

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

**GIÁO TRÌNH**

**MÔN HỌC: DUNG SAI - KỸ THUẬT ĐO**

**NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT CƠ KHÍ**

**TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 1480A/QĐ-LTT-ĐT ngày 29 tháng 11 năm 2019  
của Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành phố Hồ Chí Minh*

*Thành phố Hồ Chí Minh, năm 2019*

## **TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN**

Tài liệu này thuộc loại 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

Để đáp ứng nhu cầu về tài liệu học tập cho học sinh - sinh viên và tài liệu cho giáo viên khi giảng dạy. Tổ môn Cơ Sở Cơ Khí thuộc khoa Cơ Khí Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng TP.HCM đã biên soạn bộ giáo trình **“DUNG SAI – KỸ THUẬT ĐO”**. Đây là môn học kỹ thuật cơ sở trong chương trình đào tạo nghề Cơ khí - Trình độ Cao đẳng nghề, Trung cấp nghề.

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

Mặc dù đã cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót. Rất mong nhận được ý kiến đóng góp của đồng nghiệp và độc giả để giáo trình này ngày càng hoàn thiện hơn.

**Xin trân thành cảm ơn!**

TP.HCM năm học 2020

Chủ biên: Vũ Quang Khải

## MỤC LỤC

## TRANG

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>MÔN HỌC: DUNG SAI - KỸ THUẬT ĐO</b>                                       | <b>1</b>  |
| <b>CHƯƠNG 1: KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP</b>                              | <b>2</b>  |
| 1. Khái niệm về lắp lẫn trong ngành cơ khí                                   | 2         |
| 2. Kích thước sai lệch giới hạn và dung sai                                  | 3         |
| 3. Lắp ghép và các loại lắp ghép                                             | 8         |
| 4. Hệ thống dung sai                                                         | 13        |
| 5. Sơ đồ lắp ghép                                                            | 18        |
| 6. Bài tập                                                                   | 20        |
| <b>CHƯƠNG 2: DUNG SAI LẮP GHÉP CÁC BỀ MẶT TRON</b>                           | <b>23</b> |
| 1. Hệ thống dung sai lắp ghép                                                | 23        |
| 2. Cách ghi kích thước có sai lệch giới hạn trên bản vẽ chi tiết, bản vẽ lắp | 34        |
| 3. Các bảng dung sai                                                         | 36        |
| 4. Bài tập                                                                   | 38        |
| <b>CHƯƠNG 3: CÁCH SỬ DỤNG CÁC HÌNH THỨC LẮP GHÉP</b>                         | <b>42</b> |
| 1. Lắp ghép có độ dôi                                                        | 42        |
| 2. Lắp ghép có độ hở                                                         | 43        |
| 3. Lắp ghép trung gian                                                       | 44        |
| <b>CHƯƠNG 4: DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ CỦA CÁC BỀ MẶT NHÁM BỀ MẶT</b>     | <b>52</b> |
| 1. Nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công                | 52        |
| 2. Sai số về kích thước                                                      | 53        |
| 3. Sai số về hình dạng và vị trí giữa các bề mặt của chi tiết gia công       | 54        |
| 4. Nhám bề mặt                                                               | 64        |
| 5. Bài tập                                                                   | 71        |
| <b>CHƯƠNG 5: DUNG SAI GÓC</b>                                                | <b>73</b> |
| 1. Khái niệm về góc thông dụng                                               | 73        |
| 2. Dung sai kích thước góc                                                   | 74        |
| 3. Lắp ghép côn trơn                                                         | 75        |
| <b>CHƯƠNG 6: DUNG SAI CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH</b>                                 | <b>77</b> |

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Dung sai ren                                                     | 77  |
| 2. Dung sai lắp ghép then và then hoa                               | 81  |
| 3. Dung sai lắp ghép ổ lăn                                          | 86  |
| 4. Bài tập                                                          | 88  |
| <b>CHƯƠNG 7: CHUỖI KÍCH THƯỚC</b>                                   | 94  |
| 1. Khái niệm cơ bản                                                 | 94  |
| 2. Giải chuỗi kích thước                                            | 96  |
| 3. Bài tập                                                          | 100 |
| <b>CHƯƠNG 8: CƠ SỞ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT</b>                            | 105 |
| 1. Khái niệm về đo lường kỹ thuật                                   | 105 |
| 2. Các loại dụng cụ đo và phương pháp đo                            | 106 |
| <b>CHƯƠNG 9: DỤNG CỤ ĐO CÓ KHẮC VẠCH -<br/>DỤNG CỤ ĐO CÓ MẶT SỐ</b> | 110 |
| 1. Dụng cụ đo có khắc vạch                                          | 110 |
| 2. Dụng cụ đo có bề mặt số (đồng hồ so)                             | 119 |
| 3. Bài tập                                                          | 121 |
| <b>CHƯƠNG 10: CA LÍP</b>                                            | 124 |
| 1. Ca líp nút                                                       | 124 |
| 2. Ca líp hàm                                                       | 126 |
| <b>CHƯƠNG 11</b>                                                    | 128 |
| <b>DỤNG CỤ ĐO GÓC</b>                                               | 128 |
| 1. Đo góc bằng phương pháp đo trực tiếp                             | 128 |
| 2. Đo góc bằng phương pháp đo gián tiếp                             | 131 |
| <b>CHƯƠNG 12: MÁY ĐO</b>                                            | 134 |
| 1. Cấu tạo và nguyên lý vận hành của máy đo                         | 134 |
| 2. Công dụng và cách bảo quản máy đo                                | 141 |
| <b>PHỤ LỤC 1: DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN</b>                     | 142 |
| <b>PHỤ LỤC 2: DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ BỀ MẶT</b>               | 156 |
| <b>PHỤ LỤC 3: DUNG SAI CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH</b>                       | 160 |
| <b>TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP</b>                               | 170 |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>                                           | 187 |

# GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

**Tên môn học: DUNG SAI - KỸ THUẬT ĐO**

**Mã môn học: CKC 103**

**Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học**

- *Vị trí:*

Môn học Dung sai lắp – Kỹ thuật đo được bố trí vào năm thứ nhất trước các môn chuyên ngành;

- *Tính chất:* Là môn học kỹ thuật cơ sở thuộc các môn học đào tạo nghề bắt buộc;

- *Ý nghĩa và vai trò:*

+ Cung cấp các kiến thức cơ bản về việc tính toán lựa chọn dung sai lắp ghép, cách lựa chọn và sử dụng các dụng cụ đo thích hợp để kiểm tra độ chính xác của sản phẩm;

+ Là môn học hỗ trợ cho các môn chuyên ngành và các môn cơ sở khác: Sau khi học xong môn học người học giải thích được các ký hiệu trong các mô đun nghề và đọc được các ký hiệu trên bản vẽ.

**Mục tiêu của môn học**

- Trình bày được bản chất của tính đối xứng trong lắp ghép;
- Giải thích được hệ thống dung sai lắp ghép theo TCVN 2244 - 2245;
- Vận dụng được để tra, tính toán dung sai kích thước, dung sai hình dạng và vị trí, độ nhám bề mặt và dung sai lắp ghép các mối ghép thông dụng;
- Xác định được dung sai một số chi tiết điển hình và các kích thước cần chú ý khi chế tạo;
- Ghi được ký hiệu dung sai kích thước, dung sai hình dạng và vị trí, nhám bề mặt lên bản vẽ;
- Thiết lập và giải được bài toán chuỗi kích thước;
- Trình bày được các phương pháp đo, đọc, sử dụng, bảo quản các loại dụng cụ đo thông dụng và phổ biến trong ngành cơ khí;
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

**Nội dung môn học**

# CHƯƠNG 1

## KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

### **Giới thiệu:**

Trong cơ khí chế tạo, một bộ phận máy hoặc máy được tạo thành bởi hai hoặc nhiều chi tiết lắp ghép. Vì vậy để chế tạo các chi tiết lắp ghép chính xác, tránh được các sai sót và hạn chế phế phẩm, đảm bảo tính kinh tế và chất lượng sản phẩm cao cần nắm vững các kiến thức cơ bản về Dung sai lắp ghép.

### **Mục tiêu:**

- Trình bày được bản chất của tính đối lẫn trong lắp ghép;
- Liệt kê được các loại lắp ghép;
- Phân biệt được các hệ thống dung sai;
- Tính toán được trị số kích thước, sai lệch, dung sai và trị số lắp ghép;
- Vẽ được sơ đồ phân bố miền dung sai và xác định đặc tính của lắp ghép;
- Nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập, cẩn thận, chính xác trong tính toán.

### **Nội dung chính:**

#### **1. Khái niệm về lắp lẫn trong ngành cơ khí**

##### *Mục tiêu:*

- Trình bày được bản chất của tính đối lẫn trong lắp ghép;
- Phân tích được vai trò của tính lắp lẫn trong quá trình sản xuất và trong sử dụng;
- Nghiêm túc, chuyên cần, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

##### **1.1. Bản chất của tính lắp lẫn**

Máy do nhiều bộ phận hợp thành. Mỗi bộ phận do nhiều chi tiết lắp ghép lại với nhau. Trong quá trình chế tạo cũng như sửa chữa máy thì các chi tiết trong cùng một loại có khả năng thay lắp (thay thế) cho nhau, không cần lựa chọn sửa chữa thêm mà vẫn đảm bảo về yêu cầu kỹ thuật của mỗi ghép thì tính chất đó của chi tiết gọi là tính lắp lẫn.

Loại chi tiết đạt được tính lắp lẫn hoàn toàn nếu mọi chi tiết trong loại cùng loại đều có khả năng thay lắp được cho nhau. Nếu có một hoặc vài chi tiết trong loại không có tính lắp lẫn thì loại chi tiết đó đạt tính lắp lẫn không hoàn toàn.

Các chi tiết đạt được tính lắp lẫn là vì chúng được chế tạo giống nhau hoặc chỉ khác nhau trong một phạm vi cho phép nào đó. Ví dụ: sai khác về kích thước, hình dạng,...phạm vi đó gọi là dung sai, Giá trị dung sai ấy được người thiết kế tính toán theo qui định dựa trên nguyên tắc của tính lắp lẫn.

## 1.2. Ý nghĩa của tính lắp lẫn

Tính lắp lẫn là nguyên tắc của thiết kế và chế tạo. Nếu các chi tiết được thiết kế, chế tạo theo nguyên tắc lắp lẫn thì chúng không phụ thuộc vào địa điểm sản xuất. Đó là điều kiện để ta có thể hợp tác hoá, chuyên môn hoá quá trình sản xuất, từ đó dẫn đến sản xuất tập trung quy mô lớn hơn, tạo khả năng áp dụng kỹ thuật tiên tiến, trang bị máy móc hiện đại và dây chuyền sản xuất năng suất cao. Nhờ đó mà vừa đảm bảo chất lượng lại giảm giá thành sản phẩm.

Mặt khác thiết kế, chế tạo chi tiết theo nguyên tắc lắp lẫn tạo điều kiện thuận lợi cho việc sản xuất các chi tiết dự trữ thay thế. Nhờ đó mà quá trình sử dụng các sản phẩm công nghiệp sẽ tiện lợi hơn rất nhiều. Chẳng hạn một chi tiết nào đó của máy bị sai hỏng ta có ngay chi tiết cùng loại dự trữ đạt tính lắp lẫn thay thế vào là máy lại tiếp tục hoạt động được ngay. Do đó việc sử dụng máy được triệt để hơn, giảm thời gian ngừng máy để sửa chữa, không cần tổ chức bộ phận gia công chi tiết thay thế riêng cho từng cơ sở sử dụng máy mà chỉ tổ chức sản xuất tập trung (nhà máy sản xuất phụ tùng thay thế) mang lợi ích rất nhiều về kinh tế và quản lý sản xuất.

## 2. Kích thước sai lệch giới hạn và dung sai

*Mục tiêu:*

- Trình bày được khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai;
- Tính được kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của trục, lỗ;
- Cẩn thận, chính xác trong tính toán, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### 2.1. Kích thước danh nghĩa

- Khái niệm: Là kích thước được xác định bằng tính toán xuất phát từ chức năng của chi tiết sau đó quy tròn (về phía lớn lên) theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn (bảng 1.1).

Khi tra bảng 1.1 ta ưu tiên sử dụng dãy 1(  $R_a5$ ) trước rồi mới đến dãy 2 (  $R_a10$ )...

*Bảng 1.1. Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn*

| $R_a5$<br>(R5) | $R_a10$<br>(R'10) | $R_a20$<br>(R'20) | $R_a40$<br>(R'40) | $R_a$<br>(R5) | $R_a10$<br>(R'10) | $R_a20$<br>(R'20) | $R_a40$<br>(R'40) | $R_a5$<br>(R5) | $R_a10$<br>(R'10) | $R_a20$<br>(R'20) | $R_a40$<br>(R'40) |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1,0            | 1,0               | 1,0               | 1,0               | 10            | 10                | 10                | 10                | 100            | 100               | 100               | 100               |
|                |                   |                   | 1,05              |               |                   |                   | 10,5              |                |                   |                   | 105               |
|                |                   | 1,1               | 1,1               |               |                   | 11                | 11                |                |                   | 110               | 110               |
|                |                   |                   | 1,15              |               |                   |                   | 11,5              |                |                   |                   | 120               |
|                | 1,2               | 1,2               | 1,2               |               | 12                | 12                | 12                |                | 125               | 125               | 125               |
|                |                   |                   | 1,3               |               |                   |                   | 13                |                |                   |                   | 130               |
|                |                   | 1,4               | 1,4               |               |                   | 14                | 14                |                |                   | 140               | 140               |

|     |     |     |     |    |    |    |    |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|     |     |     | 1,5 |    |    |    | 15 |     |     |     | 150 |
| 16  | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 16 | 16 | 16 | 16 | 160 | 160 | 160 | 160 |
|     |     |     | 1,7 |    |    |    | 17 |     |     |     | 170 |
|     |     | 1,8 | 1,8 |    |    | 18 | 18 |     |     | 180 | 180 |
|     |     |     | 1,9 |    |    |    | 19 |     |     |     | 190 |
|     | 2,0 | 2,0 | 2,0 |    | 20 | 20 | 20 |     | 200 | 200 | 200 |
|     |     |     | 2,1 |    |    |    | 21 |     |     |     | 210 |
|     |     |     | 2,2 |    |    | 22 | 22 |     |     | 220 | 220 |
|     |     |     | 2,4 |    |    |    | 24 |     |     |     | 240 |
| 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 25 | 25 | 25 | 25 | 250 | 250 | 250 | 250 |
|     |     |     | 2,6 |    |    |    | 26 |     |     |     | 260 |
|     |     | 2,8 | 2,8 |    |    | 28 | 28 |     |     | 280 | 280 |
|     |     |     | 3,0 |    |    |    | 30 |     |     |     | 300 |
|     | 3,2 | 3,2 | 3,2 |    | 32 | 32 | 32 |     | 320 | 320 | 320 |
|     |     |     | 3,4 |    |    |    | 34 |     |     |     | 340 |
|     |     | 3,6 | 3,6 |    |    | 36 | 36 |     |     | 360 | 360 |
|     |     |     | 3,8 |    |    |    | 38 |     |     |     | 380 |
| 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 400 | 400 | 400 | 400 |
|     |     |     | 4,2 |    |    |    | 42 |     |     |     | 420 |
|     |     | 4,5 | 4,5 |    |    | 45 | 45 |     |     | 450 | 450 |
|     |     |     | 4,8 |    |    |    | 48 |     |     |     | 480 |
|     | 5,0 | 5,0 | 5,0 |    | 50 | 50 | 50 |     | 500 | 500 | 500 |
|     |     |     | 5,3 |    |    |    | 53 |     |     |     | 530 |
|     |     | 5,6 | 5,6 |    |    | 56 | 56 |     |     | 560 | 560 |
|     |     |     | 6,0 |    |    |    | 60 |     |     |     | 600 |
| 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 63 | 63 | 63 | 63 | 630 | 630 | 630 | 630 |
|     |     |     | 6,7 |    |    |    | 67 |     |     |     | 670 |
|     |     | 7,1 | 7,1 |    |    | 71 | 71 |     |     | 710 | 710 |
|     |     |     | 7,5 |    |    |    | 75 |     |     |     | 750 |
|     | 8,0 | 8,0 | 8,0 |    | 80 | 80 | 80 |     | 800 | 800 | 800 |
|     |     |     | 8,5 |    |    |    | 85 |     |     |     | 850 |
|     |     | 9,0 | 9,0 |    |    | 90 | 90 |     |     | 900 | 900 |
|     |     |     | 9,5 |    |    |    | 95 |     |     |     | 950 |

- Kí hiệu:  $d_N$  đối với chi tiết trục,  $D_N$  đối với chi tiết lỗ.

- Ví dụ: Chẳng hạn khi tính toán theo sức bền vật liệu ta xác định được đường kính của chi tiết trục là 29,876mm. Theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn ta quy tròn là 30 mm. Vậy kích thước danh nghĩa của chi tiết trục  $d_N = 30$  mm

Trong chế tạo cơ khí đơn vị đo kích thước thẳng được dùng là milimét (mm) và qui ước thống nhất trên các bản vẽ mà không cần ghi ký hiệu đơn vị "mm". Kích thước danh nghĩa được dùng làm gốc để xác định các sai lệch của kích thước.

## 2.2. Kích thước thực

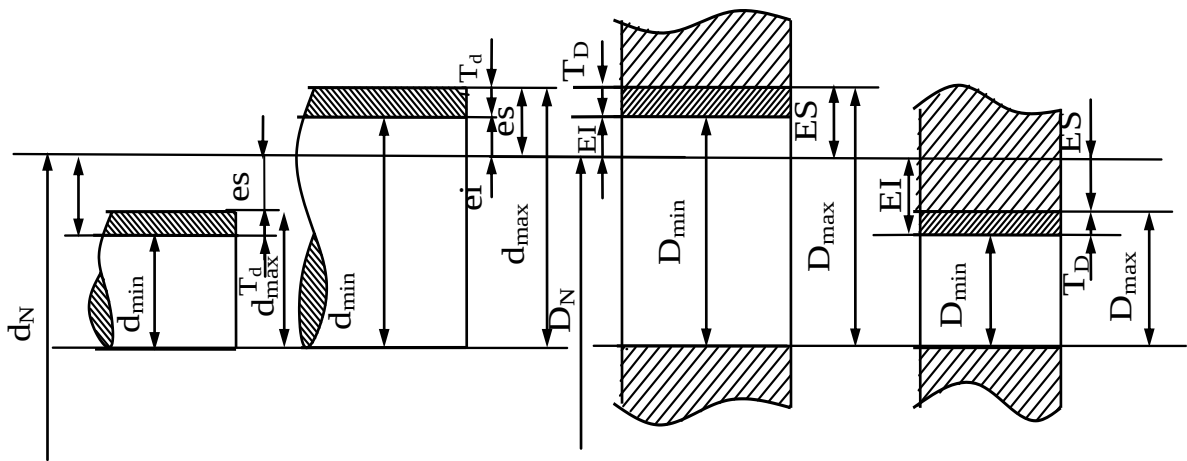
- Khái niệm: Là kích thước nhận được từ kết quả đo với sai số cho phép.

- Kí hiệu:  $d_{th}$  đối với chi tiết trục;  $D_{th}$  đối với chi tiết lỗ.

- Ví dụ: Khi đo kích thước đường kính trục bằng panme có giá trị vạch chia là 0,01mm. Kết quả đo được là: 24,98mm, thì kích thước thực của trục là  $d_{th} = 24,98$  mm với sai số cho phép là  $\pm 0,01$ mm. Nếu dùng dụng cụ đo chính xác hơn thì kích thước thực nhận được cũng chính xác cao hơn.

## 2.3. Kích thước giới hạn

- Khái niệm: Là kích thước để xác định phạm vi cho phép của sai số chế tạo kích thước, người ta quy định hai kích thước giới hạn (hình 1.1).



Hình 1.1. Sơ đồ biểu diễn kích thước giới hạn

- Kí hiệu:

- + Kích thước giới hạn lớn nhất kí hiệu  $d_{max}$  ( $D_{max}$ )

- + Kích thước giới hạn nhỏ nhất kí hiệu  $d_{min}$  ( $D_{min}$ )

**Chú ý:** Kích thước của chi tiết đã chế tạo (kích thước thực) nằm trong phạm vi cho phép ấy thì đạt yêu cầu. Như vậy chi tiết chế tạo xong đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó thỏa mãn bất đẳng thức sau:

$$D_{max} \geq D_{th} \geq D_{min}$$

$$d_{\max} \geq d_{th} \geq d_{\min}$$

## 2.4. Sai lệch giới hạn

- Khái niệm: Là hiệu đại số giữa các kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa.

- Kí hiệu và công thức:

+ Sai lệch giới hạn trên  $es(ES)$  : Là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa.

$$es = d_{\max} - d_N$$

$$ES = D_{\max} - D_N$$

+ Sai lệch giới hạn dưới  $ei(EI)$ : Là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa.

$$ei = d_{\min} - d_N$$

$$EI = D_{\min} - D_N$$

Chú ý :

- Sai lệch giới hạn có thể có giá trị “-” khi kích thước giới hạn nhỏ hơn kích thước danh nghĩa hoặc “+” khi kích thước giới hạn lớn hơn kích thước danh nghĩa hoặc bằng “0” khi kích thước giới hạn bằng kích thước danh nghĩa (hình 1.1).

- Sai lệch giới hạn được ghi kí hiệu trên bản vẽ bên cạnh kích thước danh nghĩa và đơn vị là milimét (mm), trong bảng tiêu chuẩn dung sai tính bằng micrômét ( $\mu m$ ).

*Dạng chung:*

Chi tiết lỗ  $D_N \begin{smallmatrix} ES \\ EI \end{smallmatrix}$  ; Chi tiết trục:  $d_N \begin{smallmatrix} es \\ ei \end{smallmatrix}$

## 2.5. Dung sai

- Khái niệm: là phạm vi cho phép của sai số. Trị số dung sai bằng hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất với kích thước giới hạn nhỏ nhất hoặc bằng hiệu đại số giữa sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới (hình 1.1).

- Kí hiệu và công thức:

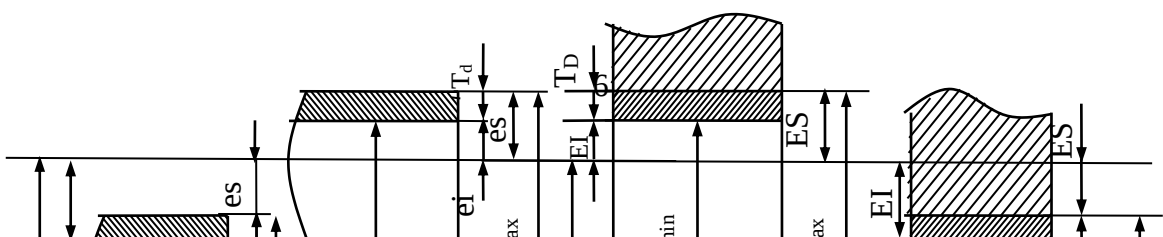
Dung sai được kí hiệu là T (Tolerance) được tính theo công thức sau:

+ Dung sai kích thước lỗ:  $T_D = D_{\max} - D_{\min}$

$$T_D = ES - EI$$

+ Dung sai kích thước trục:  $T_d = d_{\max} - d_{\min}$

$$T_d = es - ei$$



Chú ý:

- Dung sai luôn luôn có giá trị dương và nó biểu hiện phạm vi cho phép của sai số kích thước.

- Trị số dung sai càng nhỏ thì phạm vi cho phép của sai số càng nhỏ, yêu cầu độ chính xác chế tạo kích thước càng cao. Ngược lại nếu trị dung sai càng lớn thì yêu cầu độ chính xác chế tạo càng thấp. Như vậy dung sai đặc trưng cho độ chính xác yêu cầu của kích thước hay còn gọi độ chính xác thiết kế.

Ví dụ : Gia công một chi tiết lỗ có  $D_N = 60\text{mm}$ . Biết  $D_{\max} = 60,05\text{mm}$ ;  $D_{\min} = 59,97\text{mm}$ .

- Tính trị số sai lệch giới hạn trên, sai lệch giới hạn dưới và dung sai chi tiết lỗ?

- Kích thước chi tiết lỗ gia công xong đo được  $D_{th} = 60,03\text{mm}$  có dùng được không? Tại sao?

- Ghi kích thước chi tiết trên bản vẽ.

Giải:

- Áp dụng các công thức đã học ta có:

$$ES = D_{\max} - D_N = 60,05 - 60 = 0,05\text{mm}$$

$$EI = D_{\min} - D_N = 59,97 - 60 = - 0,03\text{mm}$$

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = 60,05 - 59,97 = 0,08\text{mm}$$

$$\text{Hay } T_D = ES - EI = 0,05 - (- 0,03) = 0,08\text{mm}$$

- Nếu chi tiết gia công xong đo được  $D_{th} = 60,03\text{mm}$  thì dùng được vì chi tiết lỗ đạt yêu cầu khi  $D_{\max} \geq D_{th} \geq D_{\min}$  mà đây  $D_{\max} > D_{th} > D_{\min}$ , cụ thể  $60,05 > 60,03 > 59,97\text{mm}$ .

- Cách ghi kích thước trên bản vẽ  $60_{-0,03}^{+0,05}$

Khi gia công thì người thợ phải nhằm tính ra các kích thước giới hạn, rồi đối chiếu với kích thước đo được (kích thước thực) của chi tiết đã gia công và đánh giá chi tiết đạt yêu cầu hay không đạt yêu cầu. Dưới đây là một số ví dụ về cách nhằm tính kích thước giới hạn và đánh giá, bảng 1.2.

*Bảng 1.2. Cách nhằm tính kích thước giới hạn và đánh giá*

| Kích thước ghi trên bản vẽ | Kích thước giới hạn<br>$d_{\max} = d_N + es$<br>$d_{\min} = d_N + ei$ | Kích thước thực | Đánh giá kết quả |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|
| $30^{+0.04}_{+0.01}$       | $d_{\max} = 30 + 0,04 = 30,04$<br>$d_{\min} = 30 + 0,01 = 30,01$      | 30,025          | Đạt              |
| $30^{+0.02}_{-0.01}$       | $d_{\max} = 30 + 0,02 = 30,02$<br>$d_{\min} = 30 - 0,01 = 29,99$      | 29,992          | Đạt              |
| $30^{\pm 0,07}$            | $d_{\max} = 30 + 0,07 = 30,07$<br>$d_{\min} = 30 - 0,07 = 29,93$      | 29,92           | Không đạt        |
| $30^{+0,045}$              | $d_{\max} = 30 + 0,045 = 30,045$<br>$d_{\min} = 30 + 0 = 30$          | 30,05           | Không đạt        |
| $30_{-0,03}$               | $d_{\max} = 30 + 0 = 30$<br>$d_{\min} = 30 - 0,03 = 29,97$            | 29,94           | Không đạt        |
| $30^{-0,02}_{-0,04}$       | $d_{\max} = 30 - 0,02 = 29,98$<br>$d_{\min} = 30 - 0,04 = 29,96$      | 29,99           | Không đạt        |

### 3. Lắp ghép và các loại lắp ghép

*Mục tiêu:*

- Trình bày được đặc tính và viết đúng công thức tính các kiểu lắp ghép lỏng, chặt, trung gian;
- Tính được các trị số độ hở, độ dôi, và dung sai lắp ghép;
- Cẩn thận, chính xác trong tính toán, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

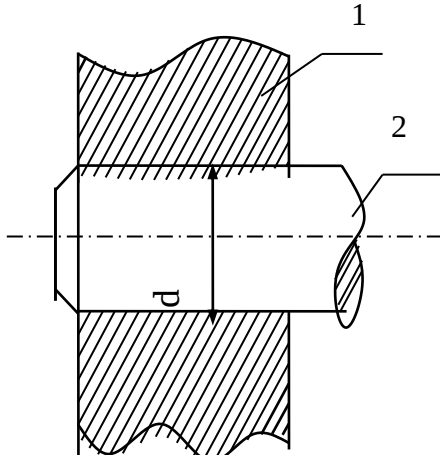
#### 3.1. Khái niệm về lắp ghép

Hai hay một số chi tiết phối hợp với nhau cố định (đai ốc vặn vào bu lông) hoặc di động (piston lắp vào xilanh) thì tạo thành mối ghép. Những bề mặt và kích thước mà dựa theo chúng các chi tiết phối hợp với nhau gọi là bề mặt lắp ghép và kích thước lắp ghép.

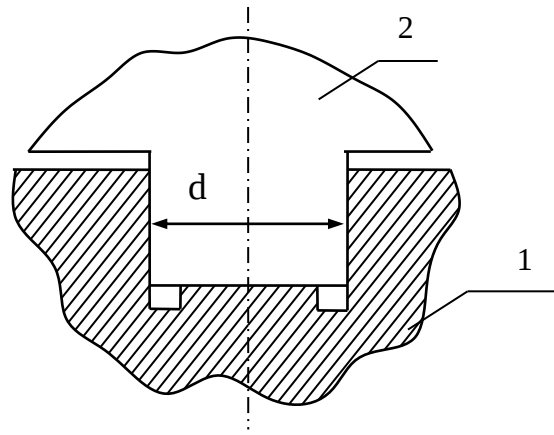
Bề mặt lắp ghép: có 2 loại

Bề mặt bao ( bề mặt chi tiết lỗ, rãnh)

### Bề mặt bị bao ( bề mặt chi tiết trục, con trượt)



Hình 1.2: 1- ổ  
2- trục



Hình 1.3: 1- Rãnh trượt  
2- Con trượt

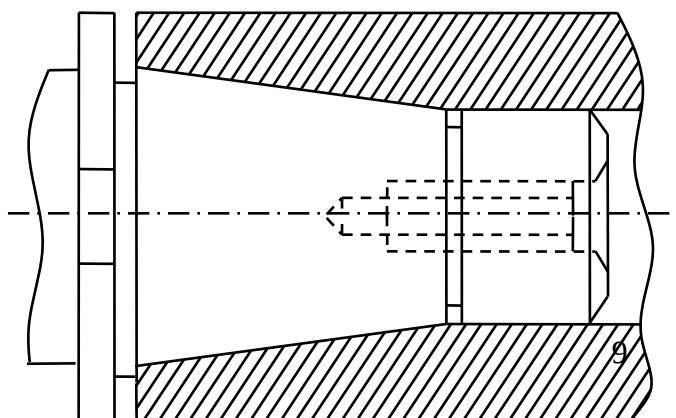
Kích thước của bề mặt bao:  $D$

Kích thước của bề mặt bị bao:  $d$

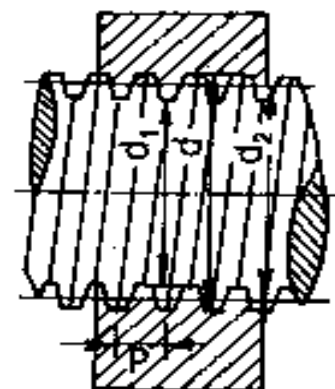
Một lắp ghép bao giờ cũng có chung một kích thước danh nghĩa cho hai chi tiết lắp ghép gọi là kích thước danh nghĩa của lắp ghép:  $D_N = d_N$ .

Phân loại lắp ghép: Các mối ghép sử dụng trong chế tạo máy có thể phân loại theo hình dạng bề mặt lắp ghép.

- Lắp ghép bề mặt tròn bao gồm:
  - + Lắp ghép trụ tròn: bề mặt lắp ghép là bề mặt trụ tròn, hình 1.2.
  - + Lắp ghép phẳng: bề mặt lắp ghép là hai mặt phẳng song song, hình 1.3.
  - + Lắp ghép côn tròn: bề mặt lắp ghép là mặt nón cụt, hình 1.4
  - Lắp ghép ren: bề mặt lắp ghép là mặt xoắn ốc có dạng profin tam giác, hình thang,...., hình 1.5.



Hình 1.4: Lắp ghép côn tròn



Hình 1.5: Lắp ghép ren

Lắp ghép truyền động bánh răng: Bề mặt lắp ghép là bề mặt tiếp xúc một cách chu kỳ của các răng bánh răng (thường là bề mặt thân khai), hình 1.6.

Trong thực tế các mối ghép của các chi tiết máy có dạng lắp ghép bề mặt trơn hay lắp ghép trụ trơn được sử dụng nhiều nhất. Đặc tính của lắp ghép bề mặt trơn được xác định bởi hiệu số kích thước của bề mặt bao và bị bao.



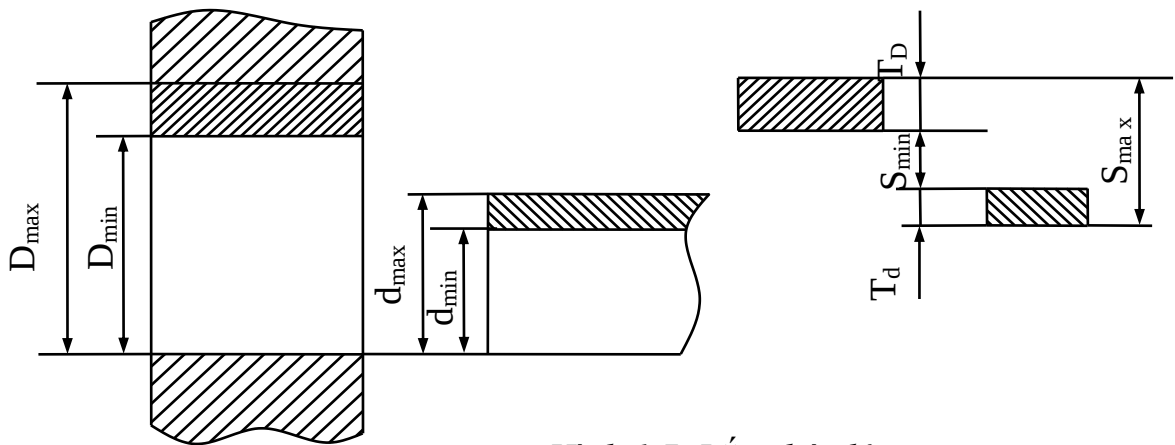
Hình 1.6: Lắp ghép truyền động bánh răng

Nếu hiệu số đó có giá trị dương ( $D - d > 0$ ) thì lắp ghép có độ hở, nếu hiệu số có giá trị âm ( $D - d < 0$ ) thì lắp ghép có độ dôi.

### 3.2. Các loại lắp ghép

#### 3.2.1. Lắp ghép có độ hở

\* *Đặc điểm:* Trong lắp ghép này kích thước của bề mặt bao ( lỗ ) luôn luôn lớn hơn kích thước của bề mặt bị bao ( trục ) đảm bảo lắp ghép luôn có độ hở,



Hình 1.7. Lắp ghép lỏng

\* *Ký hiệu và công thức tính:*

- Ký hiệu: Độ hở của lắp ghép ký hiệu là  $S$ ;
- Công thức:  $S = D - d$

Tương ứng với các kích thước giới hạn của trục ( $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$ ), của lỗ ( $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$ ), lắp ghép có độ hở giới hạn:

+ Độ hở giới hạn lớn nhất:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}; \text{ hay } S_{\max} = (D_{\max} - D_N) - (d_{\min} - d_N) = ES - ei$$

+ Độ hở giới hạn nhỏ nhất:

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}; \text{ hay } S_{\min} = (D_{\min} - D_N) - (d_{\max} - d_N) = EI - es$$

(Đối với một lắp ghép  $D_N = d_N$ )

+ Độ hở trung bình:  $S_{TB}$

$$S_{TB} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}$$

+ Dung sai của độ hở hay dung sai của lắp ghép:  $T_S$

$$\begin{aligned} T_S &= S_{\max} - S_{\min} \\ &= (D_{\max} - d_{\min}) - (D_{\min} - d_{\max}) \\ &= (D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min}) \end{aligned}$$

$$\text{Hay } T_S = T_D + T_d$$

Như vậy dung sai của độ hở bằng tổng dung sai kích thước lỗ và dung sai kích thước trục. Dung sai độ hở còn gọi là dung sai của lắp ghép. Nó đặc trưng cho mức độ chính xác yêu cầu của lắp ghép.

### 3.2.2. Lắp ghép có độ dôi

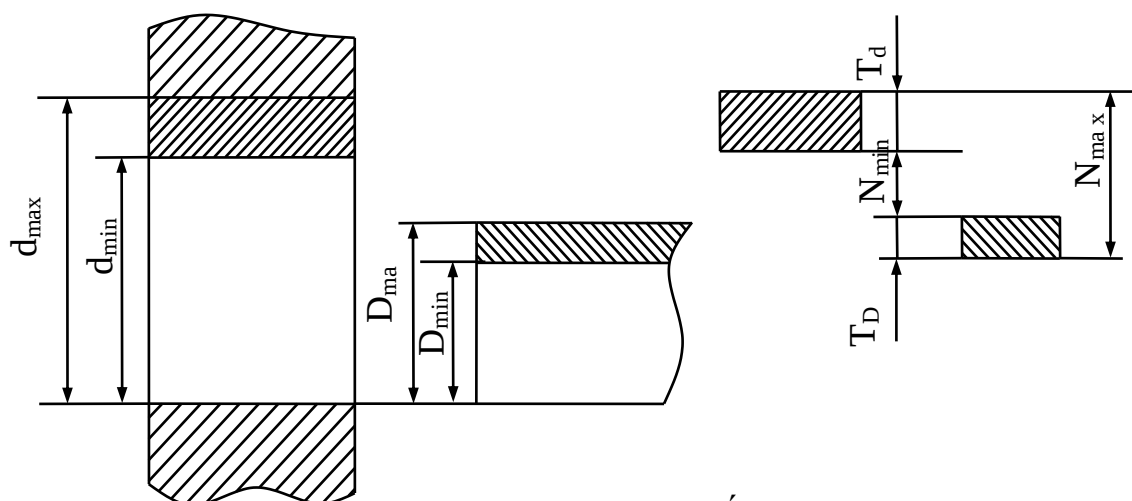
\* *Đặc điểm:* Trong lắp ghép, kích thước bề mặt bao (lỗ) luôn luôn nhỏ hơn kích thước bề mặt bị bao (trục), đảm bảo lắp ghép luôn có độ dôi, hình 1.8.

\* *Ký hiệu và công thức tính:*

Độ dôi của lắp ghép được ký hiệu và tính như sau:

$$N = d - D$$

Tương ứng với các kích thước giới hạn của trục và lỗ, lắp ghép có độ dôi giới hạn:



Hình 1.8 : Lắp ghép chặt

- Độ dôi giới hạn lớn nhất:  $N_{\max}$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \text{ hay } N_{\max} = es - EI$$

- Độ dôi giới hạn nhỏ nhất:  $N_{\min}$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \text{ hay } N_{\min} = ei - ES$$

- Độ dôi trung bình:  $N_{TB}$

$$N_{TB} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2}$$

- Dung sai của độ dôi hay dung sai của lắp ghép:  $T_N$

$$\begin{aligned} T_N &= N_{\max} - N_{\min} \\ &= (d_{\max} - D_{\min}) - (d_{\min} - D_{\max}) \\ &= (D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min}) \end{aligned}$$

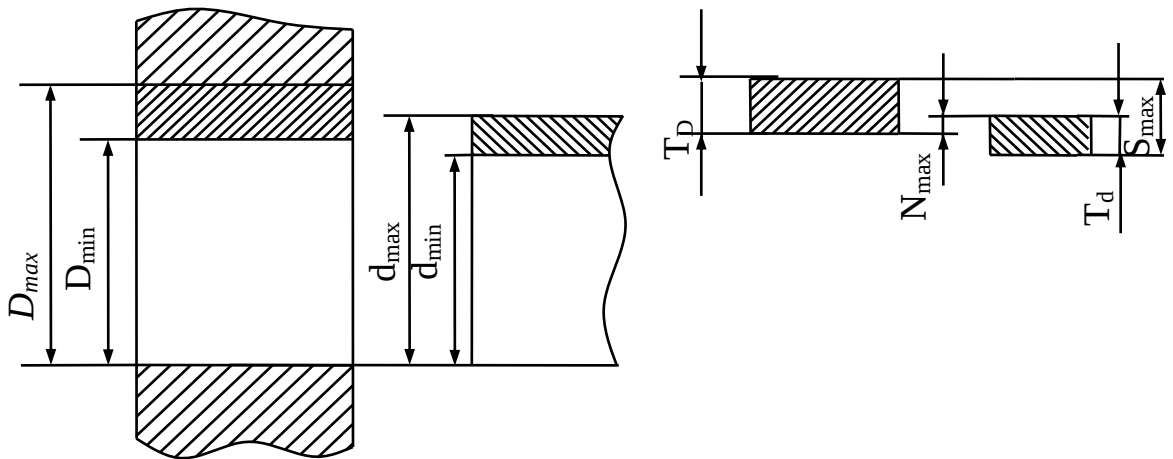
$$\text{Hay } T_N = T_D + T_d$$

Cũng giống như nhóm lắp ghép lỏng, dung sai của lắp ghép chặt là tổng dung sai kích thước lỗ và dung sai kích thước trục.

### 3.2.3. Lắp ghép trung gian:

\* *Đặc điểm*: Trong lắp ghép này miền dung sai kích thước bề mặt bao (lỗ) bố trí xen lẫn miền dung sai kích thước bề mặt bị bao (trục), hình 1.9.

Như vậy kích thước bề mặt bao được phép dao động trong phạm vi có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước bề mặt bị bao và lắp ghép nhận được có thể có độ hở hoặc độ dôi.



Hình 1.9. Lắp ghép trung gian

\* *Kí hiệu và công thức tính:*

- Độ dôi giới hạn lớn nhất:  $N_{\max}$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \text{ hay } N_{\max} = es - EI$$

- Độ hở giới hạn lớn nhất :  $S_{\max}$

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \text{ hay } S_{\max} = ES - ei$$

- Dung sai của lắp ghép:  $T_{SN}$

$$T_{SN} = S_{\max} + N_{\max}$$

$$= (D_{\max} - d_{\min}) + (d_{\max} - D_{\min})$$

$$= (D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min})$$

$$\text{Hay } T_{SN} = T_D + T_d$$

Trường hợp trị số độ hở giới hạn lớn nhất ( $S_{\max}$ ) lớn hơn trị số độ dôi giới hạn lớn nhất ( $N_{\max}$ ) thì ta tính độ hở trung bình:

$$S_{TB} = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2}$$

Ngược lại nếu trị số độ dôi giới hạn lớn nhất ( $N_{\max}$ ) lớn hơn trị số độ dôi giới hạn lớn nhất ( $S_{\max}$ ) thì ta tính độ dôi trung bình

$$N_{TB} = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2}$$

#### **4. Hệ thống dung sai**

*Mục tiêu:*

- Trình bày được khái niệm, đặc điểm của hệ thống lỗ, hệ thống trục;
- Vận dụng lý thuyết đã học để giải các bài tập về hệ thống lỗ, trục;
- Cẩn thận, chính xác trong tính toán, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

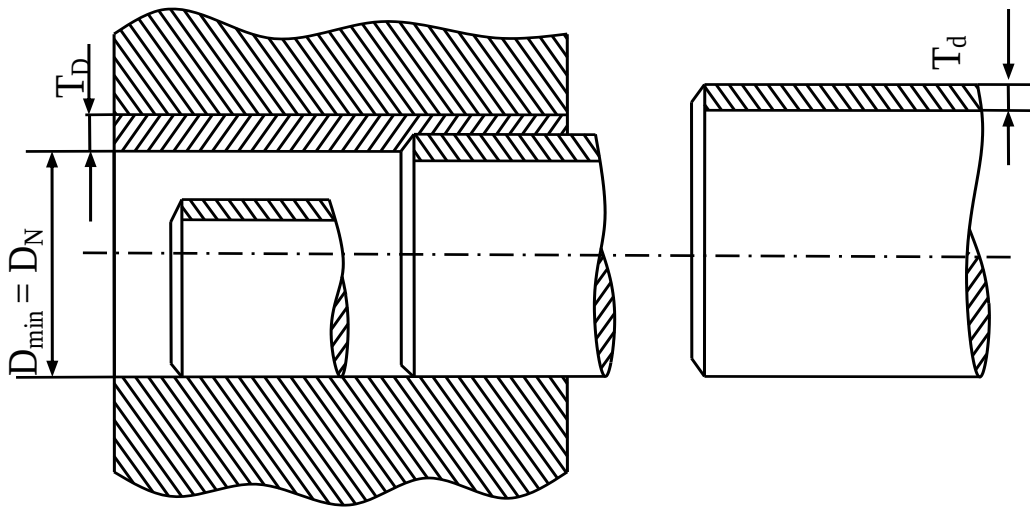
#### 4.1. Hệ thống lỗ

Là tập hợp các kiểu lắp, ở đó khi cùng một cấp chính xác và cùng kích thước danh nghĩa thì các kiểu lắp chỉ khác nhau ở kích thước giới hạn của chi tiết trục (mặt bị bao) còn kích thước giới hạn của chi tiết lỗ (mặt bao) không thay đổi, hình 1.10.

Trong hệ thống lỗ, lỗ là chi tiết cơ bản nên gọi là hệ thống lỗ cơ bản. Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ bằng kích thước danh nghĩa, như vậy sai lệch giới hạn dưới của lỗ bằng không.

$$D_{\min} = D_N \rightarrow EI = D_{\min} - D_N$$

$$EI = 0$$



Hình 1.10: Hệ thống lỗ cơ bản

#### 4.2. Hệ thống trục

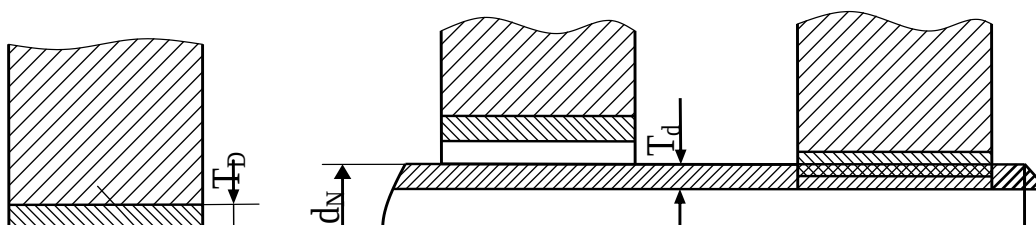
Là tập hợp các kiểu lắp, ở đó khi cùng một cấp chính xác cùng kích thước danh nghĩa thì các kiểu lắp chỉ khác nhau ở kích thước giới hạn của chi tiết lỗ (mặt bao) còn kích thước giới hạn của trục (mặt bị bao) không thay đổi, hình 1.11.

Trong hệ thống trục, trục là chi tiết cơ bản nên gọi là hệ thống trục cơ bản.

Kích thước giới hạn lớn nhất của trục bằng kích thước danh nghĩa, như vậy sai lệch giới hạn trên của trục bằng không.

$$d_{\max} = d_N \rightarrow es = d_{\max} - d_N$$

$$es = 0$$



## 5. Sơ đồ lắp ghép

*Mục tiêu:*

- Trình bày được quy ước vẽ biểu đồ phân bố miền dung sai và xác định lắp ghép;
- Vẽ đúng biểu đồ phân bố miền dung sai và xác định được đặc tính của lắp ghép;
- Cẩn thận, chính xác trong tính toán và vẽ sơ đồ xác định lắp ghép.

### 5.1. Quy ước vẽ biểu đồ

Để đơn giản và thuận tiện trong tính toán người ta biểu diễn lắp ghép dưới dạng sơ đồ phân bố miền dung sai.

Dùng hệ trục tọa độ vuông góc với trục tung biểu thị sai lệch của kích thước tính theo micromet ( $\mu\text{m}$ ) ( $1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm}$ ), trục hoành biểu thị vị trí của kích thước danh nghĩa (tại vị trí đó sai lệch kích thước bằng không nên còn gọi là đường không). Sai lệch của kích thước được phân bố về hai phía so với kích thước danh nghĩa (đường không), sai lệch dương ở phía trên, sai lệch âm ở phía dưới. Miền bao gồm giữa hai sai lệch giới hạn là miền dung sai kích thước, được biểu thị bằng hình chữ nhật.

Dựa vào vị trí tương quan giữa miền dung sai kích thước lỗ và trục để xác định lắp ghép. Nếu miền dung sai kích thước lỗ nằm cao hơn miền dung sai kích thước trục thì lắp ghép thuộc lắp lỏng, miền dung sai kích thước lỗ nằm thấp hơn là lắp chặt, còn nếu miền dung sai kích thước lỗ và trục nằm xen lẫn nhau là lắp ghép trung gian.

*Ví dụ:*

Cho lắp ghép có kích thước danh nghĩa  $d_N = 40 \text{ mm}$ .

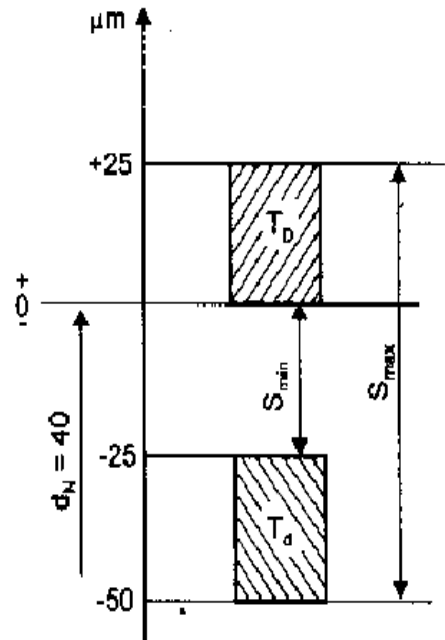
Sai lệch giới hạn kích thước lỗ là  $ES = + 25 \mu\text{m}$ ,  $EI = 0$ .

Sai lệch giới hạn kích thước trục là  $es = - 25 \mu\text{m}$ ,  $ei = - 50 \mu\text{m}$ .

- Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép;
- Xác định đặc tính của lắp ghép và tính trị số giới hạn của độ hở hoặc độ dôi trực tiếp trên sơ đồ.

*Giải:*

- Vẽ hệ trục tọa độ vuông góc
  - + Trục tung có số đo theo  $\mu\text{m}$
  - + Trục hoành không có số đo mà chỉ biểu thị kích thước danh nghĩa,
- hình 1.12.



Hình 1.12

Trên trục tung lấy 1 điểm có tung độ + 25 $\mu\text{m}$  ứng với sai lệch giới hạn trên của lỗ (ES) và điểm có tung độ 0 ứng với sai lệch giới hạn dưới của lỗ (EI). Vẽ hình chữ nhật có cạnh đứng là khoảng cách giữa hai sai lệch giới hạn. Như vậy số đo của cạnh đứng chính là trị số dung sai kích thước lỗ, Hai cạnh nằm ngang của hình chữ nhật ứng với hai vị trí của sai lệch giới hạn đồng thời cũng là vị trí của kích thước giới hạn.

Tương tự như đối với kích thước trục, để biểu thị miền dung sai kích thước trục ta lấy hai điểm ứng với - 25  $\mu\text{m}$  và - 50  $\mu\text{m}$ , hai cạnh đứng hình chữ nhật chính là dung sai kích thước trục, còn hai cạnh nằm ngang hình chữ nhật là vị trí kích thước giới hạn, hình 1.12

- Đặc tính của lắp ghép được xác định dựa vào vị trí tương quan giữa hai miền dung sai. Ở đây miền dung sai kích thước lỗ  $T_D$  nằm phía trên miền dung sai kích thước trục  $T_d$ , nghĩa là kích thước lỗ luôn lớn kích thước trục, do vậy lắp ghép luôn luôn có độ hở, đó là lắp lỏng.

Độ hở giới hạn của lắp ghép được xác định trực tiếp trên sơ đồ:

$$\left. \begin{array}{l} S_{\max} = 75 \mu\text{m} \\ S_{\min} = 25 \mu\text{m} \end{array} \right\} \rightarrow T_s = 50 \mu\text{m}.$$

## 6. Bài tập

*Mục tiêu:*

- Giải được các bài tập trong chương thành thạo chính xác;
- Rèn tính cẩn thận, chính xác trong tính toán, vẽ biểu đồ và xác định lắp ghép, tích cực, chủ động sáng tạo trong học tập.

6.1. Biết kích thước danh nghĩa của chi tiết trục có  $d_N = 25\text{mm}$ , các sai lệch giới hạn kích thước trục là:  $es = + 0,053\text{mm}$ ;  $ei = + 0,020\text{mm}$

- Tính các kích thước giới hạn và dung sai của chi tiết trục;

- Kích thước thực của chi tiết trục sau khi gia công đo được là:  
 $d_{th} = 25,015\text{mm}$  chi tiết trục đã gia công có đạt yêu cầu không?
- Ghi kích thước chi tiết trên bản vẽ.

*Giải:*

- Áp dụng các công thức đã học ta có:

$$d_{\max} = d_N + es = 25 + 0,053 = 25,053 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d_N + ei = 25 + 0,020 = 25,020 \text{ mm}$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 25,053 - 25,020 = 0,033 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } T_d = es - ei = 0,053 - 0,020 = 0,033 \text{ mm}$$

- Chi tiết trục không đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó không thỏa mãn bất đẳng thức:

$d_{\max} \geq d_{th} \geq d_{\min}$  mà ở đây  $d_{\max} > d_{\min} > d_{th}$ , cụ thể  $25,053 > 25,020 > 25,015 \text{ mm}$ .

- Cách ghi kích thước chi tiết trên bản vẽ  $\Phi 25_{+0,020}^{+0,053}$  ( Trong đó chữ “ $\phi$ ” biểu thị kích thước đường kính).

6.2. Cho một lắp ghép trong đó kích thước lỗ là  $\phi 60_{-0,1}^{+0,03}$ , kích thước trục là

$\phi 60_{-0,1}^{-0,04}$ , hãy tính:

- Kích thước giới hạn và dung sai kích thước lỗ và trục
- Tính độ hở giới hạn, độ hở trung bình và dung sai của lắp ghép.

*Giải:*

Theo số liệu đã cho ta có:

$$\text{Lỗ } \phi 60 \begin{cases} ES = +0,03 \text{ mm} \\ EI = 0 \end{cases}, \quad \text{trục } \phi 60 \begin{cases} es = -0,04 \text{ mm} \\ ei = -0,1 \text{ mm} \end{cases}$$

- Tính kích thước giới hạn và dung sai của các chi tiết:
- + Đối với lỗ:

$$D_{\max} = ES + D_N = 0,03 + 60 = 60,03 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = EI + D_N = 0 + 60 = 60 \text{ mm}$$

$$T_D = ES - EI = 0,03 - 0 = 0,03 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } T_D = D_{\max} - d_{\min} = 60,03 - 60 = 0,03 \text{ mm}$$

- + Đối với trục:

$$d_{\max} = es + d_N = -0,04 + 60 = 59,96 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = ei + d_N = -0,1 + 60 = 59,90 \text{ mm}$$

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = 59,96 - 59,90 = 0,06 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } T_d = es - ei = -0,04 - (-0,1) = 0,06 \text{ mm}$$

- Độ hở giới hạn, độ hở trung bình và dung sai của lắp ghép:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 60,03 - 59,90 = 0,13 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } S_{\max} = ES - ei = 0,03 - (-0,1) = 0,13 \text{ mm}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 60 - 59,96 = 0,04 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,04) = 0,04 \text{ mm}$$

$$S_{TB} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,13 + 0,04}{2} = 0,085 \text{ mm}$$

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = 0,13 - 0,04 = 0,09 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } T_S = T_D + T_d = 0,03 + 0,06 = 0,09 \text{ mm}$$

6.3. Cho một lắp ghép theo hệ thống lỗ cơ bản đường kính danh nghĩa là 50mm.

Dung sai trục là 40  $\mu\text{m}$ ; dung sai của lỗ là 0,03mm. Độ hở nhỏ nhất là 0,01mm.

- Tính các giá trị sai lệch giới hạn, kích thước giới hạn của 2 chi tiết lỗ và trục?

- Tính độ hở hoặc độ dôi giới hạn, trung bình và dung sai của lắp ghép.

- Trục gia công xong đo được 49,98mm có dùng được không? Tại sao?

*Giải:*

- Tính ES, EI es, ei?

Theo bài ra lắp ghép theo hệ lỗ nên  $D_{\min} = D_N = 50 \text{ mm} \rightarrow EI = 0$

Theo công thức:  $T_D = ES - EI \rightarrow ES = T_D$

Thay số  $ES = 0,03 \text{ mm} = 30 \mu\text{m}$

Theo công thức:  $S_{\min} = EI - es$

$$\rightarrow es = EI - S_{\min} = 0 - 0,01 = -0,01 \text{ mm} = -10 \mu\text{m}$$

Theo công thức:  $T_d = es - ei$

$$\rightarrow ei = es - T_d = -10 - 40 = -50 \mu\text{m} = -0,05 \text{ mm}.$$

Như vậy trị số các sai lệch giới hạn các chi tiết như sau:

$$\text{Lỗ } \begin{cases} ES = 30 \mu\text{m} \\ EI = 0 \mu\text{m} \end{cases} \quad \text{Trục } \begin{cases} es = -10 \mu\text{m} \\ ei = -50 \mu\text{m} \end{cases}$$

- Tính  $D_{\max}$ ;  $D_{\min}$ ;  $d_{\max}$ ;  $d_{\min}$

$$D_{\max} = ES + D_{DN} = 0,03 + 50 = 50,03 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = EI + D_{DN} = 0 + 50 = 50 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = es + d_{DN} = -0,01 + 50 = 49,99\text{mm}$$

$$d_{\min} = ei + d_{DN} = -0,05 + 50 = 49,95\text{mm}$$

- Tính  $S_{\max}$  ;  $S_{\min}$  ;  $T_S$

$$S_{\max} = ES - ei = 0,03 - (-0,05) = 0,08\text{mm}$$

$$\text{Hay } S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 50,03 - 49,95 = 0,08\text{mm}$$

$$\text{Theo bài ra } S_{\min} = 0,01\text{mm}$$

$$S_{TB} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,08 + 0,01}{2} = 0,045\text{mm}$$

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = 0,08 - 0,01 = 0,07\text{mm}$$

$$\text{Hay } T_S = T_D + T_d = 0,03 + 0,04 = 0,07\text{mm}$$

- Trục gia công xong đo được  $d_{th} = 49,98\text{mm}$  có dùng được vì theo yêu cầu của kích thước trục dùng được khi:

$d_{\max} \geq d_{th} \geq d_{\min}$  mà ở đây  $d_{\max} > d_{th} > d_{\min}$  cụ thể  $49,99 > 49,98 > 49,95$  mm.

6.4. Cho lắp ghép có kích thước danh nghĩa  $d_N = 36$  mm, sai lệch giới hạn của các kích thước:

$$\text{Lỗ } \begin{cases} ES = +25 \mu\text{m} \\ EI = 0 \end{cases} ; \text{Trục } \begin{cases} es = +18 \mu\text{m} \\ ei = +2 \mu\text{m} \end{cases}$$

- Vẽ biểu đồ phân bố miền dung sai lắp ghép?

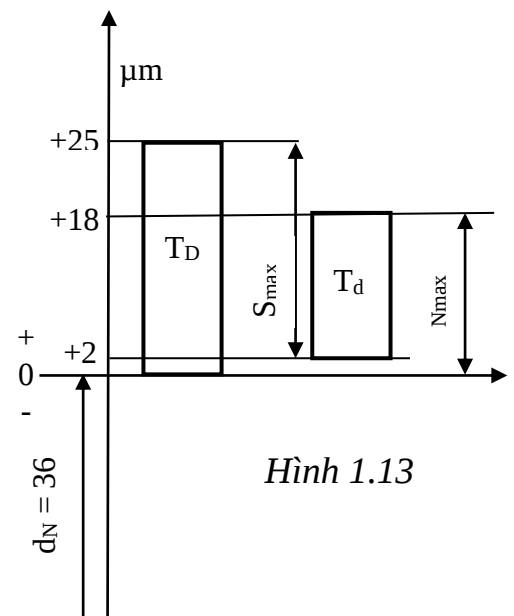
- Xác định đặc tính lắp ghép và trị số giới hạn tương ứng.

*Giải:*

- Biểu đồ phân bố miền dung sai lắp ghép (hình 1.14).

- Nhìn biểu đồ ta thấy miền dung sai kích thước trục ( $T_D$ ) nằm xen lẫn với miền dung sai kích thước lỗ ( $T_d$ ). Như vậy kích thước lỗ có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước trục, do vậy lắp ghép tạo thành có thể có độ hở hoặc độ dôi. Đó là đặc tính của lắp ghép trung gian. Độ hở giới hạn lớn nhất và độ dôi giới hạn lớn nhất của lắp ghép là:

$$\left. \begin{array}{l} S_{\max} = 23 \mu\text{m} \\ N_{\max} = 18 \mu\text{m} \end{array} \right\} \rightarrow T_{S,N} = S_{\max} + N_{\max} = 23 + 18 = 41 \mu\text{m}$$



Hình 1.13

6.5. Cho một lắp ghép theo hệ thống trục cơ bản đường kính danh nghĩa là 100mm. Dung sai trục là 30 $\mu$ m; dung sai của lỗ là 0,02mm. Độ dôi nhỏ nhất là 0,04mm.

- Tính các giá trị sai lệch giới hạn.
- Tính độ hở hoặc độ dôi giới hạn, trung bình và dung sai của lắp ghép?
- Tính kích thước giới hạn của lỗ và trục. Lỗ gia công xong đo được 99,98mm có dùng được không? Tại sao?

*Giải:*

- Tính ES, EI es, ei?

Theo bài ra lắp ghép theo hệ trục nên  $d_{\max} = d_N = 100\text{mm} \rightarrow es = 0$

Theo công thức:  $T_d = es - ei \rightarrow ei = -T_d$

Thay số  $ei = -30\mu\text{m}$

Theo công thức:  $N_{\min} = ei - ES$

$$\rightarrow ES = ei - N_{\min} = -30 - 40 = -70 \mu\text{m} = -0,07 \text{ mm}$$

Theo công thức  $T_D = ES - EI$

$$\rightarrow EI = ES - T_D = -70 - 20 = -90 \mu\text{m} = -0,09 \text{ mm}$$

Như vậy trị số các sai lệch giới hạn các chi tiết như sau:

$$\text{Trục} \begin{cases} es = 0 \mu\text{m} \\ ei = -30 \mu\text{m} \end{cases} \quad \text{Lỗ} \begin{cases} ES = -70 \mu\text{m} \\ EI = -90 \mu\text{m} \end{cases}$$

- Tính  $N_{\max}$ ;  $N_{\min}$   $N_{TB}$ ;  $T_N$

$$N_{\max} = es - EI = 0 - (-0,09) = 0,09 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 100 - 99,91 = 0,09 \text{ mm}$$

Theo bài ra  $N_{\min} = 0,04 \text{ mm}$

$$N_{TB} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = \frac{0,09 + 0,04}{2} = 0,065 \text{ mm}$$

$$T_N = N_{\max} - N_{\min} = 0,09 - 0,04 = 0,05 \text{ mm}$$

$$\text{Hay } T_S = T_D + T_d = 0,03 + 0,02 = 0,05 \text{ mm}$$

- Tính  $D_{\max}$ ;  $D_{\min}$ ;  $d_{\max}$ ;  $d_{\min}$

$$D_{\max} = ES + D_{DN} = -0,07 + 100 = 99,93 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = EI + D_{DN} = -0,09 + 100 = 99,91 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = es + d_{DN} = 0 + 100 = 100 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = ei + d_{DN} = -0,03 + 100 = 99,97 \text{ mm}$$

Kích thước lỗ gia công xong đo được  $D_{th} = 99,98 \text{ mm}$  không dùng được vì theo yêu cầu của kích thước lỗ dùng được khi:

$D_{\max} \geq D_{th} \geq D_{\min}$  mà ở đây  $D_{th} > D_{\max} > D_{\min}$  cụ thể  $99,98 > 99,93 > 99,91 \text{ mm}$ .

### CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thế nào là tính lắp lẩn? Ý nghĩa của nó đối với sản xuất và sử dụng.
2. Phân biệt kích thước danh nghĩa, kích thước thực, kích thước giới hạn.
3. Tại sao phải qui định kích thước giới hạn của chi tiết. Điều kiện để đánh giá kích thước chi tiết chế tạo ra đạt yêu cầu hay không đạt yêu cầu ?
4. Dung sai là gì? Phân biệt dung sai kích thước chi tiết và dung sai lắp ghép. Viết công thức tính dung sai kích thước chi tiết, dung sai lắp ghép.
5. Thế nào là sai lệch giới hạn, cách kí hiệu và công thức tính?
6. Nêu đặc điểm và công thức tính cho các nhóm lắp ghép?
7. Thế nào là hệ lỗ cơ bản. Hệ thống lỗ cơ bản có đặc điểm gì?
8. Thế nào là hệ trục cơ bản. Hệ thống trục cơ bản có đặc điểm gì?
9. Biểu diễn sơ đồ lắp ghép có lợi gì? Trình bày cách biểu diễn sơ đồ lắp ghép cho ví dụ minh họa.

### BÀI TẬP

1. Chi tiết trục có kích thước danh nghĩa là 35 mm, kích thước giới hạn lớn nhất là 35,04 mm, kích thước giới hạn nhỏ nhất là 34,98 mm.
  - a) Tính các sai lệch giới hạn và dung sai của chi tiết trục.
  - b) Cách ghi kích thước chi tiết trục trên bản vẽ.
  - c) Chi tiết trục gia công xong đo được 35,01 mm có dùng được không? Tại sao.
2. Chi tiết lỗ có kích thước trên bản vẽ là  $\Phi 70_{-0,02}^{+0,03}$ 
  - a) Tính kích thước giới hạn và dung sai chi tiết?
  - b) Lỗ gia công xong đo được  $\phi 70,04 \text{ mm}$  có dùng được không? Tại sao?
3. Tính kích thước giới hạn và dung sai kích thước chi tiết trong các trường hợp sau:

|                               |                                 |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| a) $\Phi 80_0^{+0,07}$        | c) $\Phi 160_{+0,040}^{+0,140}$ | e) $\Phi 90_{-0,37}^{-0,17}$    |
| b) $\Phi 100_{+0,02}^{+0,05}$ | d) $\Phi 72_{-0,125}^0$         | f) $\Phi 120_{+0,025}^{+0,105}$ |
4. Cho một lắp ghép trong đó kích thước lỗ là  $\phi 80_{+0,06}^{+0,09}$ , kích thước trục là

- a) Tính kích thước giới hạn và dung sai của lỗ và trục?
- b) Tính độ hở hoặc độ dôi giới hạn, trung bình và dung sai lắp ghép.
5. Cho một lắp ghép theo hệ thống lỗ cơ bản, đường kính danh nghĩa là 75mm. Dung sai trục là 0,04 mm; dung sai của lỗ là 30  $\mu\text{m}$ . Độ hở nhỏ nhất là 0,01mm.
- a) Tính kích thước giới hạn của lỗ và trục.
- b) Tính độ hở hoặc độ dôi giới hạn, trung bình và dung sai lắp ghép.
- c) Trục gia công xong đo được 74,96 mm có dùng được không? Tại sao?
6. Cho một lắp ghép chặt có: Lỗ  $\phi 80^{+0,03}$ ; trục  $\phi 80^{+0,08}_{+0,04}$ , hãy tính
- a) Trị số độ dôi giới hạn, độ dôi trung bình của lắp ghép.
- b) Dung sai của lỗ, trục và dung sai của lắp ghép.
7. Cho một lắp ghép trung gian có : Lỗ  $\phi 70 \pm 0,02$ ; trục  $\phi 70 - 0,04, .$
- a) Tính kích thước giới hạn và dung sai của trục, lỗ.
- b) Tính trị số độ hở, độ dôi giới và độ hở hoặc độ dôi trung bình?
- c) Tính dung sai lắp ghép ?
8. Cho lắp ghép có kích thước danh nghĩa  $d_N = 62\text{mm}$ , sai lệch giới hạn các kích thước:

$$\text{Lỗ} \begin{cases} ES = + 30 \mu\text{m} \\ EI = 0 \end{cases} \quad \text{Trục} \begin{cases} es = + 60 \mu\text{m} \\ ei = + 41 \mu\text{m} \end{cases}$$

- a) Vẽ biểu đồ phân bố miền dung sai lắp ghép?
- b) Xác định đặc tính lắp ghép và trị số giới hạn tương ứng.

## **CHƯƠNG 2**

### **DUNG SAI LẮP GHÉP CÁC BỀ MẶT TRON**

#### **Giới thiệu:**

Để đáp ứng yêu cầu phát triển và hội nhập với nền kinh tế thế giới, nhà nước Việt Nam đã ban hành hàng loạt các tiêu chuẩn kỹ thuật, trong đó có tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt tron: TCVN 2245 - 99. Tiêu chuẩn được xây dựng trên cơ sở tiêu chuẩn quốc tế ISO286 - 1:1998. Hệ thống dung sai lắp ghép là tập hợp các dung sai và lắp ghép được thành lập theo quy luật và đưa thành tiêu chuẩn thống nhất.

#### **Mục tiêu:**

- Trình bày được các quy định của hệ thống dung sai lắp ghép các bề mặt tron theo tiêu chuẩn Việt nam (TCVN 2245 - 99);
- Ghi và đọc được các giá trị dung sai trên bản vẽ ;
- Tra thành thạo các bảng tra dung sai (theo TCVN 2245 - 99) ;
- Rèn luyện tính cẩn thận, nghiêm túc, khả năng ghi nhớ chính xác trong học tập.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Hệ thống dung sai lắp ghép**

###### *Mục tiêu:*

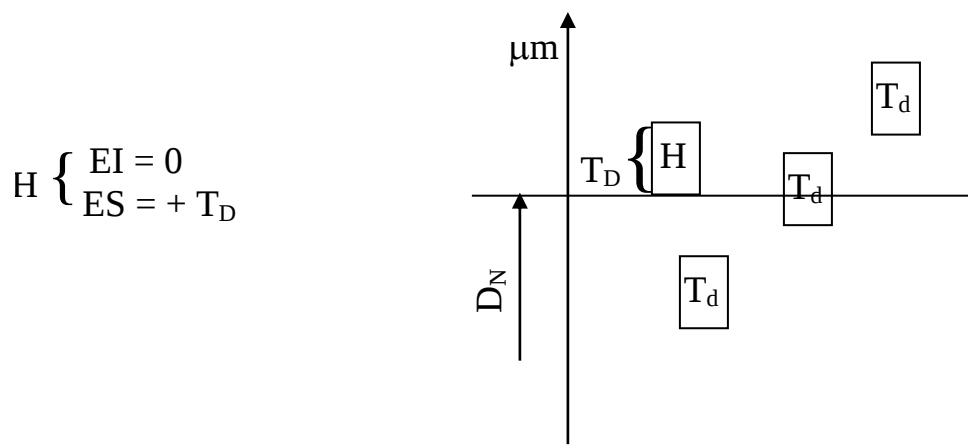
- Trình bày được các quy định của hệ thống dung sai lắp ghép các bề mặt tron theo tiêu chuẩn Việt nam (TCVN 2245 - 99);
- Có tính nghiêm túc, cẩn thận, khả năng ghi nhớ các quy định của hệ thống dung sai lắp ghép.

###### **1.1. Hệ cơ bản**

Theo TCVN quy định hai hệ cơ bản của dung sai là hệ thống lỗ và hệ thống trục.

###### **1.1.1. Hệ thống lỗ cơ bản**

Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí của miền dung sai lỗ là cố định, còn muốn được các kiểu lắp khác nhau ta thay đổi vị trí miền dung sai của trục so với kích thước danh nghĩa, ( hình 2.1). Trong hệ thống lỗ cơ bản, miền dung sai lỗ cơ bản được ký hiệu là H và có đặc tính.



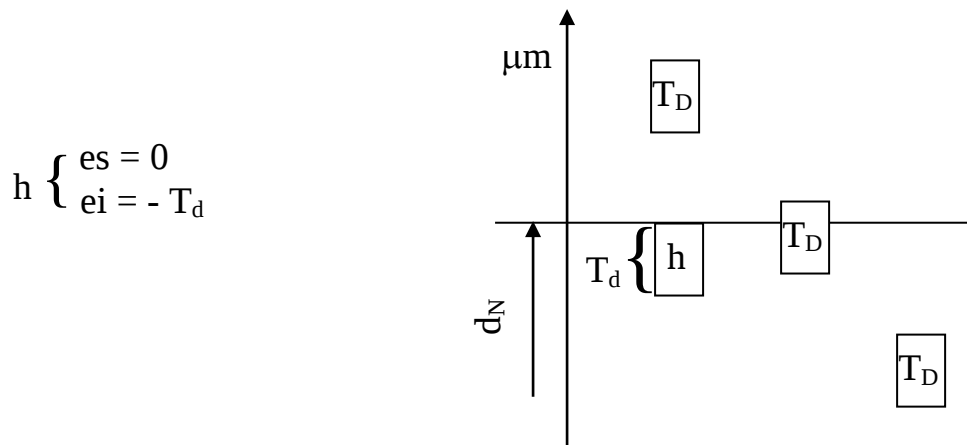
Hình 2.1. Sơ đồ biểu diễn hệ thống lỗ cơ bản

$T_D$ : là trị số dung sai kích thước lỗ cơ bản, được xác định tùy thuộc vào cấp chính xác và kích thước danh nghĩa.

### 1.1.2. Hệ thống trục cơ bản

Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí của miền dung sai trục là cố định, còn muốn được các kiểu lắp khác nhau ta thay đổi vị trí miền dung sai của lỗ so với kích thước danh nghĩa, (hình 2.2).

Trong hệ thống trục cơ bản, miền dung sai trục cơ bản được ký hiệu là  $h$  và có đặc tính:



Hình 2.2. Sơ đồ biểu diễn hệ thống trục cơ bản

$T_d$ : là trị số dung sai kích thước trục cơ bản, được xác định tùy thuộc vào cấp chính xác và kích thước danh nghĩa.

### 1.2. Cấp chính xác (cấp dung sai tiêu chuẩn)

Dung sai nói lên độ chính xác về kích thước mà chi tiết gia công yêu cầu. Nếu trị số dung sai càng bé thì độ chính xác càng cao và ngược lại.

Vậy cấp chính xác là tập hợp các dung sai tương ứng với một mức độ chính xác như nhau đối với tất cả các kích thước danh nghĩa. TCVN 2244:1991 quy định 20 cấp chính xác khác nhau (cấp dung sai tiêu chuẩn). Theo thứ tự độ chính xác giảm dần và ký hiệu là: IT01; IT0; IT1; IT2; IT3.....; IT18 từ cấp IT1 ÷ IT18 được sử dụng phổ biến hiện nay.

- Cấp IT1 ÷ IT4 dùng cho các kích thước yêu cầu độ chính xác rất cao như các kích thước của mẫu chuẩn, kích thước chính xác cao của chi tiết trong dụng cụ đo.

- Cấp IT5; IT6 thường sử dụng trong lĩnh vực cơ khí chính xác. Cấp IT7; IT8 thường sử dụng trong lĩnh vực cơ khí thông dụng.

- Cấp IT9 ÷ IT11 thường sử dụng trong lĩnh vực cơ khí lớn (chi tiết có kích thước lớn).

- Cấp IT12 ÷ IT16 thường sử dụng đối với những kích thước chi tiết yêu cầu gia công thô.

Trị số dung sai ứng với từng cấp chính xác được tính theo công thức T, và chỉ dẫn cụ thể trong bảng 2.1 đối với kích thước từ 1 ÷ 500 mm.

Ví dụ: ở cấp IT7 thì công thức tính là :  $T = 16i$ , trị số  $a$  tương ứng với IT7 là 16 còn ở cấp IT8 thì :  $T = 25i$ , trị số  $a$  tương ứng là 25.

Người ta có thể dùng trị số  $a$  để so sánh mức độ chính xác của hai kích thước bất kỳ.

*Bảng 2.1. Công thức tính trị số dung sai tiêu chuẩn ( $IT = a.i$ ) và trị số đơn vị dung sai,  $i$*

| Kích thước danh nghĩa (mm)        |                | Cấp dung sai tiêu chuẩn                                         |              |               |               |               |               |               |                |                |                 |                 |       |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|
|                                   |                | IT5                                                             | IT6          | IT7           | IT8           | IT9           | IT10          | IT11          | IT12           | IT13           | IT14            | IT15            | IT16  |
| Trên                              | Đến và bao gồm | Công thức tính dung sai tiêu chuẩn (kết quả tính bằng micromet) |              |               |               |               |               |               |                |                |                 |                 |       |
| -                                 | 500            | 7i                                                              | 10i          | 16i           | 25i           | 40i           | 64i           | 100i          | 160i           | 250i           | 400i            | 640i            | 1000i |
| Trị số đơn vị i                   |                |                                                                 |              |               |               |               |               |               |                |                |                 |                 |       |
| Khoảng kích thước danh nghĩa (mm) | Trên đến 3     | Tr.3<br>Đ.6                                                     | Tr.6<br>Đ.10 | Tr.10<br>Đ.18 | Tr.18<br>Đ.30 | Tr.30<br>Đ.50 | Tr.50<br>Đ.80 | Tr.80<br>Đ120 | Tr120<br>Đ.180 | Tr120<br>Đ.250 | Tr.250<br>Đ.315 | Tr.315<br>Đ.400 |       |
| $i = 0,45\sqrt[3]{D + 0,001D}$    | 0,55           | 0,73                                                            | 0,90         | 1,08          | 1,31          | 1,56          | 1,86          | 2,17          | 2,52           | 2,89           | 3,22            | 3,54            |       |

### 1.3. Khoảng kích thước danh nghĩa

*Bảng 2.2. Khoảng kích thước danh nghĩa (mm)*

| Kích thước danh nghĩa đến 500mm |                |                   |                |
|---------------------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Khoảng chính                    |                | Khoảng trung gian |                |
| Trên                            | Đến và bao gồm | Trên              | Đến và bao gồm |
| -                               | 3              |                   |                |
| 3                               | 6              |                   |                |
| 6                               | 10             |                   |                |
| 10                              | 18             | 10                | 14             |
|                                 |                | 14                | 18             |
| 18                              | 30             | 18                | 24             |
|                                 |                | 24                | 30             |
| 30                              | 50             | 30                | 40             |
|                                 |                | 40                | 50             |
| 50                              | 80             | 50                | 65             |
|                                 |                | 65                | 80             |
| 80                              | 120            | 80                | 100            |
|                                 |                | 100               | 120            |
| 120                             | 180            | 120               | 140            |
|                                 |                | 140               | 160            |
|                                 |                | 160               | 180            |
| 180                             | 250            | 180               | 200            |
|                                 |                | 200               | 225            |
|                                 |                | 225               | 250            |
| 250                             | 315            | 250               | 280            |
|                                 |                | 280               | 315            |
| 315                             | 400            | 315               | 355            |
|                                 |                | 355               | 400            |
| 400                             | 500            | 400               | 450            |
|                                 |                | 450               | 500            |

Trong cùng một cấp chính xác thì trị số dung sai chỉ phụ thuộc vào  $i$  tức là phụ thuộc vào kích thước. Nếu qui định dung sai cho tất cả các kích thước thì số giá trị dung sai sẽ rất lớn, bảng giá trị dung sai tiêu chuẩn sẽ phức tạp, sử dụng không tiện lợi. Mặt khác theo quan hệ công thức dung sai thì dung sai của các kích thước liên kế nhau sai khác nhau không đáng kể. Vì vậy để đơn giản, thuận tiện cho sử dụng người ta phải phân khoảng cách kích thước danh nghĩa và mỗi khoảng chỉ quy định một trị số dung sai đặc trưng, tính theo trị số trung bình của khoảng:  $D = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$  ( $D_1$  và  $D_2$  là 2 kích thước biên của khoảng). Đối với kích thước từ 1 ÷ 500mm người ta có thể phân thành 13 đến 25 khoảng, bảng 2.2.

Do vậy trong công thức tính dung sai thì đơn vị dung sai  $i$  được tính đối với từng khoảng kích thước danh nghĩa, bảng 2.1. Theo công thức đó, trị số dung sai đã được tính và đưa thành bảng tiêu chuẩn, bảng 2.3.

*Ví dụ:*

Cho kích thước trục:  $\Phi 45_{-0,12}^{-0,075}$  và  $\Phi 125_{-0,1}^{-0,04}$ . Hỏi kích thước nào yêu cầu độ chính xác cao hơn?

*Giải:*

Để so sánh mức độ chính xác của hai kích thước bất kì ta phải dựa vào hệ số  $a$ . Từ công thức  $T = a \cdot i$  ta có:  $a = T/i$ .

Đối với kích thước  $\Phi 45_{-0,12}^{-0,075}$  thì:

$$\Phi 45_{-0,12}^{-0,075} \left\{ T_{45} = -0,075 - (-0,12) = 0,045 \text{ mm} = 45 \mu\text{m} \right.$$

Từ bảng 2.1, ứng với khoảng kích thước 30 ÷ 50mm ta tra được:  $i_{45} = 1,56$ .

$$\text{Vậy: } a_{45} = \frac{T_{45}}{i_{45}} = \frac{45}{1,56} \approx 28,85$$

Đối với kích thước  $\Phi 125_{-0,1}^{-0,04}$  thì:

$$\Phi 125_{-0,1}^{-0,04} \left\{ T_{125} = -0,04 - (-0,1) = 0,06 \text{ mm} = 60 \mu\text{m} \right.$$

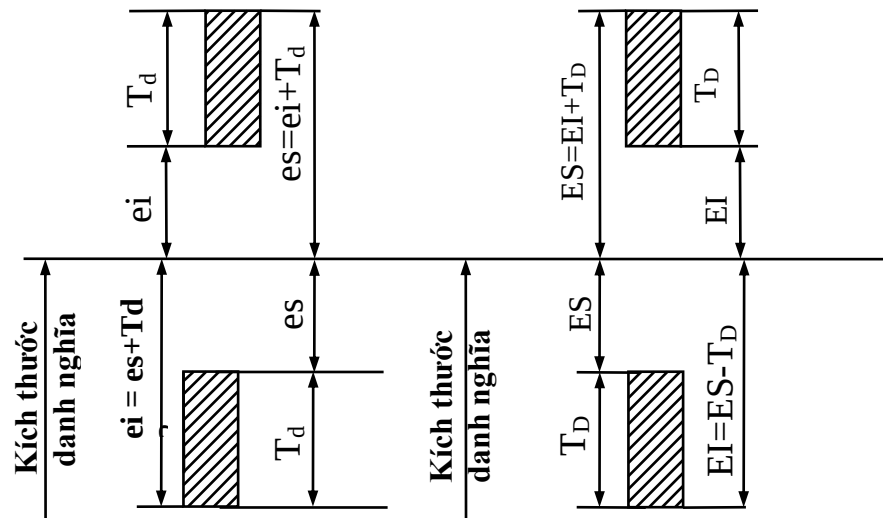
Từ bảng 2.1, ứng với khoảng kích thước 120 ÷ 180mm ta tra được:  $i_{125} = 2,52$ .

$$\text{Vậy: } a_{125} = \frac{T_{125}}{i_{125}} = \frac{60}{2,52} \approx 23,81$$

Ta nhận thấy rằng:  $a_{125} = 23,81 < a_{45} 28,85$  vậy kích thước trục  $\Phi 125_{-0,1}^{-0,04}$  yêu cầu độ chính xác cao hơn  $\Phi 45_{-0,12}^{-0,075}$ .

#### 1.4 Sai lệch cơ bản (SLCB):

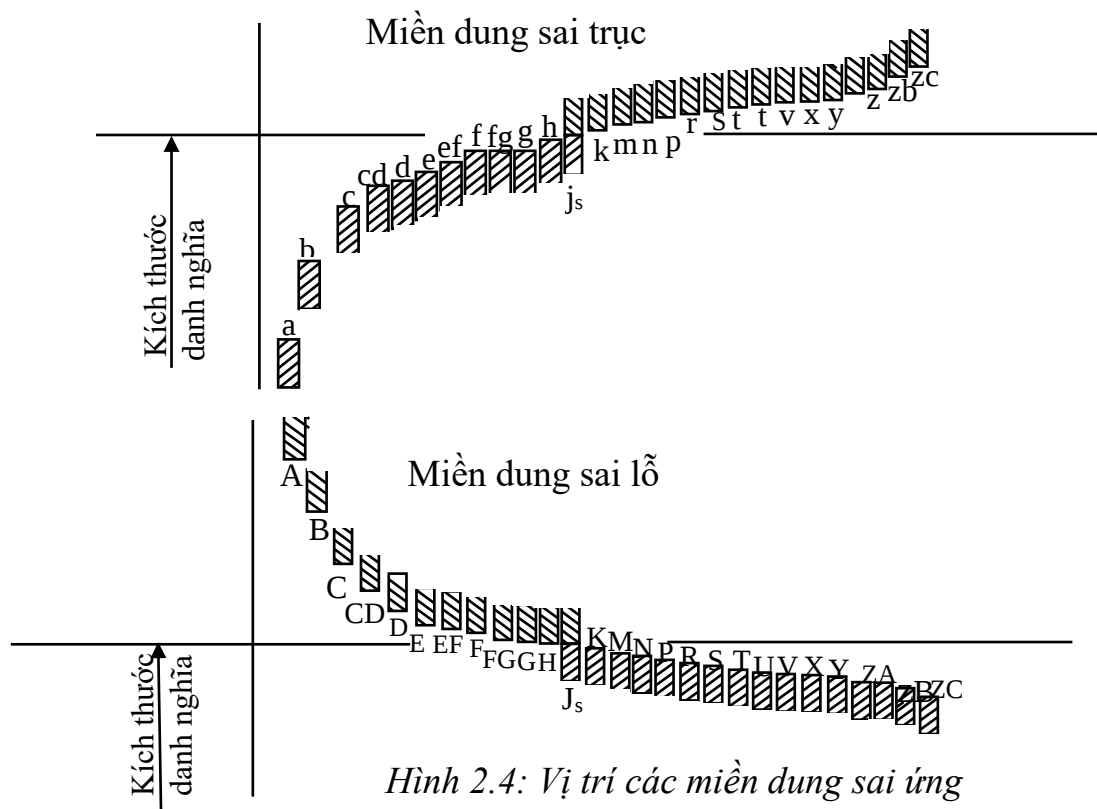
Sai lệch cơ bản là một hàm của kích thước, nó xác định vị trí miền dung sai so với kích thước danh nghĩa. Nếu miền dung sai nằm ở phía trên đường kích thước danh nghĩa thì SLCB là sai lệch dưới ( $e_i$  hoặc  $E_i$ ), nếu miền dung sai nằm ở phía dưới đường kích thước danh nghĩa thì SLCB là sai lệch trên ( $e_s$  hoặc  $E_s$ ), hình 2.3.



Hình 2.3: Sơ đồ biểu diễn sai lệch cơ bản

Sai lệch cơ bản của dãy miền dung sai đối với kích thước lỗ được kí hiệu bằng chữ in hoa: A; B; C; D.....; ZA; ZB; ZC, hình 2.4.

Sai lệch cơ bản của dãy miền dung sai đối với kích thước trục được kí hiệu bằng chữ thường: a; b; c; d.....; za; zb; zc, hình 2.4.



Hình 2.4: Vị trí các miền dung sai ứng với các sai lệch cơ bản của trục và lỗ

Từ hình 2.4 ta nhận thấy muốn hình thành một kiểu lắp trong hệ thống lỗ cơ bản, ta phối hợp miền dung sai có SLCB là H với miền dung sai bất kỳ nào của trục, chẳng hạn phối hợp miền dung sai có SLCB là H với miền dung sai trục có SLCB là f ta được kiểu lắp H/f. Tương tự, khi phối hợp miền dung sai trục với SLCB là h với bất kỳ miền dung sai nào của lỗ ta được kiểu lắp trong hệ trục cơ bản, chẳng hạn: E/h, F/h, ...

Lắp ghép bao giờ cũng được tạo thành bởi sự phối hợp của 2 miền dung sai kích thước lỗ và trục. Cùng kích thước danh nghĩa thì độ lớn của miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác yêu cầu (xem bảng 2.3), còn vị trí miền dung sai thì tùy thuộc vào đặc tính yêu cầu của lắp ghép và được biểu thị bằng trị số SLCB.

Từ trị số dung sai tiêu chuẩn và trị số sai lệch cơ bản ta xác định được giá trị các sai lệch giới hạn (ES; EI; hoặc es; ei) đối với miền dung sai tiêu chuẩn.

*Ví dụ:* Chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa  $D_N = 46 \text{ mm}$ , miền dung sai kích thước là K7. Tính các sai lệch giới hạn của kích thước.

*Giải:*

- Từ bảng 2.3, dựa vào  $D_N = 46 \text{ mm}$ . ứng với kích thước danh nghĩa nằm trong khoảng  $30 \div 50 \text{ mm}$  và cấp chính xác 7, nghĩa là cấp dung sai tiêu chuẩn IT7, ta tra được trị số dung sai  $T_{46} = 25 \mu\text{m}$ .

- Từ bảng 2.4, cũng dựa vào khoảng kích thước danh nghĩa và cấp dung sai tiêu chuẩn như trên ta tra được trị số SLCB.

+ Sai lệch giới hạn trên ES:

$$ES = -2 + \Delta \text{ với } \Delta = 9$$

$$ES = -2 + 9 = +7 \mu\text{m}$$

+ Sai lệch giới hạn dưới EI:

$$EI = ES - T = +7 - 25 = -18 \mu\text{m}$$

Vậy sai lệch giới hạn ứng với miền dung sai kích thước đã cho là:

$$\phi 46K7 \begin{cases} ES = +7 \mu\text{m} \\ EI = -18 \mu\text{m} \end{cases}$$

- Trị số các sai lệch giới hạn tương ứng với các miền dung sai tiêu chuẩn chỉ dẫn trong bảng 1 và 2 theo tiêu chuẩn TCVN 2245 – 99, phụ lục 1.

### 1.5. Bảng dung sai tiêu chuẩn

*Bảng 2.3. Trị số dung sai tiêu chuẩn*

| Kích thước danh<br>nghĩa(mm) |                   | Cấp dung sai tiêu chuẩn |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------|-------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                              |                   | IT5                     | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 |
|                              |                   | Dung sai                |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Trên                         | Đến và<br>bao gồm | μm                      |     |     |     |     |      |      | mm   |      |      |      |      |      |      |
| -                            | 3                 | 4                       | 6   | 10  | 14  | 25  | 40   | 60   | 0,1  | 0,14 | 0,25 | 0,4  | 0,6  | 1    | 1,4  |
| 3                            | 6                 | 5                       | 8   | 12  | 18  | 30  | 48   | 75   | 0,12 | 0,18 | 0,3  | 0,48 | 0,75 | 1,2  | 1,8  |
| 6                            | 10                | 6                       | 9   | 15  | 22  | 36  | 48   | 90   | 0,12 | 0,22 | 0,36 | 0,58 | 0,9  | 1,5  | 2,2  |
| 10                           | 18                | 8                       | 11  | 18  | 27  | 43  | 70   | 110  | 0,18 | 0,27 | 0,43 | 0,7  | 1,1  | 1,8  | 2,7  |
| 18                           | 30                | 9                       | 13  | 21  | 33  | 52  | 84   | 130  | 0,21 | 0,33 | 0,52 | 0,84 | 1,3  | 2,1  | 3,3  |
| 30                           | 50                | 11                      | 16  | 25  | 39  | 62  | 100  | 160  | 0,25 | 0,39 | 0,62 | 1    | 1,6  | 2,5  | 3,9  |
| 50                           | 80                | 13                      | 19  | 30  | 46  | 74  | 120  | 190  | 0,3  | 0,46 | 0,74 | 1,2  | 1,9  | 3    | 4,6  |
| 80                           | 120               | 15                      | 22  | 35  | 54  | 87  | 140  | 220  | 0,35 | 0,54 | 0,87 | 1,4  | 2,2  | 3,5  | 5,4  |
| 120                          | 180               | 18                      | 25  | 40  | 63  | 100 | 160  | 250  | 0,4  | 0,63 | 1    | 1,6  | 2,5  | 4    | 6,3  |
| 180                          | 250               | 20                      | 29  | 46  | 72  | 115 | 185  | 290  | 0,46 | 0,72 | 1,15 | 1,85 | 2,9  | 4,6  | 7,2  |
| 250                          | 315               | 23                      | 32  | 52  | 81  | 130 | 210  | 320  | 0,52 | 0,81 | 1,3  | 2,1  | 3,2  | 5,2  | 8,1  |
| 315                          | 400               | 25                      | 36  | 57  | 89  | 140 | 230  | 360  | 0,57 | 0,89 | 1,4  | 2,3  | 3,6  | 5,7  | 8,9  |
| 400                          | 500               | 27                      | 40  | 63  | 97  | 155 | 250  | 400  | 0,63 | 0,97 | 1,55 | 2,5  | 4    | 6,3  | 9,7  |

Bảng 2.4. Trị số các sai lệch cơ bản của trục,  $\mu m$

| Kích thước danh nghĩa<br>(mm) |                | Sai lệch trên (es)              |      |     |     |   |                                                                                | Sai lệch dưới (ei)              |     |     |     |      |      |      |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------|------|-----|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
|                               |                | Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn |      |     |     |   |                                                                                | Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn |     |     |     |      |      |      |
|                               |                | IT4 đến IT7                     |      |     |     |   |                                                                                | Đến và bao gồm IT3 và trên IT7  |     |     |     |      |      |      |
| Trên                          | Đến và bao gồm | d                               | e    | f   | g   | h | $j_s^{(1)}$                                                                    | IT4 đến IT7                     | k   | m   | n   | p    | r    | s    |
|                               | 3              | -20                             | -14  | -6  | -2  | 0 | Sai lệch<br>$= \pm \frac{IT_n}{2}$<br>trong đó<br>n là cấp<br>của trị<br>số IT | 0                               | 0   | +2  | +4  | +6   | +10  | +14  |
| 3                             | 6              | -30                             | -20  | -10 | -4  | 0 |                                                                                | +1                              | 0   | +4  | +8  | +12  | +15  | +19  |
| 6                             | 10             | -40                             | -25  | -13 | -5  | 0 |                                                                                | +1                              | 0   | +6  | +10 | +15  | +19  | +23  |
| 10                            | 14             | -50                             | -32  | -16 | -6  | 0 |                                                                                | +1                              | 0   | +7  | +12 | +18  | +23  | +28  |
| 14                            | 18             |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     |      |      |      |
| 18                            | 24             | -65                             | -40  | -20 | -7  | 0 |                                                                                | +2                              | 0   | +8  | +15 | +22  | +28  | +35  |
| 24                            | 30             |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     |      |      |      |
| 30                            | 40             | -80                             | -50  | -25 | -9  | 0 |                                                                                | +2                              | 0   | +9  | +17 | +26  | +34  | +43  |
| 40                            | 50             |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     |      |      |      |
| 50                            | 65             | -100                            | -60  | -30 | -10 | 0 |                                                                                | +2                              | 0   | +11 | +20 | +32  | +41  | +53  |
| 65                            | 80             |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     |      | +43  | +59  |
| 80                            | 100            | -120                            | -72  | -36 | -12 | 0 |                                                                                | +3                              | 0   | +13 | +23 | +37  | +51  | +71  |
| 100                           | 120            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     |      | +54  | +79  |
| 120                           | 140            | -145                            | -85  | -43 | -14 | 0 |                                                                                | +3                              | 0   | +15 | +27 | +43  | +63  | +92  |
| 140                           | 160            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     |      | +65  | +100 |
| 160                           | 180            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     |      | +68  | +108 |
| 180                           | 200            | -170                            | -100 | -50 | -15 | 0 | +4                                                                             | 0                               | +17 | +31 | +50 | +77  | +122 |      |
| 200                           | 225            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     | +80  | +130 |      |
| 225                           | 250            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     | +84  | +140 |      |
| 250                           | 280            | -190                            | -110 | -56 | -17 | 0 | +4                                                                             | 0                               | +20 | +34 | +56 | +94  | +158 |      |
| 280                           | 315            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     | +98  | +170 |      |
| 315                           | 355            | -210                            | -125 | -62 | -18 | 0 | +4                                                                             | 0                               | +21 | +37 | +62 | +108 | +190 |      |
| 355                           | 400            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     | +114 | +208 |      |
| 400                           | 450            | -230                            | -135 | -68 | -20 | 0 | +5                                                                             | 0                               | +23 | +40 | +68 | +126 | +232 |      |
| 450                           | 500            |                                 |      |     |     |   |                                                                                |                                 |     |     |     | +132 | +252 |      |

1, Đối với các bậc dung sai  $j_7$  đến  $j_{11}$ , nếu trị số IT ứng với cấp n là một số lẻ, nó có thể được làm tròn đối với số chẵn nhỏ hơn

liên kế sao cho  $\pm \frac{IT_n}{2}$  là một số nguyên

Bảng 2.5. Trị số các sai lệch cơ bản của lỗ,  $\mu\text{m}$

| Kích thước danh<br>nghĩa (mm) |                   | Sai lệch dưới (EI)              |      |     |     |   |                                          |           | Sai lệch trên (ES)       |             |                                 |             |                          | Trị số của Δ |     |     |     |                                     |
|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|------|-----|-----|---|------------------------------------------|-----------|--------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|--------------------------|--------------|-----|-----|-----|-------------------------------------|
|                               |                   | Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn |      |     |     |   |                                          |           | Đến và<br>bao gồm<br>IT8 | Trên<br>IT8 | Đến và<br>bao gồm<br>IT8        | Trên<br>IT8 | Đến và<br>bao gồm<br>IT7 |              |     |     |     | Cấp dung sai tiêu<br>chuẩn trên IT7 |
| Trên                          | Đến và<br>bao gồm | D                               | E    | F   | G   | H | $j_s^{(1)}$                              | $K^{(2)}$ | $M^{(2) 3)}$             | $N^{(3)}$   | P đến<br>$ZC^{(2)}$             | P           | R                        | S            | IT5 | IT6 | IT7 | IT8                                 |
| 3                             | 3                 | +20                             | +14  | +6  | +2  | 0 |                                          | 0         | -2                       | -4          | -4                              | -5          | -10                      | -14          | 0   | 0   | 0   | 0                                   |
| 6                             | 6                 | +30                             | +20  | +10 | +4  | 0 |                                          | -1+Δ      | -4+Δ                     | -8+Δ        | +30                             | -12         | -15                      | -19          | 1   | 3   | 4   | 6                                   |
| 10                            | 10                | +40                             | +25  | +13 | +5  | 0 |                                          | -1+Δ      | -6+Δ                     | -10+Δ       |                                 | -15         | -19                      | -23          | 2   | 3   | 6   | 7                                   |
| 14                            | 14                | +50                             | +32  | +16 | +6  | 0 |                                          | -1+Δ      | -7+Δ                     | -12+Δ       |                                 | -18         | -23                      | -28          | 3   | 3   | 7   | 9                                   |
| 18                            | 18                |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 24                            | 24                | +65                             | +40  | +20 | +7  | 0 |                                          | -2+Δ      | -8+Δ                     | -15+Δ       |                                 | -22         | -28                      | -35          | 3   | 4   | 8   | 12                                  |
| 30                            | 30                |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 40                            | 40                | +80                             | +50  | +25 | +9  | 0 |                                          | -2+Δ      | -9+Δ                     | -17+Δ       |                                 | -26         | -34                      | -43          | 4   | 5   | 9   | 14                                  |
| 50                            | 50                |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 65                            | 65                | +100                            | +60  | +30 | +10 | 0 | Sai<br>lệch<br>$\frac{IT_n}{2}$          | -2+Δ      | -11+Δ                    | -20+Δ       | Sai lệch<br>=                   | -32         | -41                      | -53          | 5   | 6   | 11  | 16                                  |
| 80                            | 80                |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 100                           | 100               | +120                            | +72  | +36 | +12 | 0 | $= \pm \frac{IT_n}{2}$                   | -3+Δ      | -13+Δ                    | -23+Δ       | sai lệch<br>đối với<br>cấp trên | -37         | -51                      | -71          | 5   | 7   | 13  | 19                                  |
| 120                           | 120               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 140                           | 140               | +145                            | +85  | +43 | +14 | 0 | trong đó<br>n là cấp<br>của trị<br>số IT | -3+Δ      | -15+Δ                    | -27+Δ       | cấp trên<br>IT7+Δ               | -43         | -63                      | -92          | 6   | 7   | 15  | 23                                  |
| 160                           | 160               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 180                           | 180               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 200                           | 200               | +170                            | +100 | +50 | +15 | 0 |                                          | -4+Δ      | -17+Δ                    | -31+Δ       |                                 | -50         | -77                      | -122         | 6   | 9   | 17  | 26                                  |
| 225                           | 225               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 250                           | 250               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 280                           | 280               | +190                            | +110 | +56 | +17 | 0 |                                          | -4+Δ      | -20+Δ                    | -34+Δ       |                                 | -56         | -94                      | -158         | 7   | 9   | 20  | 29                                  |
| 315                           | 315               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 355                           | 355               | +210                            | +125 | +62 | +18 | 0 |                                          | -4+Δ      | -21+Δ                    | -37+Δ       |                                 | -62         | -108                     | -190         | 7   | 11  | 21  | 32                                  |
| 400                           | 400               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |
| 450                           | 450               | +230                            | +135 | +68 | +20 | 0 |                                          | -5+Δ      | -23+Δ                    | -40+Δ       |                                 | -68         | -126                     | -232         | 7   | 13  | 23  | 34                                  |
| 500                           | 500               |                                 |      |     |     |   |                                          |           |                          |             |                                 |             |                          |              |     |     |     |                                     |

1. Đối với các bậc dung sai  $j_s$  7 đến  $j_s$  11, nếu trị số IT ứng với cấp n là một số lẻ, nó có thể được làm tròn tới số chẵn nhỏ hơn liên kế sao cho  $\pm IT \frac{\pm IT}{2}$  là một số nguyên

2. Để xác định trị số SLCB: K, M, N đến P đến ZC đến (và bao gồm) IT7 hãy dùng trị số Δ ở bên phải của bảng ví dụ:  
K7 trong khoảng 18 ÷ 30 mm, Δ = 8 μm, do đó ES = - 2 + 8 = 6 μm; S6 trong khoảng từ 18 ÷ 30 mm, Δ = 4 μm, do đó ES = - 35 + 4 = - 31 μm.

3. Trường hợp đặc biệt: đối với bậc M6 trong khoảng 250 ÷ 315 mm, ES = - 9 μm (thay vì bằng - 11 μm)

1. Đối với các bậc dung sai  $i_s$  7 đến  $i_{11}$ , nếu trị số IT ứng với cấp n là một số lẻ, nó có thể được làm tròn tới số chẵn nhỏ hơn liền kề sao cho  $\frac{\pm IT}{2}$  là một số nguyên.

2. Để xác định trị số SLCB: K, M, N đến (và bao gồm) IT8 và sai lệch P đến ZC đến (và bao gồm) IT7 hãy dùng trị số  $\Delta$  ở bên phải của bảng ví dụ: K7 trong khoảng 18 ÷ 30 mm,  $\Delta = 8 \mu\text{m}$ , do đó ES = -2 + 8 = 6  $\mu\text{m}$ ; Số trong khoảng từ 18 ÷ 30 mm,  $\Delta = 4 \mu\text{m}$ , do đó ES = -35 + 4 = -31  $\mu\text{m}$ .

3. Trường hợp đặc biệt: đối với bậc M6 trong khoảng 250 ÷ 315 mm, ES = -9  $\mu\text{m}$  (thay vì bằng -11  $\mu\text{m}$ )

## 2. Cách ghi kích thước có sai lệch giới hạn trên bản vẽ chi tiết, bản vẽ lắp

*Mục tiêu:*

- Nêu được trình tự cách ghi kích thước có giá trị sai lệch giới hạn.
- Ghi và đọc được các giá trị sai lệch giới hạn trên bản vẽ chi tiết, bản vẽ lắp;
- Nghiêm túc, cẩn thận, chính xác khi ghi và đọc kí hiệu sai lệch trên các bản vẽ.

### 2.1. Ghi kích thước có sai lệch trên bản vẽ chi tiết

Trên bản vẽ chi tiết các sai lệch giới hạn được ghi kí hiệu bằng chữ hoặc bằng số theo mm, bên cạnh kích thước danh nghĩa, (hình 2.3).

- Ghi theo kí hiệu bằng chữ (kí hiệu miền dung sai):

*Ví dụ:*  $\Phi 18H8$  ;  $\Phi 50h9$  ;  $\Phi 40f7$ ;  $\Phi 40H7$ .

*Giải thích:*  $\Phi 40f7$ : Đường kính danh nghĩa của trục là 40mm, miền dung sai của trục f7 ( ứng với sai lệch cơ bản là f cấp chính xác 7).

- Ghi theo kí hiệu bằng số (trị số sai lệch giới hạn, đơn vị mm):

*Ví dụ:*  $\Phi 60 \pm 0,08$  ;  $\Phi 40^{+0,025}$  ;  $\Phi 40 \begin{smallmatrix} -0,04 \\ -0,07 \end{smallmatrix}$

*Giải thích:*  $\Phi 40^{+0,025}$  : Đường kính danh nghĩa của lỗ là 40mm;

Sai lệch giới hạn trên :  $ES = + 0,025\text{mm}$ ;

Sai lệch giới hạn dưới:  $EI = 0\text{mm}$ .

- Ghi kí hiệu phối hợp, nhưng ghi kí hiệu bằng số được đặt trong ngoặc:

*Ví dụ :*  $\Phi 40H7(^{+0,025})$ ;  $\Phi 40f7(\begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,050 \end{smallmatrix})$ ;  $\Phi 18H8(^{+0,027})$

*Giải thích:*  $\Phi 40H7(^{+0,025})$  : Đường kính danh nghĩa của lỗ là 40mm; miền dung sai của lỗ H7 (ứng với sai lệch cơ bản là H cấp chính xác 7).

Hoặc: Đường kính danh nghĩa của lỗ là 40mm,

Sai lệch giới hạn trên :  $ES = + 0,025\text{mm}$

Sai lệch giới hạn dưới:  $EI = 0\text{mm}$

### 2.2. Ghi kích thước có sai lệch trên bản vẽ lắp

Trên bản vẽ lắp, các sai lệch giới hạn được ghi kí hiệu bằng chữ hoặc bằng số dưới dạng phân số theo mm, sau kích thước danh nghĩa (hình 2.4)

- Ghi theo kí hiệu bằng chữ (kí hiệu miền dung sai):

*Ví dụ:*

+ Hệ lỗ cơ bản:  $\phi 40 \frac{H7}{f7}$ ,  $\phi 70 \frac{H7}{k6}$ ,  $\phi 45 \frac{H7}{p6}$ ;.....

+ Hệ trục cơ bản:  $\phi 50 \frac{F8}{h6}, \phi 30 \frac{K7}{h6}, \phi 100 \frac{R7}{h6}; \dots\dots\dots$

Ví dụ:  $\phi 40 \frac{H7}{f7}$  : Đường kính danh nghĩa của lắp ghép là 40mm;

Miền dung sai của lỗ xác H7, ứng với sai lệch cơ bản là H cấp chính 7;

Miền dung sai của trục f7, ứng với sai lệch cơ bản là f cấp chính xác 7;

Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản, kiểu lắp lỏng H7/f7.

- Ghi theo kí hiệu bằng số (trị số sai lệch giới hạn, đơn vị mm)

Ví dụ:  $\phi 40 \begin{smallmatrix} +0,025 \\ -0,025 \\ -0,050 \end{smallmatrix}$  : Đường kính danh nghĩa của lắp ghép là 40mm;

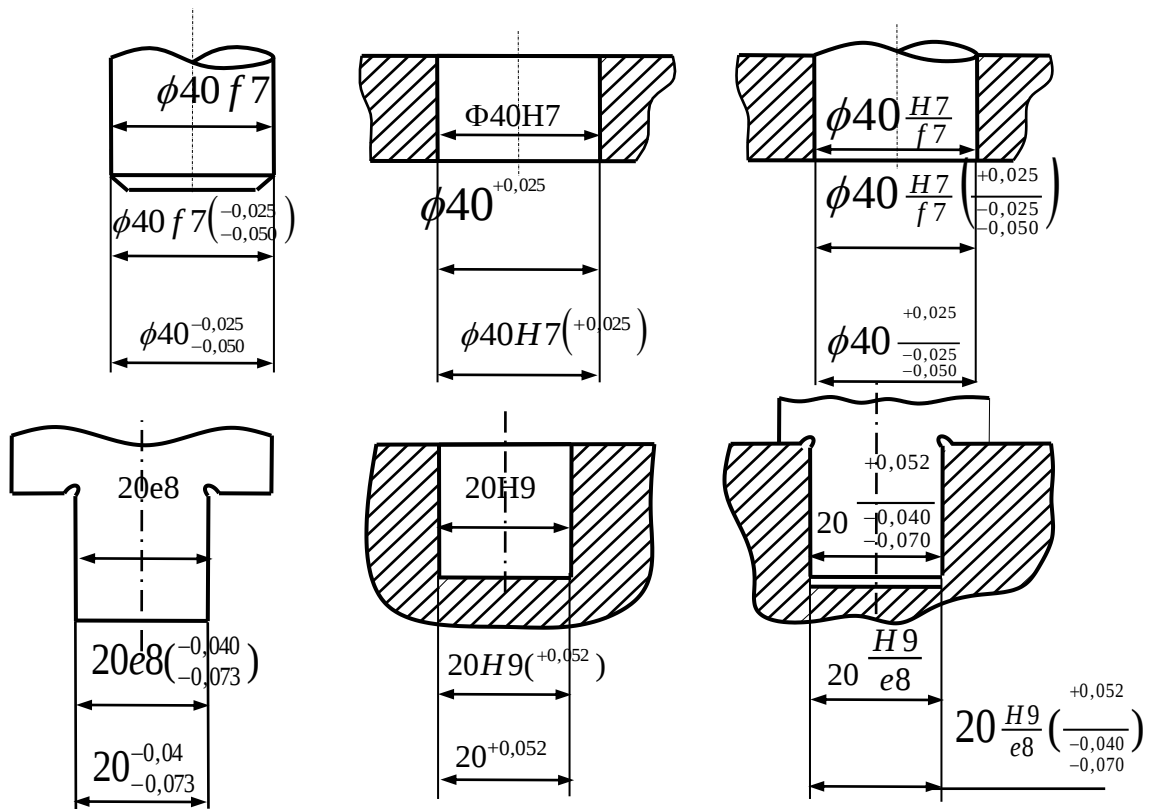
Sai lệch giới hạn kích thước lỗ: ES = + 0,025mm; EI = 0mm;

Sai lệch giới hạn kích thước trục: es = - 0,025mm; ei = - 0,050mm.

Lắp ghép trong hệ thống lỗ cơ bản ( EI = 0), kiểu lắp lỏng (do kích thước giới hạn của lỗ lớn hơn kích thước giới hạn của trục)

- Ghi kí hiệu phối hợp, nhưng ghi kí hiệu bằng số được đặt trong ngoặc

Ví dụ:



Hình 2.3: Bản vẽ chi tiết

Hình 2.4 : Bản vẽ lắp

- Hệ lỗ cơ bản:  $\phi 40 \frac{H7}{f7} \left( \begin{smallmatrix} +0,025 \\ -0,025 \\ -0,050 \end{smallmatrix} \right); \phi 70 \frac{H7}{k6} \left( \begin{smallmatrix} +0,030 \\ +0,021 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right); \phi 45 \frac{H7}{p6} \left( \begin{smallmatrix} +0,025 \\ +0,042 \\ +0,026 \end{smallmatrix} \right); \dots\dots\dots$
- Hệ trục cơ bản:  $\phi 50 \frac{F8}{h6} \left( \begin{smallmatrix} +0,064 \\ +0,025 \\ -0,016 \end{smallmatrix} \right); \phi 30 \frac{K7}{h6} \left( \begin{smallmatrix} +0,006 \\ -0,015 \\ -0,013 \end{smallmatrix} \right); \dots\dots\dots$

*Chú ý:*

- Sai lệch bằng 0 thì có thể ghi hoặc không ghi nhưng nếu không ghi thì phải để trống vị trí ghi sai lệch đó.

$$Ví dụ: \phi 60^{+0,025}; \phi 100_{-0,03} \quad \phi 50 \frac{F8}{h6} \left( \begin{smallmatrix} +0,064 \\ +0,025 \\ -0,016 \end{smallmatrix} \right); \phi 30 \frac{K7}{h6} \left( \begin{smallmatrix} +0,006 \\ -0,015 \\ -0,013 \end{smallmatrix} \right); \dots\dots\dots$$

- Khi ghi trị số sai lệch giới hạn phải có dấu (+) hoặc dấu (-) trước giá trị sai lệch và ghi nhỏ hơn kích thước danh nghĩa.

$$Ví dụ: \phi 60^{+0,03} : \phi 40_{-0,07}^{-0,04}$$

- Nếu trị số sai lệch giới hạn bằng nhau nhưng ngược dấu thì cho phép ghi dấu ( $\pm$ ) trước giá trị sai lệch.

$$Ví dụ: \phi 60^{\pm 0,012}$$

- Trong kí hiệu lắp ghép ghi theo miền dung sai nếu xuất hiện chữ H trên tử số thì lắp ghép thực hiện theo hệ thống lỗ cơ bản, còn xuất hiện chữ h dưới mẫu số thì lắp ghép thực hiện theo hệ thống trục cơ bản.

$$Ví dụ: \phi 40 \frac{H7}{k4}; \phi 40 \frac{K7}{h5}$$

Trường hợp lắp ghép thực hiện theo cả hai hệ thống thì kí hiệu dung sai sẽ xuất hiện đồng thời hai chữ H và h ở dạng  $\frac{H}{h}$  (lắp trượt).

$$Ví dụ: \phi 60 \frac{H7}{h6}$$

### 3. Các bảng dung sai

*Mục tiêu:*

- Trình bày được cấu tạo và cách tra bảng dung sai;
- Tra được trị số sai lệch giới hạn trên các bảng dung sai (theo TCVN 2245 - 99);
- Nghiêm túc trong học tập, cẩn thận, chính xác khi tra bảng dung sai.

#### 3.1. Cấu tạo và cách tra bảng dung sai TCVN 2245 - 99

\* *Cấu tạo:*

- Bảng 1: Sai lệch giới hạn kích thước lỗ đối với kích thước đến 500mm  
TCVN 2245 - 99 (phụ lục 1).

- Bảng 2: Sai lệch giới hạn kích thước trục đối với kích thước đến 500mm  
TCVN 2245 - 99 (phụ lục 1)..

\* *Cách tra bảng:*

- Xác định trị số các sai lệch giới hạn kích thước lỗ dựa vào bảng 1 ( phụ  
lục 1)

+ Dựa vào kích thước danh nghĩa đã cho, xác định kích thước nằm trong  
khoảng kích thước tương ứng.

+ Từ cột ghi giá trị cấp chính xác của sai lệch cơ bản đã cho

+ Dóng vuông góc xuống khoảng kích thước danh nghĩa vừa tìm, gặp  
nhau tại vị trí của ô nào thì đó chính là ô ghi giá trị sai lệch giới hạn.

- Xác định trị số các sai lệch giới hạn kích thước trục dựa vào bảng 2(phụ  
lục 1), tương tự như tìm sai lệch kích thước lỗ.

### 3.2. Thí dụ ứng dụng

*Ví dụ 1:*  $\phi 35 G7$

Từ bảng 1(phụ lục 1):

+ Dựa vào kích thước danh nghĩa của lỗ  $D_N = 35\text{mm}$ , ứng với khoảng kích  
thước danh nghĩa là  $(30 \div 50) \text{ mm}$

+ Từ cột ghi giá trị cấp chính xác 7 của sai lệch cơ bản G.

+ Dóng vuông góc xuống khoảng kích thước danh nghĩa là  $(30 \div 50) \text{ mm}$   
ta tìm được các trị số sai lệch giới hạn như sau:

$$\text{Sai lệch giới hạn trên của lỗ: } ES = + 34 \mu\text{m}$$

$$\text{Sai lệch giới hạn dưới của lỗ: } EI = + 9 \mu\text{m}$$

*Ví dụ 2:*  $\phi 120 \frac{H7}{n6}$

- Xác định trị số sai lệch giới hạn kích thước lỗ dựa vào bảng 1(phụ lục 1):

+ Dựa vào kích thước danh nghĩa của lắp ghép  $D_N = d_N = 120\text{mm}$ , ứng với  
khoảng kích thước danh nghĩa là  $(80 \div 120) \text{ mm}$

+ Từ cột ghi giá trị cấp chính xác 7 của sai lệch cơ bản H.

+ Dóng vuông góc xuống khoảng kích thước danh nghĩa là  $(80 \div 120)\text{mm}$   
ta tìm được các trị số sai lệch giới hạn như sau:

$$\text{Sai lệch giới hạn trên của lỗ: } ES = + 35 \mu\text{m}$$

Sai lệch giới hạn dưới của lỗ:  $EI = 0 \mu\text{m}$

- Xác định trị số sai lệch giới hạn kích thước trục dựa vào bảng 2 (phụ lục 1):

Tương tự cách xác định trị số sai lệch kích thước lỗ ta tìm được các trị số sai lệch giới hạn như sau:

Sai lệch giới hạn trên của trục:  $es = + 45 \mu\text{m}$

Sai lệch giới hạn dưới của trục:  $ei = + 23 \mu\text{m}$ .

#### 4. Bài tập

*Mục tiêu:*

- Giải được các bài tập trong chương thành thạo, chính xác;
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác trong tính toán, tra bảng và cách ghi kí hiệu.

*Ví dụ 1:* Giải thích và tra bảng các kí hiệu sau:

- \*  $\phi 120 \frac{H7}{n6}$ 
  - Kích thước danh nghĩa của lắp ghép  $D_N = d_N = 120\text{mm}$
  - Miền dung sai của lỗ là H7 (ứng với sai lệch cơ bản H, cấp chính xác 7)
  - Miền dung sai của trục là n6 (ứng với sai lệch cơ bản n, cấp chính xác 6)
  - Lắp ghép theo hệ lỗ cơ bản
  - Tra bảng:  $\begin{cases} ES = + 35 \mu\text{m}; EI = 0 \mu\text{m} \\ es = + 45 \mu\text{m}; ei = + 23 \mu\text{m} \end{cases}$
- \*  $\phi 60 H9$ 
  - Kích thước danh nghĩa của lỗ  $D_N = 60\text{mm}$
  - Miền dung sai của lỗ là H9 (ứng với sai lệch cơ bản H, cấp chính xác 9)
  - Tra bảng:  $\begin{cases} ES = + 74 \mu\text{m} \\ EI = 0 \mu\text{m} \end{cases}$

*Ví dụ 2:*

Cho lắp ghép trụ trơn có  $D_N = d_N = 52 \text{ mm}$ , miền dung sai kích thước lỗ là H8, miền dung sai kích thước trục là e8. Hãy ghi kí hiệu sai lệch, lắp ghép bằng chữ hoặc số trên bản vẽ chi tiết và bản vẽ lắp.

*Giải:*

- Vẽ mối ghép trụ trơn và vẽ riêng từng chi tiết tham gia lắp ghép ( hình 2.5).

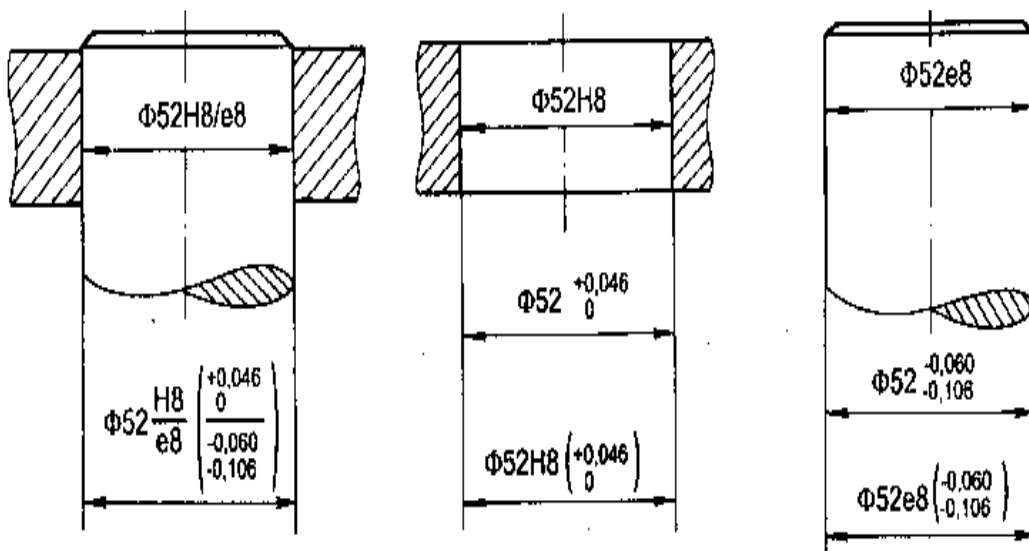
- Ghi kí hiệu bằng chữ với số liệu đã cho: kích thước danh nghĩa  $D_N = d_N = 52 \text{ mm}$ , miền dung sai kích thước lỗ H8, miền dung sai kích thước trục e8 trên hình 2.5.

- Ghi kí hiệu bằng số: để ghi kí hiệu bằng số ta cần phải xác định trị số các sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục. Dựa vào kích thước danh nghĩa và miền dung sai, tra bảng 1 (phụ lục 1) ta được trị số sai lệch giới hạn kích thước lỗ và tra bảng 2 (phụ lục 1) ta được trị số sai lệch giới hạn kích thước trục:

$$\text{Lỗ } \phi 52 \text{ H8} \begin{cases} ES = +0,046 \text{ mm} \\ EI = 0 \end{cases}$$

$$\text{Trục } \phi 52 \text{ H8} \begin{cases} es = -0,060 \text{ mm} \\ ei = -0,106 \text{ mm} \end{cases}$$

Biết trị số các sai lệch giới hạn, ta tiến hành ghi kí hiệu bằng số hoặc ghi phối hợp trên hình 2.5.



Hình 2.5: Ghi kí hiệu lắp ghép trên bản vẽ

Ví dụ 3:

Cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa là 68 mm. Miền dung sai kích thước lỗ là H7, kích thước trục là n6.

- Lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.
- Lắp ghép thuộc nhóm lắp nào? Xác định độ hở, độ dôi giới hạn của lắp ghép.

Giải:

- Để lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép ta phải xác định trị số các sai lệch giới hạn kích thước.

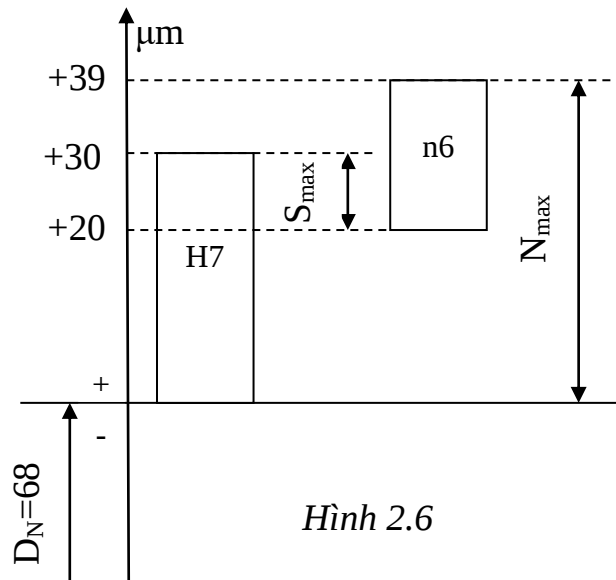
Tương tự như ví dụ trên, sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục tra theo bảng 1 và 2 (phụ lục 1).

Lắp ghép  $\phi 68 \frac{H7}{n6}$

Lỗ  $\phi 68 \begin{cases} ES = + 30 \mu m \\ EI = 0 \end{cases}$

Trục  $\phi 68 \begin{cases} es = + 39 \mu m \\ ei = + 20 \mu m \end{cases}$

Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép như hình 2.6.



Hình 2.6

- Nhìn vào sơ đồ ta nhận thấy miền dung sai của lỗ nằm xen lẫn với miền dung sai của trục ( phần từ  $+ 20 \mu m \div + 30 \mu m$ ). Do đó lắp ghép thuộc nhóm lắp ghép trung gian.

Độ dôi và độ hở giới hạn của lắp ghép là:

$$N_{\max} = es - EI = + 39 - 0 = 39 \mu m$$

$$S_{\max} = ES - ei = 30 - 20 = 10 \mu m.$$

### CÂU HỎI ÔN TẬP VÀ BÀI TẬP

1. Tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt tròn TCVN 2244-99 quy định bao nhiêu cấp chính xác và kí hiệu chúng như thế nào.
2. Trình bày quy định lắp ghép trong hệ thống lỗ cơ bản và hệ thống trục cơ bản.
3. Sai lệch cơ bản là gì? TCVN 2244-99 quy định dãy các sai lệch cơ bản như thế nào.
4. Cho ví dụ về kí hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ và giải thích các kí hiệu đó.
5. Cho các lắp ghép trụ trơn ghi trong bảng dưới đây, bảng 2.6.

Bảng 2.6.

| TT | D <sub>N</sub> , mm | Kiểu lắp                             | TT | D <sub>N</sub> , mm | Kiểu lắp                           |
|----|---------------------|--------------------------------------|----|---------------------|------------------------------------|
| 1  | 30                  | $\frac{H8}{e8}$ và $\frac{E9}{h8}$   | 4  | 92                  | $\frac{H7}{k6}$ và $\frac{K7}{h6}$ |
| 2  | 45                  | $\frac{H7}{g6}$ và $\frac{G7}{h6}$   | 5  | 115                 | $\frac{H7}{s6}$ và $\frac{P7}{h6}$ |
| 3  | 72                  | $\frac{H7}{js6}$ và $\frac{Js7}{h6}$ | 6  | 124                 | $\frac{H7}{n6}$ và $\frac{N7}{h6}$ |

- Hãy ghi kí hiệu sai lệch và lắp ghép bằng chữ và bằng số trên bản vẽ.
- Lập sơ đồ phân bố miền dung sai, xác định đặc tính của lắp ghép.
- Tính độ dôi hoặc độ hở giới hạn của chúng.

## CHƯƠNG 3

### CÁCH SỬ DỤNG CÁC HÌNH THỨC LẮP GHÉP

#### Giới thiệu:

Để quá trình sử dụng các hình thức lắp ghép hiệu quả nhất, đảm bảo thời gian sử dụng được lâu dài, nâng cao hiệu quả kinh tế. Trong chương này sẽ giới thiệu một số kiến thức cơ bản về ký hiệu, công dụng và cách chọn kiểu lắp ghép tiêu chuẩn cho mỗi ghép.

#### Mục tiêu:

- Phân tích được đặc điểm, công dụng của các hình thức lắp ghép;
- Chọn được kiểu lắp tiêu chuẩn cho các mối ghép thông dụng;
- Rèn luyện tính cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

#### Nội dung chính.

#### 1. Lắp ghép có độ dôi

##### Mục tiêu:

- Phân tích được đặc điểm, công dụng của lắp ghép có độ dôi;
- Chọn được kiểu lắp tiêu chuẩn cho các mối ghép có độ dôi;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

##### 1.1. Ký hiệu và công dụng

###### \* Ký hiệu:

- Hệ thống lỗ cơ bản:  $\frac{H}{p}; \frac{H}{r}; \frac{H}{s}; \frac{H}{t}; \frac{H}{u}; \frac{H}{z}$
  - Hệ thống trục cơ bản:  $\frac{P}{h}; \frac{R}{h}; \frac{S}{h}; \frac{T}{h}; \frac{U}{h}; \frac{Z}{h}$
- } Độ dôi lắp ghép tăng từ  $\frac{H}{p} \div \frac{H}{z}$

###### \* Công dụng:

Kiểu lắp chặt tiêu chuẩn được sử dụng đối với các mối ghép cố định không tháo ra. Khi chi tiết truyền động cho nhau không phải dùng cơ cấu phụ kẹp chặt như then, vít, ... Độ dôi của lắp ghép đủ đảm bảo truyền mô men xoắn.

##### 1.2. Chọn kiểu lắp có độ dôi

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{p6}; \frac{P7}{h6}$  : Sử dụng với các mối ghép truyền mô men xoắn nhỏ, mối ghép có chi tiết thành mỏng không cho phép biến dạng lớn. Ví dụ:

vòng định vị lắp với trục động cơ điện, vòng cố định vị trí vòng trong ổ lăn trên trục.

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{r6}; \frac{P7}{s6}$  : Độ dôi vừa phải, khoảng  $(0,0002 \div 0,0006)d_N$ .

Sử dụng đối với các môi ghép chịu tải trọng nặng nhưng có chi tiết kẹp chặt phụ. Ví dụ: bạc ổ trượt lắp với thân ổ khi tải nặng có va đập, áo xi lanh lắp với thân bơm pittông, vành răng đồng của bánh vít lắp với thân gang có kẹp chặt.

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{u6}; \frac{H8}{u8}$  : Độ dôi lớn, khoảng  $(0,001 \div 0,002)d_N$ . Sử dụng

với các môi ghép truyền tải nặng, không có chi tiết kẹp chặt phụ. Ví dụ: bánh tàu hoả lắp với trục toa tàu, vành răng đồng của bánh vít lắp với thân thép, bạc ổ trượt lắp với thân ổ trong máy ép bánh lệch tâm.

## 2. Lắp ghép có độ hở

*Mục tiêu:*

- Phân tích được đặc điểm, công dụng của lắp ghép có độ hở;
- Chọn được kiểu lắp tiêu chuẩn cho các môi ghép có độ hở;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

### 2.1. Ký hiệu và công dụng

*\* Ký hiệu:*

- Hệ thống lỗ cơ bản:  $\frac{H}{a}; \frac{H}{b}; \frac{H}{c} \dots \frac{H}{h}$
  - Hệ thống trục cơ bản:  $\frac{A}{h}; \frac{B}{h}; \frac{C}{h} \dots \frac{H}{h}$
- } Độ hở lắp ghép giảm từ  $\frac{H}{a} \div \frac{H}{h}$

*\* Công dụng:*

Kiểu lắp lỏng tiêu chuẩn thường sử dụng đối với môi ghép mà hai chi tiết chuyển động tương đối với nhau.

### 2.2. Chọn kiểu lắp có độ hở

Tuỳ theo chức năng của môi ghép chọn kiểu lắp có độ hở nhỏ, trung bình hoặc lớn.

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{h6}; \frac{H8}{h7}; \frac{H8}{h8}$  : Các kiểu lắp này có độ hở nhỏ, đặc biệt độ

hở nhỏ nhất ( $S_{\min} = 0$ ). Sử dụng đối với môi ghép động, nhưng chuyển động tương đối của chi tiết chậm, thường dọc theo trục để đảm bảo độ chính xác định tâm cao. Ví dụ: bánh răng thay thế lắp với trục trong của máy công cụ, cán pistong lắp với bạc dẫn hướng.

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{g6}; \frac{G7}{h6}$  : Độ hở nhỏ, độ hở của lắp ghép nhằm giảm sai

lệch độ đồng tâm. Sử dụng cho mỗi ghép động chính xác, mỗi ghép mà chuyển động tương đối là chuyển động tịnh tiến, hoặc ổ quay chính xác tải trọng nhỏ. Ví dụ: ổ trục chính của các máy chính xác, trục thanh đo với bạc dẫn của đồng hồ so, bánh răng dịch chuyển trên trục, ...

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{f7}; \frac{F8}{h6}$  : Độ hở trung bình, độ hở đủ đảm bảo trục quay tự

do trong ổ trượt, có bôi trơn thêm mỡ hoặc dầu. Ví dụ: ổ trục trong các hộp truyền động, bánh răng hoặc bánh đai quay lồng không trên trục, con trượt trong rãnh trượt, ...

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{e7}; \frac{H8}{e8}$  : Độ hở tương đối lớn, đảm bảo trục quay tự do

với chế độ làm việc nặng tải trọng lớn, tốc độ lớn, nhiệt độ cao. Ví dụ: ổ lắp với trục tua bin của máy phát điện, cổ trục chính của trục khuỷu với ổ trong động cơ ô tô.

- Kiểu lắp  $\frac{H9}{d9}; \frac{H8}{d9}$  : Độ hở lớn, cho phép bôi trơn thường sai lệch lớn về

vị trí của bề mặt lắp ghép và biến dạng nhiệt. Ví dụ: trục máy cán, máy nghiền bi lắp với ổ trục, vòng găng lắp với rãnh pittong của máy nén khí.

### 3. Lắp ghép trung gian

*Mục tiêu:*

- Phân tích được đặc điểm, công dụng của lắp ghép trung gian;
- Chọn được kiểu lắp tiêu chuẩn cho các mối ghép có độ hở, độ dôi;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

#### 3.1. Ký hiệu và công dụng

*\* Ký hiệu:*

- Hệ thống lỗ cơ bản:  $\frac{H}{js}; \frac{H}{k}; \frac{H}{m} \dots \frac{H}{n}$
  - Hệ thống trục cơ bản:  $\frac{JS}{h}; \frac{K}{h}; \frac{M}{h}; \frac{N}{h}$
- } Độ dôi lắp ghép tăng từ  $\frac{H}{js} \div \frac{H}{n}$

*\* Công dụng:*

Kiểu lắp trung gian tiêu chuẩn thường sử dụng đối với mỗi ghép cố định nhưng chi tiết cần tháo lắp dễ dàng và đảm bảo định tâm tốt.

#### 3.2. Chọn kiểu lắp trung gian

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{js6}; \frac{Js7}{h6}$  : Khe hở và độ dôi nhỏ (thường thì nhận được độ hở hơn là độ dôi). Độ dôi không lớn nên tháo lắp dễ dàng thường dùng cho mối ghép trong quá trình sử dụng thường xuyên phải tháo lắp. Ví dụ: bánh răng với trục có then, bánh đai, tay quay với đầu trục có then.

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{k6}; \frac{K7}{h6}$  : Khe hở không cảm nhận được và độ dôi trung bình (thường thì nhận được độ dôi hơn là độ hở). Đây là kiểu lắp trung gian được dùng phổ biến nhất đối với các mối ghép bánh răng trong hộp tốc độ, bánh đai, vô lăng, càng gạt lắp với trục có then; bạc biên lắp với đầu biên của động cơ máy kéo.

- Kiểu lắp  $\frac{H7}{n6}; \frac{N7}{h6}$  : Không xuất hiện độ hở và độ dôi tương đối lớn, lắp ghép bền chắc nhất trong các kiểu lắp trung gian. Sử dụng đối với các mối ghép bánh răng, ly hợp, tay quay với trục có chi tiết kẹp chặt phụ khi tải trọng nặng, khi tháo lắp cần lực lớn và thường phải sử dụng máy ép. Ví dụ: Bánh răng lắp với trục trong máy búa hơi, máy nghiền đá.

Chúng cũng được dùng đối với mối ghép cố định không có chi tiết phụ kẹp chặt nhưng tải trọng không lớn, chi tiết lỗ có thành mỏng.

Hệ thống của lắp ghép tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 3.1 và bảng 3.2.

Trong quá trình thiết kế các mối ghép, tùy thuộc vào chức năng sử dụng mối ghép mà người thiết kế xác định yêu cầu về độ hở hoặc độ dôi giới hạn của lắp ghép. Xuất phát từ giá trị độ hở hoặc độ dôi giới hạn yêu cầu đó mà chọn kiểu lắp tiêu chuẩn có độ hở hoặc độ dôi giới hạn phù hợp. Độ hở, độ dôi giới hạn của các lắp ghép tiêu chuẩn cho trong bảng 3, 4 và 5, phụ lục 1.

#### Chú ý:

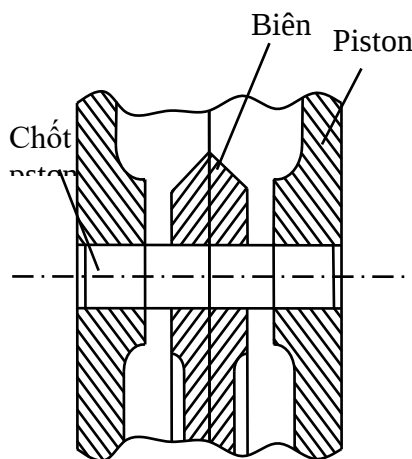
- Các lắp ghép cùng tên, ở hai hệ thống khác nhau nhưng có đặc tính giống nhau.
- Số lắp ghép theo tiêu chuẩn hệ thống lỗ nhiều hơn hệ thống trục vì thực tế chi tiết trục dễ chế tạo hơn.
- Số lắp ghép lỏng nhiều nhất vì phạm vi ứng dụng rộng rãi nhất.

*Ví dụ:* Theo TCVN 2245 - 99 thì : Lắp ghép  $\phi 40 \frac{H7}{k6}$  và  $\phi 40 \frac{K7}{h6}$  có cùng

đặc tính là:  $N_{\max} = 18 \mu m$  ;  $S_{\max} = 23 \mu m$ , tra bảng tìm độ hở bảng 3, độ dôi bảng 4, độ dôi và độ hở bảng 5 (phụ lục 1).

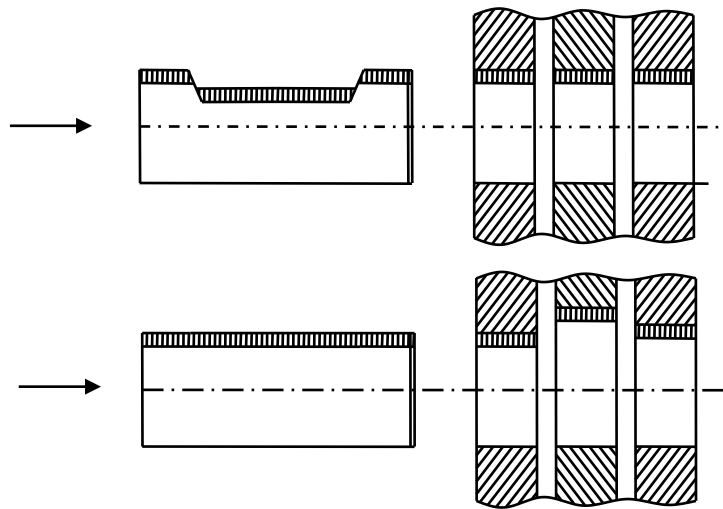
Vì vậy để chọn kiểu lắp ghép theo tiêu chuẩn khi thiết kế ngoài đặc tính yêu cầu của lắp ghép người thiết kế còn dựa vào tính kinh tế, kỹ thuật và tính công nghệ để quyết định chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ (Hình 3.1) hay trục cơ bản (Hình 3.2).

Về mặt kinh tế mà xét thì người ta thường chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ. Bởi vì gia công lỗ chính xác thì khó và thường phải dùng những dụng cụ đắt tiền như: dao doa, dao chuốt... mà khi chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ thì số kích thước lỗ lại ít hơn so với hệ trục nên chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ có lợi hơn. Tuy nhiên trong trường hợp do yêu cầu về kết cấu và công nghệ không cho phép chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ thì phải chọn kiểu lắp trong hệ thống trục.



Hình 3.1

Chọn hệ thống trục cho lắp ghép



Hình 3.2

Chọn hệ thống lỗ cho lắp ghép

Trong chế tạo máy thì người ta thường sử dụng các chi tiết trục thép cán sẵn mà không gia công cắt gọt nữa, vì vậy việc sử dụng lắp ghép trong hệ thống trục lại thuận lợi hơn và kinh tế hơn. Cũng như vậy khi chế tạo các dụng cụ nhỏ chính xác như trong công nghiệp sản xuất đồng hồ chẳng hạn thì người ta cũng dùng hệ thống trục cơ bản.

*Ví dụ 1:* Cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa là 35mm, độ hở yêu cầu là:  $S_{\max yc} = 50\mu m$ ,  $S_{\min yc} = 9\mu m$ .

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép.
- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục.

*Giải:*

- Dựa vào bảng giá trị độ hở giới hạn của lắp ghép lỏng, bảng 3( phụ lục 1). Ta tiến hành tra ra 2 kiểu lắp tiêu chuẩn như sau:

+ Từ kích thước danh nghĩa,  $d_N = 35mm$  ta xác định trên cột 1 khoảng kích thước 30 ÷ 50mm dóng theo hàng ngang tìm cột có trị số độ hở là 50 $\mu m$  và 9 $\mu m$  (cột 8).

+ Từ cột 8 dóng lên phía trên ta xác định được kiểu lắp. Trong ví dụ này, theo bảng ta xác định được 2 kiểu lắp là:

$\phi 35H7/g6$  : Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản, sử dụng ưu tiên.

$\phi 35G7/h6$  : Lắp ghép trong hệ trục cơ bản.

Trước hết phải chọn kiểu lắp sử dụng ưu tiên (có đóng khung). Trường hợp cả 2 kiểu lắp đều là sử dụng ưu tiên hoặc không ưu tiên thì chọn kiểu lắp trong hệ lỗ cơ bản. Trong trường hợp vì lý do công nghệ và kết cấu không cho phép sử dụng kiểu lắp hệ thống lỗ cơ bản thì ta phải chọn kiểu lắp trong hệ trục cơ bản.

Trong ví dụ này ta chọn kiểu lắp sử dụng ưu tiên (có đóng khung):  $\phi 35H7/g6$ .

- Sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục tra theo bảng 1 và 2( phụ lục 1).

$$\phi 35H7 \begin{cases} ES = + 25\mu m \\ EI = 0 \end{cases} \quad \phi 35g6 \begin{cases} es = - 9\mu m \\ ei = - 25\mu m \end{cases}$$

*Ví dụ 2:* Cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa là 68mm, độ dôi yêu cầu là:  $N_{\max yc} = 51 \mu m$  ,  $N_{\min yc} = 2 \mu m$  .

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép.
- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục.

*Giải:*

- Dựa vào bảng giá trị độ dôi giới hạn của lắp ghép chặt tiêu chuẩn, bảng 4 (phụ lục 1), tiến hành tương tự ví dụ 1 tra được 2 kiểu lắp tiêu chuẩn như sau:

$\phi 68H7/p6$  : Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản, sử dụng ưu tiên.

$\phi 68P7/h6$  : Lắp ghép trong hệ trục cơ bản, sử dụng ưu tiên.

Ở đây ta chọn kiểu lắp trong hệ lỗ cơ bản :  $\phi 68H7/p6$ .

- Sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục tra theo bảng 1 và 2( phụ lục 1).

$$\phi 35H7 \begin{cases} ES = + 30\mu m \\ EI = 0 \end{cases} \quad \phi 35g6 \begin{cases} es = + 51\mu m \\ ei = + 32\mu m \end{cases}$$

*Ví dụ 3:* Cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa là 92 mm. Độ dôi và độ hở giới hạn yêu cầu là:  $N_{\max yc} = 25 \mu m$ ,  $S_{\max yc} = 32 \mu m$ .

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép.
- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ, trục và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép.

*Giải:*

- Dựa vào bảng giá trị độ dôi giới hạn của lắp ghép trung gian tiêu chuẩn, bảng 5 (phụ lục 1). Ta tiến hành tra ra 2 kiểu lắp tiêu chuẩn như sau:

Chú ý: Khi tra bảng thì độ hở được coi là độ dôi có giá trị âm(để tránh nhầm lẫn). Vậy  $S_{\max yc} = 32 \mu m$  được coi là  $N_{\min yc} = -32 \mu m$  nên tra bảng theo cặp giá trị:

$$\begin{cases} N_{\max} = 25 \mu m \\ N_{\min} = -32 \mu m. \end{cases}$$

+ Từ kích thước danh nghĩa,  $d_N = 92mm$  ta xác định trên cột 1 khoảng kích thước  $80 \div 120mm$  đóng theo hàng ngang tìm cột có trị số độ dôi là  $25 \mu m$  và  $-32 \mu m$  (cột 10).

+ Từ cột 10 đóng lên phía trên ta xác định được kiểu lắp. Trong ví dụ này, theo bảng ta xác định được 2 kiểu lắp là:

$\phi 92H7/k6$  : Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản, sử dụng ưu tiên.

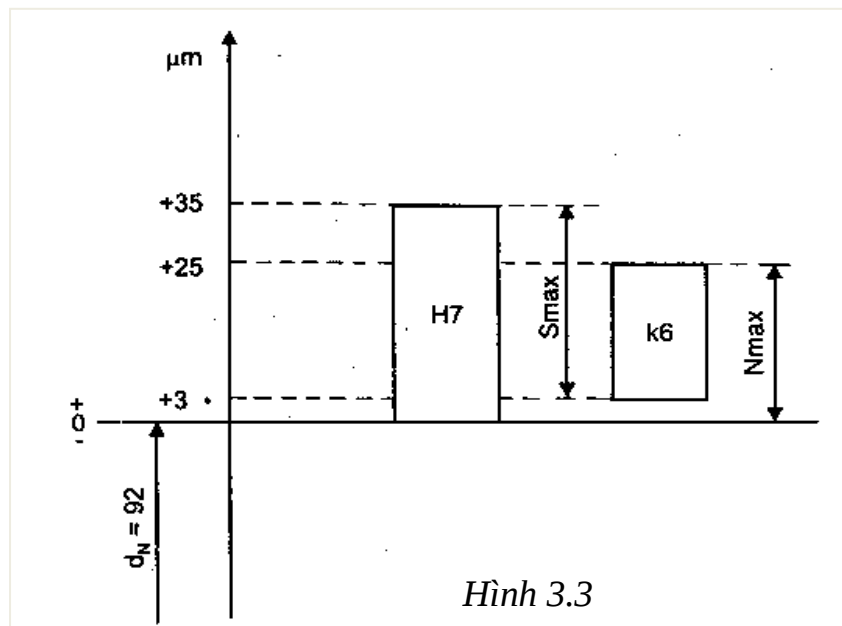
$\phi 92K7/h6$  : Lắp ghép trong hệ trục cơ bản, sử dụng ưu tiên.

Ở đây ta chọn kiểu lắp trong hệ lỗ cơ bản :  $\phi 92H7/k6$ .

- Sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục tra theo bảng 1 và 2( phụ lục 1).

$$\phi 92H7 \begin{cases} ES = +35 \mu m \\ EI = 0 \end{cases} \quad \phi 92k6 \begin{cases} es = +25 \mu m \\ ei = +3 \mu m \end{cases}$$

Sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép (Hình 3.3).



Hình 3.3

Bảng 3.1. Hệ thống lỗ, lắp ghép đôi với các kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500mm. TCVN 2245 – 99

| Lỗ cơ bản | Sai lệch cơ bản của trục |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
|-----------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|           | a                        | b                 | c                 | d                 | e               |                 | f               |                 | g               | h                 |                   | j <sub>s</sub>    |
|           | Lắp ghép                 |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
| H5        |                          |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 | $\frac{H5}{g4}$ | $\frac{H5}{h4}$   | $\frac{H5}{j_s4}$ |                   |
| H6        |                          |                   |                   |                   |                 |                 | $\frac{H6}{f6}$ |                 | $\frac{H6}{g5}$ | $\frac{H6}{h5}$   | $\frac{H6}{j_s5}$ |                   |
| H7        |                          |                   | $\frac{H7}{c8}$   | $\frac{H7}{d8}$   | $\frac{H7}{e7}$ | $\frac{H7}{e8}$ | $\frac{H7}{f7}$ |                 | $\frac{H7}{g6}$ | $\frac{H7}{h6}$   | $\frac{H7}{j_s6}$ |                   |
| H8        |                          |                   | $\frac{H8}{c8}$   | $\frac{H8}{d8}$   | $\frac{H8}{e8}$ |                 | $\frac{H7}{f7}$ | $\frac{H8}{f8}$ |                 | $\frac{H8}{h7}$   | $\frac{H8}{h8}$   | $\frac{H8}{j_s7}$ |
|           |                          |                   |                   | $\frac{H8}{d9}$   | $\frac{H8}{e9}$ |                 | $\frac{H8}{f9}$ |                 |                 | $\frac{H8}{h9}$   |                   |                   |
| H9        |                          |                   |                   | $\frac{H9}{d9}$   | $\frac{H9}{e8}$ | $\frac{H9}{e9}$ | $\frac{H9}{f8}$ | $\frac{H9}{f9}$ |                 | $\frac{H9}{h8}$   | $\frac{H9}{h9}$   |                   |
| H10       |                          |                   |                   | $\frac{H10}{d10}$ |                 |                 |                 |                 |                 | $\frac{H10}{h9}$  | $\frac{H10}{h10}$ |                   |
| H11       | $\frac{H11}{a11}$        | $\frac{H11}{b11}$ | $\frac{H11}{c11}$ | $\frac{H11}{d11}$ |                 |                 |                 |                 |                 | $\frac{H11}{h11}$ |                   |                   |
| H12       |                          | $\frac{H12}{b12}$ |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 | $\frac{H12}{h12}$ |                   |                   |
| Lỗ cơ bản | Sai lệch cơ bản của trục |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
|           | k                        | m                 | n                 | p                 | r               | S               |                 | t               | u               | v                 | x                 | z                 |
|           | Lắp ghép                 |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
| H5        | $\frac{H5}{k4}$          | $\frac{H5}{m4}$   | $\frac{H5}{n4}$   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
| H6        | $\frac{H6}{k5}$          | $\frac{H6}{m5}$   | $\frac{H6}{n5}$   | $\frac{H6}{p5}$   | $\frac{H6}{r5}$ | $\frac{H6}{s5}$ |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
| H7        | $\frac{H7}{k5}$          | $\frac{H7}{m6}$   | $\frac{H7}{n6}$   | $\frac{H7}{p6}$   | $\frac{H7}{r6}$ | $\frac{H6}{s6}$ | $\frac{H6}{s7}$ | $\frac{H7}{t6}$ | $\frac{H7}{u7}$ |                   |                   |                   |
| H8        | $\frac{H8}{k7}$          | $\frac{H8}{m7}$   | $\frac{H8}{n7}$   |                   |                 | $\frac{H8}{s7}$ |                 |                 | $\frac{H8}{u8}$ |                   | $\frac{H8}{x8}$   | $\frac{H8}{x8}$   |
| H9        |                          |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
| H10       |                          |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
| H11       |                          |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |
| H12       |                          |                   |                   |                   |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                   |                   |

Bảng 3.2. Hệ thống trục, lắp ghép đôi với các kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500mm. TCVN 2245 - 99

| Trục cơ bản | Sai lệch cơ bản của lỗ |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
|-------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|
|             | A                      | B                 | C                 | D                 |                  | E               |                 | F               |                 | G               | H                 |                 |                  |
|             | Lắp ghép               |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h4          |                        |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 | $\frac{G5}{h4}$ | $\frac{H5}{h4}$   |                 |                  |
| h5          |                        |                   |                   |                   |                  |                 |                 | $\frac{F7}{h5}$ |                 | $\frac{G6}{h5}$ | $\frac{H6}{h5}$   |                 |                  |
| h6          |                        |                   |                   | $\frac{D8}{h6}$   |                  | $\frac{E8}{h6}$ |                 | $\frac{F7}{h6}$ | $\frac{F8}{h6}$ | $\frac{G7}{h6}$ | $\frac{H7}{h6}$   |                 |                  |
| h7          |                        |                   |                   | $\frac{D8}{h7}$   |                  | $\frac{E8}{h7}$ |                 | $\frac{F8}{h7}$ |                 |                 | $\frac{H8}{h7}$   |                 |                  |
| h8          |                        |                   |                   | $\frac{D8}{h8}$   | $\frac{D8}{h8}$  | $\frac{E8}{h8}$ | $\frac{E9}{h8}$ | $\frac{F8}{h8}$ | $\frac{F9}{h8}$ |                 | $\frac{H8}{h8}$   | $\frac{H9}{h8}$ |                  |
| h9          |                        |                   |                   | $\frac{D9}{h9}$   | $\frac{D10}{h9}$ | $\frac{E9}{h9}$ |                 |                 |                 |                 | $\frac{H8}{h0}$   | $\frac{H9}{h9}$ | $\frac{H10}{h9}$ |
| h10         |                        |                   |                   | $\frac{D10}{h10}$ |                  |                 |                 |                 |                 |                 | $\frac{H10}{h10}$ |                 |                  |
| h11         | $\frac{A11}{h11}$      | $\frac{B11}{h11}$ | $\frac{C11}{h11}$ | $\frac{D11}{h11}$ |                  |                 |                 |                 |                 |                 | $\frac{H11}{h11}$ |                 |                  |
| h12         |                        | $\frac{B12}{h12}$ |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 | $\frac{H12}{h12}$ |                 |                  |
| Trục cơ bản | Sai lệch cơ bản của lỗ |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
|             | J <sub>s</sub>         | K                 | M                 | N                 |                  | P               |                 | R               |                 | S               | T                 | U               |                  |
|             | Lắp ghép               |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h4          | $\frac{J_s 5}{h4}$     | $\frac{K5}{h4}$   | $\frac{M5}{h4}$   | $\frac{N6}{h4}$   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h5          | $\frac{J_s 6}{h5}$     | $\frac{K6}{h5}$   | $\frac{M6}{h5}$   | $\frac{N6}{h5}$   |                  | $\frac{P6}{h5}$ |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h6          | $\frac{J_s 7}{h6}$     | $\frac{K7}{h6}$   | $\frac{M7}{h6}$   | $\frac{N7}{h4}$   |                  | $\frac{P7}{h6}$ |                 | $\frac{R7}{h6}$ |                 | $\frac{S7}{h6}$ | $\frac{T7}{h6}$   |                 |                  |
| h7          | $\frac{J_s 8}{h7}$     | $\frac{K8}{h7}$   | $\frac{M8}{h7}$   | $\frac{N8}{h7}$   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   | $\frac{U8}{h7}$ |                  |
| h8          |                        |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h9          |                        |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h10         |                        |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h11         |                        |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |
| h12         |                        |                   |                   |                   |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                   |                 |                  |

Chú thích



Lắp ghép ưu tiên

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu kí hiệu và công dụng của các nhóm lắp ghép tiêu chuẩn.
2. Nêu phạm vi ứng dụng của 2 kiểu lắp sau:  $\frac{H7}{f7}$  và  $\frac{H7}{k6}$
3. Với đặc tính yêu cầu của lắp ghép cho trong bảng dưới đây (bảng 3.3).

*Bảng 3.3.*

| TT | $d_N, \text{mm}$ | $S_{\max yc}, \mu\text{m}$ | $S_{\min yc}, \mu\text{m}$ | TT | $d_N, \text{mm}$ | $N_{\max yc}, \mu\text{m}$ | $N_{\min yc}, \mu\text{m}$ |
|----|------------------|----------------------------|----------------------------|----|------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1  | 42               | 80                         | 25                         | 6  | 46               | 42                         | 1                          |
| 2  | 56               | 180                        | 60                         | 7  | 65               | 60                         | 11                         |
| 3  | 62               | 76                         | 0                          | 8  | 76               | 39                         | -10                        |
| 4  | 85               | 106                        | 36                         | 9  | 82               | 25                         | -32                        |
| 5  | 125              | 65                         | 0                          | 10 | 95               | 17                         | -39                        |

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho từng trường hợp.
- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục.

## **CHƯƠNG 4**

### **DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ CỦA CÁC BỀ MẶT NHÁM BỀ MẶT**

#### **Giới thiệu:**

Trong quá trình gia công cơ khí chúng ta gặp không ít những chi tiết có bề mặt không bằng phẳng, sai lệch cả về kích thước, hình dạng và vị trí làm ảnh hưởng tới chất lượng của sản phẩm và tính kinh tế trong sản xuất. Nghiên cứu về vấn đề này nội dung cơ bản trong chương giới thiệu về nguyên nhân gây ra sai số trong quá trình gia công, các đặc điểm, dấu hiệu và kí hiệu của chúng trên bản vẽ.

#### **Mục tiêu:**

- Xác định được các nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công;
- Nhận biết được đặc điểm của các dạng sai lệch về hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt;
- Phân tích được các kí hiệu về dung sai hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt trên bản vẽ;
- Ghi được các kí hiệu về dung sai hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt lên bản vẽ;
- Rèn luyện tính chuyên cần, cẩn thận, chính xác, khả năng ghi nhớ trong học tập.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công**

###### *Mục tiêu:*

- Nêu được khái niệm về độ chính xác gia công cơ khí;
- Xác định được các nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công;
- Có tính chuyên cần, cẩn thận, chính xác, khả năng ghi nhớ trong học tập.

###### **1.1. Khái niệm về độ chính xác gia công cơ khí**

Chất lượng chi tiết sau khi gia công đạt mức độ khác nhau về các yếu tố hình học so với bản thiết kế. Mức độ đó gọi là độ chính xác gia công.

Độ chính xác gia công của mỗi chi tiết bao gồm những yếu tố sau:

- Độ chính xác kích thước.
- Độ chính xác hình dáng hình học và vị trí tương quan các bề mặt.
- Độ nhẵn bề mặt.

Độ chính xác gia công đạt được mức độ khác nhau. Chi tiết sản xuất ra có thể khác với mong muốn hoặc cùng một yêu tố hình học nhưng ở chi tiết này khác với chi tiết kia là do có những sai số sinh ra trong quá trình gia công.

## 1.2. Nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công

### 1.2.1. Độ chính xác của máy, đồ gá và tình trạng của chúng bị mòn

Ví dụ: Trục chính của máy tiện bị đảo làm cho bề mặt gia công không tròn hay sóng trượt không song song với tâm trục chính gây ra độ côn trên chi tiết gia công. Tương tự với đồ gá gia công cũng vậy. Thí dụ trong đồ gá khoan lỗ sẽ bị sai lệch.

1.2.2. *Độ chính xác của dụng cụ cắt*: Những dụng cụ định kích thước như mũi khoan, mũi doa v.v ... có đường kính sai hoặc bị mòn sẽ ảnh hưởng đến chi tiết gia công, làm cho kích thước của chi tiết gia công bị sai số.

1.2.3. *Độ cứng vững của hệ thống máy, đồ gá, dao gia công chi tiết càng kém thì sai số gia công càng lớn.*

1.2.4. *Biến dạng do kẹp chặt chi tiết*: Khi kẹp chặt chi tiết để gia công, chi tiết sẽ bị biến dạng, sau khi gia công xong tháo chi tiết ra do biến dạng đàn hồi nó sẽ trở lại hình dáng ban đầu làm cho mặt vừa gia công sai số.

1.2.5. *Biến dạng vì nhiệt và ứng suất bên trong*: Nhiệt làm cho chi tiết gia công, dụng cụ cắt, dụng cụ đo và các bộ phận máy thay đổi kích thước và hình dáng dẫn đến sai lệch chi tiết gia công.

1.2.6. *Rung động phát sinh trong quá trình cắt gây ra sai số gia công và ảnh hưởng lớn đến độ nhẵn bề mặt.*

1.2.7. *Do phương pháp đo, dụng cụ đo và những sai số của người thợ gây ra, sai số chịu ảnh hưởng đồng thời của nhiều nguyên nhân phức tạp*

Để ngăn ngừa hạn chế sai số sinh ra trong quá trình gia công, cần phân biệt được các loại sai số và những đặc tính biến thiên của chúng.

## 2. Sai số về kích thước

*Mục tiêu:*

- Phân tích được các loại sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên;
- Có tính chuyên cần, cẩn thận, chính xác, khả năng ghi nhớ các dạng sai số về kích thước.

\* *Sai số hệ thống:*

Là những sai số mà trị số của nó không biến đổi hoặc biến đổi theo một quy luật xác định trong suốt thời gian gia công. Ví dụ: Nếu không kể tới ảnh hưởng khác thì khi dao doa có những đường kính bé đi 0,01mm. Các kích thước lỗ gia công bằng dao doa ấy cũng bé đi cùng một lượng là 0,01mm, nghĩa là trị số và dấu của sai số không thay đổi trong suốt quá trình gia công loạt lỗ. Gọi những sai số không thay đổi về trị số và dấu như thế là sai số hệ thống cố định.

*\* Sai số ngẫu nhiên:*

Là sai số có trị số khác nhau ở các chi tiết gia công. Trong thời gian gia công sai số này biến đổi không theo quy luật nào của thời gian.

Nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên là do tác dụng lực không đều( lúc ít lúc nhiều, lúc có lúc không). Ví dụ sự thay đổi lực cắt do chiều sâu cắt thay đổi hoặc chấn động khi cắt v. v ... Sai số do nguyên nhân đó gây ra sẽ có trị số thay đổi một cách ngẫu nhiên ở các chi tiết, nên thuộc sai số ngẫu nhiên.

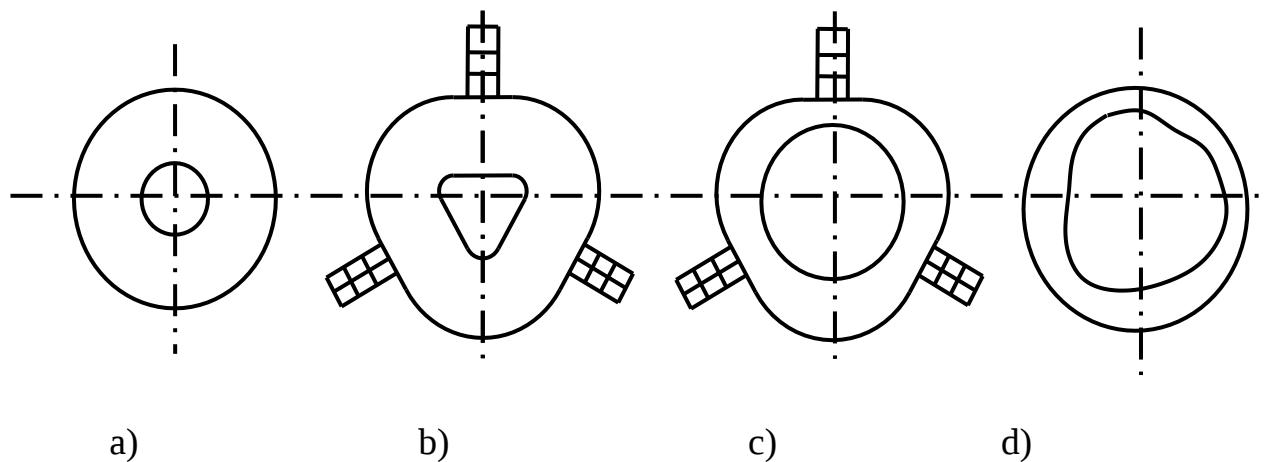
### **3. Sai số về hình dạng và vị trí giữa các bề mặt của chi tiết gia công**

*Mục tiêu:*

- Nhận biết được đặc điểm của các dạng sai lệch về hình dáng, vị trí giữa các bề mặt;
- Phân tích và ghi được các kí hiệu về dung sai hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt trên bản vẽ;
- Có tính chuyên cần, cẩn thận, chính xác, khả năng ghi nhớ trong học tập.

#### **3.1. Sai số và dung sai hình dạng**

Trong quá trình gia công, không chỉ kích thước mà hình dạng và vị trí các bề mặt chi tiết cũng bị sai lệch, chẳng hạn khi ta tiện chi tiết trục mà bàn máy mang dao dịch chuyển theo phương không song song với đường tâm trục chính máy tiện thì trục sẽ bị côn. Biến dạng đàn hồi do kẹp chặt chi tiết lỗ làm cho lỗ sau khi gia công xong bị méo, hình 4.1.



*Hình 4.1: Biến dạng do kẹp chặt trên mâm cặp 3 vấu*

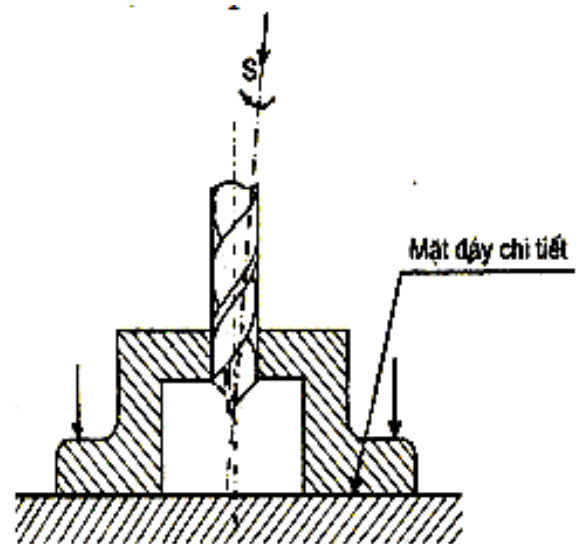
*a) Phôi để gia công lỗ*

*c) Lỗ sau khi gia công*

*b) Phôi kẹp chặt trên máy bị biến dạng*

*d) Sản phẩm tháo ra khỏi máy*

Khi phay một tấm phẳng đặt trên bàn máy, nếu bàn máy chuyển động theo phương không song song với mặt bàn máy thì mặt phẳng sau khi phay sẽ không song song với mặt đáy của nó. Khi khoan lỗ, nếu mũi khoan dịch chuyển theo hướng (S) không vuông góc với bàn máy thì lỗ sau khi khoan sẽ nghiêng so với mặt đáy chi tiết (mặt chuẩn), hình 4.2

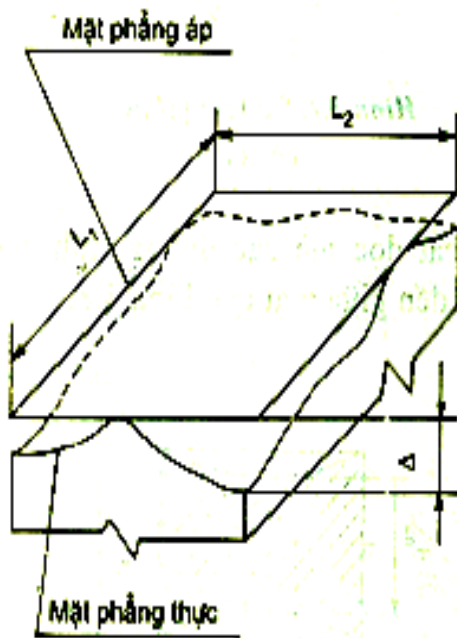


Hình 4.2

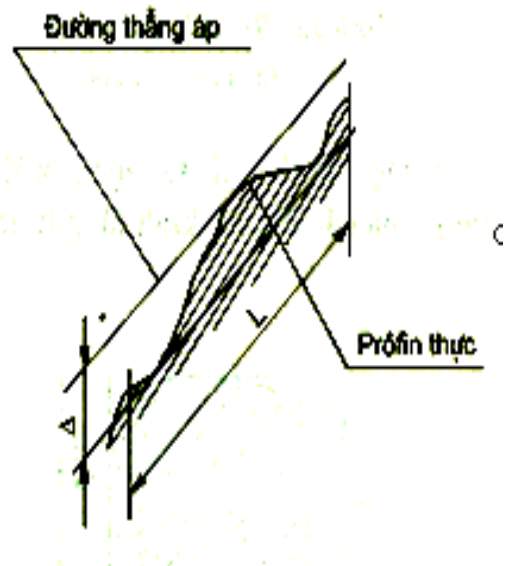
### 3.1.1. Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng

Đối với bề mặt phẳng thì sai lệch hình dạng bao gồm :

- Sai lệch về độ phẳng: Là khoảng cách lớn nhất  $\Delta$  từ các điểm của bề mặt thực tới mặt phẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn ( hình 4.3).
- Sai lệch về độ thẳng : Là khoảng cách lớn nhất  $\Delta$  từ các điểm của prôfin thực tới đường thẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn (hình 4.4).



Hình 4.3. Sai lệch độ phẳng

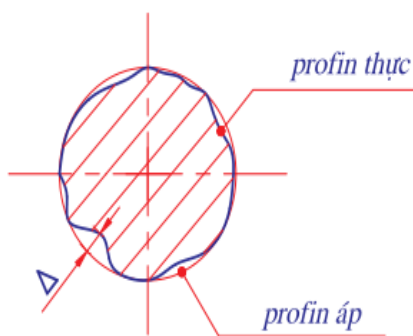


Hình 4.3. Sai lệch độ thẳng

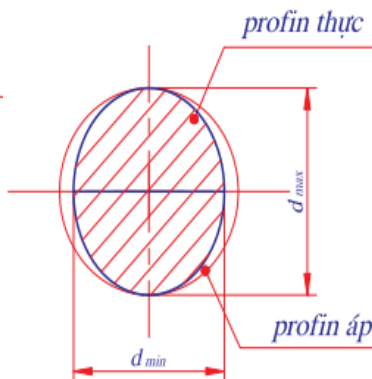
### 3.1.2. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ

Đối với chi tiết trụ tròn thì sai lệch xét theo hai phương:

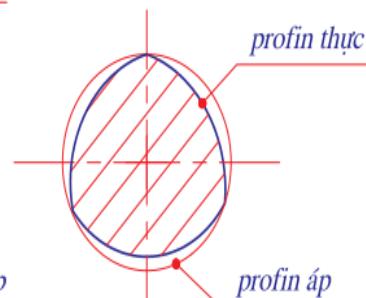
\* Sai lệch prôfin theo phương ngang: (mặt cắt ngang) bao gồm các dạng:



Hình 4.5. Sai lệch độ tròn cạnh



Hình 4.6. Sai lệch độ ô van



Hình 4.7. Sai lệch độ phân cạnh

- Sai lệch độ tròn: là khoảng cách lớn nhất  $\Delta$  từ các điểm của prôfin thực tới vòng tròn áp (hình 4.5)

Khi phân tích sai lệch hình dạng theo phương ngang người ta còn xét các dạng thành phần của sai lệch độ tròn là độ ô van và độ phân cạnh.

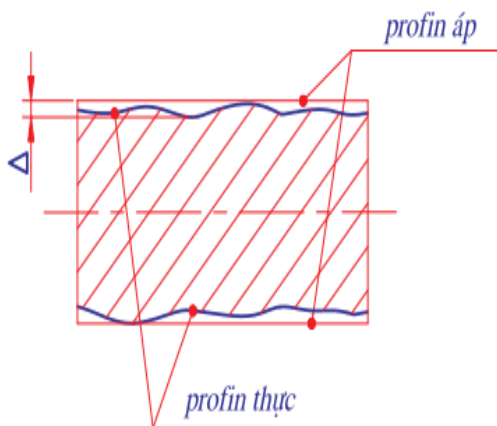
+ Độ ô van: Là sai lệch độ tròn mà prôfin thực là hình ô van (hình 4.6).

+ Độ phân cạnh: Là sai lệch về độ tròn mà prôfin thực là hình nhiều cạnh (hình 4.7).

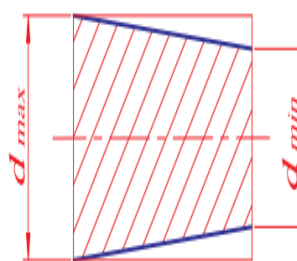
\* Sai lệch prôfin theo mặt cắt dọc trục: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên prôfin thực đến phía tương ứng của prôfin áp (hình 4.8). Tương tự như sai lệch hình dạng theo phương ngang, khi phân tích các sai lệch hình dạng theo phương dọc trục người ta xét các dạng thành phần của sai lệch:

- Độ côn: Là sai lệch của prôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh là những đường thẳng nhưng không song song với nhau (hình 4.9).

- Độ phình: Là sai lệch của prôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và các đường kính tăng từ mép biên đến giữa mặt cắt (hình 4.10).

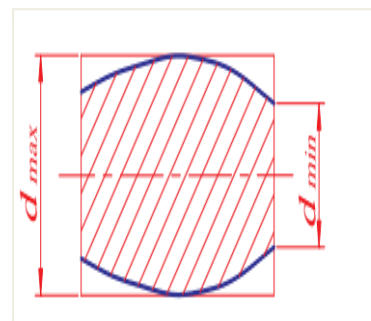


Hình 4.8. Sai lệch prôfin theo mặt cắt dọc trục



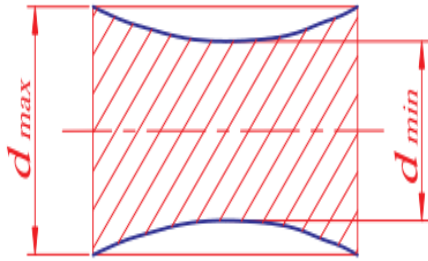
$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}$$

Hình 4.9. Sai lệch prôfin độ côn



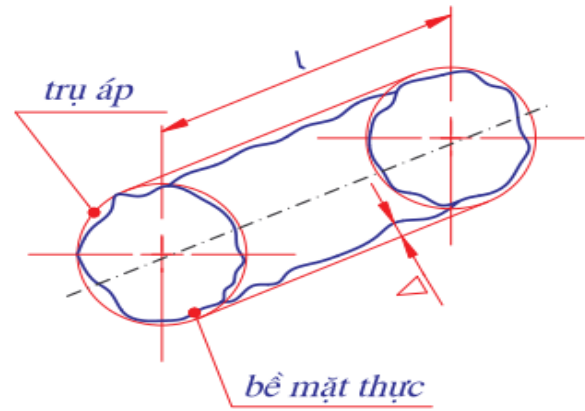
$$\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}$$

Hình 4.10. Sai lệch prôfin độ phình



$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$$

Hình 4.11. Sai lệch profile độ thắt



Hình 4.12. Sai lệch độ trụ

- Độ thắt: Là sai lệch của profile mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và các đường kính giảm từ mép biên đến giữa mặt cắt (hình 4.11).

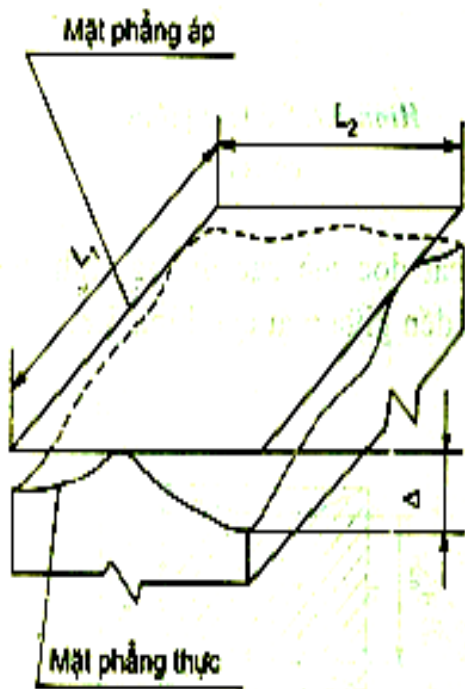
Khi đánh giá tổng hợp sai lệch hình dạng bề mặt trụ tròn người ta dùng chỉ tiêu “sai lệch về độ trụ” (hình 4.12)

### 3.2. Sai số và dung sai vị trí

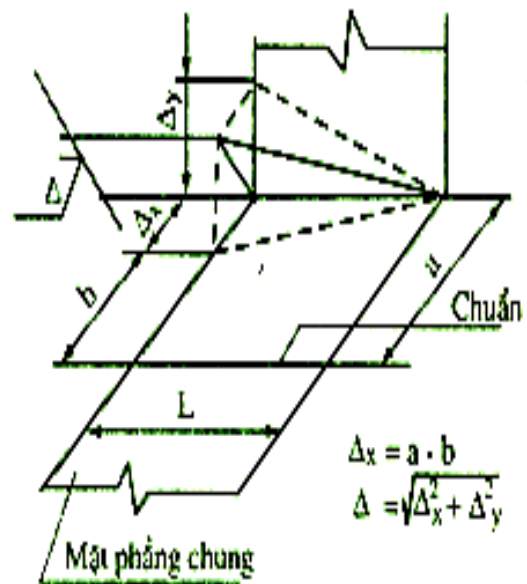
Các chi tiết máy là những vật thể được giới hạn bởi các mặt phẳng trụ, cầu v.v... Các bề mặt ấy phải có vị trí tương quan chính xác mới đảm bảo đúng chức năng của chúng. Trong quá trình gia công do tác động của các sai số gia công mà vị trí tương quan giữa các bề mặt chi tiết bị sai lệch đi. Sai lệch đó được thể hiện trong các dạng sau:

- Sai lệch về độ song song của mặt phẳng: Là hiệu  $\Delta$  khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất giữa các mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn (hình 4.13).

- Sai lệch về độ song song các đường tâm: Là tổng hình học  $\Delta$  các sai lệch độ song song các hình chiếu của đường tâm lên hai mặt phẳng vuông góc, một trong hai mặt phẳng này là mặt phẳng chung đường tâm (hình 4.14).



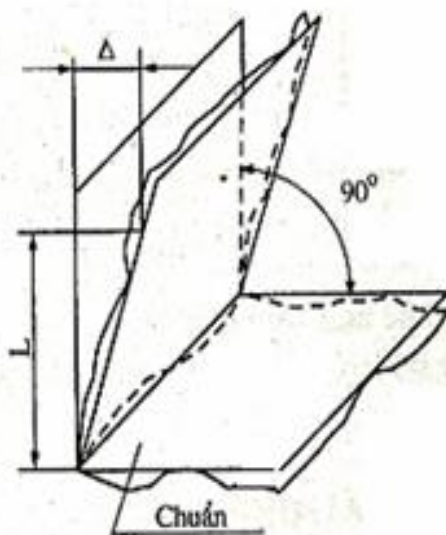
Hình 4.13. Sai lệch về độ song song của mặt phẳng



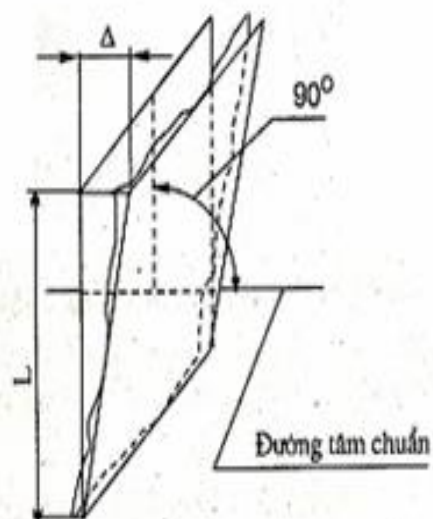
Hình 4.13. Sai lệch về độ song song các đường tâm

- Sai lệch về độ vuông góc các mặt phẳng: là sai lệch góc giữa các mặt phẳng so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài  $\Delta$  trên chiều dài phần chuẩn (hình 4.15).

- Sai lệch về độ vuông góc của mặt phẳng hoặc đường tâm đối với đường tâm: là sai lệch góc giữa các mặt phẳng hoặc đường tâm và đường tâm chuẩn so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài  $\Delta$  trên chiều dài phần chuẩn (hình 4.16).



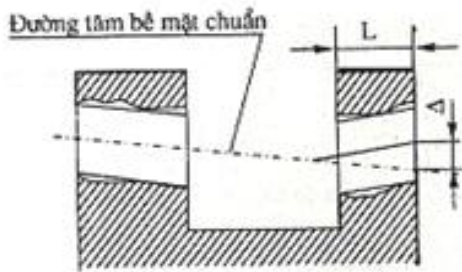
Hình 4.15. Sai lệch về độ vuông góc các mặt



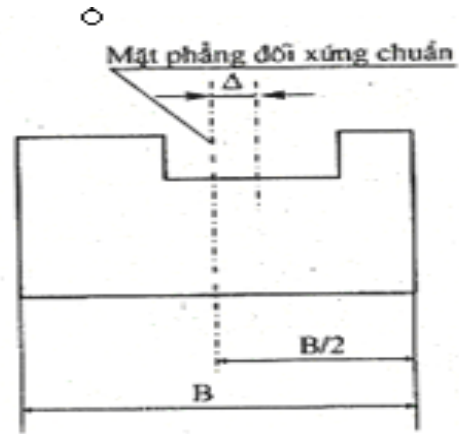
Hình 4.16. Sai lệch về độ vuông góc của mặt phẳng đối với đường tâm

- Sai lệch về độ đồng tâm đối với đường tâm bề mặt chuẩn: là khoảng cách lớn nhất  $\Delta$  giữa đường tâm của bề mặt quay được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài phần chuẩn (hình 4.17).

- Sai lệch về độ đối xứng với phần tử chuẩn: là khoảng cách lớn nhất  $\Delta$  giữa mặt phẳng đối xứng của phần tử được khảo sát và mặt phẳng đối xứng của phần tử chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn (hình 4.18).



Hình 4.17. Sai lệch về độ đồng tâm

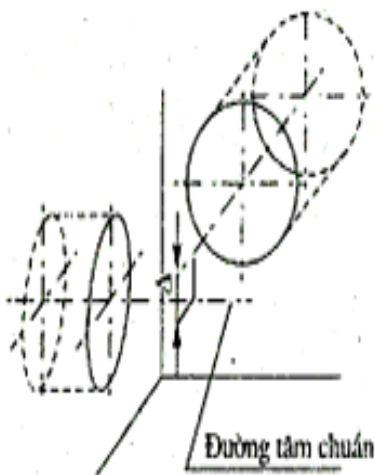


Hình 4.18. Sai lệch về độ đối xứng

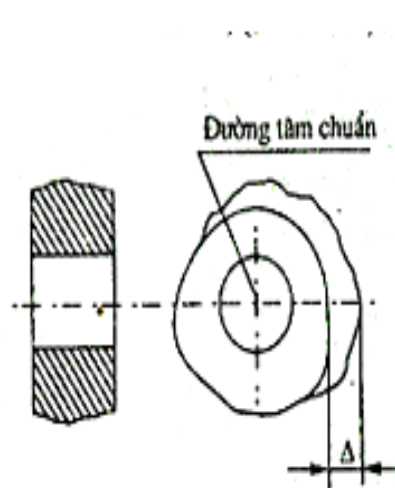
- Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm: là khoảng cách nhỏ nhất  $\Delta$  giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa (hình 4.19).

- Độ đảo hướng kính: là hiệu  $\Delta$  khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của prôpin thực của bề mặt quay tới đường tâm chuẩn trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn (hình 4.20).

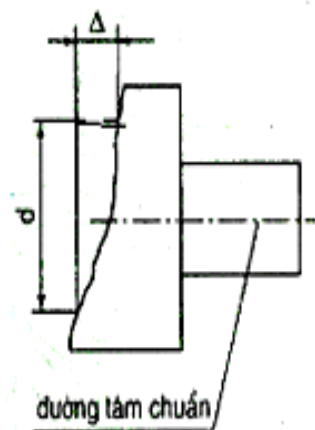
- Độ đảo mặt mút: là hiệu khoảng cách lớn nhất, nhỏ nhất từ các điểm của prôpin thực của mặt mút tới mặt phẳng vuông với đường tâm chuẩn (hình 4.21).



Hình 4.19. Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm



Hình 4.20. Sai lệch về độ đảo hướng kính



Hình 4.21. Sai lệch về độ đảo mặt mút

### 3.3. Các dấu hiệu và kí hiệu dung sai hình dạng vị trí

#### 3.3.1. Dấu hiệu sai lệch:

Theo TCVN10 - 85, trên bản vẽ người ta dùng các dấu hiệu để chỉ các sai lệch, bảng 4.1 và kèm theo các dấu hiệu đó là trị số dung sai của chúng.

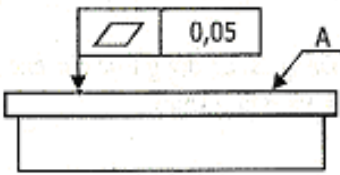
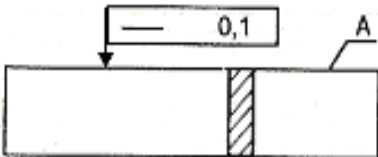
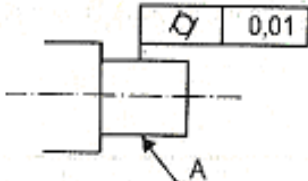
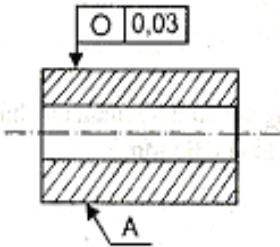
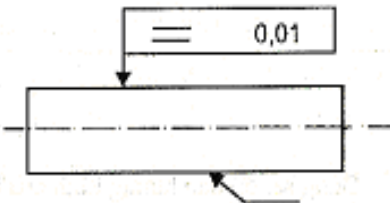
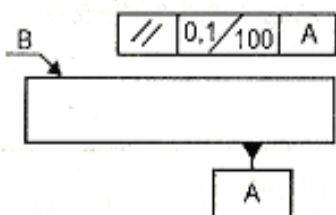
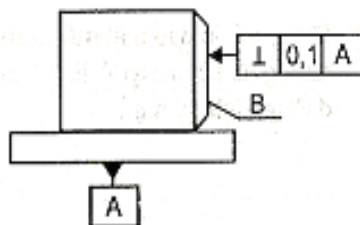
*Bảng 4.1: Các dấu hiệu sai lệch*

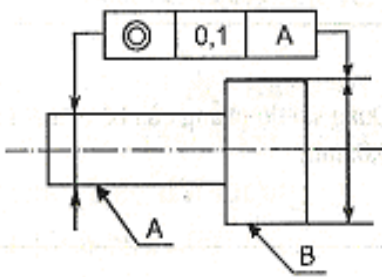
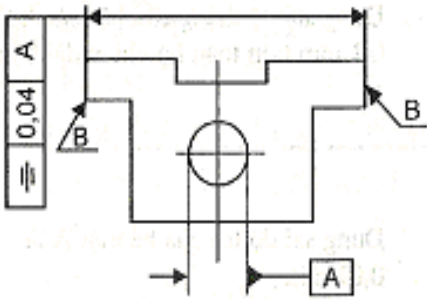
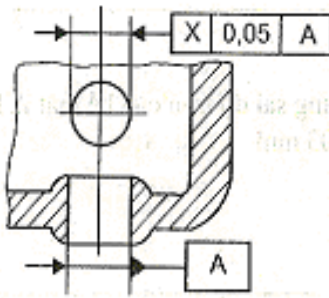
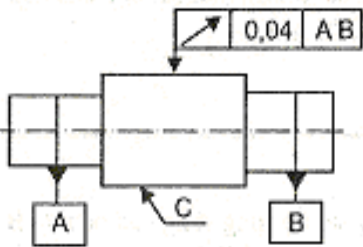
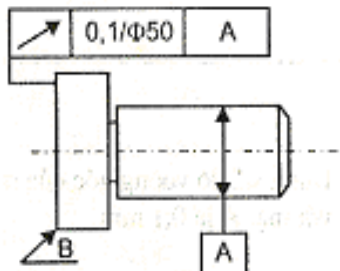
| Loại sai lệch          | Tên sai lệch                     | Dấu hiệu                                                                              |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Sai lệch hình dạng     | Sai lệch độ phẳng                |    |
|                        | Sai lệch độ thẳng                |    |
|                        | Sai lệch độ trụ                  |    |
|                        | Sai lệch độ tròn                 |    |
|                        | Sai lệch profin mặt cắt dọc trục |    |
| Sai lệch vị trí bề mặt | Sai lệch độ song song            |    |
|                        | Sai lệch độ vuông góc            |    |
|                        | Sai lệch độ đồng trục            |   |
|                        | Sai lệch độ đối xứng             |  |
|                        | Sai lệch độ đảo mặt đầu          |  |
|                        | Sai lệch độ đảo hướng tâm        |  |

### 3.3.2. Cách ghi kí hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

\* Kí hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí (bảng 4.2).

*Bảng 4.2: Ví dụ kí hiệu dung sai hình dạng, vị trí bề mặt trên bản vẽ*

| Kí hiệu                                                                             | Yêu cầu kỹ thuật                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|    | Dung sai độ phẳng của bề mặt A là 0,05mm                                          |
|    | Dung sai độ thẳng của bề mặt A là 0,1 mm trên toàn bộ chiều dài bề mặt            |
|   | Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01 mm                                           |
|  | Dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,03 mm                                          |
|  | Dung sai prôfin mặt cắt dọc của mặt A là 0,01 mm                                  |
|  | Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,1 mm trên chiều dài 100mm |
|  | Dung sai độ vuông góc của mặt B so với mặt A là 0,1 mm                            |

| Kí hiệu                                                                             | Yêu cầu kỹ thuật                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Dung sai độ đồng trục của các bề mặt A và B là 0,1mm</p>                                       |
|    | <p>Dung sai độ đối xứng của mặt B so với đường tâm lỗ A là 0,04 mm</p>                            |
|   | <p>Dung sai độ giao nhau của hai đường tâm lỗ là 0,05 mm</p>                                      |
|  | <p>Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt C so với đường tâm chung của hai mặt A, B là 0,04 mm</p> |
|  | <p>Dung sai độ đảo mặt mút B so với đường tâm của mặt A là 0,1 mm theo đường kính 50 mm.</p>      |

- Kí hiệu dung sai hình dạng :

|   |    |
|---|----|
| I | II |
|---|----|

Ô thứ nhất (I): Ghi dấu hiệu sai lệch

Ô thứ hai(II): Ghi trị số sai lệch cho phép (mm)

Đặc biệt : Nếu trị số sai lệch chỉ có giá trị trên một chiều dài nào đó trên một đường thẳng hoặc một bề mặt đang xét thì phải ghi số.

- Kí hiệu dung sai vị trí:

|   |    |     |
|---|----|-----|
| I | II | III |
|---|----|-----|

Ô thứ nhất (I): Ghi dấu hiệu sai lệch

Ô thứ hai (II): Ghi trị số sai lệch cho phép (mm)

Ô thứ ba (III) : Ghi yếu tố chuẩn của sai lệch vị trí

Chú ý: Mũi tên chỉ vào bề mặt hoặc đường trục thì đó là bề mặt đang xét hoặc đường trục đang xét.

*\* Xác định dung sai hình dạng vị trí khi thiết kế*

Theo TCVN 384 - 93 thì dung sai hình dạng và vị trí bề mặt được quy định tùy thuộc vào cấp chính xác của chúng. Tiêu chuẩn quy định 16 cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt và kí hiệu theo mức chính xác giảm dần là 1,2,..., 16. Giá trị dung sai ứng với các cấp chính xác khác nhau được chỉ dẫn trong bảng 6 ÷ 9, phụ lục 2. Muốn xác định trị số dung sai hình dạng và vị trí khi thiết kế các chi tiết, trước hết phải chọn cấp chính xác. Cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt thường được chọn dựa vào phương pháp gia công bề mặt, ví dụ sau khi mài tinh có thể đạt cấp chính xác 5 hoặc 6 về hình dạng và vị trí bề mặt. Sau khi chọn được cấp chính xác rồi dựa vào kích thước danh nghĩa tra trị số dung sai theo các bảng tiêu chuẩn, bảng 6 ÷ 9, phụ lục 2.

Đối với bề mặt trụ tròn thì có thể chọn cấp chính xác hình dạng dựa vào quan hệ giữa cấp chính xác hình dạng và cấp chính xác kích thước như chỉ dẫn trong bảng 4.3. theo quan hệ này thì ngoài cấp chính xác kích thước, cấp chính xác hình dạng còn được chọn tùy thuộc vào độ chính xác hình học tương đối. Độ chính xác hình học tương đối có 4 mức: thường, hơi cao, cao, đặc biệt cao. Chọn mức nào là tùy thuộc vào chức năng quan trọng của từng chi tiết.

*Bảng 4.3. Cấp chính xác hình dạng ứng với các cấp chính xác kích thước*

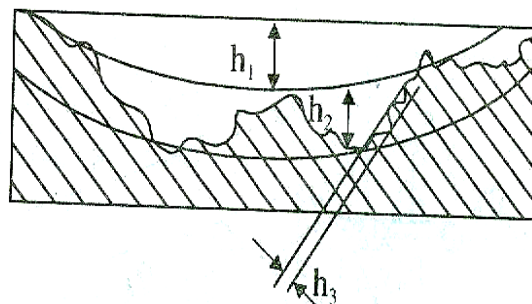
| Độ chính xác hình học tương đối | Cấp chính xác kích thước |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
|---------------------------------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
|                                 | IT1                      | IT2 | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 | IT12 |
|                                 | Cấp chính xác hình dạng  |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |
| Thường                          | 1                        | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   |      |      |
| Hơi cao                         |                          | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9    | 10   |      |
| Cao                             |                          |     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9    | 10   |
| Đặc biệt cao                    |                          |     |     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    |

#### 4. Nhám bề mặt

Mục tiêu:

- Nhận biết được đặc điểm và các chỉ tiêu đánh giá độ nhám bề mặt;
- Phân tích và ghi được kí hiệu độ nhám bề mặt trên bản vẽ;
- Cẩn thận, chính xác, khả năng ghi nhớ khi phân tích và ghi kí hiệu về nhám bề mặt.

Các bề mặt của chi tiết dù gia công theo phương pháp nào cũng không thể đạt độ nhẵn một cách tuyệt đối mà vẫn còn những nhấp nhô. Những nhấp nhô này là kết quả của vết dao để lại, của rung động trong quá trình cắt, của tính chất không đồng nhất của vật liệu và nhiều nguyên nhân khác nữa. Tuy nhiên không phải



Hình 4.22

nhấp nhô trên đều thuộc về nhám bề mặt, mà nó là tập hợp những mấp mô có bước tương đối nhỏ và được xét trong giới hạn chiều dài chuẩn. Để làm rõ vấn đề này ta xét một phần của bề mặt đã được khuếch đại( hình 4.22) trên đó có những loại nhấp nhô sau:

- Nhấp nhô có độ cao  $h_1$  thuộc về sai lệch hình dạng (độ không phẳng của bề mặt)
- Nhấp nhô có độ cao  $h_2$  thuộc về độ sóng bề mặt.
- Nhấp nhô có độ cao  $h_3$  thuộc về độ nhám bề mặt.

Như vậy nhám là mức độ cao thấp của các nhấp nhô xét trong một phạm vi hẹp của bề mặt gia công. Độ nhẵn thấp khi chiều cao nhám lớn và ngược lại. Cùng với sai số về kích thước, độ nhẵn bề mặt của chi tiết cũng phải hết sức coi trọng, vì nó ảnh hưởng nhiều đến chất lượng làm việc của chi tiết máy. Chi tiết có độ nhẵn càng cao thì khả năng chống ăn mòn, mài mòn càng tốt, đồng thời hạn chế được các vết nứt phát sinh trong quá trình làm việc.

Trong các mối ghép có độ hở, độ nhẵn thấp sẽ làm cho các chi tiết nhanh mòn, bởi vì khi các chi tiết làm việc các đỉnh nhọn của nhám bị mài mòn, bột kim loại đó trộn lẫn với dầu càng đẩy nhanh quá trình mài mòn của các bề mặt.

Trong các mối ghép có độ dôi, nhám làm giảm độ bền của mối ghép, bởi vì khi lắp ép hai chi tiết lại với nhau, các đỉnh nhám bị san phẳng, do vậy độ dôi thực tế sẽ nhỏ hơn độ dôi tính toán.

##### 4.1. Các chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt

Theo tiêu chuẩn TCVN 2511 - 78 nhám bề mặt được đánh giá theo một trong hai thông số sau:

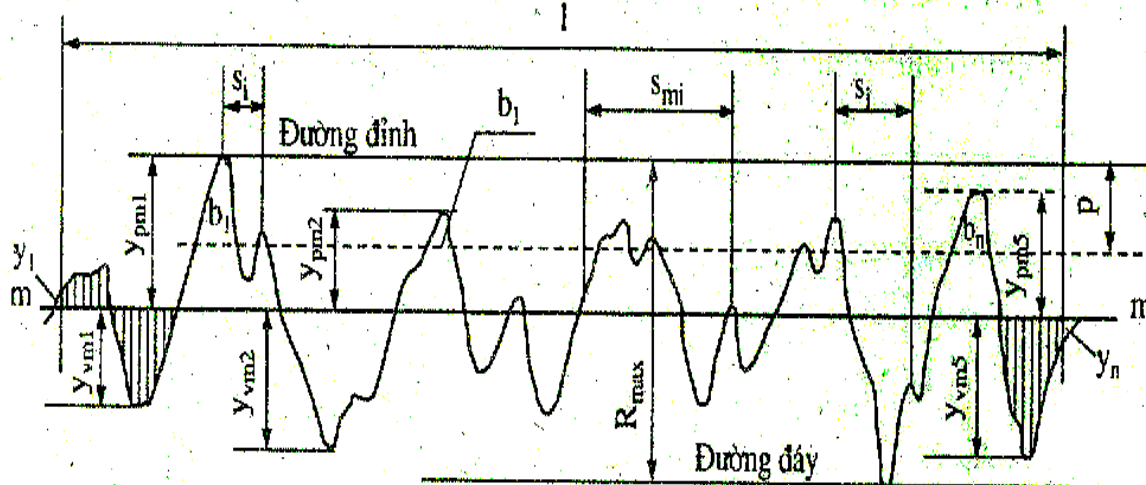
##### 4.1.1. Sai lệch trung bình số học của profin Ra

Sai lệch trung bình số học của profin Ra là trị số trung bình của khoảng cách từ các điểm trên đường nhô nhô đến đường trung bình OO' (Hình 4.23). Các khoảng cách ấy là  $y_1, y_2, y_3 \dots y_n$  và chỉ lấy giá trị tuyệt đối

$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Đường trung bình OO' là đường chia đường cong nhám bề mặt thành hai phần có diện tích bằng nhau

$$F_1 + F_3 + F_5 + \dots + F_{n-1} = F_2 + F_4 + F_6 + \dots + F_n$$



Hình 4.23. Các chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt

#### 4.1.2. Chiều cao trung bình nhám theo mười điểm Rz

Chiều cao trung bình nhám theo mười điểm  $R_z$  là chiều cao trung bình của 5 khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của nhám tính trong phạm vi chiều dài chuẩn L

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5}$$

Trong hai thông số trên khi trị số  $R_a$  và  $R_z$  càng lớn thì nhám càng lớn - độ nhẵn thấp. Ngược lại  $R_a$  và  $R_z$  càng nhỏ thì nhám nhỏ - độ nhẵn càng cao. Căn cứ vào hai thông số đó TCVN 2511- 78 chia nhám bề mặt ra 14 cấp. Mỗi cấp ứng với trị số  $R_a$  hoặc  $R_z$ . Trong tiêu chuẩn này, nhám cấp 1 là lớn nhất, nhám cấp 14 là nhỏ nhất.

Trong sản xuất thường đánh giá nhám bề mặt bằng một trong hai chỉ tiêu trên cũng có thể đánh bằng chỉ tiêu khác chẳng hạn chiều cao lớn nhất của mấp mô profin,  $R_{max}$ , hình 4.23. Việc chọn chỉ tiêu nào ( $R_a$  hoặc  $R_z$ ) là tùy thuộc vào chất lượng yêu cầu của bề mặt và đặc tính kết cấu của bề mặt. Chỉ tiêu  $R_a$  được sử dụng phổ biến vì nó cho phép ta đánh giá chính xác hơn và thuận lợi hơn

những bề mặt có yêu cầu nhám trung bình. Đối với bề mặt nhám quá thô hoặc quá nhỏ thì dùng chỉ tiêu  $R_z$  lại cho ta khả năng đánh giá chính xác hơn là dùng chỉ tiêu  $R_a$ . Chỉ tiêu  $R_z$  còn được sử dụng đối với những bề mặt không thể kiểm tra trực tiếp thông số  $R_a$  của nhám, chẳng hạn những bề mặt kích thước thước quá nhỏ hoặc có profin phức tạp (lưỡi cắt của dụng cụ, chi tiết của đồng so...)

Tiêu chuẩn cũng quy định dãy giá trị bằng số của các thông số chiều cao nhám:  $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_{\max}$  (xem bảng 4.3 và bảng 4.4). Khi định giá trị của các thông số nhám trước hết phải sử dụng các giá trị trong dãy ưu tiên.

*Bảng 4.3: Sai lệch trung bình số học Profin  $R_a$  ( $\mu m$ )*

|              |             |             |             |            |
|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| 0,008        |             |             |             |            |
| 0,010        |             |             |             |            |
| <b>0,012</b> | 0,125       | 1,25        | <b>12,5</b> | 125        |
| 0,016        | 0,160       | <b>1,60</b> | 16,0        | 160        |
| 0,020        | <b>0,20</b> | 2,0         | 20          | <b>200</b> |
| <b>0,025</b> | 0,25        | 2,5         | <b>25</b>   | 250        |
| 0,030        | 0,32        | <b>3,2</b>  | 32          | 320        |
| 0,040        | <b>0,40</b> | 4,0         | 40          | <b>400</b> |
| <b>0,050</b> | 0,50        | 5,0         | <b>50</b>   |            |
| 0,063        | 0,63        | <b>6,3</b>  | 63          |            |
| 0,080        | <b>0,80</b> | 8,0         | 80          |            |
| <b>0,100</b> | 1,00        | 10,0        | <b>100</b>  |            |

Chú thích: ưu tiên dùng trị số in đậm.

*Bảng 4.4: Chiều cao mấp mô Prôpin theo mười điểm  $R_z$  và chiều cao lớn nhất mấp mô của Prôpin  $R_{max}$  ( $\mu m$ )*

|              |  |             |  |             |  |             |  |            |  |             |
|--------------|--|-------------|--|-------------|--|-------------|--|------------|--|-------------|
|              |  | 0,125       |  | 1,25        |  | <b>12,5</b> |  | 125        |  | 1250        |
|              |  | 0,160       |  | <b>1,60</b> |  | 16,0        |  | 160        |  | <b>1600</b> |
|              |  | <b>0,20</b> |  | 2,0         |  | 20          |  | <b>200</b> |  | -           |
| <b>0,025</b> |  | 0,25        |  | 2,5         |  | <b>25</b>   |  | 250        |  | -           |
| 0,032        |  | 0,32        |  | <b>3,2</b>  |  | 30          |  | 300        |  | -           |
| 0,040        |  | <b>0,40</b> |  | 4,0         |  | 40          |  | <b>400</b> |  | -           |
| <b>0,050</b> |  | 0,50        |  | 5,0         |  | <b>50</b>   |  | 500        |  | -           |
| 0,630        |  | 0,63        |  | <b>6,3</b>  |  | 63          |  | 630        |  | -           |
| 0,080        |  | <b>0,80</b> |  | 8,0         |  | 80          |  | <b>800</b> |  | -           |
| <b>0,100</b> |  | 1,00        |  | 10,0        |  | <b>100</b>  |  | 1000       |  | -           |

*Chú thích:* Ưu tiên dùng trị số in đậm.

*Xác định giá trị cho phép của thông số nhám bề mặt:*

Trị số cho phép của thông số nhám bề mặt được chọn dựa vào chức năng sử dụng của bề mặt và điều kiện làm việc của chi tiết, mặt khác cũng phải căn cứ vào phương pháp gia công hợp lý đảm bảo nhám bề mặt và các yêu cầu độ chính xác của thông số hình học khác. Việc quyết định trị số quá nhỏ của nhám so với yêu cầu của bề mặt sẽ dẫn đến tăng chi phí cho gia công bề mặt, tăng giá thành sản phẩm đó là điều không có lợi cho sản xuất.

Như vậy việc quyết định trị số nhám khi thiết kế có thể dựa vào phương pháp gia công đạt độ chính xác, kích thước bề mặt (Bảng 4.5) dựa vào quan hệ giữa nhám với dung sai kích thước và hình dạng (Bảng 4.6).

*Bảng 4.5: Nhám bề mặt và cấp chính xác ứng với các dạng gia công bề mặt chi tiết*

| Dạng gia công |           | Giá trị thông số<br>$R_a \mu m$ | Cấp chính xác   |          |
|---------------|-----------|---------------------------------|-----------------|----------|
|               |           |                                 | Kinh tế         | Đạt được |
| 1             | 2         | 3                               | 4               | 5        |
| Bào           | Thô       | 12,5*- 25                       | IT12 - IT14     | -        |
|               | Tinh      | 3,2*- 6,3                       | IT11 - IT13(10) | -        |
|               | Tinh mỏng | (0,8 ) - 1,6                    | IT8 - IT10      | IT7**    |
| Xọc           | Thô       | 25 - 50                         | IT14 - IT15     | -        |
|               | tinh      | 3,2*- 12,5                      | IT12 - IT13     | -        |
| Phay bằng     | Thô       | 2,5 - 5,0                       | IT12 - IT14     | -        |

|                                   |                                                         |                                                                 |                                                        |                                |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|
| dao phay trụ                      | Tinh<br>Tinh mỏng                                       | 3,2*- 6,3<br>1,6                                                | IT11<br>IT8,IT9                                        | -<br>IT6,IT7**                 |
| Phay bằng<br>dao phay mặt<br>đầu  | Thô<br>Tinh<br>Tinh mỏng                                | 6,3 - 12,5<br>3,2*- 6,3(1,6)<br>(0,8) - 1,6                     | IT12 - IT14<br>IT11<br>IT8,IT9                         | -<br>IT10<br>IT6,IT7**         |
| Tiện ngoài<br>chạy dao dọc        | Thô<br>Bán tinh<br>Tinh<br>Tinh mỏng<br>(dao kim cương) | 25 - 100<br>6,3 - 12,5<br>1,6 - 3,2 (0,8)<br>0,4*- 0,8<br>(0,2) | IT15 - IT17<br>IT12 - IT14<br>IT7 - IT9<br>IT6         | -<br>-<br>IT6<br>IT5           |
| Tiện ngoài<br>chạy dao<br>ngang   | Thô<br>Bán tinh<br>Tinh<br>Tinh mỏng                    | 25 - 100<br>6,3 - 12,5<br>3,2*<br>( 0,8)-1,6                    | IT16, IT17<br>IT14, IT15<br>IT11 - IT13<br>IT18 - IT11 | -<br>-<br>IT8, IT9<br>IT7      |
| Khoan                             | Đến 15mm<br>Trên 15mm                                   | 6,3 - 12,5*<br>12,5 - 25*                                       | IT12- IT14<br>IT12 - IT14                              | IT10<br>IT10                   |
| Khoan rộng                        |                                                         | 12,5 - 25*                                                      | IT12 - IT14                                            | IT10, IT11                     |
| Khoét                             | Thô<br>Tinh                                             | 12,5 - 25<br>3,2*-- 6,3                                         | IT12 - IT15<br>IT10, IT11                              | -<br>IT8, IT9                  |
| Doa bằng<br>dao doa 1<br>lưỡi     | Thô<br>Bán tinh<br>Tinh<br>Tinh mỏng<br>(dao Kim cương) | 50 - 100<br>12,5 - 25<br>1,6*- 3,2<br>0,4*- 0,8                 | IT15 - IT17<br>IT11 - IT14<br>IT8 - IT9<br>IT7         | -<br>-<br>IT7<br>IT6           |
| Doa bằng<br>dao doa<br>nhiều lưỡi | Bán tinh<br>Tinh<br>Tinh mỏng                           | 6,3 - 12,5<br>1,6 - 3,2<br>(0,4) - 08                           | IT9, IT10<br>IT7, IT8<br>IT7                           | -<br>-<br>-                    |
| Chuốt                             | Bán tinh<br>Tinh<br>Đặc biệt                            | 6,3<br>0,8*- 3,2<br>0,2 - 0,4                                   | IT8, IT9<br>IT7, IT8<br>IT7                            | -<br>-<br>IT6                  |
| Mài tròn                          | Bán tinh<br>Tinh<br>Tinh mỏng                           | 3,2 - 6,3<br>0,8*- 1,6<br>0,2 - 0,4(0,1)                        | IT8 - IT11<br>IT6 - IT8<br>IT5                         | -<br>IT6<br>Cao hơn IT5        |
| Mài phẳng                         | Bán tinh<br>Tinh<br>Tinh mỏng                           | 3,2<br>0,8*- 1,6<br>0,2*- 0,4(0,1)                              | IT8 - IT11<br>IT6 - IT8<br>IT6, IT7                    | -<br>-<br>IT6                  |
| Mài rà                            | Tinh<br>Tinh mỏng                                       | 0,4 - 0,2<br>0,1 - 0,6                                          | IT6, IT7<br>IT5                                        | -<br>-                         |
| Đánh bóng                         | Thường<br>Tinh                                          | 0,2 - 1,6<br>0,05 - 0,1                                         | IT6<br>IT5                                             | -<br>-                         |
| Nghiền bóng                       | Thô<br>Trung bình<br>Tinh<br>Đặc biệt                   | 0,4*<br>0,1 - 0,2*<br>0,05*<br>0,012 - 0,025                    | IT6, IT7<br>IT5, IT6<br>IT5                            | IT5<br>IT5<br>Cao hơn IT5<br>- |

*Bảng 4.6: Nhám bề mặt ứng với dung sai kích thước và hình dạng*

| Cấp chính xác kích thước | Dung sai hình dạng theo % của dung sai kích thước | Kích thước danh nghĩa,mm         |                |                 |                  |
|--------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------|------------------|
|                          |                                                   | Đến 18                           | Trên 18 đến 50 | Trên 50 đến 120 | Trên 120 đến 500 |
|                          |                                                   | Giá trị $R_a$ ,mm, không lớn hơn |                |                 |                  |
| IT3                      | 100                                               | 0,2                              | 0,4            | 0,4             | 0,8              |
|                          | 60                                                | 0,1                              | 0,2            | 0,2             | 0,4              |
|                          | 40                                                | 0,05                             | 0,1            | 0,1             | 0,2              |
| IT4                      | 100                                               | 0,4                              | 0,8            | 0,8             | 1,6              |
|                          | 60                                                | 0,2                              | 0,4            | 0,4             | 0,8              |
|                          | 40                                                | 0,1                              | 0,2            | 0,2             | 0,4              |
| IT5                      | 100                                               | 0,4                              | 0,8            | 1,6             | 1,6              |
|                          | 60                                                | 0,2                              | 0,4            | 0,8             | 0,8              |
|                          | 40                                                | 0,1                              | 0,2            | 0,4             | 0,4              |
| IT6                      | 100                                               | 0,8                              | 1,6            | 1,6             | 3,2              |
|                          | 60                                                | 0,4                              | 0,8            | 0,8             | 1,6              |
|                          | 40                                                | 0,2                              | 0,4            | 0,4             | 0,8              |
| IT7                      | 100                                               | 1,6                              | 3,2            | 3,2             | 3,2              |
|                          | 60                                                | 0,8                              | 1,6            | 1,6             | 3,2              |
|                          | 40                                                | 0,4                              | 0,8            | 0,8             | 1,6              |
| IT8                      | 100                                               | 1,6                              | 3,2            | 3,2             | 3,2              |
|                          | 60                                                | 0,8                              | 1,6            | 3,2             | 3,2              |
|                          | 40                                                | 0,4                              | 0,8            | 1,6             | 1,6              |
| IT9                      | 100; 60                                           | 3,2                              | 3,2            | 6,3             | 6,3              |
|                          | 40                                                | 1,6                              | 3,2            | 3,2             | 6,3              |
|                          | 25                                                | 0,8                              | 1,6            | 1,6             | 3,2              |
| IT10                     | 100; 60                                           | 3,2                              | 6,3            | 6,3             | 6,3              |
|                          | 40                                                | 1,6                              | 3,2            | 3,2             | 6,3              |
|                          | 25                                                | 0,8                              | 1,6            | 1,6             | 3,2              |

|      |         |      |      |      |      |
|------|---------|------|------|------|------|
| IT11 | 100;60  | 6,3  | 6,3  | 12,5 | 12,5 |
|      | 40      | 3,2  | 3,2  | 6,3  | 6,3  |
|      | 25      | 1,6  | 1,6  | 3,2  | 3,2  |
| IT12 | 100; 60 | 12,5 | 12,5 | 25   | 25   |
| IT13 | 40      | 6,3  | 6,3  | 12,5 | 12,5 |

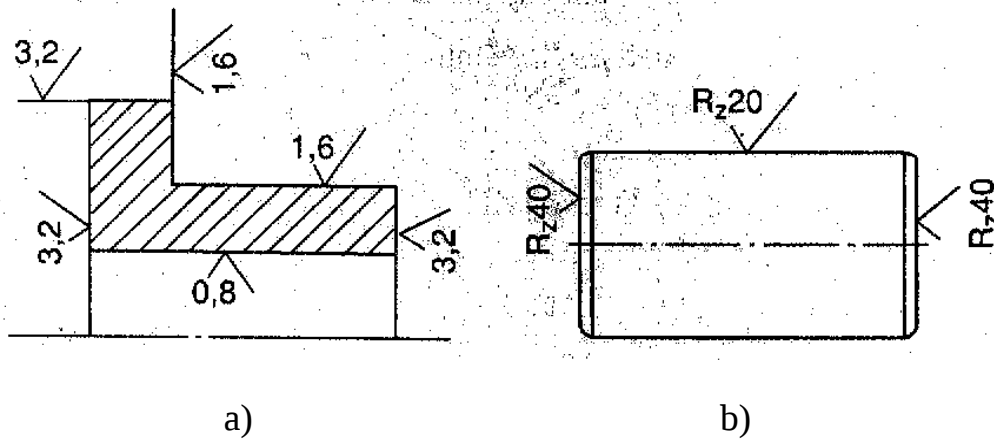
*Chú thích:*

1. Nếu dung sai tương đối về hình dạng nhỏ hơn giá trị chỉ dẫn trong bảng thì giá trị  $R_a$  không lớn hơn 0,15 giá trị dung sai hình dạng.

2. Trong trường hợp cần thiết, theo yêu cầu chức năng của chi tiết có thể lấy giá trị  $R_a$  nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng.

#### 4.2. Cách ghi ký hiệu nhám bề mặt

Trong các bản vẽ thiết kế để thể hiện yêu cầu nhám bề mặt người ta dùng kí hiệu chữ V lệch ( $\sqrt{\quad}$ ) và trên đó có ghi giá trị bằng số của chỉ tiêu  $R_a$  hoặc  $R_z$ . Nếu giá trị  $R_a$  thì chỉ ghi giá trị bằng số (xem hình 4.24a). Còn là giá trị  $R_z$  thì ghi cả ký hiệu “ $R_z$ ” kèm theo chỉ số như chỉ dẫn (xem hình 4.24b).



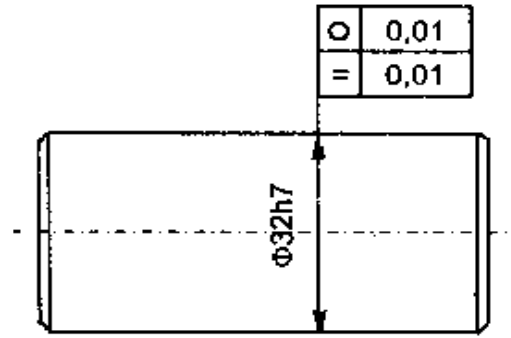
Hình 4.24. Ký hiệu nhám trên bản vẽ

- Dấu  $\sqrt{\quad}$  : ký hiệu cơ bản, không chỉ rõ phương pháp gia công.
- Dấu  $\sqrt{\quad}$  : khi bề mặt được gia công bằng phương pháp cắt gọt lấy đi một lớp vật liệu.
- Dấu  $\sqrt{\quad}$  : khi bề mặt gia công không lấy đi một lớp vật liệu hay không gia công thêm.
- Nếu bề mặt chi tiết để thô không cần gia công sau khi rèn, dập, đúc....thì dùng dấu  $\sim$ .

## 5. Bài tập

*Ví dụ 1:*

Cho chi tiết trục có kích thước là  $\phi 32h7$ , dung sai độ tròn là  $0,01\text{mm}$ , dung sai của sai lệch Prôfin mặt cắt dọc là  $0,01\text{mm}$ . Hãy ghi kí hiệu sai lệch và dung sai trên bản vẽ.



Hình 4.25

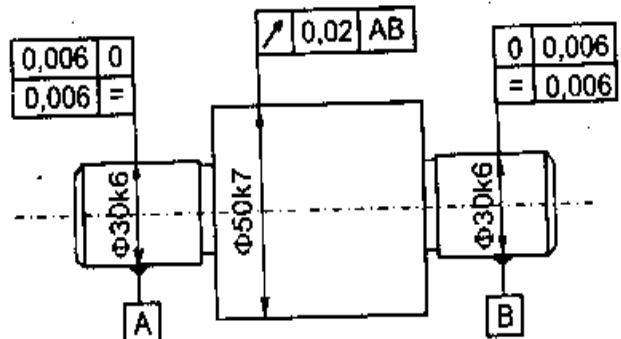
*Giải:*

Vẽ chi tiết trục như hình 4.25. Trước hết ghi kí hiệu sai lệch và dung sai kích thước. Kéo dài đường ghi kích thước rồi vẽ một hình chữ nhật gồm 2 ô: một ô ghi kí hiệu dạng sai lệch, ô còn lại ghi trị số dung sai. Ví dụ trên hình 4.25 dấu hiệu “0” , “ = ” chỉ sai lệch độ tròn và sai lệch Prôfin mặt cắt của bề mặt  $\phi 32h7$ . Trị số dung sai của chúng là  $0,01\text{mm}$ .

*Ví dụ 2:* Cho chi tiết trục như hình 4.26. Hãy xác định độ nhám của các bề mặt và ghi kí hiệu trên bản vẽ.

*Bài giải:*

- Với chi tiết đã cho ta chọn chỉ tiêu nhám là:  $R$ - Dựa vào cấp chính xác kích



Hình 4.26

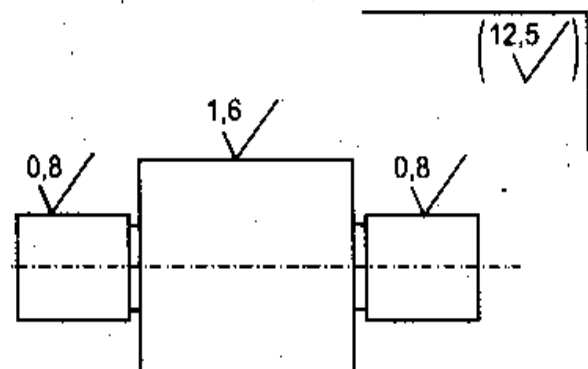
thước danh nghĩa, tra bảng 4.6 ta được giá trị bằng số của nhám:

+ Bề mặt  $\phi 30k6$  :  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ .

Nghĩa là nhám bề mặt  $\phi 30k6$  theo chỉ tiêu  $R_a$  không vượt quá  $0,8 \mu\text{m}$ .

+ Bề mặt  $\phi 50k7$ :  $R_a = 1,6 \mu\text{m}$ .

+ Các bề mặt còn lại không yêu cầu chính xác, kích thước đạt được sau tiện bán tinh vào khoảng  $IT12 \div IT13$ . Tra bảng 4.6 ta được



Hình 4.27

$R_a = 12,5 \mu\text{m}$ . kí hiệu được đặt trong dấu ngoặc ở góc trên bên phải của bản vẽ.

- Sau khi xác định giá trị bằng số của nhám ta ghi kí hiệu nhám vào bản vẽ, hình 4.27

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Thế nào là độ chính xác gia công? Nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công.
2. Trình bày các dạng sai lệch hình dạng và vị trí bề mặt.
3. Thế nào là nhám bề mặt và nguyên nhân phát sinh ra nó.
4. Trình bày các thông số đánh giá nhám bề mặt.
5. Trình bày phương pháp xác định dung sai hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt trên bản vẽ.

## CHƯƠNG 5

### DUNG SAI GÓC

#### Giới thiệu:

Lắp ghép côn trơn là một trong những nhóm lắp ghép được sử dụng phổ biến là nhờ các tính chất ưu việt của nó như: độ kín, độ bền cao, có thể dễ dàng điều chỉnh khe hở hoặc độ dôi nhờ sự thay đổi vị trí dọc trục của chi tiết, tự định tâm tốt, khả năng tháo lắp nhanh mà không làm hư hỏng bề mặt lắp ghép của các chi tiết. Để chế tạo các chi tiết lắp ghép côn trơn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, độ chính xác cao trong chương này giới thiệu khái niệm về góc thông dụng, dung sai kích thước góc và cách lắp ghép côn trơn.

#### Mục tiêu:

- Nêu được khái niệm về góc thông dụng và tính ưu việt của lắp ghép côn trơn;
- Phân biệt được dung sai kích thước góc và lắp ghép côn trơn;
- Rèn luyện tính chuyên cần, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

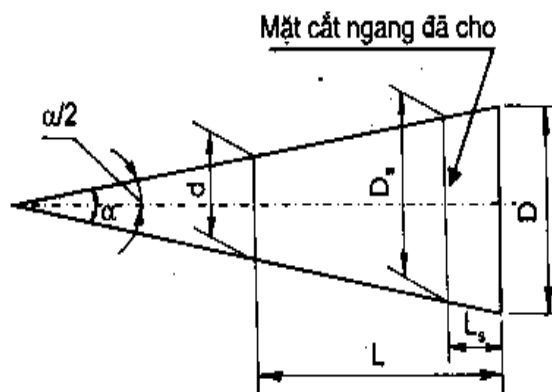
#### Nội dung chính:

##### 1. Khái niệm về góc thông dụng

###### Mục tiêu:

- Nêu được khái niệm về góc thông dụng;
- Có tính chuyên cần, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

\* Góc côn  $\alpha$ : là góc giữa hai đường sinh trong mặt cắt dọc trục của côn, hình 5.1.

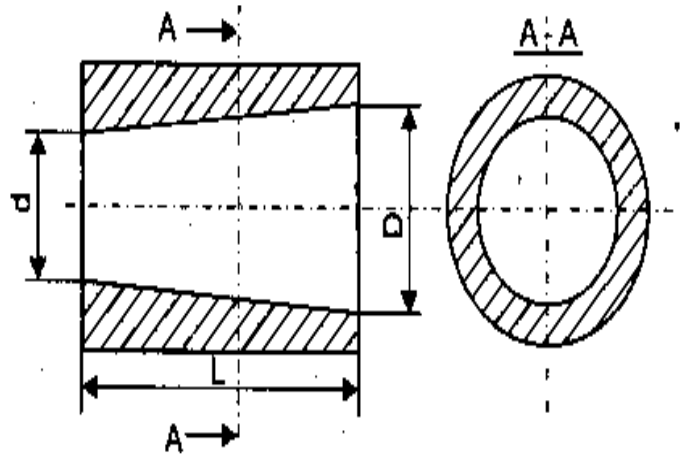


Hình 5.1. Sơ đồ biểu diễn góc côn

\* Độ côn C: là tỷ số giữa hiệu đường kính 2 mặt cắt ngang với khoảng cách giữa chúng là L. Đối với côn cụt, hình 5.2, thì độ côn

là tỷ số của hiệu đường kính  
đáy lớn nhất và nhỏ nhất  
với chiều dài côn:

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$



## 2. Dung sai kích thước góc

Hình 5.2. Sơ đồ biểu diễn độ côn

Mục tiêu:

- Phân biệt được các cách biểu thị dung sai kích thước góc;
- Tra được bảng xác định trị số dung sai kích thước góc TCVN 260 - 86;
- Rèn luyện tính chuyên cần, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Lắp ghép côn thực hiện theo kích thước góc, vì vậy dung sai kích thước côn cũng chính là dung sai kích thước góc. Dung sai kích thước góc được kí hiệu là AT (Angle Tolerance).

Trị số dung sai được tính bằng kí hiệu số của góc giới hạn lớn nhất và góc giới hạn nhỏ nhất:

$$AT = \alpha_{\max} - \alpha_{\min}$$

Dung sai góc có thể biểu thị bằng đơn vị góc (radian hoặc độ, phút, giây, góc) hoặc bằng đơn vị dài, micromet ( $\mu\text{m}$ ). Tùy theo đơn vị biểu thị ta có những kí hiệu sau:

$AT_{\alpha}$  - Dung sai góc tính theo đơn vị góc, hình 5.3 a

$AT'_{\alpha}$  - Trị số quy tròn của dung sai góc tính theo độ, phút, giây góc

$AT_h$  - Dung sai góc được biểu diễn bằng đoạn vuông góc với một cạnh của góc tại vị trí cách đỉnh một khoảng  $L_1$  và nằm đối diện với góc dung sai  $AT_{\alpha}$ .

$$AT_h = AT_{\alpha} \cdot L_1 \cdot 10^{-3}$$

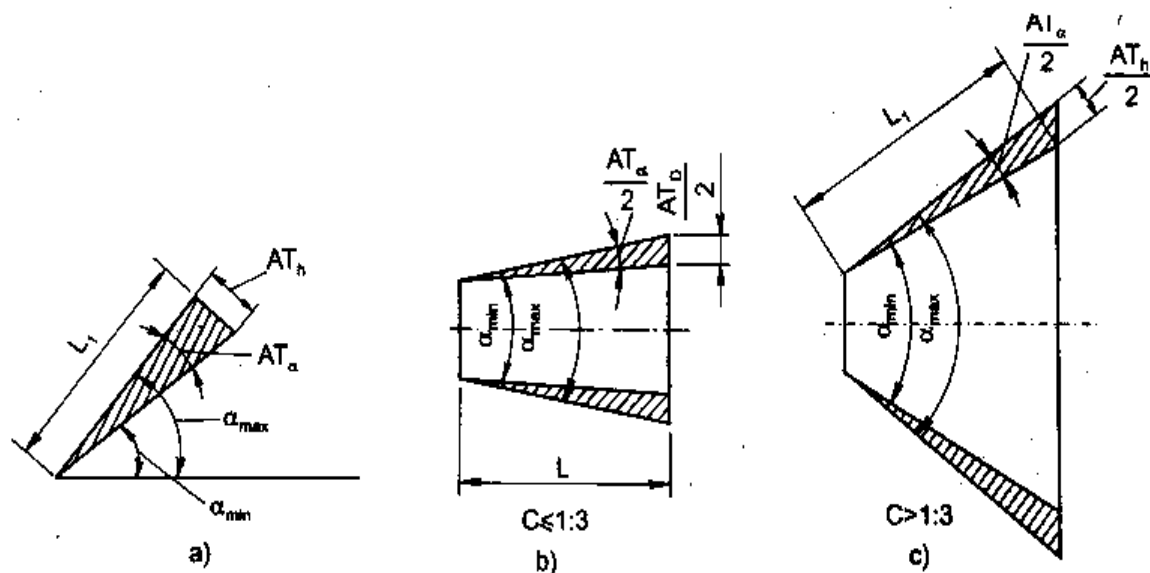
với  $AT_h$  -  $\mu\text{m}$ ,  $AT_{\alpha}$  -  $\mu\text{rad}$ ,  $L_1$  - mm

$AT_D$ , Dung sai góc còn được biểu diễn bằng dung sai hiệu đường kính của hai mặt cắt ngang của côn và cách nhau một khoảng L đã cho.

+ Khi góc côn ứng với độ côn  $C \leq 1 : 3$  (hình 5.3b) thì  $AT_D = AT_h$

+ Khi góc côn ứng với độ côn  $C > 1 : 3$  (hình 5.3c) thì  $AT_D = \frac{AT_h}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

với  $\alpha$  là góc côn danh nghĩa.



Hình 5.3. Sơ đồ biểu diễn dung sai kích thước góc.

Tương tự như kích thước dài, dung sai kích thước góc được quy định tùy thuộc cấp chính xác chế tạo kích thước góc. Tiêu chuẩn TCVN260 - 86 quy định 17 cấp chính xác chế tạo kích thước góc, kí hiệu là 1, 2, ..., 17. Độ chính xác giảm dần từ 1 đến 17.

Trong chế tạo cơ khí, cấp chính xác từ 7 ÷ 12 được sử dụng phổ biến. Cấp 7 và 8 được sử dụng khi chế tạo các chi tiết côn có độ chính xác cao, yêu cầu định tâm tốt như đầu định tâm của trục lắp với bánh răng, lỗ côn trong bánh răng có độ chính xác cao, chuỗi côn của dụng cụ cắt, ... Cấp chính xác 9 ÷ 12, sử dụng với các chi tiết còn độ chính xác bình thường, ví dụ như côn của khớp nối ma sát, mũi tâm và lỗ tâm, sống trượt góc, rãnh góc trong các bàn trượt, ...

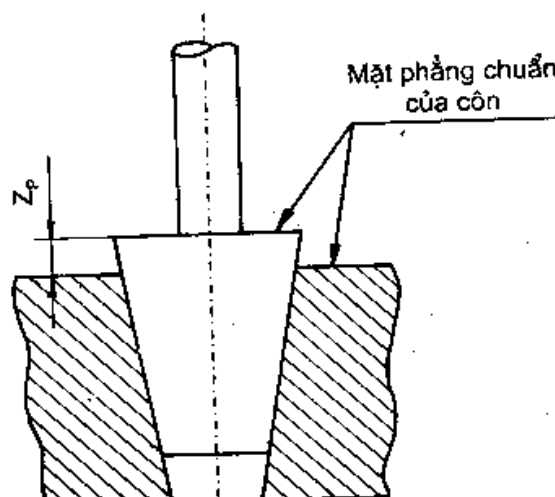
Trị số dung sai góc tương ứng với các cấp chính xác và các khoảng chiều dài danh nghĩa L khác nhau. Tra trong các bảng tiêu chuẩn TCVN260 - 86 (bảng 16, phụ lục 3)

### 3. Lắp ghép côn trơn

Mục tiêu:

- Nêu được tính ưu việt của lắp ghép côn trơn
- Phân biệt được khoảng cách chuẩn và dung sai khoảng cách chuẩn trong lắp ghép côn trơn;
- Rèn luyện tính chuyên cần, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Lắp ghép côn trơn cũng có đặc tính tương tự như lắp ghép trụ trơn:



Hình 5.4. Lắp ghép côn trơn

lắp có độ dôi (lắp cố định), lắp có độ hở (lắp động) và lắp ghép khít.

Độ hở và độ dôi của lắp ghép tùy thuộc vào vị trí hướng trục của các các chi tiết lắp ghép. Vị trí hướng trục của chúng được xác định so với mặt phẳng chuẩn đã chọn, hình 5.4.

Mặt phẳng chuẩn của côn được chọn là mặt phẳng vuông góc với đường tâm côn. Khi đã chọn mặt phẳng chuẩn thì vị trí hướng trục của hai côn lắp ghép với nhau được xác định bằng khoảng cách chuẩn,  $Z_p$ .

Khoảng cách chuẩn  $Z_p$ , hình 5.4, là khoảng cách giữa hai mặt chuẩn của côn lắp ghép đo theo hướng trục của côn. Tương ứng với các kích thước giới hạn của góc côn ta cũng có khoảng cách chuẩn giới hạn:  $Z_{pmax}$ ,  $Z_{pmin}$  và dung sai khoảng cách chuẩn  $T_p$  được tính như sau:

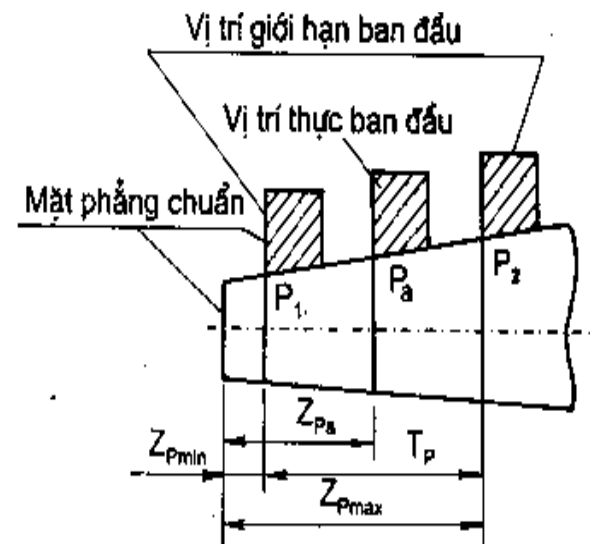
$$T_p = Z_{pmax} - Z_{pmin}$$

$Z_{pmax}$ ,  $Z_{pmin}$ : là khoảng cách chuẩn giới hạn ở vị trí ban đầu của côn lắp ghép, hình 5.5.

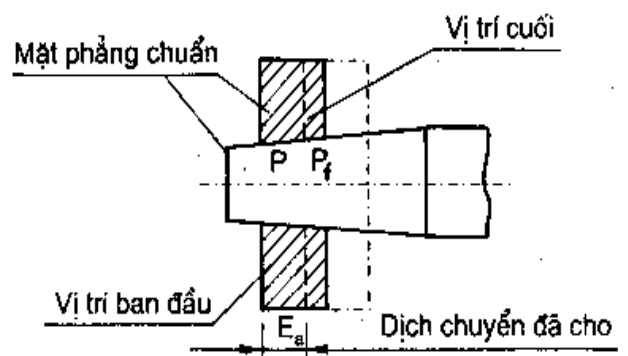
Khi thực hiện lắp ghép thì tùy theo đặc tính lắp ghép (độ dôi hoặc độ hở) mà vị trí của côn lắp ghép dịch chuyển tương đối với nhau một khoảng  $E_a$ , hình 5.6. Vị trí sau khi lắp là vị trí cuối của côn,  $P_f$ .

Khi yêu cầu dung sai khoảng cách chuẩn để ta có thể tính được dung sai góc của côn lắp ghép. Hoặc ngược lại với dung sai của góc đã cho của côn lắp ghép ta cũng có thể tính ra dung sai khoảng cách chuẩn.

Trong chế tạo người ta thường kiểm tra côn thông qua kiểm tra khoảng cách chuẩn.



Hình 5.5



Hình 5.6

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu khái niệm về góc thông dụng và tính chất ưu việt của lắp ghép côn trơn.
2. Trình bày cách biểu thị dung sai kích thước góc.
3. Thế nào là khoảng cách chuẩn và dung sai của nó trong lắp ghép côn trơn.

## **CHƯƠNG 6**

### **DUNG SAI CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH**

#### **Giới thiệu :**

Mỗi ghép ổ lăn, mỗi ghép then, ren được sử dụng phổ biến trong các thiết bị dụng cụ, dùng nối ghép các chi tiết trên trục, để bắt chặt, truyền lực, truyền mô men xoắn..... Sự hoàn thiện không ngừng của các thiết bị dụng cụ đòi hỏi phải nâng cao độ chính xác chế tạo các chi tiết bằng cách giảm dung sai gia công và biết cách chọn kiểu lắp cho mỗi ghép.

#### **Mục tiêu:**

- Xác định được dung sai các chi tiết điển hình và các kích thước cần chú ý khi chế tạo;
- Giải thích được các thông số về dung sai của một số chi tiết điển hình;
- Chọn được kiểu lắp cho các mối ghép điển hình;
- Tra thành thạo các bảng tra dung sai lắp ghép các chi tiết điển hình;
- Ghi và giải thích được kí hiệu các chi tiết điển hình trên bản vẽ;
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác khi tra bảng, ghi và giải thích kí hiệu, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Dung sai ren**

###### *Mục tiêu:*

- Trình bày được các yếu tố kích thước cơ bản, dung sai kích thước của ren vít, đai ốc trong lắp ghép ren;
- Giải thích được kí hiệu, tra được trị số sai lệch, dung sai kích thước ren;
- Cẩn thận, chính xác khi giải thích và tra bảng, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

###### **1.1. Khái niệm**

Mỗi ghép ren được sử dụng phổ biến trong các thiết bị dụng cụ để nối ghép các chi tiết với nhau, để kẹp chặt chi tiết (đai ốc vặn vào bu lông), để truyền chuyển động và truyền lực (vít me đai ốc trong máy công cụ, vít đai ốc trong ê tô, kích). Tùy theo dạng ren mà người ta phân ra: mỗi ghép ren dạng răng tam giác, hình thang, chữ nhật...

Theo chức năng mỗi ghép ta phân ra: ren kẹp hệ mét và ren Anh, ren truyền động. Trong phạm vi môn học này ta chỉ xét hai loại phổ biến là: ren kẹp chặt hệ mét và ren truyền động dạng răng hình thang (ren hình thang).

###### **1.2. Các kích thước cơ bản của ren tam giác hệ mét**



$$f_p = 1,732 \cdot \Delta P_n \quad (6.1)$$

$\Delta P_n$  : là sai số tích lũy n bước ren.

- Lượng bù hướng kính của đường kính trung bình cho sai số góc profile ren,  $f_\alpha$ . Trị số của nó được tính theo công thức:

$$f_\alpha = 0,36 \cdot P \cdot \Delta \frac{\alpha}{2} \quad (\mu m) \quad (6.2)$$

Với P tính theo mm. 
$$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ phải} \right| + \left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ trái} \right|}{2} \quad (\text{phút góc})$$

Đường kính trung bình có tính đến ảnh hưởng của sai số bước và góc profile ren được gọi là (đường kính trung bình biểu kiến), ( $d'_2$ ,  $D'_2$ ). Trị số của chúng được tính theo công thức sau:

$$d'_2 = d_{2th} + f_p + f_\alpha, \text{ đối với ren vít.} \quad (6.3)$$

$$D'_2 = D_{2th} - (f_p + f_\alpha), \text{ đối với ren đai ốc.} \quad (6.4)$$

Như vậy để đảm bảo tính đối lẫn của ren, tiêu chuẩn chỉ quy định tùy thuộc vào cấp chính xác chế tạo ren:  $d_2$ ,  $d$  đối với ren vít và  $D_2$ ,  $D_1$  đối với ren đai ốc.

- Cấp chính xác chế tạo ren : Dung sai kích thước ren được quy định tùy thuộc vào cấp chính xác chế tạo ren. TCVN1917- 93 quy định các cấp chính xác chế tạo ren hệ mét lắp có độ hở, bảng 6.1

*Bảng 6.1. Cấp chính xác kích thước ren*

| Dạng ren  | Đường kính ren | Cấp chính xác       |
|-----------|----------------|---------------------|
| Ren ngoài | d              | 4; 6; 8             |
|           | $d_2$          | 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 |
| Ren trong | $D_2$          | 4; 5; 6; 7; 8       |
|           | $D_1$          | 4; 5; 6; 7; 8       |

- Lắp ghép ren: lắp ghép ren cũng có đặc tính là: lắp có độ hở, lắp có độ dôi và lắp trung gian. Trong chương này ta chỉ giới thiệu lắp ghép ren có độ hở.

Trị số dung sai đường kính ren ứng với các cấp chính xác khác nhau tra theo bảng TCVN. 1917- 93.

*Bảng 6.2. Miền dung sai kích thước ren (lắp ghép có độ hở)*

| Loại chính xác | Chiều dài vắn ren |   |   |
|----------------|-------------------|---|---|
|                | S                 | N | L |

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |                         |        |    |    |      |    |      |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|----|----|------|----|------|--------|--------|--------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                           | Miền dung sai ren ngoài |        |    |    |      |    |      |        |        |        |
| Chính xác                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | (3h4h) |    |    |      | 4g | 4h   |        |        |        |
| Trung bình                                                                                                                                                                                                                                                                | 5g6g                    | (5g6g) | 6d | 6e | 6f   | 6g | 6h   | (7e6e) | 7g6g   | (7h6h) |
| Thô                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         |        |    |    |      | 8g |      |        | (9g8g) |        |
| Miền dung sai ren trong                                                                                                                                                                                                                                                   |                         |        |    |    |      |    |      |        |        |        |
| Chính xác                                                                                                                                                                                                                                                                 |                         | 4H     |    |    | 4H5H | 5H |      |        |        | 6H     |
| Trung bình                                                                                                                                                                                                                                                                | (5G)                    | 5H     | 6G |    |      | 6H | (7G) |        |        | 7H     |
| Thô                                                                                                                                                                                                                                                                       |                         | .      | 7G |    |      | 7H | (8G) |        |        | 8H     |
| 1: <input type="checkbox"/> Miền dung sai được ưu tiên sử dụng<br>2: ( ) Miền dung sai hạn chế sử dụng<br>3: Khi chiều dài vắn ren thuộc nhóm ngắn (S) và nhóm dài (L) thì cho phép sử dụng miền dung sai được quy định cho chiều dài vắn ren thuộc nhóm bình thường (N). |                         |        |    |    |      |    |      |        |        |        |

Miền dung sai của các kích thước ren được chỉ ra trong bảng 6.2 (TCVN1917- 93). Khác với lắp ghép trụ trơn, miền dung sai kích thước ren được kí hiệu,

- ví dụ: 6H { - Cấp chính xác ren là 6(đặt trước sai lệch cơ bản)  
 - Sai lệch cơ bản của đường kính ren đai ốc là H.
- ví dụ: 6e { - Cấp chính xác ren là 6  
 - Sai lệch cơ bản của đường kính ren vít là e.

Khi miền dung sai đường kính  $d_2$  và  $d$  hoặc  $D_2$  và  $D_1$  khác nhau thì kí hiệu như sau:

- ví dụ: 4H5H { - Miền dung sai đường kính  $D_2$  là 4H.  
 - Miền dung sai đường kính  $D_1$  là 5H.
- ví dụ: 7e6e { - Miền dung sai đường kính  $d_2$  là 7e.  
 - Miền dung sai đường kính  $d$  là 6e.

Trị số sai lệch giới hạn kích thước ứng với các miền dung sai tra trong bảng 18 và 19, phụ lục 3.

- Ghi kí hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ.

+ Trên bản vẽ lắp, kí hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số, tử số kí hiệu đối với ren trong, mẫu số kí hiệu đối với ren ngoài.

- Ren hệ mét

Ví dụ:  $M12 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$

- Đường kính:  $d = 12\text{mm}$ .

- Bước ren:  $p = 1\text{mm}$ .

- Miền dung sai đường kính trung bình  $D_2$  và đường kính trong  $D_1$  đều là 7H

+ Trên bản vẽ chi tiết: từ kí hiệu lắp ghép trên ta có thể ghi kí hiệu trên bản vẽ chi tiết như sau:

$M12 \times 1 - 7H$  , đối với ren đai ốc.

$M12 \times 1 - 7g6g$  , đối với ren vít.

## 2. Dung sai lắp ghép then và then hoa

*Mục tiêu:*

- Xác định được dung sai và chọn được kiểu lắp tiêu chuẩn cho mỗi ghép then;
- Ghi và giải thích được kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ;
- Cẩn thận, chính xác khi ghi, giải thích kí hiệu và tra bảng.

### 2.1. Dung sai lắp ghép then bằng

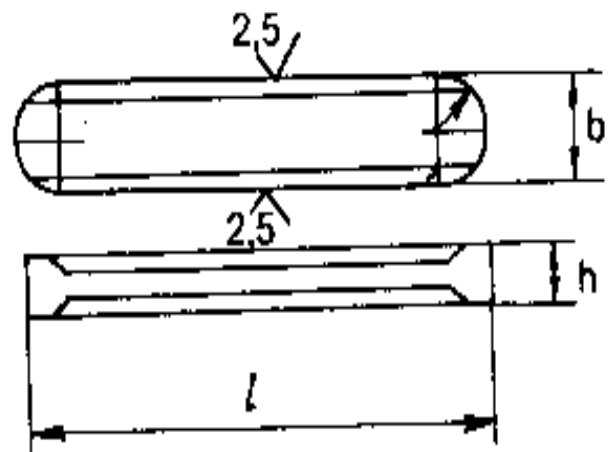
#### 2.1.1. Khái niệm môi ghép then

Then dùng để cố định các chi tiết trên trục như: bánh răng, bánh đai, tay quay,... và thực hiện chức năng truyền mô men xoắn hoặc dẫn hướng chính xác khi các chi tiết cần di trượt dọc trục.

#### 2.1.2. Dung sai kích thước lắp ghép

Dung sai kích thước và lắp ghép của then bằng được quy định theo TCVN 4216 ÷ 4218 - 86.

Trên hình 6.2 là mặt cắt ngang của môi ghép then. Với chức năng là truyền mô men xoắn và dẫn hướng, lắp ghép then được thực hiện theo bề mặt bên và theo kích thước  $b$ . then lắp với rãnh trục và rãnh bạc ( bánh răng hoặc bánh đai ). Dung sai kích thước lắp ghép tra theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn, TCVN 2244 - 99.



### 2.1.3. Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn

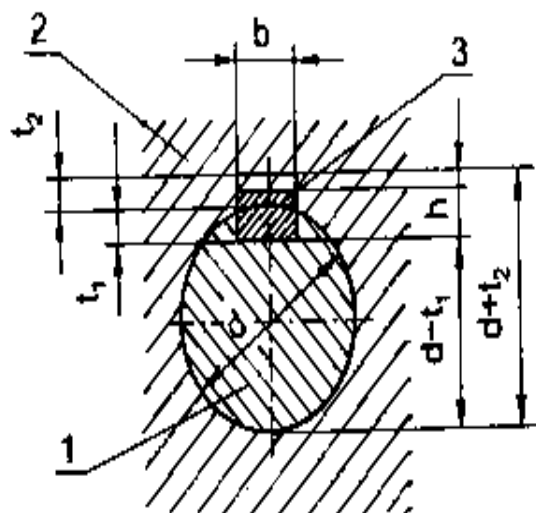
Tuỳ theo chức năng của mối ghép then mà chọn kiểu lắp tiêu chuẩn sau:

+ Trường hợp bạc cố định trên trục, chọn kiểu lắp như sơ đồ hình 6.3a. Then lắp có độ dôi lớn với trục và có độ dôi nhỏ với bạc để tạo điều kiện tháo lắp dễ dàng

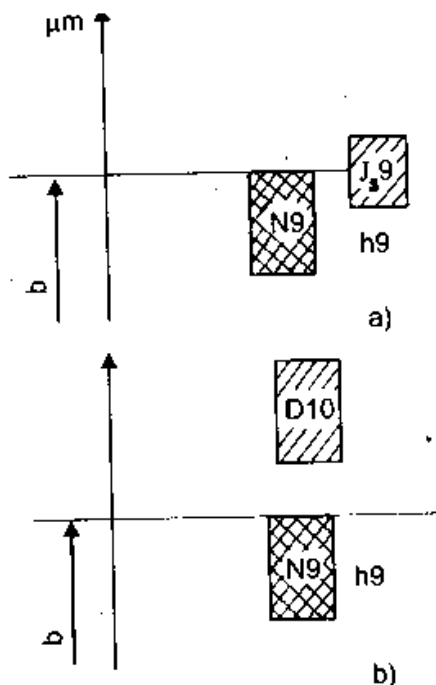
+ Trường hợp then dẫn hướng, bạc di trượt dọc trục, chọn kiểu lắp như sơ đồ hình 6.3b. Then lắp với rãnh bạc có độ hở lớn, đảm bảo bạc dịch chuyển dọc trục dễ dàng.

+ Trường hợp mối ghép then có chiều dài lớn,  $l > 2d$ , chọn kiểu lắp như sơ

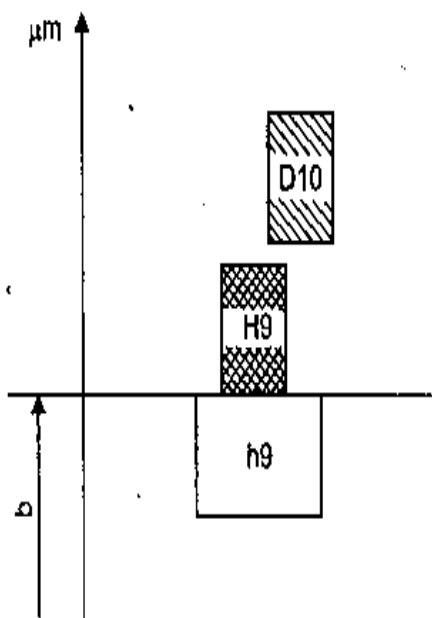
đồ hình 6.4. Then lắp có độ hở với rãnh trục và rãnh bạc. Độ hở của lắp ghép nhằm bồi thường cho sai số vị trí rãnh then.



Hình 6.2



Hình 6.3



Hình 6.4

- Miền dung sai chiều rộng then  
 - Miền dung sai chiều rộng rãnh bạc  
 - Miền dung sai chiều rộng rãnh trục

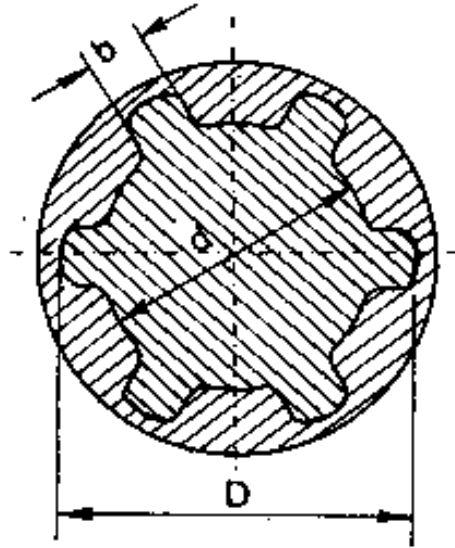
- Miền dung sai chiều rộng then  
 - Miền dung sai chiều rộng rãnh bạc  
 - Miền dung sai chiều rộng rãnh trục

## 2.2. Dung sai lắp ghép then hoa

### 2.2.1. Khái niệm mối ghép

Trong thực tế khi cần truyền mô men xoắn lớn yêu cầu độ chính xác định tâm cao giữa trục và bạc thì mối ghép then không đáp ứng được nên phải sử dụng mối ghép then hoa.

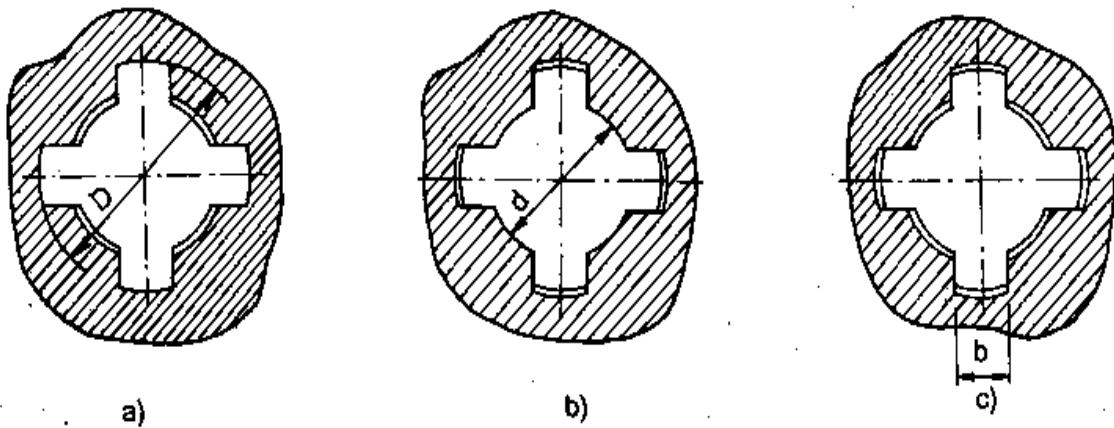
Mối ghép then hoa có nhiều loại: then hoa dạng răng chữ nhật, răng hình thang, răng tam giác, răng thân khai. Nhưng phổ biến nhất là then hoa dạng răng chữ nhật, hình 6.5.



Hình 6.5

Trên hình 6.5 biểu thị mặt cắt ngang của mối ghép then hoa răng chữ nhật.

Để đảm bảo chức năng truyền lực thì lắp ghép thực hiện theo kích thước  $b$ , còn để đảm bảo độ đồng tâm giữa bạc và trục thì thực hiện lắp ghép theo  $D$  hoặc  $d$  hoặc  $b$ , hình 6.6 a, b, c.



Hình 6.6. Mặt cắt của mối ghép đảm bảo độ đồng tâm

- Đồng tâm theo  $D$ , hình 6.6a: thường sử dụng nhiều hơn vì nó kinh tế hơn.
- Đồng tâm theo bề mặt kích thước  $d$ , hình 6.6d: dùng trong trường hợp cần độ chính xác đồng tâm cao và độ rắn bề mặt của bạc quá cao.
- Đồng tâm theo  $b$ , hình 6.6c: ít dùng vì độ chính xác đồng tâm thấp.

### 2.2.2. Dung sai kích thước lắp ghép then hoa

Lắp ghép then chỉ thực hiện theo 2 trong 3 yếu tố kích thước kích thước theo d, D và b.

- Khi thực hiện đồng tâm theo D thì lắp ghép theo D và b.
- Khi thực hiện đồng tâm theo d thì lắp ghép theo d và b.
- Khi thực hiện đồng tâm theo d thì chỉ lắp ghép theo b.

Tiêu chuẩn TCVN2324 - 78 quy định dãy miền dung sai của các kích thước lắp ghép như trong bảng 6.3 và 6.4. Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai theo TCVN2245 - 99, bảng 1 và 2 (phụ lục 1). Những miền dung sai có đóng khung là những miền dung sai được sử dụng ưu tiên.

*Bảng 6.3. Miền dung sai các kích thước trục then hoa răng chữ nhật CVN2324-78*

| Cấp chính xác | Sai lệch cơ bản |    |    |    |      |                  |    |   |    |
|---------------|-----------------|----|----|----|------|------------------|----|---|----|
|               | d               | e  | f  | g  | h    | j <sub>s</sub>   | k  | m | n  |
| 5             |                 |    |    | g5 |      | j <sub>s</sub> 5 |    |   |    |
| 6             |                 |    |    | g6 | (h6) | j <sub>s</sub> 6 |    |   | n6 |
| 7             |                 |    | f7 |    | h7   | j <sub>s</sub> 7 | k7 |   |    |
| 8             | d8              | e8 | f8 |    | h8   |                  |    |   |    |
| 9             | (d9)            | e9 | F9 |    | h9   |                  |    |   |    |
| 10            | d10             |    |    |    | h10  |                  |    |   |    |

*Bảng 6.3. Miền dung sai các kích thước lỗ then hoa răng chữ nhật*

| Cấp chính xác | Sai lệch cơ bản |   |     |   |    |                   |
|---------------|-----------------|---|-----|---|----|-------------------|
|               | D               | E | F   | G | H  | J <sub>s</sub>    |
| 6             |                 |   |     |   | H6 |                   |
| 7             |                 |   |     |   | H7 |                   |
| 8             |                 |   | F8  |   | H8 |                   |
| 9             | D9              |   |     |   |    |                   |
| 10            | D10             |   | F10 |   |    | J <sub>s</sub> 10 |

Tùy theo phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa, chọn các miền dung sai cho các kích thước lắp ghép. Sự phối hợp các miền dung sai kích

thước lỗ và trục then hoa có thể tạo thành một dãy các kiểu lắp thoả mãn chức năng sử dụng của mỗi ghép then hoa, bảng 12 ÷ 15, phụ lục 3

### 2.2.3. Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn

Trong thực tế thiết kế chế tạo người ta thường sử dụng một số kiểu lắp ưu tiên cho mỗi ghép then hoa như sau:

- Trường hợp bạc then hoa cố định trên trục:
  - + Khi thực hiện đồng tâm theo D có thể chọn kiểu lắp:  
 $H7 / j_57$  đối với lắp ghép theo kích thước D  
 $F8 / j_57$  đối với lắp ghép theo kích thước b.
  - + Khi thực hiện đồng tâm theo d có thể chọn kiểu lắp:  
 $H7 / g6$  đối với lắp ghép theo kích thước d  
 $D9 / j_57$  đối với lắp ghép theo kích thước b.
- Trường hợp bạc then hoa dịch chuyển dọc trục:
  - + Khi thực hiện đồng tâm theo D có thể chọn kiểu lắp:  
 $H7 / f7$  đối với lắp ghép theo kích thước D  
 $F8 / f7$  đối với lắp ghép theo kích thước b.
  - + Khi thực hiện đồng tâm theo d có thể chọn kiểu lắp:  
 $H7 / f7$  đối với lắp ghép theo kích thước d  
 $F10 / f9$  đối với lắp ghép theo kích thước b.

Chú ý: trong trường hợp cần thiết nếu như các kiểu lắp trên không đủ đáp ứng các điều kiện cụ thể của mỗi ghép thì chọn kiểu lắp tiêu chuẩn khác (xem TCVN 2324 - 78).

### 2.2.4. Ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ

Lắp ghép then hoa được ghi kí hiệu giống như các lắp ghép bề mặt trơn khác nêu trên bản vẽ có mặt cắt ngang của mỗi ghép. Trong trường hợp trên bản vẽ không thể hiện mặt cắt ngang thì ghi kí hiệu như sau:

$$\text{Ví dụ: } d - 8.36 \frac{H7}{f7} . 40 \frac{H12}{a11} . 7 \frac{F10}{f9}$$

Kí hiệu lần lượt là:

- + Thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước d;
- + Số răng then hoa  $Z = 8$ ;
- + Lắp ghép theo yếu tố đồng tâm d là  $\phi 36 \frac{H7}{f7}$  ;

+ Bề mặt không thực hiện đồng tâm D có kích thước danh nghĩa là 40mm, miền dung sai kích thước D của bạc then hoa là H12, miền dung sai kích thước D của trục then hoa là a11;

+ Kiểu lắp theo bề mặt bên b là  $7 \frac{F10}{f9}$ .

Từ kí hiệu lắp ghép trên ta có thể ghi kí hiệu trên bản vẽ chi tiết như sau:

- Trên bản vẽ bạc then hoa:

$$d - 8 \cdot 36H7 \cdot 40H12 \cdot 7F10$$

- Trên bản vẽ trục then hoa:

$$d - 8 \cdot 36f7 \cdot 40a11 \cdot 7f9.$$

### 3. Dung sai lắp ghép ổ lăn

*Mục tiêu:*

- Chọn được kiểu lắp tiêu chuẩn cho mỗi ghép ổ lăn;
- Tra được trị số sai lệch và ghi được kí hiệu mỗi ghép ổ lăn trên bản vẽ;
- Cẩn thận, chính xác, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

#### 3.1. Khái niệm

Ổ lăn là một bộ phận máy đã được tiêu chuẩn và chế tạo sẵn. Khi thiết kế chế tạo các thiết bị và dụng cụ, người ta chỉ việc mua về và sử dụng.

#### 3.2. Kích thước cơ bản của ổ lăn

Cấu tạo ổ lăn chủ yếu gồm 3 chi tiết: vòng trong, vòng ngoài và con lăn, hình 6.10.

Kích thước cơ bản của ổ lăn gồm:

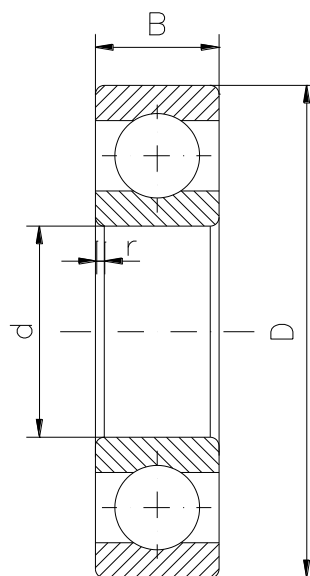
- Đường kính vòng ngoài (D);
- Đường kính trong (d);
- Chiều rộng ổ lăn (B).

#### 3.3. Dung sai lắp ghép ổ lăn

##### 3.3.1. Cấp chính xác chế tạo ổ lăn

Ổ lăn được chế tạo theo 5 cấp chính xác, kí hiệu là: 0, 6, 5, 4, 2 (TCVN 1484 - 85). Độ chính xác tăng dần từ 2 đến 0.

Trong chế tạo cơ khí thường sử dụng ổ lăn cấp chính xác 0 và 6. Trường hợp cần độ chính xác quay cao, số vòng quay lớn thì sử dụng ổ cấp chính xác 5 hoặc 4, chẳng hạn ổ trục chính máy mài, ổ trục động cơ cao tốc. Ổ cấp chính xác



Hình 6.10. Cấu tạo của ổ lăn

2 được sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đặc biệt cao. Cấp chính xác của ổ được ghi kí hiệu cùng với số hiệu ổ lăn,

Ví dụ: ổ 6 - 205 có nghĩa là ổ cấp chính xác 6 số hiệu 205.

Riêng với ổ cấp chính xác 0 thì không ghi kí hiệu cấp chính xác mà chỉ ghi số hiệu ổ.

Ví dụ: Ổ 305 nghĩa là ổ cấp chính xác 0 số hiệu 305.

### 3.3.2. Lắp ghép ổ lăn

Ổ lăn lắp với trục theo bề mặt trụ trong của vòng trong và lắp với lỗ thân hộp theo bề mặt trụ ngoài của vòng ngoài, hình 6.11. Đây là lắp ghép trụ trơn, vì vậy miền dung sai kích thước trục và lỗ được chọn theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn, TCVN 2244 - 99. Miền dung sai kích thước các bề mặt lắp ghép của ổ lăn ( $d$  và  $D$ ) là không thay đổi và đã được xác định khi chế tạo ổ lăn. Còn khi sử dụng ổ lăn, người thiết kế phải thay đổi miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp để được các kiểu lắp có đặc tính phù hợp với điều kiện làm việc của ổ.

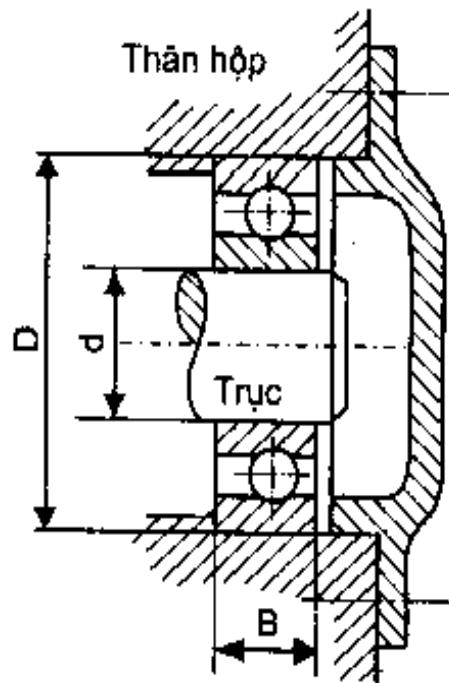
Việc chọn kiểu lắp cho mỗi ghép ổ lăn cũng chính là chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp.

Chọn kiểu lắp trục với vòng trong và lỗ thân hộp với vòng ngoài phụ thuộc chủ yếu vào đặc tính và dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn. Dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn bao gồm: dạng tải chu kỳ, dạng tải cục bộ và dao động.

- Dạng tải chu kỳ : tải trọng lần lượt tác dụng lên khắp các đường lăn của ổ và lặp lại sau mỗi chu kỳ quay của ổ. Vòng chịu tải chu kỳ thường được lắp có độ dôi để duy trì tình trạng tác dụng đều đặn của lực lên khắp đường lăn làm cho vòng lăn mòn đều, nâng cao độ bền của ổ.

- Dạng tải cục bộ và dao động : Tải trọng chỉ tác dụng lên một phần đường lăn còn các phần khác thì không, nên mòn cục bộ. Vòng chịu tải cục bộ và dao động thường được lắp có độ hở để dưới tác động của va đập và chấn động, vòng ổ lăn bị xô dịch đi, miền chịu lực thay đổi làm cho vòng lăn mòn đều hơn, nâng cao độ bền của ổ.

Như vậy tùy theo kết cấu ổ lăn, điều kiện làm việc và dạng tải trọng tác dụng lên vòng ổ lăn mà ta chọn miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp



Hình 6.12. Lắp ghép ổ lăn

theo các bảng của TCVN1482 - 85. Chẳng hạn đối với các ổ lăn thông dụng cấp chính xác 0 và 6 có thể chọn theo bảng 6.4.

Với ổ lăn cấp chính 5, 4 thì chọn những miền dung sai ở cấp chính xác cao hơn. Ví dụ : Vòng chịu tải cục bộ thì chọn các miền g5, h5, f6 đối với kích thước trục và G6, H6 và Js6 đối với kích thước lỗ thân hộp.

Với vòng chịu tải cục bộ, kích thước càng lớn thì chọn kiểu lắp có độ hở càng lớn. Ngược lại đối với vòng chịu tải chu kỳ kích thước danh nghĩa càng lớn thì chọn kiểu lắp có độ dôi càng lớn. Kích thước danh nghĩa có thể phân làm 3 loại : loại nhỏ khi  $d_N < 100\text{mm}$ , trung bình khi  $100 < d_N \leq 140\text{mm}$ , loại lớn khi  $d_N > 140\text{mm}$ .

*Bảng 6.4: Chọn miền dung sai với các ổ lăn có cấp chính xác từ 0 ÷ 6*

| Dạng tải trọng của vòng ổ lăn | Miền dung sai kích thước trục | Miền dung sai kích thước lỗ thân hộp |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Cục bộ                        | h6, g6, f7                    | G7, H7, Js7                          |
| Dao động                      | h6, js7, k6                   | Js6, Js7, K6, K7                     |
| Chu kỳ                        | js6, k6, m6, n6               | K7, M7, N7, P7                       |

#### 4. Bài tập

*Mục tiêu:*

- Tra thành thạo các bảng tra dung sai lắp ghép các chi tiết điển hình;
- Ghi và giải thích được kí hiệu các chi tiết điển hình trên bản vẽ;
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác khi tra bảng, ghi và giải thích kí hiệu, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

*Ví dụ 1:* Cho lắp ghép ren có:  $M 24 \times 2 - \frac{7H}{6g}$

- Giải thích ký hiệu lắp ghép.
- Tra sai lệch giới hạn và dung sai kích thước ren.
- Giả sử một bu lông sau khi chế tạo người ta đo được các thông số sau:
  - + Đường kính trung bình ren:  $d_{2th} = 22,540\text{mm}$ .
  - + Sai số bước ren :  $\Delta \frac{\alpha}{2} phai = 50'$ ;  $\Delta \frac{\alpha}{2} trai = -30'$
  - + Sai số tích lũy bước:  $\Delta P = 0,024 \text{ mm}$ .

Hỏi ren bu lông có đạt yêu cầu không?

*Giải:*

- Kí hiệu lắp ghép ren đã cho là:  $M24 \times 2 - \frac{7H}{6g}$  Có nghĩa là: Ren hệ mét
- + Đường kính  $d = 24\text{mm}$ , bước ren  $p = 2\text{mm}$ .
- + Miền dung sai ren trong ( đai ốc) là 7H
- + Miền dung sai ren ngoài (bu lông) là 6g.
- Sai lệch kích thước  $D_2$  và  $D_1$  ứng với miền dung sai là 7H tra theo bảng 18 phụ lục 3

$$D_2 \begin{cases} ES = +280 \mu m \\ EI = 0 \end{cases}$$

$$D_1 \begin{cases} ES = +450 \mu m \\ EI = 0 \end{cases}$$

- Sai lệch kích thước  $d_2$  và  $d$  ứng với miền dung sai là 6g tra theo bảng 19 phụ lục 3

$$d_2 \begin{cases} es = -38 \mu m \\ ei = -208 \mu m \end{cases}$$

$$d \begin{cases} es = -38 \mu m \\ ei = -318 \mu m \end{cases}$$

- Để đánh giá xem bu lông đã chế tạo có đạt yêu cầu không ta phải tính đường kính biểu kiến,  $d'_2$  theo kết quả đo đã cho.

Theo công thức (6.3) ta có:

$$d'_2 = d_{2th} + f_p + f_\alpha$$

Với:

- +  $d_{2th} = 22,540\text{mm}$  (theo kết quả đo đã cho)
- +  $f_p = 1.732\Delta P$ , ở đây  $\Delta P = 0,024(\text{mm})$  theo kết quả đã cho)

$$f_p = 1.732 \times 0,024 = 41,6 \mu m$$

- +  $f_\alpha = 0,36P \times \Delta \frac{\alpha}{2} \times 10^{-3} \mu m$  theo công thức 6.2

Với bước ren  $p = 2\text{mm}$ ; sai số góc profin ren đã cho :

$$\Delta \frac{\alpha}{2} \text{ phải} = 50' ; \quad \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ trái} = -30'$$

Ta có: 
$$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ phải} \right| + \left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ phải} \right|}{2} = \frac{|50'| + |-30'|}{2} = 40'$$

Vậy 
$$f_\alpha = 0,36 \times 2 \times 40 = 28,8 \mu m$$

Thay các trị số bằng số vào công thức (6.3) ta có:

$$d'_2 = 22,540 + 0,0416 + 0,0288 = 22,610\text{mm}$$

Ren bu lông đạt yêu cầu khi đường kính trung bình biểu kiến  $d'_2$  phải thỏa mãn bất đẳng thức sau:

$$d_{2\min} \leq d'_2 \leq d_{2\max}$$

$$\text{Với } d_{2\min} = d_{2N} + ei = 22,701 + (-0,208) = 22,493\text{mm}$$

$$d_{2\max} = d_{2N} + es = 22,701 + (-0,038) = 22,663\text{mm}$$

( $d_{2N}$  tra theo bảng 17 phụ lục 3).

Như vậy ren bu lông đã chế tạo đạt yêu cầu vì đường kính  $d'_2$  thỏa mãn bất đẳng thức trên cụ thể như sau:

$$d_{2\min} = 22,493 < d'_2 = 22,610 < d_{2\max} = 22,663$$

*Ví dụ 2:* Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là:  $8 \times 36 \times 42$ . ( $z \times d \times D$ ). Bánh răng cố định trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước D.

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép rồi ghi kí hiệu trên bản vẽ.
- Tra các sai lệch giới hạn của kích thước và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

*Giải:*

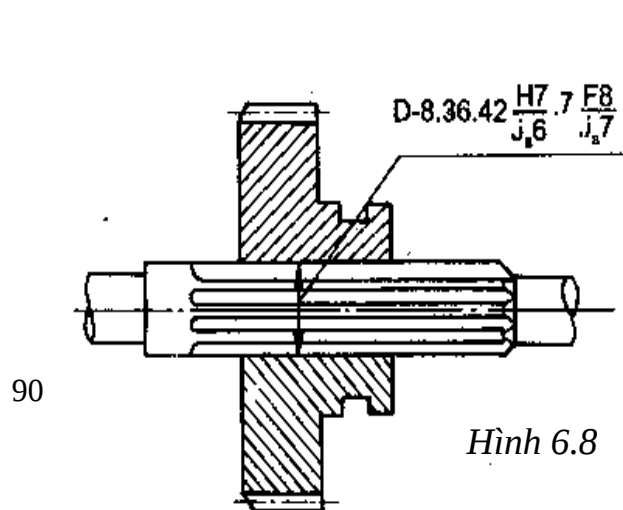
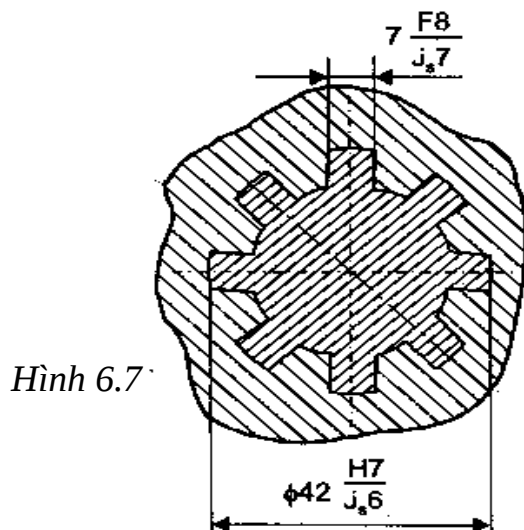
- Dựa vào các kích thước  $z \times d \times D$ , theo bảng 11 (phụ lục 3) ta tra được kích thước danh nghĩa của b:  $b_N = 7$  mm. Vậy  $d_N = 36$  mm,  $D_N = 42$  mm,  $b_N = 7$  mm.

- Với điều kiện đã cho: bánh răng cố định trên trục, thực hiện đồng tâm theo Dta chọn kiểu lắp như sau:

+ Kiểu lắp theo yêu tố đồng tâm D:  $\phi 42 \frac{H7}{js6}$

+ Kiểu lắp theo bề mặt bên b:  $7 \frac{F8}{js7}$ .

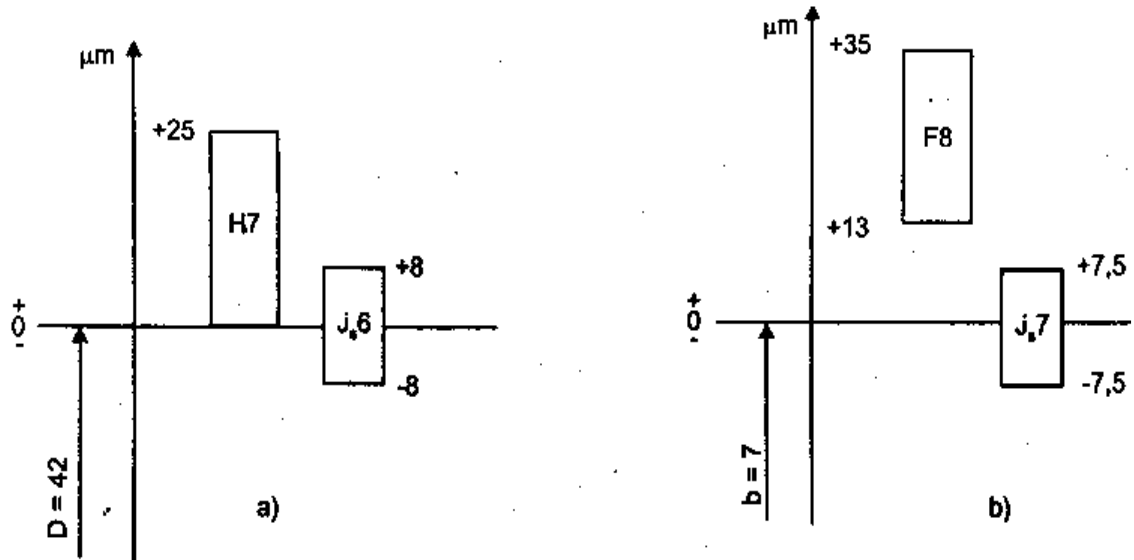
- Kí hiệu sai lệch kích thước và lắp ghép được ghi trên bản vẽ, có thể theo hai phương án như hình 6.7 và 6.8.



- Sai lệch giới hạn các kích thước tra theo bảng 1 và 2 ( phụ lục 1):

$$\phi 42 \text{ js6} \begin{cases} es = + 8 \mu\text{m} \\ ei = - 8 \mu\text{m} \end{cases} \quad 7\text{js7} \begin{cases} es = + 7,5 \mu\text{m} \\ ei = - 7,5 \mu\text{m} \end{cases}$$

- Cho đồ phân bố miền dung sai của cả hai trục điều khiển trên hình 6.9.



Hình 6.9

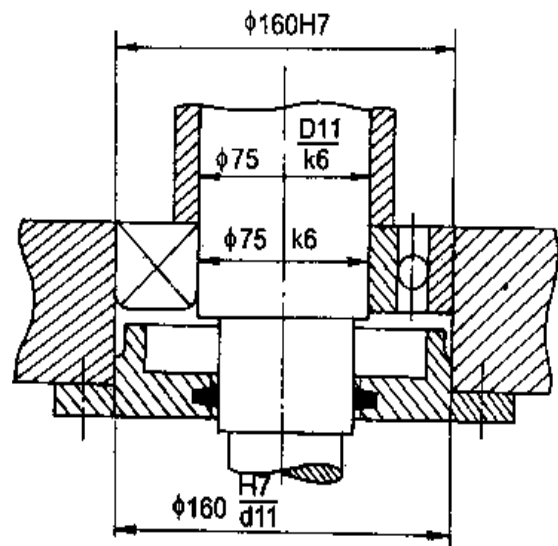
*Ví dụ 3:* Cho bộ phận lắp như hình 6.12, trục quay, thân hộp đứng yên, tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương. Ổ bi đỡ có số hiệu 315, cấp chính xác 0.

- Chọn miền dung sai kích thước trục và thân hộp lắp với ổ lăn;
- Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép và ghi kí hiệu lắp ghép trên bản vẽ.

*Giải:*

- Trước hết ta phải xác định các thông số kích thước cơ bản của ổ lăn. Dựa vào số hiệu ổ là 315, tra bảng 10 ( phụ lục 3) ta được:

- + Đường kính trong vòng trong  $d = 75 \text{ mm}$ ;
- + Đường kính ngoài vòng ngoài  $D = 160 \text{ mm}$ ;



Hình 6.10

- + Chiều rộng ổ  $B = 37 \text{ mm}$ .
- Phân tích dạng tải trọng tác dụng lên ổ lăn: với điều kiện đã cho là trục quay, tải trọng hướng tâm cố định phương thì:
  - + Vòng trong quay cùng với trục nên tải trọng lần lượt tác dụng lên khắp đường lăn của ổ và lập lại sau mỗi vòng quay của ổ trục. Vậy dạng tải trọng của vòng trong là dạng tải chu kỳ.
  - + Vòng ngoài đứng yên nên lực chỉ tác dụng lên một phần đường lăn. Dạng tải trọng của vòng ngoài là dạng tải cục bộ.
- Chọn miền dung sai:
  - + Đối với kích thước trục: trục lắp với vòng trong có kích thước danh nghĩa  $d_N = 75 \text{ mm}$  ( $d_N < 100 \text{ mm}$ ), dạng tải chu kỳ, theo bảng 6.4 ta chọn miền dung sai kích thước trục là k6.
  - + Đối với kích thước lỗ: lỗ thân hộp lắp với vòng ngoài có kích thước danh nghĩa  $D_N = 160 \text{ mm}$  ( $D_N > 140 \text{ mm}$ ), dạng tải cục bộ, theo bảng 6.4 ta chọn miền dung sai kích thước lỗ hộp là H7 (trong trường hợp cần tháo lắp thường xuyên thì phải chọn miền dung sai là Js7).
- Sai lệch giới hạn ứng các miền dung sai đã chọn, tra bảng 1 và 2 (phụ lục 1):

$$\phi 75 \text{ k6} \begin{cases} es = + 21 \mu\text{m} \\ ei = + 2 \mu\text{m} \end{cases} \quad \phi 160 \text{ H7} \begin{cases} ES = + 40 \mu\text{m} \\ EI = 0 \end{cases}$$

- Ghi kí hiệu lắp ghép trên bản vẽ:

Trên bản vẽ, kí hiệu lắp ghép ổ lăn không cần ghi dưới dạng phân số mà ghi kí hiệu miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp lắp với ổ lăn, như biểu thị trên hình 6.10.

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Tiêu chuẩn đã quy định dung sai cho những yếu tố kích thước nào của ren vít và đai ốc trong lắp ghép ren.
2. Thế nào là đường kính biểu kiến, nêu công thức tính nó đối với ren vít và ren đai ốc.
3. Nêu các miền dung sai tiêu chuẩn được quy định đối với kích thước chiều rộng b của then, rãnh trục và rãnh bạc.
4. Từ các miền dung sai tiêu chuẩn hãy chọn một kiểu lắp cho mỗi ghép then khi bạc cố định trên trục.
5. Lắp ghép then hoa được thực hiện theo mấy yếu tố kích thước, tại sao.
6. Có mấy phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa, tương ứng với các phương pháp đó thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố kích thước nào.
7. Trình bày cách ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ.

8. Tiêu chuẩn quy định mấy cấp chính xác chế tạo ổ lăn? Kí hiệu của chúng như thế nào.
9. Có mấy dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn và đặc tính của từng dạng.
10. Nêu phương pháp chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép ổ lăn với trục và với lỗ thân hộp.

## CHƯƠNG 7

### CHUỖI KÍCH THƯỚC

#### **Giới thiệu:**

Máy hoặc bộ phận máy được lắp ghép từ các chi tiết riêng biệt. Để đảm bảo độ chính xác cao, nâng cao chất lượng, tăng thời hạn sử dụng, mỗi chi tiết có một vị trí xác định so với các chi tiết khác. Vị trí đúng của chi tiết và các bề mặt, đường trục của nó so với các chi tiết khác trong sản phẩm được bảo đảm bằng tính toán được gọi là chuỗi kích thước. Nghiên cứu về vấn đề này nội dung trong chương đề cập tới các khái niệm về chuỗi kích thước và phương pháp giải chuỗi kích thước.

#### **Mục tiêu:**

- Trình bày được khái niệm cơ bản về chuỗi kích thước;
- Phân tích đúng các khâu trong chuỗi kích thước;
- Thiết lập và giải được bài toán chuỗi kích thước đơn giản;
- Nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập, cẩn thận, chính xác khi giải các bài toán chuỗi kích thước.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Khái niệm cơ bản**

###### *Mục tiêu:*

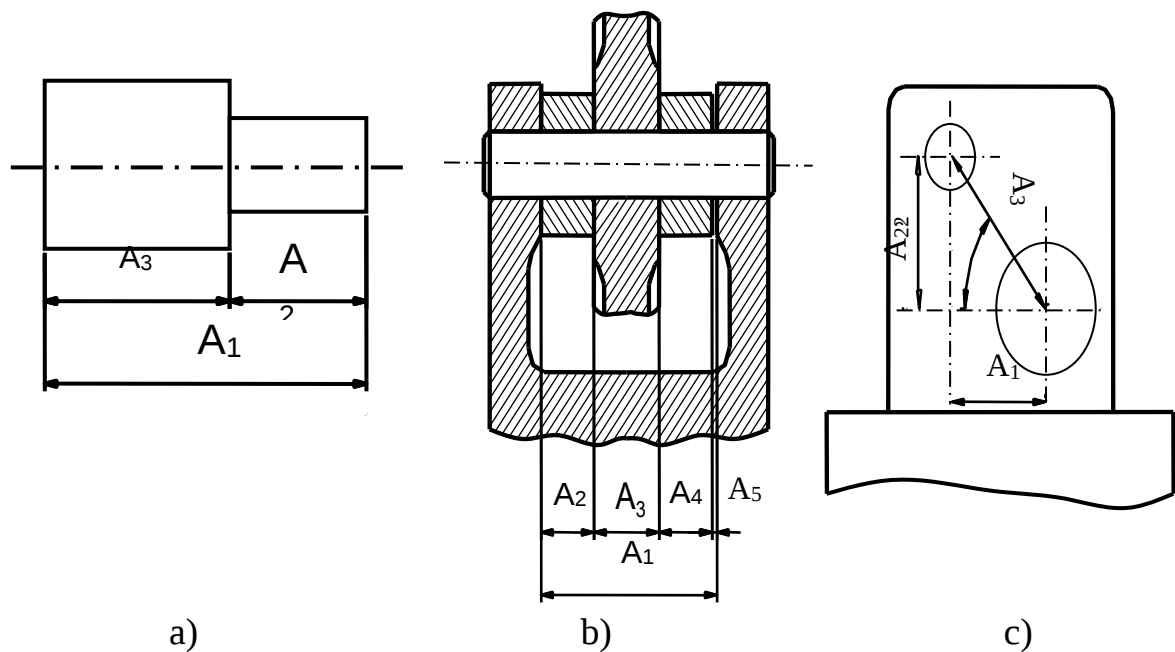
- Trình bày được khái niệm cơ bản về chuỗi kích thước;
- Phân tích đúng các khâu trong chuỗi kích thước;
- Nghiêm túc trong học tập, cẩn thận, chính xác khi phân tích các khâu trong chuỗi kích thước.

###### **1.1. Định nghĩa chuỗi kích thước**

Chuỗi kích thước là một tập hợp các kích thước quan hệ lẫn nhau tạo thành một vòng khép kín và xác định vị trí các bề mặt ( hoặc đường tâm) của một hoặc một số chi tiết. Như vậy để hình thành chuỗi kích thước phải có hai điều kiện: Các kích thước quan hệ nối tiếp nhau và tạo thành một vòng khép kín. Nghĩa là nếu ta đi một chiều theo các kích thước của chuỗi thì sẽ trở về chỗ xuất phát.

###### **1.2. Phân loại chuỗi kích thước**

Dựa theo khái niệm chuỗi ta đưa ra 3 ví dụ chuỗi kích thước ( Hình 7.1)



Hình 7.1. Các loại chuỗi kích thước

- Trong kỹ thuật chuỗi kích thước được phân thành 2 loại:
  - + Chuỗi kích thước chi tiết: Các kích thước của chuỗi còn gọi là khâu, thuộc về một chi tiết. Chuỗi như hình 7.1 a, c là loại chuỗi kích thước chi tiết.
  - + Chuỗi kích thước lắp ghép: Các khâu của chuỗi là kích thước của các chi tiết khác nhau lắp ghép trong bộ phận máy hoặc máy. Chuỗi như hình 7.1b là chuỗi kích thước lắp ghép.
- Trong hình học người ta có thể phân loại chuỗi như sau:
  - + Chuỗi kích thước đường thẳng: Các khâu của chuỗi song song với nhau, nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau. Chuỗi như hình 7.1 a, b là chuỗi đường thẳng.
  - + Chuỗi mặt phẳng: Các khâu của chuỗi nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau, nhưng chúng không song song nhau.

Chuỗi như hình 7.1 c là chuỗi mặt phẳng.

- + Chuỗi không gian: Các khâu của chuỗi nằm trong các mặt phẳng bất kỳ.

### 1.3. Khâu ( kích thước của chuỗi)

Dựa vào đặc tính các khâu ta phân ra 2 loại:

- Khâu thành phần ( $A_i$ ): Kích thước của chúng do quá trình gia công quyết định và không phụ thuộc lẫn nhau.
- Khâu khép kín ( $A_\Sigma$ ): kích thước của nó hoàn toàn phụ thuộc vào kích thước của các khâu thành phần. Trong quá trình gia công và lắp ráp thì khâu

khép kín không được thực hiện trực tiếp mà nó là kết quả của sự thực hiện các khâu thành phần, có nghĩa là nó được hình thành cuối cùng trong trình tự công nghệ.

*Ví dụ:* Chuỗi hình 7.1b, các kích thước  $A_1, A_2, A_3, A_4$  là các khâu thành phần chúng được thực hiện trực tiếp khi gia công các chi tiết 1, 2, 3, 4 và độc lập với nhau. Khe hở  $A_5$  là khâu khép kín, nó được hình thành sau khi lắp ráp các chi tiết thành bộ phận lắp. Kích thước của khâu khép kín  $A_5$  hoàn toàn phụ thuộc vào các kích thước  $A_1, A_2, A_3, A_4$  của các chi tiết tham gia lắp ghép.

Cũng tương tự như vậy, trong chuỗi kích thước chi tiết hình 7.1a, muốn phân biệt khâu thành phần và khâu khép kín phải dựa vào trình tự công nghệ gia công. Khâu nào hình thành cuối cùng trong trình tự công nghệ là khâu khép kín.

Chẳng hạn ta gia công theo trình tự:  $A_2$  rồi  $A_1$  thì  $A_3$  sẽ hình thành và hoàn toàn phụ thuộc vào kích thước  $A_2, A_1$  nên  $A_3$  là khâu khép kín.

Trong một chuỗi kích thước chỉ có một khâu khép kín ( $A_\Sigma$ ), còn lại là các khâu thành phần ( $A_i$ ). Trong các khâu thành phần chia ra:

- + Khâu thành phần tăng (khâu tăng): là khâu mà khi ta tăng hoặc giảm kích thước của nó thì khâu khép kín cũng tăng hoặc giảm theo.
- + Khâu thành phần giảm (khâu giảm): là khâu mà khi ta tăng hoặc giảm kích thước của nó thì ngược lại kích thước của khâu khép kín sẽ giảm hoặc tăng.

*Ví dụ:* chuỗi ở hình 7.1b thì  $A_1$  là khâu tăng còn  $A_2, A_3, A_4$  là khâu giảm.

## 2. Giải chuỗi kích thước

*Mục tiêu:*

- Biết cách sơ đồ hoá các chuỗi kích thước;
- Trình bày được cách thiết lập và phương pháp giải bài toán chuỗi kích thước;
- Nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập, cẩn thận và chính xác khi trình bày cách giải các bài toán chuỗi kích thước.

Giải chuỗi kích thước thường phải giải 2 bài toán sau:

- Bài toán thuận (bài toán kiểm tra)

Cho biết kích thước và sai lệch giới hạn và dung sai của các khâu thành phần ( $A_i$ ). Tìm kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của khâu khép kín ( $A_\Sigma$ ). Ví dụ: với các kích thước sai lệch giới hạn và dung sai đã cho của các khâu thành phần  $A_1, A_2, A_3, A_4$  trong chuỗi kích thước (hình 7.1b) cần phải các định khe hở  $A_5$  (khâu khép kín) là bao nhiêu.

Bài toán thuận thường sử dụng để tính toán kiểm tra chuỗi kích thước. Chẳng hạn với chuỗi kích thước sai lệch giới hạn và dung sai đã cho của các khâu thành phần ( $A_i$ ) hãy tính toán xác định xem kích thước khâu khép kín có nằm trong phạm vi cho phép ( $A_{\Sigma\max}$ ) và ( $A_{\Sigma\min}$ ) hay không.

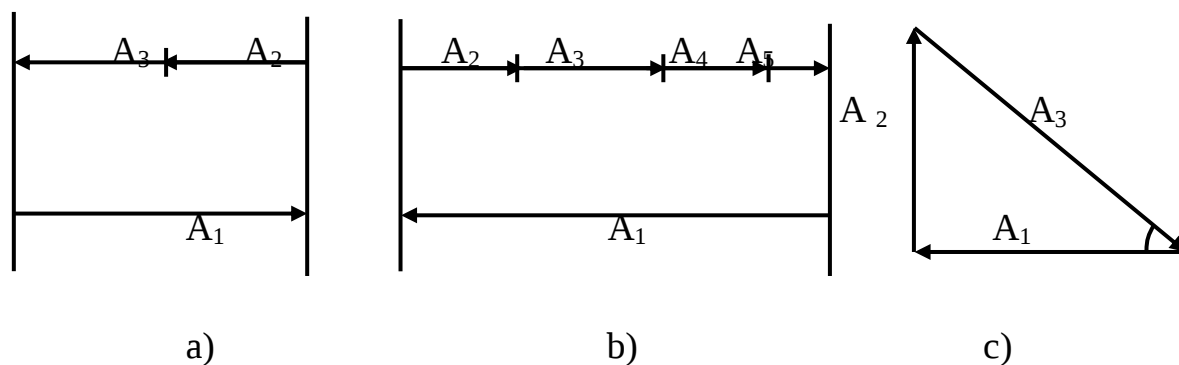
- Bài toán nghịch (bài toán thiết kế)

Cho biết kích thước và sai lệch giới hạn, dung sai của khâu khép kín ( $A_\Sigma$ ).

Tìm kích thước sai lệch giới hạn và dung sai của khâu thành phần ( $A_i$ ). Chẳng hạn khi thiết kế bộ phận máy hoặc máy xuất phát từ yêu cầu chung, chúng ta tính toán xác định kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của các kích thước chi tiết lắp thành bộ phận máy hoặc máy ấy. Đó chính là nhiệm vụ bài toán 2 phải giải quyết. Cũng chính là nhiệm vụ mà người thiết kế cần thực hiện khi tính toán thiết kế bộ phận máy hoặc máy.

- Muốn giải hai bài toán trên ta phải xác lập quan hệ về kích thước danh nghĩa, sai lệch giới hạn và dung sai giữa các khâu thành phần và khâu khép kín.

Để thuận tiện cho việc giải chuỗi kích thước người ta thường sơ đồ hoá các chuỗi. Các chuỗi trên hình 7.1a,b,c được sơ đồ hoá thành các chuỗi tương ứng trên hình 7.2a,b,c:



Hình 7.2. Sơ đồ hoá các chuỗi kích thước

- Chuỗi 1, hình 7.2a với  $A_\Sigma = A_3$  ta có:  $A_1 - A_2 - A_\Sigma = 0$   
 $\rightarrow A_\Sigma = A_3 = A_1 - A_2$
- Chuỗi 2, hình 7.2b với  $A_\Sigma = A_5$  ta có:  $A_1 - A_2 - A_3 - A_4 - A_\Sigma = 0$   
 $\rightarrow A_\Sigma = A_1 - A_2 - A_3 - A_4$
- Chuỗi 3: hình 7.2c với  $A_\Sigma = A_3$  ta có:  $\cos\alpha \cdot A_1 + \sin\alpha \cdot A_2 - A_\Sigma = 0$   
 $\rightarrow A_\Sigma = \cos\alpha \cdot A_1 + \sin\alpha \cdot A_2$

(Trong đó:  $\cos\alpha \cdot A_1$ ,  $\sin\alpha \cdot A_2$  là hình chiếu của khâu  $A_1$ ,  $A_2$  lên phương khâu khép kín  $A_\Sigma = A_3$ ).

### 2.1. Giải chuỗi kích thước theo bài toán thuận

- Để xác định được mối quan hệ về kích thước giữa các khâu và thuận tiện cho giải chuỗi kích thước người ta sơ đồ hoá kích thước (hình 7.3).
- Lập trình tự công nghệ gia công

- Xác định các khâu: khâu khép kín, khâu tăng, khâu giảm.

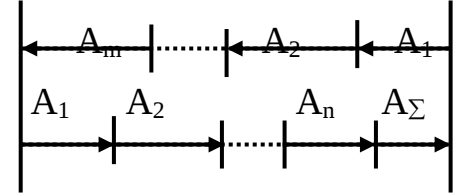
Sau đây là những thông số cần biết:

Giả sử có một chuỗi kích thước (hình 7.3) có m khâu tăng, n khâu giảm và chỉ có một khâu khép kín  $A_{\Sigma}$ . Trong đó nếu ta đánh số

thứ tự từ 1 đến m là các khâu tăng thì từ m+1 đến n là các khâu giảm (với  $m < n$ )

Biết trước kích thước danh nghĩa, sai lệch giới hạn của các khâu thành phần.

Tìm kích thước danh nghĩa, kích thước giới hạn, sai lệch giới hạn và dung sai khâu khép kín  $A_{\Sigma}$



Hình 7.3

- Kích thước danh nghĩa của khâu khép kín :

$$A_{\Sigma} = (A_1 + A_2 + \dots + A_m) - (A_1 + A_2 + \dots + A_n)$$

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \quad (7.1)$$

Trong đó :

$\sum_{i=1}^m$ : Tổng các khâu tăng

$\sum_{i=m+1}^n$ : Tổng các khâu giảm

m: Số khâu tăng ; n: Số khâu giảm

- Kích thước giới hạn lớn nhất của khâu khép kín :  $A_{\Sigma \max}$

$$A_{\Sigma \max} = (A_{1 \max} + A_{2 \max} + \dots + A_{m \max}) - (A_{1 \min} + A_{2 \min} + \dots + A_{n \min})$$

$$A_{\Sigma \max} = \sum_{i=1}^m A_{i \max} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \min} \quad (7.2)$$

- Kích thước giới hạn nhỏ nhất của khâu khép kín :  $A_{\Sigma \min}$

$$A_{\Sigma \min} = (A_{1 \min} + A_{2 \min} + \dots + A_{m \min}) - (A_{1 \max} + A_{2 \max} + \dots + A_{n \max})$$

$$A_{\Sigma \min} = \sum_{i=1}^m A_{i \min} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \max} \quad (7.3)$$

- Sai lệch giới hạn trên của khâu khép kín :  $ES_{\Sigma}$

$$ES_{\Sigma} = A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma}$$

$$ES_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i \quad (7.4)$$

Trong đó:  $ES_i$  là sai lệch giới hạn trên của khâu tăng

$ei_i$  là sai lệch giới hạn dưới của khâu giảm

- Sai lệch giới hạn dưới của khâu khép kín :  $EI_{\Sigma}$

$$EI_{\Sigma} = A_{\Sigma\min} - A_{\Sigma}$$

$$EI_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i \quad (7.5)$$

Trong đó:  $EI_i$  là sai lệch giới hạn dưới của khâu tăng

$es_i$  là sai lệch giới hạn trên của khâu giảm

- Dung sai của khâu khép kín:  $T_{\Sigma}$

$$T_{\Sigma} = A_{\Sigma\max} - A_{\Sigma\min}$$

$$T_{\Sigma} = ES_{\Sigma} - EI_{\Sigma}$$

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_i + \sum_{i=m+1}^n T_i \quad (7.6)$$

## 2.2. Giải chuỗi kích thước theo bài toán nghịch

Chuỗi kích thước có  $n$  khâu thành phần thì bài toán có  $n$  ẩn số. Muốn tính được ta phải đưa vào giả thiết để khử đi  $(n-1)$  ẩn số.

- Giả thiết các khâu thành phần được chế tạo ở cùng cấp chính xác, tức là có cùng hệ số cấp chính xác:

$$a_1 = a_2 = \dots = a_n = a$$

Vậy dung sai của khâu bất kì nào ( $T_i$ ) đều được tính theo công thức  $T_i = a \cdot i_i$

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_i = \sum_{i=1}^n a \cdot i_i \rightarrow a = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n i_i} \quad (7.7)$$

- Từ công thức (7.7), với dung sai đã cho của khâu khép kín  $T_{\Sigma}$ , với các trị số đơn vị dung sai  $i_i$  của các khâu được tra theo bảng 2.1, sẽ tính được hệ số cấp chính xác chung cho các khâu thành phần ( $a$ ).

- Từ  $a$ , tra cấp chính xác chung cho các khâu theo bảng 2.1.

- Biết kích thước danh nghĩa, biết cấp chính xác chung của các khâu thành phần, tra sai lệch giới hạn và dung sai cho  $(n - 1)$  khâu thành phần, với quy ước là:

Khâu tăng , coi như lỗ có sai lệch cơ bản H.

Khâu giảm coi như trục có sai lệch cơ bản h.

Chẳng hạn khâu thành phần tăng có kích thước danh nghĩa là 100mm ở cấp chính xác chung là 10 thì ta coi như lỗ 100H10, còn khâu giảm có kích thước danh nghĩa là 50mm thì ta coi như trục 50h10.

Sai lệch giới hạn và dung sai của (n - 1) khâu thành phần tra theo bảng 1 và 2, phụ lục 1. Còn lại khâu thành phần thứ k là  $A_k$  thì sai lệch giới hạn và dung sai của nó được xác định bằng tính toán. Làm như vậy là để bù lại những sai số mà ta đã phạm phải chẳng hạn như sự khác nhau giữa hệ số a đã chọn và hệ số a tính theo công thức (7.7).

- Tính sai lệch giới hạn và dung sai của khâu  $A_k$

+ Nếu  $A_k$  là khâu tăng thì:

$$\text{Từ (7.4) ta có : } ES_k = ES_{\Sigma} - \sum_{i=1}^{m-1} ES_i + \sum_{i=m+1}^n ei_i \quad (7.8)$$

$$\text{Từ (7.5) ta có: } EI_k = EI_{\Sigma} - \sum_{i=1}^{m-1} EI_i + \sum_{i=m+1}^n es_i \quad (7.9)$$

+ Nếu  $A_k$  là khâu giảm thì:

$$\text{Từ (7.5) ta có: } es_k = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} es_i - EI_{\Sigma} \quad (7.10)$$

$$\text{Từ (7.4) ta có: } ei_k = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} ei_i - ES_{\Sigma} \quad (7.11)$$

### 3. Bài tập

*Mục tiêu :*

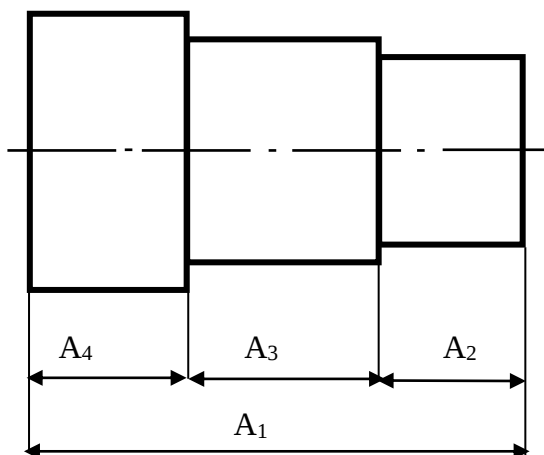
- Sơ đồ hoá được các chuỗi kích thước;
- Thiết lập và giải được bài toán chuỗi kích thước đơn giản;
- Nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập, cẩn thận, chính xác khi giải các bài toán chuỗi kích thước.

*Ví dụ 1:* Cho một chuỗi kích thước như hình vẽ (hình 7.4) với các kích thước:

$$A_1 = 100 \pm 0,04 \text{ mm} ; A_2 = 35_{-0,01}^{+0,02} \text{ mm}$$

$$; A_3 = 40_{-0,03}^{+0,02} \text{ mm}$$

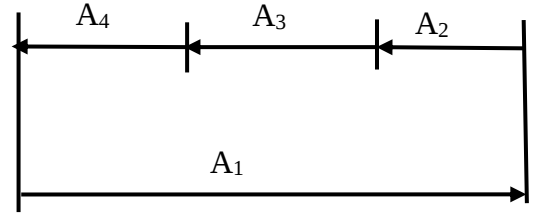
- Hãy tính kích thước danh nghĩa,



Hình 7.4

kích thước giới hạn, sai lệch giới hạn, dung sai của khâu  $A_4$ . Biết trình tự công nghệ gia công là  $A_2 ; A_3 ; A_1$ .

- Cách ghi kích thước đó trên bản vẽ ?



Hình 7.5

*Bài giải*

- Sơ đồ hóa chuỗi kích thước:

(hình 7.5)

- Trình tự công nghệ gia công :

$A_2$  ,  $A_3$  rồi  $A_1$  thì  $A_4$  là khâu khép kín

- Xác định khâu :

+ khâu khép kín:  $A_4$

+ khâu tăng :  $A_1$

(vì  $A_1$  ngược chiều với véctơ kích thước  $A_4$ )

+ khâu giảm :  $A_2$  ,  $A_3$

- Kích thước danh nghĩa của khâu khép kín :  $A_{\Sigma}$

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i$$

$$\Rightarrow A_4 = A_1 - (A_2 + A_3) = 100 - (35 + 40) = 25 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn lớn nhất của khâu khép kín :  $A_{\Sigma \max}$

Theo công thức:

$$A_{\Sigma \max} = \sum_{i=1}^m A_{i \max} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \min}$$

$$\Rightarrow A_{4 \max} = (100 + 0,04) - [(35 - 0,01) + (40 - 0,03)] = 25,08 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn nhỏ nhất của khâu khép kín :  $A_{\Sigma \min}$

Theo công thức:

$$A_{\Sigma \min} = \sum_{i=1}^m A_{i \min} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \max}$$

$$\Rightarrow A_{4 \min} = (100 - 0,04) - [(35 + 0,02) + (40 + 0,02)] = 24,92 \text{ mm}$$

- Sai lệch giới hạn trên của khâu khép kín :  $ES_{\Sigma}$

$$ES_{A_4} = A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma}$$

$$\Rightarrow ES_{A_4} = 25,08 - 25 = 0,08 \text{ mm}$$

- Sai lệch giới hạn dưới của khâu khép kín :  $EI_{\Sigma}$

$$EI_{A_4} = A_{\Sigma \min} - A_{\Sigma}$$

$$\Rightarrow EI_{A_4} = 24,92 - 25 = - 0,08 \text{ mm}$$

- Dung sai của khâu khép kín:  $T_{\Sigma}$

$$T_{A_4} = ES_{\Sigma} - EI_{\Sigma}$$

$$\Rightarrow T_{A_4} = 0,08 + 0,08 = 0,16 \text{ mm}$$

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_i + \sum_{i=m+1}^n T_i$$

$$\text{Hay } T_{A_4} = (0,04 + 0,04) + (0,02 + 0,01 + 0,02 + 0,03) = 0,16 \text{ mm}$$

- Cách ghi kích thước trên bản vẽ:

$$A_4 = 25 \pm 0,08$$

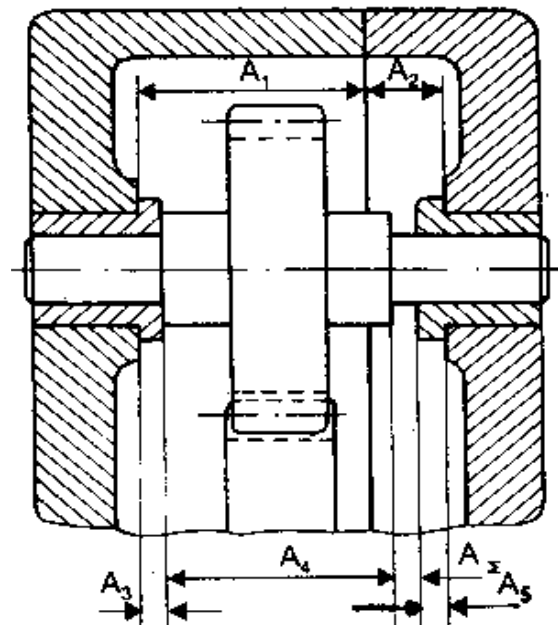
Ví dụ 2: Cho bộ phận lắp như hình 7.6a. Yêu cầu chung của bộ phận lắp này là đảm bảo khe hở giữa mặt nút vai trục và mặt nút bạc ổ trục trong giới hạn  $A_{\Sigma} = 1^{+0,75} \text{ mm}$  để cho bánh răng quay tự do mà không có dịch chuyển chiều trục lớn. Yêu cầu chung ấy là khâu khép kín của chuỗi như sơ đồ hình 7.6b.

Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch giới hạn và dung sai các chuỗi kích thước chi tiết.

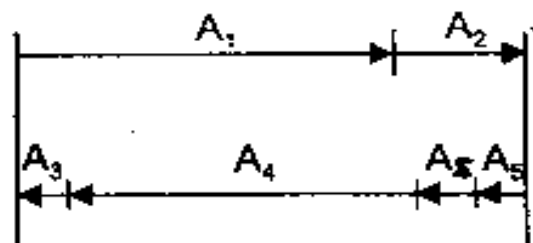
*Giải:*

- Dựa vào sơ đồ chuỗi hình 7.6b xác định khâu tăng, khâu giảm

+  $A_1, A_2$  là khâu tăng (vì  $A_1, A_2$  ngược chiều với vectơ kích thước  $A_{\Sigma}$ );



a)



b)

+  $A_3, A_4, A_5$  là khâu giảm.

- Với giả thiết các khâu thành

phần được chế tạo ở cùng một cấp chính

xác. Ta tính được hệ số cấp chính xác chung  $a$  theo công thức (7.6):

$$a = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n i_i} \quad \left| \quad \begin{array}{l} T_{\Sigma} = 750 \mu\text{m} \\ i_i - \text{tra bảng 2.1} \end{array} \right.$$

$$a = \frac{750}{2,17 + 1,56 + 2 \times 0,73 + 2,52} \approx 97$$

Dựa vào bảng 2.1 tra được cấp chính xác chung cho các khâu là 11. Cấp 11 có hệ số  $a = 100$  gần với 97 nhất.

- Tra trị số sai lệch giới hạn và dung sai của  $(n - 1)$  khâu thành phần theo bảng 1 và 2, phụ lục 1.

+ Khâu tăng:  $A_1 = 101H11 = 101^{+0,22} \quad \left\{ \begin{array}{l} ES = + 0,22 \text{ mm} \\ EI = 0 \end{array} \right.$

$A_2 = 50H11 = 101^{+0,16} \quad \left\{ \begin{array}{l} ES = + 0,16 \text{ mm} \\ EI = 0 \end{array} \right.$

+ Khâu giảm:  $A_3 = A_5 = 5_{-0,075} \quad \left\{ \begin{array}{l} es = 0 \\ ei = - 0,075 \text{ mm} \end{array} \right.$

- Khâu để lại tính là khâu  $A_k = A_4$ , đó là khâu giảm.

+ Sai lệch trên của khâu  $A_k$  tính theo công thức (7.10)

$$es_k = es_4 = 0 - 0 = 0$$

+ Sai lệch dưới của khâu  $A_k$  tính theo công thức (7.11)

$$ei_k = ei_4 = (+ 0,22 + 0,16) - (- 0,075 \times 2) - 0,75 = - 0,22 \text{ mm}.$$

Vậy:  $A_4 = 140_{-0,22}$

→ Kết quả giải chuỗi ta có:

$$A_1 = 101^{+0,22}; \quad A_2 = 101^{+0,16}; \quad A_3 = 5_{-0,075}; \quad A_4 = 140_{-0,22}$$

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Chuỗi kích thước là gì ? Lấy ví dụ minh họa?
2. Thế nào là khâu thành phần, khâu khép kín ? Nêu trình tự gia công các kích thước chi tiết trong chuỗi.

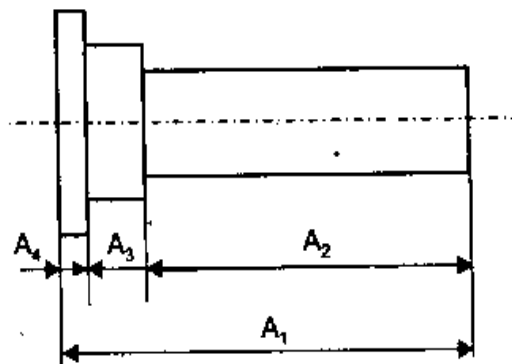
## BÀI TẬP

1. Cho chi tiết như hình 7.7, với các kích thước sau:

$$A_1 = 60^{+0,1}_{-0,2} \quad ; \quad A_2 = 50^{+0,1}$$

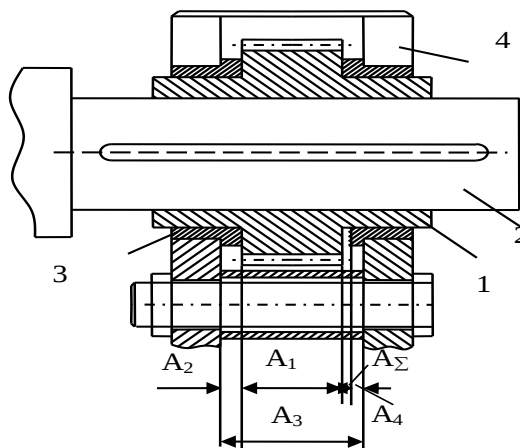
$$A_3 = 8^{+0,1}$$

Hãy tính kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai khâu  $A_4$ . Biết trình tự công nghệ gia công là  $A_2, A_3, A_1$ .



Hình 7.7

2. Cho một bộ phận lắp máy của cơ cấu băng tải (Hình 7.8a). Bánh răng(1) quay cùng với trục (2) và được đỡ bằng hai ổ trượt (3) lắp trên giá đỡ (4). Khe hở giữa bánh răng và mặt mút của ổ ( $A_\Sigma$ ) chỉ được phép dao động trong khoảng  $0,05 \div 0,75\text{mm}$ , để đảm bảo khả năng quay tự do và dịch chuyển chiều trục không lớn của bánh răng.



Hình 7.8

Nếu các chi tiết tham gia lắp ghép có kích thước và sai lệch như sau :

$$A_1 = 16^{+0,29}_{-0,47} \quad ; \quad A_2 = 4^{+0,12}_{-0,12} \quad ; \quad A_3 = 24^{+0,21}_{-0,21} \quad ; \quad A_4 = 4^{+0,12}_{-0,12}$$

Hãy xác định xem giá trị khe hở nhận được sau khi lắp có nằm trong giới hạn cho phép ( $A_{\Sigma \max}$ ), ( $A_{\Sigma \min}$ ) hay không.

## CHƯƠNG 8

### CƠ SỞ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT

#### **Giới thiệu:**

Đảm bảo chất lượng trong sản xuất là đảm bảo hiệu quả kinh tế cho nền sản xuất. Việc đảm bảo chất lượng sản phẩm không đơn thuần là việc kiểm tra sản phẩm sau khi chế tạo mà cái chính là phải vạch ra các nguyên nhân gây sai hỏng ngay trong khi gia công chế tạo, để có được qui trình công nghệ hợp lý, có thể điều chỉnh quá trình gia công nhằm tạo ra sản phẩm đạt chất lượng. Mức độ đưa thiết bị và kỹ thuật đo vào công nghệ chế tạo thể hiện mức độ tiên tiến của nền sản xuất. Cơ sở đo lường kỹ thuật nghiên cứu đơn vị đo, dụng cụ đo và phương pháp đo.

#### **Mục tiêu:**

- Trình bày được các phương pháp đo;
- Phân biệt được các loại dụng cụ đo thông dụng và phổ biến dùng trong ngành cơ khí;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, chính xác trong đo lường, nghiêm túc trong học tập.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Khái niệm về đo lường kỹ thuật**

###### *Mục tiêu:*

- Trình bày được khái niệm về đo lường kỹ thuật;
- Có tính kiên trì, cẩn thận, chính xác trong đo lường, nghiêm túc trong học tập.

Trong quá trình chế tạo và lắp ráp các chi tiết máy. Đo lường là công cụ để kiểm soát, kiểm tra chất lượng sản phẩm vì vậy kỹ thuật đo lường là khâu quan trọng không thể thiếu được trong quá trình sản xuất.

###### **1.1. Đo lường**

Đo lường là việc định lượng độ lớn của đối tượng đo. Đó là việc thiết lập quan hệ giữa đại lượng cần đo với một đại lượng có cùng tính chất vật lý được dùng đơn vị đo.

Thực chất đó là việc so sánh đại lượng cần đo với một đơn vị đo để tìm ra tỷ lệ giữa chúng. Độ lớn của đối tượng cần đo được biểu thị bằng trị số của tỷ lệ nhận được kèm theo đơn vị dùng so sánh.

Ví dụ: Đại lượng cần đo là  $Q$ , đơn vị dùng so sánh là  $u$ . Khi so sánh ta có tỷ lệ giữa chúng là  $\frac{Q}{u} = q$ .

Kết quả sẽ biểu diễn là:  $Q = q.u$

Chọn độ lớn của đơn vị khác nhau khi so sánh sẽ có trị số  $q$  khác nhau. Chọn độ lớn của đơn vị sao cho việc biểu diễn kết quả đo gọn, đơn giản, tránh nhầm lẫn trong khi ghi chép và tính toán. Kết quả đo cuối cùng cần được biểu diễn theo đơn vị đo hợp pháp.

## 1.2. Đơn vị đo

Đơn vị đo là yếu tố chuẩn mực dùng để so sánh, vì thế độ chính xác của đơn vị đo sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác khi đo. Độ lớn của đơn vị đo được qui định thống nhất để đảm bảo thuận lợi trong quá trình chế tạo, lắp ráp, thay thế và giao dịch mua bán. Các đơn vị đo cơ bản và đơn vị đo dẫn suất hợp thành hệ thống, đơn vị đo được qui định thống nhất trong bảng đơn vị đo hợp pháp của nhà nước dựa trên qui định của hệ thống đo lường thế giới SI. Trong hệ thống đo lường, có nhiều loại đơn vị đo nhưng trong ngành cơ khí có 2 loại đơn vị đo chính là: đơn vị đo chiều dài và đơn vị đo góc.

*\* Đơn vị đo chiều dài:*

Đơn vị đo chiều dài cơ bản là mét (m), đơn vị dẫn xuất thường dùng là centimet (cm), milimet (mm), micromet ( $\mu\text{m}$ ):  $1\text{m} = 100\text{ cm}$ ;  $1\text{m} = 1000\text{ mm}$ ;  $1\text{ m} = 1000000\text{ }\mu\text{m}$

Đơn vị đo lường hệ Anh thường dùng là “inhso” (“1” = 25,40 mm).

*\* Đơn vị đo góc:*

Đơn vị đo góc là: độ kí hiệu ( $^{\circ}$ ), phút kí hiệu ( $'$ ), giây kí hiệu ( $''$ )

$$(1^{\circ} = 60' = 60'')$$

## 2. Các loại dụng cụ đo và phương pháp đo

*Mục tiêu:*

- Trình bày được các phương pháp đo;
- Phân biệt được các loại dụng cụ đo thông dụng và phổ biến dùng trong ngành cơ khí;
- Rèn luyện tính kiên trì, cẩn thận, chính xác trong đo lường, nghiêm túc trong học tập.

Cùng với yêu cầu và sự phát triển không ngừng của sản xuất, đo lường kỹ thuật cũng có những bước phát triển mạnh mẽ, thiết bị dụng cụ đo ngày càng hiện đại nên độ chính xác đo lường ngày càng cao.

Cuối thế kỷ 19 có calip giới hạn, calip tiêu chuẩn.

Năm 1850 có thước cặp.

Năm 1867 có pan me.

Năm 1896 có căn mẫu.

Năm 1907 có minlimet đo tới 0,001 mm.

Năm 1921 – 1925 có máy đo dùng khí nén.

Năm 1930 có các máy đo dùng điện.

Ngày nay có các máy đo quang học, máy đo điện tử hiện đại có thể đo được những khoảng cách tới 0,000004 mm.

## 2.1. Các loại dụng cụ đo

Dụng cụ đo có thể chia làm 2 nhóm chính:

- Nhóm mẫu đo: Là những vật thể được chế tạo theo bội số hoặc ước số của đơn vị đo gồm: căn mẫu, góc mẫu, ke các loại...

- Nhóm thiết bị đo

Gồm các loại dụng cụ đo:

- + Dụng cụ đo có khắc và du xích, thước cặp, thước đo góc vạn năng;
- + Dụng cụ đo có vít vi phân, pan me.
- + Máy đo có đòn bẩy cơ khí đồng hồ so.
- + Máy đo có đòn bẩy quang học. Ớp ti mét.
- + Máy đo cơ khí quang học, kính hiển vi.
- + Máy đo dùng khí nén.
- + Máy đo dùng điện.

Các loại dụng cụ đo thông dụng và phổ biến dùng trong ngành cơ khí: Thước cặp, pan me, calip, đồng hồ so...

## 2.2. Phương pháp đo

Phương pháp đo là cách đo, thủ thuật để xác định thông số cần đo. Tùy thuộc vào cơ sở để phân loại mà ta có những phương pháp đo khác nhau:

- Dựa vào quan hệ giữa đầu đo với đối tượng đo:

- + Phương pháp đo tiếp xúc: là phương pháp đo mà đầu đo của dụng cụ đo tiếp xúc trực tiếp với chi tiết đo. Giữa đầu đo và bề mặt chi tiết đo tồn tại 1 áp lực gọi là áp lực đo. Ví dụ: đo bằng dụng cụ cơ khí, quang cơ, điện tiếp xúc .. áp lực này làm cho vị trí đo ổn định vì thế kết quả đo tiếp xúc rất ổn định.

Tuy vậy áp lực đo cũng làm cho vật đo bị biến dạng nhất là khi đo các chi tiết làm bằng vật liệu mềm dễ bị biến dạng, hệ thống đo kém cứng vững do đó kết quả đo không chính xác.

- + Phương pháp đo không tiếp xúc: là phương pháp đo không có áp lực đo giữa dụng cụ đo và chi tiết đo như khi đo bằng máy quang học. Do không có áp lực đo nên bề mặt chi tiết đo không bị biến dạng và cào xước ... Phương pháp này thích hợp với những chi tiết nhỏ, mềm mỏng, dễ bị biến dạng, các sản phẩm không cho phép có vết sây xước bề mặt.

- Dựa vào quan hệ giữa các giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo và giá trị của đại lượng đo:

+ Phương pháp đo tuyệt đối: Toàn bộ giá trị cần đo được chỉ thị trên dụng cụ đo. Phương pháp đo này đơn giản, ít nhầm lẫn nhưng hành trình đo dài nên độ chính xác kém.

Ví dụ: khi đo bằng thước cặp, pan me, thước đo góc vạn năng.

+ Phương pháp đo tương đối ( phương pháp so sánh ): Giá trị chỉ thị đo chỉ cho ta sai lệch giữa giá trị đo và giá trị chuẩn dùng khi chỉnh dụng cụ đo về giá trị “0”. Kết quả đo phải là tổng của giá trị chuẩn và giá trị chỉ thị:

$$Q = Q_0 + \Delta x.$$

Trong đó: -  $Q$  là kích thước cần xác định ( kết quả đo )

-  $Q_0$  là kích thước của mẫu chỉnh 0.

-  $\Delta x$  là giá trị chỉ thị của dụng cụ.

Độ chính xác của phép đo so sánh phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác của mẫu và quá trình chỉnh “0”.

- Dựa vào quan hệ giữa đại lượng cần đo và đại lượng được đo:

+ Phương pháp đo trực tiếp: là phương pháp đo thẳng vào kích thước cần đo, trị số đo được đọc trực tiếp trên phần chỉ thị của dụng cụ đo. Phương pháp đo này có độ chính xác cao nhưng kém hiệu quả.

Ví dụ như khi ta đo đường kính chi tiết bằng thước cặp, pan me, máy đo chiều dài...

+ Phương pháp đo gián tiếp: Phương pháp đo này không đo chính kích thước cần đo mà thông qua việc đo 1 đại lượng khác để xác định, tính toán kích thước cần đo.

Ví dụ: đo hai cạnh của tam giác vuông rồi suy ra cạnh huyền của tam giác đó hoặc đo đường kính chi tiết thông qua việc đo các yếu tố trong cung hay qua chu vi...

Phương pháp đo gián tiếp thông qua mối quan hệ toán học hoặc vật lý giữa các đại lượng cần đo và đại lượng đo, là phương pháp đo phong phú, đa dạng và rất hiệu quả. Tuy nhiên, nếu hàm quan hệ càng phức tạp thì độ chính xác đo càng thấp.

Việc chọn mối quan hệ nào trong các mối quan hệ trên phụ thuộc vào độ chính xác yêu cầu đối với đại lượng đo, cần chọn sao cho đơn giản, các phép đo dễ thực hiện với yêu cầu về trang thiết bị đo ít và có khả năng thực hiện.

Trong quá trình đo không thể tránh khỏi sai số. Sai số đo phụ thuộc vào nhiều yếu tố như độ mòn, độ chính xác của dụng cụ đo, trình độ và khả năng của người đo, phụ thuộc vào việc lựa chọn dụng cụ đo và phương pháp đo...

Vì vậy việc nắm vững phương pháp sử dụng dụng cụ và lựa chọn đúng phương pháp đo là yếu tố quan trọng quyết định kết quả đo.

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Thế nào là đo lường. Nêu các đơn vị đo thường dùng trong ngành cơ khí?
2. Trình bày các dụng cụ đo và phương pháp đo lường trong kỹ thuật?

## **CHƯƠNG 9**

### **DỤNG CỤ ĐO CÓ KHẮC VẠCH - DỤNG CỤ ĐO CÓ MẶT SỐ**

#### **Giới thiệu:**

Dụng cụ đo có khắc vạch - dụng cụ đo có bề mặt số là loại dụng cụ đo được sử dụng rộng rãi trong các xưởng cơ khí. Tùy theo nhu cầu sử dụng, mỗi loại dụng cụ đo có ưu điểm khác nhau:

Dụng cụ đo có bề mặt số dùng đo các bề mặt có độ chính xác cao. Ngoài ra còn được dùng trong việc kiểm tra hàng loạt, khi kiểm tra kích thước của chi tiết bằng phương pháp đo tương đối.

#### **Mục tiêu:**

- Nêu được công dụng, phương pháp sử dụng và bảo quản các loại dụng cụ đo.
- Giải thích được cấu tạo, nguyên lý của các dụng cụ đo có khắc vạch, dụng cụ đo có bề mặt số.
- Kiên trì, cẩn thận, chính xác trong đo lường, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Dụng cụ đo có khắc vạch**

Dụng cụ đo có khắc vạch sử dụng rộng rãi trong các xưởng cơ khí, nó bao gồm nhiều loại và có thể phân ra hai loại chính sau:

- Thước không có thước phụ;
- Thước có thước phụ.

#### *Mục tiêu:*

- Nêu được công dụng, phương pháp sử dụng và bảo quản các dụng cụ đo có khắc vạch;
- Giải thích được cấu tạo, nguyên lý du xích của các dụng cụ đo có khắc vạch;
- Cẩn thận, chính xác trong đo lường, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

##### **1.1. Thước không có thước phụ**

- Thước không có thước phụ gồm có thước cứng, thước lá, thước cuộn, thước dây, thường dùng để đo những kích thước không cần độ chính xác cao.
  - + Thước cứng dùng nhiều trong công việc vạch dấu.
  - + Thước lá dùng trong công việc vạch dấu của cắt phôi ...
  - + Thước lá cuộn, thước dây ít dùng trong sản xuất cơ khí.

- Thước không có thước phụ sử dụng đơn giản, đo kiểm nhanh phạm vi rộng, nên được sử dụng ở hầu hết các phân xưởng trong nhà máy cơ khí.

## 1.2. Thước có thước phụ

### 1.2.1. Thước cặp

#### \* Công dụng

Thước cặp đo được các kích thước bên ngoài (chiều dài, chiều rộng, chiều cao, đường kính ngoài) các kích thước bên trong (đường kính lỗ, chiều rộng rãnh), (hình 9.1)

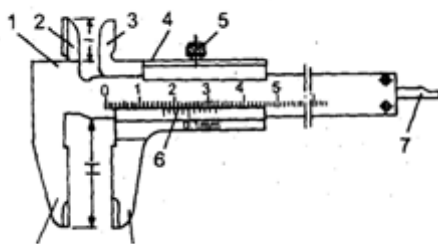
- Thước cặp 1/10 đo chính xác được phần mười ( mm ) nên thường dùng kiểm tra những kích thước chính xác thấp.

- Thước cặp 1/20 và 1/50 đo chính xác được 0,05 và 0,02 ( mm ) nên thường dùng kiểm tra những kích thước tương đối chính xác.

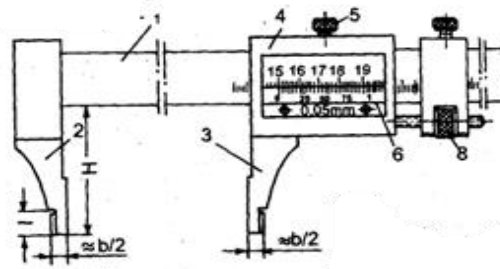
#### \* Cấu tạo: (Hình 9.1)

- Cấu tạo thước cặp như hình vẽ gồm thân thước chính (1) mang mỏ cố định (4) khung trượt (2) con trượt (6) trên thân thước chính có chia khoảng kích thước ( mm ) hoặc (inh).

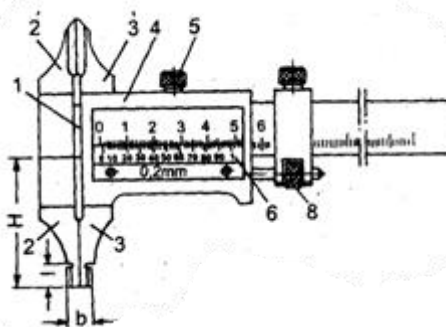
- Trên khung trượt (2) có mỏ động (5) du xích (3) và vít (10). Du xích được chia vạch, giá trị mỗi vạch có thể là 0,1 mm; 0,05 mm; 0,02 mm



a)



b)



c)

### Hình 9.1: Thước cặp

a) Thước cặp 1/10; b) Thước cặp 1/20 ; c) Thước cặp 1/50.

- Trên con trượt (6) có vít (7) và đai ốc (8) trục vít (9) vít (10) dùng để cố định khung trượt (2) trên thân thước chính.

Mỏ động (5) có thể xô dịch bằng tay hoặc di động nhỏ bằng cách cố định con trượt (6) nhờ vít (7) rồi vặn đai ốc (8). Vít (10) dùng hãm cố định khung trượt (2), du xích (3) và mỏ động (5) với thước chính (1).

\* Nguyên lý du xích thước cặp:

Để có thể đọc được dễ dàng những phần lẻ của (mm), du xích của thước cặp được cấu tạo theo nguyên lý sau:

Khoảng cách giữa 2 vạch trên du xích nhỏ hơn khoảng cách giữa 2 vạch trên thước chính. Cứ n khoảng trên du xích thì bằng n - 1 khoảng trên thước chính .

Như vậy: Nếu ta gọi khoảng cách giữa 2 vạch trên thước chính là a, khoảng cách giữa 2 vạch trên du xích là b.

Ta có biểu thức sau:

$$a \cdot (n-1) = b \cdot n$$

Từ đó ta có :

$$a \cdot n - a = b \cdot n$$

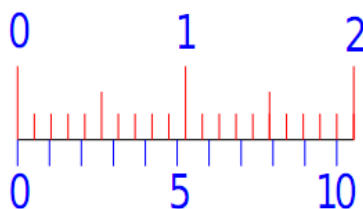
$$\Rightarrow (a \cdot n) - (b \cdot n) = a$$

$$\text{Vậy : } a - b = a / n$$

Vậy: Hiệu số độ dài mỗi khoảng trên thước chính và trên du xích bằng tỷ số giữa độ dài mỗi khoảng trên thước chính và số khoảng trên du xích .

Tỷ số:  $a / n$  là giá trị của mỗi vạch trên du xích hay gọi là độ chính xác của thước.

- Thước cặp 1/10:



a)

Du xích chia  $n = 10$  vạch nên tỷ số  $a/n = 1/10 = 0,1$ . Vậy độ chính xác của thước là 0,1 mm. Thước cặp 1/10 có các loại:

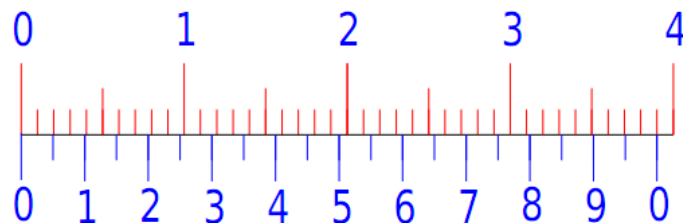
- + Loại lấy 9 vạch trên thân thước chính chia làm 10 khoảng trên du xích .
- + Loại lấy 19 vạch trên thân thước chính chia làm 10 khoảng trên du xích .

- Thước cặp 1/20:

Du xích chia  $n = 20$  vạch nên tỷ số  $a/n = 1/20 = 0,05$ .

Vậy độ chính xác của thước là 0,05 mm. Thước cặp 1/20 có các loại:

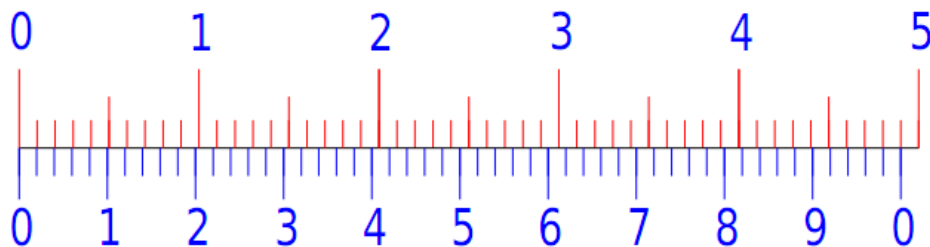
- + Loại lấy 19 vạch trên thân thước chính chia làm 20 khoảng trên du xích.
- + Loại lấy 39 vạch trên thân thước chính chia làm 20 khoảng trên du xích.



b)

- Thước cặp 1/50:

Du tiêu chia  $n = 50$  vạch nên tỷ số  $a/n = 1/50 = 0,02$ . Vậy độ chính xác của thước là 0,02 mm. Lấy 49 vạch trên thân thước chính chia làm 50 khoảng trên du xích.



c)

a) Thước 1/10;    b) Thước 1/20;    c) Thước 1/50

\* *Cách sử dụng*

- Cách đọc trị số trên thước cặp:

+ Khi đo xem vạch “0” của du tiêu ở vị trí nào của thước chính ta đọc phần nguyên của kích thước ở trên thước chính, là vạch gần nhất với vạch “0” phía bên trái của du tiêu ta được phần nguyên.

+ Xem vạch nào của du tiêu trùng với một vạch bất kỳ của thước chính ta đọc được phần lẻ của kích thước theo vạch đó trên du tiêu ( tại vị trí trùng nhau)

+ Kích thước đo xác định theo biểu thức sau:  $L = m + k \cdot a / n$

Trong đó: L- kích thước cần đo.

m - số vạch của thước chính nằm phía trái vạch “0” của du tiêu.

K - Vạch của du tiêu trùng vạch của thước chính.

$\frac{a}{n}$  - Độ chính xác của thước.

- Trước khi đo cần kiểm tra xem thước có chính xác không, thước chính xác khi 2 mỏ đo của thước sát vào nhau thì vạch "0" của du tiêu trùng với vạch "0" của thước chính.

- Phải kiểm tra xem vật đo có sạch, có "bavia" không nếu đo tiết diện tròn phải đo theo hai chiều, đo trên chiều dài phải đo ở 3 vị trí.

- Khi đo nói lỏng vít hãm, đẩy mỏ động lùi xa mỏ tĩnh, giữ cho mặt phẳng chính (mỏ cặp) của thước song song và vuông góc với kích thước cần đo, đẩy nhẹ mỏ động vào sát vật đo. Sau đó vặn các vít hãm để cố định mỏ đo với vật đo và đọc kết quả đo. Nói lỏng vít hãm, đẩy mỏ động lùi ra khỏi chi tiết đo và đưa mỏ động về vị trí "0".

- Khi đo kích thước bên trong (chiều rộng rãnh, đường kính lỗ) nhớ cộng thêm kích thước của 2 mỏ đo vào trị số đọc trên thước (thường kích thước của hai mỏ đo  $a = 10\text{mm}$ ). Phải đặt hai mỏ thước đúng vị trí đường kính lỗ và cũng đo theo hai chiều.

*\* Cách bảo quản:*

- Không được dùng thước đo khi vật đang quay, không được đo các mặt thô, bẩn, không ép mạnh 2 mỏ đo vào vật đo.

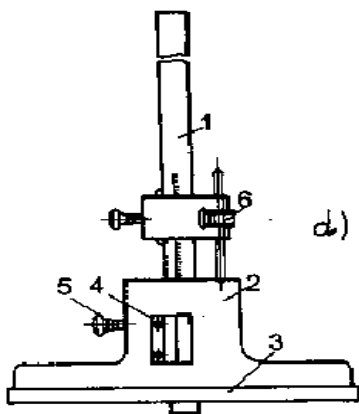
- Cần hạn chế việc lấy thước ra khỏi vật đo rồi mới đọc để mỏ đo khỏi bị mòn.

- Thước đo xong phải để đúng vị trí ở trong hộp, không đặt thước chồng lên các dụng cụ khác hoặc đặt các dụng cụ khác lên thước.

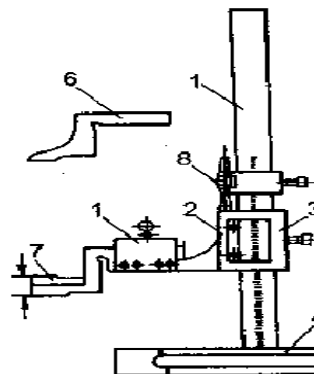
- Luôn giữ thước không bị bụi bẩn bám vào thước, nhất là bụi đá mài, phoi gang, dung dịch tưới.

- Hàng ngày hết ca làm việc, phải lau chùi thước bằng giẻ sạch và bôi dầu mỡ cho khỏi bị gỉ.

#### 1.2.2. Thước đo chiều sâu chiều cao (hình 9.1 d,e)



d) Thước cặp đo sâu



e) Thước đo cao

Thước đo chiều sâu, chiều cao là loại thước có du tiêu nên về cấu tạo cơ bản giống thước cặp, chỉ khác là không có mỏ cố định, mỏ động của thước đo chiều sâu là một thanh ngang. Thước đo chiều cao mỏ động có thể lắp được mũi đo hoặc mũi dũa. Thước chính được lắp cố định trên một đế gang.

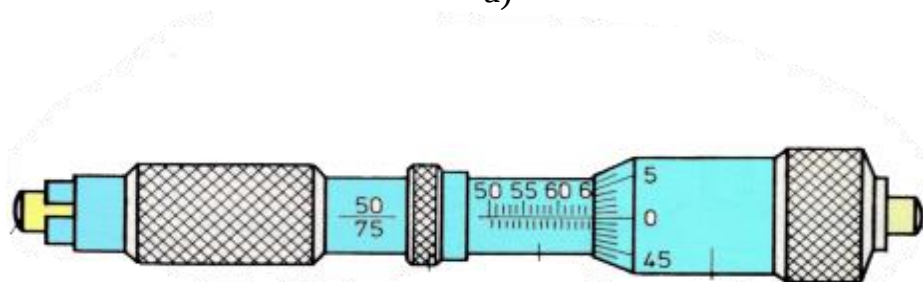
- Thước đo sâu (hình d) dùng để đo chiều sâu các lỗ bậc, rãnh hoặc độ cao các bậc trên chi tiết.
- Thước đo cao (hình e) thường dùng làm dụng cụ vạch dấu, tùy thuộc vào du tiêu từng loại thước mà trị số đo chính xác tới (0,01; 0,02; 0,05)mm.
- Cách sử dụng thước đo chiều sâu tương tự thước cặp đo ngoài.

### 1.3. Pan me

Là loại thước đo có vít chính xác, đo được các kích thước chính xác tới 0,01mm. Thước đo có vít chính xác bao gồm các loại: pan me đo ngoài, panme đo trong, panme đo sâu (hình 9.2).



a)



b)



c)

Hình 9.2

a) Pan me đo ngoài;

b) Pan me đo trong;

c) Pan me đo sâu

Các loại pan me đều dựa theo nguyên tắc vít đai ốc. Nếu vít quay được một vòng thì đầu đo di chuyển được một đoạn bằng bước ren S. Khi đầu đo quay được n vòng đầu đo di chuyển được một đoạn  $L = n \cdot S$  (mm).

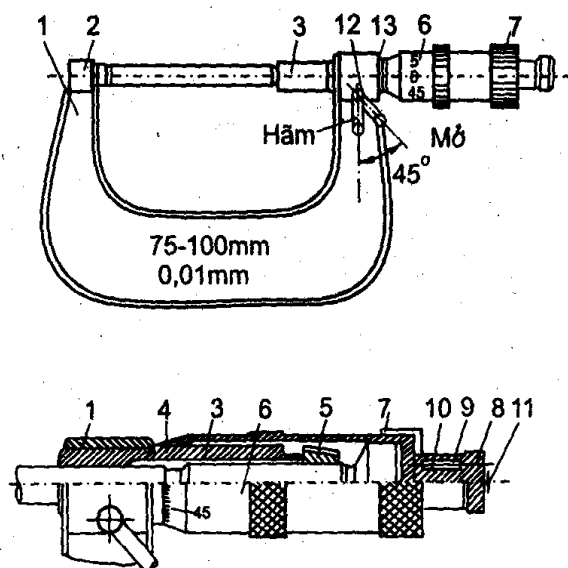
### 1.3.1. Pan me đo ngoài

\* Công dụng:

Pan me đo ngoài dùng để đo kích thước chiều dài, rộng, dày, đường kính ngoài của các chi tiết. Pan me đo ngoài có nhiều cỡ. Giới hạn đo của từng loại là:  $0 \div 25$ ;  $25 \div 50$ ;  $50 \div 75$ ;  $75 \div 100$ ;  $100 \div 125$ ;  $125 \div 150$ ;  $150 \div 175$ ;  $175 \div 200$ ;  $200 \div 225$ ;  $225 \div 250$ ;  $250 \div 275$ ;  $275 \div 300$ ;  $300 \div 400$ ;  $400 \div 500$ ;  $500 \div 600$  mm.

\* Cấu tạo: (Hình 9.3)

1 - Giá, 2 - Đầu đo cố định, 3 - Trục vít, 4 - Bạc, 5 - Đai ốc, 6 - Bạc du xích, 7 - Bạc nắm vặn, 8 - Núm vặn, 9 - Chốt cóc, 10 - Lò xo, 11 - Vít hãm, 12 - Chốt hãm, 13 - Khóa hãm



Hình 9.3. Dụng cụ đo kiểu panme

- Thân (1) trên đó ghép chặt đầu đo cố định số (2) và ống (3). Đầu bên phải của ống (3) có xẻ 3 rãnh và có ren trong để ăn khớp ren với phần cuối của đầu đo động số (4), bên ngoài có ren côn để vặn ốc (5) điều chỉnh độ hở giữa vít (4) và đai ốc số (3), hình 9.4

- Vít (4), một đầu là đầu đo động, một đầu lắp cố định với ống (6) bằng bạc nắm vặn (7). Ống (6) còn gọi là thước động.

- Trên ống (3) khắc vạch 1 mm và 0,5 mm. Trên mặt côn của ống (6) được chia ra 50 khoảng bằng nhau và có 50 vạch. Bước ren của vít vi cấp 4 là 0,5 mm.

Vì vậy khi ống (6) quay đi 1 vạch (quay 1/50) thì vít (4) sẽ tiến một đoạn  $L = 0,5 \times \frac{1}{50} = 0,01 \text{ mm}$ . Ta nói giá trị mỗi vạch trên thước động (ống 6) là 0,01 mm.

- Trên panme còn có núm (8) ăn khớp với một chốt dùng để giới hạn áp lực đo. Khi mở đo (4) tiếp xúc với vật đo đủ áp lực cần thiết, ta vặn núm (8), các răng sẽ trượt lên nhau làm cho thước động (6) và đầu đo động (4) không quay và không tiến thêm được nữa. Đai ốc (10) dùng hãm chặt đầu đo động (4) với ống (3) cho khỏi xô dịch khi đọc trị số đo.

*\* Cách đọc trị số: (Hình 9.3)*

- + Căn cứ vào mép ống động (6) đọc được số (mm) và (0,5 mm) ở ống cố định số (3).

- + Dựa vào vạch chuẩn trên ống (3), đọc số phần trăm (mm) trên mặt côn của ống (6).

*Chú ý:* Pan me là loại dụng cụ đạt độ chính xác 0,01mm, nên trị số đo đọc được luôn là 2 số lẻ (sau phần nguyên).

*\* Cách sử dụng:*

- Trước khi đo, phải kiểm tra xem panme có chính xác không. Pan me chính xác là khi cho 2 mỏ đo tiếp xúc và khít với nhau thì vạch “0” trên mặt côn của ống (6) thẳng hàng với vạch chuẩn trên ống (3); vạch “0” trên ống (3) trùng với mép (ống 6) (đối với loại panme  $0 \div 25$ ; còn vạch “0” sẽ trùng với vạch 25 đối với loại panmen  $25 \div 50$ ;.. v.v ..)

- Khi đo phải giữ cho đường tâm của mỏ đo trùng với đường tâm của chi tiết cần đo.

- Khi đo tay trái cầm thân pan me, tay phải vặn cho đầu đo tiến sát vật đo đến khi gần tiếp xúc thì vặn núm (8) cho đầu đo tiếp xúc với vật đo đúng áp lực

- Giữ cho 2 mỏ đo vuông góc với tâm chi tiết ( nếu đo đường kính ngoài ) hoặc tâm 2 mỏ đo trùng với kích thước cần đo ( đọc gián tiếp ) thì vặn chặt đai ốc (10) để hãm cố định đầu đo số (4).

*\* Cách bảo quản:*

- Không được dùng pan me đo khi vật đang quay trên máy, không đo các mặt thô, bẩn và có pa via.

- Không vặn trực tiếp ống (6) khi mỏ đo đã tiếp xúc với vật đo vì như vậy dễ bị hỏng ren vít và đai ốc. Không nên lấy vật đo ra khỏi mỏ đo (trừ trường hợp đặc biệt), rồi mới đọc kết quả .

- Các mặt đo của thước phải được giữ gìn cẩn thận, tránh bị gỉ và bụi cát hoặc phôi kim loại làm mài mòn. Cần tránh va chạm làm sây sát hoặc biến dạng mỏ đo. Trước khi đo phải lau sạch bề mặt số của pan me và vật đo

- Khi dùng xong phải lau chùi sạch sẽ bằng giẻ sạch và bôi dầu hoặc mỡ bảo quản (nhất là 2 mỏ đo), nên siết đai ốc số (10) để cố định mỏ đo động và đặt panme đúng vào vị trí trong hộp.

- Nếu dùng lâu ngày, ren của vít (4) và đai ốc số (3) của panme bị mòn làm pan me kém chính xác, Để khử độ “giơ” giữa vít và đai ốc ta điều chỉnh đai ốc (5) thông qua ren côn làm đai ốc (3) khít lại .

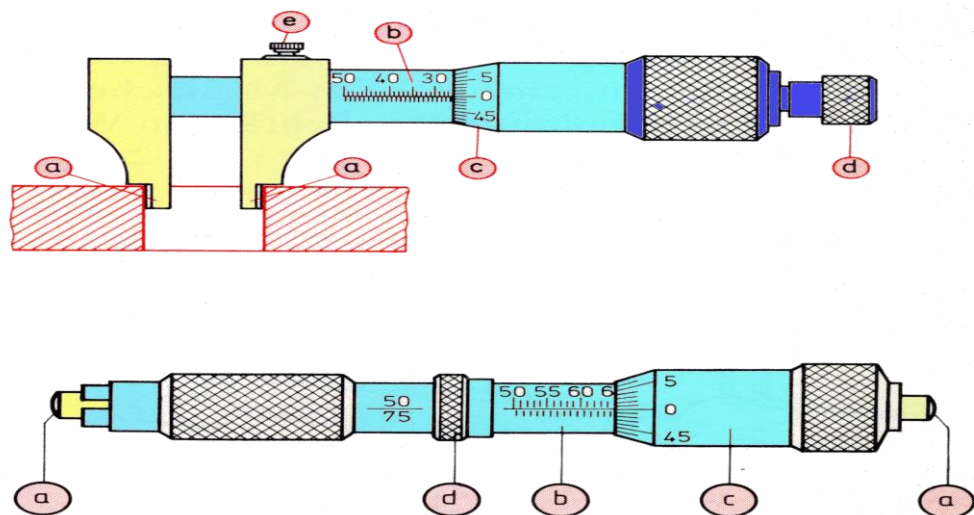
### 1.3.2. Pan me đo trong

\* Công dụng:

Pan me dùng để đo đường kính lỗ, chiều rộng rãnh từ 50mm trở lên

\* Cấu tạo: (Hình 9.4)

- Thân 1 trên có lắp đầu đo cố định 6, nắp 8, vít hãm 7. Phía phải của thân 1 có ren trong để lắp vít vi cấp 2. Vít 2 được giữ cố định với ống 3 bằng nắp 4 và trên đó có đầu đo động 5. Panme đo trong không có bộ phận không chế áp lực đo.



Hình 9.4. Cấu tạo pan me đo trong

- Để mở rộng phạm vi đo, mỗi pan me đo bao giờ cũng kèm theo những trục nối có chiều dài khác nhau. Như vậy chỉ dùng một pan me đo trong có thể đo được nhiều kích thước khác nhau như 75 ÷ 175mm; 75 ÷ 600mm và 150 ÷ 1250mm.

\* Cách đọc trị số trên pan me

Cách đọc trị số trên panme đo trong cũng giống như panme đo ngoài. Nhưng cần chú ý khi panme có lắp trục nối thì kết quả đo bằng trị số đọc trên panme cộng thêm chiều dài trục nối.

\* Cách sử dụng

Khi đo cần chú ý giữ cho pan me ở vị trí cân bằng, nếu đặt lệch kết quả đo sẽ kém chính xác. Vì không có bộ phận giới hạn áp lực đo nên khi đo cần vận động tạo nên áp lực đo vừa phải tránh vận quá mạnh.

### 1.3.3. Panme đo sâu

*\* Công dụng:*

Dùng để đo chính xác chiều sâu các rãnh, lỗ bậc và bậc thang.

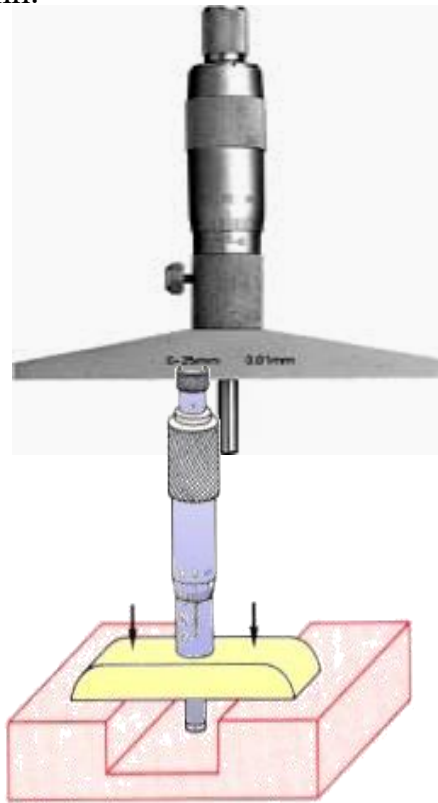
*\* Cấu tạo: (Hình 9.5)*

Panme đo sâu cơ bản giống panme đo ngoài chỉ khác thân panme đo sâu thay bằng cần ngang có mặt đáy phẳng để đo.

Panme đo sâu có những đầu đo thay đổi được để đo các độ sâu khác nhau như:

0 ÷ 25mm; 25 ÷ 50mm; 50 ÷ 75mm; 75 ÷ 100 mm. Số ghi trên ống trong và ống ngoài đều ngược chiều so với số ghi trên panme đo ngoài.

Cách đọc trị số, sử dụng và bảo quản giống như pan me đo ngoài.



Hình 9.5. Cấu tạo pan me đo sâu

## 2. Dụng cụ đo có bề mặt số (đồng hồ so)

### Mục tiêu:

- Nêu được công dụng, cách sử dụng và bảo quản đồng hồ so
- Giải thích được cấu tạo, nguyên lý làm việc của dụng cụ đo có bề mặt số;
- Kiên trì, cẩn thận, chính xác trong đo lường, nghiêm túc chủ động và tích cực trong học tập.

### 2.1. Phân loại

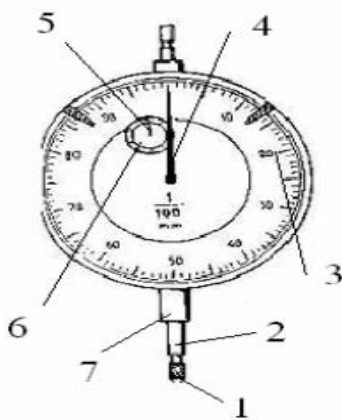
- Đồng hồ so có giá trị chia 0,01mm;
- Đồng hồ so kiểu hiện số điện tử;
- Đồng hồ đo chuyên dùng cho các chuyển vị nhỏ ở các vị trí khó đo, trong không gian hạn chế.

### 2.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc và công dụng

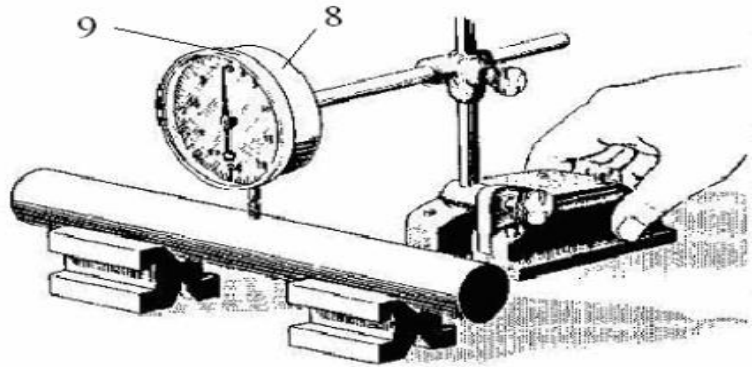
*\* Cấu tạo: (Hình 9.7a)*

- Được cấu tạo theo nguyên tắc chuyển động của thanh răng và bánh răng trong đó chuyển động lên xuống của thanh đo được truyền qua hệ thống bánh răng làm quay kim đồng ở trên mặt số.

- Mặt số lớn của đồng hồ chia ra 100 khác với các đồng hồ so thường giá trị mỗi khác = 0,01mm. Nghĩa là khi thanh đo (9) trượt lên xuống một đoạn 0,01mm thì kim lớn (3) quay đi một khác. Khi kim (3) quay hết một vòng (100 khác) thì thanh đo (9) di chuyển một đoạn bằng  $0,01.100 = 1\text{mm}$  lúc đó kim nhỏ (6) trên mặt số (7) quay đi một khác. Vậy giá trị mỗi khác trên mặt số nhỏ là 1mm.



a) Cấu tạo đồng hồ so



b) Nguyên lý làm việc

Hình 9.7

- |               |               |                  |
|---------------|---------------|------------------|
| 1. Đầu đo     | 4. Kim lớn.   | 7. ống dẫn hướng |
| 2. Thanh răng | 5. Kim nhỏ    | 8. Thân          |
| 3. Mặt số lớn | 6. Mặt số nhỏ | 9. Nắp           |

- Thanh đo (9) có lắp đầu đo (10) thanh (9) xuyên qua thân đồng hồ và trượt lên xuống trong ống (8).

\* Nguyên lý làm việc (hình 9.7b)

Thanh đo (9) chuyển động lên xuống thông qua đoạn thanh răng (trên thanh (9) làm quay răng  $1=16$  răng, bánh răng  $2=100$  răng (lắp cùng trục với bánh răng  $1$  quay), làm quay  $3=10$  răng và kim lớn quay trên bảng chia chỉ thì mặt số 2. Đồng thời bánh răng  $4$  quay, trên bánh răng  $4$  có gắn lò xo xoắn (12) làm cho cả bộ truyền tiếp xúc 1 bên ổn định ngay cả khi trục đo lên hoặc xuống. Lò xo 11 giữ cho thanh đo luôn đi xuống tạo áp lực đo.

\* Công dụng

- Được dùng nhiều trong việc kiểm tra sai lệch hình dạng hình học của chi tiết gia công như: độ côn, độ cong, độ ô van....

- Kiểm tra vị trí tương đối giữa các chi tiết lắp ghép với nhau hoặc giữa các bề mặt gia công trên chi tiết như độ song song, độ vuông góc, độ đảo, độ không đồng trục.

### 2.3. Cách sử dụng và bảo quản (Hình 9.8)

#### \* Cách sử dụng:

- Khi sử dụng đồng hồ so, trước hết gá đồng hồ lên giá đỡ vạn năng hoặc lên phụ tùng riêng. Sau đó tùy theo từng trường hợp sử dụng mà điều chỉnh cho đầu đo tiếp xúc với vật cần kiểm tra.

Điều chỉnh cho mặt số lớn kim trở về vị trí vạch “0” di chuyển đồng hồ cho mỏ đo của đồng hồ tiếp xúc suốt trên mặt vật cần kiểm tra vừa di chuyển đồng hồ vừa theo dõi di chuyển của kim.

- Kim đồng hồ quay bao nhiêu vạch tức là thang đo đã di chuyển bấy nhiêu phần trăm mm từ đó ta suy ra được độ sai lệch vật cần kiểm tra.

#### \* Cách bảo quản:

- Đồng hồ so là loại dụng cụ đo có độ chính xác cao, vì vậy trong quá trình sử dụng cần hết sức nhẹ nhàng tránh va đập.
- Giữ không để xước hoặc vỡ đập mặt đồng hồ.
- Không nên dùng tay ấn vào đầu đo làm thanh đo di chuyển mạnh.
- Đồng hồ so phải luôn được gá ở trên giá, khi sử dụng xong phải đặt vào vị trí trong hộp không để đồng hồ so chỗ ẩm, có hoá chất...



Hình 9.8. Cách sử dụng và bảo quản đồng hồ so

### 3. Bài tập

Ví dụ 1: (Hình 9.9)

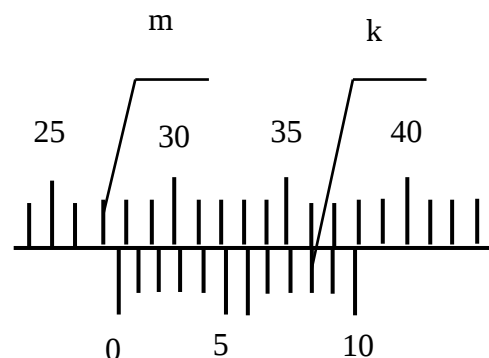
m- Vạch số 27 mm (thước chính)

k - Vạch thứ 8 ( du tiêu)

$a = 1, n = 10$  .

Vậy kích thước đo được là:

$$L = m + k \frac{a}{n} = 27 + 8 \frac{1}{10} = 27,8 \text{ mm}$$



Hình 9.9

Ví dụ 2: (Hình 9.10)

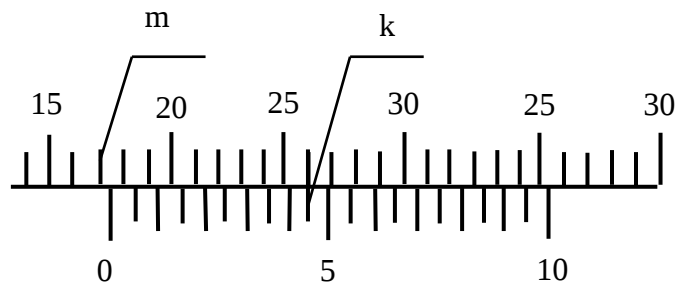
m- Vạch số 17 mm (thước chính)

k - Vạch thứ 9 ( du tiêu)

$a = 1, n = 20$  .

Vậy kích thước đo được là:

$$L = m + k \frac{a}{n} = 17 + 9 \frac{1}{20} \\ = 17,45 \text{ mm.}$$



Hình 9.10

Ví dụ 2: (Hình 9.11)

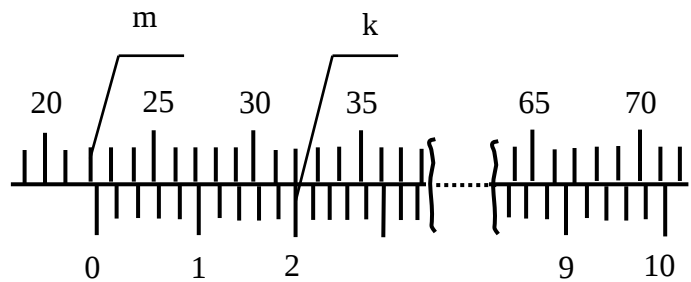
m- Vạch số 17 mm (thước chính)

k - Vạch thứ 10 (du tiêu)

$a = 1, n = 50$

Vậy kích thước đo được là:

$$L = m + K \frac{a}{n} = 22 + 10 \frac{1}{50} \\ = 22,2 \text{ mm}$$



Hình 9.11

Ví dụ 3 : ( Hình 9.12)



a)



b)

Hình 9.12

Trên hình 9.10a theo mép ống (6) ta đọc được 7mm trên ống số (3). Theo vạch chuẩn trên ống (3) ta đọc được 0,38mm trên phần côn của thước động (6). Vậy trị số đo là:  $L = 7\text{mm} + 0,38\text{mm} = 7,38\text{mm}$ .

Trên hình 9.12b trị số đo là:  $L = 7,5\text{mm} + 0,22\text{mm} = 7,72\text{mm}$ .

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Hãy nêu cách đọc trị số đo trên thước cặp 1/10, 1/20, 1/50 .
2. Trình bày cách sử dụng và bảo quản thước cặp.
3. Chọn loại thước cặp để kiểm tra các kích thước : 39,90; 40,025 ; 29,92 ; 60,42 ; 52,034.
4. Trình bày công dụng, cấu tạo và cách sử dụng các loại panme: đo ngoài, đo trong và đo sâu.
5. Nêu cách đọc trị số trên panme, những chú ý trong quá trình sử dụng bảo quản.
6. Tính trị số trung bình của 10 số đo trên cùng một chi tiết gia công do mười học viên thực hiện bằng panme hệ mét.
7. Hãy nêu công dụng và cách sử dụng đồng hồ so?

## CHƯƠNG 10

### CA LÍP

#### **Giới thiệu :**

Trong giai công nghiệp hoá hiện đại hoá các nhà máy, phân xưởng cơ khí đã sử dụng các biện pháp gia công chế tạo hàng loạt sản phẩm để dự trữ và thay thế. Nhu cầu sử dụng dụng cụ đo vừa có độ chính xác cao vừa có thể dùng để kiểm kích thước giới hạn của lỗ, trục trong sản xuất hàng loạt là nhu cầu cấp thiết. Để sử dụng dụng cụ đo có hiệu quả nội dung trong chương trang bị cho người sử dụng những kiến thức cơ bản về cấu tạo, công dụng, cách sử dụng và bảo quản calíp khi đo kiểm.

#### **Mục tiêu:**

- Trình bày được công dụng, cấu tạo, phương pháp sử dụng và bảo quản calíp;
- Phân biệt được độ chính xác của calíp;
- Sử dụng thành thạo calíp để đo kiểm;
- Kiên trì, cẩn thận, chính xác trong quá trình sử dụng, bảo quản calíp khi đo kiểm.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Ca líp nút**

###### *Mục tiêu:*

- Trình bày được công dụng, cấu tạo, phương pháp sử dụng và bảo quản calíp nút;
- Phân biệt được độ chính xác và sử dụng thành thạo calíp nút để đo đường kính lỗ của chi tiết.
- Kiên trì, cẩn thận, chính xác trong quá trình sử dụng và bảo quản calíp khi đo kiểm.

###### **1.1. Cấu tạo và công dụng**

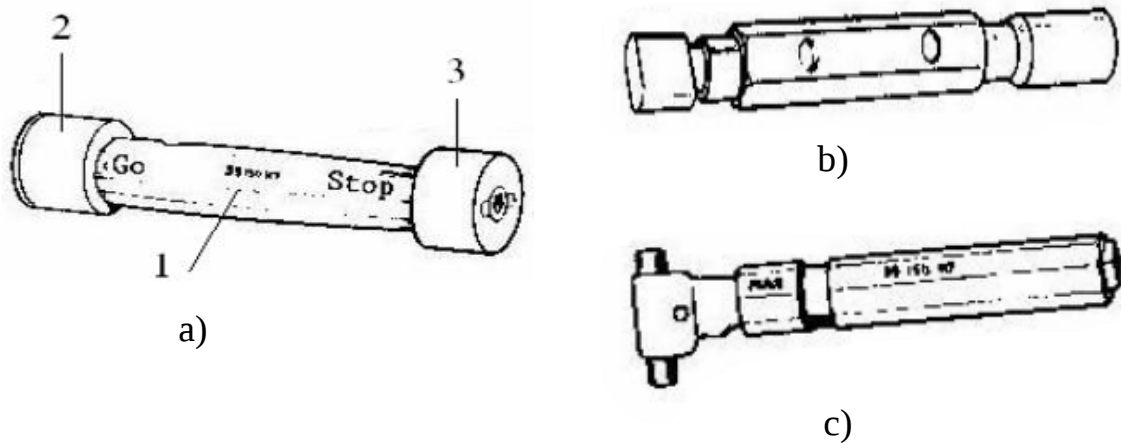
###### *\* Cấu tạo*

Calíp gồm có thân 1 và hai đầu đo: đầu qua 2 và đầu không qua 3 (hình vẽ 10.1a). Đầu qua có chiều dài lớn hơn đầu không qua.

Đầu qua ký hiệu là Q; Đầu không qua ký hiệu là KQ

Kích thước danh nghĩa của đầu qua được chế tạo theo kích thước giới hạn nhỏ nhất, kích thước danh nghĩa của đầu không qua được chế tạo theo kích thước giới hạn lớn nhất của chi tiết cần kiểm tra.

Để thuận tiện cho việc sử dụng, calíp nút dùng cho những phạm vi kích thước khác nhau được chế tạo theo những kết cấu khác nhau. Hình vẽ giới thiệu một số kiểu calíp nút theo TCVN2753 - 78- TCVN - 2780 - 78 ( Hình 10.1):



Hình 10.1

- a) Calíp nút hình trụ      b) Calíp dạng thanh  
c) Calíp nút có chốt “không qua được” đầu tròn

Ví dụ: Cần kiểm tra lỗ có kích thước  $\phi 30H7$

Tra bảng dung sai và lắp ghép ta có  $\Phi 30^{+0,021}$  chọn calíp kiểm tra có kích thước danh nghĩa đầu qua là :  $d_Q = 30\text{mm}$  và kích thước danh nghĩa đầu không qua là:  $d_{KQ} = 30,021\text{ mm}$ .

Qua ví dụ trên ta thấy mỗi calíp chỉ dùng để kiểm tra một kích thước nhất định của một loạt chi tiết, các chi tiết khác có cùng kích thước danh nghĩa cũng không dùng được.

- Ví dụ: Calíp dùng để kiểm tra lỗ  $\phi 30H7$  không dùng để kiểm tra lỗ  $\phi 30H6$  hoặc lỗ  $\phi 30H8$  được.

#### \* Công dụng

Calíp nút dùng để kiểm tra kích thước của lỗ, rãnh các chi tiết gia công khi sản xuất hàng loạt.

### 1.2. Cách sử dụng và bảo quản

#### \* Cách sử dụng:

Khi kiểm tra ta đưa nhẹ nhàng các đầu đo của calíp vào lỗ của chi tiết. Nếu đầu qua đi qua được lỗ, đầu không qua không đi qua được lỗ thì kích thước đạt yêu cầu.

Nếu đầu qua không đi qua được lỗ thì kích thước thực của chi tiết còn nhỏ hơn kích thước giới hạn nhỏ nhất cho phép.

Nếu đầu không qua đi qua được lỗ thì kích thước thực của chi tiết lớn hơn kích thước giới hạn lớn nhất cho phép.

Trong cả hai trường hợp trên, chi tiết đều không đạt yêu cầu.

*\* Cách bảo quản:*

- Trước khi kiểm tra cần lau sạch calíp và chi tiết cần kiểm tra
- Khi đưa chi tiết vào calíp để kiểm tra cần giữ tâm của calíp trùng với tâm lỗ kiểm tra.
- Không được ấn mạnh calíp vào lỗ của chi tiết
- Tuyệt đối không kiểm tra khi chi tiết đang quay hoặc chi tiết còn nóng
- Không được dùng các vật khác đóng vào các đầu đo của calíp
- Sau mỗi ca làm việc cần lau chùi calíp cẩn thận bằng giẻ sạch và bôi dầu vào các mặt đo.

## 2. Calíp hàm

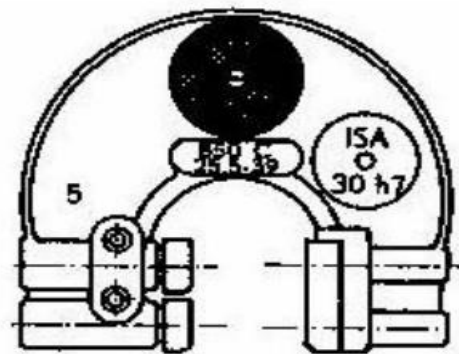
*Mục tiêu:*

- Trình bày được công dụng, cấu tạo, phương pháp sử dụng và bảo quản calíp hàm;
- Phân biệt được độ chính xác và sử dụng thành thạo calíp hàm để đo đường kính trục;
- Kiên trì, cẩn thận, chính xác trong quá trình sử dụng và bảo quản calíp khi đo kiểm.

### 2.1. Cấu tạo và công dụng

*\* Cấu tạo (Hình 10.2)*

Cũng giống như calíp nút, calíp hàm cũng có thân và hai hàm đo, trong đó có một hàm đo qua và một hàm không qua, được ký hiệu là Q và KQ.



Hình 10.2. Calíp hàm

Khác với calíp nút, kích thước danh nghĩa của hàm qua được chế tạo theo kích thước giới hạn lớn nhất, kích thước danh nghĩa của hàm không qua được chế tạo theo kích thước giới hạn nhỏ nhất của kích thước cần kiểm tra.

Ví dụ khi cần kiểm tra kích thước trục:  $45^{+0,012}_{-0,008}$

Kích thước danh nghĩa của hàm qua là:

$$D_Q = d_{\max} = 45 + 0,012 = 45,012\text{mm}$$

kích thước danh nghĩa của hàm không qua :

$$D_{KQ} = d_{\max} = 45 + (-0,008) = 44,992\text{mm}$$

Calíp hàm được chế tạo theo nhiều kiểu dùng cho những phạm vi đo khác nhau

*\* Công dụng*

Calíp hàm dùng để kiểm tra kích thước của chi tiết trực trong sản xuất hàng loạt.

## 2.2. Cách sử dụng và bảo quản

Cũng như calíp nút, khi sử dụng ta đưa nhẹ nhàng calíp qua chi tiết, nếu đầu qua đi qua, đầu không qua không đi qua được chi tiết thì kích thước của chi tiết đạt yêu cầu.

Cần chú ý, khi kiểm tra không dùng tay ấn mạnh calíp vào chi tiết mà chỉ đưa nhẹ calíp, do trọng lượng bản thân calíp sẽ đi qua chi tiết.

Sử dụng nhẹ nhàng, tránh những va chạm làm sây xát, biến dạng các hàm đo của calíp.

Sau mỗi ca làm việc, cần lau chùi calíp bằng dẻ sạch và bôi dầu mỡ vào các hàm đo.

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày phương pháp sử dụng và cách bảo quản của các loại calíp?
2. Trình bày công dụng, cấu tạo của calíp nút, calíp hàm. Căn cứ vào đâu để xác định kích thước danh nghĩa các đầu đo của calíp.
3. Chọn loại calíp để kiểm tra các kích thước sau:

- Kích thước trục  $\phi 40_{-0,07}^{-0,04}$ ,  $\phi 60 \pm 0,08$
- Kích thước lỗ  $\phi 100^{\pm 0,011}$ ,  $\phi 70_{-0,052}^{-0,030}$

## **CHƯƠNG 11**

### **DỤNG CỤ ĐO GÓC**

#### **Giới thiệu:**

Dụng cụ đo góc gồm nhiều loại khác nhau, có thể đo góc bằng những dụng cụ đo góc chuyên dùng như: góc mẫu, ke, calíp côn, thước đo góc vạn năng v. v... cũng có thể đo góc bằng những dụng cụ đo chiều dài ( thước cặp, panme, đồng hồ so, căn mẫu v.v...). Ngoài những dụng cụ đo thì phương pháp đo cũng là yếu tố quyết định đến chất lượng của việc đo kiểm. Để đo góc được thuận tiện đạt độ chính xác, hiệu quả cao, nội dung trong chương giới thiệu các dụng cụ đo góc thông qua các phương pháp đo trực tiếp và đo gián tiếp.

#### **Mục tiêu:**

- Trình bày được công dụng, cấu tạo, phương pháp sử dụng dụng cụ đo góc;
- Phân biệt được độ chính xác của dụng cụ đo góc;
- Sử dụng thành thạo dụng cụ đo góc để đo kiểm;
- Rèn tính cẩn thận, chính xác trong quá trình sử dụng dụng cụ đo góc và trong đo kiểm.

#### **Nội dung chính:**

##### **1. Đo góc bằng phương pháp đo trực tiếp**

Đo trực tiếp là phương pháp đo dùng những dụng cụ chuyên dùng đặt trực tiếp lên góc của chi tiết kiểm tra để xác định kết quả.

##### *Mục tiêu:*

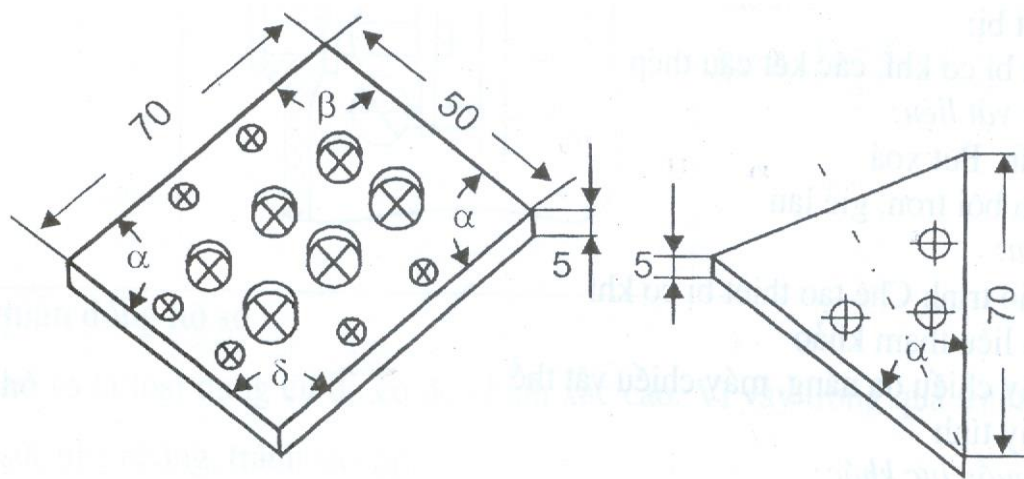
- Trình bày được công dụng, cấu tạo, phương pháp sử dụng dụng cụ đo góc bằng phương pháp đo trực tiếp;
- Phân biệt được độ chính xác và sử dụng thành thạo dụng cụ đo góc để đo kiểm;
- Rèn tính cẩn thận, chính xác trong quá trình sử dụng dụng cụ đo góc và trong đo kiểm.

##### **1.1. Đo góc bằng mẫu, ê ke, ca líp côn**

##### **1.1.1. Góc mẫu**

Dùng để đo và kiểm tra góc, chia khắc vạch trên các dụng đo góc, kiểm tra các calíp đo góc.

Góc mẫu là những khối thép được chế tạo chính xác theo hai loại: loại hình tam giác và loại hình tứ giác (hình 11.1).



Hình 11.1. Góc mẫu

Loại hình tam giác có một góc đo, loại hình tứ giác có 4 góc đo. Trị số đo của các góc cách nhau  $1^\circ$ , cách nhau  $10'$ , cách nhau  $1''$ , và có góc mẫu trong đó một góc bằng  $10^\circ 00' 30''$ .

Cũng như căn mẫu, góc mẫu được chế tạo thành từng bộ 94 miếng, 36 miếng, 19 miếng và 5 miếng.

Khi dùng góc mẫu, có thể dùng từng miếng riêng hoặc có thể ghép nhiều miếng lại với nhau bằng những dụng cụ kẹp. Phạm vi đo của góc mẫu từ  $10^\circ$  đến  $350^\circ$  (cách nhau  $30^\circ$ ).

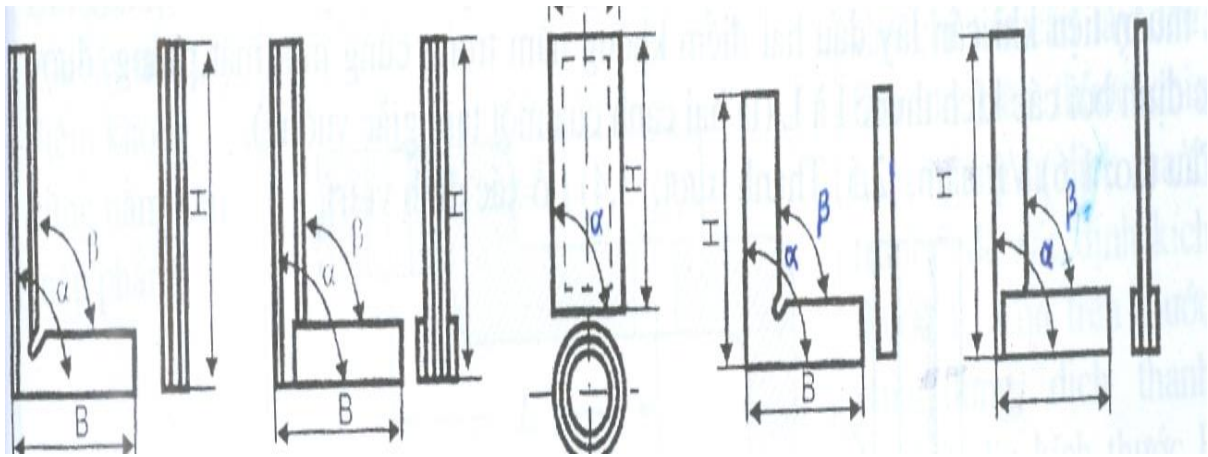
Phương pháp chọn góc mẫu tương tự như phương pháp chọn căn mẫu. Khi đo, đặt góc mẫu sát vào cạnh của góc cần kiểm tra, sau đó đưa ngang lên tầm mắt nhìn khe sáng giữa hai mặt tiếp xúc giữa góc mẫu và vật đo; nếu khe sáng đều thì góc nhìn của vật đo đúng với góc mẫu.

Góc mẫu được chế tạo theo hai cấp chính xác. Góc mẫu cấp chính xác 1 cho phép dung sai của góc là  $\pm 10''$ , góc mẫu cấp chính xác 2 cho phép dung sai của góc là  $\pm 30''$ . Độ thẳng các mặt đo của góc mẫu cho phép sai lệch  $0,3(\mu m)$  trên chiều dài các cạnh.

#### 1.1.2. Ke

Ke dùng chủ yếu để kiểm tra góc vuông, kiểm tra độ sáng của mặt phẳng; kiểm tra vị trí tương đối của các chi tiết khi lắp ráp; kiểm tra độ chính xác của máy, ngoài ra còn được dùng nhiều trong việc vạch dấu.

Trong chế tạo cơ khí thường dùng các loại ke  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ , trong đó ke  $90^\circ$  được dùng nhiều hơn (hình 11.2).



Hình 11.2. Các loại ke  $90^\circ$

Ke thường chế tạo bằng thép cacbon dụng cụ Y8 hoặc thép hợp kim dụng cụ X hoặc XT.

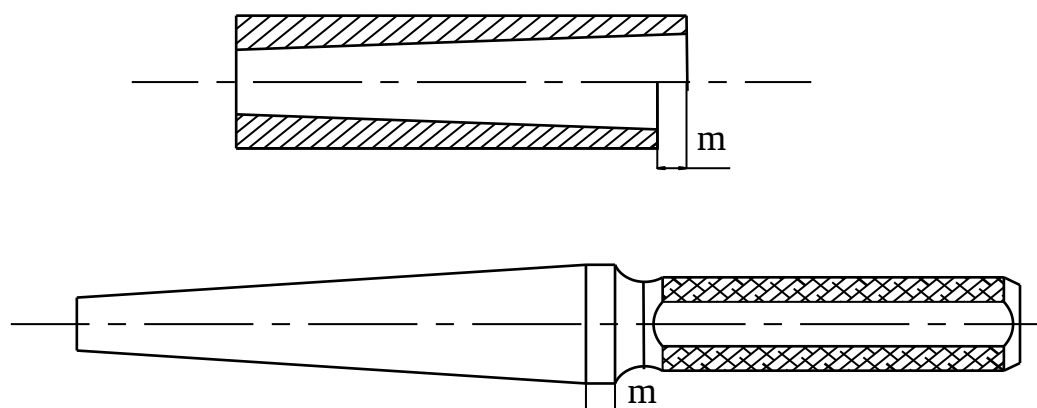
Khi dùng ke để kiểm tra góc vuông, ta áp một cạnh của ke sát với một mặt của góc vuông của vật, đưa cả vật và ke lên ngang tầm mắt, nhìn khe sáng giữa cạnh kia của ke và mặt phẳng đều thì góc của vật bằng góc của ke. Nếu khe sáng lớn dần ra phía ngoài thì góc của vật nhỏ hơn góc của ke và ngược lại.

### 1.1.3. Calíp côn

Calíp côn dùng để kiểm tra trục côn và lỗ côn (hình 11.3).

Khi kiểm tra lỗ côn dùng calíp trục, khi kiểm tra trục dùng calíp lỗ. Côn dụng cụ gồm hai loại côn moóc và côn hệ mét.

- Côn moóc gồm bảy số: 0; 1; 2; 3; 4; 5 và 6.
- Côn hệ mét gồm các lỗ: 40; 60; 80; 100; 120; 160 và 200.



Hình 11.3: Calíp trục côn và calíp lỗ côn

- Khi dùng calíp trục kiểm tra lỗ côn ta xoa bột màu lên calíp, lắp calíp vào lỗ của chi tiết cần kiểm tra, xoay nhẹ calíp trong chi tiết (khoảng 3/4 vòng) sau đó lấy ra. Căn cứ vào vết màu trên calíp để nhận xét về góc của chi tiết.

+ Nếu vết màu đều trên suốt chiều dài calíp thì góc của chi tiết bằng góc của calíp.

+ Nếu vết màu ở đầu nhỏ của calíp thì góc của chi tiết lớn hơn góc của calíp và ngược lại.

+ Trường hợp nếu vết màu chỉ ở đoạn giữa hoặc ở hai đầu thì đường sinh của lỗ không thẳng.

- Khi dùng calíp lỗ kiểm tra trục côn thì xoa bột màu lên chi tiết, đường kính của chi tiết được xác định bằng đường chuẩn hoặc đoạn khác trên calíp. Nếu đường kính côn đúng thì mặt đầu của chi tiết nằm trong khoảng m của calíp.

## 1.2. Đo góc bằng thước đo góc vạn năng

- Thước đo góc vạn năng dùng để đo góc bằng phương pháp đo tuyệt đối.

Thước có nhiều loại có cấu tạo khác nhau. Trong ngành cơ khí thường dùng loại thước đo góc có du tiêu đọc được chính xác tới 5' và 3'.

- Khi sử dụng tùy theo độ lớn và đặc điểm từng góc cần đo, có thể lắp theo nhiều cách khác nhau để đo.

+ Khi lắp cả thước và ke thì đo được góc từ  $0^0 \div 50^0$ ;

+ Khi tháo ke ra thì đo được góc từ  $50^0 \div 140^0$ ;

+ Khi lắp ke, bỏ thước thẳng ra sẽ đo được góc từ  $140^0 \div 230^0$ ;

+ Khi không lắp ke và thước thẳng sẽ đo được góc từ  $230^0 \div 320^0$ .

- Nguyên lý du tiêu của thước đo góc vạn năng giống nguyên lý du tiêu của thước cặp vì thế cách đọc trị số đo cũng giống như cách đọc trị số đo trên thước cặp, đọc số độ trên thước chính theo vạch "0" của du tiêu, sau đó tìm xem vạch nào của du tiêu trùng với vạch của thước chính, lấy số vạch của du tiêu trùng với vạch của thước chính nhân với tỷ số  $\frac{a}{n}$  của thước sẽ được số phút của góc đo.

Loại thước thường gặp có  $a = 1^0$ ,  $n = 30$  do đó  $\frac{a}{n} = \frac{1^0}{30} = \frac{60'}{30} = 2'$  như vậy

giá trị mỗi vạch trên du tiêu của thước đo góc vạn năng này là 2'

## 2. Đo góc bằng phương pháp đo gián tiếp

Khi không có những dụng cụ đo góc chuyên dùng thích hợp có thể đo góc bằng những loại dụng cụ đo thông thường bằng cách đo các yếu tố tạo thành góc rồi dùng hàm số lượng giác để tính trị số của góc cần đo.

*Mục tiêu:*

- Trình bày được công dụng, cấu tạo, phương pháp sử dụng cụ đo góc bằng phương pháp đo gián tiếp;
- Phân biệt được độ chính xác và sử dụng thành thạo dụng cụ đo góc để đo kiểm;
- Rèn tính cẩn thận, chính xác trong quá trình sử dụng dụng cụ đo góc và trong đo kiểm.

## 2.1. Đo góc côn ngoài

Để đo góc côn của chi tiết như hình vẽ ta dùng hai trục đo có cùng đường kính chế tạo chính xác và hai khối căn mẫu có độ cao bằng nhau ( hình 11.5).

Trước hết đặt hai trục đo tiếp xúc với đầu có đường kính nhỏ, dùng thước cặp hoặc panme đo kích thước  $m$ . Sau đó dùng căn mẫu kê cao hai trụ lên một khoảng  $\ell$ , đặt hai trụ đo tiếp xúc với chi tiết đo kích thước  $M$ .

Nếu gọi góc côn của chi tiết là  $2\alpha$ , từ những kích thước đã cho ta tính được góc côn của chi tiết

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{M - m}{2\ell}$$

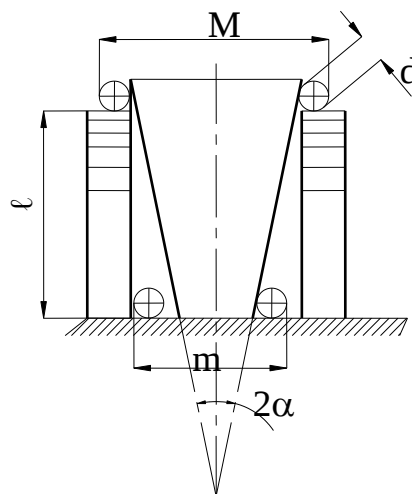
## 2.2. Đo góc côn trong

Dùng hai viên bi có đường kính  $d_1$  và  $d_2$ , lần lượt đặt các viên bi vào lỗ và dùng thước đo sâu hoặc panme đo sâu đo được độ cao tương ứng  $h_1$  và  $h_2$  (hình 11.6).

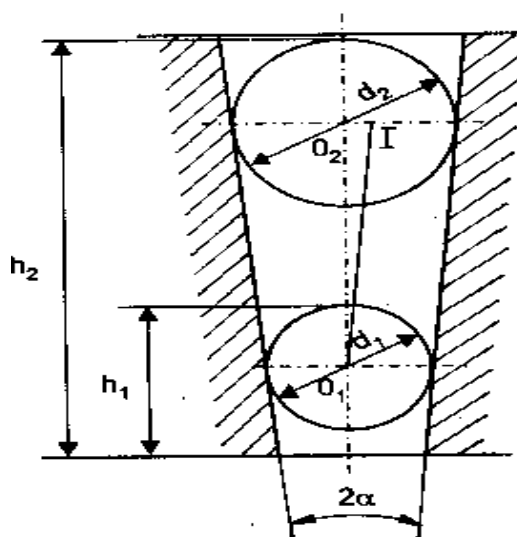
Từ các kết quả đo ta tính được:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{O_2 I}{O_1 O_2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{d_2 - d_1}{2}}{h_2 - h_1 - \frac{(d_2 - d_1)}{2}} = \frac{1}{2 \frac{h_2 - h_1}{d_2 - d_1} - 1}$$



Hình 11.5. Đo góc côn ngoài



Hình 11.6. . Đo góc côn trong

Từ các kết quả đó ta có thể tính được góc  $\alpha$ .

Phương pháp đo góc gián tiếp rất thuận lợi, nhanh chóng và đạt độ chính xác cao.

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

1. Trình bày công dụng và phương pháp sử dụng các dụng cụ đo góc: góc mẫu, ke, calip côn, thước đo góc vạn năng.
2. Trình bày nội dung cơ bản của các phương pháp đo góc gián tiếp.

## CHƯƠNG 12

### MÁY ĐO

#### **Giới thiệu:**

Trong ngành cơ khí nói chung và trong chế tạo máy nói riêng nhu cầu cần thiết sử dụng các dụng cụ , thiết bị đo có độ chính xác cao, thao tác nhanh chóng nâng cao chất lượng sản phẩm và hiệu quả về kinh tế. Máy đo là một trong những loại dụng cụ đo với độ chính xác rất cao, đặc biệt máy có thể đo được các chi tiết có biên dạng phức tạp, các bề mặt không gian v.v ... Trong chương này sẽ giới thiệu về cấu tạo, nguyên lý vận hành, công dụng và cách bảo quản máy đo tọa độ và kính hiển vi đo lường.

#### **Mục tiêu:**

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý vận hành, công dụng và cách bảo quản máy đo kích thước, hình dạng;
- Biết sử dụng máy đo để kiểm tra độ chính xác của chi tiết;
- Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác trong đo kiểm, nghiêm túc trong học tập

#### **Nội dung chính:**

### **1. Cấu tạo và nguyên lý vận hành của máy đo**

#### *Mục tiêu:*

- Trình bày được cấu tạo, nguyên lý vận hành của máy đo tọa độ, kính hiển vi đo lường;
- Biết sử dụng máy đo để kiểm tra độ chính xác của chi tiết;
- Nghiêm túc trong học tập, cẩn thận, chính xác trong đo kiểm.

#### **1.1. Máy đo tọa độ**

##### **1.1.1. Cấu tạo**



### 1.1.2. Nguyên lý và cách vận hành

Máy đo tọa độ là tên gọi chung cho loại thiết bị đo vạn năng có thể thực hiện việc đo các thông số hình học theo phương pháp tọa độ. Thông số cần đo được tính từ các tọa độ điểm đo. Tùy theo thông số cần đo và cách lấy tọa độ điểm đo mà việc tính toán có mức độ phức tạp khác nhau. Bởi vậy, để dễ dàng cho việc tính toán kết quả đo máy đo tọa độ thường kèm theo máy tính có phần mềm thiết kế trước cho từng loại thông số cần đo. Ngoài ra tùy theo mức độ hiện đại của máy nó có thể được dẫn động đầu đo bằng tay hay tự động. Với các loại máy có dẫn động tự động có thể lập chương trình dùng điều chỉnh điểm đo lặp lại cho các chi tiết cùng loại.

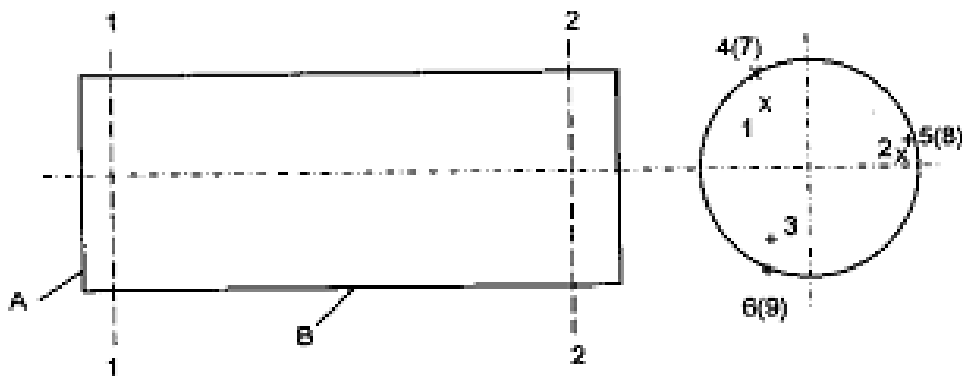
Máy đo tọa độ thường là máy đo có 3 phương chuyển vị đo X,Y,Z . Bàn đo 14 được lắp trên đế 15. Trên bàn đo có lắp thước kính và đầu đọc 16 để đọc tọa độ theo phương Y, dẫn động đầu đọc theo phương Y là mô tơ 8. Xe số 7 trượt theo trục Y mang đầu đọc 16 để đọc tọa độ theo phương Y. Trên cầu X lắp xe 7 có gắn kích thước và đầu đọc tọa độ theo phương X. Đầu đọc 19 gắn trên xe 5 được dẫn động nhờ mô tơ 6. Xe 5 mang 2 ống rồng dùng dẫn trượt đầu đo theo phương Z. Đầu đo được gắn trên giá đầu đo 17 lắp trên thân trượt theo phương Z. Khi đầu đo được điều chỉnh đến một điểm nào đó thì 3 đầu đọc sẽ cho ta biết 3 tọa độ X, Y, Z tương ứng với độ chính xác tới 0,1 $\mu$ m.

Máy đo chuyển vị rất êm nhẹ nhờ dùng dẫn trượt trên đệm khí nén. Để kết quả đo tin cậy, áp suất khí nén cần được bảo đảm như điều kiện kỹ thuật của máy đã ghi nhằm đảm bảo đệm khí đủ áp suất và làm việc ổn định.

Loại máy 3 tọa độ dẫn trượt bằng tay, vận hành đơn giản, nhẹ nhàng do dùng dẫn trượt bi, độ chính xác thấp hơn.

Tùy theo mức độ sử dụng máy đo tọa độ có thể bổ sung các chuyển vị quay quanh trục nào đó.

Máy đo 3 tọa độ có phạm vi đo lớn, nó có khả năng đo các thông số phối hợp trên một chi tiết. Ví dụ: hình 12.2, sau một số điểm đo, thường lấy 3 điểm, trên mặt A máy ghi nhận tại vị trí mặt A, sau một số điểm đo trên mặt trụ B, thường lấy 6 điểm trên 2 tiết diện, máy tính có thể cho ta kết quả đo độ không vuông góc của A với tâm B, độ trụ của B...



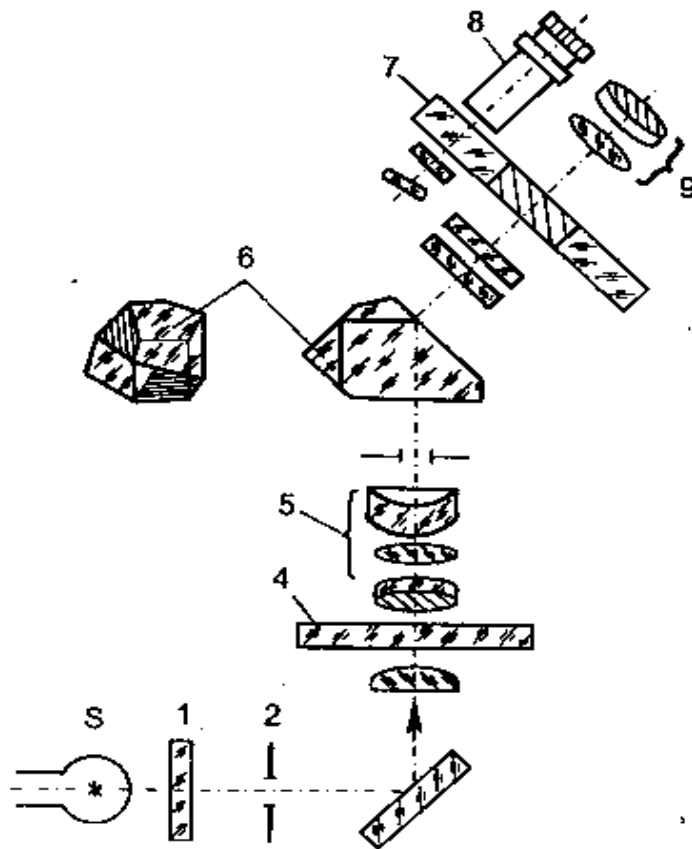
Hình 12.2. Máy đo 3 tọa độ đo các thông số phối hợp trên một chi tiết

## 1.2. Kính hiển vi đo lường

Kính hiển vi đo lường là loại thiết bị đo kết hợp 2 hệ thống: Hệ thống I là hệ thống hiển vi dùng khuếch đại ảnh chi tiết đo, tạo điều kiện ngắm chuẩn chính xác tọa độ đo. Hệ thống II là hệ thống đo lường dùng để xác định tọa độ điểm đo. Tùy theo độ chính xác yêu cầu mà hệ thống đo có thể là thuần cơ khí, hệ hiển vi đọc số quang học hoặc dùng đầu đọc điện tử hiện số.

Phương pháp đo kính hiển vi đo lường là phương pháp đo tọa độ. Thông thường kính hiển vi đo lường được thiết kế hệ đo 2 tọa độ vuông góc kiểu độc cực. Nhóm kính hiển vi đo lường gồm kính hiển vi dụng cụ loại nhỏ, kính hiển vi dụng cụ loại lớn, kính hiển vi dụng cụ vạn năng.

Hình 12.3 là sơ đồ quang học của kính hiển vi dụng cụ loại lớn. Ánh sáng từ nguồn qua phin lọc màu, qua chắn sáng 2 và chiếu sáng chi tiết đặt trên mặt bàn chi tiết 4. Vật kính 5 tạo ảnh chi tiết trên màn ảnh số 7, đặt tại tiêu diện của thị kính 8 là một kính chuẩn gồm 2 phần: ở giữa là kính chuẩn mang vạch chuẩn chữ thập, bên ngoài là một vành kính chuẩn mang bảng chia độ  $1^0$ . Từ thị kính 8 ta có thể quan sát ảnh chi tiết và vị trí ngắm chuẩn. Thị kính 9 dùng để đọc số tọa độ góc của chi tiết.

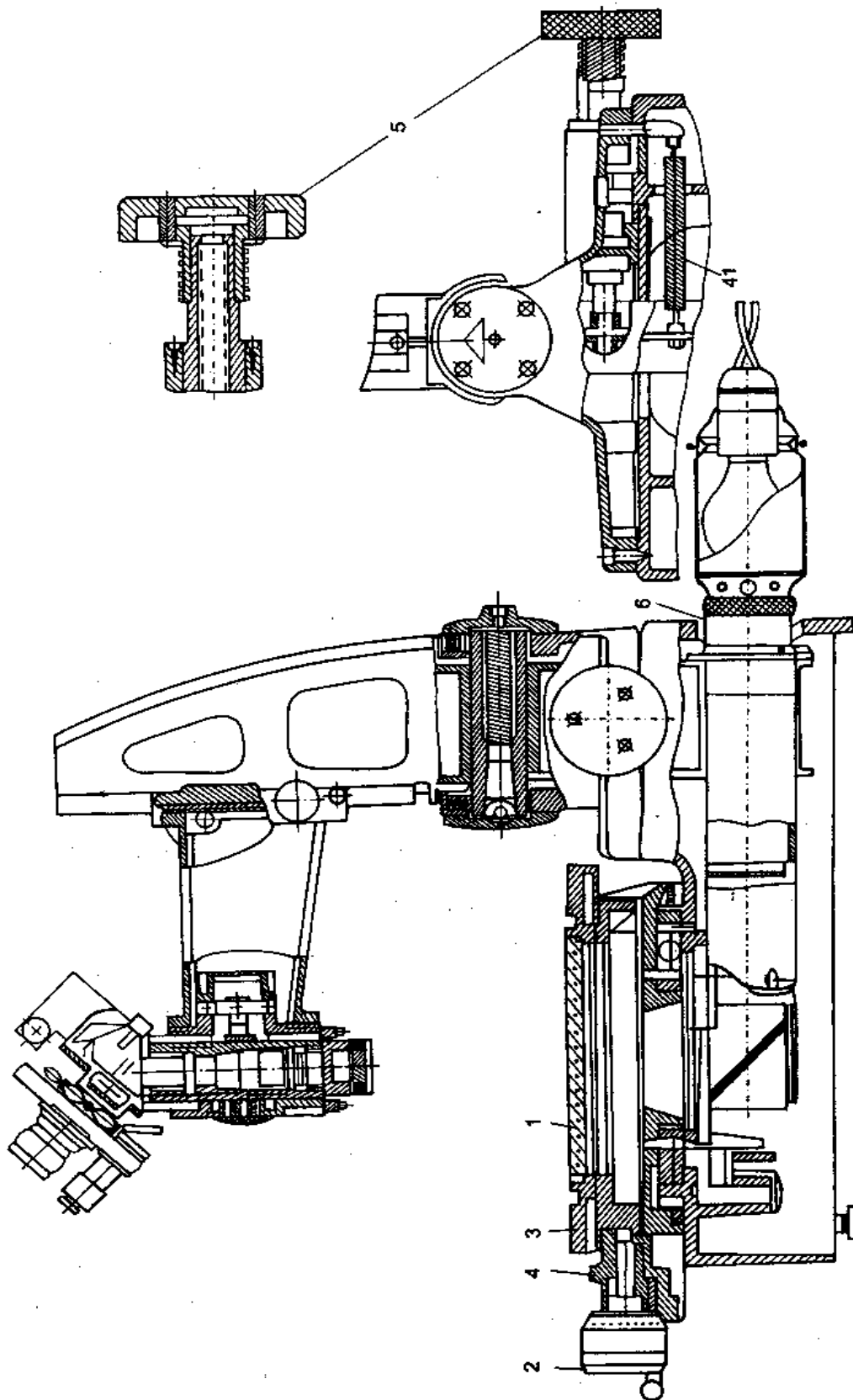


Hình 12.3. Sơ đồ quang học của kính hiển vi dụng cụ loại lớn

Hình 12.4 mô tả cấu tạo kính hiển vi dụng cụ loại lớn. Chi tiết đo đặt trên bàn 1. Nâng hạ đầu hiển vi đến khi nhìn thấy rõ nét hình ảnh của chi tiết trong thị kính. Điều chỉnh vị trí ngắm chuẩn của ảnh nhờ cặp panme 2 với độ chính xác tới  $0,005\text{mm}$ . Bàn đo 1 được lắp trong vành răng 3, có thể quay  $360^0$  nhờ nắm vặn 4. Khi đo góc trên máy đo có thể đo theo 2 cách: xoay vạch chuẩn đến

hai cạnh cần đo, đọc số tọa độ đo trên thị kính đọc số hoặc để vạch chuẩn đứng yên, xoay nắm vặn 4 để cạnh cần đo lần lượt tiếp xúc vạch chuẩn, tọa độ đo sẽ được đọc trên mâm chia độ lắp trên bàn xoay 3 mang chi tiết.

Máy đo này còn có gá chống tâm lắp chông lên bàn làm việc dùng để đo các chi tiết cần chống tâm khi đo ví dụ chi tiết ren. Khi đo các chi tiết có góc xoắn như chi tiết ren vít, đầu hiển vi cần phải nghiêng đi một góc bằng góc xoắn vít nhờ nắm vặn 5.

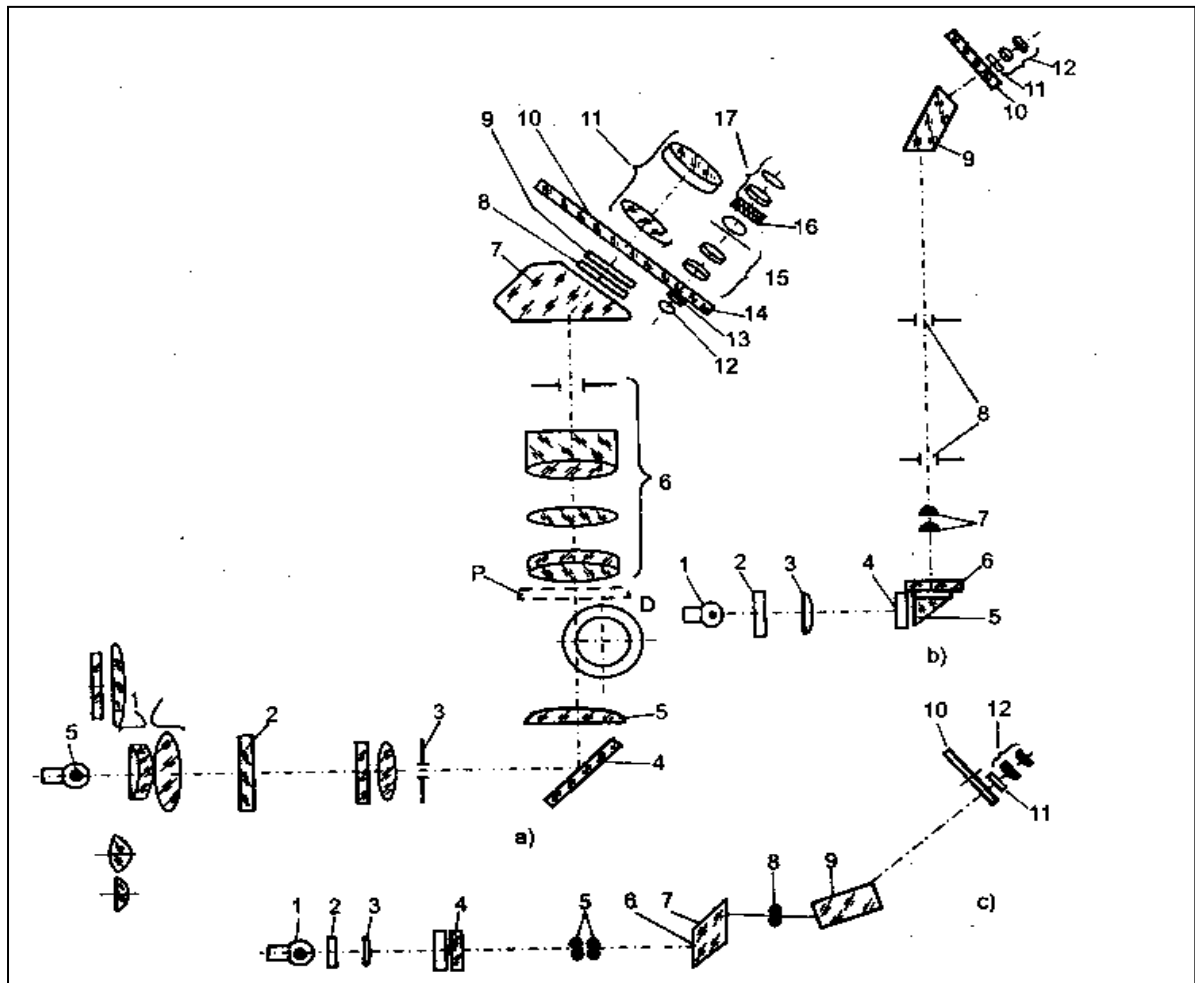


Hình 12.4. Cấu tạo kính hiển vi dụng cụ loại lớn

Hình 12.5 là sơ đồ quang học của kính hiển vi dụng cụ vạn năng. H

Hình 12.6 là cấu tạo của kính hiển vi dụng cụ vạn năng. Phương pháp đo trên kính hiển vi vạn năng tương tự như kính hiển vi dụng cụ loại lớn. Việc đo chiều dài trên hai phương vuông góc của kính hiển vi vạn năng được thực hiện nhanh chóng, nhẹ nhàng nhờ dẫn trượt bằng ổ bi. Khi dịch chuyển thô có thể đẩy thân trượt dễ dàng bằng tay. Dịch chỉnh chính xác bằng panme điều chỉnh số 1 thực hiện sau khi khóa hãm thân trượt bằng khóa 2.

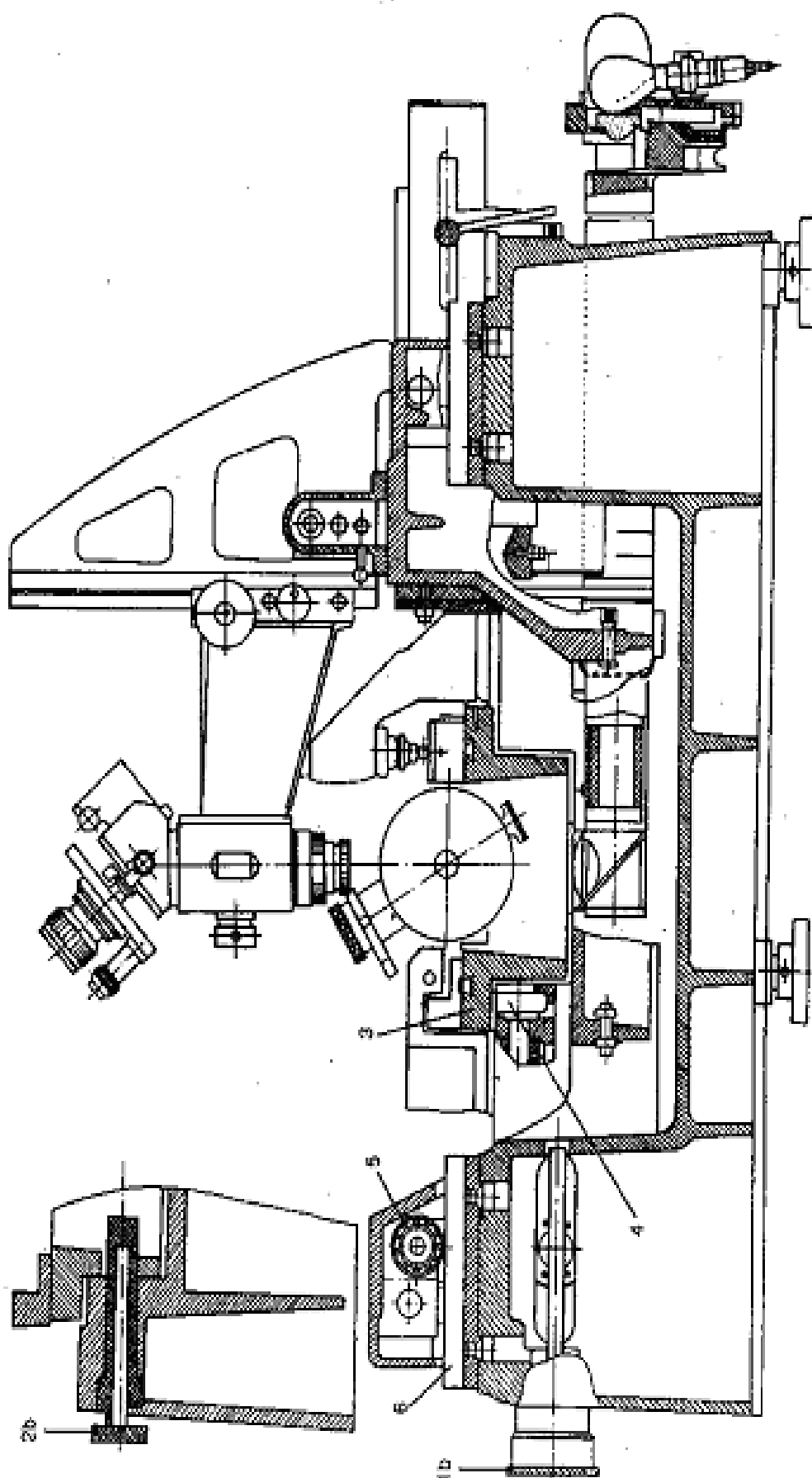
Thân trượt số 3 tựa trên 4 ổ bi số 4, thân trượt ngang tựa trên 2 ổ bi số 5 chạy trên 2 sống trượt số 6 bằng tự trọng của chúng, bởi vậy khi dùng máy không cho phép tỳ tựa hay đẩy vào thân trượt sẽ làm sai lệch vị trí làm việc đúng. Khi lắp đặt máy cần chú ý phải điều chỉnh cho bọt thăng bằng của máy ở vị trí chuẩn.



Hình 12.5. Sơ đồ quang học của kính hiển vi dụng cụ vạn năng

Trên kính hiển vi vạn năng có lắp hai ụ tâm có thể thay đổi vị trí lớn nhờ dịch chuyển ụ tâm và thay đổi khoảng cách chống tâm nhờ dịch chuyển 2 trục tâm. Máy có nhiều đồ gá đo phức tạp vì thế có thể đo góc phẳng như kính hiển vi dụng cụ lớn, đo góc không gian nhờ ụ đo góc, đo chuyển vị dài với hành trình

đo lớn  $0 \div 100\text{mm}$  trên phương trượt ngang và  $0 \div 100\text{mm}$  trên phương trượt dọc. Đọc số tọa độ theo phương pháp du xích xoắn nhờ kính hiển vi đọc số với giá trị chia độ  $c = 0,001\text{mm}$ .



Hình 12.6. Cấu tạo kính hiển vi dụng cụ vạn năng

Kính hiển vi dụng cụ vạn năng thế hệ mới có màn hình để quan sát ảnh chi tiết ngắm chuẩn dễ dàng hơn. Ngoài ra việc đọc tọa độ được thực hiện bằng đầu đọc điện tử hiện số người ta có thể nối ghép với máy tính để xử lý các phép đo phức tạp.

## **2. Công dụng và cách bảo quản máy đo**

*Mục tiêu:*

- Trình bày được công dụng và cách bảo quản máy đo tọa độ;
- Nghiêm túc trong học tập, cẩn thận trong cách bảo quản máy đo.

### **2.1. Công dụng của máy đo**

#### **2.1.1. Công dụng của máy đo tọa độ**

Máy đo tọa độ có thể cho phép đo các chi tiết có biên dạng phức tạp các bề mặt không gian. Ví dụ: bề mặt khuôn mẫu, cách xoay chân vịt, mũi xe ô tô...

#### **2.1.2. Công dụng của kính hiển vi**

Kính hiển vi đo lường dùng để đo các chi tiết nhỏ, dễ biến dạng, các chi tiết có hình dạng phức tạp. Ví dụ: chi tiết ren ...

### **2.2. Cách bảo quản máy đo**

Máy đo là loại dụng cụ đo có độ chính xác cao nên trong quá trình sử dụng cần thao tác nhẹ nhàng, tránh va chạm.

- Không dùng máy đo khi vật đang quay, không đo trên các bề mặt thô bản;
- Không để bụi bẩn bám vào máy đo nhất là phoi gang, bột đá mài, dung dịch tưới nguội;
- Không được lấy máy đo ra khỏi vật đo rồi mới đọc trị số đo;
- Không để xảy ra sốc nhất là bộ phận chuyển động và các mặt đầu đo;
- Sau khi sử dụng xong phải ngắt điện ở trên các mô tơ, dùng dụng cụ chuyên dùng để vệ sinh các bộ phận chuyển động và các mặt đầu đo, bôi dầu mỡ chống ô xi hoá;
- Máy đo xong phải đặt đúng vị trí trong hộp, phải có nắp đậy;
- Không đặt máy đo chồng lên các vật khác hoặc ngược lại
- Không để máy đo ở vị trí ẩm;
- Không có nhiệm vụ sửa chữa tuyệt đối không tháo các bộ phận trên máy đo

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cấu tạo và nguyên lý vận hành máy đo tọa độ?
2. Nêu công dụng và cách bảo quản máy đo tọa độ?

### PHỤ LỤC 1: DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN

**Bảng 1: SAI LỆCH GIỚI HẠN KÍCH THƯỚC LỖ ĐỐI VỚI KÍCH THƯỚC ĐẾN 500mm TCVN 2245 - 99**

| Kích thước danh nghĩa, mm |                | A <sup>1)</sup> |              | B <sup>1-</sup> |              | C <sup>1)</sup> |              | Kích thước danh nghĩa, mm                                                                                           |                | A              |                | B             |               | C            |              |
|---------------------------|----------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| Trên                      | Đến và bao gồm | 11              | 12           | 11              | 12           | 11              | 12           | Trên                                                                                                                | Đến và bao gồm | 11             | 12             | 11            | 12            | 11           | 12           |
| -                         | 3              | +330<br>+270    | +370<br>+270 | +200<br>+140    | +240<br>+140 | +100<br>+60     | +120<br>+60  | 140                                                                                                                 | 160            | +770<br>+520   | +920<br>+520   | +530<br>+280  | +680<br>+280  | +370<br>+210 | +460<br>+210 |
| 3                         | 6              | +345<br>+270    | +390<br>+270 | +215<br>+140    | +260<br>+140 | +118<br>+70     | +145<br>+70  | 160                                                                                                                 | 180            | +830<br>+580   | +980<br>+580   | +560<br>+310  | +710<br>+310  | +390<br>+230 | +480<br>+230 |
| 6                         | 10             | +370<br>+280    | +430<br>+280 | +240<br>+150    | +300<br>+150 | +138<br>+80     | +170<br>+80  | 180                                                                                                                 | 200            | +950<br>+660   | +1120<br>+660  | +630<br>+340  | +800<br>+340  | +425<br>+240 | +530<br>+240 |
| 10                        | 18             | +400<br>+290    | +470<br>+290 | +260<br>+150    | +330<br>+150 | +165<br>+95     | +206<br>+96  | 200                                                                                                                 | 225            | +1030<br>+740  | +1200<br>+740  | +670<br>+380  | +840<br>+380  | +445<br>+260 | +550<br>+260 |
| 18                        | 30             | +430<br>+300    | +510<br>+300 | +290<br>+160    | +370<br>+160 | +194<br>+110    | +240<br>+110 | 225                                                                                                                 | 250            | +1110<br>+820  | +1280<br>+820  | +710<br>+420  | +880<br>+420  | +465<br>+280 | +570<br>+280 |
| 30                        | 40             | +470<br>+310    | +560<br>+310 | +330<br>+170    | +420<br>+170 | +220<br>+120    | +280<br>+120 | 250                                                                                                                 | 280            | +1240<br>+920  | +1440<br>+920  | +800<br>+480  | +1000<br>+480 | +510<br>+300 | +620<br>+300 |
| 40                        | 50             | +480<br>+320    | +570<br>+320 | +340<br>+180    | +430<br>+180 | +230<br>+130    | +290<br>+130 | 280                                                                                                                 | 315            | +1370<br>+1050 | +1570<br>+1050 | +880<br>+540  | +1060<br>+540 | +540<br>+330 | +660<br>+330 |
| 50                        | 65             | +530<br>+340    | +640<br>+340 | +380<br>+190    | +490<br>+190 | +260<br>+140    | +330<br>+140 | 315                                                                                                                 | 355            | +1560<br>+1200 | +1770<br>+120  | +980<br>+600  | +1170<br>+600 | +590<br>+360 | +720<br>+360 |
| 65                        | 80             | +550<br>+360    | +660<br>+360 | +390<br>+200    | +500<br>+200 | +270<br>+150    | +340<br>+150 | 355                                                                                                                 | 400            | +1710<br>+1350 | +1920<br>+1350 | +1040<br>+680 | +1250<br>+680 | +630<br>+400 | +760<br>+400 |
| 80                        | 100            | +600<br>+380    | +730<br>+380 | +440<br>+220    | +570<br>+220 | +310<br>+170    | +390<br>+170 | 400                                                                                                                 | 450            | +1900<br>+1500 | +2130<br>+1500 | +1160<br>+760 | +1390<br>+760 | +690<br>+440 | +840<br>+440 |
| 100                       | 120            | +630<br>+410    | +760<br>+410 | +460<br>+240    | +590<br>+240 | +320<br>+180    | +400<br>+180 | 400                                                                                                                 | 500            | +2050<br>+1650 | +2280<br>+1650 | +1240<br>+840 | +1470<br>+840 | +730<br>+480 | +880<br>+480 |
| 120                       | 140            | +710<br>+460    | +860<br>+460 | +510<br>+260    | +660<br>+260 | +360<br>+200    | +450<br>+200 | Chú thích: Các sai lệch A,B không được dùng cho bất kỳ dung sai tiêu chuẩn nào đối với kích thước nhỏ hơn bằng 1mm. |                |                |                |               |               |              |              |

| Kích thước<br>danh nghĩa<br>mm |                         | D            |              |              |              | E            |              |              | F           |             |             |             | G          |            |            |
|--------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| Trên                           | Đến<br>và<br>bao<br>gồm | 8            | 9            | 10           | 11           | 7            | 8            | 9            | 7           | 8           | 9           | 10          | 5          | 6          | 7          |
| -                              | 3                       | +34<br>+20   | +45<br>+20   | +60<br>+20   | +80<br>+20   | +24<br>+14   | +28<br>+14   | +39<br>+14   | +16<br>+6   | +20<br>+6   | +31<br>+6   | +46<br>+6   | +6<br>+2   | +8<br>+2   | +12<br>+2  |
| 3                              | 6                       | +48<br>+30   | +60<br>+30   | +78<br>+30   | +105<br>+30  | +32<br>+20   | +38<br>+20   | +50<br>+20   | +22<br>+10  | +28<br>+10  | +40<br>+10  | +58<br>+110 | +9<br>+4   | +12<br>+4  | +16<br>+4  |
| 6                              | 10                      | +62<br>+40   | +76<br>+40   | +98<br>+40   | +130<br>+40  | +40<br>+25   | +47<br>+25   | +61<br>+25   | +28<br>+13  | +35<br>+13  | +49<br>+13  | +71<br>+13  | +11<br>+5  | +14<br>+5  | +20<br>+5  |
| 10                             | 18                      | +77<br>+50   | +93<br>+50   | +120<br>+50  | +160<br>+50  | +50<br>+32   | +59<br>+32   | +75<br>+32   | +34<br>+16  | +43<br>+16  | +59<br>+16  | +86<br>+16  | +14<br>+6  | +17<br>+6  | +24<br>+6  |
| 18                             | 30                      | +98<br>+65   | +117<br>+65  | +149<br>+65  | +195<br>+65  | +61<br>+40   | +73<br>+40   | +92<br>+40   | +41<br>+20  | +53<br>+20  | +72<br>+20  | +104<br>+20 | +16<br>+7  | +20<br>+7  | +28<br>+7  |
| 30                             | 50                      | +119<br>+80  | +142<br>+80  | +180<br>+80  | +240<br>+80  | +75<br>+50   | +89<br>+50   | +112<br>+50  | +50<br>+25  | +64<br>+25  | +87<br>+25  | +125<br>+25 | +20<br>+9  | +25<br>+9  | +34<br>+9  |
| 50                             | 80                      | +146<br>+100 | +174<br>+100 | +220<br>+100 | +290<br>+100 | +90<br>+60   | +106<br>+60  | +134<br>+60  | +60<br>+30  | +76<br>+30  | +104<br>+30 |             | +23<br>+10 | +29<br>+10 | +40<br>+10 |
| 80                             | 120                     | +174<br>+120 | +207<br>+120 | +260<br>+120 | +340<br>+120 | +107<br>+72  | +126<br>+72  | +159<br>+72  | +71<br>+36  | +90<br>+36  | +123<br>+36 |             | +27<br>+12 | +34<br>+12 | +47<br>+12 |
| 120                            | 180                     | +208<br>+145 | +245<br>+145 | +305<br>+145 | +395<br>+145 | +125<br>+85  | +148<br>+85  | +185<br>+85  | +83<br>+43  | +106<br>+43 | +143<br>+43 |             | +32<br>+14 | +39<br>+14 | +54<br>+14 |
| 180                            | 250                     | +242<br>+170 | +285<br>+170 | +355<br>+170 | +460<br>+170 | +146<br>+100 | +172<br>+100 | +215<br>+100 | +96<br>+50  | +122<br>+50 | +165<br>+50 |             | +35<br>+15 | +44<br>+15 | +61<br>+15 |
| 250                            | 315                     | +271<br>+190 | +320<br>+190 | +400<br>+190 | +510<br>+190 | +162<br>+110 | +191<br>+110 | +240<br>+110 | +108<br>+56 | +173<br>+56 | +186<br>+56 |             | +40<br>+17 | +49<br>+17 | +69<br>+17 |
| 315                            | 400                     | +299<br>+210 | +350<br>+210 | +440<br>+210 | +570<br>+210 | +182<br>+125 | +214<br>+125 | +265<br>+125 | +119<br>+62 | +151<br>+62 | +202<br>+62 |             | +43<br>+18 | +54<br>+18 | +75<br>+18 |
| 400                            | 500                     | +327         | +385         | +480         | +630         | +198         | +232         | +290         | +131        | +165        | +223        |             | +47        | +60        | +83        |

|  |  |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |  |     |     |     |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|
|  |  | +230 | +230 | +230 | +230 | +135 | +135 | +135 | +68 | +68 | +68 |  | +20 | +20 | +20 |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|

| Kích thước danh nghĩa, mm |                | H         |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           |            |            |                 |                 |                 |                 |
|---------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Trên                      | Đến và bao gồm | 1         | 2         | 3         | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9         | 10        | 11        | 12         | 13         | 14 <sup>D</sup> | 15 <sup>D</sup> | 16 <sup>D</sup> | 17 <sup>D</sup> |
|                           |                | Sai lệch  |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           |            |            |                 |                 |                 |                 |
|                           |                | $\mu m$   |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           | Mm         |            |                 |                 |                 |                 |
|                           | 3 <sup>D</sup> | +0,8<br>0 | +1,2<br>0 | +2<br>0   | +3<br>0  | +4<br>0  | +6<br>0  | +10<br>0 | +14<br>0 | +25<br>0  | +40<br>0  | +60<br>0  | +0,1<br>0  | +0,14<br>0 | +0,25<br>0      | +0,4<br>0       | +0,6<br>0       | +1<br>0         |
| 3                         | 6              | +1<br>0   | +1,5<br>0 | +2,5<br>0 | +4<br>0  | +5<br>0  | +8<br>0  | +12<br>0 | +18<br>0 | +30<br>0  | +48<br>0  | +75<br>0  | +0,12<br>0 | +0,18<br>0 | +0,3<br>0       | +0,48<br>0      | +0,75<br>0      | +1,2<br>0       |
| 6                         | 10             | +1<br>0   | +1,5<br>0 | +2,5<br>0 | +4<br>0  | +6<br>0  | +9<br>0  | +15<br>0 | +22<br>0 | +36<br>0  | +58<br>0  | +90<br>0  | +0,15<br>0 | +0,22<br>0 | +0,36<br>0      | +0,58<br>0      | +0,9<br>0       | +1,5<br>0       |
| 10                        | 18             | +1,2<br>0 | +2<br>0   | +3<br>0   | +5<br>0  | +8<br>0  | +11<br>0 | +18<br>0 | +27<br>0 | +43<br>0  | +70<br>0  | +110<br>0 | +0,18<br>0 | +0,27<br>0 | +0,43<br>0      | +0,7<br>0       | +1,1<br>0       | +1,8<br>0       |
| 18                        | 30             | +1,5<br>0 | +2,5<br>0 | +4<br>0   | +6<br>0  | +9<br>0  | +13<br>0 | +21<br>0 | +33<br>0 | +52<br>0  | +84<br>0  | +130<br>0 | +0,21<br>0 | +0,33<br>0 | +0,52<br>0      | +0,84<br>0      | +1,3<br>0       | +2,1<br>0       |
| 30                        | 50             | +1,5<br>0 | +2,5<br>0 | +4<br>0   | +7<br>0  | +11<br>0 | +16<br>0 | +25<br>0 | +39<br>0 | +62<br>0  | +100<br>0 | +160<br>0 | +0,25<br>0 | +0,39<br>0 | +0,62<br>0      | +1<br>0         | +1,6<br>0       | +2,5<br>0       |
| 50                        | 80             | +2<br>0   | +3<br>0   | +5<br>0   | +8<br>0  | +13<br>0 | +19<br>0 | +30<br>0 | +46<br>0 | +74<br>0  | +120<br>0 | +190<br>0 | +0,3<br>0  | +0,46<br>0 | +0,74<br>0      | +1,2<br>0       | +1,9<br>0       | +1,4<br>0       |
| 80                        | 120            | +2,5<br>0 | +4<br>0   | +6<br>0   | +10<br>0 | +15<br>0 | +22<br>0 | +35<br>0 | +54<br>0 | +87<br>0  | +140<br>0 | +220<br>0 | +0,35<br>0 | +0,54<br>0 | +0,87<br>0      | +1,4<br>0       | +2,2<br>0       | +3,5<br>0       |
| 120                       | 180            | +3,5<br>0 | +5<br>0   | +8<br>0   | +12<br>0 | +18<br>0 | +25<br>0 | +40<br>0 | +63<br>0 | +100<br>0 | +160<br>0 | +250<br>0 | +0,4<br>0  | +0,63<br>0 | +1<br>0         | +1,6<br>0       | +2,5<br>0       | +4<br>0         |
| 180                       | 250            | +4,5<br>0 | +7<br>0   | +10<br>0  | +14<br>0 | +20<br>0 | +29<br>0 | +46<br>0 | +72<br>0 | +115<br>0 | +185<br>0 | +290<br>0 | +0,46<br>0 | +0,72<br>0 | +1,15<br>0      | +1,85<br>0      | +2,9<br>0       | +4,6<br>0       |
| 250                       | 315            | +6<br>0   | +8<br>0   | +12<br>0  | +16<br>0 | +23<br>0 | +32<br>0 | +52<br>0 | +81<br>0 | +130<br>0 | +210<br>0 | +320<br>0 | +0,52<br>0 | +0,81<br>0 | +1,3<br>0       | +2,1<br>0       | +3,2<br>0       | +5,2<br>0       |
| 315                       | 400            | +7<br>0   | +9<br>0   | +13<br>0  | +18<br>0 | +25<br>0 | +36<br>0 | +57<br>0 | +89<br>0 | +140<br>0 | +230<br>0 | +360<br>0 | +0,57<br>0 | +0,89<br>0 | +1,4<br>0       | +2,3<br>0       | +3,6<br>0       | +5,7<br>0       |
| 400                       | 500            | +8<br>0   | +10<br>0  | +15<br>0  | +20<br>0 | +27<br>0 | +40<br>0 | +63<br>0 | +97<br>0 | +156<br>0 | +250<br>0 | +400<br>0 | +0,63<br>0 | +0,97<br>0 | +1,55<br>0      | +2,5<br>0       | +4<br>0         | +6,3<br>0       |

| Kích thước<br>danh nghĩa,<br>mm |                         | Js    |        |       |       |       |       | K         |           |            | M          |           |            | N          |            |            |           |
|---------------------------------|-------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| Trên                            | Đến<br>và<br>bao<br>gồm | 5     | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 5         | 6         | 7          | 6          | 7         | 8          | 6          | 7          | 8          | 9         |
| -                               | 3                       | ± 2   | ± 3    | ± 5   | ± 7   | ±12,5 | ± 20  | 0<br>-4   | 0<br>-6   | 0<br>-10   | -2<br>-8   | -2<br>-12 | -2<br>-16  | -4<br>-10  | -4<br>-14  | -4<br>-18  | -4<br>-29 |
| 3                               | 6                       | ± 2,5 | ± 4    | ± 6   | ± 9   | ±15   | ± 24  | 0<br>-5   | +2<br>-6  | +3<br>-9   | -1<br>-9   | 0<br>-12  | +2<br>-16  | -5<br>-13  | -4<br>-16  | -2<br>-20  | 0<br>-30  |
| 6                               | 10                      | ± 3   | ± 4,5  | ±7,5  | ± 11  | ± 18  | ± 29  | +1<br>-5  | +2<br>-7  | +5<br>-10  | -3<br>-12  | 0<br>-15  | +1<br>-21  | -7<br>-16  | -4<br>-19  | -3<br>-25  | 0<br>-36  |
| 10                              | 18                      | ± 4   | ± 5,5  | ± 9   | ±13,5 | ±21,5 | ±35   | +2<br>-6  | +2<br>-9  | +6<br>-12  | -4<br>-15  | 0<br>-18  | +2<br>-25  | -9<br>-20  | -5<br>-23  | -3<br>-30  | 0<br>-43  |
| 18                              | 30                      | ± 4,5 | ± 6,5  | ±10,5 | ±16,5 | ±26   | ±42   | +1<br>-8  | +2<br>-11 | +6<br>-15  | -4<br>-17  | 0<br>-21  | +4<br>-29  | -11<br>-24 | -7<br>-28  | -3<br>-36  | 0<br>-52  |
| 30                              | 50                      | ± 5,5 | ± 8    | ±12,5 | ±19,5 | ±31   | ±50   | +2<br>-9  | +3<br>-13 | +7<br>-18  | -4<br>-20  | 0<br>-25  | +5<br>-34  | -12<br>-28 | -8<br>-33  | -3<br>-42  | 0<br>-62  |
| 50                              | 80                      | ± 6,5 | ± 9,5  | ± 15  | ± 23  | ±37   | ±60   | +3<br>-10 | +4<br>-15 | +9<br>-21  | -5<br>-24  | 0<br>-30  | +5<br>-41  | -14<br>-33 | -9<br>-39  | -4<br>-50  | 0<br>-74  |
| 80                              | 120                     | ± 7,5 | ± 11   | ±17,5 | ± 27  | ±43,5 | ±70   | +2<br>-13 | +4<br>-18 | +10<br>-25 | -6<br>-28  | 0<br>-35  | +6<br>-48  | -16<br>-38 | -10<br>-45 | -4<br>-58  | 0<br>-87  |
| 120                             | 180                     | ±9    | ± 12,5 | ± 20  | ±31,5 | ±50   | ±80   | +3<br>-15 | +4<br>-21 | +12<br>-28 | -8<br>-33  | 0<br>-40  | +8<br>-55  | -20<br>-45 | -12<br>-52 | -4<br>-67  | 0<br>-100 |
| 180                             | 250                     | ± 10  | ±14,5  | ± 23  | ±36   | ±57,5 | ±92,5 | +2<br>-18 | +5<br>-24 | +13<br>-33 | -8<br>-37  | 0<br>-46  | +9<br>-63  | -22<br>-51 | -14<br>-60 | -5<br>-77  | 0<br>-115 |
| 250                             | 315                     | ±11,5 | ± 16   | ±26   | ±40,5 | ±65   | ±105  | +3<br>-20 | +5<br>-27 | +16<br>-36 | -9<br>-41  | 0<br>-52  | +9<br>-72  | -25<br>-57 | -14<br>-66 | -5<br>-86  | 0<br>-130 |
| 315                             | 400                     | ±12,5 | ± 18   | ±28,5 | ±44,5 | ±70   | ±115  | +3<br>-22 | +7<br>-29 | +17<br>-40 | -10<br>-46 | 0<br>-57  | +11<br>-18 | -26<br>-62 | -16<br>-73 | -5<br>-94  | 0<br>-140 |
| 400                             | 500                     | ±13,5 | ± 20   | ±31,5 | ±48,5 | ±77,5 | ±125  | +2<br>-25 | +8<br>-32 | +18<br>-45 | -10<br>-50 | 0<br>-63  | +11<br>-86 | -27<br>-67 | -17<br>-80 | -6<br>-103 | 0<br>-155 |

| Kích thước danh<br>nghĩa, mm |                      | P          |            |             | R           | S            | T            | U            |
|------------------------------|----------------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Trên                         | Đến<br>và bao<br>gồm | 6          | 7          | 9           | 7           | 7            | 7            | 8            |
| -                            | 3                    | -6<br>-12  | -6<br>-16  | -6<br>-31   | -10<br>-20  | -14<br>-24   |              | -18<br>-32   |
| 3                            | 6                    | -9<br>-17  | -8<br>-20  | -12<br>-42  | -11<br>-23  | -15<br>-27   |              | -23<br>-41   |
| 6                            | 10                   | -12<br>-21 | -9<br>-24  | -15<br>-51  | -13<br>-28  | -17<br>-32   |              | -28<br>-50   |
| 10                           | 18                   | -15<br>-26 | -11<br>-29 | -18<br>-61  | -16<br>-34  | -21<br>-39   |              | -33<br>-60   |
| 18                           | 24                   | -18<br>-31 | -14<br>-35 | -22<br>-74  | -20<br>-41  | -27<br>-48   |              | -41<br>-74   |
| 24                           | 30                   | -18<br>-31 | -14<br>-35 | -22<br>-74  | -20<br>-41  | -27<br>-48   | -33<br>-54   | -48<br>-81   |
| 30                           | 40                   | -21<br>-37 | -17<br>-42 | -26<br>-88  | -25<br>-50  | -34<br>-59   | -39<br>-64   | -60<br>-99   |
| 40                           | 50                   |            |            |             |             |              | -45<br>-70   | -70<br>-109  |
| 50                           | 65                   | -26<br>-45 | +21<br>-51 | -32<br>-106 | -30<br>-60  | -42<br>-72   | -55<br>-85   | -87<br>-133  |
| 65                           | 80                   |            |            |             | -32<br>-62  | -48<br>-78   | -64<br>-94   | -102<br>-148 |
| 80                           | 100                  | -30<br>-52 | -24<br>-59 | -37<br>-124 | -38<br>-73  | -58<br>-93   | -78<br>-113  | -124<br>-178 |
| 100                          | 120                  |            |            |             | -41<br>-76  | -66<br>-101  | -91<br>-126  | -144<br>-198 |
| 120                          | 140                  | -36<br>-61 | -28<br>-68 | -43<br>-143 | -48<br>-88  | -77<br>-117  | -107<br>-147 | -170<br>-233 |
| 140                          | 160                  |            |            |             | -50<br>-90  | -85<br>-125  | -119<br>-159 | -190<br>-253 |
| 160                          | 180                  |            |            |             | -53<br>-93  | -93<br>-133  | -131<br>-171 | -210<br>-273 |
| 180                          | 200                  | -41<br>-70 | -33<br>-79 | -50<br>-165 | -60<br>-106 | -105<br>-151 | -149<br>-195 | -236<br>-308 |
| 200                          | 225                  |            |            |             | -63<br>-109 | -113<br>-159 | -163<br>-209 | -258<br>-330 |
| 225                          | 250                  |            |            |             | -67<br>-113 | -123<br>-169 | -179<br>-225 | -284<br>-356 |
| 250                          | 280                  | -47<br>-79 | -36<br>-88 | -56<br>-186 | -74<br>-126 | -138<br>-190 | -198<br>-250 | -315<br>-396 |
| 280                          | 315                  |            |            |             | -78<br>-130 | -150<br>-202 | -220<br>-272 | -350<br>-431 |
| 315                          | 355                  | -51<br>-87 | -41<br>-98 | -62<br>-202 | -87<br>-144 | -169<br>-226 | -247<br>-304 | -390<br>-479 |
| 355                          | 400                  |            |            |             | -93<br>-150 | -187<br>-244 | -273<br>-330 | -435<br>-524 |

|     |     |            |             |             |              |              |              |              |
|-----|-----|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 400 | 450 | -55<br>-95 | -45<br>-108 | -68<br>-223 | -103<br>-166 | -209<br>-272 | -307<br>-370 | -490<br>-587 |
| 400 | 500 |            |             |             | -109<br>-172 | -299<br>-292 | -337<br>-400 | -540<br>-637 |

**Bảng 2: SAI LỆCH GIỚI HẠN KÍCH THƯỚC TRỰC ĐỐI VỚI  
KÍCH THƯỚC ĐẾN 500mm TCVN 2245-99**

| Kích thước<br>danh nghĩa<br>mm |                         | a <sup>1)</sup> |              | b <sup>1-</sup> |              | c <sup>1)</sup> |              | Kích thước<br>danh nghĩa<br>mm                                                                          |                         | a              |                | b             |               | c            |              |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| Trên                           | Đến<br>và<br>bao<br>gồm | 11              | 12           | 11              | 12           | 11              | 12           | Trên                                                                                                    | Đến<br>và<br>bao<br>gồm | 11             | 12             | 11            | 12            | 11           | 12           |
| -                              | 3                       | -270<br>-330    | -270<br>-370 | -140<br>-200    | -140<br>-240 | -60<br>-100     | -60<br>-120  | 140                                                                                                     | 160                     | -520<br>-770   | -520<br>-920   | -280<br>-530  | -280<br>-680  | -210<br>-370 | -210<br>-460 |
| 3                              | 6                       | -270<br>-345    | -270<br>-390 | -140<br>-215    | -140<br>-260 | -70<br>-118     | -70<br>-145  | 160                                                                                                     | 180                     | -580<br>-830   | -580<br>-980   | -310<br>-560  | -310<br>-710  | -230<br>-390 | -230<br>-480 |
| 6                              | 10                      | -280<br>-370    | -280<br>-430 | -150<br>-240    | -150<br>-300 | -80<br>-138     | -80<br>-170  | 180                                                                                                     | 200                     | -660<br>-950   | -660<br>-1120  | -340<br>-630  | -340<br>-800  | -240<br>-425 | -240<br>-530 |
| 10                             | 18                      | -290<br>-400    | -290<br>-470 | -150<br>-260    | -150<br>-330 | -95<br>-465     | -95<br>-205  | 200                                                                                                     | 225                     | -740<br>-1030  | -740<br>-1200  | -380<br>-670  | -380<br>-840  | -260<br>-445 | -260<br>-550 |
| 18                             | 30                      | -300<br>-430    | -300<br>-510 | -160<br>-290    | -160<br>-370 | -110<br>-194    | -110<br>-240 | 225                                                                                                     | 250                     | -820<br>-1110  | -820<br>-1280  | -420<br>-710  | -420<br>-880  | -280<br>-465 | -280<br>-570 |
| 30                             | 40                      | -310<br>-470    | -310<br>-560 | -170<br>-330    | -170<br>-420 | -120<br>-220    | -120<br>-280 | 250                                                                                                     | 280                     | -920<br>-1240  | -920<br>-1440  | -480<br>-800  | -480<br>-1000 | -300<br>-510 | -300<br>-620 |
| 40                             | 50                      | -320<br>-480    | -320<br>-570 | -180<br>-340    | -180<br>-430 | -130<br>-230    | -130<br>-290 | 280                                                                                                     | 315                     | -1050<br>-1370 | -1050<br>-1570 | -540<br>-860  | -540<br>-1060 | -330<br>-540 | -330<br>-650 |
| 50                             | 65                      | -340<br>-530    | -340<br>-640 | -190<br>-380    | -190<br>-490 | -140<br>-260    | -140<br>-330 | 315                                                                                                     | 355                     | -1200<br>-1560 | -1200<br>-1770 | -600<br>-960  | -600<br>-1170 | -360<br>-590 | -360<br>-720 |
| 65                             | 80                      | -360<br>-550    | -360<br>-660 | -200<br>-390    | -200<br>-500 | -150<br>-270    | -150<br>-340 | 355                                                                                                     | 400                     | -1350<br>-1710 | -1350<br>-1920 | -680<br>-1040 | -680<br>-1250 | -400<br>-630 | -400<br>-760 |
| 80                             | 100                     | -380<br>-600    | -380<br>-730 | -220<br>-440    | -220<br>-570 | -170<br>-310    | -170<br>-390 | 400                                                                                                     | 450                     | -1500<br>-1490 | -1500<br>-2130 | -760<br>-1160 | -760<br>-1390 | -440<br>-690 | -440<br>-840 |
| 100                            | 120                     | -410<br>-630    | -410<br>-760 | -240<br>-460    | -240<br>-590 | -180<br>-320    | -180<br>-400 | 400                                                                                                     | 500                     | -1650<br>-2050 | -1650<br>-2280 | -840<br>-1240 | -840<br>-1470 | -480<br>-730 | -480<br>-880 |
| 120                            | 140                     | -460<br>-710    | -450<br>-850 | -260<br>-510    | -260<br>-660 | -200<br>-360    | -200<br>-450 | Chú thích: Các sai lệch a, b không dùng cho bất kỳ<br>dung sai tiêu chuẩn nào đối với kích thước ≤ 1mm. |                         |                |                |               |               |              |              |

| Kích thước danh nghĩa, mm |                | d            |              |              |              |              | e            |              |              | f          |             |             |             | g          |            |            |            |
|---------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Trên                      | Đến và bao gồm | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 7            | 8            | 9            | 6          | 7           | 8           | 9           | 4          | 5          | 6          | 7          |
| -                         | 3              | -20<br>-30   | -20<br>-34   | -20<br>-45   | -20<br>-60   | -20<br>-80   | -14<br>-24   | -14<br>-28   | -14<br>-39   | -6<br>-12  | -6<br>-16   | -6<br>-20   | -6<br>-31   | -2<br>-5   | -2<br>-6   | -2<br>-8   | -2<br>-12  |
| 3                         | 6              | -30<br>-42   | -30<br>-48   | -30<br>-60   | -30<br>-78   | -30<br>-105  | -20<br>-32   | -20<br>-38   | -20<br>-50   | -10<br>-18 | -10<br>-22  | -10<br>-28  | -10<br>-40  | -4<br>-8   | -4<br>-9   | -4<br>-12  | -4<br>-16  |
| 6                         | 10             | -40<br>-55   | -40<br>-62   | -40<br>-76   | -40<br>-98   | -40<br>-130  | -25<br>-40   | -25<br>-47   | -25<br>-61   | -13<br>-22 | -13<br>-28  | -13<br>-35  | -13<br>-49  | -5<br>-9   | -5<br>-11  | -5<br>-14  | -5<br>-20  |
| 10                        | 18             | -50<br>-68   | -50<br>-77   | -50<br>-93   | -50<br>-120  | -50<br>-160  | -32<br>-50   | -32<br>-59   | -32<br>-75   | -16<br>-27 | -16<br>-34  | -16<br>-43  | -16<br>59   | -6<br>-11  | -6<br>-14  | -6<br>-17  | -6<br>-24  |
| 18                        | 30             | -65<br>-86   | -65<br>-98   | -65<br>-117  | -65<br>-149  | -65<br>-195  | -40<br>-61   | -40<br>-73   | -40<br>-92   | -20<br>-33 | -20<br>-41  | -20<br>-53  | -20<br>-72  | -7<br>-13  | -7<br>-16  | -7<br>-20  | -7<br>-28  |
| 30                        | 50             | -80<br>-105  | -80<br>-119  | -80<br>-142  | -80<br>-180  | -80<br>-240  | -50<br>-75   | -50<br>-89   | -50<br>-112  | -25<br>-41 | -25<br>-50  | -25<br>-64  | -25<br>-87  | -9<br>-16  | -9<br>-20  | -9<br>-25  | -9<br>-34  |
| 50                        | 80             | -100<br>-130 | -100<br>-146 | -100<br>-174 | -100<br>-220 | -100<br>-290 | -60<br>-90   | -60<br>-106  | -60<br>-134  | -30<br>-49 | -30<br>-60  | -30<br>-76  | -30<br>-104 | -10<br>-18 | -10<br>-23 | -10<br>-29 | -10<br>-40 |
| 80                        | 120            | -120<br>-155 | -120<br>-174 | -120<br>-207 | -120<br>-260 | -120<br>-340 | -72<br>-107  | -72<br>-126  | -72<br>-159  | -36<br>-58 | -36<br>-71  | -36<br>-90  | -36<br>-123 | -12<br>-22 | -12<br>-27 | -12<br>-34 | -12<br>-47 |
| 120                       | 180            | -145<br>-185 | -145<br>-208 | -145<br>-245 | -145<br>-305 | -145<br>-395 | -85<br>-125  | -85<br>-148  | -85<br>-185  | -43<br>-68 | -43<br>-83  | -43<br>-106 | -43<br>-143 | -14<br>-26 | -14<br>-32 | -14<br>-39 | -14<br>-54 |
| 180                       | 250            | -170<br>-216 | -170<br>-242 | -170<br>-285 | -170<br>-355 | -170<br>-460 | -100<br>-146 | -100<br>-172 | -100<br>-215 | -50<br>-79 | -50<br>-96  | -50<br>-122 | -50<br>-165 | -15<br>-29 | -15<br>-35 | -15<br>-44 | -15<br>-61 |
| 250                       | 315            | -190<br>-242 | -190<br>-271 | -190<br>-320 | -190<br>-400 | -190<br>-510 | -110<br>-162 | -110<br>-191 | -110<br>-240 | -56<br>-88 | -56<br>-108 | -56<br>-137 | -56<br>-186 | -17<br>-33 | -17<br>-40 | -17<br>-49 | -17<br>-69 |

|                           |                 |           |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           |            |            |                  |                  |                  |                  |
|---------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 315                       | 400             | -210      | -210      | -210      | -210     | -210     | -125     | -125     | -125     | -62       | -62       | -62       | -62        | -18        | -18              | -18              | -18              |                  |
|                           |                 | -267      | -299      | -350      | -440     | -570     | -185     | -214     | -265     | -98       | -119      | -151      | -202       | -36        | -43              | -54              | -75              |                  |
| 400                       | 500             | -230      | -230      | -230      | -230     | -230     | -135     | -135     | -135     | -68       | -68       | -68       | -68        | -20        | -20              | -20              | -20              |                  |
|                           |                 | -293      | -327      | -385      | -480     | -630     | -232     | -290     | -198     | -108      | -131      | -165      | -223       | -40        | -47              | -60              | -83              |                  |
| Kích thước danh nghĩa, mm |                 | h         |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           |            |            |                  |                  |                  |                  |
| Trên                      | Đến và bao gồm  | 1         | 2         | 3         | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9         | 10        | 11        | 12         | 13         | 14 <sup>1)</sup> | 15 <sup>1)</sup> | 16 <sup>1)</sup> | 17 <sup>1)</sup> |
|                           |                 | Sai lệch  |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           |            |            |                  |                  |                  |                  |
|                           |                 | $\mu m$   |           |           |          |          |          |          |          |           |           |           | mm         |            |                  |                  |                  |                  |
|                           | 3 <sup>1)</sup> | 0<br>-0,8 | 0<br>-1,2 | 0<br>-2   | 0<br>-3  | 0<br>-4  | 0<br>-6  | 0<br>-10 | 0<br>-14 | 0<br>-25  | 0<br>-40  | 0<br>-60  | 0<br>-0,1  | 0<br>-0,14 | 0<br>-0,25       | 0<br>-0,4        | 0<br>-0,6        |                  |
| 3                         | 6               | 0<br>-1   | 0<br>-1,5 | 0<br>-2,5 | 0<br>-4  | 0<br>-5  | 0<br>-8  | 0<br>-12 | 0<br>-18 | 0<br>-30  | 0<br>-48  | 0<br>-75  | 0<br>-0,12 | 0<br>-0,18 | 0<br>-0,3        | 0<br>-0,48       | 0<br>-0,75       | 0<br>-1,2        |
| 6                         | 10              | 0<br>-1   | 0<br>-1,5 | 0<br>-2,5 | 0<br>-4  | 0<br>-6  | 0<br>-9  | 0<br>-15 | 0<br>-22 | 0<br>-36  | 0<br>-58  | 0<br>-90  | 0<br>-0,25 | 0<br>-0,22 | 0<br>-0,36       | 0<br>-0,58       | 0<br>-0,9        | 0<br>-1,5        |
| 10                        | 18              | 0<br>-1,2 | 0<br>-2   | 0<br>-3   | 0<br>-5  | 0<br>-8  | 0<br>-11 | 0<br>-18 | 0<br>-27 | 0<br>-43  | 0<br>-70  | 0<br>-110 | 0<br>-0,18 | 0<br>-0,27 | 0<br>-0,43       | 0<br>-0,7        | 0<br>-1,1        | 0<br>-1,8        |
| 18                        | 30              | 0<br>-1,5 | 0<br>-2,5 | 0<br>-4   | 0<br>-6  | 0<br>-9  | 0<br>-13 | 0<br>-21 | 0<br>-33 | 0<br>-52  | 0<br>-84  | 0<br>-130 | 0<br>-0,21 | 0<br>-0,33 | 0<br>-0,52       | 0<br>-0,84       | 0<br>-1,3        | 0<br>-2,1        |
| 30                        | 50              | 0<br>-1,5 | 0<br>-2,5 | 0<br>-4   | 0<br>-7  | 0<br>-11 | 0<br>-16 | 0<br>-25 | 0<br>-39 | 0<br>-62  | 0<br>-100 | 0<br>-160 | 0<br>-0,25 | 0<br>-0,39 | 0<br>-0,62       | 0<br>-1          | 0<br>-1,6        | 0<br>-2,5        |
| 50                        | 80              | 0<br>-2   | 0<br>-3   | 0<br>-5   | 0<br>-8  | 0<br>-13 | 0<br>-19 | 0<br>-30 | 0<br>-46 | 0<br>-74  | 0<br>-120 | 0<br>-190 | 0<br>-0,3  | 0<br>-0,46 | 0<br>-0,74       | 0<br>-1,2        | 0<br>-1,9        | 0<br>-3          |
| 80                        | 120             | 0<br>-2,5 | 0<br>-4   | 0<br>-6   | 0<br>-10 | 0<br>-15 | 0<br>-22 | 0<br>-35 | 0<br>-54 | 0<br>-87  | 0<br>-140 | 0<br>-220 | 0<br>-0,35 | 0<br>-0,54 | 0<br>-0,87       | 0<br>-1,4        | 0<br>-2,2        | 0<br>-3,5        |
| 120                       | 180             | 0<br>-3,5 | 0<br>-5   | 0<br>-8   | 0<br>-12 | 0<br>-18 | 0<br>-25 | 0<br>-40 | 0<br>-63 | 0<br>-100 | 0<br>-160 | 0<br>-250 | 0<br>-0,4  | 0<br>-0,63 | 0<br>-1          | 0<br>-1,6        | 0<br>-2,5        | 0<br>-4          |
| 180                       | 250             | 0<br>-4,5 | 0<br>-7   | 0<br>-10  | 0<br>-14 | 0<br>-20 | 0<br>-29 | 0<br>-46 | 0<br>-72 | 0<br>-115 | 0<br>-185 | 0<br>-290 | 0<br>-0,46 | 0<br>-0,72 | 0<br>-1,15       | 0<br>-1,85       | 0<br>-2,9        | 0<br>-4,6        |
| 250                       | 315             | 0<br>-6   | 0<br>-8   | 0<br>-12  | 0<br>-16 | 0<br>-23 | 0<br>-32 | 0<br>-52 | 0<br>-81 | 0<br>-130 | 0<br>-210 | 0<br>-320 | 0<br>-0,52 | 0<br>-0,81 | 0<br>-1,3        | 0<br>-2,1        | 0<br>-3,2        | 0<br>-5,2        |
| 315                       | 400             | 0<br>-7   | 0<br>-9   | 0<br>-13  | 0<br>-18 | 0<br>-25 | 0<br>-36 | 0<br>-57 | 0<br>-89 | 0<br>-140 | 0<br>-230 | 0<br>-360 | 0<br>-0,57 | 0<br>-0,89 | 0<br>-1,4        | 0<br>-2,3        | 0<br>-3,6        | 0<br>-5,7        |
| 400                       | 500             | 0<br>-8   | 0<br>-10  | 0<br>-15  | 0<br>-20 | 0<br>-27 | 0<br>-40 | 0<br>-63 | 0<br>-97 | 0<br>-155 | 0<br>-250 | 0<br>-400 | 0<br>-0,63 | 0<br>-0,97 | 0<br>-1,55       | 0<br>-2,5        | 0<br>-4          | 0<br>-6,3        |

| Kích thước danh nghĩa, mm |                | js        |            |            |            | k             |               |               |               | m             |               |                |                | n              |                |                |                 |
|---------------------------|----------------|-----------|------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Trên                      | Đến và bao gồm | 4         | 5          | 6          | 7          | 4             | 5             | 6             | 7             | 4             | 5             | 6              | 7              | 4              | 5              | 6              | 7               |
| -                         | 3              | $\pm 1,5$ | $\pm 2$    | $\pm 3$    | $\pm 5$    | $+3$<br>$+0$  | $+4$<br>$+0$  | $+3$<br>$+0$  | $+4$<br>$+0$  | $+6$<br>$+0$  | $+10$<br>$+0$ | $+5$<br>$+2$   | $+6$<br>$+2$   | $+8$<br>$+2$   | $+12$<br>$+2$  | $+10$<br>$+4$  | $+14$<br>$+4$   |
| 3                         | 6              | $\pm 2$   | $\pm 2,5$  | $\pm 4$    | $\pm 6$    | $+5$<br>$+1$  | $+6$<br>$+1$  | $+5$<br>$+1$  | $+6$<br>$+1$  | $+9$<br>$+1$  | $+13$<br>$+1$ | $+8$<br>$+4$   | $+9$<br>$+4$   | $+12$<br>$+4$  | $+16$<br>$+4$  | $+16$<br>$+8$  | $+20$<br>$+8$   |
| 6                         | 10             | $\pm 2$   | $\pm 3$    | $\pm 4,5$  | $\pm 7,5$  | $+5$<br>$+1$  | $+7$<br>$+1$  | $+5$<br>$+1$  | $+7$<br>$+1$  | $+10$<br>$+1$ | $+16$<br>$+1$ | $+10$<br>$+6$  | $+12$<br>$+6$  | $+15$<br>$+6$  | $+21$<br>$+6$  | $+19$<br>$+10$ | $+25$<br>$+10$  |
| 10                        | 18             | $\pm 2,5$ | $\pm 4$    | $\pm 5,5$  | $\pm 9$    | $+6$<br>$+1$  | $+9$<br>$+1$  | $+6$<br>$+1$  | $+9$<br>$+1$  | $+12$<br>$+1$ | $+19$<br>$+1$ | $+12$<br>$+7$  | $+15$<br>$+7$  | $+18$<br>$+7$  | $+25$<br>$+7$  | $+23$<br>$+12$ | $+30$<br>$+12$  |
| 18                        | 30             | $\pm 3$   | $\pm 4,5$  | $\pm 6,5$  | $\pm 10,5$ | $+8$<br>$+2$  | $+11$<br>$+2$ | $+8$<br>$+2$  | $+11$<br>$+2$ | $+15$<br>$+2$ | $+23$<br>$+2$ | $+14$<br>$+8$  | $+17$<br>$+8$  | $+21$<br>$+8$  | $+29$<br>$+8$  | $+28$<br>$+15$ | $+36$<br>$+15$  |
| 30                        | 50             | $\pm 3,5$ | $\pm 5,5$  | $\pm 8$    | $\pm 12,5$ | $+9$<br>$+2$  | $+13$<br>$+2$ | $+9$<br>$+2$  | $+13$<br>$+2$ | $+18$<br>$+2$ | $+27$<br>$+2$ | $+16$<br>$+9$  | $+20$<br>$+9$  | $+25$<br>$+9$  | $+34$<br>$+9$  | $+33$<br>$+17$ | $+42$<br>$+17$  |
| 50                        | 80             | $\pm 4$   | $\pm 6,5$  | $\pm 9,5$  | $\pm 15$   | $+10$<br>$+2$ | $+15$<br>$+2$ | $+10$<br>$+2$ | $+15$<br>$+2$ | $+21$<br>$+2$ | $+32$<br>$+2$ | $+19$<br>$+11$ | $+24$<br>$+11$ | $+30$<br>$+11$ | $+41$<br>$+11$ | $+39$<br>$+20$ | $+50$<br>$+20$  |
| 80                        | 120            | $\pm 6$   | $\pm 7,5$  | $\pm 11$   | $\pm 17,5$ | $+13$<br>$+3$ | $+18$<br>$+3$ | $+13$<br>$+3$ | $+18$<br>$+3$ | $+25$<br>$+3$ | $+38$<br>$+3$ | $+23$<br>$+13$ | $+28$<br>$+13$ | $+35$<br>$+13$ | $+48$<br>$+13$ | $+45$<br>$+23$ | $+58$<br>$+23$  |
| 120                       | 180            | $\pm 6$   | $\pm 9$    | $\pm 12,5$ | $\pm 20$   | $+15$<br>$+3$ | $+21$<br>$+3$ | $+15$<br>$+3$ | $+21$<br>$+3$ | $+28$<br>$+3$ | $+43$<br>$+3$ | $+27$<br>$+15$ | $+33$<br>$+15$ | $+40$<br>$+15$ | $+55$<br>$+15$ | $+52$<br>$+27$ | $+67$<br>$+27$  |
| 180                       | 250            | $\pm 7$   | $\pm 10$   | $\pm 14,5$ | $\pm 23$   | $+18$<br>$+4$ | $+24$<br>$+4$ | $+18$<br>$+4$ | $+24$<br>$+4$ | $+33$<br>$+4$ | $+50$<br>$+4$ | $+31$<br>$+17$ | $+37$<br>$+17$ | $+46$<br>$+17$ | $+63$<br>$+17$ | $+60$<br>$+31$ | $+77$<br>$+31$  |
| 250                       | 315            | $\pm 8$   | $\pm 11,5$ | $\pm 16$   | $\pm 26$   | $+20$<br>$+4$ | $+27$<br>$+4$ | $+20$<br>$+4$ | $+27$<br>$+4$ | $+36$<br>$+4$ | $+56$<br>$+4$ | $+36$<br>$+20$ | $+43$<br>$+20$ | $+52$<br>$+20$ | $+72$<br>$+20$ | $+66$<br>$+34$ | $+86$<br>$+34$  |
| 315                       | 400            | $\pm 9$   | $\pm 12,5$ | $\pm 18$   | $\pm 28,5$ | $+22$<br>$+4$ | $+29$<br>$+4$ | $+22$<br>$+4$ | $+29$<br>$+4$ | $+40$<br>$+4$ | $+61$<br>$+4$ | $+39$<br>$+21$ | $+46$<br>$+21$ | $+57$<br>$+21$ | $+78$<br>$+21$ | $+73$<br>$+37$ | $+94$<br>$+37$  |
| 400                       | 500            | $\pm 10$  | $\pm 13,5$ | $\pm 20$   | $\pm 31,5$ | $+25$<br>$+5$ | $+23$<br>$+5$ | $+25$<br>$+5$ | $+23$<br>$+5$ | $+45$<br>$+5$ | $+68$<br>$+5$ | $+43$<br>$+23$ | $+50$<br>$+23$ | $+63$<br>$+23$ | $+86$<br>$+23$ | $+80$<br>$+40$ | $+103$<br>$+40$ |

| Kích thước<br>danh nghĩa,<br>mm |                      | p          |            |             | r           |             |             | s            |              |              |
|---------------------------------|----------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Trên                            | Đến<br>và bao<br>gồm | 5          | 6          | 7           | 5           | 6           | 7           | 5            | 5            | 7            |
| -                               | 3                    | +10<br>+6  | +12<br>+6  | +16<br>+6   | +14<br>+10  | +16<br>+10  | +20<br>+10  | +18<br>+14   | +20<br>+14   | +24<br>+14   |
| 3                               | 6                    | +17<br>+12 | +20<br>+12 | +24<br>+12  | +20<br>+15  | +23<br>+15  | +27<br>+15  | +24<br>+19   | +27<br>+19   | +31<br>+19   |
| 6                               | 10                   | +21<br>+15 | +24<br>+15 | +30<br>+15  | +25<br>+19  | +28<br>+19  | +34<br>+19  | +29<br>+23   | +32<br>+23   | +38<br>+23   |
| 10                              | 18                   | +26<br>+18 | +29<br>+18 | +36<br>+18  | +31<br>+23  | +34<br>+23  | +41<br>+23  | +36<br>+28   | +39<br>+28   | +46<br>+28   |
| 18                              | 30                   | +31<br>+22 | +35<br>+22 | +43<br>+22  | +37<br>+28  | +41<br>+28  | +49<br>+28  | +44<br>+35   | +48<br>+35   | +56<br>+35   |
| 30                              | 50                   | +37<br>+26 | +42<br>+26 | +51<br>+36  | +45<br>+34  | +50<br>+34  | +59<br>+34  | +54<br>+43   | +59<br>+43   | +68<br>+43   |
| 50                              | 65                   | +45<br>+32 | +51<br>+32 | +62<br>+32  | +54<br>+41  | +60<br>+41  | +71<br>+41  | +66<br>+53   | +72<br>+53   | +83<br>+53   |
| 65                              | 80                   |            |            |             | +56<br>+43  | +62<br>+43  | +73<br>+43  | +72<br>+59   | +78<br>+59   | +89<br>+59   |
| 80                              | 100                  | +52<br>+37 | +59<br>+37 | +72<br>+37  | +66<br>+51  | +73<br>+51  | +86<br>+51  | +86<br>+71   | +93<br>+71   | +106<br>+71  |
| 100                             | 120                  |            |            |             | +69<br>+54  | +76<br>+54  | +89<br>+54  | +94<br>+79   | +101<br>+79  | +114<br>+79  |
| 120                             | 140                  | +61<br>+43 | +68<br>+43 | +83<br>+43  | +81<br>+63  | +88<br>+63  | +103<br>+63 | +110<br>+92  | +117<br>+90  | +132<br>+92  |
| 140                             | 160                  |            |            |             | +83<br>+65  | +90<br>+65  | +105<br>+65 | +118<br>+100 | +125<br>+100 | +140<br>+100 |
| 160                             | 180                  |            |            |             | +68<br>+68  | +93<br>+68  | +108<br>+68 | +126<br>+108 | +133<br>+108 | +148<br>+108 |
| 180                             | 200                  | +70<br>+50 | +79<br>+50 | +96<br>+50  | +97<br>+77  | +106<br>+77 | +123<br>+77 | +142<br>+122 | +151<br>+122 | +168<br>+122 |
| 200                             | 225                  |            |            |             | +100<br>+80 | +109<br>+80 | +126<br>+80 | +150<br>+130 | +159<br>+130 | +176<br>+130 |
| 225                             | 250                  |            |            |             | +104<br>84  | +113<br>+84 | +130<br>+84 | +164<br>+140 | +169<br>+140 | +186<br>+140 |
| 250                             | 280                  | +79<br>+56 | +88<br>+56 | +108<br>+56 | +117<br>+94 | +126<br>+94 | +146<br>+94 | +181<br>+158 | +190<br>+158 | +210<br>+158 |
| 280                             | 315                  |            |            |             | +121<br>+98 | +130<br>+98 | +150<br>+98 | +193<br>+170 | +202<br>+170 | +222<br>+170 |
| 315                             | 355                  | +87        | +98        | +119        | +133        | +144        | +165        | +215         | +226         | +247         |

|                           |                |              |              |              |              |              |              |              |                |      |
|---------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|------|
|                           |                | +62          | +62          | +62          | +108         | +108         | +108         | +190         | +190           | +190 |
| 355                       | 400            |              |              |              | +139         | +150         | +171         | +233         | +244           | +265 |
|                           |                |              |              |              | +114         | +114         | +114         | +208         | +208           | +208 |
| 400                       | 450            | +95<br>+68   | +108<br>+68  | +131<br>+68  | +153         | +166         | +189         | +259         | +272           | +295 |
|                           |                |              |              |              | +126         | +126         | +126         | +232         | +232           | +232 |
| 400                       | 500            |              |              |              | +159         | +172         | +195         | +279         | +292           | +315 |
|                           |                |              |              |              | +132         | +132         | +132         | +252         | +252           | +252 |
| Kích thước danh nghĩa, mm |                | t            |              |              | u            |              |              | x            | z              |      |
| Trên                      | Đến và bao gồm | 5            | 6            | 7            | 6            | 7            | 8            | 8            | 8              |      |
| -                         | 3              |              |              |              | +24<br>+18   | +28<br>+18   | +32<br>+18   | +34<br>+20   | +40<br>+26     |      |
| 3                         | 6              |              |              |              | +31<br>+23   | +35<br>+23   | +41<br>+23   | +46<br>+28   | +53<br>+35     |      |
| 6                         | 10             |              |              |              | +37<br>+28   | +43<br>+28   | +50<br>+28   | +56<br>+34   | +64<br>+42     |      |
| 10                        | 14             |              |              |              | +44<br>+33   | +51<br>+33   | +60<br>+33   | +67<br>+40   | +77<br>+50     |      |
| 14                        | 18             |              |              |              |              |              |              | +72<br>+45   | +87<br>+60     |      |
| 18                        | 24             |              |              |              | +54<br>+41   | +62<br>+41   | +74<br>+41   | +87<br>+54   | +106<br>+73    |      |
| 24                        | 30             | +50<br>+41   | +54<br>+41   | +62<br>+41   | +61<br>+48   | +69<br>+48   | +81<br>+48   | +97<br>+64   | +121<br>+88    |      |
| 30                        | 40             | +59<br>+48   | +64<br>+48   | +73<br>+48   | +76<br>+60   | +85<br>+60   | +99<br>+60   | +119<br>+80  | +151<br>+112   |      |
| 40                        | 50             | +65<br>+54   | +70<br>+54   | +79<br>+54   | +86<br>+70   | +95<br>+70   | +109<br>+70  | +136<br>+97  | +175<br>+136   |      |
| 50                        | 65             | +79<br>+66   | +85<br>+66   | +96<br>+66   | +106<br>+87  | +117<br>+87  | +133<br>+87  | +168<br>+122 | +218<br>+172   |      |
| 65                        | 80             | +88<br>+75   | +94<br>+75   | +105<br>+75  | +121<br>+102 | +132<br>+102 | +148<br>+102 | +192<br>+146 | +256<br>+210   |      |
| 80                        | 100            | +106<br>+91  | +113<br>+91  | +126<br>+91  | +146<br>+124 | +159<br>+124 | +178<br>+124 | +232<br>+178 | +312<br>+258   |      |
| 100                       | 120            | +119<br>+104 | +126<br>+104 | +139<br>+104 | +166<br>+144 | +179<br>+144 | +198<br>+144 | +264<br>+210 | +364<br>+310   |      |
| 120                       | 140            | +140<br>+122 | +147<br>+122 | +162<br>+122 | +195<br>+170 | +210<br>+170 | +233<br>+170 | +311<br>+248 | +428<br>+365   |      |
| 140                       | 160            | +152<br>+134 | +159<br>+134 | +174<br>+134 | +215<br>+190 | +230<br>+190 | +253<br>+190 | +343<br>+280 | +478<br>+415   |      |
| 160                       | 180            | +164<br>+146 | +171<br>+146 | +186<br>+146 | +235<br>+210 | +250<br>+210 | +273<br>+210 | +373<br>+310 | +528<br>+465   |      |
| 180                       | 200            | +186<br>+166 | +195<br>+166 | +212<br>+166 | +265<br>+236 | +282<br>+236 | +308<br>+236 | +422<br>+350 | +592<br>+520   |      |
| 200                       | 225            | +200<br>+180 | +209<br>+180 | +226<br>+180 | +287<br>+258 | +304<br>+258 | +330<br>+258 | +457<br>+385 | +647<br>+575   |      |
| 225                       | 250            | +216<br>+196 | +225<br>+196 | +242<br>+196 | +313<br>+284 | +330<br>+284 | +356<br>+284 | +497<br>+425 | +712<br>+640   |      |
| 250                       | 280            | +241<br>+218 | +250<br>+218 | +270<br>+218 | +347<br>+315 | +367<br>+315 | +396<br>+315 | +556<br>+475 | +791<br>+710   |      |
| 280                       | 315            | +263<br>+240 | +272<br>+240 | +292<br>+240 | +382<br>+350 | +402<br>+350 | +413<br>+350 | +606<br>+525 | +871<br>+790   |      |
| 315                       | 355            | +293<br>+268 | +304<br>+268 | +325<br>+268 | +382<br>+390 | +447<br>+390 | +479<br>+390 | +697<br>+590 | +989<br>+900   |      |
| 355                       | 400            | +319<br>+294 | +330<br>+294 | +351<br>+294 | +530<br>+435 | +492<br>+435 | +524<br>+435 | +749<br>+660 | +1098<br>+1000 |      |
| 400                       | 450            | +357<br>+330 | +370<br>+330 | +393<br>+330 | +630<br>+490 | +553<br>+490 | +587<br>+490 | +837<br>+740 | +1197<br>+1100 |      |

|     |     |              |              |              |              |              |              |              |                |
|-----|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 450 | 500 | +387<br>+360 | +400<br>+360 | +423<br>+360 | +580<br>+540 | +603<br>+540 | +637<br>+540 | +917<br>+820 | +1347<br>+1250 |
|-----|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|

**BẢNG 3: ĐỘ HỠ GIỚI HẠN CỦA LẮP GHEP LÔNG CỎ KÍCH THUỐC  
TỪ 1 ĐẾN 500mm ( TCVN2244-99 VÀ TCVN 2245-99 )**

| Kích thước<br>đanh nghĩa<br>mm | Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản   |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |     |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|
|                                | $\frac{H7}{e7}$               | -               | $\frac{H7}{e8}$ | $\frac{H7}{f7}$ | -               | $\frac{H7}{g6}$ | $\frac{H7}{h6}$ | $\frac{H8}{d8}$ | $\frac{H8}{d9}$ | $\frac{H8}{e8}$ | $\frac{H8}{e9}$ | $\frac{H8}{f7}$ | $\frac{H8}{f9}$ | $\frac{H8}{h7}$ | $\frac{H8}{h8}$ | $\frac{H8}{d9}$ |     |
|                                | Lắp ghép trong hệ trục cơ bản |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |     |
|                                | -                             | $\frac{E8}{h6}$ | $\frac{E8}{h8}$ | $\frac{F7}{h7}$ | $\frac{F7}{h6}$ | $\frac{F8}{h6}$ | $\frac{G8}{h6}$ | $\frac{H7}{h6}$ | $\frac{D8}{h8}$ | $\frac{D9}{h8}$ | $\frac{E8}{h8}$ | $\frac{D9}{h8}$ | $\frac{F8}{h7}$ | $\frac{F9}{h8}$ | $\frac{H8}{h7}$ | $\frac{H8}{h8}$ |     |
| Độ hở giới hạn $\mu m$         |                               |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |     |
| < 6 ÷ 10                       | 55                            | 56              | 62              | 43              | 37              | 44              | 29              | 24              | 84              | 98              | 69              | 83              | 50              | 71              | 37              | 44              | 112 |
|                                | 25                            | 25              | 25              | 13              | 13              | 13              | 5               | 0               | 40              | 40              | 25              | 25              | 13              | 13              | 0               | 0               | 40  |
| < 10 ÷ 18                      | 68                            | 70              | 77              | 52              | 45              | 54              | 35              | 29              | 104             | 120             | 86              | 102             | 61              | 86              | 45              | 54              | 136 |
|                                | 32                            | 32              | 32              | 16              | 16              | 16              | 16              | 0               | 50              | 50              | 32              | 32              | 16              | 16              | 0               | 0               | 50  |
| < 18 ÷ 30                      | 82                            | 86              | 94              | 62              | 54              | 66              | 41              | 34              | 131             | 150             | 106             | 125             | 74              | 105             | 54              | 66              | 169 |
|                                | 40                            | 40              | 40              | 20              | 20              | 20              | 7               | 0               | 65              | 65              | 40              | 40              | 20              | 20              | 0               | 0               | 65  |
| < 30 ÷ 50                      | 100                           | 105             | 114             | 75              | 66              | 80              | 50              | 41              | 158             | 181             | 128             | 151             | 89              | 126             | 64              | 78              | 204 |
|                                | 50                            | 50              | 50              | 25              | 25              | 25              | 9               | 0               | 80              | 80              | 50              | 50              | 25              | 25              | 0               | 0               | 80  |
| < 50 ÷ 80                      | 120                           | 125             | 136             | 90              | 79              | 95              | 59              | 49              | 192             | 220             | 152             | 180             | 106             | 150             | 76              | 92              | 248 |
|                                | 60                            | 60              | 60              | 30              | 30              | 30              | 10              | 0               | 100             | 100             | 60              | 60              | 30              | 30              | 0               | 0               | 100 |
| < 80 ÷ 120                     | 142                           | 184             | 161             | 106             | 93              | 112             | 69              | 57              | 228             | 261             | 180             | 213             | 125             | 177             | 89              | 108             | 294 |
|                                | 72                            | 72              | 72              | 36              | 36              | 36              | 12              | 0               | 120             | 120             | 72              | 72              | 36              | 36              | 0               | 0               | 120 |
| < 120 ÷ 180                    | 165                           | 173             | 188             | 126             | 108             | 131             | 79              | 65              | 271             | 308             | 211             | 248             | 146             | 206             | 103             | 126             | 345 |
|                                | 85                            | 85              | 85              | 43              | 43              | 43              | 14              | 0               | 145             | 145             | 85              | 85              | 43              | 43              | 0               | 0               | 145 |
| < 180 ÷ 250                    | 192                           | 201             | 218             | 142             | 125             | 151             | 90              | 75              | 314             | 375             | 244             | 287             | 168             | 237             | 118             | 144             | 400 |
|                                | 100                           | 100             | 100             | 50              | 50              | 50              | 15              | 0               | 170             | 170             | 100             | 100             | 50              | 50              | 0               | 0               | 170 |

**Bảng 4: ĐỘ DÔI GIỚI HẠN CỦA LẮP GHÉP CHẶT CÓ KÍCH THƯỚC TỪ 1 ĐẾN 500mm ( TCVN2244-99 VÀ TCVN 2245-99 )**

| Kích thước danh nghĩa mm | Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản                                              |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                          | $\frac{H5}{n4}$                                                          | $\frac{H6}{p5}$ | $\frac{H6}{r5}$ | $\frac{H6}{s5}$ | $\frac{H7}{p6}$ | $\frac{H7}{r6}$ | $\frac{H7}{s6}$ | $\frac{H7}{s7}$ |
|                          | Lắp ghép trong hệ trục cơ bản                                            |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|                          | $\frac{N5}{h4}$                                                          | $\frac{P6}{h5}$ | -               | -               | $\frac{P7}{h6}$ | $\frac{P7}{h6}$ | $\frac{S7}{h6}$ | -               |
|                          | Độ dôi giới hạn $\begin{matrix} N_{\max} \\ N_{\min} \end{matrix} \mu m$ |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| < 6 ÷ 10                 | 14                                                                       | 21              | 25              | 29              | 24              | 28              | 32              | 38              |
|                          | 4                                                                        | 6               | 10              | 14              | 0               | 4               | 8               | 8               |
| < 10 ÷ 18                | 17                                                                       | 26              | 31              | 36              | 29              | 34              | 39              | 46              |
|                          | 4                                                                        | 7               | 12              | 17              | 0               | 5               | 10              | 10              |
| < 18 ÷ 30                | 21                                                                       | 31              | 37              | 44              | 35              | 41              | 48              | 56              |
|                          | 6                                                                        | 9               | 15              | 22              | 1               | 7               | 14              | 14              |
| < 30 ÷ 50                | 24                                                                       | 37              | 45              | 54              | 42              | 50              | 58              | 68              |
|                          | 6                                                                        | 10              | 18              | 27              | 1               | 9               | 18              | 18              |
| < 50 ÷ 65                | 28                                                                       | 45              | 54              | 66              | 51              | 60              | 72              | 83              |
|                          | 7                                                                        | 13              | 22              | 34              | 2               | 11              | 23              | 23              |
| < 65 ÷ 80                | 28                                                                       | 45              | 56              | 72              | 51              | 62              | 78              | 89              |
|                          | 7                                                                        | 13              | 24              | 40              | 2               | 13              | 29              | 29              |
| < 80 ÷ 100               | 33                                                                       | 52              | 66              | 86              | 59              | 73              | 93              | 106             |
|                          | 8                                                                        | 15              | 29              | 49              | 2               | 16              | 36              | 36              |
| < 100 ÷ 120              | 33                                                                       | 52              | 69              | 94              | 59              | 76              | 101             | 114             |
|                          | 8                                                                        | 15              | 32              | 57              | 2               | 19              | 44              | 44              |
| < 120 ÷ 140              | 39                                                                       | 61              | 81              | 110             | 68              | 88              | 117             | 132             |
|                          | 9                                                                        | 18              | 38              | 67              | 3               | 23              | 52              | 52              |
| < 140 ÷ 160              | 39                                                                       | 61              | 83              | 118             | 68              | 90              | 125             | 140             |
|                          | 9                                                                        | 18              | 40              | 75              | 3               | 25              | 60              | 60              |
| < 160 ÷ 180              | 39                                                                       | 61              | 86              | 126             | 68              | 93              | 133             | 148             |
|                          | 9                                                                        | 18              | 43              | 83              | 3               | 28              | 68              | 68              |
| < 180 ÷ 200              | 45                                                                       | 70              | 97              | 142             | 79              | 106             | 151             | 168             |
|                          | 11                                                                       | 21              | 84              | 93              | 4               | 31              | 76              | 76              |
| < 200 ÷ 225              | 45                                                                       | 70              | 100             | 150             | 79              | 109             | 159             | 176             |
|                          | 11                                                                       | 21              | 51              | 101             | 4               | 34              | 84              | 84              |
| < 225 ÷ 250              | 45                                                                       | 70              | 104             | 160             | 79              | 113             | 169             | 186             |
|                          | 11                                                                       | 21              | 55              | 111             | 4               | 38              | 94              | 94              |

**Bảng 5. ĐỘ DÔI GIỚI HẠN CỦA CÁC LẮP GHEP TRUNG GIAN CÓ KÍCH THUỐC TỪ 1 ĐẾN 500mm**  
(TCVN 2244-99 VÀ TCVN 2245-99)

| Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản                             |           |          |              |           |           |          |               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|----------|--------------|-----------|-----------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kích thước danh nghĩa,<br>mm                            | H5<br>k4  | H5<br>m4 | H6<br>j5     | H6<br>k5  | H6<br>m5  | H6<br>n5 | H7<br>j6      | -         | H7<br>k6  | H7<br>m6  | H7<br>n6  | H8<br>j7  | -         | H8<br>k7  | H8<br>m7  | H8<br>n7  |
|                                                         | K5<br>h4  | M5<br>h4 | -            | K6<br>h5  | M6<br>h5  | N6<br>h5 | -             | J7<br>h6  | K7<br>h6  | M7<br>h6  | N7<br>h6  | -         | J8<br>h7  | K8<br>h7  | M8<br>h7  | N8<br>h7  |
| Lắp ghép trong hệ trục cơ bản                           |           |          |              |           |           |          |               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Độ dôi giới hạn $N_{\max}$ , $N_{\min}$ , $\mu\text{m}$ |           |          |              |           |           |          |               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Lớn hơn 6 đến 10                                        | 5<br>-5   | 10<br>0  | 3<br>-12     | 7<br>-8   | 12<br>-3  | 16<br>1  | 4,5<br>-19,5  | 7<br>-16  | 10<br>-14 | 15<br>-9  | 19<br>-5  | 7<br>-29  | 11<br>-26 | 16<br>-21 | 21<br>-16 | 25<br>-12 |
| Lớn hơn 10 đến 18                                       | 6<br>-7   | 12<br>-1 | 4<br>-15     | 9<br>-10  | 15<br>-4  | 20<br>1  | 5,5<br>-23,5  | 9<br>-20  | 12<br>-17 | 18<br>-11 | 23<br>-6  | 9<br>-36  | 13<br>-31 | 19<br>-26 | 25<br>-20 | 30<br>-15 |
| Lớn hơn 18 đến 30                                       | 8<br>-7   | 14<br>-1 | 4,5<br>-17,5 | 11<br>-11 | 17<br>-5  | 24<br>2  | 6,5<br>-27,5  | 10<br>-23 | 15<br>-19 | 21<br>-13 | 28<br>-6  | 10<br>-43 | 16<br>-37 | 23<br>-31 | 29<br>-25 | 36<br>-18 |
| Lớn hơn 30 đến 50                                       | 9<br>-9   | 16<br>-2 | 5,5<br>-21,5 | 13<br>-14 | 20<br>-7  | 28<br>1  | 8<br>-33      | 12<br>-28 | 18<br>-23 | 25<br>-16 | 33<br>-8  | 12<br>-51 | 19<br>-44 | 27<br>-37 | 34<br>-30 | 42<br>-22 |
| Lớn hơn 50 đến 80                                       | 10<br>-11 | 19<br>-2 | 6,5<br>-25,5 | 15<br>-17 | 24<br>-8  | 33<br>1  | 9,5<br>-39,5  | 15<br>-34 | 21<br>-28 | 30<br>-19 | 39<br>-10 | 15<br>-61 | 23<br>-53 | 32<br>-44 | 41<br>-35 | 50<br>-26 |
| Lớn hơn 80 đến 120                                      | 13<br>-12 | 23<br>-2 | 7,5<br>-29,5 | 18<br>-19 | 28<br>-9  | 38<br>1  | 11<br>-46     | 17<br>-39 | 25<br>-32 | 35<br>-22 | 45<br>-12 | 17<br>-71 | 27<br>-62 | 38<br>-51 | 48<br>-41 | 58<br>-31 |
| Lớn hơn 120 đến 180                                     | 15<br>-15 | 27<br>-3 | 9<br>-34     | 21<br>-22 | 33<br>-10 | 45<br>2  | 12,5<br>-52,5 | 20<br>-45 | 28<br>-37 | 40<br>-25 | 52<br>-13 | 20<br>-83 | 31<br>-71 | 43<br>-60 | 55<br>-48 | 67<br>-36 |
| Lớn hơn 180 đến 250                                     | 18<br>-16 | 31<br>-3 | 10<br>-39    | 24<br>-25 | 37<br>-12 | 51<br>2  | 14,5<br>-60,5 | 23<br>-52 | 33<br>-42 | 46<br>-29 | 60<br>-15 | 23<br>-95 | 36<br>-82 | 50<br>-68 | 63<br>-55 | 77<br>-41 |

## PHỤ LỤC 2

### DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ BỀ MẶT

**Bảng 6: DUNG SAI ĐỘ PHẪNG VÀ ĐỘ THẲNG TCVN 384 - 93**

| Khoảng kích thước danh nghĩa(mm)                                                                                                                                                                                                                          | Cấp chính xác |     |     |     |    |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                           | 3             | 4   | 5   | 6   | 7  | 8   | 9   | 10  |
|                                                                                                                                                                                                                                                           | $\mu\text{m}$ |     |     |     |    |     |     |     |
| Đến 10                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,6           | 1   | 1,6 | 2,5 | 4  | 6   | 10  | 16  |
| Trên 10 đến 16                                                                                                                                                                                                                                            | 0,8           | 1,2 | 2   | 3   | 5  | 8   | 12  | 20  |
| >16 - 25                                                                                                                                                                                                                                                  | 1             | 1,6 | 2,5 | 4   | 6  | 10  | 16  | 25  |
| >25 - 40                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,2           | 2   | 3   | 5   | 8  | 12  | 20  | 30  |
| >40 - 63                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,6           | 2,5 | 4   | 6   | 10 | 16  | 25  | 40  |
| > 63 - 100                                                                                                                                                                                                                                                | 2             | 3   | 5   | 8   | 12 | 20  | 30  | 50  |
| > 100 - 160                                                                                                                                                                                                                                               | 2,5           | 4   | 6   | 10  | 16 | 25  | 40  | 60  |
| > 160 - 250                                                                                                                                                                                                                                               | 3             | 5   | 8   | 12  | 20 | 30  | 50  | 80  |
| > 250 - 400                                                                                                                                                                                                                                               | 4             | 6   | 10  | 16  | 25 | 40  | 60  | 100 |
| > 400 - 630                                                                                                                                                                                                                                               | 5             | 8   | 12  | 20  | 30 | 50  | 80  | 120 |
| > 630 - 1000                                                                                                                                                                                                                                              | 6             | 10  | 16  | 25  | 40 | 60  | 100 | 160 |
| > 1000 - 1600                                                                                                                                                                                                                                             | 8             | 12  | 20  | 30  | 50 | 80  | 120 | 200 |
| > 1600 - 2500                                                                                                                                                                                                                                             | 10            | 16  | 25  | 40  | 60 | 100 | 160 | 250 |
| <p><i>Chú thích:</i> Chiều dài danh nghĩa của phần chuẩn được lấy làm kích thước danh nghĩa. Nếu không cho trước phần chuẩn thì chiều dài danh nghĩa của bề mặt lớn hoặc đường kính lớn danh nghĩa của bề mặt mút được lấy làm kích thước danh nghĩa.</p> |               |     |     |     |    |     |     |     |

**Bảng 7. DUNG SAI ĐỘ TRỤ, ĐỘ TRÒN VÀ PROFIN MẶT CẮT DỌC**  
**TCVN 384 - 93**

| Khoảng kích thước<br>danh nghĩa (mm) | Cấp chính xác |     |     |    |    |     |     |     |
|--------------------------------------|---------------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
|                                      | 3             | 4   | 5   | 6  | 7  | 8   | 9   | 10  |
|                                      | $\mu\text{m}$ |     |     |    |    |     |     |     |
| Đến 3                                | 0,8           | 1,2 | 2   | 3  | 5  | 8   | 12  | 20  |
| Trên 3 đến 10                        | 1             | 1,6 | 2,5 | 4  | 6  | 10  | 16  | 25  |
| " 10 " 18                            | 1,2           | 2   | 3   | 5  | 8  | 12  | 20  | 30  |
| " 18 " 30                            | 1,6           | 2,5 | 4   | 6  | 10 | 16  | 25  | 40  |
| " 30 " 50                            | 2             | 3   | 5   | 8  | 12 | 20  | 30  | 50  |
| " 50 " 120                           | 2,5           | 4   | 6   | 10 | 16 | 25  | 40  | 60  |
| " 120 " 250                          | 3             | 5   | 8   | 12 | 20 | 30  | 50  | 80  |
| " 250 " 400                          | 4             | 6   | 10  | 16 | 25 | 40  | 60  | 100 |
| " 400 " 630                          | 5             | 8   | 12  | 20 | 30 | 50  | 80  | 120 |
| " 630 " 1000                         | 6             | 10  | 16  | 25 | 40 | 60  | 100 | 160 |
| " 1000 " 1600                        | 8             | 12  | 20  | 30 | 50 | 80  | 120 | 200 |
| " 1600 " 2500                        | 10            | 16  | 25  | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 |

**Chú thích:** Đường kính danh nghĩa bề mặt được lấy làm kích thước danh nghĩa

**Bảng 8. DUNG SAI ĐỘ SONG SONG, ĐỘ VUÔNG GÓC, ĐỘ NGHIÊNG,  
ĐỘ ĐẢO MẶT MÚT VÀ MẶT MÚT TOÀN PHẦN TCVN 384 - 93**

| Khoảng kích thước<br>danh nghĩa (mm) | Cấp chính xác |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                      | 3             | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|                                      | $\mu\text{m}$ |     |     |     |     |     |     |     |
| Đến 10                               | 1             | 1,6 | 2,5 | 4   | 6   | 10  | 16  | 25  |
| Trên 10 đến 16                       | 1,2           | 2   | 3   | 5   | 8   | 12  | 20  | 30  |
| > 16 – 25                            | 1,6           | 2,5 | 4   | 6   | 10  | 16  | 25  | 40  |
| > 25 – 40                            | 2             | 3   | 5   | 8   | 12  | 20  | 30  | 50  |
| > 40 – 63                            | 2,5           | 4   | 6   | 10  | 16  | 25  | 40  | 60  |
| > 63 – 100                           | 3             | 5   | 8   | 12  | 20  | 30  | 50  | 80  |
| > 100 – 160                          | 4             | 6   | 10  | 16  | 25  | 40  | 60  | 100 |
| > 160 – 250                          | 5             | 8   | 12  | 20  | 30  | 50  | 80  | 120 |
| > 250 – 400                          | 6             | 10  | 16  | 25  | 40  | 60  | 100 | 160 |
| > 400 – 630                          | 8             | 12  | 20  | 30  | 50  | 80  | 120 | 200 |
| > 630 – 1000                         | 10            | 16  | 25  | 40  | 60  | 100 | 160 | 250 |
| > 1000 – 1600                        | 12            | 20  | 30  | 50  | 80  | 120 | 200 | 300 |
| > 1600 – 2500                        | 16            | 25  | 40  | 60  | 100 | 160 | 250 | 400 |
| > 2500 – 4000                        | 20            | 30  | 50  | 80  | 120 | 200 | 300 | 500 |
| > 4000 – 6300                        | 25            | 40  | 60  | 100 | 160 | 250 | 400 | 600 |
| > 6300 – 10000                       | 30            | 50  | 80  | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 |

*Chú thích:* Chiều dài danh nghĩa của phần chuẩn hoặc chiều dài danh nghĩa của tất cả bề mặt khảo sát (đối với độ song song – là chiều dài danh nghĩa của chiều lớn) được coi là kích thước danh nghĩa.

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Khoảng kích thước<br>đánh nhĩa (mm) | Cấp chính xác |
|-------------------------------------|---------------|

**Bảng 9: DUNG SAI ĐỘ ĐẢO HƯỚNG KÍNH VÀ ĐỘ ĐẢO HƯỚNG  
KÍNH TOÀN PHẦN, DUNG SAI ĐỘ ĐỒNG TRỤC, ĐỘ ĐỐI  
XỨNG, ĐỘ GIAO TRỤC TÍNH THEO ĐƯỜNG KÍNH  
TCVN 384-93**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3             | 4  | 5  | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $\mu\text{m}$ |    |    |     |     |     |     |     |
| Đến 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2             | 3  | 5  | 8   | 12  | 20  | 30  | 50  |
| Trên 3 đến 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2.5           | 4  | 6  | 10  | 16  | 25  | 40  | 60  |
| > 10 - 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3             | 5  | 8  | 12  | 20  | 30  | 50  | 80  |
| > 18 - 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4             | 6  | 10 | 16  | 25  | 40  | 60  | 100 |
| > 30 - 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5             | 8  | 12 | 20  | 30  | 50  | 80  | 120 |
| > 50 - 120                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6             | 10 | 16 | 25  | 40  | 60  | 100 | 160 |
| > 120 - 250                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8             | 12 | 20 | 30  | 50  | 80  | 120 | 200 |
| > 250 - 400                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10            | 16 | 25 | 40  | 60  | 100 | 160 | 250 |
| > 400 - 630                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 12            | 20 | 30 | 50  | 80  | 120 | 200 | 300 |
| > 630 - 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16            | 25 | 40 | 60  | 100 | 160 | 250 | 400 |
| > 1000 - 1600                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 20            | 30 | 50 | 80  | 120 | 200 | 300 | 500 |
| > 1600 - 2500                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 25            | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 | 400 | 600 |
| <p><i>Chú thích:</i> Đối với độ đảo thì đường kính danh nghĩa của bề mặt khảo sát được lấy làm kích thước danh nghĩa. Đối với độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục thì đường kính của bề mặt quay khảo sát hoặc kích thước danh nghĩa giữa các bề mặt tạo phần tử đối xứng được lấy làm kích thước danh nghĩa.</p> |               |    |    |     |     |     |     |     |

**PHỤ LỤC 3**  
**DUNG SAI CHI TIẾT ĐIỂN HÌNH**  
**Bảng 10: KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA Ổ LĂN**

| Kiểu ổ lăn | d | D | B | r |
|------------|---|---|---|---|
|------------|---|---|---|---|

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |       |     |     |    |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-----|-----|----|-----|
| 304                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1304 |       | 20  | 52  | 15 | 2   |
| 305                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1305 |       | 25  | 62  | 17 | 2   |
| 306                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1306 |       | 30  | 72  | 19 | 2   |
| 307                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1307 | 60307 | 35  | 80  | 21 | 2,5 |
| 308                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1308 | 60308 | 40  | 90  | 23 | 2,5 |
| 309                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1309 | 60309 | 45  | 100 | 25 | 2,5 |
| 310                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1310 | 60310 | 50  | 110 | 27 | 3   |
| 311                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1311 | 60311 | 55  | 120 | 29 | 3   |
| 312                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1312 | 6312  | 60  | 130 | 31 | 3,5 |
| 313                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1313 | 6313  | 65  | 140 | 33 | 3,5 |
| 314                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1314 | 6314  | 70  | 150 | 35 | 3,5 |
| 315                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1315 | 6315  | 75  | 160 | 37 | 3,5 |
| 316                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1316 |       | 80  | 170 | 39 | 3,5 |
| 317                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1317 |       | 85  | 180 | 41 | 4   |
| 318                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1318 |       | 90  | 190 | 43 | 4   |
| 319                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1319 |       | 95  | 200 | 45 | 4   |
| 320                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1320 |       | 100 | 215 | 47 | 4   |
| <p>Chú thích: Các kích thước d, D, B r của ổ lăn kiểu 36000, 46000, 80000, 66000, 42000, 32000, 12000, 2000, 116000, 176000, 92000, 1020000 cũng tra theo bảng này theo ba số sau cùng tương ứng.</p> <p>ví dụ ổ lăn 92311 có d = 55mm, D = 120mm, B = 29mm, r = 3mm.</p> |      |       |     |     |    |     |

**Bảng 11: KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA THEN HOA RĂNG CHỮ NHẬT**

| Z x dx D | b | d <sub>1</sub> | a | f          |          | r không<br>lớn hơn |
|----------|---|----------------|---|------------|----------|--------------------|
|          |   | Không nhỏ hơn  |   | Kích thước | Sai lệch |                    |

|              |      |      |      | danh nghĩa | giới hạn |     |
|--------------|------|------|------|------------|----------|-----|
| Loại trung   |      |      |      |            |          |     |
| 6 x 13 x 16  | 3,5  | 12,0 | -    | 0,3        | 0,2      | 0,2 |
| 6 x 16 x 20  | 4,0  | 14,5 | -    | 0,3        | 0,2      | 0,2 |
| 6 x 18 x 22  | 5,0  | 16,7 | -    | 0,3        | 0,2      | 0,2 |
| 6 x 21 x 25  | 5,0  | 19,5 | -    | 0,3        | 0,2      | 0,2 |
| 6 x 23 x 28  | 6,0  | 21,3 | 1,85 | 0,3        | 0,2      | 0,2 |
| 6 x 26 x 32  | 6,0  | 23,4 | 1,34 | 0,4        | 0,2      | 0,3 |
| 6 x 28 x 34  | 7,0  | 25,9 | 1,65 | 0,4        | 0,2      | 0,3 |
| 8 x 32 x 38  | 6,0  | 29,4 | 1,70 | 0,4        | 0,2      | 0,3 |
| 8 x 36 x 42  | 7,0  | 33,5 | -    | 0,4        | 0,2      | 0,3 |
| 8 x 42 x 48  | 8,0  | 39,5 | 1,62 | 0,4        | 0,2      | 0,3 |
| 8 x 46 x 54  | 9,0  | 42,7 | 2,57 | 0,5        | 0,3      | 0,5 |
| 8 x 52 x 60  | 10,0 | 48,7 | -    | 0,5        | 0,3      | 0,5 |
| 8 x 56 x 65  | 10,0 | 52,2 | 2,44 | 0,5        | 0,3      | 0,5 |
| 8 x 62 x 72  | 12,0 | 57,8 | 2,50 | 0,5        | 0,3      | 0,5 |
| 10 x 72 x 82 | 12,0 | 67,4 | 2,4  | 0,5        | 0,3      | 0,5 |
| 10 x 82 x 92 | 12,0 | 77,1 |      | 0,5        | 0,3      | 0,5 |

**Bảng 12: LẮP GHÉP THEO ĐƯỜNG KÍNH ĐỊNH TÂM d**

| Miền dung sai của lỗ | Sai lệch cơ bản của trục                     |                 |                 |                               |                                 |                 |
|----------------------|----------------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|
|                      | e                                            | F               | g               | h                             | js                              | n               |
| H6                   |                                              |                 |                 |                               |                                 |                 |
| H7                   | $\frac{H7}{e8}$                              | $\frac{H7}{f7}$ | $\frac{H7}{g6}$ | $\frac{H7}{h6} \frac{H7}{h7}$ | $\frac{H7}{js6} \frac{H7}{js7}$ | $\frac{H7}{n6}$ |
| H8                   | $\frac{H8}{e8} \left[ \frac{H8}{e9} \right]$ |                 |                 |                               |                                 |                 |

**Bảng 13: LẮP GHÉP THEO CHIỀU RỘNG b (khi định tâm theo d)**

| Miền dung sai của lỗ | Sai lệch cơ bản |   |   |   |   |    |   |
|----------------------|-----------------|---|---|---|---|----|---|
|                      | d               | e | f | g | h | js | k |

|                   |                      |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                                |                     |                  |
|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|
| F8                | $\frac{F8}{d8}$      |                  | $\frac{F8}{f7}$  | $\frac{F8}{f8}$  |                  | $\frac{F8}{h7}$  | $\frac{F8}{h8}$  | $\frac{F8}{h9}$                | $\frac{F8}{j_s 7}$  |                  |
| H8                |                      |                  |                  |                  |                  | $\frac{H8}{h7}$  | $\frac{H8}{h8}$  | $\left[ \frac{H8}{h9} \right]$ | $\frac{H8}{j_s 7}$  |                  |
| D9                | $\frac{D9}{d9}$      | $\frac{D9}{d9}$  | $\frac{D9}{f8}$  | $\frac{D9}{f9}$  |                  | $\frac{D9}{h8}$  | $\frac{D9}{h9}$  |                                | $\frac{D9}{j_s 7}$  | $\frac{D9}{k7}$  |
| D10               | $\frac{D10}{d9}$     |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                                |                     |                  |
| F10               | $\frac{F10}{d9}$     | $\frac{F10}{e8}$ | $\frac{F10}{f7}$ | $\frac{F10}{f8}$ | $\frac{F10}{f9}$ | $\frac{F10}{h7}$ | $\frac{F10}{h8}$ | $\frac{F10}{h9}$               | $\frac{F10}{j_s 7}$ | $\frac{F10}{k7}$ |
| J <sub>s</sub> 10 | $\frac{J_s 10}{d10}$ |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                                |                     |                  |

**Bảng 14: LẮP GHÉP THEO ĐƯỜNG KÍNH ĐỊNH TÂM D**

| Miền dung sai của lỗ | Sai lệch cơ bản của trục |                 |                 |                 |                    |                 |
|----------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                      | e                        | f               | g               | h               | j <sub>s</sub>     | n               |
| H7                   |                          | $\frac{H7}{f7}$ | $\frac{H7}{g6}$ | $\frac{H7}{h6}$ | $\frac{H7}{j_s 6}$ | $\frac{H7}{n6}$ |
| H8                   |                          |                 |                 | $\frac{H8}{h7}$ |                    |                 |

**Bảng 15: LẮP GHÉP THEO CHIỀU RỘNG b ( khi định tâm theo D)**

| Miền dung sai của lỗ | Sai lệch cơ bản của trục       |                  |                               |   |                               |                    |
|----------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|--------------------|
|                      | d                              | e                | f                             | g | h                             | j <sub>s</sub>     |
| F8                   | $\left[ \frac{F8}{d9} \right]$ | $\frac{F8}{e8}$  | $\frac{F8}{f7} \frac{F8}{f8}$ |   | $\frac{F8}{h7} \frac{F8}{h8}$ | $\frac{F8}{j_s 7}$ |
| F9                   | $\frac{D9}{d9}$                | $\frac{D9}{e8}$  | $\frac{D9}{f7}$               |   | $\frac{D9}{h8}$               | $\frac{D9}{j_s 7}$ |
| F10                  |                                | $\frac{F10}{e9}$ | $\frac{F10}{f7}$              |   | $\frac{F10}{h9}$              |                    |
| J <sub>s</sub> 10    | $\frac{J_s 10}{d10}$           |                  |                               |   |                               |                    |

**Bảng 16: TRỊ SỐ DUNG SAI GÓC, TCVN 260 – 86**

| Khoảng chiều dài L, | Cấp chính xác |   |
|---------------------|---------------|---|
|                     | 7             | 8 |

| L <sub>1</sub> , mm | AT <sub>α</sub> |       | AT' <sub>α</sub> | AT <sub>h</sub> | AT <sub>D</sub> | AT <sub>α</sub> |       | AT' <sub>α</sub> | AT <sub>h</sub> | AT <sub>D</sub> |
|---------------------|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----------------|
|                     | μ-rad           | ph-gi | ph-gi            | μm              |                 | μ-rad           | ph-gi | ph-gi            | μm              |                 |
| Đến 10              | 800             | 2'45" | 2'45"            | ...8,0          |                 | 1250            | 4'18" | 4'               | ...1,25         |                 |
| >10 ÷ 16            | 630             | 2'10" | 2'0"             | 6,3...10,0      |                 | 1000            | 3'26" | 3'               | 10,0...16,0     |                 |
| >16 ÷ 25            | 500             | 1'43" | 1'40"            | 8,0...12,5      |                 | 800             | 2'49" | 2'30"            | 12,5...20,0     |                 |
| >25 ÷ 40            | 400             | 1'22" | 1'20"            | 10,0...16,0     |                 | 630             | 2'10" | 2'0"             | 16,0...25,0     |                 |
| >40 ÷ 63            | 315             | 1'05" | 1'               | 12,5...20,0     |                 | 500             | 1'43" | 1'40"            | 20,0...32,0     |                 |
| >63 ÷ 100           | 250             | 52"   | 50"              | 16,0...25,0     |                 | 400             | 1'22" | 1'20"            | 25,0...40,0     |                 |
| >100 ÷ 160          | 200             | 41"   | 40"              | 20,0...32,0     |                 | 315             | 1'05" | 1'               | 32...50         |                 |
| >160 ÷ 250          | 160             | 33"   | 32"              | 25,0...40,0     |                 | 250             | 52"   | 50"              | 40...63         |                 |
| >250 ÷ 400          | 125             | 26"   | 26"              | 32...50         |                 | 200             | 41"   | 40"              | 50...80         |                 |
| >400 ÷ 630          | 100             | 21"   | 20"              | 40...63         |                 | 160             | 33"   | 32"              | 63...100        |                 |
| >630 ÷ 1000         | 80              | 16"   | 16"              | 50...80         |                 | 125             | 26"   | 26"              | 80...125        |                 |
| >1000 ÷ 1600        | 63              | 13"   | 12"              | 63...100        |                 | 100             | 21"   | 20"              | 100...160       |                 |
| >1600 ÷ 2500        | 50              | 10"   | 10"              | 80...125        |                 | 80              | 16"   | 16"              | 125...200       |                 |

| Khoảng<br>chiều dài L,<br>L <sub>1</sub> , mm | Cấp chính xác   |        |                  |                 |                 |                 |        |                  |                 |                 |
|-----------------------------------------------|-----------------|--------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|------------------|-----------------|-----------------|
|                                               | 9               |        |                  |                 | 10              |                 |        |                  |                 |                 |
|                                               | AT <sub>α</sub> |        | AT' <sub>α</sub> | AT <sub>h</sub> | AT <sub>D</sub> | AT <sub>α</sub> |        | AT' <sub>α</sub> | AT <sub>h</sub> | AT <sub>D</sub> |
|                                               | μ -rad          | ph -gi | ph - gi          | μm              |                 | μ -rad          | ph -gi | ph - gi          | μm              |                 |
| Đến 10                                        | 2000            | 6'52"  | 6'               | ...20           |                 | 3150            | 10'49" | 10'              | ...32           |                 |
| >10 ÷16                                       | 1600            | 5'30"  | 5'               | 16...25         |                 | 2500            | 8'35"  | 8'               | 25...40         |                 |
| >16÷25                                        | 1250            | 4'18"  | 4'               | 20...32         |                 | 2000            | 6'52"  | 6'               | 32...50         |                 |
| >25÷40                                        | 1000            | 3'26"  | 3'               | 25...40         |                 | 1600            | 5'30"  | 5'               | 40...63         |                 |
| >40 ÷63                                       | 800             | 2'45"  | 2'30"            | 32...50         |                 | 1250            | 4'18"  | 4'               | 50...80         |                 |
| >63÷100                                       | 630             | 2'10"  | 2'               | 40...63         |                 | 1000            | 3'26"  | 3'               | 63...100        |                 |
| >100÷160                                      | 500             | 1'43"  | 1'40"            | 50...80         |                 | 800             | 2'45"  | 2'30"            | 80...125        |                 |
| >160 ÷250                                     | 400             | 1'22"  | 1'20"            | 63...100        |                 | 630             | 2'10"  | 2'               | 100...160       |                 |
| >250÷400                                      | 315             | 1'05"  | 1'               | 80...125        |                 | 500             | 1'43"  | 1'40"            | 125...200       |                 |
| >400÷630                                      | 250             | 52"    | 50"              | 100...160       |                 | 400             | 1'22"  | 1'20"            | 160...250       |                 |
| >630 ÷1000                                    | 200             | 41"    | 40"              | 125...200       |                 | 315             | 1'05"  | 1'               | 200...320       |                 |
| >1000÷1600                                    | 160             | 33"    | 32"              | 160...250       |                 | 250             | 52"    | 50"              | 250...400       |                 |
| >1600÷2500                                    | 125             | 26"    | 25"              | 200...320       |                 | 200             | 41"    | 40"              | 320...500       |                 |

| Khoảng<br>chiều dài L,<br>L <sub>1</sub> , mm | Cấp chính xác |        |                |           |        |               |        |                |            |        |
|-----------------------------------------------|---------------|--------|----------------|-----------|--------|---------------|--------|----------------|------------|--------|
|                                               | 11            |        |                |           | 12     |               |        |                |            |        |
|                                               | $AT_{\alpha}$ |        | $AT'_{\alpha}$ | $AT_h$    | $AT_D$ | $AT_{\alpha}$ |        | $AT'_{\alpha}$ | $AT_h$     | $AT_D$ |
|                                               | $\mu$ -rad    | ph -gi | ph - gi        | $\mu m$   |        | $\mu$ -rad    | ph -gi | ph - gi        | $\mu m$    |        |
| Đến 10                                        | 5000          | 17'10" | 16'            | ...50     |        | 8000          | 27'28" | 26'            | ...80      |        |
| >10 ÷16                                       | 4000          | 13'44" | 12'            | 40...63   |        | 6300          | 21'38" | 20'            | 63...100   |        |
| >16÷25                                        | 3150          | 10'49" | 10'            | 50...80   |        | 5000          | 17'10" | 16'            | 80...125   |        |
| >25÷40                                        | 2500          | 8'53"  | 8'             | 63...100  |        | 4000          | 13'44" | 12'            | 100...160  |        |
| >40 ÷63                                       | 2000          | 6'25"  | 6'             | 80...125  |        | 3150          | 10'49" | 10'            | 125...200  |        |
| >63÷100                                       | 1600          | 5'30"  | 5'             | 100...160 |        | 2500          | 8'53"  | 8'             | 160...250  |        |
| >100÷160                                      | 1250          | 4'18"  | 4'             | 125...200 |        | 2000          | 6'25"  | 6'             | 200...320  |        |
| >160 ÷250                                     | 1000          | 3'26"  | 3'             | 160...250 |        | 1600          | 5'30"  | 5'             | 250...400  |        |
| >250÷400                                      | 800           | 2'45"  | 2'30"          | 200...320 |        | 1250          | 4'18"  | 4'             | 320...500  |        |
| >400÷630                                      | 630           | 2'10"  | 2'             | 250...400 |        | 1000          | 3'26"  | 3'             | 400...630  |        |
| >630 ÷1000                                    | 500           | 1'43"  | 1'40"          | 320...500 |        | 800           | 2'45"  | 2'30"          | 500...800  |        |
| >1000÷1600                                    | 400           | 1'22"  | 1'20"          | 400...630 |        | 630           | 2'10"  | 2'             | 630...1000 |        |
| >1600÷2500                                    | 325           | 1'05"  | 1'             | 500...800 |        | 500           | 1'43"  | 1'40"          | 800...1250 |        |

**Bảng 17: ĐƯỜNG KÍNH TRUNG BÌNH VÀ TRONG  
CỦA REN HỆ MÉT - mm TCVN 2248 -77**

| Bước ren p                                                                                                                | Đường kính ren<br>( bu lông và đai ốc) |                                  | Bước ren p | Đường kính ren<br>( bu lông và đai ốc) |                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|------------|----------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                                                           | Đường kính trung bình $d_2, D_2$       | Đường kính trung bình $d_1, D_1$ |            | Đường kính trung bình $d_1, D_1$       | Đường kính trung bình $d_2, D_2$ |
| 0,075                                                                                                                     | d-1+0,951                              | d-1+0,919                        | 0,7        | d-1+0,546                              | d-1+0,242                        |
| 0,08                                                                                                                      | d-1+0,948                              | d-1+0,913                        | 0,75       | d-1+0,513                              | d-1+0,118                        |
| 0,09                                                                                                                      | d-1+0,942                              | d-1+0,903                        | 0,8        | d-1+0,480                              | d-1+0,134                        |
| 0,1                                                                                                                       | d-1+0,935                              | d-1+0,892                        | 1          | d-1+0,350                              | d-2+0,918                        |
| 0,125                                                                                                                     | d-1+0,919                              | d-1+0,865                        | 1,25       | d-1+0,188                              | d-2+0,647                        |
| 0,15                                                                                                                      | d-1+0,903                              | d-1+0,838                        | 1,5        | d-1+0,026                              | d-2+0,376                        |
| 0,175                                                                                                                     | d-1+0,886                              | d-1+0,811                        | 1,75       | d-2+0,863                              | d-2+0,106                        |
| 0,2                                                                                                                       | d-1+0,870                              | d-1+0,783                        | 2          | d-2+0,701                              | d-3+0,835                        |
| 0,225                                                                                                                     | d-1+0,854                              | d-1+0,756                        | 2,5        | d-2+0,376                              | d-3+0,294                        |
| 0,25                                                                                                                      | d-1+0,838                              | d-1+0,730                        | 3          | d-2+0,051                              | d-4+0,752                        |
| 0,3                                                                                                                       | d-1+0,805                              | d-1+0,675                        | 3,5        | d-3+0,727                              | d-4+0,211                        |
| 0,35                                                                                                                      | d-1+0,773                              | d-1+0,621                        | 4          | d-3+0,402                              | d-5+0,670                        |
| 0,4                                                                                                                       | d-1+0,740                              | d-1+0,567                        | 4,5        | d-3+0,077                              | d-5+0,129                        |
| 0,45                                                                                                                      | d-1+0,708                              | d-1+0,513                        | 5          | d-4+0,752                              | d-6+0,587                        |
| 0,5                                                                                                                       | d-1+0,675                              | d-1+0,459                        | 5,5        | d-4+0,428                              | d-6+0,046                        |
| 0,6                                                                                                                       | d-1+0,610                              | d-1+0,350                        | 6          | d-4+0,103                              | d-7+0,505                        |
| Ví dụ: Đối với ren M16 bước P =2mm thì $d(D) = 16\text{mm}$ , $d_2(D_2)= 14,701\text{mm}$ , $d_1(D_1) =13,835\text{mm}$ . |                                        |                                  |            |                                        |                                  |

**Bảng 18: SAI LỆCH GIỚI HẠN KÍCH THƯỚC REN TRONG  
TCVN 1917 - 93**

| Đường kính danh nghĩa của ren d, mm | Bước ren p mm | Miền dung sai ren ngoài |                |    |                |    |    |                |    |                |    |
|-------------------------------------|---------------|-------------------------|----------------|----|----------------|----|----|----------------|----|----------------|----|
|                                     |               | 6H                      |                |    |                |    | 7H |                |    |                |    |
|                                     |               | Đường kính ren, mm      |                |    |                |    |    |                |    |                |    |
|                                     |               | D                       | D <sub>2</sub> |    | D <sub>1</sub> |    | D  | D <sub>2</sub> |    | D <sub>1</sub> |    |
|                                     |               | Sai lệch giới hạn, μm   |                |    |                |    |    |                |    |                |    |
|                                     |               | EI                      | ES             | EI | ES             | EI | EI | ES             | EI | ES             | EI |
| Trên 2,8 đến 5,6                    | 0,25          | 0                       | +75            | 0  | +71            | 0  | -  | -              | -  | -              | -  |
|                                     | 0,35          | 0                       | +90            | 0  | +100           | 0  | -  | -              | -  | -              | -  |
|                                     | 0,5           | 0                       | +100           | 0  | +140           | 0  | 0  | +125           | 0  | +180           | 0  |
|                                     | 0,6           | 0                       | +112           | 0  | +160           | 0  | 0  | +140           | 0  | +200           | 0  |
|                                     | 0,7           | 0                       | +116           | 0  | +180           | 0  | 0  | +150           | 0  | +224           | 0  |
|                                     | 0,75          | 0                       | +118           | 0  | +190           | 0  | 0  | +150           | 0  | +238           | 0  |
|                                     | 0,8           | 0                       | +125           | 0  | +200           | 0  | 0  | +160           | 0  | +250           | 0  |

|                       |      |   |      |   |      |   |   |      |   |       |   |
|-----------------------|------|---|------|---|------|---|---|------|---|-------|---|
| Trên 5,6<br>đến 11,2  | 0,25 | 0 | +85  | 0 | +71  | 0 | - | -    | - | -     | - |
|                       | 0,35 | 0 | +95  | 0 | +100 | 0 | - | -    | - | -     | - |
|                       | 0,5  | 0 | +112 | 0 | +140 | 0 | 0 | +140 | 0 | +180  | 0 |
|                       | 0,75 | 0 | +132 | 0 | +190 | 0 | 0 | +170 | 0 | +236  | 0 |
|                       | 1    | 0 | +156 | 0 | +236 | 0 | 0 | +190 | 0 | +300  | 0 |
|                       | 1,25 | 0 | +160 | 0 | +265 | 0 | 0 | +200 | 0 | +335  | 0 |
|                       | 1,5  | 0 | +180 | 0 | +300 | 0 | 0 | +224 | 0 | +375  | 0 |
| Trên 11,2<br>đến 22,4 | 0,35 | 0 | +100 | 0 | +100 | 0 | - | -    | 0 | -     | - |
|                       | 0,5  | 0 | +118 | 0 | 110  | 0 | 0 | +150 | 0 | +180  | 0 |
|                       | 0,75 | 0 | +140 | 0 | +190 | 0 | 0 | +180 | 0 | +236  | 0 |
|                       | 1    | 0 | +160 | 0 | +236 | 0 | 0 | +200 | 0 | +300  | 0 |
|                       | 1,25 | 0 | +180 | 0 | +265 | 0 | 0 | +224 | 0 | +335  | 0 |
|                       | 1,5  | 0 | +190 | 0 | +300 | 0 | 0 | +236 | 0 | +357  | 0 |
|                       | 1,75 | 0 | +200 | 0 | +335 | 0 | 0 | +250 | 0 | +420  | 0 |
|                       | 2    | 0 | +212 | 0 | +357 | 0 | 0 | +265 | 0 | +475  | 0 |
|                       | 2,5  | 0 | +224 | 0 | +450 | 0 | 0 | +280 | 0 | +560  | 0 |
| Trên 22,4<br>đến 45   | 0,5  | 0 | +125 | 0 | +140 | 0 | - | -    | 0 | -     | 0 |
|                       | 0,75 | 0 | +150 | 0 | +190 | 0 | 0 | +190 | 0 | +239  | 0 |
|                       | 1    | 0 | +170 | 0 | +238 | 0 | 0 | +212 | 0 | +300  | 0 |
|                       | 1,5  | 0 | +200 | 0 | +300 | 0 | 0 | +250 | 0 | +375  | 0 |
|                       | 2    | 0 | +224 | 0 | +375 | 0 | 0 | +280 | 0 | +475  | 0 |
|                       | 3    | 0 | +265 | 0 | +500 | 0 | 0 | +335 | 0 | +630  | 0 |
|                       | 3,5  | 0 | +280 | 0 | +560 | 0 | 0 | +355 | 0 | +710  | 0 |
|                       | 4    | 0 | +300 | 0 | +400 | 0 | 0 | +375 | 0 | +750  | 0 |
|                       | 4,5  | 0 | +345 | 0 | +670 | 0 | 0 | +400 | 0 | +850  | 0 |
| Trên 45<br>đến 90     | 0,5  | 0 | +132 | 0 | +140 | 0 | - | -    | - | -     | - |
|                       | 0,75 | 0 | +160 | 0 | +190 | 0 | - | -    | - | -     | - |
|                       | 1    | 0 | +190 | 0 | +236 | 0 | 0 | +236 | 0 | +300  | 0 |
|                       | 1,5  | 0 | +212 | 0 | +300 | 0 | 0 | +265 | 0 | +375  | 0 |
|                       | 2    | 0 | +236 | 0 | +375 | 0 | 0 | +300 | 0 | +475  | 0 |
|                       | 3    | 0 | +280 | 0 | +500 | 0 | 0 | +355 | 0 | +630  | 0 |
|                       | 4    | 0 | +315 | 0 | +600 | 0 | 0 | +400 | 0 | +730  | 0 |
|                       | 5    | 0 | +335 | 0 | +710 | 0 | 0 | +425 | 0 | +900  | 0 |
|                       | 5,5  | 0 | +355 | 0 | +758 | 0 | 0 | +450 | 0 | +950  | 0 |
|                       | 6    | 0 | +375 | 0 | +800 | 0 | 0 | +475 | 0 | +1000 | 0 |

**Bảng 19: SAI LỆCH GIỚI HẠN KÍCH THƯỚC REN NGOÀI**

**TCVN 1917 - 93**

| Đường<br>kính<br><br>danh<br>nghĩa<br>của ren<br><br>d, mm | Bước<br>ren p<br>mm | Miền dung sai ren ngoài |                |     |                |     |                |      |                |      |     |
|------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------|-----|----------------|-----|----------------|------|----------------|------|-----|
|                                                            |                     | 6e                      |                |     |                |     | 6g             |      |                |      |     |
|                                                            |                     | Đường kính ren, mm      |                |     |                |     |                |      |                |      |     |
|                                                            |                     | d                       | d <sub>2</sub> |     | d <sub>1</sub> | d   | d <sub>2</sub> |      | d <sub>1</sub> |      |     |
|                                                            |                     | Sai lệch giới hạn, µm   |                |     |                |     |                |      |                |      |     |
|                                                            |                     | es                      | ei             | Es  | ei             | es  | es             | ei   | es             | ei   | es  |
| Trên<br>2,8<br><br>đến<br>5,6                              | 0,25                | -                       | -              | -   | -              | -   | -18            | -85  | -18            | -74  | -18 |
|                                                            | 0,35                | -                       | -              | -   | -              | -   | -19            | -104 | -19            | -86  | -19 |
|                                                            | 0,5                 | -50                     | -156           | -50 | -125           | -50 | -20            | -126 | -20            | -95  | -20 |
|                                                            | 0,6                 | -53                     | -178           | -53 | -138           | -53 | -21            | -146 | -21            | -102 | -21 |
|                                                            | 0,7                 | -56                     | -196           | -56 | -146           | -56 | -22            | -162 | -22            | -112 | -22 |
|                                                            | 0,75                | -56                     | -196           | -56 | -146-          | -56 | -22            | -162 | -22            | -112 | -22 |
|                                                            | 0,8                 | -60                     | -210           | -60 | 155            | -60 | -24            | -174 | -24            | -119 | -24 |
| Trên<br>5,6<br><br>đến<br>11,2                             | 0,25                | -                       | -              | -   | -              | -   | -18            | -85  | -18            | -81  | -18 |
|                                                            | 0,35                | -                       | -              | -   | -              | -   | -19            | -101 | -19            | -90  | -19 |
|                                                            | 0,5                 | -50                     | -156           | -50 | -135           | -50 | -20            | -126 | -20            | -105 | -20 |
|                                                            | 0,75                | -56                     | -196           | -56 | -156           | -56 | -22            | -162 | -22            | -122 | -22 |
|                                                            | 1                   | -60                     | -210           | -60 | -172           | -60 | -26            | -206 | -26            | -138 | -26 |
|                                                            | 1,25                | -63                     | -275           | -63 | -181           | -63 | -28            | -240 | -28            | -146 | -28 |
|                                                            | 1,5                 | -67                     | -303           | -67 | -199           | -67 | -32            | -268 | -32            | -164 | -32 |
| Trên<br>11,2<br><br>đến<br>22,4                            | 0,35                | -                       | -              | -   | -              | -   | -19            | -104 | -19            | -91  | -19 |
|                                                            | 0,5                 | -50                     | -156           | -50 | -140           | -50 | -20            | -126 | -20            | -110 | -20 |
|                                                            | 0,75                | -56                     | -196           | -56 | -162           | -56 | -22            | -162 | -22            | -128 | -22 |
|                                                            | 1                   | -60                     | -240           | -60 | -178           | -60 | -26            | -206 | -26            | -144 | -26 |
|                                                            | 1,25                | -63                     | -275           | -63 | -195           | -63 | -28            | -240 | -28            | -160 | -28 |
|                                                            | 1,5                 | -67                     | -303           | -67 | -207           | -67 | -32            | -268 | -32            | -172 | -32 |
|                                                            | 1,75                | -71                     | -336           | -71 | -221           | -71 | -34            | -290 | -34            | -184 | -34 |
|                                                            | 2                   | -71                     | -351           | -71 | -231           | -71 | -38            | -318 | -38            | -198 | -38 |
|                                                            | 2,5                 | -80                     | -415           | -80 | -250           | -80 | -42            | -377 | -42            | -212 | -42 |
| Trên<br>22,4<br><br>đến 45                                 | .0,5                | -50                     | -156           | -50 | -145           | -50 | -20            | -126 | -20            | -115 | -20 |
|                                                            | 0,75                | -56                     | -196           | -56 | -168           | -56 | -22            | -162 | -22            | -134 | -22 |
|                                                            | 1                   | -60                     | -240           | -60 | -185           | -60 | -26            | -206 | -26            | -151 | -26 |
|                                                            | 1,5                 | -67                     | -303           | -67 | -217           | -67 | -32            | -268 | -32            | -182 | -32 |
|                                                            | 2                   | -71                     | -351           | -71 | -214           | -71 | -38            | -318 | -38            | -208 | -38 |
|                                                            | 3                   | -85                     | -460           | -85 | -285           | -85 | -48            | -423 | -48            | -248 | -48 |

|                      |      |      |      |      |      |      |     |      |     |      |     |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|
|                      | 3,5  | -90  | -515 | -90  | -302 | -90  | -53 | -478 | -53 | -265 | -53 |
|                      | 4    | -95  | -570 | -95  | -319 | -95  | -60 | -535 | -60 | -284 | -60 |
|                      | 4,5  | -100 | -600 | -100 | -336 | -100 | -63 | -563 | -63 | -299 | -63 |
| Trên<br>45<br>đến 90 | 0,5  | -50  | -156 | -50  | -150 | -50  | -20 | -126 | -20 | -120 | -20 |
|                      | 0,75 | -56  | -196 | -56  | -174 | -56  | -22 | -162 | -22 | -140 | -22 |
|                      | 1    | -60  | -240 | -60  | -200 | -60  | -26 | -206 | -26 | -166 | -26 |
|                      | 1,5  | -67  | -303 | -67  | -227 | -67  | -32 | -268 | -32 | -192 | -32 |
|                      | 2    | -71  | -351 | -71  | -251 | -71  | -38 | -318 | -38 | -218 | -38 |
|                      | 3    | -85  | -460 | -85  | -297 | -85  | -48 | -423 | -48 | -260 | -48 |
|                      | 4    | -95  | -570 | -95  | -331 | -95  | -60 | -535 | -60 | -296 | -60 |
|                      | 5    | -106 | -636 | -106 | -356 | -106 | -71 | -601 | -71 | -321 | -71 |
|                      | 5,5  | -112 | -672 | -112 | -377 | -112 | -75 | -635 | -75 | -340 | -75 |
|                      | 6    | -118 | -718 | -118 | -398 | -118 | -80 | -680 | -80 | -360 | -80 |

# TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

## CHƯƠNG 1

### CÂU HỎI

1. Thế nào là tính lắp lẫn? Ý nghĩa của nó đối với sản xuất và sử dụng.
  - Khái niệm về tính lắp lẫn
  - Ý nghĩa tính lắp lẫn đối với sản xuất
  - Ý nghĩa tính lắp lẫn đối với sử dụng
2. Phân biệt kích thước danh nghĩa, kích thước thực, kích thước giới hạn.
  - Kích thước danh nghĩa
  - Kích thước thực
  - Kích thước giới hạn
3. Tại sao phải qui định kích thước giới hạn của chi tiết. Điều kiện để đánh giá kích thước chi tiết chế tạo ra đạt yêu cầu hay không đạt yêu cầu ?
  - Qui định kích thước giới hạn
  - Điều kiện để đánh giá ....(so sánh phạm vi giữa kích thước thực và kích thước giới hạn )
4. Dung sai là gì? Viết công thức tính dung sai kích thước chi tiết, dung sai lắp ghép.
  - Khái niệm dung sai
  - Công thức tính dung sai kích thước: lỗ, trục, lắp ghép.
5. Thế nào là sai lệch giới hạn, cách kí hiệu và công thức tính?
  - Khái niệm về sai lệch
  - Kí hiệu và công thức tính sai lệch
6. Nêu đặc điểm và công thức tính cho các nhóm lắp ghép?
  - Nhóm lắp ghép lỏng
    - + Đặc điểm
    - + Công thức tính
  - Nhóm lắp ghép chặt
    - + Đặc điểm
    - + Công thức tính
  - Lắp ghép trung gian
    - + Đặc điểm
    - + Công thức tính

7. Thế nào là hệ lỗ cơ bản. Hệ thống lỗ cơ bản có đặc điểm gì?

- Khái niệm hệ lỗ cơ bản
- Đặc điểm của hệ lỗ cơ bản

8. Thế nào là hệ trục cơ bản. Hệ thống trục cơ bản có đặc điểm gì?

- Khái niệm hệ trục cơ bản
- Đặc điểm của hệ trục cơ bản

9. Biểu diễn sơ đồ lắp ghép có lợi gì? Trình bày cách biểu diễn sơ đồ lắp ghép cho ví dụ minh họa.

- Ưu điểm của sơ đồ lắp ghép
- Quy ước vẽ biểu đồ
- Ví dụ

### BÀI TẬP

1. Chi tiết trục có kích thước danh nghĩa là 35 mm, kích thước giới hạn lớn nhất là 35,04 mm, kích thước giới hạn nhỏ nhất là 34,98 mm.

a) Tính các sai lệch giới hạn và dung sai của chi tiết trục.

$$es = +0,04 \text{ mm}; ei = -0,02 \text{ mm}; T_d = 0,06 \text{ mm}$$

b) Cách ghi kích thước chi tiết trục trên bản vẽ

Từ kích thước danh nghĩa và trị số sai lệch đã tính ghi kích thước trục

c) Chi tiết trục gia công xong đo được 35,01 mm có dùng được không? Tại sao.

+ Dùng được

+ Giải thích (dựa vào kích thước giới hạn và kích thước thực sau khi gia công để giải thích).

2. Chi tiết lỗ có kích thước trên bản vẽ là  $\Phi 70_{-0,02}^{+0,03}$

a) Tính kích thước giới hạn và dung sai chi tiết?

$$D_{\max} = 70,03 \text{ mm}, D_{\min} = 69,98 \text{ mm}; T_D = 0,05 \text{ mm}$$

b) Lỗ gia công xong đo được  $\phi 70,04 \text{ mm}$  có dùng được không? Tại sao?

- Không dùng được

- Giải thích (dựa vào kích thước giới hạn và kích thước sau khi gia công để giải thích).

3. Tính kích thước giới hạn và dung sai kích thước chi tiết trong các trường hợp:

a)  $\Phi 80_0^{+0,07}$

c)  $\Phi 160_{+0,040}^{+0,140}$

e)  $\Phi 90_{-0,37}^{-0,17}$

b)  $\Phi 100_{+0,02}^{+0,05}$

d)  $\Phi 72_{-0,125}^0$

f)  $\Phi 120_{+0,025}^{+0,105}$

- a)  $D_{\max} = 80,07 \text{ mm}$ ;  $D_{\min} = 80 \text{ mm}$ ,  $T_D = 0,07 \text{ mm}$
- b)  $D_{\max} = 100,05 \text{ mm}$ ;  $D_{\min} = 100,02 \text{ mm}$ ;  $T_D = 0,03 \text{ mm}$
- c)  $D_{\max} = 160,14 \text{ mm}$ ;  $D_{\min} = 160,04 \text{ mm}$ ,  $T_D = 0,1 \text{ mm}$
- d)  $d_{\max} = 72 \text{ mm}$ ;  $d_{\min} = 71,875 \text{ mm}$ ,  $T_d = 0,125 \text{ mm}$ .
- e)  $d_{\max} = 89,83 \text{ mm}$ ;  $d_{\min} = 89,63 \text{ mm}$ ,  $T_d = 0,02 \text{ mm}$
- f)  $D_{\max} = 120,105 \text{ mm}$ ;  $D_{\min} = 120,025 \text{ mm}$ ;  $T_D = 0,80 \text{ mm}$

4. Cho một lắp ghép trong đó kích thước lỗ là  $\phi 80^{+0,03}$ , kích thước trục là  $\phi 80^{+0,09}_{+0,06}$

a) Tính kích thước giới hạn và dung sai của lỗ và trục.

- $D_{\max} = 80,03 \text{ mm}$ ;  $D_{\min} = 80 \text{ mm}$ ,  $T_D = 0,03 \text{ mm}$
- $d_{\max} = 80,09 \text{ mm}$ ;  $d_{\min} = 80,06 \text{ mm}$ ,  $T_d = 0,03 \text{ mm}$ .

b) Độ hở hoặc độ dôi giới hạn, trung bình và dung sai lắp ghép.

$$N_{\max} = 0,09 \text{ mm}; N_{\min} = 0,03 \text{ mm}; N_{TB} = 0,06 \text{ mm}; T_N = 0,06 \text{ mm}.$$

5. Cho một lắp ghép theo hệ thống lỗ cơ bản, đường kính danh nghĩa là 75mm. Dung sai trục là 0,04mm; dung sai của lỗ là 30μm. Độ hở nhỏ nhất là 0,01mm.

a) Tính kích thước giới hạn của lỗ và trục.

- $d_{\max} = 74,99 \text{ mm}$ ;  $d_{\min} = 74,95 \text{ mm}$
- $D_{\max} = 75,03 \text{ mm}$ ;  $D_{\min} = 75 \text{ mm}$

b) Tính độ hở hoặc độ dôi giới hạn, trung bình và dung sai lắp ghép.

- $S_{\max} = 0,08 \text{ mm}$ ;  $S_{\min} = 0,01 \text{ mm}$ ;  $S_{TB} = 0,045 \text{ mm}$ ;
- $T_S = 0,07 \text{ mm}$ .

c) Trục gia công xong đo được 74,96 mm có dùng được không? Tại sao?

- Dùng được
- Giải thích (dựa vào kích thước giới hạn và kích thước sau khi gia công để giải thích).

6. Cho một lắp ghép chặt có: Lỗ  $\phi 80^{+0,03}$ ; trục  $\phi 80^{+0,08}_{+0,04}$ , hãy tính

a) Trị số độ dôi giới hạn, độ dôi trung bình của lắp ghép?

$$N_{\max} = 0,08 \text{ mm}; N_{\min} = 0,01 \text{ mm}; N_{TB} = 0,045 \text{ mm}.$$

b) Dung sai của lỗ, trục và dung sai của lắp ghép?

$$T_D = 0,03 \text{ mm}; T_d = 0,04 \text{ mm}; T_N = 0,07 \text{ mm}.$$

7. Cho một lắp ghép trung gian có: Lỗ  $\phi 70 \pm 0,02$ ; trục  $\phi 70 - 0,04$ .

a) Tính kích thước giới hạn và dung sai của trục, lỗ?

-  $D_{\max} = 70,02 \text{ mm}$ ;  $D_{\min} = 69,98 \text{ mm}$ ;  $T_D = 0,04 \text{ mm}$ .

-  $d_{\max} = 70 \text{ mm}$ ;  $d_{\min} = 69,96 \text{ mm}$ ;  $T_d = 0,04 \text{ mm}$ .

b) Tính trị số độ hở, độ dôi giới và độ hở hoặc độ dôi trung bình?

$S_{\max} = 0,06 \text{ mm}$ ;  $N_{\max} = 0,02 \text{ mm}$ ;  $S_{TB} = 0,02 \text{ mm}$ .

c) Tính dung sai lắp ghép ?

$T_{SN} = 0,08 \text{ mm}$ .

8. Cho lắp ghép có kích thước danh nghĩa  $d_N = 62 \text{ mm}$ , sai lệch giới hạn các kích thước:

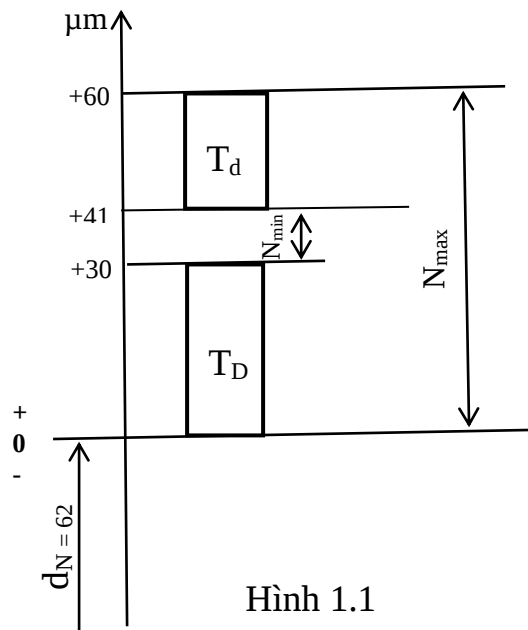
$$\text{Lỗ} \begin{cases} ES = + 30 \text{ } \mu\text{m} \\ EI = 0 \end{cases}$$

$$\text{Trục} \begin{cases} es = + 60 \text{ } \mu\text{m} \\ ei = + 41 \text{ } \mu\text{m} \end{cases}$$

a) Vẽ biểu đồ phân bố miền dung sai lắp ghép (Hình 1.1).

b) Xác định đặc tính lắp ghép và trị số giới hạn tương ứng.

- Lắp chặt
- Độ dôi giới hạn của lắp ghép
- +  $N_{\max} = 60 \text{ } \mu\text{m}$ ;  $N_{\min} = 11 \text{ } \mu\text{m}$
- +  $T_N = 49 \text{ } \mu\text{m}$ .



Hình 1.1

## CHƯƠNG 2

### CÂU HỎI

1. Tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn TCVN 2244 - 99 quy định bao nhiêu cấp chính xác và kí hiệu chúng như thế nào.

- Số lượng cấp chính xác
- Kí hiệu của các cấp chính xác

2. Trình bày quy định lắp ghép trong hệ thống lỗ cơ bản và hệ thống trục cơ bản.

- Quy định lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản
- Quy định lắp ghép trong hệ trục cơ bản

3. Sai lệch cơ bản là gì? TCVN 2244 - 99 quy định dãy các sai lệch cơ bản như thế nào.

- Khái niệm sai lệch
- Quy định dãy các sai lệch cơ bản
- + Dãy các sai lệch cơ bản hệ thống lỗ
- + Dãy các sai lệch cơ bản hệ thống trục

4. Cho ví dụ về kí hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ và giải thích các kí hiệu đó.

- Ví dụ kí hiệu sai lệch trên bản vẽ
- Giải thích
- Ví dụ kí hiệu lắp ghép trên bản vẽ
- Giải thích

5. Cho các lắp ghép trụ trơn ghi trong bảng dưới đây, bảng 2.6.

**Bảng 2.6.**

| TT | D <sub>N</sub> , mm | Kiểu lắp                             | TT | D <sub>N</sub> , mm | Kiểu lắp                           |
|----|---------------------|--------------------------------------|----|---------------------|------------------------------------|
| 1  | 30                  | $\frac{H8}{e8}$ và $\frac{E9}{h8}$   | 4  | 92                  | $\frac{H7}{k6}$ và $\frac{K7}{h6}$ |
| 2  | 45                  | $\frac{H7}{g6}$ và $\frac{G7}{h6}$   | 5  | 115                 | $\frac{H7}{s6}$ và $\frac{P7}{h6}$ |
| 3  | 72                  | $\frac{H7}{js6}$ và $\frac{Js7}{h6}$ | 6  | 124                 | $\frac{H7}{n6}$ và $\frac{N7}{h6}$ |

a) Hãy ghi kí hiệu sai lệch và lắp ghép bằng chữ và bằng số trên bản vẽ.

*Phương pháp giải:*

- Ghi kí hiệu sai lệch:
- + Ghi bằng chữ
- + Ghi bằng số (tra bảng 1 phụ lục 1, tìm trị số sai lệch giới hạn kích thước lỗ và tra bảng 2 phụ lục 1 tìm trị số sai lệch giới hạn kích thước trục để ghi kí hiệu sai lệch bằng số).

- Ghi kí hiệu lắp ghép:

- + Ghi bằng chữ
- + Ghi bằng số (tương tự ghi kí hiệu sai lệch bằng số)

b) Lập sơ đồ phân bố miền dung sai, xác định đặc tính của lắp ghép.

- Lập sơ đồ phân bố miền dung sai
- Đặc tính lắp ghép

c) Tính  $S_{\max}$ ;  $S_{\min}$ ;  $N_{\max}$ ;  $N_{\min}$ ?

1)

- $S_{\max} = 106 \mu\text{m}; S_{\min} = 40 \mu\text{m}$
- $S_{\max} = 125 \mu\text{m}; S_{\min} = 40 \mu\text{m}$

2)

- $S_{\max} = 50 \mu\text{m}; S_{\min} = 9 \mu\text{m}$
- $S_{\max} = 50 \mu\text{m}; S_{\min} = 9 \mu\text{m}$

3)

- $S_{\max} = 39,5 \mu\text{m}; N_{\max} = 9,5 \mu\text{m}$
- $S_{\max} = 34 \mu\text{m}; S_{\min} = 15 \mu\text{m}$

4)

- $S_{\max} = 35 \mu\text{m}; N_{\max} = 12 \mu\text{m}$
- $S_{\max} = 32 \mu\text{m}; N_{\max} = 25 \mu\text{m};$

5)

- $N_{\max} = 101 \mu\text{m}; N_{\min} = 44 \mu\text{m}$
- $N_{\max} = 59 \mu\text{m}; N_{\min} = 2 \mu\text{m}$

6)

- $N_{\max} = 52 \mu\text{m}; S_{\max} = 13 \mu\text{m}$
- $N_{\max} = 52 \mu\text{m}; S_{\max} = 13 \mu\text{m}$

## CHƯƠNG 3

### CÂU HỎI

1. Nêu kí hiệu và công dụng của các nhóm lắp ghép tiêu chuẩn.

- Nhóm lắp lỏng
  - + Kí hiệu
  - + Công dụng
- Nhóm lắp chặt
  - + Kí hiệu
  - + Công dụng
- Nhóm lắp trung gian
  - + Kí hiệu
  - + Công dụng

2. Nêu phạm vi ứng dụng của 2 kiểu lắp sau:  $\frac{H7}{f7}$  và  $\frac{H7}{k6}$

- Phạm vi ứng dụng của  $\frac{H7}{f7}$
- Phạm vi ứng dụng của  $\frac{H7}{k6}$

3. Với đặc tính yêu cầu của lắp ghép cho trong bảng dưới đây (bảng 3.3).

**Bảng 3.3.**

| TT | $d_N, \text{mm}$ | $S_{\max yc}, \mu\text{m}$ | $S_{\min yc}, \mu\text{m}$ | TT | $d_N, \text{mm}$ | $N_{\max yc}, \mu\text{m}$ | $N_{\min yc}, \mu\text{m}$ |
|----|------------------|----------------------------|----------------------------|----|------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1  | 42               | 80                         | 25                         | 6  | 46               | 42                         | 1                          |
| 2  | 56               | 180                        | 60                         | 7  | 65               | 60                         | 11                         |
| 3  | 62               | 76                         | 0                          | 8  | 76               | 39                         | -10                        |
| 4  | 85               | 106                        | 36                         | 9  | 82               | 25                         | -32                        |
| 5  | 125              | 65                         | 0                          | 10 | 95               | 17                         | -39                        |

a. Các ý 1.2.3.4.5: Dựa vào bảng độ hở giới hạn của lắp ghép lỏng, bảng 3 (phụ lục 1). Ta tiến hành tra ra kiểu lắp tiêu chuẩn.

b. Các ý 6.7.8.9.10: Dựa vào bảng độ dôi giới hạn của lắp ghép chặt, lắp ghép trung gian, bảng 4,5 (phụ lục 1).

Từ kiểu lắp tiêu chuẩn đã chọn tra bảng 1 phụ lục 1, tìm trị số sai lệch giới hạn kích thước lỗ và tra bảng 2 phụ lục 1 tìm trị số sai lệch giới hạn kích thước trục.

## CHƯƠNG 4

### CÂU HỎI

1. Thế nào là độ chính xác gia công? Nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công

- Khái niệm độ chính xác gia công
- Nêu 7 nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công.

2. Trình bày các dạng sai lệch hình dạng và vị trí bề mặt.

a) Sai lệch về hình dạng

- Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng: độ thẳng; độ phẳng.
- Sai lệch hình dạng bề mặt trụ
- + Sai lệch tròn theo phương ngang: độ tròn; ô van; phân cạnh.
- + Sai lệch tròn theo mặt cắt dọc trục: độ côn; phình; thắt; độ trụ.

b) Sai lệch về vị trí

- Sai lệch độ song song của mặt phẳng

- Sai lệch độ song song các đường tâm
- Sai lệch độ vuông góc các mặt phẳng
- Sai lệch đường tâm
- Sai lệch độ đồng tâm
- Sai lệch độ đối xứng
- Sai lệch độ giao
- Độ đảo hướng kính
- Độ đảo mặt mút

3. Thế nào là nhám bề mặt và nguyên nhân phát sinh ra nó.

- Khái niệm về nhám bề mặt
- Nguyên nhân phát sinh ra nhám bề mặt

4. Trình bày các thông số đánh giá nhám bề mặt.

- Sai lệch trung bình số học của Prôfin:  $R_a$
- Chiều cao nhấp nhô Prôfin theo mười điểm:  $R_z$

5. Trình bày phương pháp xác định dung sai hình dạng, vị trí, độ nhám bề mặt trên bản vẽ.

- Xác định dung sai hình dạng và vị trí
- Xác định giá trị cho phép của thông số nhám

## CHƯƠNG 5

### CÂU HỎI

1. Nêu khái niệm về góc thông dụng và tính chất ưu việt của lắp ghép côn trơn.

- Khái niệm về góc thông dụng
- + Góc côn ...
- + Độ côn ...
- Ưu điểm của lắp ghép côn trơn

2. Trình bày cách biểu thị dung sai kích thước góc.

- Dung sai góc biểu thị bằng đơn vị góc ...
- Dung sai góc biểu thị bằng đơn vị dài ...
- Dung sai góc biểu diễn bằng dung sai hiệu đường kính của hai mặt cắt ngang của côn và cách nhau một khoảng  $L$  đã cho...

3. Thế nào là khoảng cách chuẩn và dung sai của nó trong lắp ghép côn trơn.

- Khoảng cách chuẩn ...

- Dung sai khoảng cách chuẩn ...

## CHƯƠNG 6

### CÂU HỎI

1. Tiêu chuẩn đã quy định dung sai cho những yếu tố kích thước nào của ren vít và đai ốc trong lắp ghép ren.

- Đối với ren vít ...
- Đối với đai ốc ...

2. Thế nào là đường kính biểu kiến, nêu công thức tính nó đối với ren vít và ren đai ốc.

- Đường kính biểu kiến
- Công thức tính đường kính biểu kiến
- + Đối với ren vít
- + Đối với đai ốc

3. Nêu các miền dung sai tiêu chuẩn được quy định đối với kích thước chiều rộng  $b$  của then, rãnh trục và rãnh bạc.

- Miền dung sai kích thước  $b$  của then ...
- Miền dung sai kích thước  $b$  của rãnh bạc ...
- Miền dung sai kích thước  $b$  của rãnh trục ...

4. Từ các miền dung sai tiêu chuẩn hãy chọn một kiểu lắp cho mỗi ghép then khi bạc cố định trên trục.

( tham khảo kiểu lắp hình 6,3a để chọn kiểu lắp cho mỗi ghép)

5. Lắp ghép then hoa được thực hiện theo mấy yếu tố kích thước, tại sao.

- Lắp ghép then hoa được thực hiện theo 2 trong 3 yếu tố kích thước  $d$ ,  $D$  và  $b$ .

- Giải thích

6. Có mấy phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa, tương ứng với các phương pháp đó thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố kích thước nào.

- Phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa: có 3 phương pháp
- Nội dung phương pháp thực hiện đồng tâm ...

7. Trình bày cách ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ.

- Trường hợp có mặt cắt ngang
- Trường hợp không có mặt cắt ngang

8. Tiêu chuẩn quy định mấy cấp chính xác chế tạo ổ lăn? Kí hiệu của chúng như thế nào.

- Cấp chính xác chế tạo ổ lăn: có 5 cấp
- Kí hiệu ...

9. Có mấy dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn và đặc tính của từng dạng.

- Dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn: có 2 dạng
- Đặc tính

10. Nêu phương pháp chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép ổ lăn với trục và với lồng thân hộp.

(Dựa vào kích thước cơ bản của ổ lăn tra bảng 10 phụ lục 3 và dạng tải trọng của ổ lăn tra bảng 6.4 để chọn kiểu lắp tiêu chuẩn)

## CHƯƠNG 7

### CÂU HỎI

1. Chuỗi kích thước là gì? Lấy ví dụ minh họa.

- Khái niệm chuỗi kích thước
- Ví dụ ...

2. Thế nào là khâu thành phần, khâu khép kín? Nêu trình tự gia công các kích thước chi tiết trong chuỗi.

- Khái niệm khâu thành phần
- Khái niệm khâu khép kín
- Trình tự gia công

### BÀI TẬP

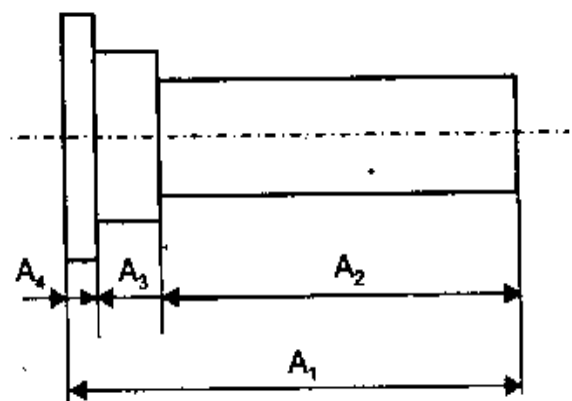
1. Cho chi tiết như hình 7.7 với các kích thước:

$$A_1 = 60^{+0,1}_{-0,2}; A_2 = 50^{+0,1}; A_3 = 8^{+0,1}$$

Hãy tính kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai khâu  $A_4$ . Biết trình tự công nghệ gia công là  $A_2, A_3, A_1$ .

Đáp số:

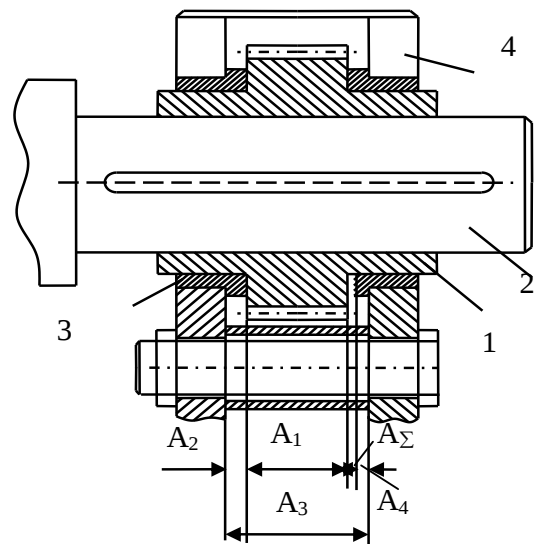
- $A_\Sigma = A_4 = 2 \text{ mm};$
- $T_\Sigma = 0,6 \text{ mm};$
- $ES_\Sigma = + 0,2 \text{ mm};$



Hình 7.7

-  $EI_{\Sigma} = - 0,4 \text{ mm}$ .

2. Cho một bộ phận lắp máy của cơ cấu băng tải (Hình 7.8). Bánh răng(1) quay cùng với trục (2) và được đỡ bằng hai ổ trượt (3) lắp trên giá đỡ (4). Khe hở giữa bánh răng và mặt mút của ổ ( $A_{\Sigma}$ ) chỉ được phép dao động trong khoảng  $0,05 \div 0,75\text{mm}$ , để đảm bảo khả năng quay tự do và dịch chuyển chiều trục không lớn của bánh răng. Nếu các chi tiết tham gia lắp ghép có kích thước và sai lệch như sau:



Hình 7.8

$A_1 = 16_{-0,47}^{-0,29}$  ;  $A_2 = 4_{-0,12}$  ;  $A_3 = 24_{-0,21}$  ;  $A_4 = 4_{-0,12}$  . Hãy xác định xem giá trị

khe hở nhận được sau khi lắp có nằm trong giới hạn cho phép ( $A_{\Sigma \max}$ ), ( $A_{\Sigma \min}$ ) hay không.

Đáp số:

- $A_{\Sigma} = 0 \text{ mm}$ ;
- $T_{\Sigma} = 0,63 \text{ mm}$ ;
- $ES_{\Sigma} = 0,71 \text{ mm}$
- $EI_{\Sigma} = 0,08 \text{ mm}$
- $ES_{\Sigma} = 0,4 \text{ mm}$ .
- $A_{\Sigma \max} = 0,71 \text{ mm}$
- $A_{\Sigma \min} = 0,08 \text{ mm}$  [

Trị số khe hở nhận được sau khi lắp (khâu khép kín) nằm trong giới hạn cho phép.

$$A_{\Sigma \max} < [A_{\Sigma \max}]$$

$$0,71 \text{ mm} < 0,75 \text{ mm}$$

$$A_{\Sigma \min} > [A_{\Sigma \min}]$$

$$0,08 \text{ mm} < 0,05 \text{ mm}.$$

## **CHƯƠNG 8**

### **CÂU HỎI**

1. Thế nào là đo lường. Nêu các đơn vị đo thường dùng trong ngành cơ khí?
  - Khái niệm đo lường
  - Đơn vị đo lường
  - + Đơn vị đo chiều dài
  - + Đơn vị đo góc
2. Trình bày các dụng cụ đo và phương pháp đo lường trong kỹ thuật?
  - Dụng cụ đo
  - Phương pháp đo

## **CHƯƠNG 9**

### **CÂU HỎI**

1. Hãy nêu cách đọc trị số đo trên thước cặp 1/10, 1/20, 1/50.
  - Cách đọc trị số đo trên thước cặp 1/10
  - Cách đọc trị số đo trên thước cặp 1/20
  - Cách đọc trị số đo trên thước cặp 1/50
2. Trình bày cách sử dụng và bảo quản thước cặp.
  - Cách sử dụng thước cặp
  - Cách bảo quản thước cặp
3. Trình bày công dụng, cấu tạo và cách sử dụng các loại panme: đo ngoài, đo trong và đo sâu.
  - Pan me đo ngoài
  - + Công dụng
  - + Cấu tạo
  - + Cách sử dụng
  - Pan me đo trong
  - + Công dụng
  - + Cấu tạo
  - + Cách sử dụng
  - Pan me đo sâu
  - + Công dụng
  - + Cấu tạo

- + Cách sử dụng
- 4. Nêu cách đọc trị số trên panme, những chú ý trong sử dụng bảo quản.
  - Cách đọc trị số trên panme
  - Những chú ý trong quá trình sử dụng bảo quản
- 5. Hãy nêu công dụng và cách sử dụng đồng hồ so?
  - Công dụng của đồng hồ so
  - Cách sử dụng đồng hồ so.

## CHƯƠNG 10

### CÂU HỎI

1. Trình bày phương pháp sử dụng và cách bảo quản của các loại calíp?
  - Phương pháp sử dụng và cách bảo quản calíp nút
  - Phương pháp sử dụng và cách bảo quản calíp hàm
2. Trình bày công dụng, cấu tạo của calíp nút, calíp hàm.
  - Công dụng, cấu tạo của calíp nút
  - Công dụng, cấu tạo của calíp hàm
3. Chọn loại calíp để kiểm tra các kích thước sau:
  - a) Chọn calíp hàm để kiểm tra kích thước trục
    - $\phi 40 \begin{smallmatrix} -0,04 \\ -0,07 \end{smallmatrix}$
    - + Kích thước danh nghĩa đầu qua là :  $d_Q = 39,993 \text{ mm}$
    - + Kích thước danh nghĩa đầu không qua là:  $d_{KQ} = 39,994 \text{ mm}$
    - $\phi 60 \pm 0,08$
    - + Kích thước danh nghĩa hàm qua là :  $d_Q = 60,08 \text{ mm}$
    - + Kích thước danh nghĩa hàm không qua là:  $d_{KQ} = 60,92 \text{ mm}$
  - a) Chọn calíp nút để kiểm tra kích thước lỗ
    - $\phi 100^{\pm 0,011}$
    - + Kích thước danh nghĩa đầu qua là :  $D_Q = 100,011 \text{ mm}$
    - + Kích thước danh nghĩa đầu không qua là:  $D_{KQ} = 100,999 \text{ mm}$
    - $\phi 70 \begin{smallmatrix} -0,030 \\ -0,052 \end{smallmatrix}$
    - + Kích thước danh nghĩa đầu qua là :  $D_Q = 69,970 \text{ mm}$
    - + Kích thước danh nghĩa đầu không qua là:  $D_{KQ} = 69,948 \text{ mm}$

## **CHƯƠNG 11**

### **CÂU HỎI**

1. Trình bày công dụng và phương pháp sử dụng các dụng cụ đo góc: góc mẫu, ke, calíp côn, thước đo góc vạn năng.

- Góc mẫu
- + Công dụng
- + Phương pháp sử dụng
- Ke
- + Công dụng
- + Phương pháp sử dụng
- Calíp côn
- + Công dụng
- + Phương pháp sử dụng
- Thước đo góc vạn năng
- + Công dụng
- + Phương pháp sử dụng

2. Trình bày nội dung cơ bản của các phương pháp đo góc gián tiếp.

- Đo góc côn ngoài
- Đo góc côn trong

## **CHƯƠNG 12**

### **CÂU HỎI**

1. Trình bày cấu tạo và nguyên lý vận hành máy đo tọa độ, kính hiển vi?

- Cấu tạo
- Nguyên lý vận hành máy

2. Nêu công dụng máy đo tọa độ, kính hiển vi và cách bảo quản máy đo ?

- Công dụng máy đo tọa độ và kính hiển vi
- Cách bảo quản máy đo

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nghiêm Thị Phượng - Cao Kim Ngọc Giáo trình Đo lường kỹ thuật.. NXBHN 2005.
2. Nguyễn Tiến Thọ - Nguyễn Thị Xuân Bảy - Nguyễn Thị Cẩm Tú Kỹ thuật đo lường kiểm tra trong chế tạo cơ khí.. NXB KHKT 2009.  
Các bảng tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) về dung sai lắp ghép.
3. TS Nguyễn Trọng Hùng - TS Ninh Đức Tồn Kỹ thuật đo.. NXB GD 2005.
4. TS Ninh Đức Tồn. Bài tập kỹ thuật đo. NXB GD 2008.
5. PGS Hà Văn Vui. Dung sai và lắp ghép. NXB KHKT 2003.
6. PGS.TS Ninh Đức Tồn. Giáo trình Dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường. NXB GD 2002