

www.mientayvn.com

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: frbwrthes@gmail.com

Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây

**DỊCH VỤ
DỊCH
TIẾNG
ANH
CHUYÊN
NGÀNH
NHANH
NHẤT VÀ
CHÍNH
XÁC
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.



Dung sai và lắp ghép

MỞ ĐẦU

Ngày nay trong thời đại phát triển của cách mạng khoa học kỹ thuật các cấu trúc máy và chi tiết máy trong chế tạo máy ngày càng phức tạp vì yêu cầu kỹ thuật đối với các thông số của chúng ngày càng tăng và còn do sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật các máy thường lỗi thời nhanh nên dẫn đến việc thay đổi chúng thường xuyên. Để đảm bảo chất lượng của máy chúng ta phải thường xuyên đưa ra và thực hiện theo các tiêu chuẩn mới và xem xét các tiêu chuẩn đang hiện hành, thống nhất hoá và tiêu chuẩn hoá các cấu trúc tối ưu của máy, dụng cụ, các cụm và chi tiết của chúng, bảo đảm tính đổi lẫn hoàn toàn của chúng sẽ tạo điều kiện để chuyên môn hoá và hợp tác hoá nền công nghiệp, để sản xuất ra các sản phẩm có chất lượng cao và tính kinh tế cao.

Môn học “ Dung sai và lắp ghép” là cơ sở khoa học cho việc định mức tiêu chuẩn hoá, đáp ứng nhu cầu phát triển của khoa học kỹ thuật , tăng năng suất, chất lượng sản phẩm trong sản xuất.

Mục đích của môn học là tìm ra những qui tắc thiết kế và chế tạo sao cho các chi tiết, cụm máy và máy đạt được tính đổi lẫn chức năng (về các yếu tố hình học của chi tiết) đồng thời nghiên cứu biện pháp sao cho khi chế tạo các chi tiết đã được thiết kế theo những qui tắc kể trên thì những yếu tố hình học của chúng cần phù hợp với công nghệ gia công, đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Các nguyên tắc thống nhất hoá, tiêu chuẩn hoá và đổi lẫn được sử dụng từ thời xưa khi mà những danh từ trên chưa xuất hiện . Ví dụ cách đây 5000 năm những người Ai cập đã làm các khối đá có kích thước cố định cho Kim tự tháp trong thành La mã cổ đại khi làm các đường ống nước cũng được sử dụng các ống có kích thước bằng nhau. ở nước Nga tiêu chuẩn hoá công nghiệp xuất hiện vào đầu thế kỷ 18, thời Pie đê nhất khi sản xuất các tàu thuỷ có cùng kích thước, có neo và được trang bị súng ống đạn dược như nhau.

Nước ta là nước đang phát triển để có thể đuổi kịp các nước tiên tiến thì khi soạn thảo các tiêu chuẩn quốc gia cần tính tới các chỉ dẫn của các tổ chức quốc tế về tiêu chuẩn hoá.

ISO là tổ chức quốc tế lớn nhất trong lĩnh vực tiêu chuẩn hoá, được thành lập năm 1926 với cái tên ISA, đến năm 1941 đổi thành ISO. Mục đích cơ bản của ISO(được ghi trong cương lĩnh) là góp phần thúc đẩy sự phát triển tiêu chuẩn hoá trên toàn thế giới nhằm giảm nhẹ sự trao đổi hàng hoá giữa các nước và phát triển sự hợp tác trong lĩnh vực văn hoá, khoa học kỹ thuật và kinh tế. Cơ quan tối cao của ISO là đại hội đồng, được nhóm họp 3 năm 1 lần nhằm thông qua các quyết định về những vấn đề quan trọng nhất và bàn chủ tịch tổ chức. hiện nay thành viên ISO có trên 100 nước.

Xét về mục đích, yêu cầu cụ thể của môn học:

1.Yêu cầu:

- Có hiểu biết về hệ thống dung sai, lắp ghép của TCVN và cơ sở tính toán để đạt tính đối lẫn chức năng.
- Thực hành chọn và tính toán các thông số hình học cho phù hợp với TCVN.
- Thực hành đo và kiểm tra chất lượng các chi tiết về mặt hình học.

2.Mục đích:

- Tập dượt khả năng thực hành- chọn và tính toán chính xác các thông số hình học để đạt tính đối lẫn chức năng cho sản phẩm, chi tiết máy với chất lượng và tính kinh tế cao.
- Có hiểu biết về cơ sở tính đối lẫn.
-

Chương 1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ ĐỘ CHÍNH XÁC

Định nghĩa: Độ chính xác của chi tiết máy là mức độ giống nhau về mặt hình học và tính chất cơ lý của chi tiết thực gia công được so với dung sai của trên bản vẽ chi tiết.

Trong quá trình sản xuất do nhiều yếu tố tác động ta không thể đạt được chi tiết với độ chính xác tuyệt đối (mà cả trong đo lường cũng không có độ chính xác tuyệt đối) mà nó sẽ nằm trong một khoảng nào đó được gọi là dung sai chế tạo của các thông số kỹ thuật, cụ thể hơn là cấp chính xác.

•

1.2. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH ĐỔI LẤN CHỨC NĂNG

Định nghĩa: Tính đổi lẫn là khả năng thay thế cho nhau của các chi tiết có cùng chức năng trong cụm hoặc của các cụm trong máy không cần sửa chữa và thay đổi mà vẫn bảo đảm được các tiêu chuẩn kỹ thuật đã ấn định.

Trong thực tế chế tạo các chi tiết hoặc cụm máy với tính đổi lẫn hoàn toàn và đổi lẫn không hoàn toàn (tùy theo mức độ chính xác và điều kiện sản xuất nhất định để đảm bảo chất lượng và tính kinh tế cao nhất).

1.2.1. Đổi lẫn hoàn toàn

Đổi lẫn chức năng hoàn toàn là khả năng có thể thay thế (đổi lẫn) được của tất cả các chi tiết, cụm của dụng cụ.

Ưu điểm của đổi lẫn hoàn toàn:

- Đơn giản được quá trình lắp ráp, không cần đòi hỏi công nhân bậc cao khi lắp ráp.
- Quá trình lắp ráp được định mức chính xác theo thời gian dẫn tới có thể sản xuất theo dây chuyền và tạo điều kiện để tự động hoá quá trình sản xuất và lắp ráp sản phẩm
- Tạo khả năng chuyên môn hoá và tập thể hoá các nhà máy một cách rộng rãi.
- Đơn giản hoá việc sửa chữa.

Việc sử dụng đổi lẫn hoàn toàn chỉ kinh tế đối với các chi tiết có độ chính xác không cao hơn IT5-IT6 và đối với sản phẩm với số lượng chi tiết không nhiều.

1.2.2. Đỗi lẩn không hoàn toàn:

Đỗi lẩn không hoàn toàn là khả năng đỗi lẩn đượ của một phần các chi tiết hoặc cụm của máy

Đôi khi các yêu cầu sử dụng sản phẩm đòi hỏi cần thiết chế tạo chi tiết và các sản phẩm với dung sai không kinh tế hoặc công nghệ khó thực hiện đượ. Trong các trường hợp đó người ta sử dụng việc chọn nhóm các chi tiết (lắp chọn) tằm căn đệm, điều chỉnh vị trí một số phần của máy và dụng cụ, sửa và các biện pháp công nghệ phụ khác để bảo đảm đượ chất lượng từng phần và của sản phẩm nói chung lúc đó gọi là không hoàn toàn.

1.3. KHÁI NIỆM VỀ KÍCH THƯỚC, SAI LỆCH, DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP TRONG CTM

1.3.1. Kích thước, sai lệch và dung sai

1.1.1.1. Kích thước

Định nghĩa: là đại lượng đặc trưng cho độ lớn về chiều dài (hoặc góc) giữa các vị trí tương quan của các bề mặt, đường, điểm của một hoặc nhiều chi tiết.

Kích thước đượ phân thành: kích thước danh nghĩa, kích thước thực tế và các kích thước giới hạn.

- **Kích thước danh nghĩa:** kích thước theo tính toán và đượ đề trên bản vẽ, là mốc để tính các sai lệch (Vẽ hình minh hoạ cụ thể). Ký hiệu d, D .
- **Kích thước thực tế:** kích thước đượ xác định bằng cách đo với sai số cho phép. Ký hiệu d_t, D_t .
- **Các kích thước giới hạn:** 2 kích thước cho phép giữa chúng chứa kích thước thực hoặc kích thước thực bằng chúng khi chi tiết đượ coi là chính phẩm. Kích thước giới hạn lớn nhất ký hiệu D_{\max} (lỗ) hoặc d_{\max} (trục) kích thước giới hạn nhỏ nhất - D_{\min} (lỗ) hoặc d_{\min} (trục) và $D_{\min} \leq D_t \leq D_{\max}$ hay là $(d_{\min} \leq d_t \leq d_{\max})$

1.1.1.2. Sai lệch

Định nghĩa: là hiệu đại số giữa các kích thước (thực tế, giới hạn) và kích thước danh nghĩa tương ứng.

- **Sai lệch thực tế** là hiệu đại số giữa kích thước thực tế và kích thước danh nghĩa.
- **Sai lệch dưới hạn trên** là hiệu đại số giữa kích thước dưới hạn trên và kích thước danh nghĩa (ES, es)

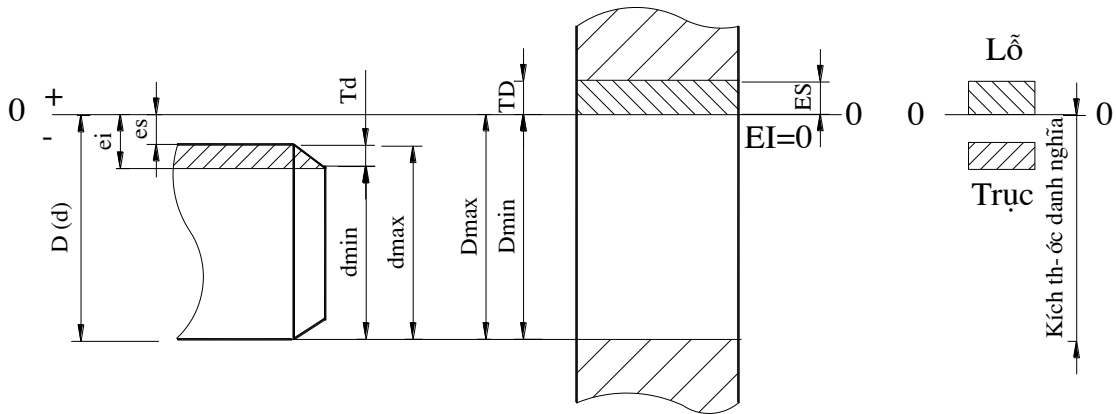
Đối với lỗ: $ES = D_{\max} - D$

Đối với trục : $es = d_{\max} - d$

- **Sai lệch dưới hạn dưới** là hiệu đại số giữa kích thước dưới hạn dưới và kích thước danh nghĩa (EI, ei)

Đối với lỗ: $EI = D_{\min} - D$

Đối với trục : $ei = d_{\min} - d$



Hình vẽ biểu diễn kt, sai lệch và dung sai Sơ đồ biểu diễn miền dsai

1.1.1.3. Dung sai

Định nghĩa: dung sai là hiệu giữa các kích thước giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất hoặc trị số tuyệt đối của hiệu đại số giữa các sai lệch trên và sai lệch dưới.

Đối với lỗ: $TD = D_{\max} - D_{\min} = |ES - EI|$

Đối với trục : $Td = d_{\max} - d_{\min} = |es - ei|$

Miền dung sai: Là khoảng kích thước được giới hạn bởi 2 bề kích thước lớn nhất và nhỏ nhất.

Để xác định vị trí của miền dung sai người ta đưa ra khái niệm sai lệch cơ bản. Trong TCVN nó là sai lệch gần đường 0-0 nhất (kích thước danh nghĩa) do đó nó có thể là sai lệch giới hạn trên hoặc là sai lệch dưới hạn dưới.

1.3.2. Lắp ghép

Định nghĩa: Lắp ghép là đặc tính của sự nối ghép của các chi tiết và được xác định bởi trị số của độ hở hoặc độ dài có trong mỗi ghép.

Thông thường chi tiết đứng riêng thì không có công dụng gì cả, chỉ khi phối hợp với nhau chúng mới có công dụng. Lấy ví dụ....

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

Bề mặt lắp ghép thường là bề mặt bao và bị bao. Ví dụ:...

Các mối ghép sử dụng trong chế tạo máy có thể phân loại theo hình dạng bề mặt lắp ghép:

- *Lắp ghép bề mặt tròn*: Lắp ghép trụ tròn -bề mặt lắp ghép là bề mặt trụ tròn, Lắp ghép phẳng-bề mặt lắp ghép là bề mặt phẳng.
- *Lắp ghép ren*: bề mặt lắp ghép là bề mặt xoắn vít có dạng profin tam giác, hình thang...
- *Lắp ghép truyền động bánh răng*(hình trụ, côn, răng sóng...): bề mặt lắp ghép là bề mặt tiếp xúc một cách có chu kỳ của các răng bánh răng.

Đặc tính của lắp ghép bề mặt tròn được xác định bởi hiệu số kích thước bề mặt bao và bị bao. Hay nói cách khác, phụ thuộc vào vị trí tương quan miền dung sai của lỗ và trục lắp ghép được chia làm 3 loại:

- Lắp ghép có độ hở
- Lắp ghép trung gian
- Lắp ghép có độ dôi Dưới đây là sơ đồ phân bố của miền dung sai với lỗ là lỗ cơ bản:

Lắp ghép có độ hở là lắp ghép khi mà độ hở được đảm bảo trong mỗi ghép (hay nói cách khác miền dung sai của lỗ ở trên miền dung sai của trục) với các đặc tính sau:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei \quad \text{độ hở lớn nhất}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es \quad \text{độ hở nhỏ nhất}$$

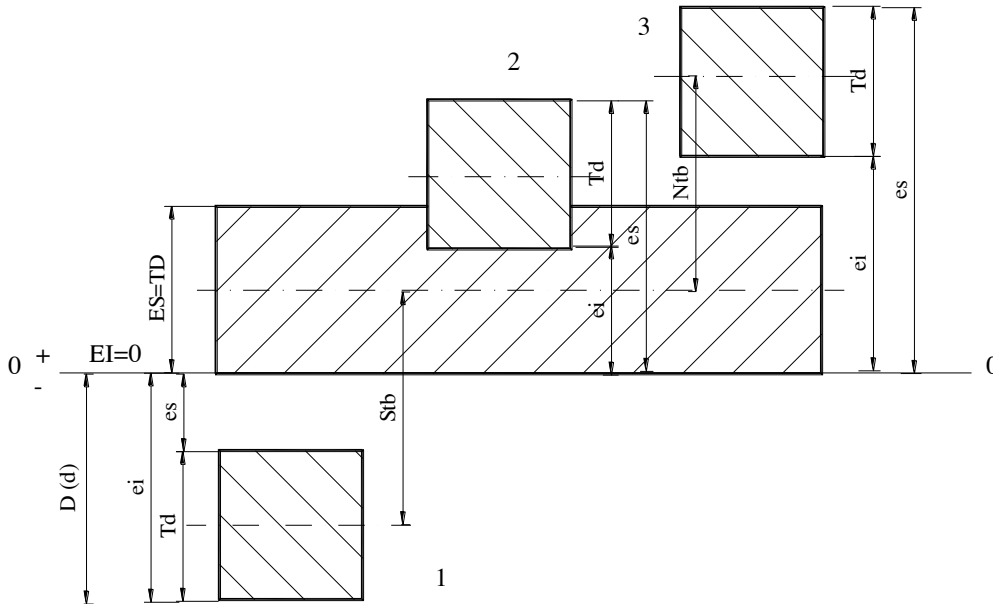
$$S_{tb} = (S_{\max} + S_{\min})/2 \quad \text{độ hở trung bình} \quad S_{\min} \text{ có thể bằng } 0$$

Lắp ghép có độ dôi là lắp ghép khi mà độ dôi được bảo đảm trong mỗi ghép (miền dung sai của lỗ nằm dưới miền dung sai của trục) với các đặc tính sau

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

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

$$N_{tb} = (N_{\max} + N_{\min})/2 \quad \text{độ dôi trung bình}$$



Lắp ghép trung gian: -Lắp ghép khi mà có thể nhận được độ hở cũng như là độ dôi (miền dung sai của lỗ và trục có thể giao nhau một phần hoặc toàn bộ) với các đặc tính:

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

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

Do độ không chính xác khi thực hiện kích thước của lỗ và trục nên độ hở và độ dôi trong mỗi ghép được tính toán xuất phát từ yêu cầu khai thác có thể không được đảm bảo đúng, do đó xuất hiện dung sai lắp ghép:

Dung sai lắp ghép: hiệu giữa độ hở cho phép lớn nhất và nhỏ nhất (dung sai độ hở TS trong lắp ghép có độ hở) hoặc là giữa độ dôi cho phép lớn nhất và nhỏ nhất (dung sai độ dôi TN trong lắp ghép có độ dôi)

$$T_S = S_{\max} - S_{\min}$$

$$T_N = N_{\max} - N_{\min}$$

Trong lắp ghép trung gian, dung sai lắp ghép được xác định bằng tổng các giá trị tuyệt đối của độ dôi lớn nhất và độ hở lớn nhất.

$$T_{N,S} = S_{\max} + N_{\max}$$

Đối với tất cả các loại lắp ghép, dung sai lắp ghép bằng tổng số lượng dung sai của lỗ và trục:

$$T_S = TD + td; \quad T_N = TD + td; \quad T_{N,S} = TD + td$$

1.3.3. Dãy số ưu tiên

Nhằm mục đích tiêu chuẩn hoá và thống nhất hoá các thông số và kích thước máy, các bộ phận và chi tiết của chúng người ta lập ra các dãy số ưu tiên (dãy thứ nhất của ưu tiên hơn dãy thứ 2, dãy thứ 2 hơn dãy thứ 3) phổ biến nhất là sử dụng các dãy số ưu tiên được xây dựng theo cấp số nhân và thuận tiện nhất là các cấp số nhân có số đầu là 1 và công bội $\varphi_n = \sqrt[n]{10}$

Theo chỉ dẫn của ISO sử dụng 4 dãy số ưu tiên với công bội φ như sau:

$$\sqrt[5]{10} = 1,5849 \cong 1,6 \text{ đối với dãy R5; (1,00; 1,60; 2,50; 4,00....)}$$

$$\sqrt[10]{10} = 1,2589 \cong 1,26 \text{ đối với dãy R10; (1,00; 1,25; 1,60; 2,00....)}$$

$$\sqrt[20]{10} = 1,1220 \cong 1,12 \text{ đối với dãy R20; (1,00; 1,12; 1,25; 1,40....)}$$

$$\sqrt[40]{10} = 1,0593 \cong 1,06 \text{ đối với dãy R40; (1,00; 1,06; 1,12; 1,18....)}$$

Trong các trường hợp riêng rẽ có cơ sở cho phép sử dụng dãy R80 với

$\varphi = \sqrt[80]{10}$ và các dãy dẫn suất ví dụ R10/3; 1; 2; 4; 8 ... bắt đầu từ bất kỳ 1 số nào hoặc trong từng khoảng có giá trị φ khác nhau.

Chương 2. SAI LỆCH CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CÁC BỀ MẶT CHI TIẾT

2.1. CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM

Định nghĩa: Chất lượng sản phẩm là tập hợp các tính chất và chỉ tiêu, xác định tính thích hợp của sản phẩm bảo đảm các yêu cầu cụ thể phù hợp với chức năng của chúng.

Chất lượng sản phẩm phụ thuộc vào trình độ kỹ thuật của ngành chế tạo máy và các lĩnh vực riêng rẽ của nó.

Các chỉ tiêu chất lượng để đánh giá sản phẩm ở bất kỳ dạng nào:

- Chỉ tiêu công dụng, được đặc trưng bởi hiệu suất có ích khi sử dụng sản phẩm
- Chỉ tiêu tin cậy và bền-chỉ tiêu công nghệ
- Chỉ tiêu thẩm mỹ
- Chỉ tiêu về tiêu chuẩn hoá và thống nhất hoá
- Chỉ tiêu kinh tế
- Chỉ tiêu về sáng chế

Đối với công nghệ chế tạo máy và chế tạo dụng cụ các đặc tính khai thác của máy và các cơ cấu là những chỉ tiêu chất lượng có hiệu quả nhất của chúng. Các đặc tính khai thác lại phụ thuộc vào mức độ (trình độ) kỹ thuật của nền công nghiệp chế tạo máy.

Các chỉ tiêu khai thác đó như là: Độ tin cậy, độ bền, chất lượng động của máy, chỉ tiêu công thái học (khoa học về lao động), tính kinh tế của việc khai thác.

Nhằm mục đích làm cho chất lượng sản phẩm ngày được nâng cao nhà nước ta ban hành 3 mức đánh giá sản phẩm:

- Cao cấp (được cấp dấu chất lượng)
 - Loại I
- Loại II

Đối với loại II phải loại bỏ và không được khuyến khích sản xuất.

2.2. KHÁI NIỆM VỀ SAI SỐ GIA CÔNG

Chất lượng chi tiết sau khi gia công được đánh giá thông qua giá trị các thông số hình học, động học, cơ học, lí hoá học... của chi tiết. Các giá trị đó hoàn toàn được xác định bởi quá trình gia công tạo thành chi tiết. Trong loạt

chi tiết gia công thì giá trị của một thông số nào đó thường khác nhau và khác với mong muốn. Sở dĩ có sự sai khác đó là do tác động của các sai số xuất hiện trong quá trình gia công, chính là các sai số gia công.

Định nghĩa: Trị số diễn tả mức độ khác nhau giữa chi tiết gia công và bản vẽ thiết kế gọi là sai số gia công.

Phân loại sai số gia công:

- **Theo dạng thông số:** Sai số kích thước, sai số hình dáng, vị trí, độ nhám bề mặt...
- **Theo qui luật xuất hiện sai số:** (đạch tính biến thiên) Sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên.

2.2.1. Sai số hệ thống

Định nghĩa: Sai số xuất hiện một cách cố định (sai số do gá đặt) đối với cả loạt hoặc thay đổi theo một qui luật nhất định (mài dao) khi chuyển từ chi tiết gia công này sang chi tiết gia công tiếp theo sau.

Như vậy sai số hệ thống bao gồm:

- Sai số hệ thống cố định: trị số và dấu của sai số không thay đổi suốt quá trình gia công loạt.
- Sai số hệ thống thay đổi: là loại sai số hệ thống biến đổi theo một qui luật xác định đối với thời gian gia công.

2.2.2. Sai số ngẫu nhiên

Định nghĩa: Sai số xuất hiện một cách ngẫu nhiên (do tổng hợp nhiều yếu tố ảnh hưởng, do độ dư gia công không đều) không theo một qui luật nào cả đối với các chi tiết khác nhau trong một loạt có các trị số khác nhau.

Nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên là nguyên nhân tác động lúc ít, lúc nhiều, lúc có, lúc không.

2.3. QUY LUẬT XUẤT HIỆN KÍCH THƯỚC THỰC TẾ TRONG CHẾ TẠO

Sai số gia công mang đặc tính ngẫu nhiên làm cho kích thước tạo thành trong quá trình gia công cũng biến đổi ngẫu nhiên. Ta gọi kích thước gia công là một đại lượng ngẫu nhiên. Để nghiên cứu đại lượng ngẫu nhiên kích thước ta phải dùng thống kê xác suất-là môn toán học chuyên nghiên cứu các đại lượng ngẫu nhiên.

Giả sử khi ta gia công một lô chi tiết N (chiếc) trên một máy đã điều chỉnh sẵn kích thước(thường trong ngành CTM $N=60...100$), do ảnh hưởng của nhiều yếu tố chỉ có n chiếc đạt yêu cầu ta nói xác suất sẽ là $P = \frac{n}{N}$.

Tính phụ thuộc giữa các giá trị số của đại lượng ngẫu nhiên và xác suất xuất hiện của chúng được xác định bởi qui luật phân bố xác suất của đại lượng ngẫu nhiên. Đặc tính phân tán của các giá trị thực nghiệm của đại lượng ngẫu nhiên trong đa số các trường hợp gần tương ứng với 1 qui luật phân bố lý thuyết nào đó.

Ví dụ:

- Sự tản mát của các giá trị khoảng chênh lệch tâm độ không đồng trục, sai lệch mặt đầu và hướng kính, độ không song song và không vuông góc của 2 bề mặt, độ không cân bằng... là những giá trị dương có thể tương ứng với qui luật tâm sai hoặc qui luật Mácxben.
- Sự tản mát độ không tin cậy của máy theo qui luật Veibull hay là qui luật số mũ.
- Sự phân tán giá trị của đại lượng ngẫu nhiên phụ thuộc vào nhiều yếu tố khi đó nó tuân theo qui luật phân bố chuẩn (qui luật Gauce).

Thực nghiệm thấy rằng: Sự tản mát của sai lệch chế tạo hoặc là do các kích thước dài và góc sai lệch khối lượng chi tiết, đại lượng độ cứng và các đại lượng vật lý và cơ khác đặc trưng cho tính chất của vật liệu gần đúng tuân theo qui luật phân bố chuẩn.

Ta đi vào cụ thể xét qui luật phân bố chuẩn đối với trường hợp khi gia công một lô N chi tiết được chế tạo theo một kích thước nhất định.

Như đã học trong chương trình toán cao cấp. Mật độ phân bố xác suất theo

qui luật phân bố chuẩn là $y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$

trong đó: x - là đại lượng ngẫu nhiên

$$a - \text{sai lệch trung bình số học } a = \frac{\sum x_i}{N}$$

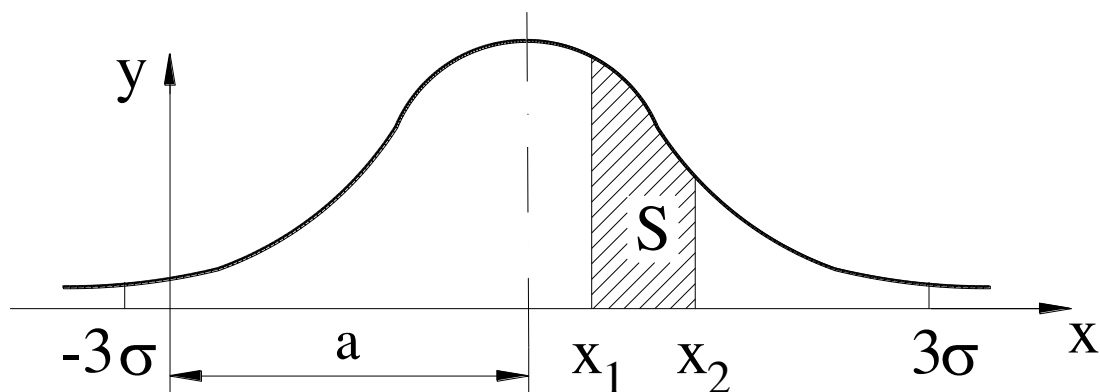
$$\sigma - \text{sai lệch bình phương trung bình } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - a)^2}{N}}$$

Đồ thị đường cong phân bố chuẩn

Xác suất xuất hiện các kích thước x trong khoảng $[x_1, x_2]$

$$P(x_1 < x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} y dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx = S$$

$$\text{đặt } \frac{x-a}{\sigma} = z \Rightarrow dx = \sigma dz$$



ta có:
$$P(x_1 < x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \Phi(z_2) - \Phi(z_1)$$

Các giá trị $\Phi(z)$ được tính sẵn trong bảng hàm Laplace.

Qua bảng này ta thấy rằng, nếu $-3\sigma < x < +3\sigma$ tức là $-3 < z < 3$ thì:

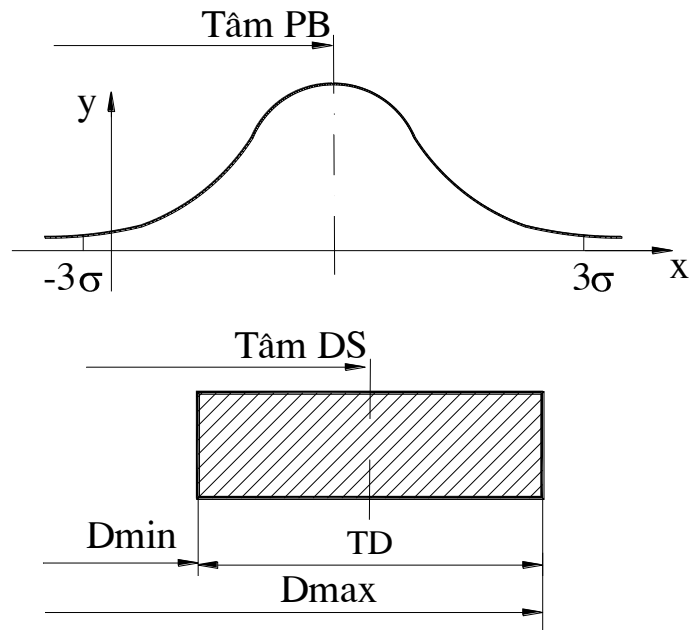
$$P_{(x_1 < x < x_2)} = \Phi_{(3)} - \Phi_{(-3)} = 2\Phi_{(3)} = 0,9973 \approx 1.$$

Với xác suất như thế có nghĩa là trong 10.000 trường hợp chỉ 27 trường hợp ở ngoài. Như vậy với khoảng $-3\sigma < x < +3\sigma$ xác suất xuất hiện kích thước có thể coi là 100%, hay nói cách khác hầu như kích thước chi tiết chỉ nằm trong miền trên mà thôi.

Theo khái niệm về “sai số gia công” nêu trên thì có thể nói miền 6σ là đặc trưng cho sai số gia công hay “độ chính xác gia công” kích thước chi tiết. Miền 6σ càng lớn thì sai số gia công càng lớn, độ chính xác gia công càng thấp; miền 6σ càng nhỏ thì sai số gia công càng bé, độ chính xác gia công càng cao.

Ta thấy rằng: chi tiết đạt yêu cầu là chi tiết có kích thước nằm trong miền dung sai (TD) và loạt chi tiết gia công đạt yêu cầu khi miền phân tán kích thước của loạt (6σ) nằm trong miền dung sai; như vậy:

- Nếu tâm PB \equiv tâm DS
 thì khi TD $\geq 6\sigma$ - sẽ không có phế phẩm
 khi TD $< 6\sigma$ - sẽ có phế phẩm
- Còn nếu tâm PB \neq tâm DS có thể có phế phẩm ngay cả khi TD $\geq 6\sigma$, tuy nhiên phế phẩm này ta có thể khắc phục được vì nguyên nhân gây ra chúng là sai số hệ thống cố định.



Qua những khảo sát và phân tích trên ta rút ra kết luận:

- ứng với các kích thước càng gần kích thước trung bình (TPB) thì số chi tiết xuất hiện càng nhiều và càng xa kích thước trung bình thì chi tiết xuất hiện càng ít.
- Hầu hết các chi tiết gia công trong loạt đều có kích thước nằm trong miền 6σ .

Muốn cho kích thước của loạt chi tiết gia công đạt yêu cầu thì ít nhất phải có điều kiện $6\sigma \leq TD$.

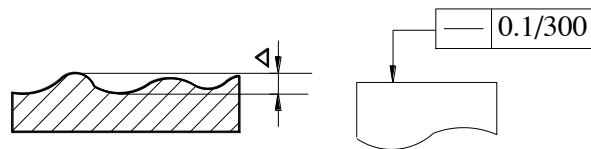
2.4.SAI LỆCH HÌNH DÁNG, VỊ TRÍ CỦA CÁC BỀ MẶT

Trong quá trình gia công, không chỉ kích thước mà hình dạng và vị trí các bề mặt của chi tiết cũng bị sai lệch. Sai lệch hình dạng và vị trí các bề mặt chi tiết cũng ảnh hưởng lớn đến chức năng sử dụng của chi tiết máy và bộ phận máy.

Các dạng sai lệch, cách xác định giá trị và ghi kí hiệu sai lệch và dung sai của chúng trên bản vẽ theo TCVN 2520-78 và TCVN 10-85.

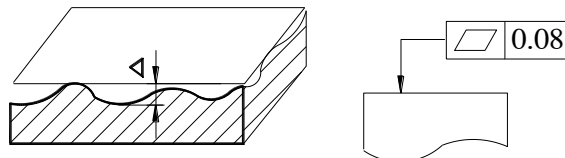
2.4.1. Sai lệch hình dáng bề mặt

- a. Độ thẳng: là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profin thực tới đường thẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn.



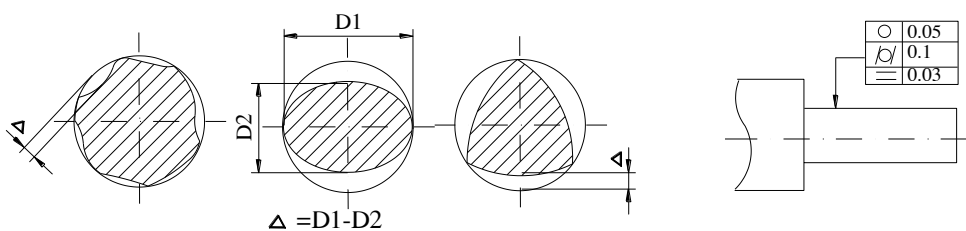
ký hiệu : -

- b. Độ phẳng: là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn.



ký hiệu : ▭

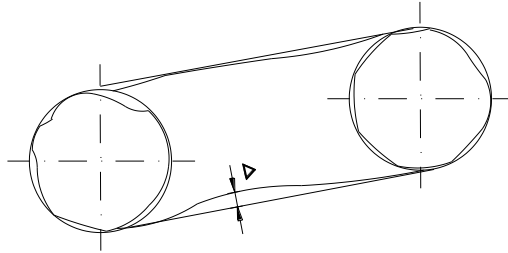
- c. Độ tròn: là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profin thực tới vòng tròn áp trong giới hạn của phần chuẩn.



ký hiệu : ○

Trường hợp đặc biệt: Độ ô van và Độ cạnh

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



Ký hiệu $\text{/}O\text{/}$

- đ. Sai lệch profile theo mặt cắt dọc trục: là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profile thực đến phía tương ứng của profile áp.

ký hiệu =

Trường hợp đặc biệt:

- Độ côn $\Delta = (D1 - D2)/2$.
- Độ trống $\Delta = (D1 - D2)/2$.
- Độ yên
- Độ cong trục

2.4.2. Sai lệch vị trí giữa các bề mặt

a, Độ song song:

- Sai lệch về 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.
- Sai lệch về 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.

Ký hiệu //

b, độ vuông góc: Ký hiệu \perp

c, Độ đồng trục: Ký hiệu --- Ký hiệu cũ

d, Độ đối xứng: Ký hiệu --- Ký hiệu cũ 4

đ, Độ lệch trục (bề mặt đối xứng) khỏi vị trí danh nghĩa Ký hiệu cũ +

e, Độ giao nhau của trục: sai lệch về độ giao nhau của trục là khoảng cách nhỏ nhất Δ giữa các đường trục giao nhau danh nghĩa.

Ký hiệu Ký hiệu cũ X

f, Độ đảo : Ký hiệu ↗ Bao gồm:

- Độ đảo hướng tâm là hiệu Δ 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.
- Độ đảo mặt đầu là hiệu Δ 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.

Theo TCVN 384-93 thì dung sai hình dạng và vị trí bề mặt được qui định tùy thuộc vào cấp chính xác của chúng. Tiêu chuẩn qui định theo 16 cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt và ký hiệu từ 1 -> 16 theo chiều giảm dần của độ chính xác. Cấp chính xác hình dạng và vị trí thường được chọn dựa vào phương pháp gia công bề mặt. Sau khi đã xác định được cấp chính xác, dựa vào kích thước danh nghĩa tra dung sai hình dạng và vị trí bề mặt theo các bảng tiêu chuẩn.

Đối với bề mặt trụ thì cấp chính xác hình dạng có thể dựa vào quan hệ giữa ccx hình dạng và ccx kích thước và độ ccx hình học tương đối của hình dạng bề mặt như bảng dưới đây.

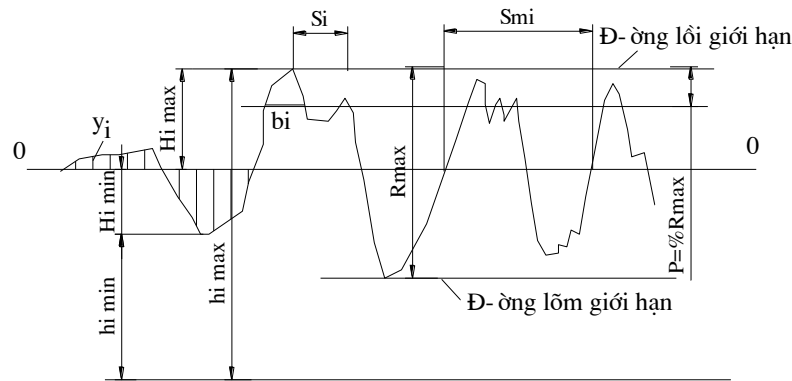
Độ chính xác hình học tương đối	Cấp chính xác kích thước											
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
	Cấp chính xác hình dạng											
Thường	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hơi cao		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cao			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Đặc biệt cao				1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.5. NHÁM BỀ MẶT

Định nghĩa: Nhám bề mặt là tập hợp các nhấp nhô của bề mặt có bước tương đối nhỏ và được xét trong giới hạn chiều dài chuẩn.

Để phân biệt rõ xem xét profin bề mặt sau gia công như hình dưới, ở đó có các loại mấp mô khác nhau:

- Những mấp mô có tỉ số giữa bước mấp mô (p) và chiều cao mấp mô (h) bé hơn hoặc bằng 50 thì thuộc về nhám bề mặt, mấp mô có chiều cao h_3 .
- Những mấp mô mà $50 \leq p/h \leq 1000$ thuộc về sóng bề mặt, mấp mô có chiều cao h_2 .
- Những mấp mô mà $p/h > 1000$ thuộc về sai lệch hình dạng, mấp mô có chiều cao h_1 .



Một số định nghĩa để nghiên cứu nhám bề mặt

- Đường trung bình 0 - 0 là đường có dạng Prôphin thực sao cho trong giới hạn chiều dài chuẩn l tổng bình phương các khoảng cách từ Prôphin thực đến nó có giá trị nhỏ nhất.
- Độ dài cơ sở (chiều dài chuẩn) l - độ dài của một khoảng bề mặt được chọn để đo độ nhám phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng bề mặt đó .

2.5.1. Các chỉ tiêu đánh giá độ nhám bề mặt:

- Sai lệch trung bình số học R_a là trung bình số học giá trị tuyệt đối của sai lệch Prôphin y_i so với đường trung bình trong giới hạn độ dài cơ sở.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx \approx \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

- Chiều cao trung bình của các mấp mô R_z - giá trị trung bình tuyệt đối độ cao của 5 mồm lồi lớn nhất $H_{i \max}$ và độ sâu của 5 phân lõm lớn nhất $H_{i \min}$ trong giới hạn của độ dài cơ sở.

$$R_z = \frac{\left| \sum_{i=1}^5 H_{i \max} \right| + \left| \sum_{i=1}^5 H_{i \min} \right|}{5} \quad \text{Hay là: } R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 h_{i \max} - \sum_{i=1}^5 h_{i \min}}{5}$$

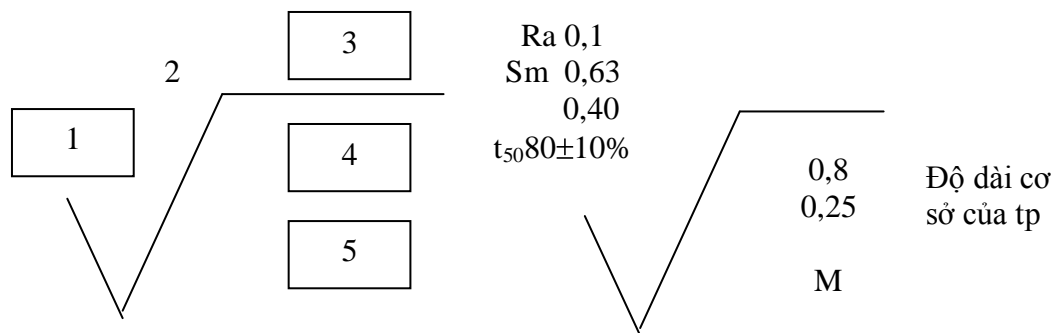
- **Chiều cao lớn nhất của các mấp mô R_{\max}** - khoảng cách giữa điểm cao nhất của phần lồi và điểm thấp nhất của phần lõm trong độ dài cơ sở.
- **Bước trung bình của các mấp mô theo đường trung bình S_m** là giá trị trung bình của các bước mấp mô trong độ dài cơ sở $S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$
- **Bước trung bình của các mấp mô theo đỉnh S-** giá trị trung bình của các khoảng cách giữa các đỉnh mấp mô đặc biệt trên độ dài cơ sở $S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$
- Chiều dài tựa tương đối của Prôphin t_p

$$t_p = \frac{\eta_p}{l} 100\% ; \eta_p = \sum_{i=1}^n b_i$$

Ở đây η_p - chiều dài tựa của Prôphin được xác định trên Prôphin cách đường lồi giới hạn 1 khoảng p

Ký hiệu độ nhám

Thông số độ nhám; 2- Ký hiệu (dấu); 3- Dạng gia công bề mặt và các chỉ dẫn khác; 4- Độ dài cơ sở; 5- Ký hiệu hướng mấp mô



Cụ thể:

Ở đây $p = 50 \% R_{\max}$

Nếu ký hiệu $\sqrt{1,25}$ thì $R_a = 1,25$, $l = 0,8$ mm

l- được chọn theo tiêu chuẩn phụ thuộc vào R_a và R_z

Nếu dấu $\sqrt{\quad}$ - có nghĩa là phương pháp tạo bề mặt không qui định

$\sqrt{\quad}$ - bề mặt được gia công bằng cắt gọt

$\sqrt{\quad}$ - bề mặt tạo thành không bằng phương pháp cắt gọt

Theo tiêu chuẩn Việt nam 2511 - 78 qui định có 14 cấp độ nhám bề mặt ký hiệu từ $\nabla 1$ đến $\nabla 14$ theo chiều giảm dần của độ nhám (hay là theo chiều tăng của cấp độ bóng)

Một số ví dụ ký hiệu các cấp độ bóng thường sử dụng khi thiết kế

Các bề mặt còn lại không ký hiệu nếu cùng cấp độ bóng thì có thể ký hiệu gộp lại trên góc bản vẽ.

Ví dụ $R_z 40$

Chương 3. DUNG SAI, LẮP GHÉP CÁC BỀ MẶT TRỤ TRÒN

3.1. CƠ SỞ ĐỂ QUI ĐỊNH DUNG SAI CÁC KÍCH THƯỚC

3.1.1. Quan hệ giữa dung sai và kích thước gia công

Thực nghiệm thấy rằng khoảng tản mát của kích thước phụ thuộc vào đường kính, kích thước gia công. Có thể sử dụng mối liên hệ $R = C\sqrt[n]{d}$

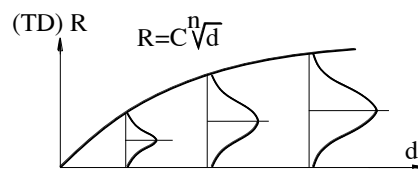
trong đó: R - khoảng tản mát của kích thước, mm

d - đường kính, kích thước gia công, mm

n và C - Các hệ số

Ví dụ làm trên máy tiện thì $n = 2.5 \dots 3,5$.

Như trên ta đã nghiên cứu thấy rằng để cho phế phẩm là ít nhất thì ta nên chọn dung sai TD~R.



Dưới đây là đồ thị phụ thuộc của độ tản mát vào đường kính.

Đồ thị phụ thuộc của dung sai vào đường kính

Từ đồ thị kết luận: Cùng cấp chính xác các kích thước khác nhau có dung sai khác nhau

3.1.2. Phân khoảng kích thước

Trong hệ thống dung sai ISO toàn bộ khoảng cách kích thước danh nghĩa đến 500mm được chia ra làm 13 khoảng: đến 3; > 3 đến 6; >6 đến 10; >10 đến 18; 400 đến 500.

Còn kích thước từ 500 đến 3150mm - làm 8 khoảng.

Nguyên tắc phân khoảng kích thước: sao cho dung sai tính theo kích thước biên so với dung sai tính theo kích thước trung bình của khoảng, khác nhau từ 5 đến 8%.

3.1.3. Đơn vị dung sai và cấp chính xác

Giá trị của miền dung sai IT được xác định theo cấp chính xác theo công thức: $IT_x = a \cdot i$

ở đây: x - số thứ tự của cấp chính xác

i - đơn vị dung sai; $i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D$ đối với KT từ 1 đến 500mm.

$i = 0,004D + 2,1$ đối với KT lớn hơn 500mm đến 3150mm.

$D = \sqrt{D_1 D_2}$; $D_1 D_2$ giá trị đầu và cuối của khoảng kích thước.

a - hệ số tương đối của cấp chính xác chọn từ dãy R5 (cùng cấp chính xác, cùng hệ số a). Như vậy a là hệ số phụ thuộc vào mức độ chính xác kích thước.

TCVN 2244-99 qui định 20 cấp chính xác kí hiệu IT01; IT0, IT1..., IT118 đối với KT đến 3150mm. Cụ thể:

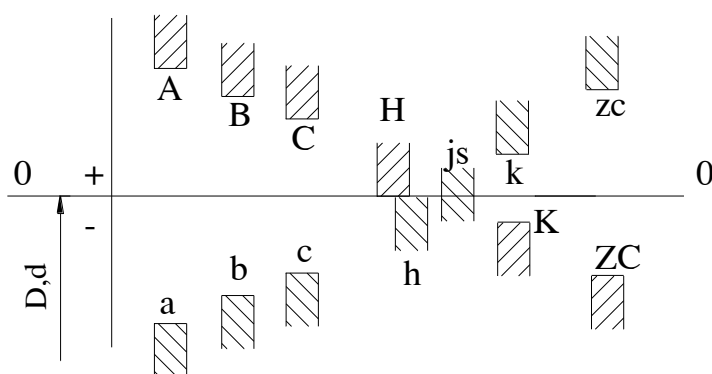
- IT01, IT0 : dành cho tương lai
- IT1÷IT4 dùng cho các KT yêu cầu độ chính xác rất cao như các KT của mẫu chuẩn, KT chính xác cao của chi tiết trong dụng cụ đo.
- IT5, IT6 thường sử dụng trong lĩnh vực cơ khí chính xác.
- IT7, IT8 thường sử dụng trong lĩnh vực cơ khí thông dụng.
- IT9÷IT11 thường sử dụng trong lĩnh vực cơ khí lớn (chi tiết có KT lớn).
- IT12÷IT16 thường sử dụng đối với những KT chi tiết yêu cầu gia công thô.

CCX	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9		IT17	IT18
a	7	10	16	25	40		1600	2500

3.1.4. Sai lệch cơ bản sử dụng trong hệ ISO

Để tạo nên mối ghép với độ hở và độ dôi khác nhau trong hệ ISO đối với kích thước đến 500mm sử dụng 27 kiểu sai lệch cơ bản của trục và lỗ. Ký hiệu: a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, j(jz), k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc.

Sau đây là sơ đồ phân bố miền dung sai



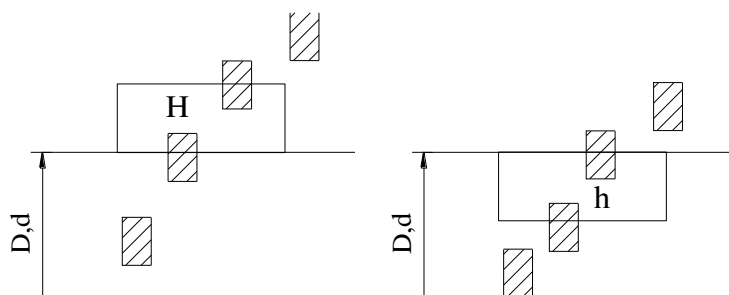
- Sai lệch A-H (a-h) dùng để tạo miền dung sai trong mỗi ghép có độ hở
- Sai lệch J-N(j,n) dùng để tạo miền dung sai trong mỗi ghép trung gian
- Sai lệch P-ZC(p-zc) dùng để tạo miền dsai trong mỗi ghép có độ dôi với trục cơ bản hoặc lỗ cơ bản tương ứng.
- Trị số các sai lệch cơ bản ứng với các KT khác nhau được qui định theo TCVN 2244-99.

3.2. LẮP GHÉP CÁC CHI TIẾT HÌNH TRỤ TRON

3.2.1. Hệ thống lắp ghép

- Hệ thống lỗ: Để có được mỗi ghép cần thiết ta cần chọn miền dung sai của trục tương ứng, còn miền dung sai của lỗ cơ bản không thay đổi.

Lỗ cơ bản là lỗ mà sai lệch dưới của nó = 0 hay là kích thước giới hạn nhỏ nhất bằng kích thước danh nghĩa.



- Hệ thống trục: Định nghĩa ngược lại

Sơ đồ phân bố miền dung sai: Để nhận được các mỗi ghép khác nhau trong hệ lỗ và trục

Khi nào chọn hệ thống trục khi nào chọn hệ thống lỗ?

Trong mọi trường hợp phải sử dụng hệ lỗ, chỉ sử dụng hệ trục khi cấu trúc không cho phép dùng hệ lỗ. ví dụbởi vì các dao để gia công lỗ như là dao chuốt, khoét, khoan ... là những dao đắt tiền với kích thước cố định phải sử dụng hệ lỗ để giảm được số lượng dao cần thiết còn đối với trục chỉ cần 1 dao là có thể gia công được các kích thước khác nhau với dung sai khác nhau để nhận được mỗi ghép tương ứng.

Chọn hệ thống trục khi:

- Kết cấu không cho phép.
- Gia công cắt gọt những trục KT nhỏ, đặc biệt là <1mm là khó và đắt hơn là gia công lỗ nhỏ.

Các lắp ghép được hình thành theo hệ thống trục hoặc lỗ được gọi là các lắp ghép tiêu chuẩn. Hình thành 3 nhóm lắp ghép tiêu chuẩn như sau (cụ thể xem TCVN 2245-99):

- Nhóm lắp ghép có khe hở gồm các lắp ghép : H/a;H/b;.....H/h. và A/h; B/h....H/h. Độ hở của lắp ghép giảm dần từ H/a đến H/h.
- Nhóm lắp ghép trung gian gồm các lắp ghép : H/js;H/k;H/m;H/n. và Js/h; K/h;M/h;N/h. Độ dôi của lắp ghép tăng dần từ H/js đến H/n.
- Nhóm lắp ghép có độ dôi gồm : H/p;H/r;H/s;H/t;H/u;H/v;H/z và P/h; R/h;S/h;T/h;V/h. Độ dôi của lắp ghép tăng dần từ H/p đến H/z.

3.2.2. Chọn lắp ghép hình trụ trơn

Trong TCVN các lắp ghép phải sử dụng trong hệ lỗ hoặc hệ trục. Nên ưu tiên sử dụng hệ lỗ, hệ trục chỉ khi cần thiết.

Trong các bảng 13 -18 TCVN (I) đưa ra các lắp ghép cơ bản.

Nếu sử dụng các môi lắp ghép khác không có trong bảng cần bảo đảm điều kiện:

- Các lắp ghép được sử dụng trong hệ lỗ hoặc hệ trục
- Dung sai của lỗ phải lớn hơn của trục và chênh lệch đó không vượt quá 2 cấp chính xác
- Các phương pháp được sử dụng trong việc chọn dung sai của mỗi ghép hình trụ trơn:
- Phương pháp tương tự
- Phương pháp đồng dạng
- Phương pháp tính toán

3.2.3. một số ví dụ sử dụng các dạng lắp ghép

a, Đối với nhóm lắp lỏng

- Lắp ghép H/h ($S_{\min} = 0$; $S_{\max} = TD + td$) dùng chủ yếu cho các cặp với độ định tâm và dẫn hướng cao, trong môi ghép cho phép quay và dịch chuyển dọc khi hiệu chỉnh và đôi khi trong lúc làm việc. Có thể sử dụng chúng thay mỗi ghép trung gian. Đối với các chi tiết quay chỉ sử dụng các môi ghép này ở tốc độ và tải trọng nhỏ.
- Mỗi ghép H6/ h5 - dùng đối với trường hợp định tâm cao. Ví dụ: trục đuôi vào thân ụ sau máy tiện, các bánh răng đo trên các trục chính của dụng cụ đo bánh răng.
- Mỗi ghép H7/h6 sử dụng khi độ định tâm đòi hỏi không cao (Các bánh răng thay thế trong máy, lỗ lắp ổ bi, các bạc dẫn hướng thay thế)
- Mỗi ghép H8/h7 - đối với các bề mặt định tâm không đòi hỏi độ đồng tâm cao.
- Các môi ghép H/h 9-12 cấp chính xác đối với môi ghép với yêu cầu định tâm thấp. Ví dụ: lắp ghép của bánh đai, bánh răng, li hợp và các chi tiết khác trên trục bằng then khi truyền chuyển động quay.
- Mỗi ghép H5/g4; H6/g5 và H7/g6 có độ hở được bảo đảm nhỏ nhất. Dùng cho các môi ghép động chính xác. Ví dụ van trượt trong máy khoan thủy lực, trục chính trong ụ đầu phân độ, trong các cặp pít tông...
- Mỗi ghép động H7/f7 - trong các ô trượt của các động cơ công suất nhỏ và vừa, trong động cơ đốt trong, trong hộp số của máy cắt gọt...
- Mỗi ghép H7/e8; H8/e8; H7/e7 và các môi ghép tương tự chúng có chính xác IT8 và IT9 bảo đảm mỗi ghép động khi ma sát lỏng. Sử dụng chúng cho các trục quay nhanh của các máy lớn.
- Mỗi ghép H7/c8 và H8/c8 - sử dụng đối với môi ghép không đòi hỏi độ định tâm cao. Sử dụng đối với các chi tiết trong môi ghép có hệ số dẫn dài ở t^0 cao khác nhau ví dụ Tuốc bin hơi, động cơ...

b, Đối với các nhóm lắp trung gian

- Các môi ghép trung gian H/J_s, H/k, H/m, H/n sử dụng trong các môi ghép cố định để định tâm chi tiết khi cần thiết có thể dịch chuyển hoặc thay thế.
- Mỗi ghép H/n sử dụng trong môi ghép khi truyền lực lớn, có va đập và rung động, cũng như là các bạc thành mỏng không cho phép sử dụng các chi tiết kẹp chặt. Lắp các môi ghép chi tiết vào môi ghép bằng máy ép.

- Mỗi ghép H/m có độ dôi trung bình nhỏ hơn trường hợp trước do đó sử dụng khi tải trọng tĩnh đáng kể hoặc tải trọng động nhỏ.
- Mỗi ghép H/k có độ hở trung bình gần bằng 0 do đó bảo đảm định tâm tốt (Mỗi ghép của bánh đai, bánh răng bằng then).
- Mỗi ghép H/j_s sử dụng chúng đối với các chi tiết của các cụm thường tháo dỡ, cũng như trong các trường hợp khi mà lắp ráp khó khăn.

c, Đối với các nhóm lắp có độ dôi

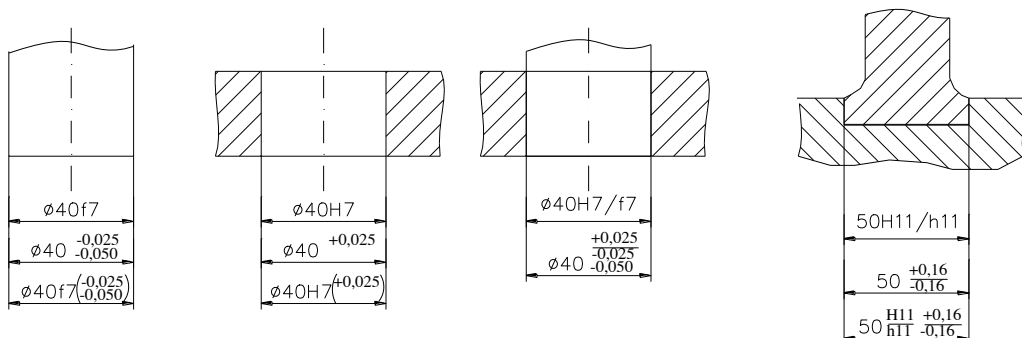
- H7/p6 - đối với các mối ghép của các chi tiết thành mỏng và khi tải trọng tác động không lớn.
- H7/r6 - các mối ghép của bạc dẫn hướng khoan với thân dẫn hướng bạc thanh truyền với thanh truyền.
- H7/s6 - Đối với mối ghép của trục dẫn hướng trung tâm của cần trục với đế.
- H7/u7 - Các mối ghép của may ơ và vành bánh của bánh răng trục vít, bạc của ổ bi trượt.
- H8/x8; H8/z8 - có độ dôi lớn sử dụng khi tải trọng lớn.

3.2.4. Ghi kích thước cho chi tiết và lắp ghép

Trên bản vẽ các sai lệch giới hạn được ghi ký hiệu bằng chữ hoặc bằng số (theo mm) bên cạnh kích thước danh nghĩa.

Sai lệch trên thì ghi ở trên, sai lệch dưới thì ghi ở phía dưới, sai lệch =0 thì không ghi. Sai lệch trên và dưới bằng nhau về trị số và ngược dấu thì chỉ ghi trị số và dấu ± ở phía trước.

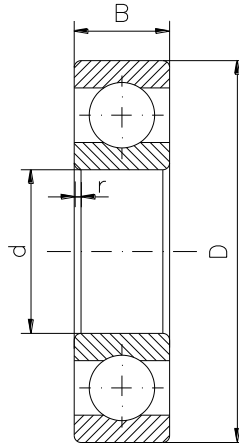
Kí hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số bên cạnh kích thước danh nghĩa.



3.3. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP Ổ LĂN

3.3.1. Dung sai cấp chính xác của ổ lăn

Kết cấu ổ lăn bao gồm vòng trong, vòng ngoài, bi và vòng cách (nếu có).

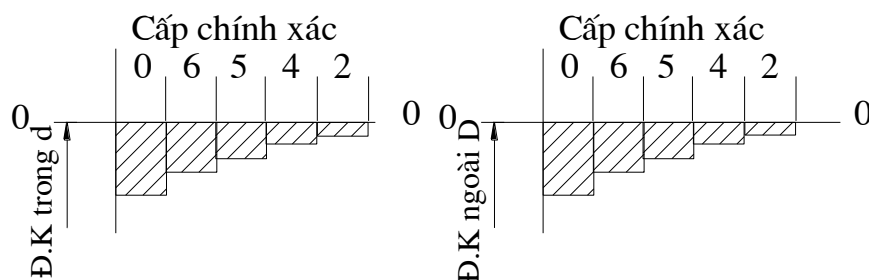


Thông số cơ bản của ổ lăn là độ hở hướng tâm (giữa bi và các đường chạy của bi). Nó không những phụ thuộc vào độ chính xác khi lắp ráp ổ bi mà còn phụ thuộc vào lắp ghép lên trục và vào thân máy.

TCVN 1484-85 qui định 5 cấp chính xác : 0; 6; 5; 4;2. Việc chọn cấp chính xác ổ lăn phụ thuộc vào độ chính xác khi quay và các điều kiện làm việc của cơ cấu. Sử dụng như sau:

- C.c.x 0 và 6 sử dụng trong CTM thông thường.
- C.c.x 5 và 4 sử dụng trong trường hợp cần độ chính xác quay cao và số vòng quay lớn. Ví dụ ổ trục động cơ cao tốc, ổ trục chính máy mài và những máy chính xác khác.
- C.c.x 2 dùng cho những dụng cụ đo chính xác và các máy siêu chính xác.

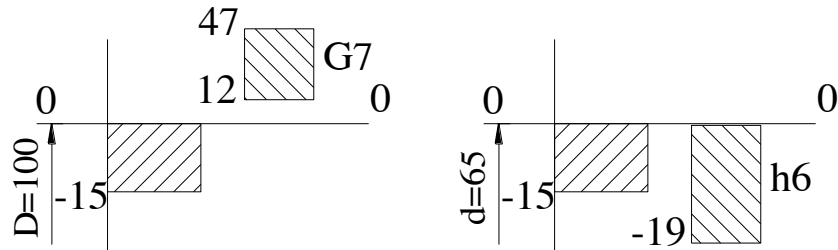
CCX chế tạo ổ thường được ghi ký hiệu cùng với số hiệu ổ, ví dụ 6-205. Đối với CCX 0 không ghi.



Sơ đồ phân bố miền dung sai của d , D phụ thuộc cấp chính xác

3.3.2. Lắp ghép ổ lăn

Lắp ghép vòng ngoài ổ lăn D với thân máy theo hệ thống trục. Lắp ghép vòng trong ổ lăn d với trục theo hệ thống lỗ nhưng miền dung sai đường kính vòng trong ổ lăn không hướng lên như bình thường mà hướng xuống nhằm mục đích nhận được mỗi ghép có độ dôi không lớn mà không cần phải lắp ghép đặc biệt mà chỉ cần miền dung sai của trục là $n6$, $m6$, $k6$, j_s6 hoặc là các



miền này với cấp chính xác IT4, IT5 là có thể được.

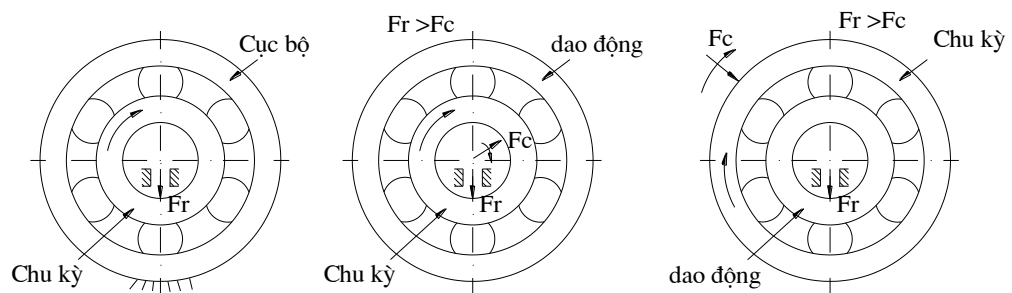
Không sử dụng các dạng lắp ghép với độ dôi lớn vì các vòng ổ lăn thành mỏng và khó nhận được độ hở hướng tâm theo yêu cầu.

3.3.3. Chọn lắp ghép ổ lăn

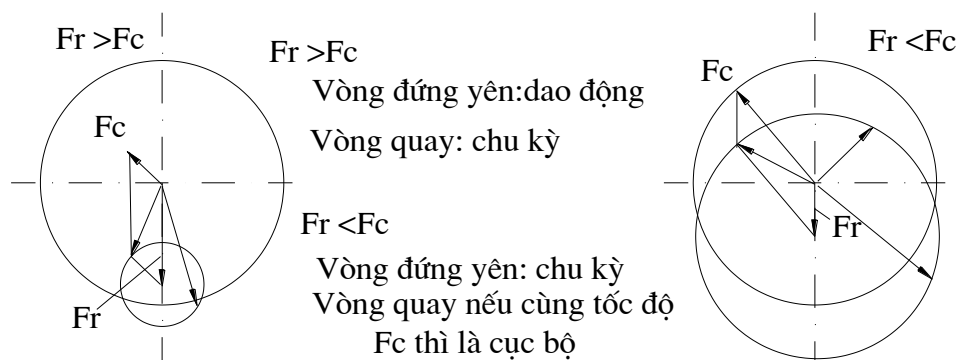
Chọn lắp ghép phụ thuộc vào: Dạng và kích thước ổ lăn, điều kiện làm việc của nó, độ lớn và đặc tính của các tải trọng tác dụng lên nó và dạng của tải trọng vòng bi.

Phân biệt 3 dạng cơ bản tải trọng trong của các vòng bi: Cục bộ, chu kỳ và dao động.

- *Tải trọng cục bộ*: Khi tải trọng hướng tâm F_r được thu nhận bởi một phần giới hạn của đường lăn và được truyền cho một phần bề mặt lắp ghép của trục hoặc thân tương ứng. Lúc này lực F_r cố định hoặc F_r quay cùng tốc độ với vòng.



- *Tải trọng chu kỳ*: Khi tải trọng hướng tâm F_r được thu nhận bởi toàn bộ đường lăn và được truyền cho toàn bộ bề mặt lắp ghép của trục hoặc thân tương ứng. Nó có thể là trường hợp vòng quay quanh lực F_r hướng không đổi hoặc là khi lực hướng tâm F_c quay tương đối quanh vòng.
- *Tải trọng dao động*: Là lúc mà nó chịu một lực hướng tâm tác động vào một phần đường lăn nhưng điểm đặt của lực có dao động trong một



phần đường lăn ấy theo chu kỳ quay của lực.

Đối với vòng chịu tải trọng cục bộ chọn môi ghép lỏng, chu kỳ chọn lắp chặt, dao động chọn trung gian.

Môi ghép của các vòng chịu tải trọng cục bộ và dao động chọn theo bảng trong tiêu chuẩn.

Còn lắp ghép của các vòng chịu tải trọng chu kỳ chọn theo cường độ tải trọng sau đó dựa vào bảng tra ra.

$$\text{Cường độ tải trọng được tính: } P_R = \frac{R}{B} \cdot K_d \cdot F \cdot F_A \quad (\text{N/mm})$$

ở đây: R- Tải trọng tác dụng lên ổ; N

K_d - Hệ số động lực học của lắp ghép

F - Hệ số tính đến mức giảm độ dôi của lắp ghép do ảnh hưởng của trục rỗng hoặc thành mỏng.

F_A - Hệ số phân bố không đều của lực hướng tâm khi có lực dọc trục A tác dụng (đối với ổ lăn 2 dãy)

$K_d = 1 \mid 8$ phụ thuộc vào đặc tính của tải ($K_d = 1$ khi quá tải đến 150%; $K_d = 1,8$ khi quá tải đến 300%)

Đối với các cặp chính xác ổ lăn thường dùng các lắp ghép sau:

- Vòng trong với trục: 0;6: n6, m6, k6, js6, h6, g6, f7

4;5: n5, m5, k5, js5, h5, g5

- Vòng ngoài với lỗ : 0;6: N7, M7, K7, Js7, H7, G7

4;5: N6, M6, K6, Js6, H6, G6

Khi lắp ghép mỗi ghép ổ lăn: Ký hiệu lắp ghép chỉ điền cho trục hoặc bạc còn của ổ lăn không điền.

3.4. KIỂM TRA KÍCH THƯỚC BẰNG DỤNG CỤ CHUYÊN DỤNG- CALÍP GIỚI HẠN

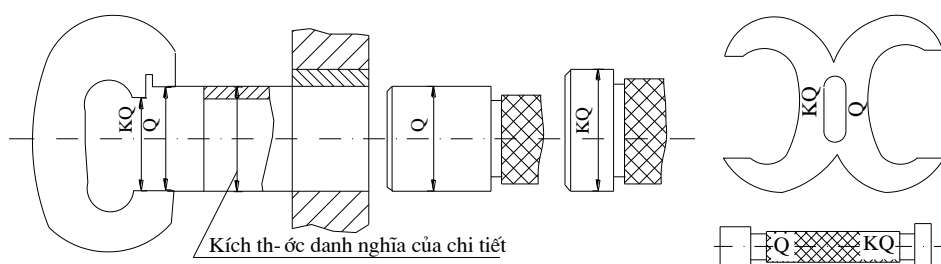
3.4.1. Kết cấu, phân loại calíp

Công dụng: Calíp là dụng cụ chính để kiểm tra độ chính xác của chi tiết (với cấp chính xác chi tiết từ IT5 -> IT7) được sản xuất hàng loạt hoặc hàng khối.

Cấu tạo của calíp dựa trên nguyên tắc : $d_{\min} \leq d \leq d_{\max}$ nghĩa là được cấu tạo bởi 2 đầu : Qua (Q) và không qua (KQ)

Theo hình dáng calíp phân thành:

- Calíp hàm để kiểm tra trục



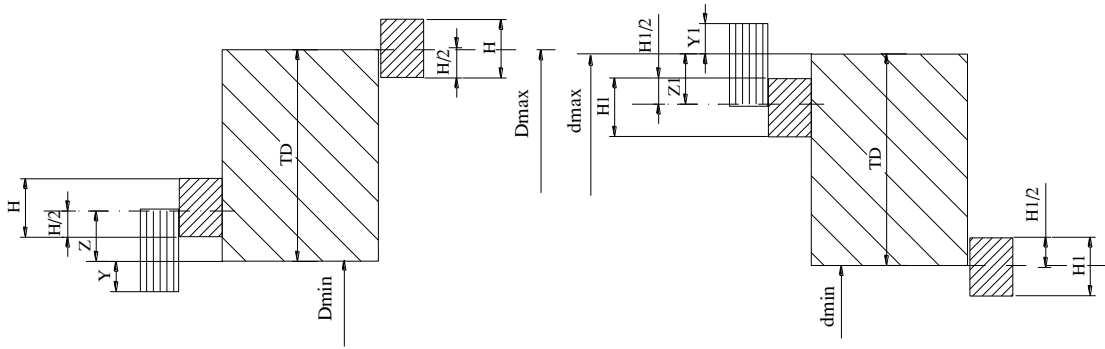
- Calíp nút để kiểm tra lỗ

Theo chức năng phân thành:

- Calíp thợ: Dùng để kiểm tra chi tiết trong quá trình gia công (Q và KQ)
- Calíp kiểm: Dùng để kiểm tra calíp thợ K-Q- calíp kiểm qua K-KQ- calíp kiểm không qua KM- Q- calíp kiểm để kiểm tra độ mòn đầu qua của calíp thợ.

3.4.2. Dung sai kích thước calíp thợ

Sơ đồ phân bố dung sai của calíp thợ đối với các kích thước đến 180mm CCX: IT5, 6, 7, 8



$H(H_1)$ - dung sai chế tạo calíp nút (hàm)

$Z(Z_1)$ Sai lệch trung bình đầu qua của calíp nút (hàm)

$Y(Y_1)$ lượng vượt kích thước cho phép của calíp nút (hàm) mòn đầu Q so với kích thước giới hạn nhỏ nhất (lớn nhất) của lỗ (trục). Với CCX IT9...IT18 lượng $Y(Y_1)$ thu hẹp đến kích thước giới hạn.

Đối với các kích thước lớn hơn 180mm sơ đồ phân bố miền dung sai có trong bảng TCVN: có $a(a_1)$ miền an toàn bù cho sai số đo.

Dung sai chế tạo và sai lệch dưới hạn kích thước calíp được qui định theo TCVN 2809-78 và TCVN 10-70.

3.4.3. Kích thước chế tạo calíp thợ

Trên bản vẽ chế tạo, kích thước danh nghĩa của calíp là kích thước giới hạn mà nó tương ứng với lượng kim loại lớn nhất cho calíp. Do đó:

- Calíp nút: kích thước danh nghĩa là kích thước giới hạn lớn nhất. Sai lệch trên =0, sai lệch dưới có giá trị tuyệt đối bằng trị số dung sai chế tạo calíp.
- Calíp hàm: kích thước danh nghĩa là kích thước giới hạn nhỏ nhất. Sai lệch dưới =0, sai lệch trên có giá trị tuyệt đối bằng trị số dung sai chế tạo calíp.

Đối với calíp thợ ở hình trên có các kích thước sau:

$$\text{Calíp nút: } Q = (D_{\min} + Z + H/2)_{-H}$$

$$KQ = (D_{\max} + H/2)_{-H}$$

$$\text{Calíp hàm: } Q = (d_{\max} - Z_1 - H_1/2)^{-H_1}$$

$$KQ = (d_{\min} - H_1/2)^{-H_1}$$

Ví dụ: Tính toán kích thước của calíp nút để kiểm tra lỗ $\sqrt{30F8} \left(\begin{smallmatrix} +0,033 \\ +0,020 \end{smallmatrix} \right)$

Tra bảng $Z=0,005$; $H=0,004$

$$Q = (30,02 + 0,005 + 0,004/2)_{-0,004} = 30,027_{-0,004}$$

$$KQ = (30,033 + 0,004/2)_{-0,004} = 30,035_{-0,004}$$

Chương 4. DUNG SAI, LẮP GHÉP CÁC MỐI GHÉP THEN, THEN HOA, CÔN, REN VÀ TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

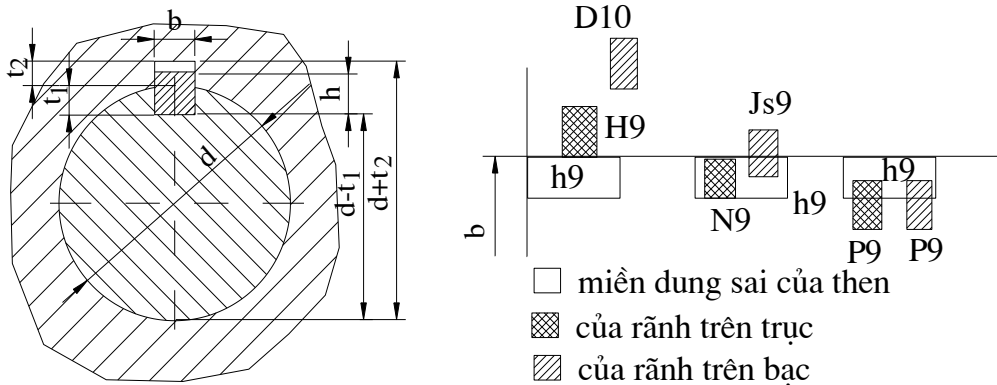
4.1. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN

Mối ghép then của bạc, bánh đai, li hợp, tay nắm và các chi tiết máy khác với trục được dùng khi cần truyền mômen xoắn nhất định.

Người ta sử dụng chúng khi mà không có yêu cầu cao tới độ định tâm của các chi tiết lắp ghép.

Hình dưới là sơ đồ lắp ghép theo bề rộng then (b): có 3 kiểu lắp ghép then (TCVN 4216-86÷4218-86)

- Lắp ghép tự do
- Lắp ghép bình thường
- Lắp ghép khít



Sơ đồ lắp ghép theo bề rộng then

Đồng thời tiêu chuẩn qui định: sai lệch chiều cao then (h) theo h11; chiều sâu rãnh trên trục t_1 ; rãnh trên ống t_2 hoặc sai lệch kích thước $d-t_1$ và $d+t_2$ và cũng như chiều dài then theo h14 và chiều dài rãnh trên trục theo H15.

4.2. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP THEN HOA

Mối ghép then hoa cho phép truyền được mômen xoắn lớn, có độ bền mỏi cao, độ chính xác định tâm và dẫn hướng. Điều đó đạt được bằng cách phân bố đều các răng theo vòng tròn và bằng độ chính xác cao kích thước, hình dáng và vị trí của chúng.

Phụ thuộc vào prôfin của răng, mối ghép then hoa chia thành:

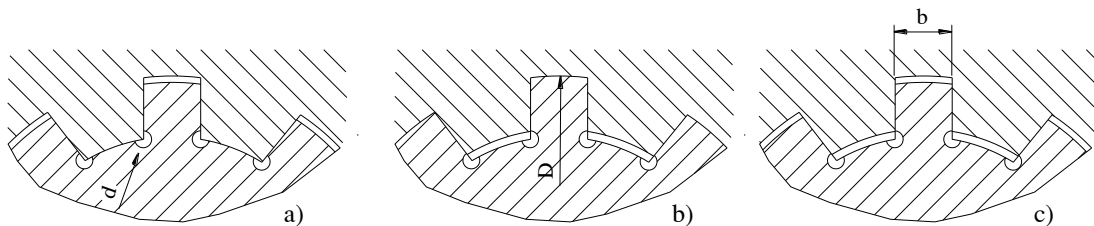
- Mỗi ghép then hoa dạng răng hình chữ nhật.
- Mỗi ghép then hoa dạng răng thân khai.
- Mỗi ghép then hoa dạng răng hình tam giác.

Nhưng trong CTM hiện nay dùng phổ biến nhất là mỗi ghép then hoa dạng răng hình chữ nhật. Tiếp dưới đây chúng ta nghiên cứu dạng này.

4.2.1. Các phương pháp đồng tâm mỗi ghép then hoa

1. Đồng tâm theo đường kính trong d

Sử dụng khi lỗ có độ cứng cao và không thể gia công nó bằng dao trượt tinh (mà chỉ có thể gia công bằng mài trong) hoặc là trục dài bị cong vênh nhiều sau nhiệt luyện. Phương pháp này bảo đảm độ đồng tâm cao, sử dụng nó thường cho mỗi ghép động.



2. Đồng tâm theo đường kính ngoài D

Sử dụng khi lỗ không nhiệt luyện hoặc khi độ cứng của nó cho phép sửa bằng trượt, còn trục-phay đến khi nhận được kích thước cuối cùng, đường kính ngoài của trục-mài.

Phương pháp đồng tâm này đơn giản, kinh tế.

Sử dụng nó đối với mỗi ghép cố định và cũng như mỗi ghép động chịu tải không lớn.

3. Đồng tâm theo bề rộng then hoa

Sử dụng thích hợp khi truyền tải đổi dấu, mômen xoắn lớn và cũng như khi chuyển động đảo chiều.

Phương pháp này bảo đảm sự phân bố đều tải trọng giữa các răng nhưng không bảo đảm độ đồng tâm cao do đó ít sử dụng.

4.2.2. Dung sai, lắp ghép then hoa, ký hiệu

Dung sai, lắp ghép then hoa tương tự như đối với hình trụ tròn. Trong TCVN 2324-78 đưa ra một số miền dung sai lắp ghép thích hợp của then hoa phụ thuộc vào các phương pháp định tâm.

Trị số sai lệch giới hạn của các miền dung sai chỉ dẫn theo TCVN 2245-99. Với các miền dung sai đã qui định ta có thể hình thành hàng loạt các

kiểu lắp đặc tính khác nhau sử dụng cho lắp ghép then hoa. Tuy nhiên chỉ ưu tiên sử dụng một số kiểu lắp như sau:

- a. Khi định tâm theo D có thể chọn là: H7/f7 hoặc H7/js6; theo b có thể chọn: F8/f7 hoặc F8/js7.
 - Trường hợp bạc then hoa lắp cố định trên trục thì ta chọn kiểu lắp theo D là H7/js6 và theo b là F8/js7.
 - Trường hợp bạc then hoa di trượt trên trục thì ta chọn kiểu lắp theo D là H7/f7 và theo b là F8/f7.
- b. Khi định tâm theo d thì d có thể chọn là: H7/f7 hoặc H7/g6; theo b có thể chọn: D9/h9 hoặc D9/js7; F10/f9 hoặc D10/js7.

Các thông số cơ bản để ký hiệu then hoa: Z, d, D, b.

Ví dụ ký hiệu: Z=8; d=36mm; D=40mm; b=7mm.

$$d-8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h9}$$

$$D-8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{h7} \times 7 \frac{F7}{f7}$$

$$b-8 \times 36 \times 40 \frac{H12}{h11} \times 7 \frac{F8}{f8}$$

4.2.3. Các phương pháp kiểm tra then hoa

4.3. DUNG SAI KÍCH THƯỚC GÓC VÀ LẮP GHÉP CÔN TRƠN

4.3.1. Dung sai kích thước góc

1. Kích thước góc danh nghĩa

Kích thước góc danh nghĩa đã được tiêu chuẩn hoá theo TCVN 259-86. Tiêu chuẩn đã đưa ra ba dãy kích thước góc danh nghĩa.

2. Góc côn và độ côn

Góc côn α là góc giữa hai đường sinh trong mặt cắt dọc của côn như hình bên.

Độ côn c là tỉ số của hiệu đường kính 2 mặt cắt ngang với khoảng cách giữa chúng. Đối với côn cụt, nó là tỉ số hiệu đường kính đáy lớn và đáy nhỏ với chiều dài côn:

$$C=(D-d)/L=2\text{tg}(\alpha/2)$$

3. Dung sai

Dung sai kích thước góc được kí hiệu là: AT (angle tolerance). Trị số dung sai được tính bằng hiệu số giữa góc giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất:

$$AT=\alpha_{\max}-\alpha_{\min}$$

Dung sai kích thước góc có thể biểu thị bằng đơn vị góc (radian hoặc độ, phút, giây góc), hoặc bằng đơn vị dài (μm). Tùy theo đơn vị biểu thị ta có:

- AT_{α} - dung sai góc tính theo đơn vị góc (radian)
- AT'_{α} -trị số qui tròn của dung sai góc tính theo độ, phút, giây.
- AT_h - dung sai góc được biểu diễn bằng đoạn vuông góc với một cạnh của góc tại vị trí cách đỉnh mỗi khoảng L_1 và nằm đối diện với góc dung sai AT (hình dưới).

$$AT_h = AT_{\alpha} \cdot L_1 \cdot 10^{-3}; \quad \text{với } AT_h, \mu\text{m}; \quad AT_{\alpha}, \mu\text{rad}; \quad L_1, \text{mm}.$$

- AT_D - dung sai góc côn được biểu diễn bằng dung sai hiệu đường kính của hai mặt cắt vuông góc với trục côn và cách nhau một khoảng L đã cho.
 - Khi góc côn có độ côn $C \leq 1:3$ thì $AT_D = AT_h$
 - Khi góc côn có độ côn $C > 1:3$ thì $AT_D = AT_h / \cos(\alpha/2)$; α -góc côn danh nghĩa.

4. Cấp chính xác

Trị số dung sai kích thước góc phụ thuộc vào mức độ chính xác của kích thước góc. Đối với kích thước góc, TCVN260-86 qui định 17 cấp chính xác kí hiệu là: 1,2,3,...17. Trị số dung sai phụ thuộc cấp chính xác và khoảng chiều dài danh nghĩa L .

5. Sơ đồ phân bố miền dung sai

Miền dung sai AT được phân bố về phía dương hoặc âm, hoặc đối xứng đối với kích thước góc danh nghĩa tùy theo yêu cầu chế tạo chi tiết và lắp ghép.

4.3.2. Lắp ghép côn trơn

Lắp ghép côn được dùng phổ biến là nhờ các tính chất ưu việt của chúng như: độ kín, độ bền cao, có thể dễ dàng điều chỉnh khe hở và 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.

1. Đặc tính của lắp ghép côn trơn

Tùy theo đặc tính lắp ghép mà lắp ghép côn trơn được phân làm 3 loại: lắp ghép có độ dôi (lắp ghép cố định), lắp ghép có độ hở (lắp động) và lắp ghép khít.

Độ hở và độ dôi của lắp ghép tùy thuộc vào vị trí hướng trục của chi tiết lắp ghép. Vị trí hướng trục của chi tiết côn trơn được xác định so với mặt chuẩn đã cho (xem hình).

2. Mặt phẳng chuẩn

Mặt phẳng chuẩn của côn là mặt phẳng vuông góc với đường tâm côn. Khi đã chọn mặt phẳng chuẩn thì vị trí hướng trục của côn đã cho so với côn lắp ghép với nó được xác định bằng khoảng cách chuẩn Z_p .

Khoảng cách chuẩn là khoảng cách giữa các mặt chuẩn của côn lắp ghép đo theo hướng trục của côn (xem hình).

Tương ứng với các kích thước giới hạn của ác thông số côn ta có các khoảng cách chuẩn giới hạn: Z_{pmax} , Z_{pmin} . Dung sai khoảng cách chuẩn T_p được tính như sau: $T_p = Z_{pmax} - Z_{pmin}$.

Z_{pmax} , Z_{pmin} - khoảng cách chuẩn giới hạn ở vị trí ban đầu của côn.

Khi thực hiện lắp ghép hai chi tiết côn với nhau thì tùy theo đặc tính lắp ghép mà vị trí của côn dịch chuyển tương đối với nhau một lượng E_a . Vị trí sau khi lắp ghép ta gọi là vị trí cuối của côn P_f .

3. Sai lệch và dung sai các yếu tố kích thước côn

Xác định sai lệch và dung sai của các yếu tố kích thước chi tiết côn xuất phát từ sai lệch và dung sai đã cho của khoảng cách chuẩn của mỗi ghép hoặc ngược lại có thể xác định sai lệch và dung sai khoảng cách chuẩn của mỗi ghép xuất phát từ sai lệch và dung sai của các yếu tố kích thước chi tiết côn đa cho theo yêu cầu và khả năng công nghệ. Để tiến hành tính toán ta thiết lập quan hệ về sai lệch và dung sai giữa chúng.

Xét lắp ghép côn hình bên. α_e - góc côn của côn ngoài; α_i - góc côn của côn trong.

Trường hợp $\alpha_e > \alpha_i$:

$$\text{Ta có: } Z_p = \frac{d_1 - D_1}{2tg\alpha_e / 2}$$

Thay D_1 bằng kích thước D_2 được kiểm tra dễ dàng bằng calíp giới hạn.

$$D_1 = D_2 + L_1 \cdot 2tg\alpha_i / 2.$$

$$\text{Thay vào ta có: } Z_p = \frac{d_1 - D_2}{2tg\alpha_e / 2} - L_1 \frac{tg\alpha_i / 2}{tg\alpha_e / 2}$$

Từ trên suy ra:

$$Z_{pmax} = \frac{es_{d_1} - EI_{D_2}}{2tg(\alpha / 2)} - \frac{2Z_p}{\sin\alpha} ei_{\alpha_e} - \frac{2L_1}{\sin\alpha} EI_{\alpha_i} - EI_{L_1}$$

$$Z_{pmin} = \frac{ei_{d_1} - ES_{D_2}}{2tg(\alpha / 2)} - \frac{2Z_p}{\sin\alpha} es_{\alpha_e} - \frac{2L_1}{\sin\alpha} ES_{\alpha_i} - ES_{L_1}$$

$$T_p = \frac{AT_{d_1} + AT_{D_2}}{2tg(\alpha / 2)} + \frac{2Z_p}{\sin\alpha} AT_{\alpha_e} + \frac{2L_1}{\sin\alpha} AT_{\alpha_i} + T_{L_1}$$

ở đây:

Z_{pmax}, Z_{pmin}, T_p - sai lệch giới hạn và dung sai khoảng cách chuẩn của mỗi ghép.

$es_{d_1}, ei_{d_1}, AT_{d_1}$ - sai lệch giới hạn và dung sai đường kính d_1 của côn ngoài.

$ES_{D_2}, EI_{D_2}, AT_{D_2}$ - sai lệch giới hạn và dung sai đường kính D_2 của côn trong.

$es_{\alpha_e}, ei_{\alpha_e}, AT_{\alpha_e}$ - sai lệch giới hạn và dung sai góc côn của côn ngoài (trục côn).

$ES_{\alpha_i}, EI_{\alpha_i}, AT_{\alpha_i}$ - sai lệch giới hạn và dung sai góc côn của côn trong (lỗ côn).

$ES_{L_1}, EI_{L_1}, T_{L_1}$ - sai lệch giới hạn và dung sai của kích thước chiều dài L_1 .

Đối với côn có $1:50 \leq C \leq 1:6$ thì $\sin \alpha \approx 2 \operatorname{tg}(\alpha/2) = C$, ta có:

$$Z_{p \max} = \frac{1}{C} (e s_{d1} - EI_{D2} - 2 Z_p e i_{\alpha_e} - 2 L_1 EI_{\alpha_i}) - EI_{L1}.$$

$$Z_{p \min} = \frac{1}{C} (e I_{d1} - ES_{D2} - 2 Z_p e s_{\alpha_e} - 2 L_1 ES_{\alpha_i}) - ES_{L1}.$$

$$T_p = \frac{1}{C} (AT_{d1} + AT_{D2} + 2 Z_p AT_{\alpha_e} + 2 L_1 AT_{\alpha_i}) + T_{L1}.$$

Trường hợp $\alpha_e < \alpha_i$:

$$Z_{p \max} = \frac{1}{C} (e s_{d1} - EI_{D2} - 2 Z_p EI_{\alpha_i} - 2 L_2 e i_{\alpha_e}) - EI_{L2}.$$

$$Z_{p \min} = \frac{1}{C} (e i_{d1} - ES_{D2} - 2 Z_p ES_{\alpha_i} - 2 L_2 e s_{\alpha_e}) - ES_{L2}.$$

$$T_p = \frac{1}{C} (AT_{d1} + AT_{D2} + 2 Z_p AT_{\alpha_i} + 2 L_2 AT_{\alpha_e}) + T_{L2}.$$

4.4. DUNG SAI LẮP GHÉP MỖI GHÉP REN HỆ MÉT

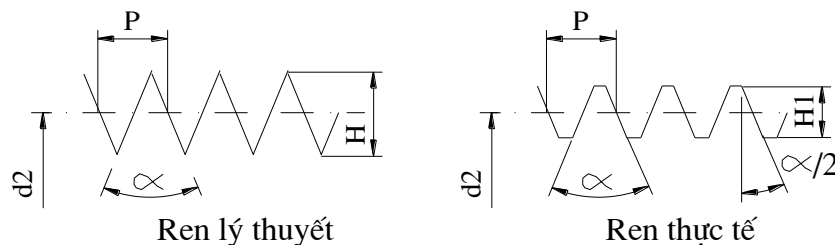
Trong đa số các máy hiện đại 60% chi tiết có ren.

Theo chức năng khai thác thì ren bao gồm: Ren công dụng chung và ren đặc biệt.

Ren công dụng chung như là:

- Ren kẹp chặt (ren hệ mét, hệ Anh)
- Ren động học (ren hệ mét, hệ Anh)
- Ren ống (trụ ống và côn ống)

4.4.1. Các thông số cơ bản của ren hệ mét



Các thông số kích thước cơ bản của ren được trình bày theo TCVN 2248-77 gồm có các thông số cơ bản: Đường kính trung bình (d_2, D_2); bước ren P và góc prôfin α .

Ngoài ra còn: Khoảng chạy $t=P.n$; nửa góc prôfin $\alpha/2$; đường kính ngoài của ren (d,D)- trị số của chúng dùng để ký hiệu ren; đường kính trong (d_1,D_1).

Prôfin của ren hệ mét được hướng dẫn theo TCVN

4.4.2. Hệ thống dung sai và lắp ghép mối ghép ren hệ mét

Ren trong và ren ngoài công dụng chung cũng như đa số ren đặc biệt được nối ghép với nhau theo cạnh bên của prôfin. Khả năng tiếp xúc theo đỉnh và đáy ren được loại trừ bởi sự phân bố tương ứng của miền dung sai theo đường kính $d(D)$ và (d_1,D_1) .

TCVN 1917-93 qui định các cấp chính xác chế tạo ren theo bảng.

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

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

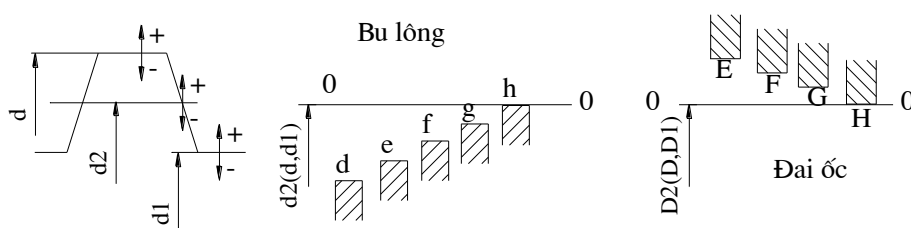
Phụ thuộc vào đặc tính nối ghép theo bề mặt bên của prôfin (tức là theo đường kính trung bình) phân biệt: lắp ghép với độ hở, với độ dôi và lắp ghép trung gian)

Tuy nhiên độ lắp ghép được xác định không những bởi giá trị thực tế của đường trung bình mà còn cả của sai lệch bước và của nửa góc prôfin.

1. Lắp ghép có độ hở

Đối với ren kẹp chặt và ren truyền động thì sử dụng chủ yếu lắp ghép có khe hở.

Để nhận được lắp ghép các chi tiết ren với độ hở TCVN 1917-93 đưa ra 5 sai lệch cơ bản đối với ren ngoài là d;e;f;g;h và 2 đối với ren trong là G;H.. Các sai lệch trên như nhau đối với d (d_2,d_1) và D (D_2,D_1)



Các sai lệch được tính từ profin danh nghĩa của ren theo hướng vuông góc với trục ren.

*Cấp chính xác của ren: Tiêu chuẩn qui định các CCX sau:

Đường kính bu lông	Cấp chính xác
đường kính ngoài d	4; 6; 8;
đường kính trung bình d_2	3;4; 5;6; 7;8;9
Đường kính đai ốc	
đường kính trong D_1	4; 5;6; 7;
đường kính trung bình D_2	4; 5;6; 7;8

*Chiều dài vắn vít: Để chọn cấp chính xác phụ thuộc vào chiều dài vắn vít của ren và các yêu cầu tới độ chính xác của mỗi ghép người ta phân ra 3 nhóm chiều dài vắn vít: S-nhỏ, N-trung bình và L-lớn.

Độ dài vắn vít từ $2,24.P.d^{0,2}$ đến $6,7.P.d^{0,2}$ thuộc nhóm N, còn dưới và trên thuộc S và L.

Chọn lắp ghép theo tiêu chuẩn, thông thường người ta hay sử dụng các mối ghép có độ hở 6H/6g

Ký hiệu lắp ghép:

M12x1-6G/6g - trường hợp độ chính xác của đường kính trung bình trùng với đường kính d và D_1 ; chiều dài vắn vít N; nếu khác N phải đề giá trị (30mm). Ví dụ M12-5g6g-30. (thứ tự d_2, d và D_2, D_1)

2. Lắp ghép có độ dôi

Lắp ghép có độ dôi theo đường kính trung bình sử dụng trong trường hợp khi mà cấu trúc cụm không cho phép sử dụng dạng nối ghép bu lông-đai ốc do sự phá vỡ có thể có hình dáng và tự hãm của vít dưới tác dụng của rung động, tải trọng thay đổi và sự thay đổi t° làm việc.

Sai lệch cơ bản của kích thước ren được qui định theo TCVN 2520-93.

Ký hiệu $M12 \frac{2H4D(3)}{3n(3)}$

3. Lắp ghép trung gian

Lắp ghép trung gian sử dụng khi nêm chốt chẻ phụ đồng thời. Ví dụ như theo đoạn thoát dao ren.

Sai lệch cơ bản của kích thước ren được qui định theo TCVN 2249-93.

4.4.3. Các phương pháp kiểm tra ren tam giác hệ mét

4.5. DUNG SAI, LẤP GHÉP MỖI GHÉP TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

4.5.1. Các yêu cầu kỹ thuật của truyền động bánh răng

1. Truyền động chính xác

Ví dụ: truyền động bánh răng của các xích động học chính xác trong các dụng cụ đo hoặc trong máy cắt kim loại; truyền động bánh răng của xích phân độ trong đầu phân độ vạn năng.

Các truyền động này bánh răng thường có môđun nhỏ, chiều dài răng không lớn, làm việc với tải trọng và vạn tốc nhỏ. Yêu cầu chủ yếu của các truyền động này là “mức chính xác động học” cao, có nghĩa là đòi hỏi sự phối hợp chính xác góc quay của bánh dẫn và bị dẫn của truyền động.

2. Truyền động tốc độ cao

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

3. Truyền động công suất lớn

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

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

4. Độ hở mặt bên

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

Đối với bất kỳ truyền động bánh răng nào cũng phải có 4 yêu cầu: mức chính xác động học, mức chính xác làm việc êm, mức chính xác tiếp xúc và độ hở mặt bên. Nhưng tùy theo chức năng sử dụng mà đề ra yêu cầu chủ yếu

đổi với truyền động bánh răng, tất nhiên yêu cầu chủ yếu đó phải ở mức chính xác cao hơn các yêu cầu khác. Ví dụ truyền động bánh răng trong các hộp tốc độ, thì chủ yếu là “mức làm việc êm” và nó phải ở mức cao hơn mức chính xác động học và tiếp xúc.

4.5.2. Dung sai, cấp chính xác chế tạo bánh răng

TCVN 1067-84 qui định 12 cấp chính xác của bánh răng và bộ truyền: ký hiệu từ 1,2,3..., và 12 theo chiều giảm dần của độ chính xác.

Trong mỗi cấp chính xác có các mức:

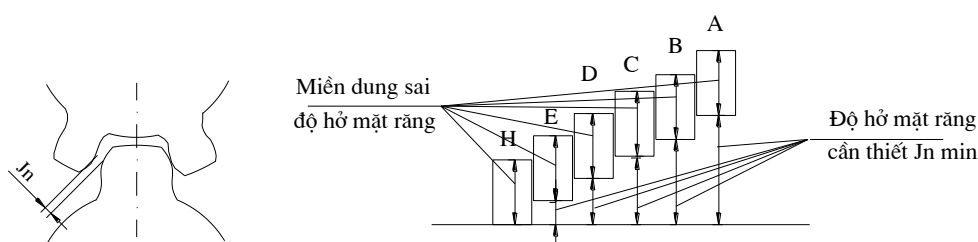
- Mức chính xác động học
- Mức làm việc êm
- Mức tiếp xúc bề mặt răng.

Hai mức cuối cùng không được cao quá 2 cấp hoặc thấp quá 1 cấp so với mức chính xác động học. Mức tiếp xúc bề mặt răng không được thấp hơn các chính xác của mức làm việc êm.

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

4.5.3. Các dạng đối tiếp của cặp bánh răng

Dạng đối tiếp của cặp bánh răng được đặc trưng bởi độ hở mặt răng nhỏ nhất (hở giữa các bề mặt không làm việc của các răng trong bộ truyền)



TCVN1067-84 qui định 6 dạng đối tiếp (H, E, D, C, B, A) của bánh răng và bộ truyền cùng các độ hở mặt răng cần thiết tương ứng độc lập với các cấp chính xác. Đồng thời qui định 8 dạng dung sai độ hở mặt răng phụ thuộc vào độ đảo của vành răng. Ký hiệu: h, d, c, b, a, x, y, z. Khi không có yêu cầu đặc biệt có thể theo bảng.

H	E	D	C	B	A
h	d	c	b	a	

Ký hiệu mỗi ghép truyền động bánh răng

7-8-6 B b TCVN 1067-84

7-động học, 8-làm việc êm, 6-tiếp xúc. B-dạng đối tiếp; b-dạng dung sai độ hở mặt răng.

7-Bb TCVN

7-cả 3 mức trùng nhau.

4.5.4. Các phương pháp kiểm tra bánh răng

Chương 5. CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐO TRONG CTM

5.1. Những khái niệm chung

5.1.1. Đo lường

Đo lường là quá trình xác định giá trị của đại lượng vật lý bằng thực nghiệm với những dụng cụ kỹ thuật.

Đo là so sánh đại lượng vật lý trên với đơn vị của nó.

Đơn vị đo: đơn vị đo là yếu tố chuẩn mực dùng để so sánh. Vì thế độ chính xác của đơn vị đo sẽ ảnh hưởng tới độ chính xác khi đo.

Phương pháp đo: Phương pháp đo là cách thức, thủ thuật để xác định thông số cần đo. Đó là tập hợp mọi cơ sở khoa học và có thể để thực hiện phép đo, trong đó nói rõ nguyên tắc để xác định thông số đo. Các nguyên tắc này có thể dựa trên cơ sở mối quan hệ toán học hay mối quan hệ vật lý có liên quan tới đơn vị đo.

Cơ sở phân loại phương pháp đo:

a). Dựa vào quan hệ giữa đầu đo và chi tiết đo chia thành: phương pháp đo tiếp xúc và phương pháp đo không tiếp xúc.

Phương pháp đo tiếp xúc có áp lực do đó khi đo tiếp xúc không tránh khỏi sai số do biến dạng. Phương pháp đo không tiếp xúc dùng để đo các chi tiết mềm mỏng, dễ biến dạng...

b). Dựa vào quan hệ giữa giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo và giá trị của đại lượng đo chia thành: phương pháp đo tuyệt đối và phương pháp đo so sánh.

Trong phương pháp đo tuyệt đối, giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo và giá trị đo được. Phương pháp đo này đơn giản, ít nhầm lẫn, nhưng vì hành trình đo dài nên độ chính xác đo kém.

Trong phương pháp đo so sánh, giá trị chỉ thị trên dụng cụ đo chỉ cho ta sai lệch giữa giá trị đo và giá trị của chuẩn dùng khi chỉnh “0” cho dụng cụ đo. Độ chính xác của phép đo so sánh cao hơn của phép đo tuyệt đối và phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác của mẫu và quá trình chỉnh “0”.

c). Dựa vào quan hệ giữa đại lượng cần đo và đại lượng được đo chia ra: phương pháp đo trực tiếp và phương pháp đo gián tiếp.

Phương pháp đo trực tiếp là phương pháp đo mà đại lượng được đo chính là đại lượng cần đo.

Phương pháp đo gián tiếp thông qua các mối quan hệ toán học hoặc vật lý học giữa đại lượng được đo và đại lượng cần đo là phương pháp đo phong phú, đa dạng và rất hiệu quả. Tuy nhiên, nếu hàm quan hệ càng phức tạp thì độ chính xác đo càng thấp.

5.1.2. Kiểm tra

Kiểm tra là quá trình đo theo thông số được kiểm tra để xác định sản phẩm đúng qui cách hay không.

Kết quả của kiểm tra là đánh giá chất lượng sản phẩm:

- đúng qui cách
- phế phẩm: - phế phẩm có thể sửa được
- phế phẩm không sửa được

5.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO-SƠ ĐỒ ĐO

5.2.1. Phương pháp đo kích thước thẳng

Giới thiệu các phương pháp đo kích thước thẳng

1. Phương pháp đo hai tiếp điểm: là phương pháp mà khi đo các yếu tố đo của thiết bị đo tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo ít nhất là trên 2 tiếp điểm, trong đó nhất thiết phải có hai tiếp điểm nằm trên phương biến thiên của kích thước đo.

2. Phương pháp đo ba tiếp điểm:

3. Phương pháp đo một tiếp điểm:

5.2.2. Phương pháp đo kích thước góc

1. Phương pháp đo trực tiếp kích thước góc

Phương pháp này dựa trên hệ tọa độ cực, trong đó gốc tọa độ cực là tâm quay của yếu tố mang mặt đo, còn vectơ gốc gắn với yếu tố mang mặt chuẩn. Đây là nguyên tắc cơ bản để thiết kế các dụng cụ đo góc như thước đo góc, b xoay đo góc trong các thiết bị đo góc.

Độ chính xác của phương pháp đo phụ thuộc vào độ đồng tâm của bảng chia với tâm quay của mặt đo.

2. Phương pháp đo gián tiếp kích thước góc

Phương pháp này dựa trên cơ sở mối quan hệ lượng giác giữa cạnh và góc tam giác.

1. Đo góc bằng bi cầu hoặc con lăn

$$\alpha = \arcsin \frac{O_2 I}{O_1 O_2} \text{ hay } \alpha = \arcsin \frac{1}{2 \cdot \frac{h_2 - h_1}{d_2 - d_1} - 1}$$

$$\alpha = 2 \cdot \arctg \frac{L_1 - L_2}{2H}.$$

2. Đo góc bằng thước sin, thước tang

Dựa trên quan hệ lượng giác $\alpha = \arctg \frac{a}{L}$ hoặc $\alpha = \arctg \frac{a}{b}$.

Tại hình mô tả phương pháp đo góc bằng thước sin và thước tang. Trong đó $H_0 = L \cdot \sin \alpha_0$ hay $H_0 = b \cdot \tg \alpha_0$ với α_0 là trị số góc danh nghĩa dùng để chỉnh "0" cho thiết bị. $\Delta \alpha$ cần được tính ra chuyển vị dài Δx .

Phương pháp đo góc bằng thước sin và thước tang thường được dùng để đo góc tại hiện trường, tại phân xưởng hoặc dùng tạo ra các góc chuẩn trong ga đo lường hoặc đồ gá công nghệ,

Mở rộng phương pháp này người ta thiết kế ra các dụng cụ đo góc tế vi (nivô góc) (xem trang 30????)

3. Đo góc theo phương pháp tọa độ

Góc được xác định qua biểu thức: $\alpha = \arccos \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}$

Phương pháp này ưu việt khi kiểm tra vị trí tương quan giữa các lỗ tròn bản máy, vỏ hộp... với độ chính xác phụ thuộc vào độ chính xác của phương pháp xác định O_1, O_2, O_3 .

5.2.3. Phương pháp đo kích thước lỗ

1. Phương pháp đo bằng đồng hồ đo lỗ

Về cơ bản kích thước lỗ thuộc phạm trù kích thước thẳng nên về nguyên tắc có thể dùng 3 phương pháp đo cơ bản đã nêu để đo. Tuy nhiên, do đặc điểm là kích thước trong không gian rất hạn chế, nên cần thiết phải có đầu đo chuyên dụng kết hợp với các phương tiện đo ngoài thông dụng để đo lỗ.

Trong kết cấu đầu đo lỗ cần giải quyết các vấn đề:

- Biến đổi phương chuyển vị đo.
- Bảo đảm chuyển vị đo theo đúng phương biến thiên của kích thước đo.
- Truyền chuyển vị đo đó đổi phương ra dụng cụ chỉ thị.

Thường dùng kim côn, đòn bẩy hoặc nêm để đổi phương chuyển vị đo.

Loại đầu đo dụng kim côn có $K = \frac{\Delta x}{\Delta d} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$

Loại dùng đòn bẩy, phổ biến là đòn vuông và Kích thước=1.

Loại dùng nêm thường dùng góc nêm 45° , Kích thước=1.

Để đảm bảo phương chuyển vị đo của tiếp điểm đo động nằm trên phương biến thiên kích thước đo, tức là phải đi qua tâm người ta sử dụng các loại kết cấu định tâm.

Hình mô tả một loại kết cấu định tâm.

Yêu cầu cơ bản của cầu định tâm là hai tiếp điểm cố định A,B phải đối xứng qua CD là phương đo.

Để truyền chuyển vị đo sau khi đó đổi phương người ta dùng thanh trượt khá dài để truyền chuyển vị tới đồng hồ đo ngoài để nhận chỉ thị đo.

Độ chính xác của chuyển vị ra phụ thuộc vào độ chính xác của cầu định tâm, bộ nhận và đổi phương chuyển vị cũng như khả năng dẫn truyền chính xác tín hiệu đo ra đồng hồ chỉ thị.

Độ chính xác của dụng cụ đo lỗ bị hạn chế bởi độ chính xác của đầu đo lỗ, vì thế chỉ lắp các đồng hồ chỉ thị thích hợp với độ chính xác đầu đo. Việc thay đồng hồ chỉ thị chính xác hơn về cơ bản không cải thiện được độ chính xác của dụng cụ.

3. Dùng gá đo lỗ

mô tả phương pháp đo lỗ bằng gá đo lỗ lắp trên ôptimét ngang.

Xem trang 34??????

4. Phương pháp đo lỗ bằng phương tiện đo khí nén

Sơ đồ đo đó được mô tả trong mục chuyển đổi khí nén.

Khi đo lỗ $d_2 > 1\text{mm}$ thường dùng sơ đồ đo như hình: để vào giữa đầu phun đo một trục hoặc một bi có đường kính d_0 làm giảm tiết diện chảy qua đầu phun đo để nâng độ chính xác khi đo.

5.3. PHƯƠNG TIỆN ĐO

5.3.1. Phân loại phương tiện đo

Phương tiện đo là tập hợp các dụng cụ đo, máy đo, gá đo và các phương tiện phụ trợ cho quá trình đo.

Phương tiện đo được phân loại chủ yếu theo bản chất vật lý của quá trình đo: quang, cơ, khí, thủy, điện, điện tử...

Phương tiện đo còn được phân loại theo đặc tính sử dụng: loại vạn năng và loại chuyên dùng.

Phương tiện đo được phân loại theo số toạ độ có thể có: loại một, hai, ba hay nhiều toạ độ.

Việc chọn phương tiện đo nào cho quá trình đo phụ thuộc vào:

- Các đặc điểm riêng của sản phẩm. Ví dụ độ cứng, độ lớn, trọng lượng, độ chính xác và cả số lượng sản phẩm cần đo kiểm.
- Phương pháp đo.
- Khả năng có thể của thiết bị.

5.3.2. Các chỉ tiêu đo lường cơ bản

- *Giá trị chia độ c hay là độ phân giải*: đó là chuyển vị thực ứng với kim chỉ dịch đi một khoảng chia a. Giá trị chia c càng nhỏ thì độ chính xác đo càng cao.
- *Khoảng chia độ a* là khoảng cách giữa tâm hai vạch trên bảng chia độ.
- *Tỷ số truyền và độ nhạy K* là tỉ số giữa sự thay đổi ở đầu ra tương ứng với sự thay đổi đầu vào của dụng cụ đo. Khi K càng lớn, độ chính xác đo càng cao. Khi sự thay đổi đầu vào và đầu ra cùng tính chất vật lý thì K là đại lượng không thứ nguyên, gọi là tỉ số truyền. Ngược lại K gọi là độ nhạy.
- *Độ nhạy giới hạn ε* là chuyển vị nhỏ nhất ở đầu vào còn gây ra được chuyển vị ở đầu ra ổn định và quan sát được. Khi ε càng nhỏ thì độ chính xác đo càng cao.
- *Độ biến động chỉ thị* là phạm vi dao động của chỉ thị khi ta đo lặp lại cùng một giá trị đo trong cùng một điều kiện đo:

$$\Delta_{bd} = X_{\max} - X_{\min}. \Delta_{bd} \text{ càng lớn thì độ chính xác đo càng kém.}$$

Phạm vi đo là phạm vi thay đổi của giá trị đo mà phương tiện đo có thể đo được.

5.3.3. Các nguyên tắc cơ bản trong khi đo

1. Nguyên tắc Abbe

Khi kích thước đo và kích thước mẫu nằm trên một đường thẳng thì kết quả đo đạt độ chính xác cao nhất. Khi đo kích thước đo có thể đặt nối tiếp

hoặc đặt song song với kích thước mẫu. Khe hở khâu dẫn đầu đo di động dưới tác dụng của áp lực đo và các biến dạng tế vi dưới tác dụng của áp lực đo chính là nguyên nhân gây ra sai số đo.

2. Nguyên tắc chuỗi kích thước ngắn nhất

Khâu kích thước trong khi đo hình thành bởi một số khâu của trang bị đo và kích thước đo, trong đó kích thước đo là khâu khép kín. Khi kích thước chuỗi ngắn nhất thì kết quả đo đạt độ chính xác cao nhất. Có nghĩa là khi trang thiết bị đo càng đơn giản, ít khâu khớp thì độ chính xác đo càng cao.

3. Nguyên tắc chuẩn thống nhất

Khi kiểm tra, nếu chọn chuẩn kiểm tra trùng với chuẩn thiết kế và chuẩn công nghệ thì kết quả kiểm tra đạt độ chính xác cao nhất.

4. Nguyên tắc kinh tế

Nguyên tắc này nhằm đảm bảo độ chính xác đo trong điều kiện giá thành khâu đo thấp nhất. Điều này có liên quan đến:

- Giá thành của thiết bị đo, tuổi bền của thiết bị đo.
- Số lượng sản phẩm.
- Năng suất đo
- Yêu cầu trình độ người sử dụng và sửa chữa
- Khả năng chuyên môn hoá, tự động hoá khâu đo kiểm
- Khả năng lợi dụng các thiết bị đo phổ thông, thiết bị đo sẵn có hoặc các thiết bị gá lắp đo lường tự trang bị được.

5.3.4. Nguyên tắc chọn độ chính xác của phương tiện đo

Việc chọn thiết bị đo để đảm bảo tránh nhận lầm theo phương án thu hẹp dung sai hoặc theo phương án lắp chọn đều dẫn đến sự lãng phí của độ chính xác của thiết bị đo. Do đó xuất phát từ sự kết hợp ngẫu nhiên giữa sai số đo và sai số chế tạo, dùng lý thuyết xác suất để tính tỉ lệ phân loại lầm, lượng vượt kích thước giới hạn....

$$A_f = (d_f/2d_{ct}) \cdot 100 = (d_f/Td) \cdot 100$$

d_f nửa giá trị sai số cho phép hay chính là trị số sai số giới hạn của phương tiện đo.

$2d_{ct}$ toàn bộ dung sai chi tiết

Trong sản xuất cho phép dùng A_f từ 5% đến 50% ứng với cấp chính xác tăng dần của chi tiết. Đối với các cấp chính xác thô (9,10) cần dùng dụng cụ đo có sai số giới hạn (thường qui định là 1 vạch chia) nhỏ bằng 1/10 dung sai chi tiết.

Ví dụ để đo $\begin{matrix} \text{J}18 \text{ H}8 \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} (+0,027) \\ \end{matrix}$ với $A_f = 30\%$.

$$2d_{ct} = 0,027 \Rightarrow d_f = 30 \times 0,027 / 100 = 0,008 \text{ mm}$$

Vậy phải dùng dụng cụ đo có $d_{lim} \leq 0,008 \text{ mm}$, nghĩa là dụng cụ đo có giá trị chia $C \leq 0,008 \text{ mm} \Rightarrow$ có thể dùng panme với $C = 0,005 \text{ mm}$ hoặc đồng hồ 0,005 hay 0,002 để đo.

5.3.5. Các phương tiện đo

1.Căn mẫu

2.Dụng cụ đo có du xích

3.Dụng cụ đo có chỉ thị giá trị đo kiểu kim

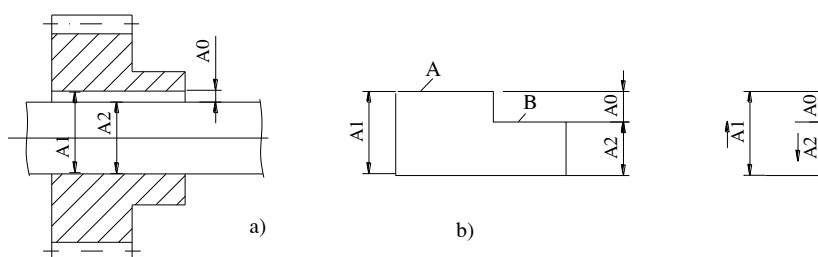
4.Dụng cụ đo quang học

5.Một số dụng cụ đo khác

Chương 6. CHUỖI KÍCH THƯỚC

6.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG

Để đảm bảo sự làm việc bình thường của máy, thì các chi tiết và bề mặt của chúng chiếm một vị trí tương quan đối với nhau phù hợp với chức năng làm việc của chúng. Khi tính toán độ chính xác vị trí tương đối của chi tiết và các bề mặt của chúng, người ta tính tới mối tương quan của nhiều kích thước chi tiết máy.



Ví dụ khi thay đổi kích thước A_1 và A_2 thì khe hở A_0 cũng thay đổi (Hình a). Hay là phụ thuộc vào trình tự gia công các bề mặt giữa các kích thước thực của từng chi tiết cũng có một mối tương quan xác định. Trong 2 trường hợp người ta xác định mối tương quan đó bằng chuỗi kích thước.

6.1.1. Chuỗi kích thước

Định nghĩa: Chuỗi kích thước là tập hợp các kích thước (dài hoặc góc) của một hoặc nhiều chi tiết nối tiếp nhau tạo nên một mạch kín

Điều kiện để được chuỗi :

- Kích thước nối tiếp nhau
- Phải tạo nên một mạch kín

Các kích thước tạo nên chuỗi kích thước gọi là các khâu của chuỗi.

Tính khép kín của chuỗi là điều kiện cần thiết để tạo nên và phân tích chuỗi. Tuy nhiên trên bản vẽ chi tiết các kích thước thường được điền theo dạng chuỗi kín (người ta không điền kích thước của khâu khép kín) vì đối với gia công nó không cần thiết.

6.1.2. Phân loại chuỗi kích thước và các khâu trong chuỗi

Theo vị trí tương quan của các khâu trong chuỗi, chuỗi chia thành

- chuỗi kích thước đường thẳng (các khâu // với nhau)

- Chuỗi kích thước mặt phẳng (các khâu nằm trong các mặt phẳng //)
- Chuỗi kích thước không gian (các khâu nằm trong các mặt phẳng không //)

Các chuỗi kích thước mặt phẳng và không gian đều có thể đưa về dạng chuỗi kích thước đường thẳng bằng cách chiếu tất cả các khâu thành phần lên phương của khâu khép kín.

Theo tính chất phụ thuộc của khâu vào số lượng chi tiết

- Chuỗi kích thước chi tiết: các khâu cùng thuộc về một chi tiết.
- Chuỗi kích thước lắp ghép (của các chi tiết khác nhau)

Dựa vào tính chất của khâu, chia thành các loại khâu:

a, Khâu khép kín- kích thước nhận được cuối cùng nhất trong quá trình gia công chi tiết hoặc là lắp ráp. Trong một chuỗi chỉ có một khâu khép kín A_0 .

Nhận dạng khâu khép kín:

- Đối với chi tiết, khâu khép kín thường là kích thước không cần kiểm tra, trên bản vẽ không đề hoặc là kích thước đối chiếu.
 - Đối với quá trình lắp ráp khâu khép kín là độ hở, độ dôi, đại lượng dịch chuyển của chi tiết, độ không song song...
- b. Khâu thành phần: Kích thước của chúng do quá trình gia công quyết định. Kích thước mỗi khâu thành phần không phụ thuộc lẫn nhau.

Các khâu thành phần phân thành:

- Khâu thành phần tăng (khâu tăng) là khâu mà khi kích thước của nó tăng lên sẽ làm tăng kích thước của khâu khép kín và ngược lại. Được ký hiệu bằng mũi tên sang phải.
- Khâu thành phần giảm (khâu giảm) là khâu mà khi kích thước của nó tăng lên sẽ làm giảm kích thước của khâu khép kín và ngược lại. Được ký hiệu bằng mũi tên sang trái.

Các chuỗi kích thước được qui ước biểu diễn bằng sơ đồ như trên.

6.1.3. Phương trình cơ bản của chuỗi kích thước

Theo hình vẽ trên ta có $A_0 = A_1 - A_2$

$$\text{Tổng quát: } A_0 = \sum_{j=1}^m \zeta_j A_j + \sum_{k=m+1}^n \zeta_k A_k \quad (1)$$

ở đây: A_0 - kích thước danh nghĩa của khâu khép kín

$A_j(A_k)$ - kích thước danh nghĩa của khâu tăng (khâu giảm)

m - tổng số khâu tăng: $(n - m)$ - tổng số khâu giảm

$\zeta_j, (\zeta_k)$ - hệ số ảnh hưởng của khâu tăng j (khâu giảm k) đến khâu khép kín (nó là cos của góc α tạo giữa khâu thành phần và khép kín)

$$\zeta_j = \frac{\partial A_0}{\partial A_j};$$

$|\zeta_i| = 1$ đối với chuỗi // (đường thẳng)

Cụ thể hơn đối với các khâu // thì:

- Khâu tăng $\zeta_j = 1$
- Khâu giảm $\zeta_k = -1$

$|\zeta_i| < 1$ đối với chuỗi không // (mặt phẳng và không gian)

Đối với chuỗi mặt phẳng và không gian: $\zeta_j = \cos\alpha_j$ và $\zeta_k = \cos\alpha_k$

α_j và α_k góc tạo bởi giữa khâu A_j hoặc A_k với A_0 .

6.1.4. Giải chuỗi kích thước

Định nghĩa: Giải chuỗi kích thước là xác định trị số kích thước danh nghĩa, dung sai và sai lệch giới hạn của các kích thước trong dãy xuất phát từ yêu cầu của kết cấu và công nghệ.

Các bước cần tiến hành để giải chuỗi kích thước:

- Lập chuỗi kích thước: gồm 1 khâu khép kín và các khâu hợp thành sao cho số khâu trong chuỗi là ít nhất
- Viết phương trình cơ bản của chuỗi kích thước.
- Giải chuỗi kích thước.

Trong quá trình giải chuỗi có 2 bài toán:

- Bài toán thuận: Xác định kích thước danh nghĩa và dung sai của khâu khép kín theo kích thước danh nghĩa và sai lệch giới hạn cho trước của các khâu khác trong chuỗi. Đây là bài toán kiểm tra sự tương ứng của dung sai khâu khép kín so với dung sai của các khâu thành phần.
- Bài toán nghịch: Xác định dung sai và sai lệch giới hạn của các khâu thành theo kích thước danh nghĩa của tất cả các khâu trong chuỗi và kích thước giới hạn của khâu khép kín. Giải bài toán này trong quá trình thiết kế.

Giải chuỗi kích thước là quá trình xác định kích thước danh nghĩa và các sai lệch giới hạn của khâu khép kín hoặc sai lệch giới hạn của khâu thành phần thông qua mối liên hệ giữa chúng với nhau \Rightarrow 2 bài toán

a, Bài toán thuận: Biết A_i, ES_i, EI_i xác định A_0, ES_0, EI_0

b, Bài toán nghịch : Biết A_0, ES_0 , và EI_0 , xác định A_i, ES_i và EI_i

6.2. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC THEO PHƯƠNG PHÁP ĐLÃN CHỨC NĂNG HOÀN TOÀN (PHƯƠNG PHÁP CỰC ĐẠI, CỰC TIỂU)

Lúc giải theo phương pháp này dung sai của các khâu thành phần và khép kín được tính toán trên cơ sở sao cho chúng đạt được tính đối lẩn hoàn toàn. Cho nên kích thước của các khâu phải nằm trong vùng kích thước cho phép để đạt tính đối lẩn chức năng hoàn toàn ngay cả trường hợp chúng có các giá trị ở biên của kích thước, mặc dầu các trường hợp ấy có xảy ra ít chãng nữa.

6.2.1. Bài toán thuận

(lưu ý các dữ kiện cho và cần tìm).

Trên cơ sở công thức của phương trình cơ bản ta thấy rằng khâu khép kín có giá trị lớn nhất lúc các khâu tăng có giá trị lớn nhất và ngược lại thì ta có giá trị bé nhất của khâu khép kín.

$$A_0 = \sum_{j=1}^m \zeta_j A_j \max + \sum_{k=m+1}^n \zeta_k A_k \min$$

$$A_{0\max} = \sum_{j=1}^m \zeta_j \max + \sum_{k=m+1}^n \zeta_k A_k \min \quad (2)$$

$$A_{0\min} = \sum_{j=1}^m \zeta_j \min + \sum_{k=m+1}^n \zeta_k A_k \max \quad (3)$$

$$TA_0 = \sum_{j=1}^m \zeta_j TA_j - \sum_{k=m+1}^n \zeta_k TA_k = \sum_i^n |\zeta_i| TA_i \quad (4)$$

$$ES_0 = A_{0\max} - A_0 = \sum \zeta_j ES_j + \sum \zeta_k EI_k \quad (5)$$

$$EI_0 = A_{0\min} - A_0 = \sum \zeta_j EI_j + \sum \zeta_k ES_k \quad (6)$$

6.2.2. Bài toán nghịch

Xác định dung sai và sai lệch của các khâu thành phần. Dựa vào công thức, phương trình cơ bản chưa thể giải được vì chúng ta có n ẩn số mà phương trình chỉ có 1, do đó để giải được phải kèm theo điều kiện ban đầu xuất phát từ điều kiện ban đầu đó có các phương pháp sau:

a, Phương pháp dung sai bằng nhau

$$\text{Điều kiện ban đầu } TA_1 = TA_2 = \dots = TA_n = TA_{Tb}$$

(Sử dụng trong trường hợp nếu các kích thước nằm trong một khoảng và có thể thực hiện được với một độ chính xác kinh tế gần như nhau)

Như trên ta có ; $TA_0 = \sum_{i=1}^n |\zeta_i| TA_i = \sum_{i=1}^n |\zeta_i| TA_{Tb}$

$$TA_{Tb} = \frac{TA_0}{\sum_{i=1}^n |\zeta_i|} \text{ và } TA_{Tb} = \frac{TA_0}{n} \text{ nếu các khâu //}$$

Sau đó đem TA_{Tb} hiệu chỉnh với một số kích thước hợp thành phụ thuộc vào độ lớn của nó, yêu cầu cấu trúc và khó khăn về công nghệ chế tạo nhưng sao cho cuối cùng

$TA_0 \geq \sum_{i=1}^n |\zeta_i| TA_i$ phương pháp này đơn giản nhưng không chính xác tại nhiều hiệu đính dung sai các kích thước là tùy ý. nó sử dụng để đặt quyết định sơ bộ dung sai của các kích thước hợp thành

b. Phương pháp dung sai cùng một cấp chính xác

nghĩa là $a_1 = a_2 = \dots = a_n = a_{tb}$ (hệ số tương đối của cấp chính xác)

$$TA_i = a_i i_i = a_{tb} i_i$$

Từ công thức tính TA_0 ở trên ta có

$$TA_0 = \sum_{j=1}^m \zeta_j a_{tb} i_j - \sum_{k=m+1}^n \zeta_k a_{tb} i_k$$

$$= a_{tb} \left(\sum \zeta_j i_j - \sum \zeta_k i_k \right)$$

$$a_{tb} = \frac{TA_0}{\sum_{j=1}^m \zeta_j i_j - \sum_{k=m+1}^n \zeta_k i_k}$$

$$\text{Còn } i_i = \left(0,45 \sqrt[3]{Ai_{tb}} + 0,001Ai_{tb} \right) \quad (\text{ từ IT6} \rightarrow \text{IT7})$$

Ai_{tb} – Kích thước bình phương trung bình của khoảng kích thước mà kích thước A_i nằm trong đó

Sau đó so sánh a_{tb} với tiêu chuẩn và lấy a tiêu chuẩn.

Sai lệch giới hạn có thể qui định như sau:

- Đối với các bề mặt bao, sai lệch giới hạn như là đối với lỗ cơ bản
- Đối với các bề mặt bị bao, sai lệch giới hạn như là đối với trục cơ bản

Tính sai lệch giới hạn cho khâu bù trừ

(khi biết các khâu khác)

Nếu khâu tăng: Từ (5) $ES_m = \frac{ES_0 - \sum_{j=1}^{m-1} \xi_j ES_j - \sum_{k=m+1}^n \xi_k EI_k}{\xi_m}$

Từ (6) $EI_m = \frac{EI_0 - \sum_{j=1}^{m-1} \xi_j EI_j - \sum_{k=m+1}^n \xi_k ES_k}{\xi_m}$

Nếu khâu giảm: Từ (6) $ES_n = \frac{EI_0 - \sum_{j=1}^m \xi_j EI_j - \sum_{k=m+1}^{n-1} \xi_k ES_k}{\xi_n}$

Từ (5) $EI_n = \frac{ES_0 - \sum_{j=1}^m \xi_j ES_j - \sum_{k=m+1}^{n-1} \xi_k EI_k}{\xi_n}$

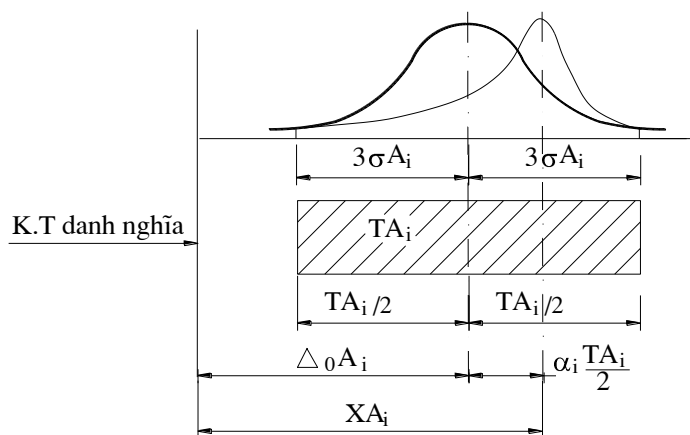
6.3. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC THEO PHƯƠNG PHÁP XÁC SUẤT

Phương pháp cực đại cực tiểu tính tới trường hợp xấu nhất khi mà khâu tăng có giá trị lớn nhất và khâu giảm có giá trị nhỏ nhất và trường hợp ngược lại. cả 2 trường hợp cho độ chính xác nhỏ nhất của khâu khép kín nhưng chúng lại có xác suất ít tại vì sai lệch của các kích thước về cơ bản tập trung gần đường trung bình của miền dung sai và sự phối hợp của các chi tiết với các sai lệch như thế thường xảy ra hơn. nếu như bỏ qua xác suất nhỏ không đáng kể

(ví dụ 0,27%) khi mà sai lệch giới hạn khâu khép kín vượt qua giới hạn cho phép (theo phương pháp cực đại cực tiểu) thì có thể mở rộng đáng kể dung sai của các kích thước hợp thành và từ đó có thể giảm được giá thành chế tạo chi tiết trên cơ sở đó sử dụng phương pháp xác suất

6.3.1. Bài toán thuận

Giả sử rằng sai lệch tận mắt của kích thước thành phần và khép kín tuân theo qui luật phân bố chuẩn, còn đường giới hạn của tận mắt (6σ) trùng với đường giới hạn của miền dung sai thì có thể sử dụng $TA_i = 6\sigma A_i$ hay là $\sigma A_i = \frac{1}{6}TA_i$ tất nhiên thì $TA_0 = 6\sigma A_0 \Rightarrow \sigma A_0 = \frac{1}{6}TA_0$ khi đó thì 0,27% chi tiết có kích thước khâu khép kín vượt ra ngoài giới hạn miền dung sai.



theo lý thuyết xác suất thì $\sigma A_0 = \sqrt{\sum_{i=1}^n \zeta^2 TA_i^2}$ do đó

$$TA_0 = \sqrt{\sum_{i=1}^n \zeta^2 TA_i^2}$$

Nếu qui luật tản mát không theo Gauss thì $TA_0 = \frac{1}{R_0} \sqrt{\sum \zeta^2 \cdot TA_i^2 \cdot k_i^2}$ (7)

K_i – hệ số phân tán tương đối của kích thước A_i

$K_i = 1$ – Gauss ; $K = 1,73$ qui luật xác suất bằng nhau

$K = 1,22$ – qui luật tam giác (Ximpson)

Để xác định được sai lệch giới hạn cần phải biết tọa độ tâm dung sai $\Delta_0 A_0$. Nếu tâm tản mát trùng với đường giữa của miền dung sai ($\Delta_0 A_i = X A_i$) từ công thức (5) và (6) đối với trường hợp chúng ta sẽ có:

$$\Delta_0 A_0 = \sum_{j=1}^m \Delta_0 A_j - \sum_{k=m+1}^n \Delta_0 A_k \quad (8)$$

$\Delta_0 A_i$ – tọa độ đường giữa miền dung sai so với kích thước danh nghĩa

$$\text{còn } ES_0 = \Delta_0 A_0 + \frac{TA_0}{2}$$

$$EI_0 = \Delta_0 A_0 - \frac{TA_0}{2}$$

Nếu 2 tâm không trùng nhau nghĩa là $\Delta_0 A_i \neq X A_i$ thì khi đó

$$X A_i = \Delta_0 A_i + \alpha_i \frac{TA_i}{2} \Rightarrow \Delta_0 A_i = X A_i - \alpha_i \frac{TA_i}{2}$$

ở đây α_i hệ số không đối xứng giữa tâm PB và tâm dung sai

$$\text{theo lý thuyết xác suất } X A_0 = \sum_{j=1}^m \zeta_j \cdot X A_j$$

$$\text{ta có } k = m+1 \Rightarrow \Delta_0 A_0 = \sum_{j=1}^m \left(\Delta_0 A_j + \alpha_j \frac{TA_j}{2} \right) - \sum_{k=m+1}^n \left(\Delta_0 A_k + \alpha_k \frac{TA_k}{2} \right) - \alpha_0 \cdot \frac{TA_0}{2}$$

6.3.2. Bài toán nghịch

1. Phương pháp dung sai bằng nhau:

có nghĩa là $TA_1 = TA_2 = \dots = TA_n = TA_{tp}$ và $\Delta_0 A_i$; α_i và k_i đối với các khâu thành phần như nhau.

Từ công thức (7) ta có:

$$K_0 TA_0 = \sqrt{\sum_{i=1}^n \zeta_i^2 \cdot TA_{Tb}^2 \cdot K_i^2} = TA_{Tb} \cdot \sqrt{\sum K_i^2 \cdot \zeta_i^2}$$

$$TA_{Tb} = \frac{K_0 TA_0}{\sqrt{\sum K_i^2 \cdot \zeta_i^2}} \text{ nếu } K_i \text{ bằng nhau thì } TA_{Tb} = \frac{K_0 \cdot TA_0}{K_i \cdot \sqrt{n}}$$

2. Phương pháp dung sai cùng một cấp chính xác

Khi đó: $TA_i = a_{Tb} \cdot 0,5 \cdot \sqrt[3]{Ai_{Tb}}$

Thay vào công thức (7) ta có $a_{Tb} = \frac{TA_0 \cdot K_0}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(0,5 \cdot \sqrt[3]{Ai_{Tb}}\right)^2 \cdot K_i^2 \cdot \zeta_i^2}}$

Tính toán tiếp theo tương tự các phần trên. Để lại 1 khâu làm khâu bù (khâu thứ k).

Tính khâu bù

$$TA_k = \sqrt{\frac{k_0^2 \cdot TA_0^2 - \sum_{i=1}^{n-1} \zeta_i^2 \cdot TA_i^2 \cdot k_i^2}{k_k^2 \cdot \zeta_k^2}}$$

$$\text{và } \Delta_0 A_k = \frac{\Delta_0 A_0 + \alpha_0 \frac{TA_0}{2} - \sum_{i=1}^{n-1} \zeta_i (\Delta_0 A_i + \alpha_i \frac{TA_i}{2})}{\zeta_k} - \alpha_k \frac{TA_k}{2}$$

Ưu nhược điểm của phương pháp xác suất:

- Có khả năng tăng dung sai của các khâu so với phương pháp cực đại cực tiểu mà vẫn bảo đảm yêu cầu của khâu khép kín, do đó tạo điều kiện dễ chế tạo.

- Cũng có khả năng xuất hiện phế phẩm (0,27%), do khâu khép kín xuất hiện nằm ngoài giá trị tính toán. Ngày nay hay dùng phương pháp này, nó gần thực tế hơn phương pháp đổi lẫn hoàn toàn.

- Tính xác suất là dựa trên cơ sở khảo sát một số lớn kích thước (nhiều chi tiết trong loạt gia công), cho nên phương pháp này chỉ dùng cho điều kiện sản xuất hàng loạt.

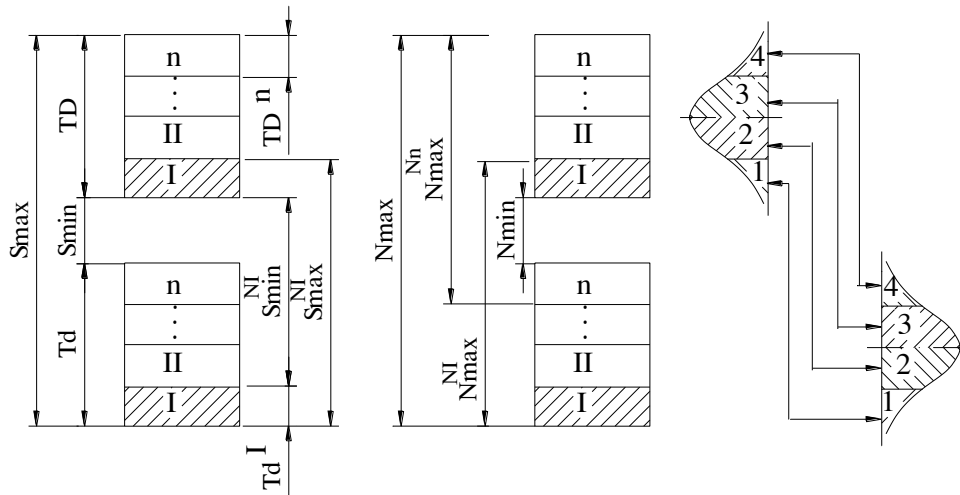
6.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHÁC

Ngoài phương pháp trên còn có các phương pháp sau:

6.4.1. Phương pháp lắp lựa chọn (lắp lẫn nhóm)

Bản chất của nó là: Trong quá trình chế tạo thì chế tạo chi tiết với khoảng dung sai công nghệ có thể thực hiện được tương đối rộng (chọn từ các tiêu chuẩn thích hợp) sau đó chia chi tiết ra cùng số nhóm như nhau với khoảng dung sai của nhóm tương đối hẹp và trong quá trình lắp ráp thì lắp chúng theo các nhóm cùng tên, lắp ráp này được gọi là lắp chọn.

Phương pháp lắp chọn sử dụng khi mà độ chính xác trung bình của các kích thước của chuỗi rất cao và kinh tế không phù hợp



Trong quá trình lắp chọn S_{max} và N_{max} sẽ giảm còn S_{min} và N_{min} sẽ tăng hướng tới độ hở trung bình, độ dôi trung bình của mỗi ghép đó nếu như ta tăng số nhóm.

Khi lắp ráp các chi tiết để nâng cao tuổi thọ của mỗi ghép động cần đảm bảo độ hở cho phép nhỏ nhất, còn nhằm nâng cao độ tin cậy của mỗi ghép có độ dôi, độ dôi cho phép lớn nhất. Do đó tính số nhóm n khi $T_D = T_d$ có thể theo phương trình

Khi cho trước S_{min}^N (đối với mỗi ghép động)

$$S_{min}^N = S_{min} + T_d - \frac{T_d}{n}$$

Khi cho trước N_{max} (đối với mỗi ghép có độ dôi)

$$N_{max}^N = N_{max} - T_D + \frac{T_D}{n}$$

$$\text{Nếu cho biết } T_D^N \text{ và } T_d^N \text{ thì : } n = \frac{T_D}{T_D^N} - \frac{T_d}{T_d^N}$$

Khi TD khác Td độ hở (độ dôi) nhóm sẽ thay đổi đối với từng nhóm một do đó không bảo đảm được tính đồng nhất của mỗi ghép do đó sử dụng lắp chọn khi mà TD = Td.

Ta thấy rằng với số nhóm lớn thì dung sai nhóm khác không đáng kể so với dung sai nhóm có số nhóm nhỏ. do đó thường sử dụng $N_{\max} = 4.....5$; chỉ có trong công nghiệp chế tạo ổ lăn khi chọn bi thì n đạt tới 10 hoặc lớn hơn.

6.4.2. Phương pháp điều chỉnh khi lắp

Phương pháp điều chỉnh được hiểu như là việc tính toán chuỗi kích thước khi mà độ chính xác cho trước của khâu khép kín đạt được bằng cách thay đổi cố ý (điều chỉnh) độ lớn của một trong những kích thước thành phần đã chọn trước, kích thước đó được gọi là khâu bù trừ thực hiện vai trò của khâu bù trừ có thể là các tấm đệm gối tựa điều chỉnh, nêm ... khi đó thì dung sai của các kích thước còn lại được mở rộng phù hợp với điều kiện xác suất.

Kích thước danh nghĩa của khâu bù trừ trong công thức (pt) cơ bản:

$$A_0 = \sum_{j=1}^m A_j - \sum_{k=m+1}^n A_k \pm K$$

- Nếu K là khâu tăng
- nếu K là khâu giảm Khi K là khâu tăng ta có:

$$A_{0\max} = \sum_{j=1}^m A_{j\max} + K_{\min} - \sum_{k=m+1}^n A_{k\min}$$

$$A_{0\min} = \sum_{j=1}^m A_{j\min} + K_{\max} - \sum_{k=m+1}^n A_{k\max}$$

$$ES_0 = \sum ES_j - \sum EI_k + EI(k)$$

$$EI_0 = \sum EI_j - \sum ES_k + ES(k)$$

$$TA_0 = \sum_{i=1}^n TA_i - VK$$

TA_0 - dung sai khâu khép kín theo điều kiện khai thác

TA_i – dung sai mở rộng của các khâu thành phần

VK – Sai lệch tính toán nhiều nhất vượt ra ngoài giới hạn miền dung sai khâu khép kín và cần được bù trừ

$$\text{do đó } VK \geq \sum_{i=1}^n TA_i - TA_0$$

Để điều chỉnh các sai lệch có thể sử dụng bù trừ di động hoặc cố định . bù trừ cố định có thể là các vòng, các tấm đệm hoặc là các chi tiết thay đổi.

Độ dày S của các tấm đệm cần phải nhỏ hơn dung sai của khâu khép kín ($S < TA_0$). Nếu không sau khi đệm lót có thể nhận được khâu khép kín có kích thước lớn hơn giá trị cho phép. Tổng độ dày của các tấm đệm $N.S = VK$ (N là số tấm đệm). Khi đó $S = \frac{VK}{N} < TA_0$ hay $N \geq \frac{VK}{TA_0}$ thông thường sử dụng $N = \frac{VK}{TA_0} + 1 \Rightarrow S = \frac{VK}{N}$

Công thức trên sử dụng khi dung sai chế tạo các tấm đệm TK nhỏ so với TA_0 , còn nếu không thì $N = \frac{VK}{TA_0 - VK} + 1$

Làm tròn S đến kích thước danh nghĩa nhỏ gần nhất sau đây tính lại N

Phương pháp điều chỉnh cho phép độ chính xác của cơ cấu cao và duy trì được độ chính xác đó trong quá trình khai thác với dung sai mở rộng của các kích thước trong chuỗi nó được sử dụng rộng rãi. Nhược điểm của phương pháp này là làm tăng số chi tiết trong máy và làm phức tạp cấu trúc, quá trình lắp ráp cũng như khai thác.

6.4.3. PHƯƠNG PHÁP SỬA CHỮA KHI LẮP

Bản chất của phương pháp là: Dung sai các khâu thành phần do người thiết kế dựa vào điều kiện gia công mà quyết định sao cho dung sai ấy có thể gia công hợp lý. Lúc đã mở rộng dung sai các khâu thành phần như vậy (cho dễ chế tạo) thì yêu cầu của khâu khép kín sẽ không đáp ứng được. Muốn cho khâu khép kín có kích thước nằm trong vùng kích thước theo yêu cầu thì phải tiến hành sửa chữa tức là cạo, dũa, lấy đi 1 lớp kim loại trên bề mặt 1 khâu nào đó trong chuỗi khâu đấy gọi là khâu bồi thường.

$$A_0 = 60 \pm 0,15$$

Phương pháp cực đại, cực tiểu

$$a_{ib} = \frac{300}{1,56 + 2,17 + 1,31 + 1,86} = \frac{300}{6,9} = 43 \text{ tương đương IT9}$$

Phương pháp xác suất

$$a_{ib} = \frac{300}{\sqrt{1,56^2 + 2,17^2 + 1,31^2 + 1,86^2}} = \frac{300}{\sqrt{12,7}} = \frac{300}{3,5} \approx 100 \text{ tương đương IT11.}$$

6.5. CÁC PHƯƠNG PHÁP GHI KÍCH THƯỚC CHO BẢN VẼ CHI TIẾT

Có 3 phương pháp

Phương pháp chuỗi (hình a)

Phương pháp tọa độ (hình b)

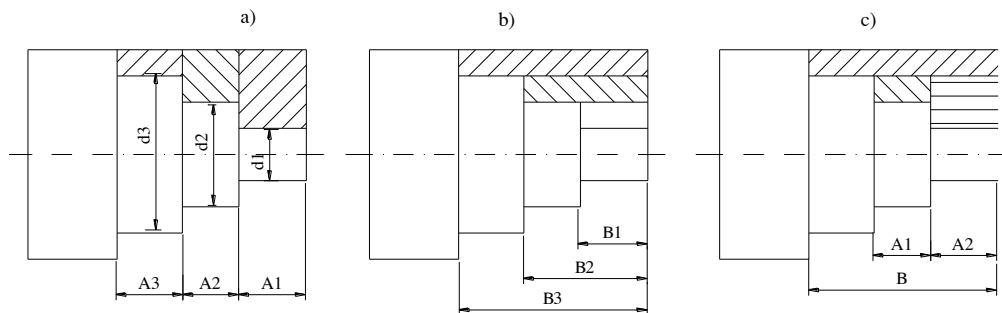
Phương pháp kết hợp (hình c)

Phương pháp chuỗi

Kích thước $A_i = a_i + \Delta_i$

a_i – kích thước danh nghĩa

Δ_i – sai số gia công



Ưu điểm: Mỗi khi gia công để tạo ra một kích thước chiều dài tiếp theo phải chuyển sang chuẩn công nghệ mới do đó loại được ảnh hưởng của sai số gia công ở các kích thước trước tới các kích thước sau.

Nhược điểm: Sai số gia công được tích lũy khi hoàn thành các kích thước toạ độ

$$B_n = \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n \Delta_i$$

Phương pháp toạ độ chuẩn thống nhất

$$B_i = b_i + \Delta_i$$

Ưu điểm: sai số của mỗi một kích thước toạ độ không phụ thuộc vào sai số của các kích thước toạ độ khác

Nhược điểm: Độ chính xác của kích thước A_i sẽ phụ thuộc vào độ chính xác hoàn toàn kích thước toạ độ B_i và B_{i-1}

$$\begin{aligned} A_i &= B_i - B_{i-1} = (b_i + \Delta_i) - (b_{i-1} + \Delta_{i-1}) \\ &= (b_i - b_{i-1}) + (\Delta_i - \Delta_{i-1}) \end{aligned}$$

6.5.1. CÂU HỎI

I. Dung sai

1, Nêu khái niệm về kích thước, sai lệch dung sai và lắp ghép các kiểu lắp theo TCVN và đặc tính lắp ghép của chúng

2, Các hệ thống lắp ghép cấp chính xác trong TCVN và các kiểu sai lệch cơ bản. Ví dụ ký hiệu các kiểu lắp theo hệ thống đó

3, Các thông số cơ bản của ren , các sai lệch cơ bản sử dụng trong mỗi ghép ren có khe hở. Ví dụ ký hiệu mỗi ghép ren

4, Các thông số cơ bản của then và mối ghép then bằng dung sai của chúng, các kiểu lắp cơ bản của mỗi ghép then. ví dụ ký hiệu mỗi ghép then

5, Các phương pháp đồng tâm của mỗi ghép then hoa. ví dụ ký hiệu mỗi ghép then hoa.

6, Các phương án ghi chung sai lệch giới hạn không chỉ dẫn của kích thước thẳng, sai lệch giới hạn không chỉ dẫn của các kích thước góc phụ thuộc vào các yếu tố nào.

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG NGHIỆP VIỆT ĐỨC



Bài giảng môn học : **DUNG SAI**

Giáo viên biên soạn: *Nguyễn Thị Thu Hiền*

NỘI DUNG CỦA MÔN HỌC



Chương 1: KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

Chương 2: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

Chương 3: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

Chương 4: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

Chương 5: CHUỖI KÍCH THƯỚC

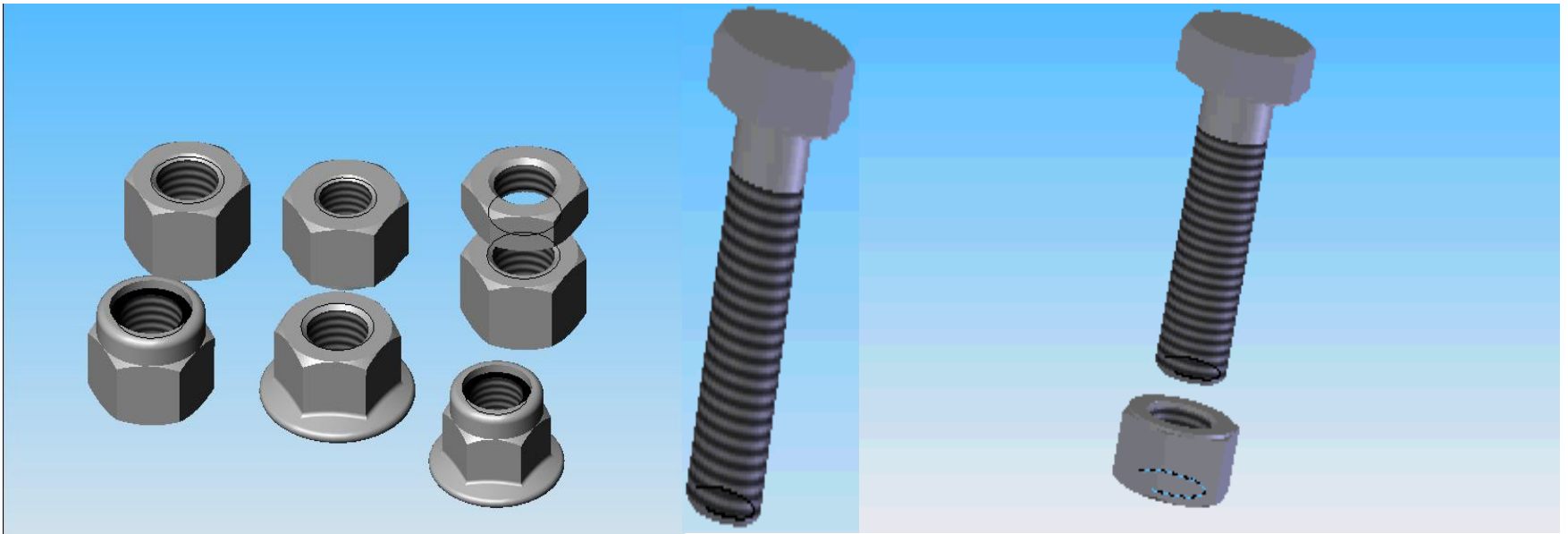
CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.1. Khái niệm về tính lắp lẫ (tính đối lẫ chức năng) trong cơ khí:

1.1.1. Bản chất của tính lắp lẫ:

- Tính đối lẫ chức năng của chi tiết máy và máy là tính chất của máy móc, thiết bị và những chi tiết cấu thành nó đảm bảo khả năng lắp ráp hoặc thay thế khi sửa chữa không cần lựa chọn, sửa đổi hoặc điều chỉnh mà vẫn đạt được các yêu cầu kỹ thuật không phụ thuộc vào độ chính xác chế tạo

Ví dụ:



CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

*Hiệu quả của tính đổi lẫn chức năng

- Hiệu quả đối với quá trình kinh tế:

- + Giảm nhẹ được khối lượng công việc thiết kế do đó giảm thời gian chuẩn bị sản xuất của nhà máy
- + Tạo điều kiện cho người thiết kế tạo ra được các máy móc có các thông số phù hợp thuận tiện.

-Trong sản xuất chế tạo sản phẩm:

- + Là tiền đề về kỹ thuật cho phép phân công sản xuất giữa các nhà máy, tiến tới chuyên môn hóa sản xuất
- + Làm đơn giản hóa quá trình lắp ráp và tạo điều kiện cho việc tự động hóa quá trình lắp ráp.

-Đối với quá trình sử dụng:

- + Hạn chế giờ chết của máy do việc chờ chế tạo chi tiết hỏng thay thế do đó giảm hao mòn vô hình của máy(làm cho máy trong một thời gian ngắn nhất được sử dụng với hiệu quả tối đa, nâng cao hiệu suất sử dụng máy)
- + Không cần bộ phận sửa chữa cồng kềnh, phức tạp

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.1.2 Phân loại tính đổi lẫn chức năng

- Đổi lẫn chức năng hoàn toàn: khi các thông số kỹ thuật của loạt chi tiết gia công đạt được một độ chính xác nào đó cho phép tất cả đều có thể lắp thay thế cho nhau được
- Đổi lẫn chức năng không hoàn toàn: khi đó để đạt được thông số kỹ thuật của sản phẩm trong quá trình lắp ráp hoặc thay thế khi sửa chữa người ta cần phải phân nhóm, lựa chọn chi tiết, điều chỉnh vị trí hoặc sửa chữa bổ sung một vài bộ phận nào đó
- Đổi lẫn chức năng nội: là tính đổi lẫn chức năng của các chi tiết riêng biệt trong một đơn vị lắp hoặc tính đổi lẫn công nghệ của bộ phận hay cơ cấu trong một sản phẩm

VD: Trong ổ lăn sự thay thế các con lăn và vòng ổ là tính đổi lẫn chức năng nội

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

- Đồi lăn chức năng ngoại : là tính đồi lăn chức năng của các đơn vị lắp khác nhau được lắp vào các sản phẩm phức tạp theo các kích thước lắp ghép.

VD: Đường kính ngoài của vòng ngoài và đường kính trong và vòng trong của ổ lăn

1.1.3. Ý nghĩa thực tiễn của tính lắp lăn

- Thuận tiện cho sửa chữa và thay thế.
- Dự trữ được các chi tiết để thay thế kịp thời.
- Chuyên môn hoá sản xuất cao.
- Sử dụng các trang bị máy móc tiên tiến hiện đại
- Năng suất lao động cao , giá thành sản phẩm hạ

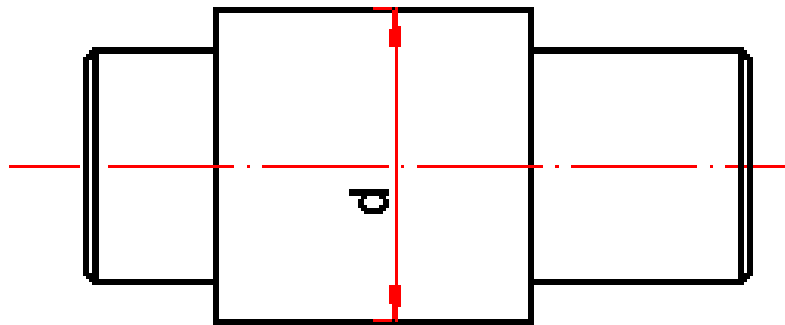
CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.2. Khái niệm về kích thước, sai lệch giới hạn, dung sai

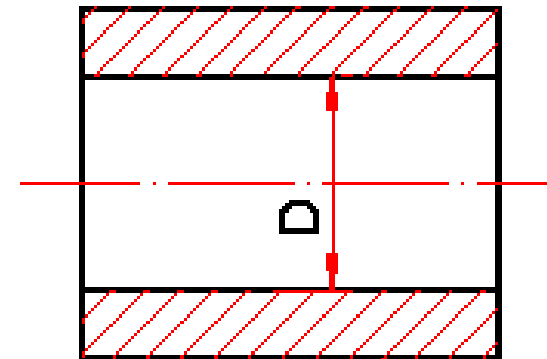
1.2.1. Các loại kích thước

a, Kích thước danh nghĩa (d_{dn} , D_{dn})

- Là kích thước mà dựa vào chức năng của chi tiết xác định được sau khi đã tính toán đảm bảo các thông số kỹ thuật yêu cầu (độ bền, độ cứng....) sau đó được quy tròn (về phía lớn lên) theo các giá trị của dãy kích thước tiêu chuẩn.



a) Trục



b) Lỗ

- Kích thước danh nghĩa được ghi trên bản vẽ được dùng làm gốc để xác định các sai lệch giới hạn.

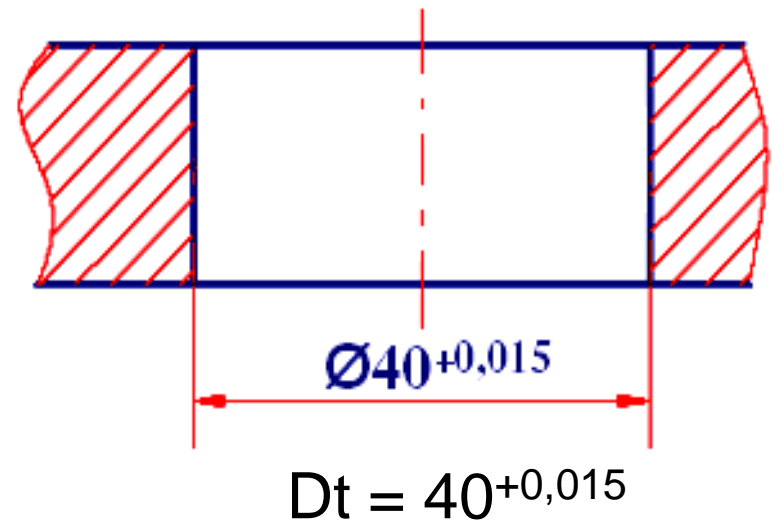
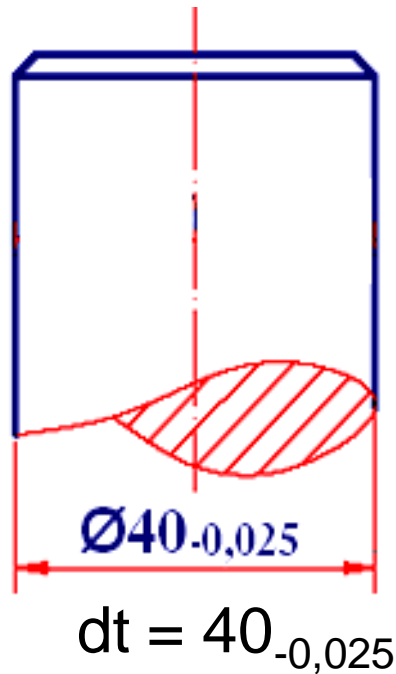
CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

b, Kích thước thực:

- Là kích thước đo được trực tiếp trên chi tiết gia công bằng các phương pháp đo với các sai số cho phép.

- Kí hiệu: Trục : d_{th} ; Lỗ: D_{th}

Ví dụ:



CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

c, Kích thước giới hạn:

- Là khoảng kích thước lớn nhất và nhỏ nhất cho phép của chi tiết trong quá trình gia công để chi tiết đạt theo yêu cầu.

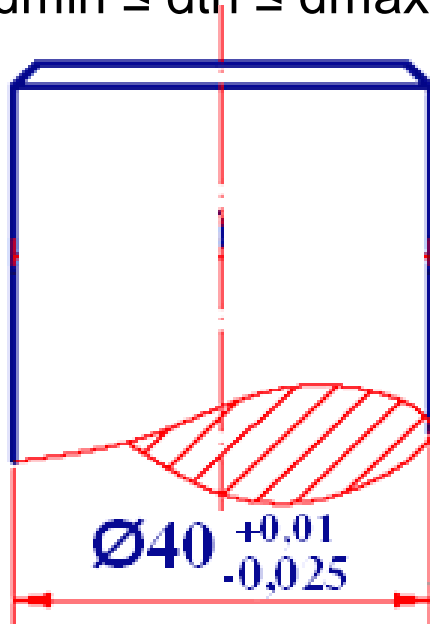
-Kí hiệu: + Trục: d_{max} , d_{min}

Lỗ : D_{max} , D_{min}

Vậy điều kiện để chi tiết đạt yêu cầu về kích thước:

+ Trục: $d_{min} \leq d_{th} \leq d_{max}$

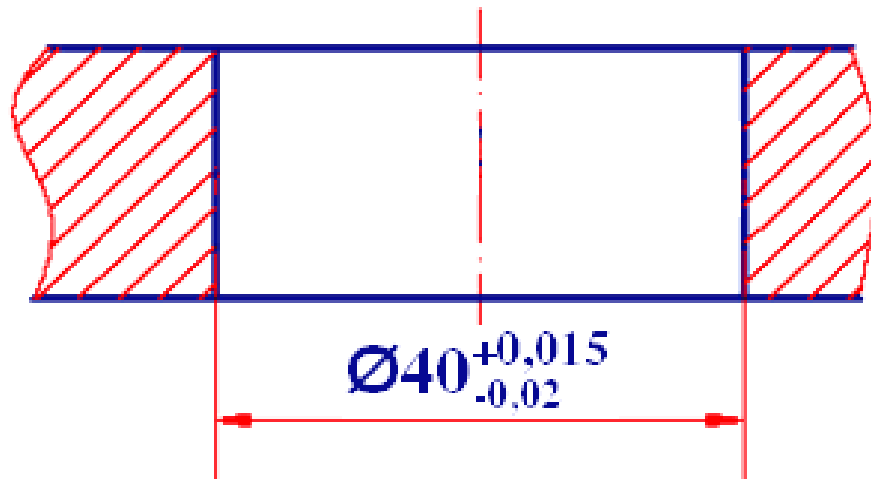
Lỗ: $D_{min} \leq D_{th} \leq D_{max}$



$$d_{dn} = 40\text{mm}$$

$$d_{max} = 40 + 0,01\text{mm}$$

$$d_{min} = 40 - 0,025\text{mm}$$



$$D_{dn} = 40\text{mm}$$

$$D_{max} = 40 + 0,015\text{mm}$$

$$D_{min} = 40 - 0,02\text{mm}$$

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

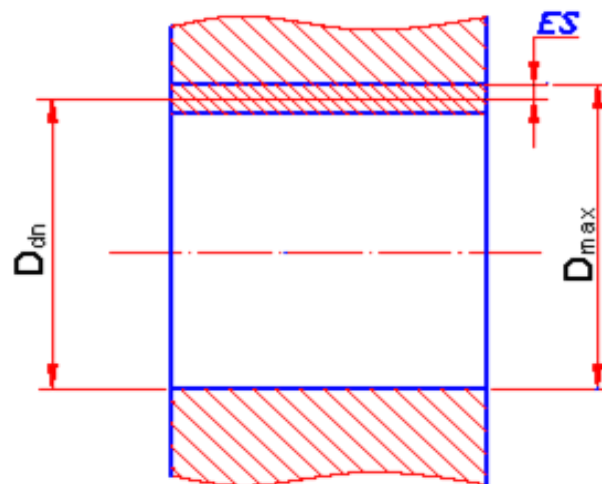
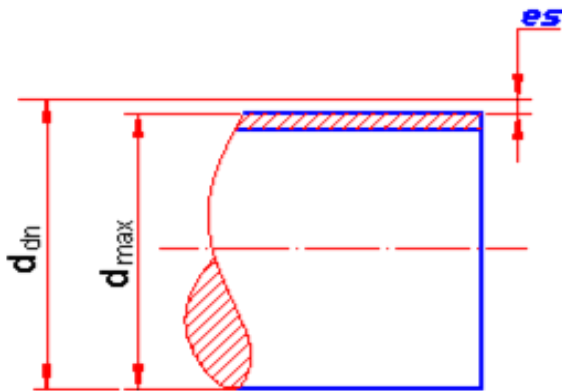
1.2.2. Sai lệch:

- Sai lệch là hiệu số đại số giữa một kích thước (kích thước thực, kích thước giới hạn...) với kích thước danh nghĩa.
- Dung sai gia công được cho trên bản vẽ dưới dạng hai sai lệch so với kích thước danh nghĩa được gọi là sai lệch giới hạn.
- Sai lệch giới hạn: là hiệu số đại số giữa các kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa bao gồm:

a, Sai lệch trên:

- Là hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa

- Kí hiệu: + Trục: $es = d_{max} - d_{dn}$ Lỗ: $ES = D_{max} - D_{dn}$



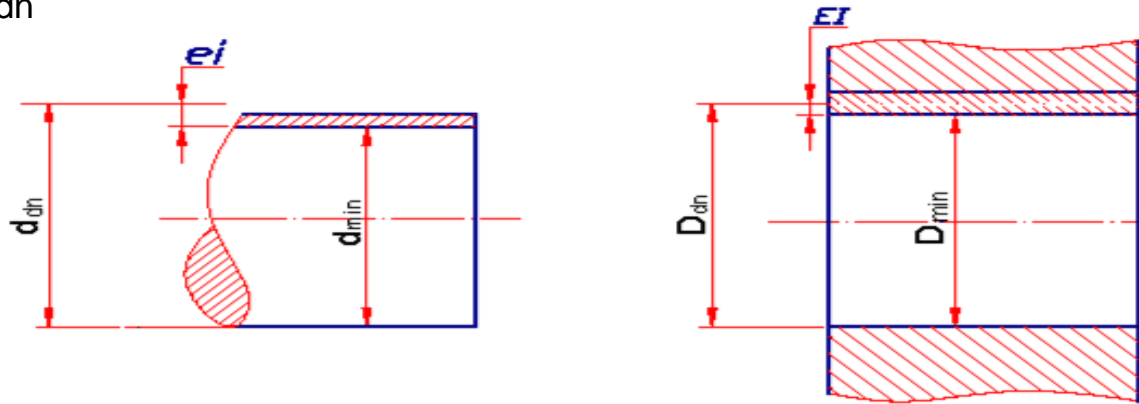
CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

b, Sai lệch dưới:

- Là hiệu số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa

- Kí hiệu: +Trục: $ei = d_{\min} - d_{\text{dn}}$

+ Lỗ: $EI = D_{\min} - D_{\text{dn}}$



c. Sai lệch thực:

- Là hiệu đại số giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa

d. Sai lệch cơ bản:

- Là một trong hai sai lệch dùng làm căn cứ để xác định vị trí của dung sai cơ bản so với đường không. Trong TCVN quy định sai lệch cơ bản là một trong hai sai lệch gần đường không nhất

* Nhận xét: do các KTGh và KT thực có thể lớn hơn, nhỏ hơn hoặc bằng KTDN nên các sai lệch có thể âm, dương, bằng 0. Trên các bản vẽ sai lệch được tính bằng mm, trong các bảng tiêu chuẩn sai lệch được cho bằng μm

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.2.3. Dung sai(T)

- Là phạm vi cho phép của sai số và khoảng giữa KTGH lớn nhất và KTGH nhỏ nhất được gọi là dung sai.

- KH: T

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} = e_s - e_i \quad (\text{với trục})$$

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} = E_S - E_I \quad (\text{với lỗ})$$

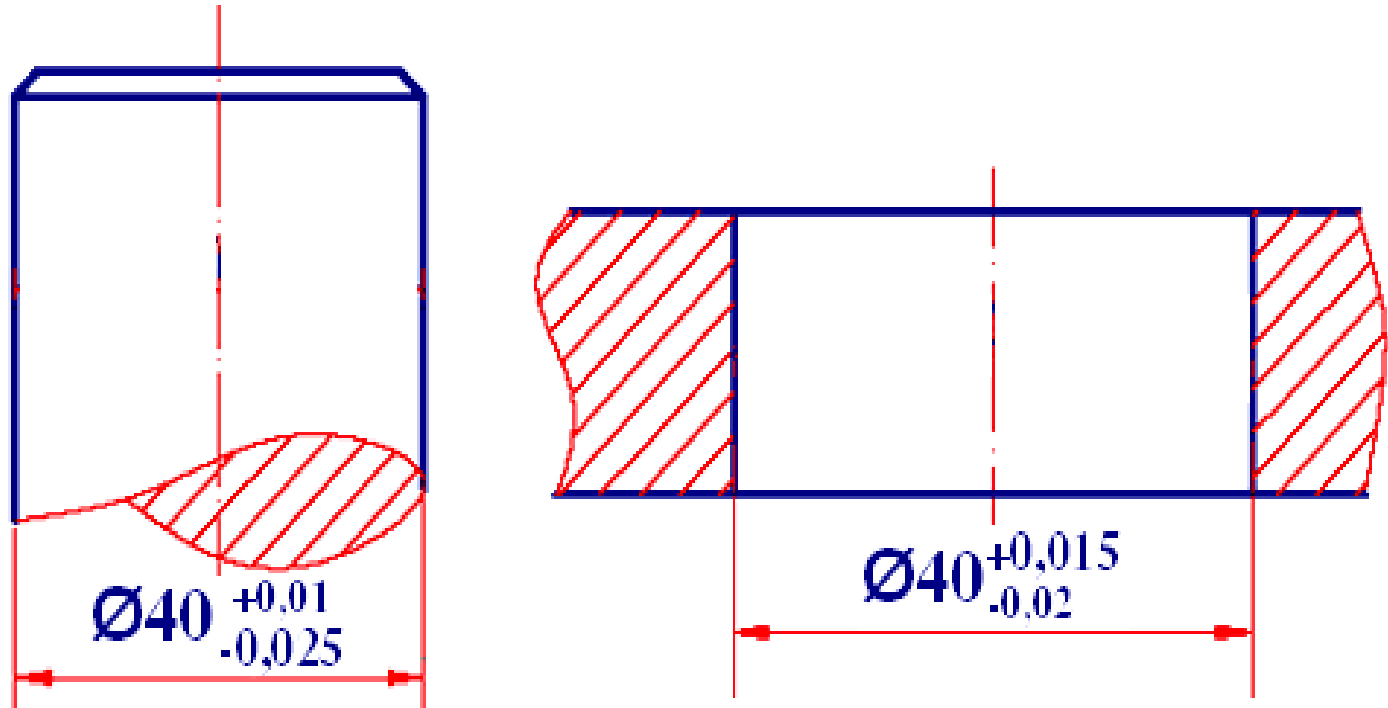
• Ý nghĩa:

- Dung sai luôn có giá trị dương

- Dung sai đặc trưng cho độ chính xác yêu cầu của kích thước hay còn gọi là độ chính xác thiết kế vì: trị số dung sai càng nhỏ, phạm vi cho phép của sai số càng nhỏ, yêu cầu độ chính xác chế tạo kích thước càng cao thì việc chế tạo càng khó khăn. Ngược lại nếu trị số dung sai càng lớn thì yêu cầu độ chính xác chế tạo càng thấp nhưng chế tạo dễ dàng hơn

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

Ví dụ:



$$T_d = 40,01 - 39,975 = 0,035 \text{ mm}$$

$$\text{Hoặc } T_d = 0,01 - (-0,025) = 0,035 \text{ mm}$$

$$T_D = 40,015 - 39,98 = 0,0350 \text{ mm}$$

$$\text{Hoặc } T_D = 0,015 - (-0,02) = 0,035 \text{ mm}$$

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.3. Lắp ghép, các loại lắp ghép:

1.3.1. Khái niệm về lắp ghép:

- Các chi tiết máy không đứng riêng với nhau mà chúng được tập hợp trong những đơn vị lắp xác định

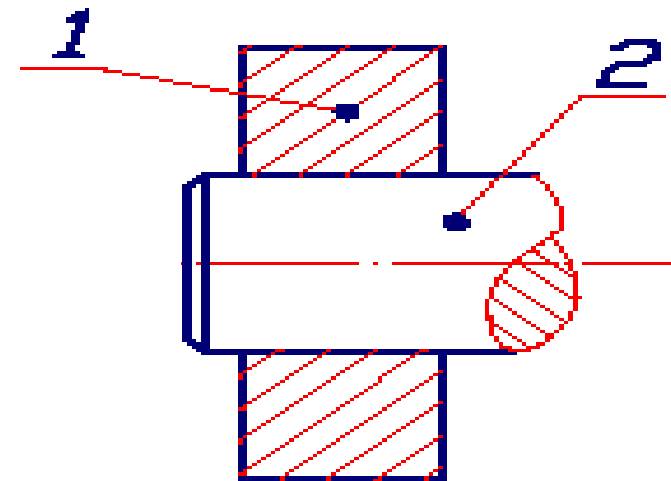
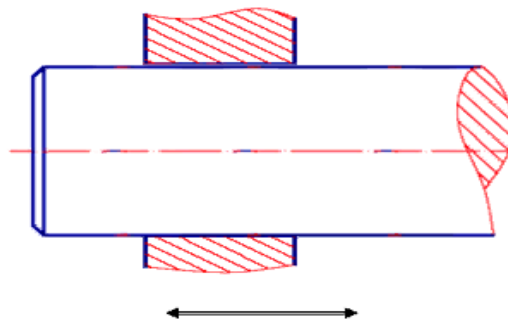
- Những bề mặt và những kích thước mà dựa theo chúng để lắp ghép các chi tiết với nhau gọi là những bề mặt lắp ghép và kích thước lắp ghép. Một mối ghép bao giờ cũng có chung một kích thước danh nghĩa gọi là kích thước danh nghĩa của lắp ghép.

- Lắp ghép được chia làm 2 loại:

+ Lắp ghép cố định:

VD: Trục lắp với lỗ

+ Lắp ghép di động:



1- Lỗ

2- Trục

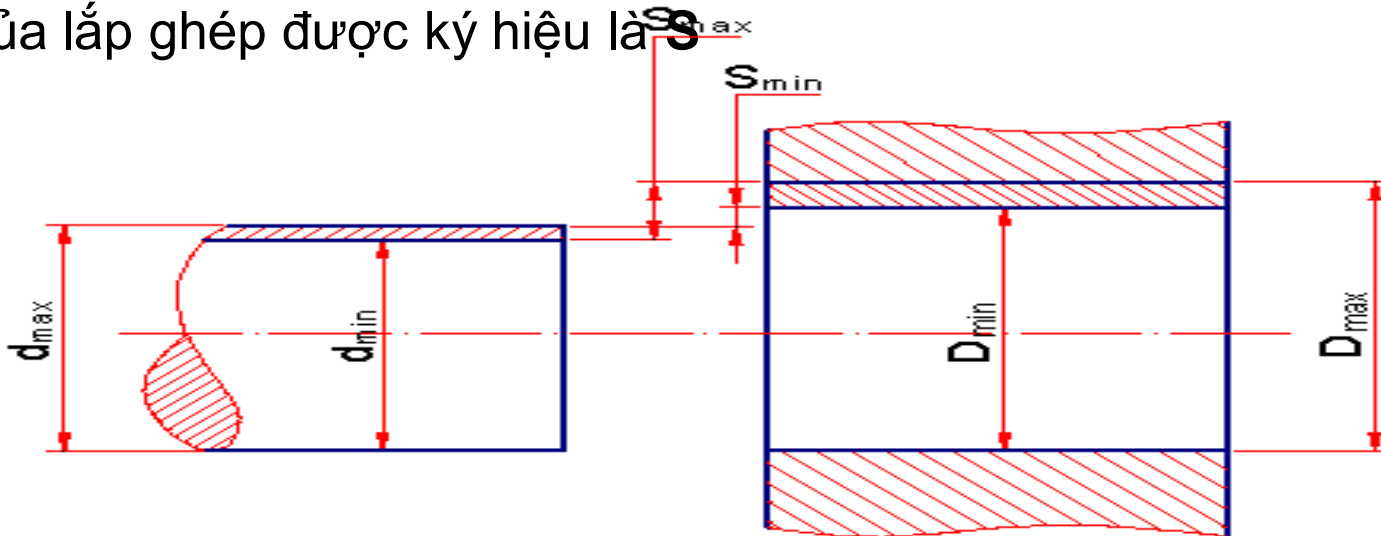
CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.3.2. Các loại lắp ghép:

a, Mỗi ghép có độ hở (Lắp lỏng)

- Là loại mỗi ghép luôn tạo ra khe hở giữa lỗ và trục nghĩa là $D_{th} \geq d_{th}$

- Độ hở của lắp ghép được ký hiệu là S



$$S_{max} = D_{max} - d_{min} \text{ hay}$$

$$S_{min} = D_{min} - d_{max} \text{ hay}$$

$$S_{tb} = (S_{max} + S_{min}) / 2$$

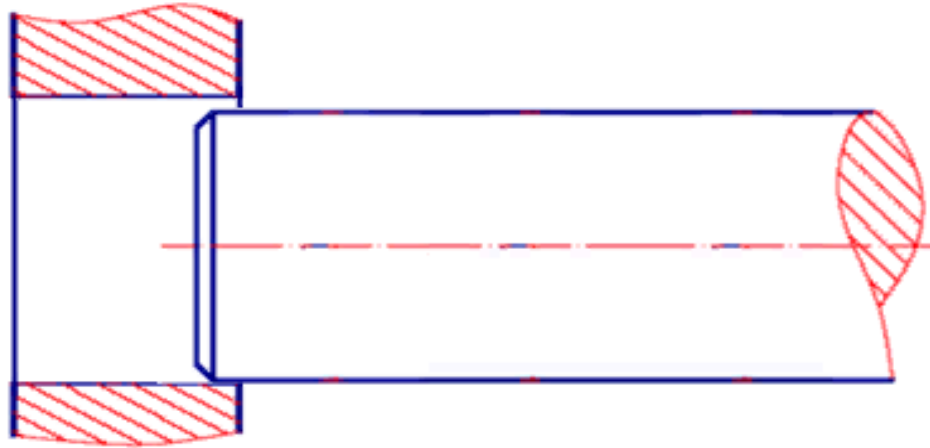
$$T_S = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d$$

$$S_{max} = ES - ei$$

$$S_{min} = EI - es$$

CHƯƠNG I · NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

Ví dụ:

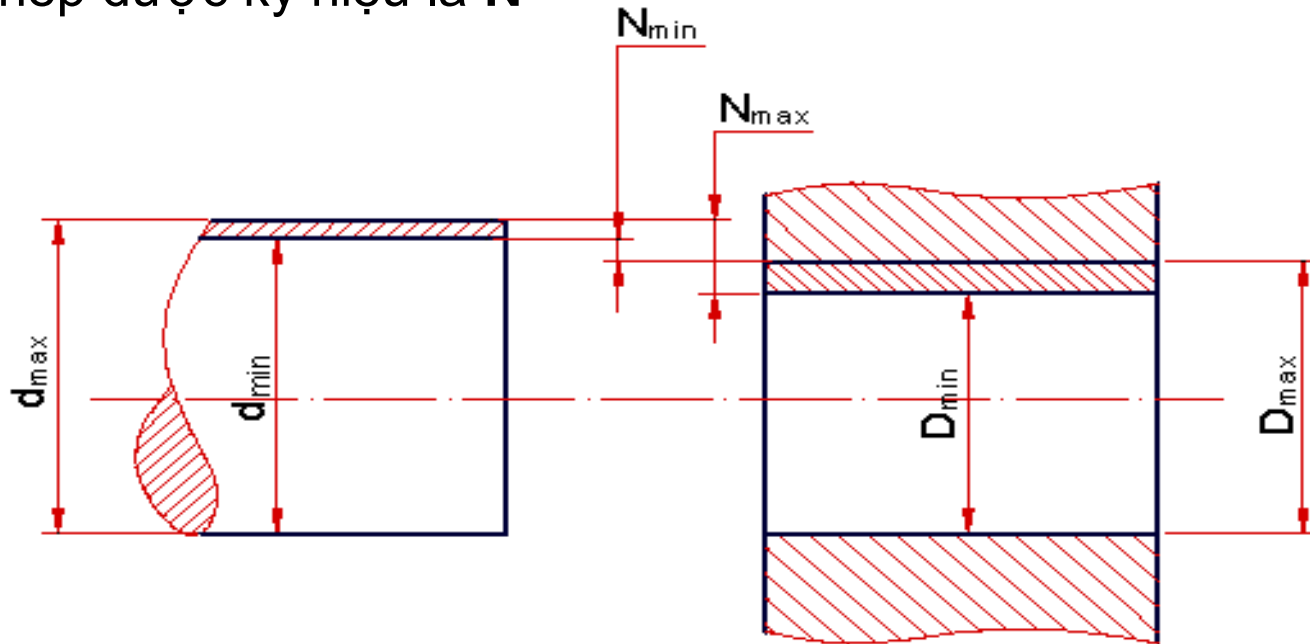


- Phạm vi sử dụng: thường được sử dụng với các mối ghép mà hai chi tiết lắp ghép có sự chuyển động tương đối với nhau và tùy theo chức năng của mối ghép mà ta chọn kiểu lắp có độ hở nhỏ, trung bình hay lớn

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

b, Mối ghép có độ dôi (Lắp chặt)

- Là loại mối ghép có $D_{th} \leq d_{th}$
- Độ dôi của lắp ghép được ký hiệu là **N**



$$N_{max} = d_{max} - D_{min} \quad \text{hay} \quad N_{max} = e_s - E_i$$

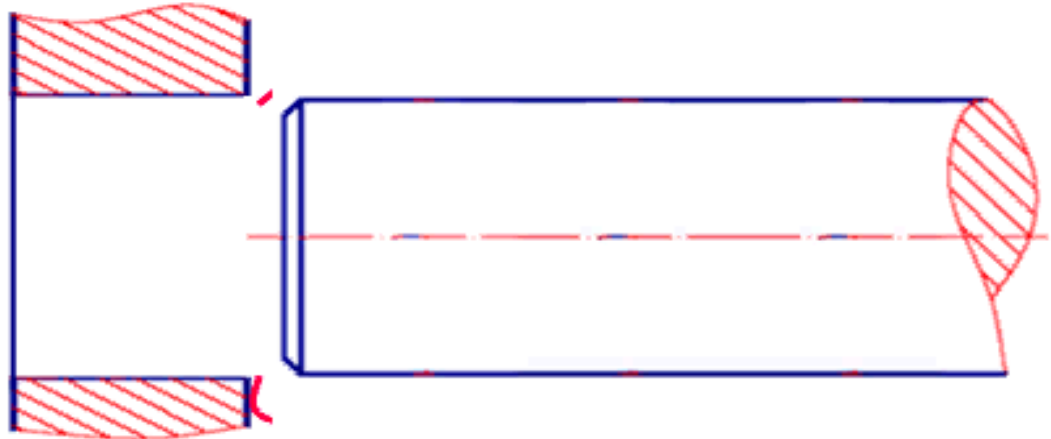
$$N_{min} = d_{min} - D_{max} \quad \text{hay} \quad N_{min} = e_i - E_s$$

$$N_{tb} = (N_{max} + N_{min}) / 2$$

$$T_N = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d$$

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

VD:

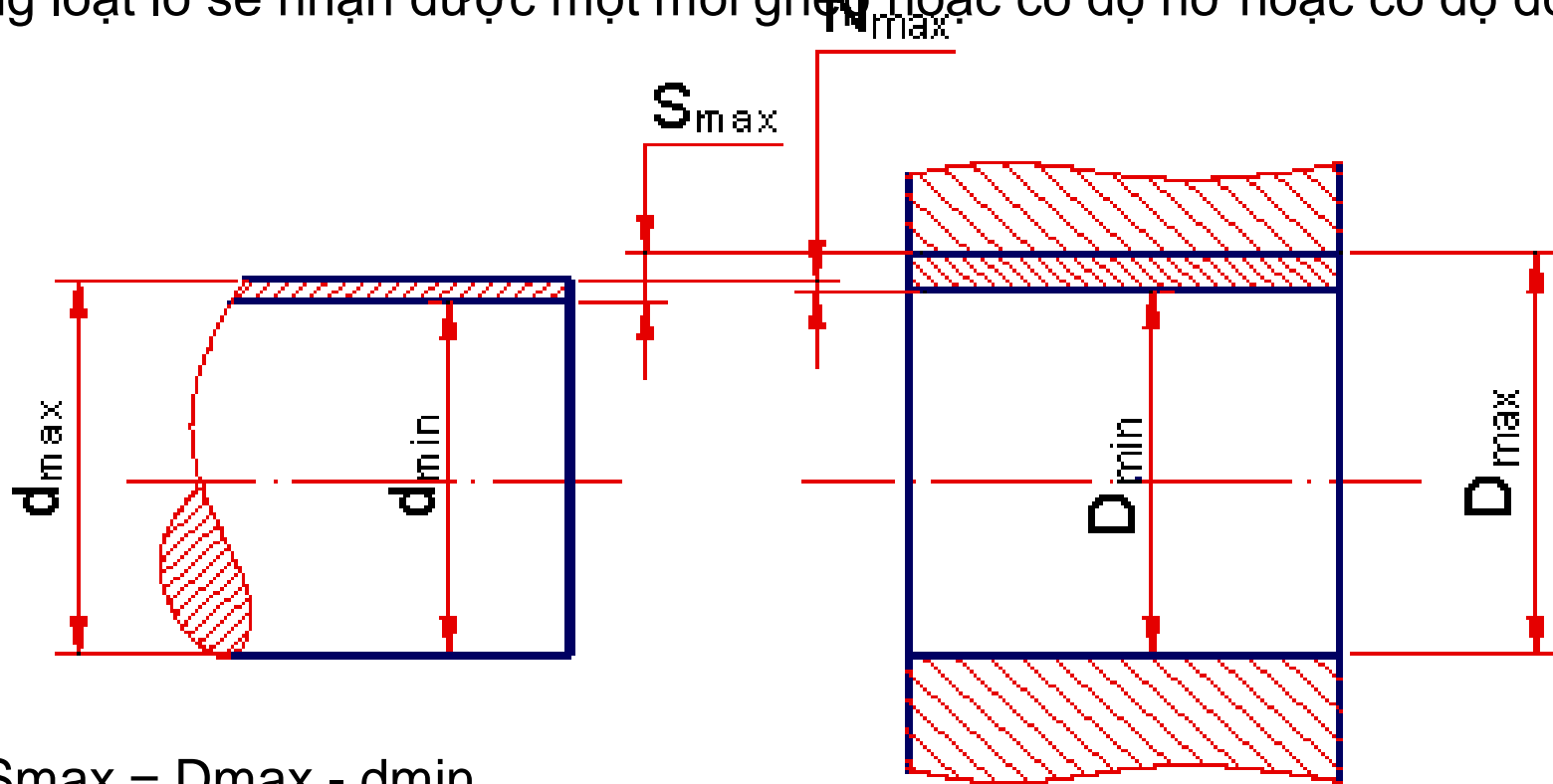


- Phạm vi sử dụng: Lắp ghép chặt được sử dụng đối với các mối ghép cố định không tháo hoặc chỉ tháo sau khi sửa chữa lớn. Độ dôi của lắp ghép đủ để đảm bảo truyền mômen xoắn nhưng tùy theo trị số của lực truyền ma ta chọn lắp ghép có độ dôi nhỏ, trung bình hay lớn.

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

c, Mỗi ghép trung gian:

- Trong nhóm lắp ghép này kích thước thực của trục có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn kích thước của lỗ. Miền dung sai kích thước lỗ và kích thước trục nằm xen kẽ lẫn nhau. Vì vậy khi lắp một trục bất kỳ trong loạt trục với một lỗ bất kỳ trong loạt lỗ sẽ nhận được một mối ghép hoặc có độ hở hoặc có độ dôi.



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

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

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

Độ hở hoặc độ dôi trung bình được tính như sau:

+ Nếu $S_{max} > N_{max}$: $S_{tb} = S_{max} - N_{max} / 2$

+ Nếu $N_{max} > S_{max}$: $N_{tb} = N_{max} - S_{max} / 2$

- Dung sai lắp ghép: $T_{S, N} = N_{max} + S_{max}$

$$T_{S, N} = TD + Td$$

- Phạm vi sử dụng: Lắp ghép trung gian được sử dụng đối với các mối ghép cố định nhưng thường xuyên phải tháo lắp trong quá trình sử dụng và những mối ghép yêu cầu có độ đồng tâm cao giữa các chi tiết lắp ghép. Có thể dùng mối ghép trung gian để truyền lực nhưng với điều kiện phải có thêm chi tiết phụ như: then, chốt, vít....

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.3.3 Biểu đồ phân bố dung sai

- Người ta ghi giá trị sai lệch ở bên phải kích thước danh nghĩa. Trong đó sai lệch trên ghi ở phía trên, sai lệch dưới ghi ở dưới. Nếu một trong hai sai lệch bằng 0 thì không ghi hoặc ghi số 0. Nếu sai lệch đối xứng nhau qua đường không người ta ghi dấu \pm kèm theo giá trị sai lệch đó.

VD: $\Phi 20^{+0,035}_{+0,008}$ $\Phi 40^{+0,02}$ $\Phi 40 \pm 0,018$

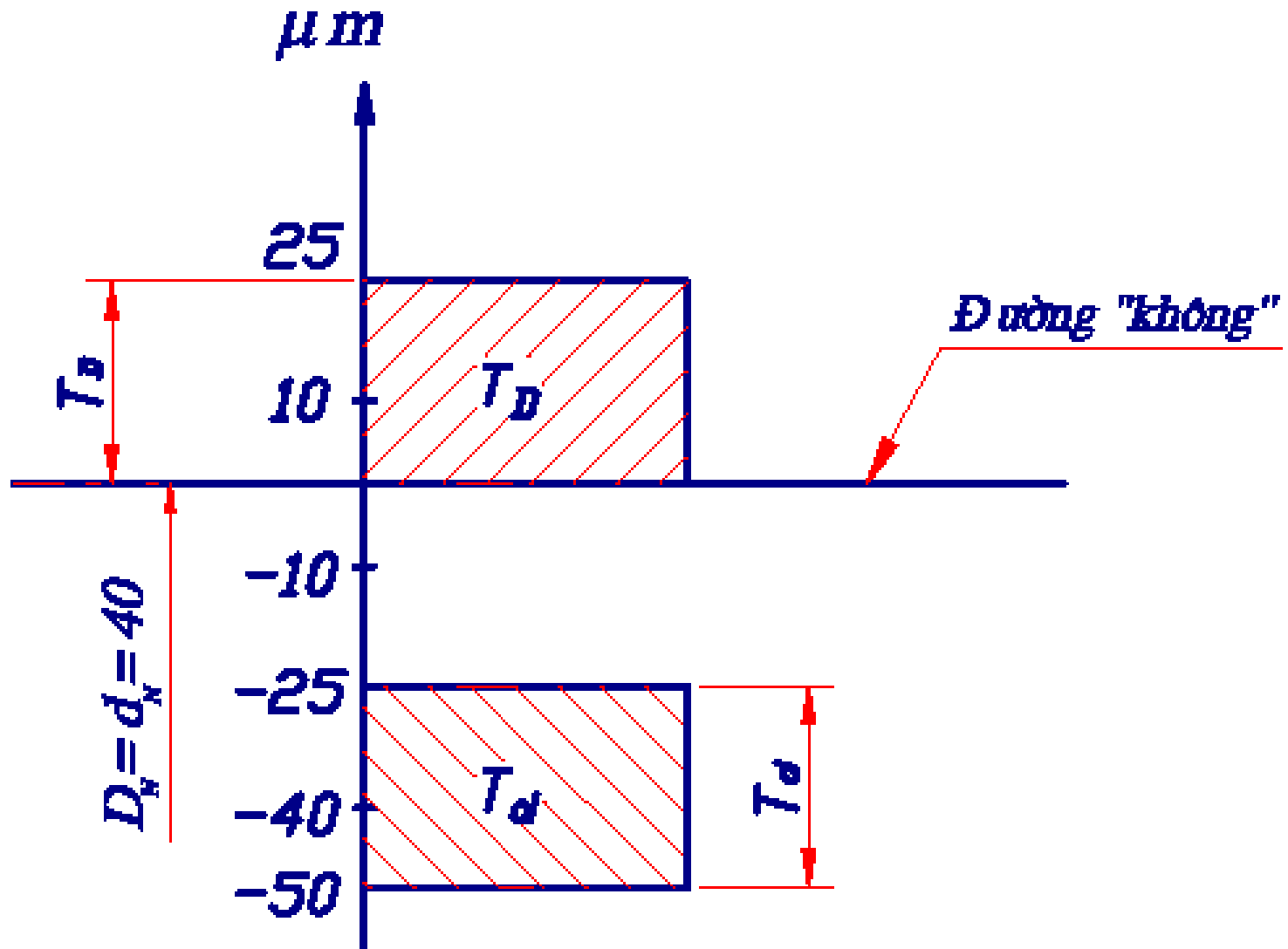
Ngoài ra để đơn giản và thuận tiện cho tính toán người ta còn biểu diễn lắp ghép dưới dạng biểu đồ. Trên đường nằm ngang biểu thị vị trí của kích thước danh nghĩa tại vị trí đó sai lệch bằng 0 nên gọi là đường không. Trục tung biểu thị sai lệch của kích thước theo quy tắc : sai lệch dương bố trí phía trên, sai lệch âm bố trí phía dưới đường không. Miền dung sai được biểu thị bằng một hình chữ nhật có cạnh trên tương ứng với ES(es) cạnh dưới tương ứng EI(ei).

VD: Vẽ sơ đồ lắp ghép cho loạt lỗ có kích thước $\Phi 40^{+0,025}$

và loạt trục có kích thước $\Phi 40^{-0,025}_{-0,050}$

CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

Sơ đồ miền dung sai:



CHƯƠNG I: NHỮNG KHÁI NIỆM VỀ DUNG SAI

1.3.4.. Tác dụng của sơ đồ miền dung sai:

- Qua sơ đồ phân bố miền dung sai ta xác định được:
- + Giá trị kích thước danh nghĩa của mỗi ghép (D_N, d_N).
- + Biết giá trị sai lệch giới hạn (ES, EI, es, ei).
- + Biết được vị trí và giá trị của kích thước giới hạn ($D_{max}, D_{min}, d_{max}, d_{min}$
- + Trị số dung sai kích thước của lỗ, trục.
- + Dễ dàng nhận biết được đặc tính lắp ghép.
- + Biết được trị số độ hở, độ dôi giới hạn.

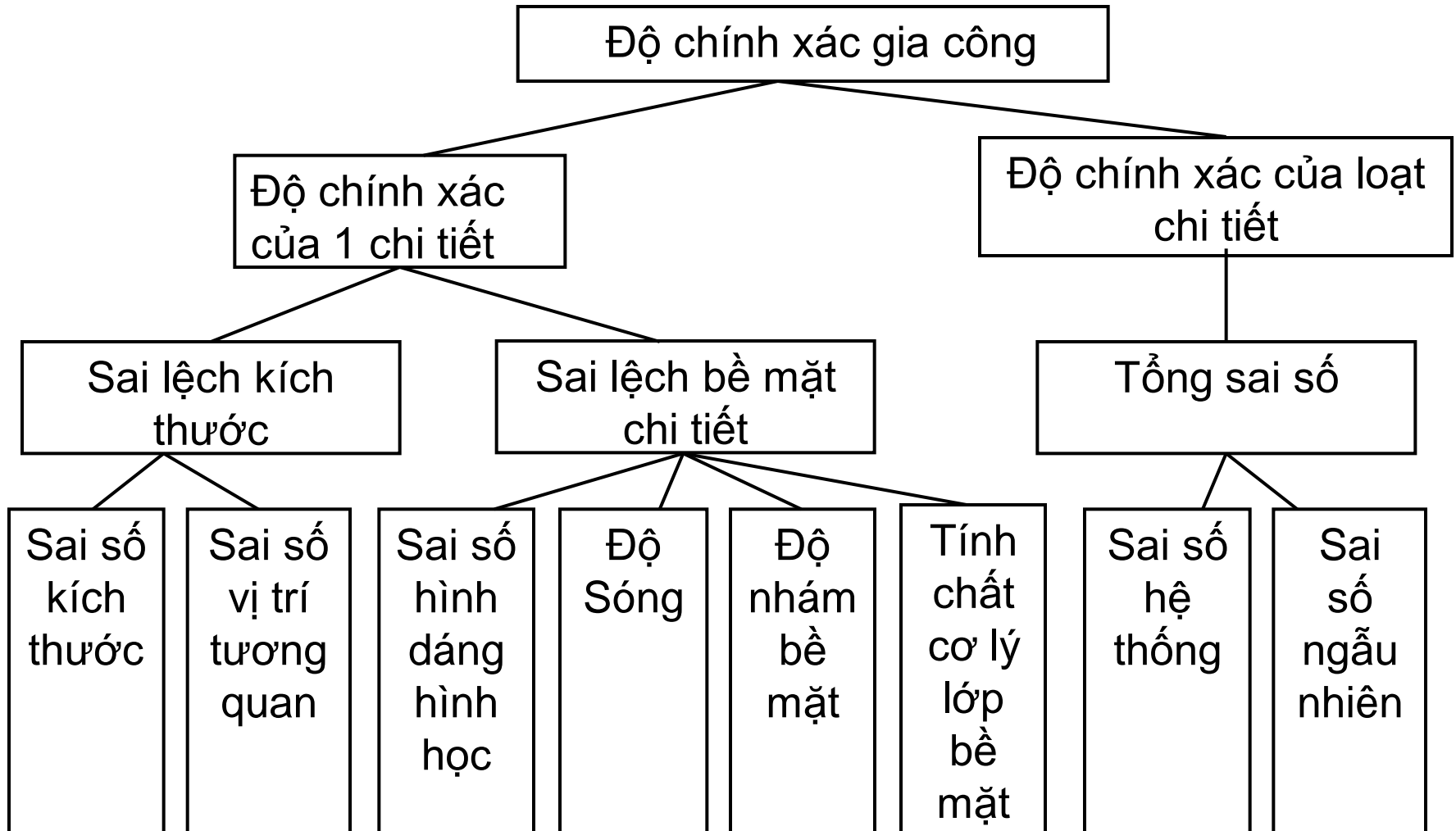
CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.1 Khái niệm về độ chính xác gia công

2.1.1 Định nghĩa

- Trong bất kỳ một quá trình gia công đều xuất hiện sai số do đó không thể chế tạo chi tiết có độ chính xác tuyệt đối. Vì vậy khi thiết kế, tính toán chế tạo ngoài việc tính toán các thông số động học, độ bền, độ chống mài mòn...thì cần phải tính toán độ chính xác của nó.
- Độ chính xác gia công của chi tiết máy là mức độ trùng hợp về các yếu tố hình học, về tính chất cơ lý lớp bề mặt của chi tiết máy được gia công so với chi tiết máy lý tưởng trên bản vẽ thiết kế.
- Độ chính xác của chi tiết máy là chỉ tiêu khó đạt nhất và gây tốn kém nhất kể cả trong quá trình xác lập ra nó cũng như trong quá trình chế tạo.
- Trong thực tế không thể chế tạo ra những chi tiết máy tuyệt đối chính xác được, vì vậy người ta dùng giá trị sai lệch của nó để đánh giá độ chính xác gia công của chi tiết máy, giá trị sai lệch đó càng lớn thì độ chính xác gia công càng thấp.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC



CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.1.2 Phân loại

- Khi gia công cả loạt chi tiết trong cùng một điều kiện xác định mặc dù những nguyên nhân gây ra trên từng chi tiết là giống nhau nhưng sai số tổng cộng lại khác nhau do tính chất khác nhau của các sai số thành phần
- Xét về đặc tính biến thiên của sai số gia công ta phân thành hai loại:

a. Sai số hệ thống

- Là sai số mà giá trị của nó không đổi hoặc biến đổi theo một quy luật xác định trong suốt quá trình gia công

VD: Khi gia công một loạt chi tiết ở nguyên công khoan người ta dùng một dao khoan có đường kính nhỏ hơn đường kính yêu cầu 0,1mm. Nếu không kể tới các ảnh hưởng khác thì tất cả các lỗ trong loạt đều có đường kính nhỏ đi một lượng là 0,1 mm so với yêu cầu nghĩa là trị số của nó không thay đổi trong suốt quá trình gia công.

Trong sai số hệ thống người ta phân ra có hai loại sai số:

- + Sai số hệ thống cố định: là sai số mà giá trị của nó không đổi trong suốt quá trình gia công
- + Sai số hệ thống biến đổi: là sai số mà giá trị của nó thay đổi theo một quy luật xác định trong suốt quá trình gia công (người ta có thể xác định sai số này theo thời gian)

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

VD: Trong trường hợp mòn dao, cứ sau mỗi lần khoan mũi khoan lại bé đi một lượng do mòn làm cho đường kính lỗ gia công biến đổi theo một quy luật xác định. Đường kính các lỗ cũng dần bé đi có quy luật

b. Sai số ngẫu nhiên

* Khái niệm: Là sai số mà giá trị của nó thay đổi không theo một quy luật nào trong suốt quá trình gia công.

- Các nguyên nhân gây nên sai số ngẫu nhiên xuất hiện lúc nhiều, lúc ít, lúc có, lúc không một cách hoàn toàn ngẫu nhiên. Người ta không xác định được giá trị của sai số ngẫu nhiên theo thời gian

VD: Chất lượng cơ, lý tính của lớp bề mặt không đều hoặc lượng dư không đều có thể gây ra sai số ngẫu nhiên.

Do đặc tính của sai số ngẫu nhiên vì vậy các thông số hình học của loạt chi tiết tạo thành trong quá trình gia công cắt gọt là những đại lượng ngẫu nhiên. Để nghiên cứu ta phải dùng phương pháp thống kê mới biết được phạm vi xuất hiện của sai số ngẫu nhiên.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.1.3 Nguyên nhân gây sai số gia công

- + Máy dùng để gia công có sai số và bị mòn trong quá trình sử dụng
- + Dao dùng để gia công có sai số và bị mòn trong quá trình sử dụng
- + Do biến dạng đàn hồi của hệ thống Máy – dao – Đồ gá – Chi tiết gia công.
- + Biến dạng do kẹp chặt
- + Biến dạng vì nhiệt và ứng suất bên trong.
- + Rung động trong quá trình cắt.
- + Do phương pháp đo và dụng cụ đo không chính xác

2.2 Sai số kích thước gia công

*** Khái niệm:** Là lượng chênh lệch giữa kích thước thực của chi tiết sau khi gia công xong so với khoảng kích thước cho phép (dung sai) của kích thước đó.

• Mục đích nghiên cứu sai số kích thước gia công:

- Để nghiên cứu sai số của kích thước gia công người ta khảo sát kích thước của loạt chi tiết được gia công bằng phương pháp chẻn sẵn dao.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

Khi gia công cả loạt, do có sai số gia công làm cho kích thước của chi tiết trong loạt bị phân tán trong một khoảng nào đó gọi là khoảng phân tán của kích thước gia công(KH: W)

- Nếu khoảng phân tán càng nhỏ và càng gần với khoảng dung sai thì sai số càng ít còn nếu khoảng phân tán của kích thước gia công dù nhỏ nhưng xa khoảng dung sai thì sai số càng nhiều.

-Khoảng phân tán xa hay gần khoảng kích thước cho phép là do sai số hệ thống nhiều hay ít còn khoảng phân tán rộng hay hẹp là do sai số ngẫu nhiên nhiều hay ít. Cho nên đánh giá sai số kích thước không những chỉ đánh giá khoảng phân tán rộng hay hẹp mà còn phải xem xét vị trí của nó so với vị trí của khoảng dung sai.

•Phương pháp nghiên cứu:

- Sai số kích thước gia công do những sai số hệ thống và ngẫu nhiên gây ra do đó sai số kích thước gia công cũng là một đại lượng ngẫu nhiên và muốn nghiên cứu chúng ta phải dùng phương pháp thống kê và xác suất.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

- Khi gia công do xuất hiện cả sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên nên kích thước gia công của loạt dao động trong miền phân tán có độ lớn:

$$W = \Delta X = X_{\max} - X_{\min}$$

Trong đó: X_{\max} : kích thước lớn nhất của loạt

X_{\min} : kích thước nhỏ nhất của loạt

Trong quá trình gia công ta phải khống chế sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên sao cho các chi tiết gia công đều đạt được tính đối lẫn chức năng tức là khoảng phân tán nằm hoàn toàn trong khoảng dung sai.

2.3 Sai số về hình dáng hình học

2.3.1 Khái niệm

- Để đảm bảo độ chính xác yêu cầu các thông số kỹ thuật của một sản phẩm, khả năng làm việc và tuổi bền của nó thì không thể chỉ bằng độ chính xác kích thước của các thông số hình học mà còn phải đảm bảo độ chính xác về hình dạng và vị trí bề mặt chi tiết
- Sai số hình dáng hình học sinh ra trong quá trình gia công chi tiết do rất nhiều các yếu tố gây ra dẫn tới bề mặt của chi tiết sau khi gia công không còn đúng

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

với bề mặt danh nghĩa của nó trên bản vẽ.

- Khái niệm: Sai lệch giữa bề mặt thực hoặc profin thực nhận được sau khi gia công so với bề mặt danh nghĩa hoặc profin danh nghĩa đã cho trên bản vẽ gọi là sai lệch hình dáng. Về mặt trị số sai lệch hình dáng được tính bằng khoảng cách lớn nhất giữa bề mặt thực hoặc profin thực tới bề mặt cận tiếp hoặc profin cận tiếp trong giới hạn chiều dài chuẩn L

- Các khái niệm cơ bản:

- Đường thẳng cận tiếp: là đường thẳng tiếp xúc ngoài với profin thực của chi tiết ở vị trí sao cho khoảng cách từ điểm xa nhất của profin thực đến đường thẳng cận tiếp là nhỏ nhất.

- Mặt phẳng cận tiếp: là mặt phẳng tiếp xúc ngoài với bề mặt thực của chi tiết ở vị trí sao cho khoảng cách từ điểm xa nhất trên bề mặt thực đến mặt phẳng cận tiếp là nhỏ nhất.

- Vòng tròn cận tiếp: đối với trục là vòng tròn có đường kính nhỏ nhất tiếp xúc ngoài với profin thực, đối với bề mặt lỗ là vòng tròn có đường kính lớn nhất tiếp xúc trong với profil thực

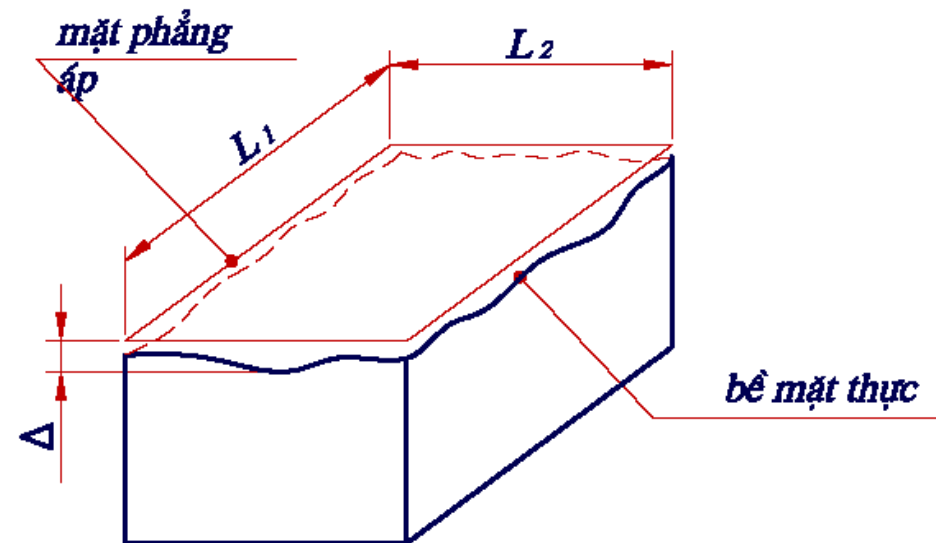
CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.3.2 Các chỉ tiêu đánh giá

a. Sai số hình dáng mặt phẳng

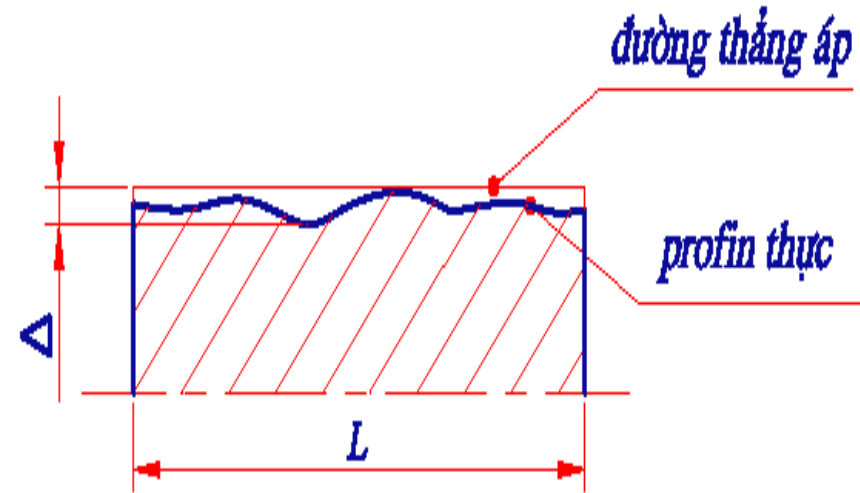
- Khi xác định sai số hình dáng mặt phẳng theo một phương nào đó người ta dùng chỉ tiêu độ không thẳng. Đối với bề mặt của một chi tiết máy có thể cùng một lúc quy định độ không phẳng và độ không thẳng nhưng dung sai của độ không thẳng bao giờ cũng có giá trị nhỏ hơn. Ngoài ra dung sai độ thẳng không thể thay thế cho dung sai độ phẳng.

* Độ không phẳng: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên bề mặt thực đến mặt phẳng áp tương ứng trong giới hạn phần chuẩn L



CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

* Độ không thẳng: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên profin thực đến đường thẳng áp trong giới hạn chiều dài chuẩn quy định L



•Độ lồi: là sai lệch của độ phẳng(hoặc độ thẳng) mà khoảng cách từ các điểm của bề mặt thực đến mặt phẳng(hoặc đường thẳng) áp được giảm đi từ ngoài mép đến vào giữa.

•Độ lõm: là sai lệch của độ phẳng(hoặc độ thẳng) mà khoảng cách từ các điểm của bề mặt thực đến mặt phẳng(hoặc đường thẳng) áp được tăng lên từ ngoài mép đến vào giữa.

Theo TCVN 384–93 quy định 16 cấp chính xác hình dáng mặt phẳng từ cấp 1 đến cấp 16 theo mức giảm dần.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

-Dung sai độ phẳng và dung sai độ thẳng có quan hệ với dung sai kích thước bề mặt đã cho và nhỏ hơn dung sai kích thước.

b. Sai số hình dáng mặt trụ:

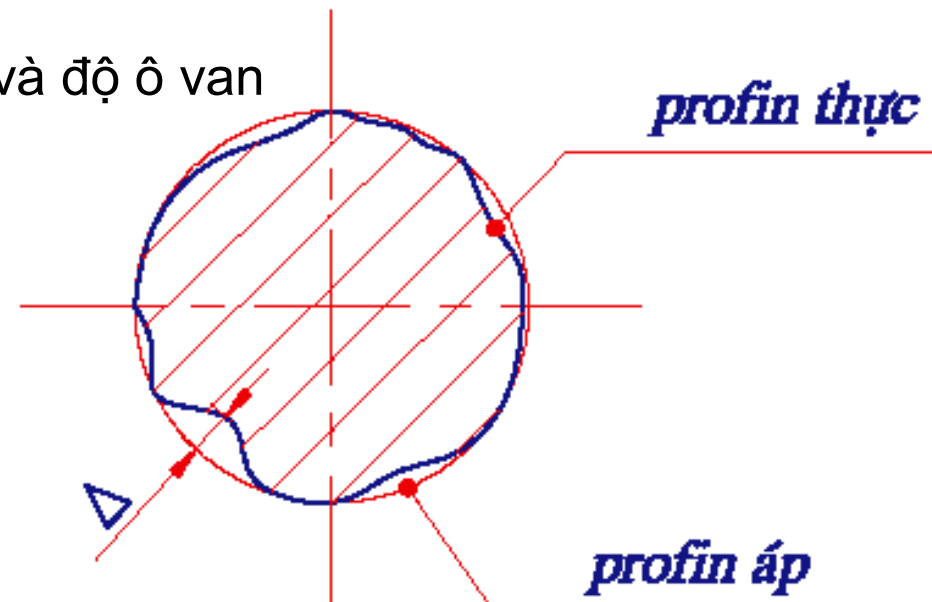
-Chỉ tiêu tổng hợp để đánh giá sai số hình dáng mặt trụ là độ không trụ. Độ không trụ là khoảng cách lớn nhất từ các điểm của bề mặt thực tới mặt trụ cận tiếp trong giới hạn chiều dài chuẩn L.

- Các chỉ tiêu thành phần được xác định trong mặt cắt dọc và mặt cắt ngang.

+ Sai số hình dáng mặt cắt ngang:

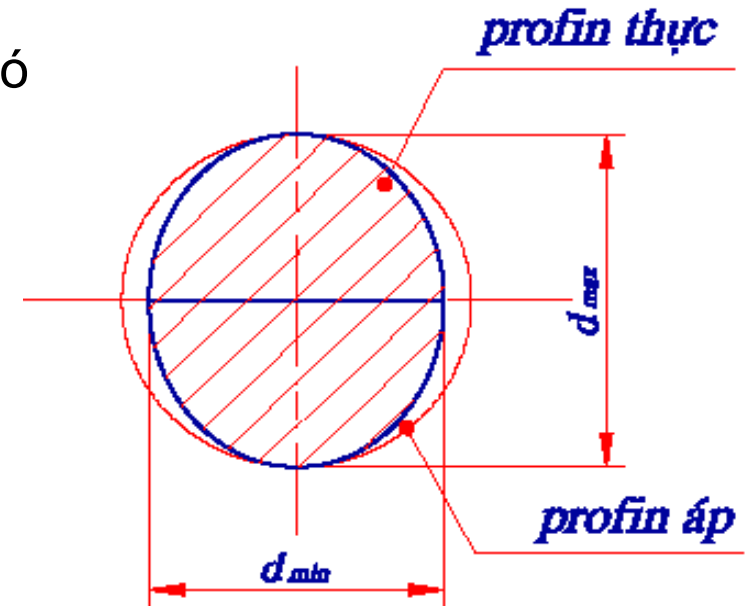
* Độ không tròn: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm của profin thực đến các điểm tương ứng của vòng tròn áp .

Các chỉ tiêu thành phần là: độ đa cạnh và độ ô van

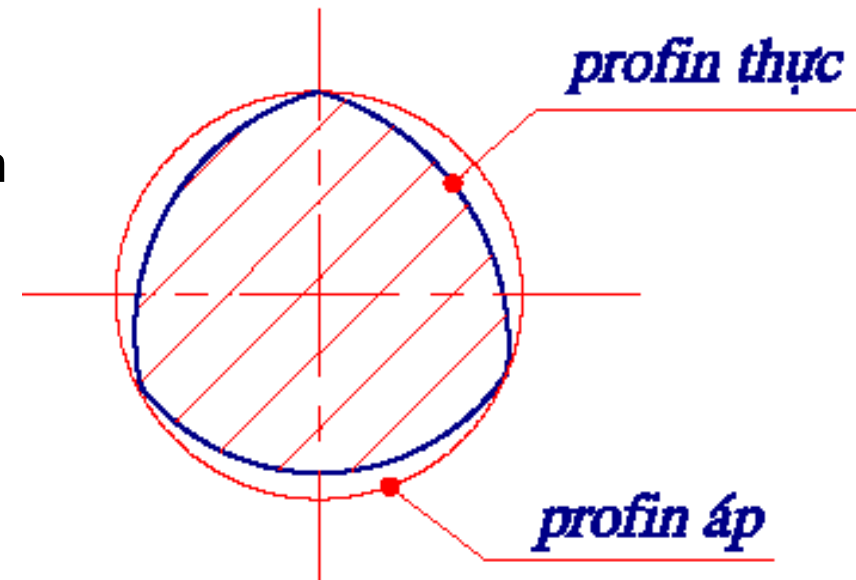


CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

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



Độ đa cạnh: là sai lệch độ tròn khi profin thực của chi tiết có dạng hình nhiều cạnh

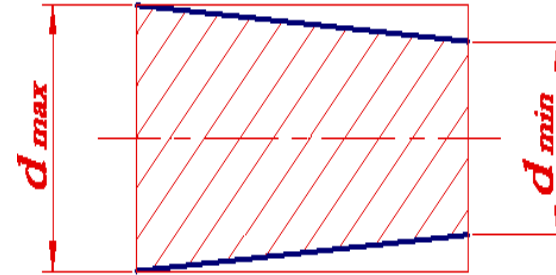


CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

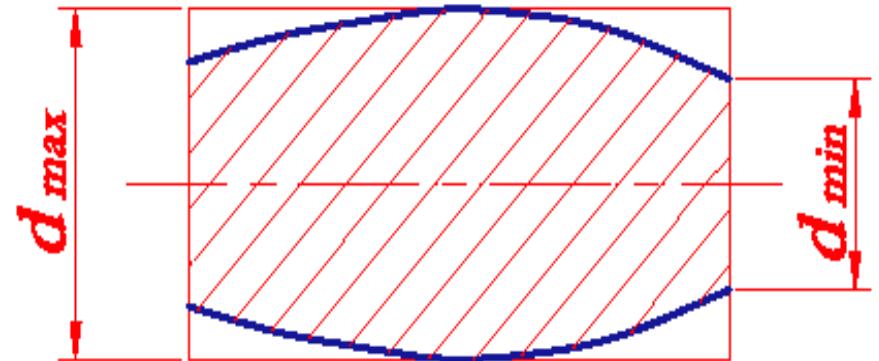
+ Sai số hình dáng mặt cắt dọc: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên đường sinh của bề mặt thực nằm trong mặt phẳng đi qua trục của nó đến phía tương ứng của profil áp trong giới hạn chiều dài phần chuẩn.

Các chỉ tiêu thành phần bao gồm:

.Sai lệch độ côn:

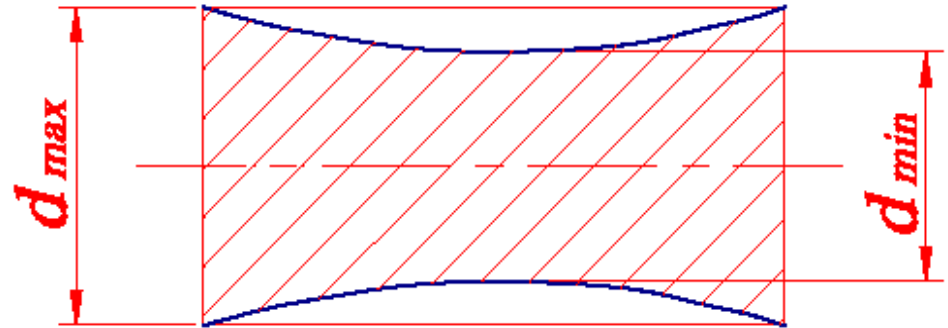


.Sai lệch độ lồi (độ phình):



CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

+ Sai lệch độ lõm (độ thắt):



CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.4 Sai số về vị trí tương quan giữa các bề mặt

2.4.1 Khái niệm

- Các chi tiết máy là những vật thể được giới hạn bởi các bề mặt trụ, phẳng, cầu...các bề mặt này phải có một vị trí tương quan chính xác với nhau thì mới đảm bảo được chức năng của chi tiết.

VD: mặt đo của mỏ cặp phải vuông góc với thân thước cặp thì mới đảm bảo được chức năng đo của nó. Trong quá trình gia công do tác động của sai số gia công mà vị trí tương quan giữa các bề mặt của chi tiết bị sai lệch đi và gọi là sai lệch vị trí giữa các bề mặt

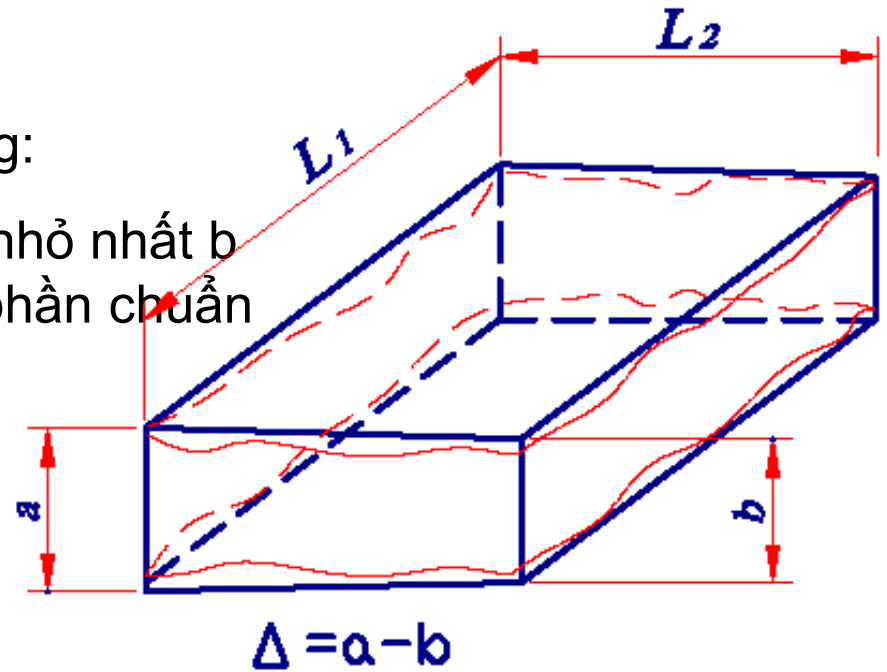
- Sai số so với vị trí danh nghĩa của các bề mặt, các đường trục hoặc sai số tương quan giữa các bề mặt, các đường trục so với vị trí danh nghĩa gọi là sai số vị trí.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

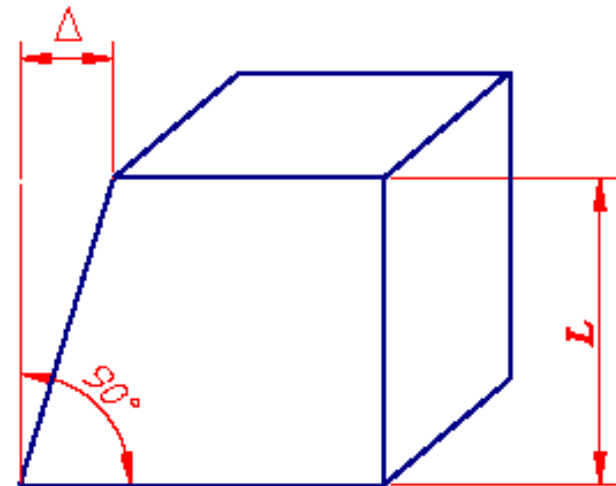
2.4.2 Các loại sai số vị trí tương quan

+ Sai lệch độ song song của mặt phẳng:

Là hiệu số khoảng cách lớn nhất a và nhỏ nhất b giữa hai mặt phẳng áp trong giới hạn phần chuẩn quy định

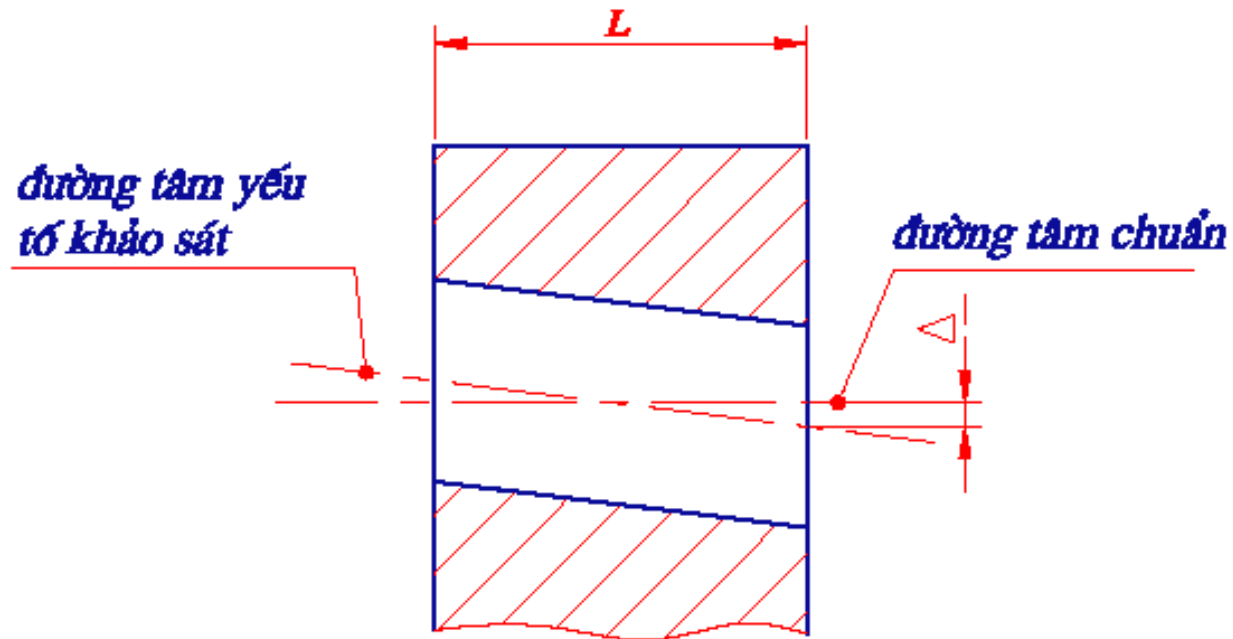


+ Sai lệch độ vuông góc của mặt phẳng: được đo bằng đơn vị độ dài Δ trong giới hạn chiều dài chuẩn L



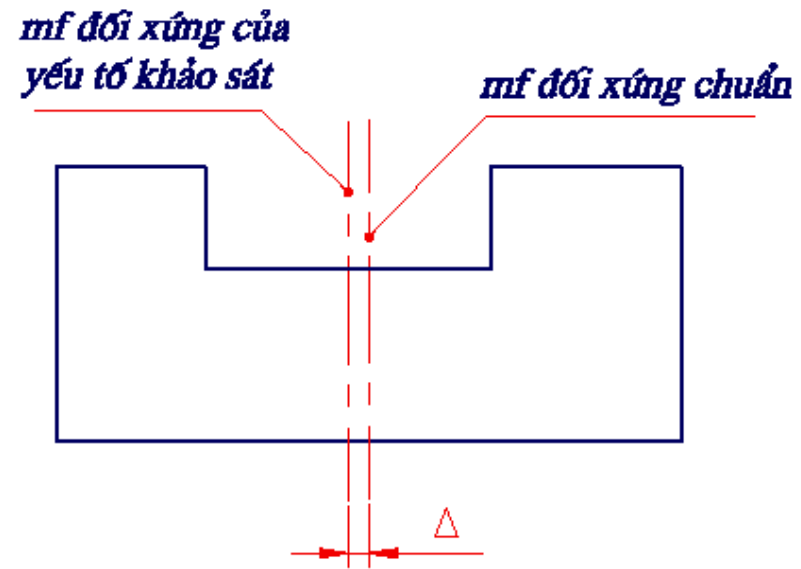
CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

+ Sai lệch độ đồng tâm: là khoảng cách lớn nhất giữa đường tâm của bề mặt ta đang xét và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài quy định của phần bề mặt

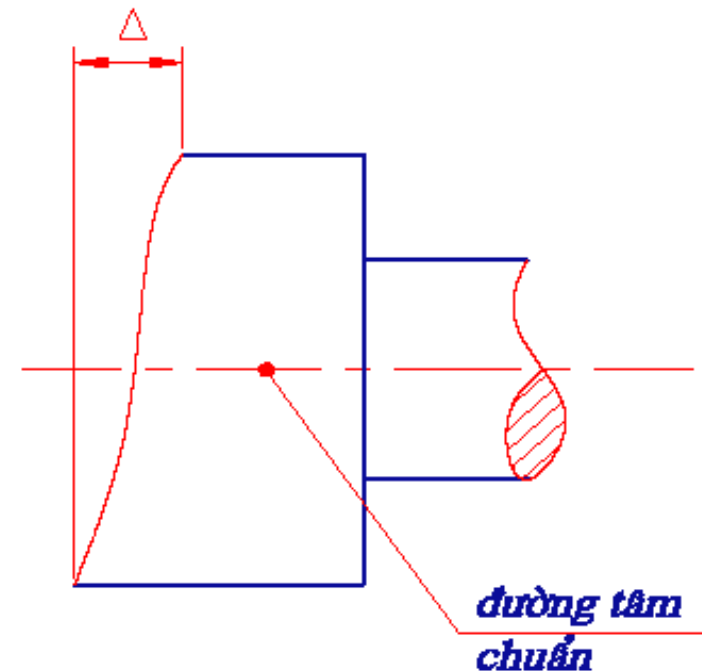


CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

+ Sai lệch độ đối xứng: là khoảng cách lớn nhất giữa mặt phẳng đối xứng của yếu tố chuẩn và mặt phẳng đối xứng của yếu tố khảo sát trong giới hạn quy định

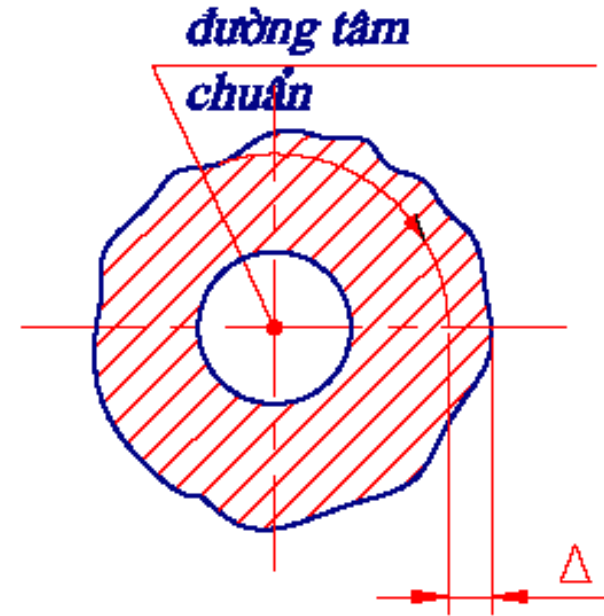


+ Sai lệch độ đảo mặt đầu: là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực mặt đầu tới mặt phẳng vuông góc với đường trục chuẩn được xác định trên đường kính d đã cho hoặc trên đường kính bất kỳ ở mặt đầu



CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

+ Sai lệch độ đảo hướng kính: là hiệu giữa khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực bề mặt quay tới đường trục chuẩn

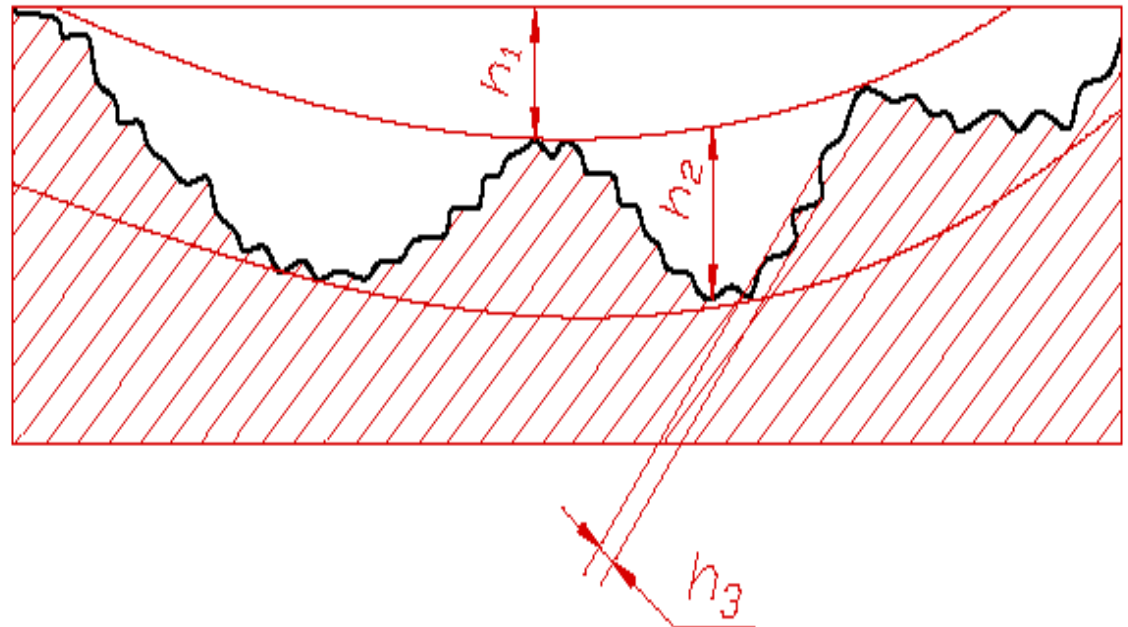
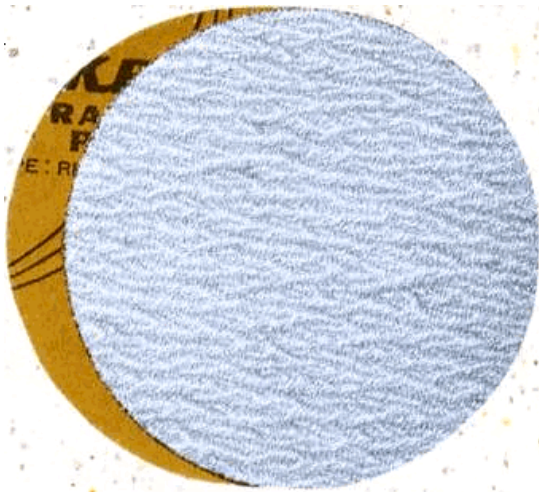


CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.5 Nhám bề mặt

2.5.1 Nguyên nhân gây ra nhấp nhô bề mặt chi tiết trong quá trình gia công

- Bề mặt chi tiết sau khi gia công không bằng phẳng một cách lý tưởng mà có những nhấp nhô. Những nhấp nhô này là kết quả của quá trình biến dạng dẻo của bề mặt chi tiết sau khi cắt gọt lớp kim loại do vết lưỡi cắt để lại trên bề mặt của chi tiết gia công, do chế độ cắt, các thông số dụng cụ cắt, dung dịch trơn nguội...



CHƯƠNG 3: SAI LỆCH HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT

- Nguyên nhân gây ra những nhấp nhô này là do:
 - + Vết lưỡi cắt để lại trên bề mặt của chi tiết gia công
 - + Biến dạng dẻo của bề mặt chi tiết trong khi cắt
 - + Rung động trong quá trình cắt...
 - + Tính chất của vật liệu gia công
 - + Chế độ cắt
 - + Các thông số của dụng cụ cắt
 - + Dung dịch trơn nguội...

Như vậy nhám bề mặt là một thông số hình học có ảnh hưởng lớn đến chất lượng sử dụng của chi tiết máy và bộ phận máy. Độ nhám bề mặt là mức độ cao thấp của các nhấp nhô. độ nhấp nhô càng bé thì độ nhám bề mặt càng cao.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.5.2 Ảnh hưởng của nhám bề mặt

- Đối với các chi tiết trong mối ghép động (ổ trượt, sống dẫn, con trượt...) bề mặt chi tiết làm việc trượt tương đối với nhau nên khi nhám càng lớn càng khó khăn cho việc hình thành màng dầu bôi trơn dẫn tới trạng thái làm việc với ma sát nửa ướt thậm chí cả ma sát khô giảm hiệu suất làm việc, tăng nhiệt độ làm việc. Mặt khác tại các đỉnh tiếp xúc, lực tập trung lớn, ứng suất lớn vượt quá ứng suất cho phép phát huy biến dạng chảy làm phá hỏng bề mặt tiếp xúc, bề mặt bị mòn nhanh nhất là giai đoạn mòn ban đầu => làm giảm thời hạn sử dụng của chi tiết

- Đối với mối ghép có độ dôi lớn, khi ép hai chi tiết vào nhau thì nhám bề mặt bị san phẳng. Khi nhám bề mặt càng lớn thì lượng san phẳng càng lớn, độ dôi lắp ghép càng giảm do đó giảm độ bền của mối ghép.

- Đối với những chi tiết chịu tải trọng có chu kỳ thì tại đáy các nhấp nhô là nơi tập trung ứng suất và gây ra các vết nứt tế vi trong quá trình sử dụng các vết nứt này dần phát triển và cuối cùng chi tiết bị phá hủy vì mỏi. Người ta khắc phục bằng cách làm giảm chiều cao nhấp nhô bề mặt dẫn tới giảm khả năng xuất hiện ứng suất trên bề mặt do đó tăng giới hạn mỏi. VD gia công tinh các chi tiết như: mài nghiền, đánh bóng... làm tăng đáng kể độ bền mỏi của chi tiết

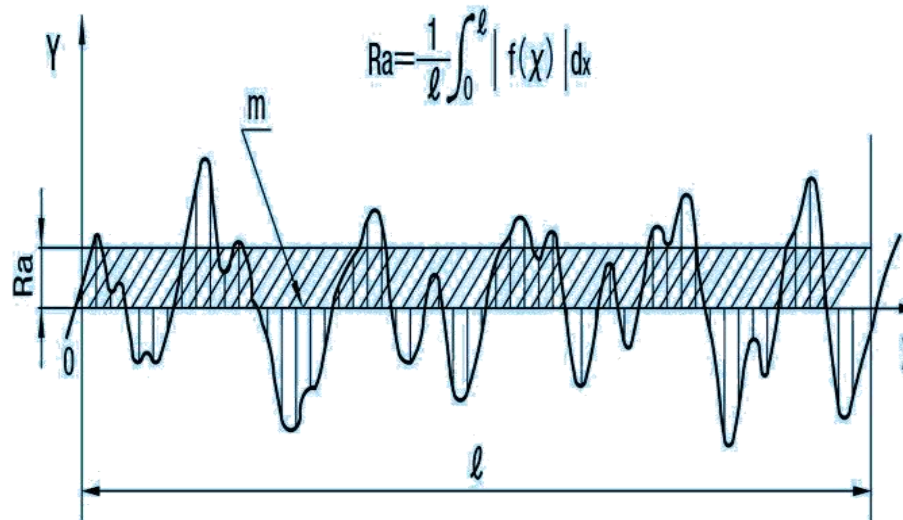
- Nhám càng nhỏ thì bề mặt càng nhẵn, khả năng chống lại sự ăn mòn càng tốt, bề mặt chi tiết càng bị lâu gỉ đặc biệt là khi không sử dụng lớp phủ ví dụ bề mặt của xilanh, động cơ ...

CHƯƠNG 3: SAI LỆCH HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT

2.5.3. Các chỉ tiêu đánh giá độ nhám bề mặt theo TCVN 2511-95

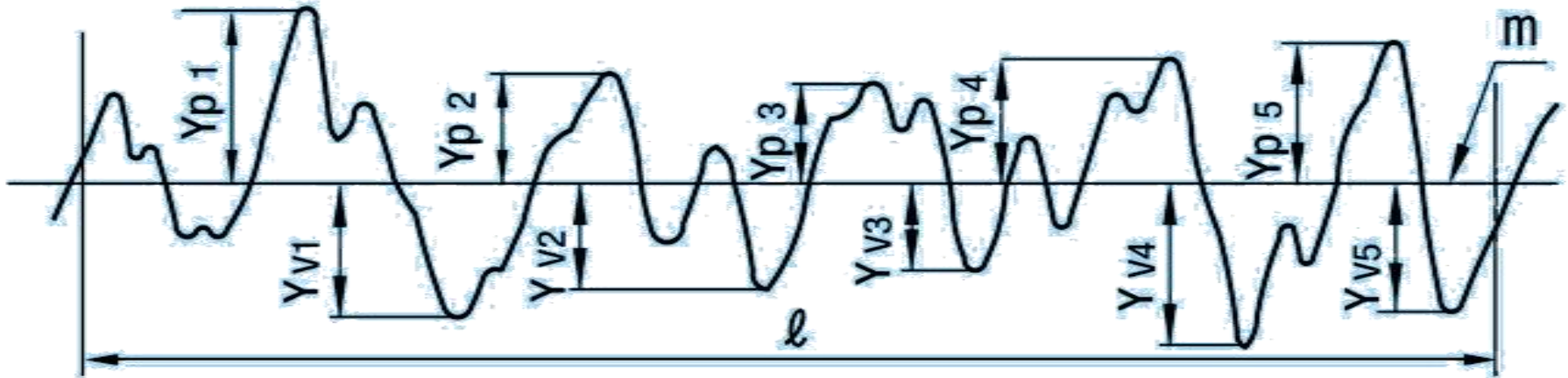
- Tính chất hình học của lớp bề mặt gia công được đánh giá bằng độ nhấp nhô tế vi và độ sóng bề mặt.
- Theo TCVN 2511-95 để đánh giá nhám bề mặt người ta sử dụng những thông số sau:

a. Sai lệch trung bình số học của Profin Ra (đơn vị là μm)



CHƯƠNG 3: SAI LỆCH HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT

c. Chiều cao trung bình nhấp nhô của Profin theo 10 điểm: Rz (đơn vị là μm)



$$R_z = \frac{|Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}| + |Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5}|}{5}$$

- Nhám được chia làm 14 cấp khác nhau, trong đó nhám cấp 1 là lớn nhất, nhám cấp 14 là nhỏ nhất.
- Trên bản vẽ chi tiết máy, yêu cầu về độ nhám bề mặt được cho theo giá trị của Ra hoặc Rz .
- + Trị số Ra cho khi yêu cầu độ nhẵn bề mặt cần đạt từ cấp 6 đến cấp 12
- + Trị số Rz cho khi yêu cầu độ nhẵn bề mặt cần đạt từ cấp 1 đến cấp 5 hoặc từ cấp 13 đến cấp 14.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

2.5.4 Lựa chọn giá trị độ nhám

- Cần xuất phát từ điều kiện làm việc của sản phẩm và các yêu cầu của bề mặt cần quy định nhám
- Trong quá trình làm việc cần quan tâm đến phương pháp gia công để đạt được nhám bề mặt yêu cầu: khi yêu cầu về nhám bề mặt tăng thì chi phí cho gia công cũng tăng tuy nhiên cũng không thể giảm chi phí gia công tới mức có thể làm hư hỏng nhanh các bề mặt làm việc của mỗi ghép.
- Trong thực tế sản xuất thường đánh giá nhám qua hai thông số R_a và R_z . Việc lựa chọn thông số R_a hay R_z phụ thuộc vào chất lượng yêu cầu và đặc tính kết cấu của bề mặt. Trong sản xuất sử dụng phổ biến thông số R_a vì cho phép đánh giá đầy đủ và chính xác những bề mặt có yêu cầu nhám trung bình còn những bề mặt quá thô hoặc quá nhỏ thì sử dụng chỉ tiêu R_z cho ta đánh giá chính xác hơn.
- Khi thiết kế chi tiết máy nên áp dụng nguyên tắc tương tự để lựa chọn thông số và trị số nhám nghĩa là nên chọn chúng giống với bề mặt của những chi tiết có điều kiện làm việc tương tự đã qua sử dụng và được đánh giá là hợp lý.

CHƯƠNG II: ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CỦA CÁC YẾU TỐ HÌNH HỌC

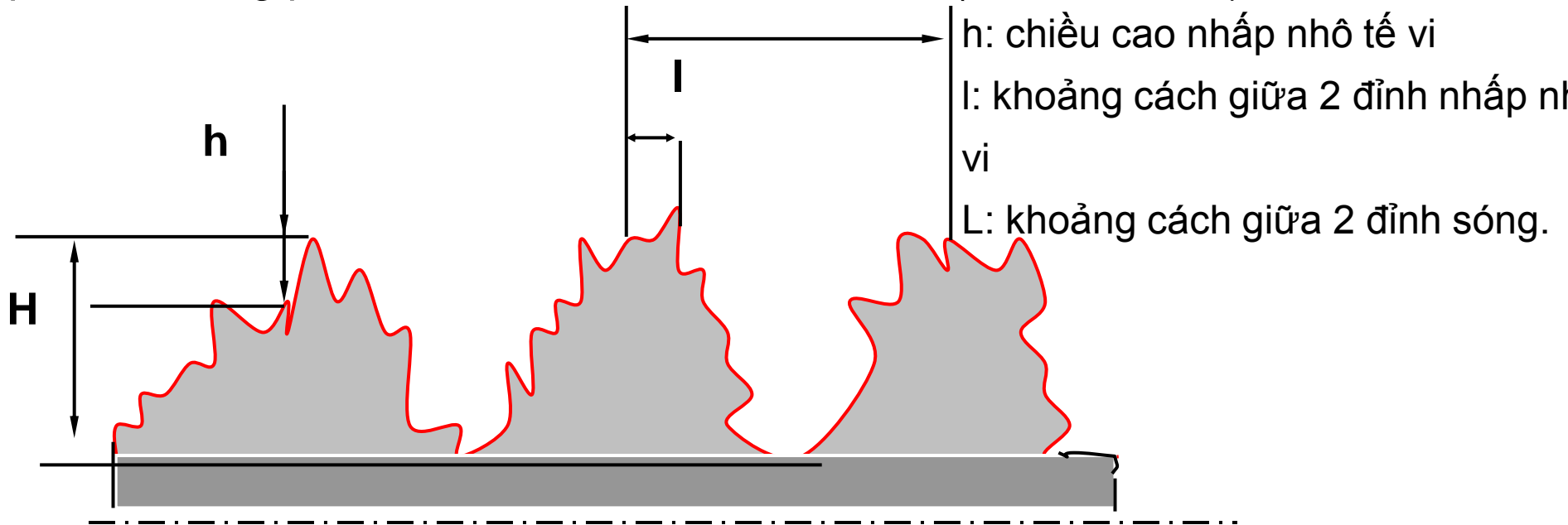
Ta thấy nhám bề mặt gây khó khăn trong quá trình gia công tuy nhiên trong một số trường hợp nó có tác dụng đối với quá trình sử dụng

VD: xéc măng trong động cơ đốt trong lấy từ 1 - 1,25 μm là hợp lý còn $Ra = 0,32$ thì mòn nhanh vì khi đó nó sẽ không giữ được màng dầu bôi trơn.

CHƯƠNG 3: SAI LỆCH HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT

2.5.5 Quan hệ và ảnh hưởng của độ bóng tới lắp ghép và cấp chính xác

- Độ bóng bề mặt là chu kỳ không bằng phẳng của bề mặt chi tiết máy được quan sát trong phạm vi lớn hơn độ nhám bề mặt (từ 1 ÷ 10 mm).



- Để phân biệt độ bóng và độ nhám người ta lấy tỷ lệ chiều dài quan sát / chiều cao nhấp nhô (l/h).

Trong chu kỳ: $l/h = 0 \div 50$ gọi là độ nhám.

$L/H = 50 \div 1000$ gọi là độ bóng

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRÒN

3.1. Hệ thống dung sai kích thước

3.1.1. Công thức dung sai

Từ việc xác định được sai số ứng với kích thước gia công mà người ta tìm cách điều chỉnh máy sao cho sai số này nằm trong giới hạn dung sai yêu cầu do đó sai số phụ thuộc vào kích thước gia công và điều kiện gia công ta có dung sai được xác định theo công thức sau:

$$T = a.i$$

Trong đó: a – hệ số cấp chính xác

i – đơn vị dung sai phụ thuộc vào độ lớn đường kính danh nghĩa.

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRÒN

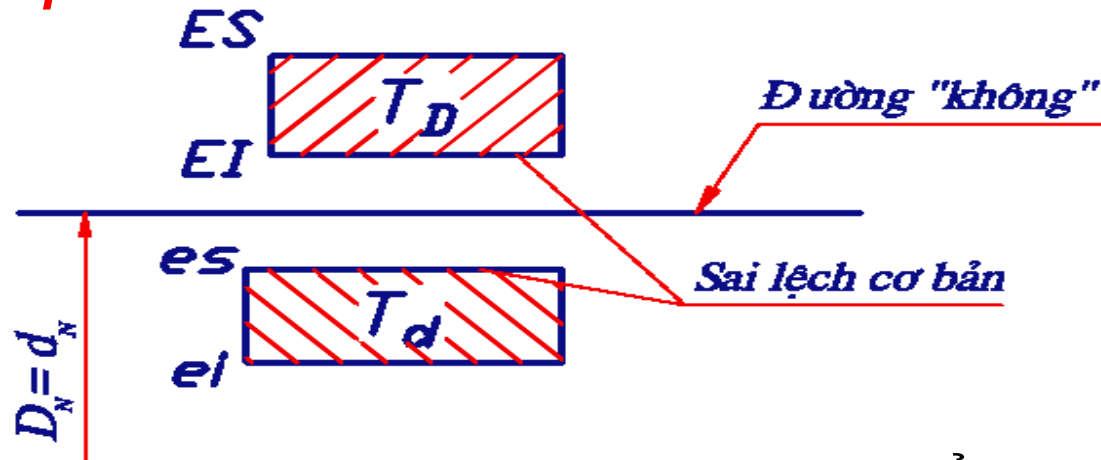
3.1.2 Cấp chính xác

- Có 20 cấp chính xác ký hiệu là IT01, IT0, IT1, ..., IT18 theo thứ tự độ chính xác giảm dần.
- + Các cấp chính xác từ IT1 – IT18 được dùng phổ biến hiện nay
- + Các cấp chính xác từ IT01 – IT4 được sử dụng đối với các kích thước yêu cầu độ chính xác rất cao như: kích thước mẫu chuẩn, kích thước chính xác cao của các chi tiết trong dụng cụ đo.
- + Các cấp chính xác từ IT5 – IT8 dùng trong lĩnh vực cơ khí thông dụng
- + Các cấp chính xác từ IT9 – IT11 được dùng trong lĩnh vực cơ khí lớn (gia công các chi tiết có kích thước lớn)
- + Các cấp chính xác từ IT12 – IT16 được sử dụng đối với những kích thước chi tiết yêu cầu gia công thô.

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

3.2. Hệ thống dung sai lắp ghép

3.2.1. Hệ thống dung sai lắp ghép cơ bản



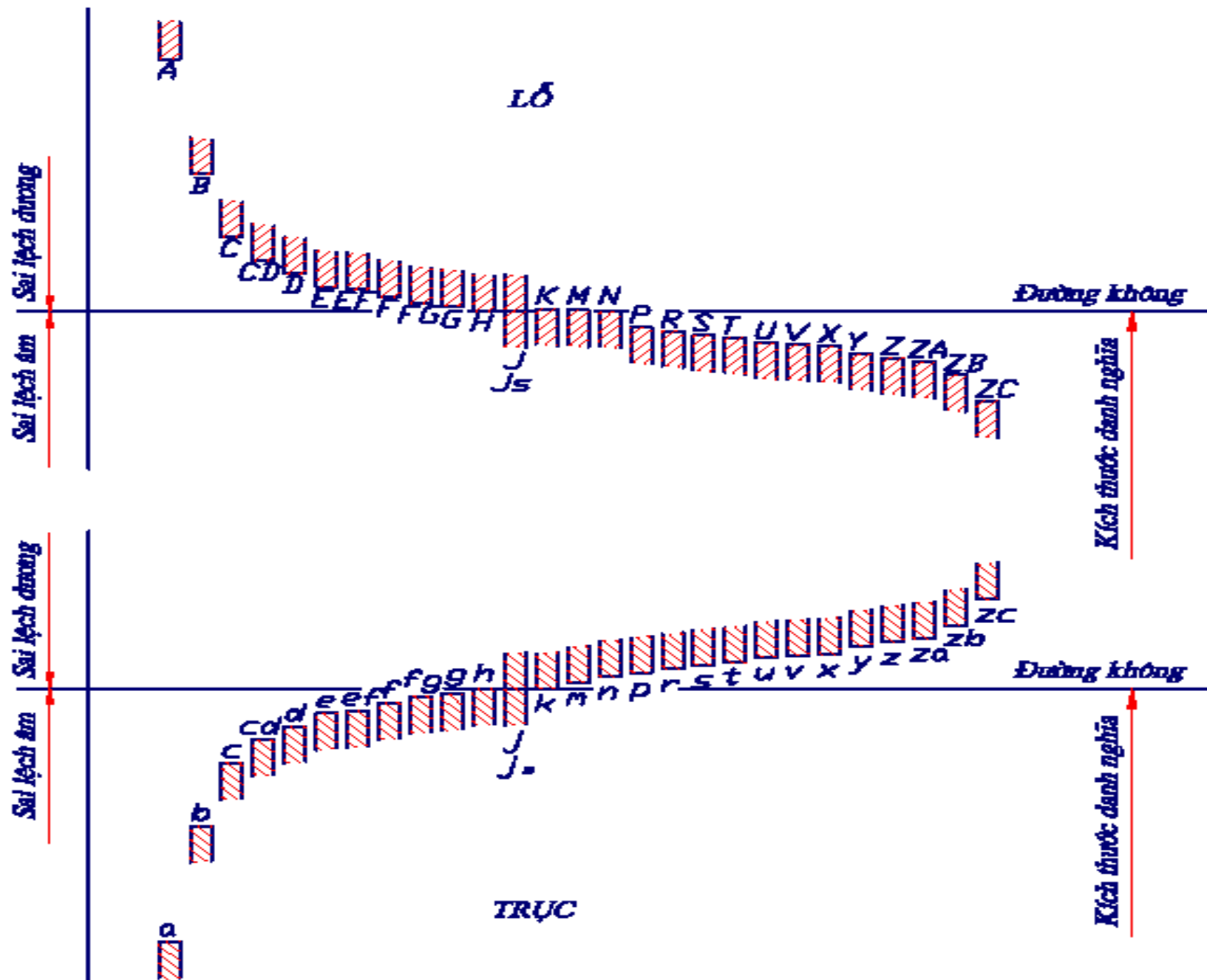
- Sai lệch cơ bản là một trong hai sai lệch (trên hoặc dưới) được dùng để xác định vị trí của miền dung sai so với đường không (Sai lệch gần đường không nhất).

- TCVN quy định có 27 sai lệch cơ bản đối với mỗi nhóm trục và lỗ. Được kí hiệu bằng 1 hoặc 2 chữ cái la tinh. Chữ in hoa cho lỗ, chữ thường cho trục.

- Các sai lệch cơ bản của lỗ gồm: A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, J, JS, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC.

- Các sai lệch cơ bản của trục gồm: a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, js, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc.

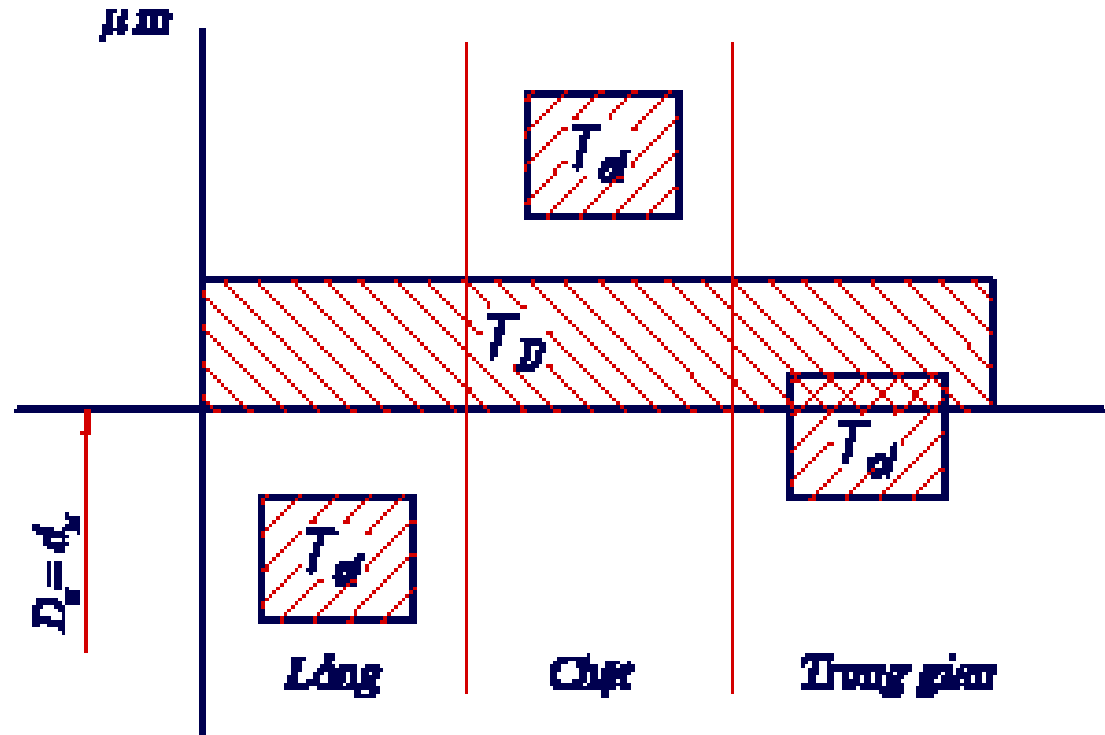
CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRỖN



CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

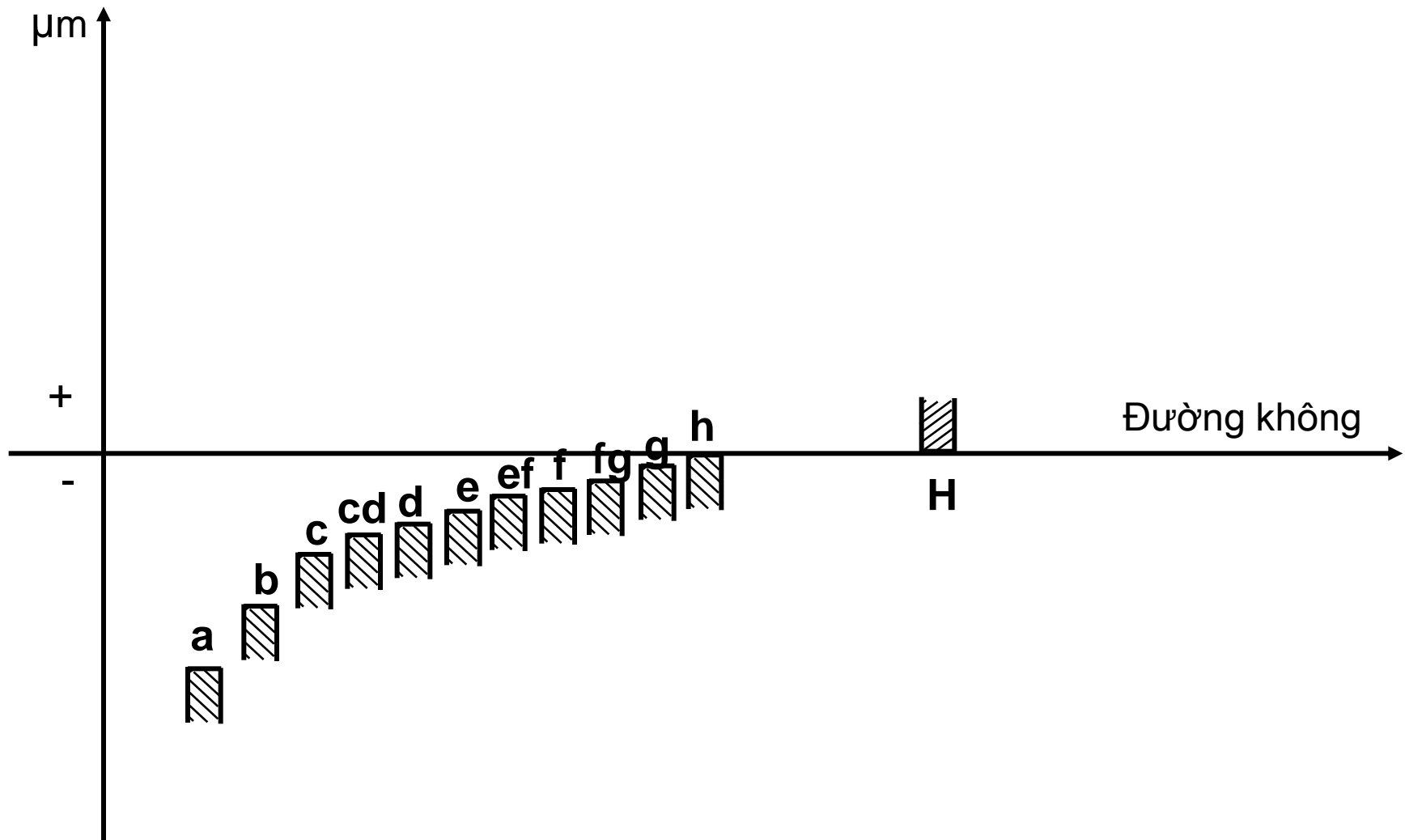
3.2.2. Hệ thống lắp ghép trụ trơn

a, Hệ thống lỗ cơ bản:



- Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí miền dung sai của lỗ là cố định và luôn ở trên sát với đường 0
- Miền dung sai của lỗ cơ bản kí hiệu là H và có đặc tính $EI = 0$; $ES = T_D$

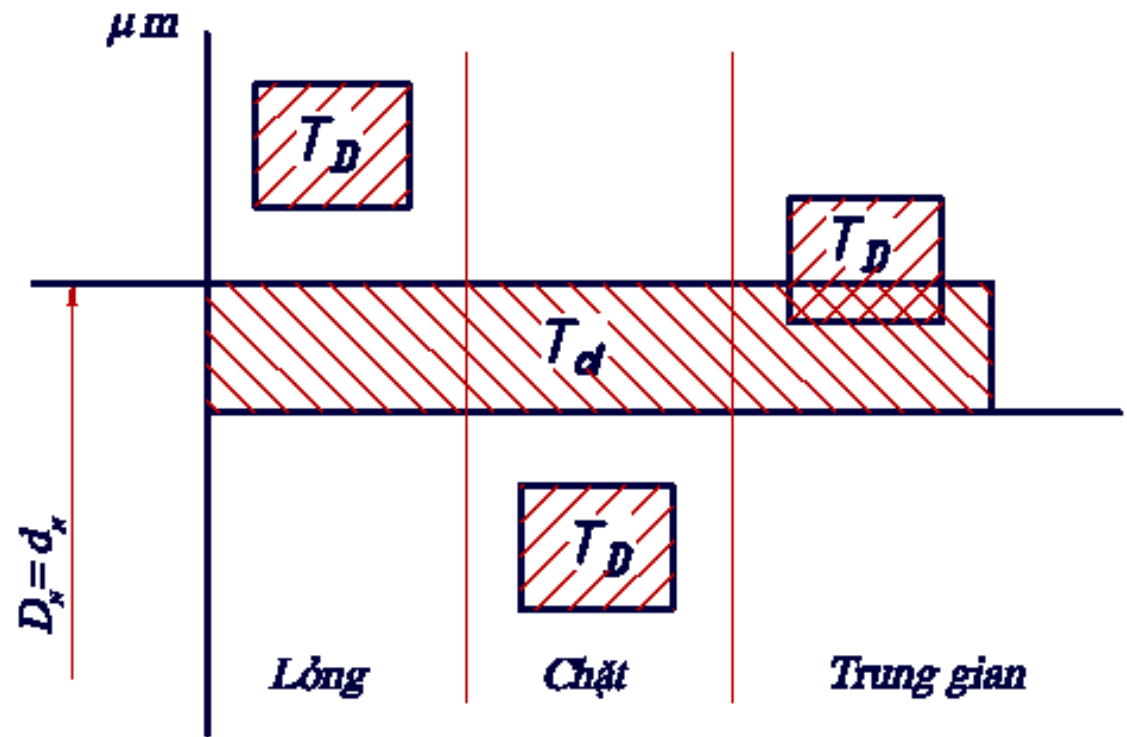
CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN



Lắp ghép theo hệ thống lỗ

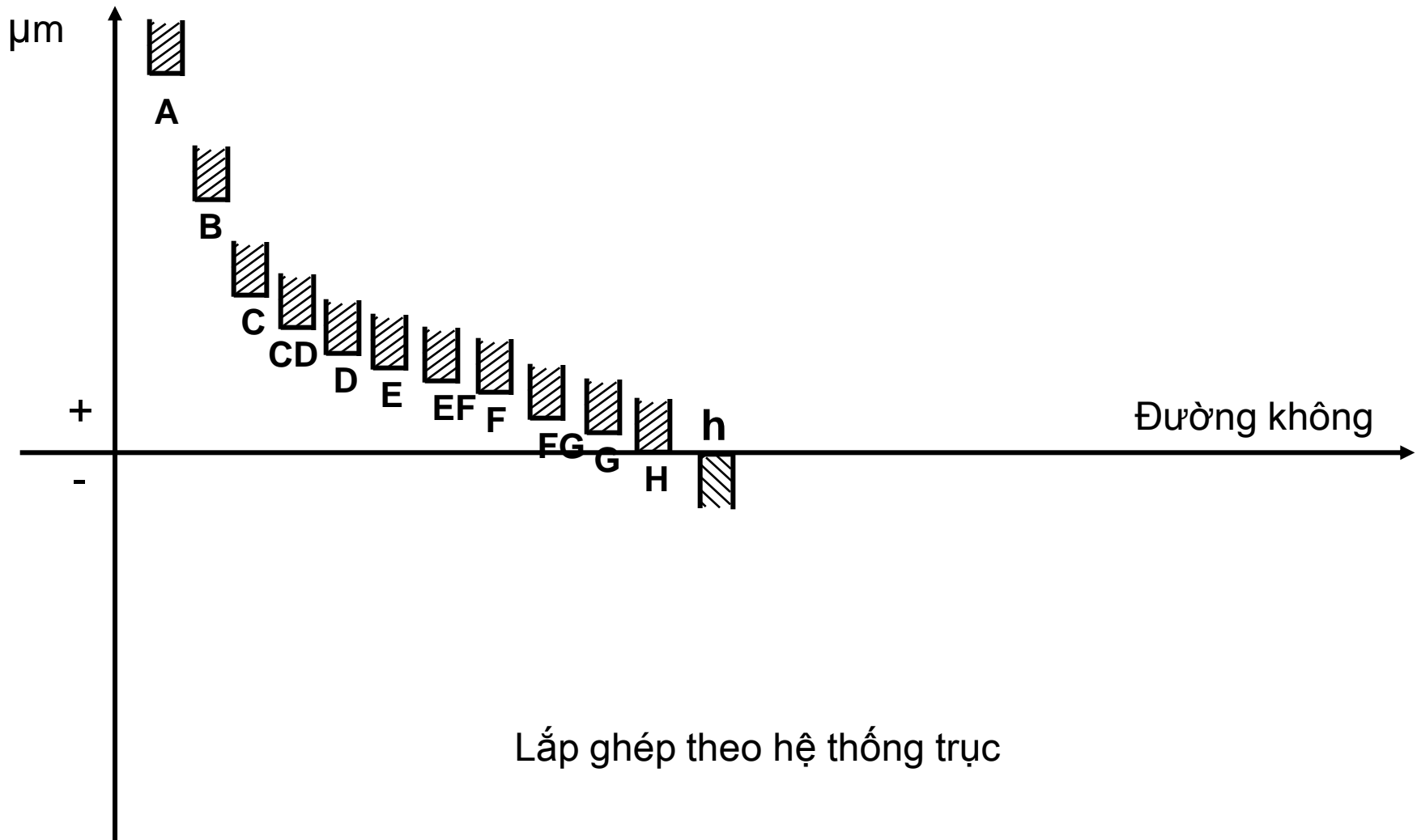
CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

b, Hệ thống trục cơ bản:



- Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí miền dung sai của trục là cố định và luôn ở dưới sát với đường 0
- Miền dung sai của trục cơ bản kí hiệu là h và có đặc tính $es = 0$; $ei = -T_d$

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN



CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRÒN

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤY TRỖN

c. Sử dụng hệ thống lắp ghép

- Để lựa chọn kiểu lắp tiêu chuẩn khi thiết kế ngoài đặc tính yêu cầu của lắp ghép còn phải dựa vào tính kinh tế kỹ thuật và tính công nghệ của kết cấu để quyết định lựa chọn kiểu lắp theo hệ thống lỗ hoặc hệ thống trụ.
- Việc quyết định hệ thống lắp ghép phải căn cứ vào các yêu cầu về tính kết cấu, tính công nghệ, tính kinh tế của bề mặt lắp ghép.
- Về mặt công nghệ và kinh tế thì hệ thống lỗ được sử dụng rộng rãi hơn vì:
 - + Khi gia công lỗ việc thoát nhiệt, thoát phoi khó, độ cứng vững của dụng cụ cắt kém.
 - + Những dụng cụ gia công lỗ như: dao chuốt, dao khoét, dao doa và các dụng cụ kiểm tra lỗ đắt tiền hơn và chỉ gia công được một lỗ cố định
 - + Việc gia công trụ với những kích thước khác nhau hết sức đơn giản và rẻ tiền chỉ cần điều chỉnh dao tiện hoặc đá mài.

Vì lý do trên nên người ta cố định trường dung sai của lỗ là H để thuận tiện cho việc chế tạo dụng cụ cắt gọt và đo lường. Khi thay đổi đặc tính mối ghép người ta thay đổi kích thước của trụ. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp do yêu cầu về kết cấu và tính công nghệ người ta buộc phải sử dụng hệ thống trụ. VD: mối ghép giữa chốt ắc với lỗ của biên và thành piston

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

3.3 Cách chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho các mối ghép

3.3.1 Tính chọn mối ghép có độ hở

- Đặc tính của mối ghép có độ hở là phải đảm bảo độ hở cần thiết để các chi tiết lắp ghép có thể chuyển động quay hoặc dọc trục tương đối với nhau
- Ứng dụng của mối ghép có độ hở:
 - + Dùng cho các bề mặt đối tiếp có chuyển động tương đối với nhau. Độ hở của mối ghép được chọn dựa vào yêu cầu và tính chất của chuyển động giữa hai bề mặt đối tiếp.
 - + Ngoài các mối ghép động có thể dùng cho các mối ghép cố định như mối ghép then, chốt, vít...khi có yêu cầu tháo lắp dễ dàng đặc biệt là đối với những chi tiết phải thay thế luôn.

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRÒN

3.3.2 Chọn mối ghép trung gian

- Khi lựa chọn mối ghép trung gian cho một kết cấu nào đó cần chú ý tới tải trọng tác dụng, yêu cầu về độ chính xác định tâm, về tháo lắp, điều chỉnh...
- Ứng dụng của kiểu lắp trung gian:
 - + Lắp ghép trung gian có thể có khe hở hoặc độ dôi nhưng khe hở hoặc độ dôi không lớn lắm do đó mối ghép trung gian đảm bảo được độ đồng tâm cao của hai bề mặt lắp ghép.
 - + Dùng cho mối ghép cố định các chi tiết trong mối ghép không có chuyển động tương đối với nhau trừ khi tháo ra để thay thế. Mômen xoắn được truyền bằng then, chốt...đôi khi với lực truyền nhỏ người ta cũng không cần các chi tiết kẹp chặt phụ.

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

3.3.3 Chọn lắp ghép có độ dôi

- Với cùng một độ dôi, độ bền của mối ghép còn phụ thuộc vào vật liệu và kích thước bề mặt lắp ghép, nhám bề mặt của các bề mặt đối tiếp, phương pháp tháo của mép vát, sự bôi trơn và tốc độ ép khi lắp, điều kiện nung nóng chi tiết bao và làm lạnh chi tiết bị bao...vì vậy việc lựa chọn mối ghép có độ dôi phải qua các bước tính toán cần thiết.

* Ứng dụng của mối ghép có độ dôi

- Dùng cho các mối ghép cố định, không tháo hoặc chỉ tháo trong những trường hợp đặc biệt khi sửa chữa...

- Mối ghép có độ dôi thường không dùng những chi tiết kẹp chặt phụ như: vít, then, chốt...tuy nhiên trong trường hợp cần truyền mômen xoắn lớn hoặc lực đặc biệt lớn người ta vẫn dùng lắp ghép có độ dôi kết hợp với các chi tiết kẹp chặt

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

3.4 Cách ghi dung sai trên bản vẽ

3.4.1. Ghi theo sai lệch cơ bản

- Ghi cho chi tiết
- Ghi ký hiệu sai lệch cơ bản sau KTDN gồm 1 chữ cái (đôi khi gồm 2 chữ cái) và một chữ số (hoặc 2 chữ số)

VD: 40h5; 50H7

b. Ghi cho lắp ghép

- Ghi KTDN của mỗi ghép chung cho lỗ và trục kèm theo ký hiệu dung sai của lỗ và trục dưới dạng phân số hoặc cùng hàng trong đó tử số là miền dung sai của lỗ, mẫu số là miền dung sai của trục

3.4.2 Ghi theo trị số sai lệch

a. Ghi cho chi tiết

b. Ghi cho lắp ghép

- Ghi kích thước danh nghĩa của mỗi ghép kèm theo ký hiệu sai lệch cơ bản của lỗ và trục theo dạng phân số trong đó tử số ghi SLGH của lỗ và mẫu số ghi SLGH của trục

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

3.5 Dung sai và lắp ghép ổ lăn

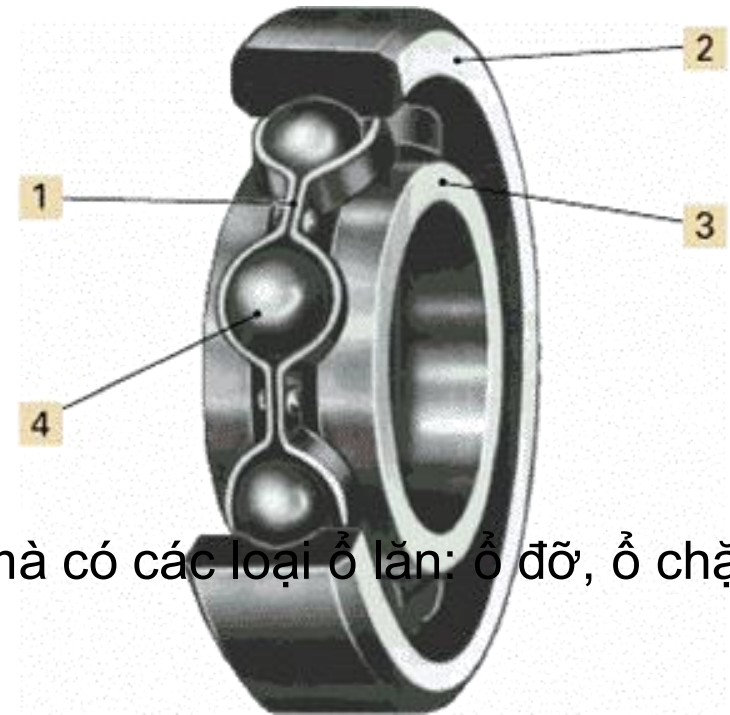
3.5.1 Cấu tạo ổ lăn:

1 – Vòng cách; 2 – Vòng ngoài

3 – Vòng trong; 4 – Con lăn

- Con lăn có dạng hình trụ, hình cầu, hình côn

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



3.5.2. Cấp chính xác chế tạo ổ lăn

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

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRÒN

- Tùy theo yêu cầu về độ chính xác, đặc biệt là độ chính xác vòng quay và tốc độ vòng của bộ phận máy có lắp ổ lăn mà người thiết kế sử dụng các ổ lăn cấp chính xác khác nhau.

- Trong chế tạo máy thường dùng ổ lăn có cấp chính xác 0, 6. Ổ lăn cấp chính xác 5, 4 dùng cho những bộ phận máy yêu cầu độ chính xác cao và tốc độ vòng lớn.

Ví dụ: ổ lăn cổ trục chính máy mài là ổ có cấp chính xác 2, được sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đặc biệt cao

- Cấp chính xác thường được ghi kí hiệu cùng với số hiệu ổ.

VD: Ổ 6-205: - 6: cấp chính xác của ổ
 - 205: Số hiệu của ổ.

Ổ 305: - Cấp chính xác của ổ là 0
 - 305: Số hiệu của ổ.

CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

3.5.3. Đặc tính lắp ghép

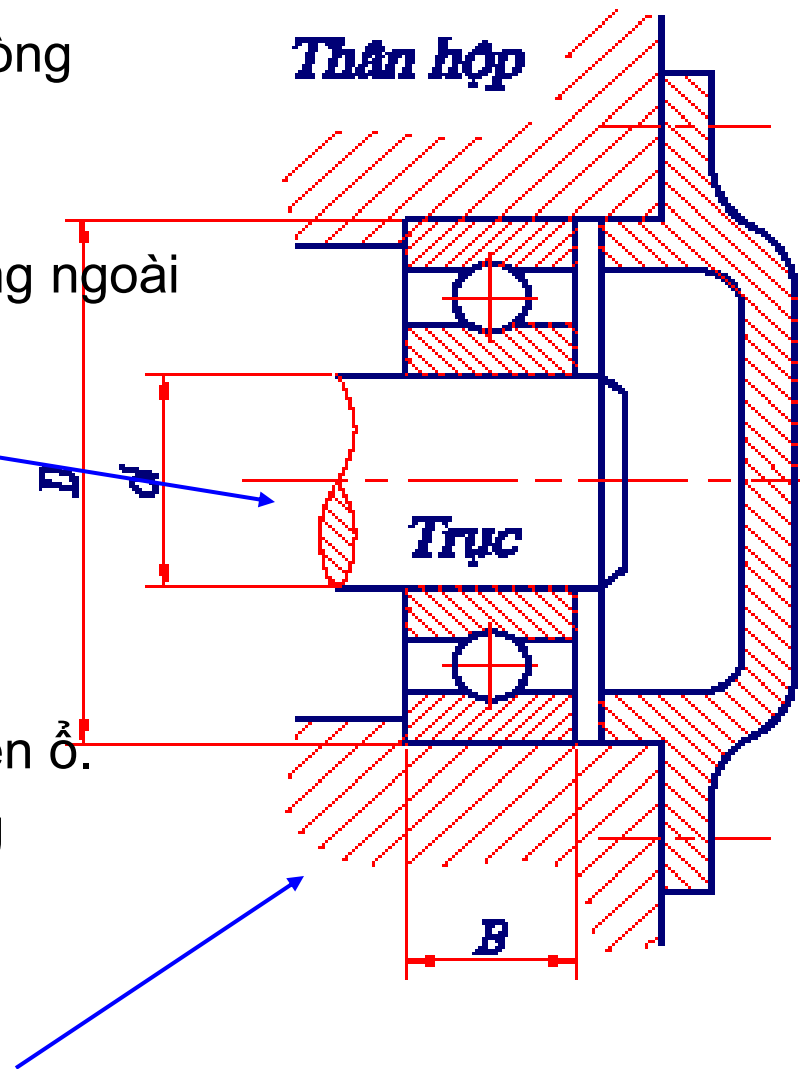
- Ổ lăn lắp với trục bằng bề mặt trụ trong của vòng trong theo hệ thống lỗ.

- Ổ lăn lắp với lỗ bằng bề mặt trụ ngoài của vòng ngoài theo hệ thống trục.

3.5.4. Chọn kiểu lắp

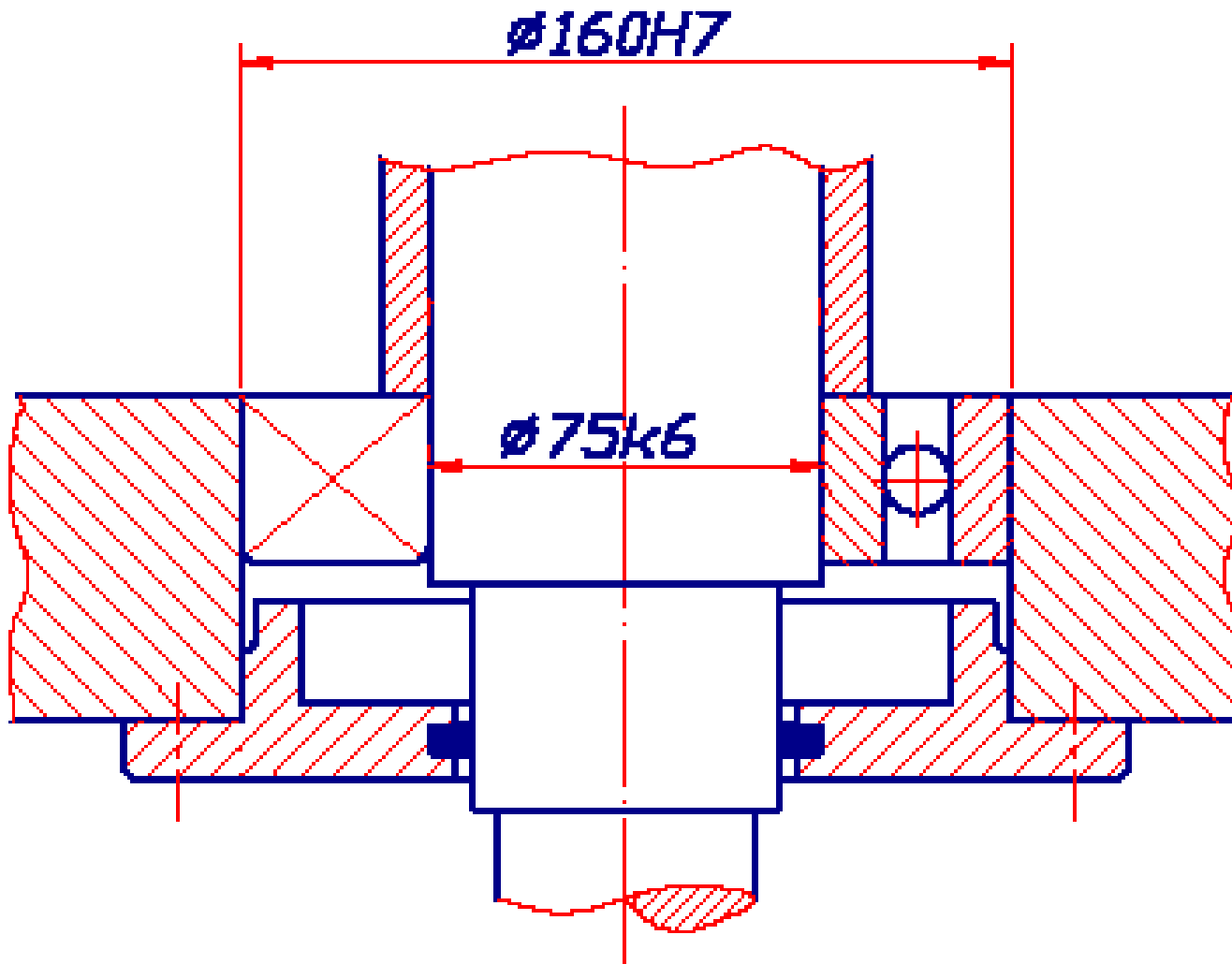
- Căn cứ theo bảng chia của TCVN thì khi chọn kiểu lắp ghép phải dựa vào:

- + Kiểu, kích thước và cấp chính xác chế tạo ổ.
- + Trị số, hướng và đặc tính tải trọng tác dụng lên ổ.
- + Dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ (dạng cục bộ, chu kỳ hoặc dao động).



CHƯƠNG III: DUNG SAI LẮP GHÉP TRỤ TRƠN

- Ký hiệu lắp ghép ổ lăn trên bản vẽ:

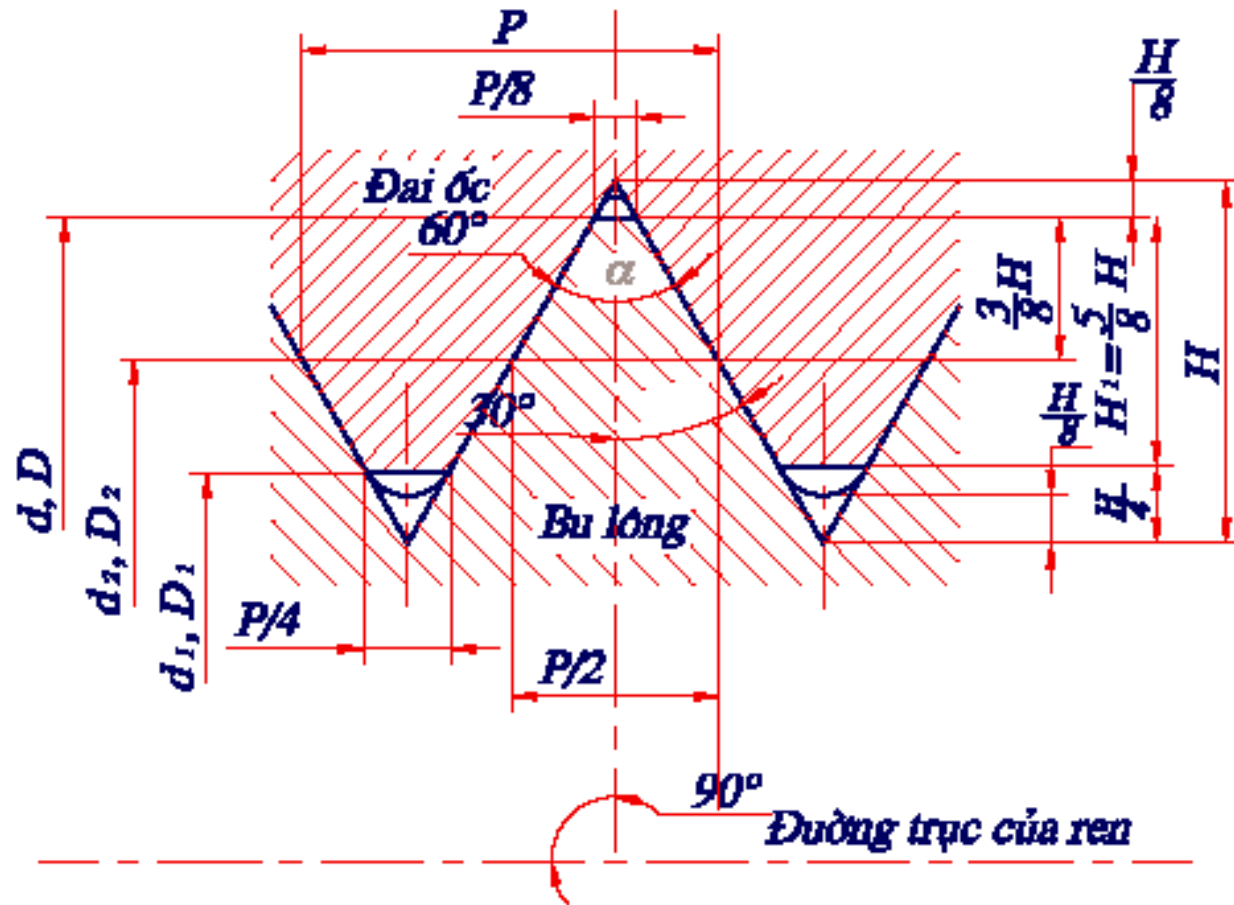


CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

4.1 Dung sai môi ghép ren:

4.1.1. Các thông số cơ bản của môi ghép ren hệ mét:

- Được trình bày theo TCVN 2248 -77.



CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

4.1.2. Lắp ghép ren hệ Mét:

a. Lắp ghép có độ hở:

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

Dạng ren	Đường kính của ren	Cấp chính xác
Ren ngoài	d	4; 6; 8
	d_2	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9
Ren trong	D_2	4; 5; 6; 7; 8
	D_1	4; 5; 6; 7; 8

b. Lắp ghép trung gian:

- Sử dụng cho mối ghép cố định khi cần siết chặt.
- Sai lệch cơ bản của các kích thước ren được quy định theo TCVN 2249-93. (tra bảng)
- Miền dung sai kích thước và các kiểu lắp tiêu chuẩn theo TCVN 2249-93). (tra bảng)

CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

c. Lắp ghép có độ dôi:

- Sử dụng với những mối ghép cố định khi cần siết chặt nhưng không có thành phần phụ.
- Sai lệch cơ bản của các kích thước ren được quy định theo TCVN 2520-93. (tra bảng)
- Miền dung sai kích thước và các kiểu lắp theo tiêu chuẩn theo TCVN 2250-93. (tra bảng)

d. Ghi kí hiệu ren trên bản vẽ:

- Trên bản vẽ lắp kí hiệu lắp ghép ren được ghi dưới dạng phân số sau kí hiệu ren.

Ví dụ:

$$M12 \times 1 - \frac{7H}{7g6g}$$

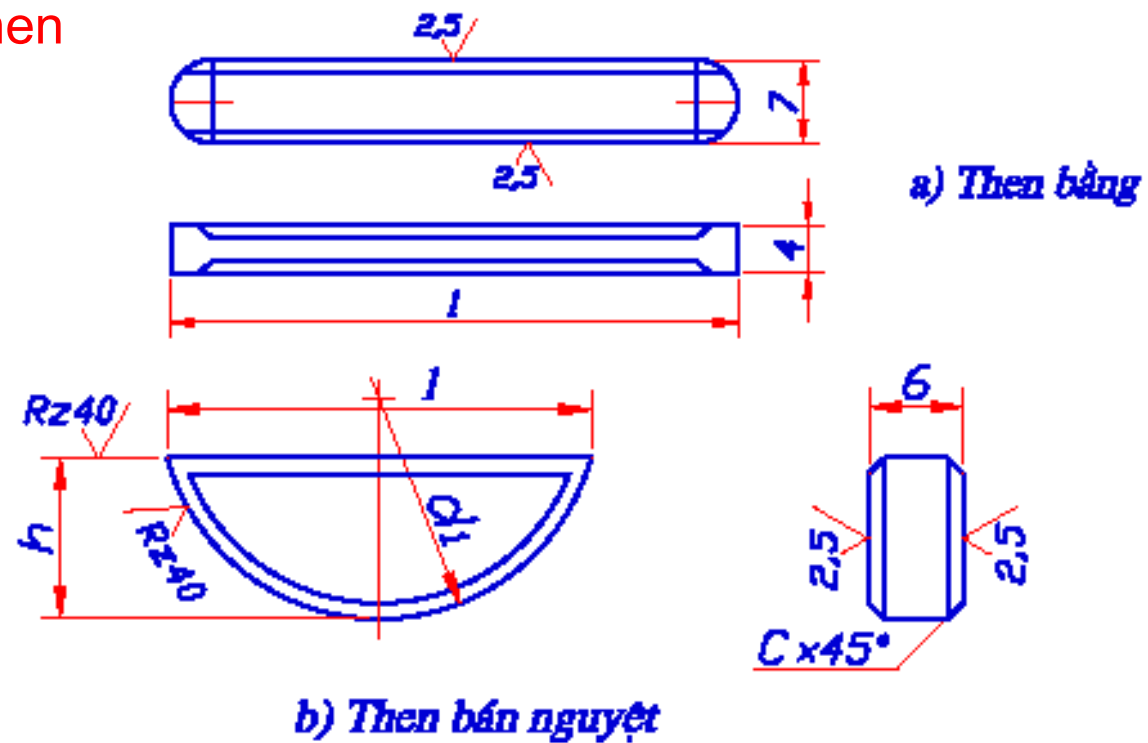
- Trên bản vẽ chi tiết kí hiệu ren được viết như sau:

M12 x 1 - 7H đối với ren đai ốc

M12 x 1 – 7g6g đối với ren bu lông

CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

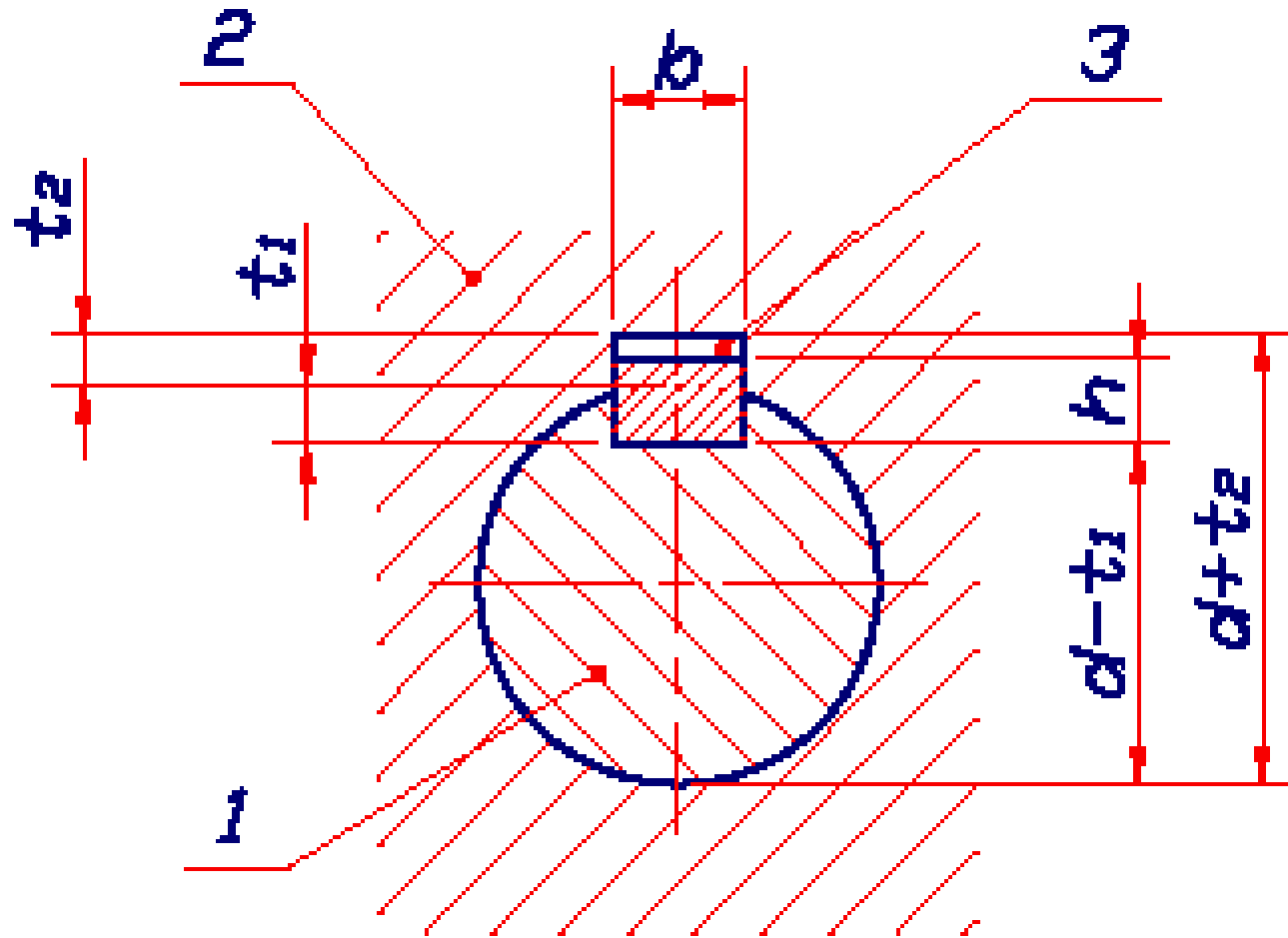
4.2. Dung sai và lắp ghép then



- Hiện nay then được dùng nhiều và phổ biến nhất là then bằng và then bán nguyệt.
- Dung sai và kích thước lắp ghép của 2 loại then này được quy định theo TCVN 4216-86 và TCVN 4218-86

CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

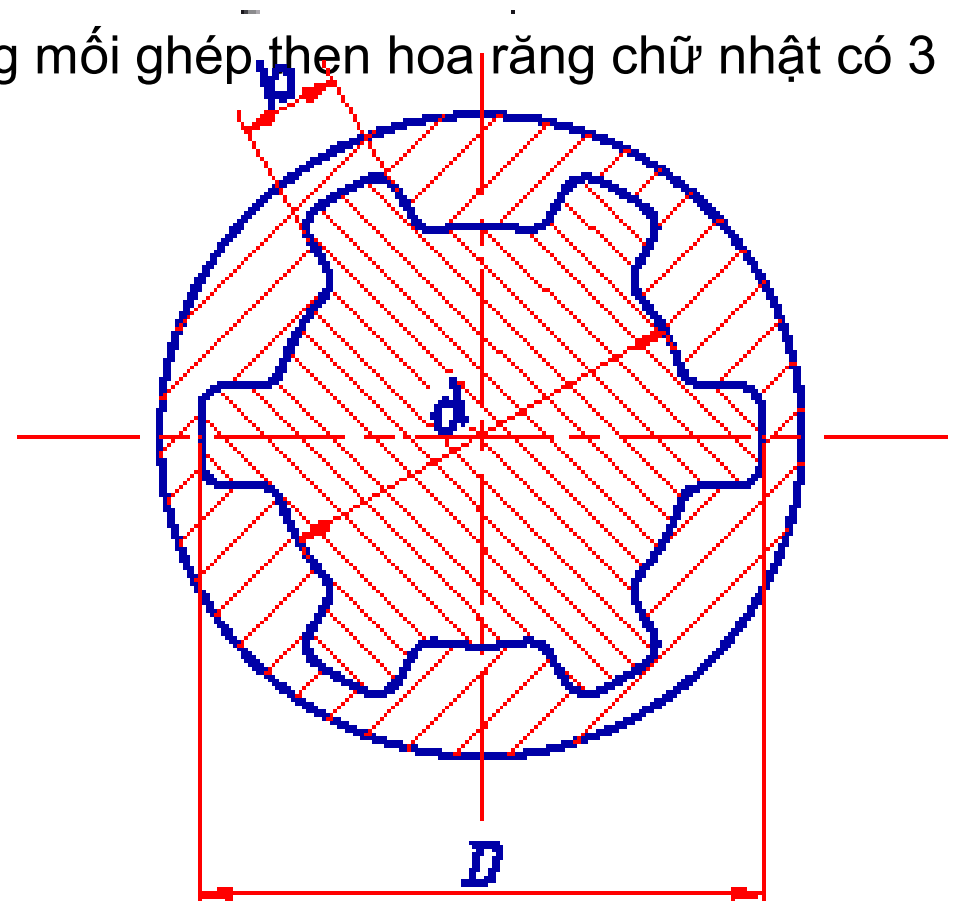
- Dung sai kích thước lắp ghép được tra theo tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn TCVN 2244-99



CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

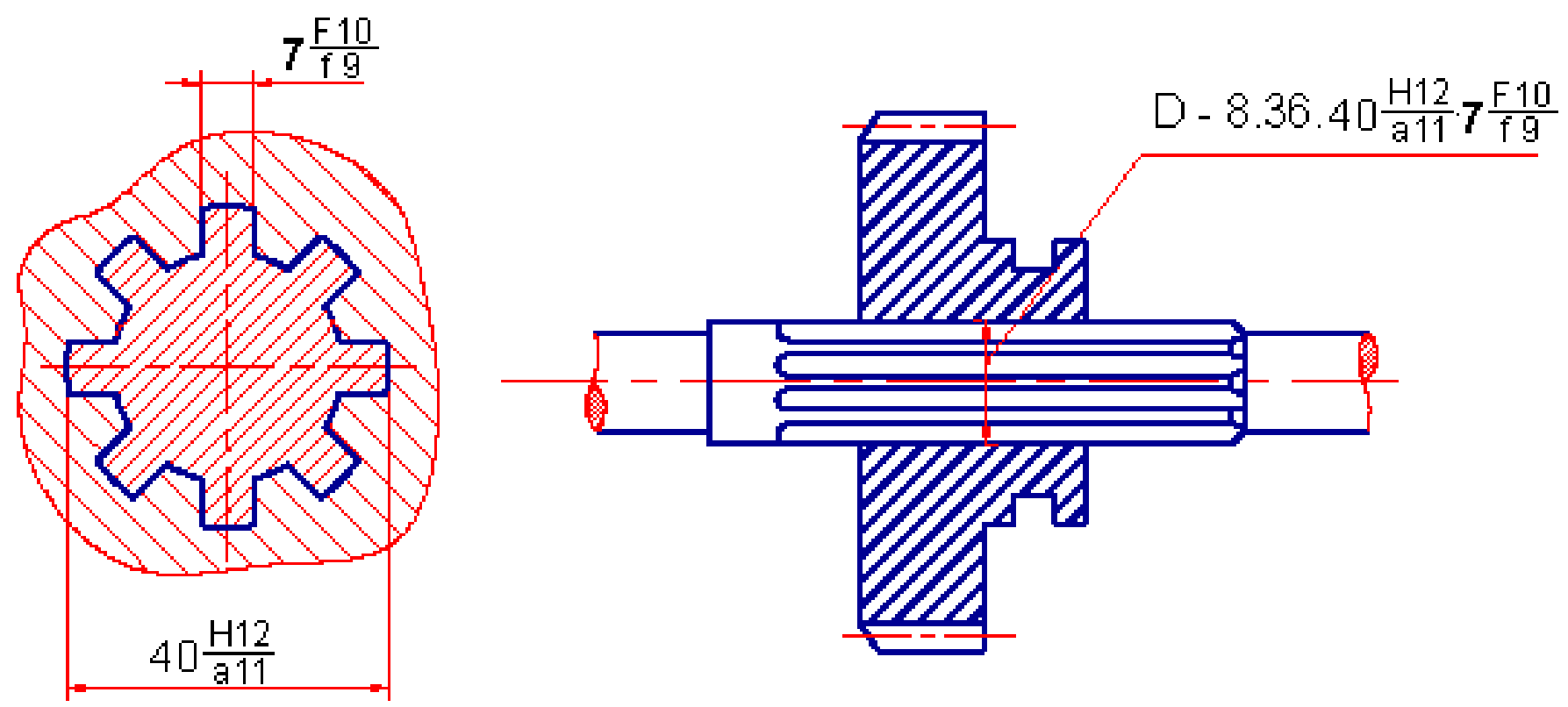
4.3. Dung sai lắp ghép then hoa

- Miền dung sai của các kích thước lắp ghép mỗi ghép then được quy định theo tiêu chuẩn TCVN 2324-78 trong bảng 4-6 và 4-7.
- Mỗi ghép then hoa có nhiều loại: Then hoa dạng răng chữ nhật, răng tam giác, răng thân khai, trong đó phổ biến nhất là then hoa răng hình chữ nhật.
- Theo TCVN 2324-78 quy định trong mỗi ghép then hoa răng chữ nhật có 3 kích thước chính sau:
 - + Đường kính ngoài D
 - + Đường kính trong d
 - + Chiều rộng then b



CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

- Ghi ký hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ:



CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

Trong đó:

m-Mô đun của răng

d_f -Đường kính vòng chân răng

d_a -Đường kính vòng đỉnh răng

d_b -Đường kính vòng cơ bản

Z-Số răng của bánh răng

α -Góc ăn khớp của truyền động

β -Góc nghiêng của hướng răng

h-Chiều cao của răng

P-Bước răng;

b Chiều rộng bánh răng

P_b -Bước răng trên vòng cơ bản w-Khoảng pháp tuyến chung

d-Đường kính vòng chia của bánh răng

a-Khoảng cách tâm 2 bánh răng

CHƯƠNG IV: DUNG SAI LẮP GHÉP REN, THEN, BÁNH RĂNG

- Theo TCVN 1067-84 cấp chính xác để chế tạo bánh răng được quy định là 12 cấp, kí hiệu là: 1, 2, 3.....12. Cấp chính xác giảm từ 1 đến 12.
- Trên bản vẽ thiết kế, chế tạo bánh răng thì cấp chính xác và dạng đối tiếp được ghi kí hiệu chữ sau: 7-8-8B.TCVN1067-84

Trong đó:

- + 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.

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

5.1. Các khái niệm và định nghĩa cơ bản

a. Định nghĩa

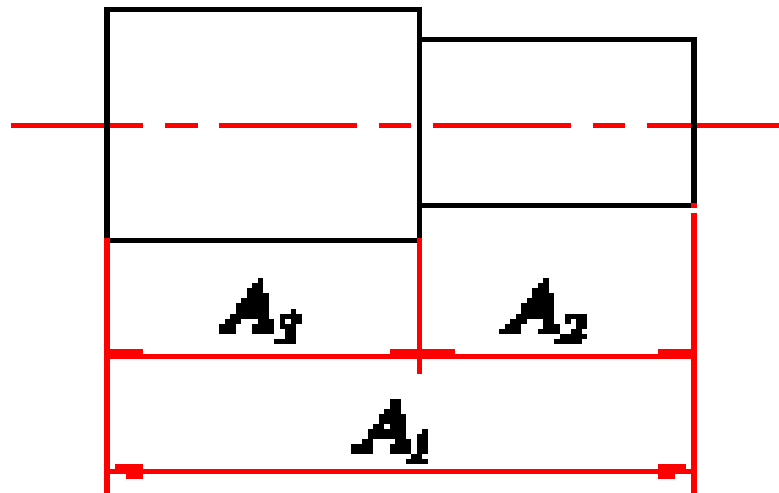
- Chuỗi kích thước là một vòng khép kín do các kích thước của một hay một số chi tiết nối ghép tiếp nhau tạo thành.
- Để hình thành chuỗi kích thước phải có hai điều kiện:
 - + Các kích thước quan hệ nối tiếp nhau.
 - + Các kích thước tạo thành một vòng kín.

b. Phân loại chuỗi kích thước

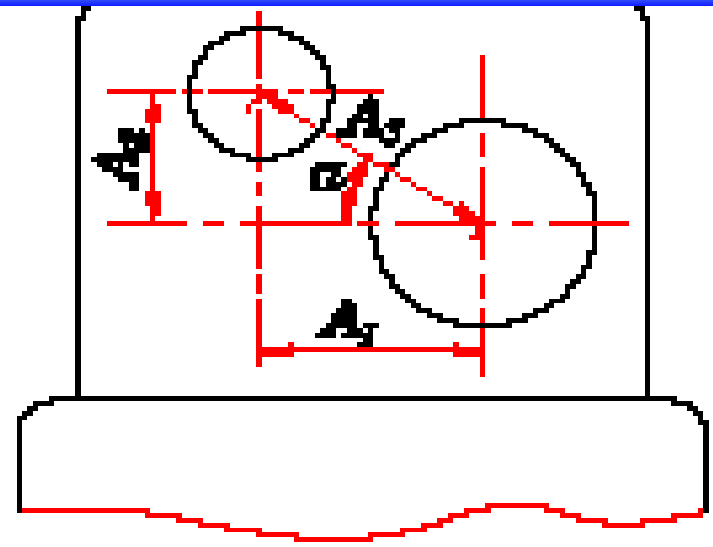
Có nhiều loại chuỗi kích thước trong kỹ thuật người ta phân thành 2 loại:

- Chuỗi kích thước chi tiết: các kích thước trong chuỗi nằm trên cùng một chi tiết (hình a, b)
- Chuỗi kích thước lắp ghép: các kích thước trong chuỗi là kích thước của nhiều chi tiết khác nhau lắp ghép với nhau tạo thành một bộ phận máy hoặc máy (hình c).

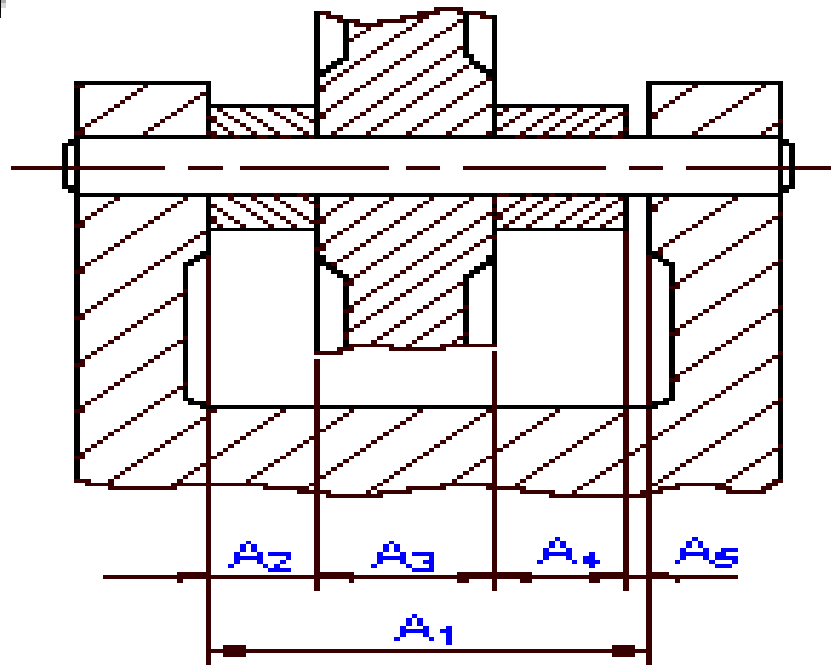
CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC



a)



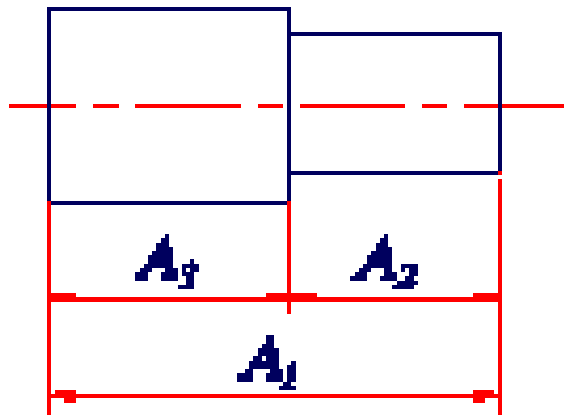
b)



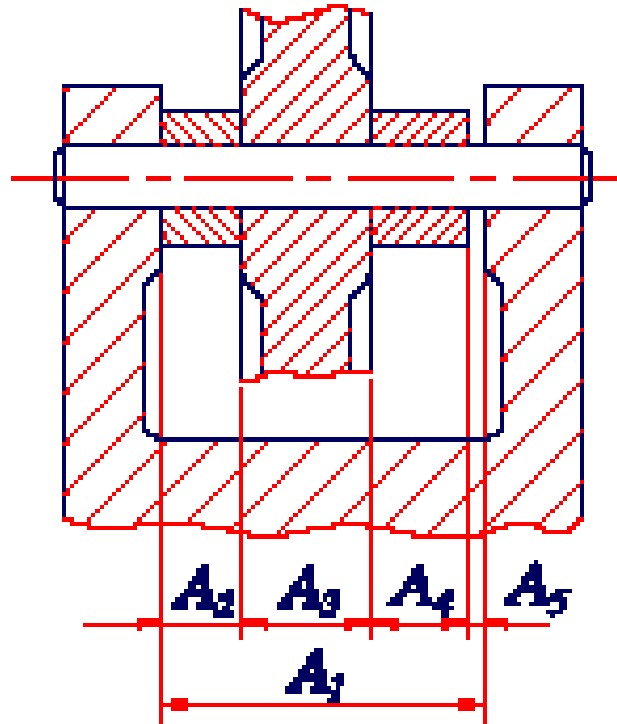
c)

CHƯƠNG V: CHUỖ KÍCH THƯỚC

- Về mặt hình học người ta có thể phân loại chuỗi như sau:
- + Chuỗi đường thẳng: Là chuỗi mà các khâu của nó song song với nhau trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau (hình a,c).



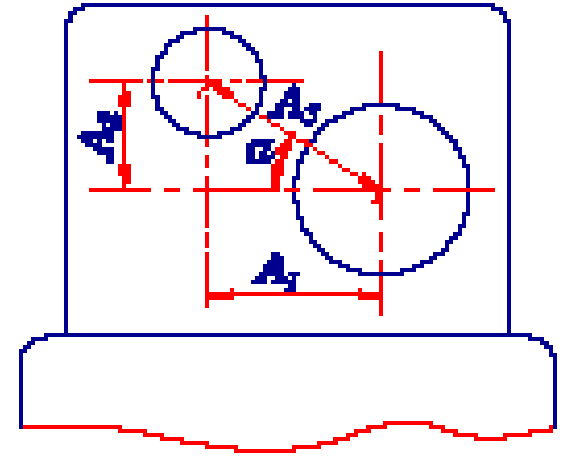
a)



c)

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

- Chuỗi mặt phẳng: Là chuỗi mà các khâu của nó song song với nhau trong cùng một mặt phẳng hoặc trong những mặt phẳng song song với nhau. nhưng bản thân nó không song song với nhau (hình b)



b)

-Chuỗi không gian : Là chuỗi mà các khâu của nó không nằm trong những mặt phẳng song song với nhau.

Theo đặc điểm của các khâu thành phần và theo yêu cầu thực tế của bài toán người ta có thể chia chuỗi kích thước thành ba dạng như sau:

- + Chuỗi kích thước thiết kế
- + Chuỗi kích thước công nghệ
- + Chuỗi kích thước đo lường

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

Trong khi giải bài toán chế tạo chi tiết và sản phẩm với độ chính xác cao người ta thường sử dụng chuỗi kích thước công nghệ.

Chuỗi kích thước công nghệ được phân thành hai nhóm:

+ Nhóm 1: nhóm này bao gồm các chuỗi mà các khâu của nó là các kích thước hay góc quay tương đối giữa các bề mặt hoặc trục của hệ thống thiết bị gia công – đồ gá – dụng cụ cắt. Trong quá trình chế tạo chi tiết các chuỗi này được gọi chung là các chuỗi kích thước của hệ thống thiết bị gia công – đồ gá – dụng cụ cắt

+ Nhóm 2: nhóm này bao gồm các chuỗi mà các khâu của nó là các kích thước nguyên công và lượng dư hoặc các kích thước bản vẽ của chi tiết gia công. Đây là loại chuỗi thường gặp nhất trong chế tạo máy mà đặc biệt là trong công việc thiết kế các quá trình công nghệ gia công cơ các sản phẩm. Tất cả các chuỗi thuộc nhóm này được gọi chung là chuỗi kích thước công nghệ

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

5.2. Thành phần các khâu trong chuỗi, giải chuỗi kích thước.

- Chuỗi kích thước gồm nhiều kích thước hợp thành, mỗi kích thước trong chuỗi gọi là một khâu. Dựa vào đặc tính các khâu người ta chia ra 2 loại:

**Khâu thành phần (A_i)*: là khâu mà kích thước của nó do quá trình gia công quyết định và chúng hoàn toàn độc lập với nhau. Trình tự gia công chi tiết hay trình tự lắp ghép các chi tiết đó chính là khâu thành phần. Sự biến đổi của khâu thành phần sẽ kéo theo sự biến đổi của khâu khép kín => Trong một chuỗi kích thước có nhiều khâu thành phần và một khâu khép kín.

* *Khâu khép kín (A_Σ)*: Khâu cho trước của chuỗi kích thước gọi là khâu khép kín. Khâu khép kín là khâu mà kích thước của nó hoàn toàn được xác định bởi kích thước của các khâu thành phần. Trong một chuỗi, có nhiều khâu thành phần nhưng chỉ có một khâu khép kín.

Hình b: Các kích thước A_1, A_2, A_3, A_4 là khâu thành phần., chúng độc lập với nhau, còn khe hở A_5 là khâu khép kín vì chúng hoàn toàn phụ thuộc vào kích thước các khâu A_1, A_2, A_3, A_4 . như vậy, trong một chuỗi lắp ghép, kích thước của các chi tiết tham gia vào chuỗi đều là khâu thành phần

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

-Khâu khép kín của chuỗi kích thước xác định độ chính xác kích thước của các khâu thành phần. Dung sai và kích thước giới hạn của các khâu thành phần được xác định trên cơ sở khâu khép kín.

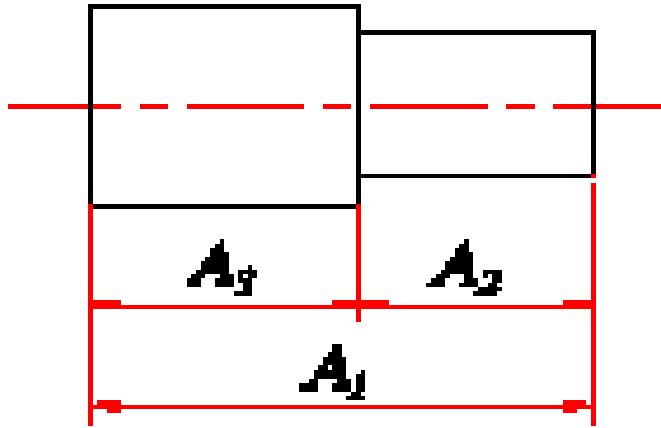
- Khâu khép kín được hình thành sau khi đã có kích thước của các khâu thành phần và là kích thước để khép kín toàn bộ chuỗi.

Căn cứ vào mối quan hệ giữa khâu thành phần và khâu khép kín các khâu thành phần chia ra 2 loại:

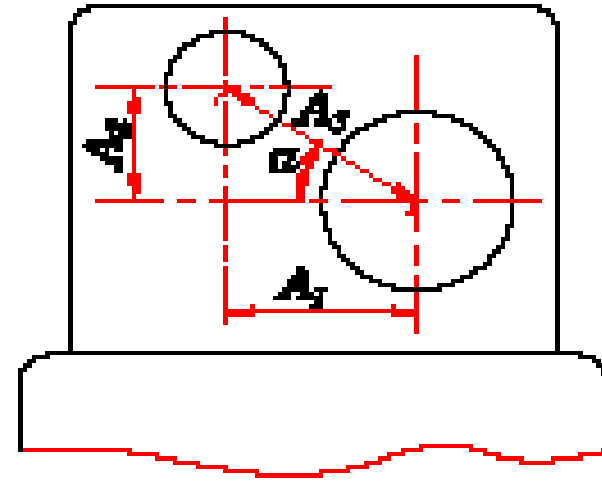
+ *Khâu thành phần tăng(khâu tăng)*: Là khâu mà khi ta tăng hoặc giảm kích thước của nó thì kích thước của khâu khép kín cũng tăng hoặc giảm theo.

+*Khâu thành phần giảm(khâu giảm)*:Là khâu mà khi ta tăng hoặc giảm kích thước của nó thì kích thước của khâu khép kín sẽ giảm hoặc tăng lên

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC



a)



b)

(Hình a: A_1 là khâu tăng, A_2 và A_3 là khâu giảm)

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

Ngoài ra trong các khâu của chuỗi kích thước còn phân ra khâu có hướng, khâu vô hướng và khâu đối xứng.

+ Khâu có hướng: là khâu mà trị số của nó biến đổi theo một hướng dương hoặc âm VD $5^{+0,4}_{-0,3}$ Các trị số của nó đều dương là 5,4 và 4,7

CHƯƠNG V: CHUỖ KÍCH THƯỚC

+ Khâu vô hướng: là khâu mà trị số của nó khi dương khi âm

VD $0,3^{+0,4}_{-0,5}$ Các trị số của nó đều dương là +0,7 và -0,2

+ Khâu đối xứng: là khâu mà trị số danh nghĩa của nó bằng 0 các sai lệch giới hạn bằng nhau về trị số tuyệt đối

VD: 0 0,2

Thông thường các kích thước của chi tiết máy là các khâu có hướng. Khi thành lập chuỗi kích thước, kích thước của chi tiết hoặc bộ phận máy cùng với dung sai là các khâu khi tham gia vào các chuỗi kích thước. Sai lệch hình dáng và sai lệch vị trí thường không vượt khỏi dung sai của kích thước tương ứng do đó chúng không tham gia vào các chuỗi kích thước. Muốn đảm bảo được yêu cầu làm việc của chi tiết và bộ phận máy, đảm bảo được yêu cầu của các công nghệ chế tạo và lắp ráp thì người thiết kế phải đưa vào chuỗi kích thước các khâu kích thước hợp lý.

5.3 Giải chuỗi kích thước công nghệ

5.3.1 Các dạng bài toán chuỗi kích thước

a. Giải bài toán thuận (bài toán thiết kế)

- Là bài toán cho biết kích thước và dung sai của các khâu thành phần cần xác định kích thước và dung sai của khâu khép kín. Bài toán này thường dùng trong quá trình gia công lắp ráp

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

b. Bài toán nghịch (bài toán kiểm tra)

- Là bài toán cho biết kích thước và dung sai của khâu khép kín cần xác định kích thước và dung sai của các khâu thành phần. Bài toán này dành cho người thiết kế.

5.3.2 Cách giải bài toán thuận

- Giải chuỗi kích thước nghĩa là xác định kích thước danh nghĩa, dung sai và sai lệch giới hạn của các khâu sao cho chúng đạt được tính lắp lẫn (lắp lẫn hoàn toàn hay lắp lẫn không hoàn toàn). Đồng thời đảm bảo được các yêu cầu về độ chính xác cũng như khả năng làm việc và tuổi thọ của chi tiết máy.

- Để giải bài toán chuỗi kích thước ta có thể dùng 3 phương pháp sau:

- + Phương pháp cực đại – cực tiểu
- + Phương pháp xác suất
- + Phương pháp dùng khâu điều chỉnh

Trong quá trình giải việc lựa chọn giải theo phương pháp này hay phương pháp khác phụ thuộc vào điều kiện cụ thể của bài toán đặt ra.

a. Giải chuỗi kích thước theo phương pháp cực đại - cực tiểu (phương pháp lắp lẫn hoàn toàn):

- Thường dùng cho các chi tiết, bộ phận máy trong sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ cũng như trong thiết kế chế tạo gá lắp, khuôn dập, chày cối,,, thuộc sản xuất phụ của nhà máy

CHƯƠNG V: CHUỖ KÍCH THƯỚC

-Ưu điểm:

- + Đảm bảo không có phế phẩm mà nguyên nhân của nó có thể là do sai số của phương pháp tính.
- + Đơn giản trong tính toán và khối lượng tính toán ít

b. Giải chuỗi kích thước theo lý thuyết xác suất

-Thường dùng cho các chi tiết, bộ phận máy trong sản xuất hàng loạt lớn, hàng khối. Trong phương pháp này chúng ta phải xác định quy luật phân bố kích thước khi gia công và cộng các sai số của các khâu thành phần.

- Dung sai của các khâu thành phần tính theo phương pháp này không có phần dự trữ độ chính xác do đó nó cho phép giảm chi phí gia công chi tiết. Tuy nhiên phương pháp có thể tạo ra phế phẩm đồng thời có khối lượng tính toán lớn và phức tạp

c. Giải chuỗi kích thước có sử dụng khâu điều chỉnh

-Nghĩa là chọn dung sai của các khâu thành phần để nâng cao tính công nghệ chế tạo và để đảm bảo yêu cầu của khâu khép kín cần dùng khâu để bù trừ sai số hoặc dùng biện pháp chọn lắp, sửa chữa hoặc điều chỉnh khi lắp. Các khâu để bù trừ sai số, sửa chữa chọn lắp hoặc hiệu chỉnh khi lắp thường dùng là vòng đệm, bạc, tấm đệm, miếng lệch tâm...

- Tùy theo tính chất điều chỉnh phương pháp giải chuỗi kích thước với khâu điều chỉnh có thể dùng trong sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ và hàng loạt lớn

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

•Hiệu quả sử dụng của các phương pháp trên phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Yếu tố ảnh hưởng lớn nhất là số lượng các khâu thành phần trong chuỗi. Khi số lượng các khâu thành phần tăng thì hiệu quả sử dụng phương pháp xác suất tăng theo. Do đó ứng với mỗi dạng bài toán ta có thể sử dụng một trong hai phương pháp trên để giải tuy nhiên lĩnh vực áp dụng và kết quả tính toán theo hai phương pháp này là hoàn toàn khác nhau:

+ Phương pháp cực đại – cực tiểu: thường dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ hay các chi tiết gá lắp, khuôn dập thuộc về sản xuất phụ trong các nhà máy, xí nghiệp.

+Phương pháp xác suất: thường dùng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

5.3.3 Các công thức cơ bản

-KTDN của khâu khép kín($A\Sigma$): bằng tổng KTDN của khâu tăng trừ đi tổng KTDN của khâu giảm

$$A\Sigma = \sum_{i=1}^m T_i - \sum_{i=1}^n G_i$$

- KTGH lớn nhất của khâu khép kín($A\Sigma_{max}$): bằng tổng KTGH lớn nhất của khâu tăng trừ đi tổng KTGH nhỏ nhất của khâu giảm

$$A\Sigma = \sum_{i=1}^m T_{i_{max}} - \sum_{i=1}^n G_{i_{min}}$$

CHƯƠNG V: CHUỖ KÍCH THƯỚC

-KTGH nhỏ nhất của khâu khép kín kín($A\Sigma_{min}$): bằng tổng KTGH nhỏ nhất của khâu tăng trừ đi tổng KTGH lớn nhất của khâu giảm

$$A\Sigma = \sum_{i=1}^m T_{imin} - \sum_{i=1}^n G_{imax}$$

- SLGH trên của khâu khép kín($ES\Sigma$):): bằng tổng SLGH trên của khâu tăng trừ đi tổng SLGH dưới của khâu giảm

$$ES\Sigma = \sum_{i=1}^m EST_i - \sum_{i=1}^n EIG_i$$

- SLGH dưới của khâu khép kín($EI\Sigma$):): bằng tổng SLGH dưới của khâu tăng trừ đi tổng SLGH trên của khâu giảm

$$EI\Sigma = \sum_{i=1}^m EIT_i - \sum_{i=1}^n ESG_i$$

-Dung sai của khâu khép kín($T\Sigma$):): bằng tổng dung sai của khâu tăng cộng với tổng dung sai của khâu giảm

$$T\Sigma = \sum_{i=1}^m TT_i + \sum_{i=1}^n TG_i$$

CHƯƠNG V: CHUỖ KÍCH THƯỚC

5.4 Cách ghi kích thước trên bản vẽ:

-Nhiệm vụ của việc ghi kích thước là xác định dung sai cho các kích thước chi tiết máy rồi ghi vào bản vẽ. Trong quá trình thiết kế máy, giai đoạn ghi kích thước rất quan trọng bởi vì kích thước và dung sai chi tiết quyết định tới chất lượng làm việc, tính năng sử dụng máy, ảnh hưởng nhiều đến quá trình chế tạo chi tiết đó.

5.4.1 Yêu cầu đối với việc ghi kích thước

-Dùng các kích thước tiêu chuẩn nếu đã được tiêu chuẩn hóa. Yêu cầu này nhằm đưa vào thiết kế và chế tạo số lượng nhiều nhất các kích thước và kết cấu đã được tiêu chuẩn hóa khi đó thuận lợi cho quá trình sản xuất và đảm bảo chỉ tiêu kinh tế

- Đảm bảo chất lượng làm việc của chi tiết nói riêng và những yêu cầu khác có liên quan của bộ phận máy. Yêu cầu này nhằm đảm bảo máy thiết kế đảm bảo khả năng sử dụng của nó với chất lượng tốt . Nếu không xuất phát từ yêu cầu về chất lượng của máy để ghi kích thước thì máy được chế tạo có thể hoặc không làm việc được hoặc làm việc được mà không đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật đòi hỏi

- Tạo điều kiện thuận lợi nhất cho việc gia công chi tiết. Yêu cầu này nhằm tạo thuận lợi nhất trong quá trình chế tạo. Với 2 chi tiết cùng loại, cùng yêu cầu làm việc giống nhau nhưng với cách ghi kích thước khác nhau thì quá trình chế tạo sẽ khác nhau và nếu ghi không hợp lý có thể gây khó khăn cho chế tạo và ảnh

CHƯƠNG V: CHUỖ KÍCH THƯỚC

hưởng xấu đến hiệu quả kinh tế. Yêu cầu này đòi hỏi người thiết kế phải có những hiểu biết nhất định về công nghệ chế tạo

- Ba yêu cầu nêu trên thể hiện tính thống nhất giữa yêu cầu kỹ thuật và hiệu quả kinh tế

5.4.2 Những nguyên tắc cơ bản để ghi kích thước

Khi nhà thiết kế đã có đầy đủ bản vẽ lắp của bộ phận máy hoặc máy thì giai đoạn ghi kích thước cho bản vẽ chế tạo bắt đầu. Ở đó thể hiện đầy đủ kết cấu và kích thước danh nghĩa chính của chi tiết. Những kết cấu và kích thước danh nghĩa này được tính toán trên cơ sở những yêu cầu về công dụng và khả năng chịu tải của máy. Nhiệm vụ của người thiết kế lúc này là xác định độ chính xác về mặt kích thước và thể hiện bằng giá trị về dung sai là chủ yếu.

a. Ghi kích thước cho những kích thước tham gia vào các lắp ghép thông dụng

- Các lắp ghép thông dụng như: lắp ghép bề mặt trơn, lắp ghép ổ lăn, lắp ghép then hoa... Những lắp ghép này có các đặc điểm cơ bản sau:

- + Yêu cầu của chúng chủ yếu là do bản thân chi tiết máy quyết định mà ít chịu ảnh hưởng bởi yêu cầu chung của máy

- + Đặc tính của lắp ghép thường do một số ít các kích thước quyết định và các lắp ghép này thông thường được tiêu chuẩn hóa

Khi đó việc quyết định kiểu lắp cần dựa vào chức năng sử dụng của nó. Với những đặc điểm này để ghi kích thước cần lựa chọn kiểu lắp cho mỗi ghép theo tiêu chuẩn đã có.

CHƯƠNG V: CHUỖI KÍCH THƯỚC

Khi đã xác định kiểu lắp thì dung sai của các kích thước tham gia lắp ghép cũng sẽ được xác định

b. Ghi kích thước cho những kích thước chức năng khác

- Cần ghi kích thước cho các kích thước chức năng chiều dài, các kích thước này là khâu thành phần của một chuỗi kích thước lắp mà khâu khép kín là yêu cầu chung của một bộ phận máy hoặc máy. Khi đó để ghi kích thước nào đó của chi tiết ta cần xây dựng chuỗi kích thước lắp mà kích thước ấy của chi tiết tham gia vào chuỗi với vai trò là khâu thành phần. Từ yêu cầu của khâu khép kín giải chuỗi kích thước để xác định sai lệch và dung sai của kích thước chi tiết cần ghi.

c. Chọn phương án ghi kích thước

- Khi lập chuỗi kích thước lắp và giải chuỗi để xác định sai lệch và dung sai các kích thước trên bản vẽ chế tạo có thể xuất hiện nhiều phương án ghi kích thước khác nhau các phương án này đều phù hợp với chức năng sử dụng chi tiết và yêu cầu chung của bộ phận máy và máy

=> Vậy ta phải lựa chọn phương án ghi kích thước sao cho việc chế tạo dễ dàng nhất.

6.1 Định nghĩa và phân loại thiết bị đo

6.1.1. Vị trí công tác đo lường, kiểm tra trong gia công cơ khí:

- Trong quá trình chế tạo và lắp ráp các chi tiết máy, cần đo để đánh giá chất lượng kỹ thuật của sản phẩm. Nói cách khác đo lường là công cụ để kiểm soát, kiểm tra chất lượng của sản phẩm, vì vậy đo lường là khâu quan trọng không thể thiếu được trong quá trình sản xuất.

- Cùng với yêu cầu và sự phát triển không ngừng của sản xuất, đo lường kỹ thuật cũng có những bước tiến mạnh mẽ, độ chính xác đo lường đạt được ngày càng cao

+ Cuối thế kỷ 19: có calip tiêu chuẩn, calip giới hạn

+ Năm 1850: có thước cặp; 1867: có panme; 1896 có căn mẫu

+ Năm 1907: có milimet đo tới 0,001mm; Năm 1921 – 1925 có máy đo dùng khí nén

+ Năm 1930 có các máy đo dùng điện

Ngày nay có các máy đo quang học, máy đo điện tử hiện đại có thể đo được những khoảng cách nhỏ tới 4 – 5 phần triệu mm

6.1.2. Khái niệm về đo lường, đơn vị đo:

-Đo lường là việc định lượng độ lớn của đối tượng đo dựa trên việc thiết lập quan hệ giữa đại lượng cần đo và một đại lượng có cùng tính chất vật lý được quy định dùng làm đơn vị đo.

-Đơn vị đo: Đại lượng được chọn làm mẫu để so sánh gọi là đơn vị đo lường, đơn vị đo lường này được thống nhất trên toàn thế giới và được gọi là tiêu chuẩn đơn vị đo lường quốc tế(SI). Hệ thống đơn vị bao gồm 2 nhóm: nhóm các đơn vị cơ bản và nhóm các đơn vị kéo theo.

Nhóm các đơn vị cơ bản được thể hiện bằng các đơn vị chuẩn với độ chính xác cao nhất mà khoa học kỹ thuật hiện đại có thể thực hiện được. Hiện nay ở VN đang sử dụng các đơn vị đo lường của hệ thống SI gồm 7 đơn vị cơ bản là:

+ Đơn vị chiều dài(m), chuẩn chiều dài mét hiện nay có sai số = 0,002mm.

Đơn vị quy đổi: $1 \text{ mét} = 1000\text{mm}$

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

+ Đơn vị đo chiều dài cơ bản hệ Anh là inhơ (inh), ký hiệu (")

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

CHƯƠNG VI: CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐO TRONG CHẾ TẠO MÁY

+ Đơn vị đo nhiệt độ: Kelvin(K): $^{\circ}\text{K}$ là nhiệt độ có giá trị bằng 1/273. Sử dụng thang Kelvin là thang chuẩn và được sử dụng ưu tiên trong tính toán vì thang này không có nhiệt độ âm mà chỉ có nhiệt độ dương, ngoài ra sai số của phép đo chuẩn giảm đi 50 lần.

+ Đơn vị đo cường độ dòng điện là Ampe(A)

+ Đơn vị đo khối lượng là: kg.

+ Đơn vị đo thời gian là: giây(s)

+ Đơn vị đo cường độ ánh sáng(candela)

+ Đơn vị đo số lượng vật chất: mol

Nhóm đơn vị kéo theo gồm các đơn vị có liên quan tới các đơn vị cơ bản thể hiện qua các biểu thức. Ngoài 7 đơn vị cơ bản trên còn có các đơn vị kéo theo trong lĩnh vực cơ, điện tử.

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

7.1 Các khái niệm và nguyên tắc cơ bản trong đo lường hình học

7.1.1 Nguyên tắc ABBE

- Khi thiết kế phương án sơ đồ nguyên tắc đo kích thước mẫu và kích thước đo có thể đặt song song hoặc nối tiếp nhau
- Nguyên tắc ABBE phát biểu rằng: “Khi kích thước đo và kích thước mẫu nằm trên một đường thẳng thì kết quả đo đạt độ chính xác cao nhất”.
- Khi đo khe hở khâu dẫn đầu do di động dưới tác dụng của áp lực đo và các biến dạng tế vi dưới tác dụng của áp lực đo chính là nguyên nhân gây nên sai số đo.

7.1.2 Nguyên tắc xích truyền ngắn nhất

- Mỗi khâu, mỗi khớp tham gia trong xích truyền kích thước từ kích thước đo lên tới kích thước mẫu để so sánh đều mang sai số công nghệ nhất định do đó nếu số khâu tham gia vào xích truyền càng nhiều thì sai số tích lũy càng tăng làm cho sai số của phép đo càng lớn, độ chính xác của phép đo càng thấp.
- Để đạt được độ chính xác cao máy đo và dụng cụ đo cần được thiết kế đảm bảo tỷ số truyền với số khâu là ít nhất. Đối với sơ đồ nguyên tắc đo sao cho số khâu thành phần tham gia vào chuỗi kích thước để giải ra kích thước đo là ít nhất

7.1.3 Nguyên tắc chuẩn thống nhất

- Mỗi chi tiết qua thiết kế gia công và kiểm tra ở từng bước đều có chuẩn thiết kế, chế tạo lắp ráp và kiểm tra

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

-Nguyên tắc chuẩn thống nhất chỉ ra rằng khi các chuẩn đó được dùng thống nhất thì kết quả kiểm tra sẽ phù hợp với chất lượng chi tiết khi làm việc

7.1.4 Nguyên tắc kinh tế

-Đảm bảo độ chính xác đo lường trong điều kiện kinh tế nhất định:

+ Độ chính xác phương tiện đo hợp lý

+ Dễ điều chỉnh, gá đặt thao tác về cơ khí hóa, tự động hóa đo hàng loạt với năng suất cao

+ Yêu cầu bậc thợ điều chỉnh và thao tác trung bình

+ Chu kỳ điều chỉnh đo, sửa chữa dài

+ Thiết bị đo đơn giản, rẻ tiền, dễ kiểm, dễ chế tạo

Trong thực tế không phải bao giờ cũng thỏa mãn đồng thời cả 4 nguyên tắc trên. Cần căn cứ vào điều kiện, các yêu cầu kỹ thuật riêng và chức năng cụ thể mà có thể đặc biệt coi trọng nguyên tắc nào đó

7.2 Các phương pháp đo kích thước thẳng

a. Phương pháp đo 1 điểm.

-Với phương pháp đo 1 điểm, đầu đo tiếp xúc với bề mặt đo từng điểm một.

Từ tọa độ các điểm đo qua đó xác định được kích thước cần đo. Tùy theo cách đặt các điểm đo mà công thức tính toán các kết quả đo khác nhau.

Do phép đo quan hệ với các tọa độ điểm đo mà phương pháp đo một tiếp điểm còn gọi là phương pháp đo tọa độ

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

-Nguyên tắc chuẩn thống nhất chỉ ra rằng khi các chuẩn đó được dùng thống nhất thì kết quả kiểm tra sẽ phù hợp với chất lượng chi tiết khi làm việc

7.1.4 Nguyên tắc kinh tế

-Đảm bảo độ chính xác đo lường trong điều kiện kinh tế nhất định:

+ Độ chính xác phương tiện đo hợp lý

+ Dễ điều chỉnh, gá đặt thao tác về cơ khí hóa, tự động hóa đo hàng loạt với năng suất cao

+ Yêu cầu bậc thợ điều chỉnh và thao tác trung bình

+ Chu kỳ điều chỉnh đo, sửa chữa dài

+ Thiết bị đo đơn giản, rẻ tiền, dễ kiểm, dễ chế tạo

Trong thực tế không phải bao giờ cũng thỏa mãn đồng thời cả 4 nguyên tắc trên. Cần căn cứ vào điều kiện, các yêu cầu kỹ thuật riêng và chức năng cụ thể mà có thể đặc biệt coi trọng nguyên tắc nào đó

7.2 Các phương pháp đo kích thước thẳng

a. Phương pháp đo 1 điểm.

-Với phương pháp đo 1 điểm, đầu đo tiếp xúc với bề mặt đo từng điểm một.

Từ tọa độ các điểm đo qua đó xác định được kích thước cần đo. Tùy theo cách đặt các điểm đo mà công thức tính toán các kết quả đo khác nhau.

Do phép đo quan hệ với các tọa độ điểm đo mà phương pháp đo một tiếp điểm còn gọi là phương pháp đo tọa độ

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

Ưu điểm: có thể đo kích thước các chi tiết phức tạp, khó đo không yêu cầu rà chỉnh chi tiết đo trước khi đo, giảm số lượng lớn các động tác chuẩn bị khi đo. Tùy theo số tọa độ của máy mà khả năng đo lường thông số của nó càng tăng. Có thể có các máy đo 1,2,3,4,5 tọa độ. Số tọa độ của thiết bị càng nhiều thì thao tác đo càng đơn giản, số điểm đo càng nhiều thì việc xác định kết quả đo càng khó khăn. Phần lớn các thiết bị đo tọa độ đều trang bị sẵn các chương trình tính cho các yêu cầu đo thường gặp để giúp cho quá trình đo nhanh chóng.

b. Phương pháp đo 2 điểm

- Là phương pháp đo 2 tiếp điểm mà khi đo các yếu tố đo của thiết bị đo tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo ít nhất là trên 2 tiếp điểm.. Trong đó nhất thiết phải có 2 tiếp điểm nằm trên phương biến thiên của kích thước đo

c. Phương pháp đo 3 điểm

- Là phương pháp đo mà khi đo các yếu tố đo của thiết bị đo tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo ít nhất là 3 điểm. Trong đó không tồn tại một cặp tiếp điểm nào nằm trên phương biến thiên của kích thước đo.

7.3 Các phương pháp đo kích thước góc

a. Phương pháp đo trực tiếp kích thước góc

- Phương pháp này dựa trên cơ sở hệ tọa độ cực trong đó gốc tọa độ cực là tâm quay của yếu tố mang mặt đo, còn vector gốc gắn với yếu tố mang mặt chuẩn. Tọa độ của mặt đo được chỉ ra trên bảng chia độ góc gắn với yếu tố

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

chuẩn. Đây là yếu tố cơ bản để thiết kế dụng cụ đo góc như: thước đo góc, thị kính đo góc, bàn xoay đo góc trong các thiết bị đo góc...

-Nhược điểm: Độ chính xác của phương pháp phụ thuộc vào độ đồng tâm của bảng chia với tâm quay của mặt đo đó hạn chế khi đo góc trực tiếp muốn đạt độ chính xác cao. Vì vậy người ta khắc phục bằng cách dùng thị kính đo góc gắn trên kính hiển vi dụng cụ hoặc các máy đo góc chuyên dùng.

b. Phương pháp đo gián tiếp kích thước góc

-Dựa trên cơ sở mối quan hệ lượng giác giữa các yếu tố cạnh và góc trong tam giác vì thế có thể sử dụng những phương tiện đo chiều dài để đo góc có độ chính xác cao ngay cả trong những trường hợp rất khó đo.

- Có 2 cách:

+ Đo góc bằng bi cầu hoặc con lăn

+ Đo góc bằng kích thước góc sin, tang: dùng tại hiện trường, xưởng hoặc dùng để tạo ra các góc chuẩn trong đồ gá đo lường hoặc đồ gá công nghệ

7.4 Các phương pháp đo sai số hình dáng bề mặt

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

Nhóm các thông số quy định sai số hình dáng bề mặt và ký hiệu được chỉ dẫn trong bảng sau theo TCVN 10 – 85(ISO P1101)

Loại sai lệch	Tên sai lệch	Ký hiệu	
		Trên bản vẽ	Viết tắt
Sai lệch hình dáng bề mặt	Sai lệch độ phẳng – độ không phẳng		EFE
	Sai lệch độ thẳng – độ không thẳng	—	EFL
	Sai lệch độ trụ – độ không trụ		EFZ
	Sai lệch độ tròn – độ không tròn	O	EFK
	Sai lệch profil trên tiết diện dọc	=	EFP

Trong các sai lệch trên thông số độ không trụ là chỉ tiêu đánh giá sai số mặt trụ tổng quát nhất vì nó xác định các sai lệch theo phương vuông góc với trục bao gồm: độ ôvan, độ đa cạnh và xác định các sai lệch theo phương dọc trục bao gồm: độ côn, độ lồi, độ lõm, độ cong trục vì vậy khi trình bày phương pháp đo cần tách các chỉ tiêu tổng hợp thành các chỉ tiêu riêng lẻ làm đối tượng đo. Việc này sẽ gây khó khăn cho việc phân phối trị số dung sai tổng thành dung sai thành phần. Để đơn giản ta áp dụng phương pháp cân bằng

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

Để đơn giản ta áp dụng phương pháp cân bằng tác dụng cho các thành phần. Tuy nhiên trong những bài toán cụ thể thì căn cứ theo khả năng công nghệ yêu cầu để phân phối dung sai mà không áp dụng phương pháp cân bằng áp dụng

- Việc xác định từng thông số đơn lẻ không tránh khỏi ảnh hưởng của các thông số khác có liên quan vì vậy dung sai của thông số mà trong khi đo luôn ảnh hưởng tới kết quả đo của các thông số khác được quy định có trị số nhỏ nhất
- Khi kiểm tra có thể một trong các chỉ tiêu đo vượt trị số dung sai thành phần

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

7.5 Các phương pháp đo sai số vị trí giữa các bề mặt

- Nhóm các thông số quy định sai số về vị trí tương đối và ký hiệu được chỉ dẫn trong bảng sau theo TCVN 10 – 85(ISO 11101). Bảng SGT
- Trong kỹ thuật đo khi xác định kích thước danh nghĩa của mặt phẳng thì kích thước tọa độ được đo trực tiếp từ mặt phẳng ấy. Còn đối với bề mặt trụ, côn và các bề mặt tròn xoay khác thì kích thước tọa độ thường được cho từ đường tâm hoặc từ mặt phẳng đối xứng của chúng.

a. Phương pháp đo độ không song song

- Độ không song song là sai lệch khoảng cách lớn nhất giữa đường hay mặt đo trên chiều dài chuẩn kiểm tra

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

- Sai lệch độ song song giữa các mặt phẳng, tổng sai lệch của độ song song và độ phẳng, sai lệch của mặt phẳng với đường tâm lỗ, tâm trục hoặc giữa các đường với nhau được đo theo phương pháp rà hoặc đo điểm trên chiều dài chuẩn đã quy định trước.
- Độ không song song thường dùng các dụng cụ đo độ dài vạn năng để đo. Khi đo dụng cụ đo được dẫn trượt theo yếu tố chuẩn, đầu đo rà trên yếu tố đo. Độ chính xác của phép đo phụ thuộc vào độ chính xác dẫn trượt chuẩn.
- Khi đo độ song song cho phép trên từng chiều dài chuẩn, ở các mặt đo lớn người ta chuyển nó sang dạng tang góc nghiêng giữa hai mặt. Khi đó có thể sử dụng các dụng cụ đo chuyên dùng như: nivo kỹ thuật, nivo đo góc nhỏ nhằm đánh giá độ song song qua góc nghiêng giữa hai mặt

VD: Quan sát SGT(84)

b. Phương pháp đo độ không vuông góc

- Độ không vuông góc là sai lệch góc giữa đường thẳng hay mặt phẳng so với góc vuông

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

- Độ không vuông góc giữa các mặt, giữa đường và mặt, giữa các đường với nhau được xác định bằng đồng hồ hoặc kalip chuyên dùng và thường được đo bằng phương pháp rà. Khi đo chuyển động rà trượt phải luôn luôn vuông góc với mặt chuẩn. Độ chính xác của kết quả đo phụ thuộc vào độ vuông góc của chuyển động rà với mặt chuẩn

VD: Quan sát SGT(85 -86)

c. Phương pháp đo độ không đồng tâm và độ đảo hướng tâm

- Độ không đồng tâm là khoảng cách lớn nhất giữa hai tâm của mặt đo và tâm của bề mặt được dùng làm yếu tố chuẩn đo trên chiều dài chuẩn.

- Trường hợp trục có tiết diện tròn, chi tiết có thể quay quanh đường tâm người ta đưa ra khái niệm độ đảo. Độ đảo là sai lệch khoảng cách lớn nhất của tâm tiết diện thực của bề mặt chi tiết đo so với tâm tiết diện quay quanh trục chuẩn đo trên phương vuông góc với trục quay vì vậy chỉ tiến hành đo độ không đồng tâm khi tiết diện chi tiết không tròn và không thể thực hiện quay quanh tâm được. Các trường hợp cho phép có thể quay quanh tâm ta dùng phương pháp đo độ đảo với ưu điểm là sơ đồ đo đơn giản hơn, chỉ số đo độ đảo lớn gấp 2 lần chỉ số đo độ đồng tâm do đó kết quả đo sẽ chính xác hơn.

d. Phương pháp đo độ đảo mặt đầu

CHƯƠNG VII: ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA CHI TIẾT MÁY

- Độ đảo mặt đầu là hiệu khoảng các lớn nhất và nhỏ nhất kể từ profil thực của mặt đo đến mặt phẳng vuông góc với trục chuẩn khi mặt đo quay quanh tâm chuẩn. Độ đảo chỉ tồn tại khi chi tiết quay quanh trục của nó. Chỉ tiêu này được kiểm tra khi mặt đầu chi tiết là bề mặt làm việc và trong quá trình làm việc nó quay quanh đường tâm của nó. Độ đảo sinh ra do sự không vuông góc giữa mặt đầu và trục quay của chi tiết. Trị số của độ đảo bằng hai lần trị số độ không vuông góc của mặt đầu với trục quay của nó.

VD: SGT

e. Phương pháp đo độ không giao nhau

- Độ không giao nhau giữa các đường tâm được xác định bằng khoảng cách nhỏ nhất giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa

VD: SGT

f. Phương pháp đo độ không đối xứng

- Độ không đối xứng là sai lệch giữa các bề mặt cần xác định với mặt phẳng hay đường tâm đối xứng của mặt chuẩn

VD: SGT

CHƯƠNG VIII: XỬ LÝ KẾT QUẢ ĐO TRONG CHẾ TẠO MÁY

8.1 Sai số hệ thống và các thông số đặc trưng

a. Khái niệm

- Sai số hệ thống là thành phần của phép đo có giá trị không đổi hoặc thay đổi có quy luật khi đo nhiều lần một đại lượng đo. Sai số hệ thống hoặc làm tăng kết quả của một phép đo hoặc giảm kết quả xuống cùng một trị số

VD: trong quá trình đo lường và kiểm tra chi tiết nếu đo gá kiểm tra tồn tại sai số do đó làm cho kích thước thực của chi tiết gia công thay đổi một đại lượng đúng bằng sai số do đồ gá gây ra.

- Nguyên nhân gây ra sai số hệ thống: do nguyên tắc đo, chuẩn đo, chuẩn gá hoặc dụng cụ đo

- Trong mỗi phép đo khó tránh khỏi có sai số hệ thống đặc biệt trong nhiều trường hợp sai số hệ thống có giá trị lớn hơn cả thông số độ chính xác của chi tiết gia công tính được

b. Các thông số đặc trưng

Sai số hệ thống được chia làm hai nhóm:

- Sai số hệ thống không đổi: là sai số có trị số không đổi trong một điều kiện đo

CHƯƠNG VIII: XỬ LÝ KẾT QUẢ ĐO TRONG CHẾ TẠO MÁY

nhất định trong suốt miền đo.

VD: sai số điểm “0” của dụng cụ đo, sai số của mẫu đo, sai số điều chỉnh...

- Sai số hệ thống biến đổi: là sai số hệ thống có giá trị thay đổi trong phạm vi đo

VD: sai số tay đòn, sai số bước răng, bước ren trong cơ cấu truyền động...

8.2 Sai số ngẫu nhiên và các thông số đặc trưng

a. Khái niệm

- Sai số ngẫu nhiên là loại sai số do những nguyên nhân có tính chất ngẫu nhiên gây ra, khi đó không biết chắc được nguyên nhân gây ra sai số, độ lớn, dấu và cả quy luật biến thiên cả nó

- Sai số ngẫu nhiên xuất hiện do nhiều yếu tố ngẫu nhiên xảy ra trong quá trình đo:

+ Ảnh hưởng do sự không đồng nhất về lực đo

+ Ảnh hưởng về khe hở giữa các chi tiết của dụng cụ đo

+ Do sai số về hình dáng và vị trí giữa các khâu trong dụng cụ đo

+ Do sự không chính xác của việc gá đặt chi tiết so với thiết bị đo

CHƯƠNG VIII: XỬ LÝ KẾT QUẢ ĐO TRONG CHẾ TẠO MÁY

b. Các thông số đặc trưng

- Các giá trị chỉ thị kết quả đo: x_1, x_2, \dots, x_n sau n lần đo
- Giá trị thực của đại lượng đo: Q
- Giá trị trung bình của loạt đo:
- Số lần đo trong loạt: n
- Số loạt đo: k

8.3 Sai số thô

- Sai số thô là loại sai số mà giá trị lớn hơn hẳn sai số thông thường và nằm ngoài quy luật xuất hiện của sai số đo
- Nguyên nhân: do đọc nhầm, ghi nhầm, do các tác nhân đột xuất xuất hiện trong điều kiện đo như: kẹt cơ cấu, điện áp tăng giảm đột ngột.
- Việc có loại hay không số liệu mang sai số thô ảnh hưởng rất lớn đến độ chính xác của kết quả đo. Vì vậy ta gọi giá trị nhảy là giá trị nghi ngờ và có biện pháp để kiểm tra độ nghi ngờ này.

CHƯƠNG VIII: XỬ LÝ KẾT QUẢ ĐO TRONG CHẾ TẠO MÁY

8.4 Phương pháp xác định quan hệ thực nghiệm

- Giả sử hàm của thông số cần đo là y
- Trong một quá trình đo thông thường đại lượng đo là một đại lượng có giá trị không đổi trong suốt quá trình ($y = a$). Tuy nhiên trong thực tế ta vẫn gặp các đại lượng thay đổi theo thời gian trong suốt quá trình đo: $y = f(t)$ tức là sẽ tồn tại một mối quan hệ giữa đại lượng đo và thời gian. Ngoài ra trong bản thân của các đại lượng đo lại có liên quan trực tiếp đến nhau có nghĩa là sự thay đổi được xem là đối số ứng với sự thay đổi của cùng một đại lượng khác cùng của sản phẩm đó và được xem là hàm số y được biểu diễn bằng quan hệ $y = f(x)$ hoặc sự thay đổi của đối số x đó dẫn tới sự thay đổi và giá trị của nhiều hàm khác y_1, y_2, \dots và ngược lại



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HCM
KHOA CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

TS. NGUYỄN DẦN
KS. NGUYỄN HỮU THƯỜNG

Giáo trình

Dung sai lắp ghép

LƯU HÀNH NỘI BỘ
2009



TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HCM
KHOA CÔNG NGHỆ CƠ KHÍ

TS. NGUYỄN DẪN
KS. NGUYỄN HỮU THƯỜNG

Giáo trình
Dung sai lắp ghép

LƯU HÀNH NỘI BỘ
2009

LỜI NÓI ĐẦU

Môn học DUNG SAI LẮP GHÉP VÀ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT là môn học cơ sở của ngành cơ khí chế tạo máy, nhằm trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về dung sai lắp ghép và kỹ thuật đo trong quá trình thiết kế, chế tạo, sửa chữa, bảo trì trang thiết bị máy móc trong các ngành công nghiệp.

Giáo trình dung sai và lắp ghép được biên soạn theo chương trình chi tiết các môn học của Trường Đại học công nghiệp TP. Hồ Chí Minh đã được Hội đồng khoa học trường nghiệm thu tháng 6 năm 2008. Các tác giả đã trình bày nội dung môn học trong giáo trình một cách ngắn gọn, dễ hiểu nhất; kiến thức của từng chương có mối quan hệ logic và chặt chẽ. Tuy vậy, giáo trình này chỉ là phần lý thuyết cơ bản nhất của môn học, nên người dạy và người học cần tham khảo thêm các tài liệu khác có liên quan để nâng cao kiến thức chuyên môn.

Phần thực hành kỹ thuật đo lường được biên soạn riêng gồm các bài thí nghiệm, thực hành cho các loại dụng cụ đo và các loại máy đo trong ngành cơ khí.

Mặc dù các tác giả đã cố gắng, nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót và khiếm khuyết, rất mong sự đóng góp ý kiến của người đọc để ngày càng hoàn thiện hơn.

CÁC TÁC GIẢ

Chương 1

ĐỔI LẤN CHỨC NĂNG VÀ VẤN ĐỀ TIÊU CHUẨN HÓA

1.1. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH ĐỔI LẤN TRONG CƠ KHÍ

1.1.1. Bản chất của tính đổi lẫn

Tất cả các máy móc, thiết bị đều do nhiều bộ phận hợp thành, mỗi bộ phận lại do nhiều chi tiết ghép lại với nhau. Trong công nghiệp cũng như trong cuộc sống con người mong muốn các chi tiết máy cùng loại có khả năng đổi lẫn được cho nhau; có nghĩa là khi lắp ghép trong chế tạo hoặc thay thế khi sửa chữa không cần phải lựa chọn và sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật của máy móc và thiết bị. Tính chất đó được gọi là tính đổi lẫn của chi tiết máy. Vậy tính đổi lẫn của các chi tiết máy là khả năng thay thế cho nhau, không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo được chất lượng của sản phẩm như đã quy định.

1.1.2. Phân loại tính đổi lẫn

Có hai loại mức độ khác nhau trong quá trình đổi lẫn của các chi tiết máy cùng loại là đổi lẫn hoàn toàn và đổi lẫn không hoàn toàn.

a) Đổi lẫn hoàn toàn.

- Định nghĩa: là khả năng thay thế cho nhau của tất cả các chi tiết máy trong một loạt chi tiết cùng loại mà không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm.

- Đặc điểm: trong trường hợp đổi lẫn hoàn toàn các chi tiết máy được chế tạo với cấp chính xác cao, dung sai nhỏ do đó giá thành sản phẩm cao hơn. Đối với các chi tiết tiêu chuẩn và các chi tiết dự trữ thay thế cần được chế tạo có tính đổi lẫn hoàn toàn.

b) Đổi lẫn không hoàn toàn.

- Định nghĩa: nếu một số trong một loạt chi tiết máy cùng loại không đổi lẫn cho nhau được mà cần phải lựa chọn hoặc sửa chữa thêm mới có thể lắp ghép được thì trường hợp đó gọi là đổi lẫn không hoàn toàn.

- Đặc điểm: trong trường hợp đổi lẫn không hoàn toàn các chi tiết máy được chế tạo với độ chính xác thấp hơn, dung sai lớn hơn và tất

nhiên giá thành sản phẩm thấp hơn.

Đổi lẫn không hoàn toàn thường được thực hiện với công việc lắp ráp trong nội bộ phân xưởng hoặc nhà máy; nơi có điều kiện để sửa chữa nhỏ hoặc lựa chọn trong quá trình lắp ráp.

1.1.3. Ý nghĩa thực tiễn của tính đổi lẫn

- Tính đổi lẫn trong cơ khí chế tạo máy là điều kiện cơ bản và cần thiết của nền sản xuất tiên tiến. Trong sản xuất hàng hóa nếu không đảm bảo các nguyên tắc của tính đổi lẫn thì sẽ không sử dụng bình thường nhiều loại đồ dùng hàng ngày và các loại máy móc công nghiệp.

Thí dụ: lắp một bóng đèn điện vào đui đèn ; vặn một êcu vào bu lông cùng kích thước; lắp một ổ lẫn cùng số liệu vào trục máy bơm nước, xe máy, ô tô; hoặc lắp đạn vào súng v.v.. . đều phải đảm bảo tính đổi lẫn hoàn toàn.

- Trong sản xuất tính đổi lẫn của các chi tiết máy làm đơn giản quá trình lắp ráp.

- Trong sửa chữa, nếu thay thế một chi tiết máy bị hỏng bằng một chi tiết dự trữ cùng loại thì máy có thể làm việc được ngay, giảm thời gian ngừng máy để sửa chữa, tận dụng được thời gian sản xuất.

- Về mặt công nghệ, nếu các chi tiết máy được thiết kế và chế tạo đảm bảo tính đổi lẫn hoàn toàn sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho hợp tác sản xuất giữa các công ty, xí nghiệp; thực hiện chuyên môn hóa dễ dàng, tạo điều kiện thuận lợi để áp dụng công nghệ tiên tiến, tổ chức sản xuất hợp lý, nâng cao năng suất và chất lượng, hạ giá thành sản phẩm.

Như vậy, tính đổi lẫn của chi tiết có ý nghĩa rất lớn về mặt kinh tế và kỹ thuật.

1.2. VẤN ĐỀ TIÊU CHUẨN HÓA

1.2.1 Qui định dung sai và tiêu chuẩn hóa.

Qui định dung sai trên cơ sở tính đổi lẫn chức năng là điều kiện thuận lợi cho việc thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa trong phạm vi quốc gia và tiêu chuẩn quốc tế. Khi nền công nghiệp phát triển thì sản phẩm càng đa dạng và phong phú, không chỉ riêng chủng loại, mẫu mã mà còn cả kích thước nữa. Trong điều kiện như vậy đòi hỏi sự thống nhất hóa về mặt quản lý nhà nước. Mặt khác, để nâng cao hiệu quả kinh tế của sản

xuất và đảm bảo giao lưu hàng hóa rộng rãi thì phải qui cách hóa và tiêu chuẩn hóa các sản phẩm. Việc nhà nước ban hành các tiêu chuẩn trong đó có tiêu chuẩn về dung sai và lắp ghép là một đòi hỏi cấp thiết.

Năm 1977, Nước Cộng Hòa Xã Hội Chủ Nghĩa Việt Nam đã ban hành bộ tiêu chuẩn về dung sai và lắp ghép, TCVN 2244-77 và TCVN 2245-77 dựa trên cơ sở các tiêu chuẩn ISO (tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế International organization for standadization).

Áp dụng hệ thống dung sai lắp ghép theo TCVN đáp ứng được yêu cầu về sự hợp tác giữa nước ta và các nước trên thế giới, đảm bảo được sự thống nhất về dung sai lắp ghép, thống nhất về công nghệ, về dụng cụ, bảo đảm được tính đổi lẫn; do đó đảm bảo việc trao đổi hàng hóa và phát triển thương mại.

1.2.2. Ý nghĩa của tiêu chuẩn hóa

Nền sản xuất công nghiệp dựa trên cơ sở tiêu chuẩn hóa sẽ đem lại hiệu quả rất lớn. Các sản phẩm đã được qui cách hóa và tiêu chuẩn hóa không còn phụ thuộc vào địa điểm sản xuất; Đó chính là điều kiện để chuyên môn hóa và hợp tác sản xuất giữa các quốc gia.

Hợp tác hóa và chuyên môn hóa sản xuất sẽ dẫn đến sản xuất tập trung với qui mô lớn tạo điều kiện tốt để áp dụng công nghệ và kỹ thuật tiên tiến, trang thiết bị, máy móc hiện đại và hình thức sản xuất với năng suất cao; vừa đảm bảo chất lượng lại giảm được giá thành sản phẩm.

Mặt khác thiết kế và chế tạo sản phẩm theo tiêu chuẩn hóa là điều kiện thuận lợi cho việc mạng hóa các qui trình công nghệ gia công của một công ty trên toàn quốc hoặc toàn cầu hóa, mang lại lợi ích rất lớn về kinh tế và quản lý sản xuất.

Chương 2

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

2. 1. KHÁI NIỆM VỀ KÍCH THƯỚC, SAI LỆCH GIỚI HẠN VÀ DUNG SAI

2.1.1. Kích thước.

• Kích thước là giá trị bằng số của đại lượng đo chiều dài (đường kính, chiều dài...) theo đơn vị đã được lựa chọn.

• Kích thước danh nghĩa là kích thước được xác định bằng cách tính toán dựa vào chức năng của chi tiết máy, sau đó quy tròn về số lớn hơn theo các giá trị của các kích thước thẳng trong tiêu chuẩn theo TCVN 192-66 (hoặc theo phụ lục 1 của TCVN 2244-77 & 2245-77). Thí dụ: khi tính toán theo sức bền vật liệu ta xác định được đường kính chi tiết trục là 24,732mm; theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn ta quy tròn là 25mm. Vậy kích thước danh nghĩa của chi tiết trục là 25mm.

- Kích thước danh nghĩa của lỗ được ký hiệu là D .

- Kích thước danh nghĩa của trục được ký hiệu là d .

• Kích thước danh nghĩa được ghi trên bản vẽ chi tiết máy và dùng làm gốc để tính các sai lệch giới hạn. Kích thước danh nghĩa của lắp ghép là kích thước danh nghĩa chung cho tất cả các chi tiết tham gia lắp ghép.

• Kích thước thực là kích thước đo được trực tiếp trên chi tiết sau khi gia công bằng những dụng cụ đo vĩ phương pháp đo chính xác nhất có thể có được hoặc kích thước thực còn cho phép quan niệm là kích thước được xác định bằng cách đo với sai số cho phép. Kích thước thực được ký hiệu như sau:

D_t : Kích thước thực của lỗ ; d_t : Kích thước thực của trục.

Khi gia công không thể đạt kích thước thực hoàn toàn đúng như kích thước danh nghĩa. Sai lệch giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa phụ thuộc vào nhiều yếu tố: độ chính xác của máy, dao, đồ gá, trình độ đo kiểm, trình độ tay nghề của công nhân. Miền sai lệch cho phép giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa phụ thuộc vào mức

độ chính xác yêu cầu và tính chất lắp ghép của các chi tiết máy.

- Kích thước giới hạn. Để xác định phạm vi cho phép của sai số kích thước khi chế tạo, người ta quy định hai kích thước giới hạn:

- Kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ là D_{\max} của trục là d_{\max} .

- Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ là D_{\min} của trục là d_{\min} .

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

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

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

2.1.2. Sai lệch giới hạn.

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

- Sai lệch giới hạn trên là hiệu đại số giữa các kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa.

- Đối với lỗ: $ES = D_{\max} - D$.

- Đối với trục: $es = d_{\max} - d$.

- Sai lệch giới hạn dưới là hiệu đại số giữa các kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa.

- Đối với lỗ: $EI = D_{\min} - D$.

- Đối với trục: $ei = d_{\min} - d$.

- Sai lệch giới hạn có thể có giá trị âm, dương hoặc bằng không và chúng được ghi trên bản vẽ bên cạnh kích thước danh nghĩa, có đơn vị tính là mm. Trong bảng tiêu chuẩn dung sai chúng có đơn vị là micromet.

Thí dụ: $\varnothing 75^{+0,040}_{+0,010}$; $\varnothing 75^{+0,03}$; $\varnothing 60^{-0,005}_{-0,030}$

2.1.3. Dung sai

- Khi gia công kích thước thực được phép sai lệch với kích thước danh nghĩa trong phạm vi giữa hai kích thước giới hạn. Phạm vi sai số cho phép đó được gọi là dung sai.

- Dung sai là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất và được kí hiệu là T (Tolerance)

Đối với lỗ : $T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$.

Đối với trục: $T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$.

• Dung sai luôn luôn có giá trị dương và biểu hiện sai số cho phép của kích thước. Giá trị dung sai càng nhỏ thì độ chính xác kích thước càng cao; ngược lại dung sai càng lớn thì cấp chính xác càng thấp. Vậy dung sai là đặc trưng cho độ chính xác của kích thước.

2.2. KHÁI NIỆM VỀ LẮP GHÉP

2.2.1. Khái niệm về lắp ghép

Hai hay nhiều chi tiết phối hợp với nhau một cách cố định (đai ốc vặn vào bulông) hoặc di động (như piston trong xilanh) thì tạo thành mối ghép. Những bề mặt và kích thước mà dựa theo chúng các chi tiết phối hợp với nhau thì gọi là bề mặt lắp ghép và kích thước lắp ghép.

Bề mặt lắp ghép thường là bề mặt bao và bị bao

Thí dụ: bề mặt lỗ chi tiết 1 (h 2.1) hoặc bề mặt rãnh chi tiết 1 (h 2.2) là bề mặt bao. Bề mặt của chi tiết 2 là bề mặt bị bao.

Kích thước bề mặt bao được kí hiệu là D hoặc B;

Kích thước bề mặt bị bao được kí hiệu là d hoặc b.

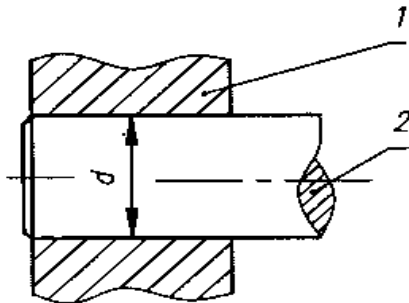
Các mối ghép sử dụng trong chế tạo máy có thể phân loại theo hình dạng bề mặt lắp ghép.

- Lắp ghép bề mặt trơn gồm có:

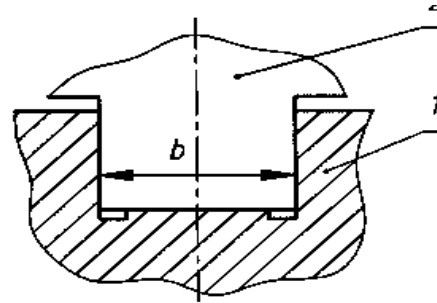
+ Lắp ghép trụ trơn, bề mặt lắp ghép là mặt trụ trơn;

+ lắp ghép phẳng, bề mặt lắp ghép là mặt phẳng (thí dụ lắp ghép giữa then với rãnh trên trục và rãnh trên bạc, giữa vòng séc măng và rãnh piston...)

- Lắp ghép ren, bề mặt lắp ghép là bề mặt xoắn vít có dạng profin tam giác, hình thang hoặc nửa hình tròn...



Hình 2.1



Hình 2.2

- Lắp ghép truyền động bánh răng, bề mặt lắp ghép là bề mặt tiếp xúc một cách chu kỳ của các bánh răng (hình trụ, côn, sóng...)

2.2.2. Phân loại lắp ghép bề mặt trơn

Đặc tính lắp ghép bề mặt trơn được xác định bởi hiệu số kích thước bề mặt bao và bề mặt bị bao, nếu hiệu số đó có giá trị dương thì lắp ghép có độ hở, nếu hiệu số đó có giá trị âm thì lắp ghép có độ dôi. Dựa vào các đặc tính đó các lắp ghép được chia thành 3 nhóm sau:

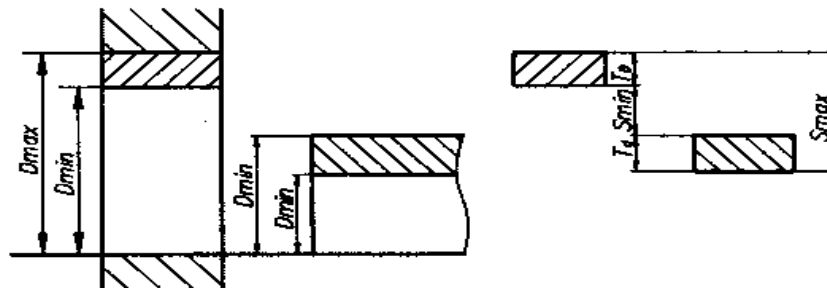
a) Nhóm lắp lỏng (H 2.3) hay còn gọi là lắp ghép có độ hở.

- Trong nhóm lắp ghép lỏng kích thước giới hạn của lỗ luôn luôn lớn hơn kích thước giới hạn của trục. Độ hở trong lắp ghép đặc trưng cho sự dịch chuyển tương đối tự do giữa hai chi tiết trong lắp ghép. Nếu độ hở càng lớn thì khả năng dịch chuyển tương đối càng nhiều và ngược lại.

- Độ hở trong lắp ghép được kí hiệu là S và được tính bằng hiệu số giữa kích thước giới hạn của lỗ và của trục.

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

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



Hình 2.3

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

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

- Độ hở trung bình :

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

- Dung sai độ hở hoặc dung sai lắp ghép là hiệu số giữa độ hở lớn nhất và độ hở nhỏ nhất hoặc bằng tổng dung sai lỗ và trục:

$$T_S = S_{\max} - S_{\min} = T_d + T_l$$

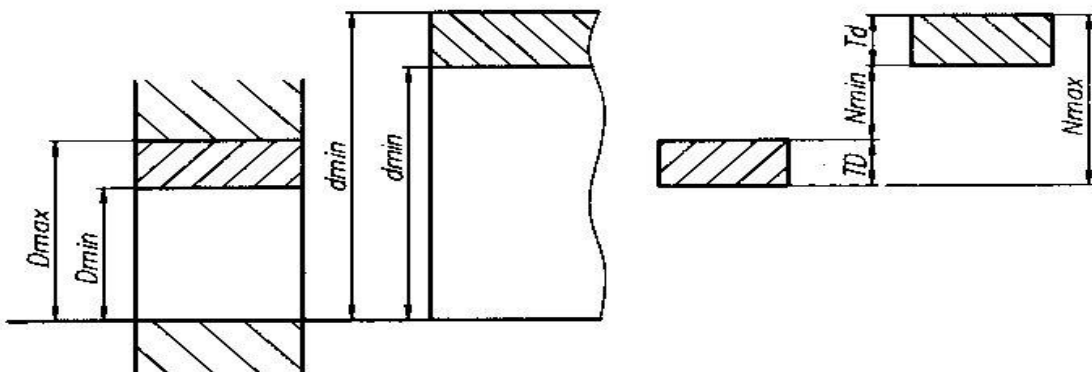
b) Nhóm lắp chặt hay còn gọi là nhóm lắp ghép có độ dôi.

- Trong nhóm lắp chặt kích thước giới hạn của bề mặt bị bao luôn lớn hơn kích thước giới hạn của bề mặt bao, bảo đảm là lắp ghép luôn luôn có độ dôi (H2.4)

- Độ dôi trong lắp ghép được ký hiệu là N và được tính bằng hiệu số giữa kích thước giới hạn của trục và lỗ.

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

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



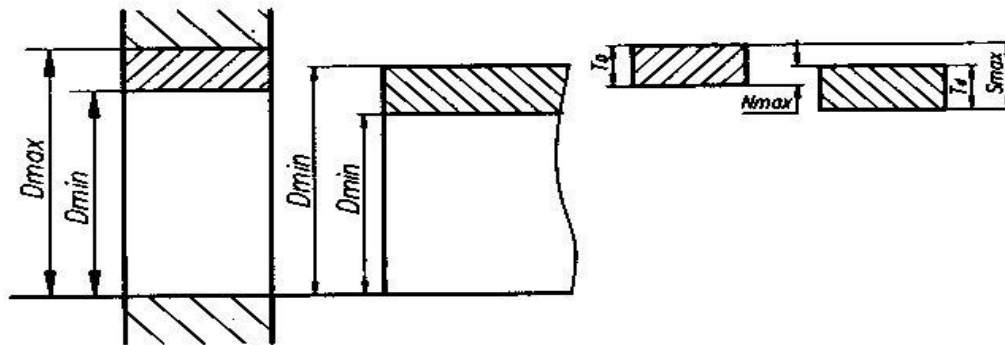
Hình 2.4

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

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

- Dung sai độ dôi hoặc dung sai của lắp ghép là hiệu số giữa độ dôi lớn nhất và độ dôi nhỏ nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và trục.

$$T_N = N_{\max} - N_{\min} = T_D + T_d$$



Hình 2.5

c) Lắp ghép trung gian.

- Trong nhóm lắp ghép này, miền dung sai kích thước của bề mặt bao bố trí xen lẫn miền dung sai kích thước bề mặt bị bao; tùy theo kích thước thực tế của lỗ và trục mà lắp ghép có độ hở hoặc độ dôi.

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

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

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

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

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

- Nếu lắp ghép có độ hở lớn nhất lớn hơn độ dôi lớn nhất: $S_{\max} > N_{\max}$ thì tính độ hở trung bình theo công thức sau:

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

- Nếu lắp ghép có độ dôi lớn nhất lớn hơn độ hở lớn nhất $N_{\max} > S_{\max}$ thì tính độ dôi trung bình theo công thức sau:

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

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

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

2.2.3. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép

• Để đơn giản và thuận tiện, người ta biểu diễn lắp ghép dưới dạng sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép:

- Dùng một đường thẳng nằm ngang biểu thị vị trí của kích thước danh nghĩa, tại vị trí đó sai lệch của kích thước bằng 0, nên còn gọi là đường không và trục tung biểu thị giá trị sai lệch của các giới hạn tính bằng micromet (μm). Sai lệch kích thước được phân bố về hai phía đối với kích thước danh nghĩa, sai lệch dương ở phía trên sai lệch âm ở phía dưới.

Thí dụ: biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép bề mặt trơn có kích thước danh nghĩa là 40mm.

- Sai lệch giới hạn của kích thước lỗ

$$ES = +25\mu\text{m}, EI = 0$$

- Sai lệch giới hạn của kích thước trục là:

$$es = -25\mu\text{m}, ei = -50\mu\text{m}$$

Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép được thể hiện trên hình 2.6

• Tung độ của hai cạnh nằm ngang của hình chữ nhật là vị trí kích thước giới hạn hoặc sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

Nhìn sơ đồ phân bố miền dung sai ta biết ngay được giá trị của sai lệch giới hạn, kích thước giới hạn, dung sai và dễ dàng nhận biết được đặc tính của lắp ghép

Thí dụ trên đây ta biết ngay đây là lắp ghép có độ hở và dễ dàng tính được độ hở giới hạn.

$$S_{\max} = 75\mu\text{m}; S_{\min} = 25\mu\text{m}$$

- Đường kính giới hạn lớn nhất của lỗ:

$$D_{\max} = 40 + 0,0250 = 40,025\text{mm}$$

- Đường kính giới hạn nhỏ nhất của lỗ:

$$D_{\min} = 40 + 0 = 40\text{mm}$$

- Đường kính giới hạn lớn nhất của trục:

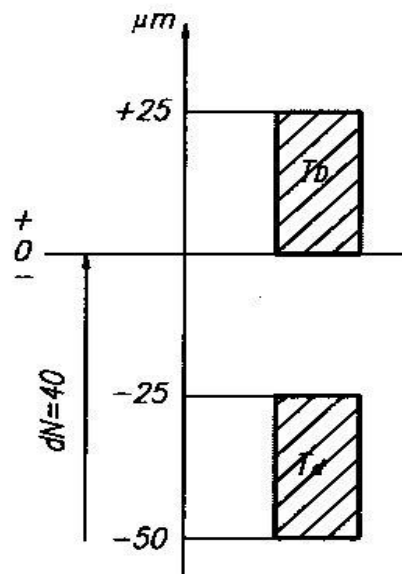
$$d_{\max} = 40 - 0,0250 = 39,975\text{mm}$$

- Đường kính giới hạn nhỏ nhất của trục:

$$d_{\min} = 40 - 0,050 = 39,950\text{mm}$$

- Dung sai của lắp ghép là:

$$T_S = T_D + T_d = 25 + 25 = 50\mu\text{m}$$



• Hình 2.6

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Thế nào là tính đối lẫn chức năng? Ý nghĩa của nó đối với sản xuất và sử dụng.
2. Phân biệt các kích thước danh nghĩa, kích thước thực và kích thước giới hạn?
3. Tại sao phải quy định kích thước giới hạn và dung sai. Điều kiện để đánh giá kích thước chi tiết máy chế tạo ra là đạt yêu cầu hay không đạt yêu cầu là gì?
4. Thế nào là sai lệch giới hạn, cách ký hiệu và phương pháp tính?
5. Thế nào là lắp ghép, nhóm lắp ghép, đặc tính của từng nhóm lắp ghép?
6. Hãy phân biệt dung sai kích thước chi tiết và dung sai của lắp ghép?
7. Trình bày cách biểu diễn sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép?
8. Chi tiết trục có kích thước danh nghĩa $d = 30 \text{ mm}$, kích thước giới hạn lớn nhất là: $29,980 \text{ mm}$ và kích thước giới hạn nhỏ nhất là: $29,959 \text{ mm}$. Tính:
 - a) Sai lệch giới hạn và dung sai kích thước?
 - b) Trục gia công xong có kích thước thực là $29,985 \text{ mm}$, có dùng được không, tại sao?
9. Chi tiết lỗ có đường kính danh nghĩa $D = 55 \text{ mm}$, kích thước giới hạn lớn nhất là: $55,046 \text{ mm}$ và kích thước giới hạn nhỏ nhất là: 55 mm . Tính:
 - a) Sai lệch giới hạn và dung sai kích thước?
 - b) Lỗ gia công xong có kích thước thực là $29,985 \text{ mm}$, có dùng được không, tại sao?
10. Cho một lắp ghép trong đó kích thước lỗ là $\text{Ø}56+0,030$, tính sai lệch giới hạn của trục trong các trường hợp sau:
 - a) Độ hở giới hạn của lắp ghép là: $S_{\max} = 136\mu\text{m}$; $S_{\min} = 60\mu\text{m}$;
 - b) Độ dôi giới hạn của lắp ghép là: $N_{\max} = 51\mu\text{m}$; $N_{\min} = 2\mu\text{m}$;

Chương 3

SAI SỐ GIA CÔNG CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CHI TIẾT

3.1. KHÁI NIỆM VỀ SAI SỐ GIA CÔNG VÀ NGUYÊN NHÂN GÂY RA SAI SỐ TRONG QUÁ TRÌNH GIA CÔNG

3.1.1. Khái niệm về độ chính xác gia công

• Sau khi gia công, các chi tiết có thể đạt được những mức độ khác nhau về các yếu tố hình học so với bản vẽ thiết kế. Mức độ khác nhau đó được gọi là sai số trong quá trình gia công.

• Độ chính xác gia công của chi tiết máy là độ giống nhau về kích thước và hình dáng hình học, vị trí tương quan của các chi tiết gia công trên máy và chi tiết lý tưởng trên bản vẽ thiết kế.

• Độ chính xác của chi tiết máy được đánh giá theo các yếu tố sau:

- Độ chính xác về kích thước;
- Độ chính xác về hình dáng hình học;
- Độ chính xác về vị trí tương quan giữa các bề mặt;
- Độ nhám bề mặt.

• Độ chính xác là đặc tính chủ yếu của chi tiết máy. Trong thực tế chúng ta không thể chế tạo được các chi tiết máy có độ chính xác tuyệt đối, bởi vì khi gia công luôn luôn có sai số.

3.1.2. Nguyên nhân gây ra sự sai số trong quá trình gia công

• Máy dùng gia công không chính xác, chẳng hạn như trục chính của máy tiện bị đảo sẽ làm cho chi tiết gia công không được tròn, song trượt của máy không song song với đường tâm của trục chính máy sẽ gây ra sự thay đổi đường kính kích thước gia công, chi tiết bị côn.

• Dụng cụ cắt không chính xác, chẳng hạn dao doa có đường kính sai thì kích thước lỗ gia công bằng dao doa ấy cũng sai theo.

• Lực cắt làm biến dạng hệ thống máy, dao, đồ gá, chi tiết gia công do đó gây ra sự thay đổi vị trí tương quan của các bộ phận trong hệ thống khi đang gia công làm cho kích thước và hình dáng chi tiết gia công bị sai lệch đi.

- Chiều sâu lớp kim loại cắt thay đổi làm cho lực cắt thay đổi, dẫn đến lượng biến dạng của hệ thống máy, dao, đồ gá, chi tiết gia công thay đổi, gây ra những biến đổi về kích thước và hình dáng của chi tiết gia công.

- Trong quá trình làm việc máy rung động gây ra sai số các thông số hình học của chi tiết gia công.

- Nhiệt độ của môi trường và của máy công cụ thay đổi đều gây ra sai số các thông số hình học của chi tiết gia công.

3.1.3. Phân loại các sai số gia công

Sai số gia công phát sinh do hàng loạt các nguyên nhân khác nhau như vậy nên chúng cũng muôn hình muôn vẻ. Tuy nhiên xét về mặt biến thiên của chúng, ta có thể chia làm hai loại là *sai số hệ thống* và *sai số ngẫu nhiên*.

a) Sai số hệ thống:

Là những sai số mà trị số của chúng không biến đổi hoặc có biến đổi nhưng biến đổi theo một quy luật xác định trong suốt thời gian gia công.

Thí dụ, nếu không kể tới các ảnh hưởng khác thì khi dao doa có đường kính bé đi 0,1mm, các kích thước lỗ gia công bằng dao doa ấy cũng bé đi 0,1mm. Nghĩa là trị số và dấu của sai số không thay đổi suốt trong quá trình gia công loạt sản phẩm. Người ta gọi những sai số không đổi về trị số và dấu như vậy là sai số hệ thống cố định.

Còn sai số do độ mòn của dụng cụ cắt là loại sai số hệ thống biến đổi theo một quy luật xác định với thời gian gia công. Quá trình mòn của dao doa khi gia công lỗ sẽ làm cho đường kính lỗ của loạt chi tiết gia công nhỏ dần theo thời gian gia công. Loại sai số như vậy được gọi là sai số hệ thống thay đổi.

b) Sai số ngẫu nhiên:

Là sai số có trị số khác nhau ở các chi tiết gia công. Sai số ngẫu nhiên biến đổi không theo quy luật thời gian. Nguyên nhân gây ra sai số ngẫu nhiên là nguyên nhân tác động lúc ít lúc nhiều, lúc có lúc không. Thí dụ: Lực cắt thay đổi theo chiều sâu cắt hoặc chấn động khi cắt gây ra sai số ngẫu nhiên, sai số sẽ có trị số thay đổi một cách ngẫu nhiên ở các chi tiết nên thuộc loại sai số ngẫu nhiên.

3.2. SAI SỐ GIA CÔNG KÍCH THƯỚC

Sai số ngẫu nhiên làm cho kích thước gia công biến đổi ngẫu nhiên. Ta gọi kích thước gia công là một đại lượng ngẫu nhiên. Để nghiên cứu đại lượng ngẫu nhiên kích thước ta dùng phương pháp thống kê xác suất.

3.2.1. Một vài khái niệm về xác suất

Thí dụ: một thùng chứa các chi tiết gia công, trong đó có một số chi tiết đạt tiêu chuẩn, một số không. Lấy ngẫu nhiên một chi tiết ra khỏi thùng, thực hiện phép thử. Kết quả phép thử là có thể xuất hiện chi tiết đạt tiêu chuẩn (gọi là sự kiện A) hoặc không đạt tiêu chuẩn (không phải sự kiện A)

Thực hiện N phép thử, trong đó xuất hiện M sự kiện A.

Tỷ số $\frac{M}{N}$ sẽ dần ổn định tới một trị số xác định khi N lớn đến vô cùng. Giá trị xác định ấy là xác suất xuất hiện sự kiện A, gọi là P(A)

$$P(A) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{M}{N}$$

Vậy xác suất xuất hiện một sự kiện là tỷ số giữa số lần xuất hiện sự kiện đó và số phép thử khi số phép thử lớn đến vô cùng.

Thí dụ: ta gia công thử 100 chi tiết trên máy điều chỉnh sẵn kích thước trong đó xuất hiện 5 chi tiết phế phẩm. Ta có thể coi xác suất xuất hiện phế phẩm trong phương pháp gia công này là $P_{\text{phế phẩm}} = \frac{5}{100} = 5\%$ (5% là giá trị gần đúng của xác suất vì số phép thử là 100 chứ không phải là vô cùng)

Điều vừa nêu có một ý nghĩa quan trọng, từ đó mà ta áp dụng xác suất và nghiên cứu sai số gia công kích thước.

3.2.2. Luật phân bố kích thước gia công

Giả sử gia công N chi tiết trực trên một máy đã điều chỉnh sẵn kích thước (thường trong ngành cơ khí chế tạo máy $N = 60 \div 100$) sau đó đem đo đường kính của từng trục ta được giá trị $d_1, d_2 \dots d_3 \dots, d_n$. Các kích thước ấy nằm trong một miền xác định bởi hai giá trị lớn nhất và nhỏ

nhất của đường kính trục chọn trong số N kích thước đo được ở trên. Miền này gọi là miền phân bố thực ($d_{max} - d_{min}$).

Để biết xác suất xuất hiện trong các chi tiết có kích thước nằm trong từng miền nhỏ, ta chia miền phân bố thành k miền nhỏ ($k > 3$). Số chi tiết có kích thước nằm trong miền nhỏ là $m_1, m_2, m_3, \dots, m_k$ (tất nhiên $m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_k = N$).

Các giá trị $m_1, m_2, m_3, \dots, m_k$ là tần suất xuất hiện kích thước,

tỷ số $\frac{m_1}{N}, \frac{m_2}{N}, \frac{m_3}{N}, \dots, \frac{m_k}{N}$ là tần suất xuất hiện chi tiết có kích thước nằm trong từng miền nhỏ đã chia.

• Ghi kết quả quan sát thành biểu đồ như hình 3. 1

Trên biểu đồ miền phân bố thực được chia thành 9 miền nhỏ (tức $k = 9$) các điểm a, b, c...k lập thành đường cong có tung độ là tần suất $\frac{m_i}{N}$ còn hoành độ là điểm giữa của các miền nhỏ.

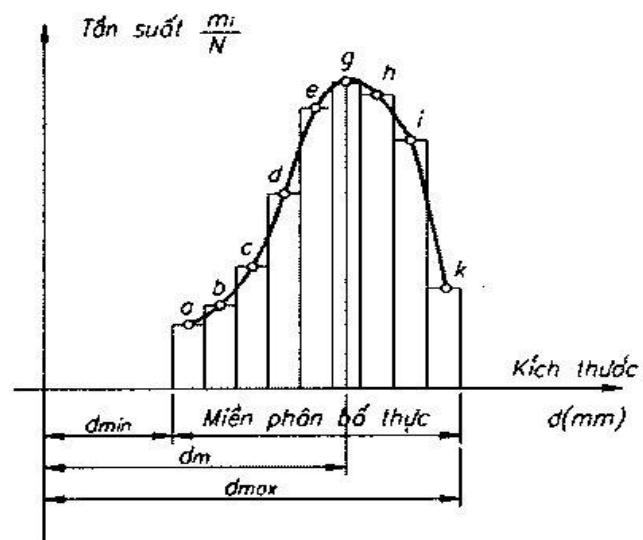
• Qua biểu đồ này ta có nhận xét:

- Xung quanh giá trị trung bình số

học:

$$d_m = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_N}{N} = \sum_{i=1}^N d_i$$

thì xác suất lớn, nghĩa là nhiều chi tiết có kích thước nằm trong miền lân cận đó. Điểm ứng với kích thước trung bình là d_m là trung tâm phân bố.



Hình 3. 1

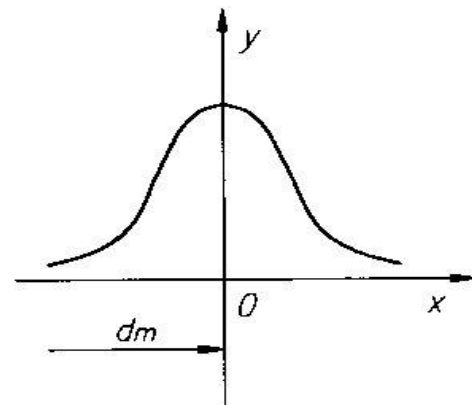
- Dùng đường cong này ta chỉ biết được xác suất xuất hiện chi tiết có kích thước nằm trong từng miền đã chia trong biểu đồ, nhưng lại không biết được xác suất xuất hiện của chi tiết có kích thước nằm ở miền (điểm) bất kỳ nào đó.

- Để thuận lợi hơn người ta dùng một đường cong khác mà tung độ là mật độ xác suất $y = \frac{dP}{dx}$ và hoành độ là $X = d - d_m$ (nghĩa là gốc hoành độ đã chuyển về trung tâm phân bố) như vậy đã xuất hiện chi tiết có kích thước nằm trong miền $X_1 -$

$$X_2 \text{ nào đó sẽ là: } P_{X_1-X_2} = \int_{X_1}^{X_2} y dx = \int_{X_1}^{X_2} \frac{dP}{dx} dx$$

- Đường cong $y = \frac{dP}{dx}$ gọi là đường cong phân bố có mật độ xác suất

- Kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học cho thấy các kích thước gia công mặt cắt bằng phương pháp điều chỉnh sẵn kích thước có đường cong phân bố mật độ xác suất theo dạng phân bố chuẩn (dạng đường cong toán học Gauss) như (hình 3. 2).



Hình 3. 2

Phương trình biểu diễn mật độ xác suất y như sau:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

trong đó:

e : cơ số lôgarit tự nhiên

σ : sai lệch bình phương trung bình

$$\sigma = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_N^2}{N}} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{X_i^2}{N}}$$

Với: $X_1 = d_1 - d_m$

$X_2 = d_2 - d_m$

.....

$X_N = d_N - d_m$

Như vậy muốn biết giá trị của σ để viết phương mật độ thì phải gia công thử và thống kê các giá trị d_1, d_2, \dots, d_N

Ta tính được xác suất xuất hiện các chi tiết có sai lệch kích thước so với kích thước trung bình trong khoảng từ 0 - x là:

$$P_{(0-x)} = \int_0^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \cdot dx \text{ với biến } z = \frac{x}{\sigma} \text{ thì } dz = \frac{dx}{\sigma} \text{ ta có:}$$

$$P_{(0-x)} = \int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \phi(z)$$

Thường người ta tính xác suất trong khoảng -x đến +x vì đường cong có tính đối xứng qua trục tung nên

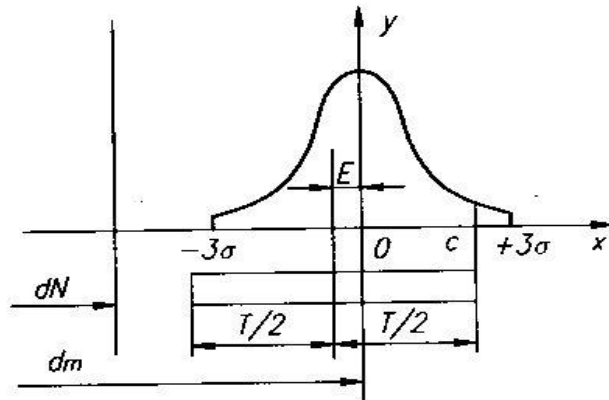
$$P_{(-x \rightarrow +x)} = \int_{-x}^{+x} y dx = 2 \int_0^x y dx = 2 \int_0^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz = 2\phi(z)$$

Giá trị của hàm $\phi(z)$ và hàm $2\phi(z)$ được tính sẵn trong bảng Laplace. Qua bảng này ta thấy lúc $z = \frac{x}{\sigma} = 3$ tức là $x = 3\sigma$ thì hàm $2\phi(z) = 0,9977$, rất gần với 1 mà trong kỹ thuật có thể coi là bằng 1.

Vì vậy, ta nói rằng xác suất xuất hiện chi tiết có sai lệch kích thước so với kích thước trung bình d_m trong khoảng $(-3\sigma \div +3\sigma)$ khoảng 6σ là bằng 1 (hoặc 100%). Nói cách khác là hầu hết kính thước chi tiết chỉ nằm trong miền từ -3σ đến $+3\sigma$ mà thôi. Như vậy miền 6σ là đặc trưng cho sai số gia công hay “độ chính xác gia công” kích thước chi tiết. Miền chi tiết 6σ càng lớn thì sai số gia công càng lớn, độ chính xác gia công càng thấp; miền 6σ càng nhỏ, sai số gia công càng bé, độ chính xác gia công càng cao.

Chi tiết đạt yêu cầu là chi tiết có kích thước nằm trong miền dung sai và loạt chi tiết gia công đạt yêu cầu khi miền phân tán kích thước của loạt 6σ nằm trong miền dung sai $6\sigma \leq IT$.

Tuy nhiên ngay khi cả miền $6\sigma < IT$ vẫn có thể xảy ra phế phẩm bởi không thể tránh khỏi sự lệch nhau giữa miền phân bố kích thước 6σ và IT (dung sai khi thiết kế) do các sai số hệ thống gây ra trong quá trình gia công (Hình 3.3)



Hình 3.3

Trên hình 3.3 ta nhận thấy, trung tâm phân bố lệch so với tâm đối xứng miền dung sai một khoảng E , cho nên mặc dù $6\sigma < IT$ nhưng vẫn có thể có phế phẩm trong miền từ C trở ra ngoài. Có thể tính được xác suất xuất hiện phế phẩm P_{PP} như sau:

$$P_{PP} = \int_c^{\infty} y dx$$

Phế phẩm này có thể khắc phục được bằng cách khử sai số hệ thống E . Giả sử đây là phương pháp gia công tiện thì phải dịch dao tiện về phía tâm của chi tiết gia công một khoảng cách $E/2$, sau khi điều chỉnh lại vị trí của dụng cụ ta tiến hành gia công hàng loạt.

3.3. SAI SỐ HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT

Trong quá trình gia công, không chỉ kích thước mà hình dạng và vị trí các bề mặt của chi tiết cũng bị sai lệch. Sai lệch hình dạng, vị trí ảnh hưởng rất đến chức năng sử dụng của chi tiết máy, vì vậy việc khảo sát và quy định dung sai cho các thông số hình dạng và vị trí cũng được đặt ra như kích thước. Trong chương này sẽ đề cập đến các dạng sai lệch, cách xác định giá trị sai lệch và dung sai của các sai lệch đó, cũng như cách ghi kí hiệu các sai lệch và dung sai trên bản vẽ theo (TCVN 2520-78 và TCVN 10-85).

3.3.1. Sai lệch hình dạng

a) Sai lệch hình dạng bề mặt trụ

Đối với chi tiết trụ trơn thì sai lệch được xét theo hai phương:

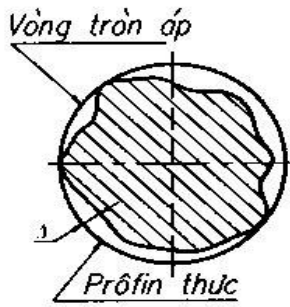
- Sai lệch profin theo phương ngang (mặt cắt ngang) bao gồm các dạng:

+ Sai lệch độ tròn là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của của profin thực tới vòng tròn áp (hình 3.4)

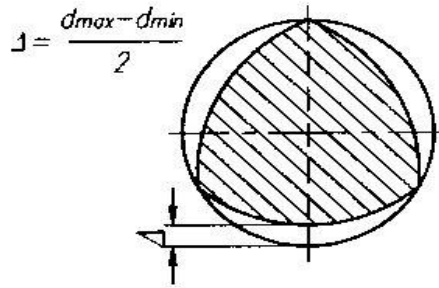
Khi phân tích sai lệch hình dạng theo phương ngang người ta còn xét các dạng thành phần của sai lệch độ tròn là độ ô van và độ phân cạnh.

+ Độ ô van là sai lệch độ tròn mà profin thực là hình ô van, (hình 3.5).

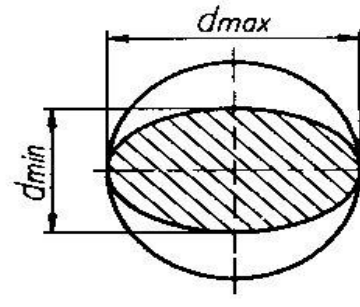
+ Độ phân cạnh là sai lệch về độ tròn mà profin thực là hình nhiều cạnh (hình 3.6).



Hình 3.4



Hình 3.5



Hình 3.6

- Sai lệch profin theo mặt cắt dọc trục: là khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên profin thực đến phía tương ứng của profin áp, (hình 3.7).

Tương tự như sai lệch hình dạng theo phương ngang, khi phân tích các sai lệch hình dạng theo phương dọc trục người ta cũng xét các dạng thành phần của sai lệch.

+ Độ côn là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà các đường sinh là những đường thẳng nhưng không song song với nhau, (hình 3.8).

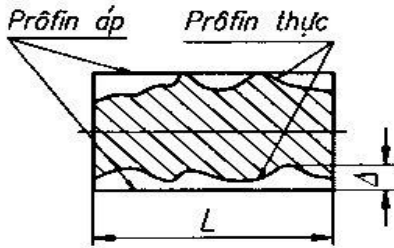
+ Độ phình là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và các đường kính tăng từ mép biên đến giữa mặt cắt, (hình 3.9).

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

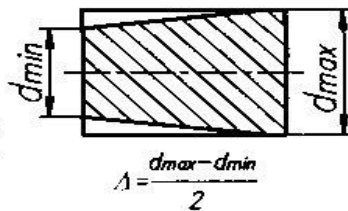
(hình 3.10).

Khi đánh giá tổng hợp sai lệch hình dạng bề mặt trụ tròn người ta dùng chỉ tiêu "sai lệch về độ trụ".

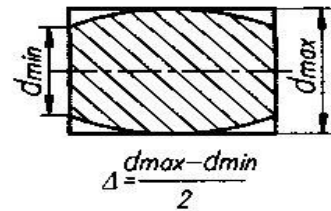
- Sai lệch về độ trụ là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới trụ áp trong giới hạn của phần chuẩn (hình 3.11).



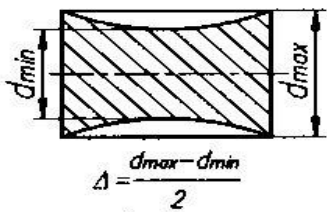
Hình 3.7



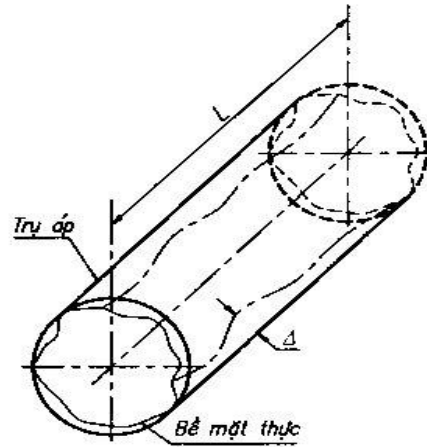
Hình 3.8



Hình 3.9



Hình 3.10



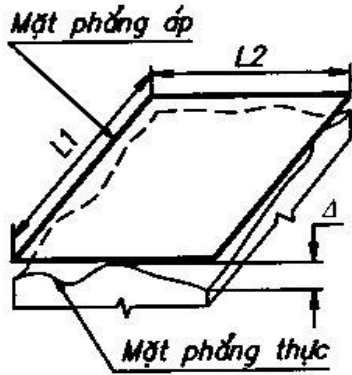
Hình 3.11

b) Sai lệch hình dạng phẳng

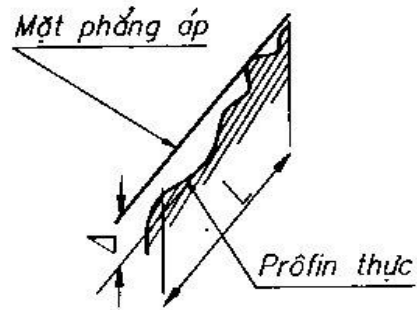
Đối với bề mặt phẳng thì sai lệch hình dạng bao gồm:

- Sai lệch về độ phẳng là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực tới mặt phẳng áp, trong giới hạn của phần chuẩn, (hình 3.12).

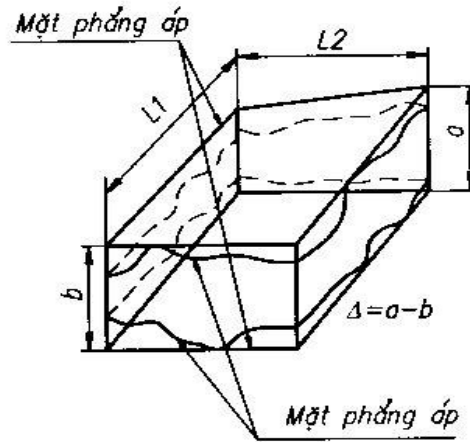
- Sai lệch về độ thẳng là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của prôfin thực tới đường thẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn (hình 3.13).



Hình 3.12



Hình 3.13



Hình 3.14

3.3.2. Sai lệch vị trí bề mặt

Các chi tiết máy là những vật thể được giới hạn bởi các bề mặt phẳng, trụ, cầu v.v...

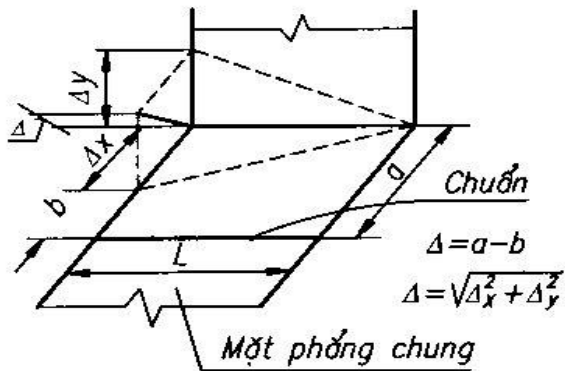
Các bề mặt ấy phải có vị trí tương quan chính xác mới đảm bảo đúng chức năng của chúng. Trong quá trình gia công do tác động của các sai số gia công mà vị trí tương quan giữa các bề mặt chi tiết bị sai lệch đi.

Sai lệch vị trí giữa các bề mặt thể hiện trong các dạng sau đây :

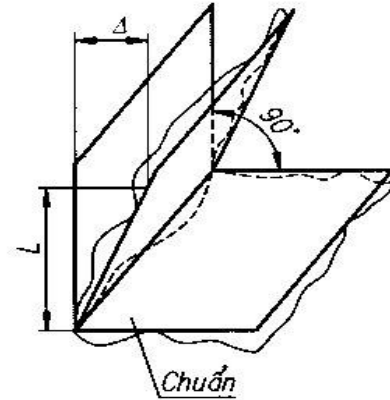
- Sai lệch về độ song song của mặt phẳng là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất giữa các mặt phẳng áp trong giới hạn của phần chuẩn (hình 3.14).

- Sai lệch về 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 hai mặt phẳng

vuông góc; một trong hai mặt phẳng này là mặt phẳng chung của đường tâm, (hình 3.15).



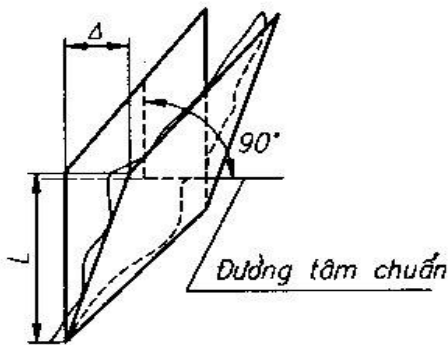
Hình 3.15



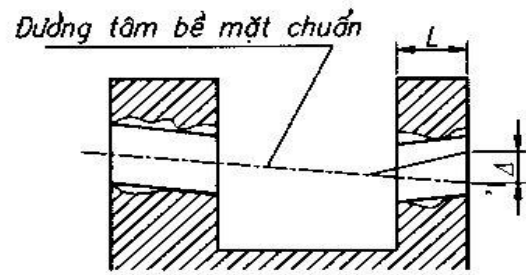
Hình 3.16

- Sai lệch về độ vuông góc 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 3.16).

- Sai lệch về 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 3.17).



Hình 3.17



Hình 3.18

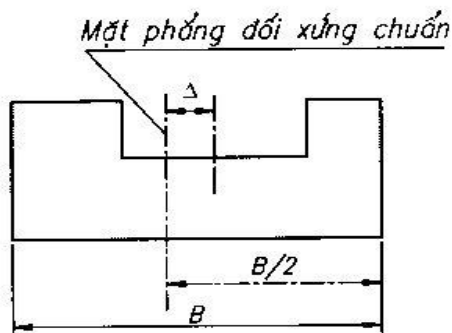
- Sai lệch về độ đồng tâm đối với đường tâm bề mặt chuẩn là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm của bề mặt quay được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài phần chuẩn (hình 3.18).

- Sai lệch về độ đối xứng đối với phần tử chuẩn là khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng đối xứng của phần tử được khảo sát và mặt phẳng đối xứng của phần tử chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn, (hình 3.19).

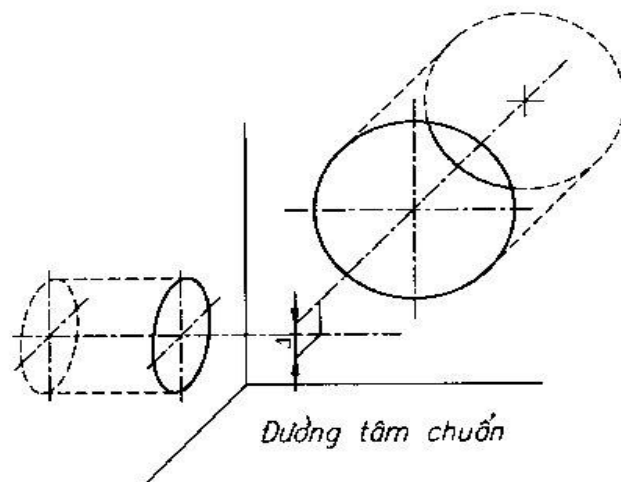
- Sai lệch về độ giao nhau của các đường tâm là khoảng cách nhỏ nhất Δ giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa, (hình 3.20).

- Độ đảo hướng kính là hiệu Δ 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, (hình 3.21).

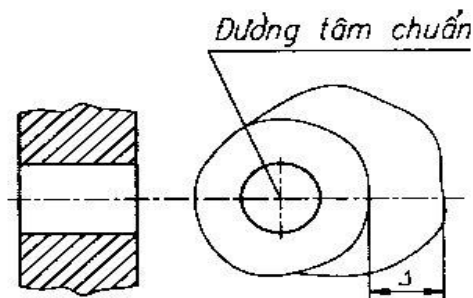
- Độ đảo mặt mút là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của profin thực của mặt mút tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn, (hình 3.22).



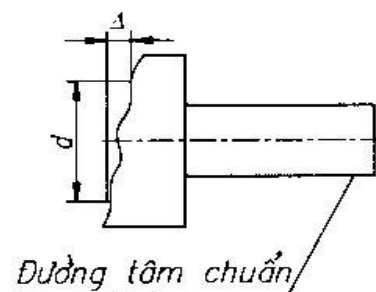
Hình 3.19



Hình 3.20



Hình 3.21

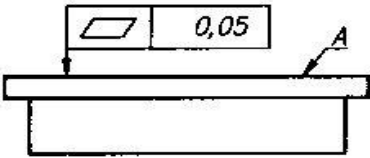
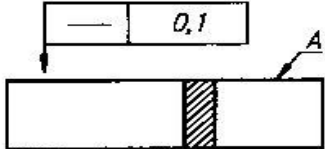
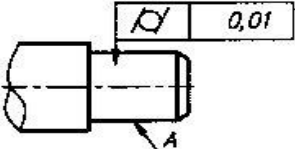
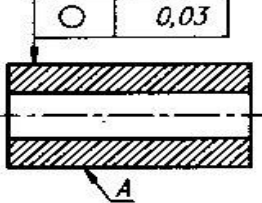
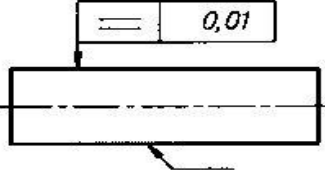


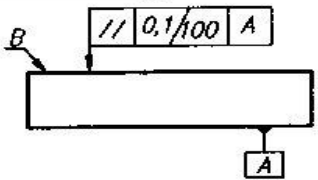
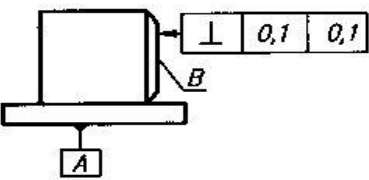
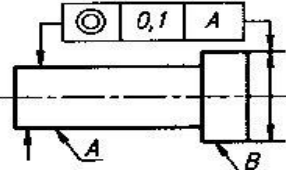
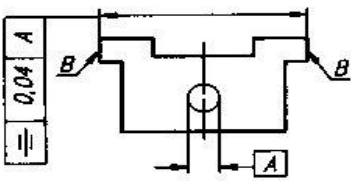
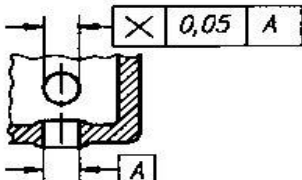
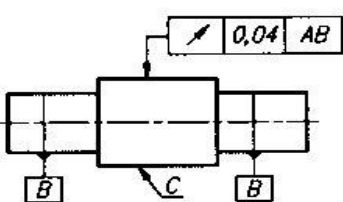
Hình 3.22

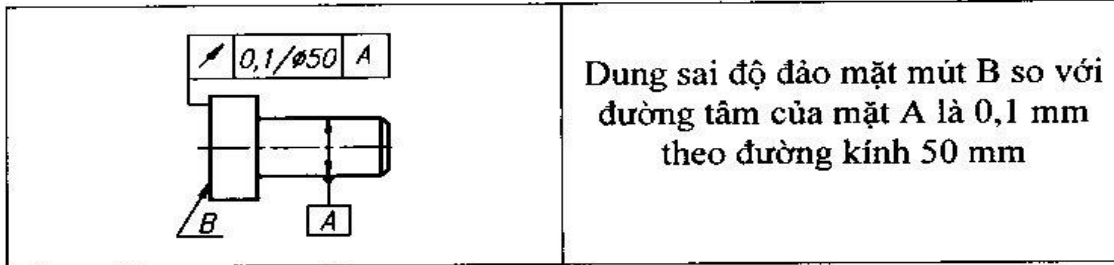
3.3.3. Ghi kí hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

Trên bản vẽ người ta dùng các dấu hiệu để chỉ các dạng sai lệch và kèm theo các dấu hiệu đó là trị số dung sai của chúng như chỉ dẫn trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. MỘT SỐ VÍ DỤ KÍ HIỆU DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ BỀ MẶT TRÊN BẢN VẼ

Kí hiệu	Yêu cầu kĩ thuật
	Dung sai độ phẳng của bề mặt A là 0,05 mm
	Dung sai độ thẳng của bề mặt A là 0,1 mm trên toàn bộ chiều dài bề mặt
	Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01 mm
	Dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,03 mm
	Dung sai profin mặt cắt dọc của mặt A là 0,01 mm

	<p>Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,1 mm trên chiều dài 100 mm</p>
	<p>Dung sai độ vuông góc của mặt B so với mặt A là 0,1 mm</p>
	<p>Dung sai độ đồng tâm của các bề mặt A và B là 0,1 mm</p>
	<p>Dung sai độ đối xứng của mặt B so với đường tâm lỗ A là 0,04 mm</p>
	<p>Dung sai độ giao nhau của hai đường tâm lỗ là 0,05 mm</p>
	<p>Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt C so với đường tâm chung của hai mặt A, B là 0,04 mm</p>



3.3.4. Xác định dung sai hình dạng và vị trí các bề mặt

Theo (TCVN 384-93) thì dung sai hình dạng và vị trí bề mặt được quy định tùy thuộc vào cấp chính xác của chúng. Tiêu chuẩn quy định 16 cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt và kí hiệu theo mức chính xác giảm dần là : 1, 2, ... 16. Giá trị dung sai ứng với các cấp chính xác khác nhau được chỉ dẫn trong các bảng của phụ lục 2. Muốn xác định dung sai hình dạng và vị trí bề mặt khi thiết kế các chi tiết, trước hết phải chọn cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt của chi tiết. Cấp chính xác hình dạng và vị trí thường được chọn dựa vào phương pháp gia công bề mặt. Ví dụ bề mặt sau mài tinh có thể đạt cấp chính xác về hình dạng và vị trí bề mặt là 5 hoặc 6. Sau khi đã xác định được cấp chính xác, dựa vào kích thước danh nghĩa tra dung sai hình dạng và vị trí bề mặt theo các bảng tiêu chuẩn (bảng 8, 9, 10 và 11; phụ lục 2).

Đối với mặt trụ thì việc xác định cấp chính xác hình dạng có thể dựa vào quan hệ giữa cấp chính xác hình dạng với cấp chính xác kích thước và độ chính xác hình học tương đối của hình dạng bề mặt như chỉ dẫn trong bảng 3.2.

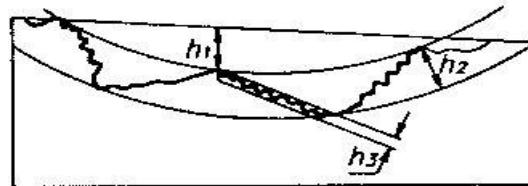
Bảng 3.2. CẤP CHÍNH XÁC HÌNH DẠNG ỨNG VỚI CÁC CẤP CHÍNH XÁC KÍCH THƯỚC

Độ chính xác hình học tương đối	Cấp chính xác kích thước											
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
	Cấp chính xác hình dạng											
Thường	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hơi cao		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cao			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Đặc biệt cao				1	2	3	4	5	6	7	8	9

3.4. NHÁM BỀ MẶT

3.4.1. Bản chất nhám bề mặt

Bề mặt chi tiết sau khi gia công không bằng phẳng một cách lý tưởng mà có những mấp mô. Những mấp mô này là kết quả của quá trình biến dạng dẻo của lớp bề mặt chi tiết khi cắt gọt lớp kim loại, là ảnh hưởng của chấn động khi cắt, là vết lưòi cắt để lại trên bề mặt gia công và của nhiều nguyên nhân khác nữa ...



Hình 3.23

Tuy vậy, không phải toàn bộ những mấp mô trên bề mặt đều thuộc về nhám bề mặt, mà nó là tập hợp những mấp mô có bước tương đối nhỏ và được xét trong giới hạn chiều dài chuẩn (chiều dài chuẩn là chiều dài phần bề mặt được chọn để đo độ nhám bề mặt). Để phân biệt rõ ta khảo sát profin bề mặt sau gia công (hình 3.23).

Trên hình vẽ là hình ảnh phóng đại của profin bề mặt sau gia công. Trên đó có những loại mấp mô khác nhau:

- Những mấp mô có tỉ số giữa bước mấp mô (p) và chiều cao mấp mô (h) bé hơn hoặc bằng 50 ($\frac{p}{h} \leq 50$) thì thuộc về nhám bề mặt, mấp mô có chiều cao h_3 trên hình vẽ.

- Những mấp mô $50 \leq \frac{p}{h} \leq 1000$ thuộc về sóng bề mặt, có chiều cao h_2 .

- Những mấp mô $\frac{p}{h} > 1000$ thuộc sai lệch hình dạng, có chiều cao h_1 .

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

Đối với những chi tiết trong mối ghép động (ổ trượt, sóng dẫn, con trượt...), bề mặt chi tiết làm việc trượt tương đối với nhau, nên khi nhám càng lớn càng khó đảm bảo hình thành màng dầu bôi trơn bề mặt

trượt. Dưới tác dụng của tải trọng các đỉnh nhám tiếp xúc với nhau gây ra hiện tượng ma sát nửa ướt, thậm chí cả ma sát khô, do đó giảm thấp hiệu suất làm việc, tăng nhiệt độ làm việc của mối ghép. Mặt khác tại các đỉnh tiếp xúc, lực tập trung lớn, ứng suất lớn vượt quá ứng suất cho phép phát sinh biến dạng chảy phá hỏng bề mặt tiếp xúc, làm bề mặt bị mòn nhanh, nhất là thời kì mòn ban đầu. Thời kì mòn ban đầu càng ngắn thì thời hạn phục vụ của chi tiết càng giảm.

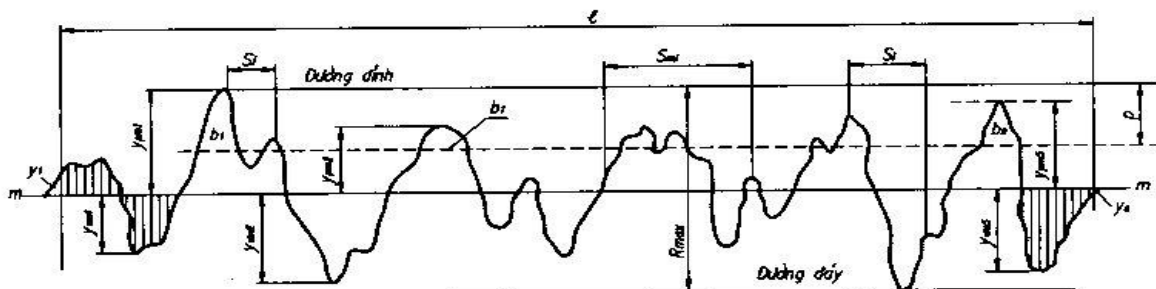
Đối với các mối ghép độ dôi lớn khi ép hai chi tiết vào nhau thì nhám bị san phẳng, nhám càng lớn thì lượng san phẳng càng lớn, độ dôi của mối ghép càng giảm nhiều, giảm độ bền chắc của mối ghép.

Đối với những chi tiết làm việc ở trạng thái chịu tải chu kỳ và tải trọng động thì nhám là nhân tố tập trung ứng suất dễ phát sinh rạn nứt làm giảm độ bền mỏi của chi tiết.

Nhám càng nhỏ thì bề mặt càng nhẵn, khả năng chống lại sự ăn mòn hoá học càng tốt. Một cách trực quan có thể giải thích điều đó bằng hiện tượng mà chúng ta thường thấy: bề mặt chi tiết càng nhẵn thì càng lâu bị gỉ.

3.4.2. Chỉ tiêu đánh giá và tiêu chuẩn nhám bề mặt

Để đánh giá nhám bề mặt người ta dùng các yếu tố hình học của nhám làm chỉ tiêu. 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 mm được gọi là đường chuẩn (hình 3.24).



Hình 3.24

Đường chuẩn có dạng của profin danh nghĩa của bề mặt và 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 ($y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$) là nhỏ nhất.

Theo cách khác thì đường trung bình là đường chia profin bề mặt sao cho tổng diện tích (tạo bởi nó và profin) ở hai phía đường đó là bằng nhau, tức là :

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = F'_1 + F'_2 + \dots + F'_n$$

Theo tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam (TCVN 2511-95), để đánh giá nhám bề mặt người ta thường sử dụng 2 chỉ tiêu sau:

- Sai lệch trung bình số học của profin R_a : là trung bình số học các giá trị tuyệt đối của sai lệch profin (y) trong khoảng chiều dài chuẩn. Sai lệch profin (y) là khoảng cách từ các điểm trên profin đến đường trung bình, đo theo phương pháp tuyến với đường trung bình.

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^l |y_x| dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

- Chiều cao mấp mô profin theo mười điểm R_z : là trị số trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao năm đỉnh cao nhất và chiều sâu của năm đáy thấp nhất của profin trong khoảng chiều dài chuẩn.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |Y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |Y_{vmi}|}{5}$$

Trong sản xuất thường đánh giá nhám bề mặt bằng một trong hai chỉ tiêu trên (cũng có thể đánh giá bằng chỉ tiêu khác chẳng hạn chiều cao lớn nhất của mấp mô profin, R_{max} , hình 3.24). Việc chọn chỉ tiêu nào (R_z hoặc R_a) là tùy thuộc vào chất lượng yêu cầu của bề mặt và đặc tính kết cấu của bề mặt. Chỉ tiêu R_a (thông số ưu tiên) được sử dụng phổ biến nhất vì nó cho phép ta đánh giá chính xác hơn và thuận lợi hơn những bề mặt có yêu cầu nhám trung bình. Đối với những bề mặt nhám quá thô hoặc quá nhỏ thì dùng chỉ tiêu R_z lại cho ta khả năng đánh giá chính xác hơn là dùng chỉ tiêu R_a . Chỉ tiêu R_z còn được sử dụng đối với những bề mặt không thể kiểm tra trực tiếp thông số R_a của nhám, chẳng hạn những bề mặt kích thước nhỏ hoặc có profin phức tạp (lưỡi cắt của dụng cụ, chi tiết của đồng hồ ...)

Tiêu chuẩn cũng quy định dãy giá trị bằng số của các thông số chiều cao nhám : R_a , R_z và R_{max} (xem bảng 3.3 và 3.4). Khi định giá trị của các thông số nhám trước hết phải sử dụng các giá trị trong dãy ưu tiên.

Bảng 3.3. SAI LỆCH TRUNG BÌNH SỐ HỌC PRÔFIN , R_a (μm)

0,008				
0,010				
0,012	0,125	1,25	12,5	125
0,016	0,160	1,60	16,0	160
0,020	0,20	2,0	20	200
0,025	0,25	2,5	25	250
0,032	0,32	3,2	32	320
0,040	0,40	4,0	40	400
0,050	0,50	5,0	50	
0,063	0,63	6,3	63	
0,080	0,80	8,0	80	
0,100	1,00	10,0	100	

Chú thích : ưu tiên dùng trị số in đậm.

Bảng 3.4. CHIỀU CAO MÁP MÔ PRÔFIN THEO MƯỜI ĐIỂM R_z VÀ CHIỀU CAO LỚN NHẤT MÁP MÔ CỦA PRÔFIN R_{max} (μm)

		0,125		1,25		12,5		125		1250
		0,160		1,60		16,0		160		1600
		0,20		2,0		20		200		-
0,025		0,25		2,5		25		250		-
0,032		0,32		3,2		32		320		-
0,040		0,40		4,0		40		400		-
0,050		0,50		5,0		50		500		-
0,063		0,63		6,3		63		630		-
0,080		0,80		8,0		80		800		-
0,100		1,00		10,0		100		1000		-

Chú thích : Ưu tiên dùng trị số in đậm.

3.4.3. Xác định giá trị cho phép của thông số nhám bề mặt

Trị số cho phép của thông số nhám bề mặt được chọn dựa vào chức năng sử dụng của bề mặt cũng như điều kiện làm việc của chi tiết.

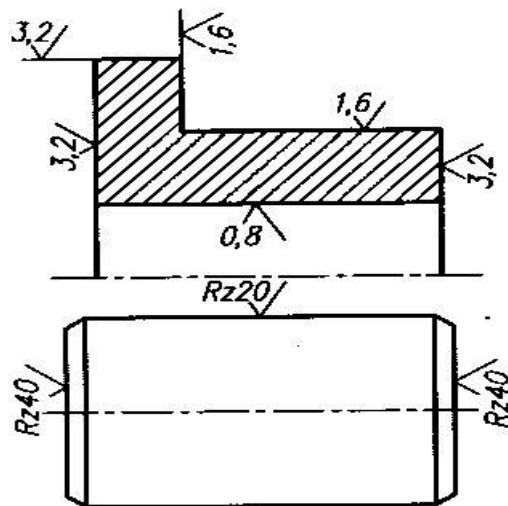
Mặt khác cũng cần phải căn cứ vào phương pháp gia công hợp lí đảm bảo yêu cầu nhám bề mặt và các yêu cầu độ chính xác của các thông số hình học khác.

Như vậy, việc quyết định trị số của thông số nhám khi thiết kế có thể dựa vào phương pháp gia công đạt độ chính xác kích thước bề mặt (bảng 3.5) hoặc dựa vào quan hệ giữa nhám với dung sai kích thước và hình dạng (bảng 3.6).

Việc quyết định trị số quá nhỏ của nhám so với yêu cầu của bề mặt sẽ dẫn đến tăng chi phí cho gia công bề mặt, tăng giá thành sản phẩm đó là điều không có lợi cho sản xuất.

3.4.4. Ghi kí hiệu nhám trên bản vẽ chi tiết

Trong các bản vẽ thiết kế để thể hiện yêu cầu nhám bề mặt người ta dùng dấu hiệu chữ V lệch "V" và trên đó ghi giá trị bằng số của chỉ tiêu R_a hoặc R_z . Nếu là giá trị của R_a thì chỉ ghi giá trị bằng số (xem hình 5.22a), còn nếu là giá trị của R_z thì phải ghi cả kí hiệu " R_z " kèm theo trị số như chỉ dẫn trên hình 5.22b.



Hình 3.25

**Bảng 3.5. NHẢM BỀ MẶT VÀ CẤP CHÍNH XÁC
ỨNG VỚI CÁC DẠNG GIA CÔNG BỀ MẶT CHI TIẾT**

Dạng gia công		Giá trị thông số R_a μm	Cấp chính xác	
			Kinh tế	đạt được
1	2	3	4	5
Bào	Thô	12,5*-25	IT12-IT14	-
	Tinh	3,2*-6,3	IT11-IT13 (10)	-
	Tinh mỏng	(0,8)-1,6	IT8-IT10	IT7**
Xọc	Thô	25-50	IT14-IT15	-
	Tinh	3,2*-12,5	IT12-IT13	-
Phay bằng dao phay trụ	Thô	2,5-5,0	IT12-IT14	-
	Tinh	3,2*-6,3	IT11	-
	Tinh mỏng	1,6	IT8, IT9	IT6, IT7**
Phay bằng dao phay mặt đầu	Thô	6,3-12,5	IT12-IT14	-
	Tinh	3,2*-6,3 (1,6)	IT11	IT10
	Tinh mỏng	(0,8)-1,6	IT8, IT9	IT6, IT7**
Tiện ngoài chạy dao dọc	Thô	25-100	IT15-IT17	-
	Bán tinh	6,3-12,5	IT12-IT14	-
	Tinh	1,6-3,2 (0,8)	IT7-IT9	IT6
	Tinh mỏng (dao kim cương)	0,4*-0,8 (0,2)	IT6	IT5
Tiện ngoài chạy dao ngang	Thô	25-100	IT16, IT17	-
	Bán tinh	6,3-12,5	IT14, IT15	-
	Tinh	3,2*	IT11-IT13	IT8, IT9
	Tinh mỏng	(0,8)-1,6	IT8-IT11	IT7
Khoan	Đến 15mm	6,3-12,5*	IT12-IT14	IT10
	Trên 15mm	12,5-25*	IT12-IT14	IT10
Khoan rộng		12,5-25*	IT12-IT14	IT10, IT11
Khoét	Thô	12,5-25	IT12-IT15	-
	Tinh	3,2*-6,3	IT10, IT11	IT8, IT9
Đoa bằng dao đoa 1 lưỡi	Thô	50-100	IT15-IT17	-
	Bán tinh	12,5-25	IT12-IT14	-
	Tinh	1,6*-3,2	IT8-IT9	IT7
	Tinh mỏng (dao kim cương)	0,4*-0,8	IT7	IT6
Đoa bằng dao nhiều lưỡi	Bán tinh	6,3-12,5	IT9, IT10	-
	Tinh	1,6-3,2	IT7, IT8	-
	Tinh mỏng	(0,4)-0,8	IT7	-
Chuốt	Bán tinh	6,3	IT8, IT9	-
	Tinh	0,8*-3,2	IT7, IT8	-
	Đặc biệt	0,2-0,4	IT7	IT6
Mài tròn	Bán tinh	3,2-6,3	IT8-IT11	-
	Tinh	0,8*-1,6	IT6-IT8	IT6
	Tinh mỏng	0,2*-0,4 (0,1)	IT5	cao hơn IT5

Mài phẳng	Bán tinh	3,2	IT8-IT11	-
	Tinh	0,8*-1,6	IT6-IT8	-
	Tinh mỏng	0,2*-0,4 (0,1)	IT6,IT7	IT6
Mài rà	Tinh	0,4-0,2	IT6,IT7	-
	Tinh mỏng	0,1-0,6	IT5	-
Đánh bóng	Thường	0,2-1,6	IT6	-
	Tinh	0,05-0,1	IT5	-
Nghiền bóng	Thô	0,4*		IT5
	Trung bình	0,1-0,2*	IT6,IT7	IT5
	Tinh	0,05*	IT5,IT6	cao hơn IT5
	Đặc biệt	0,012-0,025	IT5	-
Mài khôn	Phẳng	0,1-0,4*	IT7,IT8	IT6
	Trụ	0,05-0,2*	IT6,IT7	-
Mài siêu tinh	Phẳng	0,2*-0,4 (0,05)	IT5 và chính xác hơn	-
	Trụ	0,1*-0,4*(0,05)		
Mài ren		1,6*-3,2	4-6	-
Cán ren bằng con lăn cán		0,4-0,8	6-8	4
Gia công răng bánh răng	Bào	3,2*-6,3 (1,6)	7-10	-
	Phay	(1,6)-3,2*	7-10	-
	Mài	0,4*-0,8	5,6	-
	Cà	0,8*-1,6 (0,4)	5,6	-

Chú thích: * Giá hợp lí của R_a đối với dạng gia công đã cho.

** Độ chính xác kinh tế đối với gang.

Trong ngoặc là giá trị giới hạn đạt được của R_a .

Bảng 3.6. NHĂM BỀ MẶT ỨNG VỚI DUNG SAI KÍCH THUỐC VÀ HÌNH DẠNG

Cấp chính xác kích thước	Dung sai hình dạng theo % của dung sai kích thước	Kích thước danh nghĩa, mm			
		Đến 18	Trên 18 đến 50	Trên 50 đến 120	Trên 120 đến 500
		Giá trị R_a , μm , không lớn hơn			
IT3	100	0,2	0,4	0,4	0,8
	60	0,1	0,2	0,2	0,4
	40	0,05	0,1	0,1	0,2
IT4	100	0,4	0,8	0,8	1,6
	60	0,2	0,4	0,4	0,8
	40	0,1	0,2	0,2	0,4
IT5	100	0,4	0,8	1,6	1,6
	60	0,2	0,4	0,8	0,8
	40	0,1	0,2	0,4	0,4
IT6	100	0,8	1,6	1,6	3,2
	60	0,4	0,8	0,8	1,6
	40	0,2	0,4	0,4	0,8
IT7	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
IT8	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	3,2	3,2
	40	0,4	0,8	1,6	1,6
IT9	100;60	3,2	3,2	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT10	100;60	3,2	6,3	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT11	100;60	6,3	6,3	12,5	12,5
	40	3,2	3,2	6,3	6,3
	25	1,6	1,6	3,2	3,2
IT12	100;60	12,5	12,5	25	25
IT13	40	6,3	6,3	12,5	12,5

Chú thích: 1. Nếu dung sai tương đối về hình dạng nhỏ hơn giá trị chỉ dẫn trong bảng thì giá trị R_a không lớn hơn 0,15 giá trị dung sai hình dạng.

2. Trong trường hợp cần thiết, theo yêu cầu chức năng của chi tiết có thể lấy giá trị R_a nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Độ chính xác của chi tiết máy là gì?
2. Độ chính xác của chi tiết máy được đánh giá theo các yếu tố nào?
3. Nguyên nhân gây ra sai số gia công?
4. Phân loại các sai số gia công?
5. Thế nào là sai số hệ thống, có mấy loại sai số hệ thống là những loại nào?
6. Thế nào là sai số ngẫu nhiên?
7. Trình bày luật phân bố kích thước gia công trong chế tạo máy?
8. Khi thiết kế các chi tiết máy thường chọn miền phân bố kích thước nhỏ hơn miền dung sai nhưng tại sao vẫn có phế phẩm?
9. Trình bày các dạng sai lệch hình dạng, vị trí bề mặt và các dấu hiệu tương ứng để ghi ký hiệu chúng?
10. Trình bày các phương pháp xác định dung sai hình dạng và vị trí bề mặt khi thiết kế?
11. Thế nào là nhám bề mặt, nguyên nhân phát sinh ra nó?
12. Trình bày các thông số đánh giá nhám bề mặt?

Chương 4

DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN

4.1. QUY ĐỊNH DUNG SAI

Để xác định trị số dung sai cho kích thước và đưa thành tiêu chuẩn thống nhất thì ta phải thiết lập quan hệ giữa dung sai và kích thước. Trên cơ sở thống kê thực nghiệm gia công cơ khí người ta đã xác lập được quan hệ giữa sai số gia công kích thước và kích thước, nó cũng coi là quan hệ giữa dung sai (T) và kích thước (d). Trong phạm vi kích thước từ 1÷500mm và ở một mức độ chính xác nào đó thì:

$$T = 0,45 \sqrt[3]{d} + 0,001d.$$

Theo công thức trên thì với mỗi kích thước ta xác định được một giá trị dung sai T_d . Nhưng trong thực tế thì cùng một kích thước danh nghĩa nhưng chi tiết làm việc trong những điều kiện khác nhau đòi hỏi mức độ chính xác khác nhau. Như vậy, cùng một kích thước danh nghĩa nhưng ở mức độ chính xác khác nhau thì dung sai sẽ khác nhau một hệ số a , ta có:

$$T = a (0,45 \sqrt[3]{d} + 0,001d)$$

Nếu coi $(i = 0,45 \sqrt[3]{d} + 0,001d)$ là đơn vị dung sai thì $T = a.i$

$i = 0,45 \sqrt[3]{d} + 0,001d$. đối với kích thước từ 1 đến 500mm;

$i = 0,004d + 2,1$ đối với kích thước từ 501 đến 3150mm;

a : là hệ số phụ thuộc vào cấp chính xác kích thước

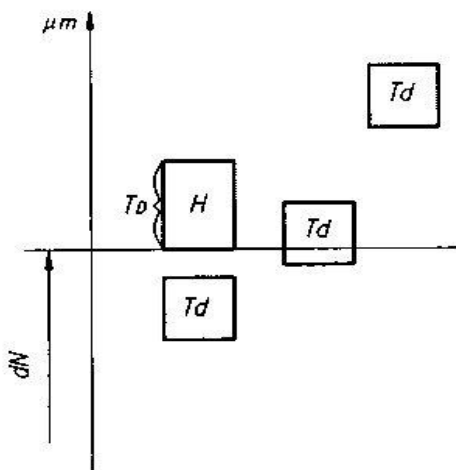
Bảng 4.1. CÔNG THỨC TÍNH TRỊ SỐ DUNG SAI TIÊU CHUẨN (T=a.i)

Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn								
		IT1 ¹⁾	IT2 ¹⁾	IT3 ¹⁾	IT4 ¹⁾	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
Trên	Đến và bao gồm	Công thức tính dung sai tiêu chuẩn								
-	500	-	-	-	-	7i	10i	16i	25i	40i
500	3150	2i	2,7i	3,7i	5i	7i	10i	16i	25i	40i
Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn								
		IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Trên	Đến và bao gồm	Công thức tính dung sai tiêu chuẩn								
-	500	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i	2500i
500	3150	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i	2500i

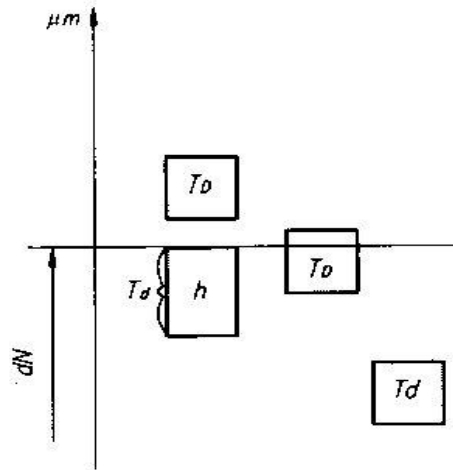
1) Đối với kích thước 1-500mm thì trị số dung sai ứng với các cấp IT2, IT3, IT4 được xác định từ cấp số nhân mà số hạng đầu là trị số dung sai của cấp IT1 (IT1=0,8+0,020 D_{um}) và số hạng cuối là trị số dung sai của cấp IT5.

4.2. QUY ĐỊNH LẮP GHÉP

Để đáp ứng yêu cầu của sản xuất người ta phải quy định hàng loạt các kiểu lắp ghép với những đặc tính khác nhau. Hệ thống các kiểu lắp ghép được quy định dựa theo hai quy luật.



Hình 4.2



Hình 4.3

4.2.1. Hệ thống lỗ cơ bản

Quy luật của hệ thống lỗ cơ bản, là hệ thống các kiểu lắp ghép mà vị trí của miền dung sai lỗ là cố định, còn muốn được các kiểu lắp khác nhau ta thay đổi vị trí miền dung sai trục so với kích thước danh nghĩa (hình 4.2), miền dung sai lỗ cơ bản được kí hiệu là H và có đặc tính là:

$$\text{Sai lệch dưới : } EI = 0$$

$$\text{Sai lệch trên : } ES = +T_D$$

4.2.2. Hệ thống trục cơ bản

Quy luật của hệ thống trục cơ bản, là hệ thống các kiểu lắp ghép mà vị trí miền dung sai trục là trục cố định, còn muốn được các kiểu lắp ghép đặc tính khác nhau, ta thay đổi vị trí miền dung sai của lỗ so với kích thước danh nghĩa, (hình 4.3). Miền dung sai trục cơ bản được kí hiệu là h và có đặc tính là :

$$\text{Sai lệch trên } es = 0$$

$$\text{Sai lệch dưới } ei = -T_d$$

Như vậy theo hai quy luật trên, để quy định một dãy các miền dung sai của trục và của lỗ tùy theo các đặc tính lắp ghép mà ta yêu cầu. Vị trí mỗi miền dung sai của dãy được xác định bởi giá trị của “sai lệch cơ bản”.

4.2.3. Sai lệch cơ bản

Sai lệch cơ bản là một hàm của kích thước, nó xác định miền dung sai so với kích thước danh nghĩa.

Đối với những miền dung sai nằm ở phía trên kích thước danh nghĩa thì sai lệch cơ bản là sai lệch giới hạn dưới của chúng, còn những miền dung sai nằm ở phía dưới kích thước danh nghĩa thì sai lệch cơ bản là sai lệch giới hạn trên của chúng (hình 4.4).

Sai lệch cơ bản của dãy các miền dung sai được kí hiệu bằng chữ in hoa :

A, B, C, D,...,Z ,ZA, ZB, ZC đối với kích thước lỗ và bằng chữ thường :

a, b, c,...,za, zb, zc đối với kích thước trục.

Trị số các sai lệch cơ bản ứng với các kích thước khác nhau quy định theo TCVN 2244 – 99 và được chỉ dẫn trong các bảng trị số của các

sai lệch cơ bản của trục và lỗ.

Từ trị số dung sai tiêu chuẩn và trị số các sai lệch cơ bản ta xác định được giá trị sai lệch giới hạn (ES, EI hoặc es, ei) đối với mỗi miền dung sai tiêu chuẩn.

Ví dụ :

+ Miền dung sai kích thước trục : 40g7

- Khoảng kích thước danh nghĩa : 30 đến 50mm
- Dung sai tiêu chuẩn : IT = 25 μm
- Sai lệch cơ bản : SLCB = -9 μm
- Sai lệch giới hạn của kích thước :

$$Es = - 9\mu\text{m}$$

$$ei = - 34\mu\text{m}$$

+ Miền dung sai kích thước lỗ : ϕ 130K7

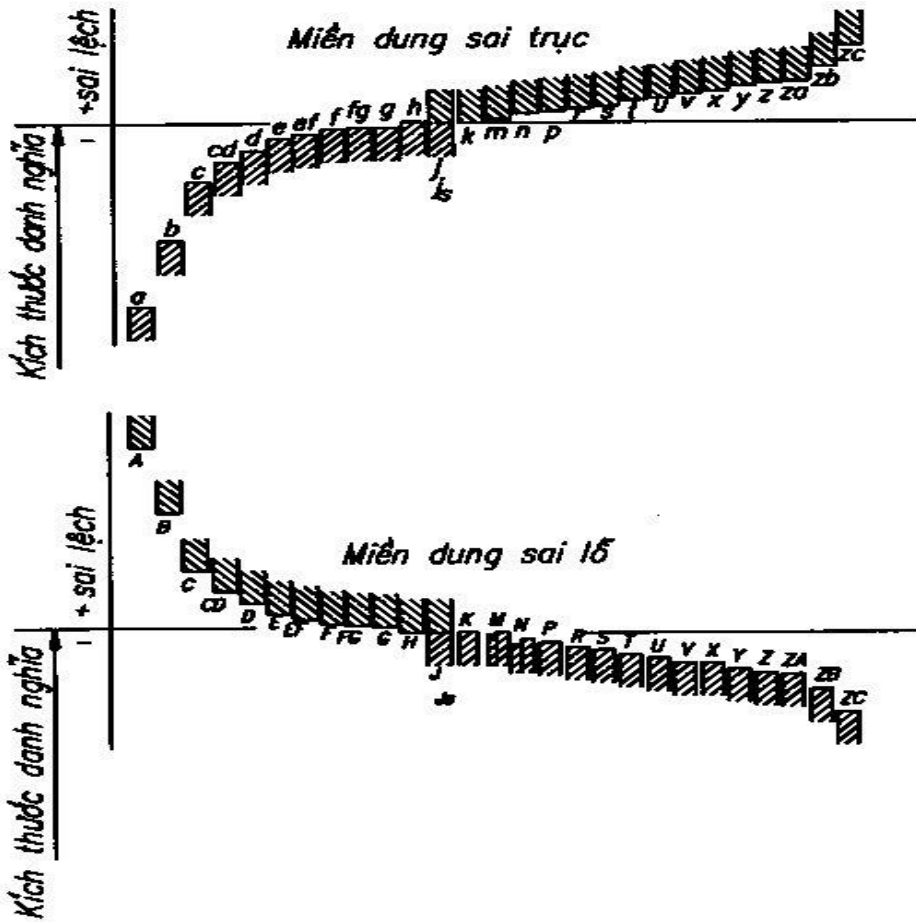
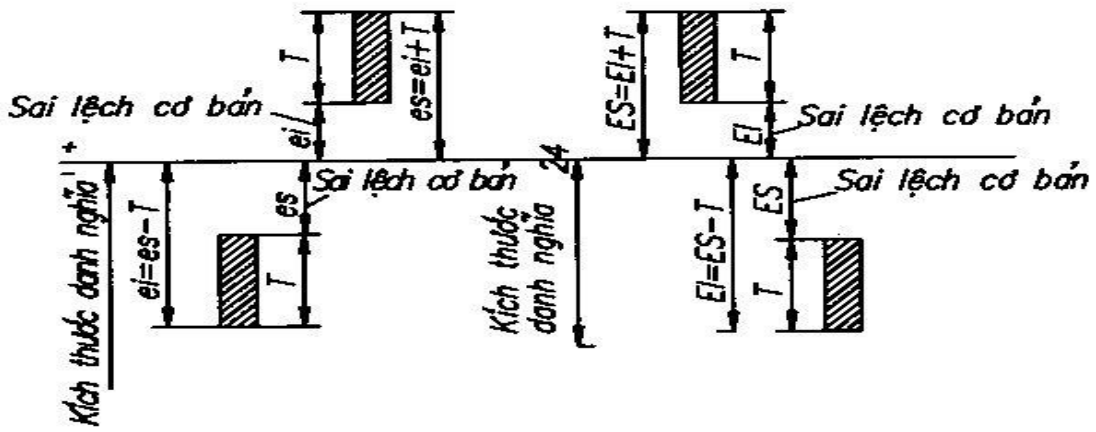
- Khoảng kích thước danh nghĩa: 120 đến 180mm
- Dung sai tiêu chuẩn: IT = 40 μm
- Sai lệch cơ bản: SLCB = + 12 μm
- Sai lệch giới hạn của kích thước:

$$ES = + 12 \mu\text{m}$$

$$EI = -28 \mu\text{m}$$

Trị số các sai lệch giới hạn tương ứng với các miền dung sai tiêu chuẩn chỉ dẫn trong bảng 1, 2 (phụ lục 1) theo TCVN 2245-99.

Miền dung sai trục Miền dung sai lỗ



Hình 4.4. Vị trí các miền dung sai của trục và lỗ

4.2.4. Lắp ghép tiêu chuẩn

Theo quy luật của hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản và trục cơ bản, ta có thể hình thành các lắp ghép tiêu chuẩn bằng cách phối hợp miền dung sai lỗ cơ bản (H) với miền dung sai bất kì của trục, ví dụ H/f, hoặc miền dung sai của trục cơ bản (h) với miền dung sai bất kì của lỗ, ví dụ K/h.

Như vậy ta có thể hình thành ba nhóm lắp ghép như sau:

- Nhóm lắp lỏng gồm các lắp ghép :

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

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

- Nhóm lắp trung gian bao gồm :

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

Độ dôi của lắp ghép tăng dần từ $\frac{H}{J_s}$ đến $\frac{H}{n}$

- Nhóm lắp chặt bao gồm :

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

- Độ dôi của lắp ghép tăng dần từ $\frac{H}{p}$ đến $\frac{H}{z}$

Hệ thống các lắp ghép tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 4.5, 4.6.

Các lắp ghép cùng tên ví dụ $\frac{H}{k}$ và $\frac{K}{h}$ ở hai hệ thống khác nhau nhưng có đặc tính giống nhau.

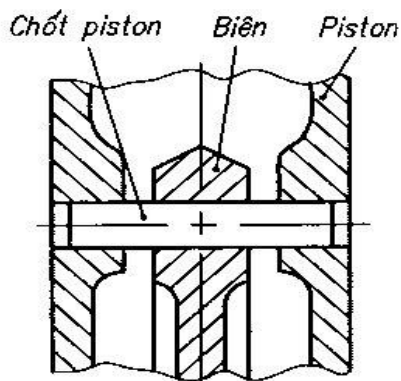
Ví dụ: Theo TCVN 2245 – 99 thì

Lắp ghép $\phi 40 \frac{H7}{k6}$ và $\phi 40 \frac{K7}{h6}$ có cùng đặc tính là:

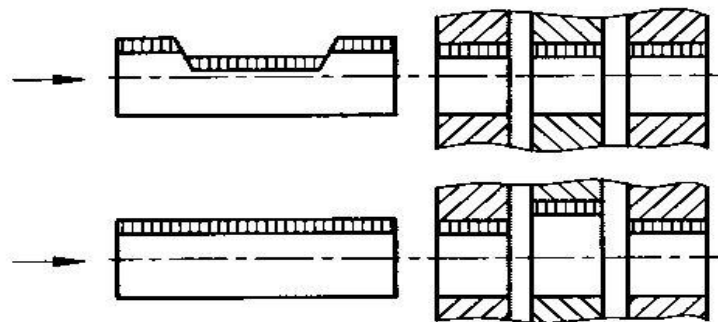
$$N_{\max} = 18 \mu\text{m}, \quad S_{\max} = 23 \mu\text{m}$$

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

Về mặt kinh tế mà xét thì thường người chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ. Bởi vì gia công lỗ chính xác thì khó và thường phải dùng những dụng cụ đắt tiền như dao chuốt, dao doa ... mà khi chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ thì số kích thước lỗ lại ít hơn so với hệ trục. Bởi vậy chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ có lợi hơn. Tuy nhiên, trong những trường hợp do yêu cầu về kết cấu và công nghệ không cho phép chọn kiểu lắp trong hệ lỗ thì buộc ta phải chọn kiểu lắp trong hệ trục. Chẳng hạn bộ phận lắp như hình 4.5, chốt piston lắp lỏng với biên và lắp có độ dôi với piston. Ở đây ta cần phải chọn kiểu lắp trong hệ thống trục cho 3 mối ghép đó. Vì chọn như vậy thì việc gia công các chi tiết (đặc biệt là chốt) và lắp ráp chúng thuận lợi hơn, đặc tính lắp ghép và bề mặt lắp ghép của chi tiết không bị phá hoại do quá trình lắp như khi chọn kiểu lắp trong hệ thống lỗ (hình 4.6).



Hình 4.5

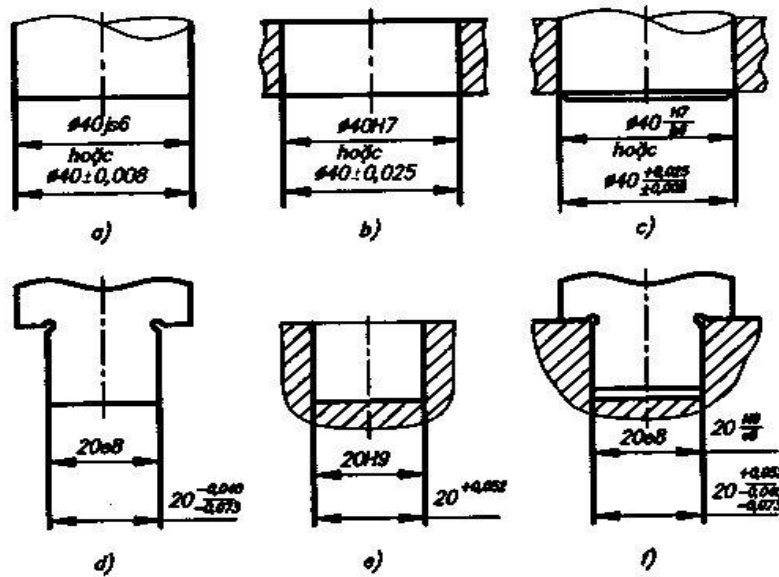


Hình 4.6

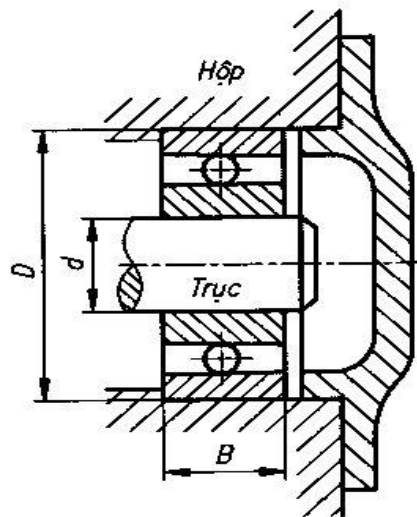
Trong chế tạo máy dệt, máy nông nghiệp người ta thường sử dụng ngay những trục thép cán sẵn mà không cần gia công cắt gọt nữa. Vì vậy

việc sử dụng lắp ghép trong hệ thống trục lại thuận lợi hơn và kinh tế hơn. Cũng như vậy khi chế tạo các dụng cụ nhỏ chính xác như trong công nghiệp sản xuất đồng hồ chẳng hạn, người ta thường sử dụng ngay những trục thép cán chính xác. Vì gia công cắt gọt những trục kích thước nhỏ, đặc biệt là dưới 1mm là khó và đắt hơn là gia công các lỗ nhỏ. Do vậy sử dụng lắp ghép trong hệ thống trục cũng thuận lợi và kinh tế hơn.

4.3. GHI KÍ HIỆU SAI LỆCH VÀ LẮP GHÉP TRÊN BẢN VẼ



Hình 4.7



Hình 4.8

Trên bản vẽ các sai lệch giới hạn được ghi bằng kí hiệu bằng chữ hoặc bằng số (theo mm) bên cạnh kích thước danh nghĩa (hình 4.7).

Sai lệch trên thì ghi ở trên, sai lệch dưới ghi ở phía dưới, sai lệch bằng không thì không ghi, ví dụ :

- $\phi 60^{+0,025}$ – Sai lệch dưới bằng không

- $\phi 100_{-0,2}$ – sai lệch trên bằng không

Khi sai lệch trên và dưới bằng nhau về trị số và ngược dấu thì ta chỉ ghi trị số với dấu (\pm) ở phía trước, ví dụ $\phi 30 \pm 0,008$.

Kí hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số (hình 4.7c và f) bên cạnh kích thước danh nghĩa. Tử số kí hiệu cho lỗ còn mẫu số kí hiệu cho trục. Ví dụ trên hình 4.7c ta ghi kí hiệu là $\phi 40H7/j_6$ hoặc $\phi 40 \frac{H7}{j_6}$ có

nghĩa là kích thước danh nghĩa của lắp ghép là 40mm, miền dung sai của lỗ (H7) ứng với sai lệch cơ bản là H cấp chính xác 7, miền dung sai của trục (j_6), ứng với sai lệch cơ bản là j_6 cấp chính xác 6, lắp ghép theo kiểu lắp trung gian $\frac{H}{j_6}$.

4.4. DUNG SAI LẮP GHÉP CỦA CÁC CHI TIẾT LẮP VỚI Ổ LĂN

4.4.1. Cấp chính xác chế tạo kích thước ổ lăn

Ổ lăn là bộ phận máy được chế tạo hoàn chỉnh, theo các cấp chính xác khác nhau. TCVN 1484 – 85 quy định 5 cấp chính xác chế tạo ổ là: cấp 0, 6, 5, 4, và 2. Trong chế tạo máy thường sử dụng ổ lăn cấp chính xác 0 và 6. Trong trường hợp cần độ chính xác quay cao, và số vòng quay lớn thì sử dụng ổ cấp chính xác 5, 4. Ví dụ: ổ trục động cơ cao tốc, ổ trục chính máy mài và những máy chính xác khác. Ổ cấp chính xác 2 dùng cho những dụng cụ đo chính xác và các máy siêu chính xác. Cấp chính xác chế tạo ổ thường được ghi kí hiệu cùng với số hiệu ổ, ví dụ 6 – 205, tức là ổ cấp chính xác 6, số hiệu là 205. Đối với những ổ cấp chính xác 0 thì chỉ ghi số hiệu ổ, ví dụ ổ 305 nghĩa là ổ cấp chính xác 0, số hiệu là 305.

Tùy theo cấp chính xác mà người ta quy định dung sai cho các thông số kích thước ổ theo tiêu chuẩn đặc biệt.

4.4.2. Đặc tính lắp ghép ổ lăn

Ổ lăn được lắp với bộ phận máy theo kích thước đường kính trong vòng trong – d (lắp với trục) và kích thước đường kính ngoài của vòng

ngoài – D (lắp với vỏ hộp) hình 4.8. Trong thiết kế máy khi sử dụng ổ lăn, người thiết kế chỉ cần quyết định dung sai chế tạo trục và vỏ hộp (xem TCVN 1482 – 85).

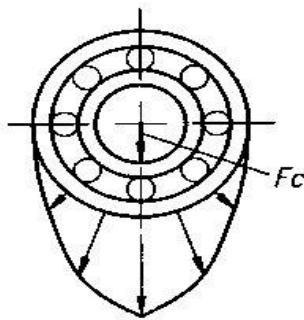
4.4.3. Chọn kiểu lắp

Kiểu lắp ghép ổ lăn với trục và vỏ hộp được chọn tùy thuộc vào kết cấu ổ, điều kiện sử dụng ổ, đặc tính tác dụng của tải trọng của các vòng ổ lăn.

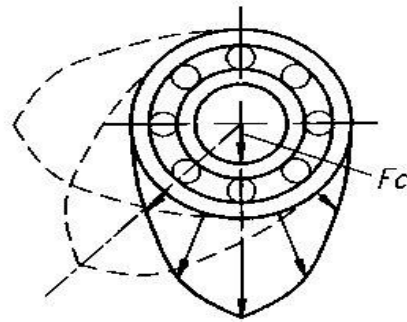
Cần phân biệt ba dạng tải tác dụng lên các vòng ổ lăn là: dạng tải cục bộ, chu kỳ và dao động.

Khi vòng ổ lăn chịu tải trọng hướng tâm cố định phương thì vòng cố định chỉ chịu tải trên một phần đường lăn còn các phần khác thì không, ta gọi là dạng tải cục bộ (hình 4.9).

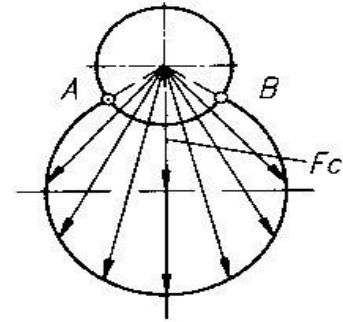
Đối với vòng quay thì tải trọng lần lượt tác dụng lên khắp đường lăn của vòng ổ lăn và lặp lại sau mỗi chu kỳ quay của vòng. Ta nói vòng chịu tải chu kỳ kì (hình 4.10) Khi vòng ổ lăn chịu tác dụng đồng thời 2 lực : hướng tâm cố định phương (F_c) và lực hướng tâm quay (F_q). Trường hợp $F_c > F_q$, (hình 4.11) thì vòng quay chịu tải chu kỳ còn vòng cố định chịu tải dao động (tải trọng tác dụng lần lượt trên phần đường lăn AB và sau mỗi chu kỳ quay của lực F_q thì tải trọng dao động trong giới hạn cùng đường lăn AB). Đối với vòng chịu tải cục bộ và dao động, thường chọn kiểu lắp có độ hở để dưới tác động của va đập và chấn động, vòng ổ lăn bị xô dịch, thay đổi miền chịu lực làm cho ổ lăn mòn đều hơn, nâng cao độ bền của ổ. Độ dôi của kiểu lắp này được chọn tùy thuộc vào cường độ tải trọng P_R .



Hình 4.9



Hình 4.10



Hình 4.11

Bảng 4.2. CHỌN GHÉP CHO VÒNG CHỊU TẢI CỤC BỘ VÀ DAO ĐỘNG

Dạng tải cục bộ						
Kích thước đường kính lắp ghép, mm		Lắp ghép			Loại ổ trục	
Lớn hơn	Đến	Với trục	Với vỏ bằng thép hoặc gang			
			Không tháo	Có tháo		
Tải trọng tĩnh hoặc có va chạm và có rung động vừa phải ($K_o \leq 1,5$)						
-	80	h6	H7	H7	Tất cả các loại trừ ổ kim dập	
80	260	g6,f7	G7			
260	500	f7	F7			H8
500	1600					
Tải trọng va đập và rung ($K_o > 1,5$)						
-	80	h6	H7	Js7	Tất cả các loại trừ ổ kim dập và ổ côn hai dây TCVN - 1510-85	
80	260					
260	500					
500	1600	g6	H7			
-	120	h6	H7	Js7	Ổ côn hai dây TCVN 1510-85	
120	1600					g6
Dạng tải dao động (vòng không quay)						
Đường kính lắp ghép, mm		Lắp ghép với				
Lớn hơn	Đến	Vòng trong		Vòng ngoài		
-	80	k6		K6, K7		
80	260	Js7		Js6, Js7		
260	-	h6				

Bảng 4.3. GIÁ TRỊ CỦA HỆ SỐ F

$\frac{d_{l\grave{o}}}{d}$ hoặc $\frac{D_{v\grave{o}}}{D}$		Đối với trục			Đối với vỏ
Trên	Đến	$\frac{D}{d} \leq 1,5$	$\frac{D}{d} = 1,5 \div 2$	$\frac{D}{d} > 2 \div 3$	Tất cả các ổ
-	0,4	1	1	1	1
0,4	0,7	1,2	1,4	1,6	1,1
0,7	0,8	1,5	1,7	2	1,4
0,8	-	2	2,3	3	1,8

4.5. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN

4.5.1. Kích thước lắp ghép

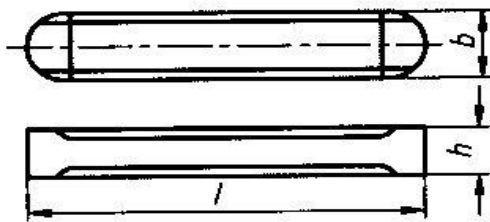
Lắp ghép then được thực hiện theo bề mặt phẳng (mặt bên của then) và theo kích thước b (hình 4.12), then được lắp trên rãnh trục và cả trên rãnh bạc (bánh răng, bánh đai) để đảm bảo truyền mômen xoắn từ trục ra bạc hoặc ngược lại.

Như vậy tham gia vào lắp ghép then có 3 chi tiết: then (3), bạc (2), trục (1), (hình 4.13) và với 3 kích thước lắp là chiều rộng b của then, chiều rộng b rãnh bạc và chiều rộng b của rãnh trên trục.

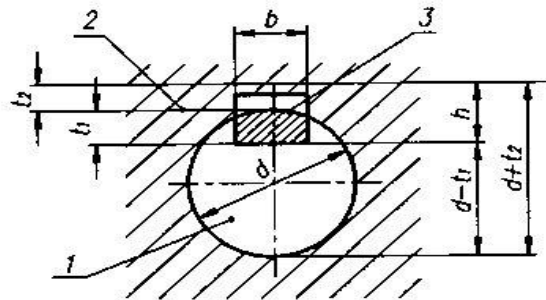
Mỗi ghép then được dùng phổ biến nhất là then bằng, then bán nguyệt, kích thước kết cấu của chúng xem trong TCVN 4216 ÷ 4218 – 86. Tiêu chuẩn quy định các miền dung sai kích thước b của then, rãnh trục và rãnh bạc theo bảng 4.4.

4.5.2. Chọn kiểu lắp

Then thường lắp cố định trên trục và lắp động với bạc. Độ dôi của lắp ghép đảm bảo then không dịch chuyển khi sử dụng. Còn độ hở của lắp ghép để bù trừ cho sai số không tránh khỏi của rãnh và độ nghiêng của nó.



Hình 4.12

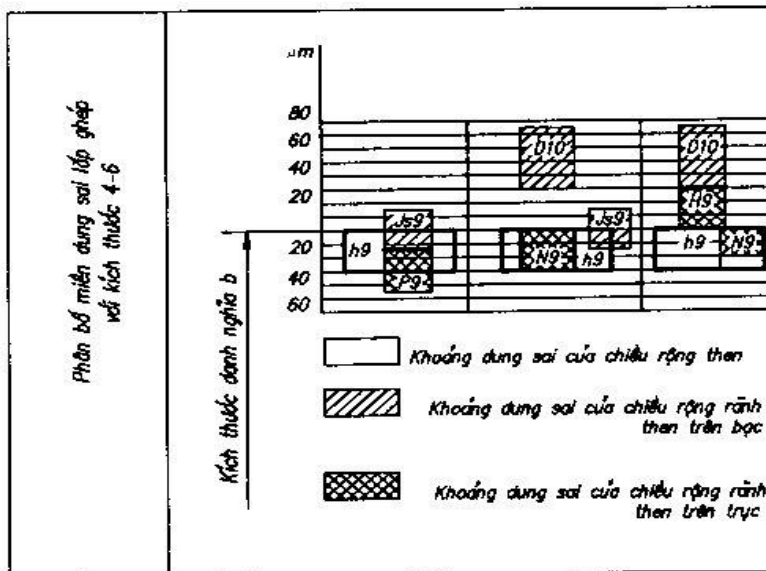


Hình 4.13

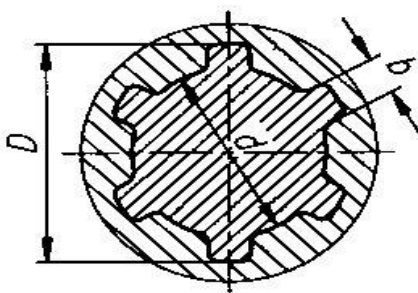
**Bảng 4.4. MIỀN DUNG SAI KÍCH THƯỚC b
CỦA MỐI GHÉP THEN HÌNH LĂNG TRỤ**

Tên yếu tố lắp ghép	Miền dung sai kích thước b						
	Với tất cả các mối ghép	Mối ghép bạc xê dịch tự do		Mối ghép tự do		Mối ghép chắc (Độ dôi lớn)	
		Trên trục	Trên bạc	Trên trục	Trên bạc	Trên trục	Trên bạc
Then Rãnh	h9	H9	D10	N9	J _s 9	P9	

Khi chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép then, cho phép phối hợp miền dung sai của then (h9) với bất kì miền dung sai nào của rãnh trục và bạc tùy theo đặc tính yêu cầu của mối ghép. Ví dụ tiêu chuẩn quy định 3 kiểu lắp cho mối ghép then bằng như hình 4.14. Kiểu lắp thông dụng dùng trong sản xuất hàng loạt lớn là then lắp với trục theo kiểu $\frac{N9}{h9}$ và lắp với bạc theo $\frac{J_s 9}{h9}$. Trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ thì then lắp trên trục có thể theo kiểu $\frac{P9}{h9}$.



Hình 4.14



Hình 4.15

Khi chiều dài then lớn ($l > 2d$) thì then lắp với bạc có thể theo kiểu $\frac{D10}{h9}$ (độ hở lớn để bù cho sai số vị trí của rãnh then).

Đối với then dẫn hướng, tức là chi tiết bạc di trượt trên trục thì then lắp trên trục theo $\frac{N9}{h9}$ và với bạc theo $\frac{D10}{h9}$. Khi chiều dài then lớn thì then lắp với trục theo $\frac{H9}{h9}$. Sai lệch giới hạn của các miền dung sai theo TCVN 2245 – 99 .

4.6. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN HOA

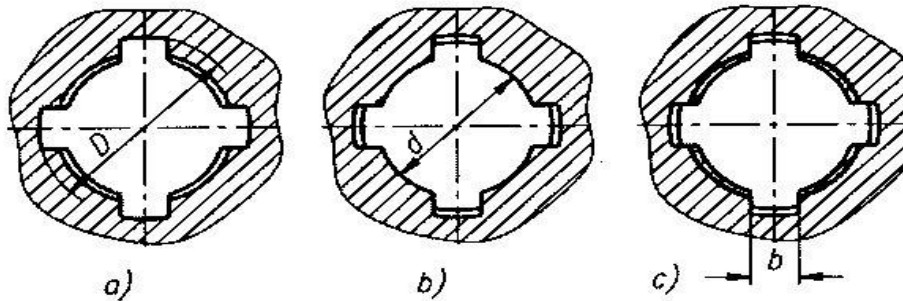
Khi cần truyền mômen xoắn lớn và yêu cầu độ đồng tâm cao giữa bạc và trục, người ta sử dụng lắp ghép then hoa. Lắp ghép then hoa có nhiều kiểu: then hoa dạng răng chữ nhật, hình thang, thân khai... Nhưng phổ biến nhất là then hoa dạng răng chữ nhật hình 4.15.

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

a) Các yếu tố lắp ghép

Lắp ghép then hoa được thực hiện theo hai trong ba yếu tố kích thước: D, d và b . Để đảm bảo truyền lực (mômen xoắn) lắp ghép thực hiện theo kích thước b . Để đảm bảo làm đồng tâm hai chi tiết (bạc và trục then hoa), lắp ghép có thể thực hiện theo một trong ba kích thước D, d và b . Lắp ghép then hoa thực hiện theo yếu tố kích thước nào là tùy thuộc vào việc chọn phương pháp làm đồng tâm hai chi tiết then hoa.

b) Các phương pháp làm đồng tâm



Hình 4.16

Có thể thực hiện đồng tâm (định tâm) theo ba phương pháp sau:

- Làm đồng tâm theo bề mặt ngoài, kích thước D (hình 4.16a). Phương pháp này được sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đồng tâm cao và khi độ rắn bề mặt bạc không yêu cầu quá cao, để có thể gia công bề mặt kích thước D của lỗ bằng chuốt tinh, còn bề mặt kích thước D của trục thì mài tinh lần cuối. Phương pháp này sử dụng cho mỗi ghép cố định, với mỗi ghép động thì sử dụng khi truyền mômen xoắn nhỏ. Có nghĩa là sử dụng cho mỗi ghép có độ mòn nhỏ của bề mặt lắp ghép.

- Làm đồng tâm theo bề mặt trong, kích thước d (hình 4.16b). Phương pháp này được sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đồng tâm cao và độ rắn bề mặt bạc cao không cho phép gia công lần cuối bằng chuốt tinh.

- Với phương pháp này, bề mặt kích thước d của bạc và trục sau khi nhiệt luyện sẽ được gia công lần cuối. Đây là phương pháp đạt độ chính xác đồng tâm cao nhất nhưng giá thành cũng cao nhất.

- Làm đồng tâm theo bề mặt bên, kích thước b (hình 4.16c). Phương pháp này đạt độ chính xác đồng tâm thấp nên ít sử dụng. Chỉ sử dụng khi truyền mômen xoắn lớn và thay đổi chiều.

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

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

- Lắp ghép theo kích thước d và b khi làm đồng tâm theo d

- Lắp ghép chỉ thực hiện theo kích thước b khi làm đồng tâm theo b .

c) Dung sai và lắp ghép

Dung sai kích thước lắp ghép then hoa được quy định theo TCVN 2324 – 78. Theo tiêu chuẩn thì miền dung sai kích thước lắp ghép được quy định như chỉ dẫn trong bảng 4.5, 4.6.

Bảng 4.5. MIỀN DUNG SAI CÁC KÍCH THƯỚC TRỤC THEN HOA RĂNG CHỮ NHẬT TCVN 2324 – 78

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản								
	d	e	r	g	h	js	k	m	n
5				g5		js5			
6				g6	(h6)	js6			n6
7			f7		h7	js7	k7		
8	d8	e8	f8		h8				
9	(d9)	e9	f9		h9				
10	d10				h10				

Bảng 4.6. MIỀN DUNG SAI CÁC KÍCH THƯỚC LỖ THEN HOA RĂNG CHỮ NHẬT

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản					
	D	E	F	G	H	Js
6					H6	
7					H7	
8			F8		H8	
9	D9					
10	D10		F10			Js10

Ví dụ: Khi định tâm theo D thì :

+ Dung sai kích thước D của bạc chọn theo miền dung sai H7 hoặc H8.

+ Dung sai kích thước D của trục chọn theo các miền : f7, g6, h6, js6, n6 và h7.

+ Dung sai kích thước d của bạc chọn theo các miền : E8, F9, F10, F_s10

+ Dung sai kích thước d của trục chọn theo các miền : d9, e9, h9, e8, h8, js7, f7, d10

Trị số sai lệch giới hạn của các miền dung chỉ dẫn theo TCVN 2245-99. Với các miền dung sai đã quy định ta có thể hình thành hàng loạt các kiểu lắp đặc tính khác nhau, sử dụng cho lắp ghép then hoa, bảng 3, 4, 5 và 6 (phục lục 1). Nhưng trong đó chỉ ưu tiên sử dụng 1 số kiểu lắp, ví dụ :

Khi định tâm theo D thì :

+ Lắp ghép theo kích thước D có thể chọn là : $\frac{H7}{f7}$ hoặc $\frac{H7}{js6}$

+ Lắp ghép theo kích thước b có thể chọn là : $\frac{F8}{f7}$ hoặc $\frac{F8}{js7}$

Trường hợp bạc then hoa lắp cố định trên trục thì ta chọn kiểu lắp theo D là:

$$\frac{H7}{js6} \text{ và theo b là } \frac{F8}{js7}.$$

Trường hợp bạc then hoa di trượt trên trục thì ta chọn kiểu lắp theo D là:

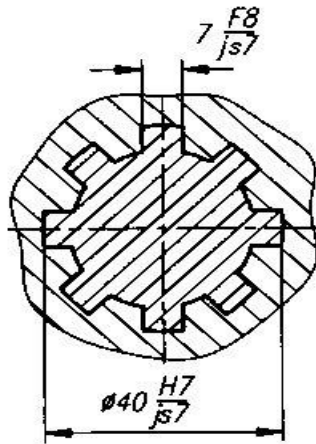
$$\frac{H7}{f7} \text{ và theo b là } \frac{F8}{f7}.$$

Khi định tâm theo d thì :

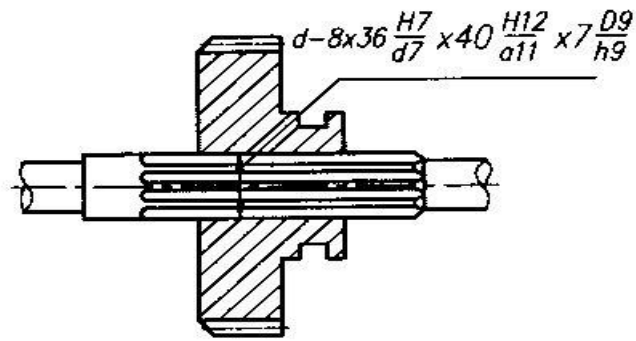
+ Lắp ghép theo kích thước d có thể chọn là : $\frac{H7}{f7}$ hoặc $\frac{H7}{g6}$

+ Lắp ghép theo kích thước b có thể chọn là : $\frac{D9}{f7}$ hoặc $\frac{H7}{g6}$; $\frac{F10}{f9}$

hoặc $\frac{D10}{js7}$



Hình 4.17



Hình 4.18

Ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ

Trên bản vẽ, lắp ghép then hoa được ghi kí hiệu giống như lắp ghép bề mặt trơn (hình 4.17).

Người ta cũng có thể ghi kí hiệu một cách tổng quát như trên hình 4.18:

$$d - 8 \times 36 \frac{H7}{f7} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{h9}$$

Theo kí hiệu lần lượt là : định tâm theo bề mặt d , số răng then hoa là 8 ($z = 8$) ; lắp ghép theo yếu tố định tâm là $\phi 36 \frac{H7}{f7}$, bề mặt D có kích thước danh nghĩa là 40mm, miền dung sai kích thước D của lỗ là $H12$, của trục là $a11$, lắp ghép the kích thước b là : $7 \frac{D9}{h9}$.

Cũng tương tự, khi định tâm theo bề mặt ngoài D có thể ghi kí hiệu như sau :

$$D - 8 \times 36 \times 40 \frac{H7}{f7} \times 7 \frac{F8}{f7}$$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Tiêu chuẩn dung sai lắp ghép bề mặt trơn TCVN 2244-99 quy định bao nhiêu cấp chính xác và ký hiệu chúng như thế nào?
2. Thế nào là hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản và trục cơ bản?
3. Sai lệch cơ bản là gì ? TCVN 2244-99 quy định dãy các sai lệch cơ bản như thế nào ?
4. Có mấy nhóm lắp ghép tiêu chuẩn và đặc tính của chúng như thế nào ?
5. Cho thí dụ về ký hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ và giải thích các ký hiệu đó.
6. Nêu phạm vi ứng dụng của hai kiểu lắp ghép sau : H7/f7, H7/k6.
7. Tiêu chuẩn quy định có mấy cấp chính xác chế tạo ổ lăn và ký hiệu chúng như thế nào ?
8. Có mấy dạng tải trọng tác dụng lên các vòng ổ lăn và đặc tính của từng dạng ?
9. Nêu phương pháp chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho lắp ghép ổ lăn với trục và với lỗ thân hộp ?
10. Nêu các miền dung sai tiêu chuẩn được quy định đối với kích thước chiều rộng b của then, rãnh trên trục và rãnh trên bạc ?
11. Từ các miền dung sai tiêu chuẩn hãy chọn một kiểu lắp cho mỗi ghép then khi bạc cố định trên trục ?
12. Lắp ghép then hoa được thực hiện theo mấy yếu tố kích thước , tại sao ?
13. Có mấy phương pháp thực hiện đồng tâm hai chi tiết then hoa, tương ứng với các phương pháp đó thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố kích thước nào ?
14. Trình bày cách ghi ký hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ ?

Chương 5

DUNG SAI LẤP GHÉP REN

5.1. DUNG SAI KÍCH THƯỚC REN

5.1.1. Các thông số kích thước cơ bản

Các thông số kích thước cơ bản của ren được trình bày theo TCVN 2248-77 bao gồm:

- Đường kính ngoài của ren ngoài (bulông): d ;
- Đường kính ngoài của ren trong (đai ốc): D ;
- Đường kính trung bình của ren ngoài: d_2 ;
- Đường kính trung bình của ren trong : D_2 ;
- Bước ren: p ; góc đỉnh ren: $\alpha = 60^\circ$
- Chiều cao của ren: H ;

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

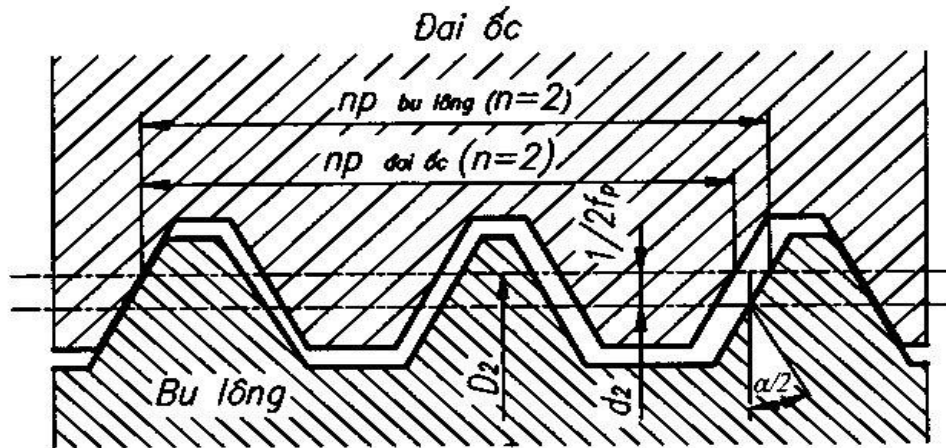
5.1.2 Ảnh hưởng sai số các yếu tố đến tính lắp lẫn của ren

Bề mặt ren là bề mặt xoắn vít, độ chính xác tạo hình của nó chủ yếu do 3 thông số kích thước cơ bản quyết định: đường kính d_2 , (D_2), bước ren p và góc profin ren α .

a) Ảnh hưởng của sai số bước ren ΔP

Sai số bước ren là hiệu giữa bước thực và bước danh nghĩa. Sai số bước ren bao gồm các thành phần : sai số tích lũy, sai số chu kỳ và sai số cục bộ. Tỷ lệ giữa các thành phần đó tùy thuộc vào công nghệ chế tạo ren, độ chính xác của máy và dụng cụ cắt ren...

Khi có sai số bước ren, chẳng hạn sai số tích lũy bước ΔP_n thì dù cho đường kính trung bình của ren đai ốc và bulong bằng nhau vẫn không vặn vào nhau được. Muốn vặn vào được thì hoặc là giảm đường kính trung bình của bulong hoặc tăng đường kính trung bình của đai ốc lên 1 lượng tương ứng là f_p (hình 5.1).



Hình 5.1

$$f_p = \Delta P_n \cdot \cotg \frac{\alpha}{2}$$

f_p – là lượng bồi thường đường kính của sai số bước ren

- Đối với ren hệ mét $\alpha = 60^\circ$

$$f_p = 1,732\Delta P_n$$

- Đối với ren hệ Anh $\alpha = 55^\circ$

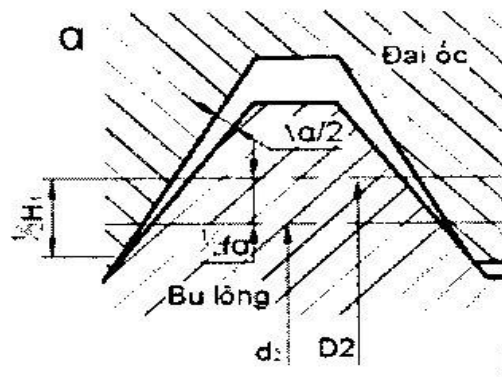
$$f_p = 1,921\Delta P_n$$

b) Ảnh hưởng của sai số góc profin ren $\Delta \frac{\alpha}{2}$

Sai số góc profin là hiệu giữa giá trị thực và danh nghĩa của nửa góc profin ren $\frac{\alpha}{2}$ (sai số bao gồm sai số của góc α và sai số vị trí góc α so với đường tâm ren).

Sai số góc profin ren được xác định như sau :

$$\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{|\Delta\alpha / 2_{\text{phải}}| + |\Delta\alpha / 2_{\text{trái}}|}{2}$$



Hình 5.2

Cũng tương tự như ảnh hưởng sai số bước ren, khi xuất hiện sai số góc profin ren thì bulong và đai ốc cũng không thể vặn vào nhau được. Để chúng vặn vào nhau được thì hoặc là ta phải giảm đường kính trung bình của ren đai ốc 1 lượng f_α tương ứng, (hình 5.2):

$$f_\alpha = \frac{0,582H_1}{\sin \alpha}, \text{ với } f_\alpha - \mu\text{m}; H_1 - \text{mm}; \Delta \alpha/2 - \text{phút góc}$$

- Đối với ren hệ mét $H_1 = 0,54P$ thì $f_\alpha = 0,36.P. \Delta \alpha/2$

- Đối với ren hệ Anh $f_\alpha = 0,36.P. \Delta \alpha/2$.

c) Sai số của bản thân đường kính trung bình

Ngoài sai số bước và góc profin ren, còn có sai số của bản thân đường kính trung bình f_{d_2} (D_2). Nó là hiệu số giữa đường kính trung bình thực và đường kính trung bình danh nghĩa. Sai số f_{d_2} được tính tương tự như sai số đường kính của chi tiết trụ trơn:

$$f_{d_2} = K \sqrt[3]{d_2}$$

Từ khảo sát trên ta thấy rằng: sai số của bước và góc profin ren có thể được coi như là sai số của đường kính trung bình. Vì vậy khi quy định dung sai cho đường kính trung bình ta phải tính thêm lượng bồi thường cho sai số bước (ΔP_n) và sai số góc profin ren ($\Delta \alpha/2$) là :

$$f_p + f_\alpha.$$

Đường kính trung bình có tính đến lượng bồi thường cho sai số bước và góc profin ren gọi là đường kính trung bình biểu kiến d'_2 :

$$d'_2 = d_2 + f_p + f_\alpha$$

$$D_2' = D_2 - (f_p + f_\alpha)$$

Như vậy để đảm bảo tính đôi lẫn của ren, tiêu chuẩn chỉ quy định dung sai cho d_2 , d và D_2 , D_1 tùy theo cấp chính xác chế tạo ren

5.1.3. Cấp chính xác chế tạo ren

TCVN 1917 – 93 quy định các cấp chính xác chế tạo ren theo bảng 5.1

Bảng 5.1. CẤP CHÍNH XÁC KÍCH THƯỚC REN

Dạng ren	Đường kính của ren	Cấp chính xác
Ren ngoài	d	4 ; 6 ; 8
	d_2	3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9
Ren trong	D_2	4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8
	D_1	4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8

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

5.2. LẮP GHÉP REN

Lắp ghép ren cũng có đặc tính như lắp ghép trụ trơn. Nó bao gồm: lắp ghép có độ hở, lắp ghép có độ dôi và lắp ghép trung gian.

5.2.1. Lắp ghép có độ hở

Đối với ren kẹp chặt và ren truyền động thì sử dụng chủ yếu lắp ghép có độ hở. Sai lệch cơ bản của các kích thước d , d_2 , D_2 , D_1 được quy định theo TCVN 1917 – 93 và được chi dẫn trong bảng 5.2

Bảng 5.2. SAI LỆCH CƠ BẢN CỦA KÍCH THƯỚC REN (LẮP GHÉP CÓ ĐỘ HỖ)

Dạng ren	Đường kính của ren	Cấp chính xác
Ren ngoài	d	d ; e ; f ; g ; h
	d_2	d ; e ; f ; g ; h
Ren trong	D_2	G ; H
	D_1	G ; H

Miền dung sai ứng với các cấp chính xác và các sai lệch cơ bản được chỉ dẫn trong bảng 5.3 (TCVN 1917 – 93)

Sự phối hợp bất kì của miền dung sai kích thước đai ốc và kích thước bulong ta được các lắp ghép có đặc tính khác nhau.

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

Bảng 5.3. MIỀN DUNG SAI KÍCH THƯỚC REN (LẮP GHÉP CÓ ĐỘ HỒ)

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			4H5H	5H				6H
Trung bình	(5G)	5H	6G			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).										

5.2.2. Lắp ghép trung gian

Lắp ghép trung gian được sử dụng đối với những mối ghép cố định khi kết cấu của bộ phận máy không cho phép sử dụng đai ốc hoặc khi cần thiết siết chặt để chống tự tháo lỏng của chi tiết ren làm việc trong những điều kiện tải trọng thay đổi, chấn động và nhiệt độ cao. Mỗi

ghép ren có kiểu lắp trung gian thường dung thành phần phụ để siết chặt chẳng hạn : mặt vai, mặt gờ phẳng hoặc đoạn ren cạn hình côn đầu vít cấy vào thân khi loại (thép, gang, hợp kim nhôm).

Sai lệch cơ bản của kích thước ren được quy định theo TCVN 2249-93, và được chỉ dẫn trong bảng 5.4.

Bảng 5.4. SAI LỆCH CƠ BẢN CỦA KÍCH THƯỚC REN (Lắp ghép trung gian)

Dạng ren	Đường kính ren	Khoảng kích thước danh nghĩa, d - mm	Sai lệch cơ bản
Ren ngoài	d	Từ 5 ÷ 45	g
	d ₂	Từ 5 ÷ 16	j _k , m
		18 ÷ 30	J, m
		33 ÷ 45	j _h
Ren trong	D, D ₂ , D ₁	Từ 5 ÷ 45	H

Miền dung sai kích thước và các kiểu lắp tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 5.5 (TCVN 2249-93).

Trị số dung sai ứng với các cấp chính xác 4, 5, 6 và trị số sai lệch cơ bản ứng với g, H theo quy định của TCVN 1917-93.

Trị số dung sai ứng với cấp chính xác 2,3 và sai lệch cơ bản ứng với j_h, j, j_k, m theo quy định của TCVN 2249-93.

Giá trị sai lệch giới hạn các kích thước ren ứng với các miền dung sai được quy định theo TCVN 2249-93.

Bảng 5.5. MIỀN DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP REN (Lắp ghép trung gian)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Vật liệu của chi tiết có ren trong	Miền dung sai		Lắp ghép
		Ren ngoài	Ren trong	
Từ 5 ÷ 16	Thép	4j _k , 2m	4H6H ; 3H6H	$\frac{4H6H}{4j_k} ; \frac{3H6H}{2m}$

	Gang, hợp kim nhôm và hợp kim magie	$4j_k, 2m$	5H6H ; 3H6H	$\frac{5H6H}{4j_k} ; \frac{3H6H}{2m}$
Từ 18 ÷ 30	Thép	$4j, 2m$	4H6H ; 3H6H	$\frac{4H6H}{4j} ; \frac{3H6H}{2m}$
	Gang, hợp kim nhôm và hợp kim magie	$4j, 2m$	5H6H ; 3H6H	$\frac{5H6H}{4j} ; \frac{3H6H}{2m}$
Từ 33 ÷ 45	Thép, gang, hợp kim nhôm và hợp kim magie	$4j_h$	5H6H	$\frac{5H6H}{4j_h}$

5.2.3. Lắp ghép có độ dôi

Lắp ghép có độ dôi được sử dụng đối với những mối ghép cố định cần siết chặt tương tự như lắp ghép trung gian nhưng không có thành phần phụ để siết chặt.

Sai lệch cơ bản của kích thước ren được quy định theo TCVN 2530-93 và được ghi trong bảng 5.6.

Bảng 5.6. SAI LỆCH CƠ BẢN CỦA KÍCH THƯỚC REN (lắp ghép có độ dôi)

Dạng ren	Đường kính của ren	Sai lệch cơ bản khi bước ren, p, mm	
		Đến 1,25	Lớn hơn 1,25
Ren ngoài	d	e	c
	d_2	n, p, r	
Ren trong	D và D_2	H	
	D_1	D	C

Miền dung sai kích thước và kiểu lắp tiêu chuẩn được chi dẫn trong bảng 5.7 (TCVN 2250-93)

Trị số dung sai ứng với cấp chính xác 3, 4, 5 và sai lệch cơ bản H theo quy định của TCVN 1917 – 93.

Trị số dung sai ứng với cấp chính xác 2 và sai lệch cơ bản n, p, r và D, C tra theo quy định của TCVN 2250 – 93.

Trị số sai lệch giới hạn các kích thước re ứng với các miền dung sai được quy định theo TCVN 2250 – 93.

**Bảng 5.7. MIỀN DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP, TCVN 2250 – 93
(Lắp ghép có độ hở)**

Vật liệu của chi tiết có ren trong	Miền dung sai			Lắp ghép		Điều kiện phụ của lắp ráp
	Ren ngoài	Ren trong				
		Đối với bước ren P, mm		Đối với bước ren P, mm		
		Đến 1,25	> 1,25	Đến 1,25	> 1,25	
Gang và hợp kim nhôm	2r	2H5D	2H5C	$\frac{2H5D}{2r}$	$\frac{2H5C}{2r}$	-
Gang, hợp kim nhôm, hợp kim magie	3P(2)	2H5D(2)	2H5C(2)	$\frac{2H5D(2)}{3P(2)}$	$\frac{2H5C(2)}{3P(2)}$	Phân thành 2 nhóm
Thép, hợp kim bền cao và hợp kim titan	3n(3)	2H4D(3)	2H4C(3)	$\frac{2H4D(3)}{3n(3)}$	$\frac{2H4C(3)}{3n(3)}$	Phân thành 3 nhóm

5.2.4. Ghi kí hiệu sai lệch và lắp ghép ren trên bản vẽ

Lắp ghép ren cũng được kí hiệu dưới dạng phân số sau kí hiệu ren. Ví dụ : M12 × 1- 6H/6g, từ số kí hiệu miền dung sai ren trong, 6H

(cấp chính xác 6, sai lệch cơ bản H), mẫu số kí hiệu miền dung sai ren ngoài, 6g (cấp chính xác 6, sai lệch cơ bản g). Tiêu chuẩn cũng cho phép sử dụng lắp ghép ren có sự phối hợp các miền dung sai khác nhau của đường kính trung bình và đường kính ngoài, d (đối với ren ngoài) hoặc đường kính trong, D_1 (đối với ren trong), ví dụ : $M12 \times 1 - 4H5H/4h$ hoặc $M12 \times 1 - 7H/7g6g$.

Miền dung sai ren trong, 4H5H là phối hợp miền dung sai đường kính trung bình (D_2) 4H với miền dung sai đường kính trong (D_1), 5H. Miền dung sai ren ngoài 7g6g là phối hợp miền dung sai đường kính trung bình (d_2), 7g với miền dung sai đường kính ngoài (d), 6g.

Sai lệch kích thước chi tiết ren được ghi kí hiệu như sau :

$M12 \times - 6H$ hoặc $M12 \times 1 - 4H5H$ đối với ren trong

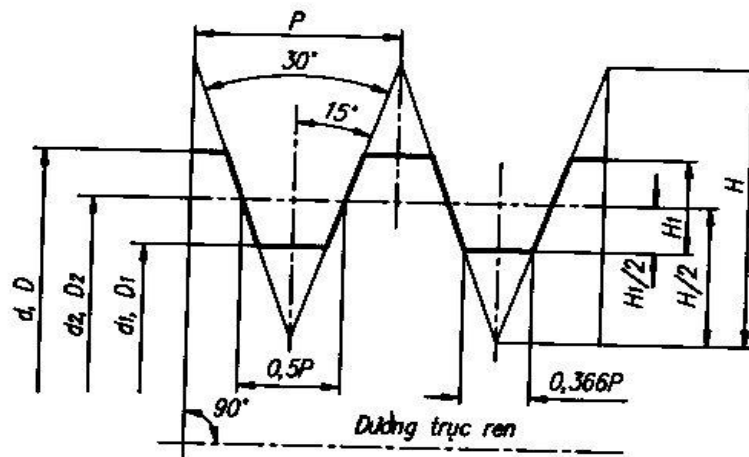
$M12 \times 1 - 6g$ hoặc $M12 \times 1 - 7g6g$ đối với ren ngoài.

5.3. DUNG SAI LẮP GHÉP REN HÌNH THANG

Mỗi ghép ren hình thang được sử dụng để truyền chuyển động tịnh tiến, ví dụ : vít me, vít bàn dao trong máy công cụ, vít nâng của máy và máy ép v.v.. Ren hình thang có hai loại : ren hình thang một đầu một đầu mỗi và ren hình thang nhiều đầu mỗi.

5.3.1 Các thông số kích thước cơ bản

Profin cơ bản và các thông số kích thước ren vít và đai ốc được quy định theo TCVN 2254 – 77 và được chỉ dẫn trên hình 5.3.



Hình 5.3

5.3.2 Dung sai lắp ghép ren hình thang một đầu mối

Sai lệch cơ bản và cấp chính xác của kích thước ren được quy định theo TCVN 4683 – 89 và được chỉ dẫn trong bảng 5.8

**Bảng 5.8. SAI LỆCH CƠ BẢN VÀ CẤP CHÍNH XÁC
(REN HÌNH THANG MỘT ĐẦU MỐI)**

Dạng ren		Sai lệch cơ bản (es, EI)	Cấp chính xác
Vít	Ngoài, d	h	4 ; 6
	Trung bình, d_2	c, e, g, h	6 ; 7 ; 8 ; 9
	Trong, d_1	H	6 ; 7 ; 8 ; 9
Đai ốc	Ngoài, D	H	
	Trung bình, D_2	H	6 ; 7 ; 8 ; 9
	Trong, D_1	H	4

Cấp chính xác 6 của đường kính ngoài vít chỉ sử dụng đối với ren chế tạo bằng phương pháp cán. Đường kính trong (d_1) của vít phải ở cùng cấp chính xác với đường kính trung bình (d_2) của nó .

Trị số dung sai kích thước ứng với các cấp chính xác và trị số các sai lệch cơ bản được quy định theo TCVN 4683 – 89.

Việc chọn miền dung sai và các kiểu lắp tùy thuộc vào yêu cầu về mức độ chính xác và chiều dài vắn ren của mối ghép ren (bảng 5.9). Đối với ren hình thang TCVN 4683 – 89 cũng quy

Định 3 loại chính xác : chính xác, trung bình, thô và 2 loại chiều dài vắn ren : bình thường (N) và dài (L).

**Bảng 5.9. MIỀN DUNG SAI KÍCH THƯỚC REN
(REN HÌNH THANG MỘT ĐẦU MỐI)**

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vắn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Chính xác	6e, 6g	7e	6H	7H
Trung bình	7e, 7g	8e	7H	8H
Thô	8c, 8e	9c	8H	9H

5.3.3. Dung sai lắp ghép ren hình thang nhiều đầu mối

Dãy sai lệch cơ bản và cấp chính xác của kích thước ren được quy định theo TCVN 2255 – 77 và được chỉ dẫn trong bảng 5.10.

Cũng tương tự như ren một đầu mối, đường kính trong (d_1) của vít phải ở cùng cấp chính xác với đường kính trung bình (d_2) của nó. Trị số dung sai ứng với các cấp chính xác và trị số các sai lệch cơ bản được quy định theo TCVN 2255 – 77. Việc chọn miền dung sai và các kiểu lắp cũng tương tự như ren hình thang một đầu mối (bảng 5.11).

**Bảng 5.10. SAI LỆCH CƠ BẢN VÀ CẤP CHÍNH XÁC
(REN HÌNH THANG NHIỀU ĐẦU MỐI)**

Dạng ren	Đường kính	Sai lệch cơ bản (es, EI)	Cấp chính xác
Vít	Ngoài, d	h	4
	Trung bình, d_2	c, e, g, h	7 ; 8 ; 9 ; 10
	Trong, d_1	H	7 ; 8 ; 9 ; 10
Đai ốc	Ngoài, D	H	-
	Trung bình, D_2	H	7 ; 8 ; 9
	Trong, D_1	H	4

**Bảng 5.11. MIỀN DUNG SAI KÍCH THƯỚC REN
(REN HÌNH THANG MỘT ĐẦU MỖI)**

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vắn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Chính xác	7e, 7g	8e	7H	8H
Trung bình	8c, 8e	9c	8H	9H
Thô	9c	10c	9H	9H
Miền dung sai trong khung được sử dụng ưu tiên				

5.3.4. Ký hiệu ren hình thang trên bản vẽ

Cũng tương tự như ren hệ mét, sai lệch và dung sai kích thước chi tiết ren hình thang được kí hiệu theo thứ tự, Ví dụ :

Tr 20 × 4 – 7e đối với ren ngoài (vít)

Tr 20 × 4 – 7H đối với ren trong (đai ốc)

Tr 20 – chỉ ren hình thang, đường kính danh nghĩa $d = 20\text{mm}$, bước ren $p = 4\text{mm}$, miền dung sai ren ngoài là 7e, ren trong là 7H. Nếu ren trái thì thêm chữ “LH” ví dụ : Tr 20 × 4 LH – 7e.

Trên bản vẽ lắp, lắp ghép ren cũng được kí hiệu dưới dạng phân số, từ số kí hiệu ren đai ốc (ren trong) còn mẫu số kí hiệu ren vít (ren ngoài), ví dụ

Tr 20 × 4 – 7H/7e

Đối với ren hình thang nhiều đầu mối cũng được ghi kí hiệu tương tự như ren hình thang một đầu mối và bổ sung thêm kí hiệu bước ren nhiều đầu mối và để trong dấu ngoặc, ví dụ :

Tr 20 × 4 (P2) - 8e đối với ren vít;

Tr 20 × 4 (P2) - 8H đối với ren đai ốc;

Tr 20 × 4 (P2) - 8H/8e đối với lắp ghép ren

(P2): chỉ ren nhiều đầu mối bước là 2mm.

Như vậy ta có thể suy ra số đầu mối là: $n = 4/2 = 2$ mỗi ren.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Các thông số cơ bản của ren hệ mét theo TCVN 2248-77 là những thông số nào?
2. Các sai số nào ảnh hưởng đến tính lắp lẫn của ren?
3. Có mấy cấp chính xác chế tạo ren, là những cấp nào, cho các thông số nào?
4. Có mấy kiểu lắp ghép ren hệ mét, là những kiểu nào?
5. Cách ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép ren trên bản vẽ?
6. Thế nào là ren hình thang, các thông số kích thước cơ bản của ren hình thang?
7. Dung sai lắp ghép ren hình thang một đầu mối?
8. Dung sai lắp ghép ren hình thang nhiều đầu mối?
9. Cách ghi ký hiệu sai lệch và lắp ghép ren hình thang trên bản vẽ?
10. Thế nào là đường kính trung bình biểu kiến, nêu công thức tính?

Chương 6

DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

6.1. CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT CỦA TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

Tuỳ theo chức năng sử dụng mà chúng có các yêu cầu khác nhau.

6.1.1. Truyền động chính xác

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

6.1.2. Truyền động tốc độ cao

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

6.1.3. Truyền động công suất lớn

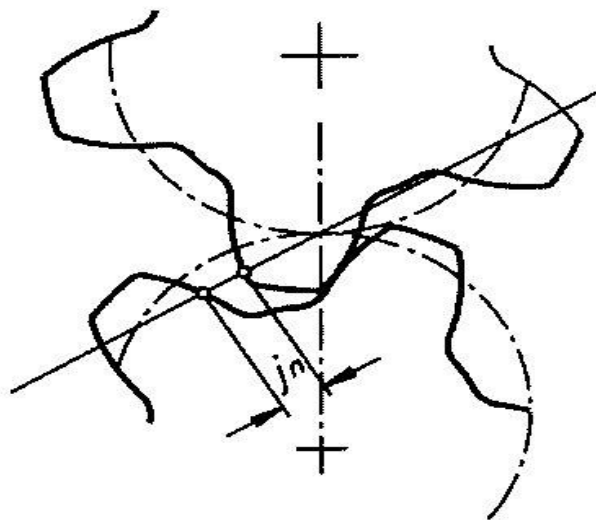
Truyền động với tốc độ nhỏ nhưng truyền mô men xoắn lớn. Bánh răng của truyền động thường có mô đun lớn và chiều dài răng lớn. Ví dụ truyền động bánh răng trong máy cán thép, trong các cơ cấu nâng hạ như cần trục, ba lăng...

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

6.1.4. Độ hở mặt bên

Đối với bất kỳ truyền động bánh răng nào cũng cần phải có độ hở mặt bên giữa các mặt răng phía không làm việc của cặp răng ăn khớp (hình 6.1). Độ hở đó cần thiết để tạo điều kiện bôi trơn mặt răng, để bôi trơn thường cho sai số do dẫn nở nhiệt, do gia công và lắp ráp, tránh hiện tượng kẹt răng.

Như vậy, đối với bất kỳ truyền động bánh răng nào cũng phải có 4 yêu cầu: mức chính xác động học, mức chính xác làm việc êm, mức chính xác tiếp xúc và độ hở mặt bên. Nhưng tùy theo chức năng sử dụng mà đề ra yêu cầu chủ yếu đối với truyền động bánh răng, tất nhiên yêu cầu chủ yếu ấy phải ở mức chính xác cao hơn các yêu cầu khác. Ví dụ : truyền động bánh răng trong các hộp tốc độ, thì yêu cầu chủ yếu là "mức làm việc êm" và nó phải ở mức cao hơn mức chính xác động học và tiếp xúc.



Hình 6.1

6.2. SAI SỐ GIA CÔNG VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÚNG ĐẾN CÁC YÊU CẦU KỸ THUẬT CỦA TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

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

- Sai số hướng tâm: bao gồm tất cả những sai số gây ra sự dịch chuyển pôfin răng theo hướng tâm bánh răng.
- Sai số tiếp tuyến: bao gồm tất cả những sai số gây ra sự dịch chuyển pôfin răng theo hướng tiếp tuyến với vòng chia.

- Sai số hướng trục, là những sai số làm profin răng dịch chuyển sai với vị trí lí thuyết dọc theo trục bánh răng.

- Sai số profin răng lưỡi cắt của dụng cụ cắt răng.

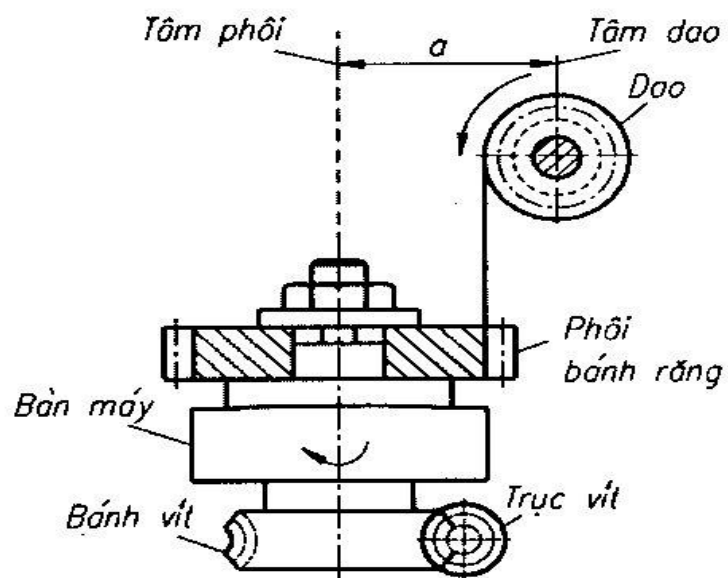
Chúng ta lần lượt xét ảnh hưởng của các sai số đó đến các yêu cầu kĩ thuật của truyền động bánh răng như thế nào và nó thể hiện trên bánh răng bằng sự thay đổi của thông số hình học và động học nào.

6.2.1. Sai số hướng tâm.

Sai số này là tổng hợp những nguyên nhân làm thay đổi khoảng cách tâm giữa bánh răng gia công và dụng cụ cắt răng. Xét trường hợp gia công bánh răng trên máy phay lăn răng (phương pháp bao hình) theo sơ đồ như hình 6.2.

Loại sai số này có tính chu kì. Nếu chu kì thay đổi theo chu kì quay của phôi thì sai số đó thuộc loại tần số thấp. Nếu chu kì thay đổi theo chu kì quay của dao hoặc nhỏ hơn thì sai số đó thuộc loại tần số cao.

a) Sai số hướng tâm tần số thấp là những sai số làm thay đổi tâm phôi khi gia công, tức là những sai số mà nguyên nhân của nó gắn liền với phôi và bàn máy mang phôi. Chẳng hạn độ đảo tâm của bàn máy, độ đảo của trục mang phôi, độ đảo của phôi do khe hở lắp ghép giữa trục mang phôi và lỗ phôi. Các nguyên nhân kể trên dẫn đến kết quả là bánh

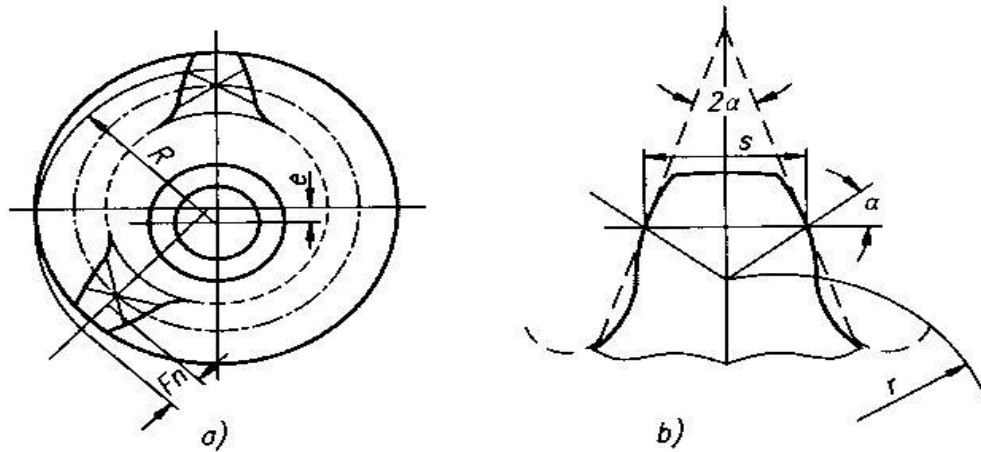


Hình 6.2

răng gia công có vành răng lệch so với tâm lô bánh răng (tâm quay của bánh răng trong truyền động), tức là gây ra độ lệch tâm giữa vòng cơ sở với tâm quay bánh răng. Sai số này làm thay đổi tỉ số truyền của truyền động với chu kì 1 lần sau 1 vòng quay của bánh răng, nó ảnh hưởng đến mức chính xác động học của bánh răng.

Sai số hướng tâm tần số thấp thể hiện trên bánh răng bằng sự thay đổi của các tông số hình học sau:

- Độ đảo hướng tâm của vành bánh răng kí hiệu là F_r - là hiệu lớn nhất khoảng cách từ tâm quay bánh răng đến đoạn thẳng chia của prôfin gốc danh nghĩa, đặt trên răng hay rãnh răng trong giới hạn vành răng của bánh răng (1 vòng quay), (hình 6.3a).



Hình 6.3

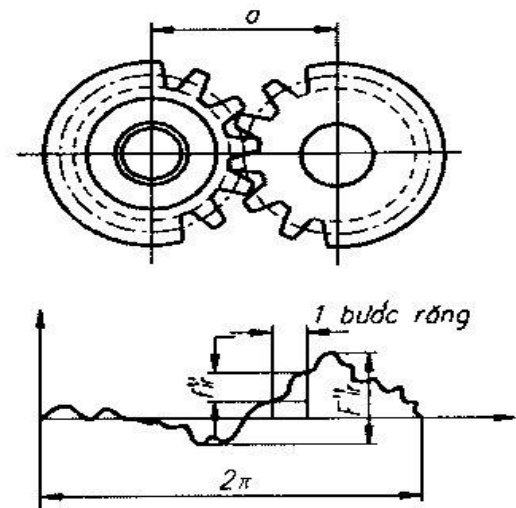
Trong thực tế ta đã xác định bằng hiệu lớn nhất của khoảng cách từ tâm làm việc đến dây cung cố định s của bánh răng trong phạm vi vành răng (hình 6.3b).

- Độ dao động khoảng cách tâm đo sau 1 vòng:

F_r'' - là sự thay đổi lớn nhất của khoảng cách giữa tâm bánh răng có sai số (bánh răng đo) và bánh răng mẫu chính xác ăn khớp khít với nhau, khi quay bánh răng đo đi 1 vòng (hình 6.4).

Độ dao động khoảng cách tâm đo phản ánh sự dịch chuyển hướng tâm của prôfin răng.

- Sai số tích lũy bước răng - F_{pr} là hiệu đại số lớn nhất của các giá trị sai số tích lũy k bước răng, với tất cả các giá



Hình 6.4

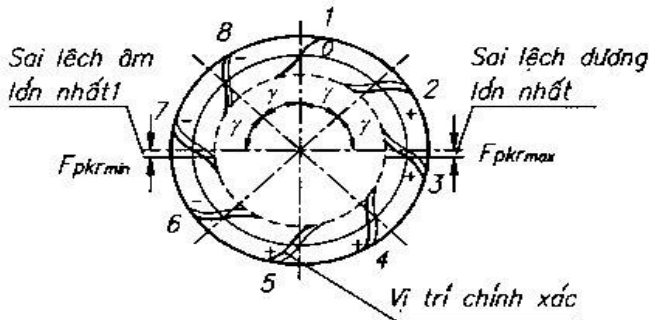
trị k từ 2 đến $\frac{z}{2}$ (z là số răng của bánh răng).

Chẳng hạn trường hợp $k = \frac{z}{2}$ mà sai số tích lũy k bước như biểu thị trên hình 6.5 thì:

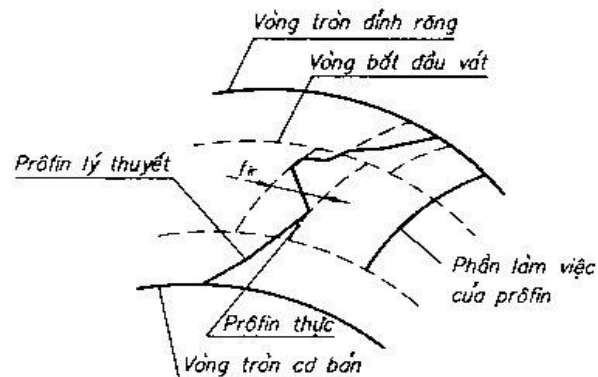
$$F_{pr} = F_{pkrmax} - F_{pkrmin}$$

b) Sai số hướng tâm tần số cao là những sai số gây ra do dịch chuyển tâm dao khi gia công. Nguyên nhân phát sinh ra chúng gắn liền với dao và trục mang dao, chẳng hạn độ đảo tâm của vành răng của dao, độ đảo do khe hở lắp ghép giữa dao và trục mang dao...

Chu kỳ của sai số là chu kỳ quay của dao, có nghĩa là sai số lặp đi lặp lại n lần sau một vòng quay của phôi bánh răng. Sự dịch chuyển tâm dao khi gia công sẽ gây ra sự dịch chuyển hướng tâm của prôfin răng theo chu kỳ tần số cao. Đó chính là nguyên nhân gây ra sự thay đổi tức thời về tốc độ, gây va đập và ồn. Sai số hướng tâm tần số cao ảnh hưởng đến "mức làm việc êm" và được thể hiện bằng sự thay đổi của các thông số hình học sau:



Hình 6.5



Hình 6.6

- Sai số pôfin răng f_{fr} là khoảng cách pháp tuyến giữa 2 pôfin mặt đầu danh nghĩa bao lấy pôfin mặt đầu thực (hình 6.6).

- Độ dao động khoảng cách tâm đo sau một răng f''_r - là sự dịch chuyển pôfin răng theo hướng tâm với tần số cao. Nó làm cho khoảng cách tâm đo (a) thay đổi theo tần số cao, tần số bằng số răng (z) chẳng hạn, hình 8.4.

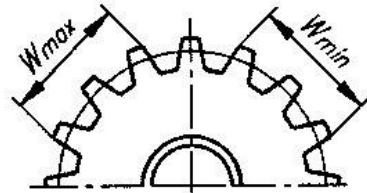
- Sai lệch bước răng - f_{pir} là sai lệch giới hạn trên và dưới của bước răng pt. Nó chính là sai số động học của bánh răng khi bánh răng quay 1 góc bằng bước góc danh nghĩa.

6.2.2. Sai số hướng tiếp tuyến

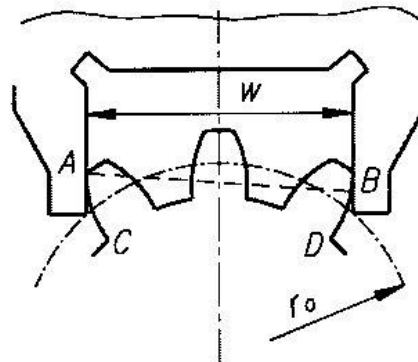
Nguyên nhân chủ yếu là sai số của chuyển động bao hình tức là sai số của xích động học từ dao đến phôi trên máy cắt răng. Sai số tiếp tuyến cũng có hai thành phần: sai số tiếp tuyến tần số thấp và sai số tiếp tuyến tần số cao.

a) *Sai số tiếp tuyến tần số thấp* là sai số mà nguyên nhân phát sinh ra nó gắn liền với bánh răng vít của xích bao hình.

Chẳng hạn vành răng của bánh vít bị đảo hay độ đảo của bánh răng vít do độ lệch tâm giữa tâm quay của bàn máy và của bánh răng vít.



Hình 6.7



Những nguyên nhân đó làm cho bàn máy mang phôi quay không đều với sai số có cùng chu kỳ với chu kỳ quay của phôi. Cũng như sai số

hướng tâm tần số thấp, sai số tiếp tuyến tần số thấp ảnh hưởng đến mức chính xác động học và được thể hiện bằng sự thay đổi của các thông số sau:

- Sai số tích lũy bước: F_{pr} - sự dịch chuyển pôfin răng gia công theo hướng tiếp tuyến cùng với sự dịch chuyển theo hướng tâm gây ra sai số tích lũy bước răng.

- Độ dao động khoảng pháp tuyến chung F_{vwr} - sự dịch chuyển pôfin răng theo hướng tiếp tuyến trực tiếp gây ra độ dao động khoảng pháp tuyến chung trong phạm vi 1 vòng quay của bánh răng. (hình 6.7) :

$$F_{vwr} = W_{max} - W_{min}$$

Pháp tuyến chung W - là khoảng cách giữa 2 mặt phẳng song song tiếp xúc với hai pôfin răng khác tên, đoạn AB (hình 6.7).

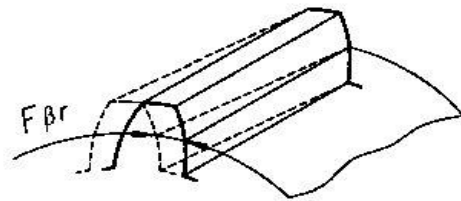
- Sai số lăn răng F_{cr} , sai số tiếp tuyến tần số thấp có thể được đánh giá thông qua chính sai số này, tức là sai số động học của xích bao hình của máy. Sai số lăn răng là sai số lớn nhất về góc quay giữa bánh răng gia công và dụng cụ cắt răng (dao phay răng), tính bằng giây góc. Người ta có thể đo trực tiếp giá trị của F_{cr} trên máy cắt răng.

b) Sai số tiếp tuyến tần số cao

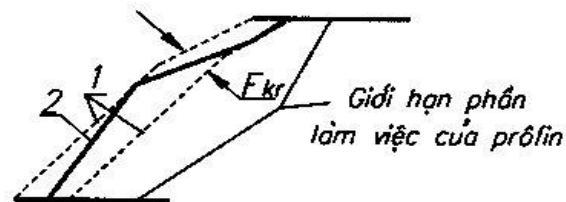
Nguyên nhân phát sinh ra sai số gắn liền với trục vít và các bánh răng trung gian, chẳng hạn độ đảo của chúng làm cho bàn máy mang phôi quay không đều với sai số có tần số lớn hơn tần số quay của phôi, n lần sau một vòng quay của phôi. Loại sai số này gây ra sự dịch chuyển pôfin răng theo hướng tiếp tuyến theo chu kì với tần số cao, nó ảnh hưởng đến mức làm việc êm của truyền động.

Sai số tiếp tuyến tần số cao được thể hiện trên bánh răng bằng sự thay đổi của các thông số sau:

- Độ dao động khoảng cách tâm đo sau một răng f''_{rr}



Hình 6.8



Hình 6.9

- Sai số prôfin răng f_{fr}
- Sai số bước răng - f_{ptr}

6.2.3. Sai số hướng trục

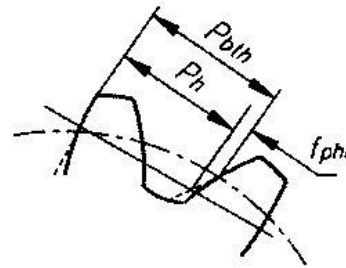
Sai số hướng trục phát sinh do phương chuyển động dọc trục phôi của dao không song song với đường tâm phôi gia công, sai số này được thể hiện bằng các sai số sau:

- Sai số hướng răng F_{br} , là khoảng cách giữa 2 đường thẳng hoặc đường xoắn (trường hợp răng nghiêng) lí thuyết nằm trên hình trụ đi qua giữa chiều cao răng và kẹp lấy hướng răng thực (hình 6.8).

- Sai số hình dạng và vị trí của đường tiếp xúc F_{kr} , là khoảng cách pháp tuyến giữa hai đường thẳng (1) nằm trong mặt phẳng tiếp tuyến với hình trụ cơ sở, song song với đường tiếp xúc danh nghĩa và kẹp lấy đường tiếp xúc thực (2) (hình 6.9).

6.2.4. Sai số prôfin lưỡi cắt của dụng cụ

Bao gồm sai số hình dạng và góc prôfin của lưỡi cắt. Sai số prôfin lưỡi cắt trực tiếp gây ra trên bánh răng gia công sai số prôfin (f_{fr}) và sai lệch bước cơ sở f_{pbr} . Sai lệch bước cơ sở là hiệu giữa bước cơ sở thực và danh nghĩa đo trong mặt phẳng thẳng góc với hướng răng (hình 6.10).



Hình 6.10

Các sai số này xuất hiện theo chu kì quay của dao có nghĩa là lặp đi lặp lại n lần sau 1 vòng quay của bánh răng. Nó ảnh hưởng đến mức làm việc êm và mức tiếp xúc mặt răng.

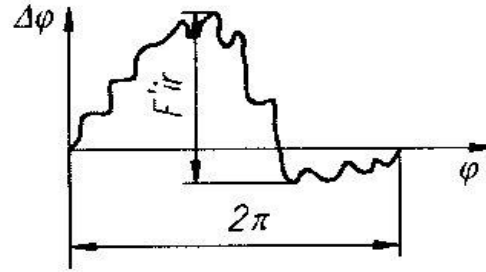
6.3. ĐÁNH GIÁ MỨC CHÍNH XÁC TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

Mức chính xác của truyền động bánh răng được đánh giá thông qua các mức chính xác yêu cầu của truyền động: mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và mức độ hở mặt bên.

6.3.1. Đánh giá mức chính xác động học

Mức chính xác động học được đánh giá bằng chính sai số động học của bánh răng (F_{ir}) là sai số lớn nhất về góc quay của bánh răng

trong phạm vi một vòng quay khi nó ăn khớp với bánh mẫu chính xác (hình 6.11). Sai số động học là tổng hợp ảnh hưởng của tất cả các loại sai số gia công đến mức chính xác động học "chi tiêu tổng hợp".

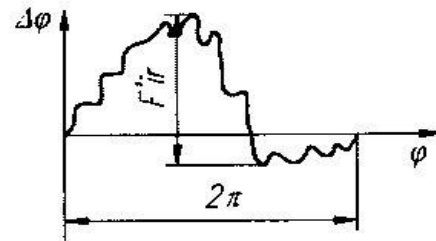


Hình 6.11

Mức chính xác động học có thể được đánh giá thông qua một hay một cặp các thông số riêng phản ánh ảnh hưởng của sai số hướng tâm và sai số tiếp tuyến tần số thấp, ví dụ: F_{pr} và F_{vwr} ; F_{rr} và F_{cr} ... (bảng 6.1).

6.3.2. Đánh giá mức làm việc êm

Mức chính xác làm việc êm được đánh giá bằng "sai số động học cục bộ" của bánh răng - f'_{ir} là hiệu số lớn nhất giữa các giá trị lớn nhất và nhỏ nhất kế tiếp nhau của sai số động học cục bộ của bánh răng, (hình 6.12).



Hình 6.12

Bảng 6.1. CÁC THÔNG SỐ ĐÁNH GIÁ MỨC CHÍNH XÁC CỦA BÁNH RĂNG TRỤ

Số bộ	Thông số đánh giá, kí hiệu	Dung sai - kí hiệu	Cấp chính xác khi $m \geq 1$
Mức chính xác động học			
1	F'_{ir}	F'_i	3-8
2	F_{pr}, F_{pkr}	F_p, F_{pk}	3-6
3	F_{pr}	F_p	7-8
4	F_{rr}, F_{vwr}	F_r, F_{vw}	3-8
5	F_{rr}, F_{cr}	F_r, F_c	3-8
6	F''_{ir}, F_{vwr}	F''_i, F_{vw}	5-8
7	F''_{ir}, F_{cr}	F''_i, F_c	5-8
8	F''_{ir}	F''_i	9-12
9	F_{rr}	F_r	7-8
Mức làm việc êm (với $\beta < 1,25$)			
1	f'_{ir}	f'_i	3-8
2	f_{pbr}, f_{fr}	f_{pb}, f_r	3-8

3	f_{pbr}, f_{ptr}	f_{pb}, f_{pt}	3-8
4	f''_u	f''_i	5-8
Mức tiếp xúc răng trong truyền động			
1	Vết tiếp xúc tổng	-	3-11
2	F_{Br}	F_{B}	3-12
3	F_{kr}	F_k	3-12
$\varepsilon \beta$ - hệ số trùng khớp dọc danh nghĩa			

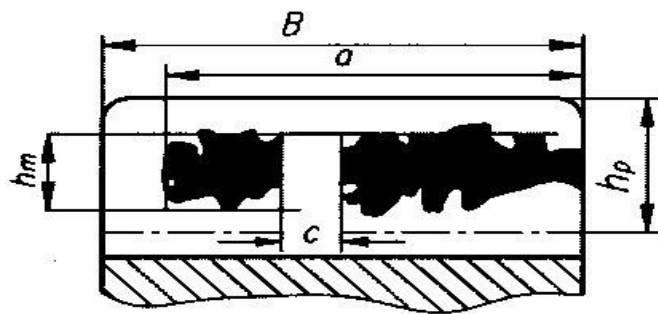
Sai số động học cục bộ là thành phần tần số cao của sai số động học (thành phần sai số lặp đi lặp lại n lần sau 1 vòng quay của bánh răng). Nó chính là sự thay đổi tốc độ góc tức thời, sinh ra gia tốc, gây va đập và ồn.

Sai số động học cục bộ thể hiện tổng hợp ảnh hưởng của các sai số gia công đến mức làm việc êm - "chỉ tiêu tổng hợp".

Mức chính xác làm việc êm còn được đánh giá thông qua 1 hoặc 1 cặp thông số riêng đặc trưng cho ảnh hưởng của sai số hướng tâm và tiếp tuyến tần số cao và sai số prôfin lưỡi cắt của dụng cụ gia công (xem bảng 6.1). Ví dụ cặp thông số f_{pbr}, f_{fr} . Sai lệch bước cơ sở (f_{pbr}) chủ yếu đặc trưng cho ảnh hưởng của sai số góc prôfin răng của lưỡi cắt. Sai số prôfin răng (f_{fr}) chủ yếu đặc trưng cho ảnh hưởng sai số hướng tâm và sai số tiếp tuyến tần số cao.

6.3.3. Đánh giá mức chính xác tiếp xúc.

Mức chính xác tiếp xúc được đánh giá bằng chính vết tiếp xúc mặt răng của bánh răng trong truyền động. Vết tiếp xúc là phần làm việc của mặt răng có vết tiếp xúc với răng của bánh răng thứ hai trong cặp truyền sau khi quay cặp truyền động có tải (phanh hãm nhẹ) (hình 6.13).



Hình 6.13

Vết tiếp xúc được đánh giá theo hai chiều:

Theo chiều cao $\frac{h_m}{h_p} 100\%$

Theo chiều dài $\frac{(a-c) \cos \beta}{B}$

trong đó:

h_m - chiều cao trung bình của vết tiếp xúc;

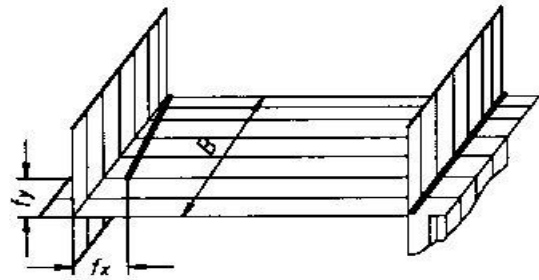
h_p - chiều cao làm việc của răng;

B - chiều rộng bánh răng;

β - góc nghiêng của răng, với bánh răng thẳng $\cos \beta = 1$.

Mức chính xác tiếp xúc còn được đánh giá theo các thông số riêng (bảng 6.1).

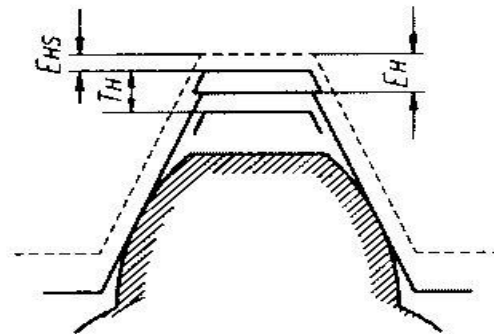
Ngoài sai số gia công đã xét ở trên sai số lắp ráp bánh răng trong truyền động cũng ảnh hưởng đến mức tiếp xúc mặt răng, ví dụ như sai số độ song song - f_{xr} , độ nghiêng f_{yr} của đường tâm bánh răng trong truyền động (hình 6.14).



Hình 6.14

6.3.4. Đánh giá mức độ hở mặt bên

Độ hở mặt bên J_n được xác định trong mặt phẳng thẳng góc với phương răng và tiếp xúc với hình trụ cơ sở (hình 8.1). Độ hở mặt răng trong truyền động được đánh giá bằng cách kiểm tra độ hở $J_{n \min}$, là trị số cho phép nhỏ nhất của độ hở mặt bên. Đối với những truyền động bánh răng không điều chỉnh vị trí tâm bánh răng thì độ hở mặt bên được đánh giá thông qua sai lệch khoảng cách tâm, f_{ar} .



Hình 6.15

Đối với bánh răng điều chỉnh thì độ hở mặt bên được đánh giá thông qua độ dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôfin gốc*, E_{HS} (hình 6.15).

* Để hình thành độ hở mặt bên của răng thì khi gia công prôfin gốc (prôfin lưỡi cắt của dụng cụ) phải dịch chuyển phụ so với danh nghĩa của nó về phía thân răng của bánh răng.

Khi kiểm tra bánh răng, độ dịch chuyển phụ của pôfin gốc có thể được thay thế bằng sai lệch khoảng pháp tuyến chung nhỏ nhất, E_w hoặc sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng, E_c .

6.3.5. Các thông số đánh giá mức chính xác chế tạo bánh răng

Để kiểm tra mức chính xác chế tạo bánh răng ta dùng một bộ thông số bao gồm những thông số và những cặp thông số đánh giá các mức chính xác và độ hở mặt bên (bảng 6.1).

Việc chọn bộ thông số nào là tùy thuộc vào cấp chính xác bánh răng và điều kiện sản xuất, kiểm tra ở từng cơ sở sản xuất. Ví dụ như khi ta không có dụng cụ kiểm tra một phía pôfin răng thì chúng ta không thể chọn được các thông số như: sai số tích lũy bước, F_{pr} sai lệch bước răng, f_{ptr} ...

Chọn bộ thông số cần phải kết hợp sao cho kiểm tra đơn giản nhất, số dụng cụ sử dụng ít nhất, ví dụ khi chọn thông số đánh giá mức chính xác động học là F_{ir} thì sử dụng ngay thông số f_{ir} để đánh giá mức làm việc êm.

6.4. TIÊU CHUẨN DUNG SAI VÀ CẤP CHÍNH XÁC CỦA BÁNH RĂNG VÀ TRUYỀN ĐỘNG

6.4.1. Cấp chính xác

Theo TCVN 1067 - 84, thì tùy theo mức chính xác chế tạo bánh răng và truyền động mà người ta phân ra 12 cấp chính xác từ cấp 1 đến cấp 12. Cấp 1 là mức chính xác cao nhất, cấp 12 là thấp nhất. Ở cấp 1 và 2 hiện chưa quy định trị số dung sai và sai lệch giới hạn cho phép của các thông số. Đó là 2 cấp chính xác dùng cho sự phát triển sau này.

Ở mỗi cấp chính xác tiêu chuẩn quy định giá trị dung sai và sai lệch giới hạn cho phép của các thông số đánh giá mức chính xác (phụ lục 5). Tiêu chuẩn quy định dung sai cho bánh răng thân khai có modul $m = 1-55$ mm và đường kính vòng chia đến 6300 mm.

6.4.2. Chọn cấp chính xác cho truyền động bánh răng

Quyết định cấp chính xác của truyền động bánh răng phải dựa vào điều kiện làm việc cụ thể của truyền động, những yêu cầu về độ chính xác động học, mức làm việc êm không ồn, không có chấn động, căn cứ vào tốc độ vòng và công suất của truyền động. Xác định cấp chính xác có

thể bằng tính toán hoặc dựa theo kinh nghiệm, theo các bảng tiêu chuẩn.

Chọn cấp chính xác bằng tính toán là chính xác nhất. Ví dụ xuất phát từ tính toán xích động học ta xác định được sai số động học cho phép của bánh răng, dựa vào đó mà ta chọn cấp chính xác thích hợp của mức chính xác động học. Từ tính toán độ bền chịu lực của bánh răng ta xác định được diện tiếp xúc mặt răng cho phép, từ đó ta sẽ chọn được cấp chính xác của mức chính xác tiếp xúc v.v.... Tất nhiên những bài toán như vậy là khó và phức tạp, ta thường gặp trong các tài liệu tính toán độ bền và độ chính xác của các truyền động và cơ cấu. Chính vì vậy trong thiết kế máy thường chúng ta chọn theo kinh nghiệm, có nghĩa là cấp chính xác của truyền động thiết kế được chọn như cấp chính xác của truyền động đã sử dụng trong những điều kiện làm việc tương tự. Ví dụ phương pháp chọn theo bảng: căn cứ vào các tài liệu khái quát ghi trong bảng 8.2 (trong đó nêu điều kiện làm việc, phạm vi sử dụng và tốc độ vòng tương ứng với từng cấp chính xác) ta sẽ chọn được cấp chính xác của truyền động mà ta thiết kế.

Bảng 6.2. PHẠM VI SỬ DỤNG CẤP CHÍNH XÁC CỦA BÁNH RĂNG TRỤ, RĂNG THẲNG VỚI $m > 1\text{mm}$

Cấp chính xác	Điều kiện làm việc và phạm vi sử dụng	Tốc độ vòng m/s	Hiệu suất không nhỏ hơn	Phương pháp cắt răng	Gia công lần cuối mặt răng
6	Bánh răng làm việc êm ở tốc độ cao, hiệu suất cao không ồn, bánh răng của cơ cấu phân độ, bánh răng đặc biệt quan trọng trong chế tạo máy bay và ô tô	Đến 15	0,99	Phương pháp bao hình trên máy chính xác cao	Mài chính xác hoặc cà răng
7	Bánh răng ở tốc độ hơi cao và công suất vừa phải hoặc ngược lại, bánh răng trong truyền động của máy cắt kim	Đến 10	0,98	Phương pháp bao hình trên máy chính xác cao	Bằng dụng cụ cắt chính xác với bánh răng không tôi. Mùi

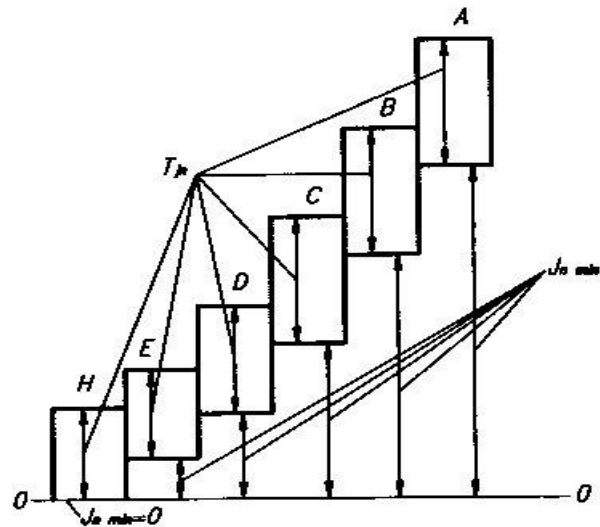
	loại cần sự phối hợp chuyển động, bánh răng hộp tốc độ máy bay, ô tô, truyền động của cơ cấu tính, đếm				hoặc cả khi bánh răng cần tôi.
8	Bánh răng trong chế tạo máy nói chung không yêu cầu chính xác đặc biệt, bánh răng trong máy công cụ, trừ xích phân độ, bánh răng không quan trọng trong máy bay, ô tô, bánh răng của cơ cấu nâng, bánh răng quan trọng trong máy nông nghiệp, bánh răng hộp giảm tốc thông thường	Đến 6	0,97	Phương pháp bao hình hoặc chép hình bằng dụng cụ định hình tương ứng với số răng thực của bánh răng	Không mài, khi thiết gia công lần cuối hoặc nghiền
9	Bánh răng dùng cho truyền động không đòi hỏi chính xác, truyền động không tải thực hiện do lí do kết cấu là chủ yếu	Đến 2	0,96	Bất kì	Không yêu cầu gia công tinh đặc biệt

Các mức chính xác của truyền động có thể được chọn ở cấp chính xác khác nhau. Ví dụ truyền động trong các hộp tốc độ thì yêu cầu chủ yếu là truyền tốc độ vòng nên mức chính xác làm việc êm có thể ở cấp chính xác cao hơn mức chính xác động học và tiếp xúc. Nhưng sự chênh lệch cấp chính xác của các mức phải tuân theo quy định sau (quy định rút ra từ thực tế chế tạo và sử dụng); mức làm việc êm ở mức chính xác cao hơn không quá hai cấp và thấp hơn không quá một cấp so với mức chính xác động học, mức chính xác tiếp xúc có thể ở cấp chính xác cao hơn một cấp hoặc thấp hơn một cấp so với mức làm việc êm.

6.4.3. Dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên của răng, T_{jn}

Tùy theo yêu cầu về giá trị độ hở mặt bên nhỏ nhất $J_{n \min}$ mà tiêu chuẩn quy định 6 dạng đối tiếp H, E, D, C, B, A cho truyền động bánh răng trụ, côn, hypoit và truyền động trục vít trụ có môđun $m \geq 1$ mm (TCVN 1067 - 84), (hình 6.16).

Dạng H có giá trị độ hở mặt bên nhỏ nhất bằng không ($J_{n \min} = 0$) và độ hở tăng dần từ H đến A.



Hình 6.16

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

Tiêu chuẩn cũng quy định 8 miền dung sai của độ hở mặt bên răng (T_{jn}), kí hiệu là : h, d, c, b, a, z, y, x. Tùy theo kích thước kết cấu và điều kiện làm việc của truyền động bánh răng mà người thiết kế chọn dạng đối tiếp và miền dung sai của độ hở mặt bên.

Ví dụ: có thể chọn dạng đối tiếp B và miền dung sai b, cũng cho phép chọn dạng đối tiếp B và miền dung sai không tương ứng, miền dung sai a chẳng hạn.

6.4.4. Ghi kí hiệu cấp chính xác và dạng đối tiếp trên bản vẽ

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

Ví dụ: 7-8-8B. TCVN 1067-84.

Từ trái sang phải lần lượt kí hiệu là:

7 - cấp chính xác của mức chính xác động học;

8 - cấp chính xác của mức làm việc êm;

8 - cấp chính xác của mức tiếp xúc răng;

B - dạng đối tiếp mặt răng.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu các yêu cầu kỹ thuật đối với truyền động bánh răng?
2. Các sai số nào của bánh răng ảnh hưởng đến truyền động bánh răng?
3. Các thông số đánh giá mức chính xác động học , mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và khe hở cạnh răng?
4. Tiêu chuẩn Việt nam TCVN 1067-84 quy định mấy cấp chính xác chế tạo bánh răng?
5. Tiêu chuẩn quy định mấy dạng đối tiếp mặt răng và dựa vào thông số nào để phân biệt các dạng ấy?
6. Thế nào là sai số hướng tâm, các thành phần của sai số hướng tâm?
7. Thế nào là sai số hướng tiếp tuyến, các thành phần của sai số hướng tiếp tuyến?
8. Thế nào là sai số hướng trục và sai số profin lưỡi cắt của dụng cụ?

Chương 7

CHUỖI KÍCH THƯỚC

7.1. KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA

Các cơ phận và thiết bị đều do các chi tiết lắp ghép với nhau tạo thành, mối quan hệ về vị trí giữa chúng được xác định thông qua một hệ thống kích thước gọi là chuỗi kích thước

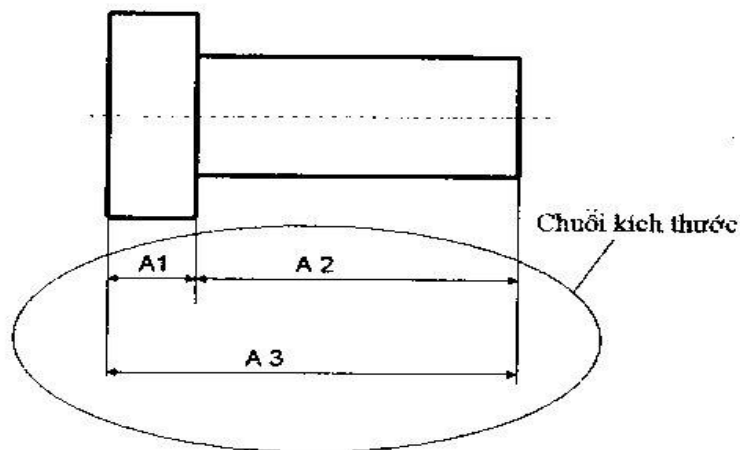
Chuỗi kích thước là tập hợp các kích thước tạo thành vòng khép kín do các kích thước của một hoặc một số chi tiết lắp ghép với nhau tạo ra. Để hình thành chuỗi kích thước phải có hai điều kiện : các kích thước quan hệ nối tiếp nhau và tạo thành một vòng kín. Nghĩa là nếu ta thay các kích thước của chuỗi bằng các vectơ nối tiếp nhau, chúng sẽ trở về chỗ xuất phát.

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

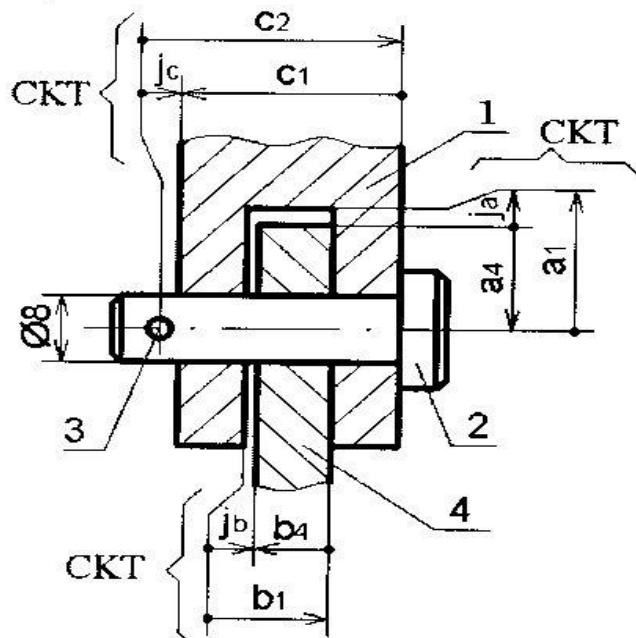
- Chuỗi kích thước chi tiết: các kích thước của chuỗi còn gọi là khâu, thuộc về một chi tiết, (hình 7.1).
- Chuỗi kích thước lắp: các khâu của chuỗi là kích thước của các chi tiết khác nhau lắp ghép trong cơ phận hoặc máy, (hình 7.2).

Theo vị trí tương quan, người ta có thể phân loại chuỗi như sau:

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



Hình 7.1



Hình 7.2

7.2. CÁC THÀNH PHẦN CỦA CHUỖI KÍCH THƯỚC

7.2.1. Khâu (kích thước của chuỗi)

- Một chuỗi kích thước bao gồm các *khâu thành phần* và một *khâu khép kín*.

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

- *Khâu thành phần* (A_i), kích thước của chúng độc lập, do quá trình gia công quyết định và không phụ thuộc lẫn nhau.

- *Khâu khép kín* (A_K): kích thước của nó hoàn toàn phụ thuộc vào

kích thước của các khâu thành phần. Trong quá trình gia công và lắp ráp thì khâu khép kín không là kết quả của sự thực hiện các khâu thành phần, có nghĩa là nó được hình thành cuối cùng trong trình tự gia công hoặc lắp ráp.

Trong một chuỗi kích thước chỉ có một khâu khép kín A_K còn lại là khâu thành phần (A_i).

Trong các khâu thành phần (A_i) còn chia ra :

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

+ *Khâu thành phần giảm* – khâu giảm (A_G) là khâu mà khi ta tăng hoặc giảm kích thước của nó thì ngược lại kích thước khâu khép kín sẽ giảm hoặc tăng.

Trong các chuỗi kích thước của hình 7.2, kích thước của các chi tiết 1,2,3,4 là các khâu thành phần, còn kích thước của khe hở là khâu khép kín vì nó được xác định bởi kích thước của các chi tiết kia.

Trong hình 7.1, khâu khép kín được xác định bởi trình tự gia công các kích thước trong chuỗi, ví dụ như trình tự gia công là A1 rồi tới A2 thì khâu khép kín chính là khâu A3, hoặc nếu gia công kích thước A1 rồi tới A3 thì khâu khép kín chính là khâu A2.

+ Ngoài ra trong các khâu của chuỗi kích thước còn phân ra khâu có hướng, khâu vô hướng và khâu đối xứng.

Khâu có hướng: Khâu mà trị số của nó biến đổi theo một hướng hoặc dương, hoặc âm.

$$\text{Ví dụ: } 5_{-0,3}^{+0,4} \Rightarrow \begin{cases} 5,4 \\ 4,7 \end{cases}$$

Khâu vô hướng: Khâu mà trị số của nó khi dương, khi âm.

$$\text{Ví dụ: } 0,3_{-0,5}^{+0,4} \Rightarrow \begin{cases} +0,7 \\ -0,2 \end{cases}$$

Khâu đối xứng: Khâu mà trị số danh nghĩa của nó bằng 0, các sai lệch giới hạn bằng nhau về trị số tuyệt đối.

$$\text{Ví dụ: } 0 \pm 0,2 .$$

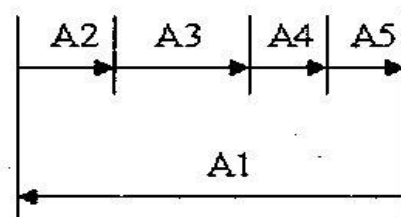
- Thông thường kích thước của chi tiết máy là khâu có hướng.

Khi thành lập chuỗi kích thước, kích thước của chi tiết hoặc bộ phận máy cùng với dung sai là các khâu tham gia vào các chuỗi kích thước. Sai lệch hình dạng và sai lệch vị trí phụ thuộc thường không vượt khỏi dung sai của các kích thước tương ứng, do đó chúng không tham gia vào các chuỗi kích thước. Sai lệch vị trí không phụ thuộc là khâu tham gia vào chuỗi kích thước. Muốn bảo đảm được yêu cầu làm việc của chi tiết và bộ phận máy, bảo đảm được các yêu cầu về công nghệ chế tạo và lắp ráp, người thiết kế phải đưa vào chuỗi kích thước các khâu kích thước hợp lý.

7.2.2. Phân biệt khâu tăng và khâu giảm trong chuỗi kích thước

Để phân biệt khâu tăng và khâu giảm trong chuỗi kích thước, ta thay thế các kích thước trong chuỗi bằng các vectơ kích thước liên tiếp nhau tạo thành vòng kín, các khâu tăng là khâu có chiều ngược chiều với khâu khép kín và các khâu giảm có chiều cùng với chiều của khâu khép kín.

Ví dụ: Xét chuỗi kích thước thẳng theo hình 7.3 dưới đây, trình tự gia công các kích thước là A2, A3, A4 và A1.



Hình 7.3

- + Khâu thành phần A_i chính là các khâu A1, A2, A3, A4
- + Khâu khép kín A_K là khâu A5 được xác định sau khi đã gia công các khâu A1, A2, A3 và A4
- + Khâu giảm (A_G): A2, A3, A4 có cùng chiều với khâu khép kín A5
- + Khâu tăng (A_T): là khâu A1 ngược chiều với khâu khép kín A5

7.3. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC

Giải chuỗi kích thước có nghĩa là xác định được dung sai, các sai lệch giới hạn của các khâu sao cho đạt được tính đối lẫn (đối lẫn hoàn

toàn hoặc đối lẫn không hoàn toàn) đảm bảo được yêu cầu về độ chính xác cũng như khả năng làm việc của các chi tiết hoặc bộ phận máy.

Khi giải chuỗi phẳng, ta đưa nó về chuỗi đường thẳng bằng cách chiếu các khâu lên phương của khâu khép kín rồi giải chuỗi đường thẳng của hình chiếu các khâu.

Cũng tương tự khi giải chuỗi không gian ta cũng đưa về các chuỗi đường thẳng của hình chiếu các khâu thành phần trên 3 trục tọa độ vuông góc.

Để giải chuỗi kích thước ta có thể dùng các phương pháp:

- Phương pháp đối lẫn chức năng hoàn toàn.
- Phương pháp đối lẫn chức năng không hoàn toàn:
- Phương pháp tính xác suất.
- Phương pháp sửa chữa khi lắp.
- Phương pháp điều chỉnh khi lắp.
- Phương pháp chọn lắp.

Chọn phương pháp này hay phương pháp khác phụ thuộc vào điều kiện cụ thể của bài toán đặt ra.

7.3.1. Phương trình cơ bản của chuỗi kích thước

Khi thay thế các kích thước bằng các vec tơ kích thước, phương trình cơ bản của chuỗi kích thước có thể viết dưới dạng sau:

$$\sum A_i + A_K = 0 \quad (1)$$

$$\text{hay} \quad A_K = - \sum A_i \quad (2)$$

do khâu tăng ngược chiều với khâu khép kín A_K , khâu giảm cùng chiều với A_K , phương trình (2) viết lại như sau:

$$A_K = \sum A_T - \sum A_G \quad (3)$$

7.3.2. Giải chuỗi kích thước bằng phương pháp đối lẫn chức năng hoàn toàn

Theo phương pháp này thì dung sai của các khâu thành phần và khâu khép kín được tính sao cho chúng đảm bảo tính đối lẫn chức năng hoàn toàn. Cho nên kích thước của các khâu phải nằm trong phạm vi cho phép mặc dầu xác suất xuất hiện các giá trị ở biên của miền phân tán kích thước đó rất nhỏ

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

- *Bài toán thuận* (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_K .

Bài toán 1 thường được sử dụng để tính toán kiểm tra chuỗi kích thước. Chẳng hạn với kích thước sai lệch giới hạn và dung sai đã cho của các khâu thành phần A_i hãy tính toán và xác định xem kích thước khâu khép kín có nằm trong phạm vi cho phép $(A_K)_{\max}$ và $(A_K)_{\min}$ hay không.

- *Bài toán nghịch* (bài toán 2): Với kích thước, sai lệch giới hạn và dung sai của khâu khép kín A_K biết trước, cần phải tính toán xác định sai lệch giới hạn và dung sai của các khâu thành phần A_i .

Chẳng hạn khi thiết kế hộp số, độ hở giữa bánh răng với thành hộp số yêu cầu phải đáp ứng điều kiện hoạt động tối ưu, xuất phát từ yêu cầu chung này, chúng ta phải tính toán xác định sai lệch giới hạn và dung sai của kích thước các bánh răng lắp thành bộ phận máy ấy. Đó chính là nhiệm vụ mà bài toán 2 phải giải quyết, cũng chính là nhiệm vụ mà người thiết kế cần thực hiện khi tính toán thiết kế bộ phận máy hoặc máy.

a) Giải bài toán thuận: Biết các khâu thành phần A_i , tính khâu khép kín A_K .

Muốn giải bài toán trên ta phải xác lập quan hệ về kích thước danh nghĩa, sai lệch giới hạn và dung sai giữa các khâu thành phần và khâu khép kín. Trước hết phải xác lập quan hệ về kích thước giữa chúng từ đó làm cơ sở để xác lập các quan hệ khác.

Xem khâu tăng là lỗ và khâu giảm là trục, ta thiết lập các quan hệ:

- Tính kích thước danh nghĩa của khâu khép kín:

$$A_K = \sum A_T - \sum A_G \quad (3)$$

- Tính kích thước giới hạn của khâu khép kín:

$$(A_K)_{\max} = (\sum A_T)_{\max} - (\sum A_G)_{\min} \quad (4)$$

$$(A_K)_{\min} = (\sum A_T)_{\min} - (\sum A_G)_{\max} \quad (5)$$

- Tính dung sai khâu khép kín:

$$T_{(A_K)} = (A_K)_{\max} - (A_K)_{\min}, \text{ từ pt (4) và (5) ta có}$$

$$T_{(A_K)} = \sum T_{(A_T)} + \sum T_{(A_G)} = \sum T_{(A_i)} \quad (6)$$

- Tính sai lệch giới hạn khâu khép kín:

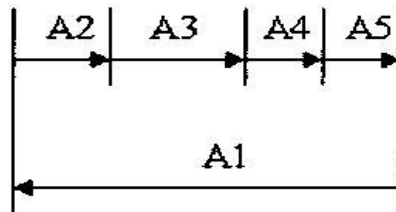
$$ES_{(A_K)} = (A_K)_{\max} - A_K, \text{ từ pt (4) và (3) ta có}$$

$$ES_{(A_K)} = \sum ES_{(A_T)} - \sum ei_{(A_G)} \quad (7)$$

$$EI_{(A_K)} = (A_K)_{\min} - A_K, \text{ từ pt (5) và (3) ta có}$$

$$EI_{(A_K)} = \sum EI_{(A_T)} - \sum es_{(A_G)} \quad (8)$$

Ví dụ: Xét chuỗi kích thước thẳng theo hình 7.3 ở trên, trình tự gia công các kích thước là $A_2 = 18_{-0,05}^{-0,05}$, $A_3 = 22_{-0,05}^{\pm 0,05}$, $A_4 = 20_{-0,05}$ và $A_1 = 65^{+0,15}$



Hình 7.4

Giải:

Xác định khâu A5

Kích thước danh nghĩa của khâu A5

Theo sơ đồ chuỗi ta có: $A_2 + A_3 + A_4 + A_5 - A_1 = 0$

$$A_5 = A_1 - (A_2 + A_3 + A_4)$$

khâu tăng là khâu A1, khâu giảm: A2, A3, A4

$$A_5 = 65 - (18 + 22 + 20)$$

$$A_5 = 5 \text{ mm}$$

Dung sai khâu A5

$$\begin{aligned} T_{A_5} &= T_{A_1} + T_{A_2} + T_{A_3} + T_{A_4} \\ &= 0,15 + 0,05 + 0,1 + 0,05 \\ &= 0,35 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sai lệch giới hạn khâu khép kín

$$\begin{aligned} ES_{A_5} &= ES_{A_1} - (ei_{A_2} + ei_{A_3} + ei_{A_4}) \\ &= 0,15 - (-0,1 - 0,05 - 0,05) \\ &= 0,35 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
EI_{A5} &= EI_{A1} - (es_{A2} + es_{A3} + es_{A4}) \\
&= 0 - (-0,05 + 0,05 + 0) \\
&= 0 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Vậy : $AS_0^{+0,35}$, Thử lại ta có $T_{A5} = 0,35 - 0 = 0,35 \text{ mm}$: bài toán đã giải đúng

+ Để thuận tiện cho việc tính toán chuỗi kích thước người ta còn sử dụng sai lệch trung bình E_m (e_m):

$$E_m = \frac{ES + EI}{2} \text{ đối với khâu tăng.}$$

$$e_m = \frac{es + ei}{2} \text{ đối với khâu giảm.}$$

Cũng tương tự ta có:

$$E_m(A_K) = \frac{ES_{A_K} + EI_{A_K}}{2}$$

Từ công thức (3), (4) và (5) ta tính được:

$$E_m(A_K) = \sum E_m(A_T) - \sum e_m(A_G)$$

Như vậy sai lệch giới hạn của khâu khép kín còn được tính theo công thức:

$$ES_{(A_K)} = E_m(A_K) + \frac{1}{2} T_{(A_K)}$$

$$EI_{(A_K)} = E_m(A_K) - \frac{1}{2} T_{(A_K)}$$

b) Giải bài toán nghịch: Biết khâu khép kín, tính dung sai cho các khâu thành phần.

Quan hệ giữa dung sai đã cho của khâu khép kín $T_{(A_K)}$ và dung sai của các khâu thành phần $T_{(A_i)}$ được xác định theo công thức (6):

$$T_{(A_K)} = \sum T_{(A_i)} \quad (6)$$

Quan hệ trên có thể viết lại : $T_K = \sum T_i$

Với n khâu thành phần ta có n ẩn số nhưng chỉ có 1 pt quan hệ, để giải bài toán này cần đặt điều kiện ban đầu.

Giả thiết các khâu thành phần được gia công cùng cấp chính xác, từ (6) ta có:

$$T_K = T_1 + T_2 + \dots + T_n$$

$$= a_1 \cdot i_1 + a_2 \cdot i_2 + \dots + a_n \cdot i_n \quad \text{mà } a = a_1 = a_2 = \dots = a_n$$

$$= a (i_1 + i_2 + \dots + i_n) = a \cdot \sum i$$

Hệ số của CCX chung $a = \frac{T_K}{i_1 + i_2 + \dots + i_n} = \frac{T_K}{\sum i}$ (6'), với i chọn

theo bảng 2.1

Khoảng kích thước mm	Đến 3	Trên 3 đến 6	Trên 6 đến 10	Trên 10 đến 18	Trên 18 đến 30	Trên 30 đến 50	Trên 50 đến 80	Trên 80 đến 120	Trên 120 đến 180	Trên 180 đến 250	Trên 250 đến 315	Trên 315 đến 400	Trên 400 đến 500
$i, \mu m$	0.55	0.73	0.90	1.08	1.31	1.56	1.86	2.17	2.52	2.89	3.22	3.54	3.89

Cấp chính xác chung của hệ thống được lựa chọn theo bảng 4.1

Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn								
		IT1 ¹⁾	IT2 ¹⁾	IT3 ¹⁾	IT4 ¹⁾	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
Trên	Đến và bao gồm	Công thức tính dung sai tiêu chuẩn								
-	500	-	-	-	-	7 <i>i</i>	10 <i>i</i>	16 <i>i</i>	25 <i>i</i>	40 <i>i</i>
500	3150	2 <i>i</i>	2,7 <i>i</i>	3,7 <i>i</i>	5 <i>i</i>	7 <i>i</i>	10 <i>i</i>	16 <i>i</i>	25 <i>i</i>	40 <i>i</i>
Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn								
		IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Trên	Đến và bao gồm	Công thức tính dung sai tiêu chuẩn								
-	500	64 <i>i</i>	100 <i>i</i>	160 <i>i</i>	250 <i>i</i>	400 <i>i</i>	640 <i>i</i>	1000 <i>i</i>	1600 <i>i</i>	2500 <i>i</i>
500	3150	64 <i>i</i>	100 <i>i</i>	160 <i>i</i>	250 <i>i</i>	400 <i>i</i>	640 <i>i</i>	1000 <i>i</i>	1600 <i>i</i>	2500 <i>i</i>

1) Đối với kích thước $l=500\text{mm}$ thì trị số dung sai ứng với các cấp IT2, IT3, IT4 được xác định từ cấp số nhân mà số hạng đầu là trị số dung sai của cấp IT1 ($IT1=0,8+0,020 D_{\mu m}$) và số hạng cuối là trị số dung sai của cấp IT5.

Trường hợp hệ số a không trùng với hệ số a trong bảng tiêu chuẩn, ta chọn cấp chính xác có hệ số a gần với kết quả nhất để sai số do lựa chọn này ít nhất

Sau khi xác định cấp chính xác chung của các khâu thành phần, ta tra sai lệch và dung sai cho các khâu thành phần theo bảng tiêu chuẩn (TCVN 2245-99), với quy ước là: khâu là lỗ cơ bản, khâu giảm là trục cơ bản. Chẳng hạn khâu thành phần tăng có kích thước danh nghĩa là 20mm, ở cấp chính xác là 10 thì ta coi như lỗ cơ bản 20H10, còn với khâu giảm kích thước danh nghĩa là 30mm, ở cấp chính xác 10 thì ta coi như trục cơ bản 30h10.

Khi tra bảng để xác định sai lệch giới hạn của các khâu thành phần ta tra cho tất cả các khâu chỉ trừ lại khâu 1 khâu thành phần thứ m là A_m . Sai lệch và dung sai của khâu A_m được xác định bằng tính toán để bù lại sự khác biệt giữa hệ số a của cấp chính xác đã chọn với hệ số a_m tính theo (6). Ngay cả khi hai giá trị đó bằng nhau cũng phải tính toán sai lệch của khâu A_m để cho sự kết hợp giữa sai lệch giới hạn của nó với sai lệch giới hạn của các khâu thành phần kia sao cho phù hợp với sai lệch giới hạn đã cho của khâu khép kín.

Dung sai của khâu A_m được tính từ công thức (6):

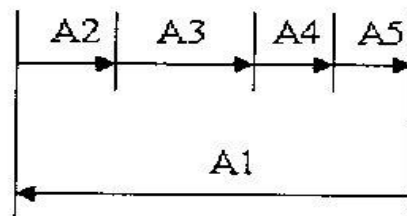
$$T_{(A_K)} = \sum T_{(A_T)} + \sum T_{(A_G)} = \sum T_{(A_i)} \quad (6)$$

Sai lệch giới hạn khâu A_m tính từ công thức (7) và (8), trong công thức này các thành phần đã xác định chỉ còn lại sai lệch của khâu A_m .

$$ES_{(A_K)} = \sum ES_{(A_T)} - \sum ei_{(A_G)} \quad (7)$$

$$EI_{(A_K)} = \sum EI_{(A_T)} - \sum es_{(A_G)} \quad (8)$$

Ví dụ: Xét chuỗi kích thước thẳng theo hình 7.3 như ví dụ ở trên, trình tự gia công các kích thước là $A_2 = 18 \text{ mm}$, $A_3 = 22 \text{ mm}$, $A_4 = 20$ và $A_1 = 65 \text{ mm}$. Kích thước A_5 gia công ở miền h10, chọn dung sai cho các khâu còn lại.



Giải: Tương tự như bài toán thuận, kích thước của khâu khép kín tính được là $5h10$, nếu ta coi như các khâu A_1, A_2, A_3, A_4 có cùng cấp chính xác, hệ số cấp chính xác chung của hệ thống được tính là:

$$a = \frac{T_K}{i_1 + i_2 + i_3 + i_4} ,$$

Tra bảng 2.1 phụ lục dung sai để tìm i_i , ta có ($i_1 = 1,86$; $i_2 = 1,08$; $i_3 = i_4 = 1,31$)

$$a = \frac{48}{1,86 + 1,08 + 1,31 + 1,31} = 8,63$$

Tra bảng 4.1, ta thấy $IT5 \leq a \leq IT6$

Để dễ chế tạo ta chọn cấp chính xác chung là $IT6$, coi các khâu giảm A_2, A_3, A_4 là trục h ta có kết quả:

$$A_2 = 18h6 ; T_{A_2} = 11 \mu m$$

$$A_3 = 22h6 ; T_{A_3} = 13 \mu m$$

$$A_4 = 20h6 ; T_{A_4} = 13 \mu m$$

Chọn khâu bù trừ sai số là khâu A_1 , sai lệch khâu A_1 tính theo công thức (7) và (8)

$$(7) \Rightarrow ES_K = \sum ES_T - \sum ei_G, \text{ tra bảng sai lệch giới hạn ta được}$$

$$0 = ES_{A_1} - (-11-13-13)$$

$$\text{hay } ES_{A_1} = -37 \mu m$$

$$(8) \Rightarrow EI_K = \sum EI_T - \sum es_G$$

$$\text{Hay } EI_{A_1} = -48 \mu m$$

$$\text{Dung sai khâu } A_1: T_{A_1} = -37 - (-48) = 11 \mu m$$

Kiểm tra lại ta có

$$\begin{aligned} T_K - (T_{A_2} + T_{A_3} + T_{A_4}) &= 48 - (11 + 13 + 13) \\ &= 11 \mu m = T_{A_1} \end{aligned}$$

Vậy điều kiện ban đầu được thỏa mãn.

Ưu nhược điểm của phương pháp giải bằng pp đổi lần chức năng hoàn toàn :

Dung sai và sai lệch của các khâu được xác định trên cơ sở đảm bảo tính đổi lần chức năng hoàn toàn nên có ưu điểm của tính đổi lần chức năng hoàn toàn mà ta đã đề cập đến trong chương 1 nghĩa là :

+ Tạo điều kiện tốt cho việc sử dụng máy, cho quá trình lắp ráp máy và tạo điều kiện hợp tác sản xuất rộng rãi, tuy nhiên khi số lượng khâu thành phần khá lớn thì mẫu số ở (6') lớn làm cho trị số a nhỏ đi, nghĩa là cấp chính xác gia công các khâu thành phần phải cao, có lúc cao đến mức không chế tạo được hoặc quá khó khăn.

Do đó giải theo phương pháp này chỉ nên dùng cho những chuỗi có khâu thành phần ít hoặc những chuỗi không đòi hỏi độ chính xác cao. Ngoài trường hợp ấy ta giải theo phương pháp đổi lần chức năng không hoàn toàn.

7.3.3 Phương pháp đổi lần chức năng không hoàn toàn

a). Phương pháp tính xác suất:

Khi giải theo phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn, tính toán được thực hiện với các kích thước giới hạn trên và dưới của các khâu. Nhưng thực tế, khả năng xuất hiện các kích thước giới hạn của các khâu là rất nhỏ. Do đó, vấn đề được đặt ra là phải đưa vào nội dung tính toán chuỗi kích thước các kích thước của các khâu thành phần có xác suất xuất hiện lớn nhất. Phương pháp giải chuỗi kích thước theo lý thuyết xác suất đã đáp ứng được vấn đề trên.

Ta thấy công thức (7) và (8) được thiết lập với giả thiết là: khâu khép kín A_K có giá trị lớn nhất lúc tất cả các khâu tăng đều có giá trị lớn nhất và tất cả các khâu giảm đều có giá trị bé nhất và ngược lại. Điều này có thể xảy ra nhưng nếu chú ý rằng khả năng chọn được chi tiết có kích thước ở giá trị bé nhất và lớn nhất có xác suất rất nhỏ, cho nên khả năng chọn được tất cả các giá trị cực đại và cực tiểu của các khâu cùng một lúc như giả thiết lại càng có xác suất rất cực nhỏ và trong thực tế khó có thể xảy ra nên có thể bỏ qua được.

Như vậy, nếu bỏ qua các giá trị khâu khép kín có xác suất bé thì với kích thước và dung sai cho trước của các khâu thành phần thì thực tế khâu khép kín sẽ có một giá trị cực đại bé hơn giá trị lớn nhất A_{Kmax} tính theo (7) và một giá trị cực tiểu lớn hơn A_{Kmin} tính theo (8). Các giá trị

cực đại và cực tiểu ấy là bao nhiêu, đó là nhiệm vụ của bài toán chuỗi kích thước theo phương pháp tính xác suất.

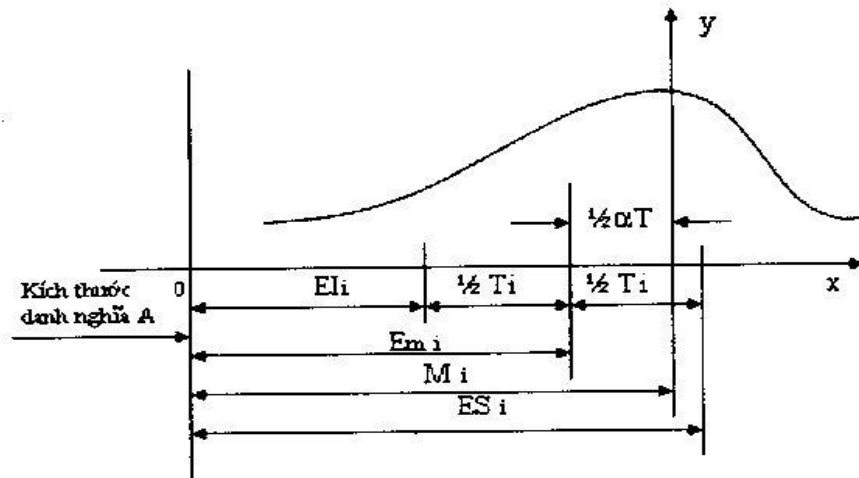
Bài toán 1:

Nếu kí hiệu σ_k là sai lệch bình phương trung bình của khâu khép kín AK và σ_i là sai lệch bình phương trung bình của các khâu thành phần A_i . Áp dụng định lí của xác suất cho chuỗi kích thước ta có:

$$\sigma_k^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \quad (9)$$

Nếu kích thước tuân theo quy luật phân bố chuẩn, trung tâm phân bố trùng với trung tâm dung sai và miền phân bố bằng miền dung sai thì $6\sigma_i = T_i$.

Vì trong trường hợp tổng quát không thể có các điều kiện ấy, do vậy đối với trường hợp tổng quát ta đưa vào hệ số k, gọi là hệ số phân bố các đại lượng ngẫu nhiên kích thước. Nó phụ thuộc vào dạng đường cong phân bố mật độ xác suất và vị trí của nó so với trung tâm dung sai.



Hình 7.5

Đối với khâu thành phần thứ i nào đó thì:

$$k_i = \frac{6\sigma_i}{T_i} \Rightarrow \sigma_i = \frac{1}{6} k_i T_i \quad (10)$$

Tương tự đối với khâu khép kín:

$$k_K = \frac{6\sigma_K}{T_K} \Rightarrow \sigma_K = \frac{1}{6} k_K T_K \quad (11)$$

Thay (10) và (11) vào (9) ta có:

$$\begin{aligned} \frac{1}{6^2} k_K^2 T_K^2 &= \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n k_i^2 T_i^2 \\ k_K T_K &= \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 T_i^2} \end{aligned} \quad (12)$$

Từ (12) cho phép ta xác định dung sai khâu khép kín khi cho dung sai của các khâu thành phần sau khi xác định hệ số phân bố của khâu khép kín k_K và các hệ số phân bố k_i của các khâu thành phần.

+ Xác định sai lệch giới hạn của khâu khép kín:

Ta xét trường hợp tổng quát sự phân bố kích thước của một khâu thành phần A_i nào đó.

Emi: Sai lệch trung bình của khâu thành phần A_i .

Mi: Tọa độ trung tâm phân bố tính so với kích thước danh nghĩa.

Trung tâm phân bố lệch so với trung tâm dung sai một lượng là

$\alpha_i \frac{T_i}{2}$, nên ta có:

$$M_i = E_{mi} + \alpha_i \frac{T_i}{2} \quad (13)$$

Trong đó: α_i là hệ số phân bố tương đối của khâu thành phần A_i . Nó phụ thuộc vào vị trí trung tâm phân bố so với trung tâm dung sai.

Cũng tương tự ta có:

$$M_K = E_{mK} + \alpha_K \frac{T_K}{2} \quad (14)$$

α_K là hệ số phân bố tương đối của khâu khép kín AK. Theo định lý xác suất áp dụng cho chuỗi kích thước ta có:

$$M_K = \sum_{i=1}^m M_{T_i} - \sum_{j=1}^n M_{G_j} \quad (15)$$

Từ (13), (14) và (15) ta có:

$$\begin{aligned} E_{mK} + \alpha_K \frac{T_K}{2} &= \sum_{i=1}^m (E_{mT_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^n (e_{mG_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) \\ E_{mK} &= \sum_{i=1}^m (E_{mT_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^n (e_{mG_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - \alpha_K \frac{T_K}{2} \end{aligned} \quad (16)$$

Sai lệch giới hạn của khâu khép kín được tính theo công thức (7) và (8):

$$ES_K = \sum_{i=1}^m (E_{mT_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^n (e_{mG_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) + (1 - \alpha_K) \frac{T_K}{2} \quad (17)$$

$$EI_K = \sum_{i=1}^m (E_{mT_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^n (e_{mG_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - (1 + \alpha_K) \frac{T_K}{2} \quad (18)$$

Các hệ số α_i, k_i hoàn toàn phụ thuộc vào phương pháp gia công, nên phải dùng phương pháp thống kê thực nghiệm gia công cơ khí mới xác định được. Muốn xác định được α_i, k_i khi giải chuỗi có thể tham khảo các tài liệu thực nghiệm hoặc các sổ tay chế tạo máy.

Ta có thể chọn $k_i = 1,2$ làm giá trị bình quân cho tất cả các khâu thành phần và $\alpha_i = +0,15$ đối với những khâu giảm; $\alpha_i = -0,15$ đối với những khâu tăng

Riêng α_k, k_k phải tính theo xác suất. Chúng hoàn toàn phụ thuộc vào các hệ số α_i, k_i của các khâu thành phần. Ta có thể chọn $\alpha_k = 0, k_k = 0$, nghĩa là coi kích thước khâu khép kín hoàn toàn tuân theo luật phân bố chuẩn.

Ví dụ : Bài toán ở đây giống ví dụ 1 nhưng giải theo phương pháp tính xác suất.

Nếu các chi tiết tham gia lắp ghép có kích thước và sai lệch như sau:

$A_2 = 18_{-0,10}^{-0,05}$, $A_3 = 22^{+0,05}$, $A_4 = 20_{-0,05}$ và $A_1 = 65^{+0,15}$, hãy xác định xem giá trị khe hở nhận được sau khi lắp có nằm trong giới hạn cho phép: $A_{Kmax} - A_{Kmin}$ hay không.

- Tương tự như ví dụ 1 dựa vào sơ đồ chuỗi ta xác định: A_1 là khâu tăng còn A_2 , A_3 và A_4 là khâu giảm.

- Kích thước danh nghĩa của khâu khép kín bằng 5.

- Để tính sai lệch giới hạn và dung sai khâu khép kín trước hết ta phải xác định các hệ số α_i , k_i và α_k , k_k .

Theo kết quả phân tích độ chính xác của quá trình công nghệ gia công các kích thước ta nhận được:

$$\alpha_1 = -0,15; k_1 = 1,2$$

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = +0,15;$$

Kích thước khâu khép kín phân bố theo quy luật phân bố chuẩn với $\alpha_k = 0$, $k_k = 1$.

- Theo ví dụ 1 ta có dung sai và sai lệch trung bình của các khâu thành phần:

$$T_1 = 0,15mm; T_2 = T_4 = 0,05mm; T_3 = 0,10mm$$

$$e_{m2} = -0,075mm; e_{m3} = 0,0mm; e_{m4} = 0,025mm; E_{m1} = 0,075mm$$

Từ (12) ta tính được:

$$k_K T_K = \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 T_i^2}$$

$$T_K = \sqrt{1,2^2 \cdot 0,15^2 + 1,2^2 \cdot 0,05^2 + 1,2^2 \cdot 0,10^2 + 1,2^2 \cdot 0,05^2}$$

$$T_K = 0,232mm$$

Từ (16) ta tính được:

$$E_{mK} = \sum_{i=1}^m (E_{mi} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^n (e_{mj} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - \alpha_K \frac{T_K}{2}$$

$$E_{mK} = (0,075 - 0,15 \frac{0,15}{2}) - \left[\left(-0,075 + 0,15 \frac{0,05}{2} \right) + \left(0,0 + 0,15 \frac{0,10}{2} \right) + \left(-0,025 - 0,15 \frac{0,05}{2} \right) \right] - 0$$

$$E_{mK} = 0,093mm$$

Ta tính được:

$$ES_K = E_{mK} + \frac{T_K}{2} = 0,093 + \frac{0,232}{2} = 0,209mm$$

$$EI_K = E_{mK} - \frac{T_K}{2} = 0,093 - \frac{0,232}{2} = -0,023mm$$

So sánh kết quả trên với cách giải bằng phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn ta thấy:

Khi tính theo phương pháp xác suất thì dung sai khâu khép kín giảm đi 1,5 lần so với dung sai khi tính theo phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn. Sở dĩ có sự sai khác nhau như vậy là vì các sai lệch kích thước có xác suất rất bé đã bị bỏ qua khi tính theo xác suất, mà chỉ lấy các giá trị sai lệch kích thước nằm trong khoảng (từ +0 đến +0,209). Đó là những giá trị sai lệch kích thước có xác suất đáng kể.

Chú ý rằng những sai lệch mà ta bỏ qua ở đây, tuy có xác suất rất bé nhưng cũng có khả năng xuất hiện và lúc xuất hiện sẽ ở ngoài tính toán của chúng ta về sai lệch của khâu khép kín, làm cho khâu khép kín không đạt yêu cầu, không đạt tính đổi lần chức năng. Điều này giải thích tại sao phương pháp tính xác suất là một trong những phương pháp giải chuỗi kích thước theo phương pháp đổi lần chức năng không hoàn toàn.

Bài toán 2:

Tương tự như bài toán 2 khi giải theo phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn, ở đây cũng giả thiết các khâu thành phần ở cùng một cấp chính xác và dung sai của khâu thành phần thứ i nào đó sẽ là: $T_i = a_m \cdot a_i$.

Thay giá trị T_i vào công thức (12) ta có:

$$k_K T_K = \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 a_m^2 a_i^2}$$

$$\alpha_m = \frac{k_k T_k}{\sqrt{\sum_{i=1}^n k_i^2 T_i^2}}$$

Sau khi tính được α_m , ta tra bảng ra cấp chính xác chung cho các khâu thành phần, rồi tra sai lệch giới hạn và dung sai cho (n-1) khâu theo (TCVN 2245-99), còn lại khâu bù thứ j (A_j) thì dùng tính toán để xác định sai lệch và dung sai của nó.

Từ công thức (12) ta tính được:

$$T_i = \sqrt{\frac{k_k^2 T_k^2 - \sum_{i=1}^{n-1} k_i^2 T_i^2}{k_j^2}}$$

k_j là hệ số phân bố của khâu bù A_j .

- Từ các công thức (15), (16), (17), (18), ta tính được sai lệch giới hạn của khâu bù A_j

Trường hợp A_j là khâu tăng thì:

$$E_{m_j} = E_{m_k} - \sum_{i=1}^{m-1} (E_{m_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^n (e_{m_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - \alpha_k \frac{T_k}{2}$$

Ở đây $\alpha_{\Sigma} = 0$

$$ES_j = E_{m_k} - \sum_{i=1}^{m-1} (E_{m_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) + \sum_{j=1}^n (e_{m_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) + (1 - \alpha_k) \frac{T_k}{2}$$

$$EI_j = E_{m_k} - \sum_{i=1}^{m-1} (E_{m_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) + \sum_{j=1}^n (e_{m_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - (1 + \alpha_k) \frac{T_k}{2}$$

Trường hợp A_j là khâu giảm thì:

$$e_{m_j} = \sum_{i=1}^m (E_{m_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{i=1}^{n-1} (e_{m_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - E_{m_k} - \alpha_k \frac{T_k}{2}$$

$$es_j = \sum_{i=1}^m (E_{m_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^{n-1} (e_{m_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - E_{m_k} + (1 - \alpha_k) \frac{T_k}{2}$$

$$ei_j = \sum_{i=1}^m (E_{m_i} + \alpha_i \frac{T_i}{2}) - \sum_{j=1}^{n-1} (e_{m_j} + \alpha_j \frac{T_j}{2}) - E_{m_k} - (1 + \alpha_k) \frac{T_k}{2}$$

Ưu nhược điểm của phương pháp giải bằng tính xác suất:

- Theo phương pháp này thực tế có khả năng tăng dung sai của các khâu thành phần so với lúc giải theo đôi lần hoàn toàn mà vẫn đảm bảo yêu cầu khâu khép kín, do đó tạo điều kiện dễ chế tạo.

- Do khâu khép kín có thể xuất hiện giá trị nằm ngoài giá trị tính toán, khả năng xuất hiện phế phẩm có thể xảy ra, nhưng với quy luật phân bố chuẩn thì số phần trăm phế phẩm cũng chỉ là 0,27% rất bé. Do đó ngày nay khi thiết kế máy người ta dùng phương pháp này, nó gần với thực tế hơn phương pháp đôi lần hoàn toàn.

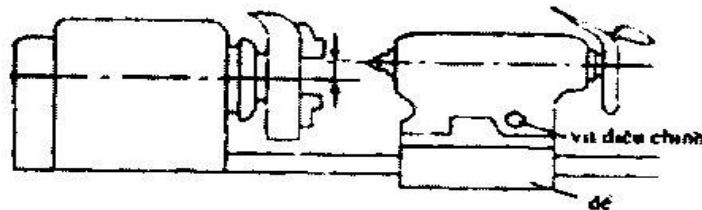
- Tính xác suất phải dựa trên cơ sở khảo sát một số lớn kích thước, tức là khảo sát nhiều chi tiết trong loạt gia công, cho nên phương pháp này chỉ dùng cho điều kiện sản xuất hàng loạt.

b). Phương pháp sửa chữa khi lắp

Khi số khâu thành phần nhiều hoặc dung sai khâu khép kín yêu cầu quá cao làm cho trị số dung sai kích thước các khâu thành phần nhỏ, độ chính xác gia công cao làm cho giá thành sản phẩm quá cao, do đó khó hoặc không thể chế tạo được thì có thể dùng phương pháp sửa chữa khi lắp.

Bản chất của phương pháp sửa chữa khi lắp là: dung sai của các khâu thành phần T, được quyết định dựa vào điều kiện gia công cụ thể, sao cho với dung sai ấy người ta có thể chế tạo hợp lí. Lúc đã mở rộng dung sai các khâu thành phần như vậy cho dễ chế tạo thì yêu cầu khâu khép kín sẽ không đáp ứng được. Muốn cho khâu khép kín có kích thước nằm trong miền dung sai yêu cầu của nó thì phải tiến hành sửa chữa, chẳng hạn bằng cách cạo dũa lấy đi một lớp kim loại trên bề mặt một khâu nào đó trong chuỗi gọi là khâu bồi thường.

Ví dụ: Máy tiện có yêu cầu cao về sai lệch độ đồng tâm giữa tâm trục chính của máy và tâm ụ động $e = 0,01\text{mm}$



Hình 7.6

Chuỗi kích thước tạo thành khâu khép kín (e) có rất nhiều khâu thành phần, mà e lại đòi hỏi cao (dung sai nhỏ), cho nên nếu dùng các phương pháp tính toán trên để xác định dung sai các khâu thành phần sẽ có giá trị rất nhỏ nên khó chế tạo, do đó ta mở rộng dung sai của chúng đến mức độ chế tạo hợp lí. Khi lắp máy ta kiểm tra sai lệch độ đồng tâm e và cạo sửa mặt trên để ụ động cho đến lúc sai lệch độ trong tâm e (theo mặt phẳng thẳng đứng) nằm trong giới hạn yêu cầu. Chiều dày của đế ụ động chính là khâu bồi thường của chuỗi kích thước.

Cần phải chú ý khi tính toán kích thước sao cho khi lắp máy, tâm ụ động bao giờ cũng cao hơn tâm trục chính máy.

Về nguyên tắc phương pháp này có thể đạt độ chính xác của khâu khép kín, nhưng nó cũng có những hạn chế sau:

- Gây khó khăn cho quá trình lắp máy vì phải cạo sửa. Khi lắp máy đòi hỏi công nhân có bậc thợ cao vì công việc sửa lắp khó. Ngoài ra khó định mức thời gian cho công việc này, có lúc cạo sửa nhiều, có lúc ít.

Tuy nhiên, nhìn chung thì phương pháp này mang lại hiệu quả kinh tế tốt. Bởi vì những khó khăn mà nó gây ra trong quá trình lắp ráp vẫn còn ít hơn những điều lợi mà nó đem lại cho quá trình gia công các chi tiết.

c). Phương pháp điều chỉnh khi lắp:

Bản chất phương pháp này giống hệt phương pháp sửa chữa khi lắp, chỉ khác là ở đây để cho kích thước khép kín đạt yêu cầu, người ta thay đổi kích thước khâu bồi thường bằng cách điều chỉnh một bộ phận máy nào đó mà không phải bằng cách cạo sửa.

Ví dụ: Ngoài yêu cầu về độ đồng tâm trong mặt phẳng thẳng đứng còn có yêu cầu đồng tâm trong mặt phẳng nằm ngang (mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng hình vẽ). Để đạt yêu cầu đồng tâm trong mặt phẳng nằm ngang ta dùng vít điều chỉnh (hình 7.6) để xê dịch ụ động theo phương ngang dựa theo sống trượt trên mặt đế.

Phương pháp này có ưu điểm hơn phương pháp trên vì điều chỉnh dễ dàng và nhanh chóng hơn sửa chữa bằng cạo dũa.

d). Phương pháp lắp chọn :

Bản chất của phương pháp này là: để đạt được yêu cầu của khâu khép kín ta chọn các khâu thành phần có kích thước thích hợp lắp với nhau, còn lúc gia công thì dung sai các khâu thành phần được mở rộng

cho dễ chế tạo.

Ví dụ: Một lắp ghép trụ trơn trong hệ lỗ có kích thước danh nghĩa là 20mm với đặc tính lắp ghép yêu cầu là:

$$S_{max} = 0,020\text{mm}$$

$$S_{min} = 0,010\text{mm}$$

Ta giải chuỗi kích thước gồm 2 khâu thành phần là: kích thước lỗ, D (khâu tăng), kích thước trục, d (khâu giảm) và khâu khép kín là độ hở lắp ghép, S.

Theo yêu cầu đã cho thì dung sai khâu khép kín:

$$T_s = S_{max} - S_{min} = 0,020 - 0,010 = 0,010\text{mm}$$

Nếu phân đều dung sai khâu khép kín cho các khâu thành phần thì dung sai và sai lệch giới hạn của chúng được xác định theo sơ đồ phân bố biểu thị trên (hình 3).

$$\text{Kích thước lỗ: } D = 20^{+0,005}$$

$$\text{Kích thước trục: } d = 20_{-0,015}^{-0,010}$$

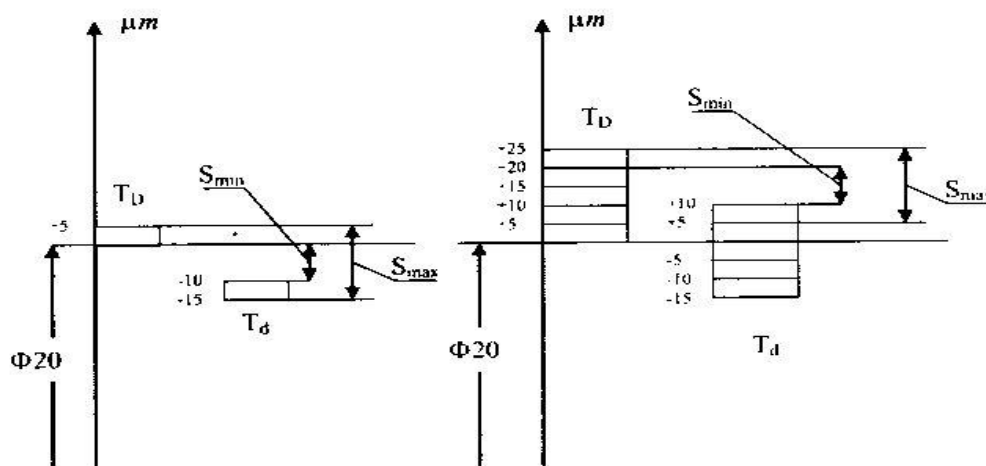
$$\text{Dung sai kích thước: } TD = Td = 0,005\text{mm.}$$

Với dung sai đó rất khó chế tạo. Để tạo điều kiện dễ chế tạo ta phải mở rộng dung sai các khâu thành phần (kích thước lỗ và trục) lên 5 lần:

$$TD = Td = 0,025\text{mm.}$$

Lúc này kích thước sẽ là: $D = 20^{+0,025}$

$$d = 20_{-0,015}^{-0,010}$$



Hình 7.7

Với dung sai như vậy ta tiến hành chế tạo hàng loạt trục và lỗ một cách dễ dàng. Nhưng nếu đem lắp bất kì chúng với nhau thì độ hở (khâu khép kín) sẽ không đạt yêu cầu.

Muốn khâu khép kín đạt yêu cầu, tức là giá trị độ hở lắp ghép nằm trong phạm vi cho phép thì ta phải lựa chọn, phân loại trước khi lắp.

Ta phân loại kích thước trục và lỗ thành những nhóm có miền dung sai khác nhau và lắp các nhóm trục và lỗ tương ứng để đạt độ hở yêu cầu của lắp ghép.

Rõ ràng chọn lắp như vậy thì giá trị độ hở lắp ghép bao giờ cũng đạt yêu cầu, tức là trong phạm vi 0,01 – 0,02mm.

Phương pháp này gây phiền phức là phải phân nhóm trước khi lắp. Nếu số khâu thành phần càng nhiều thì việc phân nhóm càng mất thời gian và công sức. Ngoài ra còn tốn công quản lí để các nhóm không lẫn vào nhau: bảo quản riêng các chi tiết của từng nhóm vào một chỗ riêng biệt hoặc phải khắc dấu trên các chi tiết.

Cho nên phương pháp này chỉ nên dùng khi chuỗi có số khâu thành phần ít mà yêu cầu khâu khép kín lại quá cao, chẳng hạn người ta dùng phương pháp này trong chế tạo ổ lăn, chế tạo bộ đôi piston và xilanh, chốt piston...

:

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Chuỗi kích thước là gì ? Có bao nhiêu loại chuỗi kích thước ? Cho ví dụ minh họa
2. Định nghĩa khâu tăng, khâu giảm, khâu khép kín. Cách xác định các khâu thành phần trong chuỗi kích thước.
3. Các công thức tính toán trong điều kiện giải chuỗi kích thước bằng phương pháp đổi lần chức năng hoàn toàn.
4. Điều kiện để giải bài toán 2 của chuỗi kích thước ?
5. Khi nào thì phải áp dụng phương pháp đổi lần chức năng không hoàn toàn ?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ninh Đức Tôn. Dung sai và lắp ghép. NXB. GD.Nam 2004.
2. Hệ thống ISO về dung sai lắp ghép, Tiêu chuẩn Việt nam, Hà nội 1999.
3. Nguyễn Đắc Lộc và các tác giả. Sổ tay công nghệ chế tạo máy tập 1. NXB. Khoa học và kỹ thuật, Hà nội 1999.
4. Các tiêu chuẩn nhà nước Việt nam về dung sai lắp ghép.
5. R. I. Gzirov. Sổ tay thiết kế. NXB. “ Masinostroehie” .1983.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	3
CHƯƠNG 1	
ĐỐI LẤN CHỨC NĂNG VÀ VẤN ĐỀ TIÊU CHUẨN HÓA.....	5
1.1. KHÁI NIỆM VỀ TÍNH ĐỐI LẤN TRONG CƠ KHÍ	5
1.1.1. Bản chất của tính đối lẩn.....	5
1.1.2. Phân loại tính đối lẩn	5
1.1.3. Ý nghĩa thực tiễn của tính đối lẩn	6
1.2. VẤN ĐỀ TIÊU CHUẨN HÓA	6
1.2.1. Qui định dung sai và tiêu chuẩn hóa.....	6
1.2.2. Ý nghĩa của tiêu chuẩn hóa.....	7
CHƯƠNG 2	
CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP.....	8
2. 1. KHÁI NIỆM VỀ KÍCH THƯỚC, SAI LỆCH GIỚI HẠN VÀ DUNG SAI.....	8
2.1.1. Kích thước.....	8
2.1.2. Sai lệch giới hạn.....	9
2.1.3. Dung sai	9
2.2. KHÁI NIỆM VỀ LẮP GHÉP	10
2.2.1. Khái niệm về lắp ghép	10
2.2.2. Phân loại lắp ghép bề mặt tron.....	11
2.2.3. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.....	14
CÂU HỎI ÔN TẬP.....	16
CHƯƠNG 3	
SAI SỐ GIA CÔNG CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC CHI TIẾT	17
3.1. KHÁI NIỆM VỀ SAI SỐ GIA CÔNG VÀ NGUYÊN NHÂN GÂY RA SAI SỐ TRONG QUÁ TRÌNH GIA CÔNG	17
3.1.1. Khái niệm về độ chính xác gia công	17
3.1.2. Nguyên nhân gây ra sự sai số trong quá trình gia công	17
3.1.3. Phân loại các sai số gia công.....	18
3.2. SAI SỐ GIA CÔNG KÍCH THƯỚC	19
3.2.1. Một vài khái niệm về xác xuất.....	19

3.2.2. Luật phân bố kích thước gia công.....	19
3.3. SAI SỐ HÌNH DẠNG VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT	23
3.3.1. Sai lệch hình dạng.....	24
3.3.2. Sai lệch vị trí bề mặt	26
3.3.3. Ghi kí hiệu sai lệch, dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ.....	29
3.3.4. Xác định dung sai hình dạng và vị trí các bề mặt	31
3.4. NHÁM BỀ MẶT.....	32
3.4.1. Bản chất nhám bề mặt.....	32
3.4.2. Chi tiêu đánh giá và tiêu chuẩn nhám bề mặt	33
3.4.3. Xác định giá trị cho phép của thông số nhám bề mặt	35
3.4.4. Ghi kí hiệu nhám trên bản vẽ chi tiết.....	36
CÂU HỎI ÔN TẬP.....	40
CHƯƠNG 4	
DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRON.....	41
4.1. QUY ĐỊNH DUNG SAI	41
4.2. QUY ĐỊNH LẮP GHÉP	42
4.2.1. Hệ thống lỗ cơ bản	43
4.2.2. Hệ thống trục cơ bản.....	43
4.2.3. Sai lệch cơ bản	43
4.2.4. Lắp ghép tiêu chuẩn	46
4.3. GHI KÍ HIỆU SAI LỆCH VÀ LẮP GHÉP TRÊN BẢN VẼ	48
4.4. DUNG SAI LẮP GHÉP CỦA CÁC CHI TIẾT LẮP VỚI Ổ LĂN	49
4.4.1. Cấp chính xác chế tạo kích thước ổ lăn	49
4.4.2. Đặc tính lắp ghép ổ lăn	49
4.4.3. Chọn kiểu lắp	50
4.5. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN	52
4.5.1. Kích thước lắp ghép.....	52
4.5.2. Chọn kiểu lắp	52
4.6. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN HOA.....	54
4.6.1. Dung sai lắp ghép then hoa dạng răng chữ nhật	54
CÂU HỎI ÔN TẬP.....	59

6.3.2. Đánh giá mức làm việc êm	81
6.3.3. Đánh giá mức chính xác tiếp xúc.....	82
6.3.4. Đánh giá mức độ hở mặt bên	83
6.3.5. Các thông số đánh giá mức chính xác chế tạo bánh răng	84
6.4. TIÊU CHUẨN DUNG SAI VÀ CẤP CHÍNH XÁC CỦA BÁNH RĂNG VÀ TRUYỀN ĐỘNG	84
6.4.1. Cấp chính xác.....	84
6.4.2. Chọn cấp chính xác cho truyền động bánh răng	84
6.4.3. Dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên của răng, T_{jn}	87
6.4.4. Ghi kí hiệu cấp chính xác và dạng đối tiếp trên bản vẽ	87
CÂU HỎI ÔN TẬP	88
CHƯƠNG 7	
CHUỖI KÍCH THƯỚC	89
7.1. KHÁI NIỆM VÀ ĐỊNH NGHĨA	89
7.2. CÁC THÀNH PHẦN CỦA CHUỖI KÍCH THƯỚC	90
7.2.1. Khâu (kích thước của chuỗi).....	90
7.2.2. Phân biệt khâu tăng và khâu giảm trong chuỗi kích thước	92
7.3. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC	92
7.3.1. Phương trình cơ bản của chuỗi kích thước	93
7.3.2. Giải chuỗi kích thước bằng phương pháp đối lẫn chức năng hoàn toàn	93
7.3.3 Phương pháp đối lẫn chức năng không hoàn toàn	100
CÂU HỎI ÔN TẬP.....	110
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	111

MỤC LỤC



BÀI MỞ ĐẦU.....	5
Chương 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP ...	6
I. TÍNH ĐỐI LÃN CHỨC NĂNG CỦA CHI TIẾT MÁY	6
1. Bản chất của tính đối lãn chức năng	6
2. Quy định dung sai tiêu chuẩn hóa.....	6
3. Ý nghĩa của tiêu chuẩn hóa.....	6
II. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN.....	6
1. Kích thước	6
1.1. Kích thước danh nghĩa – kích thước thiết kế (D, d)	7
1.2. Kích thước thực (D_t, d_t)	8
1.3. Kích thước giới hạn	8
2. Sai lệch giới hạn.....	8
2.1. Sai lệch giới hạn trên (ES, es)	8
2.2. Sai lệch giới hạn dưới (EI, ei).....	9
3. Dung sai (T_D, T_d)	9
III. KHÁI NIỆM VỀ LẮP GHÉP.....	9
1. Khái niệm.....	9
2. Các loại lắp ghép	10
2.1. Lắp ghép có độ hở – lắp lỏng	10
2.2. Lắp ghép có độ dôi – lắp chặt	10
2.3. Lắp ghép trung gian.....	11
3. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép.....	11
CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM	12
BÀI TẬP CHƯƠNG 1	16
Chương 2: DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN	18
I. QUI ĐỊNH DUNG SAI	18
1. Công thức tính trị số dung sai	18
2. Cấp chính xác.....	18
II. QUI ĐỊNH LẮP GHÉP	18
1. Hệ thống lỗ cơ bản.....	18
2. Hệ thống trục cơ bản.....	18
3. Ký hiệu miền dung sai của kích thước	19
4. Lắp ghép tiêu chuẩn.....	20
5. Ghi kí hiệu dung sai và lắp ghép trên bản vẽ	20
III. PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA CÁC LẮP GHÉP TIÊU CHUẨN.....	21
1. Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp lỏng	21
2. Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp trung gian.....	21
3. Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp chặt.....	22
CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM.....	22
BÀI TẬP CHƯƠNG 2	25
Chương 3: DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT	27
I. DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ BỀ MẶT	27
1. Các định nghĩa	27
2. Sai lệch hình dạng.....	27
2.1. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ.....	27
2.2. Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng.....	28

3. Sai lệch vị trí bề mặt	28
3.1. Sai lệch về độ song song	28
3.2. Sai lệch về độ vuông góc	29
3.3. Sai lệch về độ đồng tâm	29
3.4. Sai lệch về độ đối xứng	29
3.5. Sai lệch về độ giao nhau giữa các đường tâm	30
3.6. Độ đảo	30
4. Ghi ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí	30
5. Xác định dung sai hình dạng và vị trí khi thiết kế	32
III. NHÁM BỀ MẶT	32
1. Bản chất của độ nhám bề mặt	32
2. Chỉ tiêu đánh giá	32
2.1. Sai lệch trung bình số học của profin R_a	33
2.2. Chiều cao trung bình của Profin theo 10 điểm R_z	33
3. Xác định giá trị cho phép của thông số nhám	34
4. Ký hiệu nhám bề mặt trên bản vẽ	34
CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM	34
BÀI TẬP CHƯƠNG 3	37
Chương 4: DUNG SAI KÍCH THƯỚC VÀ LẮP GHÉP CÁC MỐI GHÉP THÔNG DỤNG	
I. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP Ồ LĂN	39
1. Cấp chính xác chế tạo ổ lăn	39
2. Lắp ghép ổ lăn	40
II. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN VÀ THEN HOA	42
1. Dung sai lắp ghép then	42
2. Dung sai lắp ghép then hoa	42
III. LẮP GHÉP CÔN TRƠN	44
1. Góc côn và độ côn	45
2. Dung sai kích thước góc	45
3. Cấp chính xác	46
4. Lắp ghép côn trơn	47
IV. DUNG SAI LẮP GHÉP REN	47
1. Dung sai lắp ghép ren hệ mét	47
1.1. Các thông số cơ bản của ren	47
1.2. Dung sai ren	49
1.3. Cấp chính xác chế tạo ren	49
1.4. Lắp ghép ren	51
2. Dung sai lắp ghép ren hình thang	52
V. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG	52
1. Các thông số kích thước cơ bản	53
2. Các yêu cầu kỹ thuật của truyền động bánh răng	53
3. Đánh giá mức chính xác của truyền động bánh răng	54
4. Cấp chính xác chế tạo bánh răng	54
5. Dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên	55
6. Ghi ký hiệu bánh răng trên bản vẽ	55
BÀI TẬP CHƯƠNG 4	55
Chương 5: CHUỖI KÍCH THƯỚC	57
I. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN	57
1. Chuỗi kích thước	57
2. Khâu	57

II. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC	58
1. Bài toán chuỗi và phương trình cơ bản của chuỗi kích thước	58
2. Giải chuỗi kích thước	58
2.1. Giải bài toán thuận	58
2.2. Giải bài toán nghịch	59
3. Ghi kích thước cho bản vẽ chi tiết máy	61
3.1. Các yêu cầu của việc ghi kích thước	62
3.2. Các nguyên tắc cơ bản của việc ghi kích thước	62
3.3. Các phương pháp ghi kích thước	62
CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM.....	62
BÀI TẬP CHƯƠNG 5	64
Chương 6: DỤNG CỤ ĐO VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC TRONG CHẾ TẠO MÁY.....	66
I. CÁC DỤNG CỤ ĐO THÔNG DỤNG.....	66
1. Dụng cụ đo kiểu thước cặp	66
1.1. Công dụng, phân loại	66
1.2. Cấu tạo	66
1.3. Cách đọc.....	66
2. Dụng cụ đo kiểu Panme	67
2.1. Công dụng, phân loại	67
2.2. Cấu tạo	68
2.3. Cách đọc.....	68
3. Đồng hồ so	68
II. PHƯƠNG PHÁP ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC TRONG CHẾ TẠO MÁY	69
1. Phương pháp đo độ dài	69
1.1. Phương pháp đo một tiếp điểm	69
1.2. Phương pháp đo hai tiếp điểm	69
1.3. Phương pháp đo ba tiếp điểm.....	69
2. Phương pháp đo góc	69
2.1. Phương pháp đo trực tiếp góc	69
2.2. Phương pháp đo gián tiếp kích thước góc.....	70
3. Phương pháp đo các thông số sai số hình dáng	70
3.1. Phương pháp đo độ không tròn.....	70
3.2. Phương pháp đo độ không trụ.....	71
3.2.1. Đo độ côn	71
3.2.2. Đo độ phình thắt.....	71
3.2.3. Đo độ cong trục	71
3.3. Phương pháp đo độ không thẳng	72
3.4. Phương pháp đo độ không phẳng	72
4. Phương pháp đo các thông số sai số vị trí	72
4.1. Đo độ không song song.....	72
4.1.1. Đo độ không song song giữa 2 mặt phẳng	72
4.1.2. Đo độ không song song giữa đường tâm với mặt phẳng	72
4.1.3. Đo độ không song song giữa 2 đường tâm.....	73
4.2. Đo độ không vuông góc	73
4.3. Đo độ không đồng tâm.....	73
4.4. Đo độ đảo	74
4.5. Đo độ không giao tâm.....	75

4.6. Đo độ không đối xứng.....	75
CÂU HỎI TRẮC NGHIỆM	75

MỞ ĐẦU



Dung sai – đo lường là môn học cơ sở và được giảng dạy cho học viên các ngành cơ khí,... của trường Cao Đẳng Nghề. Môn học nhằm cung cấp cho học viên các kiến thức cơ bản về dung sai và lắp ghép các mối ghép thông thường dùng trong cơ khí, một số phương pháp đo và dụng cụ đo để đo kiểm các thông số hình học của chi tiết máy.

Môn học có thời lượng 45 tiết, được trình bày trong 6 chương:

- Chương 1: Những khái niệm cơ bản về dung sai và lắp ghép
 - Trình bày khái niệm tính đối lẫn chức năng của chi tiết máy, kích thước danh nghĩa, kích thước thực, kích thước giới hạn, dung sai chi tiết, dung sai lắp ghép, sơ đồ phân bố dung sai.
 - Trình bày các khái niệm về lắp ghép: Lắp lỏng, lắp chặt, lắp trung gian.
- Chương 2: Dung sai lắp ghép bề mặt trơn
 - Trình bày 2 hệ thống lắp ghép: lỗ và trục
 - Hướng dẫn tra các giá trị sai lệch giới hạn của các miền dung sai tương ứng
 - Hướng dẫn chọn kiểu lắp tiêu chuẩn trong lắp ghép
- Chương 3: Dung sai hình dạng, vị trí, nhám bề mặt.
 - Trình bày các sai lệch về hình dạng: Độ tròn, độ trụ của mặt trụ, độ phẳng của mặt phẳng, độ thẳng của đường thẳng.
 - Trình bày các sai lệch về vị trí tương quan: độ song song, độ vuông góc, độ đồng tâm, độ đối xứng, độ giao nhau giữa các đường tâm, độ đảo.
 - Sai lệch chất lượng bề mặt – độ nhám bề mặt
 - Hướng dẫn chọn giá trị cho phép của các sai lệch trên và cách biểu diễn các sai lệch trên bản vẽ kỹ thuật.
- Chương 4: Dung sai kích thước và lắp ghép các mối ghép thông dụng
 - Tập trung nghiên cứu mối ghép ổ lăn, then bằng, then hoa, ren hệ mét, ren hình thang, bánh răng
 - Hướng dẫn chọn kiểu lắp ghép và biểu diễn lắp ghép trên bản vẽ
- Chương 5: Chuỗi kích thước
 - Hướng dẫn giải bài toán chuỗi kích thước
 - Trình bày cách ghi kích thước trên bản vẽ
- Chương 6: Dụng cụ đo thông dụng và phương pháp đo thông số hình học trong chế tạo máy
 - Giới thiệu, hướng dẫn sử dụng một số dụng cụ đo thông dụng: thước cặp, panme, đồng hồ so.
 - Trình bày phương pháp đo sai lệch hình dạng và vị trí tương quan giữa các bề mặt chi tiết.

Điểm học tập của học viên được đánh giá qua các bài kiểm tra quá trình, bài thi kết thúc môn và điểm chuyên cần. Hình thức thi trắc nghiệm. Điểm chuyên cần được đánh giá qua việc hoàn thành các bài tập trong quá trình học và thời gian có mặt trên lớp của học viên.

Phần 1

DUNG SAI

Chương 1

NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP



Mục tiêu:

- Trình bày đầy đủ kích thước danh nghĩa, kích thước thực, kích thước giới hạn, dung sai chi tiết, dung sai lắp ghép
- Trình bày rõ đặc điểm của các kiểu lắp ghép: Lắp lỏng - Lắp chặt
- Lắp trung gian
- Xác định được dung sai của chi tiết, mối ghép.

I. TÍNH ĐỔI LẤN CHỨC NĂNG VÀ VẤN ĐỀ TIÊU CHUẨN HÓA

1. Bản chất của tính đổi lẫn chức năng

Mỗi chi tiết trong một máy hay trong một bộ phận máy đều thực hiện một chức năng nhất định. Ví dụ: đai ốc vặn vào bulông có tác dụng bắt chặt; pittông trong xi lanh thực hiện chức năng nén khí, gây nổ và phát lực... Khi chế tạo hàng loạt đai ốc, bulông, nếu bất kì đai ốc nào cũng vặn vừa vào bất kì bulông nào trong loạt chi tiết vừa chế tạo, ta nói loạt đai ốc, bulông đó đạt tính đổi lẫn chức năng.

Vậy tính đổi lẫn chức năng là khả năng thay thế cho nhau của các chi tiết cùng loại, cùng cỡ, không cần lựa chọn hay sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo điều kiện làm việc bình thường của máy hay bộ phận máy mà nó lắp thành.

2. Quy định dung sai tiêu chuẩn hóa

Tuy nhiên, tùy theo khả năng chế tạo và yêu cầu về độ chính xác mà tính đổi lẫn chức năng được thỏa mãn theo một trong hai trạng thái hình thức sau:

- **Đổi lẫn hoàn toàn:** Mọi chi tiết trong loạt chi tiết đều đạt tính đổi lẫn chức năng.

Các chi tiết tiêu chuẩn, chi tiết dự trữ thay thế thường được chế tạo có tính đổi lẫn hoàn toàn.

- **Đổi lẫn không hoàn toàn:** Một hoặc một vài chi tiết trong loạt không đạt tính đổi lẫn chức năng.

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

3. Ý nghĩa của tiêu chuẩn hóa

Tính đổi lẫn chức năng có một vai trò hết sức quan trọng trong ngành chế tạo máy. Hiệu quả của nó đảm bảo sản xuất ra những sản phẩm có chất lượng cao, giá thành hạ đồng thời lại tạo thuận lợi cho việc sử dụng, sửa chữa và thay thế các phụ tùng hư hỏng, có thể phân tích hiệu quả của nó ở các mặt:

- **Đối với thiết kế:** Do hình dáng, kết cấu và các thông số kỹ thuật được thống nhất hóa và tiêu chuẩn hóa nên giảm được thời gian công tác và chi phí cho quá trình thiết kế.

- **Đối với sản xuất:** Nhờ có tính đổi lẫn nên có thể xúc tiến chuyên môn hóa trong sản xuất, nhờ có chuyên môn hóa sản xuất, các nhà máy có đủ trang bị những máy móc chuyên dùng có năng suất cao, áp dụng công nghệ tiên tiến, sản xuất mặt hàng ổn định đem lại hiệu quả kinh tế cao.

- **Đối với sử dụng:** Nhờ có đổi lẫn chức năng nên luôn có sẵn những chi tiết cùng loại, cùng cỡ đã được chế tạo trước để dự trữ. Nếu có chi tiết nào hư hỏng, luôn có ngay chi tiết mới thay thế mà vẫn đảm bảo yêu cầu làm việc. Nhờ đó giảm được thời gian chết máy, tận dụng được thời gian làm việc của máy, thuận lợi cho bộ phận sửa chữa, chế tạo các chi tiết hư hỏng.

II. CÁC KHÁI NIỆM VỀ KÍCH THƯỚC, SAI LỆCH GIỚI HẠN VÀ DUNG SAI

1. Kích thước

Kích thước là giá trị bằng số của đại lượng đo chiều dài (đường kính, chiều dài) theo đơn vị đo được lựa chọn.

Trong ngành cơ khí, đơn vị đo thường dùng cho kích thước là milimet (*mm*) và qui ước không cần ghi kí hiệu “*mm*” trên bản vẽ.

1.1. Kích thước danh nghĩa (*D, d*)

Là kích thước được xác định dựa vào chức năng và điều kiện làm việc của chi tiết và được chọn theo trị số kích thước tiêu chuẩn.

Vấn đề đặt ra là tại sao phải tiêu chuẩn hóa kích thước danh nghĩa?

Ví dụ: Xuất phát từ độ bền chịu lực của chi tiết trục, ta tính được đường kính trục là 29,8mm theo các giá trị của dãy kích thước chuẩn (bảng 1.1) ta qui tròn là 30mm. Vậy kích thước danh nghĩa của chi tiết trục là 30mm

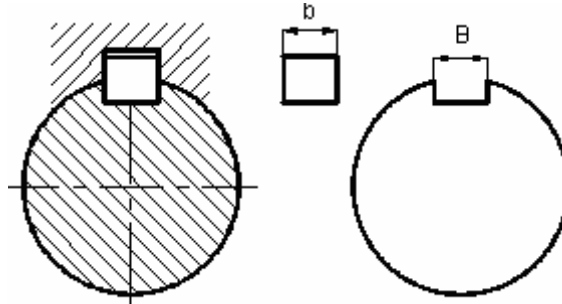
Bảng 1.1 – Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn

R _a 5 (R5)	R _a 10 (R10)	R _a 20 (R20)	R _a 40 (R40)	R _a 5 (R5)	R _a 10 (R10)	R _a 20 (R20)	R _a 40 (R40)	R _a 5 (R5)	R _a 10 (R10)	R _a 20 (R20)	R _a 40 (R40)		
1,0	1,0	1,0	1,0	10	10	10	10	100	100	100	100		
			1,05				10,5				105		
		1,1	1,1	12	11	125	125				110	11	
			1,15		11,5						115		
	1,2	1,2	1,2	14	14	14	14	14	140	140	140	120	
			1,3									13	130
			1,4									14	140
1,6	1,6	1,6	1,6	16	16	16	16	160	160	160	160		
			1,7				17				170		
		1,8	1,8	20	18	200	200				180	18	
			1,9		19						190		
	2,0	2,0	2,0	22	22	22	22	220	220	220	220	200	
			2,1									21	210
			2,2									22	220
2,5	2,5	2,5	2,5	25	25	25	25	250	250	250	250		
			2,6				26				260		
		2,8	2,8	32	28	320	320				280	28	
			3,0		30						300		
	3,2	3,2	3,2	36	36	36	36	360	360	360	360	320	
			3,4									34	340
			3,6									36	360
4,0	4,0	4,0	4,0	40	40	40	40	400	400	400	400		
			4,2				42				420		
		4,5	4,5	50	45	500	500				450	45	
			4,8		48						480		
	5,0	5,0	5,0	56	56	56	56	560	560	560	560	500	
			5,3									53	530
			5,6									60	600
6,3	6,3	6,3	6,3	63	63	63	63	630	630	630	630		
			6,7				67				670		
		7,1	71	710									

	8,0	8,0	7,5		80	80	75		800	800	750
			8,0				80				800
			8,5				85				850
		9,0	9,0			90	90			900	900
			9,5				95				950

Qui ước kí hiệu trong dung sai: chữ in hoa dùng kí hiệu cho chi tiết bao, chữ thường dùng kí hiệu cho chi tiết bị bao – hình 1.1a, b

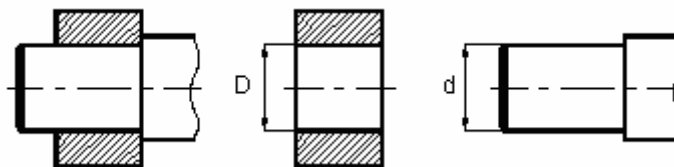
Ví dụ:



Hình 1.1 a

Thường gặp mỗi ghép trục tròn nên từ nay về sau trình bày kí hiệu lỗ, trục, những chi tiết khác được kí hiệu tương tự như qui tắc đã nêu.

- Kích thước danh nghĩa của lỗ: D
- Kích thước danh nghĩa của trục: d



Hình 1.1 b

1.2. Kích thước thực (D_t, d_t)

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

Trong thực tế, không thể xác định được kích thước một cách chính xác tuyệt đối, nên còn cho phép quan niệm kích thước thực là kích thước được xác định bằng cách đo với sai số cho phép.

Sau khi gia công, kích thước thực của loạt chi tiết thường không giống nhau và không giống với kích thước danh nghĩa do tác động của loạt sai số phát sinh trong quá trình gia công.

1.3. Kích thước giới hạn

Kích thước giới hạn là kích thước lớn nhất và nhỏ nhất giới hạn phạm vi cho phép của kích thước chi tiết

Kích thước giới hạn lớn nhất D_{\max}, d_{\max}

Kích thước giới hạn nhỏ nhất D_{\min}, d_{\min}

Chi tiết gia công được xem là đạt yêu cầu khi kích thước thực thỏa mãn.

$$D_{\min} \leq D_t \leq D_{\max} \quad (\text{đối với chi tiết lỗ})$$

$$d_{\min} \leq d_t \leq d_{\max} \quad (\text{đối với chi tiết trục})$$

2. Sai lệch giới hạn

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

2.1. Sai lệch giới hạn trên (ES, es)

$$\text{Đối với lỗ: } ES = D_{\max} - D$$

$$\text{Đối với trục: } es = d_{\max} - d$$

Ví dụ: cho lỗ có kích thước danh nghĩa $\phi 30$ kích thước giới hạn từ $\phi 29,92 \div \phi 30,08$, tính sai lệch giới hạn trên của lỗ

Tính sai lệch giới hạn trên của trục

$$\text{Sai lệch giới hạn trên của trục: } es = d_{\max} - d = 30,08 - 30 = 0,08 \text{ mm}$$

2.2. Sai lệch giới hạn dưới (EI, ei)

$$\text{Đối với lỗ: } EI = D_{\min} - D$$

$$\text{Đối với trục: } ei = d_{\min} - d$$

Ví dụ: cho trục có kích thước danh nghĩa $\phi 120$ kích thước giới hạn từ $\phi 119,95 \div \phi 120,15$, tính sai lệch giới hạn dưới của trục

$$\text{Sai lệch giới hạn dưới của trục: } ei = d_{\min} - d = 119,95 - 120 = -0,05 \text{ mm}$$

Các sai lệch giới hạn được ghi bên cạnh kích thước danh nghĩa, sai lệch trên ghi trên, sai lệch dưới ghi dưới, **tất cả đều phải cùng một đơn vị (thường là mm)**

Ví dụ: Bạn hiểu như thế nào khi đọc các kích thước được ghi như sau: $D = \phi 80_0^{+0,07}$, $d = \phi 40 \pm 0,12$

Kích thước $D = \phi 80_0^{+0,07}$ có nghĩa là kích thước danh nghĩa là 80, cho phép dao động từ $D_{\min} = 80 + 0 = 80$ đến $D_{\max} = 80 + 0,07 = 80,07$

🚩 Chú ý:

- Sai lệch giới hạn có thể dương, âm hoặc bằng 0.
- Sai lệch giới hạn trên luôn lớn hơn sai lệch giới hạn dưới
- Đơn vị của sai lệch giới hạn có thể là mm, μm

3. Dung sai (T_D, T_d)

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

$$\text{Đối với lỗ: } T_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$\text{Đối với trục: } T_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

Ví dụ: Chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa 45mm, kích thước giới hạn lớn nhất 45mm, kích thước giới hạn nhỏ nhất 44,84mm. Tính sai lệch giới hạn và dung sai của lỗ

$$\text{Sai lệch giới hạn trên của lỗ: } ES = D_{\max} - D = 45 - 45 = 0 \text{ mm}$$

$$\text{Sai lệch giới hạn dưới của lỗ: } EI = D_{\min} - D = 44,84 - 45 = -0,16 \text{ mm}$$

$$\text{Dung sai lỗ: } T_D = D_{\max} - D_{\min} = 45 - 44,84 = 0,16 \text{ mm}$$

🚩 Chú ý:

- Dung sai luôn luôn dương ($T > 0$)
- Đơn vị: mm, μm

III. KHÁI NIỆM VỀ LẮP GHÉP

1. Khái niệm

Lắp ghép là sự phối hợp giữa 2 hay nhiều chi tiết với nhau để tạo thành một bộ phận máy hay một máy có ích.

Ví dụ: Đai ốc lắp với bulông có tác dụng bắt chặt; Pittông lắp với xy lanh có tác dụng nén khí ...

Bề mặt lắp ghép là bề mặt tiếp xúc giữa hai chi tiết lắp ghép với nhau

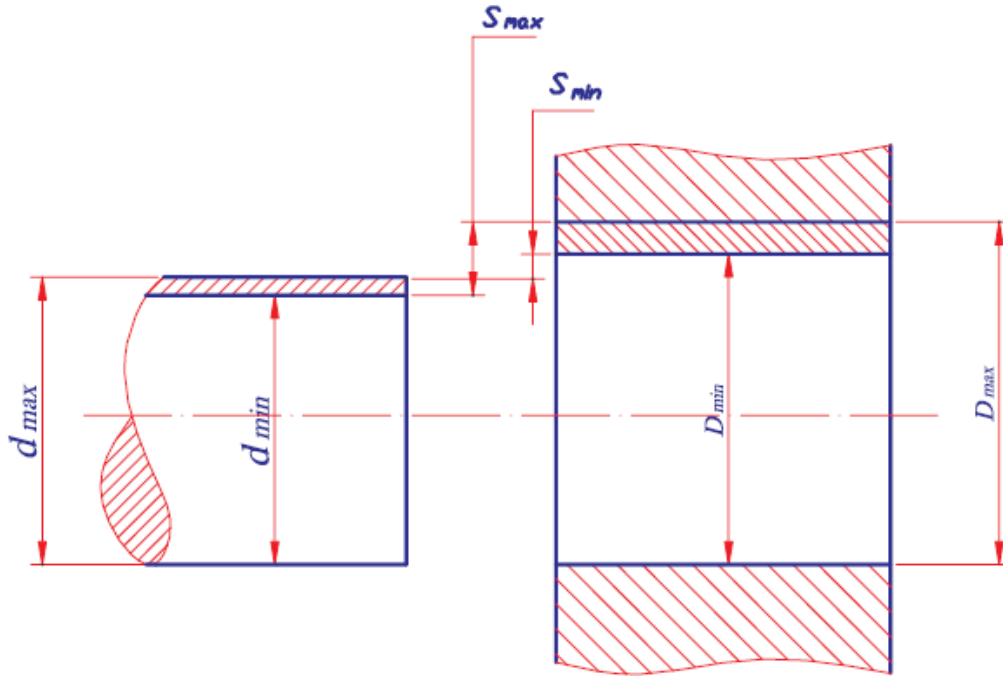
Kích thước của bề mặt lắp ghép là kích thước lắp ghép. Một lắp ghép bao giờ cũng có chung một kích thước danh nghĩa cho cả 2 chi tiết lắp ghép gọi là kích thước danh nghĩa của lắp ghép.

Bề mặt lắp ghép được chia làm 2 loại: bề mặt bao và bề mặt bị bao. Bề mặt lắp ghép có thể là mặt trụ hay mặt phẳng

2. Các loại lắp ghép

2.1. Lắp ghép có độ hở – lắp lỏng

- Lắp ghép có độ hở là lắp ghép trong đó kích thước bao luôn luôn lớn hơn kích thước bị bao để tạo thành độ hở trong lắp ghép.

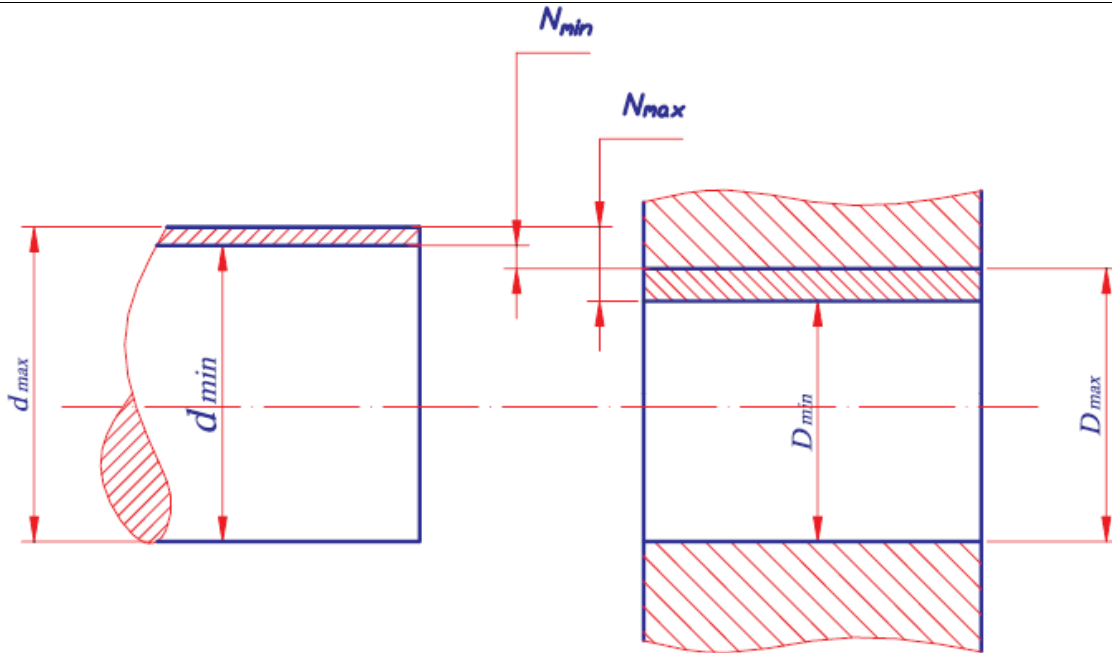


- Độ hở trong lắp ghép được ký hiệu là S
- Các đặc trưng của lắp ghép:
 - Độ hở lớn nhất: $S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei$
 - Độ hở nhỏ nhất: $S_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es$
 - Độ hở trung bình $S_{tb} = \frac{S_{max} + S_{min}}{2}$

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

2.2. Lắp ghép có độ dôi – lắp chặt

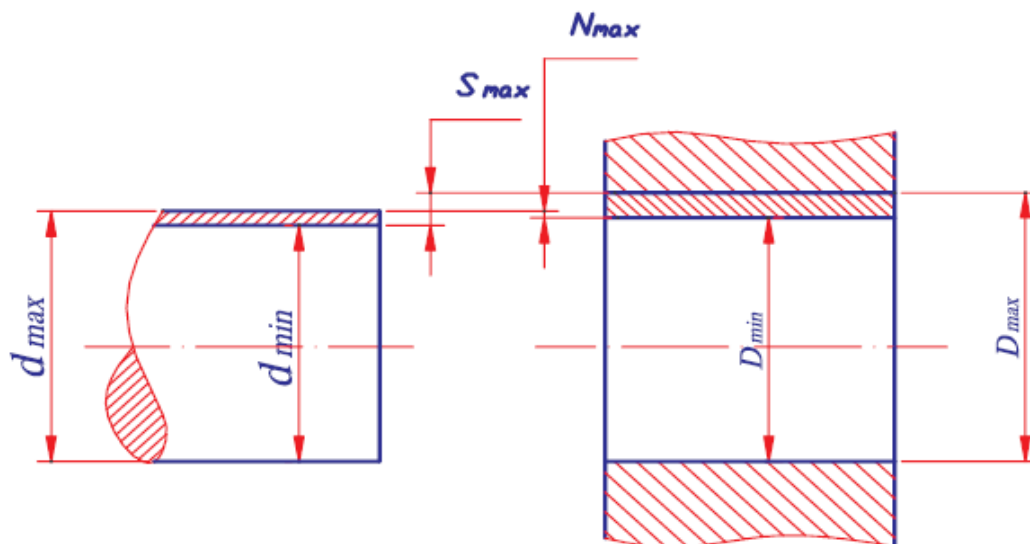
- Lắp ghép có độ dôi là loại lắp ghép trong đó kích thước của lỗ luôn luôn nhỏ hơn kích thước của chi tiết trục. Độ dôi trong lắp ghép được ký hiệu là N



- Các đặc trưng của lắp ghép:
 - Độ dôi lớn nhất: $N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI$
 - Độ dôi nhỏ nhất: $N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES$
 - Độ dôi trung bình: $N_{tb} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2}$
 - Dung sai độ dôi: $T_N = N_{\max} - N_{\min} = TD + Td$

2.3.Lắp ghép trung gian

- Lắp ghép trung gian là loại lắp ghép quá độ giữa lắp ghép có độ hở và lắp ghép có độ dôi (tức là lắp ghép có độ hở hay độ dôi tùy theo kích thước thực của cặp chi tiết lắp ghép với nhau)



- Các đặc trưng của lắp ghép:
 - 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 lắp ghép: $T_{S,N} = S_{\max} + N_{\max}$

⚠️ Chú ý: Các đặc trưng của lắp ghép luôn luôn dương

3. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép

Sơ đồ phân bố miền dung sai dùng để biểu diễn một lắp ghép đơn giản và nhanh chóng.

Qui ước khi vẽ sơ đồ phân bố miền dung sai:

- Lập một hệ tọa độ vuông góc, trong đó trục hoành biểu thị cho vị trí của kích thước danh nghĩa (đường không), trục tung biểu thị cho giá trị sai lệch giới hạn (tính bằng μm)

- Lần lượt vẽ miền dung sai của lỗ và trục. Sai lệch giới hạn có thể ở trên đường không nếu sai lệch dương và ở dưới đường không nếu sai lệch âm.

🔧 Chú ý: trên trục tung, ghi các giá trị sai lệch giới hạn của trục và lỗ theo μm . Và trên sơ đồ, miền dung sai của lỗ và trục được biểu thị bằng các hình chữ nhật có bề rộng tùy ý, chiều đánh tuyến ảnh tùy ý và được gạch chéo trái chiều nhau.

Câu hỏi trắc nghiệm:

1. Tính đối lẫn hoàn toàn là

- Đòi hỏi chi tiết phải được chế tạo với yêu cầu kỹ thuật nằm trong dung sai cho phép
- Đòi hỏi chi tiết gia công có khoảng dung sai lớn hơn so với yêu cầu kỹ thuật
- Được dùng cho các chi tiết phi tiêu chuẩn
- Tất cả đều sai

2. Tính đối lẫn không hoàn toàn là

- Cho phép chi tiết được chế tạo với khoảng dung sai lớn hơn khoảng dung sai cho phép
- Đòi hỏi chi tiết phải được chế tạo với mức độ chính xác cao
- Được dùng cho các chi tiết tiêu chuẩn
- Tất cả đều sai

3. Tính đối lẫn chức năng là

- Khả năng có thể thay thế cho nhau của những chi tiết cùng loại, cùng cỡ mà không cần phải lựa chọn hay sửa chữa nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật và kinh tế
- Khả năng có thể thay thế cho nhau của những chi tiết trong cùng loạt
- Khả năng có thể thay thế cho nhau của những chi tiết không cùng loạt nhưng cùng chức năng
- Khả năng có thể thay thế cho nhau của những chi tiết cùng loại, cùng cỡ

4. Tính đối lẫn chức năng mang lại hiệu quả gì

- Giảm thời gian chết của máy, giảm thời gian sửa chữa và thay thế
- Sản phẩm đạt chất lượng cao, giá thành hạ
- Đầy mạnh và phát triển sản xuất
- Cả 3 đáp án trên

5. Tính đối lẫn chức năng dùng để:

- Chế tạo các chi tiết tiêu chuẩn
- Chế tạo các chi tiết lắp ghép có yêu cầu thay thế một cách bất kỳ không cần phải lựa chọn
- Cả a và b đều đúng
- Cả a và b đều sai

6. Đơn vị đo kích thước trong ngành cơ khí thường dùng là mm

- Đúng
- Sai

7. Kích thước danh nghĩa là kích thước đo được trên chi tiết

- Đúng
- Sai

8. Kích thước danh nghĩa được lấy tùy ý, không theo một qui định nào.

- Đúng
- Sai

9. Trong thực tế, có thể xác định kích thước thực chính xác một cách tuyệt đối

- Đúng
- Sai

10. Trên bản vẽ, tất cả các kích thước đều phải cùng một đơn vị đo là mm

- a. Đúng b. Sai

11. Kích thước thực là kích thước của chi tiết cho trên bản vẽ

- a. Đúng b. Sai

12. Tiêu chuẩn hóa kích thước danh nghĩa nhằm

- a. Giảm số lượng chủng loại những chi tiết được tiêu chuẩn hóa
b. Tăng số lượng cỡ phôi thanh, giảm số lượng dụng cụ cắt, trang bị công nghệ và dụng cụ đo lường
c. Giảm số lượng cỡ phôi thanh, giảm số lượng dụng cụ cắt, trang bị công nghệ và dụng cụ đo lường cho quá trình gia công chi tiết
d. Cả a và c đều đúng

13. Kích thước thực là:

- a. Kích thước đo được trên chi tiết sau gia công với mức độ chính xác theo yêu cầu.
b. Kích thước được tính toán xác định theo kích thước chuẩn.
c. Kích thước đo được trên chi tiết bằng dụng cụ đo và phương pháp đo chính xác nhất mà kỹ thuật đo có thể đạt được.
d. Kích thước do người thiết kế định ra nhằm đảm bảo cho chi tiết làm việc ở trạng thái tốt nhất.

14. Kích thước giới hạn là:

- a. Kích thước lớn nhất và kích thước nhỏ nhất giới hạn phạm vi cho phép của kích thước chi tiết
b. Kích thước lớn nhất của chi tiết
c. Kích thước nằm trong khoảng dung sai cho phép của chi tiết
d. Kích thước thỏa mãn điều kiện làm việc của chi tiết

15. Kích thước giới hạn được xác định sao cho:

- a. Đảm bảo yêu cầu làm việc của chi tiết.
b. Thỏa mãn điều kiện gia công chi tiết một cách kinh tế nhất.
c. Vừa đảm bảo yêu cầu làm việc của chi tiết, vừa đảm bảo điều kiện gia công chi tiết một cách kinh tế nhất.
d. Đảm bảo được kích thước chi tiết nằm trong giới hạn cho phép.

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

- a. Đúng b. Sai

17. Kích thước giới hạn nhỏ nhất bằng tổng đại số giữa kích thước danh nghĩa và sai lệch giới hạn dưới

- a. Đúng b. Sai

18. Kích thước giới hạn lớn nhất bằng tổng đại số giữa kích thước danh nghĩa và sai lệch giới hạn dưới

- a. Đúng b. Sai

19. Sai lệch giới hạn trên luôn nhỏ hơn sai lệch giới hạn dưới

- a. Đúng b. Sai

20. Sai lệch giới hạn là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn và kích thước thực

- a. Đúng b. Sai

21. Dung sai là hiệu đại số giữa sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới

- a. Đúng b. Sai

22. Trị số dung sai có thể âm và có thể dương

- a. Đúng b. Sai

23. Hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất là:

- a. Sai lệch giới hạn trên b. Sai lệch giới hạn dưới
c. Sai lệch giới hạn d. Dung sai

24.Sai lệch giới hạn trên là :

- a. Hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa
- b. Hiệu đại số giữa kích thước danh nghĩa và kích thước giới hạn
- c. Hiệu đại số giữa kích thước danh nghĩa và kích thước thực
- d. Hiệu đại số giữa kích thước danh nghĩa và kích thước thực

25. Hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước thực là:

- a. Dung sai
- b. Sai lệch giới hạn trên
- c. Sai lệch giới hạn dưới
- d. Tất cả đều sai

26. Chi tiết có kích thước $D = 80 \pm 0,015$. Dung sai của chi tiết là:

- a. $T_D = 0,030$ mm
- b. $T_d = 0$ mm
- c. $T_d = 0,015$ mm
- d. Tất cả đều sai

27. Một chi tiết được ghi kích thước trên bản vẽ $\phi 50^{+0,030}_{-0,015}$

Chi tiết nào đạt yêu cầu về kích thước trong các chi tiết sau:

- a. $\phi 50,038$
- b. $\phi 50,128$
- c. Cả 2 chi tiết đều đạt
- d. Cả 2 chi tiết đều không đạt

28. Cho chi tiết có kích thước $d = 50^{+0,050}_{+0,034}$ Sai lệch giới hạn và dung sai của chi tiết là:

- a. $es=0,050$ $ei=0,034$ $T_d=0,016$
- b. $es=0,034$ $ei=0,016$ $T_d=0,084$
- c. $es=0,084$ $ei=0,034$ $T_d=0,016$
- d. $es=0,050$ $ei=0,034$ $T_d=0,084$

29. Một chi tiết được ghi kích thước trên bản vẽ $\phi 100^{+0,30}_{-0,15}$

Chi tiết nào đạt yêu cầu về kích thước trong các chi tiết sau:

- a. $\phi 100,28$
- b. $\phi 99,88$
- c. Cả 2 chi tiết đều đạt
- d. Cả 2 chi tiết đều không đạt

30. Lắp ghép có độ hở là:

- a. Lắp ghép trong đó kích thước của bề mặt bị bao luôn lớn hơn bề mặt bao.
- b. Lắp ghép trong đó kích thước của bề mặt bao luôn lớn hơn bề mặt bị bao.
- c. Lắp ghép trong đó kích thước của bề mặt bao có khi lớn hơn, có khi nhỏ hơn kích thước bề mặt bị bao.
- d. Lắp ghép trong đó hai chi tiết cố định trong quá trình làm việc.

31. Lắp ghép có độ hở dùng trong trường hợp:

- a. Các chi tiết cần chuyển động quay tương đối.
- b. Các chi tiết cần chuyển động tịnh tiến dọc trục.
- c. Các chi tiết cần chuyển động lắc tương đối.
- d. Tất cả đều đúng.

32. Trong các môi lắp sau, môi lắp nào là lắp ghép có độ hở.

- a. $D = \phi 120^{+0,035}$ mm, $d = \phi 120^{+0,085}_{+0,06}$ mm
- c. $D = \phi 70^{+0,006}_{-0,017}$ mm, $d = \phi 70_{-0,014}$ mm
- b. $D = \phi 25_{-0,03}$ mm, $d = \phi 25_{-0,02}$ mm
- d. $D = \phi 30^{+0,021}$ mm, $d = \phi 30_{-0,073}^{-0,04}$ mm

33.Lắp ghép trung gian được dùng cho:

- a.Mỗi ghép cố định, ít tháo lắp, không cần dùng các chi tiết phụ như then, chốt.
- b.Mỗi ghép có yêu cầu độ dôi lớn, không tháo lắp thường xuyên.
- c.Mỗi ghép cố định, hay tháo lắp thường xuyên và phải dùng chi tiết phụ như then, chốt.
- d.Mỗi ghép có yêu cầu độ chính xác cao.

34.Khi chọn môi lắp có độ dôi, độ dôi của môi lắp cần phải:

- a.Vừa đủ để chi tiết cố định sau khi lắp.
- b.Đủ lớn để tạo ra lực ma sát thắng được ngoại lực tác dụng.
- c.Không lớn quá để không phá hủy chi tiết lắp ghép.
- d.Đảm bảo cả 2 điều kiện b và c.

35.Cho $D = \phi 30^{+0.02}_{-0.007} \text{ mm}$, $d = \phi 30_{-0.009} \text{ mm}$. Tính S_{max}, N_{max}

- a. $S_{max} = 0.02 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.016 \text{ mm}$
- b. $S_{max} = 0.029 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.009 \text{ mm}$
- c. $S_{max} = 0.02 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.007 \text{ mm}$
- d. $S_{max} = 0.029 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.007 \text{ mm}$

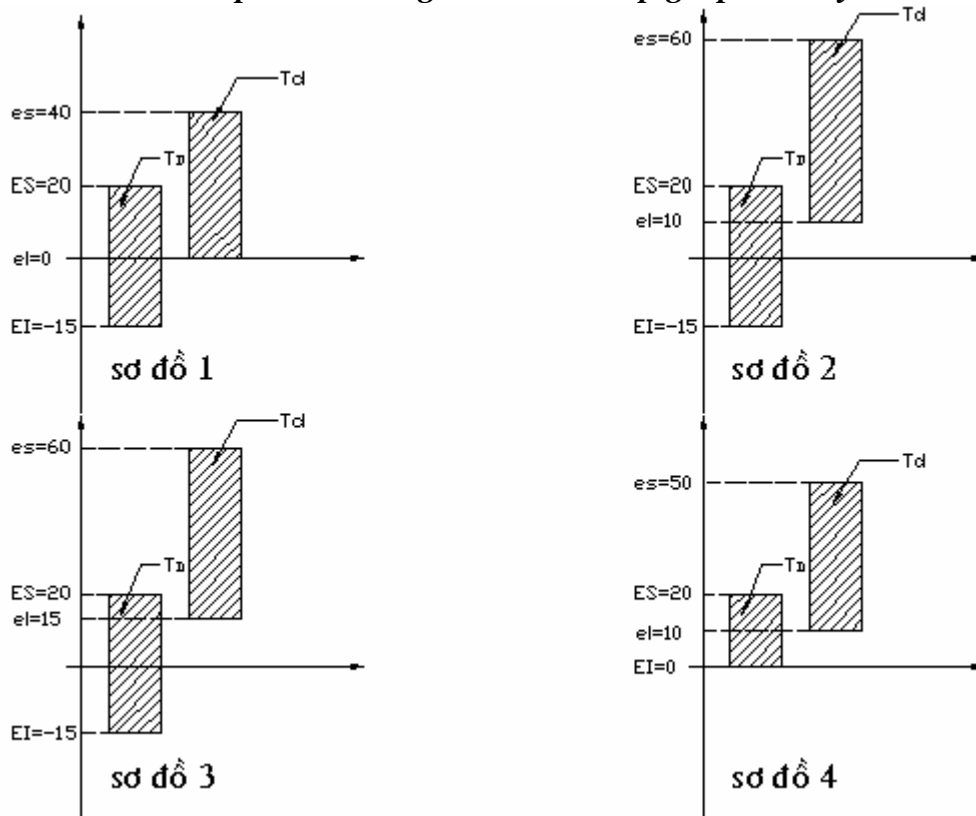
36.Cho $D = \phi 70_{-0.03} \text{ mm}$, $d = \phi 70_{-0.02} \text{ mm}$. Tính S_{max}, N_{max}

- a. $S_{max} = 0.02 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.01 \text{ mm}$
- b. $S_{max} = 0.03 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.02 \text{ mm}$
- c. $S_{max} = 0.02 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.03 \text{ mm}$
- d. $S_{max} = 0.05 \text{ mm}$ $N_{max} = 0.03 \text{ mm}$

37.Cho $D = \phi 50^{+0.035} \text{ mm}$, $d = \phi 50^{+0.085}_{+0.06} \text{ mm}$, tính N_{max}, N_{min}

- a. $N_{max} = 0.085 \text{ mm}$ $N_{min} = 0.06 \text{ mm}$
- b. $N_{max} = 0.035 \text{ mm}$ $N_{min} = 0.025 \text{ mm}$
- c. $N_{max} = 0.085 \text{ mm}$ $N_{min} = 0.035 \text{ mm}$
- d. $N_{max} = 0.085 \text{ mm}$ $N_{min} = 0.025 \text{ mm}$

38. Cho các sơ đồ phân bố dung sai của các lắp ghép sau đây:



Với các số liệu dưới đây, chọn sơ đồ phân bố dung sai thích hợp

1. $D=d=\Phi 50\text{mm}$, $ei=10\mu\text{m}$, $N_{max}=50\mu\text{m}$, $S_{max}=10\mu\text{m}$, $T_D=20\mu\text{m}$

- a. Sơ đồ 1 b. Sơ đồ 2 c. Sơ đồ 3 d. Sơ đồ 4

2. $D=d=\Phi 80\text{mm}$, $EI=-15\mu\text{m}$, $N_{max}=75\mu\text{m}$, $N_{min}=10\mu\text{m}$, $T_D=40\mu\text{m}$

- a. Sơ đồ 1 b. Sơ đồ 2 c. Sơ đồ 3 d. Cả 3 câu đều sai

3. $D=d=\Phi 70\text{mm}$, $ES=20\mu\text{m}$, $N_{max}=75\mu\text{m}$, $S_{max}=10\mu\text{m}$, $T_d=50\mu\text{m}$

- a. Sơ đồ 1 b. Sơ đồ 2 c. Sơ đồ 3 d. Sơ đồ 4

4. $D=d=\Phi 120\text{mm}$, $es=60\mu\text{m}$, $ES=20\mu\text{m}$, $N_{max}=75\mu\text{m}$, $S_{max}=5\mu\text{m}$

- a. Sơ đồ 1 b. Sơ đồ 2 c. Sơ đồ 3 d. Sơ đồ 4

BÀI TẬP CHƯƠNG 1



1. Chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa $D = \phi 55$, kích thước giới hạn $D_{max} = 55,046$, $D_{min} = 55$

- Tính sai lệch giới hạn và dung sai của kích thước
- Lỗ sau gia công có kích thước thực $D_i = \phi 55,025$ có dùng được không? Vì sao?

2. Tính kích thước giới hạn và dung sai của các chi tiết

- a. $d = \phi 60_{-0,029}^{-0,010}$ b. $D = \phi 80_{+0,066}^{+0,085}$ c. $d = \phi 50 \pm 0,015$

3. Với các kích thước lỗ và trục cho dưới đây, hãy:

- Vẽ sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép
- Xác định các kích thước giới hạn của lỗ và trục
- Xác định đặc tính lắp ghép và các đặc trưng của lắp ghép

a. $D = \phi 30_{-0,058}^{+0,021}$, $d = \phi 60_{-0,004}^{-0,004}$

b. $D = \phi 120 \pm 0,027$, $d = \phi 120_{-0,035}$

c. $D = \phi 63^{+0,030}$, $d = \phi 63^{+0,085}_{+0,066}$

4. Vẽ sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép với các số liệu sau:

a. $D = d = \phi 50mm$, $ei = 20\mu m$, $N_{\max} = 60\mu m$, $S_{\max} = 10\mu m$, $T_D = 40\mu m$

b. $D = d = \phi 80mm$, $es = 0$, $N_{\max} = 40\mu m$, $T_d = 30\mu m$, $T_D = 50\mu m$

c. $D = d = \phi 35mm$, $T_d = 23\mu m$, $EI = 0$, $S_{\max} = 15\mu m$, $T_D = 25\mu m$

d. $D = d = \phi 75mm$, $ES = 0$, $N_{\max} = 65\mu m$, $N_{\min} = 8\mu m$, $T_d = 25\mu m$

Chương 2**DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN**

Mục tiêu:

- Trình bày đầy đủ các quy định về lắp ghép theo hệ thống lỗ và hệ thống trục. Hai dãy sai lệch cơ bản của lỗ và trục, các lắp ghép tiêu chuẩn
- Vẽ đúng sơ đồ phân bố miền dung sai theo hệ thống lỗ và hệ thống trục. Xác định được các đặc tính của lắp ghép
- Xác định được phạm vi phân tán kích thước của trục và lỗ để điều chỉnh dụng cụ cắt và kiểm tra kích thước gia công

I. QUI ĐỊNH DUNG SAI**1. Công thức tính trị số dung sai**

Trị số dung sai phụ thuộc vào kích thước danh nghĩa và cấp chính xác của kích thước thông qua công thức sau:

$$T = a.i(\mu m) \quad (2.1)$$

Trong đó:

a : hệ số chính xác, phụ thuộc vào cấp chính xác của kích thước bảng 2.1. Kích thước càng chính xác thì a càng nhỏ, trị số dung sai càng càng bé, và ngược lại.

Bảng 2.1 – Hệ số chính xác a phụ thuộc vào cấp chính xác

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

i : đơn vị dung sai phụ thuộc vào kích thước danh nghĩa D bằng công thức sau:

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

Từ (2.1) ta dễ dàng tính được trị số dung sai T cho một kích thước bất kì ứng với một cấp chính xác cho trước. Tuy nhiên, để thuận lợi cho người sử dụng, các trị số dung sai đã được tính toán cho từng khoảng kích thước.

2. Cấp chính xác

TCVN qui định chia mức độ chính xác của kích thước chi tiết ra làm 20 cấp theo thứ tự độ chính xác dần: 01; 0; 1; 2;.....;18. Trong đó:

- Cấp chính xác 01; 0; 1; 2; 3; 4: dùng cho các kích thước lắp ghép trong các dụng cụ đo, kiểm tra
- Cấp chính xác 5 đến 11: dùng cho các kích thước lắp ghép trong các máy móc thông dụng
- Cấp chính xác 12 đến 18: dùng cho các kích thước không lắp ghép hoặc lắp ghép thô

II. QUI ĐỊNH LẮP GHÉP**1. Hệ thống lỗ cơ bản**

Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí của miền dung sai lỗ là cố định, muốn thay đổi đặc tính lắp ghép, ta thay đổi vị trí miền dung sai của trục.

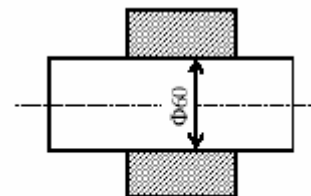
2. Hệ thống trục cơ bản

Là hệ thống các kiểu lắp mà vị trí của miền dung sai trục là cố định, muốn thay đổi đặc tính lắp ghép, ta thay đổi vị trí miền dung sai của lỗ.

Thông thường, các lắp ghép được thực hiện trong hệ thống lỗ, trong một số trường hợp do yêu cầu về kết cấu và tính công nghệ mà phải chọn theo hệ thống trục.

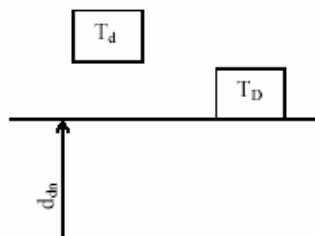
3. Ký hiệu miền dung sai của kích thước.

Ví dụ: Để tạo mối ghép trụ trơn từ chi tiết trục và bạc – hình 2.1

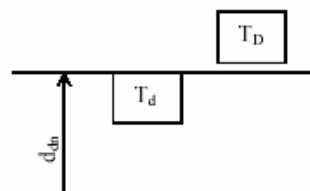


Hình 2.1

Với kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 60mm$, độ chính xác cấp 7, tra bảng 2.2 ta được $T_D = T_d = 30\mu m$, muốn có mối ghép chặt ta phải bố trí miền dung sai của trục nằm trên miền dung sai của lỗ – hình 2.2a, muốn có lắp ghép lỏng ta phải bố trí miền dung sai của trục nằm dưới miền dung sai của lỗ – hình 2.2b



Hình 2.2a - Mối ghép chặt

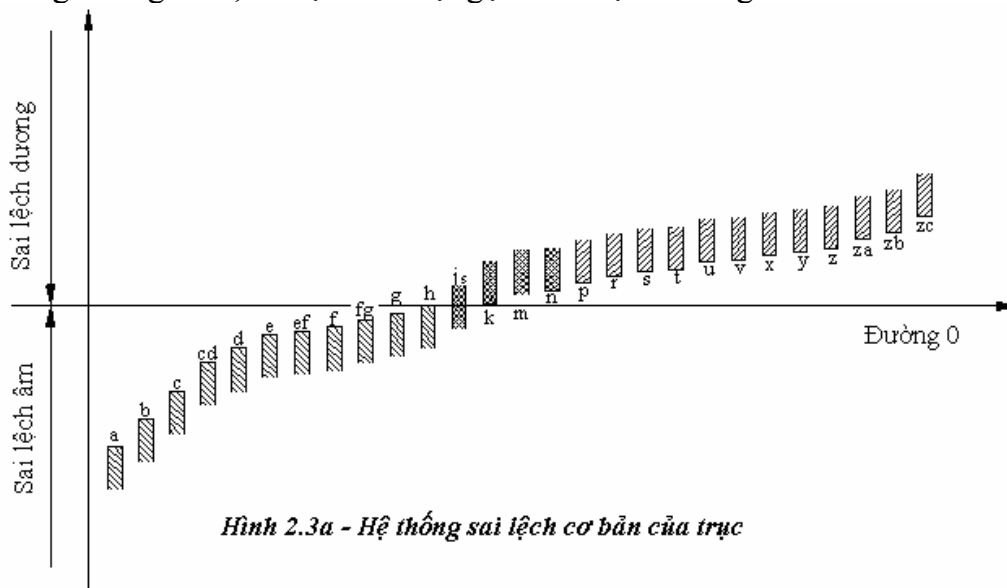


Hình 2.2b - Mối ghép lỏng

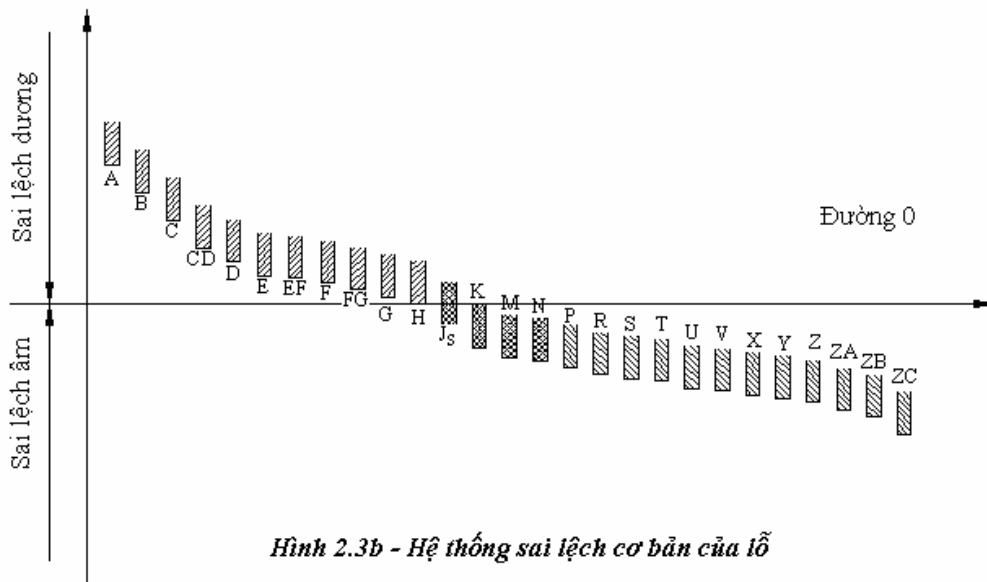
TCVN qui định 27 cách bố trí miền dung sai (so với kích thước danh nghĩa) cho kích thước trục được kí hiệu bằng chữ in thường: a, b, c... - hình 2.3a và 27 cách bố trí miền dung sai cho kích thước lỗ được kí hiệu bằng chữ in hoa: A, B, C... - hình 2.3b

Vị trí miền dung sai được xác định bởi sai lệch cơ bản

Vậy: SLCB là sai lệch xác định vị trí của miền dung sai so với kích thước danh nghĩa, nó là một trong hai sai lệch giới hạn của kích thước (sai lệch trên hoặc dưới) nhưng gần với đường không nhất, sai lệch còn lại gọi là sai lệch không cơ bản.



Hình 2.3a - Hệ thống sai lệch cơ bản của trục



Hình 2.3b - Hệ thống sai lệch cơ bản của lỗ

✚ Nhận xét:

- SLCB của lỗ H có $EI.=0$
- SLCB của trục h có $es=0$
- SLCB J_s, j_s có miền dung sai phân bố đối xứng qua đường không.
- Trị số và dấu của các SLCB khác được qui định theo tiêu chuẩn và được xác định bằng cách tra bảng.

định bằng cách tra bảng.

Khi phối hợp một SLCB với một cấp chính xác ta được một miền dung sai tương ứng. Tuy nhiên, nếu phối hợp một cách bất kì thì miền dung sai sẽ rất nhiều và khó sử dụng, do đó tiêu chuẩn qui định 81 miền dung sai của trục – bảng 2.3a và 72 miền dung sai của lỗ – bảng 2.3b

Với mỗi miền dung sai ứng với một kích thước danh nghĩa sẽ có một sai lệch giới hạn, sai lệch giới hạn của lỗ, sai lệch giới hạn của trục

4. Lắp ghép tiêu chuẩn

TCVN qui định 69 kiểu lắp trong hệ thống lỗ và 61 kiểu lắp trong hệ thống trục gồm 3 nhóm:

- Nhóm lắp lỏng gồm các kiểu lắp:
- Nhóm lắp trung gian gồm các kiểu lắp:
- Nhóm lắp chặt gồm các kiểu lắp:

5. Ghi kí hiệu dung sai và lắp ghép trên bản vẽ

Kí hiệu dung sai được ghi trên bản vẽ chi tiết có thể bằng một trong hai cách sau:

- Cách 1:

- Kích thước danh nghĩa
- Miền dung sai (SLCB và cấp chính xác)
- Ví dụ: $\phi 18H7$, $\phi 30e8$

- Cách 2:

- Kích thước danh nghĩa
- Sai lệch giới hạn (sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới)
- Ví dụ: $\phi 18^{+0,018}$, $\phi 30_{-0,073}^{-0,040}$

Lựa chọn cách ghi nào là phụ thuộc vào điều kiện gia công và kiểm tra chi tiết.

- Cho phép kết hợp cả hai cách trên

Ví dụ: $\phi 18H7^{(+0,018)}$, $\phi 30e8^{(-0,040)}$

Kí hiệu lắp ghép được ghi trên bản vẽ lắp gồm có:

- Kích thước danh nghĩa

- Miền dung sai của lỗ
- Miền dung sai của trục

Ví dụ: $\phi 50 \frac{H7}{f7}$ hoặc $\phi 50 \frac{H7}{f7}$ hoặc $\phi 50 H7 - f7$

III. PHẠM VI ỨNG DỤNG CỦA CÁC LẮP GHÉP TIÊU CHUẨN

1. Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp lỏng

Độ hở trong lắp ghép là nhỏ, trung bình hay lớn tùy thuộc vào chức năng của mỗi ghép

- Kiểu lắp $\frac{H7}{h6}, \frac{H8}{h7}, \frac{H8}{h8}$ có độ hở nhỏ, được sử dụng cho các mối ghép có chuyển động tương đối của các chi tiết chậm, và thường dọc theo trục để đảm bảo độ chính xác định tâm cao. Ví dụ: Bánh răng thay thế lắp với trục trong máy công cụ, cán pitông lắp với bạc dẫn hướng.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{g6}, \frac{G7}{h6}$ có độ hở nhỏ, được sử dụng cho các mối ghép động chính xác.

Độ hở nhỏ của lắp ghép nhằm giảm sai lệch độ đồng tâm. Thường sử dụng cho các mối ghép mà chuyển động tương đối là chuyển động tịnh tiến, hoặc ổ quay chính xác tải trọng nhỏ. Ví dụ: Ổ trục chính của máy chính xác, trục thanh đo với bạc dẫn của đồng hồ so, bánh răng dịch chuyển trên trục.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{f7}, \frac{F8}{h6}$ có độ hở trung bình. Độ hở đủ để trục quay tự do trong ổ trượt, có bôi trơn mỡ hoặc dầu. Ví dụ: Ổ trục trong các hộp truyền động, bánh răng hoặc bánh đai quay lồng không, con trượt trên rãnh trượt.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{e7}, \frac{H8}{e8}$ có độ hở tương đối lớn. Độ hở lớn đảm bảo trục quay tự do với chế độ làm việc nặng: tải trọng lớn, tốc độ lớn, nhiệt độ cao. Ví dụ: Ổ lắp với trục của tuabin máy phát điện, cổ trục chính của trục khuỷu với ổ trong của động cơ ô tô.

- Kiểu lắp $\frac{H9}{d9}, \frac{H8}{d9}$ có độ hở lớn, cho phép bồi thường sai lệch lớn về vị trí của bề mặt lắp ghép và biến dạng nhiệt. Ví dụ: Trục máy cán, máy nghiền bi lắp với ổ trục, vòng căng lắp với rãnh pitông của máy nén khí.

2. Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp trung gian

- Kiểu lắp $\frac{H7}{j_s6}, \frac{J_s7}{h6}$ thường nhận được độ hở hơn là độ dôi. Độ dôi không lớn nên tháo lắp dễ dàng, chỉ cần lực nhẹ, tuy nhiên do độ dôi bé nên không đủ truyền momen xoắn mà phải dùng chi tiết phụ.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{k6}, \frac{K7}{h6}$ được sử dụng phổ biến nhất, thường nhận được độ dôi hơn là độ hở. Trong thực tế, do ảnh hưởng của sai số lắp ghép nên khi lắp ta không cảm nhận được độ hở.

- Kiểu lắp $\frac{H7}{n6}, \frac{N7}{h6}$ là kiểu lắp bền chắc nhất trong các kiểu lắp trung gian, khi thực hiện mối ghép, thực tế không xuất hiện độ hở. Độ dôi tương đối lớn nên khi tháo lắp cần lực lớn, thường phải sử dụng máy ép. Chúng thường được sử dụng cho các mối ghép bánh răng, li hợp, tay quay với trục có chi tiết phụ khi tải trọng nặng.

Hoặc chúng cũng được dùng đối với mối ghép cố định không có chi tiết phụ nhưng tải trọng nhỏ, chi tiết lỗ có thành mỏng.

3. Phạm vi ứng dụng của các kiểu lắp chặt

- Kiểu lắp $\frac{H7}{p6}, \frac{P7}{h6}$ được sử dụng đối với các mối ghép truyền momen xoắn nhỏ, mối ghép có chi tiết thành mỏng không cho phép biến dạng lớn.
- Kiểu lắp $\frac{H7}{r6}, \frac{H7}{s6}$ là kiểu lắp có độ dôi vừa phải, được dùng với các mối ghép chịu tải trọng nặng nhưng có chi tiết phụ.
- Kiểu lắp $\frac{H7}{u7}, \frac{H8}{u8}$ có độ dôi lớn, được dùng đối với các mối ghép được truyền tải nặng, không cần chi tiết phụ.

Câu hỏi trắc nghiệm:

1. Cho một lắp ghép theo hệ thống lỗ có $D=d=\phi 65\text{mm}$, sai lệch giới hạn của trục là h , $T_D=T_d=32\mu\text{m}$. Tính các kích thước giới hạn của lỗ và trục

- | | | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| a. $D_{\max}=\phi 65,032$ | $D_{\min}=\phi 64,968$ | $d_{\max}=\phi 65$ | $d_{\min}=\phi 64,968$ |
| b. $D_{\max}=\phi 65$ | $D_{\min}=\phi 64,968$ | $d_{\max}=\phi 65,032$ | $d_{\min}=\phi 65$ |
| c. $D_{\max}=\phi 65,032$ | $D_{\min}=\phi 65$ | $d_{\max}=\phi 65$ | $d_{\min}=\phi 64,968$ |
| d. $D_{\max}=\phi 65,032$ | $D_{\min}=\phi 65$ | $d_{\max}=\phi 65,032$ | $d_{\min}=\phi 65$ |

2. Trong các lắp ghép sau, lắp ghép nào là lắp ghép có độ hở trong hệ thống trục?

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| a. $\phi 40\text{K}8/h7$ | b. $\phi 50\text{H}9/d9$ |
| c. $\phi 60\text{H}7/g6$ | d. $\phi 72\text{G}7/h6$ |

3. Cho một kiểu lắp trong hệ thống trục có $T_D=30\mu\text{m}$, $T_d=35\mu\text{m}$, $S_{\max}=23\mu\text{m}$. Tính sai lệch giới hạn của lỗ và trục:

- | | | | |
|------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| a. $ES=-12\mu\text{m}$ | $EI=28\mu\text{m}$ | $es=0$ | $ei=-35\mu\text{m}$ |
| b. $ES=0$ | $EI=-30\mu\text{m}$ | $es=0$ | $ei=-35\mu\text{m}$ |
| c. $ES=53\mu\text{m}$ | $EI=23\mu\text{m}$ | $es=35\mu\text{m}$ | $ei=0$ |
| d. $ES=-12\mu\text{m}$ | $EI=-42\mu\text{m}$ | $es=0$ | $ei=-35\mu\text{m}$ |

2. Công thức tổng quát để tính giá trị dung sai cho cấp chính xác từ 5-17 là $IT= a.i$ trong đó:

- a là cấp chính xác, i là đơn vị dung sai được tính theo công thức $i=0.45\sqrt[3]{D}+0.001D$
- a là hệ số chính xác, i là đơn vị dung sai được tính theo công thức $i=0.45\sqrt[3]{D}+0.001D$
- a là hệ số chính xác, i là đơn vị dung sai được tính theo công thức $i=0.45\sqrt[3]{D}$
- a là cấp chính xác, i là đơn vị dung sai được tính theo công thức $i=0.45\sqrt[3]{D}+0.01D$

3. Theo TCVN 2244-77, mức độ chính xác về kích thước chi tiết được chia ra:

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| a. 19 cấp 1, 2,...19 | b. 17 cấp 1, 2,...17 |
| c. 19 cấp 0, 1,...,18 | d. 20 cấp 01, 0, 1,...,18 |

4. Sở dĩ người ta phải tiến hành phân khoảng kích thước khi tính giá trị dung sai T là vì
- Với các kích thước danh nghĩa gần nhau, giá trị dung sai IT thay đổi không đáng kể.
 - Để bảng tiêu chuẩn dung sai ngắn gọn.

- c. Để tạo điều kiện thuận lợi cho sử dụng.
- d. Tất cả đều đúng.

5. Giá trị dung sai của kích thước phụ thuộc vào:

- a. Mức độ chính xác của kích thước.
- b. Kích thước lớn nhất của khoảng đó.
- c. Hệ số chính xác a và sai lệch cơ bản.
- d. Mức độ chính xác và giá trị danh nghĩa của kích thước.

6. Sai lệch cơ bản là:

- a. Sai lệch giới hạn trên của miền dung sai.
- b. Sai lệch giới hạn dưới của miền dung sai.
- c. Một trong 2 sai lệch giới hạn (trên hoặc dưới) nhưng gần với đường không nhất.
- d. Có thể là sai lệch giới hạn trên hoặc dưới tùy từng trường hợp cụ thể.

7. Sai lệch cơ bản h là loại sai lệch đặc biệt có:

- a. $es=0$ và miền dung sai phân bố trên đường 0.
- b. $ei=0$ và miền dung sai phân bố trên đường 0.
- c. $es=0$ và miền dung sai phân bố dưới đường 0.
- d. Miền dung sai phân bố đối xứng qua đường 0.

8. Hệ thống trục được sử dụng trong trường hợp:

- a. Lắp ghép giữa một trục trơn với lỗ mà yêu cầu độ chính xác cao.
- b. Lắp ghép giữa một trục trơn với lỗ đã được tiêu chuẩn hóa.
- c. Lắp ghép giữa một trục trơn với nhiều lỗ mà yêu cầu có độ hở.
- d. Lắp ghép giữa một trục trơn với nhiều lỗ mà yêu cầu các đặc tính lắp ghép khác nhau

9. Chọn tất cả các lắp ghép có độ hở trong hệ thống trục từ các lắp ghép sau:

$\frac{H8}{n7}, \frac{H8}{f7}, \frac{M7}{h6}, \frac{N8}{h7}, \frac{H6}{h5}, \frac{H6}{k5}, \frac{U8}{h7}, \frac{S7}{h6}, \frac{H6}{g5}, \frac{J_s5}{h4}, \frac{E8}{h7}, \frac{H8}{s7}, \frac{H8}{u8}, \frac{G6}{h5}$

- a. $\frac{M7}{h6}, \frac{E8}{h7}, \frac{G6}{h5}$
- b. $\frac{H6}{h5}, \frac{E8}{h7}, \frac{G6}{h5}$
- c. $\frac{E8}{h7}, \frac{G6}{h5}$
- d. $\frac{E8}{h7}, \frac{G6}{h5}, \frac{N8}{h7}$

10. Trong các lắp ghép sau, lắp ghép nào là lắp ghép có độ hở trong hệ thống lỗ:

- a. $\phi 32M7/h6$
- b. $\phi 40H6/p5$
- c. $\phi 35K7/h6$
- d. $\phi 50H7/e8$

11. Khi chọn kiểu lắp cho một môi ghép hình trụ trơn, cần phải đảm bảo điều kiện:

- a. Các lắp ghép được dùng trong hệ thống lỗ và trục.
- b. Chọn kiểu lắp ưu tiên trong hệ thống lỗ hoặc trục.
- c. Dung sai của lỗ nên lớn hơn dung sai của trục nhưng không được vượt quá 2 cấp chính xác, nếu kiểu lắp đó không tiêu chuẩn.
- d. Tất cả đều đúng.

12. Với một kiểu lắp có độ hở trong hệ thống trục đã chọn, muốn thay đổi độ hở nhỏ nhất S_{min} thì phải:

- a. Chọn lại cấp chính xác của trục.
- b. Chọn lại cấp chính xác của lỗ và trục.
- c. Chọn lại sai lệch cơ bản của lỗ.
- d. Chọn lại sai lệch cơ bản của trục.

13. Các cấp chính xác 01, 0, 1, 2, 3, 4 dùng cho:

- a. Các kích thước lắp ghép của các máy móc thông dụng.
- b. Các kích thước lắp ghép của các dụng cụ đo và dụng cụ kiểm tra.
- c. Các kích thước không lắp ghép của các dụng cụ đo và dụng cụ kiểm tra.
- d. Các kích thước không lắp ghép của các máy móc thông dụng.

14. Cho 3 chi tiết lỗ có kích thước $D_1 = \Phi 64^{+0.019} \text{ mm}$, $D_2 = \Phi 216 \pm 0.01 \text{ mm}$, $D_3 = \Phi 30^{+0.028}_{+0.007} \text{ mm}$.

Hãy sắp xếp các kích thước chi tiết theo thứ tự độ chính xác tăng dần:

- a. D_2, D_1, D_3
- b. D_3, D_2, D_1
- c. D_1, D_2, D_3
- d. D_3, D_1, D_2

15. Giá trị dung sai IT cho một khoảng kích thước được tính trên cơ sở kích thước danh nghĩa là:

- a. Kích thước nhỏ nhất của khoảng đó.
- b. Kích thước lớn nhất của khoảng đó.
- c. Kích thước trung bình của khoảng đó.
- d. Kích thước trung bình cộng của khoảng đó.

16. Hệ thống lỗ là:

- a. Tập hợp các kiểu lắp mà ở đó kích thước giới hạn của trục không đổi còn kích thước giới hạn của lỗ thì thay đổi.
- b. Tập hợp các kiểu lắp mà khi có cùng kích thước danh nghĩa và cùng cấp chính xác thì kích thước giới hạn của trục thay đổi còn kích thước giới hạn của lỗ thì không đổi.
- c. Tập hợp các kiểu lắp mà khi có cùng kích thước danh nghĩa và cùng cấp chính xác thì kích thước giới hạn của trục và lỗ đều thay đổi.
- d. Tập hợp các kiểu lắp mà ở đó kích thước giới hạn của trục thay đổi còn kích thước giới hạn của lỗ thì không đổi.

17. Các cấp chính xác dùng cho kích thước lắp ghép trong máy móc thông dụng là:

- a. Cấp chính xác từ 1-12
- b. Cấp chính xác từ 5-12
- c. Cấp chính xác từ 1-4
- d. Cấp chính xác từ 13-17

28. Lắp ghép trung gian dùng dây sai lệch cơ bản:

- a. Dây các sai lệch cơ bản từ A(a) đến H(h).
- b. Dây các sai lệch cơ bản từ P(p) đến Z_c(z_c).
- c. Dây các sai lệch cơ bản từ J(j) đến N(n).
- d. Tất cả đều sai.

29. Với một kiểu có độ hở trong hệ thống lỗ đã chọn, muốn thay đổi độ hở nhỏ nhất S_{min} cần phải:

- a. Chọn lại cấp chính xác của lỗ.
- b. Chọn lại cấp chính xác của lỗ và trục.
- c. Chọn lại sai lệch cơ bản của lỗ.
- d. Chọn lại sai lệch cơ bản của trục.

30. Vị trí của miền dung sai được quyết định bởi:

- a. Sai lệch cơ bản.
- b. Cấp chính xác.
- c. Đơn vị dung sai i.
- d. Cả cấp chính xác và sai lệch cơ bản.

31. Kí hiệu $\Phi 18H7$ có ý nghĩa là:

- a. Đường kính trục 18, sai lệch giới hạn H, cấp chính xác 7.
- b. Đường kính trục 18, sai lệch cơ bản H, cấp chính xác 7.
- c. Đường kính lỗ 18, sai lệch giới hạn H, cấp chính xác 7.
- d. Đường kính lỗ 18, sai lệch cơ bản H, cấp chính xác 7.

32. Cho một lắp ghép theo hệ thống trục có $T_D=40\mu m$, $S_{max}=50\mu m$, sai lệch cơ bản của lỗ J_s . Tính sai lệch giới hạn của lỗ và trục.

- | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| a. $ES=40\mu m$ | $EI=0$ | $es=-10\mu m$ | $ei=-40\mu m$ |
| b. $ES=20\mu m$ | $EI=-20\mu m$ | $es=0$ | $ei=-50\mu m$ |
| c. $ES=20\mu m$ | $EI=-20\mu m$ | $es=0$ | $ei=-40\mu m$ |
| d. $ES=20\mu m$ | $EI=-20\mu m$ | $es=0$ | $ei=-30\mu m$ |

BÀI TẬP CHƯƠNG 2

--📖📖📖--

- Cho một lắp ghép trong hệ thống lỗ có kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 60mm$, $N_{max} = 15\mu m$, $T_D = T_d$, miền dung sai trục phân bố đối xứng qua đường không.
 - Tính các sai lệch giới hạn của lỗ và trục
 - Tính các kích thước giới hạn của lỗ và trục
 - Vẽ sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép
- Cho một lắp ghép trong hệ thống trục có kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 50mm$, $T_D = 42\mu m$, $N_{max} = 60\mu m$, $S_{max} = 15\mu m$
 - Tính các sai lệch giới hạn của lỗ và trục
 - Tính các kích thước giới hạn của lỗ và trục
 - Vẽ sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép
- Cho một lắp ghép trong hệ thống trục có kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 80mm$, cấp chính xác của trục là cấp 7, mức độ chính xác của lỗ thấp hơn của trục một cấp, sai lệch cơ bản của lỗ là F.
 - Tính các sai lệch giới hạn của lỗ và trục
 - Tính các kích thước giới hạn của lỗ và trục
 - Vẽ sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép
- Cho các kiểu lắp sau:

$$\frac{H8}{f7'} \frac{F7}{h6'} \frac{H7}{m6'} \frac{T7}{h6'} \frac{H6}{n5'} \frac{M7}{h6}$$
 - Với kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 80mm$, hãy chọn một kiểu lắp trung gian trong hệ thống trục trong các kiểu lắp trên và tra bảng tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục
 - Tính các đặc trưng của lắp ghép đó.
- Cho các kiểu lắp sau:

$$\frac{H8}{f7'} \frac{F7}{h6'} \frac{H7}{m6'} \frac{T7}{h6'} \frac{H6}{n5'} \frac{M7}{h6}$$
 - Với kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 50mm$, hãy chọn một kiểu lắp có độ hở trong hệ thống trục trong các kiểu lắp trên và tra bảng tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục
 - Tính các đặc trưng của lắp ghép đó.
- Với kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 60mm$, hãy dựa vào bảng tiêu chuẩn để chọn một kiểu lắp có độ hở trong hệ thống lỗ.
 - Vẽ sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép
 - Xác định dung sai và kích thước giới hạn của lỗ và trục
 - Xác định các đặc trưng của lắp ghép
- Với kích thước danh nghĩa $D = d = \phi 100mm$, hãy dựa vào bảng tiêu chuẩn để chọn một kiểu lắp có độ dôi trong hệ thống trục.
 - Vẽ sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép
 - Xác định dung sai và kích thước giới hạn của lỗ và trục

c. Xác định các đặc trưng của lắp ghép

8. Giải thích các kí hiệu lắp ghép và tra bảng tìm sai lệch giới hạn của lỗ và trục trong các kiểu lắp sau:

$$D = d = \phi 100 \frac{H7}{s7}; D = d = \phi 25 \frac{M7}{h6}; D = d = \phi 58 \frac{E8}{h7}$$

$$D = d = \phi 120 \frac{H6}{g5}; D = d = \phi 150 \frac{U8}{h7}$$

9. Với các kiểu lắp đã cho dưới đây, hãy lựa chọn theo từng loại các kiểu lắp có độ hở, kiểu lắp trung gian và kiểu lắp có độ dôi trong hệ thống lỗ cũng như hệ thống trục:

$$\frac{H8}{f8}, \frac{F7}{h6}, \frac{H7}{m6}, \frac{T7}{h6}, \frac{H5}{n6}, \frac{M7}{h6}, \frac{H6}{h5}, \frac{U8}{h7}, \frac{J_s5}{h4}, \frac{H8}{s7}, \frac{H8}{u8}, \frac{K6}{h5}, \frac{E8}{h7}$$

Chương 3

DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT



Mục tiêu:

- Giải thích đúng các dạng sai lệch về hình dạng, sai lệch vị trí bề mặt được ghi trên bản vẽ gia công
- Biểu diễn và giải thích đúng các ký hiệu độ nhám trên bản vẽ gia công

I. DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ BỀ MẶT

Trong quá trình gia công cơ, không những kích thước chi tiết có sai số mà hình dáng hình học, vị trí tương quan giữa các bề mặt cũng bị sai lệch so với thiết kế

Nguyên nhân các sai lệch có thể do máy không chính xác, dụng cụ cắt không chính xác, lực cắt thay đổi, nhiệt độ thay đổi, biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ máy –dao –gá –chi tiết.

1. Các định nghĩa

Bề mặt danh nghĩa: Là bề mặt lý tưởng, không có bất kì sai lệch nào.

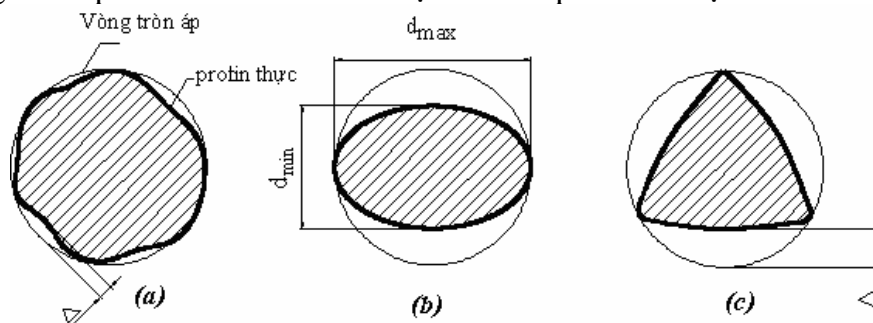
Bề mặt thực: Là bề mặt thực tế của vật thể, có chứa sai lệch.

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

2. Sai lệch hình dạng

2.1. Sai lệch hình dạng bề mặt trụ

• Độ tròn –O: Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm trên profin (biên dạng) thực đến vòng tròn áp – hình 3.1a. Các sai lệch thành phần của độ tròn là:



Hình 3.1 – Sai lệch độ tròn

○ Độ ôvan: Là sai lệch mà profin thực là hình ôvan có đường kính lớn nhất và nhỏ nhất nằm trên hai phương vuông góc với nhau – hình 3.1b. Trị số ôvan được xác định:

○ Độ phân cạnh: Là sai lệch mà profin thực là hình nhiều cạnh – hình 3.1c

• 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 – hình 3.2a. Trị số độ trụ được xác định:

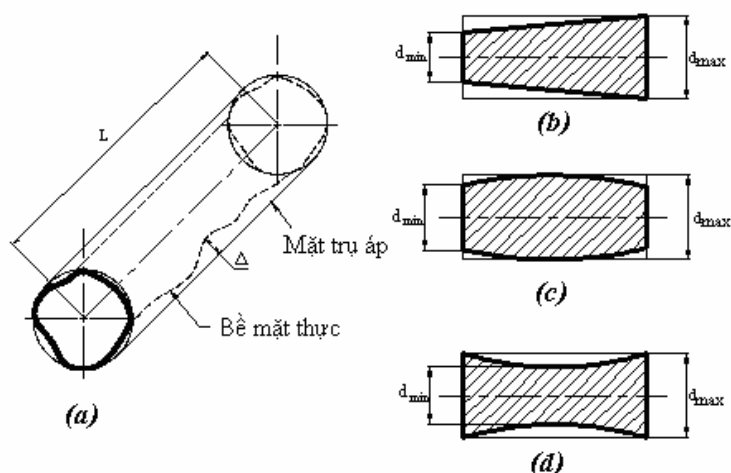
$$\Delta = \frac{d_{max} - d_{min}}{2}$$

Các sai lệch thành phần của độ trụ là:

○ Độ côn: Là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà các đường sinh là đường thẳng nhưng không song song với nhau – hình 3.2b

○ Độ phình: Là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và đường kính tăng từ mép đến giữa mặt cắt – hình 3.2c

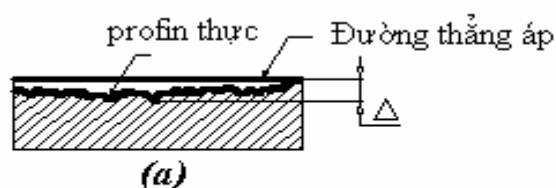
○ Độ thắt: Là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và đường kính giảm từ mép đến giữa mặt cắt – hình 3.2d



Hình 3.2 – Sai lệch độ trụ

2.2. Sai lệch hình dạng bề mặt phẳng

- Độ thẳng – : Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profin thực đến đường đẳng áp trong giới hạn phần chuẩn – hình 3.3

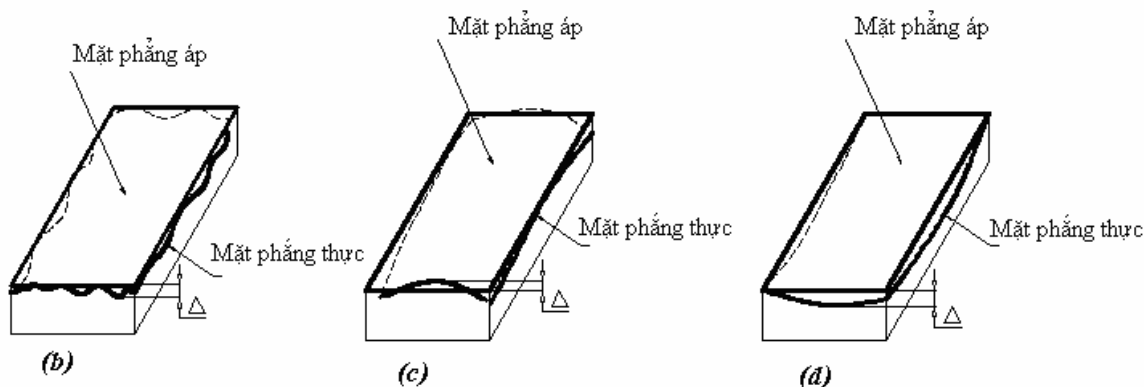


Hình 3.3- Sai lệch độ thẳng

- Độ phẳng \square : Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của bề mặt thực đến mặt phẳng áp trong giới hạn phần chuẩn – hình 3.4a

Các sai lệch thành phần của độ phẳng là:

- Độ lồi: Là sai lệch mà giá trị giảm dần từ mép vào giữa – hình 3.4b
- Độ lõm: Là sai lệch mà giá trị tăng dần từ mép vào giữa – hình 3.4c

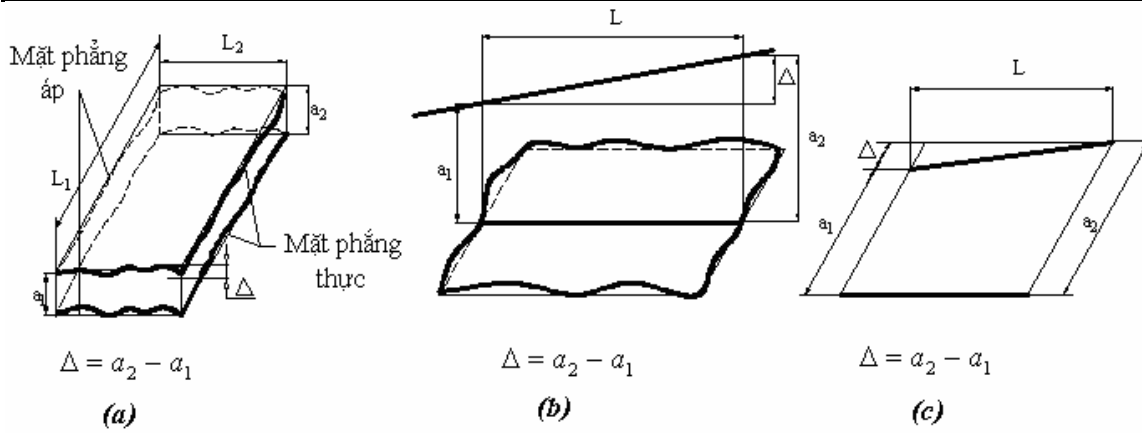


Hình 3.4- Sai lệch bề mặt phẳng

3. Sai lệch vị trí bề mặt

3.1. Sai lệch về độ song song – // - hình 3.5

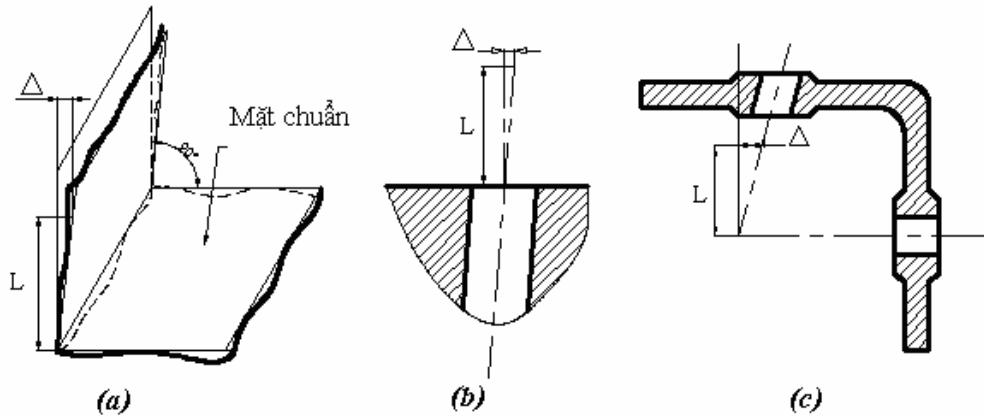
- Giữa các mặt phẳng: Là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ giữa các mặt phẳng áp trong giới hạn phần chuẩn
- Giữa đường thẳng và mặt phẳng:
- Giữa các đường thẳng:



Hình 3.5 - Sai lệch độ song song

3.2. Sai lệch về độ vuông góc – ⊥

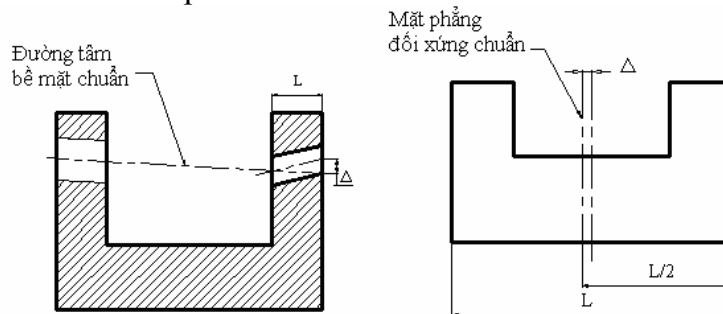
- Giữa các mặt phẳng – hình 3.6a: Là sai lệch góc giữa các mặt phẳng so với góc vuông, biểu thị bằng đơn vị Δ trên chiều dài phần chuẩn.
- Giữa đường thẳng và mặt phẳng – hình 3.6b
- Giữa các đường thẳng – hình 3.6c



Hình 3.6 - Sai lệch độ vuông góc

3.3. Sai lệch về độ đồng tâm – ⊙

Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm của bề mặt được khảo sát và đường tâm của bề mặt chuẩn trên chiều dài phần chuẩn – hình 3.7



Hình 3.7- Sai lệch về độ đồng tâm

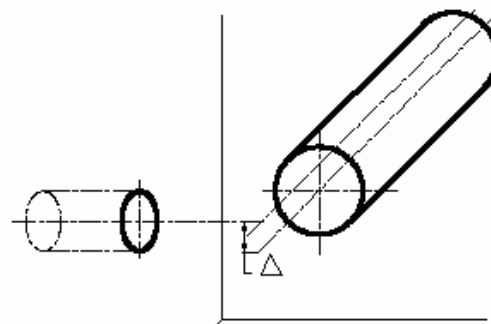
Hình 3.8- Sai số về độ đối xứng

3.4. Sai lệch về độ đối xứng – ≡

Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng (hoặc đường tâm) đối xứng của phần tử được khảo sát và mặt phẳng đối xứng của phần tử chuẩn trong giới hạn của phần chuẩn – hình 3.8

3.5. Sai lệch về độ giao nhau giữa các đường tâm – ×

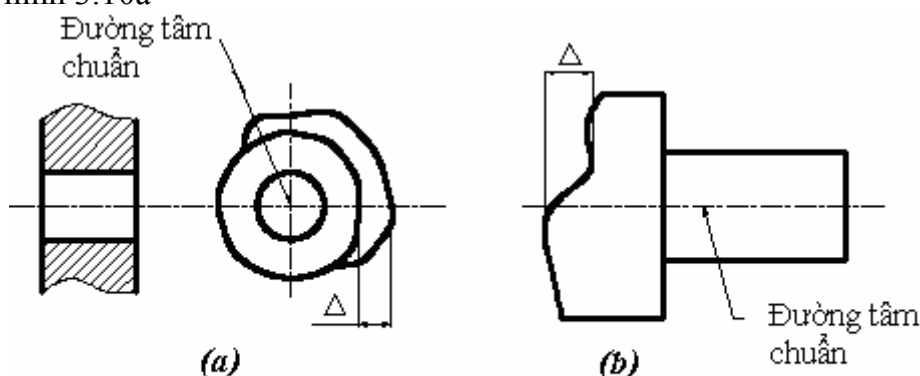
Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa – hình 3.9



Hình 3.9- Sai lệch về độ không giao tâm

3.6. Độ đảo – ↗

• Độ đảo hướng kính: Là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ từ các điểm trên profin thực của bề mặt quay tới đường tâm chuẩn trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn – hình 3.10a



Hình 3.10- Độ đảo

• Độ đảo mặt mút: : Là hiệu khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất Δ từ các điểm trên profin thực của mặt đầu tới mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn – hình 3.10b

4. Ghi ký hiệu sai lệch hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ

Kí hiệu là một khung hình chữ nhật có hai đến 3 ô, được ghi với nội dung sau:

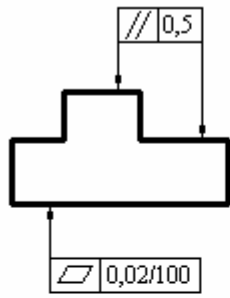
Ô 1	Ô 2	Ô 3
-----	-----	-----

Ô 1: Ghi ký hiệu của loại sai lệch hình dạng hoặc vị trí

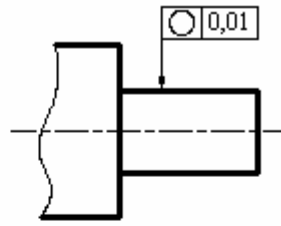
Ô 2: Ghi trị số sai lệch cho phép (mm)

Ô 3: Ghi chữ cái ký hiệu chuẩn hoặc yếu tố liên quan đến sai lệch vị trí (có thể có hoặc không có ô này)

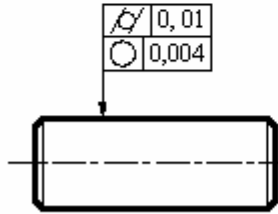
Ví dụ: hình 2.11



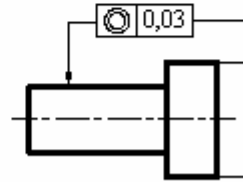
(a)



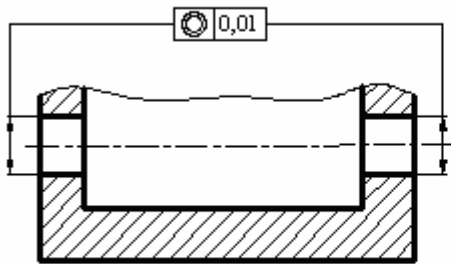
(b)



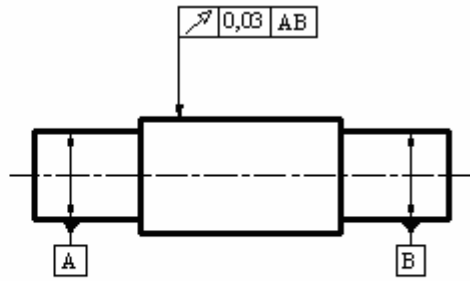
(c)



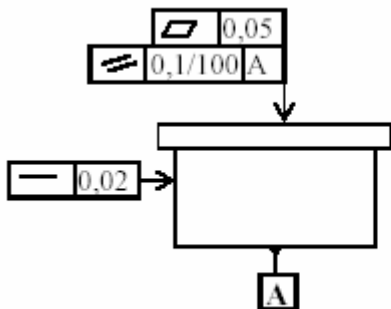
(d)



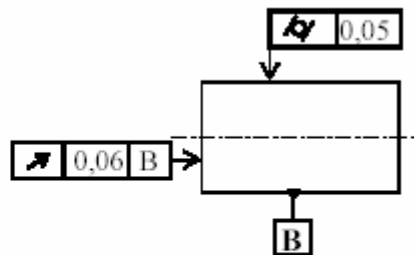
(e)



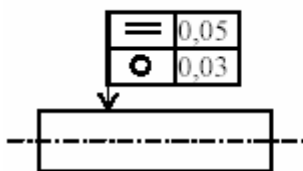
(f)



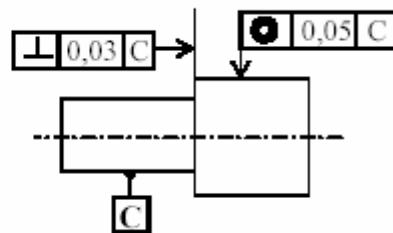
(g)



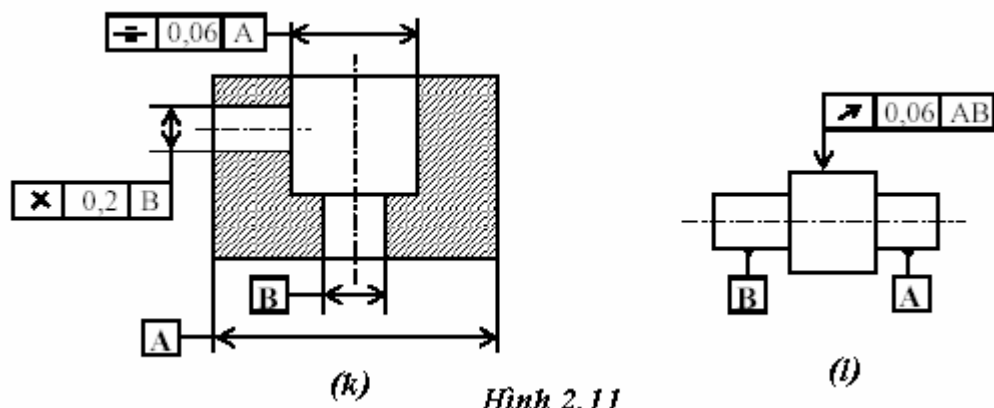
(h)



(i)



(j)



Hình 2.11

5. Xác định dung sai hình dạng và vị trí bề mặt

Theo TCVN, trị số dung sai hình dạng và vị trí phụ thuộc vào cấp chính xác của chúng và được cho trong bảng tra. Tiêu chuẩn qui định 16 cấp chính xác 1; 2;... theo mức độ chính xác giảm dần. Cấp chính xác hình dạng và vị trí được chọn theo phương pháp gia công bề mặt. Ví dụ: bề mặt sau khi mài tinh có thể đạt cấp chính xác 5 hoặc 6 về hình dạng và vị trí.

Đối với bề mặt trụ tròn thì cấp chính xác về hình dạng và vị trí có thể chọn theo cấp chính xác về kích thước như bảng 3.1

Bảng 3.1 – Cấp chính xác hình dạng ứng với cấp chính xác kích thước

Độ chính xác hình học tương đối	Cấp chính xác kích thước											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Cấp chính xác hình dạng											
Thường	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hơi cao		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Cao			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Đặc biệt cao				1	2	3	4	5	6	7	8	9

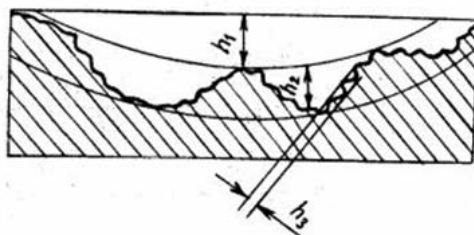
III. NHÁM BỀ MẶT

1. Bản chất của độ nhám bề mặt

Bề mặt chi tiết sau gia công thường không bằng phẳng một cách lí tưởng mà có những nhấp nhô do quá trình biến dạng dẻo của bề mặt chi tiết khi tiết, do vết lưỡi cắt để lại, do ảnh hưởng của chấn động khi cắt và nhiều nguyên nhân khác.

Quan sát một phần bề mặt đã được khuếch đại – hình 3.12, có thể nhận được các loại nhấp nhô:

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



Hình 3.12

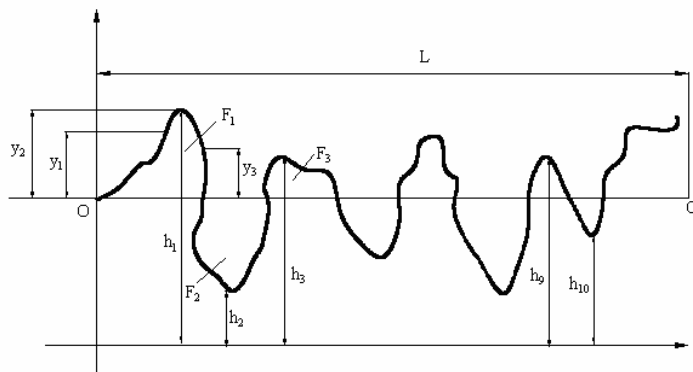
Ảnh hưởng của nhám bề mặt tới chất lượng làm việc của chi tiết

2. Chỉ tiêu đánh giá

Độ nhám là mức độ cao thấp của các nhấp nhô xét trong một phạm vi hẹp của bề mặt gia công. Độ nhẵn thấp khi chiều cao nhám lớn và ngược lại.

Mức độ nhám được đánh giá dựa vào một trong hai chỉ tiêu sau:

2.1. Sai lệch trung bình số học của profin R_a



Hình 3.13

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.

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

$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| = \frac{1}{n} \int_0^l |y| dx$$

2.2. Chiều cao trung bình của Profin theo 10 điểm R_z

Là giá trị trung bình của 5 khoảng cách từ 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của profin trong phạm vi chiều dài chuẩn l.

$$R_z = \frac{(h_1 + h_3 + \dots + h_9) - (h_2 + h_4 + \dots + h_{10})}{5} = \frac{1}{5} (\sum h_{\max} - \sum h_{\min})$$

Trị số R_a, R_z càng lớn thì nhám càng lớn (độ bóng thấp) và ngược lại. Căn cứ vào hai thông số đó, TCVN chia ra 14 cấp nhám với mức độ nhám giảm dần (hay độ bóng tăng dần). Ứng với mỗi cấp nhám, thì trị số R_a, R_z tương ứng cho trong bảng 3.2, 3.3

Bảng 3.2 – Độ nhám bề mặt

Cấp độ nhám bề mặt	Thông số nhám		Chiều dài chuẩn l (mm)
	R_a	R_z	
1	Từ 80 đến 40	Từ 320 đến 160	8
2	Dưới 40 đến 20	Dưới 160 đến 80	
3	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	0,8
7	Dưới 1,25 đến 0,63	Dưới 6,3 đến 3,2	
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	0,25
10	Dưới 0,16 đến 0,08	Dưới 0,8 đến 0,4	
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	

Bảng 3.3 – Các giá trị tiêu chuẩn của R_a, R_z

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

Ưu tiên dùng các giá trị in đậm

3. Xác định giá trị cho phép của thông số nhám

Trị số của nhám được xác định tùy vào chức năng sử dụng của bề mặt và điều kiện làm việc của chi tiết. Trong thực tế, trị số này được chọn dựa vào phương pháp gia công hoặc dựa vào cấp chính xác kích thước và hình dạng

4. Ghi Ký hiệu nhám bề mặt trên bản vẽ

Nhám được kí hiệu bằng chữ “v” lệch, với đỉnh của kí hiệu chỉ vào bề mặt gia công, trên đó ghi trị số của chỉ tiêu R_a hoặc R_z . Thường thì cấp nhám 1 ÷ 5 và cấp 13, 14 dùng R_z , các cấp còn lại dùng R_a (nếu là R_a thì không cần ghi chữ R_a trước trị số)

Ví dụ: Hình 3.14

🚧 Chú ý:

- Nếu tất cả bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì kí hiệu nhám được ghi chung ở góc trên bên phải bản vẽ.
- Nếu một số bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì kí hiệu nhám được ghi trong dấu ngoặc đơn và đặt ở góc trên bên phải bản vẽ. Kí hiệu nhám các bề mặt còn lại được ghi trực tiếp trên bề mặt đó.
- Nếu các phần của cùng một bề mặt có độ nhám khác nhau thì phải vẽ đường phân cách bằng nét liền mảnh, ghi kích thước tương ứng và ghi kí hiệu độ nhám cho từng phần.

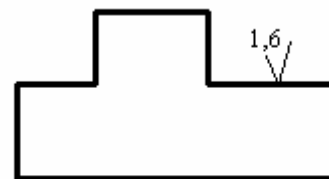
Câu hỏi trắc nghiệm:

1. Độ đồng trục là:

- Khoảng cách lớn nhất từ các điểm của bề mặt thực tới mặt phẳng áp trong giới hạn phần chuẩn.
- Khoảng cách lớn nhất từ các điểm của profin thực tới vòng tròn áp.
- Khoảng cách lớn nhất giữa đường tâm bề mặt quay được khảo sát và đường tâm của mặt chuẩn trên chiều dài phần chuẩn.
- Tất cả đều sai.

2. Thế nào là độ lồi?

- Là sai lệch mà giá trị tăng dần từ mép vào giữa.



Hình 3.14

b. Là sai lệch giữa profin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng và đường kính giảm dần từ mép vào giữa.

c. Là sai lệch mà giá trị giảm dần từ mép vào giữa.

d. Là sai lệch profin mặt cắt dọc mà các đường sinh thẳng nhưng không song song nhau.

3. Độ tròn được định nghĩa là:

a. Khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên profin thực tới đường chuẩn.

b. Khoảng cách lớn nhất từ các điểm trên bề mặt thực đến mặt phẳng áp trong phần chuẩn.

c. Khoảng cách lớn nhất từ các điểm của bề mặt thực đến mặt trụ áp trong giới hạn phần chuẩn.

d. Tất cả đều sai

4. Đo sai số vị trí tương quan giữa có các bề mặt gồm các yêu cầu sau:

a. Độ song song, độ vuông góc, độ phẳng, độ đảo và độ xuyên tâm.

b. Độ song song, độ thẳng, độ phẳng, độ đảo và độ đối xứng.

c. Độ song song, độ vuông góc, độ đảo, độ xuyên tâm, độ đồng tâm và độ đối xứng.

d. Độ song song, độ vuông góc, độ đồng trục, độ đảo và độ đối xứng.

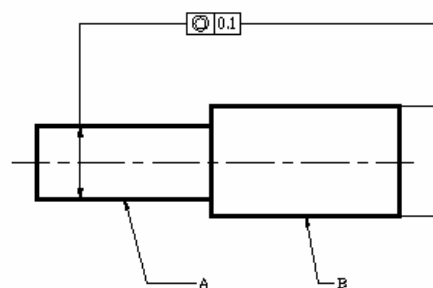
5. Cho chi tiết như hình vẽ. Ý nghĩa của kí hiệu là:

a. Dung sai độ đồng tâm của mặt A so với đường trục không quá 0.1mm.

b. Dung sai độ trụ của mặt B so với đường trục không quá 0.1mm.

c. Dung sai độ đồng tâm của các mặt A và B không quá 0.1mm.

d. Dung sai nhõa trơn của cauc bea maet A vaø B khoang quau 0.1mm.



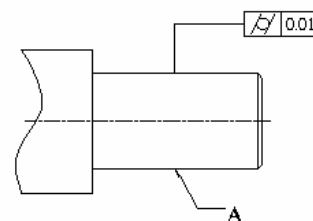
6. Cho chi tiết như hình vẽ. Ý nghĩa của kí hiệu là:

a. Dung sai độ trụ của mặt A so với đường trục không quá 0.01mm

b. Dung sai độ đảo của mặt A không quá 0.01mm

c. Dung sai độ trụ của mặt A không quá 0.01mm

d. Dung sai độ tròn của mặt A không quá 0.01mm



7. Thế nào là độ côn?

a. Là sai lệch giữa các điểm của bề mặt thực và mặt phẳng áp mà giá trị giới hạn phần chuẩn giảm dần từ mép vào giữa.

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

c. Là sai lệch của profin mặt cắt dọc mà các đường sinh không thẳng với đường kính tăng dần từ mép đến giữa mặt cắt.

d. Tất cả đều sai.

8. Kí hiệu độ đảo hướng tâm là:

a. ∇

b. X

c. ∇

d. \div

9. Sai lệch trung bình số học của profin Ra là:

a. Chiều cao trung bình từ đỉnh cao nhất và đáy thấp nhất của mặt nhấp nhô trong phạm vi chiều dài chuẩn.

b. Trị số trung bình của khoảng cách từ các điểm trên đường nhấp nhô đến đường trung bình lấy theo giá trị tuyệt đối trong phạm vi chiều dài chuẩn.

c. Chiều cao trung bình của 5 đỉnh cao nhất đến 5 đáy thấp nhất của profin trong phạm vi chiều dài chuẩn.

d. Trị số trung bình của khoảng cách từ các điểm trên đường nhấp nhô đến một đường chuẩn cho trước lấy theo giá trị tuyệt đối trong phạm vi chiều dài chuẩn.

10. Trong lắp ghép có độ hở, độ bóng thấp sẽ làm cho:

- a. Bề mặt làm việc của chi tiết mài mòn chậm hơn
- b. Chi tiết mau mòn trong quá trình làm việc
- c. Dầu bôi trơn đọng lại ở các vết nhấp nhô giúp cho việc bôi trơn giữa 2 bề mặt diễn ra tốt hơn.
- d. Quá trình lắp ghép khó khăn.

11. Chi tiết có độ bóng cao mang lại:

- a. Chống ăn mòn tốt.
- b. Chống mài mòn tốt.
- c. Hạn chế vết nứt phát sinh trong quá trình làm việc của chi tiết.
- d. Tất cả đều đúng.

12. Nếu tất cả các bề mặt của chi tiết có cùng một cấp độ nhám thì phải:

- a. Ghi kí hiệu độ nhám chung ở góc trên bên trái của bản vẽ.
- b. Ghi kí hiệu độ nhám chung ở góc trên bên phải của bản vẽ.
- c. Ghi kí hiệu độ nhám chung đặt trong dấu ngoặc đơn đặt ở góc trên bên trái của bản vẽ.
- d. Ghi kí hiệu độ nhám chung đặt trong dấu ngoặc đơn đặt ở góc trên bên phải của bản vẽ.

13. Nếu có một số bề mặt của chi tiết không gia công thì phải:

- a. Ghi kí hiệu bằng dấu trên tất cả các bề mặt đó.
- b. Ghi kí hiệu bằng dấu trên bề mặt đặc trưng nhất, đồng thời liệt kê các bề mặt khác trong phần ghi chú.
- c. Ghi kí hiệu bằng dấu ở góc trên bên phải của bản vẽ.
- d. Ghi kí hiệu bằng dấu ở trong dấu ngoặc đơn đặt ở góc trên bên phải của bản vẽ.

14. Nếu trên cùng một bề mặt có các cấp độ nhám khác nhau thì:

- a. Vẽ đường phân cách bằng nét liền mảnh và ghi kí hiệu độ nhám cho từng phần.
- b. Vẽ đường phân cách bằng nét chấm gạch và ghi kí hiệu độ nhám cho từng phần.
- c. Vẽ đường phân cách bằng nét cơ bản và ghi kí hiệu độ nhám cho từng phần.
- d. Phải thể hiện sự khác biệt về độ nhám này bằng những ghi chú rõ ở phần dưới bản vẽ.

15. Kí hiệu độ nhám bằng dấu $\sqrt{\quad}$ và:

- a. Phải đặt trên đường bao thấy.
- b. Phải đặt trên đường bao thấy hoặc đường bao khuất.
- c. Phải đặt trên đường bao thấy hoặc đường chuyển tiếp thấy.
- d. Phải đặt trên đường bao thấy, đường dóng hay trên giá ngang trên đường dóng.

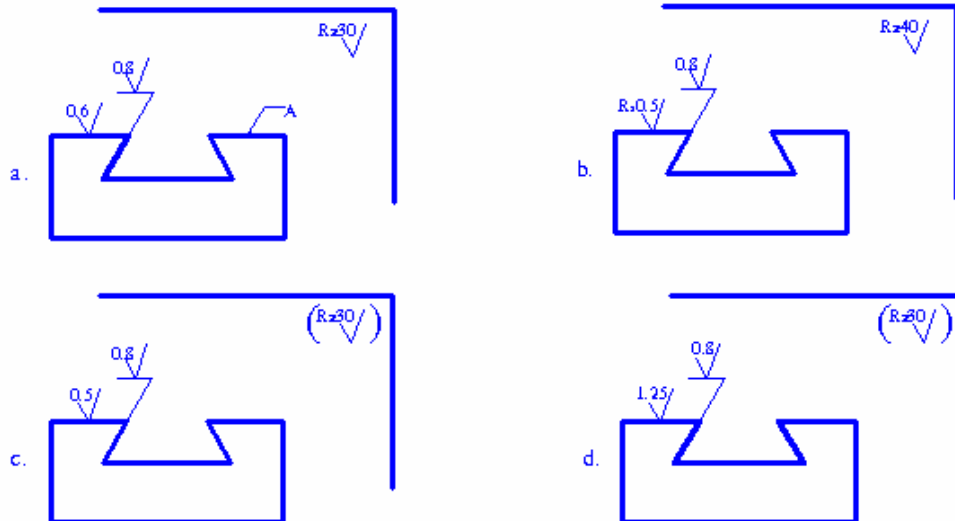
15. Kí hiệu độ nhám làm việc bề mặt của ren được ghi:

- a. Trục tiếp lên bề mặt làm việc của ren
- b. Trên đường kích thước của ren
- c. Trên đường dóng của kích thước ren.
- d. Có thể chọn 1 trong 3 cách trên.

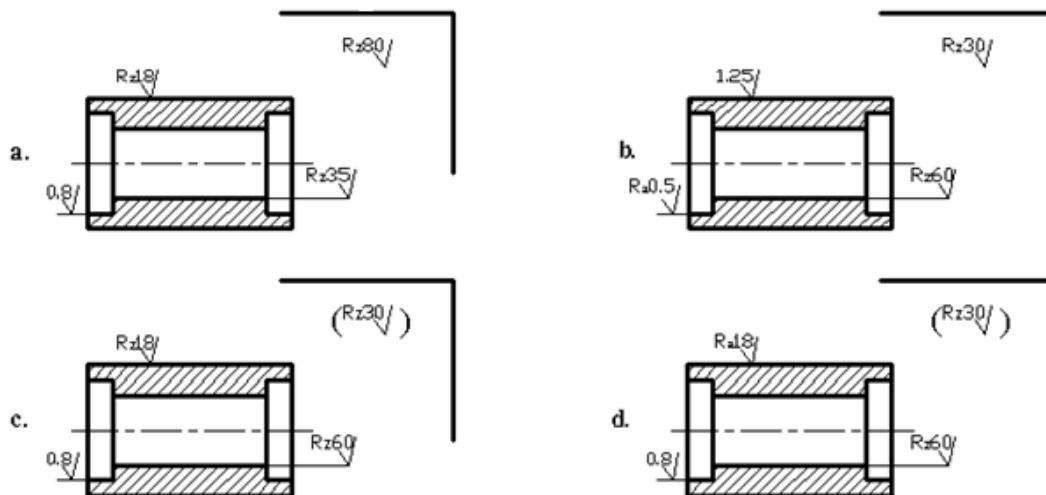
16. Tiêu chuẩn 2511-78 chia độ nhám bề mặt ra :

- a. 19 cấp từ 01, 0, 1, ... 17 với mức độ nhám tăng dần.
- b. 14 cấp từ 1, 2, 3... 14 với mức độ nhám giảm dần.
- c. 14 cấp từ 1, 2, 3... 14 với mức độ nhám tăng dần.
- d. 17 cấp từ 1, 2, 3... 17 với mức độ nhám giảm dần.

17. Chọn cách ghi độ nhám bề mặt đúng theo yêu cầu của thiết kế cho chi tiết sau. Biết độ nhám mặt nghiêng của rãnh mang cá là cấp 7, mặt A là cấp 8, các mặt còn lại cấp 4.



18. Chọn cách ghi độ nhám bề mặt đúng theo yêu cầu của thiết kế cho chi tiết sau, biết độ nhám bề mặt lỗ bậc cấp 7, mặt lỗ suốt cấp 3, mặt trụ ngoài cấp 5, các mặt còn lại cấp 4.



119. Độ bóng bề mặt chi tiết càng cao nếu thông số:

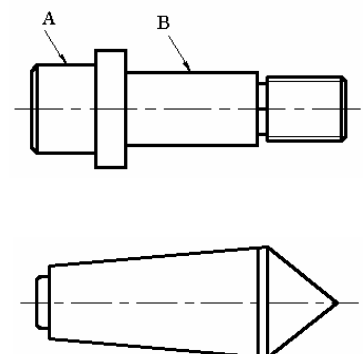
- a. R_a càng lớn và R_z càng nhỏ
- b. R_a và R_z càng nhỏ
- c. R_a càng nhỏ và R_z càng lớn
- d. R_a và R_z càng nhỏ

BÀI TẬP CHƯƠNG 3



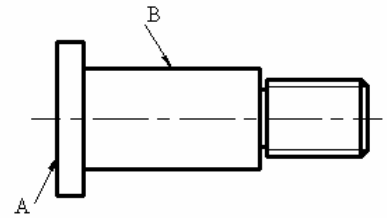
1. Cho một chi tiết như hình vẽ
 - a. Hãy ghi độ nhám bề mặt lên bản vẽ đó. Biết rằng độ nhám mặt A là cấp 6, mặt B là cấp 7, mặt ren là cấp 5, các mặt còn lại cấp 4
 - b. Ghi kí hiệu độ đồng tâm của mặt A và mặt B không quá 0,02mm
2. Cho một chi tiết như hình vẽ

Ghi kí hiệu độ đồng tâm giữa hai mặt côn không quá 0,01 mm



3. Cho một chi tiết như hình vẽ

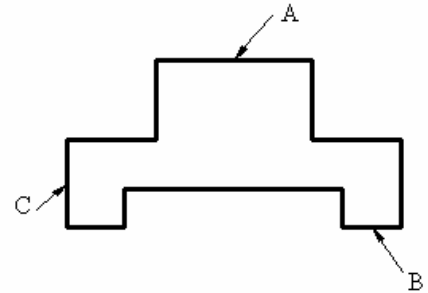
Ghi kí hiệu độ tròn bề mặt B không quá $0,01mm$



4. Cho một chi tiết như hình vẽ

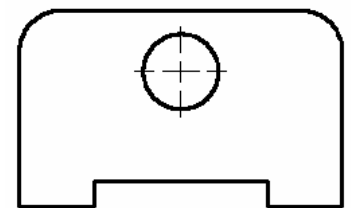
a. Hãy ghi độ nhám bề mặt lên bản vẽ đó. Biết rằng độ nhám hai mặt bên của rãnh là cấp 6, mặt A, mặt B là cấp 7, hai mặt bên C là cấp 5, các mặt còn lại cấp 4.

b. Ghi kí hiệu độ đối xứng của rãnh so với hai mặt bên C không quá $0,02 mm$ trên chiều dài chuẩn $L = 100mm$



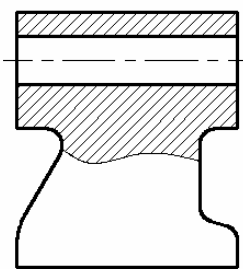
5. Cho một chi tiết như hình vẽ

Ghi kí hiệu độ đối xứng của rãnh so với bề mặt lỗ không quá $0,03mm$



6. Cho một chi tiết như hình vẽ

Ghi kí hiệu độ song song giữa đường tâm lỗ so với mặt đế không quá $0,015mm$



Chương 4

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

--📖📐--

Mục tiêu:

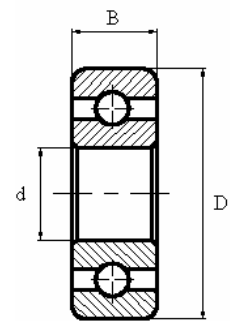
- Giải thích đúng ký hiệu then và then hoa trên bản vẽ gia công và trình bày được các miền dung sai tiêu chuẩn quy định đối với kích thước của then và then hoa
- Giải thích các cách biểu thị dung sai lắp ghép côn trên bản vẽ gia công
- Trình bày khoảng cách chuẩn và dung sai trong lắp ghép côn

I. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP Ổ LĂN

1. Cấp chính xác chế tạo ổ lăn

Ổ lăn là một chi tiết máy đã được tiêu chuẩn hóa và được chế tạo sẵn. Cấu tạo ổ lăn gồm 3 chi tiết: vòng trong, vòng ngoài và con lăn. Ổ lăn được lắp với các bộ phận máy theo các kích thước sau – hình 4.1

- Kích thước đường kính trong của vòng trong d
- Kích thước đường kính ngoài của vòng ngoài D
- Bề rộng ổ B



Hình 4.1

Ổ lăn được chế tạo theo 5 cấp chính xác: 0; 6; 5; 4; 2 với độ chính xác tăng dần. Trong cơ khí thường dùng ổ lăn cấp 6; 2. Trong trường hợp cần độ chính xác quay cao, số vòng quay lớn thì dùng cấp 4; 5. Ổ cấp 2 được dùng khi yêu cầu chính xác đặc biệt cao. Cấp chính xác ổ lăn được ghi trước tiên trong kí hiệu ổ. Ví dụ: 6 – 205 nghĩa là ổ cấp chính xác 6, cấp chính xác 0 không cần ghi.

Bảng 4.1 – Các kích thước cơ bản của ổ lăn

Kiểu ổ lăn		d	D	B	r	
304	1304	20	52	15	2	
305	1305	25	62	17	2	
306	1306	30	72	19	2	
307	1307	60307	35	80	21	2,5
308	1308	60308	40	90	23	2,5
309	1309	60309	45	100	25	2,5
310	1310	60310	50	110	27	3
311	1311	60311	55	120	29	3
312	1312	60312	60	130	31	3,5
313	1313	60313	65	140	33	3,5
314	1314	60314	70	150	35	3,5
315	1315	60315	75	160	37	3,5
316	1316		80	170	39	3,5
317	1317		85	180	41	4
318	1318		90	190	43	4
319	1319		95	200	45	4
320	1320		100	215	47	4

Các kích thước d , D , B , r của ổ lăn kiểu khác cũng tra theo bảng này theo 3 số sau cùng tương ứng.

Ví dụ: ổ lăn 92311 có $d = 55\text{mm}$, $D = 120\text{mm}$, $B = 29\text{mm}$, $r = 3\text{mm}$

2. Lắp ghép ổ lăn

Ổ lăn là chi tiết được chế tạo sẵn, do đó để đạt được đặc tính lắp ghép, vòng trong ổ lăn được lắp với trục theo hệ thống lỗ, vòng ngoài ổ lăn được lắp với thân hộp theo hệ thống trục.

Chọn kiểu lắp ổ lăn chủ yếu phụ thuộc vào dạng tải tác dụng lên ổ. Các dạng tải tác dụng lên ổ lăn gồm:

- Dạng tải chu kì: Tải trọng lần lượt tác động lên khắp đường lăn của ổ và lặp lại sau mỗi chu kì quay của ổ. Vòng chịu tải chu kì thường được lắp có độ dôi để duy trì tình trạng tác dụng đều đặn của lực lên khắp đường lăn làm cho vòng lăn mòn đều, nâng cao tuổi thọ của ổ.

- Dạng tải cục bộ và dao động: Tải trọng chỉ tác dụng lên một phần đường lăn còn các phần khác thì không, nên mòn cục bộ. Vòng chịu tải cục bộ và dao động thường được lắp có độ hở để dưới tác động của chấn động và va đập, vòng ổ lăn bị xô dịch, miền chịu lực bị thay đổi làm cho vòng lăn mòn đều hơn, nâng cao độ bền của ổ.

Có thể xác định dạng chịu tải của ổ lăn dựa vào điều kiện làm việc của ổ như bảng 4.2 sau

Bảng 4.2 – Dạng tải của các vòng lăn trong ổ lăn

Điều kiện làm việc		Dạng tải của vòng lăn	
Tải trọng hướng tâm tác dụng lên ổ	Vòng quay	Vòng trong	Vòng ngoài
Có hướng không đối	Vòng trong	Chu kì	Cục bộ
	Vòng ngoài	Cục bộ	Chu kì
Có hướng không đối và quay một lượng nhỏ	Vòng trong	Chu kì	Dao động
	Vòng ngoài	Dao động	Chu kì
Có hướng không đối và quay một lượng lớn	Vòng trong	Cục bộ	Chu kì
	Vòng ngoài	Chu kì	Cục bộ
Có hướng không đối	Vòng trong và vòng ngoài quay cùng chiều hoặc ngược chiều với vận tốc góc khác nhau	Chu kì	Chu kì
Quay cùng với vòng trong		Cục bộ	Chu kì
Quay cùng với vòng ngoài		Chu kì	Cục bộ

Với ổ lăn cấp chính xác 0 và 6, miền dung sai kích thước lỗ và trục có thể chọn theo bảng 4.3

Bảng 4.3:

Dạng tải trọng	Miền dung sai trục	Miền dung sai lỗ
Cục bộ	h6, g6, f7	G7, H7, Js7
Dao động	h6, js7, k6	Js6; Js7, K6, K7
Chu kì	js6, k6, m6, n6	K7, M7, N7, P7

Với ổ lăn cấp chính xác 5; 4 thì chọn miền dung sai ở cấp chính xác cao hơn. Ví dụ: vòng chịu tải cục bộ thì chọn miền h5, g5, f6 đối với trục và G6, H6, Js6 đối với lỗ.

Với vòng chịu tải cục bộ, kích thước càng lớn thì chọn độ hở càng lớn. Ngược lại, với vòng chịu tải chu kỳ, kích thước càng lớn thì chọn độ dôi càng lớn.

Ví dụ: Cho lắp ghép giữa vòng trong ổ lăn với trục, vòng ngoài ổ lăn với vỏ hộp, trục quay, thân hộp đứng yên, tải trọng tác dụng lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương. Ổ bi đỡ số hiệu 315, cấp chính xác 0. Hãy chọn miền dung sai kích thước trục và vỏ hộp

Với ổ lăn 315, tra bảng được $d = 75$, $D = 160$, $B = 37$

Với điều kiện đề cho là trục quay, tải trọng hướng tâm cố định phương thì:

Vòng trong chịu tải chu kỳ

Vòng ngoài chịu tải cục bộ

Trục lắp với vòng trong ổ lăn có kích thước $d = 75$, chịu tải chu kỳ

theo bảng 4.2, chọn miền dung sai kích thước trục l à k6

Lỗ thân hộp lắp với vòng ngoài ổ lăn có kích thước $D = 160$, chịu tải cục bộ, theo bảng 4.3, chọn miền dung sai kích thước lỗ H7

Miền dung sai lắp ghép ổ lăn cũng có thể chọn theo kinh nghiệm như bảng 4.4 dưới đây

Bảng 4.4 – Miền dung sai lắp ghép ổ lăn với lỗ của thân hộp

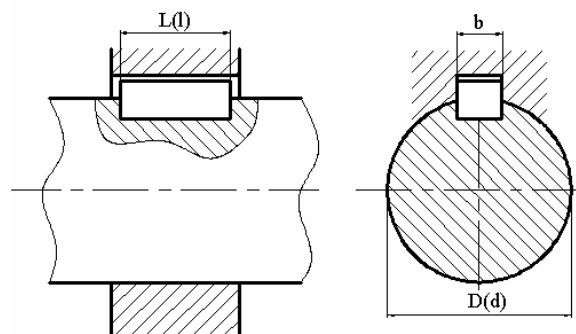
Điều kiện chọn miền dung sai		Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Cấp chính xác của ổ lăn		
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc		Cấp 0 và 6	Cấp 4 và 5	Cấp 2
Dạng tải chu kỳ	Nặng $P > 0,15C$	Bánh xe máy bay, bánh trước và sau của ô tô lắp ổ côn, tang dẫn của bánh xích, bánh xe cần cầu thấp	P7	P6	
	Bình thường $0,07C < P \leq 0,15C$	Bánh trước ô tô và máy kéo lắp ổ bi, trục khuỷu, puly kéo cáp và puly căng	N7	N6	
	Nhẹ $P < 0,15C$	Con lăn của băng tải	M7		
Dạng tải dao động	Nặng $P > 0,15C$	Động cơ điện có công suất lớn	M7		
	Bình thường $0,07C < P \leq 0,15C$	Động cơ điện, bơm, hộp truyền động, cầu sau ô tô, máy kéo	K7		
	Bình thường (đối với bộ phận chính xác) $0,07C < P \leq 0,15C$	Trục chính của máy công cụ hạng nặng	Js6 M6	Js5 M5	M5
Dạng tải cục bộ	Nặng	Động cơ điện có công suất lớn, máy bơm, trục chính máy cắt kim loại	Js7	Js6	
	Bình thường	Cặp bánh xe lửa và xe điện, đa số các bộ phận lắp ổ của ngành chế tạo máy thông dụng	Js7 H7		
	Nhẹ	Động cơ điện có công suất nhỏ	G7 H8		

Dạng tải dao động	Vòng ngoài không dịch chuyển dọc trục. Tải trọng có hướng thay đổi. Độ chính xác của hành trình cao	Ổ đĩa trụ cho trục chính máy cắt kim loại	K6		
		Ổ đĩa trụ cho trục chính máy mài và mô-tơ điện nhỏ	H6		
	Nhẹ, tải trọng có hướng thay đổi. Độ chính xác của hành trình cao	Động cơ điện có vận tốc cao dùng cho các thiết bị điện có độ chính xác cao	H7 H6		

II. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN VÀ THEN HOA

1. Dung sai lắp ghép then

Then là một chi tiết phụ trong mỗi ghép hình trụ tròn, dùng để cố định chiều quay giữa trục và chi tiết lắp trên trục: bánh răng, bánh đai, tay quay. Then có nhiều loại: then bằng, then bán nguyệt, then vát, then ma sát.



Hình 4.3 - Mỗi ghép then

Lắp ghép then được thực hiện theo bề mặt bên và theo kích thước bề rộng then b – hình 4.3

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

Miền dung sai kích thước b của rãnh then trên trục có thể chọn là $N9$ hoặc $H9$.

Miền dung sai kích thước b của rãnh then trên bạc có thể chọn là J_s9 hoặc $D10$.

Trường hợp bạc cố định trên trục nên chọn kiểu lắp của then với rãnh then trên trục là $\frac{N9}{h9}$, then với rãnh then trên bạc là $\frac{J_s9}{h9}$. Then lắp có độ dôi lớn với trục và có độ dôi nhỏ với bạc để tạo điều kiện tháo lắp dễ dàng.

Trường hợp then dẫn hướng, bạc di trượt dọc trục ta chọn kiểu lắp của then với rãnh then trên trục là $\frac{N9}{h9}$, then với rãnh then trên bạc là $\frac{D10}{h9}$. Then lắp với bạc có độ hở lớn, đảm bảo bạc dịch chuyển dọc trục dễ dàng.

Trường hợp mỗi ghép then có chiều dài lớn, $l > 2d$ ta chọn kiểu lắp của then với rãnh then trên trục là $\frac{H9}{h9}$, then với rãnh then trên bạc là $\frac{D10}{h9}$. Then lắp có độ hở với trục và bạc nhằm bồi thường cho sai số vị trí rãnh then.

Ký hiệu mỗi ghép then trên bản vẽ:

$$\text{Bề rộng } b \frac{\text{Miền dung sai rãnh then trên trục hoặc trên bạc}}{\text{Miền dung sai bề rộng then}}$$

2. Dung sai lắp ghép then hoa

Then hoa là hình ảnh nhiều then thường nhưng những then này liền thành một khối trên trục và phân bố đều trên mặt trụ. Khi đó mỗi ghép còn hai chi tiết: trục then hoa và bạc then hoa.

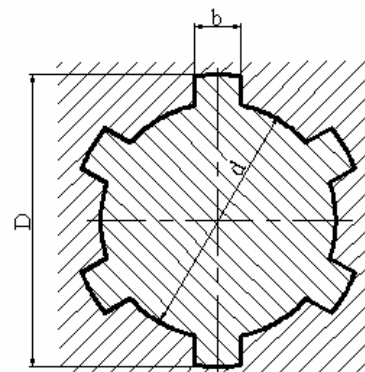
Các loại then hoa: Then hoa dạng răng chữ nhật, dạng răng thân khai, dạng răng hình thang, dạng răng tam giác. Trong ngành chế tạo máy hiện nay, mỗi ghép then hoa dạng răng chữ nhật được dùng phổ biến nên ở đây chỉ giới thiệu loại then này – hình 4.4

Các yếu tố cơ bản của then hoa dạng răng chữ nhật:

- Đường kính ngoài D của lỗ và trục then hoa.
- Đường kính trong d của lỗ và trục then hoa.
- Bề rộng b của lỗ và trục then hoa.

Trong lắp ghép then hoa, để đảm bảo chức năng truyền lực thì lắp ghép được thực hiện theo kích thước b , còn để đảm bảo độ đồng tâm giữa bạc và trục thì lắp ghép được thực hiện theo d, D hoặc b .

- Định tâm theo đường kính ngoài D : hai kích thước lắp ghép là D, b .
- Định tâm theo đường kính trong d : hai kích thước lắp ghép là d, b .



Hình 4.4 - Môi ghép then hoa

- Định tâm theo mặt bên của then b : chỉ một kích thước lắp ghép là b .

Thường sử dụng phương pháp định tâm theo đường kính ngoài D vì nó kinh tế hơn. Còn trường hợp cần độ chính xác đồng tâm cao và độ rắn bề mặt chi tiết bạc quá cao thì định tâm theo đường kính trong d , còn định tâm theo b thì ít dùng vì độ đồng tâm kém.

Miền dung sai các kích thước lắp ghép được cho trong bảng 4.5

Bảng 4.5: Miền dung sai các kích thước trong môi ghép then hoa

Định tâm theo đường kính ngoài D			
Kích thước D		Kích thước b	
MDS của lỗ	MDS của trục	MDS của rãnh	MDS của chiều dày b trên trục then hoa
H7 H8	f7 , g6, h6, j6 , n6 h7	F8 D9 F10 J _s 10	(d9), e8, f7, f8 , h7, h8, j_s7 d9, e8, f7, h8, j_s7 e9, f7, h9 d10
Định tâm theo đường kính trong d			
Kích thước d		Kích thước b	
MDS của lỗ	MDS của trục	MDS của rãnh	MDS của chiều dày b trên trục then hoa
H6 H7 H8	g5, j_s5 e8, f7, g6 , h6, h7, j_s6, j_s7 , n6 e8, (e9)	F8 H8 D9 D10 F10 J _s 10	d8, f7, f8, h7, h8, h9, j_s7 h7, h8, (h9), j_s7 d9, e8, f7, f8, f9, h8, h9, j_s7, k7 d9 d9, e8, f7, f8, f9 , h7, h8, h9, j_s7 d10
Định tâm theo mặt bên b của rãnh then			
MDS bề rộng rãnh b của lỗ then hoa		MDS chiều dày b trên trục then hoa	
F8 D9 D10 F10 J _s 10		e8, f8, j_s7 d9, e8, f8, f9 , h8, h9, j_s7, k7 d10, (h10) d9, e8, f8, f9 , h8, h9, j_s7, k7 d9	
MDS in đậm là MDS cho lắp ghép ưu tiên. Hạn chế sử dụng MDS trong dấu ngoặc đơn. Cho phép kết hợp bất kì một MDS của lỗ then hoa với một MDS của trục then hoa.			

Có thể chọn theo kinh nghiệm theo bảng 4.6

Bảng 4.6: Các kiểu lắp kinh nghiệm thường dùng

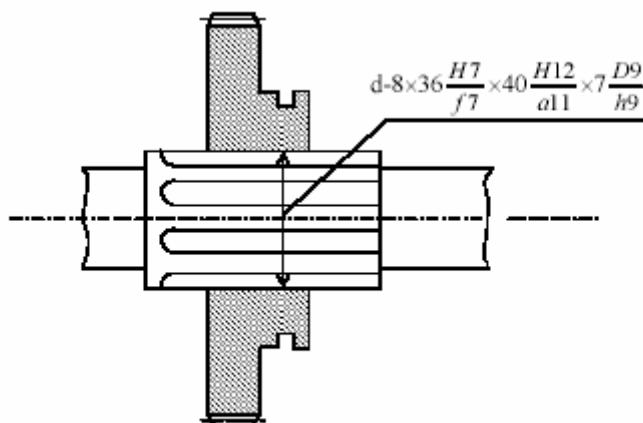
Yếu tố lắp ghép	Kiểu lắp ghép		
	Với mỗi ghép không có chuyển động tương đối, tải trọng va đập lớn, ít tháo lắp	Với mỗi ghép không có chuyển động tương đối, tải trọng điều hoà, hay tháo lắp	Với mỗi lắp có di trượt giữa bạc và trục then hoa
D, b	$\frac{H7}{n6}, \frac{F8}{j_s7}$	$\frac{H7}{j_s6}, \frac{F8}{j_s7}$	$\frac{H7}{f7}, \left(\frac{H7}{g6}\right), \frac{F8}{f7}$
D, b	$\frac{H7}{n6}, \frac{H8}{j_s7}$	$\frac{H7}{j_s6}, \frac{H8}{h8}$	$\left(\frac{H7}{f7}\right), \frac{H7}{g6}, \frac{D9}{h9}$
b	Với mỗi ghép không có chuyển động tương đối	$\frac{F8}{j_s7}$	$\left(\frac{F8}{f8}\right), \frac{D9}{f9}$

Ký hiệu mỗi ghép then hoa trên bản vẽ:

Kí hiệu gồm có

- Chữ cái (D, d, b) biểu thị cho bề mặt định tâm
- Số răng Z của then
- Giá trị đường kính trong d , đường kính ngoài D , bề rộng b theo thứ tự d, D, b .
- Kí hiệu miền dung sai hoặc lắp ghép của yếu tố kích thước nào được ghi bên cạnh yếu tố kích thước đó.

- Ví dụ: Đọc các thông số then hoa trên bản vẽ lắp hình 4.5



Hình 4.5 - Ghi kí hiệu mỗi ghép then hoa trên bản vẽ lắp

- Mỗi ghép được định tâm theo đường kính trong d
- Số then $Z=8$
- Đường kính trong $d=36$
- Đường kính ngoài $D=40$
- Kiểu lắp của đường kính ngoài là $\frac{H7}{f7}$, trong đó H7 là miền dung sai đường kính ngoài D của lỗ then hoa và f7 là miền dung sai đường kính ngoài D của trục then hoa.
- Bề rộng then $b=7$
- Kiểu lắp của bề rộng là $\frac{D9}{h9}$, trong đó D9 là miền dung sai bề rộng rãnh của lỗ then hoa và h9 là bề dày răng trên trục

III. LẮP GHÉP CÔN TRON

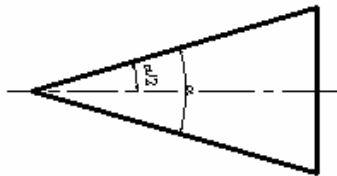
Lắp ghép côn tron được sử dụng phổ biến do độ kín, độ bền cao, có thể dễ dàng điều chỉnh khe hở hoặc độ dôi nhờ vào sự thay đổi vị trí dọc trục của chi tiết, tự định tâm tốt, khả năng tháo lắp nhanh mà không làm hư hỏng bề mặt của chi tiết lắp ghép.

1. Góc côn và độ côn

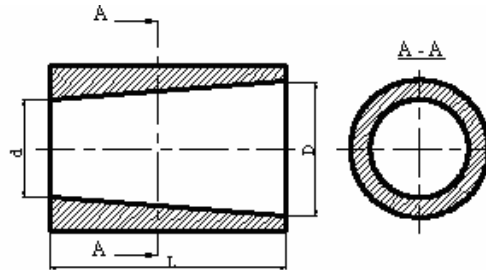
Góc côn α là góc giữa hai đường sinh trong mặt cắt dọc trục của côn – hình 4.6a

Độ côn C là tỉ số giữa hiệu đường kính hai mặt cắt ngang với khoảng cách L giữa chúng. Đối với côn cụt, thì độ côn là tỉ số của hiệu đường kính đáy lớn và đáy nhỏ với chiều dài côn – hình 4.6b

$$C = \frac{D-d}{L} = 2tg \frac{\alpha}{2}$$



Hình 4.6a - Góc côn



Hình 4.6b - Độ côn

2. Dung sai kích thước góc

Lắp ghép côn thực hiện theo kích thước góc, vì vậy, dung sai kích thước côn cũng chính là dung sai kích thước góc. Dung sai kích thước góc được kí hiệu là AT (Angle Tolerance)

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 diễn bằng đơn vị góc hoặc đơn vị dài. Tùy theo đơn vị biểu thị ta có các kí hiệu sau – hình 4.7

AT_{α} : Dung sai góc tính theo đơn vị góc – hình 4.7a

AT_{α}' : Trị số qui tròn của dung sai góc tính theo độ, phút, giây góc

AT_h : Dung sai góc được biểu diễn bằng đoạn vuông góc với một cạnh của góc tại vị trí cách đỉnh một khoảng L_1 và nằm đối diện với góc dung sai AT_{α} .

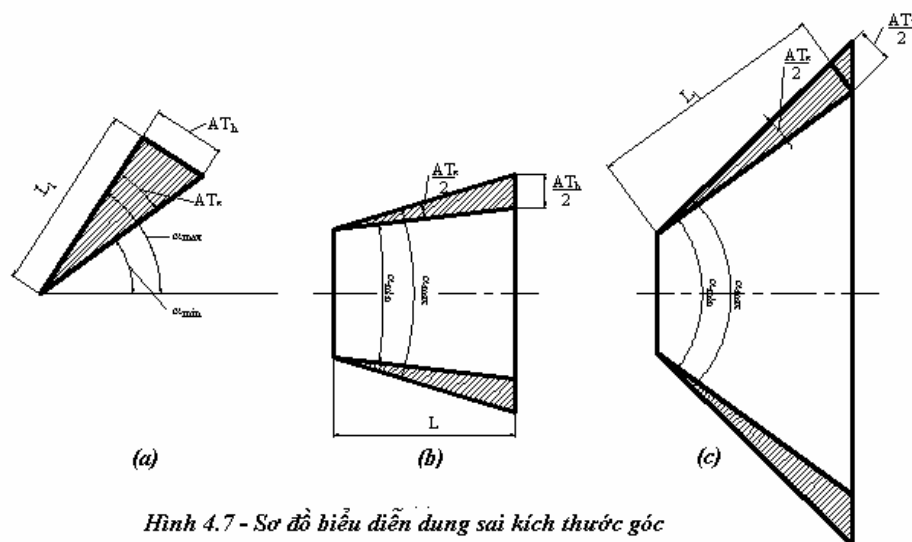
$$AT_h = AT_{\alpha} \cdot L_1 \cdot 10^{-3}$$

Với $AT_h - \mu m, AT_{\alpha} - \mu rad, L_1 - mm$

AT_D : Dung sai góc được biểu diễn bằng dung sai hiệu đường kính của 2 mặt cắt ngang của côn và cách nhau một khoảng L đã cho

- Khi góc côn ứng với độ côn $C \leq 1:3$ – hình 4.7b thì $AT_D = AT_h$
- Khi góc côn ứng với độ côn $C > 1:3$ – hình 4.7c thì $AT_D = \frac{AT_h}{\cos \frac{\alpha}{2}}$

với α là góc danh nghĩa



Hình 4.7 - Sơ đồ biểu diễn dung sai kích thước góc

3. Cấp chính xác

TCVN qui định 17 cấp chính xác góc 1; 2;...;17 với độ chính xác giảm dần từ 1 đến 17. Trong chế tạo cơ khí, cấp chính xác từ 7 đến 12 được dùng phổ biến. Cấp chính xác 7 và 8 được dùng cho những chi tiết yêu cầu độ chính xác cao như đầu định tâm của trục lắp với bánh răng, lỗ côn trong bánh răng độ chính xác cao, chuỗi côn dụng cụ cắt... Cấp chính xác 9 ÷ 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, sống trượt góc, rãnh góc trong các bàn trượt...

Trị số dung sai tương ứng với cấp chính xác và chiều dài danh nghĩa L được cho trong bảng 4.7

Bảng 4.7 – Trị số dung sai góc

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác									
	7				8					
	AT_α		AT_α'	AT_h	AT_D	AT_α		AT_α'	AT_h	AT_D
	μrad	ph - gi	ph - gi	μm	μrad	ph-gi	ph - gi	μm		
Đến 10	800	2'45''	2'45''	...8,0	1250	4'18''	4'	...12,5		
>10÷16	630	2'10''	2'0''	6,3 ...10,0	1000	3'26''	3'	10,0...16,0		
>16÷25	500	1'43''	1'40''	8,0 ...12,5	800	2'45''	2'30''	12,5...20,0		
>25÷40	400	1'22''	1'20''	10,0 ...16,0	630	2'10''	2'0''	16,0...25,0		
>40÷63	315	1'05''	1'	12,5 ...20,0	500	1'43''	1'40''	20...32		
>63÷100	250	52''	50''	16,0 ...25,0	400	1'22''	1'20''	25...40		
>100÷160	200	41''	40''	20,0 ...32,0	315	1'05''	1'	32...50		
>160÷250	160	33''	32''	25,0 ...40,0	250	52''	50''	40...63		
>250÷400	125	26''	26''	32 ...50	200	41''	40''	50...80		
>400÷630	100	21''	20''	40 ...63	160	33''	32''	63...100		
>630÷1000	80	16''	16''	50 ...80	125	26''	26''	80...125		
>1000÷1600	63	13''	12''	63 ...100	100	21''	20''	100...160		
>1600÷2500	50	10''	10''	80 ...125	80	16''	16''	125...200		

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác									
	9				10					
	AT_α		AT_α'	AT_h	AT_D	AT_α		AT_α'	AT_h	AT_D
	μrad	ph - gi	ph - gi	μm	μrad	ph-gi	ph - gi	μm		
Đến 10	2000	6'52''	6'	...20	3150	10'49''	10'	...32		
>10÷16	1600	5'30''	5'	16...25	2500	8'35''	8'	25...40		
>16÷25	1250	4'18''	4'	20...32	2000	6'52''	6'	32...50		
>25÷40	1000	3'26''	3'	25...40	1600	5'30''	5'	40...63		
>40÷63	800	2'45''	2'30''	32...50	1250	4'18''	4'	50...80		
>63÷100	630	2'10''	2'0''	40...63	1000	3'26''	3'	63...100		
>100÷160	500	1'43''	1'40''	50...80	800	2'45''	2'30''	80...125		

>160÷250	400	1'22''	1'20''	63...100	630	2'10''	2'0''	100...160
>250÷400	315	1'05''	1'	80...125	500	1'43''	1'40''	125...200
>400÷630	250	52''	50''	100...160	400	1'22''	1'20''	160...250
>630÷1000	200	41''	40''	125...200	315	1'05''	1'	200...320
>1000÷1600	160	33''	32''	160...250	250	52''	50''	250...400
>1600÷2500	125	26''	26''	200...320	200	41''	40''	320...500

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác									
	11				12					
	AT_α		AT'_α	AT_h	AT_D	AT_α		AT'_α	AT_h	AT_D
	μrad	ph - gi	ph - gi	μm	μrad	ph-gi	ph - gi	μm		
Đến 10	5000	17'10''	16'	...50	8000	27'28''	26'	...80		
>10÷16	4000	13'44''	12'	40...63	6300	21'38''	20'	63...100		
>16÷25	3150	10'49''	10'	50...80	5000	17'10''	16'	80...125		
>25÷40	2500	8'35''	8'	63...100	4000	13'44''	12'	100...160		
>40÷63	2000	6'52''	6'	80...125	3150	10'49''	10'	125...200		
>63÷100	1600	5'30''	5'	100...160	2500	8'35''	8'	160...250		
>100÷160	1250	4'18''	4'	125...200	2000	6'52''	6'	200...320		
>160÷250	1000	3'26''	3'	160...250	1600	5'30''	5'	250...400		
>250÷400	800	2'45''	2'30''	200...320	1250	4'18''	4'	320...500		
>400÷630	630	2'10''	2'0''	250...400	1000	3'26''	3'	400...630		
>630÷1000	500	1'43''	1'40''	320...500	800	2'45''	2'30''	500...800		
>1000÷1600	400	1'22''	1'20''	400...630	630	2'10''	2'0''	630...1000		
>1600÷2500	315	1'05''	1'	500...800	500	1'43''	1'40''	800...1250		

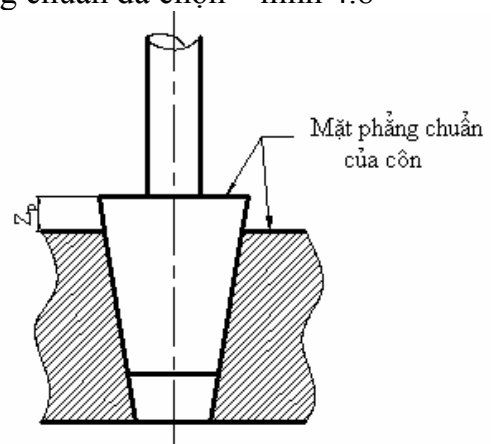
4. Lắp ghép côn trơn

Lắp ghép côn trơn cũng có các đặc tính tương tự như lắp ghép trụ trơn; lắp đôi, lắp hở và lắp ghép khít.

Độ hở và độ đôi lắp ghép tùy thuộc vào vị trí hướng trục của chi tiết lắp ghép. Vị trí hướng trục của chúng được xác định so với mặt phẳng chuẩn đã chọn – hình 4.8

Mặt phẳng chuẩn của côn được chọn là mặt phẳng vuông góc với tâm côn. Khi đã chọn mặt phẳng chuẩn thì vị trí hướng trục của hai côn lắp ghép với nhau được xác định bằng khoảng cách chuẩn, Z_p

Khi yêu cầu dung sai khoảng cách chuẩn ta có thể tính được dung sai góc của côn lắp ghép, và ngược lại với dung sai góc đã cho của côn lắp ghép ta cũng có thể tính ra dung sai khoảng cách chuẩn. Trong chế tạo, thường người ta kiểm tra côn thông qua kiểm tra khoảng cách chuẩn.



Hình 4.8 - Lắp ghép côn trơn

IV. Dung sai lắp ghép ren

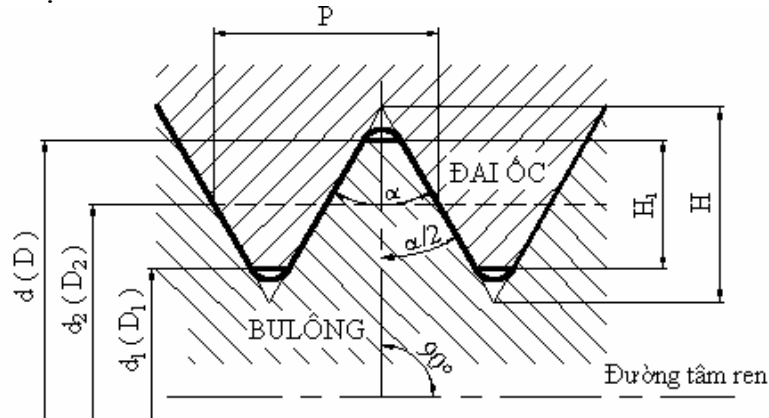
1. Dung sai lắp ghép ren hệ mét

1.1. Các thông số cơ bản của ren – Hình 4.9

- Đường kính ngoài của ren D (d): Là đường kính của một hình trụ, có tâm trùng với đường tâm ren, bao lấy đỉnh của ren ngoài và đáy ren trong. Đường kính này được chọn là đường kính danh nghĩa của ren.

- Đường kính trong của ren D_1 (d_1): Là đường kính bao lấy đáy ren ngoài và đỉnh của ren trong.

- Đường kính trung bình của ren $D_2(d_2)$ Là đường kính chia chiều rộng thân ren và chiều rộng rãnh ren bằng nhau.
- Bước ren P : Là khoảng cách giữa hai cạnh ren song song kề nhau đo theo phương trục ren.
- Góc profin ren α : Là góc tạo thành giữa hai cạnh ren kề nhau của ren đo trong mặt phẳng qua trục ren.
- Chiều cao lý thuyết của ren H : Là khoảng cách từ đỉnh đến đáy của tam giác do các cạnh ren kéo dài tạo thành.



Hình 4.9 - Mặt cắt dọc theo trục ren

Chiều cao làm việc của ren H_1 : Là khoảng cách tiếp xúc lớn nhất ở một phía của các cạnh ren ngoài và ren trong đo theo phương thẳng góc với trục ren.

- Góc nâng ren β : Là góc tạo thành bởi tiếp tuyến của một đường xoắn ốc và mặt phẳng thẳng góc với trục ren

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{P}{\pi d_2}$$

Các yếu tố kích thước cơ bản của ren được cho trong bảng 4.8

Bảng 4.8 – Đường kính trung bình và trong của ren hệ mét

Bước ren P	Đường kính ren (bulông và đai ốc)		Bước ren P	Đường kính ren (bulông và đai ốc)	
	Đường kính trung bình d_2, D_2	Đường kính trong d_1, D_1		Đường kính trung bình d_2, D_2	Đường kính trong d_1, D_1
0,075	d-1+0,951	d-1+0,919	0,7	d-1+0,546	d-1+0,242
0,08	d-1+0,948	d-1+0,913	0,75	d-1+0,513	d-1+0,181
0,09	d-1+0,942	d-1+0,903	0,8	d-1+0,480	d-1+0,134
0,1	d-1+0,935	d-1+0,892	1	d-1+0,350	d-2+0,918
0,125	d-1+0,919	d-1+0,865	1,25	d-1+0,188	d-2+0,647
0,15	d-1+0,903	d-1+0,838	1,5	d-1+0,026	d-2+0,376
0,175	d-1+0,886	d-1+0,811	1,75	d-2+0,863	d-2+0,106
0,2	d-1+0,870	d-1+0,783	2	d-2+0,701	d-3+0,835
0,225	d-1+0,854	d-1+0,756	2,5	d-2+0,376	d-3+0,294
0,25	d-1+0,838	d-1+0,730	3	d-2+0,051	d-4+0,752
0,3	d-1+0,805	d-1+0,675	3,5	d-3+0,727	d-4+0,211
0,35	d-1+0,773	d-1+0,621	4	d-3+0,402	d-5+0,670
0,4	d-1+0,740	d-1+0,567	4,5	d-3+0,077	d-5+0,129
0,45	d-1+0,708	d-1+0,513	5	d-4+0,752	d-6+0,587
0,5	d-1+0,675	d-1+0,459	5,5	d-4+0,428	d-6+0,046
0,6	d-1+0,610	d-1+0,350	6	d-4+0,103	d-7+0,505

Ví dụ: Với ren M 16 bước $P=2\text{mm}$, thì $d(D)=16\text{mm}$, $d_2(D_2)=14,701\text{mm}$, $d_1(D_1)=13,835\text{mm}$

1.2. Dung sai ren

Khác với lắp ghép trụ tròn, ảnh hưởng tới tính lắp lẫn của ren không chỉ có đường kính mà cả bước ren và góc profin ren. Nhưng khi phân tích ảnh hưởng của sai số bước ren và góc profin ren, người ta đã qui 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 , được tính bằng công thức:

$$f_p = 1,732\Delta P_n$$

ΔP_n là sai số tích lũy n bước ren

- Lượng bù hướng kính của đường kính trung bình cho sai số góc profin ren, f_α , được tính bằng công thức:

$$f_\alpha = 0,36P\Delta \frac{\alpha}{2} \mu\text{m}$$

Với P tính theo mm , $\Delta \frac{\alpha}{2} = \frac{\left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ phải} \right| + \left| \Delta \frac{\alpha}{2} \text{ trái} \right|}{2}$ (phút góc)

Đường kính trung bình có xét tới ảnh hưởng của bước và góc profin ren gọi là đường kính trung bình biểu kiến (d'_2, D'_2). Trị số của chúng được tính theo công thức sau:

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

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

d_{2th}, D_{2th} là đường kính trung bình thực đo được trên bulông và đai ốc.

Như vậy, chi tiết ren muốn thỏa mãn tính lắp lẫn thì không những đường kính trung bình mà cả đường kính trung bình biểu kiến cũng phải nằm trong phạm vi dung sai cho phép.

$$d_{2\min} \leq d_{2th} \leq d'_2 \leq d_{2\max}$$

$$D_{2\min} \leq D'_2 \leq D_{2th} \leq D_{2\max}$$

1.3. Cấp chính xác chế tạo ren

TCVN qui định các cấp chính xác chế tạo ren hệ mét như bảng 4.9

Bảng 4.9 – Cấp chính xác kích thước ren

Dạng ren	Đường kính của ren	Cấp chính xác
Ren ngoài	d	4; 6; 8
	d_2	3; 4; 5; 6; 7; 8; 9
Ren trong	D_2	4; 5; 6; 7; 8
	D_1	4; 5; 6; 7; 8

Trị số dung sai đường kính ren ứng với các cấp chính xác khác nhau được qui định trong bảng 4.10

Bảng 4.10 a – Sai lệch giới hạn kích thước ren trong

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren trong									
		6H				7H					
		Đường kính ren, mm									
		D	D_2	D_1	D	D_2	D_1	D	D_2		
		Sai lệch giới hạn, μm									
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI

Trên 2,8 đến 5,6	0,25	0	+75	0	+71	0	-	-	-	-	0
	0,35	0	+90	0	+100	0	-	-	-	-	0
	0,5	0	+100	0	+140	0	0	+125	0	+180	0
	0,6	0	+112	0	+160	0	0	+140	0	+200	0
	0,7	0	+116	0	+180	0	0	+150	0	+224	0
	0,75	0	+118	0	+190	0	0	+155	0	+238	0
	0,8	0	+125	0	+200	0	0	+160	0	+250	0
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	0	+85	0	+71	0	-	-	-	-	-
	0,35	0	+95	0	+100	0	-	-	-	-	-
	0,5	0	+112	0	+140	0	0	+140	0	+180	0
	0,75	0	+132	0	+190	0	0	+170	0	+236	0
	1	0	+156	0	+236	0	0	+190	0	+300	0
	1,25	0	+160	0	+265	0	0	+200	0	+335	0
	1,5	0	+180	0	+300	0	0	+224	0	+375	0
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	0	+100	0	+100	0	-	-	0	-	0
	0,5	0	+118	0	+110	0	0	+150	0	+180	0
	0,75	0	+140	0	+190	0	0	+180	0	+236	0
	1	0	+160	0	+236	0	0	+200	0	+300	0
	1,25	0	+160	0	+265	0	0	+224	0	+335	0
	1,5	0	+190	0	+300	0	0	+236	0	+425	0
	1,75	0	+200	0	+335	0	0	+250	0	+475	0
	2	0	+212	0	+357	0	0	+265	0	+560	0
2,5	0	+224	0	+450	0	0	+280	0		0	
Trên 22,4 đến 45	0,5	0	+125	0	+140	0	-	-	-	-	-
	0,75	0	+150	0	+190	0	0	+190	0	+239	0
	1	0	+170	0	+238	0	0	+212	0	+300	0
	1,5	0	+200	0	+300	0	0	+250	0	+375	0
	2	0	+224	0	+375	0	0	+280	0	+475	0
	3	0	+265	0	+500	0	0	+335	0	+630	0
	3,5	0	+280	0	+560	0	0	+355	0	+710	0
	4	0	+300	0	+600	0	0	+375	0	+750	0
4,5	0	+345	0	+670	0	0	+400	0	+850	0	
Trên 45 đến 90	0,5	0	+132	0	+140	0	-	-	-	-	-
	0,75	0	+160	0	+190	0	-	-	-	-	-
	1	0	+190	0	+236	0	0	+236	0	+300	0
	1,5	0	+212	0	+300	0	0	+265	0	+375	0
	2	0	+236	0	+375	0	0	+300	0	+475	0
	3	0	+280	0	+500	0	0	+355	0	+630	0
	4	0	+315	0	+600	0	0	+400	0	+730	0
	5	0	+335	0	+710	0	0	+425	0	+900	0
5,5	0	+355	0	+758	0	0	+450	0	+950	0	
6	0	+375	0	+800	0	0	+475	0	+1000	0	

Bảng 4.10b – Sai lệch giới hạn kích thước ren ngoài

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài										
		6e					6g					
		Đường kính ren, mm										
		d		d_2		d_1		d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, μm										
es		ei		es		ei		es		ei		
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	-	-	-	-	-	-18	-85	-18	-74	-18	
	0,35	-	-	-	-	-	-19	-104	-19	-86	-19	
	0,5	-50	-156	-50	-125	-50	-20	-126	-20	-95	-20	
	0,6	-53	-178	-53	-138	-53	-21	-146	-21	-102	-21	
	0,7	-56	-196	-56	-146	-56	-22	-162	-22	-112	-22	
	0,75	-56	-196	-56	-146	-56	-22	-162	-22	-112	-22	
	0,8	-60	-210	-60	-155	-60	-24	-174	-24	-119	-24	
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	-	-	-	-	-	-18	-85	-18	-81	-18	
	0,35	-	-	-	-	-	-19	-101	-19	-90	-19	
	0,5	-50	-156	-50	-135	-50	-20	-126	-20	-105	-20	
	0,75	-56	-196	-56	-156	-56	-22	-162	-22	-122	-22	

Dung Sai –lắp ghép và đo lường

	1	-60	-210	-60	-172	-60	-26	-206	-26	-138	-26
	1,25	-63	-275	-63	-181	-63	-28	-240	-28	-146	-28
	1,5	-67	-303	-67	-199	-67	-32	-268	-32	-164	-32
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	–	–	–	–	–	-19	-104	-19	-91	-19
	0,5	-50	-156	-50	-140	-50	-20	-126	-20	-110	-20
	0,75	-56	-196	-56	-162	-56	-22	-162	-22	-128	-22
	1	-60	-240	-60	-178	-60	-26	-206	-26	-144	-26
	1,25	-63	-275	-63	-195	-63	-28	-240	-28	-160	-28
	1,5	-67	-303	-67	-207	-67	-32	-268	-32	-172	-32
	1,75	-71	-336	-71	-221	-71	-34	-290	-34	-184	-34
	2	-71	-351	-71	-231	-71	-38	-318	-38	-198	-38
2,5	-80	-415	-80	-250	-80	-42	-377	-42	-212	-42	
Trên 22,4 đến 45	0,5	-50	-156	-50	-145	-50	-20	-126	-20	-115	-20
	0,75	-56	-196	-56	-168	-56	-22	-162	-22	-134	-22
	1	-60	-240	-60	-185	-60	-26	-206	-26	-151	-26
	1,5	-67	-303	-67	-217	-67	-32	-268	-32	-182	-32
	2	-71	-351	-71	-241	-71	-38	-318	-38	-208	-38
	3	-85	-460	-85	-285	-85	-48	-423	-48	-248	-48
	3,5	-90	-515	-90	-302	-90	-53	-478	-53	-265	-53
	4	-95	-570	-95	-319	-95	-60	-535	-60	-284	-60
4,5	-100	-600	-100	-336	-100	-63	-563	-63	-299	-63	
Trên 45 đến 90	0,5	-50	-156	-50	-150	-50	-20	-126	-20	-120	-20
	0,75	-56	-196	-56	-174	-56	-22	-162	-22	-140	-22
	1	-60	-240	-60	-200	-60	-26	-206	-26	-166	-26
	1,5	-67	-303	-67	-227	-67	-32	-268	-32	-192	-32
	2	-71	-351	-71	-251	-71	-38	-318	-38	-218	-38
	3	-85	-460	-85	-297	-85	-48	-423	-48	-260	-48
	4	-95	-570	-95	-331	-95	-60	-535	-60	-296	-60
	5	-106	-636	-106	-356	-106	-71	-601	-71	-321	-71
5,5	-112	-672	-112	-377	-112	-75	-635	-75	-340	-75	
6	-118	-718	-118	-398	-118	-80	-680	-80	-360	-80	

1.4. Lắp ghép ren

Lắp ghép ren cũng có các đặc tính: lắp hở, lắp dôi, lắp trung gian. Ở đây chỉ giới thiệu lắp ghép ren có độ hở.

Miền dung sai của các kích thước ren được chỉ ra trong bảng 4.11

Bảng 4.11– Miền dung sai kích thước ren (lắp 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			4H5H	5H				6H
Trung bình	(5G)	5H	6G			6H	(7G)			7H
Thô			7G			7H	(8G)			8H

MDS in đậm là MDS cho lắp ghép ưu tiên.

Hạn chế sử dụng MDS trong đầu ngoặt đơn.

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 trung bình (N)

Khác với lắp ghép trụ trơn, kí hiệu miền dung sai trong lắp ghép ren có cấp chính xác đặt trước sai lệch cơ bản. Ví dụ: 6H. Khi miền dung sai đường kính d_2 và d hoặc D_2 và D_1 khác nhau thì kí hiệu như sau: Ví dụ: 4H5H nghĩa là miền dung sai đường kính D_2 là 4H, miền dung sai đường kính D_1 là 5H, hoặc 7g6g nghĩa là miền dung sai đường kính d_2 là 7g, miền dung sai đường kính d là 6g

Trị số sai lệch giới hạn và dung sai kích thước ren được tra trong bảng tra.

Kí hiệu ren

Kí hiệu ren gồm các yếu tố ghi theo thứ tự sau:

- Dạng profin ren:
 - Với ren tam giác hệ mét: kí hiệu bằng chữ M
 - Với ren hình thang: kí hiệu bằng chữ Tr
 - Với ren tròn: kí hiệu bằng chữ Rd
 - Với ren hình vuông: kí hiệu bằng chữ S
 - Với ren côn: kí hiệu bằng chữ MK
- Kích thước danh nghĩa của ren (đó cũng chính là đường kính ngoài của ren)
- Bước ren: Đối với ren nhiều đầu mỗi phải ghi trị số bước xoắn và để trong ngoặc đơn chữ “P” cùng với trị số bước ren. Ví dụ: $M24 \times 3(P1)$
- Chiều xoắn của ren: Với ren trái ghi chữ “LH”, ren phải không cần ghi
- Kí hiệu miền dung sai(trên bản vẽ chi tiết) hay kiểu lắp của ren(trên bản vẽ lắp)
- Ví dụ: Với bản vẽ chi tiết: M12 – 6g
 Với bản vẽ lắp: M12 – 6H/6g

2. Dung sai lắp ghép ren hình thang

Mỗi ghép ren hình thang được dùng để truyền chuyển động tịnh tiến. Ví dụ: vít me, vít bàn xe dao trong máy tiện...

Dung sai lắp ghép ren

Sai lệch cơ bản và cấp chính xác chế tạo ren được cho trong bảng 4.12

Bảng 4.12 – Sai lệch cơ bản và cấp chính xác chế tạo ren hình thang

Dạng ren	Đường kính	Sai lệch cơ bản (<i>es, EI</i>)	Cấp chính xác
Vít	Ngoài d	h	4
	Trung bình d_2	c, e, g	7; 8; 9; 10
	Trong d_2	h	7; 8; 9; 10
Đai ốc	Ngoài D	H	–
	Trung bình D_2	H	7; 8; 9
	Trong D_1	H	4

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

Miền dung sai kích thước ren được qui định trong bảng 4.13

Bảng 4.13 – Miền dung sai kích thước ren hình thang

Loại chính xác	Vít		Đai ốc	
	Chiều dài vặn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Chính xác	6e; 6g	7e	6H	7H
Trung bình	7e; 7g	8e	7H	8H
Thô	8c; 8e	9c	8H	9H

Việc chọn miền dung sai và kiểu lắp là tùy thuộc vào mức độ chính xác và đặc tính yêu cầu của lắp ghép.

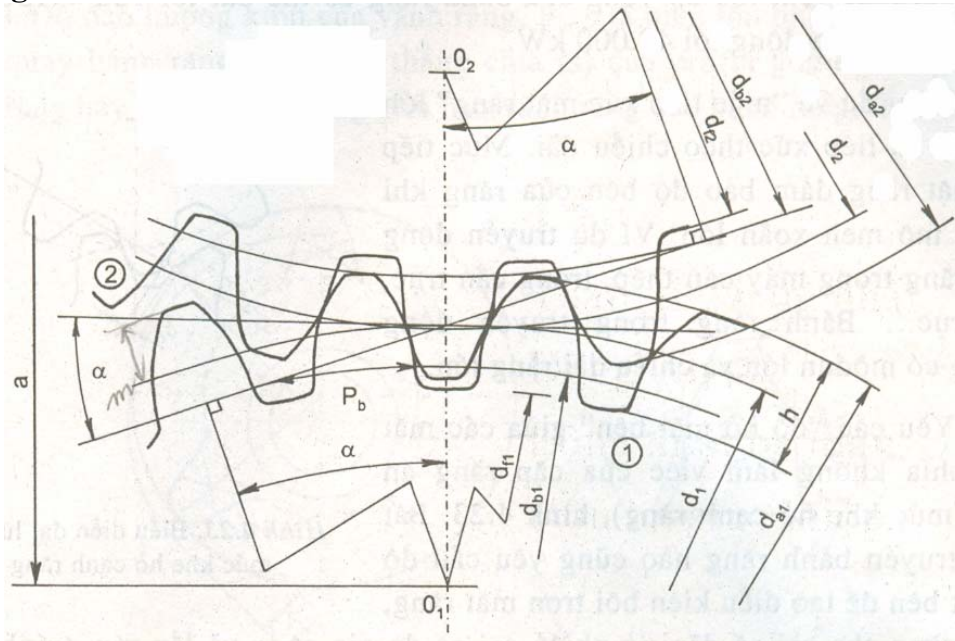
Ren được kí hiệu giống như ren hệ mét.

V. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

Truyền động bánh răng là một trong những loại truyền động được sử dụng rất rộng rãi. Mục đích của nó là truyền chuyển động quay giữa các trục hay biến đổi chuyển động (từ chuyển động quay thành tịnh tiến và ngược lại)

Về dạng profin răng thì có: dạng răng thân khai, dạng răng xicloit...nhưng chủ yếu sử dụng dạng răng thân khai nên ở đây chỉ giới thiệu dạng răng này.

1. Các thông số kích thước cơ bản



- m- modun của răng
- z- số răng của bánh răng
- α - góc ăn khớp của truyền động
- β - góc nghiêng của hướng răng
- p- bước răng
- p_b – bước răng trên vòng cơ bản
- d – đường kính vòng chia của bánh răng

- d_f – đường kính vòng chân răng
- d_a – đường kính vòng đỉnh răng
- d_b – đường kính vòng cơ bản
- h – chiều cao của răng
- b – chiều rộng bánh răng
- w – khoảng pháp tuyến chung
- a- khoảng cách tâm 2 bánh răng trong truyền động

2. Các yêu cầu kĩ thuật của truyền động bánh răng

Tùy theo chức năng sử dụng của truyền động mà chúng có các yêu cầu khác nhau:

- Yêu cầu “mức chính xác động học” là yêu cầu sự phối hợp chính xác về yêu cầu bánh dẫn và bánh bị dẫn của truyền động. Yêu cầu này đề ra đối với truyền động bánh răng của xích động học chính xác của dụng cụ đo, xích phân độ của máy gài công bánh răng, xích cắt ren của máy tiện ren... Bánh răng trong truyền động này thường có modun nhỏ, chiều dài răng không lớn, làm việc với tốc độ và tải trọng nhỏ.

- Yêu cầu “mức làm việc êm” nghĩa là bánh răng phải có tốc độ quay ổn định, không có sự thay đổi tức thời về tốc độ gây va đập, ồn. Yêu cầu này đề ra đối với những truyền động trong hộp tốc độ của động cơ máy bay, ô tô, tuabin... Bánh răng trong truyền động thường có modun trung bình, chiều dài răng lớn, tốc độ vòng của bánh răng có thể đạt tới 120 – 150 m/s, công suất truyền động tới 40.000kW

- Yêu cầu về “mức tiếp xúc mặt răng” lớn đặc biệt là tiếp xúc theo chiều dài. Mức tiếp xúc đảm bảo độ bền của răng khi truyền momen xoắn lớn. Ví dụ: truyền động bánh răng trong máy cán thép, trong cần trục, cầu trục... Bánh răng trong truyền động thường có modun lớn và chiều dài răng lớn.

- Yêu cầu “độ hở mặt bên” giữa các mặt răng phía không làm việc các cặp răng ăn khớp (mức khe hở cạnh răng). Bất kì bộ truyền bánh răng nào cũng yêu cầu độ hở mặt bên để tạo điều kiện bôi trơn mặt răng, bôi thường cho sai số giãn nở nhiệt, sai số do gia công và lắp ráp, tránh hiện tượng kẹt răng.

Đối với bộ truyền bánh răng nào cũng đòi hỏi cả 4 yêu cầu trên. Tuy nhiên, tùy thuộc vào điều kiện làm việc thực tế của từng bộ truyền mà yêu cầu nào được chú trọng hơn.

3. Đánh giá mức chính xác của truyền động bánh răng

Trong chế tạo bánh răng, mức chính xác chế tạo được đánh giá thông qua 4 yêu cầu: mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc mặt răng và mức độ hở mặt bên.

- Đánh giá mức chính xác động học: Mức chính xác động học được đánh giá bằng chính sai số động học của bánh răng, F_{ir}' . Đó là sai số lớn nhất về góc quay của bánh răng trong phạm vi một vòng quay khi nó ăn khớp với bánh răng mẫu chính xác. Sai số động học là tổng hợp ảnh hưởng của tất cả Các loại sai số gia công đến mức chính xác động học.

- Đánh giá mức làm việc êm: Mức làm việc êm được đánh giá bằng sai số động học cục bộ của bánh răng, f_{ir}' , là hiệu số lớn nhất và nhỏ nhất kế tiếp nhau của sai số động học cục bộ.

Sai số động học cục bộ là thành phần tần số cao của sai số động học. Nó chính là sự thay đổi tốc độ góc tức thời, sinh gia tốc, gây va đập và ồn. Sai số động học cục bộ thể hiện tổng hợp ảnh hưởng của sai số gia công đến mức làm việc êm.

- Đánh giá mức tiếp xúc mặt răng: Mức tiếp xúc mặt răng được đánh giá bằng chính vết tiếp xúc mặt răng của bánh răng trong truyền động.

Vết tiếp xúc là phần làm việc của mặt răng có tiếp xúc với răng của bánh răng thứ hai trong cặp truyền, sau khi quay cặp truyền động có tải.

4. Cấp chính xác chế tạo bánh răng

TCVN qui định 12 cấp chính xác chế tạo bánh răng từ 1; 2;...;12 với mức độ chính xác giảm dần. Ở mỗi cấp chính xác, tiêu chuẩn qui định giá trị dung sai và sai lệch giới hạn cho các thông số đánh giá mức chính xác.

Việc chọn cấp chính xác của truyền động khi thiết kế phải dựa vào điều kiện làm việc cụ thể của truyền động, chẳng hạn tốc độ vòng quay, công suất truyền... Trong sản xuất cơ khí thường chọn cấp chính xác 6, 7, 8, 9, chọn theo kinh nghiệm hay theo hướng dẫn cho trong bảng 4.14

Bảng 4.14 – Phạm vi sử dụng cấp chính xác của bánh răng trụ

Cấp chính xác	Điều kiện làm việc và phạm vi sử dụng	Tốc độ vòng m/s	Hiệu suất không nhỏ hơn	Phương pháp cắt răng	Gia công lần cuối mặt răng
6	Bánh răng làm việc êm ở tốc độ cao, hiệu suất cao, không ồn, bánh răng của cơ cấu phân độ, bánh răng đặc biệt quan trọng trong chế tạo máy bay và ô tô	Đến 15	0,99	Phương pháp bao hình trên máy chính xác cao	Mài chính xác hoặc cà răng
7	Bánh răng ở tốc độ hơi cao và công suất vừa phải goặc ngược lại, bánh răng trong truyền động của máy cắt kim loại cần sự phối hợp chuyển động, bánh	Đến 10	0,98	Phương pháp bao hình trên máy chính xác cao	Bằng dụng cụ cắt chính xác, với bánh răng không tôi. Mùi hoặc cà

	răng hộp tốc độ máy bay, ô tô, truyền động của cơ cấu tính, đếm				khi bánh răng cần tôi
8	Bánh răng trong chế tạo máy nói chung không yêu cầu chính xác đặc biệt, bánh răng trong máy công cụ, trừ xích phân độ, bánh răng không quan trọng trong máy bay, ô tô, bánh răng của cơ cấu nâng, bánh răng quan trọng trong máy nông nghiệp, bánh răng hộp giảm tốc thông thường	Đến 6	0,97	Phương pháp bao hình hoặc chép hình bằng dụng cụ định hình tương ứng với số răng thực của bánh răng	Không mài, khi cần thiết thì gia công tinh lần cuối hoặc nghiền
9	Bánh răng dùng cho truyền động không đòi hỏi chính xác, truyền tải không tải thực hiện do lý do kết cấu là chủ yếu	Đến 2	0,96	Bất kì	Không yêu cầu gia công tinh đặc biệt

5. Dạng đối tiếp mặt răng và dung sai độ hở mặt bên của răng

Tùy theo yêu cầu về giá trị độ hở mặt bên, tiêu chuẩn qui định 6 dạng đối tiếp H, E, D, C, B, A. Dạng H có giá trị độ hở mặt bên nhỏ nhất bằng không và độ hở tăng dần từ H đến A. Trong điều kiện làm việc bình thường thường sử dụng dạng B. Các giá trị độ hở mặt bên ứng với từng dạng cho sẵn trong bảng tra.

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

Kí hiệu gồm 3 chữ số và 2 chữ cái. Các chữ số lần lượt chỉ cấp chính xác của mức chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc mặt răng. Chữ cái chỉ dạng đối tiếp và dung sai khe hở cạnh răng (nếu chúng không tương ứng với nhau). Kí hiệu phải kém theo số hiệu của tiêu chuẩn đó.

Ví dụ: Bánh răng được kí hiệu như sau: 8 – 7 – 7 – B TCVN 1067 – 84

BÀI TẬP CHƯƠNG 4

--📖📖📖--

1. Cho mỗi ghép ổ lăn làm việc trong điều kiện trục đứng yên, thân hộp quay, tải trọng tác động lên ổ là tải trọng hướng tâm cố định phương, ổ lăn có số hiệu 317, cấp chính xác 0.

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

2. Cho mỗi ghép then bằng giữa bánh răng với trục để truyền momen xoắn. Bánh răng (bạc) cố định trên trục và cần tháo lắp khi thay thế. Kích thước chiều rộng của then là $b=14mm$

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

3. Cho lắp ghép then hoa giữa bánh răng với trục có kích thước danh nghĩa là $8 \times 42 \times 48$. Bánh răng cần di trượt dễ dàng trên trục và định tâm theo đường kính D

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

4. Cho lắp ghép ren $M20 \times 2 - 6H/6e$

- Giải thích kí hiệu lắp ghép

- Tra sai lệch giới hạn và dung sai kích thước ren
- Giả sử sau khi gia công một ren vít người ta đo được các thông số sau:
 - Đường kính trung bình của ren vít $d_{2th} = 18,516, mm$
 - Sai số góc profin ren vít $\Delta \frac{\alpha}{2}$ phải $=40'$, $\Delta \frac{\alpha}{2}$ trái $=-20'$
 - Sai số tích lũy bước $\Delta P = 0,02mm$

Hỏi ren vít có đạt yêu cầu không?

5. Cho lắp ghép ren hình thang $Tr20 \times 8(P4) - 8H/8e$

- Giải thích kí hiệu lắp ghép
- Tra sai lệch giới hạn và dung sai kích thước ren vít và đai ốc
- Tính sai lệch giới hạn kích thước ren vít và đai ốc

6. Giải thích kí hiệu lắp ghép sau:

- 8 – 8 – 7 B TCVN 1067 – 84
- 8 – 7 – 6 Ba TCVN 1067 -84
- 7 C TCVN 1067 – 84

Chương 5

CHUỖI KÍCH THƯỚC



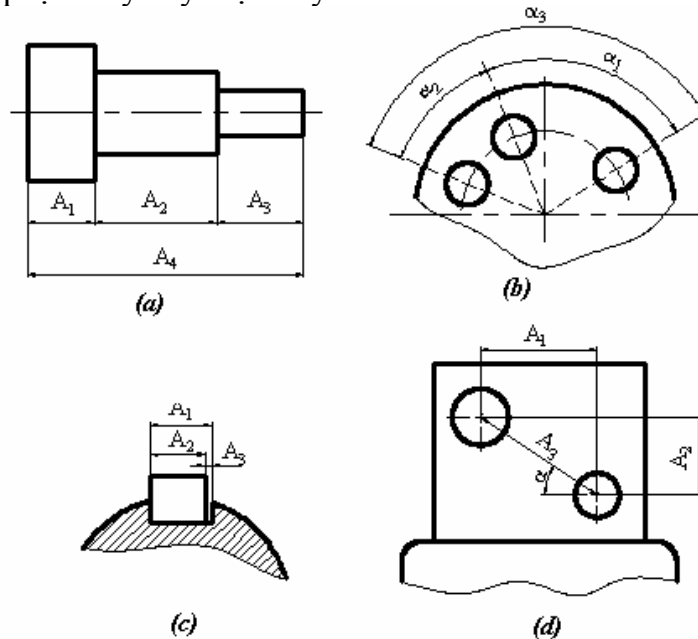
Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản
- Giải được các bài toán về chuỗi kích thước đơn giản

I. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1. Chuỗi kích thước

Chuỗi kích thước là mối quan hệ khép kín giữa các của một chi tiết hay nhiều chi tiết trong cùng một bộ phận máy hay một máy – hình 5.1



Hình 5.1 - Chuỗi kích thước

Để hình thành một chuỗi kích thước phải có 2 điều kiện: các kích thước nối tiếp nhau và các kích thước tạo thành vòng kín.

2. Khâu

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

Dựa vào tính chất của khâu, người ta chia nó làm 2 loại:

Khâu thành phần

Khâu thành phần A_i ($i=1;2;3...$) là khâu mà giá trị của nó độc lập so với những khâu khác.

Trong chuỗi kích thước lắp ghép, kích thước của chi tiết tham gia vào chuỗi đều được gọi là khâu thành phần.

Khâu khép kín

Là khâu mà kích thước của nó A_x phụ thuộc vào kích thước của khâu thành phần. Khâu khép kín tự hình thành sau khi gia công chi tiết và tự hình thành sau khi lắp ghép.

🚧 Chú ý:

- Trong chuỗi kích thước chi tiết muốn phân biệt khâu thành phần và khâu khép kín cần phải biết trình tự gia công của các kích thước trong chuỗi đó. Khâu nào hình thành cuối cùng trong trình tự công nghệ là khâu khép kín.

- Trong một chuỗi kích thước chỉ có **một khâu khép kín**.

Trong các khâu thành phần, tùy theo ảnh hưởng của nó tới khâu khép kín mà chia ra làm hai loại sau:

- Khâu tăng: Là khâu mà khi kích thước của nó tăng thì sẽ làm kích thước của khâu khép kín tăng và ngược lại.
- Khâu giảm: là khâu mà khi kích thước của nó tăng thì sẽ làm kích thước của khâu khép kín giảm và ngược lại.

Ví dụ: Trong chuỗi kích thước hình 5.1, xác định khâu thành phần (tăng, giảm), khâu khép kín

II. GIẢI CHUỖI KÍCH THƯỚC

1. Bài toán chuỗi và phương trình cơ bản của chuỗi kích thước

Giải chuỗi kích thước là phải tìm một khâu hoặc một số khâu trong chuỗi. Khi giải chuỗi kích thước có thể gặp 2 bài toán sau:

- Bài toán thuận: Cho biết kích thước và sai lệch giới hạn của tất cả các khâu thành phần, xác định kích thước và sai lệch giới hạn của khâu khép kín.

Bài toán thuận thường dùng để:

- Tính sai số chuẩn cho một kích thước thực hiện nào đó trong công nghệ.
- Kiểm nghiệm lại một kết quả tính toán hay một yêu cầu trong lắp ráp.

- Bài toán nghịch: Cho biết kích thước và sai lệch giới hạn của khâu khép kín, xác định kích thước và sai lệch giới hạn của khâu thành phần.

Bài toán nghịch thường dùng để:

- Chuyển từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ khi kích thước thiết kế khác với kích thước công nghệ do việc chọn chuẩn công nghệ không trùng với chuẩn thiết kế.

- Tính toán xác định độ chính xác kích thước của các chi tiết máy từ yêu cầu kỹ thuật của máy.

- Phương trình cơ bản của chuỗi kích thước

Đối với chuỗi đường thẳng 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 khâu giảm. Như vậy khâu khép kín được tính:

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

Đây là phương trình cơ bản của chuỗi kích thước, trên cơ sở đó, xác lập các cộng thức 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

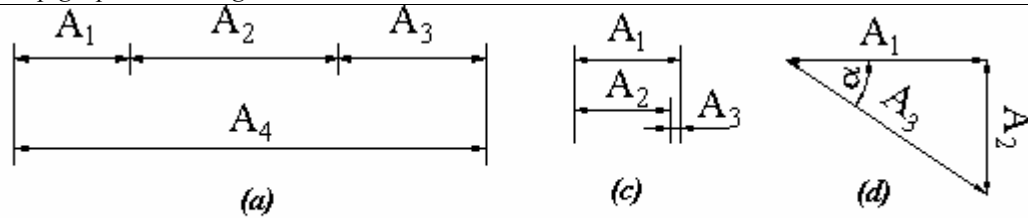
Trong chuỗi kích thước các khâu thành phần có thể có gồm nhiều kích thước khác nhau. Để thuận lợi trong quá trình tính toán ta qui ước một số ký hiệu:

- Khâu tăng: chữ in hoa
- Khâu giảm: chữ in thường
- Khâu khép kín: chữ in hoa có chỉ số Σ
- Khâu bù: có chỉ số b , kí hiệu chữ in hoa nếu là khâu bù tăng, chữ in thường nếu là khâu bù giảm.

2.1. Giải bài toán thuận

- Bước 1: Vẽ sơ đồ kích thước (không cần vẽ chi tiết)

Ví dụ: Lập chuỗi kích thước từ hình 5.1a, c, d lần lượt như hình 5.2a, c, d như sau:



Hình 5.2 - Sơ đồ chuỗi kích thước

- Bước 2: Xác định khâu tăng, khâu giảm.

Ví dụ: Với hình 5.2a, giả sử trình tự gia công là A_3, A_2, A_1 thì $A_\Sigma = A_1$ và mối quan hệ là $A_\Sigma = A_1 = A_4 - A_3 - A_2$ nên khâu A_4 là khâu tăng, A_3, A_2 là khâu giảm.

Hình 5.2c, $A_\Sigma = A_3$ và mối quan hệ là: $A_1 - A_2$ nên khâu tăng là A_1 , khâu giảm là A_2

- Bước 3: Tính toán kích thước của khâu khép kín.

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

Ví dụ: Hình 5.2a thì khâu khép kín

$$A_\Sigma = A_1 = A_4 - A_3 - A_2 = 105 - 60 - 25 = 20$$

- Bước 4: Xác định kích thước giới hạn của khâu khép kín.

- Sai lệch giới hạn trên $ES_\Sigma = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i$

Với $\sum_{i=1}^m ES_i$ là tổng sai lệch trên của m khâu tăng

$\sum_{i=m+1}^n ei_i$ là tổng sai lệch dưới của $n - m$ khâu giảm

- Sai lệch giới hạn dưới $EI_\Sigma = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i$

Với $\sum_{i=1}^m EI_i$ là tổng sai lệch dưới của m khâu tăng

$\sum_{i=m+1}^n es_i$ là tổng sai lệch dưới của $n - m$ khâu giảm

Ví dụ: Hình 5.2a

$$ES_\Sigma = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i = ES_4 - (ei_2 + ei_3) = 0,05 - (0,08 + 0,06) = 0,19$$

$$EI_\Sigma = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i = EI_4 - (es_2 + es_3) = -0,05 - (0 + 0) = -0,05$$

- Bước 5: Thử lại kết quả

Tính dung sai khâu khép kín bằng hai công thức:

$$T_\Sigma = ES_\Sigma - EI_\Sigma$$

Hoặc $T_\Sigma = \sum_{i=1}^n T_i$

Ví dụ: Hình 5.2a

$$T_\Sigma = ES_\Sigma - EI_\Sigma = 0,19 - (-0,05) = 0,24$$

$$\text{Hoặc } T_\Sigma = \sum_{i=1}^n T_i = T_4 + T_2 + T_3 = 0,1 + 0,08 + 0,06 = 0,24$$

2.2. Giải bài toán nghịch

- Bước 1: Vẽ sơ đồ kích thước (không cần vẽ chi tiết)

- Bước 2: Xác định khâu tăng, khâu giảm.

- Bước 3: Tính hệ số chính xác a_{tb}

Giả thiết tất cả các khâu thành phần có cùng cấp chính xác, tức chúng có cùng hệ số chính xác và kí hiệu là a_{tb}

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

Với T_{Σ} là dung sai khâu khép kín, tính bằng μm

$\sum_{i=1}^n i_i$ là tổng đơn vị dung sai của tất cả các khâu thành phần, nó phụ thuộc vào

kích thước danh nghĩa của khâu thành phần(đã nói ở chương 2). Để thuận lợi cho tính toán, trị số i_i được cho sẵn trong bảng tra sau:

Khoảng kích thước <i>mm</i>	Đến 3	3÷6	6÷10	10÷18	18÷30	30÷50	50÷80
Giá trị i_i	0,55	0,73	0,90	1,08	1,31	1,56	1,86
Khoảng kích thước <i>mm</i>	80÷120	120÷180	180÷250	250÷315	315÷400	400÷500	
Giá trị i_i	2,17	2,52	2,92	3,23	3,54	3,95	

Từ giá trị a_{tb} , đem so sánh với trị số a trong bảng hệ số chính xác (bảng 2.1 – chương 2) và chọn cấp chính xác cho các khâu thành phần. Trị số a_{tb} thường không khớp với trị số a trong bảng, khi đó có thể qui tròn giá trị a tới cấp chính xác gần nhất, có thể cao hơn hay thấp hơn cấp chính xác tính toán.

Bảng 2.1 – Hệ số chính xác a phụ thuộc vào cấp chính xác

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

- Bước 4: Xác định sai lệch giới hạn $n - 1$ khâu thành phần

Tra bảng xác định sai lệch giới hạn $n - 1$ khâu thành phần với qui ước khâu tăng tra theo hệ thống lỗ H, khâu giảm tra theo hệ thống trục h.

- Bước 5: Tính sai lệch giới hạn 1 khâu thành phần cuối cùng – khâu bù

Lúc tra bảng ta chỉ tra cho $n - 1$ khâu thành phần, còn một khâu thành phần nào đó phải để lại để tính toán bù trừ cho sai số lúc ta làm tròn hệ số chính xác ở bước 3

Về nguyên tắc, để lại khâu nào làm khâu bù cũng được. Tuy nhiên, khi chọn khâu bù cần lưu ý

- Nếu chọn cấp chính xác khâu thành phần cao hơn cấp chính xác tính toán (tức là dung sai của các khâu này đã bị thu hẹp) thì dung sai khâu bù rộng ra nên chọn khâu bù là khâu khó gia công.

- Nếu chọn cấp chính xác khâu thành phần thấp hơn cấp chính xác tính toán thì ngược lại nên chọn khâu bù là khâu dễ gia công.

Sai lệch giới hạn của khâu bù được tính

- Nếu khâu bù là khâu tăng:

$$\text{Sai lệch giới hạn trên: } ES_b = ES_{\Sigma} - \sum_{i=1}^m ES_i + \sum_{i=m+1}^n ei_i$$

$$\text{Sai lệch giới hạn dưới: } EI_b = EI_{\Sigma} - \sum_{i=1}^m EI_i + \sum_{i=m+1}^n es_i$$

- Nếu khâu bù là khâu giảm:

$$\text{Sai lệch giới hạn trên: } es_b = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i - EI_\Sigma$$

$$\text{Sai lệch giới hạn dưới : } ei_b = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i - ES_\Sigma$$

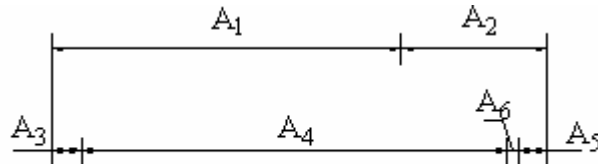
- Bước 5: Thử lại kết quả
Tính dung sai khâu khép kín bằng hai công thức:

$$T_\Sigma = ES_\Sigma - EI_\Sigma$$

$$\text{Hoặc } T_\Sigma = \sum_{i=1}^n T_i$$

Ví dụ: Cho một bộ phận máy có chuỗi kích thước như hình vẽ - hình 5.3

Yêu cầu kỹ thuật sau khi lắp là khe hở $A_\Sigma = A_6 = 1^{+0,5} mm$. Biết $A_1 = 120mm, A_2 = 50mm, A_3 = A_5 = 5mm$.
Hãy tính kích thước các khâu thành phần.



Hình 5.3 - Chuỗi kích thước lắp

- Bước 1: Vẽ sơ đồ kích thước: đề bài
Từ chuỗi kích thước ta tính được $A_4 = A_1 + A_2 - A_3 - A_5 - A_\Sigma = 159$

- Bước 2: Xác định khâu tăng, khâu giảm:

Khâu tăng: A_1, A_2

Khâu giảm: A_3, A_4, A_5

- Bước 3: Tính hệ số chính xác a_{tb}

$$a_{tb} = \frac{T_\Sigma}{\sum_{i=1}^n i_i} = \frac{T_6}{i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5} = \frac{500}{2,17 + 1,56 + 0,73 + 2,52 + 0,73} = 64,8$$

Chọn cấp chính xác cho các khâu thành phần là cấp 10 (có $a=64$) và A_4 là khâu bù.

- Bước 4: Xác định sai lệch giới hạn $n - 1$ khâu thành phần

Tra bảng, $A_1 = 120H10 = 120^{+0,14}$, $A_2 = 50H10 = 50^{+0,1}$,

$A_5 = A_3 = 5h10 = 5_{-0,048}$

- Bước 5: Tính sai lệch giới hạn khâu bù A_4

A_4 là khâu bù giảm

$$es_b = es_4 = \sum_{i=1}^m EI_i - \sum_{i=m+1}^n es_i - EI_\Sigma = EI_1 + EI_2 - es_3 - es_5 - EI_\Sigma$$

$$= 0 + 0 - 0 - 0 - 0 = 0$$

$$ei_b = ei_4 = \sum_{i=1}^m ES_i - \sum_{i=m+1}^n ei_i - ES_\Sigma = ES_1 + ES_2 - ei_3 - ei_5 - ES_\Sigma$$

$$= 0,14 + 0,1 - (-0,048 - 0,048) - 0,5 = 0,164$$

Vậy $A_4 = 159_{-0,164}$

- Bước 5: Thử lại kết quả

$$T_\Sigma = ES_\Sigma - EI_\Sigma = 0,5$$

$$T_\Sigma = \sum_{i=1}^n T_i = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = 0,14 + 0,1 + 0,048 + 0,164 + 0,048 = 0,5$$

3. Ghi kích thước cho bản vẽ chi tiết máy

3.1. Các yêu cầu của việc ghi kích thước

Phải dùng kích thước tiêu chuẩn nếu loại kích thước đó đã được tiêu chuẩn hóa.

Phải xuất phát từ yêu cầu chất lượng làm việc của chi tiết máy trong bộ phận máy hoặc trong máy cũng như chất lượng làm việc của máy.

Phải tạo điều kiện thuận lợi nhất cho việc gia công các chi tiết máy nói riêng và máy nói chung.

3.2. Các nguyên tắc cơ bản của việc ghi kích thước

Để thỏa mãn các yêu cầu của việc ghi kích thước đã trình bày ở trên, người thiết kế cần tiến hành ghi kích thước theo các nguyên tắc thứ tự lần lượt sau:

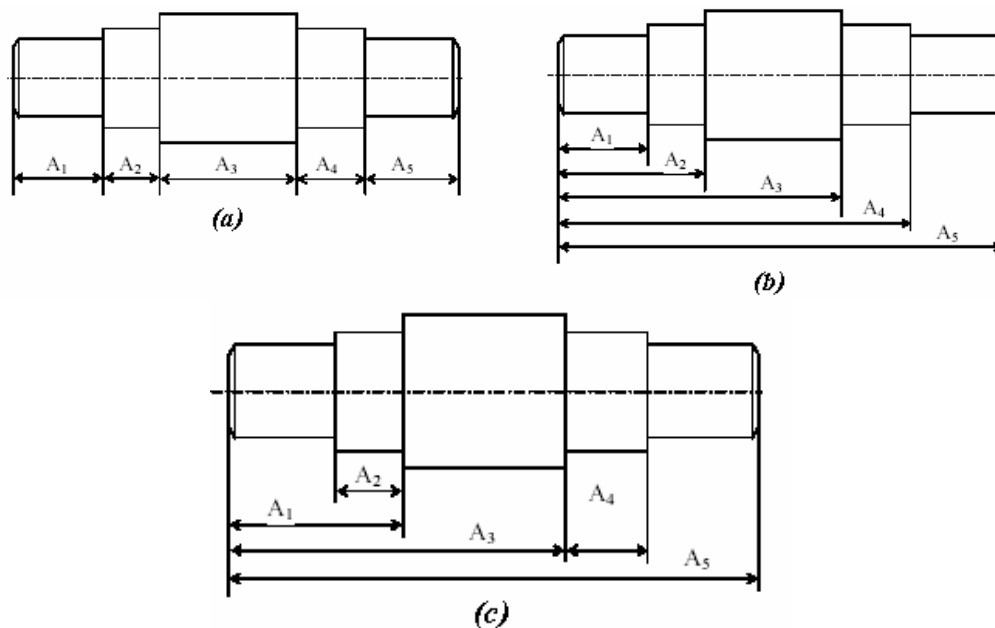
- Nguyên tắc 1: Ghi kích thước cho các lắp ghép đã tiêu chuẩn hóa
- Nguyên tắc 2: Phân tích chuỗi kích thước lắp để ghi kích thước cho chi tiết.
- Nguyên tắc 3: Ghi kích thước phải tạo điều kiện chế tạo chi tiết dễ dàng.

3.3. Các phương pháp ghi kích thước

• Ghi kích thước theo một xích liên tiếp: các kích thước của chi tiết được ghi nối tiếp nhau – hình 5.4a

• Ghi kích thước theo phương pháp tọa độ: các kích thước của chi tiết được ghi từ một chuẩn đã chọn – hình 5.4b

• Ghi kích thước theo phương pháp tổng hợp: kết hợp cả hai cách ghi kích thước trên – hình 5.4c



Hình 5.4 - Các phương pháp ghi kích thước

Câu hỏi trắc nghiệm:

1. Khâu giảm trong một chuỗi kích thước là:

- Khâu mà giá trị của nó giảm sẽ làm giá trị khâu khép kín giảm theo.
- Khâu mà giá trị của nó giảm sẽ làm giá trị khâu khép kín tăng lên.
- Khâu mà giá trị của nó giảm hay tăng đều không ảnh hưởng đến giá trị khâu khép kín.
- Khâu mà giá trị của nó tăng sẽ làm giá trị khâu khép kín tăng theo.

2. Khâu thành phần là:

- Khâu mà giá trị của nó độc lập so với những khâu khác.
- Khâu tự hình thành sau khi gia công chi tiết đối với chuỗi kích thước chi tiết.
- Khâu hình thành sau khi gia công chi tiết.
- Khâu tự hình thành sau lắp đối với chuỗi kích thước lắp ghép.

3. Chọn câu sai:

a. Khi chuyển từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ, kích thước công nghệ luôn đóng vai trò là khâu khép kín trong chuỗi kích thước được thành lập.

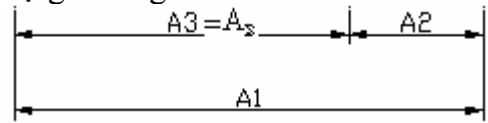
b. Khi chuyển từ kích thước thiết kế sang kích thước công nghệ, kích thước thiết kế luôn đóng vai trò là khâu khép kín trong chuỗi kích thước được thành lập.

c. Khâu khép kín là khâu hình thành sau khi gia công chi tiết.

d. Khâu khép kín có thể thay đổi nếu thay đổi trình tự gia công chi tiết.

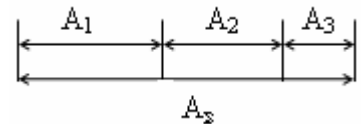
4. Xác định khâu tăng trong chuỗi kích thước sau:

- a. A_1
- b. A_2
- c. A_3
- d. A_2, A_3



5. Trong chuỗi kích thước sau, sai lệch trên và dưới khâu khép kín là:

- a. $ES=0.25\text{mm}$ $EI=0.55\text{mm}$
- b. $ES=0.15\text{mm}$ $EI= - 0.65\text{mm}$
- c. $ES=0.25\text{mm}$ $EI= - 0.55\text{mm}$
- d. $ES= -0.15\text{mm}$ $EI= - 0.40\text{mm}$

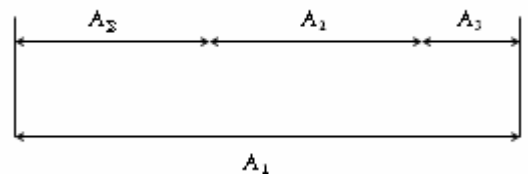


Vôùi $A_1 = 30^{+0.15}_{-0.4} \text{mm}$, $A_2 = 30_{-0.15} \text{mm}$, $A_3 = 10^{+0.1} \text{mm}$

6. Trong chuỗi kích thước sau, kích thước khâu khép kín là

Với $A_1=70_{-0.3} \text{mm}$, $A_2=30_{-0.15} \text{mm}$, $A_3=10^{+0.1} \text{mm}$

- a. $30^{+0.15} \text{mm}$
- b. $30^{+0.15}_{-0.4} \text{mm}$
- c. $30_{-0.04} \text{mm}$
- d. $30_{-0.15}^{-0.04} \text{mm}$



7. Nguyên tắc để lập chuỗi kích thước hợp lí là:

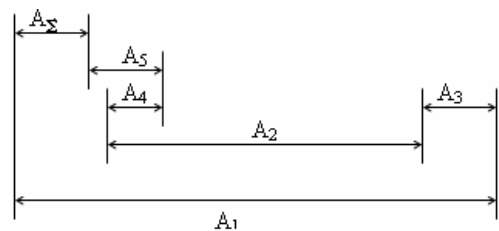
- a. Các khâu của chuỗi phải liên tiếp nhau và tạo thành một vòng kín.
- b. Phải lập chuỗi sao cho số khâu tham gia ít nhất.
- c. Trong chuỗi chỉ có một khâu khép kín.
- d. Tất cả đều đúng.

c. Khâu tăng A_1, A_4 ; khâu giảm A_2, A_3, A_5

d. Khâu tăng A_1, A_3, A_2 ; khâu giảm A_4, A_5

8. Trong chuỗi kích thước sau, xác định khâu tăng, khâu giảm.

- a. Khâu tăng A_1, A_3 ; khâu giảm A_2, A_4, A_5
- b. Khâu tăng A_1, A_4, A_2 ; khâu giảm A_3, A_5
- c. Khâu tăng A_1, A_4 ; khâu giảm A_2, A_3, A_5
- d. Khâu tăng A_1, A_3, A_2 ; khâu giảm A_4, A_5

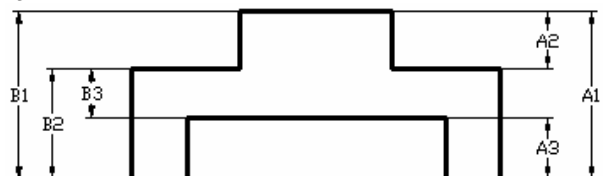


Cho hình vẽ sau:

A_1, A_2, A_3 là các kích thước thiết kế.

B_1, B_2, B_3 là kích thước công nghệ.

Tính kích thước B_2 biết:



$A_1=60^{+0.02} \text{mm}$; $A_2=30^{+0.03}_{-0.05} \text{mm}$; $A_3=1560.07 \text{mm}$

9. Chuỗi kích thước để tính B_2 gồm có:

- a. 3 khâu B_2, B_1, A_2 , trong đó A_2 là khâu khép kín.
- b. 3 khâu B_2, B_1, A_2 , trong đó B_1 là khâu khép kín.
- c. 3 khâu B_2, B_3, A_3 , trong đó A_3 là khâu khép kín.

d. 3 khâu B₂, B₃, A₃, trong đó B₃ là khâu khép kín.

10. Dung sai khâu B2 bằng:

- a. 0.04mm b. 0.05mm c. 0.06mm d. 0.08mm

11. Sai lệch trên và dưới của khâu B2 là:

- a. ES=0.05mm EI= - 0.01mm
 b. ES= - 0.03mm EI= - 0.09mm
 c. ES=0.125mm EI= - 0.01mm
 d. ES=0.05mm EI= - 0.09mm

12. Kích thước khâu B2 có giá trị là:

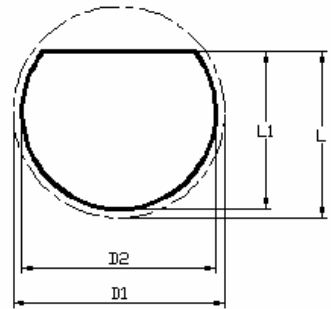
- a. $30^{+0.05}_{-0.09}$ mm b. $30^{+0.125}_{-0.01}$ mm c. $30^{+0.05}_{+0.01}$ mm d. $30^{+0.05}_{-0.01}$ mm

Cho hình vẽ sau:

Trình tự gia công là: Gia công thô đường kính D₁, gia công mặt phẳng A theo kích thước L₁, gia công tinh đường kính D₂. Xác định kích thước L để gia công được L₁=45±0,15mm

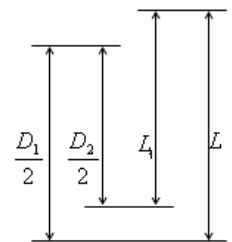
Cho biết D₁ = $\phi 62^{+0.1}_{-0.05}$ mm

$$D_2 = \phi 60_{-0.02} \text{ mm}$$



13. Lặp chuỗi kích thước để tính L như hình vẽ, trong đó:

- a. L₁ là khâu khép kín, L và $\frac{D_2}{2}$ là khâu tăng, $\frac{D_1}{2}$ là khâu giảm
 b. L₁ là khâu khép kín, L và $\frac{D_1}{2}$ là khâu tăng, $\frac{D_2}{2}$ là khâu giảm
 c. L là khâu khép kín, L₁ và $\frac{D_2}{2}$ là khâu tăng, $\frac{D_1}{2}$ là khâu giảm
 d. L là khâu khép kín, L₁ và $\frac{D_1}{2}$ là khâu tăng, $\frac{D_2}{2}$ là khâu giảm



14. Dung sai khâu L được tính bằng

- a. 0.255mm b. 0.215mm c. 0.125mm d. 0.025mm

16. Sai lệch trên và dưới của khâu L là:

- a. ES=0.125mm EI=0.09mm c. ES=0.125mm EI= - 0.09mm
 b. ES=0.15mm EI= - 0.09mm d. ES=0 EI= - 0.215mm

17. Kích thước khâu L được tính bằng

- a. $46^{+0.125}_{-0.09}$ mm b. $46_{-0.215}$ mm
 c. $46^{+0.125}_{+0.09}$ mm d. $46^{+0.15}_{-0.09}$ mm

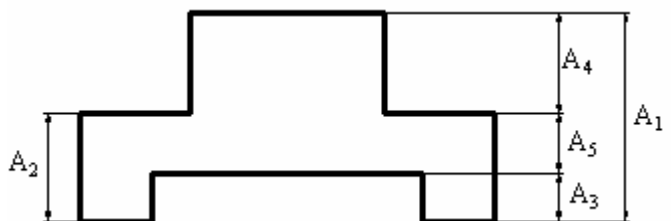
BÀI TẬP CHƯƠNG 5



1. Cho một chi tiết như hình vẽ

a. Trình tự gia công A₁, A₂, A₃. Biết A₁ = 160 ± 0,03, A₂ = 90_{-0,05}, A₃ = 50^{+0,035}

. Tính các kích thước A₄, A₅



b. Trình tự gia công A₁, A₂, A₃. Biết A₁ = 160 ± 0,03, A₄ = 70^{+0,04}_{-0,06}, A₃ = 50^{+0,035}. Tính các kích thước A₂, A₅

c. Trình tự gia công A_1, A_4, A_3 . Biết $A_1 = 160 \pm 0,03, A_4 = 70_{-0,05}, A_5 = 40^{+0,15}$. Tính các kích thước A_2, A_3

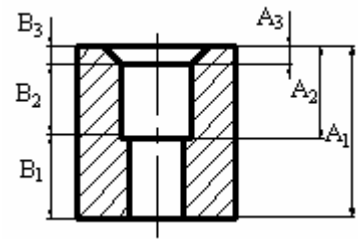
d. Trình tự gia công A_1, A_4, A_3 . Biết $A_5 = 40 \pm 0,07$, kích thước danh nghĩa $A_1 = 160, A_4 = 70, A_3 = 50$. Tính các kích thước A_1, A_2, A_3, A_4

2. Cho một chi tiết như hình vẽ

Biết các kích thước thiết kế

$$B_1 = 30_{-0,05}, B_2 = 90 \pm 0,03, B_3 = 10$$

Tính các kích thước công nghệ A_1, A_2, A_3

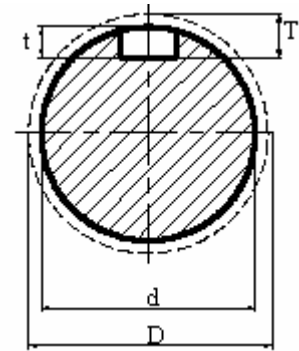


3. Cho một chi tiết như hình vẽ

Trình tự gia công là:

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

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



Chương 6

DỤNG CỤ ĐO VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC TRONG CHẾ TẠO MÁY



Mục tiêu:

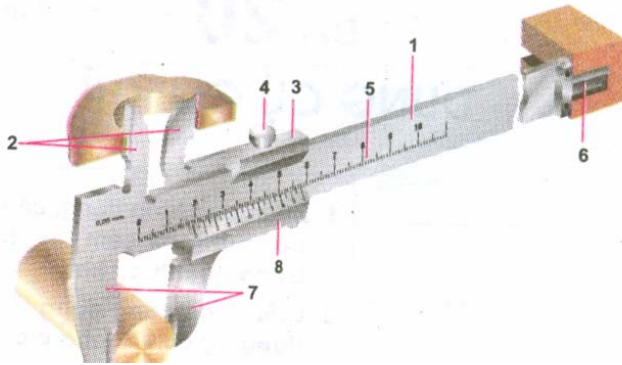
- Trình bày đầy đủ công dụng, cấu tạo, nguyên lý, phương pháp sử dụng và bảo quản các loại dụng cụ đo thường dùng.
- Đo, đọc chính xác kích thước và kiểm tra được độ không song song, không vuông góc, không đồng trục, không tròn, độ nhám.

I. CÁC DỤNG CỤ ĐO THÔNG DỤNG

1. Dụng cụ đo kiểu thước cặp

1.1. Công dụng, phân loại

Thước cặp là loại thước có du xích, dùng để đo kích thước ngoài (chiều dài, chiều rộng, chiều cao, đường kính trụ ngoài...), kích thước trong (đường kính lỗ, chiều rộng rãnh...) và chiều sâu.



Hình 6.1 – Thước cặp

- 1.Cán 2,7.Mỏ 3.Khung động 4.Vít hãm 5.Thang chia độ chính
5.Thước đo chiều sâu 6.Thước đo chiều sâu 8.Thang chia độ của du xích

Tùy thuộc vào khả năng đạt độ chính xác của thước khi đo, thước cặp được chia làm 3 loại: thước cặp 1/10; 1/20, 1/50.

Thước cặp 1/10 đo chính xác tới phần mười của milimét nên thường dùng để kiểm tra kích thước có độ chính xác thấp.

Thước cặp 1/20; 1/50 đo chính xác tới 0,05 mm và 0,02 mm nên thường dùng kiểm tra những kích thước tương đối chính xác.

1.2. Cấu tạo

Thước cặp được cấu tạo như hình 6.1 gồm:

Thước chính (1): mang mỏ đo cố định (2) và trên thân có thang chia độ *mm*

Thước phụ (5): mang mỏ đo di động (4) và trên thân thước phụ có khắc vạch, tổng giá trị kích thước đo được trên thước phụ là 1mm. Do vậy, nếu thước phụ có 10 vạch thì giá trị mỗi vạch là 0,1mm, thước phụ có 20 vạch thì giá trị mỗi vạch là 0,05mm

1.3. Cách đọc

Kiểm tra vị trí “0” của thước cặp: cho các mỏ đo của thước cặp tiếp xúc nhau. Các mỏ phải song song không có khe hở. Vạch “0” của du xích phải trùng với vạch “0” của thang đo chính.

Khoảng cách giữa hai đầu đo là kích thước đo, kích thước đo được đọc phần nguyên trên thước chính và phần thập phân trên thước phụ.

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

Xem vạch nào của thước phụ trùng với vạch bất kỳ của thước chính, ta đọc phần lẻ của kích thước theo vạch đó của thước phụ (tại vị trí trùng nhau).

Kết quả đo được tính bằng biểu thức sau đây:

$$L = m + i.c$$

Trong đó:

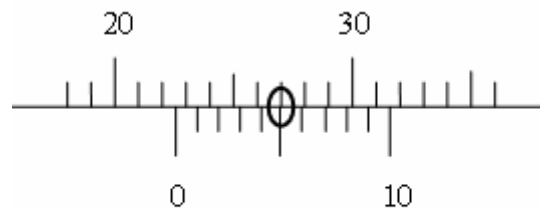
m : số vạch trên thước chính ở bên trái vạch 0 (không) của thước phụ.

i : vạch thứ i trên thước phụ trùng với vạch bất kỳ trên thước chính.

c : độ vi sai của thước – giá trị một vạch chia trên thước phụ

Ví dụ 1: Đọc kết quả đo trên hình 6.2

$$\begin{aligned} L &= m + i.c \\ &= 22 + (5 \times 0,1) = 22,5 \text{ mm} \end{aligned}$$



Hình 6.2

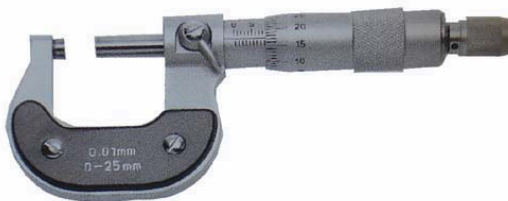
2. Dụng cụ đo kiểu Panme

2.1. Công dụng, phân loại

Panme là loại dụng cụ đo kích thước dài có độ chính xác cao hơn thước cặp.

Khả năng đo được đến $0,01\text{mm}$ (loại đặc biệt đến $0,001\text{mm}$).

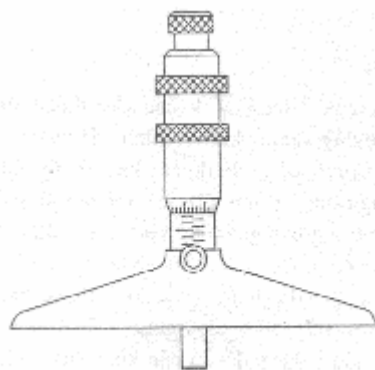
Có 3 loại panme chính:



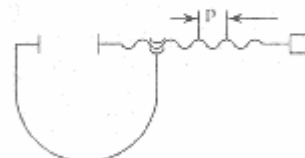
Hình 6.4a – Panme đo ngoài



Hình 6.4b – Panme đo trong



Hình 6.4c - Panme đo sâu



Hình 6.5

Panme đo ngoài – hình 6.2: Đo các kích thước chiều dài, chiều rộng, độ dày, đường kính ngoài.

Panme đo trong – hình 6.3: Đo các kích thước đường kính lỗ, chiều rộng rãnh. Để mở rộng phạm vi đo, mỗi Panme kèm theo những trục nối dài có chiều dài khác nhau. Một Panme đo trong có thể đo nhiều kích thước: $75\div 175$, $75\div 600$, $150\div 1250\text{mm}$...

Panme đo sâu – hình 6.4: Đo chiều sâu các rãnh, lỗ bậc, bậc thang...

2.2. Cấu tạo

Panme có cấu tạo dựa trên 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 – hình 6.5. Cuối đầu đo di động có ren vít chính xác (với bước $p=0,5mm$) ăn khớp với đai ốc đàn hồi được gắn cố định bên trong một ống trụ. Trên ống trụ có khắc thước chính với giá trị mỗi vạch chia là $0,5mm$. Phần côn của ống quay có khắc 50 vạch chia đều theo chu vi. Giá trị vạch chia trên thước phụ là $0,05mm$

Để đảm bảo độ chính xác 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.

2.3. Cách đọc

Kết quả đo cũng gồm 2 phần và được xác định như ở thứ cấp:

$$L = m + i.c$$

Trong đó

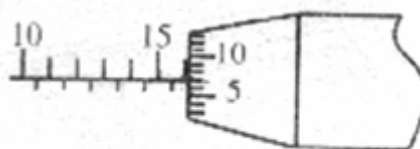
m : số vạch trên thước chính ở bên trái của ống quay.

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

c : giá trị một vạch chia trên thước phụ ($c=0,05mm$)

Ví dụ: Đọc kết quả đo trên hình 6.6

$$L=16+7.0.05$$



Hình 6.6

3. Đồng hồ so

Đồng hồ so – hình 6.7 là một loại dụng cụ đo có mặt số, được sử dụng rộng rãi trong sản xuất, có công dụng:

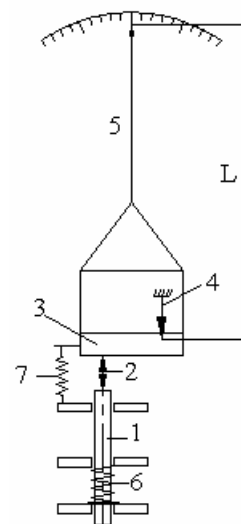
- Dùng kiểm tra hàng loạt kích thước chi tiết bằng phương pháp đo so sánh.
- Kiểm tra sai lệch về hình dáng của bề mặt và sai lệch về vị trí tương quan giữa các bề mặt trên chi tiết.
- Dùng để điều chỉnh máy, đồ gá.

Đồng hồ so gồm các loại: Đồng hồ so dùng đòn, đồng hồ so dùng bánh răng, đồng hồ so dùng trục vít, đồng hồ so dùng lò xo. Ở đây chỉ trình bày nguyên lý hoạt động đồng hồ so dùng đòn – hình 6.8

Sự thay đổi kích thước chi tiết đo làm thanh đo 1 mang dao 2 dịch chuyển lên xuống. Khi đó đòn 3 sẽ quay quanh cố định 4 và làm cho kim chỉ thị 5 quay theo. Lò xo 6 có tác dụng tạo ra lực đo, giữ cho đầu đo luôn tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo. Lò xo 7 tạo ra lực căng giữ cho đòn 3, dao di động 2 và đầu đo 1 luôn tiếp xúc với nhau nhằm đảm bảo truyền động chính xác.



Hình 6.7 - Đồng hồ so



Hình 6.9

II. PHƯƠNG PHÁP ĐO CÁC THÔNG SỐ HÌNH HỌC TRONG CHẾ TẠO MÁY

1. Phương pháp đo độ dài

Đo độ dài tức là đo kích thước thẳng như đường kính, chiều cao, chiều dài, chiều dày...

Có thể đo độ dài theo 3 phương pháp:

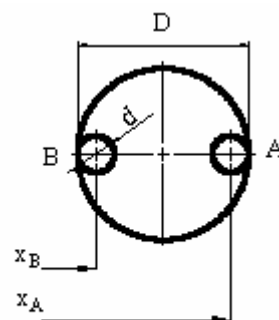
1.1. Phương pháp đo một tiếp điểm

Đầu đo tiếp xúc với bề mặt đo từng điểm một. Từ tọa độ các điểm đo, người ta tính được kích thước cần đo. Tùy theo cách đặt các điểm đo mà công thức tính toán kết quả đo có khác nhau.

Ví dụ: Khi đo lỗ như hình 6.10, người ta kẹp chi tiết đo lên bàn đo, đầu đo bi gắn trên thân trượt của máy đo lần lượt tiếp xúc tại A và B. Tại A, B, ta đọc được trên máy tọa độ điểm tiếp xúc x_A và x_B

$$D = x_A - x_B + d$$

Với d là đường kính bi



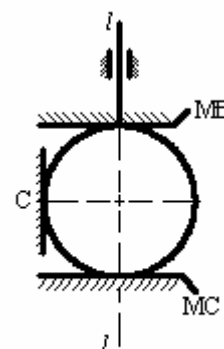
Hình 6.10

1.2. Phương pháp đo hai tiếp điểm

Đầu đo tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo ít nhất 2 điểm nằm trên phương biến thiên của kích thước đo.

Như hình 6.11, MC là mặt chuẩn gắn với bàn đo, MĐ là mặt đo gắn với đầu đo động. Chi tiết đo tiếp xúc với MC và MĐ tại hai điểm A, B. l là phương biến thiên của kích thước đo. Để phép đo được chính xác, yêu cầu MĐ phải song song với MC và vuông góc với l

Để giảm sai số phép đo do mặt chuẩn không song song với mặt đo, người ta bố trí thêm điểm tiếp xúc phụ C nhằm làm cho tiếp điểm đo ổn định.



Hình 6.11

1.3. Phương pháp đo ba tiếp điểm

Dụng cụ đo tiếp xúc với bề mặt chi tiết đo trên 3 điểm, có 2 điểm không nằm trên phương biến thiên của kích thước đo – hình 6.12

Phương pháp đo 3 tiếp điểm buộc phải so sánh với mẫu đo:

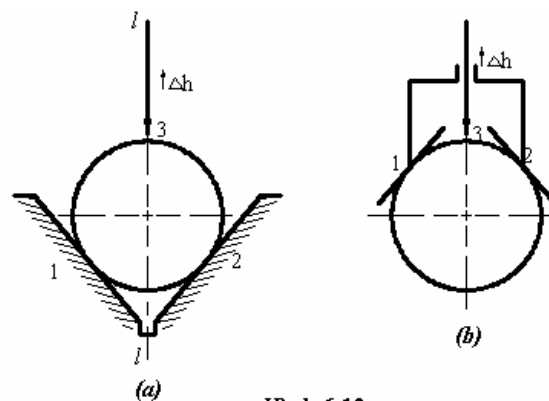
$$D = D_0 + \frac{2\Delta h}{\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \pm 1}$$

Trong đó:

Δh : chuyển vị đầu đo so với điểm chỉnh “0”

α : góc V

Dấu + khi đo theo sơ đồ a, dấu trừ khi đo theo sơ đồ b

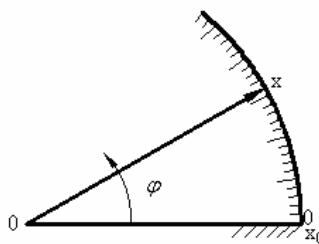


Hình 6.12

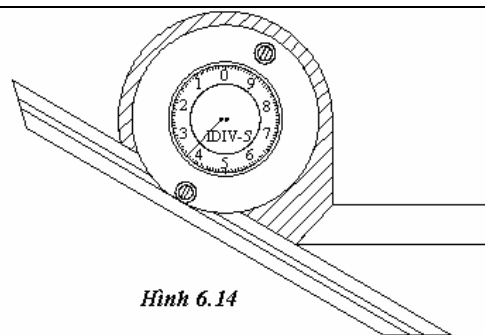
2. Phương pháp đo góc

2.1. Phương pháp đo trực tiếp góc

Hình 6.13 là sơ đồ nguyên lý đo góc dựa trên nguyên lý hệ tọa độ độ cực. Mặt chuẩn OX_0 gắn với bảng chia đo, mặt đo OX quay quanh tâm O trùng tâm bảng chia.



Hình 6.13



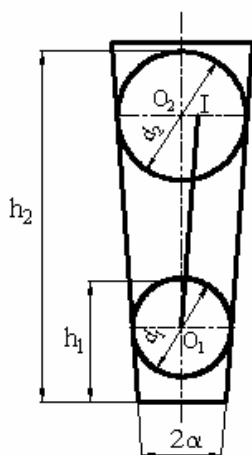
Hình 6.14

Khi đo, mặt chuẩn và mặt đo kẹp lấy góc cần đo. Mặt đo OX nối với cơ cấu chỉ thị ra trị số góc đo. Thước đo góc thông dụng có dạng như hình 6.14

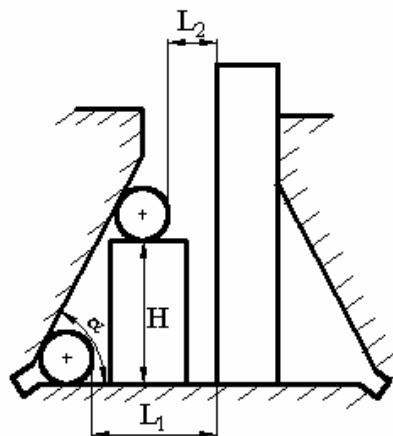
2.2. Phương pháp đo gián tiếp kích thước góc

Hình 6.15 giới thiệu phương pháp đo góc của lỗ côn bằng bi cầu. Khi thả lần lượt hai viên bi có đường kính d_1 , d_2 vào lỗ, đo được độ cao tương ứng h_1 , h_2 và có thể tính được:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{O_2 I}{O_1 O_2}$$



Hình 6.15



Hình 6.16

$$\text{hay } \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{d_2 - d_1}{2}}{h_2 - h_1 - \left(\frac{d_2 - d_1}{2}\right)} = \frac{1}{2 \frac{h_2 - h_1}{d_2 - d_1} - 1}$$

Từ đó tính được góc α

Hình 6.16 mô tả phương pháp đo góc rãnh mang cá bằng con lăn

Phương pháp này dựa trên mối quan hệ giữa độ dài và góc trong tam giác.

3. Phương pháp đo các thông số sai số hình dáng

3.1. Phương pháp đo độ không tròn

Độ không tròn hay độ méo có các dạng như đã trình bày ở chương 3 và được đo theo các cách sau – hình 6.17a, b, c, d

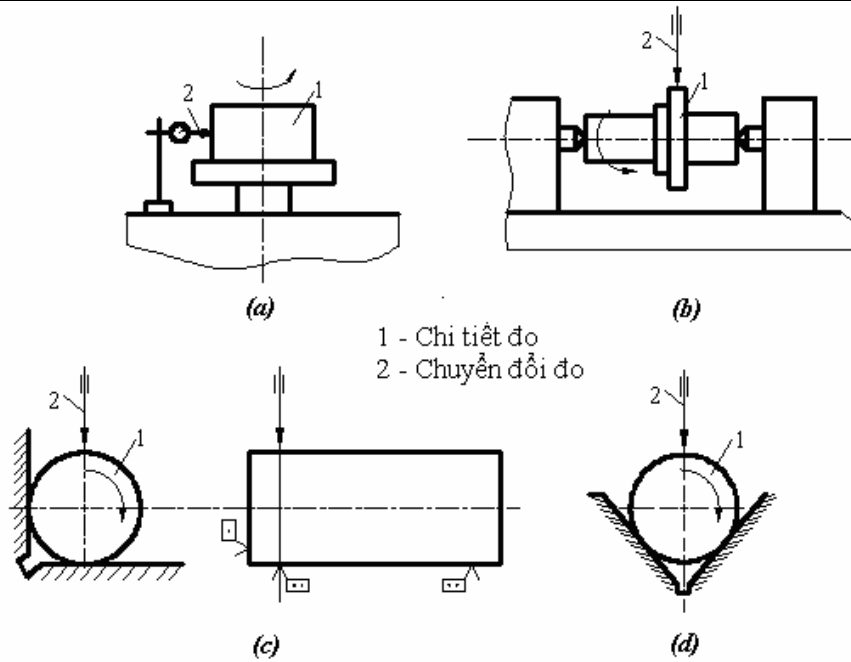
Sơ đồ a: Kết quả đo sẽ phản ánh luôn cả độ không đồng tâm của bề mặt đo với tâm quay của nó.

Sơ đồ b: Sử dụng đối với chi tiết dài, có 2 lỗ chống tâm, kết quả đo phản ánh cả sai số độ đồng tâm của bề mặt đo với 2 lỗ chống tâm của nó.

Sơ đồ c: Chi tiết gá đặt kém ổn định vì cần có lực ép chi tiết vào các chuẩn tì.

Sơ đồ d: Khả năng ổn định của chi tiết cao hơn nhưng thao tác khó khăn hơn.

Khi đo, ta phải xoay chi tiết đi toàn vòng, làm tổn hại bề mặt phương tiện đo, nhất là khi chi tiết có độ bóng bề mặt không cao. Có thể khắc phục điều này bằng cách chỉ đo chi tiết ở trạng thái tĩnh tại một vài vị trí, $0^0, 90^0$..hoặc $0^0, 60^0, 120^0$..hoặc $0^0, 45^0, 90^0$...

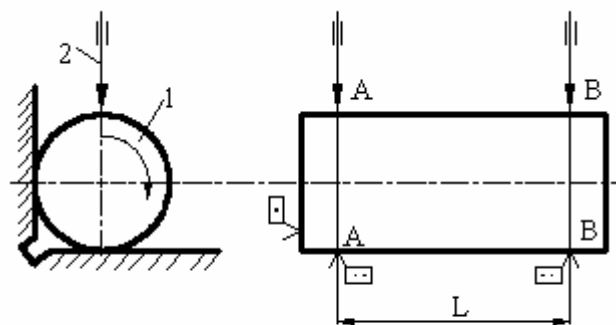


Hình 6.17

3.2. Phương pháp đo độ không trụ

3.2.1. Đo độ côn

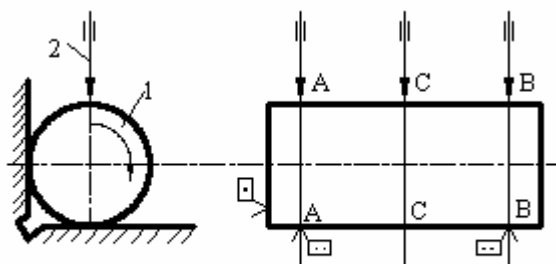
Độ côn được xác định thông qua việc đo đường kính tại hai tiết diện A – A, B – B cách nhau chiều dài chuẩn L – hình 6.18, cách này có năng suất thấp, chỉ dùng khi số lượng chi tiết đo ít.



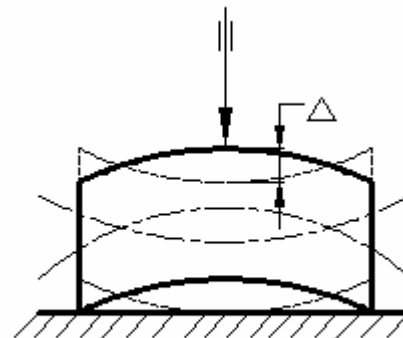
Hình 6.18

3.2.2. Đo độ phình thắt

Độ phình thắt được xác định bằng việc đo đường kính tại hai tiết diện biên và một tiết diện giữa – hình 6.19



Hình 6.19



Hình 6.20

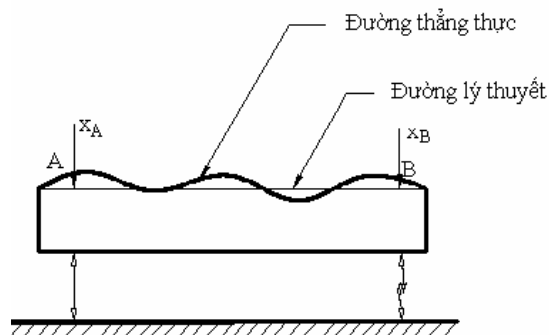
3.2.3. Đo độ cong trục

Cần đặt vị trí chuyển đổi đo hợp lý, thông thường là đặt giữa trục, vì nơi đó trị số độ cong đạt giá trị lớn nhất. Khi chi tiết có tiết diện cong đột biến thì nơi đó có độ cong lớn nhất và cũng là nơi đặt chuyển đổi đo.

3.3. Phương pháp đo độ không thẳng

- Dùng thước kiểm: Áp trực tiếp thước kiểm vào bề mặt kiểm tra và đánh giá độ thẳng qua khe hở ánh sáng giữa bề mặt kiểm tra và thước.

- Dùng đồng hồ so: Để đo độ không thẳng của đường thẳng thực AB, người ta đặt chi tiết lên gá điều chỉnh – hình 6.21. Trước hết điều chỉnh cho $AB // MC$ bằng cách chỉnh $x_A = x_B$, sau đó dịch đồng hồ so từ A đến B, $\Delta = x_{\max} - x_{\min}$



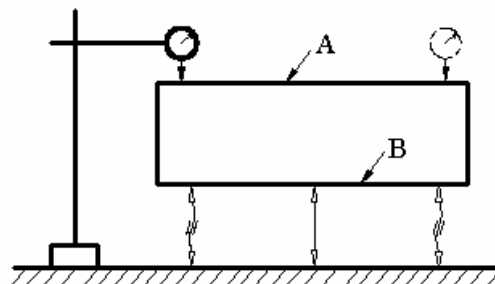
Hình 6.21

3.4. Phương pháp đo độ không phẳng

- Dùng bột màu: Dịch chuyển bề mặt cần kiểm tra lên bề mặt làm việc của bàn máy có bôi một lớp mỏng bột màu, số lượng vết bột màu trên bề mặt kiểm tra phản ánh độ phẳng, số lượng vết càng nhiều, độ phẳng càng cao.

- Dùng thước kiểm đo theo các hướng khác nhau trên bề mặt kiểm tra

- Dùng đồng hồ so rà liên tục trên bề mặt cần đo A. Độ lệch của kim chỉ thị ở các vị trí kiểm tra cho ta giá trị độ phẳng. Để loại trừ ảnh hưởng độ phẳng của mặt B, độ song song của mặt A so với mặt B, chi tiết được đặt lên gá điều chỉnh – hình 6.22.



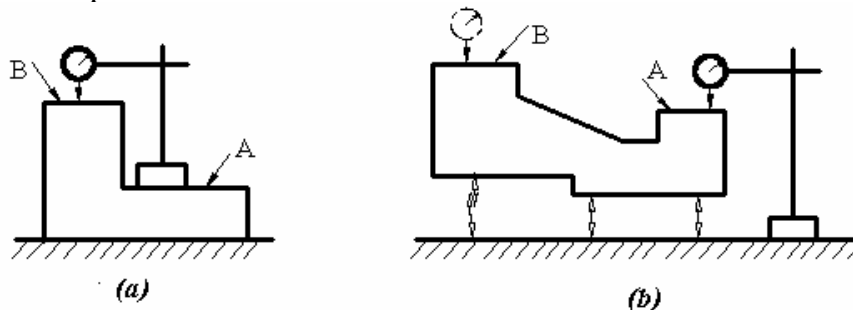
Hình 6.22

4. Phương pháp đo các thông số sai số vị trí

4.1. Đo độ không song song

4.1.1. Đo độ không song song giữa 2 mặt phẳng – hình 6.23

- Sơ đồ a: Sử dụng khi mặt chuẩn A đủ lớn để đặt đồng hồ so.
- Sơ đồ b: Sử dụng khi mặt chuẩn A nhỏ, phải sử dụng gá điều chỉnh để chỉnh A song song với bàn máy.



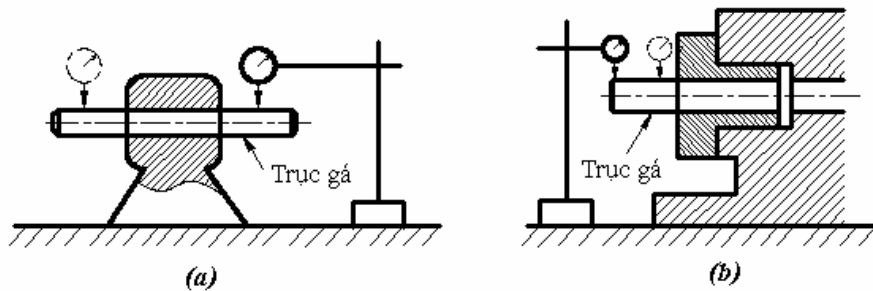
Hình 6.23

4.1.2. Đo độ không song song giữa đường tâm với mặt phẳng

Thường chọn mặt phẳng làm chuẩn để kiểm tra lỗ

- Nếu lỗ nhỏ, dùng trực lắp vào bề mặt lỗ để kiểm tra – hình 6.24a
- Khi lỗ khá lớn, để không dùng trực lắp quá lớn và nặng nề thì phải dùng thêm bạc lót – hình 6.24b

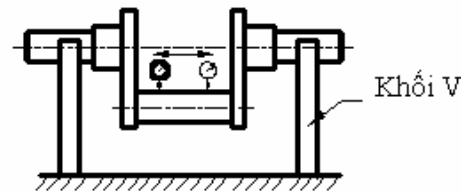
- Khi lỗ đủ lớn, đưa chuyên đổi đo vào rà trực tiếp



Hình 6.24

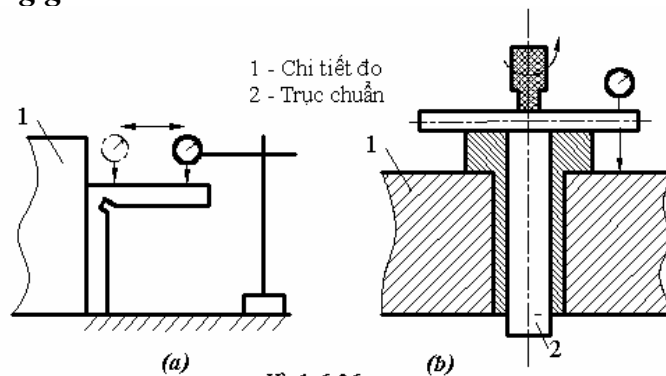
4.1.3. Đo độ không song song giữa 2 đường tâm – hình 6.25

Sơ đồ này đo độ không song song của cổ biên trục khuỷu với hai cổ trục chính. Hai cổ trục chính định tâm trên hai khối V ngắn có tâm V song song với MC, đầu đo rà trên mặt trụ cổ biên theo MC, sai lệch khi rà suốt chiều dài cổ biên cho ta độ không song song của cổ biên so với cổ trục chính.



Hình 6.25

4.2. Đo độ không vuông góc



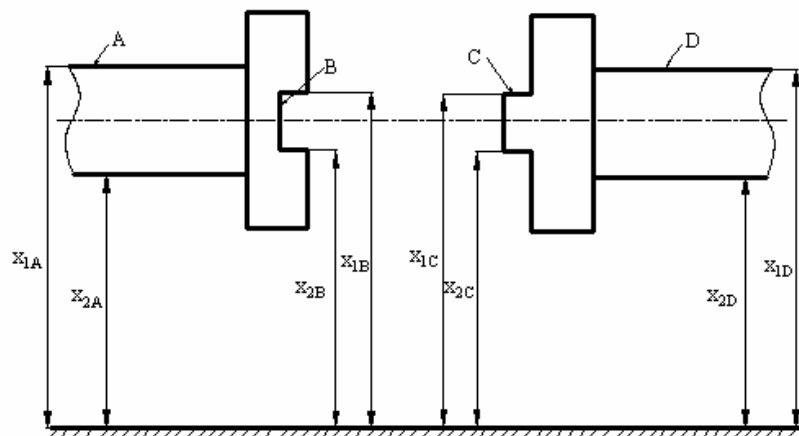
Hình 6.26

Hình 6.26a đo độ không vuông góc giữa 2 mặt phẳng.

Hình 6.26b đo độ không vuông góc giữa đường tâm và mặt phẳng.

4.3. Đo độ không đồng tâm

Tâm của một bề mặt là đường tâm các điểm tương ứng trên bề mặt, nói cách khác đường tâm chính là trục đối xứng của bề mặt. Do đó, các trục có tiết diện tam giác, tứ giác, đa giác đều hoặc có tiết diện tròn đều có thể tồn tại khái niệm độ đồng tâm.



Hình 6.27 - Đo độ không đồng tâm

Hình 6.27 là sơ đồ đo độ đồng tâm của 2 vấu khớp ly hợp. Trước hết cần kiểm tra độ đồng tâm giữa A và B, C và D

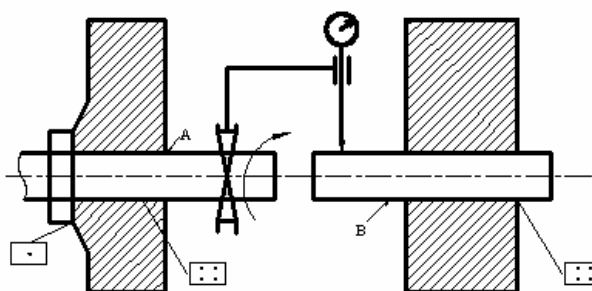
$$\Delta_{B/A} = \left| \frac{x_{1B} + x_{2B}}{2} \right| - \left| \frac{x_{1A} + x_{2A}}{2} \right|$$

$$\Delta_{C/D} = \left| \frac{x_{1C} + x_{2C}}{2} \right| - \left| \frac{x_{1D} + x_{2D}}{2} \right|$$

$\Delta_{B/A}, \Delta_{C/D}$ rất nhỏ so với độ đồng tâm giữa B và C, do đó:

$$\Delta_{B/C} = \left| \frac{x_{1B} + x_{2B}}{2} - \frac{x_{1C} + x_{2C}}{2} \right|$$

Khi một trong hai yếu tố đo độ đồng tâm có thể quay quanh tâm, ta dùng sơ đồ đo độ đảo thay vì đo độ đồng tâm, sơ đồ đo sẽ đơn giản hơn, kết quả đo chính xác hơn, chỉ số đo được là độ đảo bằng hai lần độ đồng tâm.



Hình 2.28 - Sơ đồ đo độ đồng tâm

Hình 2.28 là sơ đồ đo độ đồng tâm của 2 lỗ A và B. Biến tâm lỗ thành tâm trục nhờ hai trục chuẩn A và B. Trục chuẩn A mang hệ đo quay quanh tâm A. Đầu đo rà liên tục trên một tiết diện vuông góc với trục B. Sau một vòng quay, giá trị lớn nhất và nhỏ nhất đọc được là sai lệch khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm trên tiết diện đo ở trục B với tâm quay, đó là độ đảo hướng tâm giữa hai trục, bằng hai lần độ đồng tâm.

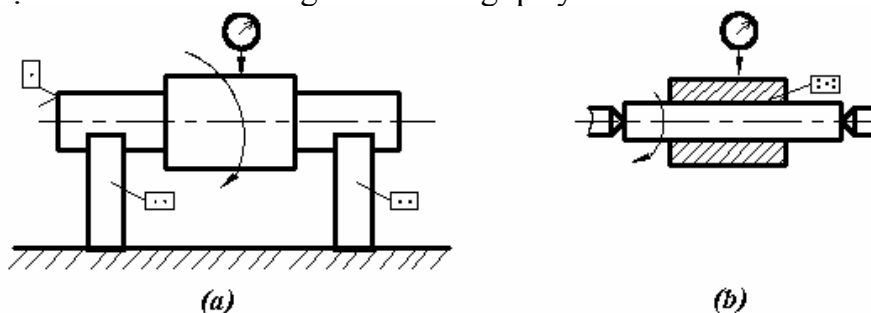
$$\Delta = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{2}$$

4.4. Đo độ đảo

- Độ đảo hướng kính – hình 2.29

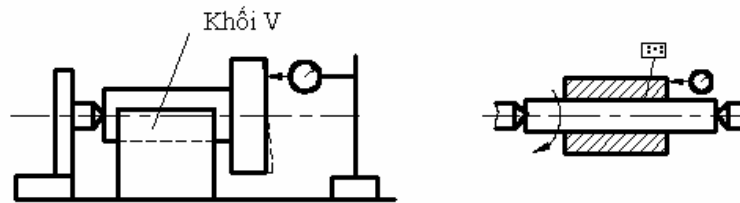
- Hình 2.29a: Kiểm tra độ đảo hướng kính giữa 2 mặt trụ ngoài trên 2 khối V gắn.

- Hình 2.29b: Kiểm tra độ đảo hướng kính giữa mặt trụ ngoài và trong bằng trục gá côn có độ côn rất nhỏ và mang chi tiết cùng quay.



Hình 2.29

- Độ đảo mặt mút – hình 2.30: Khái niệm độ đảo mặt mút chỉ tồn tại khi chi tiết quay quanh trục của nó. Chỉ tiêu này cần đo khi mặt mút chi tiết là một mặt làm việc và trong quá trình làm việc chi tiết quay quanh trục của nó. Sở dĩ có độ đảo mặt mút vì mặt mút không vuông góc với trục quay của chi tiết. Trị số độ đảo mặt mút phản ánh hai lần trị số độ vuông góc của mặt mút với trục quay.



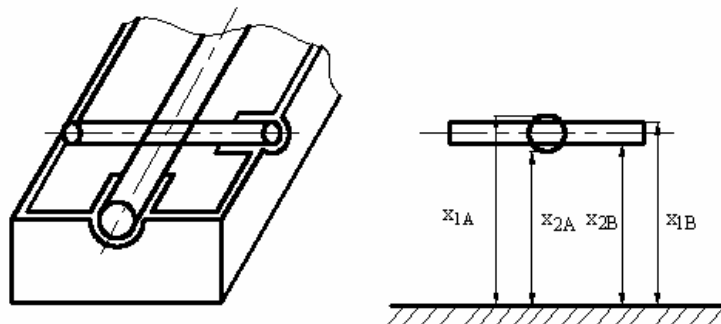
Hình 6.30

4.5. Đo độ không giao tâm

Hình 2.31 là sơ đồ đo độ giao tâm của đường tâm 2 lỗ. Biến 2 lỗ thành 2 trục nhờ 2 trục chuẩn bằng kích thước lỗ. Tại vị trí giao nhau của 2 lỗ, tiến hành đo các trị số như trên hình vẽ.

Độ không giao tâm:

$$\Delta_{B/C} = \left| \frac{x_{1A} + x_{2A}}{2} - \frac{x_{1B} + x_{2B}}{2} \right|$$

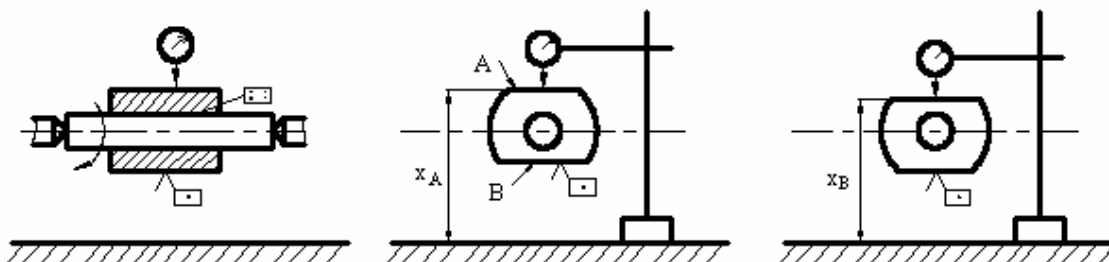


Hình 2.31

4.6. Đo độ không đối xứng

Đo đối xứng thường được biến thành đo sai lệch khoảng cách giữa các bề mặt – hình 2.32 là sơ đồ đo độ đối xứng của hai mặt bên với tâm lỗ

$$\Delta = x_A - x_B$$



Hình 6.32

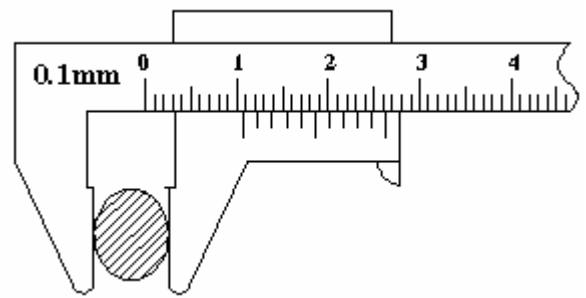
Câu hỏi trắc nghiệm:

1. Để đảm bảo độ chính xác của panme, chiều dài phần ren vít chính xác thường là:

- a. 25mm
- b. 50mm
- c. 75mm
- d. 100mm

2. Với sơ đồ dưới đây, kết quả đo được trên thước cặp là:

- a. 10,04mm
- b. 10,4mm
- c. 10,14mm
- d. 1,4mm

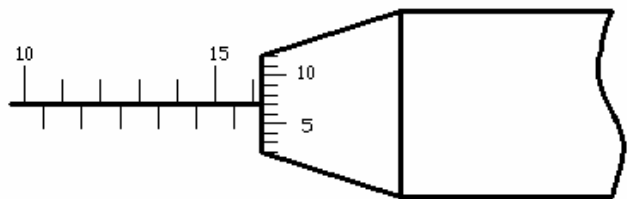


3. Lí do chủ yếu khiến panme được chế tạo thành nhiều cỡ có phạm vi đo 0-25, 25-50, 50-75... là:

- a. Để tạo điều kiện thuận lợi cho người sử dụng.
- b. Để cho kích thước panme nhỏ gọn.
- c. Để đảm bảo độ chính xác cao của panme.
- d. Tất cả các yếu tố trên.

4. Với sơ đồ dưới đây, kết quả đo được trên panme là:

- a. L=16,7mm
- b. L=16,07mm
- c. L=16,007mm
- d. L=15,57mm



5. Panme là một loại dụng cụ đo kiểu cơ khí có độ chính xác:

- a. Tương đương với thước cặp.
- b. Cao hơn thước cặp.
- c. Thấp hơn thước cặp.
- d. Cao hơn hoặc thấp hơn thước cặp tùy từng trường hợp.

6. Panme có cấu tạo dựa trên nguyên tắc:

- a. Ăn khớp các của bánh răng.
- b. Chuyển động của ren vít và đai ốc.
- c. Đòn hồi của lò xo.
- d. Đòn bẩy không cân bằng.

7. Tùy vào khả năng đạt độ chính xác mà thước cặp chia làm 3 loại:

- a. Thước cặp 1/10, 1/50, 1/100.
- b. Thước cặp 1/10, 1/20, 1/50.
- c. Thước cặp 1/10, 1/30, 1/50.
- d. Thước cặp 1/10, 1/20, 1/100.

8. So sánh các loại panme đo ngoài, đo trong và đo sâu, ta thấy chúng chỉ khác nhau:

- a. Về hình dáng bên ngoài và cách đọc số trên cơ cấu chỉ thị.
- b. Về thân và mỏ còn bộ phận bên trong có cấu tạo giống nhau.
- c. Về cấu tạo của hệ thống truyền động bên trong thước.
- d. Về cách thức đo và hình thức hiển thị kích thước

Tài liệu tham khảo:

- Ninh Đức Tôn, Nguyễn Thị Xuân Bảy-Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật, Nhà xuất bản giáo dục - 2002.
- Trần Quốc Hùng Dung sai - Bài tập dung sai Trường ĐHSPKT Khoa chế tạo máy (Lưu hành nội bộ).