

UBND HUYỆN CỬ CHI
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ CỬ CHI

GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: DUNG SAI LẮP GHÉP – ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT
NGÀNH/NGHỀ: CẮT GỌT KIM LOẠI
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 89/QĐ-TCNCC ngày 15 tháng 08 năm 2024
của Hiệu trưởng Trường Trung cấp nghề Cử Chi*

Cử Chi, năm 2024

LỜI GIỚI THIỆU

Hướng tới mục tiêu nâng cao chất lượng đào tạo nghề, nhằm đáp ứng yêu cầu của thị trường lao động kỹ thuật và hội nhập.

Trường Tung cấp nghề Củ Chi là một Trường đào tạo nghề với quy mô trang thiết bị luôn được đầu tư mới, năng lực đội ngũ giáo viên ngày càng được tăng cường bồi dưỡng nâng cao chất lượng chuyên môn.. Việc biên soạn giáo trình phục vụ công tác đào tạo của nhà Trường, đáp ứng yêu cầu mục tiêu của chương trình khung do sở LĐTĐ và XH ban hành cũng nhằm đáp ứng các yêu cầu sau đây:

- *Yêu cầu của người học.*
- *Nhu cầu về chất lượng nguồn nhân lực.*
- *Cung cấp lao động kỹ thuật có tay nghề cao cho các Doanh nghiệp và xuất khẩu lao động.*
- *Đáp ứng yêu cầu về liên thông chương trình cao đẳng, đại học cho học sinh.*

Dưới sự chỉ đạo của Ban Giám Hiệu nhà trường trong thời gian qua các giáo viên trong khoa Cơ khí đã dành thời gian tập trung biên soạn giáo trình, cải tiến phương pháp giảng dạy nhằm tạo điều kiện cho học sinh hiểu biết kiến thức và rèn luyện kỹ năng nghề.

Giáo viên biên soạn đã vận dụng sáng tạo vào việc biên soạn giáo trình các mô đun chuyên môn liên quan nghề cắt gọt kim loại. Nội dung giáo trình có thể đáp ứng để đào tạo cho trình độ, Trung cấp .

Mặt khác nội dung của mô đun phải đạt được các tiêu chí quan trọng theo mục tiêu, hướng tới đạt chuẩn quốc gia cho ngành Cắt gọt kim loại. Vì thế giáo trình mô đun đã bao gồm các nội dung như sau:

- *Trình độ kiến thức*
- *Kỹ năng thực hành*
- *Tính quy trình trong công nghiệp*
- *Năng lực người học và tư duy về mô đun được đào tạo ứng dụng trong thực tiễn.*
- *Phẩm chất văn hóa nghề, thái độ học nghề được chú trọng đào tạo.*

Trong quá trình biên soạn giáo trình Khoa đã tham khảo ý kiến từ các Doanh nghiệp trong nước, giáo trình của các trường Đại học, học viện... Giáo viên biên soạn đã hết sức cố gắng để giáo trình đạt được chất lượng tốt nhất. Trong quá trình biên soạn không thể tránh khỏi thiếu sót, rất mong nhận được ý kiến đóng góp từ các đồng nghiệp, các bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Trân trọng cảm ơn!

TP. Hồ Chí Minh, ngày 2 tháng 08 năm 2024

Tham gia biên soạn:

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

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

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

MỤC LỤC

| | |
|--|--------------|
| ☐ Lời nói đầu | |
| ☐ Tuyên bố bản quyền | |
| ☐ Mục lục | |
| ☐ Chương trình mô học đào tạo Dung sai lắp ghép –Đo lường kỹ thuật | |
| | TRANG |
| Chương 1: Khái niệm cơ bản về dung sai lắp ghép..... | 1 |
| 1. Khái niệm về lắp lẫn trong ngành cơ khí..... | 1 |
| 2. Dung sai và sai lệch giới hạn..... | 1 |
| 3. Lắp ghép và các loại lắp ghép..... | 2 |
| 4. Hệ thống dung sai..... | 4 |
| 5. Sơ đồ lắp ghép..... | 4 |
| 6. Bài tập..... | 5 |
| Chương 2: Hệ thống dung sai lắp ghép các bề mặt trơn..... | 6 |
| 1. Hệ thống dung sai lắp ghép..... | 6 |
| 2. Cách ghi kích thước có sai lệch giới hạn trên bản vẽ chi tiết và trên bản vẽ lắp..... | 11 |
| 3. Các bảng dung sai..... | 11 |
| 4. Bài tập..... | 20 |
| Chương 3: Cách sử dụng các hình thức lắp ghép..... | 22 |
| 1. Lắp ghép có độ dôi..... | 22 |
| 2. Lắp ghép có độ hở..... | 22 |
| 3. Lắp ghép trung gian..... | 22 |
| Chương 4: Dung sai hình dạng và vị trí của các bề mặt, nhám bề mặt..... | 24 |
| 1. Nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công..... | 24 |
| 2. Sai số về kích thước..... | 24 |
| 3. Sai số về hình dạng và vị trí giữa các bề mặt của chi tiết gia công..... | 28 |
| 4. Nhám bề mặt..... | 34 |
| 5. Bài tập..... | 38 |
| Chương 5: Cơ sở đo lường kỹ thuật | 54 |
| 1. Khái niệm về đo lường kỹ thuật..... | 54 |
| 2. Các loại dụng cụ đo và phương pháp đo..... | 54 |
| Chương 6: Dụng cụ đo có khắc vạch, dụng cụ đo có mặt số..... | 58 |
| 1. Dụng cụ đo có khắc vạch..... | 58 |
| 2. Dụng cụ đo có bề mặt số (đồng hồ so)..... | 61 |
| 3. Bài tập..... | 61 |
| ☐ Tài liệu tham khảo..... | 70 |

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: Dung sai lắp ghép – Đo lường kỹ thuật

Mã môn học: MH 10

Thời gian thực hiện môn học: 30 giờ (Lý thuyết:20.giờ, Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 8 giờ; Kiểm tra: 2 giờ)

Vị trí, tính chất và vai trò của môn học:

- Vị trí:

+ Môn học Dung sai – Đo lường kỹ thuật được bố trí song song hoặc sau khi học sinh đã học xong môn học: MH07.

- Tính chất:

+ Là môn học kỹ thuật cơ sở thuộc các môn học, mô đun đào tạo nghề bắt buộc.

- Vai trò của môn học:

+ Môn học cung cấp những kiến thức căn bản về dung sai kích thước, độ nhám bề mặt, các loại dụng cụ đo phổ biến dùng trong ngành cơ khí.

+ Môn học cung cấp phương pháp tính toán dung sai lắp ghép và các hình thức lắp ghép cơ bản trong gia công cơ khí.

+ Là môn học kỹ thuật cơ sở giúp người học tính toán và phân tích được các bài toán về dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật.

Mục tiêu của môn học:

- Về kiến thức:

+ Trình bày được bản chất của tính đối lẫn trong lắp ghép.

+ Giải thích được hệ thống dung sai lắp ghép theo TCVN 2244-2245.

+ Trình bày được các phương pháp đo, đọc, sử dụng, bảo quản các loại dụng cụ đo thông dụng và phổ biến trong ngành cơ khí.

+ Xác định được dung sai một số chi tiết điển hình và các kích thước cần chú ý khi chế tạo.

- Về kỹ năng:

+ Tính toán dung sai kích thước, dung sai hình dạng và vị trí, độ nhám bề mặt và dung sai lắp ghép các mối ghép thông dụng.

+ Ghi được ký hiệu dung sai kích thước, dung sai hình dạng và vị trí, nhám bề mặt lên bản vẽ.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Nội dung của môn học:

CHƯƠNG 1: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP

Mã chương: MH 10-01

Giới thiệu:

Chương này giúp học sinh hiểu được bản chất của tính lắp lẩn trong ngành cơ khí, phân biệt các loại lắp ghép, các hệ thống dung sai.

Mục tiêu

- Trình bày được bản chất của tính đối lẩn trong lắp ghép.
- Liệt kê được các loại lắp ghép.
- Phân biệt được các hệ thống dung sai.
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Nội dung chính:

1. Khái niệm về lắp lẩn trong ngành cơ khí.

1.1. Bản chất của tính lắp lẩn.

1.2. Ý nghĩa của tính lắp lẩn.

2. Dung sai và sai lệch giới hạn.

Kích thước là giá trị bằng số của đại lượng đo chiều dài theo đơn vị đo được lựa chọn. Đơn vị đo thường dùng là mm nhưng không ghi trên bản vẽ.

2.1. Kích thước danh nghĩa (d, D)

Kích thước danh nghĩa là kích thước mà dựa vào chức năng và điều kiện làm việc của chi tiết để tính toán, xác định và lựa chọn theo trị số kích thước tiêu chuẩn. Kích thước danh nghĩa phải được tiêu chuẩn hóa.

2.2. Kích thước thực (D_t, d_t)

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

2.3. Kích thước giới hạn ($D_{max}, D_{min}, d_{max}, d_{min}$)

Là kích thước lớn nhất và nhỏ nhất giới hạn trong phạm vi cho phép của kích thước chi tiết.

Ghi chú : Chi tiết gia công chỉ đạt yêu cầu khi :

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

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

Dung sai (ký hiệu T)

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

$$T_D = D_{max} - D_{min} = ES - EI, \quad T_d = d_{max} - d_{min} = es - ei$$

Ghi chú:

- Dung sai luôn luôn dương.
 - Đơn vị đo của dung sai là mm hoặc μm .
- 2.5. Sai lệch giới hạn.

2.5.1. Khái niệm

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

2.5.2 Phân loại

2.5.2.1. Sai lệch giới hạn trên (Ký hiệu ES, es)

Sai lệch giới hạn trên là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa. $ES = D_{max} - D$; $es = d_{max} - d$

2.5.2.2. Sai lệch giới hạn dưới (EI, ei)

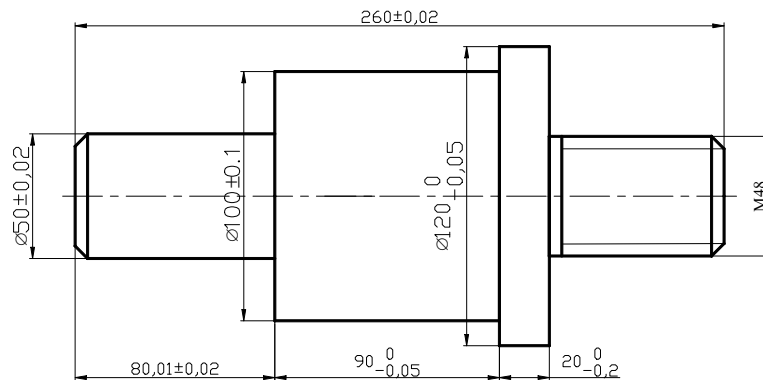
Sai lệch giới hạn dưới là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa. $EI = D_{min} - D$; $ei = d_{min} - d$

Ghi chú:

- Sai lệch giới hạn có thể dương, âm hoặc bằng không.
- Sai lệch giới hạn trên luôn luôn lớn hơn sai lệch giới hạn âm
- Đơn vị giới hạn có thể là mm hoặc μm

Cách ghi kích thước trên bản vẽ

- Kích thước danh nghĩa
- Sai lệch giới hạn (trên và dưới)
- Tất cả phải cùng đơn vị mm.



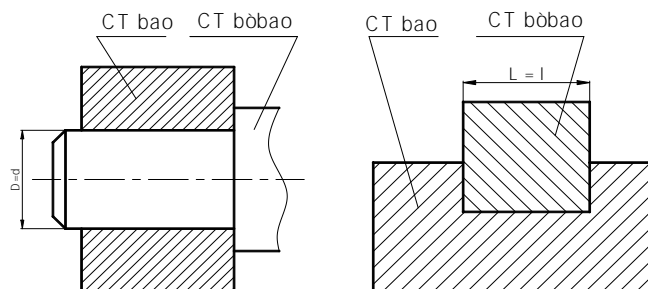
Hình 1.1 Cách ghi kích thước trên bản vẽ

3. Lắp ghép và các loại lắp ghép.

3.1. Khái niệm

- Lắp ghép: là sự phối hợp giữa hai hay nhiều chi tiết với nhau để thành một bộ phận máy hay một cái máy hoàn chỉnh.

- Bề mặt lắp ghép: Là bề mặt tiếp xúc giữa hai chi tiết lắp ghép với nhau. Bề mặt lắp ghép gồm có bề mặt bao và bề mặt bị bao. Bề mặt lắp ghép có thể là mặt trụ hay mặt phẳng.



Hình 1.2 Bề mặt lắp ghép

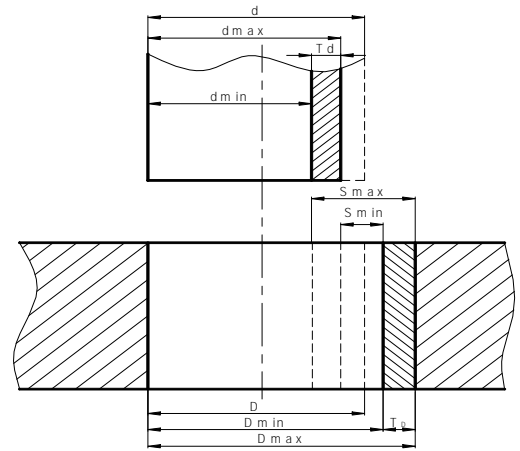
- Kích thước của bề mặt lắp ghép: Là kích thước lắp ghép.
- Kích thước danh nghĩa lắp ghép: Là kích thước danh nghĩa chung cho cả hai chi tiết lắp ghép.

3.2. Các loại lắp ghép.

Lắp ghép có độ hở (**Ký hiệu S**)

Lắp ghép có độ hở là kiểu lắp ghép trong đó kích thước của chi tiết bao lớn hơn chi tiết bị bao để tạo thành độ hở.

- Độ hở lớn nhất : $S_{max} = D_{max} - d_{min}$
 $= ES - ei$
- Độ hở nhỏ nhất : $S_{min} = D_{min} - d_{max}$
 $= EI - es$
- Dung sai độ hở : $T_S = S_{max} - S_{min}$
 $= T_D + T_d$

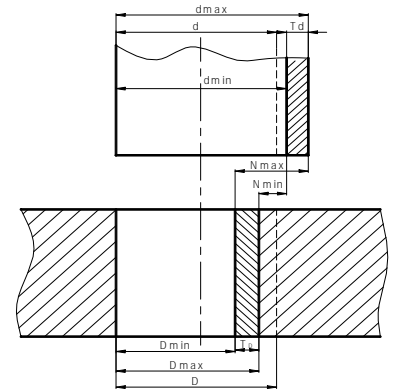


a) Lắp ghép có độ hở

- Lắp ghép có độ dôi (**Ký hiệu N**)

Lắp ghép có độ dôi là kiểu lắp ghép trong đó kích thước của chi tiết bao luôn luôn nhỏ hơn chi tiết bị bao để tạo thành độ dôi.

- Độ dôi lớn nhất : $N_{max} = d_{max} - D_{min}$
 $= es - EI$
- Độ dôi nhỏ nhất : $N_{min} = d_{min} - D_{max}$
 $= ei - ES$
- Dung sai độ dôi : $T_N = N_{max} - N_{min}$
 $= T_D + T_d$

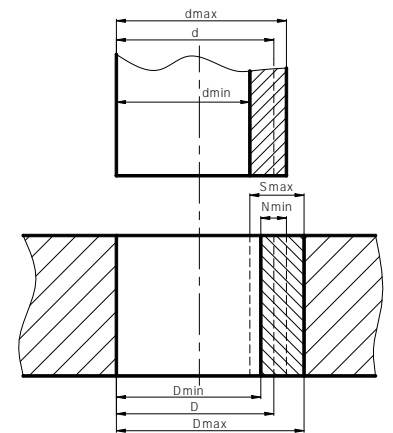


b) Lắp ghép có độ dôi

3,3, Lắp ghép trung gian

Lắp ghép trung gian là lắp ghép trong đó có thể có độ hở hoặc độ dôi tùy theo kích thước thực của cặp chi tiết lắp ghép với nhau.

- Độ hở lớn nhất : $S_{max} = D_{max} - d_{min}$
 $= ES - ei$
- Độ dôi lớn nhất : $N_{max} = d_{max} - D_{min}$
 $= es - EI$
- Dung sai : $T_{N, S} = N_{max} + S_{max}$
 $= T_D + T_d$



c) Lắp ghép trung gian

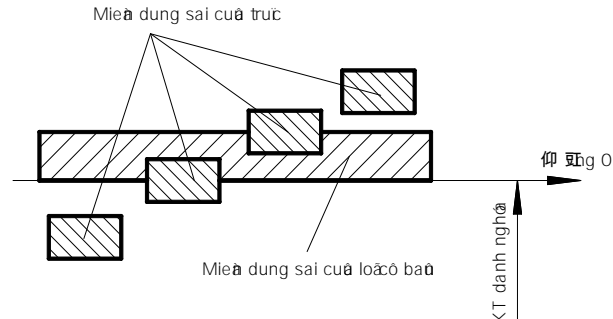
Hình 1.3 Ký hiệu các loại lắp ghép

4. Hệ thống dung sai

4.1. Hệ thống lỗ

Hệ thống lỗ là tập hợp tất cả các kiểu mà vị trí miền dung sai lỗ là cố định, còn miền dung sai trục thay đổi tùy theo kiểu lắp ghép.

Sai lệch cơ bản của lỗ có bảng ký hiệu H ($EI = 0$).

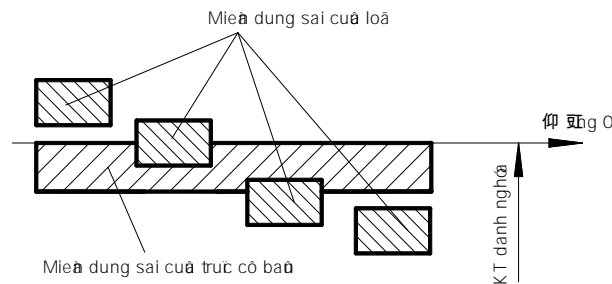


Hình 1.4 Ký hiệu hệ thống lỗ

4.2. Hệ thống trục

Hệ thống trục là tập hợp tất cả các kiểu lắp ghép mà vị trí miền dung sai trục là cố định, còn miền dung sai lỗ thay đổi tùy theo kiểu lắp ghép.

Sai lệch cơ bản của trục có bảng ký hiệu h ($es = 0$).



Hình 1.5 Ký hiệu hệ thống trục

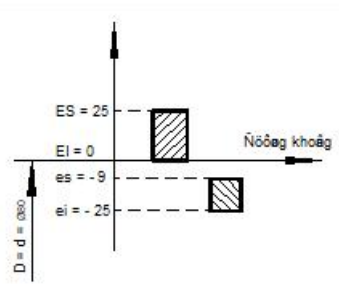
5. Sơ đồ lắp ghép

Để biểu diễn một lắp ghép đơn giản và nhanh chóng, người ta vẽ sơ đồ phân bố dung sai lắp ghép theo qui ước sau :

Lập một hệ trục tọa độ vuông góc, trong đó trục hoành biểu thị cho vị trí của kích thước danh nghĩa (Gọi là đường 0 vì tại đó sai lệch của kích thước bằng 0) và trục tung biểu thị cho giá trị của sai lệch giới hạn theo đơn vị μm . Lần lượt vẽ miền dung sai của lỗ và trục. Sai lệch giới hạn là sai lệch dương nếu ở trên đường 0 và là sai lệch âm nếu ở dưới đường 0.

Ghi chú:

- Trên trục tung ghi các giá trị sai lệch giới hạn của trục và lỗ theo đơn vị μm .
- Trên sơ đồ, miền dung sai của trục và lỗ được thể hiện bằng các hình chữ nhật có chiều dài tùy ý và gạch chéo trái chiều nhau.



Hình 1.6 Sơ đồ phân bố lắp ghép

6. Bài tập

Vẽ sơ đồ phân bố dung sai lắp ghép của lỗ và trục có kích thước sau :

$$D = \phi 80^{+0.025} \quad , \quad d = \phi 80_{-0.025}^{-0.009}$$

Ghi chú : Lắp ghép có độ hở khi miền dung sai của lỗ nằm trên miền dung sai của trục. Lắp ghép có độ dôi khi miền dung sai của lỗ nằm dưới miền dung sai của trục. Lắp ghép trung gian khi miền dung sai của lỗ và miền dung sai của trục có phần chung.

Câu hỏi và bài tập ôn tập:

Câu hỏi:

1. Hãy trình bày khái niệm dung sai và sai lệch giới hạn?
2. Trình bày các loại lắp ghép?
3. Hãy cho biết các hệ thống dung sai?

Bài tập:

Hãy vẽ sơ đồ phân bố dung sai lắp ghép của lỗ và trục có kích thước sau:

$$D = \phi 50^{+0.025} \quad , \quad d = \phi 50_{-0.025}^{-0.009}$$

CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRON (Dung sai và lắp ghép bề mặt tròn được qui định trong TCVN 2244 – 99)

Mã chương: MH 10-02

Giới thiệu:

Chương này giúp học sinh hiểu được bản chất, các quy định tiêu chuẩn dung sai lắp ghép đối với bề mặt tròn, phân biệt các kiểu lắp ghép.

Mục tiêu

- Trình bày được các qui định lắp ghép của hệ thống dung sai lắp ghép các bề mặt tròn theo tiêu chuẩn Việt nam (TCVN2244-99)
- Ghi và đọc được các giá trị dung sai trên bản vẽ.
- Tra thành thạo các bảng tra dung sai (theo TCVN 2245-99).
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Nội dung chính:

1. Hệ thống dung sai lắp ghép.

1,1, Hệ cơ bản

Trị số dung sai được tính theo công thức : $IT = a \times i$

i là đơn vị dung sai, phụ thuộc vào kích thước danh nghĩa D .

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D ; \quad D \text{ (mm) và } i \text{ (}\mu\text{m)}$$

a là hệ số chính xác, phụ thuộc vào cấp chính xác. Kích thước càng chính xác thì a càng nhỏ và ngược lại.

Bảng 2.1

**CÔNG THỨC TÍNH TRỊ SỐ DUNG SAI TIÊU CHUẨN ($IT = ai$)
VÀ TRỊ SỐ ĐƠN VỊ DUNG SAI i**

| KTDN | | Cấp dung sai tiêu chuẩn | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|
| | | IT 5 | IT 6 | IT 7 | IT 8 | IT 9 | IT 10 | IT1 1 | IT1 2 | IT1 3 | IT14 | IT15 | IT16 |
| Trên | Đến và gồm | Công thức tính dung sai tiêu chuẩn (đơn vị micrômét) | | | | | | | | | | | |
| — | 500 | 7i | 10i | 16i | 25i | 40i | 64i | 100i | 160i | 250i | 400i | 640i | 1000i |
| Trị số i | | | | | | | | | | | | | |
| Khoảng KTDN | Trên | Tr.3 | Tr.6 | Tr.10 | Tr.18 | Tr.30 | Tr.50 | Tr.80 | Tr.120 | Tr.180 | Tr.250 | Tr.360 | Tr.500 |
| | Đến | Đ.6 | Đ.10 | Đ.18 | Đ.30 | Đ.50 | Đ.80 | Đ.120 | Đ.180 | Đ.250 | Đ.360 | Đ.500 | Đ.700 |
| | $i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D$ | 0.5 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 1.3 | 1.5 | 1.86 | 2.17 | 2.52 | 2.89 | 3.22 | 3.54 |

Ví dụ : Cho hai trục có kích thước $d_1 = \phi 50_{-0,020}^{-0,009}$ và $d_2 = \phi 80_{-0,023}^{-0,010}$. Hỏi chi tiết nào yêu cầu độ chính xác cao hơn?

Hướng dẫn : Xác định hệ số a dựa vào công thức : $T = ai$.

Trong đó : $t = es - ei$ (đối với trục) ;

$T = ES - EI$ (đối với lỗ)

i tra bảng dựa vào khoảng kích thước (theo bảng 2.1)

Sau đó so sánh hệ số chính xác của hai chi tiết.

1.2. Cấp chính xác

Tiêu chuẩn quy định có 20 cấp chính xác, được ký hiệu là : IT01, IT0, IT1, ..., IT18.

Trong đó :

Cấp IT1÷ IT4 : được sử dụng đối với các chi tiết yêu cầu với độ chính xác rất cao.

Cấp IT5÷ IT6: sử dụng trong lĩnh vực cơ khí chính xác.

Cấp IT7÷ IT8: sử dụng trong lĩnh vực cơ khí thông dụng..

Cấp IT9÷ IT11: sử dụng trong lĩnh vực cơ khí hàn.

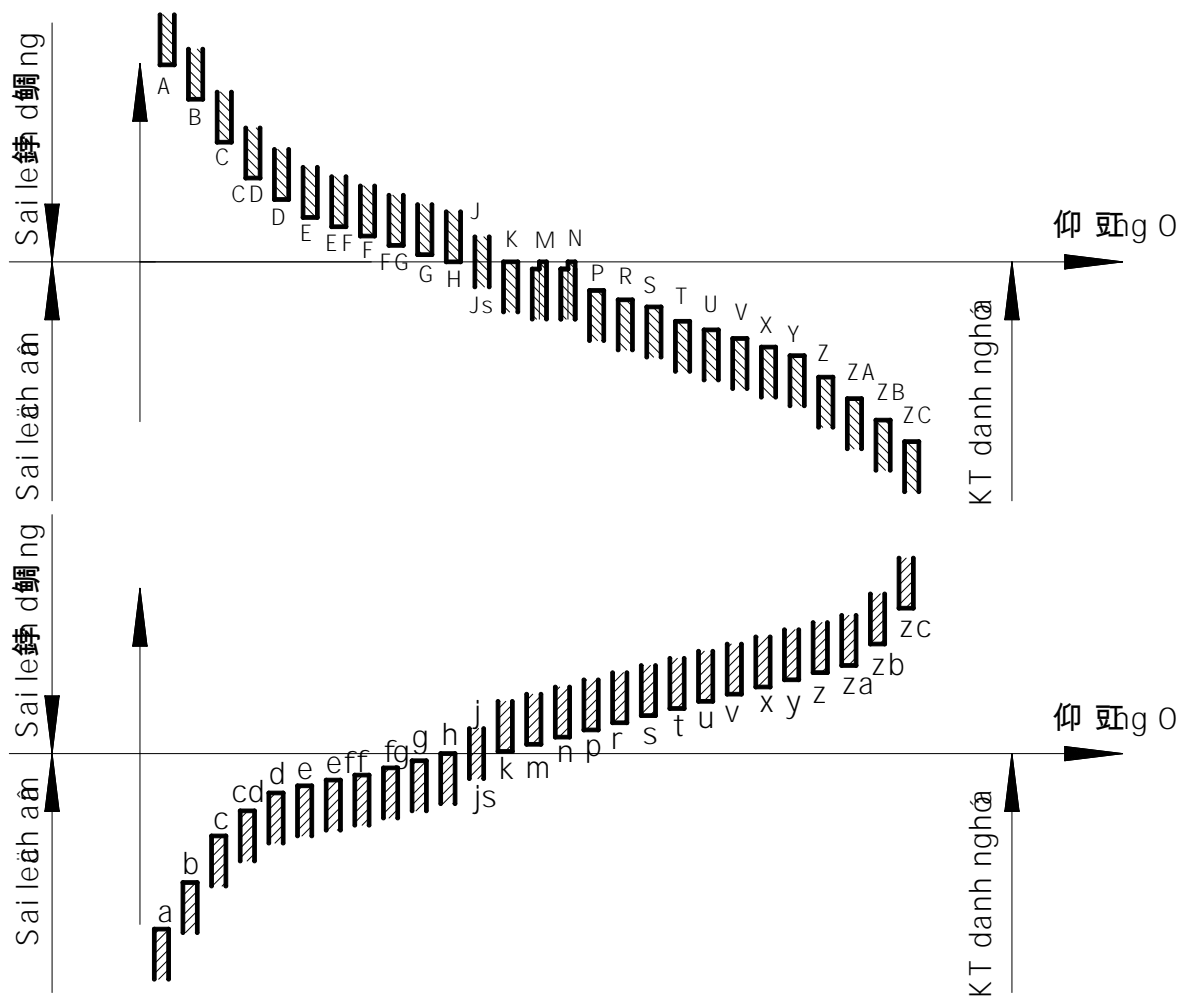
Cấp IT12÷ IT16: sử dụng đối với chi tiết yêu cầu gia công thô..

1.3. Nhiệt độ tiêu chuẩn.

1.4. Khoảng kích thước.

1.5. Sai lệch cơ bản.

Sai lệch cơ bản: Tiêu chuẩn có 28 sai lệch cơ bản của lỗ và 28 sai lệch cơ bản của trục được ký hiệu bằng một (hoặc hai) chữ cái bắt đầu từ a, b, c, ... , za, zb, zc. Trong đó chữ hoa ký hiệu cho lỗ (chi tiết bao) và chữ thường ký hiệu cho trục (chi tiết bõ bao).



Hình 2.1 Sai lệch cơ bản

Sai lệch cơ bản của lỗ H có $EI = 0$. Sai lệch cơ bản của trục h có $es = 0$. Đối với sai lệch cơ bản J_s và j_s , miền dung sai phân bố đối xứng qua dòng không. Trị số và dấu của các sai lệch cơ bản khác được quy định trong TCVN 2244 – 91. Các sai lệch cơ bản của trục và lỗ có cùng một chỗ ký hiệu sẽ bằng nhau về trị số nhưng ngược dấu.

Lắp ghép tiêu chuẩn

TCVN2244 – 99 đã quy định một dãy kiểu lắp ghép trong hệ thống lỗ cơ bản và hệ thống trục cơ bản. Các kiểu lắp nào cũng đáp ứng yêu cầu sản xuất.

1.6. Bảng dung sai tiêu chuẩn.

Bảng 2.2

**LẮP GHÉP TRONG HỆ THỐNG LỖ VỚI KTDN TỪ 1 ĐẾN 500mm
TCVN 2245 – 99**

| Lỗ Cơ Bản | Sai lệch cơ bản của trục | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|---|---|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | a | b | c | D | e | f | g | h | j_s |
| | Lắp ghép | | | | | | | | |
| H5 | | | | | | | $\frac{H5}{g4}$ | $\frac{H5}{h4}$ | $\frac{H5}{j_s4}$ |
| H6 | | | | | | $\frac{H6}{f6}$ | $\frac{H6}{g5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | $\frac{H6}{j_s5}$ |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| H7 | | | $\frac{H7}{c8}$ | $\frac{H7}{d8}$ | $\frac{H7}{e7}$ | $\frac{H8}{e8}$ | $\frac{H7}{f7}$ | | $\frac{H7}{g6}$ | $\frac{H7}{h6}$ | | $\frac{H7}{j_s6}$ |
| H8 | | | $\frac{H8}{c8}$ | $\frac{H8}{d8}$ | $\frac{H8}{e8}$ | $\frac{H8}{f7}$ | $\frac{H8}{f8}$ | | $\frac{H8}{h7}$ | $\frac{H8}{h8}$ | $\frac{H8}{j_s7}$ | |
| | | | | $\frac{H8}{d9}$ | $\frac{H8}{e9}$ | $\frac{H9}{f9}$ | | | $\frac{H8}{h9}$ | | | |
| H9 | | | | $\frac{H9}{d9}$ | $\frac{H9}{e8}$ | $\frac{H9}{e9}$ | $\frac{H9}{f8}$ | $\frac{H9}{f9}$ | | $\frac{H9}{h8}$ | $\frac{H9}{h9}$ | |
| H10 | | | | $\frac{H10}{d10}$ | | | | | | $\frac{H10}{h9}$ | $\frac{H10}{h10}$ | |
| H11 | $\frac{H11}{a11}$ | $\frac{H11}{b11}$ | $\frac{H11}{c11}$ | $\frac{H11}{d11}$ | | | | | | $\frac{H11}{h11}$ | | |
| H12 | | $\frac{H12}{b12}$ | | | | | | | | $\frac{H12}{h12}$ | | |
| Lỗ Cơ Bản | Sai lệch cơ bản của trục | | | | | | | | | | | |
| | k | m | n | P | r | s | | t | u | v | x | Z |
| | Lắp ghép | | | | | | | | | | | |
| H5 | $\frac{H5}{k4}$ | $\frac{H5}{m4}$ | $\frac{H5}{n4}$ | | | | | | | | | |
| H6 | $\frac{H6}{k5}$ | $\frac{H6}{m5}$ | $\frac{H6}{n5}$ | $\frac{H6}{p5}$ | $\frac{H6}{r5}$ | $\frac{H6}{s5}$ | | | | | | |
| H7 | $\frac{H7}{k6}$ | $\frac{H7}{m6}$ | $\frac{H7}{n6}$ | $\frac{H7}{p6}$ | $\frac{H7}{r6}$ | $\frac{H7}{s6}$ | $\frac{H7}{s7}$ | $\frac{H7}{t6}$ | $\frac{H7}{u7}$ | | | |
| H8 | $\frac{H8}{k7}$ | $\frac{H8}{m7}$ | $\frac{H8}{n7}$ | | | $\frac{H8}{s7}$ | | | $\frac{H8}{u8}$ | | $\frac{H8}{x8}$ | $\frac{H8}{z8}$ |

Bảng 2.3

LẮP GHÉP TRONG HỆ THỐNG TRỤC VỚI KTDN TỪ 1 ĐẾN 500mm
TCVN 2245 – 99

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|--|--|
| Trục Cơ bản | Sai lệch cơ bản của lỗ | | | | | | | | | | | |
| | A | B | C | D | E | F | G | H | | | | |
| | Lắp ghép | | | | | | | | | | | |
| h4 | | | | | | | | $\frac{G5}{h4}$ | $\frac{H5}{h4}$ | | | |
| h5 | | | | | | | $\frac{F7}{h5}$ | $\frac{G6}{h5}$ | $\frac{H6}{h5}$ | | | |
| h6 | | | | $\frac{D8}{h6}$ | $\frac{E8}{h6}$ | $\frac{F7}{h6}$ | $\frac{F8}{h6}$ | $\frac{G7}{h6}$ | $\frac{H7}{h6}$ | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|
| h7 | | | | $\frac{D8}{h7}$ | $\frac{E8}{h7}$ | $\frac{F8}{h7}$ | | $\frac{H8}{h7}$ | | | | |
| h8 | | | | $\frac{D8}{h8}$ | $\frac{D9}{h8}$ | $\frac{E8}{h8}$ | $\frac{E9}{h8}$ | $\frac{F8}{h8}$ | $\frac{F9}{h8}$ | $\frac{H8}{h8}$ | $\frac{H9}{h8}$ | |
| h9 | | | | $\frac{D9}{h9}$ | $\frac{D10}{h9}$ | $\frac{E9}{h9}$ | | | | $\frac{H8}{h9}$ | $\frac{H9}{h9}$ | $\frac{H10}{h9}$ |
| h10 | | | | $\frac{D10}{h10}$ | | | | | | | | |
| h11 | $\frac{A11}{h11}$ | $\frac{B11}{h11}$ | $\frac{C11}{h11}$ | $\frac{D11}{h11}$ | | | | | | $\frac{H11}{h11}$ | | |
| h12 | | $\frac{B12}{h12}$ | | | | | | | | $\frac{H12}{h12}$ | | |
| Trục Cơ bản | Sai lệch cơ bản của lỗ | | | | | | | | | | | |
| | J _s | K | M | N | P | R | S | T | U | | | |
| | Lắp ghép | | | | | | | | | | | |
| h4 | $\frac{J_s 5}{h4}$ | $\frac{K5}{h4}$ | $\frac{M5}{h4}$ | $\frac{N5}{h4}$ | | | | | | | | |
| h5 | $\frac{J_s 6}{h5}$ | $\frac{K6}{h5}$ | $\frac{M6}{h5}$ | $\frac{N6}{h5}$ | $\frac{P6}{h5}$ | | | | | | | |
| h6 | $\frac{J_s 7}{h6}$ | $\frac{K7}{h6}$ | $\frac{M7}{h6}$ | $\frac{N7}{h6}$ | $\frac{P7}{h6}$ | $\frac{R7}{h6}$ | $\frac{S7}{h6}$ | $\frac{T7}{h6}$ | | | | |
| h7 | $\frac{J_s 8}{h7}$ | $\frac{K8}{h7}$ | $\frac{M8}{h7}$ | $\frac{N8}{h7}$ | | | | | | $\frac{U8}{h7}$ | | |

Các kiểu lắp tiêu chuẩn được phân thành các nhóm sau :

- Nhóm lắp lỏng :

$$+ \text{ Trong hệ thống lỗ cơ bản : } \frac{H}{a}; \frac{H}{b}; \dots; \frac{H}{h}$$

$$+ \text{ Trong hệ thống trục cơ bản : } \frac{A}{h}; \frac{B}{h}; \dots; \frac{H}{h}$$

Nhóm lắp trung gian :

$$+ \text{ Trong hệ thống lỗ cơ bản : } \frac{H}{j_s}; \frac{H}{k}; \frac{H}{m}; \frac{H}{n}$$

$$+ \text{ Trong hệ thống trục cơ bản : } \frac{J_s}{h}; \frac{K}{h}; \frac{M}{h}; \frac{N}{h}$$

Nhóm lắp chặt :

$$+ \text{ Trong hệ thống lỗ cơ bản : } \frac{H}{p}; \frac{H}{r}; \dots; \frac{H}{zc}$$

+ Trong hệ thống trục cơ bản : $\frac{P}{h}; \frac{R}{h}; \dots; \frac{ZC}{h}$

Miền dung sai

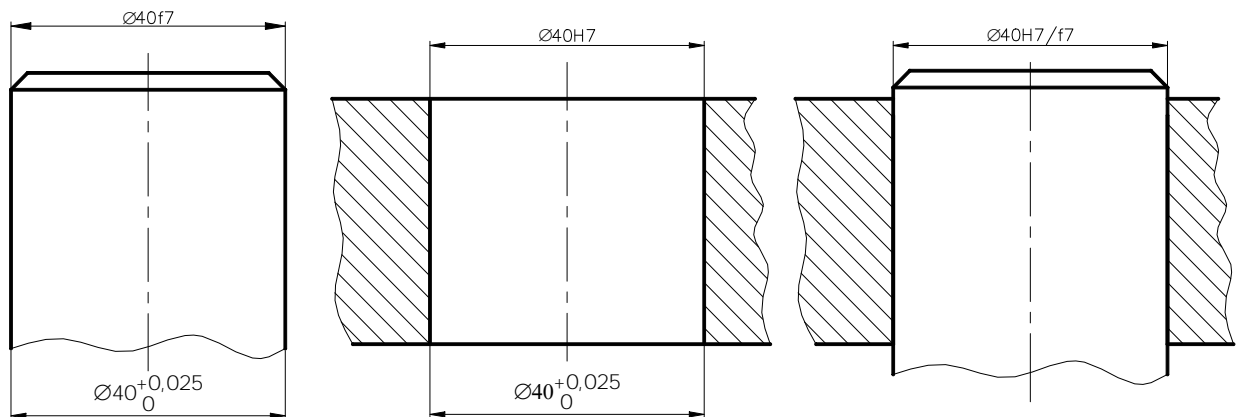
Miền dung sai được tạo ra bằng cách kết hợp một sai lệch cơ bản với một cấp chính xác. Ví dụ : H7 ; Js5 ; F8 và h6 ; m7 ; s5 ; ...

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

2.1. Ghi theo ký hiệu.

2.1. Ghi bằng trị số các sai lệch.

Trên bản vẽ chi tiết các sai lệch giới hạn được ghi ký hiệu bằng chữ hoặc bằng số theo đơn vị mm, bên cạnh kích thước danh nghĩa.



Hình 1.2 Ký hiệu hệ thống lỗ

3. Các bảng dung sai

3.1. Chọn kiểu lắp tiêu chuẩn

Ví dụ 1 : cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa 35mm, độ hở yêu cầu là $S_{max} = 50\mu m$, $S_{min} = 9\mu m$. chọn kiểu lắp phù hợp và xác định sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

Hướng dẫn :

Tra bảng 2.4 dựa vào kích thước danh nghĩa và độ hở lớn nhất, nhỏ nhất để lựa chọn một kiểu lắp phù hợp. **Ưu tiên chọn ô nét đậm.**

Bảng 2.4

ĐỘ HỠ GIỚI HẠN CỦA CÁC LẮP GHÉP LÔNG CÓ KT TỪ 1 ĐẾN 500mm

| Kích thước danh nghĩa, mm | | | | Tr6 | Tr10 | Tr18 | Tr30 | Tr50 | Tr80 | Tr120 | Tr180 | |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------|--|--|------|------|------|------|------|-------|-------|-----|
| | | | | Đ10 | Đ18 | Đ 30 | Đ 50 | Đ 80 | Đ120 | Đ180 | Đ250 | |
| Lắp ghép trong hệ thống lỗ cơ bản | $\frac{H7}{e7}$ | Lắp ghép trong hệ thống trục cơ bản | | Độ hở giới hạn S_{max}, S_{min} (đơn vị) | 55 | 68 | 82 | 100 | 120 | 142 | 165 | 192 |
| | | | | | 25 | 32 | 40 | 50 | 60 | 72 | 85 | 100 |
| | - | $\frac{E8}{h6}$ | | | 56 | 70 | 86 | 105 | 125 | 148 | 173 | 201 |
| | | | | | 25 | 32 | 40 | 50 | 60 | 72 | 85 | 100 |
| $\frac{H7}{e8}$ | $\frac{E8}{h7}$ | | | | 62 | 77 | 94 | 114 | 136 | 161 | 188 | 218 |
| | | | | | 25 | 32 | 40 | 50 | 60 | 72 | 85 | 100 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\frac{H7}{f7}$ | $\frac{F7}{h7}$ | 43 | 52 | 62 | 75 | 90 | 106 | 123 | 142 |
| - | $\frac{F7}{h6}$ | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 | 36 | 43 | 50 |
| - | $\frac{F8}{h6}$ | 37 | 45 | 54 | 66 | 79 | 93 | 108 | 125 |
| $\frac{H7}{g6}$ | $\frac{G7}{h6}$ | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 | 36 | 43 | 50 |
| $\frac{H7}{h6}$ | $\frac{H7}{h6}$ | 44 | 54 | 66 | 80 | 95 | 112 | 131 | 151 |
| $\frac{H8}{d8}$ | $\frac{D8}{h8}$ | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 | 36 | 43 | 50 |
| $\frac{H8}{d9}$ | $\frac{D9}{h8}$ | 29 | 35 | 41 | 50 | 59 | 69 | 79 | 90 |
| $\frac{H8}{e8}$ | $\frac{E8}{h8}$ | 5 | 16 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 | 15 |
| $\frac{H8}{e9}$ | $\frac{E9}{h8}$ | 24 | 29 | 34 | 41 | 49 | 57 | 65 | 75 |
| $\frac{H8}{f7}$ | $\frac{F8}{h7}$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $\frac{H8}{f9}$ | $\frac{F9}{h8}$ | 84 | 104 | 131 | 158 | 192 | 228 | 271 | 314 |
| $\frac{H8}{h7}$ | $\frac{H8}{h7}$ | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 145 | 170 |
| $\frac{H8}{h8}$ | $\frac{H8}{h8}$ | 98 | 120 | 150 | 181 | 220 | 261 | 308 | 357 |
| $\frac{H9}{d9}$ | $\frac{D9}{h9}$ | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 145 | 170 |
| | | 69 | 86 | 106 | 128 | 152 | 180 | 211 | 244 |
| | | 25 | 32 | 40 | 50 | 60 | 72 | 85 | 100 |
| | | 83 | 102 | 125 | 151 | 180 | 213 | 248 | 287 |
| | | 25 | 32 | 40 | 50 | 60 | 72 | 85 | 100 |
| | | 50 | 61 | 74 | 89 | 106 | 125 | 146 | 168 |
| | | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 | 36 | 43 | 50 |
| | | 71 | 86 | 105 | 126 | 150 | 177 | 206 | 237 |
| | | 13 | 16 | 20 | 25 | 30 | 36 | 43 | 50 |
| | | 37 | 45 | 54 | 64 | 76 | 89 | 103 | 118 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 44 | 54 | 66 | 79 | 92 | 108 | 126 | 144 |
| | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 112 | 136 | 169 | 204 | 248 | 294 | 345 | 400 |
| | | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 120 | 145 | 170 |

Ví dụ 2 : cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa 135mm, độ dôi yêu cầu là $N_{\max} = 81\mu\text{m}$, $N_{\min} = 38\mu\text{m}$. chọn kiểu lắp phù hợp và xác định sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

Hướng dẫn :

Tra bảng 2.5 để lựa chọn một kiểu lắp phù hợp. Ưu tiên chọn ô nét đậm.

Bảng 2.5

ĐỘ DÔI GIỚI HẠN CỦA CÁC LẮP GHÉP CHẶT CÓ KT TỪ 1 ĐẾN 500mm

| Lắp ghép trong hệ thống lỗ cơ bản | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $\frac{H5}{n4}$ | $\frac{H6}{p5}$ | $\frac{H6}{r5}$ | $\frac{H6}{s5}$ | $\frac{H7}{p6}$ | $\frac{H7}{r6}$ | $\frac{H7}{s6}$ | $\frac{H7}{s7}$ |
| Lắp ghép trong hệ thống trục cơ bản | | | | | | | |

| KTDN (mm) | $\frac{N5}{h4}$ | $\frac{P6}{h5}$ | - | - | $\frac{P7}{h6}$ | $\frac{R7}{h6}$ | $\frac{S7}{h6}$ | - |
|--------------|------------------------------------|-----------------|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----|
| | Độ dôi giới hạn N_{max}, N_{min} | | | | | | | |
| Trên 6 | 14 | 21 | 25 | 29 | 24 | 28 | 32 | 38 |
| Đến 10 | 4 | 6 | 10 | 14 | 0 | 4 | 8 | 8 |
| Trên 10 | 17 | 26 | 31 | 36 | 29 | 34 | 39 | 46 |
| Đến 18 | 4 | 7 | 12 | 17 | 0 | 5 | 10 | 10 |
| Trên 18 | 21 | 31 | 37 | 44 | 35 | 41 | 48 | 56 |
| Đến 30 | 6 | 9 | 15 | 22 | 1 | 7 | 14 | 14 |
| Trên 30 | 24 | 37 | 45 | 54 | 42 | 50 | 58 | 68 |
| Đến 50 | 6 | 10 | 18 | 27 | 1 | 9 | 18 | 18 |
| Trên 50 | 28 | 45 | 54 | 66 | 51 | 60 | 72 | 83 |
| Đến 65 | 7 | 13 | 22 | 34 | 2 | 11 | 23 | 23 |
| Trên 65 | 28 | 45 | 56 | 72 | 51 | 62 | 78 | 89 |
| Đến 80 | 7 | 13 | 24 | 40 | 2 | 13 | 29 | 29 |
| Trên 80 | 33 | 52 | 66 | 86 | 59 | 73 | 93 | 106 |
| Đến 100 | 8 | 15 | 29 | 49 | 2 | 16 | 36 | 36 |
| Trên 100 | 33 | 52 | 69 | 94 | 59 | 76 | 101 | 114 |
| Đến 120 | 8 | 15 | 32 | 57 | 2 | 19 | 44 | 44 |
| Trên 120 | 39 | 61 | 81 | 110 | 68 | 88 | 117 | 132 |
| Đến 140 | 9 | 18 | 38 | 67 | 3 | 23 | 52 | 52 |
| Trên 140 | 39 | 61 | 83 | 118 | 68 | 90 | 125 | 140 |
| Đến 160 | 9 | 18 | 40 | 75 | 3 | 25 | 60 | 60 |
| Trên 160 | 39 | 61 | 86 | 126 | 68 | 93 | 133 | 148 |
| Đến 180 | 9 | 18 | 43 | 83 | 3 | 28 | 68 | 68 |
| Trên 180 | 45 | 70 | 97 | 142 | 79 | 106 | 151 | 168 |
| Đến 200 | 11 | 21 | 48 | 93 | 4 | 31 | 76 | 76 |
| Trên 200 | 45 | 70 | 100 | 150 | 79 | 109 | 159 | 176 |
| Đến 225 | 11 | 21 | 51 | 101 | 4 | 34 | 84 | 84 |
| Trên 225 | 45 | 70 | 104 | 160 | 79 | 113 | 169 | 186 |
| Đến 250 | 11 | 21 | 55 | 111 | 4 | 38 | 94 | 94 |

Ví dụ 3 : cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa 80mm, độ dôi yêu cầu là $N_{max} = 15\mu m$, $N_{min} = -17\mu m$. Chọn kiểu lắp phù hợp và xác định sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

Hướng dẫn : Tra bảng 2.6 để lựa chọn một kiểu lắp phù hợp.

Bảng 2.6

**ĐỘ DÔI GIỚI HẠN CỦA CÁC LẮP GHÉP TRUNG GIAN
CÓ KÍCH THƯỚC TỪ 1 ĐẾN 500mm**

| KÍCH THƯỚC DANH NGHĨA | | | | | Tr6 | Tr10 | Tr18 | Tr30 | Tr50 | Tr80 | Tr120 | Tr180 |
|-----------------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | | | | | Đ10 | Đ18 | Đ 30 | Đ 50 | Đ 80 | Đ120 | Đ180 | Đ250 |
| Lắp ghép | $\frac{H5}{k4}$ | Lắp ghép | $\frac{K5}{h4}$ | Độ dôi | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 13 | 15 | 18 |
| | | | | | -5 | -7 | -7 | -9 | -11 | -12 | -15 | -16 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\frac{H5}{m4}$ | $\frac{M5}{h4}$ | 10 | 12 | 14 | 16 | 19 | 23 | 27 | 31 |
| $\frac{H6}{j_s5}$ | – | 0 | -1 | -1 | -2 | -2 | -2 | -3 | -3 |
| $\frac{H6}{k5}$ | $\frac{K6}{h5}$ | 3 | 4 | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 7,5 | 9 | 10 |
| $\frac{H6}{m5}$ | $\frac{M6}{h5}$ | -12 | -15 | -17,5 | -21,5 | -25,5 | -29,5 | -34 | -39 |
| $\frac{H6}{n5}$ | $\frac{N6}{h5}$ | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 18 | 21 | 24 |
| $\frac{H7}{j_s6}$ | – | -8 | -10 | -11 | -14 | -17 | -19 | -22 | -25 |
| – | $\frac{J_s7}{h6}$ | 12 | 15 | 17 | 20 | 24 | 28 | 33 | 37 |
| $\frac{H7}{k6}$ | $\frac{K7}{h6}$ | -3 | -4 | -5 | -7 | -8 | -9 | -10 | -12 |
| $\frac{H7}{m6}$ | $\frac{M7}{h6}$ | 16 | 20 | 24 | 28 | 33 | 38 | 45 | 51 |
| $\frac{H7}{n6}$ | $\frac{N7}{h6}$ | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| $\frac{H8}{j_s7}$ | – | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 8 | 9,5 | 11 | 12,5 | 14,5 |
| – | $\frac{J_s8}{h7}$ | - | -23,5 | -27,5 | -33 | -39,5 | -46 | -52,5 | -60,5 |
| $\frac{H8}{k7}$ | $\frac{K8}{h7}$ | 7 | 9 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 23 |
| $\frac{H8}{m7}$ | $\frac{M8}{h7}$ | -16 | -20 | -23 | -28 | -34 | -39 | -45 | -52 |
| $\frac{H8}{n7}$ | $\frac{N8}{h7}$ | 10 | 12 | 15 | 18 | 21 | 5 | 28 | 33 |
| | | -14 | -17 | -19 | -23 | -28 | -32 | -37 | -42 |
| | | 15 | 18 | 21 | 25 | 30 | 35 | 40 | 46 |
| | | -9 | -11 | -13 | -16 | -19 | -22 | -25 | -29 |
| | | 19 | 23 | 28 | 33 | 39 | 45 | 52 | 60 |
| | | -5 | -6 | -6 | -8 | -10 | -12 | -13 | -15 |
| | | 7 | 9 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 23 |
| | | -29 | -36 | -43 | -51 | -61 | -71 | -83 | -95 |
| | | 11 | 13 | 16 | 19 | 23 | 27 | 31 | 36 |
| | | -26 | -31 | -37 | -44 | -53 | -62 | -71 | -82 |
| | | 16 | 19 | 23 | 27 | 32 | 38 | 43 | 50 |
| | | -21 | -26 | -31 | -37 | -44 | -51 | -60 | -68 |
| | | 21 | 25 | 29 | 34 | 41 | 48 | 55 | 63 |
| | | -16 | -20 | -25 | -30 | -35 | -41 | -48 | -55 |
| | | 25 | 30 | 36 | 42 | 50 | 58 | 67 | 77 |
| | | -12 | -15 | -18 | -22 | -26 | -31 | -36 | -41 |

Bảng 2.7

**SAI LỆCH GIỚI HẠN KÍCH THƯỚC LỖ (ĐƠN VỊ μm)
CÓ KÍCH THƯỚC TỪ 1 ĐẾN 500mm TCVN 2245 – 99**

| KTDN, mm | | D | | | | E | | | F | | | | G | | |
|-------------|------------------|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|---|----|----|
| Trên | Đến và gồm | 8 | 9 | 10 | 11 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 |
| - | 3 | 34 | 45 | 60 | 80 | 24 | 28 | 39 | 16 | 20 | 31 | 46 | 6 | 8 | 12 |
| | | 20 | 20 | 20 | 20 | 14 | 14 | 14 | 6 | 6 | 6 | 6 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 6 | 48 | 60 | 78 | 105 | 32 | 38 | 50 | 22 | 28 | 40 | 58 | 9 | 12 | 16 |
| | | 30 | 30 | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 4 | 4 | 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| 6 | 10 | 62 40 | 76 40 | 98 40 | 130 40 | 40 25 | 47 25 | 61 25 | 28 13 | 35 13 | 49 13 | 71 13 | 11 5 | 14 5 | 20 5 |
| 10 | 18 | 77 50 | 93 50 | 120 50 | 160 50 | 50 32 | 59 32 | 75 32 | 34 16 | 43 16 | 59 16 | 86 16 | 14 6 | 17 6 | 24 6 |
| 18 | 30 | 98 65 | 117 65 | 149 65 | 195 65 | 61 40 | 73 40 | 92 40 | 41 20 | 53 20 | 72 20 | 104 20 | 16 7 | 20 7 | 28 7 |
| 30 | 50 | 119 80 | 142 80 | 180 80 | 240 80 | 75 50 | 89 50 | 112 50 | 50 25 | 64 25 | 87 25 | 125 25 | 20 9 | 25 9 | 34 9 |
| 50 | 80 | 146 100 | 174 100 | 220 100 | 290 100 | 90 60 | 106 60 | 134 60 | 60 30 | 76 30 | 104 30 | | 23 10 | 29 10 | 40 10 |
| 80 | 120 | 174 120 | 207 120 | 260 120 | 340 120 | 107 72 | 126 72 | 159 72 | 71 36 | 90 36 | 123 36 | | 27 12 | 34 12 | 47 12 |
| 120 | 180 | 208 145 | 245 145 | 305 145 | 395 145 | 125 85 | 148 85 | 185 85 | 83 43 | 106 43 | 143 43 | | 32 14 | 39 14 | 54 14 |
| 180 | 250 | 242 170 | 285 170 | 355 170 | 460 170 | 146 100 | 172 100 | 215 100 | 96 50 | 122 50 | 165 50 | | 35 15 | 44 15 | 61 15 |
| 250 | 315 | 271 190 | 320 190 | 400 190 | 510 190 | 162 110 | 191 110 | 240 110 | 108 56 | 173 56 | 186 56 | | 40 17 | 49 17 | 69 17 |
| 315 | 400 | 299 210 | 350 210 | 440 210 | 570 210 | 182 125 | 214 125 | 265 125 | 119 62 | 151 62 | 202 62 | | 43 18 | 54 18 | 75 18 |
| 400 | 500 | 327 230 | 385 230 | 480 230 | 630 230 | 198 135 | 232 135 | 290 135 | 131 68 | 165 68 | 223 68 | | 47 20 | 60 20 | 83 20 |

| KTDN | Trên | | — | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 | | |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Đến & gồm | | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 | 500 | | |
| Sai lệch cơ bản H (EI = 0) | Sai lệch giới hạn trên ES | Đơn vị μm | 1 | 0,8 | 1 | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 6 | 7 | 8 | |
| | | | 2 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 |
| | | | 3 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 12 | 13 | 15 |
| | | | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 16 | 18 | 20 |
| | | | 5 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 | 18 | 20 | 23 | 23 | 25 | 27 |
| | | | 6 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 | 29 | 32 | 32 | 36 | 40 |
| | | | 7 | 10 | 12 | 15 | 18 | 21 | 25 | 30 | 35 | 40 | 46 | 52 | 52 | 57 | 63 |
| | | | 8 | 14 | 18 | 22 | 27 | 33 | 39 | 46 | 54 | 63 | 72 | 81 | 81 | 89 | 97 |
| | | | 9 | 25 | 30 | 36 | 43 | 52 | 62 | 74 | 87 | 100 | 115 | 130 | 130 | 140 | 156 |
| | | | 10 | 40 | 48 | 58 | 70 | 84 | 100 | 120 | 140 | 160 | 185 | 210 | 210 | 230 | 250 |
| | | 11 | 60 | 75 | 90 | 110 | 130 | 160 | 190 | 220 | 250 | 290 | 320 | 320 | 360 | 400 | |
| | | 12 | Đơn vị mm | 0,1 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,21 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,46 | 0,52 | 0,52 | 0,57 | 0,63 |
| | | 13 | | 0,14 | 0,18 | 0,22 | 0,27 | 0,33 | 0,39 | 0,46 | 0,54 | 0,63 | 0,72 | 0,81 | 0,81 | 0,89 | 0,97 |
| | | 14 | | 0,25 | 0,3 | 0,36 | 0,43 | 0,52 | 0,62 | 0,74 | 0,87 | 1 | 1,15 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| | | 15 | | 0,4 | 0,48 | 0,58 | 0,7 | 0,84 | 1 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,85 | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,5 |
| | | 16 | | 0,6 | 0,75 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 2,9 | 3,2 | 3,2 | 3,6 | 4 |
| | | 17 | | 1 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,6 | 5,2 | 5,2 | 5,7 | 6,3 |

| KTDN | | P | | | R | S | T | U |
|------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Trên | Đến & gồm | 6 | 7 | 9 | 7 | 7 | 7 | 8 |
| — | 3 | -6 -12 | -6 -16 | -6 -31 | -10 -20 | -14 -24 | | -18 -32 |
| 3 | 6 | -9 -17 | -8 -20 | -12 -42 | -11 -23 | -15 -27 | | -23 -41 |
| 6 | 10 | -12 -21 | -9 -24 | -15 -51 | -13 -28 | -17 -32 | | -28 -50 |
| 10 | 18 | -15 -26 | -11 -29 | -18 -61 | -16 -34 | -21 -39 | | -33 -60 |
| 18 | 24 | -18 -31 | -14 -35 | -22 -74 | -20 -41 | -27 -48 | | -41 -74 |
| 24 | 30 | -18 -31 | -14 -35 | -22 -74 | -20 -41 | -27 -48 | -33 -54 | -48 -81 |
| 30 | 40 | -21 -37 | -17 -42 | -26 -88 | -25 -50 | -34 -59 | -39 -64 | -60 -99 |
| 40 | 50 | | | | | | -45 -70 | -70 -109 |
| 50 | 65 | -26 -45 | -21 -51 | -32 -106 | -30 -60 | -42 -72 | -55 -85 | -87 -133 |
| 65 | 80 | | | | -32 -62 | -48 -78 | -64 -94 | -102 -148 |
| 80 | 100 | -30 -52 | -24 -54 | -37 -124 | -38 -73 | -58 -93 | -78 -113 | -124 -178 |
| 100 | 120 | | | | -41 -76 | -66 -101 | -91 -126 | -144 -198 |
| 120 | 140 | -36 -61 | -28 -68 | -43 -143 | -48 -88 | -77 -117 | -107 -147 | -170 -233 |
| 140 | 160 | | | | -50 -90 | -85 -125 | -119 -159 | -190 -253 |
| 160 | 180 | | | | -53 -93 | -93 -133 | -131 -171 | -210 -273 |
| 180 | 200 | -41 -70 | -33 -79 | -50 -165 | -60 -106 | -105 -151 | -149 -195 | -236 -308 |
| 200 | 225 | | | | -63 -109 | -113 -159 | -163 -209 | -258 -330 |
| 225 | 250 | | | | -67 -113 | -123 -169 | -179 -225 | -284 -356 |
| 250 | 280 | -47 -79 | -36 -88 | -56 -186 | -74 -126 | -138 -190 | -198 -250 | -315 -396 |
| 280 | 315 | | | | -78 -130 | -150 -202 | -220 -272 | -350 -431 |

| | | | | | | | | |
|-----|-----|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 315 | 355 | -51 -87 | -41 -98 | -62 -202 | -87 -144 | -169 -226 | -247 -304 | -390 -479 |
| 355 | 400 | | | | -93 -150 | -187 -224 | -273 -330 | -435 -524 |
| 400 | 450 | -55 -95 | -45 -108 | -68 -223 | -103 -166 | -209 -272 | -307 -370 | -490 -587 |
| 450 | 500 | | | | -109 -172 | -229 -292 | -337 -400 | -540 -637 |

| KT DN | Trên | — | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 |
|-----------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Đến & Gồm | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| Js | 5 | ±2 | ±2, 5 | ±3 | ±4 | ±4,5 | ±5,5 | ±6,5 | ±7,5 | ±9 | ±10 | ±11, 5 | ±12, 5 | ±13,5 |
| | 6 | ±3 | ±4 | ±4,5 | ±5, 5 | ±6,5 | ±8 | ±9,5 | ±11 | ±12, 5 | ±14, 5 | ±16 | ±18 | ±20 |
| | 7 | ±5 | ±6 | ±7,5 | ±9 | ±10, 5 | ±12, 5 | ±15 | ±17, 5 | ±20 | ±23 | ±26 | ±28, 5 | ±31,5 |
| | 8 | ±7 | ±9 | ±11 | ±13, 5 | ±16, 5 | ±19, 5 | ±23 | ±27 | ±31, 5 | ±36 | ±40, 5 | ±44, 5 | ±48,5 |
| | 9 | ±1 2,5 | ±15 | ±18 | ±21, 5 | ±26 | ±31 | ±37 | ±43, 5 | ±50 | ±57, 5 | ±65 | ±70 | ±77,5 |
| | 10 | ±2 0 | ±24 | ±29 | ±35 | ±42 | ±42 | ±60 | ±70 | ±80 | ±92, 5 | ±10 5 | ±11 5 | ±125 |
| K | 5 | 0 -4 | 0 -5 | 1 -5 | 2 -6 | 1 -8 | 2 -9 | 3 -10 | 2 -13 | 3 -15 | 2 -18 | 3 -20 | 3 -22 | 2 -25 |
| | 6 | 0 -6 | 2 -6 | 2 -7 | 2 -9 | 2 -11 | 3 -13 | 4 -15 | 4 -18 | 4 -21 | 5 -24 | 5 -27 | 7 -29 | 8 -32 |
| | 7 | 0 -10 | 3 -9 | 5 -10 | 6 -12 | 6 -15 | 7 -18 | 9 -21 | 10 -25 | 12 -28 | 13 -33 | 16 -35 | 17 -40 | 18 -45 |
| M | 6 | -2 -8 | -1 -9 | -3 -12 | -4 -15 | -4 -17 | -4 -20 | -5 -24 | -6 -28 | -8 -33 | -8 -37 | -9 -41 | -10 -46 | -10 -50 |
| | 7 | -2 -12 | 0 -12 | 0 -15 | 0 -18 | 0 -21 | 0 -25 | 0 -30 | 0 -35 | 0 -40 | 0 -46 | 0 -52 | 0 -57 | 0 -63 |
| | 8 | -2 -16 | 2 -16 | 1 21 | 2 25 | 4 -19 | 5 -34 | 5 -41 | 6 -48 | 8 -55 | 9 -63 | 9 -72 | 11 -78 | 11 -86 |
| N | 6 | -4 -10 | -5 -13 | -7 -16 | 9 -20 | -11 -24 | -12 -28 | -14 -33 | -16 -38 | -20 -45 | -22 -51 | -25 -57 | -26 -62 | -27 -67 |
| | 7 | -4 -14 | -4 -16 | -4 -19 | -5 -23 | -7 -28 | -8 -33 | -9 -39 | -10 -45 | -12 -52 | -14 -60 | -14 -66 | -26 -73 | -17 -80 |
| | 8 | -4 -18 | -2 -20 | -3 -25 | -3 -30 | -3 -36 | -3 -42 | -4 -50 | -4 -58 | -4 -67 | -5 -77 | -5 -86 | -5 -94 | -6 -103 |
| | 9 | -4 -29 | 0 -30 | 0 -36 | 0 -43 | 0 -52 | 0 -62 | 0 -74 | 0 -87 | 0 -100 | 0 -115 | 0 -130 | 0 -140 | 0 -155 |

Bảng 2.7

SAI LỆCH GIỚI HẠN KÍCH (ĐƠN VỊ μm) THUỐC TRỰC

| | Trên | — | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 |
|--|------|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|--|------|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|

| KT DN | Đến & Gồm | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 | 500 |
|----------|-----------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| d | 7 | -20 -30 | -30 -42 | -40 -55 | -50 -68 | -65 -86 | -80 -105 | -100 -130 | -120 -155 | -145 -185 | -170 -216 | -190 -242 | -210 -267 | -230 -293 |
| | 8 | -20 -34 | -30 -48 | -40 -62 | -50 -77 | -65 -98 | -80 -119 | -100 -146 | -120 -174 | -145 -208 | -170 -242 | -190 -271 | -210 -299 | -230 -327 |
| | 9 | -20 -45 | -30 -60 | -40 -76 | -50 -93 | -65 -177 | -80 -142 | -100 -174 | -120 -207 | -145 -245 | -170 -285 | -190 -320 | -210 -350 | -230 -385 |
| | 10 | -20 -60 | -30 -78 | -40 -98 | -50 -120 | -65 -149 | -80 -180 | -100 -220 | -120 -260 | -145 -305 | -170 -355 | -190 -400 | -210 -440 | -230 -480 |
| | 11 | -20 -80 | -30 -105 | -40 -130 | -50 -160 | -65 -195 | -80 -240 | -100 -290 | -120 -340 | -145 -395 | -170 -460 | -190 -510 | -210 -570 | -230 -630 |
| e | 7 | -14 -24 | -20 -32 | -25 -40 | -32 -50 | -40 -61 | -50 -75 | -60 -90 | -72 -107 | -85 -125 | -100 -146 | -110 -162 | -125 -182 | -135 -198 |
| | 8 | -14 -28 | -20 -38 | -25 -47 | -32 -59 | -40 -73 | -50 -89 | -60 -106 | -72 -126 | -85 -148 | -100 -172 | -110 -191 | -125 -214 | -135 -232 |
| | 9 | -14 -39 | -20 -50 | -25 -61 | -32 -75 | -40 -42 | -50 -112 | -60 -134 | -72 -159 | -85 -185 | -100 -215 | -110 -240 | -125 -265 | -135 -290 |
| f | 6 | -6 -12 | -10 -18 | -13 -22 | -16 -27 | -20 -33 | -25 -41 | -30 -49 | -36 -58 | -43 -68 | -50 -79 | -56 -88 | -62 -92 | -68 -180 |
| | 7 | -6 -16 | -10 -22 | -13 -28 | -16 -34 | -20 -41 | -25 -50 | -30 -60 | -36 -71 | -43 -83 | -50 -96 | -56 -108 | -62 -199 | -68 -131 |
| | 8 | -6 -20 | -10 -28 | -13 -35 | -16 -43 | -20 -53 | -25 -64 | -30 -76 | -36 -90 | -43 -106 | -50 -122 | -56 -137 | -62 151 | -68 -165 |
| | 9 | -6 -31 | -10 -40 | -13 -49 | -16 -59 | -20 -72 | -25 -87 | -30 -104 | -36 -123 | -43 -143 | -50 -165 | -56 -186 | -62 -202 | -68 -223 |
| g | 4 | -2 -5 | -4 -8 | -5 -9 | -6 -11 | -7 -13 | -9 -16 | -10 -18 | -12 -22 | -14 -26 | -15 -29 | -17 -33 | -18 -36 | -20 -40 |
| | 5 | -2 -6 | -4 -9 | -5 -11 | -6 -14 | -7 -16 | -9 -20 | -10 -23 | -12 -27 | -14 -32 | -15 -35 | -17 -40 | -18 -43 | -20 -47 |
| | 6 | -2 -8 | -4 -12 | -5 -14 | -6 -17 | -7 -20 | -9 -25 | -10 -29 | -12 -34 | -14 -39 | -15 -44 | -17 -49 | -18 -54 | -20 -60 |
| | 7 | -2 -12 | -4 -16 | -5 -20 | -6 -24 | -7 -28 | -9 -34 | -10 -40 | -12 -47 | -14 -54 | -15 -61 | -17 -69 | -18 -75 | -20 -83 |

| KTDN | Trên | | — | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 | |
|----------------------------|------------------------|-----------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | Đến & gồm | | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 | 500 | |
| Sai lệch cơ bản h (es = 0) | Sai lệch giới hạn dưới | Đơn vị μm | 1 | -0,8 | -1 | -1 | -1,2 | -1,5 | -1,5 | -2 | -2,5 | -3,5 | -4,5 | -6 | -7 | -8 |
| | | | 2 | -1,2 | -1,5 | -1,5 | -2 | -2,5 | -2,5 | -3 | -4 | -5 | -7 | -8 | -9 | -10 |
| | | | 3 | -2 | -2,5 | -2,5 | -3 | -4 | -4 | -5 | -6 | -8 | -10 | -12 | -13 | -15 |
| | | | 4 | -3 | -4 | -4 | -5 | -6 | -7 | -8 | -10 | -12 | -14 | -16 | -18 | -20 |
| | | | 5 | -4 | -5 | -6 | -8 | -9 | -11 | -13 | -15 | -18 | -20 | -23 | -25 | -27 |
| | | | 6 | -6 | -8 | -9 | -11 | -13 | -16 | -19 | -22 | -25 | -29 | -32 | -36 | -40 |
| | | | 7 | -10 | -12 | -15 | -18 | -21 | -25 | -30 | -35 | -40 | -46 | -52 | -57 | -63 |
| | | | 8 | -14 | -18 | -22 | -27 | -33 | -39 | -46 | -54 | -63 | -72 | -81 | -89 | -97 |
| | | | 9 | -25 | -30 | -36 | -43 | -52 | -62 | -74 | -87 | - | - | - | - | -156 |
| | 0 | 1 | 1 | | -40 | -48 | -58 | -70 | -84 | -100 | -120 | - | - | - | - | -250 |
| | | | | | | | | | | | | 140 | 160 | 185 | 210 | 230 |
| | | | | -60 | -75 | -90 | - | -130 | -160 | -190 | - | - | - | - | -400 | |
| | | | | | | 110 | | | | 220 | 250 | 290 | 320 | 360 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | Đơn vị mm | -0,1 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,21 | 0,25 | 0,3 | 0,35 | 0,40 | 0,46 | -0,52 | -0,57 | -0,63 | |
| | 2 | | - | -0,18 | - | - | - | -0,39 | - | - | - | - | - | - | - | -0,97 |
| | 3 | | 0,14 | | 0,22 | 0,27 | 0,33 | | 0,46 | 0,54 | 0,63 | 0,72 | 0,81 | 0,89 | | |
| | 4 | | -0,25 | -0,3 | -0,36 | -0,43 | -0,52 | -0,62 | -0,74 | -0,87 | -1 | -1,15 | -1,3 | -1,4 | -1,55 | |
| | 5 | | -0,4 | -0,48 | -0,58 | -0,7 | -0,84 | -1 | -1,2 | -1,4 | -1,6 | -1,85 | -2,1 | -2,3 | -2,5 | |
| | 6 | | -0,6 | -0,75 | -0,9 | -1,1 | -1,3 | -1,6 | -1,9 | -2,2 | -2,5 | -2,9 | -3,2 | -3,6 | -4 | |
| | 7 | | -1 | -1,2 | -1,5 | -1,8 | -2,1 | -2,5 | -3 | -3,5 | -4 | -4,6 | -5,2 | -5,7 | -6,3 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| KT DN | Trên | — | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 |
| | Đến & Gồm | 3 | 6 | 10 | 18 | 30 | 50 | 80 | 120 | 180 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| js | 4 | ±1,5 | ±2 | ±2 | ±2,5 | ±3 | ±3,5 | ±4 | ±5 | ±6 | ±7 | ±8 | ±9 | ±10 |
| | 5 | ±2 | ±2,5 | ±3 | ±4 | ±4,5 | ±5,5 | ±6,5 | ±7,5 | ±9 | ±10 | ±11,5 | ±12,5 | ±13,5 |
| | 6 | ±3 | ±4 | ±4,5 | ±5,5 | ±6,5 | ±8 | ±9,5 | ±11 | ±12,5 | ±14,5 | ±16 | ±18 | ±20 |
| | 7 | ±5 | ±6 | ±7,5 | ±9 | ±10,5 | ±12,5 | ±15 | ±17,5 | ±20 | ±23 | ±26 | ±28,5 | ±31,5 |
| k | 4 | 30 | 51 | 55 | 66 | 82 | 99 | 120 | 145 | 175 | 210 | 250 | 295 | 350 |
| | 5 | 40 | 66 | 77 | 99 | 120 | 145 | 180 | 215 | 260 | 310 | 365 | 435 | |
| | 6 | 60 | 99 | 115 | 150 | 180 | 215 | 260 | 315 | 375 | 445 | 525 | 615 | |
| | 7 | 100 | 165 | 195 | 255 | 300 | 360 | 435 | 525 | 630 | 765 | 915 | 1080 | |
| m | 4 | 52 | 88 | 105 | 132 | 165 | 200 | 240 | 285 | 345 | 415 | 500 | 595 | 705 |
| | 5 | 68 | 115 | 135 | 170 | 210 | 255 | 310 | 370 | 440 | 525 | 625 | 745 | |
| | 6 | 105 | 180 | 210 | 265 | 330 | 405 | 490 | 585 | 695 | 825 | 975 | 1155 | |
| | 7 | 165 | 285 | 335 | 420 | 510 | 615 | 740 | 885 | 1050 | 1245 | 1470 | 1735 | |
| n | 4 | 74 | 128 | 150 | 188 | 235 | 285 | 345 | 415 | 495 | 590 | 700 | 825 | 970 |
| | 5 | 98 | 170 | 195 | 245 | 305 | 370 | 445 | 530 | 625 | 740 | 870 | 1015 | |
| | 6 | 145 | 255 | 295 | 370 | 455 | 550 | 655 | 775 | 915 | 1075 | 1260 | 1470 | |
| | 7 | 225 | 395 | 465 | 585 | 715 | 860 | 1025 | 1215 | 1435 | 1685 | 1965 | 2280 | |

| KTDN (mm) | | p | | | r | | | s | | |
|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Trên | Đến & gồm | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | 7 | 5 | 6 | |
| — | 3 | 10 6 | 12 6 | 16 6 | 14 10 | 16 10 | 20 10 | 18 14 | 20 14 | 24 14 |
| 3 | 6 | 17 12 | 20 12 | 24 12 | 20 15 | 23 15 | 27 15 | 24 19 | 27 19 | 31 19 |
| 6 | 10 | 21 15 | 24 15 | 30 15 | 25 19 | 28 19 | 34 19 | 29 23 | 32 23 | 38 23 |
| 10 | 18 | 26 18 | 29 18 | 36 18 | 31 23 | 34 23 | 41 23 | 36 28 | 39 28 | 46 28 |
| 18 | 30 | 31 22 | 35 22 | 43 22 | 37 28 | 41 28 | 49 28 | 44 35 | 48 35 | 56 35 |
| 30 | 50 | 37 26 | 42 26 | 51 26 | 45 34 | 50 34 | 59 34 | 54 43 | 59 43 | 68 43 |
| 50 | 65 | 45 32 | 51 32 | 62 32 | 54 41 | 60 41 | 71 41 | 66 53 | 72 53 | 83 53 |
| 65 | 80 | | | | 56 43 | 62 43 | 73 43 | 72 59 | 78 59 | 89 59 |
| 80 | 100 | 52 37 | 59 37 | 72 37 | 66 51 | 73 51 | 86 51 | 86 71 | 93 71 | 106 71 |
| 100 | 120 | | | | 69 54 | 76 54 | 89 54 | 94 79 | 101 79 | 114 79 |
| 120 | 140 | 61 43 | 68 43 | 83 43 | 81 63 | 88 63 | 103 63 | 110 92 | 117 92 | 132 92 |
| 140 | 160 | | | | 83 65 | 90 65 | 105 65 | 118 100 | 125 100 | 140 100 |
| 160 | 180 | | | | 86 68 | 93 68 | 108 68 | 126 108 | 133 108 | 148 108 |
| 180 | 200 | 70 50 | 79 50 | 96 50 | 97 77 | 106 77 | 123 77 | 142 122 | 151 122 | 168 122 |
| 200 | 225 | | | | 100 80 | 109 80 | 126 80 | 150 130 | 159 130 | 176 130 |
| 225 | 250 | | | | 104 84 | 113 84 | 130 84 | 160 140 | 169 140 | 186 140 |
| 250 | 280 | 79 56 | 88 56 | 108 56 | 117 94 | 126 94 | 146 94 | 181 158 | 190 158 | 210 158 |
| 280 | 315 | | | | 121 98 | 130 98 | 150 98 | 193 170 | 202 170 | 222 170 |
| 315 | 355 | 87 62 | 98 62 | 119 62 | 133 108 | 144 108 | 165 108 | 215 190 | 226 190 | 247 190 |
| 355 | 400 | | | | 139 114 | 150 114 | 171 114 | 233 108 | 244 208 | 265 208 |
| 400 | 450 | 95 68 | 108 68 | 131 68 | 153 126 | 166 126 | 189 126 | 259 232 | 272 232 | 295 232 |
| 450 | 500 | | | | 159 132 | 172 132 | 195 132 | 279 252 | 292 252 | 315 252 |

4. Bài tập

Cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa 60mm, độ dôi yêu cầu là $N_{\max} = 15\mu\text{m}$, $N_{\min} = -17\mu\text{m}$. Chọn kiểu lắp phù hợp và xác định sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

Hướng dẫn : Tra bảng 2.6 để lựa chọn một kiểu lắp phù hợp.

Câu hỏi và bài tập ôn tập:

Câu hỏi:

1. Hãy trình bày hệ cơ bản trong hệ thống dung sai lắp ghép?
2. Trình bày các quy định trong hệ thống cấp chính xác?
3. Hãy cho biết các kiểu lắp tiêu chuẩn được phân trong các nhóm?

Bài tập:

Cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa 60mm, độ dôi yêu cầu là $N_{\max} = 10\mu\text{m}$, $N_{\min} = -10\mu\text{m}$. Chọn kiểu lắp phù hợp và xác định sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

Hướng dẫn : Tra bảng 2.6 để lựa chọn một kiểu lắp phù hợp.

CHƯƠNG 3: CÁCH SỬ DỤNG CÁC HÌNH THỨC LẮP GHÉP

Mã chương: MH 10-03

Giới thiệu:

Chương này giúp học sinh hiểu biết, phân biệt và chọn được các kiểu lắp ghép tiêu chuẩn cho các mối ghép thông dụng.

Mục tiêu:

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

Nội dung chính:

1. Lắp có độ dôi

Lắp ghép có độ dôi được dùng cho những mối ghép ren cố định giữa vít cấy bằng thép với lỗ ren trên thân máy bằng thép, gang, hợp kim bền cao, hợp kim titan, hợp kim nhôm có đường kính từ 5 đến 45mm với chiều dài vắn ren như lắp ghép trung gian.

Mục đích của việc lắp ghép có độ dôi là khắc phục khả năng tự tháo lỏng của chi tiết ren làm việc dưới tác dụng của tải trọng thay đổi, có chấn động mà không sử dụng phương tiện tự hãm để loại trừ khả năng bị tháo lỏng khi tháo đai ốc ở đầu kia.

2. Lắp có độ hở

Lắp có độ hở được dùng trong các trường hợp sau :

- Mối ghép ren làm việc ở nhiệt độ cao. Khe hở trong lắp ghép để bồi thường cho biến dạng nhiệt của ren và bảo đảm khi tháo ren không bị phá hỏng.

- Đảm bảo tháo lắp nhanh và dễ dàng.
- Khi cần mạ bề mặt ren một lớp chống rỉ.

Trong lắp ghép có độ hở, ký hiệu miền dung sai của ren như sau :

- Đối với bulông

- + Ghi ký hiệu của miền dung sai của đường kính trung bình d_2 .
- + Miền dung sai đường kính ngoài d .
- + Ví dụ : 7h6h ; 4h ; 6g

- Đối với đai ốc

- + Ghi ký hiệu của miền dung sai của đường kính trung bình D_2 .
- + Miền dung sai đường kính trong D_1 .
- + Ví dụ : 5H6H ; 6H ; 7G

Ghi chú: Nếu hai miền dung sai này giống nhau chỉ cần ghi một ký hiệu chung không lặp lại.

3. Lắp trung gian

Lắp ghép trung gian được dùng cho những mối ghép ren cố định giữa vít cấy bằng thép với lỗ ren bằng thép, gang, hợp kim nhôm và hợp kim manhê có đường kính từ 5 đến 45mm với chiều dài vắn ren L được qui định như sau :

- Lỗ ren bằng thép : $L = (1 \div 1,25)d$
- Lỗ ren bằng gang : $L = (1,25 \div 2)d$
- Lỗ ren bằng hợp kim nhôm : $L = (1,5 \div 2)d$

Câu hỏi và bài tập ôn tập:

Câu hỏi:

1. Lắp có độ dôi?
2. Lắp có độ hở?
3. Lắp trung gian?

Bài tập:

Cho lắp ghép trụ trơn có kích thước danh nghĩa 80mm, độ dôi yêu cầu là $N_{\max} = 15\mu\text{m}$, $N_{\min} = -17\mu\text{m}$. Chọn kiểu lắp phù hợp và xác định sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

CHƯƠNG 4: DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ CÁC BỀ MẶT, NHÁM BỀ MẶT

Mã chương: MH 10-04

Giới thiệu:

Chương này giúp học sinh nhận biết và ra được các nguyên nhân gây ra sai số trong gia công cơ khí, nhận biết được các dạng sai lệch hình dáng, vị trí và biết cách ghi độ nhám bề mặt trên bản vẽ.

Mục tiêu:

- Xác định được các nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công
- Nhận biết được đặc điểm của các dạng sai lệch về hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt.
- Phân tích được các kí hiệu về dung sai hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt trên bản vẽ.
- Ghi được các kí hiệu về dung sai hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt lên bản vẽ.
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Nội dung chính:

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

Một số khái niệm cơ bản

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

2, Sai số về hình dạng

2.1. Khái niệm

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

2.2. Phân loại

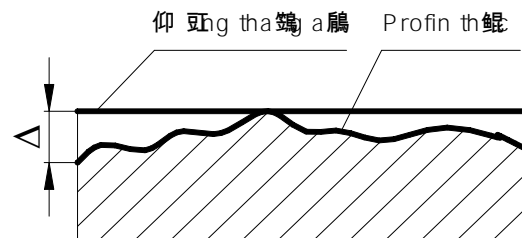
2.2.1. Độ thẳng (Ký hiệu -)

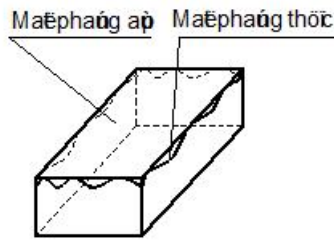
Độ thẳng trong mặt phẳng là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profin thực đến đường thẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn.

2.2.2. Độ phẳng (Ký hiệu)

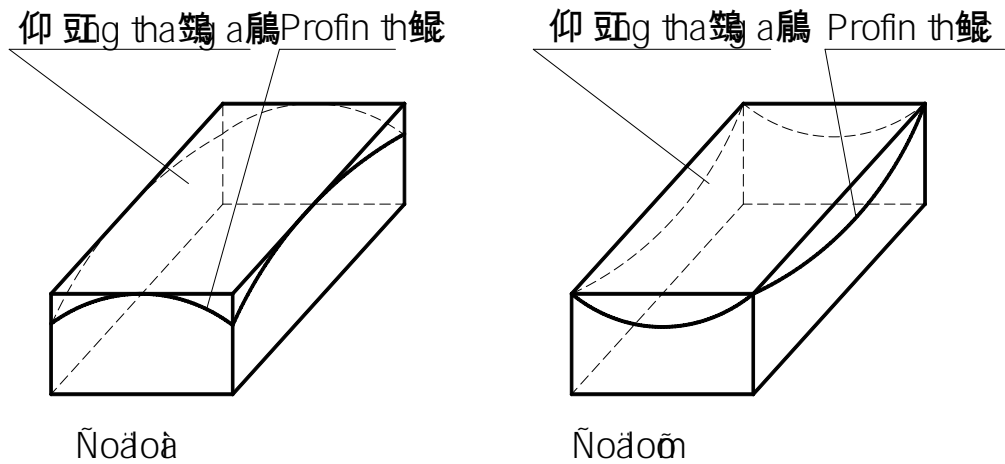
Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực đến mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn.

Các dạng sai lệch thành phần của độ phẳng gồm:





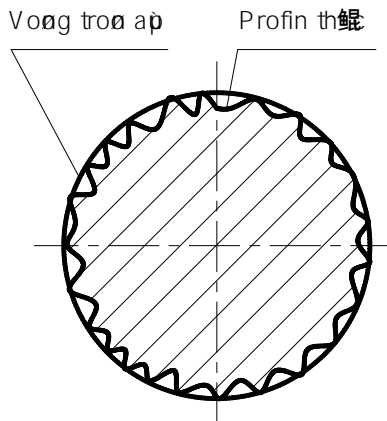
Độ lồi là sai lệch mà giá trị giảm dần từ mép vào giữa.
Độ lõm là sai lệch mà giá trị tăng dần từ mép vào giữa.
 Hình 4.1 Độ thẳng, độ phẳng



Hình 4.2 Độ lồi, độ lõm

2.2.3. Độ tròn (Ký hiệu **O**)

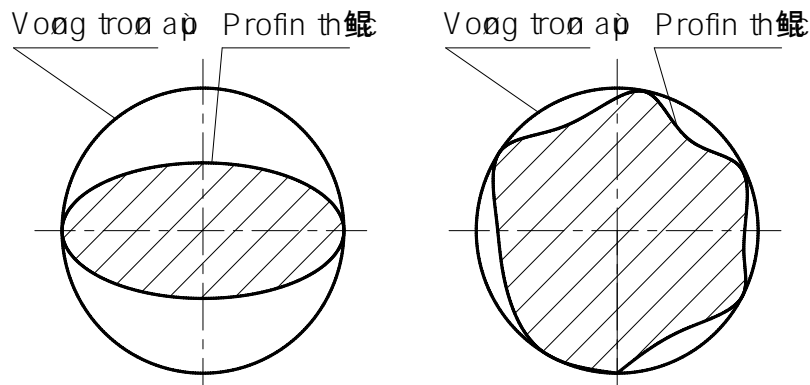
Độ tròn là khoảng cách lớn nhất từ các điểm của profin thực đến vòng tròn áp. Sai lệch thành phần của độ tròn là độ ôvan và độ phân cạnh.



Hình 4.3 Độ tròn

Độ ôvan là sai lệch mà profin thực là hình ôvan có bán kính lớn nhất và nhỏ nhất nằm trên hai phương vuông góc nhau. Trị số ôvan được xác định bằng hiệu giữa đường kính lớn nhất và nhỏ nhất của mặt cắt ngang: $\Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}$

Độ phân cạnh là sai lệch mà profin là hình nhiều cạnh.

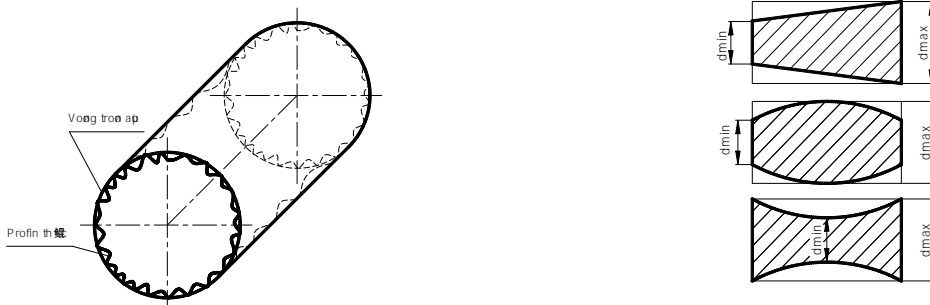


Hình 4.4 Độ ô van

2.2.4. Độ trụ (ký hiệu Δ)

Độ trụ là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực đến mặt trụ áp trong giới hạn của phần chuẩn.

Các sai lệch thành phần của độ trụ gồm : Độ côn, độ phình và độ thắt.



Hình 4.5 Độ trụ

Độ côn là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà các đường sinh là đường thẳng nhưng không song song nhau.

Độ phình là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà đường sinh không thẳng và đường kính tăng từ mép đến giữa mặt cắt.

Độ thắt là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà đường sinh không thẳng và đường kính giảm từ mép đến giữa mặt cắt.

$$\text{Trị số của độ côn, độ phình và độ thắt là : } \Delta = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2}$$

2.2.5. Cách ghi ký hiệu sai lệch hình dạng

Ký hiệu là một khung hình chữ nhật có từ hai đến 3 ô được ghi các nội dung sau:

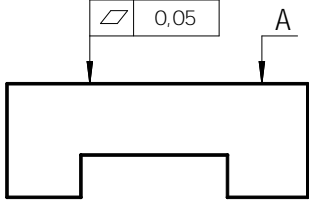
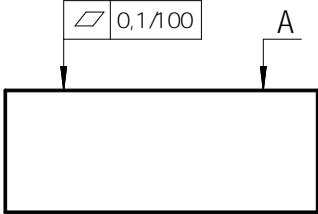
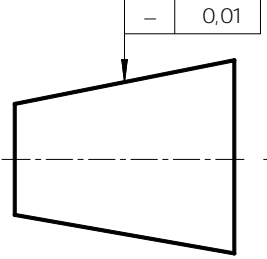
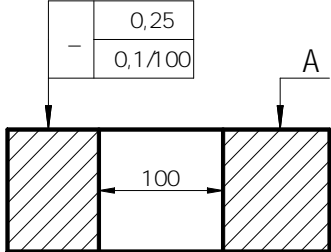
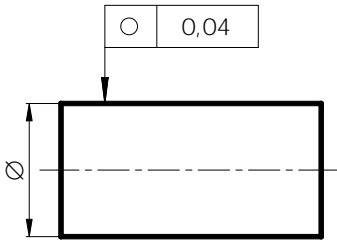
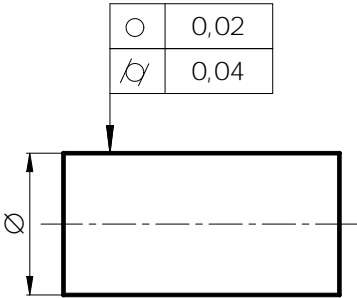
Ô 1 : Ghi dấu hiệu của loại sai lệch hình dạng.

Ô 2 : Ghi trị số sai lệch cho phép (mm). Có thể ghi giá trị tuyệt đối, tương đối hoặc cả hai.

Ô 3 : Ký hiệu chuẩn là chữ hoa (có thể không có).

Bảng 4.1

MỘT SỐ VÍ DỤ KÝ HIỆU DUNG SAI HÌNH DẠNG TRÊN BẢN VẼ

| Ký hiệu | Yêu cầu kỹ thuật |
|---|--|
|  | <p>Dung sai độ phẳng của bề mặt A là 0,05 mm.</p> |
|  | <p>Dung sai độ phẳng của bề mặt A là 0,1 mm, trên chiều dài 100 mm.</p> |
|  | <p>Dung sai độ thẳng là 0,01mm</p> |
|  | <p>Dung sai độ thẳng của bề mặt A là 0,25 mm, trong đó, dung sai trên chiều dài 100 mm là 0,1mm.</p> |
|  | <p>Dung sai độ tròn là 0,04 mm.</p> |
|  | <p>Dung sai độ tròn là 0,02 mm. Dung sai độ trụ là 0,04mm</p> |

Bảng 4.2

| Khoảng kích thước danh nghĩa (mm) | Cấp chính xác | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | μm | | | | | | | |
| Đến 10 | 0,6 | 1 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 |
| Trên 10 đến 16 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 |
| > 16 — 25 | 1 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 |
| > 25 — 40 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 |
| > 40 — 63 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 |
| > 63 — 100 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 |
| > 100 — 160 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 |
| > 160 — 250 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 |
| > 250 — 400 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 |
| > 400 — 630 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 |
| > 630 — 1000 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 |
| > 1000 — 1600 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 |
| > 1600 — 2500 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 |

Bảng 4.3

DUNG SAI ĐỘ TRỤ, ĐỘ TRÒN TCVN 384 – 93

| Khoảng kích thước danh nghĩa (mm) | Cấp chính xác | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | μm | | | | | | | |
| Đến 3 | 0,8 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 |
| Trên 3 đến 10 | 1 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 |
| > 10 — 18 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 |
| > 18 — 30 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 |
| > 30 — 50 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 |
| > 50 — 120 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 |
| > 120 — 250 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 |
| > 250 — 400 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 |
| > 400 — 630 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 |
| > 630 — 1000 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 |
| > 1000 — 1600 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 |
| > 1600 — 2500 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 |

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

3.1. Độ song song (Ký hiệu //)

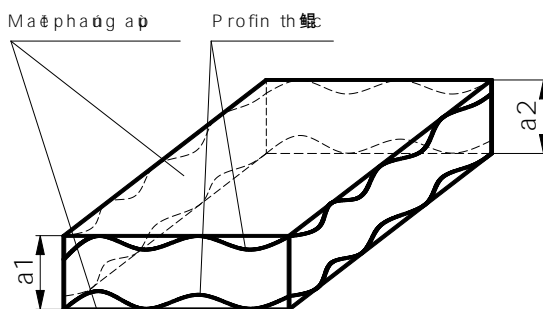
3.1.1. Giữa các mặt phẳng

Là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ_{vt} giữa các mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn.

$$\Delta_{vt} = a_2 - a_1$$

3.1.2. Giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) với mặt phẳng

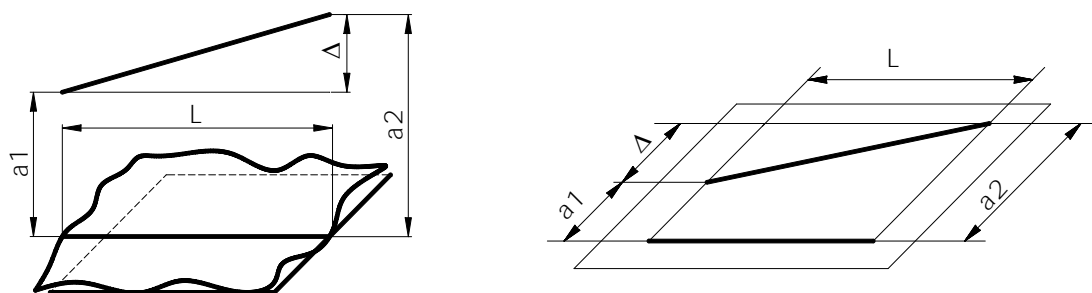
Là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ_{vt} giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) với mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn.



Hình 4.6 Độ song song giữa các mặt phẳng

3.1.3. Giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) trong mặt phẳng

Là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ_{vt} giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) trong giới hạn của phần chuẩn.



Hình 4.7 Độ song song giữa các đường tâm

3.2. Độ vuông góc (Ký hiệu \perp)

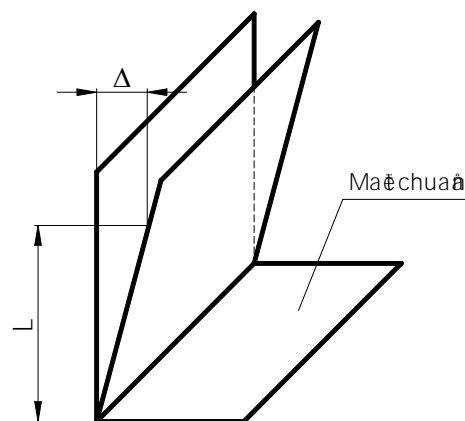
3.2.1. Giữa các mặt phẳng

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

3.2.2. Giữa các đường tâm (đường thẳng)

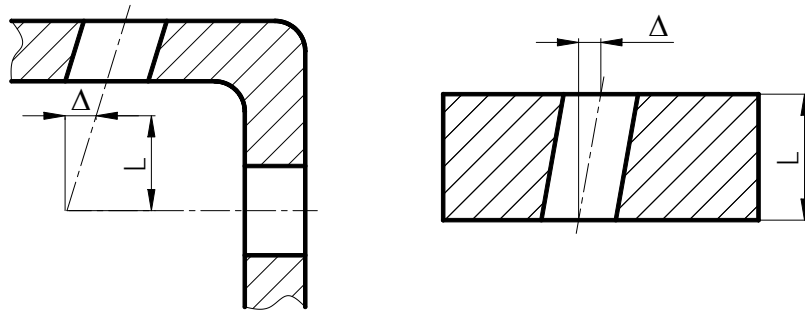
Là sai lệch góc giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn.

3.2.3. Giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) với mặt phẳng



Hình 4.8 Độ vuông góc giữa các mặt phẳng

Là sai lệch góc giữa các đường tâm (hoặc đường thẳng) với mặt phẳng chuẩn so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn và đường xác định mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng chuẩn và đi qua đường tâm (hoặc đường thẳng) khảo sát.



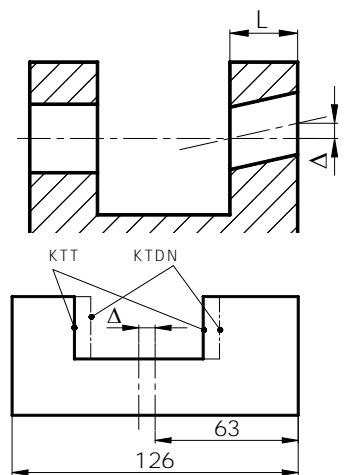
Hình 4.9 Độ vuông góc giữa các đường tâm

3.3. Độ đồng tâm (Ký hiệu \odot)

Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa các đường tâm của bề mặt được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài của phần chuẩn.

3.4. Độ đối xứng (Ký hiệu \div)

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



Hình 4.10 Độ đối xứng

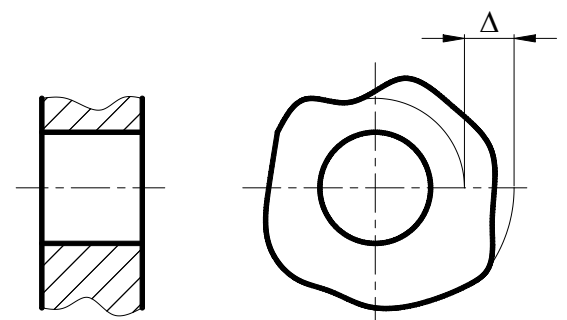
3.5. Độ đảo

3.5.1. Độ đảo hướng kính (Ký hiệu \uparrow)

Là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực của bề mặt quay tới đường tâm chuẩn trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn.

3.5.2. Độ đảo mặt nút (Ký hiệu \uparrow)

Là hiệu số khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực của mặt đầu tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn.



Hình 4.11 Độ đảo

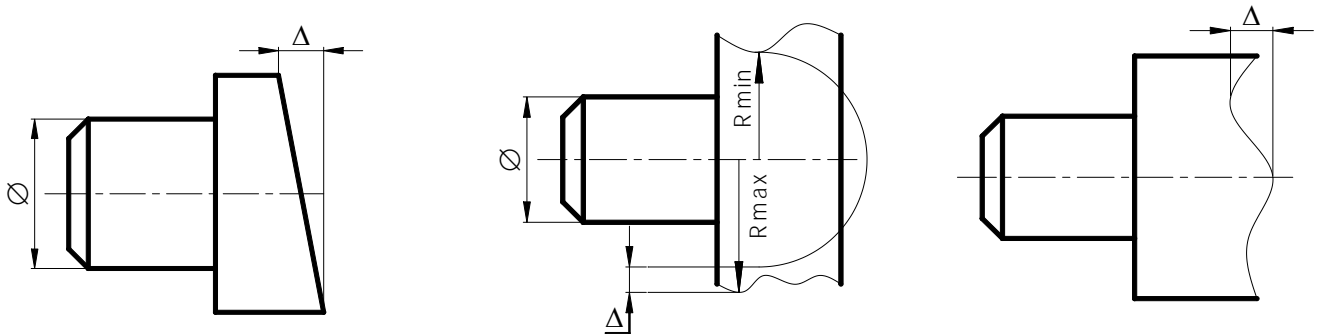
3.5.3. Độ đảo hướng kính toàn phần (Ký hiệu $\uparrow\uparrow$)

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.

3.5.4. Độ đảo mặt nút toàn phần (Ký hiệu $\uparrow\uparrow$)

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.

3.6. Sai lệch hình dạng của profin cho trước

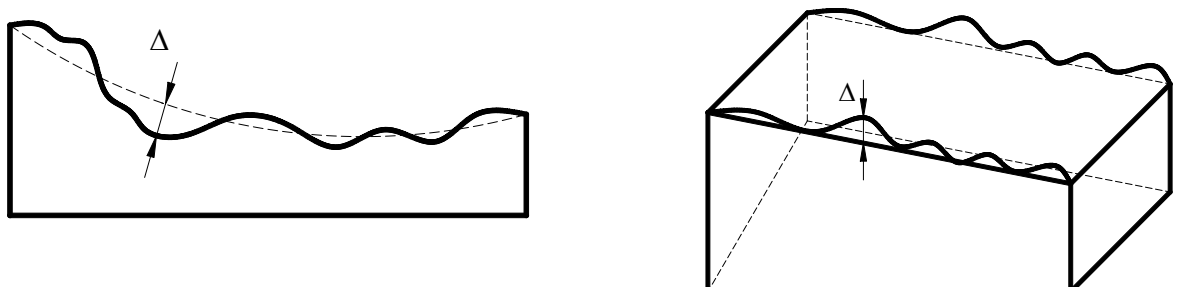


Hình 4.12 Sai lệch hình dạng profin cho trước

Là sai lệch lớn nhất Δ từ các điểm của profin thực tới profin danh nghĩa theo phương pháp tuyến với profin danh nghĩa trong giới hạn của phần chuẩn.

3.7. 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 4.13 Sai lệch hình dạng bề mặt cho trước

3.8. Cách ghi ký hiệu sai lệch vị trí

Ký hiệu là một khung hình chữ nhật có từ hai đến 3 ô được ghi các nội dung sau:

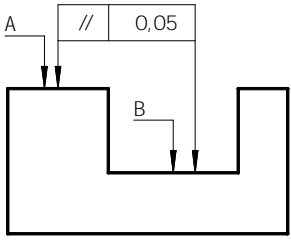
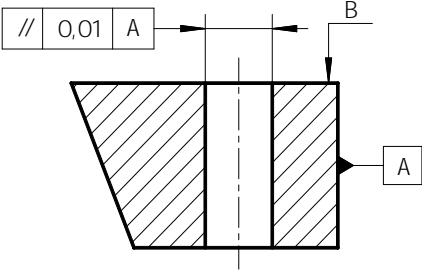
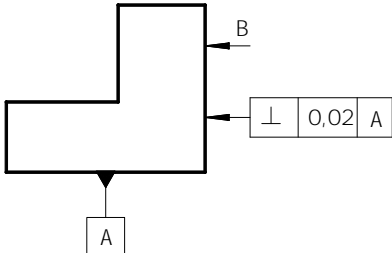
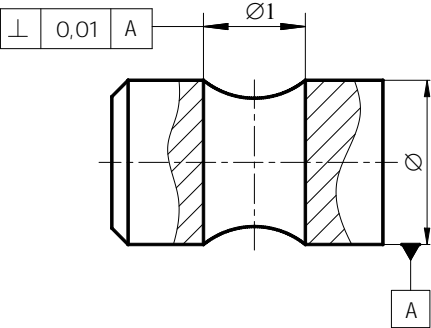
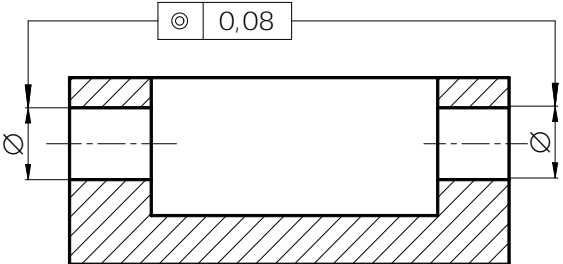
Ô 1 : Ghi dấu hiệu của loại sai lệch vị trí.

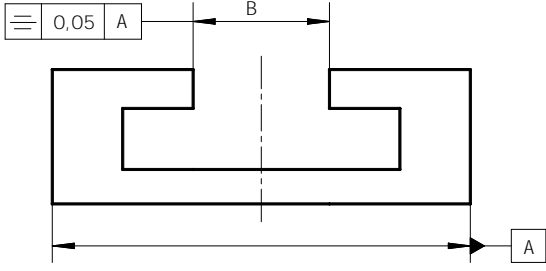
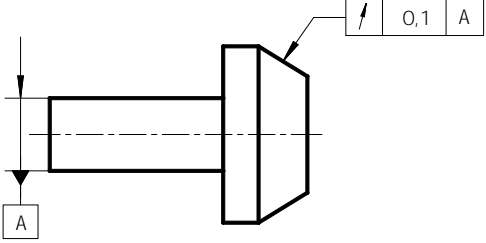
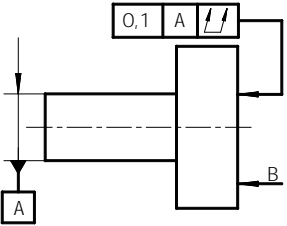
Ô 2 : Ghi trị số sai lệch cho phép (mm). Có thể ghi giá trị tuyệt đối, tương đối hoặc cả hai.

Ô 3 : Ký hiệu chuẩn là chữ hoa (có thể có)

Bảng 4.4

MỘT SỐ VÍ DỤ KÝ HIỆU DUNG SAI VỊ TRÍ BỀ MẶT TRÊN BẢN VẼ

| Ký hiệu | Yêu cầu kỹ thuật |
|---|--|
|  | <p>Độ song song giữa bề mặt B và bề mặt A là 0,05mm</p> |
|  | <p>Độ song song của đường sinh hình trụ so với bề mặt A là 0,01mm</p> |
|  | <p>Độ vuông góc của bề mặt B so với bề mặt A là 0,02mm</p> |
|  | <p>Độ vuông góc của đường sinh có đường kính $\phi 1$ so với bề mặt A là 0,01mm</p> |
|  | <p>Độ đồng tâm của hai lỗ có đường kính ϕ là 0,08mm</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>Độ đối xứng của bề mặt B so với bề mặt A là 0,05 mm.</p> |
|  | <p>Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt côn so với đường tâm mặt A là 0,1mm.</p> |
|  | <p>Dung sai độ đảo mặt nút của bề mặt B so với đường tâm mặt A là 0,1mm.</p> |

Bảng 4.5

**DUNG SAI ĐỘ SONG SONG, ĐỘ VUÔNG GÓC
ĐỘ ĐẢO HƯỚNG KÍNH, HƯỚNG KÍNH TOÀN PHẦN, TCVN 384 – 93**

| Khoảng kích thước danh nhĩa (mm) | Cấp chính xác | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | μm | | | | | | | |
| Đến 10 | 1 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 |
| Trên 10 đến 16 | 1,2 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 |
| > 16 — 25 | 1,6 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 |
| > 25 — 40 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 |
| > 40 — 63 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 |
| > 63 — 100 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 |
| > 100 — 160 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 |
| Khoảng kích thước danh nhĩa (mm) | Cấp chính xác | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | μm | | | | | | | |
| > 160 — 250 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 |
| > 250 — 400 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 |
| > 400 — 630 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 |
| > 630 — 1000 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 |
| > 1000 — 1600 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 |

| | | | | | | | | |
|----------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| > 1600 — 2500 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 | 400 |
| > 2500 — 4000 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 |
| > 4000 — 6300 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 | 400 | 600 |
| > 6300 — 10000 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 | 800 |

Bảng 4.6

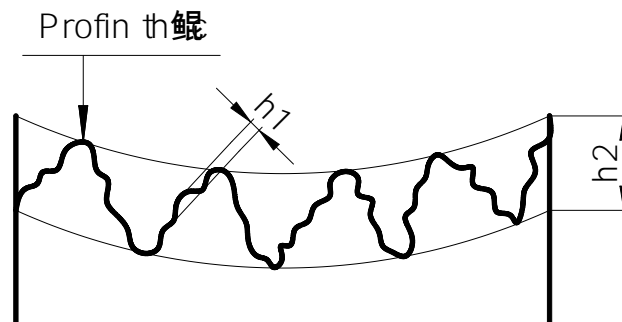
***DUNG SAI ĐỘ ĐẢO HƯỚNG KÍNH, ĐỘ ĐẢO HƯỚNG KÍNH TOÀN PHẦN,
DUNG SAI ĐỘ ĐỒNG TRỤC, ĐỘ ĐỐI XỨNG,
ĐỘ GIAO TRỤC TÍNH THEO ĐƯỜNG KÍNH, TCVN 384 – 93***

| Khoảng kích thước danh nghĩa (mm) | Cấp chính xác | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | μm | | | | | | | |
| Đến 3 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 |
| Trên 3 đến 10 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 |
| > 10 — 18 | 3 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 |
| > 18 — 30 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 |
| > 30 — 50 | 5 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 |
| > 50 — 120 | 6 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 |
| > 120 — 250 | 8 | 12 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 |
| > 250 — 400 | 10 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 |
| > 400 — 630 | 12 | 20 | 30 | h50 | 80 | 120 | 200 | 300 |
| > 630 — 1000 | 16 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 | 400 |
| > 1000 — 1600 | 20 | 30 | 50 | 80 | 120 | 200 | 300 | 500 |
| > 1600 — 2500 | 25 | 40 | 60 | 100 | 160 | 250 | 400 | 600 |

4. Nhám bề mặt. (TCVN 2511 – 95)

4.1. Khái niệm

Bề mặt của chi tiết sau khi gia công thường không bằng phẳng một cách lý tưởng mà có những nhấp nhô. Nếu quan sát bề mặt của chi tiết dưới kính hiển vi, ta sẽ thấy được các nhấp nhô do vết dao gia công lưu lại trên bề mặt chi tiết.



Hình 4.14 Nhám bề mặt

Nhám bề mặt là tập hợp những nhấp nhô có bước tương đối nhỏ trên bề mặt thực của chi tiết xét trong một phạm vi chiều dài chuẩn. Chiều cao h_1 là độ nhám bề mặt và chiều cao h_2 là độ sóng bề mặt.

$$\text{Độ nhám : } \frac{l_i}{h_i} = 0 \div 50$$

$$\text{Độ sóng : } \frac{l_i}{h_i} = 50 \div 100$$

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

4.2.1. 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 đó xúc rất lớn làm phá vỡ dòng chảy tầng của dầu bôi trơn, đẩy dầu ra khỏi chỗ tiếp xúc làm bề mặt tiếp xúc chống mòn. Độ nhẵn bóng càng cao thì khả năng chống mòn càng tốt.

4.2.2. Ảnh hưởng đến độ bền mỏi

Nhám bề mặt có ảnh hưởng lớn đến độ bền mỏi của chi tiết, nhất là khi chi tiết chịu 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.

4.2.3. Ảnh hưởng đến tính chống ăn mòn

Tại phần lõm của các nhấp nhô bề mặt là nơi chứa đựng axit, 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.

4.2.4. Ảnh hưởng đến độ chính xác của mối ghép

Đối với kiểu 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 sẽ bị san phẳng làm cho độ dôi trong mối ghép giảm và ảnh hưởng đến chất lượng của mối ghép.

CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ

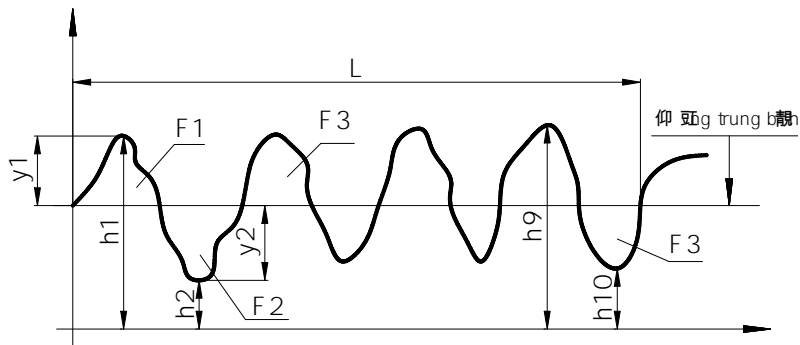
Để đánh giá nhám bề mặt, người ta dùng một số yếu tố hình học của những nhấp nhô làm chỉ tiêu, nhưng phải xét trong một phạm vi rất nhỏ của bề mặt, được giới hạn bằng chiều dài chuẩn L . Chiều dài chuẩn L là chiều dài một khoảng bề mặt dùng để đo nhấp nhô tế vi của bề mặt mà không tính đến dạng nhấp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

4.3. Sai lệch trung bình số học của profin Ra

Sai lệch trung bình số học của profin Ra là trị số trung bình của khoảng cách từ các điểm trên đường nhấp nhô đến đường trung bình OO' lấy theo giá trị tuyệt đối trong phạm vi chiều dài chuẩn L .
$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n}$$

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

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



Hình 4.15 Sai lệch trung bình số học Ra

4.4. Chiều cao trung bình của profin theo 10 điểm Rz

Chiều cao trung bình của profin theo 10 điểm Rz là giá trị trung bình của 5 khoảng cách từ đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của profin trong phạm vi chiều dài chuẩn L.

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

Ghi chú : Trị số của Ra và Rz càng lớn thì độ nhám càng cao (độ bóng thấp) và ngược lại.

4.5. Cách ghi ký hiệu nhám trên bản vẽ

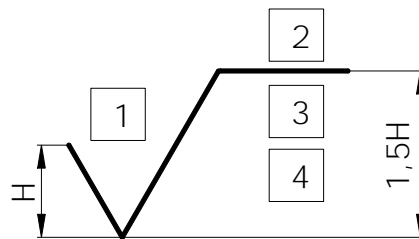
Trên bản vẽ, độ nhám có một trong các ký hiệu sau :

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

▽ : Dùng cho bề mặt có yêu cầu cắt gọt.

▽ : Dùng cho bề mặt yêu cầu không gia công cắt gọt

Ô 1 : Giá trị Ra hoặc Rz. **Độ nhám cấp 1 ÷ 5 và cấp 13 ÷ 14 dùng thông số Rz. Độ nhám cấp 6 ÷ 12 dùng thông số Ra.** (Nếu dùng Ra thì không cần ghi chữ “Ra” trong ký hiệu)



Hình 4.16 Cách ghi độ nhám bề mặt

Ô 2 : Ghi phương pháp gia công lần cuối nếu có yêu cầu.

Ô 3 : Ghi trị số chiều dài chuẩn (nếu khác tiêu chuẩn).

Ô 4 : Ghi ký hiệu hướng nhập nhô (nếu có)

Bảng 4.7

ĐỘ NHÁM BỀ MẶT

| Cấp độ nhám bề mặt | Thông số nhám (μ m) | | Chiều dài chuẩn L (mm) |
|--------------------|---------------------|----------------|------------------------|
| | Ra | Rz | |
| 1 | Từ 80 đến 40 | Từ 320 đến 160 | |

| | | | |
|----|---------------------|---------------------|------|
| 2 | Dưới 40 đến 20 | Dưới 160 đến 80 | 8 |
| 3 | Dưới 20 đến 10 | Dưới 80 đến 40 | |
| 4 | Dưới 10 đến 5 | Dưới 40 đến 20 | 2,5 |
| 5 | Dưới 5 đến 2,5 | Dưới 20 đến 10 | |
| 6 | Dưới 2,5 đến 1,25 | Dưới 10 đến 6,3 | |
| 7 | Dưới 1,25 đến 0,63 | Dưới 6,3 đến 3,2 | 0.8 |
| 8 | Dưới 0,63 đến 0,32 | Dưới 3,2 đến 1,6 | |
| 9 | Dưới 0,32 đến 0,16 | Dưới 1,6 đến 0,8 | |
| 10 | Dưới 0,16 đến 0,08 | Dưới 0,8 đến 0,4 | 0,25 |
| 11 | Dưới 0,08 đến 0,04 | Dưới 0,4 đến 0,2 | |
| 12 | Dưới 0,04 đến 0,02 | Dưới 0,2 đến 0,1 | |
| 13 | Dưới 0,02 đến 0,01 | Dưới 0,1 đến 0,05 | 0,08 |
| 14 | Dưới 0,01 đến 0,005 | Dưới 0,05 đến 0,025 | |

CÁC GIÁ TRỊ TIÊU CHUẨN CỦA R_A VÀ R_Z

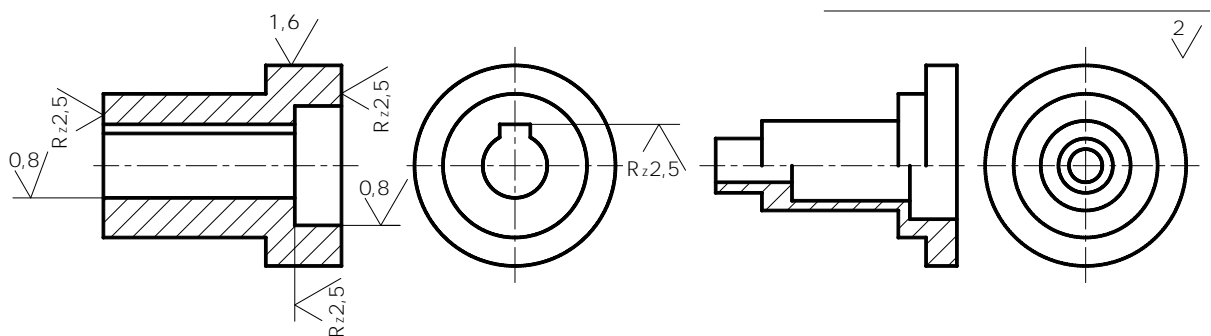
| R _Z | | | | | | R _A | | | | |
|----------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|----------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | 0,125 | 1,25 | 12,5 | 125 | 1250 | 0,008 | | | | |
| | 0,160 | 1,6 | 16 | 160 | 1600 | 0,010 | | | | |
|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

Chú thích : Ưu tiên dùng số nghiêng in đậm

Ghi chú :

- Độ nhám của mỗi bề mặt chỉ ghi một lần trên bản vẽ và ký hiệu được đặt tên trên đường bao thấy, đường dóng hay trên giá ngang của của đường dóng với đỉnh của ký hiệu chỉ vào bề mặt được ghi.

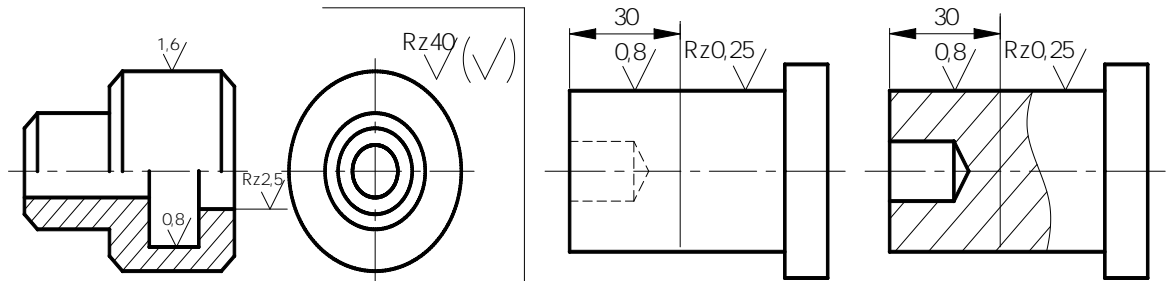
- Nếu tất cả các bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì chỉ ghi ký hiệu độ nhám chung ở góc trên, bên phải của bản vẽ.



Hình 4.17 Cách ghi các giá trị R_Z, R_A trên trục và lỗ

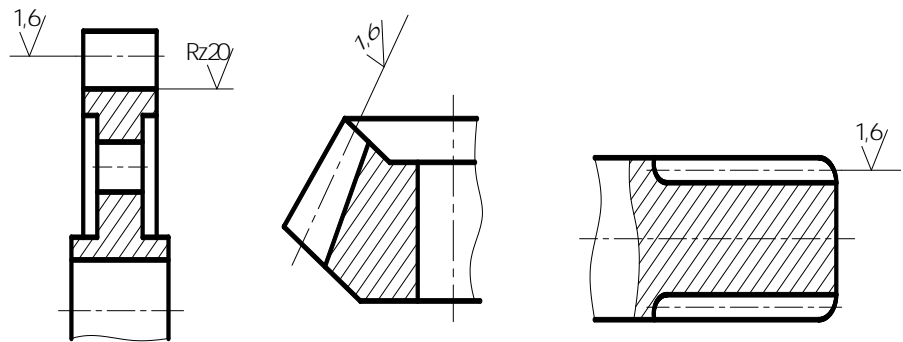
- Nếu một số bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì chỉ ghi ký hiệu độ nhám chung cho các bề mặt đó trong dấu ngoặc đơn và đặt ở góc trên, bên phải của bản vẽ. Ký hiệu độ nhám của các bề mặt khác được ghi trực tiếp trên chi tiết.

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



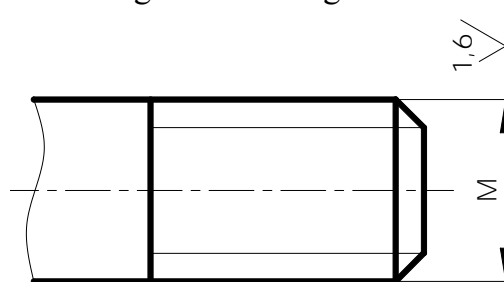
Hình 4.18 Cách ghi các giá trị Rz, Ra trên trục và lỗ

- Độ nhám của mặt răng, then hoa, ... được ghi trực tiếp trên profin (nếu bản vẽ có) hoặc trên đường biểu diễn mặt chia. 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 4.19 Cách ghi các giá trị Rz, Ra trên bánh răng, then hoa

- Ký hiệu nhám bề mặt làm việc của ren được ghi ngay trên profin ren (nếu bản vẽ có) hoặc bên cạnh kích thước đường kính danh nghĩa.



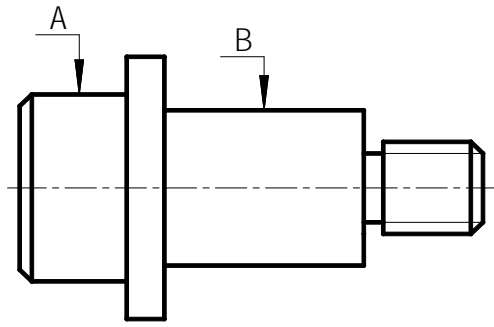
Hình 4.19 Cách ghi các giá trị Rz, Ra trên bánh răng, then hoa

5. Bài tập

Cho chi tiết như hình vẽ :

a. Ghi ký hiệu độ nhám của các bề mặt chi tiết. Biết độ nhám bề mặt A là cấp 6, mặt B là cấp 7, mặt ren là cấp 5 và các bề mặt còn lại là cấp 4.

b. Ghi ký hiệu độ đồng tâm của mặt A và mặt B, biết sai lệch là 0,02 mm.



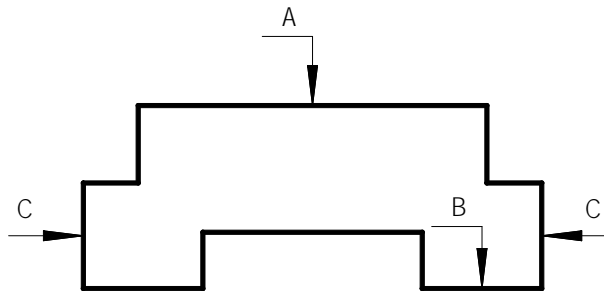
Câu hỏi và bài tập ôn tập:

Câu hỏi:

1. Trình bày các nguyên nhân chủ yếu gây ra sai số trong quá trình gia công?
2. Trình bày các dạng sai số về hình dạng bề mặt?
3. Trình cách ghi nhám bề mặt trên bản vẽ?

Bài tập: Cho chi tiết như hình vẽ :

- a. Ghi ký hiệu độ nhám của các bề mặt chi tiết. Biết độ nhám bề mặt A và B là cấp 7, mặt C là cấp 5, độ nhám hai bề mặt bên của rãnh là 6 và các bề mặt còn lại là cấp 4.
- b. Ghi ký hiệu độ đối xứng của rãnh so với hai mặt C không quá 0,02 mm trên phạm vi chiều dài chuẩn 100 mm.



CHƯƠNG 5: CƠ SỞ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT ĐO

Mã chương: MH 10-05

Giới thiệu:

Chương này giúp học sinh biết được các phương pháp đo, phân biệt các dụng cụ đo trong ngành cơ khí hiện nay.

Mục tiêu:

- Trình bày được các phương pháp đo.
- Phân biệt được các loại dụng cụ đo thông dụng và phổ biến dùng trong ngành cơ khí
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Nội dung chính:

1. Khái niệm về đo lường kỹ thuật.

1.1. Khái niệm

Đơn vị đo là một đại lượng tiêu chuẩn đã được qui ước trước và được xác định theo một định nghĩa thống nhất hay bởi các vật mẫu được giữ tại Viện đo lường quốc tế.

1.2. Phân loại

1.2.1. Đơn vị đo cơ bản

Đơn vị đo cơ bản (đơn vị đo độc lập) là loại đơn vị đo được qui ước và không phụ thuộc vào các đơn vị đo khác. Ví dụ : mét, kg, giây, ...

1.2.2. Đơn vị đo dẫn suất

Đơn vị đo dẫn suất là loại đơn vị đo đượ tạo nên từ các đơn vị đo độc lập và có khi cả đơn vị đo dẫn suất khác. Ví dụ :đơn vị đo vận tốc (m/s), gia tốc (m^2/s), áp suất (N/m^2),

1.2.3. Hệ thống đơn vị đo SI

- Mét (m) : Đơn vị đo chiều dài
- Kilôgam (kg) : Đơn vị đo khối lượng
- Giây (s) : Đơn vị đo thời gian
- Ampe (A) : Đơn vị đo cường độ dòng điện
- Độ Kelvin (K) : Đơn vị đo nhiệt độ theo theo thang nhiệt của nhiệt động.
- Cadela (Cd) : Đơn vị đo cường độ ánh sáng.

Ngoài ra, hệ SI còn qui định thêm hai đơn vị đo cơ bản dùng cho góc là Radian (Rad) để đo góc phẳng và Steradian (Sr) để đo góc khối.

Trong ngành chế tạo máy, đơn vị đo kích thước dài thường dùng là milimet (mm) hoặc micrômet (μm), đơn vị đo góc là độ.

2. Các loại dụng cụ đo và phương pháp đo.

2.1. Đo trực tiếp

Đo trực tiếp là phương pháp đo được thực hiện trực tiếp vào đại lượng cần đo.

Ví dụ : Đo đường kính của chi tiết bằng thước cặp hoặc thước panme hoặc các dụng cụ đo chiều dài khác.

Phương pháp đo này có các ưu điểm sau :

- Độ chính xác cao vì có các yếu tố trung gian.
- Năng suất cao vì phải đo nhiều thông số trung gian
- Không mất thời gian cho việc phải tính toán, qui đổi.

2.2. Đo gián tiếp

Đo gián tiếp là phương pháp đo mà giá trị của đại lượng cần đo không thể đọc trực tiếp từ dụng cụ đo mà có quan hệ với giá trị đo của các đại lượng đo trực tiếp khác.

Ví dụ : đo khoảng cách của hai tâm lỗ trên bề mặt chi tiết.

Phương pháp đo gián tiếp có một số nhược điểm sau :

- Độ chính xác không cao vì có các yếu tố trung gian.
- Năng suất không cao vì phải đo nhiều thông số trung gian
- Tốn thời gian vì phải tính toán, qui đổi.

Tuy nhiên, phương pháp đo này được sử dụng khi không thể đo trực tiếp hoặc đo gián tiếp làm cho quá trình đo dễ dàng hơn, có khả năng đạt hiệu quả cao hơn.

Theo quan hệ giữa giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo và giá trị của đại lượng đo.

2.3. Đo tuyệt đối

Đo tuyệt đối là phương pháp đo cho phép đọc ngay giá trị của đại lượng đo trên cơ cấu chỉ thị của dụng cụ đo. Ví dụ : thước cặp, thước panme.

Phương pháp đo này đơn giản, dễ thực hiện nhưng có các nhược điểm sau:

- Sai số điểm “0”
- Sai số do dao động của lực đo
- Sai số do biến dạng chỉ thị
- Sai số tích lũy của cơ cấu trên hành trình đo, ...

2.4. Đo so sánh

Đo so sánh là phương pháp đo mà chỉ thị của dụng cụ đo chỉ cho biết sai lệch của giá trị đo so với mẫu. Giá trị của đại lượng đo được xác định như sau : $Q = X \pm \Delta x$

Trong đó :

- X : là giá trị của đại lượng mẫu
- Δx : Là lượng chênh lệch giữa đại lượng đo với mẫu

Khi đo, cần chỉnh “0” cho dụng cụ đo hoặc máy đo theo giá trị của mẫu. Việc chọn mẫu cũng cần đảm bảo hình dáng, kích thước của nó càng giống chi tiết càng tốt và phải có độ chính xác cao hơn chi tiết đo.

Dụng cụ đo dùng cho phương pháp so sánh thường là các loại đồng hồ so, dụng cụ đo khí nén, ...

Phương pháp đo so sánh thường được sử dụng trong rộng rãi trong việc kiểm tra hành loạt vì năng suất đo tương đối cao, dễ cơ khí và tự động hoá.

Theo quan hệ giữa đầu đo của dụng cụ đo và bề mặt chi tiết đo

2.5. Đo tiếp xúc

Đo tiếp xúc là phương pháp đo mà khi đầu đo tiếp xúc với bề mặt của chi tiết đo theo điểm, đường hoặc mặt phẳng. Tuy nhiên, muốn tăng độ ổn định của phép đo phải tăng lực đo, nhưng điều này sẽ gây ra hiện tượng biến dạng bề mặt chi tiết cần đo và nếu dụng cụ đo không có cơ cấu ổn định lực đo thì sẽ sinh ra sai số dao động của lực đo.

2.6. Đo không tiếp xúc

Đo không tiếp xúc là phương pháp đo không có sự tiếp xúc giữa đầu đo và bề mặt các chi tiết được đo. Ví dụ như kính hiển vi, ...

Phương pháp đo này có những ưu điểm sau :

- Không gây ra sai số do lực đo và do dao động của lực đo.
- Không ảnh hưởng đến bề mặt của chi tiết đo

Theo tính chất sử dụng của kết quả đo

2.7. Đo bị động(đo tiêu cực)

Đo bị động là phương pháp đo được thực hiện sau khi gia công xong chi tiết. Do đó, phương pháp đo này tạo ra nhiều phế phẩm trong quá trình sản xuất.

2.8. Đo chủ động(đo tích cực)

Đo chủ động là phương pháp đo được tiến hành ngay trong quá trình đang gia công chi tiết trên máy.

Theo nội dung của công việc đo

2.9. Đo yếu tố

Đo yếu tố là phương pháp được tiến hành cho từng chi tiết riêng biệt. Phương pháp này được dùng khi nghiên cứu độ chính xác gia công, phân tích và tìm ra nguyên nhân gây ra sai số để cải thiện qui trình công nghệ nhằm đảm bảo chất lượng sản phẩm cho chi tiết.. ngoài ra, phương pháp này còn được dùng để kiểm tra các yếu tố có yêu cầu đặc biệt của sản phẩm.

2.10. Đo tổng hợp

Đo tổng hợp là phương pháp đo được tiến hành đồng thời với các yếu tố có ảnh hưởng đến chất lượng được sử dụng của sản phẩm. Phương pháp đo này thường được dùng để kiểm tra thu nhận sản phẩm bởi vì chỉ cần biết sản phẩm đạt hay không đạt yêu cầu.

Câu hỏi và bài tập ôn tập:

Câu hỏi:

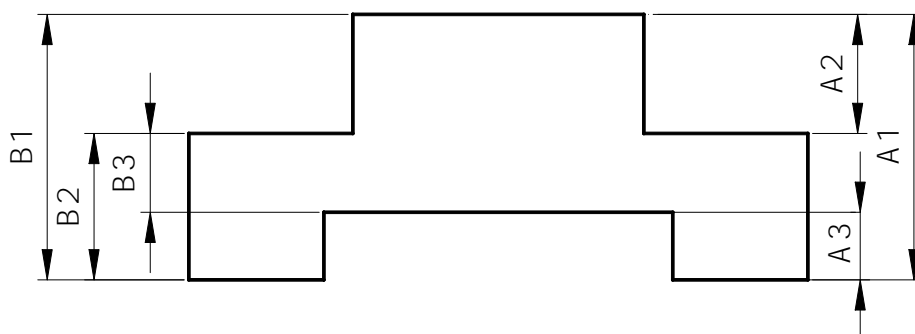
1. Trình bày đơn vị đo cơ bản?
2. Trình bày các phương pháp đo trực tiếp?
3. Trình bày các phương pháp đo gián tiếp?

Bài tập về nhà

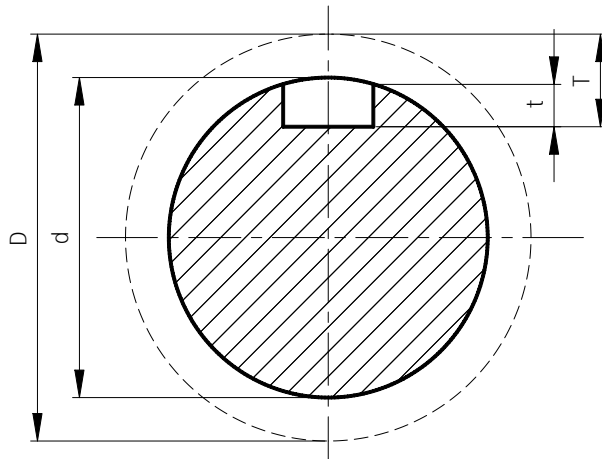
Bài 1 : Cho chi tiết như hình vẽ :

Tính các kích thước công nghệ B1, B2, B3. Biết các kích thước thiết kế là :

$$A_1 = 60^{+0,05} \quad ; \quad A_2 = 28^{+0,04}_{-0,06} \quad ; \quad A_3 = 18 \pm 0,01$$



Bài 2 : Cho chi tiết như hình vẽ :



Trình tự gia công:

- Gia công thô $D = \phi 60,3^{+0,1}$
- Phay rãnh then có kích thước T
- Gia công tinh $d = 60_{-0,03}$

Xác định kích thước T để sau khi gia công xong chi tiết sẽ đạt chiều sâu rãnh then $t = 12^{+0,2}$

CHƯƠNG 6: DỤNG CỤ ĐO KHẮC VẠCH, DỤNG CỤ ĐO MẶT SÓ

Mã chương: MH 10-06

Giới thiệu:

Chương này giúp học sinh biết được các phương pháp đo, hiểu được cấu tạo, nguyên lý, cách sử dụng, bảo quản các dụng cụ đo thông dụng trong ngành cơ khí hiện nay.

Mục tiêu:

- Giải thích được công dụng, cấu tạo, nguyên lý, phương pháp sử dụng và bảo quản các dụng cụ đo có khắc vạch, có du xích (thước lá, thước cặp, pame, đồng hồ so).

- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Nội dung chính:

1. Dụng cụ đo có khắc vạch.

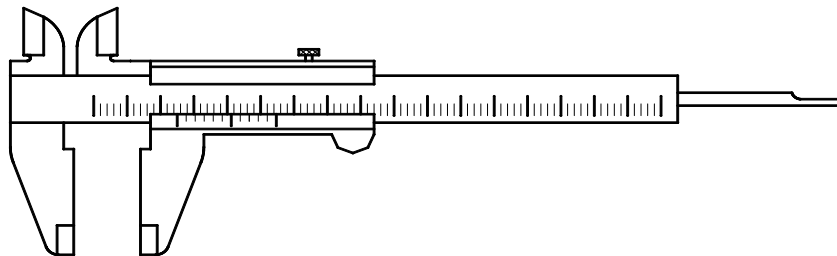
1.1. Thước không có thước phụ.

1.2. Thước có thước phụ.

1.2.1. Thước cặp.

Thước cặp dùng để đo các kích thước ngoài (chiều dài, chiều rộng, chiều cao, đường kính trụ ngoài, ...) các kích thước trong (đường kính lỗ, chiều rộng rãnh, ...) và chiều sâu. Tùy theo kết cấu mà thước có thể thực hiện một, hai hoặc ba công dụng trên.

Tùy thuộc vào khả năng đạt được độ chính xác của thước khi đo, chia ra làm ba loại : thước cặp 1/10 ; 1/20 và 1/50.



Hình 6.1. Cấu tạo của thước cặp

- **Thước chính** : mang mỏ đo cố định và trên thân có thang chia độ theo mm.

- **Thước phụ** : mang mỏ di động và trên thân có khắc vạch theo nguyên tắc sau :

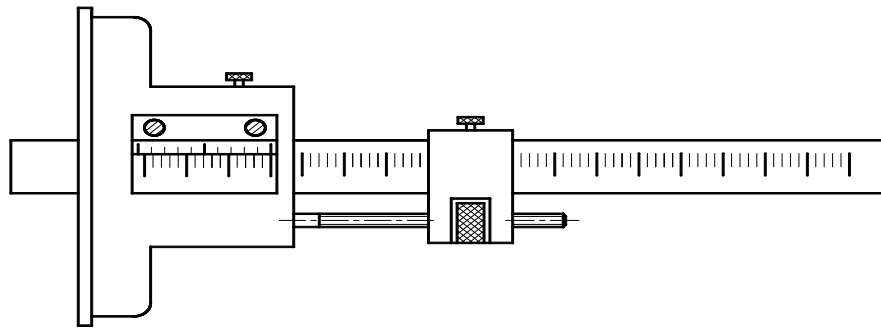
+ Gọi a và a' là khoảng cách giữa hai vạch trên thước chính và trên thước phụ.

+ Gọi c và c' là giá trị giữa hai vạch trên thước chính và trên thước phụ.

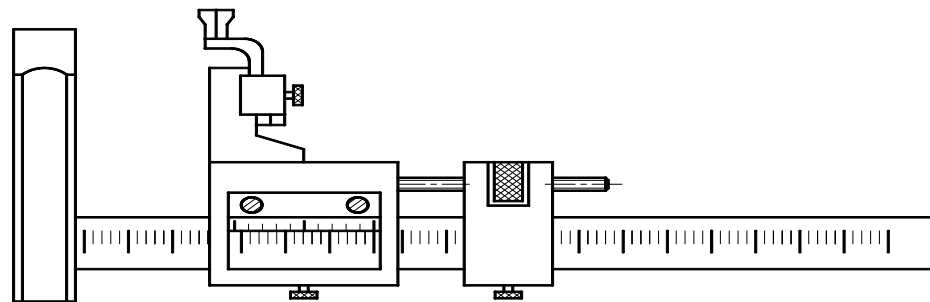
Ta có biểu thức sau : $a' = c \times \gamma - c'$

Trong đó là γ là môđun thước cặp đặc trưng cho mức độ phóng đại trên thước phụ (thường $\gamma = 1, 2, \dots$).

1.2. 2. Thước đo chiều sâu, chiều cao.



Hình 6.2. Cấu tạo của thước đo chiều sâu



Hình 6.3. Cấu tạo của thước đo chiều cao

Cách đọc kết quả đo trên thước cặp, thước đo chiều sâu, chiều sâu

Kết quả đo L được xác định theo biểu thức sau :

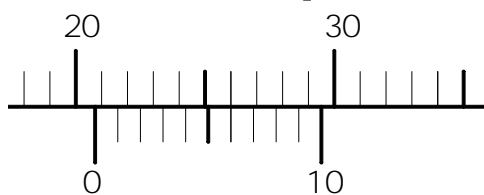
$$L = m + i \times c'$$

Trong đó :

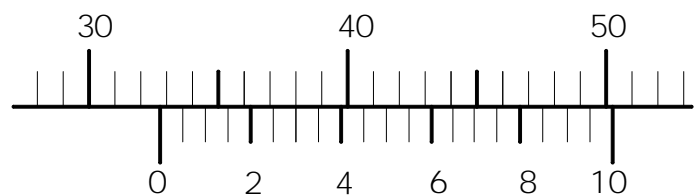
+ m là số vạch trên thước chính ở bên trái vạch "0" của thước phụ

+ i là vạch thứ i trên thước phụ trùng với một vạch bất kỳ trên thước chính.

Ví dụ : Cho kết quả đo trên hình sau :



$$\begin{aligned} L &= m + i \times c' \\ &= 20 + (6 \times 0,1) = 20,6 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} L &= m + i \times c' \\ &= 30 + (6 \times 0,05) = 30,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

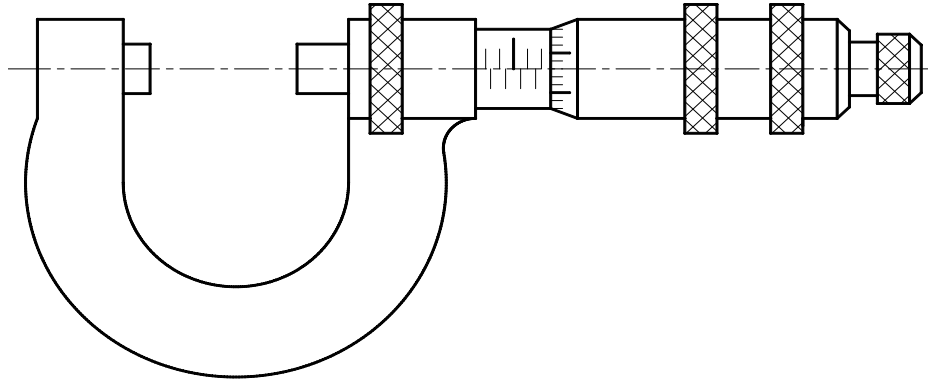
1.3. Pame.

Panme là loại dụng cụ đo kích thước dài có độ chính xác cao hơn thước cặp, khả năng đo được đến 0,01mm (loại thước đặc biệt đo được 0,001mm).

Có ba loại thước panme chính :

1.3.1. Thước panme đo ngoài

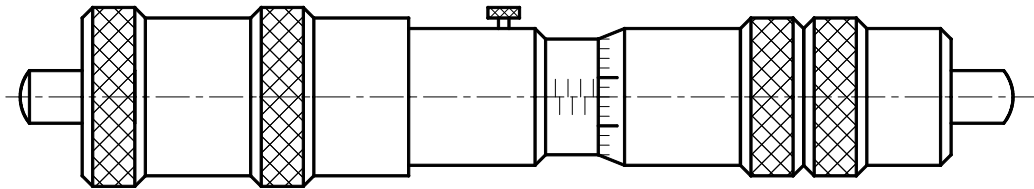
Thước panme đo ngoài dùng để đo các kích thước như chiều dài, chiều rộng, độ dày, đường kính ngoài, ...



Hình 6.4.Cấu tạo của thước panme đo ngoài

1.3.2. Thước panme đo trong

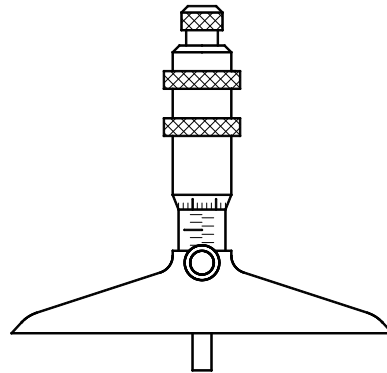
Thước panme trong dùng để đo các kích thước như : đường kính lỗ, chiều rộng rãnh, ...



Hình 6.5.Cấu tạo của thước panme đo trong

1.3.3. Thước panme đo độ sâu

Thước panme đo độ sâu dùng để đo các kích thước như : chiều sâu các rãnh, lỗ bậc,



Hình 6.6.Cấu tạo của thước panme đo độ sâu

Panme có cấu tạo dựa vào nguyên lý chuyển động của ren vít và đai ốc, trong đó, biến chuyển động quay của tay quay thành chuyển động tịnh tiến của đầu đo di động. Cuối đầu đo di động có ren vít chính xác (với bước $p = 0,5 \text{ mm}$) ăn khớp với đai ốc đàn hồi được gắn cố định bên trong một ống trụ. Trên ống trụ có khắc thước chính với $a = c = 0,5 \text{ mm}$. Phần côn của ống quay có khắc 50 vạch chia đều theo chu vi, giá trị vạch chia trên thước phụ này là :

$$c' = \frac{p}{n} = \frac{0,5}{50} = 0,01 \text{ mm}$$

Để đảm bảo độ chính xác của thước panme, chiều dài phần ren vít trong cơ cấu truyền động thường là 25mm nhằm giảm sai số tích lũy bước ren trong quá trình chế tạo.

Cách đọc kết quả đo trên panme

Kết quả đo của thước panme cũng gồm có hai phần và được xác định giống như thước cặp :

$$L = m + i \times c'$$

Trong đó:

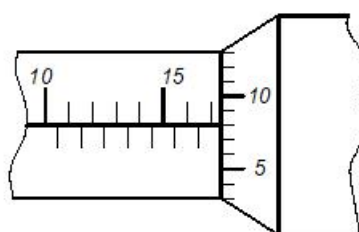
+ m : là số vạch trên thước chính ở bên trái của ống quay.

+ i : là vạch thứ i trên thước phụ trùng với đường chuẩn trên ống cố định.

Ví dụ : Đọc kết quả đo của thước panme trên hình bên:

$$L = m + i \times c'$$

$$= 17 + (8 \times 0,01) = 17,08 \text{ mm}$$



Hình 6.7. Đọc chỉ số panme

2. Dụng cụ đo có bề mặt số (đồng hồ so)

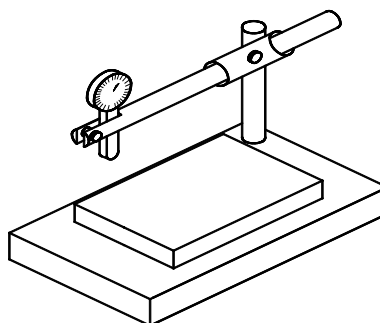
2.1. Phân loại.

Tùy theo cơ cấu của bộ phận chuyển đổi – khuếch đại, có các loại đồng hồ so sau : đồng hồ so dùng đòn, đồng hồ so dùng bánh răng, đồng hồ so dùng trục vít và đồng hồ so dùng lò xo.

2.2. Cấu tạo nguyên lý làm việc và công dụng.

Đồng hồ so là một loại dụng cụ đo có mặt số, được sử dụng rộng rãi trong sản xuất. Đồng hồ so có các công dụng sau :

- Kiểm tra hàng loạt kích thước chi tiết bằng phương pháp đo so sánh.
- Kiểm tra sai lệch về hình dạng của bề mặt cũng như sai lệch về vị trí tương quan giữa các bề mặt trên chi tiết.
- Dùng để điều chỉnh máy trong sản xuất hàng loạt, gá đặt chính xác chi tiết trước khi gia công trong sản xuất đơn chiếc hay trong sửa chữa.



Hình 6.8. Cấu tạo đồng hồ so

Đồng hồ so có các bộ phận chính sau :

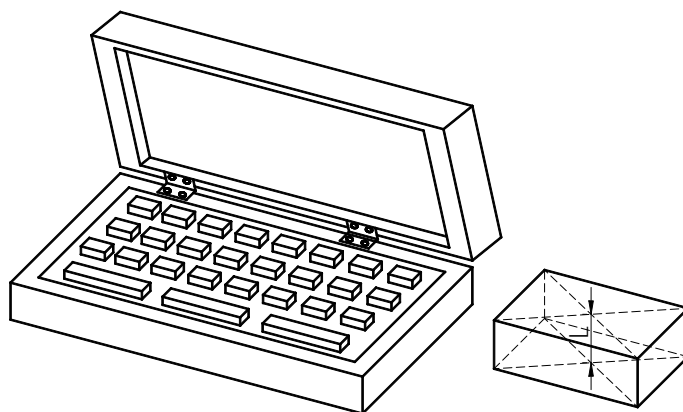
- Bộ phận cảm : gồm đầu đo, thanh đo
- Bộ phận chuyển đổi và khuếch đại
- Bộ phận chỉ thị : gồm mặt số, kim chỉ thị, ...
- Bộ phận ổn định : gồm lò xo và các chi tiết phụ khác.

2.3. Cách sử dụng và bảo quản.

3. Căn mẫu song song

3.1. Cấu tạo

Căn mẫu song song là một loại mẫu chuẩn về chiều dài và có dạng hình khối chữ nhật với hai bề mặt làm việc được chế tạo rất song song, đạt được độ chính xác về kích thước và độ bóng cao.



Hình 6.9. Hộp căn mẫu

Kích thước đo L của căn mẫu là khoảng cách hai điểm chính giữa của hai bề mặt làm việc trên căn mẫu. Để giữ độ chính xác của kích thước làm việc này, căn mẫu được chế tạo bằng thép hợp kim chất lượng cao, có hệ số giãn nở nhiệt thấp và được nhiệt luyện đạt độ cứng cao.

Căn mẫu được chế tạo theo 4 cấp chính xác với mức độ chính xác giảm dần từ cấp 0, 1, 2, 3, 4. Trong đó, căn mẫu cấp 0 và 1 được dùng trong phòng thí nghiệm để đo lường cơ bản hay để kiểm tra và điều chỉnh các loại dụng cụ đo khác. Căn mẫu cấp 2 và 3 được dùng trong sản xuất để kiểm tra sản phẩm.

Tiết diện của căn mẫu là $9 \times 30\text{mm}$ đối với các miếng căn mẫu có kích thước đo L $\leq 10\text{mm}$ và bằng $9 \times 35\text{mm}$ đối với các miếng căn mẫu có kích thước đo L $> 10\text{mm}$

Vì mỗi miếng căn mẫu chỉ thể hiện một kích thước nhất định nên để tạo ra một kích thước bất kỳ cần phải ghép nhiều miếng khác nhau trong một bộ. Căn mẫu thường được chế tạo thành từng bộ và đặt trong hộp. Số lượng miếng căn mẫu trong mỗi bộ phận thay đổi khác nhau (từ 7 đến 116 miếng) nhưng thông dụng nhất là bộ có 83 miếng và được phân bố như sau :

- Căn mẫu có kích thước 1,005mm : 01 miếng
- Căn mẫu có kích thước 1,01 ; 1,02 ; 1,03 ; ... ; 1,49mm : 49 miếng
- Căn mẫu có kích thước 0,5 ; 1 ; 1,5 ; ... ; 10 mm : 20 miếng
- Căn mẫu có kích thước 1,6 ; 1,7 ; 1,8 ; 1,9 : 04 miếng
- Căn mẫu có kích thước 20 ; 30 ; 40 ; ... ; 100mm : 09 miếng

Ví dụ : Muốn kiểm tra kích thước $L = 80_{-0,015} \text{ mm}$, cần có hai miếng căn mẫu có kích thước $L_{\max} = 80\text{mm}$ và $L_{\min} = 79,985\text{mm}$. Miếng căn mẫu có kích thước L_{\max} đã có sẵn, còn miếng căn mẫu với kích thước L_{\min} được ghép từ các miếng sau :

$$L_{\min} = 1,105 + 1,48 + 7,5 + 70 = 79,985 \text{ mm}$$

Với bộ căn mẫu này có thể ghép các kích thước có độ chênh lệch đến $5\mu\text{m}$. Để tăng khả năng đo được các kích thước chính xác cao hơn, có thể dùng thêm bộ căn mẫu micromet gồm 9 miếng sau : 1,0005 ; 1,001 ; 1,002 ; 1,003 ; 1,004 ; 1,005 ; 1,006 ; 1,007 ; 1,008 ; 1,009. Khi đó, bộ căn mẫu sẽ trở thành 92 miếng.

3.2. Công dụng

Kiểm tra trực tiếp kích thước chi tiết như : bề rộng rãnh, ...

Kết hợp với các dụng cụ đo khác như đồng hồ so để xác định kích thước chi tiết bằng phương pháp đo so sánh.

Dùng làm chuẩn để kiểm tra và khắc vạch các loại dụng cụ đo.

Dùng làm chuẩn để điều chỉnh máy trước khi gia công chi tiết trong sản xuất hàng loạt.

3.3. Yêu cầu lắp ghép và bảo quản căn mẫu

- Lau sạch căn mẫu bằng xăng trắng và vải mềm trước khi ghép.

- Dùng phương pháp vừa xoa vừa ép với một áp lực nhẹ để đảm bảo các miếng tự dính chặt vào nhau thành một khối.

- Số lượng căn mẫu cần thiết để ghép thành một kích thước bất kỳ càng ít càng tốt (không quá 4 miếng) và phải nằm trong cùng một bộ.

- Sau khi sử dụng xong nên tháo rời các miếng căn, rửa sạch bằng xăng, lau khô và bôi một màng mỏng vadolin để bảo vệ.

- Hộp căn mẫu phải được đặt nơi khô ráo và nhiệt độ ít thay đổi.

Câu hỏi và bài tập ôn tập:

Câu hỏi:

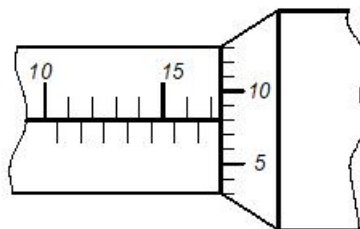
1. Trình bày cấu tạo, công dụng của thước cặp?
2. Trình bày cấu tạo, công dụng của thước panme?
3. Trình bày cấu tạo, công dụng của căn mẫu?

Bài tập về nhà

Đọc kết quả đo của thước panme trên hình bên:

$$L = m + i \times c'$$

$$= 17 + (8 \times 0,01) = 17,08 \text{ mm}$$



HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG GIÁO TRÌNH

1. Phạm vi sử dụng giáo trình:

Giáo trình môn học được sử dụng để giảng dạy cho trình độ trung cấp.

2. Hướng dẫn một số điểm chính về phương pháp sử dụng giáo trình môn học:

- Đối với giáo viên, giảng viên:

+ Cần bám sát các nội dung cơ bản trong giáo trình môn học để giảng dạy, bên cạnh việc tham khảo, bổ sung các nội dung từ các giáo trình, tài liệu tham khảo khác có liên quan đến chương trình, giáo trình môn học này.

+ Khi giảng dạy, cần giúp người học phân biệt rõ các khái niệm dung sai và các hình thức lắp ghép.

+ Các nội dung liên quan đến biểu thức tính toán, chỉ phân tích, nêu công thức tính, giải thích các công thức và cách sử dụng công thức trong việc giải các bài toán cơ học.

+ Để giúp người học nắm vững những kiến thức cơ bản cần thiết sau mỗi chương cần giao bài tập để làm ngoài giờ. Các bài tập chỉ cần ở mức độ đơn giản, trung bình phù hợp với phần lý thuyết đã học.

+ Tăng cường sử dụng thiết bị, đồ dùng dạy học để tăng hiệu quả dạy học.

- Đối với người học: Tích cực tự học, nghiên cứu làm bài tập theo hướng dẫn của giáo viên khi sử dụng giáo trình môn học.

3. Những trọng tâm chương trình cần chú ý:

Trọng tâm của môn học là chương 3,4 và 5

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] PGS Hà Văn Vui. *Dung sai và lắp ghép*. NXB KHKT 2003.
- [2] PGS.TS Ninh Đức Tồn. *Giáo trình Dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo lường*. NXB GD 2002.