

Phần I.

Dung sai kỹ thuật

Tác giả: Nguyễn Hữu Thật

Chương 1

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

1. *Khái niệm về sai số chế tạo – sai số đo lường:*

Khi gia công, không thể đảm bảo chi tiết có các thông số hình học và các thông số khác chính xác được.

Nguyên nhân: + Sai số trong gia công
 + Sai số trong đo lường

2. *Đổi lẫn chức năng:*

Tính đổi lẫn của loại chi tiết là khả năng thay thế cho nhau, không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo chất lượng sản phẩm đã qui định.

Đổi lẫn hoàn toàn và đổi lẫn không hoàn toàn

Các chi tiết có tính đổi lẫn phải giống nhau về hình dạng, kích thước, hoặc chỉ được khác nhau trong một phạm vi cho phép. Phạm vi cho phép đó được gọi là dung sai. Vậy yếu tố quyết định đến tính đổi lẫn là dung sai.

2. Đổi lẫn chức năng(tt)

Ý nghĩa của đổi lẫn chức năng:

- Trong sản xuất*
- Trong sửa chữa*
- Về mặt công nghệ*

3. KHÁI NIỆM VỀ KÍCH THƯỚC, SAI LỆCH CƠ BẢN VÀ DUNG SAI

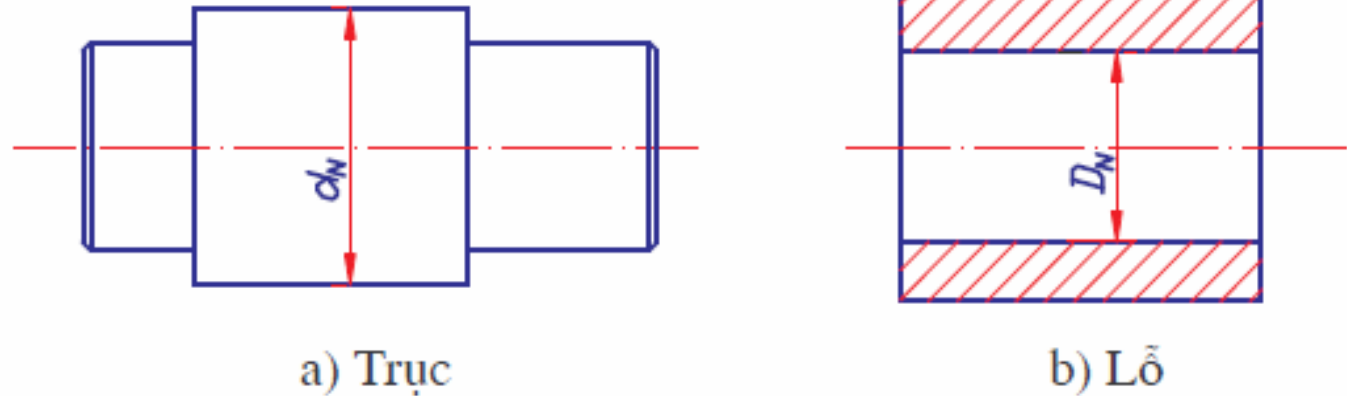
a. Kích thước

- Kích thước là giá trị bằng số của đại lượng đo chiều dài (đường kính, chiều dài,...) theo đơn vị đo được chọn.
- Trong công nghệ chế tạo cơ khí, đơn vị đo thường dùng là milimét và qui ước không ghi chữ “mm” trên bản vẽ.

b. Kích thước danh nghĩa

- Kích thước danh nghĩa là kích thước được xác định bằng tính toán dựa vào chức năng chi tiết, sau đó quy tròn (về phía lớn lên) với chỉ số gần nhất của kích thước có trong bảng tiêu chuẩn. Kích thước danh nghĩa dùng để xác định các kích thước giới hạn và tính sai lệch.

- Kích thước danh nghĩa của chi tiết lỗ kí hiệu là D_N , chi tiết trục kí hiệu là d_N .



Hình 1.1

c. Kích thước thực

- Kích thước thực là kích thước nhận được từ kết quả đo với sai số cho phép.

Ví dụ:

khi đo kích thước chi tiết trực bằng panme có giá trị vạch chia là 0,01 mm, kết quả đo nhận được là 24,98mm, thì kích thước thực của chi tiết trực là 24,98mm với sai số cho phép là $\pm 0,01$ mm.

- Kích thước thực của chi tiết lỗ kí hiệu là D_t , chi tiết trực kí hiệu là d_t .

d. Kích thước giới hạn:

- D_{max} , d_{max} : kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ và trục.
- D_{min} , d_{min} : kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ và trục.
- Chi tiết đạt yêu cầu khi kích thước thực thỏa mãn điều kiện sau:

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

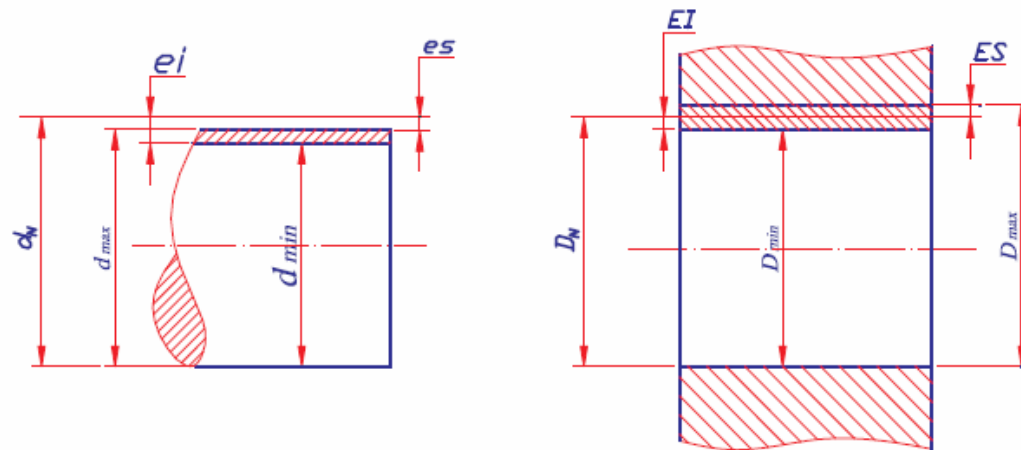
$$d_{min} \leq d_t \leq d_{max}$$

e. Sai lệch giới hạn:

Sai lệch giới hạn là sai lệch của các kích thước giới hạn so với kích thước danh nghĩa. Sai lệch giới hạn gồm sai lệch giới hạn trên (es , ES) và sai lệch giới hạn dưới (ei , EI).

Chi tiết trục: $es = d_{\max} - d_N$; $ei = d_{\min} - d_N$

Chi tiết lỗ: $ES = D_{\max} - D_N$; $EI = D_{\min} - D_N$



Chú ý: Tùy theo giá trị của kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa mà sai lệch có thể âm, dương hoặc bằng không.

Ví dụ: $D_{N EI}^{ES}$, $d_{N ei}^{es}$. Ví dụ: $\phi 50_{-0,041}^{+0,020}$

4. Dung sai kích thước:

Là phạm vi cho phép của sai số về kích thước

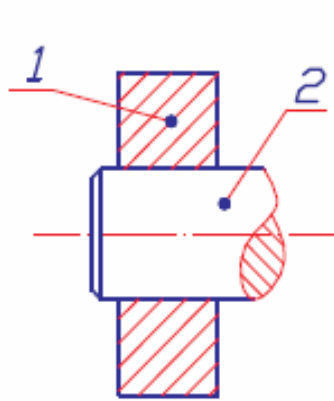
Vậy dung sai là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất với kích thước giới hạn nhỏ nhất, *Kí hiệu: T*

- Chi tiết lỗ: $T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$
- Chi tiết trục: $T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$

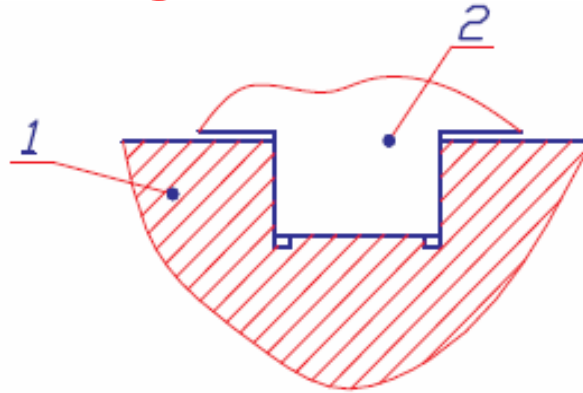
Chú ý: T luôn luôn dương. Trị số dung sai lớn thì độ chính xác của chi tiết thấp và ngược lại.

5. Lắp ghép và các loại lắp ghép

5.1. Khái niệm lắp ghép:



Hình 1.3: 1- Lỗ
2- Trục



Hình 1.4: 1- Rãnh trượt
2- Con trượt

Các bề mặt lắp ghép được chia làm hai loại: bề mặt bao (chi tiết 1 trên hình 1.3) và bề mặt bị bao (chi tiết 2 hình 1.3). Mỗi lắp ghép bao giờ cũng có chung một kích thước danh nghĩa cho cả chi tiết và gọi là kích thước danh nghĩa của lắp ghép

- *Các mối ghép trong chế tạo máy được phân thành:*

- Lắp ghép bề mặt trơn:

- + Lắp ghép trụ trơn: bề mặt lắp ghép là bề mặt trụ trơn.

- + Lắp ghép phẳng: bề mặt lắp ghép là bề mặt phẳng.

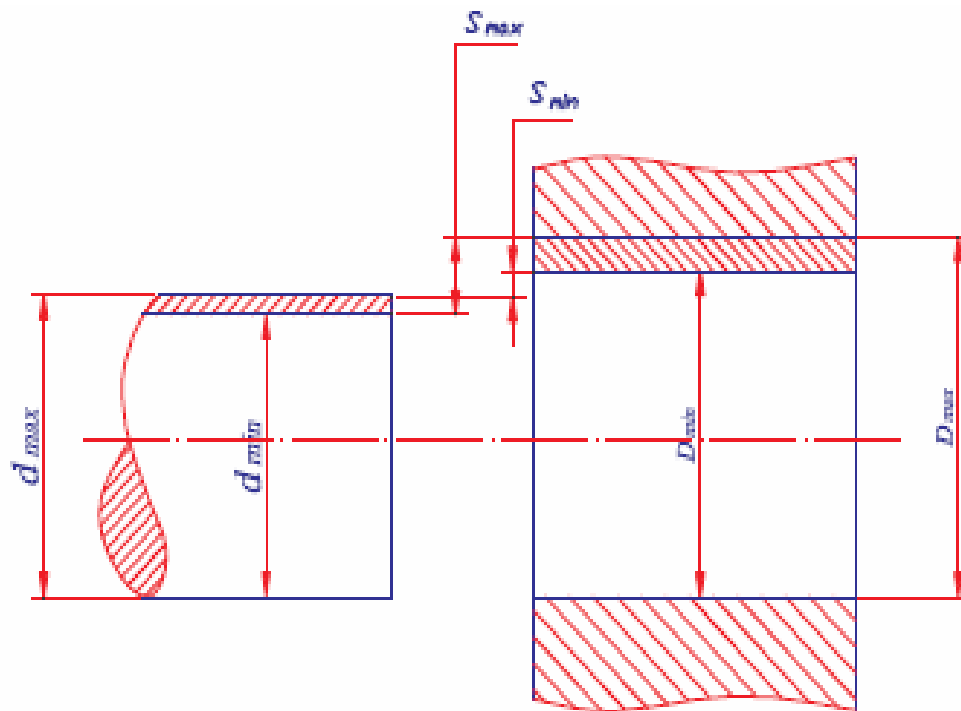
- Lắp ghép ren.

- Lắp ghép truyền động bánh răng.

5.2. Phân loại lắp ghép trụ trơn.

a. Nhóm lắp lỏng:

Kích thước lắp ghép của lỗ lớn hơn trục



Hình 1.5 - Nhóm lắp ghép lỏng

Độ hở kí hiệu là S : $S = D - d$

Độ hở lớn nhất:

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

Độ hở nhỏ nhất:

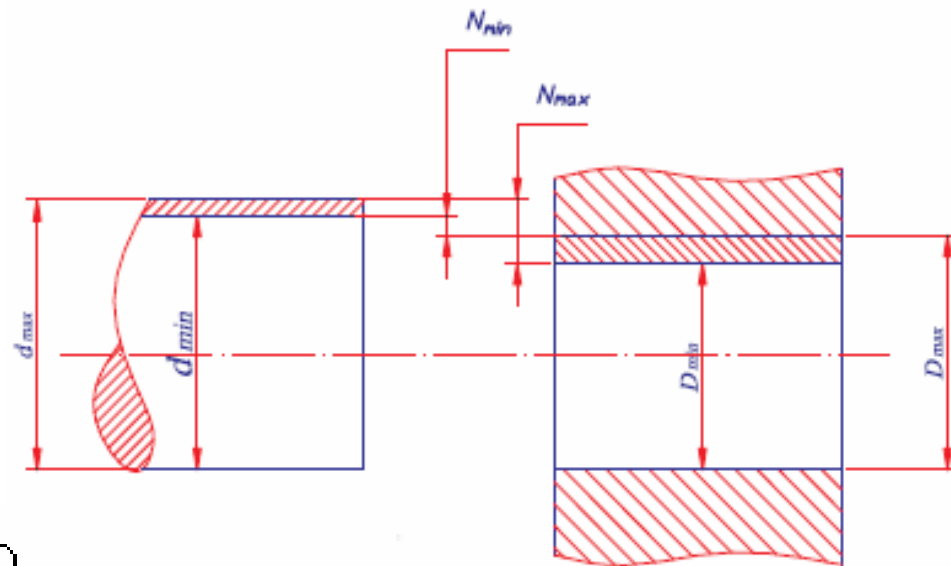
$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es.$$

Độ hở trung bình: |

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

Dung sai độ hở: $T_S = S_{\max} - S_{\min} = T_D + T_d$.

b. Nhóm lắp chặt:



- Nhóm lắp ghép chặt

Độ dôi kí hiệu là N : $N = d - D$

Độ dôi lớn nhất:

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

Độ dôi nhỏ nhất:

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

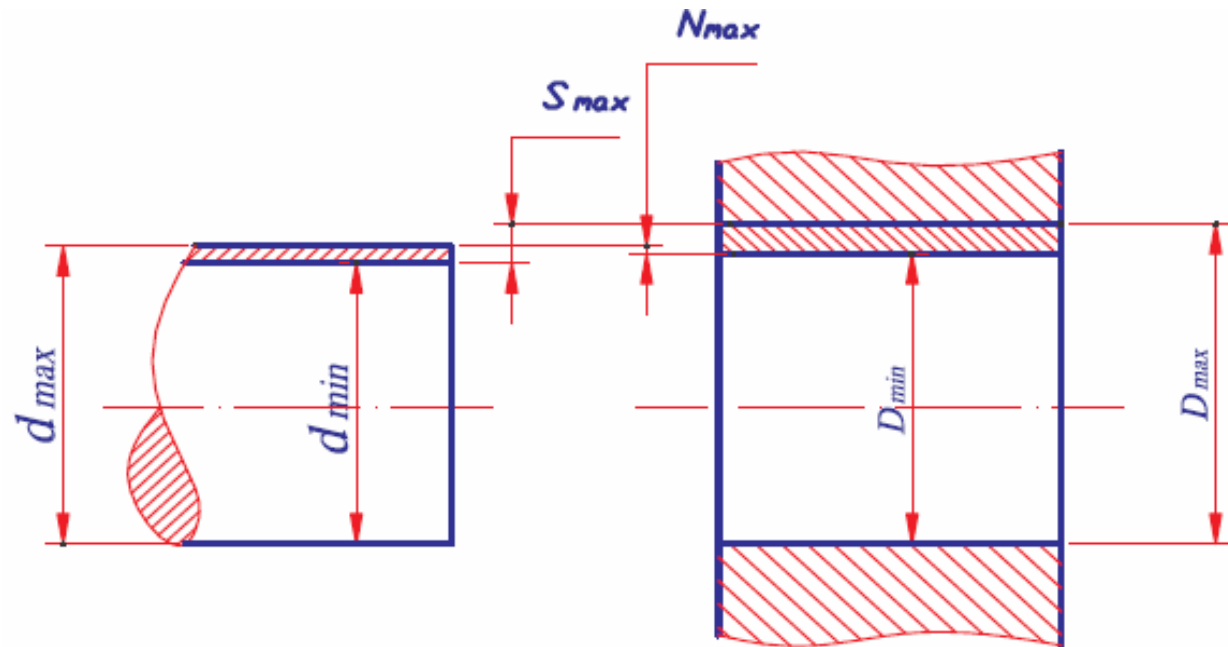
Độ dôi trung bình:

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

Dung sai độ dôi: $T_N = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d$

c. Nhóm lắp trung gian:

Lắp ghép trung gian là loại lắp ghép quá độ giữa lắp ghép có độ hở và lắp ghép có độ dôi. Trong lắp ghép này tùy theo kích thước của chi tiết lỗ và chi tiết trục (kích thước thực tế trong phạm vi dung sai) mà lắp ghép có độ hở hoặc lắp ghép có độ dôi.



Hình 1.7 - Nhóm lắp ghép trung gian.

- Nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn lớn nhất với chi tiết trục có kích thước giới hạn nhỏ nhất thì lắp ghép có độ hở lớn nhất:

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

- Nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn nhỏ nhất với chi tiết trục có kích thước giới hạn lớn nhất thì lắp ghép có độ dôi lớn nhất:

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

Dung sai của lắp ghép trung gian là dung sai độ hở hoặc dung sai trung gian:

$$T_S = T_N = N_{\max} + S_{\max} = T_D + T_d$$

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

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

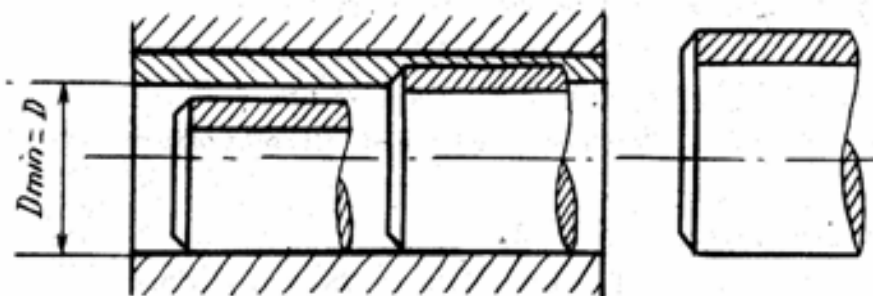
$$S_{\text{tb}} = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2}$$

Độ hở trung bình hoặc độ dôi trung bình trong các lắp ghép đạt được khi các kích thước của các chi tiết được chế tạo theo các trị số trung bình của dung sai của chúng.

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

6. Hệ thống lắp ghép

a. Lắp theo hệ thống lỗ

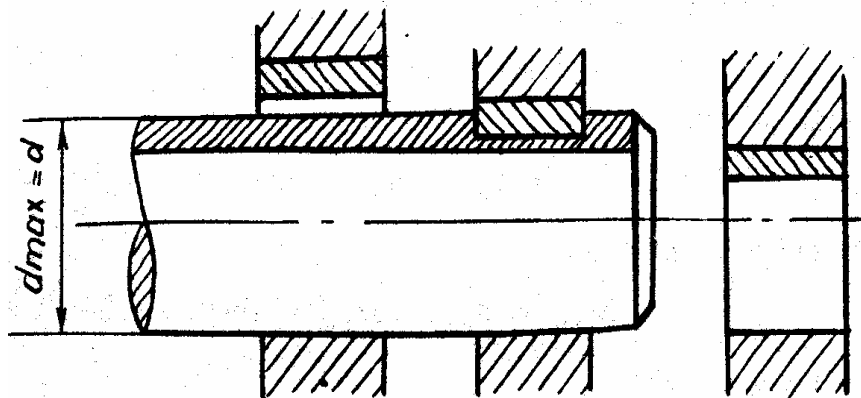


Hình 1.6

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

Chi tiết lỗ cơ sở kí hiệu là **H** và $EI = 0$ nên $D_{\min} = D$, $ES = T_D$

b. Lắp theo hệ thống trục



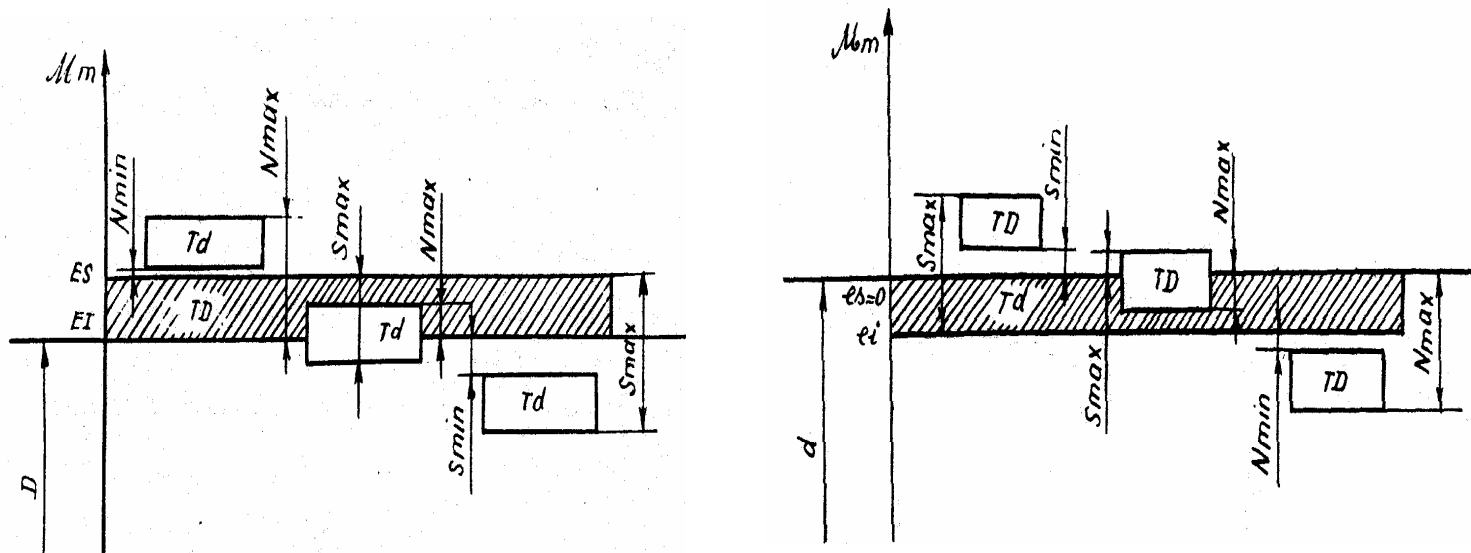
Trong hệ thống trục, trục là chi tiết cơ sở nên còn gọi là hệ trục cơ sở.

Chi tiết trục cơ sở kí hiệu là **h** và $es = 0$ nên $d_{\max} = d$, $ei = -T_d$.

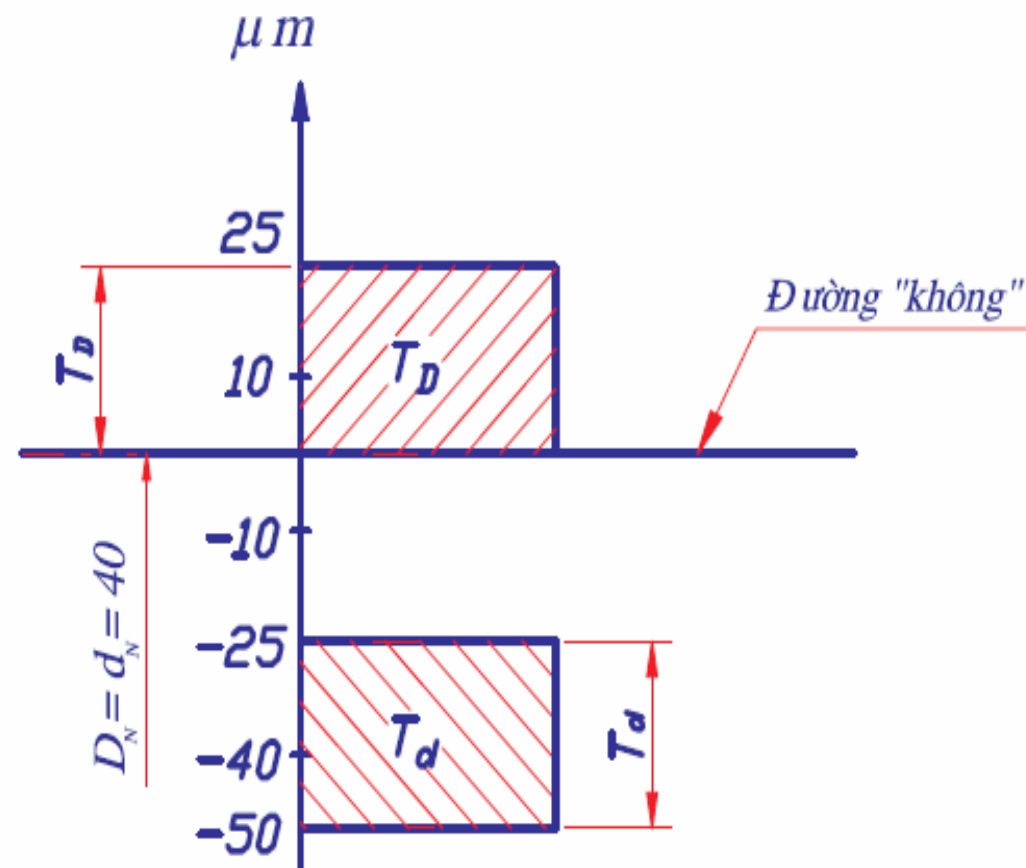
7. SƠ ĐỒ LẮP GHÉP

Cách vẽ sơ đồ:

1. Vẽ hệ trục tọa độ vuông góc, trong đó:
 - Trục tung: biểu thị giá trị của sai lệch giới hạn tính bằng μm .
 - Trục hoành: biểu thị vị trí đường không.
 - Sai lệch giới hạn được bố trí về hai phía của đường không: sai lệch dương ở phía trên, sai lệch âm ở phía dưới.
2. Biểu diễn miền dung sai của trục hoặc lỗ cơ sở.
3. Biểu diễn phạm vi dung sai của lỗ hoặc trục.



Ví dụ: Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép có $d = D = 40\text{mm}$. Sai lệch giới hạn của kích thước lỗ là: $ES = +25\mu\text{m}$; $EI = 0$. Sai lệch giới hạn của kích thước trục là: $es = -25\mu\text{m}$; $ei = -50\mu\text{m}$ được biểu diễn như hình vẽ 1.8.



Bài tập:

Cho lắp ghép trong đó kích thước danh nghĩa $\varnothing 82\text{mm}$. Sai lệch giới hạn của lỗ $ES = 35\mu\text{m}$, $EI = 0$. Sai lệch giới hạn của trục $es = 45\mu\text{m}$, $ei = 23\mu\text{m}$.

Yêu cầu:

Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai và tính: kích thước, dung sai, độ hở, độ dôi giới hạn.

- Tính kích thước giới hạn

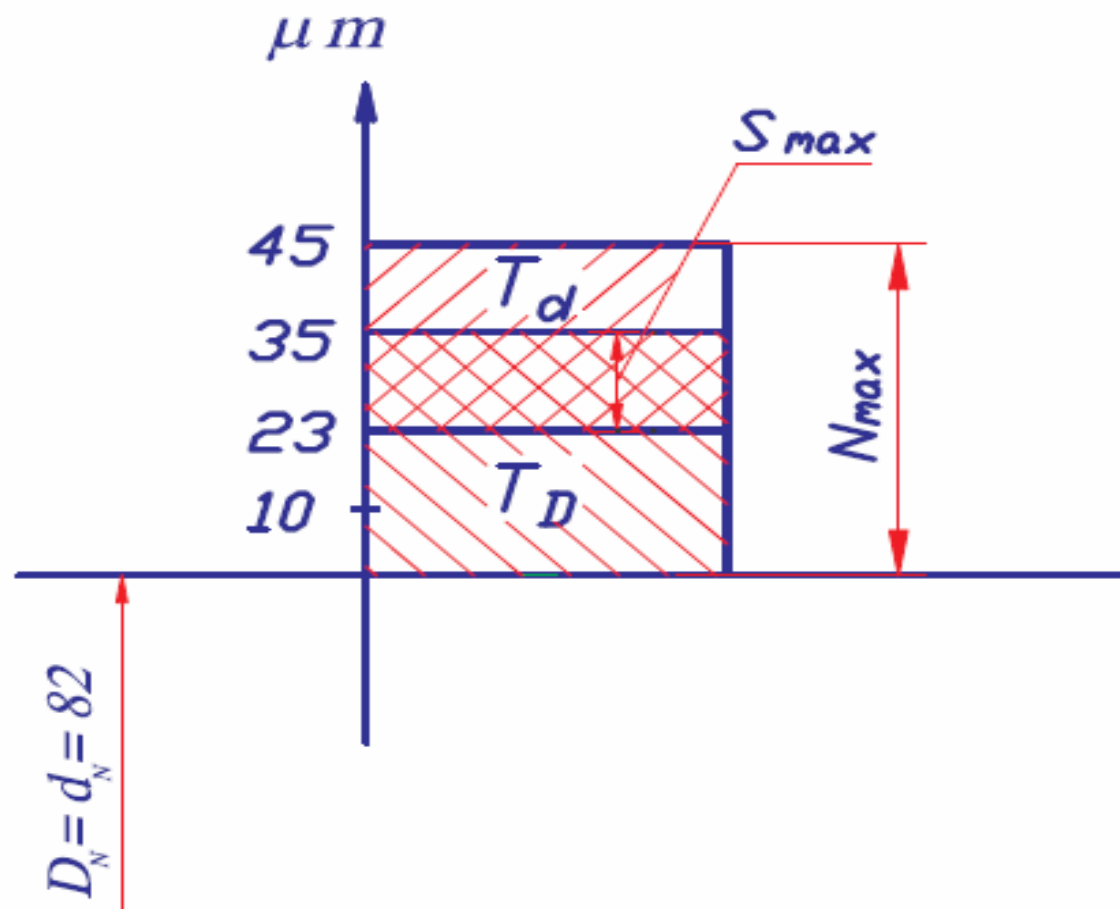
$$\begin{aligned} D_{\max} &= D + ES \\ &= 82\text{mm} + 0,035 = 82,035\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{\min} &= D + EI \\ &= 82\text{mm} + 0 = 82\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_{\max} &= d + es \\ &= 82\text{mm} + 0,045 = 82,045\text{mm} \end{aligned}$$

$$d_{\min} = d + ei$$

$$= 82\text{mm} + 0,023 = 82,023\text{mm}$$



- Tính dung sai

$$\begin{aligned}T_D &= ES - EI \\ &= 35\mu\text{m} - 0 = 35\mu\text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_d &= es - ei \\ &= 45\mu\text{m} - 23\mu\text{m} = 22\mu\text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{N,S} &= T_D + T_d \\ &= 35\mu\text{m} + 22\mu\text{m} = 57\mu\text{m}\end{aligned}$$

- Tính độ hở, đôi giới hạn

$$\begin{aligned}S_{\max} &= D_{\max} - d_{\min} = 82,035\text{mm} - 82,023\text{ mm} = 0,012\text{ mm} \\ N_{\max} &= d_{\max} - D_{\min} = 82,045\text{mm} - 82,000\text{ mm} = 0,045\text{ mm}\end{aligned}$$

Chương 2. HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN

Mục đích:

- Giới thiệu những quy định về DSLG bề mặt trơn theo TCVN
- Hướng dẫn sử dụng các bảng dung sai

Yêu cầu:

- Nắm những nội dung cơ bản của hệ thống DSLG bề mặt trơn theo TCVN
- Hiểu được ý nghĩa các ký hiệu về DSLG trên bản vẽ
- Sử dụng thành thạo bảng dung sai

I. Khái niệm về HTDSL G

- Hệ thống dung sai lắp ghép là tập hợp các qui định về dung sai lắp ghép và được thành lập theo một quy luật nhất định.
- Kể từ ngày 1-1-1979 nhà nước ta ban hành bộ tiêu chuẩn mới về dung sai và lắp ghép TCVN 2244 -77 và 2245-77 dựa trên cơ sở các tiêu chuẩn SEV và các kiến nghị của ISO và gần đây đã sửa thành TCVN 2244-99 và TCVN 2245 – 99 cho sát với hệ thống tiêu chuẩn ISO.

2. Các vấn đề cơ bản của hệ thống dung sai lắp ghép theo TCVN

a. Hệ cơ bản

Bao gồm hai hệ cơ bản là hệ thống lỗ và hệ thống trục.

b. Cấp chính xác

TCVN 2244-99 quy định 20 cấp chính xác theo thứ tự độ chính xác giảm dần và kí hiệu IT01, IT0, IT1, IT2,..., IT18.

c. Đơn vị dung sai i

- Đơn vị dung sai dùng để tính trị số dung sai và phân chia cấp chính xác. Đối với các cấp chính xác từ 5 đến 18 thì:

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D$$

đối với khoảng kích thước từ 1 ÷ 500 mm.

$i = 0,004D + 2,1$ khoảng kích thước từ lớn hơn 500 đến 3150mm.

Ở đây D tính theo mm; i tính theo μm

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

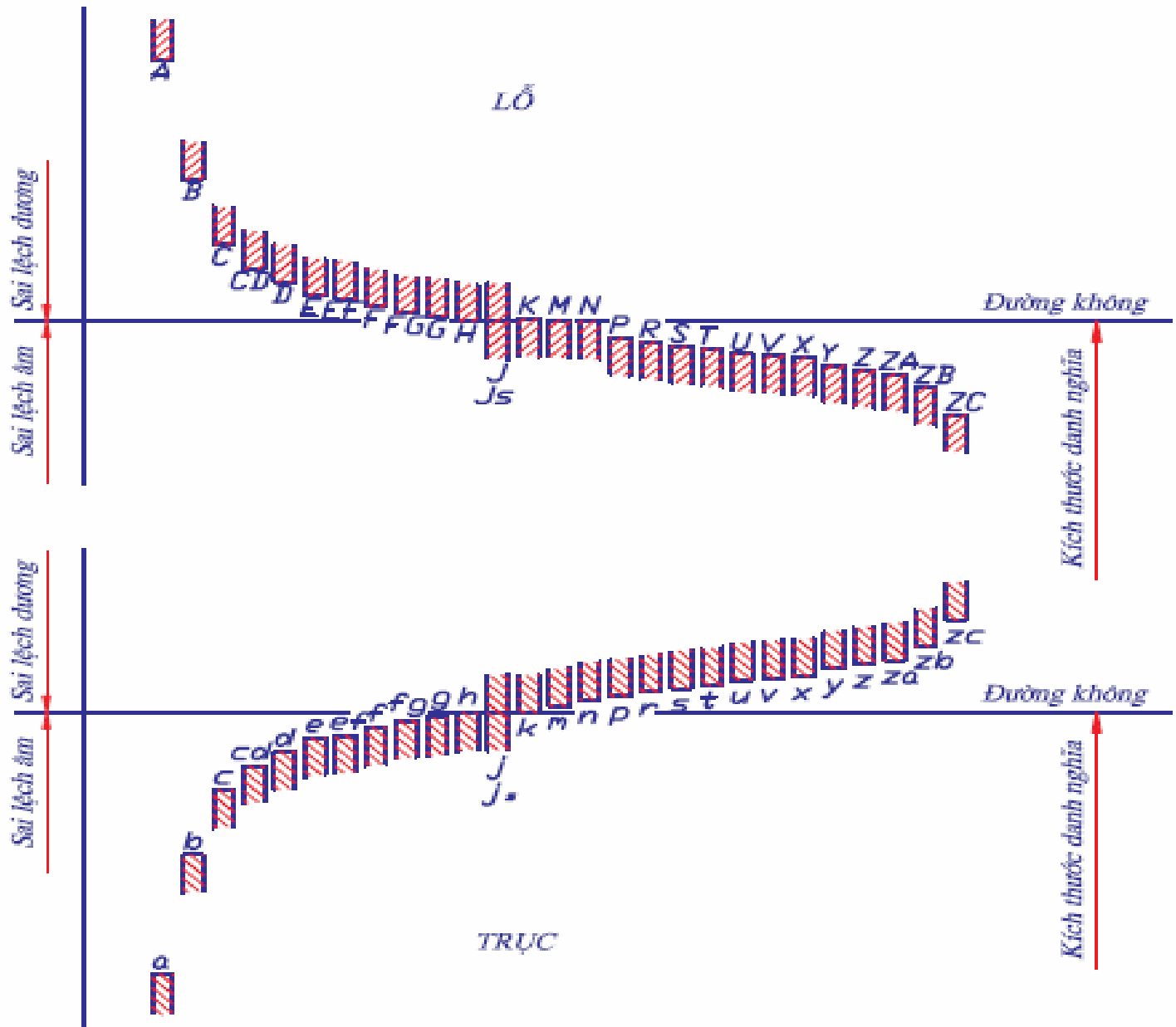
, D_1, D_2 là các kích thước biên của khoảng kích thước.

- Trị số dung sai:

$$T = a.i$$

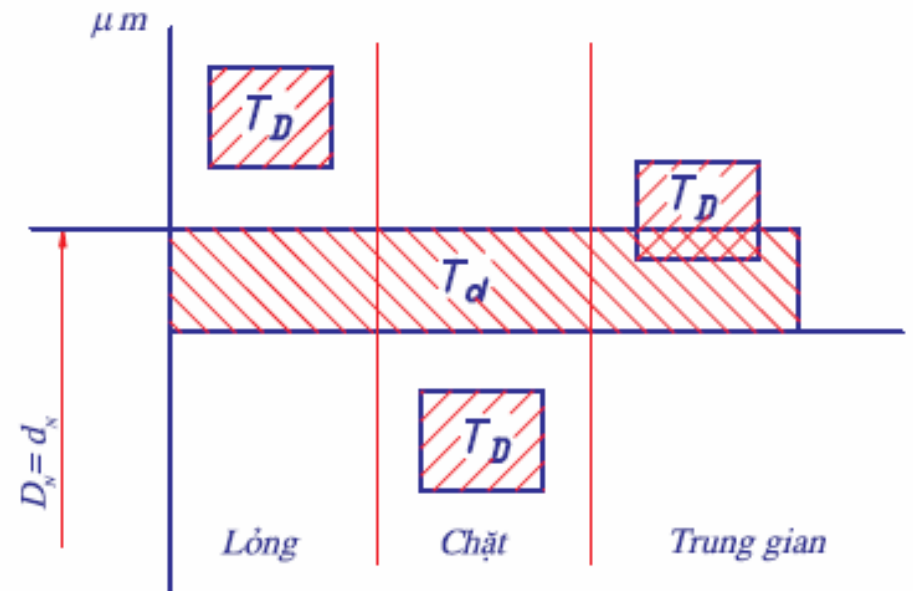
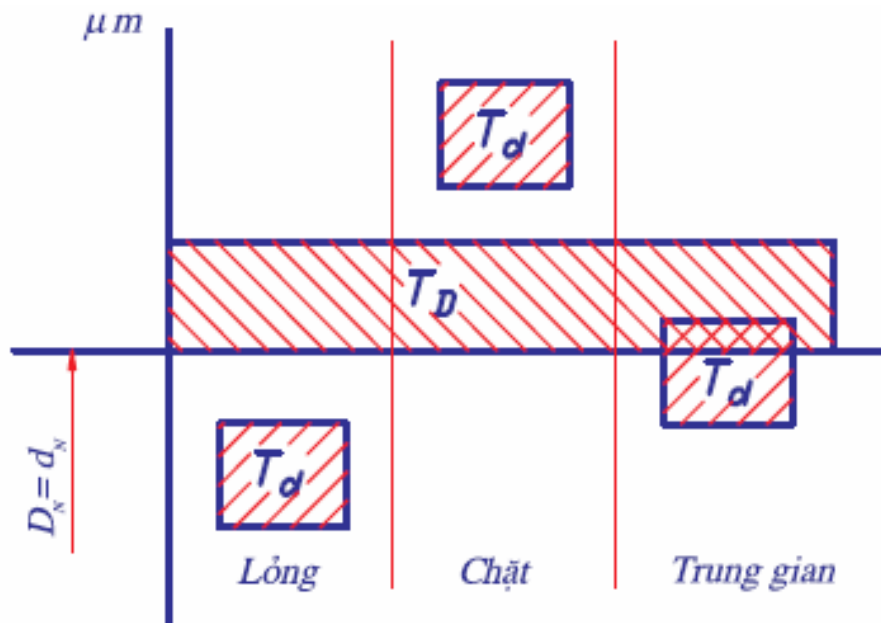
CCX	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
a	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

d. Các dãy sai lệch cơ bản.



Hình 2.3

* Lỗ cơ bản và trục cơ bản



Lỗ cơ bản được ký hiệu bằng chữ **H** ($Ei = 0$).

Trục cơ bản được ký hiệu bằng chữ **h** ($es = 0$).

Chú ý: Người ta hay chọn lắp theo hệ thống lỗ

3. Ký hiệu sai lệch trên bản vẽ

Đối với bản vẽ chi tiết

a/ Ghi theo ký hiệu qui ước của miền dung sai.

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

Có nghĩa: - $D_N = 18$ mm

- H7 là miền dung sai của lỗ
trục

Trong đó H \rightarrow sai lệch cơ bản

7 \rightarrow cấp chính xác

- $d_N = 40$ mm

- f7 là miền dung sai của

f \rightarrow sai lệch cơ bản

7 \rightarrow cấp chính xác

b/ Ghi theo trị số sai lệch giới hạn.

Ví dụ: Trục $\varnothing 40_{-0,050}^{-0,025}$

Có nghĩa là: $d_N = 40$ mm

$es = - 0,025$ mm ; $ei = - 0,050$ mm

Lỗ $\varnothing 40^{+0,025}$

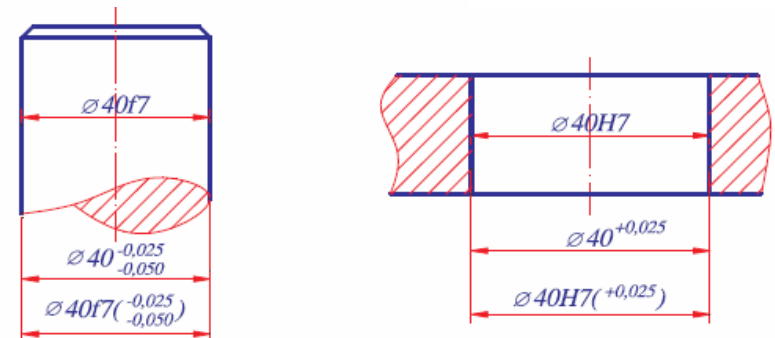
Có nghĩa là: $D_N = 40$ mm

$ES = + 0,025$ mm ; $EI = 0$

c/ Cách ghi kết hợp hai cách ghi ở trên

SLGH được ghi ở trong ngoặc đơn bên phải

Ví dụ: Trục $\varnothing 40 f7 \left(\begin{matrix} - 0,025 \\ - 0,050 \end{matrix} \right)$



Hình 2.6 - Ghi sai lệch giới hạn trên bản vẽ chi tiết

Đối với bản vẽ lắp

a/ Ghi theo kí hiệu miền dung sai

KT danh nghĩa $\frac{\text{Miền ds lỗ}}{\text{Miền ds trục}}$

Ví dụ: $\varnothing 60 \frac{H7}{e8}$

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

Miền dung sai của lỗ: H7 với $\left\{ \begin{array}{l} \text{H là SLCB} \\ 7 \text{ là cấp CX} \end{array} \right.$

Miền dung sai của trục: e8 với $\left\{ \begin{array}{l} \text{e là SLCB} \\ 8 \text{ là cấp CX} \end{array} \right.$

b/ Ghi theo giá trị sai lệch giới hạn

Ví dụ: $\varnothing 60 \left(\begin{array}{c} +0,030 \\ -0,060 \\ -0,106 \end{array} \right)$

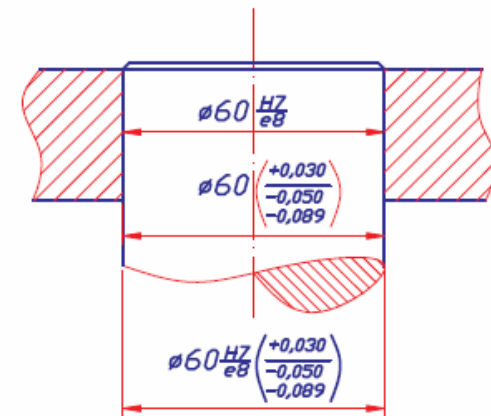
Kích thước danh nghĩa $D_N = d_N = 60 \text{ mm}$

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

Sai lệch giới hạn của trục $es = -0,060 \text{ mm}$; $ei = -0,106$

c/ Cách ghi kết hợp 2 cách trên.

Ví dụ: $\varnothing 60 \frac{H7}{e8} \left(\begin{array}{c} +0,030 \\ -0,060 \\ -0,106 \end{array} \right)$



Hình 2.7 - Ghi sai lệch giới hạn trên bản vẽ lắp

Ví dụ 1: Xác định trị số dung sai cho một chi tiết có kích thước danh nghĩa 35mm, cấp chính xác IT8.

Tra bảng ta ứng với khoảng kích thước danh nghĩa 30 - 50 và cột cấp chính xác IT8 ta được trị số dung sai là $39\mu\text{m}$.

Ví dụ 2: Cho mối ghép 50H7/r6

- Tra bảng tìm sai lệch giới hạn của trục và lỗ.
- Tính kích thước giới hạn và dung sai của trục và lỗ.
- Tính trị số giới hạn độ hở hoặc độ dôi và dung sai của lắp ghép.
- Vẽ sơ đồ lắp ghép.

Giải:

Chương 3.

Sai lệch hình dạng, vị trí, nhám bề mặt

Mục đích:

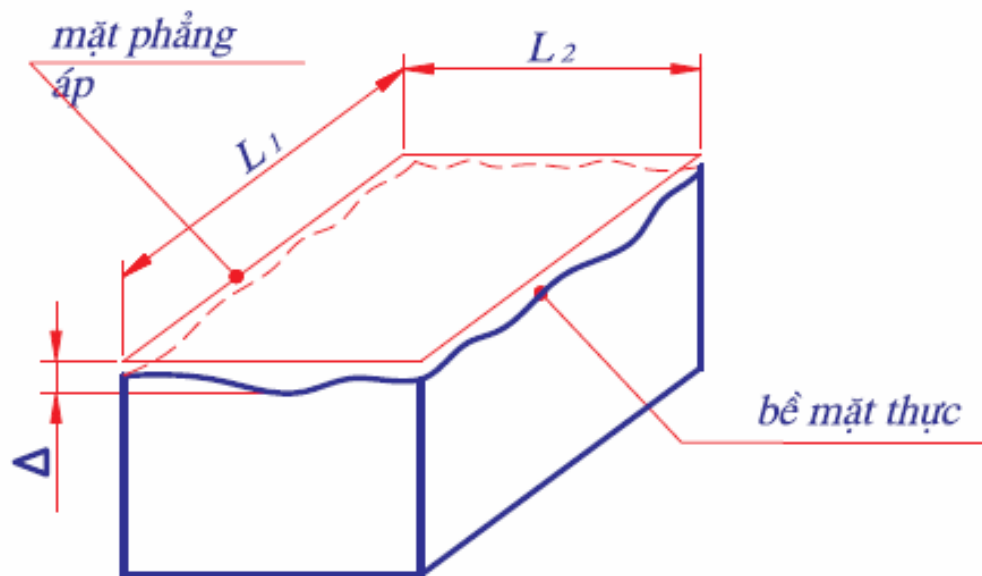
Cung cấp kiến thức về sai lệch hình dạng, vị trí và nhám bề mặt của chi tiết gia công

Yêu cầu:

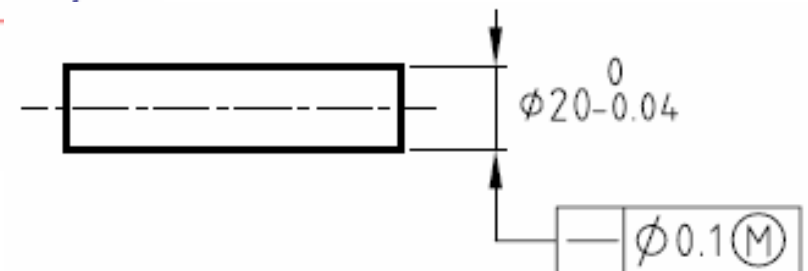
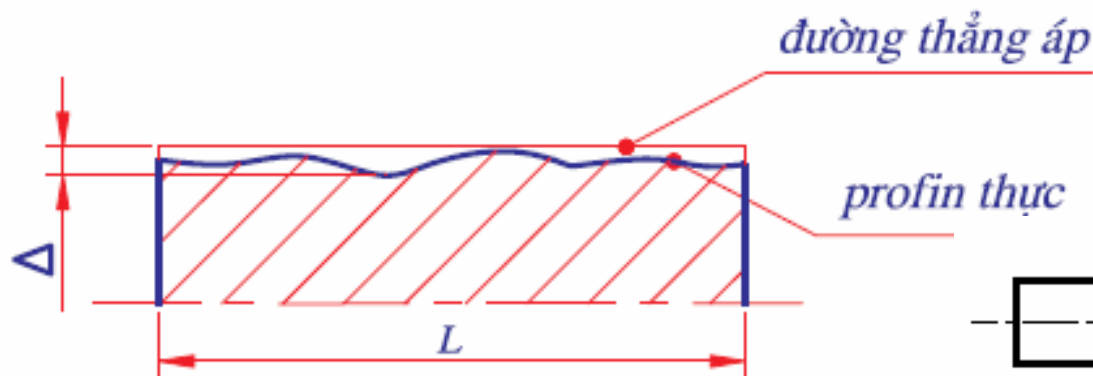
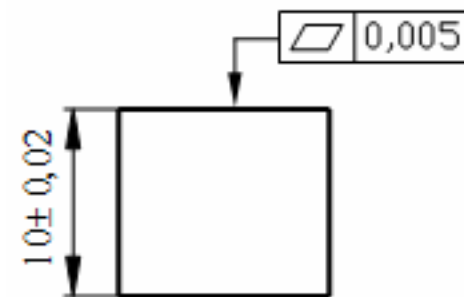
- Nắm vững các dạng sai lệch hình dạng, vị trí bề mặt
- Hiểu bản chất của nhám bề mặt

1. Sai lệch hình dạng:

a. Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng:

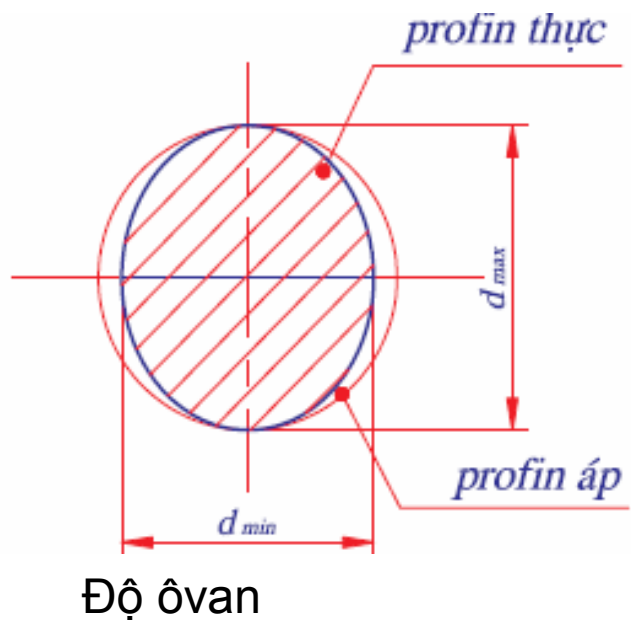
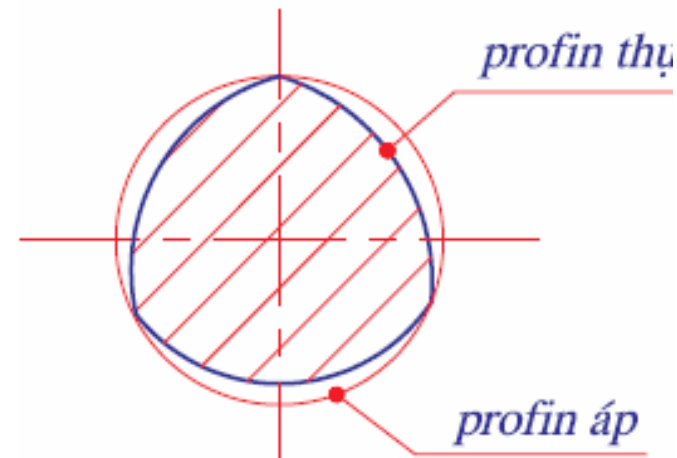
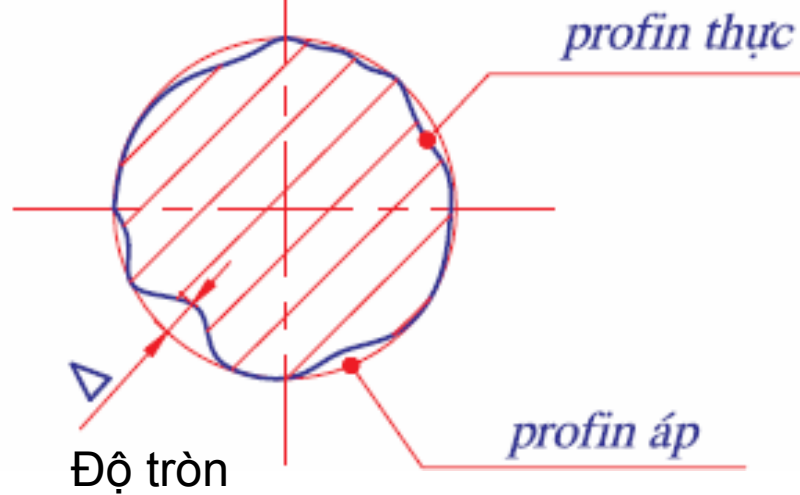


Ví dụ



b. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ:

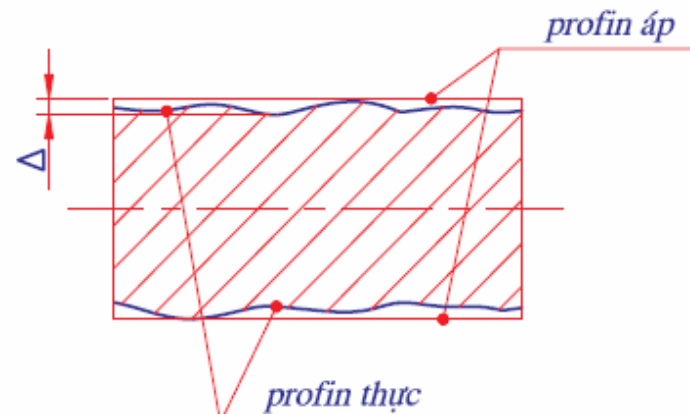
Đặc trưng theo phương ngang



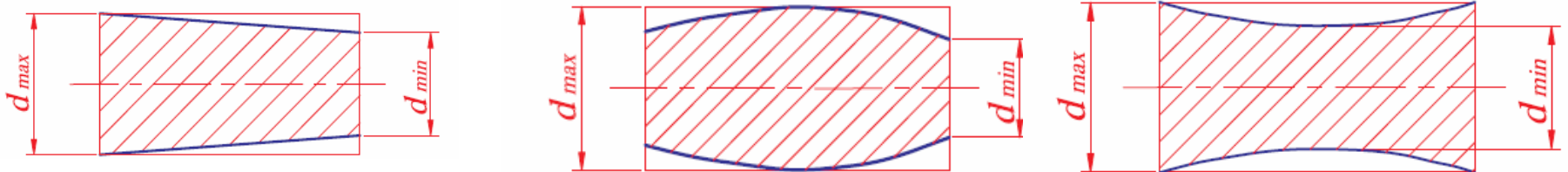
Độ méo cạnh

$$\Delta_{ov} = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}$$

Đặc trưng theo phương dọc:

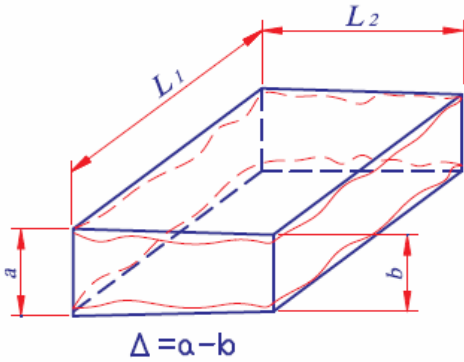


Khi phân tích theo mặt cắt dọc người ta đưa ra các sai lệch thành phần:

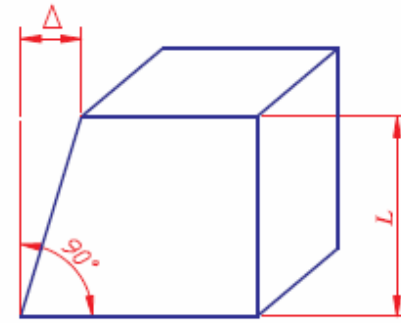


$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$$

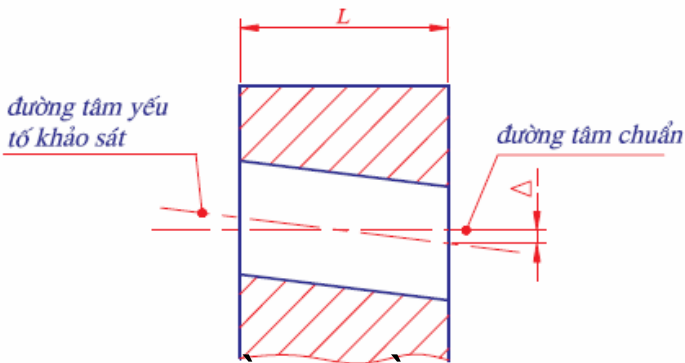
2. Sai lệch và dung sai vị trí bề mặt



Sai lệch độ song song của mp

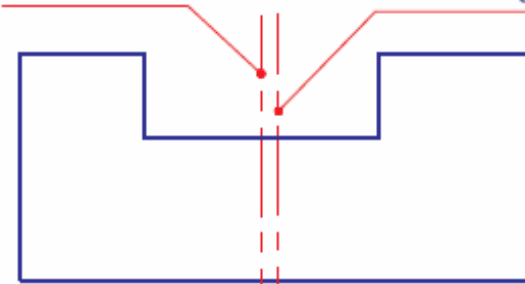


Sai lệch độ vuông góc của mp

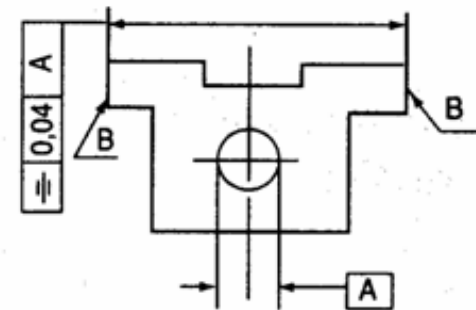
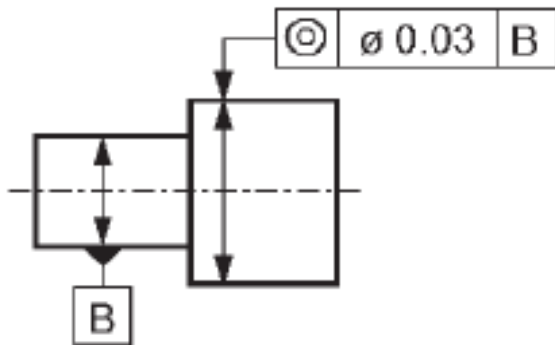


Sai lệch về độ đồng tâm

*mf đối xứng của
yếu tố khảo sát* *mf đối xứng chuẩn*

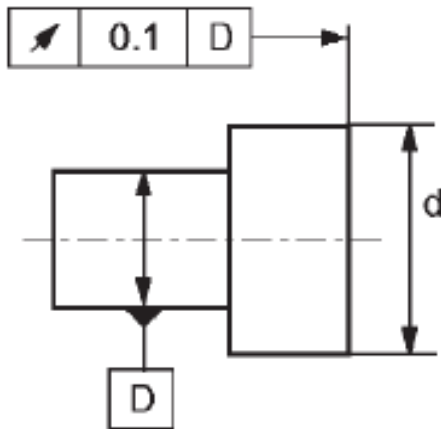
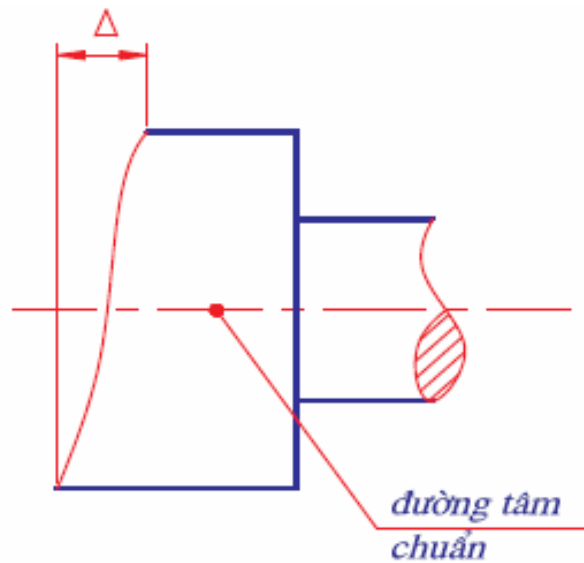


Sai lệch về độ đối xứng

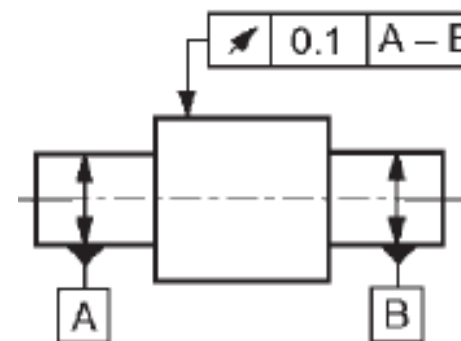
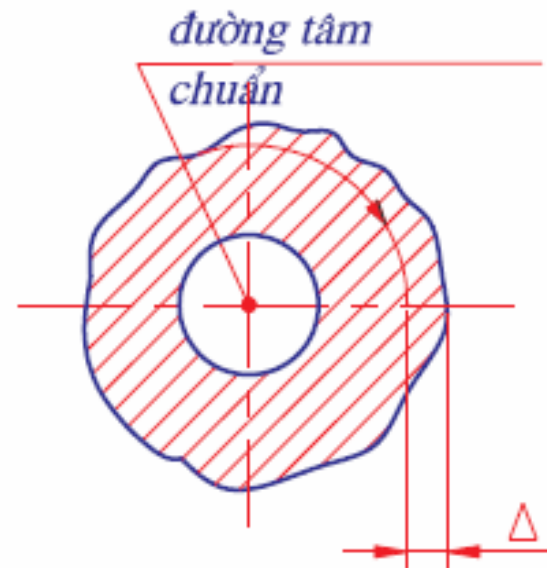


Sai lệch và dung sai vị trí bề mặt(tt)












Sai lệch độ đảo mặt đầu

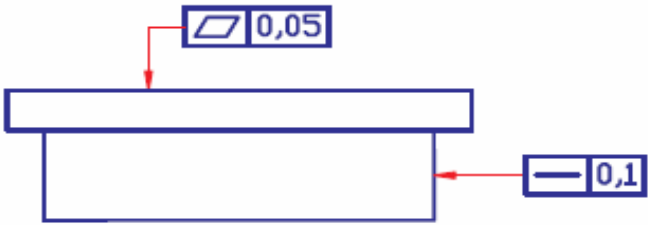
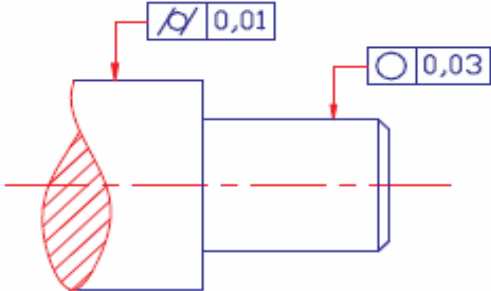
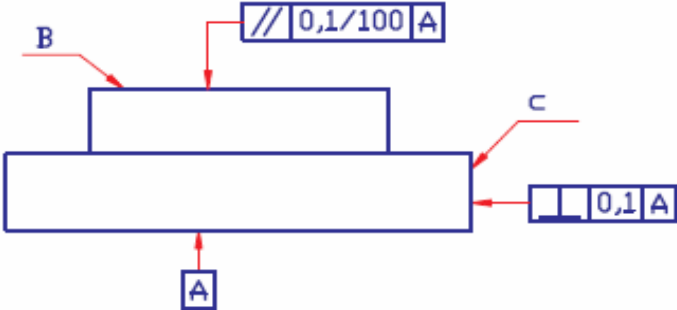


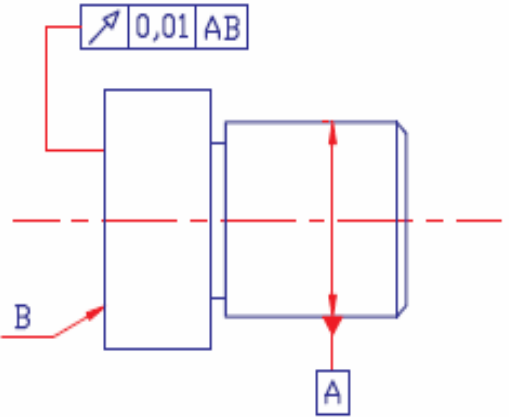
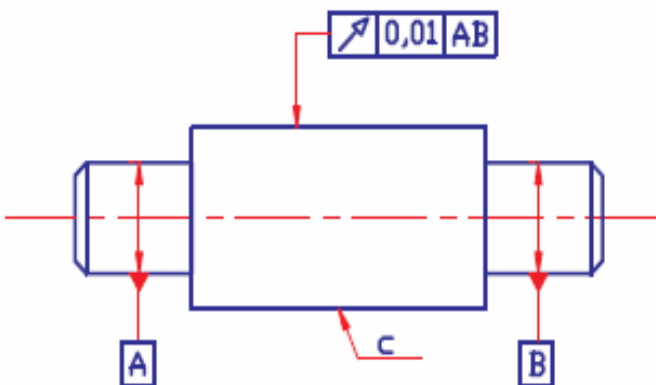
Sai lệch độ đảo hướng kính



Cách ký hiệu trên bản vẽ

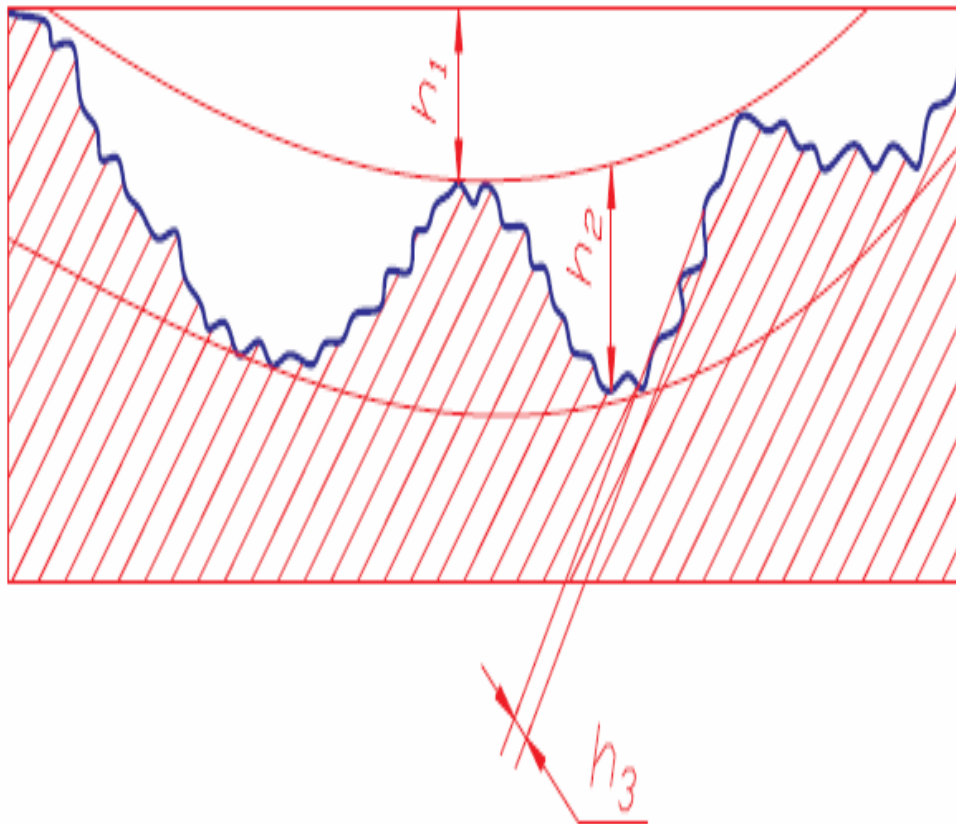
Loại sai lệch	Tên sai lệch	Dấu hiệu
Sai lệch hình dạng	Sai lệch độ phẳng	
	Sai lệch độ thẳng	
	Sai lệch độ trụ	
	Sai lệch độ tròn	
	Sai lệch profin mặt cắt dọc trục	
Sai lệch vị trí bề mặt	Sai lệch độ song song	
	Sai lệch độ vuông góc	
	Sai lệch độ đồng trục	
	Sai lệch độ đối xứng	
	Sai lệch độ đảo mặt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

Ký hiệu	Yêu cầu kỹ thuật
 <p>The drawing shows a stepped shaft with two diameters. A surface texture symbol (a square with a diagonal line) and the value 0,05 are applied to the larger diameter section. A straightness symbol (a horizontal line) and the value 0,1 are applied to the smaller diameter section.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Dung sai độ phẳng của bề mặt là 0,05mm -Dung sai độ thẳng là 0,1 mm trên toàn bộ chiều dài
 <p>The drawing shows a shaft with a diameter that varies along its length. A surface texture symbol (a square with a diagonal line) and the value 0,01 are applied to the larger diameter section. A circular runout symbol (a circle) and the value 0,03 are applied to the smaller diameter section.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dung sai độ trụ bề mặt là 0,01 mm - Dung sai độ tròn là 0,03 mm
 <p>The drawing shows a stepped shaft with three diameters. Surface A is the largest diameter section, B is the middle diameter section, and C is the smallest diameter section. A parallelism symbol (two parallel lines) with the value 0,1/100 and datum A is applied to surface B. A perpendicularity symbol (a T-shape) with the value 0,1 and datum A is applied to surface C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,1 mm trên chiều dài 100 mm - Dung sai độ vuông góc của mặt C so với A là 0,1 mm

	<p>- Dung sai độ đảo mặt B so với đường tâm mặt A là 0,04 mm</p>
	<p>- Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt là 0,01 mm so với đường tâm 2 mặt A và B</p>

3. Nhám bề mặt

- Nhấp nhô có độ cao h_1 thuộc về độ không phẳng của bề mặt.
- Nhấp nhô có độ cao h_2 thuộc về độ sóng bề mặt.
- Nhấp nhô có độ cao h_3 thuộc về độ nhám bề mặt.



Người ta coi những nhấp nhô nào mà tổng tỉ số giữa bước sóng S và chiều cao nhấp nhô H : $S/H \leq 50$ thì thuộc về độ nhám bề mặt. Vậy nhám là mức độ cao thấp của các nhấp nhô xét trong một phạm vi hẹp của bề mặt gia công

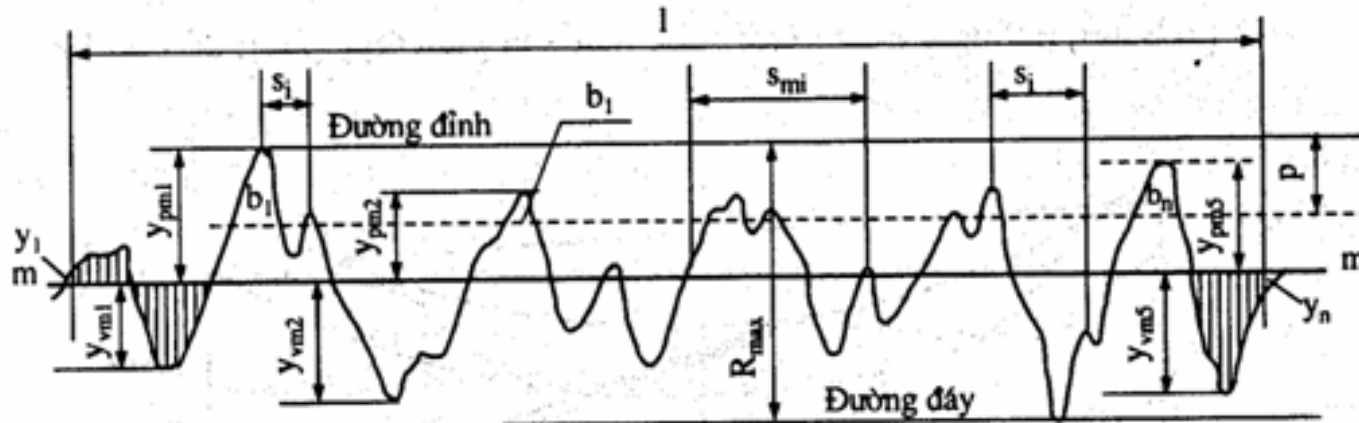
a. Chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt

Sai lệch trung bình số học của profile Ra: là trị số trung bình số học tuyệt đối của profile trong giới hạn chiều dài chuẩn.

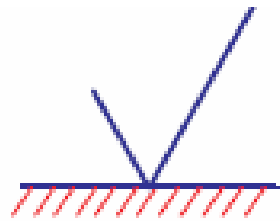
$$Ra = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Chiều cao nhấp nhô trung bình theo 10 điểm Rz; là chiều cao trung bình của 5 khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đỉnh thấp nhất trong giới hạn chiều dài chuẩn.

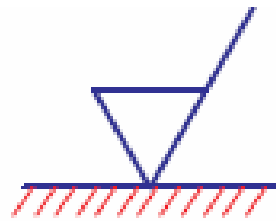
$$Rz = \frac{1}{5} \left[\sum_{i=1}^5 |Y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |Y_{vmi}| \right]$$



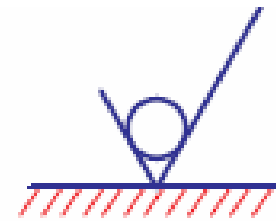
Ghi ký hiệu thông số nhám trên bản vẽ



(a)



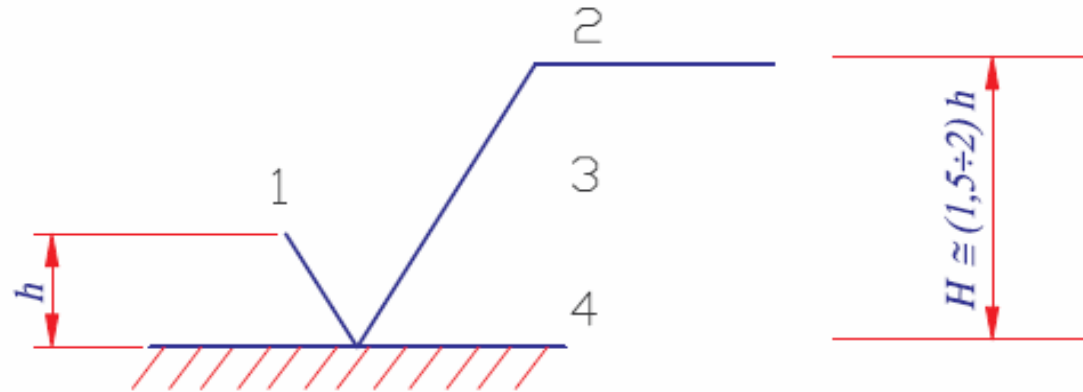
(b)



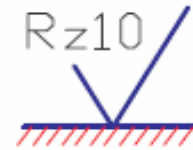
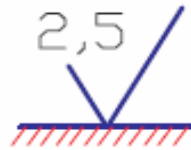
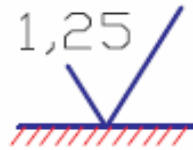
(c)

- a, Ký hiệu nhám không chỉ rõ phương pháp gia công
- b, Ký hiệu nhám chỉ rõ phương pháp gia công bằng cắt gọt
- c, Ký hiệu nhám chỉ rõ phương pháp gia công không phoi

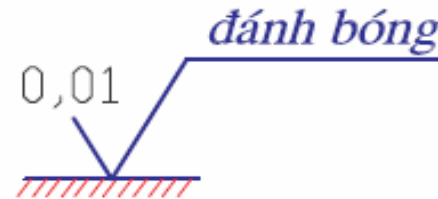
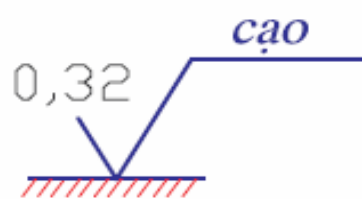
Ghi ký hiệu thông số nhám trên bản vẽ(tt)



- Vị trí 1: Ghi thông số R_a , R_z nếu ghi thông số R_a thì không cần ghi kí hiệu thông số



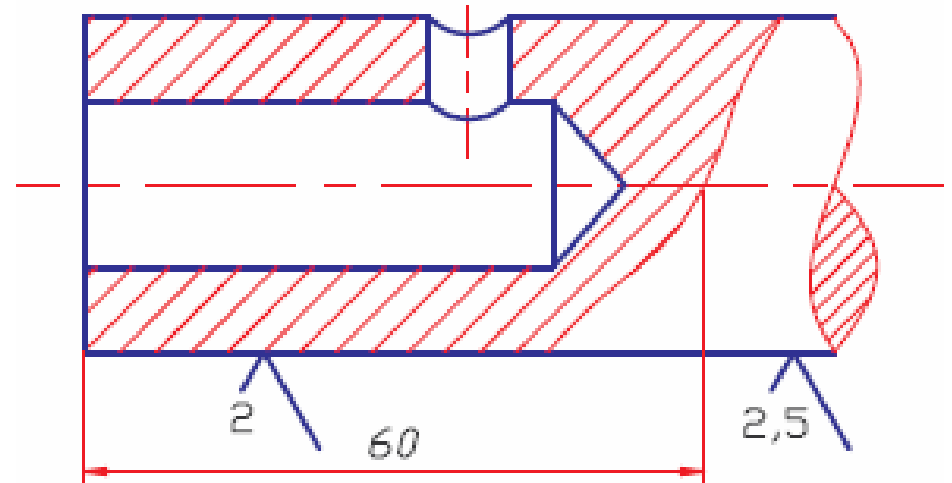
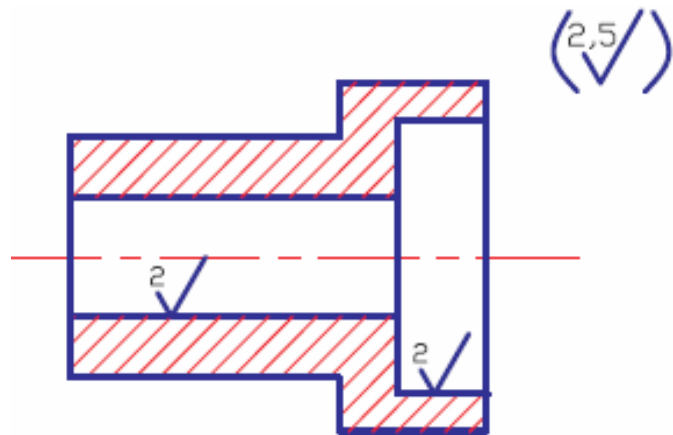
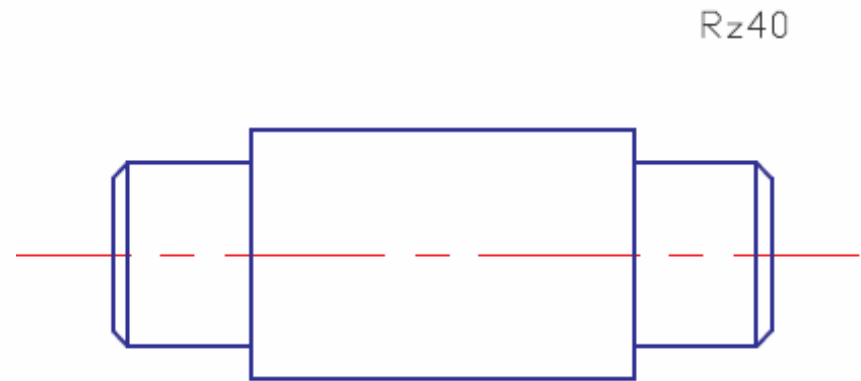
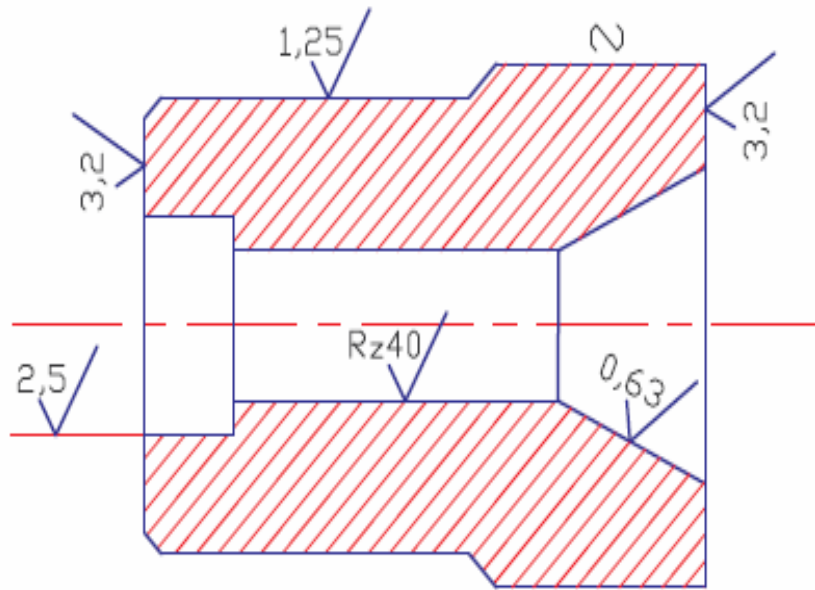
- Vị trí 2: Nguyên công gia công lần cuối



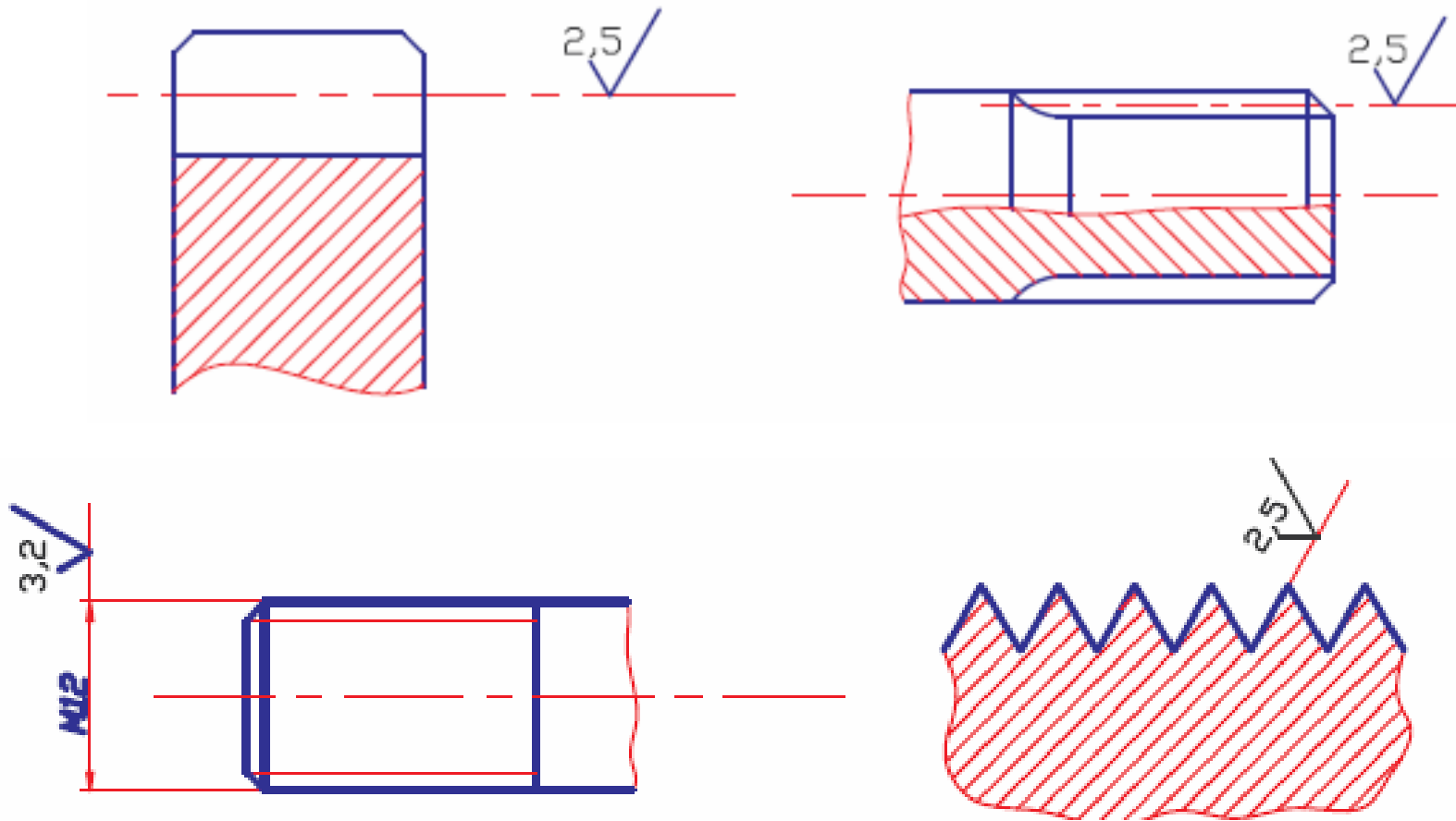
- Vị trí 3: Ghi chiều dài chuẩn khác với qui định tương ứng trong tiêu chuẩn TCVN 2511 - 95

- Vị trí 4: Hướng mấp mô bề mặt

Một số ví dụ



Một số ví dụ (tt)



Chương 4.

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

Mục đích:

Cung cấp những quy định về dung sai lắp ghép các chi tiết điển hình làm cơ sở lựa chọn các chi tiết điển hình phù hợp yêu cầu

Yêu cầu:

- Nắm vững các quy định của TCVN về dung sai lắp ghép các chi tiết điển hình
- Hiểu ký hiệu lắp ghép các chi tiết điển hình trên bản vẽ

1. DUNG SAI LẮP GHÉP REN

a. Dung sai ren hệ mét

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

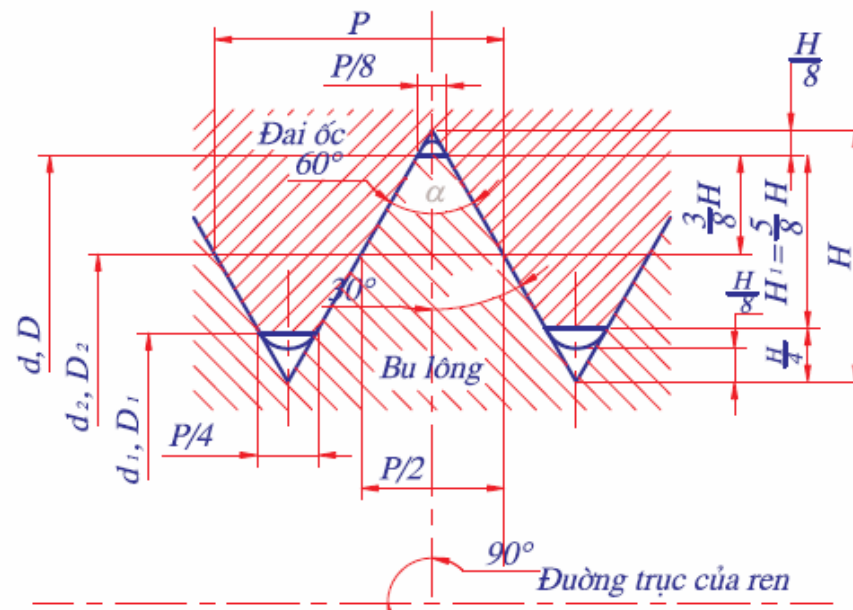
D_1 - đường kính trong của ren ngoài

P - bước ren

α - 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



b. Dung sai kích thước ren

Ảnh hưởng tới tính lắp lẫn của ren không chỉ có sai số kích thước đường kính mà còn cả sai số bước và góc profile. Ảnh hưởng của sai số bước và góc profile ren có thể được tính bằng lượng bồi thường đường kính cho:

- Sai số bước ren: $f_p = \Delta P_n \cdot \cotg \alpha / 2 = 1,732 \Delta P_n$
- Sai số nửa góc profile ren: $f_\alpha = 0,36 P_n \cdot \Delta \alpha / 2$
- ΔP_n – sai số tích lũy n bước ren, μm .
- $\Delta \alpha / 2$ – sai số nửa góc profile ren, phút.

b. Dung sai kích thước ren(tt)

Đường kính trung bình có tính đến sai số bước và profin ren là đường kính trung bình biểu kiến

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

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

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

c. Lắp ghép ren hệ Mét

Lắp ghép ren hệ mét cũng có chế độ lắp lỏng, chặt, trung gian. Trong phần này, ta chỉ nghiên cứu lắp ren lỏng như: kẹp chặt và truyền lực

Ví dụ

- Trên bản vẽ lắp

Trên bản vẽ lắp, ký hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số sau ký hiệu ren. Ví dụ: $M12 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$. Ký hiệu lần lượt là: ren hệ mét đường kính $d = 12\text{mm}$ 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:

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

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

d. Dung sai ren hình thang:

Ren hình thang dùng để truyền chuyển động tịnh tiến như vít me, bàn xe dao trong máy công cụ...

Kí hiệu lắp ghép ren hình thang tương tự như ren hệ mét:

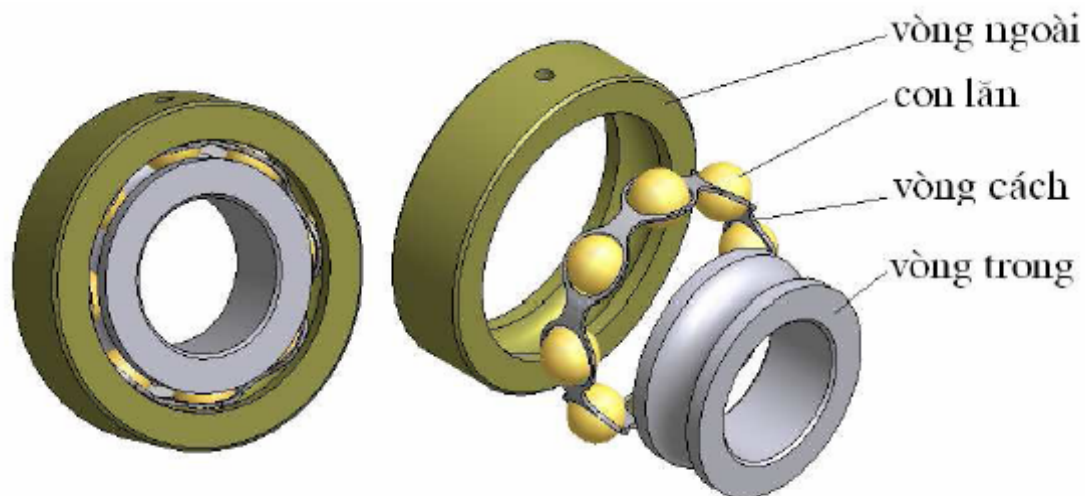
Tr20x4(P2)-8H/8c

Tr20x4(P2): ren hình thang có đường kính danh nghĩa 20mm, bước xoắn của ren 4mm, bước ren (P) là 2mm. 8H/8c: kí hiệu lắp ghép với miền dung sai ren trong là 8H, ren ngoài là 8c.

Nếu ren xoắn trái thì thêm chữ “LH” và sau kí hiệu ren: Tr20x4(P2)LH-8H/8e

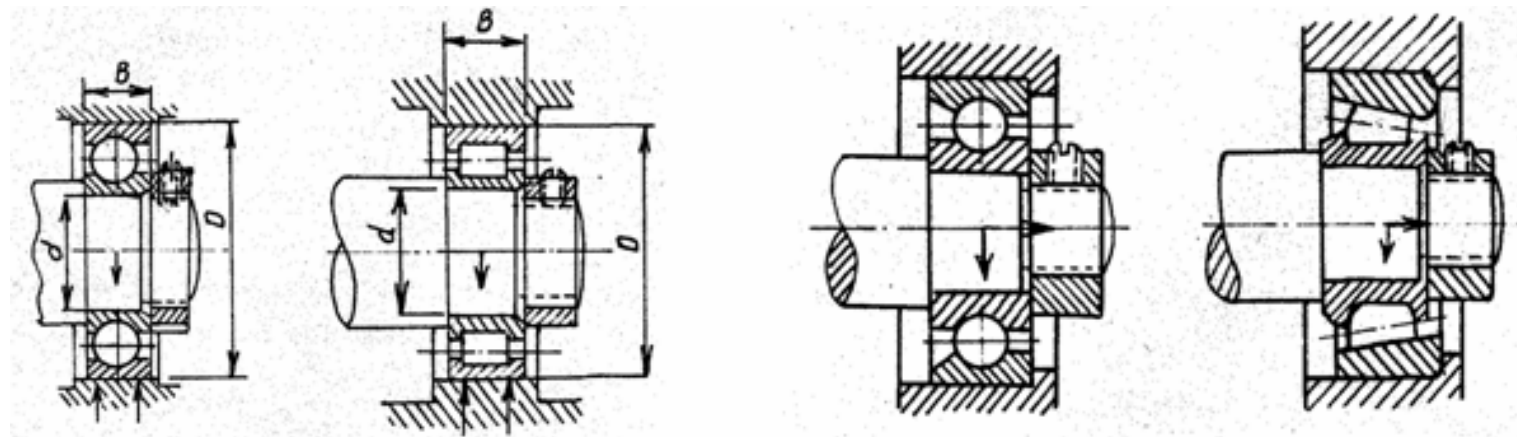
2 .DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP Ổ LĂN

a. Cấu tạo ổ lăn



b. Phân loại

Hình 4.3 – Cấu tạo ổ lăn



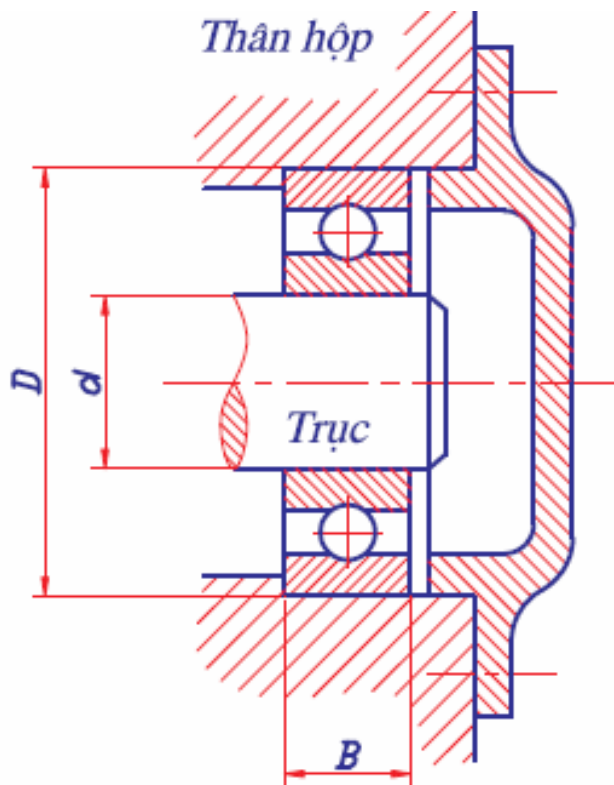
c. Cấp chính xác ổ lăn:

- Có 5 cấp chính xác, kí hiệu là P0, P6, P5, P4, P2 (cho phép dùng kí hiệu 0, 6, 5, 4, 2).
- Mức 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 lắp ổ lăn mà sử dụng các cấp chính xác khác nhau. Trong chế tạo máy thường dùng cấp chính xác 0, 6.
- Cấp chính xác chế tạo thường được ghi cùng với số hiệu của ổ

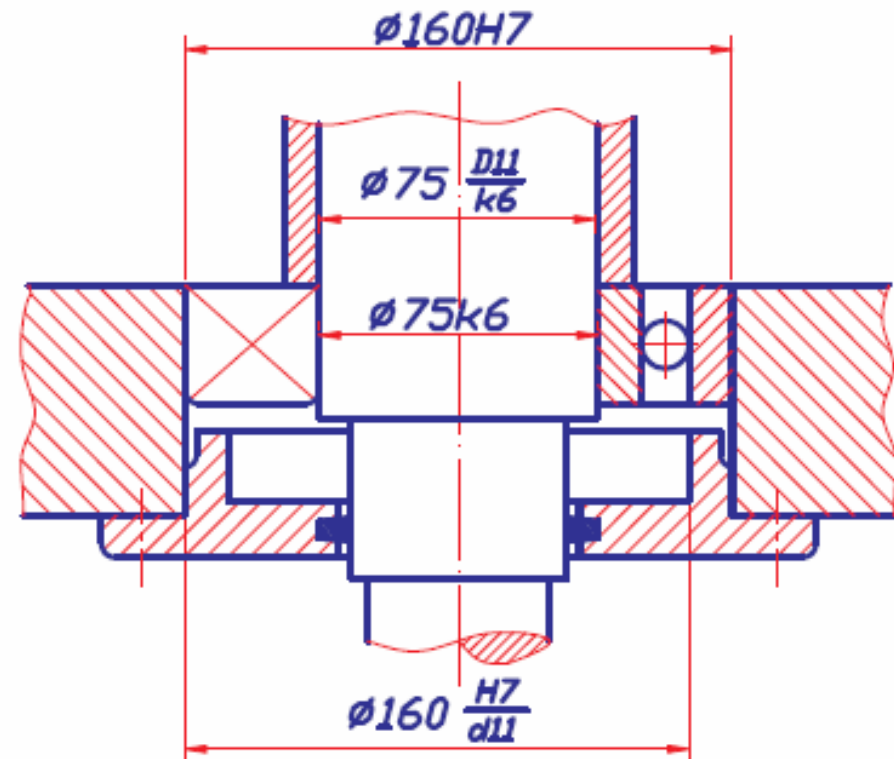
VD: - Ổ 6-205: CCX là 6, ổ 205
- Ổ 305: CCX là 0, ổ 305

d. Đặc tính lắp ổ lăn

- Vòng ngoài lắp theo hệ thống trục
- Vòng trong lắp theo hệ thống lỗ



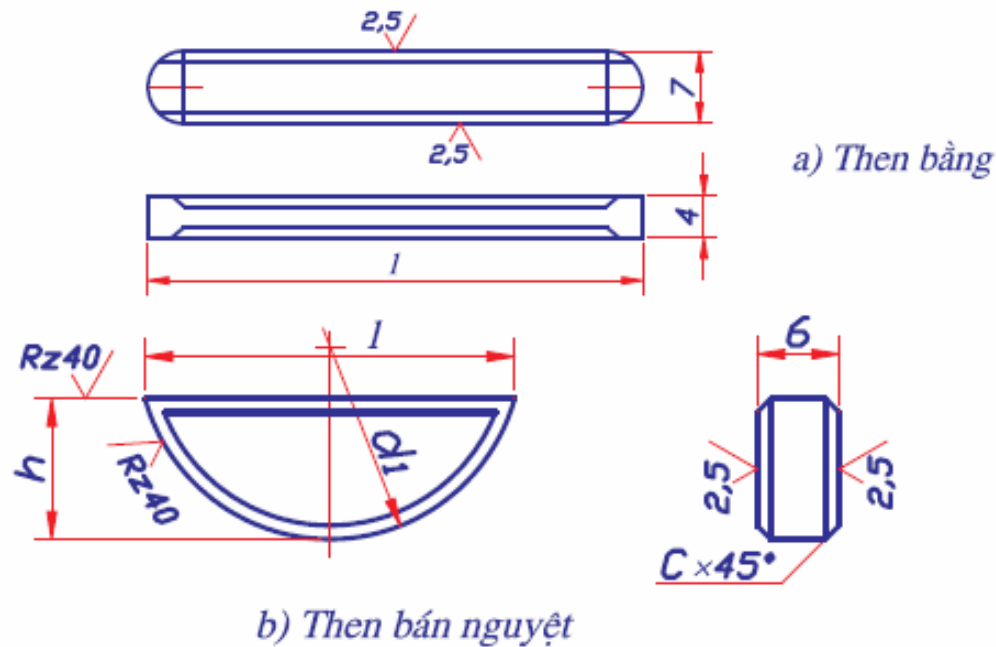
Hình 4.4 - Lắp ghép ổ lăn



Ví dụ ký hiệu ổ lăn trên bản vẽ

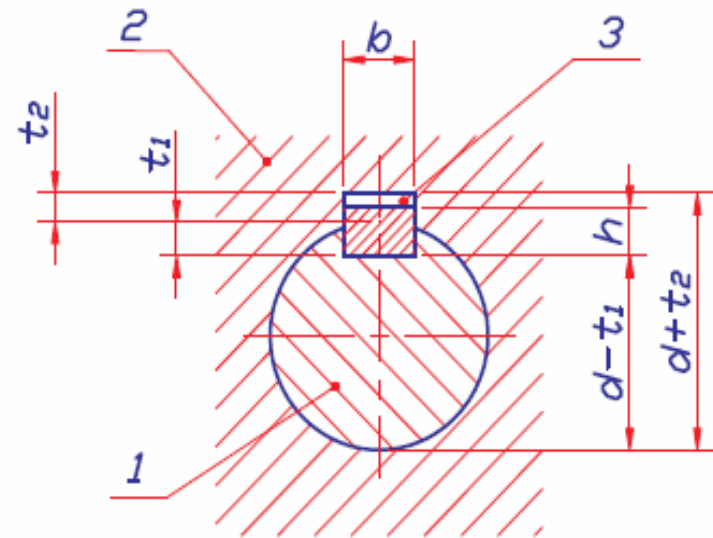
3. Dung sai lắp ghép then

a. Phân loại then:



b. Kích thước lắp ghép:

Kiểu lắp thông dụng dùng trong sản xuất hàng loạt lớn là then lắp với trục theo kiểu N9/h9 và với bạc theo Js9/h9. Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thì then lắp với trục theo kiểu P9/h9

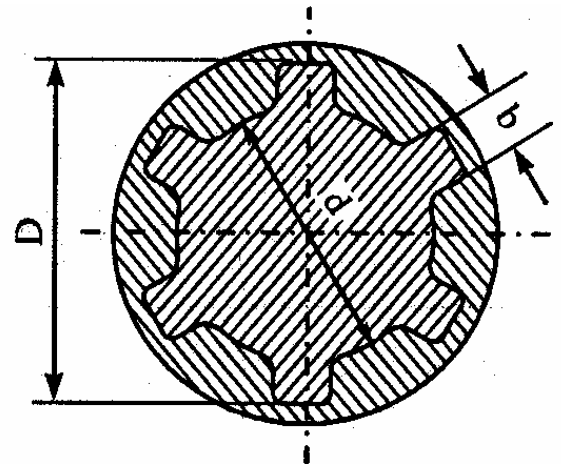


Hình 4.7

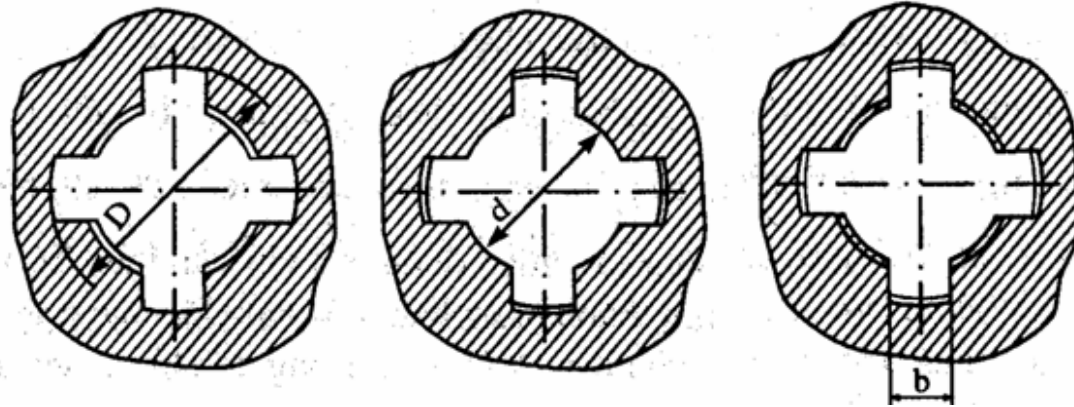
4. Dung sai lắp ghép then hoa

a. *Khái niệm về mối ghép then hoa*

. Khi cần truyền mômen xoắn lớn và yêu cầu độ đồng tâm cao giữa bạc và trục, người ta sử dụng mối ghép then hoa. Mối ghép then hoa có các dạng: răng chữ nhật, hình thang, thân khai... nhưng phổ biến nhất là dạng răng chữ nhật.



b. Dung sai lắp ghép then hoa dạng răng chữ nhật



Do vậy lắp ghép then hoa được thực hiện như sau:

- Lắp ghép theo yếu tố kích thước D và b khi làm đồng tâm theo D .
- Lắp ghép theo yếu tố kích thước d và b khi làm đồng tâm theo d .
- Lắp ghép theo yếu tố kích thước b khi làm đồng tâm theo b .

c. Ký hiệu mỗi ghép then hoa trên bản vẽ

Trên bản vẽ mỗi ghép then hoa được ký hiệu theo trình tự sau:

- Yếu tố định tâm và số then.
- Các kích thước danh nghĩa của d , D , b .
- Ký hiệu của các miền dung sai hoặc lắp ghép của d , D , b được đặt sau các kích thước tương ứng.

Ví dụ: $d-8 \times 36 \frac{H7}{e8} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$

Chương 5. CHUỖI KÍCH THƯỚC

Mục đích:

Cung cấp khái niệm về chuỗi kích thước và phương pháp giải chuỗi kích thước.

Yêu cầu:

Nắm được các khái niệm về chuỗi kt và giải được các bài toán về chuỗi kt cơ bản

1. Các khái niệm cơ bản:

a. Chuỗi kích thước:

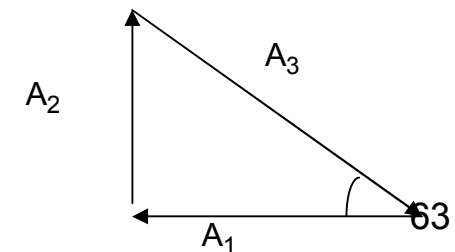
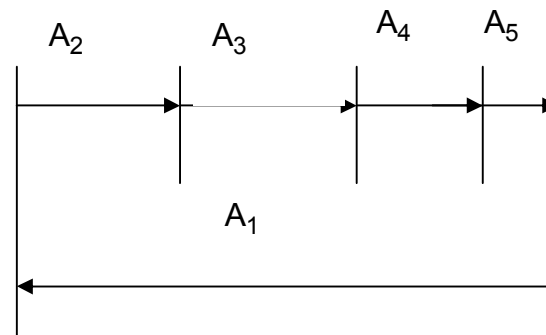
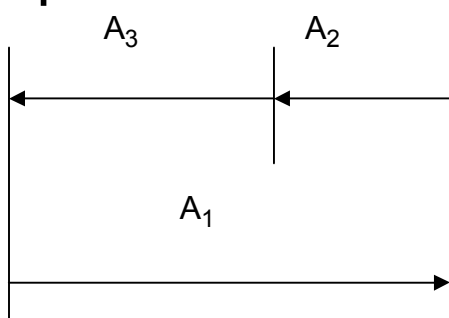
- Chuỗi kích thước là tập hợp các kích thước tạo thành vòng khép kín do các kích thước của một hoặc một số chi tiết lắp ghép với nhau tạo thành.

- Chuỗi kích thước có nhiều loại:

Theo kết cấu của chuỗi kích thước: chuỗi kích thước chi tiết và chuỗi kích thước lắp ghép.

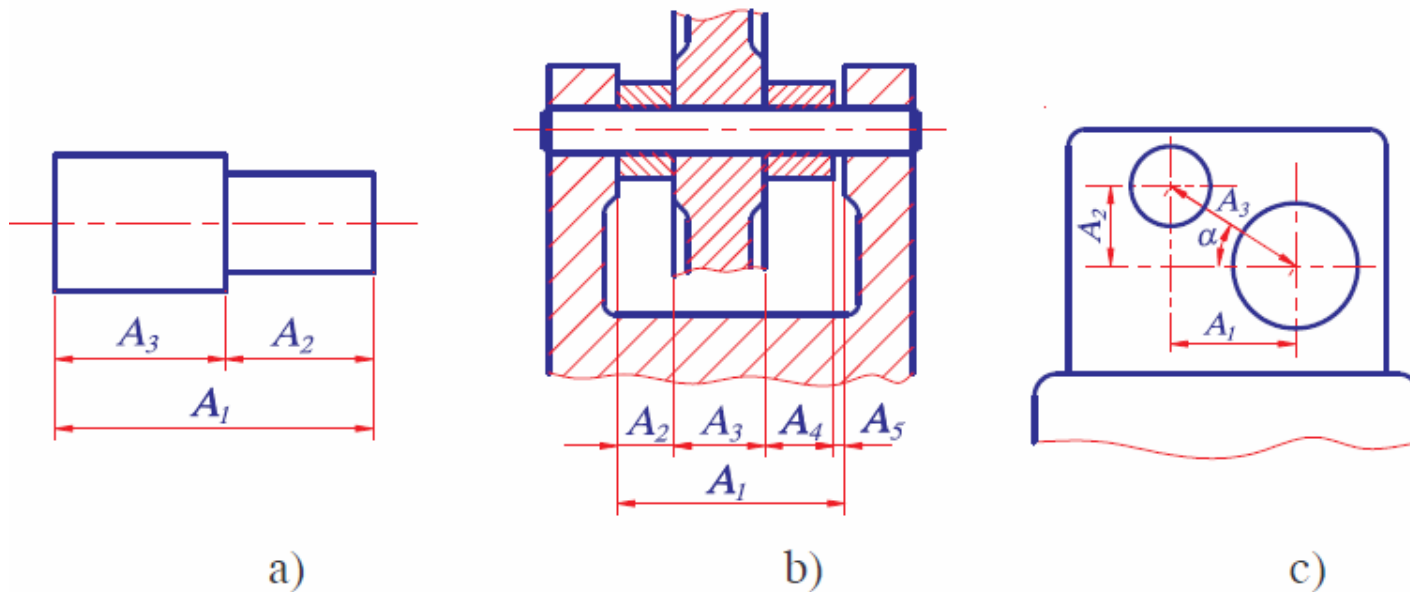
- Chuỗi kích thước chi tiết: các kích thước của chuỗi cùng thuộc về một chi tiết.

- Chuỗi kích thước lắp ghép: Các kích thước của chuỗi là kích thước của các chi tiết khác nhau trong một bộ phận máy



Theo vị trí tương quan giữa các kích thước: chuỗi kích thước thẳng, phẳng, không gian.

- Chuỗi kích thước thẳng: các kích thước trong chuỗi nằm song song nhau.
- Chuỗi kích thước phẳng: các kích thước của chuỗi nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song nhau, nhưng bản thân chúng không song song nhau.
- Chuỗi không gian: các kích thước của chuỗi không nằm trong những mặt phẳng song song nhau.



b. Khâu

Chuỗi kích thước do nhiều kích thước hợp thành. Mỗi kích thước trong chuỗi là một khâu.

Tùy theo tính chất của các kích thước trong chuỗi mà chia ra các loại khâu:

+ *Khâu thành phần*: kích thước của khâu thành phần do quá trình gia công quyết định, kích thước mỗi khâu không phụ thuộc lẫn nhau.

+ *Khâu khép kín*: kích thước khâu khép kín hoàn toàn được xác định bởi kích thước các khâu thành phần. Trong một chuỗi kích thước chỉ có một khâu khép kín.

Trong chuỗi kích thước chi tiết, để phân biệt khâu thành phần và khâu khép kín cần phải biết trình tự gia công các kích thước trong chuỗi ấy.

- Trong khâu thành phần còn chia ra:
 - Khâu thành phần tăng (khâu tăng)
 - Khâu thành phần giảm (khâu giảm)

2. Giải chuỗi kích thước

a. Giải bài toán thuận: Cho biết kích thước và sai lệch giới hạn các khâu thành phần, xác định kích thước và sai lệch giới hạn khâu khép kín

Kích thước giới hạn của khâu khép kín:

$$A_{\Sigma \max} = \sum_{i=1}^m A_{i \max} - \sum_{j=1}^n A_{j \min}$$

m: số khâu tăng

n: số khâu giảm

$$A_{\Sigma \min} = \sum_{i=1}^m A_{i \min} - \sum_{j=1}^n A_{j \max}$$

Dung sai và sai lệch của khâu khép kín:

$$T_{\Sigma} = A_{\Sigma\max} - A_{\Sigma\min} = \sum_{i=1}^{m+n} T_i$$

$$ES_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{j=1}^n ei_j$$

$$EI_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{j=1}^n es_j$$

Trong đó ES_i , EI_j và es_j , ei_j là sai lệch giới hạn trên và dưới của khâu tăng và khâu giảm.

Ví dụ 3

b. Bài toán nghịch: Cho biết khâu khép kín, xác định khâu thành phần.

- Giả thiết hay dùng nhất là coi các khâu thành phần có cùng một cấp chính xác, tức là có cùng hệ số cấp chính xác a_{tb} :

$$a_1 = a_2 = \dots = a_{m+n} = a_{tb}$$

- Như vậy dung sai của khâu bất kỳ sẽ là:

$$T_i = a_{tb} \cdot i_i .$$

$$a_{tb} = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^{m+n} i_i}$$

- Dựa vào cấp chính xác đã chọn và kích thước danh nghĩa ta tra sai lệch và dung sai cho các khâu.
 - Khâu tăng coi như lỗ cơ sở.
 - Khâu giảm coi như trục cơ sở.

Chỉ tra cho $(m+n-1)$ khâu còn để lại một khâu A_K để tính với mục đích là bù trừ cho sai số trong quá trình tính toán. Đến đây bài toán nghịch chỉ còn:

- Biết khâu khép kín (cho trước).
- Biết $(m+n-1)$ khâu thành phần (tra bảng).
- Tìm một khâu thành phần A_K . Như vậy chỉ còn một ẩn.

a. Nếu A_K là khâu tăng:

$$ES_K = ES_\Sigma - \sum_{i=1}^{m-1} ES_i + \sum_{j=1}^n ei_j$$

$$EI_K = EI_\Sigma - \sum_{i=1}^{m-1} EI_i + \sum_{j=1}^n es_j$$

Ví dụ 4

b. Nếu A_K là khâu giảm:

$$es_K = -EI_\Sigma + \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{j=1}^{n-1} es_j$$

$$ei_K = -ES_\Sigma + \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{j=1}^{n-1} ei_j$$

Dung sai của khâu A_K là:

$T_K = ES_K - EI_K$ đối với khâu tăng.

$T_K = es_K - ei_K$ đối với khâu giảm.

Phần 2. ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT

Chương 1. CƠ SỞ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT

Mục đích:

Cung cấp những kiến thức cơ bản về đo lường.

Yêu cầu:

- Hiểu vị trí, tầm quan trọng của đo lường.
- Hiểu cách phân loại dụng cụ đo và phương pháp đo.

I. Khái niệm về đo lường:

1. Đo lường:

Đo lường là một quá trình đánh giá định lượng đại lượng cần đo để có kết quả bằng số đo với đơn vị đo. Giả sử ta cần đo đại lượng X với đơn vị đo là X_0 , thì kết quả đo lường A_x là:

$$A_x = X/X_0$$

Ta được: $X = A_x \cdot X_0$

2. Đơn vị đo:

Đơn vị đo là một đại lượng mẫu được qui định dùng trong khi so sánh. Độ chính xác của kết quả đo phụ thuộc vào độ chính xác của đơn vị đo.

a. Đơn vị đo chiều dài.

Đơn vị đo chiều dài cơ bản là “mét”, đơn vị dẫn xuất thường dùng là mm và micro mét:

$$1\text{ mét} = 1000\text{mm}$$

$$1\text{mm} = 1000\mu\text{m}$$

Ngoài ra có thể dùng đơn vị “inhơ”:

$$1'' = 25,4\text{mm}$$

b. Đơn vị đo góc.

Đơn vị đo cơ bản là “độ”, ký hiệu là “°”

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

$$1^\circ = 60\text{ phút} = 60'$$

$$1' = 60\text{ giây} = 60''$$

3. Dụng cụ đo:

Dụng cụ đo có thể chia thành 2 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...

4. Phương pháp đo:

Dựa vào quan hệ đầu đo và mặt chi tiết: đo tiếp xúc và đo không tiếp xúc.

Dựa vào giá trị chỉ thị trên dụng cụ và giá trị đại lượng đo:

- Phương pháp đo tuyệt đối: giá trị đọc được trên dụng cụ đo chính là giá trị của đại lượng cần đo.*
- Phương pháp đo so sánh : khi đo người ta so sánh độ lớn của đại lượng cần đo với đại lượng mẫu...giá trị đọc được trên dụng cụ đo chỉ cho ta sai lệch của giá trị đại lượng đo với đại lượng mẫu.*

Chương 7. Một số dụng cụ đo phổ biến trong cơ khí

Mục đích:

Giới thiệu công dụng, cấu tạo và phương pháp sử dụng một số dụng cụ đo phổ biến

Yêu cầu:

Biết lựa chọn dụng cụ đo phù hợp

I. Thước không có du xích

Thước không có du xích dùng để đo các kích thước không cần chính xác, gồm có: thước cứng, thước lá, thước lá cuộn và thước dây.

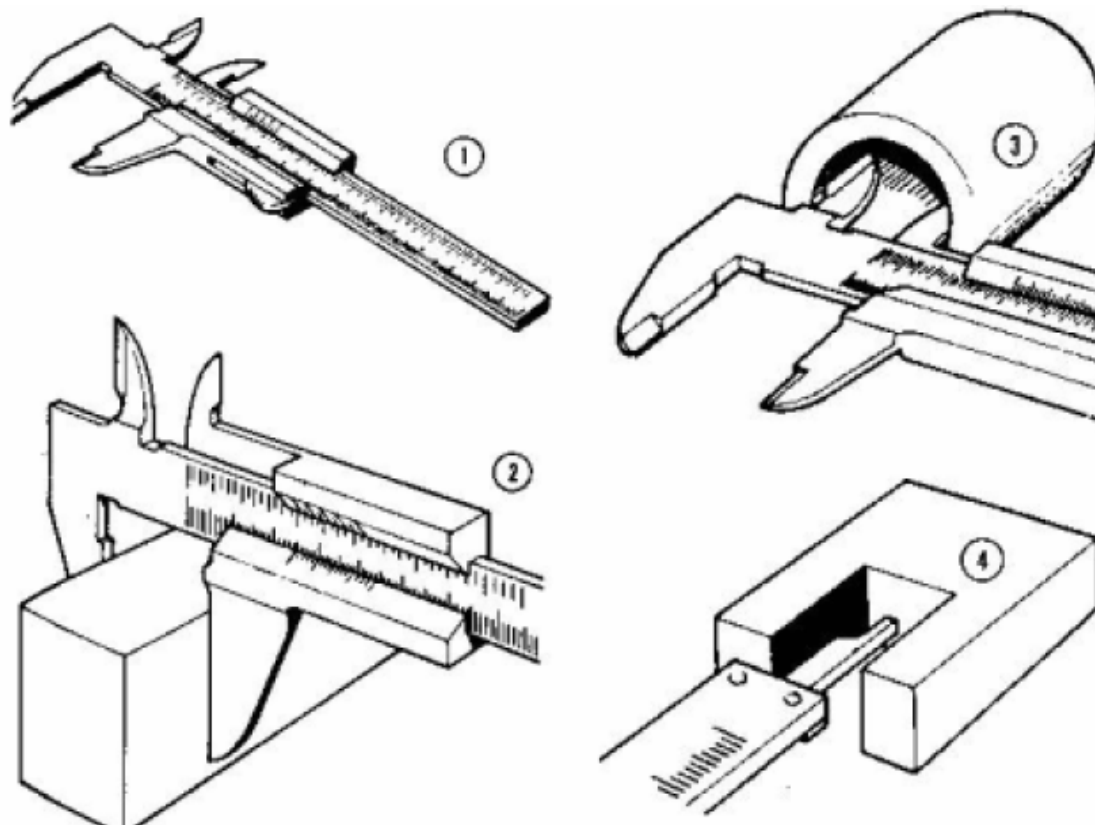
Thước cứng: dùng nhiều trong công việc lấy dấu.

Thước lá: dùng trong việc vạch dấu, cưa cắt phôi, dùng khi gia công thô, kiểm tra phôi...

Thước lá cuộn và thước dây ít dùng trong sản xuất cơ khí.

II. Thước có du xích:

1. Thước cặp:



1. Thước cặp có du xích
2. Đo kích thước bên ngoài

3. Đo kích thước bên trong
4. Đo chiều sâu

Hình 7.1. Cách dùng thước cặp có du xích

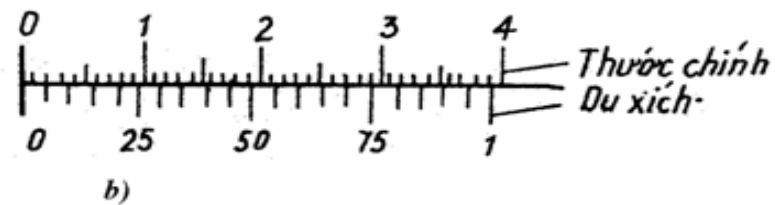
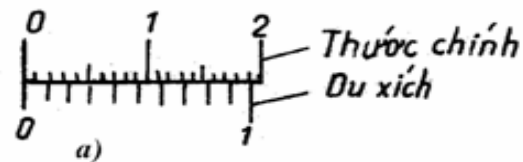
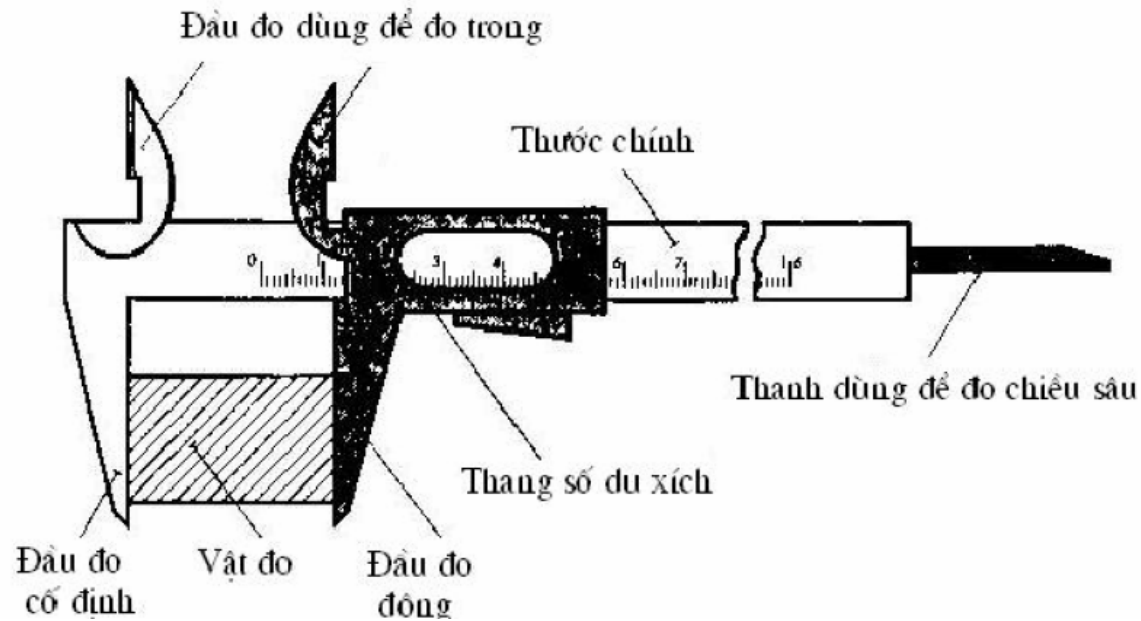
a. Công dụng:

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.

b. Cấu tạo



Hình 8.4 Du xích của thước cặp.

a. Thước 1/10; b. Thước 1/20; c. Thước 1/50.

c. Cách sử dụng:

Khi đo, xem vạch "0" của du xích của du xích ở vị trí nào của thước chính ta đọc được phần nguyên của kích thước trên thước chính.

Xem vạch nào của du xích trùng với vạch của thước chính ta được phần lẻ của kích thước theo vạch đó của du xích (tại vị trí trùng nhau).

Kích thước đo xác định theo biểu thức sau:

Trong đó :
$$L = m + k \frac{a}{n}$$

L- kích thước đo.

m- là số vạch của thước chính nằm phía trái vạch "0" của du xích.

k- là vạch của du xích trùng với vạch của thước chính.

a/n- là giá trị của thước.

Ví dụ: Trên hình 8.5

m: vạch số 35 trên thước chính

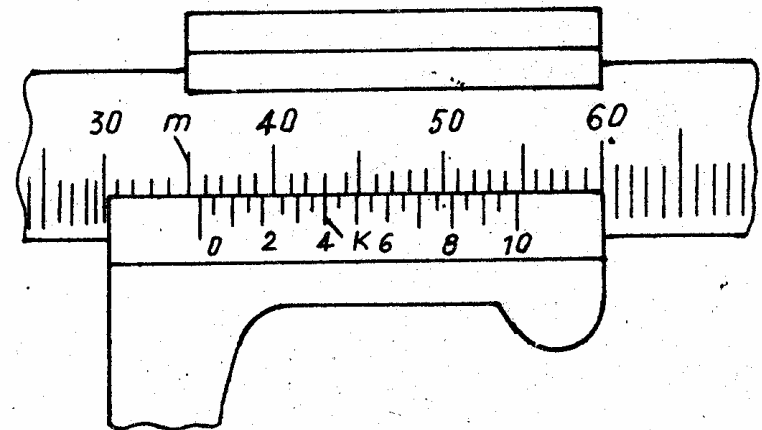
k: vạch thứ 8 trên du xích

a = 1mm

n = 20

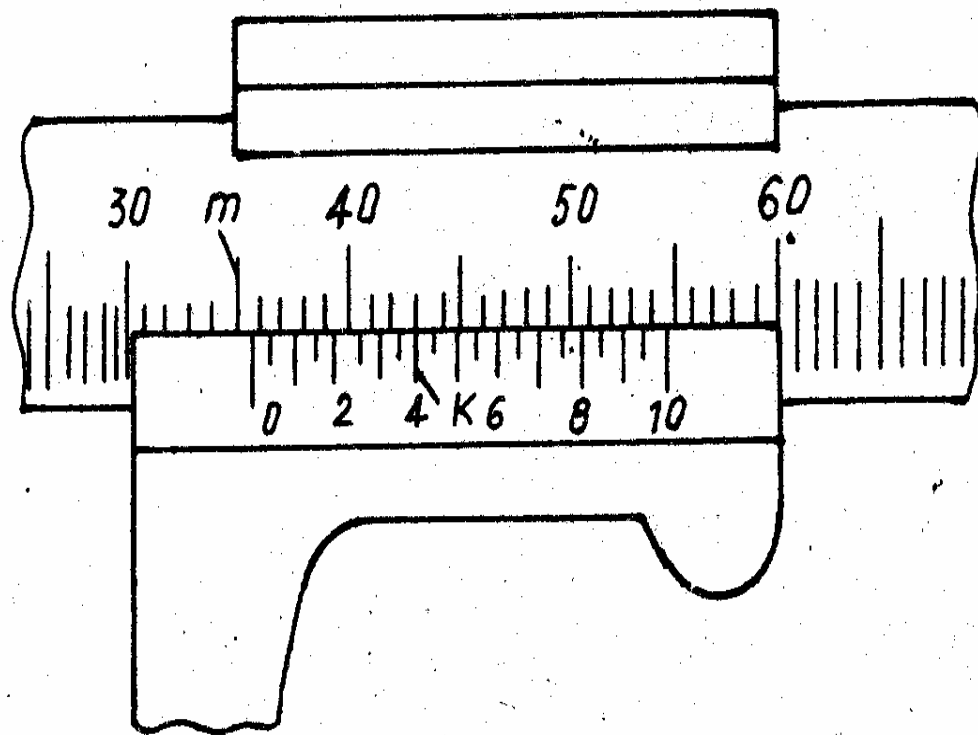
vậy kích thước đo được là:

$$L = m + k \frac{a}{n} = 35 + 8 \frac{1}{20} = 35.4mm$$

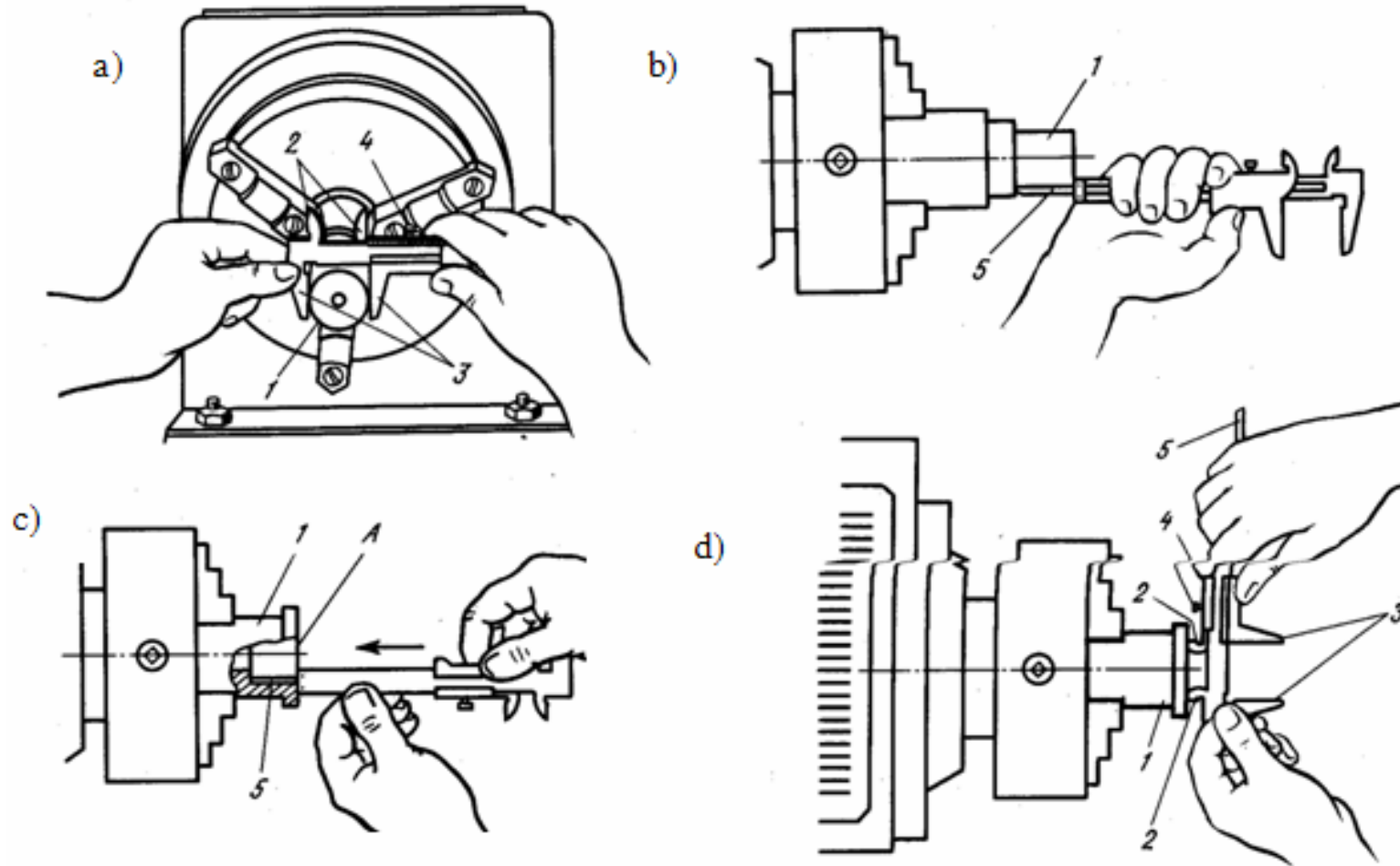


Đọc số trên thước thước cặp 1/20

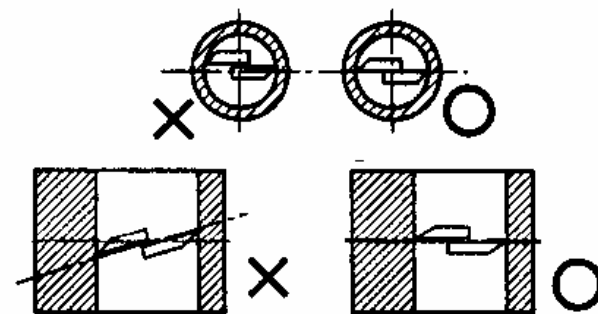
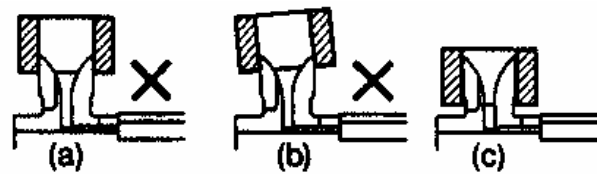
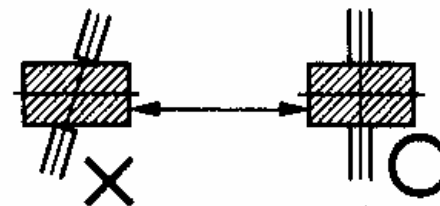
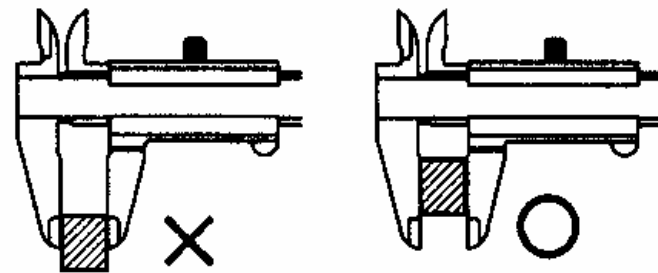
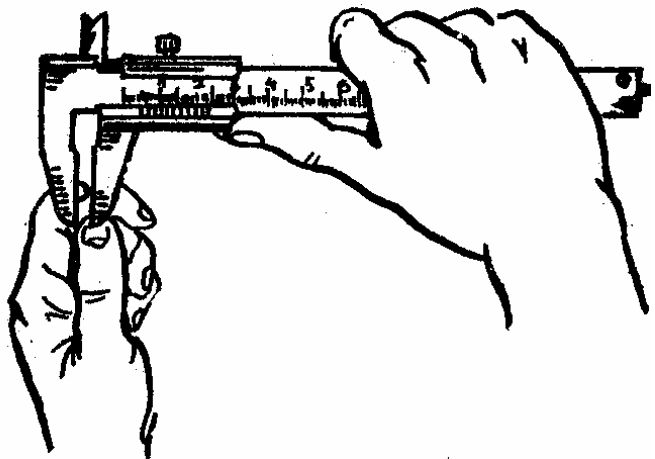
Để đọc nhanh chữ số thập phân thì ta quan sát vạch trùng trên du xích và đọc số tùy theo loại du xích. Ở ví dụ trên, thước cặp 0,05, vạch có khắc số 4 trùng thì ta đọc là 35,4mm. Nếu vạch liền kề trước vạch này là vạch trùng thì kết quả đọc số là 35,35mm.



d. Cách đo:



Sử dụng thước cặp trên máy tiện.
a. Đo ngoài; b,c. Đo sâu; d. Đo trong



Hình 8.12

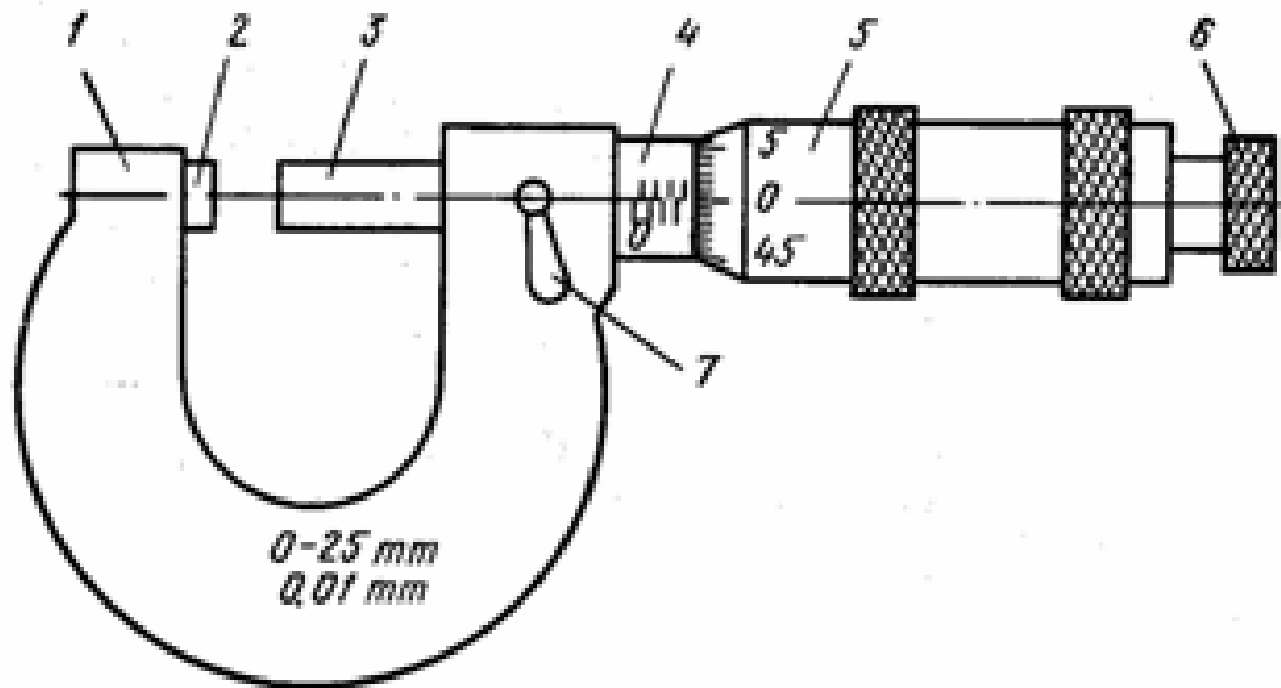
2. Panme

A. Panme đo ngoài

a. Công dụng và cấu tạo

Panme đo ngoài dùng để đo các kích thước : Chiều dài, chiều rộng, độ dày, đường kính ngoài của chi tiết.

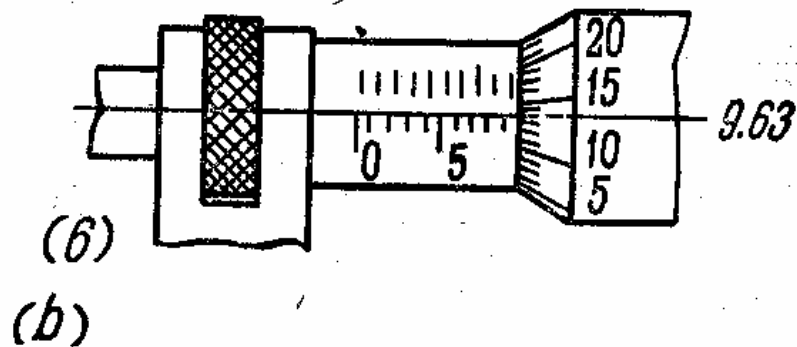
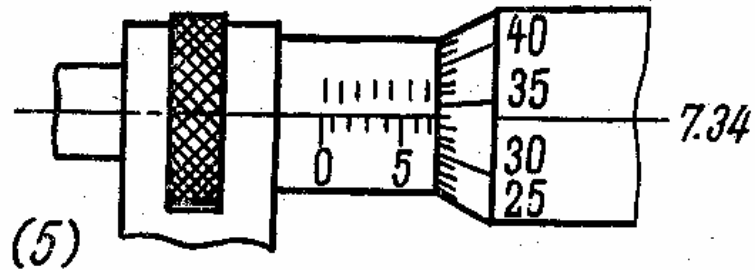
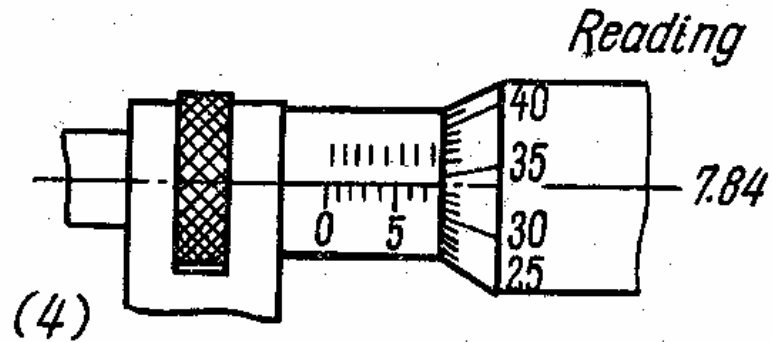
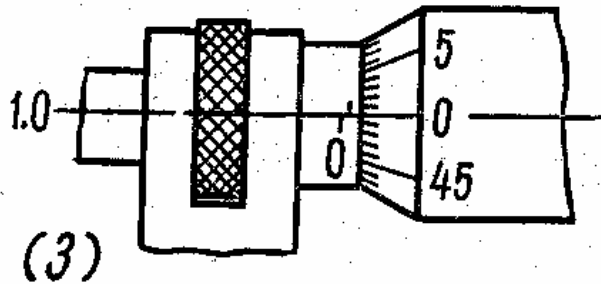
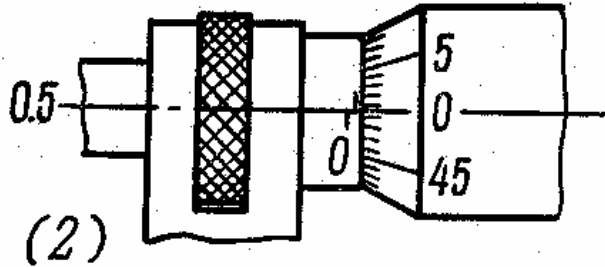
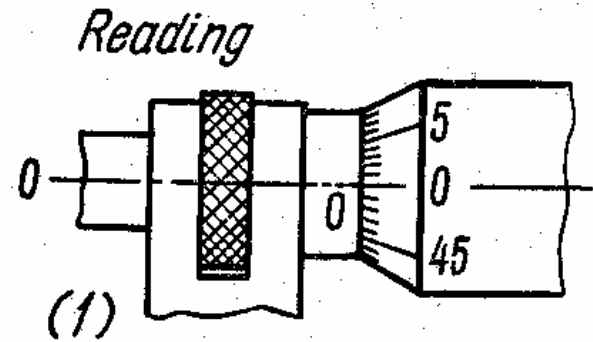
Panme đo ngoài có nhiều kích cỡ, giới hạn đo của từng loại là : 0-25; 25-50; 50-75; 75-100; 100-125; 125-150; 150-175; 175-200; 200-225; 225-250; 250-275; 275-300; 300-400; 400-500; 500-600 mm.



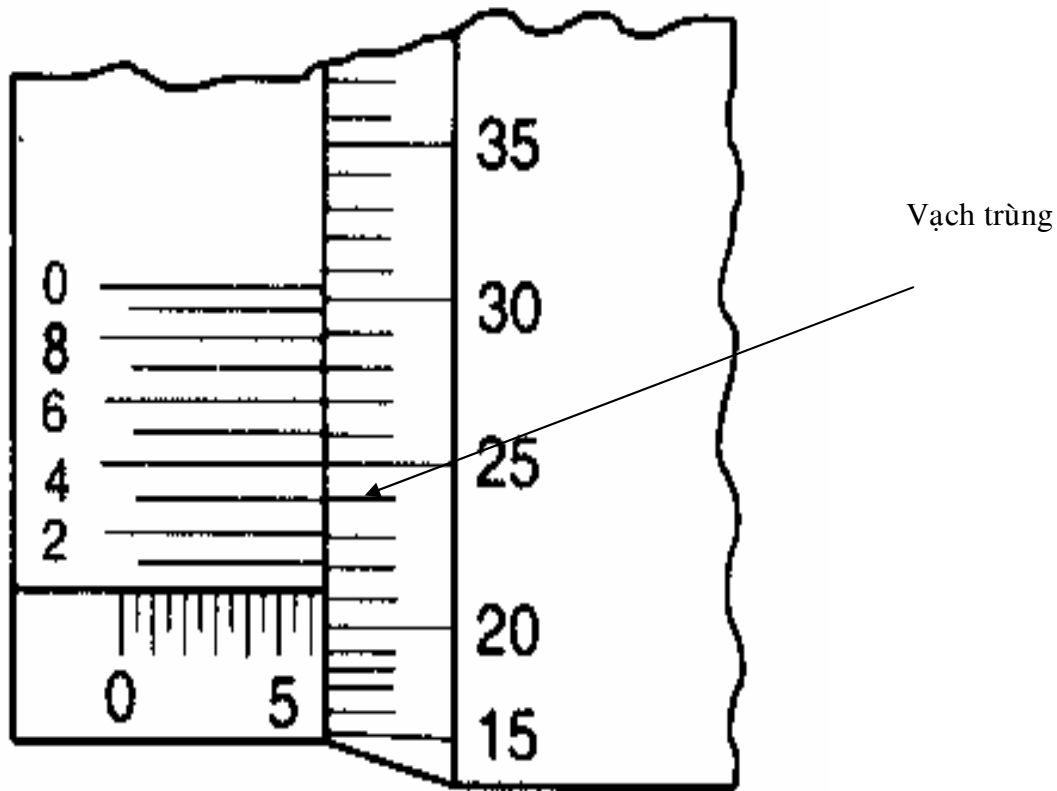
Hình 8.16 Pan me đo ngoài.

1. Thân 1; 2. Đầu đo cố định;
3. Đầu đo động; 4. Thước chính;
5. Tang quay (thước độ);
6. Núm cóc. 7. Chốt hãm.

b. Cách đọc số:

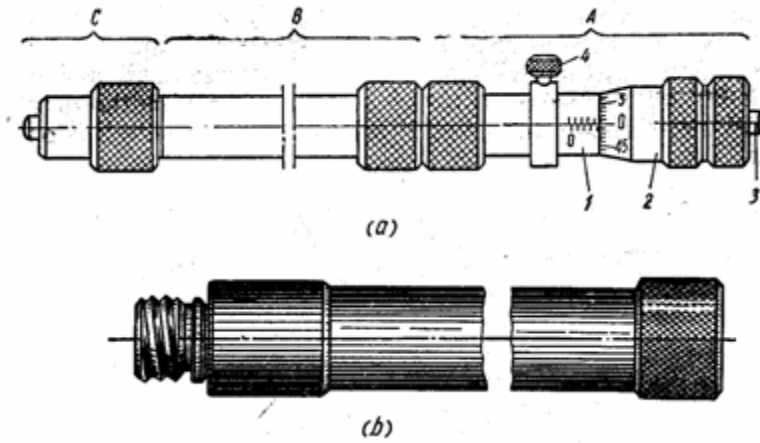
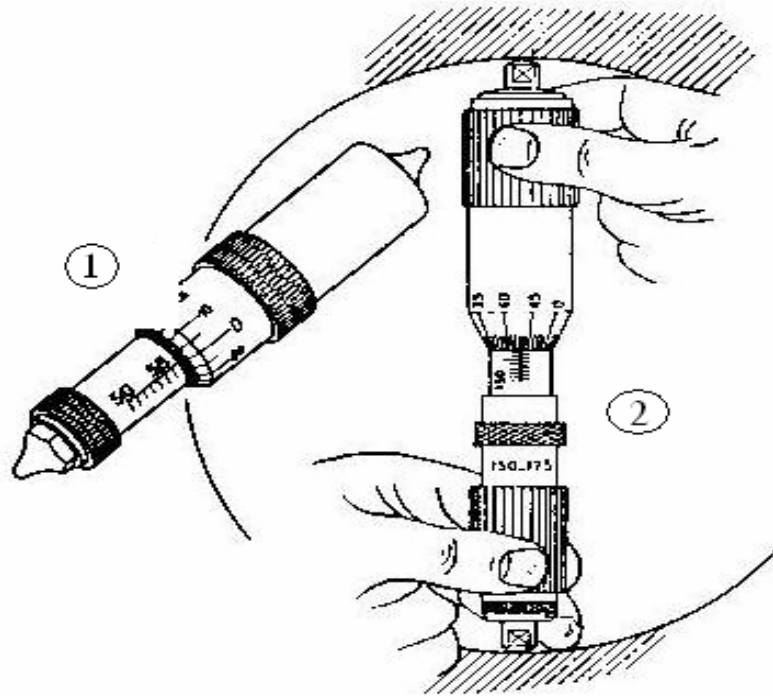


Cách đọc số trên panme đến 0,001mm

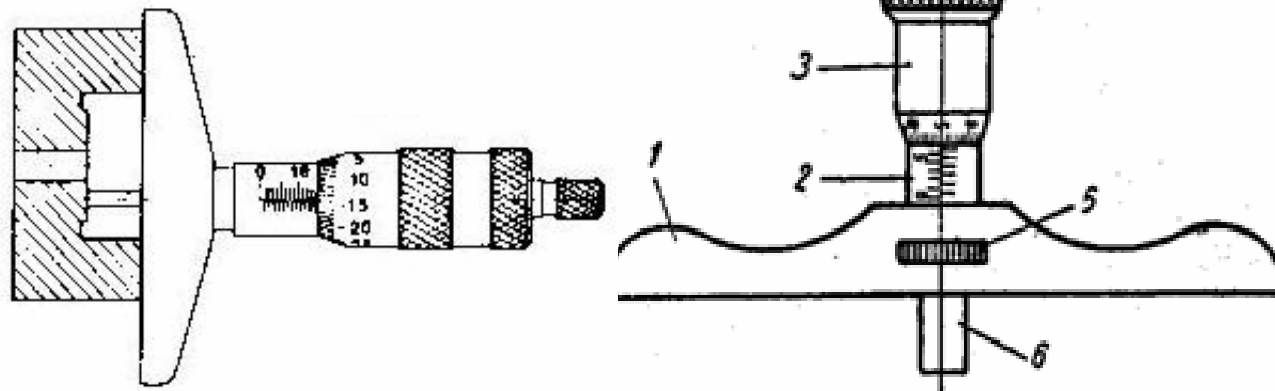


Kết quả đọc là 6,213mm.

B. Panme đo trong:



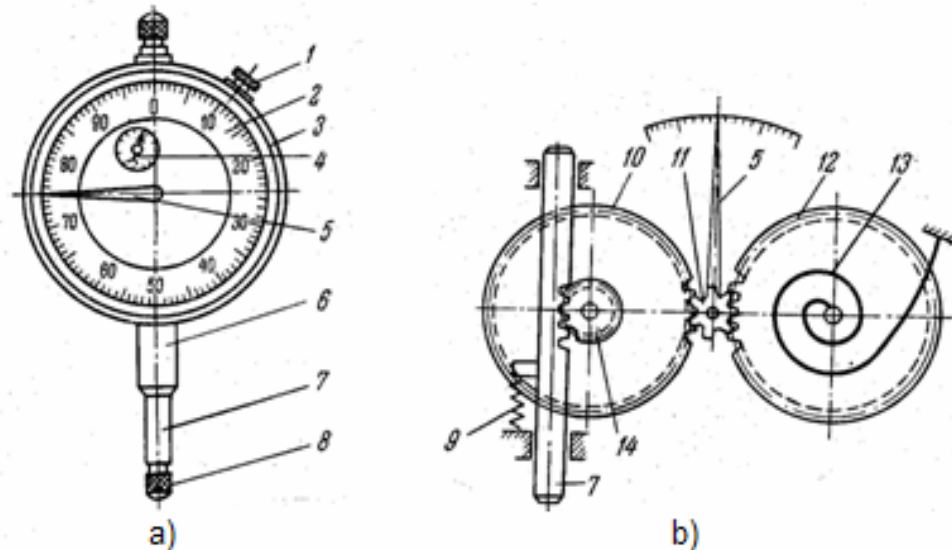
C. Panme đo sâu



3. Đồng hồ so

a. Công dụng và cấu tạo

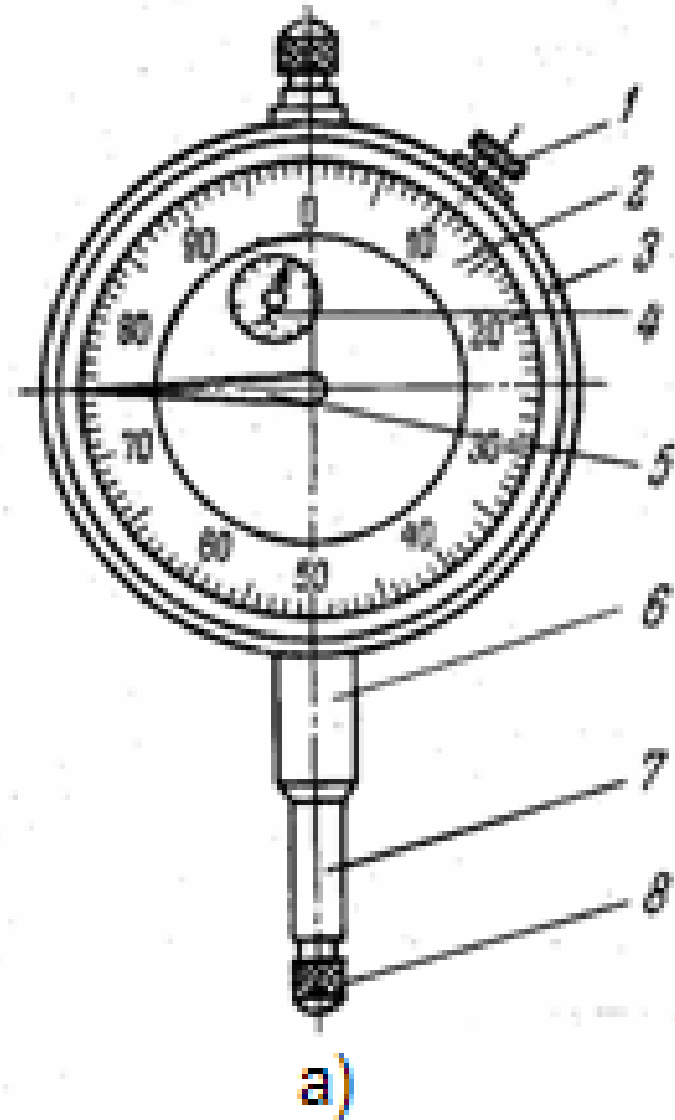
Đồng hồ so được dùng nhiều trong việc kiểm tra sai lệch hình dạng hình học của chi tiết gia công như độ côn, độ cong, độ ôvan... đồng thời kiểm tra vị trí tương đối giữa các chi tiết lắp ghép với nhau hoặc giữa các mặt trên chi tiết như độ song song, độ vuông góc, độ đảo, độ không đồng trục...



1. Vít hãm; 2. Mặt số; 3. Nắp; 4. Kim chỉ số vòng; 5. Kim; 6. Ống lót trục;
7. Thanh đo; 8. Đầu đo; 9, 13 : Lò xo; 10, 11, 12, 14 : Bánh răng.

Cấu tạo:

Mặt lớn của đồng hồ chia ra 100 vạch; thường giá trị một vạch bằng 0,01 mm nghĩa là khi thanh đo 7 dịch chuyển lên xuống một đoạn 0,01 mm thì kim lớn 5 quay hết 1 vòng (100 vạch) thì thanh đo 7 dịch chuyển 1 đoạn $L = 0,01 \times 100 = 1 \text{ mm}$, lúc đó kim nhỏ 4 quay đi 1 vạch. Vậy giá trị mỗi vạch trên mặt số nhỏ là 1mm.



4. Calíp

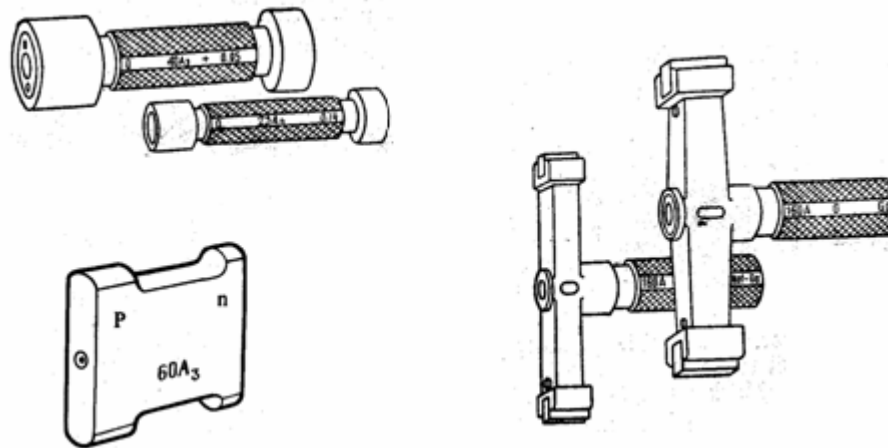
A. Calíp nút (calíp trực)

a. Công dụng cấu tạo

Calíp dùng để kiểm tra kích thước lỗ, của rãnh các chi tiết gia công khi sản xuất hàng loạt.

Cấu tạo của calíp gồm có thân 1 hai đầu đo: đầu qua 2 (*Go*) và đầu không qua 3 (*Not Go*). Đầu qua có chiều dài lớn hơn đầu không qua.

Theo TCVN, đầu qua kí hiệu là Q; đầu không qua kí hiệu là KQ.



b. Cách sử dụng và bảo quản:

Khi kiểm tra, ta đưa nhẹ nhàng các đầu đo calíp và lỗ chi tiết. Nếu đầu qua đi qua được lỗ, đầu không qua không đi qua được lỗ thì kích thước đạt yêu cầu.

Nếu đầu qua không đi qua được lỗ thì kích thước thực của chi tiết còn nhỏ hơn kích thước giới hạn nhỏ nhất cho phép.

Nếu đầu không qua đi qua được lỗ thì kích thước thực của chi tiết lớn hơn kích thước giới hạn lớn nhất cho phép.

Trong cả hai trường hợp trên, chi tiết đều không đạt yêu cầu.

Thí dụ: Cần kiểm tra kích thước lỗ $\Phi 40K6$ thì kích thước danh nghĩa của hai đầu đo của calíp xác định như sau:

Theo TCVN 2245-99 tra kích thước lỗ $\Phi 40K6$ có các sai lệch là $\Phi 40 \begin{matrix} +0,003 \\ -0,013 \end{matrix}$

Vậy kích thước danh nghĩa của đầu qua của calíp là : $\Phi 40$

$$d_Q = D_{\min} = 40 - 0,013 = 39,987 \text{ mm.}$$

Kích thước danh nghĩa của đầu không qua :

$$d_{KQ} = D_{\max} = 40 + 0,003 = 40,003 \text{ mm.}$$

Mỗi calíp chỉ dùng để kiểm tra một kích thước nhất định của loạt chi tiết. Không dùng loại calíp này để kiểm tra loạt kích thước khác được.

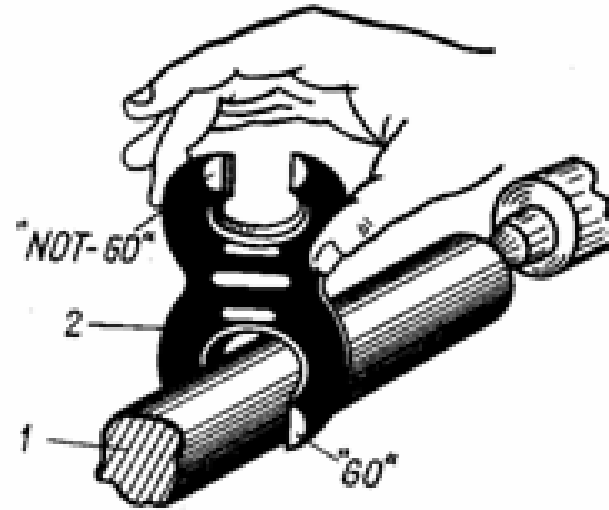
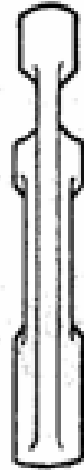
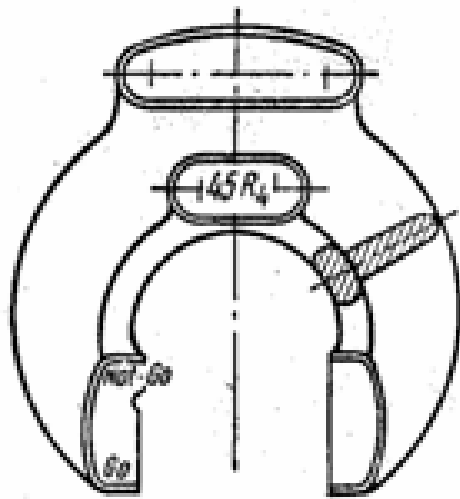
B. Calíp hàm

a. Công dụng, cấu tạo

Calíp hàm dùng kiểm tra kích thước của chi tiết trục trong sản xuất hàng loạt.

Cũng giống như calíp nút, calíp hàm cũng có thân và hai hàm đo, trong đó một hàm đo qua, một hàm không qua.

Hàm qua ký hiệu là Q ; Hàm không qua ký hiệu là KQ .



Thí dụ cần kiểm tra kích thước trục: $\Phi 45^{+0,012}_{-0,008}$

Kích thước danh nghĩa của hàm qua là :

$$D_Q = d_{\max} = 45 + 0,012 = 45,012 \text{ mm}$$

Kích thước danh nghĩa của hàm qua là :

$$D_{KQ} = d_{\min} = 45 - 0,008 = 44,992 \text{ mm.}$$