

**ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

## **GIÁO TRÌNH**

**MÔN HỌC: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT CƠ KHÍ**

**TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 1676/QĐ-LTT-ĐT ngày 31 tháng 12 năm 2020  
của Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành phố Hồ Chí Minh*

*Thành phố Hồ Chí Minh, năm 2020*

# TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

# LỜI GIỚI THIỆU

Hiện nay, trong sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hoá đất nước, chế tạo máy là một ngành quan trọng của nền kinh tế quốc dân được sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực công nông nghiệp.

Giáo trình “Công nghệ chế tạo máy” được biên soạn dựa theo chương trình đào tạo dành cho hệ cao đẳng các ngành thuộc khoa Cơ Khí trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành Phố Hồ Chí Minh.

Giáo trình này được biên soạn nhằm để đáp ứng tình hình chuyển biến mới trong công tác đào tạo - Đào tạo theo hướng công nghệ, phát huy tính tích cực của người học và tạo điều kiện thuận lợi cho giáo viên giảng dạy bằng các phương tiện dạy học...

Tài liệu này cung cấp những phân lý thuyết cơ bản nhất trong lĩnh vực công nghệ chế tạo máy, những yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng khi gia công cơ khí, đồng thời giới thiệu các phương pháp gia công thông dụng để tạo ra các dạng bề mặt đạt yêu cầu khác nhau về chất lượng gia công.

Vì trình độ có hạn nên cuốn giáo trình chắc có thiếu sót. Chúng tôi mong sự đóng góp ý kiến của đồng nghiệp và sinh viên để lần tái bản sau có chất lượng tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về bộ môn Công nghệ Chế tạo, khoa Cơ Khí, trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành Phố Hồ Chí Minh.

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày      tháng      năm 2020  
Tham gia biên soạn

Tổ Công nghệ Chế tạo

# MỤC LỤC

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chương 1. Những Khái Niệm Cơ Bản .....</b>                                                           | <b>8</b>  |
| 1.1. Hệ thống công nghệ .....                                                                           | 8         |
| 1.2. Quá trình sản xuất – quá trình công nghệ .....                                                     | 9         |
| 1.3. Các thành phần của quy trình công nghệ .....                                                       | 10        |
| 1.4. Sản lượng – các dạng sản xuất và các hình thức tổ chức sản xuất .....                              | 11        |
| 1.5. Các hình thức tổ chức sản xuất trong ngành cơ khí .....                                            | 14        |
| 1.6. Quan hệ giữa đường lối – biện pháp công nghệ và quy mô sản xuất trong việc chuẩn bị sản xuất ..... | 15        |
| 1.7. Các bề mặt thường gặp trong chi tiết máy – các chuyển động tạo hình bề mặt .....                   | 16        |
| 1.8. Các phương pháp tạo hình bề mặt chi tiết máy .....                                                 | 18        |
| <b>Chương 2. Cơ Sở Lý Thuyết Cắt Kim Loại .....</b>                                                     | <b>21</b> |
| 2.1. Vật liệu chế tạo dụng cụ cắt .....                                                                 | 21        |
| 2.2 cơ sở vật lý quá trình cắt kim loại .....                                                           | 24        |
| 2.3. Nhiệt trong quá trình cắt và hiện tượng rung động .....                                            | 35        |
| 2.4. Hiện tượng mài mòn dao cắt .....                                                                   | 37        |
| 2.5. Dung dịch bôi trơn và làm nguội .....                                                              | 38        |
| 2.6. Chế độ cắt khi gia công cơ .....                                                                   | 38        |
| <b>Chương 3. Chất Lượng Bề Mặt Chi Tiết Gia Công .....</b>                                              | <b>44</b> |
| 3.1. Các yếu tố đặc trưng của chất lượng bề mặt gia công .....                                          | 44        |
| 3.1.1. Tính chất hình học của bề mặt gia công .....                                                     | 44        |
| 3.2. Ảnh hưởng của chất lượng bề mặt tới khả năng làm việc của chi tiết máy .....                       | 46        |
| 3.2.1. Ảnh hưởng đến tính chống mòn .....                                                               | 46        |
| 3.2.2. Ảnh hưởng tới độ bền mỏi của chi tiết gia công .....                                             | 47        |
| 3.2.3. Ảnh hưởng tới tính chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt của chi tiết .....                        | 48        |
| 3.2.4. Ảnh hưởng tới độ chính xác các mối ghép .....                                                    | 49        |
| 3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt .....                                                   | 50        |
| 3.3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt .....                                                    | 50        |
| 3.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ biến cứng bề mặt .....                                               | 51        |
| 3.3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư bề mặt .....                                                | 51        |
| 3.4. Các phương pháp bảo đảm chất lượng bề mặt .....                                                    | 52        |
| 3.4.1. Điều khiển các phương pháp cắt nhằm đạt chất lượng bề mặt cao nhất .....                         | 52        |
| 3.4.2. Nâng cao chất lượng bề mặt bằng các phương pháp gia công biến dạng dẻo. ....                     | 53        |
| <b>Chương 4. Độ Chính Xác Gia Công .....</b>                                                            | <b>58</b> |
| 4.1. Khái niệm về độ chính xác gia công .....                                                           | 58        |



|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1.1. Khái niệm:.....                                                             | 58        |
| 4.1.2. Các nguyên nhân gây ra sai số gia công.....                                 | 61        |
| 4.3. Biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ.....                                   | 64        |
| 4.4. Sai số do gá đặt.....                                                         | 65        |
| 4.5. Sai số do rung động.....                                                      | 69        |
| 4.5.1. Tác hại của rung động trong quá trình cắt.....                              | 69        |
| 4.5.2. Nguồn phát sinh rung động trong quá trình cắt.....                          | 70        |
| 4.5.3. Biện pháp khắc phục rung động.....                                          | 70        |
| 4.6. Sai số do phương pháp đo và dụng cụ đo.....                                   | 71        |
| 4.6.1. Sai số do dụng cụ đo.....                                                   | 71        |
| 4.6.2. Sai số do phương pháp đo.....                                               | 71        |
| 4.7. Các phương pháp xác định độ chính xác gia công.....                           | 71        |
| 4.7.1. Tính chất của sai số gia công và đường cong phân bố.....                    | 71        |
| 4.7.2. Phương pháp tính toán phân tích.....                                        | 72        |
| 4.7.2. Phương pháp đường cong phân bố.....                                         | 73        |
| 4.7.3. Phương pháp đồ thị điểm.....                                                | 74        |
| 4.8. Các phương pháp đạt độ chính xác gia công.....                                | 75        |
| 4.8.1. Phương pháp cắt thử.....                                                    | 75        |
| 4.8.2. Phương pháp điều chỉnh sẵn gia công hàng loạt (tự động đạt kích thước)..... | 75        |
| 4.8.3. Phương pháp tự động điều chỉnh.....                                         | 77        |
| 4.9. Các phương pháp điều chỉnh máy.....                                           | 77        |
| 4.9.1. Điều chỉnh tĩnh.....                                                        | 77        |
| 4.9.2. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng calíp thợ.....                        | 78        |
| 4.9.3. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng dụng cụ đo vạn năng.....              | 79        |
| <b>Chương 5. Chuẩn.....</b>                                                        | <b>83</b> |
| 5.1. Định nghĩa và phân loại chuẩn.....                                            | 83        |
| 5.1.1 Định nghĩa.....                                                              | 83        |
| 5.1.2. Phân loại.....                                                              | 83        |
| 5.2. Quá trình gá đặt chi tiết gia công.....                                       | 86        |
| 5.2.1 Khái niệm về quá trình gá đặt.....                                           | 86        |
| 5.2.2 Các phương pháp gá đặt chi tiết gia công.....                                | 87        |
| 5.3. Nguyên tắc sáu điểm khi định vị chi tiết.....                                 | 88        |
| 5.3.1. Nguyên tắc.....                                                             | 88        |
| 5.3.2. Các kiểu định vị điển hình.....                                             | 88        |
| 5.4. Cách tính sai số gá đặt.....                                                  | 91        |

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.5. Hướng dẫn cách chọn chuẩn .....                                | 95        |
| 5.5.1. Cách chọn chuẩn thô .....                                    | 95        |
| 5.5.2. Cách chọn chuẩn tinh .....                                   | 97        |
| <b>Chương 6. Các phương pháp gia công .....</b>                     | <b>99</b> |
| 6.1. Các loại phôi .....                                            | 99        |
| 6.1.1. Phôi đúc. ....                                               | 99        |
| 6.1.2. Phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực .....          | 101       |
| 6.1.3. Phôi từ thép cán .....                                       | 101       |
| 6.1.4. Phôi rèn tự do .....                                         | 102       |
| 6.1.5. Phôi dập thể tích .....                                      | 102       |
| 6.1.6. Phôi dập tấm .....                                           | 102       |
| 6.2. Nguyên tắc chọn phôi .....                                     | 103       |
| 6.3. Lượng dư gia công .....                                        | 103       |
| 6.3.1. Khái niệm .....                                              | 103       |
| 6.3.2. Phân loại lượng dư gia công .....                            | 104       |
| 6.4. Phương pháp xác định lượng dư. ....                            | 106       |
| 6.5. Các phương pháp gia công chuẩn bị phôi.....                    | 109       |
| 6.5.1. Làm sạch phôi.....                                           | 110       |
| 6.5.2. Nắn thẳng phôi.....                                          | 110       |
| 6.5.3. Gia công phá.....                                            | 111       |
| 6.5.4. Cắt đứt phôi .....                                           | 111       |
| 6.5.5. Gia công lỗ tâm: .....                                       | 113       |
| 6.6. Các phương pháp gia công.....                                  | 115       |
| 6.6.1. Phương pháp Tiện.....                                        | 115       |
| 6.6.4. Phương pháp Khoan:.....                                      | 131       |
| 6.6.5. Phương pháp Doa:.....                                        | 135       |
| 6.6.6. Phương pháp Chuốt.....                                       | 138       |
| 6.6.7. Phương pháp Mài: .....                                       | 140       |
| 6.6.8. Phương pháp Đánh bóng.....                                   | 149       |
| 6.6.9. Phương pháp Cạo .....                                        | 149       |
| 6.9.10. Các phương pháp gia công bằng điện vật lý và điện hóa ..... | 150       |
| Tài Liệu Tham Khảo .....                                            | 157       |

# GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

**Tên môn học: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**Mã môn học: CKC107**

**Vị trí, tính chất của môn học**

- Vị trí: môn học được bố trí sau khi sinh viên học xong các môn học: Vẽ kỹ thuật, Vật liệu học, nguyên lý cắt gọt kim loại...
- Tính chất: là môn học chuyên ngành quan trọng trong ngành cơ khí chế tạo máy.

**Mục tiêu môn học**

- Kiến thức: Trang bị cho sinh viên các kiến thức về thiết kế một quy trình công nghệ để gia công một chi tiết nào đó; Chi tiết đó có thể dạng càng, dạng bạc, dạng hộp, bánh răng... Do vậy sinh viên phải nắm thật vững các kiến thức cơ bản như: hình học của dao cắt, vật liệu làm dao, chế độ cắt khi gia công, lực và công suất cắt. Hiểu biết các vấn đề định vị và kẹp chặt chi tiết khi gia công, biết cách tính sai số chuẩn và sai số kẹp chặt. Hiểu và vận dụng cách chọn lượng dư khi gia công cơ và quan trọng là nắm được qui trình công nghệ gia công các chi tiết điển hình.

- Kỹ năng: Sinh viên hiểu biết và vận dụng sáng tạo các kiến thức môn học công nghệ chế tạo máy, biết tra sổ tay công nghệ chế tạo máy.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: thái độ học tập nghiêm túc, chủ động trong học tập.

**Nội dung môn học**

# Chương 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

*Mục tiêu: Sinh viên trình bày được các thành phần của quy trình công nghệ*

## 1.1 HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ

Hệ thống công nghệ bao gồm: Máy – Dao – Đồ gá – Chi tiết gia công

### 1.1.1. Khái niệm về máy

Máy là tất cả những khí cụ hoạt động theo nguyên tắc cơ học dùng để biến đổi năng lượng hoặc làm thay đổi một cách có ý thức về hình dáng hoặc vị trí của vật thể.

Cấu trúc, hình dáng và kích thước của máy rất khác nhau.

Tùy theo đặc điểm sử dụng của nó, ta có thể phân thành hai nhóm lớn:

- Máy dùng để biến đổi năng lượng từ dạng này sang dạng khác để sử dụng thích hợp hơn được gọi là máy biến đổi năng lượng.

- Máy dùng để thực hiện một công việc nhất định gọi là máy cắt kim loại.

Như vậy, máy cắt kim loại là loại máy dùng để thay đổi hình dáng và kích thước của các vật thể cho phù hợp với nhu cầu sử dụng

**Máy cắt kim loại:** dùng để biến đổi hình dáng của các vật thể kim loại bằng cách lấy đi một phần thể tích trên vật thể ấy với những dụng cụ và những chuyển động khác nhau.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam, máy cắt kim loại bao gồm năm loại:

Máy cắt kim loại

Máy gia công gỗ

Máy gia công áp lực

Máy hàn

Máy đúc

... và những máy thực hiện một công việc nhất định được gọi là máy công tác.

### 1.1.2. Dao cắt

Tất cả những thiết bị trực tiếp tham gia cắt gọt làm thay đổi hình dáng và kích thước chi tiết gia công theo đúng yêu cầu bản vẽ.

### 1.1.3. Đồ gá

Những trang bị phụ dùng để xác định vị trí chính xác của các chi tiết so với dụng cụ gia công đồng thời giữ vị trí đó ổn định trong khi gia công. Trong các loại đồ gá được sử dụng thì đồ gá gia công chiếm tới 80 – 90%

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

Đồ gá gia công tạo điều kiện mở rộng khả năng làm việc của máy công cụ; giảm thời gian phụ nhờ gá đặt phôi nhanh gọn; giảm thời gian máy vì có thể gá đặt nhiều phôi để gia công đồng thời; góp phần hạ giá thành sản phẩm; giảm chi phí về lương vì không cần thợ bậc cao; đảm bảo tính chủ động của nguyên công đối với chất lượng gia công (không phụ thuộc

vào trình độ và kinh nghiệm chuyên môn của thợ), đồng thời giảm nhẹ sức lao động khi gá đặt phôi gia công (đảm bảo thao tác an toàn và có năng suất cao )

#### **1.1.4. Chi tiết gia công**

Là những vật thể mà ta muốn biến đổi kích thước, hình dạng, tính chất lý hóa của chúng cho khác với vật thể ban đầu để đạt yêu cầu kỹ thuật mong muốn (vật thể cần làm biến đổi hình dáng gọi là phôi hay chi tiết gia công, phần thể tích lấy đi gọi là phoi)

### **1.2 QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT – QUÁ TRÌNH CÔNG NGHỆ**

#### **1.2.1 Quá trình sản xuất**

Quá trình sản xuất là quá trình con người tác động vào tài nguyên thiên nhiên để biến nó thành sản phẩm phục vụ cho lợi ích con người.

Quá trình sản xuất cơ khí bao gồm các quá trình khai thác quặng, luyện kim, chế tạo phôi, gia công cơ, nhiệt luyện, hóa – nhiệt luyện, lắp ráp, kiểm tra...

Trong một nhà máy cơ khí quá trình sản xuất là quá trình tổng hợp các hoạt động như các quá trình khai thác quặng, luyện kim, chế tạo phôi, gia công cơ, nhiệt luyện, hóa – nhiệt luyện, lắp ráp, kiểm tra và các quá trình phụ khác như chế tạo dụng cụ, chế tạo đồ gá, vận chuyển, sửa chữa cơ – điện, chạy thử, điều chỉnh, sơn, bao bì, đóng gói, bảo quản trong kho... Tất cả các quá trình trên được tổ chức thực hiện một cách đồng bộ nhịp nhàng để cho quá trình sản xuất được liên tục.

Sự ảnh hưởng của các quá trình nêu trên đến chất lượng, năng suất của quá trình sản xuất.

#### **1.2.2. Quá trình công nghệ**

*Quá trình công nghệ là một phần của quá trình sản xuất, trực tiếp làm thay đổi trạng thái và tính chất của đối tượng sản xuất.*

Đối với sản xuất cơ khí, sự thay đổi trạng thái và tính chất bao gồm:

- Thay đổi trạng thái hình học (kích thước, hình dáng, vị trí tương quan giữa các bộ phận của chi tiết, cụm máy...)
- Thay đổi tính chất (tính chất cơ lý như độ cứng, độ bền, ứng suất dư...)

**\* Quá trình công nghệ bao gồm:**

- *Quá trình công nghệ chế tạo phôi:* hình thành kích thước của phôi từ vật liệu bằng các phương pháp như đúc, hàn, gia công áp lực...

- *Quá trình công nghệ gia công cơ:* làm thay đổi trạng thái hình học và cơ lý tính lớp bề mặt

- *Quá trình công nghệ nhiệt luyện:* làm thay đổi tính chất cơ lý của vật liệu chi tiết cụ thể tăng độ cứng, độ bền

- *Quá trình công nghệ lắp ráp:* tạo ra một vị trí tương quan xác định giữa các chi tiết thông qua các mối ghép giữa chúng để tạo thành sản phẩm hoàn thiện.

Quá trình công nghệ cho một đối tượng sản xuất (chi tiết) phải được xác định phù hợp với các yêu cầu về chất lượng và năng suất của đối tượng.

**Xác định quá trình công nghệ hợp lý rồi ghi thành văn kiện công nghệ thì các văn kiện công nghệ đó gọi là quy trình công nghệ.**

Trong quá trình gia công các chi tiết khác nhau ta phải thực hiện các bước như xén mặt đầu, tiện ngoài, tiện bậc, cắt rãnh, cắt đứt... theo 1 trình tự nhất định. Trình tự thực hiện các bước công việc để biến phôi thành sản phẩm được lập thành bảng quy trình công nghệ.

**Quy Trình Công Nghệ** là 1 phần của quá trình sản xuất, trực tiếp làm thay đổi **hình dáng, kích thước và tính chất** của chi tiết gia công.

### 1.3. CÁC THÀNH PHẦN CỦA QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

#### 1.3.1. Nguyên công

Là 1 phần của quá trình công nghệ được hoàn thành

- Liên tục
- Tại một chỗ làm việc

Do một hay một số nhóm công nhân thực hiện

Khi thay đổi một trong các điều kiện trên thì đã chuyển sang một nguyên công mới

#### Ý nghĩa:

- **Về mặt kỹ thuật:** khó có thể thực hiện việc tiện, phay... ở cùng một chỗ làm việc (gia công chi tiết nên theo đúng chức năng của máy mới phát huy tốt đa hiệu quả)

- **Về mặt kinh tế:** tùy theo sản lượng và yêu cầu kỹ thuật mà phân chia nguyên công thì sẽ nâng cao được hiệu quả

**Ví dụ:** Nguyên công thô nên gia công trên máy cũ, nguyên công tinh nên gia công trên máy chính xác.

Sản lượng yêu cầu càng cao, việc phân chia nhiều nguyên công càng cần thiết nhằm dễ dàng kiểm tra chất lượng sản phẩm của loạt và chọn thiết bị, tay nghề thợ cho phù hợp.

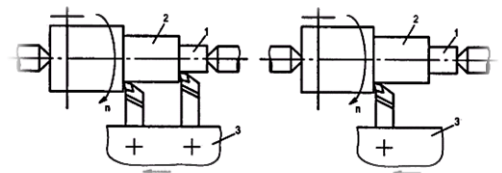
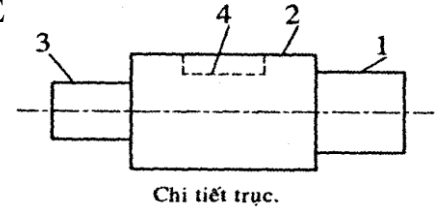
#### 1.3.2. Bước

Là 1 phần của nguyên công gia công 1 bề mặt (hoặc một tập hợp bề mặt), sử dụng một dao (hoặc một bộ dao) đồng thời chế độ làm việc của máy duy trì không đổi (chế độ cắt không đổi). Nếu thay đổi 1 trong 3 điều kiện đó thì ta đã chuyển sang bước khác.

Một nguyên công có thể có 1 hoặc nhiều bước.

Hình trái: 1 bước, cụm dao có 1 vị trí so với phôi.

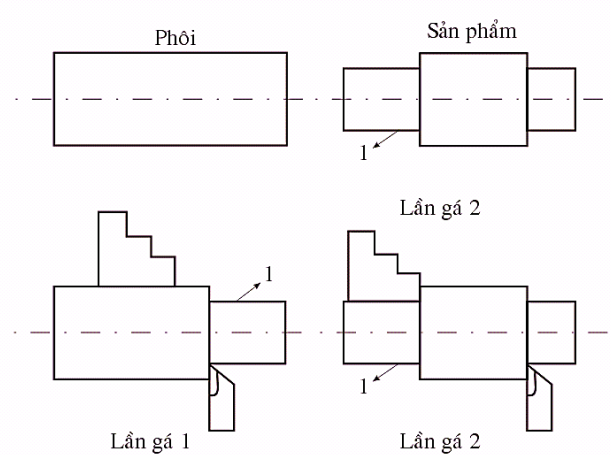
Hình phải: 2 bước, 1 dao có 2 vị trí so với phôi.



### 1.3.3. Gá

Là một phần của nguyên công, được hoàn thành trong 1 lần gá đặt chi tiết.

(Một nguyên công có thể có 1 hoặc nhiều lần gá)



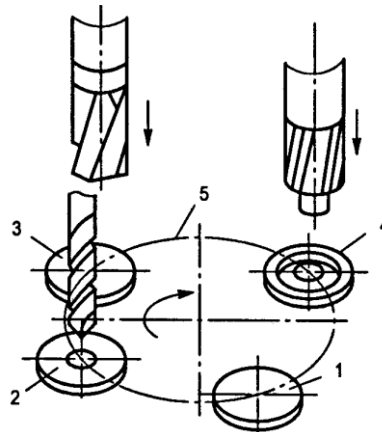
### 1.3.4. Vị trí

Là 1 phần của nguyên công được xác định bởi 1 vị trí tương quan giữa chi tiết với máy hoặc giữa chi tiết với dao cắt (hoặc chi tiết với đồ gá).

**Ví dụ:** chi tiết được gá 1 lần gá nhưng có 4 vị trí làm việc

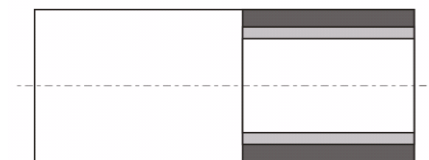
Gia công chi tiết  
trên máy khoan 3 trục.

1. Vị trí để gá, tháo chi tiết;
2. Khoan;
3. Khoét;
4. Doa;
5. Bàn máy.



### 1.3.5. Đường chuyển dao (lát cắt)

Là 1 phần của bước để hớt bớt đi một lớp vật liệu có cùng chế độ cắt và bằng cùng 1 dao.



### 1.3.6. Động tác

Là 1 hành động của công nhân để điều khiển máy thực hiện việc gia công và lắp ráp

Động tác là đơn vị nhỏ nhất của quá trình công nghệ

## 1.4. SẢN LƯỢNG – CÁC DẠNG SẢN XUẤT VÀ CÁC HÌNH THỨC TỔ CHỨC SẢN XUẤT

**1.4.1. Dạng sản xuất** do yêu cầu tiêu dùng, sản lượng các mặt hàng khác nhau thường rất khác nhau. Vật phẩm này có thể chỉ chế tạo độ vài ba cái, trong khi đó có vật phẩm khác có thể làm sản xuất rất nhiều liên tục từ năm này qua năm khác. Vì vậy việc chọn dạng sản xuất là một yêu cầu cần thiết.

**Các yếu tố đặc trưng của dạng sản xuất là**

- Sản lượng

- Tính ổn định sản phẩm
- Tính lặp lại của quá trình sản xuất
- Mức độ chuyên môn hóa trong sản xuất

Tùy theo sản lượng hàng năm và mức độ ổn định của sản phẩm mà người ta chia 3 dạng sản xuất: dạng sản xuất **đơn chiếc**, dạng sản xuất **hàng loạt** và dạng sản xuất **hàng khối**.

**- Dạng sản xuất đơn chiếc**

**Đặc điểm:**

- Sản phẩm hàng năm ít, chủng loại nhiều, không ổn định
- Mỗi chỗ làm việc thực hiện nhiều nguyên công khác nhau và không lặp lại theo chu kỳ
- Thường dùng máy, dụng cụ vạn năng.
- Công nhân đa năng, tay nghề giỏi.
- Máy bố trí theo loại máy.
- Tài liệu công nghệ sơ lược.
- Năng suất thấp, giá thành cao

**- Dạng sản xuất hàng loạt**

**Đặc điểm:**

- Sản phẩm hàng năm không quá ít
- Sản phẩm được chế tạo thành từng loạt theo chu kỳ xác định.
- Sản phẩm tương đối ổn định
- Tại chỗ làm việc thực hiện một số nguyên công có chu kỳ lặp lại ổn định.
- Gia công, lắp ráp thực hiện theo quy trình công nghệ.
- Máy vạn năng và chuyên dùng.
- Bố trí máy theo quy trình công nghệ.
- Dụng cụ và đồ gá chuyên dùng
- Đáp ứng nguyên tắc lắp lẫn hoàn toàn.
- Công nhân tay nghề trung bình.

Tùy theo mức độ ổn định và sản lượng mà trong sản xuất hàng loạt còn chia ra một cách tương đối: sản phẩm hàng loạt **nhỏ**, **vừa** và **lớn**.

**\* Sản xuất hàng loạt nhỏ:**



- Rất gần với sản xuất đơn chiếc, tính chất ổn định khá hơn.
- Thiết bị thường là máy vạn năng, trang bị thông dụng vạn năng.

**\* Sản xuất hàng loạt vừa:**

- Chủng loại sản phẩm ít
- Số lượng nhiều và ổn định.

**\* Sản xuất hàng loạt lớn:**

- Số lượng lớn, chủng loại sản phẩm ít hoặc rất ít và ổn định.
- Có nhiều trang thiết bị chuyên dùng, một số tự động và nửa tự động.
- QTCN tỉ mỉ, sản phẩm sản xuất được lặp lại theo 1 chu kỳ xác định.

**- *Dạng sản xuất hàng khối***

**Đặc điểm**

- Mặt hàng không thay đổi
- Với số lượng rất lớn và rất ổn định.
- Tại mỗi máy hoặc mỗi địa điểm làm việc nguyên công không đổi và luôn lặp đi lặp lại hoặc phân thành từng loạt, thay đổi đối tượng chế tạo theo chu kỳ xác định.
- Trang thiết bị rất chuyên dùng
- QTCN rất chặt chẽ, rất tỉ mỉ
- Thợ điều chỉnh đóng vai trò quan trọng
- Có điều kiện để áp dụng những phương pháp gia công tiên tiến
- Sử dụng rộng rãi cơ khí hoá và tự động hóa
- Thiết bị theo thứ tự nguyên công bố trí thành dây chuyền

Ví dụ: sản xuất đồng hồ, các khí cụ đo lường, ô tô, máy kéo, máy khâu...

Việc phân chia 3 dạng sản xuất nói trên chỉ là tương đối vì tính chất loạt còn phụ thuộc nhiều vào những điều kiện thiết bị, tổ chức sản xuất...

**1.4.2. Phương pháp xác định dạng sản xuất**

Sản lượng: số sản phẩm được sản xuất ra trong một đơn vị thời gian (năm, quý, tháng).

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100}\right)$$

Trong đó:

N: số chi tiết sản xuất trong 1 năm.

N<sub>1</sub>: số sản phẩm (số máy) sản xuất trong một năm.

m: số chi tiết trong một sản phẩm

$\alpha$  : số chi tiết phế phẩm ( $\alpha = 3 - 6\%$ )

$\beta$  : số chi tiết dự trữ ( $\beta = 5 - 7\%$ )

Ví dụ:  $N_1 = 25000$  sản phẩm/ năm,  $m = 10$  chi tiết,  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 6\%$

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\alpha + \beta}{100}\right) = 25000 \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{5\% + 6\%}{100}\right) = 250.275 \text{ chi tiết}$$

→  $N = 250.275$  chi tiết. Với khối lượng mỗi chi tiết  $m = 3$  kg (dạng sản xuất hàng khối)

Bảng 1.1. Xác định dạng sản xuất

| DẠNG SẢN XUẤT | KHỐI LƯỢNG CHI TIẾT                |            |              |
|---------------|------------------------------------|------------|--------------|
|               | > 200 kg                           | 4 ÷ 200 kg | < 4 kg       |
|               | SẢN LƯỢNG HÀNG NĂM 1 LOẠT CHI TIẾT |            |              |
| Đơn chiếc     | < 5                                | < 10       | < 100        |
| Loạt nhỏ      | 5 – 100                            | 10 – 200   | 100 – 500    |
| Loạt vừa      | 101 – 300                          | 201 – 500  | 501 – 5000   |
| Loạt lớn      | 301 – 1000                         | 501 – 5000 | 5001 – 50000 |
| Hàng khối     | > 1000                             | > 5000     | > 50000      |

**Lưu ý:** để tính khối lượng chi tiết ta dùng công thức

$$Q = V \cdot \gamma$$

Q: khối lượng chi tiết (kg)  
V: thể tích chi tiết (dm<sup>3</sup>)  
 $\gamma$ : khối lượng riêng vật liệu (kg/dm<sup>3</sup>)

Khối lượng riêng  $\gamma$ : (kg/dm<sup>3</sup>)

- Thép:  $\gamma = 7,852$  (kg/dm<sup>3</sup>)
- Gang dẻo:  $\gamma = 7,2$  (kg/dm<sup>3</sup>)
- Gang xám:  $\gamma = 7$  (kg/dm<sup>3</sup>)
- Nhôm:  $\gamma = 2,7$  (kg/dm<sup>3</sup>)
- Đồng:  $\gamma = 8,72$  (kg/dm<sup>3</sup>)

## 1.5. CÁC HÌNH THỨC TỔ CHỨC SẢN XUẤT TRONG NGÀNH CƠ KHÍ

Trong ngành cơ khí thường có các hình thức tổ chức sau đây:

### 1.5.1. Tổ chức sản xuất theo dây chuyền

- Mỗi nguyên công hoàn thành tại một địa điểm nhất định nhưng có quan hệ với nhau về mặt thời gian và không gian [tuần thủ nhịp gia công T (phút) và bước vận chuyển L (mét)]

- Số lượng nguyên công phải được tính toán thông qua nhịp sản xuất và độ tin cậy của từng nguyên công
- Bố trí thiết bị theo quy trình công nghệ

### **1.5.2. Tổ chức sản xuất không theo dây chuyền**

- Mỗi nguyên công được thực hiện một cách độc lập, không liên quan về không gian và thời gian với các nguyên công khác
- Hiệu quả kinh tế ở phương pháp này thấp
- Bố trí thiết bị thường theo nhóm máy: Tiện, phay, bào, mài ...
- Phương pháp này phù hợp với sản xuất nhỏ, sửa chữa, chế tạo phụ tùng thay thế v.v...

## **1.6. QUAN HỆ GIỮA ĐƯỜNG LỐI – BIỆN PHÁP CÔNG NGHỆ VÀ QUY MÔ SẢN XUẤT TRONG VIỆC CHUẨN BỊ SẢN XUẤT**

Số lượng các nguyên công của một quá trình công nghệ phụ thuộc vào phương pháp thiết kế các nguyên công. Trong thực tế người ta thường áp dụng hai phương pháp thiết kế các nguyên công tùy theo trình độ phát triển sản xuất của ngành chế tạo máy, đó là phương pháp tập trung nguyên công và phân tán nguyên công. Ví dụ: sản xuất đồng hồ, các khí cụ đo lường, ô tô, máy kéo, máy khâu...

### ***Tập trung nguyên công***

*Bố trí nhiều bước* công nghệ trong phạm vi một nguyên công (số lượng nguyên công của quá trình công nghệ sẽ ít đi).

### ***Phân tán nguyên công***

*Bố trí ít bước* công nghệ trong phạm vi một nguyên công (số nguyên công của quá trình công nghệ sẽ nhiều lên)

Hiện nay trong lĩnh vực chế tạo máy, người ta có xu hướng vận dụng phương pháp tập trung nguyên công trên cơ sở tự động hóa sản xuất nhằm tăng năng suất lao động, rút ngắn chu kỳ sản xuất, giảm chi phí điều hành và lập kế hoạch sản xuất. Còn phương pháp phân tán nguyên công chỉ áp dụng ở quy mô sản xuất lớn nếu trình độ sản xuất kém (xét về mặt kỹ thuật sản xuất).

Ở các nước công nghiệp phát triển, người ta áp dụng phương pháp tập trung nguyên ở cả quy mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ theo hướng công nghệ linh hoạt và tự động hoá trên cơ sở ghép nhóm đối tượng sản xuất theo mức độ giống nhau về kết cấu và công nghệ.

Việc chuẩn bị công nghệ có vai trò quan trọng trong quá trình chuẩn bị kỹ thuật sản xuất

### ***Mục đích của chuẩn bị công nghệ chế tạo máy***

- + Đảm bảo quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí ổn định, đều đặn ứng với từng quy mô và điều kiện sản xuất nhất định.
- + Đảm bảo được các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật đã được xác định.
- + Đảm bảo kế hoạch sản xuất.

### ***Nhiệm vụ của giai đoạn chuẩn bị công nghệ***

- + Thiết kế, thử nghiệm quá trình công nghệ chế tạo sản phẩm.
- + Giám sát và điều hành quá trình ấy trong thực tế sản xuất để đạt hiệu quả tốt.

Như vậy quan hệ giữa chuẩn bị công nghệ và quá trình công nghệ trong thực tế sản xuất có tính chất tương hỗ, hoàn thiện lẫn nhau. Giai đoạn chuẩn bị công nghệ nhằm thiết kế, thử nghiệm quá trình công nghệ để áp dụng vào sản xuất; quá trình công nghệ trong thực tế khi triển khai sẽ thể hiện rõ những sai sót mà trong giai đoạn thiết kế, thử nghiệm quá trình công nghệ chưa phát hiện được tạo điều kiện sửa chữa sai sót và đạt hiệu quả sản xuất sau này.

Ứng với mỗi thành phần của quá trình công nghệ (nguyên công, gá, bước, động tác, v.v..) cần phải xác định yêu cầu cụ thể về chất lượng, sản lượng, thời gian và chi phí thực hiện nhằm đảm bảo tính chất chặt chẽ của quá trình công nghệ tùy theo quy mô sản xuất.

Ở quy mô nhỏ (sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ) thường chỉ cần lập hồ sơ công nghệ dưới dạng phiếu tiến trình công nghệ, trong đó định thứ tự các nguyên công, hướng dẫn sơ bộ thực hiện từng nguyên công quan trọng.

Ở quy mô sản xuất lớn (sản xuất hàng loạt lớn, hàng khối) phải lập hồ sơ công nghệ tỉ mỉ, chính xác, phải chia quá trình công nghệ tới mức phân cấp nhỏ nhất của nó là động tác. Ở đây hồ sơ công nghệ cần phải lập và chuyển giao cho bộ phận sản xuất là phiếu tiến trình công nghệ; phiếu nguyên công; sơ đồ nguyên công với nội dung cụ thể về trang thiết bị, dụng cụ, thông số công nghệ, định mức vật tư định mức thời gian và bậc thợ.

Hiện tại trình độ chuẩn bị công nghệ trong ngành chế tạo máy ở nước ta còn rất thấp, chủ yếu là thủ công. Vì vậy mà hiệu quả của việc chuẩn bị công nghệ đối với thực tế sản xuất chưa cao, điều đó ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả sản xuất trong các nhà máy chế tạo máy.

Còn ở các nước có nền công nghiệp phát triển, người ta đang nâng cao dần trình độ chuẩn bị công nghệ trong ngành chế tạo máy theo hướng cơ khí hóa và tự động hóa bằng cách sử dụng các thiết bị văn phòng bán tự động và ở mức cao hơn là sử dụng máy vi tính cho việc chuẩn bị và điều hành sản xuất.

## **1.7. CÁC BỀ MẶT THƯỜNG GẶP TRONG CHI TIẾT MÁY – CÁC CHUYỂN ĐỘNG TẠO HÌNH BỀ MẶT**

Có 5 dạng bề mặt:

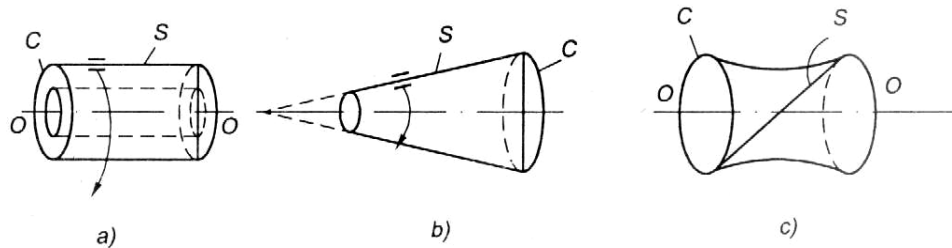
- Bề mặt phẳng
- Bề mặt tròn xoay
- Bề mặt xoắn vít
- Bề mặt răng
- Bề mặt định hình theo đường và định hình không gian ...

### **1.7.1. Dạng bề mặt tròn xoay**

Mặt tròn xoay có thể là mặt ngoài, mặt trong hoặc phối hợp.

Đặc trưng của mặt tròn xoay có đường chuẩn là tròn có trục chuẩn đối xứng hoặc tâm đối xứng.

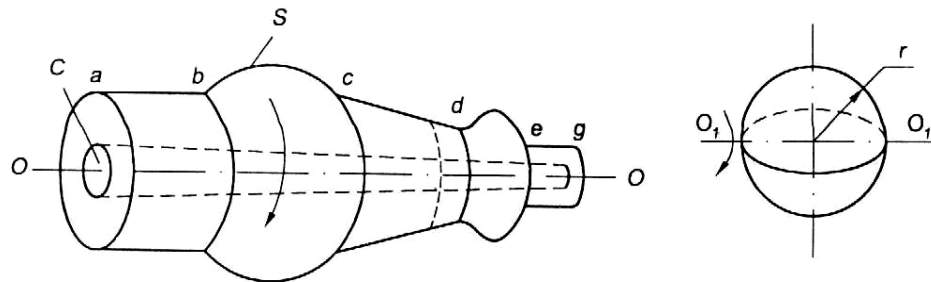
Tuỳ thuộc vào vị trí tương quan giữa trục chuẩn  $OO$  và đường sinh sẽ tạo ra được các bề mặt khác nhau.



Nếu đường sinh thẳng song song và quay quanh trục  $OO$  sẽ tạo ra được mặt trụ tròn xoay (hình a).

Nếu cắt  $OO$  sẽ tạo mặt côn tròn xoay (hình b). Nếu chéo nhau sẽ tạo ra mặt yên ngựa tròn xoay (hình c)

Trường hợp đường sinh có dạng bất kỳ (cong hoặc thẳng) sẽ tạo ra bề mặt định hình tròn xoay, hình dưới thể hiện chi tiết có dạng tròn xoay định hình mặt ngoài. Đường sinh mặt ngoài gồm các đoạn thẳng  $ab$ , đường cong  $bc$ , đoạn thẳng  $cd$ , đường cong  $de$ , đoạn thẳng  $eg$ , lỗ bên trong - mặt tròn xoay trong.



Với dạng hình cầu. Có tâm chuẩn là  $O$  hoặc trục chuẩn  $O_1O_1$ , đường sinh là nửa vòng tròn bán kính  $r$ . Gia công dạng bề mặt tròn xoay thường thực hiện trên máy tiện, máy khoan, máy mài tròn

### 1.7.2. Dạng mặt phẳng

Mặt phẳng ở đây ta quy ước có đường chuẩn là thẳng.

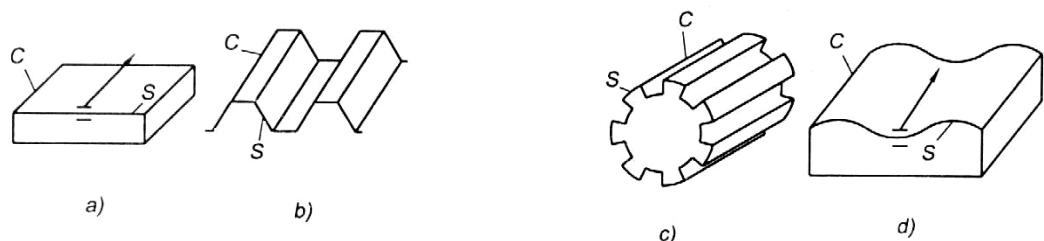
Đường sinh có thể là bất kỳ

Đường sinh thường tạo ra mặt phẳng (theo nghĩa phẳng) (hình a)

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

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

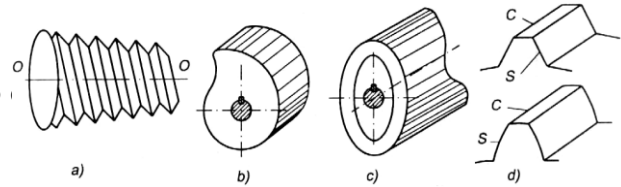
Các dạng bề mặt này thường thực hiện trên máy phay, bào, doa, chuốt, mài phẳng ...



### 1.7.3. Các dạng bề mặt khác

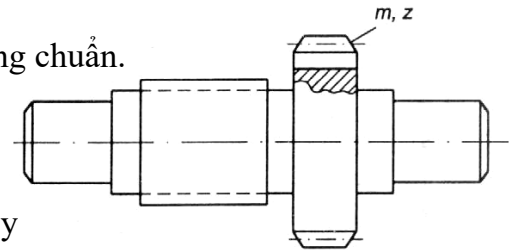
Các dạng bề mặt ở đây thường là mặt không gian phức tạp hơn như các cánh tuabin, xoắn vít không gian, mặt cam, bánh răng. Việc xác định đường chuẩn và đường sinh ở các dạng mặt này lại càng có tính tương đối.

Ví dụ: cam đĩa (b) đường chuẩn có thể coi là biên dạng cam nâng hạ theo hướng kính làm việc theo đường sinh là đường thẳng theo chiều dày cam.



Với cam thùng làm việc bằng mặt đầu: nâng hạ theo hướng trục có thể coi đường nâng hạ là chuẩn, đường sinh là đường thẳng quay quanh trục OO theo đường chuẩn. Một chi tiết có thể là tổng hợp các dạng bề mặt trên.

Ví dụ chi tiết bánh răng liên trục.



Ở đây ta sử dụng máy tiện, khoan tâm, chuốt hoặc phay then hoa, gia công bánh răng, nhiệt luyện, mài các cổ trục.

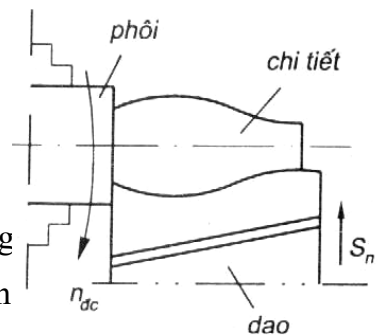
## 1.8. CÁC PHƯƠNG PHÁP TẠO HÌNH BỀ MẶT CHI TIẾT MÁY

### 1.8.1. Gia công bằng phương pháp định hình

- Bề mặt chi tiết do hình dạng của lưỡi cắt quyết định.
- Đường sinh của bề mặt chi tiết trùng với lưỡi cắt khi gia công.

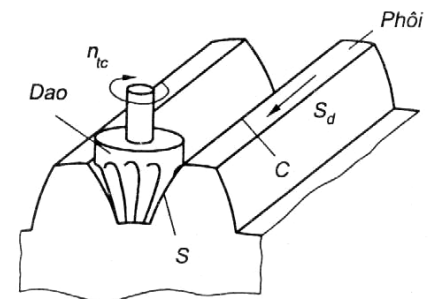
Ví dụ 1 Dùng dao tiện định hình: cần tạo chi tiết tròn xoay định hình.

Ta thực hiện trên máy tiện, mâm cặp mang phôi quay  $n_{tc}$  tạo đường chuẩn, dao thực hiện chạy ngang ( $S_n$ ) để gia công hết lượng dư cần lưỡi cắt tạo đường sinh mong muốn.



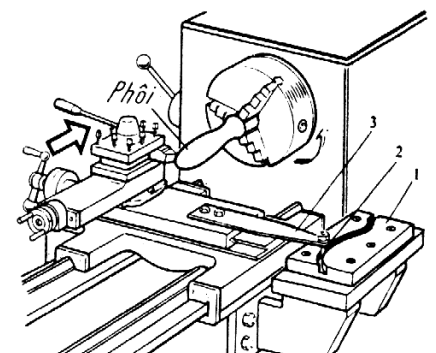
Phương pháp gia công này thường bị hạn chế bởi chiều dài đường sinh, nếu dài quá lực cắt lớn, cần công suất máy lớn.

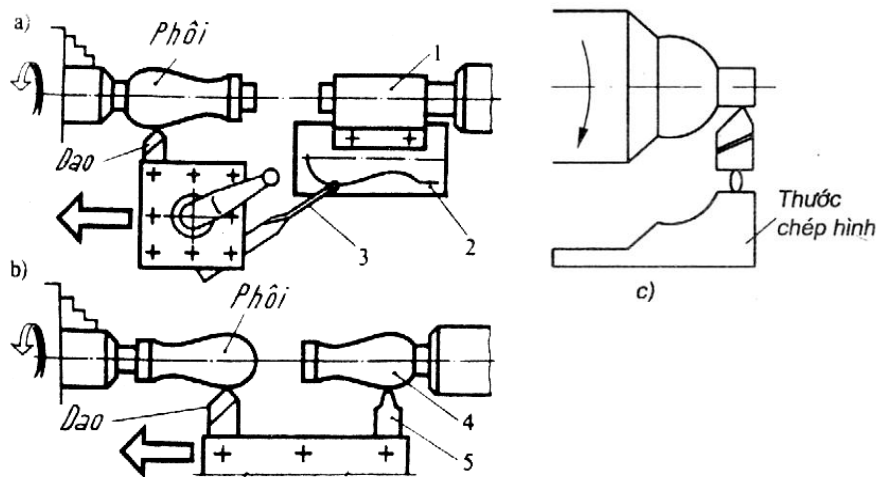
Ví dụ 2: Dùng dao phay định hình gia công một rãnh (dạng rãnh chẳng hạn) ta chọn dao phay ngón có dạng đường sinh S theo yêu cầu, dao phay chuyển động quay tròn  $n_{tc}$  để tạo tốc độ cắt, phôi tịnh tiến dọc ( $S_d$ ) để tạo đường chuẩn của rãnh.



### 1.8.2. Gia công bằng phương pháp chép hình

Profin dao không cần giống chi tiết cần tạo hình. Phương pháp này cần tạo các đường (chi tiết mẫu, cam ...) phải đồng dạng với hình dáng chi tiết cần tạo hình. Độ chính xác phụ thuộc vào các đường mẫu, phương pháp này cho năng suất và độ chính xác không cao.



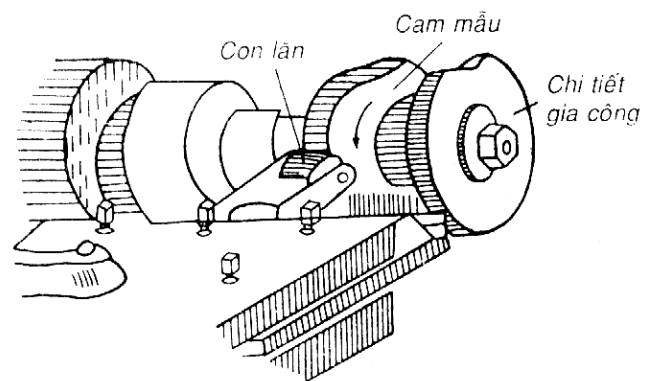


Gia công mặt định hình bằng phương pháp phối hợp hai chuyển động

a) Gia công theo vạch dấu,

b) Gia công theo đường.

1 – Cán gá đường. 2 – Tấm phẳng có vẽ đường bao định hình (dấu vạch theo đường) của chi tiết. 3 – Ngón dẫn hướng. 4 – Chi tiết mẫu (đường). 5 – Ngón dẫn hướng.



Sơ đồ gia công các bề mặt định hình bằng tiện.

Ví dụ: Tiện chép hình bằng phương pháp theo vết dùng thước chép hình.

Phôi quay tạo chuẩn tròn, dao tiện chạy tì vào thước chép hình, biên dạng của thước chép hình quyết định biên dạng của bề mặt gia công (c).

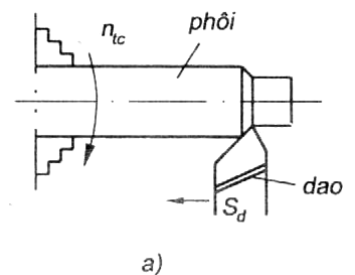
Chép hình có thể thực hiện bằng cơ khí, bằng thủy lực, bằng điện (các máy CNC gia công được nhiều biến dạng phức tạp khác nhau ta có thể gọi là chép hình điều khiển số).

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

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

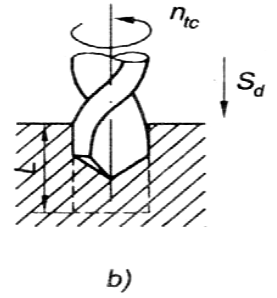
Gia công theo vết được sử dụng phổ biến trên các máy tiện, khoan, phay.

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



### Ví dụ 2

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

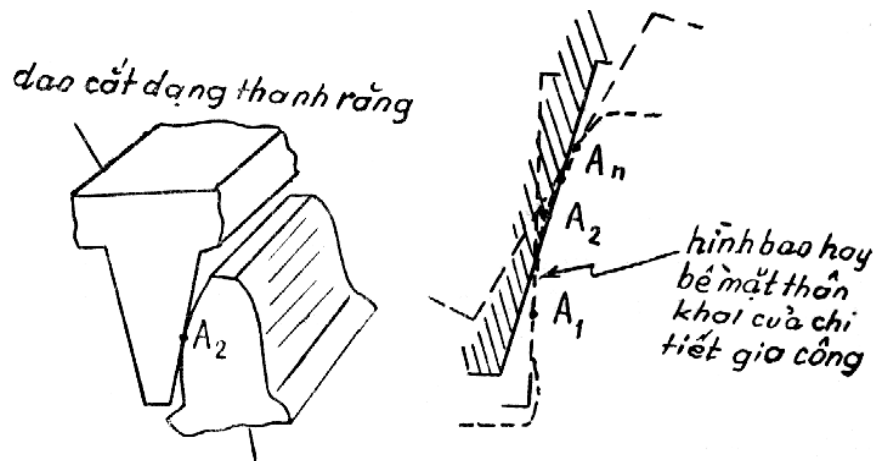


#### **1.8.4. Gia công bao hình**

Lưỡi dao chuyển động tạo ra nhiều bề mặt, đường, điểm hình học luôn luôn tiếp tuyến với bề mặt gia công. Quỹ tích của những điểm tiếp tuyến này chính là đường sinh của bề mặt gia công (hay còn gọi là hình bao của lưỡi cắt), bề mặt tạo hình không phụ thuộc vào hình dáng dao cắt.

Hình dạng bề mặt tạo hình không phụ thuộc vào dạng lưỡi cắt. Có thể tóm tắt là: bề mặt tạo hình là hình bao chuyển động của lưỡi cắt.

Ví dụ điển hình là gia công bánh răng bằng phương pháp bao hình.



#### **Câu hỏi ôn tập**

1. Trình bày các khái niệm quá trình sản xuất và quá trình công nghệ.
2. Quy trình công nghệ là gì. Thế nào là một quy trình công nghệ hợp lý.
3. Định nghĩa từng thành phần của quá trình công nghệ gia công cơ. Cho ví dụ minh họa.
4. Khi nào thì nên tập trung hoặc phân tán nguyên công.
5. Nêu các yếu tố đặc trưng của dạng sản xuất.
6. Có bao nhiêu dạng sản xuất. Đặc điểm của từng dạng.



## Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CẮT KIM LOẠI

*Mục tiêu: Sinh viên trình bày được cơ sở vật lý quá trình cắt kim loại.*

### 2.1. VẬT LIỆU CHẾ TẠO DỤNG CỤ CẮT

#### 2.1.1 Những yêu cầu đối với vật liệu làm dụng cụ cắt

##### **- Độ cứng**

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

##### **- Độ bền cơ học**

Dụng cụ cắt thường phải làm việc trong điều kiện rất khắc nghiệt: tải trọng lớn không ổn định, nhiệt độ cao, ma sát lớn, rung động ... dễ làm lưỡi cắt của dụng cụ sứt mẻ.

Do đó vật liệu làm phần cắt dụng cụ cần có độ bền cơ học (sức bền uốn, kéo, nén, va đập...) càng cao càng tốt.

##### **- Tính chịu nóng**

Ở vùng cắt nơi tiếp xúc giữa dụng cụ và chi tiết gia công, do kim loại bị biến dạng, ma sát ... nên nhiệt độ rất cao  $700^{\circ} - 800^{\circ}\text{C}$ , có khi đạt đến hàng ngàn độ.

Ở nhiệt độ này, vật liệu làm dụng cụ cắt có thể bị thay đổi cấu trúc do chuyển biến pha làm cho các tính năng cắt giảm xuống.

Vì vậy vật liệu phần cắt dụng cụ cần có tính chịu nóng cao nghĩa là vẫn giữ được tính cắt ở nhiệt độ cao trong một thời gian dài.

##### **- Tính chịu mài mòn**

Làm việc trong điều kiện nhiệt độ cao, ma sát lớn thì sự mòn dao là điều thường xảy ra.

Thông thường vật liệu càng cứng thì tính chống mòn càng cao.

Tuy nhiên ở điều kiện nhiệt độ cao khi cắt ( $700^{\circ} - 800^{\circ}\text{C}$ ) thì hiện tượng mòn cơ học không còn là chủ yếu nữa, mà ở đây sự mài mòn chủ yếu do hiện tượng chảy dính (bám dính giữa vật liệu gia công và vật liệu làm dụng cụ cắt) là cơ bản.

Ngoài ra do việc giảm độ cứng ở phần cắt do nhiệt độ cao khiến cho lúc này hiện tượng mòn xảy ra càng khốc liệt. Vì vậy vật liệu làm phần cắt dụng cụ phải có tính chịu mòn cao.

##### **- Tính công nghệ**

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

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

#### 2.1.2. Các loại vật liệu chế tạo dụng cụ cắt

##### **+ Thép cacbon dụng cụ**

- Để đảm bảo cho thép cacbon dụng cụ có đủ độ cứng và tính chịu mòn cao, lượng cacbon trong thép không được thấp dưới 0,7%

- Thép cacbon dụng cụ có độ cứng cao sau khi nhiệt luyện (60 – 62 HRC) và độ cứng thấp ở trạng thái ủ (107 – 217 HB), do đó chúng có tính cắt gọt và chịu áp lực rất tốt.

- Độ thấm tôi thấp, phải tôi trong nước khiến dụng cụ sau khi tôi dễ bị nứt vỡ, hư hỏng vì thế không dùng để làm những dụng cụ có kích thước lớn.

Tuy nhiên một số trường hợp độ thấm tôi thấp lại là ưu điểm vì lõi không được tôi nên có độ dẻo nhất định. Làm những dụng cụ như đục, giũa ...

- Tính chịu nóng thấp, làm cho độ cứng của dụng cụ giảm nhanh.

- Nhược điểm của thép cacbon dụng cụ là tuổi bền nhiệt thấp ( $200^0 - 250^0\text{C}$ )

Thép cacbon dụng cụ được dùng để chế tạo dụng cụ làm việc với tốc độ cắt nhỏ ( $v = 10 - 12\text{m/phút}$ ).

Thép cacbon dụng cụ được chia ra hai loại:

+ Thép cacbon chất lượng thường.

+ Thép cacbon chất lượng cao.

Tăng lượng cacbon trong thép làm độ cứng tăng nhưng đồng thời cũng làm tăng độ giòn của vật liệu.

Thép cacbon dụng cụ có độ cứng cao sau khi nhiệt luyện và có độ cứng thấp sau khi ủ, nhờ đó mà thép cacbon dụng cụ có tính cắt gọt tốt.

#### **+ Thép hợp kim dụng cụ**

Là thép có lượng cacbon cao và hàm lượng một số nguyên tố hợp kim trong khoảng 0,05 – 0,3%.

Các nguyên tố hợp kim trong thép có 2 tác dụng:

- Làm tăng tính thấm tôi của thép, cải thiện tính dễ tôi cứng.

- Làm tăng tính chịu nóng.

Thép hợp kim so với thép cacbon có ưu điểm hơn về độ dai và ít biến dạng khi nhiệt luyện.

Tính chất cắt gọt của thép hợp kim (thép hợp kim dụng cụ) và của thép cacbon (thép cacbon dụng cụ) gần giống nhau, bởi vì chúng có tuổi bền nhiệt thấp ( $200^0 - 250^0\text{C}$ ).

Thép hợp kim được dùng rộng rãi để chế tạo dụng cụ cắt và các trang bị công nghệ (đồ gá và dụng cụ phụ).

#### **+ Thép gió**

Thép gió là loại vật liệu làm dao có tính cắt tốt nhất và được sử dụng rộng rãi.

Thép gió có thể cắt với tốc độ gấp 2 – 4 lần, tuổi bền 8 – 15 lần cao hơn thép cacbon và thép hợp kim dụng cụ.

Thép gió là loại thép chứa trong thành phần ngoài cacbon ra còn có các nguyên tố hợp kim như vonfram, crôm, vanadi, molybden có khả năng tạo thành cacbit bền vững sau nhiệt luyện.

Ngoài các nguyên tố cacbit ra, trong thành phần của một số mác thép gió còn có côban.

Các loại thép gió sau khi tôi cải thiện có độ cứng, độ bền, độ chống mòn và tuổi bền nhiệt cao, giữ được tính cắt gọt ở nhiệt độ  $560^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$ .

Ưu điểm chủ yếu của thép gió là có khả năng cắt với tốc độ cao khi gia công các loại thép có độ bền và độ cứng cao.

Có thể phân thép gió thành 2 nhóm: nhóm có năng suất thường và nhóm có năng suất cao.

Chất lượng thép gió phụ thuộc vào rất nhiều vào chế độ nhiệt luyện.

### + Hợp kim cứng

Hợp kim cứng được chế tạo cách ép và thiêu kết.

Trong các loại vật liệu làm dao thường dùng hợp kim cứng là loại vật liệu có nhiệt độ làm việc cao hơn cả.

Thành phần của hợp kim cứng bao gồm: cacbit của kim loại dễ nóng chảy và kim loại thấm cacbon (côban).

Để chế tạo hợp kim cứng người ta dùng cacbit vonfram, titan và tantan.

Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO phân loại hợp kim cứng theo dạng phoi, điều kiện gia công và vật liệu gia công. Theo ISO, tất cả các loại hợp kim cứng được chia ra ba nhóm: P, K và M.

- Nhóm hợp kim cứng P được dùng để gia công kim loại với sự hình thành phoi dây băng (khi gia công thép đúc, gang dẻo).

- Nhóm hợp kim cứng K được dùng để gia công kim loại với sự hình thành phoi vụn, phoi xếp lớp (khi gia công gang xám, kim loại màu).

- Nhóm hợp kim cứng M được dùng để gia công vật liệu khó gia công, thép chịu nhiệt và thép không gỉ, gang có độ cứng cao.

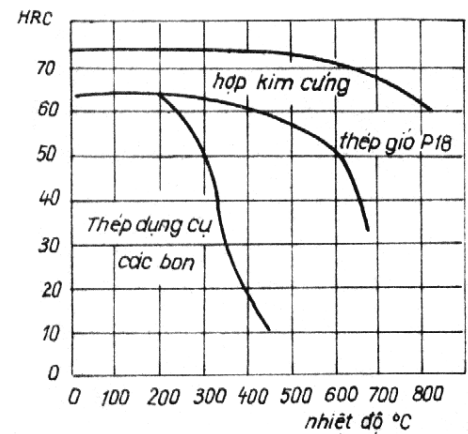
### + Hợp kim gốm

Ưu điểm của hợp kim gốm là có thể giữ được độ cứng ở nhiệt độ cao trong vùng cắt.

Ví dụ ở nhiệt độ  $1000^{\circ}\text{C}$  độ cứng của hợp kim gốm là 61 HRC, còn độ cứng của hợp kim cứng là 28 HRC.

Gia công bằng dao hợp kim gốm cho phép giảm độ nhám bề mặt so với trường hợp gia công thép bằng dao hợp kim cứng, bởi vì khi gia công bằng dao hợp kim gốm không có khả năng hình thành lẹo dao.

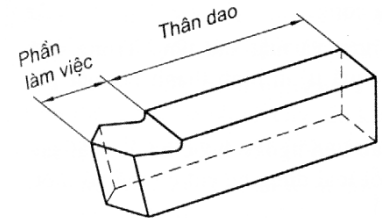
Như vậy, có thể ứng dụng hợp kim gốm để nâng cao năng suất lao động và hiệu quả kinh tế, đặc biệt khi gia công tinh thép, gang, kim loại màu và hợp kim chịu lửa.



## 2.2 CƠ SỞ VẬT LÝ QUÁ TRÌNH CẮT KIM LOẠI

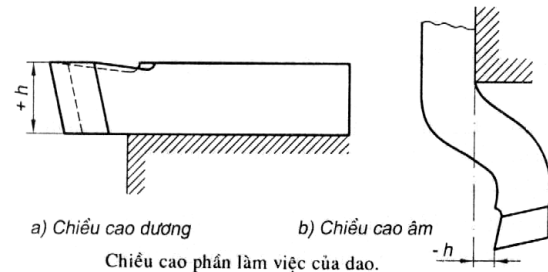
### 2.2.1. Khái niệm cơ bản về dụng cụ cắt

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



Dụng cụ cắt gồm hai phần:

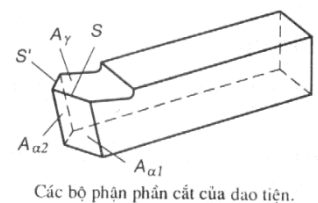
- Phần làm việc
- Thân dao



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

Người ta gọi đó là vật liệu làm dụng cụ cắt hay chính xác hơn là vật liệu làm phần cắt của dụng cụ.

- *Chiều dài phần làm việc*: được tính từ mũi dao đến giao tuyến giữa mặt trước và thân dao
- *Chiều cao phần làm việc  $h$* : là khoảng cách từ mũi dao đến mặt tỳ của thân dao.
- *Chiều cao phần làm việc* có thể dương hoặc âm.



Các bộ phận phần cắt của dao tiện.

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

Mặt trước  $A_\gamma$ : bề mặt dụng cụ theo đó phoi thoát ra khi cắt.

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

Mặt sau phụ  $A_{\alpha 2}$ : bề mặt của dụng cụ đối diện với bề mặt đã gia công của chi tiết

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

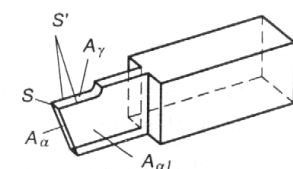
Nếu các mặt nói trên là những mặt phẳng thì giao tuyến giữa chúng là đường thẳng, do đó lưỡi cắt là thẳng.

Khi một trong các mặt nói trên là mặt cong thì lưỡi cắt sẽ có:

Người ta phân biệt:

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

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



Các bộ phận phần cắt của dao tiện cắt đứt.

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

### 2.2.2 Các mặt tọa độ để nghiên cứu dụng cụ cắt

Các mặt tọa độ của dụng cụ cắt nghiên cứu ở *trạng thái tĩnh*:

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

#### **Mặt phẳng đáy $P_r$ (tại một điểm của lưỡi cắt)**

Là mặt phẳng đi qua điểm khảo sát của lưỡi cắt và chứa trục dụng cụ đối với dụng cụ quay tròn khi làm việc như mũi khoan, dao phay hoặc song song với mặt dùng để gá đặt (định vị) dụng cụ trên bàn dao (dao tiện, dao bào ...).

Mặt đáy luôn luôn thẳng góc với phương của tốc độ cắt giả định.

#### **Mặt phẳng cắt $P_s$ (tại 1 điểm của lưỡi cắt)**

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

#### **Mặt phẳng làm việc quy ước (tiết diện ngang) $P_x$ (tại một điểm của lưỡi cắt)**

Là mặt phẳng thẳng góc với mặt đáy  $P_r$  tại điểm khảo sát M của lưỡi cắt và song song với phương chạy dao giả định của dụng cụ.

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

#### **Mặt phẳng dọc trục thân dao (tiết diện dọc) $P_y$ (tại một điểm của lưỡi cắt):**

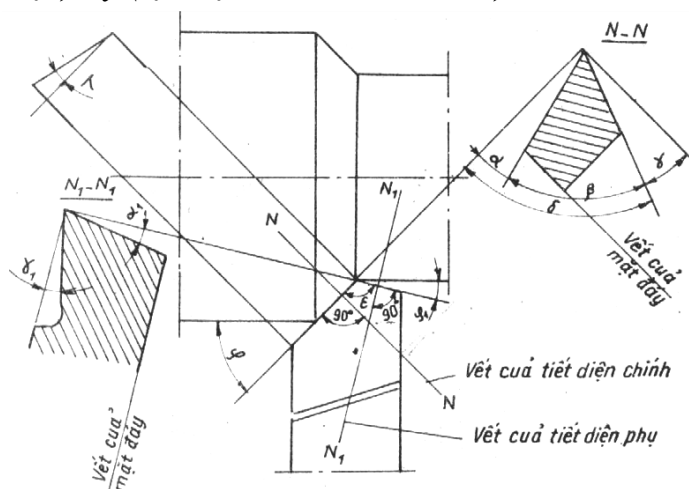
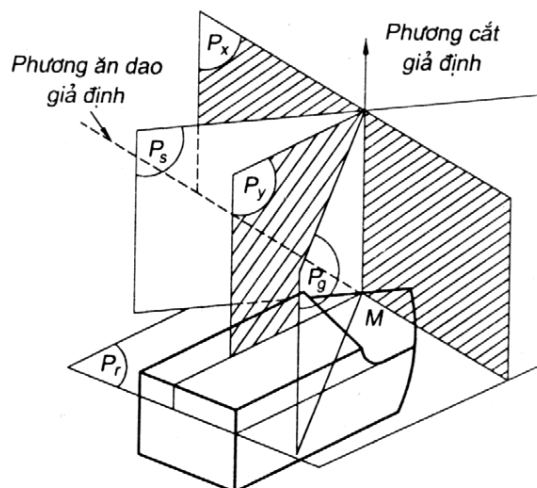
Là mặt phẳng đồng thời thẳng góc với mặt đáy  $P_r$  và mặt phẳng làm việc quy ước  $P_x$  tại điểm khảo sát.

#### **Tiết diện chính $NN$**

Là mặt phẳng đi qua 1 điểm của lưỡi cắt chính và thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt chính trên mặt đáy.

#### **Tiết diện phụ $NN_1$**

Là mặt phẳng đi qua 1 điểm của lưỡi cắt phụ và thẳng góc với hình chiếu của lưỡi cắt phụ trên mặt đáy.



### 2.2.3. Thông số hình học phần cắt của dụng cụ cắt

Tất cả các loại dụng cụ cắt đều có mặt cắt chính và mặt cắt phụ

**Tiết diện chính N-N** là mặt phẳng vuông góc với hình chiếu của **lưỡi cắt chính** trên mặt phẳng đáy.

**Tiết diện phụ  $N_1-N_1$**  là mặt phẳng vuông góc với hình chiếu của **lưỡi cắt phụ** trên mặt phẳng đáy.

Các góc được đo trong tiết diện chính gọi là các góc chính.

Các góc được đo trong tiết diện phụ được gọi là các góc phụ.

Các góc này được định nghĩa như sau:

**Góc sau chính  $\alpha$** : là góc giữa mặt cắt và mặt sau chính đo trong tiết diện chính.

Cần có góc sau để giảm ma sát giữa mặt sau của dao và mặt của chi tiết gia công.

Góc sau thường lấy trong khoảng  $2^\circ - 12^\circ$

**Góc trước  $\gamma$** : là góc giữa mặt trước và mặt đáy đo trong tiết diện chính.

Góc này cần có để giảm lực cắt, đồng thời giảm ma sát giữa phoi và mặt trước của dao.

Khi gia công kim loại dẻo, góc  $\gamma$  thường lấy trong khoảng  $10 - 20^\circ$  hoặc lớn hơn.

Khi gia công thép, đặc biệt khi dao làm bằng hợp kim cứng, góc  $\gamma$  lấy bằng 0 hoặc trị số âm.

Còn khi gia công bằng các dao định hình (dao tiện định hình, dao phay định hình, dao phay ren, dụng cụ cắt răng . . .) góc trước  $\gamma$  phải bằng 0 hoặc rất nhỏ ( $2 - 4^\circ$ ).

**Góc sắc  $\beta$** : là góc giữa mặt trước và mặt sau chính của dao đo trong tiết diện chính. Độ bền phần làm việc của dao phụ thuộc vào góc này.

**Góc cắt  $\delta$** : là góc giữa mặt trước của dao và mặt cắt đo trong tiết diện chính.

**Các góc phụ của dao  $\alpha_1, \gamma_1$**  đo trong mặt cắt phụ và cũng được xác định tương tự như các góc chính của dao.

**Góc nghiêng chính  $\varphi$** : là góc giữa hình chiếu của **lưỡi cắt chính** trên mặt đáy và chiều chạy dao.

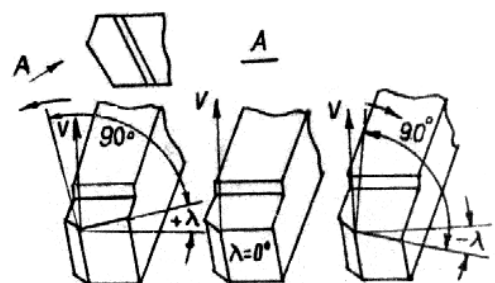
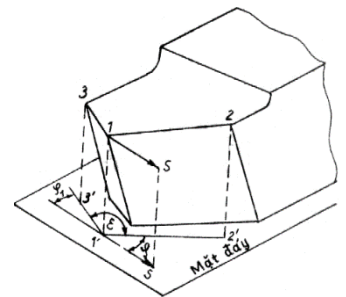
**Góc nghiêng phụ  $\varphi_1$** : là góc giữa hình chiếu của **lưỡi cắt phụ** trên mặt đáy và chiều ngược với phương chạy dao.

**Góc đỉnh dao  $\epsilon$** : là góc giữa các hình chiếu của lưỡi cắt chính và phụ trên mặt phẳng đáy.

Giữa các góc  $\alpha, \gamma, \delta$  và có mối quan hệ sau:

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

$$\alpha + \gamma = 90^\circ \quad \text{Nếu góc } \gamma \text{ dương; Còn nếu góc } \gamma \text{ âm ta có: } \delta - \gamma = 90^\circ$$



**Góc nghiêng của lưỡi cắt chính**

**Góc nghiêng của lưỡi cắt chính  $\lambda$ :** là góc giữa lưỡi cắt chính và đường thẳng đi qua đỉnh dao song song với mặt phẳng đáy hoặc góc gồm lưỡi cắt chính và pháp tuyến của vectơ tốc độ cắt (đo trong mặt phẳng cắt).

Góc  $\lambda$  được đo trong mặt phẳng đi qua lưỡi cắt chính vuông góc với mặt phẳng đáy có nghĩa là, trong mặt cắt 3 và có thể bằng 0, âm hoặc dương.

Góc  $\lambda$  xác định hướng thoát phoi.

+ Khi  $\lambda = 0$  phoi thoát theo hướng vuông góc với lưỡi cắt chính.

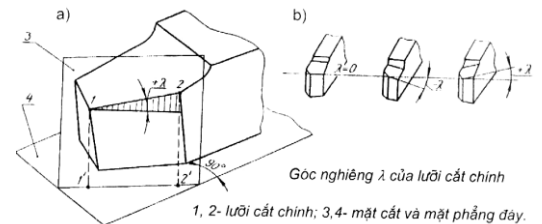
+ Khi  $\lambda > 0$  phoi thoát theo hướng bề mặt đã gia công.

+ Khi  $\lambda < 0$  phoi thoát theo hướng bề mặt đang gia công

+ Nếu lưỡi cắt chính song song với mặt phẳng đáy thì góc  $\lambda = 0$ .

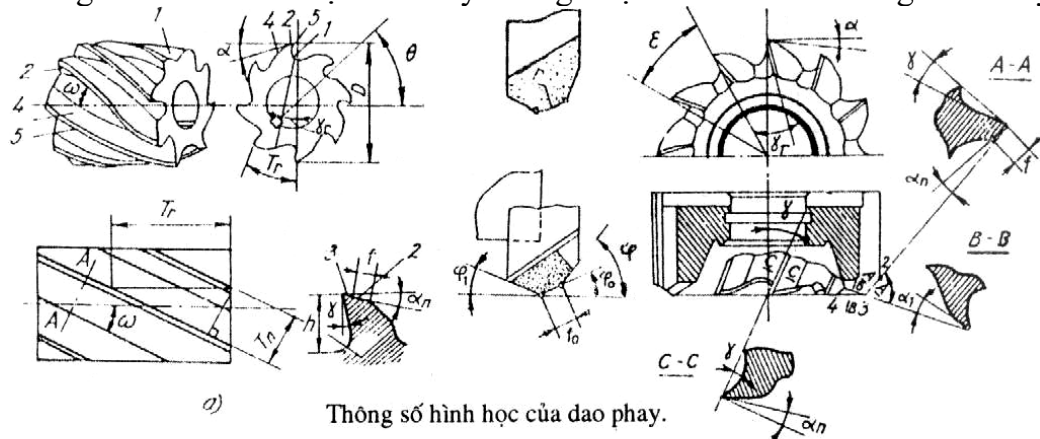
+ Nếu đỉnh dao là điểm cao nhất của lưỡi cắt chính thì góc  $\lambda < 0$ .

Còn nếu đỉnh dao là điểm thấp nhất của lưỡi cắt chính thì góc  $\lambda > 0$



Tất cả các góc trên đây của dao được xác định trong những điều kiện sau đây:

- Đỉnh dao được gá trên tâm quay của chi tiết gia công.
- Tâm hình học của thân dao được gá vuông góc với tâm quay của chi tiết gia công. Nếu hai điều kiện trên đây không được thỏa mãn thì các góc sẽ thay đổi.



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

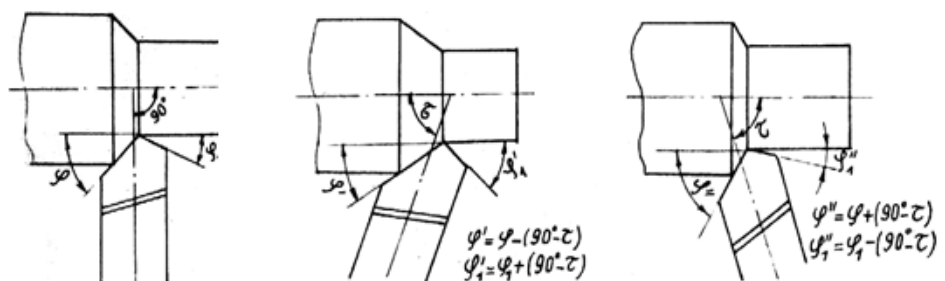
## 2.2.4. Ảnh hưởng của gá dao và chuyển động chạy dao đến góc độ dao

Trong quá trình cắt, góc độ của dao có thể thay đổi do những nguyên nhân sau đây:

+ Do trục thân dao khi gá không thẳng góc với đường tâm máy.

+ Do mũi dao gá không ngang tâm của máy.

+ Do trong quá trình cắt có các chuyển động phụ.



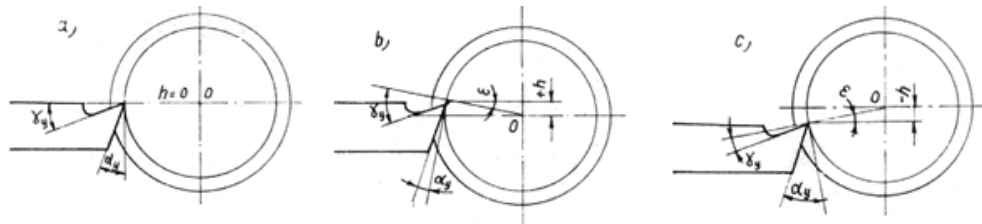
Hình trên cho thấy:

Dao sau khi mài sắc có các góc nghiêng chính  $\varphi$  và góc nghiêng phụ  $\varphi_1$

Nếu trục dao được gá tạo với trục quay của chi tiết 1 góc  $\tau < 90^\circ$  thì các góc  $\varphi$  và  $\varphi_1$  sẽ biến đổi 1 góc có trị số bằng  $(90^\circ - \tau)$

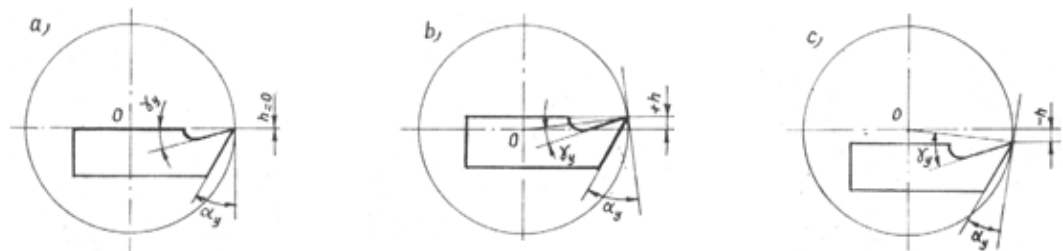
### **Khi tiện ngoài**

Khi tiện ngoài, nếu mũi dao gá cao hơn đường tâm của máy (b) thì góc trước  $\gamma$  sẽ tăng lên, còn góc sau  $\alpha$  sẽ giảm xuống và ngược lại



### **Khi tiện trong**

Khi tiện trong, nếu mũi dao gá cao hoặc thấp hơn tâm của máy thì sự biến đổi các góc của dao sẽ ngược lại với trường hợp tiện ngoài.



Trong cả 2 trường hợp trên, các góc của dao sẽ biến đổi một góc bằng  $\omega$  tính theo công thức:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{h}{\sqrt{R^2 - h^2}}$$

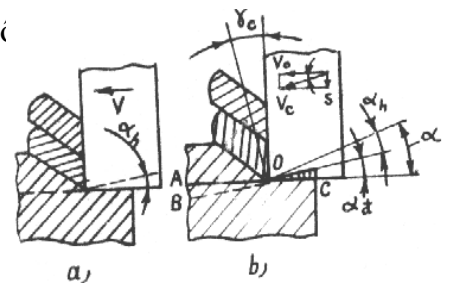
Với:

$h$  – độ cao (hay thấp) của mũi dao so với tâm máy (mm)

$R$  – bán kính của chi tiết gia công (mm)

Quá trình cắt thực hiện được là do có các chuyển động tương đối giữa dụng cụ cắt và chi tiết.

Tập hợp những chuyển động mà các cơ cấu máy chuyển cho dao và chi tiết trong quá trình cắt được gọi là sơ đồ cắt động học





Giả sử cắt được tiến hành theo sơ đồ cắt động học cho trên hình 1-28a.

Ở đây chỉ có một chuyển động thẳng đều của dao còn chi tiết đứng yên. Dao là một khối lăng trụ với góc  $\gamma = \alpha = 0^\circ$

Mặt cắt trong quá trình cắt trùng với mặt cắt ở trạng thái tĩnh nên góc sau  $\alpha$  trong quá trình cắt bằng 0. Do đó mặt sau của dao và chi tiết có ma sát. Để giảm ma sát cần tạo khoảng hở giữa mặt sau của dao và mặt cắt.

Giả sử cắt được tiến hành theo sơ đồ cắt động học cho trên hình 1-28b.

Chi tiết đứng yên, dao đồng thời tham gia 2 chuyển động thẳng đều. Một trong 2 chuyển động đó là chuyển động cắt chính với tốc độ  $v_0$ , chuyển động kia là chuyển động chạy dao với tốc độ  $s$ . Dụng cụ cắt vẫn như trước.

Lúc này quỹ đạo của quỹ đạo tương đối là đường thẳng nghiêng OB song song với phương của tốc độ cắt, vết của mặt cắt ở trạng thái tĩnh là đường OA.

Muốn cắt được góc sau phải có giá trị tối thiểu bằng  $\alpha_d$

Trị số  $\alpha_d$  tính theo công thức:  $\alpha_d = s / v_0$

Ta thấy rằng  $\gamma_c$  đúng bằng  $\alpha_d$

Để không có ma sát giữa mặt sau của dao và chi tiết gia công, góc sau của dao phải mài với góc lớn hơn ( $\alpha = \alpha_d + \alpha_h$ )

Góc sau âm hoặc không đủ lớn sẽ làm cho dụng cụ nhanh mòn, chất lượng bề mặt gia công xấu...

### 2.2.5. Các yếu tố chế độ cắt và lớp cắt kim loại

#### - *Tốc độ cắt, lượng chạy dao và chiều sâu cắt*

Tốc độ vòng tương đối của phôi so với lưỡi cắt của dụng cụ được gọi là tốc độ cắt.

Tốc độ cắt (m/phút) được tính theo công thức:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (\text{m/Phút})$$

Ở đây:

D - đường kính bề mặt gia công (mm)

n - số vòng quay của phôi trong một phút (vòng/phút)

Lượng dịch chuyển của lưỡi cắt tương đối so với phôi trong một khoảng thời gian xác định được gọi là lượng chạy dao.

Khi gia công trên máy tiện thường chọn lượng chạy dao trong một vòng quay của phôi S (mm/vòng). Đôi khi lượng chạy dao được tính cho một phút  $S_p$ (mm/phút).

Lượng chạy dao vòng  $S_v$  và lượng chạy dao phút  $S_p$  có quan hệ sau đây:

$$S_v = \frac{S_p}{n}$$

Chiều sâu cắt t được gọi là khoảng cách giữa bề mặt đang gia công và bề mặt đã gia công. được đo theo phương vuông góc với bề mặt đã gia công

Chiều sâu cắt  $t$  luôn luôn vuông góc với phương chạy dao

Chiều sâu cắt  $t$  được tính bằng mm.

Như vậy, khi tiện chạy dao dọc (chạy dao song song với tâm của phôi) chiều sâu cắt là nửa hiệu của đường kính phôi  $D$  và đường kính bề mặt đã gia công  $D_0$ :

$$t = \frac{D - D_0}{2}$$

Khi tiện trong thì chiều sâu cắt  $t$  bằng nửa hiệu của đường kính lỗ sau khi gia công  $D_0$  và đường kính lỗ trước khi gia công:

$$t = \frac{D_0 - D}{2}$$

Khi tiện mặt đầu chiều sâu cắt  $t$  bằng bề rộng của lớp cắt.

### - Chiều dày, bề rộng và tiết diện lớp cắt

Các đại lượng  $a$  và  $b$  không phải là chiều dày và bề rộng của lớp phoi được cắt mà là kích thước của lớp cắt trước khi tạo thành phoi.

Kích thước của phoi có nghĩa là của lớp kim loại được cắt sẽ khác, đặc biệt là chiều dày của nó.

Điều này được giải thích rằng, lớp cắt bị biến dạng dẻo, do đó chiều dài của phoi bị ngắn lại so với lớp kim loại được bóc ra nhưng chiều dày của nó theo tiết diện ngang lại tăng lên.

Chiều dày lớp cắt  $a$  được đo theo phương vuông góc với lưỡi cắt chính.

Chiều rộng cắt  $b$  là khoảng cách giữa bề mặt và bề mặt chưa gia công dọc theo lưỡi cắt

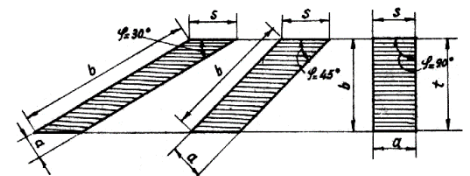
Các thông số  $a$  và  $b$  được tính theo mm

Giữa chiều dày lớp cắt  $a$  và lượng chạy dao  $s$  cũng như giữa chiều sâu cắt  $t$  và bề rộng cắt  $b$  tồn tại một quan hệ xác định.

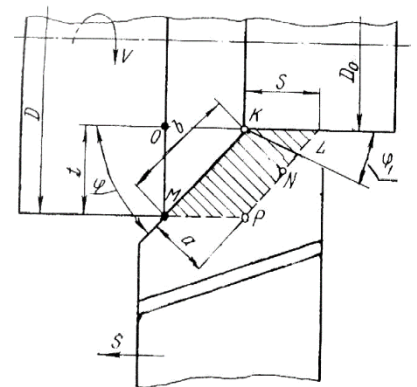
Từ tam giác vuông KLN ta có:

$$KN = KL \cdot \sin \varphi$$

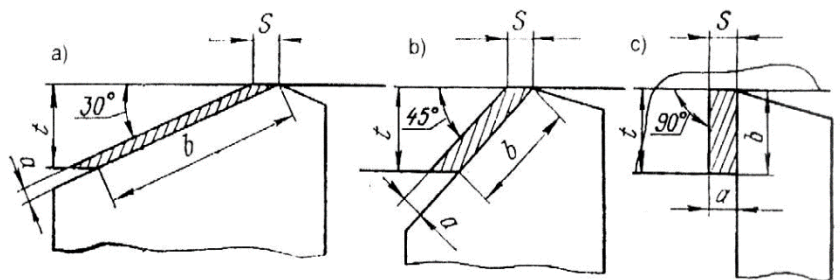
Hoặc:  $a = S \cdot \sin \varphi$ ; Còn từ tam giác vuông OKM ta có:  $b = \frac{t}{\sin \varphi}$  Ở đây:  $\varphi$  - góc nghiêng chính



Sự thay đổi chiều dày cắt  $a$  và chiều rộng cắt  $b$  theo góc  $\varphi$



Các yếu tố của lớp cắt khi tiện



Hình dạng tiết diện ngang của lớp cắt khi gia công bằng các dao có góc nghiêng chính  $\varphi$  khác nhau

Từ các công thức trên và hình 2.15 ta thấy cùng một lượng chạy dao  $S$  và chiều sâu cắt  $t$  khi góc nghiêng chính  $\varphi$  tăng thì chiều dày lớp cắt  $a$  và bề rộng lớp cắt  $b$  giảm.

Chiều sâu cắt  $t$  và lượng chạy dao  $S$  đặc trưng cho quá trình cắt ở khía cạnh công nghệ. Vì vậy chúng được gọi là yếu tố công nghệ của chế độ cắt.

Chiều dày và bề rộng lớp cắt đặc trưng cho khía cạnh vật lý của quá trình cắt. Vì vậy chúng được gọi là các yếu tố vật lý của chế độ cắt.

Diện tích ( $\text{mm}^2$ ) của tiết diện cắt ngang của lớp cắt PKLM (hình 2.14) được xác định theo công thức:  $f = ab = t.S$

Thể tích phoi ( $\text{mm}^3$ ) được bóc tách trong một phút được tính theo công thức:

$$Q = v.t.S; \quad V: \text{ vận tốc cắt (m/ph)}$$

Khi cắt bằng dao có lưỡi cắt tròn với bán kính  $r$  (hình 2.16), diện tích lớp cắt được tính theo công thức:  $f = t.S$  - diện tích ABC

- Diện tích ABC = diện tích ABNM - (diện tích quạt AMC + diện tích MCN + diện tích quạt BCN) (\*)

- Diện tích ABNM =  $Sr$

- Diện tích quạt AMC + diện tích quạt BCN =  $r^2\alpha = r^2 \cdot \arcsin \frac{S}{2r}$

- Diện tích MNC =  $\frac{S}{2} \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}}$ ;

Đặt các giá trị ABNM, AMC và BCN, MCN vào công thức (\*) ta có:

- Diện tích ABC =  $Sr - \left( \frac{S}{2} \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}} + r^2 \arcsin \frac{S}{2r} \right)$ ;

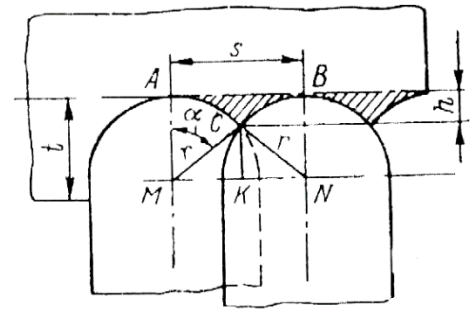
Như vậy:  $f = t.S - \left[ Sr - \left( \frac{S}{2} \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}} + r^2 \arcsin \frac{S}{2r} \right) \right]$

Chiều cao của lớp cắt sẽ bằng:  $h = r - \sqrt{r^2 - \frac{S^2}{4}}$

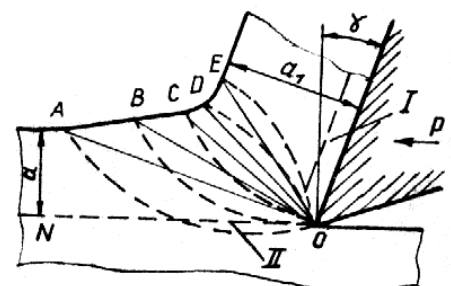
### - Quá trình tạo phoi và hình thành bề mặt gia công

Khi cắt do tác dụng của lực  $P$ , dao bắt đầu nén vật liệu gia công theo mặt trước. Khi dao tiếp tục chuyển động, trong vật liệu gia công phát sinh biến dạng đàn hồi và nhanh chóng chuyển sang biến dạng dẻo, một lớp phoi (có chiều dày  $a_1$ ) được hình thành từ lớp kim loại bị cắt có chiều dày  $a$ , di chuyển theo mặt trước của dao.

Trước khi biến thành phoi, lớp kim loại bị cắt đã trải qua một giai đoạn biến dạng nhất định, nghĩa là giữa



Xác định tiết diện của lớp cắt khi mũi dao có bán kính  $r$



Sơ đồ hóa miền tạo phoi.

lớp kim loại bị cắt và phoi có một khu vực biến dạng. Khu vực này có thể gọi là miền tạo phoi.

Trong miền này có những mặt trượt OA, OB, OC, OD, OE. Vật liệu gia công trượt trên những mặt đó.

Miền tạo phoi được giới hạn bởi đường OA (dọc theo đường đó phát sinh những biến dạng dẻo đầu tiên), đường OE (đường kết thúc biến dạng dẻo) và đường AE (đường chuyển tiếp giữa khu vực chưa biến dạng của kim loại và phoi).

Trong quá trình cắt, miền tạo phoi AOE di chuyển cùng với dao.

#### - Các thông số đặc trưng cho mức độ biến dạng khi cắt

Lớp kim loại bị cắt sau khi đã biến dạng trong miền tạo phoi, di chuyển thành phoi còn chịu thêm biến dạng phụ do ma sát với mặt trước của dao.

Những lớp kim loại phía dưới của phoi, kề với mặt trước của dao (Hình 4.11 khu I) chịu biến dạng phụ thêm nhiều hơn các lớp phía trên.

Mức độ biến dạng của chúng lớn đến mức là các hạt tinh thể trong chúng bị kéo dài ra theo một hướng nhất định

Như vậy phoi cắt ra chịu biến dạng không đều

Mức độ biến dạng của phoi

$$K_f = K_{bd} + K_{ms}$$

Ở đây:

$K_{bd}$  – mức độ biến dạng của phoi

$K_{ms}$  – mức độ biến dạng của phoi do ma sát với

mặt trước của dao

Vì biến dạng dẻo của phoi có tính lan truyền, do đó lớp kim loại nằm phía dưới đường cắt ON cũng sẽ chịu biến dạng dẻo

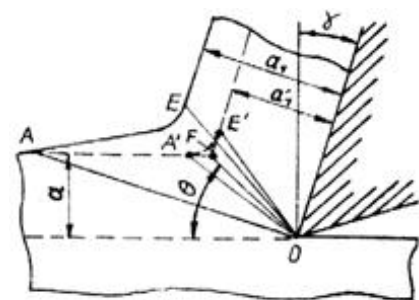
Chiều rộng của miền tạo phoi phụ thuộc vào tính chất vật liệu gia công và điều kiện cắt (thông số hình học của dao, chế độ cắt ...)

Tốc độ cắt có ảnh hưởng lớn nhất đến chiều rộng miền tạo phoi.

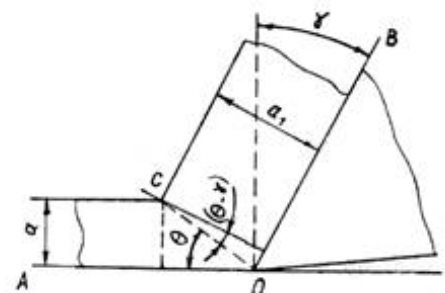
Tăng tốc độ cắt miền tạo phoi sẽ co hẹp lại. Giải thích như sau

Khi tăng tốc độ, vật liệu gia công sẽ chuyển qua miền tạo phoi với tốc độ nhanh hơn, vật liệu gia công sẽ đi ngang qua đường OA nhanh đến mức mà sự biến dạng dẻo không kịp xảy ra theo đường OA mà chậm đi một thời gian – theo đường OA'

Tương tự như vậy, nơi kết thúc quá trình biến dạng trong miền tạo phoi sẽ là đường OE' chậm hơn so với OE



Miền tạo phoi  
với tốc độ cắt khác nhau.



Như vậy ở tốc độ cắt thấp có miền tạo phoi là AOE thì ở tốc độ cắt cao miền tạo phoi sẽ là A'OE'. A'OE' quay đi một góc theo chiều quay của kim đồng hồ và khi đó chiều dày cắt giảm đi so với trước ( $a'_1 < a_1$ ) vì biến dạng dẻo giảm đi

Ở tốc độ cắt lớn miền tạo phoi co hẹp đến mức mà chiều rộng của nó chỉ khoảng vài phần trăm mm. Trong trường hợp đó sự biến dạng của vật liệu gia công có thể xem như nằm lân cận mặt OF.

Do đó để đơn giản, ta có thể xem một cách gần đúng quá trình biến dạng dẻo khi cắt xảy ra ngay trên mặt phẳng OF đi qua lưỡi cắt và làm với phương chuyển động của dao một góc bằng  $\theta$

Mặt OF được gọi là mặt trượt quy ước, còn góc  $\theta$  là góc trượt. Góc trượt  $\theta$  là thông số đặc trưng cho hướng và giá trị của biến dạng dẻo trong miền tạo phoi.

Theo hình 4.13 nếu chiều dày kim loại bị cắt là  $a$ , chiều dày của phoi là  $a_1$  ta có

$$r = \frac{a}{a_1} = \frac{OC \cdot \sin \theta}{OC \cdot \cos(\theta - \gamma)} = \frac{\sin \theta}{\cos(\theta - \gamma)}$$

$$r \cos(\theta - \gamma) = \sin \theta$$

$$r(\cos \theta \cdot \cos \gamma + \sin \theta \sin \gamma) = \sin \theta$$

$$\frac{r(\cos \theta \cdot \cos \gamma + \sin \theta \sin \gamma)}{\sin \theta} = 1 \quad \Rightarrow \quad r \cot \theta \cos \gamma + \sin \gamma = 1$$

$$\cot \theta = \frac{1 - \sin \gamma}{r \cdot \cos \gamma} \quad \text{Hoặc} \quad \tan \theta = \frac{r \cdot \cos \gamma}{1 - r \cdot \sin \gamma} = \frac{\cos \gamma}{\frac{1}{r} - \sin \gamma}$$

$$\text{Nên đặt: } K = 1/r \text{ Ta có: } \tan \theta = \frac{\cos \gamma}{K - \sin \gamma}$$

#### - Lực trong quá trình cắt

##### Trong quá trình cắt:

**Phoi tác dụng lên mặt trước của dao**

- Lực pháp tuyến  $N_1$
- Lực ma sát  $F_1$

**Phôi tác dụng lên mặt sau của dao**

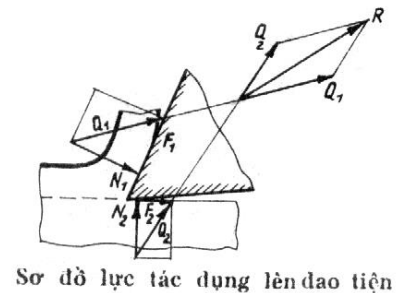
- Lực pháp tuyến  $N_2$
- Lực ma sát  $F_2$

$$\text{Ta có: } \vec{N}_1 + \vec{F}_1 = \vec{Q}_1 \quad \vec{N}_2 + \vec{F}_2 = \vec{Q}_2$$

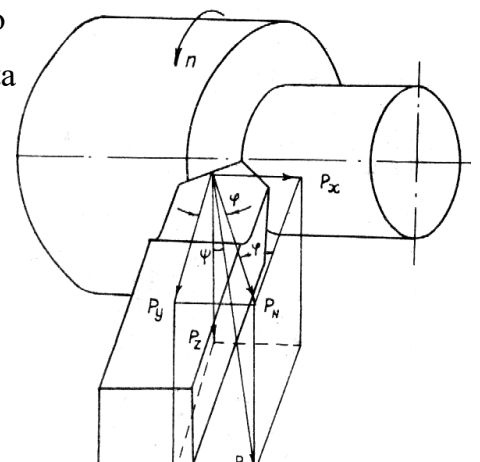
$$\text{Do đó: } Q_1 + Q_2 = R \quad ; \quad R \text{ chính là lực tác dụng lên dao}$$

Để nghiên cứu và đo lực cắt gọt được dễ dàng, người ta thành phần  $P_x$ ,  $P_y$  và  $P_z$  theo hệ trục tọa độ  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ .

#### - Lực cắt gọt $P_z$ (lực tiếp tuyến)



Sơ đồ lực tác dụng lên dao tiện



Có phương thẳng đứng theo chiều xuống, nằm trong mặt phẳng cắt gọt (véctor của nó trùng với véctor tốc độ cắt). Lực cắt gọt  $P_z$  có xu hướng uốn và bẻ gãy dao, vì vậy khi tính toán độ bền của dao phải căn cứ vào lực  $P_z$

Phản lực  $P_z'$  tác động từ phía dao lên phôi cản trở chuyển động quay của phôi tạo nên mômen cắt gọt

$$M_{cat.got} = \frac{P_z'.D}{2.1000} (N.m) \quad \text{Với } P_z'$$

(N) ; D (mm)

Muốn cắt gọt được thì momen xoắn của động cơ đặt vào trục chính phải vượt quá mômen cắt gọt.

#### - Lực dọc trục $P_x$

Phương song song với phương chạy dao (nằm trong mặt phẳng ngang) chiều ngược với hướng tiến của dao, làm cản chuyển động tiến của dao. Căn cứ vào lực này để tính toán cơ cấu bước tiến của máy.

#### - Lực hướng kính $P_y$

Có phương dọc theo trục của dao, đẩy dao khỏi phôi và tác dụng vào bulong trên ổ dao, phản lực  $P_y'$  đẩy phôi.

Căn cứ vào lực  $P_y$  để tính toán độ cứng vững của phôi và dung sai kích thước của chi tiết gia công khi bị uốn.

$$\text{Ta có: } R = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

- Lực  $P_z$  có trị số lớn nhất.
- Tỷ số giữa 2 lực  $P_x$  và  $P_y$  phụ thuộc vào góc  $\varphi$ .

Nếu góc  $\varphi$  tăng thì lực  $P_y$  giảm, còn  $P_x$  tăng.

#### - Xác định lực cắt gọt $P_z$

Lực cắt gọt  $P_z$  phụ thuộc trước hết vào vật liệu gia công.

- Độ bền cơ học của vật liệu càng cao thì lực cản cắt gọt càng lớn và lực cắt gọt  $P_z$  càng lớn.
- Yếu tố thứ hai ảnh hưởng đến lực cắt gọt là diện tích lớp cắt  $F = t \cdot S$  (mm<sup>2</sup>)

Hay nói cách khác là chiều sâu cắt  $t$  và bước tiến  $s$ .

Lực cắt gọt  $P_z$  được xác định theo công thức thực nghiệm (trong điều kiện làm việc cụ thể) sau:

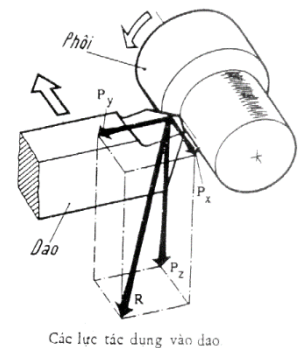
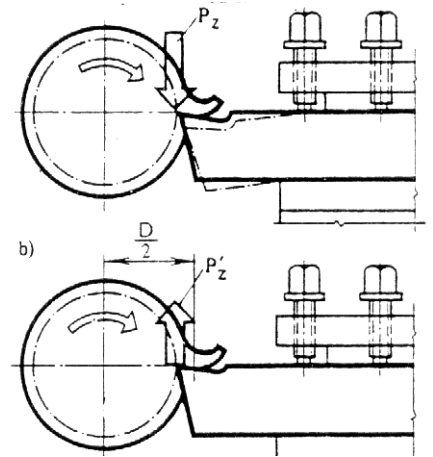
$$P_z = C_{PZ} \cdot t \cdot s^{0.75} \cdot K_{MPZ} \cdot K_{\gamma PZ} \cdot K_{dPZ}$$

(tra trong sách “kỹ thuật tiện” của Nguyễn Quang Châu dịch)

Trong đó:

$C_{PZ}$  là hệ số phụ thuộc vào vật liệu gia công và góc lệch  $\varphi$

$K_{MPZ}$  là hệ số phụ thuộc vào các tính chất cơ học của vật liệu gia công.



Các lực tác dụng vào dao

$K_{\gamma PZ}$  là hệ số phụ thuộc vào góc trước  $\gamma$

$K_{dPZ}$  là hệ số phụ thuộc vào các tính chất của dung dịch tron nguội

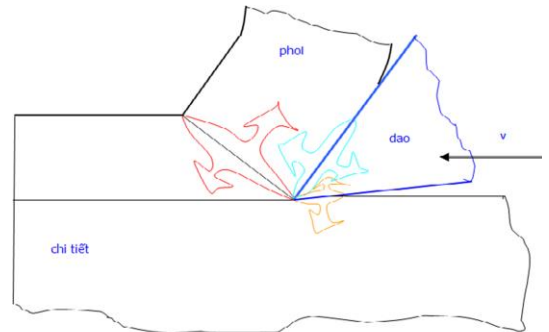
Các hệ số trên được tra trong “sổ tay kỹ thuật”

## 2.3. NHIỆT TRONG QUÁ TRÌNH CẮT VÀ HIỆN TƯỢNG RUNG ĐỘNG

### 2.3.1. Nhiệt trong quá trình cắt

Nhiệt lượng  $Q$  sinh ra trong quá trình cắt là kết quả của:

- Công ma sát giữa các phần tử của vật liệu gia công trong quá trình biến dạng.
- Công ma sát ngoài giữa phoi và mặt trước của dao.
- Công ma sát giữa bề mặt chi tiết gia công và mặt sau của dao.



Nguồn gốc và sự phân bố nhiệt cắt

- Công đứt phoi tạo nên những mặt mới.

Nếu cho rằng toàn bộ công cơ học khi cắt biến thành nhiệt lượng thì

$$Q = \frac{P_z \cdot V}{E} (\text{Kcal} / \text{ph})$$

Trong đó:

$P_z \times V$  - là công cắt (KGm/ph);  $E$  là đương lượng công của nhiệt ( $E = 427 \text{ KGm} / \text{Kcalo}$ )

Nhiệt cắt gọt trong vùng cắt sẽ truyền vào dao, chi tiết, phoi và ra ngoài không khí

Phoi bị nung nóng nhiều nhất (hấp thụ tới 75%), 20% dao, 4% phôi và gần 1% ra môi trường xung quanh

Do đó sự cân bằng nhiệt có thể biểu thị như sau

$$Q_{\text{tổng}} = Q_{\text{chi tiết}} + Q_{\text{dao}} + Q_{\text{phoi}} + Q_{\text{không khí}}$$

Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy

Khi gia công với tốc độ cắt không lớn (30 – 40 m/phút) tỷ lệ nhiệt như sau

- $Q_{\text{phoi}} = 60 - 70\%$
- $Q_{\text{dao}} = 3\%$
- $Q_{\text{chi tiết}} = 30 - 40\%$
- $Q_{\text{không khí}} = 1 - 2\%$

Khi tốc độ cắt tăng, tỷ lệ nhiệt vào phoi tăng.

Khi tốc độ cắt  $V = 400 - 500 \text{ m/phút}$ ;  $Q_{\text{phoi}} = 97 - 98\%$ ;  $Q_{\text{dao}} = 1\%$

Thực nghiệm cũng đã khẳng định rằng tính dẫn nhiệt của chi tiết gia công càng nhỏ thì nhiệt tỏa vào dụng cụ cắt càng lớn.

### 2.3.2. Hiện tượng rung động

### **- Hiện tượng**

Trong quá trình cắt gọt xuất hiện sự rung động của dụng cụ cắt, phôi và máy.

Thông thường có 2 loại rung động: rung động cưỡng bức và rung động tự rung (tự phát).

### **- Nguyên nhân**

- **Rung động cưỡng bức** là do các lực kích thích từ bên ngoài truyền đến. Rung động cưỡng bức có thể có hoặc không có chu kỳ tùy theo lực kích thích có hoặc không có chu kỳ.

Nguyên nhân của các lực kích thích gây ra rung động cưỡng bức có thể là:

- Các chi tiết của máy, dao cắt hoặc chi tiết gia công quay nhanh nhưng không cân bằng động.
- Có sai số của các chi tiết truyền động trong máy.
- Do lượng dư gia công không đều, bề mặt gia công không liên tục.
- Các mặt tiếp xúc có khe hở.
- Do các cơ cấu truyền chuyển động ăn khớp kém chính xác.
- Do rung động của các máy xung quanh.

- **Rung động tự rung (tự phát)** Là do bản thân quá trình cắt gây ra, nó được duy trì bởi lực cắt. Khi ngừng cắt, thì hiện tượng tự rung cũng kết thúc.

Nguyên nhân:

- Do sự thay đổi của lực ma sát ở mặt trước và mặt sau của dao trong quá trình cắt.
- Do sự thay đổi tính dẻo của vật liệu gia công trong quá trình cắt khiến cho lực cắt thay đổi.
- Do sự phát sinh và mất đi của lẹo dao.
- Do sự biến dạng đàn hồi của dao và chi tiết.

### **- Tác hại**

Rung động của hệ thống công nghệ trong quá trình cắt không những làm tăng độ nhám bề mặt và độ sóng, làm cho dao mòn nhanh mà còn làm cho lớp kim loại bề mặt bị cứng nguội, hạn chế khả năng cắt gọt.

Rung động làm cho vị trí tương đối giữa dao cắt và vật gia công thay đổi theo chu kỳ, do đó ghi lại trên bề mặt chi tiết hình dáng không bằng phẳng.

- + Nếu tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt.
- + Nếu tần số cao biên độ nhỏ sẽ sinh ra độ nhám bề mặt.

Ngoài ra do rung động, chiều sâu cắt, tiết diện phoi và lực cắt sẽ tăng, giảm theo chu kỳ ảnh hưởng tới sai số gia công.

Rung động xảy ra phần lớn là do độ cứng vững của hệ thống công nghệ kém.

Rung động làm cho máy làm việc không ổn định, không an toàn, mòn nhanh, giảm tuổi thọ của dao và chất lượng bề mặt gia công, giảm năng suất cắt gọt và đôi khi không thể cắt gọt được.



### - Các biện pháp giảm rung động

#### + Giảm rung động cưỡng bức

- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Giảm lực kích thích từ bên ngoài.
- Các chi tiết truyền động cần được gia công với độ chính xác cao.
- Các chi tiết quay nhanh cần được cân bằng tốt.
- Tránh cắt không liên tục.
- Khi gia công các chi tiết có độ chính xác cao cần phải có cơ cấu giảm rung và có nền móng giảm rung cách ly với bên ngoài.

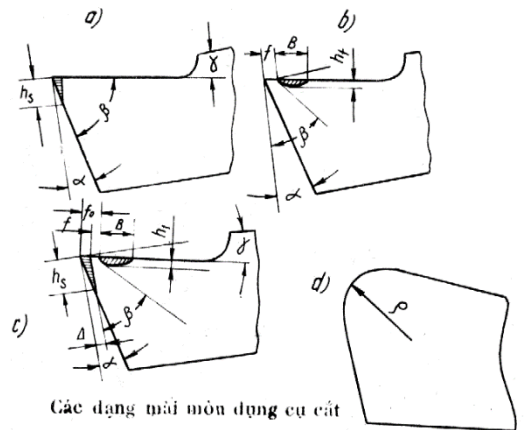
#### + Giảm tự rung

- Không nên cắt lớp phoi quá rộng và quá mỏng.
- Chọn chế độ cắt hợp lý sao cho không nằm trong vùng có lợ dao.
- Thay đổi hình dáng hình học của dao sao cho giảm lực cắt ở phương có rung động.
- Dùng dung dịch trơn nguội để giảm bớt mòn dao.
- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Sử dụng các cơ cấu giảm rung.

## 2.4. HIỆN TƯỢNG MÀI MÒN DAO CẮT

- Mài mòn dụng cụ cắt là quá trình phức tạp xảy ra kèm theo những hiện tượng lý hóa ở nơi tiếp xúc của dụng cụ cắt, phoi và vật liệu gia công.

- Khi bị mài mòn hình dạng của lưỡi cắt biến đổi
- Sự mài mòn của dụng cụ cắt xảy ra trong điều kiện khốc liệt hơn nhiều so với sự mài mòn của chi tiết máy.
- Dụng cụ cắt có thể mài mòn theo theo những hình thức sau:



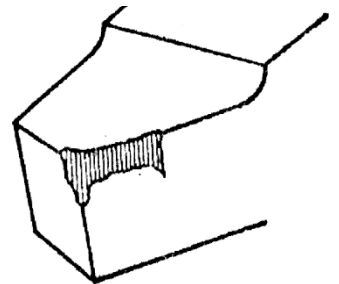
### 2.4.1. Mài mòn theo mặt sau

Thường xảy ra khi gia công với chiều dày cắt bé ( $a < 0,1 \text{ mm}$ ), đặc biệt khi gia công các vật liệu giòn như gang ...

### 2.4.2. Mài mòn theo mặt trước

Trên mặt trước của dao, phoi “mài” thành vết lõm (rãnh hẹp) có chiều sâu  $h_t$ . Quá trình mài mòn tiếp tục làm rãnh rộng dần ra và có thể tiến đến lưỡi cắt rồi phá hủy nó.

Mài mòn theo mặt trước thường gặp khi gia công vật liệu dẻo với chiều dày cắt lớn hơn  $0,6 \text{ mm}$ , khi mà mặt sau được lợ dao bảo vệ hoặc khi nhiệt độ ở mặt trước cao hơn nhiệt độ ở mặt sau.



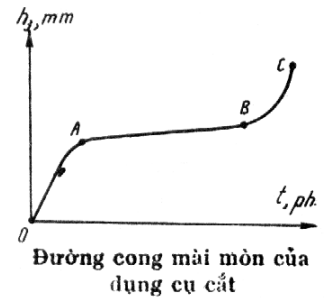
### 2.4.3. Mài mòn đồng thời cả hai mặt trước và sau

Chiều rộng cạnh vát của mặt trước đồng thời giảm dần từ cả hai phía và do đó độ bền của lưỡi cắt giảm nhanh.

Trường hợp này thường gặp khi gia công vật liệu dẻo có chiều dày cắt khoảng 0,1 - 0,5mm

Trị số  $h_s$  gọi là độ mòn cho phép hoặc tiêu chuẩn mài mòn

Chiều cao  $h_s$  càng lớn ma sát càng tăng, dao càng bị ma sát nhiều và càng nhanh mòn. Điều này rất dễ làm cho lưỡi cắt phá hủy.



#### 2.4.4. Làm tròn bán kính của lưỡi cắt

Thường gặp khi gia công tinh những vật có tính dẫn điện kém, đặc biệt là chất dẻo.

Do nhiệt độ cao lưỡi cắt dường như bị mềm ra và cùn nhanh.

Cần chú ý là dạng mòn này xảy ra trong mọi trường hợp nhưng trong những điều kiện nói trên nó chiếm ưu thế.

Sự mài mòn dụng cụ cắt biểu diễn ở hình bên.

Ở giai đoạn đầu, dao bị mài mòn nhanh (đoạn OA), tiếp đó là giai đoạn mòn bình thường (đoạn AB). Khi đã đạt đến trị số  $h_s$  nhất định (điểm B), dao sẽ bị mài mòn rất nhanh (đoạn BC), cứ tiếp tục cắt gọt thì dao sẽ nhanh chóng mất hình dạng hình học

### 2.5. DUNG DỊCH BÔI TRƠN VÀ LÀM NGUỘI

#### 2.5.1. Tác dụng của dung dịch trơn nguội

- Bôi trơn các bề mặt làm việc
- Giảm ma sát giữa phoi, dao, chi tiết làm cho quá trình biến dạng dẻo dễ dàng hơn và do đó giảm lực cắt nên công suất cần thiết cho quá trình cắt giảm đi.
- Độ bóng bề mặt được nâng cao
- Hấp thụ nhiệt làm giảm nhiệt cắt, làm dao không vượt quá nhiệt độ ram của nó và chi tiết không dẫn nở ảnh hưởng đến độ chính xác gia công, cho phép tăng tốc độ cắt tuổi bền dao.
- Cuốn phoi ra khỏi vùng cắt gọt.

#### 2.5.2. Dung dịch trơn nguội có thể chia ra làm các nhóm sau

- Nhóm có tác dụng làm lạnh là chủ yếu: các dung dịch nước điện ly ...
- Nhóm có tác dụng làm lạnh và phần nào có tác dụng bôi trơn: dung dịch nước xà phòng, dung dịch êmunxi ...
- Nhóm có tác dụng bôi trơn và phần nào có tác dụng làm lạnh: các chất dầu ...

### 2.6. CHẾ ĐỘ CẮT KHI GIA CÔNG CƠ

#### 2.6.1. Tốc độ cắt và vấn đề tuổi bền của dao

##### - Tuổi bền của dao

Khoảng thời gian làm việc liên tục của dao cho đến khi phải mài lại (tính theo phút).

Có nghĩa là thời gian giữa hai lần mài lại được gọi là tuổi bền (T) của dụng cụ.

Đôi khi để biểu thị khả năng công nghệ thì tuổi bền của dụng cụ được tính theo mét của quãng đường cắt được theo số lượng chi tiết được gia công giữa hai lần mài dao.

#### - **Tốc độ cắt $V$ (vòng/phút)**

Tốc độ này được tính toán theo công thức thực nghiệm.

Cho tất cả các dạng gia công  $V$  có dạng tổng quát sau:

$$V_b = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}$$

$C_v$  – hệ số;  $m, x, y$  – các số mũ

$T$  - Chu kỳ bền của dụng cụ cắt, được lấy theo từng dạng gia công và được giới thiệu trong các bảng

$V_b$  - tốc độ cắt lấy theo một giá trị cụ thể của  $S, t, T$ , còn tốc độ cắt thực khi xác định theo  $V_b$  thì phải kể thêm một loạt các yếu tố khác, vì vậy để nhận được tốc độ cắt thực.  $V$  cần phải đưa vào các hệ số điều chỉnh tốc độ cắt  $k_v$

Khi đó tốc độ cắt thực  $V = V_b \times k_v$

Trong đó:  $k_v$  – tích số của một loạt các hệ số.

Các hệ số quan trọng nhất dùng chung cho các loại gia công khác nhau là:

$k_{mv}$  – hệ số phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu gia công

$k_{nv}$  – hệ số phụ thuộc vào tình trạng của bề mặt phôi

$k_{uv}$  – hệ số phụ thuộc vào chất lượng vật liệu dụng cụ cắt

### 2.6.2. Lựa chọn hình dáng hợp lý của dao tiện

#### - **Đối với dao làm bằng thép gió**

- Mặt trước phẳng không có cạnh vát:

Để gia công vật liệu giòn với lượng chạy dao  $S \leq 0,2\text{mm/vòng}$

- Mặt trước phẳng có cạnh vát:

Gia công thép có độ cứng trung bình với chiều dày lớp cắt  $a > 0,2\text{ mm}$ .

Công dụng của cạnh vát  $f$  là làm cho lưỡi cắt khỏe hơn ( $f = 0,2 - 1\text{ mm}$ ).

Lượng chạy dao càng lớn thì  $f$  càng lớn

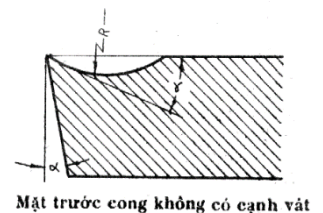
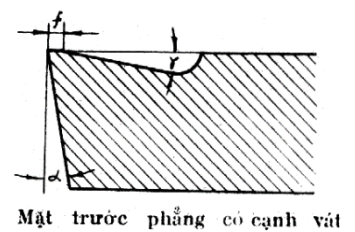
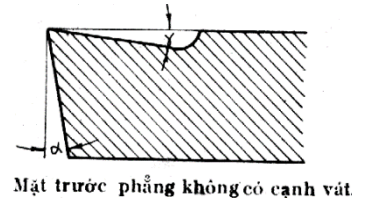
- Mặt trước cong không có cạnh vát:

Gia công thép có độ cứng thấp và độ dẻo cao với chiều dày cắt  $a \leq 0,2\text{ mm}$ ,

phần cong này giúp phoi dễ xoắn và dễ đứt.

- Mặt trước cong có cạnh vát:

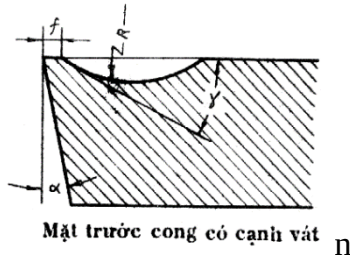
Thường dùng để gia công thép có độ cứng trung bình với



chiều dày cắt  $a > 0,2 \text{ mm}$

**- Đối với dao hợp kim cứng**

- Mặt trước phẳng có cạnh vát âm (hình a): cắt thép có giới hạ



bền  $\sigma_b \geq 800 \text{ N/mm}^2$ , cắt gang xám và gang rèn,  $\gamma_v = 0 - 5^\circ$ ,  
 $f = (1 - 2) \cdot a$ , với  $a$  là chiều dày cắt.

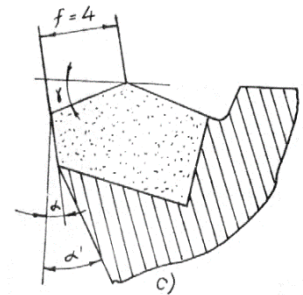
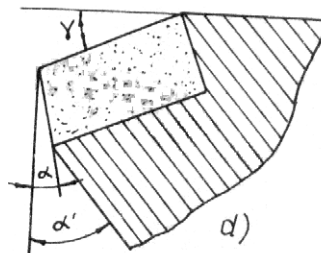
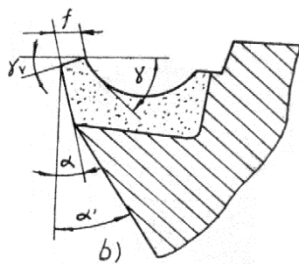
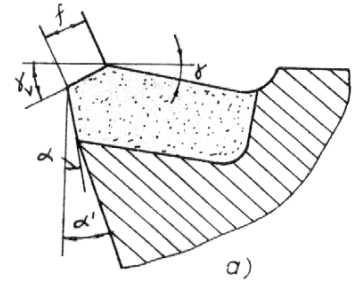
- Mặt trước cong có cạnh vát âm (hình b): gia công thép có

$\sigma_b \leq 800 \text{ N/mm}^2$  với  $t = 1 - 5 \text{ mm}$ ;  $s = 3 \text{ mm/vòng}$

- Mặt trước phẳng có góc trước âm kép (hình c): gia công thép

có  $\sigma_b > 800 \text{ N/mm}^2$  khi lượng dư không đều và phôi đủ cứng vững

- Mặt trước phẳng có góc trước âm đơn (hình d): gia công thép có  $\sigma_b > 800 \text{ N/mm}^2$  và tốc độ cắt cao, hệ thống gia công phải tốt.



### 2.6.3. Xác định chế độ cắt hợp lý khi gia công

Chế độ cắt gồm: chiều sâu cắt ( $t$ ), bước tiến ( $S$ ) và tốc độ cắt ( $v$ )

**- Chiều sâu cắt  $t$  (mm)**

Chiều sâu cắt  $t$  là chiều dày của lớp kim loại được bóc đi sau một lần chạy dao, nói cách khác  $t$  là khoảng cách giữa mặt chưa gia công và mặt đã gia công sau một lát cắt.

**Khi tiện trụ ngoài :**  $t = \frac{D-d}{2} (mm)$

Trong đó: D là đường kính chưa gia công; d là đường kính **đã** gia công.

**Khi tiện lỗ:**  $t = \frac{D-d}{2} (mm)$

Trong đó: D là đường kính lỗ **đã** gia công; d là đường kính lỗ trước khi gia công.

Khi xén mặt đầu, chiều sâu cắt là chiều dày lớp kim loại bị bóc đi được đo theo phương vuông góc với mặt đầu đã gia công.

Khi cắt đứt hoặc cắt rãnh chiều sâu cắt bằng chiều rộng của rãnh cắt do lưỡi cắt của dao tạo nên.

**- Bước tiến s (mm/vòng)**

Là khoảng dịch chuyển của lưỡi cắt theo phương chuyển động tịnh tiến khi chi tiết quay đúng 1 vòng.

Tích của chiều sâu cắt với trị số bước tiến là diện tích lớp cắt  $F = t \cdot S (mm^2)$ .

**- Tốc độ cắt V (m/phút)**

Là quãng đường đi được của điểm thuộc mặt cắt và nằm cách xa trục quay nhất so với lưỡi cắt của dao trong một đơn vị thời gian.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} (m/ph)$$

Trong đó:

D – là đường kính của chi tiết gia công (mm)

n – số vòng quay của trục chính (Vòng / phút)

Nếu đã biết tốc độ cắt V và đường kính D

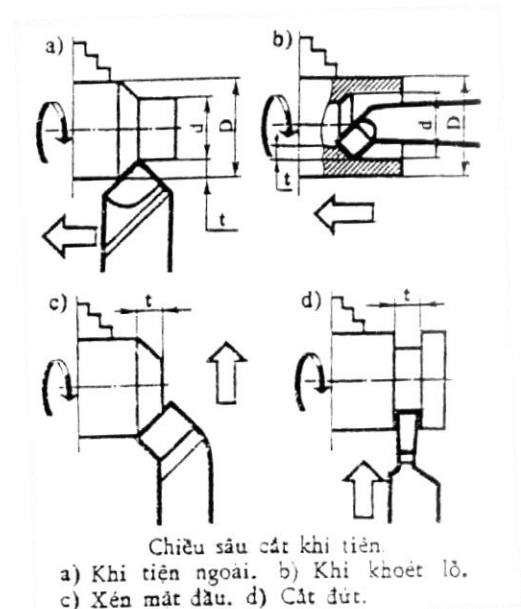
Ta có:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} (vg/ph) \quad (\text{Chọn } n \text{ máy dựa vào các cần gạt trên máy đang gia công})$$

Sau đây chúng ta tìm hiểu những thông số nào ảnh hưởng nhiều, ít ra sao đến năng suất, ta chú ý đến các công thức quan hệ giữa chúng.

| Dạng gia công                              | Công thức V [m/phút]                  |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tiện ngoài với bước tiến dọc, ngang và lỗ. | $V = \frac{C_v}{T^{m_v} S^{n_v}} K_v$ |
| Cắt đứt và tiện rãnh.                      | $V = \frac{C_v}{T^{m_v} S^{n_v}} K_v$ |

$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_{\varphi_v} \cdot K_{\varphi_{lv}} \cdot K_{q_v}$  tra sách “ sổ tay công nghệ CTM tập 2”.



Từ v tính ra số vòng quay n:

$$n = \frac{1000.V}{\pi.D} \text{ [vòng/phút]}$$

Đối chiếu thuyết minh thư tìm n :  $n_{thực} < n_{tính}$  (được phép lấy lớn nhưng không quá 5%)

Sau khi chọn  $n_{thực}$  tính lại  $V_{thực}$  để kiểm nghiệm :

$$V_{thực} = \frac{\pi.D.n_{thực}}{1000} \text{ [m/phút]}$$

### Các yếu tố của chế độ cắt

| Vật liệu gia công       | Tính chất gia công | Vật liệu làm dao là thép gió (HSS) |             |        | Vật liệu làm dao là hợp kim cứng |             |        |
|-------------------------|--------------------|------------------------------------|-------------|--------|----------------------------------|-------------|--------|
|                         |                    | V [m/ ph]                          | S [mm/vòng] | t [mm] | V [m/ ph]                        | S [mm/vòng] | t [mm] |
| Thép mềm (Ct 42, Ct 45) | Gia công thô       | 20 ... 40                          | 1,0         | 8,0    | 50 ... 70                        | 1,5         | 10,0   |
|                         | Gia công tinh      | 50 ... 60                          | 0,1         | 0,5    | 120 ... 200                      | 0,1         | 1,0    |
| Thép hợp kim            | Gia công thô       | 10 ... 20                          | 0,8         | 6,0    | 20 ... 40                        | 1,0         | 8,0    |
|                         | Gia công tinh      | 20 ... 30                          | 0,1         | 0,5    | 50 ... 100                       | 0,1         | 1,0    |
| Gang đúc                | Gia công thô       | 10 ... 20                          | 1,5         | 10,0   | 30 ... 50                        | 1,5         | 10,0   |
|                         | Gia công tinh      | 40 ... 50                          | 0,1         | 0,5    | 80 ... 100                       | 0,1         | 1,0    |
| Kim loại màu            | Gia công thô       | 50 ... 70                          | 0,5         | 6,0    | 150 ... 220                      | 0,5         | 6,0    |
|                         | Gia công tinh      | 100 ... 120                        | 0,2         | 2,0    | 200 ... 300                      | 0,2         | 2,0    |
| Chất dẻo tổng hợp       | Gia công thô       | 100 ... 200                        | 0,3         | 3,0    | 200 ... 300                      | 0,3         | 3,0    |
|                         | Gia công tinh      | 150 ... 300                        | 0,1         | 1,0    | 400 ... 600                      | 0,1         | 1,0    |

### Góc độ của dao chọn theo vật liệu gia công và vật liệu làm dao

| Vật liệu gia công                      | Vật liệu làm dao |         |          |                  |                   |
|----------------------------------------|------------------|---------|----------|------------------|-------------------|
|                                        | Thép gió (HSS)   |         |          | Hợp kim cứng     |                   |
|                                        | $\alpha$         | $\beta$ | $\gamma$ | $\alpha$         | $\beta$           |
| Thép đúc, vật liệu giòn, hợp kim, CuZn | $6^0$            | $84^0$  | $0^0$    | $2^0 \dots 6^0$  | $80^0$            |
| Thép hợp kim                           | $8^0$            | $74^0$  | $8^0$    | $2^0 \dots 6^0$  | $75^0 \dots 80^0$ |
| Thép Cacbon, hợp kim CuZn mềm          | $8^0$            | $62^0$  | $20^0$   | $4^0 \dots 6^0$  | $65^0$            |
| Loại thép mềm                          | $8^0$            | $55^0$  | $27^0$   | $4^0 \dots 6^0$  | $65^0$            |
| Vật liệu mềm, nhôm kỹ thuật            | $10^0$           | $40^0$  | $40^0$   | $8^0 \dots 12^0$ | $45^0 \dots 50^0$ |
| Vật liệu dẻo                           | $12^0$           | $66^0$  | $12^0$   | $8^0 \dots 12^0$ | $45^0 \dots 50^0$ |

**Câu hỏi ôn tập:**

1. Vận tốc cắt, lượng chạy dao, tốc độ chạy dao: quan hệ giữa chúng với số vòng quay  $n$ .
2. Định nghĩa các góc độ của dao tiện (góc trước, sau chính, sau phụ, góc nghiêng chính, nghiêng phụ...).
3. Nguyên nhân gây rung động, ảnh hưởng đến chất lượng gia công. Cách khắc phục hiện tượng rung động.
4. Lực cắt sinh ra do các yếu tố nào, những nhân tố ảnh hưởng đến lực cắt, lực cắt ảnh hưởng gì đến quá trình gia công.
5. Tại sao phân chia lực cắt thành 3 thành phần, thành phần nào lớn nhất?
6. Trình tự hợp lý để xác định chế độ cắt khi gia công:  $t$ ,  $S$ ,  $V$

## Chương 3 CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CHI TIẾT GIA CÔNG

Mục tiêu: Sinh viên trình bày được Chất lượng bề mặt chi tiết gia công.

### 3.1. CÁC YẾU TỐ ĐẶC TRƯNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT GIA CÔNG

Chất lượng bề mặt gia công được đánh giá bằng:

- Tính chất cơ lý của lớp kim loại bề mặt
- Độ nhám bề mặt.

Chất lượng bề mặt được tạo thành bởi tính chất kim loại và phương pháp gia công.

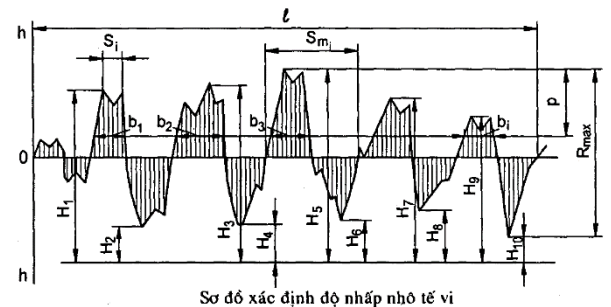
Khi gia công cơ, dưới tác dụng của lưỡi cắt, dụng cụ trên bề mặt tạo thành vết lồi lõm và cấu trúc lớp bề mặt cũng thay đổi (biến dạng dẻo và tạo thành biến cứng đồng thời xuất hiện ứng suất dư).

Các sai số của bề mặt gia công:

- Sai số hình dáng (độ ovan, độ côn ...)
- Độ sóng bề mặt
- Độ nhám bề mặt

Chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc:

- Tính chất vật liệu gia công
- Phương pháp gia công
- Chế độ cắt
- Độ cứng vững hệ thống công nghệ
- Thông số hình học của dao
- Dung dịch trơn nguội



#### 3.1.1. Tính chất hình học của bề mặt gia công

##### 1. Độ nhấp nhô tế vi (độ nhám bề mặt):

Là tập hợp tất cả những bề lồi, lõm với bước cực nhỏ và được quan sát trên một quãng ngắn tiêu chuẩn  $l$  ( $l = 0,01$  đến  $25$  mm).

$R_a$ : là trung bình cộng của khoảng cách từ  $n$  điểm trên đường nhấp nhô đến đường trung bình, nhưng chỉ lấy trị số tuyệt đối trong khoảng chiều dài chuẩn  $l$ .

$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n} (\mu m)$$

$R_z$ : là giá trị trung bình của 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của nhấp nhô trong khoảng chiều dài chuẩn  $l$ .

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) - (h_2 + h_4 + h_6 + h_8 + h_{10})}{5} (\mu m)$$



| CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT | CẤP NHẢY BÓNG | Ra( μm) | Rz( μm) | CHIỀU DÀI CHUẨN |
|-------------------|---------------|---------|---------|-----------------|
| <b>Thô</b>        | 1             | 80      | 320     | 8<br>2,5        |
|                   | 2             | 40      | 160     |                 |
|                   | 3             | 20      | 80      |                 |
|                   | 4             | 10      | 40      |                 |
| <b>Bán tinh</b>   | 5             | 5       | 20      | 2,5<br>0,8      |
|                   | 6             | 2,5     | 10      |                 |
|                   | 7             | 1,25    | 6,3     |                 |
| <b>Tinh</b>       | 8             | 0,63    | 3,2     | 0,025           |
|                   | 9             | 0,32    | 1,6     |                 |
|                   | 10            | 0,16    | 0,8     |                 |
|                   | 11            | 0,08    | 0,4     |                 |
| <b>Siêu tinh</b>  | 12            | 0,04    | 0,2     | 0,08            |
|                   | 13            | 0,02    | 0,08    |                 |
|                   | 14            | 0,01    | 0,05    |                 |

## 2. Độ sóng bề mặt:

Độ sóng bề mặt là chu kỳ không bằng phẳng của bề mặt chi tiết máy được quan sát trong phạm vi lớn hơn độ nhám bề mặt (1 – 10 mm).

Độ nhám bề mặt ứng với tỷ lệ:

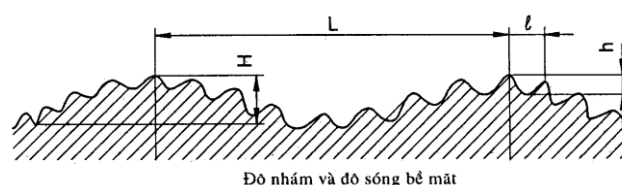
$$\frac{l}{h} = 0 \div 50$$

(l: khoảng cách giữa 2 đỉnh nhấp nhô liên tiếp, h: chiều cao của 1 nhấp nhô)

Độ sóng bề mặt ứng với tỷ lệ:

$$\frac{L}{H} = 50 \div 1000$$

(H: chiều cao của sóng, L: bước sóng)



### 3.1.2. Tính chất cơ lý của bề mặt gia công

Tính chất cơ lý lớp bề mặt được biểu thị bằng:

### 1. Lớp biến cứng bề mặt.

Độ cứng tế vi bề mặt sinh ra trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt.

### 2. Ứng suất dư trong lớp bề mặt.

Ứng suất dư trong lớp bề mặt do lực cắt gây biến dạng dẻo không đều ở từng khu vực, do nhiệt ở vùng cắt.

Trị số dấu và chiều sâu phân bố ứng suất dư trong lớp bề mặt phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể.

## 3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT TỚI KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA CHI TIẾT MÁY.

### 3.2.1. Ảnh hưởng đến tính chống mòn

#### 1. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt

Do bề mặt chi tiết có độ nhấp nhô, nên khi 2 chi tiết lắp ghép, các đỉnh nhấp nhô sẽ tiếp xúc nhau. Tại các đỉnh nhấp nhô áp lực lớn do diện tích tiếp xúc nhỏ làm cho các điểm tiếp xúc nén đàn hồi và biến dạng dẻo các nhấp nhô.

Khi 2 bề mặt có chuyển động tương đối với nhau sẽ xảy ra hiện tượng trượt dẻo ở các đỉnh nhấp nhô. Các đỉnh nhấp nhô bị mòn nhanh làm khe hở lắp ghép tăng lên, được gọi là hiện tượng mòn ban đầu.

Trong điều kiện làm việc nhẹ và vừa, mòn ban đầu có thể làm cho chiều cao nhấp nhô giảm đi 65-75%, lúc đó diện tích tiếp xúc thực tăng lên, áp suất tiếp xúc giảm xuống.

Mòn ban đầu ứng với thời gian chạy rà kết cấu cơ khí.

Sau giai đoạn mòn chạy rà, quá trình mòn trở nên bình thường và chậm, giai đoạn này gọi là mòn làm việc.

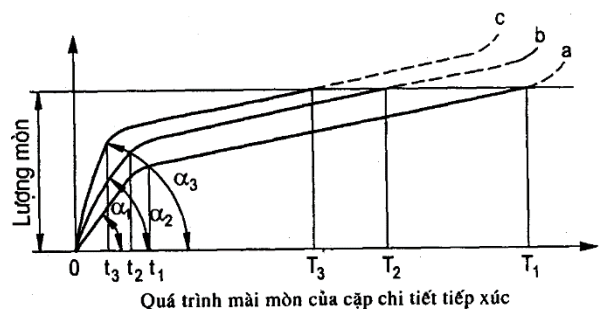
Sau mòn làm việc bề mặt làm việc bị tróc ra, kết cấu bề mặt bị phá hủy, phá hỏng, giai đoạn này gọi là mòn phá hủy. Đối với chi tiết máy trước khi bị mòn phá hủy xảy ra, bề mặt làm việc còn có thể phục hồi, còn sau khi mòn phá hủy xảy ra, chi tiết không thể phục hồi được khả năng làm việc.

Trên hình biểu thị mối quan hệ giữa lượng mòn và thời gian sử dụng của 3 cặp chi tiết có độ nhám khác nhau, **cặp c** có độ nhám **lớn nhất**, thời gian mòn ban đầu xảy ra nhanh nhất, thời gian sử dụng ngắn nhất.

Như vậy giá trị độ nhám bề mặt ảnh hưởng đến tuổi thọ của chi tiết máy. Độ nhẵn bóng cao thì thời gian làm việc càng dài. Tuy vậy tùy theo điều kiện làm việc cụ thể để chọn độ nhám bề mặt tối ưu.

Độ nhám bề mặt giảm làm tăng độ bền mỏi của chi tiết gia công.

**Ví dụ:** Bề mặt vật liệu thép được đánh bóng có độ bền mỏi cao hơn 40% so với bề mặt không được đánh bóng.



## **2. Ảnh hưởng lớp biến cứng bề mặt**

Lớp biến cứng bề mặt có tác dụng nâng cao tính chống mòn, hạn chế sự khuếch tán oxy trong không khí vào bề mặt chi tiết máy để tạo thành các oxyt kim loại (các oxyt này có tác dụng ăn mòn kim loại).

Hiện tượng biến cứng bề mặt chi tiết máy làm hạn chế quá trình biến dạng dẻo toàn phần của chi tiết máy, hiện tượng chảy, hiện tượng mài mòn của kim loại và hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm phá hỏng chi tiết. Tuy nhiên, bề mặt quá cứng cũng làm giảm độ bền mỏi.

## **3. Ảnh hưởng của ứng suất dư**

Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có khả năng làm tăng độ bền mỏi, còn ứng suất dư kéo trên lớp bề mặt sẽ làm giảm độ bền mỏi của chi tiết.

**Ví dụ:** đối với chi tiết từ vật liệu thép, độ bền mỏi của nó có thể tăng lên 50% khi trên lớp bề mặt có ứng suất dư nén và độ bền mỏi giảm 30% khi trên lớp bề mặt có ứng suất dư kéo.

### **3.2.2. Ảnh hưởng tới độ bền mỏi của chi tiết gia công**

#### **1. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt**

Độ nhám bề mặt có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy, nhất là khi chi tiết máy chịu tải trọng chu kỳ có đổi dấu, vì ở đáy các nhấp nhô tế vi có ứng suất tập trung với trị số lớn, có khi trị số này vượt quá giới hạn mỏi của vật liệu.

Ứng suất tập trung này sẽ gây ra các vết nứt tế vi ở đáy các nhấp nhô, đó là nguồn gốc gây phá hỏng chi tiết máy.

Khi tiện thép 45 theo hai yêu cầu khác nhau về độ nhám bề mặt thì sẽ nhận được hai giới hạn mỏi khác nhau.

- Ứng với chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_z = 75 \mu m$  thì có giới hạn mỏi là:

$$\sigma_{-1} = 195 \text{ MN/m}^2 \text{ (195 N/mm}^2\text{)}.$$

- Ứng với chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_z = 2 \mu m$  thì có giới hạn mỏi là:

$$\sigma_{-1} = 282 \text{ MN/m}^2 \text{ (282 N/mm}^2\text{)}.$$

Nghĩa là ở trường hợp độ nhám bề mặt thấp (độ nhẵn bóng bề mặt cao) thì giới hạn mỏi của vật liệu tăng khoảng 50%.

Mặt khác, độ bền của chi tiết máy cũng sẽ tăng khi chi tiết chịu tải trọng va đập, nếu độ nhám bề mặt thấp.

Đối với thép CT5 nếu giảm độ nhám bề mặt từ  $R_z = 100 \mu m$  xuống  $R_z = 0,1 \mu m$  thì độ bền chịu va đập có thể tăng 17%.

#### **2. Ảnh hưởng của lớp biến cứng bề mặt**

Bề mặt bị biến cứng có thể làm tăng độ bền mỏi khoảng 20%.

Chiều sâu và mức độ biến cứng của lớp bề mặt đều có ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết máy, cụ thể là hạn chế khả năng gây ra các vết nứt tế vi làm phá hỏng chi tiết, nhất là khi bề mặt chi tiết có ứng suất dư nén.

Khi chi tiết máy làm việc ở môi trường có nhiệt độ cao, dưới tác dụng nhiệt quá trình khuếch tán các phân tử kim loại trong lớp bề mặt sẽ tăng lên, làm giảm độ bền mỏi của chi tiết máy.

### **3. Ảnh hưởng của ứng suất dư trong lớp bề mặt**

Ứng suất dư nén trên lớp bề mặt có tác dụng nâng cao độ bền mỏi

Còn ứng suất dư kéo lại hạ thấp độ bền mỏi của chi tiết máy.

Ảnh hưởng của ứng suất dư bề mặt đối với độ bền mỏi của chi tiết máy, xét về trị số và dấu của ứng suất dư. Có thể xác định bằng mối quan hệ theo thực nghiệm sau:  $\Phi_{-1b} = \Phi_{-1a} - \alpha \cdot \Phi_{-1d}$

Trong đó:

$\Phi_{-1b}$ : Giới hạn mỏi khi có ứng suất dư bề mặt

$\Phi_{-1a}$ : Giới hạn mỏi khi không có ứng suất dư bề mặt

$\Phi_{-1d}$ : Ứng suất dư lớn nhất, kể cả dấu, ở lớp bề mặt

$\alpha$  : Hệ số phụ thuộc loại vật liệu của chi tiết.

Công thức thực nghiệm trên cho biết nếu ứng suất dư bề mặt có trị số thay đổi trong phạm vi từ +500 đến -500 N/mm<sup>2</sup> thì giới hạn mỏi của chi tiết máy thay đổi gần gấp hai lần.

Mối quan hệ đó chỉ đúng trong trường hợp chi tiết máy làm việc ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ mà ứng suất dư bị triệt tiêu.

Nếu chi tiết máy làm việc lâu ở nhiệt độ cao thì ảnh hưởng của ứng suất dư lớp bề mặt tới độ bền mỏi của vật liệu sẽ giảm.

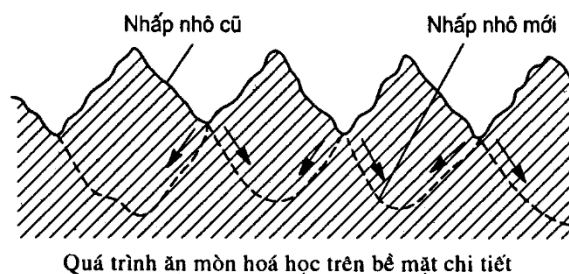
### **3.2.3. Ảnh hưởng tới tính chống ăn mòn hóa học của lớp bề mặt của chi tiết**

#### **1. Ảnh hưởng của độ nhám bề mặt**

Độ nhám bề mặt còn ảnh hưởng đến tính chống ăn mòn hoá học của lớp bề mặt các chỗ lõm (đáy các nhấp nhô tế vi) là nơi chứa các tạp chất axit, muối. Các tạp chất này có tác dụng ăn mòn hoá học đối với kim loại. Quá trình ăn mòn hóa học trên lớp bề mặt làm cho các nhấp nhô mới được hình thành. Sự ăn mòn thực hiện theo chiều mũi tên và hình thành nhấp nhô mới.

Như vậy, bề mặt chi tiết máy có độ nhẵn bóng càng cao thì càng lâu bị ăn mòn hoá học.

Có thể chống ăn mòn hoá học bằng cách mạ niken, crom... hoặc tạo ra lớp cứng nguội bề mặt. độ chính xác của mỗi lắp ghép phụ thuộc vào chất lượng các bề mặt lắp ghép.



Độ bền các mối lắp, độ ổn định của chế độ lắp phụ thuộc vào độ nhám bề mặt lắp ghép

Giá trị hợp lý của chiều cao nhấp nhô  $R_z$  được xác định theo độ chính xác của mối lắp.

Khi đường kính lắp ghép >50mm, thì  $R_z = (0,1 - 0,15)\delta$

Khi đường kính lắp ghép từ 18 - 50mm, thì  $R_z = (0,15 - 0,2)\delta$

Khi đường kính lắp ghép <18mm, thì  $R_z = (0,2 - 0,25)\delta$

## **2. Ảnh hưởng của lớp biến cứng bề mặt**

Lớp biến cứng bề mặt có tác dụng nâng cao tính chống mòn, hạn chế sự khuếch tán oxy trong không khí vào bề mặt chi tiết máy để tạo thành các oxyt kim loại (các oxyt này có tác dụng ăn mòn kim loại).

Hiện tượng biến cứng bề mặt chi tiết máy làm hạn chế quá trình biến dạng dẻo toàn phần của chi tiết máy, hiện tượng chảy, hiện tượng mài mòn của kim loại và hạn chế khả năng gây ra các vết nứt làm phá hỏng chi tiết. Tuy nhiên, bề mặt quá cứng cũng làm giảm độ bền mỏi.

### **3.2.4. Ảnh hưởng tới độ chính xác các mối ghép**

Độ chính xác các mối lắp ghép trong kết cấu cơ khí phụ thuộc chất lượng các bề mặt lắp ghép.

Độ bền các mối lắp ghép, trong đó có độ ổn định của chế độ lắp ghép giữa các chi tiết, phụ thuộc vào độ nhám của các bề mặt lắp ghép.

Ở đây, chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_z$  tham gia vào trường dung sai chế tạo chi tiết máy:

- Đối với lỗ thì dung sai của kích thước đường kính sẽ giảm một lượng là  $2R_z$ .
- Đối với trục thì lại tăng thêm  $2R_z$ .

Trong giai đoạn mòn ban đầu (giai đoạn chạy rà) chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_z$ , đối với mối lắp ghép lỏng, có thể giảm đi 65% - 75% làm khe hở lắp ghép tăng lên và độ chính xác lắp ghép giảm đi.

Như vậy, đối với các mối lắp ghép lỏng, để đảm bảo độ ổn định của mối lắp trong thời gian sử dụng, trước hết phải giảm độ nhấp nhô tế vi (giảm độ nhám, tăng độ nhẵn bóng bề mặt), thông qua cách giảm trị số chiều cao nhấp nhô  $R_z$ .

Giá trị hợp lý của chiều cao nhấp nhô  $R_z$  được xác định theo độ chính xác của mối lắp, tùy theo trị số của dung sai kích thước lắp ghép.

#### **Ví dụ:**

Nếu đường kính lắp ghép  $> 50$  mm thì  $R_z = (0,1 \div - 0,15) \cdot \delta$

Nếu đường kính lắp ghép từ 18 - 50 mm thì  $R_z = (0,15 - 0,2) \cdot \delta$

Nếu đường kính lắp ghép  $< 18$  mm thì  $R_z = (0,2 - 0,25) \cdot \delta$

Độ bền của mối lắp chặt (mối lắp có độ dôi) có quan hệ trực tiếp với độ nhám của bề mặt lắp ghép.

Chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_z$  tăng thì độ bền của mối lắp ghép có độ dôi (mối lắp chặt) giảm.

Chẳng hạn như ở vành bánh xe lửa, độ bền mối lắp ứng với chiều cao nhấp nhô tế vi  $R_z$  là  $36,5\mu\text{m}$  sẽ thấp hơn khoảng 40% so với độ bền cũng của mối lắp đó ứng với  $R_z$  là  $18\mu\text{m}$ . Vì độ dôi ở mối lắp ghép sau nhỏ hơn ở mối lắp ghép trước khoảng 15%.

Tóm lại, chất lượng của bề mặt chi tiết máy có ảnh hưởng nhiều đến khả năng làm việc và các mối lắp ghép của chi tiết máy trong kết cấu cơ khí.

Tất nhiên, mối quan hệ này rất phức tạp, cần phải được tiếp tục khảo sát có hiệu quả hơn thông qua các công trình nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm sát đúng để từ đó tìm biện

pháp tác động tích cực đến chất lượng bề mặt, góp phần nâng cao khả năng làm việc và đảm bảo chất lượng các mối lắp ghép chi tiết máy.

Về phương diện công nghệ chế tạo máy cần đi sâu phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt chi tiết máy.

### 3.3 CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

#### 3.3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt

**1. Các yếu tố ảnh hưởng do dụng cụ cắt và chế độ cắt** (Thông số hình học của dụng cụ cắt và bước tiến dao)

Khảo sát sự hình thành độ nhấp nhô bề mặt khi gia công tiện nhận thấy: sau một vòng quay của chi tiết, dao thực hiện một lượng ăn dao là  $S$  (mm/v).

Khi dao chuyển từ vị trí 1 sang vị trí 2 có một phần kim loại không được hớt đi là tam giác  $abc$  và giá trị chiều cao nhấp nhô  $R_z$  chính là đường cao của tam giác  $abc$ .

Ta thấy hình dáng và giá trị  $R_z$  phụ thuộc vào lượng chạy dao  $S$  và thông số hình học của dụng cụ như  $\varphi_1, \varphi$ .

Hình a và b: biểu hiện sự thay đổi bước tiến làm giảm  $R_z$ .

c: thay đổi  $\varphi$  và  $\varphi_1$  làm thay đổi  $R_z$  và hình dạng nhấp nhô

d: bán kính dao  $r$  thì hình dạng nhấp nhô là dạng tròn

e: bán kính dao  $r$  tăng lên chiều cao  $R_z$  giảm

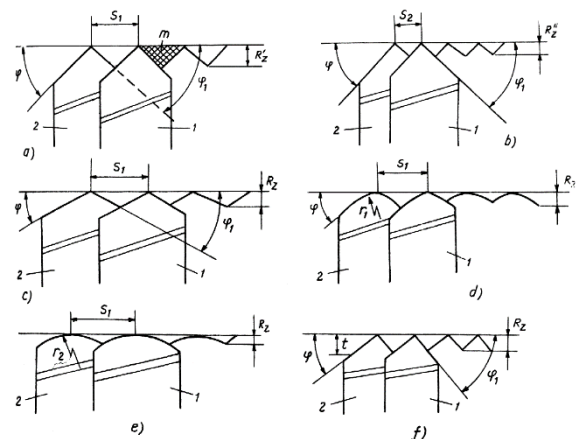
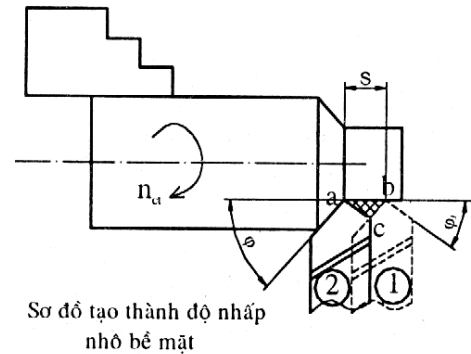
**Vận tốc cắt:** Vận tốc cắt có ảnh hưởng rất lớn đến độ nhám bề mặt.

**Ví dụ:** khi cắt thép cacbon ở vận tốc thấp, nhiệt cắt không cao, phoi kim loại tách dễ, biến dạng của lớp kim loại không nhiều, vì vậy độ nhám bề mặt thấp.

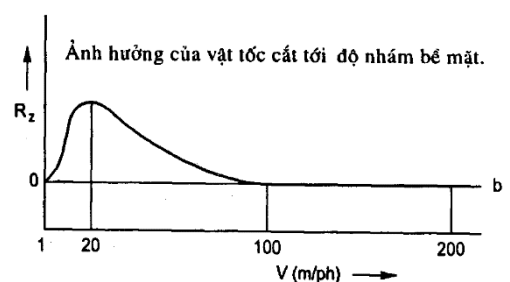
Khi tăng vận tốc lên khoảng 15 - 20m/ph thì nhiệt cắt và lực cắt tăng gây ra biến dạng dẻo mạnh ở mặt trước và mặt sau của dao. Khi lớp kim loại bị nén chặt ở mặt trước và nhiệt độ cao làm hình thành lẹo dao.

Lẹo dao có độ cứng cao và tham gia và quá trình cắt làm thay đổi góc trước  $\gamma$  làm độ nhám bề mặt tăng lên.

Nhưng nếu tiếp tục tăng vận tốc cắt lên  $>60$ m/ph, lẹo dao mất đi, độ nhám bề mặt giảm dần.



Ảnh hưởng của hình dáng hình học của dụng cụ cắt và chế độ cắt đến nhấp nhô bề mặt khi tiện.



Khi gia công kim loại giòn (như gang) các mảnh kim loại bị trượt và vỡ ra không theo quy luật nhất định, do đó làm tăng độ nhấp nhô bề mặt, nếu tăng vận tốc cắt sẽ làm giảm độ nhấp nhô.

## **2. Các yếu tố ảnh hưởng phụ thuộc biến dạng dẻo của lớp bề mặt (Vật liệu gia công)**

Vật liệu gia công ảnh hưởng đến độ nhám bề mặt, chủ yếu là do khả năng biến dạng dẻo. Vật liệu dẻo, dai bị biến dạng dẻo sẽ làm cho độ nhám bề mặt tăng hơn so với vật liệu cứng và giòn.

Độ cứng của vật liệu gia công tăng thì độ nhám bề mặt giảm và hạn chế ảnh hưởng của vận tốc cắt tới độ nhám bề mặt.

**Ví dụ:** trước khi cắt gọt người ta thường tiến hành thường hoá thép cacbon ở nhiệt độ  $850^{\circ}\text{C}$  -  $870^{\circ}\text{C}$  thì độ nhám bề mặt sau gia công giảm (độ bóng tăng lên).

## **3. Ảnh hưởng do rung động của hệ thống công nghệ**

Quá trình rung động của hệ thống công nghệ tạo ra chuyển động tương đối có chu kỳ giữa dụng cụ cắt và chi tiết gia công, làm thay đổi điều kiện ma sát, gây nên độ sóng và độ nhấp nhô tế vi trên bề mặt gia công. Độ sóng và độ nhấp nhô tế vi sẽ tăng nếu lực cắt tăng, chiều sâu cắt lớn, vận tốc cắt cao. Do vậy, muốn tăng độ nhẵn bóng bề mặt phải tăng cường độ cứng của hệ thống công nghệ.

### **3.3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ biến cứng bề mặt**

Khi tăng lực cắt và mức độ biến dạng dẻo thì mức độ biến cứng của bề mặt tăng. Nếu kéo dài thời gian tác dụng lực thì làm tăng chiều sâu lớp biến cứng.

Khi tiện, mức độ và chiều sâu biến cứng tăng khi tăng lượng tiến dao  $S$  và bán kính dao  $r$ .

Thông số hình học của dao cũng ảnh hưởng đến mức độ biến cứng.

**Ví dụ:** khi tăng góc trước  $\gamma$  của dao từ giá trị âm đến giá trị dương thì mức độ và chiều sâu biến cứng giảm. Vận tốc tăng làm giảm thời gian tác động của lực cắt và nhiệt cắt, do vậy làm giảm mức độ và chiều sâu lớp biến cứng.

### **3.3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư bề mặt**

Dựa vào kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến ứng suất dư lớp bề mặt, ta nhận thấy rằng:

- Nếu tăng lượng tiến dao  $S$  sẽ làm tăng chiều sâu ứng suất dư.
- Góc trước  $\gamma$  có trị số âm gây ra ứng suất dư nén.
- Khi gia công bằng dụng cụ có lưỡi cắt, vật liệu gia công giòn thường gây ứng suất dư nén, còn vật liệu dẻo gây ra ứng suất dư kéo.
- Gia công bằng đá mài thường gây ra ứng suất dư kéo. Gia công bằng đai mài gây ra ứng suất dư nén.



### 3.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP BẢO ĐẢM CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT

#### 3.4.1. Điều khiển các phương pháp cắt nhằm đạt chất lượng bề mặt cao nhất

Chất lượng bề mặt chi tiết máy là một chỉ tiêu rất quan trọng đối với quá trình gia công chi tiết máy, nhất là ở giai đoạn gia công tinh.

Để đảm bảo chất lượng bề mặt gia công, trước hết phải chuẩn bị hệ thống công nghệ thật tốt, đặc biệt là ở khâu gia công tinh.

Mục tiêu ở đây là xác định và áp dụng có hiệu quả các biện pháp công nghệ nhằm cải thiện chất lượng bề mặt về các yếu tố:

- Độ nhám
- Chiều sâu biến cứng
- Mức độ biến cứng
- Ứng suất dư của lớp bề mặt chi tiết máy.

Những biện pháp công nghệ đã được kiểm nghiệm có hiệu quả nhằm cải thiện chất lượng bề mặt chi tiết máy khi gia công bằng dụng cụ cắt thường (dụng cụ có lưỡi) và gia công bằng đá mài được tổng kết ở bảng 2- 2 và 2- 3.

Mặt khác, khi thiết kế quá trình gia công bề mặt chi tiết máy, cần phải xét khả năng đạt được cấp độ nhẵn bóng bề mặt của từng phương pháp gia công (bảng 2- 4).

**Bảng 2-2. Biện pháp cải thiện chất lượng bề mặt gia công chi tiết máy bằng dụng cụ cắt thường (dụng cụ có lưỡi)**

| Yếu tố ảnh hưởng                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Biện pháp làm giảm chiều cao nhấp nhô tế vi ( $R_z$ ) và giảm chiều sâu biến cứng ( $r_c$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Vật liệu gia công</li><li>- Lượng tiến dao <math>S</math>, <math>S_z</math></li><li>- Chiều sâu cắt</li><li>- Vận tốc cắt <math>v</math></li><li>- Vật liệu dụng cụ cắt</li><li>- Dung dịch trơn nguội</li><li>- Thông số hình học của dụng cụ cắt:<ul style="list-style-type: none"><li>góc trước <math>\gamma</math></li><li>góc sau <math>\alpha</math></li><li>bán kính mũi dao <math>r</math></li></ul></li><li>- Độ mòn dụng cụ <math>u</math></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Súc bền cao, giới hạn chảy cao, nhiều cacbon, độ cứng cao.</li><li>- Giá trị <math>S</math>, <math>S_z</math> nhỏ (giá trị nhỏ nhất khoảng <math>0,03 \text{ mm/vòng}</math>)</li><li>- Giá trị của chiều sâu cắt nhỏ (giá trị nhỏ nhất khoảng <math>0,01 \text{ mm}</math>)</li><li>- Giá trị của vận tốc cắt tăng, giá trị nhỏ nhất, tùy cặp vật liệu gia công và vật liệu dụng cụ (ví dụ: tiện tinh thép bằng dao thép gió hoặc dao gốm <math>v_{\min}</math> khoảng <math>= 300 \div 500 \text{ m/ph}</math>)</li><li>- Độ cứng nóng (chịu nhiệt) tăng, khả năng chịu nhiệt của dụng cụ tăng theo thứ tự sau: thép gió, hợp kim cứng, gốm, kim cương.</li><li>- Độ nhớt tăng theo thứ tự: nước, dầu.</li><li>Góc trước lớn dần</li><li>Góc sau lớn dần</li><li>Bán kính mũi dao <math>r</math> nhỏ</li><li>Độ mòn dụng cụ (<math>u</math>) nhỏ</li></ul> |

**Bảng 2-3. Biện pháp cải thiện chất lượng bề mặt khi mài**

| Yếu tố ảnh hưởng                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Biện pháp làm giảm chiều cao nhấp nhô tế vi ( $R_z$ ) và giảm chiều sâu biến cứng ( $r_c$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Vật liệu gia công</li><li>- Lượng tiến đá:<ul style="list-style-type: none"><li>+ ngang <math>S_n</math></li><li>+ dọc <math>S_d</math></li></ul></li><li>- Tốc độ chi tiết gia công <math>v_c</math></li><li>- Chiều sâu cắt</li><li>- Vận tốc cắt của đá mài <math>v_d</math></li><li>- Tỷ lệ vận tốc <math>q</math><br/><math>q = v_d/v_{ct}</math></li><li>- Hoa lửa</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Súc bền tăng, độ cứng tăng</li><li>- Lượng tiến đá ngang (<math>S_n</math>) nhỏ</li><li>- Lượng tiến đá dọc (<math>S_d</math>) nhỏ</li><li>- Tốc độ chi tiết lớn</li><li>- Chiều sâu cắt nhỏ (giá trị nhỏ nhất của chiều sâu cắt khoảng <math>0,005 \text{ mm}</math>)</li><li>- Vận tốc cắt của đá tăng (giá trị nhỏ nhất khoảng <math>65 \text{ m/ph}</math>)</li><li>- Tỷ lệ vận tốc (<math>q</math>) tăng</li><li>- Hoa lửa nhiều thì <math>R_z</math> giảm ít</li></ul> |



**Bảng 2-4. Khả năng đạt độ nhẵn bóng bề mặt của các phương pháp gia công**

| Phương pháp gia công           | Độ nhẵn bóng bề mặt gia công |               |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|
|                                | $R_z(\mu m)$                 | Cấp nhẵn bóng |
| Cạo 1 ÷ 3 điểm/cm <sup>2</sup> | 10 ÷ 40                      | 4 ÷ 6         |
| 3 ÷ 5 điểm/cm <sup>2</sup>     | 2,5 ÷ 10                     | 6 ÷ 9         |
| Đánh bóng: bằng vải            | 0,06 ÷ 0,25                  | 12 ÷ 14       |
| bằng bột                       | 0,06 ÷ 0,4                   | 11 ÷ 13       |
| Nghiền: nghiền thô             | 2,5 ÷ 10                     | 6 ÷ 9         |
| nghiền bán tinh                | 0,63 ÷ 4                     | 8 ÷ 10        |
| nghiền tinh                    | 0,04 ÷ 1                     | 10 ÷ 14       |
| Mài siêu tinh                  | 0,05 ÷ 0,8                   | 10 ÷ 14       |
| Mài khôn: mài khôn thường      | 0,25 ÷ 1                     | 10 ÷ 12       |
| mài khôn có dao động           | 0,04 ÷ 0,63                  | 11 ÷ 14       |
| Mài thường: mài thô            | 10 ÷ 40                      | 4 ÷ 6         |
| mài bán tinh                   | 4 ÷ 10                       | 6 ÷ 8         |
| mài tinh                       | 0,1 ÷ 4                      | 8 ÷ 13        |
| Phay: phay thô                 | 40 ÷ 100                     | 3 ÷ 4         |
| phay bán tinh                  | 10 ÷ 40                      | 4 ÷ 6         |
| phay tinh                      | 1,6 ÷ 10                     | 6 ÷ 9         |
| Doa: doa thô                   | 4 ÷ 10                       | 6 ÷ 8         |
| doa tinh                       | 0,4 ÷ 4                      | 8 ÷ 11        |
| Khoan, khoét                   | 10 ÷ 80                      | 3 ÷ 5         |
| Chốt: chuốt thô                | 2,5 ÷ 10                     | 6 ÷ 9         |
| chuốt tinh                     | 1 ÷ 2,50                     | 8 ÷ 10        |
| Tiện: tiện bóc vỏ              | 100 ÷ 400                    | 1 ÷ 2         |
| tiện thô                       | 40 ÷ 100                     | 3 ÷ 4         |
| tiện bán tinh                  | 10 ÷ 40                      | 4 ÷ 6         |
| tiện tinh với dao hợp kim cứng | 2,5 ÷ 10                     | 6 ÷ 9         |
| tiện tinh với dao kim cương    | 1 ÷ 2,5                      | 8 ÷ 10        |
| Bào: bào thô                   | 40 ÷ 100                     | 3 ÷ 4         |
| bào tinh                       | 10 ÷ 40                      | 4 ÷ 6         |
| bào tinh mỏng với dao rộng bản | 3,2 ÷ 6,3                    | 7 ÷ 8         |

### 3.4.2. Nâng cao chất lượng bề mặt bằng các phương pháp gia công biến dạng dẻo.

#### 1. Lăn ép bằng bi.

Nếu dùng lăn ép bằng bi có thể gia công được các dạng mặt phẳng, mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, thậm chí có thể lăn ép cả các bán kính lượn giữa các bậc của trục.

Dụng cụ để thực hiện các nguyên công này như trình bày trên hình.

Hình a là dụng cụ để lăn ép mặt phẳng, có thể thực hiện trên máy phay với đầy đủ các chuyển động như khi phay mặt phẳng.

Trên hình b là sơ đồ ép ly tâm nhiều bi để gia công mặt tròn ngoài. Loại này dùng để làm chắc những nơi có ứng suất tập trung và chịu tải đổi chiều của chi tiết.

Phương pháp này rất có hiệu quả, có thể nâng cao độ nhẵn bóng bề mặt (giảm độ nhám từ một đến hai cấp). Có thể thực hiện được trên các máy thông thường.

Các thông số công nghệ có thể là:

- Độ dôi: 0,05 - 0,8 mm
- Tốc độ của đầu lăn: 20 - 150 m/ph
- Tốc độ của phôi: 30 - 90 m/ph
- Bước tiến: 0,1 - 0,5 mm/vòng
- Đường kính bi: 7-10 mm.

Hình c là dụng cụ lăn ép lỗ nhiều bi không ly tâm.

Các bi 7 được bố trí trong tám ngăn 6, các bi này tựa trên một vòng có độ côn 5 và chặn bằng hai ổ chặn 8 để xác định vị trí hướng trục. Các ổ chặn được lắp trên đĩa 9 và 4, đồng thời được kẹp chặt bằng trục vít 3. Toàn bộ được lắp trên cán 1 nhờ đai ốc 2. Việc tăng, giảm đường kính dụng cụ được thực hiện bằng cách vặn đai ốc 2 để dịch chuyển bi về phía phải hoặc phía trái.

Hình d là dụng cụ lăn ép có đường kính lớn, dài dùng để lăn ép các xanh thủy lực bằng thép. Đường kính lớn nhất có thể lăn ép bằng dụng cụ này lên tới 200 mm. Số lượng bi nhiều hay ít là tùy theo yêu cầu gia công, đường kính lỗ lăn ép v. v... Tuy vậy số lượng bi thường dùng khoảng 6 - 16 khi đường kính lăn ép trong khoảng 50 - 200 mm.

## 2. Chà sát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng.

Chà sát bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng là một phương pháp gia công tinh bằng biến dạng dẻo.

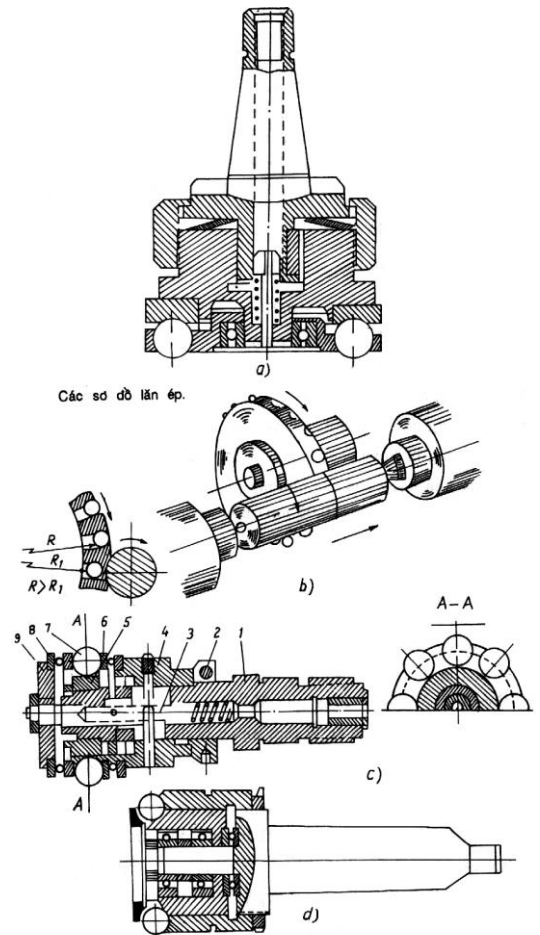
Phương pháp này có khả năng dùng trong các điều kiện sản xuất khác nhau, khi các phương pháp khác không thực hiện được.

Trên hình là kết cấu một dụng cụ chà sát bằng mũi kim cương.

Mũi kim cương 4 có tác dụng đàn hồi để gia công mặt trụ ngoài hoặc mặt đầu.

Lực gia công có thể điều chỉnh được nhờ vít 1 và số đo lực được chỉ thị trên đồng hồ 3.

## 3. Nong lỗ bằng bi hoặc chày nong.



Khi gia công các lỗ thông, có thể chọn bi tiêu chuẩn đúng kích thước cần gia công rồi dùng cơ cấu đơn giản, thực hiện bằng tay hoặc dùng máy, để ép bi qua lỗ hình vẽ.

Phương pháp này cho độ thẳng tâm lỗ kém hơn so với một số phương pháp khác như dùng chày đẩy có phần dẫn hướng.

Vì vậy chỉ dùng để gia công lỗ ngắn.

Lỗ sau nong bi có thể đạt độ chính xác cấp và  $Ra = 0,2 - 0,1 \mu m$  khi bi có độ chính xác kích thước cấp 6 và bề mặt nhẵn bóng đúng tiêu chuẩn.

Đối với các lỗ khác, có thể nong lỗ bằng chày nong một nấc (bằng cách đẩy hoặc kéo chày) hoặc chày nong nhiều nấc.

Chày nong một nấc chủ yếu dùng để gia công các lỗ nhỏ (hình 5- 78), có thể đạt độ chính xác cấp 7 hoặc cấp 8 và  $Ra = 0,8 - 0,4 \mu m$ .

Các chi tiết kinh tế kỹ thuật của phương pháp này phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố sau:

- Chọn kết cấu chày thích hợp.
- Chọn lượng dư và chế độ ép hợp lý.

Thông thường chày nong có góc côn vào  $\alpha = 3^\circ \div 5^\circ$ ; góc côn ra  $\alpha_1 = 4^\circ \div 6^\circ$ ; chiều rộng làm việc  $b = 0,5 - 1,2 \text{ mm}$  (tùy theo đường kính chày nong).

Vật liệu làm chày nong có thể là YLOA, Y12A; thép hợp kim XBT, IIIX15; thép gió P18, khi tôi đạt độ cứng HRC = 62 - 65.

Để nâng cao tính chống mòn phần làm việc có thể mạ Crôm dày 0,005 - 0,012 mm hoặc thấm nitơ với chiều sâu chừng 0,5 - 0,7 mm.

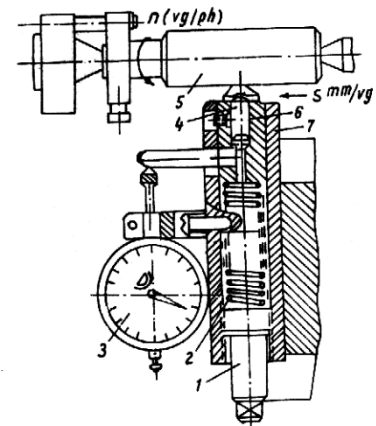
Làm như vậy tuổi bền của chày có thể nâng lên 2 ÷ 4 lần.

Ngoài ra người ta còn có thể chế tạo phần làm việc của chày nong bằng hợp kim cứng BK8, BK15 để có tuổi bền cao hơn nhiều.

Việc xác định lượng dư nong là vấn đề khó. Thông thường có thể căn cứ vào đặc tính biến dạng của vật liệu, yêu cầu kỹ thuật của bề mặt gia công để tính toán theo phương pháp giải tích, hoặc căn cứ vào kết quả thực nghiệm, lập nên các đồ thị mà xác định lượng dư nong.

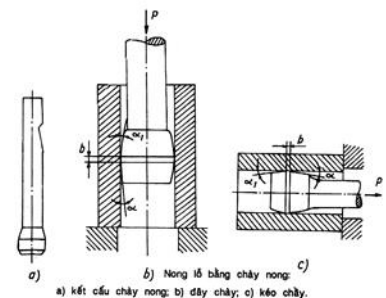
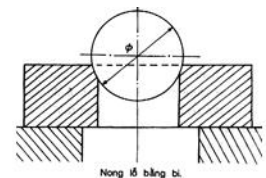
Lượng dư gia công lớn hay nhỏ sẽ tạo nên lực ép lớn hay nhỏ và ảnh hưởng quyết định đến chất lượng gia công.

Khi nong lỗ, chất lượng bề mặt đạt được ít phụ thuộc vào tốc độ ép. Tốc độ này chủ yếu chỉ ảnh hưởng đến năng suất.



Chà sắt bằng mũi kim cứng:

- 1- Vít điều chỉnh áp lực; 2- Lò xo; 3- Đồng hồ so; 4- Mũi kim cứng; 5- Chi tiết gia công; 6- Ống giữ dụng cụ 7- Ống bọc.



Nếu lỗ gia công có đường kính  $D = 5 - 30 \text{ mm}$ , dài  $L = 5 \div 40 \text{ mm}$  (cấp chính xác 7 ÷ 8) thì lượng dư theo đường kính  $2Z_b = 0,05 - 0,2 \text{ mm}$ ;  $D < 5 \text{ mm}$ ,  $L/d = 2 \div 8$ , cấp chính xác 7 thì  $2Z_b = 0,03 - 0,1 \text{ mm}$ .

Nếu gia công chi tiết gang hoặc thép có đường kính và chiều dài khoảng  $30 \text{ mm}$  thì  $2Z_b = 0,12 \text{ mm}$ ; nếu  $D < 5 \text{ mm}$  và  $L/D = 2 \div 7$  (các chi tiết bạc, lỗ bánh răng v.v...) thì  $2Z_b = 0,02 - 0,04 \text{ mm}$ .

Ngoài chày nong một nấc người ta còn sử dụng chày nong nhiều nấc.

Chày nong nhiều nấc có nhiều loại hình vẽ.

- Chày nong nhiều nấc tổ hợp cả lưỡi cắt và vòng nong.
- Chày nong nhiều nấc chế tạo liền một khối.
- Chày nong nhiều nấc loại ghép các vòng nong với nhau.

Đối với loại chày như trên hình a, phần lưỡi cắt tương tự như một dao chuốt lỗ.

Các vòng nong được xếp ngay sau lưỡi cắt tinh chỉnh.

Lượng dư của mỗi vòng nong (độ chênh kích thước của hai vòng nong liên tiếp) không quá  $0,03 - 0,04 \text{ mm}$ , (thường có từ 4 - 6 vòng nong loại này).

Đôi khi sau những vòng nong nói trên người ta còn làm thêm vòng nong tinh chỉnh có kích thước bằng vòng nong cuối của phần nong.

Như vậy, nhìn chung trong một chày nong (hình b hoặc hình c), các vòng nong được chia làm ba loại hình vẽ.

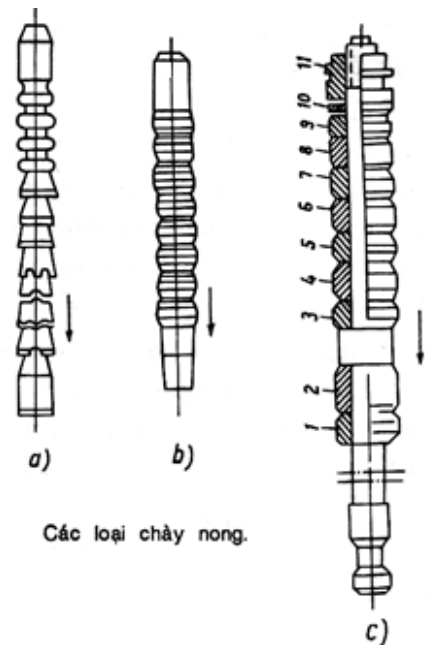
- Các vòng nong ép
- Các vòng nong sửa chỉnh
- Các vòng nong kết thúc.

Tổng số các vòng nong phụ thuộc vào lượng dư gia công và vào độ chênh giữa các vòng liên tiếp.

Ngoài ra, sau khi nong xong bề mặt gia công sẽ có biến dạng đàn hồi, làm cho lỗ bé lại so với kích thước lớn nhất của vòng nong ép (cũng là vòng sửa chỉnh), do đó kích thước vòng sửa chỉnh phải lớn hơn kích thước cần đạt.

Lượng lớn hơn này gọi là lượng dôi. Lượng dôi này phụ thuộc vào lực nong (lượng dư) và tính chất của vật liệu gia công. Trong quá trình nong ép cần tưới dung dịch trơn nguội vào vùng gia công.

Phải căn cứ vào vật liệu gia công để chọn chất bôi trơn. Khi gia công thép có thể dùng dầu máy; gia công gang đúc dùng dầu mazut, dầu hỏa; gia công hợp kim nhôm dùng nước xà phòng v.v...



Các loại chày nong.



## Chương 4. ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

*Mục tiêu: Sinh viên trình bày được độ chính xác gia công.*

### 4.1. KHÁI NIỆM VỀ ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

#### 4.1.1. Khái niệm:

Trên cơ sở những yêu cầu làm việc của máy móc, thiết bị như độ chính xác độ ổn định, độ bền lâu và năng suất làm việc, mức độ phức tạp, sự an toàn khi làm việc mà người thiết kế lập ra những điều kiện kỹ thuật cần thiết và dung sai cho phép của từng chi tiết máy rồi ghi lên bản vẽ chế tạo. Trong thực tế không thể chế tạo chi tiết có độ chính xác tuyệt đối, bởi vì khi gia công sẽ xuất hiện các sai số.

**1. Định nghĩa:** Độ chính xác gia công chi tiết máy là mức độ giống nhau về hình học, về tính chất cơ lý lớp bề mặt của chi tiết máy được gia công so với chi tiết máy lý tưởng trên bản vẽ thiết kế.

#### 2. Phân loại:

##### Độ chính xác kích thước

Đó là độ chính xác về kích thước thẳng hoặc kích thước góc.

Độ chính xác kích thước được đánh giá bằng sai số kích thước thật so với kích thước lý tưởng trên bản vẽ và được thể hiện bằng dung sai kích thước đó.

##### Độ chính xác vị trí tương quan

Độ chính xác này thực chất là sự xoay đi một góc nào đó của bề mặt này so với bề mặt kia (dùng làm chuẩn).

Vì chi tiết là một vật rắn thể khối nên độ chính xác xoay của bề mặt này so với mặt kia được quan sát theo hai mặt phẳng tọa độ vuông góc với nhau.

Độ chính xác vị trí tương quan thường được ghi thành điều kiện kỹ thuật trên bản vẽ thiết kế. Độ chính xác càng cao (sai số càng nhỏ) thì giá thành sản phẩm càng cao.

**Ví dụ:** Độ không song song, độ không vuông góc, độ không đồng tâm ...

#### 3. Độ chính xác hình dạng hình học đại quan

Đó là mức độ phù hợp lớn nhất của chúng với hình học lý tưởng của chi tiết.

**Ví dụ:** Chi tiết trục được đánh giá qua độ côn, độ vắn, độ đa cạnh...

Mặt phẳng được đánh giá qua độ phẳng so với mặt phẳng lý tưởng.

#### 4. Độ bóng bề mặt:

Độ bóng bề mặt là chu kỳ không bằng phẳng của bề mặt chi tiết máy được quan sát trong phạm vi lớn hơn độ nhám bề mặt (1 – 10 mm).

Độ nhám bề mặt ứng với tỷ lệ:  $\frac{l}{h} = 0 \div 50$

l: khoảng cách giữa 2 đỉnh nhấp nhô liên tiếp.

h: chiều cao của 1 nhấp nhô).

Độ sóng bề mặt ứng với tỷ lệ:

$$\frac{L}{H} = 50 \div 1000$$

(H: chiều cao của sóng, L: bước sóng)

### 5. Sai lệch hình học tế vi (độ nhám bề mặt):

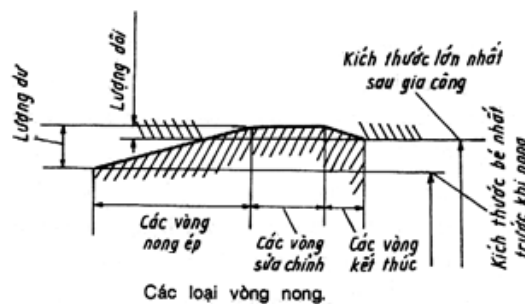
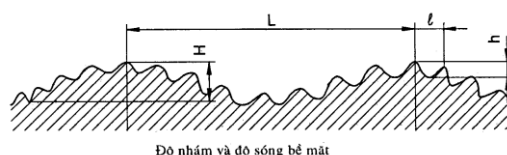
Là tập hợp tất cả những bề lồi, lõm với bước cực nhỏ và được quan sát trên một quãng ngắn tiêu chuẩn l (l = 0.01 đến 8 mm).

Ra: là trung bình cộng của khoảng cách từ n điểm trên đường nhấp nhô đến đường trung bình, nhưng chỉ lấy trị số tuyệt đối trong khoảng chiều dài chuẩn l.

$$R_a = \frac{|h_1| + |h_2| + \dots + |h_n|}{n} (\mu m)$$

Rz: là giá trị trung bình của 5 đỉnh cao nhất đến 5 đỉnh thấp nhất của nhấp nhô trong khoảng chiều dài chuẩn l.

$$R_z = \frac{(H_1 + H_3 + H_5 + H_7 + H_9) - (H_2 + H_4 + H_6 + H_8 + H_{10})}{5} (\mu m)$$



| CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT | CẤP NHẢY BÓNG | Ra( μm) | Rz( μm) | CHIỀU DÀI CHUẨN |
|-------------------|---------------|---------|---------|-----------------|
| Thô               | 1             | 80      | 320     | 8               |
|                   | 2             | 40      | 160     | 2,5             |
|                   | 3             | 20      | 80      |                 |
|                   | 4             | 10      | 40      |                 |
| Bán tinh          | 5             | 5       | 20      | 2,5             |
|                   | 6             | 2,5     | 10      | 0,8             |
|                   | 7             | 1,25    | 6,3     |                 |
| Tinh              | 8             | 0,63    | 3,2     | 0,025           |
|                   | 9             | 0,32    | 1,6     |                 |
|                   | 10            | 0,16    | 0,8     |                 |
|                   | 11            | 0,08    | 0,4     |                 |
| Siêu tinh         | 12            | 0,04    | 0,2     | 0,08            |
|                   | 13            | 0,02    | 0,08    |                 |
|                   | 14            | 0,01    | 0,05    |                 |

### 6. Tính chất cơ lý của lớp bề mặt

Tính chất này là một trong những chỉ tiêu quan trọng của độ chính xác, nó ảnh hưởng lớn đến điều kiện làm việc của chi tiết máy, nhất là chi tiết làm việc trong điều kiện đặc biệt. Tính chất cơ lý lớp bề mặt được biểu thị bằng

- Độ cứng tế vi bề mặt: sinh ra trong quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt.
- Ứng suất dư trong lớp bề mặt: do lực cắt gây biến dạng dẻo không đều ở từng khu vực, do nhiệt ở vùng cắt.

Trị số dấu và chiều sâu phân bố ứng suất dư trong lớp bề mặt phụ thuộc vào các điều kiện gia công cụ thể

**Ví dụ:** Trọng lượng của bộ đôi pittông trong động cơ không được có sai số quá 20g để đảm bảo đặc tính động học và động lực học khi động cơ làm việc.

Độ cứng bề mặt làm việc của sống trượt máy công cụ không được thấp hơn 55HRC.

Khi xem xét độ chính xác gia công của một nhóm chi tiết, ngoài những yếu tố cần xem xét cho một chi tiết, cần phải kể đến những yếu tố khác nhằm đảm bảo sai số tổng cộng xuất hiện trên một chi tiết bất kỳ trong nhóm đều nhỏ hơn sai số cho phép (dung sai).

Khi gia công một loạt chi tiết trong cùng một điều kiện xác định mặc dù những nguyên nhân sinh ra từng sai số nói trên của mỗi chi tiết là giống nhau nhưng xuất hiện giá trị sai số tổng cộng trên từng chi tiết lại khác nhau. Nguyên nhân do tính chất khác nhau của các sai số thành phần.

Một số sai số xuất hiện trên từng chi tiết của cả loạt đều có giá trị không đổi hoặc thay đổi nhưng theo một quy luật nhất định. Những sai số này gọi là **sai số hệ thống không đổi** hoặc **sai số hệ thống thay đổi**.

Có một sai số khác mà giá trị của chúng xuất hiện trên mỗi chi tiết không theo một quy luật nào cả. Những sai số này gọi là **sai số ngẫu nhiên**.

Vì những lý do trên, kích thước thực của mỗi chi tiết trong một loạt đều khác nhau, khác cả với kích thước điều chỉnh.

Các nguyên nhân sinh ra **sai số hệ thống không đổi** là:

- Sai số lý thuyết của phương pháp cắt.
- Sai số chế tạo của máy, đồ gá, dụng cụ cắt.
- Độ biến dạng của chi tiết gia công.

Các nguyên nhân sinh ra **sai số hệ thống thay đổi** (theo thời gian gia công) là:

- Dụng cụ cắt bị mòn theo thời gian cắt.
- Biến dạng vì nhiệt của máy, dao, đồ gá.

Các nguyên nhân sinh ra **sai số ngẫu nhiên** là:

- Tính chất vật liệu (độ cứng) không đồng đều.
- Lượng dư gia công không đều.
- Vị trí của phôi trong đồ gá thay đổi (dẫn đến sai số gá đặt).



- Sự thay đổi của ứng suất dư.
- Do gá dao nhiều lần.
- Do mài dao nhiều lần.
- Do thay đổi nhiều máy để gia công một loạt chi tiết.
- Do dao động nhiệt của chế độ cắt gọt.

#### 4.1.2. CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY RA SAI SỐ GIA CÔNG

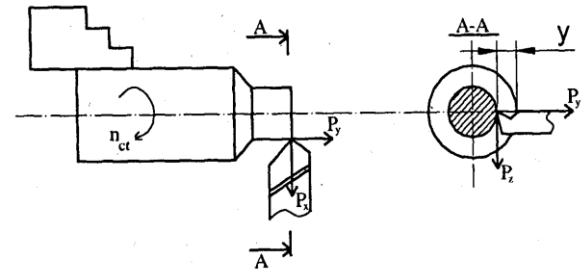
##### ❖ SAI SỐ DO BIẾN DẠNG ĐÀN HỒI CỦA HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ

Hệ thống công nghệ (máy - dao - đồ gá - chi tiết gia công) không phải là hệ thống tuyệt đối cứng vững mà khi chịu tác dụng của ngoại lực nó bị biến dạng đàn hồi và biến dạng tiếp xúc.

Trong quá trình cắt gọt biến dạng này gây ra sai số kích thước và sai số hình dạng của chi tiết gia công. Khi cắt, lực cắt tác dụng lên hệ thống công nghệ được chia thành ba thành phần  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$  và biến dạng theo ba phương  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Nếu là dao nhiều lưỡi hoặc dao định hình (tiện, phay, bào) thì cả ba chuyển vị  $x$ ,  $y$ ,  $z$  đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công, nhưng  $y$  là phương chuyển vị theo phương pháp tuyến với bề mặt gia công có ảnh hưởng đến kích thước gia công nhiều nhất.

**Ví dụ:** Hình là ảnh hưởng của lượng chuyển vị  $y$  đến kích thước gia công trong phương pháp tiện.



##### ❖ Sai số do độ cứng vững của hệ thống công nghệ

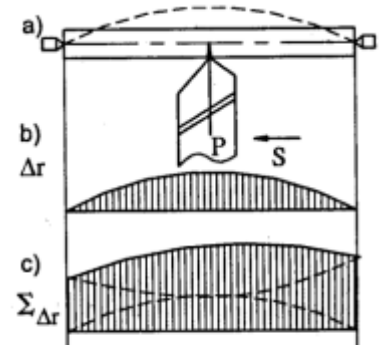
**Định nghĩa:** Độ cứng vững của hệ thống công nghệ  $J$  là khả năng chống lại sự biến dạng của hệ thống khi có các ngoại lực tác dụng vào.

Độ cứng vững của hệ thống công nghệ được thể hiện bằng biểu thức sau:  $J = \frac{P_y}{y}$

$J$  - độ cứng vững ( $\text{kG} / \text{mm}^2$ )

$P_y$  - lực cắt theo hướng kính ( $\text{kg}$ );

$y$  - lượng dịch chuyển của mũi dao theo phương  $P_y$  ( $\text{mm}$ ).



Khảo sát biến dạng đàn hồi của chi tiết gia công.  
a) Sơ đồ gá đặt; b) Sự thay đổi kích thước gia công do biến dạng đàn hồi của chi tiết; c) Tổng hợp (biến dạng đàn hồi của chi tiết và máy).

Lượng dịch chuyển của dao đối với chi tiết gia công là tổng hợp các chuyển vị của các phần tử trong hệ thống. Do đó:

$$y = \sum_{i=1}^n y_i = \sum_{i=1}^n \frac{P_y}{J_i}$$

Độ mềm dẻo của hệ thống công nghệ là khả năng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ dưới các tác dụng ngoại lực. Độ mềm dẻo được xác định theo biểu thức sau:

$$w = \frac{1}{J}$$

Khảo sát quá trình tiện trục trơn được gá trên hai mũi tâm của máy tiện (hình).

$J_{tt}$  Độ cứng vững của mũi tâm trước

$J_{ts}$  Độ cứng vững mũi tâm sau (mũi tâm ở vị động)

$y_{tt}$  Chuyển vị của tâm trước dưới tác dụng của  $P_y$

$y_{ts}$  Chuyển vị của tâm sau dưới tác dụng của  $P_y$

$$y_{tt} < y_{ts}$$

Sơ đồ đặt gá phôi trên hai mũi tâm được thể hiện trên hình (chi tiết tuyệt đối cứng vững)

Như trên sơ đồ ta nhận thấy rằng kích thước chi tiết được tăng lên giá trị  $\Delta r$  thay đổi phụ thuộc vào khoảng cách  $x$  theo phương trình bậc hai và sự thay đổi kích thước gia công do biến dạng đàn hồi của hai mũi tâm thể hiện trên hình b.

Chi tiết gá trên hai mũi tâm (hình) (Giả sử 2 mũi tâm tuyệt đối cứng vững)

Ta khảo sát được sự thay đổi kích thước gia công do biến dạng đàn hồi của chi tiết gia công. Biến dạng lớn nhất sẽ đạt được ở giữa đoạn trục (hình b).

Như vậy, khi gia công chi tiết trục, do có biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ, kích thước hình dạng hình học của chi tiết trục bị thay đổi (hình c).

Ta có thể kết luận sau khi gia công chi tiết có hình tang trống.

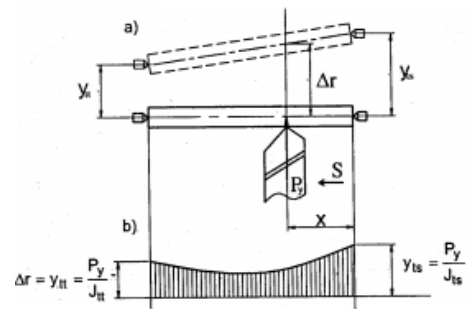
#### ❖ Do dao cùn

Độ chính xác chế tạo dụng cụ cắt, mức độ mòn của nó và sai số gá đặt dụng cụ trên máy công cụ đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Đặc biệt các dụng cụ định kích thước như mũi khoan, khoét, doa, taro.... sai số chế tạo ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công.

Khi gia công các mặt định hình bằng dao định hình như dao tiện định hình, dao phay môđun, sai số profin sẽ làm sai dạng bề mặt gia công.

Ngoài sai số chế tạo, trong quá trình cắt, dao sẽ bị mòn và làm ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.



## ❖ Do sai số phôi

Sự biến động của độ cứng vật liệu và lượng dư gia công sẽ gây ra sai số hình dáng hình học của chi tiết.

Trong thực tế cũng tồn tại hiện tượng in dập (di truyền công nghệ) sai số hình dáng hình học cùng tính chất của phôi và chi tiết gia công như: độ ôvan, độ côn, độ đảo ...

## ❖ SAI SỐ VÀ TÌNH TRẠNG MÒN CỦA MÁY - GÁ - DAO

### ❖ Sai số của máy

Cũng như các loại máy khác, máy công cụ được chế tạo ra với độ chính xác nhất định. Các sai số hình học của máy khi chế tạo như độ đảo trục chính, sai số sóng trượt... sẽ được phản ánh lên chi tiết gia công.

**Ví dụ:** Nếu đường tâm trục chính máy tiện

không song song với sóng trượt của thân máy trong mặt phẳng nằm ngang thì khi tiện chi tiết gia công sẽ tạo thành hình côn (hình).

Nếu sóng trượt không thẳng trên mặt phẳng nằm ngang sẽ làm cho quỹ tích chuyển động của mũi dao không thẳng khiến cho đường kính chi tiết chỗ to chỗ nhỏ.

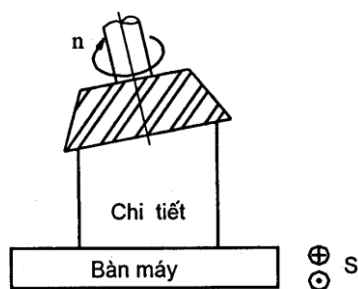
Trên máy phay đứng nếu đường tâm trục chính không thẳng góc với mặt phẳng của bàn máy theo chiều ngang thì mặt phẳng phay ra sẽ không song song với mặt phẳng đáy định vị trên bàn máy.

Nếu đường tâm trục chính không thẳng góc với mặt phẳng của bàn máy theo chiều dọc thì mặt phẳng phay ra sẽ bị lõm.

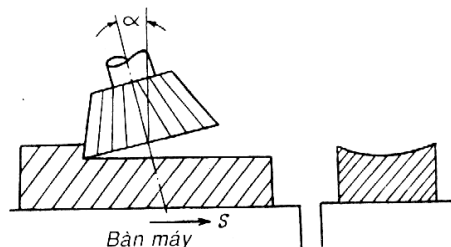
Sai số bộ phận truyền động của máy cũng gây ra sai số gia công.

**Ví dụ:** khi tiện ren nếu bước ren của trục vít me không chính xác sẽ làm cho bước ren gia công có sai số. Khi gia công răng trên máy phay, nếu cơ cấu phân độ có sai số sẽ gây nên sai số bước răng của bánh răng gia công.

Đối với máy tiện, sóng trượt phía trước của máy sẽ mòn nhanh hơn sóng trượt phía sau, làm cho bàn xe dao bị tụt xuống và vị trí tương đối của dao so với chi tiết sẽ sai đi và sinh ra sai số gia công.



Mặt phẳng gia công không song song với mặt phẳng đáy chi tiết



Mặt phẳng gia công bị lõm.

### ❖ Sai số của đồ gá

Đồ gá dùng để đảm bảo vị trí tương đối của chi tiết gia công với dụng cụ cắt. Sai số chế tạo, lắp ráp đồ gá ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Sai số về hình học của đồ gá sẽ phản ánh lên chi tiết gia công.

Một số chi tiết của đồ gá như bạc dẫn mũi khoan bị phôi làm mòn chi tiết định vị như편편 tỳ, chốt tỳ bị mòn khi tiếp xúc nhiều với phôi và chịu tác dụng của lực kẹp.

Ngoài ra do lắp đồ gá trên máy cũng gây ra sai số gia công.

Để đảm bảo độ chính xác gia công đã định, độ chính xác của đồ gá phải cao hơn một cấp.

#### ❖ Sai số của dụng cụ cắt.

Độ chính xác chế tạo dụng cụ cắt, mức độ mòn của nó và sai số gá đặt dụng cụ trên máy công cụ đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Đặc biệt các dụng cụ định kích thước như mũi khoan, khoét, doa, taro.... sai số chế tạo ảnh hưởng trực tiếp đến độ chính xác gia công.

Khi gia công các mặt định hình bằng dao định hình như dao tiện định hình, dao phay môđun, sai số profin sẽ làm sai dạng bề mặt gia công.

Ngoài sai số chế tạo, trong quá trình cắt, dao sẽ bị mòn và làm ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

### 4.3. BIẾN DẠNG NHIỆT CỦA HỆ THỐNG CÔNG NGHỆ

#### ❖ Nguồn phát sinh nhiệt trong quá trình gia công

Trong quá trình gia công, hệ thống công nghệ bị nóng lên do ma sát, do nhiệt cắt truyền vào, nhiệt phát ra từ động cơ, từ hệ thống thủy lực và do ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường xung quanh.

Nhiệt độ ở các bộ phận khác nhau của hệ thống cũng khác nhau (chênh lệch nhau khoảng  $10-50^{\circ}\text{C}$ ) Biến dạng nhiệt của hệ thống công nghệ ảnh hưởng đến kích thước và hình dáng chi tiết gia công.

#### ❖ Sai số do biến dạng nhiệt của máy và đồ gá.

Khi máy làm việc, nhiệt độ ở các bộ phận khác nhau có thể chênh lệch khoảng  $10-50^{\circ}\text{C}$ .

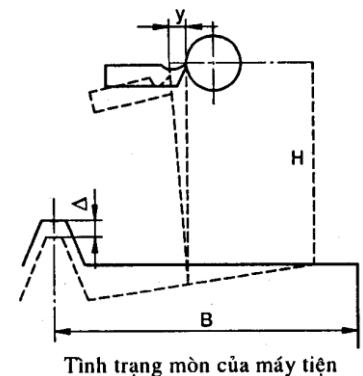
Nhiệt độ tăng lên làm tâm trục chính xô dịch theo cả hai phương ngang và đứng. Do đó chi tiết gia công ở đầu và cuối sẽ có kích thước khác nhau.

Biến dạng nhiệt theo phương ngang của trục trước sẽ gây ra sai số đường kính và khi gia công các chi tiết lớn có thể gây ra sai số hình dáng hình học.

#### ❖ Sai số do biến dạng nhiệt của dụng cụ cắt

Khi cắt trên bề mặt dụng cụ (thép gió) nhiệt độ có thể đạt tới  $700-850^{\circ}\text{C}$ , nhưng càng xa vùng gia công nhiệt độ giảm đáng kể.

**Hình:** Khi bắt đầu cắt, nhiệt độ dụng cụ tăng dần, sau đó tăng chậm và hầu như không tiếp tục tăng sau một thời gian (dụng cụ đạt sự cân bằng nhiệt).



Trong điều kiện bình thường, độ dài của dao khoảng  $30 \div 50 \mu\text{m}$ . Độ dài của dao tăng khi tăng bước tiến dao, chiều sâu cắt.

Biến dạng nhiệt của dụng cụ ảnh hưởng đến độ chính xác gia công khi gia công trên các máy đã được điều chỉnh sẵn (tự động đạt kích thước) và khắc phục được khi gia công bằng phương pháp cắt thử.

#### ❖ Sai số do biến dạng vì nhiệt của chi tiết gia công

Một phần nhiệt ở vùng cắt truyền vào chi tiết gia công làm nó bị biến dạng và gây sai số gia công.

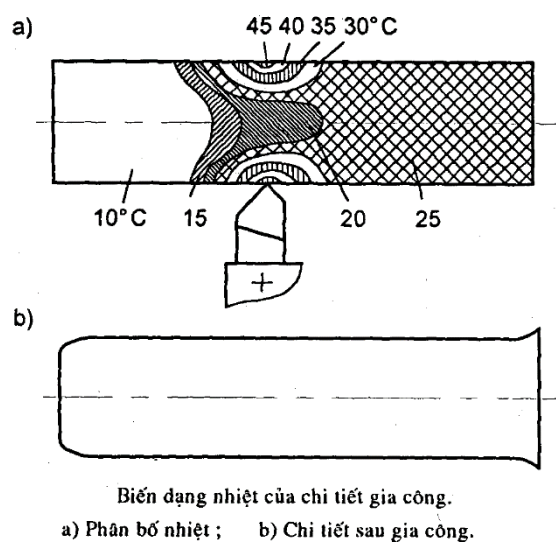
Khảo sát biến dạng nhiệt khi tiện một đoạn trục (hình):

Nhiệt độ trên chi tiết phân bố không đồng đều, thay đổi từ  $10 \div 45^\circ\text{C}$  Cao nhất tại mũi dao (vùng gia công).

Trường nhiệt di chuyển theo mũi dao từ phải sang trái (theo bước tiến dao) (hình a).

Tại thời điểm bắt đầu cắt, dao được chỉnh đúng kích thước vì chưa có nhiệt, chi tiết chưa bị dẫn nở (vùng I)

Khi nhiệt độ tăng dần, trường nhiệt di chuyển chi tiết bị dẫn nở đều (vùng II) đến đoạn cuối chi tiết, môi trường truyền nhiệt thay đổi, làm cho nhiệt tại đây đạt giá trị lớn nhất, chi tiết dẫn nở lớn nhất (vùng III).



Sau khi nguội chi tiết có hình dạng như trên hình b. Nhiệt độ của chi tiết gia công trong quá trình cắt phụ thuộc vào chế độ cắt. Khi tiện tăng vận tốc cắt và bước tiến dao, nhiệt độ chi tiết giảm. Sai số do biến dạng nhiệt của chi tiết chỉ ảnh hưởng đến độ chính xác gia công khi chi tiết mỏng và nhỏ. Khi gia công các chi tiết lớn ảnh hưởng này không đáng kể.

#### 4.4. SAI SỐ DO GÁ ĐẶT

##### Khái niệm và phân loại sai số gá đặt.

Để gia công được trên máy, chi tiết phải được định vị và kẹp chặt. Hai quá trình này gọi là gá đặt.

##### Phân loại:

Sai số gá đặt bao gồm:

- Sai số chuẩn  $\vec{\varepsilon}_c$
- Sai số kẹp chặt  $\vec{\varepsilon}_k$
- Sai số đồ gá  $\vec{\varepsilon}_{dg}$

#### ❖ Sai số chuẩn

**Sai số chọn chuẩn** là sai số phát sinh khi chuẩn định vị không trùng với gốc kích thước và có trị số bằng lượng biến động của gốc kích thước chiếu lên phương kích thước thực hiện.

Sai số chuẩn phát sinh khi chuẩn định vị không trùng với góc kích thước (chuẩn đo lường).

### Cách tính sai số chuẩn $\varepsilon_c$

Như đã trình bày ở phần trên việc chọn chuẩn có ý nghĩa quan trọng trong thiết kế nguyên công nói riêng và của cả quy trình công nghệ.

Chọn chuẩn hợp lý sẽ cho:

- Sai số gia công nhỏ
- Chất lượng gia công tăng
- Thời gian gia công giảm
- Năng suất gia công tăng ...

### VD 1:

Xem xét khi gia công mặt G trên hình a, mặt D vừa là chuẩn định vị vừa là góc của kích thước A.

Trong trường hợp này, kích thước A không có sai số  $\varepsilon_c(A) = 0$

Trên hình b, vẫn gia công mặt G nhưng góc kích thước tại mặt N, góc kích thước có mối quan hệ trong chuỗi kích thước với mặt định vị D.

Giả sử khi gia công chi tiết có kích thước Cmax:

$$B_{\max} = C_{\max} - A$$

A: kích thước điều chỉnh (A = hằng số).

Khi gia công chi tiết có kích thước Cmin thì:

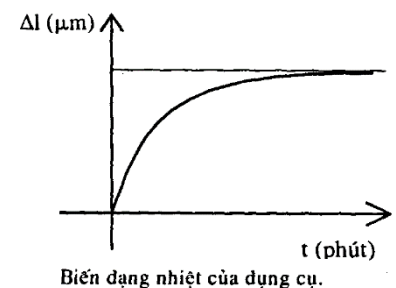
$$B_{\min} = C_{\min} - A$$

Vậy sai số chuẩn kích thước B sẽ là:

$$\varepsilon_c(B) = B_{\max} - B_{\min} = (C_{\max} - A) - (C_{\min} - A)$$

$$\varepsilon_c(B) = C_{\max} - C_{\min}$$

$$\varepsilon_c(B) = 2\delta$$

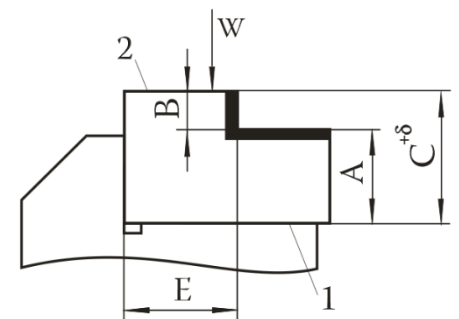


### VD 2:

Hình 4.1 là sai số chuẩn của kích thước A:

$\varepsilon_c(A) = 0$  (do chuẩn định vị và chuẩn đo lường trùng nhau ở mặt phẳng 1).

$\varepsilon_c(B) = \delta$  (Với  $\delta$  là dung sai của kích thước C).



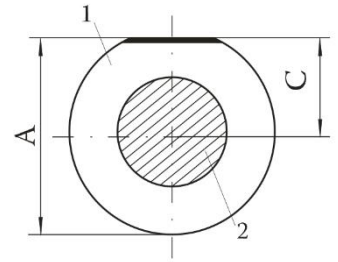
Hình 4.1

Sở dĩ kích thước B có sai số chuẩn là do chuẩn định vị 1 không trùng với chuẩn đo lường 2.

Phương của các kích thước thực hiện A và B là phương thẳng đứng.

Trên hình 4.2 chi tiết gia công 1 được gá đặt trên chốt trụ 2 bằng mặt lỗ chuẩn.

Do không có khe hở giữa lỗ và chốt và chuẩn là tâm lỗ chốt nên kích thước C có sai số chuẩn bằng 0



Hình 4.2

$$A = \frac{D}{2} + C$$

$$\varepsilon_c(A) = \frac{\delta}{2} + 0 = \frac{\delta}{2} \quad (\delta \text{ là dung sai của kích thước đường kính ngoài } D \text{ của chi tiết})$$

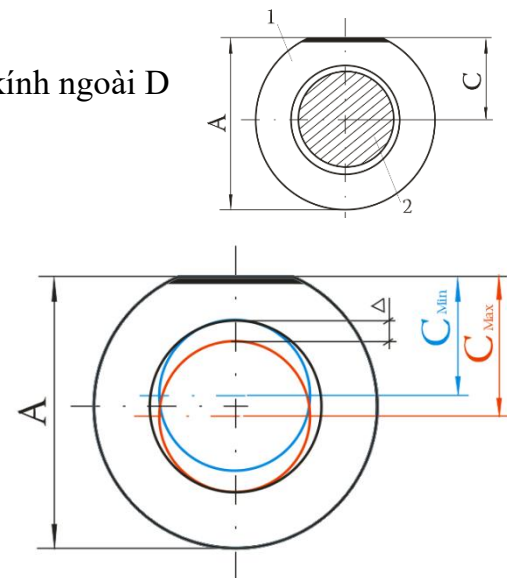
### Khi có khe hở giữa lỗ và chốt:

Sai số chuẩn của kích thước A phải được cộng thêm giá trị thay đổi giới hạn của khe hở đường kính  $\Delta$ :

$$\Delta = C_{\max} - C_{\min}$$

Hay C có kích thước là  $C^{+\Delta}$

$$A = \frac{D}{2} + C \Rightarrow \varepsilon_c(A) = \frac{\delta}{2} + \Delta$$



Sai số chuẩn ảnh hưởng đến độ chính xác gia công, độ chính xác vị trí tương quan, nhưng không ảnh hưởng đến sai số hình dáng hình học của chi tiết.

Để giảm hoặc loại trừ sai số chuẩn ta phải:

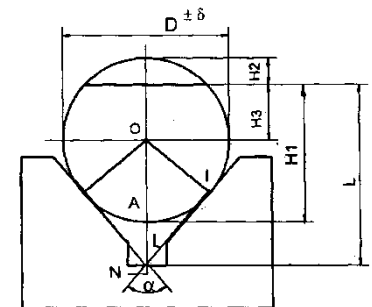
- Chọn phương án gá đặt để cho chuẩn định vị trùng với chuẩn đo lường (góc kích thước)
- Giảm khe hở giữa mặt lỗ chuẩn và chốt định vị.

Ngoài ra để tiêu chuẩn hóa các sơ đồ gá đặt ở tất cả các nguyên công cần phải đảm bảo nguyên tắc dùng chuẩn thống nhất. Nguyên tắc này có ý nghĩa rất lớn đối với các trường hợp gia công trên dây chuyền tự động.

Hình bên là sơ đồ gá đặt chi tiết hình trụ trên khối V.

Sơ đồ tổng quát để xác định sai số chuẩn được thể hiện trên hình vẽ. Đường tròn nét liền là chi tiết có đường kính lớn nhất, còn đường tròn nét đứt là chi tiết có đường kính nhỏ nhất (trong một loạt chi tiết).

Ta thấy: chuẩn định vị để gia công đạt kích thước  $H_1$  là các đường sinh K và  $K_1$ , còn các chuẩn đo lường (chuẩn kiểm tra) là các đường sinh A và  $A_1$ . Nếu chiếu vị trí giới hạn của chuẩn kiểm tra lên phương của



kích thước thực hiện ta được các điểm A' và A<sub>1</sub>. (phương kích thước đang xét song song với bề mặt khối V).

Khoảng cách giữa A' và A'<sub>1</sub> chính là sai số chuẩn của kích thước H<sub>1</sub>.

Như vậy ta có:

$$\varepsilon_{(H_1)} = A'A'_1 = AO - (A_1O_1 + CO_1) = (AO - A_1O_1) - CO_1 = \frac{\delta}{2} - CO_1 \quad (1)$$

$$(\text{Trong đó : } AO = \frac{D_{\max}}{2} \text{ và } A_1O_1 = \frac{D_{\min}}{2})$$

$$\text{suy ra } AO - A_1O_1 = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} = \frac{\delta}{2}$$

Ở đây:  $\delta$  : dung sai của kích thước đường kính chi tiết.

$$\delta = D_{\max} - D_{\min}$$

Mặt khác:

$$CO_1 = OO_1 \sin \beta = \frac{OC}{\sin \frac{\alpha}{2}} \sin \beta = \frac{\delta}{2} \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (2)$$

Với:

$$OC = \delta / 2$$

Khi góc  $\beta$  thay đổi trong phạm vi từ  $0 < \beta < \frac{\alpha}{2}$  (trục chuẩn là trục y)

Ta có:

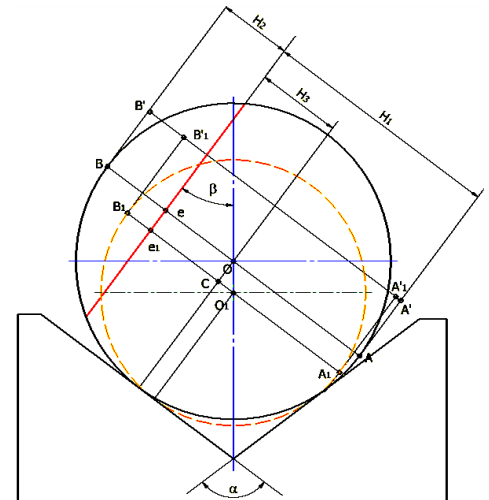
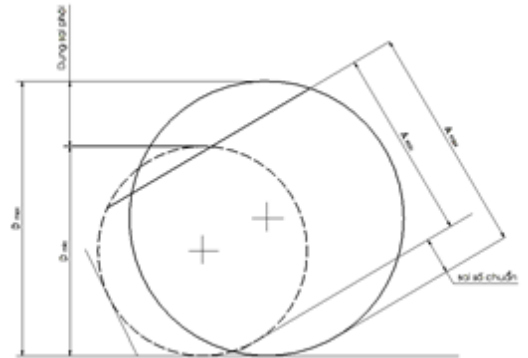
$$(1), (2) \text{ suy ra } \varepsilon_{c(H_1)} = \frac{\delta}{2} - CO_1 = \frac{\delta}{2} \left( 1 - \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

Còn khi góc  $\beta$  thay đổi trong phạm vi từ  $\frac{\alpha}{2} < \beta < 90^\circ$  ta có:

$$\varepsilon_{c(H_1)} = \frac{\delta}{2} \left( \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

Khi  $\beta = \frac{\alpha}{2}$  sai số chuẩn  $\varepsilon_c(H_1) = 0$  ; Khi  $\beta = 0$  thì  $\varepsilon_{c(H_1)} = \frac{\delta}{2}$

Sai số chuẩn của kích thước H<sub>2</sub> được xác định như sau:  $H_2 = D - H_1$





$$\varepsilon_{(H_2)} = 2\frac{\delta}{2} - \frac{\delta}{2} \left( 1 - \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) = \frac{\delta}{2} \left( 1 + \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)$$

Sai số chuẩn của kích thước  $H_3$  là đoạn  $CO_1$  và được xác định như sau:

(1) suy ra:  $CO_1 = \delta/2 - \varepsilon_{(H_1)}$

$$\varepsilon_{c(H_3)} = CO_1 = \frac{\delta}{2} - \frac{\delta}{2} \left( 1 - \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right) = \frac{\delta}{2} \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

- Khi góc  $\beta=90^\circ$  ta có:  $\varepsilon_{c(H_2)} = \frac{\delta}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right)$

Khi góc  $\beta = \frac{\alpha}{2}$  sai số chuẩn  $\varepsilon_{c(H_2)} = \delta$ ; Khi  $\beta = 0$  thì  $\varepsilon_{c(H_2)} = \frac{\delta}{2}$

- Khi góc  $\beta = 90^\circ$  ta có:  $\varepsilon_{c(H_3)} = \frac{\delta}{2} \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}}$

Khi góc  $\beta = \frac{\alpha}{2}$  sai số chuẩn  $\varepsilon_{c(H_3)} = \frac{\delta}{2}$  và khi  $\beta=0$  thì  $\varepsilon_{c(H_3)} = 0$

Trong quá trình làm việc bề mặt khối V bị mòn và tạo thành vết lõm  $\Delta$ . Vết lõm  $\Delta$  gây ra một lượng dịch chuyển của tâm chi tiết xuống phía dưới là  $\frac{\Delta}{\sin \frac{\alpha}{2}}$

Như vậy, độ mòn của khối V sẽ làm tăng sai số chuẩn và thay đổi đặc tính phân bố của kích thước gia công.

## 4.5. SAI SỐ DO RUNG ĐỘNG

### 4.5.1. Tác hại của rung động trong quá trình cắt.

Rung động của hệ thống công nghệ trong quá trình cắt không những làm tăng độ nhám bề mặt và độ sóng, làm cho dao mòn nhanh mà còn làm cho lớp kim loại bề mặt bị cứng nguội, hạn chế khả năng cắt gọt.

Rung động làm cho vị trí tương đối giữa dao cắt và vật gia công thay đổi theo chu kỳ, do đó ghi lại trên bề mặt chi tiết hình dáng không bằng phẳng.

Nếu tần số thấp, biên độ lớn sẽ sinh ra độ sóng bề mặt

Nếu tần số cao, biên độ nhỏ sẽ sinh ra độ nhám bề mặt.

Ngoài ra do rung động chiều sâu cắt, tiết diện phôi và lực cắt sẽ tăng, giảm theo chu kỳ làm ảnh hưởng tới sai số gia công.

#### 4.5.2. Nguồn phát sinh rung động trong quá trình cắt.

Rung động xảy ra phần lớn là do độ cứng vững của hệ thống công nghệ kém.

**Thông thường rung động có hai loại:**

- Rung động cưỡng bức
- Rung động tự phát

Nguyên nhân sinh ra rung động cưỡng bức là do các lực kích thích từ bên ngoài truyền vào.

Rung động cưỡng bức có thể có hoặc không theo chu kỳ tùy theo lực kích thích có hoặc không có chu kỳ.

##### ❖ RUNG ĐỘNG CƯỖNG BỨC

**Nguồn gốc của các lực kích thích gây ra rung động cưỡng bức có thể là:**

- Các chi tiết của máy, dao cắt hoặc chi tiết gia công quay nhanh nhưng không cân bằng động.
- Có sai số của các chi tiết truyền động trong máy.
- Lượng dư gia công không đều, bề mặt gia công không liên tục.
- Các mặt tiếp xúc có khe hở.
- Do rung động của các máy xung quanh.

##### ❖ RUNG ĐỘNG TỰ PHÁT

Do bản thân quá trình cắt gây ra, nó được duy trì bởi lực cắt và được giáo sư Balacsin B.S, nhà hoạt động khoa học lỗi lạc của Liên Bang Nga giải thích như sau:

Tự rung xuất hiện trong hệ thống công nghệ theo những điều kiện xác định và chúng là hệ thống dao động năng không tắt dần, được duy trì nhờ nguồn năng lượng được tích tụ lại do lực cắt gây ra.

Tự rung tiếp tục xuất hiện khi mà các điều kiện gây ra chúng chưa được loại bỏ.

Tự rung trở ngại rất lớn đến việc nâng cao chất lượng và năng suất gia công.

#### 4.5.3. Biện pháp khắc phục rung động.

**Để giảm rung động cưỡng bức có thể giải quyết bằng các biện pháp sau đây:**

- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.
- Giảm lực kích thích từ bên ngoài truyền tới.
- Yêu cầu các chi tiết truyền động của máy có độ chính xác cao.
- Các chi tiết quay nhanh phải được cân bằng động.
- Tránh cắt không liên tục.
- Gia công các chi tiết có độ chính xác cao phải có cơ cấu giảm rung, có nền giảm rung cách ly với bên ngoài.

**Để giảm bớt tự rung có thể dùng các biện pháp sau:**

- Tránh hót lớp phôi quá rộng và quá mỏng.

- Chọn tốc độ cắt hợp lý sao cho không nằm vào vùng xuất hiện lẹo dao.
- Thay đổi hình dạng hình học của dao sao cho giảm lực cắt ở phương có rung động.
- Dùng dung dịch trơn nguội để giảm bớt mòn dao.
- Nâng cao độ cứng vững của hệ thống công nghệ.

Sử dụng các trang bị giảm rung nhằm tiêu hao năng lượng tích tụ gây ra tự rung trong quá trình cắt.

## 4.6. SAI SỐ DO PHƯƠNG PHÁP ĐO VÀ DỤNG CỤ ĐO

### 4.6.1. Sai số do dụng cụ đo

Tuy dụng cụ đo là dụng cụ để đánh giá độ chính xác của chi tiết gia công, nhưng bản thân nó khi chế tạo, lắp ráp và điều chỉnh sẽ trực tiếp gây ra sai số gia công.

### 4.6.2. Sai số do phương pháp đo

Trước khi đo, chi tiết gia công được gá đặt lên dụng cụ hoặc đồ gá đo, sau đó điều chỉnh chuỗi kích thước của dụng cụ hoặc đồ gá đo cho trùng với khâu cần đo. Cuối cùng động tác đo, áp lực đo, v...v cũng gây ra sai số đo và dẫn đến sai số gia công.

Để giảm bớt ảnh hưởng của đo lường đến độ chính xác gia công, khi đo lường phải chọn dụng cụ đo và phương pháp đo phù hợp.

## 4.7. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

### 4.7.1. Tính chất của sai số gia công và đường cong phân bố

#### Tính chất của sai số gia công

Khi gia công ***một loạt chi tiết trong cùng một điều kiện xác định*** mặc dù những nguyên nhân gây ra từng sai số của mỗi chi tiết là giống nhau nhưng sai số tổng cộng trên từng chi tiết lại khác nhau.

Sở dĩ có hiện tượng như vậy là do tính chất khác nhau của các sai số thành phần.

Một số sai số xuất hiện trên từng chi tiết của cả loạt đều có giá trị không đổi hoặc thay đổi theo một qui luật nào đó. Những sai số này gọi là sai số hệ thống cố định hoặc hệ thống thay đổi.

Có một số sai số khác mà giá trị của chúng xuất hiện trên mỗi chi tiết không theo một qui luật nào cả.

Những sai số này gọi là sai số ngẫu nhiên.

#### 1. Các nguyên nhân gây ra sai số hệ thống cố định:

- Sai số lý thuyết của phương pháp cắt.
- Sai số chế tạo của máy, dao, đồ gá.
- Biến dạng nhiệt của chi tiết gia công.

#### 2. Các nguyên nhân gây ra sai số hệ thống thay đổi (theo thời gian gia công)

- Dụng cụ bị mòn theo thời gian gia công.
- Biến dạng nhiệt của máy, dao và đồ gá.

#### 3. Các nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên:

- Độ cứng của vật liệu không đồng đều.
- Lượng dư gia công không đồng đều.
- Vị trí của phôi trong đồ gá thay đổi (dẫn đến sai số gá đặt)
- Thay đổi của ứng suất dư.
- Gá dao nhiều lần
- Mài dao nhiều lần.
- Thay đổi nhiều máy để gia công một loạt chi tiết.
- Dao động nhiệt của quá trình cắt.
- Các loại rung động trong quá trình cắt.

#### 4.7.2. Phương pháp tính toán phân tích

Khi gia công trên máy đã điều chỉnh sẵn thì sai số tổng cộng  $\Delta_{\Sigma}$  được tính theo công thức:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_y + \gamma + \Delta_H + \Delta_m + \Delta_T + \Sigma\Delta_{hd}$$

Ở đây:

$\Delta_y$  - sai số kích thước xuất hiện khi có biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ

$\gamma$  - sai số gá đặt (gồm sai số chuẩn, sai số kẹp chặt và sai số đồ gá)

$\Delta_H$  - sai số phát sinh do điều chỉnh máy gây ra

$\Delta_m$  - sai số do dụng cụ cắt bị mòn gây ra

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

$\Sigma\Delta_{hd}$  - Sai số hình dáng hình học do sai số của máy và biến dạng của chi tiết gây ra.

Một số thành phần của sai số trên đây có thể không xuất hiện trong một số trường hợp.

Ví dụ khi gia công mặt trụ tròn xoay hoặc các mặt phẳng đối xứng thì không có  $\gamma$ .

Khi gia công loạt nhỏ chi tiết mà không thay dao thì không tính  $\Delta_H$  (trong trường hợp này sai số tổng cộng bằng hiệu của các kích thước lớn nhất và nhỏ nhất sẽ giảm).

Ví dụ:

Xác định sai số tổng cộng nếu

$$\Delta_y = 10 \mu\text{m}$$

$$\gamma = 25 \mu\text{m}$$

$$\Delta_H = 30 \mu\text{m}$$

$$\Delta_m = 15 \mu\text{m}$$

$$\Delta_T = 10 \mu\text{m}$$

$$\Sigma\Delta_{hd} = 20 \mu\text{m}$$

Giải

Theo công thức ta có:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_y + \gamma + \Delta_H + \Delta_m + \Delta_T + \Sigma\Delta_{hd} = 10 + 25 + 30 + 15 + 10 + 20 = 110 \mu\text{m}$$

#### 4.7.2. Phương pháp đường cong phân bố

Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối, việc xác định độ chính xác gia công được thực hiện bằng phương pháp thống kê xác suất.

Khi gia công một loạt chi tiết trên máy đã được điều chỉnh sẵn, kích thước thực của chi tiết là một đại lượng ngẫu nhiên.

Nhiều nghiên cứu thực nghiệm đã khẳng định rằng khi gia công cơ các sai số do các yếu tố ngẫu nhiên gây ra đều phân bố theo quy luật chuẩn. Về mặt lý thuyết quy luật này được mô tả bằng đường cong Gauss. Để xây dựng đường cong phân bố thực nghiệm, trước tiên, phải cắt thử một loạt chi tiết rồi kiểm tra kích thước của từng chi tiết.

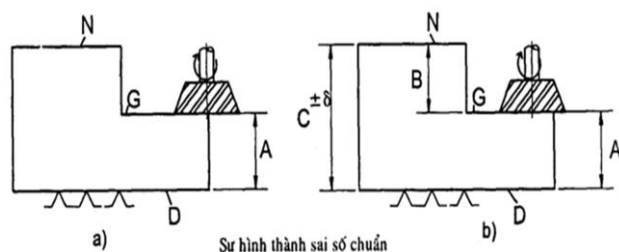
Sau đó các kích thước này được chia ra từng khoảng (một số khoảng) và xác định tần suất có nghĩa là tỷ số giữa số chi tiết có kích thước nằm trong từng khoảng chia đó và tổng số chi tiết của cả loạt

$\frac{m}{n}$  (ở đây  $m$  là số chi tiết có kích thước nằm trong từng khoảng chia còn  $n$  là tổng số chi tiết của cả loạt)

Giả sử loạt chi tiết có 100 chi tiết và kích thước thực nằm trong khoảng từ 50 đến 50,36 mm.

Các kích thước này được phân chia ra 7 khoảng và được ghi trong bảng 4 – 1.

Bảng 4 – 1



Theo số liệu của bảng 4 – 1 có thể xây dựng đồ thị thực nghiệm (hình 4.3). Trên trục hoành đặt các khoảng kích thước, còn trên trục tung đặt tần số ( $m$ ) hoặc tần suất ( $m/n$ ). Các cột hình chữ nhật 1 được gọi là đặc tính phân bố. Nếu nối các điểm ở giữa các khoảng phân bố ta được đường cong gấp khúc và nó được gọi là đường cong phân bố thực nghiệm 2.

| Khoảng kích thước (mm) | Tần số $m$     | Tần suất $\frac{m}{n}$ |
|------------------------|----------------|------------------------|
| 50,00 - 50,05          | 2              | 0,02                   |
| 50,05 - 50,10          | 12             | 0,12                   |
| 50,10 - 50,15          | 18             | 0,18                   |
| 50,15 - 50,20          | 27             | 0,27                   |
| 50,20 - 50,25          | 23             | 0,23                   |
| 50,25 - 50,30          | 15             | 0,15                   |
| 50,30 - 50,35          | 3              | 0,03                   |
|                        | $\sum m = 100$ | $\sum \frac{m}{n} = 1$ |

Khi tăng số lượng chi tiết trong loạt, giảm giá trị khoảng chia và tăng số lượng khoảng chia thì đường gấp khúc sẽ gần trùng với đường cong lý thuyết của quy luật chuẩn Gauss.

#### 4.7.3. Phương pháp đồ thị điểm

Phương pháp này đơn giản, dễ nhận biết, đánh giá được theo trình tự gia công và phát hiện ngay phế phẩm nên phương pháp này được sử dụng phổ biến. Thực chất của phương pháp này là kích thước của chi tiết gia công được thể hiện dưới dạng biểu đồ.

Trục tung là kích thước của chi tiết còn trục hoành là số thứ tự của chi tiết hoặc trình tự thời gian gia công chúng (hình – 4.4).

Nếu chỉ ghi kích thước của từng chi tiết, thì mức độ biến đổi ít cho nên phải dựng nhiều điểm.

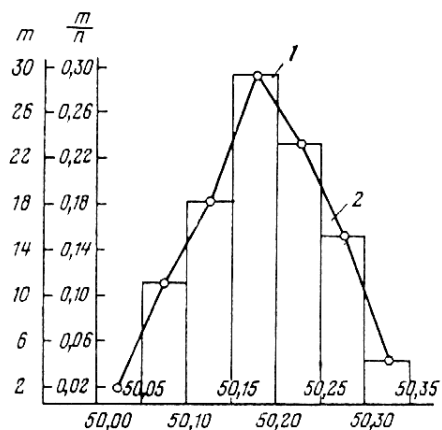
Để khắc phục điều này, người ta thường lấy kích thước trung bình của từng nhóm chi tiết (hình – 4.5).

Phương pháp biểu đồ điểm có những ưu điểm sau:

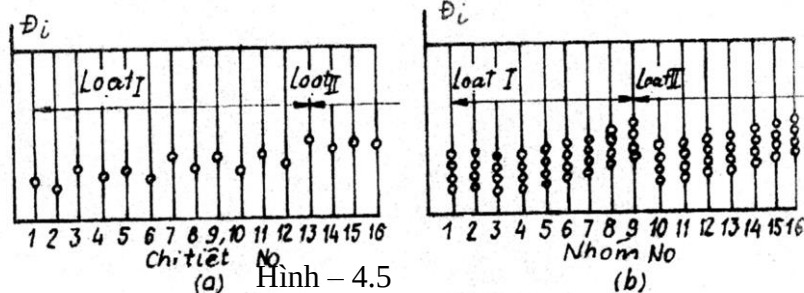
- Cho phép đánh giá độ chính xác gia công của cả quá trình.
- Cho phép đánh giá sự thay đổi của sai số theo thời gian.
- Phương pháp này cho phép kiểm tra một phần chứ không phải kiểm tra 100%.

Nhược điểm:

- Không phân biệt ảnh hưởng của từng yếu tố khác nhau, tác động cùng một lúc đến sai số gia công.
- Vì chọn số chi tiết để kiểm tra ít cho nên có sai số trong việc đánh giá độ chính xác gia công.



Hình 4.3 Phân bố kích thước thực của chi tiết  
1 – Đặc tính phân bố; 2 – Đường cong thực nghiệm



## 4.8. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐẠT ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

### 4.8.1. Phương pháp cắt thử

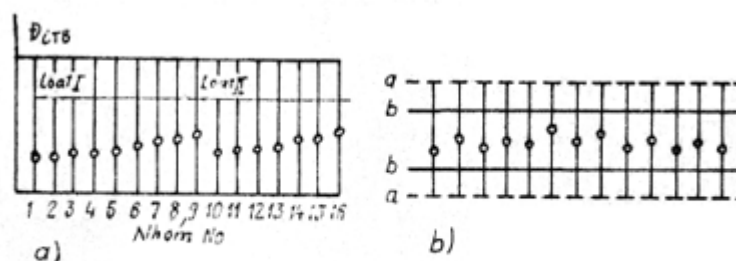
#### 1. Khái niệm:

**Bản chất** phương pháp này là sau khi gá phôi lên trên máy người công nhân đưa dao vào và cắt đi một lớp phôi trên phần ngắn nhất của mặt gia công, sau đó dừng máy và kiểm tra kích thước.

*Nếu chưa đạt kích thước thì lại điều chỉnh ăn dao sâu thêm rồi lại cắt thử và kiểm tra.*

*Quá trình đó được lặp đi lặp lại cho đến khi đạt được kích thước yêu cầu (hình 4.6)*

Trước khi cắt thử, thường phải lấy dấu để người thợ có thể đưa dao vào vị trí đã lấy dấu một cách nhanh chóng và để tránh phế phẩm.



Hình 4.6 Phương pháp cắt thử

#### 2. Ưu, nhược điểm:

##### Ưu điểm:

- Trên máy không chính xác vẫn có thể đạt độ chính xác gia công cao nhờ vào tay nghề công nhân.
- Loại trừ ảnh hưởng của dao mòn, do dao luôn được điều chỉnh đúng kích thước...
- Có thể tận dụng được phôi không chính xác do có quá trình rà gá hoặc vạch dấu...
- Không cần có đồ gá phức tạp.

##### Nhược điểm:

- Độ chính xác gia công bị giới hạn bởi bề dày bé nhất của lớp phôi bị hót đi.

**Ví dụ:** Đối với dao tiện hợp kim cứng có mài bóng lưỡi cắt, bề dày phôi có thể cắt được không nhỏ hơn 0,005mm.

- Đối với dao tiện đã mòn bề dày phôi không nhỏ hơn 0,02 ÷ 0,05mm. Người thợ không thể điều chỉnh dao để cắt đi một lớp kích thước bé hơn chiều dày lớp phôi nói trên và do đó không đảm bảo được sai số bé hơn chiều dày lớp phôi đó.
- Người thợ phải chú ý cao độ nên dễ mệt mỏi, do đó dễ sinh ra phế phẩm.
- Năng suất thấp, tay nghề công nhân cao, do đó giá thành gia công cao.

Phương pháp này chỉ dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ.

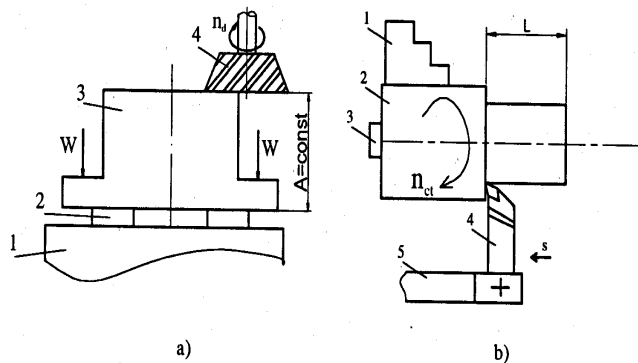
Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, ở nguyên công gia công tinh như mài vẫn dùng phương pháp cắt thử để loại trừ ảnh hưởng do mòn đá và đạt độ chính xác cao.

### 4.8.2. Phương pháp điều chỉnh sẵn gia công hàng loạt (tự động đạt kích thước)

#### 1. Khái niệm:

Trong sản xuất loạt lớn và hàng khối, để đạt kích thước gia công, chủ yếu là dùng phương pháp tự động đạt kích thước trên các máy công cụ điều chỉnh sẵn.

**Bản chất** của phương pháp này là trước khi gia công dụng cụ đã được điều chỉnh trước, có vị trí tương quan cố định so với chi tiết gia công hoặc chính xác hơn là có vị trí tương quan với chi tiết định vị đồ gá.



**Hình 4.7 a) Trên máy Phay**

- 1 Đế đồ gá
2. Phiến tỳ
3. Chi tiết gia công
4. Dao phay mặt đầu

**Ví dụ:** Hình 4.7 a) cho thấy chi tiết gia công được gá trên phiến tỳ.

Trước khi gia công dao phay mặt đầu được gá sao cho lưỡi cắt thấp nhất cách mặt phẳng phiến tỳ một khoảng bằng A. (A gọi là kích thước khi điều chỉnh máy,  $A = \text{const}$ ). Nếu không kể đến độ mòn của dao thì kích thước gia công của chi tiết trong cả loạt đều bằng nhau.

## 2. Ưu, nhược điểm:

### Ưu điểm:

- Đảm bảo độ chính xác gia công
- Giảm phế phẩm.
- Độ chính xác gia công không phụ thuộc vào bề dày nhỏ nhất của lớp phoi cắt và trình độ tay nghề của công nhân.
- Năng suất tăng
- Hạ giá thành gia công.

### Nhược điểm:

- Chi phí thiết kế chế tạo đồ gá cao.
- Yêu cầu về phôi cao.
- Độ chính xác giảm nếu như chất lượng dụng cụ không tốt, mau mòn.

Phương pháp này được sử dụng ở dạng sản xuất hàng loạt và khối. Hiệu quả kinh tế mang lại lớn vì giảm được thời gian gia công, không cần thợ tay nghề cao, chỉ cần thợ điều chỉnh có trình độ cao.

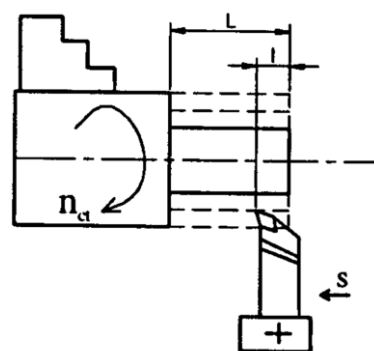


### 4.8.3. Phương pháp tự động điều chỉnh

Trong những năm gần đây, nhờ sự phát triển mạnh mẽ của lĩnh vực tự động hóa, chất lượng gia công còn có thể đảm bảo nhờ có sử dụng bộ điều chỉnh tự động có liên hệ ngược.

Việc sử dụng này ngoài đảm bảo được chất lượng gia công và số lượng phế phẩm giảm tới mức gần như không có, còn kéo dài thời gian làm việc giữa hai lần điều chỉnh, giảm đáng kể thời gian điều chỉnh lại máy trong quá trình gia công.

Về cơ bản, sơ đồ khối của bộ phận tự động điều chỉnh có liên hệ ngược được trình bày như hình 4.8.



Hình 4.8 Sơ đồ khối của bộ phận tự động điều chỉnh có liên hệ ngược

**Nguyên lý** làm việc của bộ phận như sau: Kích thước gia công được xác định nhờ đầu đo chủ động 1, kích thước này được chuyển đổi thành tín hiệu điện nhờ bộ chuyển đổi 2 rồi qua cơ cấu khuếch đại 3 và đi vào cơ cấu so sánh 4.

Mặt khác kích thước yêu cầu được chuyển đổi thành tín hiệu mẫu nhờ cơ cấu 5 rồi cũng đưa qua cơ cấu so sánh 4.

Độ chênh lệch giữa hai tín hiệu có cả dấu (ví dụ  $\pm D$ ) được đưa qua cơ cấu khuếch đại 6 để điều khiển động cơ 7 quay thuận hay ngược chiều kim đồng hồ tùy theo dấu của độ chênh lệch là cộng hay trừ để di chuyển cơ cấu chấp hành 8 theo hướng này hay hướng khác (ra hay vào) sao cho độ chênh lệch bằng không.

## 4.9. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH MÁY

### 4.9.1. Điều chỉnh tĩnh

Điều chỉnh tĩnh là gá dụng cụ cắt để xác định khoảng cách từ nó đến chuẩn định vị của chi tiết trên máy chưa chuyển động (khi chưa cắt). Khi điều chỉnh máy cần phải biết cách đặt trường phân bố một cách hợp lý so với các giới hạn của trường dung sai.

Ví dụ: khi tiện trục nên dịch trường phân bố về phía kích thước giới hạn nhỏ nhất.

Trong trường hợp này do mòn dao mà trường phân bố kích thước dịch dần về phía kích thước giới hạn lớn nhất, như vậy thời gian giữa hai lần điều chỉnh tăng lên. Kích thước cần đạt trong quá trình điều chỉnh được gọi là kích thước điều chỉnh thực (kích thước gia công).

Khi điều chỉnh tĩnh thì calip hoặc dưỡng, mẫu được lắp vào vị trí của chi tiết gia công, sau đó dịch chuyển dụng cụ cắt sao cho nó tỳ sát vào bề mặt calip hoặc dưỡng, mẫu rồi kẹp chặt.

Các cỡ tỳ cũng được điều chỉnh một cách tương tự. Để có kích thước điều chỉnh thực khi gia công trục, cần phải dùng chi tiết mẫu (dưỡng) có đường kính nhỏ hơn.

Giá trị nhỏ hơn của kích thước phải bằng tổng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ và độ nhám bề mặt mà theo đó ta tiến hành điều chỉnh.

Khi gia công lỗ thì kích thước của chi tiết mẫu (dưỡng) phải lớn hơn kích thước điều chỉnh thực.

Kích thước điều chỉnh tĩnh được xác định theo công thức:

$$L_{đc} = L_{ct} + \Delta_{bs} \quad (3.77)$$

Ở đây:

$L_{đc}$  - kích thước điều chỉnh tĩnh.

$L_{ct}$  - kích thước thực của chi tiết gia công.

$\Delta_{bs}$  - lượng bổ sung cho biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ, độ nhấp nhô bề mặt của chi tiết gia công và khe hở của ổ trục.

Nếu điều chỉnh vào giữa trường dung sai thì:

$$L_{ct} = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} \quad (3.78)$$

Ở đây:

$L_{\max}$  - kích thước giới hạn lớn nhất theo bản vẽ chi tiết

$L_{\min}$  - kích thước giới hạn nhỏ nhất theo bản vẽ chi tiết

Lượng bổ sung  $\Delta_{bs}$  bao giờ cũng là số dương, nó được tính như sau:

+ Bề mặt không đối xứng:

$$\Delta_{bs} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 \quad (3.79)$$

+ Bề mặt đối xứng:

$$\Delta_{bs} = 2(\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3) \quad (3.80)$$

Ở đây:

$\Delta_1$  - lượng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ.  $\Delta_1$  được tính theo công thức:

$$\Delta_1 = \frac{P_y}{J} \quad (3.81)$$

Ở đây:

$P_y$  - thành phần lực cắt hướng kính (kG hoặc kN)

$J$  - độ cứng vững của hệ thống công nghệ (kN/m hoặc kG/mm)

$\Delta_2$  - Chiều cao nhấp nhô của bề mặt gia công ( $\Delta_2 = Rz$ )

$\Delta_3$  - khe hở bán kính của ổ đỡ trục chính  $\Delta_3 = 0,02 - 0,04$  mm).

Trong công thức (3.77) dấu (+) được dùng khi gia công trục, còn dấu (-) được dùng khi gia công lỗ.

Nhược điểm của phương pháp điều chỉnh tĩnh là không biết được chính xác lượng bổ sung  $\Delta_{bs}$ . Nó thường được xác định bằng kinh nghiệm, do đó dùng phương pháp điều chỉnh tĩnh rất khó đạt độ chính xác lớn hơn cấp 4.

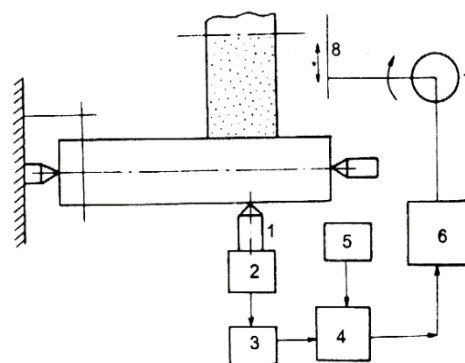
#### 4.9.2. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng calíp thợ

Nội dung của phương pháp này là người thợ tiến hành cắt thử một hoặc một số chi tiết.

Nếu kích thước của các chi tiết cắt thử nằm trong phạm vi dung sai thì điều chỉnh xem như đã được và cho phép gia công cả loạt chi tiết.

Phương pháp điều chỉnh này không thể tránh khỏi phế phẩm ngay cả khi dung sai lớn hơn trường phân bố kích thước của cả loạt chi tiết.

Khi cắt thử một chi tiết, không thể biết chi tiết này nằm ở vị trí nào của đường cong (hình), vì vậy trong trường hợp này có khả năng xuất hiện nhiều phế phẩm.



Có nghĩa là đường cong phân bố kích thước có thể nằm ở vị trí bất kỳ so với trường dung sai và kích thước cắt thử cũng không biết nằm ở đâu trên đường cong phân bố đó (các điểm A)

Để đảm bảo không có phế phẩm ngay cả trong trường hợp dung sai lớn hơn trường phân bố kích thước ( $\delta > 6\sigma$ ) phải điều chỉnh sao cho tâm phân bố kích thước trùng với tâm dung sai.

Điều này không thể thực hiện được nếu số chi tiết cắt thử quá ít.

#### 4.9.3. Điều chỉnh theo chi tiết cắt thử bằng dụng cụ đo vạn năng

Phương pháp điều chỉnh này được xây dựng trên cơ sở của lý thuyết xác suất. Cơ sở của lý thuyết xác suất được hiểu như sau:

Nếu kích thước của cả loạt chi tiết phân bố theo quy luật chuẩn với sai lệch bình phương trung bình  $\sigma$  (đường cong 1 trên hình 3) và nếu loạt chi tiết này được chia ra các nhóm nhỏ gồm  $m$  chi tiết và xác định sai lệch trung bình cộng của mỗi nhóm thì phân bố kích thước của các giá trị trung bình của các nhóm có thể tuân theo quy luật chuẩn với sai lệch bình phương trung bình

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{\sqrt{m}} \quad (\text{đường cong 2 trên hình 3})$$

Như vậy, khi cắt thử  $m$  chi tiết, nếu kích thước là trung bình cộng

trong phạm vi dung sai thì việc điều chỉnh coi như đạt yêu cầu.

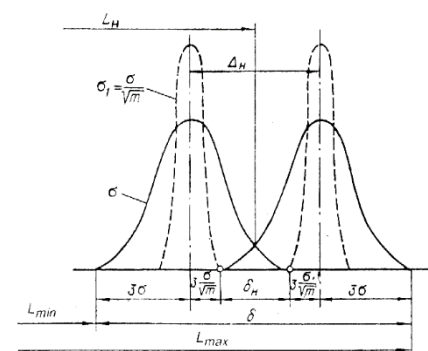
Trong trường hợp này khi gia công loạt chi tiết bằng dao có độ mòn ít và khi gia công kim loại màu bằng dụng cụ hạt mài thì ảnh hưởng của mòn dao có thể bỏ qua.

Kích thước điều chỉnh  $L_H$  hợp lý nhất khi nó trùng với tâm dung sai  $\delta$ .

Sơ đồ điều chỉnh theo phương pháp này được trình bày trên hình 4.

Ở đây mô tả các vị trí ngoài cùng của đường cong phân bố nằm

trong phạm vi dung sai  $\delta = L_{\max} - L_{\min}$  và các vị trí ngoài cùng của các đường cong phân bố của các giá trị trung bình cộng của các nhóm chi tiết mà theo đó gia công không có phế phẩm.



Sơ đồ điều chỉnh theo chi tiết cắt thử nhờ dụng cụ đo vạn năng (khi mòn dao không đáng kể).

Với các điều kiện cụ thể có thể cho rằng kích thước trung bình cộng của m chi tiết lệch với kích thước trung bình cộng của cả loạt chi tiết một giá trị không quá  $3 \frac{\sigma}{\sqrt{m}}$

Nếu kích thước trung bình cộng của m chi tiết rơi vào khoảng  $\delta_H$  (dung sai điều chỉnh) thì việc điều chỉnh coi như được và sẽ không có phế phẩm khi gia công.

Theo hình 4 ta có:

$$\delta_H = \delta - 6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) \quad (3.82)$$

Số chi tiết m có thể chọn từ 2 đến 8. Như vậy điều kiện để không có phế phẩm là:

$$6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) + \delta_H < \delta \quad (3.83)$$

Nếu tính đến sai số hệ thống (trong nhiều trường hợp) có ảnh hưởng đến kích thước thì điều kiện để không có phế phẩm sẽ là:

$$6\sigma \left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) + \delta_H + \Delta < \delta \quad (3.84)$$

Ở đây:

$\Delta$  - sai số hệ thống.

Dung sai điều chỉnh  $\delta_H$  không trùng với sai số điều chỉnh  $\Delta_H$ . Sai số điều chỉnh  $\Delta_H$  là khoảng cách giữa các vị trí ngoài cùng cho phép của các đỉnh đường cong phân bố khi điều chỉnh.

Sai số điều chỉnh chịu ảnh hưởng của các sai số sau đây:

- Sai số dịch chuyển  $y_1$  của tâm phân bố kích thước so với kích thước điều chỉnh.
- Sai số điều chỉnh vị trí của dao
- Sai số đo chi tiết mẫu (dưỡng)  $\Delta_3$

Ba loại sai số trên đây là những đại lượng ngẫu nhiên, không phụ thuộc vào nhau, cho nên sai số điều chỉnh  $\Delta_H$  được tính theo nguyên tắc căn bậc hai tổng các giá trị bình phương:

$$\Delta_H = 1,2\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.85)$$

Ở đây:

1,2 - hệ số tính đến độ sai lệch của quy luật phân bố thực so với quy luật chuẩn.

Dung sai điều chỉnh được tính theo công thức:

$$\delta_H = 1,2\sqrt{\Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.86)$$

Từ sơ đồ trên hình 3.40 ta thấy dung sai điều chỉnh  $\delta_H$  nhỏ hơn sai số điều chỉnh  $\Delta_H$  một lượng  $\Delta_1 = \frac{6\sigma}{\sqrt{m}}$

Theo sơ đồ điều chỉnh như hình 3.40 thì kích thước điều chỉnh được tính theo công thức:  $L_H = \frac{L_{\min} + L_{\max}}{2} \pm 0,5\delta_H \quad (3.86)$

Trong trường hợp gia công loạt lớn chi tiết (ví dụ như các chi tiết dạng trục) cần phải tính đến độ mòn dao, do đó khi điều chỉnh máy phải tính toán sao cho trường phân bố nằm trong trường dung sai để phần lớn trường dung sai được dùng để bù lại lượng mòn dao và các sai số hệ thống biến đổi khác.

Giải quyết được vấn đề này sẽ cho phép tăng thời gian sử dụng của máy mà không cần phải điều chỉnh lại.

Hình vẽ trên là sơ đồ điều chỉnh máy hợp lý để gia công loạt chi tiết dạng trục. Trong trường hợp này một phần trường dung sai  $a$  được dùng để bù lại sai số đo, phần thứ hai của trường dung sai được dùng để bù lại sai số điều chỉnh  $\delta_H$ , phần thứ ba  $6\sigma(1 + \frac{1}{\sqrt{m}})$  được dùng để bù lại tác động của các sai số ngẫu nhiên, phần còn lại  $b$  của trường dung sai được dùng để bù lại sai số do các yếu tố hệ thống thay đổi gây ra (mòn dao).

Rõ ràng, trong trường hợp này kích thước điều chỉnh không thể trùng với tâm dung sai. Nó dịch chuyển về phía kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục. Do đó cần phải xác định các kích thước giới hạn của kích thước trung bình của nhóm nhỏ chi tiết.

Giới hạn nhỏ nhất  $L_{\min}^n$  của kích thước trung bình của nhóm được xác định theo công thức:

$$L_{\min}^n = L_{\min} + a + 3\sigma\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) \quad (3.87)$$

Giới hạn lớn nhất  $L_{\max}^n$  của kích thước trung bình của nhóm được xác định theo công thức:

$$L_{\max}^n = L_{\max} - b - 3\sigma\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) \quad (3.88)$$

Dung sai điều chỉnh  $\delta_H$  được xác định theo công thức:

$$\delta_H = L_{\max}^n - L_{\min}^n \quad (3.89)$$

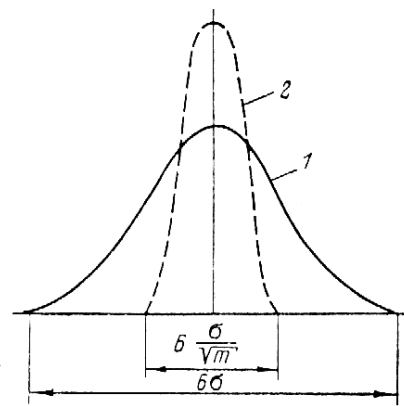
Thay các giá trị  $L_{\max}^n$  và  $L_{\min}^n$  vào công thức (3.89) sẽ được:

$$\delta_H = \delta - 6\sigma\left(1 + \frac{1}{\sqrt{m}}\right) - a - b \quad (3.90)$$

Công thức (3.90) cho thấy: để tăng dung sai điều chỉnh  $\delta_H$  (làm cho việc điều chỉnh đơn giản và rẻ tiền) cần phải giảm giá trị  $b$ , nhưng điều này làm tăng số lần điều chỉnh.

Trong thực tế phương pháp điều chỉnh này được tiến hành như sau:

Gia công nhóm chi tiết thứ nhất rồi tính kích thước trung bình của nhóm. Nếu kích thước trung bình của nhóm nằm trong phạm vi dung sai điều chỉnh thì việc điều chỉnh coi như đạt yêu cầu



Phân bố kích thước của loạt chi tiết đường 1 và của các giá trị trung bình của các nhóm đường 2

Trong trường hợp ngược lại cần thêm lượng hiệu chỉnh bổ sung vào kích thước điều chỉnh và gia công nhóm chi tiết thứ hai rồi tính kích thước trung bình của nhóm chi tiết đó và đối chiếu xem nó có nằm trong phạm vi của dung sai điều chỉnh  $\delta_H$  hay không.

Công việc được lặp lại cho đến khi kích thước trung bình của nhóm nằm trong phạm vi dung sai điều chỉnh  $\delta_H$ . Khi gia công đồng thời bằng nhiều dao thì việc điều chỉnh hệ thống công nghệ phức tạp hơn nhiều, vì vậy để điều chỉnh được người ta thường dùng dưỡng hoặc chi tiết đã được gia công chính xác trước đó. Trong trường hợp này cần gá tất cả các dao sao cho không tiếp xúc với các bề mặt (cần gia công) của chi tiết mẫu hoặc dưỡng.

Sau khi gia công thử một chi tiết cần phải hiệu chỉnh lại các dao theo các bề mặt đã được xác định trước.

Nói cách khác, chi tiết mẫu (hoặc dưỡng) chỉ cho phép điều chỉnh tĩnh mà trong đó cần có thêm các hiệu chỉnh do điều chỉnh động gây ra

Trong những trường hợp khi biết được độ chính xác của hệ thống công nghệ (khi biết lượng biến dạng đàn hồi) thì chi tiết mẫu hoặc dưỡng được chế tạo theo kích thước đã hiệu chỉnh.

## Chương 5. CHUẨN

*Mục tiêu: Sinh viên trình bày được chuẩn trong quá trình gia công.*

### 5.1. ĐỊNH NGHĨA VÀ PHÂN LOẠI CHUẨN

#### 5.1.1 Định nghĩa

Mỗi chi tiết khi được gia công cơ thường có các dạng bề mặt sau:

- Bề mặt gia công
- Bề mặt dùng để định vị
- Bề mặt dùng để kẹp chặt
- Bề mặt dùng để đo lường
- Bề mặt không gia công.

Để xác định vị trí tương quan giữa các bề mặt của một chi tiết hay giữa các chi tiết khác nhau, người ta đưa ra khái niệm về chuẩn.

**Định nghĩa:** Chuẩn là tập hợp của những bề mặt, đường hoặc điểm của một chi tiết mà căn cứ vào đó người ta xác định vị trí của các bề mặt, đường hoặc điểm khác của bản thân chi tiết đó hoặc của chi tiết khác.

Việc xác định chuẩn ở một nguyên công gia công cơ, chính là việc xác định vị trí tương quan giữa dụng cụ cắt và bề mặt cần gia công của chi tiết để đảm bảo những yêu cầu kỹ thuật và kinh tế của nguyên công đó.

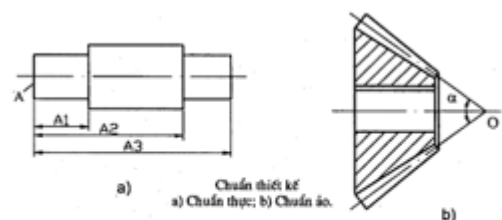
#### 5.1.2. Phân loại

##### ❖ Chuẩn thiết kế:

Chuẩn thiết kế là chuẩn được dùng trong thiết kế. Chuẩn thiết kế được hình thành khi lập các chuỗi kích thước trong quá trình thiết kế.

Chuẩn thiết kế có thể là chuẩn thực hay chuẩn ảo. Chuẩn thực là bề mặt A (H.5.1a) dùng để xác định kích thước các bậc của trục.

Chuẩn ảo, điểm O (H.5.1b) là đỉnh hình nón của mặt lăn bánh răng côn dùng để xác định góc côn.

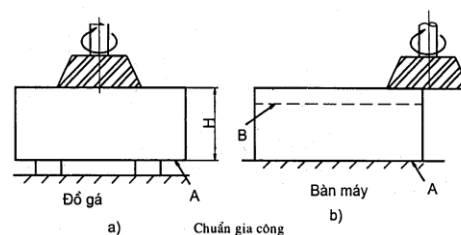


Hình 5.1

## ❖ Chuẩn công nghệ:

Chuẩn công nghệ được chia thành:

- Chuẩn gia công
- Chuẩn lắp ráp
- Chuẩn kiểm tra



Hình 5.2

### a) Chuẩn gia công:

Dùng để xác định vị trí của những bề mặt, đường hoặc điểm của chi tiết trong quá trình gia công cơ.

Chuẩn gia công bao giờ cũng là chuẩn thực (H.5.2).

Khi gia công theo phương pháp tự động đạt kích thước, chi tiết gia công được gá trên đồ gá thì mặt A của chi tiết làm nhiệm vụ tỳ và định vị (H.5.2a).

Nếu rà gá từng chi tiết theo đường vạch dấu B thì mặt A chỉ làm nhiệm vụ tỳ còn chuẩn định vị là đường vạch dấu B (H.5.2b).

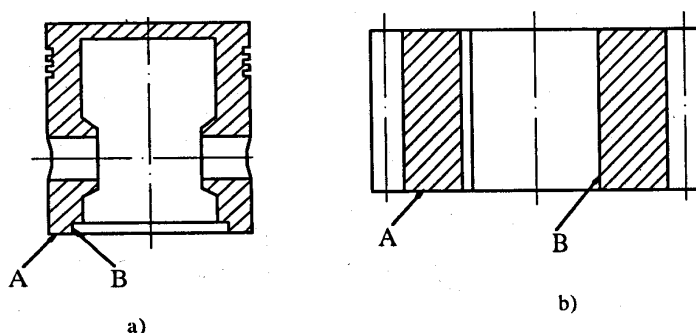
Như vậy chuẩn gia công có thể trùng hoặc không trùng với mặt tỳ của chi tiết lên đồ gá hoặc lên bàn máy.

Chuẩn gia công còn chia thành **chuẩn thô** và **chuẩn tinh**.

- **Chuẩn thô:** là những bề mặt dùng làm chuẩn nhưng chưa được gia công.

Trong hầu hết các trường hợp thì chuẩn thô là những bề mặt chưa được qua gia công. Tuy vậy, có một số trường hợp chuẩn thô được tính cho các bề mặt đã qua gia công sơ bộ.

**Ví dụ:** Trong sản xuất máy hạng nặng, phôi được chuyển đến phân xưởng cơ khí từ phân xưởng chế tạo phôi, đã được qua gia công sơ bộ tại phân xưởng tạo phôi với mục đích phát hiện phế phẩm ngay ở nơi tạo phôi nhằm giảm chi phí vận chuyển.



- **Chuẩn tinh:** là những bề mặt dùng làm chuẩn đã qua gia công.

**Chuẩn tinh chính:** chuẩn tinh được dùng trong cả quá trình gia công và quá trình lắp ráp

**Chuẩn tinh phụ:** chuẩn tinh chỉ dùng trong quá trình gia công

Trên hình 5.3a, mặt đầu A và lỗ B được gia công làm chuẩn tinh trong quá trình gia công, nhưng khi lắp ráp đã không dùng đến nó, vì vậy A và B là chuẩn tinh phụ.



Trên hình 5.3b mặt đầu A và lỗ B được dùng làm chuẩn tinh cả khi

gia công và lắp ráp, do đó A và B là chuẩn tinh chính.

### b) Chuẩn lắp ráp

Chuẩn lắp ráp là chuẩn dùng để xác định vị trí tương quan của các chi tiết khác nhau ở một bộ phận máy trong quá trình lắp ráp.

Chuẩn lắp ráp có thể trùng với mặt tỳ lắp ráp và có thể không trùng.

**Ví dụ:** Khi lắp ráp thân động cơ đốt trong cần đảm bảo độ thẳng

góc giữa tâm lỗ xilanh (mặt E) với tâm ổ lắp trục khuỷu M (của chi tiết) là  $0,005/1000$  mm (Hình 5.4 Trục khuỷu)

Khi tiến hành lắp các chi tiết 1, 2, 3, 4 (hình 5.5) cần phải đảm bảo các yêu cầu sau:

- Độ không song song giữa đường tâm ổ trục M với mặt lắp  $C_1$
- Độ không song song giữa mặt lắp  $D_2$  và  $C_2$
- Độ không vuông góc giữa đường tâm lỗ chi tiết 3 với mặt lắp  $D_3$

Nếu căn cứ vào các yếu tố trên phải giải chuỗi kích thước theo

phương pháp lắp lần, khi đó các mặt  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  là chuẩn lắp ráp.

Nhưng nếu thực hiện lắp bằng phương pháp rà kiểm tra mặt M.

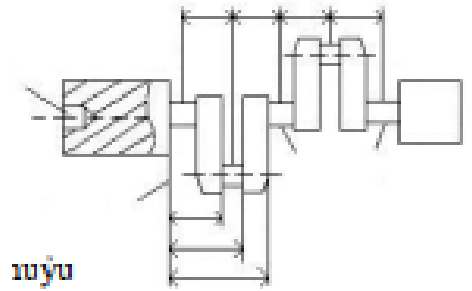
theo mặt E để đảm bảo độ thẳng góc giữa tâm lỗ xilanh với tâm ổ trục khuỷu thì khi đó mặt E trở thành chuẩn lắp ráp và mặt  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  chỉ là mặt tỳ.

### c) Chuẩn kiểm tra:

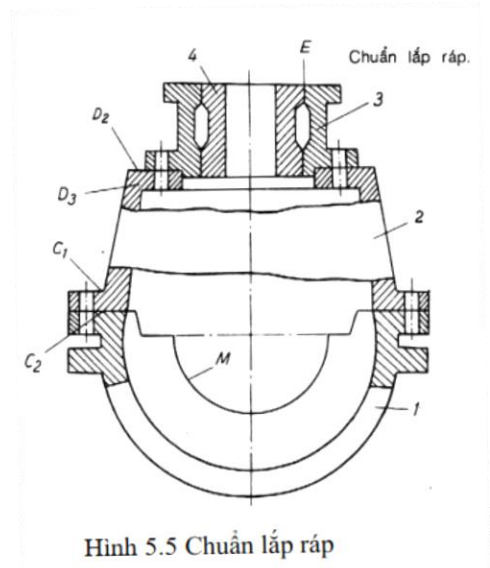
Chuẩn kiểm tra là chuẩn căn cứ vào đó để tiến hành đo hay kiểm tra kích thước về vị trí giữa các yếu tố hình học của chi tiết máy.

Trong thực tế chuẩn thiết kế, chuẩn gia công, chuẩn lắp ráp, chuẩn kiểm tra có thể trùng nhau (H.3.6a) và không trùng nhau (H.5.6b).

Trên hình 5.6a, bề mặt A vừa là chuẩn thiết kế, vừa là chuẩn gia công, lắp ráp, kiểm tra.



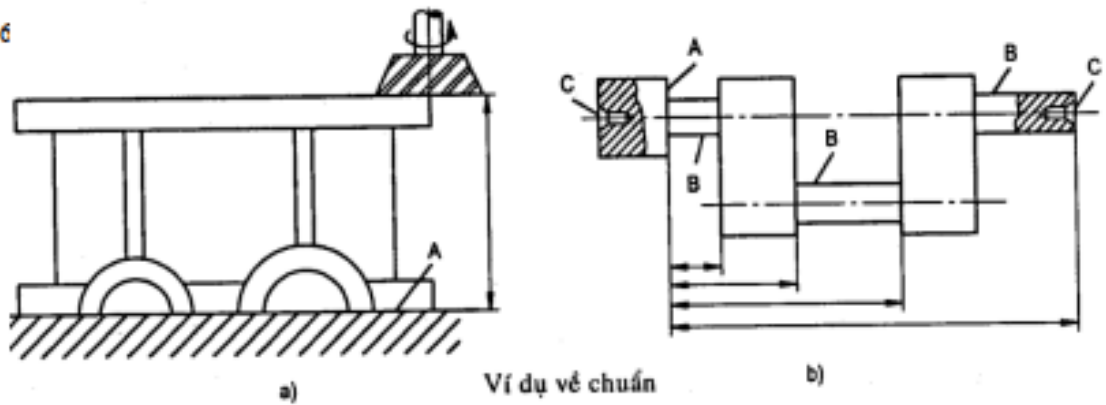
Hình 5.4 Trục Khuỷu



Hình 5.5 Chuẩn lắp ráp

Trên hình 5.6b, bề mặt A là chuẩn kiểm tra, B là chuẩn lắp ráp, C là chuẩn gia công.

Hình 5.6



## 5.2. QUÁ TRÌNH GÁ ĐẶT CHI TIẾT GIA CÔNG

### 5.2.1 Khái niệm về quá trình gá đặt

#### ❖ Quá trình Định Vị chi tiết:

Quá trình định vị là quá trình xác định vị trí chính xác của chi tiết so với dụng cụ cắt trước khi gia công.

#### ❖ Quá trình Kẹp Chặt chi tiết:

Quá trình kẹp chặt là quá trình cố định vị trí của chi tiết sau khi đã định vị để chống lại tác dụng của ngoại lực trong quá trình gia công chi tiết, làm cho chi tiết không rời khỏi vị trí đã được định vị.

#### CHÚ Ý:

- Quá trình định vị bao giờ cũng xảy ra trước
- Quá trình kẹp chặt xảy ra sau.

Không bao giờ hai quá trình này xảy ra đồng thời.

**Ví dụ:** Quá trình gá đặt chi tiết trên mâm cặp 3 chấu (H 5.7) được thực hiện như sau:

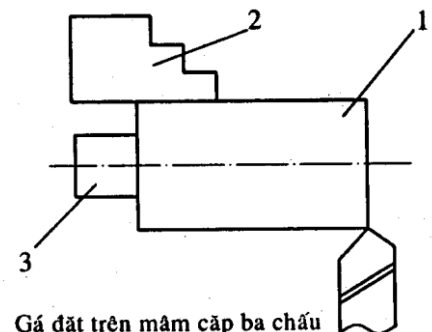
#### Bước 1: Định vị

Đưa chi tiết chạm cỡ từ 3.

Dịch chuyển chi tiết một cách tương đối vào tâm trục chính và vặn cho 3 chấu vừa chạm đồng thời vào mặt trụ, lúc này tâm chi tiết trùng tâm với tâm trục chính (quá trình định vị kết thúc)

#### Bước 2: Kẹp chặt

Tiếp tục vặn cho đến khi 3 chấu không còn khả năng dịch chuyển thì quá trình kẹp chặt kết thúc.



Gá đặt trên mâm cặp ba chấu  
1. Chi tiết; 2. Mâm cặp; 3. Cữ.

Hình 5.7

Gá đặt chi tiết hợp lý hay không là một trong những vấn đề cơ bản của việc thiết kế quy trình công nghệ. Chọn được phương pháp gá đặt hợp lý sẽ giảm thời gian phụ, đảm bảo độ cứng vững tốt để nâng cao chế độ cắt, giảm thời gian cơ bản.

### 5.2.2 Các phương pháp gá đặt chi tiết gia công

#### ❖ Phương pháp rà gá

Có 2 trường hợp:

- Rà trực tiếp trên máy
- Rà theo dấu đã vạch sẵn.

Theo phương pháp rà gá, công nhân dùng những dụng cụ như bàn rà, mũi rà, đồng hồ so hoặc hệ thống ống kính quang học để xác định vị trí của chi tiết so với máy hoặc dụng cụ cắt.

**Ví dụ:** Khi gia công lỗ lệch tâm  $d_2$  trên chi tiết trụ có đường kính ngoài  $d_1$  (H 5.8a), chi tiết được gá trên mâm cặp 4 châu và phải tiến hành rà để cho tâm lỗ  $O_2$  trùng với đường tâm trục chính của máy.

**Ví dụ:** Gia công theo dấu vạch sẵn B (H 5.8b). Rà sao cho quỹ đạo dao trùng đường vạch dấu B bằng cách kê ở mặt A, trong trường hợp này đường vạch dấu B đóng vai trò định vị (chuẩn định vị rà)

Phương pháp rà gá thường được sử dụng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ hoặc trong những trường hợp phôi quá thô không thể sử dụng đồ gá.

#### ❖ Phương pháp tự động đạt kích thước

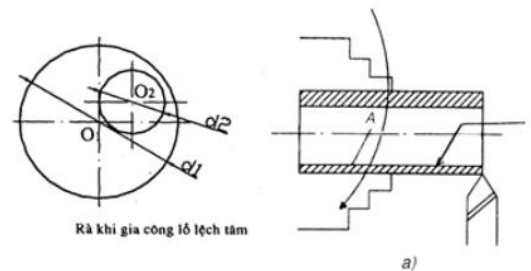
Theo phương pháp này dụng cụ cắt có vị trí tương quan cố định so với vật gia công (tức là vị trí đã được điều chỉnh), vị trí này được đảm bảo cố định nhờ các cơ cấu định vị của đồ gá. Khi gia công theo phương pháp này, máy và dao được điều chỉnh trước.

**Ví dụ:** Khi phay bằng dao phay đĩa ba mặt:

- Dao điều chỉnh theo kích thước a, b
- Phôi tì vào cỡ 1

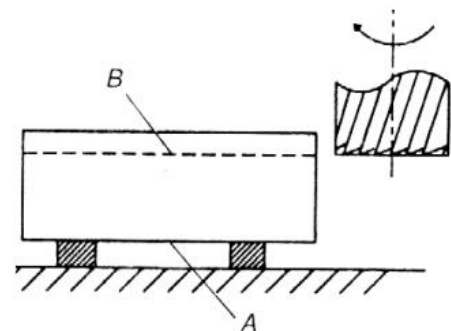
Trong đó:

1. Phiến tỳ
2. Chi tiết
3. Dao phay đĩa ba mặt

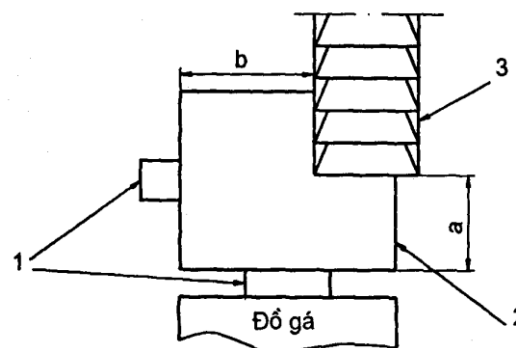


Hình 5.8

Rà khi gia công lỗ lệch tâm



Hình 5.8 b)



Tự động đạt kích thước

1. Phiến tỳ; 2. Chi tiết; 3. Dao phay đĩa ba mặt.

Hình 5.9

## 5.3 NGUYÊN TẮC SÁU ĐIỂM KHI ĐỊNH VỊ CHI TIẾT

### 5.3.1. Nguyên tắc

Một vật rắn tuyệt đối trong hệ tọa độ 3 chiều (h.5.10) có 6 chuyển động hoặc 6 bậc tự do.

**Đó là các chuyển động:**

- 3 chuyển động tịnh tiến dọc trục  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$
- 3 chuyển động quay quanh các trục  $Ox$ ,  $Oy$ ,  $Oz$ .

Bậc tự do theo phương nào đó của vật là khả năng di chuyển của vật đó theo phương đó mà không bị bất kỳ cản trở nào.

Ngược lại, vật không thể di chuyển theo phương nào đó có nghĩa là nó bị khống chế bậc tự do theo phương đó.

Vật rắn tuyệt đối có hình dạng khối lập phương được đặt trong hệ tọa độ Đề-các thì:

- Khi ta tịnh tiến khối lập phương tiếp xúc với mặt phẳng  $xOy$  thì bị khống chế các chuyển động sau:

- Tịnh tiến dọc trục  $Oz$ ,
- Quay xung quanh các trục  $Oy$ ,  $Ox$ .

- Khi tịnh tiến khối lập phương cho tiếp xúc với mặt phẳng  $yOz$  bị khống chế các chuyển động sau:

- Tịnh tiến dọc trục  $Ox$
- Quay xung quanh trục  $Oz$

- Khi tịnh tiến khối lập phương cho tiếp xúc với mặt phẳng  $xOz$  bị khống chế chuyển động:

- Tịnh tiến dọc trục  $Oy$ .

Như vậy, khi khối lập phương tiếp xúc với cả 3 mặt phẳng của hệ tọa độ đề-các thì khối lập phương bị tước bỏ cả 6 chuyển động, hay nói cách khác, nó bị khống chế cả 6 bậc.

Khi một vật bị khống chế cả 6 bậc tự do, có nghĩa là nó có vị trí xác định trong không gian.

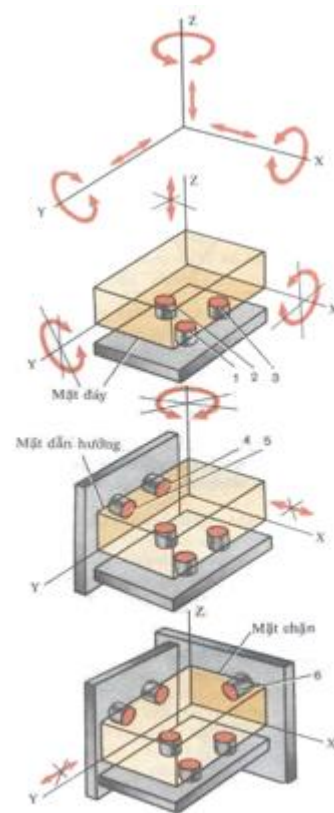
Đối với chi tiết gia công cũng vậy, muốn xác định vị trí của nó ta phải khống chế các bậc tự do theo phương cần thiết.

Cần chú ý là mỗi mặt phẳng đều có khả năng khống chế 3 bậc tự do.

Mặt phẳng  $yOz$  và  $xOz$  khống chế 2 và 1 bậc tự do, bởi vì các bậc còn lại đã được khống chế trước đó ở mặt phẳng  $xOy$ .

### 5.3.2 Các kiểu định vị điển hình

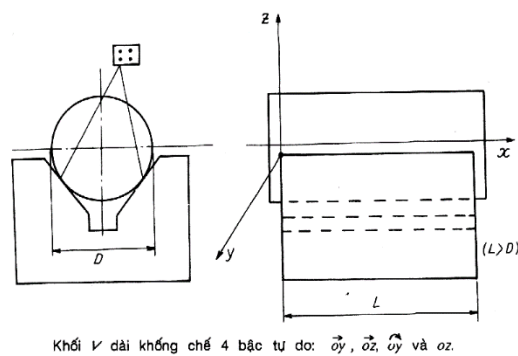
Dưới đây là một số ví dụ về các chi tiết định vị:



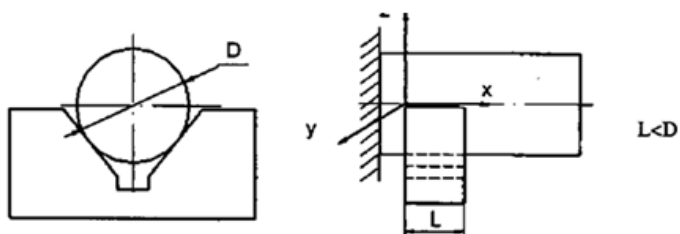
Hình 5.10

+ Một khối V dài ( $L > D$ ) không chế 4 bậc tự do

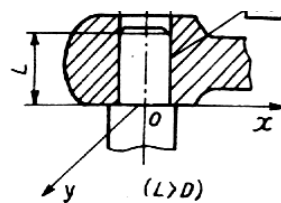
Hình 5.11



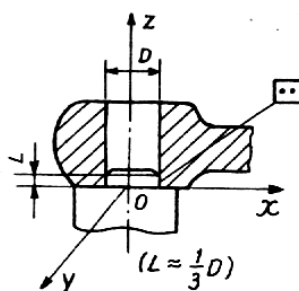
+ Một khối V ngắn ( $L < D$ ) không chế 2 bậc tự do



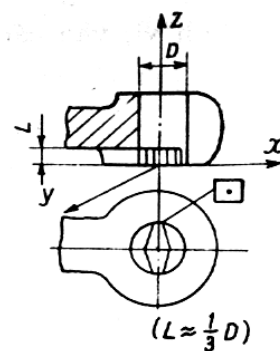
+ Một chốt trụ dài không chế 4 bậc tự do



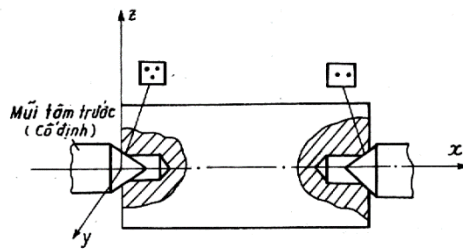
+ Một chốt trụ ngắn không chế 2 bậc tự do



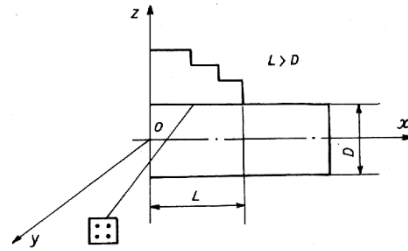
+ Một chốt trám không chế 1 bậc tự do



+ Mâm cặp 3 chấu tự định tâm (kẹp dài,  $L > D$ ) không chế 4 bậc tự do.



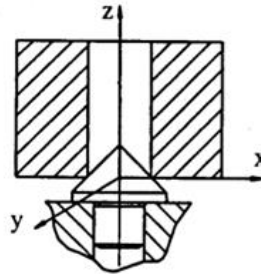
Hai mũi tằm không chế 5 bậc tự do:  $\vec{ox}$ ,  $\vec{oy}$ ,  $\vec{oz}$  và  $\vec{oy}$ ,  $\vec{oz}$ .



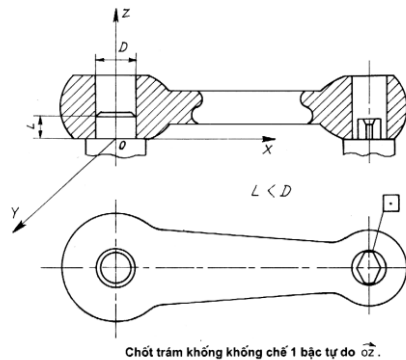
Mâm cặp 3 chấu tự định tâm không chế 4 bậc tự do (khi  $L > D$ ):  $\vec{oy}$ ,  $\vec{oz}$ ,  $\vec{oy}$ ,  $\vec{oz}$

+ Một chốt côn cố định không chế 3 bậc tự do, chốt côn động không chế 2 bậc tự do.

+ Chốt côn không chế 3 bậc tự do (tịnh tiến  $OX$ ,  $OY$ ,  $OZ$ )



+ Chốt trụ ngắn, chốt trám, mặt phẳng không chế 6 bậc tự do.



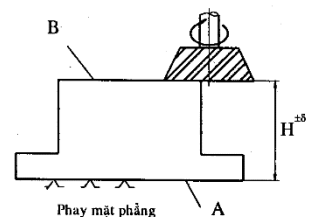
### Chú ý:

Trong quá trình định vị, chi tiết không phải lúc nào cũng cần phải không chế cả 6 bậc tự do mà tùy theo yêu cầu gia công ở từng nguyên công.

**Ví dụ:** Khi gia công mặt phẳng B đạt kích thước ta chỉ cần B cần không chế 3 bậc tự do:

- Tịnh tiến theo  $Oz$
- Quay quanh  $Ox$ ,  $Oy$

Bởi 3 bậc tự do này ảnh hưởng đến kích thước gia công (h 5.12).



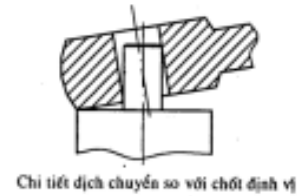
Hình 5.12

- Một bậc tự do được không chế thể hiện bằng một kí hiệu (^) trên sơ đồ định vị.

- Mối lắp giữa mặt định vị và đồ định vị cũng ảnh hưởng đến số bậc tự do được khống chế.

**Ví dụ:** Khi định vị bằng chốt trụ dài

Nếu mối lắp ghép giữa chốt định vị và lỗ chi tiết có khe hở lớn thì số bậc tự do bị khống chế không phải là 4 vì khi đó chi tiết bị dịch chuyển tương đối so với chốt định vị (h. 5.13).



Hình 5.13

#### ❖ SIÊU ĐỊNH VỊ:

Khi khống chế quá 6 bậc hoặc bậc tự do khống chế quá một lần.

Hiện tượng siêu định vị làm ảnh hưởng đến chất lượng gia công, nếu lực kẹp hướng vào mặt định vị thì nó sẽ làm biến dạng chốt định vị.

**Ví dụ:** Khi định vị bằng chốt trụ dài, mặt trụ dài khống chế 4 bậc tự do (h.5.15a), nếu mặt đầu của chi tiết cũng khống chế 3 bậc tự do thì xảy ra hiện tượng siêu định vị.

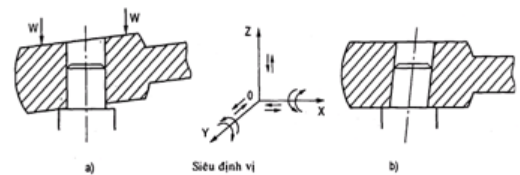
**Mặt trụ khống chế các bậc:**

- Quay quanh OX, OY,
- Tịnh tiến theo OX, OY.

**Mặt phẳng khống chế các bậc:**

- Tịnh tiến OZ
- Quay quanh OX, OY.

Như vậy bậc tự do quay quanh OX, OY được khống chế 2 lần. Hiện tượng siêu định vị làm ảnh hưởng đến chất lượng gia công, nếu lực kẹp hướng vào mặt định vị thì nó sẽ làm biến dạng chốt định vị (h. 5.15b).



Hình 5.15

## 5.4. CÁCH TÍNH SAI SỐ GÁ ĐẶT

Sai số gá đặt chi tiết trong quá trình gia công cơ được xác định theo công thức sau:

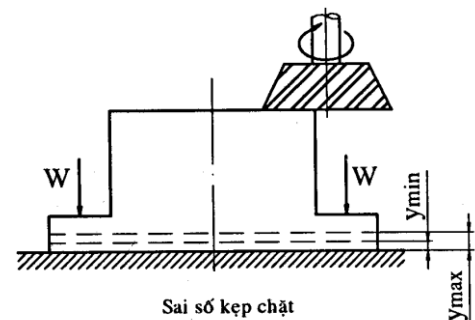
$$\vec{\varepsilon}_{gd} = \vec{\varepsilon}_c + \vec{\varepsilon}_k + \vec{\varepsilon}_{dg}$$

$\vec{\varepsilon}_c$  : sai số chọn chuẩn

$\vec{\varepsilon}_k$  : sai số kẹp chặt

$\vec{\varepsilon}_{dg}$  : sai số đồ gá.

**1/ Sai số kẹp chặt  $\varepsilon_k$ :** sai số kẹp chặt là lượng chuyển vị của chuẩn gốc chiếu lên phương kích thước thực hiện do lực kẹp thay đổi gây ra (h. 5.16)



Hình 5.16



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

$y_{\max}, y_{\min}$ : lượng chuyển vị lớn nhất và nhỏ nhất của chuẩn gốc khi lực kẹp thay đổi  
 $\alpha$ : góc giữa phương kích thước thực hiện và phương dịch chuyển của chuẩn gốc.

## 2/ Sai số đồ gá $\varepsilon_{dg}$

Sai số đồ gá sinh ra do chế tạo đồ gá không chính xác, do độ mòn của nó và do gá đặt đồ gá trên máy không chính xác.

Sai số đồ gá được tính theo công thức sau:

$$\vec{\varepsilon}_{dg} = \vec{\varepsilon}_{ct} + \vec{\varepsilon}_m + \vec{\varepsilon}_{ld}$$

$\vec{\varepsilon}_{dg}$ : sai số do chế tạo đồ gá

$\vec{\varepsilon}_m$ : sai số do mòn của đồ gá

$\vec{\varepsilon}_{ld}$ : sai số do lắp đặt đồ gá trên máy

Khi chế tạo đồ gá, người ta thường lấy độ chính xác đồ gá cao hơn độ chính xác chi tiết gia công trên nó.

Độ mòn của đồ định vị của đồ gá phụ thuộc vào vật liệu, trọng lượng phôi, tình trạng bề mặt tiếp xúc giữa phôi và đồ gá và điều kiện gá đặt phôi trên đồ gá

Khi dùng các chốt tỳ, độ mòn của chốt tỳ  $\varepsilon$  xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$\varepsilon = \beta \sqrt{N}$$

$N$ : số lần tiếp xúc của phôi với chốt tỳ

$\beta$ : hệ số phụ thuộc vào tình trạng bề mặt và điều kiện tiếp xúc.

Sai số lắp đặt đồ gá trên máy ( $\varepsilon_{ld}$ ) không lớn lắm và có thể điều chỉnh được để giá trị đó bằng không.

## 3/ Tính sai số chuẩn $\varepsilon_c$ bằng chuỗi kích thước công nghệ

Như đã trình bày ở phần trên việc chọn chuẩn có ý nghĩa quan trọng trong thiết kế nguyên công nói riêng và cả quy trình công nghệ.

Chọn chuẩn hợp lý sẽ cho sai số gia công nhỏ còn chọn chuẩn không hợp lý sẽ làm cho:

- Chất lượng gia công giảm
- Thời gian gia công tăng
- Năng suất gia công giảm...

**Sai số chọn chuẩn** là sai số phát sinh khi chuẩn định vị không trùng với gốc kích thước và có trị số bằng lượng biến động của gốc kích thước chiếu lên phương kích thước thực hiện. Xem xét khi gia công mặt G trên hình 5.17a, mặt D vừa là chuẩn định vị vừa là gốc của kích thước A.

Trong trường hợp này, kích thước A không có sai số:



$$\varepsilon_c(A) = 0$$

Trên hình 5.17b, vẫn gia công mặt G nhưng góc kích thước tại mặt N, góc kích thước có mối quan hệ trong chuỗi kích thước với mặt định vị D.

+ Giả sử khi gia công chi tiết có kích thước

$C_{\max}$ :

$B_{\max} = C_{\max} - A$ ; A: kích thước điều chỉnh ( $A =$  hằng số).

+ Khi gia công chi tiết có kích thước  $C_{\min}$  thì:  $B_{\min} = C_{\min} - A$

Vậy sai số chuẩn kích thước B sẽ là:

$$\varepsilon_c(B) = B_{\max} - B_{\min} = (C_{\max} - A) - (C_{\min} - A) = C_{\max} - C_{\min} = 2\delta$$

Thực chất, kích thước cần đạt khi gia công là khâu khép kín của chuỗi kích thước công nghệ.

Chuỗi kích thước được hình thành trong một nguyên công hay trong một số nguyên công.

### • Ví dụ:

Tính sai số chuẩn cho kích thước  $H_1, H_2, H_3$

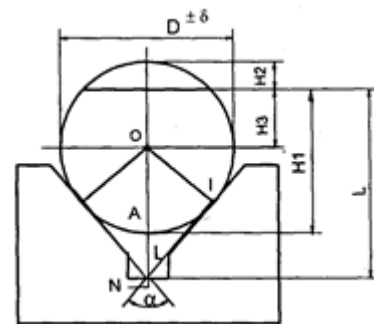
theo sơ đồ cho trên hình 5.18

Chi tiết định vị trên khối V dài với:

- Góc  $\alpha$
- Đường kính chi tiết  $D^{\pm\delta}$
- Kích thước điều chỉnh  $L = \text{const.}$

Ta có:

Dung sai của đường kính  $D^{\pm\delta}$  là:  $2\delta$



Hình 5.18

### \* Tính $\varepsilon_c(H_1)$ :

$$H_1 = L - AN \quad (1)$$

$$AN = ON - OA \quad (2)$$

Trong tam giác vuông OIN ta có:

$$ON = \frac{OI}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$(2) \text{ suy ra } AN = \frac{OI}{\sin \frac{\alpha}{2}} - OA \quad \text{Mà } OA = OI = \frac{D}{2}$$

Nên  $AN = \frac{OI}{\sin \frac{\alpha}{2}} - OA = \frac{\frac{D}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{D}{2} = \frac{D}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right]$

(1) suy ra:  $H_1 = L - AN = L - \frac{D}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right] = L + \frac{D}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$  (L: hằng số ; D: kích thước thay đổi)

Vậy  $\varepsilon_c(H_1) = 0 + \frac{2\delta}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] = \delta \left[ 1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$

**\* Tính  $\varepsilon_c(H_2)$**

$$H_2 = D - H_1 = D - L - \frac{D}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] = 2\frac{D}{2} - \frac{D}{2} \left[ 1 - \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] - L = \frac{D}{2} \left[ 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] - L$$

Vậy  $\varepsilon_c(H_2) = \frac{2\delta}{2} \left[ 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] - 0 = \delta \left[ 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$

**\* Tính  $\varepsilon_c(H_3)$**

$$H_3 = \frac{D}{2} - H_2 = \frac{D}{2} - \frac{D}{2} \left[ 1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] + L = L - \frac{D}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$$

Vậy  $\varepsilon_c(H_3) = 0 - \frac{2\delta}{2} \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right] = -\delta \left[ \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right]$

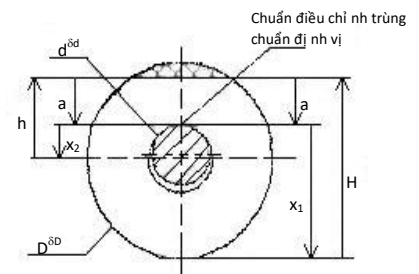
**Tính sai số chuẩn kích thước H, h.** (hình 5.19)

♦ Đối với kích thước H có gốc kích thước là đường sinh thấp nhất của chi tiết, chuỗi kích thước công nghệ như sau :

$$a + x_1 - H = 0 \Rightarrow H = a + x_1 = a + \frac{D}{2} + \frac{d}{2} + 2e$$

(e – độ lệch tâm giữa lỗ và trụ ngoài)

$$\text{Do đó } \Rightarrow \varepsilon_c(H) = \frac{\delta D}{2} + \frac{\delta d}{2} + 2e$$



Hình 5.19

♦ Đối với kích thước h có gốc kích thước là tâm O của lỗ, chuỗi kích thước công nghệ như sau:

$$a + x_2 - h = 0 \Rightarrow h = a + x_2 = a + \frac{d}{2} \quad \text{Do đó } \Rightarrow \varepsilon_c(h) = \frac{\delta d}{2}$$

(nếu h là kích thước tính từ tâm trụ ngoài thì cộng thêm 2e)

### Tính sai số chuẩn kích thước $H, h$ . (hình 5.20)

♦ Đối với kích thước  $H$ : có thể thấy kích thước  $H$  có gốc kích thước trùng với chuẩn định vị và chuẩn điều chỉnh. Do đó:  $\varepsilon_c(H) = 0$

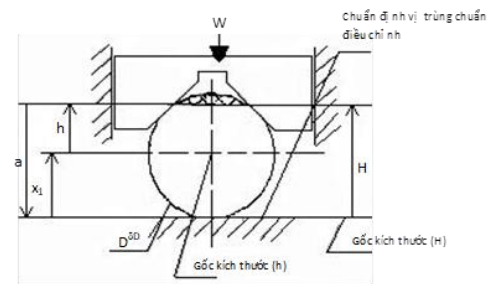
♦ Đối với kích thước  $h$ : kích thước này có gốc nằm ở tâm chi tiết nên không trùng với chuẩn định vị và chuẩn điều chỉnh.

Vì vậy, chuỗi kích thước công nghệ trong trường hợp này như sau:

$$a - x_1 - h = 0$$

$$\Rightarrow h = a - x_1 = a - \frac{D}{2};$$

$$\text{Do đó } \Rightarrow \varepsilon_c(h) = \frac{\delta D}{2}$$



Hình 5.20

## 5.5 HƯỚNG DẪN CÁCH CHỌN CHUẨN

Khi chọn chuẩn để gia công chi tiết máy phải xác định chuẩn cho nguyên công đầu tiên và chuẩn cho nguyên công tiếp theo.

Thông thường chuẩn dùng ở nguyên công đầu tiên trong quá trình gia công chi tiết máy là chuẩn thô, còn chuẩn dùng ở các nguyên công tiếp theo thường là chuẩn tinh.

**Mục đích của việc chọn chuẩn là để bảo đảm 2 yêu cầu:**

- Đảm bảo chất lượng của chi tiết trong quá trình gia công,
- Nâng cao năng suất và giảm giá thành

### 5.5.1. Cách chọn chuẩn thô

Chuẩn thô thường được dùng ở nguyên công đầu tiên trong quá trình gia công cơ.

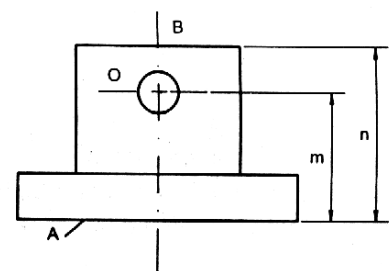
Việc chọn chuẩn thô có ý nghĩa quyết định đối với quá trình công nghệ, nó có ảnh hưởng đến những nguyên công sau và đến độ chính xác gia công của chi tiết.

#### 1. Các yêu cầu khi chọn chuẩn thô.

Khi chọn chuẩn thô cần chú ý 2 yêu cầu:

- 1/ Phân phối đủ lượng dư cho các bề mặt gia công.
- 2/ Bảo đảm độ chính xác cần thiết về vị trí tương quan giữa các mặt không gia công với những bề mặt sắp gia công.

**Ví dụ:** khi gia công mặt  $A$ , mặt  $B$  và lỗ  $O$  của một chi tiết hộp bằng phôi đúc (hình 5.21), cần chia ra hai trường hợp:



Phôi đúc của chi tiết hộp

Hình 5.21

**Trường hợp 1:** lỗ đúc đặc (chưa có lỗ) thì có thể lấy mặt A làm chuẩn thô để gia công lỗ, rồi ngược lại lấy lỗ làm chuẩn để gia công mặt A. Cuối cùng lấy mặt A làm chuẩn để gia công mặt B.

**Trường hợp 2:** có lỗ đúc sẵn, thì phải lấy mặt lỗ làm chuẩn thô để gia công mặt A, rồi sau đó lấy mặt A làm chuẩn để gia công mặt B và lỗ.

Như vậy lượng dư sẽ phân bố đều, tránh được phế phẩm do lỗ đúc bị lệch. Vì nếu lỗ đúc lệch lượng dư phân bố không đều khi cắt dễ bị lệch, sinh ra sai số hình dạng hình học (độ côn, độ ô van, v.v...) và lực cắt không đều sẽ sinh ra rung động và nếu lỗ đúc lệch nhiều quá sẽ không đủ lượng dư để gia công lỗ.

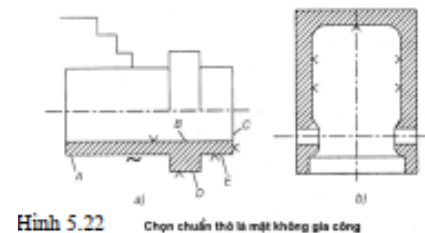
## 2/ Năm nguyên tắc chọn chuẩn thô.

**1. Nếu chi tiết gia công có một bề mặt không gia công thì nên chọn bề mặt đó làm chuẩn thô, vì như vậy sẽ làm cho sự thay đổi vị trí tương quan giữa bề mặt gia công và bề mặt không gia công là nhỏ nhất.**

**Ví dụ:**

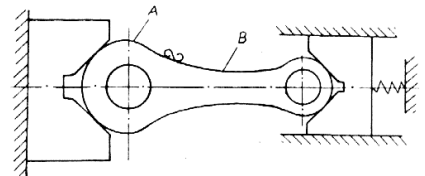
Lấy mặt A làm chuẩn thô (hình 5.22a) để gia công các mặt B, C và D để bảo đảm độ đồng tâm với A.

Khi gia công pittông (hình 5.22b) bằng phôi gang đúc trong khuôn cát người ta chọn chuẩn thô là mặt trong để gia công mặt ngoài để bảo đảm thành pittông có độ dày đều đặn.



Hình 5.22 Chọn chuẩn thô là mặt không gia công

**2. Nếu có một số bề mặt không gia công, thì nên chọn bề mặt không gia công nào có yêu cầu độ chính xác về vị trí tương quan cao nhất đối với các bề mặt gia công làm chuẩn thô.**

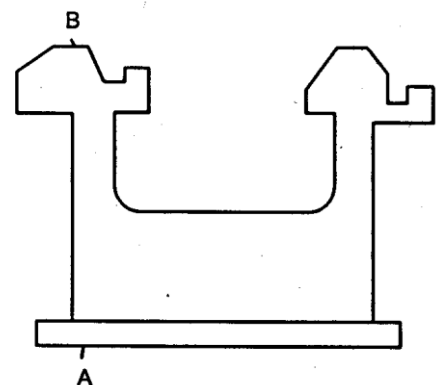


Hình 5.23

**Ví dụ:** Khi gia công lỗ biên hình 5.23 nên lấy mặt A làm chuẩn thô để đảm bảo lỗ gia công có bề dày đều nhau, vì yêu cầu về vị trí tương quan giữa tâm lỗ với mặt A cao hơn đối với mặt B

**3. Nếu chi tiết có nhiều bề mặt gia công thì nên chọn mặt nào có lượng dư nhỏ, đều làm chuẩn thô.**

**Ví dụ:** Khi gia công bằng máy tiện hình 5.24 người ta chọn mặt B làm chuẩn thô để gia công mặt A, sau đó lấy mặt A làm chuẩn tinh để gia công mặt B.



Hình 5.24

Vì khi đúc mặt B nằm ở nửa phần khuôn dưới, do đó mặt B có cấu trúc kim loại tốt, bề mặt đúc nhẵn, đều đặn, khả năng chống mòn tốt.

**4. Cố gắng chọn bề mặt chuẩn thô tương đối bằng phẳng không có mép rền dập (bavia), đầu ngót, đầu rọt hoặc quá gồ ghề.**

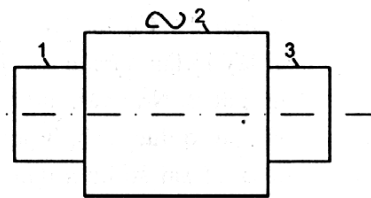
**5. Chuẩn thô chỉ dùng một lần trong cả quá trình gia công.**

**Ví dụ:**

Khi gia công trục bậc hình 5.25, bề mặt 2 là bề mặt không gia công được dùng làm chuẩn để gia công mặt 1

Sau đó ta lấy mặt 1 làm chuẩn tinh để gia công mặt 3.

Nếu ta lấy mặt 2 làm chuẩn thô để gia công mặt 1 và mặt 3 (kẹp 2 lần ở mặt 2) thì sẽ không đảm bảo độ đồng tâm giữa mặt 1 và mặt 3.



Hình 5.25

### 5.5.2. Cách chọn chuẩn tinh

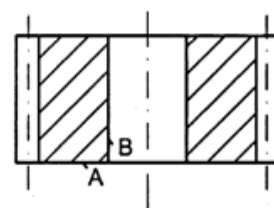
**1. Khi chọn chuẩn tinh cần cố gắng chọn chuẩn tinh chính, như vậy sẽ làm cho chi tiết lúc gia công có vị trí tương tự như khi làm việc.**

Vấn đề này rất quan trọng khi gia công tinh.

**Ví dụ:**

Khi gia công răng của bánh răng (H. 5.26) chuẩn tinh được chọn là lỗ B và mặt đầu A.

Lỗ B là bề mặt sau này được lắp ghép với trục truyền động.



Gia công răng của bánh răng

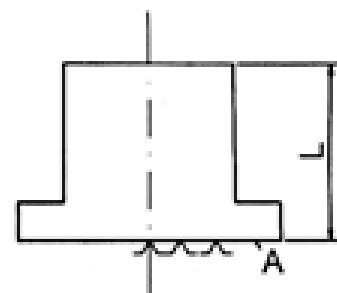
Hình 5.26

**2. Cố gắng chọn chuẩn định vị trùng với góc kích thước để sai số chuẩn  $\varepsilon_c(L) = 0$**

Mặt A là mặt chuẩn định vị và là góc kích thước.

**3. Chọn chuẩn sao cho chi tiết không bị biến dạng do lực kẹp, lực cắt. Mặt chuẩn phải có đủ diện tích để định vị.**

**Ví dụ:** sơ đồ kẹp chặt khi gia công biên, tránh kẹp ở giữa vì làm biến dạng phôi, tốt nhất ở chỗ mặt đối diện với mặt ti định vị



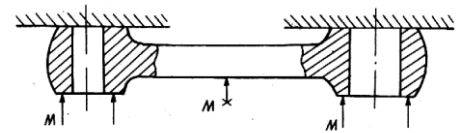
Phay mặt phẳng  $\varepsilon_c(L) = 0$

Hình 5.27

**4. Chọn chuẩn sao cho kết cấu đồ gá đơn giản và thuận tiện khi sử dụng.**

**5. Cố gắng chọn chuẩn là chuẩn tinh thống nhất.**

Chuẩn tinh thông nhất là chuẩn được dùng trong hầu hết các nguyên công của quá trình công nghệ vì nếu khi gá đặt mà thay đổi chuẩn nhiều lần sẽ sinh ra sai số tích lũy làm giảm độ chính xác gia công.



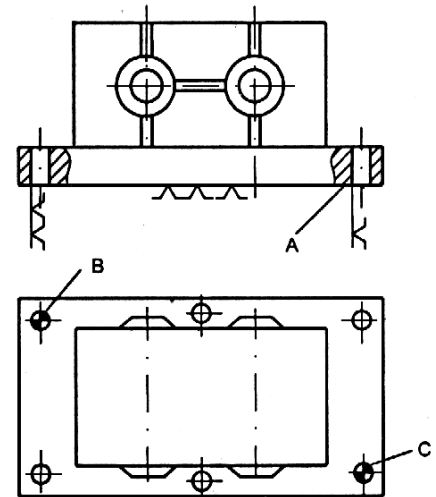
Sơ đồ kẹp chặt khi gia công biên.

Hình 5.28

**Ví dụ:** Khi gia công vỏ hộp giảm tốc (H. 5.29) chuẩn tinh thông nhất được chọn là mặt phẳng A và 2 lỗ B, C.

Chuẩn tinh đó sẽ được dùng suốt trong quá trình gia công chi tiết vỏ hộp trừ nguyên công tạo mặt chuẩn và 2 lỗ B, C.

Mặt A không chế 3 bậc tự do, lỗ B không chế 2 bậc tự do (chốt trụ ngắn) lỗ C không chế 1 bậc tự do (chốt trám) (chống xoay quanh đường tâm của lỗ B).



Gia công vỏ hộp giảm tốc.

Hình 5.29

## Chương 6. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG

*Mục tiêu:*

- Sinh viên trình bày được các phương pháp gia công một số phôi thông dụng
- Sinh viên trình bày được các phương pháp gia công cắt gọt.
- Hiểu khái niệm các lượng dư trung gian, tổng cộng, đối xứng;
- Nhận biết được các lượng dư khi gia công chi tiết;

### 6.1. Các loại phôi

#### 6.1.1. Phôi đúc.

Phôi đúc được chế tạo bằng cách rót kim loại lỏng vào khuôn có hình dạng xác định. Sau khi kim loại kết tinh ta thu được chi tiết có hình dạng kích thước theo yêu cầu.

Phôi từ các kim loại đen, kim loại màu và hợp kim của chúng thường được chế tạo bằng phương pháp đúc.

Ưu nhược điểm của phương pháp đúc

Phương pháp tạo phôi bằng đúc có những ưu điểm sau:

- Có thể đúc được tất cả các loại kim loại và các loại hợp kim có thành phần khác nhau.
- Có thể đúc được các chi tiết có hình dạng phức tạp mà các phương pháp khó hoặc không chế tạo được.
- Tùy theo mức độ đầu tư công nghệ mà chi tiết đúc có thể đạt đến độ chính xác hay thấp.

Ngoài ra đúc còn có ưu điểm dễ cơ khí hóa, tự động hóa; cho năng suất cao giá thành thấp và đáp ứng được tính chất linh hoạt trong sản xuất.

Tuy nhiên đúc cũng có nhược điểm tốn kim loại cho hệ thống đậu ngót và để kiểm tra chất lượng của vật đúc phải có thiết bị hiện đại.

Ý nghĩa kinh tế - kĩ thuật của đúc

Tạo phôi bằng phôi đúc có ý nghĩa rất lớn trong công nghiệp chế tạo máy. Hầu như không có ngành chế tạo thiết bị nào là không dùng các chi tiết hay các phôi được chế tạo bằng phương pháp đúc.

Để đánh giá mức độ sử dụng phôi đúc trong một ngành chế tạo thiết bị người ta đưa ra hệ số sử dụng phôi đúc  $k_d$  (bảng 8.4):

Bảng 4.1. Hệ số sử dụng phôi đúc  $k_d$  trong các ngành chế tạo thiết bị

| Loại sản phẩm          | Kđ (%)  |
|------------------------|---------|
| Động cơ diazen         | 45 - 52 |
| Phương tiện giao thông | 10 – 17 |
| Mô tô - xe máy         | 24 – 30 |
| Khớp nối               | 40 - 60 |
| Máy ép trục khuỷu      | 25 – 50 |
| Máy tiện               | 55 – 66 |
| Máy mài                | 49 – 65 |
| Máy ép nhựa            | 49 – 58 |
| Máy bơm                | 65 - 90 |

Ngày nay công nghệ vật liệu được xem là một trong các ngành khoa học trọng điểm. Người ta đã tạo ra những vật liệu có tính chất ưu việt với giới hạn bền, độ bền nhiệt, khả năng chống mài mòn trong môi trường khí quyển và hóa chất cao, hệ số ma sát và khối lượng riêng nhỏ ... Do vậy kỹ thuật đúc ngày càng phát triển theo hướng nâng cao hệ số sử dụng phôi đúc Kđ và hệ số sử dụng vật liệu K để giảm chi phí vật liệu và chi phí gia công cơ góp phần hạ giá thành sản phẩm.

#### *Các loại phôi đúc*

Căn cứ vào bản vẽ chi tiết kỹ sư công nghệ tính lượng dư gia công, thành lập bản vẽ phôi. Dựa vào chủng loại vật liệu, hình dáng, kích thước phôi, dạng sản xuất, điều kiện sản xuất người ta tiến hành chọn phương pháp đúc và thiết kế quy trình công nghệ đúc bao gồm quy trình nấu kim loại, thiết kế chết tạo khuôn, rót kim loại ...

Để tạo phôi cho gia công cắt gọt thông thường người ta sử dụng các phương pháp đúc sau đây:

- Phương pháp đúc trong khuôn cát.

Phương pháp đúc trong khuôn cát có những ưu điểm sau:

+ Đúc được các vật liệu kim loại khác nhau có khối lượng từ vài gam đến vài chục tấn.

+ Đúc được các chi tiết có hình dạng phức tạp mà các phương pháp khác khó hoặc không thể gia công được.

+ Tính chất sản xuất linh hoạt, thích hợp với các dạng sản xuất

+ Đầu tư ban đầu thấp



+ Dễ cơ khí hóa và tự động hóa

Tuy nhiên đúc trong khuôn các cũng có những nhược điểm như:

+ Độ chính xác vật đúc không cao dẫn đến lượng dư gia công lớn, hệ số sử dụng vật liệu K nhỏ.

+ Chất lượng phôi đúc thấp, thường có rỗ khí, rỗ xỉ, chất lượng bề mặt vật đúc thấp.

### **6.1.2. Phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực**

Gia công kim loại bằng áp lực là dùng ngoại lực tác dụng thông qua các dụng cụ làm cho kim loại biến dạng ở trạng thái mạng tinh thể theo các hướng định trước để thu được chi tiết có hình dạng, kích thước theo yêu cầu.

Khi gia công kim loại bằng áp lực khối lượng và thành phần hóa học của vật liệu luôn luôn được duy trì.

Đặc điểm của phôi chế tạo bằng phương pháp gia công áp lực.

Dưới tác dụng của ngoại lực tinh thể kim loại được định hướng và kéo dài tạo thành tổ chức sợi hoặc thớ làm tăng khả năng chịu kéo dọc thớ và chịu cắt ngang thớ.

Trong quá trình biến dạng cấu trúc mạng bị lệch mất cân bằng làm cho tính dẻo của vật liệu giảm đi, độ cứng tăng lên. Quá trình đó được gọi là biến cứng. Mức độ biến cứng (bao gồm độ cứng và chiều sâu lớp biến cứng) phụ thuộc vào mức độ biến dạng.

Các ưu điểm cơ bản của phôi nhận được từ phương pháp gia công áp lực là:

- Cơ tính vật liệu được cải thiện.

- Độ chính xác hình dạng, kích thước, chất lượng bề mặt phôi cao do đó giảm được thời gian gia công cắt gọt và tổn thất của vật liệu, nâng cao hệ số sử dụng phôi K, góp phần giảm chi phí sản xuất.

- Rút ngắn được các bước của quá trình công nghệ.

- Dễ cơ khí hóa và tự động hóa nên năng suất cao.

Bên cạnh các ưu điểm trên gia công áp lực cũng có những nhược điểm:

### **6.1.3. Phôi từ thép cán**

Thép cán có hình dạng, kích thước tiết diện ngang và chiều dài theo tiêu chuẩn, độ chính xác, chất lượng bề mặt cao, thành phần hóa học ổn định hơn phôi đúc.

Phôi của các chi tiết có tiết diện ngang hình trụ hoặc hình chữ nhật thường được cắt từ thép cán, ví dụ phôi các chi tiết dạng trục, bánh răng, bộ đôi bơm cao áp ...

Sử dụng phôi cắt từ thép cán cho hệ số sử dụng thép thấp, do đó thường chỉ sử dụng trong sản xuất đơn chiếc hoặc dùng trong sản xuất hàng loạt với điều kiện hình dạng, kích

thước tiết diện ngang của phôi gần giống với tiết diện ngang của chi tiết.

#### **6.1.4. Phôi rèn tự do**

Rèn tự do là dùng ngoại lực tác dụng (bằng tay hoặc bằng máy) thông qua các dụng cụ làm kim loại biến dạng tự do ở nhiệt độ rèn để tạo ra sản phẩm có hình dạng, kích thước theo yêu cầu.

- Phương pháp gia công có tính linh hoạt cao, phạm vi gia công rộng (có thể gia công được vật nhỏ từ vài gam đến vài trăm tấn), có thể gia công được các vật lớn hơn so với dập thể tích.

- Có thể biến tổ chức hạt thành tổ chức thô phức tạp, do đó làm tăng khả năng chịu tải trọng của vật liệu.

- Thiết bị đơn giản, vốn đầu tư thấp

Rèn tự do có nhưng nhược điểm sau:

- Độ chính xác về kích thước và hình dáng thấp, do đó để Lị lượng dư gia công lớn, chi phí gia công cơ tăng, hệ số sử dụng vật liệu K thấp do đó hiệu quả kinh tế không cao.

- Chất lượng giữa các phần của phôi cũng như giữa các phôi cũng không điều tùy thuộc vào tay nghề của người công nhân.

- Năng suất thấp.

Rèn tự do được sử dụng rộng rãi trong sản xuất đơn chiếc, trong công nghệ sửa chữa của các ngành chế tạo thiết bị, đặc biệt trong ngành chế tạo tàu thủy, tàu hỏa. Khi chi tiết lớn và chịu tải trọng phức tạp thì hợp lý nhất là tạo phôi bằng phương pháp rèn tự do.

#### **6.1.5. Phôi dập thể tích**

Phôi dập thể tích có độ chính xác về hình dáng, kích thước và chất lượng bề mặt cao. Hầu như kim loại bị biến dạng ở trạng thái ứng suất khối nên tính dẻo cao hơn, do đó biến dạng triệt để, chế tạo được các phôi có hình dạng phức tạp, hệ số sử dụng vật liệu cao hơn so với rèn tự do.

Nhược điểm của dập thể tích là thiết bị cần có công suất lớn, không chế tạo được phôi lớn, chi phí chế tạo phôi cao, do đó chỉ có hiệu quả khi số lượng chi tiết đủ lớn.

#### **6.1.6. Phôi dập tấm**

Phôi dập có độ cứng vững, độ chính xác và chất lượng bề mặt gia công cao, thường không phải gia công cơ hoặc gia công cơ rất ít do đó hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao.

Phương pháp tạo phôi bằng dập tấm dễ cơ khí hóa và tự động hóa, năng suất rất cao phù hợp cho sản xuất hàng loạt và hàng khối.

Phôi được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp chế tạo ô tô (chiếm 60 % khối lượng sản phẩm), công nghiệp chế tạo thiết bị điện (60 - 70 %) ...

Phôi hàn được chế tạo từ thép cán thép tấm hoặc thép hình) nhờ phép nổi bằng hàn. Phôi hàn tiết được từ 30- 50 % khối lượng vật liệu so với phôi đúc. Khi chế tạo các chi tiết dạng hộp ở dạng sản xuất đơn chiếc thì sử dụng hàn là hợp lý nhất. Chất lượng phôi hàn phụ thuộc vào chất lượng mối hàn. Khi hàn vật bị nung nóng cục bộ thì tạo nên ứng suất dư lớn, tổ chức kim loại gần mối hàn bị thay đổi theo chiều hướng xấu làm giảm khả năng chịu tải trọng động. Sau khi gia công cắt gọt và cùng với quá trình làm việc trạng thái ứng suất dư ở mối hàn bị thay đổi dẫn đến chi tiết dễ bị biến dạng.

## **6.2. Nguyên tắc chọn phôi**

*Hai yêu cầu cơ bản của việc chọn phôi là:*

- Đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm.
- Đảm bảo chi phí phôi nhỏ nhất góp phần làm giảm chi phí sản xuất.

Muốn vậy người ta phải dựa vào yêu cầu kỹ thuật, hình dạng, kích thước của chi tiết, dạng sản xuất và cơ sở vật chất - kỹ thuật của cơ sở sản xuất để giải quyết các vấn đề sau đây:

Muốn đạt được chi tiết có hình dạng, kích thước và chất lượng phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật ghi trên bản vẽ ta phải thực hiện gia công qua nhiều nguyên công (hay nhiều bước). Tại mỗi nguyên công (hay mỗi bước) ta phải hớt đi một lượng kim loại nhất định.

Lớp kim loại được hớt đi trong quá trình gia công được gọi là lượng dư gia công. Xác định lượng dư gia công hợp lý sẽ góp phần nâng cao hiệu quả kinh tế.

Lượng dư gia công quá lớn sẽ dẫn đến: Tốn vật liệu, làm cho hệ số sử dụng vật liệu giảm xuống. Tăng khối lượng lao động để gia công chi tiết. Tốn năng lượng điện (vì phải cắt nhiều lần hoặc phải dùng máy có công suất lớn). Hao mòn dụng cụ cắt. Máy mòn nhanh. Vận chuyển nặng.

Ngoài ra, lượng dư lớn còn gây khó khăn cho việc gia công trên máy được điều chỉnh sẵn, tăng biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ, do đó giảm độ chính xác gia công. Tất cả những tồn tại trên đây làm cho giá thành của sản phẩm tăng.

Lượng dư gia công quá nhỏ sẽ dẫn đến: Lượng dư không đủ để hớt đi sai lệch của phôi. Lượng dư quá nhỏ sẽ xảy ra hiện tượng trượt giữa dao và chi tiết, dao sẽ bị mòn nhanh, bề mặt gia công không bóng. Tăng phế phẩm và tăng giá thành của sản phẩm.

## **6.3. Lượng dư gia công**

### **6.3.1. Khái niệm**

Lượng dư gia công là lượng kim loại cần cắt bỏ trên phôi, để tạo ra hình dạng kích thước chi tiết gia công theo yêu cầu bản vẽ kỹ thuật.

Lớp kim loại được hót đi trong quá trình gia công được gọi là lượng dư gia công.

Nếu lượng dư gia công quá lớn sẽ dẫn đến;

Tốn vật liệu, làm cho hệ số sử dụng vật liệu giảm xuống;

Tăng khối lượng lao động để gia công chi tiết;

Tốn năng lượng điện vì phải cắt nhiều lần;

Hao mòn dụng cụ máy mòn nhanh, vận chuyển nặng.

Nếu lượng dư quá nhỏ sẽ dẫn đến:

Lượng dư không đủ để hót đi sai lệch của phôi;

Gây hiện tượng trượt giữa dao và chi tiết dao mòn nhanh bề mặt chi tiết kém nhẵn bóng, tăng phế phẩm tăng giá thành sản phẩm của phôi.

### 6.3.2. Phân loại lượng dư gia công

#### 6.3.2.1. Lượng dư trung gian

Lượng dư trung gian là lớp kim loại được hót đi ở mỗi bước hay mỗi nguyên công. Lượng dư trung gian là hiệu số kích thước do bước (hay nguyên công) sát trước để lại và kích thước do bước (hay nguyên công) đang thực hiện tạo nên. Ta ký hiệu lượng dư trung gian là  $Z_b$ . Như vậy, đối với trường hợp gia công mặt ngoài (hình 4.1a):

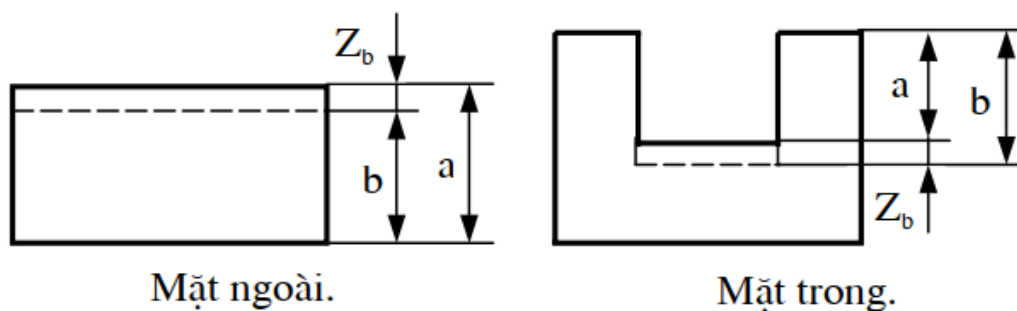
$$Z_b = a - b$$

Đối với trường hợp gia công mặt trong (hình 4.1b):

$$Z_b = b - a$$

ở đây:  $Z_b$  - Lượng dư trung gian;

$a$  - Kích thước của bước hay nguyên công sát trước để lại;  $b$  - Kích thước của bước hay nguyên công đang thực hiện tạo nên.



Hình 4-1. Lượng dư gia công

Mặt ngoài (Hình a). Mặt trong (Hình b)

### 6.3.2.2. Lượng dư tổng cộng

Lượng dư tổng cộng là lớp kim loại cần hớt đi trong tất cả các nguyên công (hay các bước). Lượng dư tổng cộng được ký hiệu bằng  $Z_0$  và bằng hiệu số kích thước của phôi và của chi tiết.

Đối với trường hợp gia công mặt ngoài:

$$Z_0 = a_{ph} - a_{ct}$$

Đối với trường hợp gia công mặt trong:

$$Z_0 = a_{ct} - a_{ph}$$

Ở đây:  $Z_0$  - Lượng dư tổng cộng;  
 $a_{ph}$  - Kích thước của phôi;  
 $a_{ct}$  - Kích thước của chi tiết.

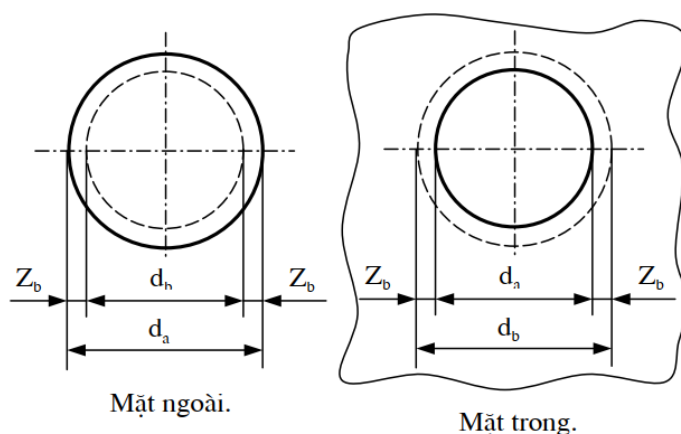
Như vậy, lượng dư tổng cộng bằng tổng các lượng dư trung gian:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^n Z_i$$

Ở đây:  $n$  - tổng số bước hoặc nguyên công.

### 6.3.2.3. Lượng dư đối xứng

Lượng dư đối xứng tồn tại khi gia công các mặt tròn xoay (tròn ngoài, tròn trong) đối xứng hoặc khi gia công các mặt phẳng đối xứng.



- Đối với **mặt ngoài**:

$$2 Z_b = d_a - d_b$$

- Đối với **mặt trong**:

$$2 Z_b = d_b - d_a$$

Hình 4-2: Gia công mặt tròn xoay

Gia công mặt tròn ngoài (Hình a); Gia công mặt tròn trong (Hình b)

Ở đây:  $2Z_b$  - lượng dư gia công đường kính hoặc lượng dư hai phía khi gia công các mặt phẳng đối xứng;  $d_a$  và  $d_b$  - các đường kính bề mặt bước hay nguyên công trước ( $d_a$ ) và ở bước hay nguyên công đang thực hiện ( $d_b$ );  $l_a$  và  $l_b$  - các kích thước giữa các mặt phẳng ở bước hay nguyên công trước ( $l_a$ ) và ở bước hay nguyên công đang thực hiện ( $l_b$ ).

#### 6.3.2.4. Lượng dư không đối xứng

Lượng dư không đối xứng tồn tại khi các bề mặt được gia công không phụ thuộc lẫn nhau.

### 6.4. Phương pháp xác định lượng dư.

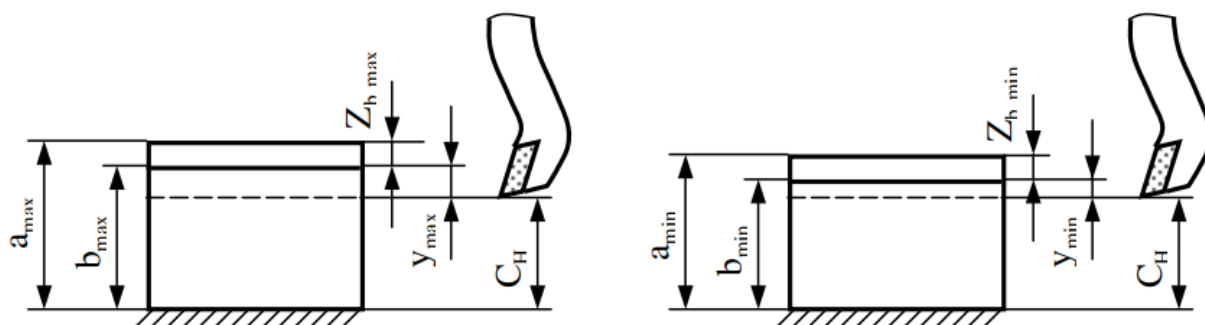
Trong công nghệ chế tạo máy người ta thường dùng hai phương pháp xác định lượng dư gia công: phương pháp thống kê - kinh nghiệm và phương pháp tính toán - phân tích.

#### 6.4.1. Phương pháp thống kê - kinh nghiệm.

Phương pháp thống kê kinh nghiệm được sử dụng phổ biến trong sản xuất. Theo phương pháp này thì lượng dư gia công được xác định bằng tổng giá trị lượng dư theo kinh nghiệm. Nhược điểm của phương pháp này là không tính đến điều kiện gia công cụ thể, cho nên lượng dư gia công thường lớn hơn giá trị cần thiết. Giá trị lượng dư của bước (hay nguyên công) được cho trong sổ tay công nghệ chế tạo máy.

#### 6.4.2. Phương pháp tính toán - phân tích.

Phương pháp này dựa trên cơ sở phân tích các yếu tố tạo thành lượng dư do giáo sư Kovan đề xuất.



Hình 4-3. - Phôi có kích thước nhỏ nhất và lớn nhất

-  $Y_{max}$ ,  $Y_{min}$  - biến dạng lớn nhất và nhỏ nhất;

-  $C_H$  - Kích thước điều chỉnh.

Khi gia công loạt chi tiết trên máy được điều chỉnh sẵn, vì kích thước của phôi dao động trong phạm vi dung sai, nghĩa là  $a_{min}$  đến  $a_{max}$  cho nên kích thước của chi tiết đạt được là  $b_{min}$  và  $b_{max}$ . Lượng dư gia công tương ứng là  $Z_{bmin}$  và  $Z_{bmax}$  (hình 4-3).

Trong trường hợp này ta có:

$$Z_{bmin} = a_{min} - b_{min}$$

$$Z_{bmax} = a_{max} - b_{max}$$

Thay  $a_{max} = a_{min} + \delta_a$  và

$b_{max} = b_{min} + \delta_b$  vào công thức ta được:

$$Z_{b\max} = (a_{\min} + \delta_a) - (b_{\min} + \delta_b)$$

Hoặc:

$$Z_{b\max} = Z_{b\min} + \delta_a - \delta_b$$

+ Đối với trường hợp gia công mặt tròn ngoài đối xứng có các công thức sau:

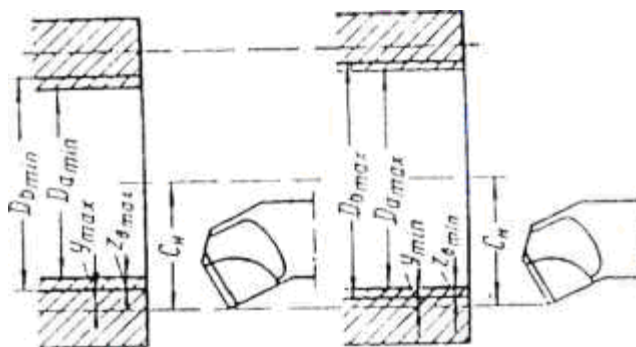
$$2Z_{b\min} = D_{a\min} - D_{b\min}$$

$$2Z_{b\max} = D_{a\max} - D_{a\min}$$

Khi gia công mặt tròn trong đối xứng (hình 4.5) ta có:

$$2Z_{b\min} = D_{b\max} - D_{a\max}$$

$$2Z_{b\max} = D_{b\min} - D_{a\min}$$



Hình 4-4. Phôi có kích thước nhỏ nhất và lớn nhất.

$Y_{\max}, Y_{\min}$  - biến dạng lớn nhất và nhỏ nhất;

$C_H$  - kích thước điều chỉnh.

Lượng dư trung gian là lượng dư gia công ứng với từng bước công nghệ, phải đảm bảo loại trừ được các sai số ở bước công nghệ sát trước và sai số gá đặt ở nguyên công đang thực hiện. Như vậy lượng dư trung gian nhỏ nhất (hình 4-4) bao gồm các yếu tố sau đây:

$R_{za}$  - chiều cao nhấp nhô do nguyên công (hay bước) sát trước để lại.

$T_a$  - chiều sâu lớp hư hỏng bề mặt do nguyên công (hay bước) sát trước để lại.

$P_a$  - sai lệch về vị trí không gian do nguyên công (hay bước) sát trước để lại. Sai lệch này là độ cong vênh, độ lệch tâm, độ không song song của chi tiết.

$S_b$  - sai số gá đặt do nguyên công (hay bước) đang thực hiện tạo nên.

Hình 4-3. Lượng dư nhỏ nhất khi gia công mặt ngoài.

Như vậy lượng dư nhỏ nhất  $Z_{b\min}$  được xác định như sau:

Khi gia công mặt phẳng ngoài không đối xứng

$$Z_{b\min} = a_{\min} - b_{\min} = (R_{za} + T_a) + \rho_a + \varepsilon_b$$

Khi gia công mặt phẳng trong không đối xứng

$$Z_{b\min} = b_{\min} - a_{\min} (R_{za} + T_a) + \rho_a + \varepsilon_b$$

Khi gia công mặt phẳng ngoài đối xứng:

$$2Z_{bmin} = a_{min} - b_{min} = 2[(Rz_a + T_a) + \rho_a + \varepsilon_b]$$

Khi gia công mặt phẳng trong đối xứng:

$$2Z_{bmin} = b_{min} - a_{min} = 2[(Rz_a + T_a) + \rho_a + \varepsilon_b]$$

Khi gia công mặt tròn ngoài đối xứng:

$$2Z_{bmin} = d_{amin} - d_{bmin} = 2[(Rz_a + T_a) + |\rho_a + \varepsilon_b|]$$

Khi gia công mặt tròn trong đối xứng ta cũng dùng công thức để xác định

Tuy nhiên, tùy từng điều kiện gia công cụ thể mà một số yếu tố tạo thành lượng dư trong các công thức không tồn tại, do đó các công thức trên được rút gọn hơn nhiều. Xét các trường hợp sau đây:

Sau nguyên công đầu tiên đối với các gang và kim loại màu thì  $T_a = 0$ , bởi vì gang và kim loại màu có độ hạt lớn nên ít bị biến dạng dẻo, do đó lớp hư hỏng bề mặt do biến dạng dẻo gây ra không đáng kể.

Khi chuẩn định vi trùng với bề mặt gia công (như mài vô tâm, doa tùy động, chuốt lỗ, mài nghiền) thì sai số chuẩn  $S_c = 0$ , nếu bỏ qua sai số do kẹp chặt và đồ gá gây ra thì sai số gá đặt  $S_b = 0$ .

Bước hay nguyên công lần cuối với mục đích tăng độ bóng bề mặt thì

$$2Z_{bmin} = 2Rz_a \text{ hay } Z_{bmin}, Rz_a.$$

Bề mặt qua nhiệt luyện, sau đó qua mài, khi mài phải phải giữ lại lớp bề mặt đã xử lý nhiệt nên đại lượng  $T_a$  khi mài sau nhiệt luyện bằng 0.

#### ❖ Trình tự tính lượng dư

Khi tính lượng dư theo phương pháp của Giáo sư Kovan cần tuân theo trình tự các bước sau đây:

Lập quy trình công nghệ và phương án gá đặt phôi.

Xác định thứ tự từng bước công nghệ.

Xác định các giá trị  $Rz_a$ ;  $T_a$ ;  $\rho_a$  và  $\varepsilon_b$ .

Xác định  $Z_{bmin}$  cho tất cả các bước.

Các bước tiếp theo để tính lượng dư mặt ngoài và mặt trong được thực hiện như

| Mặt ngoài                                                             | Mặt trong                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| - Ghi kích thước nhỏ nhất theo bản vẽ vào cột “kích thước tính toán”. | - Ghi kích thước lớn nhất theo bản vẽ vào cột “kích thước tính toán” |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cộng kích thước giới hạn nhỏ nhất với <math>Z_{bmin}</math> ta được kích thước tính toán cho bước sát trước.</li> <li>- Cộng lượng dư tính toán <math>Z_{bmin}</math> với kích thước tính toán tương ứng ta được kích thước tính toán tiếp theo</li> <li>- Xác định kích thước giới hạn nhỏ nhất bằng cách quy tròn kích thước tính toán theo hàng số có nghĩa của dung sai (lấy 2 số sau dấu phẩy).</li> <li>- Xác định kích thước giới hạn lớn nhất bằng cách cộng dung sai với kích thước giới hạn nhỏ nhất đã quy tròn.</li> <li>- Xác định <math>Z_{bmax}</math> bằng hiệu hai kích thước giới hạn lớn nhất, <math>Z_{bmin}</math> bằng hiệu hai kích thước giới hạn nhỏ nhất của bước sát trước và bước đang gia công.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trừ kích thước giới hạn lớn nhất đi lượng <math>Z_{bmin}</math> ta được kích thước tính toán cho bước sát trước.</li> <li>- Lấy kích thước tính toán trừ đi <math>Z_{bmin}</math> ta có kích thước tính toán tiếp theo.</li> <li>- Xác định kích thước giới hạn lớn nhất bằng cách quy tròn kích thước tính toán theo hàng số có nghĩa của dung sai (lấy 2 số sau dấu phẩy).</li> <li>- Xác định kích thước giới hạn nhỏ nhất bằng cách lấy kích thước lớn nhất trừ đi dung sai.</li> <li>- Xác định <math>Z_{bmax}</math> bằng hiệu hai kích thước giới hạn nhỏ nhất, <math>Z_{bmin}</math> bằng hiệu 2 kích thước giới hạn lớn nhất của bước sát trước và bước đang gia công.</li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Xác định lượng dư tổng cộng  $Z_{0max}$ ;  $Z_{0min}$  bằng cách cộng các lượng dư trung gian.

## 6.5 Các phương pháp gia công chuẩn bị phôi

Gia công chuẩn bị phôi là những nguyên công mở đầu cho quá trình công nghệ gia công cơ. Cần có các nguyên công gia công chuẩn bị phôi vì những lý do sau:

– Phôi được chế tạo ra có chất lượng bề mặt còn quá xấu so với yêu cầu: Xù xì, rỗ nứt, chai cứng...đó là nguyên nhân làm cho dao bị hỏng, mòn nhanh, chế độ cắt ( $v$ ,  $s$ ,  $t$ ) khi cắt bị hạn chế. Quá trình cắt dễ sinh ra va đập và rung động làm máy chóng hỏng hoặc giảm độ chính xác ban đầu.

– Phôi có nhiều sai lệch so với yêu cầu của chi tiết: méo, ôvan, độ côn, cong...Theo qui luật in dập sai số, nếu sai lệch của phôi lớn thì sai lệch in dập lại trên chi tiết sẽ lớn, khiến cho khi cắt ta phải thực hiện nhiều lần chạy dao. Nếu ta dùng những máy có công suất lớn, độ cứng vững cao để gia công phá đi lần đầu (thường gọi là gia công bóc vỏ) thì ở các nguyên công về sau tức là khi gia công bán tinh và tinh ta dễ đạt độ chính xác cao mà không phải cắt nhiều lần.

– Đối với các loại phôi thanh, dễ bị cong vênh khi vận chuyển, phải nắn thẳng trước khi đưa lên máy để gia công; nhất là đối với những máy tiện cần cấp phôi tự động. Trong nhiều trường hợp lại phải cắt thanh thành từng đoạn phù hợp với chiều dài chi tiết.

– Vì phôi còn xu xì, cong vênh...nên quá trình gá đặt (định vị và kẹp chặt) gặp nhiều khó khăn.

Việc gia công chuẩn bị bao gồm:

- Làm sạch phôi;
- Nắn thẳng phôi;
- Gia công phá (gia công bóc vỏ);
- Cắt đứt phôi (đậu ngót, đậu rót);
- Gia công lỗ tâm.

Chú ý rằng không phải bất cứ loại phôi nào cũng phải qua toàn bộ các nguyên công chuẩn bị trên, mà còn tùy thuộc vào dạng phôi, dạng sản xuất và tình hình cụ thể của thiết bị.

Sau đây ta nghiên cứu một số nguyên công chính khi gia công chuẩn bị.

#### 6.5.1. *Làm sạch phôi*

Đối với phôi đúc hoặc rèn dập ra ta phải tiến hành:

- Làm sạch ba via, đậu rót, đậu ngót.
- Làm sạch cát bám.

Tùy theo các chi tiết có kích thước khác nhau và sản lượng khác nhau mà ta chọn các phương pháp làm sạch thích ứng. Khi sản lượng nhỏ người ta làm sạch theo phương pháp thủ công bằng những dụng cụ đơn giản như bàn chải sắt, chổi sắt, dũa, búa v.v... Phương pháp này đạt năng suất thấp. Với sản lượng nhiều, chi tiết nhỏ ta có thể làm sạch bằng cách cho vào một thùng quay, làm cho các chi tiết va đập vào nhau, các lớp bavaria, đậu rót, đậu ngót sẽ rơi ra. Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối người ta làm sạch các vật đúc, rèn nhờ các thiết bị chuyên dùng, cơ khí hóa.

#### 6.5.2. *Nắn thẳng phôi.*

Đối với những phôi cán dài, không những cần nắn thẳng trong nguyên công đầu tiên mà ngay giữa các nguyên công cũng cần nắn thẳng như: trước khi mài sau khi tiện...Sau khi nắn thẳng, lượng dư đều, giảm sai số gia công, bảo đảm đầy phôi dễ, kẹp chặt tốt. Có thể nắn thẳng bằng các phương pháp sau đây:

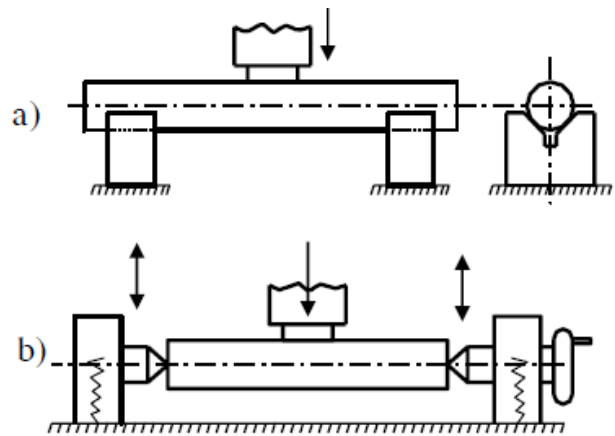
– Ngắm bằng mắt, nắn bằng búa tay. Là phương pháp thủ công, năng suất thấp, độ chính xác kém.

– Ép thẳng: lắp phôi trên 2 mũi nhọn của máy tiện rồi dùng bàn dao hoặc đòn bẩy nắn thẳng. Phương pháp này không nên dùng vì nó phá hoại độ chính xác của máy. Cũng có thể dùng đồ gá để nắn trên máy ép: dùng cho phôi đơn giản, mặt cắt hình tròn hoặc không tròn, nắn thẳng trên máy ép bằng 2 cách:

a) Nắn thẳng trên 2 khối V (Hình 3.1a);

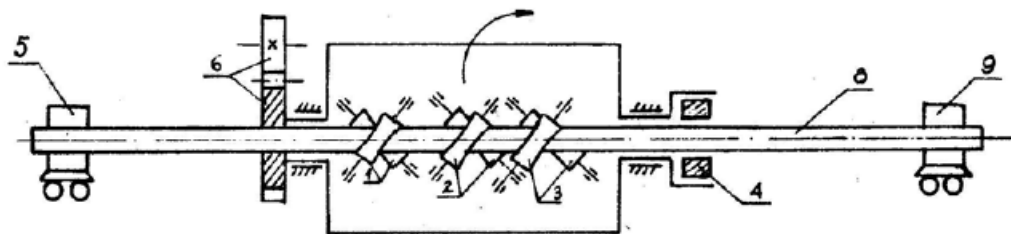
b) Nắn thẳng trên 2 mũi tâm, một mũi cố định, một mũi điều chỉnh được. Khi ép, vật và mũi tâm đều di chuyển xuống nhờ lò xo, nắn xong là lại di chuyển về vị trí ban đầu (Hình 3.1b).

Hình 3.1  
a) Sơ đồ nắn thẳng trên khối V  
b) Sơ đồ nắn thẳng trên mũi tâm



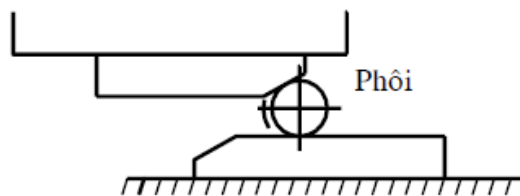
c) Nắn trên máy nắn chuyên dùng. Máy gồm có một thùng quay. Trong thùng có những bộ con lăn hình Hybepoloit đặt chéo nhau (Hình 3.2). Trong hình: 1,2,3: Các bộ phận con lăn; 4: Vành gỗ đựng bột mài làm nhẵn. 5,9: Xe lăn đỡ phôi; 6: Hệ thống bánh truyền chuyển động từ động cơ tới thùng quay 7; 8: phôi.

Những con lăn 1,2,3 vừa quay theo thùng 7 vừa quay quanh bản thân nó. Chúng làm nhiệm vụ nắn thẳng phôi và dẫn phôi đi. Phôi được đặt vào giữa các bộ con lăn nhờ 2 xe nhỏ 5,9 giữa 2 đầu phôi. Khoảng cách giữa 2 con lăn có thể điều chỉnh được để thích ứng với các loại đường kính khác nhau.



Hình 3.2  
Sơ đồ nắn thẳng trên máy nắn chuyên dùng

d) Nắn trên máy cán ren phẳng: khi đó ta thay bàn cán ren bằng bàn phẳng (Hình 3.3). Máy này có thể nắn những đoạn ngắn. Độ chính xác đạt từ  $0,05 \div 0,15 \mu\text{m}$  đối với mỗi mm đường kính trên chiều dài 1m đường kính. Năng suất cũng rất cao.



Hình 3.3  
Sơ đồ nắn thẳng trên máy cán ren phẳng

### 6.5.3. Gia công phá

Mục đích của gia công phá là bóc lớp vỏ ngoài của các loại phôi có bề mặt xấu và có sai lệch quá lớn. Máy dùng để gia công phá cần có công suất lớn, độ cứng vững cao để đạt năng suất cao, còn độ chính xác thì không cần cao lắm.

### 6.5.4. Cắt đứt phôi

Đối với phôi thanh ta phải cắt đứt thành từng đoạn ứng với chiều dài chi tiết hoặc bội số của nó. Đối với phôi đúc ta phải cắt đầu ngót đầu rớt. Khi chọn phương pháp cắt đứt ta phải xét tới một số yếu tố sau đây:

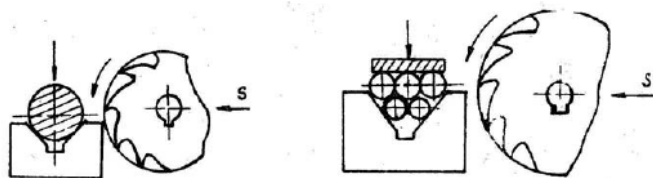
- Lượng dư ở đầu chi tiết;
- Độ chính xác cắt đứt;
- Bề rộng miệng cắt;
- Năng suất cắt.

Có rất nhiều phương pháp cắt đứt phôi:

– Cưa tay: năng suất rất thấp, mất nhiều công sức, miệng cưa khó thẳng, nhưng tiết kiệm được vật liệu vì miệng cưa hẹp, đồng thời không đòi hỏi thiết bị phức tạp.

– Cưa máy đi lại: máy cấu tạo đơn giản, một công nhân có thể đứng nhiều máy, miệng cắt tương đối hẹp (từ  $1 \div 2,5$  mm). So với cưa tay thì năng suất cao hơn nhiều và giải phóng được sức người, nhưng so với các kiểu máy cưa khác thì năng suất của máy cưa đi lại thấp hơn vì có hành trình chạy không. Các xí nghiệp nhỏ trang bị loại máy cưa này thích hợp vì bỏ vốn ít.

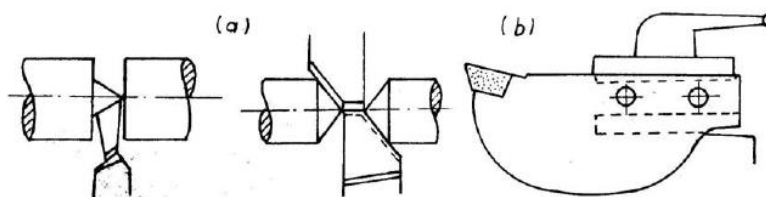
– Cưa đĩa: dao giống như dao phay đĩa có đường kính từ  $275 \div 2.000$  mm, miệng rộng từ  $3 \div 15$  mm. Cưa bằng dao phay đĩa là phương pháp cắt năng suất cao, chất lượng mặt cắt tốt nhưng miệng cắt rộng thường dùng trong sản xuất hàng loạt lớn (Hình 3.4)



Hình 3.4  
Sơ đồ cắt đứt phôi bằng dao phay đĩa

– Cưa đai: là phương pháp cắt liên tục, có năng suất cao hơn loại cưa đi lại nhưng thấp hơn cưa đĩa vì lưỡi cưa có độ cứng vững thấp, chế tạo phức tạp. Miệng cắt  $1 \div 1,5$  mm. Loại cưa này dùng để cắt đầu ngót, đầu rớt của các vật đúc bằng kim loại màu trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

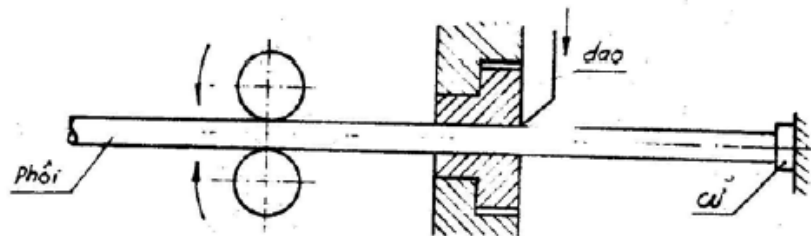
– Cắt đứt trên máy tiện: có thuận lợi là thực hiện chung trong một lần gá với các bước khác như khoan tâm, tiện ngoài v.v... nhờ vậy mà độ chính xác về vị trí tương quan tốt. Ta có thể cắt trên máy tiện thông thường, máy tiện Revonve... Có loại máy lớn để cắt các vật đúc có đường kính từ  $\Phi 600 \div \Phi 3200$  mm. Tuy nhiên, cắt đứt bằng phương pháp tiện thì năng suất kém, miệng cắt lớn từ  $3 \div 7$  mm; dao dễ bị gãy. Có thể cắt đứt những thanh có tiết diện tròn và cả những thanh có tiết diện định hình (Hình 3.5)



Hình 3.5  
Sơ đồ cắt đứt phôi trên máy tiện  
a) Cắt bằng một dao hoặc hai dao đồng thời;  
b) Kết cấu dao để tăng độ cứng vững.

– Cắt đứt trên máy mài: độ chính xác cao, mặt cắt nhẵn, sau khi cắt không phải gia công lại nữa. Dùng để cắt các loại thép, thép đã tôi trong các phân xưởng dụng cụ. Phương pháp này cho năng suất cắt so với cưa đĩa thì không cao hơn nhưng chất lượng bề mặt lại tốt hơn. Những viên đá dùng để cắt có chiều dày từ  $1 \div 3$  mm.

– Cắt trên các máy cắt chuyên dùng: ở một số xí nghiệp dùng các máy cắt chuyên dùng để cắt thép thanh và thép tấm. Năng suất cắt rất cao nhưng miệng cắt không chính xác. Phần nhiều cắt ở phân xưởng rèn; đường kính vật không được quá lớn (Hình 3.6).



Hình 3.6

Sơ đồ máy cắt chuyên dùng

– Cắt bằng cưa ma sát: dùng một đĩa làm lưỡi cưa thép, thường dày từ  $1,5 \div 3$  mm, đường kính từ  $300 \div 1500$  mm. Mặt tròn đĩa có khía, khi quay tròn tiếp xúc với phôi sẽ phát nhiệt lớn khiến cho kim loại bị nóng chảy và bị cắt đứt. Trong khi đó thì đĩa được làm nguội bằng một thùng nước hay vòi nước (không tưới tại chỗ cắt). Phương pháp này có năng suất cao, không tốn lưỡi cưa đắt tiền nên giá thành nguyên công sẽ giảm. Nhưng có nhược điểm là độ chính xác thấp, ồn ào và phải có bộ phận an toàn tốt.

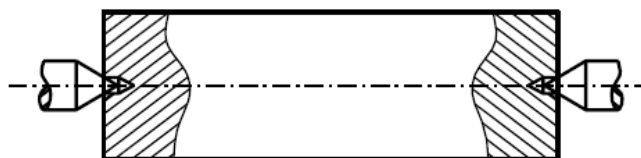
- Cắt đứt bằng tia lửa điện;
- Cắt bằng tia Laser, Plasma v.v...
- Cũng có thể dùng bào, xọc, phay để cắt đứt.

#### 6.5.5. Gia công lỗ tâm:

Lỗ tâm là một loại chuẩn tinh phụ dùng để định vị thống nhất đối với chi tiết dạng trục (Hình 3.7). Nó dùng trong quá trình gia công, kiểm tra, và cả sửa chữa sau này nữa.

Dùng lỗ tâm để gá đặt thì nhanh chóng, bảo đảm kích thước hướng kính tốt mặc dầu qua nhiều lần gá. Lỗ tâm có nhiều loại; thường dùng hai loại sau:

– Kiểu a (Hình 3.8a): là kiểu lỗ tâm đơn giản nhất, góc côn của mặt tỳ thường bằng  $60^\circ$ . Chỉ trong trường hợp chi tiết lớn mới dùng loại có góc côn lớn hơn ( $75^\circ$  hoặc  $90^\circ$ ). Lỗ có đường kính  $d$  để cho đầu mũi tâm thoát khi phần côn của mũi tâm tỳ sát vào lỗ côn.



Hình 3.7

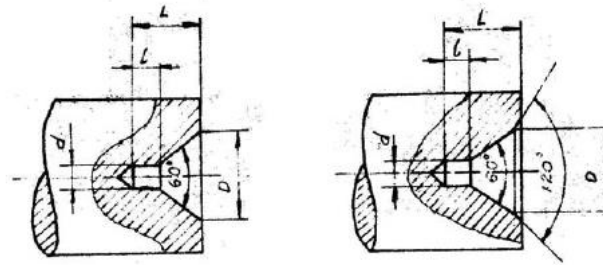
Sơ đồ định vị bằng lỗ tâm

– Kiểu b (Hình 3.8b): có phần vát côn  $120^\circ$  để bảo vệ lỗ tâm tránh sứt mẻ ở cạnh; ngoài ra còn tạo điều kiện để có thể gia công suốt mặt đầu. Loại này được dùng trong các trường hợp mà phải dùng lỗ tâm nhiều, trong thời gian dài.

Lỗ tâm là loại chuẩn được dùng lâu dài nên yêu cầu kỹ thuật khi gia công khá cao, bao gồm các yêu cầu sau:

- Lỗ tâm phải là mặt tựa vững chắc của chi tiết, diện tích tiếp xúc phải đủ, góc côn phải chính xác, độ sâu lỗ tâm phải đảm bảo.
- Lỗ tâm phải nhẵn bóng để chống mòn và giảm bớt biến dạng tiếp xúc, tăng cường độ cứng vững.
- Hai lỗ tâm phải nằm trên một đường tâm để tránh tình trạng mũi dao tiếp xúc không đều, chống mòn làm mất độ chính xác ban đầu (Hình 3.7).

Các phương pháp gia công lỗ tâm:



Hình 3.8  
Kết cấu lỗ tâm

a) Loại đơn giản

b) Có phần vát côn  $120^\circ$  để bảo vệ mũi tâm

– Trong sản xuất hàng loạt nhỏ, người ta có thể gia công các lỗ tâm trên máy thông thường như máy tiện, máy khoan. Đối với các chi tiết lớn thì có thể khoan mũi tâm theo dấu.

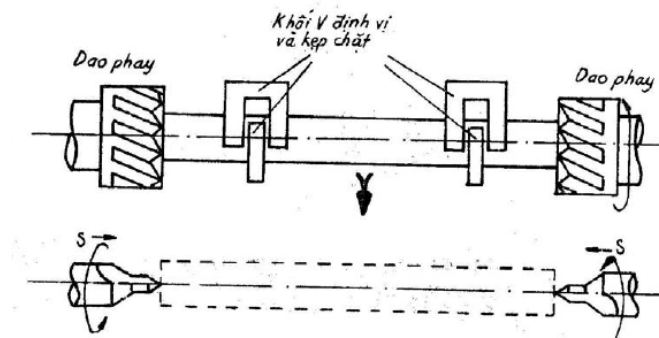
Sai lệch của lỗ tâm khi dùng các phương pháp trên thường là do trở đầu chi tiết để gia công lỗ tâm thứ hai. Sai số hình dáng của lỗ tâm thường do dụng cụ gia công lỗ tâm không chính xác.

– Trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối, ta dùng những máy chuyên dùng để khoan tâm. Trên các máy này, chi tiết được định tâm bằng khối V và có thể khoan cả hai đầu đồng thời. Ngoài ra còn dùng loại máy liên hợp vừa phay mặt đầu vừa khoan tâm (Hình 3.9).

Sau khi phay xong, bàn mang vật dịch chuyển sang vị trí khoan tâm.

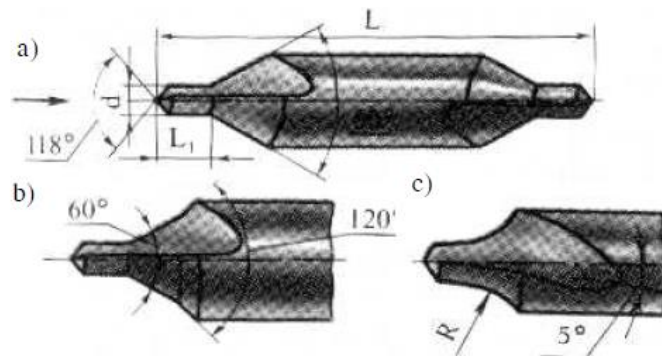
Khi khoan tâm có thể dùng mũi khoan nhỏ khoan trước rồi dùng mũi khoan lớn, khoét thêm phần côn. Cách này thường dùng khi không có mũi khoan tâm chuyên dùng, sản xuất nhỏ. Trong sản xuất hàng loạt và hàng khối thì tốt nhất là dùng mũi khoan tâm chuyên dùng (Hình 3.10).

Cần chú ý sau khi nhiệt luyện, trục bị biến dạng nên trước khi gia công tinh ta phải sửa lại lỗ tâm để có hình dạng đúng. Muốn sửa lại, ta phải dùng đá mài hình côn hoặc mài nghiền bằng bột mài.



Hình 3.9

Sơ đồ vật mặt khoan tâm trên máy chuyên dùng



Hình 3.10

Kết cấu mũi khoan tâm

- a) Kết cấu loại 1, góc mũi tâm  $118^\circ$ , góc vát  $60^\circ$ , rãnh thoát phoi thẳng.
- b) Kết cấu loại 2, góc mũi tâm  $118^\circ$ , góc vát  $60^\circ$ , có thêm góc vát  $120^\circ$ , rãnh thoát phoi thẳng.
- c) Kết cấu loại 3, góc mũi tâm  $118^\circ$ , cung tròn R và rãnh thoát phoi nghiêng  $5^\circ$

## 6.6 CÁC PHƯƠNG PHÁP GIA CÔNG

### 6.6.1 Tiện.

Tiện là phương pháp gia công cắt gọt thực hiện nhờ chuyển động chính thông thường do phôi quay tròn tạo thành chuyển động cắt kết hợp với chuyển động tiến dao là tổng hợp chuyển động tiến dao dọc và tiến dao ngang.

❖ Dụng cụ dùng để tiện gọi là dao tiện.

Tùy theo công dụng người ta chia dao tiện thành các nhóm sau:

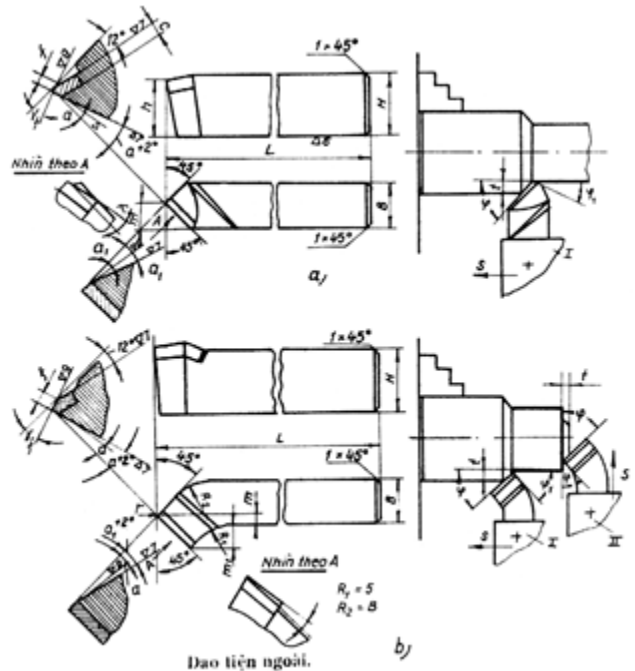


### 1/ Dao tiện ngoài:

Gồm:

Dao tiện đầu thẳng.

Dao tiện đầu cong, loại dao tiện này vừa dùng để tiện phá mặt ngoài vừa dùng để xén mặt đầu.



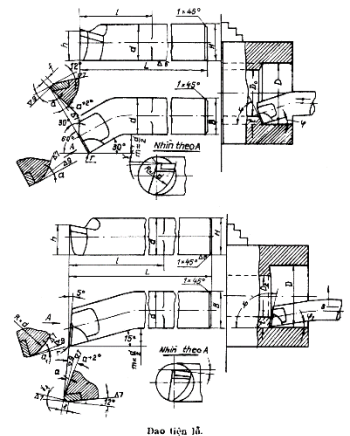
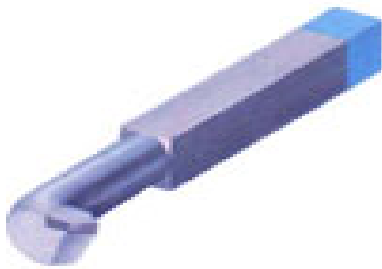
### 2/ Dao tiện mặt đầu:

Loại dao này có góc  $\varphi \geq 90^\circ$ , chủ yếu để xén mặt đầu và gia công trục có bậc.

Khi tiện các trục dài có độ cứng vững thấp người ta cũng thường dùng loại dao này với mục đích giảm lực hướng kính làm cong chi tiết.

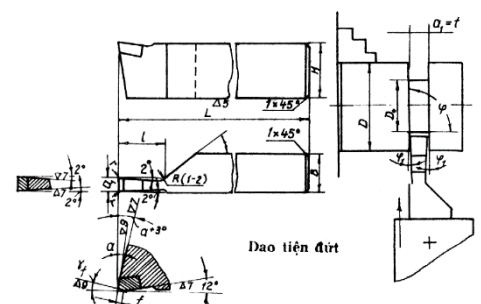
### Dao tiện lỗ:

Dùng để mở rộng lỗ thông và lỗ không thông.



### 4/ Dao tiện đứt:

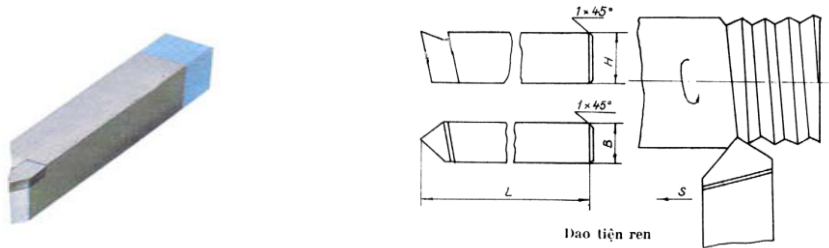
Dùng để tiện đứt hoặc cắt rãnh trên các chi tiết hình trụ.





e) Dao tiện ren:

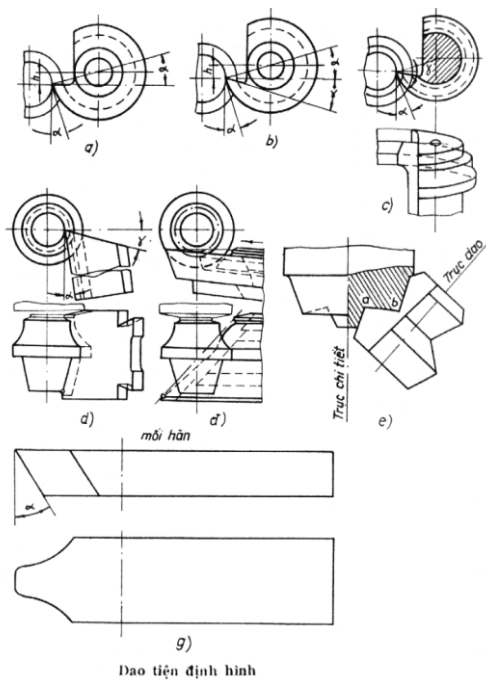
Dùng để tiện ren ngoài, ren trong. Tùy theo profin của ren (ren tam giác, ren hình thang...) mà dao có profin khác nhau.



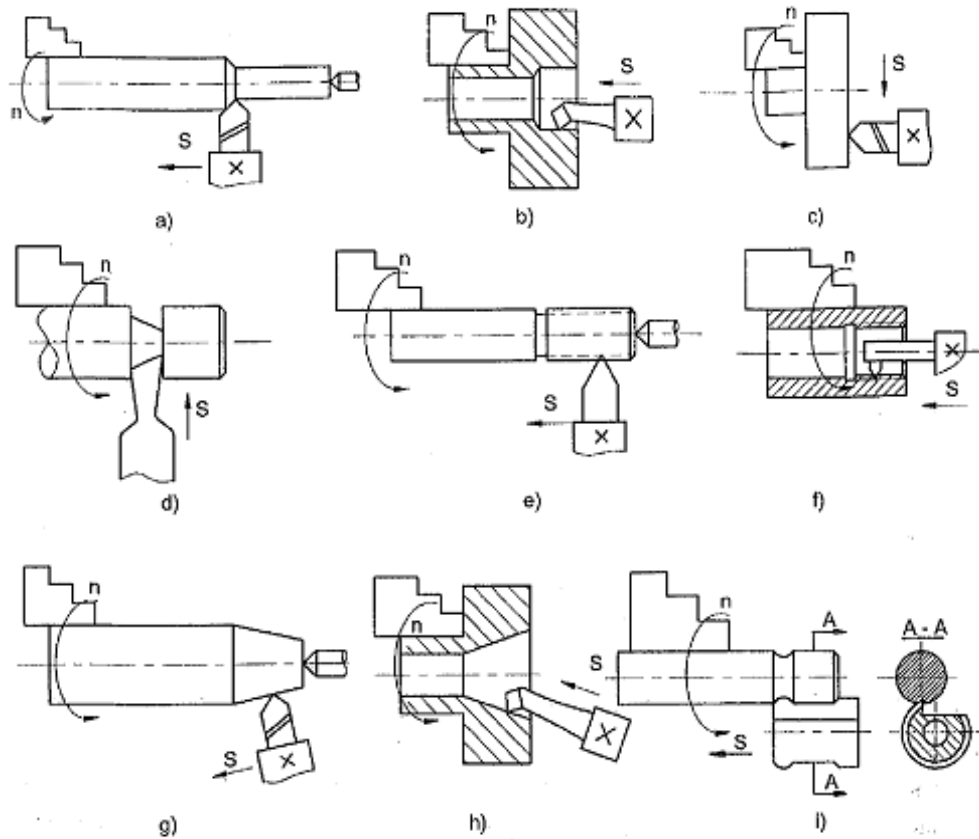
f) Dao tiện định hình:

Dùng để gia công các chi tiết định hình tròn xoay.

Loại dao này có profin giống như profin chi tiết gia công. Dựa vào hình dạng dao người ta chia ra dao tiện định hình đĩa và dao tiện định hình lăng trụ.



❖ Khả năng công nghệ của tiện.

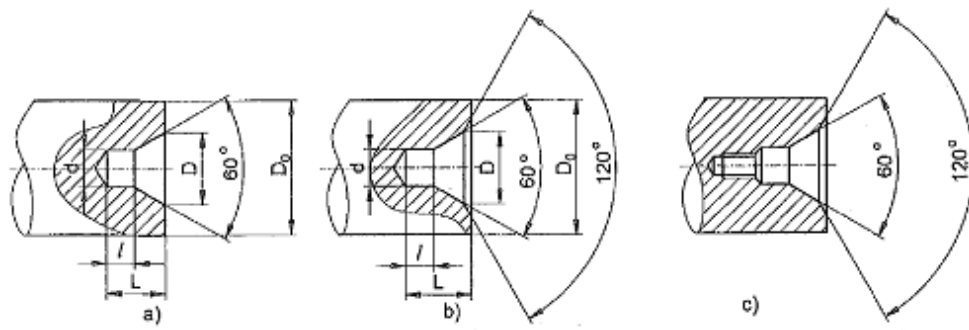


a) Tiện mặt ngoài; b) Tiện lỗ; c) Tiện mặt đầu; d) Tiện cắt đứt; e) Tiện ren ngoài; f) Tiện ren trong; g) Tiện côn ngoài; h) Tiện côn trong; i) Tiện định hình.

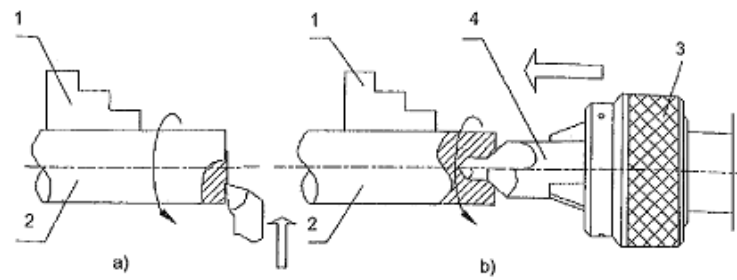
| Dạng bề mặt và phương pháp tiện | Độ chính xác kích thước (TCVN) | Chiều cao nhấp nhô [ $\mu\text{m}$ ] |         |                         |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------|
|                                 |                                | $R_a$                                | $R_z$   | $\nabla$                |
| <u>Tiện ngoài</u>               |                                |                                      |         |                         |
| - Thô                           | 13 – 12                        | -                                    | 80-40   | $\nabla 3$ - $\nabla 4$ |
| - Bán tinh                      | 11 – 10                        | -                                    | 20      | $\nabla 5$              |
| - Tinh                          | 9 – 8                          | 2,5                                  | -       | $\nabla 6$              |
| - Tinh mỏng                     | 7                              | 1,25 – 0,63                          | -       | $\nabla 7$ - $\nabla 8$ |
| <u>Tiện trong</u>               |                                |                                      |         |                         |
| - Thô                           | 13 – 12                        | -                                    | 80 – 40 | $\nabla 3$ - $\nabla 4$ |
| - Bán tinh                      | 11 – 10                        | -                                    | 20      | $\nabla 5$              |
| - Tinh                          | 9 – 8                          | 2,5                                  |         | $\nabla 6$              |
| - Tinh mỏng                     | 7                              | 1,25 - 0,63                          |         | $\nabla 7$ - $\nabla 8$ |
| <u>Xén mặt đầu</u>              |                                |                                      |         |                         |
| - Thô                           | 12                             | -                                    | 80-40   | $\nabla 3$ - $\nabla 4$ |
| - Bán tinh                      | 11                             | -                                    | 20      | $\nabla 5$ - $\nabla 6$ |
| - Tinh                          | 8 – 7                          | 1,25–,63                             | -       | $\nabla 7$ - $\nabla 8$ |

❖ Các biện pháp công nghệ khi tiện.

## + Các loại lỗ tâm

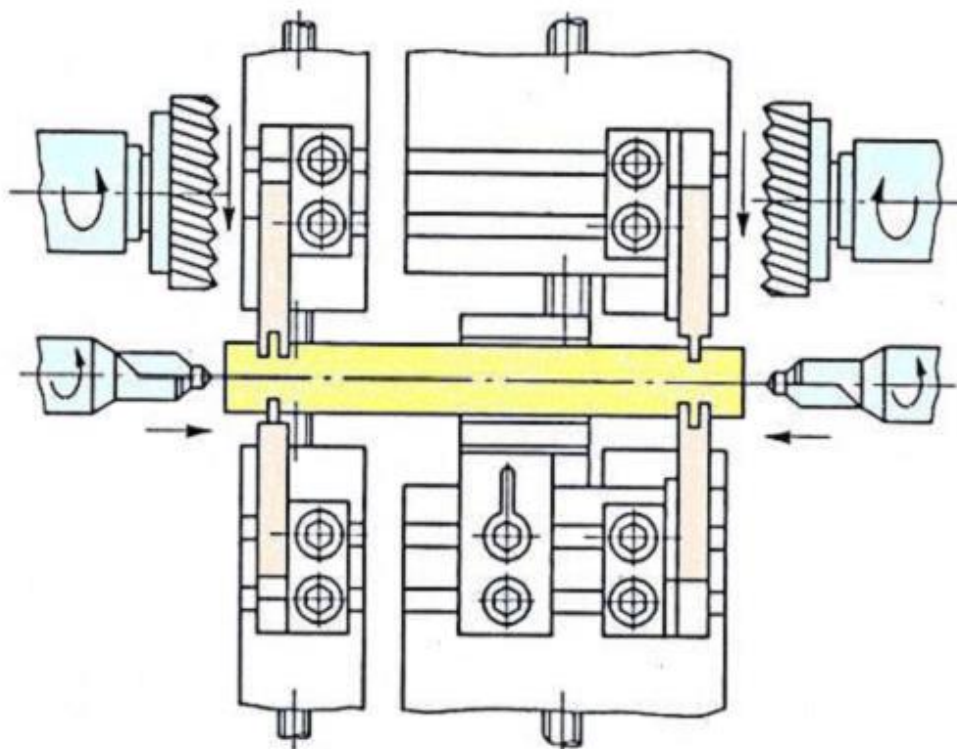


## ❖ Các phương pháp gia công lỗ tâm

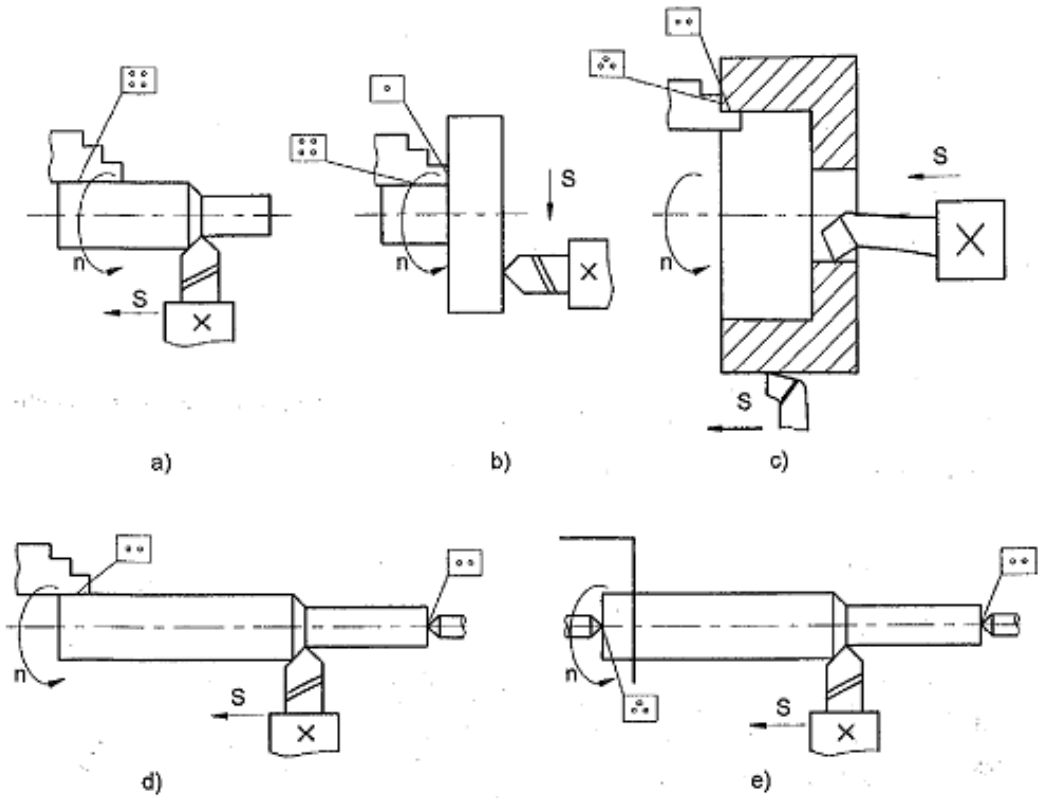


a) Xén mặt đầu; b) Khoan tâm bằng mũi khoan tâm chuyên dùng.

1. Chấu cặp của mâm cặp 3 chấu; 2. Phôi; 3. Bấu kẹp mũi khoan; 4. Mũi khoan tâm chuyên dùng.

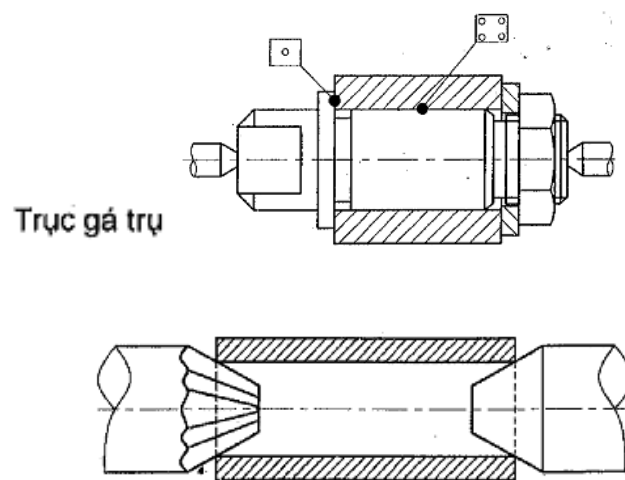
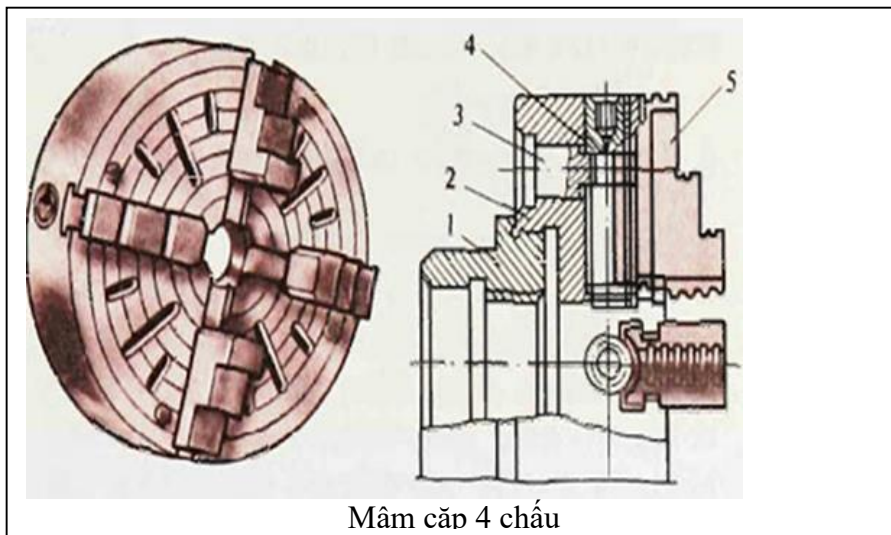


### ❖ Các phương pháp gá đặt khi Tiện

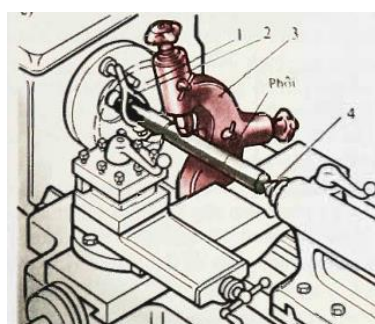
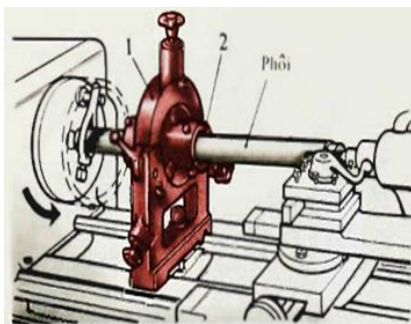
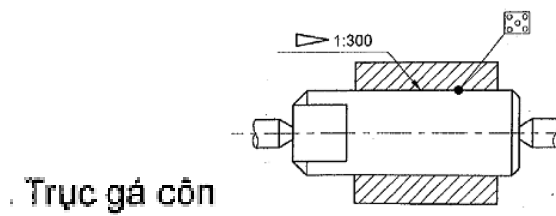


a) Gá đặt trên mâm cặp 3 chấu tự định tâm, định vị bằng mặt ngoài; b) Định vị bằng mặt ngoài kết hợp với mặt đầu; c) Định vị bằng mặt lỗ kết hợp với mặt đầu; d) Định vị bằng mặt ngoài kết hợp với lỗ tâm; e) Định vị bằng hai lỗ tâm.

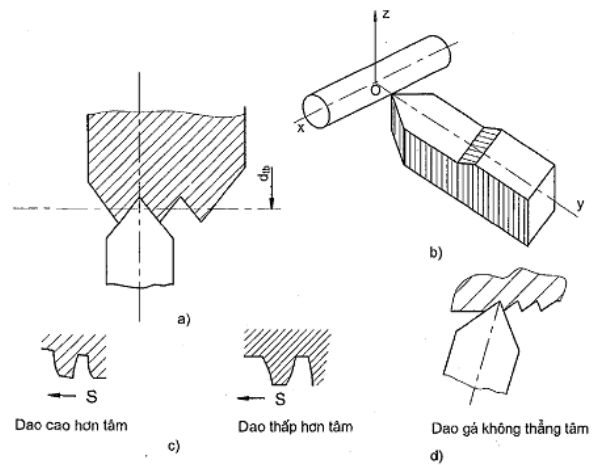
| Kiểu gá đặt       | Ổn định                                | Kém ổn định                                      | Không ổn định |
|-------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------|
| Gá trên 2 mũi tâm | $L \leq 6d$<br>Với $d > 60 \text{ mm}$ | $L \leq (6 \div 12)d$<br>Với $d < 60 \text{ mm}$ | $L \geq 12d$  |
| Gá trên mâm cặp   | $L \leq d$                             | $L = (1 \div 2)d$                                | $L > 2d$      |



Gá trên hai mũi tâm để gia công mặt ngoài trục rỗng hoặc bạc

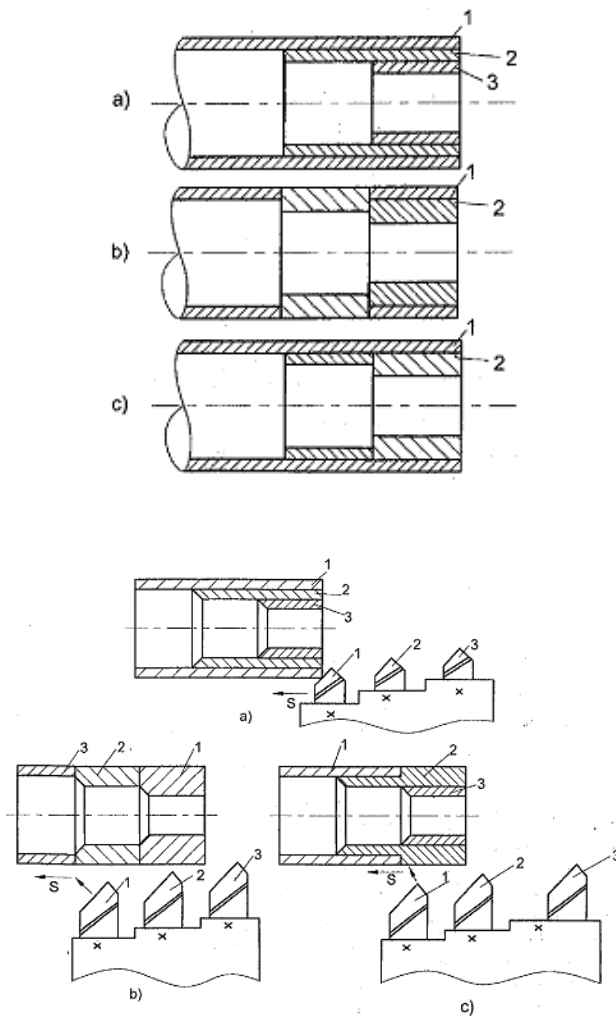


❖ Phương pháp gá dao Tiện



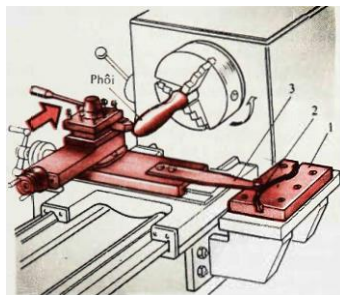
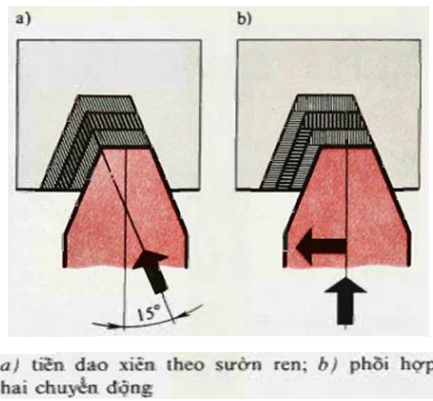
a, b) Gá dao đúng; c, d) Gá dao sai.

❖ Các phương pháp cắt khi Tiện



a) Cắt từng lớp; b) Cắt từng đoạn; c) Cắt phối hợp.

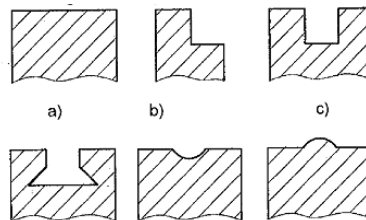
Phương pháp tiện dao khi tiện ren thang:



Tiến chép hình theo đường bằng  
dao tiến thường

### 6.6.2 Phương pháp Phay:

Phay được sử dụng để gia công các mặt phẳng, rãnh thẳng, rãnh xoắn, then hoa, vật tròn xoay, cắt phôi, gia công ren và gia công các mặt định hình.



Chuyển động chính khi phay do dao thực hiện, còn chuyển động chạy dao (chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động quay) do chi tiết thực hiện. Phay có thể đạt độ chính xác cấp 2-4; độ bóng bề mặt cấp 4-7.

Dao phay các loại là dụng cụ cắt thông dụng. Chúng được chia ra các loại sau:

- Dao phay trụ
- Dao phay mặt đầu
- Dao phay ngón
- Dao phay đĩa
- Dao phay góc
- Dao phay rãnh ...

| Các dạng phay  | Độ chính xác | Độ nhám |           |          |
|----------------|--------------|---------|-----------|----------|
|                |              | $R_z$   | $R_a$     | $\nabla$ |
| Phay thô       | Cấp 13÷12    | 80      | -         | 3-4      |
| Phay tinh      | Cấp 9 ÷ 8    | -       | 2,5       | 5-6      |
| Phay tinh mỏng | Cấp 7        | -       | 1.25÷0.63 | 7-8      |



Khi phay trụ, quá trình cắt được thực hiện bằng các răng nằm trên mặt trụ của dao phay có tâm song song với bề mặt gia công.

Còn khi phay mặt đầu quá trình cắt được thực hiện bằng các răng nằm ở mặt bên của dao có tâm quay vuông góc với bề mặt gia công.

### + Các yếu tố của lớp cắt và chế độ cắt khi phay

Quá trình phay có những đặc điểm sau:

a/ Mỗi một răng của dao phay trong quá trình cắt sẽ hót ra phoi có dạng như một dấu phẩy còn chiều dày cắt thay đổi từ 0 –  $a_{\max}$

b) Mỗi một răng của dao phay làm việc với chế độ gián đoạn theo chu kỳ.

Ưu điểm là khi răng của dao phay đi ra khỏi chi tiết, nó được “nghỉ”, nghĩa là được làm nguội

Còn nhược điểm là khi răng dao ăn vào chi tiết gia công sẽ gây ra va đập.

c) Phoi cắt phải được nằm tự do trong rãnh giữa các răng của dao phay, vì vậy thể tích của rãnh thoát phoi giữa các răng phải lớn hơn thể tích của phoi cắt.

Tốc độ cắt  $V$  khi phay được tính theo công thức:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (*)$$

Ở đây:

$D$  - đường kính dao phay (mm)

$n$  - số vòng quay của dao phay trong một phút

Đối với các dao phay có các bề mặt nằm trên các đường kính khác nhau, ví dụ như dao phay định

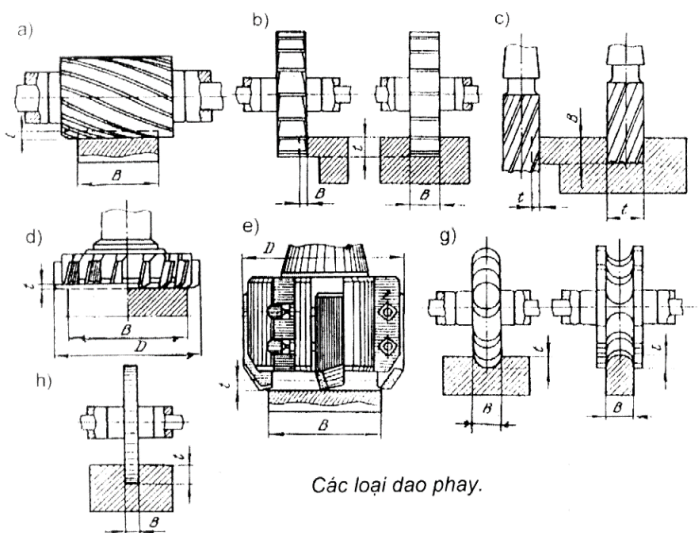
hình hay dao phay góc, đường kính  $D$  được chọn để tính tốc độ  $V$  theo công thức (\*) là đường kính lớn nhất của dao phay.

Khi phay, ngoài chiều sâu cắt  $t$  cần xét đến bề rộng phay  $B$

Bề rộng phay  $B$  là kích thước của bề mặt gia công được đo theo phương song song với trục của dao phay.

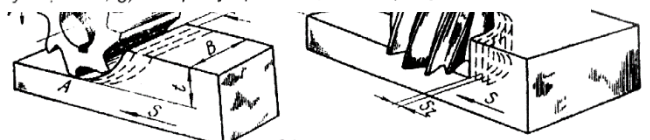
Ngoài ra, khi phay người ta còn phân biệt ba loại chạy dao:

+ Chạy dao răng  $S_z$  (mm/ răng) hay chạy dao khi dao quay ~ một răng



Các loại dao phay.

a) dao phay trụ; b) dao phay đĩa và dao phay rãnh; c) dao phay ngón; d, e) dao phay mặt đầu; g) dao phay định hình; h) dao phay cắt đứt.



Các phương pháp phay



+ Chạy dao trong một vòng của dao  $S_o$  (mm/vòng)

+ Chạy dao trong một phút  $S_p$  (mm/phút)

Giữa các chạy dao trên tồn tại quan hệ phụ thuộc:

$$S_o = S_z \cdot Z; S_p = S_o \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n$$

Ở đây:

$Z$  - số răng của dao phay

$n$  - số vòng quay của dao phay trong một phút (vòng/phút).

#### + Phay nghịch và phay thuận

Khi phay bằng dao phay trụ người ta phân biệt:

- Phay nghịch (ngược chiều chạy dao)
- Phay thuận (theo chiều chạy dao).

+ **Khi phay nghịch** chiều quay của dao và hướng chạy dao ngược nhau.

Trong trường hợp này chiều dày cắt  $a$  thay đổi từ 0 đến  $a_{\max}$

Khi phay nghịch các răng phay có xu hướng nâng chi tiết gia công lên khỏi bàn máy và gây rung động cho hệ thống công nghệ, làm giảm độ bóng bề mặt gia công.

Ngoài ra, mỗi răng đi sau phải cắt lớp bề mặt bị biến cứng do răng đi trước gây ra (do tồn tại hiện tượng trượt ban đầu khi  $a = 0$ ).

Nói cách khác, sự trượt của răng dao phay trên bề mặt gia công sẽ xảy ra cho đến khi chiều dày cắt  $a_{\min}$  còn nhỏ hơn bán kính đỉnh răng dao  $\rho$  ( $\rho = 6 - 30\mu\text{m}$ ). Trong trường hợp này nhiệt độ cắt tăng mạnh.

Hiện tượng này là một trong những nguyên nhân chính gây ra mài mòn mặt sau của răng (của lưỡi cắt).

+ **Phay thuận** không có nhược điểm như phay nghịch.

Trong trường hợp này, lực cắt có xu hướng ấn phôi (chi tiết gia công) xuống bàn máy. Răng của dao phay bắt đầu cắt với chiều dày cắt lớn nhất  $a_{\max}$  và kết thúc với  $a = 0$ .

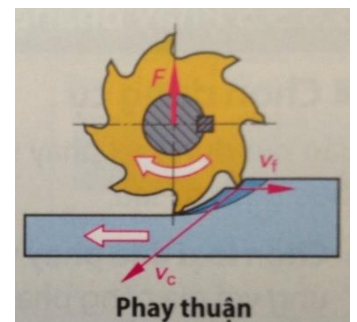
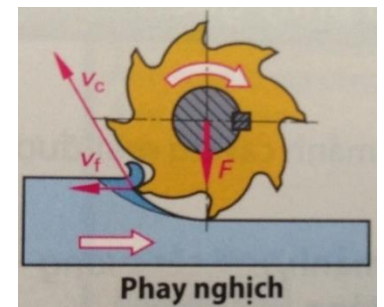
Vì vậy bán kính đỉnh răng không ảnh hưởng nhiều đến tuổi bền của dao như trong trường hợp phay nghịch.

#### Phay thuận có những ưu điểm sau đây so với phay nghịch:

- Tuổi bền của dao cao hơn (khoảng 3 lần) đặc biệt khi lượng chạy dao răng  $S_z$  nhỏ.
- Độ bóng bề mặt gia công cao hơn 1 - 2 cấp
- Công suất cắt nhỏ hơn.

Mặc dù có những ưu điểm trên đây nhưng phay thuận rất ít được sử dụng trong thực tế so với phay nghịch.

Điều này được giải thích như sau:



Khi phay nghịch. khe hở giữa trục vít me và đai ốc của bàn máy được chọn trước, còn khi phay thuận lực cắt có xu hướng làm tăng khe hở này (giữa trục vít me và đai ốc của bàn máy) vì vậy khi ăn dao và thoát dao các răng dao làm cho bàn máy dịch chuyển một khoảng bằng khe hở nói trên và khe hở lớn có thể làm cho lưỡi dao bị gãy.

Ngoài ra, khi phay thuận còn sinh ra va đập, làm giảm tuổi bền của dao.

Để phần nào khắc phục những nhược điểm này có thể dùng hai vít me và hai đai ốc hoặc chạy dao bằng cơ cấu thủy lực.

### Chọn chế độ cắt hợp lý khi phay

Tiến hành theo các bước sau đây:

- Chọn đặc tính của dao phay.
- Chọn chiều sâu cắt.

Khi phay thô nên chọn chiều sâu cắt bằng lượng dư gia công và thực hiện một lần cắt.

Khi phay bán tinh bằng dao phay thép gió nếu lượng dư nhỏ hơn 5mm nên cắt một lần.

Nếu lượng dư lớn hơn 5 mm thì cắt làm hai bước.

Bước thứ nhất hớt phần lượng dư chủ yếu và để lại 1 - 2 mm cho bước cắt thứ hai.

Trong trường hợp phay cao tốc bằng dao phay mặt đầu. toàn bộ lượng dư nên được hớt trong một bước.

Nếu lượng dư quá lớn có thể dùng dao phay bậc (hình b).

### Xác định lượng chạy dao.

Các yếu tố giới hạn lượng chạy dao bao gồm:

Khi phay thô: độ bền của (lưới cắt) răng dao phay và độ cứng vững của hệ thống công nghệ.

Khi phay tinh: độ chính xác và độ bóng bề mặt gia công.

Xuất phát từ độ bền của lưới cắt có thể chọn chiều dày cắt giới hạn khi gia công thép bằng dao phay thép gió:  $a_{\max} = 0,35 \text{ mm}$ , bằng dao hợp kim cứng:  $a_{\max} = 0,25 \text{ mm}$ .

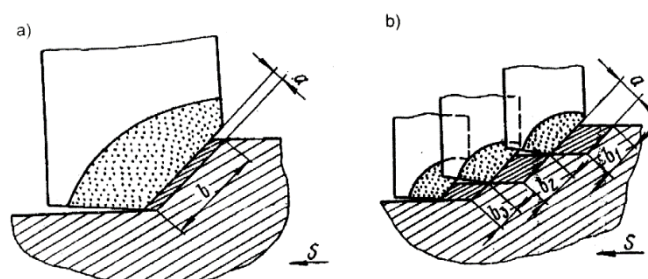
Khi gia công trên các máy phay có công suất trung bình (5 - 10 kW)

và độ cứng vững trung bình có thể chọn  $a_{\max}$  như sau:

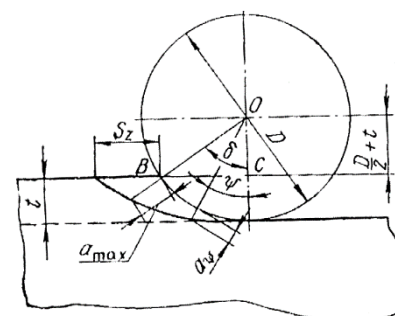
- Phay thô thép bằng dao phay trụ răng lớn:  $a_{\max} = 0,12 - 0,13 \text{ mm}$ .

Còn phay thô gang:  $a_{\max} = 0,2 - 0,3 \text{ mm}$ .

- Phay thô thép bằng dao phay trụ răng nhỏ:  $a_{\max} = 0,06 - 0,08 \text{ mm}$



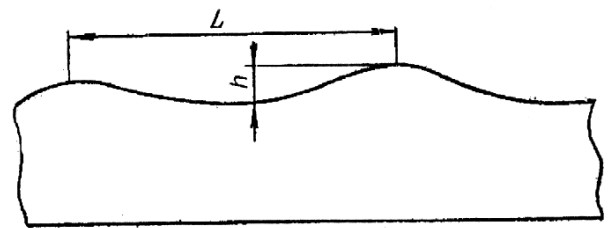
Sơ đồ cắt bằng các dao phay mặt đầu  
a) dao phay thông thường; b) dao phay bậc.



Sơ đồ cắt phôi của răng dao phay.

Còn phay thô gang:  $a_{\max} = 0,10 - 0,15 \text{ mm}$ .

- Phay thô mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu răng lớn:  $a_{\max} = 0,10 - 0,15 \text{ mm}$ ,  
bằng dao phay mặt đầu răng nhỏ:  $a_{\max} = 0,06 - 0,10 \text{ mm}$



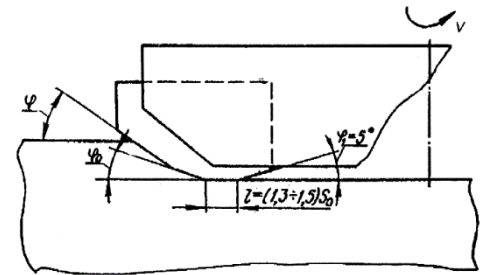
*Độ nhám bề mặt khi phay*

- Phay rãnh thép bằng dao phay ngón:  $a_{\max} = 0,02 - 0,05 \text{ mm}$ .

Còn phay rãnh gang:  $a_{\max} = 0,05 - 0,07 \text{ mm}$ .

- Phay cắt đứt hoặc phay then hoa thép:  $a_{\max} = 0,01 \text{ mm}$ .

Còn phay đứt hoặc phay then hoa gang:  $a_{\max} = 0,015 \text{ mm}$ .



*Lưỡi cắt của dao phay mặt đầu được mài phẳng*

- Phay thép bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng:  $a_{\max} = 0,015 \text{ mm}$ .

Khi phay gang:  $a_{\max} = 0,2 - 0,25 \text{ mm}$ .

Khi phay tinh cần chú ý đến độ bóng bề mặt, vì vậy không tính lượng chạy dao răng  $S_z$  mà tính lượng chạy dao vòng  $S_0$ . Lượng chạy dao vòng  $S_0$  có ảnh hưởng đến chiều cao nhấp nhô hình thành trong quá trình phay.

Lượng chạy dao vòng  $S_0$  được chọn tùy thuộc vào cấp độ bóng bề mặt gia công và đường kính dao phay.

Khi gia công thép bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng có góc nghiêng phụ  $\varphi_1 = 50^\circ$  để đạt độ bóng cấp 5 ( $R_z = 20 \mu\text{m}$ ) có thể chọn  $S_0 = 0,5 - 0,8 \text{ mm/vòng}$ , còn để đạt độ bóng cấp 7 thì  $S_0 = 0,2 - 0,3 \text{ mm/vòng}$ .

Khi gia công bằng dao phay trụ thép gió với  $S_0 = 1,5 - 2 \text{ mm/vòng}$  có thể đạt độ bóng cấp 5, còn với  $S_0 = 1 - 2 \text{ mm/vòng}$  có thể đạt độ bóng cấp 6.

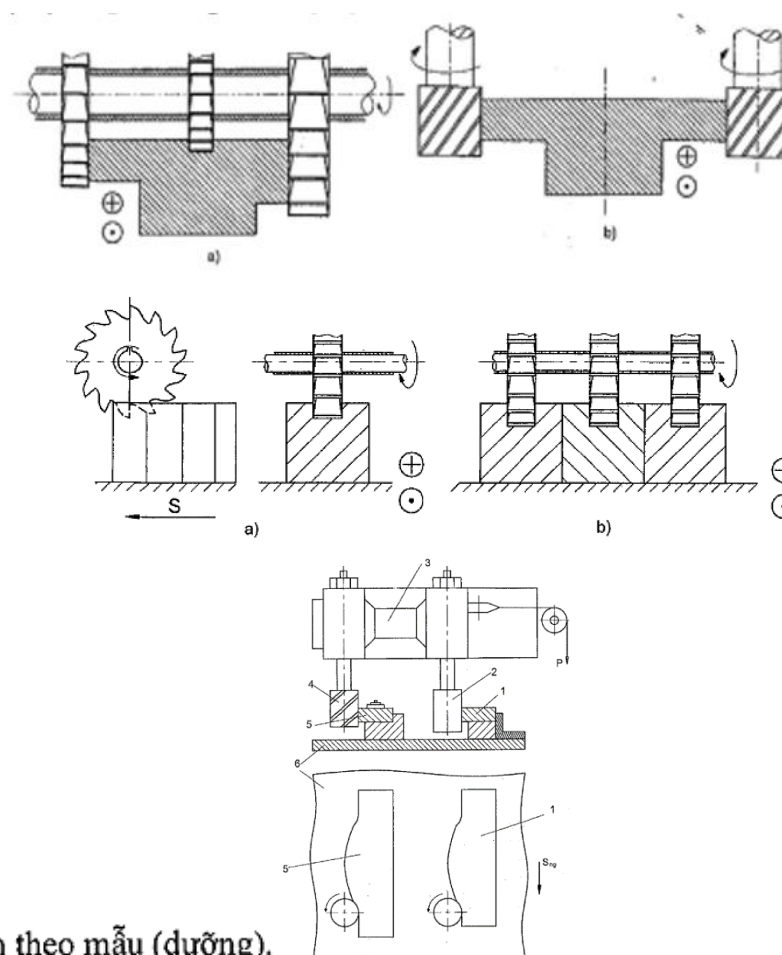
Khi phay cao tốc bằng dao phay mặt đầu, lưỡi cắt được mài phẳng một đoạn có chiều dài  $l = (1,3 - 1,5) S_0$  nhằm mục đích tăng độ bóng bề mặt gia công.

### **Xác định lượng chạy dao phút.**

Lượng chạy dao phút phụ thuộc vào dạng phay, đường kính dao phay, số răng của dao phay, chiều sâu cắt và lượng chạy dao răng  $S_z$ .

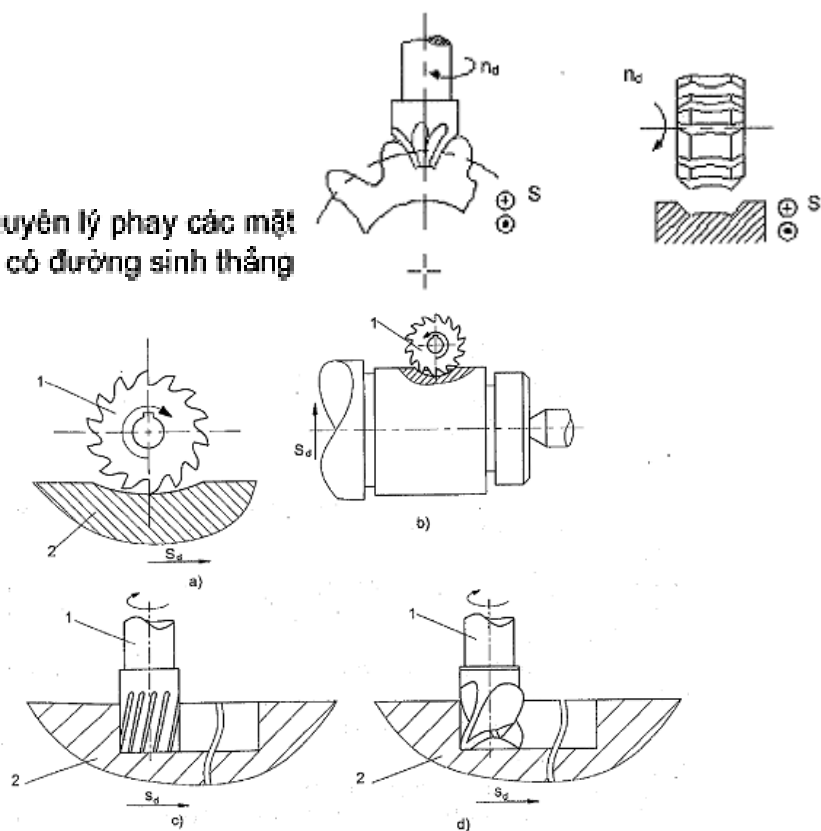
Trong trường hợp điều kiện gia công răng sau khi chọn lượng chạy dao phút cần kiểm tra lại độ bền của cơ cấu chạy dao.

### **\* Các biện pháp nâng cao năng suất khi phay**



– Phay chép hình theo mẫu (dưỡng).

Sơ đồ nguyên lý phay các mặt định hình có đường sinh thẳng



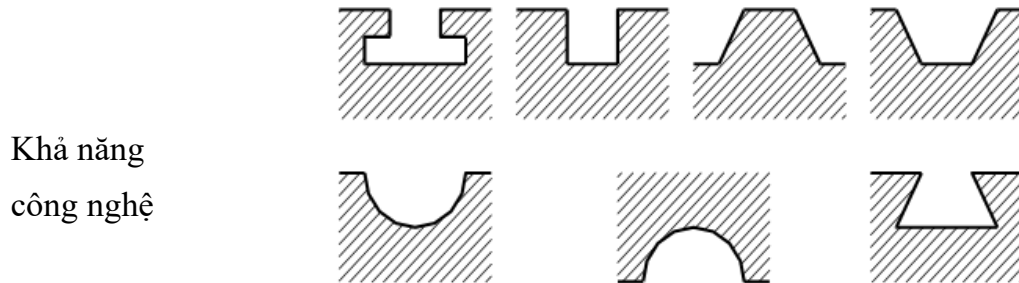
a) Phay rãnh then bằng dao phay đĩa 3 mặt; b) Phay rãnh then bán nguyệt; c) Phay rãnh then bằng dao hay ngón thường; d) Phay rãnh then bằng dao phay ngón chuyên dùng.

1. Dao ; 2. Chi tiết gia công.

### 6.6.3 Phương pháp Bào, Xọc:

Bào và xọc được thực hiện bằng 2 chuyển động thẳng nối tiếp nhau: chuyển động cắt là chuyển động thẳng qua lại còn chuyển động chạy dao cũng là chuyển động thẳng. Khi dao chạy lại thì không cắt và lúc này thực hiện chuyển động chạy dao.

Ở bào và xọc tốc độ cắt thường không cố định, hành trình làm việc có tốc độ thấp, hành trình trở lại (chạy không) có tốc độ cao để tăng năng suất.



Có thể bào trên các máy bào ngang, bào giường.

Máy xọc chỉ có loại máy xọc đứng, ở đây dao thực hiện chuyển động cắt lên xuống.

Các máy bào và xọc chỉ sử dụng trong sản xuất đơn chiếc và hàng loạt nhỏ. Trong sản xuất với sản lượng lớn được thay bằng máy phay và chuốt.

Đối với các chi tiết máy dài và hẹp thì dùng máy bào có năng suất cao hơn phay.

Bào và xọc cho độ bóng bề mặt thấp và độ chính xác thấp.

#### Các thông số cắt:

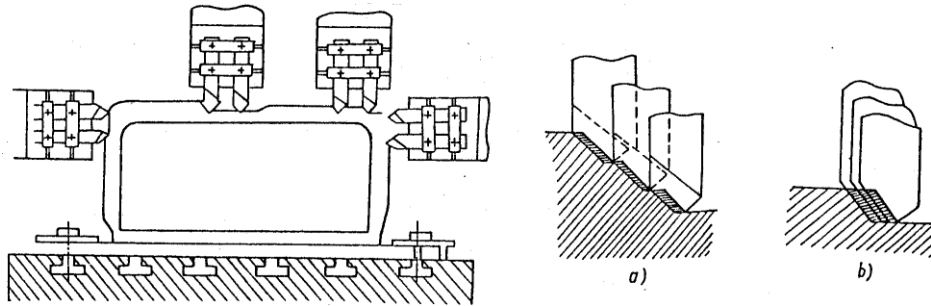
Hình dạng tiết diện lớp kim loại bị cắt giống như khi tiện, phụ thuộc vào hình dạng của lưỡi cắt chính

Chế độ cắt khi bào và xọc

- Chọn dao: căn cứ vào điều kiện kỹ thuật của chi tiết gia công mà chọn vật liệu làm dao, các thông số hình học, kết cấu của dao.
- Xác định chiều sâu cắt: khi xác định chiều sâu cắt phải dựa vào lượng dư và độ chính xác gia công (gia công tinh hay thô)
- Xác định lượng chạy dao cho phép: khi bào mặt phẳng trên máy bào ngang chọn:  
 $s = 0,4 - 4 \text{ mm/hành trình kép}$ , khi gia công thô thép và gang  
 $s = 0,25 - 1,2 \text{ mm/hành trình kép}$ , khi gia công tinh thép và gang

Nếu bào tinh (thay cho cạo rà) với  $\phi_1=0$  và  $t \leq 0,1 \text{ mm}$  thì lấy  $s \geq 20 \text{ mm/hành trình kép}$

- Tính tốc độ cắt theo công thức phụ thuộc vào tuổi bền của dao
- Theo tốc độ cắt đã tính, xác định hành trình kép trong một phút, từ đó chọn số hành trình kép có trên máy và tốc độ cắt thực tế.



### ✚ SO SÁNH KHẢ NĂNG CÔNG NGHỆ GIỮA PHAY VÀ BÀO:

– Về năng suất: Bào có hành trình chạy không, thời gian phụ của bào lớn hơn phay nhưng thời gian chuẩn bị kết thúc của phay (thời gian lắp và tháo đồ gá trên máy) lớn hơn bào. Tốc độ cắt của phay lớn hơn tốc độ cắt của bào, dao phay có nhiều lưỡi cắt tham gia cắt đồng thời. Khi phay có thể dùng nhiều biện pháp công nghệ khác nhau để nâng cao năng suất. Vì thế trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối phay hầu như hoàn toàn thay thế bào. Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ nên dùng bào thay phay, đặc biệt khi gia công các bề mặt dài và hẹp, các chi tiết từ phôi đúc có lượng dư lớn.

– Về chất lượng: Khi gia công mặt phẳng phay và bào có thể đạt chất lượng như nhau. Các chi tiết nhỏ và vừa yêu cầu độ chính xác thấp hơn cấp 9 phay dễ đạt hơn bào. Ngược lại gia công các chi tiết lớn trên máy bào giường sẽ đạt chính xác hơn khi gia công trên máy phay giường.

Khi phay tinh có thể đạt độ chính xác cấp 6 ÷ cấp 7,  $Ra = 1,25 \div 0,63 \mu m$ .



#### 6.6.4 Phương pháp Khoan:

Khoan được sử dụng để tạo lỗ trong vật liệu đặc đồng thời để khoan rộng lỗ đã có sẵn.

Khoan cho phép đạt cấp chính xác đến 5-4 và độ bóng 3-4.

Dụng cụ để khoan là mũi khoan các loại.

Quá trình khoan xảy ra về nguyên tắc cũng giống như quá trình tiện.

Tuỳ thuộc vào vật liệu gia công, phoi có thể là phoi dây hoặc phoi xếp và có sự co rút của phoi.

Khi khoan vật liệu dẻo sẽ xảy ra hiện tượng leo dao. Tuy nhiên, giữa tiện và khoan còn những điểm khác nhau đó là:

- Góc trước ở tâm mũi khoan nhỏ và có giá trị âm ở lưỡi cắt ngang làm cho biến dạng của phoi tăng, lực ma sát tăng, do đó nhiệt độ ở vùng cắt tăng.
- Góc phụ sau ở lưỡi cắt bằng 0 làm cho ma sát trong quá trình khoan tăng.
- Mũi khoan trong quá trình cắt luôn luôn tiếp xúc với phoi và bề mặt gia công làm cho điều kiện thoát phoi rất khó khăn. Ngoài ra, phoi khi đi ra khỏi lỗ gia công lại ngăn cản dung dịch trơn nguội đi vào vùng cắt và làm giảm điều kiện thoát nhiệt.
- Tốc độ cắt khác nhau ở các điểm của lưỡi cắt trong quá trình khoan làm phức tạp thêm quá trình biến dạng của phoi và điều kiện thoát phoi ở mặt trước của dao.

Chuyển động chính khi khoan là chuyển động quay của dao hoặc đôi khi là chuyển động quay của chi tiết còn chuyển động chạy dao là dịch chuyển của dao hoặc chi tiết dọc theo tâm của dao.

Tốc độ cắt khi khoan là tốc độ vòng của điểm xa nhất cách tâm mũi khoan hoặc là tốc độ được tính theo đường kính của mũi khoan:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

Ở đây:

D - đường kính mũi khoan (mm)

n - số vòng quay của dao khoan trong một phút (vòng/phút).

Lượng chạy dao là lượng dịch chuyển của dao dọc theo tâm sau một vòng quay của nó  $S_o$  (mm/vòng). Vì mũi khoan có hai lưỡi cắt chính cho nên lượng chạy dao của mỗi lưỡi  $S_z$  bằng:

$$S_z = \frac{S_o}{2}$$



Lượng chạy dao theo phút  $S_p$  sẽ bằng:

$$S_p = S_o \cdot n$$

Chiều sâu cắt  $t$  khi khoan được xác định theo đường kính mũi khoan:

$$T = D / 2$$

Còn khi khoan mở rộng  $t$  được xác định theo công thức đường kính:

$$t = \frac{D - d}{2}$$

Ở đây:

$d$  - đường kính lỗ trước khi khoan mở rộng.

Chiều dày và bề rộng cắt khi khoan được xác định theo các công thức sau (không tính lưỡi cắt ngang):

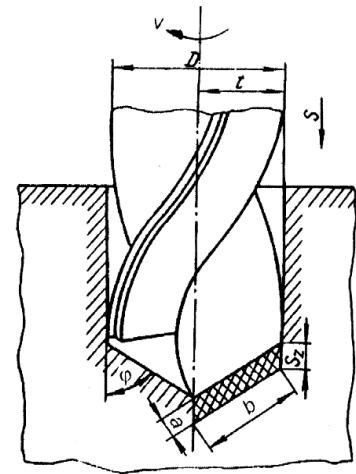
$$a = S_z \cdot \sin \varphi = \frac{S_o}{2} \cdot \sin \varphi$$

$$b = \frac{D}{2 \cdot \sin \varphi}$$

Chiều dày cắt được đo theo phương vuông góc với lưỡi cắt chính, còn bề rộng cắt - dọc theo lưỡi cắt chính.

Diện tích của tiết diện cắt ngang của một lưỡi cắt  $F_z$  bằng:

$$F_z = a \cdot b = \frac{S_o}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \frac{D}{2 \cdot \sin \varphi} = \frac{D \cdot S_o}{4}$$



Các yếu tố của lớp cắt khi khoan

### Kết cấu và thông số hình học của mũi khoan ruột gà

Mũi khoan ruột gà có kết cấu hình học gồm: phần làm việc  $l_1$ , ngỗng trục  $l_3$  và đuôi  $l_4$  có phần vát ở cuối  $l_5$

Phần làm việc của dao được chia ra: phần cắt  $l_2$  và phần dẫn hướng  $l_2$



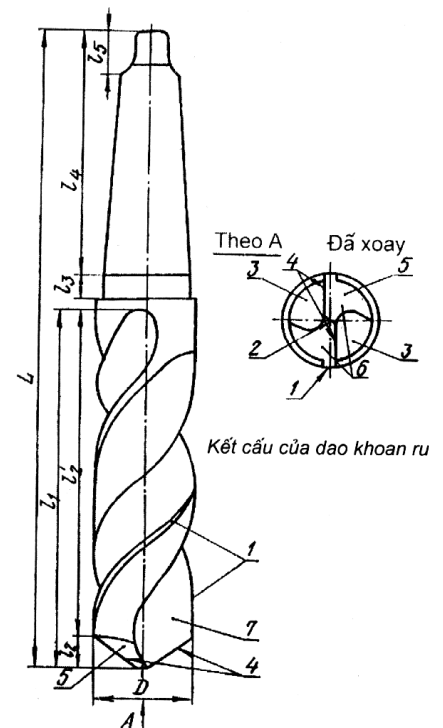
Phần cắt của mũi khoan bao gồm các yếu tố sau đây:

- Lưỡi cắt phụ 1
- Lưỡi cắt ngang 2
- Rãnh 3.
- Hai lưỡi cắt chính 4.
- Mặt trước 7 và mặt sau 5.
- Hai răng 6.

Đuôi dao có thể được chế tạo hình côn (theo hệ mooc hoặc hệ mét) hoặc hình trụ (các dao có đường kính nhỏ).

Phần vát  $l_5$  của đuôi dao được dùng để tháo dao ra khỏi lỗ côn của trục chính hoặc lỗ côn của ống gá trung gian.

Ngõng trục  $l_3$  được dùng để thoát đá mài khi chế tạo dao.



Phần dẫn hướng  $l_2$  có tác dụng dẫn hướng cho dao vào lỗ gia công và để tạo ra phần làm việc khi dao bị mài lại.

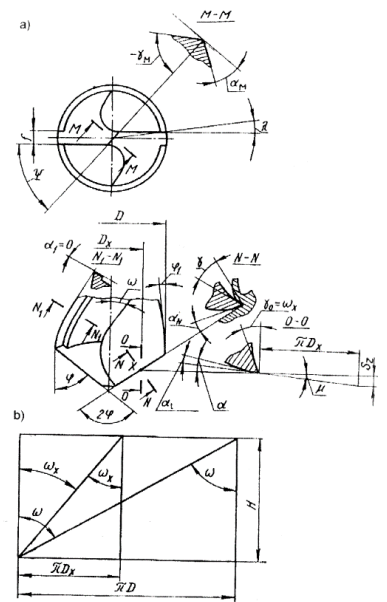
Tính chất cắt gọt của dao phụ thuộc vào các thông số hình học và vật liệu phần cắt của nó.

Các thông số hình học của mũi khoan.

#### a. Góc nghiêng $\omega$ của rãnh xoắn.

Góc  $\omega$  là góc giữa đường tâm dao và đường xoắn khai triển của rãnh thoát phoi (hình b). Góc  $\omega$  không cố định: càng gần tâm dao góc  $\omega$  càng nhỏ.

Đối với dao khoan thép gió thì góc  $\omega$  nằm trong khoảng  $18 - 35^\circ$  và dao có đường kính nhỏ thì góc  $\omega$  cũng nhỏ.



Các thông số hình học của dao khoan ruột gà

#### b. Góc nghiêng của lưỡi cắt ngang $\psi$

Góc  $\psi$  là góc giữa các hình chiếu của lưỡi cắt ngang và một trong các lưỡi cắt chính trên mặt phẳng vuông góc với tâm dao (hình a).

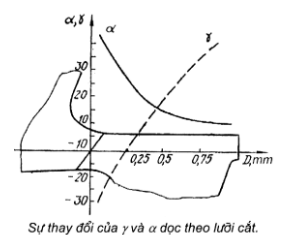
Thông thường góc  $\psi = 55^\circ$ .

#### c. Góc đỉnh dao $2\phi$

Góc  $2\phi$  là góc giữa các lưỡi cắt chính của dao.

Góc này phụ thuộc vào vật liệu gia công và nằm trong khoảng  $80 - 140^\circ$ .

Khi khoan vật liệu dẻo cần chọn góc  $2\phi$  lớn hơn khi khoan vật liệu giòn.



Sự thay đổi của  $\gamma$  và  $\alpha$  dọc theo lưỡi cắt.

Ví dụ khi khoan thép và gang, góc  $2\varphi = 116 - 120^0$ , còn khi khoan nhôm: góc  $2\varphi = 140^0$ .

#### **d. Góc nghiêng phụ $\varphi_1$**

Góc  $\varphi_1$  được hình thành do chế tạo phần làm việc của dao có côn ngược (hình a). Góc  $\varphi_1 = 1 - 2'$

#### **e. Góc sau phụ $\alpha_1$**

Góc sau phụ trên lưỡi cắt bằng 0 bởi vì mặt sau phụ được tạo nên bằng bề mặt hình trụ.

#### **f. Góc nghiêng của lưỡi cắt chính $\lambda$**

Góc nghiêng  $\lambda$  cũng được định nghĩa tương tự như các loại dao khác.

#### **g. Góc trước $\gamma$**

Góc  $\gamma$  là góc giữa tiếp tuyến của mặt trước của dao tại điểm quan sát và đường vuông góc tại điểm này với bề mặt quay được tạo thành khi quay lưỡi cắt xung quanh tâm của dao.

Tại mỗi điểm của lưỡi cắt trong mặt phẳng NN góc  $\gamma$  có các giá trị khác nhau, còn trong mặt phẳng 00, song song với tâm dao, góc  $\gamma$  bằng góc nghiêng  $\omega$  của rãnh xoắn, có nghĩa là  $\gamma = 0$

#### **h. Góc sau $\alpha$**

Góc  $\alpha$  là góc giữa tiếp tuyến của mặt sau của lưỡi cắt tại điểm quan sát và tiếp tuyến của vòng tròn quay của nó xung quanh tâm dao.

Góc  $\alpha$  được xác định trong mặt phẳng 00 song song với tâm dao và tiếp tuyến của bề mặt hình trụ mà trên đó có điểm của lưỡi cắt.

Ở trạng thái tĩnh (tương tự như góc  $\gamma$ ) góc  $\alpha$  được xác định trong mặt phẳng vuông góc:

$$\operatorname{tg}\alpha_N = \operatorname{tg}\alpha \cdot \sin\varphi$$

Trong quá trình cắt, giá trị thực tế của góc  $\alpha$  giảm, bởi vì quỹ đạo thực tế của điểm nằm trên lưỡi cắt chính sẽ không phải là đường tròn mà là đường xoắn vít có bước bằng lượng chạy dao.

Bề mặt cắt cũng là bề mặt xoắn vít.

Vì vậy góc sau thực tế  $\alpha_1$  là góc giữa tiếp tuyến của đường xoắn vít này và tiếp tuyến của mặt sau tại điểm quan sát. Góc  $\alpha_1$  nhỏ hơn góc  $\alpha$  một góc  $\mu$  (xem hình 11.3 a)

Góc  $\alpha_1$  giảm dần từ ngoài vào tâm dao. Hơn nữa ở gần tâm dao góc  $\alpha_1$  giảm mạnh hơn ở gần đường kính ngoài của dao.

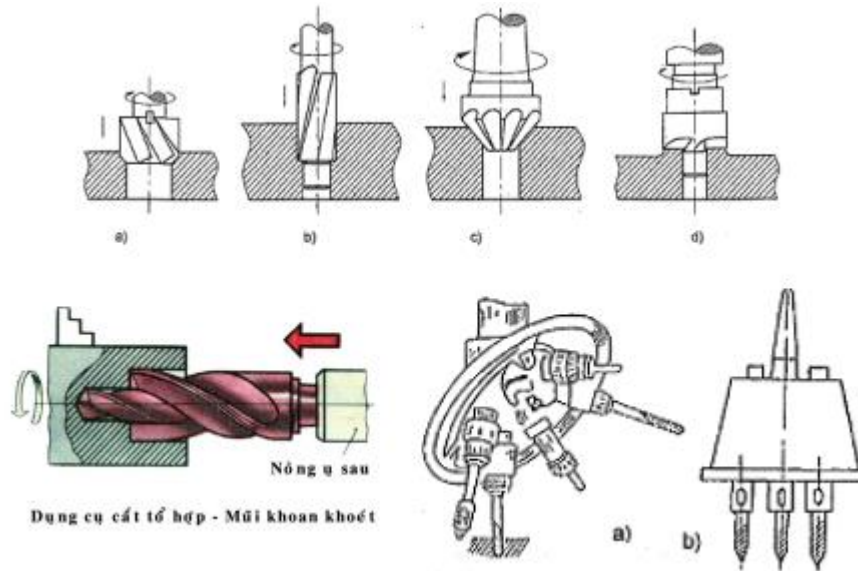
Để đảm bảo góc sau trong quá trình cắt, ở phần lưỡi cắt nằm gần tâm dao, mặt sau của dao được mài sao cho ở đường kính ngoài góc  $\alpha$  có giá trị nhỏ nhất, còn gần vào tâm dao góc  $\alpha$  tăng dần.

Cách mài dao như vậy được thực hiện nhờ kết cấu của máy mài sắc

Vì góc trước  $\gamma$  của mũi khoan ở đường kính ngoài lớn hơn, còn góc sau  $\alpha$  lại nhỏ hơn. còn Ở tâm dao thì ngược lại, có nghĩa là  $\alpha > \gamma$  (hình 11.4) cho nên góc sắc của dao sẽ như nhau ở tất cả các điểm của lưỡi cắt.

Góc trước thực tế thay đổi từ  $30^0$  đến  $0^0$  (tính từ ngoài vào trong) và có cả giá trị âm ở lưỡi cắt ngang.

Góc sau ở đường kính ngoài bằng  $6^0 - 8^0$ , còn ở lưỡi cắt ngang bằng  $25 - 35^0$ .

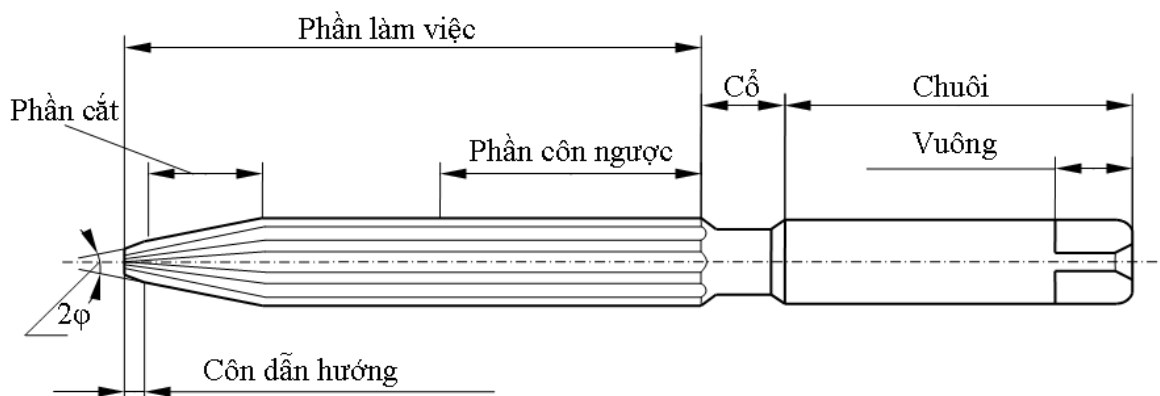


### 6.6.5 Phương pháp Doa:

Mũi doa có các dạng: hình trụ đuôi liền, mũi doa lắp ghép (loại này ít dùng) và mũi doa răng chấp lắp ghép.

Các loại mũi doa trên đây về kết cấu cũng tương tự như các loại mũi khoét nhưng có nhiều lưỡi cắt hơn, góc côn đầu  $\varphi$  nhỏ, còn ở đuôi phía trước có phần côn bảo vệ với chiều dài  $l_\phi$  để dẫn hướng cho dao trong lỗ gia công. Mũi doa có phần côn đầu  $l_1$  và phần sửa tinh  $l_k$ .

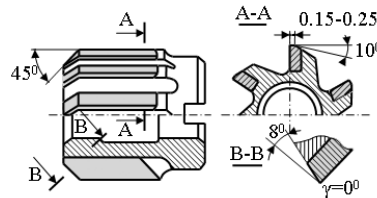
Phần sửa tinh trên chiều dài  $l_2$  được dùng để dẫn hướng mũi doa khi cắt, làm sạch bề mặt lỗ và đảm bảo kích thước gia công, còn phần côn với chiều dài  $l_3$  có tác dụng giảm ma sát và ngăn ngừa hiện tượng lay rộng lỗ khi doa. Hiệu các đường kính của phần côn khoảng  $0,03 - 0,05 \text{ mm}$ .



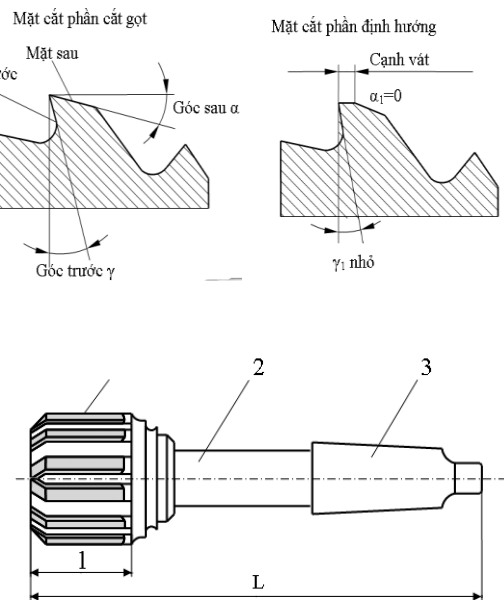
Góc nghiêng chính  $\varphi = 0,5 - 1,5^\circ$  đối với mũi doa tay, còn đối với doa máy  $\varphi = 15^\circ$  (dao doa thép gió). Mũi doa hợp kim cứng có  $\varphi = 30 - 45^\circ$ .

Góc  $\gamma$  của mũi doa thép gió và dao doa thép dụng cụ bằng  $0 - 10^\circ$ , còn đối với mũi doa hợp kim cứng  $\gamma = 0 - 15^\circ$ . Góc sau  $\alpha = 6 - 12^\circ$ . Vật liệu gia công càng dẻo góc  $\alpha$  càng phải lớn.

Trên phần hiệu chỉnh của dao doa có cạnh vát hình trụ  $f = 0,05 - 0,25 \text{ mm}$ . Đường kính mũi doa càng lớn thì cạnh vát  $f$  càng rộng.



a) Chuôi rời



b) Chuôi liền

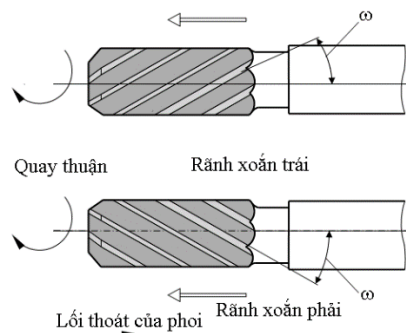
Để thoát phoi tốt, đặc biệt là khi gia công các vật liệu dẻo, mũi doa được chế tạo có răng nghiêng và răng xoắn.

Khi gia công lỗ thông suốt chuyển động của phoi phải trùng với phương chạy dao. Điều này có thể đạt được nhờ các răng nghiêng trái của dao. Mũi doa răng nghiêng cho phép nâng cao độ bóng bề mặt gia công.

Góc nghiêng của răng  $\omega$  dao động trong khoảng  $10 - 15^\circ$ . Vật liệu gia công càng dẻo, góc  $\omega$  càng phải lớn.

Để khử hoặc giảm độ đa cạnh của lỗ gia công, bước vòng của răng dao được gia công không đều nhau, có nghĩa là  $\omega_1 \neq \omega_2 \neq \omega_3 \dots$ . Khi doa lỗ côn cần dùng dao doa côn. Thông thường phải dùng 3 dao doa.

- Mũi doa 1 có răng bậc để cắt thô.
- Mũi doa 2 có các răng đứt quãng để cắt bán tinh.
- Mũi doa 3 để cắt tinh (đảm bảo độ bóng yêu cầu).



**Xác định chế độ cắt hợp lý khi doa cũng được tiến hành như sau:**

- Chọn vật liệu phần cắt và thông số hình học của dao tùy thuộc vào tính chất của vật liệu gia công và điều kiện cắt (doa lỗ thông suốt hay lỗ không thông suốt) và độ bóng bề mặt yêu cầu.

- Xác định chiều sâu cắt  $t$

Chiều sâu cắt bằng lượng dư một phía, khi doa tính lượng dư phải nhỏ nhất, nhưng không được nhỏ hơn bán kính cong của răng dao.

- Xác định lượng chạy dao S.

Lượng chạy dao S phụ thuộc vào đường kính và vật liệu phần cắt của dao, tính chất của vật liệu gia công, độ chính xác và độ bóng yêu cầu.

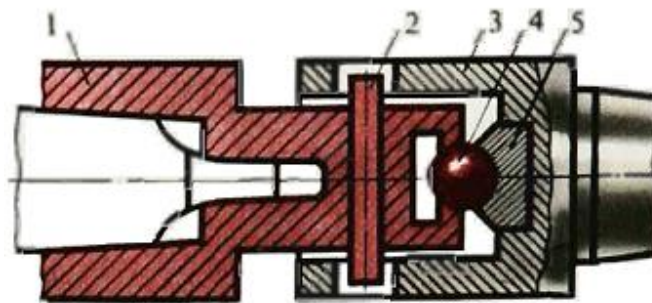
Dao doa có số răng (lưỡi cắt) lớn hơn số răng của dao khoét, vì vậy lượng chạy dao trong một vòng quay của dao lớn hơn lượng chạy dao khi khoét.

- Theo t và s chọn tuổi bền của dao rồi tính tốc độ cắt và số vòng quay của dao n (của trục chính máy).

Lượng chạy dao s và số vòng quay n cần được hiệu chỉnh theo máy.

Độ bền của cơ cấu chạy dao và công suất của máy thông thường không giới hạn chế độ cắt bởi vì lực chạy dao và công suất cắt không đạt đến giá trị cực đại.

### **Trục dao doa tùy động**

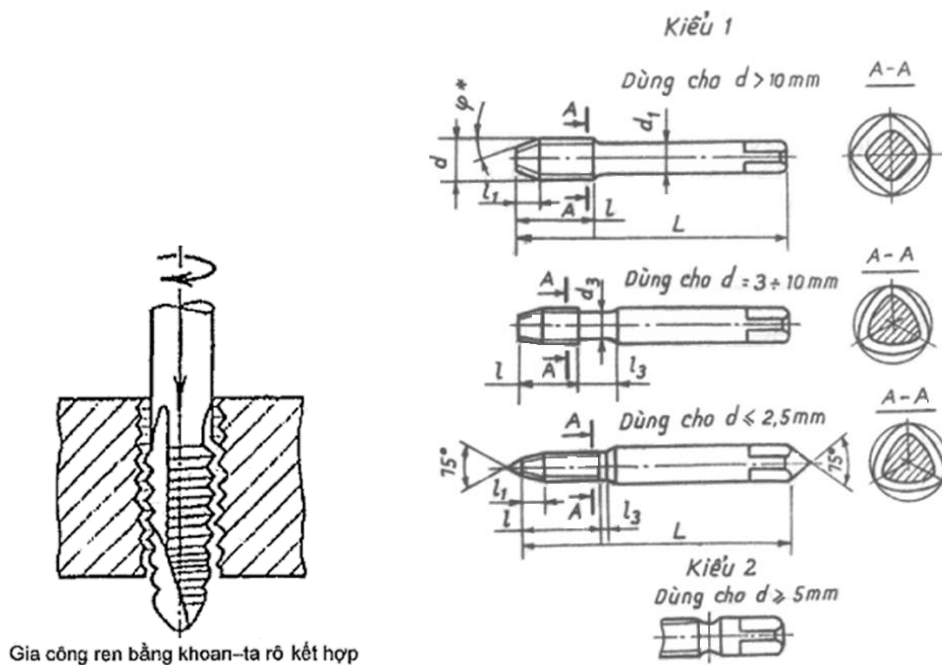


- Nên bố trí khoan – khoét – doa hoặc ít nhất khoét – doa trên cùng một lần gá để tránh sai số gá đặt, đảm bảo lượng dư gia công đồng đều (vì lượng dư doa nhỏ), nâng cao độ chính xác gia công.

### **Gia công ren bằng taro Gia công**

Gia công ren bằng taro chủ yếu dùng gia công ren lỗ có đường kính trung bình và nhỏ theo tiêu chuẩn. Có thể dùng taro để gia công ren trụ, ren côn.

Gia công ren trên máy chuyên dụng bằng dụng cụ tổ hợp khoan – phay ren. Phương pháp này cho năng suất và độ chính xác cao nên hiện nay được áp dụng rộng rãi trong sản xuất hàng loạt.

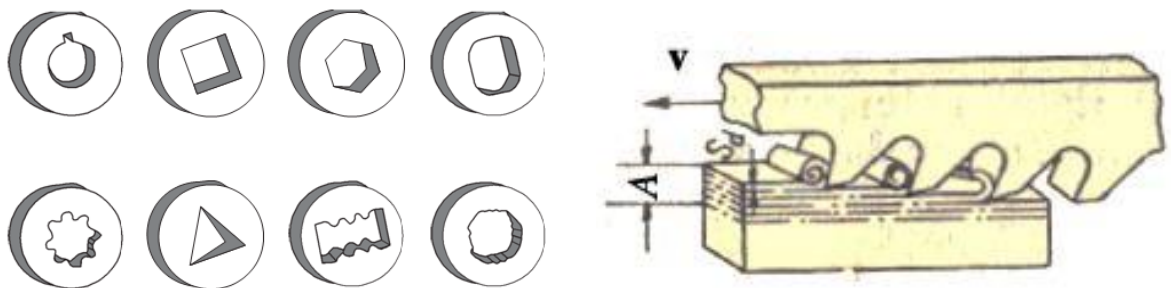


### 6.6.6 Phương pháp Chuốt.

Chuốt là phương pháp được sử dụng rộng rãi để gia công lỗ tròn, lỗ có rãnh thẳng, rãnh xoắn, lỗ then hoa, cắt mặt phẳng, mặt rãnh hoặc các bề mặt định hình có đường sinh thẳng bằng dụng cụ có nhiều lưỡi cắt tham gia cắt cùng một lúc.

Chuốt cũng có thể dùng để gia công mặt trụ ngoài, bánh răng nhưng dao có kết cấu phức tạp nên ít dùng. Thông thường chuốt chỉ có chuyển động tịnh tiến, khi chuốt rãnh xoắn ngoài chuyển động tịnh tiến còn có chuyển động xoay tương đối giữa dao và phôi để tạo nên bước xoắn.

#### Khả Năng Công Nghệ

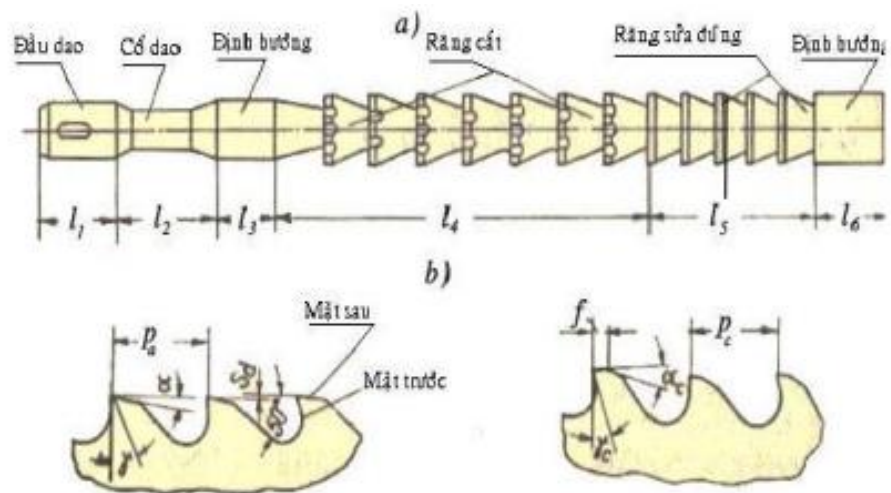


Chuốt mặt phẳng là một phương pháp gia công cắt gọt bằng dụng cụ có nhiều lưỡi cắt, cắt cùng một lúc, có năng suất cao. Chuốt thường được dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối (h. 6- 9). Chuốt có thể đạt độ chính xác cấp 7, sai lệch độ phẳng:  $< 0,05/500 \text{ mm}$ .

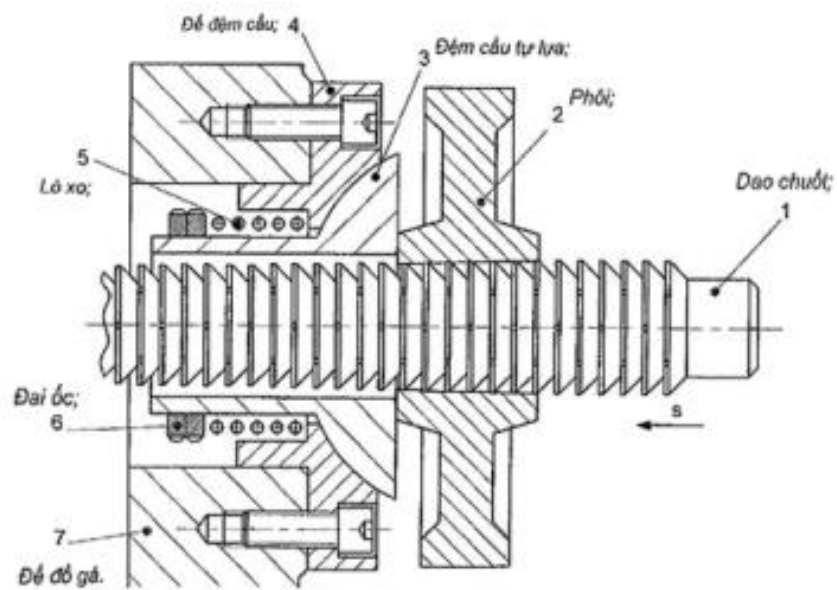
Chuyển động cắt của chuốt rất đơn giản, thường chỉ có chuyển động thẳng, vận tốc cắt nhỏ (2 - 12 m/ph).



## Cấu tạo của dao chuốt



Hình ảnh dao chuốt trong thực tế



Sơ đồ cấu tạo đồ gá chuốt có đệm cầu tự lựa

### 6.6.7 Phương pháp Mài:

Mài là quá trình cắt kim loại được thực hiện bằng hạt mài hoặc vật liệu kim cương. Mài có thể gia công được bất kỳ loại vật liệu nào bởi vì độ cứng của hạt mài rất cao ( $HB = 2200 - 3100$ ) và của kim cương ( $HB = 7000$ ).

Để so sánh có thể đưa ra ví dụ sau đây: độ cứng của hợp kim cứng  $HB = 1300$ , của thép nhiệt luyện  $HB = 60 - 700$ .

Các hạt mài được liên kết với nhau bằng chất kết dính đặc biệt.

Mài thường được sử dụng để gia công tinh, nó cho phép đạt cấp chính xác 2 – 3, đôi khi cấp 1 và độ bóng bề mặt cấp 8 - 9.

Trong một số trường hợp mài được sử dụng để làm sạch phôi đúc và phôi rèn hoặc để tẩy sạch xỉ hàn, có nghĩa là nguyên công chuẩn bị phôi hoặc nguyên công thô.

Mài có những đặc điểm sau đây:

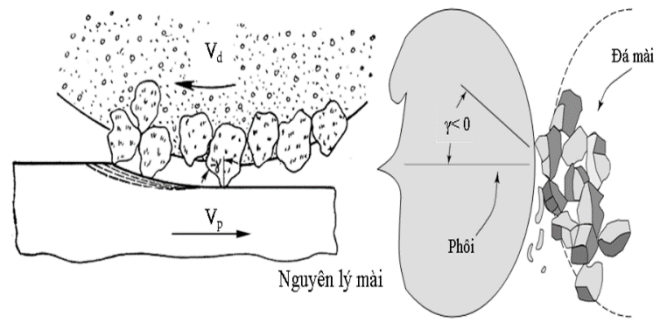
- Mài được thực hiện bằng nhiều hành trình, do đó có khả năng sửa lại sai số hình dáng và kích thước của chi tiết gia công.
- Quá trình cắt được thực hiện bằng nhiều hạt mài có độ cứng tế vi cao ( $2200 - 3100 \text{ kG/mm}^2$ ).
- Quá trình cắt được thực hiện với tốc độ cắt cao của hạt mài ( $30 - 70 \text{ m/giây}$ ).
- Các hạt mài được bố trí lộn xộn, vì vậy thông thường chúng có góc trước âm và góc cắt lớn hơn  $90^\circ$ .
- Tốc độ cắt lớn và điều kiện cắt không thuận lợi làm tăng nhiệt độ cắt ( $1000 - 1500^\circ\text{C}$ ).
- Điều khiển quá trình mài chỉ có thể được thực hiện bằng cách thay đổi chế độ cắt bởi vì thay đổi hình học của các hạt mài hầu như không thể thực hiện được.
- Trong quá trình gia công đá mài có thể tự mài sắc bởi vì hạt mài sau khi bị mòn làm cho lực cắt tăng, dưới tác dụng của lực cắt lớn các hạt mài tự bể gãy và tạo ra các hạt mài mới có cạnh sắc mới.
- Bề mặt mài được hình thành nhờ tác động của các yếu tố hình học đặc trưng cho quá trình cắt và quá trình biến dạng dẻo kim loại.

Khi nghiên cứu cơ chế hình thành bề mặt mài cần chú ý đến quá trình hình thành độ nhám và độ bóng bề mặt. Từ quan điểm hình học, độ nhám bề mặt được hình thành do quá trình in dập quỹ đạo chuyển động của các hạt mài lên bề mặt gia công.

Biến dạng dẻo xuất hiện trong quá trình cắt làm biến dạng nhấp nhô bề mặt do các yếu tố hình học gây ra.

Nhiều nghiên cứu thực nghiệm đã chứng minh rằng độ nhám bề mặt gia công chịu ảnh hưởng của các yếu tố sau đây (các yếu tố giảm độ nhám theo thứ tự giảm dần):

- Mài chạy đá (là không tăng lượng chạy dao và kết thúc lúc hết hoa lửa).
- Sửa đá bằng bút chì kim cương.





- Mài cao tốc.
- Hạt mài nhỏ.
- Thay đổi chế độ cắt.
- Vật liệu chất kết dính.
- Thành phần hoá học của dung dịch trơn nguội.

#### + Các yếu tố chế độ cắt khi mài

Trong thực tế thường sử dụng các phương pháp mài sau đây:

##### a) Mài tròn ngoài

- Chạy dao dọc.
- Chạy dao hướng kính (chạy dao ngang).
- Mài vô tâm.

##### b) Mài tròn trong

- Khi chi tiết quay với chạy dao dọc và chạy dao ngang
- Mài vô tâm.
- Mài hành tinh (khi chi tiết đứng yên còn đá quay và thực hiện các chuyển động khác).

##### c) Mài phẳng:

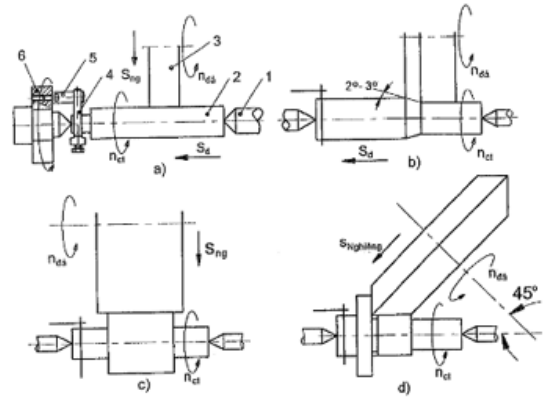
- Bề mặt đá mài tròn.
- Bề mặt đá mài mặt đầu.

##### d) Mài ren, mài định hình ...

Quá trình mài thông thường được thực hiện bằng ba chuyển động:

- Chuyển động quay của đá.
- Chuyển động quay hoặc dịch chuyển khứ hồi của chi tiết
- Chuyển động chạy dao của đá hoặc của chi tiết.

Một số chuyển động nói trên có thể không tồn tại, ví dụ chuyển động thẳng khứ hồi không có khi mài ăn dao hướng kính, tuy nhiên chuyển động quay của đá đều tồn tại trong mọi trường hợp.



Sơ đồ nguyên lý các phương pháp mài tròn ngoài.

Tốc độ quay của đá m/giây là tốc độ cắt và được xác định theo công thức:

$$V_k = \frac{\pi D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}$$

Ở đây:

$D_k$  - đường kính ngoài hoặc trong của đá mài (mm)

$n_k$  - số vòng quay của đá mài (vòng /phút).

Tốc độ quay của chi tiết gia công  $V$  (m/phút) khi mài tròn ngoài và mài tròn trong được xác định theo công thức:

$$V = \frac{\pi D.n}{1000}$$

Ở đây:

$D$  - đường kính ngoài hoặc đường kính lỗ của chi tiết gia công, mm

$n$  - số vòng quay của chi tiết (vòng/phút).

Chiều sâu cắt bằng chạy dao ngang  $S_n$  khi mài tròn ngoài (hình a) và mài tròn trong với phương pháp chạy dao dọc được xác định trong một hành trình

kép của chi tiết gia công hoặc hành trình đơn của đá.

a) Mài tròn ngoài tiến dao dọc ( $S_{ng} = 0$ )

b) Sửa đá vát góc  $2^\circ \div 3^\circ$

c) Mài tiến đá hướng kính ( $S_d = 0$ )

d) Mài tiến đá theo phương chéo

Khi mài tròn ngoài thô chiều sâu cắt  $t = 0,01 - 0,07$  mm/hành trình kép.

Còn khi mài tinh (tròn ngoài):  $t = 0,005 - 0,02$  mm/hành trình kép.

Lượng chạy dao dọc  $S$  được chọn theo tỷ lệ của bề rộng đá mài  $B_K$ .

Khi mài tròn ngoài thô  $S = (0,3 - 0,85).B_K$

Còn khi mài tròn ngoài hành tinh:  $S = (0,2 - 0,3).B_K$

Mài sâu được sử dụng khi gia công chi tiết ngắn có độ cứng vững cao với lượng dư khoảng 0,4 mm và ăn dao một lần.

Lượng chạy dao dọc được chọn trong khoảng  $S = 1 - 6$  mm/vòng.

Đường kính của chi tiết gia công càng lớn, giá trị  $S$  càng lớn.

Quá trình cắt được thực hiện chủ yếu do phần côn của đá, còn phần trụ chỉ có tác dụng làm bóng bề mặt gia công.

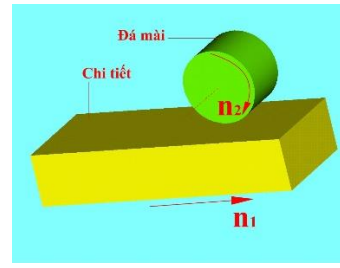
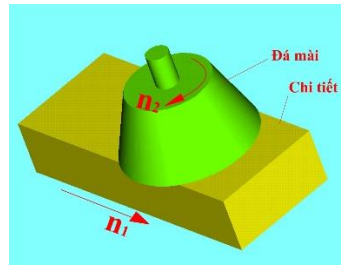
Biến thể của phương pháp mài sâu là cùng lúc gia công bằng hai đá mài.

Mài ăn dao hướng kính thường được sử dụng để gia công các mặt định hình và các chi tiết ngắn có độ cứng vững cao.

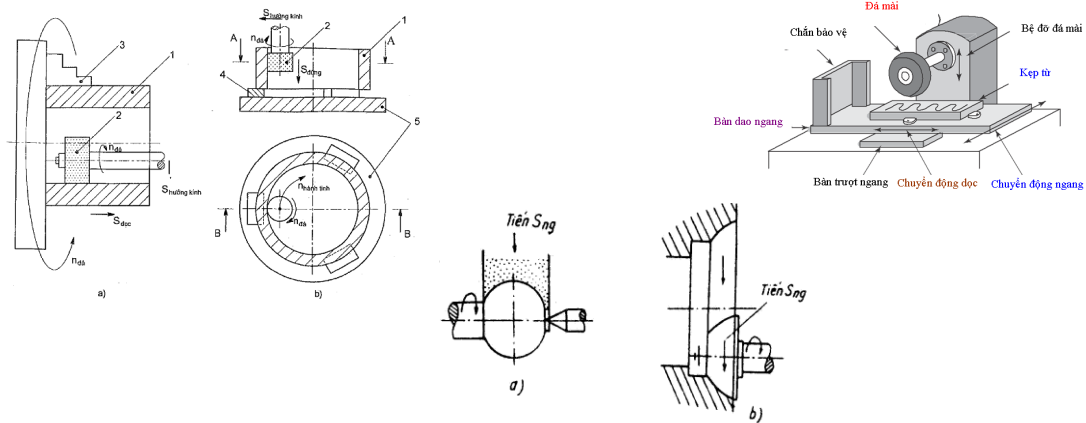
Lượng chạy dao ngang trong trường hợp này được chọn  $S_n = 0,002 - 0,005$  mm/vòng.

Đôi khi lượng chạy dao còn được tính theo phút ( $S_p = 0,8 - 3$  mm/phút).

Mài tròn trong có thể được thực hiện bằng phương pháp thông thường hoặc phương pháp hành tinh.



Ở phương pháp thứ nhất chi tiết được kẹp chặt trong mâm cặp và thực hiện chuyển động quay, còn đá quay và thực hiện ăn dao dọc (S) và ăn dao hướng kính  $S_n(t)$  trong một hành trình kép.



Ở phương pháp mài hành trình chi tiết được gá cố định, còn tất cả các chuyển động đều do đá thực hiện.

Phương pháp này được sử dụng khi gia công các chi tiết lớn và nặng.

Trục đá mài có 4 chuyển động:

- Quay xung quanh trục của nó với tốc độ 35 m/giây.
- Chuyển động hành trình xung quanh trục của chi tiết gia công với tốc độ 40 - 60 m/phút.
- Chuyển động thẳng đi lại dọc trục được tính theo % của bề rộng đá
- Ăn dao hướng kính sau mỗi hành trình kép (khoảng 0,008 - 0.05 mm/hành trình kép).

Cần nhớ rằng mài tròn trong xảy ra trong điều kiện nặng hơn mài tròn ngoài, bởi vì bề mặt tiếp xúc giữa đá và chi tiết khi mài tròn trong lớn hơn khi mài tròn ngoài, do đó tải trọng tác dụng lên từng hạt mài cũng lớn hơn:

Đường kính đá mài  $D_K$  nhỏ hơn đường kính lỗ gia công  $D$  theo tỷ lệ:  $D_K = (0,75 - 0,25).D$ .

Ngoài ra, trục mang đá nhỏ nên độ cứng vững thấp ảnh hưởng đến năng suất gia công.

Điều kiện cấp dung dịch trơn nguội khi mài tròn trong rất khó khăn, do đó điều kiện thoát nhiệt cũng kém hơn. Vì những nhược điểm trên đây của mài tròn trong cho nên chế độ cắt (chiều sâu cắt và lượng chạy dao) thường được chọn nhỏ hơn so với mài tròn ngoài khoảng 2 lần.

Mài phẳng được thực hiện bằng hai phương pháp: bằng đá mài hình trụ và đá mài mặt đầu.

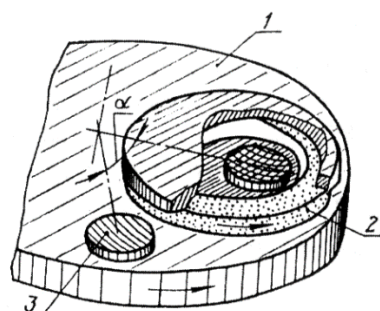
Mài phẳng có thể được thực hiện trên bàn máy hình tròn hoặc bàn máy hình chữ nhật.

Khi mài bằng đá mài mặt đầu bề mặt tiếp xúc lớn hơn khi mài bằng đá mài hình trụ, do đó nhiệt độ toả ra trong vùng cắt cũng lớn hơn.

Vì vậy, mài bằng đá mài mặt đầu được dùng để gia công các chi tiết độ cứng vững cao.

Để nâng cao khả năng cắt của đá mài, trục đá được gá nghiêng so với bàn máy một góc khoảng  $30^\circ$

Khi mài bằng đá mài mặt đầu bề mặt gia công có vết cắt nhau như mặt lưới, bề mặt này là vết của đá mài khi ăn dao và thoát dao (vết cắt của phần vào và phần ra của đá mài).



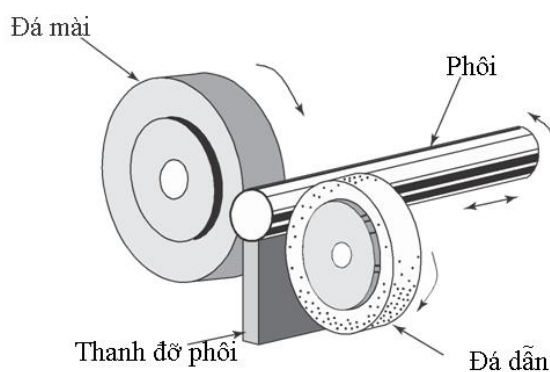
Sơ đồ tạo thành lưới trên bề mặt mài khi gia công bằng đá mài mặt đầu  
1 – bàn từ; 2 – đá mài; 3 – chi tiết gia công.

Cần lưu ý rằng, khi mài phẳng bằng đá mài mặt đầu các hạt mài nằm trong vùng cắt lâu hơn và mòn nhanh hơn. Vì vậy, khi mài phẳng bằng đá mài mặt đầu cần chọn đá mài mềm hơn so với khi mài tròn ngoài.

Chiều sâu cắt khi mài phẳng  $t = 0,05 - 0,1$  mm. Giá trị  $t$  lớn được chọn cho chi tiết có độ cứng vững cao hơn. Các yếu tố chế độ cắt khác của mài phẳng cũng được chọn tương tự như mài tròn ngoài.

Mài vô tâm được sử dụng để mài mặt tròn ngoài cũng như mặt tròn trong.

Dưới đây ta xét trường hợp mài tròn ngoài vô tâm.



Chi tiết gia công 2 được đặt trên thanh đỡ 4 giữa hai đá mài 1 và 3 quay với tốc độ khác nhau ( $V_{PK}$  và  $V_{BK}$ ).

Đá mài 1 là đá cắt, còn đá mài 3 là đá dẫn (cung cấp chuyển động quay và chuyển động tịnh tiến cho chi tiết).

Đá dẫn 3 được gá nghiêng một góc  $\alpha = 1 - 5^0$ . Biên dạng của đá dẫn 3 có hình dạng hypecbol để tạo ra tiếp xúc đường thẳng với chi tiết gia công.

Tâm của chi tiết gia công được gá cao hơn tâm của các đá mài một lượng  $h = (0,1 - 0,3).d$ ; (ở đây  $d$  là đường kính chi tiết) nhằm mục đích khử độ đa cạnh của chi tiết khi gia công.

Đường kính chi tiết gia công càng nhỏ chiều cao  $h$  càng phải lớn.

Véc tơ tốc độ của bánh dẫn 3 được phân ra: véc tơ tốc độ quay của chi tiết  $V_o$  và véc tơ tốc độ dịch chuyển chi tiết  $V_s$ .

Cũng tương tự như vậy có thể phân véc tơ lực của bánh dẫn  $P_{BK}$  thành vector  $P$  và  $P_s$ . Đá cắt 1 quay với tốc độ 30 - 35 m/giây, còn đá dẫn 3 quay với tốc độ 15 - 30 m/phút

Do tốc độ quay khác nhau của các đá mài, ma sát giữa đá dẫn và chi tiết lớn hơn lực cắt vòng (lực cắt tiếp tuyến) rất nhiều, do đó làm quay chi tiết.

Tốc độ  $V_o$  và  $V_s$  được tính theo các công thức sau đây (m/phút):

$$V_o = V_{BK} \cdot \cos \alpha = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000} \cdot \cos \alpha$$

Nếu  $\alpha = 50^0$ ,  $\cos 5^0 = 1$ . Khi đó  $V = V_{BK}$ .

$D_K$  là đường kính của đá dẫn, còn  $n_k$  là số vòng quay của nó.

$$V_s = V_{BK} \sin \alpha \cdot K = \pi \cdot D_K \cdot n_K \cdot \sin \alpha \cdot K$$

Ở đây:

$K$ - hệ số trượt dọc của chi tiết,  $K = 0,05 - 0,99$ .

Khi biết  $V_s$  và số vòng quay của chi tiết  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$  có thể tính được lượng chạy dao dọc trong một vòng quay của chi tiết:

$$S = \frac{V_s \cdot \pi \cdot d}{1000 \cdot V}$$

Góc  $\alpha$  có ảnh hưởng ít nhiều đến năng suất và chất lượng gia công.

Góc  $\alpha$  càng lớn, năng suất gia công càng lớn nhưng chất lượng bề mặt càng giảm.

Trong thực tế, khi mài thô thường chọn  $\alpha = 3 - 5^0$ , còn khi mài tinh:  $\alpha = 1 - 2^0$

Đối với mài tròn trong vô tâm, tất cả các chuyển động chính cũng giống như mài tròn trong thông thường. Sự khác nhau về nguyên tắc của máy mài tròn trong vô tâm so với máy mài tròn trong thông thường là phương pháp kẹp chi tiết.

Chi tiết 1 được gá giữa các con lăn 2,3 và 4. Con lăn 2 truyền chuyển động quay cho chi tiết và được gọi là con lăn dẫn. Con lăn 3 đỡ chi tiết được gọi là con lăn tỳ. Con lăn 4 có tác dụng ấn chi tiết xuống cho tiếp xúc với con lăn 2 và 3, nó được gọi là con lăn xiết chặt.

Con lăn dẫn nhận chuyển động từ cơ cấu của máy và nhờ ma sát nó làm quay chi tiết, về phần mình chi tiết lại làm quay con lăn tỳ và con lăn xiết chặt. Con lăn xiết chặt 4 còn có

chuyển động chu kỳ trong mặt phẳng đứng để tháo chi tiết đã gia công ra và gá chi tiết mới vào.

Ở phương hướng trục chi tiết được tỳ vào thanh đỡ hoặc ống tỳ, ống tỳ quay theo chi tiết nhờ chuyển động quay từ chi tiết truyền sang.

Khi mài tròn trong vô tâm, chi tiết và đá mài cùng quay theo một chiều như trường hợp mài tròn ngoài vô tâm.

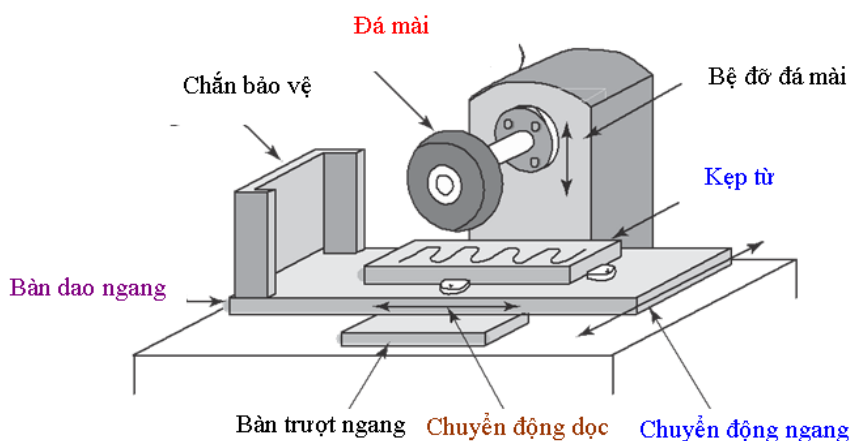
Phương pháp xiết chặt vô tâm chỉ có thể được sử dụng cho chi tiết có mặt ngoài đồng tâm với mặt lỗ gia công.

Phương pháp xiết chặt vô tâm này cho phép nâng cao độ chính xác gia công do chúng không có đồ gá trên máy và cho phép tự động hoá quá trình mài.

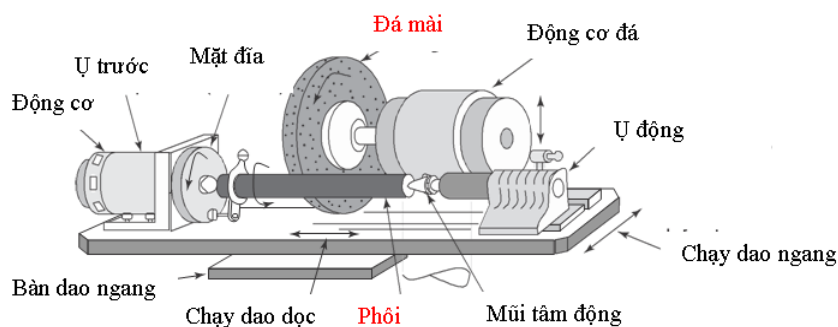
Tuy nhiên cần lưu ý rằng, sai số hình dáng hình học của bề mặt ngoài chi tiết gia công (độ ô van, độ đa cạnh v.v.) sẽ làm cho chuyển động quay mất chính xác, do đó gây ra sai số cho nguyên công mài.

Hơn nữa cũng cần lưu ý rằng, ứng dụng phương pháp mài tròn trong vô tâm chỉ có hiệu quả kinh tế khi gia công loạt lớn chi tiết, bởi vì máy để mài mòn trong vô tâm chủ yếu làm việc theo chu kỳ mài tự động.

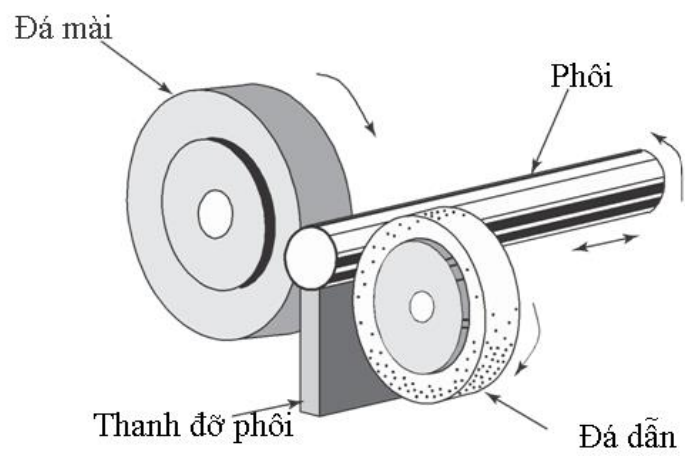
### Mài phẳng



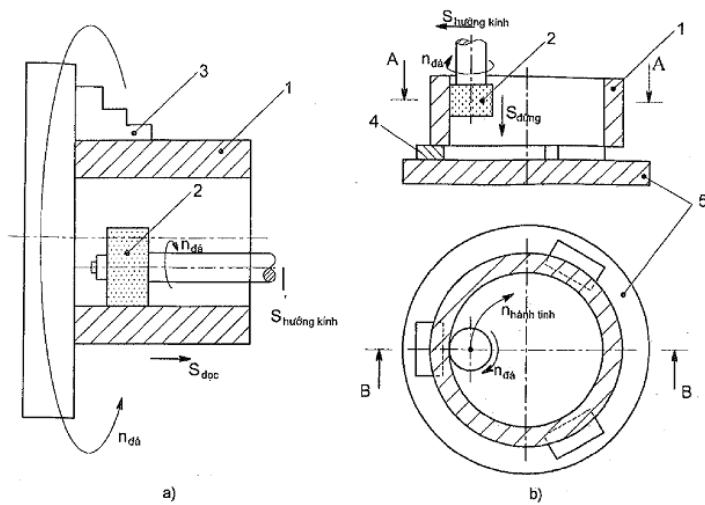
### Mài trụ ngoài



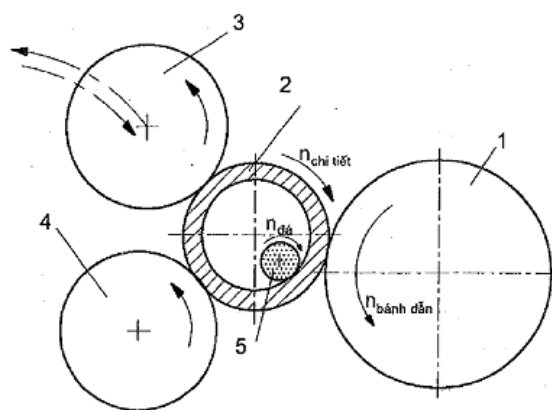
### Mài trụ ngoài không tâm



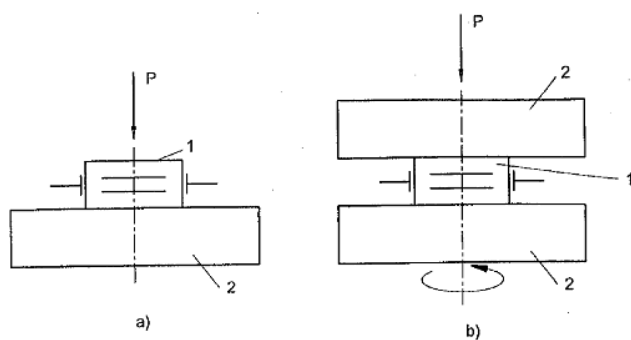
### Mài tru trong



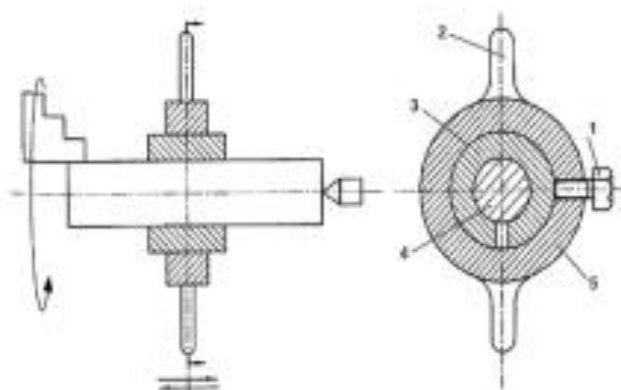
### Mài tru trong không tâm



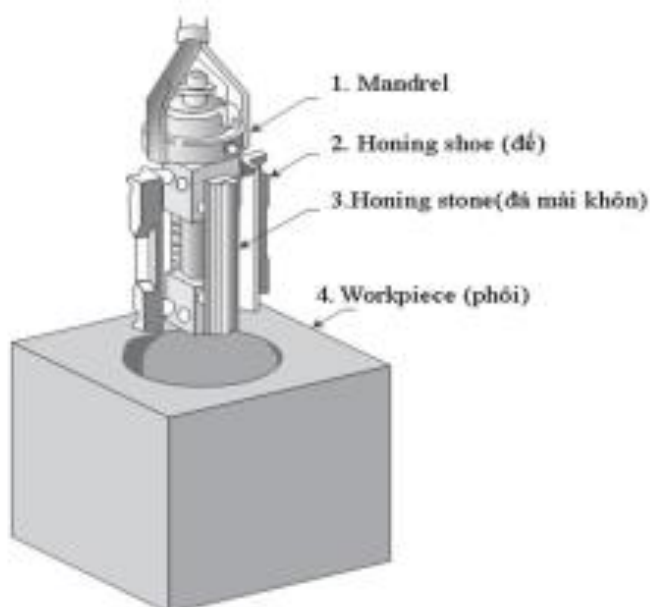
## Sơ đồ nghiền phẳng



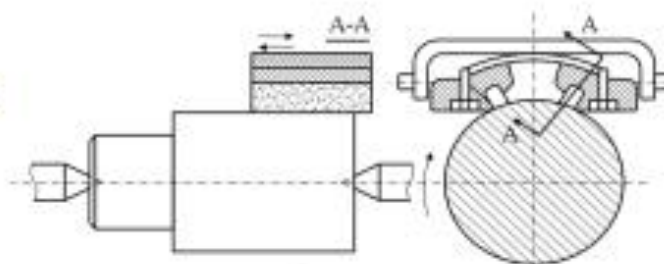
## Sơ đồ nghiền mặt trụ ngoài



## Mài khôn



## SƠ ĐỒ MÀI SIÊU TINH XÁC





### 6.6.8 Phương pháp đánh bóng

- Đánh bóng là phương pháp gia công tinh bằng cách dùng hạt mài rất nhỏ trộn với dầu nhòn đặc rồi bôi lên bánh đánh bóng đàn hồi. Bánh này quay với tốc độ rất cao từ 20÷40 m/s.
- Đánh bóng bao gồm hai quá trình:
- Lớp kim loại rất mỏng được hớt đi nhờ tốc độ rất lớn.
- Còn phần lớn lượng dư được bóc đi nhờ nhiệt độ cao, có ma sát và các hạt mài chuyển động tự do trên mặt gia công.
- Để đánh bóng người ta dùng những bánh mài bằng gỗ, bằng vải hoặc da ép lại quay với tốc độ khá nhanh.
- Bánh đánh bóng bằng gỗ dùng để đánh bóng sơ bộ. Bánh này có độ bền nhỏ, khi có lực li tâm dễ bị vênh.
- Bánh đánh bóng bằng vải thô dùng hạt mài lớn để gia công những chi tiết lớn.
- Bánh đánh bóng bằng vải mềm dùng rộng rãi để đánh bóng tinh.
- Bánh đánh bóng bằng vải ép dùng để đánh bóng rất tinh như đánh bóng dụng cụ y học, thủy tinh....
- Người ta còn đánh bóng bằng dây đai có dính hạt mài để đạt năng suất cao hoặc dùng những bánh mài có dính thêm than chì (graphit).
- Trước khi đánh bóng, chi tiết phải được mài hoặc gia công tinh khác. Đánh bóng chỉ tăng thêm độ bóng bề mặt, không có khả năng sửa chữa các sai lệch về hình dáng và vị trí tương quan và cả những khuyết tật để lại trên mặt.
- Có thể chia đánh bóng bằng hai hoặc ba lần. Càng về sau hạt mài càng nhỏ.
- Lượng dư đánh bóng chỉ khoảng 5μm.
- Khi đánh bóng có thể áp chi tiết vào đá mài bằng tay hoặc bằng máy. Trong sản xuất lớn để giảm lao động nặng nhọc, đánh bóng thường thực hiện trên máy chuyên dùng đơn giản.

### 6.6.9 Phương pháp cạo

- Cạo là một phương pháp gia công tinh thực hiện bằng tay hay bán cơ khí.
- Tuy cạo có năng suất thấp nhưng lại gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau như mặt phẳng, mang cá, rãnh then, mặt trụ trong (các loại bạc) v.v...
- Vì lẽ đó cạo được dùng phổ biến trong cả chế tạo, lắp ráp và sửa chữa.

#### Ưu điểm của phương pháp cạo:

- Có thể đạt độ chính xác cao về nhẵn bóng bề mặt hoặc vị trí tương quan giữa chúng bằng những dụng cụ đơn giản.
- Gia công tinh lần cuối được nhẵn mặt phẳng có kết cấu phức tạp.
- Trong lắp ráp theo dạng sửa lắp dùng cạo để gia công bổ sung, sửa lại các chi tiết máy ngay tại chỗ lắp ráp mà không cần đến thiết bị phức tạp.

- Có thể gia công tinh lần cuối những mặt phẳng của chi tiết lớn
- Bề mặt gia công lần cuối bằng cạo có thể giữ được lớp dầu đảm bảo bôi trơn tốt trong quá trình làm việc.
- Công việc cạo chủ yếu phụ thuộc vào trình độ tay nghề của công nhân.

#### **Khuyết điểm của cạo:**

- Tốn nhiều công sức.
- Không cạo được vật liệu quá cứng.

#### **6.9.10 Các phương pháp gia công bằng điện vật lý và điện hóa**

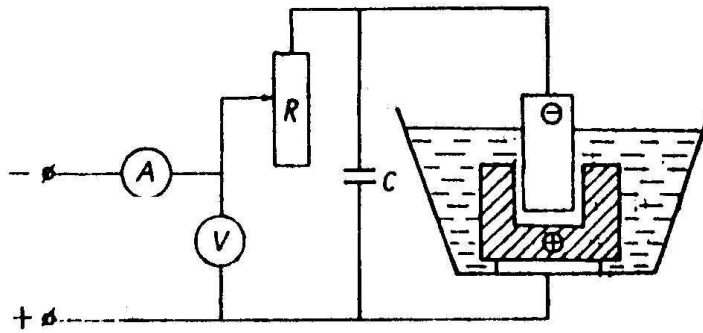
- Gần đây, trong ngành chế tạo máy cũng như nhiều ngành khác người ta dùng khá nhiều các loại vật liệu chịu nhiệt, chịu mòn như các loại thép hợp kim, thép không gỉ, hợp kim cứng v.v...
- Việc gia công các loại vật liệu đó bằng các phương pháp cắt gọt thông thường gặp không ít khó khăn nhất là khi cần tạo hình phức tạp hoặc kích thước nhỏ.
- Bởi vậy, để khắc phục khó khăn trên, bên cạnh những phương pháp gia công cắt gọt, đã sử dụng và ngày càng được hoàn chỉnh các phương pháp gia công dựa trên cơ sở của hiện tượng vật lý khi tác dụng năng lượng lên vật rắn hoặc các hiện tượng hóa học xuất hiện trong khu vực gia công để tạo hình.
- Những phương pháp này ngoài khả năng tạo hình phức tạp, kích thước nhỏ, còn có thể gia công vật liệu có độ cứng cao cũng như vật liệu sau khi tôi.
- Chất lượng và tính chất gia công không phụ thuộc vào tính chất cơ lý của vật liệu mà chỉ phụ thuộc vào các thông số về nhiệt của nó
- Có thể đạt độ chính xác cao ngay cả trong các trường hợp không thể hoặc khó thực hiện được bằng các phương pháp gia công cắt gọt thông thường
- Không cần dụng cụ gia công có độ cứng cao hơn vật liệu gia công.
- Tiết kiệm được nguyên liệu, nâng cao hệ số sử dụng vật liệu
- Có khả năng gia công một bộ phận nhỏ của chi tiết lớn
- Dễ cơ khí hóa và tự động hóa
- Năng suất bóc vật liệu ra khỏi vật gia công không lớn nhưng trong nhiều trường hợp có hiệu quả kinh tế lớn nhất là khi các phương pháp gia công bằng cắt gọt thông thường không thực hiện được.

#### Các phương pháp gia công này chia thành 5 nhóm

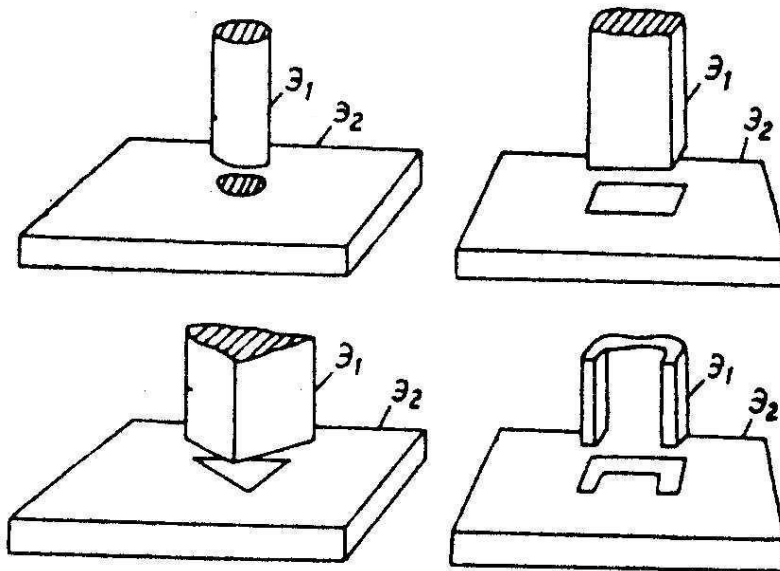
- + Các phương pháp gia công bằng phóng điện ăn mòn (tia lửa điện, xung điện v.v...)
- + Các phương pháp gia công bằng các chùm tia Các phương pháp gia công bằng siêu âm
- + Các phương pháp gia công bằng điện hóa học.
- + Các phương pháp gia công phối hợp giữa các phương pháp nói trên với các phương pháp gia công cơ (mài điện hóa v.v...)

#### **❖ Phương pháp gia công bằng tia lửa điện**

- Gia công kim loại bằng tia lửa điện là một dạng gia công bằng phóng tia lửa điện để ăn mòn vật liệu gia công, khi truyền năng lượng qua rãnh dẫn điện.



- Để đảm bảo quá trình gia công liên tục người ta điều khiển điện lực dụng cụ đi xuống sao cho khe hở giữa hai điện cực là không đổi và ứng với điện áp nạp vào
- Trị số khe hở giữa hai điện cực phụ thuộc vào môi trường gia công và điện áp phóng điện. Môi trường gia công thường dùng là dầu hỏa.
- Phương pháp này chỉ có thể gia công được những vật liệu dẫn điện (kim loại, hợp kim v.v.). Nó có thể tạo nên được những hình dạng phức tạp tương ứng với điện cực dụng cụ



Hình 6.15 Các hình dạng phức tạp tạo được bằng gia công tia lửa điện

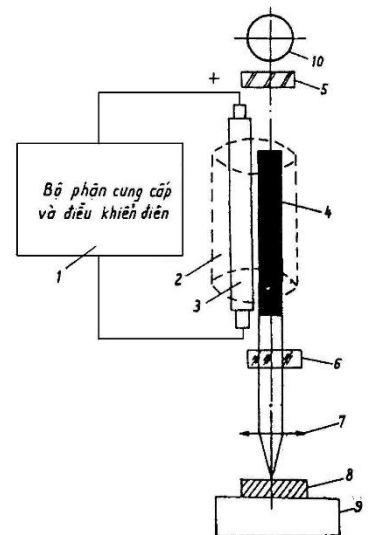
- Độ chính xác gia công phụ thuộc vào chế độ gia công (năng lượng xung v.v...) Nếu tăng lượng xung càng lớn thì dụng cụ mòn càng nhiều và do đó độ côn của lỗ cũng tăng lên.
- Độ bóng bề mặt gia công thông thường đạt  $Ra = 6,3 \div 3,2 \mu m$ , với hợp kim cứng có thể đạt  $Ra = 1,6 \div 0,8 \mu m$ .
- Vật liệu điện cực dụng cụ hay dùng là đồng thau, đồng đỏ, nhôm, gang tùy theo vật liệu gia công và chất lượng, năng suất yêu cầu.

### ❖ Phương pháp gia công bằng chùm tia Lazer

- Từ những năm đầu của thập kỷ 60, sau khi phát hiện ra tia laser người ta đã biết sử dụng chùm tia laser để gia công vật liệu
- Thực chất chùm tia laser chỉ là một chùm ánh sáng đơn sắc, có tính định hướng cao; bước sóng rất ngắn nên có thể dùng một hệ thống quang học để tập trung nó trên một diện tích rất nhỏ; có mật độ năng lượng rất cao, có thể đạt tới  $10^{12} \text{W/cm}^2$  hoặc cao hơn.
- Với mật độ như vậy, nhiệt độ có thể lên tới hàng ngàn độ, có thể nung nóng, làm chảy lỏng và đốt cháy kim loại ở vùng nó tác dụng vào.
- Do đó có thể dùng để làm bền chắc bề mặt, hàn những mối hàn rất nhỏ hoặc gia công các lỗ, rãnh định hình có kích thước nhỏ.
- Hiện nay máy phát laser có nhiều loại, dùng trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

### ❖ Nguyên lý làm việc

- Nguồn điện công nghiệp qua biến thế và nắn dòng nạp vào hệ thống tụ
- khi điều khiển sự phóng điện tới đèn phát xung 3 đặt ở một trong hai tâm của bộ phận phản xạ ánh sáng 2.
- Khi đèn 3 phát sáng, toàn bộ năng lượng của nó sẽ tập trung vào tâm thứ hai của nó, tại đó đã đặt sẵn một thanh hồng ngọc 4.
- Những ion  $\text{Cr}^{+3}$  của thanh hồng ngọc bị kích lên năng lượng cao, khi tụt xuống chúng sẽ phát ra những lượng tử
- Nhờ hệ dao động gương phẳng 5 và 6, những lượng tử này sẽ đi lại nhiều lần qua thanh hồng ngọc và kích các  $\text{Cr}^{+3}$  khác để rồi cùng phóng ra chùm tia lượng tử.
- Chùm tia nhận được qua gương 6 sẽ được tập trung bởi hệ quang học 7 và tác dụng lên vật gia công 8 đặt trên bàn có khả năng di chuyển tọa độ của vật gia công theo 3 phương x, y, z.
- Khi tập trung tia laser vào vị trí cần gia công phải chọn hệ thống quang học và các thông số công nghệ như năng lượng chùm tia, thời gian xung tác dụng của chùm tia, tiêu cự của hệ thống quang học, số xung laser v.v... tùy theo yêu cầu gia công.
- Hiện nay gia công lỗ nhỏ bằng chùm tia laser rất có hiệu quả. Đường kính lỗ nhỏ nhất có thể đạt tới 4mm.
- Nhờ laser không những có thể gia công được kim loại mà còn gia công được lỗ nhỏ  $d = 0,025, 0,25 \text{mm}$  trên thạch anh, kim cương, rubi hoặc gia công thép có  $d = 0,1 \text{mm}$ , chiều sâu lỗ  $l = 12,7 \text{mm}$ . Khi đường kính lỗ  $d = 0,10,2 \text{mm}$  thì độ chính xác của nó khoảng 2 - 5m.



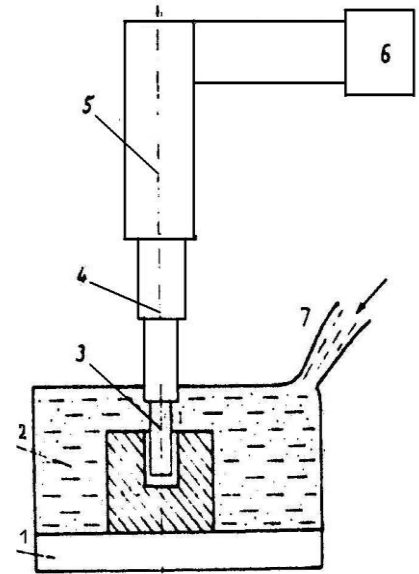
### ❖ Gia công kim loại bằng siêu âm

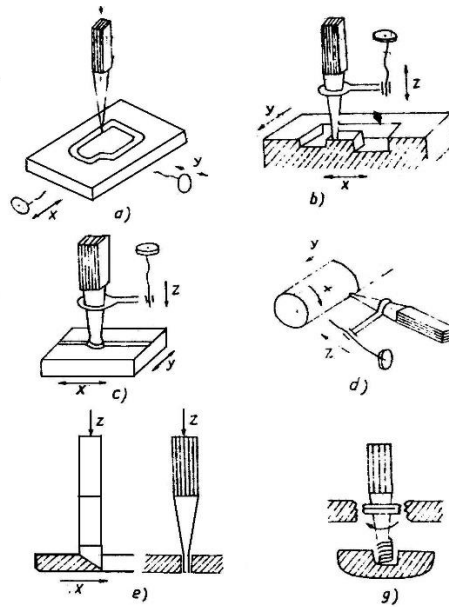
- Gia công kim loại bằng siêu âm là một dạng của gia công cơ

- Bản chất của nó là dùng năng lượng va đập đồng thời của một số rất lớn các hạt mài có tần số va đập 18 25 kHz lên mặt gia công để tách ra những hạt kim loại rất nhỏ, có kích thước vài  $\mu\text{m}$ .

#### + Sơ đồ nguyên lý

- Dao động có tần số 18 25 kHz từ máy phát siêu âm 6 truyền đến biến tử 5
- Để có thể nhận được dao động cần thiết cho việc gia công kim loại (biên độ 3080m) cần phải có thanh truyền sóng 4, đặt sau biến tử 5
- Dụng cụ 3 có hình dạng theo hình dạng yêu cầu gia công, được lắp ngay vào đầu ra của thanh truyền sóng 4
- Dung dịch hạt mài 7 được đưa vào vùng gia công ở phía dưới đầu dụng cụ.
- Tổng hợp chuyển động dao động của đầu dụng cụ và tác dụng của hạt mài sẽ chép lại hình thù của dụng cụ 3 trên vật gia công 2 được gá đặt trên bàn máy 1
- Bàn máy dịch chuyển theo hai phương nằm ngang, còn chuyển động theo phương thẳng đứng do đầu máy thực hiện
- Khi chi tiết gia công cố định có thể thực hiện được việc gia công lỗ thông hoặc không thông, lỗ định hình thẳng hoặc cong, cắt rãnh, cắt đứt v.v...
- Nếu cung cấp cho phôi hoặc dụng cụ thêm một chuyển động phụ thì có thể thực hiện được các nguyên công phay, mài, tiện, cắt đứt, cắt ren. v.v...
- Khuyết điểm cơ bản của phương pháp này là dụng cụ mòn khá nhanh.
- Hạt mài thường dùng là cacbit bo, cacbit silic, kôrun điện và bột kim cương.
- Trong điều kiện như nhau nếu dùng hạt mài là cacbit bo thì đạt năng suất cao nhất.
- Ngoài ra chất lỏng trong dạng huyền phù có ý nghĩa rất quan trọng. Chất lỏng có thể là nước, dầu madut, dầu hỏa, cồn, dầu máy, dầu gai, dầu biến thế và glyxêrin.
- Trong đó để đạt năng suất cao nhất có thể dùng nước.



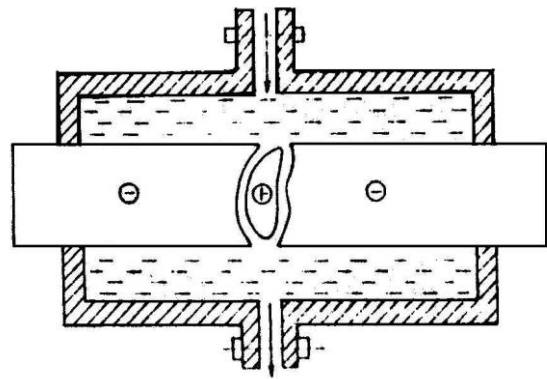


Hình 3.67 Sơ đồ các nguyên công gia công bằng siêu âm

- Gia công bằng siêu âm đạt hiệu quả kinh tế cao khi gia công vật liệu giòn, nhất là vật liệu giòn mà kém cứng vững như thủy tinh.
- Độ chính xác gia công bằng siêu âm phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó những yếu tố cơ bản là sự đồng nhất của hạt mài, sự tồn tại dao động ngang của dụng cụ, chế độ gia công, độ mòn của dụng cụ v.v...
- Độ nhẵn bóng bề mặt gia công có thể đạt  $Ra = 12,5 - 0,2\mu m$  tùy thuộc theo việc sử dụng hạt mài, thành phần dung dịch và vật liệu gia công.

#### ❖ Phương pháp gia công điện hoá

- Trong thực tế có nhiều dạng gia công điện hoá nhưng sử dụng đơn giản, có hiệu quả và được dùng nhiều là phương pháp điện hoá dòng điện phân
- Thực chất của phương pháp gia công này là quá trình hoà tan điện cực dương trong môi trường chất điện phân khi có dòng điện đi qua



○ Hình 3.68 Sơ đồ nguyên lý gia công điện hóa

- Nếu khoảng cách giữa hai điểm tương ứng trên chi tiết gia công và dụng cụ khác nhau thì cường độ dòng điện đi qua đó sẽ khác nhau và tỉ lệ nghịch với khoảng cách đó.

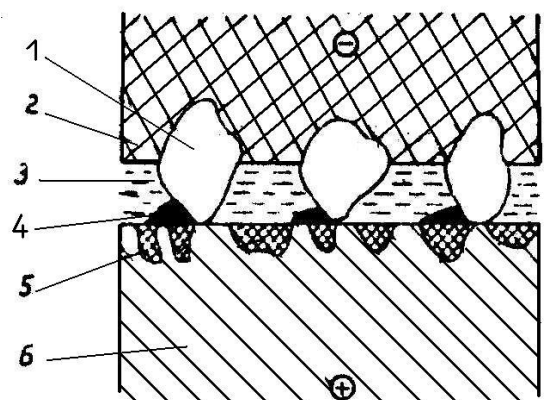
- Tính chất của các phản ứng điện hoá và những chỉ tiêu công nghệ của phương pháp này phụ thuộc rất nhiều vào thành phần và tính chất vật lý của dung dịch chất điện phân.
- Nói chung chất điện phân dùng trong gia công điện hoá có nhiều loại khác nhau miễn là dễ hoà tan trong nước và kết hợp với kim loại gia công tạo thành một lớp chất dễ tách khỏi vật liệu gia công.
- Hiện nay gia công điện hoá có hai hình thức:
  - Điện cực dụng cụ cố định.
  - Điện cực dụng cụ di chuyển.

**+ Đặc điểm của phương pháp gia công điện hóa là:**

- Có thể gia công được nhiều bề mặt phức tạp.
- Khả năng gia công không phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu mà phụ thuộc vào thành phần hóa học của nó
- Điện cực dụng cụ nói chung không bị mòn.
- Độ nhám bề mặt gia công có thể đạt đến  $Ra = 1,6 - 0,4 \mu m$ .

**❖ Mài điện hoá**

- Phương pháp gia công mài điện hoá là một phương pháp tổng hợp các tác dụng của phương pháp gia công điện hoá và phương pháp cơ học của hạt mài.
- Nó có thể dùng để gia công mặt phẳng, mặt trụ, mặt định hình hoặc mài sắc lưỡi cắt của dụng cụ cắt.
- Đá mài 3 nối với cực âm của nguồn một chiều qua tiếp điểm 2, chi tiết 4 nối với cực dương thông qua biến trở 6 để điều chỉnh cường độ dòng điện cần thiết trong mạch. Dung dịch chất điện phân 5 được đưa vào vùng gia công nhờ bơm.
- Đá mài có thành phần là graphit hạt mài và chất kết dính
- Dung dịch chất điện phân thường dùng là nước thủy tinh hoặc dung dịch  $NaNO_3$
- Năng suất của quá trình mài điện hóa phụ thuộc nhiều vào độ hạt và nồng độ của hạt mài. Nồng độ của hạt mài trong đá mài sẽ ảnh hưởng đến tính dẫn điện của đá mài. Nếu thay korun điện bằng hạt kim cương thì năng suất và chất lượng sẽ đạt cao hơn nhưng chi phí sản xuất cũng lớn hơn.



Hình 3.69 Sơ đồ nguyên lý mài điện hóa





## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. PGS. TS. Nguyễn Trọng Bình - TS. Nguyễn Trọng Hiếu. Công nghệ chế tạo máy. Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, 2011.
- [2]. Nguyễn Ngọc Đào – Hồ Viết Bình – Phan Minh Thanh. Cơ sở công nghệ chế tạo máy. Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP HCM, 2004.
- [3]. PGS. TS. Phùng Rân và một số tác giả. Cơ sở lý thuyết cắt kim loại. Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP HCM, 1997.
- [4]. Nguyễn Ngọc Anh – Tổng Công Nhị. Sổ tay công nghệ chế tạo máy tập 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà nội, 1995.
- [5]. Ba-rơ-ba-sốp. Kỹ thuật phay. Nhà xuất bản Mir, 1988.
- [6]. Ba-rơ-ba-sốp. Kỹ thuật tiện. Nhà xuất bản Mir, 1988.