# Chương III
# SAI LỆCH HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ NHÁM BỀ MẶT

***Mục tiêu chương III:*** *Sau khi học xong chương này, các sinh viên có khả năng:*

*1. Phân biệt được các loại sai lệch hình dạng và sai lệch vị trí của chi tiết.*

*2. Đọc hiểu được ý nghĩa ký hiệu các loại sai lệch hình dạng và sai lệch vị trí cho trên bản vẽ chi tiết.*

*3. Chọn được loại sai lệch hình dạng, sai lệch vị trí và xác định được giá trị sai lệch phù hợp với điều kiện làm việc của chi tiết trong bộ phận máy hoặc máy.*

*4. Đọc hiểu được ý nghĩa ký hiệu sai lệch hình dạng, sai lệch vị trí ghi trên bản vẽ chi tiết.*

*5. Ghi được ký hiệu các loại sai lệch hình dạng và sai lệch vị trí đã chọn lên trên bản vẽ chi tiết.*

*6. Trình bày được khái niệm về nhám bề mặt và ảnh hưởng của nhám bề mặt đến chất lượng làm việc của chi tiết.*

*7. Đọc hiểu được ý nghĩa ký hiệu nhám bề mặt ghi trên bản vẽ chi tiết.*

*8. Chọn được mức độ nhám bề mặt phù hợp với điều kiện làm việc của chi tiết trong bộ phận máy hoặc máy.*

*9. Ghi được ký hiệu nhám bề mặt đã chọn lên trên bản vẽ chi tiết.*

Ảnh hưởng đến chất lượng làm việc của chi tiết máy ngoài yếu tố về kích thước còn có sai lệch hình dạng bề mặt, sai lệch vị trí tương quan giữa các bề mặt và nhám bề mặt của chi tiết, đặc biệt là các chi tiết có yêu cầu cao về độ chính xác kích thước, các chi tiết quan trọng trong bộ phận máy hoặc trong máy chính xác.

Vì vậy, để đảm bảo yêu cầu của các thông số chức năng của máy khi làm việc, trên bản vẽ chế tạo chi tiết không chỉ qui định dung sai kích thước mà còn cả dung sai hình dạng và vị trí bề mặt, nhám bề mặt.

## 3.1. SAI LỆCH HÌNH DẠNG VÀ SAI LỆCH VỊ TRÍ

Thuật ngữ và ký hiệu sai lệch hình dạng và sai lệch vị trí

| Loại sai lệch | Tên sai lệch | Ký hiệu |
|---|---|---|
| Sai lệch hình dạng | Độ thẳng | — |
| | Độ phẳng | ▱ |
| | Độ tròn | ○ |
| | Độ trụ | ⌭ |
| | Sai lệch prôphin mặt cắt dọc | = |
| Sai lệch vị trí bề mặt | Độ song song | // |
| | Độ vuông góc | ⊥ |
| | Độ đồng tâm | ◎ |
| | Độ đối xứng | ⌯ |
| | Độ giao nhau giữa các đường tâm | × |
| | Độ nghiêng | ∠ |
| | Sai lệch vị trí | ⌖ |
| Sai lệch tổng hình dạng và vị trí bề mặt | Độ đảo (hướng tâm, mặt đầu) | ↗ |
| | Độ đảo toàn phần (hướng tâm, mặt đầu) | ⌰ |
| | Sai lệch hình dạng của prôphin cho trước | ⌒ |
| | Sai lệch hình dạng của bề mặt cho trước | ⌓ |

Các định nghĩa cần thiết:

– Bề mặt danh nghĩa là bề mặt lý tưởng có dạng danh nghĩa, không có sai lệch nào.

– Bề mặt thực là bề mặt giới hạn của vật thể và ngăn cách nó với môi trường xung quanh.

– Bề mặt áp là bề mặt có dạng danh nghĩa, tiếp xúc với bề mặt thực của chi tiết sao cho khoảng cách từ nó đến điểm xa nhất của bề mặt thực trong giới hạn của phần chuẩn là nhỏ nhất.

### 3.1.1. Sai lệch hình dạng bề mặt

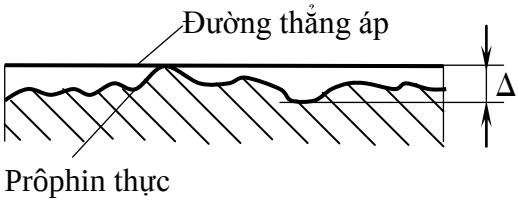
Sai lệch hình dạng bề mặt là sự không phù hợp giữa bề mặt thực (hoặc prôphin thực) so với bề mặt danh nghĩa (hoặc prôphin danh nghĩa) và có giá trị bằng khoảng cách lớn nhất từ bề mặt thực (hoặc prôphin thực) đến bề mặt áp (hoặc prôphin áp) lấy theo phương pháp tuyến của bề mặt áp (hoặc prôphin áp).

Dưới đây trình bày một số loại sai lệch hình dạng của bề mặt.

***1. Đối với mặt phẳng***

**a. Độ thẳng** (Ký hiệu ⏤)

Độ thẳng trong mặt phẳng là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của prôphin thực đến đường thẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.1).




***Hình 3.1:*** *Sai lệch độ thẳng*

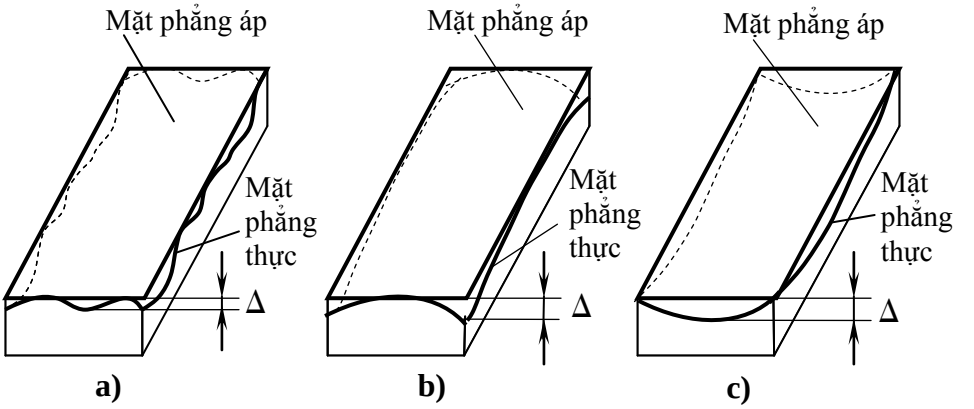
**b. Độ phẳng** (Ký hiệu ▱)

Độ phẳng là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực đến mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.2a).

Các dạng sai lệch thành phần của độ phẳng là:

– Độ lồi là sai lệch mà giá trị giảm dần từ mép vào giữa (hình 3.2b).

– Độ lõm là sai lệch mà giá trị tăng dần từ mép vào giữa (hình 3.2c).




***Hình 3.2:*** *Sai lệch độ phẳng*

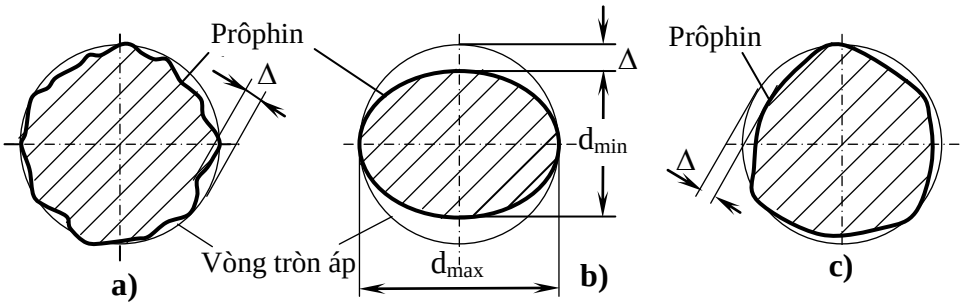
***2. Đối với mặt trụ***

**a. Độ tròn** (Ký hiệu ○) là khoảng cách lớn nhất từ các điểm của prôphin thực đến vòng tròn áp (hình 3.3a). Các dạng sai lệch thành phần của độ tròn là:

– *Độ ôvan* là sai lệch mà prôphin thực là hình ôvan có đường kính lớn nhất và nhỏ nhất nằm trên hai phương vuông góc với nhau (hình 3.3b). Trị số độ ôvan được xác định bằng hiệu giữa đường kính lớn nhất và nhỏ nhất của mặt cắt ngang, nghĩa là bằng hai lần trị số của độ không tròn:

$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} \qquad (3.1)$$

– *Độ phân cạnh* là sai lệch mà prôphin thực là hình nhiều cạnh (hình 3.3c)




***Hình 3.3:*** *Sai lệch độ tròn*

**b. Độ trụ** (Ký hiệu ⌭) là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực đến mặt trụ áp trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.4a).

Các dạng sai lệch thành phần của độ trụ là:

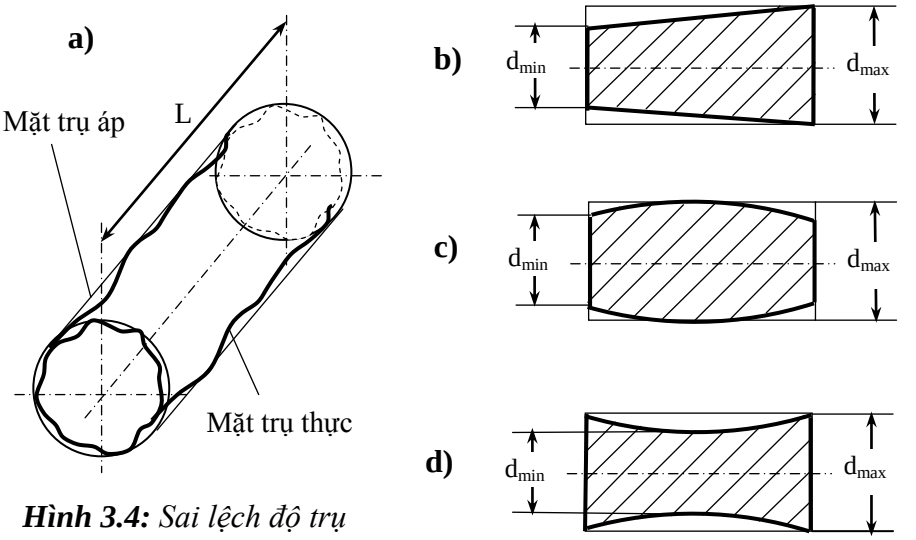
– Độ côn là sai lệch của prôphin mặt cắt dọc mà các đường sinh là đường thẳng nhưng không song song với nhau (hình 3.4b).

– Độ phình:là sai lệch của prôphin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và đường kính tăng từ mép đến giữa mặt cắt (hình 3.4c).

– Độ thắt là sai lệch của prôphin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và đường kính giảm từ mép đến giữa mặt cắt (hình 3.4d).

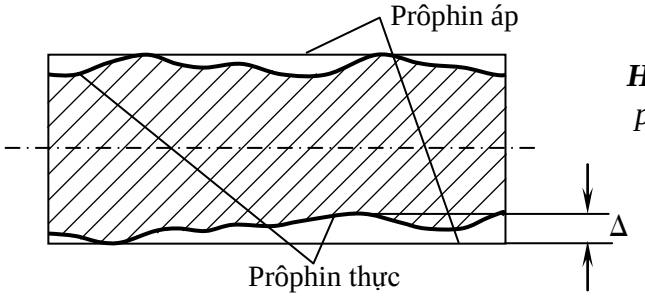
Trị số của độ côn, độ phình, độ thắt được xác định theo công thức:

$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} \qquad (3.2)$$




***Hình 3.4:*** *Sai lệch độ trụ*

**c. Sai lệch prôphin mặt cắt dọc** (Ký hiệu ⌓) là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm trên đường sinh của bề mặt thực, nằm trong mặt phẳng đi qua trục của nó đến phía tương ứng của prôphin áp trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.5).




***Hình 3.5:*** *Sai lệch prôphin mặt cắt dọc*

### 3.1.2. Sai lệch vị trí bề mặt

Sai lệch vị trí là sai lệch giữa vị trí thực của yếu tố khảo sát (bề mặt, đường tâm hoặc mặt phẳng đối xứng) so với vị trí danh nghĩa.

Vị trí danh nghĩa của yếu tố khảo sát được xác định bởi kích thước dài hoặc kích thước góc từ yếu tố khảo sát tới yếu tố chuẩn. Chuẩn có thể là mặt phẳng, đường tâm (với bề mặt trụ, mặt côn, ren …) hoặc điểm (như đỉnh của mặt côn, tâm của mặt cầu).

Dung sai vị trí là giá trị giới hạn sai lệch cho phép về vị trí bề mặt. Để đảm bảo cho việc qui định dung sai vị trí một cách đúng đắn trong quá trình thiết kế, chế tạo và kiểm tra sản phẩm, người ta đưa ra khái niệm *dung sai vị trí phụ thuộc* và *dung sai vị trí không phụ thuộc*.

*Dung sai vị trí không phụ thuộc* có trị số không đổi trong cả loạt chi tiết được chế tạo theo bản vẽ đã cho và không phụ thuộc vào kích thước thực của yếu tố chuẩn.

*Dung sai vị trí phụ thuộc* có trị số thay đổi đối với các chi tiết khác nhau trong cả loạt và phụ thuộc vào kích thước thực của yếu tố chuẩn.

Để ký hiệu dung sai vị trí phụ thuộc, sau trị số dung sai có ghi thêm chữ M trong vòng tròn: Ⓜ

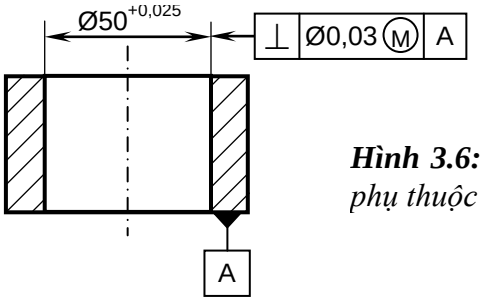
Giá trị toàn phần của dung sai vị trí phụ thuộc đối với một chi tiết nào đó trong loạt $T_{pt}$ được tính như sau:

$$T_{pt} = T_{min} + T_{bs} \qquad (3.3)$$

$T_{min}$ – giá trị nhỏ nhất của dung sai vị trí phụ thuộc. Nó được cho trên bản vẽ và là thành phần không đổi trong cả loạt chi tiết.

$T_{bs}$ – giá trị bổ sung của dung sai vị trí phụ thuộc. Nó tùy thuộc vào kích thước thực của bề mặt khảo sát.

Ví dụ: Hình 3.6 biểu thị yêu cầu dung sai phụ thuộc về độ vuông góc giữa đường tâm lỗ với mặt đầu A.

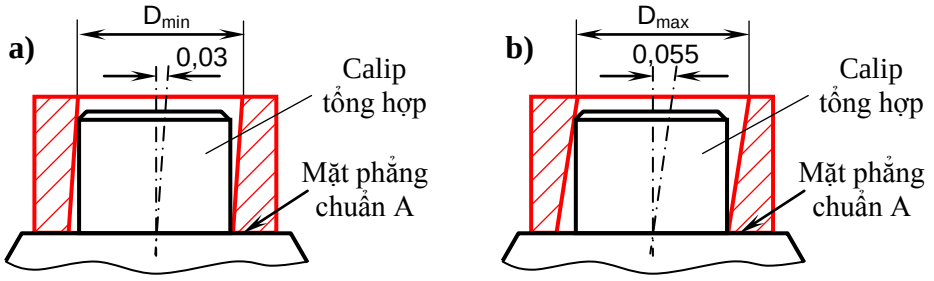



***Hình 3.6:*** *Ký hiệu dung sai phụ thuộc trên bản vẽ*

Giá trị $T_{min}$ = 0,03 không đổi còn $T_{bs}$ thay đổi tùy thuộc vào kích thước thực của lỗ Ø50.

Nếu kích thước thực của lỗ đạt giá trị nhỏ nhất $D_{min}$ = Ø50 thì độ không vuông góc lớn nhất cho phép chỉ là 0,03 theo mọi hướng mới đảm bảo yêu cầu của lắp ghép; nghĩa là $T_{pt} = T_{min}$ = 0,03 còn $T_{bs}$ = 0 (hình 3.7a).

Tuy nhiên, nếu kích thước thực của lỗ đạt giá trị lớn nhất $D_{max}$ = Ø50,025 thì cho phép tăng độ không vuông góc lớn nhất thành $T_{pt} = T_{min} + T_{bs} = T_{min} + T_D$ = 0,03 + 0,025 = 0,055. Mặc dầu độ không vuông góc tăng lên như vậy nhưng khi lắp ráp vào chi tiết khác hoặc khi kiểm tra bằng calip tổng hợp vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật (hình 3.7b).




***Hình 3.7:*** *Dung sai phụ thuộc về độ vuông góc*

Như vậy, tùy theo kích thước thực của lỗ mà giá trị toàn phần của dung sai vị trí phụ thuộc có thể thay đổi từ 0,03 ÷ 0,055. Do đó sử dụng dung sai vị trí phụ thuộc có tính kinh tế hơn dung sai vị trí không phụ thuộc vì cho phép dung sai được mở rộng, dễ gia công hơn.

Với bề mặt lỗ (bề mặt bao), dung sai phụ thuộc nhỏ nhất $T_{min}$ tính cho trường hợp lỗ nhỏ nhất $D_{min}$, còn với bề mặt trục (bề mặt bị bao) $T_{min}$ tính cho trường hợp trục lớn nhất $d_{max}$.

Khi kiểm tra sai lệch có dung sai vị trí phụ thuộc, phải dùng calip để đo bằng phương pháp đo tổng hợp, còn kiểm tra sai lệch có dung sai vị trí không phụ thuộc phải dùng dụng cụ đo để đo bằng phương pháp đo yếu tố.

Các loại sai lệch vị trí bề mặt gồm có:

***1. Độ song song*** (Kí hiệu //)

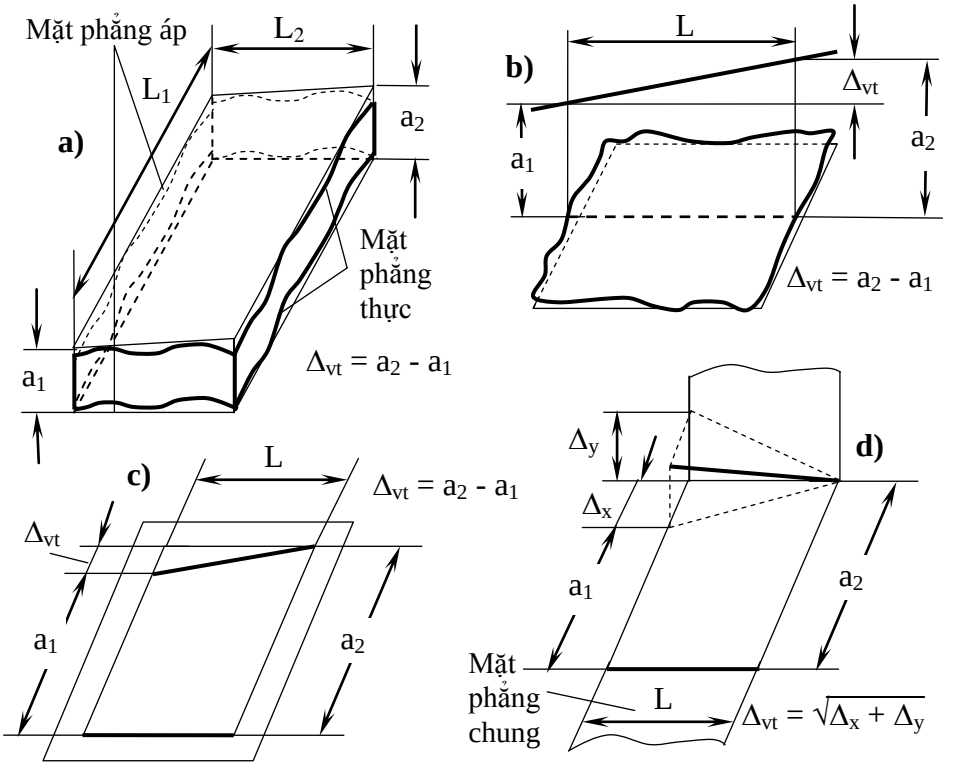
Độ song song có các trường hợp sau:

– Độ song song giữa các mặt phẳng là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất $\Delta_{vt}$ giữa các mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.8a).

– Độ song song giữa đường tâm (hoặc đường thẳng) và mặt phẳng là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất $\Delta_{vt}$ giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) và mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.8b).

– Độ song song giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) trong mặt phẳng là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất $\Delta_{vt}$ giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.8c).

– Độ song song giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) trong không gian là tổng hình học $\Delta_{vt}$ các sai lệch về độ song song các hình chiếu của đường tâm (hoặc đường thẳng) lên hai mặt phẳng vuông góc (một trong hai mặt phẳng này là mặt phẳng chung của đường thăng) (hình 3.8d). Mặt phẳng chung của các đường trong không gian là mặt phẳng đi qua một đường thẳng và một điểm của đường thẳng khác.



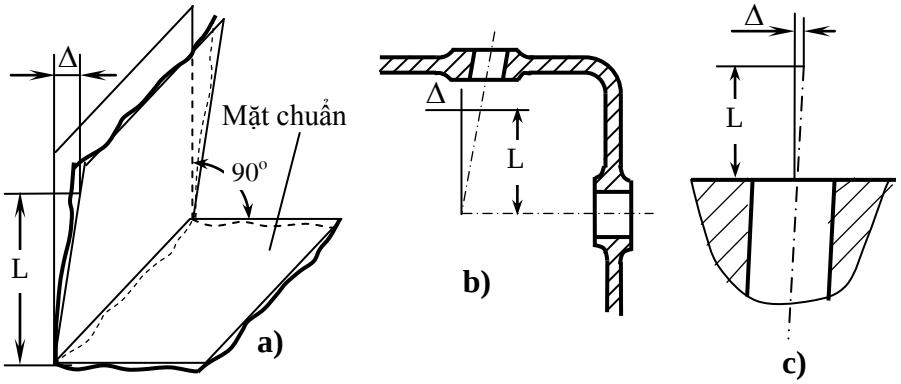

***Hình 3.8:*** *Sai lệch độ song song*

***2. Độ vuông góc*** (Kí hiệu ⊥): có các trường hợp sau

– Giữa các mặt phẳng là sai lệch góc giữa các mặt phẳng so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn L (hình 3.9a).

– Giữa các đường tâm (đường thẳng) là sai lệch góc giữa các đường tâm (đường thẳng) so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn L (hình 3.9b)

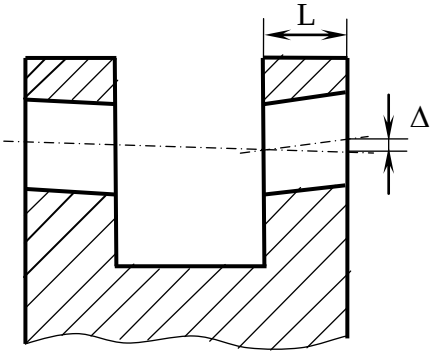
– Giữa đường tâm (đường thẳng) với mặt phẳng là sai lệch góc giữa đường tâm (đường thẳng) và mặt phẳng chuẩn so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn L và đường xác định trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng chuẩn và đi qua đường tâm (đường thẳng) khảo sát (hình 3.9c).



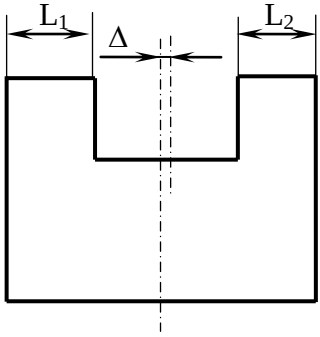

***Hình 3.9:*** *Sai lệch độ vuông góc*

***3. Độ đồng tâm*** (Ký hiệu ◎)

Độ đồng tâm là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm của bề mặt được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài của phần chuẩn L (hình 3.10).




***Hình 3.10:*** *Sai lệch độ đồng tâm*



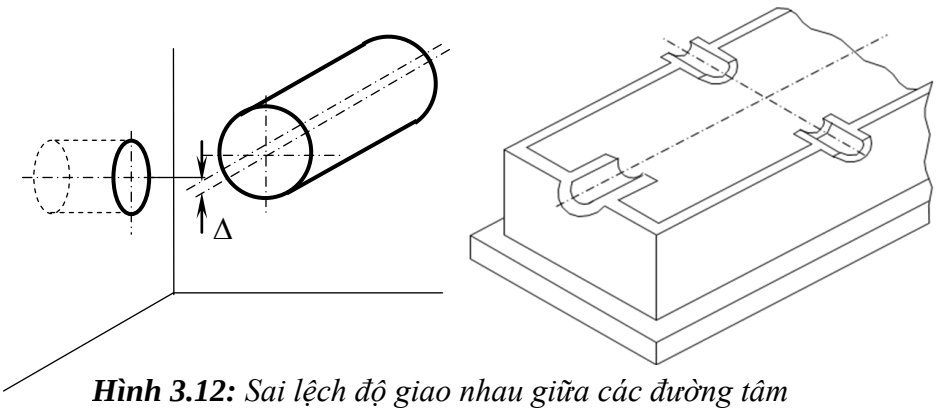

***Hình 3.11:*** *Sai lệch độ đối xứng*

***4. Độ đối xứng*** (Ký hiệu ⌯)

Độ đối xứng là khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng (hoặc đường tâm) đối xứng của phần tử được khảo sát và mặt phẳng đối xứng của phần tử chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn L (hình 3.11).

***5. Độ giao nhau giữa các đường tâm*** (Ký hiệu ✕)

Độ giao nhau giữa các đường tâm là khoảng cách lớn nhất Δ giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa (hình 3.12).

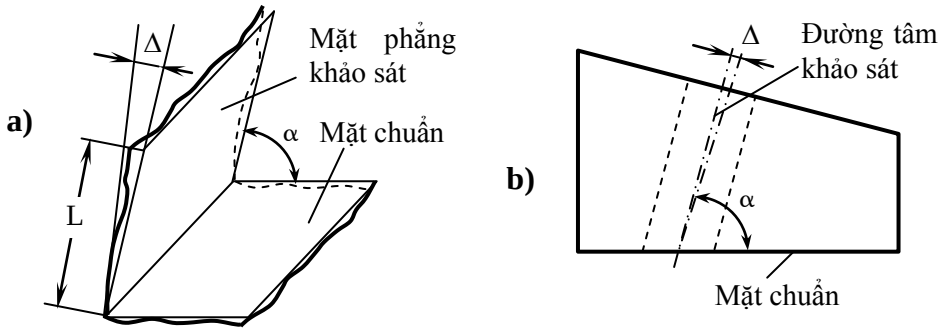



***Hình 3.12:*** *Sai lệch độ giao nhau giữa các đường tâm*

***6. Độ nghiêng*** (Ký hiệu ∠)**:** có các trường hợp

– Độ nghiêng của mặt phẳng là sai lệch góc giữa mặt phẳng và mặt chuẩn so với góc danh nghĩa α, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn L (hình 3.13a).

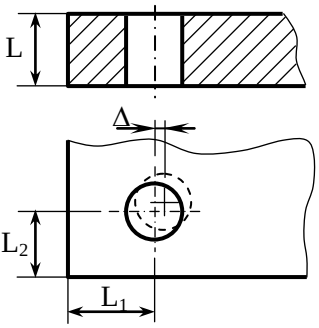
– Độ nghiêng của đường tâm là sai lệch góc giữa đường tâm bề mặt tròn xoay và mặt chuẩn so với góc danh nghĩa α, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn L (hình 3.13b).




***Hình 3.13:*** *Sai lệch độ nghiêng*

***7. Sai lệch vị trí*** (Ký hiệu ⌖)

Sai lệch vị trí là khoảng cách lớn nhất Δ giữa vị trí thực của yếu tố (đường tâm, mặt phẳng đối xứng) và vị trí danh nghĩa của nó trong giới hạn chiều dài chuẩn (hình 3.14).




***Hình 3.14:*** *Sai lệch vị trí*

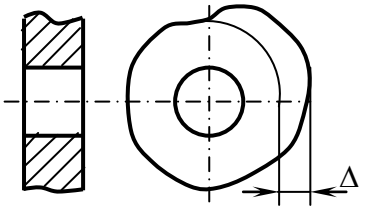
### 3.1.3. Sai lệch tổng cộng về hình dạng và vị trí

***1. Độ đảo***

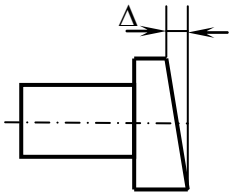
Độ đảo bao gồm:

– ***Độ đảo hướng tâm*** (ký hiệu ↗ ) là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của prôphin thực của bề mặt quay tới đường tâm chuẩn trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn (hình 3.15).

– ***Độ đảo mặt đầu*** (ký hiệu ↗ ) là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của prôphin thực của mặt đầu tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn (hình 3.16).




***Hình 3.15:*** *Sai lệch độ đảo hướng tâm*

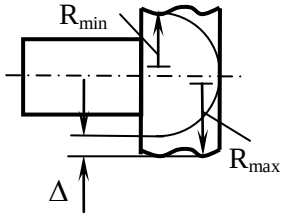



***Hình 3.16:*** *Sai lệch độ đảo mặt đầu*

***2. Độ đảo toàn phần***

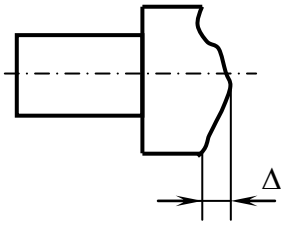
Độ đảo toàn phần bao gồm:

– ***Độ đảo hướng tâm toàn phần*** (ký hiệu ⌰ ) là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm trên bề mặt thực tới đường tâm chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn (hình 3.17).




***Hình 3.17:*** *Sai lệch độ đảo hướng tâm toàn phần*

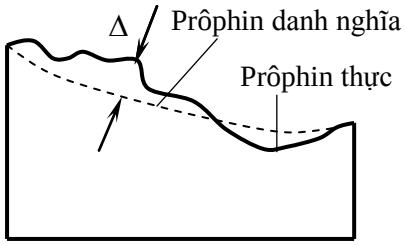
***Độ đảo mặt đầu toàn phần*** (ký hiệu ) là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ tất cả các điểm của mặt đầu tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn (hình 3.18).




***Hình 3.18:*** *Sai lệch độ đảo mặt đầu toàn phần*

***3. Sai lệch hình dạng của prôphin cho trước*** (ký hiệu ⌒)

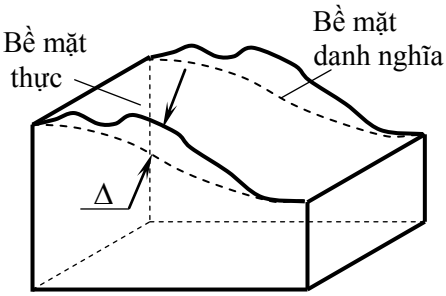
Sai lệch hình dạng của prôphin cho trước là sai lệch lớn nhất Δ từ các điểm của prôphin thực tới prôphin danh nghĩa, theo phương pháp tuyến với prôphin danh nghĩa trong giới hạn của phần chuẩn (hình 3.19).




***Hình 3.19*** *Sai lệch hình dạng của prôphin cho trước*

***4. Sai lệch hình dạng của bề mặt cho trước*** (ký hiệu ⌓)

Sai lệch hình dạng của bề mặt cho trước là sai lệch lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới bề mặt danh nghĩa, theo phương pháp tuyến với bề mặt danh nghĩa trong giới hạn của phần chuẩn (hình 3.20).




***Hình 3.20*** *Sai lệch hình dạng của bề mặt cho trước*

### 3.1.4. Dung sai hình dạng và vị trí

Sai lệch hình dạng và vị trí cũng có ảnh hưởng quan trọng đến chất lượng làm việc của chi tiết máy và máy. Tuy nhiên, việc ứng dụng xác suất để tính toán xác định dung sai các sai lệch này từ dung sai thông số kỹ thuật của máy còn rất nhiều hạn chế. Các khó khăn gây nên tình trạng đó là do chưa có những nghiên cứu đầy đủ về ảnh hưởng của sai lệch hình dạng và vị trí đến chất lượng làm việc của chi tiết máy và máy, về qui luật phân bố và các trị số đặc trưng của nó cũng như qui luật phân bố chưa rõ ràng … Do đó, qui định dung sai cho các loại sai số này thường là theo kinh nghiệm đã được hướng dẫn trong các sổ tay kỹ thuật.

Đối với mỗi loại sai lệch hình dạng hoặc vị trí, tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 384-1993) qui định có 16 cấp chính xác từ cấp 1 đến cấp 16 với mức độ chính xác giảm dần. Giá trị dung sai của các loại sai lệch hình dạng và vị trí ứng với các cấp chính xác khác nhau được cho trong các bảng từ 8 đến, phụ lục 2.

Muốn xác định dung sai hình dạng và vị trí khi thiết kế các chi tiết máy, trước hết cần chọn cấp chính xác của các loại sai lệch hình dạng và vị trí, sau đó dựa vào kích thước danh nghĩa để tra ra dung sai hình dạng và vị trí theo bảng tiêu chuẩn.

Dung sai độ phẳng và độ thẳng của một bề mặt khảo sát có thể chọn theo dung sai kích thước xác định vị trí của bề mặt đó (bảng 3.1). Thông thường: $T_{hd} < T_{kt}$

$T_{hd}$ – Dung sai độ phẳng và độ thẳng của bề mặt khảo sát.

$T_{kt}$ – Dung sai kích thước xác định vị trí của bề mặt khảo sát.

***Bảng 3.1:*** *Quan hệ giữa dung sai độ phẳng và độ thẳng với dung sai kích thước*

| Dung sai kích thước giữa các bề mặt $T_{kt}$, μm | Mức chính xác hình học tương đối (%$T_{kt}$) | | |
|---|---|---|---|
| | Thường (60%) | Nâng cao (40%) | Cao (25%) |
| | Dung sai độ phẳng và độ thẳng $T_{hd}$, μm | | |
| Từ 3 đến 5 | 2,5 | 1,6 | 1 |
| Trên 5 đến 8 | 4 | 2,5 | 1,6 |
| " 8 " 12 | 6 | 4 | 2,5 |
| " 12 " 20 | 10 | 6 | 4 |

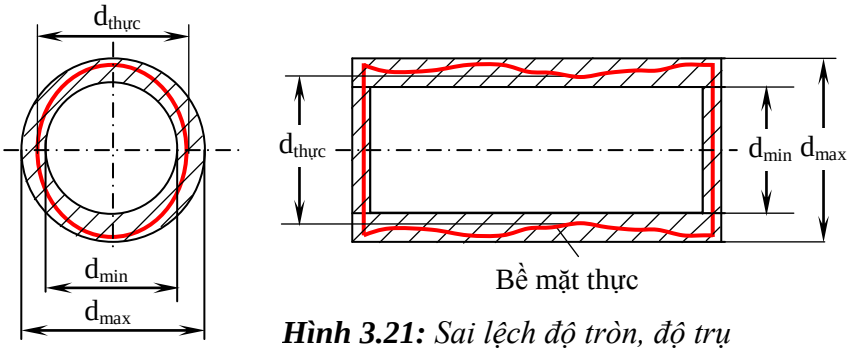
| | | | |
|---|---|---|---|
| “ 20 “ 30 | 16 | 10 | 6 |
| “ 30 “ 50 | 25 | 16 | 10 |
| “ 50 “ 80 | 40 | 25 | 16 |
| “ 80 “ 120 | 60 | 40 | 25 |
| “ 120 “ 200 | 100 | 60 | 40 |
| “ 200 “ 300 | 160 | 100 | 60 |
| “ 300 “ 500 | 250 | 160 | 100 |
| “ 500 “ 800 | 400 | 250 | 160 |
| “ 800 “ 1200 | 600 | 400 | 250 |
| “ 1200 “ 2000 | 1000 | 600 | 400 |
| “ 2000 “ 3000 | 1600 | 1000 | 600 |

Dung sai hình dạng của mặt trụ có quan hệ mật thiết với cấp chính xác kích thước của mặt trụ đó. Do đó, có thể chọn cấp chính xác hình dạng theo cấp chính xác kích thước như hướng dẫn trong bảng 3.2.

***Bảng 3.2:*** *Quan hệ giữa cấp chính xác hình dạng với cấp chính xác kích thước*

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

Nếu không có chỉ dẫn về sai lệch hình dạng và vị trí trên bản vẽ thì tất cả các sai lệch ấy đều nằm trong giới hạn dung sai kích thước của bề mặt tương ứng, tức là trong phạm vi đường sinh giới hạn của chi tiết. Ví dụ nếu không ghi độ tròn, độ trụ của một bề mặt trụ trên bản vẽ có nghĩa là cho phép lấy dung sai độ tròn, độ trụ bằng dung sai đường kính của bề mặt trụ đó (hình 3.21).




***Hình 3.21:*** *Sai lệch độ tròn, độ trụ*

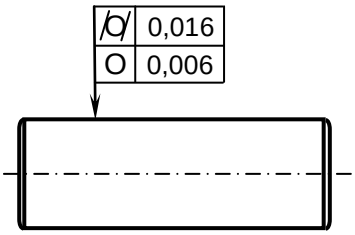
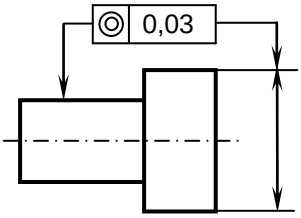
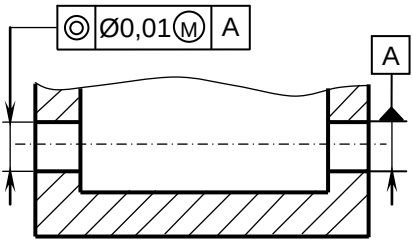
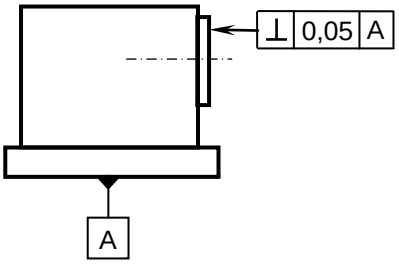
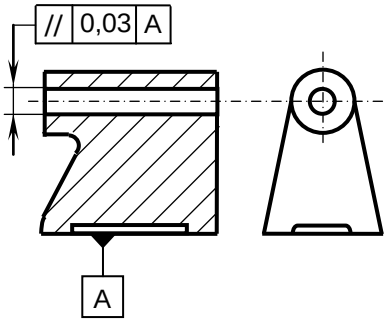
### 3.1.5. Cách ghi ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí

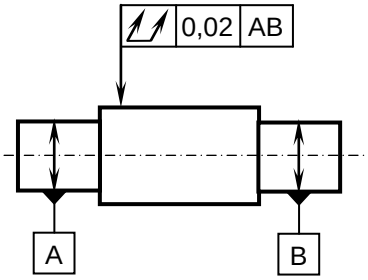
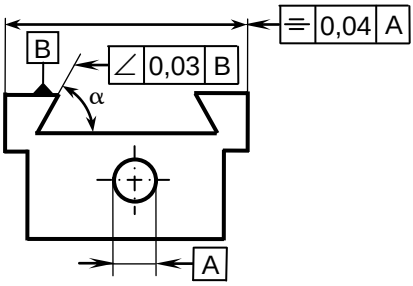
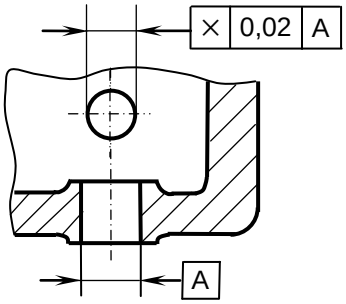
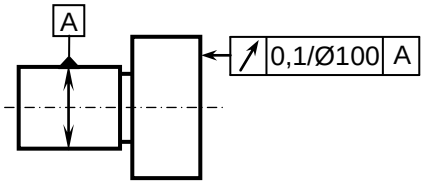
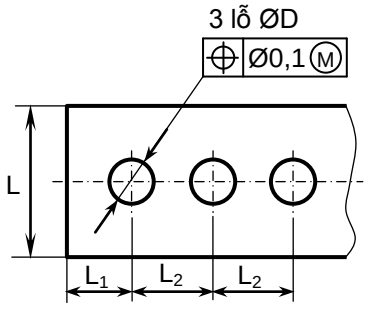
Ký hiệu ghi trên bản vẽ chi tiết là một khung chữ nhật có 2 đến 3 ô, gồm có những nội dung sau:

- Ô 1: Ghi dấu hiệu của loại sai lệch hình dạng hoặc vị trí.
- Ô 2: Ghi trị số sai lệch cho phép (mm). Có thể ghi giá trị tuyệt đối, giá trị tương đối hoặc cả hai. Dung sai vị trí phụ thuộc được ký hiệu bằng chữ M trong vòng tròn: Ⓜ và được đặt sau trị số sai lệch.
- Ô 3: Ghi chữ cái ký hiệu chuẩn hoặc yếu tố liên quan đến sai lệch vị trí (có thể có hoặc không có ô này).

***Bảng 3.3:*** *Ký hiệu và yêu cầu kỹ thuật của dung sai hình dạng và vị trí trên bản vẽ chi tiết*

| TT | Ký hiệu | Yêu cầu kỹ thuật |
|---|---|---|
| 1 | // 0,05<br>0,02/100 | Dung sai độ song song giữa hai bề mặt khảo sát là 0,05 mm<br><br>Dung sai độ phẳng của bề mặt khảo sát là 0,02 mm trên chiều dài 100 mm |
| 2 | O 0,012 | Dung sai độ tròn của bề mặt khảo sát là 0,012 mm |

| TT | Ký hiệu | Yêu cầu kỹ thuật |
|---|---|---|
| **3** |  | Dung sai độ trụ của bề mặt khảo sát là 0,016 mm<br><br>Dung sai độ tròn của bề mặt khảo sát là 0,006 mm |
| **4** |  | Dung sai độ đồng tâm giữa hai bề mặt khảo sát là 0,03 mm |
| **5** |  | Dung sai phụ thuộc về độ đồng tâm của bề mặt khảo sát so với mặt A là 0,01 mm (theo mọi hướng) |
| **6** |  | Dung sai độ vuông góc của bề mặt khảo sát so với mặt A là 0,05 mm |
| **7** |  | Dung sai độ song song của bề mặt khảo sát so với mặt A là 0,03 mm |

| TT | Ký hiệu | Yêu cầu kỹ thuật |
|---|---|---|
| **8** |  | Dung sai độ đảo hướng tâm toàn phần của bề mặt khảo sát so với đường tâm chung của hai mặt A và B là 0,02 mm |
| **9** |  | Dung sai độ đối xứng của hai mặt bên khảo sát so với đường tâm lỗ A là 0,04 mm<br><br>Dung sai độ nghiêng của bề mặt khảo sát so với mặt B là 0,03 mm |
| **10** |  | Dung sai độ giao nhau của đường tâm bề mặt khảo sát so với đường tâm mặt A là 0,02 mm |
| **11** |  | Dung sai độ đảo mặt đầu của bề mặt khảo sát so với đường tâm mặt A là 0,1 mm theo đường kính Ø100 |
| **12** |  | Dung sai phụ thuộc về vị trí của các đường tâm lỗ là 0,1mm (theo mọi hướng) |

## 3.2. NHÁM BỀ MẶT

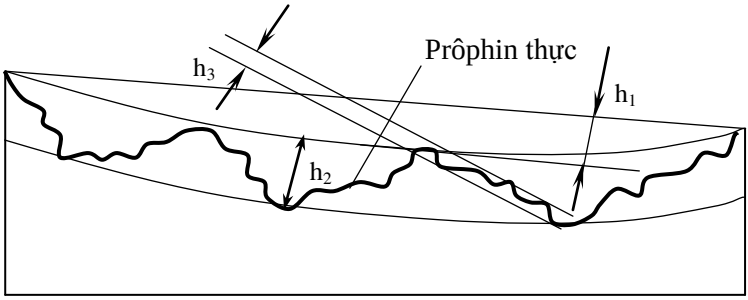
### 3.2.1. Khái niệm

Bề mặt của chi tiết sau khi gia công thường không bằng phẳng một cách lý tưởng mà có những nhấp nhô. Nhấp nhô trên bề mặt có nhiều loại khác nhau. Quan sát một phần bề mặt đã được khuếch đại (hình 3.22), có thể nhận thấy được các loại nhấp nhô sau:

– Nhấp nhô có chiều cao $h_1$ là sai lệch hình dạng hình học đại quang.

– Nhấp nhô có chiều cao $h_2$ là độ sóng bề mặt.

– Nhấp nhô có chiều cao $h_3$ là nhám bề mặt. Đây là những nhấp nhô tế vi trên bề mặt xét trong phạm vi chiều dài chuẩn l rất nhỏ.




***Hình 3.22:*** *Các loại nhấp nhô trên bề mặt chi tiết*

Để phân biệt độ sóng và độ nhám bề mặt, có thể dùng tỉ lệ tương đối giữa bước $p_i$ và chiều cao $h_i$ sau:

Độ nhám: $\frac{p_i}{h_i} = 0 \div 50$; độ sóng: $\frac{p_i}{h_i} = 50 \div 100$

### 3.2.2. Ảnh hưởng của nhám bề mặt đến chất lượng làm việc của chi tiết

– Ảnh hưởng đến tính chống mòn: Khi làm việc, các bề mặt của chi tiết chỉ tiếp xúc với nhau ở một số đỉnh nhấp nhô nên diện tích tiếp xúc thực chỉ bằng một phần diện tích tính toán. Do đó áp suất tại các điểm tiếp xúc đó rất lớn làm phá vỡ dòng chảy tầng của dầu bôi trơn, đẩy dầu ra chỗ tiếp xúc làm cho bề mặt tiếp xúc chóng mòn. Độ nhẵn bóng càng cao thì khả năng chống mài mòn càng tốt.

– Ảnh hưởng đến độ bền mỏi của chi tiết: Nhám bề mặt có ảnh hưởng lớn đến độ bền mỏi của chi tiết nhất là khi chi tiết chịu tải trọng chu kỳ đổi dấu, tải trọng động. Các nhấp nhô bề mặt càng lớn thì càng dễ bị tập trung ứng suất ở đáy các nhấp nhô, làm cho chi tiết dễ bị nứt, gãy.

– Ảnh hưởng đến tính chống ăn mòn: Các chỗ lõm của các nhấp nhô bề mặt là nơi dễ chứa đựng các axít, muối và các tạp chất khác có tác dụng ăn mòn bề mặt. Độ nhẵn bóng càng cao thì khả năng chống ăn mòn càng tốt.

– Ảnh hưởng đến độ chính xác của mối lắp ghép: Đối với lắp ghép có độ hở, các nhấp nhô bề mặt bị mòn rất nhanh trong thời gian ban đầu, làm cho khe hở lắp ghép tăng lên và độ chính xác lắp ghép bị phá hủy. Đối với lắp ghép có độ dôi, lúc hai chi tiết ép với nhau, các nhấp nhô bề mặt sẽ bị san phẳng, làm cho độ dôi trong mối ghép giảm và ảnh hưởng đến độ bền chắt của mối ghép.

### 3.2.3. Các chỉ tiêu đánh giá

Để đánh giá nhám bề mặt, người ta dùng một số yếu tố hình học của những nhấp nhô làm chỉ tiêu, nhưng phải xét trong một phạm vi nhỏ của bề mặt, giới hạn bằng chiều dài chuẩn l. Chiều dài chuẩn là chiều dài một khoảng bề mặt dùng để đo nhấp nhô tế vi của bề mặt mà không tính đến dạng nhấp nhô khác có bước lớn hơn nó. Giá trị của chiều dài chuẩn được qui định phụ thuộc vào nhám bề mặt.

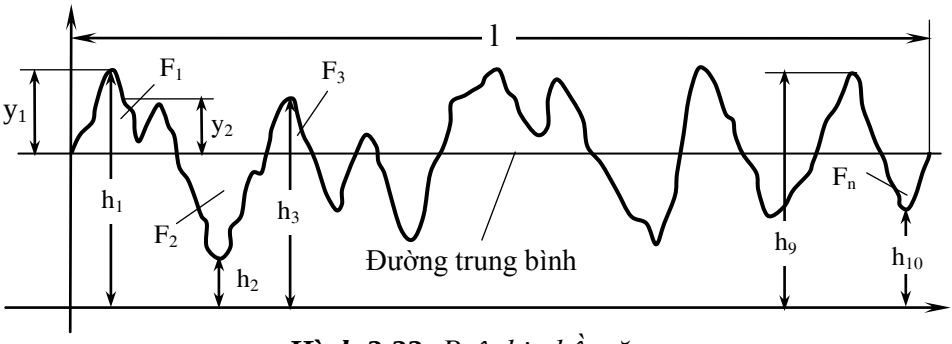
#### *1. Sai lệch trung bình số học của prôphin $R_a$*

Sai lệch trung bình số học của prôphin $R_a$ là trị số trung bình của khoảng cách từ các điểm trên đường nhấp nhô đến đường trung bình OO' lấy theo giá trị tuyệt đối trong phạm vi chiều dài chuẩn l (hình 3.23).

$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + ... + |y_n|}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i| \text{ hoặc } R_a = \frac{1}{\ell}\int_0^{\ell}|y|dx \qquad (3.4)$$

Đường trung bình là đường chia các nhấp nhô bề mặt thành hai phần sao cho diện tích của hai phần đó là bằng nhau

$$F_1 + F_3 + F_5 + \ldots + F_{n-1} = F_2 + F_4 + F_6 + \ldots + F_n \qquad (3.5)$$




***Hình 3.23:*** *Prôphin bề mặt*

### *2. Chiều cao trung bình của prôphin theo 10 điểm $R_z$*

Chiều cao trung bình của prôphin theo 10 điểm $R_z$ là giá trị trung bình của 5 khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của prôphin trong phạm vi chiều dài chuẩn l.

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

$$\text{hay } R_Z = \frac{1}{5}\left(\sum_{i=1}^{5} h_{i\,max} - \sum_{i=1}^{5} h_{i\,min}\right) \qquad (3.6)$$

Trị số $R_a$ và $R_z$ càng lớn thì nhám bề mặt càng lớn (mức độ bóng càng thấp) và ngược lại. Căn cứ vào hai thông số đó, TCVN 2511-1995 chia nhám bề mặt ra làm 14 cấp với mức độ nhám giảm dần (hay mức độ bóng càng cao). Ứng với mỗi cấp nhám bề mặt, sẽ có các trị số $R_a$ và $R_z$ tương ứng cho trong bảng 3.4.

***Bảng 3.4:*** *Thông số nhám bề mặt*

| Cấp độ nhám bề mặt | Thông số nhám (μm) | | Chiều dài chuẩn l (mm) |
|---|---|---|---|
| | **$R_a$** | **$R_z$** | |
| 1 | Từ 80 đến 40 | Từ 320 đến 160 | 8 |
| 2 | Dưới 40 đến 20 | Dưới 160 đến 80 | |
| 3 | " 20 " 10 | " 80 " 40 | |
| 4 | " 10 " 5 | " 40 " 20 | 2,5 |
| 5 | " 5 " 2,5 | " 20 " 10 | |
| 6 | " 2,5 " 1,25 | " 10 " 6,3 | 0,8 |
| 7 | " 1,25 " 0,63 | " 6,3 " 3,2 | |
| 8 | " 0,63 " 0,32 | " 3,2 " 1,6 | |
| 9 | " 0,32 " 0,16 | " 1,6 " 0,8 | 0,25 |
| 10 | " 0,16 " 0,08 | " 0,8 " 0,4 | |
| 11 | " 0,08 " 0,04 | " 0,4 " 0,2 | |
| 12 | " 0,04 " 0,02 | " 0,2 " 0,1 | |
| 13 | " 0,02 " 0,01 | " 0,1 " 0,05 | 0,08 |
| 14 | " 0,01 " 0,005 | " 0,05 " 0,025 | |

***Bảng 3.5:*** *Các giá trị tiêu chuẩn của $R_a$ và $R_z$*

| **$R_a$** (μm) | | | | | **$R_z$** (μm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,008 | | | | | | **0,125** | 1,25 | **12,5** | **125** | 1250 |
| 0,010 | | | | | | 0,160 | **1,6** | 16 | 160 | **1600** |
| **0,012** | 0,125 | 1,25 | **12,5** | 125 | | **0,20** | 2,0 | 20 | **200** | |
| 0,016 | 0,160 | **1,6** | 16 | 160 | **0,025** | 0,25 | 2,5 | **25** | 250 | |
| 0,020 | **0,20** | 2,0 | 20 | **200** | 0,032 | 0,32 | **3,2** | 32 | 320 | |
| **0,025** | 0,25 | 2,5 | **25** | 250 | 0,040 | **0,40** | 4,0 | 40 | **400** | |
| 0,032 | 0,32 | **3,2** | 32 | 320 | **0,050** | 0,50 | 5,0 | **50** | 500 | |
| 0,040 | **0,40** | 4,0 | 40 | **400** | 0,063 | 0,63 | **6,3** | 63 | 630 | |
| **0,050** | 0,50 | 5,0 | **50** | | 0,080 | **0,80** | 8,0 | 80 | **800** | |
| 0,063 | 0,63 | **6,3** | 63 | | **0,100** | 1,00 | 10 | **100** | 1000 | |
| 0,080 | **0,80** | 8,0 | 80 | | | | | | | |
| **0,100** | 1,00 | 10 | **100** | | | | | | | |

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

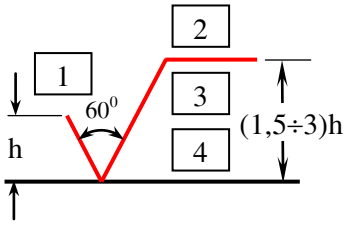
### 3.2.4. Ký hiệu nhám bề mặt trên bản vẽ

Có thể ghi trên bản vẽ một trong các ký hiệu sau:

: dùng cho bề mặt yêu cầu gia công không phoi.

: dùng cho bề mặt có yêu cầu gia công cắt gọt.

: dùng cho bề mặt không qui định phương pháp gia công.




h: chiều cao khổ chữ trên bản vẽ

– Vị trí 1: Ghi trị số $R_a$ hoặc $R_z$. Từ độ nhám cấp 1÷5 và cấp 13, 14 thường dùng thông số $R_z$; từ cấp 6 ÷ 12 thường dùng thông số $R_a$ (nếu dùng $R_a$ thì không cần ghi chữ "$R_a$" trong ký hiệu).

– Vị trí 2: Ghi phương pháp gia công lần cuối (nếu có yêu cầu) như cạo, đánh bóng …

– Vị trí 3: Ghi trị số chiều dài chuẩn (nếu khác tiêu chuẩn).

– Vị trí 4: Ghi ký hiệu hướng nhấp nhô (nếu có).

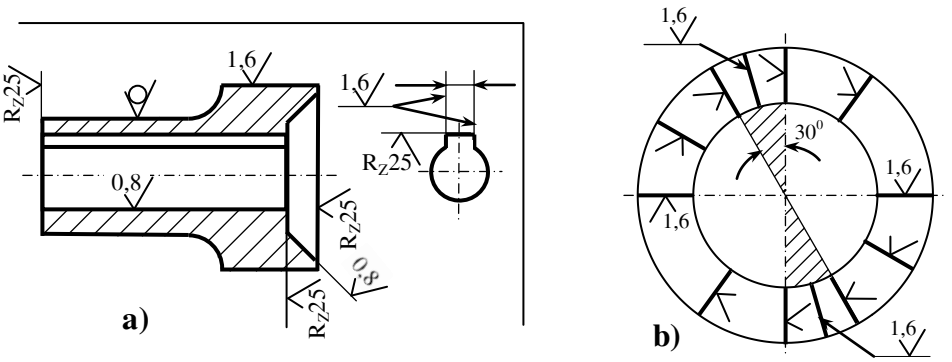
Các loại hướng nhấp nhô bề mặt và ký hiệu của chúng:

- Hướng nhấp nhô song song: ký hiệu =
- Hướng nhấp nhô vuông góc: ký hiệu ⊥
- Hướng nhấp nhô đan chéo: ký hiệu ×
- Hướng nhấp nhô bất kỳ: ký hiệu M
- Hướng nhấp nhô xoáy tròn: ký hiệu C
- Hướng nhấp nhô xoáy hướng kính: ký hiệu R

*Các vấn đề cần lưu ý khi ghi nhám bề mặt*:

* Độ nhám của bề mặt đã được gia công ở giai đoạn tạo phôi và không cần gia công cắt gọt thêm sẽ được ký hiệu bằng dấu (hình 3.24a).

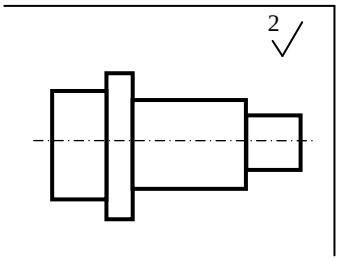
* Độ nhám của mỗi bề mặt chỉ ghi một lần trên bản vẽ và ký hiệu nên được đặt trên đường bao thấy. Nếu không đủ không gian, ký hiệu có thể đặt trên đường gióng hay trên giá ngang của đường gióng với đỉnh của ký hiệu chỉ vào bề mặt được ghi, theo như qui tắc ghi kích thước (hình 3.24b).



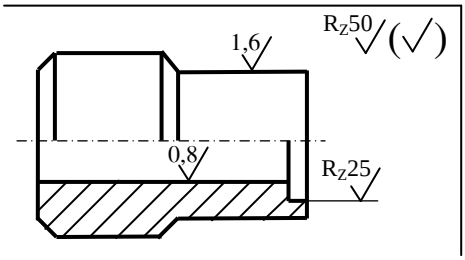

***Hình 3.24:*** *Cách ghi ký hiệu nhám bề mặt*

* Nếu tất cả các bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì chỉ ghi ký hiệu độ nhám chung ở góc trên bên phải của bản vẽ (hình 3.25).

* Nếu chỉ có một số bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì chỉ ghi ký hiệu độ nhám chung cho các bề mặt đó ở góc trên bên phải của bản vẽ và để trong dấu ngoặc đơn dấu hiệu . Ký hiệu độ nhám của các bề mặt khác còn lại được ghi trực tiếp trên các bề mặt đó (hình 3.26).

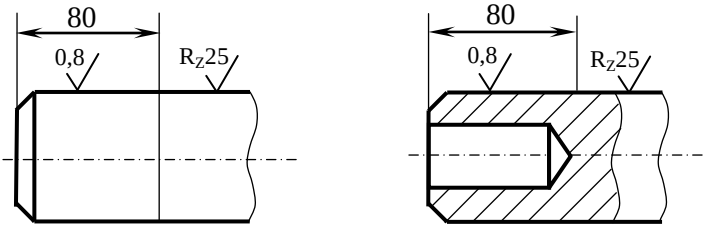



***Hình 3.25:*** *Ký hiệu nhám khi tất cả bề mặt có cùng độ nhám*



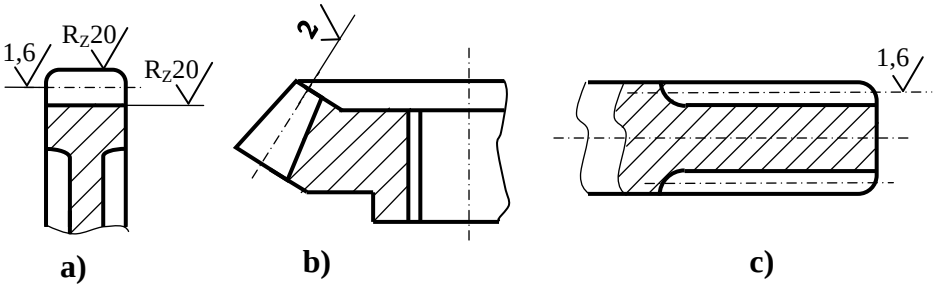

***Hình 3.26:*** *Ký hiệu nhám khi có một số bề mặt cùng độ nhám*

* Nếu các phần của cùng một bề mặt có độ nhám khác nhau thì phải vẽ đường phân cách bằng nét liền mảnh, ghi kích thước tương ứng và ghi ký hiệu độ nhám cho từng phần. Đường phân cách không được vạch qua vùng ký hiệu vật liệu trên mặt cắt (hình 3.27).



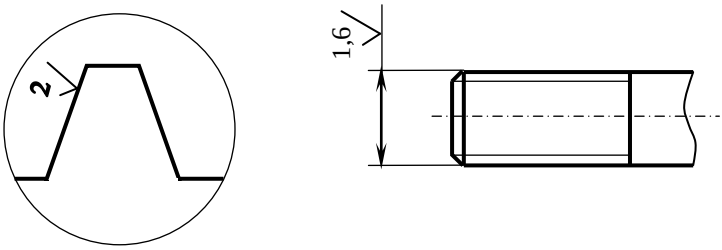

***Hình 3.27:*** *Ký hiệu nhám cho bề mặt có hai mức độ nhám khác nhau*

* Độ nhám của mặt răng, then hoa… được ghi trực tiếp trên prôphin (nếu bản vẽ có) hoặc trên đường biểu diễn mặt chia (khi trên bản vẽ không vẽ prôphin của bánh răng hoặc của then hoa). Ký hiệu độ nhám của bề mặt đỉnh răng và mặt đáy răng được ghi trên đường biểu diễn mặt đỉnh và mặt đáy (hình 3.28).




***Hình 3.28:*** *Ký hiệu nhám của mặt răng, then hoa*

* Ký hiệu nhám bề mặt làm việc của ren được ghi ngay trên prôphin ren (nếu bản vẽ có) hoặc bên cạnh kích thước đường kính ren (hình 3.29).




***Hình 3.29:*** *Ký hiệu nhám bề mặt làm việc của ren*

### 3.2.5. Chọn trị số nhám bề mặt

Mức độ nhám bề mặt được chọn dựa vào điều kiện làm việc cụ thể của bề mặt, yêu cầu sử dụng của chi tiết máy và có mức độ tương ứng với cấp chính xác của kích thước, cấp chính xác của sai lệch hình dạng bề mặt. Chọn trị số nhám bề mặt quá nhỏ có thể dẫn đến gây khó khăn cho quá trình chế tạo. Có thể chọn trị số nhám bề mặt theo hướng dẫn trong bảng 3.6.

***Bảng 3.6: C****họn trị số nhám bề mặt theo cấp chính xác kích thước*

| Cấp chính xác kích thước | Kích thước danh nghĩa, mm | | |
|---|---|---|---|
| | Đến 50 | Trên 50 đến 120 | Trên 120 đến 500 |
| | Giá trị $R_a$, μm | | |
| IT5 | Từ 0,1 đến 0,2 | Từ 0,2 đến 0,4 | Từ 0,4 đến 0,8 |
| IT6 | " 0,2 " 0,4 | " 0,4 " 0,8 | " 0,8 " 1,6 |
| IT7 | " 0,4 " 0,8 | " 0,8 " 1,6 | " 1,6 " 3,2 |
| IT8 | " 0,8 " 1,6 | " 1,6 " 3,2 | " 1,6 " 3,2 |
| IT9 | " 1,6 " 3,2 | " 1,6 " 3,2 | " 3,2 " 6,3 |
| *Chú thích: Giá trị $R_a$ cho trong bảng ứng với mức chính xác thường của sai lệch hình dạng ($T_{hd}$ = 60%$T_{kt}$). Với mức chính xác của sai lệch hình dạng cao hơn, có thể chọn giá trị $R_a$ nhỏ hơn giá trị trong bảng.* | | | |

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. *Độ trụ có các sai lệch thành phần là*

   ……

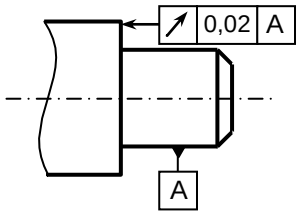
2. *Độ giao nhau giữa các đường tâm là*

   ……

3. *Dấu hiệu "∩" dùng để biểu thị cho sai lệch hình dạng hoặc vị trí nào?*
   a. Sai lệch hình dạng của bề mặt cho trước.
   b. Sai lệch hình dạng của prôphin cho trước.
   c. Độ giao nhau giữa các đường tâm.
   d. Độ đảo hướng tâm toàn phần.

4. *Ký hiệu độ đồng tâm là:*
   a. b. c. d.

5. *Cho chi tiết như hình vẽ. Ý nghĩa của ký hiệu là:*
   a. Dung sai độ trụ của mặt A so với đường tâm là 0,02mm.
   b. Dung sai độ đồng tâm của mặt A so với đường tâm là 0,02mm.
   c. Dung sai độ đảo mặt đầu của mặt đang xét so với mặt A là 0,02mm.
   d. Dung sai độ đảo hướng tâm của mặt đang xét so với mặt A là 0,02mm.




6. *Sai lệch hình dạng và vị trí được ký hiệu bằng một khung chữ nhật có 2 đến 3 ô, trong đó ô thứ 2 ghi:*
   a. Dấu hiệu của loại sai lệch hình dạng hoặc vị trí.
   b. Trị số sai lệch cho phép.
   c. Bề mặt chuẩn hoặc yếu tố liên quan.
   d. Một trong 3 yếu tố trên.

7. *Sai lệch trung bình số học của prôphin $R_a$ là*

   ……

8. *Chiều cao trung bình của các nhấp nhô $R_Z$ là*

   ……

9. *Nếu một bề mặt của chi tiết có độ nhám cấp 8 thì ký hiệu ghi trên bản vẽ của bề mặt đó là:*

a. $\overset{0,18}{\sqrt{}}$ b. $\overset{Rz40}{\sqrt{}}$ c. $\overset{0,5}{\sqrt{}}$ d. $\overset{Ra8}{\sqrt{}}$

10. *Nếu góc trên bên phải của một bản vẽ chi tiết có ghi ký hiệu độ nhám bề mặt* $\sqrt{}$ *, điều đó có nghĩa là:*

a. Có một số bề mặt của chi tiết không qui định phương pháp gia công.

b. Có một số bề mặt của chi tiết cho phép dùng phương pháp gia công cắt gọt hoặc gia công không phoi.

c. Các bề mặt của chi tiết chưa ghi ký hiệu độ nhám thì dùng phương pháp gia công cắt gọt.

d. Các bề mặt của chi tiết chưa ghi ký hiệu độ nhám thì không cần gia công cắt gọt.

11. *Với lắp ghép giữa lỗ và trục là* $D=d=\phi 30\ \frac{H7}{g6}$*, nhám bề mặt của lỗ và trục nên chọn như sau:*

a. Bề mặt lỗ $\overset{Rz20}{\sqrt{}}$; bề mặt trục $\overset{1,25}{\sqrt{}}$.

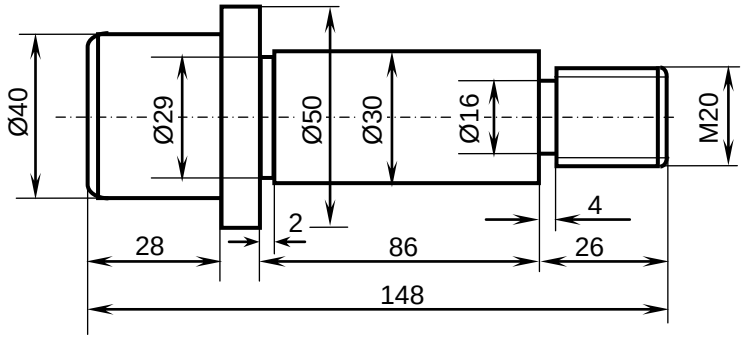
b. Bề mặt lỗ $\overset{2,5}{\sqrt{}}$; bề mặt trục $\overset{1,25}{\sqrt{}}$.

c. Bề mặt lỗ $\overset{1,25}{\sqrt{}}$; bề mặt trục $\overset{Rz20}{\sqrt{}}$.

d. Bề mặt lỗ $\overset{1,25}{\sqrt{}}$; bề mặt trục $\overset{2,5}{\sqrt{}}$.

## BÀI TẬP

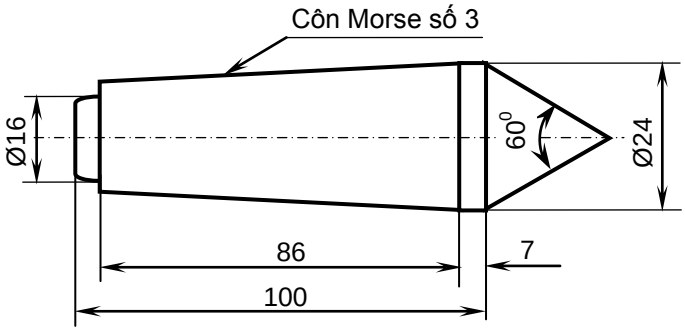
**1.** Cho một chi tiết như hình vẽ.




a. Hãy ghi ký hiệu nhám bề mặt lên bản vẽ đó. Biết rằng độ nhám của mặt trụ Ø40 là cấp 6, mặt trụ Ø30 là cấp 7, mặt làm việc của ren M20 là cấp 5 và các bề mặt còn lại là cấp 4.

b. Ghi ký hiệu dung sai độ đồng tâm của mặt trụ Ø30 so với mặt trụ Ø40 là 0,02mm.

**2.** Cho một chi tiết như hình vẽ.



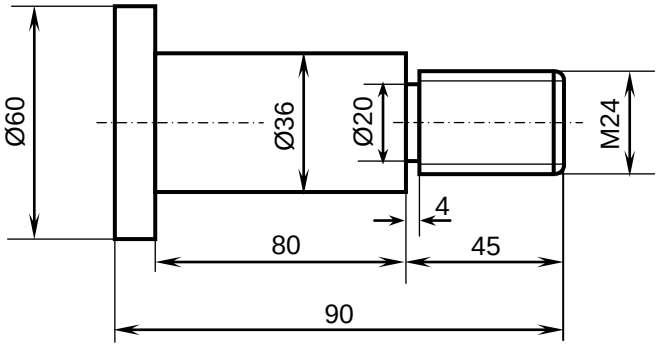

a. Hãy ghi ký hiệu nhám bề mặt lên bản vẽ đó. Biết rằng độ nhám bề mặt côn Morse là cấp 7, mặt côn $60^0$ là cấp 8 và các bề mặt còn lại là cấp 4.

b. Ghi ký hiệu dung sai độ đồng tâm giữa hai mặt côn là 0,01mm.

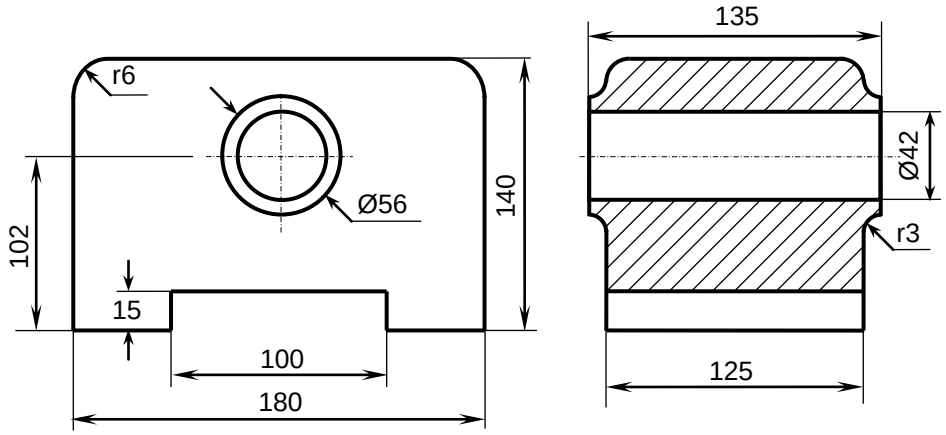
**3.** Cho một chi tiết như hình vẽ.

a. Hãy ghi ký hiệu nhám bề mặt lên bản vẽ đó. Biết rằng độ nhám của mặt đầu Ø60 là cấp 5, mặt trụ Ø36 là cấp 8, mặt ren là cấp 4 và các bề mặt còn lại là cấp 3.

b. Ghi ký hiệu dung sai độ đảo mặt đầu Ø60 so với mặt trụ Ø36 là 0,05mm.




**4.** Cho một chi tiết như hình vẽ.




a. Hãy ghi ký hiệu nhám bề mặt lên bản vẽ đó. Biết rằng độ nhám của mặt đáy là cấp 7, mặt lỗ Ø42 là cấp 8, hai mặt đầu của lỗ Ø42 là cấp 5, hai mặt bên của rãnh 100 là cấp 6, mặt trên của rãnh là cấp 4 và các bề mặt còn lại không gia công.

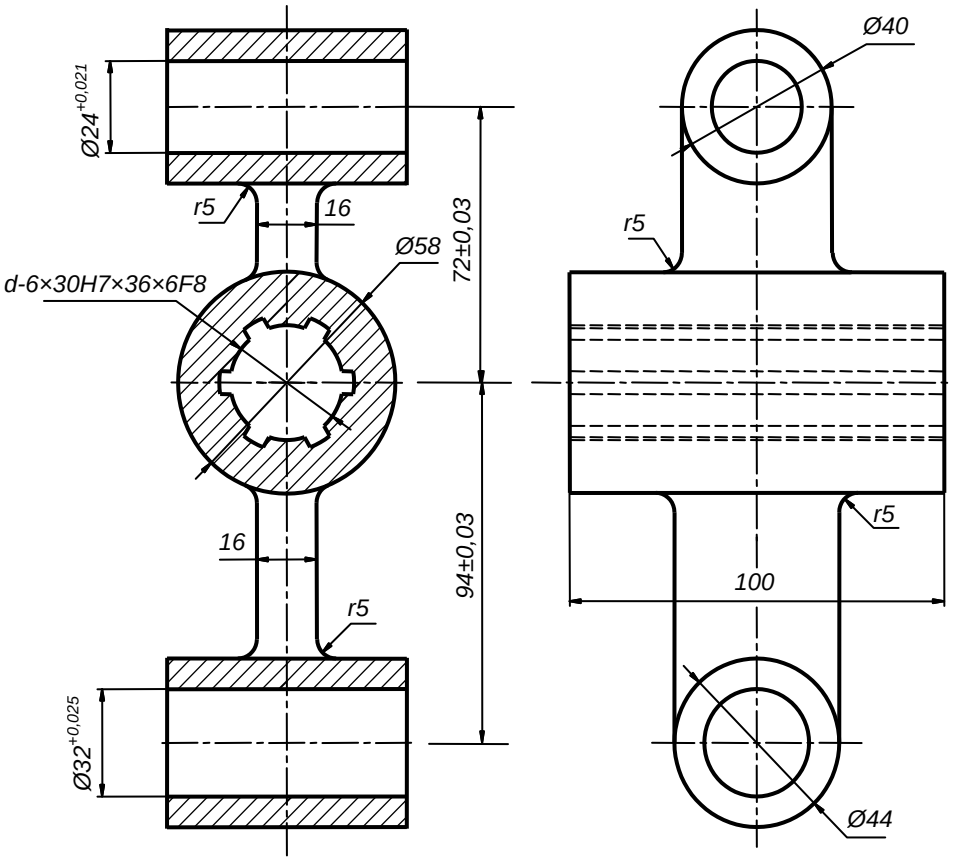
b. Ghi ký hiệu dung sai độ đối xứng của rãnh 100 so với lỗ Ø42 là 0,02mm.

**5.** Cho một chi tiết càng đảo như hình vẽ.

a. Hãy ghi ký hiệu nhám bề mặt thích hợp lên bản vẽ đó.

b. Ghi ký hiệu dung sai độ song song giữa đường tâm hai lỗ Ø24 và Ø32 là 0,03mm.

c. Ghi ký hiệu dung sai độ vuông góc giữa đường tâm lỗ Ø24 và Ø32 so với đường kính trong d của lỗ then hoa là 0,04mm.




***YÊU CẦU KỸ THUẬT***

*Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn:*

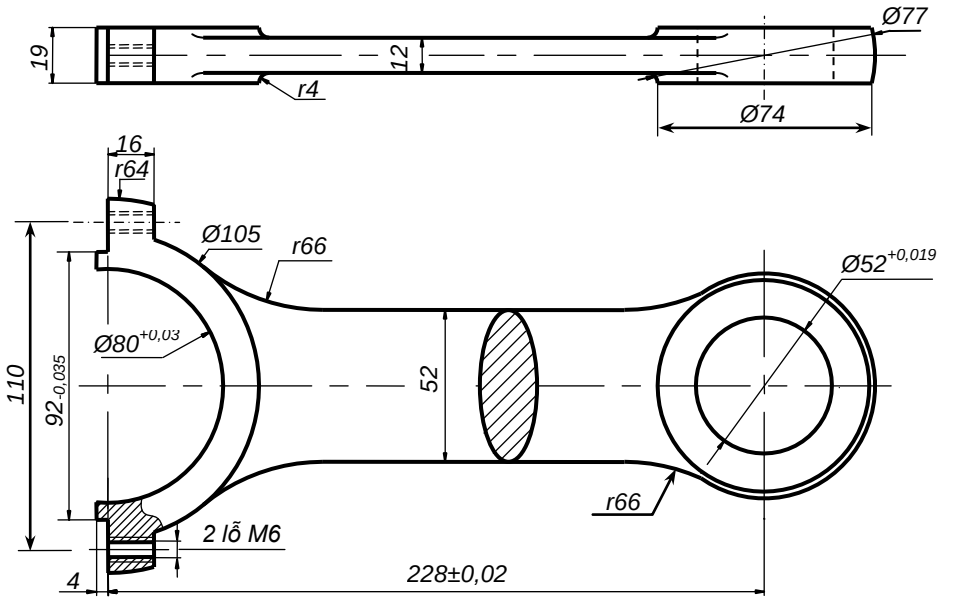
- *Bề mặt bao: H14*
- *Bề mặt bị bao: h14*
- *Các bề mặt khác:* $\pm\frac{IT14}{2}$

**6.** Cho một chi tiết tay biên như hình vẽ.

a. Hãy ghi ký hiệu nhám bề mặt thích hợp lên bản vẽ đó.

b. Ghi ký hiệu dung sai độ song song giữa đường tâm hai lỗ Ø80 và Ø52 là 0,02mm.

c. Ghi ký hiệu dung sai độ vuông góc giữa lỗ Ø52 so với hai mặt đầu là 0,05mm.




## *YÊU CẦU KỸ THUẬT*

*Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn:*

- *Bề mặt bao: H13*
- *Bề mặt bị bao: h13*
- *Các bề mặt khác:* $\pm\frac{IT13}{2}$