

ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC
TRƯỜNG TRUNG CẤP ĐÔNG SÀI GÒN



TÀI LIỆU GIẢNG DẠY

Dung sai lắp ghép và đo lường kỹ thuật

NGHỀ: CÔNG NGHỆ Ô TÔ

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*(Ban hành theo Quyết định số: /QĐ-ĐSG ngày tháng năm 2023 của
Hiệu trưởng trường trung cấp Đông Sài Gòn)*



NĂM 2023

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
Lời giới thiệu	
Mục lục	
Chương 1: Các khái niệm về hệ thống dung sai lắp ghép	6
Chương 2: Hệ thống dung sai lắp ghép	47
Chương 3: Dụng cụ đo thông dụng trong cơ khí	77
Tài liệu tham khảo	111

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

DUNG SAI LẮP GHÉP VÀ ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT

Mã số của môn học: MH 11

Thời gian của môn học: 45 giờ

(Lý thuyết: 30 giờ; Thực hành: 15 giờ)

Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí:

Môn học được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau:
MH 07, MH 08, MH 09, MH 10, MH 12, MH13, MH 14, MH 15, MH 16, MĐ
18, MĐ 19

- Tính chất:

Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

Mục tiêu của môn học:

- + Nêu và giải thích được hệ thống dung sai lắp ghép của TCVN.
- + Trình bày đầy đủ các khái niệm, đặc điểm, ký hiệu của các mối lắp.
- + 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 đảm bảo chất lượng sản phẩm bằng các dụng cụ đo kiểm thường dùng trong ngành cơ khí chế tạo.
- + Chuyển hoá được các ký hiệu dung sai thành các trị số gia công tương ứng.
- + Thao tác sử dụng các loại dụng cụ đo đúng yêu cầu kỹ thuật.
- + Sử dụng đúng các dụng cụ, thiết bị đo đảm bảo đúng chính xác và an toàn
- + Tuân thủ đúng quy định, quy phạm về dung sai và kỹ thuật đo.
- + Rèn luyện tác phong làm việc nghiêm túc, cẩn thận.

CHƯƠNG 1: CÁC KHÁI NIỆM VỀ HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP

Mã số của chương 1: MH 11 – 01

Mục tiêu:

- Trình bày đầy đủ kích thước danh nghĩa, kích thước thực, kích thước giới hạn, dung sai chỉ tiết, dung sai lắp ghép
- Trình bày rõ đặc điểm của các kiểu lắp ghép: Lắp lỏng - Lắp chặt - lắp trung gian
- 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 và xác định được các đặc tính của lắp ghép khi cho một 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
- 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
- Tuân thủ đúng quy định, quy phạm về dung sai và kỹ thuật đo.

1.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI LẮP GHÉP

1.1.1 Tính đối lẫn chức năng trong ngành cơ khí chế tạo

1.1.1.1 Bản chất của tính lắp lẫn

Máy do nhiều bộ phận hợp thành, mỗi bộ phận do nhiều khâu, khớp, chi tiết lắp ghép lại với nhau, trong chế tạo cũng như sửa chữa máy, con người mong muốn các chi tiết máy cùng loại có khả năng lắp đối lẫn được cho nhau - nghĩa là khi cần thay thế nhau, không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm mà vẫn đảm bảo được yêu cầu kỹ thuật của mỗi lắp ghép. Tính chất đó của chi tiết gọi là tính lắp lẫn (đối lẫn chức năng).

Tính lắp lẫn của một loại chi tiết máy là khả năng thay thế cho nhau trong lắp ghép mà không cần lựa chọn và sửa chữa gì thêm vẫn đảm bảo chất lượng sản phẩm đã quy định. Tính lắp lẫn có 2 loại đó là lắp lẫn hoàn toàn và lắp lẫn không hoàn toàn.

Nếu trong một loạt chi tiết cùng loại, mà các chi tiết đều có thể lắp lẫn được cho nhau thì loạt chi tiết đó đạt được tính lắp lẫn hoàn toàn; nếu một số trong các chi tiết ấy không lắp lẫn cho nhau được hoặc khi lắp lẫn cho nhau cần phải gia công thêm mới lắp ghép được thì loạt chi tiết đó chỉ đạt được tính lắp lẫn không hoàn toàn.

Các chi tiết có tính lắp lẫn phải giống nhau về hình dạng về kích thước, hoặc kích thước chỉ được khác nhau trong một phạm vi cho phép nào đó,

phạm vi cho phép đó gọi là dung sai. *Như vậy dung sai là yếu tố quyết định tính lắp lẫn, tùy theo giá trị của dung sai mà chi tiết đạt được tính lắp lẫn hoàn toàn hay lắp lẫn không hoàn toàn.*

Lắp lẫn hoàn toàn đòi hỏi chi tiết phải có độ chính xác cao, do đó giá thành sản phẩm cao. Đối với các chi tiết tiêu chuẩn như bu lông - đai ốc, bánh răng, ổ lăn..., các chi tiết dự trữ, thay thế thường được chế tạo có tính lắp lẫn hoàn toàn.

Lắp 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.

1.1.1.2 Vai trò của tính lắp lẫn

Tính lắp lẫn trong chế tạo máy là điều kiện cơ bản và cần thiết của nền sản xuất tiên tiến. Trong sản xuất hàng loạt, nếu không đảm bảo các nguyên tắc của tính lắp lẫn thì không thể sử dụng bình thường nhiều loại đồ dùng phương tiện trong cuộc sống của chúng ta.

Ví dụ : Lắp một bóng đèn điện vào đui đèn; vặn đai ốc vào một bulông bất kỳ có cùng kích cỡ kích thước, lắp ổ lăn có cùng số hiệu về kích thước vào trục và ổ trục nào đó v.v...

Trong sản xuất, nhờ tính lắp lẫn của chi tiết quá trình lắp ráp được đơn giản thuận tiện. Trong sửa chữa, nếu thay thế một chi tiết bị hỏng bằng một chi tiết dự trữ cùng loại. Ví dụ: xéc măng, piston ...thì máy có thể làm việc được ngay, giảm thời gian ngừng máy để sửa chữa, tận dụng được thời gian sản xuất của nó.

Về mặt công nghệ, nếu có các chi tiết được thiết kế và chế tạo đảm bảo tính lắp lẫn sẽ tạo điều kiện cho việc hợp tác sản xuất giữa các xí nghiệp, thực hiện chuyên môn hoá dễ dàng, tạo điều kiện để áp dụng kỹ thuật tiên tiến, tổ chức sản xuất hợp lý, nâng cao năng xuất và chất lượng, hạ giá thành sản phẩm.

1.1.2 Kích thước, sai lệch giới hạn, dung sai

1.1.2.1 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 công nghệ chế tạo cơ khí, đơn vị đo thường dùng là milimét (mm) hoặc vạch và qui ước thống nhất trên các bản vẽ kỹ thuật không cần ghi chữ “mm”. Ví dụ chi tiết máy có đường kính 19,95 mm, chiều dài 125,5 mm thì trên bản vẽ chỉ ghi 19,95 và 125,5.

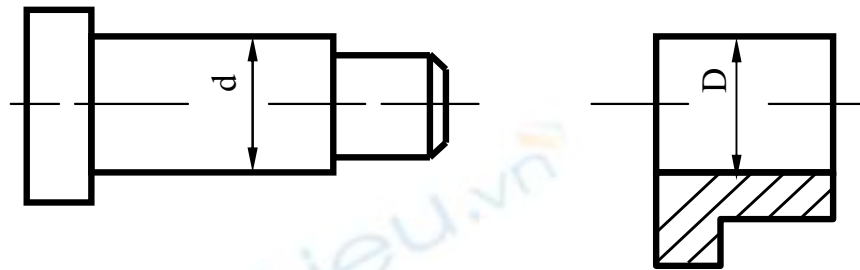
1.1.2.2 Kích thước danh nghĩa

Kích thước danh nghĩa là kích thước được xác định dựa vào chức năng của chi tiết, sau đó chọn cho đúng với trị số gần nhất của kích thước có trong

bản tiêu chuẩn. Ví dụ khi tính toán người thiết kế xác định được kích thước của chi tiết là 35,785 mm; đối chiếu với bản tiêu chuẩn chọn kích thước là 36 mm. Kích thước 36 mm này là kích thước danh nghĩa của chi tiết.

Kích thước danh nghĩa được dùng để xác định các kích thước giới hạn và tính sai lệch.

Kích thước danh nghĩa của chi tiết lỗ ký hiệu là D ; của chi tiết trục ký hiệu là d (hình 1.1)



a) Trục

b) Lỗ

Hình 1.1. Ký hiệu kích thước của trục và lỗ

Bảng 1.1: Các kích thước tiêu chuẩn được cho trong khoảng từ 1 đến 500mm (TCVN 192 – 66. Kích thước ưu tiên)

KT	2,2	5,0	11,0	25,0	55,0	125,0	280,0
1,05	2,4	5,2	11,5	26,0	60,0	130,0	300,0
1,10	2,5	5,5	12,0	28,0	63,0	140,0	320,0
1,15	2,6	6,0	13,0	30,0	65,0	150,0	340,0
1,20	2,8	6,3	14,0	32,0	70,0	160,0	360,0
1,30	3,0	6,5	15,0	34,0	75,0	170,0	380,0
1,40	3,2	7,0	16,0	36,0	80,0	180,0	400,0
1,50	3,4	7,5	17,0	38,0	85,0	190,0	420,0
1,6	3,6	8,0	18,0	40,0	90,0	200,0	450,0
1,7	3,8	8,5	19,0	42,0	95,0	210,0	480,0
1,8	4,0	9,0	20,0	45,0	100,0	220,0	500,0
1,9	4,2	9,5	21,0	48,0	105,0	240,0	
2,0	4,5	10,0	22,0	50,0	110,0	250,0	
2,1	4,8	10,5	24,0	52,0	120,0	260,0	

1.1.2.3 Kích thước thực

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

Trong thực tế không phải lúc nào cũng xác định được kích thước một cách chính xác, như vậy nên còn cho phép quan niệm kích thước thực là kích thước được xác định bằng cách đo với sai số cho phép.

D_t : Kích thước thực của chi tiết lỗ

d_t : Kích thước thực của chi tiết trục.

Khi gia công, không thể đạt được kích thước thực hoàn toàn đúng như kích thước danh nghĩa, sự sai lệch giữa kích thước thực và kích thước danh nghĩa phụ thuộc nhiều yếu tố : độ chính xác của máy, dao gia công, dụng cụ gá lắp, dụng cụ đo kiểm, trình độ tay nghề của người thợ v.v... Miền sai lệch cho phép của kích thước thực so với kích thước danh nghĩa phụ thuộc vào mức độ chính xác yêu cầu và tính chất lắp ghép của các chi tiết.

1.1.2.4 Kích thước giới hạn

Khi gia công bất kỳ một kích thước của chi tiết nào đó, ta cần phải quy định một phạm vi cho phép của sai số chế tạo kích thước đó. Phạm vi cho phép ấy được giới hạn bởi hai kích thước quy định gọi là giới hạn.

$D_{\max}, d_{\max}$: Kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ, trục

$D_{\min}, d_{\min}$: Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ, trục

Kích thước giới hạn là hai kích thước lớn nhất và nhỏ nhất mà kích thước thực của các chi tiết đạt yêu cầu nằm trong phạm vi đó.

Phạm vi cho phép phải quy định sao cho các chi tiết đạt được được tính lắp lẫn về phương diện kích thước.

Như vậy chi tiết đạt yêu sử dụng thì kích thước thực của nó thoả mãn điều kiện sau:

$$\begin{aligned} D_{\max} &\geq D_t \geq D_{\min} \\ d_{\max} &\geq d_t \geq d_{\min} \end{aligned}$$

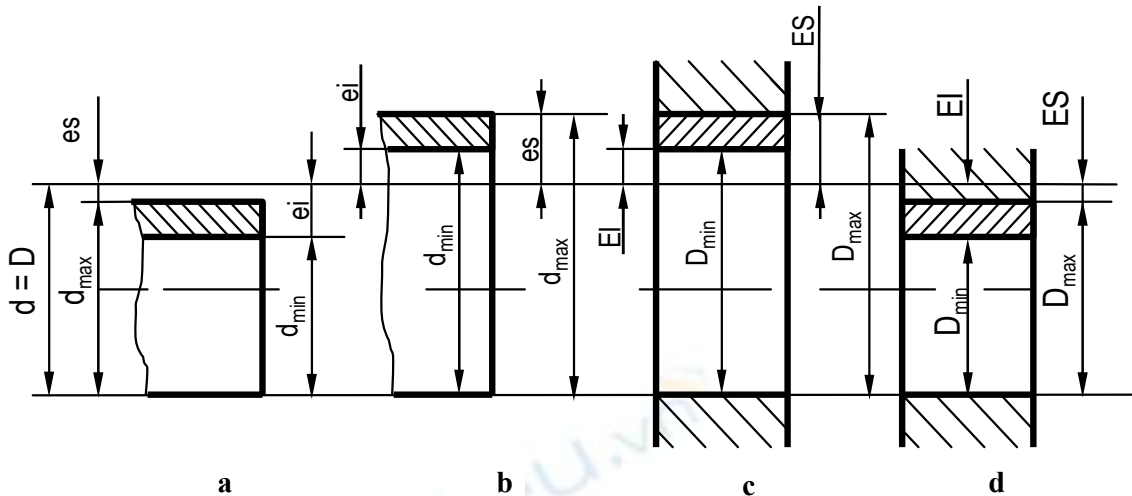
1.1.2.5 Sai lệch giới hạn

Sai lệch giới hạn là sai lệch của các kích thước giới hạn so với kích thước danh nghĩa, là hiệu số giữa các kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa. Có 2 loại sai lệch giới hạn đó là sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới.

Sai lệch giới hạn trên là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa. Sai lệch giới hạn trên của lỗ ký hiệu là ES, của trục ký hiệu là es (Hình 1.2)

$$ES = D_{\max} - D \quad (1.2.a)$$

$$es = d_{\max} - d \quad (1.2.b)$$



Hình 1.2. Sai lệch giới hạn của chi tiết lỗ (a, b) và chi tiết trục (c, d)

Sai lệch giới hạn dưới là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa. Sai lệch giới hạn dưới trên của lỗ ký hiệu là EI, của trục ký hiệu là ei (Hình 1.2)

$$EI = D_{\min} - D \quad (1.2.c)$$

$$ei = d_{\max} - d \quad (1.2.d)$$

Chú ý:

1- Tùy theo tính chất của mỗi ghép yêu cầu mà kích thước giới hạn có những giá trị khác nhau.

Sai lệch giới hạn có giá trị dương (> 0) (Hình 1.2b,c) khi kích thước giới hạn lớn hơn kích thước danh nghĩa.

Sai lệch giới hạn bằng không khi kích thước giới hạn bằng kích thước danh nghĩa.

2- Ngoài sai lệch giới hạn TCVN 2244 – 77 còn qui định sai lệch thực và sai lệch cơ bản.

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

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 “0” (đường biểu thị vị trí kích thước danh nghĩa), trong tiêu chuẩn này quy định sai lệch gần với đường “0” là sai lệch cơ bản.

Ví dụ: Một chi tiết trục có kích thước danh nghĩa $d = 50\text{mm}$; kích thước giới hạn lớn nhất $d_{\max} = 50,055\text{mm}$; kích thước giới hạn nhỏ nhất $d_{\min} = 49,985\text{mm}$. tính trị số sai lệch giới hạn trên, sai lệch giới hạn dưới

Bài giải :

- Theo công thức (1.2.b) ta có giới hạn sai lệch của trục:

$$es = d_{\max} - d = 50,055 - 50 = 0,055\text{mm}$$

- Theo công thức (4.5.d) ta có sai lệch giới hạn dưới của trục:

$$ei = d_{\min} - d = 49,985 - 50 = - 0,015\text{mm}$$

Trên bản vẽ thường không ghi kích thước giới hạn lớn nhất, kích thước giới hạn nhỏ nhất mà ghi kích thước danh nghĩa và các sai lệch giới hạn. trong thí dụ trên kích thước gia công của chi tiết trục được ghi trên bản vẽ là: $50 \begin{smallmatrix} +0,055 \\ 0,015 \end{smallmatrix}$

Như vậy nghĩa là:

- Sai lệch giới hạn trên là $+ 0,055 \text{ mm}$
- Sai lệch giới hạn dưới là $- 0,015 \text{ mm}$

1.1.2.6 Dung sai

Khi gia công, kích thước thực được phép sai khác so với kích thước danh nghĩa trong phạm vi giữa hai kích thước giới hạn. Phạm vi sai cho phép đó của chi tiết gọi là dung sai.

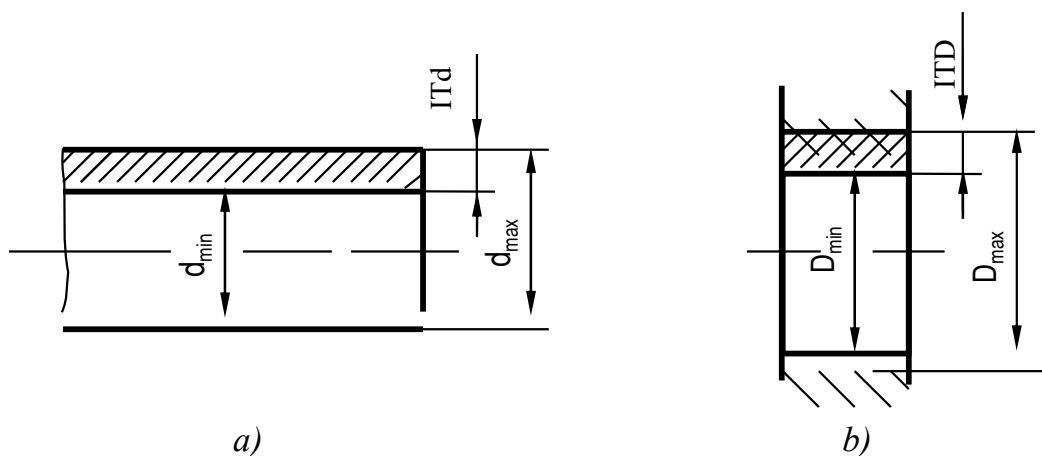
Dung sai là hiệu giữa các kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất.

Dung sai ký hiệu là IT và được tính theo công thức sau:

$$\text{Dung sai của chi tiết lỗ: } IT_D = D_{\max} - D_{\min} \quad (1.3.a)$$

$$\text{Dung sai của chi tiết trục: } IT_d = d_{\max} - d_{\min} \quad (1.3.b)$$

Cần chú ý rằng, kích thước giới hạn lớn nhất bao giờ cũng lớn hơn kích thước giới hạn nhỏ nhất. Vì thế dung sai bao giờ cũng có giá trị dương ($IT > 0$). Trị số dung sai lớn thì độ chính xác của chi tiết thấp. Ngược lại, trị số dung sai nhỏ, độ chính xác của chi tiết cao (Hình 1.3) thể hiện dung sai của chi tiết lỗ và chi tiết trục.



Hình 1.3. Kích thước giới hạn và dung sai

Từ công thức (1.3.a), (1.3.b) ta có thể tính được dung sai của chi tiết như sau:

Dung sai của chi tiết trục: $IT_d = d_{\max} - d_{\min}$ (1.3.c)

mà : $es = d_{\max} - d$ hay $d_{\min} = d + es$

$ei = d_{\min} - d$ hay $d_{\max} = d + ei$

thay vào (1.3.c) ta có: $IT_d = (d+es) - (d + ei) = d + es - d - ei$

Vậy: $IT_d = es - ei$

Tương tự ta cũng có dung sai của chi tiết lỗ : $IT_D = ES - EI$

Như vậy dung sai là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước giới hạn nhỏ nhất hoặc là hiệu đại số giữa sai lệch giới hạn trên và sai lệch giới hạn dưới.

Ví dụ 1: Một chi tiết có kích thước giới hạn lớn nhất $d_{\max} = 35,025\text{mm}$, kích thước giới hạn nhỏ nhất $d_{\min} = 35\text{mm}$. Tính dung sai của chi tiết đó.

Nếu người thợ gia công chi tiết đó đo được kích thước $35,015\text{mm}$ thì chi tiết đó đạt yêu cầu không? Tại sao?

Bài giải:

Trị số dung sai của chi tiết trục tính theo công thức:

$$IT_d = d_{\max} - d_{\min} = 35,025 - 35 = 0,025 \text{ mm}$$

Chi tiết gia công đo được $d = 35,015 \text{ mm}$ - đây là kích thước thực của chi tiết.

Ta biết chi tiết gia công đạt yêu cầu sử dụng khi thoả mãn điều kiện $d_{\max} \geq d_t \geq d_{\min}$

ở đây $35,025 > 35,015 > 35,0$. Vậy chi tiết đạt yêu cầu về kích thước.

Ví dụ 2: Gia công chi tiết lỗ có kích thước danh nghĩa $D = 50\text{mm}$, kích thước giới hạn lớn nhất $D_{\max} = 50,050 \text{ mm}$, kích thước giới hạn nhỏ nhất $D_{\min} = 50,030 \text{ mm}$. tính dung sai của chi tiết.

Nếu người thợ gia công đạt kích thước $50,00\text{mm}$, cho biết chi tiết có đạt yêu cầu không.

Bài giải:

Dung sai của chi tiết tính theo công thức : $IT_D = D_{\max} - D_{\min} = 50,050 - 50,030 = 0,020 \text{ mm}$.

Kích thước gia công đạt $50,00 \text{ mm} < D_{\min} = 50,030 \text{ mm}$

Vậy chi tiết không đạt yêu cầu về kích thước.

Qua hai thí dụ trên ta thấy:

- Chi tiết chỉ đạt yêu cầu về kích thước khi kích thước thực của nó nằm trong phạm vi hai kích thước giới hạn.

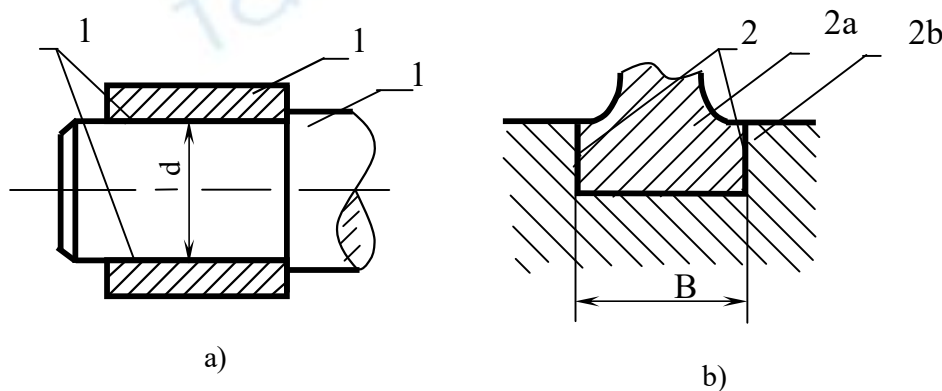
- Chi tiết đạt yêu cầu gọi là thành phẩm. Chi tiết không đạt yêu cầu gọi là thứ phẩm nếu còn sửa chữa được ($d_t > d_{\max}$ hoặc $D_t < D_{\min}$); gọi là phế phẩm nếu không sửa chữa được ($d_t < d_{\min}$; hoặc $D_t > D_{\max}$).

1.1.3 Lắp ghép và các loại lắp ghép

1.1.3.1 Khái niệm về lắp ghép

Thông thường các chi tiết đứng riêng biệt thì không có công dụng gì cả, chỉ khi phối với nhau chúng mới có công dụng. Thí dụ: đai ốc vặn vào bulông mới có tác dụng bắt chặt; trục lắp vào ổ trục mới có khả năng quay nhẹ nhàng để truyền lực. Sự phối hợp các chi tiết với nhau: Như đai ốc vặn vào bulông, cổ trục quay trong ổ trục v.v... tạo thành những mối ghép.

Trong những mối ghép có những bề mặt và kích thước mà dựa theo chúng để lắp ghép các chi tiết với nhau. ví dụ trong hình 1.4; mặt 1 và 2, kích thước d và D . Những bề mặt và những kích thước đó gọi là bề mặt lắp ghép và kích thước lắp ghép.



Hình 1.4. Mối ghép của 2 chi tiết

a) Lắp ghép bề mặt trụ; b) Lắp ghép bề mặt phẳng

Các mặt lắp ghép có thể là mặt trụ (hình 1.4a), có thể là mặt phẳng (hình 1.4b) và bao giờ cũng gồm mặt của chi tiết bao ngoài (1b và 2b trên hình 1.4) và mặt của chi tiết bị bao (1a và 2a trên hình 4). Chi tiết bao ngoài qui ước là chi tiết lỗ (chi tiết 1b và 2b). Chi tiết bị bao qui ước là chi tiết trục (chi tiết 1a và 2a).

Mối lắp ghép bao giờ cũng có chung một kích thước danh nghĩa cho cả hai chi tiết và gọi là kích thước danh nghĩa của lắp ghép.

Đặc tính của lắp ghép được xác định bởi hiệu số của kích thước bao và kích thước bị bao trong lắp ghép.

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.

TCVN 2244 - 77 phân chia ra ba nhóm lắp ghép; lắp ghép có độ hở, lắp ghép có độ dôi và lắp ghép trung gian.

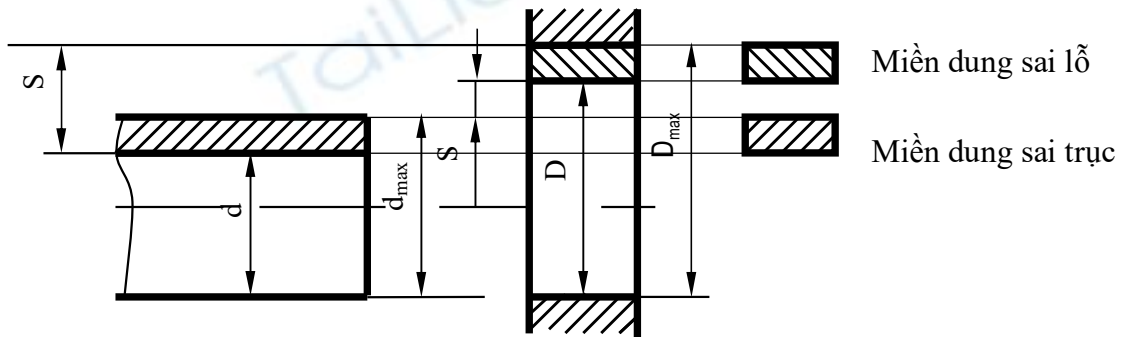
1.1.3.2 Các loại lắp ghép

a. Lắp ghép có độ hở

Trong lắp ghép này kích thước của lỗ luôn luôn lớn hơn kích thước của trục hay miền dung sai của lỗ nằm phía trên miền dung sai của trục. Độ hở trong lắp ghép đặc trưng cho sự tự do dịch chuyển tương đối giữa hai chi tiết trong lắp ghép. Nếu độ hở càng lớn thì khả năng tự do dịch chuyển tương đối càng nhiều và ngược lại.

Độ hở trong lắp ghép bằng hiệu số giữa kích thước của lỗ và kích thước của trục. Độ hở ký hiệu là S : $S = D - d$

Các kích thước thực tế của chi tiết dao động trong giới hạn dung sai đã cho nên độ hở cũng sẽ dao động trong một phạm vi nhất định.



Hình 1.5. Lắp ghép có độ hở

Nếu lắp chi tiết lỗ có chi tiết giới hạn lớn nhất $D_{\max}$ với chi tiết trục có kích thước giới hạn nhỏ nhất $d_{\min}$ thì mỗi ghép có độ hở lớn nhất $S_{\max}$.

Độ hở lớn nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch giới hạn trên của lỗ và sai lệch giới hạn dưới của trục.

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

Ngược lại nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn nhỏ nhất với chi tiết trục có thước giới hạn lớn nhất thì mỗi ghép có độ hở nhỏ nhất $S_{\min}$

Độ hở nhỏ nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục hoặc là hiệu số đại 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} là trung bình cộng giữa độ hở lớn và độ hở nhỏ nhất:

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

Để đánh giá độ chính xác của mỗi ghép, người ta dùng khái niệm dung sai lắp ghép.

Dung sai độ hở (IT5) là hiệu số giữa độ hở lớn nhất và độ hở nhỏ nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và dung sai trục.

$$ITS = S_{\max} - S_{\min} = IT_D + IT_d$$

Ví dụ : Một lắp ghép có độ hở, trong đó chi tiết lỗ có kích thước: $\Phi 50^{+0,023}$

Chi tiết trục có kích thước: $\Phi 50^{-0,005}_{-0,028}$

- Tính kích thước giới hạn và dung sai của các chi tiết
- Tính độ hở giới hạn, độ hở trung bình và dung sai của lắp ghép

Bài giải:

- Kích thước giới hạn của lỗ:

$$D_{\max} = D + ES = 50 + 0,023 = 50,023 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ:

$$D_{\min} = D + EI = 50 + 0 = 50,0 \text{ mm}$$

- Dung sai của lỗ:

$$IT_d = D_{\max} - D_{\min} = 50,023 - 50 = 0,023 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn lớn nhất của trục:

$$d_{\max} = d + es = 50 - 0,005 = 49,995 \text{ mm}$$

- Kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục:

$$d_{\min} = d + ei = 50 - 0,028 = 49,972 \text{ mm}$$

+ Dung sai của trục: $IT_d = d_{\max} - d_{\min} = 49,995 - 49,972 = 0,023 \text{ mm}$

+ Độ hở lớn nhất: $S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 50,023 - 49,972 = 0,051 \text{ mm}$

+ Độ hở nhỏ nhất: $S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 50 - 49,995 = 0,005 \text{ mm}$

+ Độ hở trung bình:

$$S_{tb} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,051 + 0,005}{2} = 0,028 \text{ mm}$$

- Dung sai độ hở:

$$IT_S = S_{\max} - S_{\min} = 0,051 - 0,005 = 0,046 \text{ mm}$$

b- Lắp ghép có độ dôi

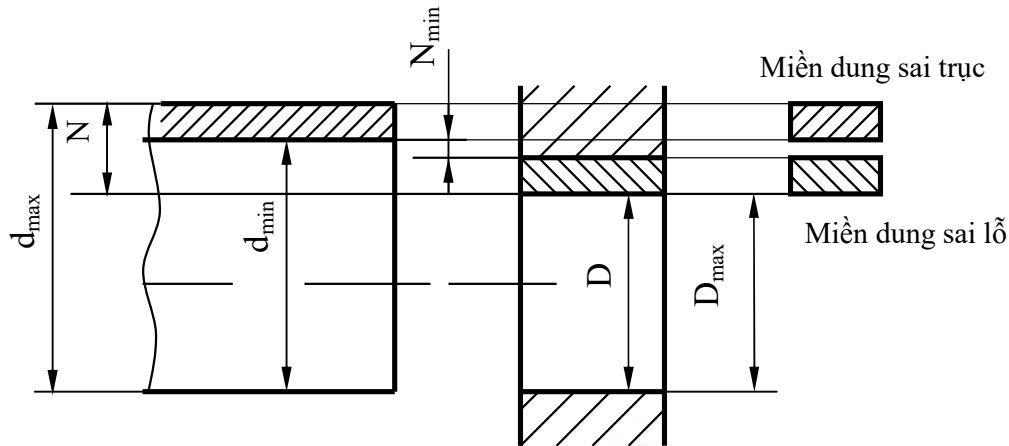
Lắp ghép có độ dôi là loại lắp ghép trong đó kích thước của lỗ luôn luôn nhỏ hơn kích thước của trục hay miền dung sai của trục nằm phía trên miền dung sai của lỗ. Độ dôi trong lắp ghép đặc trưng cho sự cố định tương đối giữa hai chi tiết trong lắp ghép. Nếu độ dôi càng lớn thì sự cố định giữa hai chi tiết càng bền chặt và ngược lại.

Độ dôi trong lắp ghép bằng hiệu số giữa kích thước của lỗ.

Độ dôi ký hiệu là N:

$$N = d - D$$

$$\text{Hay } N = - (D - d) = -S$$



Hình 1.6: Lắp ghép có độ dôi

Tương tự như lắp ghép có độ hở, nếu lắp chi tiết trục có kích thước giới hạn lớn nhất với chi tiết lỗ có kích thước giới hạn nhỏ nhất thì mỗi ghép có độ dôi lớn nhất $N_{\max}$.

Độ dôi lớn nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của trục và kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ, hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch trên của trục và sai lệch dưới của lỗ.

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

Ngược lại nếu lắp chi tiết trục có kích thước giới hạn nhỏ nhất với chi tiết lỗ có kích thước giới hạn lớn nhất thì mỗi ghép có độ dôi nhỏ nhất $N_{\min}$.

Độ dôi nhỏ nhất là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục và kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch dưới của trục và sai lệch trên của lỗ.

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

Độ dôi trung bình N_{tb} là trung bình cộng giữa độ dôi lớn nhất và độ dôi nhỏ nhất:

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

Tương tự như lắp ghép có độ hở, dung sai của lắp ghép có độ dôi là dung sai độ dôi IT_N .

Dung sai độ dôi IT_N là hiệu số giữa độ dôi lớn nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và dung sai của trục.

$$IT_N = N_{\max} - N_{\min} = IT_D + IT_d$$

Ví dụ : Một lắp ghép có độ dôi trong đó chi tiết lỗ :

Chi tiết trục có kích thước:

$$\Phi 60^{+0,025}$$

$$\Phi 60^{+0,055}_{+0,032}$$

- Tính trị số giới hạn độ dôi trung bình của mỗi ghép.

- Tính dung sai của lỗ, dung sai của trục và dung sai của lắp ghép.

Bài giải:

Độ dôi giới hạn bao gồm độ dôi lớn nhất và độ dôi nhỏ nhất.

+ Độ dôi lớn nhất:

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 0,055 \text{ mm}$$

+ Độ dôi nhỏ nhất:

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES = 0,032 - 0,025 = 0,007 \text{ mm}$$

+ Độ dôi trung bình của lắp ghép:

$$N_{tb} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2} = 0,031 \text{ mm}$$

+ Dung sai của chi tiết lỗ:

$$IT_D = D_{\max} - D_{\min} = ES - EI$$

$$IT_D = 0,025 - 0 = 0,025 \text{ mm}$$

+ Dung sai của chi tiết trục:

$$IT_d = d_{\max} - d_{\min} = es - ei$$

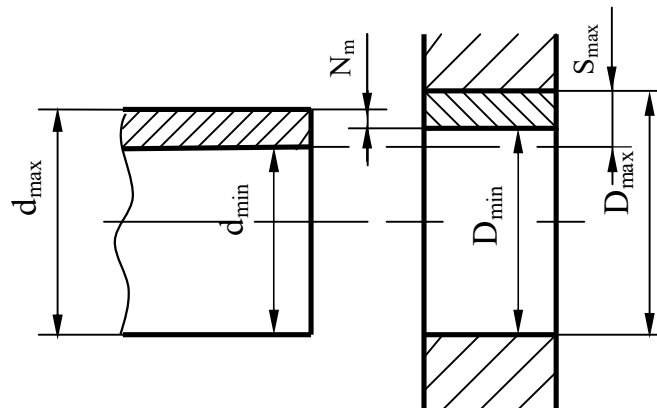
$$IT_d = 0,055 - 0,032 = 0,023 \text{ mm}$$

+ Dung sai của lắp ghép:

$$IT_N = IT_D + IT_d = 0,025 + 0,023 = 0,048 \text{ mm}$$

c. 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 có nghĩa là miền dung sai của lỗ và trục có thể cắt nhau từng phần hay toàn phần.



Hình 1.7. Lắp ghép trung gian

Trong lắp ghép này tùy theo kích thước thực tế của chi tiết lỗ và chi tiết trục (kích thước thực tế trong phạm vi dung sai) mà lắp ghép có độ hở và có độ dôi.

Tương tự như lắp ghép có độ hở hoặc lắp ghép có độ dôi, nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn lớn nhất thì mỗi ghép có độ hở lớn nhất $S_{\max}$

Độ hở lớn nhất trong lắp ghép trung gian là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ và kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục hoặc là hệ số đại số giữa sai lệch trên của lỗ và sai lệch dưới của trục.

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

Ngược lại nếu lắp chi tiết lỗ có kích thước giới hạn nhỏ nhất với chi tiết trục có kích thước giới hạn lớn nhất thì mỗi ghép có độ dôi lớn nhất thì mỗi ghép có độ dôi lớn nhất trong lắp ghép trung gian.

Độ dôi lớn nhất trong lắp ghép trung gian là hiệu số dương giữa kích thước giới hạn lớn nhất của trục và kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ hoặc là hiệu số đại số giữa sai lệch trên của trục và sai lệch dưới của lỗ.

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

Dung sai của lắp ghép trung gian là dung sai độ hở hoặc dung sai độ dôi và bằng tổng độ hở lớn nhất và độ dôi lớn nhất hoặc bằng tổng dung sai của lỗ và dung sai của trục.

$$IT_S = IT_N = N_{\max} + S_{\max} = IT_D + IT_d$$

Độ hở hoặc độ dôi trung bình trong lắp ghép trung gian được xác định như sau:

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

- Độ hở trung bình S_{tb} bằng nửa hiệu số giữa độ hở lớn nhất và độ dôi lớn nhất.

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

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

- Độ dôi trung bình N_{tb} bằng nửa hiệu số giữa độ dôi lớn nhất và độ hở lớn nhất.

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

- Độ hở trung bình trong các lắp ghép đạt được khi kích thước của các chi tiết được chế tạo theo các trị số trung bình của dung sai của chúng. Trong thực tế độ hở trung bình thường xuất hiện nhiều hơn độ hở và độ dôi giới hạn, bởi vì trong chế tạo, các chi tiết có kích thước gần với kích thước trung bình có xác suất xuất hiện lớn nhất.

Ví dụ.

Một lắp ghép trung gian, trong đó chi tiết lỗ có đường kính: $\Phi 55^{+0,030}$
chi tiết trục có đường kính: $\Phi 55^{+0,015}_{-0,013}$

- Tính kích thước giới hạn và dung sai của lỗ và trục?

- Tính trị số giới hạn độ dôi, độ hở; độ hở hoặc độ dôi trung bình và dung sai của lắp ghép?

Bài giải:

Kích thước giới hạn lớn nhất của lỗ:

$$D_{\max} = D + EI = 55,0 + 0,030 = 55,030 \text{ mm}$$

Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ:

$$D_{\min} = D + EI = 55,0 + 0 = 55,00 \text{ mm}$$

Dung sai của lỗ:

$$IT_D = D_{\max} - D_{\min} = 55,030 - 55,0 = 0,030 \text{ mm}$$

Kích thước giới hạn lớn nhất của trục:

$$d_{\max} = d + es = 55,00 + 0,015 = 55,015 \text{ mm}$$

Kích thước giới hạn nhỏ nhất của trục:

$$d_{\min} = d + ei = 55,00 - 0,013 = 54,987 \text{ mm}$$

Dung sai của trục :

$$IT_d = d_{\max} - d_{\min} = 55,015 - 54,987 = 0,028 \text{ mm}$$

Độ dôi lớn nhất :

$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = 55,015 - 55,00 = 0,015 \text{ mm}$$

Độ hở lớn nhất :

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 55,030 - 54,987 = 0,043 \text{ mm}$$

Trong lắp ghép này độ hở lớn nhất lớn hơn độ dôi lớn nhất nên lắp ghép có độ hở trung bình là:

$$S_{tb} = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2} = \frac{0,043 - 0,015}{2} = 0,014 \text{ mm}$$

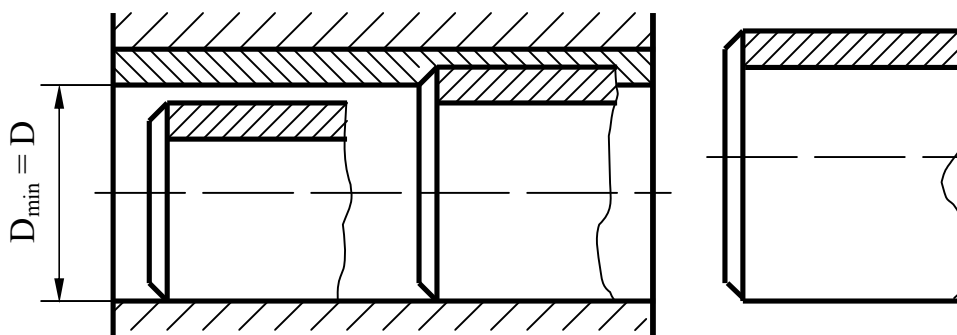
Dung sai của lắp ghép:

$$IT_N = IT_S = N_{\max} + S_{\max} = 0,015 + 0,043 = 0,058 \text{ mm}$$

1.1.3.3 Hệ thống lắp ghép

Các chi tiết lắp ghép với nhau theo hai hệ thống là hệ thống lỗ và hệ thống trục.

a. Hệ thống lỗ



Hình 1.8. Lắp trong hệ thống lỗ

Lắp ghép trong hệ thống lỗ là tập hợp các lắp ghép trong đó các độ hở và độ dôi khác nhau có được bằng cách ghép các trục có kích thước khác nhau với lỗ cơ sở (hình 1.8).

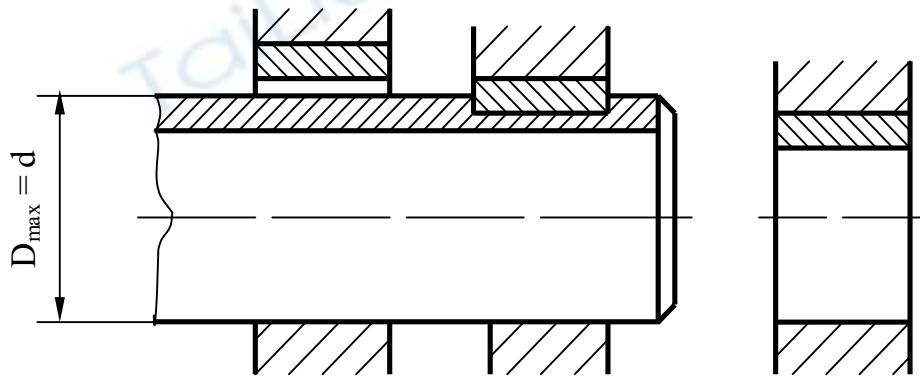
Trong hệ thống lỗ, lỗ là chi tiết cơ sở nên hệ thống lỗ còn gọi là hệ lỗ cơ sở.

Chi tiết lỗ cơ sở được ký hiệu là H và có sai lệch dưới bằng 0 ; như vậy kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ cơ sở luôn luôn bằng kích thước danh nghĩa: $EI = 0$ hoặc $D_{\min} = D$

b. Hệ thống trục

Lắp ghép trong hệ thống trục là tập hợp các lắp ghép trong đó các độ hở và độ dôi khác nhau có được bằng cách ghép các lỗ có kích thước khác nhau với trục cơ sở (hình 1.9).

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



Hình 1.9. Lắp trong hệ thống trục

Chi tiết trục cơ sở được ký hiệu là h và có sai lệch trên bằng 0. Như vậy kích thước giới hạn lớn nhất của trục luôn luôn bằng kích thước danh nghĩa.

$$es = 0 \text{ hoặc } d_{\max} = d$$

1.2 HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRON

1.2.1 Hệ thống dung sai

1.2.1.1 Khái niệm chung về dung sai lắp ghép.

Hệ thống dung sai lắp ghép là tập hợp các quy định về dung sai lắp ghép và được thành lập theo một qui định nhất định.

Nền sản xuất công nghiệp cơ khí ở nước ta từ năm 1962 về trước áp dụng hệ thống dung sai lắp ghép tiêu chuẩn nhà nước Liên xô. Năm 1963 Nhà nước ta ban hành tiêu chuẩn Việt nam về dung sai lắp ghép TCVN 20-63-TCVN 42-63. Sau hơn 10 năm áp dụng trong thực tế sản xuất, các tiêu chuẩn trên bước đầu áp ứng được các yêu cầu của công tác nghiên cứu, thiết kế và chế tạo các sản phẩm cơ khí. Song, với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học

kỹ thuật và sự hợp tác rộng rãi giữa các nước trên thế giới trong lĩnh vực này, bộ tiêu chuẩn về dung sai và lắp ghép đã bộc lộ nhiều nhược điểm cần được khắc phục. Năm 1977 Nhà nước ta đã ban hành bộ tiêu chuẩn SEV (khối các nước trong Hội đồng tương trợ kinh tế) và các kiến nghị của ISD (hệ thống dung sai lắp ghép của tổ chức tiêu chuẩn hoá quốc tế).

Việc áp dụng hệ thống dung sai lắp ghép mới này đáp ứng được yêu cầu về sự hợp tác giữa nước ta và các nước trên thế giới, do nó đảm bảo được sự thống nhất về dung sai lắp ghép, thống nhất về công nghệ, về dụng cụ, đảm bảo tính đổi lẫn v.v... do đó đảm bảo việc trao đổi hàng hoá và phát triển thương mại.

1.2.1.2 Nội dung của hệ thống dung sai

a. Quy định dung sai

Trên cơ sở cho phép sai số về kích thước người ta đã nghiên cứu và thống kê thực nghiệm giữa gia công cơ với sai số kích thước và đưa ra được công thức thực nghiệm tính dung sai như sau:

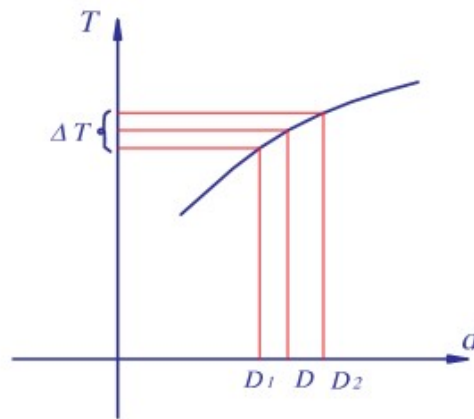
$$T = a \cdot i$$

a- hệ số phụ thuộc vào mức độ chính xác của kích thước, kích thước càng chính xác thì a càng nhỏ, trị số dung sai càng bé và ngược lại.

i- là đơn vị dung sai, được xác định bằng thực nghiệm và phụ thuộc vào phạm vi kích thước.

Đối với các kích thước từ 1 ÷ 500mm thì:

$$i = 0,045\sqrt[3]{D} + 0,001D$$



Hình 1.10. Đồ thị biểu hiện mối liên hệ giữa T và d

Từ đồ thị biểu diễn quan hệ giữa trị số dung sai và kích thước ở trên ta thấy rằng: trong từng khoảng nhỏ Δd của kích thước, giá trị dung sai kích thước biên của khoảng so với giá trị trung bình của khoảng sai khác nhau không đáng kể nên có thể bỏ qua được. Vì vậy để đơn giản và thuận tiện cho việc sử dụng người ta quy định dung sai cho từng khoảng kích thước và giá trị