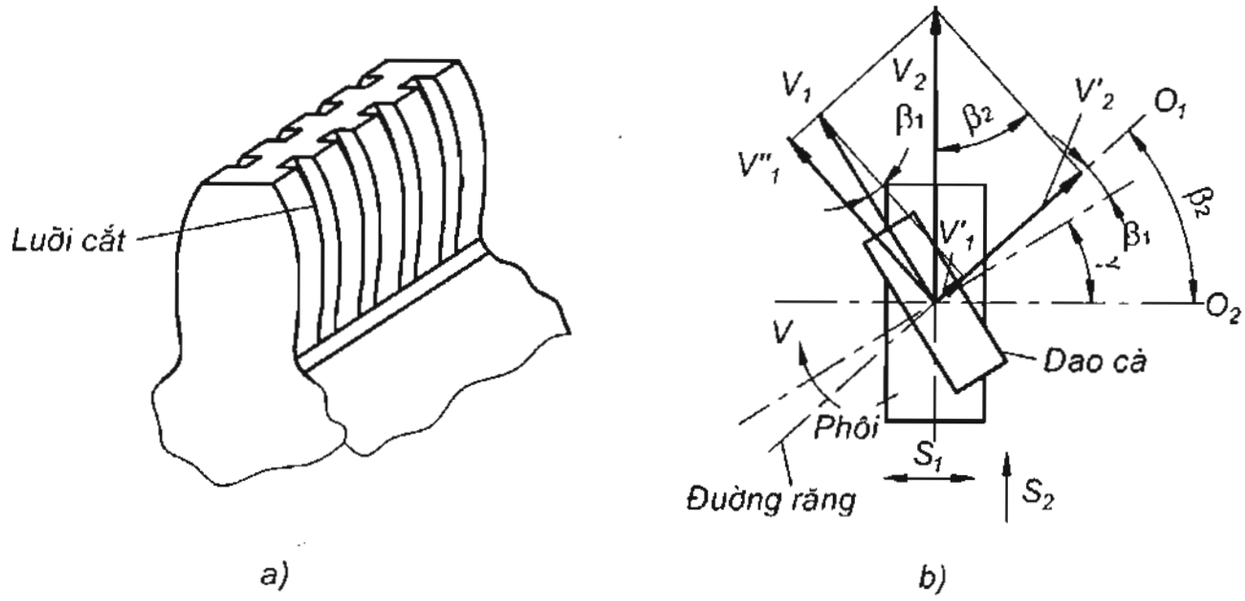
Sau một thời gian nhất định, máy tự động đảo chiều để gia công tiếp mặt kia của răng. Thời gian để gia công nhẵn một chiếc răng bằng phương pháp này từ 0,1÷1 s. Một bộ bánh răng mẫu có thể dùng để gia công từ 10÷20 nghìn chi tiết.

Nhược điểm của phương pháp này là độ nhẵn trên suốt chiều cao răng không đều. Nếu kéo dài quá trình lăn ép, hình dáng răng sẽ bắt đầu không chính xác. Vì vậy, phương pháp này hiện nay ít dùng, mặc dù nó cho năng suất cao.

## 2/ Phương pháp cà răng

Cà răng là phương pháp dùng để giảm bớt độ lượn sóng trên bề mặt răng, bằng cách cho bánh răng cần gia công ăn khớp với dao cà răng, và lưỡi cắt của dao cà sẽ cạo đi một lớp phoi mỏng (0,005÷0,1 mm) trên bề mặt răng của chi tiết gia công.

Dao cà răng là một bánh răng hoặc thanh răng. Trên mặt răng có xẻ một số răng hướng kính nhỏ, có tiết diện hình vuông để tạo thành lưỡi cắt (hình 7.38a).




***Hình 7.38*** - Sơ đồ phương pháp cà răng

Để cà răng thẳng, dùng dao có răng nghiêng và để cà răng nghiêng, dùng dao cà có răng thẳng. Nếu cả hai đều răng nghiêng, với góc nghiêng $\beta_1$ của dao và $\beta_2$ của phôi, thì để đảm bảo đường răng trùng nhau, trục của dao cà và trục của phôi cần phải tạo thành một góc $\delta$ bằng :

- Tổng số góc nghiêng của răng gia công và dao cà, nếu chiều xoắn của răng dao và phôi nghịch nhau.

- Hiệu số góc nghiêng của răng gia công và dao cà, nếu chiều xoắn của chúng giống nhau.

Nếu gia công bánh trụ răng thẳng, thì góc quay $\delta$ của trục dao cà bằng với góc nghiêng của răng dao. Thông thường, góc $\delta = 10^0 \div 20^0$.

Máy cà răng cần phải thực hiện chuyển động quay vòng v của dao cà. Bàn máy mang phôi thực hiện chuyển động đi – về $s_1$, và mỗi hành trình kép $s_1$, bàn máy mang phôi lại thực hiện lượng chạy dao hướng kính không liên tục $s_2$ (hình 7.38b).

Vận tốc cà trên mặt răng gia công được phân tích như trên hình 7.38b.

Trong quá trình gia công, dao cà quay vòng xung quanh trục $OO_1$ với vận tốc $v_1$, và nó quay phôi xung quanh trục $OO_2$. Vận tốc $v_1$ có hai thành phần :

$$v_1 = v_1' + v_1''$$

Thành phần $v_1'$ tiếp tuyến với mặt răng dao, còn $v_1''$ thẳng góc với mặt răng. Chính thành phần vận tốc $v_1''$ đẩy phôi quay. Vận tốc $v_1''$ có thể phân tích trên phôi thành hai thành phần :

$$v_1'' = v_2' + v_2$$

Thành phần $v_2'$ tiếp tuyến với bề mặt răng phôi. Thành phần $v_2$ thẳng góc với trục $OO_2$ làm cho phôi quay.

Hai thành phần vận tốc trên đường răng không bằng nhau, cho nên trong quá trình ăn khớp, hai bề mặt răng của dao và phôi có hiện tượng trượt. Vận tốc trượt đó chính là vận tốc cà răng $v_c$ :

$$v_c = v_2' - v_1' = v_2.\sin\beta_2 - v_1.\sin\beta_1 \qquad (7.54)$$

Vì: $$v_2 = \frac{v_1''}{\cos\beta_2} = v_1\frac{\cos\beta_1}{\cos\beta_2}$$

Nên công thức (7.54) có thể viết :

$$v_c = v_1\left(\frac{\sin\beta_2.\cos\beta_1}{\cos\beta_2} - \sin\beta_1\right) = v_1\frac{\sin\delta}{\cos\beta_2} \qquad (7.55)$$

Từ đây có thể thấy vận tốc cà răng tỷ lệ thuận với góc đặt dao cà $\delta$.

Trong trường hợp phôi có răng thẳng, tức là $\beta_2 = 0$, thì $\delta = \beta_1$ và $v_c = v_1\sin\delta$. Thời gian cần thiết để cà một răng từ 2 ÷ 3s.

***3/ Phương pháp mài nghiền răng***

Phương pháp mài nghiền răng tương tự như phương pháp lăn ép răng, tức là cho bánh răng cần gia công ăn khớp với một hoặc nhiều bánh nghiền bằng gang có hình dạng như bánh răng. Nhưng ở phương pháp nghiền răng, người ta cho hỗn hợp dầu và hạt mài nhỏ vào giữa bánh nghiền và phôi. Vì có hạt mài, nên nó có thể gia công những bánh răng đã qua nhiệt luyện.

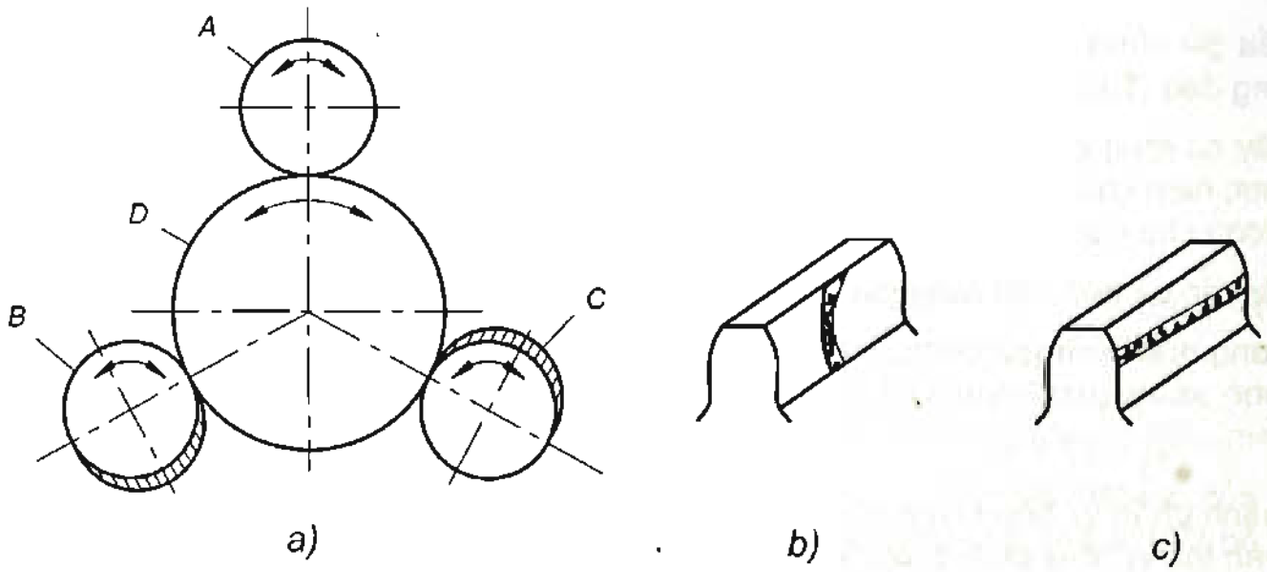
Có hai phương pháp mài nghiền răng :

*a. Trục của bánh nghiền và trục của phôi đặt chéo nhau (hình 7.39a).*

Ở đây, trục bánh răng A đặt song song với trục phôi D và nhận truyền động từ động cơ truyền cho phôi. Các bánh nghiền B và C đặt chéo với trục phôi một góc. Trong trường hợp này, vết tiếp xúc giữa bánh nghiền và bề mặt răng của phôi sẽ là đường cong (hình7.39b).

*b. Trục bánh nghiền và phôi đặt song song.*

Trường hợp này chỉ dùng một bánh nghiền và vết tiếp xúc sẽ là đường thẳng (hình7.39c).




***Hình 7.39*** - Sơ đồ máy mài nghiền răng

Trên máy mài nghiền, bánh nghiền vừa quay tròn vừa thực hiện di động thẳng tịnh tiến khứ hồi theo chiều song song với trục của phôi.

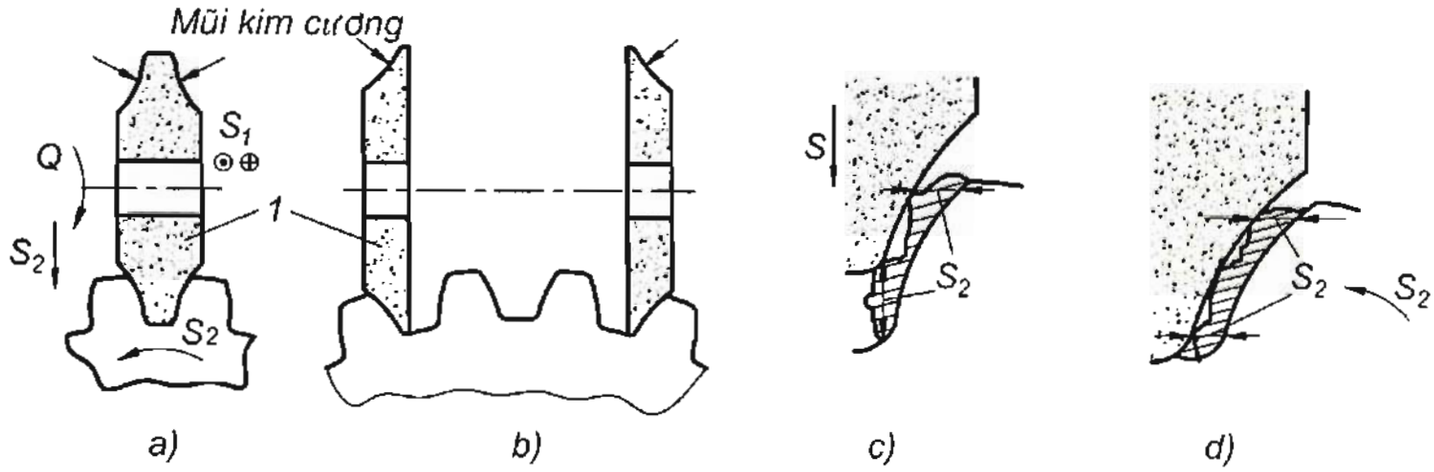
### 4/ Phương pháp mài răng

Mài răng là phương pháp gia công tinh bánh răng có khả năng đạt độ chính xác và độ nhẵn bề mặt cao nhất, song năng suất lại thấp nhất và kết cấu máy phức tạp và đắt tiền.

Tương tự như máy gia công răng, mài răng có thể tiến hành theo hai phương pháp: chép hình và bao hình.

*a. Phương pháp chép hình:*

Phương pháp này dùng bánh đá mài định hình tương ứng với dạng răng cần gia công. Bánh đá mài có thể có hình dáng toàn bộ một rãnh răng (hình 7.40a), nhưng thông thường người ta dùng hai đĩa đá mài có dạng một mặt của rãnh răng (hình 7.40b).




***Hình 7.40*** - Sơ đồ mài răng theo phương pháp chép hình

Khi mài, đá mài (1) thực hiện chuyển động vòng Q và chuyển động thẳng tịnh tiến khứ hồi $T_1$ dọc theo chiều dài của răng. Chuyển động chạy dao không liên tục $s_2$ có thể do đá mài thực hiện theo hướng kính, nhưng tốt hơn là do phôi quay đi một góc nhất định (chạy dao vòng). Trường hợp chạy dao theo hướng kính, đá mài chịu tải trọng không đều, nên độ mài mòn cũng không đều trên bề mặt định hình.

Chạy dao hướng kính (hình 7.40c) có tải trọng lớn khi gia công ở chân răng, nên đầu đĩa đá mài chóng mòn hơn ở chân. Trường hợp chạy dao vòng (hình 7.40d), thì tải trọng được phân bố đều.

Để sửa đá, dùng các mũi kim cương di động theo các mặt ghép hình.

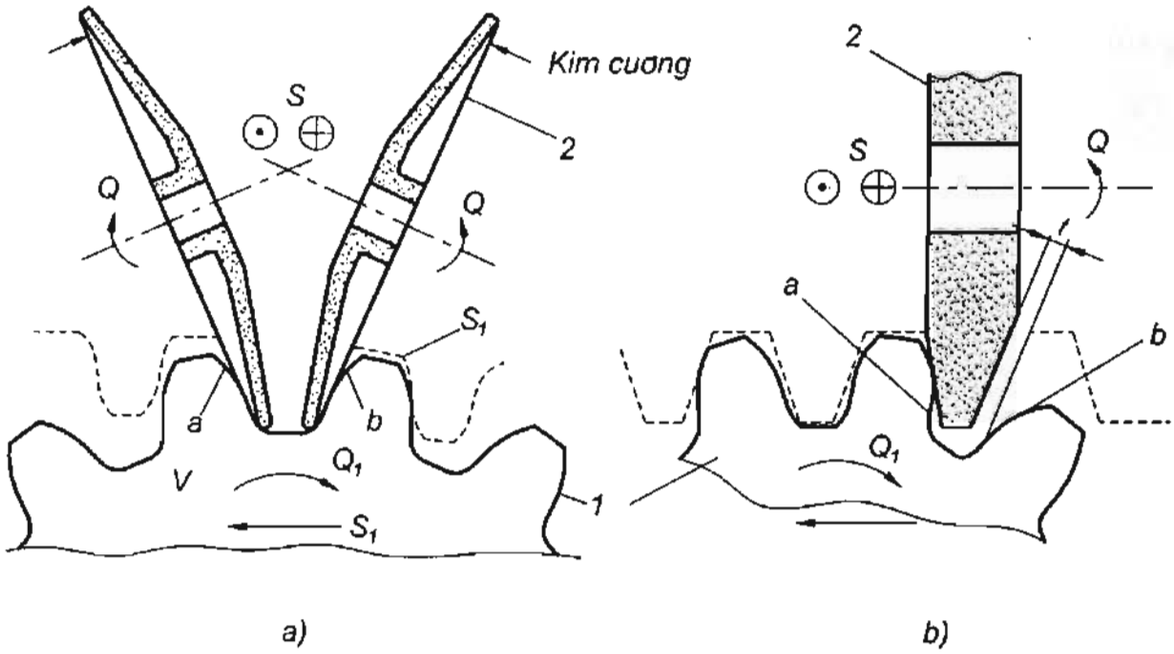
*b. Phương pháp bao hình*

Phương pháp bao hình nhắc lại sự ăn khớp giữa bánh răng và thanh răng. Ở đây thanh răng giữ vai trò là một đá mài đĩa, nhưng thường là hai đá mài đĩa (hình 7.41).

Ở phương pháp mài một đĩa, đỉnh đá mài cần nhỏ hơn chiều rộng rãnh răng một khoảng t= 0,2 m (m – môđun). Máy mài răng với một đĩa đá được gọi là *máy mài Niles*; máy mài có hai đĩa gọi là *máy mài Maag.*

Để nhắc lại chuyển động của bánh răng – thanh răng, bánh răng cần gia công (1) vừa quay quanh tâm của nó $Q_1$, vừa thực hiện lượng di động ngang $s_1$ theo chiều ngược lại. Lúc này, mặt a của rãnh răng đã gia công xong. Sau đó, $Q_1$ và $s_1$ đảo chiều để gia công mặt b. Khi một rãnh răng đã được hoàn tất, đá mài (2) rời khỏi rãnh, bánh răng thực hiện chuyển động phân độ với việc quay qua một răng. Quá trình mài rãnh răng thứ hai lặp lại.

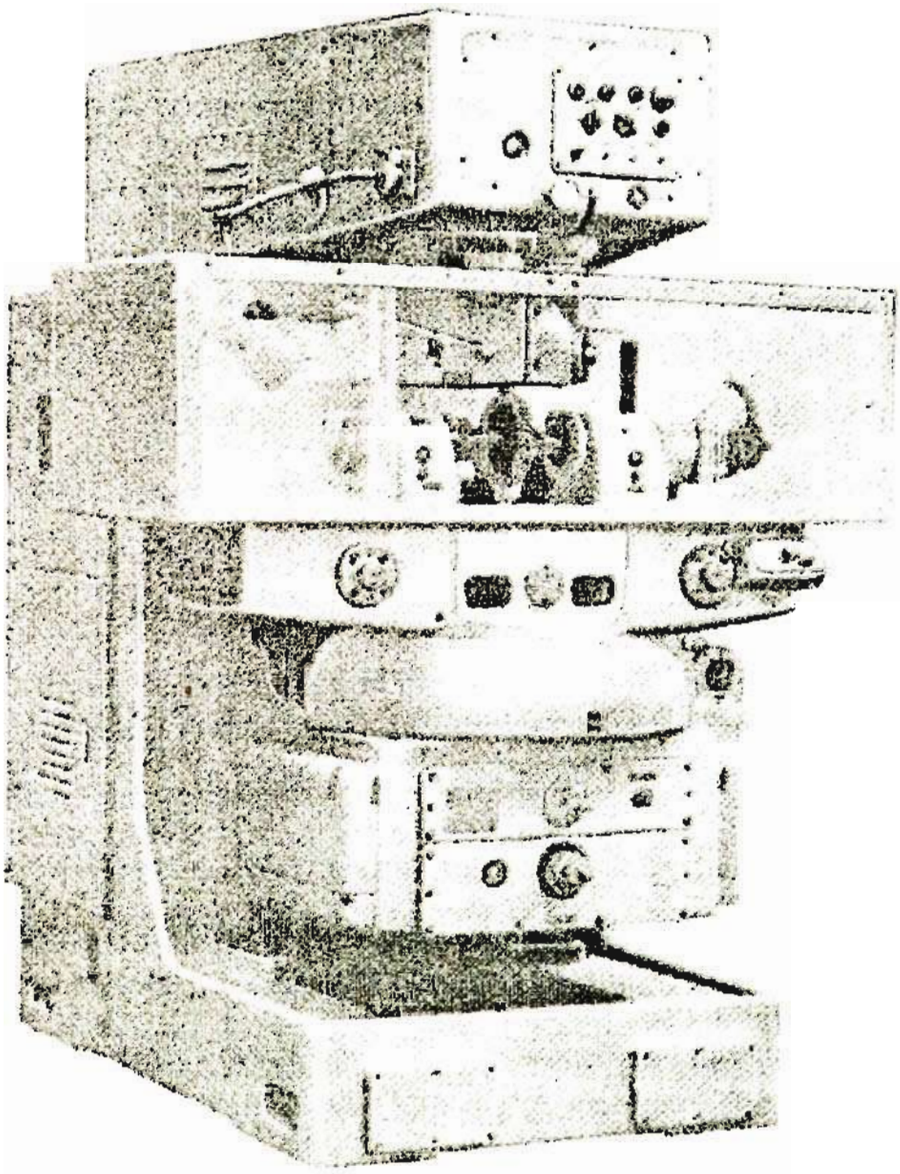
Khi phôi thực hiện chuyển động $Q_1$ và $s_1$, đá mài (2) thực hiện chuyển động chính Q và lượng di động dọc s.




***Hình 7.41*** – Sơ đồ mài răng theo phương pháp bao hình

### 7.7.2 Máy cà răng 5702

Máy cà răng 5702 dùng để gia công lần cuối bằng dao cà (1) theo nguyên lý cà răng ở hình 7.38. Hình dáng chung của máy cà răng 5702 được trình bày trên hình 7.42a.



***Hình 7.42a*** – Sơ đồ động máy cà răng 5702

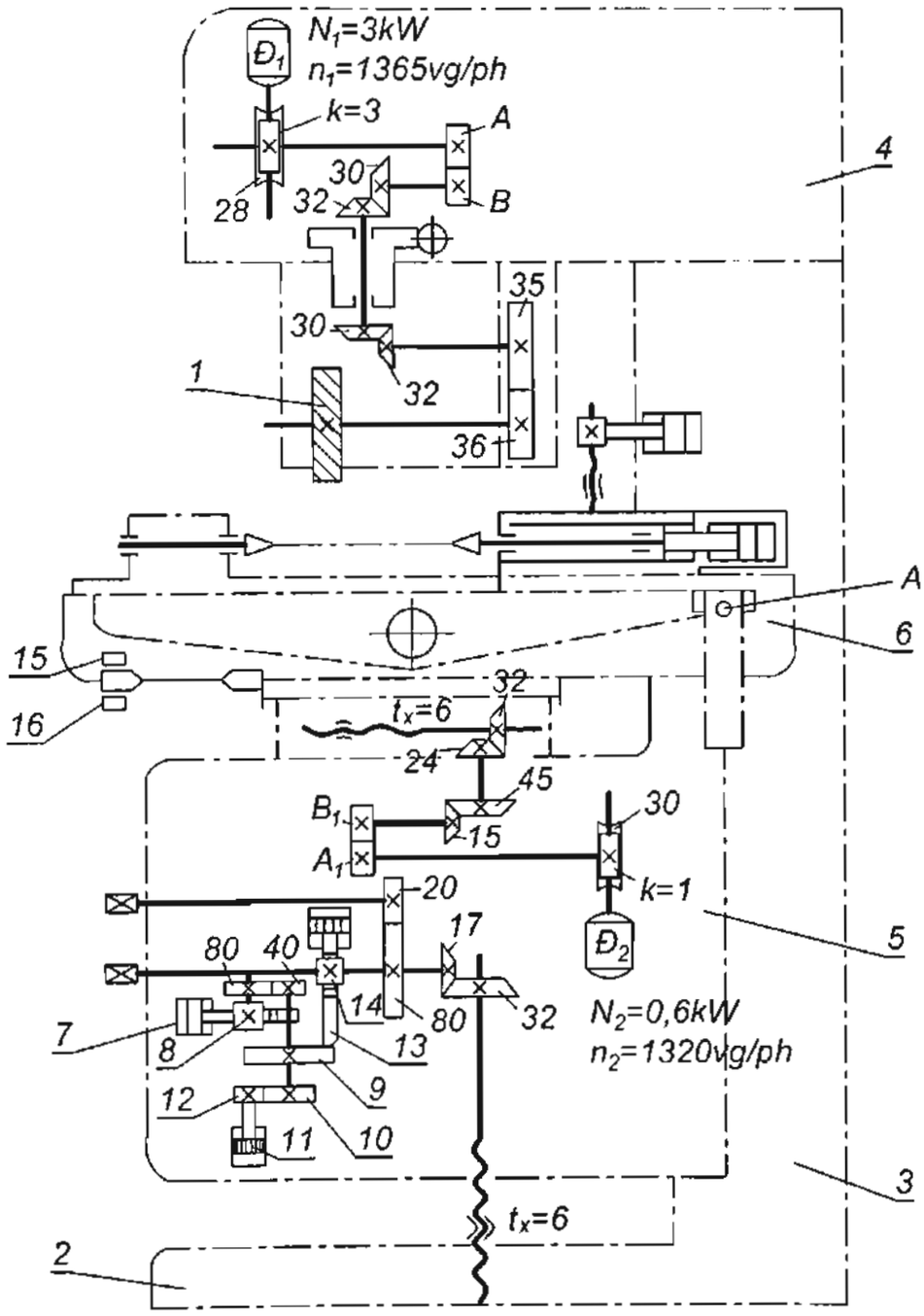
Những bộ phận chính của máy gồm: bệ máy (2), trên đó lắp trụ máy (3). Phần trên của trụ máy lắp đầu cà răng (4) để quay dao cà (1). Trên sống trượt phía trước lắp hộp chạy dao (5) với bàn máy (6).

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy 5702:

- Đường kính vòng chia lớn nhất của bánh răng cà : 320 mm.
- Môđun của bánh răng cà : 1,5 ÷ 6,0 mm.
- Chiều rộng lớn nhất của vành răng cà : 100 mm.
- Động cơ dẫn động dao cà răng : N = 3 kW; n = 1365 vg/ph.
- Động cơ dẫn động ăn dao : N = 0,6 kW; n = 1320 vg/ph.
- Động cơ dẫn động hệ thuỷ lực : N = 1,1 kW; n = 1500 vg/ph.
- Trọng lượng máy : 4700 kG.

***1/ Sơ đồ động***

Sơ đồ động của máy (hình 7.42b) gồm ba xích truyền động riêng biệt nhau: xích chuyển động chính quay dao cà, xích chạy dao dọc và xích chạy dao hướng kính.




***Hình 7.42b*** – Sơ đồ động máy cà răng 5702

*a. Xích chuyển động chính*

Xích chuyển động chính để quay dao cà (1) được thực hiện từ động cơ điện $Đ_1$ có công suất $N_1$= 3 kW và $n_1$= 1365 vg/ph, qua trục vít – bánh vít $\frac{3}{28}$, bánh răng thay thế $\frac{A}{B}$ – hai cặp bánh răng côn $\frac{30}{32}.\frac{30}{32}$ và cặp bánh răng trụ $\frac{35}{36}$.

Phương trình xích chuyển động chính như sau:

$$n_{dc1}.\frac{3}{28}.\frac{A}{B}.\frac{30}{32}.\frac{30}{32}.\frac{35}{36} = n_{dao\ cà} \qquad (7.56)$$

*b. Xích chạy dao dọc*

Xích chạy dao dọc của bàn máy (6) được thực hiện từ động cơ $Đ_2$ có $N_2$= 0,6 kW và $n_2$= 1320 v/ph, qua trục vít – bánh vít $\frac{1}{30}$ – bánh răng thay thế $\frac{A_1}{B_1}$ – hai cặp bánh răng côn $\frac{15}{45}.\frac{24}{32}$ để quay trục vít me ngang $t_x$= 6mm.

Phương trình xích chuyển động chạy dao dọc như sau:

$$n_{dc2}.\frac{1}{30}.\frac{A_1}{B_1}.\frac{15}{45}.\frac{24}{32}.t_x = s_{dọc} \qquad (7.57)$$

*c. xích chạy dao hướng kính*

Xích chạy dao hướng kính dùng để đưa bàn máy (6) mang phôi di động thẳng đứng. Đây là chuyển động không liên tục. Truyền động được thực hiện từ xilanh (7), qua thanh răng – bánh răng (8) và cặp bánh răng trụ $\frac{80}{40}$ làm quay cam chạy dao hướng kính (9) và cam thùng điều khiển (10). Góc quay của cam (9) được hạn chế bằng các vấu tì do xilanh (11) điều khiển với con cóc (12). Trên mặt đầu của cam (9) có các bậc với độ cao bằng 1,45 mm, tức là khi quay cam (9) với góc nhỏ nhất $12^0$ thì cần pistôn của xilanh (13) tì vào bề mặt cam, sẽ di động một lượng bằng 1,45 mm. Lượng di động của cần pistôn được truyền qua cơ cấu thanh răng – bánh răng (14), cặp bánh răng côn $\frac{17}{32}$, quay trục vít me đứng $t_x$= 6mm.

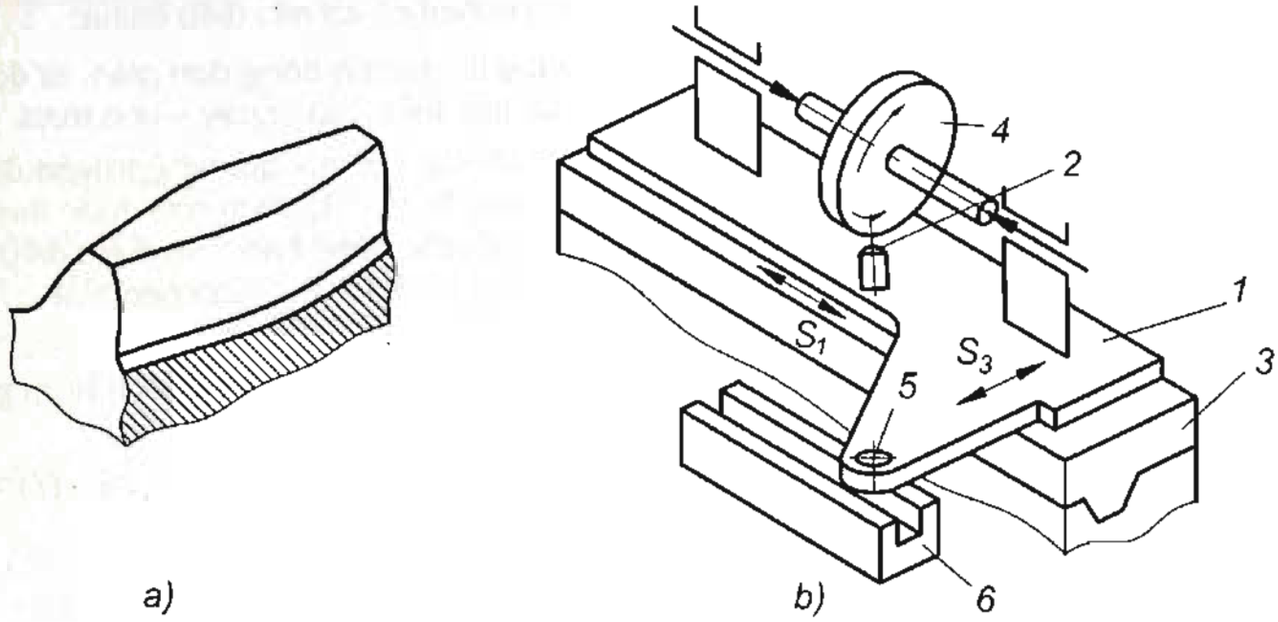
Đảo chiều quay dao cà và chiều chuyển động của bàn máy được thực hiện bằng cách đảo chiều động cơ điện với công tắc cuối hành trình (15). Công tắc cuối hành trình (16) dùng để tắt máy khi công tắc (15) không tác động.

***2/ Cơ cấu đặc biệt***

Cà răng có nhược điểm là phần giữa của răng được gia công bị mài nhiều hơn ở hai đầu nên khi làm việc tải trọng tập trung ở hai đầu răng, dễ dẫn đến gẫy răng. Để khắc phục nhược điểm này, trên máy cà răng 5702 có lắp thiết bị hình thành dạng răng thùng (elliptoid), tức là làm cho dạng răng sau khi cà có phần giữa dày hơn ở hai đầu (hình 7.43a).

Cơ cấu cà răng thùng được trình bày trên hình 7.43b gồm có giá lắc (1) có thể quay quanh chốt (2) lắp thẳng đứng trên bàn máy (3). Trên giá lắc có hai mũi tâm đỡ chi tiết gia công (4) quay cùng với dao cà. Mũi dò (5) lắp trên giá lắc di động trong rãnh của thước chép hình (6). Thước này có thể điều chỉnh một góc nhất định so với trục của phôi. Khi trục phôi thực hiện chuyển động thẳng đi – về $s_1$, thước chép hình sẽ làm giá lắc (1) mang phôi lắc lư quanh chốt (2). Với chuyển động này, dao cà sẽ lấy một lượng phoi ở hai đầu răng lớn hơn ở giữa răng.

Cơ cấu cà răng thùng này được lắp ở vị trí A trên hình 7.42.



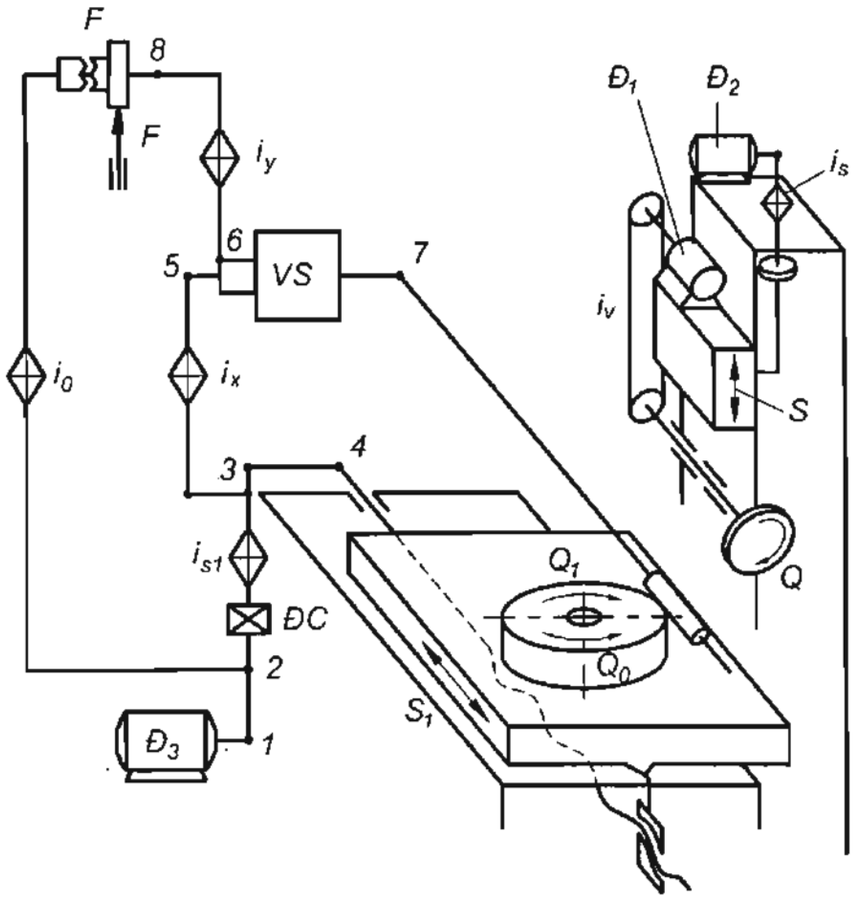

***Hình 7.43*** – Cơ cấu cà răng thùng

### 7.7.3 Máy mài răng ZSWZ 315-6

Máy ZSWZ 315-6 là máy mài răng của hãng Niles (Đức), làm việc theo nguyên lý một đá mài như hình 7.40a dùng để gia công bánh răng trụ răng thẳng và răng xoắn.

***1/ Sơ đồ kết cấu động học***

Sơ đồ kết cấu động học của máy mài răng một đĩa được trình bày trên hình 7.44.




***Hình 7.44*** – Sơ đồ kết cấu động học máy ZSWZ 315-6

Để mài bánh răng trụ răng thẳng, máy cần có chuyển động chính (Q) và chuyển động dọc (s) của đá mài; chuyển động bao hình ($Q_1$, $s_1$) và chuyển động phân độ ($Q_0$) của phôi. Như thế, máy gồm có ba chuyển động tạo hình và một chuyển động phân độ.

Chuyển động chính Q là chuyển động đơn giản, được thực hiện từ động cơ riêng $Đ_1$ với

chạc $i_v$ của puli - đai truyền. Chuyển động này thường không có cơ cấu điều chỉnh.

Nhóm chuyển động chạy dao dọc s của ụ đá cũng là chuyển động đơn giản, từ động cơ $Đ_2$ qua chạc điều chỉnh $i_s$ với dạng truyền động của cơ cấu biên – tay quay – con trượt.

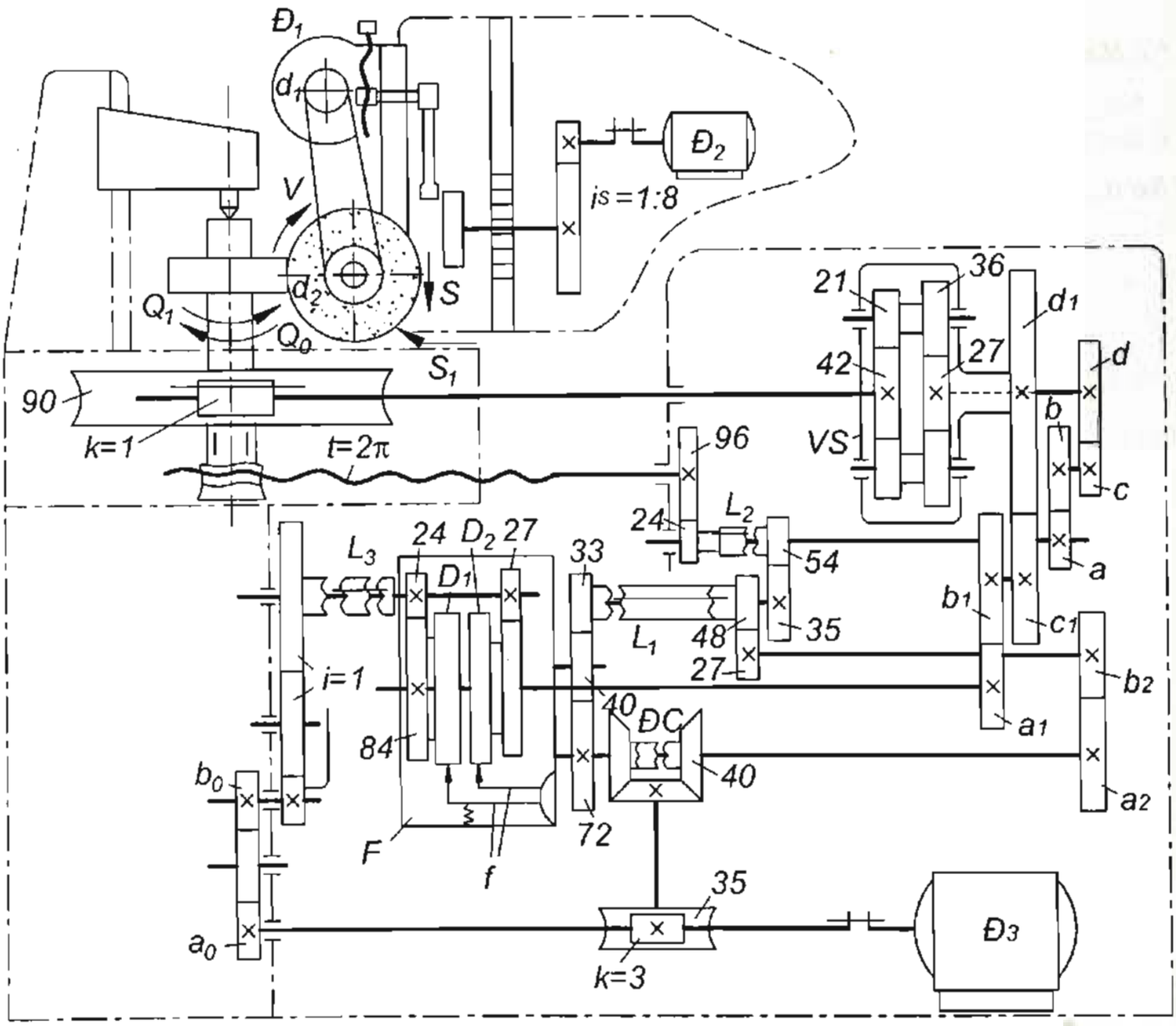
Chuyển động bao hình ($Q_1$ $s_1$) là chuyển động phức tạp với mối quan hệ truyền động từ $s_1$ – bàn trượt – (4) – (3) – ($i_x$) – (5) – VS – (7) – bàn máy tròn – $Q_1$. Xích này được thực hiện từ động cơ điện $Đ_3$ để đưa chuyển động đến điểm (4). Chuyển động bao hình được điều chỉnh với nhiều thông số: chạc điều chỉnh hình thành dạng răng $i_x$, chạc chạy dao bao hình $i_{s1}$ và bộ đảo chiều ĐC.

Chuyển động phân độ $Q_0$ là chuyển động đơn giản với lượng quay của bàn máy tròn mang phôi.

Truyền động được thực hiện từ động cơ điện $Đ_3$ – (1) – (2) – $i_0$ – F – (8) – $i_y$ – VS – (7) – $Q_0$.

***2/ Sơ đồ động của máy mài răng một đĩa ZSWZ 315-6***

Sơ đồ động của máy mài răng một đĩa ZSWZ 315-6 được trình bày trên hình 7.45.




***Hình 7.45*** – Sơ đồ chuyển động máy mài răng ZSWZ 315-6

*a. Xích chuyển động chính*

Xích thực hiện chuyển động Q với vận tốc không đổi từ động cơ điện $Đ_1$ có $n_1$= 2800 vg/ph qua cặp puli $\frac{d_1}{d_2}$.

Phương trình xích chuyển động chính như sau:

$$n_{đc1}.\frac{d_1}{d_2} = n_{đá} \qquad (7.58)$$

*b. Xích chạy dao dọc*

Xích thực hiện lượng chạy dao dọc s từ động cơ $Đ_2$ có 4 cấp vận tốc: $n_2$= 470, 710, 945 và 1440 vg/ph, qua tỷ số truyền $i_s$= 1 : 8 và cơ cấu biên – tay quay – con trượt.

*c. Xích bao hình*

Xích bao hình thực hiện mối quan hệ chuyển động phức tạp giữa bàn trượt và bàn máy tròn lắp phôi. Xích này dùng để hình thành dạng răng với chạc điều chỉnh $i_x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$.

Lượng di động tính toán của xích là:

*1 vòng quay của phôi → $\pi d_0$ mm lượng di động của bàn trượt.* (7.59)

($d_0$ - đường kính chia răng của phôi).

Xích bắt đầu từ bánh vít – trục vít $\frac{90}{1}$, qua cơ cấu vi sai VS với $i_{vs} = \frac{42}{21}.\frac{36}{27}$, qua chạc bao hình $i_x$ – cặp bánh răng trụ $\frac{24}{96}$ – quay trục vít có bước ren t= 2π.

Từ đó ta có phương trình truyền động :

$$1\text{vòng}.\frac{90}{1}.\frac{42}{21}.\frac{36}{27}.\frac{1}{i_x}.\frac{24}{96}.2\pi = \pi d_0$$

Từ đây có công thức điều chỉnh :

$$i_x = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{120}{d_0} \qquad (7.60)$$

*d. Xích chạy dao bao hình*

Xích này dùng để thực hiện lượng di động $s_1$ của bàn trượt. Nó bắt đầu từ động cơ $Đ_3$ có $n_3$= 1400 vg/ph, qua trục vít – bánh vít $\frac{3}{35}$ – bộ đảo chiều bánh răng côn ĐC có $\frac{40}{40}$ – chạc chạy dao bao hình $i_{s1} = \frac{a_2}{b_2}$ – các cặp bánh răng trụ $\frac{27}{48}.\frac{35}{54}.\frac{24}{96}$ làm quay vít me t= 2π. Lúc này các ly hợp của bộ đảo chiều ĐC, $L_1$, $L_2$ phải đóng sang phải. Để tiến và lùi nhanh bàn trượt, ta đóng ly hợp của bộ ĐC và $L_1$ sang trái. Truyền động sẽ qua cặp bánh răng $\frac{72}{33}$.

Phương trình truyền động của xích này là :

$$1400.\frac{3}{35}.\frac{40}{40}.i_{s1}.\frac{27}{48}.\frac{35}{54}.\frac{24}{96}.2\pi = s_1 \text{ (mm)}.$$

Từ đây rút ra :

$$i_{s1} = \frac{a_2}{b_2} = \frac{s_1}{69} \qquad (7.61)$$

*e. Xích phân độ*

Xích phân độ thực hiện chuyển động phân độ $Q_0$ khi đĩa $D_1$ trong cơ cấu phân độ F quay $n_d$ vòng. Sau khi gia công xong hai mặt của một rãnh răng, các vấu tì trên bàn máy gạt ly hợp $L_1$ sang trái (hành trình nhanh). Lúc này, phôi lùi nhanh ra khỏi đá mài, chu trình phân độ bắt đầu; sau đó phôi lại tiến vào gần đá mài.

Khi bắt đầu phân độ, vấu tì đóng ly hợp $L_3$ và các chốt định vị f rút ra khỏi rãnh của hai đĩa $D_1$ và $D_2$. Lúc này hai đĩa có thể quay, thực hiện phân độ. Đĩa $D_1$ và $D_2$ quay cùng hướng, nhưng vận tốc khác nhau. Trên mỗi đĩa có một rãnh để định vị. Đĩa $D_1$ chỉ có thể quay khi hai rãnh trên hai đĩa không nằm trùng trên một hướng, để hai chốt f cùng một lúc cố định hai đĩa.

Khi phân độ xong, ly hợp $L_3$ mở và ly hợp $L_1$ đóng truyền động sang hành trình làm việc.

Trong quá trình phân độ, chuyển động tương đối giữa hai đầu đĩa $D_1$ và $D_2$ cần phải bằng 1. Để tính hiệu số này, xác định: khi đĩa $D_1$ quay 1 vòng thì đĩa $D_2$ quay $\frac{84}{24}.\frac{27}{81} = \frac{7}{6}$ vòng, tức là đĩa $D_2$ quay nhanh hơn đĩa $D_1$, và trong chu kỳ phân độ, khi đĩa $D_1$ quay 6 vòng thì đĩa $D_2$ quay 7 vòng. Do đó $n_d = 6$.

Lượng di động tính toán của xích phân độ là :

$$N_d \text{ vòng quay của đĩa } D_1 \rightarrow \frac{Z_i}{Z_f} \text{ vòng quay của phôi.} \qquad (7.62)$$

Ở đây: $Z_i$ – số răng của phôi phải quay qua sau mỗi lần phân độ.

Trên máy ZSWZ 315-6 các răng được mài kế tiếp nhau, do đó $Z_i = 1$.

Phương trình truyền động của xích phân độ là :

$$6\frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1}.i_{vs}.\frac{1}{90} = \frac{1}{Z_f}$$

Từ đây ta rút ra công thức điều chỉnh :

$$i_y = \frac{a_1}{b_1}.\frac{c_1}{d_1} = \frac{15}{Z_f.i_{vs}} \qquad (7.63)$$

Xích phân độ quay vỏ hộp vi sai VS. Nếu đặt $n_v$ là số vòng quay của vỏ vi sai, có công thức Willis :

$$\frac{n_{42} - n_v}{n_{27} - n_v} = \frac{27}{36}.\frac{21}{42}$$

Ở xích này $n_{27} = 0$ nên :

$$n_{42} - n_v = -\frac{3}{8}n_v$$

$$n_{42} = \frac{5}{8}n_v$$

$$i_{vs} = \frac{n_{42}}{n_v} = \frac{5}{8} \qquad (7.64)$$

Thay trị số uỷ (7-64) vào công thức (7.63) ta có :

$$i_y = \frac{24}{Z_f} \quad (7.65)$$

*f. Xích thời gian phân độ*

Xích này đảm bảo một thời gian phân độ nhất định t(s). Nó được thực hiện từ động cơ điện $Đ_3$ qua chạc điều chỉnh thời gian phân độ $i_0 = \frac{a_0}{b_0}$ để quay đĩa phân độ $D_1$ với lượng di động tính toán :

$$6 \text{ vòng quay đĩa } D_1 \rightarrow \frac{n_3}{60} t \text{ vòng của động cơ } Đ_3 \quad (7.66)$$

Trên cơ sở đó có phương trình truyền động:

$$6.\frac{84}{24}.1.\frac{1}{i_0} = \frac{1400}{600} t$$

Từ đây có :

$$i_0 = \frac{9}{10t} \quad (7.67)$$

Mài răng xoắn được thực hiện với việc điều chỉnh ụ đá mài theo một góc nhất định.

### 7.7.4 Máy mài răng 5851

Máy mài 5851 là máy mài răng của Liên Xô (cũ) làm việc với hai đĩa đá mài theo nguyên lý gia công của hãng Maag (Thụy Sĩ). Đây là loại máy mài răng có kết cấu động học phức tạp, nhưng đảm bảo gia công chính xác bánh răng răng thẳng cũng như bánh răng răng xoắn.

***1/ Nguyên lý mài răng theo phương pháp Maag***

Các chuyển động cần thiết của máy Maag được trình bày trên hình 7.46b. Cơ cấu để thực hiện các chuyển động phức tạp là hệ thống tổng hợp các chuyển động trống – băng dẫn (hình 7.46a).

Ở cơ cấu này, trên trục lắp bánh răng gia công (1) có lắp trống (2) có đường kính tương ứng với đường kính chia răng của bánh răng gia công. Ôm lấy trống (2) có hai băng thép (3): một đầu của băng được cố định trên trống, đầu kia được căng trên khung (4). Khung (4) có thể chuyển động tương đối với bàn máy (5).

Khi làm việc, cơ cấu trống – băng dẫn thực hiện hai chuyển động phức tạp sau:

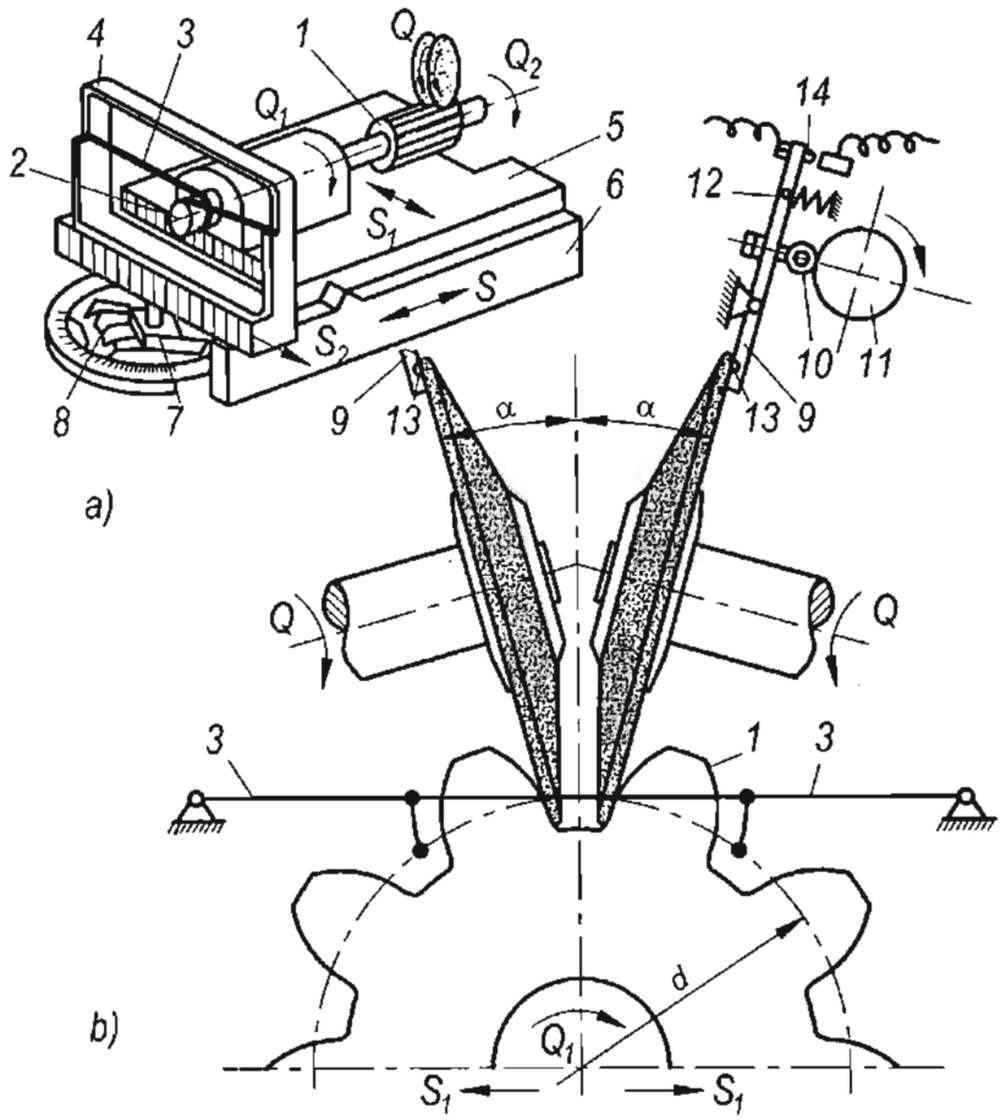
- Chuyển động bao hình ($s_1$ $Q_1$ $s_3$) dùng để đảm bảo hình thành dạng răng thân khai. Khi gia công, bàn máy (5) mang phôi cùng với trống (2) thực hiện lượng di động ngang $s_1$. Qua băng thép (3) và ống (2), chuyển động thẳng biến thành chuyển động vòng $Q_1$ của phôi. Cùng lúc, ụ đá phối hợp với lượng di động $s_1$ để tạo nên lượng di động tiếp tuyến $s_3$ của đá mài.

- Chuyển động xoắn (s, $Q_2$) để di động đá mài dọc theo rãnh răng trong trường hợp gia công răng xoắn. Chuyển động này được thực hiện từ lượng di động dọc s của bàn trượt (6), đưa khung (4) có con trượt (7) di động trong rãnh (8) đặt lệch với hướng di động dọc một góc bằng với góc nghiêng β của răng gia công, làm khung (4) di động một lượng $s_2$. Lượng di động $s_2$ qua cơ cấu trống – băng dẫn biến thành chuyển động $Q_2$.

Hai chuyển động phức tạp ($s_1$, $Q_1$) và (s, $Q_2$) chỉ có một khâu chấp bành là trục phôi. Tổ hợp hai chuyển động này do cơ cấu trống – băng dẫn thực hiện và tạo thành một chuyển

động vòng $Q_1 \pm Q_2$ của trục phôi.

Hai đĩa đá mài hình thành một rãnh của thanh răng (hình 7.46b) nên cạnh mài tạo với đường thẳng đứng một góc $\alpha = 15^0 \pm 20^0$ (góc ăn khớp của bánh răng gia công). Hai đá thường gia công trong cùng một rãnh răng, hoặc có thể ở hai rãnh kế cận nhau. Bề mặt tham gia cắt gọt của đá chiếm khoảng 2 mm chiều rộng ở vành ngoài và tiếp xúc với bề mặt gia công ở dạng điểm.




***Hình 7.46*** – Nguyên lý mài răng theo phương pháp Maag

Trên máy mài Maag được trang bị cơ cấu để chỉnh vị trí đá mài. Nó gồm có hai tay đòn (9), trên mỗi tay đòn lắp con lăn (10) luôn tiếp xúc với biên dạng của cam (11) nhờ lò xo (12). Cuối tay đòn có đặt mũi dò kim cương (13), và từng 2s một, nó chạm vào bề mặt của đá mài, khi con lăn (10) rơi vào chỗ lõm của cam (11). Nếu đá mài mòn quá mức cho phép, khi đó mũi kim cương sẽ không chạm vào đá, mà tiếp điểm điện (14) ở đầu trên của tay đòn sẽ đóng mạch điện, thực hiện chuyển động dịch trục của đá mài.

***2/ Sơ đồ động máy mài răng chính xác 5851***

Máy mài răng chính xác 5851 dùng để mài dạng thân khai các bánh răng hình trụ răng thẳng và răng nghiêng trong điều kiện sản xuất hàng loạt và qui mô lớn. Hình dáng chung của máy được trình bày trên hình 7.47.

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy 5851:

| | |
|---|---|
| Đường kính lớn nhất của bánh răng mài: | 320 mm. |
| Đường kính vòng chia nhỏ nhất của bánh răng mài: | 35 mm. |

Môđun răng được mài : 2 ÷ 10 mm.

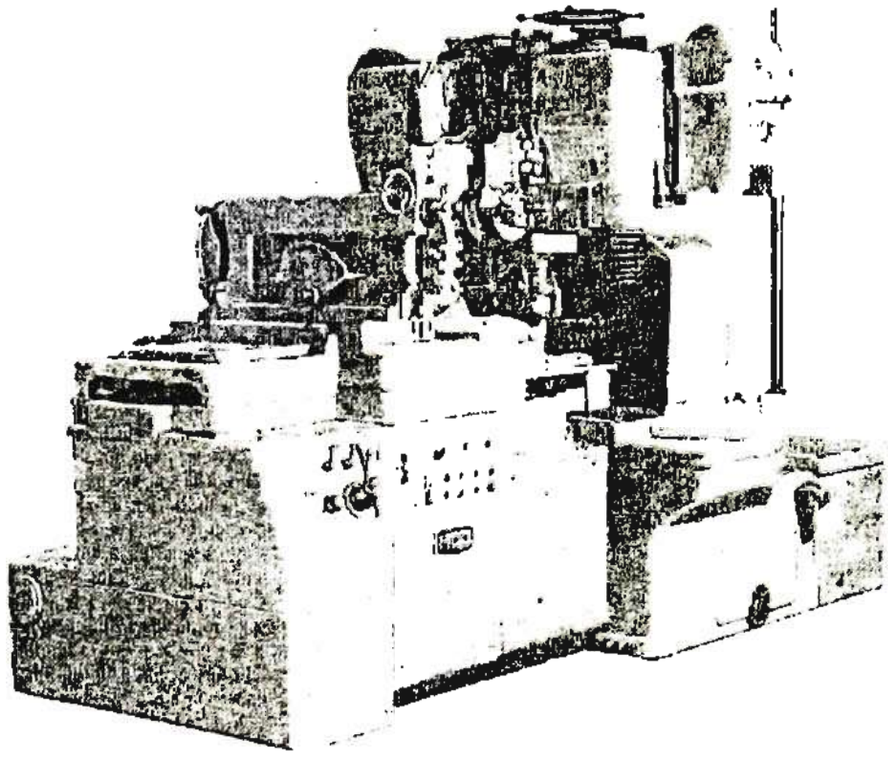
Chiều rộng lớn nhất của bánh răng được mài: 220 mm

Động cơ dẫn động cơ cấu mài: N=0,6/0,45 kW với n = 2820/1390 vg/ph.

Động cơ dẫn động bánh mài (2 chiếc): N=0,6 kW, n=3000 vg/ph.

Động cơ dẫn động hệ thống thuỷ lực: N=0,6kW, n=1000 vg/ph.

Trọng lượng máy: 5500 kG



***Hình 7.47*** - Hình dáng chung của máy mài răng 5851

Sơ đồ động máy mài răng theo phương pháp Maag 5851 được trình bày trên hình 7.48. Máy có các xích truyền động như sau: xích chuyển động chính , xích chuyển động chạy dao bao hình, xích chuyển động chạy dao xoắn, xích chuyển động sửa đá và xích di động đá.

*a. Xích chuyển động chính*

Xích chuyển động chính Q thực hiện tốc độ cắt v của đá mài. Hai đá mài có hai xích truyền động như nhau, bắt đầu từ động cơ điện $Đ_1$, qua cơ cấu puli - đai truyền $i_v = \frac{D_1}{D_2}$ đến trục chính đá mài. Thay đổi vận tốc v được thực hiện bằng việc thay đổi đường kính $D_1$, $D_2$ của puli nhiều bậc.

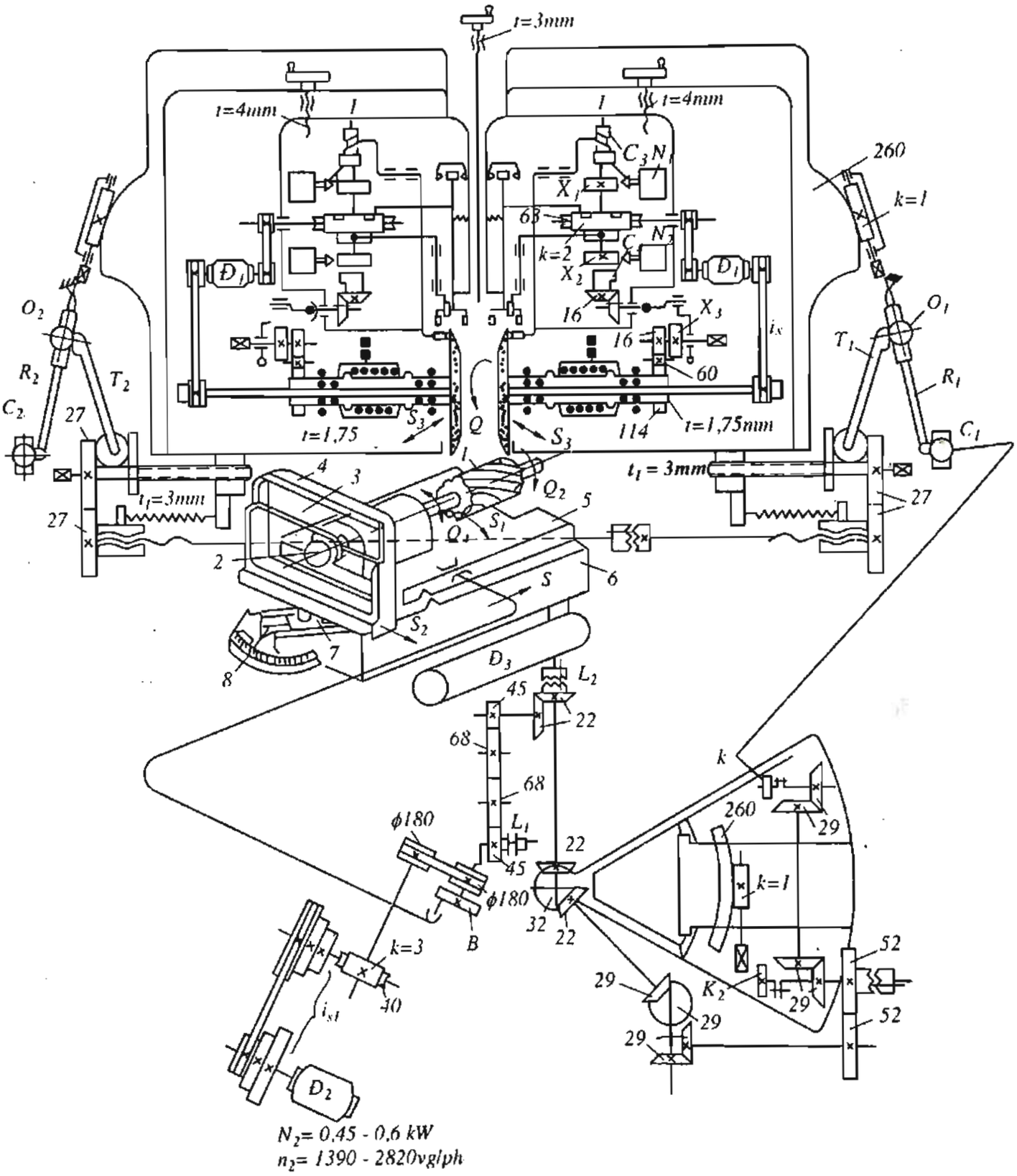
*b. Xích* chuyển động *chạy dao bao hình*

Đây là xích phức tạp để hình thành dạng răng. Nó gồm có ba chuyển động thành phần do hai xích động học trong tổ hợp thành chuyển động phức tạp ($s_1$, $Q_1$, $s_3$).

- Xích ($s_1$, $Q_1$): nối liền từ lượng di động ngang $s_1$ của bàn máy đến lượng quay $Q_1$ của phôi, qua cơ cấu trống – băng dẫn, thực hiện sự lặp lại chuyển động của bánh răng – thanh răng.

- Xích ($s_1$, $s_3$): xích này tạo sự phối hợp giữa lượng di động ngang $s_1$ của bàn máy với chuyển động tiếp tuyến $s_3$ của đá mài. Xích bắt đầu từ lượng di động ngang $s_1$, qua cơ cấu

biên – tay quay B – ly hợp $L_1$ – các cặp bánh răng trụ và côn $\frac{45}{68}.\frac{68}{45}.\frac{22}{22}$ – ly hợp vấu $L_2$ – các cặp bánh răng côn và trụ $\frac{22}{32}.\frac{32}{22}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}.\frac{52}{52}.\frac{29}{29}.\frac{29}{29}$ – cam $C_1$ – đòn bẩy $R_1$, thanh đẩy $T_1$, di động ụ đá mài với lượng chạy dao tiếp tuyến $s_3$.




*Hình 7.47* – Sơ đồ động máy mài răng 5851

Từ sau cặp bánh răng trụ $\frac{52}{52}$, truyền động đưa đến cam $C_2$ để di động đĩa đá mài bên trái cũng được thực hiện tương tự.

Xích động học ngoài để hình thành chuyển động ($s_1$ $Q_1$ $s_3$) bắt nguồn từ động cơ điện $Đ_2$, qua chạc điều chỉnh $i_{s1}$ gồm các puli nhiều bậc – trục vít – bánh vít $\frac{3}{40}$ – puli - đai truyền $\frac{\phi 180}{\phi 180}$ để quay cơ cấu biên – tay quay B.

*c. Xích* chuyển động *chạy dao xoắn*

Xích chạy dao xoắn dùng để hình thành chuyển động phức tạp (s $Q_2$) để mài răng xoắn. Nó phối hợp lượng di động dọc s của bàn trượt với chuyển động vòng $Q_2$ của phôi, qua cơ cấu con trượt (7), rãnh trượt (8), khung (4), cơ cấu trống – băng dẫn (2 – 3).

Thực hiện lượng chạy dao dọc s nhờ động cơ thuỷ lực $Đ_3$ với các vấu tì điều khiển hướng và vận tốc trên panen điều khiển.

*d. Xích sửa đá*

Xích sửa đá được thực hiện bằng các cơ cấu tự động hoặc bằng tay. Sửa chu vi đá được thực hiện liên tục, còn sửa mặt đầu được thực hiện theo chu kỳ. Cơ cấu sửa đá của mỗi đĩa đều giống nhau và được đặt trên ụ đá.

Truyền động của cơ cấu sửa đá bên phải được thực hiện từ động cơ điện $Đ_1$, qua cơ cấu puli - đai truyền, trục vít – bánh vít $\frac{2}{63}$ để quay trục I có lắp các cam và bánh cóc. Cam thùng $C_3$ được lồng không trên trục I. Nó có thể quay với bánh cóc $x_1$, nếu nam châm điện $N_1$ đẩy con cóc của cam lên bánh cóc. Lúc này, rãnh của cam $C_3$ sẽ di động mũi kim cương sửa mặt đầu, còn cam $C_4$ di động mũi kim cương sửa chu vi.

*e. Xích di động đá*

Di động đá mài theo chiều trục được thực hiện từ bánh cóc $x_2$, khi nam châm điện $N_2$ đưa con cóc nối nó với cặp bánh răng côn $\frac{16}{16}$. Sau đó truyền động qua cơ cấu tay quay – bánh cóc $x_3$, các bánh răng trụ $\frac{16}{60}.\frac{60}{114}$, quay trục vítme t= 1,75mm đưa trục đá di động dọc trục. Điều chỉnh lượng di động này bằng cơ cấu con cóc.

Đóng nam châm điện $N_1$ bằng cơ cấu đếm số lần sửa đá. Đóng nam châm điện $N_2$ bằng mũi dò trên đá (mũi dò 13 trên hình 7.46), qua hệ thống đòn bẩy và cam.

Trên máy 5815 còn có cơ cấu phân độ bằng thuỷ lực lắp trên trục chính mang phôi có cơ cấu di động đá theo hướng kính, cơ cấu điều chỉnh góc ăn khớp v.v...

### 7.7.5 Các loại máy gia công bánh răng khác

Các phần trong chương này đề cập khá rộng rãi các loại máy gia công bánh răng phổ biến nhất. Tuy nhiên trên thực tế còn nhiều loại máy khác như: máy gia công bánh răng chữ V, máy gia công thanh răng, máy gia công bánh vít đặc biệt, máy gia công trục then hoa, các loại máy gia công bánh răng côn khác...Cũng như các loại máy gia công tinh bánh răng như: máy vê đầu răng, máy lấy bavia răng, máy mài khôn răng, máy thử tiếng ồn bánh răng, v.v...

CHƯƠNG 8

# MÁY GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN

Gia công tia lửa điện là một trong những phương pháp gia công mới đang được sử dụng ngày càng nhiều ở nước ta. Những phương pháp gia công mới này đã được nghiên cứu và sử dụng tương đối rộng rãi hiện nay là do sự phát triển không ngừng của ngành công nghệ vật liệu trong lĩnh vực chế tạo máy, đòi hỏi phải có các phương pháp gia công hiệu quả những vật liệu có độ cứng và độ bền cao, có tính chống mòn và chịu ăn mòn lớn, ... như thép hợp kim đặc biệt, thép titan, hợp kim cứng, vật liệu ceramic ...Các phương pháp gia công mới được phân thành các nhóm sau: ăn mòn hoá học, ăn mòn điện hoá, tia lửa điện, siêu âm, chùm tia laze, chùm điện tử, tia nước, tia nước với hạt mài v.v.

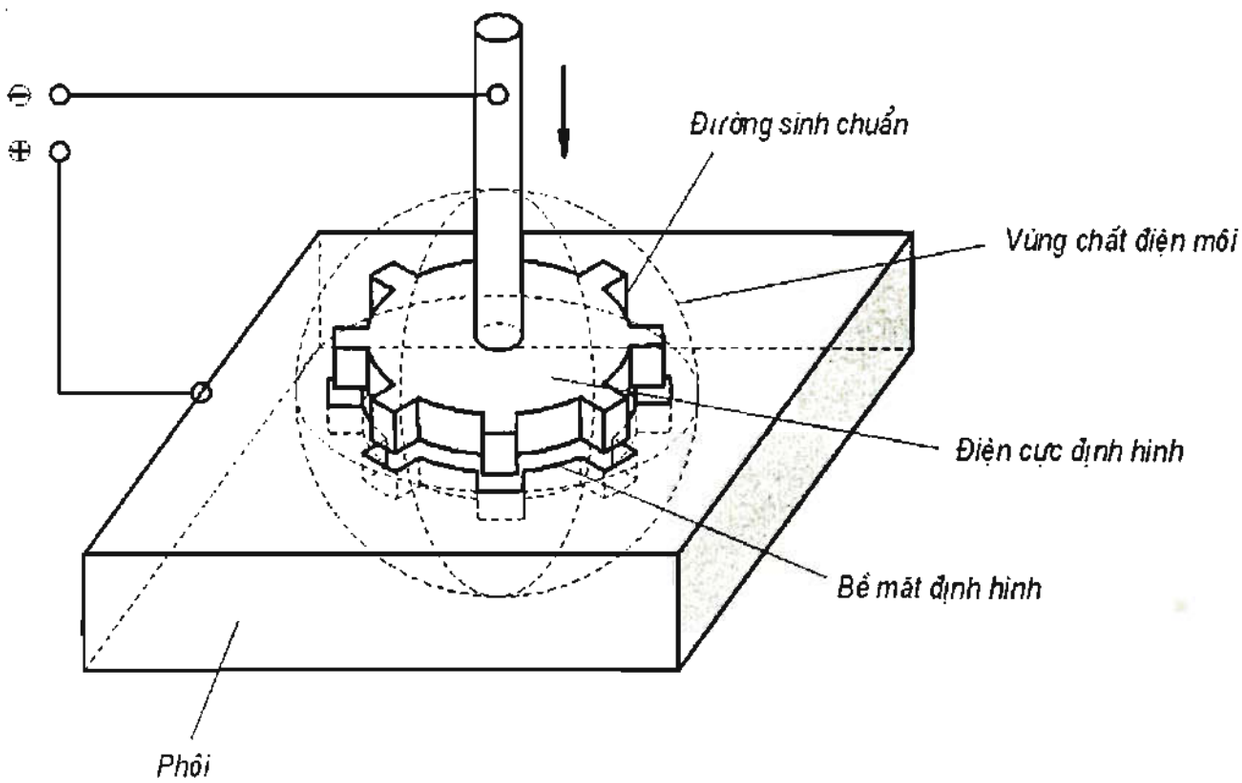
Ở Việt Nam hiện nay máy gia công tia lửa điện đang được sử dụng ngày càng phổ biến trong các phân xưởng cơ khí, với các ưu điểm nổi bật là: gia công được các loại vật liệu đã qua nhiệt luyện (có độ cứng cao và rất cao), có hình dạng tương đối phức tạp mà không cần đòi hỏi yêu cầu cao về dụng cụ, phù hợp với dạng sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ cũng như việc gia công phục vụ sửa chữa, nhưng nó cũng có nhược điểm cơ bản là vật liệu của chi tiết gia công phải là chất dẫn điện, độ chính xác và độ nhám bề mặt không cao như các phương pháp truyền thống, dụng cụ mòn nhanh.

## 8.1 PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN

### 8.1.1 Phân loại phương pháp gia công tia lửa điện

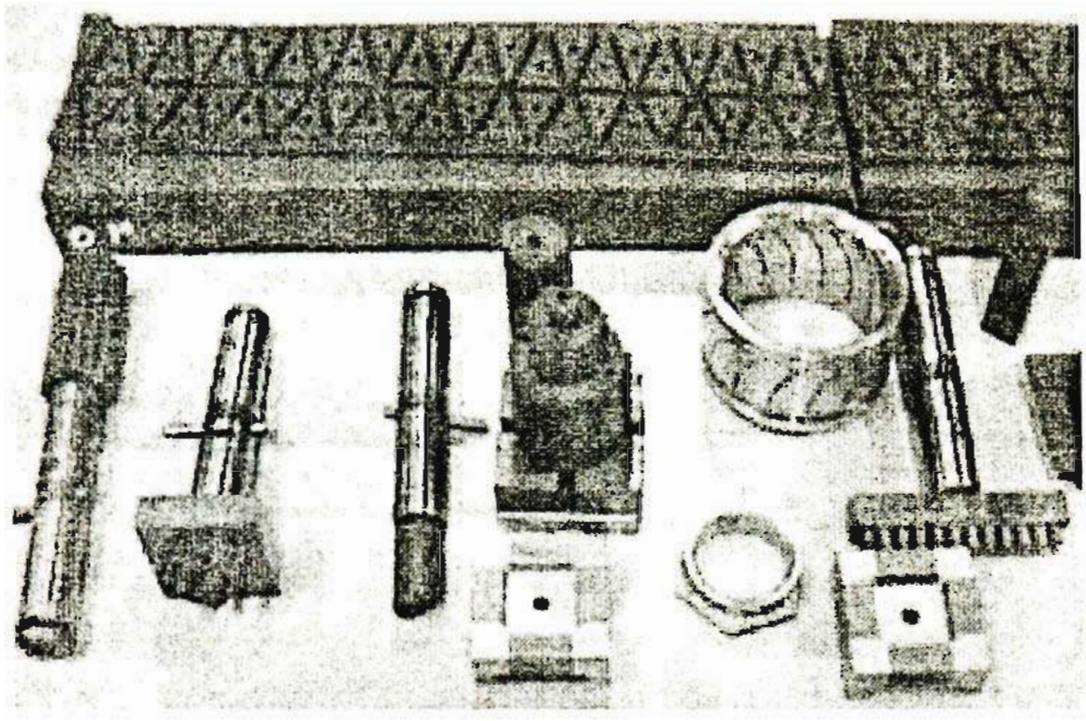
Với cùng nguyên tắc là sự bóc tách các hạt kim loại trong quá trình phóng tia lửa điện, nhưng phân biệt hai phương pháp gia công tia lửa điện dựa trên căn cứ hình dạng của điện cực gia công: phương pháp gia công tia lửa điện dùng điện cực định hình và phương pháp gia công tia lửa điện dùng điện cực là dây mảnh.

***1/ Phương pháp gia công tia lửa điện dùng điện cực định hình*** (còn được gọi là phương pháp xung định hình).




***Hình 8.1*** - Nguyên lý phương pháp gia công tia lửa điện dùng điện cực định hình

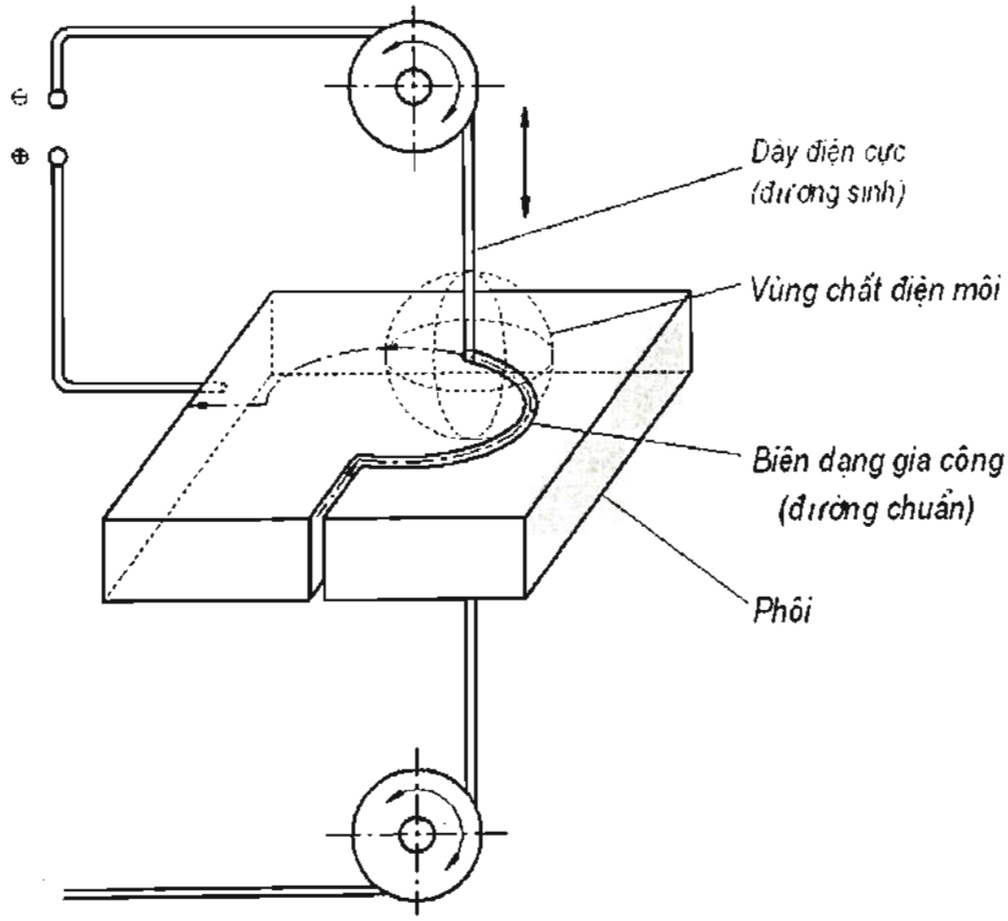
Thực chất đây là phương pháp chép hình 3D trong đó đường chuẩn là đường thẳng còn bề mặt chuyển động vuông góc với đường chuẩn chính là bề mặt định hình của dụng cụ (EDM- Die Sinking). Trên hình 8.1 trình bày nguyên lý của phương pháp này,



***Hình 8.2*** - Một số dạng dụng cụ và chi tiết gia công trên máy dùng điện cực định hình

Hình 8.2 giới thiệu một số dụng cụ và chi tiết được gia công trên máy gia công tia lửa điện dùng điện cực định hình.

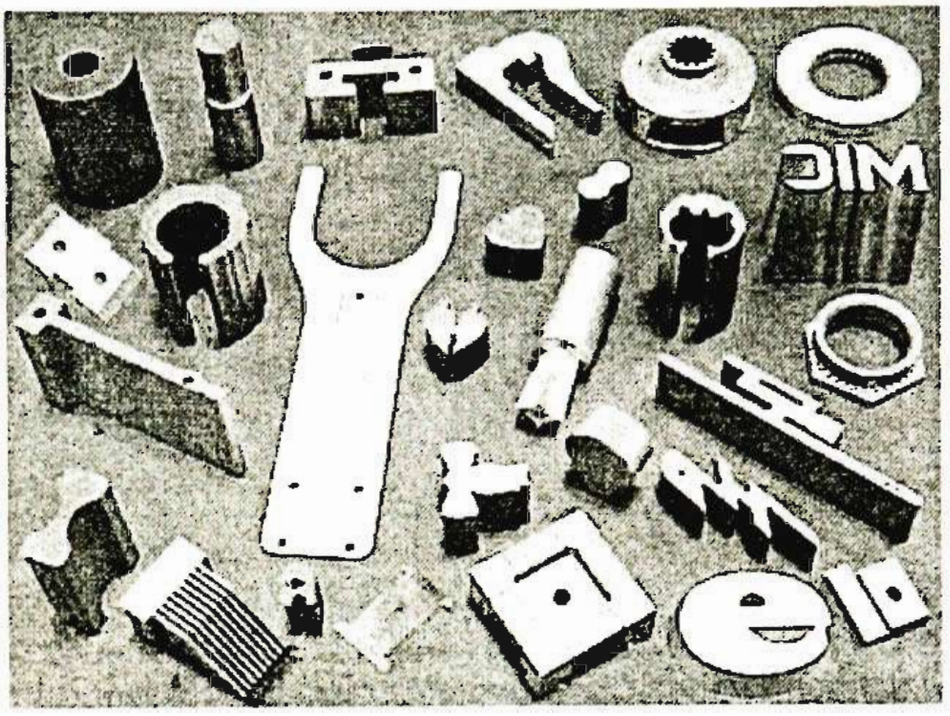
***2/ Phương pháp gia công tia lửa điện dùng điện cực là dây mảnh*** (d = 0,1 đến 0,3 mm).




***Hình 8.3*** – Nguyên lý phương pháp gia công tia lửa điện dùng điện cực là dây mảnh

Trong phương pháp này, dây mảnh có chuyển động dọc liên tục (nhằm thay đổi vị trí cắt của dây để hạn chế đứt dây) và có di chuyển vuông góc với trục dây theo biên dạng cho trước (EDM- Wire Cutting). Trường hợp này dây mảnh đóng vai trò đường sinh còn biên dạng cho trước chính là đường chuẩn. Trên hình 8.3 trình bày nguyên lý của phương pháp cắt dây.

Phương pháp gia công cắt dây này thường được áp dụng để gia công các chi tiết họ lỗ có hình dạng từ đơn giản đến phức tạp, các điện cực cho gia công xung định hình, các biên dạng phức tạp, v.v. Một số hình dạng chi tiết được gia công theo phương pháp cắt dây được trình bày trên hình 8.4.




***Hình 8.4*** – Một số hình dạng chi tiết được gia công trên máy cắt dây

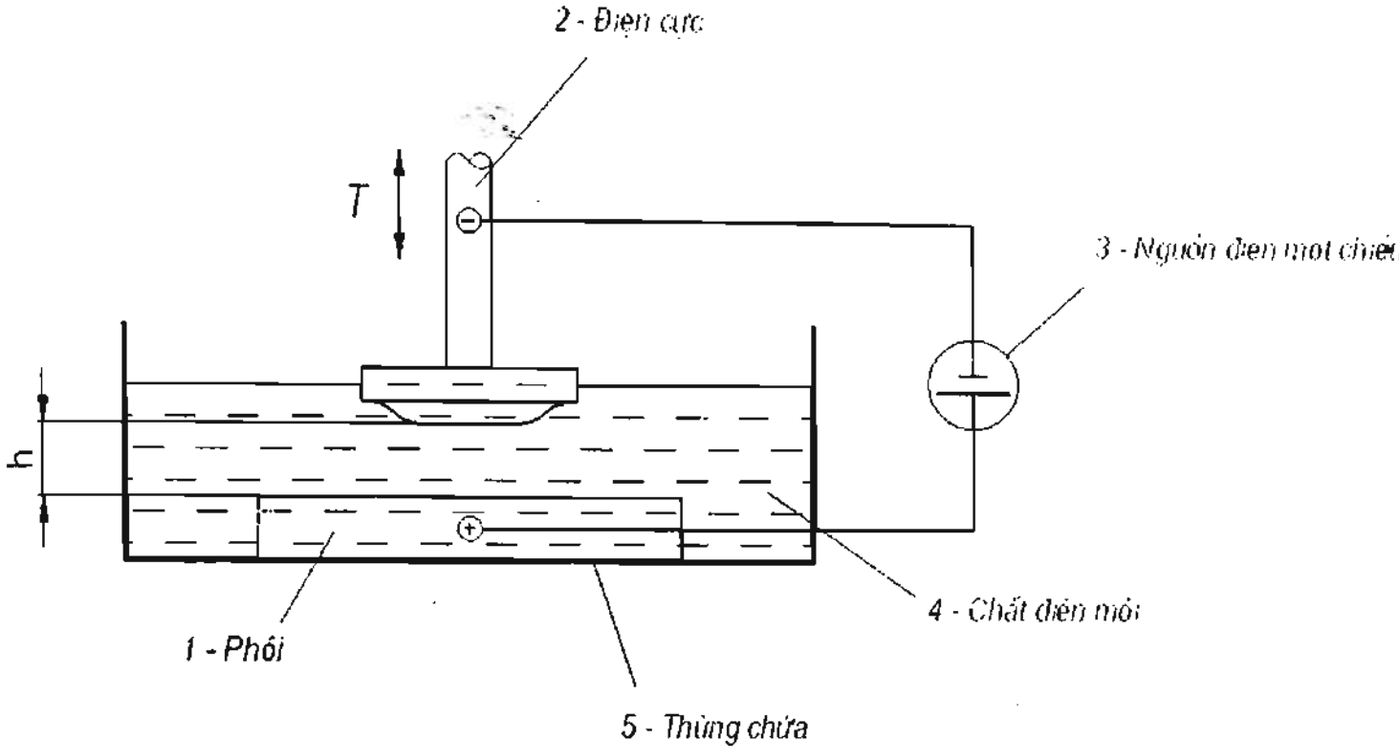
### 8.1.2 Nguyên lý bóc tách vật liệu kim loại bằng phương pháp tia lửa điện

Sơ đồ nguyên lý gia công tia lửa điện được trình bày trên hình 8.5, trên đó chi tiết và điện cực được nối với một nguồn điện một chiều có điện áp nhất định. Thông thường chi tiết đóng vai trò cực dương và dụng cụ đóng vai trò cực âm, dụng cụ có độ cứng thấp hơn nhiều so với chi tiết. Vật liệu của dụng cụ thường bằng đồng, hợp kim đồng hoặc graphit... Giữa dụng cụ và chi tiết được điền đầy chất điện môi không dẫn điện ở điều kiện bình thường.

Khi hai điện cực tiến lại gần nhau với một khe hở nhất định thì xảy ra hiện tượng phóng tia lửa điện từ điện cực dụng cụ sang chi tiết tại những điểm nhấp nhô cao nhất. Tại các điểm đó nhiệt độ có thể đạt tới > 10 000$^0$C làm nóng chảy và bốc hơi kim loại, đồng thời khi đó dòng điện bị ngắt đột ngột, áp suất bị mất tức thời, gây ra hiện tượng nổ và bốc hơi của chất lỏng nóng chảy hiện có. Sau đó nhờ dòng chảy của chất điện môi các vật liệu kim loại bị tách ra khỏi bề mặt được vận chuyển ra khỏi khe hở giữa hai điện cực, chuẩn bị cho quá trình phóng điện tiếp theo.

Lượng kim loại được bóc tách trong quá trình phóng tia lửa điện thì phụ thuộc vào điện áp, cường độ dòng điện, thời gian tồn tại của dòng điện và khoảng cách giữa hai điện cực. Do đó, để đảm bảo quá trình phóng tia lửa điện được ổn định thì ngoài các thông số về điện thì thông số về khe hở giữa hai điện cực phải được duy trì phù hợp trong điều kiện phóng điện.

Trong gia công tia lửa điện cả hai cực đều bị mòn, tuy nhiên có cực bị mòn nhiều hơn (thường là cực dương) được dành cho chi tiết, còn cực mòn ít hơn được dành cho dụng cụ.




***Hình 8.5*** – Sơ đồ nguyên lý gia công tia lửa điện

Chất điện môi điền đầy giữa hai điện cực có bốn nhiệm vụ cơ bản: cách điện, iôn hoá, làm nguội, vận chuyển phoi ra khỏi vùng gia công. Hiện nay có hai loại chất điện môi được sử dụng cho hai phương pháp gia công tia lửa điện đó là: hydrôcacbon-dùng cho quá trình xung định hình (parafin, dầu khoáng, các dẫn xuất của xăng) và nước khử khoáng-dùng cho quá trình cắt dây (hiện nay có chất điện môi dựa trên thành phần chính là nước). Tuy nhiên việc sử dụng các loại chất điện môi bên cạnh những yêu cầu về đảm bảo ổn định quá trình phóng điện cần phải lưu ý đến an toàn cho máy, môi trường và người vận hành máy.

Năng suất gia công Q của quá trình gia công tia lửa điện được tính theo công thức:

$$Q = K.P^{1,54}\ (mm^3/ph) \qquad (8.1)$$

Trong đó:

K - hệ số phụ thuộc vào vật liệu gia công và thiết bị.

P - công suất tiêu thụ (kW).

Độ nhấp nhô trung bình của bề mặt gia công tia lửa điện được tính theo công thức:

$$R_a = K_t.Q^{0,834}$$

Trong đó:

$K_t$ - hệ số phụ thuộc vào tính chất của vật liệu gia công và thiết bị.

Q - năng suất gia công ($mm^3$/ph). (8.2)

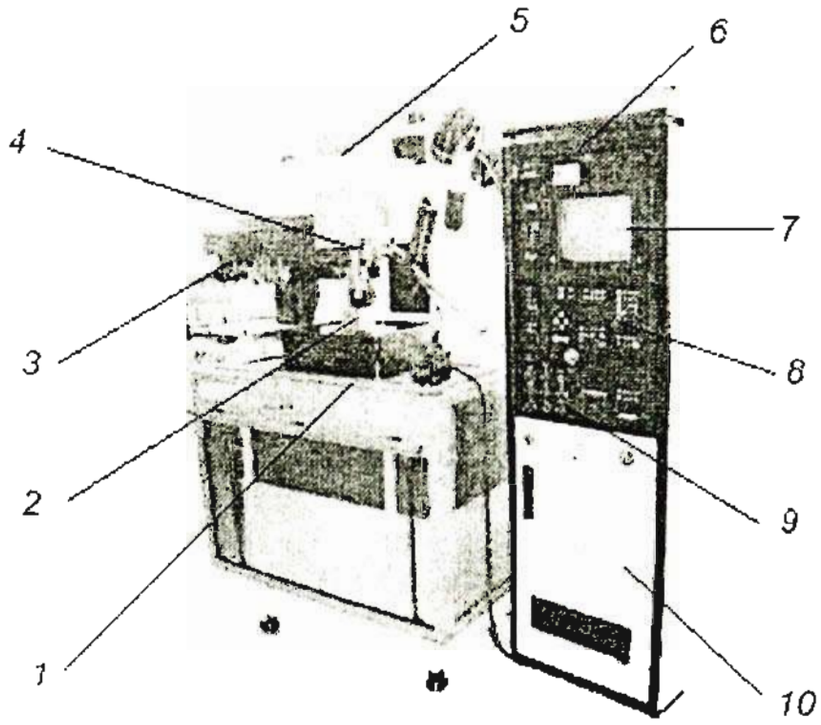
Khi gia công bằng phương pháp EDM thường tồn tại các dạng sai số hình dạng sau: độ côn của lỗ hoặc độ loe của rãnh, độ rộng của lỗ hoặc độ rộng của rãnh do phóng điện mặt bên điện cực, sai khác về kích thước và hình dáng do điện cực bị mòn trong quá trình gia công.

## 8.2 MÁY GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN XUNG ĐỊNH HÌNH CNC MAHO KIỂU HS 300E

Máy xung định hình HS 300E là máy xung cỡ nhỏ có thể gia công các chi tiết thô và tinh, cỡ vừa và nhỏ, hệ thống thùng chứa chất điện môi được bố trí ngay dưới thân máy.

Máy xung định hình HS 300E được trang bị hệ thống điều khiển số ERCOM-20 của

Heidenhain. Máy có ba trục chạy dao X, Y, Z và trục C quay quanh tâm trục chính (trục mang điện cực) dẫn động bằng các động cơ điện servo và được điều khiển và điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC. Do đó, máy có khả năng chạy dao hành tinh trong mặt phẳng 2D hoặc 3D với các bề mặt thích hợp. Trong bộ điều khiển có cài đặt nhiều chu kỳ gia công mẫu, người sử dụng có thể dùng sau khi biến đổi hình học như: phóng to thu nhỏ, quay góc, lấy đối xứng, dịch chuyển... Các thông số công nghệ của quá trình gia công được tối ưu hoá và hiển thị trên màn hình trong quá trình gia công. Trên máy có mô phỏng đồ hoạ các chương trình gia công, giúp người vận hành có thể kiểm tra trước chương trình. Các điểm đặc trưng của máy như điểm M, điểm R, điểm W, v.v., đều tuân theo qui ước chung của máy CNC. Máy HS 300E có hệ thống ổ chứa dụng cụ có thể chứa tối đa 6 điện cực và việc thay điện cực hoàn toàn tự động dưới sự điều khiển của bộ điều khiển CNC. Hình dáng chung của máy HS300E được trình bày trên hình 8.6.




***Hình 8.6*** – Hình dáng chung của máy xung định hình HS 300E:
1 - Thùng chứa chất điện môi kiểu nâng–hạ; 2 - Phôi; 3 - Hệ thống thay dụng cụ; 4 - Điện cực; 5 - Đầu trục dụng cụ; 6 - Bộ điều khiển CNC; 7 - Màn hình; 8 - Bảng điều khiển lập trình; 9 - Bảng điều khiển máy; 10 - Tủ điện.

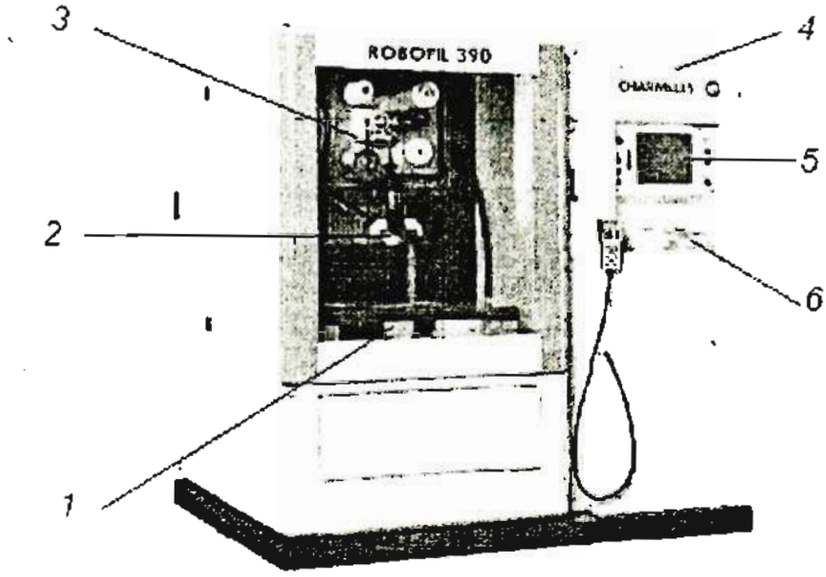
Một số tính năng kỹ thuật của máy HS300E:

- Kích thước bàn máy : 450 x 350 mm,
- Hành trình dịch chuyển trục X, Y, Z: 350, 250, 340 mm,
- Số điện cực được lưu trên ổ chứa: 6,
- Dòng điện làm việc lớn nhất: 60 A,
- Dung tích thùng chứa chất điện môi: 120 lít,
- Bộ điều khiển EROCOM-20 (Heidenhain)
- Hệ thống kẹp: EROWA.

## 8.3 MÁY GIA CÔNG TIA LỬA ĐIỆN - CẮT DÂY CNC ROBOFIL 390 CỦA HÃNG CHARMILLES

Máy cắt dây CNC Robofil 390 là máy gia công chính xác các chi tiết cỡ vừa và nhỏ, độ nhám bề mặt gia công có thể đạt tới $R_a$= 0,28 μm. Ngoài 3 trục chạy dao cơ bản được điều khiển và điều chỉnh bởi bộ điều khiển CNC là X, Y, Z máy còn có hai trục chạy dao phụ trợ U

và V, hai trục chạy dao này được thực hiện trên mặt phẳng gốc thứ hai ở phía trên. Cấu hình trục X, Y, Z, U, V cho phép độ nghiêng của dây thay đổi liên tục theo biên dạng hoặc cố định, khi gia công các chi tiết có hình dạng phức tạp như khuôn mẫu. Với cấu hình máy tính mạnh cho phép kết nối Internet cũng như kết nối điều khiển từ xa. Nhập dữ liệu máy thông qua việc tiếp xúc trực tiếp vào các vùng điều khiển hiển thị trên màn hình. Hình dáng chung của máy được trình bày trên hình 8.7.




***Hình 8.7*** – Hình dáng chung của máy cắt dây ROBOFIL 390 của hãng Charmilles
1 - Bàn máy gá phôi; 2- Dẫn hướng dây phía trên; 3- Đầu dẫn dây; 4- Tủ điều khiển CNC; 5- Màn hình cảm ứng; 6- Bàn phím lập trình

Tính năng kỹ thuật chủ yếu của máy:

- Kích thước của máy : 1950 x 2550 x 2000 mm,
- Trọng lượng của máy : 3260 kG,
- Vùng làm việc: 980 x 730 x 250 mm,
- Khối lượng lớn nhất của phôi: 1000 kg,
- Kích thước của bàn máy: 820 x 610 mm,
- Hành trình lớn nhất của trục X, Y, Z: 400, 300, 250 mm
- Hành trình lớn nhất của trục U, V: 400, 300 mm
- Góc nghiêng lớn nhất của dây: $\pm 30^0$ /250 mm
- Điện áp 3 pha: 380/400 V,
- Tổng công suất máy: 10 KVA,
- Đường kính dây cắt: 0,1; 0,2; 0,25; 0,3 mm.
- Dung tích thùng chứa: 1200 lít,
- Độ nhám bề mặt nhỏ nhất: 0,28 μm
- Động cơ điện các trục chạy dao: servo AC,
- Màn hình LCD: 12" TFT,
- Cấu hình máy tính: Pentium®, Ổ cứng 10GB, CD-Rom, RS-232, Internet, ổ đĩa mềm, v...v.

CHƯƠNG 9

# TÍNH TOÁN VÀ ĐIỀU CHỈNH MÁY

## 9.1 ĐIỀU CHỈNH MÁY TIỆN VẠN NĂNG.

### 9.1.1. Cắt ren nhiều đầu mối

Cắt ren nhiều đầu mối, bước ren $t_s$ là khoảng cách giữa hai vòng ren liên tiếp và L là bước xoắn của một mối ren. Khi đó bước xoắn của mối ren có liên hệ với bước ren như sau:

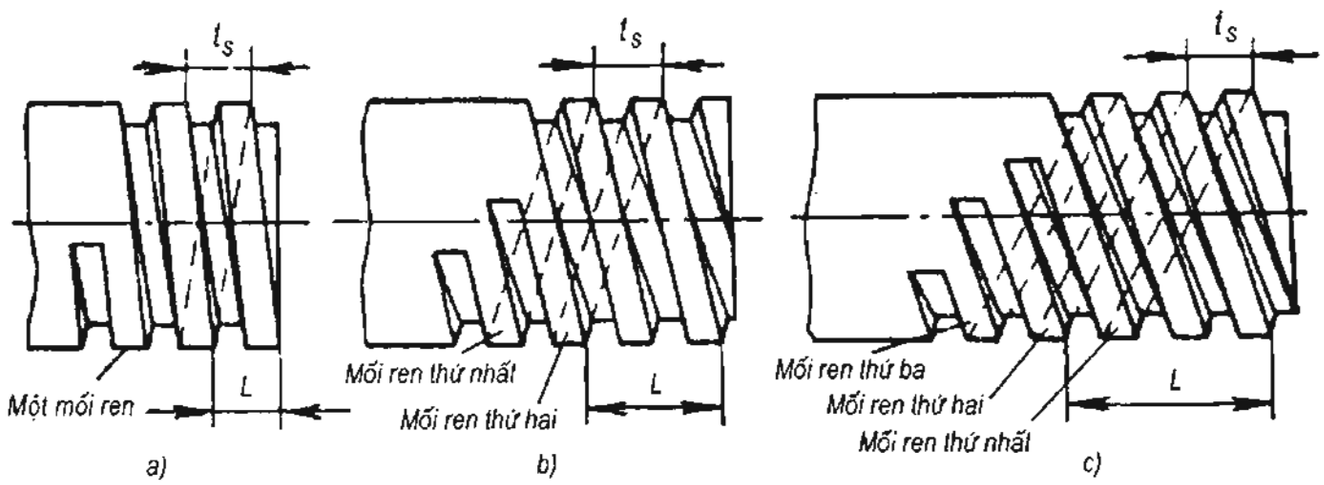
$$L = k.\ t_s \qquad (9.1)$$

Trong đó

k - số đầu mối ren.

Cắt mối ren thứ nhất với bước ren là L. Sau khi cắt xong mối ren thứ nhất, tiến hành cắt mối ren thứ hai và tiếp tục cắt đến mối ren thứ k (hình 9.1).

Để cắt các mối ren từ mối thứ hai trở đi có 3 phương pháp cơ bản đó là: quay phân độ trực tiếp trục chính, dịch chuyển bàn dao dọc và lắp cơ cấu phân độ.




***Hình 9.1*** – Ren một đầu mối và nhiều đầu mối

a) Ren một đầu mối; b) Ren hai đầu mối; c) Ren ba đầu mối.

***1/ Phương pháp quay trực tiếp phân độ trục chính:***

Sau khi cắt xong mối ren thứ nhất, bàn dao lùi về vị trí bắt đầu của mối ren thứ nhất và đứng yên, phôi phải quay tiếp một góc bằng $\frac{360^0}{k}$ với mặt bích chia độ lắp ở đuôi của trục chính có 60 vạch chia đều trên một vòng (lưu ý khi quay phôi phải cắt đường truyền giữa trục chính và trục vít me), sau đó tiếp tục cắt mối ren thứ hai. Cứ như thế, tuần tự cắt những mối ren tiếp theo.

***2/ Phương pháp dịch chuyển bàn dao dọc:***

Sau khi cắt xong mối ren thứ nhất, bàn dao lùi về vị trí bắt đầu của mối ren thứ nhất và cho trục chính gá phôi đứng yên, dùng tay xoay vít me của bàn dao trên cho dao tịnh tiến dọc một khoảng cách bằng $\frac{L}{k}$, sau đó tiếp tục cắt mối ren thứ hai. Cứ như thế, tuần tự cắt những mối ren tiếp theo.

Để hạn chế sai số do sai số độ mòn của trục vít đai ốc bàn dao trên có thể dùng đồng hồ so xác định chính xác lượng dịch chuyển $\frac{L}{k}$.

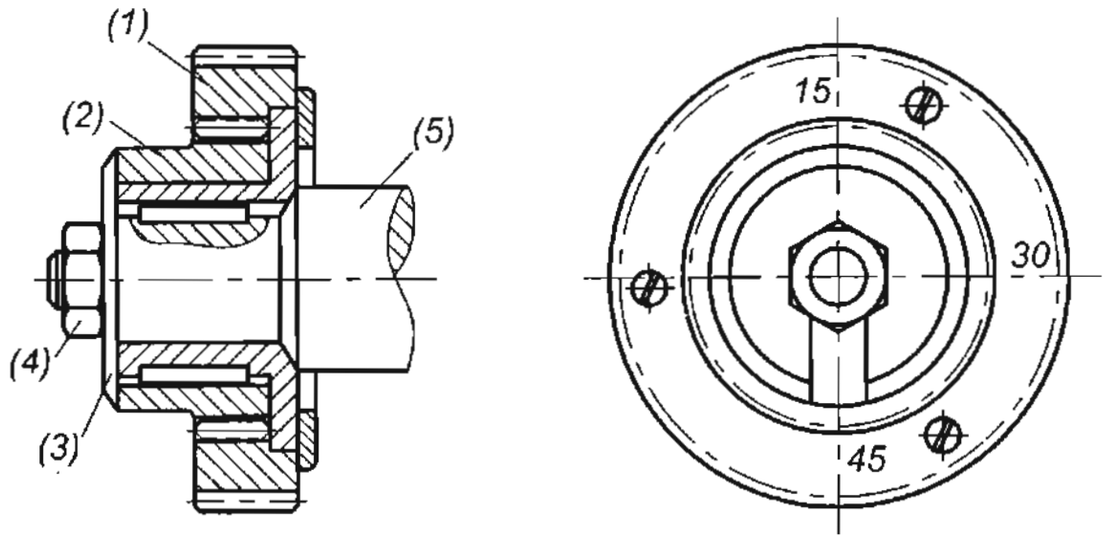
Theo nguyên tắc của phương pháp dịch chuyển bàn dao dọc có thể gá nhiều dao (số dao bằng số đầu mối ren) cách nhau một khoảng bằng bước ren $t_s$.

***3/ Phương pháp lắp thêm cơ cấu phân độ:***

Giữa trục chính và trục của bánh răng thay thế a, lắp thêm cơ cấu phân độ (hình 9.2).

Trên trục của những bánh răng có các tỷ số truyền cố định. Trên hình 9.2 bánh răng (1) được chế tạo có răng trong và răng ngoài. Số răng trong là 60 và nó ăn khớp với bánh răng (2) cũng có số răng là 60. Khi cắt bước ren thứ nhất răng có đánh dấu 0 của bánh răng (2) nằm vào rãnh răng có đánh dấu 0 của bánh răng (1).

Sau khi cắt xong mối ren thứ nhất, bàn dao lùi về vị trí bắt đầu của mối ren thứ nhất và đứng yên, chuẩn bị cắt mối ren thứ 2, nới êcu (4) để lấy miếng đệm (3) ra, đồng thời rút bánh răng (2) theo chiều dọc trục ra khỏi khớp với bánh răng (1) và quay bánh răng (1) đi $\frac{60}{k}$ số răng, rồi đẩy (2) theo chiều dọc trục ngược lại vào ăn khớp với bánh răng (1). Sau đó bắt đầu cắt mối ren thứ hai v...v. (Nếu cắt 3 đầu mối thì răng có dấu 0 của bánh răng (2) phải vào rãnh răng có đánh số $\frac{60}{3} = 20$ của bánh răng (1). Cứ thế tiếp tục như vậy cho các mối ren tiếp theo. Nếu giữa trục chính và trục (5) có tỷ số truyền khác 1 mà là i thì bánh răng (2) cần phải quay $\frac{60}{k}.i$ số răng (thông thường để đơn giản chọn i = 1).



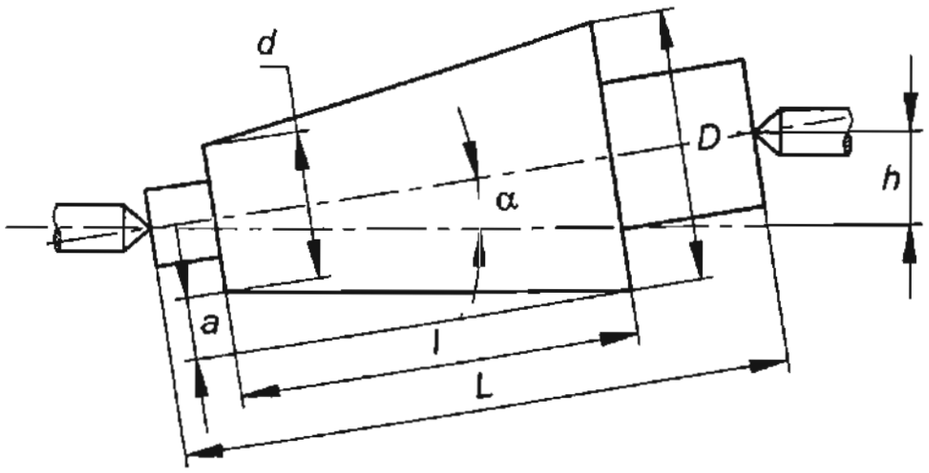

***Hình 9.2*** – Cơ cấu phân độ cắt ren nhiều đầu mối

### 9.1.2. Điều chỉnh gia công mặt côn

Trên máy tiện vạn năng thường áp dụng 4 phương pháp sau đây để gia công mặt côn: đẩy lệch ụ động, phối hợp chạy dao dọc và chạy dao ngang, quay bàn dao trên khi chiều dài côn không lớn, dùng đồ gá tiện côn.

***1/ Đẩy lệch ụ động***

Thân ụ động máy tiện có đường trượt vuông góc với đường tâm trục chính. Khi đánh lệch nó theo chiều ngang thì phải để cho đường nối hai mũi tâm tạo thành một góc nhất định (hình 9.3).




***Hình 9.3*** – Sơ đồ đánh lệch ụ động

Lượng di chuyển ngang h của ụ động được tính theo công thức: h= L.sinα.

Khoảng cách a được xác định :

$$a = \frac{D-d}{2} = l.tg\alpha \qquad (9.2)$$

Trong đó $tg\alpha = \frac{D-d}{2l}$

Tiện côn theo phương pháp này thường có góc α nhỏ, có thể cho rằng sinα ≈ tgα, do đó có thể tính gần đúng:

$$h \approx L.tg\alpha = \frac{L(D-d)}{2l} \qquad (9.3)$$

Trường hợp đặc biệt $l$ = L, tức là mặt côn chạy suốt trên chiều dài của chi tiết thì :

$$h \approx \frac{D-d}{2}$$

Phương pháp này có nhược điểm là hai mũi tâm chóng mòn, nếu lỗ côn của chi tiết có độ sâu khác nhau, sẽ đưa đến sai lệch góc α khác nhau, độ côn sẽ không chính xác.

***2/ Quay bàn dao trên***

Khi chiều dài côn $l$ không lớn có thể quay bàn dao trên đi một góc α để phương chạy dao của bàn dao trên trùng với đường sinh của mặt côn cần tiện. Trong trường hợp này phải chạy dao bằng tay trên bàn dao trên.

***3/ Phối hợp chuyển động chạy dao***

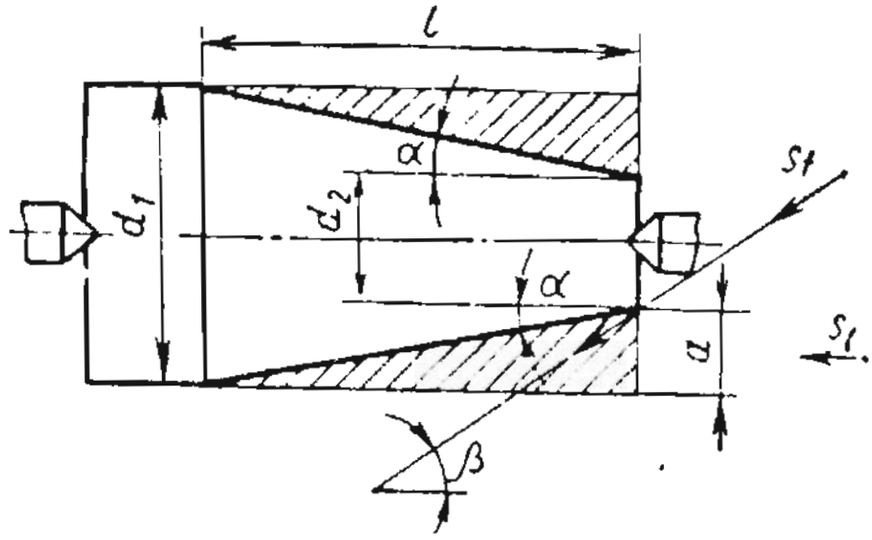
Phương pháp phối hợp đồng bộ hai chuyển động chạy dao có thể được áp dụng trên các máy tiện có dẫn động chạy dao bàn dao trên (hình 9.4). Trong trường hợp này bàn dao trên phải quay một góc β, chi tiết được tiện với việc phối hợp đồng bộ lượng chạy dao dọc $s_l$ và lượng chạy dao $s_t$ của bàn dao trên.

Góc quay của bàn dao là:

$$\beta = \pm\alpha + \arcsin(K.\sin\alpha) \qquad (9.4)$$

Trong đó 2α - góc của đỉnh côn; dấu (+) hoặc (-) phụ thuộc vào hướng chạy dao của bàn dao trên,

$K = \frac{s_l}{s_t}$ - tỷ số lượng chạy dao dọc cuả bàn dao dọc và của bàn dao trên.



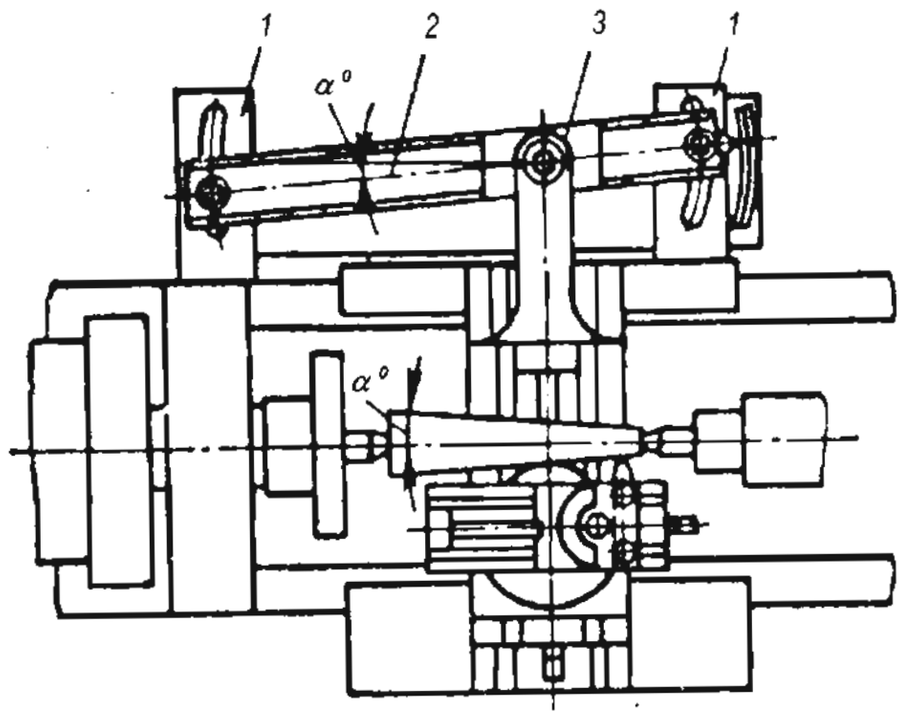

***Hình 9.4*** - Sơ đồ phối hợp hai chuyển động chạy dao

Lượng chạy dao dọc $s_l$ của bàn dao có thể được xác định theo lượng chạy dao yêu cầu $s_t$ dọc theo bề mặt côn:

$$s_l = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin\beta}.s_t \qquad (9.5)$$

***4/ Sử dụng đồ gá chép hình***

Đồ gá chép hình có thể là đồ gá thuỷ lực hoặc cơ khí được sử dụng để tiện bề mặt côn ngoài hoặc côn trong ngắn. Trong trường hợp này liên kết của bàn bàn dao với các chi tiết của đồ gá cơ khí được trình bày trên hình 9.5.




***Hình 9.5*** - Đồ gá chép hình tiện côn

Đồ gá gồm có thanh dẫn 2 được gá nghiêng theo góc côn α cần tiện trên hai thanh đỡ 1 được gá vào thân máy, trên nó có lắp bàn trượt 3 được liên kết với bàn dao. Bàn dao được tự do và cắt chuyển động chạy dao ngang. Khi chi tiết quay và bàn dao chuyển động chạy dao dọc, bàn trượt 3 sẽ di chuyển trên thanh trượt 2, đầu dụng cụ sẽ di chuyển trên đường sinh nghiêng một góc α so với trục côn tạo thành bề mặt côn trên chi tiết.

### 9.1.3. Xác định bánh răng thay thế

Khi tiến hành điều chỉnh để cắt ren vít và chạy dao, cần phải xác định được tỷ số truyền $i_{TT}$ và trên cơ sở đó xác định số răng của các bánh răng thay thế a, b, c, d.

Phương trình xích cắt ren chính xác:

$$1 \text{vòng} TC.\ I_{cd}.\ \frac{a}{b}.\frac{c}{d}.t_x = t_p \qquad (9.6)$$

Trong đó

$i_{cd}$ - tỷ số truyền cố định nối từ trục chính đến trục vít me,

$t_p$ – bước ren cần gia công,

$t_x$ – bước ren trục vít me.

Suy ra $i_{TT} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{t_p}{i_{cd}.t_x}$

Có các phương pháp xác định số răng các bánh răng thay thế sau: phương pháp phân tỷ số truyền $i_{TT}$ ra thừa số nguyên tố và phương pháp xác định số răng gần đúng khi không phân được $i_{TT}$ thành thừa số nguyên tố.

Khi lựa chọn các bánh răng thay thế cần phải thoả mãn điều kiện ăn khớp không chạm vào trục theo công thức sau:

$$a + b > c \quad \text{và} \quad c + d > b$$

Trong đó a,b,c,d là số răng của các cặp bánh răng thay thế.

Theo kinh nghiệm cần phải chú ý đến đường kính trục của bánh răng vì thế nên chọn số răng theo công thức:

$$a + b > c + (15 - 20) \text{ và } c + d > b + (15 - 20) \qquad (9.7)$$

Trong các máy tiện thường có các bánh răng thay thế được tiêu chuẩn hoá như sau:

- Bộ 4 có các số răng: 20, 20, 24, 28,....120 (bội số của 4).
- Bộ 5 có các số răng: 20, 20, 25, 30,....120 (bội số của 5).
- Các bánh răng đặc biệt: 47,97, 127, 147.

Các bánh răng thay thế a,b,c,d chỉ được phép chọn số răng trong cùng một bộ và bộ số răng đặc biệt.

***1/ Phương pháp chính xác***

Tất cả các tỷ số truyền $i_{TT}$ đều có thể biểu thị bằng hai số không chia hết cho nhau, tức là: $i_{TT} = \frac{A}{B}$.

Phải phân A và B ra thành các thừa số nguyên tố, để cuối cùng được dạng :

$$i_{TT} = \frac{A}{B} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$$

*Ví dụ*, có :

$$i_{TT} = \frac{A}{B} = \frac{44}{65} = \frac{4}{5}.\frac{11}{13} = \frac{40}{50}.\frac{55}{65}$$

Như vậy a = 40, b = 50, c = 55, d = 65 . Các bánh răng này thoả mãn điều kiện ăn khớp theo công thức (9.7).

***2/ Phương pháp gần đúng***

Khi điều chỉnh máy tiện ren vít cắt bước ren dẫn đến trị số $i_{TT}$ không thể dùng phương pháp chính xác để xác định số răng của cặp bánh răng thay thế, thì phải dùng phương pháp gần đúng. Phương pháp này sẽ dẫn đến sai số bước ren cần cắt và sai số này không được lớn hơn giá trị cho phép phụ thuộc vào cấp chính xác của ren vít được tiêu chuẩn qui định. Vì thế sau khi dùng phương pháp gần đúng để chọn bánh răng thay thế, phải kiểm tra lại sai số của bước ren.

Có các phương pháp tính gần đúng sau: phương pháp phân số liên tục, phương pháp lôgarit, v...v.

- *Phương pháp phân số liên tục*

Bất kỳ $i_{TT} = \frac{A}{B}$ nào cũng có thể phân thành dạng như sau :

$$i_{TT} = \frac{A}{B} = a_0 + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2 + \cfrac{1}{a_3 + \cfrac{1}{\ldots + \cfrac{1}{a_{n-1} + \cfrac{1}{a_n}}}}}} \qquad (9.8)$$

Trong đó $a_0$, $a_1$, $a_2$ ... $a_n$ là thương số của những phép chia sau đây :

Trước tiên lấy $\frac{A}{B} = a_0$ (A chia cho B được số $a_0$ ) và số dư C.

Lờy $\frac{B}{C} = a_1$ và số dư D, cứ tiếp tục thực hiện như vậy cho đến khi còn lại số dư 0.

Đối với phân số có A < B thì $a_0 = 0$.

Trong phân số liên tục, trị số $a_0$ là gần đúng, trị số gần đúng hơn là $a_0 + \frac{1}{a_1}$ và cứ như thế càng thêm số hạng ta sẽ được những phân số càng chính xác. Từ số hạng thứ 3 của phân số liên tục, tất cả các trị số gần đúng đều có thể tính theo công thức :

$$i_{TT} = \frac{Ai}{Bi} = \frac{A_{i-1}.ai + A_{i-2}}{B_{i-1}.ai + B_{i-2}} \qquad (9.9)$$

Ở đây : $A_{j-1}$, $A_{j-2}$, $B_{j-1}$, $B_{j-2}$ là các trị số liên tục của tử số và mẫu số.

*Ví dụ* : Tính $i_{TT} = \frac{A}{B} = \frac{40}{103}$

Kết quả phân số liên tục :

$$a_1 = \begin{array}{r|l} 103 & 40 \\ \hline 23 & 2 \end{array} = 2$$

$$a_2 = \begin{array}{r|l} 40 & 23 \\ \hline 17 & 1 \end{array} = 1$$

$$a_3 = \begin{array}{r|l} 23 & 17 \\ \hline 6 & 1 \end{array} = 1$$

$$a_4 = \begin{array}{r|l} 17 & 6 \\ \hline 5 & 2 \end{array} = 2$$

$$a_5 = \begin{array}{r|l} 6 & 5 \\ \hline 1 & 1 \end{array} = 1$$

$$a_6 = \begin{array}{r|l} 5 & 1 \\ \hline 0 & 5 \end{array} = 5$$

Do đó $i_{TT} = \frac{A}{B} = \frac{40}{103} = 0 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \frac{1}{5}}}}}}$

Các trị số gần đúng của $i_{TT} = \frac{A}{B} = \frac{40}{103}$ là :

$$i_{TT} \approx \frac{A_1}{B_1} = a_0 + \frac{1}{a_1} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{A_2}{B_2} = a_0 + \cfrac{1}{a_1 + \cfrac{1}{a_2}} = \frac{1}{3}$$

Dùng công thức (9.9) ta có :

$$\frac{A_3}{B_3} = \frac{A_2.a_3 + A_1}{B_2.a_3 + B_1} = \frac{1.1+1}{3.1+2} = \frac{2}{5}$$

$$\frac{A_4}{B_4} = \frac{5}{13}$$

$$\frac{A_5}{B_5} = \frac{7}{18}$$

$$\frac{A_6}{B_6} = \frac{A}{B} = \frac{40}{103}$$

Từ các tỷ số trên ta thấy $\frac{7}{18}$ là tỷ số gần đúng nhất với $\frac{A}{B}$, do vậy nên chọn nó để tính bánh răng thay thế:

$$i_{TT} = \frac{7}{18} = \frac{7.5}{18.5} = \frac{35}{90} = \frac{35}{90}.\frac{35}{35} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$$

*b. Phương pháp lôgarit*

Để tìm ra các bánh răng thay thế, cần tạo ra dạng Lôgarit của $i_{TT}$ và dùng bảng để xác định các bánh răng a, b, c, d.

Biết : $i_{TT} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d}$

Lấy lôgarit hai vế: $\lg i_{TT} = \lg(ac) - \lg(bd)$ (9.10)

Ví dụ : $i_{TT} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = 0,6134$ và $\lg i_{TT} = -0,21325$

Trong bảng của V.A Sishkov, cột $\lg i_{TT}$ có trị số –0,21323 gần với –0,21325 có các trị số của bánh răng thay thế : $\frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{45}{45}.\frac{95}{127}$

Trong bảng chỉ có những trị số khi $i_{TT} < 1$ tức là $\lg i_{TT} < 0$. Nếu hệ số điều chỉnh $i_{TT} > 1$ tức là $\lg i_{TT} > 0$ thì phải lấy $m = \frac{1}{i_{TT}}$ thay cho $i_{TT}$ và tiến hành như trên để xác định các bánh răng thay thế của trị số m. Sau đó xác định các bánh răng thay thế của $i_{TT}$ bằng cách đảo ngược các bánh răng vừa tính được.

Bảng của M.V Xandakov có cột thứ nhất là trị số $i_{TT}$ dưới dạng thập phân. Cột thứ hai là trị số gần đúng của $i_{TT}$ dưới dạng phân số mà tử số và mẫu số là tích của số răng các bánh răng thay thế.

Ví dụ : $i_{TT} = \frac{61}{93} = 0,65592$

Tìm trong bảng có trị số gần đúng với trị số này là 0,65595, tương đương với nó ta có:

$$0,65595 = \frac{551}{840} = \frac{a}{b}.\frac{c}{d} = \frac{19.29}{8.3.5.7} = \frac{95}{120}.\frac{58}{70}$$

Khi dùng phương pháp gần đúng sẽ bị sai số với bước ren yêu cầu, do đó cần phải kiểm nghiệm sai số sau khi tính. Phương pháp kiểm nghiệm là tính bước ren được cắt $t_p$, sai số $\delta_s$ và sai số $\delta_{s1000}$ trên độ dài 1000 mm của ren, dùng công thức :

$$\delta_s = t_p - t_t = t_p - i_{cd}.i'_{TT}.t_x$$

$$\delta_{s1000} = 1000.\frac{\delta_s}{t_p} \text{ (mm)} \quad < [\delta_{s1000}] \qquad (9.11)$$

Trong đó :

$t_p$ – bước ren cần cắt,

$t_t$ – bước ren thực tế cắt được,

$i_{cđ}$ - tỷ số truyền giữa trục chính và trục vít me.

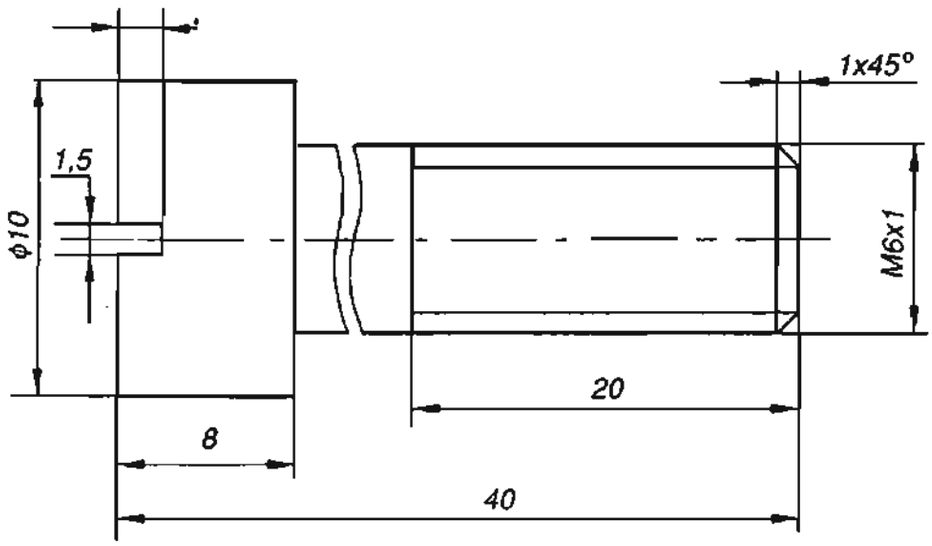
$I_{TT}$ - tỷ số truyền thực tế của trục điều chỉnh,

$t_x$ – bước ren của vít me.

## 9.2. TÍNH TOÁN ĐIỀU CHỈNH MÁY TIỆN TỰ ĐỘNG.

### 9.2.1 – Tính toán thiết kế điều chỉnh máy tự động dọc định hình 1П12

Ví dụ, điều chỉnh máy tự động để gia công chi tiết theo hình 9.6 bằng thép tự động A20. Độ bóng toàn chi tiết ∇5 ($R_z$ = 20).

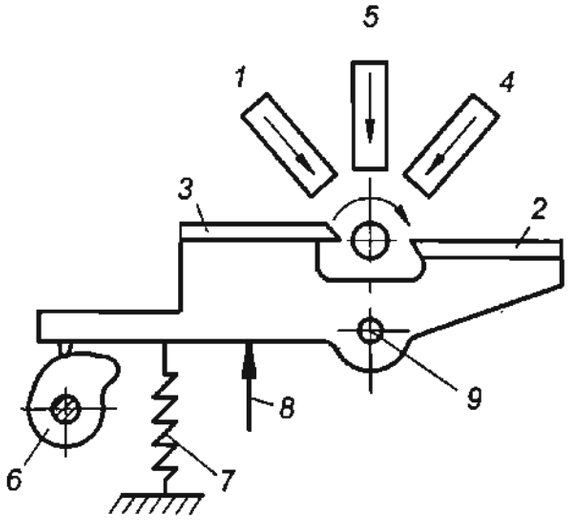



***Hình 9.6*** – Chi tiết gia công

Chi tiết gia công có kích thước nhỏ, đơn giản, số nguyên công ít nên có thể gia công trên máy tiện tự động dọc định hình, vì vậy chọn máy 1П12 để gia công chi tiết theo 5 bước dưới đây.

***1/ Lập qui trình công nghệ***

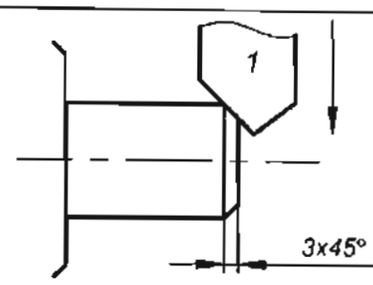
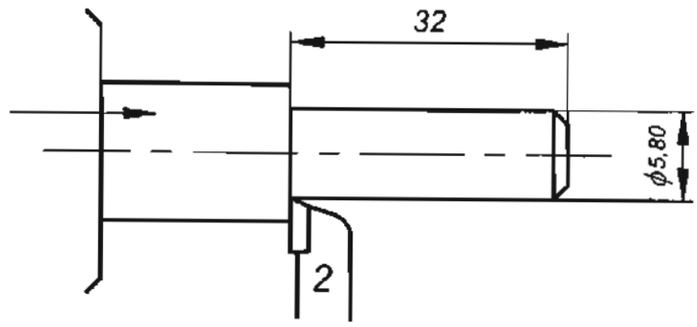
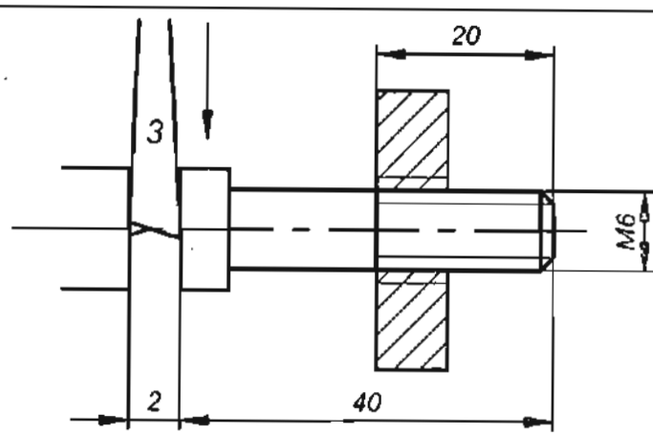
Máy 1П12 có thể gia công phôi có $d_{max}$= 12 mm. Trên máy có đồ gá để phay rãnh vít. Bộ phận này làm việc trùng với các nguyên công khác. Máy có ba bàn dao đứng và hai bàn dao ngang (bàn dao đòn cân) được bố trí như trên hình 9.7.




***Hình 9.7*** – Sơ đồ bố trí bàn dao trên máy

Để gia công chi tiết, trên bàn dao (5) lắp dao vát góc, trên bàn (2) lắp dao tiện ngoài và trên bàn (3) lắp dao cắt đứt. Ngoài ra còn bàn ren đặt ở trục dụng cụ đối diện với trục phôi, và dao phay rãnh vít lắp trên đồ gá chuyên dùng (các bàn dao 1 và 4 không dùng).

Tiến hành gia công chi tiết theo thứ tự các nguyên công chủ yếu như ở hình 9.8.

| Thứ tự nguyêncông | Sơ đồ nguyên công | Tên nguyên công |
|---|---|---|
| 1 |  | Vát góc : 3 x 45° |
| 2 |  | Tiện ngoài ϕ5,8x32 |
| 3 |  | Cắt ren và cắt đứt : M6x1 |

***Hình 9.8*** – Qui trình công nghệ gia công

***2/ Xác định chế độ cắt***

Dựa vào tờ thuyết minh của máy, với vật liệu và kích thước của chi tiết đã cho, chọn chế độ cắt như sau:

- Lượng chạy dao dọc : $s_d$= 0,04 mm/vg.
- Lượng chạy dao ngang để cắt đứt : $s_n$= 0,02 mm/vg.
- Vận tốc cắt khi tiện trơn : v= 65 m/ph
- Vận tốc cắt ren : $v_r$= 7 m/ph.

Trên cơ sở này tính số vòng quay của trục phôi khi tiện:

$$n_{pt} = \frac{1000.65}{\pi.10} = 2073(vg/ph).$$

Dựa vào thuyết minh chọn số vòng quay có trên máy gần với số vòng quay này nhất, ví dụ, số vòng quay trên máy là 2070 vg/ph.

Số vòng quay cho phép khi cắt ren :

$$[n_{or}] = \frac{1000.7}{\pi.6} = 372(vg/ph).$$

Dùng phương pháp cắt đuổi bàn ren lùi nhanh để cắt ren, số vòng quay trục dụng cụ khi cắt ren:

$$n_{dc} = n_{pl} + n_{or} = 2070 + 372 = 2442 \text{ vg/ph.}$$

Số vòng quay của trục dụng cụ khi lùi ren: $n'_{dr} = 0$ ( bàn ren dừng lại sau khi cắt ren).

### *3/ Lập phiếu điều chỉnh*

Để có cơ sở tiến hành thiết kế cam phải lập phiếu điều chỉnh bao gồm tất cả các số liệu cần thiết để thực hiện các nguyên công nói trên. Phiếu này được thể hiện trên bảng 9.1.

***Bảng 9.1*** *Phiếu điều chỉnh máy*

| Số TT | Bước gia công | l | h | s | $n_k$ | $\alpha^0$ | $\beta^0$ | Góc quay của cam | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Từ ...$^0$ | Đến ...$^0$ |
| 1 | Mở ống kẹp phôi | | | | | | $10^0$ | $0^0$ | $10^0$ |
| 2 | Ụ phôi lùi | 42 | 42 | | | | 21 | 10 | 31 |
| 3 | Siết ống kẹp phôi | | | | | | 15 | 31 | 46 |
| 4 | Dao cắt đứt lùi | 6 | 18 | | | | 9 | 46 | 55 |
| 5 | Dao vát góc vào | 1,5 | 4,5 | | | | (6) | (46) | (52) |
| 6 | Vát góc 3x45$^0$ | 3,4 | 10,2 | 0,04 | 85 | 20 | | 55 | 75 |
| 7 | Dao vát góc lùi | 4,9 | 14,7 | | | | 7 | 75 | 82 |
| 8 | Dao tiện ngoài vào | 2,6 | 7,8 | | | | (4) | (77) | (81) |
| 9 | Tiện ngoài ϕ5,8 | 31,2 | 31,2 | 0,04 | 780 | 185 | | 82 | 267 |
| 10 | Dao tiện ngoài lùi | 2,6 | 7,8 | | | | 9 | 267 | 276 |
| 11 | Ụ phôi tiến nhanh | 10,8 | 10,8 | | | | 13 | 276 | 289 |
| 12 | Cắt ren M6x20 | 21 | | t=1 | (118) | (28) | | (291) | (319) |
| 13 | Bàn ren lùi | 21 | | t=1 | (21) | (5) | | (319) | (324) |
| 14 | Cơ cấu kẹp chi tiết | | | | | | (4) | | |
| 15 | Dao cắt đứt vào | 0,3 | 0,9 | | | | 3 | 289 | 292 |
| 16 | Cắt đứt | 5,7 | 17,1 | 0,02 | 285 | 68 | | 292 | 360 |
| 17 | Cơ cấu kẹp mang chi tiết đi | | | | | | (10) | | |
| 18 | Phay rãnh vít | | | | | | (30) | | |
| Σ | | | | | ***1150*** | 273 | 87 | | |
| Các số trong ngoặc đơn là của các bước trùng. | | | | | | | | | |

Các ký hiệu ở đây gồm :

l - chiều dài các hành trình (mm),

h - độ nâng của cam (mm),

s - lượng chạy dao,

$n_k$ - số lượng vòng quay của trục phôi cần cho mỗi bước gia công(vòng),

$\alpha^0$ - góc quay công tác của trục phân phối cho mỗi bước gia công,

$\beta^0$ - góc quay chạy không của trục phân phối cho mỗi bước gia công,

Lần lượt tính các số liệu trên và điền vào phiếu điều chỉnh.

*a. Xác định chiều dài hành trình:*

- *Hành trình của bước gia công 1 và 3* không cần tính, vì cam điều khiển ống kẹp phôi đã có sẵn trong máy.

- *Hành trình của bước 2*: $l_2$.

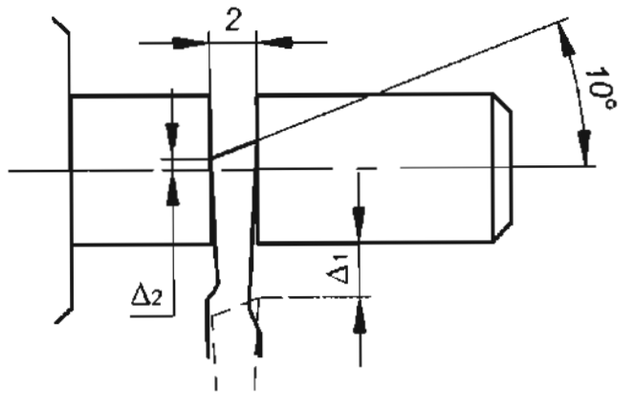
Nếu dùng dao cắt đứt rộng 2 mm (hình 9.9) thì ụ phôi phải lùi một đoạn bằng chiều dài chi tiết gia công, cộng với bề rộng con dao, tức là:

$l_2 = 40 + 2 = 42$ mm.

Lấy tỷ số truyền từ cam đến ụ phôi là: i= 1, độ nâng của cam cần thiết:

$h_2 = i.l_2 = 42$mm.

- *Hành trình của bước 4*:




***Hình 9.9*** – Sơ đồ bước cắt đứt

Trước khi cắt đứt, lấy khoảng cách giữa dao và chi tiết là $\Delta_1$= 0,5mm, và khi cắt đứt xong, dao vượt quá đường tâm chi tiết là $\Delta_2$= 0,15mm. Phụ thuộc vào hình dáng của dao, hành trình của nguyên công cắt đứt là:

$$l_4 = 0,5 + 5 + 0,15 + 2.tg10^0 = 6 \text{ mm}.$$

Vì dao cắt đứt được đặt trên bàn dao 3 của giá dao lắc lư, có tỷ số truyền từ cam đến giá dao bằng i= 3 nên độ nâng của cam là:

$$h_4 = i.l_4 = 3.6 = 18 \text{ mm}.$$

- *Hành trình của bước 5* (hình 9.10)

Từ vị trí ban đầu, dao vát góc tiến vào một đoạn $l_5$= 1,5 mm.

Tỷ số truyền từ cam đến bàn dao i= 3 nên:

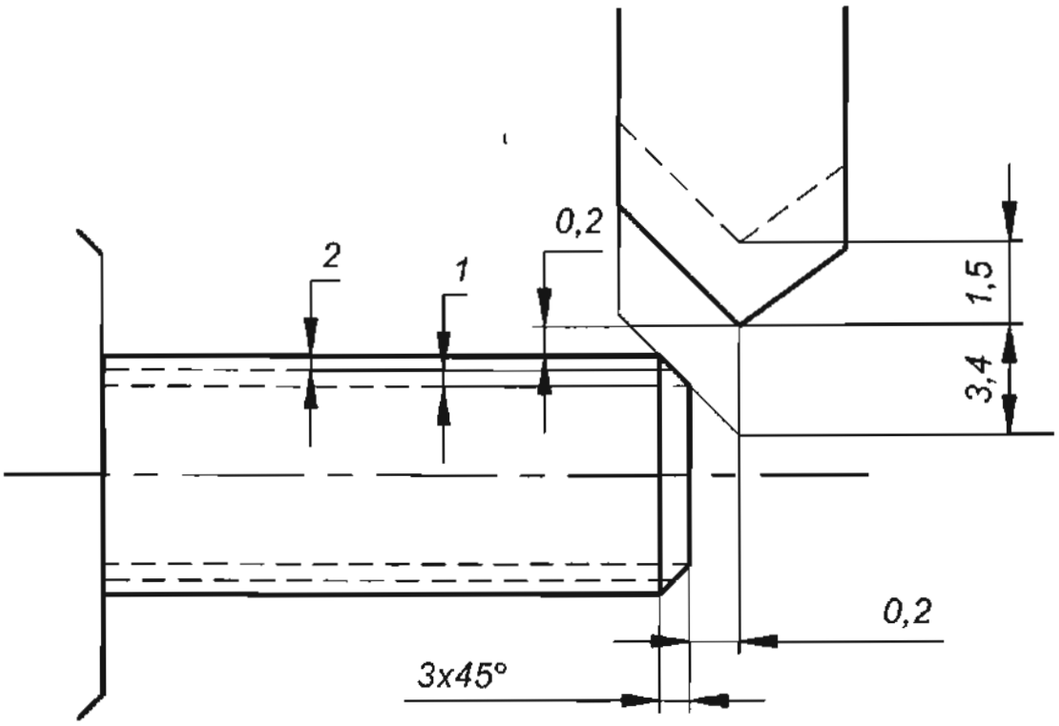
$$h_5 = 3.1,5 = 4,5 \text{ mm}.$$

- *Hành trình của bước 6*:

Theo hình 9.10, hành trình của bước 6 có thể lấy:

$l_6 = 0,2 + 2 + 1 + 0,2 = 3,4$mm.

Và $h_6 = 3.3,4 = 10,2$ mm.




***Hình 9.10*** – Sơ đồ bước vát góc

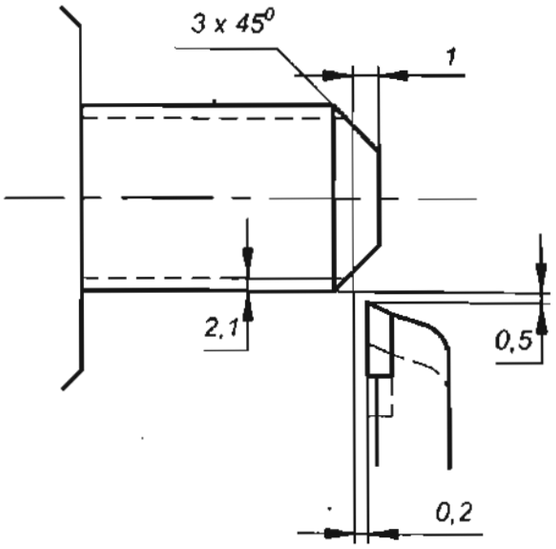
- *Hành trình của bước 7*:

Dao vát góc lùi về vị trí cũ nên:

$l_7 = l_5 + l_6 = 1,5 + 3,4 = 4,9$ mm.

$h_7 = h_5 + h_6 = 4,5 + 9,6 = 14,7$ mm.

- *Hành trình của bước 8*: hình 9.11.




***Hình 9.11*** – Sơ đồ bước tiện ngoài

Dao tiện ngoài vào với hành trình: $l_8 = 0,5 + 2,1 = 2,6$ mm.

Vì i= 3 nên: $h_8 = 3.2,6 = 7,8$ mm.

- *Hành trình của bước 9*:

Trước lúc tiện ngoài, dao tiến quá mặt đầu chi tiết Δ= 0,8 mm và ụ phôi thực hiện cả di động tịnh tiến với độ dài hành trình:

$$l_9 = 32 - 1 + 0,2 = 31,2 \text{ mm}.$$

Vì i= 1 nên: $h_9$= 31,2 mm.

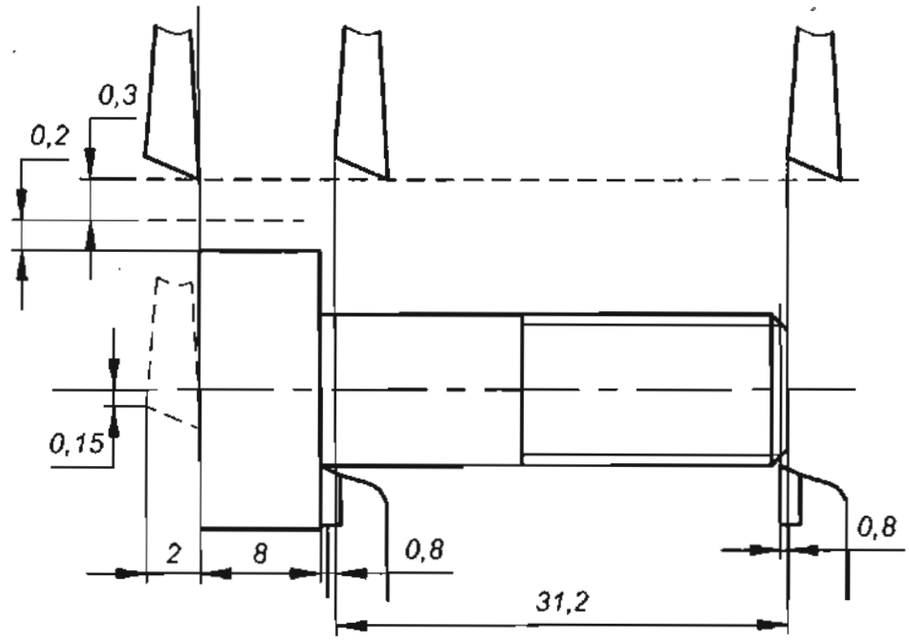
- *Hành trình của bước 10*:

Dao tiện ngoài lùi với hành trình: $l_{10} = l_8 = 2,6$ mm.

và $h_{10} = h_8 = 7,8$ mm.

- *Hành trình của bước 11*:

Dao cắt đứt nằm lệch với dao tiện khoảng cách 0,8 mm = 32 – 31,2 mm (hình 9.12).




***Hình 9.12*** – Sơ đồ bước ụ phôi tiến nhanh

Ụ phôi tiến nhanh để tạo thành đầu vít với hành trình: $l_{11} = 0,8 + 8 + 2 = 10,8$ mm.

Vì i = 1 nên $h_{11} = 10,8$ mm.

- *Hành trình của bước 12, 13*:

Cần phải cắt thêm một vòng ren dự trữ, nên khi cắt và lùi bàn ren cần di động:

$$l_{12} = l_{13} = 20 + 1 = 21 \text{ mm}.$$

Song song với bước này, cơ cấu kẹp vào để ôm lấy chi tiết.

- *Hành trình của bước 15*:

Trên cơ sở sơ đồ ở bước 11, dao cắt đứt vào với hành trình:

$$l_{15} = 0,3 \text{ mm}.$$

Vì i= 3 nên: $h_{15} = 3.0,3 = 0,9$ mm.

- *Hành trình của bước 16*:

Theo sơ đồ ở bước 11, dao cắt đứt cần di động:

$$l_{16} = 0,2 + 5 + 0,15 + 2.tg10^0 = 5,7 \text{ mm}.$$

Vì i= 3 nên: $h_{16} = 3.5,7 = 17,1$ mm.

*b. Xác định số lượng vòng quay và thời gian chính:*

Số lượng vòng quay cần thiết của trục phôi cho các bước là:

- Khi vát góc: $n_{k6} = \frac{l_6}{s_6} = \frac{3,4}{0,04} = 85$ vòng.

- Khi tiện ngoài: $n_{k9} = \frac{31,2}{0,04} = 780$ vòng.

- Khi cắt đứt: $n_{k16} = \frac{5,7}{0,02} = 285$ vòng.

- Khi cắt ren: $z = \frac{l_{12}}{t} = \frac{21}{1} = 21$ vòng.

- Khi lùi bàn ren: $n_{k13} = 21$ vòng.

Vì vận tốc cắt ren khác với vận tốc tiện ngoài nên hệ số cắt ren khi cắt ren là:

$$C_r = \frac{n_{tc}}{n_{tt}} = \frac{n_{ft}}{n_{or}} = \frac{2070}{372} = 5,6$$

Nên số lượng vòng quay cần thiết khi cắt ren sẽ là:

$$n_{k12} = z.C_r = 21.5,6 = 118 \text{ vòng.}$$

Bước cắt ren và lùi bàn ren có thể gia công trùng với bước cắt đứt, nên không tính vào thời gian hành trình làm việc. Vì thế thời gian chính là:

$$t_{ct} = \frac{60\Sigma k_i}{n_{tc}} = \frac{n_{k6} + n_{k9} + n_{k16}}{n_{ft}}.60 = \frac{1150}{2070}.60 = 33,3 \text{ s} = 0,555 \text{ ph.}$$

Năng suất công nghệ của máy là:

$$K = \frac{1}{t_{ct}} = \frac{1}{0,555} = 1,8 \text{ chi tiết/ph.}$$

*c. Xác định sự phối hợp giữa các nguyên công:*

Trước tiên phải xác định góc quay β hành trình chạy không của trục phân phối dựa trên việc sử dụng các bảng số liệu kèm theo máy.

Trị số góc β được xác định phụ thuộc vào năng suất máy.

Nếu năng suất máy có Q= 0÷8 ct/ph thì:

$\beta = 1,2^0$ khi cam nâng 1mm.

và $\beta = 0,5^0$ khi cam hạ 1mm.

Trên cơ sở này xác định góc chạy không β cho từng bước gia công:

- Theo bảng thuyết minh máy có thể lấy góc β cho bước 1 và 3 là:

+ Khi mở ống kẹp: $\beta_1 = 10^0$

+ Khi xiết ống kẹp: $\beta_3 = 15^0$

- Bước 2: ụ phôi lùi là lúc cam làm việc ở đường cong hạ xuống. Cam phải hạ một đoạn $h_2 = 42$ mm nên góc quay của trục phân phối là:

$$\beta_2 = 0,5^0.\ h_2 = 0,5^0.\ 42 = 21^0$$

- Bước 4: dao cắt đứt lùi khi cam hạ, do đó:

$$\beta_4 = 0,5^0.\ h_4 = 0,5^0.\ 18 = 9^0$$

- Bước 5: dao vát góc vào khi cam nâng. Chọn bước này trùng với bước 4. Cam phải nâng một đại lượng $h_5$= 4,5 mm nên:

$$\beta_5 = 1,2.\ 4,5 = 5,4^0 \text{ làm tròn } \beta_5 = 6^0.$$

- Bước 7: dao vát góc lùi khi cam hạ, do đó:

$$\beta_7 = 0,5.\ h_7 = 0,5.1\ 4,7 = 7,35^0 \approx 7^0$$

- Bước 8: dao tiện ngoài vào khi cam hạ, cho nên:

$$\beta_8 = 0,5.\ 7,5 \approx 4^0$$

Đặt bước này trùng với bước 7.

- Bước 10: dao tiện ngoài lùi khi cam nâng, nên:

$$\beta_{10} = 1,2.\ 7,5 = 9,36^0 \approx 9^0$$

- Bước 11: ụ phôi tiến nhanh khi cam nâng, nên:

$$\beta_{11} = 1,2.\ 10,8 = 13^0$$

- Bước 15: dao cắt đứt vào khi cam nâng, nên:

$$\beta_{15} = 1,2.\ 0,9 = 1,08^0$$

Để dễ dàng thiết kế và gia công cam, chọn góc lớn hơn: $\beta_5 = 3^0$

Toàn bộ góc quay của hành trình phụ và chạy không của trục phân phối là:

$$\Sigma\beta = 10 + 21 + 15 + 9 + 7 + 9 + 13 + 3 = 87^0$$

Tổng số góc quay của trục phân phối cho hành trình làm việc:

$$\Sigma\alpha = 360^0 - \Sigma\beta = 360^0 - 87^0 = 273^0$$

Số độ của trục phân phối tương ứng cho từng bước công tác là:

$$\alpha_6 = \frac{\Sigma\alpha}{\Sigma n_{k_i}} n_{k6} = \frac{273^0}{1145}.85 = 0,237.85 = 20,18^0 \approx 20^0$$

Tương tự như thế ta có:

$$\alpha_9 = 0,237.\ 780 = 187,2^0 \approx 185^0$$

$$\alpha_{16} = 0,237.\ 285 = 68,4^0 \approx 68^0$$

Và ở các bước gia công trùng:

$$\alpha_{12} = 0,237.\ 118 \approx 28^0$$

$$\alpha_{13} = 0,237.\ 21 \approx 5^0$$

Sau khi đã tính tất cả các trị số $\alpha$ và $\beta$, điền chúng vào phiếu điều chỉnh máy (bảng 9.1) và bắt đầu tính giới hạn góc quay của trục phân phối (cam) cho mỗi bước gia công không trùng kế tiếp nhau từ $0^0$ đến $360^0$ (hai cột cuối cùng của phiếu điều chỉnh). Số góc $\alpha$ và $\beta$ của những bước gia công trùng thì bố trí tương ứng vào giữa các bước trên.(Trị số trong dấu ngoặc là của bước trùng).

Khi đã xác định tổng số góc quay $\Sigma\beta = \beta$ cho hành trình phụ, có thể tính chính xác năng suất của máy:

$$Q = K\left(1-\frac{\beta}{2\pi}\right) = 1{,}8.\left(1-\frac{87^0}{360^0}\right) = 1{,}365 \text{ ct/ph.}$$

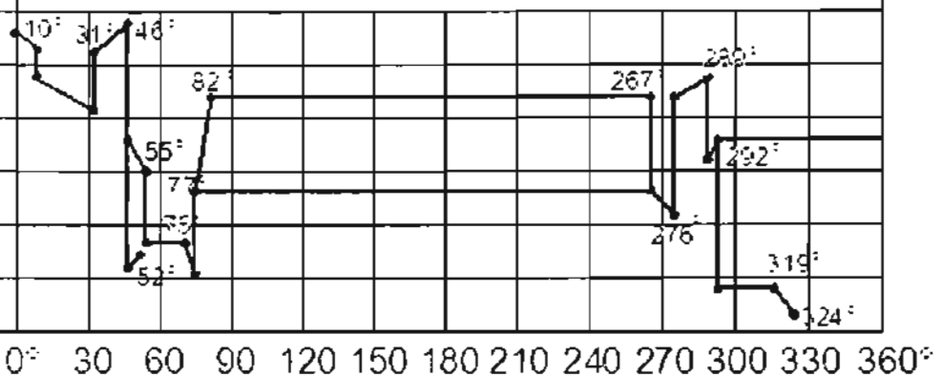
Năng suất này gần đúng với năng suất sơ bộ tính lúc đầu, cho nên việc chọn góc β ở trên là hợp lý.

***4/ Lập chu trình làm việc***

Trên cơ sở phiếu điều chỉnh, có thể xác định biểu đồ chu trình làm việc của các cơ cấu chấp hành như trên bảng 9.2.

***Bảng 9.2*** *Biểu đồ chu trình làm việc của máy*

| Số TT | Cơ cấu chấp hành | Góc quay của trục phân phối |
|---|---|---|
| 1 | Cơ cấu kẹp phôi | |
| 2 | Ụ trục phôi | |
| 3 | Dao cắt đứt | |
| 4 | Dao tiện ngoài | |
| 5 | Dao vạt góc | |
| 6 | Bàn ren | |




***5/Thiết kế cam***

Trên máy1П12 chỉ dùng cam đĩa. Để thực hiện chu trình làm việc trên thì cần thiết kế ba loại cam: cam ụ trục phôi, cam bàn dao đòn cân (điều khiển dao cắt đứt và dao tiện ngoài) và cam bàn dao đứng (điều khiển dao vát góc). Cam điều khiển cơ cấu kẹp phôi đã cố định trên máy, chỉ cần điều chỉnh. Cam bàn ren nếu không có sẵn trên máy cũng cần thiết kế.

Các kích thước cơ bản của cam phụ thuộc vào kích thước và cách bố trí các bộ phận trên máy. Ví dụ như các thông số ở bảng 9.3

***Bảng 9.3*** *Thông số cơ bản của cam*

| Cam | $r_{min}$ | $r_{max}$ | R | A [mm] |
|---|---|---|---|---|
| Ụ trục phôi | 20 | 90 | 120 | 130 |
| Bàn dao đòn cân | 35 | 65 | 125 | 135 |
| Bàn dao đứng | 25 | 60 | 125 | 135 |

Trị số $r_{min}$ cần thiết cho cam thiết kế thường được xác định trên cơ sở $r_{max}$ và độ nâng cao cần thiết h của cam. Trị số này phải nằm trong giới hạn $r_{min}$ đã cho:

*a. Cam ụ trục phôi (hình 9.13)*

Lấy $r_{max}$ = 90 mm, R = 120 mm, A = 130 mm.

Cam này có độ nâng cần thiết là $h_2$= 42m, cho nên:

$$r_{min} = r_{max} - h_2 = 48 \text{ mm.}$$

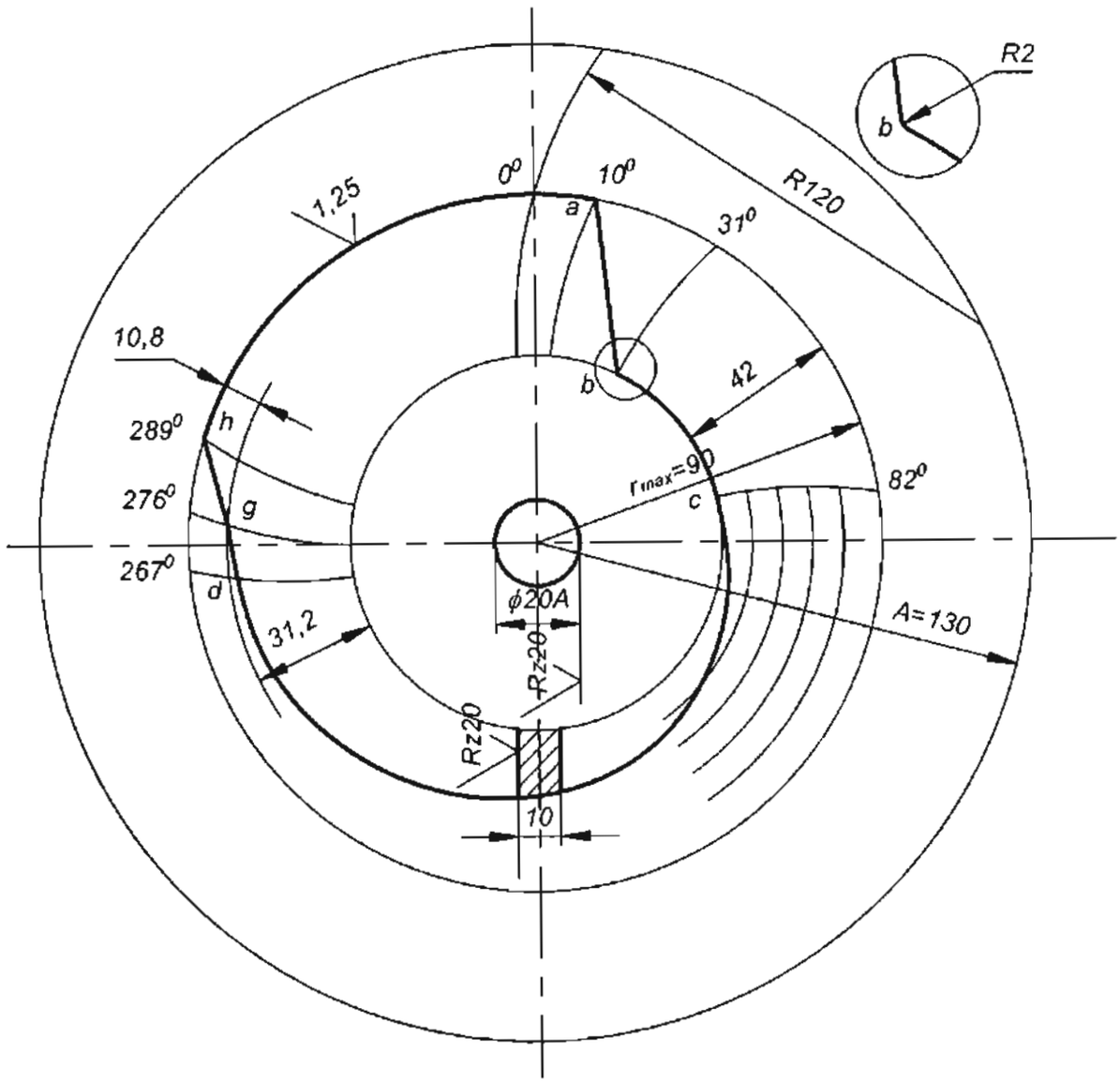
Dựa vào biểu đồ chu trình làm việc , bảng 9.2 (hoặc phiếu điều chỉnh, bảng 9.1), xác định được các đường cong của cam như sau:

Từ $0^0 \div 10^0$: cam chạy không. Từ $10^0 \div 31^0$ → cam hạ. Từ $31^0 \div 82^0$ → chạy không. Từ $82^0 \div 267^0$ → làm việc. Từ $267^0 \div 276^0$ → chạy không. Từ $276^0 \div 289^0$ → nâng. Từ $289^0 \div 360^0$ → chạy không.

Xác định các góc này trên vòng tròn có bán kính $r_{max}$ và vẽ các đường của cam.

Điều kiện kỹ thuật:

- Vật liệu: thép 45.
- Dung sai trên toàn bộ bán kính: ±0,1 mm.
- Độ bóng biên dạng cam: $R_a$ = 1,25.
- Độ thấm than: 0,8÷1,2 mm.
- Nhiệt luyện đạt : 45 HRC.




***Hình 9.13*** – Cam ụ trục phôi

Biên dạng của cam ụ trục phôi bao gồm các đoạn sau đây:

*Đoạn a÷b*: có thể dùng đoạn thẳng để ụ trục phôi lùi nhanh.

*Đoạn b÷c* là cung tròn.

*Đoạn c÷d* là đường cong Acsimet để đảm bảo lượng chạy dao cố định trong quá trình gia công.

*Đoạn d÷g* là cung tròn.

*Đoạn g÷h*: có thể dùng đường thẳng để ụ trục phôi tiến nhanh.

*Đoạn h÷a* là cung tròn.

Lỗ cam ϕ20A dùng để lắp cam vào trục phân phối. Các má cam cần gia công với độ nhẵn $R_z$ = 20 để dễ đánh dấu và gia công chính xác hình dáng cam lên phôi.

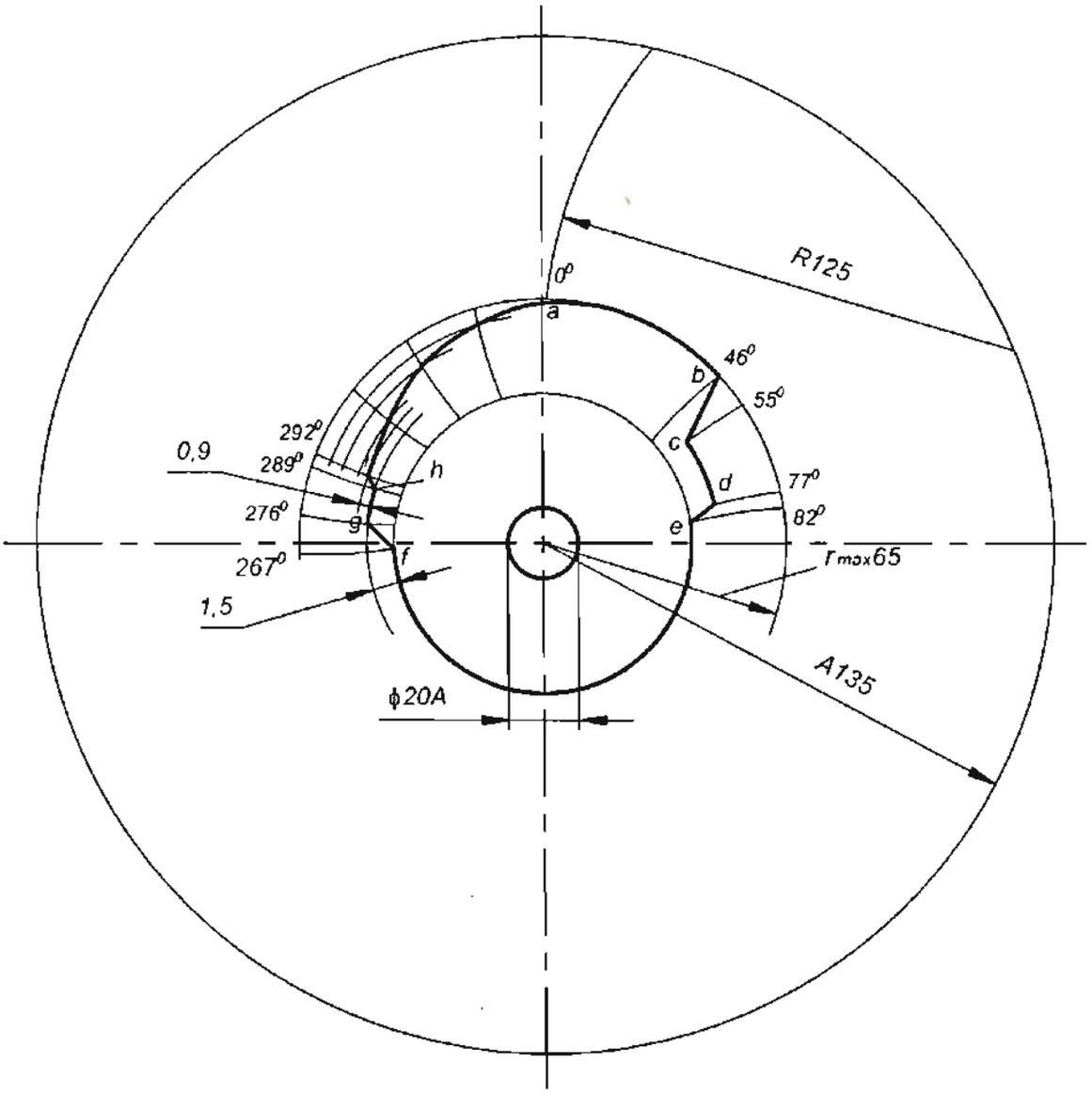
*b. Cam bàn dao đòn cân (hình 9.14)*

Cam này điều khiển dao cắt đứt và tiện ngoài.

Lấy $r_{max}$= 65 mm; R= 125 mm; A= 135 mm.

Trên cơ sở biểu đồ chu trình làm việc (bảng 9.2) xác định:

Từ $0^0 \div 46^0$: cam chạy không. Từ $46^0 \div 55^0$ → cam hạ để cho dao cắt đứt lùi. Từ $55^0 \div 77^0$ → chạy không. Từ $78^0 \div 82^0$ → cam hạ đưa dao tiện ngoài tiến vào. Từ $82^0 \div 267^0$ → bàn dao đòn cân đứng yên để thực hiện tiện ngoài. Từ $267^0 \div 276^0$ → cam nâng để đưa dao tiện ngoài lùi. Từ $276^0 \div 289^0$ → chạy không. Từ $289^0 \div 292^0$ → cam nâng đưa dao cắt đứt vào. Từ $292^0 \div 360^0$ → làm việc (cắt đứt).




***Hình 9.14*** – Cam bàn dao đòn cân

Cách vẽ cam bàn dao đòn cân tương tự như cam ụ trục phôi. Các đường cong a÷b, c÷d, g÷h là những cung tròn. Đường cong e÷f để tiện ngoài cũng là cung tròn, vì lúc đó bàn dao cần đứng yên. Các đoạn hạ và nâng b÷c, d÷e, f÷g, h÷i là những đoạn thẳng, và đường cong công tác để cắt đứt i÷a là đường cong Acsimet.

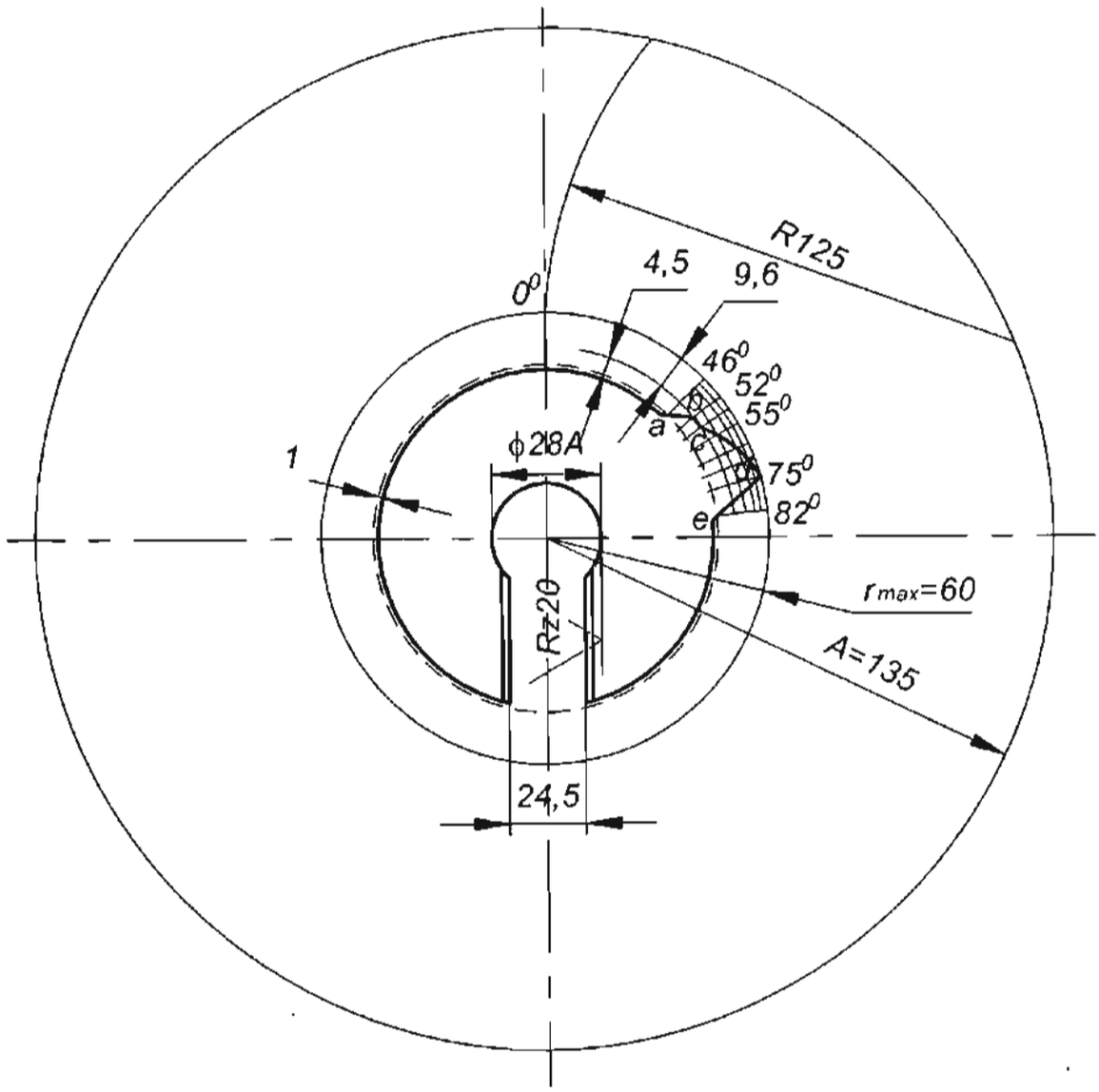
Các điều kiện kỹ thuật của cam bàn dao đòn cân cũng giống như cam ụ trục chính.

*c. Cam bàn dao đứng (hình 9.15)*

Cam này điều khiển dao vát góc. Dựa vào biểu đồ chu trình làm việc, bảng 9.2, có thể xác định:

Từ $0^0 \div 46^0$ → cam chạy không. Từ $46^0 \div 52^0$ → cam nâng đưa dao vạt góc vào. Từ $52^0 \div 55^0$ → chạy không. Từ $55^0 \div 75^0$ → làm việc. Từ $75^0 \div 82^0$ → cam hạ để lùi dao. Từ $82^0 \div 360^0$ → chạy không.

Các đoạn nâng và hạ a÷b, d÷e đều là những đoạn thẳng. Các đoạn chạy không b÷c, e÷a là những cung tròn. Đoạn chạy không e÷a khá dài. Để đỡ mòn thì cho cam trên đoạn này có bán kính nhỏ lại 1mm. Trong trường hợp này, ở hệ thống cần quay có chốt điều chỉnh để cho cần quay không tiếp xúc với biên dạng của cam trên đoạn e÷a. Đoạn thẳng c÷d cũng là đường cong Acsimet.

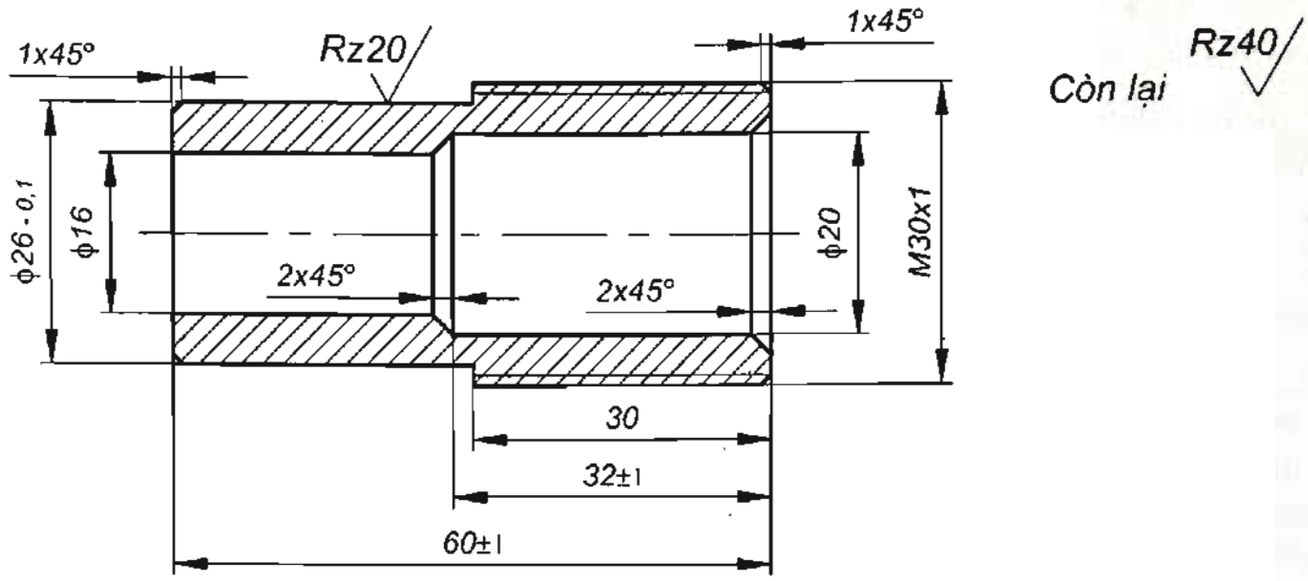



***Hình 9.15*** – Cam bàn dao đứng

Để dễ lắp cam vào trục phân phối, cam bàn dao đứng có xẻ rãnh. Nếu hình dáng cam phức tạp, mà cần sử dụng chỗ xẻ rãnh thì chỗ xẻ rãnh cần phải bịt kín lại sau khi lắp vào trục.

Điều kiện kỹ thuật của cam bàn dao đứng cũng giống như cam ụ trục chính.

### 9.2.2 Tính toán thiết kế và điều chỉnh máy tự động nhiều trục 1240-6 (máy nhóm II)




***Hình 9.16*** – Bản vẽ chi tiết cần gia công

Ví dụ tính toán điều chỉnh máy tự động để gia công chi tiết trên hình 9.16 bằng thép tự động A20. Độ bóng toàn chi tiết ∇5 ($R_z$ = 20).

Chi tiết gia công có kích thước trung bình, số nguyên công không lớn nên có thể gia công trên máy tiện tự động nhóm II, vì vậy chọn máy 1240-6 để gia công chi tiết theo các bước dưới đây.

***1/Tính toán sơ bộ***

$$Q = \frac{60}{T} \text{ (chi tiết/giờ) hay } T = t_{\text{làm việc}} + t_{\text{chạy không}} = \frac{60}{Q}$$

$$T = \frac{60}{112} = 0{,}54(\text{ph}).$$

$t_{ck}$ = 3,58(s) = 0,059(ph).

$t_{lv} = T - t_{ck} = 0{,}54 - 0{,}059 = 0{,}481(\text{ph})$.

$n_{lv} = n_{tc}.t_{lv}$

Để tính $n_{tc}$ ta chọn vận tốc cắt: V= 40(m/ph), $n_{tc} = \frac{1000.V}{\pi D} = \frac{1000.40}{\pi.32} = 425(\text{vg/ph})$.

$n_{tc}$ tra bảng = 443(vg/ph) tương ứng với các bánh răng thay thế:

$$\frac{A}{B} = \frac{37}{47}; \frac{C}{D} = \frac{28}{56}$$

$n_{lv} = n_{tc}.t_{lv}$ = 443.0,481 = 213(vòng).

$n_{lvbảng}$ = 215(vòng) ứng với T= 32(giây) ≈ 0,53(ph).

Bánh răng thay thế trục phân phối sẽ là:

$$\frac{K}{L} = \frac{49}{35}; \frac{H}{M} = \frac{27}{57}$$

Năng suất thực tế:

$$Q_{TT} = \frac{60}{0{,}53} = 113 \text{ (chi tiết/giờ)}.$$

***2/ Lập qui trình công nghệ gia công***

Dựa vào bản thuyết minh của máy để chọn vị trí thứ III cho khoan cao tốc và vị trí IV cho cắt ren trên bàn dao không phụ thuộc.

Trên bảng 9.4 biểu diễn qui trình công nghệ gia công kết hợp với phiếu điều chỉnh.

***3/ Tính toán để điền vào phiếu điều chỉnh***

$L_{I-1} = 30 + 2 = 32$ mm $= L_{I-2}$

$L_{II-4} = 1 + 32 + 10.\text{cotg}60^0 = 38,75 \approx 39$ mm.

$L_{II-3} = L_{II-4}$ vì cùng lắp trên một giá dao.

$L_{II-5} = 2 + 0,5 = 2,5$ mm $= L_{III-7} = L_{V-10}$

$L_{III-6} = 60 - 37,75 + 0,5 + 8.\text{cotg}60^0 = 27,35$ mm.

$L_{IV-8} = 30 + 3 + 5 = 38$ mm.

$L_{V-9} = 2 + 2 + 6 = 10$ mm.

$L_{V-11} = 0,5 + 10 + 0,2 + 5.\text{tg}10^0 = 11,58$ mm.

Tất cả các hành trình của bàn dao dọc đều lắp trên cùng một bàn dao nên lấy hành trình dài nhất $L_{III-4} = 39$mm. Riêng $L_{III-6}$ dùng bàn dao không phụ thuộc để khoan cao tốc.

$$S_d = \frac{L_{dmax}}{n_{lv}} = \frac{39}{215} = 0,181(\text{mm/vg}).$$

$$S_{ng} = \frac{L_{ng}}{n_{lv}} = \frac{2,5}{215} = 0,0116(\text{mm/vg}).$$

$$S_{\text{cắt đứt}} = \frac{L_{cd}}{n_{lv}} = \frac{11,58}{215} = 0,054(\text{mm/vg}).$$

Khi khoan cao tốc dựa vào thuyết minh ta chọn vận tốc khoan:

$V_{kh} = 47,5$(m/ph).

$$n_{kh} = \frac{1000.V_{kh}}{\pi D} = \frac{1000.47,5}{\pi.16} = 938(\text{vg/ph}).$$

Hệ số khi khoan:

$$K_{kh} = \frac{n_{kh}}{n_{tc}} = \frac{938}{443} = 2,11$$

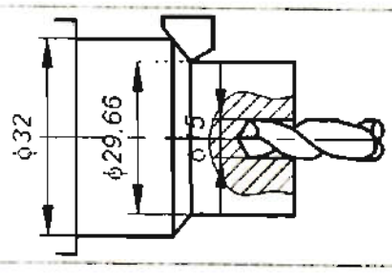
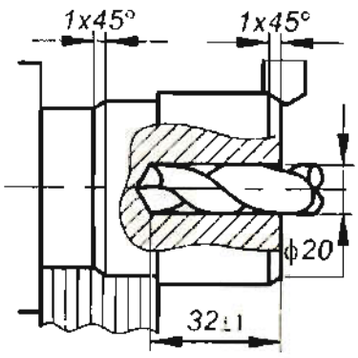
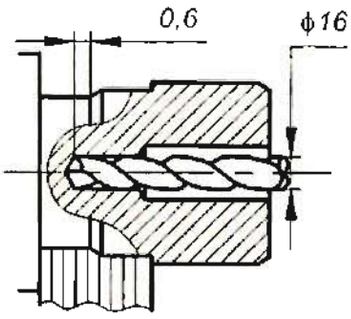
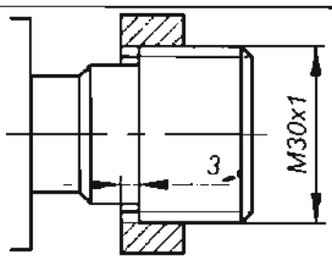
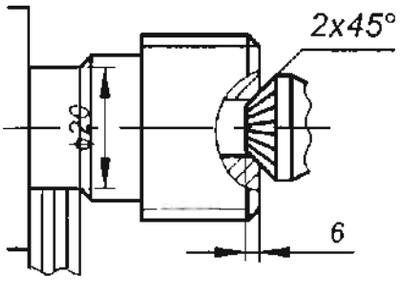
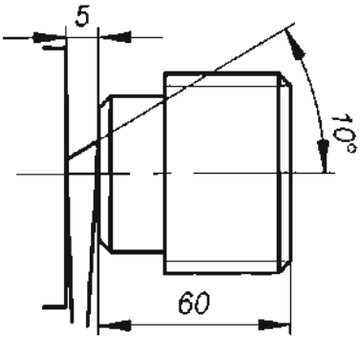
$K_{kh\ bảng} = 2$ – tương ứng với bánh răng thay thế = 45 răng.

$n_{kh} = n_{tc}.K_{kh\ bảng} = 443.2 = 886$(vg/ph).

$n_{lvkh} = 215.K_{kh\ bảng} = 215.2 = 430$(vòng).

$$S_{kh} = \frac{L_{kh}}{n_{lvkh}} = \frac{27,35}{430} = 0,064(\text{mm/vòng}).$$

**Bảng 9.4** *Qui trình công nghệ gia công trên máy 1240-6*

| Vị trí | Sơ đồ nguyên công | Các bước | Tên nguyên công | L (mm) | S (mm/vg) | N (vg) | $n_{Tc}$ (vg/ph) | V (m/ph) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I |  | 1 | Tiện ngoài | 39 | 0,181 | 215 | 443 | 44 |
| | | 2 | Khoan tâm | 39 | 0,181 | 215 | 443 | 21 |
| II |  | 3 | Vát góc | 39 | 0,181 | 215 | 443 | 42 |
| | | 4 | Khoan ϕ20 | 39 | 0,181 | 215 | 443 | 28 |
| | | 5 | Tiện định hình | 2,5 | 0,016 | 215 | 443 | 44 |
| III |  | 6 | Khoan ϕ16 | 27,35 | 0,014 | 430 | 938 | 45 |
| | | 7 | Tiện định hình | 2,5 | 0,016 | 215 | 443 | 38 |
| IV |  | 8 | Cắt ren | 38 | 1 | 38 | 140 | 13 |
| V |  | 9 | Vát góc 2x45° | 39 | 0,181 | 215 | 443 | 28 |
| | | 10 | Tiện Rãnh | 2,5 | 0,016 | 215 | 443 | 28 |
| VI |  | 11 | Cắt đứt | 11,58 | 0,054 | 215 | 443 | 15 |

Khi cắt ren ta chọn vận tốc cắt ren $V_{cr}$= 16(m/ph).

$$n_{cr} = \frac{1000.V_{cr}}{\pi D} = \frac{1000.16}{\pi.30} = 170(vg/ph).$$

$$K_{cr} = \frac{n_{cr}}{n_{tc}} = \frac{170}{443} = 0,38$$

$$K_{cr\ bảng} = 0,32 \text{ – tương ứng với } \frac{R}{Z} = \frac{35}{57}$$

$$n_{dccr} = n_{tc}.K_{cr\ bảng} = 443.0,32 = 140(vg/ph).$$

Dựa vào thuyết minh của máy tìm được $K_{tháo\ ren}$:

$$K_{tr\ bảng} = 0,48 \text{ ứng với } \frac{M}{N} = \frac{68}{41}$$

$$n_{lvcr} = \frac{l_{cr}}{S} = \frac{38}{1} = 38(vòng).$$

Kiểm tra vận tốc cắt thực tế:

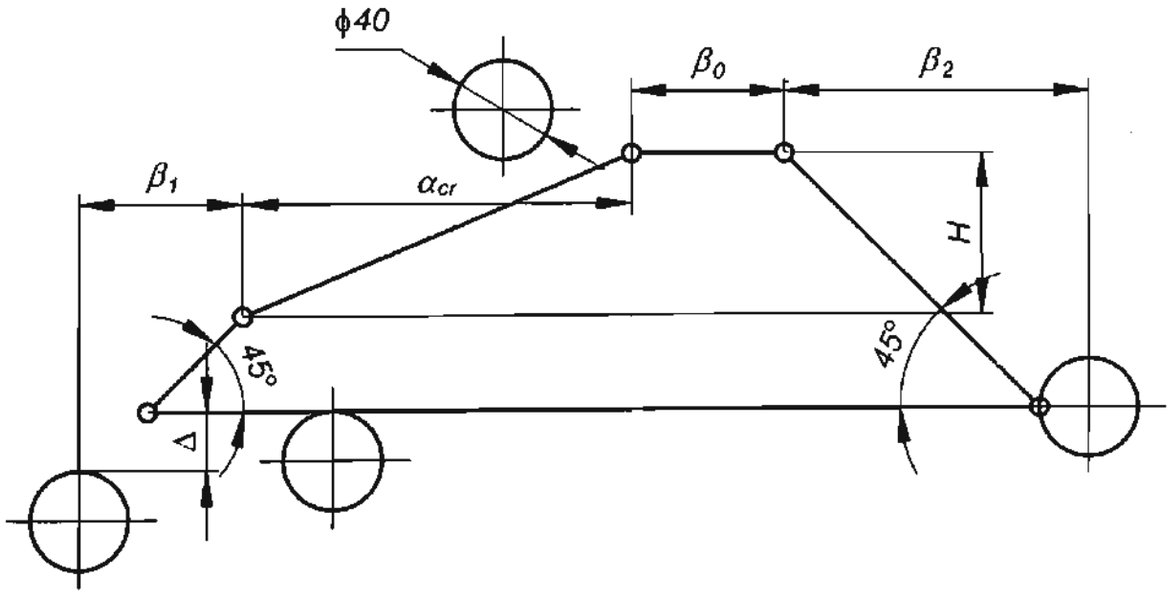
$$V_{I-1} = \frac{\pi.D.n_{tc}}{1000} = \frac{\pi.32.443}{1000} = 44(m/ph).$$

$$V_{I-2} = \frac{\pi.15.443}{1000} = 21(m/ph).$$

$$V_{II-3} = \frac{\pi.29,86.443}{1000} = 42(m/ph).$$

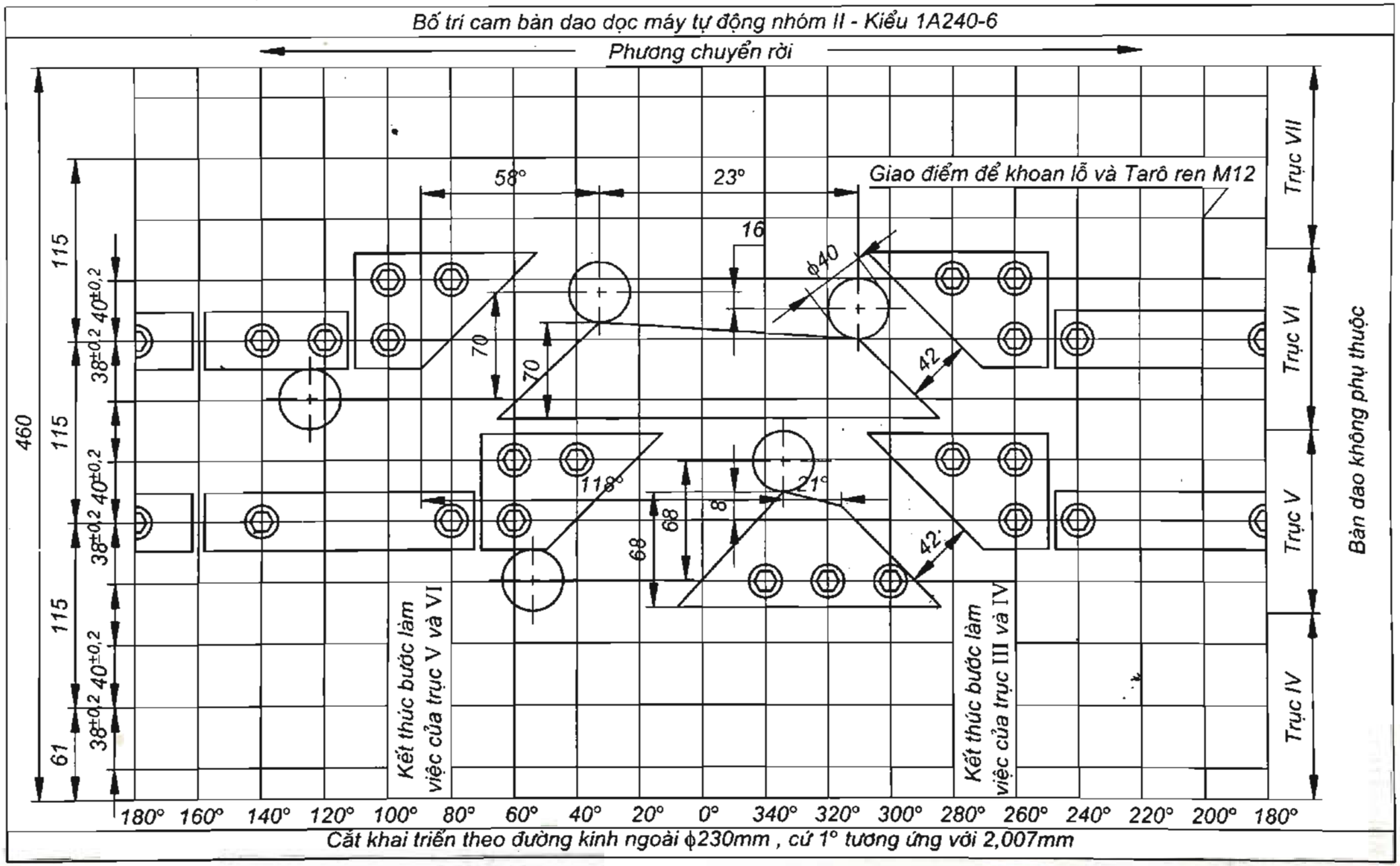
***4/ Thiết kế cam cắt ren*** (*hình 9.17*)

Dựa vào bản thuyết minh tìm tỷ số truyền động giữa cam và cần i= 2,5. Góc đóng mở ly hợp: $3^0$. Góc vào nhanh và ra nhanh lấy $45^0$. Đường kính con lăn 40 mm. Chiều cao tối đa từ tâm con lăn ở vị trí thấp nhất đến tâm con lăn ở vị trí cao nhất: 76 mm. Giới hạn góc làm việc của trục phân phối: $145^0$. Khe hở giữa mảnh cam làm việc và miếng chắn: 42 mm. Bán kính cam thùng: R19 mm. Chiều dày mảnh cam: 25 mm.

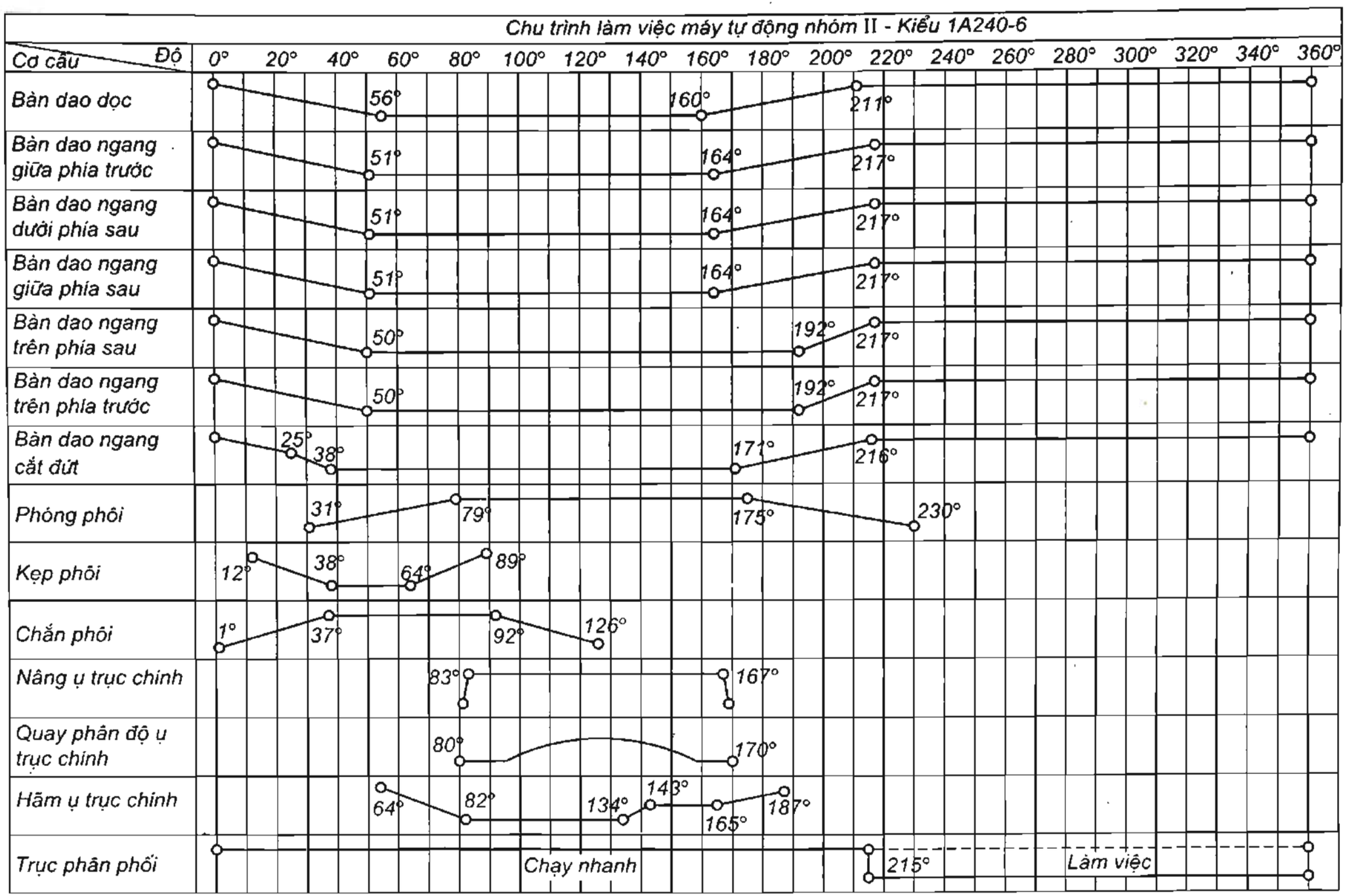



***Hình 9.17*** – Cam cắt ren

**Bảng 9.5** *Cam bàn dao dọc*



**Bảng 9.6** *Chu trình làm việc của máy tự động nhiều trục*



$$H = \frac{L}{i} = \frac{38}{2,5} = 15,2mm.$$

Số vòng quay trục chính cần thiết dùng để cắt ren:

$$n_{tccr} = n_{lv}.K_{cr} = 215.0,32 = 68,8(vòng).$$

$$\left.\begin{array}{l} 145^0 \sim 68,8(vòng) \\ \alpha_{cr} \sim 38(vòng) \end{array}\right| \rightarrow \alpha_{cr} = \frac{145^0.38}{68,8} = 80^0$$

Số vòng quay trục chính cần thiết dùng để tháo ren:

$$n_{tctr} = n_{lv}.K_{tr} = 215.0,48 = 103(vòng).$$

$$\left.\begin{array}{l} 145^0 \sim 103(vòng) \\ \beta_2 \sim 38(vòng) \end{array}\right| \rightarrow \beta_2 = \frac{145^0.38}{103} = 53,4^0$$

$$\beta_1 = 145 - (53,4 + 3 + 80) = 8,6^0$$

$\Delta = 5 \div 10$ mm – khoảng cách giữa phôi và dụng cụ. $\Delta$ càng lớn càng an toàn nhưng kích thước cơ cấu chấp hành sẽ cồng kềnh.

Hình 9.18 là cam thùng được khai triển tại vị trí thứ IV.

***5/ Thứ tự điều chỉnh máy tiện tự động nhiều trục chính***

- Lắp các bánh răng thay thế cho trục chính, trục phân phối và trục dụng cụ như cắt ren hay khoan cao tốc.
- Lắp cam bàn dao không phụ thuộc và điều chỉnh hành trình làm việc của nó.
- Điều chỉnh hành trình làm việc của bàn dao dọc.
- Lắp chấu kẹp, chấu đẩy và bạc dẫn hướng.
- Điều chỉnh lực kẹp phôi.
- Điều chỉnh chiều dài phóng phôi và vị trí của cơ cấu chắn phôi.
- Lắp tất cả các đồ gá và dụng cụ cắt theo thứ tự từ vị trí I đến VI.
- Cho cắt thử để điều chỉnh kích thước chi tiết cần gia công.
- Kiểm tra toàn bộ lần cuối cùng và cho máy làm việc theo chương trình tự động.

### 9.2.3 Tính toán thiết kế và điều chỉnh máy tự động Rêvônve 1Д118 (máy tự động nhóm III).

Ví dụ, tính toán điều chỉnh máy gia công chi tiết được trình bày trên hình 9.18.

Chi tiết này tương đối phức tạp có $\phi_{max}$= 18 nên không thể gia công trên máy nhóm I. Còn đối với máy nhóm II thì đường kính này là quá bé. Do đó phải chọn máy nhóm III – máy tự động Rêvônve kiểu 1Д118. Vật liệu phôi là thép tự động A12, vật liệu dao là P18.

***1/ Lập sơ đồ qui trình công nghệ gia công***

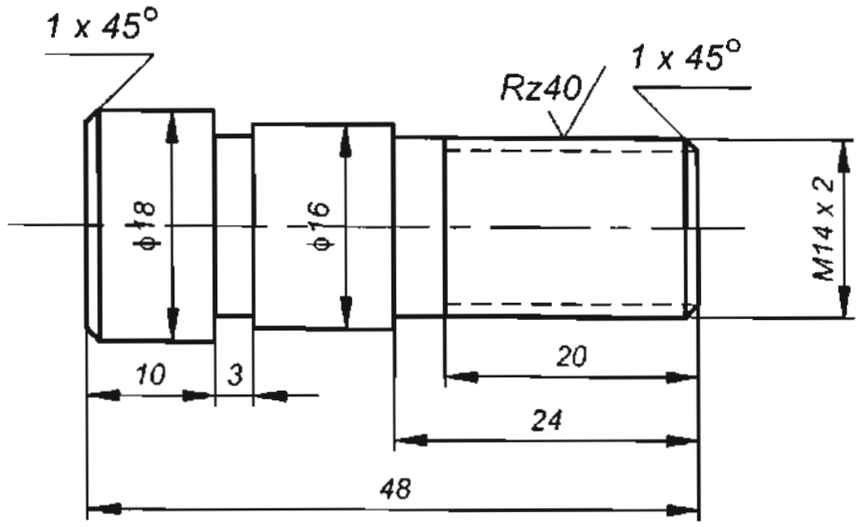
Khi lập sơ đồ gia công trên máy tự động Rêvônve cần phải lưu ý một số điều sau:

- Các dụng cụ như gối chắn phôi, mũi khoan, khoét, dao tiện được lắp trên đầu Rêvônve. Các loại dao định hình, cắt đứt đặt trên các bàn dao ngang hay dao đứng.

- Các dụng cụ đặt trên đầu Rêvônve nên đặt ở những góc độ bằng nhau, tránh dồn về một phía, để cho đầu Rêvônve cân bằng. *Ví dụ*: nếu lắp 3 dao trên đầu Rêvônve thì đặt mỗi dao cách nhau $120^0$. Khi đổi dao, đầu Rêvônve sẽ quay kế tiếp $2x60^0$.

- Chỉ được cắt ren ở những bề mặt đã được gia công nhằm giữ tuổi thọ bàn ren.

- Sau khi đầu Rêvônve quay, các dụng cụ cắt đều nằm ở vị trí công tác nên không cần chuyển động tiến dao nhanh như ở các trường hợp khác.




***Hình 9.18*** – Hình dạng và các kích thước của chi tiết cần gia công

Với chi tiết trên hình 9.18 có thể gia công theo sơ đồ trên bảng 9.7.

- Để tiện ngoài ϕ18 tra bảng xác định lượng chạy dao dọc $S_2$= 0,12mm/vg. Trên cơ sở $S_2$ ta chọn $V_2$= 65m/ph. Từ đây ta xác định số vòng quay trục chính khi tiện:

$$n_2 = \frac{10^3 V_2}{\pi d} = \frac{10^3.65}{\pi.18} = 873(vg/ph).$$

Theo lý lịch của máy, chọn số vòng quay có trên máy gần với trị số trên là $n_2$= 800(vg/ph). Do đó vận tốc cắt thực tế sẽ là:

$$V_2 = \frac{\pi d n_2}{10^3} = \frac{\pi.18.800}{10^3} = 58,5(vg/ph).$$

Theo lý lịch máy nên chọn bánh răng thay thế A= 25 và B= 70 răng.

***2/ Xác định chế độ cắt***

Dựa vào bảng số liệu điều chỉnh máy tự động hoặc các bảng tiêu chuẩn chế độ cắt, xác định vận tốc cắt V và lượng chạy dao S phụ thuộc vào đường kính và độ dài của đoạn gia công, vật liệu phôi và dao.

Các nguyên công cần xác định chế độ cắt là:

*a. Nguyên công tiện:*

- Để tiện thô ϕ16 ở nguyên công 3, tiện tinh ϕ16 ở nguyên công 5, tiện rãnh ở nguyên công 4 và cắt đứt ở nguyên công 7, ta vẫn dùng số vòng quay trục chính là $n_2$= $n_3$= $n_4$= $n_5$= $n_7$= 800vg/ph; $S_2$= $S_3$= $S_5$= 0,12mm/vg; lượng chạy dao khi tiện rãnh và vạt góc $S_4$= 0,05mm/vg; lượng chạy dao khi cắt đứt $S_7$= 0,04mm/vg.

*b. Nguyên công cắt ren*

Để cắt ren M14x2, nên $S_6$= t = 2mm/vg, và trên cơ sở này ta chọn vận tốc cắt ren $V_6$= 8m/ph, tức là:

***Bảng 9.7*** *Sơ đồ gia công chi tiết trục cho ở hình 9.18.*

| Thứ tự | Sơ đồ nguyên công | Tên nguyên công | Bàn dao |
|---|---|---|---|
| 1 | Đầu Rêvônve; 56; 64; 120 | Phóng phôi ϕ18 | Đầu Rêvônve |
| 2 | 62; 24; 56; 94 | Tiện ngoài phần ren M14 x 2 và vạt góc 1 x 45$^0$ | Đầu Rêvônve |
| 3 | 62; 36; 56; 80 | Tiện thô đoạn ϕ16 đến ϕ16,5mm | Đầu Rêvônve |
| 4 | Sau; Trước | Tiện rãnh b= 3mm<br>Vát góc 1 x 45$^0$ | Bàn dao trước<br>Bàn dao sau |
| 5 | 62; 35,5; 56; 82,5 | Tiện tinh ϕ16 | Đầu Rêvônve |
| 6 | 67; 99 | Cắt ren M14 x 2 | Đầu Rêvônve |
| 7 | 48 | Cắt đứt | Bàn dao đứng |

$$n_6 = \frac{10^3.8}{\pi.14} = 161(vg/ph).$$

Lấy số vòng quay thực tế trên máy là $n_6$= 160vg/ph.

Do độ vận tốc cắt ren thực tế là:

$$V_6 = \frac{\pi.14.160}{10^3} = 7,95(vg/ph).$$

***3/ Lập phiếu điều chỉnh***

Lần lượt tính toán các số liệu cần thiết và điền vào bảng 9.8.

***Bảng 9.8*** *Phiếu điều chỉnh*

| Nguyên công | Các bước gia công | l= h mm | S mm/v | k (vòng) | α (%) | β (%) | Phần quay của cam | | Bán kính cam | | Bàn dao |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Từ ...% | Đến ...% | Đầu hành trình | Cuối hành trình | |
| 1 | - Phóng phôi | 56 | | | | 3 | 0 | 3 | 95 | 95 | Rêvôn ve |
| | - Quay đầu Rêvônve | | | | | 2 | 3 | 5 | | | |
| 2 | - Tiện ngoài phần ren M14x2 và vát góc | 24,5 | 0,12 | 204 | 19 | | 5 | 24 | 96,5 | 121 | Rêvôn ve |
| | - Quay đầu Rêvônve | | | | | 3 | 24 | 27 | | | |
| 3 | - Tiện thô đoạn ϕ16 đến ϕ20,5mm | 14,5 | 0,12 | 121 | 11 | | 27 | 38 | 120,5 | 135 | Rêvôn ve |
| | - Quay đầu Rêvônve | | | | | 3 | 38 | 41 | | | |
| 4 | - Tiện rãnh b= 3mm | 1,75 | 0,05 | (35) | (3) | | (43) | (46) | 78,25 | 80 | Trước |
| | - Vát góc 1x45$^0$ | 3 | 0,05 | 60 | 6 | | 41 | 47 | 77 | 80 | Sau |

*Tiếp bảng 9.8*

| Nguyên công | Các bước gia công | l= h mm | S mm/v | k (vòng) | α (%) | β (%) | Phần quay của cam | | Bán kính cam | | Bàn dao |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Từ ...% | Đến ...% | Đầu hành trình | Cuối hành trình | |
| 5 | - Tiện tinh ϕ16<br>- Quay đầu Rêvônve<br>- Đổi vận tốc và chiều quay trục chính | 12 | 0,12 | 100 | 10 | 3 | 47<br>57 | 57<br>60 | 120,5 | 132,5 | Rêvônve |
| 6 | - Cắt ren M14x2<br>- Đổi vận tốc và chiều quay trục chính<br>- Lùi bàn ren<br>- Quay đầu Rêvônve 2 lần | 24<br>24 | 2<br>2 | 60<br>12 | 6<br>1 | 1 | 60<br>66<br>67<br>(68) | 66<br>67<br>68<br>(74) | 92<br>116 | 116<br>92 | Rêvônve |
| 7 | - Cắt đứt<br>- Lùi dao cắt đứt | 13 | 0,04 | 325 | 31 | 1 | 68<br>99 | 99<br>100 | 67 | 80 | Đứng |
| | Σ | | | 882 | 84 | 16 | | | | | |
| Các giá trị trong ngoặc đơn là trùng nguyên công | | | | | | | | | | | |

*a. Xác định chiều dài hành trình*

Ở máy tiện tự động Rêvônve, tỷ số truyền từ cam đến các cơ cấu chấp hành đều bằng 1. Do đó độ dài hành trình *l* của các bàn dao và độ nâng h của cam bằng nhau.

Khoảng cách an toàn trên máy Rêvônve khi gia công phôi có đường kính đến ϕ45 mm có thể lấy Δ= 0,5÷1 mm.

- Nguyên công 1:

Độ dài phóng phôi bao gồm độ dài chi tiết gia công là 48mm, chiều rộng dao cắt đứt là B= 3 mm, và phần còn lại của chi tiết nhô ra khỏi mặt đầu ống kẹp là 5mm. Do đó:

$l_0 = 48 + 3 + 5 = 56$ mm.

- Nguyên công 2:

Tiện ngoài phần ren M14x2 dài $b_2$= 24 mm nên chiều dài hành trình:

$l_2 = \Delta + b_2 = 0,5 + 24 = 24,5$ mm.

- Nguyên công 3:

Tiện thô đoạn $\phi$16 đến đường kính $\phi$16,5mm với độ dài $b_3$ = 14 mm.

$l_3 = \Delta + b_3 = 0,5 + 14 = 14,5$ mm.

- Nguyên công 4:

+ Tiện rãnh: $l_4 = \Delta + \frac{1}{2}(d_2 - d_1) = 0,5 + \frac{1}{2}(16,5 - 14) = 1,75$ mm.

+ Vát góc: lấy $l_4$ = 3 mm.

- Nguyên công 5:

Tiện tinh đoạn $b_5 = b_3 - B = 14 - 3 = 11$ mm đến $\phi$16 mm.

$l_5 = \Delta + b_5 + \Delta_1 = 0,5 + 11 + 0,5 = 12$ mm.

Ở đây: $\Delta_1$ = 0,5 mm - độ vượt quá của mũi dao.

- Nguyên công 6:

Cắt ren và lùi trên đoạn dài $b_6$= 20 mm với sự vượt quá 2 ren, nên:

$l_6 = b_6 + 2t = 20 + 2.2 = 24$ mm.

(t – bước ren)

- Nguyên công 7:

Sau khi vát góc ở nguyên công 4, đường kính cần cắt đứt là d= 18 – 2.1 = 16 mm. Nếu bề rộng dao cắt đứt là B, dao cần hành trình phụ để làm sạch mặt chi tiết: c= 0,3B, cho nên:

$l_7 = \Delta + 0,5d + c + \Delta_1 = 0,5 + 11 + 1 + 0,5 = 13$ mm.

*b. Xác định số lượng vòng quay và thời gian chính:*

Lấy số vòng quay cơ bản là số vòng quay lớn nhất và được dùng ở hầu hết các nguyên công là $n_{t0}$= 800vg/ph. Do đó ở nguyên công cắt ren có:

$$C_6 = \frac{n_{t0}}{n_6} = \frac{800}{160} = 5$$

Vậy số vòng quay cần thiết cho nguyên công 2 là:

$$k_2 = \frac{l_2}{s_2}.C_2 = \frac{24,5}{0,12}.1 = 204 \text{ (vòng)}.$$

- Số vòng quay cần thiết cho nguyên công 3:

$$k_3 = \frac{14,5}{0,12} = 121 \text{ (vòng)}.$$

- Ở nguyên công 4:

$$k_4 = \frac{1,75}{0,05} = 35 \text{ (vòng)}.$$

$$k'_4 = \frac{3}{0,05} = 60 \text{ (vòng)}.$$

- Ở nguyên công 5:

$$k_5 = \frac{12}{0,12} = 100 \text{ (vòng)}.$$

- Ở nguyên công 6:

$$k_2 = \frac{l_6}{t}.C_6 = \frac{24}{2}.5 = 60 \text{ (vòng)}.$$

Khi lùi bàn ren: $k'_6 = \frac{l_6}{t} = \frac{24}{2} = 12$ (vòng).

- Ở nguyên công 7:

$$k_7 = \frac{13}{0,04} = 325 \text{ (vòng)}.$$

Trong các nguyên công có những bước gia công trùng nên ta chỉ lấy những bước có số vòng quay lớn nhất. Do đó, thời gian chính để gia công chi tiết là:

$$T_1 = \frac{60\sum k_i}{n_{t0}} = \frac{60}{800}(204 + 121 + 60 + 100 + 60 + 12 + 325) = 66(s).$$

Với thời gian chính $T_1$= 66s, có thể tính thời gian gia công chi tiết theo công thức:

$$T = 4,85 + 1,1T_1 = 4,85 + 1,1.66 = 77,45 \text{ (s)}.$$

Năng suất sơ bộ của máy:

$$Q = \frac{60}{800} = \frac{60}{800} = 0,775 \text{ chi tiết/phút} = 46,5 \text{ chi tiết/giờ}.$$

*c. Xác định sự phối hợp giữa các nguyên công:*

Dựa vào thuyết minh của máy, xác định số phần trăm của các góc β cho các hành trình chạy không:

- Phóng phôi và kẹp phôi : $\beta_1$= 3%
- Quay đầu Rêvônve lần thứ nhất : $\beta'_1$= 2%
- Quay đầu Rêvônve sau mỗi lần kế tiếp : β= 3%
- Đảo chiều và thay đổi số vòng quay trục chính : $\beta_{5,6}$= 1%
- Lui dao cắt đứt : $\beta_7$= 1%

Số phần trăm tương ứng với hai lần quay đầu Rêvônve ở nguyên công 6 không được tính vì trùng nguyên công. Do đó tổng số góc chạy không của cam sẽ là:

$$\Sigma\beta = 3 + 2 + 3.3 + 1 + 1 = 16\%$$

Và tổng số góc của hành trình làm việc:

$\Sigma\alpha = 100 - 16 = 84\%$

Số góc quay làm việc của cam tương ứng với các nguyên công theo công thức:

$$\alpha_2 = \frac{\sum\alpha}{\sum k_i}.k_2 = \frac{84}{882}.204 = 19,4 - \text{ lấy chẵn } 19\%$$

$$\alpha_3 = \frac{84}{882}.121 = 11,5 \approx 11\%$$

$$\alpha_4 = \frac{84}{882}.35 = 3,3 \approx 3\% \text{ (trùng nguyên công)}$$

$$\alpha_4' = \frac{84}{882}.60 = 5,7 \approx 6\%$$

$$\alpha_5 = \frac{84}{882}.100 = 9,5 \approx 10\%$$

$$\alpha_6 = \frac{84}{882}.60 = 5,7 \approx 6\%$$

$$\alpha_6' = \frac{84}{882}.12 = 1,14 \approx 1\%$$

$$\alpha_7 = \frac{84}{882}.325 = 30,9 \approx 31\%$$

Từ số vòng quay cần thiết trên hành trình làm việc, có thể tính số vòng quay của toàn bộ chu kỳ gia công:

$$n_c = \frac{\sum k_i}{\sum\alpha}.100 = \frac{882}{84}.100 = 1050 \text{ vòng.}$$

Từ đây tính chính xác thời gian cần thiết để gia công chi tiết:

$$T = \frac{60n_c}{n_{t0}} = \frac{60.1050}{800} = 78,75s \approx 79s$$

Do đó năng suất chính xác của máy là:

$$Q = \frac{60}{T} = \frac{n_{t0}}{n_c} = \frac{800}{1050} = 0,76 \text{ ch.t/ph} = 45,7 \text{ chi tiết/giờ}$$

Theo thuyết minh của máy: T= 79s gần với thời gian có trên máy là T= 80,1s. Do đó năng suất thực tế của máy là:

$$Q_t = \frac{3600}{T} = \frac{3600}{80,1} = 45 \text{ ch.t/h}$$

Trị số này gần với trị số của năng suất chọn sơ bộ nên những trị số lựa chọn trên là phù hợp.

Theo thuyết minh của máy, tương ứng với thời gian gia công T= 80,1s, bộ bánh răng thay thế của xích trục phân phối là: $\frac{a}{b}.\frac{c}{d}.\frac{e}{f} = \frac{73}{27}.\frac{35}{65}.\frac{30}{70}$

Với các trị số trên điền vào các cột tương ứng trên bảng 9.8. Các trị số trong dấu ngoặc là trùng nguyên công.

### 4/ Lập chu trình làm việc

Góc quay của trục phân phối chia ra làm 100 phần và chu trình làm việc của các cơ cấu chấp hành được thể hiện như sau: bảng 9.9.

***Bảng 9.9*** *Biểu đồ chu trình làm việc của máy Rêvônve (đường nghiêng nét đứt biểu thị đầu Rêvônve quay)*

| Số TT | Cơ cấu chấp hành | Góc quay của trục phân phối |
|---|---|---|
| 1 | Cơ cấu phóng phôi | 3 24 38 41 57 66 74 |
| 2 | Đầu Rêvônve | 5 27 47 68 |
| 3 | Bàn dao trước | |
| 4 | Bàn dao sau | |
| 5 | Bàn dao đứng | 99 |

### 5/ Thiết kế cam.

Dựa vào bản thuyết minh của máy 1Д118 có các thông số cơ bản của cam như bảng 9.10.

***Bảng 9.10*** *Các thông số cơ bản của cam máy 1Д118*

| | d | $r_{min}$ | $r_{max}$ | R | A[mm] |
|---|---|---|---|---|---|
| Cam đầu Rêvônve | 18 | 40 | 140 | 150 | 171 |
| Cam bàn dao trước và sau | 18 | 35 | 80 | 90 | 113 |
| Cam bàn dao đứng | 18 | 35 | 80 | 90 | 113 |
| Khoảng cách nhỏ nhất giữa đầu Rêvônve và mặt đầu vấu kẹp $L_{min}$= 75 mm | | | | | |

*a. Cam đầu Rêvônve*

Vị trí tương đối và mối quan hệ giữa biên dạng của cam với khoảng cách giữa đầu Rêvônve và mặt đầu vấu kẹp được trình bày trên hình 9.19.

Ở cuối hành trình gia công, khoảng cách L giữa mặt đầu vấu kẹp và đầu Rêvônve đạt trị số nhỏ nhất ($L_{min}$), và lúc đó con lăn có đường kính d nằm trên bán kính lớn nhất của cam đầu Rêvônve ($r_{max}$). Nếu trị số L nhỏ nhất trong số các L của các nguyên công nhỏ hơn $L_{min}$ thì phải nới cán dao ra một đoạn, tức là nâng khoảng cách C để cho L bằng với $L_{min}$ của máy. Nếu L> $L_{min}$ thì nhờ vít me điều chỉnh ta di động toàn bộ bàn máy mang đầu Rêvônve về phía sau để cho hai trị số ấy bằng nhau.

Cho nên muốn vẽ cam đầu Rêvônve trước tiên phải điều chỉnh vị trí đầu Rêvônve. Muốn điều chỉnh đầu Rêvônve, phải xác định khoảng cách L của các nguyên công theo công thức:

$$L = l_0 - b + h$$

Ở đây: $l_0$ - độ dài nhô ra của phôi, $l_0$ = l + B + 5mm.

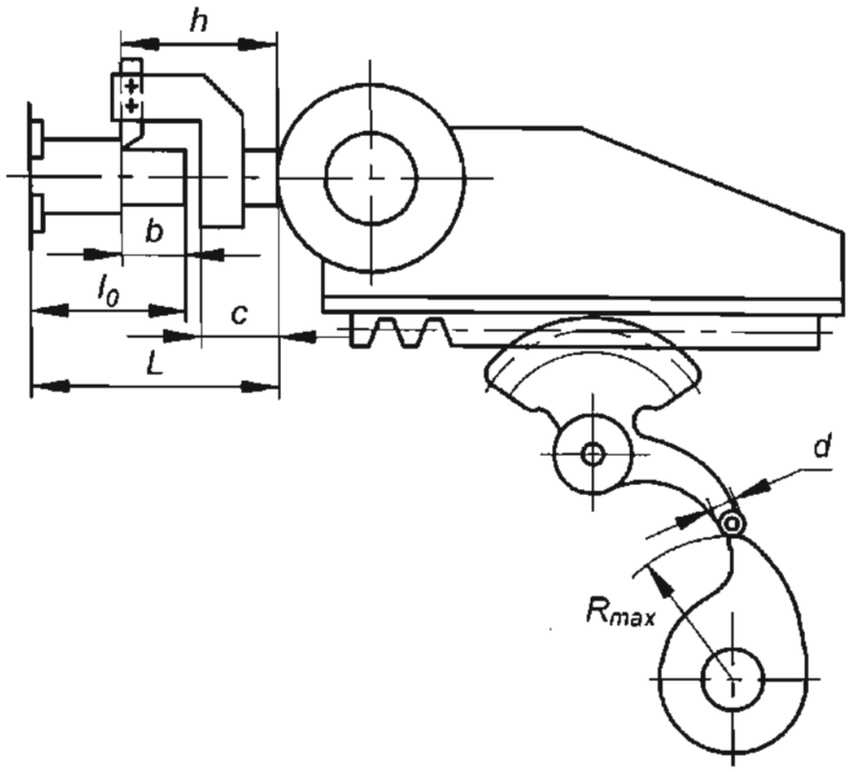
l - độ dài chi tiết gia công.

B - chiều rộng dao cắt đứt.

5mm - là khoảng cách an toàn giữa dao cắt đứt và mặt đầu vấu kẹp.

b - khoảng cách từ mặt đầu của phôi đến lưỡi cắt của dao.

h - khoảng cách từ lưỡi cắt của dao đến đầu Rêvônve.




***Hình 9.19***– Sơ đồ mối quan hệ giữa cam và khoảng cách gia công

Dựa vào thông số của các giá dao đã cho, ta tính được L.

Nếu ở nguyên công nào đó làm khoảng cách $L_{min}$ tăng thành $L_i$ thì bán kính của cam sẽ giảm đi một độ dài ΔL và con lăn nằm trên cung có bán kính $r_i$, tức là:

$$\Delta L = L_i - L_{min} = r_{max} - r_i$$

Từ đây ta có:

$$r_i = r_{max} - \Delta L$$

Nếu $l_i$ là chiều dài hành trình của nguyên công đã cho thì bán kính của cam ở đầu hành trình là:

$$r_i' = r_i - l_i$$

Sử dụng các công thức trên ta tính toán các số liệu cần thiết để thiết kế cam:

Độ dài nhô ra của phôi (đây cũng là độ dài phóng phôi của nguyên công 1):

$$l_0 = l + B + 5 = 48 + 3 + 5 = 56 \text{ mm}.$$

Theo thuyết minh máy : $L_{min}$= 75 mm. Theo các kích thước h và b của cán dao và phôi ở bảng thuyết minh của máy xác định các khoảng cách giữa mặt đầu vấu kẹp và đầu Rêvônve trên từng nguyên công:

- Nguyên công 1:

$$L_1 = l_0 - b + h = 56 - 0 + 64 = 120 \text{ mm}$$

$$\Delta L_1 = L_1 - L_{min} = 120 - 75 = 45 \text{ mm}.$$

- Nguyên công 2:

$$L_2 = 56 - 24 + 62 = 94 \text{ mm}; \Delta L_2 = 94 - 75 = 19 \text{ mm}.$$

- Nguyên công 3:

$$L_3 = 56 - 38 + 62 = 80 \text{ mm}; \Delta L_3 = 5 \text{ mm}.$$

- Nguyên công 5:

$L_5 = 56 - 35,5 + 62 = 82,5$ mm; $\Delta L_5 = 7,5$ mm.

- Nguyên công 6:

$L_6 = 56 - 24 + 67 = 99$ mm; $\Delta L_6 = 24$ mm.

Bán kính đã cho của cam đầu Rêvônve: $r_{max} = 140$ mm và $r_{min} = 40$ mm.

Bán kính của cam ở đầu và cuối các hành trình:

$r_1 = r_{max} - \Delta L_1 = 140 - 45 = 95$ mm; $r_1' = r_1 - l_1 = 95 - 0 = 95$ mm.

$r_2 = 140 - 19 = 121$ mm; $r_2' = 121 - 24,5 = 96,5$ mm.

$r_3 = 140 - 5 = 135$ mm; $r_3' = 135 - 14,5 = 120,5$ mm.

$r_5 = 140 - 7,5 = 132,5$ mm; $r_5' = 132,5 - 12 = 120,5$ mm.

$r_6 = 140 - 24 = 116$ mm; $r_6' = 116 - 24 = 92$ mm.

Cuối hành trình cắt ren cần hạ bán kính cam một đoạn bằng 10% độ nâng cắt ren, tức là (116 – 92).10% = 2,4mm, nên: $r_6 = 116 - 2,4 = 113,6$ mm.

Khi quay đầu Rêvônve, bán kính cam cần giảm 1 mm. Phần chạy không của cam đầu Rêvônve sau khi cắt ren có thể lấy với bán kính bất kỳ chỏ hơn bán kính lúc phóng phôi, ta lấy nhỏ hơn bán kính này 15 mm.

Vẽ cam đầu Rêvônve được tiến hành theo các bước sau (hình 9.20):

- Vẽ các vòng tròn có $r_{min}$, $r_{max}$, A và $(r_{max} + \frac{d}{2})$

- Chia vòng tròn có bán kính $(r_{max} + \frac{d}{2})$ làm 100 phần. Điểm khởi đầu là điểm cắt của vòng tròn này với đường thẳng nối liền tâm của cam và lỗ định vị $\phi$10mm của cam.

- Xác định các cung tròn có bán kính R trên vòng tròn có bán kính A tương ứng với các góc $\alpha$ và $\beta$ ở phiếu điều chỉnh, bảng 9.8. Vẽ các cung R qua các phần đã xác định.

- Vẽ các bán kính cần thiết cho từng đoạn quay của cam.

- Vẽ các đường cong công tác của cam.

*Ví dụ*: vẽ đường cong từ phần 5 đến phần 24 (hình 9.20) tiến hành như sau: xác định tâm của con lăn ở đầu và cuối hành trình. Chia độ nâng của tâm con lăn thành 5 phần bằng nhau và vẽ các cung tròn đồng tâm qua các phần ấy. Chia cung tròn có bán kính $(r_{max} + \frac{d}{2})$ từ phần 5÷24 cũng thành 5 phần và vẽ các cung R qua các phần ấy. Điểm cắt tương ứng giữa các cung tròn đồng tâm và các cung R sẽ là tâm của con lăn ở các vị trí khác nhau. Vẽ vòng tròn của con lăn $\phi$18mm trên các tâm đó. Đường cong tiếp tuyến với các vòng tròn sẽ là biên dạng của cam. Càng vẽ nhiều vòng tròn của con lăn, đường cong công tác càng chính xác.

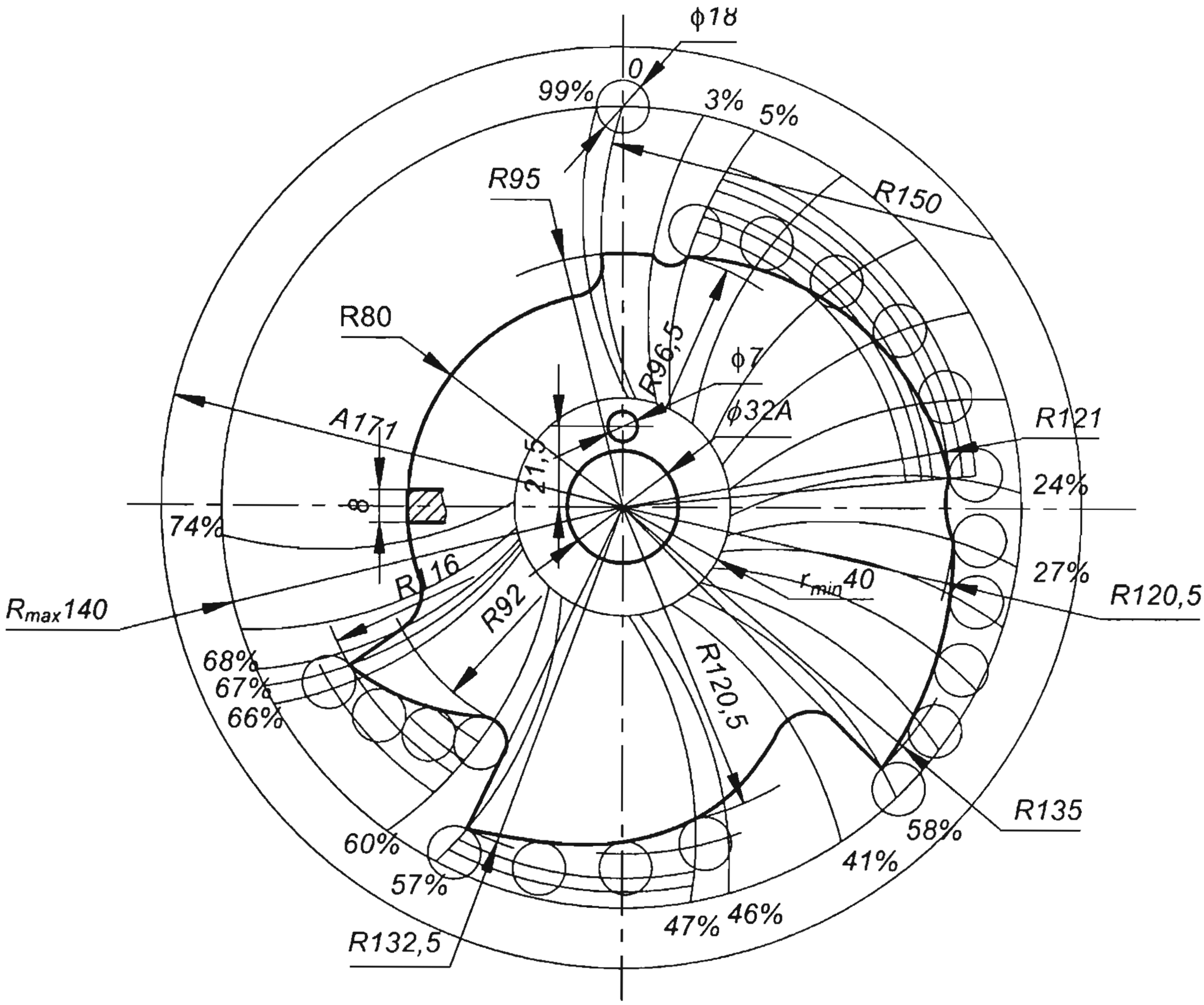
Giới hạn đường cong ở đầu hành trình là tiếp điểm của đường cong với con lăn ở đầu hành trình. Ta có thể lấy điểm giới hạn ở đầu hành trình là điểm cắt giữa đường cong và cung phân độ có bán kính R đi qua phần 5. Trường hợp này đường cong công tác có một đoạn an toàn. Giới hạn đường cong ở cuối hành trình là điểm cắt giữa đường cong và đường thẳng nối liền tâm cam và tâm con lăn ở vị trí cuối hành trình.

Khi cắt ren ta cho bàn ren đi hết phần 67 khi trục chính đảo chiều. Đường cong công tác hạ thấp 10% để bàn ren tự lựa.

- Vẽ các đường nâng và hạ để chạy nhanh phải lấy theo cam mẫu.

Các cung tròn nối tiếp các đường cong thường lấy $R_0 = \frac{d}{2} + (0,5 \div 1)$mm.

Điều kiện kỹ thuật của cam đầu Rêvônve giống như các cam bàn dao ngang.




***Hình 9.20*** – Cam đầu Rêvônve máy tiện tự động 1Д118

*b. Cam bàn dao ngang*

Thông thường ở cuối hành trình của cam bàn dao ngang (trước, sau và đứng) thì con lăn nằm ở bán kính $r_{max}$ của cam. Cho nên chỉ cần xác định bán kính ở đầu hành trình.

Theo thuyết minh thì $r_{max}$= 80 mm.

- Ở nguyên công 4, đối với bàn dao trước:

  $r_4$ = 80 mm; $r_4'$ = 80 – 1,75 = 78,25 mm.

- Ở nguyên công 4, đối với bàn dao sau:

  $r_{4s}$ = 80 mm; $r_{4s}'$ = 80 – 3 = 77 mm.

- Ở nguyên công 7, đối với bàn dao đứng:

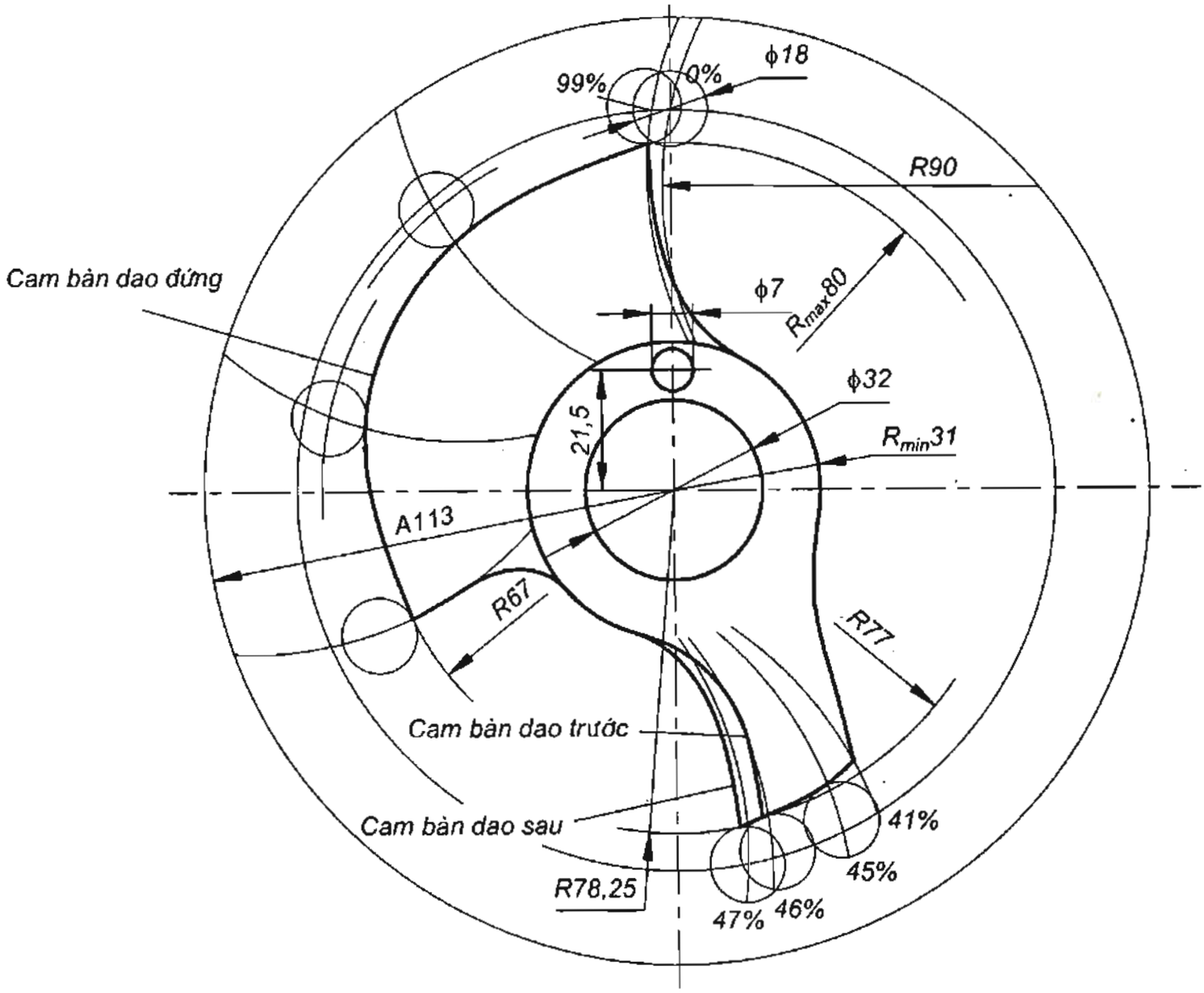
  $r_7$ = 80 mm; $r_7'$ = 80 – 13 = 67 mm.

Hình 9.21 trình bày các cam của bàn dao trước, sau, đứng và được tổ hợp trên một trục. Khi bàn dao không làm việc, thường nó trở về vị trí ban đầu. Biên dạng cam ở những đoạn này là các cung tròn có bán kính bằng với $r_{min}$ của cam.

Cam làm việc với tải trọng nhỏ, thường được chế tạo bằng gang C22 – 44, C28 – 48; với tải trọng lớn thì dùng thép 15, 20, 20X. Cam có kích thước lớn thì dùng thép 45, 40 hoặc 40X.

Điều kiện kỹ thuật:

- Vật liệu: thép 45.
- Dung sai trên toàn bộ bán kính: ±0,1 mm.
- Độ bóng biên dạng cam: Ra1,25.
- Nhiệt luyện biên dạng và lỗ ϕ7: đạt 45HRC.




***Hình 9.21*** – Cam của các bàn dao ngang

# TÀI LIỆU THAM KHẢO


[1] - Vũ Hoài Ân
**Gia công tia lửa điện CNC**
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2005

[2] - Tạ Duy Liêm
**Máy móc và thiết bị công nghệ cao trong sản xuất cơ khí robot và hệ thống công nghệ robot hoá**
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2004

[3] - Tạ Duy Liêm
**Máy công cụ CNC**
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002

[4] - Tạ Duy Liêm
**Hệ thống điều khiển số cho máy công cụ**
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2002

[5] - Nguyễn Ngọc Cẩn
**Máy cắt kim loại**
Trường Đại học sư phạm Kỹ thuật TP Hồ Chí Minh, 1991

[6] - Phạm Đắp, Nguyễn Hoa Đăng
**Máy công cụ**
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1991

[7] - Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Đắp
**Thiết kế máy công cụ - Tập I, II**
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1983

[8] - Phạm Đắp
**Giáo trình máy cắt kim loại**
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Khoa Đại học tại chức – 1979

[9] - Phạm Đắp, Nguyễn Hữu Lộc, Phạm Thế Trường, Nguyễn Tiến Lưỡng
**Tính toán thiết kế máy cắt kim loại**
Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội - 1971

[10] - Nguyễn Phương
**Giáo trình máy công cụ tự động hóa**
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1991

[11] - Nguyễn Phương
**Giáo trình máy tự động**
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1973

[12] - Nguyễn Phương
**Giáo trình truyền dẫn thủy lực trong máy cắt kim loại**
Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 1964

[13] - N. Acherkan (general editor)
**Machine Tool Design, vol. 3**
Mir Publisher Moscow – 1987

[14] - N. Acherkan (general editor)
**Machine Tool Design, vol. 2**
Mir Publisher Moscow – 1984

[15] - N. Acherkan (general editor)
**Machine Tool Design, vol. 1**
Mir Publisher Moscow – 1982

[16] - N. Chernov
**Machine Tools**
Mir Publisher Moscow – 1984

[17] - James Madison
**CNC Machining Handbook**
Industrial Press Inc. New York, NY.10016, 1996.

[18] - Ачеркан Н. С.
**Металлорежущие станки, Том I, Том II**
Москва. Машиностроение, 1965

[19] - Г.А. Гарзиманов
**Проектирование металлорежущих станков**
Москва, Машиностроение, 1970

[20] - Кугер А.М., Киватищкий М. М., Покровский А. А.
**Металлорежущие станки**
Москва, Машиностроение, 1970

[21] - Проников А. С.
**Расчет и конструирование металлорежущих станков**
Москва, Машиностроение, 1967

[22] - Пуш В. З.
**Конструирование металлорежущих станков**
Москва, Машиностроение, 1977

[23] - Рабиновиг А., Стильский В., Милевский З.,
**Коробки скоростей металлорежущих станков**
Москва, Машиностроение, 1968

[24] - **http://www.HAAS.com**

[25] - **http://www.MORISEIKI.com**

[26] - **http://www.MTS_CNC.de**

[27] - **http://www.Machine-tool.com**

15 -10 -1956
15 -10 -2006

KỶ NIỆM 50 NĂM THÀNH LẬP
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

207055

8 935048 970553

Giá: 50.000đ