

LỜI NÓI ĐẦU

Giáo trình Môn học Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật được xây dựng và biên soạn dựa trên cơ sở chương trình khung trình độ cao đẳng nghề công nghệ ô tô của Tổng cục dạy nghề. Nội dung được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, các kiến thức trong toàn bộ giáo trình có mối quan hệ lôgic chặt chẽ.

Để đáp ứng yêu cầu về tài liệu học tập của học sinh, sinh viên trong nhà trường và sự phát triển trong tương lai của ngành công nghệ ô tô, tác giả biên soạn giáo trình môn học “Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật” làm tài liệu học tập chính cho sinh viên hệ cao đẳng nghề và làm tài liệu tham khảo cho học sinh trung cấp nghề và công nhân kỹ thuật ngành công nghệ ô tô.

Khi biên soạn, chúng tôi đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới nhất có liên quan đến môn học và phù hợp với đối tượng sử dụng nhưng cố gắng gắn những nội dung lý thuyết với những vấn đề thực tế để giáo trình có tính thực tiễn.

Giáo trình môn học Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật trình độ Cao đẳng nghề được Hội đồng thẩm định trường Cao đẳng nghề Yên Bái nghiệm thu đưa vào sử dụng và được dùng làm giáo trình cho các học sinh, sinh viên trong các khoá đào tạo trình độ cao đẳng nghề, trung cấp nghề hoặc cho công nhân kỹ thuật, tham khảo.

Trong quá trình biên soạn do thời gian và trình độ còn hạn chế nên khó tránh khỏi những thiếu sót, tác giả mong nhận được các ý kiến đóng góp của người đọc và các đồng nghiệp để cuốn giáo trình ngày càng hoàn thiện./.

TÁC GIẢ

MỤC LỤC

Chương 1	6
CÁC KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP	6
1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP	6
1.1. Tính đối lẫn chức năng trong ngành cơ khí chế tạo	6
1.2. Kích thước, sai lệch giới hạn, dung sai.....	7
1.2.1. Kích thước.....	7
1.2.2. Sai lệch giới hạn (SLGH):	9
1.2.3. Dung sai	9
1.3. Lắp ghép và các loại lắp ghép	11
1.3.1. Khái niệm về lắp ghép :	11
1.3.2. Các loại lắp ghép.....	12
1.4. Dung sai lắp ghép.....	17
2. HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRON	19
2.1. Hệ thống dung sai	19
2.1.1. Công thức tính trị số dung sai.....	19
2.1.2. Cấp dung sai tiêu chuẩn (cấp chính xác).....	19
2.1.3. Khoảng kích thước danh nghĩa	19
2.2. Hệ thống lắp ghép	20
2.2.1. Hệ thống lỗ cơ bản.....	20
2.2.2. Hệ thống trục cơ bản.....	21
2.2.3. Sai lệch cơ bản (SLCB).....	21
2.2.4. Các lắp ghép tiêu chuẩn	23
3. DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ ĐỘ NHÁM BỀ MẶT.....	27
3.1. Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt	27
3.1.1. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ.....	27
3.1.2. Sai lệch hình dạng phẳng.....	29
3.1.3. Sai lệch vị trí bề mặt.....	30
3.2. NHÁM BỀ MẶT.....	34
3.2.1. Bản chất của nhám	34
3.2.2. Các chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt	35
3.2.3. Ghi kích thước cho bản vẽ chi tiết	36
Chương 2	38
HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP	38
1. DUNG SAI KÍCH THƯỚC VÀ LẮP GHÉP CÁC MÔI GHÉP THÔNG DUNG.....	39
1.1. Dung sai lắp ghép ổ lăn	39
1.1.1. Khái niệm.....	39
1.1.2. Dung sai lắp ghép ổ lăn :	39
1.1.3. Ký hiệu ổ lăn trên bản vẽ.....	40
1.2. Dung sai lắp ghép then- then hoa.....	41
1.2.1. Dung sai môi ghép then.....	41
1.2.2. Dung sai lắp ghép then hoa.....	43
1.2.3. Dung sai lắp ghép côn	46

2. DUNG SAI MÔI GHÉP REN	47
2.1. Dung sai lắp ghép ren tam giác hệ mét	47
2.1.1. Các yếu tố cơ bản của ren.....	47
2.1.2. Dung sai lắp ghép ren	48
2.2. Dung sai lắp ghép ren thang	49
2.2.1. Các yếu tố cơ bản của ren hình thang	49
2.2.2. Dung sai lắp ghép và ren thang.....	49
2.2.3. Ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép ren trên bản vẽ.....	49
3. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG.....	50
3.1. Dung sai lắp ghép bánh răng	50
3.2. Các sai số để kiểm tra bánh răng.....	51
4. CHUỖI KÍCH THƯỚC.....	56
4.1. Chuỗi kích thước	56
4.1.1. định nghĩa.....	56
4.1.2. phân loại.....	56
4.2. Khâu (kích thước của chuỗi).....	56
4.3. Giải chuỗi kích thước	57
Chương 3	68
DỤNG CỤ ĐO THÔNG DỤNG TRONG CƠ KHÍ	68
1. CƠ SỞ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT.....	68
1.1. Khái niệm đo lường kỹ thuật	68
1.2. Dụng cụ đo và phương pháp đo	69
2. CĂN MẪU	71
2.1. Cấu tạo, công dụng và các bộ căn mẫu.....	71
2.2. Cách bảo quản.....	73
3. THƯỚC CẤP	74
3.1. Thước cặp.....	74
3.2. Thước đo sâu đo cao :.....	78
3.3. Cách bảo quản	79
4. PAN ME	79
4.1. Nguyên lý làm việc của panme.....	79
4.2. Cách sử dụng (cách đọc trị số).....	80
4.3. Cách bảo quản	81
5. ĐỒNG HỒ SO	82
5.1. Công dụng, cấu tạo và nguyên lý làm việc của đồng hồ so	82
5.2. Sử dụng và bảo quản	83
6. DỤNG CỤ ĐO GÓC	83
6.1. Công dụng và cấu tạo của góc mẫu, êke, thước đo góc vạn năng	83
6.2 Cấu tạo và nguyên lý của thước sin	88
Tài liệu tham khảo	90

Chương 1

CÁC KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP

1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

1.1. Tính đổi lẫn chức năng trong ngành cơ khí chế tạo

a. Bản chất của tính đổi lẫn chức năng

Mỗi chi tiết trong bộ phận máy hoặc bộ phận máy trong máy đều thực hiện một chức năng xác định, ví dụ: đai ốc vặn vào bu lông có chức năng bắt chặt, pít tông trong xi lanh thực hiện chức năng nén khí, gây nổ và phát lực. Khi chế tạo hàng loạt pít tông hàng loạt đai ốc cùng loại, nếu lấy bất kỳ đai ốc hoặc pít tông của loại vừa chế tạo lắp vào bộ phận máy mà bộ phận máy đó đều thực hiện đúng chức năng yêu cầu của nó thì loạt đai ốc và loạt pít tông đã chế tạo đạt được tính đổi lẫn chức năng. Vậy tính đổi lẫn chức năng của loạt chi tiết là khả năng thay thế cho nhau không cần phải lựa chọn hoặc sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo chức năng yêu cầu của bộ phận máy hoặc máy mà chúng lắp thành.

Loạt chi tiết đạt được tính đổi lẫn chức năng hoàn toàn nếu mọi chi tiết trong loạt đều đạt tính đổi lẫn chức năng. Còn nếu có một hoặc một vài chi tiết trong loạt không đạt tính đổi lẫn chức năng thì loạt chi tiết ấy đạt tính đổi lẫn chức năng không hoàn toàn.

Sở dĩ loạt chi tiết đạt được tính đổi lẫn chức năng là vì chúng được chế tạo giống nhau, tất nhiên không thể giống nhau tuyệt đối được mà chúng có sai khác nhau trong phạm vi cho phép nào đó. Chẳng hạn các thông số hình học của chi tiết như kích thước, hình dạng,... chỉ được sai khác nhau trong một phạm vi cho phép gọi là dung sai. Giá trị dung sai ấy được người thiết kế tính toán và quy định dựa trên nguyên tắc của tính đổi lẫn chức năng.

b. Vai trò của tính đổi lẫn đối với sản xuất và sử dụng

Tính đổi lẫn chức năng là nguyên tắc của thiết kế và chế tạo. Nếu các chi tiết được thiết kế, chế tạo theo nguyên tắc đổi lẫn chức năng thì chúng không phụ thuộc vào địa điểm sản xuất. Đó là điều kiện để ta có thể hợp tác và chuyên môn hóa sản xuất. Sự hợp tác và chuyên môn hóa sản xuất sẽ dẫn đến sản xuất

tập trung quy mô lớn, tạo khả năng áp dụng kỹ thuật tiên tiến, trang bị máy móc hiện đại và dây chuyền sản xuất năng suất cao. Nhờ đó mà vừa đảm bảo chất lượng lại giảm giá thành sản phẩm.

Mặt khác thiết kế, chế tạo chi tiết theo nguyên tắc đổi lẫn chức năng tạo điều kiện thuận lợi cho việc sản xuất các chi tiết dự trữ thay thế. Nhờ đó mà quá trình sử dụng các sản phẩm công nghiệp sẽ tiện lợi rất nhiều.

Trong đời sống: ta dễ dàng thay một bóng đèn hỏng bằng một bóng đèn mới với cùng một đui đèn, hoặc dễ dàng thay ổ bi đã mòn hỏng của một xe máy bằng một ổ bi mới cùng loại. Trong sản xuất, giả dụ một bánh răng trong máy bị gãy hỏng, ta có ngay một bánh răng dự trữ cùng loại thay thế vào là máy lại tiếp tục hoạt động được ngay. Do đó giảm thời gian ngừng máy để sửa chữa sử dụng máy triệt để hơn, mang lại lợi ích lớn về kinh tế và quản lý sản xuất.

1.2. Kích thước, sai lệch giới hạn, dung sai

1.2.1. Kích thước

Là giá trị đo bằng số của các đại lượng đo như chiều dài, chiều rộng, chiều cao, đường kính ... theo đơn vị đo được lựa chọn.

Trong công nghệ chế tạo máy đơn vị đo thông dụng nhất là milimét (mm) và quy ước trên bản vẽ không ghi mm.

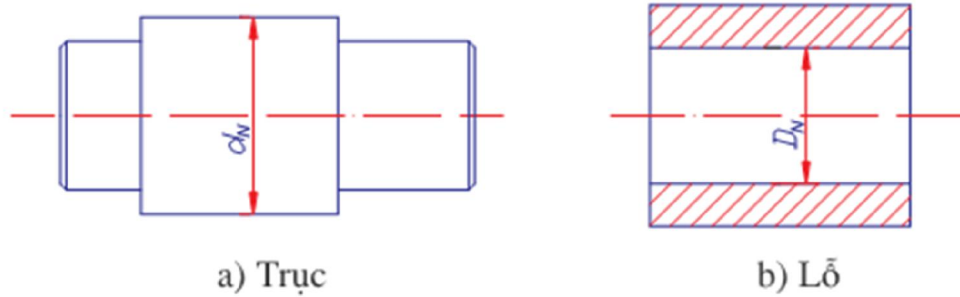
Ví dụ chi tiết máy có đường kính 19,95 mm, chiều dài 125,5 mm thì trên bản vẽ chỉ ghi 19,95 và 125,5.

a. Kích thước danh nghĩa (KTDN)

Là kích thước được xác định xuất phát từ chức năng của chi tiết sau đó quy tròn về phía lớn hơn theo các giá trị của dãy kích thước tiêu chuẩn.

Ví dụ: Khi tính toán người thiết kế xác định được kích thước của chi tiết trục là 27,876 mm theo giá trị của dãy kích thước tiêu chuẩn ta quy tròn về 30 mm. Vậy ta nói rằng kích thước danh nghĩa của chi tiết trục là 30 mm.

KTDN là kích thước được dùng làm gốc để xác định sai lệch giới hạn (SLGH) và kích thước giới hạn (KTGH).



Hình 1.1. Kích thước danh nghĩa của trục và lỗ

- KTDN của chi tiết trục ký hiệu là: d_N .
- KTDN của chi tiết lỗ ký hiệu là: D_N .

b. Kích thước thực

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

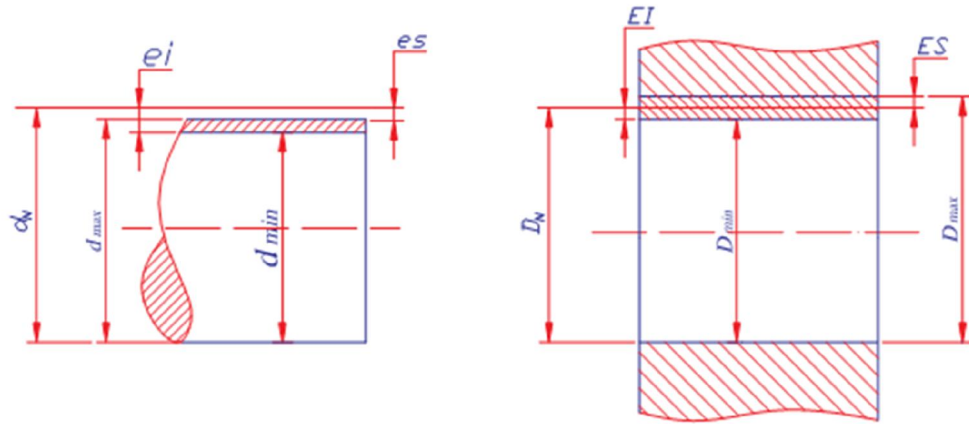
- Ký hiệu :
- Chi tiết lỗ: D_t .
 - Chi tiết trục: d_t .

Ví dụ: Khi đo kích thước đường kính trục bằng pan me có giá trị vạch chia là 0,01 mm, kết quả đo nhận được là 24,98 mm, đó chính là kích thước thực của trục với sai số cho phép là $\pm 0,01$ mm.

c. Kích thước giới hạn

Khi gia công bất kỳ một kích thước nào đó ta cần phải xác định một phạm vi cho phép của sai số gia công kích thước chi tiết đó. Phạm vi cho phép này được giới hạn bởi 2 kích thước quy định gọi là kích thước giới hạn (KTGH)

- Kích thước giới hạn lớn nhất:
 - + Đối với chi tiết lỗ: D_{max} .
 - + Đối với chi tiết trục: d_{max} .
- Kích thước giới hạn nhỏ nhất :
 - + Đối với chi tiết lỗ: D_{min} .
 - + Đối với chi tiết trục: d_{min} .



Hình 1.2. sơ đồ biểu diễn kích thước giới hạn

Như vậy chi tiết gia công đạt yêu cầu khi kích thước thực của nó thỏa mãn yêu cầu sau:

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

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

1.2.2. Sai lệch giới hạn (SLGH):

Là hiệu đại số giữa KTGH và KTDN.

- SLGH trên: là hiệu đại số giữa KTGH lớn nhất và KTDN.

Ký hiệu:

+ Với chi tiết lỗ: $ES = D_{\max} - D_N$.

+ Với chi tiết trục: $es = d_{\max} - d_N$.

- SLGH dưới:

+ Với chi tiết lỗ: $EI = D_{\min} - D_N$.

+ Với chi tiết trục: $ei = d_{\min} - d_N$

* Chú ý: Trị số SLGH mang dấu “+” khi KTGH > KTDN.

Mang dấu “-” khi KTGH < KTDN và bằng “0” khi KTGH = KTDN

1.2.3. Dung sai

Là phạm vi cho phép của sai số. Trị số dung sai bằng hiệu đại số giữa KTGH lớn nhất và KTGH nhỏ nhất hoặc bằng hiệu đại số giữa SLGH trên và SLGH dưới.

Ký hiệu: T (toleran).

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

Hoặc $T_D = ES - EI$.

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

Hoặc $T_d = es - ei$.

* **Chú ý:** Dung sai luôn có giá trị dương vì KTGH lớn nhất bao giờ cũng lớn hơn KTGH nhỏ nhất.

Trị số dung sai càng nhỏ thì phạm vi của sai số càng nhỏ tức là yêu cầu độ chính xác về kích thước càng cao. Ngược lại trị số dung sai càng nhỏ thì yêu cầu độ chính xác chế tạo càng thấp.

Vậy dung sai đặc trưng cho độ chính xác thiết kế.

Ví dụ 1: Cho một chi tiết trục có $KTDN = 32$ mm, KTGH lớn nhất là 32,050 mm, KTGH nhỏ nhất là 32,034 mm. Tính trị số SLGH và dung sai ?

Giải:

- Tính SLGH: $es = d_{\max} - d_N = 32,050 - 32 = 0,050$ mm.

$ei = d_{\min} - d_N = 32,034 - 32 = 0,034$ mm.

- Dung sai kích thước trục:

$T_d = es - ei = 0,050 - 0,034 = 0,016$ mm.

Ví dụ 2: Cho chi tiết lỗ có $KTDN = 45$ mm. KTGH lớn nhất 44,992 mm, KTGH nhỏ nhất là 44,967 mm. Tính trị số các SLGH và dung sai?

Giải:

- Tính trị số các SLGH:

$ES = D_{\max} - D_N = 44,992 - 45 = -0,008$ mm.

$EI = D_{\min} - D_N = 44,967 - 45 = -0,033$ mm.

- Tính trị số dung sai:

$T_D = ES - EI = (-0,008) - (-0,033) = 0,025$ mm.

Ví dụ 3: Biết $KTDN$ của chi tiết trục là 28 mm và các SLGH $es = -0,020$ mm, $ei = -0,041$ mm. Tính các KTGH và dung sai. Nếu gia công xong người ta đo được kích thước thực là 27,976 mm thì chi tiết trục có đạt yêu cầu không?

Giải :

- Tính KTGH: $d_{\max} = d_n + es = 28 + (-0,020) = 27,980$ mm

$$D_{\min} = d_n + e_i = 28 + (-0,041) = 27,959 \text{ mm}$$

Ta biết rằng chi tiết trục gia công đạt yêu cầu khi $d_{\min} < d_t < d_{\max}$

Trong trường hợp này chi tiết trục sau khi gia công

$$27,959 \text{ mm} < 27,976 \text{ mm} < 28 \text{ mm}$$

Vậy chi tiết đã gia công đạt yêu cầu đề ra.

1.3. Lắp ghép và các loại lắp ghép

1.3.1. Khái niệm về lắp ghép :

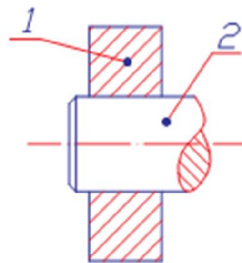
Hai hay một số chi tiết phối hợp với nhau một cách cố định hoặc di động thì tạo thành một mối ghép.

Những bề mặt mà dựa theo chúng các chi tiết phối hợp với nhau gọi là bề mặt lắp ghép.

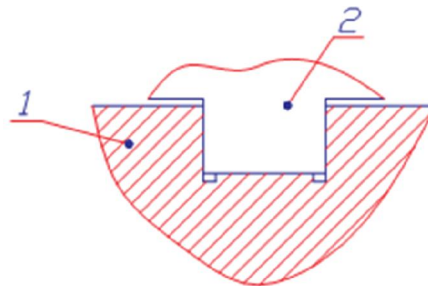
Bề mặt lắp ghép bao gồm :

- Bề mặt bao ngoài: ký hiệu D .
- Bề mặt bị bao bên trong: ký hiệu d .

Ví dụ: Lắp ghép giữa trục và lỗ, giữa rãnh và con trượt.



Hình 1.3. 1- lỗ ; 2 – trục



Hình 1.4. 1- Rãnh trượt; 2- Con trượt

KTDN chung cho cả bề mặt bao và bề mặt bị bao $D_N = d_N$.

Trong chế tạo cơ khí thường sử dụng các loại lắp ghép:

- Lắp ghép bề mặt trơn:
- + Lắp ghép trụ trơn.
- + Lắp ghép phẳng.
- Lắp ghép côn trơn.
- Lắp ghép ren.
- Lắp ghép truyền động bánh răng.

Đặc tính của lắp ghép được xác định bởi hiệu số giữa bề mặt bao và bề mặt bị bao.

Nếu $D - d > 0$ Lắp ghép có độ dôi.

Nếu $D - d < 0$ lắp ghép có độ hở.

Dựa vào đặc tính của lắp ghép người ta chia lắp ghép thành 3 nhóm : lắp lỏng, lắp chặt, lắp trung gian.

1.3.2. Các loại lắp ghép

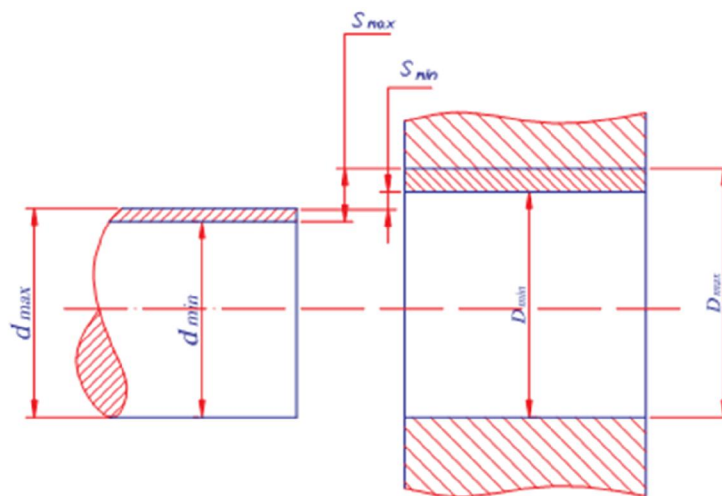
a. Nhóm lắp lỏng:

Trong nhóm lắp ghép này kích thước lỗ luôn lớn hơn kích thước trục đảm bảo lắp ghép luôn có độ hở.

Độ hở của lắp ghép ký hiệu là S .

$$S = D - d.$$

Tương ứng với các KTGH của lỗ và trục lắp ghép có độ hở giới hạn :



Hình 1.5. Nhóm lắp ghép lỏng

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

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

Đối với một lắp ghép thì $D_N = d_N$.

$$\text{Độ hở trung bình} : S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}$$

Nếu kích thước của loạt chi tiết được phép dao động trong khoảng

$D_{\max} - D_{\min}$ (đối với chi tiết lỗ) từ $d_{\max} - d_{\min}$ (đối với chi tiết trục).

Thì độ hở của lắp ghép cũng được phép dao động trong khoảng từ $S_{\max} - S_{\min}$.

Tức là trong khoảng dung sai của độ hở.

$$T_s = S_{\max} - S_{\min}.$$

$$\text{Hoặc } T_s = T_D + T_d.$$

Vậy dung sai độ hở bằng tổng dung sai kích thước lỗ và dung sai kích thước trục.

Dung sai độ hở gọi là dung sai lắp ghép lỏng, đặc trưng cho mức độ chính xác yêu cầu của lắp ghép.

Ví dụ :

Cho kiểu lắp ghép lỏng trong đó kích thước lỗ là $\Phi 52^{+0,030}_0$

Trục $\Phi 52^{-0,030}_{-0,060}$

Tính KTGh, độ hở giới hạn độ hở trung bình, dung sai độ hở.

Giải:

Theo số liệu đã cho ta có:

$$\text{Lỗ: } ES = 0,030, EI = 0. \text{ Trục } es = -0,030, ei = -0,060$$

- Tính KTGh:

$$D_{\max} = D_N + ES = 52 + 0,030 = 52,030 \text{ mm.}$$

$$D_{\min} = d_N + EI = 52 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = d_N + es = 52 + (-0,030) = 51,97 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d_N + ei = 52 + (-0,060) = 51,94 \text{ mm.}$$

$$T_D = ES - EI = 0,030 \text{ mm.}$$

$$T_d = es - ei = (-0,030) - (-0,060) = 0,030 \text{ mm.}$$

- Tính độ hở giới hạn, độ hở trung bình:

$$S_{\max} = ES - EI = 0,030 - (-0,060) = 0,030 \text{ mm}$$

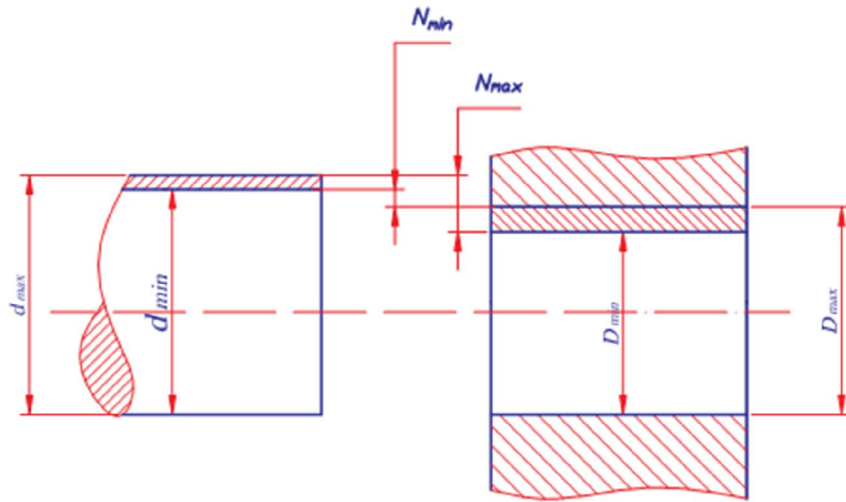
$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,030) = 0,030 \text{ mm.}$$

b. Nhóm lắp chặt :

Trong nhóm lắp ghép này kích thước lỗ luôn nhỏ hơn kích thước trục, đảm bảo lắp ghép luôn có độ dôi. Độ dôi của lắp ghép ký hiệu là N.

$$N = d - D.$$

Tương ứng với các KTGH của trục và lỗ ta có:



Hình 1.6. Nhóm lắp ghép chặt

Độ dôi giới hạn: $N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI$

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

Độ dôi trung bình : $N_m = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2}$

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

Vậy: Dung sai độ dôi bằng tổng dung sai kích thước lỗ và dung sai kích thước trục.

Ví dụ: Cho kiểu lắp chặt trong đó kích thước lỗ $\Phi 45_0^{+0,025}$ kích thước trục $\Phi 45_{+0,034}^{+0,050}$. Tính độ dôi giới hạn, độ dôi trung bình dung sai độ dôi

Giải:

Với số liệu đã cho ta có :

Lỗ $\{ES = 0,025 \quad EI = 0\}$, Trục $\{es = 0,050 \quad ei = 0,034\}$

- Tính độ dôi giới hạn : $N_{max} = es - EI = 0,050 - 0 = 0,050 \text{ mm}$

$N_{min} = ei - ES = 0,034 - 0,025 = 0,009 \text{ mm}$.

- Độ dôi trung bình:

$$N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2} = \frac{0,050 + 0,009}{2} = 0,0295 \text{ mm}.$$

- Tính dung sai: $T_N = T_D + T_d = (ES - EI) + (es - ei)$

$$= (0,025 - 0) + (0,050 - 0,034) = 0,041 \text{ mm}$$

c. Lắp trung gian

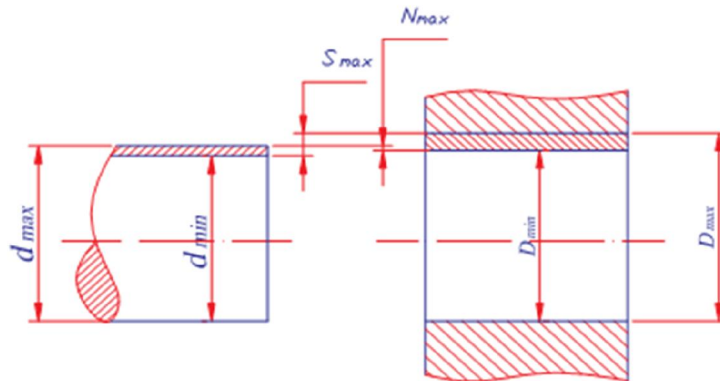
Trong nhóm lắp ghép này miền dung sai kích thước lỗ nằm xen kẽ miền dung sai kích thước trục. Như vậy kích thước lỗ được phép dao động trong phạm vi có thể nhỏ hơn hoặc hơn kích thước trục. Lắp ghép nhận được có thể là độ hở hoặc độ dôi.

- Trường hợp nhận được lắp ghép có độ hở lớn nhất

$$S_{max} = D_{max} - d_{min}$$

- Trường hợp nhận được lắp ghép có độ dôi lớn nhất :

$$N_{max} = d_{max} - D_{min}$$



Hình 1.7. Nhóm lắp ghép trung gian

Trong nhóm lắp ghép này độ hở và độ dôi nhỏ nhất tương ứng với trường hợp thực hiện lắp ghép mà kích thước lỗ bằng kích thước trục. Nghĩa là độ hở lớn nhất $S_{max} = 0$, Độ dôi lớn nhất $N_{max} = 0$.

Dung sai lắp ghép trung gian :

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

$$\text{Hoặc } T_{SN} = T_D + T_d$$

- Trường hợp $S_{\max} > N_{\max}$ ta tính độ hở trung bình

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

- Trường hợp $S_{\max} < N_{\max}$ ta tính độ dôi trung bình

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

Ví dụ: Cho kiểu lắp trung gian trong đó kích thước lỗ $\Phi 82_0^{+0,035}$. Kích thước trục $\Phi 82_{+0,023}^{+0,045}$ Tính KTGH, dung sai kích thước lỗ và trục. Độ hở, Độ dôi giới hạn và trung bình. Tính dung sai của lắp ghép?

Giải :

Theo số liệu đã cho ta có: Lỗ $\{E S = +0,035 \quad EI = 0,$

Trục $\{e s = +0,045 \text{ và } ei = +0,023.$

- Tính các KTGH :

$$- D_{\max} = D_N + ES = 82 + 0,035 = 82,035 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = D_N + EI = 82 \text{ mm.}$$

$$d_{\max} = d_N + es = 82 + 0,045 = 82,045 \text{ mm}$$

$$d_{\min} = d_N + ei = 82 + 0,023 = 82,023 \text{ mm}$$

- Tính độ hở, độ dôi giới hạn, trung bình :

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 82,035 - 82,023 = 0,012 \text{ mm}$$

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 82,045 - 82 = 0,045 \text{ mm}$$

$$T_D = ES - EI = 0,035 \text{ mm}$$

$$T_d = es - ei = 0,045 - 0,023 = 0,022 \text{ mm}$$

Trong trường hợp này $N_{\max} > S_{\max}$ nên ta tính độ dôi trung bình

$$N_m = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2} = \frac{0,045 - 0,012}{2} = 0,0165 \text{ mm}$$

- Dung sai của lắp ghép :

$$T_{N,S} = N_{\max} + S_{\max} = 0,045 + 0,012 = 0,057 \text{ mm}$$

$$\text{Hoặc } T_{N,S} = T_D + T_d = 0,035 + 0,022 = 0,057 \text{ mm}$$

1.4. Dung sai lắp ghép.

Để thuận lợi và đơn giản cho việc tính toán người ta biểu diễn lắp ghép dưới dạng sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép trên hệ trục tọa độ vuông góc

- Trục hoành biểu thị vị trí của KTDN, ứng với vị trí đó sai lệch kích thước = 0 nên trục hoành được gọi là đường 0.

- Trục tung biểu thị sai lệch của kích thước tính bằng micômét(μm),

$$1\mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm.}$$

- Sai lệch kích thước phân bố về 2 phía của đường 0. Sai lệch (+) bố trí phía trên đường 0, sai lệch (-) bố trí phía dưới đường 0.

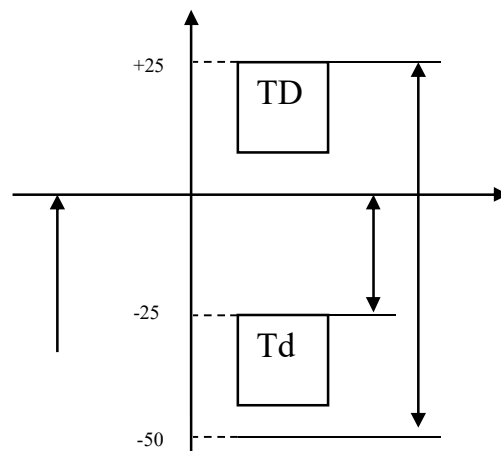
Miền giới hạn bởi 2 SLGH là miền dung sai kích thước biểu thị bằng 2 cạnh của hình chữ nhật.

- Từ sơ đồ phân bố miền dung sai ta xác định được đặc tính của lắp ghép và tính toán được các thông số trực tiếp trên sơ đồ như: KTGH, độ hở hoặc độ dôi giới hạn, trung bình và dung sai của lắp ghép

Ví dụ 1:

Cho lắp ghép có KTDN 40 mm, sai lệch giới hạn kích thước lỗ $ES = +25 \mu\text{m}$, $EI = 0$. Trục $es = -25 \mu\text{m}$, $ei = -50 \mu\text{m}$. Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép và tính trị số độ hở hoặc độ dôi giới hạn, dung sai của lắp ghép trực tiếp trên sơ đồ.

Giải :



- Vẽ hệ trục tọa độ vuông góc, trên trục tung lấy 1 điểm có tung độ $=25\mu\text{m}$ ứng với SLGH trên của lỗ (ES) và 0 ứng với SLGH dưới của lỗ là (EI). Vẽ hình chữ nhật có cạnh đứng là khoảng cách giữa 2 SLGH trên và dưới.

Cũng tương tự như trên ta lấy 2 điểm có tung độ $-25\mu\text{m}$ và $-50\mu\text{m}$. Vẽ hình chữ nhật biểu diễn miền dung sai của trục.

- Xác định đặc tính của lắp ghép dựa vào vị trí tương quan giữa 2 miền dung sai. Trong ví dụ này miền dung sai của lỗ T_D nằm phía trên miền dung sai của trục T_d nghĩa là kích thước lỗ luôn lớn hơn kích thước trục. Đó là lắp lỏng. Độ hở giới hạn được xác định trực tiếp trên sơ đồ

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} \text{ hoặc } S_{\max} = ES - EI = 25\mu\text{m} - (-50\mu\text{m})$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-25\mu\text{m}).$$

$$\text{Dung sai của độ hở : } T_S = S_{\max} - S_{\min} = 75\mu\text{m} - 25\mu\text{m} = 50\mu\text{m}.$$

Ví dụ 2:

Cho lắp ghép có KTDN $= 62\text{ mm}$. SLGH kích thước lỗ

$ES = +30\mu\text{m}$ $EI = 0$, trục $es = +60\mu\text{m}$, $ei = +41\mu\text{m}$. Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép xác định đặc tính của lắp ghép. Tính trị số KTGH, độ hở hoặc độ dôi giới hạn, dung sai của lắp ghép trực tiếp trên sơ đồ.

Ví dụ 3:

cho lắp ghép có KTDN $d_N = 36\text{ mm}$ sai lệch giới hạn các kích thước

$$\text{Lỗ } ES = +25\mu\text{m}$$

$$EI = 0$$

$$\text{Trục } es = +18\mu\text{m}$$

$$ei = +2\mu\text{m}$$

biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép xác định đặc tính của lắp ghép và tính trị số giới hạn tương ứng

Giải

Biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép trên hình vẽ

- Nhìn trên sơ đồ ta thấy miền dung sai của lỗ nằm xen lẫn với miền dung sai của trục. Như vậy kích thước lỗ có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước trục. Do đó lắp ghép tạo thành có thể có độ hở hoặc độ dôi. Đó là lắp trung gian

Độ hở giới hạn lớn nhất

$$S_{\max} = ES - ei = 25 - 2 = 23 \mu\text{m}$$

$$N_{\max} = es - EI = 18 - 0 = 18 \mu\text{m}$$

$$\text{Dung sai độ dôi } T_{\text{SN}} = S_{\max} + N_{\max} = 23 + 18 = 41 \mu\text{m}.$$

2. HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN

2.1. Hệ thống dung sai

2.1.1. Công thức tính trị số dung sai

$$T = a.i$$

i: Đơn vị dung sai

a: Hệ số phụ thuộc vào mức độ chính xác của kích thước

2.1.2. Cấp dung sai tiêu chuẩn (cấp chính xác)

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

Các cấp chính xác từ IT1 ÷ IT18 được sử dụng phổ biến hiện nay

IT1 ÷ IT4 sử dụng đối với các kích thước yêu cầu độ chính xác rất cao như các dụng cụ đo

2.1.3. Khoảng kích thước danh nghĩa

Đối với độ chính xác đã cho tất cả các KTDN cách nhau 1 mm thì các bảng dung sai sẽ rất lớn, đồng thời sự khác nhau về dung sai của 2 đường kính kề nhau sẽ không đáng kể. Vì vậy để đơn giản cho việc xây dựng hệ thống dung sai toàn bộ các đường kính danh nghĩa từ 1 – 500 mm được chia thành 13 khoảng cơ bản và 22 khoảng trung gian như trong bảng 1.1

kích thước danh nghĩa đến 500 mm			
Khoảng chính		Khoảng trung gian	
Trên	Đến và bao gồm	Trên	Đến và bao gồm
-	3		
3	6		
6	10		
10	18	10	14
		14	18

18	30	18 24	24 30
30	50	30 40	40 50
50	80	50 65	65 80
80	120	80 100	100 120
120	180	120 140 160	140 160 180
180	250	180 200 225	200 225 250
250	315	250 280	280 315
315	400	315 355	355 400
400	500	400 450	450 500

2.2. Hệ thống lắp ghép

2.2.1. Hệ thống lỗ cơ bản

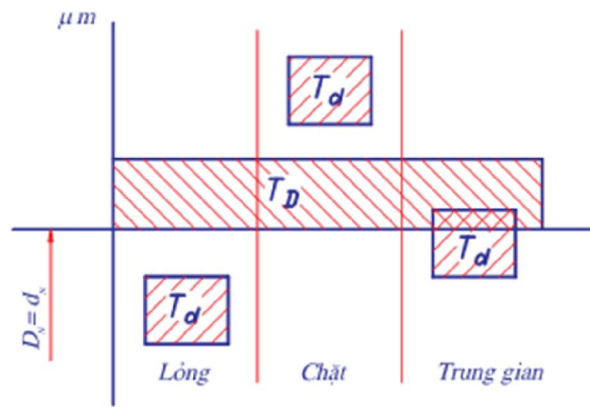
Là hệ thống các kiểu lắp ghép mà vị trí miền dung sai lỗ là cố định còn muốn có các kiểu lắp ghép có đặc tính khác nhau ta thay đổi vị trí miền dung sai trục so với KTDN

Sai lệch cơ bản của lỗ được ký hiệu: H

$$H \quad \{ \quad ES = + T_D$$

$$\quad \{ \quad EI = 0$$

T_D : trị số dung sai kích thước lỗ cơ bản

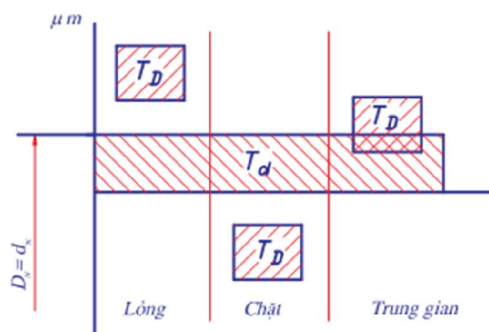


Hình 1.8. Sơ đồ biểu diễn hệ thống lỗ cơ bản

2.2.2. Hệ thống trục cơ bản

Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí miền dung sai trục là cố định còn muốn có được các kiểu lắp có đặc tính khác nhau ta thay đổi miền dung sai của lỗ so với KTDN

Sai lệch cơ bản của trục cơ bản được ký hiệu: h



Hình 1.9. Sơ đồ biểu diễn hệ thống trục cơ bản

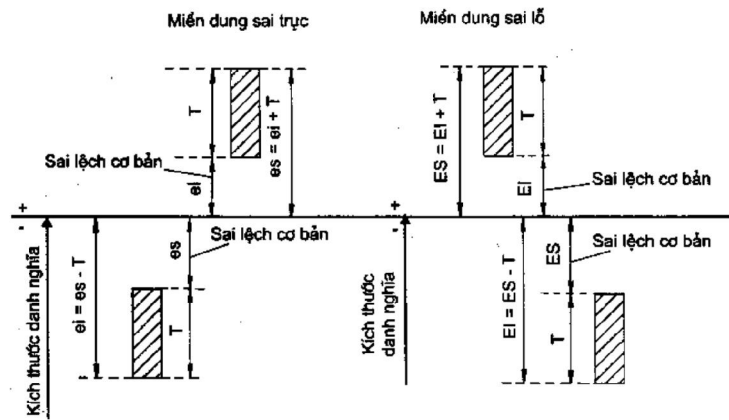
$$h \begin{cases} es = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} ei = -T_d \end{cases}$$

T_d : Trị số dung sai kích thước trục cơ bản được xác định tùy thuộc vào cấp chính xác và kích thước danh nghĩa

2.2.3. Sai lệch cơ bản (SLCB)

Là sai lệch xác định vị trí của miền dung sai so với kích thước danh nghĩa. Nếu miền dung sai nằm phía trên kích thước danh nghĩa thì SLCB là sai lệch dưới (ei hoặc EI), còn nếu nằm phía dưới kích thước danh nghĩa thì SLCB là sai lệch trên (es hoặc ES)



Hình 1.10. Sơ đồ biểu diễn sai lệch cơ bản

Để có hàng loạt kiểu lắp thì phải quy định một dãy miền dung sai trục và một dãy miền dung sai lỗ có vị trí khác nhau tức là có SLCB khác nhau

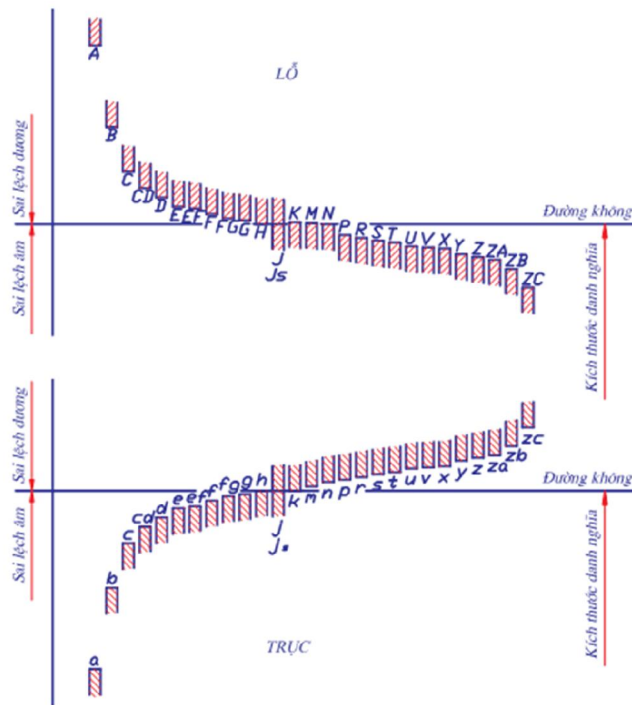
Xuất phát từ yêu cầu thực tế tiêu chuẩn đã quy định một dãy SLCB của trục ký hiệu bằng chữ thường 1, b, c, z, za, zb, zc và một dãy SLCB của lỗ ký hiệu bằng chữ in hoa A, B, C...Z., ZA, Zb, ZC

Ta nhận thấy rằng muốn hình thành một kiểu lắp ghép trong hệ thống lỗ cơ bản ta phối hợp miền dung sai của lỗ có SLCB H với miền dung sai bất kỳ của trục

VD : phối hợp miền dung sai có SLCB H với miền dung sai trục có SLCB là f ta được kiểu lắp H/f

Khi phối hợp miền dung sai trục có SLCB h với bất kỳ miền dung sai nào

của lỗ ta được kiểu lắp theo hệ trục có bậc $\frac{F}{h}$, $\frac{E}{h}$



Hình 1.11. Vị trí các miền dung sai ứng với các sai lệch cơ bản của trục và lỗ

2.2.4. Các lắp ghép tiêu chuẩn

a. Các lắp ghép tiêu chuẩn

Tiêu chuẩn TCVN2244- 99 đã quy định một dãy kiểu lắp trong hệ thống lỗ cơ bản và một dãy kiểu lắp trong hệ thống trục cơ bản

Các kiểu lắp tiêu chuẩn được phân thành 3 nhóm sau:

- Nhóm lắp lỏng gồm các kiểu lắp:

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

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

Độ hở của lắp ghép giảm dần từ $\frac{H}{a}$ đến $\frac{H}{h}$.

- Nhóm lắp ghép trung gian

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

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

Độ dôi tăng dần từ J_s đến $\frac{H}{n}$.

- Nhóm lắp chặt:

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

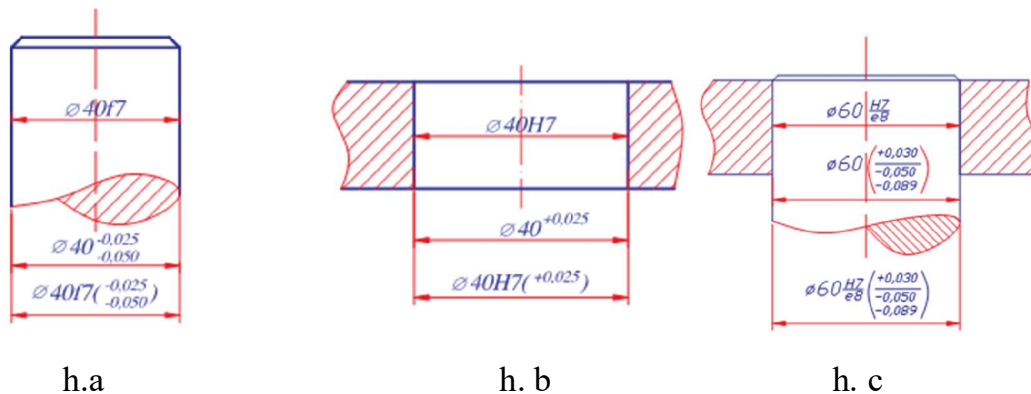
+ Trong hệ trục cơ bản: $\frac{P}{h}, \frac{R}{h}, \dots, \frac{ZC}{h}$

Độ dôi tăng dần từ $\frac{H}{p}$ đến $\frac{H}{zc}$

Sai lệch giới hạn của kích thước ứng với các miền dung sai tiêu chuẩn đã được tính và đưa thành bảng tiêu chuẩn, vì vậy khi cần biết trị số sai lệch giới hạn kích thước ứng với miền dung sai bất kì nào.

b. Ký hiệu miền dung sai của kích thước và lắp ghép

Trên bản vẽ chi tiết các SLGH được ghi ký hiệu bằng chữ hoặc bằng số theo mm bên cạnh KTDN



Hình 1.12. Ký hiệu sai lệch trên bản vẽ

- (h 1.12a) ghi ký hiệu trên bản vẽ chi tiết trục

+ Ký hiệu bằng chữ

$\Phi 40f7$: đường kính danh nghĩa của trục là 40 mm

Sai lệch giới hạn kích thước ứng với miền f7

+ Ký hiệu bằng số

Đường kính danh nghĩa của trục là 40 mm, SLGH trên của trục $es = -0,025$ mm, SLGH dưới của trục $ei = 0,050$ mm

+ Ghi phối hợp

- Hình 1.12b biểu thị cách ghi ký hiệu trên bản vẽ chi tiết lỗ

$\Phi 40H7$ đường kính danh nghĩa của lỗ là 40 mm, SLCB kích thước ứng với miền H7

Ghi bằng số

Đường kính danh nghĩa của lỗ 40 mm

SLGH trên ES = + 0,025 mm

SLGH dưới EI = 0

+ Ghi phối hợp $\Phi 40H7$

- Trường hợp ký hiệu bằng số nếu trị số SLGH bằng nhau mà dấu ngược nhau thì cho phép ghi dấu (\pm) trước giá trị sai lệch $\Phi 32 \pm 0,125$ mm

Ghi ký hiệu lắp ghép

Trên bản vẽ lắp ký hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số sau KTDN

VD:

$\Phi 40H7/f7$

Đường kính danh nghĩa của lắp ghép là 40 mm

- SLKT lỗ ứng với miền H7

- SLGH kích thước trục ứng với miền f7

- Lắp ghép trong hệ lỗ cơ bản kiểu H7/f7

Bài tập: cho lắp ghép trụ trơn có KTDn = 52 mm, miền dung sai kích thước lỗ là H8, miền dung sai kích thước trục là e8. Hãy ghi ký hiệu sai lệch, lắp ghép bằng chữ hoặc bằng số trên bản vẽ chi tiết, bản vẽ lắp. Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép xác định đặc tính của lắp ghép, độ hở hoặc độ dôi giới hạn và dung sai của lắp ghép

Giải

Với số liệu đã cho ta ghi ký hiệu bằng chữ trên bản vẽ

Để ghi ký hiệu bằng số ta dựa vào KTDN và miền dung sai tra bảng phụ lục 1 và 2 ta được SLGH kích thước của lỗ $\Phi 42H8$

ES = + 0,046 mm

$$EI = 0$$

Trục $\Phi 52e8$

$$es = -0,060 \text{ mm}$$

$$ei = -0,106 \text{ mm}$$

- Vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai

- Nhìn trên sơ đồ ta thấy miền dung sai kích thước lỗ nằm phía trên miền dung sai kích thước trục đây là lắp lỏng

- Độ hở giới hạn

$$S_{\max} = ES - ei = 0,046 - (-0,606) = 0,152 \text{ mm}$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,06) = 0,060 \text{ mm}$$

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = 0,152 - 0,060 = 0,092 \text{ mm}$$

VD2: cho lắp ghép trụ tròn có KTDN là 68 mm miền dung sai kích thước lỗ là H7, kích thước trục là n6/ Lập sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép, xác định đặc tính của lắp ghép độ hở hoặc độ dôi giới hạn của lắp ghép

Giải

Tra bảng phụ lục 1, 2

Lắp ghép $\Phi 68H7/n6$

$$\text{Lỗ } ES = +0,030 \text{ mm}$$

$$EI = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Trục } es = +0,039 \text{ mm}$$

$$ei = +0,020 \text{ mm}$$

- Nhìn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép ta thấy miền dung sai kích thước lỗ và trục nằm xen kẽ nhau do vậy lắp ghép $\Phi 68H7/n6$ là lắp ghép trung gian

Độ hở độ dôi giới hạn

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

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

3. DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ ĐỘ NHÁM BỀ MẶT

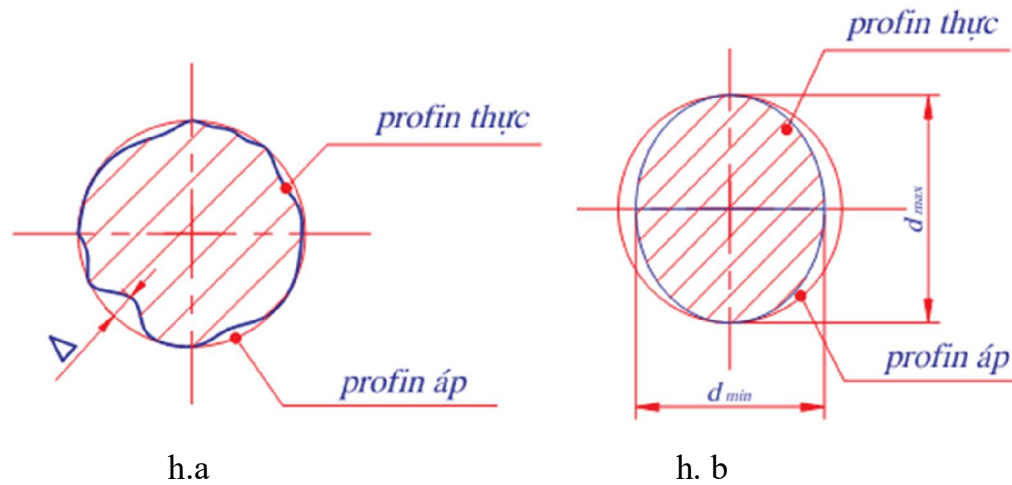
3.1. Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt

3.1.1. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ

Đối với chi tiết trụ tròn sai lệch được xét theo 2 phương

a. Sai lệch mặt cắt ngang

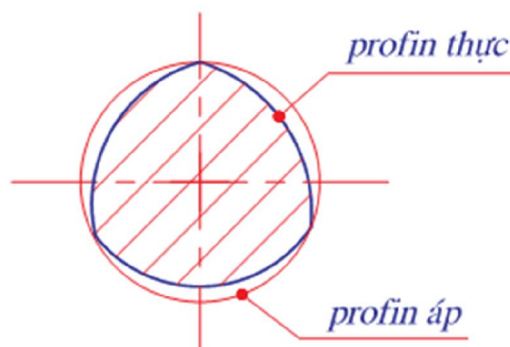
Bao gồm:



Hình 1.13. Sai lệch mặt cắt ngang độ tròn và độ ô van

+ Sai lệch độ tròn là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profín thực đến vòng tròn áp (h 1.13. a)

+ Độ ô van: là sai lệch độ tròn mà profín thực là hình ô van (h 1.13 b)

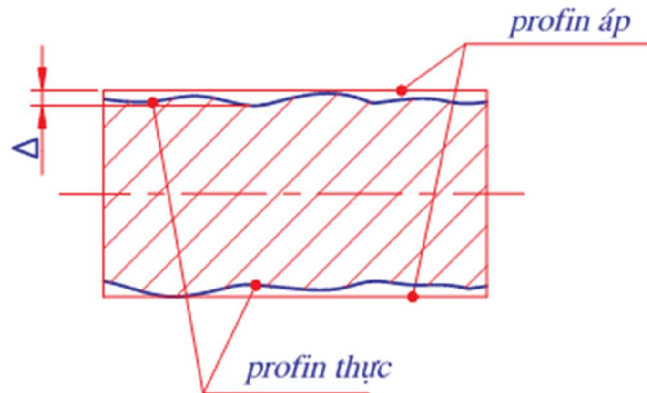


Hình 1.14. Sai lệch độ phân cạnh

+ Độ phân cạnh: là sai lệch độ tròn mà profín thực là hình nhiều cạnh (hình 1.13)

b. Sai lệch profín mặt cắt dọc:

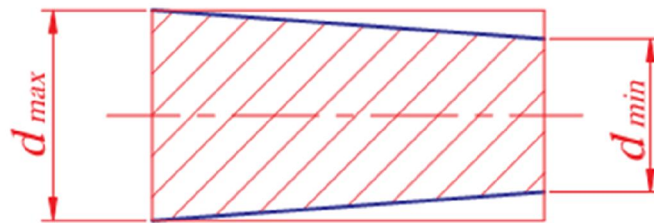
Là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên pôfin thực đến phía tương ứng của pôfin áp



Hình 1.15. Sai lệch pôfin theo mặt cắt dọc

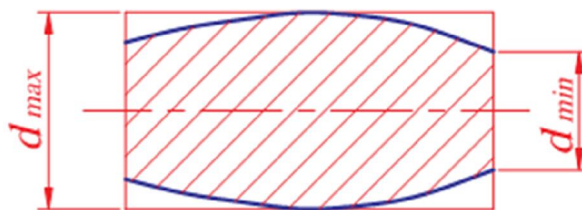
Khi phân tích các sai lệch hình dạng theo phương dọc người ta xét các dạng thành phần

- Độ côn: Là sai lệch pôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh là những đường thẳng nhưng không song song với nhau



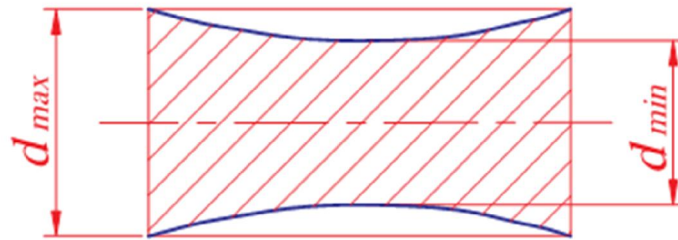
Hình 1.16. Sai lệch pôfin độ côn

- Độ phình: là sai lệch pôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và các đường kính tăng từ mép biên đến giữa mặt cắt



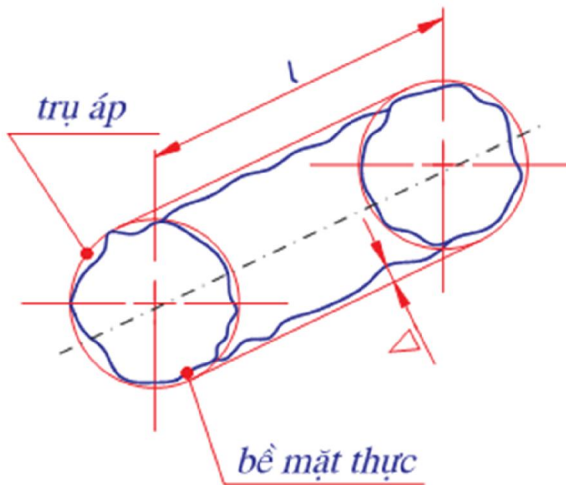
Hình 1.17. Sai lệch pôfin độ phình

- Độ thắt: là sai lệch pôfin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và đường kính giảm từ mép biên đến giữa mặt cắt



Hình 1.18. Sai lệch profile độ thắt

- Sai lệch độ trụ: là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt trụ áp trong giới hạn của phân chuẩn



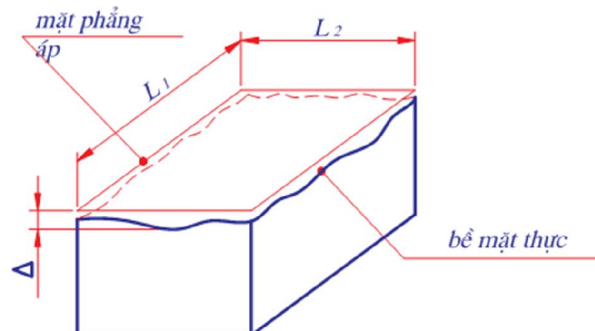
Hình 1.19. Sai lệch độ trụ

3.1.2. Sai lệch hình dạng phẳng

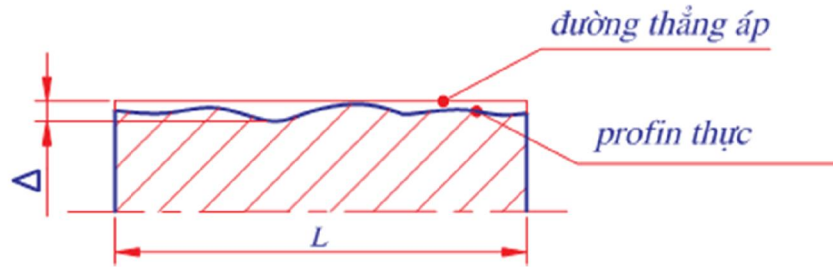
Đối với bề mặt phẳng thì sai lệch hình dạng bao gồm:

- Sai lệch về độ phẳng là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm trên bề mặt thực tới mặt phẳng áp trong giới hạn của phân chuẩn (L) (h 1.20)

- Sai lệch độ thẳng: là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profile thực đến đường thẳng áp trong giới hạn phân chuẩn (h 1.21)



Hình 1.20. Sai lệch profin độ phẳng

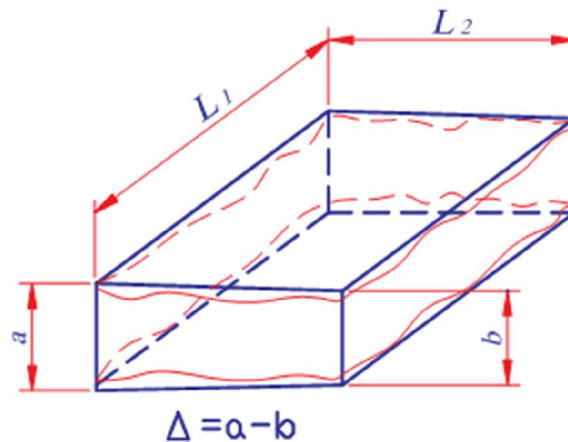


Hình 1.21. Sai lệch profin độ thẳng

Đối với những mặt phẳng hẹp và dài thì sai lệch độ phẳng được đặc trưng bằng chính sai lệch độ thẳng theo chiều dài chi tiết

3.1.3. Sai lệch vị trí bề mặt

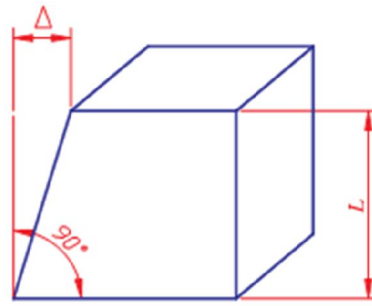
- Sai lệch độ song song của mặt phẳng là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất giữa các mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn



Hình 1.22. Sai lệch độ song song của mặt phẳng

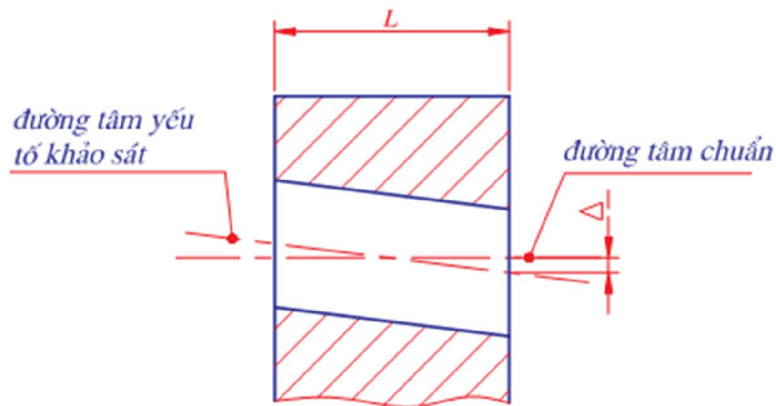
- Sai lệch độ song song các đường tâm: là tổng hình học Δ các sai lệch về độ song song các hình chiếu của đường tâm lên 2 mặt phẳng vuông góc, mặt trong 2 mặt phẳng này là mặt phẳng chung của đường tâm (h 1.22)

- Sai lệch về độ vuông góc của 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 phần chuẩn



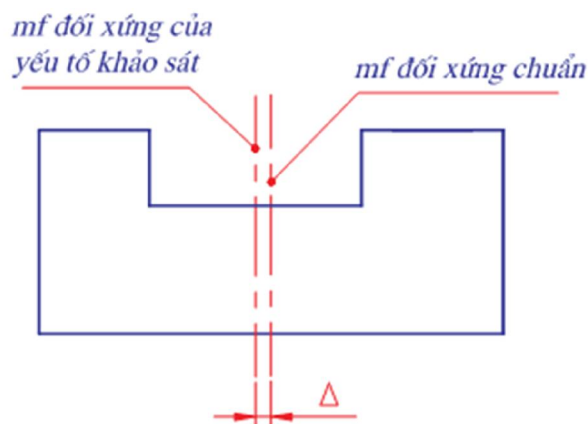
Hình 1.23. Sai lệch vuông góc

- Sai lệch độ vuông góc của mặt phẳng hoặc đường tâm đối với đường tâm là sai lệch góc giữa mặt phẳng hoặc đường tâm và đường tâm chuẩn so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị dài Δ trên chiều dài của phần chuẩn



Hình 1.24. Sai lệch về độ đồng tâm

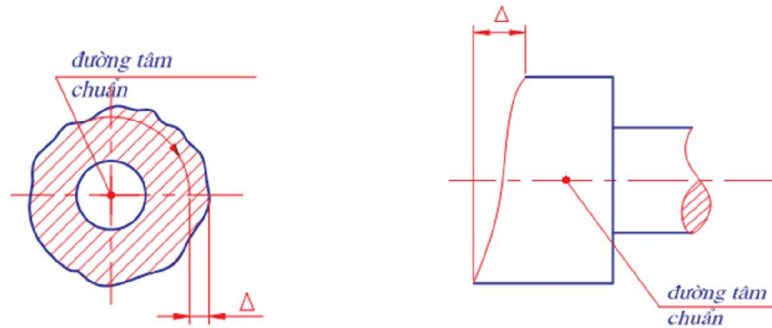
- Sai lệch về độ đồng tâm đối với đường tâm bề mặt chuẩn là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm của bề mặt quay được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài phần chuẩn



Hình 1.25. Sai lệch về độ đối xứng

- Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm là khoảng cách nhỏ nhất giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa

- Độ đảo hướng kính là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ từ các điểm trên pôfin thực của bề mặt quay đến đường tâm chuẩn trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn



Hình 1.26. Độ đảo hướng kính

- Độ đảo mặt mút: là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ từ các điểm trên pôfin thực của mặt mút đến mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn.

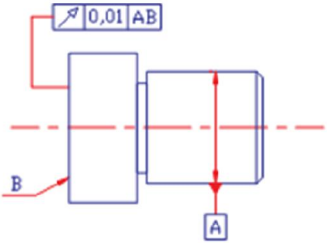
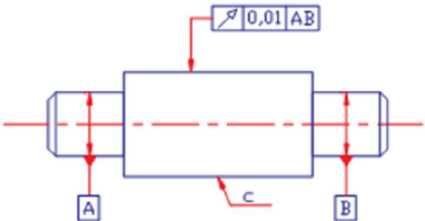
*** Ghi ký hiệu sai lệch, dung sai hình dạng vị trí bề mặt trên bản vẽ**

Theo TCVN10-85 trên bản vẽ người ta dùng các dấu hiệu để chỉ các sai lệch và trị số dung sai của chúng

- ô thứ nhất dấu hiệu của sai lệch
- ô thứ hai ghi trị số sai lệch tính bằng mm
- ô thứ 3 ký hiệu bằng chữ chuẩn hoặc yếu tố liên quan với sai lệch vị trí bề mặt

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

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

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

3.2. NHÁM BỀ MẶT

3.2.1. Bản chất của nhám

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

Tuy nhiên không phải toàn bộ mấp mô thuộc về nhám bề mặt. Để làm rõ vấn đề này ta xét một phần của bề mặt đã được khuếch đại trên hình vẽ và trên đó có những loại mấp mô sau:

- Các mấp mô có độ cao h_1 thuộc về sai lệch hình dạng
- Những mấp mô có độ cao h_3 thuộc về nhám bề mặt
- Những mấp mô có độ cao h_2 thuộc về sóng bề mặt

Vậy nhám là mức độ cao thấp của những mấp mô xét trong phạm vi hẹp của bề mặt gia công. Độ nhẵn thấp khi độ nhám lớn và ngược lại

Chi tiết có độ nhẵn càng cao thì khả năng chống ăn mòn càng tốt đồng thời hạn chế các vết nứt phát sinh trong quá trình làm việc

- Trong các mối ghép có độ hở, độ nhẵn thấp sẽ làm cho chi tiết nhanh mòn
- Trong lắp ghép có độ dôi độ nhẵn thấp nhám làm giảm độ bền của mối ghép

3.2.2. Các chỉ tiêu đánh giá nhám bề mặt

Để đánh giá nhám bề mặt người ta dùng các yếu tố hình học của nhám làm chỉ tiêu và các chỉ tiêu này được xác định trong phạm vi chiều dài chuẩn L và được tính toán so với đường trung bình của profin bề mặt

Đường trung bình có dạng profin danh nghĩa của bề mặt trong giới hạn chiều dài chuẩn, nó chia profin thực sao cho tổng bình phương khoảng cách từ các điểm trên profin đến đường trung bình (y_1, y_2, y_3, \dots) là nhỏ nhất. TCVN2511-95 quy định 2 chỉ tiêu sau để đánh giá nhám bề mặt

a. 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 $0-0'$ các khoảng cách đó là $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ và chỉ lấy giá trị tuyệt đối và được đo theo phương pháp tuyến với đường trung bình

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

b. Chiều cao trung bình nhám (mấp mô) theo mười điểm Rz

Là chiều cao trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao 5 đỉnh cao nhất và chiều sâu của 5 đáy thấp nhất của profin trong giới hạn chiều dài chuẩn

Trong 2 thông số trên khi trị số Ra, Rz càng lớn thì độ nhẵn bề mặt càng thấp chỉ tiêu Ra được sử dụng phổ biến cho phép ta đánh giá chính xác những bề mặt có độ nhám trung bình

Căn cứ vào 2 thông số này TCVN2511-78 chia nhám bề mặt ra 14 cấp nhám cấp 1 là lớn nhất, nhám cấp 14 là nhỏ nhất

Bảng 1.2: Các thông số bề mặt nhám

Độ nhám bề mặt	Loại	Thông số nhám μm		Chiều dài chuẩn L (mm)
		Ra	Rz	
1	-	-	Từ 320 đến 160	0,8
2	-	-	Dưới 160 đến 80	
3	-	-	Dưới 80 đến 40	
4	-	-	Dưới 40 đến 20	2,5
5	-	-	Dưới 20 đến 10	

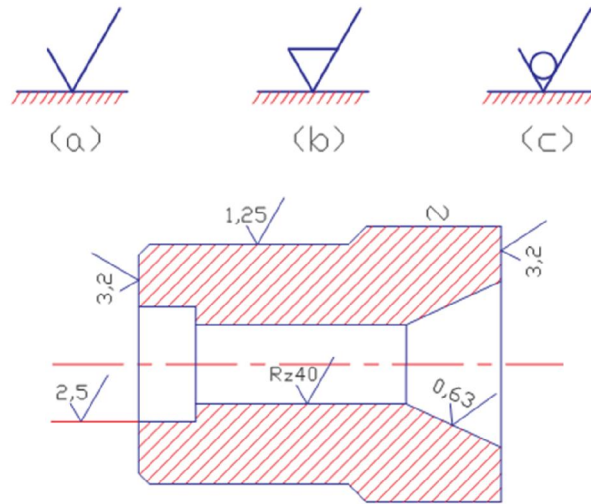
6	A	Từ 2,5 đến 2,0	-	0,8
	b	Dưới 2,0 đến 1,6	-	
	c	Dưới 1,6 đến 1,25	-	
7	a	Dưới 1,25 đến 1,00	-	0,25
	b	Dưới 1,00 đến 0,80	-	
	c	Dưới 0,80 đến 0,63	-	
8	a	Dưới 0,63 đến 0,50	-	0,08
	b	Dưới 0,50 đến 0,40	-	
	c	Dưới 0,40 đến 0,16	-	
9	a	Dưới 0,33 đến 0,25	-	0,08
	b	Dưới 0,25 đến 0,20	-	
	c	Dưới 0,20 đến 0,16	-	
10	a	Dưới 0,16 đến	-	0,08
	b	0,125	-	
	c	Dưới 0,125 đến	-	
11	a	Dưới 0,100 đến	-	0,08
	b	0,080	-	
	c	Dưới 0,080 đến	-	
12	a	Dưới 0,063 đến	-	0,08
	b	0,050	-	
	c	Dưới 0,050 đến	-	
13	a	Dưới 0,04 đến	-	0,08
	b	0,032	-	
	c	Dưới 0,032 đến	-	
14	a	Dưới 0,025 đến	-	0,08
	b	0,020	-	
	c	Dưới 0,020 đến	-	
15	a	-	Từ 0,100 đến 0,080	0,08
	b	-	Dưới 0,080 đến	
	c	-	0,063 Dưới 0,063 đến 0,050	
16	a	-	Dưới 0,05 đến 0,04	0,08
	b	-	Dưới 0,04 đến	
	c	-	0,032 Dưới 0,032 đến 0,025	

3.2.3. Ghi kích thước cho bản vẽ chi tiết

Trong các bản vẽ thiết kế để thể hiện yêu cầu nhám bề mặt người ta dùng ký hiệu chữ V lịch “ $\sqrt{\text{ }}$ ” và trên đó ghi bằng số của chi tiêu Ra, Rz

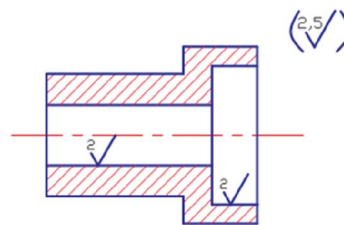
Nếu trị số Ra thì chỉ ghi giá trị bằng số nên giá trị của Rz thì ghi ký hiệu Rz trước giá trị bằng số

VD:



Hình 1.27. Ký hiệu nhám trên bản vẽ

Nếu phần lớn các bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám kí hiệu chung ở góc bên phải bản vẽ và đặt trong dấu ngoặc đơn.(hình 1.28)



Hình 1.28.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

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

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

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

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

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

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

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

Câu 8. Tại sao trục đặt trên 3 hay nhiều gối đỡ lại phải dùng loại lắp ghép $\frac{H8}{e8}$

nếu dùng lắp ghép $\frac{H8}{h7}$ có được không? tại sao.

Câu 9. Phân biệt những yếu tố của độ chính xác gia công, cho ví dụ.

Câu 10. Nêu những nguyên nhân gây ra sai số trong quá trình gia công.

Câu 11. Sai số hệ thống là gì ? cho ví dụ ? Phân biệt sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên ? Cho biết nguyên nhân sinh ra các loại sai số đó.

Câu 12. Nêu các dạng sai số về hình dạng và vị trí các bề mặt của chi tiết gia công ? Nêu những ví dụ cụ thể.

Câu 13. Thế nào là nhám bề mặt? Ảnh hưởng của nhám bề mặt đến chất lượng sản phẩm như thế nào.

Câu 14. Cho biết các thông số để đánh giá nhám bề mặt? Ký hiệu và cách ghi nhám bề mặt trên bản vẽ kỹ thuật.

Chương 2

HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP

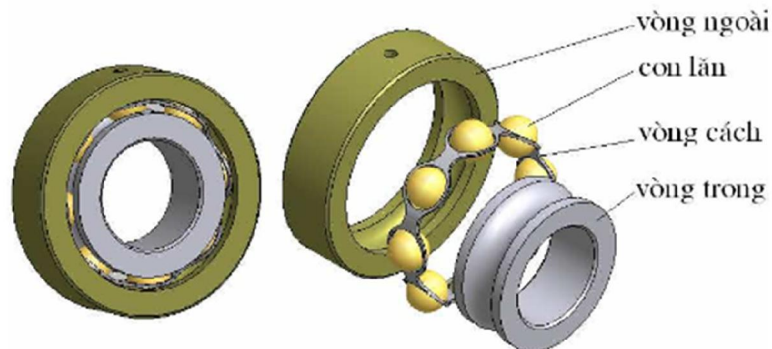
1. DUNG SAI KÍCH THƯỚC VÀ LẮP GHÉP CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG

1.1. Dung sai lắp ghép ổ lăn

1.1.1. Khái niệm

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

Cấu tạo ổ lăn gồm:



Hình 2.1. Cấu tạo ổ lăn

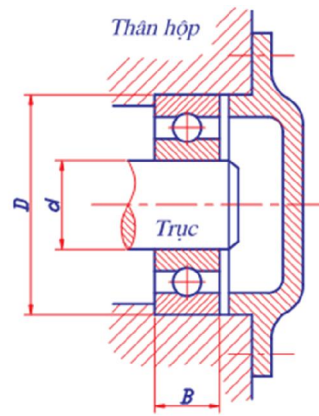
- Vòng trong
- Vòng ngoài
- Con lăn (bi)

Ổ lăn được chế tạo theo 5 cấp chính xác ký hiệu là 0, 6, 5, 4, 2 (TCVN 1484 - 85) độ chính xác tăng dần từ 0 - 2. Trong chế tạo cơ khí thường sử dụng ổ lăn cấp chính xác 0 và 6. Trong trường hợp cần độ chính xác quay cao số vòng quay lớn thì sử dụng cấp chính xác 5 hoặc 4 ổ lăn cấp chính xác 2 được dùng khi yêu cầu độ chính xác đặc biệt cao (hộp số tự động ô tô)

1.1.2. Dung sai lắp ghép ổ lăn :

Ổ lăn lắp với trục theo bề mặt trụ trong của vòng trong và lắp với lỗ thân hộp theo mặt trụ ngoài của vòng ngoài. Vì vậy miền dung sai kích thước trục và lỗ được chọn theo lắp ghép bề mặt trơn TCVN2244-99

Miền dung sai kích thước của ổ lăn là D và d là không thay đổi và đã được xác định khi chế tạo ổ



Hình 2.2. Miền dung sai kích thước của ổ lăn

Tuỳ theo kết cấu ổ lăn, điều kiện và dạng tải trọng tác dụng lên vòng ổ lăn mà chọn dung sai kích thước trục và lỗ thân hộp theo TCVN1482 – 85

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

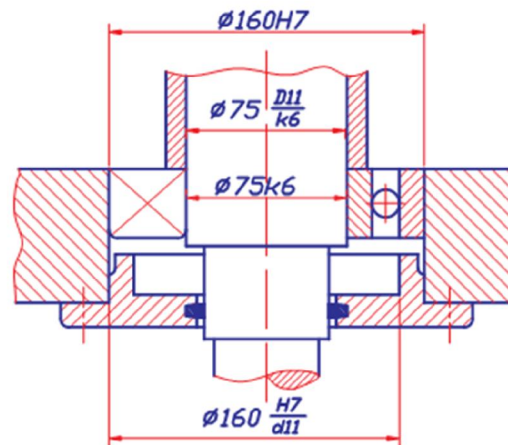
Cấp chính xác của ổ	Miền dung sai của các chi tiết lắp với vỏ	
	Trục	Lỗ hộp
0 và 6	-	P7
	n6	N7
	m6	M7
	k6	K7
	js6; j6	Js7 ; J7
	h6; h7	H7, H8
	h8	H9
	g6	G7
	f7	F8
5,4,2	n5	N6
	m5	M6
	k5	K5
	js5; j5	Js6, J6
	h5	H6
	g5	G6

1.1.3. Ký hiệu ổ lăn trên bản vẽ

Ký hiệu của ổ lăn được ghi cùng cấp chính xác.

VD: ổ 6-205 có nghĩa là ổ có cấp chính xác là 6, số hiệu 205

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



Hình 2.3. Ghi ký hiệu của ổ lăn

VD: ổ 305 là ổ có cấp chính xác 0, số hiệu 305

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

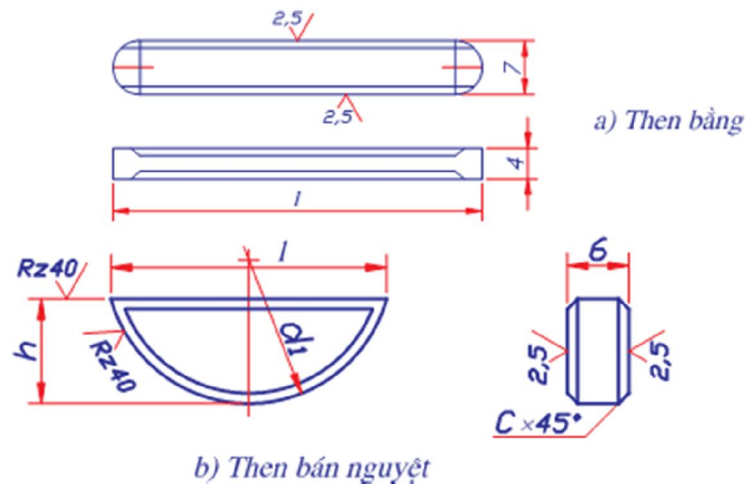
Dạng chịu tải của vòng	Các miền dung sai	
	Của vòng trong với trục	Của vòng ngoài với thân hộp
Cục bộ	h5, h6, js5, js6, g6, f6	H6, H7, H8, Js6, Js7, G7
Chu kỳ	n6, m6, k6, n5, m5, k5	K7, M7, N7, P7, K6, M6, N6
Dao động	Js6, js5	Js7, Js6

1.2. Dung sai lắp ghép then- then hoa

1.2.1. Dung sai mối ghép then

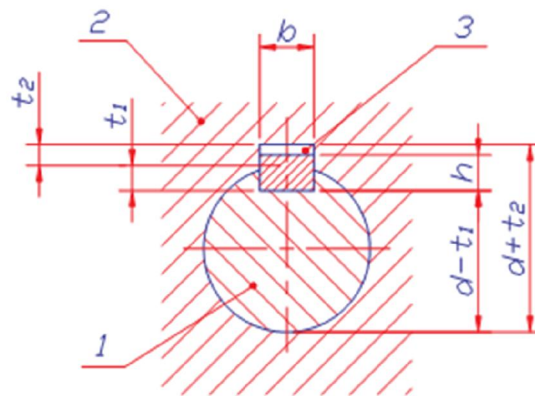
Lắp ghép then được sử dụng rất phổ biến để cố định các chi tiết trên trục như: bánh răng, puly, bánh đai, tay quay..và thực hiện chức năng truyền mô men xoắn hoặc dẫn hướng chính xác khi các chi tiết cần di trượt dọc trục

Then gồm: then bằng, then bán nguyệt (a, b)



Hình 2.4. Mối ghép then và ghi ký hiệu mối ghép then

Trên (h 2.5) là mặt cắt ngang của mối ghép then với chức năng truyền mômen xoắn và dẫn hướng



Hình 2.5. Mặt cắt ngang mối ghép then

Lắp ghép then được thực hiện theo bề mặt bên và theo kích thước b

Then được lắp với trục và rãnh bậc (bánh răng hoặc bánh đai). Dung sai kích thước lắp ghép then tra theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn

- Miền dung sai kích thước b của then được chọn là h9
- Miền dung sai kích thước b của rãnh trục có thể chọn là N9, H9
- Miền dung sai kích thước b của rãnh bậc có thể chọn là JS9 hoặc D10
- Tùy theo chức năng của mối ghép có thể chọn kiểu lắp tiêu chuẩn như

sau:

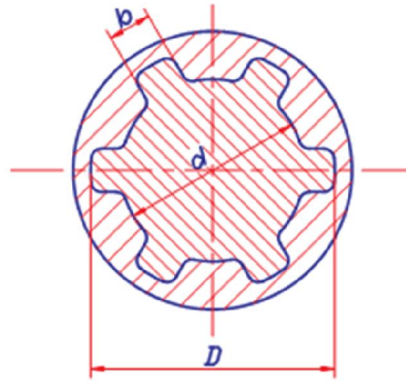
- + Trường hợp bậc cố định trên trục chọn kiểu lắp như hình a

+ Trường hợp then dẫn hướng chọn kiểu lắp như hình b

1.2.2. Dung sai lắp ghép then hoa

* Khái niệm về mối ghép then hoa

Trong thực tế khi cần truyền mômen xoắn lớn và yêu cầu độ chính xác định tâm cao giữa trục và bạc thì sử dụng mối ghép then hoa

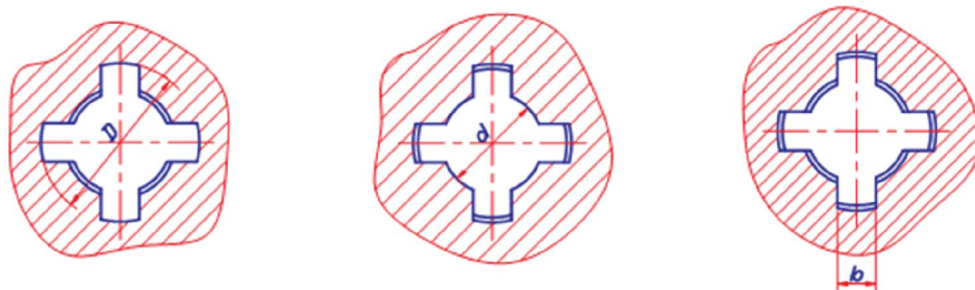


Hình 2.6. Mối ghép then hoa

Mối ghép then hoa gồm:

- Then hoa dạng răng chữ nhật
- Then hoa dạng răng hình thang
- Then hoa dạng răng tam giác
- Then hoa dạng răng thân khai

Nhưng sử dụng phổ biến là then hoa dạng răng chữ nhật



Hình 2.7. Các loại mối ghép then hoa

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

- Để đảm bảo chức năng truyền lực thì lắp ghép thực hiện theo kích thước b
- Để đảm bảo độ đồng tâm giữa bạc và trục thì thực hiện lắp ghép theo D, d, b thường sử dụng lắp ghép đồng tâm theo D vì nó kinh tế hơn

*** Dung sai kích thước**

Lắp ghép then hoa chỉ thực hiện theo 2 trong 3 yếu tố kích thước

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

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

- Khi thực hiện đồng tâm theo b thì lắp ghép chỉ theo b TCVN2324-78 quy định dãy miền dung sai của kích thước lắp ghép trong bảng 4.2, 4.9. SLGH ứng với các miền dung sai tra theo bảng TCVN2245 – 99 bảng 1.2

Những miền dung sai có đóng khung là những miền dung sai sử dụng ưu tiên

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

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

Định tâm theo đường kính ngoài D											
Lắp ghép các đường kính định tâm D						Lắp ghép theo chiều rộng b					
$\frac{H8}{e8}$	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{H7}{f7}$				$\frac{F8}{e8}$	$\frac{F8}{f7}$	$\frac{F8}{f8}$	$\frac{F8}{h6}$	$\frac{F8}{h8}$	
$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{Js6}$	$\frac{H7}{n6}$				$\frac{F8}{Js7}$	$\frac{D9}{d9}$	$\frac{D9}{e8}$	$\frac{D9}{f7}$		
						$\frac{D9}{Js7}$	$\frac{F10}{e9}$	$\frac{F10}{f7}$	$\frac{F10}{h9}$	$\frac{Js10}{d10}$	

Định tâm theo mặt bên của then (lắp ghép theo chiều rộng b)

$\frac{F8}{e8}$	$\frac{F8}{f8}$	$\frac{F8}{Js7}$	$\frac{D9}{d9}$	$\frac{D9}{e8}$	$\frac{D9}{f8}$	$\frac{D9}{f9}$	$\frac{D9}{h8}$	$\frac{D9}{h9}$	$\frac{D9}{Js7}$	$\frac{D9}{k7}$
$\frac{D10}{d10}$	$\frac{D10}{d8}$	$\frac{F10}{d9}$	$\frac{F10}{e8}$	$\frac{F10}{f8}$	$\frac{F10}{f9}$	$\frac{F10}{h8}$	$\frac{F10}{h9}$	$\frac{F10}{Js7}$	$\frac{F10}{k7}$	$\frac{Js10}{d9}$

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

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

*** Ký hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ**

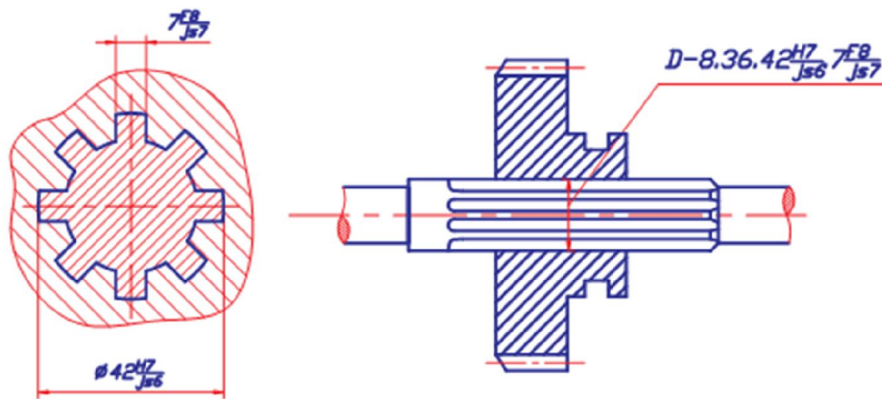
Lắp ghép then hoa được ghi ký hiệu giống như các lắp ghép bề mặt trơn khác, nếu trên bản vẽ có mặt cắt ngang của môi ghép

Trong trường hợp không thể hiện mặt cắt ngang thì ghi ký hiệu như sau

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

Lắp ghép thực hiện đồng tâm theo bề mặt kích thước d, số răng then hoa

Z = 8, lắp ghép theo yêu tố đồng tâm d là bề mặt không thực hiện đồng tâm D có KTDN là 40 mm miền dung sai kích thước bạc then hoa là H12, miền dung sai kích thước d của trục là a11, kiểu lắp ghép theo bề mặt bên b là $7 \frac{F10}{f9}$ Trên bản vẽ chi tiết



Hình 2.8. Ghi ký hiệu môi ghép then hoa

- Trên bản vẽ bạc then hoa: d - 8.36H7.40H12. 7F10

- Trên bản vẽ trục then hoa: d - 8.36f7.40a11.7f9

1.2.3. Dung sai lắp ghép côn

a. Góc côn và độ côn :

Lắp ghép côn tron được sử dụng phổ biến là nhờ các tính chất ưu việt của nó như: độ kín, độ bền cao, có thể dễ dàng điều chỉnh khe hở hoặc độ dôi nhờ sự thay đổi vị trí dọc trục của chi tiết, tự định tâm tốt, khả năng tháo lắp nhanh mà không làm hư hỏng bề mặt lắp ghép của các chi tiết lắp ghép. Vị trí hướng trục của chúng được xác định so với mặt phẳng chuẩn đã chọn (mặt phẳng chuẩn vuông góc với đường tâm côn)

- Khoảng cách chuẩn Z_p là khoảng cách giữa 2 mặt chuẩn của côn

Khoảng cách chuẩn giới hạn $Z_{p \max}, Z_{p \min}$

Dung sai khoảng cách chuẩn $T_p = Z_{p \max} - Z_{p \min}$

$Z_{p \max}, Z_{p \min}$: là khoảng cách chuẩn giới hạn ở vị trí ban đầu của côn lắp ghép

b. Dung sai kích thước góc :

Lắp ghép côn thực hiện theo kích thước góc vì vậy dung sai lắp ghép côn cũng chính là dung sai kích thước góc . Dung sai kích thước góc được ký hiệu là AT.

Trị số dung sai được tính bằng hiệu số của góc giới hạn lớn nhất và góc giới hạn nhỏ nhất : $AT = \alpha_{\max} - \alpha_{\min}$

Dung sai góc có thể biểu thị bằng đơn vị góc (radian hoặc độ , phút , giây, góc) hoặc bằng đơn vị dài micrômét (μm).

c. Cấp chính xác

Dung sai kích thước góc được quy định tùy thuộc cấp chính xác chế tạo kích thước góc, tiêu chuẩn việt nam TCVN 260- 86 quy định 17 cấp chính xác chế tạo kích thước góc ký hiệu 1, 2,.....,17. Độ chính xác giảm dần từ 1 đến 17. Trong chế tạo cơ khí cấp chính xác từ 7 - 12 được sử dụng phổ biến.

Cấp chính xác 7,8 được sử dụng khi chế tạo các chi tiết côn độ chính xác cao. Yêu cầu định tâm tốt như đầu định tâm của trục lắp với bánh răng, lỗ côn trong bánh răng độ chính xác cao, chuỗi côn của dụng cụ cắt ...

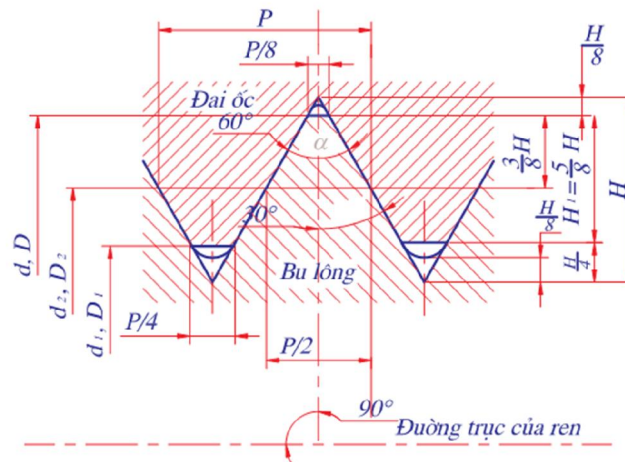
Cấp chính xác 9 đến 12 sử dụng đối với những chi tiết côn độ chính xác bình thường như côn của khớp nối ma sát, mũi tâm và lỗ tâm, răng góc trong các bàn trượt...

Trị số dung sai góc ứng với các cấp chính xác và các khoảng chiều dài dang nghĩa L khác nhau, tra trong các bảng TCVN 260-86

2. DUNG SAI MỐI GHÉP REN

2.1. Dung sai lắp ghép ren tam giác hệ mét

2.1.1. Các yếu tố cơ bản của ren



Hình 2.9. Mối ghép ren

Mặt cắt dọc theo trục ren

Các yếu tố kích thước cơ bản của ren được trình bày theo TCVN2248-77.

Trên hình vẽ là mặt cắt dọc theo trục ren để thể hiện profin ren của mối ghép

- Chi tiết bao là đai ốc
- Chi tiết bị bao là bulông

Ren đai ốc còn gọi là ren trong, ren bulông (vít) gọi là ren ngoài

- + Đường kính ngoài d và D
- + Đường kính trong của ren d_1, D_1
- + Đường kính trung bình d_2, D_2
- + Bước ren p
- + Góc profin ren α

2.1.2. Dung sai lắp ghép ren

Khác với lắp ghép trục trơn ảnh hưởng đến tính lắp lẫn của ren không chỉ có kích thước đường kính mà còn có cả bước ren p và góc prôfin ren α người ta đã quy lượng ảnh hưởng của chúng về phương của đường kính trung bình gọi là lượng bù hướng kính của đường kính trung bình cho sai số bước ren f_p

$$f_p = 1,732 \Delta p n$$

$\Delta p n$: sai số tích lũy n bước ren

Lượng bù hướng kính của đường kính trung bình cho sai số góc prôfin ren

Đường kính trung bình có tính đến ảnh hưởng của sai số bước và prôfin ren gọi là đường kính trung bình biểu kiến trị số của chúng

$$d_{2'} = d_{2th} + f_p + f_\alpha \text{ (ren vít)}$$

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

Như vậy để đảm bảo tính đôi lẫn của ren, tiêu chuẩn chỉ quy định dung sai kích thước đường kính ren d_2, d_1, D_2, D_1

Cấp chính xác chế tạo ren quy định theo TCVN1917-93

Lắp ghép ren: cũng có đặc tính lắp có độ hở, độ dôi, lắp trung gian

Bảng.2.5 Miền dung sai kích thước ren (lắp ghép có độ hở)

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

2.2. Dung sai lắp ghép ren thang

Môi ghép ren thang được sử dụng để truyền chuyển động tịnh tiến như vít me, vít bàn xe dao trên máy tiện, vít nâng của máy ép

2.2.1. Các yếu tố cơ bản của ren hình thang

Prôfin ren và các thông số kích thước cơ bản của ren vít và đai ốc được quy định theo TCVN2254-77 và được chỉ dẫn trên hình vẽ

Đường kính ngoài d , D

- Đường kính trung bình d_2 , D_2

- Đường kính trong d_1 , D_1

- Bước ren p

- Góc prôfin ren α

2.2.2. Dung sai lắp ghép và ren thang

- Dung sai lắp ghép ren, sai lệch cơ bản và cấp chính xác chế tạo ren quy định theo TCVN4683-89 và TCVN2255-77

Đường kính trong d_1 của ren vít phải ở cùng cấp chính xác với đường kính trung bình d_2

2.2.3. Ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép ren trên bản vẽ

*** Đối với ren hệ mét**

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

VD: M12x1-7H/7g6g

Ren hệ mét (M) đường kính $d = 12$ mm, bước ren $p = 1$ mm miền dung sai đường kính trung bình D_2 và đường kính trong D_1 đều là 7H

Miền dung sai đường kính trung bình d_2 là 7g, đường kính ngoài d là 6g

Trên bản vẽ chi tiết

- Đối với ren đai ốc: M12x1-7H

- Đối với ren vít: M12x1-7g6g

*** Đối với ren thang**

tương tự như ren hệ mét sai lệch và dung sai kích thước chi tiết ren hình thang được ký hiệu như sau:

Tr20x4.7H - đối với ren đai ốc (ren trong)

Tr20x4.7e - đối với ren vít (ren ngoài)

Trong đó

Tr : chỉ ren hình thang

- Đường kính danh nghĩa $d_N = 20$ mm

- Bước ren $p = 4$ mm

- Miền dung sai ren trong là H7, miền dung sai ren ngoài là 7e

Nếu là ren trái thêm chữ LH sau bước ren

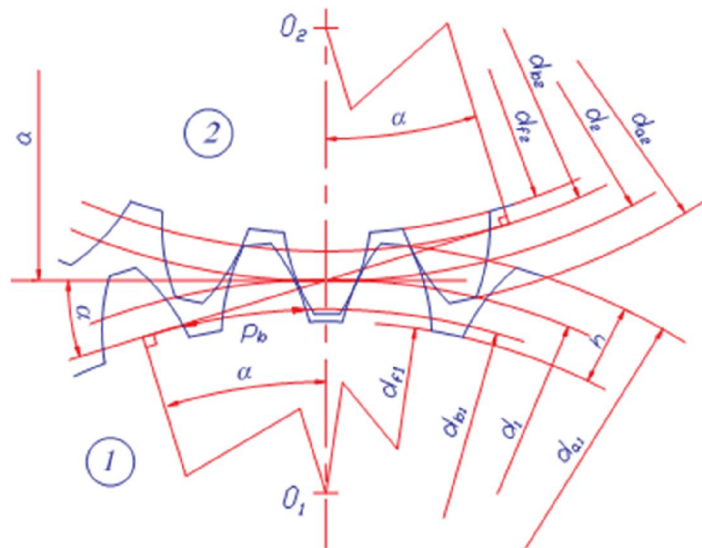
3. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

3.1. Dung sai lắp ghép bánh răng

- Truyền động bánh răng được dùng rất phổ biến trong các máy móc và thiết bị cơ khí để truyền chuyển động quay từ trục này sang trục khác với mômen xoắn lớn

- Bánh răng trong truyền động có nhiều loại: bánh răng trụ răng thẳng, răng nghiêng, răng côn, răng cong

Về dạng profin răng gồm: Dạng răng thân khai và xicloit



Hình 2.10. Các thông số kích thước cơ bản truyền động bánh răng

- Đường kính vòng chia

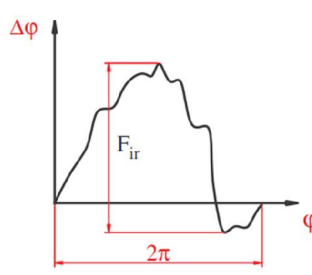
- Đường kính vòng chân răng
- Đường kính vòng đỉnh răng
- Đường kính vòng cơ bản
- Chiều cao của răng: h
- Chiều rộng bánh răng: b
- Góc ăn khớp của truyền động α
- Bước răng p

3.2. Các sai số để kiểm tra bánh răng

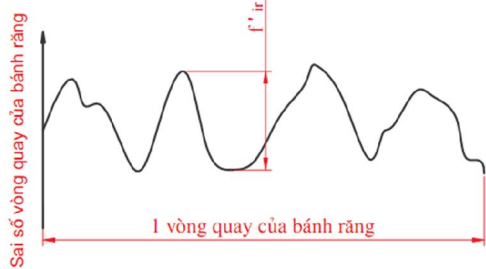
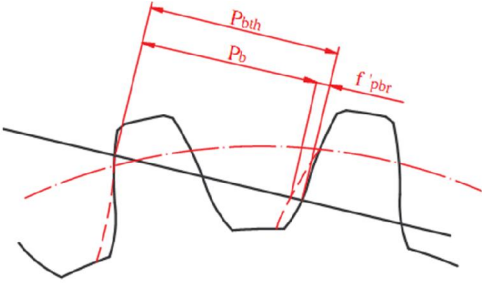
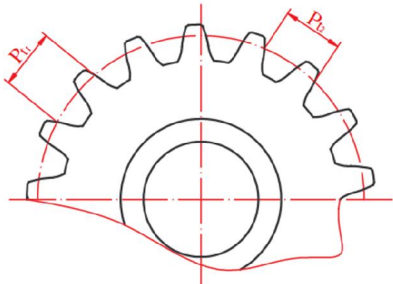
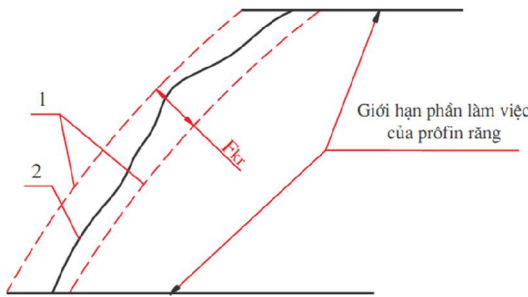
a. Các yêu cầu kỹ thuật của truyền động bánh răng (sai số)

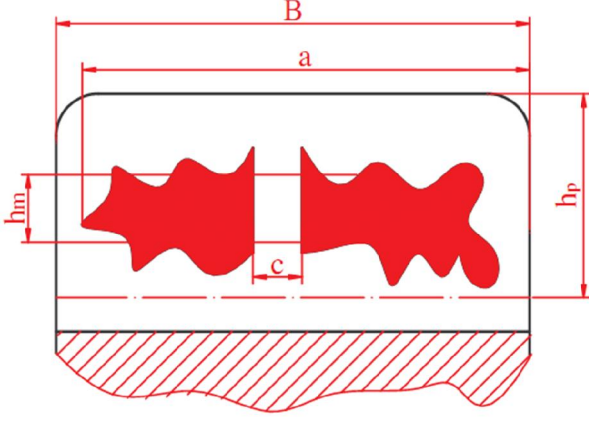
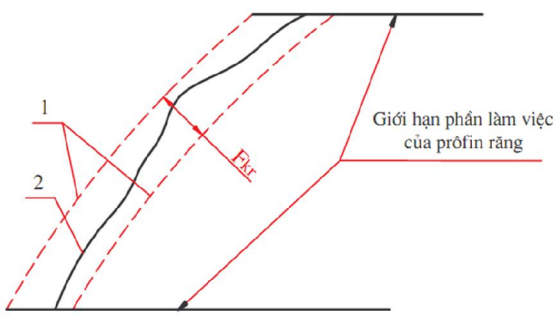
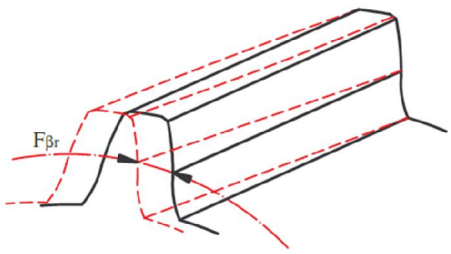
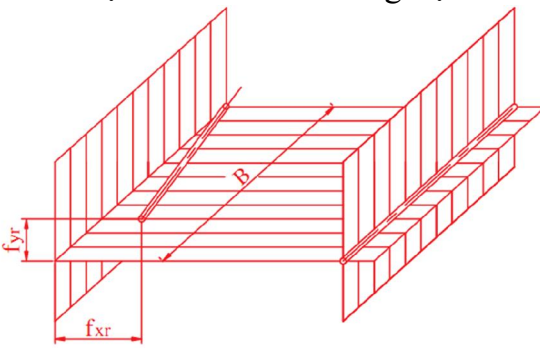
- Yêu cầu “mức chính xác động học” là yêu cầu sự phối hợp chính xác về góc quay của bánh dẫn và bánh bị dẫn của truyền động
- Yêu cầu “mức làm việc êm” tức là bánh răng phải có tốc độ quay ổn định không có sự thay đổi tức thời về tốc độ gây va đập và ồn
- Yêu cầu về “mức tiếp xúc mặt răng” lớn đặc biệt là tiếp xúc theo chiều dài
- Yêu cầu “độ hở mặt bên” giữa các mặt răng phía không làm việc của cặp răng ăn khớp (mức khe hở cạnh răng)

Bảng 2.6. Các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác truyền động bánh răng

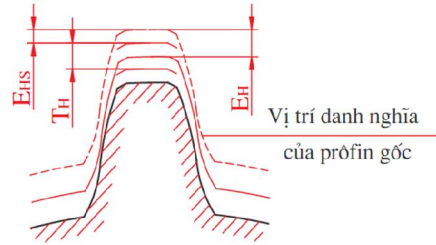
Chỉ tiêu đánh giá	Kí hiệu	Định nghĩa
Sai số động học của bánh răng 	F_{ir}	Sai số lớn nhất của góc quay bánh răng trong giới hạn một vòng quay khi nó ăn khớp với bánh mẫu chính xác.
Sai số tích lũy bước răng của bánh răng	F_{pkr}	Sai số lớn nhất về vị trí tương quan của hai profin răng cùng tên bất kỳ do theo vòng tròn đồng tâm với tâm quay bánh răng và đi qua giữa

		<p>chiều cao răng.</p>
<p>Độ đảo hướng tâm của vành răng</p>	<p>F_{rr}</p>	<p>Độ dao động lớn nhất của khoảng cách từ dây cung cố định trên răng (hoặc rãnh răng) đến tâm quay bánh răng.</p>
<p>Độ dao động khoảng pháp tuyến chung</p>	<p>F_{vwr}</p>	<p>Hiệu pháp tuyến chung lớn nhất và nhỏ nhất đo trên cùng một bánh răng: $F_{vwr} = W_{max} - W_{min}$</p>
<p>Độ dao động khoảng cách trục đo ứng với một vòng quay của bánh răng</p>	<p>F''_{ir}</p>	<p>Hiệu khoảng cách trục đo lớn nhất và nhỏ nhất trong một vòng quay của bánh răng.</p>

<p>Sai số động học cục bộ của bánh răng</p> 	f'_{ir}	<p>Hiệu lớn nhất giữa sai số động học cục bộ lớn nhất và nhỏ nhất kề sát nhau trong một vòng quay bánh răng</p>
<p>Sai lệch của bước ăn khớp</p> 	f_{pbr}	<p>Hiệu giữa bước ăn khớp thực và bước ăn khớp danh nghĩa: $f_{pbr} = P_{bth} - P_b$</p>
<p>Sai lệch bước răng</p> 	f_{ptr}	<p>Hiệu giữa hai bước vòng bất kỳ đo trên cùng một đường tròn của bánh răng: $f_{ptr} = P_{t1} - P_{t2}$</p>
<p>Sai số profin</p> 	f_{fr}	<p>Khoảng cách pháp tuyến giữa hai profin răng lý thuyết bao lấy profin răng thực, trong giới hạn phân làm việc của profin răng.</p>
<p>Vết tiếp xúc tổng</p>		<p>Phần bề mặt bên của răng trên đó có vết tiếp xúc của nó với răng của bánh răng ăn khớp. Vết tiếp</p>

		<p>xúc được đánh giá theo hai chiều:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theo chiều cao răng $h_m/h_p \cdot 100\%$ - Theo chiều dài răng: $(a-c)/B \cdot 100\%$
<p>Sai số tổng của đường tiếp xúc</p> 	<p>F_{kr}</p>	<p>Khoảng cách pháp tuyến giữa hai đường tiếp xúc danh nghĩa bao lấy đường tiếp xúc thực.</p>
<p>Sai số hướng răng</p> 	<p>$F_{\beta r}$</p>	<p>Khoảng cách giữa hai hướng răng lý thuyết nằm trên mặt trụ đi qua giữa chiều cao răng và bao lấy hướng răng thực.</p>
<p>Độ không song song của các đường trục Độ xiên của các đường trục</p> 	<p>f_{xr} f_{yr}</p>	<p>f_{xr} - độ không song song của hình chiếu các đường tâm quay của bánh răng trên mặt phẳng lý thuyết chung của chúng (đo trên chiều dài bằng chiều rộng bánh răng) f_{yr} - Độ không song song của hình chiếu các đường tâm quay của bánh răng trên</p>

		mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng lý thuyết chung của chúng.
Lượng dịch chuyển của profin	E_h	Lượng dịch chuyển của profin gốc so với vị trí danh nghĩa của nó



b. Ghi kí hiệu cấp chính xác và dạng răng đối tiếp

Theo TCVN1067-84 cấp chính xác chế tạo bánh răng được quy định 12 cấp ký hiệu từ 1, 2, ... 12 cấp chính xác giảm dần từ 1 đến 12

Tiêu chuẩn cũng quy định và meilen dung sai của độ hở mặt bên ký hiệu: h, d, c, b, a, z, y, x

Ghi ký hiệu cấp chính xác và dạng răng đối tiếp

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

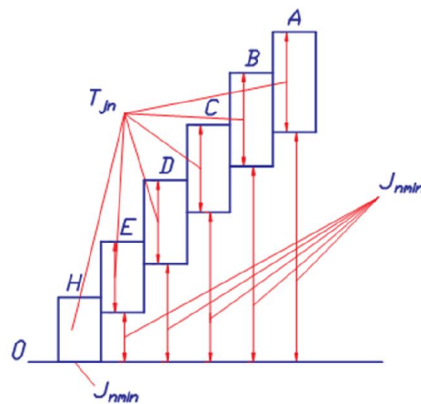
VD: 7-8-8BTCVN1067-84

+ 7: Cấp chính xác của mức chính xác động học

+ 8: Cấp chính xác của mức làm việc êm

+ 8: Cấp chính xác của mức tiếp xúc mặt răng

+ B: Dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên tương ứng là b



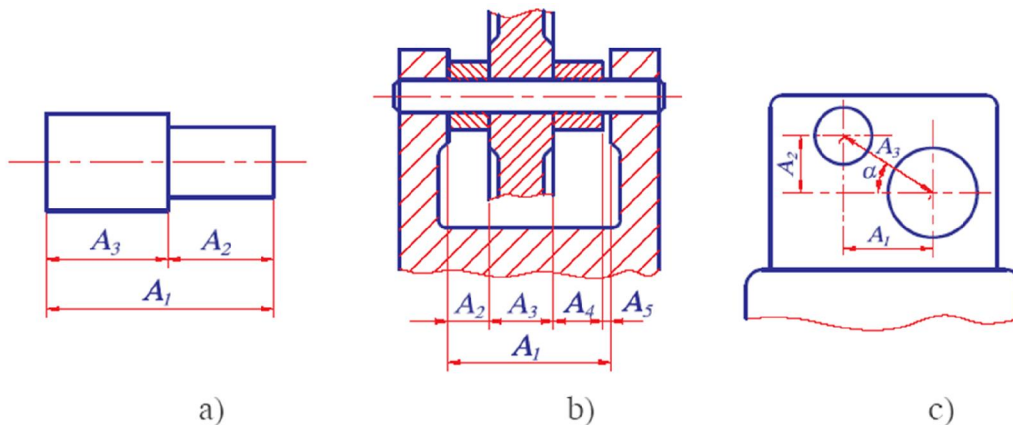
Hình 2.11. Các dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên

4. CHUỖI KÍCH THƯỚC

4.1. Chuỗi kích thước

4.1.1. định nghĩa

Chuỗi kích thước là một tập hợp các kích thước có quan hệ lẫn nhau tạo thành một vòng kín và xác định vị trí các bề mặt (hoặc đường tâm) của một hoặc một số chi tiết. Như vậy để hình thành chuỗi kích thước phải có 2 điều kiện: các kích thước quan hệ nối tiếp nhau và tạo thành vòng kín. Dựa theo khái niệm trên ta đưa ra 3 ví dụ chuỗi kích thước như hình vẽ.



Hình 2.12. chuỗi kích thước

4.1.2. phân loại

Chuỗi kích thước có nhiều loại, trong kỹ thuật ta phân chúng thành 2 loại:

- Chuỗi kích thước chi tiết: Các kích thước của chuỗi còn gọi là khâu, thuộc về một chi tiết, như hình a và c

- Chuỗi kích thước lắp: các khâu của chuỗi là kích thước các chi tiết khác nhau lắp ghép trong bộ phận máy hoặc máy, như chuỗi hình b.

Về mặt hình học người ta có thể phân loại chuỗi thành: chuỗi đường thẳng, chuỗi mặt phẳng và chuỗi không gian.

thí dụ như chuỗi đường thẳng: các khâu của chuỗi song song với nhau nằm trong cùng một mặt phẳng hoặc trong mặt phẳng song song với nhau, như chuỗi hình a và b.

4.2. Khâu (kích thước của chuỗi)

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

- Khâu thành phần, A_i : là khâu mà kích thước của chúng do quá trình gia công quyết định và không phụ thuộc lẫn nhau.

- Khâu khép kín, A_Σ : là khâu mà kích thước của nó hoàn toàn phụ thuộc vào kích thước các khâu thành phần. Trong quá trình gia công và lắp ráp thì khâu khép kín không được thực hiện trực tiếp, mà nó là kết quả của sự thực hiện các khâu thành phần, nghĩa là nó được hình thành cuối cùng trong trình tự công nghệ. Ví dụ: chuỗi hình b thì các khâu A_1, A_2, A_3, A_4 là các khâu thành phần, chúng được thực hiện trực tiếp khi gia công các chi tiết 1,2,3,4 và độc lập với nhau. Khe hở A_5 là khâu khép kín, nó được hình thành sau khi lắp các chi tiết thành bộ phận lắp. kích thước của khâu khép kín $A_\Sigma = A_5$ hoàn toàn phụ thuộc vào các kích thước A_1, A_2, A_3, A_4 của các chi tiết tham gia lắp ghép.

Cũng tương tự như trên, trong chuỗi hình a, muốn phân biệt khâu thành phần và khâu khép kín ta phải dựa vào trình tự công nghệ gia công. Khâu nào hình thành cuối cùng trong trình tự công nghệ là khâu khép kín. Chẳng hạn ta gia công A_2 rồi A_1 thì A_3 sẽ hình thành và hoàn toàn phụ thuộc vào A_2, A_1 nên A_3 là khâu khép kín. Nếu ta thay đổi trình tự công nghệ thì khâu khép kín cũng thay đổi.

Trong một chuỗi chỉ có một khâu khép kín, A_Σ , còn lại là các khâu thành phần, A_i . Trong các khâu thành phần còn chia ra:

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

+ Khâu thành phần giảm (khâu giảm): là khâu mà khi ta tăng hoặc giảm kích thước của nó thì ngược lại, kích thước khâu khép kín lại giảm hoặc tăng. ví dụ chuỗi hình b, với A_5 là khâu khép kín thì A_1 là khâu tăng, còn A_2, A_3, A_4 là khâu giảm.

4.3. Giải chuỗi kích thước

Giải chuỗi kích thước, thường phải giải hai loại bài toán sau:

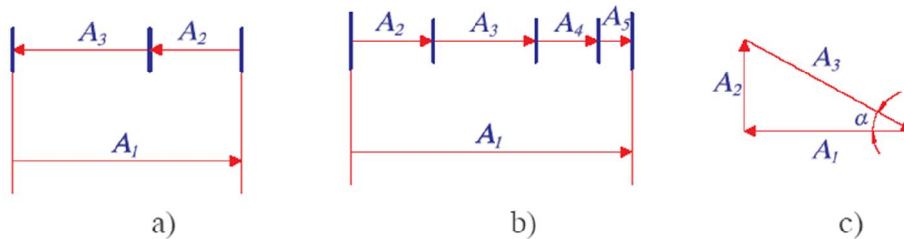
- Bài toán 1: Với kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai đã cho của các khâu thành phần, A_i , phải xác định kích thước sai lệch giới hạn và dung sai của khâu khép kín A_Σ . Ví dụ: với kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của các

khâu thành phần A_1, A_2, A_3, A_4 trong chuỗi hình b, cần phải xác định khe hở A_5 (khâu khép kín) là bao nhiêu. Bài toán 1 thường được sử dụng để tính toán kiểm tra chuỗi kích thước.

- Bài toán 2: Với kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai đã cho của khâu khép kín, A_Σ , cần xác định sai lệch giới hạn và dung sai của các khâu thành phần, A_i . Chẳng hạn khi thiết kế bộ phận máy hoặc máy, xuất phát từ yêu cầu chung của chúng (khâu khép kín), ta tính toán xác định sai lệch giới hạn và dung sai của các kích thước chi tiết (các khâu thành phần) lắp thành bộ phận máy hoặc máy ấy. Bài toán 2 thường được sử dụng để tính toán thiết kế độ chính xác kích thước của chi tiết trong các bộ phận máy hoặc máy.

Muốn giải hai bài toán trên ta phải xác lập các công thức quan hệ về kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai giữa các khâu thành phần và khâu khép kín.

Để thuận tiện cho việc giải chuỗi người ta thường sơ đồ hóa các chuỗi. Các chuỗi trên hình 4.1 a, b, c được sơ đồ hóa thành các chuỗi trên hình 4.2 a, b, c.



Hình 2.13. Sơ đồ hóa chuỗi kích thước

- Quan hệ kích thước.

Từ ba sơ đồ trên và với điều kiện khép kín chuỗi ta xác lập công thức quan hệ kích thước như sau:

+ Chuỗi 1, hình 4.2a với $A_\Sigma = A_3$ ta có: $A_\Sigma = A_3 = A_1 - A_2$

+ Chuỗi 2, hình 4.2b với $A_\Sigma = A_5$ ta có: $A_\Sigma = A_5 = A_1 - A_2 - A_3 - A_4$

+ Chuỗi 3, hình 4.2c với $A_\Sigma = A_3$ ta có: $A_\Sigma = A_3 = \cos \alpha \cdot A_1 + \sin \alpha \cdot A_2$

(Trong đó $\cos \alpha \cdot A_1$ và $\sin \alpha \cdot A_2$ là hình chiếu của khâu A_1, A_2 lên phương khâu khép kín A_3)

Từ ba trường hợp trên ta đi đến công thức tổng quát như sau:

$$A_{\Sigma} = \beta_1 A_1 + \beta_2 A_2 + \dots + \beta_n A_n$$

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \beta_i A_i \quad (4.1)$$

Trong đó n là khâu thành phần của chuỗi;

β_i là hệ số ảnh hưởng, biểu thị mức độ ảnh hưởng của các khâu thành phần đến các khâu khép kín. β_i có giá trị ± 1 trong các chuỗi đường thẳng (chuỗi 1,2) và lấy giá trị $+1$ với các khâu tăng và -1 với các khâu giảm. Trong chuỗi phẳng như hình 4.2c thì giá trị của β_i có thể là sin hoặc cos của một góc α nào đó và mang dấu (+) ở khâu tăng, mang dấu (-) ở khâu giảm.

Khi xác định khâu tăng và khâu giảm của chuỗi kích thước ta xét sơ đồ chuỗi như là 1 vòng kín các véc tơ kích thước nối tiếp nhau. Véc tơ kích thước hoặc véc tơ hình chiếu của kích thước trên phương khâu khép kín mà ngược chiều với khâu khép kín thì khâu tăng còn cùng chiều với khâu khép kín là khâu giảm.

Trong một chuỗi có n khâu thành phần, nếu ta đánh số thứ tự từ 1 đến m là các khâu tăng thì từ $m+1$ đến n sẽ là các khâu giảm (với $m < n$). Như vậy công thức 4.1 có thể viết dưới dạng:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m |\beta_i| A_i - \sum_{i=m+1}^n |\beta_i| A_i \quad (4.2)$$

Đối với chuỗi đường thẳng ta có:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \quad \text{với } m < n \quad (4.3)$$

Trên cơ sở phương trình cơ bản của chuỗi kích thước (4.3), xác lập các công thức quan hệ về sai lệch giới hạn và dung sai giữa các khâu thành phần và khâu khép kín để giải các chuỗi kích thước đường thẳng.

2. Giải chuỗi kích thước bằng phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn

Khi giải theo phương pháp này thì dung sai của các khâu thành phần và khâu khép kín được tính sao cho chúng đảm bảo tính đổi lần chức năng hoàn toàn. Theo công thức quan hệ (4.3) và để đảm bảo tính đổi lần chức năng hoàn

toàn thì khâu khép kín, A_{Σ} , sẽ đạt giá trị lớn nhất, $A_{\Sigma \max}$, khi các khâu thành phần tăng là lớn nhất, $A_{i \max}$, các khâu thành phần giảm là nhỏ nhất, $A_{i \min}$, do đó:

$$A_{\Sigma \max} = \sum_{i=1}^m A_{i \max} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \min} \quad (4.4)$$

Cũng tương tự ta có giá trị bé nhất của khâu khép kín $A_{\Sigma \min}$:

$$A_{\Sigma \min} = \sum_{i=1}^m A_{i \min} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \max} \quad (4.5)$$

Công thức quan hệ (4.4) và (4.5) chính là điều kiện để giải chuỗi bằng phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn. Từ ba công thức quan hệ (4.3), (4.4) và (4.5) dễ dàng thiết lập các công thức quan hệ về sai lệch giới hạn và dung sai để giải bài toán 1 và 2.

1. Giải bài toán 1: Biết kích thước sai lệch giới hạn và dung sai của các khâu thành phần A_i , tìm kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của khâu khép kín.

- Dung sai khâu khép kín: từ các công thức (4.4), (4.5) ta tính được:

$$\begin{aligned} T_{\Sigma} &= A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma \min} \\ T_{\Sigma} &= A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma \min} \\ &= \left[\sum_{i=1}^m A_{i \max} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \min} \right] - \left[\sum_{i=1}^m A_{i \min} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \max} \right] \\ T_{\Sigma} &= \sum_{i=1}^m T_i + \sum_{i=m+1}^n T_i = \sum_{i=1}^n T_i \end{aligned} \quad (4.6)$$

Như vậy dung sai của khâu khép kín T_{Σ} bao giờ cũng bằng tổng dung sai của các khâu thành phần T_i .

- Sai lệch giới hạn của khâu khép kín.

Từ công thức quan hệ (4.4) và (4.3) ta tính được sai lệch trên ES_{Σ} của khâu khép kín

$$\begin{aligned} ES_{\Sigma} &= A_{\Sigma \max} - A_{\Sigma} \\ &= \left[\sum_{i=1}^m A_{i \max} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \min} \right] - \left[\sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \right] \\ ES_{\Sigma} &= \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i \end{aligned} \quad (4.7)$$

Từ công thức (4.5) và (4.3) ta cũng tính được:

$$\begin{aligned}
 EI_{\Sigma} &= A_{\Sigma \min} - A_{\Sigma} \\
 &= \left[\sum_{i=1}^m A_{i \min} - \sum_{i=m+1}^n A_{i \max} \right] - \left[\sum_{i=1}^m A_i - \sum_{i=m+1}^n A_i \right] \\
 EI_{\Sigma} &= \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i
 \end{aligned} \tag{4.8}$$

Ở đây ES_i, EI_i là sai lệch giới hạn trên và dưới của khâu tăng.

es_i, ei_i là sai lệch giới hạn trên và dưới của khâu giảm.

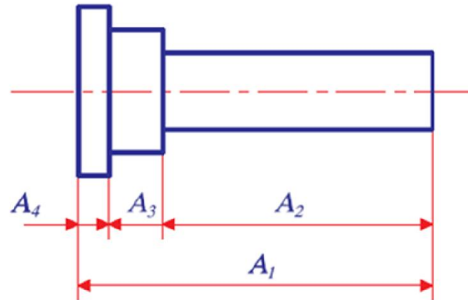
Thay các giá trị bằng số dung sai và sai lệch giới hạn các khâu thành phần vào công thức (4.6), (4.7) và (4.8) ta tính được dung sai và sai lệch giới hạn của khâu khép kín.

Ví dụ: cho chi tiết như hình 2.14, với các kích thước:

$$A_1 = 60^{+0,1}_{-0,2}$$

$$A_2 = 50^{\pm 0,1}$$

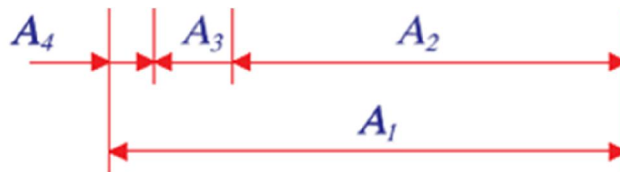
$$A_3 = 8^{+0,1}$$



Hình 2.14.

Hãy tính kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của khâu A_4 . Biết trình tự công nghệ gia công là A_2, A_3, A_1 .

Giải: Sơ đồ chuỗi được hiển thị như hình 2.15. với trình tự công nghệ gia công là A_2, A_3 rồi A_1 thì A_4 là khâu hình thành cuối cùng trong trình tự công nghệ nên A_4 là khâu khép kín $A_{\Sigma} = A_4$. véctơ kích thước A_1 ngược chiều với véctơ kích thước A_4 nên A_1 là khâu tăng còn A_2, A_3 là khâu giảm.



Hình 2.15

Theo số liệu ta có:

$$A_1 = 60_{-0,2}^{+0,1} \begin{cases} ES_1 = \pm 0,1mm \\ EI_1 = -0,2mm \\ T_1 = 0,3mm \end{cases}$$

$$A_2 = 50_{\pm 0,1} \begin{cases} es_2 = +0,1mm \\ ei_2 = -0,1mm \\ T_2 = 0,2mm \end{cases}$$

$$A_3 = 8_{\pm 0,1} \begin{cases} es_3 = +0,1mm \\ ei_3 = 0mm \\ T_3 = 0,1mm \end{cases}$$

+ Kích thước danh nghĩa của khâu khép kín được tính theo (4.3):

$$A_{\Sigma} = A_4 = 60 - 50 - 8 = 2 \text{ mm}$$

+ Dung sai khâu lắp ghép được tính theo (4.6)

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_i = 0,3 + 0,2 + 0,1 = 0,6 \text{ mm}$$

+ sai lệch giới hạn của khâu khép kín được tính theo (4.7) và (4.8)

$$ES_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i = +0,1 - (-0,1 + 0) = +0,2 \text{ mm}$$

$$EI_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i = -0,2 - (+0,1 + 0,1) = -0,4 \text{ mm}$$

$$\text{Vậy: } A_{\Sigma} = A_4 = 2_{-0,4}^{+0,2}$$

2. Bài toán 2: Biết sai lệch kích thước và dung sai của khâu khép kín, tính sai lệch giới hạn và dung sai của các khâu thành phần. Kích thước danh nghĩa của các khâu thành phần hoàn toàn phụ thuộc vào kết cấu nên sau khi thiết kế kết cấu là ta đã biết kích thước danh nghĩa của chúng mà không cần tính ở bài toán này. Với chuỗi có n khâu thành phần thì bài toán có n ẩn số.

Dựa vào công thức (4.6) ta không thể tính được dung sai của n khâu thành phần (n ẩn số). Muốn tính được ta phải đưa vào giả thiết để khử đi (n-1) ẩn số.

- Giả thiết các khâu thành phần được chế tạo cùng một cấp chính xác, tức là có cùng hệ số cấp chính xác:

$$a_1 = a_2 = \dots = a_n = a$$

Vậy dung sai của khâu bất kì nào (T_i) đều được tính theo công thức $T_i = a \cdot i$

Theo (4.6) ta có:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_i = \sum_{i=1}^m a_i \cdot i_i \rightarrow a = \frac{T_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n i_i} \tag{4.9}$$

Từ công thức (4.9), với dung sai đã cho của khâu khép kín T_{Σ} , với các chỉ số đơn vị dung sai i_i của các khâu được tra theo bảng công thức tính trị số dung sai tiêu chuẩn ($IT=a.i$) và trị số đơn vị dung sai, i , sẽ tính được hệ số cấp chính xác chung cho các khâu thành phần (a).

Kích thước danh nghĩa(mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn											
		T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Trên	Đến và bao gồm	Công thức tính dung sai tiêu chuẩn (kết quả tính bằng micromet)											
-	500	i	$0i$	$6i$	$5i$	$0i$	$4i$	$00i$	$60i$	$50i$	$00i$	$40i$	$000i$
Trị số đơn vị i													
Khoảng kích thước danh nghĩa mm	Trên đến 3	Tr.3	Tr.6	Tr.10	Tr.18	Tr.30	Tr.50	Tr.80	Tr.120Đ.180	Tr.180	Tr.250	Tr.315	
		Đ.6	Đ.10	Đ.18	Đ.30	Đ.50	Đ.80	Đ.120		Đ.250	Đ.315	Đ.400	
$i=0,45\sqrt[3]{D}+0,001D$	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86	2,17	2,52	2,89	3,22	3,54	

- Từ a, tra cấp chính xác chung cho các khâu theo bảng

- Biết kích thước danh nghĩa, biết cấp chính xác chung của các khâu thành phần, tra sai lệch giới hạn và dung sai cho

(n-1) khâu thành phần, với quy ước là:

+ Khâu tăng, coi như lỗ có sai lệch cơ bản H.

+ Khâu giảm coi như trục có sai lệch cơ bản h.

Chẳng hạn khâu thành phần tăng có kích thước danh nghĩa là 100mm ở cấp chính xác chung là 10 thì ta coi như lỗ 100H10, còn khâu giảm có kích thước danh nghĩa là 50 mm thì ta coi như trục 50h10.

Sai lệch giới hạn và dung sai của (n-1) khâu thành phần tra theo bảng sai lệch giới hạn kích thước lỗ và trục đối với kích thước đến 500 mm TCVN 2245-99.

Còn lại các khâu thành phần là thứ k là A_k thì sai lệch giới hạn và dung sai của nó được xác định bằng tính toán. Làm như vậy là để bù lại những sai số mà ta đã phạm phải chẳng hạn như sự khác nhau giữa hệ số a đã chọn và hệ số a tính theo công thức (4.9).

- Tính sai lệch giới hạn và dung sai của khâu A_k

+ Nếu A_k là khâu tăng thì:

Từ (4.7) ta có:

$$ES_k = ES_{\Sigma} - \sum_{i=1}^{m-1} ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i \tag{4.10}$$

Từ (4.8) ta có:

$$EI_k = EI_\Sigma - \sum_{i=1}^{m-1} EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i \quad (4.11)$$

+ Nếu A_k là khâu giảm thì:

Từ (4.8) ta có:

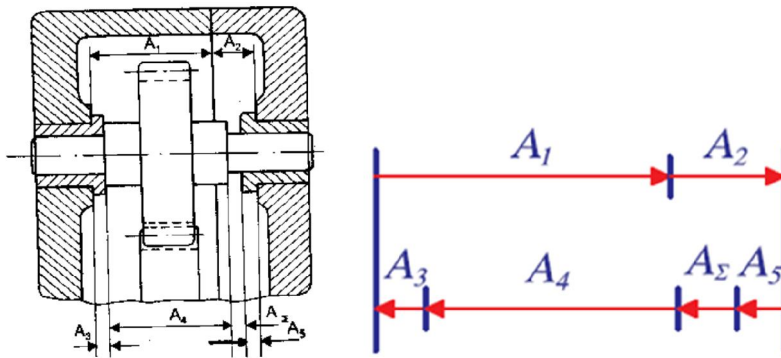
$$es_k = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} es_i - EI_\Sigma \quad (4.12)$$

Từ (4.7) ta có

$$ei_k = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^{n-1} ei_i - ES_\Sigma \quad (4.13)$$

Vi dụ: Cho bộ phận lắp như hình. Yêu cầu chung của bộ phận lắp này là đảm bảo khe hở giữa mặt mút vai trục và mặt mút bạc ổ trục trong giới hạn $A_\Sigma = 1+0,75$ mm để cho bánh răng quay tự do mà không có dịch chuyển chiều trục lớn.

Yêu cầu chung ấy chính là khâu khép kín của chuỗi kích thước như sơ đồ hình 2.16.



Hình 2.16

Hãy giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch giới hạn và dung sai các kích thước chi tiết.

Giải : - Dựa vào sơ đồ chuỗi hình 4.5 xác định khâu tăng, khâu giảm.

Ta có : A_1, A_2 là khâu tăng ;

A_3, A_4, A_5 là khâu giảm.

- Với giả thiết các khâu thành phần được chế tạo ở cùng một cấp chính xác, ta tính hệ số cấp chính xác chung a theo

công thức (4.9):

$$a = \frac{T_\Sigma}{\sum_{i=1}^n i_i} \quad \text{Trong đó } T_\Sigma = 750\mu\text{m, } i_i \text{ – tra bảng}$$

$$a = \frac{750}{2,75 + 1,56 + 2 \times 0,73 + 2,52} \approx 97$$

Dựa theo bảng tra cấp chính xác chung cho các khâu là 11.

Cấp 11 có hệ số $a = 100$ gần với 97 nhất.

- Tra sai lệch giới hạn và dung sai của (n-1) khâu thành phần theo bảng 1 và 2 phụ lục.

+ Khâu tăng:

$$A_1 = 101H11 = 101^{+0,22} \begin{cases} ES = +0,22 \text{ mm} \\ EI = 0 \end{cases}$$

$$A_2 = 50H11 = 50^{+0,16} \begin{cases} ES = +0,16 \text{ mm} \\ EI = 0 \end{cases}$$

+ Khâu giảm:

$$A_3 = A_5 = 5h11 = 5_{-0,075} \begin{cases} es = 0 \\ ei = -0,075 \text{ mm} \end{cases}$$

- Khâu để tính là khâu $A_k = A_4$, đó là khâu giảm.

+ Sai lệch trên của khâu A_k được tính theo công thức (4.12):

$$es_k = es_4 = 0 - 0 - 0 = 0$$

+ Sai lệch dưới của khâu A_k được tính theo công thức (4.13):

$$ei_k = ei_4 = (+0,22 + 0,16) - (-0,075 \times 2) - 0,75 = -0,22 \text{ mm}$$

$$\text{Vậy: } A_4 = 140_{-0,22}$$

- Kết Quả giải chuỗi kích thước ta được:

$$A_1 = 101^{+0,22}$$

$$A_2 = 50^{+0,16}$$

$$A_3 = A_5 = 5_{-0,075}$$

$$A_4 = 140_{-0,22}$$

* Kiểm tra lý thuyết

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Câu 1. Tiêu chuẩn đã quy định dung sai cho những yếu tố kích thước nào của ren vít và đai ốc trong lắp ghép ren.

Câu 2. Thế nào là đường kính trung bình biểu kiến, nêu công thức tính nó với ren vít và đai ốc.

Câu 3. Tiêu chuẩn quy định có mấy cấp chính xác chế tạo ổ lăn, kí hiệu chúng như thế nào.

Câu 4. Nêu phương pháp chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép ổ lăn với trục và với lỗ thân hộp.

Câu 5. Nêu các miền dung sai tiêu chuẩn được qui định đối với kích thước chiều rộng b của then, rãnh trục và rãnh bạc.

Câu 6. Từ các miền dung sai tiêu chuẩn hãy chọn một kiểu lắp cho mối ghép then khi bạc cố định trên trục.

Câu 7. Có mấy phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa và cho biết ưu nhược điểm của từng phương pháp, tương ứng với các phương pháp đó thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố kích thước nào.

Câu 8. Trình bày cách ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ.

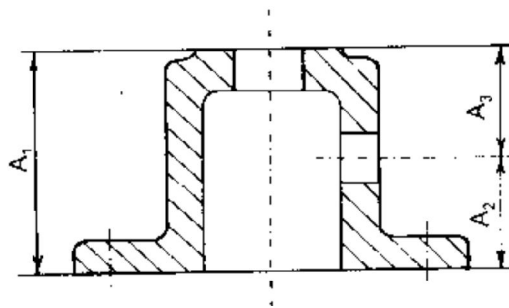
Câu 9. Nêu các yêu cầu kĩ thuật đối với truyền động bánh răng, một truyền động bánh răng bất kì thì cần có những yêu cầu nào.

Câu 10. Tiêu chuẩn TCVN 1067-84 qui định cấp chính xác chế tạo bánh răng nêu phương pháp chọn cấp chính xác cho truyền động bánh răng khi thiết kế.

Câu 11. Thế nào là chuỗi kích thước. cho ví dụ minh hoạ?

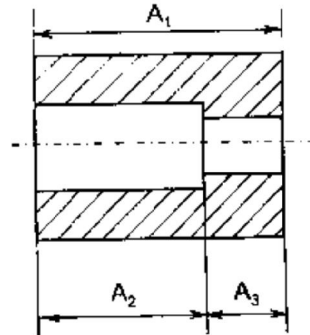
Câu 12. Thế nào là khâu thành phần tăng, khâu thành phần giảm của chuỗi kích thước, cho ví dụ?

Bài 1. Cho chuỗi kích thước chi tiết như hình 2.17 hãy giải thích chuỗi kích thước để xác định sai lệch và dung sai kích thước A_2 . Biết trình tự công nghệ gia công là: A_1, A_2 . Với $A_1 = 100_{-0,1}$; $A_3 = 45^{+0,15}$



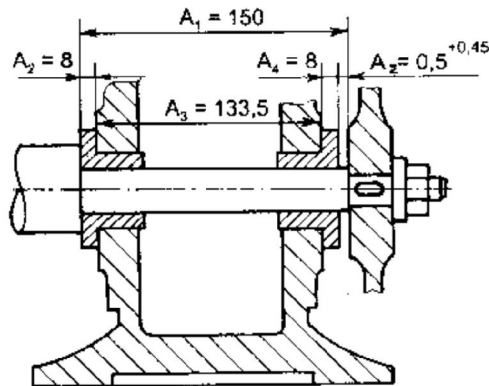
Hình 2.17.

Bài 2. Cho chuỗi kích thước chi tiết như hình 2.18 hãy giải thích chuỗi kích thước để xác định sai lệch và dung sai kích thước A_2 . Biết trình tự công nghệ gia công là: A_1, A_2 . Với $A_1 = 120_{-0,15}$; $A_3 = 40^{+0,16}$



Hình 2.18.

Bài 3. Cho chuỗi kích thước lắp như hình 2.19 yêu cầu chung của bộ phận lắp (khâu khép kín) là $A_\Sigma = 0,5^{+0,45}$. Hãy giải thích chuỗi kích thước lắp để xác định sai lệch và dung sai cho các kích thước chi tiết: A_1, A_2, A_3, A_4 ,



Hình 2.19