

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

GIÁO TRÌNH
CƠ KHÍ ĐẠI CƯƠNG

ĐÀ NẴNG - 2006

CHƯƠNG 1

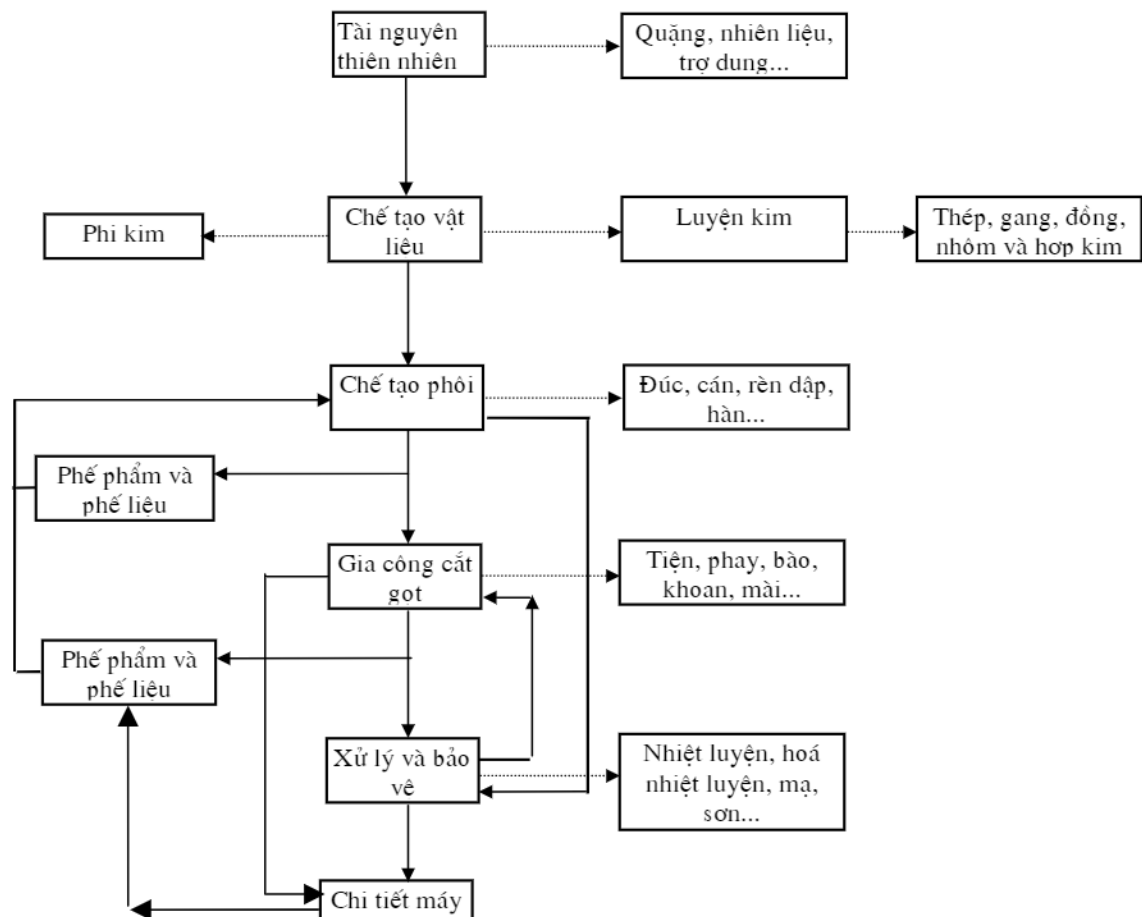
CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ SẢN XUẤT CƠ KHÍ

1.1. CÁC KHÁI NIỆM VỀ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

1.1.1. SƠ ĐỒ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT CƠ KHÍ

Kỹ thuật cơ khí là môn học giới thiệu một cách khái quát quá trình sản xuất cơ khí và phương pháp công nghệ gia công kim loại và hợp kim để chế tạo các chi tiết máy hoặc kết cấu máy.

Quá trình sản xuất và chế tạo đó bao gồm nhiều giai đoạn khác nhau được tóm tắt như sau:



H.1.1.Sơ đồ quá trình sản xuất cơ khí

1.1.2. QUÁ TRÌNH THIẾT KẾ

Là quá trình khởi thảo, tính toán, thiết kế ra một dạng sản phẩm thể hiện trên bản vẽ kỹ thuật, thuyết minh, tính toán, công trình v.v... Đó là quá trình tích lũy kinh nghiệm, sử dụng những thành tựu khoa học kỹ thuật để sáng tạo ra những sản phẩm mới ngày càng hoàn thiện. Bản thiết kế là cơ sở để thực hiện quá trình sản xuất, là cơ sở pháp lý để kiểm tra, đo lường, thực hiện các hợp đồng. v.v...

1.1.3. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

Quá trình sản xuất là quá trình tác động trực tiếp của con người thông qua công cụ sản xuất nhằm biến đổi tài nguyên thiên nhiên hoặc bán thành phẩm thành sản phẩm cụ thể đáp ứng yêu cầu của xã hội.

Quá trình sản xuất thường bao gồm nhiều giai đoạn. Mỗi giai đoạn tương ứng với một công đoạn, một phân xưởng hay một bộ phận....làm những nhiệm vụ chuyên môn khác nhau.

Quá trình sản xuất được chia ra các công đoạn nhỏ, theo một quá trình công nghệ.

1.1.4. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ

QTCN là một phần của quá trình sản xuất nhằm trực tiếp làm thay đổi trạng thái của đối tượng sản xuất theo một thứ tự chặt chẽ, bằng một công nghệ nhất định. Ví dụ: QTCN nhiệt luyện nhằm làm thay đổi tính chất vật lý của vật liệu chi tiết như độ cứng, độ bền.v.v... Các thành phần của quy trình công nghệ bao gồm:

a/ Nguyên công: là một phần của quá trình công nghệ do một hoặc một nhóm công nhân thực hiện liên tục tại một chỗ làm việc để gia công chi tiết (hay một nhóm chi tiết cùng gia công một lần).

b/ Bước: là một phần của nguyên công để trực tiếp làm thay đổi trạng thái hình dáng kỹ thuật của sản phẩm bằng một hay một tập hợp dụng cụ với chế độ làm việc không đổi. Khi thay đổi dụng cụ, thay đổi bề mặt, thay đổi chế độ...ta đã chuyển sang một bước mới.

c/ Động tác: là tập hợp các hoạt động, thao tác của công nhân để thực hiện nhiệm vụ của bước hoặc nguyên công.

1.1.5. DẠNG SẢN XUẤT

Tùy theo quy mô sản xuất, đặc trưng về tổ chức, trang bị kỹ thuật và quy trình công nghệ mà có các dạng sản xuất sau:

a/ Sản xuất đơn chiếc: là dạng sản xuất mà sản phẩm được sản xuất ra với số lượng ít và thường ít lặp lại và không theo một quy luật nào. Chúng loại

mặt hàng rất đa dạng, số lượng mỗi loại rất ít vì thế phân xưởng, nhà máy thường sử dụng các dụng cụ, thiết bị vạn năng. Đây là dạng sản xuất thường dùng trong sửa chữa, thay thế...

b/ Sản xuất hàng loạt: là dạng sản xuất mà sản phẩm được chế tạo theo lô (loạt) được lặp đi lặp lại thường xuyên sau một khoảng thời gian nhất định với số lượng trong loạt tương đối nhiều (vài trăm đến hàng nghìn) như sản phẩm của máy bơm, động cơ điện.v.v...Tuỳ theo khối lượng, kích thước, mức độ phức tạp và số lượng mà phân ra dạng sản xuất hàng loạt nhỏ, vừa và lớn.

Trong sản xuất hàng loạt các dụng cụ, thiết bị sử dụng là các loại chuyên môn hoá có kèm cả loại vạn năng hẹp.

c/ Sản xuất hàng khối: hay sản xuất đồng loạt là dạng sản xuất trong đó sản phẩm được sản xuất liên tục trong một thời gian dài với số lượng rất lớn. Dạng sản xuất này rất dễ cơ khí hoá và tự động hoá như xí nghiệp sản xuất đồng hồ, xe máy, ô tô, xe đạp.v.v...

1.1.6. KHÁI NIỆM VỀ SẢN PHẨM VÀ PHÔI

a/ Sản phẩm: là một danh từ quy ước để chỉ một vật phẩm được tạo ra ở giai đoạn cuối cùng của một quá trình sản xuất, tại một cơ sở sản xuất. Sản phẩm có thể là máy móc hoàn chỉnh hay một bộ phận, cụm máy, chi tiết...dùng để lắp ráp hay thay thế.

b/ Chi tiết máy: là đơn vị nhỏ nhất và hoàn chỉnh về mặt kỹ thuật của máy như bánh răng, trục cơ, bi v.v...

c/ Phôi: còn gọi là bán thành phẩm là danh từ kỹ thuật được quy ước để chỉ vật phẩm được tạo ra từ một quá trình sản xuất này chuyển sang một quá trình sản xuất khác. Ví dụ: sản phẩm đúc có thể là chi tiết đúc (nếu đem dùng ngay) có thể là phôi đúc nếu nó cần gia công thêm (cắt gọt, nhiệt luyện, rèn dập...) trước khi dùng. Các phân xưởng chế tạo phôi là đúc, rèn, dập, hàn, gò, cắt kim loại v.v..

1.1.7. KHÁI NIỆM VỀ CƠ CẤU MÁY VÀ BỘ PHẬN MÁY

a/ Bộ phận máy: đây là một phần của máy, bao gồm 2 hay nhiều chi tiết máy được liên kết với nhau theo những nguyên lý máy nhất định (liên kết động hay liên kết cố định) như hộp tốc độ, mayơ xe đạp v.v...

b/ Cơ cấu máy: đây là một phần của máy hoặc bộ phận máy có nhiệm vụ nhất định trong máy. Ví dụ: Đĩa, xích, líp của xe đạp tạo thành cơ cấu chuyển động xích trong xe đạp.

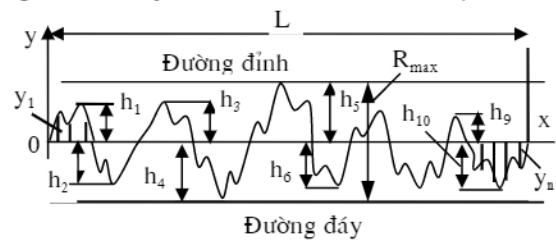
1.2. KHÁI NIỆM VỀ CHẤT LƯỢNG BỀ MẶT CỦA SẢN PHẨM

Chất lượng bề mặt của các chi tiết máy đóng một vai trò rất quan trọng cho các máy móc thiết bị có khả năng làm việc chính xác để chịu tải trọng, tốc độ cao, áp lực lớn, nhiệt độ.v.v... Nó được đánh giá bởi độ nhẵn bề mặt và tính chất cơ lý của lớp kim loại bề mặt.

1.2.1. ĐỘ NHẼ BỀ MẶT (NHÁM)

Bề mặt chi tiết sau khi gia công không bằng phẳng một cách lý tưởng như trên bản vẽ mà có độ nhấp nhô. Những nhấp nhô này là do vết dao để lại, của rung động trong quá trình cắt.v.v...

Độ bóng bề mặt là độ nhấp nhô tế vi của lớp bề mặt (H.1.2) gồm độ lồi lõm, độ sóng, độ bóng (nhám). Để đánh giá độ nhấp nhô bề mặt sau khi gia công người ta dùng hai chỉ tiêu đó là R_a và R_z (μm).



H.1.2. Độ nhám bề mặt chi tiết

TCVN 2511- 95 cũng như ISO quy định 14 cấp độ nhám được ký hiệu $\sqrt{\quad}$ kèm theo các trị số.

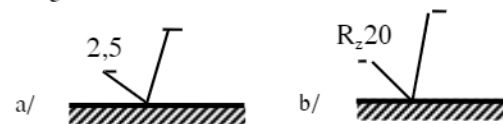
- R_a là sai lệch trung bình số học các khoảng cách từ những điểm của profil đo được đến đường trung bình ox đo theo phương vuông góc với đường trung bình của độ nhấp nhô tế vi trên chiều dài chuẩn L. Ta có thể tính:

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y| dx \rightarrow R_a = \frac{1}{n} (|y_1| + |y_2| + |y_3| + \dots + |y_n|) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

- R_z là chiều cao nhấp nhô tế vi trên chiều dài chuẩn L với giá trị trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao 5 đỉnh cao nhất h_1, h_3, h_5, h_7, h_9 và chiều sâu của 5 đáy thấp nhất $h_2, h_4, h_6, h_8, h_{10}$ của profil trong khoảng chiều dài chuẩn.

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

Từ cấp 6 ÷ 12, chủ yếu dùng R_a , còn đối với các cấp 1 ÷ 5 và 13 ÷ 14 dùng R_z . khi ghi trên bản vẽ độ bóng được thể hiện như H.1.3



H.1.3. Ký hiệu độ bóng
a/ Ký hiệu độ bóng theo R_a
b/ Ký hiệu độ bóng theo R_z

Trong thực tế sản xuất, tùy theo các phương pháp gia công khác nhau ta có các cấp độ bóng khác nhau. Ví dụ:

- Bề mặt rất thô, thô đạt cấp 1 ÷ 3 ($R_z = 320 \div 40$): đúc, rèn

- Gia công nửa tinh và tinh đạt cấp $4 \div 6$ ($R_z = 40 \div 10$, $R_a = 2,5$): tiện, phay, khoan.
- Gia công tinh đạt cấp $6 \div 8$ ($R_a = 2,5 \div 0,32$): khoét, doa, mài.

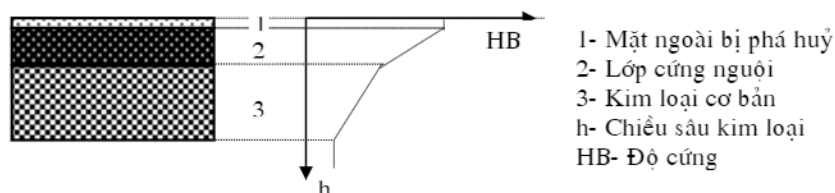
Các giá trị thông số độ nhám bề mặt (TCVN 2511 - 78)

Cấp độ nhám	Trị số nhám (μm)		Chiều dài chuẩn $L(\text{mm})$	Phương pháp gia công	Ứng dụng
	R_a	R_z			
1	-	320 - 160	8	Tiện thô, cưa, dũa, khoan ...	Các bề mặt không tiếp xúc, không quan trọng: giá đỡ, chân máy v.v...
2	-	160 - 80	8		
3	-	80 - 40	8		
4	-	40 - 20	2,5	Tiện tinh, dũa	Bề mặt tiếp xúc tĩnh, động, trục vít, b. răng ...
5	-	20 - 10	2,5	tinh, phay...	
6	2,5-1,25	-	2,5	Doa, mài, đánh bóng v.v...	Bề mặt tiếp xúc động: mặt răng, mặt pittông, xi lanh, chốt v.v...
7	1,25-0,63	-	0,8		
8	0,63-0,32	-	0,8		
9	0,32-0,16	-	0,8	Mài tinh mỏng, nghiền, rà, gia công đặc biệt, ph. pháp khác	Bề mặt mút, van, bi, con lăn, dụng cụ đo, căn mẫu v.v...
10	0,16-0,08	-	0,25		
11	0,08-0,04	-	0,25		
12	0,04-0,02	-	0,25		
13	-	0,1 - 0,05	0,08		Bề mặt làm việc chi tiết chính xác, dụng cụ đo
14	-	0,05 - 0,025	0,08		

1.2.2. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA LỚP BỀ MẶT SẢN PHẨM

Tính chất cơ lý của lớp bề mặt gồm cấu trúc tế vi bề mặt, độ cứng tế vi, trị số và dấu của ứng suất dư bề mặt. Chúng ảnh hưởng nhiều đến tuổi thọ của chi tiết máy. Cấu trúc tế vi và tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết sau gia công được giới thiệu trên H.1.4:

- **Mặt ngoài bị phá huỷ** (1) do chịu lực ép và ma sát khi cắt gọt, nhiệt độ tăng cao. Ngoài cùng là màng khí hấp thụ dày khoảng $2 \div 3$ ăngstron ($1\text{\AA} = 10^{-8}\text{cm}$), nó hình thành khi tiếp xúc với không khí và mất đi khi bị nung nóng. Sau đó là lớp bị ôxy hoá dày khoảng $(40 \div 80)\text{\AA}$.
- **Lớp cứng nguội** (2) là lớp kim loại bị biến dạng dẻo có chiều dày khoảng $50.000\text{\AA}$, với độ cứng cao thay đổi giảm dần từ ngoài vào, làm tính chất cơ lý thay đổi. **Kim loại cơ bản** từ vùng (3) trở vào.



H.1.4. Tính chất cơ lý lớp bề mặt

1.3. KHÁI NIỆM VỀ ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG CƠ KHÍ

1.3.1. KHÁI NIỆM VỀ ĐỘ CHÍNH XÁC GIA CÔNG

Độ chính xác gia công của chi tiết máy là đặc tính quan trọng của ngành cơ khí nhằm đáp ứng yêu cầu của máy móc thiết bị cần có khả năng làm việc chính xác để chịu tải trọng, tốc độ cao, áp lực lớn, nhiệt độ v.v...

Độ chính xác gia công là mức độ chính xác đạt được khi gia công so với yêu cầu thiết kế. Trong thực tế độ chính xác gia công được biểu thị bằng các sai số về kích thước, sai lệch về hình dáng hình học, sai lệch về vị trí tương đối giữa các yếu tố hình học của chi tiết được biểu thị bằng **dung sai**.

Độ chính xác gia công còn phần nào được thể hiện ở hình dáng hình học lớp tế vi bề mặt. Đó là độ bóng hay độ nhẵn bề mặt, còn gọi là **độ nhám**.

1.3.2. DUNG SAI

a/ Khái niệm

Khi chế tạo một sản phẩm, không thể thực hiện kích thước, hình dáng, vị trí chính xác một cách tuyệt đối để có sản phẩm giống hệt như mong muốn và giống nhau hàng loạt, vì việc gia công phụ thuộc vào nhiều yếu tố khách quan như độ chính xác của dụng cụ, thiết bị gia công, dụng cụ đo, trình độ tay nghề của công nhân v.v... Do đó mọi sản phẩm khi thiết kế cần tính đến một sai số cho phép sao cho đảm bảo tốt các yêu cầu kỹ thuật, chức năng làm việc và giá thành hợp lý. Dung sai đặc trưng cho độ chính xác yêu cầu của kích thước hay còn gọi là độ chính xác thiết kế và được ghi kèm với kích thước danh nghĩa trên bản vẽ kỹ thuật.

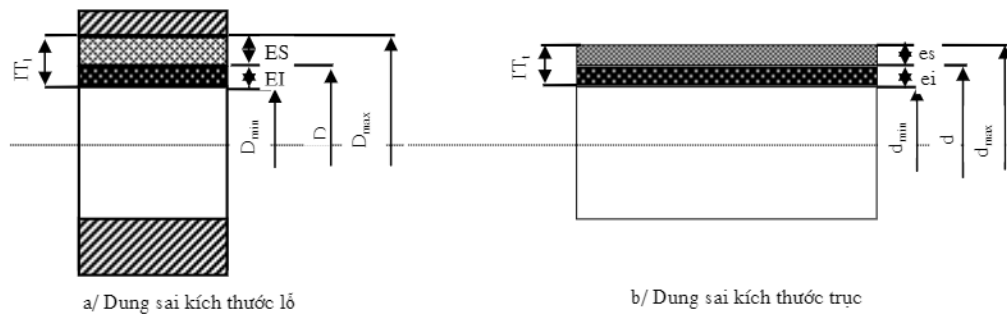
Trị số dung sai kích thước (IT- μm)

D (d) Cấp chính xác	≤ 3	> 3 ÷ 6	> 6 ÷ 10	> 10 ÷ 18	> 18 ÷ 30	> 30 ÷ 50	> 50 ÷ 80	> 80 ÷ 120	> 120 ÷ 180	> 180 ÷ 250
5	4	6	8	8	9	11	13	15	18	20
6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29
7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46
8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72
9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115
10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185
11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290
12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460

D (d) - Kích thước danh nghĩa của chi tiết.

b/ Dung sai kích thước

Dung sai kích thước là sai số cho phép giữa kích thước đạt được sau khi gia công và kích thước danh nghĩa. Đó là hiệu giữa kích thước giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất hoặc hiệu đại số giữa sai lệch trên và sai lệch dưới. Trên H.1.5. biểu diễn dung sai kích thước lỗ và trục:



H.1.5. Dung sai kích thước trục và lỗ

Theo TCVN 2244 - 99 cũng như ISO ký hiệu chữ in hoa dùng cho lỗ, ký hiệu chữ thường dùng cho trục. Trong đó:

D (d): Kích thước danh nghĩa, sử dụng theo kích thước trong dãy ưu tiên của TCVN 192 - 66.

- D_{max} , d_{max} : kích thước giới hạn lớn nhất.
 - D_{min} , d_{min} : kích thước giới hạn nhỏ nhất.
 - $ES = D_{max} - D$, $es = d_{max} - d$: sai lệch trên.
 - $EI = D_{min} - D$, $ei = d_{min} - d$: sai lệch dưới.
 - $IT_1 = D_{max} - D_{min} = \Delta D = ES - EI$: khoảng dung sai của lỗ.
 - $IT_t = d_{max} - d_{min} = \Delta d = es - ei$: khoảng dung sai của trục.
- Dung sai lắp ghép là tổng dung sai của lỗ và trục.

c/ Miền dung sai

Lỗ là tên gọi được dùng để ký hiệu các bề mặt trụ trong các chi tiết. Theo ISO và TCVN miền dung sai của lỗ được ký hiệu bằng một chữ in hoa A, B, C..., Z_A , Z_B , Z_C (ký hiệu sai lệch cơ bản) và một số (ký hiệu cấp chính xác), trong đó có lỗ cơ sở có sai lệch cơ bản H với $EI = 0$ ($D_{min} = D$), cấp chính xác J_s có các sai lệch đối xứng ($|ES| = |EI|$).

Trục là tên gọi được dùng để ký hiệu các bề mặt trụ ngoài bị bao của chi tiết. Miền dung sai của trục được ký hiệu bằng chữ thường a, b, c..., z_a , z_b , z_c ; trong đó trục cơ bản có cấp chính xác h với $ei = 0$ ($d_{min} = d$), cấp chính xác j_s có các sai lệch đối xứng ($|es| = |ei|$).

Tri số dung sai và sai lệch cơ bản xác định miền dung sai. Miền dung sai của trục và lỗ được trình bày trên H.1.6:

H.1.6. Vị trí các miền dung sai của Trục và Lỗ

Mỗi kích thước được ghi gồm 2 phần: kích thước danh nghĩa và miền dung sai. Trên bản vẽ chế tạo ghi kích thước danh nghĩa và giá trị các sai lệch. Ví dụ: trên bản thiết kế ghi $\phi 20H7$, $\phi 40g6$ còn trên bản vẽ chế tạo ghi kích thước tương ứng (tra bảng): $\phi 20^{+0,021}_{-0,009}$, $\phi 40^{+0,009}_{-0,025}$...

d/ Sai số hình dáng và vị trí

Sai số hình dáng hình học là những sai lệch về hình dáng hình học của sản phẩm thực so với hình dáng hình học khi thiết kế như độ thẳng, độ phẳng, độ tròn...

Sai số hình dáng hình học

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Dung sai độ thẳng	
2	Dung sai độ phẳng	
3	Dung sai độ tròn	
4	Dung sai độ trụ	

Sai số vị trí tương đối các bề mặt

TT	Tên gọi	Ký hiệu
1	Dung sai độ song song	
2	Dung sai độ vuông góc	
3	Dung sai độ đồng tâm	
4	Dung sai độ đối xứng	
5	Dung sai độ giao nhau	
6	D. sai độ đảo mặt đầu	
7	D. sai độ đảo hướng kính	

Sai lệch vị trí tương đối là sự sai lệch vị trí thực của phần tử được khảo sát so với vị trí danh nghĩa như độ không song song, độ không vuông góc, độ không đồng tâm, độ đảo v.v... Các ký hiệu và ví dụ cách ghi các sai lệch này trên bản vẽ.

Đ/ Cấp chính xác

Cấp chính xác được qui định theo trị số từ nhỏ đến lớn theo mức độ chính xác kích thước. TCVN và ISO chia ra 20 cấp chính xác đánh số theo thứ tự độ chính xác giảm dần là 01, 0, 1, 2, ...15, 16, 17, 18. Trong đó:

- Cấp 01 ÷ cấp 1 là các cấp siêu chính xác.
- Cấp 1 ÷ cấp 5 là các cấp chính xác cao, cho các chi tiết chính xác, dụng cụ đo.
- Cấp 6 ÷ cấp 11 là các cấp chính xác thường, áp dụng cho các mối lắp ghép.
- Cấp 12 ÷ cấp 18 là các cấp chính xác thấp, dùng cho các kích thước tự do (không lắp ghép).

1.3.3. LẮP GHÉP VÀ PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP

a/ Hệ thống lắp ghép

- **Hệ thống lỗ:** là hệ thống lắp ghép lấy lỗ làm chuẩn, ta chọn trục để có các kiểu lắp khác nhau; miền dung sai ký hiệu bằng chữ in hoa; tại miền dung sai lỗ cơ bản H có $ES > 0$, còn $EI = 0$. Hệ thống lỗ thường được sử dụng nhiều hơn hệ thống trục.
- **Hệ thống trục:** là hệ thống lắp ghép lấy trục làm chuẩn, ta chọn lỗ để có các kiểu lắp khác nhau; miền dung sai ký hiệu bằng chữ thường; miền dung sai trục cơ bản h có $es = 0$, còn $ei < 0$.

b/ Phương pháp lắp ghép

Lắp lỏng: là phương pháp lắp ghép mà kích thước trục luôn luôn nhỏ hơn kích thước của lỗ, giữa 2 chi tiết lắp ghép có độ hở, chúng có thể chuyển động tương đối với nhau nên dùng các mối lắp ghép có truyền chuyển động quay hay trượt. Dạng lắp ghép này, theo TCVN lỗ có miền dung sai A, B, ...G, H hoặc các trục có miền dung sai a, b, ...g, h.

Lắp chặt: là phương pháp lắp ghép mà kích thước trục luôn luôn lớn hơn kích thước lỗ. Khi lắp ghép giữa 2 chi tiết có độ dôi nên cần có lực ép chặt hoặc gia công nhiệt cho lỗ (hoặc trục), thường dùng cho các mối lắp ghép có truyền lực.

Dạng lắp ghép này, theo TCVN lỗ có miền dung sai P, R, ..., Z_C hoặc các trục có miền dung sai p, r, ..., z_c.

