

**BỘ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI  
TỔNG CỤC DẠY NGHỀ**

## **GIÁO TRÌNH**

**Môn học: Dung sai lắp ghép và đo  
lượng kỹ thuật**

**NGHỀ: CÔNG NGHỆ Ô TÔ**

**TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

*(Ban hành kèm theo Quyết định số:...)*



*Hà Nội - 2012*

## **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.

Mã tài liệu: MH 11

## LỜI GIỚI THIỆU

Hiện nay, cùng với sự phát triển nhanh chóng của khoa học kỹ thuật, và đặc biệt là trong chế tạo, sửa chữa các chi tiết thiết bị Cơ khí ngày càng có tính chính xác cao, đối với người thợ sửa chữa ô tô, ngoài việc sau khi ra trường sinh viên cần nắm chắc những kiến thức về chuyên môn, sinh viên cần trang bị cho mình một số kiến thức chung về cơ khí nhất định. Dung sai đo lường là một môn học ra đời đã đáp ứng được một phần của yêu cầu đó. Trong môn học này sẽ trang bị cho người học một số kiến thức cơ bản về cơ khí, giúp người học hiểu được bản chất các mối lắp ghép, hiểu được cấu tạo và biết cách sử dụng một số dụng cụ đo thông dụng, một trong những kỹ năng rất quan trọng của người thợ sửa chữa.

Nội dung của giáo trình biên soạn được dựa trên sự kế thừa nhiều tài liệu của các trường đại học và cao đẳng, kết hợp với yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo cho sinh viên các trường dạy nghề trong cả nước. Để giúp cho người học có thể nắm được những kiến thức cơ bản nhất của môn dung sai đo lường, nhóm biên soạn đã sắp xếp môn học theo từng chương theo thứ tự:

Chương 1: Các khái niệm về hệ thống dung sai lắp ghép

Chương 2: Hệ thống dung sai lắp ghép

Chương 3: Dụng cụ đo thông dụng trong cơ khí

Kiến thức trong giáo trình được biên soạn theo chương trình Tổng cục Dạy nghề, sắp xếp logic và cô đọng. Sau mỗi bài học đều có các bài tập đi kèm để người học có thể nâng cao tính thực hành của môn học. Do đó người đọc có thể hiểu một cách dễ dàng các nội dung trong chương trình.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót, tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người đọc để lần xuất bản sau giáo trình được hoàn thiện hơn.

*Xin chân thành cảm ơn!*

*Hà Nội, ngày.....tháng.... năm 2012*

**Nhóm biên soạn**

## MỤC LỤC

<b>ĐỀ MỤC</b>	<b>TRANG</b>
Lời giới thiệu	
Mục lục	
Chương 1: Các khái niệm về hệ thống dung sai lắp ghép	6
Chương 2: Hệ thống dung sai lắp ghép	47
Chương 3: Dụng cụ đo thông dụng trong cơ khí	77
Tài liệu tham khảo	111



## **CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC**

### **DUNG SAI LẮP GHÉP VÀ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT**

Mã số của môn học: MH 11

Thời gian của môn học: 45 giờ (Lý thuyết: 30 giờ; Thực hành: 15 giờ)

#### **Vị trí, tính chất của môn học:**

- Vị trí:

Môn học được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau: MH 07, MH 08, MH 09, MH 10, MH 12, MH13, MH 14, MH 15, MH 16, MĐ 18, MĐ 19

- Tính chất:

Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

#### **Mục tiêu của môn học:**

- + Nêu và giải thích được hệ thống dung sai lắp ghép của TCVN.
- + Trình bày đầy đủ các khái niệm, đặc điểm, ký hiệu của các mối lắp.
- + Trình bày đầy đủ công dụng, cấu tạo, nguyên lý, phương pháp sử dụng và bảo quản các loại dụng cụ đo thường dùng.
- + Đo, đọc chính xác kích thước và kiểm tra được độ không song song, không vuông góc, không đồng trục, không tròn, độ nhám đảm bảo chất lượng sản phẩm bằng các dụng cụ đo kiểm thường dùng trong ngành cơ khí chế tạo.
- + Chuyển hoá được các ký hiệu dung sai thành các trị số gia công tương ứng.
- + Thao tác sử dụng các loại dụng cụ đo đúng yêu cầu kỹ thuật.
- + Sử dụng đúng các dụng cụ, thiết bị đo đảm bảo đúng chính xác và an toàn
- + Tuân thủ đúng quy định, quy phạm về dung sai và kỹ thuật đo.
- + Rèn luyện tác phong làm việc nghiêm túc, cẩn thận.

## **CHƯƠNG 1: CÁC KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP**

Mã số của chương 1: MH 11 – 01

### **Mục tiêu:**

- Trình bày đầy đủ kích thước danh nghĩa, kích thước thực, kích thước giới hạn, dung sai chi tiết, dung sai lắp ghép
- Trình bày rõ đặc điểm của các kiểu lắp ghép: Lắp lỏng - Lắp chặt - lắp trung gian
- Trình bày đầy đủ các quy định về lắp ghép theo hệ thống lỗ và hệ thống trục, hai dãy sai lệch cơ bản của lỗ và trục các lắp ghép tiêu chuẩn
- Vẽ đúng sơ đồ phân bố miền dung sai theo hệ thống lỗ và hệ thống trục và xác định được các đặc tính của lắp ghép khi cho một lắp ghép
- Xác định được phạm vi phân tán kích thước của trục và lỗ để điều chỉnh dụng cụ cắt và kiểm tra kích thước gia công
- Giải thích đúng các dạng sai lệch về hình dạng, sai lệch vị trí bề mặt được ghi trên bản vẽ gia công
- Biểu diễn và giải thích đúng các ký hiệu độ nhám trên bản vẽ gia công
- Tuân thủ đúng quy định, quy phạm về dung sai và kỹ thuật đo.

### **1.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP**

#### **1.1.1 Tính đổi lẫn chức năng trong ngành cơ khí chế tạo**

##### **1.1.1.1 Bản chất của tính lắp lẫn**

Máy do nhiều bộ phận hợp thành, mỗi bộ phận do nhiều khâu, khớp, chi tiết lắp ghép lại với nhau, trong chế tạo cũng như sửa chữa máy, con người mong muốn các chi tiết máy cùng loại có khả năng lắp đổi lẫn được cho nhau - nghĩa là khi cần thay thế nhau, không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật của mỗi lắp ghép. Tính chất đó của chi tiết gọi là tính lắp lẫn (đổi lẫn chức năng).

Tính lắp lẫn của một loại chi tiết máy là khả năng thay thế cho nhau trong lắp ghép mà không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm vẫn đảm bảo chất lượng sản phẩm đã quy định. Tính lắp lẫn có 2 loại đó là lắp lẫn hoàn toàn và lắp lẫn không hoàn toàn.

Nếu trong một loạt chi tiết cùng loại, mà các chi tiết đều có thể lắp lẫn được cho nhau thì loạt chi tiết đó đạt được tính lắp lẫn hoàn toàn; nếu một số trong các chi tiết ấy không lắp lẫn cho nhau được hoặc khi lắp lẫn cho nhau cần phải gia công thêm mới lắp ghép được thì loạt chi tiết đó chỉ đạt được tính lắp lẫn không hoàn toàn.

Các chi tiết có tính lắp lẫn phải giống nhau về hình dạng về kích thước, hoặc kích thước chỉ được khác nhau trong một phạm vi cho phép nào đó,

phạm vi cho phép đó gọi là dung sai. *Như vậy dung sai là yếu tố quyết định tính lắp lẫn, tùy theo giá trị của dung sai mà chi tiết đạt được tính lắp lẫn hoàn toàn hay lắp lẫn không hoàn toàn.*

Lắp lẫn hoàn toàn đòi hỏi chi tiết phải có độ chính xác cao, do đó giá thành sản phẩm cao. Đối với các chi tiết tiêu chuẩn như bu lông - đai ốc, bánh răng, ổ lăn..., các chi tiết dự trữ, thay thế thường được chế tạo có tính lắp lẫn hoàn toàn.

Lắp lẫn không hoàn toàn cho phép các chi tiết chế tạo với phạm vi dung sai lớn hơn, thường thực hiện đối với công việc lắp ráp trong nội bộ phân xưởng hoặc nhà máy.

### **1.1.1.2 Vai trò của tính lắp lẫn**

Tính lắp lẫn trong chế tạo máy là điều kiện cơ bản và cần thiết của nền sản xuất tiên tiến. Trong sản xuất hàng loạt, nếu không đảm bảo các nguyên tắc của tính lắp lẫn thì không thể sử dụng bình thường nhiều loại đồ dùng phương tiện trong cuộc sống của chúng ta.

Ví dụ : Lắp một bóng đèn điện vào đui đèn; vặn đai ốc vào một bulông bất kỳ có cùng kích cỡ kích thước, lắp ổ lăn có cùng số hiệu về kích thước vào trục và ổ trục nào đó v.v...

Trong sản xuất, nhờ tính lắp lẫn của chi tiết quá trình lắp ráp được đơn giản thuận tiện. Trong sửa chữa, nếu thay thế một chi tiết bị hỏng bằng một chi tiết dự trữ cùng loại. Ví dụ: xéc măng, piston ...thì máy có thể làm việc được ngay, giảm thời gian ngừng máy để sửa chữa, tận dụng được thời gian sản xuất của nó.

Về mặt công nghệ, nếu có các chi tiết được thiết kế và chế tạo đảm bảo tính lắp lẫn sẽ tạo điều kiện cho việc hợp tác sản xuất giữa các xí nghiệp, thực hiện chuyên môn hoá dễ dàng, tạo điều kiện để áp dụng kỹ thuật tiên tiến, tổ chức sản xuất hợp lý, nâng cao năng xuất và chất lượng, hạ giá thành sản phẩm.

## **1.1.2 Kích thước, sai lệch giới hạn, dung sai**

### **1.1.2.1 Kích thước**

Kích thước là giá trị bằng số của đại lượng đo chiều dài (đường kính, chiều dài,..) theo đơn vị đo được lựa chọn. Trong công nghệ chế tạo cơ khí, đơn vị đo thường dùng là milimét (mm) hoặc vạch và qui ước thống nhất trên các bản vẽ kỹ thuật không cần ghi chữ “mm”. Ví dụ chi tiết máy có đường kính 19,95 mm, chiều dài 125,5 mm thì trên bản vẽ chỉ ghi 19,95 và 125,5.

### **1.1.2.2 Kích thước danh nghĩa**

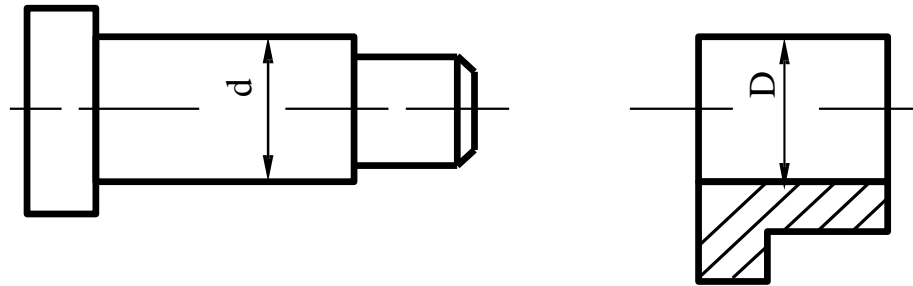
Kích thước danh nghĩa là kích thước được xác định dựa vào chức năng của chi tiết, sau đó chọn cho đúng với trị số gần nhất của kích thước có trong



bản tiêu chuẩn. Ví dụ khi tính toán người thiết kế xác định được kích thước của chi tiết là 35,785 mm; đối chiếu với bản tiêu chuẩn chọn kích thước là 36 mm. Kích thước 36 mm này là kích thước danh nghĩa của chi tiết.

Kích thước danh nghĩa được dùng để xác định các kích thước giới hạn và tính sai lệch.

Kích thước danh nghĩa của chi tiết lỗ ký hiệu là  $D$ ; của chi tiết trục ký hiệu là  $d$  (hình 1.1)



a) Trục

b) Lỗ

**Hình 1.1. Ký hiệu kích thước của trục và lỗ****Bảng 1.1: Các kích thước tiêu chuẩn được cho trong khoảng từ 1 đến 500mm (TCVN 192 – 66. Kích thước ưu tiên)**

KT	2,2	5,0	11,0	25,0	55,0	125,0	280,0
1,05	2,4	5,2	11,5	26,0	60,0	130,0	300,0
1,10	2,5	5,5	12,0	28,0	63,0	140,0	320,0
1,15	2,6	6,0	13,0	30,0	65,0	150,0	340,0
1,20	2,8	6,3	14,0	32,0	70,0	160,0	360,0
1,30	3,0	6,5	15,0	34,0	75,0	170,0	380,0
1,40	3,2	7,0	16,0	36,0	80,0	180,0	400,0
1,50	3,4	7,5	17,0	38,0	85,0	190,0	420,0
1,6	3,6	8,0	18,0	40,0	90,0	200,0	450,0
1,7	3,8	8,5	19,0	42,0	95,0	210,0	480,0
1,8	4,0	9,0	20,0	45,0	100,0	220,0	500,0
1,9	4,2	9,5	21,0	48,0	105,0	240,0	
2,0	4,5	10,0	22,0	50,0	110,0	250,0	
2,1	4,8	10,5	24,0	52,0	120,0	260,0	

### 1.1.2.3 Kích thước thực

Kích thước thực là kích thước đo được trực tiếp trên chi tiết bằng những dụng cụ đo và phương pháp đo chính xác nhất mà kỹ thuật đo có thể đạt được.

Trong thực tế không phải lúc nào cũng xác định được kích thước một cách chính xác, như vậy nên còn cho phép quan niệm kích thước thực là kích thước được xác định bằng cách đo với sai số cho phép.

$D_t$  : Kích thước thực của chi tiết lỗ

$d_t$  : Kích thước thực của chi tiết trục.

Khi gia công, không thể đạt được kích thước thực hoàn toàn đúng như kích thước danh nghĩa, sự sai lệch giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa phụ thuộc nhiều yếu tố : độ chính xác của máy, dao gia công, dụng cụ gá lắp, dụng cụ đo kiểm, trình độ tay nghề của người thợ v.v... Miền sai lệch cho phép của kích thước thực so với kích thước danh nghĩa phụ thuộc vào mức độ chính xác yêu cầu và tính chất lắp ghép của các chi tiết.

### 1.1.2.4 Kích thước giới hạn

Khi gia công bất kỳ một kích thước của chi tiết nào đó, ta cần phải quy định một phạm vi cho phép của sai số chế tạo kích thước đó. Phạm vi cho phép ấy được giới hạn bởi hai kích thước quy định gọi là giới hạn.

$D_{\max}, d_{\max}$  : Kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ, trục

$D_{\min}, d_{\min}$  : Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ, trục

Kích thước giới hạn là hai kích thước lớn nhất và nhỏ nhất mà kích thước thực của các chi tiết đạt yêu cầu nằm trong phạm vi đó.

Phạm vi cho phép phải quy định sao cho các chi tiết đạt được được tính lắp lẫn về phương diện kích thước.

Như vậy chi tiết đạt yêu sử dụng thì kích thước thực của nó thoả mãn điều kiện sau:

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

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

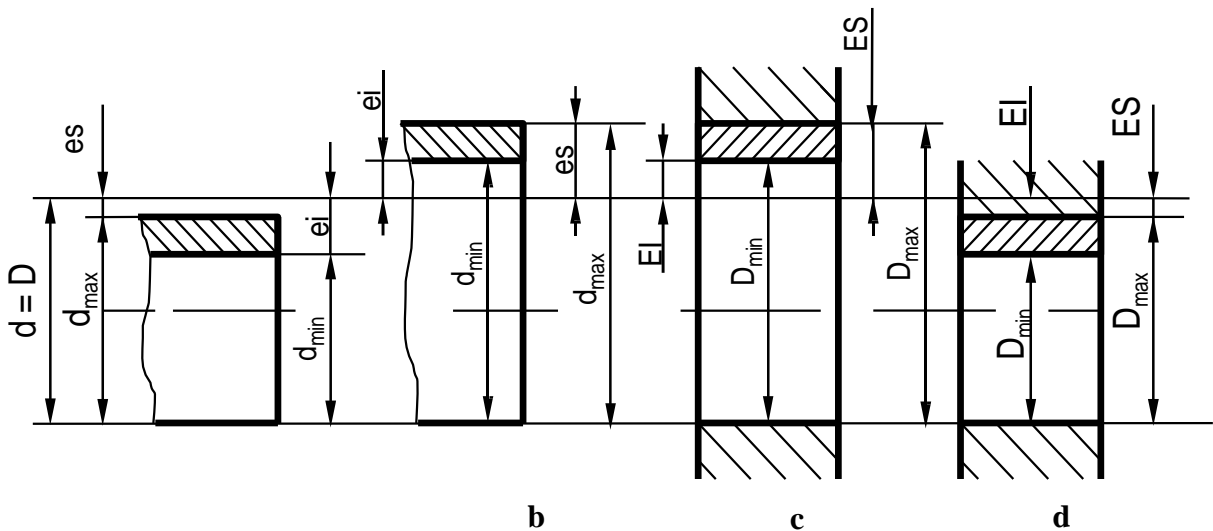
### 1.1.2.5 Sai lệch giới hạn

Sai lệch giới hạn là sai lệch của các kích thước giới hạn so với kích thước danh nghĩa, là hiệu số giữa các kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa. Có 2 loại sai lệch giới hạn đó là sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới.

Sai lệch giới hạn trên là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa. Sai lệch giới hạn trên của lỗ ký hiệu là ES, của trục ký hiệu là es (Hình 1.2)

$$ES = D_{\max} - D \quad (1.2.a)$$

$$es = d_{\max} - d \quad (1.2.b)$$



**Hình 1.2. Sai lệch giới hạn của chi tiết lỗ (a, b) và chi tiết trục (c, d)**

Sai lệch giới hạn dưới là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa. Sai lệch giới hạn trên của lỗ ký hiệu là  $EI$ , của trục ký hiệu là  $ei$  (Hình 1.2)

$$EI = D_{\min} - D \quad (1.2.c)$$

$$ei = d_{\max} - d \quad (1.2.d)$$

*Chú ý:*

1- Tùy theo tính chất của mỗi ghép yêu cầu mà kích thước giới hạn có những giá trị khác nhau.

Sai lệch giới hạn có giá trị dương ( $> 0$ ) (Hình 1.2b,c) khi kích thước giới hạn lớn hơn kích thước danh nghĩa.

Sai lệch giới hạn bằng không khi kích thước giới hạn bằng kích thước danh nghĩa.

2- Ngoài sai lệch giới hạn TCVN 2244 – 77 còn qui định sai lệch thực và sai lệch cơ bản.

Sai lệch thực là hiệu đại số giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa.

Sai lệch cơ bản là một trong hai sai lệch (trên hoặc dưới) được dùng để xác định vị trí của miền dung sai so với đường “0” (đường biểu thị vị trí kích thước danh nghĩa), trong tiêu chuẩn này quy định sai lệch gần với đường “0” là sai lệch cơ bản.

**Ví dụ:** Một chi tiết trục có kích thước danh nghĩa  $d = 50\text{mm}$ ; kích thước giới hạn lớn nhất  $d_{\max} = 50,055\text{mm}$ ; kích thước giới hạn nhỏ nhất  $d_{\min} = 49,985\text{mm}$ . tính trị số sai lệch giới hạn trên, sai lệch giới hạn dưới

**Bài giải :**

- Theo công thức (1.2.b) ta có giới hạn sai lệch của trục:

$$es = d_{\max} - d = 50,055 - 50 = 0,055\text{mm}$$

- Theo công thức (4.5.d) ta có sai lệch giới hạn dưới của trục:

$$ei = d_{\min} - d = 49,985 - 50 = - 0,015\text{mm}$$

Trên bản vẽ thường không ghi kích thước giới hạn lớn nhất, kích thước giới hạn nhỏ nhất mà ghi kích thước danh nghĩa và các sai lệch giới hạn. trong thí dụ trên kích thước gia công của chi tiết trục được ghi trên bản vẽ là:  $50 \begin{smallmatrix} +0,055 \\ 0,015 \end{smallmatrix}$

Như vậy nghĩa là:

- Sai lệch giới hạn trên là  $+ 0,055 \text{ mm}$
- Sai lệch giới hạn dưới là  $- 0,015 \text{ mm}$

**1.1.2.6 Dung sai**

Khi gia công, kích thước thực được phép sai khác so với kích thước danh nghĩa trong phạm vi giữa hai kích thước giới hạn. Phạm vi sai cho phép đó của chi tiết gọi là dung sai.

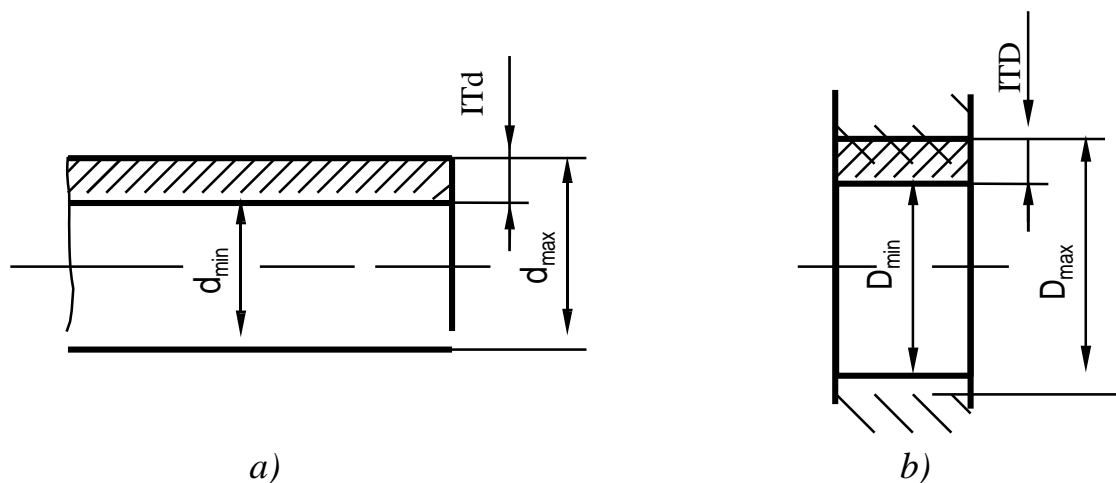
Dung sai là hiệu giữa các kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất.

Dung sai ký hiệu là IT và được tính theo công thức sau:

$$\text{Dung sai của chi tiết lỗ: } IT_D = D_{\max} - D_{\min} \quad (1.3.a)$$

$$\text{Dung sai của chi tiết trục: } IT_d = d_{\max} - d_{\min} \quad (1.3.b)$$

Cần chú ý rằng, kích thước giới hạn lớn nhất bao giờ cũng lớn hơn kích thước giới hạn nhỏ nhất. Vì thế dung sai bao giờ cũng có giá trị dương ( $IT > 0$ ). Trị số dung sai lớn thì độ chính xác của chi tiết thấp. Ngược lại, trị số dung sai nhỏ, độ chính xác của chi tiết cao (*Hình 1.3*) thể hiện dung sai của chi tiết lỗ và chi tiết trục.



**Hình 1.3. Kích thước giới hạn và dung sai**

Từ công thức (1.3.a), (1.3.b) ta có thể tính được dung sai của chi tiết như sau:

Dung sai của chi tiết trục:  $IT_d = d_{\max} - d_{\min}$  (1.3.c)

$$\text{mà : } es = d_{\max} - d \text{ hay } d_{\min} = d + es$$

$$ei = d_{\min} - d \text{ hay } d_{\max} = d + ei$$

thay vào (1.3.c) ta có:  $IT_d = (d+es) - (d + ei) = d + es - d - ei$

$$\text{Vậy: } \boxed{IT_d = es - ei}$$

Tương tự ta cũng có dung sai của chi tiết lỗ :  $\boxed{IT_D = ES - EI}$

Như vậy dung sai là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất hoặc là hiệu đại số giữa sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới.

**Ví dụ 1:** Một chi tiết có kích thước giới hạn lớn nhất  $d_{\max} = 35,025\text{mm}$ , kích thước giới hạn nhỏ nhất  $d_{\min} = 35\text{mm}$ . Tính dung sai của chi tiết đó.

Nếu người thợ gia công chi tiết đó đo được kích thước  $35,015\text{mm}$  thì chi tiết đó đạt yêu cầu không? Tại sao?

#### **Bài giải:**

Trị số dung sai của chi tiết trục tính theo công thức:

$$IT_d = d_{\max} - d_{\min} = 35,025 - 35 = 0,025 \text{ mm}$$

Chi tiết gia công đo được  $d = 35,015 \text{ mm}$  - đây là kích thước thực của chi tiết.

Ta biết chi tiết gia công đạt yêu cầu sử dụng khi thoả mãn điều kiện  $d_{\max} \geq d_t \geq d_{\min}$

ở đây  $35,025 > 35,015 > 35,0$ . Vậy chi tiết đạt yêu cầu về kích thước.

**Ví dụ 2:** Gia công chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa  $D = 50\text{mm}$ , kích thước giới hạn lớn nhất  $D_{\max} = 50,050 \text{ mm}$ , kích thước giới hạn nhỏ nhất  $D_{\min} = 50,030 \text{ mm}$ . tính dung sai của chi tiết.

Nếu người thợ gia công đạt kích thước  $50,00\text{mm}$ , cho biết chi tiết có đạt yêu cầu không.

#### **Bài giải:**

Dung sai của chi tiết tính theo công thức :  $IT_D = D_{\max} - D_{\min} = 50,050 - 50,030 = 0,020 \text{ mm}$ .

Kích thước gia công đạt  $50,00 \text{ mm} < D_{\min} = 50,030 \text{ mm}$

Vậy chi tiết không đạt yêu cầu về kích thước.

Qua hai thí dụ trên ta thấy:

- Chi tiết chỉ đạt yêu cầu về kích thước khi kích thước thực của nó nằm trong phạm vi hai kích thước giới hạn.

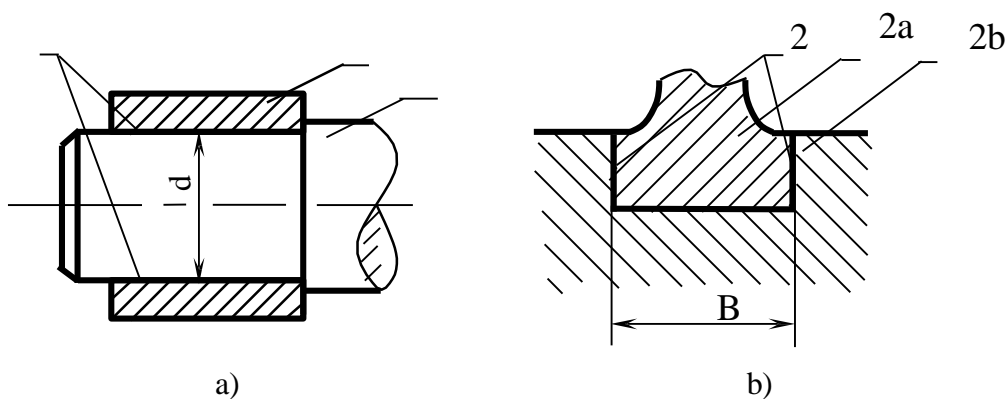
- Chi tiết đạt yêu cầu gọi là thành phẩm. Chi tiết không đạt yêu cầu gọi là thứ phẩm nếu còn sửa chữa được ( $d_t > d_{\max}$  hoặc  $D_t < D_{\min}$ ); gọi là phế phẩm nếu không sửa chữa được ( $d_t < d_{\min}$ ; hoặc  $D_t > D_{\max}$ ).

### 1.1.3 Lắp ghép và các loại lắp ghép

#### 1.1.3.1 Khái niệm về lắp ghép

Thông thường các chi tiết đứng riêng biệt thì không có công dụng gì cả, chỉ chi phối với nhau chúng mới có công dụng. Thí dụ: đai ốc vặn vào bulông mới có tác dụng bắt chặt; trục lắp vào ổ trục mới có khả năng quay nhẹ nhàng để truyền lực. Sự phối hợp các chi tiết với nhau: Như đai ốc vặn vào bulông, ổ trục quay trong ổ trục v.v... tạo thành những mối ghép.

Trong những mối ghép có những bề mặt và kích thước mà dựa theo chúng để lắp ghép các chi tiết với nhau. ví dụ trong hình 1.4; mặt 1 và 2, kích thước  $d$  và  $D$ . Những bề mặt và những kích thước đó gọi là bề mặt lắp ghép và kích thước lắp ghép.



**Hình 1.4. Mối ghép của 2 chi tiết**

a) Lắp ghép bề mặt trụ; b) Lắp ghép bề mặt phẳng

Các mặt lắp ghép có thể là mặt trụ (hình 1.4a), có thể là mặt phẳng (hình 1.4b) và bao giờ cũng gồm mặt của chi tiết bao ngoài (1b và 2b trên hình 1.4) và mặt của chi tiết bị bao (1a và 2a trên hình 4). Chi tiết bao ngoài qui ước là chi tiết lỗ (chi tiết 1b và 2b). Chi tiết bị bao qui ước là chi tiết trục (chi tiết 1a và 2a).

Mỗi lắp ghép bao giờ cũng có chung một kích thước danh nghĩa cho cả hai chi tiết và gọi là kích thước danh nghĩa của lắp ghép.

Đặc tính của lắp ghép được xác định bởi hiệu số của kích thước bao và kích thước bị bao trong lắp ghép.

Nếu hiệu số đó có giá trị dương thì lắp ghép có độ hở.

Nếu hiệu số đó có giá trị âm thì lắp ghép có độ dôi.

TCVN 2244 - 77 phân chia ra ba nhóm lắp ghép; lắp ghép có độ hở, lắp ghép có độ dôi và lắp ghép trung gian.

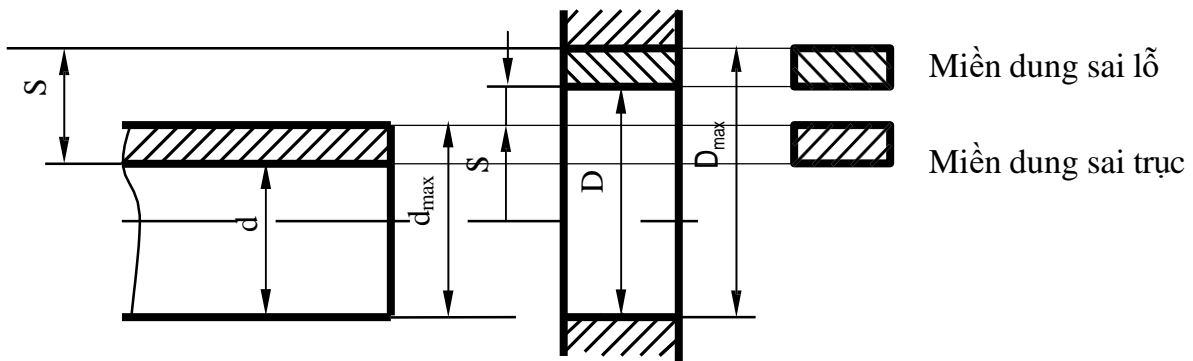
### 1.1.3.2 Các loại lắp ghép

#### a. Lắp ghép có độ hở

Trong lắp ghép này kích thước của lỗ luôn luôn lớn hơn kích thước của trục hay miền dung sai của lỗ nằm phía trên miền dung sai của trục. Độ hở trong lắp ghép đặc trưng cho sự tự do dịch chuyển tương đối giữa hai chi tiết trong lắp ghép. Nếu độ hở càng lớn thì khả năng tự do dịch chuyển tương đối càng nhiều và ngược lại.

Độ hở trong lắp ghép bằng hiệu số giữa kích thước của lỗ và kích thước của trục. Độ hở ký hiệu là  $S$  :  $S = D - d$

Các kích thước thực tế của chi tiết dao động trong giới hạn dung sai đã cho nên độ hở cũng sẽ dao động trong một phạm vi nhất định.



**Hình 1.5. Lắp ghép có độ hở**

Nếu lắp chi tiết lỗ có chi tiết giới hạn lớn nhất  $D_{\max}$  với chi tiết trục có kích thước giới hạn nhỏ nhất  $d_{\min}$  thì mỗi ghép có độ hở lớn nhất  $S_{\max}$ .

Độ hở lớn nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch giới hạn trên của lỗ và sai lệch giới hạn dưới của trục.

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

Ngược lại nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn nhỏ nhất với chi tiết trục có thước giới hạn lớn nhất thì mỗi ghép có độ hở nhỏ nhất  $S_{\min}$

Độ hở nhỏ nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch giới hạn dưới của lỗ và sai lệch giới hạn trên của trục.

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$

Độ hở trung bình  $S_{tb}$  là trung bình cộng giữa độ hở lớn và độ hở nhỏ nhất:

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

Để đánh giá độ chính xác của mối ghép, người ta dùng khái niệm dung sai lắp ghép.

Dung sai độ hở (IT5) là hiệu số giữa độ hở lớn nhất và độ hở nhỏ nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và dung sai trục.

$$ITS = S_{\max} - S_{\min} = IT_D + IT_d$$

*Ví dụ* : Một lắp ghép có độ hở, trong đó chi tiết lỗ có kích thước:  $\Phi 50 \begin{matrix} 0,023 \\ 0,005 \\ -0,028 \end{matrix}$

Chi tiết trục có kích thước:  $\begin{matrix} 50 \\ -0,028 \end{matrix}$

- Tính kích thước giới hạn và dung sai của các chi tiết
- Tính độ hở giới hạn, độ hở trung bình và dung sai của lắp ghép

### Bài giải:

- Kích thước giới hạn của lỗ:

$$D_{\max} = D + ES = 50 + 0,023 = 50,023 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ:

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

- Dung sai của lỗ:

$$IT_d = D_{\max} - D_{\min} = 50,023 - 50 = 0,023 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn lớn nhất của trục:

$$d_{\max} = d + es = 50 - 0,005 = 49,995 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục:

$$d_{\min} = d + ei = 50 - 0,028 = 49,972 \text{ mm}$$

+ Dung sai của trục:  $IT_d = d_{\max} - d_{\min} = 49,995 - 49,972 = 0,023 \text{ mm}$

+ Độ hở lớn nhất:  $S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 50,023 - 49,972 = 0,051 \text{ mm}$

+ Độ hở nhỏ nhất:  $S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 50 - 49,995 = 0,005 \text{ mm}$

- + Độ hở trung bình:

$$S_{tb} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,051 + 0,005}{2} = 0,028 \text{ mm}$$

- Dung sai độ hở:

$$ITS = S_{\max} - S_{\min} = 0,051 - 0,005 = 0,046 \text{ mm}$$

### b- Lắp ghép có độ dôi

Lắp ghép có độ dôi là loại lắp ghép trong đó kích thước của lỗ luôn luôn nhỏ hơn kích thước của trục hay miền dung sai của trục nằm phía trên miền dung sai của lỗ. Độ dôi trong lắp ghép đặc trưng cho sự cố định tương đối giữa hai chi tiết trong lắp ghép. Nếu độ dôi càng lớn thì sự cố định giữa hai chi tiết càng bền chặt và ngược lại.

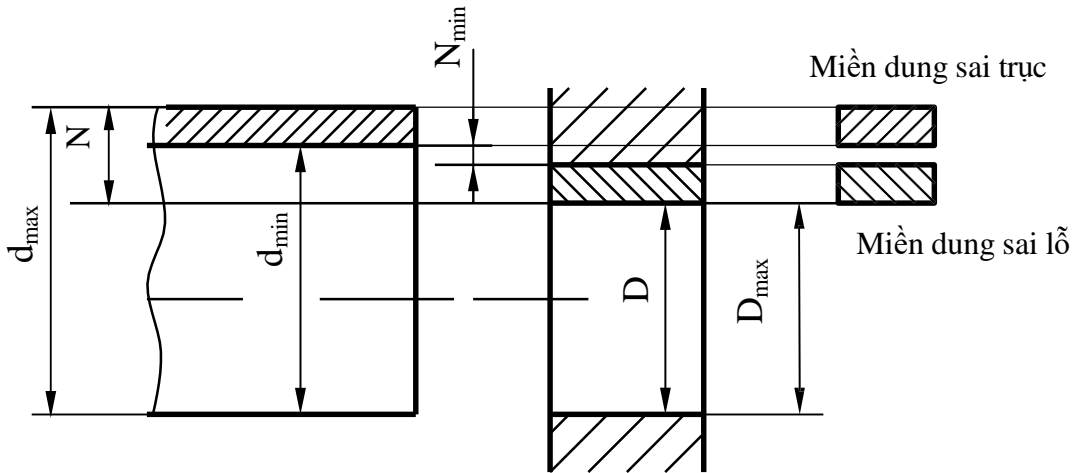
Độ dôi trong lắp ghép bằng hiệu số giữa kích thước của lỗ.

Độ dôi ký hiệu là N:

$$N = d - D$$

$$\text{Hay } N = -(D - d) = -S$$





**Hình 1.6: Lắp ghép có độ dôi**

Tương tự như lắp ghép có độ hở, nếu lắp chi tiết trục có kích thước giới hạn lớn nhất với chi tiết lỗ có kích thước giới hạn nhỏ nhất thì mỗi ghép có độ dôi lớn nhất  $N_{\max}$ .

Độ dôi lớn nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của trục và kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ, hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch trên của trục và sai lệch dưới của lỗ.

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

Ngược lại nếu lắp chi tiết trục có kích thước giới hạn nhỏ nhất với chi tiết lỗ có kích thước giới hạn lớn nhất thì mỗi ghép có độ dôi nhỏ nhất  $N_{\min}$

Độ dôi nhỏ nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục và kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch dưới của trục và sai lệch trên của lỗ.

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

Độ dôi trung bình  $N_{tb}$  là trung bình cộng giữa độ dôi lớn nhất và độ dôi nhỏ nhất:

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

Tương tự như lắp ghép có độ hở, dung sai của lắp ghép có độ dôi là dung sai độ dôi  $IT_N$ .

Dung sai độ dôi  $IT_N$  là hiệu số giữa độ dôi lớn nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và dung sai của trục.

$$IT_N = N_{\max} - N_{\min} = IT_D + IT_d$$

**Ví dụ :** Một lắp ghép có độ dôi trong đó chi tiết lỗ :

$\Phi 60 \quad 0,025$

Chi tiết trục có kích thước:

$\Phi 60 \quad +0,055$   
 $\quad \quad \quad +0,032$

- Tính trị số giới hạn độ dôi trung bình của mỗi ghép.

- Tính dung sai của lỗ, dung sai của trục và dung sai của lắp ghép.

**Bài giải:**

Độ dôi giới hạn bao gồm độ dôi lớn nhất và độ dôi nhỏ nhất.

+ Độ dôi lớn nhất:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 0,055 \text{ mm}$$

+ Độ dôi nhỏ nhất:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES = 0,032 - 0,025 = 0,007 \text{ mm}$$

+ Độ dôi trung bình của lắp ghép:

$$N_{tb} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = 0,031$$

+ Dung sai của chi tiết lỗ:

$$IT_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$IT_D = 0,025 - 0 = 0,025 \text{ mm}$$

+ Dung sai của chi tiết trục:

$$IT_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

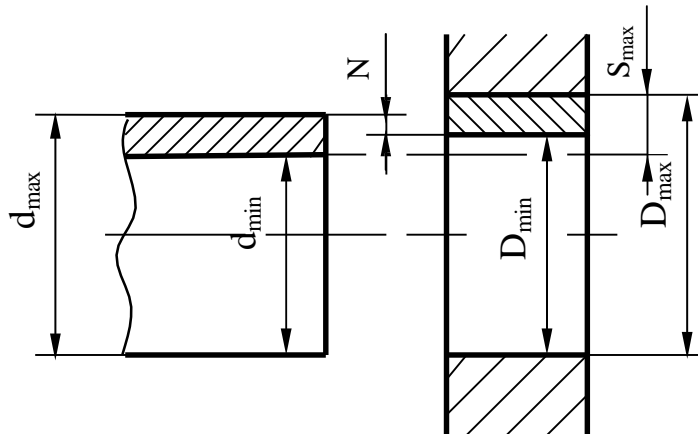
$$IT_d = 0,055 - 0,032 = 0,023 \text{ mm}$$

+ Dung sai của lắp ghép:

$$IT_N = IT_D + IT_d = 0,025 + 0,023 = 0,048 \text{ mm}$$

**c. Lắp ghép trung gian**

Lắp ghép trung gian là loại lắp ghép quá độ giữa lắp ghép có độ hở và lắp ghép có độ dôi có nghĩa là miền dung sai của lỗ và trục có thể cắt nhau từng phần hay toàn phần.



**Hình 1.7. Lắp ghép trung gian**

Trong lắp ghép này tùy theo kích thước thực tế của chi tiết lỗ và chi tiết trục (kích thước thực tế trong phạm vi dung sai) mà lắp ghép có độ hở và có độ dôi.

Tương tự như lắp ghép có độ hở hoặc lắp ghép có độ dôi, nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn lớn nhất thì mỗi ghép có độ hở lớn nhất  $S_{\max}$

Độ hở lớn nhất trong lắp ghép trung gian là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục hoặc là hệ số đại số giữa sai lệch trên của lỗ và sai lệch dưới của trục.

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

Ngược lại nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn nhỏ nhất với chi tiết trục có kích thước lớn nhất thì mỗi ghép có độ dôi lớn nhất thì mỗi ghép có độ dôi lớn nhất trong lắp ghép trung gian.

Độ dôi lớn nhất trong lắp ghép trung gian là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của trục và kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch trên của trục và sai lệch dưới của lỗ.

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

Dung sai của lắp ghép trung gian là dung sai độ hở hoặc dung sai độ dôi và bằng tổng độ hở lớn nhất và độ dôi lớn nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và dung sai của trục.

$$IT_S = IT_N = N_{\max} + S_{\max} = IT_D + IT_d$$

Độ hở hoặc độ dôi trung bình trong lắp ghép trung gian được xác định như sau:

- Nếu lắp ghép có độ hở lớn nhất lớn hơn độ dôi lớn nhất thì lắp ghép có độ hở trung bình.

- Độ hở trung bình  $S_{tb}$  bằng nửa hiệu số giữa độ hở lớn nhất và độ dôi lớn nhất.

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

- Nếu lắp ghép có độ dôi lớn hơn độ hở lớn nhất thì lắp ghép có độ dôi trung bình

- Độ dôi trung bình  $N_{tb}$  bằng nửa hiệu số giữa độ dôi lớn nhất và độ hở lớn nhất.

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

- Độ hở trung bình trong các lắp ghép đạt được khi kích thước của các chi tiết được chế tạo theo các trị số trung bình của dung sai của chúng. Trong thực tế độ hở trung bình thường xuất hiện nhiều hơn độ hở và độ dôi giới hạn, bởi vì trong chế tạo, các chi tiết có kích thước gần với kích thước trung bình có xác suất xuất hiện lớn nhất.

### **Ví dụ.**

Một lắp ghép trung gian, trong đó chi tiết lỗ có đường kính:  $\Phi 55^{+0,030}$   
chi tiết trục có đường kính:  $\Phi 55^{+0,015}_{-0,013}$

- Tính kích thước giới hạn và dung sai của lỗ và trục?

- Tính trị số giới hạn độ dôi, độ hở; độ hở hoặc độ dôi trung bình và dung sai của lắp ghép?

**Bài giải:**

Kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ:

$$D_{\max} = D + EI = 55,0 + 0,030 = 55,030 \text{ mm}$$

Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ:

$$D_{\min} = D + EI = 55,0 + 0 = 55,00 \text{ mm}$$

Dung sai của lỗ:

$$IT_D = D_{\max} - D_{\min} = 55,030 - 55,0 = 0,030 \text{ mm}$$

Kích thước giới hạn lớn nhất của trục:

$$d_{\max} = d + es = 55,00 + 0,015 = 55,015 \text{ mm}$$

Kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục:

$$d_{\min} = d + ei = 55,00 - 0,013 = 54,987 \text{ mm}$$

Dung sai của trục :

$$IT_d = d_{\max} - d_{\min} = 55,015 - 54,987 = 0,028 \text{ mm}$$

Độ dôi lớn nhất :

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 55,015 - 55,00 = 0,015 \text{ mm}$$

Độ hở lớn nhất :

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 55,030 - 54,987 = 0,043 \text{ mm}$$

Trong lắp ghép này độ hở lớn nhất lớn hơn độ dôi lớn nhất nên lắp ghép có độ hở trung bình là:

$$S_{tb} = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2} = \frac{0,043 - 0,015}{2} = 0,014$$

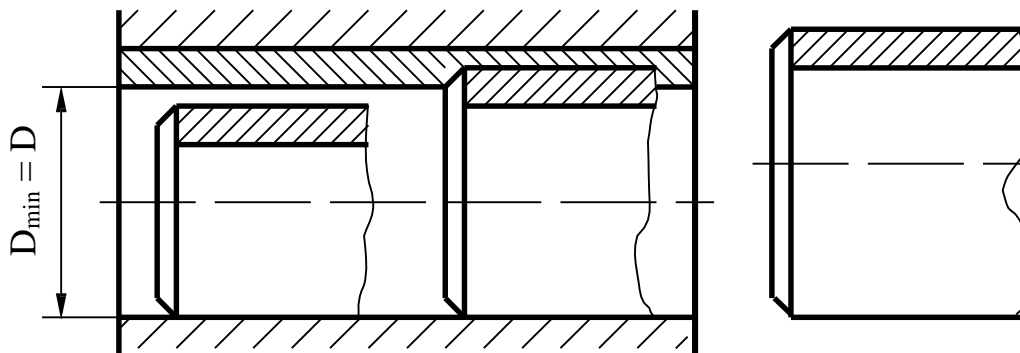
Dung sai của lắp ghép:

$$IT_N = IT_S = N_{\max} + S_{\max} = 0,015 + 0,043 = 0,058 \text{ mm}$$

**1.1.3.3 Hệ thống lắp ghép**

Các chi tiết lắp ghép với nhau theo hai hệ thống là hệ thống lỗ và hệ thống trục.

a. Hệ thống lỗ



**Hình 1.8. Lắp trong hệ thống lỗ**

Lắp ghép trong hệ thống lỗ là tập hợp các lắp ghép trong đó các độ hở và độ dôi khác nhau có được bằng cách ghép các trục có kích thước khác nhau với lỗ cơ sở (hình 1.8).

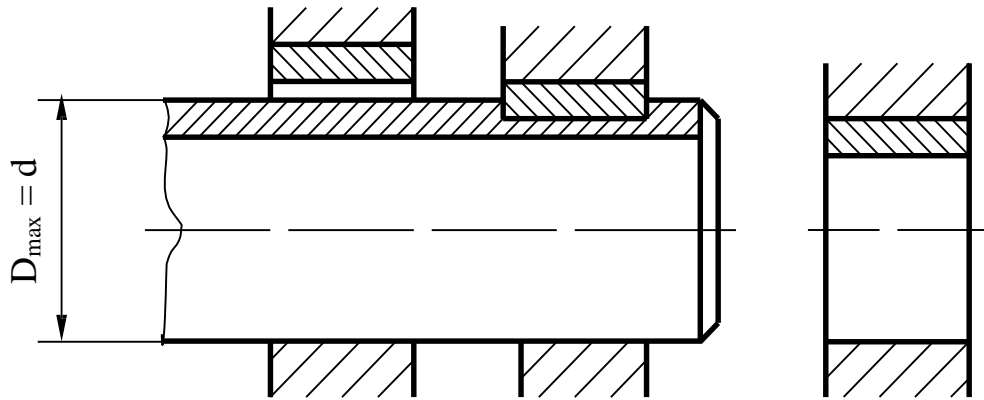
Trong hệ thống lỗ, lỗ là chi tiết cơ sở nên hệ thống lỗ còn gọi là hệ lỗ cơ sở.

Chi tiết lỗ cơ sở được ký hiệu là H và có sai lệch dưới bằng 0 ; như vậy kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ cơ sở luôn luôn bằng kích thước danh nghĩa:  $EI = 0$  hoặc  $D_{\min} = D$

#### b. Hệ thống trục

Lắp ghép trong hệ thống trục là tập hợp các lắp ghép trong đó các độ hở và độ dôi khác nhau có được bằng cách ghép các lỗ có kích thước khác nhau với trục cơ sở (hình 1.9).

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



**Hình 1.9. Lắp trong hệ thống trục**

Chi tiết trục cơ sở được ký hiệu là h và có sai lệch trên bằng 0. Như vậy kích thước giới hạn lớn nhất của trục luôn luôn bằng kích thước danh nghĩa.

$$es = 0 \text{ hoặc } d_{\max} = d$$

## 1.2 HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRON

### 1.2.1 Hệ thống dung sai

#### 1.2.1.1 Khái niệm chung về dung sai lắp ghép.

Hệ thống dung sai lắp ghép là tập hợp các quy định về dung sai lắp ghép và được thành lập theo một qui định nhất định.

Nền sản xuất công nghiệp cơ khí ở nước ta từ năm 1962 về trước áp dụng hệ thống dung sai lắp ghép tiêu chuẩn nhà nước Liên xô. Năm 1963 Nhà nước ta ban hành tiêu chuẩn Việt nam về dung sai lắp ghép TCVN 20-63-TCVN 42-63. Sau hơn 10 năm áp dụng trong thực tế sản xuất, các tiêu chuẩn trên bước đầu áp dụng được các yêu cầu của công tác nghiên cứu, thiết kế và chế tạo các sản phẩm cơ khí. Song, với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học

kỹ thuật và sự hợp tác rộng rãi giữa các nước trên thế giới trong lĩnh vực này, bộ tiêu chuẩn về dung sai và lắp ghép đã bộc lộ nhiều nhược điểm cần được khắc phục. Năm 1977 Nhà nước ta đã ban hành bộ tiêu chuẩn SEV (khối các nước trong Hội đồng tương trợ kinh tế) và các kiến nghị của ISD (hệ thống dung sai lắp ghép của tổ chức tiêu chuẩn hoá quốc tế).

Việc áp dụng hệ thống dung sai lắp ghép mới này đáp ứng được yêu cầu về sự hợp tác giữa nước ta và các nước trên thế giới, do nó đảm bảo được sự thống nhất về dung sai lắp ghép, thống nhất về công nghệ, về dụng cụ, đảm bảo tính đổi lẫn v.v... do đó đảm bảo việc trao đổi hàng hoá và phát triển thương mại.

### 1.2.1.2 Nội dung của hệ thống dung sai

#### a. Quy định dung sai

Trên cơ sở cho phép sai số về kích thước người ta đã nghiên cứu và thống kê thực nghiệm giữa gia công cơ với sai số kích thước và đưa ra được công thức thực nghiệm tính dung sai như sau:

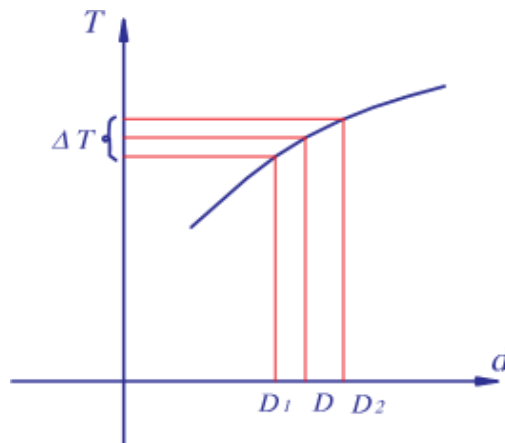
$$T = a \cdot i$$

a- hệ số phụ thuộc vào mức độ chính xác của kích thước, kích thước càng chính xác thì a càng nhỏ, trị số dung sai càng bé và ngược lại.

i- là đơn vị dung sai, được xác định bằng thực nghiệm và phụ thuộc vào phạm vi kích thước.

Đối với các kích thước từ 1 – 500mm thì:

$$0,045\sqrt[3]{D} \quad 0,001i \quad D \quad D = \quad +$$



**Hình 1.10. Đồ thị biểu hiện mối liên hệ giữa T và d**

Từ đồ thị biểu diễn quan hệ giữa trị số dung sai và kích thước ở trên ta thấy rằng: trong từng khoảng nhỏ  $\Delta d$  của kích thước, giá trị dung sai kích thước biên của khoảng so với giá trị trung bình của khoảng sai khác nhau không đáng kể nên có thể bỏ qua được. Vì vậy để đơn giản và thuận tiện cho việc sử dụng người ta quy định dung sai cho từng khoảng kích thước và giá trị

dung sai của mỗi khoảng kích thước được tính theo kích thước trung bình ( $D$ ) của khoảng:

$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$$

Trong đó  $D_1, D_2$  là kích thước biên của khoảng cách.

Sự phân khoảng kích thước danh nghĩa phải tuân theo nguyên tắc đảm bảo sai khác giữa giá trị dung sai tính theo kích thước biên của khoảng so với giá trị dung sai tính theo kích thước trung bình của khoảng đó không quá  $5 \div 8\%$  theo nguyên tắc đó thì các kích thước từ 1 500 có thể phân thành 13 25 khoảng tùy theo đặc tính của từng loại lắp ghép

Tiêu chuẩn Việt Nam quy định có 20 cấp chính xác (cấp dung sai tiêu chuẩn) và được kí hiệu IT01, IT0, IT1, ..., IT18. Các cấp chính xác từ IT1 IT18 được sử dụng phổ biến hiện nay.

Cấp chính xác từ IT1 IT4 được sử dụng đối với các kích thước yêu cầu độ chính xác rất cao (chế tạo dụng cụ đo, căn mẫu)

Cấp chính xác IT5, IT6 được sử dụng trong lĩnh vực cơ khí chính xác

Cấp chính xác IT7, IT8 được sử dụng trong lĩnh vực cơ khí thông dụng

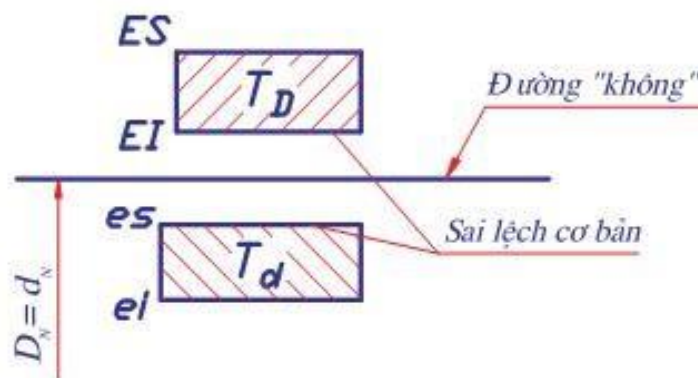
Cấp chính xác từ IT9 ÷ IT11 thường được sử dụng trong lĩnh vực cơ khí lớn (chỉ tiết có kích thước lớn)

Cấp chính xác từ IT12 IT16 thường được sử dụng đối với những kích thước chi tiết yêu cầu gia công nhỏ

#### b. Quy định lắp ghép

Khái niệm sai lệch cơ bản

Sai lệch cơ bản là một trong hai sai lệch trên hoặc dưới gần với đường không dùng để xác định vị trí miền dung sai so với đường không

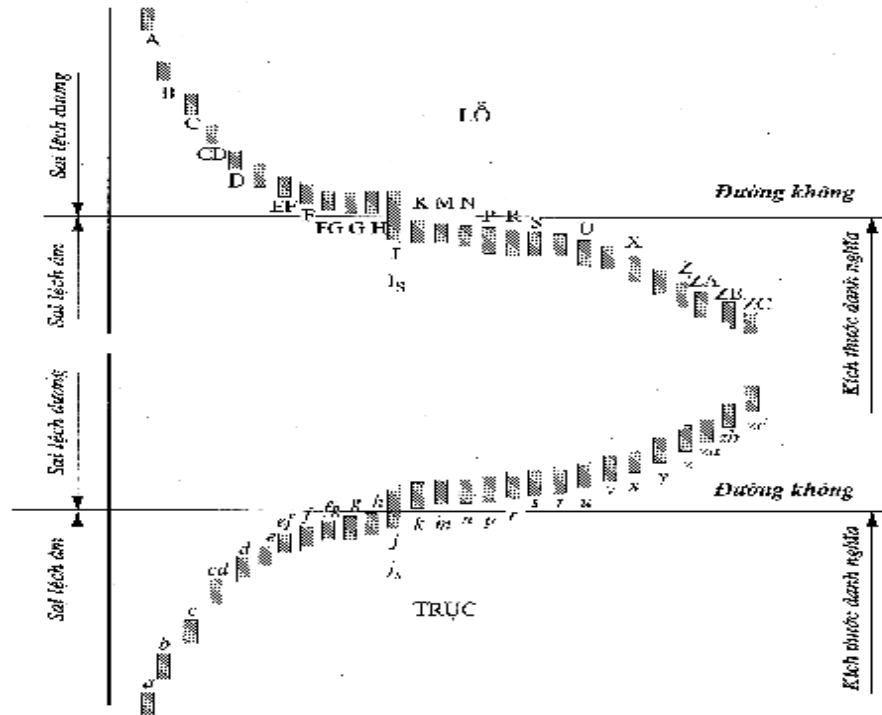


**Hình 1.11. Vị trí sai lệch cơ bản**

Theo TCVN 2244-99 có 28 sai lệch cơ bản đối với lỗ và 28 sai lệch cơ bản đối với trục. Sai lệch cơ bản được kí hiệu bằng 1 hoặc 2 chữ cái la tinh:

Chữ in hoa với lỗ: A, B, C, CD, ..., ZA, ZB, ZC

Chữ thường với trục: a, b, c, cd, ..., za, zb, zc



**Hình 1.12. Sơ đồ bố trí dãy các sai lệch cơ bản của trục và lỗ (Theo TCVN 2245- 1991)**

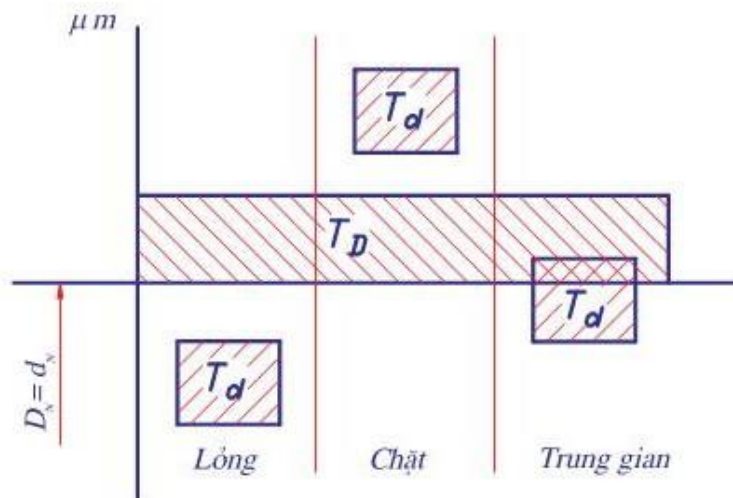
Vị trí miền dung sai tương ứng với các chữ của sai lệch cơ bản như hình 1.12

Sự phối hợp giữa các kích thước danh nghĩa, sai lệch cơ bản và cấp chính xác tạo nên miền dung sai. Vậy ký hiệu miền dung sai bao gồm 3 thành phần trên, ví dụ : $\phi 30H7$

**1.2.2 Hệ thống lắp ghép**

TCVN quy định các kiểu lắp thực hiện theo 1 trong 2 quy luật sau:

a. Quy luật của hệ thống lỗ cơ bản

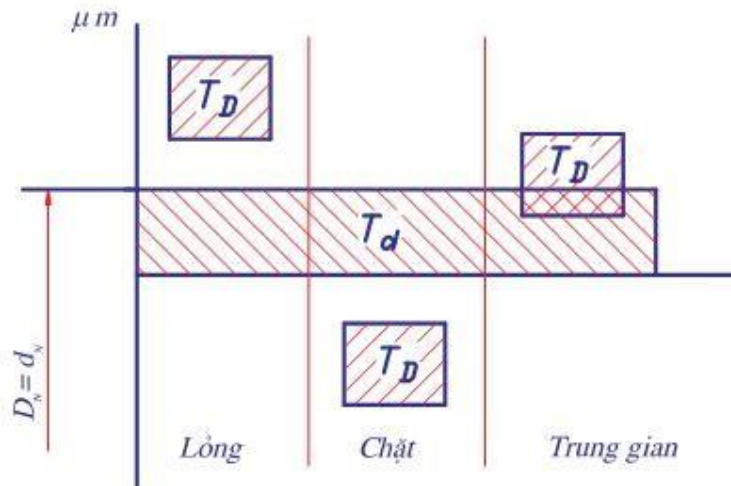


**Hình 1.13. Quy luật phân bố của hệ thống lỗ cơ bản**



Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí miền dung sai của lỗ là cố định luôn luôn ở trên và sát với đường "không", muốn có các kiểu lắp khác nhau thì thay đổi vị trí miền dung sai của trục so với đường "không" (như hình 1.13)

Miền dung sai của lỗ cơ bản kí hiệu là  $H$  và có đặc tính  $EI=0$ ,  $ES=T_D$   
*b. Quy luật của hệ thống trục cơ bản*



**Hình 1.14: Quy luật phân bố của hệ thống trục cơ bản**

Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí miền dung sai của trục là cố định luôn ở dưới và sát đường "không", muốn có các kiểu lắp khác nhau thì thay đổi vị trí miền dung sai của lỗ so với đường "không" (như hình 1.14)

Miền dung sai của trục cơ bản kí hiệu là  $h$  và có đặc tính  $es=0$ ,  $ei=-T_d$

\* Lựa chọn hệ thống lắp ghép: để chọn kiểu lắp tiêu chuẩn khi thiết kế, ngoài đặc tính yêu cầu của lắp ghép người thiết kế còn phải dựa vào tính kinh tế kỹ thuật và tính công nghệ kết cấu để quyết định chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ hay trục cơ bản.

Về mặt kinh tế mà xét thì người ta chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ. Bởi vì gia công lỗ chính xác khó và thường phải dùng những dụng cụ đắt tiền như dao chuốt, dao doa,...mà khi chọn kiểu lắp theo hệ thống thì số kích thước lỗ lại ít hơn so với hệ trục. Bởi vậy chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ có lợi hơn. Tuy nhiên, trong những trường hợp do yêu cầu về thiết kế và công nghệ không cho phép chọn theo kiểu lắp theo hệ lỗ thì buộc ta phải chọn kiểu lắp theo hệ trục, ví dụ như lắp vòng ngoài của ổ bi với thân hộp.

### 1.2.3 Các lắp ghép tiêu chuẩn

#### 1.2.3.1 Ký hiệu dung sai lắp ghép tiêu chuẩn trên bản vẽ

##### a. Đối với bản vẽ chi tiết

Tiêu chuẩn qui định có 3 cách ghi kí hiệu sai lệch của kích thước trên bản vẽ chi tiết.

\* Ghi theo ký hiệu qui ước của miền dung sai

Ví dụ: lỗ  $\varnothing 40H7$  hoặc trục  $40f7$

Có nghĩa:

- $D_N = 18 \text{ mm}$
- $H7$  là miền dung sai của lỗ
- $d_N = 40 \text{ mm}$
- $f7$  là miền dung sai của trục

Trong đó  $H$  sai lệch cơ bản

$f$  sai lệch cơ bản

\*  $7 \rightarrow$  cấp chính xác

$7$  cấp chính xác

*Ghi theo trị số sai lệch giới hạn*

Ví dụ: Trục  $\varnothing 40$   
 $\begin{matrix} -0,025 \\ -0,050 \end{matrix}$

Có nghĩa:  $d_N = 40 \text{ mm}$

$es = -0,025 \text{ mm}$

$ei = -0,050 \text{ mm}$

Lỗ  $40\varnothing$   
 $\begin{matrix} +0,025 \end{matrix}$

Có nghĩa:  $D_N = 40 \text{ mm}$

$ES = +0,025 \text{ mm}$

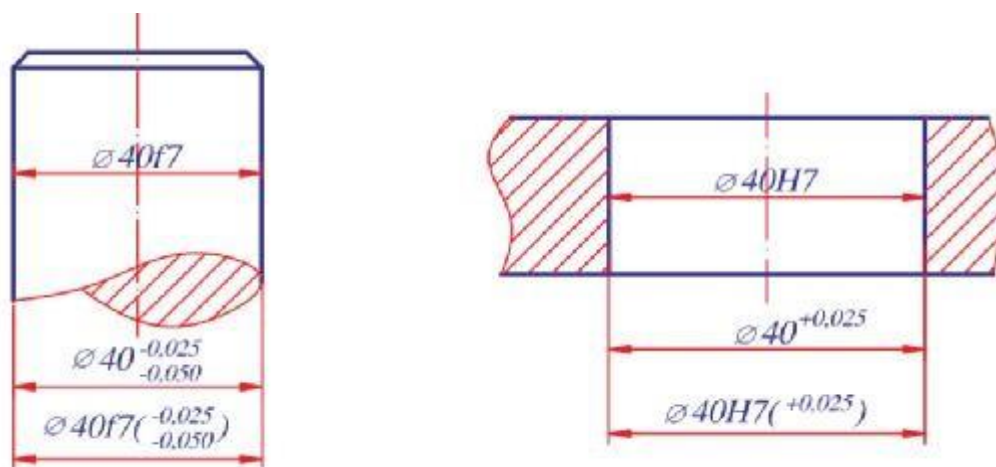
$EI = 0$

\* *Cách ghi kết hợp hai cách ở trên*

SLGH được ghi ở trong ngoặc đơn bên phải

Ví dụ:  $40f\varnothing$   
 $\begin{matrix} -0,025 \\ -0,050 \end{matrix}$

có nghĩa:  $d_N=40 \text{ mm}$ ;  $es= -0,025 \text{ mm}$  ;  $ei= -0,050 \text{ mm}$



**Hình 1.15. Ghi sai lệch giới hạn trên bản vẽ**

b. Đối với bản vẽ lắp.

Ghi kích thước lắp ghép và sai lệch giới hạn cho bản vẽ lắp cũng có 3 cách tương tự như đối với bản vẽ chi tiết.

\* Ghi theo kí hiệu miền dung sai

- KT danh nghĩa Miền ds lỗ/Miền ds trục

Ví dụ:  $\phi 60 \frac{H7}{e8}$

- Kích thước danh nghĩa  $D_N=d_N=60\text{mm}$

- Miền dung sai của lỗ: H7 với H là SLCB và 7 là cấp CX

- Miền dung sai của trục: e8 với e là SLCB và 8 là cấp CX

\* Ghi theo giá trị sai lệch giới hạn

Ví dụ:  $\phi 60 \begin{matrix} +0,030 \\ -0,060 \end{matrix}$   
 $\begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} -0,106$

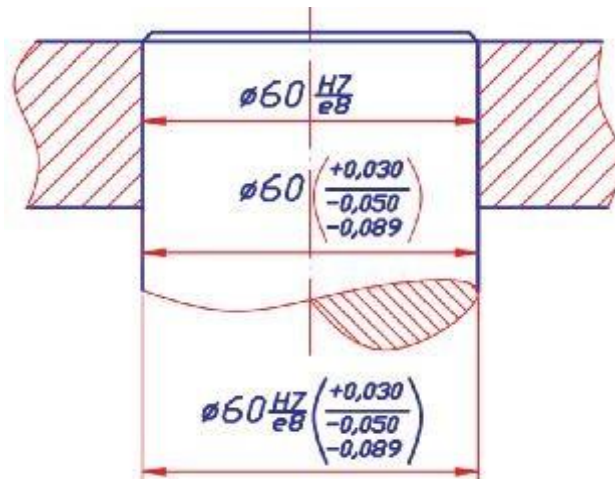
- Kích thước danh nghĩa  $D_N=d_N=60\text{ mm}$

- Sai lệch giới hạn của lỗ  $E=0,030\text{ mm}, EI=0$

- Sai lệch giới hạn của trục  $e_s=-0,060\text{ mm}, e_i=-0,106$

\* Cách ghi kết hợp 2 cách trên

Ví dụ:  $\phi 60 \frac{H7}{e8} \begin{matrix} +0,030 \\ -0,060 \end{matrix}$   
 $\begin{matrix} \square \\ \square \end{matrix} -0,106$



Hình 1.16. Ghi sai lệch giới hạn trên bản vẽ lắp

### 1.2.3.2 Các mẫu lắp ghép tiêu chuẩn

a. Lắp ghép có độ dôi

\* Đặc điểm và phạm vi sử dụng.

Trong mỗi ghép có độ dôi, độ dôi giữa lỗ và trục gây ra biến dạng đàn hồi, tạo ra lực ma sát trên bề mặt lắp ghép được bền chặt. Vì vậy, trong mỗi ghép có độ dôi, các chi tiết luôn cố định lại với nhau.

Từ đặc điểm đó lắp ghép có độ dôi được dùng cho các mối ghép cố định hoặc dùng trong những trường hợp cần truyền chuyển động mà không dùng các chi tiết phụ ( như then, chốt )

Tùy theo tỷ lệ  $\frac{N}{d}$  ( $\mu\text{m}/\text{mm}$ ), người ta chia các mối ghép có độ dôi ra ba loại: Loại nặng, loại trung bình, loại nhẹ.

- *Loại nặng*: Các lắp ghép loại nặng gồm:  $\frac{H7}{7}$ ;  $\frac{H8}{z8}$ ;  $\frac{H8}{x8}$ ;  $\frac{H8}{u8}$ ..... ;

Các lắp ghép này có tỷ số  $\frac{N}{d} > 1\mu\text{m}/\text{mm}$  (N là độ dôi trung bình, d là đường kính danh nghĩa của lắp ghép). Loại này dùng cho các mối ghép cần truyền mômen xoắn lớn và làm việc trong điều kiện phụ tải lớn khi chi tiết có đủ độ bền.

- *Loại trung bình*: Gồm các lắp ghép:  $\frac{H6}{5}$ ;  $\frac{H7}{r6}$ ;  $\frac{H7}{s7}$ ;  $\frac{H8}{s8}$ ..... các lắp ghép loại này có tỷ số  $\frac{N}{d} 0,25\mu\text{m}/\text{mm}$

Loại này truyền được mômen xoắn nhỏ và tải trọng nhỏ hơn so với loại nặng.

- *Loại nhẹ*: Gồm các lắp ghép:  $\frac{H6}{p5}$ ;  $\frac{H7}{p6}$ ..... Các lắp ghép này có tỷ số

$\mu\text{m}/\text{mm}$  Loại này truyền được lực hướng trục cũng như mômen xoắn nhỏ. Khi có yêu cầu hai chi tiết lắp ghép không được chuyển tương đối với nhau thì phải dùng thêm các chi tiết phụ như then, chốt vv...

\* *Phương pháp lắp các mối ghép có độ dôi*

Mối lắp ghép này có độ dôi cần đảm bảo hai yêu cầu:

- Trường hợp có độ dôi nhỏ nhất, phải đảm bảo mối ghép đủ bền chặt, truyền được mômen xoắn.

- Trường hợp có độ dôi lớn nhất không làm các chi tiết bị phá hỏng.

Có hai phương pháp lắp các mối ghép có độ dôi: Phương pháp ép nguội và phương pháp ép nóng.

a) *Phương pháp lắp ép nguội*:

Phương pháp này thực hiện khi ép hai chi tiết này lại với nhau ở nhiệt độ bình thường. Khi lắp ghép các chi tiết nhỏ, độ dôi nhỏ, có thể dùng búa đồng đóng. Lắp ghép các chi tiết độ lớn dôi lớn phải dùng các loại máy ép để ép.

Lắp ghép theo phương pháp này đơn giản, dễ thực hiện phù hợp với điều kiện sản xuất ở các xưởng coker nói chung. Nhưng có nhược điểm lực ép sẽ làm cho các điểm lồi lõm ở trên bề mặt lắp ghép bị san phẳng, do đó độ dôi thực tế không đạt được độ dôi tính toán, sức bền chặt của mối ghép bị giảm. Do vậy những mối ghép cần độ bền lớn và truyền mômen xoắn lớn người ta thường lắp ghép bằng phương pháp ép nóng.

b) *Phương pháp ép nóng*:

Dựa vào tính co dãn về nhiệt của kim loại để lắp ghép có độ dôi, tùy theo điều kiện cụ thể có thể áp dụng các trường hợp sau :

- Nung nóng chi tiết bao
- Làm lạnh chi tiết bao
- Phối hợp cả nung nóng chi tiết bao và làm lạnh chi tiết bị bao.

Khi nung nóng hoặc làm lạnh chi tiết, nhiệt độ nung nóng hoặc làm lạnh tính như sau: 
$$t^{\circ} \pm \frac{N_{\max} + S_0}{1000 \alpha d} + t^{\circ}$$

$N_{\max}$  : Độ dôi lớn nhất của lắp ghép.

$S_0$  : Độ hở cần thiết để lắp, thường lấy bằng độ hở nhỏ nhất của lắp ghép  $\alpha$

Hệ số dãn nở; khi nung nóng

Với thép  $\alpha = 11 \times 10^{-6}$ ; Với gang  $\alpha = 10 \times 10^{-6}$

Khi làm lạnh

Với thép  $\alpha = - 8,4 \times 10^{-6}$ ; Với gang  $\alpha = - 8 \times 10^{-6}$  d : Đường kính lắp ghép.

$t^0$ : Nhiệt độ nơi làm việc

Thực hiện phương pháp ép nóng, độ nhấp nhô trên bề mặt lắp ghép không bisan phẳng độ bền chặt của mối ghép được bảo đảm, do đó mối ghép truyền lực được mômen xoắn lớn chịu được tải trọng chiều trục lớn. Nhưng phương pháp này đòi hỏi thiết bị phức tạp.

Ngoài ra với những mối ghép các chi tiết lớn cần độ dôi lớn người ta có thể kết hợp hai phương pháp trên nghĩa là vừa dùng lực ép và kết hợp nung nóng chi tiết bao, là lạnh chi tiết bị bao.

#### b. Lắp ghép có độ hở

Nói chung các mối ghép có độ hở được dùng trong các trường hợp các chi tiết cần chuyển động tương đối với nhau và thường dùng với các cấp chính xác từ 5 đến 12.

Các lắp ghép  $\frac{H7}{h6}; \frac{H8}{h7}; \dots$  có khe hở nhỏ nhất bằng không, do đó các

lắp ghép này nằm trên ranh giới giữa lắp ghép có độ hở và lắp ghép trung gian. Khi bôi trơn tốt, các chi tiết có thể dịch chuyển một cách tự do. Ví dụ: lắp ghép giữa cổ khuỷu và chốt khuỷu, giữa piston và xi lanh ... Nhưng khi có lắp thêm các chi tiết phụ (then hoặc chốt) thì các lắp ghép này lại trở thành các mối ghép cố định. Trường hợp này khi cần định tâm chính xác, hoặc khi cần tháo ra lắp vào luôn như: bánh răng, li hợp vấu, ly hợp ma sát,...

Các lắp ghép  $\frac{H7}{g6}; \frac{H7}{g5}; \dots$  có khe hở nhỏ, đảm bảo định tâm tốt được

dùng trong những trường hợp chuyển động không có va đập khi tải trọng thay

đôi. Ví dụ: đầu to thanh truyền lắp với cổ khuỷu, trục của rôto tuabin, trục chính máy công cụ v.v....

Các lắp ghép  $\frac{H7}{f7}; \frac{H7}{f6}; \dots$  và các lắp ghép khác được dùng cho mỗi

ghép của các chi tiết làm việc với vận tốc trung bình và không đôi, tải trọng không va đập: trục khuỷu trục chính quay trong ổ trục .

Các lắp ghép  $\frac{H8}{e8}; \frac{H8}{e7}; \frac{H7}{e8}; \dots$  có khe hở tương đối lớn được dùng cho

các mối ghép động nhưng có chiều dài của bạc lớn, hoặc nhiều ổ trục, hoặc vận tốc lớn 1000v/g/ph. Ví dụ: lắp trục bơm ly tâm, trục chính máy mài, trục máy phát tuabin ; các khớp cầu ...

Các lắp ghép  $\frac{H8}{d8}; \frac{H9}{d9}; \dots$  và các lắp ghép các khe hở tương đối lớn

được dùng cho các mối ghép của các chi tiết làm việc với tốc độ lớn, những trường hợp không cần định tâm chính xác nhưng có độ võng, độ xiên, chiều dài bạc lớn, hoặc trong mỗi ghép có nhiều ổ trục, các mối ghép cho các chi tiết làm việc trong điều kiện nhiệt độ thay đổi, hoặc bụi bẩn. Ví dụ: Máy nông nghiệp, máy làm đường, vòng găng máy nén, pittông xi lanh, trục máy phát tuabin v.v...

Lắp ghép  $\frac{H7}{8}$ . Được dùng cho các mối ghép của các chi tiết làm việc ở

nhệt độ cao trong các loại động cơ nhiệt.

### c. Lắp ghép trung gian

Nhóm lắp ghép trung gian có độ hở hoặc độ đôi. Nhưng độ hở hoặc độ đôi đều tương đối nhỏ khi lắp ghép chỉ cần dùng tay hoặc dùng búa đóng. Những lắp ghép của các chi tiết lớn có thể dùng máy ép có công suất nhỏ. Trong mỗi ghép trung gian cần cố định các chi tiết với nhau phải dùng các chi tiết phụ như then hoặc chốt...

Đặc tính chung của một số lắp trung gian là: Các lắp ghép  $\frac{H7}{6}; \frac{H8}{n7}; \frac{N7}{h7}; \dots$  tương đối ít được sử dụng, đặc biệt chỉ dùng khi có tải

trọng lớn, va đập, rung động.

Các lắp ghép  $\frac{H7}{m8}; \frac{N7}{h8}$ . Được dùng khi vật liệu của các chi tiết kém bền

hoặc phải tháo lắp thường xuyên ; khi chiều dài bạc lớn hơn 1,5d hoặc bạc có thành mỏng.

Ví dụ: Lắp các trục truyền, trục tâm với hộp vấu, vô lăng, bánh đai ...

Các lắp ghép  $\frac{H7}{k7}; \frac{K7}{h6}$  có độ chính xác định tâm và đảm bảo việc tháo

lắp nhanh. Lắp ghép này được dùng cho các mối ghép bánh đai quay nhanh, bánh răng của hộp giảm, tốc độ vô lăng, bánh lái, tay gạt, ly hợp, bánh răng định vị, máy nén bạc thay thế trong bánh răng và trục.

Các lắp ghép:  $\frac{H7}{js6}; \frac{JS7}{jh6}$  được dùng khi cần phải tháo lắp nhanh và

thường xuyên, các lắp ghép này có khả năng chịu được lực và có khả năng chịu được lực chiều trục nhỏ và sự định tâm các chi tiết tốt hơn. Ví dụ lắp ghép các bánh răng thay thế các chốt định tâm.

d. Chọn mỗi ghép tiêu chuẩn cho mỗi ghép khi thiết kế

Theo tiêu chuẩn của hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản và trục cơ bản ta có thể hình thành các lắp ghép tiêu chuẩn theo 3 nhóm lắp lỏng, chặt, trung gian. Khi chọn các kiểu lắp tiêu chuẩn, phải tùy thuộc vào chức năng sử dụng của mỗi ghép mà định ra yêu cầu về độ hở hoặc độ dôi giới hạn của lắp ghép. Sau đó căn cứ vào độ hở (độ dôi) giới hạn để chọn kiểu lắp cho phù hợp.

\* Chọn kiểu lắp lỏng tiêu chuẩn

Nhóm lắp lỏng tiêu chuẩn gồm các kiểu lắp:

$$\frac{H}{a}, \frac{H}{b}, \dots, \frac{H}{h} \quad \text{và} \quad \frac{H}{h}, \frac{H}{b}, \dots, \frac{H}{a}$$

với độ hở giảm dần từ  $\frac{H}{a} \begin{matrix} \blacklozenge A \\ \blacklozenge a \end{matrix}$  đến  $\frac{H}{h}$ .

- Cách chọn: xuất phát từ giá trị độ hở giới hạn yêu cầu mà ta chọn kiểu lắp có độ hở giới hạn phù hợp

\* Chọn kiểu lắp trung gian tiêu chuẩn

Nhóm lắp trung gian tiêu chuẩn gồm các kiểu lắp:

$$\frac{H}{j}, \frac{H}{k}, \frac{H}{m}, \frac{H}{n} \quad \text{và} \quad \frac{Js}{h}, \frac{K}{h}, \frac{M}{h}, \frac{N}{h}$$

với độ dôi tăng dần từ  $\frac{H}{j} \begin{matrix} \blacklozenge A \\ \blacklozenge j \end{matrix}$  đến  $\frac{H}{n} \begin{matrix} \blacklozenge N \\ \blacklozenge n \end{matrix}$ .

- Cách chọn: Khi chọn mỗi ghép trung gian phải căn cứ vào độ hở và độ dôi cho phép của mỗi ghép để chọn được mỗi ghép phù hợp với yêu cầu

\* Chọn kiểu lắp chặt tiêu chuẩn

Nhóm lắp chặt tiêu chuẩn gồm các kiểu lắp:

$$\frac{H}{p}, \frac{H}{r}, \frac{H}{s}, \frac{H}{t}, \frac{H}{u}, \frac{H}{x}, \frac{H}{z} \quad \text{và} \quad \frac{P}{h}, \frac{R}{h}, \frac{S}{h}, \frac{T}{h}, \frac{V}{h}$$

Với độ dôi tăng dần từ  $\frac{H}{p} \begin{matrix} \blacklozenge P \\ \blacklozenge p \end{matrix}$  đến  $\frac{H}{z} \begin{matrix} \blacklozenge V \\ \blacklozenge z \end{matrix}$ .

- Cách chọn: Giống như khi lắp lỏng, ta căn cứ vào độ dôi cho phép của mỗi ghép để chọn mỗi ghép chặt phù hợp với yêu cầu

### CÂU HỎI ÔN TẬP

**Câu 1.** Trong tiêu chuẩn TCVN quy định có bao nhiêu cấp chính xác? ký hiệu cụ thể của từng cấp ?

**Câu 2.** Có bao nhiêu sai lệch cơ bản? ký hiệu từng loại ?

**Câu 3.** Có mấy cách ghi kích thước có sai lệch trên bản vẽ, nêu nội dung cụ thể của từng cách ghi đó

**Câu 4.** Nêu đặc điểm, công dụng của mỗi lắp ghép có độ dôi và những yêu cầu của của mỗi lắp ghép có độ dôi.

**Câu 5.** Trình bày các phương pháp lắp ghép mỗi ghép có độ dôi.

**Câu 6.** Cho biết đặc điểm, công dụng của lắp ghép trung gian. Nói rằng - lắp ghép trung gian có thể có độ hở hoặc độ dôi, nghĩa là thế nào? Tại sao lắp ghép trung gian có thể đạt được độ đồng tâm cao.

**Câu 7.** Chi tiết làm việc với độ trung bình thì dùng lắp ghép gì để lắp ghép trục với ổ trục. Nên chọn những lắp ghép nào đối với các bánh răng lắp cố định, bánh răng di - trượt bánh răng lồng không trên trục và bánh răng thay thế?

**Câu 8.** Tại sao trục đặt trên 3 hay nhiều gối đỡ lại phải dùng loại lắp ghép  $\frac{H8}{e8}$  nếu dùng lắp ghép  $\frac{H8}{h7}$  có được không? tại sao?

### BÀI TẬP

**Câu 1:** Cho các lắp ghép trụ trơn ghi trong bảng 1 dưới đây. Hãy ghi kí hiệu sai lệch và lắp ghép bằng chữ và bằng số trên bản vẽ.

Bảng 1:

T.T	$d_N, \text{mm}$	Kiểu lắp	T.T	$d_N, \text{mm}$	Kiểu lắp
1.	30	$\frac{H8}{8}$ và $\frac{E9}{h8}$	1.	92	$\frac{H7}{k6}$ và $\frac{K7}{h6}$
2.	40	$\frac{H7}{g6}$ và $\frac{G7}{h6}$	2.	115	$\frac{H7}{s6}$ và $\frac{P7}{h6}$
3.	50	$\frac{H7}{Js6}$ và $\frac{Js7}{h6}$	3.	124	$\frac{H7}{6}$ và $\frac{N7}{h6}$

**Câu 2:** Cũng với các lắp ghép trụ trơn cho trong bảng 1

- Hãy lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

- Lắp ghép đã cho thuộc nhóm lắp ghép nào? Xác định độ hở, độ dôi giới hạn của chúng.

**Câu 3:** Với đặc tính yêu cầu của lắp ghép cho trong bảng 2 dưới đây:

TT	$d_N, \text{mm}$	$S_{\max yc}$ $\mu\text{m}$	$S_{\max yc}$ $\mu\text{m}$	TT	$d_N, \text{mm}$	$S_{\max yc}$ $\mu\text{m}$	$S_{\max yc}$ $\mu\text{m}$	TT	$d_N, \text{mm}$	$S_{\max yc}$ $\mu\text{m}$	$S_{\max yc}$ $\mu\text{m}$
1	42	80	25	4	46	42	1	7	48	8	-33
2	56	180	60	5	66	60	11	8	76	39	-10
3	62	76	0	6	86	93	36	9	82	25	-32

- Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho từng trường hợp

- Xác định sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục.



### 1.3 DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ ĐỘ NHÁM BỀ MẶT

#### 1.3.1 Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt

##### 1.3.1.1 Sai lệch và dung sai hình dạng

###### a. Khái niệm chung

Trong chế tạo máy người ta thường thiết kế các chi tiết từ những hình dạng hình học đơn giản nhất, bởi điều đó sẽ làm đơn giản cho việc chế tạo. Các chi tiết riêng biệt hoặc các bộ phận của chúng thường được làm ở dạng mặt phẳng hoặc mặt trụ. Rất ít khi người ta dùng các chi tiết ở dạng hình học khác.

Tuy nhiên, do một loạt nguyên nhân ảnh hưởng tới chế tạo, hình dạng của chi tiết không giữ được lý tưởng. Do đó người ta quy định các tiêu chuẩn riêng cho sai lệch so với hình dáng hình học đúng. Để định mức và đánh giá về số lượng các sai lệch hình dạng, người ta đưa vào các khái niệm sau:

**Bề mặt thực:** là bề mặt trên chi tiết gia công và cách biệt nó với môi trường xung quanh

**Bề mặt áp:** là bề mặt có hình dạng của bề mặt danh nghĩa (bề mặt hình học đúng trên bản vẽ) tiếp xúc với bề mặt thực và được bố trí ở ngoài của vật liệu chi tiết sao cho sai lệch từ bề mặt áp tới điểm xa nhất của bề mặt thực có trị số nhỏ nhất.

**Profin thực:** là đường biên của mặt cắt qua bề mặt thực

**Profin áp:** là đường biên của mặt cắt qua bề mặt áp.

###### b. Nguyên nhân chủ yếu sinh ra sai số trong quá trình gia công

###### \* Khái niệm về độ chính xác gia công

Sau khi ra công, các chi tiết có thể đạt được những mức độ khác nhau về các yếu tố hình học so với bản vẽ thiết kế đề ra. Mức độ khác nhau đó gọi là độ chính xác gia công.

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

- Độ chính xác về kích thước;
- Độ chính xác về hình dạng hình học và vị trí tương quan giữa các bề mặt ;
- Nhám bề mặt.

Độ chính xác gia công đạt được có thể khác nhau. Chi tiết sản xuất ra có thể khác với yêu cầu hoặc cùng một yếu tố hình học nhưng ở chi tiết này lại khác chi tiết kia; đó là có những sai số sinh ra trong quá trình gia công.

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

Sai số gia công do rất nhiều nguyên nhân; ở đây chỉ đề ra một số nguyên nhân chính:

- a) Độ chính xác của máy, đồ gá và tình trạng của chúng khi bị mòn.

Độ chính xác của máy thấp hoặc khi máy bị mòn sẽ gây ra sai số cho các chi tiết gia công trên máy. Ví dụ cổ trục chính máy tiện bị mòn, khi chuyển trục bị đảo làm cho chi tiết gia công không tròn; sống trượt song song với tâm trục chính gây ra độ côn trên chi tiết gia công.

*b) Độ chính xác của dụng cụ cắt:*

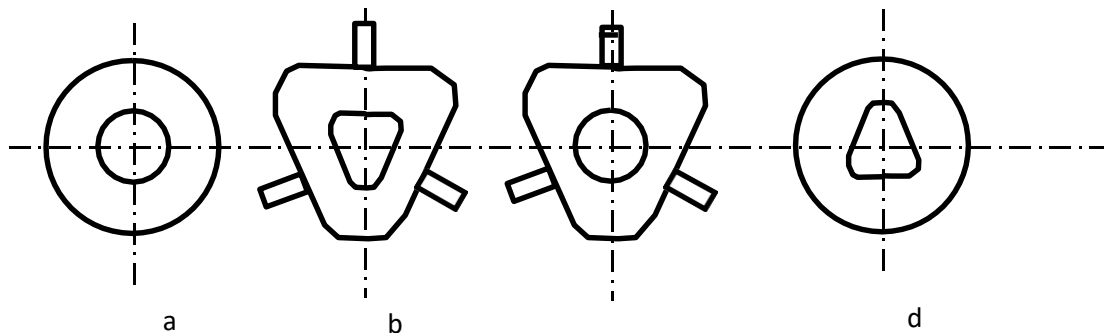
Những dụng cụ định kích thước như mũi khoan, mũi doa, bàn ren, tarô .v.v... Có đường kính sai hoặc bị mòn sẽ làm cho kích thước của chi tiết gia công cũng bị sai đi.

*c) Độ cứng vững của hệ thống máy (Đồ gá - Dao – Chi tiết gia công)*

Độ cứng vững của hệ thống kém thì sai số gia công càng lớn.

*d) Biến dạng kẹp chặt chi tiết:*

Khi kẹp chặt những chi tiết có thành mỏng thì dưới tác dụng của lực kẹp, chi tiết dễ bị biến dạng. Sau khi gia công xong, tháo chi tiết ra, do biến dạng đàn hồi, nó sẽ trở lại hình dạng ban đầu làm cho mặt vừa gia công bị sai đi (hình 1.17)



**Hình 1.17. Biến dạng chi tiết do kẹp chặt**

*a) Phôi để gia công lỗ; b) Phôi kẹp trên máy bị biến dạng;*

*c) Lỗ sau khi gia công; d) Sản phẩm tháo ra khỏi máy*

*e) Biến dạng vì nhiệt và ứng suất bên trong*

Trong quá trình gia công, nhiệt phát sinh; chi tiết gia công, dụng cụ cắt, dụng cụ đo, và các bộ phận máy đều chịu ảnh hưởng của nhiệt, các ảnh hưởng đó sẽ tác động vào chi tiết gia công làm cho hình dạng, kích thước của chi tiết gia công bị sai lệch.

*f) Rung động phát sinh trong quá trình cắt*

Rung động sẽ gây ra sai số gia công và ảnh hưởng lớn đến độ nhám bề mặt của chi tiết gia công.

*g) Phương pháp đo, dụng cụ đo và những sai số do người thợ gây ra*

Sai số chịu ảnh hưởng đồng thời của nhiều yếu tố phức tạp như vậy nên nó muôn hình muôn vẻ. Để ngăn ngừa và hạn chế được sai số phát sinh, cần phân biệt được các loại sai số và những đặc tính biến thiên của chúng.

\* Các loại sai số chủ yếu.

- Sai số hệ thống.

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 đường kính mũi doa bị sai, bé đi 0,02mm chẳng hạn thì tất cả các lỗ gia công bằng mũi doa ấy đều bé đi một lượng không đổi bằng 0,02mm so với yêu cầu (không kể những ảnh hưởng khác). Trường hợp này gọi là *sai số hệ thống cố định*.

Sai số hệ thống cố định không làm thay đổi kích thước các chi tiết trong cùng loạt gia công.

Sai số do độ mòn của dụng cụ cắt cũng là một loạt sai số hệ thống, nhưng nó thay đổi theo một quy luật nhất định. Nếu dùng mũi doa để gia công lỗ thì do quá trình mòn của nó, đường kính lỗ của chi tiết gia công sẽ dần dần nhỏ đi, trường hợp này gọi là *sai số hệ thống thay đổi*. Sai số này làm thay đổi kích thước các chi tiết của loạt gia công theo một quy luật xác định.

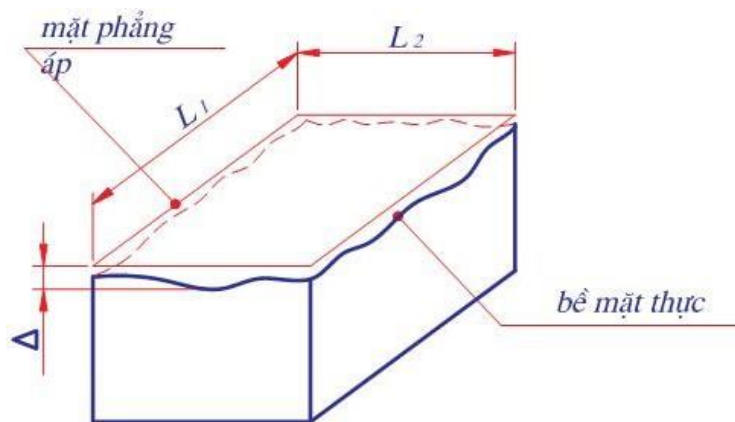
- Sai số ngẫu nhiên

Sai số ngẫu nhiên là những sai số có trị số khác nhau ở các chi tiết gia công. Trong quá trình gia công, sai số loại này biến đổi không theo quy luật nhất định. Sai số xuất hiện lúc ít, lúc nhiều, lúc có, lúc không... Ví dụ: Lực cắt thay đổi do chiều sâu, cắt không đều, kết cấu kim loại không đồng nhất... dẫn đến sai số phát sinh cũng không đều và không đồng nhất.

Sai số do những nguyên nhân đó gây ra có trị số thay đổi, nó làm kích thước của loại chi tiết gia công phân tán theo một quy luật, do đó không định trước được biện pháp phòng ngừa.

Tương ứng với các chi tiết phẳng và trụ tròn ta có các dung sai sai lệch hình dạng như sau:

- Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng

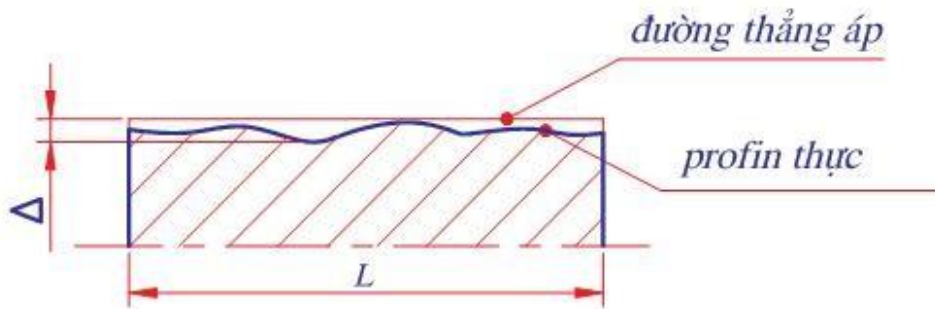


**Hình 1.18. Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng**

Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng được đặc trưng bởi độ phẳng và độ thẳng

+ Sai lệch độ phẳng: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên bề mặt thực đến mặt phẳng áp tương ứng trong một giới hạn phần chuẩn L

+ Sai lệch độ thẳng: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên profin thực đến đường thẳng áp trong giới hạn chiều dài qui định L

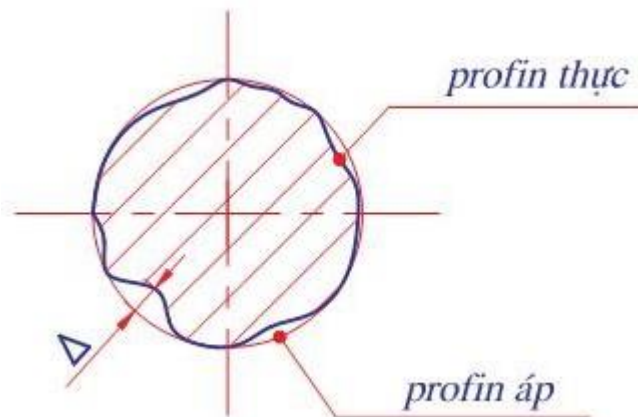


**Hình 1.19. Sai lệch về độ thẳng của vật**

- Sai lệch hình dạng bề mặt trụ.

Đối với chi tiết trụ tròn thì sai lệch hình dạng được xét theo hai phương

Sai lệch profin theo phương ngang (theo mặt cắt ngang) gọi là sai lệch độ tròn. Sai lệch về độ tròn là khoảng cách lớn nhất  $\Delta$  từ các điểm của profin thực đến điểm tương ứng của vòng tròn áp.

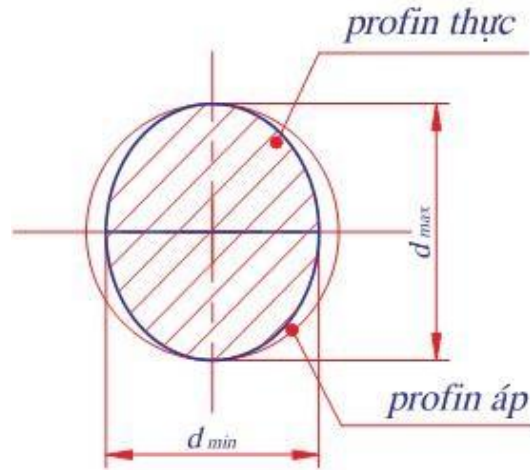


**Hình 1.20. Vị trí sai lệch hình dáng bề mặt trụ**

Khi phân tích sai lệch độ tròn theo phương ngang người ta còn dựa vào sai lệch thành phần:

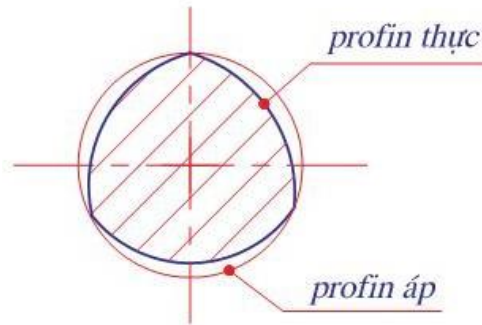
+ Độ ô van: là sai lệch độ tròn khi profin thực có dạng hình ô van

Sai lệch được tính :  $\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$



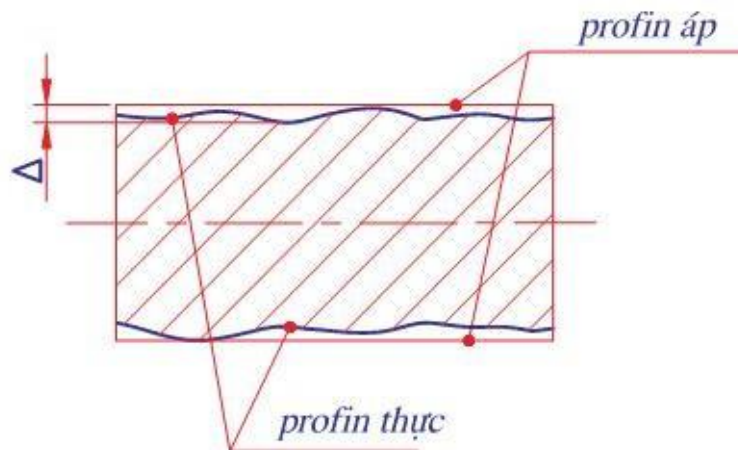
**Hình 1.21. Độ ô van của chi tiết**

+ Độ méo cạnh: là sai lệch độ tròn khi profil thực của chi tiết có hình nhiều cạnh.



**Hình 1.22. Độ méo cạnh của chi tiết**

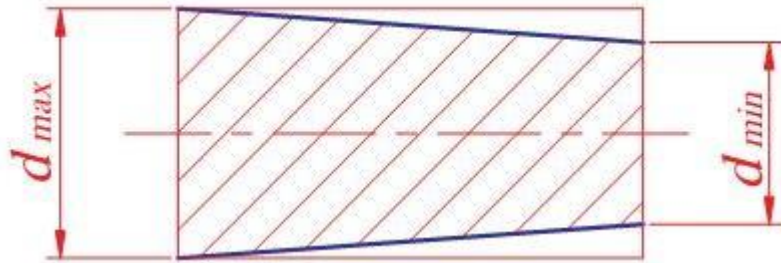
+ Sai lệch profil theo phương mặt cắt dọc trục gọi là sai lệch profil mặt cắt dọc (khoảng cách lớn nhất từ những điểm trên profil thực đến phía tương ứng của profil áp).



**Hình 1.22. Sai lệch profil mặt cắt dọc**

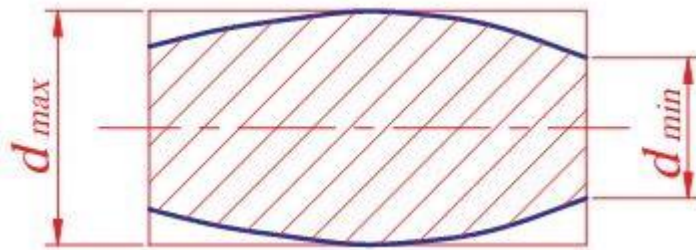
Khi phân tích sai lệch độ tròn theo phương dọc trục người ta cũng dựa vào các sai lệch thành phần:

+ Độ côn: là sai lệch profin mặt cắt dọc khi đường sinh thẳng nhưng không song song.



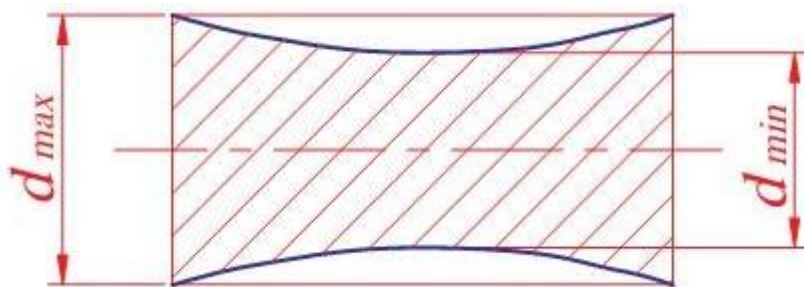
**Hình 1.23. Độ côn của chi tiết**

+ Độ lồi (đồ phình): là sai lệch profin mặt cắt dọc trục khi đường sinh không thẳng mà có dạng cong lồi.



**Hình 1.24. Độ lồi của chi tiết**

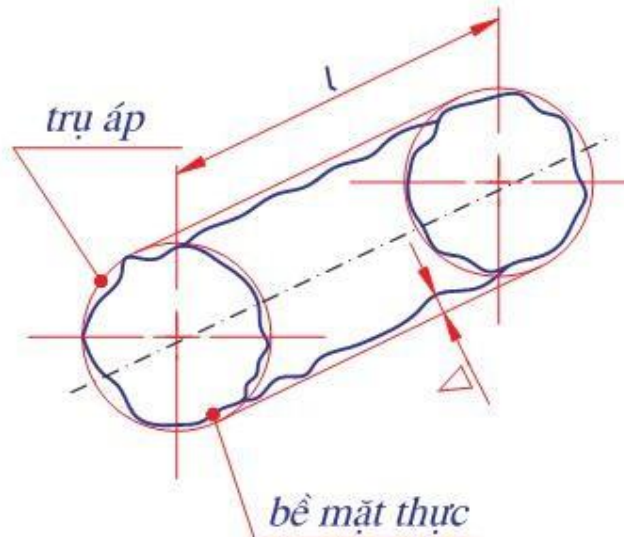
+ Độ lõm (độ thắt): là sai lệch profin mặt cắt dọc trục khi đường sinh không thẳng mà có dạng cong lõm.



**Hình 1.25. Độ lõm của chi tiết**

Tính sai lệch của độ côn, lồi, lõm:  $\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$

- Khi đánh giá tổng hợp sai lệch hình dạng bề mặt trụ, người ta dùng chỉ tiêu "sai lệch độ trụ". Nó là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên bề mặt thực đến bề mặt trụ áp trong giới hạn chiều dài chuẩn.



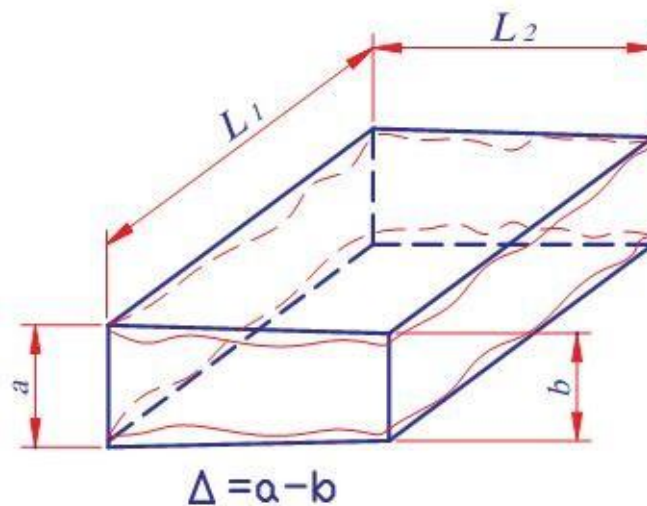
**Hình 1.26. Sai lệch hình dáng bề mặt trụ**

### 1.3.1.2 Sai lệch và dung sai vị trí

Các chi tiết máy thường được giới hạn bởi các bề mặt khác nhau (phẳng, trụ, cầu,...), các bề mặt này phải có vị trí tương quan chính xác mới đảm bảo đúng chức năng của chúng. Trong quá trình gia công do tác động có sai số gia công mà vị trí tương quan giữa các bề mặt thể hiện ở các dạng sau:

- Sai lệch độ song song của mặt phẳng.

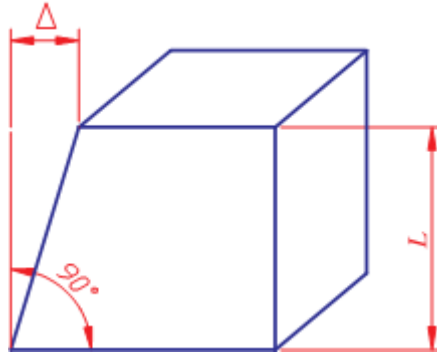
Là hiệu số khoảng cách lớn nhất  $a$  và nhỏ nhất  $b$  giữa 2 mặt phẳng áp trong giới hạn phần chuẩn qui định.



**Hình 1.27. Sai lệch độ song song của mặt phẳng chi tiết**

- Sai lệch độ vuông góc của mặt phẳng

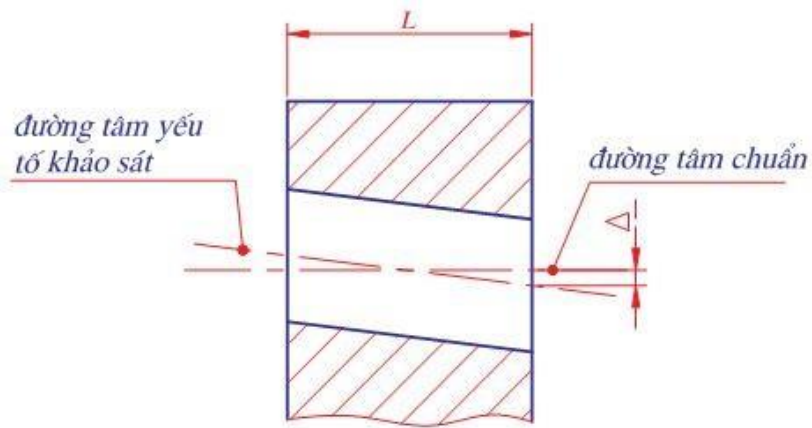
Sai lệch độ vuông góc giữa các mặt phẳng được đo bằng đơn vị dài  $\Delta$  trên chiều dài chuẩn  $L$ .



**Hình 1.28. Sai lệch độ vuông góc của mặt phẳng chi tiết**

- Sai lệch về độ đồng tâm.

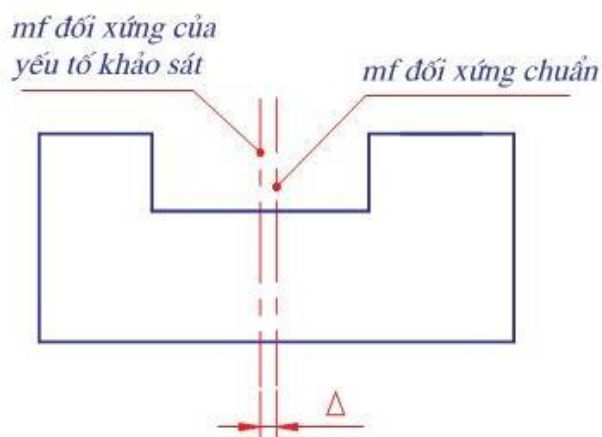
Là khoảng cách lớn nhất giữa đường tâm của bề mặt ta xét và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài qui định của phần bề mặt



**Hình 1.29. Sai lệch về độ đồng tâm**

- Sai lệch về độ đối xứng

Là khoảng cách lớn nhất  $\Delta$  giữa mặt phẳng đối xứng của yếu tố chuẩn và mặt phẳng đối xứng của yếu tố khảo sát trong giới hạn qui định.

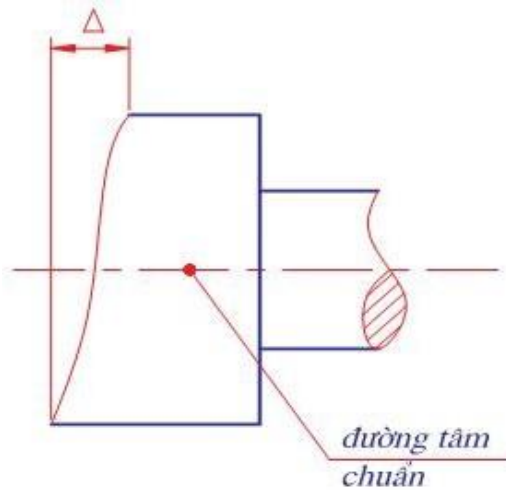


**Hình 1.30. Sai lệch về độ đối xứng của chi tiết**



- Sai lệch về độ đảo mặt đầu

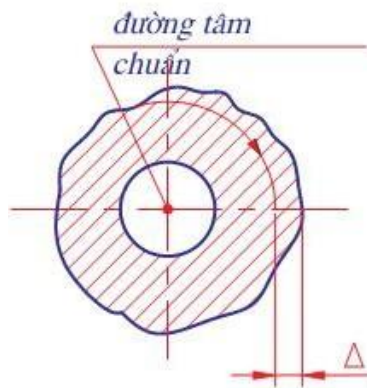
Là hiệu  $\Delta$  giữa khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực mặt đầu tới mặt phẳng vuông góc với đường trục chuẩn được xác định trên đường kính  $d$  đã cho hoặc trên đường kính bất kì ở mặt đầu.



**Hình 1.31. Sai lệch về độ đảo mặt đầu của chi tiết**

- Sai lệch về độ đảo hướng kính

Là hiệu  $\Delta$  giữa khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực bề mặt quay tới đường trục chuẩn.



**Hình 1.32. Sai lệch về độ đảo hướng kính của chi tiết**

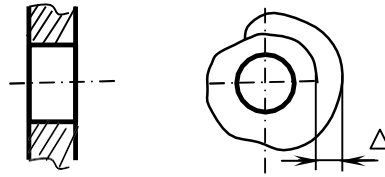
### 1.3.1.3 Sai lệch và dung sai tổng cộng về hình dạng và vị trí

Dung sai tổng cộng về hình dạng và vị trí bao gồm: Dung sai độ đảo hướng kính, dung sai độ đảo mặt mút, dung sai độ đảo hướng cho trước, dung sai độ đảo hướng kính toàn phần, dung sai độ đảo mặt mút toàn phần, dung sai hình dạng profin cho trước và dung sai hình dạng cho trước.

\* *Độ đảo và dung sai độ đảo hướng tâm.*

Độ đảo hướng tâm là hiệu  $\Delta$  khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực của bề mặt quay đến đường tâm chuẩn trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn

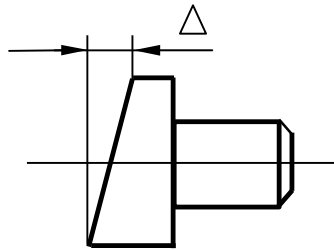
Dung sai độ đảo hướng tâm là trị số cho phép lớn nhất của độ đảo hướng tâm.



**Hình 1.33. Độ đảo hướng tâm**

\* *Độ đảo và dung sai độ đảo mặt mút.*

Độ đảo mặt mút là hiệu  $\Delta$  khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của prôfin thực của mặt mút tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn (Hình 1.34)



**Hình 1.34. Độ đảo mặt mút**

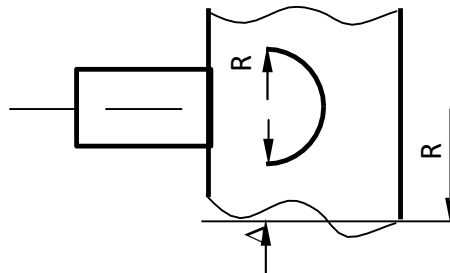
Dung sai độ đảo mặt mút là trị số cho phép lớn nhất của độ đảo mặt mút.

Dung sai độ đảo cho hướng cho trước là trị số cho phép lớn nhất của độ đảo trong hướng cho trước.

\* *Độ đảo và dung sai độ đảo hướng tâm toàn phần:* Độ đảo hướng tâm toàn phần là hiệu  $\Delta$  khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ tất cả các điểm trên bề mặt thực tới đường tâm chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn (Hình 1.35)

$$\Delta = R_{\max} - R_{\min}$$

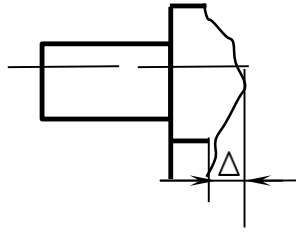
Dung sai độ đảo bằng trị số cho phép lớn nhất của độ đảo hướng tâm toàn phần.



**Hình 1.35. Độ đảo hướng tâm toàn phần**

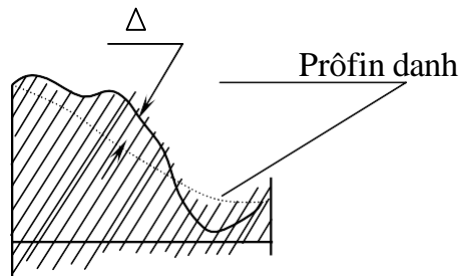
\* *Độ đảo và dung sai độ đảo của mặt mút toàn phần.*

Độ đảo mặt mút toàn phần là hiệu  $\Delta$  khoảng cách lớn nhất từ tất cả các điểm của mặt mút tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn



**Hình 1.36. Độ đảo mặt mút toàn phần**

Dung sai độ đảo mặt mút toàn phần là trị số cho phép lớn nhất của độ đảo mặt mút toàn phần.

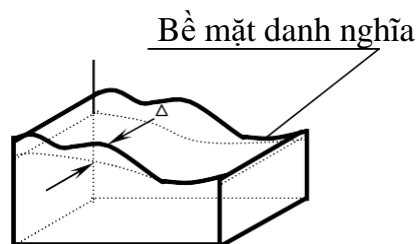


**Hình 1.37. Sai lệch hình dạng của Prôfin**

\* *Sai lệch và dung sai hình dạng của prôfin cho trước.*

Sai lệch hình dạng prôfin cho trước là sai lệch lớn nhất  $\Delta$  từ các điểm của prôfin thực tới prôfin danh nghĩa, theo phương pháp tuyến với prôfin danh nghĩa trong giới hạn của phần chuẩn.

Dung sai hình dạng prôfin cho trước theo đường kính bằng hai lần trị số sai lệch hình dạng lớn nhất cho phép của prôfin cho trước.



**Hình 1.38. Sai lệch hình dáng bề mặt**

\* *Sai lệch và dung sai hình dạng bề mặt cho trước.*

Sai lệch hình dạng bề mặt cho trước là sai lệch lớn nhất  $\Delta$  giữa các điểm của bề mặt thật đến bề mặt danh nghĩa được xác định theo phương pháp tuyến với bề mặt danh nghĩa trong giới hạn chuẩn

### 1.3.1.4 Ký hiệu và cách ghi sai lệch, dung sai về hình dạng và vị trí trên bản vẽ

#### a. Cách ghi sai lệch trên bản vẽ

Để qui định cách hiểu thống nhất các yêu cầu trên bản vẽ về sai lệch hình dáng vị trí bề mặt Tiêu Chuẩn Việt Nam 10-85 (TCVN 10-85) đã soạn thảo các dấu hiệu qui ước:

Các dấu hiệu tượng trưng và trị số cho phép của sai lệch hình dạng và vị trí được đặt trong khung chữ nhật.

Các khung này được nối bằng đường dóng có mũi tên tới đường biên của bề mặt đo đạc đường kích thước của thông số hay đường trục đối xứng nếu sai lệch thuộc về đường trục chung.

**Bảng 1.2. Cách ghi sai lệch trên bản vẽ**

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	

Khung hình chữ nhật được chia thành 2 hoặc 3 phần:

1	2	3
---	---	---

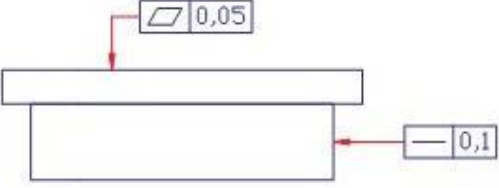
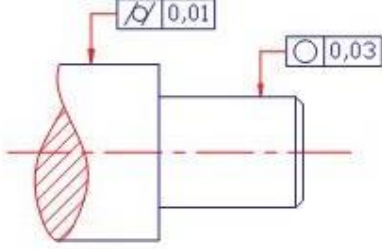
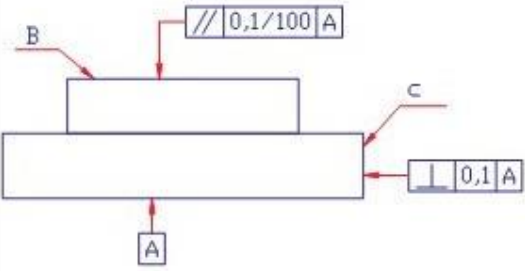
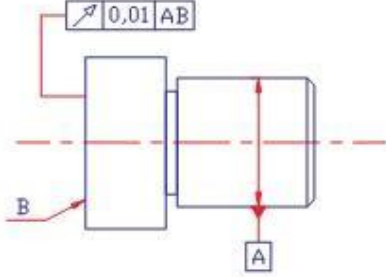
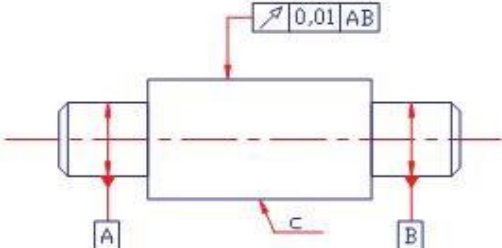
Phần 1: ghi dấu hiệu tượng trưng

Phần 2: ghi trị số sai lệch giới hạn

Phần 3: ghi yếu tố chuẩn hoặc bề mặt khác có liên quan

Dưới đây là một số ví dụ về cách ghi kí hiệu sai lệch hình dáng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

**Bảng 1.3. Cách ghi kí hiệu sai lệch hình dáng và vị trí bề mặt trên bản vẽ**

Ký hiệu	Yêu cầu kỹ thuật
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dung sai độ phẳng của bề mặt là 0,05mm</li> <li>- Dung sai độ thẳng là 0,1 mm trên toàn bộ chiều dài</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dung sai độ trụ bề mặt là 0,01 mm</li> <li>- Dung sai độ tròn là 0,03 mm</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,1 mm trên chiều dài 100 mm</li> <li>- Dung sai độ vuông góc của mặt C so với A là 0,1 mm</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dung sai độ đảo mặt B so với đường tâm mặt A là 0,04 mm</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt là 0,01 mm so với đường tâm 2 mặt A và B</li> </ul>

**b. Dung sai về hình dáng và vị trí bề mặt**

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 384-93 qui định: dung sai hình dáng và vị trí bề mặt được quy định tùy thuộc vào cấp chính xác của chúng. Trên cơ sở

khoảng kích thước danh nghĩa và cấp chính xác ta sẽ xác định được dung sai hình dạng và vị trí bề mặt. Tiêu chuẩn Việt Nam qui định có 16 cấp chính xác về dung sai hình dạng và vị trí bề mặt được ký hiệu theo mức chính xác giảm dần là: 1,2,3..15,16. Khi thiết kế chế tạo các chi tiết muốn xác định dung sai hình dạng vị trí các bề mặt ta phải căn cứ vào cấp chính xác mà ta chọn cho chi tiết. Cấp chính xác về dung sai hình dạng và vị trí bề mặt thường được chọn dựa vào phương pháp gia công chi tiết.

Đối với bề mặt trụ thì cấp chính xác hình dạng dựa vào quan hệ cấp chính xác kích thước và độ chính xác hình học tương đối của hình dạng bề mặt (bảng 1.4)

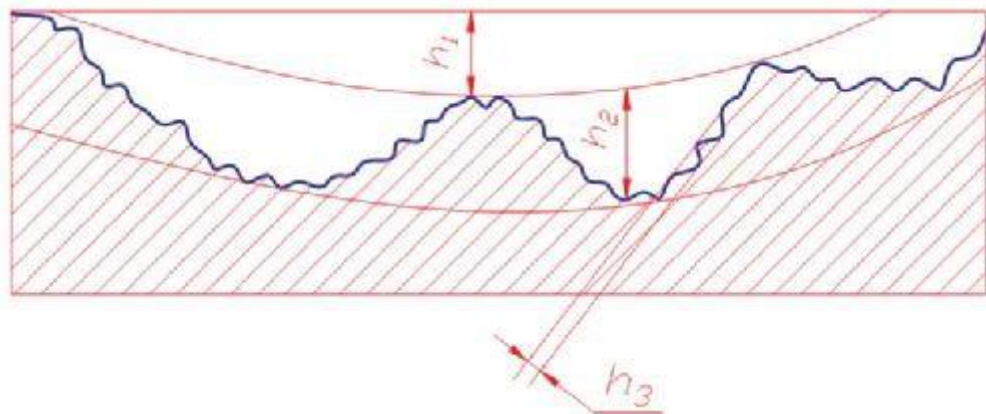
**Bảng 1.4. cấp chính xác hình dạng ứng với các cấp chính xác kích thước**

Độ chính xác hình học tương đối	Cấp chính xác kích thước											
	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	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

### 1.3.2 Nhám bề mặt

#### 1.3.2.1 Khái niệm

Bề mặt chi tiết sau khi gia công không bằng phẳng một cách lí tưởng mà có những nhấp nhô. Những nhấp nhô này là kết quả của quá trình biến dạng dẻo của lớp bề mặt khi cắt gọt lớp kim loại, là ảnh hưởng của chấn động khi cắt, là vết lười cắt để lại trên bề mặt và nhiều nguyên nhân khác nữa. Tuy vậy không phải toàn bộ những nhấp nhô trên bề mặt đều thuộc nhám bề mặt.



**Hình 1.39. Khuyếch đại của chi tiết sau khi gia công**

Nhám bề mặt là tập hợp những nhấp nhô có bước tương đối nhỏ và được xét trong giới hạn chiều dài chuẩn L.

Để phân biệt rõ ta xem xét một phần của profin bề mặt đã được khuếch đại của chi tiết sau khi gia công (Hình 1.39).

Những nhấp nhô có tỷ số giữa bước nhấp nhô (P) và chiều cao nhấp nhô ( $h$ )  $> 1000 \frac{P}{h} > 1000$  thuộc sai lệch hình dạng ( $h_1$ )

Những nhấp nhô  $50 < \frac{P}{h} < 1000$  thuộc về sóng bề mặt ( $h_2$ )

Những nhấp nhô mà  $\frac{P}{h} < 50$  thì thuộc nhám bề mặt ( $h_3$ )

Sở dĩ ta quan tâm đến nhám bề mặt vì nó ảnh hưởng lớn đến chất lượng làm việc của chi tiết máy.

Trong các mối ghép động, nhám dẫn tới sự mòn trước thời hạn của các bề mặt, vì khi các chi tiết làm việc các đỉnh nhọn của nhám bề mặt bị mài mòn, mặt khác bột kim loại được trộn lẫn với dầu càng đẩy nhanh quá trình mài mòn của các bề mặt.

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

### 1.3.2.2 Chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt

Theo TCVN 2511-95 để đánh giá nhám bề mặt người ta sử dụng những thông số sau:

- Sai lệch trung bình số học của profin  $R_a$  (đơn vị là  $\mu$ )
- Chiều cao nhấp nhô profin theo 10 điểm  $R_z$  (đơn vị là  $m\mu$ )

Trong sản xuất cho phép đánh giá nhám bề mặt bằng một trong hai thông số trên. Việc chọn thông số nào là tùy thuộc vào chất lượng, yêu cầu của bề mặt và đặc tính kết cấu của bề mặt.

Trong sản xuất sử dụng phổ biến  $R_a$  vì nó giúp ta đánh giá chính xác hơn và thuận tiện hơn những bề mặt có độ nhám trung bình. Đối với bề mặt quá nhám hay quá mịn thì dùng thông số  $R_z$  đánh giá thì khả năng chính xác hơn dùng thông số  $R_a$ .

Nhám được chia làm 14 cấp khác nhau, trong đó nhám cấp 1 là lớn nhất, nhám cấp 14 là nhỏ nhất.

Theo TCVN 2511-1995, nhám bề mặt được đánh giá theo một trong hai chỉ tiêu sau:

a) Sai lệch trung bình số học của profin ký hiệu  $R_a$  là trị số trung bình của khoảng cách từ các điểm đến đường mấp mô đến đường trung bình OO' (Hình 1.40). Các khoảng cách ấy là  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$  và chỉ lấy giá trị tuyệt đối:

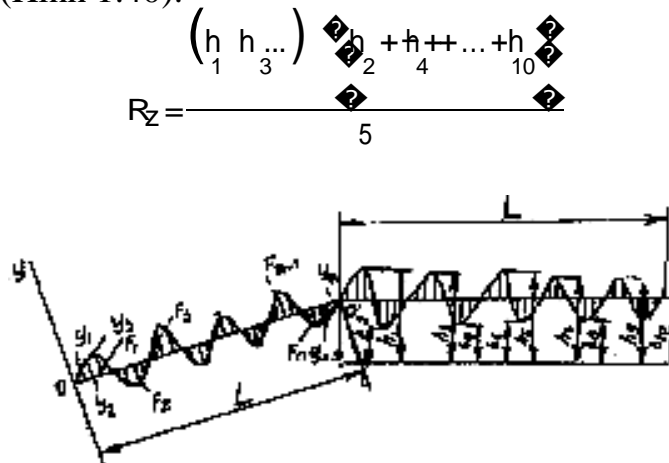
$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

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

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

b) *Chiều cao trung bình nhám* (theo mười điểm  $R_z$ )

Chiều cao trung bình nhám theo mười điểm  $R_z$  là chiều cao trung bình của 5 khoảng cách từ năm điểm cao nhất của nhám tính trong phạm vi chiều dài chuẩn L (Hình 1.40):



**Hình 1.40. Chiều cao trung bình nhám**

Trong hai thông số trên khi trị số  $R_a$  và  $R_z$  càng lớn thì nhám càng lớn - độ nhám thấp và ngược lại. Căn cứ vào hai thông số đó TCVN 2511 – 1993 chia nhám bề mặt ra 14 cấp. Mỗi cấp ứng với trị số  $R_a$  hoặc  $R_z$  như trong bảng. Trong tiêu chuẩn này, nhám cấp một là lớn nhất, nhám cấp 14 là nhỏ nhất

**Bảng 1.5: Các thông số bề mặt nhám**

Độ nhám bề mặt	Loại	Thông số nhám $\mu\text{m}$		Chiều dài chuẩn L (mm)
		$R_a$	$R_z$	
1	-	-	Từ 320 đến 160	0,8
2	-	-	Dưới 160 đến 80	
3	-	-	Dưới 80 đến 40	
4	-	-	Dưới 40 đến 20	2,5
5	-	-	Dưới 20 đến 10	
6	A	Từ 2,5 đến 2,0	-	0,8
	b	Dưới 2,0 đến 1,6	-	
	c	Dưới 1,6 đến 1,25	-	
7	a	Dưới 1,25 đến 1,00	-	
	b	Dưới 1,00 đến 0,80	-	
	c	Dưới 0,80 đến 0,63	-	



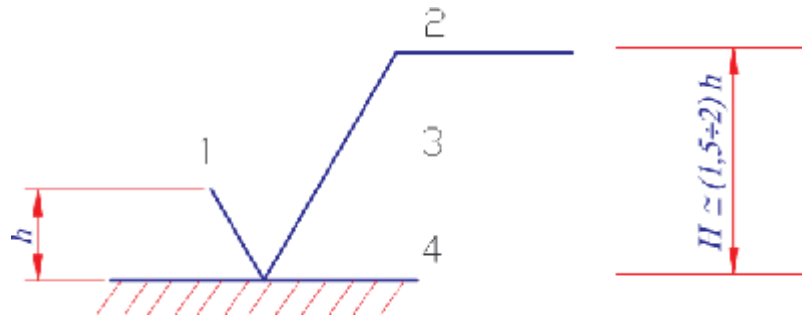
8	a	Dưới 0,63 đến 0,50	-	0,25
	b	Dưới 0,50 đến 0,40	-	
	c	Dưới 0,40 đến 0,16	-	
9	a	Dưới 0,33 đến 0,25	-	
	b	Dưới 0,25 đến 0,20	-	
	c	Dưới 0,20 đến 0,16	-	
10	a	Dưới 0,16 đến 0,125	-	
	b	Dưới 0,125 đến 0,100	-	
	c	Dưới 0,100 đến 0,080	-	
11	a	Dưới 0,08 đến 0,063	-	
	b	Dưới 0,063 đến 0,050	-	
	c	Dưới 0,050 đến 0,040	-	
12	a	Dưới 0,04 đến 0,032	-	
	b	Dưới 0,032 đến 0,025	-	
	c	Dưới 0,25 đến 0,020	-	
13	a	-	Từ 0,100 đến 0,080	0,08
	b	-	Dưới 0,080 đến 0,063	
	c	-	Dưới 0,063 đến 0,050	
14	a	-	Dưới 0,05 đến 0,04	
	b	-	Dưới 0,04 đến 0,032	
	c	-	Dưới 0,032 đến 0,025	

c) Ký hiệu độ nhám trên bản vẽ

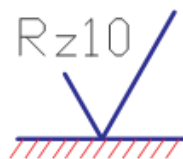
Để ghi độ nhám bề mặt người ta dùng các ký hiệu sau:

- Ký hiệu nhám không chỉ rõ phương pháp gia công
- Ký hiệu nhám chỉ rõ phương pháp gia công bằng cắt gọt
- Ký hiệu nhám chỉ rõ phương pháp gia công không phoi

Trên ký hiệu cơ bản có 4 vị trí ghi thông số như sau:



+ Vị trí 1: Ghi thông số  $R_a$ ,  $R_z$  nếu ghi thông số  $R_a$  thì không cần ghi ký hiệu thông số



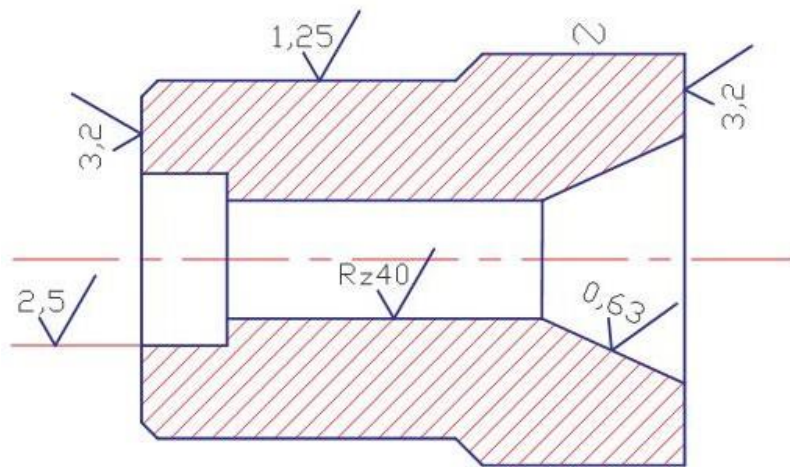
+ Vị trí 2: Nguyên công gia công lần cuối



+ Vị trí 3: Ghi chiều dài chuẩn khác với qui định tương ứng trong tiêu chuẩn TCVN 2511-95

+ Vị trí 4: Hướng mấp mô bề mặt

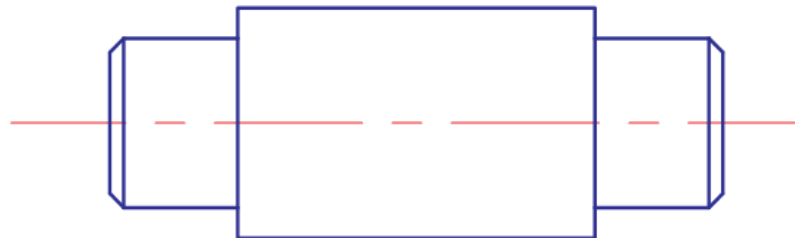
Kí hiệu nhám của mỗi bề mặt trên bản vẽ chỉ ghi 1 lần trên đường bao thấy, hay đường kéo dài của đường bao thấy, đỉnh nhọn của kí hiệu hướng vào bề mặt cần ghi.



**Hình 1.41. Hướng mấp mô bề mặt**

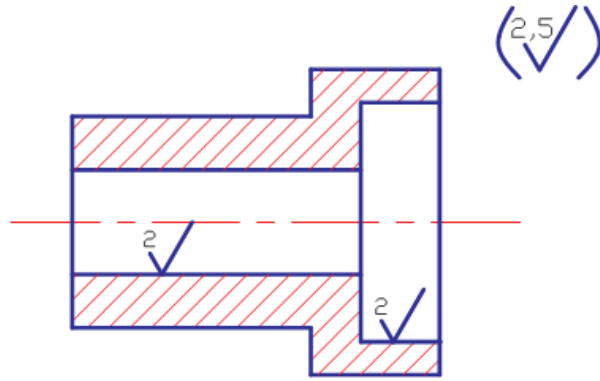
Nếu tất cả các bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì ghi kí hiệu nhám chung ở góc trên bên phải của bản vẽ.

Rz40



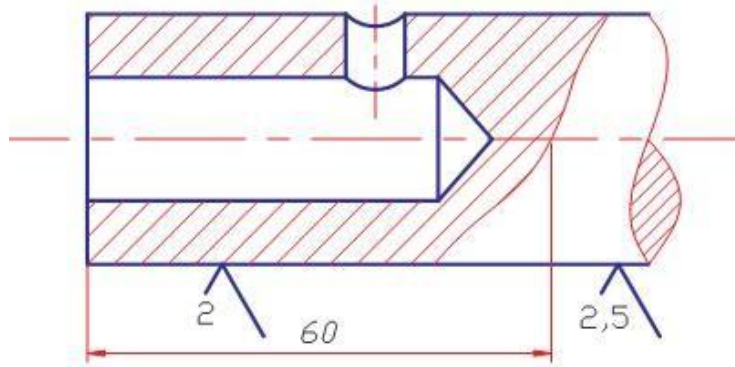
**Hình 1.42. Ghi ký hiệu nhám chung trên bản vẽ**

Nếu phần lớn các bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám kí hiệu chung ở góc bên phải bản vẽ và đặt trong dấu ngoặc đơn.



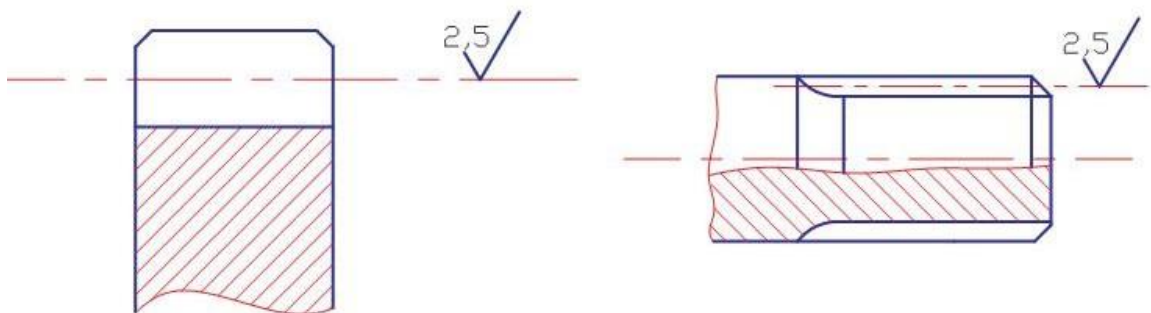
**Hình 1.43. Ghi độ nhám với chi tiết có cùng cấp độ nhám**

Nếu trên cùng một bề mặt có hai cấp độ nhám khác nhau thì dùng nét liền mảnh vẽ đường phân cách, đường phân cách không được vẽ lên đường gạch vật liệu của mặt cắt.



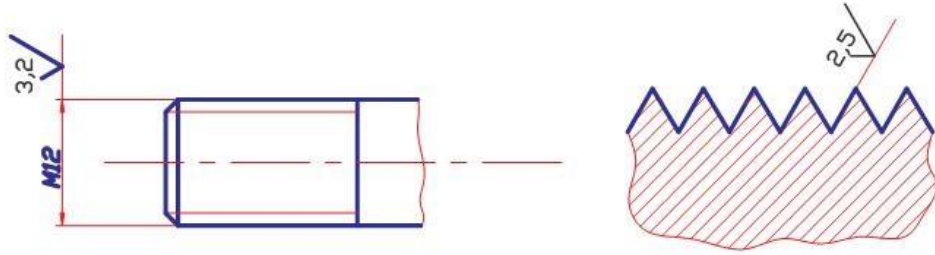
**Hình 1.44. Ghi độ nhám với chi tiết có hai cấp độ nhám khác nhau**

- Độ nhám của bề mặt răng, then hoa thân khai được ghi trên mặt chia khi trên bản vẽ không có hình chính diện.



**Hình 1.45. Ghi độ nhám với bề mặt răng, then hoa**

- Kí hiệu độ nhám bề mặt làm việc của ren được ghi ngay bên cạnh kích thước đường kính ren hoặc profin ren.



**Hình 1.46. Ghi độ nhám với bề mặt làm việc của ren**

### **CÂU HỎI ÔN TẬP**

- Câu 1.** Phân biệt những yếu tố của độ chính xác gia công, cho ví dụ ?
- Câu 2.** Nêu những nguyên nhân gây ra sai số trong quá trình gia công ?
- Câu 3.** Sai số hệ thống là gì ? cho ví dụ ? Phân biệt sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên ? Cho biết nguyên nhân sinh ra các loại sai số đó.
- Câu 4.** Nêu các dạng sai số về hình dạng và vị trí các bề mặt của chi tiết gia công ? Nêu những ví dụ cụ thể ?
- Câu 5.** Thế nào là nhám bề mặt ? Ảnh hưởng của nhám bề mặt đến chất lượng sản phẩm như thế nào ?
- Câu 6.** Cho biết các thông số để đánh giá nhám bề mặt? Ký hiệu và cách ghi nhám bề mặt trên bản vẽ kỹ thuật?

## CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP

Mã số của chương 2: MH 11 – 02

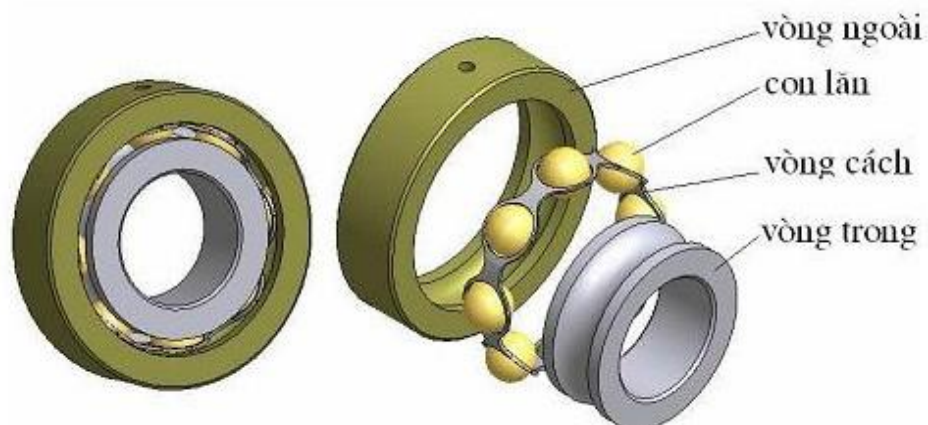
### Mục tiêu:

- Giải thích đúng ký hiệu ghi trên ổ lăn và ký hiệu dung sai ghi trên bản vẽ gia công, trình bày được các phương pháp chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép ổ lăn phù hợp với điều kiện làm việc với chi tiết máy
- Giải thích đúng ký hiệu then và then hoa trên bản vẽ gia công và trình bày được các miền dung sai tiêu chuẩn quy định đối với kích thước của then và then hoa
- Giải thích các cách biểu thị dung sai lắp ghép côn tron trên bản vẽ gia công
- Trình bày khoảng cách chuẩn và dung sai trong lắp ghép côn
- Giải thích được ký hiệu ren hệ mét, ren thang trên bản vẽ
- Trình bày được những tiêu chuẩn quy định dung sai cho những yếu tố kích thước ren vít và đai ốc
- Trình bày được đầy đủ các yếu tố, các yêu cầu kỹ thuật của lắp ghép bánh răng và giải thích được các ký hiệu dung sai trên các bản vẽ gia công bánh răng
- Trình bày rõ khái niệm, thành phần của chuỗi kích thước và giải bài toán thuận thành thạo
- Xác định được trình tự các bước gia công, chuẩn đo kích thước theo chuỗi kích thước ghi trên bản vẽ gia công
- Tuân thủ đúng quy định, quy phạm về dung sai và kỹ thuật đo.

## 2.1 DUNG SAI KÍCH THƯỚC VÀ LẮP GHÉP CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG

### 2.1.1 Dung sai lắp ghép ổ lăn

#### 2.1.1.1 Khái niệm



Hình 2.1. Cấu tạo của ổ lăn

Ổ lăn là một bộ phận máy đã được tiêu chuẩn hoá, có độ chính xác cao. Ổ lăn được dùng nhiều trong các máy và dụng cụ vì ma sát trong ổ lăn là ma sát lăn, nhỏ hơn nhiều so với ma sát trong các ổ trượt.

Cấu tạo của ổ lăn gồm có: vòng ngoài 1, vòng trong 2, con lăn 3, vòng cách 4 (con lăn có dạng cầu, trụ, côn...).

*\* Cấp chính xác chế tạo kích thước ổ*

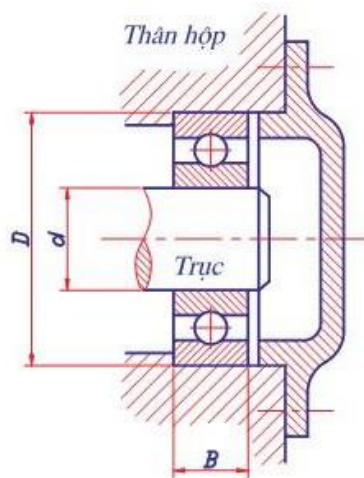
Tùy theo kết cấu và khả năng chịu tải trọng mà có các loại ổ lăn: ổ đỡ, ổ chặn, ổ đỡ chặn, ổ chặn đỡ

TCVN 1484-85 quy định có 5 cấp chính xác của ổ lăn kí hiệu là: P0, P6, P5, P4, P2 (cho phép dùng kí hiệu 0, 6, 5, 4, 2). Mức độ chính xác tăng dần từ 0 đến 2.

Tùy theo yêu cầu về độ chính xác, đặc biệt là độ chính xác quay và tốc độ vòng của bộ phận máy có lắp ổ lăn mà người thiết kế sử dụng các ổ lăn cấp chính xác khác nhau. Trong chế tạo máy thường dùng ổ lăn cấp chính xác 0, 6. Ổ lăn cấp chính xác 4, 5 được sử dụng cho những bộ phận máy yêu cầu độ chính xác quay cao và tốc độ vòng lớn, ví dụ ổ lăn trục chính của máy mài. Ổ lăn cấp chính xác 2 được dùng khi yêu cầu độ chính xác đặc biệt cao. Tương ứng với các cấp chính xác chế tạo ổ TCVN 1484-85 quy định dung sai của các thông số kích thước và độ chính xác quay ổ lăn.

Cấp chính xác chế tạo thường được kí hiệu cùng với số hiệu ổ, ví dụ : Ổ 6-205 có nghĩa là ổ cấp chính xác 6, số hiệu của ổ là 205. Còn đối với ổ cấp chính xác 0 chỉ ghi kí hiệu ổ, không ghi cấp chính xác, ví dụ : Ổ 305 có nghĩa là ổ cấp chính xác 0, số hiệu ổ là 305.

*\* Đặc tính lắp ghép của ổ*



**Hình 2.2. Lắp ghép ổ lăn**

Ổ lăn lắp ghép với trục theo bề mặt trụ trong của vòng trong và lắp với lỗ thân hộp theo bề mặt trụ ngoài của vòng ngoài. Đây là các lắp ghép trụ tron

vì vậy miền dung sai kích thước trục và lỗ được chọn theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn. 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. Do vậy khi sử dụng ổ lăn người thiết kế phải thay đổi miền dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp để có các kiểu lắp có đặc tính phù hợp với điều kiện làm việc của ổ (có nghĩa là lắp vòng trong của ổ lăn với trục theo hệ thống lỗ và lắp vòng ngoài vào lỗ trên thân hộp theo hệ thống trục).

#### 2.1.1.2 Dung sai lắp ghép ổ lăn

Ổ lăn là một bộ phận máy đã được tiêu chuẩn hoá. Đường kính ngoài D của ổ lăn được lấy phù hợp với trục cơ sở trong hệ thống trục; đường kính trong d của ổ được lấy phù hợp với lỗ cơ sở trong hệ thống lỗ. Do đó lắp ghép vòng ngoài với lỗ hộp theo hệ thống trục, vòng trong với cổ trục theo hệ thống lỗ. Không có các miền dung sai riêng dùng cho lắp ghép ổ lăn mà vẫn dùng cho các miền dung sai theo tiêu chuẩn TCVN 2245 – 77.

**Bảng 2.1. Các miền dung sai cho lắp ghép ổ lăn**

Cấp chính xác của ổ	Miền dung sai của các chi tiết lắp với vỏ	
	Trục	Lỗ hộp
0 và 6	-	P7
	n6	N7
	m6	M7
	k6	K7
	js6; j6	Js7 ; J7
	h6; h7	H7, H8
	h8	H9
	g6	G7
	f7	F8
5,4,2	n5	N6
	m5	M6
	k5	K5
	js5; j5	Js6, J6
	h5	H6
	g5	G6

Dung sai bạc trong, bạc ngoài của ổ lăn theo những quy định riêng.

Khi chọn lắp ghép cho các bề mặt lắp ghép của ổ lăn, người ta tính đến hệ số và hướng của tải trọng tác dụng lên ổ, tần số quay, kiểu ổ, nhiệt độ của ổ, điều kiện lắp ráp và dạng chịu tải,...

Các dạng chịu tải của ổ gồm: tải trọng cục bộ tải trọng chu kỳ và dao động.

Vòng chịu tải trọng cục bộ nếu nó không quay theo hướng tải trọng hướng tâm, tải trọng chỉ tác dụng trên một đoạn xác định của đường lăn của vòng. Trong trường hợp này thường dùng lắp ghép có khe hở.

Vòng chịu tải trọng chu kỳ khi tải trọng hướng tâm quay so với nó (hoặc vòng quay so với tải trọng hướng tâm). Trong quá trình quay con lăn truyền tải trọng hướng tâm lên đường lăn lần lượt theo toàn bộ đường tròn. Trường hợp này thường sử dụng lắp ghép có độ dôi.

Vòng chịu tải trọng dao động khi nó đồng thời chịu tải trọng cục bộ và tải trọng chu kỳ. Đặc tính của tải trọng đặt vào vòng được xác định bằng tổng hợp của các lực này. trường hợp này thường chọn trong số các lắp ghép khít.

Miền dung sai nên dùng cho các dạng chịu tải khác nhau của ổ lăn như bảng sau:

**Bảng 2.2. Các miền dung sai cho các dạng chịu tải khác nhau của vòng ổ lăn**

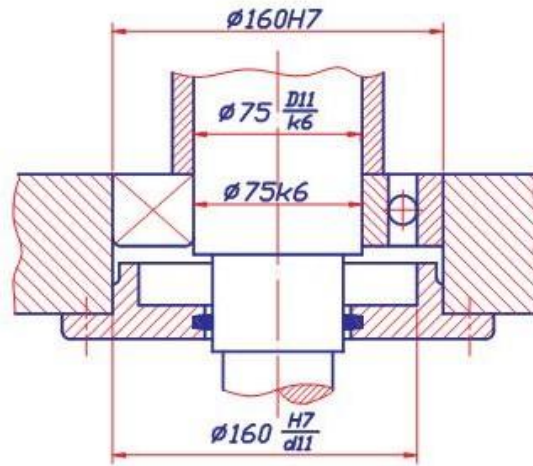
Dạng chịu tải của vòng	Các miền dung sai	
	Của vòng trong với trục	Của vòng ngoài với thân hộp
Cục bộ	h5, h6, js5, js6, g6, f6	H6, H7, H8, Js6, Js7, G7
Chu kỳ	n6, m6, k6, n5, m5, k5	K7, M7, N7, P7, K6, M6, N6
Dao động	Js6, js5	Js7, Js6

### 2.1.1.3 Ký hiệu ổ lăn trên bản vẽ

Khác với lắp ghép hình trụ tròn, lắp ghép ổ lăn không cần ghi ký hiệu của hệ cơ bản, mà chỉ ghi kích thước danh nghĩa và ký hiệu miền dung sai của các chi tiết lắp ghép với ổ trục và lỗ trên thân hộp.

*Ví dụ:*





**Hình 2.3. Ký hiệu ổ lăn trên bản vẽ**

Trên hình vẽ ghi ký hiệu  $\phi 160H7$ , nghĩa là vòng ngoài của ổ lăn lắp với lỗ trên thân hộp theo hệ thống trục, đường kính danh nghĩa là 160mm, miền dung sai kích thước lỗ là H7, còn ký hiệu  $\phi 75k6$  tức là vòng trong của ổ lăn lắp với trục theo hệ thống lỗ, đường kính danh nghĩa là 75mm, miền dung sai kích thước của trục là k6.

## 2.1.2 Dung sai lắp ghép then và then hoa

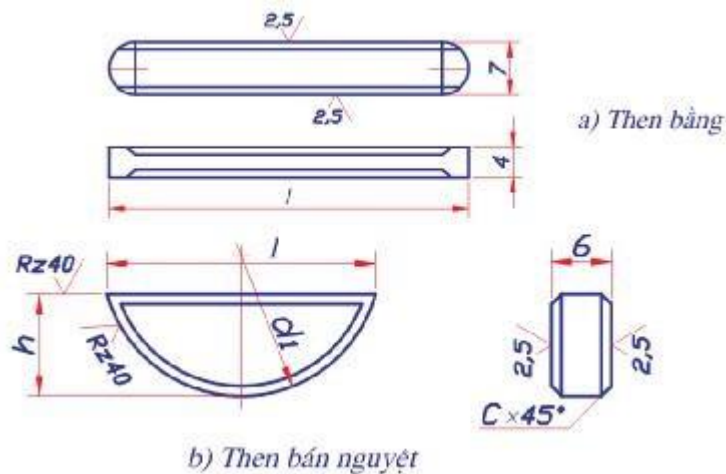
### 2.1.2.1 Dung sai lắp ghép then

#### a. Khái niệm về mối ghép then.

Then dùng để cố định các chi tiết lắp ghép trên trục như bánh răng, puli, tay quay,... để truyền mô men xoắn theo yêu cầu, hoặc dùng để định hướng chính xác khi các chi tiết cần di trượt trên trục. Có hai cách lắp ghép then:

*Lắp chặt:* Dùng then có độ vát; loại then này truyền được mô men xoắn đồng thời khử được lực chiều trục

*Lắp lỏng:* Dùng then bằng hoặc then bán nguyệt; các then này chỉ truyền được mô men xoắn, không khử được lực đẩy dọc trục.



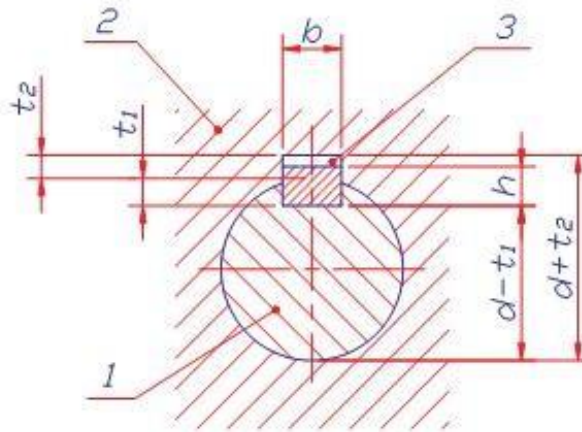
**Hình 2.4. Dung sai lắp ghép then bằng và then bán nguyệt**

Then có nhiều loại: then bằng, then vát, then bán nguyệt (theo hình 2.4)

Hiện nay có loại được dùng phổ biến là then bằng và then bán nguyệt, dung sai và kích thước lắp ghép của hai loại then này quy định theo TCVN 4216-86 và TCVN 4218-86.

*a. Kích thước lắp ghép.*

Trên hình vẽ 2.5 là mặt cắt ngang của mối ghép then. Với chức năng truyền mômen 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).



**Hình 2.5. Mặt cắt ngang mối ghép then hoa**

Dung sai kích thước lắp ghép được tra theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt tròn TCVN 2244-99.

Miền dung sai kích thước  $b$  của then được chọn là  $h9$

Miền dung sai kích thước  $b$  của rãnh trục có thể chọn là  $N9, H9$

Miền dung sai kích thước  $b$  của rãnh bạc có thể chọn là  $JS9$  hoặc  $D10$

*b. Chọn kiểu lắp*

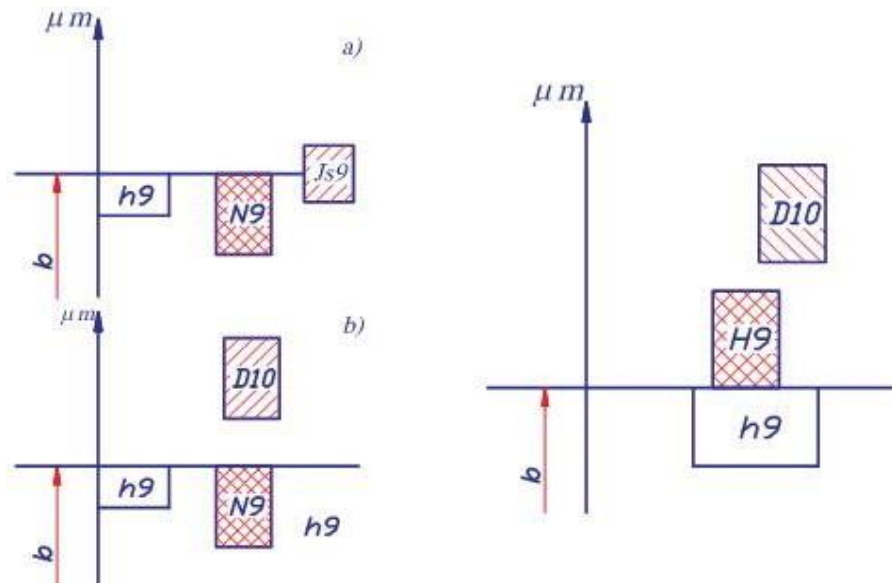
Tùy theo chức năng của mối ghép then mà ta có thể chọn kiểu lắp tiêu chuẩn như sau:

- Trường hợp bạc cố định trên trục

Khi bạc cố định với trục thì then lắp có độ dôi với trục  $\frac{N9}{h9}$  và có độ dôi

nhỏ với bạc  $\frac{JS9}{h9}$  để tạo điều kiện tháo lắp dễ dàng.

Ta có sơ đồ lắp ghép như hình 2.6.a



**Hình 2.6. Dung sai khi bạc cố định với trục**

- Miền dung sai chiều động then
- ▨ Miền dung sai chiều động rãnh
- ▩ Miền dung sai chiều động rãnh

- Trường hợp then dẫn hướng, bạc di trượt dọc trục  
 Để đảm bảo bạc dịch chuyển dọc trục dễ dàng thì then lắp với bạc có độ hở lớn  $\frac{D10}{h9}$  và then lắp có độ doi lớn với trục  $\frac{N9}{h9}$ .

Ta có sơ đồ lắp ghép như hình 2.6b.

- Trường hợp mối ghép then có chiều dài lớn  $l > 2d$

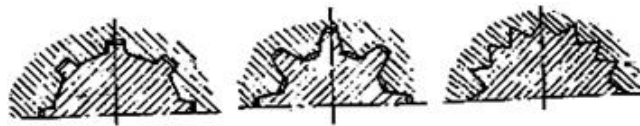
Then lắp có độ hở với rãnh trục  $\frac{H9}{h9}$  và rãnh bạc  $\frac{D10}{h9}$ , độ hở của lắp ghép nhằm bồi thường cho sai số vị trí rãnh then.

Ta có sơ đồ lắp ghép như hình 2.6

c. Dung sai lắp ghép then hoa

a) Khái niệm về mối ghép then hoa:

Mối ghép then hoa được dùng nhiều trong các máy, vì nó đảm bảo truyền được công suất lớn theo 2 chiều, truyền lực có chất lượng cao. Mỗi ghép then hoa có các dạng: răng chữ nhật, răng thân khai, răng hình thang, răng tam giác ... (hình 2.7), trong đó dạng hình chữ nhật được dùng phổ biến nhất.



**Hình 2.7. Ba loại then hoa**

- a) Răng chữ nhật; b) Răng thân khai;
- c) Răng tam giác

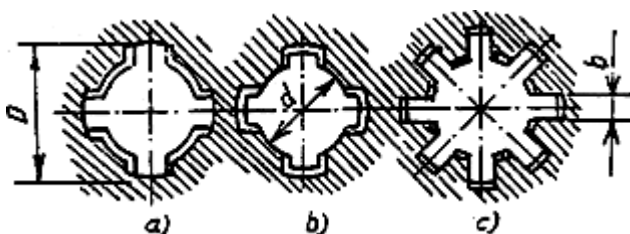
Giáo trình chỉ giới thiệu những quy định về dung sai lắp ghép của các mối ghép then hoa có dạng hình chữ nhật.

Tiêu chuẩn TCVN 2324 – 78 quy định trong mỗi ghép then hoa có 3 kích thước chính: đường kính ngoài  $D$ ; đường kính trong là  $d$ ; chiều rộng then là  $b$ .

Yêu cầu của mỗi ghép là hai chi tiết phải đảm bảo độ đồng tâm cao. Để đạt được độ đồng tâm người ta thực hiện quy định theo 3 phương pháp:

- Định tâm theo đường kính ngoài  $D$ :
- Định tâm theo đường kính trong  $d$ :
- Định tâm theo mặt bên của then ( kích thước  $b$ )

Trong đó phương pháp định tâm theo đường kính ngoài  $D$  được dùng nhiều hơn vì các chi tiết của mỗi ghép này chế tạo đơn giản và giá thành hạ hơn.



**Hình 2.8. Mỗi ghép then hoa răng chữ nhật**

*a- Định tâm theo đường kính ngoài; b- Định tâm theo đường kính trong;  
c- Định tâm theo mặt bên*

*b) Lắp ghép và cấp chính xác then hoa.*

Lắp ghép giữa hai chi tiết của then hoa được thực hiện hai trong ba yếu tố:  $D$  (hoặc  $d$ ) và  $b$ . Theo kích thước  $D$  hoặc  $d$  để định tâm hai chi tiết với nhau; theo kích thước  $b$  để dẫn hướng chính xác khi bạc then hoa di trượt khi trục đồng thời để truyền mômen xoắn theo yêu cầu.

Hình 2.7, biểu diễn các trường hợp định tâm của mỗi ghép then hoa răng chữ nhật.

- Khi định tâm theo kích thước  $D$  thì lắp ghép được thực hiện theo kích thước  $D$  và  $b$ .
- Khi định tâm theo kích thước  $d$  thì lắp ghép được thực hiện theo kích thước  $d$  và  $b$ .
- Riêng trường hợp định tâm theo kích thước  $b$  thì lắp ghép chỉ cần thực hiện theo kích thước  $b$ .

Dung sai cho các đường kính  $D$  và  $d$  của bạc và trục then hoa được lấy từ hệ dung sai cơ bản cho các mối ghép hình trụ (TCVN 2245 – 77) và theo TCVN 2324 – 78 quy định một số bậc chính xác và lắp ghép cho các yếu tố

then hoa chữ nhật đối với các phương pháp định tâm khác nhau như trong bảng sau:

**Bảng 2.3. Cấp chính xác và cấp lắp ghép của then hoa theo các phương pháp định tâm khác nhau.**

<b>Định tâm theo đường kính trong d</b>	
<b>Lắp ghép của đường kính định tâm d</b>	<b>Lắp ghép theo chiều rộng b</b>
$\frac{H6}{g5}$ ; $\frac{H6}{Js5}$ ; $\frac{H7}{Js7}$ ; $\frac{H7}{f7}$ ; $\frac{H7}{g6}$ ; $\frac{H7}{h6'}$ ; $\frac{H7}{Js6'}$ ; $\frac{H7}{Js7'}$ ; $\frac{H7}{n6'}$ ; $\frac{H8}{e8'}$	$\frac{F8}{d8}$ ; $\frac{F8}{f7}$ ; $\frac{F8}{f8}$ ; $\frac{F8}{h7}$ ; $\frac{F8}{h8}$ ; $\frac{F8}{h9}$ ; $\frac{F8}{Js7}$ ; $\frac{H8}{h7}$ ; $\frac{H8}{h8}$ ; $\frac{H8}{Js7}$ ; $\frac{D9}{d9}$ ; $\frac{D9}{e8}$ ; $\frac{D9}{f7}$ ; $\frac{D9}{f8}$ ; $\frac{D9}{f9}$ ; $\frac{D9}{h8}$ ; $\frac{D9}{h9}$ ; $\frac{D9}{Js7}$ ; $\frac{D9}{k7}$ ; $\frac{F10}{d9}$ ; $\frac{F10}{e8}$ ; $\frac{F10}{f7}$ ; $\frac{F10}{f8}$ ; $\frac{F10}{f9}$ ; $\frac{F10}{h7}$ ; $\frac{F10}{h8}$ ; $\frac{F10}{h9}$ ; $\frac{F10}{Js7}$ ; $\frac{F10}{k7}$ ; $\frac{F10}{d10}$

<b>Định tâm theo đường kính ngoài D</b>	
<b>Lắp ghép các đường kính định tâm D</b>	<b>Lắp ghép theo chiều rộng b</b>
$\frac{H8}{e8}$ ; $\frac{H8}{h7}$ ; $\frac{H7}{f7}$ ; $\frac{H7}{h6'}$ ; $\frac{H7}{Js6'}$ ; $\frac{H7}{n6'}$	$\frac{F8}{e8}$ ; $\frac{F8}{f7}$ ; $\frac{F8}{f8}$ ; $\frac{F8}{h6}$ ; $\frac{F8}{h8}$ ; $\frac{F8}{Js7}$ ; $\frac{D9}{d9}$ ; $\frac{D9}{e8}$ ; $\frac{D9}{f7}$ ; $\frac{D9}{Js7}$ ; $\frac{F10}{e9}$ ; $\frac{F10}{f7}$ ; $\frac{F10}{h9}$ ; $\frac{Js10}{d10}$
<b>Định tâm theo mặt bên của then (lắp ghép theo chiều rộng b)</b>	
$\frac{F8}{e8}$ ; $\frac{F8}{f8}$ ; $\frac{F8}{Js7}$ ; $\frac{D9}{d9}$ ; $\frac{D9}{e8}$ ; $\frac{D9}{f8}$ ; $\frac{D9}{f9}$ ; $\frac{D9}{h8}$ ; $\frac{D9}{h9}$ ; $\frac{D9}{Js7}$ ; $\frac{D9}{k7}$	$\frac{D10}{d10}$ ; $\frac{D10}{d8}$ ; $\frac{F10}{d9}$ ; $\frac{F10}{e8}$ ; $\frac{F10}{f8}$ ; $\frac{F10}{f9}$ ; $\frac{F10}{h8}$ ; $\frac{F10}{h9}$ ; $\frac{F10}{Js7}$ ; $\frac{F10}{k7}$ ; $\frac{Js10}{d9}$

**Bảng 2.4. Miền dung sai của đường kính không định tâm TCVN 2244 – 77**

Kích thước không định tâm	Phương pháp định tâm	Miền dung sai	
		Trục	Bạc
D	Theo D hoặc b	a11	H11
D	Theo d hoặc b		H12

c. Dung sai lắp ghép then hoa răng chữ nhật

a) Các phương pháp đồng tâm của mối ghép then hoa

TCVN 2324-78 quy định trong mối ghép then hoa răng chữ nhật có 3

kích thước chính:

Đường kính ngoài D

Đường kính trong d

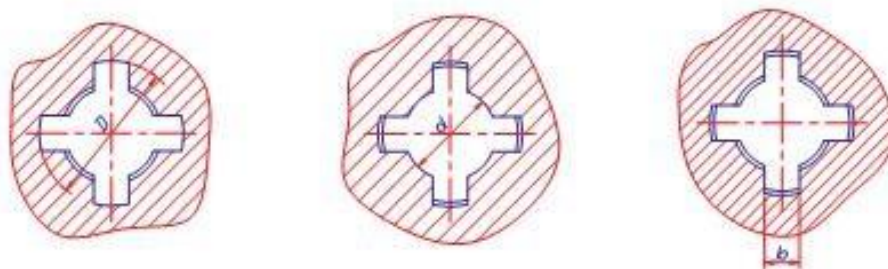
Chiều rộng then b

Khi lắp ghép để đảm bảo độ đồng tâm giữa 2 chi tiết lắp ghép (bạc và trục) người ta thực hiện đồng tâm theo một trong 3 kích thước D, d, b tương ứng có 3 phương pháp đồng tâm (hình 2.8):

Đồng tâm theo đường kính ngoài D

Đồng tâm theo đường kính trong d

Đồng tâm theo bề rộng then b



**Hình 2.9. Mặt cắt ngang đảm bảo độ đồng tâm**

Sự lựa chọn phương pháp đồng tâm này hay phương pháp đồng tâm kia phụ thuộc vào yêu cầu độ chính xác đồng tâm, điều kiện làm việc và khả năng công nghệ chế tạo.

+ Đồng tâm theo đường kính ngoài D là phương pháp đồng tâm kinh tế nhất và do đó được sử dụng rộng rãi vì có thể dễ dàng đạt được độ chính xác cao ở ổ trục then hoa theo D bằng cách mài, còn lỗ rãnh then hoa trong ống bao được thực hiện bằng cách chuốt.

+ Đồng tâm theo đường kính trong d được dùng trong trường hợp yêu cầu độ chính xác đồng tâm đặc biệt cao của các chi tiết hoặc khi lỗ rãnh then hoa trong ống bao không thể gia công được bằng chuốt do độ cứng cao

hoặc do độ dẻo của vật liệu. Độ chính xác đồng tâm theo  $d$  được đảm bảo bằng mài lỗ then hoa cũng như trục then hoa. Lỗ then hoa theo đường kính  $d$  được mài trên các máy mài lỗ phức tạp và đắt tiền, mài các đường kính của trục then hoa còn là các nguyên công phức tạp hơn.

+ Đồng tâm theo bề rộng then  $b$  không được sử dụng phổ biến, chỉ dùng khi các chi tiết lắp ghép có tải trọng thay đổi dấu, nghĩa là trục cùng với ống bao có lúc thì quay theo chiều này, có lúc lại quay theo chiều khác (ví dụ: chuyển động quay của trục cầu sau xe ô tô). Trong trường hợp này không cho phép có khe hở lớn theo các mặt bên của then và rãnh then.

*b) Lắp ghép then hoa dạng răng chữ nhật*

Để đảm bảo chức năng truyền mômen xoắn lớn, lắp ghép then hoa thực hiện theo yếu tố kích thước bề rộng then  $b$ . Lắp còn được thực hiện theo 1 trong 3 yếu tố kích thước  $D$ ,  $d$ ,  $b$  để đảm bảo đồng tâm hai chi tiết lắp ghép. Như vậy lắp ghép then hoa được thực hiện như sau:

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

TCVN 2324-78 quy định dãy miền dung sai của các kích thước lắp ghép theo bảng 2.5, và 2.6:

**Bảng 2.5. Miền dung sai các kích thước trục then hoa răng chữ nhật TCVN 2324-78**

CẤP CHÍNH XÁC	Sai lệch cơ bản								
	d	e	f	g	h	$j_s$	k	m	n
5				g5		$j_{s,5}$			
6				g6	(h6)	$j_{s,6}$			n6
7			f7		h7	$j_{s,7}$	k7		
8	d8	e8	f8		h8				
9	(d9)	e9	f9		h9				
10	d10				h10				

**Bảng 2.6. Miền dung sai các kích thước lỗ then hoa răng chữ nhật TCVN**

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản					
	D	E	F	G	H	$J_s$
6					H6	
7					H7	
8			F8		H8	
9	D9					
10	D10		F10			$J_{s,10}$

c) Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mỗi ghép.

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:  $D \frac{H7}{js7}$  và  $b \frac{F8}{js7}$

+ Khi thực hiện đồng tâm theo d có thể chọn kiểu lắp:  $d \frac{H7}{g6}$  và  $b \frac{D9}{js7}$

Trường hợp bạc then hoa di chuyển dọc trục:

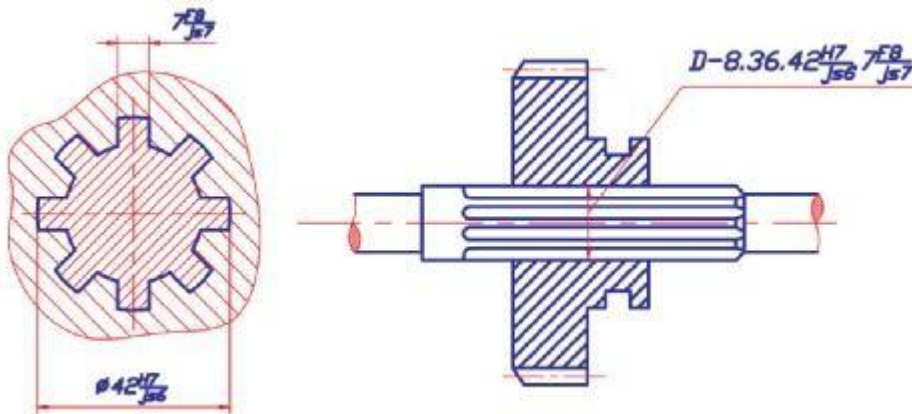
+ Khi thực hiện đồng tâm theo D có thể chọn kiểu lắp:  $D \frac{H7}{f7}$  và  $b \frac{F8}{f7}$

+ Khi thực hiện đồng tâm theo d có thể chọn kiểu lắp:  $d \frac{H7}{f7}$  và  $b \frac{F10}{f9}$ .

Cần nhớ rằng trong trường hợp cần thiết nếu như các kiểu lắp trên không đáp ứng được các tiêu chuẩn cụ thể của mỗi ghép thì cho phép lựa chọn kiểu lắp tiêu chuẩn khác (TCVN 2324-78)

d. Ghi ký hiệu lắp ghép then hoa trên hình vẽ

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



**Hình 2.10. Ghi kích thước mỗi ghép then hoa**

Ví dụ:  $d - 8.36 \frac{H7}{f7} .40 \frac{H12}{a11} .7 \frac{F10}{f9}$  theo 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  $\varnothing 36 \frac{H7}{f7}$ ; 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 là a11, kiểu lắp theo bề mặt bên b là  $7 \frac{F10}{f9}$ .



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

+ Trên bản vẽ bực then hoa:  $d \ 8.36H \ 7.40H \ 12.7F+0$

+ Trên bản vẽ trục then hoa:  $d - 8.36f \ 7.40a \ 11.7f \ 9$

## 2.2 DUNG SAI KÍCH THƯỚC VÀ LẮP GHÉP CÁC MỐI GHÉP REN

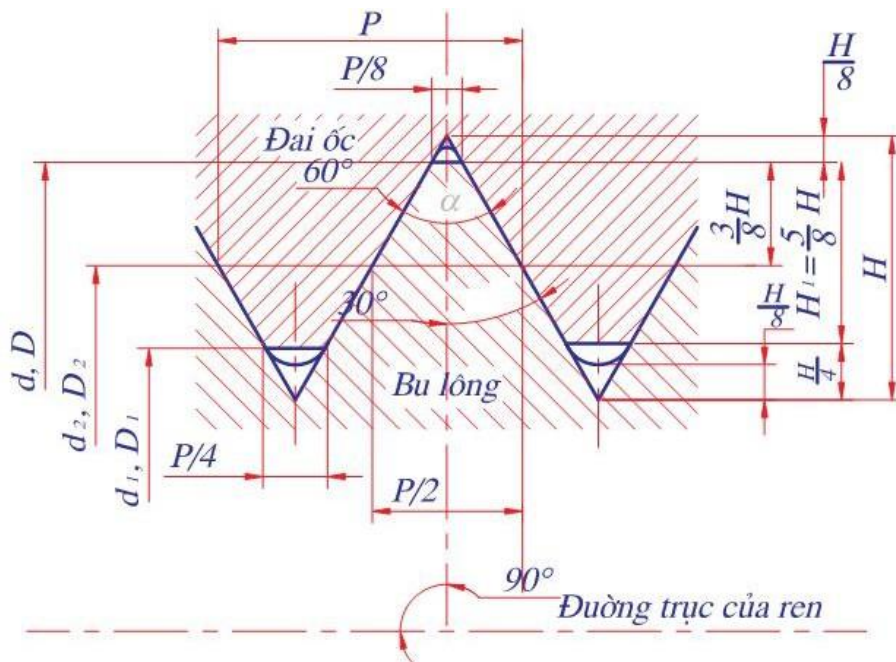
### 2.2.1 Dung sai lắp ghép ren tam giác hệ mét

#### 2.2.1.1 Các yếu tố cơ bản của ren tam giác

Mối ghép ren được dùng nhiều trong các máy và dụng cụ. Chi tiết lắp ghép ren dùng nối các chi tiết với nhau để kẹp chặt hoặc truyền lực... Các mối ghép ren này tùy theo tính chất được phân thành nhiều loại: ren hệ mét, ren hệ anh... nhưng những chi tiết ren hệ mét được dùng phổ biến nhất.

- Các thông số kích thước cơ bản.

Trên hình 2.10 là mặt cắt dọc theo trục ren để thể hiện profin ren của mối ghép. Chi tiết bao có ren là đai ốc, chi tiết bị bao có ren ngoài là bulông.



**Hình 2.11. Mặt cắt dọc theo trục ren**

Các thông số:

$d$ - đường kính ngoài của ren ngoài (bulông)

$D$ - đường kính ngoài của ren trong (đai ốc)

$d_2$ - đường kính trung bình của ren ngoài

$D_2$ - đường kính trung bình của ren trong

$d_1$ - đường kính trong của ren ngoài

$D_1$ - đường kính trong của ren ngoài

$P$ - bước ren

$\alpha$  - góc profin ren ( $\alpha = 60^\circ$  với ren hệ mét,  $\alpha = 55^\circ$  với ren hệ Anh)

H-chiều cao của profin gốc

$H_1$ - chiều cao làm việc của profin ren

Để qui định dung sai kích thước ren ta phải khảo sát ảnh hưởng sai số các yếu tố kích thước đến tính đối lẫn của ren.

### 2.2.1.2 Dung sai lắp ghép ren tam giác

#### a. Ảnh hưởng sai số các yếu tố đến tính đối lẫn của ren

Ảnh hưởng tới tính đối lẫn của ren không cghi có sai số của kích thước đường kính ren mà còn có cả sai số bước ren (P) và góc profin ren ( $\alpha$ ).

Nhưng khi phân tích ảnh hưởng của chúng về phương của đường kính trung bình gọi là lượng bù hướng kính của đường kính trung bình với:

Lượng bù đường kính của sai số bước ren:

$$f_p = \Delta P_n \cdot \cot \frac{\alpha}{2} = 1,732 P_n (\mu m)$$

Lượng bù đường kính sai số góc nửa profin ren:

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

Trong đó:

$\Delta P_n$ : sai số tính lũy n bước ren ( $\mu$ )

$\Delta \frac{\alpha}{2}$ : sai số góc profin ren (phút góc)

$$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ phai} \right|}{2} + \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ trai} \right|}{2}$$

P: tính theo mm

Đường kính trung bình có tính đến ảnh hưởng của sai số bước và góc profin ren được gọi là "đường kính trung bình biểu diễn ( $d_2, D_2$ )". Trị số của chúng được tính theo công thức sau:

$$d_2 = d_{2th} + f_p + f_a \text{ đối với ren vít}$$

$$D_2 = D_{2th} - (f_p - f_a) \text{ đối với ren đai ốc}$$

$D_{2th}, d_{2th}$  là đường trung bình thực

Như vậy để đảm bảo tính đối lẫn của ren, tiêu chuẩn chỉ quy định dung sai kích thước đường kính ren:  $d_2, d$  đối với ren vít và  $D_2, D$  đối với ren đai ốc tùy theo cấp chính xác chế tạo ren.

#### b. Cấp chính xác chế tạo ren

TCVN 1917-93 quy định các cấp chính xác chế tạo ren hệ mét lắp có độ hở theo bảng 2.7:

**Bảng 2.7. Cấp chính xác kích thước ren**

Dạng ren	Đường kính của ren	Cấp chính xác
Ren ngoài	d	4; 6; 8
	d <sub>2</sub>	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9
Ren trong	D <sub>2</sub>	4; 5; 6; 7; 8
	D <sub>1</sub>	4; 5; 6; 7; 8

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

*c. Lắp ghép ren hệ Mét*

Lắp ghép ren cũng có đặc tính như lắp ghép trụ trơn 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 (thường dùng cho ren kẹp chặt và truyền động).

Lắp ghép ren được hình thành bằng cách phối hợp các miền dung sai kích thước ren ngoài và ren trong (bảng 2.8).

**Bảng 2.8. Miền dung sai kích thước ren (lắp ghép có độ hở)**

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

Giá trị sai lệch giới hạn các kích thước ren ứng với các miền dung sai được qui định theo TCVN 1917-93.

\* Ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép ren trên bản vẽ:

Trên bản vẽ lắp, ký hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số sai ký hiệu ren. Ví dụ:  $M12 \times 1 \frac{7H}{7g6g}$ .

Kí hiệu lần lượt là : ren hệ mét đường kính d=12 mm; bước ren p=1

Miền dung sai đường kính trung bình  $D_2$  và đường kính trong  $D_1$  đều là 7H.  
 Miền dung sai đường kính trung bình  $d_2$  là 7g; đường kính ngoài  $d$  là 6g.  
 Trên bản vẽ chi tiết, từ kí hiệu lắp ghép trên ta có thể ghi kí hiệu trên bản vẽ chi tiết như sau:

$M12 \ 1 \ 7H$  đối với ren đai ốc

$M12 \times 1 \ 7g6g$  đối với ren vít

### 2.2.1.3 Dung sai lắp ghép ren hình thang

#### a. Các yếu tố cơ bản của ren thang

Ren vuông góc là loại ren không tiêu chuẩn hoá và không phân chia cấp chính xác. Dung sai ren vuông góc được quy định một số điển hình cơ bản sau:

Độ hở để dịch chuyển dầu: (giữa hai mặt tiếp xúc của ren đai ốc và ren vít). Độ hở dịch chuyển dầu tính theo công thức:  $a = 6,25 \sqrt{p}$

a - Độ hở để dịch chuyển dầu bôi trơn tính bằng  $\mu\text{m}$

p - Bước ren tính bằng mm

#### b. Dung sai lắp ghép ren vuông

- Dung sai độ dày ren.

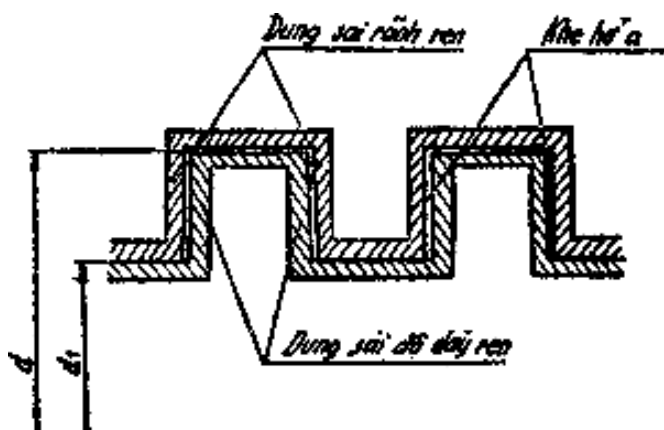
Dung sai độ dày ren và độ rộng rãnh ren quy định theo cấp chính xác 11.

Lắp ghép ren vuông góc quy định như sau:

- Đường kính trong  $d_1$  của bulông và đai ốc dùng để định tâm nên lắp ghép theo

$$\frac{H8}{h8}; \frac{H9}{h8}; \frac{H8}{h9} \quad \text{hoặc} \quad \frac{H9}{h9}; \dots$$

- Đường kính ngoài  $d$  của bulông đai ốc không dùng để định tâm nên lắp của ren vuông góc như hình 2.11.



Hình 2.12. Sơ đồ phân bố dung sai ren vuông

## 2.3 DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

### 2.3.1 Dung sai lắp ghép bánh răng

#### 2.3.1.1 Các yêu cầu kỹ thuật của truyền động bánh răng

### a. Truyền động chính xác

Ví dụ truyền động bánh răng của các xích động học chính xác trong các dụng cụ đo hoặc trong máy kim loại. Truyền động bánh răng của xích phân độ trong máy gia công răng hoặc trong đầu phân độ vạn năng. Trong các truyền động này bánh răng thường có môđun nhỏ, chiều dài răng không lớn, làm việc với tải trọng và vận tốc nhỏ. Yêu cầu chủ yếu của các truyền động này là mức chính xác động học cao, có nghĩa là đòi hỏi sự phối hợp chính xác về góc của bánh dẫn và bánh bị dẫn của truyền động.

### b. Truyền động tốc độ cao

Ví dụ truyền động trong các hộp tốc độ của động cơ máy bay, ô tô, tua bin... Bánh răng của truyền động thường có môđun trung bình, chiều dài răng lớn, tốc độ vòng của bánh răng có thể đạt tới  $120 \div 150$  m/s và hơn nữa. Công suất truyền động tới 40.000 kw và hơn nữa. Bánh răng làm việc như vậy dễ phát sinh rung động và ồn. Yêu cầu chủ yếu của nhóm truyền động này là mức chính xác làm việc êm, có nghĩa là bánh răng chuyển động ổn định, không có sự thay đổi tức thời về tốc độ gây va đập và ồn.

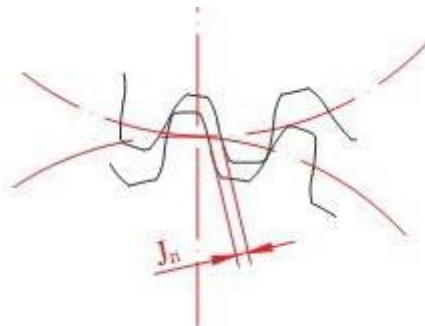
### c. Truyền động công suất lớn

Truyền động với vận tốc nhỏ nhưng truyền mômen xoắn lớn. Bánh răng của truyền động thường có môđun lớn và chiều dài răng lớn. Ví dụ truyền động bánh răng trong máy cán thép, trong các cơ cấu nâng hạ như cần trục, balăng...

Yêu cầu chủ yếu của các truyền động này là mức tiếp xúc mặt răng lớn đặc biệt là tiếp xúc theo chiều dài răng. Mức tiếp xúc mặt răng đảm bảo độ bền của răng khi truyền mômen xoắn lớn.

### d. Độ hở mặt bên

Đối với bất kì truyền động bánh răng nào cũng cần phải có độ hở mặt bên giữa các mặt răng phía không làm việc của cặp răng ăn khớp (hình 2.12). Độ hở đó cần thiết để tạo điều kiện bôi trơn mặt răng, để bồi thường cho sai số do giãn nở nhiệt, do gia công và lắp ráp, tránh hiện tượng kẹt răng.



**Hình 2.13. Độ hở mặt bên của bánh răng**

### 2.3.1.2 Sai số gia công của truyền động bánh răng

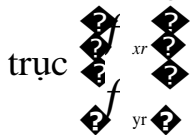
Bề mặt chức năng của bánh răng là bề mặt thân khai của răng, quá trình gia công tạo thành bề mặt ấy phát sinh sai số rất phức tạp. Các sai số này gây ra sai số profin răng và vị trí của chúng trên bánh răng. Vị trí profin răng được xét theo 3 phương: Phương hướng tâm, phương tiếp tuyến với vòng chia và phương dọc trục bánh răng. Như vậy sai số gia công bánh răng được phân thành 4 loại:

- Sai số hướng tâm: Bao gồm tất cả những sai số gây ra sự dịch chuyển profin răng theo hướng tâm bánh răng.
- Sai số tiếp tuyến: Bao gồm tất cả những sai số gây ra sự dịch chuyển profin răng theo hướng tiếp tuyến với vòng chia.
- Sai số hướng trục: Là những sai số làm profin răng dịch chuyển sai với vị trí lý thuyết dọc theo trục bánh răng
- Sai số profin răng lưỡi cắt của dụng cụ cắt răng.

### 2.3.1.3 Đánh giá mức độ chính xác của truyền động bánh răng

Để đánh giá mức chính xác và khe hở cạnh răng của bánh răng và bộ truyền người ta dùng các chỉ tiêu sau:

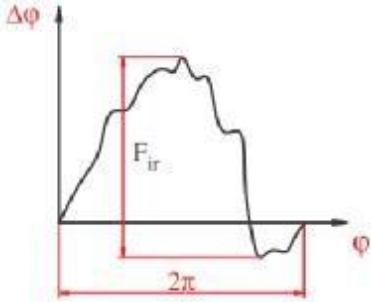
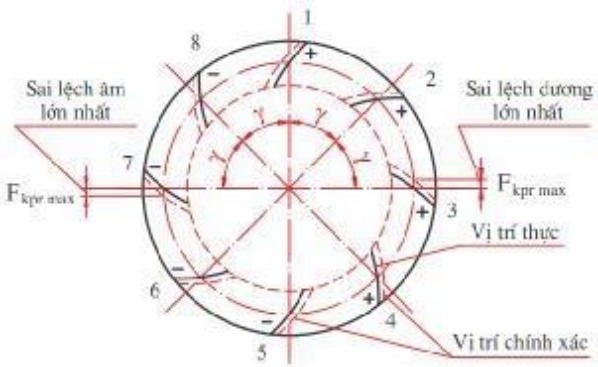
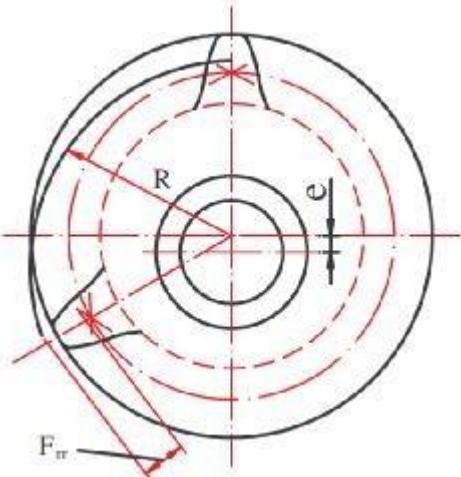
- Sai số động học của bánh răng  $F'_{ir}$
- Sai số tích lũy bước răng củ bánh răng  $F_{pkr}$
- Độ đảo hướng tâm của vành răng  $F_{ir}$
- Độ dao động khoảng pháp tuyến chung  $F_{vwr}$
- Độ dao động khoảng cách trục đo ứng với 1 vòng quay của bánh răng  $F''_{ir}$
- Sai số động học cục bộ của bánh răng  $F'_{ir}$
- Sai lệch bước ăn khớp  $f_{pbr}$
- Sai lệch bước răng  $f_{ptr}$
- Sai số profin răng  $f_{fr}$
- Vết tiếp xúc tổng
- Sai số tổng của đường tiếp xúc  $F_{kr}$
- Sai số hướng răng  $F_{\beta r}$
- Độ không song song của các đường trục và độ xiên của các đường

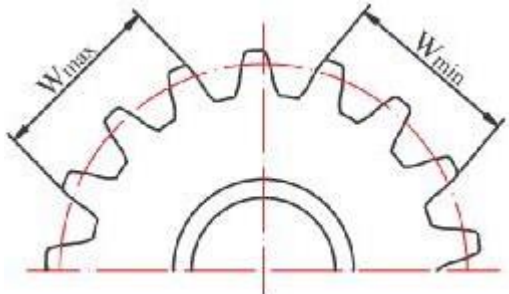
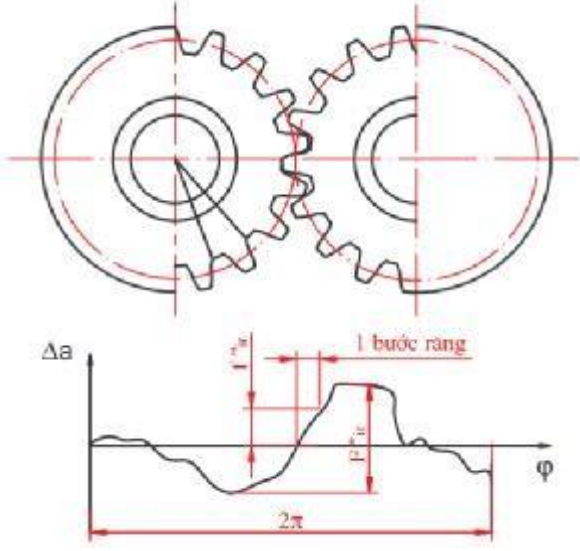
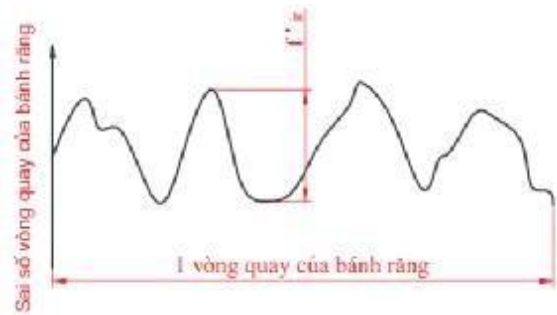


- Lượng dịch chuyển profin gốc  $E_H$
- Khái niệm các chỉ tiêu trên được chỉ dẫn trong bảng 2.9
- Trong thiết kế chế tạo bánh răng để chọn bộ thông số đánh giá mức chính xác người ta dựa vào cấp chính xác của truyền động, đồng thời dựa vào

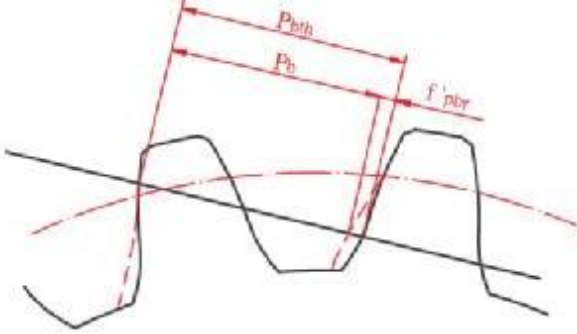
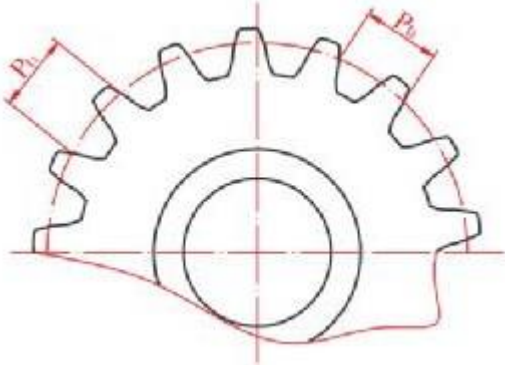
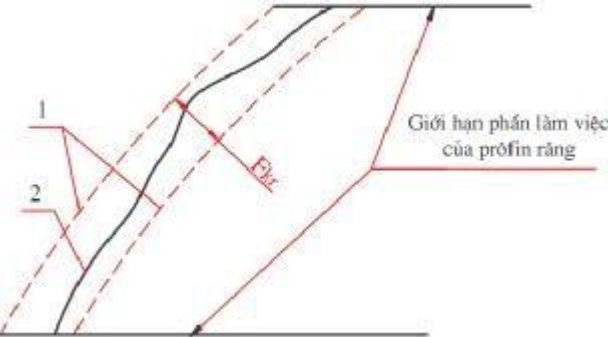
điều kiện sản xuất và kiểm tra ở từng cơ sở sản xuất. Chọn bộ thông số cần kết hợp sao cho kiểm tra đơn giản nhất, số dụng cụ ít nhất.

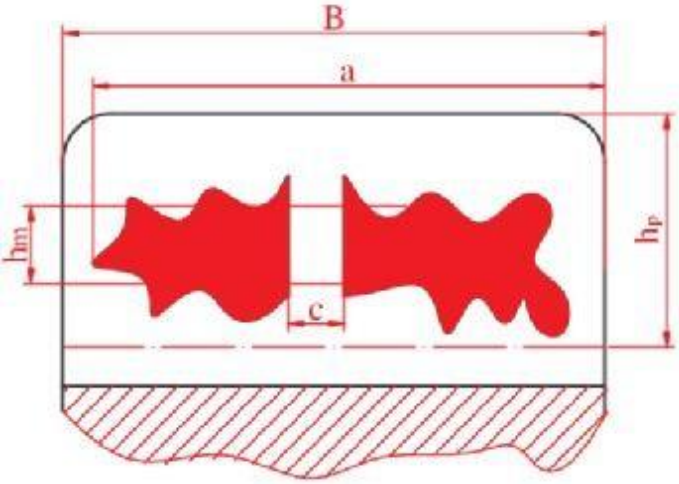
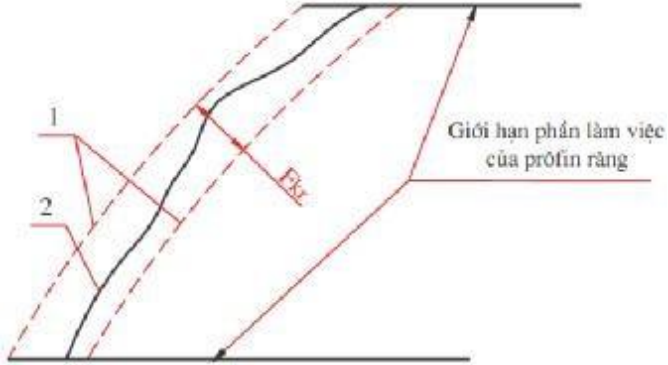
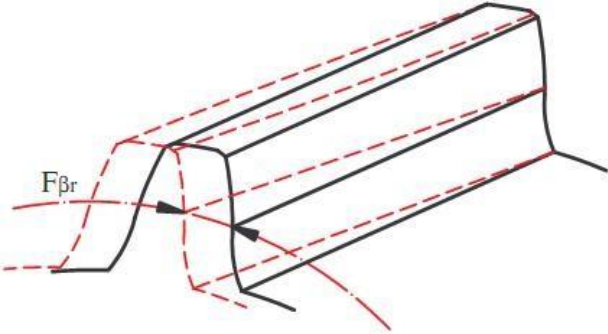
**Bảng 2.9. Các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác truyền động bánh răng**

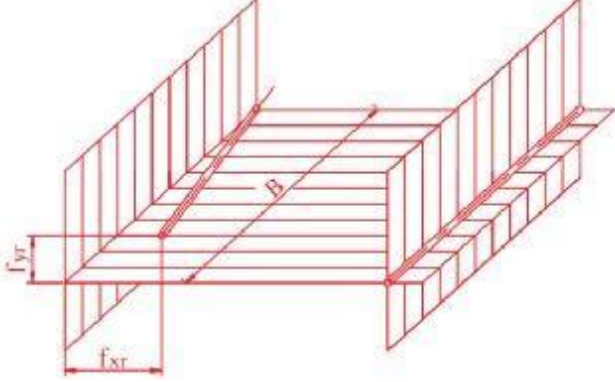
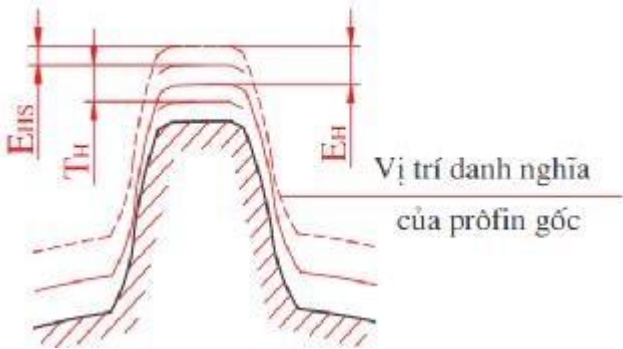
Chỉ tiêu đánh giá	Kí hiệu	Định nghĩa
<p>Sai số động học của bánh răng</p> 	$F_{ir}$	Sai số lớn nhất của góc quay bánh răng trong giới hạn một vòng quay khi nó ăn khớp với bánh mẫu chính xác.
<p>Sai số tích lũy bước răng của bánh răng</p> 	$F_{pkr}$	Sai số lớn nhất về vị trí tương quan của hai profin răng cùng tên bất kỳ do theo vòng tròn đồng tâm với tâm quay bánh răng và đi qua giữa chiều cao răng.
<p>Độ đảo hướng tâm của vành răng</p> 	$F_{tr}$	Độ dao động lớn nhất của khoảng cách từ dây cung cố định trên răng (hoặc rãnh răng) đến tâm quay bánh răng.

<p>Độ dao động khoảng pháp tuyến chung</p> 	$F_{vwr}$	<p>Hiệu pháp tuyến chung lớn nhất và nhỏ nhất đo trên cùng một bánh răng:  <math>F_{vwr} = W_{max} - W_{min}</math></p>
<p>Độ dao động khoảng cách trục đo ứng với một vòng quay của bánh răng</p> 	$F''_{ir}$	<p>Hiệu khoảng cách trục đo lớn nhất và nhỏ nhất trong một vòng quay của bánh răng.</p>
<p>Sai số động học cục bộ của bánh răng</p> 	$f'_{ir}$	<p>Hiệu lớn nhất giữa sai số động học cục bộ lớn nhất và nhỏ nhất kề sát nhau trong một vòng quay bánh răng</p>
<p>Sai lệch của bước ăn khớp</p>	$f_{pbr}$	<p>Hiệu giữa bước ăn khớp thực và bước ăn khớp danh nghĩa:  <math>f_{pbr} = P_{bth} - P_b</math></p>



		
<p>Sai lệch bước răng</p> 	$f_{ptr}$	<p>Hiệu giữa hai bước vòng bất kỳ đo trên cùng một đường tròn của bánh răng:</p> $f_{ptr} = P_{t1} - P_{t2}$
<p>Sai số profin</p> 	$f_{fr}$	<p>Khoảng cách pháp tuyến giữa hai profin răng lý thuyết bao lấy profin răng thực, trong giới hạn phần làm việc của profin răng.</p>
<p>Vết tiếp xúc tổng</p>		<p>Phần bề mặt bên của răng trên đó có vết tiếp xúc của nó với răng của bánh răng ăn khớp. Vết tiếp xúc được đánh giá theo hai chiều:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theo chiều cao răng</li> </ul> $h_m/h_p \cdot 100\%$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- Theo chiều dài</li> </ul>

		răng: $(a-c)/B \cdot 100\%$
Sai số tổng của đường tiếp xúc 	$F_{kr}$	Khoảng cách pháp tuyến giữa hai đường tiếp xúc danh nghĩa bao lấy đường tiếp xúc thực.
Sai số hướng răng 	$F_{br}$	Khoảng cách giữa hai hướng răng lý thuyết nằm trên mặt trụ đi qua giữa chiều cao răng và bao lấy hướng răng thực.
Độ không song song của các đường trục Độ xiên của các đường trục	$f_{xr}$ $f_{yr}$	$f_{xr}$ - độ không song song của hình chiếu các đường tâm quay của bánh răng trên mặt phẳng lý thuyết chung của chúng (đo trên chiều dài)

		bằng chiều rộng bánh răng) $f_{yr}$ - Độ không song song của hình chiếu các đường tâm quay của bánh răng trên mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng lý thuyết chung của chúng.
Lượng dịch chuyển của profin 	$E_h$	Lượng dịch chuyển của profin gốc so với vị trí danh nghĩa của nó

### 2.3.2 Các sai số để kiểm tra bánh răng

#### 2.3.2.1 Cấp chính xác chế tạo bánh răng

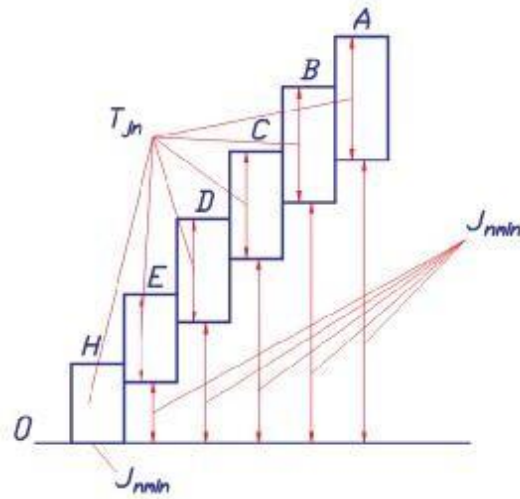
Theo tiêu chuẩn TCVN 1067-84, cấp chính xác chế tạo bánh răng được qui định 12 cấp kí hiệu là 1,2. 12. Cấp chính xác giảm dần từ 1 đến 12.

Ở mỗi cấp chính xác tiêu chuẩn qui định giá trị dung sai và sai lệch giới hạn cho các thông số đánh giá mức chuẩn chính xác.

Việc lựa chọn cấp chính xác của truyền động bánh răng khi thiết kế phải dựa vào điều kiện làm việc cụ thể của truyền động, chẳng hạn tốc độ vòng quay, công suất truyền... Trong sản xuất cơ khí thường sử dụng cấp chính xác 6,7,8,9. Ngoài ra khi thiết kế chế tạo bánh răng việc chọn cấp chính xác có thể dựa theo kinh nghiệm.

#### 2.3.2.2 Dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở bên: $T_{jm}$

Tùy theo yêu cầu về giá trị độ hở mặt bên nhỏ nhất,  $j_{nmin}$  mà tiêu chuẩn qui định 6 dạng đối tiếp, kí hiệu là H, E, D, C, B, A theo TCVN 1067-84. Dạng H có giá trị độ hở mặt bên nhỏ nhất ( $j_{nmin} = 0$ ) và độ hở tăng dần từ H đến A.



**Hình 2.14. Dạng đối tiếp mặt răng**

Trong điều kiện làm việc bình thường thì sử dụng dạng đối tiếp B, dạng này cũng được dùng phổ biến trong chế tạo cơ khí.

Tiêu chuẩn cũng quy định 8 miền dung sai của độ hở mặt bên, kí hiệu là h, d, c, b, a, x, y, z. Trong thiết kế có thể sử dụng dạng đối tiếp và miền dung sai tương ứng, ví dụ dạng đối tiếp B, miền dung sai b. Nhưng cũng có thể sử dụng không tương ứng, ví dụ dạng đối tiếp là B còn miền dung sai là a.

Khi đánh giá "mức khe hở cạnh răng" người ta có thể kiểm tra trực tiếp giá trị độ hở mặt bên nhỏ nhất  $J_{nmin}$

### 2.3.2.3 Ghi kí hiệu cấp chính xác và dạng đối tiếp mặt răng.

Trên bản vẽ thiết kế, chế tạo bánh răng thì cấp chính xác và dạng đối tiếp được ghi kí hiệu như sau:

Ví dụ: 7-8-8B.TCVN1067-84

Từ trái sang phải lần lượt kí hiệu là:

7- cấp chính xác của mức chính xác động học

8- cấp chính xác của mức làm việc êm

8- cấp chính xác của mức tiếp xúc mặt răng

B- dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên tương ứng là b

**Bảng 2.10. Bộ thông số đánh giá mức chính xác của bánh răng trụ**

Số bộ	Thông số đánh giá, kí hiệu	Dung sai, kí hiệu	Cấp chính xác khi $\geq 1m$
<i>Mức chính xác động học</i>			
1	$F'_{ir}$	$F'_i$	3-8
2	$F_{pr}, F_{pkr}$	$F_p, F_{pk}$	3-6
3	$F_{pr}$	$F_p$	7-8
4	$F_{rr}, F_{vwr}$	$F_r, F_{vw}$	3-8
5	$F_{rr}, F_r$	$F_r, F$	3-8

6	$F''_{ir}, F_{vwr}$	$F''_i, F_v$	5-8
7	$F''_{ir}, F_{cr}$	$F''_i, F_c$	5-8
8	$F''_{ir}$	$F''_i$	9-12
9	$F_{rr}$	$F_r$	7-8
<i>Mức làm việc êm (với <math>\epsilon\beta &lt; 1,25</math>)</i>			
1	$f_{ir}$	$f_i$	3-8
2	$f_{pbr}, f_{jr}$	$f_{pb}, f_j$	3-8
3	$f_{pbr}, f_{ptr}$	$f_{pb}, f_{pt}$	3-8
4	$f''_{ir}$	$f''_i$	5-8
<i>Mức tiếp xúc răng trong truyền động</i>			
1	vết tiếp xúc tổng	-	3-11
2	$F_{\beta r}$	$F_{\beta}$	3-12
3	$F_{kr}$	$F_k$	3-12
$\epsilon\beta$ - hệ số trùng khớp dọc danh nghĩa			

### CÂU HỎI ÔN TẬP

- Câu 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?
- Câu 2.** Thế nào là đường kính trung bình biểu kiến, nêu công thức tính nó với ren vít và đai ốc?
- Câu 3.** Tiêu chuẩn quy định có mấy cấp chính xác chế tạo ổ lăn, kí hiệu chúng như thế nào?
- Câu 4.** Nêu phương pháp chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép ổ lăn với trục và với lỗ thân hộp?
- Câu 5.** Nêu các miền dung sai tiêu chuẩn được qui định đối với kích thước chiều rộng  $b$  của then, rãnh trục và rãnh bạc?
- Câu 6.** Từ các miền dung sai tiêu chuẩn hãy chọn một kiểu lắp cho mỗi ghép then khi bạc cố định trên trục.
- Câu 7.** Có mấy phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa và cho biết ưu nhược điểm của từng phương pháp, tương ứng với các phương pháp đó thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố kích thước nào?
- Câu 8.** Trình bày cách ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ?
- Câu 9.** Nêu các yêu cầu kĩ thuật đối với truyền động bánh răng, một truyền động bánh răng bất kì thì cần có những yêu cầu nào?
- Câu 10.** Tiêu chuẩn TCVN 1067-84 qui định cấp chính xác chế tạo bánh răng nêu phương pháp chọn cấp chính xác cho truyền động bánh răng khi thiết kế?

## BÀI TẬP

**Câu 1.** Cho lắp ghép ren  $M20 \times 2 - 6H / 6e \times -$

- Giải thích kí hiệu lắp ghép
- Tra sai lệch giới hạn và dung sai kích thước ren
- Giả sử sau khi gia công một ren vít người ta đo được các thông số

sau:

$$\text{Sai số bước ren vít: } \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ phải } 40', \quad \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ trái } = -20'$$

$$\text{Sai số tích lũy bước: } \Delta = 0,02$$

Hỏi ren vít có đạt yêu cầu không?

**Câu 2.** Cho mối ghép ổ lăn làm việc trong điều kiện: trục đứng yên, thân hộp quay, tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương, ổ lăn có số hiệu là 317, cấp chính xác 0

- Chọn miền dung sai kích thước trục và thân hộp lắp với ổ.
- Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép.

**Câu 3.** Cho mối ghép then bằng giữa bánh răng với trục để truyền mô men xoắn. Bánh răng (bạc) cố định trên trục và cần tháo lắp khi thay thế. Kích thước chiều rộng của then là:  $b=14\text{mm}$

- Chọn kiểu lắp cho mối ghép then với rãnh trục và rãnh bạc.
- Xác định trị số sai lệch giới hạn của các kích thước tham gia lắp ghép và biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.

**Câu 4.** Cho mối ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là  $8 \times 2 \times 48$  ( $d \times D \times l$ ), bánh răng cần di trượt để dễ dàng trên trục và thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước  $D$ .

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

## 2.4 CHUỖI KÍCH THƯỚC

### 2.4.1 Chuỗi kích thước

#### 2.4.1.1 Định nghĩa chuỗi kích thước

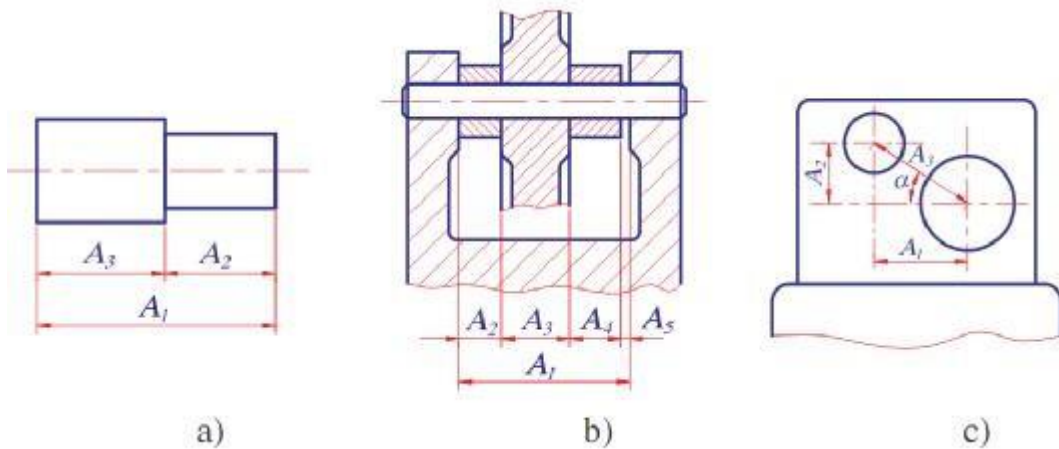
Chuỗi kích thước là một vòng khép kín do các kích thước của một hoặc một số chi tiết nối tiếp nhau tạo thành.

Như vậy để hình thành chuỗi kích thước phải có hai điều kiện:

- + Các kích thước nối tiếp nhau
- + Các kích thước tạo thành một vòng kín

Dựa theo định nghĩa trên ta đưa ra 3 ví dụ chuỗi kích thước như hình

2.14



**Hình 2.15: Biểu diễn chuỗi kích thước trên chi tiết**

#### 2.4.1.2 Phân loại chuỗi kích thước

Có nhiều loại chuỗi kích thước, trong kỹ thuật người ta phân chúng thành 2 loại:

+ Chuỗi kích thước chi tiết: các kích thước trong chuỗi nằm trên cùng một chi tiết (hình 2.14a và 2.14c)

+ Chuỗi kích thước lắp ghép: các kích thước trong chuỗi là kích thước của nhiều chi tiết khác nhau lắp ghép với nhau tạo thành một bộ phận máy hoặc máy (hình 2.14b)

về mặt hình học người ta có thể phân loại chuỗi như sau:

+ Chuỗi đường thẳng: các kích thước của chuỗi song song với nhau trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau (hình 2.14a và 2.14b)

+ Chuỗi mặt phẳng: các kích thước của chuỗi nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau nhưng chúng không song song với nhau

+ Chuỗi không gian: các kích thước của chuỗi nằm trong các mặt phẳng khác nhau bất kì.

## 2.4.2 Khâu

Mỗi kích thước trong chuỗi kích thước gọi là một khâu.

Dựa vào đặc tính của các khâu ta chia ra hai loại:

### 2.4.2.1 Khâu thành phần: kí hiệu là $A_i$

Là khâu mà kích thước của nó do quá trình gia công quyết định và không phụ thuộc lẫn nhau.

### 2.4.2.2 Khâu khép kín: kí hiệu $A_\Sigma$

Là khâu mà kích thước của nó hoàn toàn được xác định bởi kích thước các khâu thành phần, vậy nó phụ thuộc vào kích thước của các khâu thành phần. Trong một chuỗi kích thước chỉ có một khâu khép kín.

*Ví dụ:* Chuỗi hình 2.14b thì các khâu  $A_1, A_2, A_3, A_4$  là các khâu thành phần vì chúng độc lập với nhau, còn khe hở  $A_5$  là khâu khép kín vì nó được hình thành sau khi lắp các chi tiết có kích thước  $A_1, A_2, A_3, A_4$  thành một bộ phận máy và nó hoàn toàn phụ thuộc vào các kích thước này. Như vậy trong chuỗi kích thước lắp các chi tiết tham gia vào chuỗi đều là khâu thành phần.

Trong chuỗi kích thước chi tiết, muốn phân biệt khâu thành phần và khâu khép kín phải biết trình tự gia công các kích thước trong chuỗi chi tiết ấy, chẳng hạn ở ví dụ 2.14b gia công theo trình tự  $A_1, A_2$  thì  $A_3$  hình thành và hoàn thành xác định phụ thuộc vào  $A_1, A_2$ , nên  $A_3$  là khâu khép kín.

\* Trong các khâu thành phần còn chia ra:

+ Khâu thành phần tăng (khâu tăng): là khâu mà khi ta tăng hoặc giảm kích thước của nó thì kích thước của 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 nó lại giảm hoặc tăng.

*Ví dụ:* chuỗi hình 2.14b với  $A_5$  là khâu khép kín thì  $A_1$  là khâu tăng còn  $A_2, A_3, A_4$  là khâu giảm.

## 2.4.3 Giải chuỗi kích thước

Giải chuỗi kích thước là giải 2 bài toán sau đây:

### 2.4.3.1 Bài toán thuận

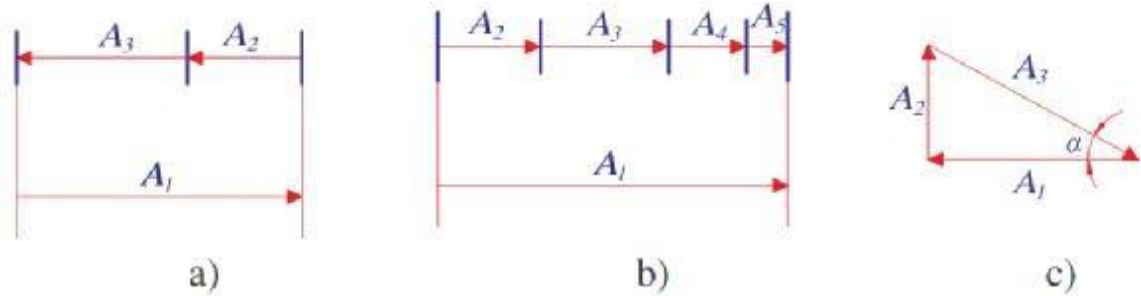
Cho biết kích thước sai lệch giới hạn và dung sai các khâu thành phần ( $A_i$ ) tìm kích thước sai lệch giới hạn và dung sai của các khâu khép kín ( $A_\Sigma$ )

### 2.4.3.2 Bài toán nghịch

Với kích thước sai lệch giới hạn và dung sai đã cho của khâu khép kín  $A_\Sigma$ , cần xác định sai lệch giới hạn và dung sai giữa các khâu thành phần và các khâu khép kín.



Để thuận tiện cho việc giải chuỗi người ta thường sơ đồ hoá các chuỗi (trong phạm vi bài học chỉ giải các chuỗi đường thẳng). Các chuỗi trên hình 2.14a,b,c được sơ đồ hoá thành các chuỗi trên hình 2.15 a,b,c.



**Hình 2.16. Sơ đồ hóa các chuỗi**

Từ sơ đồ chuỗi trên ta xác lập công thức quan hệ kích thước như sau:

Chuỗi 1: hình 2.15 a với  $A_{\Sigma} = A_3$  ta có  $A_{\Sigma} = A_3 = -A_1 - A_2$

Chuỗi 2: hình 2.15 b với  $A_{\Sigma} = A_5$  ta có  $A_{\Sigma} = A_5 = -A_1 - A_2 - A_3 - A_4$

Trường hợp tổng quát trong một chuỗi có n khâu thành phần, nêu ta đánh số thứ tự từ 1 đến m là các khâu thì m+1 đến n là các khâu giảm với  $m < n$ , như vậy ta có công thức sau:

$$A_{\Sigma} = -\sum_{i=1}^m A_i + \sum_{i=m+1}^n A_i \quad (1)$$

Trên cơ sở phương trình cơ bản của chuỗi kích thước (1) xác lập công thức quan hệ về sai lệch giới hạn và dung sai giữa các khâu thành phần và khâu khép kín để giải chuỗi kích thước đường thẳng.

Từ (1) ta có: 
$$A_{\Sigma_{\max}} = -\sum_{i=1}^m A_{i_{\max}} + \sum_{i=m+1}^n A_{i_{\min}} \quad (2)$$

$$A_{\Sigma_{\min}} = -\sum_{i=1}^m A_{i_{\min}} + \sum_{i=m+1}^n A_{i_{\max}} \quad (3)$$

Từ (1),(2),(3) ta có:

$$T_{\Sigma} = -(\sum_{i=1}^m T_i) + \sum_{i=m+1}^n T_i = \sum_{i=1}^m T_i + \sum_{i=1}^n T_i$$

$$ES_{\Sigma} = -(\sum_{i=1}^m ES_i) + \sum_{i=m+1}^n es_i$$

$$EI_{\Sigma} = -(\sum_{i=1}^m EI_i) + \sum_{i=m+1}^n es_i$$

Trong đó:  $ES_i$  và  $EI_i$  là sai lệch trên và sai lệch dưới khâu tăng,  $es_i$  và  $ei_i$  là sai lệch trên và sai lệch dưới khâu giảm.

Dựa vào các công thức trên ta sẽ giải bài toán 1 và bài toán 2 đơn giản (theo phương pháp đổi lẫn chức năng hoàn toàn).

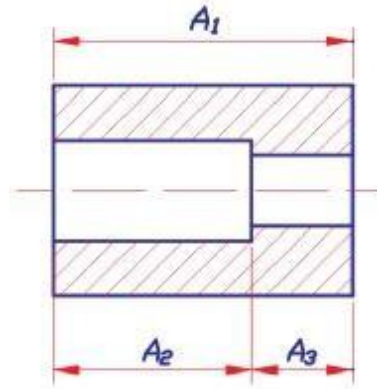
## CÂU HỎI ÔN TẬP

**Câu 1.** Thế nào là chuỗi kích thước. cho ví dụ minh họa?

**Câu 2.** Thế nào là khâu thành phần tăng, khâu thành phần giảm của chuỗi kích thước, cho ví dụ?

## BÀI TẬP

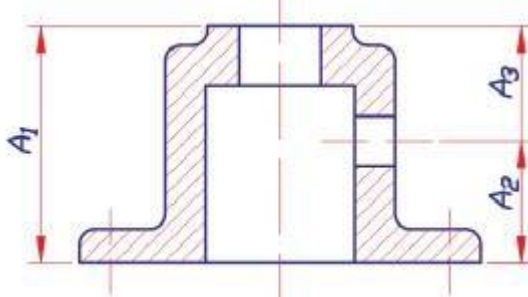
**Câu 1.** Cho chuỗi kích thước như hình vẽ sau:



Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch, dung sai kích thước  $A_2$ .  
Biết trình tự công nghệ gia công là:  $A_1, A_2$

$$\text{Với } A_1 = 100_{-0,1} \quad A_3 = 45_{+0,15}$$

**Câu 2.** Cho chuỗi kích thước như hình vẽ sau:



Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch, dung sai kích thước  $A_2$ .  
Biết trình tự công nghệ gia công chi tiết là:  $A_1, A_2$

$$\text{Với } A_1 = 120_{-0,15} \quad A_3 = 40_{+0,16}$$

## CHƯƠNG 3: DỤNG CỤ ĐO THÔNG DỤNG TRONG CƠ KHÍ

Mã số của chương 3: MH 11 – 03

### Mục tiêu:

- Mô tả được đầy đủ về cấu tạo, công dụng, nguyên lý làm việc và phân loại thước cặp, panme, đồng hồ so
- Đo và đọc kích thước đo chính xác, sử dụng và bảo quản đúng quy cách
- Kiểm tra chính xác các độ sai lệch về hình dạng hình học và vị trí tương quan giữa các bề mặt
- Nhận biết và trình bày đầy đủ công dụng các loại dụng cụ đo góc, cấu tạo và nguyên lý của thước sin
- Tuân thủ đúng quy định, quy phạm về dung sai và kỹ thuật đo.

### 3.1 CƠ SỞ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT

#### 3.1.1 Khái niệm về đo lường kỹ thuật

##### 3.1.1.1 Tầm quan trọng và quá trình phát triển của kỹ thuật đo lường

Trong quá trình chế tạo các chi tiết máy cần đo kiểm tra và đánh giá chất lượng kỹ thuật của sản phẩm. Vì vậy kỹ thuật đo lường là khâu quan trọng nhất không thể thiếu được trong quá trình sản xuất.

Đo lường kỹ thuật trong chế tạo cơ khí nghiên cứu đơn vị đo, dụng cụ đo và các phương pháp đo. Cùng với sự phát triển của sản xuất, kỹ thuật đo lường cũng có những bước tiến mạnh mẽ. Từ cuối thế kỷ 19, ngành chế tạo cơ khí đã sử dụng các loại calíp tiêu chuẩn, calíp giới hạn. Năm 1850 đã có thước cặp, năm 1867 có panme. Sau đó là các loại dụng cụ đo chính xác cao hơn như: Căn mẫu (1896), minhimét đo tới 0,001mm (năm 1907), các máy đo quang học năm 1921 -1925), các máy đo dùng khí nén (1928), các máy dùng điện (1930), ... đặt cơ sở cho các phương pháp kiểm tra tự động. Ngày nay đã có những loại máy đo quang học, máy đo điện hiện đại có thể đo được những khoảng cách nhỏ tới 4 – 5 phần triệu mm

##### 3.1.1.2 Đơn vị đo

###### a. Đơn vị đo chiều dài

Hội nghị quốc tế về đo lường họp năm 1875 đã công nhận “mét” làm đơn vị đo độ dài tiêu chuẩn.

Đơn vị đo độ dài tiêu chuẩn này được xác lập bằng 1/10 000 000 (một phần mười triệu) khoảng cách giữa các cực Bắc và đường xích đạo.

Một thanh dài có ghi chú kỹ thuật gọi là Mét lưu chữ được làm ra và lưu trữ tại viện đo lường Quốc tế làm bằng hợp kim platin và iridi, vật liệu

này đảm bảo sự chính xác hầu như không bị thay đổi trong mọi điều kiện khí hậu, đồng thời chống được ăn mòn.

Ngày nay khi trình độ khoa học phát triển người ta phát hiện sự cố định của chiều dài ánh sáng; Hội nghị Quốc tế lần thứ 11 về trọng lượng và đo lường họp tại PARI ngày 11 tháng 10 năm 1960 đã xác định lại chiều dài của mét cho phù hợp với chiều dài tiêu chuẩn mới.

Đơn vị đo chiều dài mới được định nghĩa như sau:

“ Mét là một độ dài bằng 1.650.763,73 bước sóng của bức xạ trong chân không ứng với sự chuyển giữa các mức  $2P_{10}$  và  $5d_5$  của nguyên tử Krypton 86”

Phương pháp này xác định mét tiêu chuẩn này thay thế nguyên mẫu mét vì nó làm cho độ chính xác của các mẫu đó tăng lên rất nhiều.

Mét là đơn vị cơ bản; trong ngành chế tạo máy thường dùng milimét ( $1\text{mm} = 1/1000$  mét) hoặc micrômét ( $1\ \mu\text{m} = 1/1000\text{mm}$ )

*b. Đơn vị đo góc*

Đơn vị cơ bản là "độ", kí hiệu là "°"

$$1^{\circ} = \frac{1}{360} \text{ vòng tròn}$$

$$1^{\circ} = 60 \text{ phút} = 60'$$

$$1' = 60 \text{ giây} = 60''$$

### 3.1.2 Dụng cụ đo và các phương pháp đo

#### 3.1.2.1 Dụng cụ đo

Dụng cụ đo có thể chia thành hai nhóm chính:

Nhóm mẫu đo và nhóm thiết bị đo

*a. Nhóm mẫu đo:*

là những vật thể được chế tạo theo bội số hoặc ước số của đơn vị đo gồm: góc mẫu, căn mẫu, ke,...

*b. Nhóm thiết bị đo:*

Bao gồm các dụng cụ đo: thước cặp, panme,... và các máy đo như : ốp ti mét, máy đo dùng khí nén, máy đo bằng điện,...

#### 3.1.2.2 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 phương pháp đo mà ta có các phương pháp đo khác nhau.

*a. Dựa vào quan hệ giữa đầu đo với chi tiết đo*

Chia ra phương pháp đo tiếp xúc và phương pháp đo không tiếp xúc:

- *Phương pháp đo tiếp xúc:*

Là phương pháp đi giữa đầu đo và bề mặt chi tiết đo tồn tại một áp lực gọi áp lực đo, áp lực này làm cho vị trí ổn định, vì thế kết quả đo tiếp xúc rất

ổn định. Tuy nhiên do có áp lực đo mà khi đo tiếp xúc không tránh khỏi sai số do các biến dạng có liên quan đến áp lực đo gây ra, đặc biệt là khi đo các chi tiết bằng vật liệu mềm dễ biến dạng hoặc các hệ đo kém cứng vững.

- *Phương pháp đo không tiếp xúc:*

Là phương pháp đo không có áp lực đo giữa yếu tố đo và bề mặt chi tiết đo như khi ta đo bằng máy quang học, vì không có áp lực đo nên khi đo bề mặt chi tiết không bị biến dạng hoặc bị cào xước,... phương pháp này thích hợp với các chi tiết nhỏ, mềm, mỏng, dễ biến dạng, các sản phẩm không cho phép có vết xước.

*b. Dựa vào quan hệ giữa các giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo và giá trị của đại lượng đo.*

Chia ra phương pháp đo tuyệt đối và phương pháp đo tương đối (phương pháp đo so sánh).

- *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.

- *Phương pháp đo tương đối (phương pháp đo so sánh):* Giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo chỉ cho ta sai lệch giữa các giá trị đo và giá trị chuẩn dùng khi chỉnh "0" cho dụng cụ đo. Kết quả đo phải là tổng của giá trị chuẩn và giá trị chỉ thị:

$$Q = Q_0 + \Delta_x$$

Trong đó:  $Q_0$  là kích thước của mẫu chỉnh "0"

$Q$  - là kích thước cần xác định (kết quả đo)

$\Delta_x$  - 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".

*c. Dựa vào quan hệ giữa đại lượng cần đo và đại lượng được đo*

Chia ra phương pháp đo trực tiếp và phương pháp đo gián tiếp.

- *Phương pháp đo trực tiếp:* Là phương pháp đo thẳng vào kích thước cần đo, trị số đo đọc trực tiếp trên phần chỉ thị của dụng cụ đo. Ví dụ: khi ta đo đường kính bằng thước cặp và panme...

- *Phương pháp đo gián tiếp:* Ở phương pháp này không đo chính kích thước cần đo mà thông qua việc đo một đại lượng khác để xác định tính toán kích thước cần đo. Ví dụ như đo 2 cạnh góc vuông suy ra cạnh huyền.

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, cho 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 người đo, phụ thuộc vào việc lựa chọn dụng cụ đo và phương pháp đo...

Vì vậy nắm vững phương pháp sử dụng dụng cụ và lựa chọn được phương pháp đo hợp lí là những yếu tố không kém phần quan trọng quyết định kết quả đo.

## 3.2 CĂN MẪU

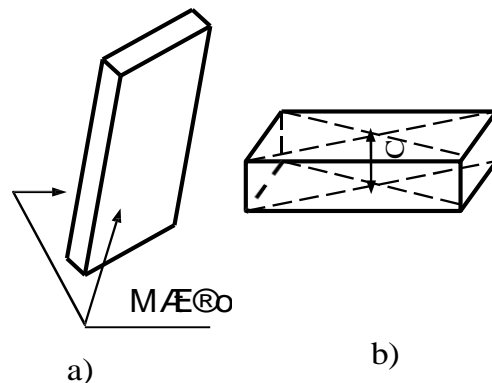
### 3.2.1 Công dụng, cấu tạo các bộ căn mẫu

#### 3.2.1.1 Công dụng

Căn mẫu dùng để kiểm tra chiều dài với độ chính xác cao, dùng để truyền kích thước từ độ dài tiêu chuẩn tới vật gia công và dùng để kiểm tra các dụng cụ đo khác.

#### 3.2.1.2 Cấu tạo

Căn mẫu là khối hình hộp chữ nhật có 2 mặt đo phẳng, song song với nhau và được mài rà chính xác. Chiều dài vuông góc hạ từ 1 điểm bất kỳ của bề mặt đo của căn mẫu xuống bề mặt đo đối diện với nó gọi là kích thước làm việc căn mẫu.



**Hình 3.1. Căn mẫu**

a) Mặt đo; b) Kích thước đo

Căn mẫu thường được cấu tạo thành bộ. Có 19 miếng; 38 miếng; 83 miếng. Bộ 83 miếng được dùng thông dụng nhất.

bộ 83 miếng bao gồm:

1 miếng 1,005mm

49 miếng 1,01; 1,02; 1,03;.....;1,49

20 miếng 0,5; 1; 1,5.....; 10

4 miếng 1,6; 1,7;1,8; 1,9

9 miếng 10, 20, 30,..... 100

Kích thước đo < 10mm thì kích thước mặt đo 9×30

Kích thước đo > 10mm thì kích thước mặt đo 9×35

Kích thước danh nghĩa của căn mẫu dày tới 5,5 mm thì ghi ở mặt đo, dày >5,5mm thì ghi ở mặt bên.

### 3.2.2 Cách chọn và ghép căn mẫu

#### 3.2.2.1 Nguyên tắc chọn ghép căn mẫu

Căn mẫu có đặc điểm các bề mặt đo được gia công tinh cẩn thận và có sự bám dính với nhau. Nếu đẩy miếng căn nọ theo miếng căn kia lực bám dính của 2 miếng là tương đối lớn và chỉ có thể tách chúng ra bằng cách đẩy chúng ra bằng cách đẩy miếng nọ theo miếng kia nhưng tối đa chỉ được 4 miếng và chọn miếng có phần thập phân nhỏ nhất trở đi.

#### 3.2.2.2 Cách ghép

Trước khi ghép căn mẫu phải rửa sạch lớp mỡ trên căn bằng xăng (xăng trắng) sau đó lau sạch. Khi ghép dùng tay ấn cho hai mặt đo của hai miếng căn dính vào nhau rồi đẩy cho mặt này miết lên mặt kia, các miếng căn sẽ dính với nhau thành một khối. Khi muốn tách rời các miếng căn ta đẩy cho 2 mặt đo trượt ra khỏi nhau không tách chúng theo phương vuông góc với mặt ghép vì như vậy phải dùng một lực lớn và dễ tuột tay làm văng những miếng căn ra.

#### \* Ví dụ

Chọn căn mẫu để kiểm tra kích thước 17,105mm

Miếng căn thứ nhất chọn có trị số cuối cùng của kích thước đã cho.

Cụ thể là miếng 1,005mm

	17,105
Miếng 1	1,005
Kích thước còn lại	16,1
Miếng 2	1,1
Kích thước còn lại	15
Miếng 3	5
Kích thước còn lại	10
Miếng 4	10
	10

### 3.2.3 Cách bảo quản căn mẫu

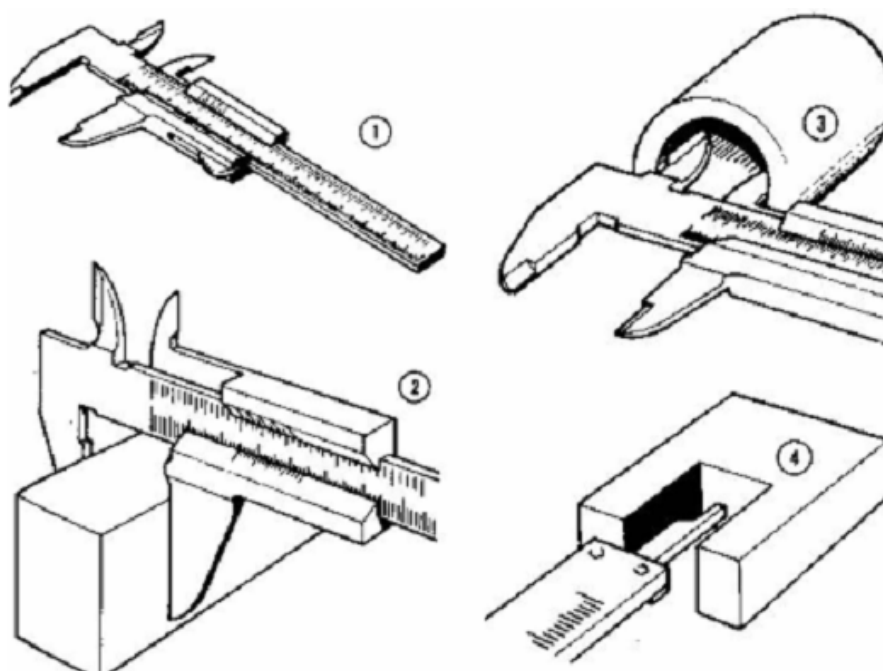
Căn mẫu là dụng cụ đo có độ chính xác cao nên việc sử dụng và bảo quản phải chu đáo:

- Không sờ tay vào các mặt đo của căn
- Không trượt mặt của căn mẫu lên mặt bên của miếng căn khác
- Khi ghép nên cầm căn mẫu gần với miếng vải lót trên bàn để phòng căn bị rơi xuống đất hoặc mặt bàn.

- Các miếng căn ghép không được để lâu vì như vậy các mặt đo mau han gỉ
- Khi sử dụng xong phải tháo căn ra và dùng xăng rửa sạch, lau khô, bôi trơn, đặt vào hộp đúng vị trí. Chú ý khi thao tác không dùng tay và dùng phanh gấp.
- Hộp căn mẫu phải để ở những nơi nhiệt độ ít thay đổi, không để nắng rọi vào, tránh để những nơi ẩm hoặc có hoá chất.

### 3.3 THƯỚC CẶP

#### 3.3.1 Công dụng



**Hình 3.2. Cách dùng thước cặp có du xích**

1- Thước cặp có du xích; 2- Đo kích thước bên trong;

3 – Đo kích thước bên ngoài; 4 – Đo chiều sâu

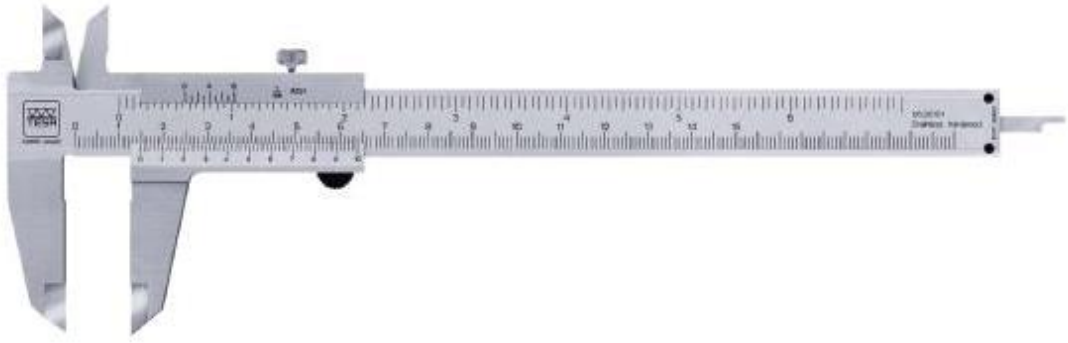
Dụng cụ đo kiểu thước cặp gồm các loại thước cặp thông thường để đo trong, đo ngoài, đo chiều sâu và thước cặp đo chiều cao để đo kích thước chiều cao của chi tiết, để vạch dấu.

Có nhiều loại thước cặp với độ chính xác khác nhau:

- Thước cặp 1/10 đo chính xác 0,1mm
- Thước cặp 1/20 đo chính xác 0,05mm
- Thước cặp 1/50 đo chính xác 0,02mm
- Thước cặp có đồng hồ và thước cặp hiện số kiểu điện tử có độ chính xác 0,01mm.



### 3.3.2 Cấu tạo

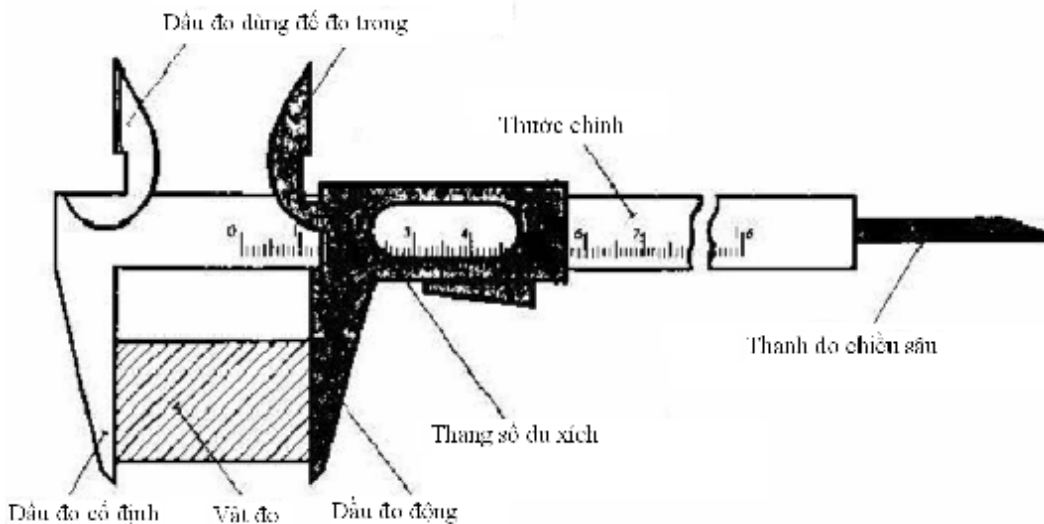


**Hình 3.3. Cấu tạo của thước cặp**

dụng cụ đo kiểu thước cặp gồm 2 phần cơ bản:

- Thân thước mang thước chính gắn với đầu đo cố định.
- Thước động mang thước phụ còn gọi là du xích gắn với đầu đo động.

Hình 3.4 mô tả cấu tạo các kiểu thước, khoảng cách giữa 2 đầu đo là kích thước đo được.

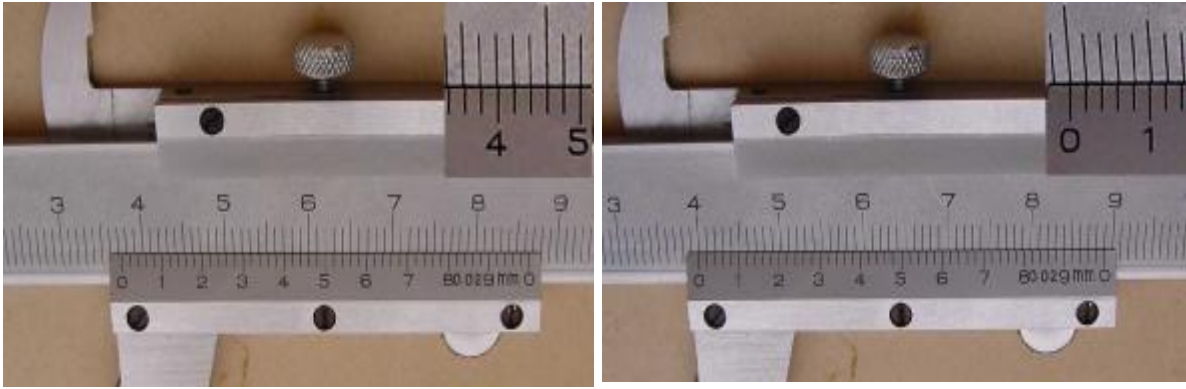


**Hình 3.4. Các bộ phận chính của thước cặp**

### 3.3.3 Cách đọc kết quả

Nếu vạch "0" của du xích trùng với vạch nào đó trên trục thước chính thì vạch này chỉ kích thước của vật cần đo theo số nguyên của mm.

Nếu vạch "0" trùng với vạch nào đó trên trục thước chính thì vạch chia trên thước chính ở phía bên trái gần nhất với vạch không của du xích sẽ chỉ số nguyên của mm, còn phần phân số của mm sẽ được đọc theo du xích. Vạch có số hiệu (trừ vạch 0) trùng với một trong các vạch chia của thang đo chính sẽ cho phần phân số tương ứng của mm và nó được cộng với phần số nguyên của mm.



*Kích thước: 37,46mm*

*Kích thước: 40mm*

### **Hình 3.5. Đọc kết quả trên thước cặp**

Nói chung thước chính có giá trị chia độ là 1mm

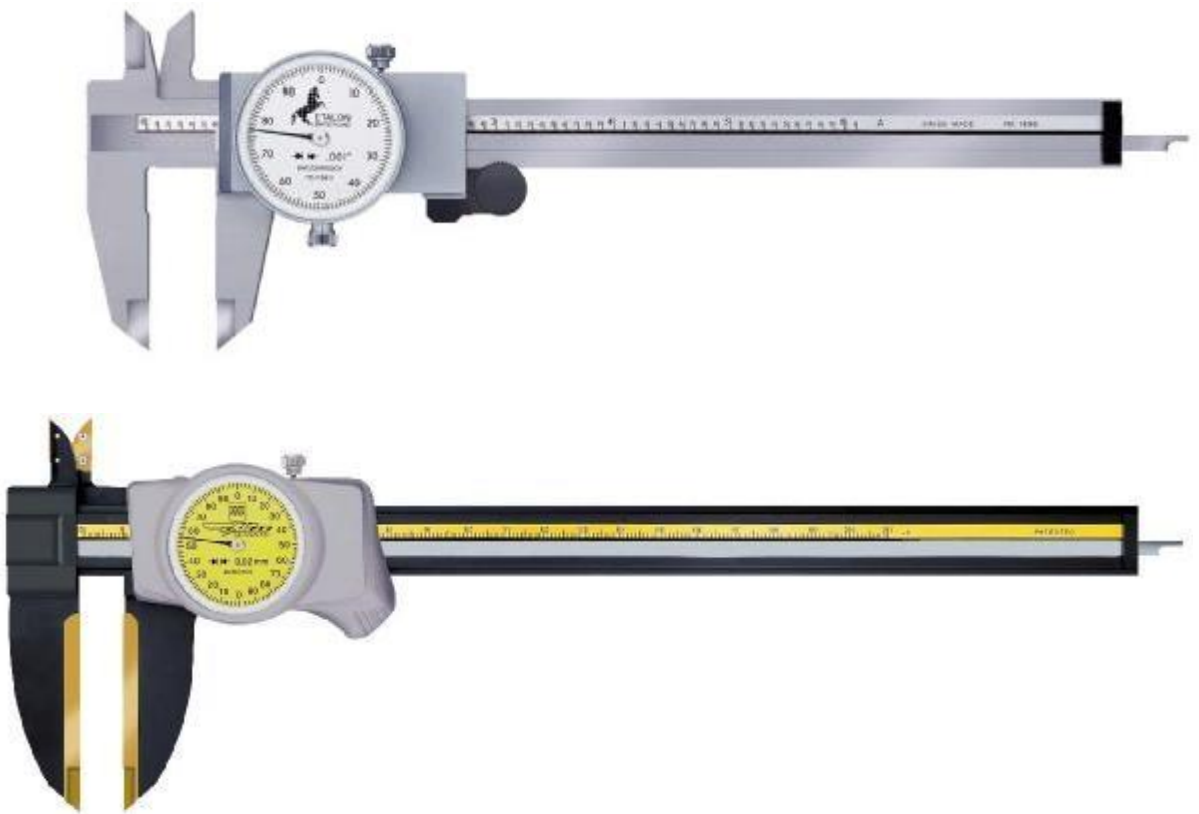
Trên thước phụ số vạch chia phụ thuộc độ chính xác của thước.

+ Thước 1/10 trên du xích có 10 vạch giá trị chia độ là 0,1mm

+ Thước 1/20 trên du xích có 20 vạch giá trị chia độ là 0,05mm

+ Thước 1/50 trên du xích có 50 vạch giá trị chia độ là 0,02mm

+ Thước cặp đồng hồ: kim chỉ thị của đồng hồ trên bảng chia có giá trị chia đến 0,01mm.



### **Hình 3.6. Thước cặp sử dụng đồng hồ hiển thị giá trị đo**

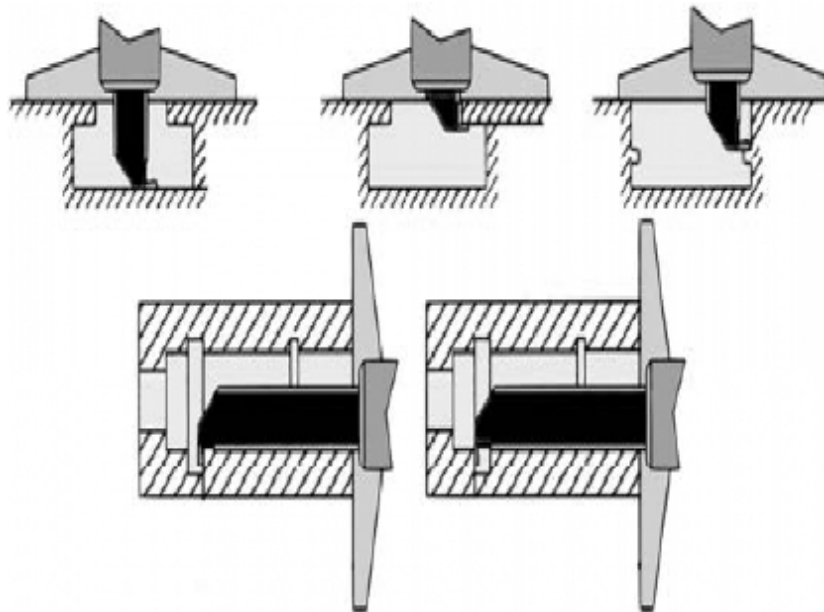
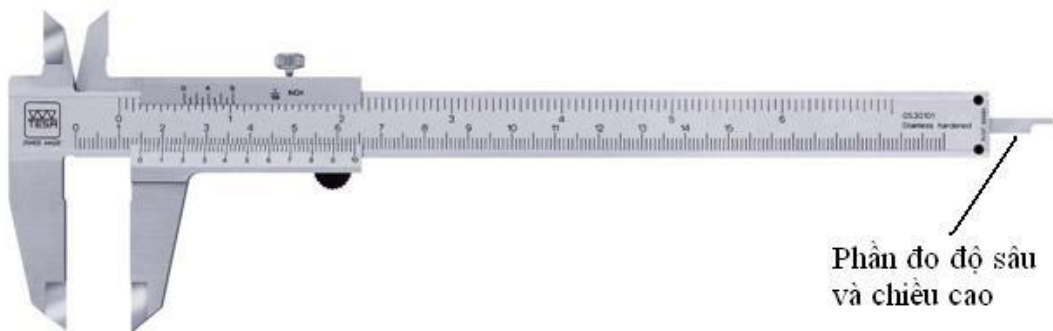
+ Thước cặp hiện số kiểu điện tử: loại thước này có gắn với các bộ phận xử lý điện tử để cho ngay kết quả chính xác tới 0,01mm



**Hình 3.7. Thước cặp sử dụng đồng hồ điện tử hiển thị giá trị đo**

### 3.3.4 Thước đo sâu, đo cao

Để đo chiều sâu và độ cao của một vật có kích thước cỡ nhỏ có thể dùng thước cặp để đo bằng cách sử dụng que đo độ sâu và chiều cao.



**Hình 3.8. Các phương pháp đo độ sâu và chiều cao bằng thước cặp**

Cách đọc kết quả đo được tương tự như đối với trường hợp đo kích thước của vật bằng phần mở cặp của thước.

### 3.3.5 Cách bảo quản

Không được dùng thước để đo khi vật đang quay, không đo các mặt thô, bẩn. Không ép mạnh hai vỏ đo vào vật đo, làm như vậy kích thước đo được không chính xác và thước bị biến dạng.

Cần hạn chế việc lấy thước ra khỏi vật đo để đọc trị số tránh cho mỏ thước đo bị mòn.

Thước đo xong phải đặt đúng vị trí ở trong hộp, không đặt thước trùng lên những dụng cụ khác hoặc đặt các dụng cụ khác lên thước.

Luôn giữ cho 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 bảo quản.

## 3.4 PAN ME

### 3.4.1 Nguyên lý làm việc của pan me

#### 3.4.1.1 Pan me đo ngoài

##### a. Công dụng

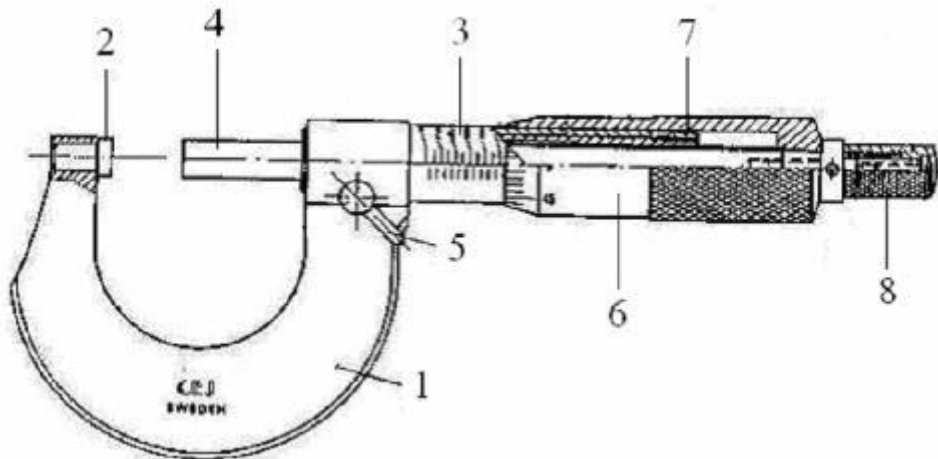
Dùng đo các kích thước: chiều dài, chiều rộng, độ dày, đường kính ngoài của chi tiết.

Panme đo ngoài có nhiều cỡ, giới hạn đo của từng cỡ là: 0-25; 25-50; 50-75; 75-100; 100-125; 125-150;...;275-300; 300-400; 400-500; 500-600.



**Hình 3.9. Cấu tạo của panme**

b. Cấu tạo



**Hình 3.10. Các bộ phận chính của panme**

- 1- Thân (giá); 2- Đầu đo cố định; 3- Ống cố định; 4- Đầu đo di động;  
5- Đai ốc; 6- Ống di động; 7- Nắp; Nút điều chỉnh áp lực đo

Trên ống 3 khắc một đường nằm ngang còn gọi là đường chuẩn. Trên đường chuẩn khắc vạch 1mm. Dưới đường chuẩn giữa hai vạch 1mm có một vạch ngắn. Trên mặt côn ống 6 chia đều thành 50 vạch, khi ống 6 quay một vòng thì đầu 4 tiến được 0,05mm (đây là bước ren của vít vi cấp). Vậy khi ống 6 quay được một vạch trên mặt vít thì đầu 4 tiến được một đoạn 1mm, đó chính là độ chính xác của thước.

Trên panme còn có nút 8 ăn khớp với một chốt để giới hạn áp lực đo. Khi đầu đo 4 tiếp xúc với vật đo đủ áp lực cần thiết, vặn nút 8 các răng sẽ trượt lên nhau làm cho đầu 4 không tiến lên nữa. Đai ốc 5 để cố định kích thước đo.

**3.4.1.2 Pan me đo trong**

a. Công dụng:

Dùng để đo đường kính lỗ, chiều rộng rãnh từ 50mm trở lên.

b. Cấu tạo



**Hình 3.11. Panme đo trong**

- 1- Đầu đo cố định; 2- nắp; 3- Vít hãm; 4- Vít vi cấp;  
5- Ống cố định; 6- Đầu đo động

Gồm thân trên có nắp đầu đo cố định, nắp, vít hãm,. Phía phải của thân có ren trong để lắp vít vi cấp. Vít vi cấp này được giữ cố định với ống cố định bằng nắp trên có đầu đo động. Đặc điểm của panme đo trong là không có bộ phận không chế áp lực đo.

Để mở rộng phạm vi đo mỗi panme đo trong bao giờ cũng kèm theo những trục nối có chiều dài khác nhau, như vậy chỉ dùng một panme đo trong có thể đo được nhiều kích thước khác nhau như 75-175; 75-600; 150-1250mm

### 3.4.1.3 Panme đo sâu

#### a. Công dụng

Dùng để đo chính xác chiều sâu các rãnh lỗ bậc và bậc thang.

#### b. Cấu tạo



**Hình 3.12. Panme đo độ sâu**

Về cơ bản panme đo sâu có cấu tạo giống panme đo ngoài chỉ khác thân 1 thay bằng cần ngang có đáy phẳng để đo. Panme đo sâu cũng có các đầu đo thay đổi để đo các độ sâu khác nhau 0-25; 25-50; 50-75; 75-100.

### 3.4.2 Cách sử dụng

#### 3.4.2.1 Cách sử dụng panme đo ngoài

Cách đo: Trước khi đo phải kiểm tra panme có chính xác không. Khi hai mỏ đo tiếp xúc đều và khít thì vạch "0" trên mặt côn ống trùng với vạch chuẩn. Vạch "0" trên ống trùng với mép ống (đối với loại 0-25) có nghĩa panme đảm bảo chính xác.

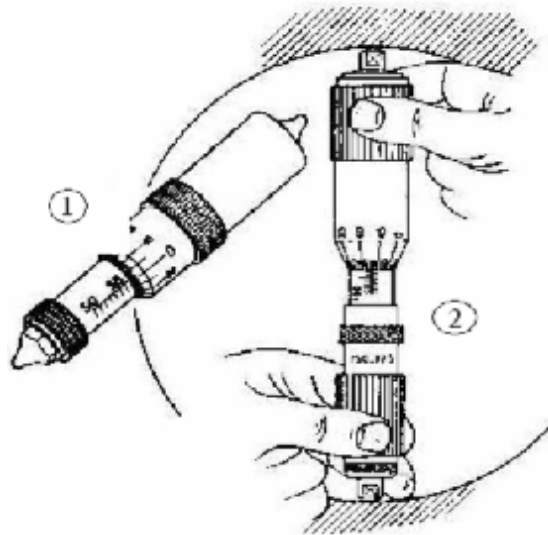
Khi đo tay trái cầm cân panme, tay phải vặn cho đều tiến sát đến vật đo cho đến khi gần tiếp xúc thì vặn cho đầu đo tiếp xúc với vật đúng áp lực đo.



**Hình 3.13. Sử dụng Panme đo ngoài để đo đường kính chi tiết**

#### 3.4.2.2 Cách sử dụng panme đo trong

Khi đo cần chú ý giữ panme 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 cần vặn để tạo áp lực đo vừa phải, tránh vặn quá mạnh.



**Hình 3.14. sử dụng panme đo trong để đo đường kính chi tiết**

*Cách đọc trị số trên panme:* đo trong cũng như đo ngoài nhưng cần chú ý, khi panme có nắp trượt nổi thì kết quả đo bằng trị số dọc trên panme cộng thêm chiều dài trượt nổi.

#### 3.4.2.3 Cách sử dụng panme đo độ sâu

Đặt thanh ngang lên mặt rãnh hoặc bậc, vặn núm cho đầu đo tiếp xúc với đáy rãnh.

Cách đọc trị số đo giống như đọc trên panme đo ngoài nhưng cần chú ý là số chỉ ghi trên ống trong và ống ngoài đều ngược chiều so với số ghi trên panme đo ngoài.



**Hình 3.15. Sử dụng panme đo độ sâu**

### **3.4.3 Bảo quản panme**

- Không được dùng panme đo khi vật đang quay, không đo các mặt thô, bần.
- Không nên lấy thước ra khỏi vị trí đo mới đọc để giảm bớt ma sát giữa mặt của đầu đo với vật đo, trừ trường hợp cần thiết
- Các mặt đo của thước cần phải giữ gìn cẩn thận, cần tránh những va chạm làm sây sát hoặc biến dạng mỏ đo. Trước khi đo, phải lau sạch vật đo và mỏ đo của panme.
- Khi dùng xong phải lau chùi panme bằng giẻ sạch và bôi dầu mỡ (nhất là hai mỏ đo).

## **3.5 ĐỒNG HỒ SO**

### **3.5.1 Công dụng, cấu tạo và nguyên lý làm việc của đồng hồ so**

#### **3.5.1.1 Công dụng của đồng hồ so**

Kiểm tra sai lệch hình dáng hình học của chi tiết gia công như: độ côn, độ ô van, độ tròn, độ trụ...

Kiểm tra vị trí tương đối giữa các bề mặt chi tiết như: độ song song, độ vuông góc, độ đảo...

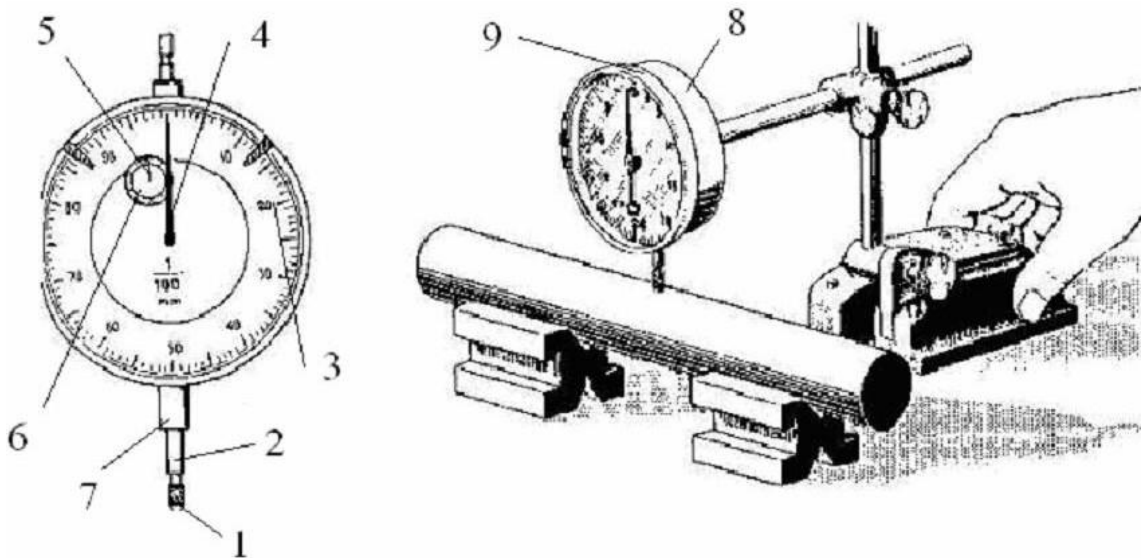
Kiểm tra vị trí tương đối giữa các chi tiết lắp ghép với nhau.

Kiểm tra kích thước chi tiết bằng phương pháp so sánh.

#### **3.5.1.2 Cấu tạo và nguyên lý làm việc**

Đồng hồ so 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 hồ trên mặt số.





**Hình 3.16. Các bộ phận chính của đồng hồ so**

1- Đầu đo; 2- Thanh răng; 3- Mặt số lớn; 4- Kim lớn; 5- Kim nhỏ;  
6- Mặt số nhỏ; 7- Ống dẫn hướng; 8- Thân; 9- Nắp

Hệ thống truyền động của đồng hồ so được đặt trong thân 8, nắp 9, có thể quay cùng với mặt số lớn để điều chỉnh vị trí mặt số khi cần thiết.

Mặt đồng hồ chia ra 100 khác. Với các đồng hồ đo thường giá trị mỗi khác bằng 0,01mm nghĩa là khi thanh đo di chuyển một đoạn bằng  $0,01 \times 100 = 1$ . Lúc đó kim nhỏ trên mặt số nhỏ quay đi một khác. Vậy giá trị mỗi khác trên mặt số nhỏ là 1mm.

### 3.5.2 Sử dụng và bảo quản đồng hồ so

#### 3.5.2.1 Cách sử dụng

Khi sử dụng trước hết gá đồng hồ lên giá đỡ vạn năng hoặc phutùng 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 mặt số lớn cho kim trở về vạch số "0", di chuyển đồng hồ so cho đầu đo của đồng hồ tiếp xúc suốt trên bề mặt vật cần kiểm tra, vừa di chuyển đồng hồ, vừa theo dõi chuyển động của kim. Kim đồng hồ quay bao nhiêu vạch tức là thanh đo đã di chuyển bấy nhiêu phần trăm mm. Từ đó suy ra độ sai của vật cần kiểm tra.

#### 3.5.2.2 Cách bảo quản

Đồng hồ so là loại dụng cụ có độ chính xác cao vì vậy trong quá trình sử dụng cần hết sức nhẹ nhàng, tránh va đập, giữ không để xước, vỡ mặt đồng hồ.

Không nên ấn tay vào đầu đo làm thanh di chuyển mạnh.

Đồng hồ so phải luôn gá lên trên giá, khi sử dụng xong phải đặt đồng hồ đúng vị trí trong hộp.

Không để đồng hồ so ở chỗ ẩm, không có nhiệm vụ tuyệt đối không tháo lắp đồng hồ ra.

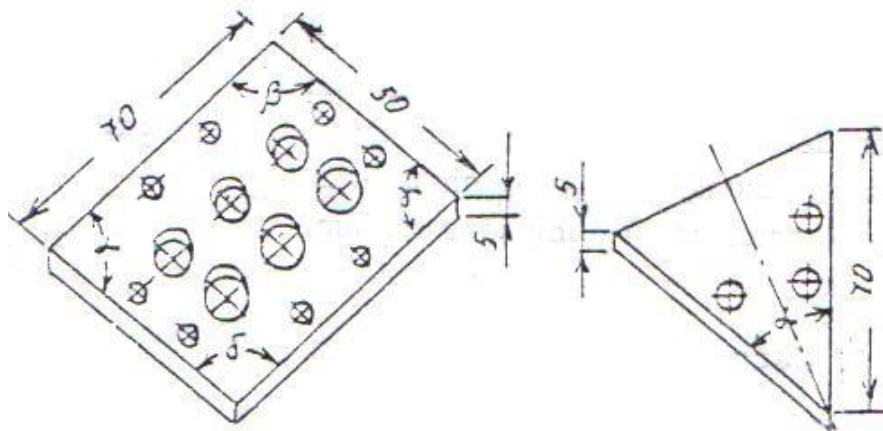
### 3.6 DỤNG CỤ ĐO GÓC

#### 3.6.1 Công dụng và cấu tạo của góc mẫu, êke, thước đo góc vạn năng

##### 3.6.1.1 Góc mẫu

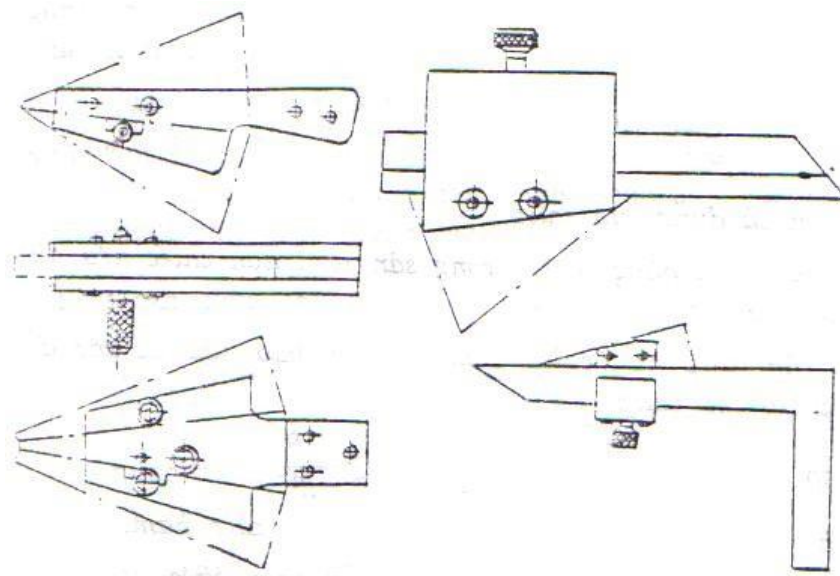
Góc mẫu dùng để đo, kiểm tra góc, chia khắc vạch trên các dụng cụ đo góc, kiểm tra các calíp đo góc.

Góc mẫu là những khối thép được chế tạo chính xác theo hai loại: loại tam giác và loại tứ giác (hình 3.16). 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  $10^\circ 00' 30''$ .



**Hình 3.17. Góc mẫu tam giác và góc mẫu tứ giác**

Cũng như căn mẫu, góc mẫu được chế tạo thành từng bộ 94 miếng, 36 miếng, 19 miếng và bộ 5 miếng.

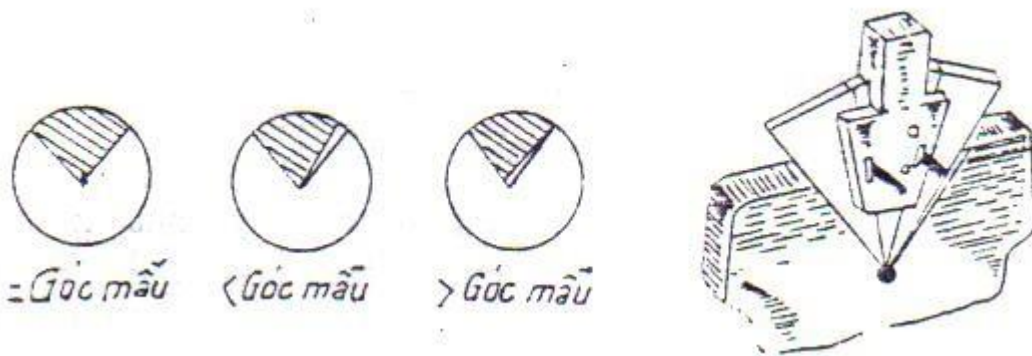


**Hình 3.18. Dụng cụ ghép các góc mẫu**

Khi dùng góc mẫu, có thể dùng từng miếng riêng hoặc có thể ghép nhiều miếng lại với nhau bằng những dụng cụ kẹp (hình 3.17). Phạm vi đo của góc mẫu từ  $10^\circ$  đến  $350^\circ$  (cách nhau  $30''$ ).

Phương pháp chọn góc mẫu cũng tương tự như phương pháp chọn căn mẫu.

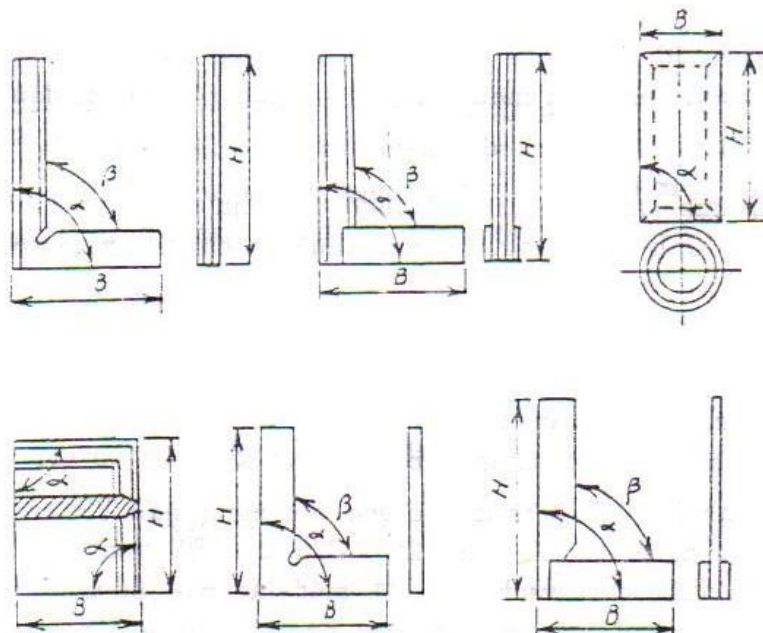
Khi đo, đặt góc mẫu sát vào cạnh của góc cần kiểm tra, sau đó đưa lên ngang tầm mắt nhìn khe sáng giữa hai mặt tiếp xúc giữa góc mẫu và vật đo; nếu khe sáng đều thì góc của vật đo đúng với góc mẫu (hình 3.18).



**Hình 3.19. Cách sử dụng góc mẫu**

Góc mẫu được chế tạo theo hai cấp chính xác. Góc mẫu chính xác cấp 1 cho phép dung sai của góc là  $\pm 10''$ . Góc mẫu chính xác cấp 2 cho phép dung sai của góc là  $\pm 30''$ . Độ thẳng của các mặt đo của góc mẫu cho phép sai lệch  $0,3 \mu\text{m}$  trên chiều dài các cạnh.

### 3.6.1.2 Thước eke



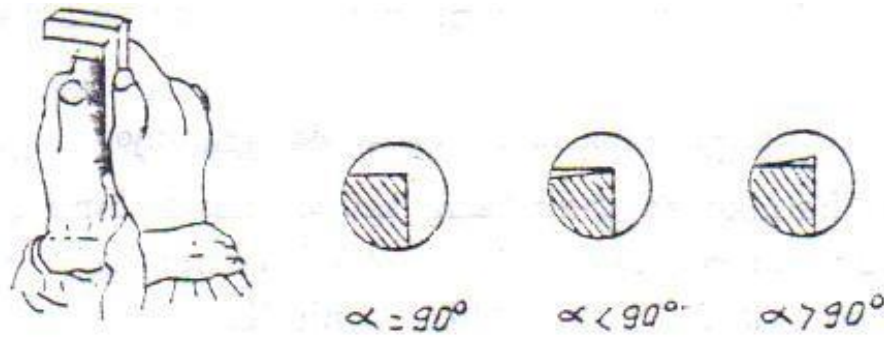
**Hình 3.20. Thước eke sử dụng trong kỹ thuật**

Êke chủ yếu dùng để kiểm tra góc vuông, êke còn được dùng nhiều trong việc vạch dấu, 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.

Trong chế tạo cơ khí, thường dùng các loại ke  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ , trong đó êke  $90^\circ$  được dùng nhiều hơn.

Êke thường chế tạo bằng thép cacbon dụng cụ Y8 hoặc thép hợp kim dụng cụ X hoặc XΓ.

Khi dùng ke để kiểm tra góc vuông, ta áp một cạnh của ke sát với một mặt góc vuông của vật; đưa cả vật và êke lên ngang tầm mắt, nhìn khe sáng giữa cạnh kia của ke và mặt vuông góc của vật. Nếu khe sáng giữa cạnh êke và mặt phẳng đều thì góc của vật bằng góc của êke. Nếu khe sáng lớn dần ra phía ngoài thì góc của vật nhỏ hơn góc của êke và ngược lại (hình vẽ 3.20).



**Hình 3.21. Sử dụng êke**

### 3.6.1.3 Thước đo góc vạn năng

#### a. Công dụng

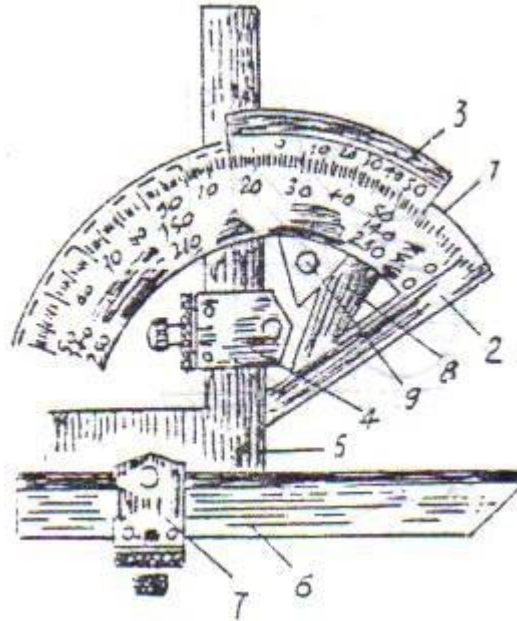
Thước đo góc vạn năng sử dụng một thước đo góc và một cây thước thẳng được gắn với nhau sao cho thước đo góc di chuyển được trong thước thẳng. Thước đo góc vạn năng có độ chính xác cao nhất. Muốn xác định trị số thực của góc ta dùng loại thước này.

#### b. Cấu tạo



**Hình 3.22. Thước đo góc vạn năng**

Thước đo góc vạn năng kiểu YH của Liên Xô, dùng để đo các góc trong và góc ngoài từ  $0^\circ$  đến  $320^\circ$ . Cấu tạo của thước gồm có thước chính 1 hình quạt, trên thước chính chia vạch theo độ, một đầu của thước chính có ghép cố định thanh 2 làm mặt đo. Du xích 3 và thước chính 1 có thể chuyển động tương đối được với nhau. Phần 8 ghép liền với du xích 3 và lắp với ke 5 bằng kẹp 4. Ke 5 lắp với thước thẳng 6 bằng kẹp 7. Núm vặn 9 dùng để điều chỉnh vị trí của thước chính.



**Hình 3.23. Thước đo góc vạn năng kiểu YH**

Khi sử dụng, tùy theo độ lớn và đặc điểm của từng góc cần đo, có thể lắp thước theo nhiều cách khác nhau để đo.

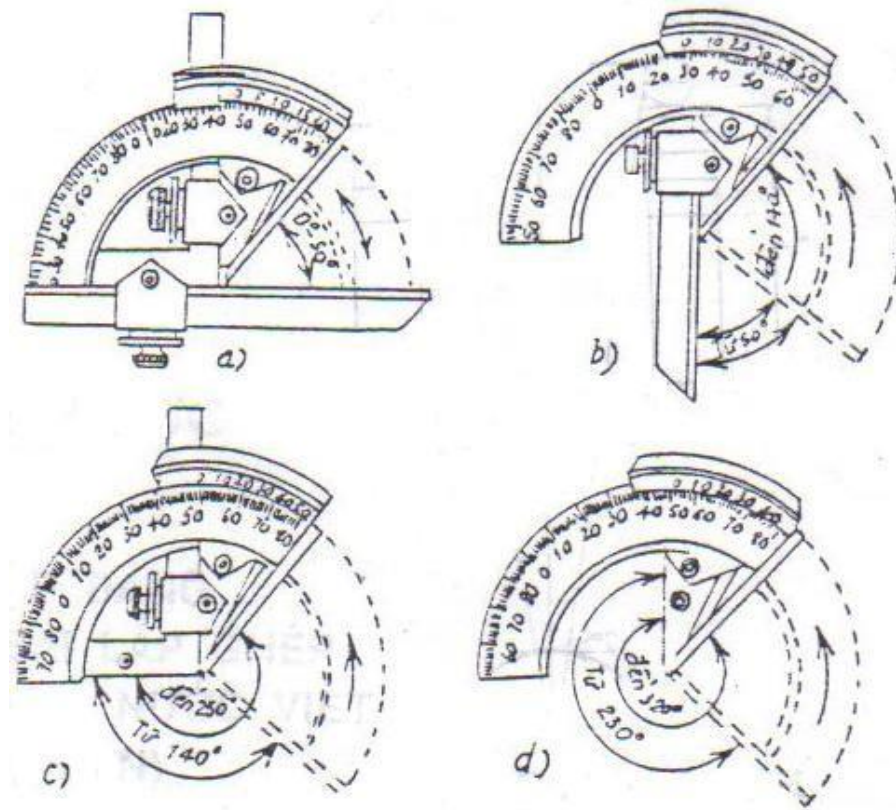
Khi lắp cả thước và ke thì đo được các góc  $0^\circ$  đến  $50^\circ$  (hình XI-8a). Khi đo các góc từ  $50^\circ$  đến  $140^\circ$  thì tháo ke ra thay bằng thước thẳng (hình XI-8b). Khi lắp ke, bỏ thước thẳng ra sẽ đo được các góc từ  $140^\circ$  đến  $230^\circ$  (hình XI-8c). Khi không lắp ke và thước thẳng sẽ đo được các góc từ  $230^\circ$  đến  $320^\circ$ .

Thước chính có thể điều chỉnh lên xuống trên ke để đo những góc không có đỉnh nhọn.

Nguyên lý du xích của thước đo vạn năng giống như nguyên lý của thước cặp. Vì thế, cách đọc trị số đo cũng giống như cách đọc trị số đo trên thước cặp.

Ta thường gặp loại thước có  $a = 1^\circ$ ;  $n = 30$  do đó  $\frac{a}{n} = \frac{1^\circ}{30} = \frac{60'}{30} = 2'$ .

Như vậy, giá trị mỗi vạch trên du xích của thước đo góc vạn năng này là  $2'$ .



**Hình 3.24. Phương pháp sử dụng thước đo góc**

### 3.6.2 Cấu tạo và nguyên lý của thước sin

#### 3.6.2.1 Cấu tạo



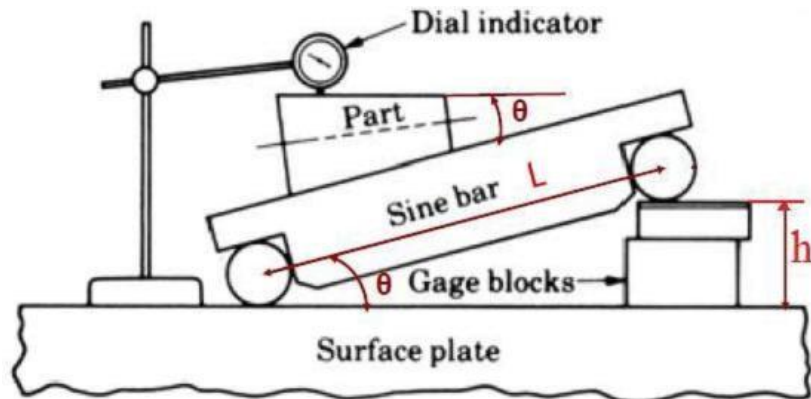
**Hình 3.25: Cấu tạo của thước sin**

#### 3.6.2.2 Nguyên lý làm việc

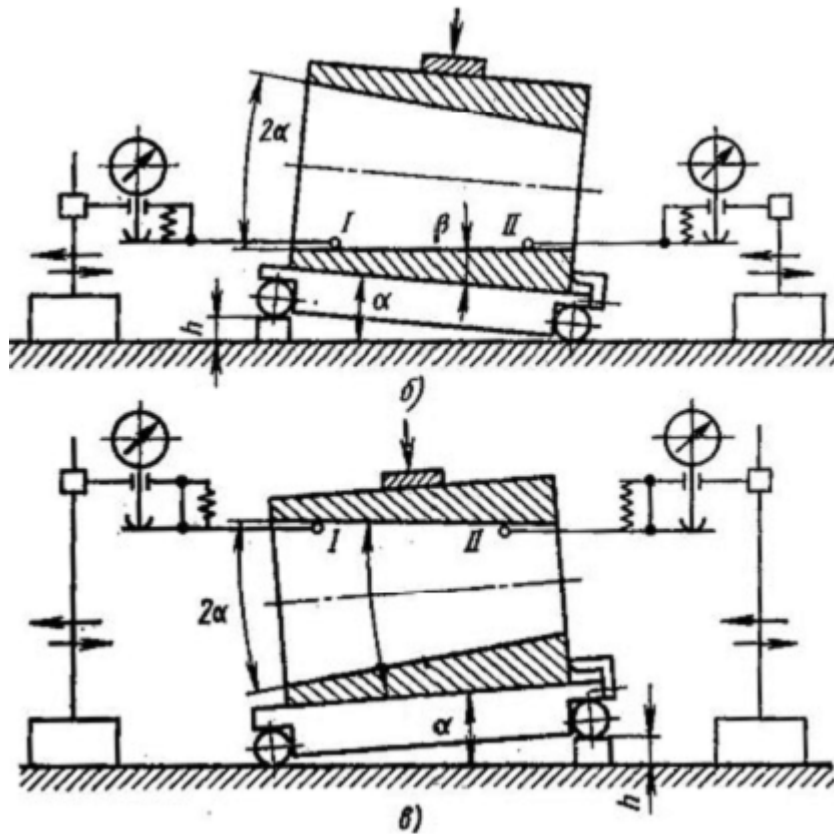
Hai hình trụ (hoặc con lăn) bằng nhau về đường kính được lắp ở phần cuối của thước.

Khoảng cách giữa hai con lăn phải chính xác thường 127mm hoặc 254mm.

Một con lăn hình trụ sẽ được đặt trên mặt phẳng chuẩn còn con lăn còn lại được đặt trên khối căn mẫu với độ cao là  $h$ . lúc này  $\sin\theta = h/L$ .



Hình 3.26. Gá đặt thước sin



Hình 3.27. Sử dụng thước sin đo góc nghiêng của mặt côn

**CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP**

**Câu 1.** Nêu công dụng, cấu tạo và đặc điểm của căn mẫu?

**Câu 2.** Trình bày cách sử dụng và bảo quản căn mẫu?

**Câu 3.** Nếu ta có một bộ căn mẫu 83 miếng hãy tạo một tập hợp căn mẫu để đo:

a. 129,0mm      b. 53,78mm      c. 99,995mm      d. 104,335mm

4. Dùng bộ căn mẫu 83 miếng để kiểm tra các kích thước:

a. 100,08mm      b. 5,750mm      c. 8,935mm      d. 10,054mm

**Câu 4.** Trình bày phương pháp sử dụng và bảo quản thước cặp. Hãy chọn loại thước cặp để kiểm tra các kích thước 39,08 mm; 40,25 mm; 60,05 mm; 29,92 mm; 99,58 mm?

**Câu 5.** Trình bày nguyên lý cấu tạo, cách sử dụng và bảo quản các loại panme?

**Câu 6.** Nêu cách đọc trị số đo trên panme, những chú ý trong quá trình sử dụng, bảo quản?

**Câu 7.** Trình bày công dụng và cách sử dụng đồng hồ so?

**Câu 8.** Trình bày những nội dung cơ bản của các phương pháp đo góc? Cho biết ưu khuyết điểm và phạm vi ứng dụng của từng phương pháp?



**PHỤ LỤC 1: DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN**  
**Bảng 1. Sai lệch kích thước lỗ đối với kích thước đến 500mm**  
**TCVN 2245 – 99 (theo  $\mu\text{m}$ )**

Kích thước danh nghĩa (mm)		D				E			F				G		
Trên	Đến và bao gồm	8	9	10	11	7	8	9	7	8	9	10	5	6	7
-	3	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6	+6 +2	+8 +2	+12 +2
3	6	+48 +30	+60 +30	78 +30	+105 +30	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+86 +10	+9 +4	+12 +4	+16 +4
6	10	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+71 +13	+11 +5	+14 +5	+20 +5
10	18	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16	+14 +6	+17 +6	+24 +6
18	30	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+104 +20	+16 +7	+20 +7	+28 +7
30	50	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+125 +25	+20 +9	+25 +9	+34 +9
50	80	+146 100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+60 +30	+76 +30	+104 +30		+23 +10	+29 +10	+40 +10
80	120	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+71 +36	+90 +36	+123 +36		+27 +12	+34 +12	+47 +12
120	180	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+83 +43	+106 +43	+143 +43		+32 +14	+39 +14	+54 +14
180	250	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+96 +50	+122 +50	+165 +50		+35 +15	+44 +15	+61 +15
250	315	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+108 +56	+173 +56	+186 +56		+40 +17	+49 +17	+69 +17
315	400	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+119 +62	+151 +62	+202 +62		+43 +18	+54 +18	+75 +18
400	500	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+113 +68	+165 +68	+223 +68		+47 +20	+60 +20	+83 +20

(Tiếp theo bảng 1)

Kích thước danh nghĩa (mm)		H																
		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>
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch																
		$\mu\text{m}$											mm					
	3 <sup>D</sup>	+0,8 0	+1,2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+0,1 0	+0,14 0	+0,25 0	+0,4 0	+0,6 0	+1 0
3	6	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+0,12 0	+0,18 0	+0,3 0	+0,48 0	+0,75 0	+1,2 0
6	10	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+0,15 0	+0,22 0	+0,36 0	+0,58 0	+0,9 0	+1,5 0
10	18	+1,2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+0,18 0	+0,27 0	+0,43 0	+0,7 0	+1,1 0	+1,8 0
18	30	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+0,21 0	+0,33 0	+0,52 0	+0,84 0	+1,3 0	+2,1 0
30	50	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+0,25 0	+0,39 0	+0,62 0	+1 0	+1,6 0	+2,5 0
50	80	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+0,3 0	+0,46 0	+0,74 0	+1,2 0	+1,9 0	+3 0
80	120	+2,5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+0,35 0	+0,54 0	+0,87 0	+1,4 0	+2,2 0	+3,5 0
120	180	+3,5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+0,4 0	+0,63 0	+1 0	+1,6 0	+2,5 0	+4 0
180	250	+4,5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+0,46 0	+0,72 0	+1,15 0	+1,85 0	+2,9 0	+4,6 0
220	315	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+0,52 0	+0,81 0	+1,3 0	+2,1 0	+3,2 0	+5,2 0
315	400	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+0,57 0	+0,89 0	+1,4 0	+2,3 0	+3,6 0	+5,7 0
400	500	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+156 0	+250 0	+400 0	+0,63 0	+0,97 0	+1,55 0	+2,5 0	+4 0	+6,3 0

1) IT 41 IT 48 không dùng cho các kích thước danh nghĩa nhỏ hơn hoặc bằng  $1\mu$

(Tiếp theo bảng 1)

Kích thước danh nghĩa (mm)		Js						K			M			N			
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	9	10	5	6	7	6	7	8	6	7	8	9 <sup>D)</sup>
-	3	±2	±3	±5	±7	±12,5	±20	0 -4	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-4 -10	-4 -14	-4 -18	-4 -29
3	6	±2,5	±4	±6	±9	±15	±24	0 -5	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	+2 -16	-5 -13	-4 -16	-2 -20	0 -30
6	10	±3	±4,5	±7,5	±11	±18	±29	+1 -5	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	+1 -21	-7 -16	-4 -19	-3 -25	0 -36
10	18	±4	±5,5	±9	±13,5	±21,5	±35	+2 -6	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	+2 -25	-9 -20	-5 -25	-3 -30	0 -43
18	30	±4,5	±6,5	±10,5	±16,5	±26	±42	+1 -8	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	+4 -29	-11 -24	-7 -28	-3 -36	0 -52
30	50	±5,5	±8	±12,5	±19,5	±31	±50	+2 -9	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	+5 -34	-12 -28	-8 -33	-3 -42	0 -62
50	80	±6,5	±9,5	±15	±23	±37	±60	+3 -10	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	+5 -41	-14 -33	-9 -39	-4 -50	0 -74
80	120	±7,5	±11	±17,5	±27	±43,5	±70	+2 -13	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	+6 -48	-16 -38	-10 -45	-4 -58	0 -87
120	180	±9	±12,5	±20	±31,5	±50	±80	+3 -15	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	+8 -55	-20 -45	-12 -52	-4 -67	0 -100
180	250	±10	±14,5	±23	±36	±57,5	±92,5	+2 -18	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	+9 -63	-22 -51	-14 -60	-5 -77	0 -115
250	315	±11,5	±16	±26	±40,5	±65	±105	+3 -20	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	+9 -72	-25 -57	-14 -66	-5 -86	0 -130
315	400	±12,5	±18	±28,5	±44,5	±70	±115	+3 -22	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	+11 -78	-26 -62	-16 -73	-5 -94	0 -140
400	500	±13,5	±20	±31,5	±48,5	±77,5	±125	+2 -25	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	+11 -86	-27 -67	-17 -80	-6 -103	0 -155

(Tiếp theo bảng 1)

Kích thước danh nghĩa, mm		P			R	S	T	U
Trên	Đến và bao gồm	6	7	9	7	7	7	8
-	3	-6 -12	-6 -16	-6 -31	-10 -20	-14 -24		-18 -32
3	6	-9 -17	-8 -20	-12 -42	-11 -23	-15 -27		-23 -41
6	10	-12 -21	-9 -24	-15 -51	-13 -28	-17 -32		-28 -50
10	18	-15 -26	-11 -29	-18 -61	-16 -34	-21 -39		-33 -60
18	24	-18 -31	-14 -35	-22 -74	-20 -41	-27 -48		-41 -74
24	30	-18 -31	-14 -35	-22 -74	-20 -41	-27 -48	-33 -54	-48 -81
30	40	-21 -37	-17 -42	-26 -88	-25 -50	-34 -59	-39 -64	-60 -99
40	50	-21 -37	-17 -42	-26 -88	-25 -50	-34 -59	-45 -70	-70 -109
50	65	-26 -45	-21 -51	-32 -106	-30 -60	-42 -72	-55 -85	-87 -133
65	80	-26 -45	-21 -51	-32 -106	-32 -62	-48 -78	-64 -94	-102 -148
80	100	-30 -52	-24 -59	-37 -124	-38 -73	-58 -93	-78 -113	-124 -178
100	120	-30 -52	-24 -59	-37 -124	-41 -76	-66 -101	-91 -126	-144 -198
120	140	-36 -61	-28 -68	-43 -143	-48 -88	-77 -117	-107 -147	-170 -233
140	160	-36 -61	-28 -68	-43 -143	-50 -90	-85 -125	-119 -159	-190 -253
160	180	-36 -61	-28 -68	-43 -143	-53 -93	-93 -133	-131 -171	-210 -273
180	200	-41 -70	-33 -79	-50 -165	-60 -106	-105 -151	-149 -195	-236 -308
200	225	-41 -70	-33 -79	-50 -165	-63 -109	-113 -159	-163 -209	-258 -330
225	250	-41 -70	-33 -79	-50 -165	-67 -113	-123 -169	-179 -225	-284 -356
250	280	-47 -79	-36 -88	-56 -186	-74 -126	-138 -190	-198 -250	-315 -396
280	315	-47 -79	-36 -88	-56 -186	-78 -130	-150 -202	-220 -272	-350 -431
315	355	-51 -87	-41 -98	-62 -202	-87 -144	-169 -226	-247 -304	-390 -479
355	400	-51 -87	-41 -98	-62 -202	-93 -150	-187 -244	-273 -330	-435 -524
400	450	-55 -95	-45 -108	-68 -223	-103 -166	-209 -272	-307 -370	-490 -587
450	500	-55 -95	-45 -108	-68 -223	-109 -172	-229 -292	-337 -400	-540 -637

**Bảng 2. Sai lệch giới hạn kích thước trục đối với kích thước đến 500mm TCVN 2245 – 99 (theo  $\mu\text{m}$ )**

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 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12
3	6	-30 -42	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-10 -40	-4 -8	-4 -9	-4 -12	-4 -16
6	10	-40 -55	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-13 -49	-5 -9	-5 -11	-5 -14	-5 -20
10	18	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-16 -59	-6 -11	-6 -14	-6 -17	-6 -24
18	30	-65 -86	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-60 -195	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-20 -72	-7 -13	-7 -16	-7 -20	-7 -28
30	50	-80 -105	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-80 -240	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-25 -87	-9 -16	-9 -20	-9 -25	-9 -34
50	80	-100 -130	-100 -146	-100 -174	-100 -220	-100 -290	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-30 -104	-10 -18	-10 -23	-10 -29	-10 -40
80	120	-120 -155	-120 -174	-120 -207	-120 -260	-120 -340	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-36 -123	-12 -22	-12 -27	-12 -34	-12 -47
120	180	-145 -185	-145 -208	-145 -245	-145 -305	-145 -395	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-43 -143	-14 -26	-14 -32	-14 -39	-14 -54
180	250	-170 -216	-170 -242	-170 -285	-170 -355	-170 -460	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-50 -165	-15 -29	-15 -35	-15 -44	-15 -61
250	315	-190 -242	-190 -271	-190 -320	-190 -400	-190 -510	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-56 -88	-56 -108	-56 -137	-56 -186	-17 -33	-17 -40	-17 -49	-17 -69
315	400	-210 -267	-210 -299	-210 -350	-210 -440	-210 -570	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-62 -202	-18 -36	-18 -43	-18 -54	-18 -75
400	500	-230 -293	-230 -327	-230 -385	-230 -480	-230 -630	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-68 -223	-20 -40	-20 -47	-20 -60	-20 -83

(Tiếp theo bảng 2)

Kích thước danh nghĩa (mm)		h																						
		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>						
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch																						
		μm										mm												
-	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	-0,14	-0,25	-0,4	-0,6	-1
3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	-0,18	-0,3	-0,48	-0,75	-1,2
6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	-0,22	-0,36	-0,58	-0,9	-1,5
10	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	-0,27	-0,43	-0,7	-1,1	-1,8
18	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,21	-0,33	-0,52	-0,84	-1,3	-2,1
30	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	-0,39	-0,62	-1	-1,6	-2,5
50	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	-0,46	-0,74	-1,2	-1,9	-3
80	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	-0,54	-0,87	-1,4	-2,2	-3,5
120	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,40	-0,63	-1	-1,6	-2,5	-4
180	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,46	-0,72	-1,15	-1,85	-2,9	-4,6
250	315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,52	-0,81	-1,3	-2,1	-3,2	-5,2
315	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,57	-0,89	-1,4	-2,3	-3,6	-5,7
400	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,63	-0,97	-1,55	-2,5	-4	-6,3

1) 1T41 ÷ 1T48 không dùng cho các kích thước danh nghĩa nhỏ hơn hoặc bằng μm

(Tiếp theo bảng 2)

Kích thước danh nghĩa (mm)		j <sub>s</sub>				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	±1,5	±2	±3	±5	3 0	4 0	6 0	10 0	+5 2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4
3	6	±2	±2,5	±4	±6	5 1	6 1	9 1	13 1	8 4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8
6	10	±2	±3	±4,5	±7,5	5 1	7 1	10 1	16 1	10 6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10
10	18	±2,5	±4	±5,5	±9	6 1	9 1	12 1	19 1	12 7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12
18	30	±3	±4,5	±6,5	±10,5	8 2	12 2	15 2	23 2	14 8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15
30	50	±3,5	±5,5	±8	±12,5	9 2	13 2	18 2	27 2	16 9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17
50	80	±4	±6,5	±9,5	±15	10 2	15 2	21 2	32 2	19 11	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20
80	120	±6	±7,5	±11	±17,5	13 3	18 3	25 3	38 3	23 13	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23
120	180	±6	±9	±12,5	±20	15 3	21 3	28 3	43 3	27 15	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27
180	250	±7	±10	±14,5	±23	18 4	24 4	33 4	50 4	31 17	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31
250	315	±8	±11,5	±16	±26	20 4	27 4	36 4	56 4	36 20	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34
315	400	±9	±12,5	±18	±28,5	22 4	29 4	40 4	61 4	39 21	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+55 +37	+62 +37	+73 +37	+97 +37
400	500	±10	±13,5	±20	±31,5	25 5	32 5	45 5	68 5	43 23	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40

(Tiếp theo bảng 2)

Kích thước danh nghĩa, mm		p			r			s		
Trên E	n và bao gồm	5	6	7	5	6	7	5	6	7
-	3	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+18 +14	+20 +14	+24 +14
3	6	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+24 +19	+27 +19	+31 +19
6	10	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+25 +19	+28 +15	+34 +19	+29 +23	+32 +23	+38 +23
10	18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+36 +28	+39 +28	+46 +28
18	30	+31 +22	+35 +22	+43 +22	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+44 +35	+48 +35	+56 +35
30	50	+37 +26	+42 +26	+51 +26	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+54 +43	+59 +43	+68 +43
50	65	+45 +32	+51 +32	+62 +32	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+66 +53	+72 +53	+83 +53
65	80				+56 +43	+62 +43	+73 +43	+72 +59	+78 +59	+89 +59
80	100	+52 +37	+59 +37	+72 +37	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+86 +71	+93 +71	+106 +71
100	120				+69 +54	+76 +54	+89 +54	+94 +79	+101 +79	+114 +79
120	140	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+110 +92	+117 +92	+132 +92
140	160				+83 +65	+90 +65	+105 +65	+118 +100	+125 +100	+140 +100
160	180				+86 +68	+93 +68	+108 +68	+126 +108	+133 +108	+140 +108
180	200	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+142 +122	+151 +122	+168 +122
200	225				+100 +80	+109 +80	+126 +80	+150 +130	+159 +130	+176 +130
225	250				+104 +84	+113 +84	+130 +84	+160 +140	+169 +140	+186 +140
250	280	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+181 +158	+190 +158	+210 +158
280	315				+121 +98	+130 +98	+150 +98	+193 +170	+202 +170	+222 +170
315	355	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+215 +190	+226 +190	+247 +190
355	400				+139 +114	+150 +114	+171 +114	+233 +208	+244 +208	+265 +208
400	450	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+153 +126	+166 +126	+189 +126	+259 +232	+272 +232	+295 +232
450	500				+159 +132	+172 +132	+195 +132	+279 +252	+292 +252	+315 +252



(Tiếp theo bảng 2)

Kích thước danh nghĩa, mm		t			u			x	z
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	6	7	8	8	8
-	3				+24 +18	+28 +18	+32 +18	+34 +20	+40 +20
3	6				+31 +23	+35 +23	+41 +23	+46 +28	+53 +35
6	10				+37 +28	+43 +28	+50 +28	+56 +34	+64 +42
10	14				+44 +33	+51 +33	+60 +33	+67 +40	+77 +50
14	18							+72 +45	+87 +60
18	24				+54 +41	+62 +41	+74 +41	+87 +54	+106 +73
24	30	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+61 +48	+69 +48	+81 +48	+97 +64	+121 +88
30	40	+59 +48	+64 +48	+73 +48	+76 +60	+85 +60	+99 +60	+119 +80	+151 +112
40	50	+65 +54	+70 +54	+79 +54	+86 +70	+95 +70	+109 +70	+136 +97	+175 +136
50	65	+79 +66	+85 +66	+96 +66	+106 +87	+117 +87	+133 +87	+168 +122	+218 +172
65	80	+88 +75	+94 +75	+105 +75	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+192 +146	+256 +210
80	100	+106 +91	+113 +91	+126 +91	+146 +124	+159 +124	+178 +124	+232 +178	+312 +258
100	120	+119 +104	+126 +104	+139 +104	+166 +144	+179 +144	+198 +144	+264 +210	+364 +310
120	140	+140 +122	+147 +122	+162 +122	+195 +170	+210 +170	+233 +170	+311 +248	+428 +365
140	160	+152 +134	+159 +134	+174 +134	+215 +190	+230 +190	+253 +190	+343 +280	+478 +415
160	180	+164 +146	+171 +146	+186 +146	+235 +210	+250 +210	+273 +210	+373 +310	+528 +465
180	200	+186 +166	+195 +166	+212 +166	+265 +236	+282 +236	+308 +236	+422 +350	+592 +520
200	225	+200 +180	+209 +180	+226 +180	+287 +258	+304 +258	+330 +258	+457 +385	+647 +575
225	250	+216 +196	+225 +196	+242 +196	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+497 +425	+712 +640
250	280	+241 +218	+250 +218	+270 +218	+347 +315	+367 +315	+396 +315	+556 +475	+791 +710
280	315	+263 +240	+272 +240	+292 +240	+382 +350	+402 +350	+431 +350	+606 +525	+871 +790
315	355	+293 +268	+304 +268	+325 +268	+382 +390	+447 +390	+479 +390	+679 +590	+989 +900
355	400	+319 +294	+330 +294	+351 +294	+471 +435	+492 +435	+524 +435	+749 +660	+1089 +1000
400	450	+357 +330	+370 +330	+393 +330	+530 +490	+553 +490	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100
450	500	+387 +360	+400 +360	+423 +360	+580 +540	+603 +540	+637 +540	+917 +820	+1347 +1250

**Bảng 3: Độ hở giới hạn của các lắp ghép lỏng có kích thước từ 1 ÷ 500mm (TCVN 2244-99 Và 2245-99)**

Kích thước danh nghĩa, mm	Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản																
	$\frac{H7}{e7}$	-	$\frac{H7}{e8}$	$\frac{H7}{f7}$	-	-	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H8}{d8}$	$\frac{H8}{d9}$	$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{e9}$	$\frac{H8}{f7}$	$\frac{H8}{f9}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{H9}{d9}$
	Lắp ghép trong hệ trục cơ bản																
	-	$\frac{E8}{h6}$	$\frac{E8}{h7}$	$\frac{F7}{h7}$	$\frac{F7}{h6}$	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{G7}{h6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{D8}{h8}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{E8}{h8}$	$\frac{E9}{h8}$	$\frac{F8}{h7}$	$\frac{F9}{h8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H8}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$
Độ hở giới hạn $\begin{matrix} S_{max} \\ S_{min} \end{matrix}$ , $\mu\text{m}$																	
Lớn hơn 6 đến 10	55 25	56 25	62 25	43 13	37 13	44 13	29 5	24 0	84 40	98 40	69 25	83 25	50 13	71 13	37 0	44 0	112 40
Lớn hơn 10 đến 18	6832	70 32	77 32	52 16	45 16	54 16	35 16	29 0	104 50	120 50	86 32	102 32	61 16	86 16	45 0	54 0	136 50
Lớn hơn 18 đến 30	82 40	86 40	94 40	62 20	54 20	66 20	41 7	34 0	131 65	150 65	106 40	125 40	74 20	105 20	54 0	66 0	169 65
Lớn hơn 30 đến 50	100 50	105 50	11450	75 25	66 25	80 25	50 9	41 0	158 80	181 80	128 50	151 50	89 25	126 25	64 0	78 0	204 80
Lớn hơn 50 đến 80	120 60	125 60	136 60	90 30	79 30	95 30	59 10	49 0	192 100	220 100	152 60	180 60	106 30	150 30	76 0	92 0	248 100
Lớn hơn 80 đến 120	142 72	148 72	161 72	106 36	93 36	112 36	69 12	57 0	228 120	261 120	180 72	213 72	125 36	177 36	89 0	108 0	294 120
Lớn hơn 120 đến 180	165 85	173 85	188 85	123 43	108 43	131 43	79 14	65 0	271 145	308 145	211 85	248 85	146 43	206 43	103 0	126 0	345 145
Lớn hơn 180 đến 250	192 100	201 100	218 100	142 50	125 50	151 50	90 15	75 0	314 170	357 170	244 100	287 100	168 50	237 50	118 0	1440	400 170

**Bảng 4: Độ dôi giới hạn của các lắp ghép chặt có kích thước từ 1 ÷ 500mm (TCVN 2244-99 và 2245-99)**

Kích thước danh nghĩa, mm	Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản							
	$\frac{H5}{n4}$	$\frac{H6}{n4}$	$\frac{H6}{r5}$	$\frac{H6}{s5}$	$\frac{H7}{p6}$	$\frac{H7}{r6}$	$\frac{H7}{s6}$	$\frac{H7}{s7}$
	Lắp ghép trong hệ trục cơ bản							
	$\frac{N5}{h4}$	$\frac{P6}{h5}$	-	-	$\frac{P7}{h6}$	$\frac{R7}{h6}$	$\frac{S7}{h6}$	-
Độ hở giới hạn $\begin{matrix} s_{max} \\ s_{min} \end{matrix}$ , $\mu\text{m}$								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lớn hơn 6 đến 10	14 4	21 6	25 10	29 14	24 0	28 4	32 8	38 8
Lớn hơn 10 đến 18	17 4	26 7	31 12	36 17	29 0	34 5	39 10	46 10
Lớn hơn 18 đến 30	21 6	31 9	37 15	44 22	35 1	41 7	48 14	56 14
Lớn hơn 30 đến 50	24 6	37 10	45 18	54 27	42 1	50 9	58 18	68 18
Lớn hơn 50 đến 65	28 7	45 13	54 22	66 34	51 2	60 11	72 23	83 23
Lớn hơn 65 đến 80	28 7	45 13	56 24	72 40	51 2	62 13	78 29	89 29
Lớn hơn 80 đến 100	33 8	52 15	66 29	86 49	59 2	73 16	93 36	106 36
Lớn hơn 100 đến 120	33 8	52 15	69 32	94 57	68 3	76 19	101 44	114 44
Lớn hơn 120 đến 140	39 9	61 18	81 38	110 67	68 3	88 23	117 52	132 52
Lớn hơn 140 đến 160	39 9	61 18	83 40	118 75	68 3	90 25	125 60	140 60
Lớn hơn 160 đến 180	39 9	61 18	86 43	126 83	79 4	93 28	133 68	148 68
Lớn hơn 180 đến 200	45 11	70 21	97 48	142 93	79 4	106 31	151 76	168 76
Lớn hơn 200 đến 225	45 11	70 21	100 51	150 101	79 4	109 34	159 84	176 84
Lớn hơn 225 đến 250	45 11	70 21	104 55	160 111	79 4	113 38	169 94	186 94

**Bảng 5: Độ dôi giới hạn của các lắp ghép trung gian có kích thước từ 1 ÷ 500mm (TCVN 2244-99 và 2245-99)**

Kích thước danh nghĩa, mm	Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản															
	$\frac{H5}{k4}$	$\frac{H5}{m4}$	$\frac{H6}{j_s5}$	$\frac{H6}{k5}$	$\frac{H6}{m5}$	$\frac{H6}{n5}$	$\frac{H7}{j_s6}$	-	$\frac{H7}{k6}$	$\frac{H7}{m6}$	$\frac{H7}{n6}$	$\frac{H8}{j_s7}$	-	$\frac{H8}{k7}$	$\frac{H8}{m7}$	$\frac{H8}{n7}$
	Lắp ghép trong hệ trục cơ bản															
	$\frac{K5}{h4}$	$\frac{M5}{h4}$	-	$\frac{K6}{h5}$	$\frac{M6}{h5}$	$\frac{N6}{h5}$	-	$\frac{J_s7}{h6}$	$\frac{K7}{h6}$	$\frac{M7}{h6}$	$\frac{N7}{h6}$	-	$\frac{J_s8}{h7}$	$\frac{K8}{h7}$	$\frac{M8}{h7}$	$\frac{N8}{h7}$
Độ hở giới hạn $\begin{matrix} S_{max} \\ S_{min} \end{matrix}$ , $\mu\text{m}$																
Lớn hơn 6 đến 10	5 -5	10 0	3 -12	7 -8	12 -3	16 1	4,5 -19,5	7 -6	10 -14	15 -9	19 -5	7 -29	11 -26	16 -21	21 -16	25 -12
Lớn hơn 10 đến 18	6 -7	12 -1	4 -15	9 -10	15 -4	20 1	5,5 -23,5	9 -20	12 -17	18 -11	23 -6	9 -36	13 -31	19 -26	25 -20	30 -15
Lớn hơn 18 đến 30	8 -7	14 -1	4,5 -17,5	11 -11	17 -5	24 2	6,5 -27,5	10 -23	15 -19	21 -13	28 -6	10 -43	16 -37	23 -31	29 -25	36 -18
Lớn hơn 30 đến 50	9 -9	16 -2	5,5 -21,5	13 -14	20 -7	28 1	8 -33	12 -28	18 -23	25 -16	33 -8	12 -51	19 -44	27 -37	34 -30	42 -22
Lớn hơn 50 đến 80	10 -11	19 -2	6,5 -22,5	15 -17	24 -8	33 1	9,5 -39,5	15 -34	21 -28	30 -19	39 -10	15 -61	23 -53	32 -44	41 -35	50 -26
Lớn hơn 80 đến 120	13 -12	23 -2	7,5 -29,5	18 -19	28 -9	38 1	11 -46	17 -39	25 -32	35 -22	45 -12	17 -71	27 -62	38 -51	48 -41	58 -31
Lớn hơn 120 đến 180	15 -15	27 -3	9 -34	21 -22	33 -10	45 2	12,5 52,5	20 -45	28 -37	40 -25	52 -13	20 -83	31 -71	43 -60	55 -48	67 -36
Lớn hơn 180 đến 250	18 -16	31 -3	10 -39	24 -25	37 -12	51 2	14,5 -60,5	23 -52	33 -42	46 -29	60 -15	23 -95	36 -82	50 -68	63 -55	77 -41

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1] - Ninh Đức Tôn, Nguyễn Thị Xuân Bảy - Giáo trình dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường - NXB GD - 2002.

[2] – Hoàng Xuân Nguyên – Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật – Nhà xuất bản Giáo dục 1994.

[3]- Nghiêm Thị Phương, Cao Kim Ngọc - Giáo trình đo lường kỹ thuật- Nhà xuất bản Hà Nội 2004

[4]- PGS.TS Nguyễn Văn Hiến – Bài giảng Dung sai lắp ghép – Nhà xuất bản Đà Nẵng 2007

[5] – Các tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam về Dung sai