

Chương IV

DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP

CÁC CHI TIẾT ĐIỀN HÌNH

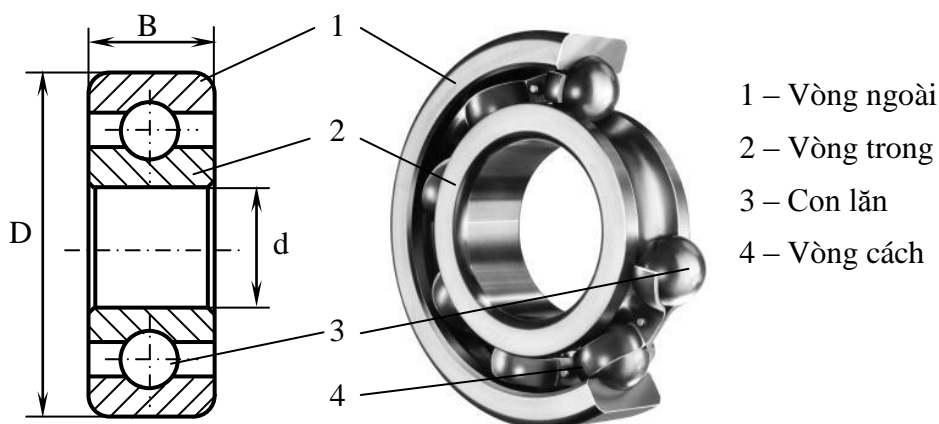
Mục tiêu chương IV: Sau khi học xong chương này, các sinh viên có khả năng:

1. Mô tả được cấu tạo của các loại ổ lăn.
2. Giải thích được ý nghĩa của ký hiệu ổ lăn theo TCVN.
3. Chọn được lắp ghép ổ lăn phù hợp với điều kiện làm việc của bộ phận máy hoặc máy. Từ đó, tra được sai lệch giới hạn và tính được kích thước giới hạn của các chi tiết lắp ghép với ổ lăn.
4. Ghi kích thước lắp ghép ổ lăn trên bản vẽ lắp.
5. Chọn được lắp ghép cho mỗi ghép then và then hoa phù hợp với điều kiện làm việc của bộ phận máy hoặc máy.
6. Xác định được sai lệch giới hạn và kích thước giới hạn của các chi tiết trong mỗi ghép then và then hoa.
7. Chọn được lắp ghép cho mỗi ghép ren phù hợp với điều kiện làm việc.

4.1. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP Ổ LĂN

4.1.1. Khái niệm

1. Cấu tạo và các kích thước cơ bản



Hình 4.1: Cấu tạo và các kích thước cơ bản của ổ lăn

Ổ lăn là một loại chi tiết máy đã được tiêu chuẩn hóa và được chế tạo tập trung ở các nhà máy chuyên môn hóa. Ổ lăn được lắp với các bộ phận máy theo những kích thước cơ bản sau:

- Kích thước đường kính trong của vòng trong d .
- Kích thước đường kính ngoài của vòng ngoài D .
- Kích thước chiều rộng ổ B .

Các yếu tố kích thước cơ bản đó (còn gọi là những kích thước bên ngoài) được chế tạo đạt tính đối xứng hoàn toàn (bảng 12, phụ lục 3). Còn các kích thước khác của các chi tiết bên trong như đường kính bi hoặc con lăn, kích thước đường lăn của các vòng ổ ... (còn gọi là những kích thước bên trong) chỉ có tính đối xứng bộ phận. Sở dĩ như vậy là vì độ chính xác cao của ổ lăn là do các kích thước bên trong này quyết định, nhưng đồng thời cũng để tạo điều kiện dễ dàng cho việc chế tạo các chi tiết của ổ, các kích thước này chỉ được chế tạo có tính đối xứng không hoàn toàn và được lắp ghép bằng phương pháp lựa chọn.

2. Ký hiệu

Ổ lăn được ký hiệu bằng một dãy số, đọc theo thứ tự từ phải sang trái.

- Hai số đầu: biểu thị đường kính trong của ổ.

+ $20 \leq d \leq 495$: hai số đầu bằng $1/5d$.

+ $10 \leq d < 20$: gồm 4 cỡ đường kính d .

d	10	12	15	17
Ký hiệu	00	01	02	03

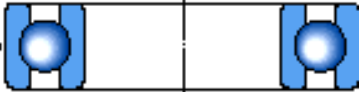
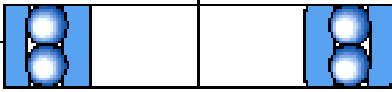
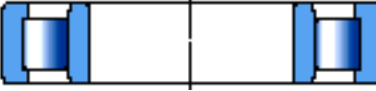
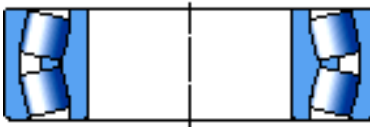

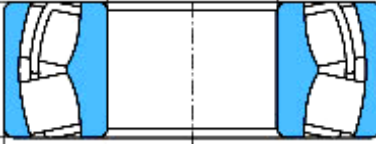
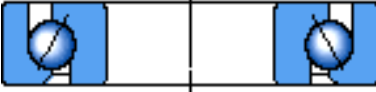


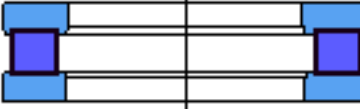
+ $d \leq 9$: số đầu biểu thị trị số thực của d , số thứ hai chỉ cỡ ổ, số thứ ba là số 0.

Ghi chú: Các ổ lăn có đường kính $d = 10 \div 20$ mm nhưng không trùng với các trị số ghi trên, đường kính trong được ký hiệu theo các đường kính trong danh nghĩa gần đúng ghi trên. Khi đó, chữ số thứ ba kể từ phải sang là số 9.

- Số thứ ba: chỉ cỡ ổ (biểu thị cho cỡ kích thước đường kính ngoài D và bề rộng B), gồm có:

1 – rất nhẹ; 2 – nhẹ; 3 – trung bình; 4 – nặng; 5 – nhẹ rộng;
6: trung bình rộng; 7 và 8 – ổ lăn có đường kính ngoài hoặc chiều rộng không tiêu chuẩn.

- Số thứ tư: chỉ loại ổ

Loại ổ	Ký hiệu	Hình dạng
Ổ bi đỡ một dãy	0	
Ổ bi đỡ tự lựa	1	
Ổ đĩa trụ ngắn đỡ	2	
Ổ đĩa trụ đỡ tự lựa	3	
Ổ kim hoặc trụ dài	4	
Ổ đĩa trụ xoắn đỡ	5	
Ổ bi đỡ chặn	6	
Ổ đĩa côn	7	
Ổ bi chặn	8	
Ổ đĩa chặn	9	

- Số thứ năm và sáu (nếu có): chỉ đặc điểm về cấu tạo ổ. Ví dụ:
 - + Có một vòng che bụi: 06
 - + Có hai vòng che bụi: 08
 - + Có vai: 34
 - + Thể hiện góc tiếp xúc của bi trong ổ đỡ chặn.

• Số cuối cùng được ngăn cách bằng gạch ngang (–) chỉ cấp chính xác. TCVN 1480-1984 qui định 5 cấp chính xác ổ lăn và được ký hiệu là P0, P6, P5, P4, P2 (cho phép dùng ký hiệu 0, 6, 5, 4, 2) với mức độ chính xác tăng dần. Thông thường sử dụng cấp chính xác 0 và tiêu chuẩn qui định không cần ghi số 0 trong ký hiệu. Các cấp chính xác khác được dùng khi yêu cầu số vòng quay lớn và độ chính xác cao. Ngoài ra, còn có các cấp chính xác trung gian như 56, 45, 24 trong đó số đầu chỉ cấp chính xác của vòng trong, số sau chỉ cấp chính xác của vòng ngoài. Tiêu chuẩn TCVN 1484-1985 qui định dung sai của các thông số kích thước và độ chính xác quay của ổ lăn tương ứng với các cấp chính xác của ổ.

Ví dụ: Ổ lăn có ký hiệu 6305 có $d = \varnothing 25$, cỡ trung bình, loại ổ bi đỡ chặn, cấp chính xác 0.

4.1.2. Chọn lắp ghép ổ lăn

Để đạt được tính đối lẫn hoàn toàn cũng như để giảm bớt số loại ổ thì đường kính ngoài D và đường kính trong d của ổ được chế tạo với sai lệch không phụ thuộc vào đặc tính lắp ghép của nó với các bộ phận máy khác mà là theo tiêu chuẩn đã định sẵn. Muốn có các đặc tính lắp ghép khác nhau thì phải thay đổi miền dung sai của các chi tiết lắp ghép với ổ. Như vậy, đường kính D và d được xem như những trục cơ bản và lỗ cơ bản. Do đó, lắp ghép của vòng ngoài với lỗ của thân hộp được thực hiện theo hệ thống trục, còn lắp ghép vòng trong với trục theo hệ thống lỗ. Tuy nhiên có điểm đặc biệt ở đây là miền dung sai của đường kính D và d của ổ lăn **đều phân bố về phía âm** so với vị trí kích thước danh nghĩa (bảng 13, phụ lục 3).

Việc chọn kiểu lắp cho mỗi ghép ổ lăn trên trục và trong hộp tùy thuộc vào:

- + Kiểu và kích thước và cấp chính xác ổ lăn.
- + Điều kiện sử dụng ổ.
- + Trị số, phương và đặc tính tải trọng tác dụng lên ổ.
- + Dạng tải trọng tác dụng lên các vòng của ổ lăn.

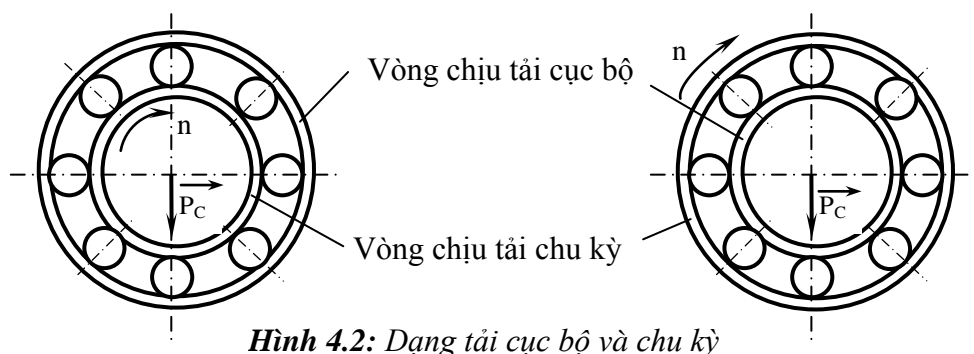
Tùy theo điều kiện làm việc, các vòng lăn có thể có các dạng tải sau:

1. Dạng tải cục bộ

Vòng chịu tải cục bộ là vòng chịu tác dụng của một lực hướng tâm cố định về phương và trị số lên một điểm hoặc một phần rất nhỏ của đường lăn.

2. Dạng tải chu kỳ

Vòng chịu tải chu kỳ là vòng chịu tác dụng của một lực hướng tâm luân lượt trên khắp đường lăn của ổ.



Hình 4.2: Dạng tải cục bộ và chu kỳ

3. Dạng tải dao động

Vòng chịu tải dao động là vòng chịu tác dụng của một lực hướng tâm vào một phần đường lăn nhưng phương và trị số của lực sẽ dao động trong phần đường lăn ấy theo chu kỳ quay của lực.

Ví dụ: vòng lăn chịu hai tải trọng hướng tâm: tải trọng hướng tâm cố định \vec{P}_C và tải trọng hướng tâm quay \vec{P}_Q . Có thể xảy ra hai trường hợp:

- $|\vec{P}_C| > |\vec{P}_Q|$: Hợp lực $\vec{P}_T = \vec{P}_C + \vec{P}_Q$ cũng có gốc ở O. Khi \vec{P}_Q quay thì ngọn của \vec{P}_T sẽ vạch ra một vòng tròn tâm O' (O' là điểm ngọn của \vec{P}_C), bán kính bằng $|\vec{P}_Q|$. Vì $|\vec{P}_C| > |\vec{P}_Q|$ nên gốc O của lực \vec{P}_T không nằm trong vòng tròn này nghĩa là lực \vec{P}_T chỉ tác động trong một góc α của vòng lăn mà thôi (hình 4.3a).

Kết luận:

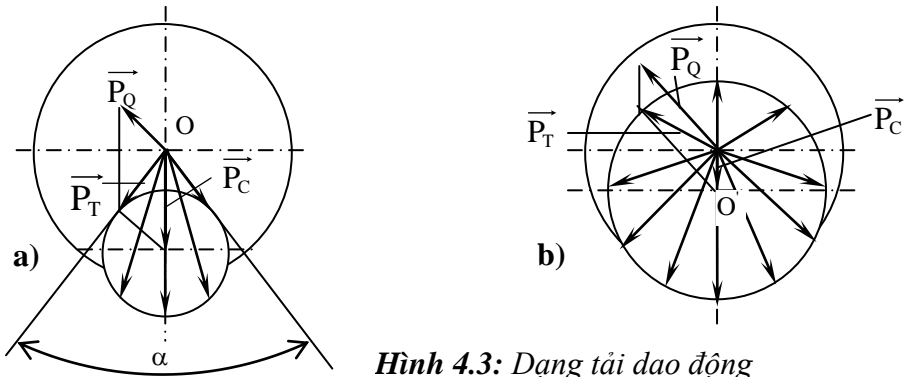
+ Vòng đứng yên sẽ chịu tải dao động.

+ Vòng quay sẽ chịu tải chu kỳ.

- $|\vec{P}_C| < |\vec{P}_Q|$: Hợp lực $\vec{P}_T = \vec{P}_C + \vec{P}_Q$ cũng có gốc ở O. Khi \vec{P}_Q quay ngọn của \vec{P}_T sẽ vạch ra một vòng tròn tâm O' (O' là điểm ngọn

của \vec{P}_C), bán kính bằng $|\vec{P}_Q|$. Vì $|\vec{P}_C| < |\vec{P}_Q|$ nên gốc O của lực \vec{P}_T nằm trong vòng tròn này nghĩa là lực \vec{P}_T sẽ tác động theo mọi hướng trên đường lăn (hình 4.3b).

- Kết luận:*
- + Vòng đứng yên sẽ chịu tải chu kỳ.
 - + Vòng quay sẽ chịu tải cục bộ.



Hình 4.3: Dạng tải dao động

Bảng 4.1: 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 lăn	Vòng quay	Vòng trong	Vòng ngoài
có hướng không đổi	vòng trong	chu kỳ	cục bộ
	vòng ngoài	cục bộ	chu kỳ
có hướng không đổi và quay một lượng nhỏ	vòng trong	chu kỳ	dao động
	vòng ngoài	dao động	chu kỳ
có hướng không đổi và quay một lượng lớn	vòng trong	cục bộ	chu kỳ
	vòng ngoài	chu kỳ	cục bộ
có hướng không đổi	vòng trong và vòng ngoài quay cùng chiều hoặc ngược chiều với vận tốc góc khác nhau	chu kỳ	chu kỳ
quay cùng với vòng trong		cục bộ	chu kỳ
quay cùng với vòng ngoài		chu kỳ	cục bộ

Qua sự phân tích các dạng tải trọng trên, người ta rút ra nguyên tắc để chọn lắp ghép cho ổ lăn như sau:

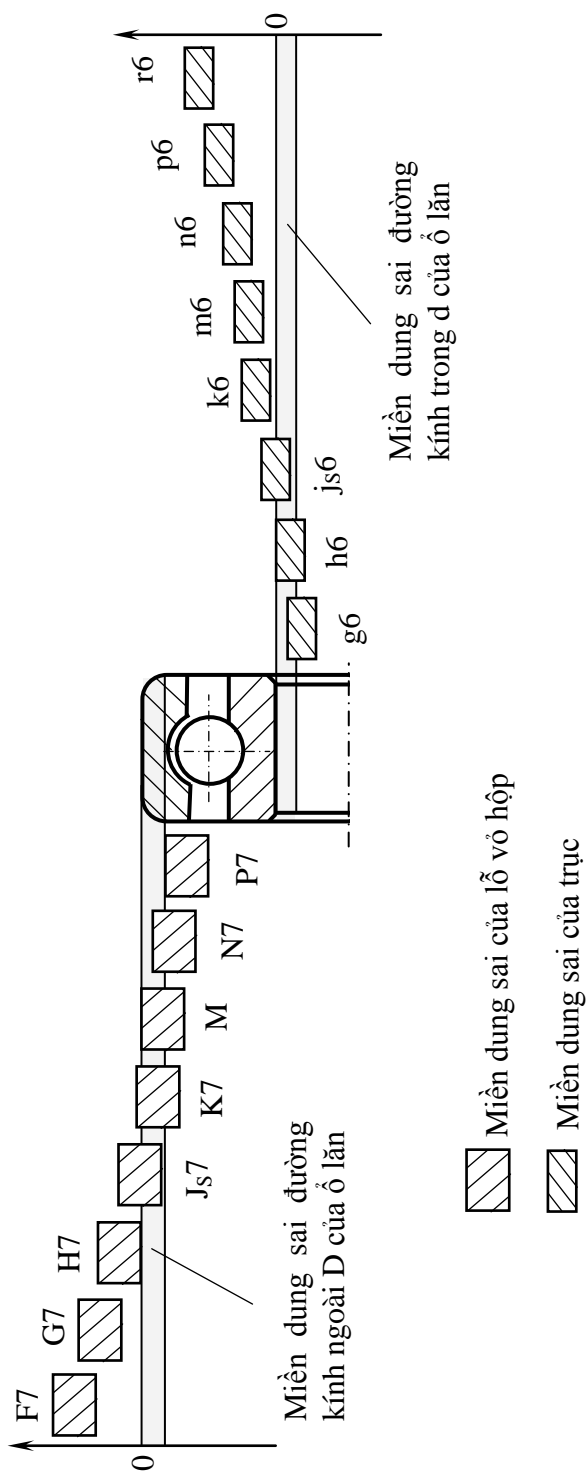
- Vòng chịu tải cục bộ và dao động chỉ chịu tải ở một phần đường lăn nên đường lăn mòn không đều. Do đó nên chọn **lắp ghép có độ hở** cho vòng đó với chi tiết máy để dưới tác dụng của sự va đập và rung động, vòng lăn có thể xô dịch theo bề mặt lắp ghép. Nhờ đó mà thay đổi phần đường lăn chịu tải, làm cho đường lăn mòn đều, nâng cao tuổi thọ của ổ.
- Vòng chịu tải chu kỳ sẽ mòn đều vì tải lần lượt tác động lên toàn bộ đường lăn. Do đó nên chọn **lắp ghép có độ dôi** cho vòng đó với chi tiết máy để loại trừ khả năng trượt của vòng lăn với bề mặt lắp ghép.

Bảng 4.2: Các miền dung sai tiêu chuẩn của trục và lỗ lắp với ổ lăn

Cấp chính xác	Trục										Lỗ									
	Sai lệch cơ bản																			
	f	g	h	j _s	(j)	k	m	n	p	r	F	G	H	J _s	(J)	K	M	N	P	
	Miền dung sai																			
3			h3	j _s 3																
4		g4	h4	j _s 4		k4	m4	n4					H4	J _s 4						
5		g5	h5	j _s 5	(j5)	k5	m5	n5					H5	J _s 5		K5	M5			
6	f6	g6	h6	j _s 6	(j6)	k6	m6	n6	p6	r6		G6	H6	J _s 6	(J6)	K6	M6	N6	P6	
7										r7		G7	H7	J _s 7	(J7)	K7	M7	N7	P7	
8			h8								F8		H8							
9			h9										H9							

Chú thích: Hạn chế sử dụng miền dung sai trong ngoặc đơn.

Việc chọn lắp ghép cụ thể tùy thuộc vào điều kiện làm việc của ổ lăn sẽ theo hướng dẫn trong bảng 14 và 15, phụ lục 3.



Hình 4.4: Các miền dung sai của chi tiết lắp với ổ lăn

4.1.3. Độ hở hướng tâm trong ổ lăn

Độ hở hướng tâm trong ổ lăn là độ hở giữa con lăn và vòng lăn của ổ. Chính nhờ nó mà vòng trong và vòng ngoài ổ lăn có thể chuyển động tương đối với nhau dễ dàng.

Người ta phân biệt độ hở hướng tâm của ổ lăn trong những trường hợp sau:

1. Độ hở hướng tâm ban đầu Δ_1

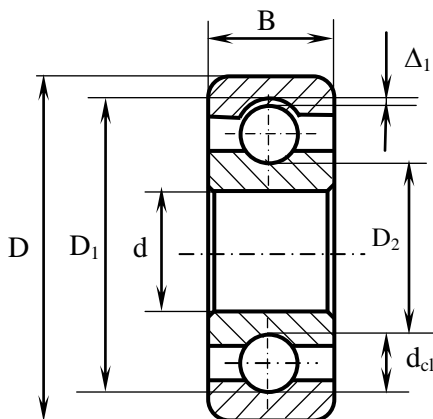
Độ hở hướng tâm ban đầu Δ_1 là độ hở hướng tâm trong ổ lăn khi mới chế tạo xong, chưa lắp ghép với bộ phận máy khác.

$$\Delta_1 = D_1 - (D_2 + 2d_{cl}) \quad (4.1)$$

với D_1 , D_2 – đường kính của vòng lăn, được xác định như hình 4.5

d_{cl} – đường kính của con lăn.

Hình 4.5: Độ hở hướng tâm ban đầu của ổ lăn



Độ hở hướng tâm ban đầu Δ_1 của ổ lăn được cho trong bảng 16, phụ lục 3.

2. Độ hở hướng tâm lắp ghép Δ_2

Độ hở hướng tâm lắp ghép Δ_2 là độ hở hướng tâm sau khi lắp ổ lăn vào bộ phận máy.

Khi lắp ổ lăn vào bộ phận máy khác, thường một trong hai vòng của ổ sẽ lắp có độ dôi. Độ dôi đó làm cho vòng trong lớn ra hoặc vòng ngoài bé đi (tùy thuộc vào kiểu lắp của mỗi vòng) nghĩa là làm giảm độ hở hướng tâm ban đầu Δ_1 (hình 4.6).

$$\text{Nếu vòng ngoài lắp có độ dôi: } \Delta_2 = \Delta_1 - \Delta D_1 \quad (4.2)$$

$$\text{Nếu vòng trong lắp có độ dôi: } \Delta_2 = \Delta_1 - \Delta D_2 \quad (4.3)$$

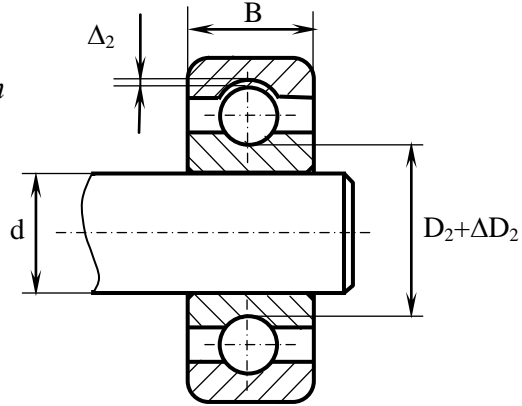
Với $\Delta D_1, \Delta D_2$ – biến dạng của vòng ngoài, vòng trong do tác động của độ dôi lắp ghép.

Để ổ lăn làm việc được, người ta yêu cầu $\Delta_2 \geq 0$, nghĩa là:

$$\Delta_2 = \Delta_1 - \Delta D_1 \geq 0 \Rightarrow \Delta D_1 \leq \Delta_1 \quad (4.4)$$

$$\Delta_2 = \Delta_1 - \Delta D_2 \geq 0 \Rightarrow \Delta D_2 \leq \Delta_1 \quad (4.5)$$

Hình 4.6: Độ hở hướng tâm lắp ghép của ổ lăn



Như vậy, sau khi chọn lắp ghép cho ổ lăn, phải kiểm tra lại bất đẳng thức sau:

$$\begin{cases} \Delta D_{1\max} \leq \Delta_1: \text{trường hợp vòng ngoài lắp có độ dôi} \\ \Delta D_{2\max} \leq \Delta_1: \text{trường hợp vòng trong lắp có độ dôi} \end{cases}$$

trong đó: $\Delta D_{1\max} = 0,75 N_{\max} \frac{D_4}{D} [\mu\text{m}] \quad (4.7)$

và $\Delta D_{2\max} = 0,75 N_{\max} \frac{d}{D_3} [\mu\text{m}] \quad (4.8)$

với N_{\max} – độ dôi lớn nhất của kiểu lắp $[\mu\text{m}]$

D_3 – đường kính ngoài biểu kiến của vòng trong $[\text{mm}]$

D_4 – đường kính trong biểu kiến của vòng ngoài $[\text{mm}]$

D_3 và D_4 được xác định như sau:

$$D_3 \approx d + \frac{D - d}{4} \quad (4.9)$$

$$D_4 \approx D - \frac{D - d}{4} \quad (4.10)$$

3. Độ hở hướng tâm làm việc Δ_3

Độ hở hướng tâm làm việc Δ_3 là độ hở hướng tâm của ổ khi ổ đang làm việc. Độ hở này một mặt bị giảm đi do ảnh hưởng của sự giãn nở vì nhiệt của các vòng lăn, mặt khác được tăng lên do ảnh hưởng của sự biến dạng tại chỗ tiếp xúc giữa bi và đường lăn dưới tác dụng của tải trọng, do nhấp nhô bề mặt bị mòn.

Độ hở hướng tâm làm việc ảnh hưởng rất lớn đến độ bền lâu của ổ, bởi vì độ hở này càng nhỏ thì tải trọng phân bố càng đồng đều trên một số lớn viên bi. Để đạt được độ hở hướng tâm làm việc nhỏ, người ta cho phép độ hở hướng tâm lắp ghép có thể chuyển thành độ dôi ($\Delta_2 < 0$) nhưng không được lớn quá; nghĩa là cho phép:

$$\Delta_1 < \Delta D_{1\max} \text{ hoặc } \Delta_1 < \Delta D_{2\max} \quad (4.11)$$

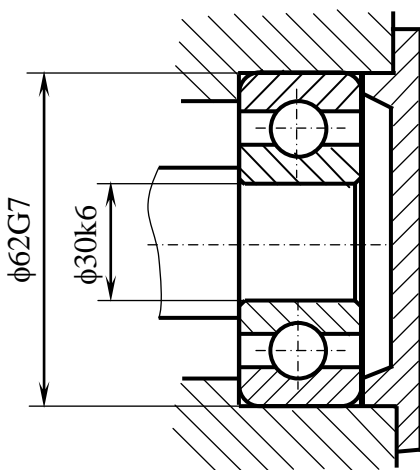
4.1.4. Ghi ký hiệu lắp ghép ổ lăn trên bản vẽ

Vì các kích thước cơ bản D và d của ổ lăn luôn luôn là những trục và lỗ cơ bản nên trên bản vẽ lắp không cần ghi miền dung sai của các đường kính này của ổ lăn mà chỉ ghi miền dung sai của kích thước trục lắp với vòng trong và của lỗ trên thân hộp lắp với vòng ngoài (hình 4.7).

Khi đó, ký hiệu lắp ghép ổ lăn gồm:

- + Kích thước danh nghĩa.
- + Miền dung sai của chi tiết lắp với ổ lăn.

Hình 4.7: Ghi ký hiệu lắp ghép ổ lăn



Ví dụ: Chọn lắp ghép cho mỗi ghép ổ lăn với trục và vỏ hộp với những thông số sau:

Ký hiệu ổ lăn 6314, cấp chính xác 0, tải trọng không đổi về hướng, vòng quay, chế độ làm việc bình thường.

Giải

Bước 1: Chọn lắp ghép cho các vòng lăn của ổ.

Theo số hiệu ổ 6314, tra bảng 12, phụ lục 3 được các kích thước cơ bản của ổ là: $d = \Phi 70\text{mm}$; $D = \Phi 150\text{mm}$; $B = 35\text{mm}$; $r = 3,5\text{mm}$; $r_1 = 2\text{mm}$.

Với điều kiện tải trọng không đổi về hướng, vòng trong quay thì vòng trong chịu tải chu kỳ, vòng ngoài đứng yên sẽ chịu tải cục bộ.

Theo bảng 14, phụ lục 3 với điều kiện: vòng trong chịu tải chu kỳ, loại ổ bi đỡ chặn có cấp chính xác 0, đường kính lắp ghép $d = \Phi 70\text{mm}$, chế độ làm việc bình thường, chọn lắp ghép **k6** cho mỗi ghép vòng trong với trục.

Theo bảng 15, phụ lục 3 với điều kiện: vòng ngoài chịu tải cục bộ, chế độ làm việc bình thường, chọn lắp ghép **G7** cho mỗi ghép vòng ngoài với lỗ.

Bước 2: Kiểm tra độ hở hướng tâm trong ổ lăn.

$$\text{Tra bảng 16, phụ lục 3 có } \Delta_1 = \frac{\Delta_{1\max} + \Delta_{1\min}}{2} = \frac{38 + 14}{2} = 26\mu\text{m}$$

Vì vòng trong chịu tải chu kỳ và lắp có độ dôi nên phải kiểm tra bất đẳng thức: $\Delta D_{2\max} \leq \Delta_1$

$$\text{với } \Delta D_{2\max} = 0,75 N_{\max} \frac{d}{D_3}$$

$$\text{trong đó: } D_3 \approx d + \frac{D - d}{4} = 70 + \frac{150 - 70}{4} = 90\text{mm}$$

$$N_{\max} = e_{s\text{trục}} - EI_{\hat{o}} = (+21) - (-15) = 36\mu\text{m} \text{ (tra } EI_{\hat{o}} \text{ theo bảng 13).}$$

$$(\text{vì } d_{\text{trục}} = \Phi 70\text{k6} \text{ nên } e_{s\text{trục}} = +21\mu\text{m})$$

$$\Rightarrow \Delta D_{2\max} = 0,75 \times 36 \times (70/90) = 21\mu\text{m} < \Delta_1$$

Kết luận: các lắp ghép trên thỏa mãn yêu cầu làm việc.

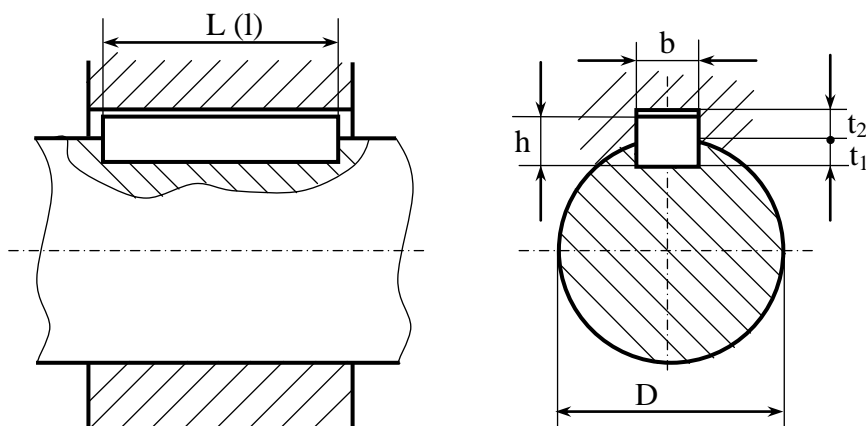
4.2. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP MỖI GHÉP THEN VÀ THEN HOA

4.2.1. Dung sai và lắp ghép mỗi ghép then

1. Khái niệm

Then là một chi tiết phụ trong mỗi ghép hình trụ trơn, dùng để cố định theo chiều quay giữa trục và những chi tiết lắp trên trục như bánh

răng, bánh đai, tay quay... đảm bảo truyền moment xoắn yêu cầu hoặc định hướng khi chi tiết di chuyển tịnh tiến trên trục.



Hình 4.8: Mối ghép then bằng

Tùy theo yêu cầu làm việc, then có hình dáng và kích thước khác nhau: then bằng, then bán nguyệt, then vát, then ma sát ... Trong sản xuất, thường gặp nhất là then bằng nên ở đây chỉ đề cập đến mối ghép then bằng.

Xét một mối ghép then như hình 4.8, ngoài kích thước D (d) là kích thước lắp ghép giữa trục và lỗ, các kích thước của mối ghép then là:

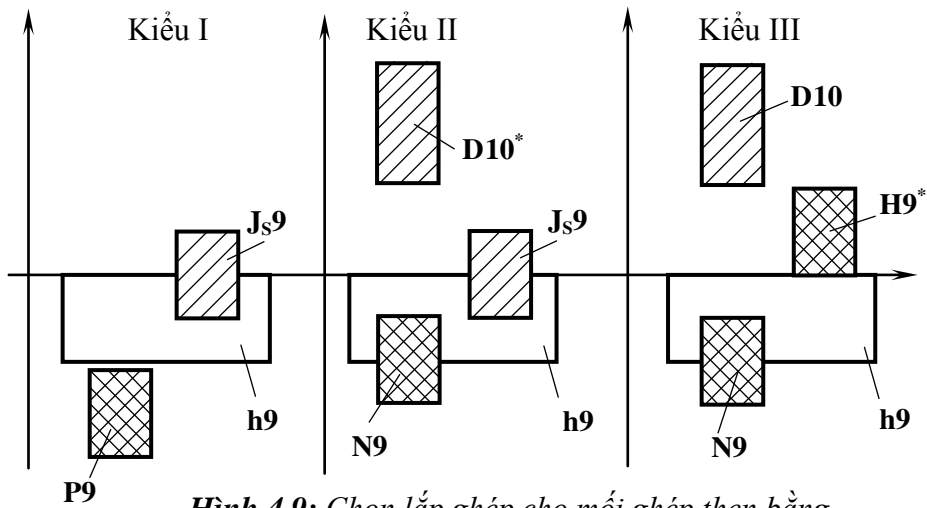
- b : bề rộng của then và rãnh then.
- t_1 : chiều sâu rãnh then trên trục.
- t_2 : chiều sâu rãnh then trên bạc.
- h : chiều cao then.
- l : chiều dài rãnh then trên trục.
- L : chiều dài rãnh then trên bạc.

Các kích thước cơ bản của then và rãnh then cho trong bảng 17, phụ lục 4.

2. Chọn lắp ghép

Then thường được lắp cố định trên trục (lắp ghép trung gian) và lắp động với bạc (lắp ghép có độ hở) theo kích thước lắp ghép b . Độ hở giữa then và bạc có tác dụng để bạc có thể dịch chuyển tịnh tiến trên trục và để bù trừ sai số vị trí giữa rãnh then trên trục và trên bạc. Miền dung sai và kiểu lắp của các yếu tố kích thước trong mối ghép then được chọn như đối với bề mặt trơn, trong đó lắp ghép bề rộng b giữa then với rãnh then trên trục và giữa then với rãnh then trên lỗ được chọn theo hệ thống trục.

TCVN 2261-1977 qui định 3 kiểu lắp ghép cho mỗi ghép then đối với kích thước b như hình 4.9



Hình 4.9: Chọn lắp ghép cho mỗi ghép then bằng

- Kiểu I: dùng cho mỗi ghép cố định trong sản xuất đơn chiếc.
- Kiểu II: dùng cho mỗi ghép cố định trong sản xuất hàng loạt.
- Kiểu III: dùng trong trường hợp chi tiết cần có chuyển động tịnh tiến trên trục.

Chú thích: Miền dung sai của bề rộng then.

Miền dung sai của bề rộng rãnh then trên bạc.

Miền dung sai của bề rộng rãnh then trên trục.

* Miền dung sai dùng cho lắp ghép then dài ($l > 2d$).

Với các kích thước khác của mỗi ghép then, chọn theo các miền dung sai sau:

- Chiều cao then h : Chọn miền dung sai $h9$ khi chiều cao then $h = 2 \div 6 \text{ mm}$; $h11$ khi chiều cao then $h > 6 \text{ mm}$
- Chiều dài then l : Chọn miền dung sai $h14$
- Chiều dài rãnh then trên trục L : Chọn miền dung sai $H15$
- Dung sai chiều sâu rãnh then trên trục t và trên lỗ t_1 được chọn tùy theo chiều cao then h : $+0,1\text{mm}$ (khi $h = 2 \div 6\text{mm}$), $+0,2\text{mm}$ (khi $h = 6 \div 18\text{mm}$), $+0,3\text{mm}$ (khi $h = 18 \div 50\text{mm}$).

4.2.2. Dung sai và lắp ghép mối ghép then hoa

1. Khái niệm

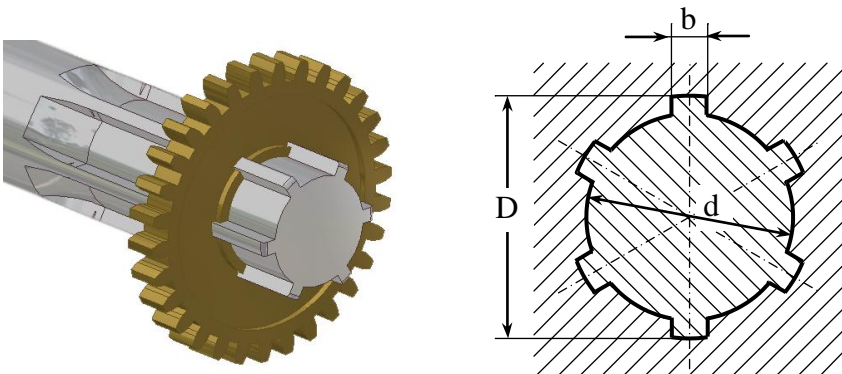
Then hoa là hình ảnh của nhiều then thường nhưng những then này liền một khối với trục và phân bố đều trên mặt trụ. Khi đó, mối ghép chỉ còn hai chi tiết là trục then hoa và lỗ then hoa. Mối ghép then hoa được sử dụng rất rộng rãi trong ngành chế tạo máy vì nó có cùng công dụng nhưng lại có nhiều ưu điểm hơn so với mối ghép then thường:

- Truyền được công suất lớn hơn so với mối ghép then thường cùng kích thước.
- Có độ bền cao, chịu va đập và tải trọng động tốt hơn.

Tùy thuộc vào dạng răng, mối ghép then hoa được chia ra:

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

Trong ngành chế tạo máy hiện nay, mối ghép then hoa dạng răng chữ nhật được dùng phổ biến nhất nên ở đây chỉ giới thiệu loại này (hình 4.10)



Hình 4.10: Các kích thước cơ bản của mối ghép then hoa

Các kích thước cơ bản của mối ghép then hoa gồm:

- + Đường kính ngoài D của lỗ then hoa và trục then hoa.
- + Đường kính trong d của lỗ then hoa và trục then hoa.
- + Bề rộng b của lỗ then hoa và trục then hoa.

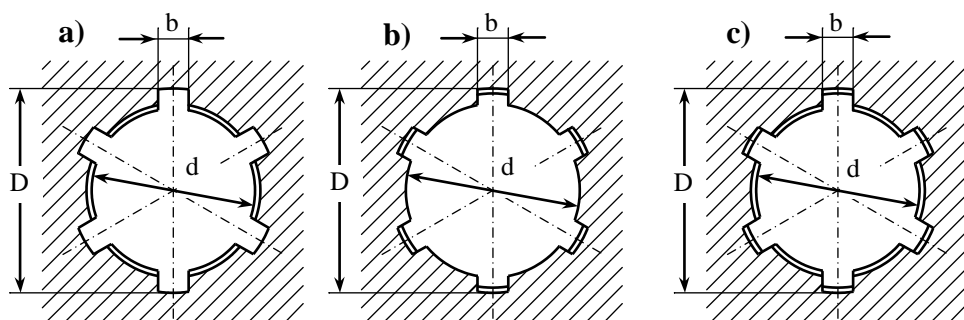
Giá trị các thông số kích thước được cho trong bảng 18, phụ lục 4.

Tùy theo phương pháp định tâm giữa hai chi tiết trục then hoa và lỗ then hoa mà TCVN 2324-1978 qui định dung sai và kiểu lắp cho các yếu tố kích thước trên. Có ba phương pháp định tâm (hình 4.11):

+ Định tâm theo đường kính ngoài D : hai yếu tố kích thước lắp ghép là D và b (hình 4.11a).

+ Định tâm theo đường kính trong d : hai yếu tố kích thước lắp ghép là d và b (hình 4.11b).

+ Định tâm theo mặt bên của then b : chỉ một yếu tố kích thước lắp ghép là b (hình 4.11c).



Hình 4.11: Các phương pháp định tâm mối ghép then hoa

2. Chọn lắp ghép

Chi tiết then hoa xét toàn bộ là một chi tiết phức tạp nhưng riêng từng yếu tố thì đường kính ngoài D và đường kính trong d được coi như bề mặt tròn, bề rộng b được coi như then thường. Do đó, việc thành lập các miền dung sai và các kiểu lắp cho mỗi ghép then hoa dựa trên tiêu chuẩn của bề mặt tròn TCVN 2245-1991.

Miền dung sai của các yếu tố kích thước trong mối ghép then hoa được chọn theo bảng 4.3

Bảng 4.3: Miền dung sai của các yếu tố kích thước trong mối ghép then hoa

Định tâm theo đường kính ngoài D			
Miền dung sai D của		Miền dung sai b của	
lỗ then hoa	trục then hoa	lỗ then hoa	trục then hoa
H7 H8	$\boxed{f7}$, g6, h6, $\boxed{j_s6}$, n6 h7	F8 D9 F10 J _s 10	(d9), e8, $\boxed{f7}$, $\boxed{f8}$, h7, h8, $\boxed{j_s7}$ d9, e8, f7, h8, j _s 7 e9, f7, h9 d10
Định tâm theo đường kính trong d			
Miền dung sai d của		Miền dung sai b của	
lỗ then hoa	trục then hoa	lỗ then hoa	trục then hoa
H6 H7 H8	g5, j _s 5 e8, $\boxed{f7}$, $\boxed{g6}$, h6, h7, j _s 6, j _s 7, n6 e8, (e9)	F8 H8 D9 D10 F10 J _s 10	d8, f7, f8, h7, h8, h9, j _s 7 h7, h8, (h9), j _s 7 d9, e8, f7, f8, f9, h8, $\boxed{h9}$, $\boxed{j_s7}$, $\boxed{k7}$ d9 d9, e8, f7, f8, $\boxed{f9}$, h7, h8, h9, $\boxed{j_s7}$ d10
Định tâm theo mặt bên của then b			
Miền dung sai bề rộng rãnh b của lỗ then hoa		Miền dung sai chiều dày b trên trục then hoa	
F8 D9 D10 F10 J _s 10		e8, f8, $\boxed{j_s7}$ d9, $\boxed{e8}$, $\boxed{f8}$, f9, h8, h9, j _s 7, k7 d10, (h10) $\boxed{d9}$, e8, $\boxed{f8}$, f9, h8, h9, j _s 7, k7 d9	

Chú thích:

- * Miền dung sai có $\boxed{}$ là miền dung sai cho lắp ghép ưu tiên.
- * Hạn chế sử dụng miền dung sai trong dấu ().
- * Cho phép kết hợp bất kỳ một miền dung sai của lỗ then hoa và trục then hoa theo hàng ngang tương ứng để tạo ra kiểu lắp cho một yếu tố kích thước.
- * Với đường kính không định tâm, chọn lắp ghép sau: $\frac{H12}{a11}$ cho D ; $\frac{H11}{a11}$ cho d .

Có thể chọn lắp ghép theo kinh nghiệm trong bảng 4.4.

Bảng 4.4: Các lắp ghép thường dùng cho mối ghép then hoa

Yếu tố lắp ghép	Điều kiện làm việc		
	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 hòa, hay tháo lắp	Với mỗi ghép 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	$\frac{H7}{n6}, \frac{H8}{j_s7}$	$\frac{H7}{j_s6}, \frac{H8}{h8}$	$\left(\frac{H7}{f7} \right) \frac{H7}{g6}, \frac{F8}{f7}$
b	Với mỗi ghép không có chuyển động tương đối $\frac{F8}{j_s7}$		$\left(\frac{F8}{f8} \right) \frac{D9}{f9}$

Chú thích: Hạn chế sử dụng các kiểu lắp trong dấu ()

3. Ghi ký hiệu dung sai lắp ghép mối ghép then hoa

Ký hiệu gồm có:

- Chữ cái (d, D, b): biểu thị cho bề mặt định tâm.
- Số răng Z của then hoa, giá trị đường kính trong d, giá trị đường kính ngoài D và bề rộng b theo thứ tự đó.
- Ký hiệu miền dung sai hoặc lắp ghép của yếu tố kích thước nào được ghi ngay sau giá trị kích thước của yếu tố đó.

Ghi chú: Cho phép không chỉ dẫn dung sai hoặc kiểu lắp của đường kính không định tâm trong ký hiệu.

Ví dụ: Trên bản vẽ lắp ghi $D - 8 \times 52 \times 58 \frac{H7}{f7} \times 10 \frac{F8}{f7}$ có nghĩa là mỗi ghép then hoa:

- Định tâm theo đường kính ngoài D.
- Số then Z = 8.
- Đường kính trong d = $\Phi 52$ mm.

- Đường kính ngoài $D = \Phi 58 \text{ mm}$.
- Lắp ghép của đường kính ngoài D 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 $b = 10 \text{ mm}$.
- Lắp ghép của bề rộng b là $\frac{F8}{f7}$, trong đó F8 là miền dung sai bề rộng rãnh của lỗ then hoa và f7 là miền dung sai bề dày răng trên trục then hoa.

Từ ví dụ trên, các ký hiệu ghi trên bản vẽ chi tiết như sau:

- Với bạc then hoa: $D - 8 \times 52 \times 58 \text{ H7} \times 10 \text{ F8}$
- Với trục then hoa: $D - 8 \times 52 \times 58 \text{ f7} \times 10 \text{ f7}$

4.3. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP MỐI GHÉP REN

4.3.1. Khái niệm

Mối ghép ren được sử dụng rất nhiều trong các máy và các dụng cụ. Ren được tạo thành do một đường bao chuyển động xoắn vít trên mặt trụ hay mặt côn.

1. Phân loại

- Theo mặt cơ sở của đường xoắn vít:
 - Ren trụ: đường xoắn vít nằm trên mặt cơ sở là mặt trụ.
 - Ren côn: đường xoắn vít nằm trên mặt cơ sở là mặt côn.
- Theo chiều của đường xoắn vít:
 - Ren phải: khi đường bao chuyển động theo chiều kim đồng hồ và rời xa người quan sát.
 - Ren trái: khi đường bao chuyển động theo chiều ngược chiều kim đồng hồ và rời xa người quan sát.
- Theo sự bố trí của bề mặt ren:
 - Ren ngoài: ren được bố trí trên mặt ngoài.
 - Ren trong: ren được bố trí trên mặt trong.

– Theo số đầu mối của đường xoắn vít: ren 1 đầu mối, ren 2 đầu mối, ..., ren nhiều đầu mối.

– Theo biên dạng ren: ren tam giác, ren vuông, ren hình thang, ren tròn, ren răng cưa...

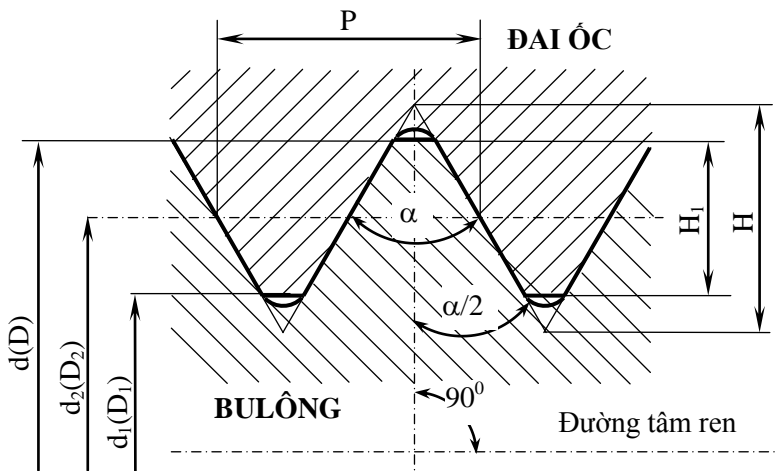
– Theo công dụng:

- Ren giữ chặt: để giữ cố định các chi tiết với nhau, chủ yếu là ren tam giác
- Ren đặc biệt: để truyền động, biến đổi chuyển động hoặc để làm kín, gồm các loại ren vuông, ren thang, ren côn ...

2. Các thông số cơ bản của ren

Bề mặt của chi tiết ren là bề mặt phức tạp, được tạo thành do nhiều yếu tố kích thước và những yếu tố đó đều ảnh hưởng đến tính đối lẫn của ren. Ren tam giác hệ mét là loại được sử dụng rộng rãi nhất nên ở đây chỉ giới thiệu loại này.

Các thông số kích thước cơ bản của ren tam giác gồm:



Hình 4.12: Các thông số kích thước cơ bản của ren tam giác

– Đường kính ngoài của ren D (d): là đường kính của một hình trụ, có đường tâm trùng với đường tâm ren, bao lấy đỉnh của ren ngoài và đáy của 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 của một hình trụ, có đường tâm trùng với đường tâm ren, bao lấy đáy của ren ngoài và đỉnh của ren trong.

– *Đường kính trung bình của ren* D_2 (d_2) là đường kính của một hình trụ, có đường tâm trùng với đường tâm ren và bề mặt của nó cắt các vòng ren sao cho chiều rộng của thân ren và chiều rộng của rãnh bằng nhau.

– *Bước ren* P là khoảng cách giữa hai cạnh ren song song kề nhau đo theo phương trục ren.

– *Góc prôfin ren* α : là góc tạo thành giữa hai cạnh kề nhau của ren đo trong mặt phẳng qua trục ren. Đối với ren đối xứng, thường dùng khái niệm nửa góc prôfin ren $\alpha/2$. Đó là góc tạo thành giữa một cạnh ren và một đường thẳng góc hạ từ đỉnh lý thuyết của ren xuống trục 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.

– *Chiều cao làm việc của ren* H_1 là khoảng 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 của ren* β : là góc tạo thành bởi tiếp tuyến của đường xoắn ốc và mặt phẳng thẳng góc với trục ren.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P}{\pi \cdot d_2} \quad (4.12)$$

4.3.2. Dung sai ren

1. Ảnh hưởng sai số của các yếu tố kích thước đến tính lắp lẫn của ren

Ren là một chi tiết phức tạp, có nhiều thông số cơ bản ảnh hưởng đến tính đối lẫn của ren: đường kính ngoài, đường kính trong, đường kính trung bình, bước ren và góc prôfin ren.

– Đối với đường kính ngoài và trong: Trong mỗi ghép ren, đường kính ngoài và trong coi như không tham gia lắp ghép vì ở đó luôn luôn có độ hở. Tuy nhiên để đề phòng hiện tượng chèn ép kim loại, tiêu chuẩn qui định tại hai đường kính đó không được có độ dôi, nghĩa là:

$$D \geq d \text{ và } D_1 \geq d_1 \quad (4.13)$$

– Đối với đường kính trung bình: Sai số đường kính trung bình xuất hiện và ảnh hưởng đến tính đối lẫn như bề mặt trụ trơn. Do đó, trong dung sai của đường kính này cũng phải chứa một lượng bù do ảnh hưởng sai số khi gia công bản thân đường kính này.

Sai số của bước ren và góc prôfin ren đều có ảnh hưởng đến tính đối lẫn của ren nhưng tiêu chuẩn chỉ qui định dung sai cho đường kính trung bình mà không qui định dung sai riêng cho từng yếu tố bước ren và góc prôfin ren. Mặc dầu các kích thước đường kính của bulông và đai ốc bằng nhau nhưng nếu có sai số về bước và góc prôfin ren thì cũng không thể lắp vào nhau được. Muốn lắp được phải bồi thường cho các sai số đó bằng cách giảm đường kính trung bình của bulông d_2 hoặc tăng đường kính trung bình của đai ốc D_2 một lượng là $(fP + f\alpha)$ với:

* fP – lượng bù hướng kính cho sai số về bước (μm).

$$fP = \Delta P_n \cdot \cotg \alpha / 2 \quad (4.14)$$

trong đó ΔP_n (μm) là sai số tích lũy n bước trong khoảng chiều dài ăn khớp.

* $f\alpha$ – lượng bù hướng kính cho sai số về góc prôfin (μm).

$$f\alpha = \frac{2H_1 \cdot \Delta \frac{\alpha}{2}}{\sin \alpha} \cdot \frac{2\pi}{360 \times 60} \cdot 10^3 \approx \frac{0,582H_1}{\sin \alpha} \cdot \Delta \frac{\alpha}{2} \quad (4.15)$$

trong đó: $\Delta \frac{\alpha}{2}$ (phút) – sai số nửa góc prôfin ren $\alpha/2$.

H_1 – chiều cao làm việc của ren (mm).

Đối với ren hệ mét tiêu chuẩn có $\alpha = 60^\circ$, $H_1 = 0,54P \Rightarrow fP = 1,732\Delta P_n$ và $f\alpha = 0,36P \cdot \Delta$

Nói một cách khác, ảnh hưởng của sai số về bước và góc prôfin ren như đã làm tăng d_2 hoặc giảm D_2 một lượng $(fP + f\alpha)$. Để đặc trưng cho sự thay đổi của đường kính trung bình bulông và đai ốc do ảnh hưởng của sai số về bước và góc prôfin, người ta đưa ra khái niệm "**đường kính trung bình biểu kiến**" được tính bằng công thức sau:

$$d_2' = d_{2th} + (fP + f\alpha) \text{ và } D_2' = D_{2th} - (fP + f\alpha) \quad (4.16)$$

với d_{2th} , D_{2th} – đường kính trung bình thực đo được trên bulông và đai ốc.

Như vậy, chi tiết ren muốn đảm bảo tính lắp lẫn thì không những đường kính trung bình mà cả đường kính trung bình biểu kiến phải nằm trong phạm vi dung sai cho phép, nghĩa là:

$$d_{2min} \leq d_{2th} \leq d_2' \leq d_{2max} \quad (4.17)$$

$$D_{2min} \leq D_2' \leq D_{2th} \leq D_{2max} \quad (4.18)$$

2. Dung sai và cấp chính xác của ren

Tiêu chuẩn TCVN2249-1993 và TCVN2250-1993 qui định dung sai đường kính trung bình ký hiệu là b (bảng 19, phụ lục 5). Đó là dung sai qui định cho đường kính trung bình biểu kiến, gồm ba thành phần và được tính theo công thức sau:

$$b = T_{D_2} + fP + f\alpha \text{ hoặc } b = T_{D_2} + fP + f\alpha. \quad (4.19)$$

Trong đó:

T_{D_2} (T_{D_2}) – dung sai của bản thân đường kính trung bình.

fP – dung sai cho lượng bù hướng kính của sai số về bước.

$f\alpha$ – dung sai cho lượng bù hướng kính của sai số về góc.

Đối với đường kính ngoài và trong, để đảm bảo khe hở lắp ghép thì hai kích thước này không được vượt quá giá trị danh nghĩa về phía lớn hơn đối với bulông và về phía nhỏ hơn đối với đai ốc. Điều đó có nghĩa là sai lệch giới hạn trên của các kích thước d , d_1 của bulông phải nhỏ hơn hay bằng 0 và sai lệch giới hạn dưới của các kích thước D , D_1 của đai ốc phải lớn hơn hay bằng 0 ($es \leq 0$, $EI \geq 0$).

Mặt khác, đường kính ngoài của bulon d và đường kính trong của đai ốc D_1 có ảnh hưởng đến chiều cao làm việc tối thiểu của ren ($H_{1\min}$) nên cần phải qui định thêm sai lệch còn lại cho hai kích thước này nghĩa là phải qui định dung sai cho nó. Tuy nhiên việc qui định dung sai này phải tính đến sự nở ren do biến dạng dẻo kim loại khi tạo thành ren và sai số chế tạo phôi (là sai số gia công đường kính phôi bulông và đường kính lỗ đai ốc). Vì thế dung sai của chúng không qui định quá bé để có thể bồi thường cho sự nở ren và sai số chế tạo phôi.

Trên cơ sở đó, tiêu chuẩn qui định cấp chính xác của ren từ cấp 1 đến cấp 9 theo thứ tự độ chính xác giảm dần. Trong đó, lấy cấp chính xác 6 làm cơ bản, dùng cho ren có độ chính xác trung bình và chiều dài vận ren bình thường. Giá trị dung sai của các đường kính ở cấp chính xác 6 được xác định theo công thức sau:

* Với đường kính trung bình:

$$T_{D_{2(6)}} = 90 \cdot P^{0,4} \cdot d^{0,1} \text{ và } T_{D_{2(6)}} = 1,32 T_{D_{2(6)}} \quad (4.20)$$

* Với đường kính ngoài d :

$$T_{d(6)} = 180 \sqrt[3]{P^2} - \frac{3,15}{\sqrt{P}} \quad (4.21)$$

* Với đường kính trong D_1 :

$$TD_{1(6)} = 433 - 190P^{1,22} \text{ khi } P < 1\text{mm} \quad (4.22a)$$

$$TD_{1(6)} = 230P^{0,7} \text{ khi } P \geq 1\text{mm} \quad (4.22b)$$

trong đó P và d tính bằng mm, T tính bằng μm .

Dung sai của d_2 , D_2 , d , D_1 ở các cấp chính xác còn lại được xác định bằng cách nhân dung sai cấp chính xác 6 với các hệ số dưới đây và làm tròn theo dãy số R_{10} (có công bội $q = 1,25$).

Cấp chính xác	3	4	5	6	7	8	9
Hệ số	0,5	0,63	0,8	1	1,25	1,6	2

Để xác định vị trí của dung sai, tiêu chuẩn cũng qui định những "sai lệch cơ bản" tương tự như đối với bề mặt trơn. Sai lệch cơ bản được ký hiệu bằng những mẫu tự La tinh, chữ thường dùng cho bulông và chữ hoa dùng cho đai ốc, tuy nhiên công thức tính sai lệch có khác. Ví dụ: h , g , e , d , j , m , ... dùng cho bulông và H , G , ... dùng cho đai ốc.

Riêng đối với kích thước đường kính trong của bulông d_1 và đường kính ngoài của đai ốc D thì không cần qui định dung sai mà chỉ cần khống chế một giới hạn là giới hạn trên đối với d_1 ($es \leq 0$) và giới hạn dưới đối với D ($EI \geq 0$) để đảm bảo khe hở ở các đường kính này. Giới hạn còn lại không bắt buộc. Mục đích của việc qui định này nhằm tăng thời gian phục vụ của dụng cụ cắt ren như tarô, bàn ren và cho phép độ mòn của các dụng cụ này tăng lên.

Như vậy, miền dung sai của các kích thước đường kính ren được ký hiệu bởi một con số chỉ cấp chính xác và chữ cái chỉ sai lệch cơ bản. Ví dụ: 5H, 6G, 8h, 3m, ...

4.3.3. Lắp ghép ren

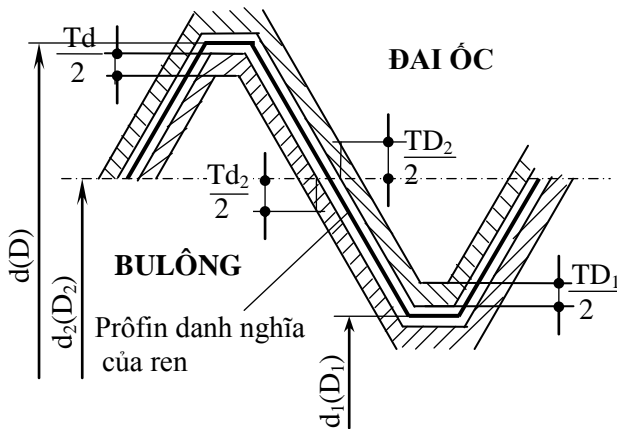
Để đáp ứng những yêu cầu sử dụng khác nhau, lắp ghép ren cũng được chia làm 3 nhóm: lắp ghép có độ hở, lắp ghép trung gian và lắp ghép có độ dôi.

1. Lắp ghép có độ hở (TCVN 1917-1993)

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

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

- Mỗi ghép ren cần có chuyển động tương đối.
- Đảm bảo tháo lắp nhanh và dễ dàng ngay cả khi có lớp rỉ, lớp bẩn hoặc khi cần mạ bề mặt ren.



Hình 4.13: Lắp ghép có độ hở của mỗi ghép ren

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

* Đối với ren bulông: ghi ký hiệu miền dung sai của đường kính trung bình d_2 trước, sau đó đến miền dung sai đường kính ngoài d . Trường hợp hai miền dung sai này giống nhau, chỉ ghi ký hiệu chung không lặp lại.

* Đối với ren đai ốc: ghi ký hiệu miền dung sai của đường kính trung bình D_2 trước, sau đó đến miền dung sai đường kính trong D_1 . Cũng như trên, trường hợp hai miền dung sai này giống nhau, chỉ ghi ký hiệu chung.

Ví dụ: 7h6h; 4h; 6g hay 5H6H; 6H; 7G (Sai lệch giới hạn kích thước ren bulông và đai ốc cho trong bảng 20, 21 phụ lục 5).

Bảng 4.5: Cấp chính xác và sai lệch cơ bản của ren trong lắp có độ hở


Dạng ren	Đường kính ren	Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản
Ren bulông	d	4, 6, 8	d, e, f, g, h
	d_2	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	d, e, f, g, h
Ren đai ốc	D_2	4, 5, 6, 7, 8, 9	E, F, G, H
	D_1	4, 5, 6, 7, 8	E, F, G, H

Chú thích: Cho phép sử dụng miền dung sai phối hợp cấp chính xác khác nhau cho đường kính trung bình và đường kính đỉnh ren (đường kính ngoài của bulông hay đường kính trong của đai ốc). Ví dụ: miền dung sai cho bulông 4h6h; 8g6g hay cho đai ốc 7H6H.

Bảng 4.6: Chọn miền dung sai và kiểu lắp cho mỗi ghép ren có độ hở

Miền dung sai của ren bulông										
Loại chính xác	Chiều dài vận ren									
	S		N				L			
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 của ren đai ốc										
Loại chính xác	Chiều dài vận ren									
	S		N				L			
Chính xác		4H		4H5H	5H				6H	
Trung bình	(5G)	5H	6G			6H	(7G)		7H	
Thô			7G			7H	(8G)		8H	

Chú thích:

* Ưu tiên sử dụng miền dung sai trong  và hạn chế sử dụng miền dung sai trong dấu ()

* Miền dung sai có đánh dấu * chỉ dùng cho ren có bước $P < 0,8\text{mm}$ (với ren có bước $P > 0,8\text{mm}$ sử dụng miền dung sai 8h6h).

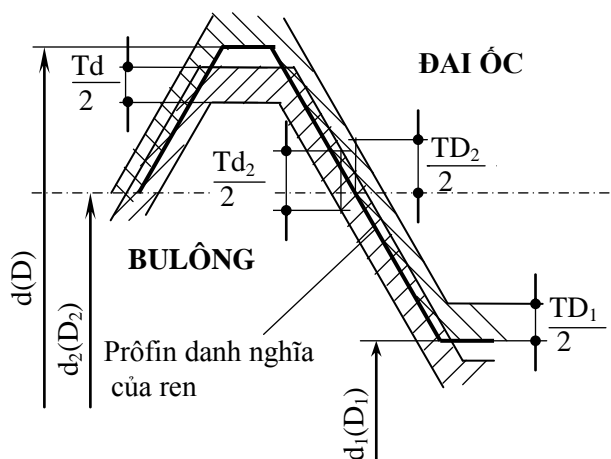
* Cho phép phối hợp bất kỳ các miền dung sai ren của bulông và đai ốc tương ứng đã qui định trong bảng để tạo ra kiểu lắp có độ hở.

* Chiều dài vận ren l được chia làm ba nhóm:

- + Nhóm S (ngắn): $l \leq 2,24P.d^{0,2}$
- + Nhóm N (trung bình): $2,24P.d^{0,2} < l \leq 6,7P.d^{0,2}$
- + Nhóm L (dài): $l > 6,7P.d^{0,2}$

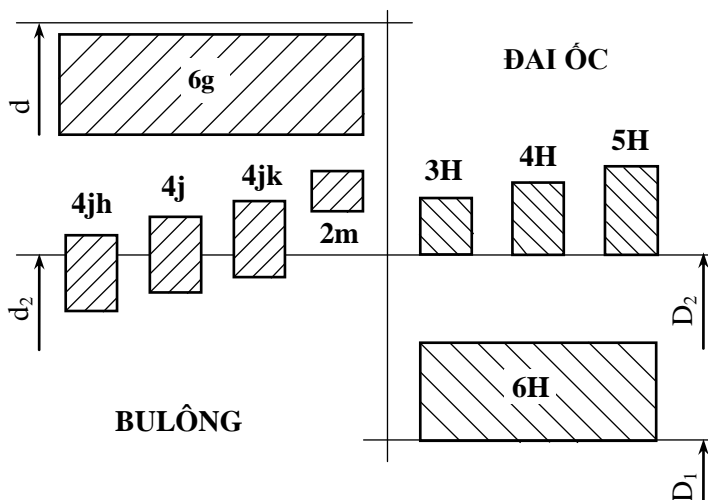
2. Lắp trung gian (TCVN 2249-1993)

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

$$1 = (1 \div 1,25)d$$
$$1 = (1,25 \div 1,5)d$$
$$1 = (1,5 \div 2)d$$


Hình 4.14: Lắp ghép trung gian của mỗi ghép ren

Sự phân bố miền dung sai của ren bulông và đai ốc theo hình 4.14 và các miền dung sai tiêu chuẩn của các đường kính của ren bulông và đai ốc trong lắp ghép trung gian theo hình 4.15.



Hình 4.15: Miền dung sai của ren cho lắp ghép trung gian

Sai lệch giới hạn kích thước ren bulông và đai ốc trong lắp ghép trung gian cho trong bảng 22, 23 phụ lục 5.

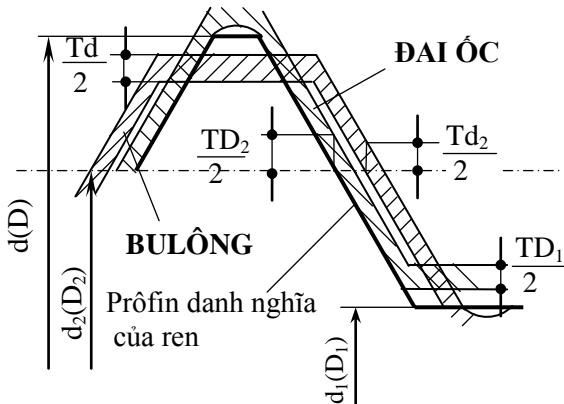
Bảng 4.7: Chọn miền dung sai và kiểu lắp cho mỗi ghép ren trung gian

Đường kính danh nghĩa	Vật liệu lỗ ren	Miền dung sai ren		Lắp ghép
		Bulông	Đai ốc	
5 ÷ 16	Thép	4jk 2m	4H6H 3H6H	$\frac{4H6H}{4jk}$; $\frac{3H6H}{2m}$
	Gang, hợp kim nhôm và hợp kim manhê	4jk 2m	5H6H 3H6H	$\frac{5H6H}{4jk}$; $\frac{3H6H}{2m}$
18 ÷ 30	Thép	4j 2m	4H6H 3H6H	$\frac{4H6H}{4j}$; $\frac{3H6H}{2m}$
	Gang, hợp kim nhôm và hợp kim manhê	4j 2m	5H6H 3H6H	$\frac{5H6H}{4j}$; $\frac{3H6H}{2m}$
33 ÷ 45	Các loại	4jh	5H6H	$\frac{5H6H}{4jh}$

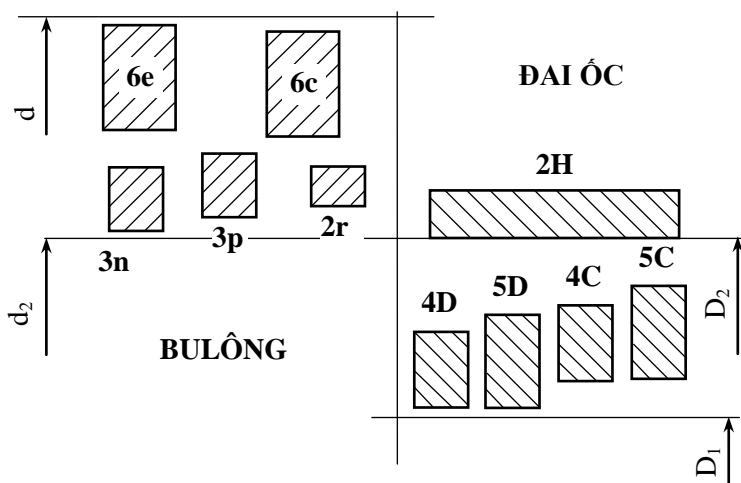
Chú thích: Miền dung sai đường kính ngoài *d* của ren bulông không cần ghi trong ký hiệu.

3. Lắp ghép có độ dôi (TCVN 2250-1993)

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



Hình 4.16: Lắp ghép có độ dôi của mỗi ghép ren



Hình 4.17: Miền dung sai của ren cho lắp ghép có độ dôi

Bảng 4.8: Chọn miền dung sai và kiểu lắp cho mỗi ghép ren có độ dôi

Vật liệu lỗ ren	Miền dung sai ren			Lắp ghép		Điều kiện phụ của lắp ráp
	Bulông	Đai ốc		P≤1,25	P>1,25	
		P≤1,25	P>1,25			
Gang và hợp kim nhôm	2r	2H5D	2H5C	$\frac{2H5D}{2r}$	$\frac{2H5C}{2r}$	—
Gang, hợp kim nhôm và hợp kim manhê	3p(2)	2H5D(2)	2H5C(2)	$\frac{2H5D(2)}{3p(2)}$	$\frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	Chia 2 nhóm
Thép, hợp kim bền cao và hợp kim titan	3n(3)	2H4D(3)	2H4C(3)	$\frac{2H4D(3)}{3n(3)}$	$\frac{2H4C(3)}{3n(3)}$	Chia 3 nhóm

Chú thích:

* Miền dung sai đường kính ngoài d của ren bulông không cần ghi trong ký hiệu.

* Chữ số ghi trong dấu ngoặc chỉ số nhóm được phân khi tiến hành lắp ghép bulông và đai ốc theo phương pháp đổi lần không hoàn toàn.

Sai lệch giới hạn kích thước ren bulông và đai ốc trong lắp ghép có độ dôi cho trong bảng 24, 25 và 26 phụ lục 5.

Sau khi gia công xong, các chi tiết bulông và đai ốc được tiến hành phân nhóm theo đường kính trung bình thực tại phần giữa của chiều dài ren và lắp ghép các chi tiết với nhau theo các nhóm tương ứng. Sở dĩ phải tiến hành lắp ghép theo nhóm như vậy vì trong lắp ghép có độ dôi yêu cầu dung sai của độ dôi phải nhỏ, nghĩa là độ dôi lớn nhất không được quá lớn có thể phá hỏng ren của các chi tiết lắp ghép và độ dôi nhỏ nhất không được quá nhỏ ảnh hưởng đến tính tự hãm của ren. Mặt khác, dung sai của độ dôi phụ thuộc vào dung sai của các chi tiết thành phần. Nếu qui định dung sai của các chi tiết thành phần nhỏ sẽ gây nhiều khó khăn trong việc chế tạo. Vì vậy tiêu chuẩn qui định dung sai của các chi tiết thành phần đủ lớn để tạo thuận lợi cho việc chế tạo nhưng phải tiến hành lắp theo nhóm để đảm bảo giá trị độ dôi tương đối đồng đều của cả loạt mối ghép ren.

4.3.4. Ký hiệu ren

Ký hiệu ren gồm các yếu tố ghi theo thứ tự sau:

* Dạng profin ren:

Với ren tam giác hệ mét	:	ký hiệu bằng chữ	M
ren hình thang	:	" "	Tr
ren tròn	:	" "	Rd
ren vuông	:	" "	S
ren Whitworth	:	" "	W
ren côn	:	" "	MK

* Kích thước danh nghĩa của ren (đó cũng chính là đường kính ngoài của ren).

* Bước ren: cùng một kích thước danh nghĩa của ren, có thể có nhiều giá trị bước khác nhau. Nếu bước lớn thì không cần ghi, chỉ ghi đối với ren bước nhỏ. Đối với ren nhiều đầu mối, phải ghi trị số bước xoắn và để trong ngoặc đơn chữ "P" cùng với trị số bước ren. Ví dụ: M24 × 3(P1).

* Chiều xoắn của ren: với ren trái, ghi thêm trong ký hiệu chữ "LH". Ren phải, không cần ghi.

* Ký 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

M20 × 1 LH – 6H

Tr40 × 12 (P6) LH – 2H5C

Rd32 LH

Với bản vẽ lắp

M12 – 6H/6g

M20 × 1 LH – 4H5H/4h

Tr40 × 12 (P6) LH – 4H6H/4j

M10 × 0,75 – 2H5D(2)/3p(2)

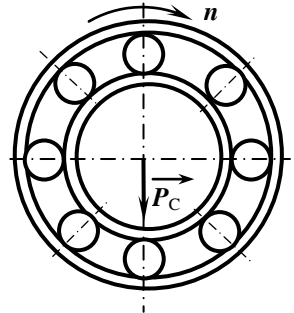
CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Các kích thước của ổ lăn được chế tạo đạt tính đối xứng hoàn toàn là
2. Các kích thước của ổ lăn được chế tạo đạt tính đối xứng bộ phận là
3. TCVN 1480–84 qui định mức chính xác của ổ lăn có:
 - a. 5 cấp và được ký hiệu là 0, 6, 5, 4, 2.
 - b. 5 cấp và được ký hiệu là 0, 1, 2, 3, 4.
 - c. 6 cấp và được ký hiệu là 0, 6, 5, 4, 3, 2.
 - d. 6 cấp và được ký hiệu là 0, 1, 2, 3, 4, 5.
4. Ổ lăn với ký hiệu 6303 cho biết các thông số sau
5. Miền dung sai đường kính ngoài D và đường kính trong d của ổ lăn:
 - a. Đồng phân bố về phía dương so với vị trí kích thước danh nghĩa.
 - b. Đồng phân bố về phía âm so với vị trí kích thước danh nghĩa.
 - c. Miền dung sai của D phân bố về phía dương, còn của d về phía âm so với vị trí kích thước danh nghĩa.
 - d. Miền dung sai của D phân bố về phía âm, còn của d về phía dương so với vị trí kích thước danh nghĩa.
6. Khi ổ lăn chịu tác dụng của một lực hướng tâm cố định, vòng ngoài đứng yên, vòng trong quay; nên chọn lắp ghép giữa các vòng của ổ lăn với chi tiết máy như sau:
 - a. Lắp ghép có độ hở cho vòng ngoài và lắp ghép có độ dôi cho vòng trong.
 - b. Lắp ghép có độ dôi cho vòng ngoài và lắp ghép có độ hở cho vòng trong.
 - c. Lắp ghép có độ hở cho cả hai vòng.
 - d. Lắp ghép có độ dôi cho cả hai vòng.
7. Khi ổ lăn chịu tác dụng của một lực hướng tâm cố định \vec{P}_c và lực hướng tâm quay \vec{P}_q , với $|\vec{P}_c| < |\vec{P}_q|$ thì:
 - a. Vòng đứng yên có dạng tải cục bộ, vòng quay có dạng tải dao động.
 - b. Vòng đứng yên có dạng tải chu kỳ, vòng quay có dạng tải cục bộ.

- c. Vòng đúng yên có dạng tải dao động, vòng quay có dạng tải cục bộ.
- d. Vòng đúng yên có dạng tải dao động, vòng quay có dạng tải chu kỳ.

8. Với ổ lăn chịu tác dụng lực hướng tâm cố định \vec{P}_c như hình vẽ, có thể chọn lắp ghép giữa vòng trong với chi tiết trục là:

- a. $\varnothing 50k6$ c. $\varnothing 50g6$
- b. $\varnothing 50n6$ d. $\varnothing 50m6$



9. Trong mỗi ghép then bằng, lắp ghép bề rộng b:

- a. Giữa then với trục được chọn theo hệ thống trục, giữa then với bạc được chọn theo hệ thống lỗ.
- b. Giữa then với trục được chọn theo hệ thống lỗ, giữa then với bạc được chọn theo hệ thống trục.
- c. Giữa then với trục và giữa then với bạc đều được chọn theo hệ thống trục.
- d. Giữa then với trục và giữa then với bạc đều được chọn theo hệ thống lỗ.

10. Chọn kiểu lắp bề rộng b cho mỗi ghép then bằng trong trường hợp bạc cần di chuyển tịnh tiến dọc trục:

- a. Then với trục: $\frac{H9}{p9}$, then với bạc: $\frac{D10}{h9}$.
- b. Then với trục: $\frac{Js9}{h9}$, then với bạc: $\frac{P9}{h9}$.
- c. Then với trục: $\frac{P9}{h9}$, then với bạc: $\frac{H9}{d10}$.
- d. Then với trục: $\frac{P9}{h9}$, then với bạc: $\frac{D10}{h9}$.

11. Chọn kiểu lắp bề rộng b cho mỗi ghép then bằng trong trường hợp trục và chi tiết lắp trên trục cố định nhau trong quá trình làm việc:

- a. Then với trục: $\frac{P9}{h9}$, then với bạc: $\frac{Js9}{h9}$.
- b. Then với trục: $\frac{Js9}{h9}$, then với bạc: $\frac{P9}{h9}$.

c. Then với trục: $\frac{P9}{h9}$, then với bạc: $\frac{H9}{d10}$.

d. Then với trục: $\frac{H9}{p9}$, then với bạc: $\frac{D10}{h9}$.

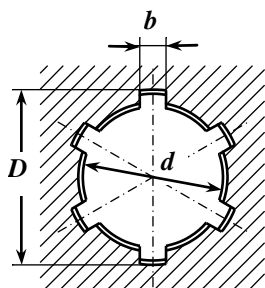
12. Phương pháp định tâm của mỗi ghép then hoa trong các sơ đồ dưới đây lần lượt là:

a. theo b, theo d và theo D.

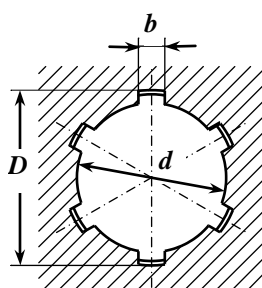
c. theo b, theo D và theo d.

b. theo d, theo b và theo D.

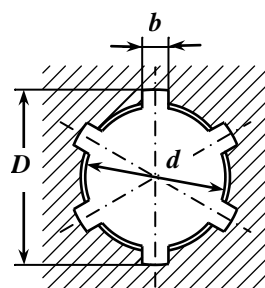
d. theo d, theo D và theo b.



Hình 1



Hình 2



Hình 3

13. Chọn cách ghi ký hiệu của mỗi ghép then hoa trên bản vẽ lắp có $D = \phi 65\text{mm}$, $d = \phi 56\text{mm}$, $b = 10\text{mm}$, $Z = 8$, định tâm theo d, yêu cầu có chuyển động tịnh tiến giữa bạc và trục then hoa:

a. D-8x56H7/n6x65x10H8/js7.

b. D-8x56H7/g6x65x10F8/f7.

c. d-8x56H7/n6x65x10H8/js7.

d. d-8x56H7/g6x65x10D9/h9.

14. Chọn lắp ghép cho mỗi ghép then hoa có các thông số sau: $D = \Phi 38$, $d = \Phi 32$, $b = 6$, $Z = 8$; mỗi ghép không có chuyển động tương đối, tải trọng điều hòa, hay tháo lắp; định tâm theo đường kính ngoài D.

a. D-8x32x38H7/js6x6F8/js7.

b. D-8x32x38H7/f7x6F8/f7.

c. D-8x32x38H7/g6x6F8/f7.

d. D-8x32x38H7/r6x6H8/f7.

15. Cho mỗi ghép then hoa với ký hiệu d-6x28H7/n6x34x6H8/js7. Kích thước $\Phi 28\text{n}6$ là của:

- a. Đường kính ngoài D của trục then hoa.
- b. Đường kính trong d của trục then hoa.
- c. Đường kính ngoài D của lỗ then hoa.
- d. Đường kính trong d của lỗ then hoa.

16. Cho mối ghép then hoa với ký hiệu $D-8x52x58H7/f7x10F8/f7$. Kích thước giới hạn của đường kính ngoài D đối với trục then hoa có giá trị là:

- a. $D_{\min} = \Phi 57,970$; $D_{\max} = \Phi 58$.
- b. $D_{\min} = \Phi 57,985$; $D_{\max} = \Phi 58,015$
- c. $D_{\min} = \Phi 57,940$; $D_{\max} = \Phi 57,970$.
- d. $D_{\min} = \Phi 58$; $D_{\max} = \Phi 58,030$.

17. Đường kính trung bình biểu kiến của ren là:

- a. Đường kính trung bình có kể đến ảnh hưởng của sai số bước p gây ra.
- b. Đường kính trung bình có kể đến ảnh hưởng của sai số góc prôfin α gây ra.
- c. Đường kính trung bình có kể đến ảnh hưởng của sai số bước p và sai số góc prôfin α gây ra.
- d. Đường kính trung bình lý tưởng, không có thật của bề mặt ren.

18. TCVN 2249-1993 qui định mức chính xác của ren có:

- a. 9 cấp chính xác từ cấp 1 \rightarrow 9 với mức độ chính xác giảm dần.
- b. 9 cấp chính xác từ cấp 1 \rightarrow 9 với mức độ chính xác tăng dần.
- c. 14 cấp chính xác từ cấp 1 \rightarrow 14 với mức độ chính xác giảm dần.
- d. 14 cấp chính xác từ cấp 1 \rightarrow 14 với mức độ chính xác tăng dần.

19. Trong lắp ghép ren, tiêu chuẩn cho phép không cần qui định dung sai của đường kính trong d_1 của bulông và đường kính ngoài D của đai ốc mà chỉ cần khống chế:

- a. Sai lệch giới hạn trên của d_1 ($es \leq 0$) và sai lệch giới hạn dưới của D ($EI \geq 0$).
- b. Sai lệch giới hạn dưới của d_1 ($ei \leq 0$) và sai lệch giới hạn trên của D ($ES \geq 0$).

- c. Sai lệch giới hạn trên của d_1 ($es \geq 0$) và sai lệch giới hạn dưới của D ($EI \leq 0$).
 - d. Sai lệch giới hạn dưới của d_1 ($ei \geq 0$) và sai lệch giới hạn trên của D ($ES \leq 0$).
20. Cho mỗi ghép ren với ký hiệu $M42 \times 3LH - 2H4H(3)/3n(3)$. Số 3 trong dấu ngoặc (3) dùng để chỉ:
- a. Cấp chính xác của ren bulông và đai ốc.
 - b. Số nhóm được phân khi lắp ghép bulông và đai ốc.
 - c. Bước ren của ren bulông và đai ốc.
 - d. Số đầu mối của ren bulông và đai ốc.
21. Cho mỗi ghép ren với ký hiệu $M16 \times 2(P1) - 5H6H/4jk$. Miền dung sai $4jk$ là miền dung sai:
- a. Đường kính trung bình của ren bulông.
 - b. Đường kính trong của ren bulông.
 - c. Đường kính ngoài của ren bulông.
 - d. Đường kính trung bình và ngoài của ren bulông.
22. Mỗi ghép ren có độ hở với yêu cầu làm việc ở nhiệt độ cao có thể chọn lắp ghép sau:
- a. $M16 \times 3(P1)LH - 5H6H/4jh$.
 - b. $M16 \times 2 - 2H5C(2)/3p(2)$.
 - c. $M24 \times 3(P1) - 3H6H/2m$.
 - d. $M16 \times 1,5LH - 5H/5g6g$.

BÀI TẬP

4.1. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP Ổ LĂN

1. Chọn lắp ghép cho mỗi ghép ổ lăn với trục và với thân hộp có các thông số sau:

Ký hiệu ổ lăn 6203, cấp chính xác 0, tải trọng không đổi về hướng, vòng ngoài quay, chế độ làm việc nhẹ.

2. Chọn lắp ghép cho mỗi ghép ổ lăn với trục và với thân hộp có các thông số sau:

Ký hiệu ổ lăn 6210, cấp chính xác 0, tải trọng không đổi về hướng, vòng trong quay, chế độ làm việc nặng.

3. Chọn lắp ghép cho mỗi ghép ổ lăn với trục và với thân hộp có các thông số sau:

Ký hiệu ổ lăn 7218, cấp chính xác 6, tải trọng không đổi về hướng, vòng ngoài quay, chế độ làm việc nặng.

4. Chọn lắp ghép cho mỗi ghép ổ lăn với trục và với thân hộp có các thông số sau:

Ký hiệu ổ lăn 1310, cấp chính xác 0, tải trọng không đổi về hướng, vòng trong quay, chế độ làm việc bình thường.

4.2. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP MỐI GHÉP THEN VÀ THEN HOA

4.2.1 Dung sai và lắp ghép mối ghép then

Chọn lắp ghép cho mối ghép then bằng giữa then với rãnh then trên trục và then với rãnh then trên lỗ trong các trường hợp dưới đây. Xác định các kích thước giới hạn bề rộng b của then, bề rộng b của rãnh then trên trục và của rãnh then trên lỗ trong lắp ghép đó.

a. Mối ghép then cố định, dạng sản xuất đơn chiếc, kích thước then $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 56$, đường kính lỗ và trục $D = d = \phi 36\text{mm}$.

b. Mối ghép then cố định, dạng sản xuất hàng loạt, kích thước then $b \times h \times l = 16 \times 10 \times 125$, đường kính lỗ và trục $D = d = \phi 56\text{mm}$.

c. Mối ghép then mà chi tiết cần có chuyển động tịnh tiến dọc trục, kích thước then $b \times h \times l = 14 \times 9 \times 110$, đường kính lỗ và trục $D = d = \phi 45\text{mm}$.

4.2.2 Dung sai và lắp ghép mối ghép then hoa

1. Giải thích các ký hiệu lắp ghép sau:

a. $d - 8 \times 46 \frac{H7}{n6} \times 54 \times 9 \frac{H8}{j_s 7}$

b. $D - 10 \times 72 \times 82 \frac{H7}{f7} \times 12 \frac{F8}{f7}$

c. $D - 8 \times 52 \times 58 \frac{H7}{j_s 6} \times 10 \frac{F8}{j_s 7}$

d. $d - 6 \times 28 \frac{H7}{g6} \times 34 \times 7 \frac{D9}{h9}$

e. $b - 6 \times 23 \times 28 \times 6 \frac{D9}{f9}$

2. Cho một mối ghép then hoa với các thông số sau:

$$D = \phi 25, d = \phi 21, b = 5, Z = 6$$

Biết miền dung sai đường kính trong d của lỗ then hoa và trục then hoa là $H7$ và $j_s 7$; miền dung sai bề rộng b của lỗ then hoa và trục then hoa là $H8$ và $h7$.

Hãy viết ký hiệu dung sai lắp ghép của mối ghép đó trên bản vẽ lắp và các bản vẽ chi tiết.

3. Cho một mối ghép then hoa với các thông số sau:

$$D = \phi 38, d = \phi 32, b = 6, Z = 8$$

Biết miền dung sai đường kính ngoài D của lỗ then hoa và trục then hoa là $H8$ và $j_s 7$; miền dung sai bề rộng b của lỗ then hoa và trục then hoa là $F8$ và $h7$.

Hãy viết ký hiệu dung sai lắp ghép của mối ghép đó trên bản vẽ lắp và các bản vẽ chi tiết.

4. Chọn lắp ghép cho mối ghép then hoa trong các trường hợp dưới đây. Xác định các kích thước giới hạn của các yếu tố lắp ghép trong mối ghép đó.

a. Các thông số kích thước của then hoa: $D = \phi 25$, $d = \phi 21$, $b = 5$, $Z = 6$. Mỗi ghép không có chuyển động tương đối, tải trọng va đập lớn, ít tháo lắp và định tâm theo đường kính ngoài D .

b. Các thông số kích thước của then hoa: $D = \phi 65$, $d = \phi 56$, $b = 10$, $Z = 8$. Mỗi ghép có chuyển động tịnh tiến giữa bạc và trục then hoa. Phương pháp định tâm theo đường kính trong d .

c. Các thông số kích thước của then hoa: $D = \phi 38$, $d = \phi 32$, $b = 6$, $Z = 8$. Mỗi ghép không có chuyển động tương đối, tải trọng điều hòa, hay tháo lắp và định tâm theo đường kính ngoài D .

d. Các thông số kích thước của then hoa: $D = \phi 102$, $d = \phi 92$, $b = 14$, $Z = 10$. Mỗi ghép không có chuyển động tương đối và định tâm theo bề rộng b .

4.3. DUNG SAI VÀ LẮP GHÉP MỖI GHÉP REN

Giải thích các ký hiệu sau:

1. $M12 \times 1 - 4H6H/4jk$
2. $M24 \times 3(P1,5) LH - 3n(3)$
3. $M10 - 4H5H$
4. $M20 \times 4(P2) - 7H/7g6g$
5. $M16 \times 3(P1) LH - 2H4C(3)$
6. $M36 \times 2 LH - 6H/6g$
7. $M12 \times 0,75 - 5g6g$
8. $M30 \times 6(P3) - 2H5C(2)/3p(2)$