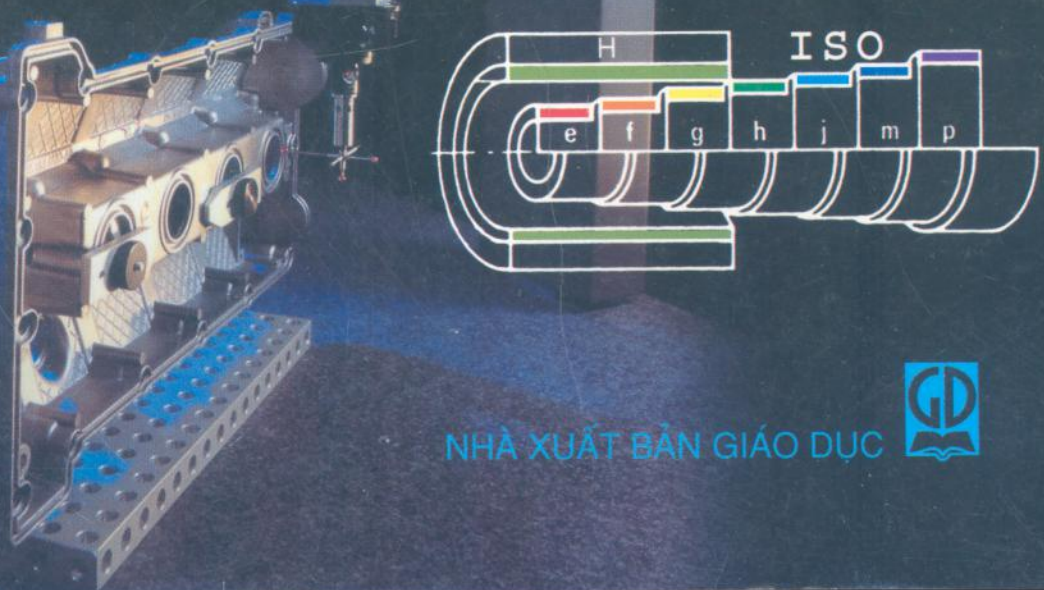
Sổ tay

NINH ĐỨC TỐN

Dung sai lắp ghép



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NINH ĐỨC TỐN

SỔ TAY
DUNG SAI LẮP GHÉP

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Để đáp ứng yêu cầu về tài liệu tham khảo cho các cán bộ kỹ thuật và công nhân trong ngành chế tạo cơ khí, chúng tôi biên soạn cuốn sổ tay "Dung sai lắp ghép".

Nội dung chủ yếu của cuốn sổ tay là giới thiệu một cách hệ thống và đầy đủ các thông số kích thước cơ bản dung sai kích thước, hình dạng, nhám bề mặt; hệ thống các lắp ghép của các mối ghép thông dụng như: Trụ trơn, ổ lăn, then hoa, ren bánh răng... theo tiêu chuẩn Nhà nước Việt Nam - TCVN. (Các tiêu chuẩn này đã được soát xét dựa trên cơ sở tiêu chuẩn ISO).

Với tài liệu này, cán bộ kỹ thuật dễ dàng xác định các thông số kích thước cơ bản của chi tiết và độ chính xác của chúng khi thiết kế cũng như hướng dẫn công nghệ cho công nhân gia công và lắp đặt các chi tiết. Đối với những công nhân có tay nghề bậc cao cũng có thể tra cứu các thông số kích thước cơ bản và dung sai kích thước chi tiết để tạo profin lưỡi cắt và điều chỉnh dao khi gia công. Đồng thời công nhân cũng có thể tra cứu để hiểu rõ các yêu cầu kỹ thuật ghi trên bản vẽ chi tiết cần chế tạo.

Sổ tay cũng là tài liệu tra cứu cần thiết đối với sinh viên, học sinh các trường đại học, cao đẳng, trung học chuyên nghiệp và dạy nghề.

Việc biên soạn một tài liệu bổ ích và có chất lượng luôn là mong muốn của tác giả. Rất mong bạn đọc góp ý để tài liệu ngày càng hoàn thiện. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Công ty Cổ phần Sách Đại học - Dạy nghề - 25 Hàn Thuyên Hà Nội.

TÁC GIẢ

Chương 1

DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN

1.1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

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

– Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn:

Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn được thiết lập trên cơ sở 4 dãy số ưu tiên: R5, R10, R20, R40. Đó là bốn cấp số nhân có công bội là: $\sqrt[5]{10}$, $\sqrt[10]{10}$, $\sqrt[20]{10}$, $\sqrt[40]{10}$. (1.6, 1.25, 1.12, 1.06). Giá trị của các thông số và kích thước của sản phẩm trong tất cả các ngành kinh tế quốc dân đều lấy theo giá trị của 4 dãy số này. Chúng được sử dụng thống nhất trên toàn thế giới. Bên cạnh những dãy có giá trị chính xác còn có dãy có giá trị quy tròn, ví dụ dãy R'5, R'10, R"10. Dựa trên 4 dãy số ưu tiên đó mà ta quy định 4 dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn Ra5, Ra10, Ra20, Ra40 và chỉ dẫn trong bảng 1.1.

– Kích thước danh nghĩa (d_N, D_N) là kích thước xác định bằng tính toán xuất phát từ chức năng chi tiết, sau đó quy tròn theo trị số lớn hơn hoặc nhỏ hơn gần nhất thuộc dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn. Ví dụ khi tính toán theo độ bền ta xác định được đường kính chi tiết trục là 24, 742 mm. Theo các giá trị của dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn (bảng 1.1) ta quy tròn là 25 mm (giá trị lớn hơn gần nhất). Vậy kích thước danh nghĩa của chi tiết trục là: d_N = 25 mm. Kích thước danh nghĩa được ghi trên bản vẽ chi tiết và dùng làm gốc để tính các sai lệch kích thước.

– Khoảng kích thước danh nghĩa:

Để thuận tiện và đơn giản khi sử dụng, trị số dung sai tiêu chuẩn và sai lệch cơ bản không tính riêng cho từng kích thước danh nghĩa mà quy định cho một khoảng kích thước danh nghĩa và trị số của chúng được tính theo kích thước trung bình nhân (D) của các kích thước biên của khoảng (D_1, D_2) : $D = \sqrt{D_1 D_2}$. Miền kích thước đến 3.150 mm được phân thành các khoảng chính và khoảng trung gian như chỉ dẫn trong bảng 1.2.

Bảng 1.1. Dãy kích thước thẳng tiêu chuẩn

Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)
0,010	0,010	0,010		0,100	0,100	0,100	0,100	1,0	1,0	1,0	1,0
							0,105				1,05
		0,011				0,110	0,110			1,1	1,1
							0,115				1,15
	0,012*	0,012**	0,012		0,012*	0,120**	0,120		1,2*	1,2**	1,2
			0,013				0,130				1,3
		0,014	0,014			0,140	0,140			1,4	1,4
			0,015				0,150				1,5
0,016	0,016	0,016	0,016	0,160	0,160	0,160	0,160	1,6	1,6	1,6	1,6
			0,017				0,170				1,7
		0,018	0,018			0,180	0,180			1,8	1,8
			0,019				0,190				1,9
	0,020	0,020	0,020		0,200	0,200	0,200		2,0	2,0	2,0
			0,021				0,210				2,1
		0,022	0,022			0,220	0,220			2,2	2,2
			0,024				0,240				2,4
0,025	0,025	0,025	0,025	0,250	0,250	0,250	0,250	2,5	2,5	2,5	2,5
			0,026				0,260				2,6
		0,028	0,028			0,280	0,280			2,8	2,8
			0,030				0,300				3,0
	0,032	0,032	0,032		0,320	0,320	0,320		3,2	3,2	3,2
			0,034				0,340				3,4
		0,036	0,036			0,360	0,360			3,6	3,6
			0,038				0,380				3,8
0,040	0,040	0,040	0,040	0,400	0,400	0,400	0,400	4,0	4,0	4,0	4,0
			0,042				0,420				4,2
		0,045	0,045			0,450	0,450			4,5	4,5
			0,048				0,480				4,8
	0,050	0,050	0,050		0,500	0,500	0,500		5,0	5,0	5,0
			0,053				0,530				5,3
		0,056	0,056			0,560	0,560			5,6	5,6
			0,060				0,600				6,0
0,063	0,063	0,063	0,063	0,630	0,630	0,630	0,630	6,3	6,3	6,3	6,3
			0,067				0,670				6,7
		0,071	0,071			0,710	0,710			7,1	7,1
			0,075				0,750				7,5
	0,080	0,080	0,080		0,800	0,800	0,800		8,0	8,0	8,0
			0,085				0,850				8,5
		0,090	0,090			0,900	0,900			9,0	9,0
			0,095				0,950				9,5

Bảng 1.1. *(tiếp theo)*

Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)	Ra5 (R5)	Ra10 (R'10)	Ra20 (R'20)	Ra40 (R'40)
10	10	10	10	100	100	100	100	1000	1000	1000	1000
			10,5				105				1060
		11	11			110	110			1120	1120
			11,5				120				1180
	12*	12**	12		125	125	125		1250	1250	1250
			13				130				1320
		14	14			140	140			1400	1400
			15				150				1500
16	16	16	16	160	160	160	160	1600	1600	1600	1600
			17				170				1700
		18	18			180	180			1800	1800
			19				190				1900
	20	20	20		200	200	200		2000	2000	2000
			21				210				2120
		22	22			220	220			2240	2240
			24				240				2360
25	25	25	25	250	250	250	250	2500	2500	2500	2500
			26				260				2650
		28	28			280	280			2800	2800
			30				300				3000
	32	32	32		320	320	320		3150	3150	3150
			34				340				3350
		36	36			360	360			3550	3550
			38				380				3750
40	40	40	40	400	400	400	400	4000	4000	4000	4000
			42				420				4250
		45	45			450	450			4500	4500
			48				480				4750
	50	50	50		500	500	500		5000	5000	5000
			53				530				5300
		56	56			560	560			5600	5600
			60				600				6000
63	63	63	63	630	630	630	630	6300	6300	6300	6300
			67				670				6700
		71	71			710	710			7100	7100
			75				750				7500
	80	80	80		800	800	800		8000	8000	8000
			85				850				8500
		90	90			900	900			9000	9000
			95				950				9500

Bảng 1.2. Khoảng kích thước danh nghĩa

Trị số tính bằng milimet

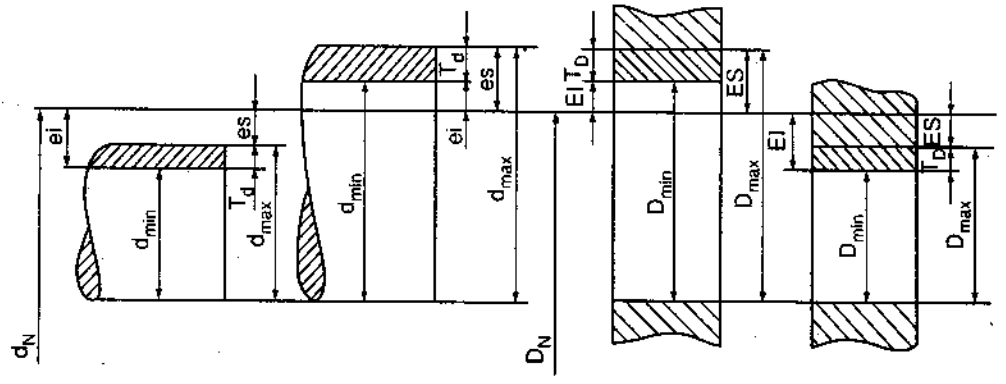
Kích thước danh nghĩa đến 3150 mm							
Khoảng chính		Khoảng trung gian [1]		Khoảng chính		Khoảng trung gian [1]	
Trên	Đến và bao gồm	Trên	Đến và bao gồm	Trên	Đến và bao gồm	Trên	Đến và bao gồm
–	3			250	315	250 280	280 315
3	6			315	400	315 355	355 400
6	10			400	500	400 450	450 500
10	18	10 14	14 18	500	630	500 560	560 630
18	30	18 24	24 30	630	800	630 710	710 800
30	50	30 40	40 50	800	1000	800 900	900 1000
50	80	50 65	65 80	1000	1250	1000 1120	1120 1250
80	120	80 100	100 120	1250	1600	1250 1400	1400 1600
120	180	120 140 160	140 160 180	1600	2000	1600 1800	1800 2000
180	250	180 200 225	200 225 250	2000	2500	2000 2240	2240 2500
				2500	3150	2500 2800	2800 3150

– *Kích thước thực* (d_{th}, D_{th}), là kích thước nhận được từ kết quả đo chi tiết với sai số cho phép. Ví dụ khi đo kích thước đường kính trục bằng Panme có giá trị vạch chia là 0,01 mm kết quả đo nhận được là 24,98 mm, thì kích thước thực của trục là d_{th} = 24,98 mm với sai số cho phép là ± 0,01 mm.

– *Kích thước giới hạn*, là 2 kích thước mà kích thước của các chi tiết chế tạo đạt yêu cầu phải nằm trong khoảng giữa chúng hoặc bằng chúng, hình 1-1. Kích thước giới hạn phía dưới được gọi là kích thước giới hạn dưới hay kích thước giới hạn nhỏ nhất, (d_{min}, D_{min}), còn phía

trên là kích thước giới hạn trên hay kích thước giới hạn lớn nhất, (d_{max}, D_{max}). Chi tiết chế tạo đạt yêu cầu khi kích thước thực của chúng thỏa mãn điều kiện sau:

$$d_{min} \le d_{th} \le d_{max} \text{ hoặc } D_{min} \le D_{th} \le D_{max}.$$



Hình 1-1. Sơ đồ biểu diễn kích thước và sai lệch giới hạn.

– *Sai lệch giới hạn*, là hiệu đại số của các kích thước giới hạn và kích thước danh nghĩa, hình 1-1.

+ Sai lệch giới hạn lớn nhất hay sai lệch trên (es, ES), là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và kích thước danh nghĩa

$$es = d_{max} - d_N \text{ hoặc } ES = D_{max} - D_N$$

+ Sai lệch giới hạn nhỏ nhất - sai lệch dưới (ei, EI), là hiệu đại số giữa kích thước giới hạn nhỏ nhất và kích thước danh nghĩa.

$$ei = d_{min} - d_N \text{ hoặc } EI = D_{min} - D_N$$

Khi kích thước giới hạn bằng kích thước danh nghĩa thì sai lệch bằng không, nên đường biểu thị vị trí kích thước danh nghĩa còn gọi là đường không.

– *Dung sai kích thước (T)*, là hiệu số giữa kích thước giới hạn lớn nhất và nhỏ nhất. Dung sai theo tiêu chuẩn quốc tế ISO được kí hiệu là IT* và được tính theo các công thức:

$$IT = d_{max} - d_{min} \quad \text{hoặc} \quad IT = es - ei$$
$$(D_{max} - D_{min}) \qquad\qquad (ES - EI)$$

- *Cấp dung sai tiêu chuẩn* (cấp chính xác), được kí hiệu bằng chữ in

* IT - International tolerance grade.

hoa IT và tiếp theo là chữ số chỉ cấp chính xác, ví dụ: IT12. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2244-99 quy định 20 cấp dung sai tiêu chuẩn và được kí hiệu là: IT01, IT0, IT1,..., IT18. Hiện tại sử dụng phổ biến là cấp IT1 đến IT18, còn cấp IT01 và IT0 ít được dùng và dùng cho tương lai.

Trị số dung sai ứng với các khoảng kích thước danh nghĩa được xác định theo hàm của hệ số dung sai tiêu chuẩn i hoặc I (đơn vị dung sai), bảng 1.3.

$i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001D$ đối với kích thước đến và bao gồm 500 mm

$I = 0{,}004\ D + 2{,}1$ đối với kích thước trên 500 mm đến và bao gồm 3150 mm.

Ở đây D là trung bình nhân của kích thước biên của khoảng kích thước.

Dựa theo các công thức đó, trị số dung sai được tính và cho trong bảng 1.4.

Bảng 1.3. **Công thức dung sai tiêu chuẩn cho các cấp IT1 đến IT18**

Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Trên	Đến và bao gồm	Công thức tính dung sai tiêu chuẩn (kết quả tính bằng micromet)																	
–	500	–	–	–		7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i	2500i
500	3150	2I	2,7I	3,7I	5I	7I	10I	16I	25I	40I	64I	100I	160I	250I	400I	640I	1000I	1600I	2500I

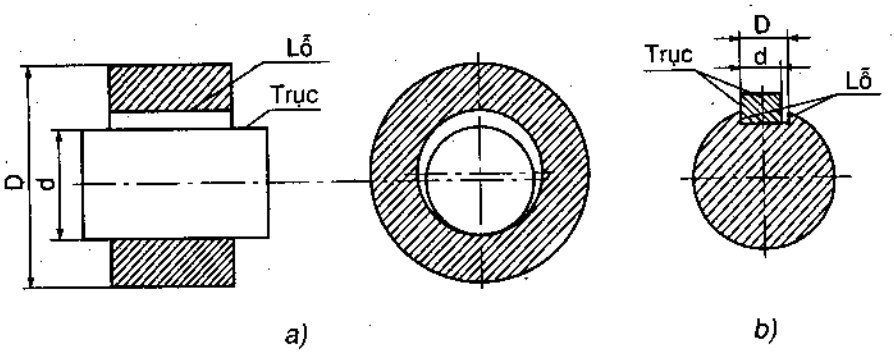
1.1.2. Khái niệm về lắp ghép

Hai chi tiết phối hợp với nhau dựa theo bề mặt nào đó của chúng thì tạo thành lắp ghép. Nếu bề mặt ấy là trụ trơn thì ta có lắp ghép trụ trơn, hình 1-2a. Nếu bề mặt ấy là hai mặt phẳng song song ta có lắp ghép phẳng, hình 1-2b. Cả hai loại lắp ghép này được gọi là lắp ghép bề mặt trơn.

Bề mặt mà dựa theo nó hai chi tiết lắp ghép với nhau gọi là bề mặt lắp ghép. Kích thước của bề mặt đó là kích thước lắp ghép. Bề mặt lắp ghép là bề mặt trong ta gọi bề mặt bao (bề mặt lỗ, hoặc rãnh), nếu là bề mặt ngoài ta gọi bề mặt bị bao (bề mặt trục, bề mặt bên

Bảng 1.4. Trị số dung sai

Kích thước danh nghĩa (mm)		Cấp dung sai tiêu chuẩn																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Trên	Đến và bao gồm	Dung sai																	
		µm											mm						
–	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33



a) b)

Hình 1-2.

của then). Thuật ngữ lỗ và trục theo quy ước dùng để biểu thị bề mặt bao và bị bao*. Hiệu số kích thước lỗ và trục thể hiện đặc tính của lắp ghép.

Nếu hiệu số đó là dương, $D - d > 0$, biểu thị khả năng hai chi tiết dịch chuyển tương đối với nhau, lắp ghép có độ hở:

$$S = D - d$$

Nếu hiệu số đó âm, $D - d < 0$, biểu thị khả năng chống lại dịch chuyển tương đối giữa hai chi tiết lắp ghép, lắp ghép có độ dôi:

$$N = d - D.$$

Trong trường hợp cần thiết độ hở có thể coi như độ dôi âm ($S = -N$) hoặc ngược lại độ dôi coi như độ hở âm ($N = -S$).

Kích thước danh nghĩa của bề mặt lắp ghép là chung cho lỗ và trục ($D_N = d_N$).

Tùy theo đặc tính lắp ghép mà hình thành 3 nhóm lắp ghép:

– *Nhóm lắp ghép có độ hở (lắp lỏng)*, là những lắp ghép mà kích thước lỗ luôn lớn hơn kích thước trục, hình 1.3.

Tương ứng với các kích thước giới hạn của lỗ và trục ta có độ hở giới hạn:

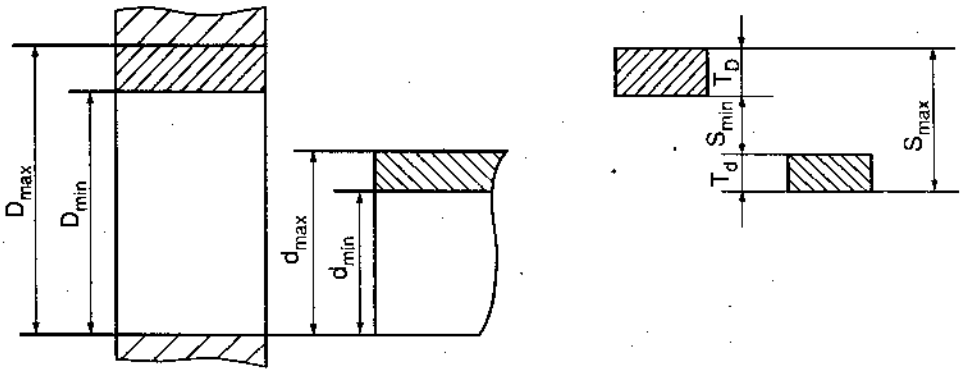
$$S_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei$$

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

Dung sai độ hở: $T_S = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d$

---

* Những kí hiệu dùng cho lỗ là chữ in hoa, ví dụ: D, ES, EI,...
Những kí hiệu dùng cho trục là chữ in thường: d, es, ei,...



Hình 1-3. Lắp ghép lỏng.

– *Nhóm lắp ghép có độ dôi (lắp chặt)*, là những lắp ghép mà kích thước trục luôn lớn hơn kích thước lỗ, hình 1-4.

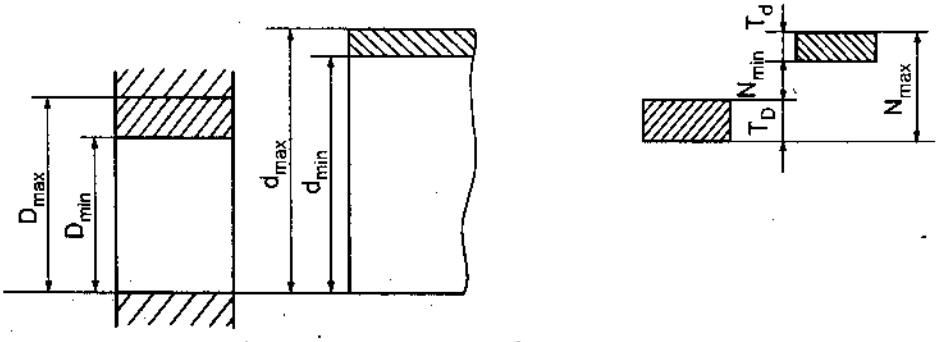
Tương ứng với các kích thước giới hạn của trục và lỗ ta có độ dôi giới hạn:

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

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

Dung sai độ dôi:

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



Hình 1-4. Lắp ghép chặt.

– *Nhóm lắp trung gian*, là những lắp ghép mà kích thước lỗ có thể lớn hơn hoặc nhỏ h ơn kích thước trục, hình 1-5.

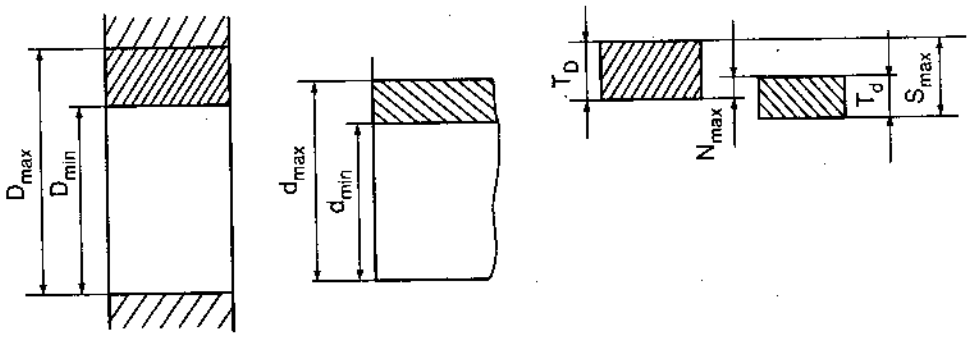
Như vậy khi thực hiện lắp ghép có thể cho ta lắp ghép có độ hở hoặc lắp ghép có độ dôi.

Nhóm lắp ghép trung gian được đặc trưng bởi giá trị lớn nhất của độ hở và độ dôi:

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

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

Dung sai của lắp ghép: $T_{S,N} = T_D + T_d$



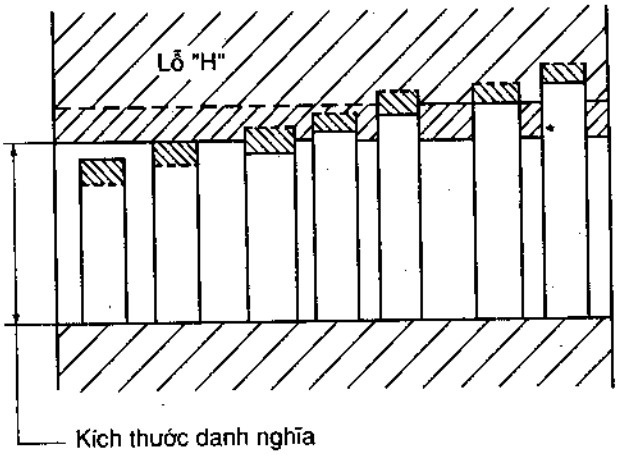
Hình 1-5. Lắp ghép trung gian.

1.2. HỆ THỐNG DUNG SAI LẮP GHÉP THEO TIÊU CHUẨN VIỆT NAM TCVN 2244 – 1999 (ISO 286–2, 1988)

Để đáp ứng yêu cầu của sản xuất, tiêu chuẩn quy định hàng loạt các kiểu lắp với những đặc tính khác nhau. Chúng được hình thành theo hai hệ thống lắp ghép cơ bản sau:

– *Hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản (hệ thống lỗ)*: Hệ thống lắp ghép trong đó độ hở và độ dôi yêu cầu được tạo ra bằng sự phối hợp các trục có các bậc dung sai (miền dung sai) khác nhau với các lỗ cơ bản có 1 bậc dung sai duy nhất.

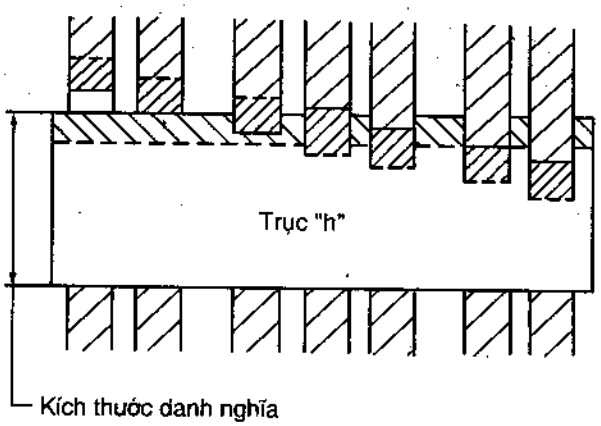
Kích thước giới hạn nhỏ nhất của lỗ cơ bản bằng kích thước danh nghĩa, nghĩa là sai lệch dưới bằng không (EI = 0), hình 1-6.



Hình 1-6. Hệ thống lắp ghép lỗ cơ bản.

– *Hệ thống lắp ghép trục cơ bản (hệ thống trục)*: Hệ thống lắp ghép trong đó độ hở và độ dôi yêu cầu được tạo thành bằng sự phối hợp của các lỗ có các bậc dung sai khác nhau với các trục cơ bản có 1 bậc dung sai duy nhất.

Kích thước giới hạn lớn nhất của trục cơ bản bằng kích thước danh nghĩa, nghĩa là sai lệch trên của trục cơ bản bằng không (es = 0), hình 1-7.



Hình 1-7. Hệ thống lắp ghép trục cơ bản.

– *Sai lệch cơ bản (SLCB)*, là sai lệch xác định vị trí của miền dung sai so với vị trí kích thước danh nghĩa (đường không). Ứng với một dãy miền dung sai ta có dãy các sai lệch cơ bản (hình 1-8). Chúng được kí hiệu là:

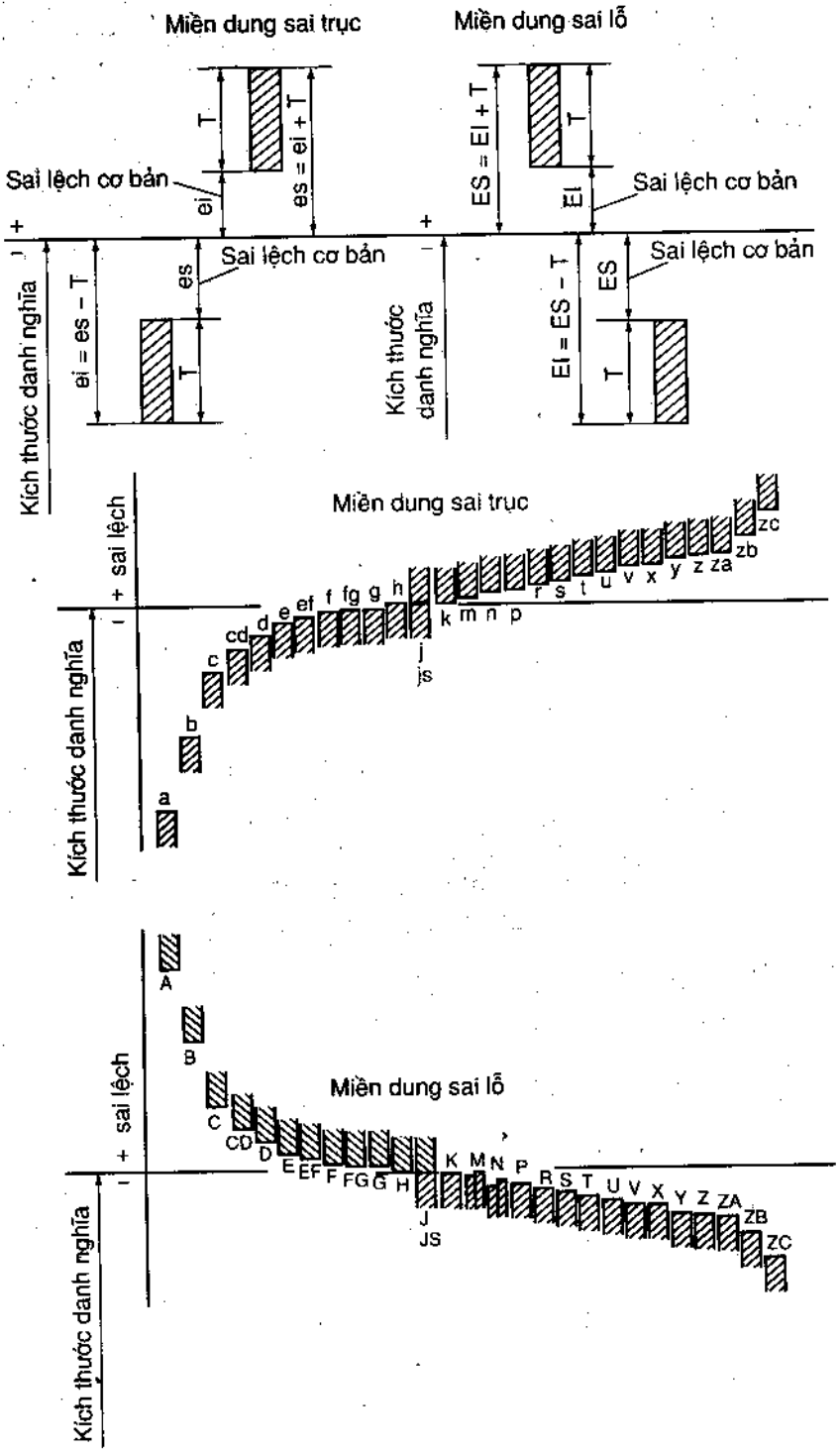
A, B, C,..., Z, ZA, ZB, ZC – đối với sai lệch cơ bản của lỗ

và a, b, c,..., z, za, zb, zc – đối với sai lệch cơ bản của trục.

+ SLCB của trục từ a đến h là sai lệch trên (es) còn từ k đến zc là sai lệch dưới (ei) của trục. Như vậy SLCB của trục cơ bản được kí hiệu là h và có giá trị es = 0.

+ SLCB của lỗ từ A đến H là sai lệch dưới (EI) còn từ K đến ZC là sai lệch trên (ES). SLCB của lỗ cơ bản được kí hiệu là H và có giá trị EI = 0.

Các sai lệch cơ bản của lỗ và trục cùng tên thì nằm đối xứng nhau so với đường không. Trị số các sai lệch cơ bản là một hàm của kích thước danh nghĩa. Chúng được tính và cho trong các bảng 1.5 đến 1.8.



Hình 1-8. Vị trí miền dung sai và sai lệch cơ bản.

Bảng 1.5. Trị số các sai lệch cơ bản của trục

Trị số sai lệch cơ bản tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch trên es												Sai lệch dưới ei		
		Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn												IT5 và IT6	IT7	IT8
Trên	Đến và bao gồm	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js	j		
–	3	– 270	– 140	– 60	– 34	– 20	– 14	– 10	– 6	– 4	– 2	0	Sai lệch = $\pm \frac{ITn}{2}$, trong đó n là cấp của trị số IT	– 2	– 4	– 6
3	6	– 270	– 140	– 70	– 46	– 30	– 20	– 14	– 10	– 6	– 4	0		– 2	– 4	
6	10	– 280	– 150	– 80	– 56	– 40	– 25	– 18	– 13	– 8	– 5	0		– 2	– 5	
10	14	– 290	– 150	– 95		– 50	– 32		– 16		– 6	0		– 3	– 6	
14	18															
18	24	– 300	– 160	– 110		– 65	– 40		– 20		– 7	0		– 4	– 8	
24	30															
30	40	– 310	– 170	– 120		– 80	– 50		– 25		– 9	0		– 5	– 10	
40	50	– 320	– 180	– 130												
50	65	– 340	– 190	– 140		– 100	– 60		– 30		– 10	0		– 7	– 12	
65	80	– 360	– 200	– 150												
80	100	– 380	– 220	– 170		– 120	– 72		– 36		– 12	0		– 9	– 15	
100	120	– 410	– 240	– 180												
120	140	– 460	– 260	– 200		– 145	– 85		– 43		– 14	0		– 11	– 18	
140	160	– 520	– 280	– 210												
160	180	– 580	– 310	– 230												
180	200	– 660	– 340	– 240		– 170	– 100		– 50		– 15	0		– 13	– 21	
200	225	– 740	– 380	– 260												
225	250	– 820	– 420	– 280												
250	280	– 920	– 480	– 300		– 190	– 110		– 56		– 17	0		– 16	– 26	
280	315	– 1050	– 540	– 330												
315	355	– 1200	– 600	– 360		– 210	– 125		– 62		– 18	0		– 18	– 28	
355	400	– 1350	– 680	– 400												
400	450	– 1500	– 760	– 440		– 230	– 135		– 68		– 20	0		– 20	– 32	
450	500	– 1650	– 840	– 480												

Bảng 1.5. *(tiếp theo)* *Trị số sai lệch cơ bản tính bằng micromet*

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch dưới ei															
		IT4 đến IT7	Đến và bao gồm IT3 và trên IT7	Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn													
Trên	Đến và bao gồm		k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
–	3	0	0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 14		+ 18		+ 20		+ 26	+ 32	+ 40	+ 60
3	6	+ 1	0	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 19		+ 23		+ 28		+ 35	+ 42	+ 50	+ 80
6	10	+ 1	0	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	+ 23		+ 28		+ 34		+ 42	+ 52	+ 67	+ 97
10	14	+ 1	0	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23	+ 28		+ 33		+ 40		+ 50	+ 64	+ 90	+ 130
14	18										+ 39	+ 45		+ 60	+ 77	+ 108	+ 150
18	24	+ 2	0	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28	+ 35		+ 41	+ 47	+ 54	+ 63	+ 73	+ 98	+ 136	+ 188
24	30								+ 41	+ 48	+ 55	+ 64	+ 75	+ 88	+ 118	+ 160	+ 218
30	40	+ 2	0	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34	+ 43	+ 48	+ 60	+ 68	+ 80	+ 94	+ 112	+ 148	+ 200	+ 274
40	50								+ 54	+ 70	+ 81	+ 97	+ 114	+ 136	+ 180	+ 242	+ 325
50	65	+ 2	0	+ 11	+ 20	+ 32	+ 41	+ 53	+ 66	+ 87	+ 102	+ 122	+ 144	+ 172	+ 226	+ 300	+ 405
65	80						+ 43	+ 59	+ 75	+ 102	+ 120	+ 146	+ 174	+ 210	+ 274	+ 360	+ 480
80	100	+ 3	0	+ 13	+ 23	+ 37	+ 51	+ 71	+ 91	+ 124	+ 146	+ 178	+ 214	+ 258	+ 335	+ 445	+ 585
100	120						+ 54	+ 79	+ 104	+ 144	+ 172	+ 210	+ 254	+ 310	+ 400	+ 525	+ 690
120	140	+ 3	0	+ 15	+ 27	+ 43	+ 63	+ 92	+ 122	+ 170	+ 202	+ 248	+ 300	+ 365	+ 470	+ 620	+ 800
140	160						+ 65	+ 100	+ 134	+ 190	+ 228	+ 280	+ 340	+ 415	+ 535	+ 700	+ 900
160	180						+ 68	+ 108	+ 146	+ 210	+ 252	+ 310	+ 380	+ 465	+ 600	+ 780	+ 1000
180	200	+ 4	0	+ 17	+ 31	+ 50	+ 77	+ 122	+ 166	+ 236	+ 284	+ 350	+ 425	+ 520	+ 670	+ 880	+ 1150
200	225						+ 80	+ 130	+ 180	+ 258	+ 310	+ 385	+ 470	+ 575	+ 740	+ 960	+ 1250
225	250						+ 84	+ 140	+ 196	+ 284	+ 340	+ 425	+ 520	+ 640	+ 820	+ 1050	+ 1350
250	280	+ 4	0	+ 20	+ 34	+ 56	+ 94	+ 158	+ 218	+ 315	+ 385	+ 475	+ 580	+ 710	+ 920	+ 1200	+ 1550
280	315						+ 98	+ 170	+ 240	+ 350	+ 425	+ 525	+ 650	+ 790	+ 1000	+ 1300	+ 1700
315	355	+ 4	0	+ 21	+ 37	+ 62	+ 108	+ 190	+ 268	+ 390	+ 475	+ 590	+ 730	+ 900	+ 1150	+ 1500	+ 1900
355	400						+ 114	+ 208	+ 294	+ 435	+ 530	+ 660	+ 820	+ 1000	+ 1300	+ 1650	+ 2100
400	450	+ 5	0	+ 23	+ 40	+ 68	+ 126	+ 232	+ 330	+ 490	+ 595	+ 740	+ 920	+ 1100	+ 1450	+ 1850	+ 2400
450	500						+ 132	+ 252	+ 360	+ 540	+ 660	+ 820	+ 1000	+ 1250	+ 1600	+ 2100	+ 2600

Bảng 1.6. Trị số các sai lệch cơ bản của trục – μm đối với kích thước trên 500 đến 3150 mm

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch trên *es*							
		Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn							
Trên	Đến và bao gồm	d	e	ef	f	fg	g	h	js
500	560	– 260	– 145		– 76		– 22	0	Sai lệch = $\pm\frac{ITn}{2}$, trong đó n là cấp của trị số IT
560	630								
630	710	– 290	– 160		– 80		– 24	0	
710	800								
800	900	– 320	– 170		– 86		– 26	0	
900	1000								
1000	1120	– 350	– 195		– 98		– 28	0	
1120	1250								
1250	1400	– 390	– 220		– 110		– 30	0	
1400	1600								
1600	1800	– 430	– 240		– 120		– 32	0	
1800	2000								
2000	2240	– 480	– 260		– 130		– 34	0	
2240	2500								
2500	2800	– 520	– 290		– 145		– 38	0	
2800	3150								

Bảng 1.6. *(tiếp theo)*

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch dưới ei								
		IT4 đến IT7	Đến và bao gồm IT3 và trên IT7	Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn						
Trên	Đến và bao gồm	k		m	n	p	r	s	t	u
500	560	0	0	+ 26	+ 44	+ 78	+ 150	+ 280	+ 400	+ 600
560	630						+ 155	+ 310	+ 450	+ 660
630	710	0	0	+ 30	+ 50	+ 88	+ 175	+ 340	+ 500	+ 740
710	800						+ 185	+ 380	+ 560	+ 840
800	900	0	0	+ 34	+ 56	+ 100	+ 210	+ 430	+ 620	+ 940
900	1000						+ 220	+ 470	+ 680	+ 1050
1000	1120	0	0	+ 40	+ 66	+ 120	+ 250	+ 520	+ 780	+ 1150
1120	1250						+ 260	+ 580	+ 840	+ 1300
1250	1400	0	0	+ 48	+ 78	+ 140	+ 300	+ 640	+ 960	+ 1450
1400	1600						+ 330	+ 720	+ 1050	+ 1600
1600	1800	0	0	+ 58	+ 92	+ 170	+ 370	+ 820	+ 1200	+ 1850
1800	2000						+ 400	+ 920	+ 1350	+ 2000
2000	2240	0	0	+ 68	+ 110	+ 195	+ 440	+ 1000	+ 1500	+ 2300
2240	2500						+ 460	+ 1100	+ 1650	+ 2500
2500	2800	0	0	+ 76	+ 135	+ 240	+ 550	+ 1250	+ 1900	+ 2900
2800	3150						+ 580	+ 1400	+ 2100	+ 3200

Bảng 1.7. Trị số các sai lệch cơ bản của lỗ

Trị số sai lệch cơ bản tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch dưới EI																		
		Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn											IT6	IT7	IT8	Đến và bao gồm IT8	Trên IT8	Đến và bao gồm IT8	Trên IT8
Trên	Đến và bao gồm	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	J			K		M	
–	3	+270	+140	+60	+ 34	+20	+14	+10	+ 6	+4	+2	0	Sai lệch = $\pm \frac{IT_n}{2}$, trong đó n là cấp của trị số IT	+2	+4	+ 6	0	0	–2	–2
3	6	+270	+140	+70	+ 46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	–1 + Δ		–4 + Δ	–4
6	10	+280	+150	+80	+ 56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	–1 + Δ		–6 + Δ	–6
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0		+6	+10	+15	–1 + Δ		–7 + Δ	–7
14	18																			
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0		+8	+12	+20	–2 + Δ		–8 + Δ	–8
24	30																			
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0		+10	+14	+24	–2 + Δ		–9 + Δ	–9
40	50	+320	+180	+130																
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0		+13	+18	+28	–2 + Δ		–11 + Δ	–11
65	80	+360	+200	+150																
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0		+16	+22	+34	–3 + Δ		–13 + Δ	–13
100	120	+410	+240	+180																
120	140	+460	+260	+200		+145	+85		+43		+14	0		+18	+26	+41	–3 + Δ		–15 + Δ	–15
140	160	+520	+280	+210																
160	180	+580	+310	+230																
180	200	+660	+340	+240		+170	+100		+50		+15	0		+22	+30	+47	–4 + Δ		–17 + Δ	–17
200	225	+740	+380	+260																
225	250	+820	+420	+280																
250	280	+920	+480	+300		+190	+110		+56		+17	0		+25	+36	+55	–4 + Δ		–20 + Δ	–20
280	315	+1050	+540	+330																
315	355	+1200	+600	+360		+210	+125		+62		+18	0		+29	+39	+60	–4 + Δ		–21 + Δ	–21
355	400	+1350	+680	+400																
400	450	+1500	+760	+440		+230	+135		+68		+20	0		+33	+43	+66	–5 + Δ		–23 + Δ	–23
450	500	+1650	+840	+480																

Bảng 1.7. *(tiếp theo)*

Trị số sai lệch cơ bản tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch trên ES														Trị số của Δ					
		Đến và bao gồm IT8	Trên IT8	Đến và bao gồm IT7	Cấp dung sai tiêu chuẩn trên IT7											Cấp dung sai tiêu chuẩn					
Trên	Đến và bao gồm	N		PtoZC	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
–	3	–4	–4	Sai lệch = sai lệch đối với cấp trên IT7+Δ	–6	–10	–14		–18		–20		–26	–32	–40	–60	0	0	0	0	0	0
3	6	–8 + Δ	0		–12	–15	–19		–23		–28		–35	–42	–50	–80	1	1,5	1	3	4	6
6	10	–10 + Δ	0		–15	–19	–23		–28		–34		–42	–52	–67	–97	1	1,5	2	3	6	7
10	14	–12 + Δ	0		–18	–23	–28		–33		–40		–50	–64	–90	–130	1	2	3	3	7	9
14	18									–39	–45		–60	–77	–108	–150						
18	24	–15 + Δ	0		–22	–28	–35		–41	–47	–54	–63	–73	–98	–136	–188	1,5	2	3	4	8	12
24	30							–41	–48	–55	–64	–75	–88	–118	–160	–218						
30	40	–17 + Δ	0		–26	–34	–43	–48	–60	–68	–80	–94	–112	–148	–200	–274	1,5	3	4	5	9	14
40	50							–54	–70	–81	–97	–114	–136	–180	–242	–325						
50	65	–20 + Δ	0		–32	–41	–53	–66	–87	–102	–122	–144	–172	–226	–300	–405	2	3	5	6	11	16
65	80					–43	–59	–75	–102	–120	–146	–174	–210	–274	–360	–480						
80	100	–23 + Δ	0		–37	–51	–71	–91	–124	–146	–178	–214	–258	–335	–445	–585	2	4	5	7	13	19
100	120					–54	–79	–104	–144	–172	–210	–254	–310	–400	–525	–690						
120	140	–27 + Δ	0		–43	–63	–92	–122	–170	–202	–248	–300	–365	–470	–620	–800	3	4	6	7	15	23
140	160					–65	–100	–134	–190	–228	–280	–340	–415	–535	–700	–900						
160	180					–68	–108	–146	–210	–252	–310	–380	–465	–600	–780	–1000						
180	200	–31 + Δ	0		–50	–77	–122	–166	–236	–284	–350	–425	–520	–670	–880	–1150	3	4	6	9	17	26
200	225					–80	–130	–180	–258	–310	–385	–470	–575	–740	–960	–1250						
225	250					–84	–140	–196	–284	–340	–425	–520	–640	–820	–1050	–1350						
250	280	–34 + Δ	0		–56	–94	–158	–218	–315	–385	–475	–580	–710	–920	–1200	–1550	4	4	7	9	20	29
280	315					–98	–170	–240	–350	–425	–525	–650	–790	–1000	–1300	–1700						
315	355	–37 + Δ	0		–62	–108	–190	–268	–390	–475	–590	–730	–900	–1150	–1500	–1900	4	5	7	11	21	32
355	400					–114	–208	–294	–435	–530	–660	–820	–1000	–1300	–1650	–2100						
400	450	–40 + Δ	0		–68	–126	–232	–330	–490	–595	–740	–920	–1100	–1450	–1850	–2400	5	5	7	13	23	34
450	500					–132	–252	–360	–540	–660	–820	–1000	–1250	–1600	–2100	–2600						

Bảng 1.8. Trị số các sai lệch cơ bản của lỗ – μm đối với kích thước trên 500 đến 3150 mm

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch dưới EI								Sai lệch trên ES			
		Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn								Đến và bao gồm IT8	Trên IT8	Đến và bao gồm IT8	Trên IT8
Trên	Đến và bao gồm	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	K		M	
500	560	+260	+145		+76		+22	0	Sai lệch = $\pm \frac{ITn}{2}$, với n là cấp của IT	0		–26	
560	630												
630	710	+290	+160		+80		+24	0		0		–30	
710	800												
800	900	+320	+170		+86		+26	0		0		–34	
900	1000												
1000	1120	+350	+195		+98		+28	0		0		–40	
1120	1250												
1250	1400	+390	+220		+110		+30	0		0		–48	
1400	1600												
1600	1800	+430	+240		+120		+32	0		0		–58	
1800	2000												
2000	2240	+480	+260		+130		+34	0		0		–68	
2240	2500												
2500	2800	+520	+290		+145		+38	0		0		–76	
2800	3150												

Bảng 1.8. (tiếp theo)

Kích thước danh nghĩa (mm)		Sai lệch trên ES								
		Đến và bao gồm IT8	Trên IT8	Đến và bao gồm IT7	Cho mọi cấp dung sai tiêu chuẩn					
Trên	Đến và bao gồm	N		PtoZC	P	R	S	T	U	
500	560	–44			–78	–150	–280	–400	–600	
560	630					–155	–310	–450	–660	
630	710	–50			–88	–175	–340	–500	–740	
710	800					–185	–380	–560	–840	
800	900	–56			–100	–210	–430	–620	–940	
900	1000					–220	–470	–680	–1050	
1000	1120	–66			–120	–250	–520	–780	–1150	
1120	1250					–260	–580	–840	–1300	
1250	1400	–78			–140	–300	–640	–960	–1450	
1400	1600					–330	–720	–1050	–1600	
1600	1800	–92			–170	–370	–820	–1200	–1850	
1800	2000					–400	–920	–1350	–2000	
2000	2240	–110			–195	–440	–1000	–1500	–2300	
2240	2500					–460	–1100	–1650	–2500	
2500	2800	–135			–240	–550	–1250	–1900	–2900	
2800	3150					–580	–1400	–2100	–3200	

– Bậc dung sai tiêu chuẩn (miền dung sai):

Một bậc dung sai tiêu chuẩn được hình thành bằng cách phối hợp SLCB với cấp dung sai (cấp chính xác) bất kì và được kí hiệu như sau:

Ví dụ, bậc dung sai trục: h6, d10, s7, js5.

Bậc dung sai lỗ: H6, D10, S7, JS5.

Về mặt lí thuyết ta có thể tạo thành vô số các bậc dung sai nhưng với lí do kinh tế và thuận tiện cho sử dụng người ta chỉ sử dụng một số bậc dung sai của trục và lỗ theo TCVN 2245-1999, hình 1-9 và 1-10.

– Kích thước có dung sai được kí hiệu bằng cách ghi bậc dung sai yêu cầu hay sai lệch giới hạn cho phép sau kích thước danh nghĩa, ví dụ: 32H7, 80js5, 100g6 hoặc $100^{-0,012}_{-0,034}$. Kí hiệu này được sử dụng để ghi trên bản vẽ chi tiết, hình 1-11.

– Lắp ghép tiêu chuẩn:

Hệ thống các lắp ghép tiêu chuẩn được hình thành trên cơ sở hệ thống lỗ cơ bản và hệ thống trục cơ bản. Lắp ghép được kí hiệu dưới dạng phân số sau kích thước danh nghĩa, ví dụ:

$$52\frac{H7}{g6} \quad (52H7/g6) \quad \text{hoặc} \quad 62\frac{K7}{h6} \quad (62\ K7/h6)$$

Tử số kí hiệu miền dung sai của lỗ còn mẫu số là kí hiệu miền dung sai của trục.

Kí hiệu này được dùng để ghi trên bản vẽ lắp của bộ phận máy hoặc máy, hình 1-11.

Hệ thống các lắp ghép tiêu chuẩn thường được sử dụng đối với phạm vi kích thước 1 – 500 mm được chỉ dẫn trong các bảng 1.9 và 1.10.

– Trị số sai lệch giới hạn của kích thước lỗ và trục:

Để thuận tiện cho sử dụng, trị số sai lệch giới hạn của kích thước ứng với các miền dung sai khác nhau đã được tính và chỉ dẫn trong các bảng từ 1.11 đến 1.39.

– Bậc dung sai đối với các kích thước không tham gia lắp ghép:

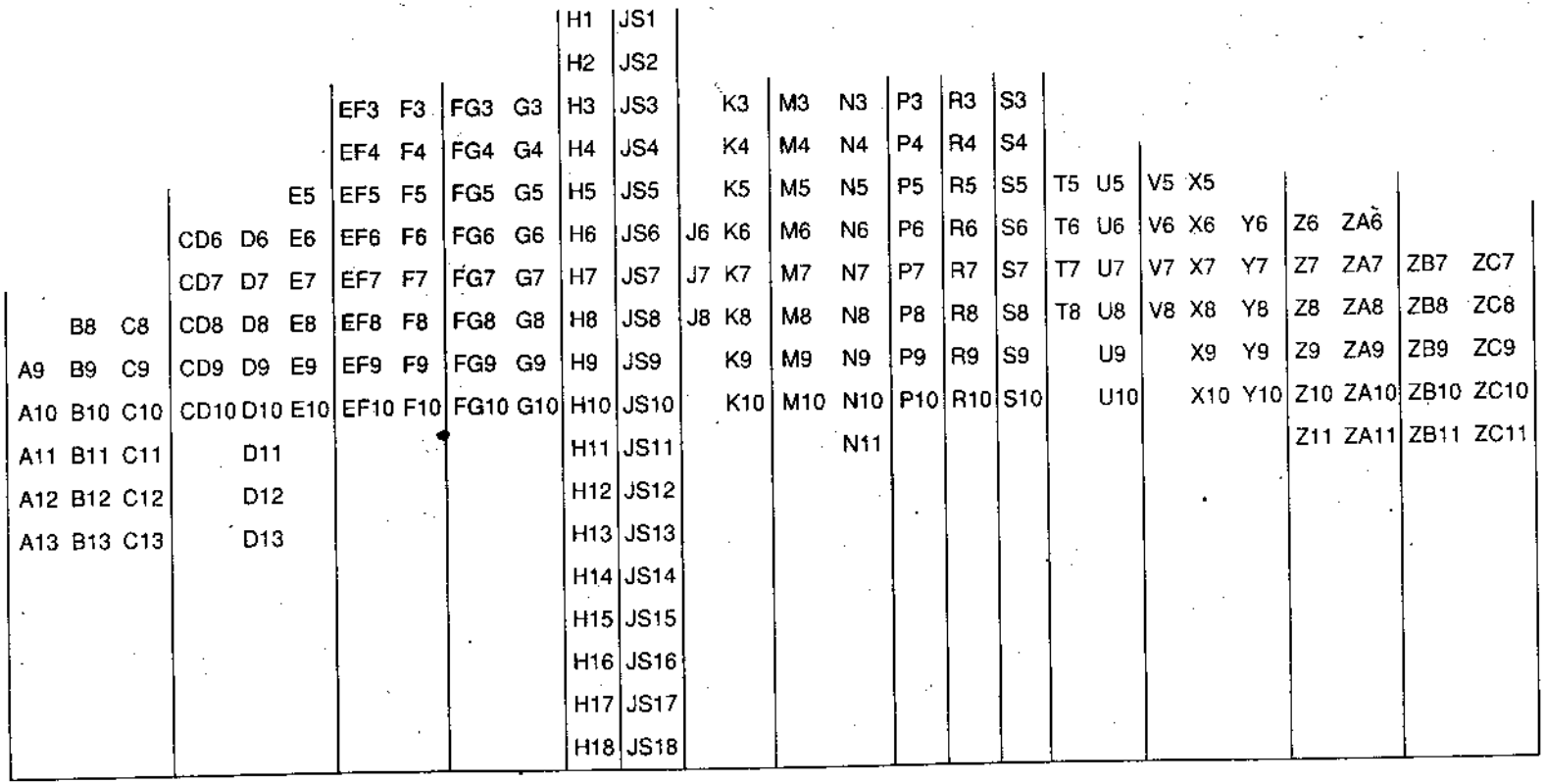
Các kích thước chi tiết không tham gia lắp ghép thì được chế tạo theo cấp chính xác phù hợp với chức năng yêu cầu của chúng. Bậc dung sai của chúng được quy định tương ứng với sai lệch cơ bản: H, JS đối với kích thước lỗ và h, js đối với kích thước trục, ví dụ:

H9 hoặc JS14

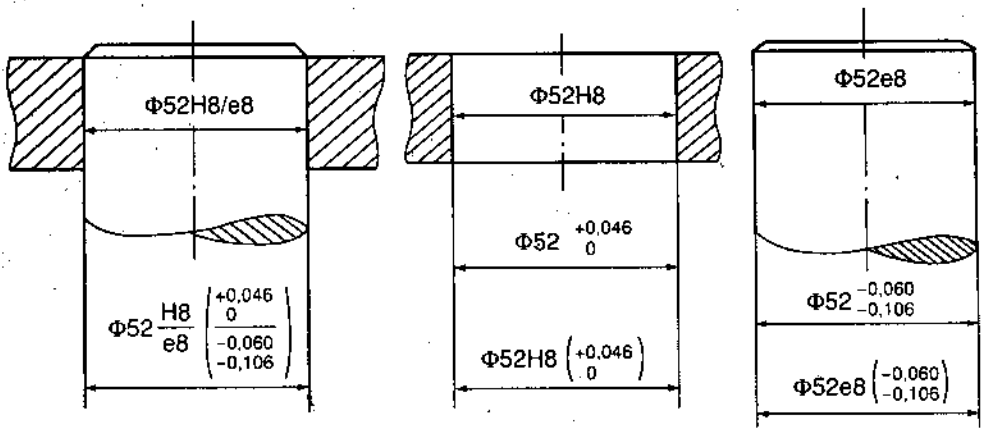
h14 hoặc js9.

										h1	js1																
										h2	js2																
						ef3	f3	fg3	g3	h3	js3		k3	m3	n3	p3	r3	s3									
						ef4	f4	fg4	g4	h4	js4		k4	m4	n4	p4	r4	s4									
			cd5	d5	e5	ef5	f5	fg5	g5	h5	js5	j5	k5	m5	n5	p5	r5	s5	t5	u5	v5	x5					
			cd6	d6	e6	ef6	f6	fg6	g6	h6	js6	j6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	v6	x6	y6	z6	za6		
			cd7	d7	e7	ef7	f7	fg7	g7	h7	js7	j7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7	v7	x7	y7	z7	za7	zb7	zc7
		c8	cd8	d8	e8	ef8	f8	fg8	g8	h8	js8	j8	k8	m8	n8	p8	r8	s8	t8	u8	v8	x8	y8	z8	za8	zb8	zc8
a9	b9	c9	cd9	d9	e9	ef9	f9	fg9	g9	h9	js9		k9	m9	n9	p9	r9	s9		u9		x9	y9	z9	za9	zb9	zc9
a10	b10	c10	cd10	d10	e10	ef10	f10	fg10	g10	h10	js10		k10			p10	r10	s10				x10	y10	z10	za10	zb10	zc10
a11	b11	c11		d11						h11	js11		k11											z11	za11	zb11	zc11
a12	b12	c12		d12						h12	js12		k12														
a13	b13			d13						h13	js13		k13														
										h14	js14																
										h15	js15																
										h16	js16																
										h17	js17																
										h18	js18																

Hình 1-9. Hệ thống các bậc dung sai trục đối với kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 500 mm.



Hình 1.10. Hệ thống các bậc dung sai lỗ đối với kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 500 mm.



Hình 1-11. Ghi kí hiệu sai lệch kích thước và lắp ghép trên bản vẽ.

– Sai lệch giới hạn không chỉ dẫn của các kích thước:

Các kích thước trên bản vẽ không có chỉ dẫn sai lệch giới hạn sau kích thước danh nghĩa được gọi là kích thước có sai lệch giới hạn không chỉ dẫn. Đối với những kích thước này thì cấp chính xác được chọn dựa vào điều kiện kết cấu và công nghệ hoặc theo phương pháp gia công tạo thành chúng, thường trong khoảng từ IT12 ÷ IT17. Miền dung sai của chúng được phân bố về một phía đối với vị trí kích thước danh nghĩa (đường không) giống như lỗ cơ bản H hoặc trục cơ bản h. Những kích thước không thuộc dạng lỗ, trục, ví dụ khoảng cách tâm lỗ thì miền dung sai có thể phân bố đối xứng đối với đường không.

Bảng 1.9. Hệ thống lỗ, lắp ghép đối với các kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500 mm. TCVN 2245-99

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục								
	a	b	c	d	e	f	g	h	js
	Lắp ghép								
H5							H5/g4	H5/h4	H5/js4
H6						H6/f6	H6/g5	H6/h5	H6/js5
H7			H7/c8	H7/d8	H7/e7 H7/e8	H7/f7	H7/g6	H7/h6	H7/js6
H8			H8/c8	H8/d8	H8/e8	H8/f7 H8/f8		H8/h7 H8/h8	H8/js7
				H8/d9	H8/e9	H8/f9		H8/h9	
H9				H9/d9	H9/e8 H9/e9	H9/f8 H9/f9		H9/h8 H9/h9	
H10				H10/d10				H10/h9 H10/h10	
H11	H11/a11	H11/b11	H11/c11	H11/d11				H11/h11	
H12		H12/b12						H12/h12	

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục										
	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	z
	Lắp ghép										
H5	H5/k4	H5/m4	H5/n4								
H6	H6/k5	H6/m5	H6/n5	H6/p5	H6/r5	H6/s5					
H7	H7/k6	H7/m6	H7/n6	H7/p6	H7/r6	H7/s6	H7/s7	H7/t6	H7/u7		
H8	H8/k7	H8/m7	H8/n7			H8/s7		H8/u8		H8/x8	H8/z8
H9											
H10											
H11											
H12											

Chú thích: ▭ Lắp ghép ưu tiên

Bảng 1.10. **Hệ thống trục, lắp ghép đối với các kích thước danh nghĩa từ 1 đến 500 mm. TCVN 2245-99**

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ																								
	A	B	C	D		E		F		G	H														
	Lắp ghép																								
h4										G5/h4	H5/h4														
h5								F7/h5		G6/h5	H6/h5														
h6				D8/h6		E8/h6		F7/h6	F8/h6	G7/h6	H7/h6														
h7				D8/h7		E8/h7		F8/h7			H8/h7														
h8				D8/h8	D9/h8	E8/h8	E9/h8	F8/h8	F9/h8		H8/h8	H9/h8													
h9				D9/h9	D10/h9	E9/h9					H8/h9	H9/h9	H10/h9												
h10				D10/h10							H10/h10														
h11	A11/h11	B11/h11	C11/h11	D11/h11							H11/h11														
h12		B12/h12									H12/h12														

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ								
	JS	K	M	N	P	R	S	T	U
	Lắp ghép								
h4	JS5/h4	K5/h4	M5/h4	N5/h4					
h5	JS6/h5	K6/h5	M6/h5	N6/h5	P6/h5				
h6	JS7/h6	K7/h6	M7/h6	N7/h6	P7/h6	R7/h6	S7/h6	T7/h6	
h7	JS8/h7	K8/h7	M8/h7	N8/h7					U8/h7
h8									
h9									
h10									
h11									
h12									

Chú thích: ▭ Lắp ghép ưu tiên

Bảng 1.11. Sai lệch giới hạn của lỗ A, B, C $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		A					B						C					
Trên	Đến và bao gồm	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
–	3	+ 295 + 270	+ 310 + 270	+ 330 + 270	+ 370 + 270	+ 410 + 270	+ 154 + 140	+ 165 + 140	+ 180 + 140	+ 200 + 140	+ 240 + 140	+ 280 + 140	+ 74 + 60	+ 85 + 60	+ 100 + 60	+ 120 + 60	+ 160 + 60	+ 200 + 60
3	6	+ 300 + 270	+ 318 + 270	+ 345 + 270	+ 390 + 270	+ 450 + 270	+ 158 + 140	+ 170 + 140	+ 188 + 140	+ 215 + 140	+ 260 + 140	+ 320 + 140	+ 88 + 70	+ 100 + 70	+ 118 + 70	+ 145 + 70	+ 190 + 70	+ 250 + 70
6	10	+ 316 + 280	+ 338 + 280	+ 370 + 280	+ 430 + 280	+ 500 + 280	+ 172 + 150	+ 186 + 150	+ 208 + 150	+ 240 + 150	+ 300 + 150	+ 370 + 150	+ 102 + 80	+ 116 + 80	+ 138 + 80	+ 170 + 80	+ 230 + 80	+ 300 + 80
10	18	+ 333 + 290	+ 360 + 290	+ 400 + 290	+ 470 + 290	+ 560 + 290	+ 177 + 150	+ 193 + 150	+ 220 + 150	+ 260 + 150	+ 330 + 150	+ 420 + 150	+ 122 + 95	+ 138 + 95	+ 165 + 95	+ 205 + 95	+ 275 + 95	+ 365 + 95
18	30	+ 352 + 300	+ 384 + 300	+ 430 + 300	+ 510 + 300	+ 630 + 300	+ 193 + 160	+ 212 + 160	+ 244 + 160	+ 290 + 160	+ 370 + 160	+ 490 + 160	+ 143 + 110	+ 162 + 110	+ 194 + 110	+ 240 + 110	+ 320 + 110	+ 440 + 110
30	40	+ 372 + 310	+ 410 + 310	+ 470 + 310	+ 560 + 310	+ 700 + 310	+ 209 + 170	+ 232 + 170	+ 270 + 170	+ 330 + 170	+ 420 + 170	+ 560 + 170	+ 159 + 120	+ 182 + 120	+ 220 + 120	+ 280 + 120	+ 370 + 120	+ 510 + 120
40	50	+ 382 + 320	+ 420 + 320	+ 480 + 320	+ 570 + 320	+ 710 + 320	+ 219 + 180	+ 242 + 180	+ 280 + 180	+ 340 + 180	+ 430 + 180	+ 570 + 180	+ 169 + 130	+ 192 + 130	+ 230 + 130	+ 290 + 130	+ 380 + 130	+ 520 + 130
50	65	+ 414 + 340	+ 460 + 340	+ 530 + 340	+ 640 + 340	+ 800 + 340	+ 236 + 190	+ 264 + 190	+ 310 + 190	+ 380 + 190	+ 490 + 190	+ 650 + 190	+ 186 + 140	+ 214 + 140	+ 260 + 140	+ 330 + 140	+ 440 + 140	+ 600 + 140
65	80	+ 434 + 360	+ 480 + 360	+ 550 + 360	+ 660 + 360	+ 820 + 360	+ 246 + 200	+ 274 + 200	+ 320 + 200	+ 390 + 200	+ 500 + 200	+ 660 + 200	+ 196 + 150	+ 224 + 150	+ 270 + 150	+ 340 + 150	+ 450 + 150	+ 610 + 150
80	100	+ 467 + 380	+ 520 + 380	+ 600 + 380	+ 730 + 380	+ 920 + 380	+ 274 + 220	+ 307 + 220	+ 360 + 220	+ 440 + 220	+ 570 + 220	+ 760 + 220	+ 224 + 170	+ 257 + 170	+ 310 + 170	+ 390 + 170	+ 520 + 170	+ 710 + 170
100	120	+ 497 + 410	+ 550 + 410	+ 630 + 410	+ 760 + 410	+ 950 + 410	+ 294 + 240	+ 327 + 240	+ 380 + 240	+ 460 + 240	+ 590 + 240	+ 780 + 240	+ 234 + 180	+ 267 + 180	+ 320 + 180	+ 400 + 180	+ 530 + 180	+ 720 + 180
120	140	+ 560 + 460	+ 620 + 460	+ 710 + 460	+ 860 + 460	+ 1090 + 460	+ 323 + 260	+ 360 + 260	+ 420 + 260	+ 510 + 260	+ 660 + 260	+ 890 + 260	+ 263 + 200	+ 300 + 200	+ 360 + 200	+ 450 + 200	+ 600 + 200	+ 830 + 200
140	160	+ 620 + 520	+ 680 + 520	+ 770 + 520	+ 920 + 520	+ 1150 + 520	+ 343 + 280	+ 380 + 280	+ 440 + 280	+ 530 + 280	+ 680 + 280	+ 910 + 280	+ 273 + 210	+ 310 + 210	+ 370 + 210	+ 460 + 210	+ 610 + 210	+ 840 + 210

Bảng 1.11. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		A					B						C					
Trên	Đến và bao gồm	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
160	180	+ 680 + 580	+ 740 + 580	+ 830 + 580	+ 980 + 580	+1210 + 580	+ 373 + 310	+ 410 + 310	+ 470 + 310	+ 560 + 310	+ 710 + 310	+ 940 + 310	+ 293 + 230	+ 330 + 230	+ 390 + 230	+ 480 + 230	+ 630 + 230	+ 860 + 230
180	200	+ 775 + 660	+ 845 + 660	+ 950 + 660	+1120 + 660	+1380 + 660	+ 412 + 340	+ 455 + 340	+ 525 + 340	+ 630 + 340	+ 800 + 340	+1060 + 340	+ 312 + 240	+ 355 + 240	+ 425 + 240	+ 530 + 240	+ 700 + 240	+ 960 + 240
200	225	+ 855 + 740	+ 925 + 740	+1030 + 740	+1200 + 740	+1460 + 740	+ 452 + 380	+ 495 + 380	+ 565 + 380	+ 670 + 380	+ 840 + 380	+1100 + 380	+ 332 + 260	+ 375 + 260	+ 445 + 260	+ 550 + 260	+ 720 + 260	+ 980 + 260
225	250	+ 935 + 820	+1005 + 820	+1110 + 820	+1280 + 820	+1540 + 820	+ 492 + 420	+ 535 + 420	+ 605 + 420	+ 710 + 420	+ 880 + 420	+1140 + 420	+ 352 + 280	+ 395 + 280	+ 465 + 280	+ 570 + 280	+ 740 + 280	+1000 + 280
250	280	+1050 + 920	+1130 + 920	+1240 + 920	+1440 + 920	+1730 + 920	+ 561 + 480	+ 610 + 480	+ 690 + 480	+ 800 + 480	+1000 + 480	+1290 + 480	+ 381 + 300	+ 430 + 300	+ 510 + 300	+ 620 + 300	+ 820 + 300	+1110 + 300
280	315	+1180 +1050	+1260 +1050	+1370 +1050	+1570 +1050	+1860 +1050	+ 621 + 540	+ 670 + 540	+ 750 + 540	+ 860 + 540	+1060 + 540	+1350 + 540	+ 411 + 330	+ 460 + 330	+ 540 + 330	+ 650 + 330	+ 850 + 330	+1140 + 330
315	355	+1340 +1200	+1430 +1200	+1560 +1200	+1770 +1200	+2000 +1200	+ 689 + 600	+ 740 + 600	+ 830 + 600	+ 960 + 600	+1170 + 600	+1490 + 600	+ 449 + 360	+ 500 + 360	+ 590 + 360	+ 720 + 360	+ 930 + 360	+1250 + 360
355	400	+1490 +1350	+1580 +1350	+1710 +1350	+1920 +1350	+2240 +1350	+ 769 + 680	+ 820 + 680	+ 910 + 680	+1040 + 680	+1250 + 680	+1570 + 680	+ 489 + 400	+ 540 + 400	+ 630 + 400	+ 760 + 400	+ 970 + 400	+1290 + 400
400	450	+1655 +1500	+1750 +1500	+1900 +1500	+2130 +1500	+2470 +1500	+ 857 + 760	+ 915 + 760	+1010 + 760	+1160 + 760	+1390 + 760	+1730 + 760	+ 537 + 440	+ 595 + 440	+ 690 + 440	+ 840 + 440	+1070 + 440	+1410 + 440
450	500	+1805 +1650	+1900 +1650	+2050 +1650	+2280 +1650	+2620 +1650	+ 937 + 840	+ 995 + 840	+1090 + 840	+1240 + 840	+1470 + 840	+1810 + 840	+ 577 + 480	+ 635 + 480	+ 730 + 480	+ 880 + 480	+1110 + 480	+1450 + 480

Bảng 1.12. Sai lệch giới hạn của lỗ D, E và F $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		D								E		
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7
–	3	+ 26 + 20	+ 30 + 20	+ 34 + 20	+ 45 + 20	+ 60 + 20	+ 80 + 20	+ 120 + 20	+ 160 + 20	+ 18 + 14	+ 20 + 14	+ 24 + 14
3	6	+ 38 + 30	+ 42 + 30	+ 48 + 30	+ 60 + 30	+ 78 + 30	+ 105 + 30	+ 150 + 30	+ 210 + 30	+ 25 + 20	+ 28 + 20	+ 32 + 20
6	10	+ 49 + 40	+ 55 + 40	+ 62 + 40	+ 76 + 40	+ 98 + 40	+ 130 + 40	+ 190 + 40	+ 260 + 40	+ 31 + 25	+ 34 + 25	+ 40 + 25
10	18	+ 61 + 50	+ 68 + 50	+ 77 + 50	+ 93 + 50	+ 120 + 50	+ 160 + 50	+ 230 + 50	+ 320 + 50	+ 40 + 32	+ 43 + 32	+ 50 + 32
18	30	+ 78 + 65	+ 86 + 65	+ 98 + 65	+ 117 + 65	+ 149 + 65	+ 195 + 65	+ 275 + 65	+ 395 + 65	+ 49 + 40	+ 53 + 40	+ 61 + 40
30	50	+ 96 + 80	+ 105 + 80	+ 119 + 80	+ 142 + 80	+ 180 + 80	+ 240 + 80	+ 330 + 80	+ 470 + 80	+ 61 + 50	+ 66 + 50	+ 75 + 50
50	80	+ 119 + 100	+ 130 + 100	+ 146 + 100	+ 174 + 100	+ 220 + 100	+ 290 + 100	+ 400 + 100	+ 580 + 100	+ 73 + 60	+ 79 + 60	+ 90 + 60
80	120	+ 142 + 120	+ 155 + 120	+ 174 + 120	+ 207 + 120	+ 260 + 120	+ 340 + 120	+ 470 + 120	+ 660 + 120	+ 87 + 72	+ 94 + 72	+ 107 + 72
120	180	+ 170 + 145	+ 185 + 145	+ 208 + 145	+ 245 + 145	+ 305 + 145	+ 395 + 145	+ 545 + 145	+ 775 + 145	+ 103 + 85	+ 110 + 85	+ 125 + 85
180	250	+ 199 + 170	+ 216 + 170	+ 242 + 170	+ 285 + 170	+ 355 + 170	+ 460 + 170	+ 630 + 170	+ 890 + 170	+ 120 + 100	+ 129 + 100	+ 146 + 100
250	315	+ 222 + 190	+ 242 + 190	+ 271 + 190	+ 320 + 190	+ 400 + 190	+ 510 + 190	+ 710 + 190	+1000 + 190	+ 133 + 110	+ 142 + 110	+ 162 + 110
315	400	+ 246 + 210	+ 267 + 210	+ 299 + 210	+ 350 + 210	+ 440 + 210	+ 570 + 210	+ 780 + 210	+1100 + 210	+ 150 + 125	+ 161 + 125	+ 182 + 125
400	500	+ 270 + 230	+ 293 + 230	+ 327 + 230	+ 385 + 230	+ 480 + 230	+ 630 + 230	+ 860 + 230	+1200 + 230	+ 162 + 135	+ 175 + 135	+ 198 + 135
500	630	+ 304 + 260	+ 330 + 260	+ 370 + 260	+ 435 + 260	+ 540 + 260	+ 700 + 260	+ 960 + 260	+1360 + 260		+ 189 + 145	+ 215 + 145
630	800	+ 340 + 290	+ 370 + 290	+ 415 + 290	+ 490 + 290	+ 610 + 290	+ 790 + 290	+1090 + 290	+1540 + 290		+ 210 + 160	+ 240 + 160
800	1000	+ 376 + 320	+ 410 + 320	+ 460 + 320	+ 550 + 320	+ 680 + 320	+ 880 + 320	+1220 + 320	+1720 + 320		+ 226 + 170	+ 260 + 170
1000	1250	+ 416 + 350	+ 455 + 350	+ 515 + 350	+ 610 + 350	+ 770 + 350	+1010 + 350	+1400 + 350	+2000 + 350		+ 261 + 195	+ 300 + 195
1250	1600	+ 468 + 390	+ 515 + 390	+ 585 + 390	+ 700 + 390	+ 890 + 390	+1170 + 390	+1640 + 390	+2340 + 390		+ 298 + 220	+ 345 + 220
1600	2000	+ 522 + 430	+ 580 + 430	+ 660 + 430	+ 800 + 430	+1030 + 430	+1350 + 430	+1930 + 430	+2730 + 430		+ 332 + 240	+ 390 + 240
2000	2500	+ 590 + 480	+ 655 + 480	+ 760 + 480	+ 920 + 480	+1180 + 480	+1580 + 480	+2230 + 480	+3280 + 480		+ 370 + 260	+ 435 + 260
2500	3150	+ 655 + 520	+ 730 + 520	+ 850 + 520	+1060 + 520	+1380 + 520	+1870 + 520	+2620 + 520	+3820 + 520		+ 425 + 290	+ 500 + 290

Bảng 1.12. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		E			F							
Trên	Đến và bao gồm	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+ 28 + 14	+ 39 + 14	+ 54 + 14	+ 8 + 6	+ 9 + 6	+ 10 + 6	+ 12 + 6	+ 16 + 6	+ 20 + 6	+ 31 + 6	+ 46 + 6
3	6	+ 38 + 20	+ 50 + 20	+ 68 + 20	+12,5 + 10	+ 14 + 10	+ 15 + 10	+ 18 + 10	+ 22 + 10	+ 28 + 10	+ 40 + 10	+ 58 + 10
6	10	+ 47 + 25	+ 61 + 25	+ 83 + 25	+15,5 + 13	+ 17 + 13	+ 19 + 13	+ 22 + 13	+ 28 + 13	+ 35 + 13	+ 49 + 13	+ 71 + 13
10	18	+ 59 + 32	+ 75 + 32	+ 102 + 32	+ 19 + 16	+ 21 + 16	+ 24 + 16	+ 27 + 16	+ 34 + 16	+ 43 + 16	+ 59 + 16	+ 86 + 16
18	30	+ 73 + 40	+ 92 + 40	+ 124 + 40	+ 24 + 20	+ 26 + 20	+ 29 + 20	+ 33 + 20	+ 41 + 20	+ 53 + 20	+ 72 + 20	+ 104 + 20
30	50	+ 89 + 50	+ 112 + 50	+ 150 + 50	+ 29 + 25	+ 32 + 25	+ 36 + 25	+ 41 + 25	+ 50 + 25	+ 64 + 25	+ 87 + 25	+ 125 + 25
50	80	+ 106 + 60	+ 134 + 60	+ 180 + 60			+ 43 + 30	+ 49 + 30	+ 60 + 30	+ 76 + 30	+ 104 + 30	
80	120	+ 125 + 72	+ 159 + 72	+ 212 + 72			+ 51 + 36	+ 58 + 36	+ 71 + 36	+ 90 + 36	+ 123 + 36	
120	180	+ 148 + 85	+ 185 + 85	+ 245 + 85			+ 61 + 43	+ 68 + 43	+ 83 + 43	+ 106 + 43	+ 143 + 43	
180	250	+ 172 + 100	+ 215 + 100	+ 285 + 100			+ 70 + 50	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 122 + 50	+ 165 + 50	
250	315	+ 191 + 110	+ 240 + 110	+ 320 + 110			+ 79 + 56	+ 88 + 56	+ 108 + 56	+ 137 + 56	+ 186 + 56	
315	400	+ 214 + 125	+ 265 + 125	+ 355 + 125			+ 87 + 62	+ 98 + 62	+ 119 + 62	+ 151 + 62	+ 202 + 62	
400	500	+ 232 + 135	+ 290 + 135	+ 385 + 135			+ 95 + 68	+ 108 + 68	+ 131 + 68	+ 165 + 68	+ 223 + 68	
500	630	+ 255 + 145	+ 320 + 145	+ 425 + 145				+ 120 + 76	+ 146 + 76	+ 186 + 76	+ 251 + 76	
630	800	+ 285 + 160	+ 360 + 160	+ 480 + 160				+ 130 + 80	+ 160 + 80	+ 205 + 80	+ 280 + 80	
800	1000	+ 310 + 170	+ 400 + 170	+ 530 + 170				+ 142 + 86	+ 176 + 86	+ 226 + 86	+ 316 + 86	
1000	1250	+ 360 + 195	+ 455 + 195	+ 615 + 195				+ 164 + 98	+ 203 + 98	+ 263 + 98	+ 358 + 98	
1250	1600	+ 415 + 220	+ 530 + 220	+ 720 + 220				+ 188 + 110	+ 235 + 110	+ 305 + 110	+ 420 + 110	
1600	2000	+ 470 + 240	+ 610 + 240	+ 840 + 240				+ 212 + 120	+ 270 + 120	+ 350 + 120	+ 490 + 120	
2000	2500	+ 540 + 260	+ 700 + 260	+ 960 + 260				+ 240 + 130	+ 305 + 130	+ 410 + 130	+ 570 + 130	
2500	3150	+ 620 + 290	+ 830 + 290	+1150 + 290				+ 280 + 145	+ 355 + 145	+ 475 + 145	+ 685 + 145	

Bảng 1.13. Sai lệch giới hạn của lỗ G và CD $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		G								CD				
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
–	3	+ 4 + 2	+ 5 + 2	+ 6 + 2	+ 8 + 2	+ 12 + 2	+ 16 + 2	+ 27 + 2	+ 42 + 2	+ 40 + 34	+ 44 + 34	+ 48 + 34	+ 59 + 34	+ 74 + 34
3	6	+ 6,5 + 4	+ 8 + 4	+ 9 + 4	+ 12 + 4	+ 16 + 4	+ 22 + 4	+ 34 + 4	+ 52 + 4	+ 54 + 46	+ 58 + 46	+ 64 + 46	+ 76 + 46	+ 94 + 46
6	10	+ 7,5 + 5	+ 9 + 5	+ 11 + 5	+ 14 + 5	+ 20 + 5	+ 27 + 5	+ 41 + 5	+ 63 + 5	+ 65 + 56	+ 71 + 56	+ 78 + 56	+ 92 + 56	+114 + 56
10	18	+ 9 + 6	+11 + 6	+ 14 + 6	+ 17 + 6	+ 24 + 6	+ 33 + 6	+ 49 + 6	+ 76 + 6					
18	30	+ 11 + 7	+13 + 7	+ 16 + 7	+ 20 + 7	+ 28 + 7	+ 40 + 7	+ 59 + 7	+ 91 + 7					
30	50	+ 13 + 9	+16 + 9	+ 20 + 9	+ 25 + 9	+ 34 + 9	+ 48 + 9	+ 71 + 9	+109 + 9					
50	80			+ 23 + 10	+ 29 + 10	+ 40 + 10	+ 56 + 10							
80	120			+ 27 + 12	+ 34 + 12	+ 47 + 12	+ 66 + 12							
120	180			+ 32 + 14	+ 39 + 14	+ 54 + 14	+ 77 + 14							
180	250			+ 35 + 15	+ 44 + 15	+ 61 + 15	+ 87 + 15							
250	315			+ 40 + 17	+ 49 + 17	+ 69 + 17	+ 98 + 17							
315	400			+ 43 + 18	+ 54 + 18	+ 75 + 18	+107 + 18							
400	500			+ 47 + 20	+ 60 + 20	+ 83 + 20	+117 + 20							
500	630				+ 66 + 22	+ 92 + 22	+132 + 22							
630	800				+ 74 + 24	+104 + 24	+149 + 24							
800	1000				+ 82 + 26	+116 + 26	+166 + 26							
1000	1250				+ 94 + 28	+133 + 28	+193 + 28							
1250	1600				+108 + 30	+155 + 30	+225 + 30							
1600	2000				+124 + 32	+182 + 32	+262 + 32							
2000	2500				+144 + 34	+209 + 34	+314 + 34							
2500	3150				+173 + 38	+248 + 38	+368 + 38							

Bảng 1.14. Sai lệch giới hạn của lỗ H $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Kích thước danh nghĩa (mm)		H										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch theo, μm										
–	3	+0,8 0	+ 1,2 0	+ 2 0	+ 3 0	+ 4 0	+ 6 0	+ 10 0	+ 14 0	+ 25 0	+ 40 0	+ 60 0
3	6	+ 1 0	+ 1,5 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 5 0	+ 8 0	+ 12 0	+ 18 0	+ 30 0	+ 48 0	+ 75 0
6	10	+ 1 0	+ 1,5 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 6 0	+ 9 0	+ 15 0	+ 22 0	+ 36 0	+ 58 0	+ 90 0
10	18	+ 1,2 0	+ 2 0	+ 3 0	+ 5 0	+ 8 0	+ 11 0	+ 18 0	+ 27 0	+ 43 0	+ 70 0	+ 110 0
18	30	+ 1,5 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 6 0	+ 9 0	+ 13 0	+ 21 0	+ 33 0	+ 52 0	+ 84 0	+ 130 0
30	50	+ 1,5 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 7 0	+ 11 0	+ 16 0	+ 25 0	+ 39 0	+ 62 0	+ 100 0	+ 160 0
50	80	+ 2 0	+ 3 0	+ 5 0	+ 8 0	+ 13 0	+ 19 0	+ 30 0	+ 46 0	+ 74 0	+ 120 0	+ 190 0
80	120	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 6 0	+ 10 0	+ 15 0	+ 22 0	+ 35 0	+ 54 0	+ 87 0	+ 140 0	+ 220 0
120	180	+ 3,5 0	+ 5 0	+ 8 0	+ 12 0	+ 18 0	+ 25 0	+ 40 0	+ 63 0	+ 100 0	+ 160 0	+ 250 0
180	250	+ 4,5 0	+ 7 0	+ 10 0	+ 14 0	+ 20 0	+ 29 0	+ 46 0	+ 72 0	+ 115 0	+ 185 0	+ 290 0
250	315	+ 6 0	+ 8 0	+ 12 0	+ 16 0	+ 23 0	+ 32 0	+ 52 0	+ 81 0	+ 130 0	+ 210 0	+ 320 0
315	400	+ 7 0	+ 9 0	+ 13 0	+ 18 0	+ 25 0	+ 36 0	+ 57 0	+ 89 0	+ 140 0	+ 230 0	+ 360 0
400	500	+ 8 0	+10 0	+ 15 0	+ 20 0	+ 27 0	+ 40 0	+ 63 0	+ 97 0	+ 155 0	+ 250 0	+ 400 0
500	630	+ 9 0	+11 0	+ 16 0	+ 22 0	+ 32 0	+ 44 0	+ 70 0	+110 0	+ 175 0	+ 280 0	+ 440 0
630	800	+10 0	+13 0	+ 18 0	+ 25 0	+ 36 0	+ 50 0	+ 80 0	+125 0	+ 200 0	+ 320 0	+ 500 0
800	1000	+11 0	+15 0	+ 21 0	+ 28 0	+ 40 0	+ 56 0	+ 90 0	+140 0	+ 230 0	+ 360 0	+ 560 0
1000	1250	+13 0	18 0	+ 24 0	+ 33 0	+ 47 0	+ 66 0	+105 0	+165 0	+ 260 0	+ 420 0	+ 660 0
1250	1600	+15 0	+21 0	+ 29 0	+ 39 0	+ 55 0	+ 78 0	+125 0	+195 0	+ 310 0	+ 500 0	+ 780 0
1600	2000	+18 0	+25 0	+ 35 0	+ 46 0	+ 65 0	+ 92 0	+150 0	+230 0	+ 370 0	+ 600 0	+ 920 0
2000	2500	+22 0	+30 0	+ 41 0	+ 55 0	+ 78 0	+110 0	+175 0	+280 0	+ 440 0	+ 700 0	+1100 0
2500	3150	+26 0	+36 0	+ 50 0	+ 68 0	+ 96 0	+135 0	+210 0	+330 0	+ 540 0	+ 860 0	+1350 0

Ghi chú: Các trị số trong khung ☐ được dành cho ứng dụng thực nghiệm.

Bảng 1.14. *(tiếp theo)*

Kích thước danh nghĩa (mm)		H						
		12	13	14	15	16	17	18
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch theo, mm						
–	3	+0,1 0	+ 0,14 0	+ 0,25 0	+ 0,4 0	+ 0,6 0		
3	6	+ 0,12 0	+ 0,18 0	+ 0,3 0	+ 0,48 0	+ 0,75 0	+ 1,2 0	+ 1,8 0
6	10	+ 0,15 0	+ 0,22 0	+ 0,36 0	+ 0,58 0	+ 0,9 0	+ 1,5 0	+ 2,2 0
10	18	+ 0,18 0	+ 0,27 0	+ 0,43 0	+ 0,7 0	+ 1,1 0	+ 1,8 0	+ 2,7 0
18	30	+ 0,21 0	+ 0,33 0	+ 0,52 0	+ 0,84 0	+ 1,3 0	+ 2,1 0	+ 3,3 0
30	50	+ 0,25 0	+ 0,39 0	+ 0,62 0	+ 1 0	+ 1,6 0	+ 2,5 0	+ 3,9 0
50	80	+ 0,3 0	+ 0,46 0	+ 0,74 0	+ 1,2 0	+ 1,9 0	+ 3 0	+ 4,6 0
80	120	+ 0,35 0	+ 0,54 0	+ 0,87 0	+ 1,4 0	+ 2,2 0	+ 3,5 0	+ 5,4 0
120	180	+ 0,4 0	+ 0,63 0	+ 1 0	+ 1,6 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 6,3 0
180	250	+ 0,46 0	+ 0,72 0	+ 1,15 0	+ 1,85 0	+ 2,9 0	+ 4,6 0	+ 7,2 0
250	315	+ 0,52 0	+ 0,81 0	+ 1,3 0	+ 2,1 0	+ 3,2 0	+ 5,2 0	+ 8,1 0
315	400	+ 0,57 0	+ 0,89 0	+ 1,4 0	+ 2,3 0	+ 3,6 0	+ 5,7 0	+ 8,9 0
400	500	+ 0,63 0	+ 0,97 0	+ 1,55 0	+ 2,5 0	+ 4 0	+ 6,3 0	+ 9,7 0
500	630	+ 0,7 0	+ 1,1 0	+ 1,75 0	+ 2,8 0	+ 4,4 0	+ 7 0	+ 11 0
630	800	+ 0,8 0	+ 1,25 0	+ 2 0	+ 3,2 0	+ 5 0	+ 8 0	+ 12,5 0
800	1000	+ 0,9 0	+ 1,4 0	+ 2,3 0	+ 3,6 0	+ 5,6 0	+ 9 0	+ 14 0
1000	1250	+ 1,05 0	+ 1,65 0	+ 2,6 0	+ 4,2 0	+ 6,6 0	+ 10,5 0	+ 16,5 0
1250	1600	+ 1,25 0	+ 1,95 0	+ 3,1 0	+ 5 0	+ 7,8 0	+ 12,5 0	+ 19,5 0
1600	2000	+ 1,5 0	+ 2,3 0	+ 3,7 0	+ 6 0	+ 9,2 0	+ 15 0	+ 23 0
2000	2500	+ 1,75 0	+ 2,8 0	+ 4,4 0	+ 7 0	+ 11 0	+ 17,5 0	+ 28 0
2500	3150	+ 2,1 0	+ 3,3 0	+ 5,4 0	+ 8,6 0	+ 13,5 0	+ 21 0	+ 33 0

Bảng 1.15. Sai lệch giới hạn của lỗ JS $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Kích thước danh nghĩa (mm)		JS								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch theo, μm								
-	3	± 0,4	± 0,6	± 1	± 1,5	± 2	± 3	± 5	± 7	± 12,5
3	6	± 0,5	± 0,75	± 1,25	± 2	± 2,5	± 4	± 6	± 9	± 15
6	10	± 0,5	± 0,75	± 1,25	± 2	± 3	± 4,5	± 7,5	± 11	± 18
10	18	± 0,6	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 5,5	± 9	± 13,5	± 21,5
18	30	± 0,75	± 1,25	± 2	± 3	± 4,5	± 6,5	± 10,5	± 16,5	± 26
30	50	± 0,75	± 1,25	± 2	± 3,5	± 5,5	± 8	± 12,5	± 19,5	± 31
50	80	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6,5	± 9,5	± 15	± 23	± 37
80	120	± 1,25	± 2	± 3	± 5	± 7,5	± 11	± 17,5	± 27	± 43,5
120	180	± 1,75	± 2,5	± 4	± 6	± 9	± 12,5	± 20	± 31,5	± 50
180	250	± 2,25	± 3,5	± 5	± 7	± 10	± 14,5	± 23	± 36	± 57,5
250	315	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11,5	± 16	± 26	± 40,5	± 65
315	400	± 3,5	± 4,5	± 6,5	± 9	± 12,5	± 18	± 28,5	± 44,5	± 70
400	500	± 4	± 5	± 7,5	± 10	± 13,5	± 20	± 31,5	± 48,5	± 77,5
500	630	± 4,5	± 5,5	± 8	± 11	± 16	± 22	± 35	± 55	± 87,5
630	800	± 5	± 6,5	± 9	± 12,5	± 18	± 25	± 40	± 62,5	± 100
800	1000	± 5,5	± 7,5	± 10,5	± 14	± 20	± 28	± 45	± 70	± 115
1000	1250	± 6,5	± 9	± 12	± 16,5	± 23,5	± 33	± 52,5	± 82,5	± 130
1250	1600	± 7,5	± 10,5	± 14,5	± 19,5	± 27,5	± 39	± 62,5	± 97,5	± 155
1600	2000	± 9	± 12,5	± 17,5	± 23	± 32,5	± 46	± 75	± 115	± 185
2000	2500	± 11	± 15	± 20,5	± 27,5	± 39	± 55	± 87,5	± 140	± 220
2500	3150	± 13	± 18	± 25	± 34	± 48	± 67,5	± 105	± 165	± 270

Ghi chú: Các trị số trong khung ☐ được dùng cho thực nghiệm.

Bảng 1.15. *(tiếp theo)*

Kích thước danh nghĩa (mm)		JS								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch theo µm		mm						
–	3[2)]	± 20	± 30	± 0,05	± 0,07	± 0,125	± 0,2	± 0,3		
3	6	± 24	± 37,5	± 0,06	± 0,09	± 0,15	± 0,24	± 0,375	± 0,6	± 0,9
6	10	± 29	± 45	± 0,075	± 0,11	± 0,18	± 0,29	± 0,45	± 0,75	± 1,1
10	18	± 35	± 55	± 0,09	± 0,135	± 0,215	± 0,35	± 0,55	± 0,9	± 1,35
18	30	± 42	± 65	± 0,105	± 0,165	± 0,26	± 0,42	± 0,65	± 1,05	± 1,65
30	50	± 50	± 80	± 0,125	± 0,195	± 0,31	± 0,5	± 0,8	± 1,25	± 1,95
50	80	± 60	± 95	± 0,15	± 0,23	± 0,37	± 0,6	± 0,95	± 1,5	± 2,3
80	120	± 70	± 110	± 0,175	± 0,27	± 0,435	± 0,7	± 1,1	± 1,75	± 2,7
120	180	± 80	± 125	± 0,2	± 0,315	± 0,5	± 0,8	± 1,25	± 2	± 3,15
180	250	± 92,5	± 145	± 0,23	± 0,36	± 0,575	± 0,925	± 1,45	± 2,3	± 3,6
250	315	± 105	± 160	± 0,26	± 0,405	± 0,65	± 1,05	± 1,6	± 2,6	± 4,05
315	400	± 115	± 180	± 0,285	± 0,445	± 0,7	± 1,15	± 1,8	± 2,85	± 4,45
400	500	± 125	± 200	± 0,315	± 0,485	± 0,775	± 1,25	± 2	± 3,15	± 4,85
500	630	± 140	± 220	± 0,35	± 0,55	± 0,875	± 1,4	± 2,2	± 3,5	± 5,5
630	800	± 160	± 250	± 0,4	± 0,625	± 1	± 1,6	± 2,5	± 4	± 6,25
800	1000	± 180	± 280	± 0,45	± 0,7	± 1,15	± 1,8	± 2,8	± 4,5	± 7
1000	1250	± 210	± 330	± 0,525	± 0,825	± 1,3	± 2,1	± 3,3	± 5,25	± 8,25
1250	1600	± 250	± 390	± 0,625	± 0,975	± 1,55	± 2,5	± 3,9	± 6,25	± 9,75
1600	2000	± 300	± 460	± 0,75	± 1,15	± 1,85	± 3	± 4,6	± 7,5	±11,5
2000	2500	± 350	± 550	± 0,875	± 1,4	± 2,2	± 3,5	± 5,5	± 8,75	±14
2500	3150	± 430	± 675	± 1,05	± 1,65	± 2,7	± 4,3	± 6,75	±10,5	±16,5

Bảng 1.16. Sai lệch giới hạn của lỗ K, M và N $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính theo microme

Kích thước danh nghĩa (mm)		K						M				
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7
–	3	0 – 2	0 – 3	0 – 4	0 – 6	0 – 10	0 – 14	– 2 – 4	– 2 – 5	– 2 – 6	– 2 – 8	– 2 – 12
3	6	0 – 2,5	+ 0,5 – 3,5	0 – 5	+ 2 – 6	+ 3 – 9	+ 5 – 13	– 3 – 5,5	– 2,5 – 6,5	– 3 – 8	– 1 – 9	0 – 12
6	10	0 – 2,5	+ 0,5 – 3,5	+ 1 – 5	+ 2 – 7	+ 5 – 10	+ 6 – 16	– 5 – 7,5	– 4,5 – 8,5	– 4 – 10	– 3 – 12	0 – 15
10	18	0 – 3	+ 1 – 4	+ 2 – 6	+ 2 – 9	+ 6 – 12	+ 8 – 19	– 6 – 9	– 5 –10	– 4 – 12	– 4 – 15	0 – 18
18	30	– 0,5 – 4,5	0 – 6	+ 1 – 8	+ 2 – 11	+ 6 – 15	+ 10 – 23	– 6,5 –10,5	– 6 –12	– 5 – 14	– 4 – 17	0 – 21
30	50	– 0,5 – 4,5	+ 1 – 6	+ 2 – 9	+ 3 – 13	+ 7 – 18	+ 12 – 27	– 7,5 –11,5	– 6 –13	– 5 – 16	– 4 – 20	0 – 25
50	80			+ 3 – 10	+ 4 – 15	+ 9 – 21	+ 14 – 32			– 6 – 19	– 5 – 24	0 – 30
80	120			+ 2 – 13	+ 4 – 18	+ 10 – 25	+ 16 – 38			– 8 – 23	– 6 – 28	0 – 35
120	180			+ 3 – 15	+ 4 – 21	+ 12 – 28	+ 20 – 43			– 9 – 27	– 8 – 33	0 – 40
180	250			+ 2 – 18	+ 5 – 24	+ 13 – 33	+ 22 – 50			– 11 – 31	– 8 – 37	0 – 46
250	315			+ 3 – 20	+ 5 – 27	+ 16 – 36	+ 25 – 56			– 13 – 36	– 9 – 41	0 – 52
315	400			+ 3 – 22	+ 7 – 29	+ 17 – 40	+ 28 – 61			– 14 – 39	– 10 – 46	0 – 57
400	500			+ 2 – 25	+ 8 – 32	+ 18 – 45	+ 29 – 68			– 16 – 43	– 10 – 50	0 – 63
500	630				0 – 44	0 – 70	0 –110				– 26 – 70	– 26 – 96
630	800				0 – 50	0 – 80	0 –125				– 30 – 80	– 30 –110
800	1000				0 – 56	0 – 90	0 –140				– 34 – 90	– 34 –124
1000	1250				0 – 66	0 –105	0 –165				– 40 –106	– 40 –145
1250	1600				0 – 78	0 –125	0 –195				– 48 –126	– 48 –173
1600	2000				0 – 92	0 –150	0 –230				– 58 –150	– 58 –208
2000	2500				0 –110	0 –175	0 –280				– 68 –178	– 68 –243
2500	3150				0 –135	0 –210	0 –330				– 76 –211	– 76 –286

Bảng 1.16. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		M			N								
Trên	Đến và bao gồm	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	11
–	3	– 2 – 16	– 2 – 27	– 2 – 42	– 4 – 6	– 4 – 7	– 4 – 8	– 4 – 10	– 4 – 14	– 4 – 18	– 4 – 29	– 4 – 44	– 4 – 64
3	6	+ 2 – 16	– 4 – 34	– 4 – 52	– 7 – 9,5	– 6,5 –10,5	– 7 – 12	– 5 – 13	– 4 – 16	– 2 – 20	0 – 30	0 – 48	0 – 75
6	10	+ 1 – 21	– 6 – 42	– 6 – 64	– 9 –11,5	– 8,5 –12,5	– 8 – 14	– 7 – 16	– 4 – 19	– 3 – 25	0 – 36	0 – 58	0 – 90
10	18	+ 2 – 25	– 7 – 50	– 7 – 77	–11 –14	–10 –15	– 9 – 17	– 9 – 20	– 5 – 23	– 3 – 30	0 – 43	0 – 70	0 –110
18	30	+ 4 – 29	– 8 – 60	– 8 – 92	–13,5 –17,5	–13 –19	– 12 – 21	– 11 – 24	– 7 – 28	– 3 – 36	0 – 52	0 – 84	0 –130
30	50	+ 5 – 34	– 9 – 71	– 9 –109	–15,5 –19,5	–14 –21	– 13 – 24	– 12 – 28	– 8 – 33	– 3 – 42	0 – 62	0 –100	0 –160
50	80	+ 5 – 41					– 15 – 28	– 14 – 33	– 9 – 39	– 4 – 50	0 – 74	0 –120	0 –190
80	120	+ 6 – 48					– 18 – 33	– 16 – 38	– 10 – 45	– 4 – 58	0 – 87	0 –140	0 –220
120	180	+ 8 – 55					– 21 – 39	– 20 – 45	– 12 – 52	– 4 – 67	0 –100	0 –160	0 –250
180	250	+ 9 – 63					– 25 – 45	– 22 – 51	– 14 – 60	– 5 – 77	0 –115	0 –185	0 –290
250	315	+ 9 – 72					– 27 – 50	– 25 – 57	– 14 – 66	– 5 – 86	0 –130	0 –210	0 –320
315	400	+ 11 – 78					– 30 – 55	– 26 – 62	– 16 – 73	– 5 – 94	0 –140	0 –230	0 –360
400	500	+ 11 – 86					– 33 – 60	– 27 – 67	– 17 – 80	– 6 –103	0 –155	0 –250	0 –400
500	630	– 26 –136						– 44 – 88	– 44 –114	– 44 –154	– 44 –219		
630	800	– 30 –155						– 50 –100	– 50 –130	– 50 –175	– 50 –250		
800	1000	– 34 –174						– 56 –112	– 56 –146	– 56 –196	– 56 –288		
1000	1250	– 40 –205						– 66 –132	– 66 –171	– 66 – 231	– 66 –326		
1250	1600	– 48 –243						– 78 –156	– 78 –203	– 78 –273	– 78 –388		
1600	2000	– 58 –288						– 92 –184	– 92 –242	– 92 –322	– 92 –462		
2000	2500	– 68 –348						–110 –220	–110 –285	–110 –390	–110 –550		
2500	3150	– 76 –406						–135 –270	–135 –345	–135 –465	–135 –675		

Bảng 1.17. Sai lệch giới hạn của lỗ P $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		P							
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	– 6 – 8	– 6 – 9	– 6 – 10	– 6 – 12	– 6 – 16	– 6 – 20	– 6 – 31	– 6 – 46
3	6	– 11 – 13,5	– 10,5 – 14,5	– 11 – 16	– 9 – 17	– 8 – 20	– 12 – 30	– 12 – 42	– 12 – 60
6	10	– 14 – 16,5	– 13,5 – 17,5	– 13 – 19	– 12 – 21	– 9 – 24	– 15 – 37	– 15 – 51	– 15 – 73
10	18	– 17 – 20	– 16 – 21	– 15 – 23	– 15 – 26	– 11 – 29	– 18 – 45	– 18 – 61	– 18 – 88
18	30	– 20,5 – 24,5	– 20 – 26	– 19 – 28	– 18 – 31	– 14 – 35	– 22 – 55	– 22 – 74	– 22 – 106
30	50	– 24,5 – 28,5	– 23 – 30	– 22 – 33	– 21 – 37	– 17 – 42	– 26 – 65	– 26 – 88	– 26 – 126
50	80			– 27 – 40	– 26 – 45	– 21 – 51	– 32 – 78	– 32 – 106	
80	120			– 32 – 47	– 30 – 52	– 24 – 59	– 37 – 91	– 37 – 124	
120	180			– 37 – 55	– 36 – 61	– 28 – 68	– 43 – 106	– 43 – 143	
180	250			– 44 – 64	– 41 – 70	– 33 – 79	– 50 – 122	– 50 – 165	
250	315			– 49 – 72	– 47 – 79	– 36 – 88	– 56 – 137	– 56 – 186	
315	400			– 55 – 80	– 51 – 87	– 41 – 98	– 62 – 151	– 62 – 202	
400	500			– 61 – 88	– 55 – 95	– 45 – 108	– 68 – 165	– 68 – 223	
500	630				– 78 – 122	– 78 – 148	– 78 – 188	– 78 – 253	
630	800				– 88 – 138	– 88 – 168	– 88 – 213	– 88 – 288	
800	1000				– 100 – 156	– 100 – 190	– 100 – 240	– 100 – 330	
1000	1250				– 120 – 186	– 120 – 225	– 120 – 285	– 120 – 380	
1250	1600				– 140 – 218	– 140 – 265	– 140 – 335	– 140 – 450	
1600	2000				– 170 – 262	– 170 – 320	– 170 – 400	– 170 – 540	
2000	2500				– 195 – 305	– 195 – 370	– 195 – 475	– 195 – 635	
2500	3150				– 240 – 375	– 240 – 450	– 240 – 570	– 240 – 780	

Bảng 1.18. Sai lệch giới hạn của lỗ R $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		R							
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	– 10 – 12	– 10 – 13	– 10 – 14	– 10 – 16	– 10 – 20	– 10 – 24	– 10 – 35	– 10 – 50
3	6	– 14 – 16,5	– 13,5 – 17,5	– 14 – 19	– 12 – 20	– 11 – 23	– 15 – 33	– 15 – 45	– 15 – 63
6	10	– 18 – 20,5	– 17,5 – 21,5	– 17 – 23	– 16 – 25	– 13 – 28	– 19 – 41	– 19 – 55	– 19 – 77
10	18	– 22 – 25	– 21 – 26	– 20 – 28	– 20 – 31	– 16 – 34	– 23 – 50	– 23 – 66	– 23 – 93
18	30	– 26,5 – 30,5	– 26 – 32	– 25 – 34	– 24 – 37	– 20 – 41	– 28 – 61	– 28 – 80	– 28 – 112
30	50	– 32,5 – 36,5	– 31 – 38	– 30 – 41	– 29 – 45	– 25 – 50	– 34 – 73	– 34 – 96	– 34 – 134
50	65			– 36 – 49	– 35 – 54	– 30 – 60	– 41 – 87		
65	80			– 38 – 51	– 37 – 56	– 32 – 62	– 43 – 89		
80	100			– 46 – 61	– 44 – 66	– 38 – 73	– 51 – 105		
100	120			– 49 – 64	– 47 – 69	– 41 – 76	– 54 – 108		
120	140			– 57 – 75	– 56 – 81	– 48 – 88	– 63 – 126		
140	160			– 59 – 77	– 58 – 83	– 50 – 90	– 65 – 128		
160	180			– 62 – 80	– 61 – 86	– 53 – 93	– 68 – 131		
180	200			– 71 – 91	– 68 – 97	– 60 – 106	– 77 – 149		
200	225			– 74 – 94	– 71 – 100	– 63 – 109	– 80 – 152		
225	250			– 78 – 98	– 75 – 104	– 67 – 113	– 84 – 156		
250	280			– 87 – 110	– 85 – 117	– 74 – 126	– 94 – 175		
280	315			– 91 – 114	– 89 – 121	– 78 – 130	– 98 – 179		
315	355			– 101 – 126	– 97 – 133	– 87 – 144	– 108 – 197		
355	400			– 107 – 132	– 103 – 139	– 93 – 150	– 114 – 203		
400	450			– 119 – 146	– 113 – 153	– 103 – 166	– 126 – 223		
450	500			– 125 – 152	– 119 – 159	– 109 – 172	– 132 – 229		

Bảng 1.19. Sai lệch giới hạn của lỗ S $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		S							
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	– 14 – 16	– 14 – 17	– 14 – 18	– 14 – 20	– 14 – 24	– 14 – 28	– 14 – 39	– 14 – 54
3	6	– 18 – 20,5	– 17,5 – 21,5	– 18 – 23	– 16 – 24	– 15 – 27	– 19 – 37	– 19 – 49	– 19 – 67
6	10	– 22 – 24,5	– 21,5 – 25,5	– 21 – 27	– 20 – 29	– 17 – 32	– 23 – 45	– 23 – 59	– 23 – 81
10	18	– 27 – 30	– 26 – 31	– 25 – 33	– 25 – 36	– 21 – 39	– 28 – 55	– 28 – 71	– 28 – 98
18	30	– 33,5 – 37,5	– 33 – 39	– 32 – 41	– 31 – 44	– 27 – 48	– 35 – 68	– 35 – 87	– 35 – 119
30	50	– 41,5 – 45,5	– 40 – 47	– 39 – 50	– 38 – 54	– 34 – 59	– 43 – 82	– 43 – 105	– 43 – 143
50	65			– 48 – 61	– 47 – 66	– 42 – 72	– 53 – 99	– 53 – 127	
65	80			– 54 – 67	– 53 – 72	– 48 – 78	– 59 – 105	– 59 – 133	
80	100			– 66 – 81	– 64 – 86	– 58 – 93	– 71 – 125	– 71 – 158	
100	120			– 74 – 89	– 72 – 94	– 66 – 101	– 79 – 133	– 79 – 166	
120	140			– 86 – 104	– 85 – 110	– 77 – 117	– 92 – 155	– 92 – 192	
140	160			– 94 – 112	– 93 – 118	– 85 – 125	– 100 – 163	– 100 – 200	
160	180			– 102 – 120	– 101 – 126	– 93 – 133	– 108 – 171	– 108 – 208	
180	200			– 116 – 136	– 113 – 142	– 105 – 151	– 122 – 194	– 122 – 237	
200	225			– 124 – 144	– 121 – 150	– 113 – 159	– 130 – 202	– 130 – 245	
225	250			– 134 – 154	– 131 – 160	– 123 – 169	– 140 – 212	– 140 – 255	
250	280			– 151 – 174	– 149 – 181	– 138 – 190	– 158 – 239	– 158 – 288	
280	315			– 163 – 186	– 161 – 193	– 150 – 202	– 170 – 251	– 170 – 300	
315	355			– 183 – 208	– 179 – 215	– 169 – 226	– 190 – 279	– 190 – 330	
355	400			– 201 – 226	– 197 – 233	– 187 – 244	– 208 – 297	– 208 – 348	
400	450			– 225 – 252	– 219 – 259	– 209 – 272	– 232 – 329	– 232 – 387	
450	500			– 245 – 272	– 239 – 279	– 229 – 292	– 252 – 349	– 252 – 407	

Bảng 1.20. Sai lệch giới hạn của lỗ R và S $\left(\frac{ES}{EI}\right)$ Đối với kích thước trên 500 đến 3150 mm

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		R			S		
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	6	7	8
500	560	– 150 – 194	– 150 – 220	– 150 – 260	– 280 – 324	– 280 – 360	– 280 – 390
560	630	– 155 – 199	– 155 – 225	– 155 – 265	– 310 – 354	– 310 – 380	– 310 – 420
630	710	– 175 – 225	– 175 – 255	– 175 – 300	– 340 – 390	– 340 – 420	– 340 – 465
710	800	– 185 – 235	– 185 – 265	– 185 – 310	– 380 – 430	– 380 – 460	– 380 – 505
800	900	– 210 – 266	– 210 – 300	– 210 – 350	– 430 – 486	– 430 – 520	– 430 – 570
900	1000	– 220 – 276	– 220 – 310	– 220 – 360	– 470 – 526	– 470 – 560	– 470 – 610
1000	1120	– 250 – 316	– 250 – 355	– 250 – 415	– 520 – 586	– 520 – 625	– 520 – 685
1120	1250	– 260 – 326	– 260 – 365	– 260 – 425	– 580 – 646	– 580 – 685	– 580 – 745
1250	1400	– 300 – 378	– 300 – 425	– 300 – 495	– 640 – 718	– 640 – 765	– 640 – 835
1400	1600	– 330 – 408	– 330 – 455	– 330 – 525	– 720 – 798	– 720 – 845	– 720 – 915
1600	1800	– 370 – 462	– 370 – 520	– 370 – 600	– 820 – 912	– 820 – 970	– 820 – 1050
1800	2000	– 400 – 492	– 400 – 550	– 400 – 630	– 920 – 1012	– 920 – 1070	– 920 – 1150
2000	2240	– 440 – 550	– 440 – 615	– 440 – 720	– 1000 – 1110	– 1000 – 1175	– 1000 – 1280
2240	2500	– 460 – 570	– 460 – 635	– 460 – 740	– 1100 – 1210	– 1100 – 1275	– 1100 – 1380
2500	2800	– 550 – 685	– 550 – 760	– 550 – 880	– 1250 – 1385	– 1250 – 1460	– 1250 – 1580
2800	3150	– 580 – 715	– 580 – 790	– 580 – 910	– 1400 – 1535	– 1400 – 1610	– 1400 – 1730

Bảng 1.21. Sai lệch giới hạn của lỗ T và U $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		T				U					
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
–	3					– 18 – 22	– 18 – 24	– 18 – 28	– 18 – 32	– 18 – 43	– 18 – 58
3	6					– 22 – 27	– 20 – 28	– 19 – 31	– 23 – 41	– 23 – 53	– 23 – 71
6	10					– 26 – 32	– 25 – 34	– 22 – 37	– 28 – 50	– 28 – 64	– 28 – 86
10	18					– 30 – 38	– 30 – 41	– 26 – 44	– 33 – 60	– 33 – 76	– 33 – 103
18	24					– 38 – 47	– 37 – 50	– 33 – 54	– 41 – 74	– 41 – 93	– 41 – 125
24	30	– 38 – 47	– 37 – 50	– 33 – 54	– 41 – 74	– 45 – 54	– 44 – 57	– 40 – 61	– 48 – 81	– 48 – 100	– 48 – 132
30	40	– 44 – 55	– 43 – 59	– 39 – 64	– 48 – 87	– 56 – 67	– 55 – 71	– 51 – 76	– 60 – 99	– 60 – 122	– 60 – 160
40	50	– 50 – 61	– 49 – 65	– 45 – 70	– 54 – 93	– 66 – 77	– 65 – 81	– 61 – 86	– 70 – 109	– 70 – 132	– 70 – 170
50	65		– 60 – 79	– 55 – 85	– 66 – 112		– 81 – 100	– 76 – 106	– 87 – 133	– 87 – 161	– 87 – 207
65	80		– 69 – 88	– 64 – 94	– 75 – 121		– 96 – 115	– 91 – 121	– 102 – 148	– 102 – 176	– 102 – 222
80	100		– 84 – 106	– 78 – 113	– 91 – 145		– 117 – 139	– 111 – 146	– 124 – 178	– 124 – 211	– 124 – 264
100	120		– 97 – 119	– 91 – 126	– 104 – 158		– 137 – 159	– 131 – 166	– 144 – 198	– 144 – 231	– 144 – 284
120	140		– 115 – 140	– 107 – 147	– 122 – 185		– 163 – 188	– 155 – 195	– 170 – 223	– 170 – 270	– 170 – 330
140	160		– 127 – 152	– 119 – 159	– 134 – 197		– 183 – 208	– 175 – 215	– 190 – 253	– 190 – 290	– 190 – 350
160	180		– 139 – 164	– 131 – 171	– 146 – 209		– 203 – 228	– 195 – 235	– 210 – 273	– 210 – 310	– 210 – 370
180	200		– 157 – 186	– 149 – 195	– 166 – 238		– 227 – 256	– 219 – 265	– 236 – 308	– 236 – 351	– 236 – 421
200	225		– 171 – 200	– 163 – 209	– 180 – 252		– 249 – 278	– 241 – 287	– 258 – 330	– 258 – 373	– 258 – 443
225	250		– 187 – 216	– 179 – 225	– 196 – 268		– 275 – 304	– 267 – 313	– 284 – 356	– 284 – 399	– 284 – 469
250	280		– 209 – 241	– 198 – 250	– 218 – 299		– 306 – 338	– 295 – 347	– 315 – 396	– 315 – 445	– 315 – 525
280	315		– 231 – 263	– 220 – 272	– 240 – 321		– 341 – 373	– 330 – 382	– 350 – 431	– 350 – 480	– 350 – 560
315	355		– 257 – 293	– 247 – 304	– 268 – 357		– 379 – 415	– 369 – 426	– 390 – 479	– 390 – 530	– 390 – 620
355	400		– 283 – 319	– 273 – 330	– 294 – 383		– 424 – 460	– 414 – 471	– 435 – 524	– 435 – 575	– 435 – 665
400	450		– 317 – 357	– 307 – 370	– 330 – 427		– 477 – 517	– 467 – 530	– 490 – 587	– 490 – 645	– 490 – 740
450	500		– 347 – 387	– 337 – 400	– 360 – 457		– 527 – 567	– 517 – 580	– 540 – 637	– 540 – 695	– 540 – 790

Bảng 1.22. Sai lệch giới hạn của lỗ T và U $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Đối với kích thước trên 500 đến 3150 mm

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		T			U		
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	6	7	8
500	560	– 400 – 444	– 400 – 470	– 400 – 510	– 600 – 644	– 600 – 670	– 600 – 710
560	630	– 450 – 494	– 450 – 520	– 450 – 560	– 660 – 704	– 660 – 730	– 660 – 770
630	710	– 500 – 550	– 500 – 580	– 500 – 625	– 740 – 790	– 740 – 820	– 740 – 865
710	800	– 560 – 610	– 560 – 640	– 560 – 685	– 840 – 890	– 840 – 920	– 840 – 965
800	900	– 620 – 676	– 620 – 710	– 620 – 760	– 940 – 996	– 940 – 1030	– 940 – 1080
900	1000	– 680 – 736	– 680 – 770	– 680 – 820	– 1050 – 1106	– 1050 – 1140	– 1050 – 1190
1000	1120	– 780 – 846	– 780 – 885	– 780 – 945	– 1150 – 1216	– 1150 – 1255	– 1150 – 1315
1120	1250	– 840 – 906	– 840 – 945	– 840 – 1005	– 1300 – 1366	– 1300 – 1405	– 1300 – 1465
1250	1400	– 960 – 1038	– 960 – 1085	– 960 – 1155	– 1450 – 1528	– 1450 – 1575	– 1450 – 1645
1400	1600	– 1050 – 1128	– 1050 – 1175	– 1050 – 1245	– 1600 – 1678	– 1600 – 1725	– 1600 – 1795
1600	1800	– 1200 – 1292	– 1200 – 1350	– 1200 – 1430	– 1850 – 1942	– 1850 – 2000	– 1850 – 2080
1800	2000	– 1350 – 1442	– 1350 – 1500	– 1350 – 1580	– 2000 – 2092	– 2000 – 2150	– 2000 – 2230
2000	2240	– 1500 – 1610	– 1500 – 1675	– 1500 – 1780	– 2300 – 2410	– 2300 – 2475	– 2300 – 2580
2240	2500	– 1650 – 1760	– 1650 – 1825	– 1650 – 1930	– 2500 – 2610	– 2500 – 2675	– 2500 – 2780
2500	2800	– 1900 – 2035	– 1900 – 2110	– 1900 – 2230	– 2900 – 3035	– 2900 – 3110	– 2900 – 3230
2800	3150	– 2100 – 2235	– 2100 – 2310	– 2100 – 2430	– 3200 – 3335	– 3200 – 3410	– 3200 – 3530

Bảng 1.23. Sai lệch giới hạn của lỗ V, X và Y $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		V				X						Y				
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
–	3					– 20 – 24	– 20 – 26	– 20 – 30	– 20 – 34	– 20 – 45	– 20 – 60					
3	6					– 27 – 32	– 25 – 33	– 24 – 36	– 28 – 46	– 28 – 58	– 28 – 76					
6	10					– 32 – 38	– 31 – 40	– 28 – 43	– 34 – 56	– 34 – 70	– 34 – 92					
10	14					– 37 – 45	– 37 – 48	– 33 – 51	– 40 – 67	– 40 – 83	– 40 – 110					
14	18	– 36 – 44	– 36 – 47	– 32 – 50	– 39 – 66	– 42 – 50	– 42 – 53	– 38 – 56	– 45 – 72	– 45 – 88	– 45 – 115					
18	24	– 44 – 53	– 43 – 56	– 39 – 60	– 47 – 80	– 51 – 60	– 50 – 63	– 46 – 67	– 54 – 87	– 54 – 106	– 54 – 138	– 59 – 72	– 55 – 76	– 63 – 96	– 63 – 115	– 63 – 147
24	30	– 52 – 61	– 51 – 64	– 47 – 68	– 55 – 88	– 61 – 70	– 60 – 73	– 56 – 77	– 64 – 97	– 64 – 116	– 64 – 148	– 71 – 84	– 67 – 88	– 75 – 108	– 75 – 127	– 75 – 159
30	40	– 64 – 75	– 63 – 79	– 59 – 84	– 68 – 107	– 76 – 87	– 75 – 91	– 71 – 96	– 80 – 119	– 80 – 142	– 80 – 180	– 89 – 105	– 85 – 110	– 94 – 133	– 94 – 156	– 94 – 194
40	50	– 77 – 88	– 76 – 92	– 72 – 97	– 81 – 120	– 93 – 104	– 92 – 108	– 88 – 113	– 97 – 136	– 97 – 159	– 97 – 197	– 109 – 125	– 105 – 130	– 114 – 153	– 114 – 176	– 114 – 214
50	65		– 96 – 115	– 91 – 121	– 102 – 148		– 116 – 135	– 111 – 141	– 122 – 168	– 122 – 196		– 138 – 157	– 133 – 163	– 144 – 190		
65	80		– 114 – 133	– 109 – 139	– 120 – 166		– 140 – 159	– 135 – 165	– 146 – 192	– 146 – 220		– 168 – 187	– 163 – 193	– 174 – 220		
80	100		– 139 – 161	– 133 – 168	– 146 – 200		– 171 – 193	– 165 – 200	– 178 – 232	– 178 – 265		– 207 – 229	– 201 – 236	– 214 – 268		
100	120		– 165 – 187	– 159 – 194	– 172 – 226		– 203 – 225	– 197 – 232	– 210 – 264	– 210 – 297		– 247 – 269	– 241 – 276	– 254 – 308		

Bảng 1.23. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		V				X						Y				
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
120	140		– 195 – 220	– 187 – 227	– 202 – 265		– 241 – 266	– 233 – 273	– 248 – 311	– 248 – 348		– 293 – 318	– 285 – 325	– 300 – 363		
140	160		– 221 – 246	– 213 – 253	– 228 – 291		– 273 – 298	– 265 – 305	– 280 – 343	– 280 – 380		– 333 – 358	– 325 – 365	– 340 – 403		
160	180		– 245 – 270	– 237 – 277	– 252 – 315		– 303 – 328	– 295 – 335	– 310 – 373	– 310 – 410		– 373 – 398	– 365 – 405	– 380 – 443		
180	200		– 275 – 304	– 267 – 313	– 284 – 356		– 341 – 370	– 333 – 379	– 350 – 422	– 350 – 465		– 416 – 445	– 408 – 454	– 425 – 497		
200	225		– 301 – 330	– 293 – 339	– 310 – 382		– 376 – 405	– 368 – 414	– 385 – 457	– 385 – 500		– 461 – 490	– 453 – 499	– 470 – 542		
225	250		– 331 – 360	– 323 – 369	– 340 – 412		– 416 – 445	– 408 – 454	– 425 – 497	– 425 – 540		– 511 – 540	– 503 – 549	– 520 – 592		
250	280		– 376 – 408	– 365 – 417	– 385 – 466		– 466 – 498	– 455 – 507	– 475 – 556	– 475 – 605		– 571 – 603	– 560 – 612	– 580 – 661		
280	315		– 416 – 448	– 405 – 457	– 425 – 506		– 516 – 548	– 505 – 557	– 525 – 606	– 525 – 655		– 641 – 673	– 630 – 682	– 650 – 731		
315	355		– 464 – 500	– 454 – 511	– 475 – 564		– 579 – 615	– 569 – 626	– 590 – 679	– 590 – 730		– 719 – 755	– 709 – 766	– 730 – 819		
355	400		– 519 – 555	– 509 – 566	– 530 – 619		– 649 – 685	– 639 – 696	– 660 – 749	– 660 – 800		– 809 – 845	– 799 – 856	– 820 – 909		
400	450		– 582 – 622	– 572 – 635	– 595 – 692		– 727 – 767	– 717 – 780	– 740 – 837	– 740 – 895		– 907 – 947	– 897 – 960	– 920 – 1017		
450	500		– 647 – 667	– 637 – 700	– 660 – 757		– 807 – 847	– 797 – 860	– 820 – 917	– 820 – 975		– 987 – 1027	– 977 – 1040	– 1000 – 1097		

Bảng 1.24. Sai lệch giới hạn của lỗ Z và ZA $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		Z						ZA					
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
–	3	– 26 – 32	– 26 – 36	– 26 – 40	– 26 – 51	– 26 – 66	– 26 – 86	– 32 – 38	– 32 – 42	– 32 – 46	– 32 – 57	– 32 – 72	– 32 – 92
3	6	– 32 – 40	– 31 – 43	– 35 – 53	– 35 – 65	– 35 – 83	– 35 – 110	– 39 – 47	– 38 – 50	– 42 – 60	– 42 – 72	– 42 – 90	– 42 – 117
6	10	– 39 – 48	– 36 – 51	– 42 – 64	– 42 – 78	– 42 – 100	– 42 – 132	– 49 – 58	– 46 – 61	– 52 – 74	– 52 – 88	– 52 – 110	– 52 – 142
10	14	– 47 – 58	– 43 – 61	– 50 – 77	– 50 – 93	– 50 – 120	– 50 – 160	– 61 – 72	– 57 – 75	– 64 – 91	– 64 – 107	– 64 – 134	– 64 – 174
14	18	– 57 – 68	– 53 – 71	– 60 – 87	– 60 – 103	– 60 – 130	– 60 – 170	– 74 – 85	– 70 – 88	– 77 – 104	– 77 – 120	– 77 – 147	– 77 – 187
18	24	– 69 – 82	– 65 – 86	– 73 – 106	– 73 – 125	– 73 – 157	– 73 – 203	– 94 – 107	– 90 – 111	– 98 – 131	– 98 – 150	– 98 – 182	– 98 – 228
24	30	– 84 – 97	– 80 – 101	– 88 – 121	– 88 – 140	– 88 – 172	– 88 – 218	– 114 – 127	– 110 – 131	– 118 – 151	– 118 – 170	– 118 – 202	– 118 – 248
30	40	– 107 – 123	– 103 – 128	– 112 – 151	– 112 – 174	– 112 – 212	– 112 – 272	– 143 – 159	– 139 – 164	– 148 – 187	– 148 – 210	– 148 – 248	– 148 – 308
40	50	– 131 – 147	– 127 – 152	– 136 – 175	– 136 – 198	– 136 – 236	– 136 – 296	– 175 – 191	– 171 – 196	– 180 – 219	– 180 – 242	– 180 – 280	– 180 – 340
50	65		– 161 – 191	– 172 – 218	– 172 – 246	– 172 – 292	– 172 – 362		– 215 – 245	– 226 – 272	– 226 – 300	– 226 – 346	– 226 – 416
65	80		– 199 – 229	– 210 – 256	– 210 – 284	– 210 – 330	– 210 – 400		– 263 – 293	– 274 – 320	– 274 – 348	– 274 – 394	– 274 – 464
80	100		– 245 – 280	– 258 – 312	– 258 – 345	– 258 – 398	– 258 – 478		– 322 – 357	– 335 – 389	– 335 – 422	– 335 – 475	– 335 – 555
100	120		– 297 – 332	– 310 – 364	– 310 – 397	– 310 – 450	– 310 – 530		– 387 – 422	– 400 – 454	– 400 – 487	– 400 – 540	– 400 – 620

Bảng 1.24. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		Z						ZA					
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
120	140		– 350 – 390	– 365 – 428	– 365 – 465	– 365 – 525	– 365 – 615		– 455 – 495	– 470 – 533	– 470 – 570	– 470 – 630	– 470 – 720
140	160		– 400 – 440	– 415 – 478	– 415 – 515	– 415 – 575	– 415 – 665		– 520 – 560	– 535 – 598	– 535 – 635	– 535 – 695	– 535 – 785
160	180		– 450 – 490	– 465 – 528	– 465 – 565	– 465 – 625	– 465 – 715		– 585 – 625	– 600 – 663	– 600 – 700	– 600 – 760	– 660 – 850
180	200		– 503 – 549	– 520 – 592	– 520 – 635	– 520 – 705	– 520 – 810		– 653 – 699	– 670 – 742	– 670 – 785	– 670 – 855	– 670 – 960
200	225		– 558 – 604	– 575 – 647	– 575 – 690	– 575 – 760	– 575 – 865		– 723 – 769	– 740 – 812	– 740 – 855	– 740 – 925	– 740 – 1030
225	250		– 623 – 669	– 640 – 712	– 640 – 755	– 640 – 825	– 640 – 930		– 803 – 849	– 820 – 892	– 820 – 935	– 820 – 1005	– 820 – 1110
250	280		– 690 – 742	– 710 – 791	– 710 – 840	– 710 – 920	– 710 – 1030		– 900 – 952	– 920 – 1001	– 920 – 1050	– 920 – 1130	– 920 – 1240
280	315		– 770 – 822	– 790 – 871	– 790 – 920	– 790 – 1000	– 790 – 1110		– 980 – 1032	– 1000 – 1081	– 1000 – 1130	– 1000 – 1210	– 1000 – 1320
315	355		– 879 – 936	– 900 – 989	– 900 – 1040	– 900 – 1130	– 900 – 1260		– 1129 – 1186	– 1150 – 1239	– 1150 – 1290	– 1150 – 1380	– 1150 – 1510
355	400		– 979 – 1036	– 1000 – 1089	– 1000 – 1140	– 1000 – 1230	– 1000 – 1360		– 1279 – 1336	– 1300 – 1389	– 1300 – 1440	– 1300 – 1530	– 1300 – 1660
400	450		– 1077 – 1140	– 1100 – 1197	– 1100 – 1255	– 1100 – 1350	– 1100 – 1500		– 1427 – 1490	– 1450 – 1547	– 1450 – 1605	– 1450 – 1700	– 1450 – 1850
450	500		– 1227 – 1290	– 1250 – 1347	– 1250 – 1405	– 1250 – 1500	– 1250 – 1650		– 1577 – 1640	– 1600 – 1697	– 1600 – 1755	– 1600 – 1850	– 1600 – 2000

Bảng 1.25. Sai lệch giới hạn của lỗ ZB và ZC $\left(\frac{ES}{EI}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		ZB					ZC				
Trên	Đến và bao gồm	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
–	3	– 40 – 50	– 40 – 54	– 40 – 65	– 40 – 80	– 40 – 100	– 60 – 70	– 60 – 74	– 60 – 85	– 60 – 100	– 60 – 120
3	6	– 46 – 58	– 50 – 68	– 50 – 80	– 50 – 98	– 50 – 125	– 76 – 88	– 80 – 98	– 80 – 110	– 80 – 128	– 80 – 155
6	10	– 61 – 76	– 67 – 89	– 67 – 103	– 67 – 125	– 67 – 157	– 91 – 106	– 97 – 119	– 97 – 133	– 97 – 155	– 97 – 187
10	14	– 83 – 101	– 90 – 117	– 90 – 133	– 90 – 160	– 90 – 200	– 123 – 141	– 130 – 157	– 130 – 173	– 130 – 200	– 130 – 240
14	18	– 101 – 119	– 108 – 135	– 108 – 151	– 108 – 178	– 108 – 218	– 143 – 161	– 150 – 177	– 150 – 193	– 150 – 220	– 150 – 260
18	24	– 128 – 149	– 136 – 169	– 136 – 188	– 136 – 220	– 136 – 266	– 180 – 201	– 188 – 221	– 188 – 240	– 188 – 272	– 188 – 318
24	30	– 152 – 173	– 160 – 193	– 160 – 212	– 160 – 244	– 160 – 290	– 210 – 231	– 218 – 251	– 218 – 270	– 218 – 302	– 218 – 348
30	40	– 191 – 216	– 200 – 239	– 200 – 262	– 200 – 300	– 200 – 360	– 265 – 290	– 274 – 313	– 274 – 336	– 274 – 374	– 274 – 434
40	50	– 233 – 258	– 242 – 281	– 242 – 304	– 242 – 342	– 242 – 402	– 316 – 341	– 325 – 364	– 325 – 387	– 325 – 425	– 325 – 485
50	65	– 289 – 319	– 300 – 346	– 300 – 374	– 300 – 420	– 300 – 490	– 394 – 424	– 405 – 451	– 405 – 479	– 405 – 525	– 405 – 595
65	80	– 349 – 379	– 360 – 406	– 360 – 434	– 360 – 480	– 360 – 550	– 469 – 499	– 480 – 526	– 480 – 554	– 480 – 600	– 480 – 670
80	100	– 432 – 467	– 445 – 499	– 445 – 532	– 445 – 585	– 445 – 665	– 572 – 607	– 585 – 639	– 585 – 672	– 585 – 725	– 585 – 805
100	120	– 512 – 547	– 525 – 579	– 525 – 612	– 525 – 665	– 525 – 745	– 677 – 712	– 690 – 744	– 690 – 777	– 690 – 830	– 690 – 910

Bảng 1.25. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		ZB					ZC				
Trên	Đến và bao gồm	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
120	140	– 605 – 645	– 620 – 683	– 620 – 720	– 620 – 780	– 620 – 870	– 785 – 825	– 800 – 863	– 800 – 900	– 800 – 960	– 800 – 1050
140	160	– 685 – 725	– 700 – 763	– 700 – 800	– 700 – 860	– 700 – 950	– 885 – 925	– 900 – 963	– 900 – 1000	– 900 – 1060	– 900 – 1150
160	180	– 765 – 805	– 780 – 843	– 780 – 880	– 780 – 940	– 780 – 1030	– 985 – 1025	– 1000 – 1063	– 1000 – 1100	– 1000 – 1160	– 1000 – 1250
180	200	– 863 – 909	– 880 – 852	– 880 – 995	– 880 – 1065	– 880 – 1170	– 1133 – 1179	– 1150 – 1222	– 1150 – 1265	– 1150 – 1335	– 1150 – 1440
200	225	– 943 – 989	– 960 – 1032	– 960 – 1075	– 960 – 1145	– 960 – 1250	– 1233 – 1279	– 1250 – 1322	– 1250 – 1365	– 1250 – 1435	– 1250 – 1540
225	250	– 1033 – 1079	– 1050 – 1122	– 1050 – 1165	– 1050 – 1235	– 1050 – 1340	– 1333 – 1379	– 1350 – 1422	– 1350 – 1465	– 1350 – 1535	– 1350 – 1640
250	280	– 1180 – 1232	– 1200 – 1281	– 1200 – 1330	– 1200 – 1410	– 1200 – 1520	– 1530 – 1582	– 1550 – 1631	– 1550 – 1680	– 1550 – 1760	– 1550 – 1870
280	315	– 1280 – 1332	– 1300 – 1381	– 1300 – 1430	– 1300 – 1510	– 1300 – 1620	– 1680 – 1732	– 1700 – 1781	– 1700 – 1830	– 1700 – 1910	– 1700 – 2020
315	355	– 1479 – 1536	– 1500 – 1589	– 1500 – 1640	– 1500 – 1730	– 1500 – 1860	– 1879 – 1936	– 1900 – 1989	– 1900 – 2040	– 1900 – 2130	– 1900 – 2260
355	400	– 1629 – 1686	– 1650 – 1739	– 1650 – 1790	– 1650 – 1880	– 1650 – 2010	– 2079 – 2136	– 2100 – 2189	– 2100 – 2240	– 2100 – 2330	– 2100 – 2460
400	450	– 1827 – 1890	– 1850 – 1947	– 1850 – 2005	– 1850 – 2100	– 1850 – 2250	– 2377 – 2440	– 2400 – 2497	– 2400 – 2555	– 2400 – 2650	– 2400 – 2800
450	500	– 2077 – 2140	– 2100 – 2197	– 2100 – 2255	– 2100 – 2350	– 2100 – 2500	– 2577 – 2640	– 2600 – 2697	– 2600 – 2755	– 2600 – 2850	– 2600 – 3000

Bảng 1.26. Sai lệch giới hạn của trục a, b và c $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		a					b						c				
Trên	Đến và bao gồm	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
–	3	– 270 – 295	– 270 – 310	– 270 – 330	– 270 – 370	– 270 – 410	– 140 – 154	– 140 – 165	– 140 – 180	– 140 – 200	– 140 – 240	– 140 – 280	– 60 – 74	– 60 – 85	– 60 – 100	– 60 – 120	– 60 – 160
3	6	– 270 – 300	– 270 – 318	– 270 – 345	– 270 – 390	– 270 – 450	– 140 – 158	– 140 – 170	– 140 – 188	– 140 – 215	– 140 – 260	– 140 – 320	– 70 – 88	– 70 – 100	– 70 – 118	– 70 – 145	– 70 – 190
6	10	– 280 – 316	– 280 – 338	– 280 – 370	– 280 – 430	– 280 – 500	– 150 – 172	– 150 – 186	– 150 – 208	– 150 – 240	– 150 – 300	– 150 – 370	– 80 – 102	– 80 – 116	– 80 – 138	– 80 – 170	– 80 – 230
10	18	– 290 – 333	– 290 – 360	– 290 – 400	– 290 – 470	– 290 – 560	– 150 – 177	– 150 – 193	– 150 – 220	– 150 – 260	– 150 – 330	– 150 – 420	– 95 – 122	– 95 – 138	– 95 – 165	– 95 – 205	– 95 – 275
18	30	– 300 – 352	– 300 – 384	– 300 – 430	– 300 – 510	– 300 – 630	– 160 – 193	– 160 – 212	– 160 – 244	– 160 – 290	– 160 – 370	– 160 – 490	– 110 – 143	– 110 – 162	– 110 – 194	– 110 – 240	– 110 – 320
30	40	– 310 – 372	– 310 – 410	– 310 – 470	– 310 – 560	– 310 – 700	– 170 – 209	– 170 – 232	– 170 – 270	– 170 – 330	– 170 – 420	– 170 – 560	– 120 – 159	– 120 – 182	– 120 – 220	– 120 – 280	– 120 – 370
40	50	– 320 – 382	– 320 – 420	– 320 – 480	– 320 – 570	– 320 – 710	– 180 – 219	– 180 – 242	– 180 – 280	– 180 – 340	– 180 – 430	– 180 – 570	– 130 – 169	– 130 – 192	– 130 – 230	– 130 – 290	– 130 – 380
50	65	– 340 – 414	– 340 – 460	– 340 – 530	– 340 – 640	– 340 – 800	– 190 – 236	– 190 – 264	– 190 – 310	– 190 – 380	– 190 – 490	– 190 – 650	– 140 – 186	– 140 – 214	– 140 – 260	– 140 – 330	– 140 – 440
65	80	– 360 – 434	– 360 – 480	– 360 – 550	– 360 – 660	– 360 – 820	– 200 – 246	– 200 – 274	– 200 – 320	– 200 – 390	– 200 – 500	– 200 – 660	– 150 – 196	– 150 – 224	– 150 – 270	– 150 – 340	– 150 – 450
80	100	– 380 – 467	– 380 – 520	– 380 – 600	– 380 – 730	– 380 – 920	– 220 – 274	– 220 – 307	– 220 – 360	– 220 – 440	– 220 – 570	– 220 – 760	– 170 – 224	– 170 – 257	– 170 – 310	– 170 – 390	– 170 – 520
100	120	– 410 – 497	– 410 – 550	– 410 – 630	– 410 – 760	– 410 – 950	– 240 – 294	– 240 – 327	– 240 – 380	– 240 – 460	– 240 – 590	– 240 – 780	– 180 – 234	– 180 – 267	– 180 – 320	– 180 – 400	– 180 – 530
120	140	– 460 – 560	– 460 – 620	– 460 – 710	– 460 – 860	– 460 –1090	– 260 – 323	– 260 – 360	– 260 – 420	– 260 – 510	– 260 – 660	– 260 – 890	– 200 – 263	– 200 – 300	– 200 – 360	– 200 – 450	– 200 – 600

Bảng 1.26. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		a					b						c				
Trên	Đến và bao gồm	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
140	160	- 520 - 620	- 520 - 680	- 520 - 770	- 520 - 920	- 520 - 1150	- 280 - 343	- 280 - 380	- 280 - 440	- 280 - 530	- 280 - 680	- 280 - 910	- 210 - 273	- 210 - 310	- 210 - 370	- 210 - 460	- 210 - 610
160	180	- 580 - 680	- 580 - 740	- 580 - 830	- 580 - 980	- 580 - 1210	- 310 - 373	- 310 - 410	- 310 - 470	- 310 - 560	- 310 - 710	- 310 - 940	- 230 - 293	- 230 - 330	- 230 - 390	- 230 - 480	- 230 - 630
180	200	- 660 - 775	- 660 - 845	- 660 - 950	- 660 - 1120	- 660 - 1380	- 340 - 412	- 340 - 455	- 340 - 525	- 340 - 630	- 340 - 800	- 340 - 1060	- 240 - 312	- 240 - 355	- 240 - 425	- 240 - 530	- 240 - 700
200	225	- 740 - 855	- 740 - 925	- 740 - 1030	- 740 - 1200	- 740 - 1460	- 380 - 452	- 380 - 495	- 380 - 565	- 380 - 670	- 380 - 840	- 380 - 1100	- 260 - 332	- 260 - 375	- 260 - 445	- 260 - 550	- 260 - 720
225	250	- 820 - 935	- 820 - 1005	- 820 - 1110	- 820 - 1280	- 820 - 1540	- 420 - 492	- 420 - 535	- 420 - 605	- 420 - 710	- 420 - 880	- 420 - 1140	- 280 - 352	- 280 - 395	- 280 - 465	- 280 - 570	- 280 - 740
250	280	- 920 - 1050	- 920 - 1130	- 920 - 1240	- 920 - 1440	- 920 - 1730	- 480 - 561	- 480 - 610	- 480 - 690	- 480 - 800	- 480 - 1000	- 480 - 1290	- 300 - 381	- 300 - 430	- 300 - 510	- 300 - 620	- 300 - 820
280	315	- 1050 - 1180	- 1050 - 1260	- 1050 - 1370	- 1050 - 1570	- 1050 - 1860	- 540 - 621	- 540 - 670	- 540 - 750	- 540 - 860	- 540 - 1060	- 540 - 1350	- 330 - 411	- 330 - 460	- 330 - 540	- 330 - 650	- 330 - 850
315	355	- 1200 - 1340	- 1200 - 1430	- 1200 - 1560	- 1200 - 1770	- 1200 - 2090	- 600 - 689	- 600 - 740	- 600 - 830	- 600 - 960	- 600 - 1170	- 600 - 1490	- 360 - 449	- 360 - 500	- 360 - 590	- 360 - 720	- 360 - 930
355	400	- 1350 - 1490	- 1350 - 1580	- 1350 - 1710	- 1350 - 1920	- 1350 - 2240	- 680 - 769	- 680 - 820	- 680 - 910	- 680 - 1040	- 680 - 1250	- 680 - 1570	- 400 - 489	- 400 - 540	- 400 - 630	- 400 - 760	- 400 - 970
400	450	- 1500 - 1655	- 1500 - 1750	- 1500 - 1900	- 1500 - 2130	- 1500 - 2470	- 760 - 857	- 760 - 915	- 760 - 1010	- 760 - 1160	- 760 - 1390	- 760 - 1730	- 440 - 537	- 440 - 595	- 440 - 690	- 440 - 840	- 440 - 1070
450	500	- 1650 - 1805	- 1650 - 1900	- 1650 - 2050	- 1650 - 2280	- 1650 - 2620	- 840 - 937	- 840 - 995	- 840 - 1090	- 840 - 1240	- 840 - 1470	- 840 - 1810	- 480 - 577	- 480 - 635	- 480 - 730	- 480 - 880	- 480 - 1110

Bảng 1.27. Sai lệch giới hạn của trục d, e và f $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		d									e		
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7
–	3	– 20 – 24	– 20 – 26	– 20 – 30	– 20 – 34	– 20 – 45	– 20 – 60	– 20 – 80	– 20 –120	– 20 –160	– 14 – 18	– 14 – 20	– 14 – 24
3	6	– 30 – 35	– 30 – 38	– 30 – 42	– 30 – 48	– 30 – 60	– 30 – 78	– 30 –105	– 30 –150	– 30 –210	– 20 – 25	– 20 – 28	– 20 – 32
6	10	– 40 – 46	– 40 – 49	– 40 – 55	– 40 – 62	– 40 – 76	– 40 – 98	– 40 –130	– 40 –190	– 40 –260	– 25 – 31	– 25 – 34	– 25 – 40
10	18	– 50 – 58	– 50 – 61	– 50 – 68	– 50 – 77	– 50 – 93	– 50 – 120	– 50 –160	– 50 –230	– 50 –320	– 32 – 40	– 32 – 43	– 32 – 50
18	30	– 65 – 74	– 65 – 78	– 65 – 86	– 65 – 98	– 65 –117	– 65 – 149	– 65 –195	– 65 –275	– 65 –395	– 40 – 49	– 40 – 53	– 40 – 61
30	50	– 80 – 91	– 80 – 96	– 80 –105	– 80 –119	– 80 –142	– 80 – 180	– 80 –240	– 80 –330	– 80 –470	– 50 – 61	– 50 – 66	– 50 – 75
50	80	–100 –113	–100 –119	–100 –130	–100 –146	–100 –174	–100 –220	–100 –290	–100 –400	–100 –560	– 60 – 73	– 60 – 79	– 60 – 90
80	120	–120 –135	–120 –142	–120 –155	–120 –174	–120 –207	–120 –260	–120 –340	–120 –470	–120 –660	– 72 – 87	– 72 – 94	– 72 –107
120	180	–145 –163	–145 –170	–145 –185	–145 –208	–145 –245	–145 –305	–145 –395	–145 –545	–145 –775	– 85 –103	– 85 –110	– 85 –125
180	250	–170 –190	–170 –199	–170 –216	–170 –242	–170 –285	–170 –355	–170 –460	–170 –630	–170 –890	–100 –120	–100 –129	–100 –146
250	315	–190 –213	–190 –222	–190 –242	–190 –271	–190 –320	–190 –400	–190 –510	–190 –710	–190 –1000	–110 –133	–110 –142	–110 –162
315	400	–210 –235	–210 –246	–210 –267	–210 –299	–210 –350	–210 –440	–210 –570	–210 –780	–210 –1100	–125 –150	–125 –161	–125 –182
400	500	–230 –257	–230 –270	–230 –293	–230 –327	–230 –385	–230 –480	–230 –630	–230 –860	– 230 –1200	–135 –162	–135 –175	–135 –198
500	630			–260 –330	–260 –370	–260 –435	–260 –540	–260 –700				–145 –189	–145 –215
630	800			–290 –370	–290 –415	–290 –490	–290 –610	–290 –790				–160 –210	–160 –240
800	1000			–320 –410	–320 –460	–320 –550	–320 –680	–320 –880				–170 –226	–170 –260
1000	1250			–350 –455	–350 –515	–350 –610	–350 –770	–350 –1010				–195 –261	–195 –300
1250	1600			–390 –515	–390 –585	–390 –700	–390 –890	–390 –1170				–220 –298	–220 –345
1600	2000			–430 –580	–430 –660	–430 –800	–430 –1030	–430 –1350				–240 –332	–240 –390
2000	2500			–480 –655	–480 –760	–480 –920	–480 –1180	–480 –1580				–260 –370	–260 –435
2500	3150			–520 –730	–520 –850	–520 –1060	–520 –1380	–520 –1870				–290 –425	–290 –500

Bảng 1.27. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		e			f							
Trên	Đến và bao gồm	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	– 14 – 28	– 14 – 39	– 14 – 54	– 6 – 8	– 6 – 9	– 6 – 10	– 6 – 12	– 6 – 16	– 6 – 20	– 6 – 31	– 6 – 46
3	6	– 20 – 38	– 20 – 50	– 20 – 68	– 10 –12,5	– 10 – 14	– 10 – 15	– 10 – 18	– 10 – 22	– 10 – 28	– 10 – 40	– 10 – 58
6	10	– 25 – 47	– 25 – 61	– 25 – 83	– 13 –15,5	– 13 – 17	– 13 – 19	– 13 – 22	– 13 – 28	– 13 – 35	– 13 – 49	– 13 – 71
10	18	– 32 – 59	– 32 – 75	– 32 –102	– 16 – 19	– 16 – 21	– 16 – 24	– 16 – 27	– 16 – 34	– 16 – 43	– 16 – 59	– 16 – 86
18	30	– 40 – 73	– 40 – 92	– 40 –124	– 20 – 24	– 20 – 26	– 20 – 29	– 20 – 33	– 20 – 41	– 20 – 53	– 20 – 72	– 20 –104
30	50	– 50 – 89	– 50 –112	– 50 –150	– 25 – 29	– 25 – 32	– 25 – 36	– 25 – 41	– 25 – 50	– 25 – 64	– 25 – 87	– 25 –125
50	80	– 60 –106	– 60 –134	– 60 –180		– 30 – 38	– 30 – 43	– 30 – 49	– 30 – 60	– 30 – 76	– 30 –104	
80	120	– 72 –126	– 72 –159	– 72 –212		– 36 – 46	– 36 – 51	– 36 – 58	– 36 – 71	– 36 – 90	– 36 –123	
120	180	– 85 –148	– 85 –185	– 85 –245		– 43 – 55	– 43 – 61	– 43 – 68	– 43 – 83	– 43 –106	– 43 –143	
180	250	–100 –172	–100 –215	–100 –285		– 50 – 64	– 50 – 70	– 50 – 79	– 50 – 96	– 50 –122	– 50 –165	
250	315	–110 –191	–110 –240	–110 –320		– 56 – 72	– 56 – 79	– 56 – 88	– 56 –108	– 56 –137	– 56 –185	
315	400	–125 –214	–125 –265	–125 –355		– 62 – 80	– 62 – 87	– 62 – 98	– 62 –119	– 62 –151	– 62 –202	
400	500	–135 –232	–135 –290	–135 –385		– 68 – 88	– 68 – 95	– 68 –108	– 68 –131	– 68 –165	– 68 –223	
500	630	–145 –255	–145 –320	–145 –425				– 76 –120	– 76 –146	– 76 –186	– 76 –251	
630	800	–160 –285	–160 –360	–160 –480				– 80 –130	– 80 –160	– 80 –205	– 80 –280	
800	1000	–170 –310	–170 –400	–170 –530				– 86 –142	– 86 –176	– 86 –226	– 86 –316	
1000	1250	–195 –360	–195 –455	–195 –615				– 98 –164	– 98 –203	– 98 –263	– 98 –358	
1250	1600	–220 –415	–220 –530	–220 –720				–110 –188	–110 –235	–110 –305	–110 –420	
1600	2000	–240 –470	–240 –610	–240 –840				–120 –212	–120 –270	–120 –350	–120 –490	
2000	2500	–260 –540	–260 –700	–260 –960				–130 –240	–130 –305	–130 –410	–130 –570	
2500	3150	–290 –620	–290 –830	–290 –1150				–145 –280	–145 –355	–145 –475	–145 –685	

Bảng 1.28. Sai lệch giới hạn của trục g $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		g							
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	– 2 – 4	– 2 – 5	– 2 – 6	– 2 – 8	– 2 – 12	– 2 – 16	– 2 – 27	– 2 – 42
3	6	– 4 – 6,5	– 4 – 8	– 4 – 9	– 4 – 12	– 4 – 16	– 4 – 22	– 4 – 34	– 4 – 52
6	10	– 5 – 7,5	– 5 – 9	– 5 – 11	– 5 – 14	– 5 – 20	– 5 – 27	– 5 – 41	– 5 – 63
10	18	– 6 – 9	– 6 – 11	– 6 – 14	– 6 – 17	– 6 – 24	– 6 – 33	– 6 – 49	– 6 – 76
18	30	– 7 – 11	– 7 – 13	– 7 – 16	– 7 – 20	– 7 – 28	– 7 – 40	– 7 – 59	– 7 – 91
30	50	– 9 – 13	– 9 – 16	– 9 – 20	– 9 – 25	– 9 – 34	– 9 – 48	– 9 – 71	– 9 – 109
50	80		– 10 – 18	– 10 – 23	– 10 – 29	– 10 – 40	– 10 – 56		
80	120		– 12 – 22	– 12 – 27	– 12 – 34	– 12 – 47	– 12 – 66		
120	180		– 14 – 26	– 14 – 32	– 14 – 39	– 14 – 54	– 14 – 77		
180	250		– 15 – 29	– 15 – 36	– 15 – 44	– 15 – 61	– 15 – 87		
250	315		– 17 – 33	– 17 – 40	– 17 – 49	– 17 – 69	– 17 – 98		
315	400		– 18 – 36	– 18 – 43	– 18 – 54	– 18 – 75	– 18 – 107		
400	500		– 20 – 40	– 20 – 47	– 20 – 60	– 20 – 83	– 20 – 117		
500	630				– 22 – 66	– 22 – 92	– 22 – 132		
630	800				– 24 – 74	– 24 – 104	– 24 – 149		
800	1000				– 26 – 82	– 26 – 116	– 26 – 166		
1000	1250				– 28 – 94	– 28 – 133	– 28 – 193		
1250	1600				– 30 – 108	– 30 – 155	– 30 – 225		
1600	2000				– 32 – 124	– 32 – 182	– 32 – 262		
2000	2500				– 34 – 144	– 34 – 209	– 34 – 314		
2500	3150				– 38 – 173	– 38 – 248	– 38 – 368		

Bảng 1.29. Sai lệch giới hạn của trục h $\left(\begin{matrix}es\\ei\end{matrix}\right)$

Kích thước danh nghĩa (mm)		h																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch																	
		µm											mm						
–	3	0 – 0,8	0 – 1,2	0 – 2	0 – 3	0 – 4	0 – 6	0 – 10	0 – 14	0 – 25	0 – 40	0 – 60	0 – 0,1	0 – 0,14	0 – 0,25	0 – 0,4	0 – 0,6		
3	6	0 – 1	0 – 1,5	0 – 2,5	0 – 4	0 – 5	0 – 8	0 – 12	0 – 18	0 – 30	0 – 48	0 – 75	0 – 0,12	0 – 0,18	0 – 0,3	0 – 0,48	0 – 0,75	0 – 1,2	0 – 1,8
6	10	0 – 1	0 – 1,5	0 – 2,5	0 – 4	0 – 6	0 – 9	0 – 15	0 – 22	0 – 36	0 – 58	0 – 90	0 – 0,15	0 – 0,22	0 – 0,36	0 – 0,58	0 – 0,9	0 – 1,5	0 – 2,2
10	18	0 – 1,2	0 – 2	0 – 3	0 – 5	0 – 8	0 – 11	0 – 18	0 – 27	0 – 43	0 – 70	0 – 110	0 – 0,18	0 – 0,27	0 – 0,43	0 – 0,7	0 – 1,1	0 – 1,8	0 – 2,7
18	30	0 – 1,5	0 – 2,5	0 – 4	0 – 6	0 – 9	0 – 13	0 – 21	0 – 33	0 – 52	0 – 84	0 – 130	0 – 0,21	0 – 0,33	0 – 0,52	0 – 0,84	0 – 1,3	0 – 2,1	0 – 3,3
30	50	0 – 1,5	0 – 2,5	0 – 4	0 – 7	0 – 11	0 – 16	0 – 25	0 – 39	0 – 62	0 – 100	0 – 160	0 – 0,25	0 – 0,39	0 – 0,62	0 – 1	0 – 1,6	0 – 2,5	0 – 3,9
50	80	0 – 2	0 – 3	0 – 5	0 – 8	0 – 13	0 – 19	0 – 30	0 – 46	0 – 74	0 – 120	0 – 190	0 – 0,3	0 – 0,46	0 – 0,74	0 – 1,2	0 – 1,9	0 – 3	0 – 4,6
80	120	0 – 2,5	0 – 4	0 – 6	0 – 10	0 – 15	0 – 22	0 – 35	0 – 54	0 – 87	0 – 140	0 – 220	0 – 0,35	0 – 0,54	0 – 0,87	0 – 1,4	0 – 2,2	0 – 3,5	0 – 5,4
120	180	0 – 3,5	0 – 5	0 – 8	0 – 12	0 – 18	0 – 25	0 – 40	0 – 63	0 – 100	0 – 160	0 – 250	0 – 0,4	0 – 0,63	0 – 1	0 – 1,6	0 – 2,5	0 – 4	0 – 6,3
180	250	0 – 4,5	0 – 7	0 – 10	0 – 14	0 – 20	0 – 29	0 – 46	0 – 72	0 – 115	0 – 185	0 – 290	0 – 0,46	0 – 0,72	0 – 1,15	0 – 1,85	0 – 2,9	0 – 4,6	0 – 7,2
250	315	0 – 6	0 – 8	0 – 12	0 – 16	0 – 23	0 – 32	0 – 52	0 – 81	0 – 130	0 – 210	0 – 320	0 – 0,52	0 – 0,81	0 – 1,3	0 – 2,1	0 – 3,2	0 – 5,2	0 – 8,1
315	400	0 – 7	0 – 9	0 – 13	0 – 18	0 – 25	0 – 36	0 – 57	0 – 89	0 – 140	0 – 230	0 – 360	0 – 0,57	0 – 0,89	0 – 1,4	0 – 2,3	0 – 3,6	0 – 5,7	0 – 8,9
400	500	0 – 8	0 – 10	0 – 15	0 – 20	0 – 27	0 – 40	0 – 63	0 – 97	0 – 155	0 – 250	0 – 400	0 – 0,63	0 – 0,97	0 – 1,55	0 – 2,5	0 – 4	0 – 6,3	0 – 9,7

Ghi chú: Các cấp dung sai từ IT14 đến và bao gồm IT16 không được dùng cho kích thước nhỏ hơn hoặc bằng 1mm.

Bảng 1.29. *(tiếp theo)*

Kích thước danh nghĩa (mm)		h																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch																	
		µm											mm						
500	630	0 – 9	0 – 11	0 – 16	0 – 22	0 – 32	0 – 44	0 – 70	0 – 110	0 – 175	0 – 280	0 – 440	0 – 0,7	0 – 1,1	0 – 1,75	0 – 2,8	0 – 4,4	0 – 7	0 – 11
630	800	0 – 10	0 – 13	0 – 18	0 – 25	0 – 36	0 – 50	0 – 80	0 – 125	0 – 200	0 – 320	0 – 500	0 – 0,8	0 – 1,25	0 – 2	0 – 3,2	0 – 5	0 – 8	0 – 12,5
800	1000	0 – 11	0 – 15	0 – 21	0 – 28	0 – 40	0 – 56	0 – 90	0 – 140	0 – 230	0 – 360	0 – 560	0 – 0,9	0 – 1,4	0 – 2,3	0 – 3,6	0 – 5,6	0 – 9	0 – 14
1000	1250	0 – 13	0 – 18	0 – 24	0 – 33	0 – 47	0 – 66	0 – 105	0 – 165	0 – 260	0 – 420	0 – 660	0 – 1,05	0 – 1,65	0 – 2,6	0 – 4,2	0 – 6,6	0 – 10,5	0 – 16,5
1250	1600	0 – 15	0 – 21	0 – 29	0 – 39	0 – 55	0 – 78	0 – 125	0 – 195	0 – 310	0 – 500	0 – 780	0 – 1,25	0 – 1,95	0 – 3,1	0 – 5	0 – 7,8	0 – 12,5	0 – 19,5
1600	2000	0 – 18	0 – 25	0 – 35	0 – 46	0 – 65	0 – 92	0 – 150	0 – 230	0 – 370	0 – 600	0 – 920	0 – 1,5	0 – 2,3	0 – 3,7	0 – 6	0 – 9,2	0 – 15	0 – 23
2000	2500	0 – 22	0 – 30	0 – 41	0 – 55	0 – 78	0 – 110	0 – 175	0 – 280	0 – 440	0 – 700	0 –1100	0 – 1,75	0 – 2,8	0 – 4,4	0 – 7	0 – 11	0 – 17,5	0 – 28
2500	3150	0 – 26	0 – 36	0 – 50	0 – 68	0 – 96	0 – 135	0 – 210	0 – 330	0 – 540	0 – 860	0 –1350	0 – 2,1	0 – 3,3	0 – 5,4	0 – 8,6	0 – 13,5	0 – 21	0 – 33

Ghi chú: Các trị số trong khung được dùng trong thực nghiệm

Bảng 1.30. Sai lệch giới hạn của trục js $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Kích thước danh nghĩa (mm)		js								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch theo μm								
–	3	± 0,4	± 0,6	± 1	± 1,5	± 2	± 3	± 5	± 7	± 12,5
3	6	± 0,5	± 0,75	± 1,25	± 2	± 2,5	± 4	± 6	± 9	± 15
6	10	± 0,5	± 0,75	± 1,25	± 2	± 3	± 4,5	± 7,5	± 11	± 18
10	18	± 0,6	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 5,5	± 9	± 13,5	± 21,5
18	30	± 0,75	± 1,25	± 2	± 3	± 4,5	± 6,5	± 10,5	± 16,5	± 26
30	50	± 0,75	± 1,25	± 2	± 3,5	± 5,5	± 8	± 12,5	± 19,5	± 31
50	80	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6,5	± 9,5	± 15	± 23	± 37
80	120	± 1,25	± 2	± 3	± 5	± 7,5	± 11	± 17,5	± 27	± 43,5
120	180	± 1,75	± 2,5	± 4	± 6	± 9	± 12,5	± 20	± 31,5	± 50
180	250	± 2,25	± 3,5	± 5	± 7	± 10	± 14,5	± 23	± 36	± 57,5
250	315	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11,5	± 16	± 26	± 40,5	± 65
315	400	± 3,5	± 4,5	± 6,5	± 9	± 12,5	± 18	± 28,5	± 44,5	± 70
400	500	± 4	± 5	± 7,5	± 10	± 13,5	± 20	± 31,5	± 48,5	± 77,5
500	630	± 4,5	± 5,5	± 8	± 11	± 16	± 22	± 35	± 55	± 87,5
630	800	± 5	± 6,5	± 9	± 12,5	± 18	± 25	± 40	± 62,5	± 100
800	1000	± 5,5	± 7,5	± 10,5	± 14	± 20	± 28	± 45	± 70	± 115
1000	1250	± 6,5	± 9	± 12	± 16,5	± 23,5	± 33	± 52,5	± 82,5	± 130
1250	1600	± 7,5	± 10,5	± 14,5	± 19,5	± 27,5	± 39	± 62,5	± 97,5	± 155
1600	2000	± 9	± 12,5	± 17,5	± 23	± 32,5	± 46	± 75	± 115	± 185
2000	2500	± 11	± 15	± 20,5	± 27,5	± 39	± 55	± 87,5	± 140	± 220
2500	3150	± 13	± 18	± 25	± 34	± 48	± 67,5	± 105	± 165	± 270

Ghi chú: Các trị số trong khung được dùng trong thực nghiệm

Bảng 1.30. *(tiếp theo)*

Kích thước danh nghĩa (mm)		js								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Trên	Đến và bao gồm	Sai lệch theo µm		mm						
–	3	± 20	± 30	± 0,05	± 0,07	± 0,125	± 0,2	± 0,3		
3	6	± 24	± 37,5	± 0,06	± 0,09	± 0,15	± 0,24	± 0,375	± 0,6	± 0,9
6	10	± 29	± 45	± 0,075	± 0,11	± 0,18	± 0,29	± 0,45	± 0,75	± 1,1
10	18	± 35	± 55	± 0,09	± 0,135	± 0,215	± 0,35	± 0,55	± 0,9	± 1,35
18	30	± 42	± 65	± 0,105	± 0,165	± 0,26	± 0,42	± 0,65	± 1,05	± 1,65
30	50	± 50	± 80	± 0,125	± 0,195	± 0,31	± 0,5	± 0,8	± 1,25	± 1,95
50	80	± 60	± 95	± 0,15	± 0,23	± 0,37	± 0,6	± 0,95	± 1,5	± 2,3
80	120	± 70	± 110	± 0,175	± 0,27	± 0,435	± 0,7	± 1,1	± 1,75	± 2,7
120	180	± 80	± 125	± 0,2	± 0,315	± 0,5	± 0,8	± 1,25	± 2	± 3,15
180	250	± 92,5	± 145	± 0,23	± 0,36	± 0,575	± 0,925	± 1,45	± 2,3	± 3,6
250	315	± 105	± 160	± 0,26	± 0,405	± 0,65	± 1,05	± 1,6	± 2,6	± 4,05
315	400	± 115	± 180	± 0,285	± 0,445	± 0,7	± 1,15	± 1,8	± 2,85	± 4,45
400	500	± 125	± 200	± 0,315	± 0,485	± 0,775	± 1,25	± 2	± 3,15	± 4,85
500	630	± 140	± 220	± 0,35	± 0,55	± 0,875	± 1,4	± 2,2	± 3,5	± 5,5
630	800	± 160	± 250	± 0,4	± 0,625	± 1	± 1,6	± 2,5	± 4	± 6,25
800	1000	± 180	± 280	± 0,45	± 0,7	± 1,15	± 1,8	± 2,8	± 4,5	± 7
1000	1250	± 210	± 330	± 0,525	± 0,825	± 1,3	± 2,1	± 3,3	± 5,25	± 8,25
1250	1600	± 250	± 390	± 0,625	± 0,975	± 1,55	± 2,5	± 3,9	± 6,25	± 9,75
1600	2000	± 300	± 460	± 0,75	± 1,15	± 1,85	± 3	± 4,6	± 7,5	± 11,5
2000	2500	± 350	± 550	± 0,875	± 1,4	± 2,2	± 3,5	± 5,5	± 8,75	± 14
2500	3150	± 430	± 675	± 1,05	± 1,65	± 2,7	± 4,3	± 6,75	± 10,5	± 16,5

Bảng 1.31. Sai lệch giới hạn của trục j, k, m và n $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		j				k					
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8
–	3	± 2	+ 4 – 2	+ 6 – 4	+ 8 – 6	+ 2 0	+ 3 0	+ 4 0	+ 6 0	+ 10 0	+ 14 0
3	6	+ 3 – 2	+ 6 – 2	+ 8 – 4		+ 2,5 0	+ 5 + 1	+ 6 + 1	+ 9 + 1	+ 13 + 1	+ 18 0
6	10	+ 4 – 2	+ 7 – 2	+ 10 – 5		+ 2,5 0	+ 5 + 1	+ 7 + 1	+ 10 + 1	+ 16 + 1	+ 22 0
10	18	+ 5 – 3	+ 8 – 3	+ 12 – 6		+ 3 0	+ 6 + 1	+ 9 + 1	+ 12 + 1	+ 19 + 1	+ 27 0
18	30	+ 5 – 4	+ 9 – 4	+ 13 – 8		+ 4 0	+ 8 + 2	+ 11 + 2	+ 15 + 2	+ 23 + 2	+ 33 0
30	50	+ 6 – 5	+ 11 – 5	+ 15 – 10		+ 4 0	+ 9 + 2	+ 13 + 2	+ 18 + 2	+ 27 + 2	+ 39 0
50	80	+ 6 – 7	+ 12 – 7	+ 18 – 12			+ 10 + 2	+ 15 + 2	+ 21 + 2	+ 32 + 2	+ 46 0
80	120	+ 6 – 9	+ 13 – 9	+ 20 – 15			+ 13 + 3	+ 18 + 3	+ 25 + 3	+ 38 + 3	+ 54 0
120	180	+ 7 – 11	+ 14 – 11	+ 22 – 18			+ 15 + 3	+ 21 + 3	+ 28 + 3	+ 43 + 3	+ 63 0
180	250	+ 7 – 13	+ 16 – 13	+ 25 – 21			+ 18 + 4	+ 24 + 4	+ 33 + 4	+ 50 + 4	+ 72 0
250	315	+ 7 – 16	± 16	± 26			+ 20 + 4	+ 27 + 4	+ 36 + 4	+ 56 + 4	+ 81 0
315	400	+ 7 – 18	± 18	+ 29 – 28			+ 22 + 4	+ 29 + 4	+ 40 + 4	+ 61 + 4	+ 89 0
400	500	+ 7 – 20	± 20	+ 31 – 32			+ 25 + 5	+ 32 + 5	+ 45 + 5	+ 68 + 5	+ 97 0
500	630								+ 44 0	+ 70 0	+ 110 0
630	800								+ 50 0	+ 80 0	+ 125 0
800	1000								+ 56 0	+ 90 0	+ 140 0
1000	1250								+ 66 0	+ 105 0	+ 165 0
1250	1600								+ 78 0	+ 125 0	+ 195 0
1600	2000								+ 92 0	+ 150 0	+ 230 0
2000	2500								+ 110 0	+ 175 0	+ 280 0
2500	3150								+ 135 0	+ 210 0	+ 330 0

Bảng 1.31. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		k					m				
Trên	Đến và bao gồm	9	10	11	12	13	3	4	5	6	7
–	3	+ 25 0	+ 40 0	+ 60 0	+ 100 0	+ 140 0	+ 4 + 2	+ 5 + 2	+ 6 + 2	+ 8 + 2	+ 12 + 2
3	6	+ 30 0	+ 48 0	+ 75 0	+ 120 0	+ 180 0	+ 6,5 + 4	+ 8 + 4	+ 9 + 4	+ 12 + 4	+ 16 + 4
6	10	+ 36 0	+ 58 0	+ 90 0	+ 150 0	+ 220 0	+ 8,5 + 6	+ 10 + 6	+ 12 + 6	+ 15 + 6	+ 21 + 6
10	18	+ 43 0	+ 70 0	+ 110 0	+ 180 0	+ 270 0	+ 10 + 7	+ 12 + 7	+ 15 + 7	+ 18 + 7	+ 25 + 7
18	30	+ 52 0	+ 84 0	+ 130 0	+ 210 0	+ 330 0	+ 12 + 8	+ 14 + 8	+ 17 + 8	+ 21 + 8	+ 29 + 8
30	50	+ 62 0	+ 100 0	+ 160 0	+ 250 0	+ 390 0	+ 13 + 9	+ 16 + 9	+ 20 + 9	+ 25 + 9	+ 34 + 9
50	80	+ 74 0	+ 120 0	+ 190 0	+ 300 0	+ 460 0		+ 19 + 11	+ 24 + 11	+ 30 + 11	+ 41 + 11
80	120	+ 87 0	+ 140 0	+ 220 0	+ 350 0	+ 540 0		+ 23 + 13	+ 28 + 13	+ 35 + 13	+ 48 + 13
120	180	+ 100 0	+ 160 0	+ 250 0	+ 400 0	+ 630 0		+ 27 + 15	+ 33 + 15	+ 40 + 15	+ 55 + 15
180	250	+ 115 0	+ 185 0	+ 290 0	+ 460 0	+ 720 0		+ 31 + 17	+ 37 + 17	+ 46 + 17	+ 63 + 17
250	315	+ 130 0	+ 210 0	+ 320 0	+ 520 0	+ 810 0		+ 36 + 20	+ 43 + 20	+ 52 + 20	+ 72 + 20
315	400	+ 140 0	+ 230 0	+ 360 0	+ 570 0	+ 890 0		+ 39 + 21	+ 46 + 21	+ 57 + 21	+ 78 + 21
400	500	+ 155 0	+ 250 0	+ 400 0	+ 630 0	+ 970 0		+ 43 + 23	+ 50 + 23	+ 63 + 23	+ 86 + 23
500	630	+ 175 0	+ 280 0	+ 440 0	+ 700 0	+1100 0				+ 70 + 26	+ 96 + 26
630	800	+ 200 0	+ 320 0	+ 500 0	+ 800 0	+1250 0				+ 80 + 30	+ 110 + 30
800	1000	+ 230 0	+ 360 0	+ 560 0	+ 900 0	+1400 0				+ 90 + 34	+ 124 + 34
1000	1250	+ 260 0	+ 420 0	+ 660 0	+1050 0	+1650 0				+ 106 + 40	+ 145 + 40
1250	1600	+ 310 0	+ 500 0	+ 780 0	+1250 0	+1950 0				+ 126 + 48	+ 173 + 48
1600	2000	+ 370 0	+ 600 0	+ 920 0	+1500 0	+2300 0				+ 150 + 58	+ 208 + 58
2000	2500	+ 440 0	+ 700 0	+1100 0	+1750 0	+2800 0				+ 178 + 68	+ 243 + 68
2500	3150	+ 540 0	+ 860 0	+1350 0	+2100 0	+3300 0				+ 211 + 76	+ 286 + 76

Bảng 1.31. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		m		n						
Trên	Đến và bao gồm	8	9	3	4	5	6	7	8	9
–	3	+ 16 + 2	+ 27 + 2	+ 6 + 4	+ 7 + 4	+ 8 + 4	+ 10 + 4	+ 14 + 4	+ 18 + 4	+ 29 + 4
3	6	+ 22 + 4	+ 34 + 4	+ 10,5 + 8	+ 12 + 8	+ 13 + 8	+ 16 + 8	+ 20 + 8	+ 26 + 8	+ 38 + 8
6	10	+ 28 + 6	+ 42 + 6	+ 12,5 + 10	+ 14 + 10	+ 16 + 10	+ 19 + 10	+ 25 + 10	+ 32 + 10	+ 46 + 10
10	18	+ 34 + 7	+ 50 + 7	+ 15 + 12	+ 17 + 12	+ 20 + 12	+ 23 + 12	+ 30 + 12	+ 39 + 12	+ 55 + 12
18	30	+ 41 + 8	+ 60 + 8	+ 19 + 15	+ 21 + 15	+ 24 + 15	+ 28 + 15	+ 36 + 15	+ 48 + 15	+ 67 + 15
30	50	+ 48 + 9	+ 71 + 9	+ 21 + 17	+ 24 + 17	+ 28 + 17	+ 33 + 17	+ 42 + 17	+ 56 + 17	+ 79 + 17
50	80				+ 28 + 20	+ 33 + 20	+ 39 + 20	+ 50 + 20		
80	120				+ 33 + 23	+ 38 + 23	+ 45 + 23	+ 58 + 23		
120	180				+ 39 + 27	+ 45 + 27	+ 52 + 27	+ 67 + 27		
180	250				+ 45 + 31	+ 51 + 31	+ 60 + 31	+ 77 + 31		
250	315				+ 50 + 34	+ 57 + 34	+ 66 + 34	+ 86 + 34		
315	400				+ 55 + 37	+ 62 + 37	+ 73 + 37	+ 94 + 37		
400	500				+ 60 + 40	+ 67 + 40	+ 80 + 40	+ 103 + 40		
500	630						+ 88 + 44	+ 114 + 44		
630	800						+ 100 + 50	+ 130 + 50		
800	1000						+ 112 + 56	+ 146 + 56		
1000	1250						+ 132 + 66	+ 171 + 66		
1250	1600						+ 156 + 78	+ 203 + 78		
1600	2000						+ 184 + 92	+ 242 + 92		
2000	2500						+ 220 + 110	+ 285 + 110		
2500	3150						+ 270 + 135	+ 345 + 135		

Bảng 1.32. Sai lệch giới hạn của trục p $\left(\begin{matrix}es\\ei\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		p							
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+ 8 + 6	+ 9 + 6	+ 10 + 6	+ 12 + 6	+ 16 + 6	+ 20 + 6	+ 31 + 6	+ 46 + 6
3	6	+ 14,5 + 12	+ 16 + 12	+ 17 + 12	+ 20 + 12	+ 24 + 12	+ 30 + 12	+ 42 + 12	+ 60 + 12
6	10	+ 17,5 + 15	+ 19 + 15	+ 21 + 15	+ 24 + 15	+ 30 + 15	+ 37 + 15	+ 51 + 15	+ 73 + 15
10	18	+ 21 + 18	+ 23 + 18	+ 26 + 18	+ 29 + 18	+ 36 + 18	+ 45 + 18	+ 61 + 18	+ 88 + 18
18	30	+ 26 + 22	+ 28 + 22	+ 31 + 22	+ 35 + 22	+ 43 + 22	+ 55 + 22	+ 74 + 22	+ 106 + 22
30	50	+ 30 + 26	+ 33 + 26	+ 37 + 26	+ 42 + 26	+ 51 + 26	+ 65 + 26	+ 88 + 26	+ 126 + 26
50	80		+ 40 + 32	+ 45 + 32	+ 51 + 32	+ 62 + 32	+ 78 + 32		
80	120		+ 47 + 37	+ 52 + 37	+ 59 + 37	+ 72 + 37	+ 91 + 37		
120	180		+ 55 + 43	+ 61 + 43	+ 68 + 43	+ 83 + 43	+ 106 + 43		
180	250		+ 64 + 50	+ 70 + 50	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 122 + 50		
250	315		+ 72 + 56	+ 79 + 56	+ 88 + 56	+ 108 + 56	+ 137 + 56		
315	400		+ 80 + 62	+ 87 + 62	+ 98 + 62	+ 119 + 62	+ 151 + 62		
400	500		+ 88 + 68	+ 95 + 68	+ 108 + 68	+ 131 + 68	+ 165 + 68		
500	630				+ 122 + 78	+ 148 + 78	+ 188 + 78		
630	800				+ 138 + 88	+ 168 + 88	+ 213 + 88		
800	1000				+ 156 + 100	+ 190 + 100	+ 240 + 100		
1000	1250				+ 186 + 120	+ 225 + 120	+ 285 + 120		
1250	1600				+ 218 + 140	+ 265 + 140	+ 335 + 140		
1600	2000				+ 262 + 170	+ 320 + 170	+ 400 + 170		
2000	2500				+ 305 + 195	+ 370 + 195	+ 475 + 195		
2500	3150				+ 375 + 240	+ 450 + 240	+ 570 + 240		

Bảng 1.33. Sai lệch giới hạn của trục r $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		r							
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10
-	3	+ 12 + 10	+ 13 + 10	+ 14 + 10	+ 16 + 10	+ 20 + 10	+ 24 + 10	+ 35 + 10	+ 50 + 10
3	6	+ 17,5 + 15	+ 19 + 15	+ 20 + 15	+ 23 + 15	+ 27 + 15	+ 33 + 15	+ 45 + 15	+ 63 + 15
6	10	+ 21,5 + 19	+ 23 + 19	+ 25 + 19	+ 28 + 19	+ 34 + 19	+ 41 + 19	+ 55 + 19	+ 77 + 19
10	18	+ 26 + 23	+ 28 + 23	+ 31 + 23	+ 34 + 23	+ 41 + 23	+ 50 + 23	+ 66 + 23	+ 93 + 23
18	30	+ 32 + 28	+ 34 + 28	+ 37 + 28	+ 41 + 28	+ 49 + 28	+ 61 + 28	+ 80 + 28	+ 112 + 28
30	50	+ 38 + 34	+ 41 + 34	+ 45 + 34	+ 50 + 34	+ 59 + 34	+ 73 + 34	+ 96 + 34	+ 134 + 34
50	65		+ 49 + 41	+ 54 + 41	+ 60 + 41	+ 71 + 41	+ 87 + 41		
65	80		+ 51 + 43	+ 56 + 43	+ 62 + 43	+ 73 + 43	+ 89 + 43		
80	100		+ 61 + 51	+ 66 + 51	+ 73 + 51	+ 86 + 51	+ 105 + 51		
100	120		+ 64 + 54	+ 69 + 54	+ 76 + 54	+ 89 + 54	+ 108 + 54		
120	140		+ 75 + 63	+ 81 + 63	+ 88 + 63	+ 103 + 63	+ 126 + 63		
140	160		+ 77 + 65	+ 83 + 65	+ 90 + 65	+ 105 + 65	+ 128 + 65		
160	180		+ 80 + 68	+ 86 + 68	+ 93 + 68	+ 108 + 68	+ 131 + 68		
180	200		+ 91 + 77	+ 97 + 77	+ 106 + 77	+ 123 + 77	+ 149 + 77		
200	225		+ 94 + 80	+ 100 + 80	+ 109 + 80	+ 126 + 80	+ 152 + 80		
225	250		+ 98 + 84	+ 104 + 84	+ 113 + 84	+ 130 + 84	+ 156 + 84		
250	280		+ 110 + 94	+ 117 + 94	+ 126 + 94	+ 146 + 94	+ 175 + 94		
280	315		+ 114 + 98	+ 121 + 98	+ 130 + 98	+ 150 + 98	+ 179 + 98		
315	355		+ 126 + 108	+ 133 + 108	+ 144 + 108	+ 165 + 108	+ 197 + 108		
355	400		+ 132 + 114	+ 139 + 114	+ 150 + 114	+ 171 + 114	+ 203 + 114		
400	450		+ 146 + 126	+ 153 + 126	+ 166 + 126	+ 189 + 126	+ 223 + 126		
450	500		+ 152 + 132	+ 159 + 132	+ 172 + 132	+ 195 + 132	+ 229 + 132		

Bảng 1.34. Sai lệch giới hạn của trục s $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		s							
Trên	Đến và bao gồm	3	4	5	6	7	8	9	10
–	3	+ 16 + 14	+ 17 + 14	+ 18 + 14	+ 20 + 14	+ 24 + 14	+ 28 + 14	+ 39 + 14	+ 54 + 14
3	6	+ 21,5 + 19	+ 23 + 19	+ 24 + 19	+ 27 + 19	+ 31 + 19	+ 37 + 19	+ 49 + 19	+ 67 + 19
6	10	+ 25,5 + 23	+ 27 + 23	+ 29 + 23	+ 32 + 23	+ 38 + 23	+ 45 + 23	+ 59 + 23	+ 81 + 23
10	18	+ 31 + 28	+ 33 + 28	+ 36 + 28	+ 39 + 28	+ 46 + 28	+ 55 + 28	+ 71 + 28	+ 98 + 28
18	30	+ 39 + 35	+ 41 + 35	+ 44 + 35	+ 48 + 35	+ 56 + 35	+ 68 + 35	+ 87 + 35	+ 119 + 35
30	50	+ 47 + 43	+ 50 + 43	+ 54 + 43	+ 59 + 43	+ 68 + 43	+ 82 + 43	+ 105 + 43	+ 143 + 43
50	65		+ 61 + 53	+ 66 + 53	+ 72 + 53	+ 83 + 53	+ 99 + 53	+ 127 + 53	
65	80		+ 67 + 59	+ 72 + 59	+ 78 + 59	+ 89 + 59	+ 105 + 59	+ 133 + 59	
80	100		+ 81 + 71	+ 86 + 71	+ 93 + 71	+ 106 + 71	+ 125 + 71	+ 158 + 71	
100	120		+ 89 + 79	+ 94 + 79	+ 101 + 79	+ 114 + 79	+ 133 + 79	+ 166 + 79	
120	140		+ 104 + 92	+ 110 + 92	+ 117 + 92	+ 132 + 92	+ 155 + 92	+ 192 + 92	
140	160		+ 112 + 100	+ 118 + 100	+ 125 + 100	+ 140 + 100	+ 163 + 100	+ 200 + 100	
160	180		+ 120 + 108	+ 126 + 108	+ 133 + 108	+ 148 + 108	+ 171 + 108	+ 208 + 108	
180	200		+ 136 + 122	+ 142 + 122	+ 151 + 122	+ 168 + 122	+ 194 + 122	+ 237 + 122	
200	225		+ 144 + 130	+ 150 + 130	+ 159 + 130	+ 176 + 130	+ 202 + 130	+ 245 + 130	
225	250		+ 154 + 140	+ 160 + 140	+ 169 + 140	+ 186 + 140	+ 212 + 140	+ 255 + 140	
250	280		+ 174 + 158	+ 181 + 158	+ 190 + 158	+ 210 + 158	+ 239 + 158	+ 288 + 158	
280	315		+ 186 + 170	+ 193 + 170	+ 202 + 170	+ 222 + 170	+ 251 + 170	+ 300 + 170	
315	355		+ 208 + 190	+ 215 + 190	+ 226 + 190	+ 247 + 190	+ 279 + 190	+ 330 + 190	
355	400		+ 226 + 208	+ 233 + 208	+ 244 + 208	+ 265 + 208	+ 297 + 208	+ 348 + 208	
400	450		+ 252 + 232	+ 259 + 232	+ 272 + 232	+ 295 + 232	+ 329 + 232	+ 387 + 232	
450	500		+ 272 + 252	+ 279 + 252	+ 292 + 252	+ 315 + 252	+ 349 + 252	+ 407 + 252	

Bảng 1.35. Sai lệch giới hạn của trục t và u $\left(\begin{matrix}es\\ei\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		t				u				
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	5	6	7	8	9
–	3					+ 22 + 18	+ 24 + 18	+ 28 + 18	+ 32 + 18	+ 43 + 18
3	6					+ 28 + 23	+ 31 + 23	+ 35 + 23	+ 41 + 23	+ 53 + 23
6	10					+ 34 + 28	+ 37 + 28	+ 43 + 28	+ 50 + 28	+ 64 + 28
10	18					+ 41 + 33	+ 44 + 33	+ 51 + 33	+ 60 + 33	+ 76 + 33
18	24					+ 50 + 41	+ 54 + 41	+ 62 + 41	+ 74 + 41	+ 93 + 41
24	30	+ 50 + 41	+ 54 + 41	+ 62 + 41	+ 74 + 41	+ 57 + 48	+ 61 + 48	+ 69 + 48	+ 81 + 48	+ 100 + 48
30	40	+ 59 + 48	+ 64 + 48	+ 73 + 48	+ 87 + 48	+ 71 + 60	+ 76 + 60	+ 85 + 60	+ 99 + 60	+ 122 + 60
40	50	+ 65 + 54	+ 70 + 54	+ 79 + 54	+ 93 + 54	+ 81 + 70	+ 86 + 70	+ 95 + 70	+ 109 + 70	+ 132 + 70
50	65	+ 79 + 66	+ 85 + 66	+ 96 + 66	+ 112 + 66	+ 100 + 87	+ 106 + 87	+ 117 + 87	+ 133 + 87	+ 161 + 87
65	80	+ 88 + 75	+ 94 + 75	+ 105 + 75	+ 121 + 75	+ 115 + 102	+ 121 + 102	+ 132 + 102	+ 148 + 102	+ 176 + 102
80	100	+ 106 + 91	+ 113 + 91	+ 126 + 91	+ 145 + 91	+ 139 + 124	+ 146 + 124	+ 159 + 124	+ 178 + 124	+ 211 + 124
100	120	+ 119 + 104	+ 126 + 104	+ 139 + 104	+ 158 + 104	+ 159 + 144	+ 166 + 144	+ 179 + 144	+ 198 + 144	+ 231 + 144
120	140	+ 140 + 122	+ 147 + 122	+ 162 + 122	+ 185 + 122	+ 188 + 170	+ 195 + 170	+ 210 + 170	+ 233 + 170	+ 270 + 170
140	160	+ 152 + 134	+ 159 + 134	+ 174 + 134	+ 197 + 134	+ 208 + 190	+ 215 + 190	+ 230 + 190	+ 253 + 190	+ 290 + 190
160	180	+ 164 + 146	+ 171 + 146	+ 186 + 146	+ 209 + 146	+ 228 + 210	+ 235 + 210	+ 250 + 210	+ 273 + 210	+ 310 + 210
180	200	+ 186 + 166	+ 195 + 166	+ 212 + 166	+ 238 + 166	+ 256 + 236	+ 265 + 236	+ 282 + 236	+ 308 + 236	+ 351 + 236
200	225	+ 200 + 180	+ 209 + 180	+ 226 + 180	+ 252 + 180	+ 278 + 258	+ 287 + 258	+ 304 + 258	+ 330 + 258	+ 373 + 258
225	250	+ 216 + 196	+ 225 + 196	+ 242 + 196	+ 268 + 196	+ 304 + 284	+ 313 + 284	+ 330 + 284	+ 356 + 284	+ 399 + 284
250	280	+ 241 + 218	+ 250, + 218	+ 270 + 218	+ 299 + 218	+ 338 + 315	+ 347 + 315	+ 367 + 315	+ 396 + 315	+ 445 + 315
280	315	+ 263 + 240	+ 272 + 240	+ 292 + 240	+ 321 + 240	+ 373 + 350	+ 382 + 350	+ 402 + 350	+ 431 + 350	+ 480 + 350
315	355	+ 293 + 268	+ 304 + 268	+ 325 + 268	+ 357 + 268	+ 415 + 390	+ 426 + 390	+ 447 + 390	+ 479 + 390	+ 530 + 390
355	400	+ 319 + 294	+ 330 + 294	+ 351 + 294	+ 383 + 294	+ 460 + 435	+ 471 + 435	+ 492 + 435	+ 524 + 435	+ 575 + 435
400	450	+ 357 + 330	+ 370 + 330	+ 393 + 330	+ 427 + 330	+ 517 + 490	+ 530 + 490	+ 553 + 490	+ 587 + 490	+ 645 + 490
450	500	+ 387 + 360	+ 400 + 360	+ 423 + 360	+ 457 + 360	+ 567 + 540	+ 580 + 540	+ 603 + 540	+ 637 + 540	+ 695 + 540

Bảng 1.36. Sai lệch giới hạn của các trục r, s, t và u $\left(\begin{matrix}es\\ei\end{matrix}\right)$

Đối với kích thước trên 500 đến 3150 mm

Sai lệch tính theo micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		r			s			t		u		
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	6	7	8	6	7	6	7	8
500	560	+ 194 + 150	+ 220 + 150	+ 260 + 150	+ 324 + 280	+ 350 + 280	+ 390 + 280	+ 444 + 400	+ 470 + 400	+ 644 + 600	+ 670 + 600	+ 710 + 600
560	630	+ 199 + 155	+ 225 + 155	+ 265 + 155	+ 354 + 310	+ 380 + 310	+ 420 + 310	+ 494 + 450	+ 520 + 450	+ 704 + 660	+ 730 + 660	+ 770 + 660
630	710	+ 225 + 175	+ 255 + 175	+ 300 + 175	+ 390 + 340	+ 420 + 340	+ 465 + 340	+ 550 + 500	+ 580 + 500	+ 790 + 740	+ 820 + 740	+ 865 + 740
710	800	+ 235 + 185	+ 265 + 185	+ 310 + 185	+ 430 + 380	+ 460 + 380	+ 505 + 380	+ 610 + 560	+ 640 + 560	+ 890 + 840	+ 920 + 840	+ 965 + 840
800	900	+ 266 + 210	+ 300 + 210	+ 350 + 210	+ 486 + 430	+ 520 + 430	+ 570 + 430	+ 676 + 620	+ 710 + 620	+ 996 + 940	+1030 + 940	+1080 + 940
900	1000	+ 276 + 220	+ 310 + 220	+ 360 + 220	+ 526 + 470	+ 560 + 470	+ 610 + 470	+ 736 + 680	+ 770 + 680	+1106 +1050	+1140 +1050	+1190 +1050
1000	1120	+ 316 + 250	+ 355 + 250	+ 415 + 250	+ 586 + 520	+ 625 + 520	+ 685 + 520	+ 846 + 780	+ 885 + 780	+1216 +1150	+1255 +1150	+1315 +1150
1120	1250	+ 326 + 260	+ 365 + 260	+ 425 + 260	+ 646 + 580	+ 685 + 580	+ 745 + 580	+ 906 + 840	+ 945 + 840	+1366 +1300	+1405 +1300	+1465 +1300
1250	1400	+ 378 + 300	+ 425 + 300	+ 495 + 300	+ 718 + 640	+ 765 + 640	+ 835 + 640	+1038 + 960	+1085 + 960	+1528 +1450	+1575 +1450	+1645 +1450
1400	1600	+ 408 + 330	+ 455 + 330	+ 525 + 330	+ 798 + 720	+ 845 + 720	+ 915 + 720	+1128 +1050	+1175 +1050	+1678 +1600	+1725 +1600	+1795 +1600
1600	1800	+ 462 + 370	+ 520 + 370	+ 600 + 370	+ 912 + 820	+ 970 + 820	+1050 + 820	+1292 +1200	+1350 +1200	+1942 +1850	+2000 +1850	+2080 +1850
1800	2000	+ 492 + 400	+ 550 + 400	+ 630 + 400	+1012 + 920	+1070 + 920	+1150 + 920	+1442 +1350	+1500 +1350	+2092 +2000	+2150 +2000	+2230 +2000
2000	2240	+ 550 + 440	+ 615 + 440	+ 720 + 440	+1110 +1000	+1175 +1000	+1280 +1000	+1610 +1500	+1675 +1500	+2410 +2300	+2475 +2300	+2580 +2300
2240	2500	+ 570 + 460	+ 635 + 460	+ 740 + 460	+1210 +1100	+1275 +1100	+1380 +1100	+1760 +1650	+1825 +1650	+2610 +2500	+2675 +2500	+2780 +2500
2500	2800	+ 685 + 550	+ 760 + 550	+ 880 + 550	+1385 +1250	+1460 +1250	+1580 +1250	+2035 +1900	+2110 +1900	+3035 +2900	+3110 +2900	+3230 +2900
2800	3150	+ 715 + 580	+ 790 + 580	+ 910 + 580	+1535 +1400	+1610 +1400	+1730 +1400	+2235 +2100	+2310 +2100	+3335 +3200	+3410 +3200	+3530 +3200

Bảng 1.37. Sai lệch giới hạn của trục v, x và y $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		v				x						y				
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
–	3					+ 24 + 20	+ 26 + 20	+ 30 + 20	+ 34 + 20	+ 45 + 20	+ 60 + 20					
3	6					+ 33 + 28	+ 36 + 28	+ 40 + 28	+ 46 + 28	+ 58 + 28	+ 76 + 28					
6	10					+ 40 + 34	+ 43 + 34	+ 49 + 34	+ 56 + 34	+ 70 + 34	+ 92 + 34					
10	14					+ 48 + 40	+ 51 + 40	+ 58 + 40	+ 67 + 40	+ 83 + 40	+ 110 + 40					
14	18	+ 47 + 39	+ 50 + 39	+ 57 + 39	+ 66 + 39	+ 53 + 45	+ 56 + 45	+ 63 + 45	+ 72 + 45	+ 88 + 45	+ 115 + 45					
18	24	+ 56 + 47	+ 60 + 47	+ 68 + 47	+ 80 + 47	+ 63 + 54	+ 67 + 54	+ 75 + 54	+ 87 + 54	+ 106 + 54	+ 138 + 54	+ 76 + 63	+ 84 + 63	+ 96 + 63	+ 115 + 63	+ 147 + 63
24	30	+ 64 + 55	+ 68 + 55	+ 76 + 55	+ 88 + 55	+ 73 + 64	+ 77 + 64	+ 85 + 64	+ 97 + 64	+ 116 + 64	+ 148 + 64	+ 88 + 75	+ 96 + 75	+ 108 + 75	+ 127 + 75	+ 159 + 75
30	40	+ 79 + 68	+ 84 + 68	+ 93 + 68	+ 107 + 68	+ 91 + 80	+ 96 + 80	+ 105 + 80	+ 119 + 80	+ 142 + 80	+ 180 + 80	+ 110 + 94	+ 119 + 94	+ 133 + 94	+ 156 + 94	+ 194 + 94
40	50	+ 92 + 81	+ 97 + 81	+ 106 + 81	+ 120 + 81	+ 108 + 97	+ 113 + 97	+ 122 + 97	+ 136 + 97	+ 159 + 97	+ 197 + 97	+ 130 + 114	+ 139 + 114	+ 153 + 114	+ 176 + 114	+ 214 + 114
50	65	+ 115 + 102	+ 121 + 102	+ 132 + 102	+ 148 + 102	+ 135 + 122	+ 141 + 122	+ 152 + 122	+ 168 + 122	+ 196 + 122	+ 242 + 122	+ 163 + 144	+ 174 + 144	+ 190 + 144		
65	80	+ 133 + 120	+ 139 + 120	+ 150 + 120	+ 166 + 120	+ 159 + 146	+ 165 + 146	+ 176 + 146	+ 192 + 146	+ 220 + 146	+ 266 + 146	+ 193 + 174	+ 204 + 174	+ 220 + 174		
80	100	+ 161 + 146	+ 168 + 146	+ 181 + 146	+ 200 + 146	+ 193 + 178	+ 200 + 178	+ 213 + 178	+ 232 + 178	+ 265 + 178	+ 318 + 178	+ 236 + 214	+ 249 + 214	+ 268 + 214		
100	120	+ 187 + 172	+ 194 + 172	+ 207 + 172	+ 226 + 172	+ 225 + 210	+ 232 + 210	+ 245 + 210	+ 264 + 210	+ 297 + 210	+ 350 + 210	+ 276 + 254	+ 289 + 254	+ 308 + 254		

Bảng 1.37. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		v				x						y				
Trên	Đến và bao gồm	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
120	140	+ 220 + 202	+ 227 + 202	+ 242 + 202	+ 265 + 202	+ 266 + 248	+ 273 + 248	+ 288 + 248	+ 311 + 248	+ 348 + 248	+ 408 + 248	+ 325 + 300	+ 340 + 300	+ 363 + 300		
140	160	+ 246 + 228	+ 253 + 228	+ 268 + 228	+ 291 + 228	+ 298 + 280	+ 305 + 280	+ 320 + 280	+ 343 + 280	+ 380 + 280	+ 440 + 280	+ 365 + 340	+ 380 + 340	+ 403 + 340		
160	180	+ 270 + 252	+ 277 + 252	+ 292 + 252	+315 + 252	+ 328 + 310	+ 335 + 310	+ 350 + 310	+ 373 + 310	+ 410 + 310	+ 470 + 310	+ 405 + 380	+ 420 + 380	+ 443 + 380		
180	200	+ 304 + 284	+ 313 + 284	+ 330 + 284	+ 356 + 284	+ 370 + 350	+ 379 + 350	+ 396 + 350	+ 422 + 350	+ 465 + 350	+ 535 + 350	+ 454 + 425	+ 471 + 425	+ 497 + 425		
200	225	+ 330 + 310	+ 339 + 310	+ 356 + 310	+ 382 + 310	+ 405 + 385	+ 414 + 385	+ 431 + 385	+ 457 + 385	+ 500 + 385	+ 570 + 385	+ 499 + 470	+ 516 + 470	+ 542 + 470		
225	250	+ 360 + 340	+ 369 + 340	+ 386 + 340	+ 412 + 340	+ 445 + 425	+ 454 + 425	+ 471 + 425	+ 497 + 425	+ 540 + 425	+ 610 + 425	+ 549 + 520	+ 566 + 520	+ 592 + 520		
250	280	+ 408 + 385	+ 417 + 385	+ 437 + 385	+ 466 + 385	+ 498 + 475	+ 507 + 475	+ 527 + 475	+ 556 + 475	+ 605 + 475	+ 685 + 475	+ 612 + 580	+ 632 + 580	+ 661 + 580		
280	315	+ 448 + 425	+ 457 + 425	+ 477 + 425	+ 506 + 425	+ 548 + 525	+ 557 + 525	+ 577 + 525	+ 606 + 525	+ 655 + 525	+ 735 + 525	+ 682 + 650	+ 702 + 650	+ 731 + 650		
315	355	+ 500 + 475	+ 511 + 475	+ 532 + 475	+ 564 + 475	+ 615 + 590	+ 626 + 590	+ 647 + 590	+ 679 + 590	+ 730 + 590	+ 820 + 590	+ 766 + 730	+ 787 + 730	+ 819 + 730		
355	400	+ 555 + 530	+ 566 + 530	+ 587 + 530	+ 619 + 530	+ 685 + 660	+ 696 + 660	+ 717 + 660	+ 749 + 660	+ 800 + 660	+ 890 + 660	+ 756 + 820	+ 877 + 820	+ 909 + 820		
400	450	+ 622 + 595	+ 635 + 595	+ 658 + 595	+ 692 + 595	+ 767 + 740	+ 780 + 740	+ 803 + 740	+ 837 + 740	+ 895 + 740	+ 990 + 740	+ 960 + 920	+ 983 + 920	+1017 + 920		
450	500	+ 687 + 660	+ 700 + 660	+ 723 + 660	+ 757 + 660	+ 847 + 820	+ 860 + 820	+ 883 + 820	+ 917 + 820	+ 975 + 820	+1070 + 820	+1040 +1000	+1063 +1000	+1097 +1000		

Bảng 1.38. Sai lệch giới hạn của trục z và za $\left(\begin{matrix}\text{es}\\ \text{ei}\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		z						za					
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
–	3	+ 32 + 26	+ 36 + 26	+ 40 + 26	+ 51 + 26	+ 66 + 26	+ 86 + 26	+ 38 + 32	+ 42 + 32	+ 46 + 32	+ 57 + 32	+ 72 + 32	+ 92 + 32
3	6	+ 43 + 35	+ 47 + 35	+ 53 + 35	+ 65 + 35	+ 83 + 35	+ 110 + 35	+ 50 + 42	+ 54 + 42	+ 60 + 42	+ 72 + 42	+ 90 + 42	+ 117 + 42
6	10	+ 51 + 42	+ 57 + 42	+ 64 + 42	+ 78 + 42	+ 100 + 42	+ 132 + 42	+ 61 + 52	+ 67 + 52	+ 74 + 52	+ 88 + 52	+ 110 + 52	+ 142 + 52
10	14	+ 61 + 50	+ 68 + 50	+ 77 + 50	+ 93 + 50	+ 120 + 50	+ 160 + 50	+ 75 + 64	+ 82 + 64	+ 91 + 64	+ 107 + 64	+ 134 + 64	+ 174 + 64
14	18	+ 71 + 60	+ 78 + 60	+ 87 + 60	+ 103 + 60	+ 130 + 60	+ 170 + 60	+ 88 + 77	+ 95 + 77	+ 104 + 77	+ 120 + 77	+ 147 + 77	+ 187 + 77
18	24	+ 86 + 73	+ 94 + 73	+ 106 + 73	+ 125 + 73	+ 157 + 73	+ 203 + 73	+ 111 + 98	+ 119 + 98	+ 131 + 98	+ 150 + 98	+ 182 + 98	+ 228 + 98
24	30	+ 101 + 88	+ 109 + 88	+ 121 + 88	+ 140 + 88	+ 172 + 88	+ 218 + 88	+ 131 + 118	+ 139 + 118	+ 151 + 118	+ 170 + 118	+ 202 + 118	+ 248 + 118
30	40	+ 128 + 112	+ 137 + 112	+ 151 + 112	+ 174 + 112	+ 212 + 112	+ 272 + 112	+ 164 + 148	+ 173 + 148	+ 187 + 148	+ 210 + 148	+ 248 + 148	+ 308 + 148
40	50	+ 152 + 136	+ 161 + 136	+ 175 + 136	+ 198 + 136	+ 236 + 136	+ 296 + 136	+ 196 + 180	+ 205 + 180	+ 219 + 180	+ 242 + 180	+ 280 + 180	+ 340 + 180
50	65	+ 191 + 172	+ 202 + 172	+ 218 + 172	+ 246 + 172	+ 292 + 172	+ 362 + 172	+ 245 + 226	+ 256 + 226	+ 272 + 226	+ 300 + 226	+ 346 + 226	+ 416 + 226
65	80	+ 229 + 210	+ 240 + 210	+ 256 + 210	+ 284 + 210	+ 330 + 210	+ 400 + 210	+ 293 + 274	+ 304 + 274	+ 320 + 274	+ 348 + 274	+ 394 + 274	+ 464 + 274
80	100	+ 280 + 258	+ 293 + 258	+ 312 + 258	+ 345 + 258	+ 398 + 258	+ 478 + 258	+ 357 + 335	+ 370 + 335	+ 389 + 335	+ 422 + 335	+ 475 + 335	+ 555 + 335
100	120	+ 332 + 310	+ 345 + 310	+ 364 + 310	+ 397 + 310	+ 450 + 310	+ 530 + 310	+ 422 + 400	+ 435 + 400	+ 454 + 400	+ 487 + 400	+ 540 + 400	+ 620 + 400

Bảng 1.38. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		z						za					
Trên	Đến và bao gồm	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
120	140	+ 390 + 365	+ 405 + 365	+ 428 + 365	+ 465 + 365	+ 525 + 365	+ 615 + 365	+ 495 + 470	+ 510 + 470	+ 533 + 470	+ 570 + 470	+ 630 + 470	+ 720 + 470
140	160	+ 440 + 415	+ 455 + 415	+ 478 + 415	+ 515 + 415	+ 575 + 415	+ 665 + 415	+ 560 + 535	+ 575 + 535	+ 598 + 535	+ 635 + 535	+ 695 + 535	+ 785 + 535
160	180	+ 490 + 465	+ 505 + 465	+ 528 + 465	+ 565 + 465	+ 625 + 465	+ 715 + 465	+ 625 + 600	+ 640 + 600	+ 663 + 600	+ 700 + 600	+ 760 + 600	+ 850 + 600
180	200	+ 549 + 520	+ 566 + 520	+ 592 + 520	+ 635 + 520	+ 705 + 520	+ 810 + 520	+ 699 + 670	+ 716 + 670	+ 742 + 670	+ 785 + 670	+ 855 + 670	+ 960 + 670
200	225	+ 604 + 575	+ 621 + 575	+ 647 + 575	+ 690 + 575	+ 760 + 575	+ 865 + 575	+ 769 + 740	+ 786 + 740	+ 812 + 740	+ 855 + 740	+ 925 + 740	+1030 + 740
225	250	+ 669 + 640	+ 686 + 640	+ 712 + 640	+ 755 + 640	+ 825 + 640	+ 930 + 640	+ 849 + 820	+ 866 + 820	+ 892 + 820	+ 935 + 820	+1005 + 820	+1110 + 820
250	280	+ 742 + 710	+ 762 + 710	+ 791 + 710	+ 840 + 710	+ 920 + 710	+1030 + 710	+ 952 + 920	+ 972 + 920	+1001 + 920	+1050 + 920	+1130 + 920	+1240 + 920
280	315	+ 822 + 790	+ 842 + 790	+ 871 + 790	+ 920 + 790	+1000 + 790	+1110 + 790	+1032 +1000	+1052 +1000	+1081 +1000	+1130 +1000	+1210 +1000	+1320 +1000
315	355	+ 936 + 900	+ 957 + 900	+ 989 + 900	+1040 + 900	+1130 + 900	+1260 + 900	+1186 +1150	+1207 +1150	+1239 +1150	+1290 +1150	+1380 +1150	+1510 +1150
355	400	+1036 +1000	+1057 +1000	+1089 +1000	+1140 +1000	+1230 +1000	+1360 +1000	+1336 +1300	+1357 +1300	+1389 +1300	+1440 +1300	+1530 +1300	+1660 +1300
400	450	+1140 +1100	+1163 +1100	+1197 +1100	+1255 +1100	+1350 +1100	+1500 +1100	+1490 +1450	+1513 +1450	+1547 +1450	+1605 +1450	+1700 +1450	+1850 +1450
450	500	+1290 +1250	+1313 +1250	+1347 +1250	+1405 +1250	+1500 +1250	+1650 +1250	+1640 +1600	+1663 +1600	+1697 +1600	+1755 +1600	+1850 +1600	+2000 +1600

Bảng 1.39. Sai lệch giới hạn của trục zb và zc $\left(\begin{matrix}es\\ei\end{matrix}\right)$

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		zb					zc				
Trên	Đến và bao gồm	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
–	3	+ 50 + 40	+ 54 + 40	+ 65 + 40	+ 80 + 40	+ 100 + 40	+ 70 + 60	+ 74 + 60	+ 85 + 60	+ 100 + 60	+ 120 + 60
3	6	+ 62 + 50	+ 68 + 50	+ 80 + 50	+ 98 + 50	+ 125 + 50	+ 92 + 80	+ 98 + 80	+ 110 + 80	+ 128 + 80	+ 155 + 80
6	10	+ 82 + 67	+ 89 + 67	+ 103 + 67	+ 125 + 67	+ 157 + 67	+ 112 + 97	+ 119 + 97	+ 133 + 97	+ 155 + 97	+ 187 + 97
10	14	+ 108 + 90	+ 117 + 90	+ 133 + 90	+ 160 + 90	+ 200 + 90	+ 148 + 130	+ 157 + 130	+ 173 + 130	+ 200 + 130	+ 240 + 130
14	18	+ 126 + 108	+ 135 + 108	+ 151 + 108	+ 178 + 108	+ 218 + 108	+ 168 + 150	+ 177 + 150	+ 193 + 150	+ 220 + 150	+ 260 + 150
18	24	+ 157 + 136	+ 169 + 136	+ 188 + 136	+ 220 + 136	+ 266 + 136	+ 209 + 188	+ 221 + 188	+ 240 + 188	+ 272 + 188	+ 318 + 188
24	30	+ 181 + 160	+ 193 + 160	+ 212 + 160	+ 244 + 160	+ 290 + 160	+ 239 + 218	+ 251 + 218	+ 270 + 218	+ 302 + 218	+ 348 + 218
30	40	+ 225 + 200	+ 239 + 200	+ 262 + 200	+ 300 + 200	+ 360 + 200	+ 299 + 274	+ 313 + 274	+ 336 + 274	+ 374 + 274	+ 434 + 274
40	50	+ 267 + 242	+ 281 + 242	+ 304 + 242	+ 342 + 242	+ 402 + 242	+ 350 + 325	+ 364 + 325	+ 387 + 325	+ 425 + 325	+ 485 + 325
50	65	+ 330 + 300	+ 346 + 300	+ 374 + 300	+ 420 + 300	+ 490 + 300	+ 435 + 405	+ 451 + 405	+ 479 + 405	+ 525 + 405	+ 595 + 405
65	80	+ 390 + 360	+ 406 + 360	+ 434 + 360	+ 480 + 360	+ 550 + 360	+ 510 + 480	+ 526 + 480	+ 554 + 480	+ 600 + 480	+ 670 + 480
80	100	+ 480 + 445	+ 499 + 445	+ 532 + 445	+ 585 + 445	+ 665 + 445	+ 620 + 585	+ 639 + 585	+ 672 + 585	+ 725 + 585	+ 805 + 585
100	120	+ 560 + 525	+ 579 + 525	+ 612 + 525	+ 665 + 525	+ 745 + 525	+ 725 + 690	+ 744 + 690	+ 777 + 690	+ 830 + 690	+ 910 + 690

Bảng 1.39. *(tiếp theo)*

Sai lệch tính bằng micromet

Kích thước danh nghĩa (mm)		zb					zc				
Trên	Đến và bao gồm	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
120	140	+ 660 + 620	+ 683 + 620	+ 720 + 620	+ 780 + 620	+ 870 + 620	+ 840 + 800	+ 863 + 800	+ 900 + 800	+ 960 + 800	+1050 + 800
140	160	+ 740 + 700	+ 763 + 700	+ 800 + 700	+ 860 + 700	+ 950 + 700	+ 940 + 900	+ 963 + 900	+1000 + 900	+1060 + 900	+1150 + 900
160	180	+ 820 + 780	+ 843 + 780	+ 880 + 780	+ 940 + 780	+1030 + 780	+1040 +1000	+1063 +1000	+1100 +1000	+1160 +1000	+1250 +1000
180	200	+ 926 + 880	+ 952 + 880	+ 995 + 880	+1065 + 880	+1170 + 880	+1196 +1150	+1222 +1150	+1265 +1150	+1335 +1150	+1440 +1150
200	225	+1006 + 960	+1032 + 960	+1075 + 960	+1145 + 960	+1250 + 960	+1296 +1250	+1322 +1250	+1365 +1250	+1435 +1250	+1540 +1250
225	250	+1096 +1050	+1122 +1050	+1165 +1050	+1235 +1050	+1340 +1050	+1396 +1350	+1422 +1350	+1465 +1350	+1535 +1350	+1640 +1350
250	280	+1252 +1200	+1281 +1200	+1330 +1200	+1410 +1200	+1520 +1200	+1602 +1550	+1631 +1550	+1680 +1550	+1760 +1550	+1870 +1550
280	315	+1352 +1300	+1381 +1300	+1430 +1300	+1510 +1300	+1620 +1300	+1752 +1700	+1781 +1700	+1830 +1700	+1910 +1700	+2020 +1700
315	355	+1557 +1500	+1589 +1500	+1640 +1500	+1730 +1500	+1860 +1500	+1957 +1900	+1989 +1900	+2040 +1900	+2130 +1900	+2260 +1900
355	400	+1707 +1650	+1739 +1650	+1790 +1650	+1880 +1650	+2010 +1650	+2157 +2100	+2189 +2100	+2240 +2100	+2330 +2100	+2460 +2100
400	450	+1913 +1850	+1947 +1850	+2005 +1850	+2100 +1850	+2250 +1850	+2463 +2400	+2497 +2400	+2555 +2400	+2650 +2400	+2800 +2400
450	500	+2163 +2100	+2197 +2100	+2255 +2100	+2350 +2100	+2500 +2100	+2663 +2600	+2697 +2600	+2755 +2600	+2850 +2600	+3000 +2600

Chương 2

DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT

2.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ DUNG SAI HÌNH DẠNG VÀ VỊ TRÍ BỀ MẶT

2.1.1. Ảnh hưởng của sai lệch hình dạng (SLHD) và vị trí (SLVT) bề mặt đến chất lượng sản phẩm

Độ chính xác hình học của chi tiết được đặc trưng không chỉ bằng độ chính xác kích thước của các thông số hình học mà còn cả độ chính xác hình dạng và vị trí bề mặt chi tiết.

SLHD và SLVT bề mặt xuất hiện trong quá trình gia công chi tiết do độ không chính xác và độ biến dạng của máy, dụng cụ và đồ gá gia công; độ biến dạng của chi tiết gia công; độ không đồng đều của lượng dư gia công, độ không đồng nhất của vật liệu chi tiết, v.v...

Trong mối ghép động, các SLHD, SLVT dẫn tới tăng độ mòn của chi tiết do tăng áp lực riêng ở những chỗ lồi, phá hoại độ ổn định của hành trình làm việc, gây ồn, v.v...

Trong mối ghép cố định và mối ghép khít, thì SLHD và SLVT bề mặt gây ra sự không đồng đều về độ dôi và độ hở, do đó làm giảm độ bền chắc của mối ghép, giảm độ kín khít và độ chính xác định tâm của mối ghép.

Đặc trưng của các máy và dụng cụ hiện nay là làm việc với tốc độ lớn, tải lớn, nhiệt độ cao thì ảnh hưởng của SLHD và SLVT bề mặt đến chất lượng sử dụng chúng lại càng lớn.

Chính vì vậy để đảm bảo độ chính xác yêu cầu của các thông số chức năng của sản phẩm, khả năng làm việc và tuổi bền của nó thì trên các bản vẽ chế tạo chi tiết được chỉ dẫn không chỉ sai lệch giới hạn kích thước mà còn cả dung sai hình dạng và vị trí bề mặt khi cần thiết.

Quy định đúng và đầy đủ độ chính xác hình dạng và vị trí bề mặt

tạo khả năng nâng cao độ chính xác hình học của chi tiết khi chế tạo và kiểm tra chúng. Đó là một trong những yếu tố cơ bản để nâng cao chất lượng của máy và dụng cụ.

Thuật ngữ và kí hiệu sai lệch hình dạng và vị trí được chỉ dẫn trong bảng 2.1 theo TCVN 10-85 (ISO P1101).

***Bảng 2.1.* Thuật ngữ và kí hiệu sai lệch hình dạng và vị trí**

Loại sai lệch	Tên sai lệch	Kí hiệu
Sai lệch hình dạng	Sai lệch độ phẳng	
	Sai lệch độ thẳng	
	Sai lệch độ trụ	
	Sai lệch độ tròn	
	Sai lệch prôfin mặt cắt dọc	
Sai lệch vị trí bề mặt	Sai lệch độ song song	
	Sai lệch độ vuông góc	
	Sai lệch độ nghiêng	
	Sai lệch về độ đồng trục	
	Sai lệch về độ giao trục	
	Sai lệch về độ đối xứng	
	Sai lệch về vị trí tâm	
Sai lệch tổng hình dạng và vị trí bề mặt	Độ đảo (đảo hướng kính, đảo mặt mút)	
	Độ đảo hướng kính và mặt mút toàn phần	
	Sai lệch hình dạng profin cong	
	Sai lệch hình dạng bề mặt cong	

2.1.2. Khái niệm sai lệch và dung sai hình dạng bề mặt

Sai lệch hình dạng là sai lệch hình dạng của bề mặt thực so với hình dạng bề mặt danh nghĩa. Bề mặt danh nghĩa là bề mặt hình học lí tưởng (mặt phẳng lí tưởng hay mặt trụ lí tưởng) mà hình dạng danh nghĩa của nó được cho trên bản vẽ hoặc trong điều kiện kĩ thuật. Sai lệch hình dạng cũng được xét tương tự như vậy đối với profin – đường giao tuyến của bề mặt với mặt phẳng vuông góc hoặc với bề mặt đã cho.

Sóng bề mặt có đặc tính của sai lệch hình dạng. Nhưng nhám bề mặt thì không thuộc sai lệch hình dạng, bởi vậy khi đo sai lệch hình dạng ta phải loại trừ ảnh hưởng của nhám bề mặt.

Sai lệch hình dạng được tính từ bề mặt áp. Đó là bề mặt có hình dạng của bề mặt danh nghĩa, nằm ngoài phần vật liệu chi tiết và tiếp xúc với bề mặt thực sao cho sai lệch từ điểm xa nhất của bề mặt thực so với bề mặt áp là nhỏ nhất. Điều kiện sai lệch là nhỏ nhất này không áp dụng đối với hình trụ áp và vòng tròn áp. Sai lệch hình dạng được đánh giá trên toàn bộ bề mặt hoặc trên phần quy định của bề mặt (phần chuẩn). Dạng bề mặt và profin áp được chỉ dẫn trong bảng 2.2.

Dung sai hình dạng là giá trị cho phép lớn nhất của sai lệch hình dạng. Miền dung sai hình dạng là phạm vi không gian hoặc phạm vi mặt phẳng, mà tất cả các điểm trên bề mặt thực hoặc profin thực trong giới hạn phần chuẩn, phải nằm trong đó. Các dạng sai lệch và dung sai hình dạng được xét trong mục 2.2.

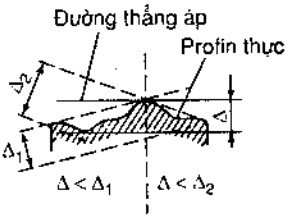
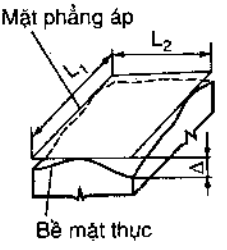
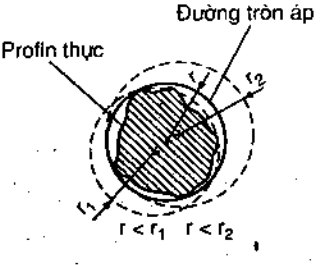
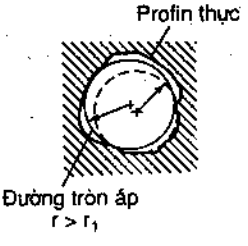
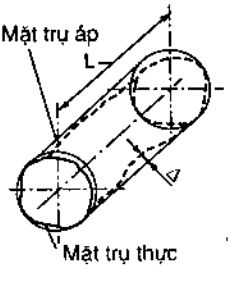
2.1.3. Khái niệm sai lệch và dung sai vị trí bề mặt

Sai lệch vị trí là sai lệch của vị trí thực của yếu tố được xét (bề mặt, đường tâm hoặc mặt phẳng đối xứng) so với vị trí danh nghĩa.

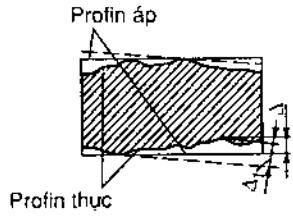
Vị trí danh nghĩa là vị trí được xác định bởi kích thước thẳng hoặc góc danh nghĩa giữa yếu tố được xét và yếu tố chuẩn.

Khi xác định vị trí danh nghĩa của bề mặt phẳng thì kích thước tọa độ được đo trực tiếp từ mặt phẳng ấy. Còn đối với bề mặt trụ, côn và bề mặt tròn xoay khác hoặc đối với bề mặt ren, rãnh và con trượt lăng trụ hoặc nhóm bề mặt đối xứng thì kích thước tọa độ thường được cho từ đường tâm hoặc từ mặt phẳng đối xứng của chúng.

Bảng 2.2. Dạng bề mặt và prôfin áp

Tên yếu tố áp	Định nghĩa	Sơ đồ biểu diễn
Đường thẳng áp	Đường thẳng tiếp xúc với profin thực ở phía ngoài vật liệu chi tiết, sao cho trong giới hạn chiều dài quy định thì sai lệch từ điểm xa nhất trên profin thực đối với nó có giá trị bé nhất.	
Mặt phẳng áp	Mặt phẳng tiếp xúc với bề mặt thực ở phía ngoài vật liệu chi tiết, sao cho trong giới hạn phần bề mặt quy định thì sai lệch từ điểm xa nhất của bề mặt thực đối với nó có giá trị bé nhất.	
Đường tròn áp đối với trục	Đường tròn ngoại tiếp profin thực ở phía ngoài vật liệu chi tiết, có đường kính bé nhất.	
Đường tròn áp đối với lỗ	Đường tròn nội tiếp profin thực ở phía ngoài vật liệu chi tiết, có đường kính lớn nhất.	
Mặt trụ áp đối với trục	Mặt trụ ngoại tiếp của mặt trụ thực ở phía ngoài vật liệu chi tiết có đường kính bé nhất.	

Bảng 2.2. *(tiếp theo)*

Tên yếu tố áp	Định nghĩa	Sơ đồ biểu diễn
Profin áp của mặt cắt dọc của bề mặt trụ	Hai đường thẳng song song tiếp xúc với profin thực ở phía ngoài vật liệu chi tiết sao cho sai lệch lớn nhất từ điểm trên profin thực đối với profin áp phía tương ứng, có giá trị bé nhất.	

Để đánh giá độ chính xác vị trí cần phải quy định đúng yếu tố chuẩn. Chuẩn có thể là bề mặt (ví dụ mặt phẳng), là đường sinh hoặc là điểm (ví dụ đỉnh côn, tâm cầu). Nếu chuẩn là bề mặt tròn xoay (ví dụ trụ hoặc côn) hoặc ren thì có thể coi chuẩn như là đường tâm của chúng. Chuẩn có thể là sự kết hợp của một số yếu tố ví dụ đường tâm chung hoặc mặt phẳng đối xứng chung của một số yếu tố, bảng 2.3.

Dung sai vị trí là giá trị giới hạn sai lệch cho phép về vị trí bề mặt. Đối với độ song song, độ vuông góc và độ nghiêng thì dung sai vị trí là giá trị cho phép lớn nhất của sai lệch vị trí. Còn đối với độ đồng tâm, độ đối xứng, độ giao nhau của hai đường tâm, thì dung sai vị trí có thể được biểu thị theo bán kính hoặc theo đường kính. Theo bán kính thì là giá trị cho phép lớn nhất của sai lệch vị trí còn theo đường kính thì là hai lần giá trị cho phép lớn nhất của sai lệch vị trí.

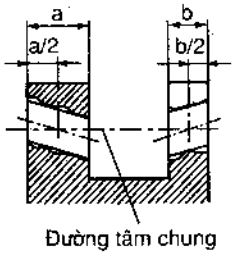
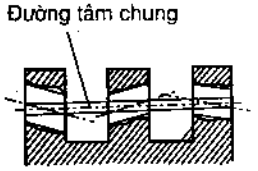
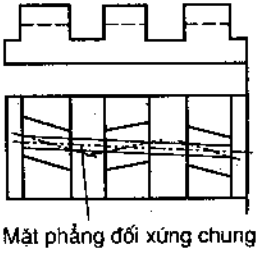
Sai lệch vị trí các bề mặt và sai lệch kích thước của các yếu tố của chi tiết có thể xuất hiện đồng thời hay độc lập với nhau là tùy thuộc vào điều kiện lắp ráp và điều kiện làm việc của sản phẩm. Ảnh hưởng tương quan của các sai lệch đó thể hiện cả trong quá trình chế tạo và kiểm tra chi tiết.

Để đảm bảo việc quy định dung sai vị trí một cách đúng đắn và sự giải thích thống nhất về chúng khi chế tạo và kiểm tra sản phẩm người ta đưa vào khái niệm dung sai vị trí quan hệ và không quan hệ.

Dung sai không quan hệ là dung sai vị trí mà giá trị bằng số của nó không thay đổi đối với cả loạt chi tiết chế tạo theo bản vẽ đã cho. Nó không phụ thuộc vào kích thước thực của yếu tố quy định hoặc yếu tố chuẩn.

Dung sai quan hệ là dung sai vị trí mà giá trị bằng số của nó thay đổi đối với các chi tiết khác nhau, được chế tạo theo bản vẽ đã cho. Nó phụ thuộc vào kích thước thực của yếu tố quy định hoặc yếu tố chuẩn.

Bảng 2.3. **Đường tâm chung và mặt phẳng đối xứng chung của một số yếu tố**

Tên gọi	Định nghĩa	Sơ đồ biểu thị
Đường tâm chung của hai bề mặt	Là đường thẳng đi qua tâm của các bề mặt quay được xét, ở tiết diện trung bình của chúng (a/2 và b/2)	
Đường tâm chung của một số bề mặt	Là đường thẳng mà sai lệch lớn nhất của đường tâm của các bề mặt quay được xét so với nó có giá trị nhỏ nhất trong giới hạn chiều dài của các bề mặt.	
Mặt phẳng đối xứng chung của hai hay một số yếu tố	Là mặt phẳng mà sai lệch lớn nhất của mặt phẳng đối xứng của các yếu tố được xét so với nó có giá trị nhỏ nhất trong giới hạn chiều dài của các yếu tố đó.	

Giá trị toàn phần của dung sai quan hệ về vị trí đối với chi tiết đã cho là:

$$T_{Ⓜ} = T_{min} + T_b$$

T_{min} – giá trị nhỏ nhất của dung sai vị trí. Nó được chỉ ra trên bản vẽ và là thành phần không thay đổi đối với mọi chi tiết.

T_b – giá trị bổ sung của dung sai vị trí quan hệ. Nó phụ thuộc vào kích thước thực của yếu tố được xét của chi tiết đã cho và là phần thay đổi của dung sai vị trí quan hệ.

T_b được xác định theo các công thức chỉ dẫn trong bảng 2.4.

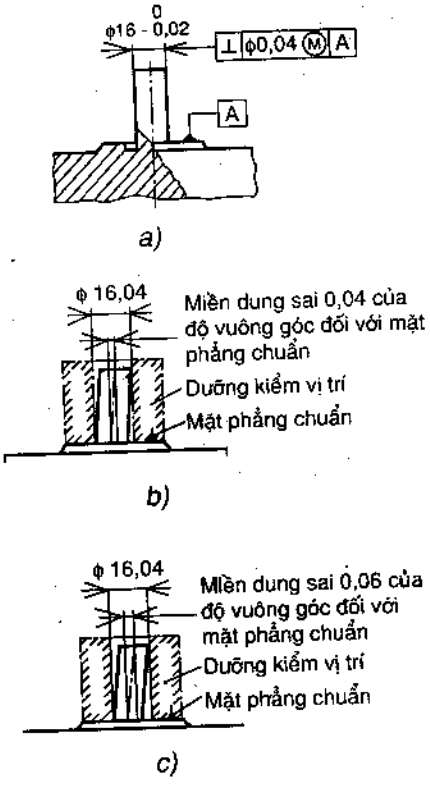
Thí dụ: Trên hình 2-1a biểu thị chi tiết có dung sai quan hệ về độ vuông góc giữa đường tâm trục $\phi 16^{0}_{-0,02}$ và mặt phẳng chuẩn A.

Khi sai lệch vị trí được kiểm tra bằng ca líp tổng hợp đầu qua thì:

– Nếu kích thước thực của trục đạt giá trị lớn nhất là 16 mm (d_{th} = 16 mm) thì dung sai quan hệ về độ vuông góc là 0,04 mm (theo đường kính) hình 2-1b.

- Nếu kích thước thực của trục đạt giá trị nhỏ nhất là 15,98 mm thì dung sai quan hệ về độ vuông góc là 0,06 mm, hình 2-1c.

Như vậy tùy theo kích thước thực của trục mà giá trị dung sai vị trí quan hệ có thể tăng từ 0,04 mm đến 0,06 mm. Phần biến đổi chính là giá trị bổ sung của dung sai vị trí quan hệ (T_b) và nó đạt giá trị lớn nhất là 0,06 – 0,04 = 0,02 mm (khi kích thước thực đạt giá trị bé nhất: 15,98 mm).



Hình 2-1.

Sử dụng dung sai vị trí quan hệ có lợi ích kinh tế hơn là dung sai vị trí không quan hệ. Với phương pháp kiểm tra bằng calip tổng hợp nó cho phép ta sử dụng các phương pháp gia công và trang bị công nghệ kém chính xác hơn.

Ngay cả trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ nó cũng cho phép ta tránh được sự loại bỏ nhầm các chi tiết khi kiểm tra bằng dụng cụ vạn năng.

2.1.4. Ghi kí hiệu dung sai hình dạng và vị trí trên bản vẽ

Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt được quyết định tùy thuộc vào yêu cầu kết cấu, công nghệ và được chỉ ra trên bản vẽ chi tiết bằng các kí hiệu thống nhất theo TCVN10-85 (ISO P1101) bảng 2.5.

2.2. SAI LỆCH VÀ DUNG SAI HÌNH DẠNG BỀ MẶT

2.2.1. Sai lệch và dung sai hình dạng phẳng

Bảng 2.6 chỉ dẫn thuật ngữ, định nghĩa và cách kí hiệu sai lệch và dung sai hình dạng của bề mặt phẳng.

Trong đó: Dung sai độ phẳng được quy định khi cần hạn chế SLHD của toàn bộ bề mặt hoặc một phần của nó. Dung sai độ thẳng được quy định khi cần giới hạn SLHD trong tiết diện bề mặt theo hướng đã cho hoặc bất kì.

Trị số dung sai tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 2.7. Trị số dung sai được chọn tùy thuộc vào cấp chính xác hình dạng và chiều dài danh nghĩa của phần bề mặt quy định (phần chuẩn). Nếu trên bản vẽ không có chỉ dẫn phần chuẩn thì chọn theo chiều dài phía lớn nhất của bề mặt. Tiêu chuẩn cũng quy định 16 cấp chính xác hình dạng và vị trí bề mặt (TCVN 384-93) và kí hiệu theo mức chính xác giảm dần là cấp 1, 2,..., 16.

Dung sai độ phẳng và độ thẳng có quan hệ với dung sai kích thước xác định vị trí bề mặt đã cho. Thường chúng nhỏ hơn dung sai kích thước. Tùy theo tỷ số giữa dung sai hình dạng (T_F) và dung sai kích thước (T_d) mà ta quy định độ chính xác hình học tương đối theo 3 mức: thường, cao và rất cao (T_F tương ứng bằng 60, 40 và 25% T_d), bảng 2.8.

Việc chọn cấp chính xác hình dạng khi thiết kế chi tiết phải dựa vào chức năng sử dụng bề mặt chi tiết hoặc phương pháp gia công đạt độ chính xác bề mặt mà ta xét, bảng 2.9.

Đối với những bề mặt không có chỉ dẫn dung sai hình dạng thì có nghĩa là SLHD phải nằm trong giới hạn của miền dung sai kích thước giữa bề mặt và chuẩn để xác định vị trí của bề mặt ấy.

2.2.2. Sai lệch và dung sai hình dạng bề mặt trụ

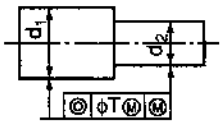
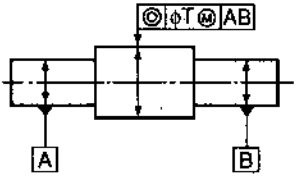
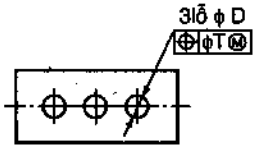
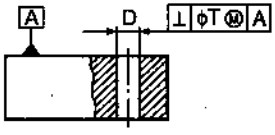
Thuật ngữ, định nghĩa và điều kiện kí hiệu sai lệch và dung sai hình dạng bề mặt trụ được chỉ dẫn trong bảng 2.10.

Khi quy định dung sai hình dạng bề mặt trụ, thì có thể sử dụng yếu tố tổng hợp - dung sai độ trụ, nó giới hạn sai lệch hình dạng trên toàn bộ bề mặt hoặc là SLHD theo các tiết diện của bề mặt như: dung sai độ tròn, dung sai profin mặt cắt dọc. Trị số dung sai tiêu chuẩn chỉ dẫn trong bảng 2.11.

Dung sai hình dạng bề mặt trụ cũng có quan hệ mật thiết với dung sai kích thước. Quan hệ ấy được thể hiện bằng độ chính xác hình học tương đối theo các mức: thường, cao, rất cao và đặc biệt cao.

Dung sai hình dạng bề mặt trụ được xác định tùy thuộc vào cấp chính xác hình dạng đã chọn. Chọn cấp chính xác hình dạng có thể dựa vào mối quan hệ với cấp chính xác kích thước, bảng 2.12 hoặc dựa vào chức năng sử dụng và phương pháp gia công bề mặt, bảng 2.13.

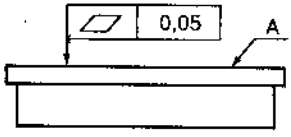
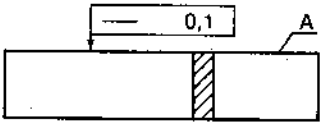
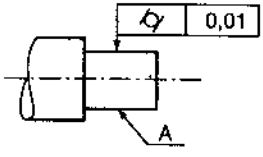
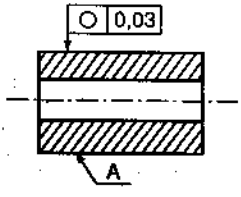
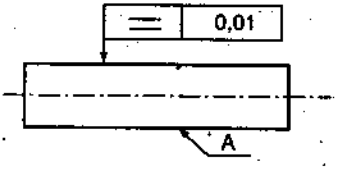
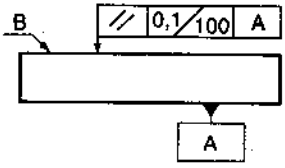
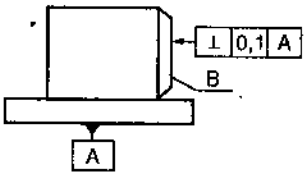
Bảng 2.4. Công thức tính giá trị bổ sung của dung sai vị trí quan hệ – T_b

Tên dung sai vị trí quan hệ	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	T_b		T_{bmax}
		Đối với trục	Đối với lỗ	
Dung sai độ đồng trục (độ đối xứng) của bề mặt này đối với bề mặt khác (Dung sai quan hệ được đặt ra đối với cả hai bề mặt)		$(d_{max1} - d_{th.1}) + (d_{max2} - d_{th.2})$	$(D_{th.1} - D_{min1}) + (D_{th.2} - D_{min2})$	$T_{d(D)1} + T_{d(D)2}$
		Đối với 1 bề mặt trục và một bề mặt lỗ: $(d_{max1} - d_{th.1}) + (D_{th.2} - D_{min2})$		
Dung sai độ đồng trục (độ đối xứng) của bề mặt đối với đường tâm chung hoặc đường tâm bề mặt chuẩn. Dung sai quan hệ không đặt ra đối với bề mặt chuẩn.		$d_{max} - d_{th}$	$D_{th} - D_{min}$	$T_{d(D)}$
Dung sai vị trí tâm lỗ (mặt phẳng đối xứng)		$d_{max} - d_{th}$	$D_{th} - D_{min}$	$T_{d(D)}$
Dung sai độ vuông góc của đường tâm lỗ hoặc trục đối với mặt phẳng.		$d_{max} - d_{th}$	$D_{th} - D_{min}$	$T_{d(D)}$

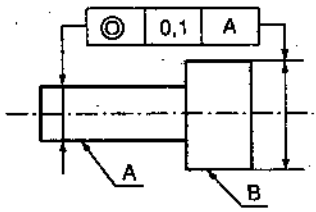
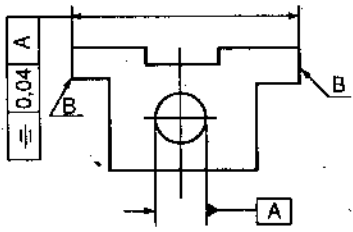
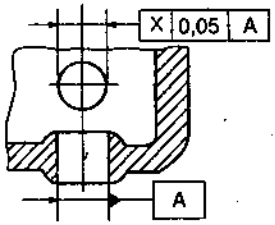
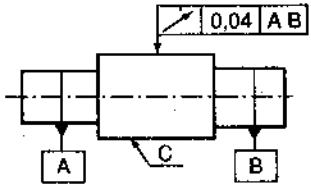
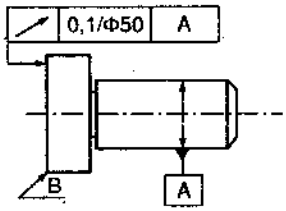
Đối với mối ghép nếu như tỷ số giữa chiều dài và đường kính L/d = 2 ÷ 5 thì dung sai hình dạng được quyết định ở cấp chính xác thô hơn 1 cấp, còn khi L/d > 5 thì thô hơn 2 cấp so với trường hợp bình thường, L/d ≤ 2.

Dung sai hình dạng thường là nhỏ hơn dung sai kích thước bề mặt. Nếu trên bản vẽ chi tiết không chỉ dẫn dung sai hình dạng thì có nghĩa là các SLHD phải nằm trong phạm vi dung sai kích thước bề mặt.

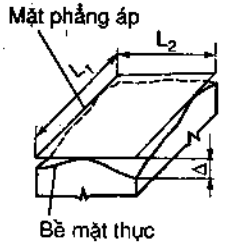
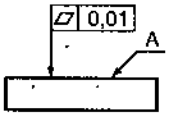
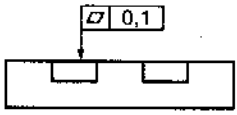
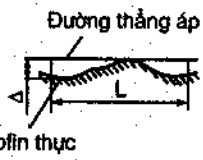
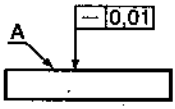
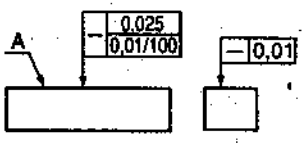
Bảng 2.5. **Một số ví dụ kí hiệu dung sai hình dạng và vị trí bề mặt trên bản vẽ**

Kí hiệu	Yêu cầu kỹ thuật
	Dung sai độ phẳng của bề mặt A là 0,05 mm
	Dung sai độ thẳng của bề mặt A là 0,1 mm trên toàn bộ chiều dài bề mặt
	Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01 mm
	Dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,03 mm
	Dung sai prôfin mặt cắt dọc của mặt A là 0,01 mm
	Dung sai độ song song của bề mặt B so với bề mặt A là 0,1 mm trên chiều dài 100 mm
	Dung sai độ vuông góc của mặt B so với mặt A là 0,1 mm

Bảng 2.5. *(tiếp theo)*

Kí hiệu	Yêu cầu kỹ thuật
	Dung sai độ đồng trục của các bề mặt A và B là 0,1 mm
	Dung sai độ đối xứng của mặt B so với đường tâm lỗ A là 0,04 mm
	Dung sai độ giao nhau của hai đường tâm lỗ là 0,05 mm
	Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt C so với đường tâm chung của hai mặt A, B là 0,04 mm
	Dung sai độ đảo mặt mút B so với đường tâm của mặt A là 0,1 mm theo đường kính 50 mm.

Bảng 2.6. Sai lệch và dung sai hình dạng phẳng

Tên và định nghĩa sai lệch	Kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ phẳng  Khoảng cách lớn nhất từ các điểm của bề mặt thực đến bề mặt áp trong giới hạn của phần chuẩn.	 	Dung sai độ phẳng của mặt A là 0,01 mm
	 	Dung sai độ phẳng của mặt A, B, C là 0,1 mm (bề mặt áp là chung đối với A, B, C)
Sai lệch độ thẳng  Khoảng cách lớn nhất từ các điểm của profin thực đến đường thẳng áp trong giới hạn phần chuẩn - L	 	Dung sai độ thẳng của bề mặt A là 0,01 mm
	 	Dung sai độ thẳng của mặt A theo hướng dọc là 0,025 mm hoặc 0,01 mm trên chiều dài 100 mm, theo hướng ngang là 0,01 mm.

Bảng 2.7. Dung sai độ phẳng và độ thẳng

Khoảng kích thước danh nghĩa, mm	Cấp chính xác									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	μm									
Đến 0	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40
Trên 10 đến 16	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
" 16 " 25	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
" 25 " 40	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
" 40 " 63	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
" 63 " 100	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
" 100 " 160	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
" 160 " 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
" 250 " 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
" 400 " 630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
" 630 " 1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
" 1000 " 1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
" 1600 " 2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
" 2500 " 4000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
" 4000 " 6300	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
" 6300 " 10000	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200

Chú thích: Chiều dài danh nghĩa của phần chuẩn được lấy làm kích thước danh nghĩa. Nếu không cho trước phần chuẩn, thì chiều dài danh nghĩa của bề mặt lớn hoặc đường kính lớn danh nghĩa của bề mặt mút được lấy làm kích thước danh nghĩa.

Bảng 2.8. Quan hệ giữa dung sai độ phẳng, độ thẳng và dung sai kích thước

Dung sai kích thước giữa hai bề mặt được xét T_d – µm	Độ chính xác hình học tương đối		
	Bình thường	cao	rất cao
	Dung sai độ phẳng hoặc độ thẳng T_F – µm		
Từ 3 đến 5	2,5	1,6	1,0
Trên 5 đến 8	4,0	2,5	1,6
" 8 " 12	6	4	2,5
" 12 " 20	10	6	4
" 20 " 30	16	10	6
" 30 " 50	25	16	10
" 50 " 80	40	25	16
" 80 " 120	60	40	25
" 120 " 200	100	60	40
" 200 " 300	160	100	60
" 300 " 500	250	160	100
" 500 " 800	400	250	160
" 800 " 1200	600	400	250
" 1200 " 2000	1000	600	400
" 2000 " 3000	1600	1000	600

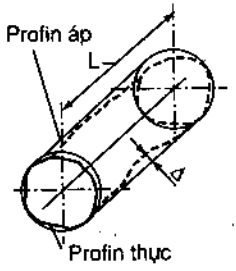
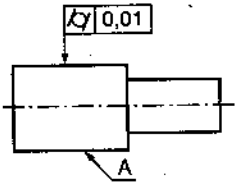
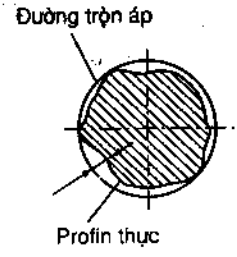
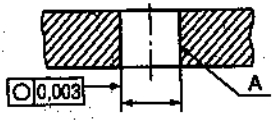
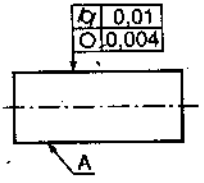
Bảng 2.9. Ví dụ về việc xác định cấp chính xác hình dạng phẳng

Cấp chính xác hình dạng	Phạm vi sử dụng	Phương pháp gia công
3 – 4	Bề mặt đo và bề mặt làm việc của các phương tiện đo chính xác bình thường (thước kiểm, tấm kiểm phẳng, micrômét v.v...) Sống trượt của các máy độ chính xác cao, bề mặt chuẩn, đo, định vị của đồ gá kiểm tra độ chính xác cao.	Mài nghiền . Mài và cạo độ chính xác cao
5 – 6	Sống dẫn và bàn máy của các máy độ chính xác bình thường. Bề mặt chuẩn và định vị của các đồ gá gia công độ chính xác cao. Sống dẫn của dụng cụ đo chính xác. Bề mặt của mối ghép phẳng trong máy bơm bánh răng. Ổ chặn của tuabin công suất lớn.	Mài, cạo, tiện độ chính xác cao.

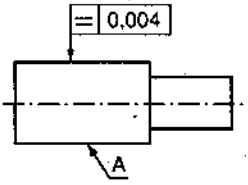
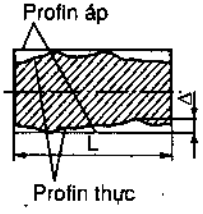
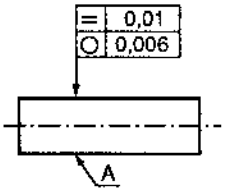
Bảng 2.9. *(Tiếp theo)*

Cấp chính xác hình dạng	Phạm vi sử dụng	Phương pháp gia công
7 – 8	Sống dẫn của máy ép lệch tâm và thủy lực, máy bơm hơi; Ổ chặn của máy công suất nhỏ; Bề mặt chuẩn của tấm dẫn hướng và đồ gá gia công; bề mặt đỡ của thân ổ, thân động cơ và máy bơm gaz; Mặt phân nửa của tuabin, hộp giảm tốc, bơm dầu, ổ đỡ trục truyền dẫn; Mặt bích của tua bin.	Mài thô, phay bào, chuốt, tiện ngoài
9 – 10	Bề mặt nối ghép của xà ngang, thân máy cán, bề mặt nối ghép của ống dẫn; mặt bích của máy có đệm mềm; Bề mặt tì của thân máy trên đệm giảm chấn.	Phay, bào, tiện ngoài, xọc

Bảng 2.10. Sai lệch và dung sai hình dạng bề mặt trụ

Tên và định nghĩa	Kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ trụ: là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm trên bề mặt thực đến mặt trụ áp trong giới hạn phần chuẩn L 		Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01 mm
Sai lệch độ tròn: Là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm của profin thực đến đường tròn áp 		Dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,003 mm
		Dung sai độ trụ của bề mặt A là 0,01 mm; Dung sai độ tròn là 0,004 mm

Bảng 2.10. *(Tiếp theo)*

Tên và định nghĩa	Kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch profin mặt cắt dọc là khoảng cách lớn nhất Δ từ các điểm trên đường sinh của bề mặt thực, nằm trong mặt phẳng đi qua trục của nó, đến phía tương ứng của profin áp trong giới hạn chiều dài phần chuẩn L.		Dung sai profin mặt cắt dọc của bề mặt A là 0,004 mm
		Dung sai độ tròn của bề mặt A là 0,006 mm; Dung sai profin mặt cắt dọc là 0,01 mm

2.3. SAI LỆCH VÀ DUNG SAI VỊ TRÍ BỀ MẶT

2.3.1. Sai lệch và dung sai độ song song

Thuật ngữ, định nghĩa và cách ghi kí hiệu về độ song song được chỉ dẫn trong bảng 2.14.

Khi cần thiết giới hạn đồng thời sai lệch độ song song và độ phẳng của bề mặt trong một phạm vi dung sai ta sử dụng dung sai tổng độ song song và độ phẳng bề mặt. Ví dụ yêu cầu độ song phẳng đối với mẫu chuẩn chiều dài (căn mẫu). Nếu các yếu tố song song mà ta xét có sai lệch vị trí theo các hướng khác nhau thì sai lệch về độ song song được đánh giá trong hai mặt phẳng vuông góc. Một là mặt phẳng chung của hai yếu tố gọi là độ song song, ví dụ độ song song của hai đường tâm còn sai lệch trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng chung ta gọi là độ nghiêng của đường tâm.

Dung sai độ song song khi có ghi dấu hiệu "ϕ" trước giá trị thì có nghĩa là sai lệch về độ song song theo mọi hướng được giới hạn trong một phạm vi như nhau.

Dãy giá trị dung sai độ song song chỉ dẫn trong bảng 2.15. Dung sai được quyết định dựa vào cấp chính xác và kích thước danh nghĩa (chiều dài danh nghĩa của bề mặt hoặc phần bề mặt đã cho). Xác định cấp chính xác về vị trí khi quy định dung sai độ song song có thể dựa vào chức năng sử dụng và phương pháp gia công bề mặt, bảng 2.16.

Bảng 2.11. Dung sai độ trụ, độ tròn và prôfin mặt cắt dọc

Khoảng kích thước danh nghĩa, mm	Cấp chính xác									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	µm									
Đến 3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
Trên 3 đến 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
" 10 " 18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
" 18 " 30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
" 30 " 50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
" 50 " 120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
" 120 " 250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
" 250 " 400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
" 400 " 630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
" 630 " 1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
" 1000 " 1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
" 1600 " 2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600

Chú thích: Đường kính danh nghĩa bề mặt được lấy làm kích thước danh nghĩa.

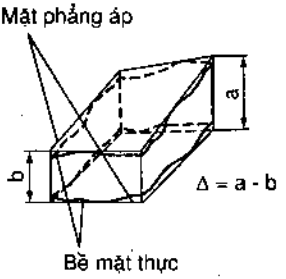
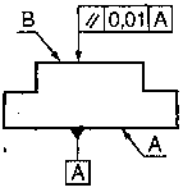
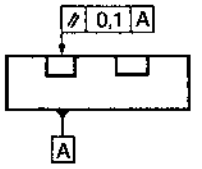
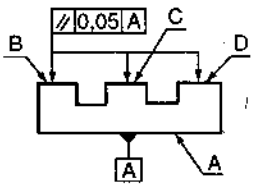
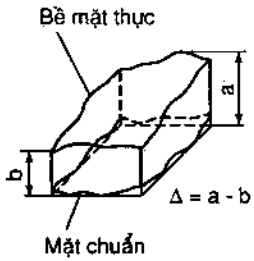
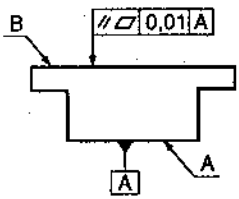
Bảng 2.12. Cấp chính xác hình dạng ứng với các cấp chính xác kích thước

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

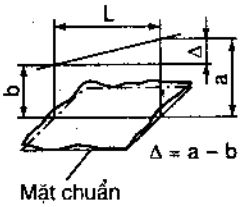
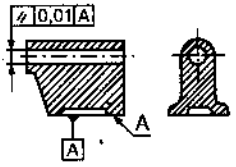
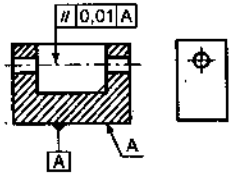
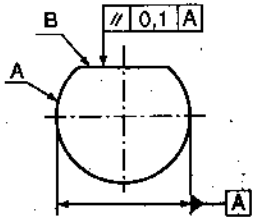
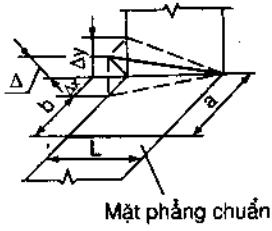
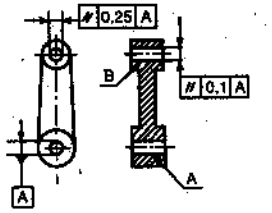
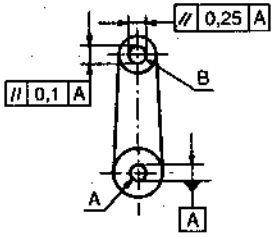
Bảng 2.13. Ví dụ về việc xác định cấp chính xác hình dạng trụ

Cấp chính xác hình dạng	Phạm vi sử dụng	Phương pháp gia công
3 – 4	Đường lăn, bề mặt lắp ghép của ổ lăn độ chính xác rất cao và bề mặt trục và lỗ hộp lắp với chúng; Ngõng trục của truyền dẫn thủy lực; Ổ ma sát ướt khi tải lớn, ngõng lắp ổ lăn của trục khuỷu, chốt pittông và lỗ chốt pittông của động cơ máy bay, ô tô; con trượt, van trượt, pittông, bạc và các chi tiết khác của thiết bị thủy lực làm việc với áp suất cao không có đệm làm kín.	Mài nghiền, mài khôn, mài tinh mỏng, tiện bằng dao kim cương, tiện tinh mỏng với độ chính xác rất cao
5 – 6	Bề mặt lắp ghép của các vòng ổ lăn độ chính xác bình thường và bề mặt trục và lỗ hộp lắp với chúng; Ngõng ổ, bạc lót ổ của trục khuỷu động cơ tầu thủy và máy kéo; của trục trong hộp giảm tốc, tua bin hơi và máy bơm lớn; chốt pittông của động cơ diezen và gaz; pittông, van trượt ống lót xilanh và xilanh của thiết bị thủy khí với áp suất thấp và trung bình không có đệm kín hoặc khi áp suất cao và trung bình có đệm làm kín. Bề mặt không lắp ghép của tua bin hơi, trục gá đĩa cân bằng của tua bin.	Mài, mài khôn, tiện tinh, doa tinh mỏng, chuốt.
7 – 8	Ổ trượt của tuabin thủy lực lớn, động cơ chạy chậm, hộp giảm tốc; xilanh, ống lót xilanh, pittông, vòng găng của động cơ ô tô, máy kéo; lỗ lắp bạc biên của động cơ, lỗ lắp bạc trong thiết bị thủy lực có áp lực trung bình. Trục cán nguội hình trống.	Tiện tinh, doa, chuốt và khoan độ chính xác cao.
9 – 10	Ổ trượt với tốc độ và áp lực nhỏ pittông, xilanh của bơm áp lực thấp có đệm kín mềm. Vòng găng của động cơ diezen và động cơ gaz.	Tiện, khoan, đúc áp lực, tiện trong.

Bảng 2.14. Sai lệch và dung sai độ song song

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ song song của hai mặt phẳng:  Là hiệu – Δ của khoảng cách lớn nhất - a và nhỏ nhất b giữa hai mặt phẳng áp trong giới hạn phần chuẩn.	 	Dung sai độ song song của bề mặt B đối với mặt chuẩn A là 0,01 mm
	 	Dung sai độ song song của mặt phẳng áp chung đối với mặt chuẩn A là 0,1 mm
	 	Dung sai độ song song của các bề mặt B, C, D đối với mặt chuẩn A là 0,05 mm
Sai lệch tổng của độ song song và độ phẳng:  Là hiệu Δ của khoảng cách lớn nhất a và nhỏ nhất b từ các điểm trên bề mặt thực đến mặt phẳng chuẩn trong giới hạn phần quy định.	 	Dung sai tổng độ song song và độ phẳng của bề mặt B so với mặt chuẩn A là 0,0,1 mm

Bảng 2.14. *(Tiếp theo)*

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ song song của đường tâm đối với mặt phẳng hoặc mặt phẳng đối với đường tâm:  Là hiệu – Δ của khoảng cách lớn nhất a và nhỏ nhất b giữa đường tâm và mặt phẳng trên phần chuẩn	 	Dung sai độ song song của đường tâm lỗ so với bề mặt A là 0,01 mm
	 	Dung sai độ song song của đường tâm chung của lỗ đối với bề mặt chuẩn A là 0,01 mm
	 	Dung sai độ song song của bề mặt B đối với bề mặt A là 0,1 mm
Sai lệch độ song song của hai đường tâm hoặc hai đường thẳng trong không gian:  Là tổng hình học Δ của sai lệch độ song song hai đường tâm (Δ_x, Δ_y) trong hai mặt phẳng vuông góc với nhau mà một trong chúng là mặt phẳng chung (mặt phẳng đi qua đường tâm chuẩn và một điểm của đường tâm kia).	  	Dung sai độ song song của đường tâm lỗ B đối với đường tâm lỗ A là 0,1 mm và dung sai độ nghiêng của đường tâm là 0,25 mm

Bảng 2.15. Dung sai độ song song, độ vuông góc, độ nghiêng, độ đảo mặt mút và mặt mút toàn phần

Khoảng kích thước danh nghĩa, mm	Cấp chính xác									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	µm									
Đến 10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60
Trên 10 đến 16	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80
" 16 " 25	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100
" 25 " 40	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
" 40 " 63	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
" 63 " 100	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
" 100 " 160	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
" 160 " 250	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
" 250 " 400	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
" 400 " 630	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
" 630 " 1000	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
" 1000 " 1600	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
" 1600 " 2500	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
" 2500 " 4000	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
" 4000 " 6300	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600
" 6300 " 10000	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000

Chú thích: Khi quy định dung sai độ song song, độ vuông góc, độ nghiêng chiều dài danh nghĩa của phần chuẩn hoặc chiều dài danh nghĩa của tất cả bề mặt khảo sát (đối với dung sai độ song song - là chiều dài danh nghĩa của chiều lớn) được coi là kích thước danh nghĩa, nếu không cho trước phần chuẩn.

Khi quy định dung sai độ đảo mặt mút, đường kính danh nghĩa cho trước hoặc đường kính lớn danh nghĩa của mặt mút được lấy làm kích thước danh nghĩa. Khi quy định dung sai độ đảo mặt mút toàn phần, đường kính lớn danh nghĩa của bề mặt mút khảo sát được lấy làm kích thước danh nghĩa.

Bảng 2.16. **Ví dụ về xác định cấp chính xác của độ song song**

Cấp chính xác vị trí	Phạm vi sử dụng	Phương pháp gia công
3 – 4	Sống dẫn của các máy công cụ độ chính xác cao; Sống dẫn đặc biệt chính xác của dụng cụ điều khiển và điều chỉnh; Bề mặt đo và bề mặt làm việc của thước kiểm, mẫu chiều dài, khối V.	Mài nghiền, cạo, mài khôn, mài
5 – 6	Bề mặt làm việc của máy công cụ độ chính xác bình thường; bề mặt đo của Panme, thước cặp; bề mặt làm việc của đồ gá gia công độ chính xác cao; Rãnh và tấm dẫn hướng của dụng cụ đo và cơ cấu độ chính xác cao; mặt mút ổ lăn độ chính xác cao; các đường tâm lỗ hộp truyền động bánh răng độ chính xác cao; đường tâm lỗ và mặt mút thân hộp, bánh răng, trục vít của máy bơm; Mặt chuẩn của thân, bệ và thân động cơ.	Mài, doa tọa độ, phay độ chính xác cao.
7 – 8	Bề mặt làm việc của máy ép, máy búa; mặt phẳng đế khuôn; bề mặt làm việc của tấm dẫn hướng, mặt mút của dao phay; Mặt mút tì của nắp và vòng ổ lăn độ chính xác bình thường; Đường tâm hai lỗ biên các đường tâm lỗ lắp ống lót xilanh trong thân động cơ. Tâm các lỗ trong thân hộp truyền động bánh răng độ chính xác bình thường; Bề mặt bích làm kín của van.	Phay, bào, chuốt, mài, tiện trong.
9 – 10	Mặt mút của nắp ổ trong các máy hạng nặng; Ngõng biên và đường tâm trục khuỷu của động cơ diezel, gaz. Đường tâm trục truyền động của tời và các truyền dẫn bằng tay.	Phay và tiện trong, khoan và doa có bạc dẫn hướng

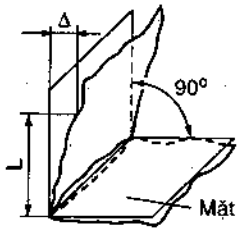
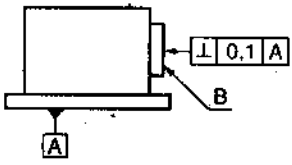
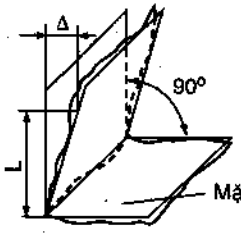
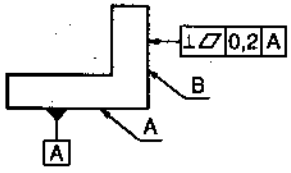
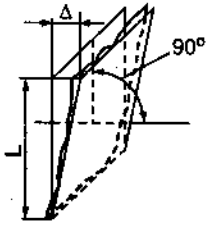
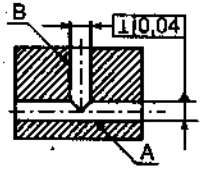
2.3.2. Sai lệch và dung sai độ vuông góc và độ đảo mặt mút

Thuật ngữ, định nghĩa và cách ghi kí hiệu về độ vuông góc và độ đảo mặt mút được chỉ dẫn trong bảng 2.17.

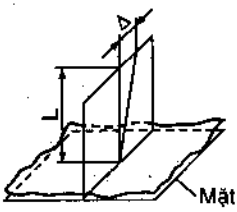
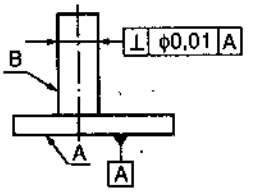
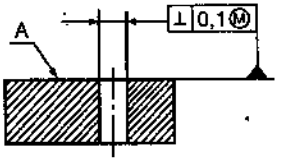
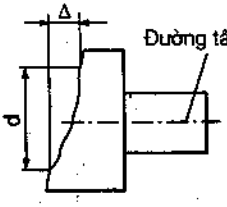
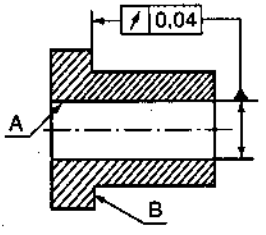
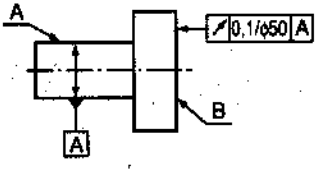
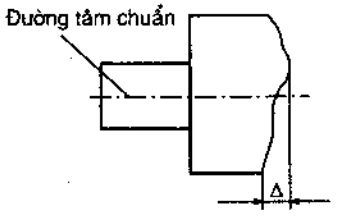
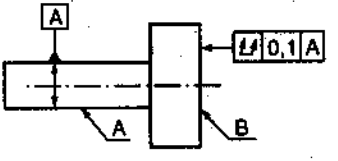
Khi cần thiết có thể sử dụng yếu tố vuông góc danh nghĩa là góc vuông và sai lệch độ vuông góc được biểu thị bằng sai lệch giới hạn so với góc vuông theo đơn vị góc. Miền dung sai có thể được phân bố đối xứng hoặc một phía so với vị trí danh nghĩa.

Sai lệch độ vuông góc của mặt phẳng có thể được quy định đồng thời với độ phẳng và được gọi là sai lệch tổng về độ vuông góc và độ phẳng. Dung sai độ vuông góc của đường tâm với mặt phẳng thường cho theo hướng bất kì (trước giá trị dung sai có chữ "ϕ"). Trong trường hợp đặc biệt có thể cho trong hai mặt phẳng vuông góc với nhau theo hướng đã cho hoặc chỉ trong một mặt phẳng theo hướng đã cho.

Bảng 2.17. Sai lệch và dung sai độ vuông góc và độ đảo mặt mút

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ vuông góc của hai mặt phẳng:  Là sai lệch góc giữa hai mặt phẳng so với góc vuông (90°), biểu thị theo đơn vị dài Δ trên chiều dài phần chuẩn L.	 	Dung sai độ vuông góc của bề mặt B đối với bề mặt chuẩn A là 0,1 mm
Sai lệch tổng độ vuông góc và độ phẳng:  Là hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm của bề mặt thực đến mặt phẳng vuông góc với mặt chuẩn trong giới hạn phần chuẩn.	 	Dung sai tổng độ vuông góc và độ phẳng của bề mặt B đối với bề mặt chuẩn A là 0,2 mm
Sai lệch độ vuông góc của mặt phẳng hoặc đường tâm với đường tâm:  Sai lệch góc giữa mặt phẳng hoặc đường tâm và đường tâm chuẩn so với góc vuông, theo đơn vị dài Δ trên chiều dài phần chuẩn	 	Dung sai độ vuông góc của đường tâm lỗ B đối với đường tâm lỗ A là 0,04 mm

Bảng 2.17. *(Tiếp theo)*

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ vuông góc của đường tâm đối với mặt phẳng:  Sai lệch góc giữa đường tâm và mặt phẳng chuẩn so với góc vuông (90°), theo đơn vị dài Δ trên chiều dài phần chuẩn L	 	Dung sai độ vuông góc của đường tâm bề mặt B đối với bề mặt A là 0,01 mm
	 	Dung sai độ vuông góc của đường tâm lỗ đối với bề mặt A là 0,1 mm (Dung sai quan hệ)
Độ đảo mặt mút:  	 	Dung sai độ đảo mặt mút của bề mặt B đối với đường tâm lỗ A là 0,04 mm
Hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm trên profin thực của mặt mút đến mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn; được xác định theo đường kính đã cho d hoặc bất kì của mặt mút	 	Dung sai độ đảo mặt mút của bề mặt B đối với đường tâm bề mặt A là 0,1 mm theo đường kính 50 mm.
Độ đảo mặt mút toàn phần:  Hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ tất cả các điểm của mặt mút đến mặt phẳng vuông góc với đường tâm chuẩn	 	Dung sai độ đảo mặt mút toàn phần của bề mặt B đối với đường tâm bề mặt A là 0,1 mm.

Dung sai độ vuông góc của mặt mút của chi tiết tròn xoay có thể được quy định theo ba cách sau:

+ Dung sai độ đảo mặt mút nó là phạm vi giới hạn của sai lệch độ vuông góc và một phần sai lệch về độ phẳng.

+ Dung sai độ đảo mặt mút toàn phần nó chính là dung sai tổng của độ vuông góc và độ đảo mặt mút.

+ Dung sai độ vuông góc của mặt mút so với đường tâm chuẩn.

Dãy giá trị dung sai độ vuông góc và độ đảo mặt mút được chỉ dẫn trong bảng 2.15. Dung sai được xác định tùy thuộc vào cấp chính xác về vị trí. Chọn cấp chính xác khi thiết kế có thể dựa vào chức năng sử dụng bề mặt chi tiết hoặc phương pháp gia công bề mặt, bảng 2.18.

***Bảng 2.18.* Ví dụ về xác định cấp chính xác của độ vuông góc và độ đảo mặt mút**

Cấp chính xác vị trí	Phạm vi sử dụng	Phương pháp gia công
3 – 4	Sống dẫn chính và bề mặt chuẩn của máy công cụ độ chính xác cao; Bề mặt làm việc của thước ke vuông. Mặt bích của tua bin và máy phát điện lớn; Vai trục có lắp ổ lăn độ chính xác đặc biệt cao.	Mài nghiền, mài và cạo độ chính xác cao, tiện tinh mỏng.
5 – 6	Bề mặt làm việc của máy công cụ độ chính xác bình thường; Mặt đầu tì của dao xọc răng và dao cà răng; mặt mút của thân hộp, bánh răng, trục vít và rô to máy bơm áp lực cao; Vai trục và vành tì trong lỗ thân hộp có lắp ổ lăn độ chính xác cao. Mặt mút của áo ổ máy thủy lực. Mặt bích của trục và li hợp nối ghép của động cơ; Mặt mút của bệ và thân dụng cụ thủy lực. Mặt mút của mâm cặp máy công cụ.	Mài, cạo, mài khôn; phay, bào và tiện trong độ chính xác cao.
7 – 8	Bề mặt làm việc của máy ép; Mặt mút các bạc của máy công cụ. Vai trục và vành tì trong lỗ thân hộp lắp ổ lăn độ chính xác bình thường; Mặt mút của moay-ơ và bạc chặn. Đường tâm lỗ trong thân hộp giảm tốc bánh răng côn; Đường tâm lỗ lắp chốt pittông của động cơ ô tô và máy kéo.	Mài, phay, bào, xọc, tiện trong.
9 – 10	Mặt mút ổ của tời và truyền dẫn bằng tay. Đường tâm các vít cấy đối với mặt phẳng tì trong động cơ; vành răng của bánh răng trong máy nông nghiệp.	Tiện, phay thô, bào và tiện trong.

2.3.3. Sai lệch và dung sai độ nghiêng

Độ chính xác của góc giữa các yếu tố có thể được quy định theo hai phương pháp:

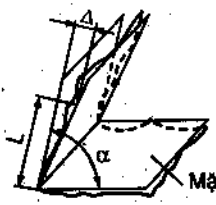
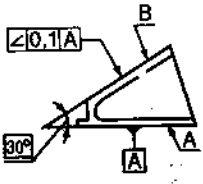
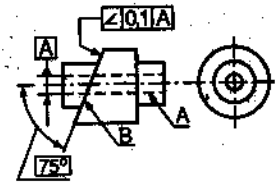
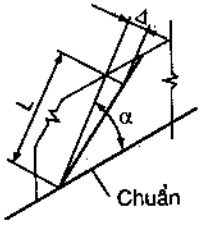
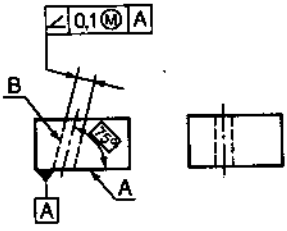
+ Theo sai lệch giới hạn so với góc danh nghĩa theo đơn vị góc. Miền dung sai có thể phân bố đối xứng hoặc một phía so với góc danh nghĩa.

+ Theo dung sai độ nghiêng theo đơn vị dài.

Thuật ngữ, định nghĩa và cách kí hiệu sai lệch và dung sai độ nghiêng được chỉ dẫn trong bảng 2.19.

Dung sai độ nghiêng được quy định đối với góc danh nghĩa bất kì giữa các yếu tố trừ các góc 0°, 90°, 180°. Sử dụng hợp lí dung sai độ

Bảng 2.19. **Sai lệch và dung sai độ nghiêng**

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ nghiêng của mặt phẳng:  Là sai lệch góc giữa mặt phẳng và mặt chuẩn so với góc danh nghĩa α, biểu thị theo đơn vị dài Δ trên chiều dài phần chuẩn L.	 	Dung sai độ nghiêng của bề mặt B đối với bề mặt A là 0,1 mm.
	 	Dung sai độ nghiêng của bề mặt B đối với bề mặt A là 0,1 mm.
Sai lệch độ nghiêng của đường tâm:  Sai lệch góc giữa đường tâm bề mặt tròn xoay và mặt chuẩn so với góc danh nghĩa α theo đơn vị dài Δ trên chiều dài phần chuẩn L.	 	Dung sai độ nghiêng đường tâm bề mặt B đối với bề mặt A là 0,1 mm (dung sai quan hệ)

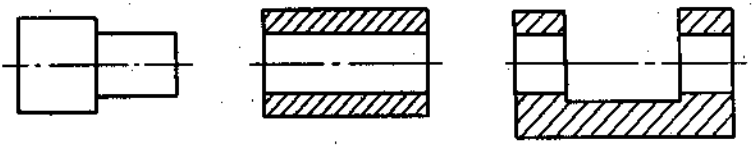
nghiêng khi mà do điều kiện kết cấu, yêu cầu giới hạn trực tiếp sai lệch góc biểu thị theo đơn vị dài, ví dụ sai lệch góc có quan hệ với khe hở giữa các yếu tố lắp ghép.

Dãy giá trị dung sai độ nghiêng được chỉ dẫn trong bảng 2.15.

2.3.4. Sai lệch và dung sai độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục và độ đảo hướng kính

Thuật ngữ, định nghĩa và cách ghi kí hiệu được chỉ dẫn trong bảng 2.20. Chúng được sử dụng khi quy định độ chính xác vị trí các bề mặt có đường tâm (trục) danh nghĩa, hoặc bề mặt đối xứng danh nghĩa.

Khi quy định dung sai độ đồng trục cần phải phân biệt vị trí bề mặt kề nhau hình 2.2a, bao nhau, hình 2.2b, cách biệt nhau, hình 2.2c.



a) b) c)

Hình 2-2.

Tùy theo điều kiện chọn chuẩn của chi tiết trong bộ phận lắp, đường tâm chuẩn có thể được chọn trong các trường hợp sau:

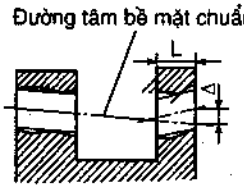
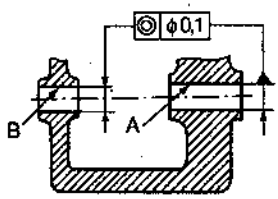
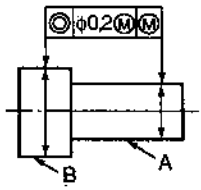
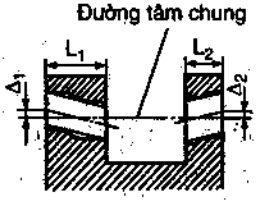
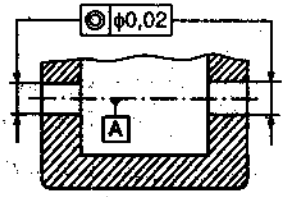
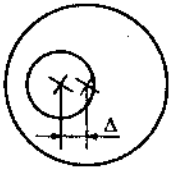
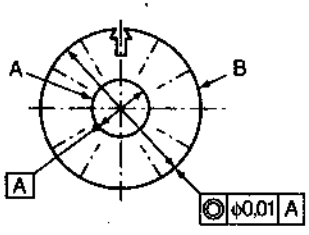
+ Đường tâm của bề mặt mà dựa theo nó lắp ghép được định tâm chính xác hơn, ví dụ bề mặt mà khi lắp với nó thì các lắp ghép có độ dôi hoặc độ hở đảm bảo nhỏ hơn so với khi lắp theo những bề mặt khác đồng tâm với nó.

+ Đường tâm chung của hai bề mặt: được sử dụng khi hai bề mặt phân cách mà không có bề mặt nào trong chúng là chuẩn. Cả hai bề mặt đồng thời xác định đường tâm chuẩn. Ví dụ đường tâm chung của hai ngõng trục lắp ổ lăn.

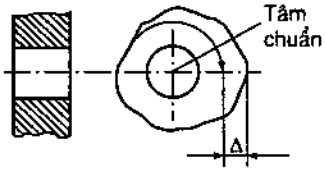
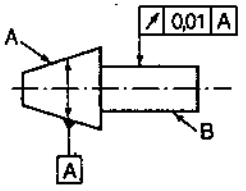
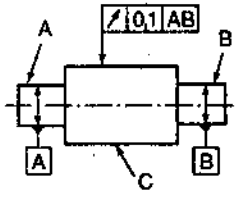
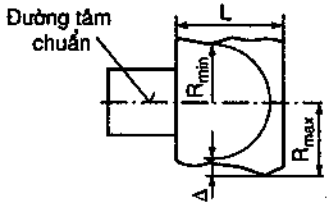
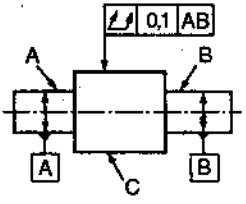
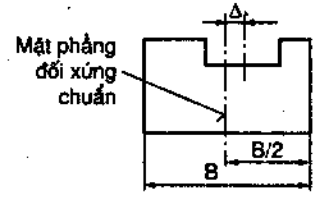
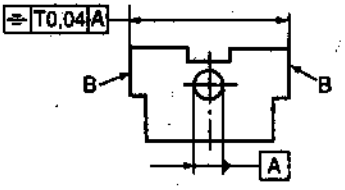
+ Đường tâm chung của một số bề mặt mà dựa theo nó người ta định độ đồng trục của mỗi bề mặt trong chúng hoặc của các bề mặt khác. Thường sử dụng đối với chi tiết nhiều bậc kế tiếp nhau. Khi kiểm tra những chi tiết này thường dùng ca líp vị trí.

+ Tâm chung của các lỗ tâm: sử dụng hạn chế vì lỗ tâm chỉ là chuẩn công nghệ. Dung sai độ đồng trục, độ đảo hướng kính không có quan hệ đối với chúng mà quan hệ với đường tâm chung của các ngõng trục.

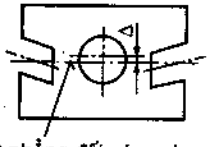
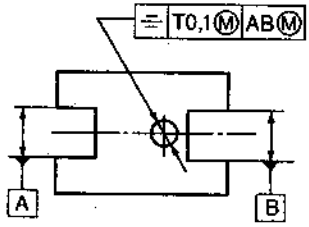
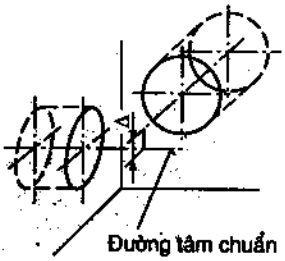
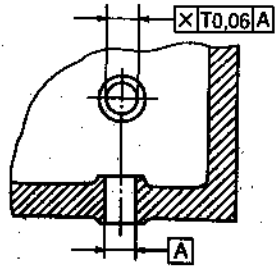
Bảng 2.20. **Sai lệch và dung sai vị trí đường tâm và mặt phẳng đối xứng, độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục**

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ đồng trục đối với đường tâm (trục) bề mặt chuẩn  Là khoảng cách lớn nhất Δ giữa đường tâm bề mặt được xét và đường tâm bề mặt chuẩn trên chiều dài phần chuẩn L	 	Dung sai độ đồng trục của lỗ B đối với lỗ A là 0,1 mm
	 	Dung sai độ đồng trục của các bề mặt A và B là 0,2 mm (dung sai quan hệ)
Sai lệch độ đồng trục đối với đường tâm chung  Là khoảng cách lớn nhất Δ (Δ_1, Δ_2) giữa đường tâm bề mặt được xét và đường tâm chung của hai hay một số bề mặt trên chiều dài phần chuẩn (L_1, L_2)	 	Dung sai độ đồng trục của các lỗ đối với đường tâm chung là 0,02 mm
Sai lệch độ đồng tâm  Là khoảng cách Δ trong mặt phẳng đã cho giữa các tâm profin có dạng danh nghĩa của đường tròn.	 	Dung sai độ đồng tâm của bề mặt B đối với tâm bề mặt A là 0,01 mm.

Bảng 2.20. *(Tiếp theo)*

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Độ đảo hướng kính  Hiệu Δ khoảng cách lớn nhất và nhỏ nhất từ các điểm trên profin thực của bề mặt quay đến đường tâm chuẩn (đường tâm bề mặt chuẩn hoặc đường tâm chung) trong mặt cắt vuông góc với đường tâm chuẩn.		Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt B đối với bề mặt A là 0,01 mm
		Dung sai độ đảo hướng kính của bề mặt C đối với đường tâm chung của bề mặt A và B là 0,1 mm
Độ đảo hướng kính toàn phần  Hiệu Δ khoảng cách lớn nhất R_{max} và R_{min} từ tất cả các điểm trên bề mặt thực trong giới hạn phần chuẩn L đến đường tâm chuẩn (là kết quả của sự xuất hiện đồng thời sai lệch độ trụ và sai lệch độ đồng trục)		Dung sai độ đảo hướng kính toàn phần của bề mặt C đối với đường tâm chung của bề mặt A và B là 0,1 mm.
Sai lệch độ đối xứng đối với mặt phẳng đối xứng của yếu tố chuẩn.  Khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng đối xứng của yếu tố được xét và mặt phẳng đối xứng của yếu tố chuẩn, trong giới hạn phần chuẩn		Dung sai độ đối xứng của bề mặt B đối với đường tâm lỗ A là 0,04 mm

Bảng 2.20. *(Tiếp theo)*

Tên sai lệch và định nghĩa	Ghi kí hiệu trên bản vẽ	Yêu cầu kỹ thuật
Sai lệch độ đối xứng đối với mặt phẳng đối xứng chung  Mặt phẳng đối xứng chung Khoảng cách lớn nhất Δ giữa mặt phẳng đối xứng của yếu tố được xét và mặt phẳng đối xứng chung của hai hay một số yếu tố trong giới hạn phần chuẩn.		Dung sai độ đối xứng của lỗ đối với mặt phẳng đối xứng chung của các rãnh A, B là 0,1 mm (Dung sai quan hệ)
Sai lệch độ giao trục  Đường tâm chuẩn Là khoảng cách nhỏ nhất Δ giữa các đường tâm giao nhau danh nghĩa		Dung sai độ giao trục của các lỗ là 0,06 mm

Sai lệch và dung sai độ đồng trục được tính như là sự dịch chuyển song song và dịch chuyển góc của đường tâm. Hai sai lệch thành phần đó thường thể hiện khi chế tạo lỗ trong chi tiết hộp.

Dung sai độ đồng trục và độ đồng tâm là phạm vi cho phép của sai lệch vị trí của đường tâm hoặc tâm của các yếu tố áp (bề mặt áp, đường tròn áp) mà không tính đến sai lệch hình dạng của bề mặt thực. Quy định dung sai độ đảo hướng kính và độ đảo hướng kính toàn phần là gián tiếp quy định dung sai độ đồng trục mà trong đó bao gồm cả sai lệch hình dạng của bề mặt thực.

Dung sai độ đảo hướng kính thường được quy định khi mà nó ảnh hưởng trực tiếp đến chức năng bề mặt hoặc khi yêu cầu kiểm tra độ đảo

và nếu không quy định trong tiết diện đã cho thì có nghĩa là trong tiết diện bất kì của bề mặt, vuông góc với đường tâm chuẩn.

Dung sai độ đảo hướng kính toàn phần chỉ quy định đối với các bề mặt trụ danh nghĩa có chức năng chủ yếu, ví dụ khi cần thiết đảm bảo độ đồng đều của khe hở hướng kính ở tất cả các điểm của bề mặt lắp ghép. Và khi sai lệch độ trụ có thể được tính vào sai lệch độ đồng trục.

Đối với những bề mặt mà đường sinh của nó không thẳng hoặc không song song với đường tâm chuẩn (ví dụ mặt côn) có thể quy định độ đảo trong hướng đã cho.

Hướng đã cho cần phải phù hợp với hướng tác dụng của sai lệch đến chức năng của bề mặt hoặc lắp ghép, thường xác định theo hướng vuông góc với bề mặt.

Khái niệm về độ đối xứng cũng giống như khái niệm về độ đồng trục nhưng được sử dụng để đặc trưng cho độ chính xác của sự trùng nhau của mặt phẳng đối xứng của hai yếu tố lăng trụ (hoặc một nhóm yếu tố) hoặc của mặt phẳng đối xứng của yếu tố với đường tâm của bề mặt tròn xoay.

Khái niệm về sai lệch và dung sai độ giao trục (giao của hai đường tâm) được sử dụng đối với các đường tâm mà vị trí danh nghĩa của chúng phải nằm trong một mặt phẳng và cắt nhau dưới một góc vuông hay góc đã cho khác.

Dãy giá trị dung sai không quan hệ của độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục biểu thị theo đường kính cũng như dung sai độ đảo hướng kính, độ đảo hướng kính toàn phần, độ đảo trong hướng đã cho được chỉ dẫn trong bảng 2.21.

Dung sai của chúng được xác định tùy theo cấp chính xác vị trí bề mặt. Cấp chính xác đó được chọn dựa vào chức năng bề mặt và phương pháp gia công tạo thành bề mặt, bảng 2.22.

2.4. NHÁM BỀ MẶT*

Các thông số đánh giá nhám và ghi kí hiệu nhám:

Nhám bề mặt được quy định theo TCVN 2511-99. Nó áp dụng cho bề mặt của các sản phẩm bất kì, không phụ thuộc vào vật liệu và phương pháp chế tạo. Tiêu chuẩn không áp dụng cho bề mặt các sản phẩm mà không thể xác định và đo được các thông số nhám.

Bảng 2.21. Dung sai độ đảo hướng kính và độ đảo hướng kính toàn phần Dung sai độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục tính theo đường kính

Khoảng kích thước danh nghĩa, mm	Cấp chính xác									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	μm									
Đến 3	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120
Trên 3 đến 10	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160
" 10 " 18	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200
" 18 " 30	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250
" 30 " 50	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300
" 50 " 120	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400
" 120 " 250	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500
" 250 " 400	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600
" 400 " 630	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800
" 630 " 1000	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000
" 1000 " 1600	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
" 1600 " 2500	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600

Chú thích: Khi quy định dung sai độ đảo hướng kính và độ đảo hướng kính toàn phần, đường kính danh nghĩa của bề mặt khảo sát được lấy làm kích thước danh nghĩa.

Khi quy định dung sai độ đồng trục, độ đối xứng, độ giao trục đường kính của bề mặt quay khảo sát hoặc đường kính danh nghĩa giữa các bề mặt tạo phần tử đối xứng được lấy làm kích thước danh nghĩa. Nếu chuẩn không được quy định, thì dung sai được xác định theo phần tử có kích thước lớn.

Bảng 2.22. **Ví dụ về xác định cấp chính xác độ đồng trục và độ đảo hướng kính**

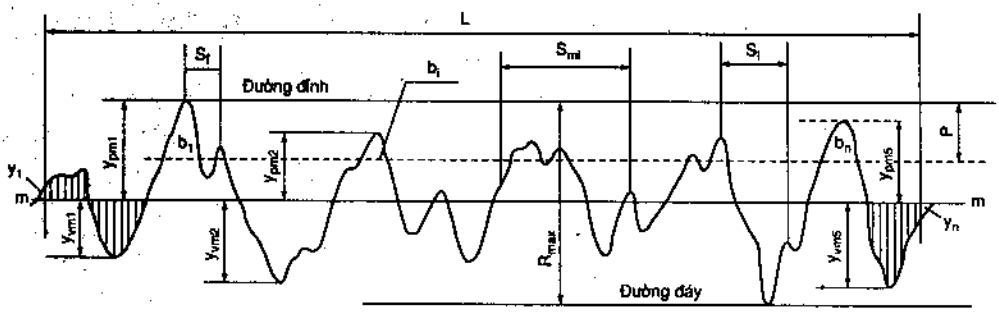
Cấp chính xác vị trí	Phạm vi sử dụng	Phương pháp gia công
3 – 4	Bề mặt làm việc của trục chính và bàn máy của máy công cụ độ chính xác bình thường và hơi cao. Vòng lổ lăn độ chính xác cao. Bề mặt đỡ và lắp ghép của áo ổ của máy bơm và tua bin thủy lực. Đầu trục của máy điện công suất nhỏ (độ chính xác thường và hơi cao); Ngõng trục lắp bánh răng độ chính xác cao. Trục cấp nhanh và đường tâm của dụng cụ thủy lực độ chính xác cao; vành định tâm và rãnh trục tua bin lớn.	Mài và tiện tinh mỏng, mài lỗ với 1 lần gá đặt, mài khôn
5 – 6	Bạc của máy công cụ độ chính xác cao. Đá mài kim cương để cắt; Vòng ổ lăn độ chính xác bình thường; Bề mặt trục có lắp bánh răng độ chính xác cao; Ngõng ổ đỡ của trục khuỷu và trục phân phối của động cơ ô tô; Mặt bích của trục tua bin lớn; Trục cấp nhanh độ chính xác cao.	Mài, tiện độ chính xác cao, mài lỗ và tiện lỗ với một lần định vị.
7 – 8	Lưỡi cắt của dao khoét, dao doa côn ta rô. Ngõng chính của trục khuỷu động cơ diezel và động cơ gaz. Lỗ trong thân ổ để lắp nắp và áo ổ của máy bơm và tua bin thủy lực loại trung bình. Trục cấp nhanh độ chính xác bình thường (đến 1000 v/ph); Trục truyền động dài đến 1000 mm; Bề mặt lăn của bánh dẫn và bề mặt lắp ghép của tang quay máy nâng chuyển; Bánh răng trong máy nông nghiệp.	Mài thô, tiện và tiện trong độ chính xác bình thường, chuốt, doa
9 – 10	Lưỡi cắt của bàn ren, ta rô, mũi khoan, dao phay. Ngõng trục lắp bánh răng độ chính xác thấp. Trục truyền dẫn dài 1000 đến 4000 mm; Ngõng trục và đường tâm có dung sai kích thước ở cấp chính xác 11 và 12 trong máy nông nghiệp.	Tiện ngoài, tiện trong, khoan

- *Phương pháp đánh giá nhám*

Nhám bề mặt được đánh giá theo mấp mô profin bề mặt, hình 2.3. Nó nhận được bằng cách cắt bề mặt thực bằng một mặt phẳng, thường là mặt phẳng pháp tuyến.

Để phân biệt nhám bề mặt với những mấp mô bề mặt có bước tương đối lớn (sóng bề mặt) thì nhám bề mặt được xét trong giới hạn phần bề mặt có chiều dài xác định. Đó là chiều dài chuẩn – L.

Đường chuẩn để đánh giá sai lệch profin là đường trung bình của profin. Nó có hình dạng profin danh nghĩa và trong giới hạn chiều dài chuẩn – L, nó phân chia profin như thế nào để sai lệch bình phương trung bình của các điểm trên profin đo so với đường trung bình là nhỏ nhất.



Hình 2-3. Profin bề mặt.

Để đánh giá chất lượng nhám bề mặt người ta sử dụng một số thông số của nhám như chỉ dẫn trong bảng 2.23.

Dãy giá trị của các thông số nhám và chiều dài chuẩn được chỉ dẫn trong các bảng 2.24 ÷ 2.27.

Trong trường hợp cần thiết xuất phát từ điều kiện làm việc của chi tiết và lắp ghép người thiết kế cần phải xác định hướng của nhám.

– *Cách ghi kí hiệu nhám:*

Ghi kí hiệu nhám được chỉ dẫn trong bảng 2.28.

Chọn thông số đánh giá nhám phải xuất phát từ chức năng sử dụng và điều kiện làm việc của bề mặt. Thường chọn thông số chiều cao (Ra, Rz) nhưng thông số Ra được sử dụng ưu tiên hơn. Chọn Rz chỉ khi yêu cầu giới hạn chiều cao toàn phần của nhám hoặc đối với những bề mặt mà trên đó không tiến hành đo Ra được.

Đối với những bề mặt quan trọng, khi quy định một thông số chiều cao nhám không đủ đảm bảo chức năng sử dụng bề mặt thì cần quy định bổ sung thông số bước hoặc chiều dài tựa tương đối của profin.

Trị số cho phép của các thông số nhám bề mặt được chọn dựa vào chức năng sử dụng của bề mặt cũng như điều kiện làm việc của chi tiết. Mặt khác cũng cần phải căn cứ vào phương pháp gia công hợp lí đảm bảo yêu cầu nhám bề mặt và yêu cầu độ chính xác của các thông số hình học khác. Như vậy, xác định giá trị cho phép của thông số nhám khi thiết kế có thể dựa vào các số liệu thực nghiệm chỉ dẫn trong các bảng 2.29 đến 2.30.

Ghi kí hiệu nhám trên bản vẽ được thể hiện trong bảng 2.31. Kí hiệu nhám có thể được đặt trực tiếp trên profin bề mặt hoặc trên đường kéo dài của profin bề mặt gần đường ghi kích thước, hoặc đặt ở ngoài và có mũi tên chỉ vào bề mặt. Nếu nhám của các bề mặt là giống nhau thì kí hiệu nhám được đặt ở góc trên bên phải của bản vẽ.

Bảng 2.23. Các thông số đánh giá nhám

Thuật ngữ	Kí hiệu	Định nghĩa
1. Sai lệch số học trung bình profin	Ra	Trị số số học trung bình của các giá trị tuyệt đối của sai lệch profin trong khoảng chiều dài chuẩn $Ra = \frac{1}{L}\int_0^L \lvert y_{(x)} \rvert dx$ Hay gần đúng: $Ra = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \lvert y_{(i)} \rvert$ Trong đó L là chiều dài chuẩn.
2. Chiều cao mấp mô profin theo mười điểm	Rz	Trị số trung bình của tổng các giá trị tuyệt đối của chiều cao 5 đỉnh cao nhất và chiều sâu của 5 rãnh thấp nhất của profin trong khoảng chiều dài chuẩn $Rz = \frac{\sum_{i=1}^{5} \lvert y_{pmi} \rvert + \sum_{i=1}^{5} \lvert y_{vmi} \rvert}{5}$ Trong đó: y_{pmi} – chiều cao đỉnh thứ i trong năm đỉnh cao nhất y_{vmi} – chiều cao rãnh thứ i trong năm rãnh thấp nhất
3. Chiều cao lớn nhất các mấp mô profin	Rmax	$Rmax = y_{pmax} + y_{vmax}$
4. Bước trung bình các mấp mô profin	Sm	Giá trị trung bình bước mấp mô của profin trong khoảng chiều dài chuẩn
5. Bước trung bình mấp mô profin theo đỉnh	S	Giá trị trung bình bước mấp mô profin theo đỉnh trong khoảng chiều dài chuẩn
6. Chiều dài tựa tương đối của profin	tp	Tỉ số giữa chiều dài tựa profin và chiều dài chuẩn $tp = \frac{1}{L}\sum_{i=1}^{n} bi$
7. Độ cắt của profin	p	Khoảng cách giữa đường đỉnh của profin và đường thẳng cắt profin, cách đều đường đỉnh và đường trung bình của profin.

Bảng 2.24. Sai lệch số học trung bình profin Ra

µm

0,008				
0,010				
0,012	0,125	1,25	**12,5**	125
0,016	0,160	**1,60**	16,0	160
0,020	**0,20**	2,0	20	**200**
0,025	0,25	2,5	**25**	250
0,032	0,32	**3,2**	32	320
0,040	**0,40**	4,0	40	**400**
0,050	0,50	5,0	**50**	
0,063	0,63	**6,3**	63	
0,080	**0,80**	8,0	80	
0,100	1,00	10,0	**100**	

Chú thích: Ưu tiên dùng trị số in đậm.

Bảng 2.25. Chiều cao mấp mô profin theo mười điểm Rz và chiều cao lớn nhất mấp mô của profin Rmax

µm

	0,125	1,25	**12,5**	125	1250
	0,160	**1,60**	16,0	160	**1600**
	0,20	2,0	20	**200**	-
0,025	0,25	2,5	**25**	250	-
0,032	0,32	**3,2**	32	320	-
0,040	**0,40**	4,0	40	**400**	-
0,050	0,50	5,0	**50**	500	-
0,063	0,63	**6,3**	63	630	-
0,080	**0,80**	8,0	80	**800**	-
0,100	1,00	10,0	**100**	1000	-

Chú thích: Ưu tiên dùng trị số in đậm.

Bảng 2.26. Bước trung bình mấp mô Sm và bước trung bình mấp mô profin theo đỉnh S

μm

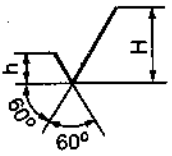
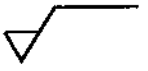
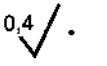
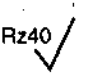
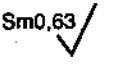
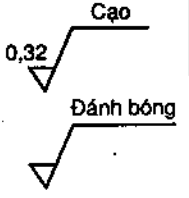
–	**0,0125**	0,125	1,25	12,5
–	0,0160	0,160	**1,60**	–
–	0,020	**0,20**	2,0	–
0,002	**0,025**	0,25	2,5	–
0,003	0,032	0,32	**3,2**	–
0,004	0,040	**0,40**	4,0	–
0,005	**0,050**	0,50	5,0	–
0,006	0,063	0,63	**6,3**	–
0,008	0,080	**0,80**	8,0	–
0,010	**0,100**	1,00	10,0	–

Chú thích: Ưu tiên dùng trị số in đậm.

***Bảng 2.27.* Chiều dài chuẩn**

Ra, μm	l, mm	Rz, Rmax, μm	l, mm
Đến 0,025	0,08	đến 0,10	0,08
Lớn hơn 0,025 đến 0,4	0,25	Lớn hơn 0,1 đến 1,6	0,25
Lớn hơn 0,4 đến 3,2	0,8	Lớn hơn 1,6 đến 12,5	0,8
Lớn hơn 3,2 đến 12,5	2,5	Lớn hơn 12,5 đến 50	2,5
Lớn hơn 12,5 đến 100	8,0	Lớn hơn 50 đến 400	8

Bảng 2.28. Kí hiệu nhám bề mặt

Yếu tố kĩ thuật	Kí hiệu	Giải thích
Dấu dùng để kí hiệu nhám trên bản vẽ		Dấu cơ bản dùng để kí hiệu nhám bề mặt. H = (1,5 – 3)h
		Dấu để kí hiệu nhám khi cần chỉ dẫn phương pháp gia công bề mặt.
Chỉ dẫn thông số đánh giá nhám và giá trị bằng số của các thông số		Trước giá trị bằng số không có chữ thì đó là giá trị của thông số Ra. Các thông số khác Ra phải ghi kí hiệu vào trước giá trị bằng số
		Giá trị bằng số của Ra và Rz là giá trị giới hạn lớn nhất (nhám thô nhất cho phép) tính theo μm
		Đối với thông số Sm và S, là giá trị giới hạn lớn nhất theo mm.
		Đối với tp, là giá trị giới hạn nhỏ nhất tính theo % của Rmax.
Kí hiệu nhám có bổ sung dạng gia công bề mặt		Chỉ dạng gia công duy nhất đảm bảo yêu cầu của nhám bề mặt

Bảng 2.29. Nhám bề mặt và cấp chính xác ứng với các dạng gia công bề mặt chi tiết

Dạng gia công		Giá trị thông số Ra, μm	Cấp chính xác	
			Kinh tế	Đạt được
Bào	Thô	12,5* – 25	IT12 – IT14	–
	Tinh	3,2* – 6,3	IT11 – IT13	–
	Tinh mỏng	(0,8) – 1,6	IT8 – IT10	IT7**
Xọc	Thô	25 – 30	IT14 – IT15	–
	Tinh	3,2* – 12,5	IT12 – IT13	–
Phay bằng dao phay trụ	Thô	2,5 – 5,0	IT12 – IT14	–
	Tinh	3,2* – 6,3	IT11	–
	Tinh mỏng	1,6	IT8, IT9	IT6, IT7**
Phay bằng dao phay mặt đầu	Thô	6,3 – 12,5	IT12 – IT14	–
	Tinh	3,2* – 6,3 (1,6)	IT11	IT10
	Tinh mỏng	(0,8) – 1,6	IT8, IT9	IT6, IT7**
Tiện ngoài chạy dao dọc	Thô	25 – 100	IT15 – IT17	–
	Bán tinh	6,3 – 12,5	IT12 – IT14	–
	Tinh	1,6 – 3,2 (0,8)	IT7 – IT9	IT6
	Tinh mỏng (dao kim cương)	0,4* – 0,8 (0,2)	IT6	IT5
Tiện ngoài chạy dao ngang	Thô	25 – 100	IT16, IT17	–
	Bán tinh	6,3 – 12,5	IT14 – IT15	–
	Tinh	3,2*	IT11 – IT13	IT8, IT9
	Tinh mỏng	(0,8) – 1,6	IT8 – IT11	IT7
Khoan	Đến 15 mm	6,3 – 12,5*	IT12 – IT14	IT10
	Trên 15 mm	12,5 – 25*	IT12 – IT14	IT10
Khoan rộng		12,5 – 25*	IT12 – IT14	IT10, IT11
Khoét	Thô	12,5 – 25	IT12 – IT15	–
	Tinh	3,2* – 6,3	IT0, IT11	IT8, IT9
Doa bằng dao doa 1 lưỡi	Thô	50 – 100	IT15 – IT17	–
	Bán tinh	12,5 – 25	IT12 – IT14	–
	Tinh	1,6* – 3,2	IT8 – IT9	IT7
	Tinh mỏng (dao kim cương)	0,4* – 0,8	IT7	IT6
Doa bằng dao nhiều lưỡi	Bán tinh	6,3 – 12,5	IT9, IT10	–
	Tinh	1,6 – 3,2	IT7, IT8	–
	Tinh mỏng	(0,4) – 0,8	IT7	–

Bảng 2.29. *(tiếp theo)*

Dạng gia công		Giá trị thông số Ra, μm	Cấp chính xác	
			Kinh tế	Đạt được
Chuốt	Bán tinh	6,3	IT8, IT9	–
	Tinh	0,8* – 3,2	IT7, IT8	–
	Đặc biệt	0,2 – 0,4	IT7	IT6
Mài tròn	Bán tinh	3,2 – 6,3	IT8 – IT11	–
	Tinh	0,8* – 1,6	IT6 – IT8	IT6
	Tinh mỏng	0,2* – 0,4(0,1)	IT5	cao hơn IT5
Mài phẳng	Bán tinh	3,2	IT8 – IT11	–
	Tinh	0,8* – 1,6	IT6 – IT8	–
	Tinh mỏng	0,2* - 0,4(0,1)	IT6, IT7	IT6
Mài rà	Tinh	0,4 – 3,2	IT6, IT17	–
	Tinh mỏng	0,1 - 1,6	IT5	–
Đánh bóng	Thường	0,2 – 1,6	IT6	–
	Tinh	0,05 – 0,1	IT5	–
Nghiền bóng	Thô	0,4*	IT6, IT7	IT5
	Trung bình	0,1 – 0,2*	IT5, IT6	IT5
	Tinh	0,05*	IT5	cao hơn IT5
	Đặc biệt	0,012 – 0,025	–	–
Mài khôn	Phẳng	0,1 – 0,4*	IT7, IT8	IT6
	Trụ	0,05 – 0,2*	IT6, IT7	–
Mài siêu tinh	Phẳng	0,2* – 0,4(0,05)	IT5 và chính xác hơn	–
	Trụ	0,1* – 0,4*(0,05)		
Cạo	Thô	1,6 – 6,3	IT11	IT8 – IT9
	Tinh	0,1 - 0,8	IT8 – IT9	IT6 – IT7
Lăn ép bằng con lăn hoặc bi với nhám bề mặt xuất phát theo Ra là 3,2 - 12,5 μm		0,4 – 1,6	IT6 – IT9	–
Lăn ép bằng bi với nhám bề mặt xuất phát theo Ra là 0,8 - 3,2 μm		0,2 – 0,8	–	–
Nong lỗ	Tinh	0,4 – 1,6	IT7	IT6
	Rất tinh	0,1 – 0,2	IT6	–
Cà bóng	Sơ bộ	0,2 – 0,8	IT6	–
	Trung bình	0,2	IT6	–
	Rất tinh	0,025 – 0,1	IT5	–
Cắt ren	Bằng bàn ren, tarô	3,2 – 12,5*	6 – 8	–
	Bằng dao, dao hình lược	3,2* – 6,3 (1,6)	6 – 8	4 – 5

Bảng 2.29. *(tiếp theo)*

Dạng gia công		Giá trị thông số Ra, μm	Cấp chính xác	
			Kinh tế	Đạt được
Cắt ren bằng dao phay		3,2* – 6,3 (1,6)	8	–
Mài ren		1,6* – 3,2 (0,4)	4 – 6	
Cán ren bằng con lăn		0,4 - 0,8	6 – 8	4
Gia công răng bánh răng	Bào	3,2* – 6,3 (1,6)	7 – 10	
	Phay	(1,6) – 3,2*	7 – 10	
	Mài	0,4* – 0,8	5; 6	
	Cà	0,8* – 1,6 (0,4)	5; 6	
Mài điện hóa	Thô	1,6 – 3,2	IT6 – IT9	
	Tinh	0,2 – 0,8	IT6 – IT7	
	Lần cuối	0,05 – 0,2	IT5 – IT7	
Mài tia lửa điện		3,2 – 25	–	–
Gia công siêu âm hợp kim cứng		0,2 – 0,8*	–	–

Chú thích: – * Giá trị hợp lý của Ra đối với dạng gia công đã cho.
– ** Độ chính xác kinh tế đối với gang.
– Giá trị trong ngoặc là giá trị giới hạn đạt được của Ra.

Bảng 2.30. Một số ví dụ về quy định nhám bề mặt chi tiết

Đặc trưng bề mặt			Giá trị thông số Ra, μm, không lớn hơn		
			Kích thước danh nghĩa theo mm		
	Cấp chính xác	Loại bề mặt	Đến 50	Trên 50 đến 500	
Bề mặt lắp ghép của các chi tiết thay thế	IT5	Trục	0,2	0,4	
		Lỗ	0,4	0,8	
	IT6	Trục	0,4	0,8	
		Lỗ	0,4 – 0,8	0,8 – 1,6	
	IT7	Trục	0,4 – 0,8	0,8 – 1,6	
		Lỗ	0,8	1,6	
	IT8	Trục	0,8	1,6	
		Lỗ	0,8 – 1,6	1,6 – 3,2	
Bề mặt chi tiết trong lắp ghép có độ dôi	Cấp chính xác	Loại bề mặt	Kích thước danh nghĩa theo mm		
			Đến 50	Trên 50 đến 120	Trên 120 đến 500
a) Lắp bằng phương pháp ép	IT5	Trục	0,1 – 0,2	0,4	0,4
		Lỗ	0,2 – 0,4	0,8	0,8
	IT6 – IT7	Trục	0,4	0,8	1,6
		Lỗ	0,8	1,6	1,6
	IT8	Trục	0,8	0,8 – 1,6	1,6 – 3,2
		Lỗ	1,6	1,6 – 3,2	1,6 – 3,2
b) Lắp bằng phương pháp biến dạng nhiệt	–	Trục	1,6		
		Lỗ	1,6 – 3,2		

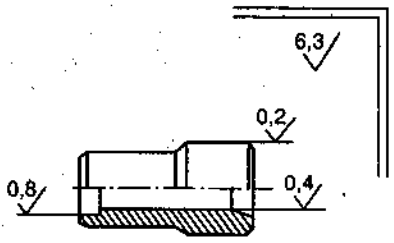
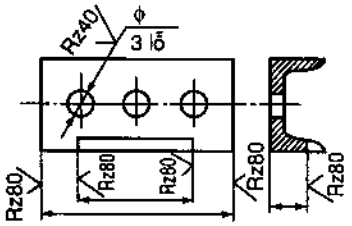
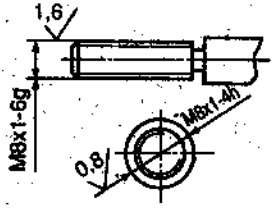
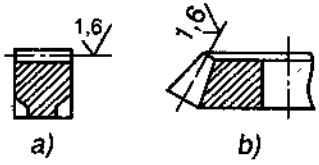
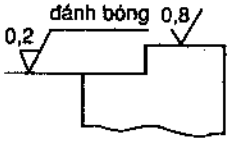
Bảng 2.30. *(tiếp theo)*

Đặc trưng bề mặt		Giá trị thông số Ra, μm, không lớn hơn					
Bề mặt các chi tiết khi lắp lựa chọn	Loại bề mặt	Dung sai của nhóm lắp lựa chọn, μm					
		< 2,5	2,5	5	10	20	
	Trục Lỗ	0,05 0,1	0,1 0,2	0,2 0,4	0,4 0,8	0,8 1,6	
Bề mặt các chi tiết đối với lắp ghép thực hiện đồng tâm chính xác	Loại bề mặt	Dung sai độ đảo hướng kính, μm					
		2,5	4	6	10	16	25
	Trục Lỗ	0,05 0,1	0,1 0,2	0,1 0,2	0,2 0,4	0,4 0,8	0,8 1,6
Bề mặt lắp ghép của ổ trượt	Loại bề mặt	Cấp chính xác			Chế độ ma sát ướt		
		6 – 9		10 – 12			
	Trục Lỗ	0,4 – 0,8 0,8 – 1,6		0,8 – 3,2 1,6 – 3,2	0,1 – 0,4 0,2 – 0,8		
Bề mặt xi lanh pitông, con trượt của hệ thống thủy lực	Loại bề mặt	Áp lực cao Đường kính, mm			Áp lực bình thường		Áp lực thấp
		Đến 10		Trên 10			
	Trục Lỗ	0,025 0,05		0,05 0,1	0,1 0,2		0,2 0,4
Bề mặt sống dẫn	Tốc độ m/s	Dung sai độ phẳng, μm (trên 100 mm)					
		Đến 6	10	25	60	Trên 60	
Trượt	Đến 0,5 Trên 0,5	0,2 0,1	0,4 0,2	0,8 0,4	1,6 0,8	3,2 1,6	
Lăn	Đến 0,5 Trên 0,5	0,1 0,05	0,2 0,1	0,4 0,2	0,8 0,4	1,6 0,8	
Mặt mút đỡ (mặt chặn, ổ chặn)	Tốc độ m/s	Dung sai độ đảo mặt mút, μm					
		Đến 6	16	25	Trên 25		
	Đến 0,5 Trên 0,5	0,1 0,1	0,4 0,2	0,8 – 1,6 0,8	3,2 1,6		
Bề mặt mút tì của mối ghép cố định (mối nối mặt bích...)		Dung sai độ vuông góc, μm (trên 100 mm)					
		Đến 25		60	Trên 60		
		1,6		3,2	6,3		
Bề mặt phân nửa của thân (hộp giảm tốc, ổ, v.v.)	Mối nối	Có đệm			Không có đệm		
	Kín Không kín	3,2 – 6,3 6,3 – 12,5			0,8 – 1,6 6,3 – 12,5		
Bề mặt làm việc của cam, dưỡng chép hình	Lắp ghép	Dung sai hình dạng profin, μm					
		Đến 6	30	50	Trên 50		
	Với dao hoặc thanh trượt	0,4	0,8	1,6	3,2		
	Với con lăn	0,8	1,6	3,2	6,3		
Bề mặt làm việc của bánh đai của truyền động đai phẳng và hình thang		Đường kính bánh đai, mm					
		Đến 120		Trên 120 đến 315	Trên 315		
		1,6		3,2	6,3		

Bảng 2.30. *(tiếp theo)*

Đặc trưng bề mặt		Giá trị thông số Ra, μm, không lớn hơn								
Bề mặt làm việc của bánh lăn của truyền động ma sát		Tùy theo kích cỡ và điều kiện làm việc								
		0,2 – 0,8								
Bề mặt làm việc của khớp ma sát	guốc khớp li hợp đĩa	Giuốc			Khớp nối			đĩa		
		1,6 – 3,2			0,8 – 1,6			0,1 – 0,8		
	Tang phanh	Đường kính tang, mm								
		Đến 500					Trên 500			
		0,8 – 1,6					1,6 – 3,2			
Bề mặt làm việc của mối ghép côn		Mối ghép								
		Kín			Định tâm			Mối ghép khác		
		0,1 – 0,4			0,4 – 1,6			1,6 – 6,3		
Truyền động bánh răng và trục vít bánh vít	Bề mặt	Cấp chính xác bánh răng								
		3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Prôfin răng thẳng, răng nghiêng, răng chữ v của bánh răng trụ và bánh vít	0,1 – 0,2	0,2 – 0,4		0,4	0,4 – 0,8	1,6	3,2	6,3	6,3
	Prôfin răng bánh răng côn	–	–	0,2 – 0,4	0,4 – 0,8		0,8 – 1,6	1,6 – 3,2	3,2 – 6,3	6,3
	Prôfin của vít trục vít	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4 – 0,8	0,8 – 1,6	1,6 – 3,2	–	–
	Bề mặt chân răng	Giống bề mặt răng hoặc lấy giá trị thô hơn gần nhất								
	Bề mặt đỉnh răng	3,2 – 12,5								
Mối ghép then hoa	Mối ghép	Rãnh lỗ	Răng trục		Bề mặt định tâm			Bề mặt không định tâm		
					Lỗ	Trục		Lỗ	Trục	
	Cố định	1,6 – 3,2	1,6 – 3,2		0,8 – 1,6	0,4 – 0,8		3,2 – 6,3	1,6 – 6,3	
	Động	0,8 – 1,6	0,4 – 0,8		0,8 – 1,6			3,2	1,6 – 3,2	
Mối ghép ren	Bề mặt làm việc của ren	Cấp chính xác ren								
		4 ; 5			6 ; 7			7 - 9		
	Ren kẹp chặt trên vít đai ốc	1,6			3,2			3,2 - 6,3		
	Ren trên trục, bạc v.v. cũng như ren trên chi tiết côn	0,8 – 1,6			1,6			3,2		
	Ren của vít nâng và truyền động	–			0,4			0,8		
	Ren đai ốc của vít nâng và truyền động	–			0,8			1,6		

Bảng 2.31. Ghi kí hiệu nhám bề mặt trên bản vẽ chi tiết

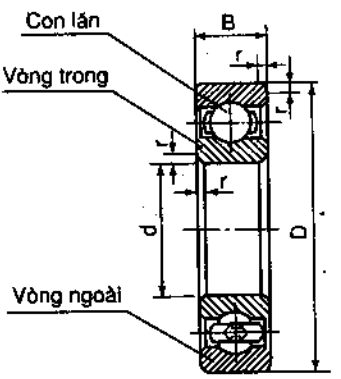
Kí hiệu nhám trên bản vẽ	Giải thích
	Nhám bề mặt theo Ra không lớn hơn 0,2 μm đối với bề mặt trục, 0,4 μm đối với bề mặt lỗ kích thước nhỏ, 0,8 μm đối với lỗ kích thước lớn và 6,3 μm đối với các mặt không có chỉ dẫn kí hiệu nhám. Các bề mặt còn lại có yêu cầu nhám giống nhau thì kí hiệu nhám được đặt ở góc trên bên phải của bản vẽ chi tiết.
	Yêu cầu nhám bề mặt theo thông số Rz được ghi kí hiệu như hình vẽ đối với các mặt phẳng và lỗ.
	Yêu cầu nhám của bề mặt ren được ghi kí hiệu trên bề mặt đường kính ngoài của ren. Nhám theo Ra không lớn hơn 1,6 μm đối với ren M8x1-6g và 0,8 μm đối với ren M8x1-4h.
	Yêu cầu nhám của bề mặt răng được ghi trên đường biểu thị bề mặt chia của bánh răng. Nhám bề mặt theo Ra không lớn hơn 1,6 μm đối với bề mặt răng bánh trụ và bánh răng côn.
	Khi cần chỉ ra phương pháp gia công đảm bảo yêu cầu nhám thì ghi bổ sung vào kí hiệu. Ví dụ Nhám bề mặt theo Ra không lớn hơn 0,2 μm với phương pháp đánh bóng bề mặt.

Chương 3

DUNG SAI LẮP GHÉP Ổ LĂN

3.1. KÍ HIỆU VÀ CẤP CHÍNH XÁC CHẾ TẠO Ổ

Ổ lăn là bộ phận máy đã được chế tạo sẵn theo các kích thước kết cấu và cấp chính xác khác nhau, hình 3-1. Tuỳ theo kích thước và kết cấu mà ổ lăn được kí hiệu khác nhau, ví dụ ổ bi đỡ loại nhẹ: 205; ổ thanh lăn côn loại trung: 7312 v.v... Dựa vào kí hiệu ổ ta có thể biết được kích thước và kết cấu ổ theo tiêu chuẩn. Các thông số kích thước cơ bản của ổ được chỉ dẫn trong TCVN 1481-85.



Hình 3-1. Cấu tạo ổ.

Ổ lăn làm việc trong điều kiện khác nhau, với mức độ chính xác khác nhau tương ứng với 5 cấp chính xác của ổ được qui định theo TCVN 1484-85. Chúng được ký hiệu là: 0, 6, 5, 4, 2. Trong chế tạo máy thường sử dụng ổ cấp chính xác 0 và 6. Trong trường hợp cần độ chính xác quay cao và tốc độ quay lớn thì sử dụng ổ cấp chính xác 5 và 4, ví dụ ổ trục chính máy mài, ổ động cơ cao tốc,... Ổ cấp chính xác 2 được sử dụng đối với dụng cụ đo chính xác và các máy siêu chính xác. Cấp chính xác chế tạo ổ thường được kí hiệu cùng với kí hiệu ổ lăn, ví dụ: 6-305 là ổ bi đỡ loại trung cấp chính xác 6. Riêng đối với những ổ cấp chính xác 0 thì chỉ ghi kí hiệu ổ, ví dụ ổ 205 là ổ bi đỡ loại nhẹ cấp chính xác 0. Tuỳ theo cấp chính xác và kích thước danh nghĩa mà tiêu chuẩn qui định sai lệch giới hạn và dung sai cho các thông số kích thước cơ bản của ổ, chúng được chỉ dẫn trong TCVN 1484-85.

3.2. LẮP GHÉP Ổ LĂN

Ổ lăn được lắp ghép với bộ phận máy theo đường kính trong vòng trong (d) và đường kính ngoài vòng ngoài (D) hình 3-2.

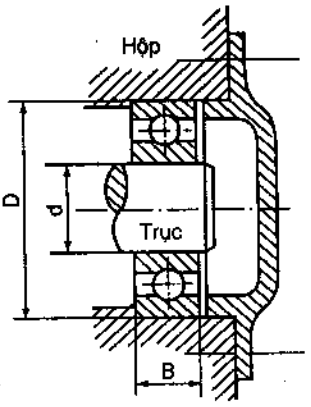
Như vậy người thiết kế sau khi chọn ổ lăn thì cần phải chọn kiểu

lắp cho mối ghép ổ lăn với trục và lỗ thân hộp.

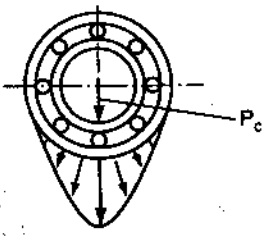
Chọn kiểu lắp tùy thuộc vào kết cấu, điều kiện sử dụng, đặc tính tác dụng và dạng của tải trọng trên các vòng ổ lăn.

Cần phải phân biệt ba dạng tải tác dụng lên các vòng ổ lăn: dạng tải chu kì, cục bộ và dao động.

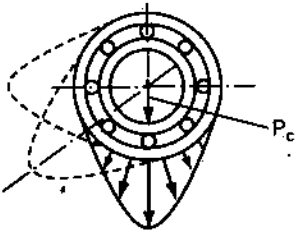
Khi vòng ổ lăn chỉ chịu tải hướng tâm cố định phương – P_c thì vòng cố định chịu tải cục bộ, tức là tải chỉ tác



Hình 3-2. Lắp ghép ổ lăn



Hình 3-3.



Hình 3-4.

dụng lên một phần đường lăn còn các phần khác thì không, hình 3-3. Còn vòng quay thì chịu tải chu kì, nghĩa là tải lần lượt tác dụng lên khắp đường lăn của ổ và lặp lại sau chu kì quay của ổ, hình 3-4.

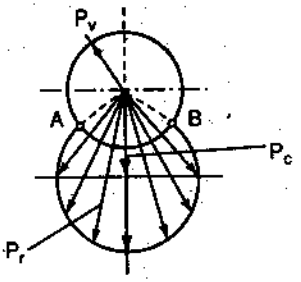
Khi vòng ổ lăn chịu tải hướng tâm quay P_v thì vòng quay (quay cùng với trục) chịu tải cục bộ, còn vòng cố định chịu tải chu kì.

Khi vòng ổ lăn chịu tác dụng đồng thời của hai lực, một cố định phương – P_c và một lực quay – P_v, thì nếu:

+ $P_c > P_v$ vòng quay chịu tải chu kì, vòng cố định chịu tải dao động, hình 3-5 (lực tổng hợp P_r tác dụng lần lượt trên cung đường lăn AB và cường độ lực dao động trong giới hạn cung AB theo chu kì quay của lực P_v).

+ Nếu $P_c < P_v$ thì vòng quay chịu tải cục bộ còn vòng cố định chịu tải chu kì.

Đối với vòng chịu tải cục bộ và dao động thường chọn kiểu lắp có độ hở để dưới tác



Hình 3-5. $P_c > P_v$

động của va đập và trấn động, vòng ổ lăn bị xê dịch đi thay đổi miền chịu lực, làm ổ lăn mòn đồng đều hơn, do đó nâng cao độ bền của ổ. Miền dung sai trục và lỗ thân hộp được chọn theo chỉ dẫn trong bảng 3.1.

Đối với vòng chịu tải chu kì thường chọn kiểu lắp có độ dôi để duy trì tình trạng chịu lực đồng đều của ổ. Miền dung sai của trục và lỗ thân hộp được chọn dựa vào trị số cường độ tải trọng P_R, theo chỉ dẫn trong bảng 3.2.

Cường độ tải trọng tác dụng lên ổ – P_R được tính theo công thức:

$$P_R = \frac{R}{B'} \cdot k_n \cdot F \cdot F_A \quad kN/m$$

R – phản lực hướng kính tác dụng lên ổ, N;

B' – chiều rộng lắp của ổ, B' = B – 2r, mm;

B – chiều rộng ổ lăn

r – bán kính góc lượn ở mép vòng ổ lăn.

k_n – hệ số động học của lắp ghép. Nó phụ thuộc vào đặc tính tải trọng tác dụng lên ổ (khi tải trọng va đập và rung vừa phải, quá tải đến 150% thì $k_n = 1$; khi tải trọng va đập và rung mạnh, quá tải đến 300% thì $k_n = 1,8$).

F – Hệ số tính đến mức độ làm giảm độ dôi của lắp ghép do trục rỗng hoặc vỏ hộp có thành mỏng, được chỉ dẫn trong bảng 3.3.

F_A – Hệ số tính đến sự phân bố không đều của tải trọng hướng tâm trong các dãy con lăn hoặc bi trong ổ thanh lăn côn hai dãy hoặc ổ bi chặn đỡ kép, khi có lực chiều trục A tác dụng lên ổ. Nó phụ thuộc vào đại lượng $\frac{A}{R}$ cotgβ (β – góc tiếp xúc của bi hoặc con lăn với đường lăn vòng ngoài ổ) và được chỉ dẫn trong bảng 3.4.

Chọn miền dung sai trục và lỗ thân hộp lắp với ổ lăn có thể thực hiện theo chỉ dẫn trong bảng 3.5 và 3.6 (theo TCVN1482-85).

Sai lệch giới hạn và dung sai ứng với các miền dung sai trục và lỗ thân hộp lắp với ổ cũng được chỉ dẫn trong tiêu chuẩn TCVN2245-99 (Hệ thống ISO về dung sai lắp ghép).

Ghi kí hiệu sai lệch và lắp ghép trên bản vẽ được biểu thị trên hình 3.6. Kí hiệu lắp ghép ổ lăn không cần phải ghi dưới dạng phân số mà chỉ ghi kí hiệu miền dung sai trục và lỗ thân hộp lắp với ổ.

***Bảng 3.1.* Chọn lắp ghép cho vòng chịu tải cục bộ và dao động**

Dạng tải cục bộ					
Kích thước đường kính lắp ghép, mm		Lắp ghép			Loại ổ trục
Lớn hơn	Đến	Với trục	Với vỏ bằng thép hoặc gang		
			không tháo	có tháo	
Tải trọng tĩnh hoặc có va chạm và rung động vừa phải ($K_đ$ < 1,5)					
–	80	h6	H7	H7	Tất cả các loại trừ ổ kim dập
80	260	g6, f7	G7		
260	500	f7			
500	1600		(F7)	H8	
Tải trọng va đập và rung ($K_đ$ > 1,5)					
–	80	h6	H7	JS7	Tất cả các loại trừ ổ kim dập và ổ côn hai dãy TCVN - 1510-85
80	260				
260	500	g6	H7		
500	1600				
–	120	h6	H7	JS7	Ổ côn hai dãy TCVN 1510-85
120	1600	g6			

Dạng tải dao động (vòng không quay)			
Đường kính lắp ghép, mm		Lắp ghép với	
Lớn hơn	Đến	Vòng trong	Vòng ngoài
–	80	k6	K6, K7
80	260	js7	JS6, JS7
260	–	h6	

Bảng 3.2. **Cường độ tải trọng cho phép trên bề mặt lắp ghép ổ với trục và vỏ hộp**

Đường kính lỗ vòng trong của ổ, d (mm)		Giá trị cho phép của P_R (kN/m)			
		Miền dung sai kích thước trục			
Trên	Đến	js6	k6	m6	n6
18	80	Đến 300	300 – 1350	1350 – 1600	1600 – 3000
80	180	" 550	550 – 2000	2000 – 2500	2500 – 4000
180	360	" 700	700 – 3000	3000 – 3500	3500 – 6000
360	630	" 900	900 – 3400	3400 – 4500	4500 – 8000
Đường kính ngoài vòng ngoài, D (mm)		Miền dung sai kích thước lỗ hộp			
Trên	Đến	K7	M7	N7	P7
50	180	Đến 800	800 – 1000	1000 – 1300	1300 – 2500
180	360	" 1000	1000 – 1500	1500 – 2000	2000 – 3300
360	630	" 1200	1200 – 2000	2000 – 2600	2600 – 4000
630	1600	" 1600	1600 – 2500	2500 – 3500	3500 – 5500

Bảng 3.3. **Giá trị của hệ số F**

$\frac{d_{lỗ}}{d}$ hoặc $\frac{D_{vỏ}}{D}$		Đối với trục			Đối với vỏ
Trên	Đến	$\frac{D}{d} \leq 1,5$	$\frac{D}{d} = 1,5 \div 2$	$\frac{D}{d} > 2 \div 3$	Tất cả các ổ
–	0,4	1	1	1	1
0,4	0,7	1,2	1,4	1,6	1,1
0,7	0,8	1,5	1,7	2	1,4
0,8	–	2	2,3	3	1,8

Bảng 3.4. **Giá trị hệ số F_A**

$\frac{A}{R}$ cotgβ		F_A
Trên	Đến	
–	0,2	1
0,2	0,4	1,2
0,4	0,6	1,4
0,6	1	1,6
1	–	2

Bảng 3.5. Miền dung sai lắp ghép ổ lăn trên trục

Điều kiện để chọn miền dung sai		Loại kết cấu của ổ lăn					Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
		ổ bi		ổ đũa						
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc	đỡ	đỡ - chặn	đũa trụ và đũa kim	Đũa côn	Đũa cầu		P0 và P6	P5 và P4	P2
		Đường kính lỗ ổ lăn, mm								
Vòng trong chịu tải trọng cục bộ (thân quay)	Nhẹ và bình thường cần có sự dịch chuyển của vòng trong trên trục $P_r < 0,07\ C$	Mọi phạm vi đường kính.					Con lăn của băng tải đường dây treo, tang của máy tự ghi; ổ tựa của truyền động sóng	g6, (h6)	(g5) h5, g4	–
							Bánh trước và bánh sau của ô tô; máy kéo; toa xe; máy bay; trục của máy cán nhỏ	g6, f6 js6, (j6) h6	–	–
	Nặng và bình thường không yêu cầu có sự dịch chuyển các vòng $0,07C < P \leq 0,15C$						Pu li hoặc ròng dọc của máy trục; con lăn của băng lăn; trục của máy cán ống	h6	–	–
Chu kỳ (trục quay)	Nhẹ hoặc bình thường $0,07C < P \leq 0,15\ C$	Đến 18	–	–	–	–	Động cơ thủy lực và khí cụ điện có kích thước nhỏ; trục chính của máy mài tròn trong và trục chính máy điện, máy nông nghiệp; máy ly tâm; động cơ tua bin khí; máy bơm ly tâm; hộp tốc độ máy công cụ; hộp giảm tốc; truyền động xích; máy lạnh kiểu tua bin.	–	h5	–
		Trên 18 đến 100	Đến 100	Đến 40	Đến 40	–		k6, js6	k5, js5, (j5)	js4, js3, h3, h4
		Trên 100 đến 140	Trên 100 đến 140	Trên 40 đến 140	Trên 40 đến 140	–		h6, k6, js6, (j6)	k5	k4
		Trên 140 đến 250						m6	–	–

Bảng 3.5. *(tiếp theo)*

Điều kiện để chọn miền dung sai		Loại kết cấu của ổ lăn					Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
		Ổ bi		Ổ đũa						
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc	đỡ	đỡ - chặn	đũa trụ và đũa kim	Đũa côn	Đũa cầu		P0 và P6	P5 và P4	P2
		Đường kính lỗ ổ lăn, mm								
Chu kỳ hoặc dao động (trục quay hoặc trường hợp chịu tải liên hợp)	Bình thường hoặc nặng $0,07 < P \leq 0,15$ C	Đến 18	–	–	–	–	Máy gia công gỗ; động cơ điện có công suất đến 100 kw; cơ cấu thanh truyền tay quay; hộp truyền động của ô tô và máy kéo; trục chính của máy cắt kim loại; hộp giảm tốc lớn; động cơ điện kéo có công suất nhỏ; quạt gió; máy nén tua bin	–	js5, (j5)	h3
		Trên 18 đến 100	Đến 100	Đến 40	Đến 40	Đến 40		k6 js6	k5	k4
		Trên 100 đến 140	Trên 100 đến 140	Trên 40 đến 100	Trên 40 đến 100	Trên 40 đến 100		m6	m5	m4
		Trên 140 đến 200	Trên 140 đến 200	Trên 100 đến 200	Trên 100 đến 200	Trên 100 đến 140		n6	n5	n4
		Trên 200 đến 250				Trên 140 đến 250		n6 p6	–	–

Bảng 3.5. *(tiếp theo)*

Điều kiện để chọn miền dung sai		Loại kết cấu của ổ lăn					Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
		ổ bi		ổ đũa						
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc	đỡ	đỡ - chặn	đũa trụ và đũa kim	Đũa côn	Đũa cầu		P0 và P6	P5 và P4	P2
		Đường kính lỗ ổ lăn, mm								
Chu kỳ hoặc dao động (trục quay)	Nặng có tải trọng va đập P>0,15C	–	–	Trên 50 đến 140	–	Trên 50 đến 100	Hộp ổ trục của xe lửa và tàu điện; trục khuỷu của động cơ; động cơ điện có công suất lớn hơn 100 kw; động cơ điện kéo loại lớn; bánh xe cầu lăn; con lăn của băng tăn trong máy công cụ hạng nặng; máy nghiền; hộp ổ trục của đầu máy đốt trong và đầu máy điện; máy làm đường; máy xúc; tay máy của máy cán, máy nghiền bi; máy rung; máy sàng; băng tải quán tính	n6	–	–
		–	–	Trên 140 đến 200	–	Trên 100 đến 140		p6	–	–
		–	–	–	–	Trên 140 đến 250		r6, r7	–	–
Ổ CHẶN										
Chỉ có tải trọng dọc trục		Ổ lăn chặn đơn			Mọi phạm vi đường kính		Tất cả các bộ phận lắp ổ	js6, (j6)	–	–
		Ổ lăn chặn kép						js6, (j6) (k6)	–	–
Dao động	Tải trọng dọc trục và hướng tâm tác dụng đồng thời	Ổ đũa cầu chặn			Đến 200			k6	–	–
					Trên 200 đến 250			m6	–	–

Chú thích: 1 - Ký hiệu của bảng: P - tải trọng tương đương; C - Khả năng tải động.
2 - Hạn chế sử dụng các miền dung sai ghi trong ngoặc đơn.

Bảng 3.6. Miền dung sai lắp ghép ổ lăn với lỗ của thân

Kiểu thân	Điều kiện để chọn miền dung sai			Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
	Dạng chịu tải	Chế độ làm việc			P0 và P6	P5 và P4	P2
Thân liền	Vòng ngoài chịu tải chu kỳ (thân quay)	Vòng ngoài không dịch chuyển dọc trục	Nặng, có kết cấu thành mỏng P > 0,15C	Bánh xe máy bay; bánh trước và bánh sau của ô tô lắp ổ côn; tang dẫn của máy xích; bánh cần cẩu tháp	P7	P6	–
			Bình thường hoặc nặng 0,07C < P ≤ 0,15C	Bánh trước của ô tô và máy kéo lắp ổ bi; trục khuỷu; puli kéo cáp và puli căng	N7	N6	–
			Bình thường tải trọng thay đổi P ≤ 0,15C	Con lăn của băng tải; bánh xe của cầu lăn	M7	–	–
			Nặng tải trọng động P > 0,15C	Động cơ điện; động cơ điện kéo	M7	–	–
	Dao động (thân quay hoặc có sự quay liên hợp)		Bình thường hoặc nặng 0,07C < P ≤ 0,15C	Động cơ điện; bơm; hộp truyền động; cầu sau ô tô máy kéo	K7	–	–
			Bình thường hoặc nặng (đối với bộ phận chính xác) 0,07C < P ≤ 0,15C	Trục chính của máy công cụ hạng nặng.	M6, JS6 (J6)	M6, JS6 (J6) M5	M5

Bảng 3.6. *(tiếp theo)*

Kiểu thân	Điều kiện để chọn miền dung sai			Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn	Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
	Dạng chịu tải	Chế độ làm việc			P0 và P6	P5 và P4	P2
Thân liền hoặc ghép	Vòng ngoài chịu tải cục bộ (trục quay)	Vòng ngoài có khả năng dịch chuyển dọc trục	Nặng hoặc bình thường $0,07C < P \leq 0,15C$	Động cơ điện; máy bơm; trục chính của máy cắt kim loại	JS7, (J7)	JS6, (J6)	–
			Tải trọng động có trị số khác nhau $P > 0,15C$	Cặp bánh xe lửa và xe điện; đa số các bộ phận lắp ổ của ngành chế tạo máy thông dụng	JS7, (J7), H7	–	–
			Bình thường hoặc nhẹ, thoát nhiệt qua trục $0,07C < P \leq 0,15C$	Xy lanh sấy của máy xeo giấy	G7	–	–
				Trục truyền chung máy nông nghiệp	H8	–	–
Thân liền	Chịu tải dao động (trục quay hoặc có sự quay liên hợp)	Vòng ngoài không dịch chuyển dọc trục	Tải trọng có hướng thay đổi, độ chính xác của hành trình cao	Ổ đũa trụ cho trục chính của máy cắt kim loại	K6	K5, M5	K5
				Ổ bi cho trục chính của máy mài và môtơ điện nhỏ	H6	JS6, JS5	JS4
Thân liền	Dao động (trục quay hoặc có sự quay liên hợp)	Vòng ngoài dịch chuyển nhẹ dọc trục	Nhẹ, tải trọng có hướng thay đổi, độ chính xác của hành trình cao $P \leq 0,07C$	Động cơ điện có vận tốc cao dùng cho các thiết bị và khí cụ có độ chính xác cao	H7, H6	H5, H6	H4, H5

Bảng 3.6. *(tiếp theo)*

Kiểu thân	Điều kiện để chọn miền dung sai			Ví dụ về máy và bộ phận lắp ổ lăn		Miền dung sai phụ thuộc vào cấp chính xác của ổ		
	Dạng chịu tải	Chế độ làm việc				P0 và P6	P5 và P4	P2
Ổ chặn								
Thân liền	Chỉ có tải trọng dọc trục	Vòng ngoài có khả năng dịch chuyển trong thân	Bình thường $0,07C < P \leq 0,15C$	Mọi kiểu ổ chặn		H8	–	–
			Nặng $P > 0,15C$	Ổ bi		H8 H9	H6	–
				Ổ đũa côn		G7	G6	–
Thân liền	Cục bộ (trục quay)	Vòng ngoài có khả năng dịch chuyển trong thân	Nặng và bình thường, tải trọng dọc trục và hướng tâm $0,07C < P \leq 0,15C$	Ổ đũa cầu chặn	Máy và bộ phận thông dụng	JS7 (J7)	–	–
Thân liền	Chu kỳ (thân quay)	Vòng ngoài không có khả năng dịch chuyển trong thân	Nặng; tải trọng dọc trục và hướng tâm $P > 0,15C$		Máy cắt kim loại hạng nặng (máy tiện đứng)	H7	–	–
			Nặng; tải trọng dọc trục $P > 0,15C$		Trục thẳng đứng của tua bin	M7	–	–

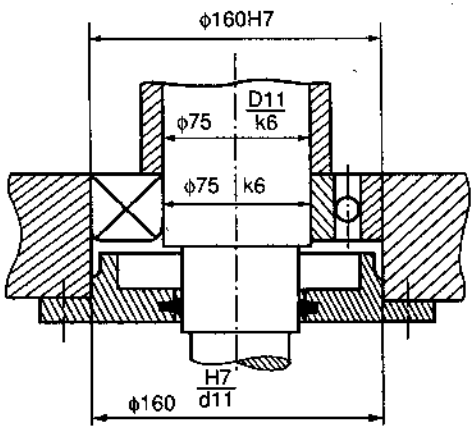
Chú thích: 1 - Ký hiệu của bảng: P - tải trọng tương đương; C - khả năng tải động

2 - Hạn chế sử dụng các miền dung sai ghi trong ngoặc đơn.

3.3. DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT CÓ LẮP Ổ LĂN

Sai lệch độ tròn và sai lệch prôfin mặt cắt dọc ở tiết diện bất kì của bề mặt trục và lỗ thân hộp lắp với ổ, không được vượt quá 1/2 dung sai đường kính khi lắp với ổ cấp chính xác 0 và 6 và 1/4 dung sai đường kính khi lắp với ổ cấp chính xác 5 và 4. Độ đảo mặt mút của vai trục hoặc vành tì của lỗ hộp lắp với ổ được chỉ dẫn trong bảng 3.7.

Nhám bề mặt trục và lỗ thân hộp lắp với ổ được chỉ dẫn trong bảng 3.8.



Hình 3-6.

Bảng 3.7. **Độ đảo mặt mút vai trục và vành tì lỗ thân hộp lắp với ổ lăn**

Trục					Lỗ thân hộp				
Đường kính danh nghĩa mm	Cấp chính xác ổ				Đường kính danh nghĩa mm	Cấp chính xác ổ			
	0	6	5	4		0	6	5	4
	μm, không lớn hơn					μm, không lớn hơn			
Đến 50	20	10	7	4	Đến 80	40	20	13	8
Trên 50 đến 120	25	12	8	6	Trên 80 đến 120	45	22	15	9
Trên 120 đến 250	30	15	10	8	Trên 120 đến 150	50	25	18	10
Trên 250 đến 315	35	17	12	–	Trên 150 đến 180	60	30	20	12
Trên 315 đến 400	40	20	13	–	Trên 180 đến 250	70	35	23	14
					Trên 250 đến 315	80	40	27	16
					Trên 315 đến 400	90	45	30	–
					Trên 400 đến 500	100	50	33	–

Bảng 3.8. **Nhám bề mặt lắp ghép của trục và lỗ thân hộp với ổ lăn**

Đường kính danh nghĩa mm	Bề mặt trục			Bề mặt lỗ thân hộp		Mặt mút vai trục và vành tì lỗ thân hộp	
	cấp chính xác			cấp chính xác		cấp chính xác	
	0	6 và 5	4	0	6, 5 và 4	0	6, 5 và 4
	giá trị thông số Ra, μm, không lớn hơn						
Đến 80	1,25	0,63	0,32	1,25	0,63	2,5	1,25
Trên 80 đến 500	2,5	1,25	0,63	2,5	1,25	2,5	2,5

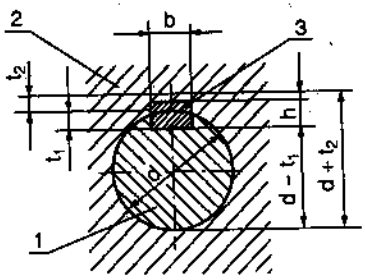
Chương 4

DUNG SAI LẮP GHÉP THEN VÀ THEN HOA

4.1. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN

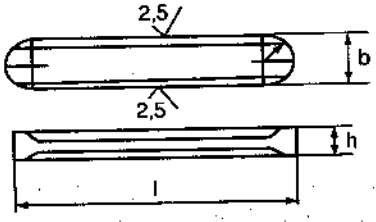
4.1.1. Thông số kích thước cơ bản của then

Mối ghép then được sử dụng để đảm bảo truyền chuyển động quay giữa hai trục (có li hợp), giữa chi tiết trục và chi tiết bạc (bánh đai, bánh răng, vô lăng...) hoặc đảm bảo dẫn hướng chi tiết trên trục (bánh răng di trượt trong hộp tốc độ), hình 4-1.

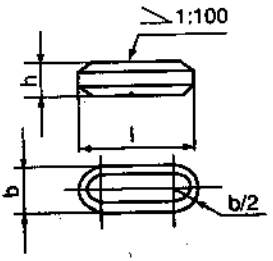


Hình 4-1. Mặt cắt ngang của mối ghép then.

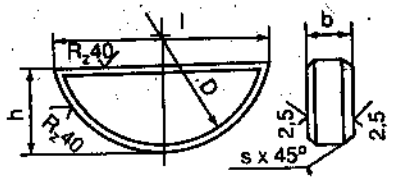
Thường sử dụng 3 loại then: then bằng (then lăng trụ), then bán nguyệt và then vát (hình nêm), hình 4-2. Then bằng và then bán nguyệt được sử dụng phổ biến nhất. Then vát được sử dụng hạn chế hơn bởi vì nó không đảm bảo độ đồng tâm cao giữa hai chi tiết lắp ghép.



a) Then bằng



c) Then vát



b) Then bán nguyệt

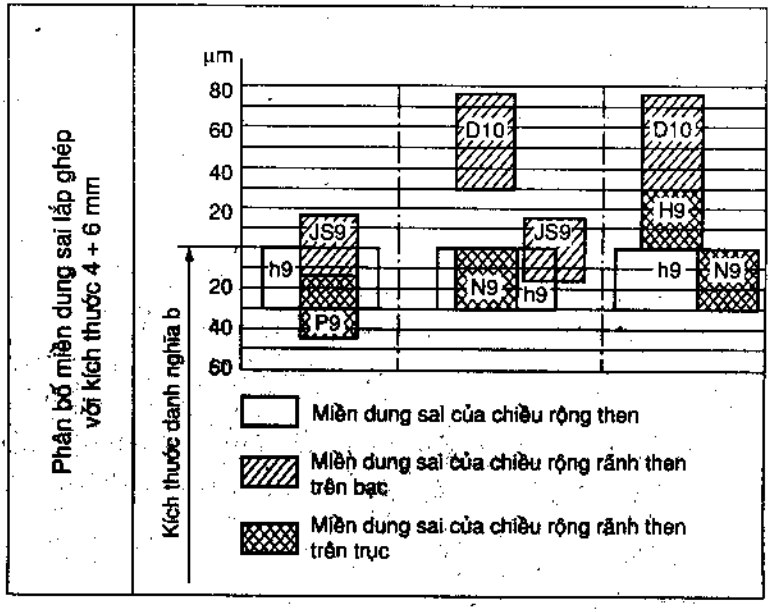
Hình 4-2.

Các thông số kích thước cơ bản của then bằng và then bán nguyệt được chỉ dẫn trong các bảng 4.1 đến 4.3.

4.1.2. Dung sai lắp ghép then bằng và then bán nguyệt

Then thường được lắp cố định trên trục và lắp động với bạc theo kích thước chiều rộng b. Độ dôi của lắp ghép đảm bảo then không dịch chuyển khi sử dụng, còn độ hở của lắp ghép để bồi thường cho sai số vị trí của rãnh then. Miền dung sai của then và rãnh then được chỉ dẫn trong bảng 4.4 (Theo TCVN 4216-86 đến 4218-86).

Khi chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho mối ghép then, cho phép phối hợp miền dung sai then – h9 với bất kì miền dung sai chiều rộng b của rãnh then trên trục và trên bạc tùy theo đặc tính yêu cầu của mối ghép, ví dụ: 3 kiểu lắp then bằng như chỉ dẫn trên hình 4-3.



Hình 4-3. Phân bố miền dung sai của các lắp ghép then bằng.

Kiểu lắp thông dụng dùng trong sản xuất hàng loạt là then lắp với trục theo kiểu $\frac{N9}{h9}$ và với bạc theo $\frac{JS9}{h9}$. Nếu chiều dài then lớn thì then lắp với rãnh bạc theo $\frac{D10}{h9}$ và với rãnh trục theo $\frac{H9}{h9}$. Trong sản xuất đơn chiếc thì then có thể lắp với rãnh trục theo kiểu $\frac{P9}{h9}$. Đối với then dẫn hướng thì then lắp với rãnh bạc theo $\frac{D10}{h9}$ và với rãnh trục

theo $\frac{N9}{h9}$. Sai lệch giới hạn kích thước then và rãnh then ứng với các miền dung sai cũng được quy định theo TCVN 2245-99. Sai lệch giới hạn của các kích thước không tham gia lắp ghép được chỉ dẫn trong bảng 4.5 đối với then bằng và bảng 4.2 và 4.3 đối với then bán nguyệt.

Bảng 4.1. **Các kích thước cơ bản của then và rãnh then bằng, mm**

Đường kính trục d		Kích thước danh nghĩa của then			Kích thước danh nghĩa của rãnh then				
		B × h	Mặt vát s × 45°		Khoảng chiều dài l		Chiều sâu		Bán kính góc lượn r hay mặt vát $s_1 \times 45°$	
			max	min	từ	đến	trên trục t_1	trong bạc t_2	max	min
Từ 6	đến 8	2 x 2	0,25	0,16	6	20	1,2	1,0	0,16	0,08
Trên 8	đến 10	3 x 3			6	36	1,8	1,4		
10	12	4 x 4			8	45	2,5	1,8		
12	17	5 x 5	0,40	0,25	10	56	3,0	2,3	0,25	0,16
17	22	6 x 6			14	70	3,5	2,8		
22	30	8 x 7			18	90	4,0	3,3		
30	38	10 x 8	0,60	0,40	22	110	5,0	3,3	0,4	0,25
38	44	12 x 8			28	140	5,0	3,3		
44	50	14 x 9			36	160	5,5	3,8		
50	58	16 x 10			45	180	6,0	4,3		
58	65	18 x 11			50	200	7,0	4,4		
65	75	20 x 12	0,80	0,60	56	220	7,5	4,9	0,6	0,4
75	85	22 x 14			63	250	9,0	5,4		
85	95	25 x 14			70	280	9,0	5,4		
95	110	28 x 16			80	320	10,0	6,4		
110	130	32 x 18			90	360	11,0	7,4		
130	150	36 x 20	1,20	1,00	100	400	12,0	8,4	1,0	0,7
150	170	40 x 22			100	400	13,0	9,4		
170	200	45 x 25			110	450	15,0	10,4		
200	230	50 x 28			125	500	17,0	11,4		
230	260	56 x 32	2,00	1,60	140	500	20,0	12,4	1,6	1,2
260	290	63 x 32			160		20,0	12,4		
290	330	70 x 36			180		22,0	14,4		
330	380	80 x 40	3,00	2,50	200	500	25,0	15,4	2,5	2,0
380	440	90 x 45			220		28,0	17,4		
440	500	100 x 50			250		31,0	19,5		

Bảng 4.2. **Kích thước và sai lệch giới hạn của then bán nguyệt, mm**

Chiều rộng b (h9)	Chiều cao h (h11)	Đường kính D (h12)	Mép vát s × 45° hay bán kính r		Khối lượng lý thuyết 1000 then, kg
			Không nhỏ hơn	Không lớn hơn	
1,0	1,4	4	0,16	0,25	0,031
1,5	2,6	7			0,152
2,0	2,6	7			0,204
2,0	3,7	10			0,414
2,5	3,7	10			0,510
3,0	5,0	13			1,050
3,0	6,5	16			1,600
4,0	6,5	16	0,25	0,40	2,120
4,0	7,5	19			3,240
5,0	6,5	16			2,680
5,0	7,5	19			4,040
5,0	9,0	22			5,660
6,0	9,0	22			6,780
6,0	10,0	25			8,100
8,0	11,0	28	0,40	0,60	13,800
10,0	13,0	32			24,100

Bảng 4.3. Kích thước và sai lệch giới hạn rãnh then bán nguyệt

Đường kính trục d		Kích thước then b × h × D	Rãnh then					
Công dụng của then			Chiều rộng b	Chiều sâu			Mép vát $s_1 \times 45°$ hay bán kính r1	
Truyền mô men xoắn	Định vị			Trục t1		Moay ơ t_2		
				Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn	Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn	Không nhỏ hơn	Không lớn hơn
Từ 3 đến 4	Từ 3 đến 4	1 × 1,4 × 4	1,0	1,0	+0,1 0	0,6	+0,1 0	0,08	0,16
Trên 4 đến 5	Trên 4 đến 6	1,5 × 2,6 × 7	1,5	2,0		0,8			
" 5 " 6	" 6 " 8	2 × 2,6 × 7	2,0	1,8		1,0			
" 6 " 7	" 8 " 10	2 × 3,7 × 10		2,9		1,0			
" 7 " 8	" 10 " 12	2,5 × 3,7 × 10	2,5	2,7		1,2			
" 8 " 10	" 12 " 15	3 × 5 × 13	3,0	3,8	+0,2 0	1,4			
" 10 " 12	" 15 " 18	3 × 6,5 × 16		5,3		1,4			
" 12 " 14	" 18 " 20	4 × 6,5 × 16	4,0	5,0		1,8		0,16	0,25
" 14 " 16	" 20 " 22	4 × 7,5 × 19		6,0		1,8			
" 16 " 18	" 22 " 25	5 × 6,5 × 16	5,0	4,5	+0,2 0	2,3	+0,1 0	0,16	0,25
" 18 " 20	" 25 " 28	5 × 7,5 × 19		5,5		2,3			
" 20 " 22	" 28 " 32	5 × 9 × 22		7,0	+0,3 0	2,3			
" 22 " 25	" 32 " 36	6 × 9 × 22	6,0	6,5		2,8			
" 25 " 28	" 36 " 40	6 × 10 × 25		7,5		2,8			
" 28 " 32	Trên 40	8 × 11 × 28	8,0	8,0		3,3	+0,2 0	0,25	0,40
" 32 " 38	Trên 40	10 × 13 × 32	10,0	10,0		3,3			

Bảng 4.4. **Miền dung sai kích thước lắp ghép b của nối ghép then bằng**

Tên yếu tố lắp ghép	Miền dung sai kích thước b						
	Với tất cả các mối ghép	Mối ghép bạc xê dịch tự do		Mối ghép bình thường		Mối ghép chắc (độ dôi lớn)	
		Trên trục	Trên bạc	Trên trục	Trên bạc	Trên trục	Trên bạc
Then Rãnh	h9	H9	D10	N9	JS9	P9	

Bảng 4.5. **Sai lệch giới hạn của các kích thước không lắp ghép của mối ghép then bằng**

Tên yếu tố lắp ghép	Sai lệch giới hạn của kích thước				
	Chiều cao h	Chiều dài l	Chiều sâu (hoặc kích thước ghi trên bản vẽ) trên trục t_1 (hoặc d – t_1)* và trên bạc t_2 (hoặc d+ t_2)		
			Khi h, mm		
			Từ 2 đến 6	Trên 6 đến 18	Trên 18 đến 50
Then Rãnh	h11, h9** –	H14 H15	– +0,1	– +0,2	– + 0,3

Ghi chú: * – Đối với kích thước chỉ dẫn thì sai lệch giới hạn mang dấu âm.

** – Sử dụng khi h = 2 ÷ 6 mm.

4.2. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN HOA

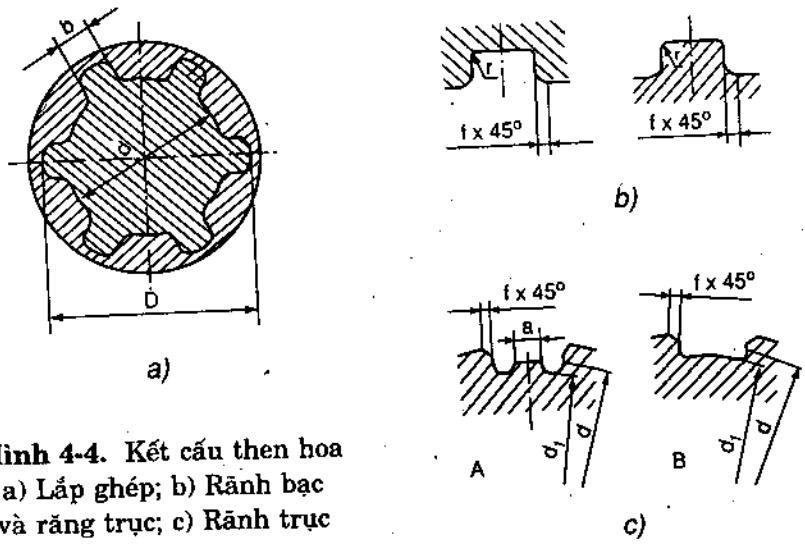
Lắp ghép then hoa có chức năng giống như mối ghép then nhưng thường được sử dụng khi cần truyền mô men xoắn lớn và yêu cầu cao hơn về độ chính xác đồng tâm của các chi tiết lắp ghép. Lắp ghép then hoa có nhiều kiểu: lắp ghép then hoa dạng răng chữ nhật, dạng răng thân khai và dạng răng tam giác. Lắp ghép then hoa dạng răng chữ nhật được sử dụng phổ biến nhất.

4.2.1. Dung sai lắp ghép then hoa dạng răng chữ nhật

Thông số kích thước cơ bản:

Tuỳ theo mô men xoắn cần truyền mà ta phân làm 3 loạt lắp ghép

then hoa: loạt nhẹ, trung bình và nặng. Các thông số kích thước cơ bản được chỉ dẫn trên hình 4-4. Giá trị của chúng được chỉ dẫn trong bảng 4.6.

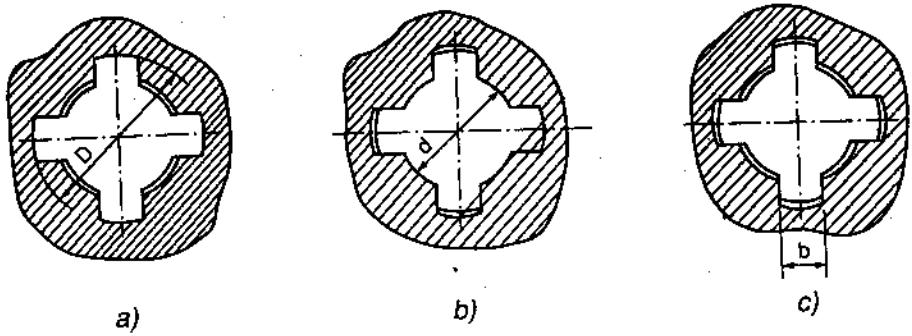


Hình 4-4. Kết cấu then hoa
a) Lắp ghép; b) Rãnh bạc và răng trục; c) Rãnh trục

Phương pháp làm đồng tâm:

Lắp ghép then hoa được thực hiện theo hai trong ba yếu tố kích thước: d, D và b để đảm bảo truyền lực và làm đồng tâm hai chi tiết lắp ghép. Tuỳ theo phương pháp làm đồng tâm mà ta quyết định yếu tố lắp ghép.

Có ba phương pháp làm đồng tâm: đồng tâm theo bề mặt đường kính ngoài D, theo bề mặt đường kính trong d và theo bề mặt bên b, hình 4-5.



Hình 4-5. Phương pháp làm đồng tâm.

Bảng 4.6. Kích thước then hoa dạng răng chữ nhật, mm

z × d × D (z là số răng)	b	d_1	a	f		r
		Không nhỏ hơn		Kích thước danh nghĩa	Sai lệch giới hạn	Không lớn hơn
Loại nhẹ						
6 × 23 × 26	6	22,1	3,54	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 26 × 30	6	24,6	3,85	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 28 × 32	7	26,7	4,03	0,3	+ 0,2	0,2
8 × 32 × 36	6	30,4	2,71	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 36 × 40	7	34,5	3,46	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 42 × 46	8	40,4	5,03	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 46 × 50	9	44,6	5,75	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 52 × 58	10	49,7	4,89	0,5	+ 0,3	0,5
8 × 56 ×62	10	53,6	6,38	0,5	+ 0,3	0,5
8 × 62 × 68	12	59,8	7,31	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 72 × 78	12	69,6	5,45	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 82 × 88	12	79,3	8,62	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 92 × 98	14	89,4	10,08	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 102 × 108	16	99,9	11,49	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 112 × 120	18	108,8	10,72	0,5	+ 0,3	0,5
Loại trung bình						
6 × 11 × 14	3,0	9,9	–	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 13 × 16	3,5	12,0	–	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 16 × 20	4,0	14,5	–	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 18 × 22	5,0	16,7	–	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 21 × 25	5,0	19,5	1,95	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 23 × 28	6,0	21,3	1,34	0,3	+ 0,2	0,2
6 × 26 × 32	6,0	23,4	1,65	0,4	+ 0,2	0,3
6 × 28 × 34	7,0	25,9	1,70	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 32 × 38	6,0	29,4	–	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 36 × 42	7,0	33,5	1,02	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 42 × 48	8,0	39,5	2,57	0,4	+ 0,2	0,3
8 × 46 × 54	9,0	42,7	–	0,5	+ 0,3	0,5
8 × 52 × 60	10,0	48,7	2,44	0,5	+ 0,3	0,5
8 × 56 × 65	10,0	52,2	2,50	0,5	+ 0,3	0,5
8 × 62 × 72	12,0	57,8	2,40	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 72 × 82	12,0	67,4	–	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 82 × 92	12,0	77,1	3,00	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 92 × 102	14,0	87,3	4,50	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 102 × 112	16,0	97,7	6,30	0,5	+ 0,3	0,5
10 × 112 × 125	18,0	106,3	4,40	0,5	+ 0,3	0,5

Bảng 4.6. *(tiếp theo)*

z × d × D (z là số răng)	b	d_1	a	f		r
		Không nhỏ hơn		Kích thước danh nghĩa	Sai lệch giới hạn	Không lớn hơn
Loại nặng						
10 × 10 × 20	2,5	14,1		0,3	+0,2	0,2
10 × 18 × 23	3,0	15,6		0,3	+0,2	0,2
10 × 21 × 26	3,0	18,5		0,3	+0,2	0,2
10 × 23 × 29	4,0	20,3		0,3	+0,2	0,2
10 × 26 × 32	4,0	23,0		0,4	+0,2	0,3
10 × 28 × 35	4,0	24,4		0,4	+0,2	0,3
10 × 32 × 40	5,0	28,0		0,4	+0,2	0,3
10 × 36 × 45	5,0	31,3		0,4	+0,2	0,3
10 × 42 × 52	6,0	36,9		0,4	+0,2	0,3
10 × 46 × 56	7,0	40,9		0,5	+0,3	0,5
16 × 52 × 60	5,0	47,0		0,5	+0,3	0,5
16 × 56 × 65	5,0	50,6		0,5	+0,3	0,5
16 × 62 × 72	6,0	56,1		0,5	+0,3	0,5
16 × 72 × 82	7,0	65,9		0,5	+0,3	0,5
20 × 82 × 92	6,0	75,6		0,5	+0,3	0,5
20 × 92 × 102	7,0	85,5		0,5	+0,3	0,5
20 × 102 × 115	8,0	94,0		0,5	+0,3	0,5
20 × 112 × 125	9,0	104,0		0,5	+0,3	0,5

Ghi chú:

1- Kích thước a ứng với kiểu A (hình 4-4c) được quy định đối với lắp ghép then hoa loạt nhẹ và loạt trung bình khi trục được chế tạo bằng phương pháp lăn răng.

2- Khi định tâm theo bề mặt đường kính trong thì trục được chế tạo theo kiểu A, còn khi định tâm theo bề mặt đường kính ngoài và mặt bên răng thì trục được chế tạo theo kiểu B (hình 4-4c).

Làm đồng tâm theo bề mặt ngoài, D (hình 4-5a) được sử dụng khi yêu cầu độ chính xác đồng tâm cao, nhưng chi tiết bạc then hoa không yêu cầu độ cứng quá cao. Trường hợp bạc then hoa yêu cầu độ cứng quá cao và độ chính xác đồng tâm cao thì thực hiện đồng tâm hai chi tiết lắp ghép theo bề mặt trong, d (hình 4-5b). Tuy nhiên phương pháp này đắt tiền hơn. Đồng tâm theo bề mặt bên, b (hình 4-5c) thì đơn giản nhất nhưng độ chính xác đồng tâm thấp nên ít được sử dụng.

Dung sai lắp ghép:

Tuỳ theo phương pháp làm đồng tâm mà ta thực hiện lắp ghép theo các yếu tố khác nhau:

+ Khi chọn phương pháp làm đồng tâm theo D thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố D và b.

+ Khi chọn phương pháp làm đồng tâm theo d thì lắp ghép được thực hiện theo yếu tố d và b.

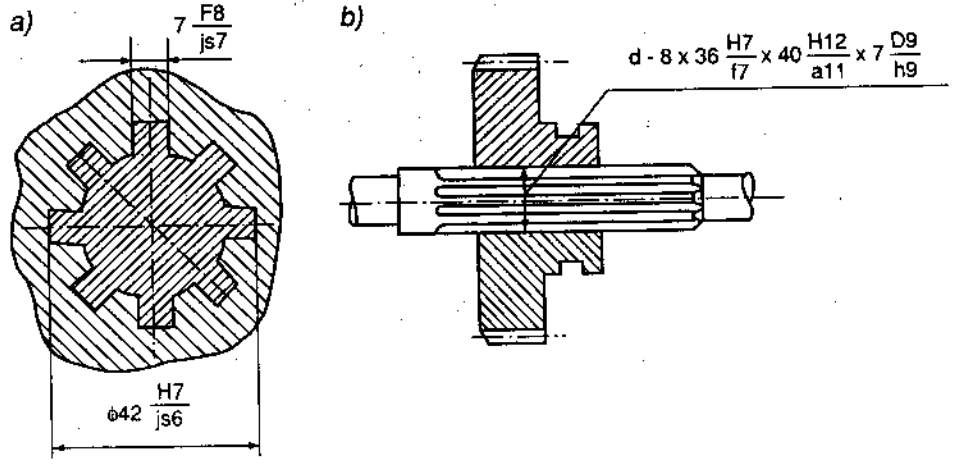
+ Khi chọn phương pháp làm đồng tâm theo b thì lắp ghép chỉ thực hiện theo yếu tố b.

Miền dung sai của các yếu tố kích thước lỗ và trục được chỉ dẫn trong bảng 4.7 và 4.8. Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai đó cũng được quy định theo TCVN2245-99 (tra theo các bảng 1.11 đến 1.39). Các kiểu lắp tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong các bảng 4.9 đến 4.13.

Tuỳ theo điều kiện làm việc của các chi tiết lắp ghép mà ta chọn kiểu lắp tiêu chuẩn cho phù hợp, ví dụ: khi chi tiết bạc then hoa cố định trên trục thì ta chọn kiểu lắp trung gian. Khi chi tiết bạc cần di trượt trên trục thì ta phải chọn kiểu lắp lỏng (có độ hở) và giá trị độ hở của lắp ghép phải đủ lớn để vừa đảm bảo sự dịch chuyển của bạc then hoa lại vừa đảm bảo bồi thường ảnh hưởng của các sai số vị trí răng và rãnh then hoa.

Ghi kí hiệu lắp ghép then hoa trên bản vẽ.

Trên bản vẽ, lắp ghép then hoa được ghi kí hiệu giống như lắp ghép bề mặt trơn, hình 4-6a và cũng có thể được ghi kí hiệu như hình 4-6b.



Hình 4-6.

Bảng 4.7. **Miền dung sai các kích thước lỗ then hoa dạng răng chữ nhật (TCVN 2324-78)**

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản					
	D	E	F	G	H	JS
6					H6	
7					H7	
8			F8		H8	
9	D9					
10	D10		F10			JS10

Bảng 4.8. **Miền dung sai các kích thước trục then hoa dạng răng chữ nhật (TCVN 2324-78)**

Cấp chính xác	Sai lệch cơ bản								
	d	e	f	g	h	js	k	m	n
5				g5		js5			
6				g6	(h6)	js6			n6
7			f7		h7	js7	k7		
8	d8	e8	f8		h8				
9	(d9)	e9	f9		h9				
10	d10				h10				

Bảng 4.9. **Lắp ghép theo đường kính định tâm D**

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	e	f	g	h	js	n
H7		$\frac{H7}{f7}$	$\frac{H7}{g6}$	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{H7}{js6}$	$\frac{H7}{n6}$
H8				$\frac{H8}{h7}$		

Bảng 4.10. Lắp ghép theo chiều rộng b (khi định tâm theo D)

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	d	e	f	g	h	js
F8	[F8/d9]	F8/e8	F8/f7 F8/f8		F8/h7 F8/h8	F8/js7
D9	D9/d9	D9/e8	D9/f7		D9/h8	D9/js7
F10		F10/e9	F10/f7		F10/h9	
JS10	JS10/d10					

Bảng 4.11. Lắp ghép theo đường kính định tâm d

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục					
	e	f	g	h	js	n
H6			H6/g5		H6/js5	
H7	H7/e8	H7/f7	H7/g6	H7/h6 H7/h7	H7/js6 H7/js7	H7/n6
H8	H8/e8 [H8/e9]					

Bảng 4.12. Lắp ghép theo chiều rộng b (khi định tâm theo d)

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục										
	d	e	f			g	h			js	k
F8	F8/d8		F8/f7		F8/f8		F8/h7	F8/h8	F8/h9	F8/js7	
H8							H8/h7	H8/h8	[H8/h9]	H8/js7	
D9	D9/d9	D9/e8	D9/f7	D9/f8	D9/f9		D9/h8	D9/h9		D9/js7	D9/k7
D10	D10/d9										
F10	F10/d9	F10/e8	F10/f7	F10/f8	F10/f9		F10/h7	F10/h8	F10/h9	F10/js7	F10/k7
JS10	JS10/d10										

Bảng 4.13. **Lắp ghép theo chiều rộng b (khi định tâm theo b)**

Miền dung sai của lỗ	Sai lệch cơ bản của trục						
	d	e	f	g	h	js	k
F8		F8/e8	F8/f8			F8/js7	
D9	D9/d9	D9/e8	D9/f8	D9/f9		D9/h8 D9/h9	D9/js7	D9/k7
D10	D10/d10 D10/d8				[D10/h10]		
F10	F10/d9	F10/e8	F10/f8	F10/f9		F10/h8 F10/h9	F10/js7	F10/k7
JS10	JS10/d9						

Trên hình 4-6b kí hiệu lắp ghép được ghi theo trình tự là: Định tâm theo bề mặt trong – d, số răng then hoa là z = 8, lắp ghép theo yếu tố định tâm - d là ϕ36H7/f7, miền dung sai yếu tố kích thước không định tâm – D là H12 đối với bạc then hoa và a11 đối với trục then hoa (bảng 4.14), lắp ghép theo yếu tố kích thước b là 7D9/h9.

Bảng 4.14. **Miền dung sai của đường kính không định tâm**

Đường kính không định tâm	Kiểu định tâm	Miền dung sai	
		Trục (*)	Lỗ
d	Theo D hoặc theo b	–	H11
D	Theo d hoặc theo b	a11	H12

* – Đường kính d, không nhỏ hơn d_1 theo bảng 4.6.

4.2.2. Dung sai lắp ghép then hoa dạng răng thân khai

So với mối ghép then hoa dạng răng chữ nhật thì mối ghép then hoa dạng răng thân khai có những ưu điểm sau:

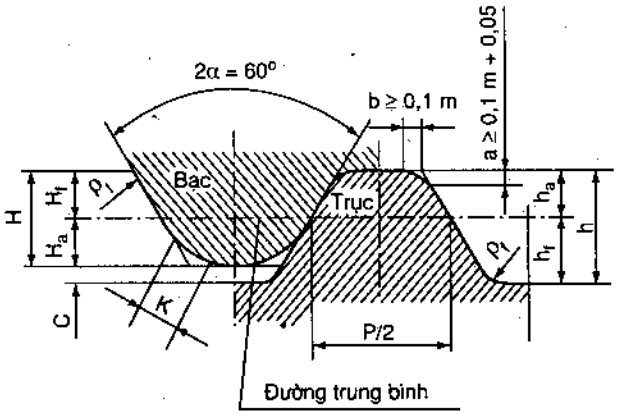
+ Tính công nghệ cao, bởi vì bằng một dao phay lăn răng trục vít có thể phay được tất cả các trục then hoa có kích thước khác nhau nhưng có cùng mô đun răng và có thể áp dụng tất cả các phương pháp gia công răng chính xác như: phay lăn răng, cà răng và mài răng.

+ Độ bền lớn vì chiều dày răng tăng dần từ đỉnh đến chân răng và không có góc nhọn ở phía chân răng (nhân tố tập trung ứng suất lớn).

+ Khả năng định tâm với độ chính xác cao.

Prôfin răng và các thông số kích thước cơ bản

Prôfin răng then hoa khai được chỉ dẫn trên hình 4-7.



Hình 4-7. Prôfin răng bạc và trục then hoa thân khai
H – chiều cao răng bạc then hoa; H_a – chiều cao đỉnh răng bạc; H_f – chiều cao chân răng bạc; h – chiều cao răng trục then hoa; h_a – chiều cao đỉnh răng trục; h_f – chiều cao chân răng trục; p – bước răng trên vòng chia; α – góc prôfin răng; ρ_f – bán kính góc lượn chân răng; K – mặt vát hay bán kính góc lượn đỉnh răng bạc; c – khe hở hướng kính.

Tiêu chuẩn quy định dãy giá trị của ba thông số kích thước cơ bản của then hoa dạng răng thân khai là: đường kính danh nghĩa của lắp ghép – D, mô đun răng – m và số răng – z, bảng 4.15.

Dựa vào dãy giá trị đã xác định của 3 thông số kích thước cơ bản (D, m, z) mà ta xác định giá trị của các thông số kích thước khác theo các công thức chỉ dẫn trong bảng 4.16.

Bảng 4.15. Đường kính danh nghĩa, mô đun và số răng của mối ghép then hoa răng thân khai

Đường kính danh nghĩa D, mm		Mô đun m, mm													
	Dãy 1	0,5		0,8		1,25		2		3			5		
	Dãy 2		0,6		1		1,5		2,5		3,5	4		6	
Dãy 1	Dãy 2	Số răng z													
10			18	15	11	8	6								
12			22	18	13	10	8	6							
	14		26	22	16	12	10	8							
15			28	23	17	13	10	8	6						
	16		30	25	18	14	11	9	6						
17			32	27	20	15	12	10	7						
	18		34	28	21	16	13	10	7						
20			38	32	23	18	14	12	8	6					
	22		42	35	26	20	16	13	9	7	6				
25			48	40	30	24	18	15	11	8	7				
	28		54	45	34	26	21	17	12	10	8				
30				48	36	28	22	18	13	10	8				
	32			52	38	30	24	20	14	11	9		6		
35				57	42	34	26	22	16	12	10		7		
	38			62	46	36	29	24	18	14	11		8		
40				64	48	38	30	25	18	14	12		8	6	
	42			68	51	40	32	26	20	15	12		9	7	
45				74	55	44	34	28	21	16	13	12	10	7	
	48			78	58	46	37	30	22	18	14	12	10	8	6

Bảng 4.15. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa D, mm		Mô đun m, mm														
	Dãy 1	0,8		1,25		2		3			5		8			
	Dãy 2		1		1,5		2,5		3,5	4		6		10		
Dãy 1	Dãy 2	Số răng z														
50			60	48	38	32	24	18	15	12	11	8	7			
	52		64	50	40	33	24	19	16	12	11	9	7			
55			66	54	42	35	26	20	17	14	12	9	8			
	58		70	56	45	37	28	22	18	14	13	10	8			
60			74	58	46	38	28	22	18	16	13	10	8			
	62				48	40	30	23	19	16	14	11	9			
65					50	42	31	24	20	18	15	11	9			
	68				53	44	32	26	21	18	15	12	10			
70					54	45	34	26	22	18	16	12	10	7		
	72				56	46	34	27	22	20	16	13	10			
75					58	48	36	28	24	20	17	13	11	8		
	78				60	50	38	30	24	21	18	14	11			
80					62	52	38	30	25	22	18	14	12	8	6	
	82					53	40	31	26	22	19	15	12			
85						55	41	32	27	24	20	15	13	9	7	
	88					57	42	34	28	24	20	16	13			
90						58	44	34	28	24	21	16	13	10	7	
	92					60	44	35	29	25	22	17	14			
95						62	46	36	30	26	22	18	14	10	8	
	98					64	48	38	31	26	23	18	15			
100						64	48	38	32	28	24	18	15	11	8	
	105					68	51	40	34	29	25	20	16	12	9	
110						72	54	42	35	30	26	20	17	12	9	
120							58	46	38	34	28	22	18	13	10	
	130						64	50	42	36	31	24	20	15	11	

Bảng 4.15. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa D, mm		Mô đun m, mm									
	Dãy 1	2		3			5		8		
	Dãy 2		2,5		3,5	4		6		10	
Dãy 1	Dãy 2	Số răng z									
140			68	54	45	38	34	26	22	16	12
	150		74	58	48	42	36	28	24	17	13
160					52	44	38	30	25	18	14
	170				55	48	41	32	27	20	15
180					58	50	44	34	28	21	16
	190				62		46	36	30	22	17
200					65		48	38	32	24	18
	210				69		51	40	34	25	20
220								42	35	26	20
240								46	38	28	22
	250							48	40	30	24
260								50	42	31	24
	280							54	45	34	26
300								58	48	36	28
	320							62	52	38	30

Ghi chú:

1- Khi chọn đường kính danh nghĩa và mô đun thì ưu tiên sử dụng dãy 1 trước rồi mới đến dãy 2.

2- Số răng đặt trong khung cũng được ưu tiên sử dụng.

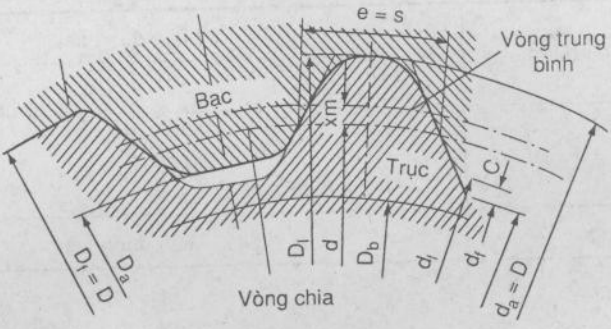
3- Mô đun 3,5 ít dùng.

Bảng 4.16. Kí hiệu và công thức tính kích thước các thông số hình học của then hoa răng thân khai

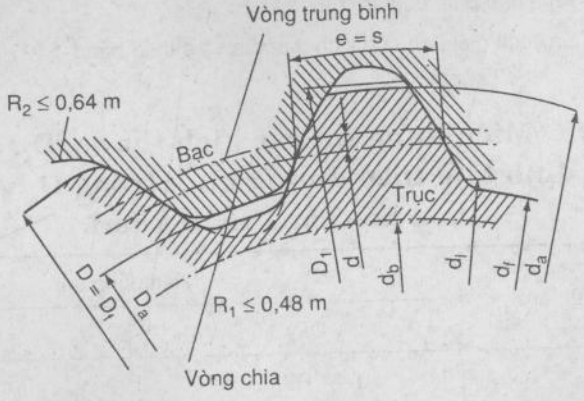
Tên thông số	Kí hiệu	Công thức quan hệ
Bước trên vòng chia	p	$p = \pi.m$
Góc prôfin răng	α	$\alpha = 30^\circ$
Đường kính vòng chia	d	$d = m.z$
Đường kính vòng cơ bản	d_b	$d_b = m.z.\cos\alpha$
Chiều dày danh nghĩa trên vòng chia của răng trục (răng bạc)	s(e)	$s = e = \frac{\pi}{2} m + 2\chi m tg\alpha$
Sự dịch chuyển của prôfin gốc	χm	$\chi.m = \frac{1}{2} [D - m(z + 1,1]$
Chiều cao răng bạc	H	$H = h_a + H_f$
Chiều cao đầu răng bạc	H_a	$H_a = 0,45$ m
Chiều cao chân răng bạc (khi rãnh lượn tròn)	H_f	$H_f = 0,77$ m
Khi rãnh có dạng cắt phẳng		$H_{fmin} = 0,55$ m; $H_{fmax} = 0,65$ m
Chiều cao răng trục	h	$h_{min} = h_a + h_{fmin}$
Chiều cao đầu răng trục		
Khi định tâm theo bề mặt bên răng	h_a	$h_a = 0,45$ m
Khi định tâm theo bề mặt ngoài – D		$h_a = 0,55$ m
Chiều cao chân răng trục	h_f	$h_{fmin} = 0,55$ m
Khi rãnh có dạng cắt phẳng		$h_{fmax} = 0,65$ m
Khi rãnh có dạng lượn tròn		$h_{fmax} = 0,83$ m
Bán kính góc lượn ở chân răng	ρ_f	$\rho_{fmin} = 0,15$ m
Đường kính danh nghĩa vòng chân răng bạc	D_f	
với dạng cắt phẳng của rãnh		$D_f = D$
với dạng lượn tròn của rãnh		$D_{fmin} = D + 0,44$ m
Đường kính danh nghĩa vòng đỉnh răng bạc	D_a	$D_a = D - 2m$
Đường kính danh nghĩa vòng chân răng trục	d_f	
với dạng phẳng của rãnh		$d_{fmax} = D - 2,2$ m
với dạng lượn tròn của rãnh		$d_{fmax} = D - 2,76$ m
Đường kính vòng đỉnh răng trục	d_a	
Khi định tâm theo bề mặt bên răng		$d_a = D - 0,2$ m
Khi định tâm theo đường kính ngoài		$d_a = D$
Đường kính vòng ứng với các điểm giới hạn răng trong rãnh bạc	D_i	$D_{imin} = d_a + F_r$
Đường kính vòng ứng với các điểm giới hạn răng trong rãnh trục	d_i	$d_{imax} = Da - Fr$
Mặt vát hoặc bán kính góc lượn đỉnh răng bạc	K	$K = 0,15$ m
Khe hở hướng kính	c	$c_{min} = 0,1$ m

Phương pháp làm đồng tâm

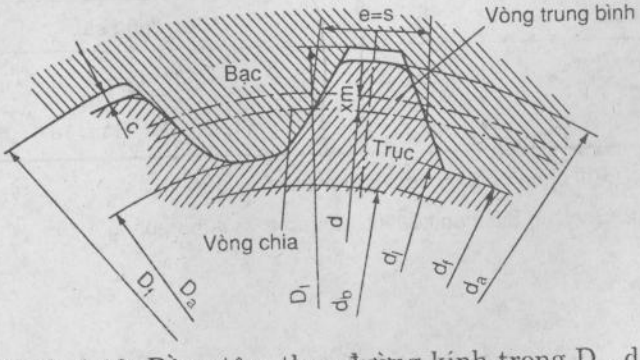
Giống như mối ghép then hoa dạng răng chữ nhật, mối ghép then hoa dạng rang thân khai được thực hiện đồng tâm cũng theo 3 phương pháp: đồng tâm theo bề mặt đường kính ngoài – D, hình 4-8; đồng tâm theo bề mặt bên răng, hình 4-9; đồng tâm theo bề mặt đường kính trong, hình 4-10. Thực hiện đồng tâm theo bề mặt bên răng và theo bề mặt đường kính ngoài được sử dụng phổ biến nhất.



Hình 4-8. Đồng tâm theo D.



Hình 4-9. Đồng tâm theo bề mặt bên răng s, e.



Hình 4-10. Đồng tâm theo đường kính trong D_a, d_f

Lắp ghép then hoa dạng răng thân khai cũng được thực hiện theo hai yếu tố kích thước: kích thước bề mặt làm đồng tâm và bề mặt bên. Miền dung sai của các kích thước được chỉ dẫn trong bảng 4.17 và 4.18.

Bảng 4.17. **Miền dung sai các kích thước D_f, d_a, e và s khi định tâm theo bề mặt đường kính ngoài D_f và d_a (then hoa răng thân khai)**

Đường kính định tâm	Miền dung sai	
	Dãy 1	Dãy 2
D_f	H7	H8
d_a	n6, js6, h6, g6, f7	n6, h6, g6, f7
Kích thước	Miền dung sai	
e	9H, 11H	
s	9h, 9g, 9d, 11c, 11a	

Chú thích: 1- Khi chọn phải ưu tiên dãy 1 trước

2- Sai lệch giới hạn của kích thước e và s theo bảng 4.19.

Bảng 4.18. **Miền dung sai các kích thước, D_a, d_f, e và s khi định tâm theo đường kính trong D_a và d_f (then hoa răng thân khai)**

Đường kính định tâm	Miền dung sai	
	Dãy 1	Dãy 2
D_a	H7	H8
d_f	n6, h6, g6	n6, h6, g6
Kích thước	Miền dung sai	
e	9H, 11H	
s	9h, 9g, 9d, 11c, 11a	

Chú thích: 1- Khi chọn phải ưu tiên dãy 1 trước

2- Sai lệch giới hạn của kích thước e và s theo bảng 4.19.

Sai lệch giới hạn của các kích thước đường kính được quy định theo TCVN 2245-99 (tra theo các bảng 1.11 đến 1.39).

Sai lệch giới hạn kích thước chiều rộng rãnh bạc – e và chiều dày răng trục – s được chỉ dẫn trong bảng 4.19.

Miền dung sai kích thước chiều rộng rãnh và chiều dày răng được kí hiệu khác với kí hiệu miền dung sai kích thước bề mặt trơn (TCVN 2244 - 99). Ví dụ: 7H, 9H đối với rãnh và 7f, 9h đối với chiều dày răng, ở đây chữ số chỉ cấp chính xác đặt trước chữ chỉ sai lệch cơ bản.

Tuỳ theo chức năng sử dụng và điều kiện làm việc của mối ghép ta có thể chọn kiểu lắp tiêu chuẩn phù hợp bằng cách phối hợp miền dung sai kích thước bạc then hoa với miền dung sai bất kì của kích thước trục then hoa (theo các bảng 4.17, 4.18 và 4.19).

Miền dung sai kích thước bề mặt không định tâm được chỉ dẫn trong bảng 4.20, và giá trị giới hạn của độ đảo hướng kính Fr của bề mặt không định tâm so với tâm, được chỉ dẫn trong bảng 4.21.

Ghi kí hiệu lắp ghép

Kí hiệu lắp ghép then hoa răng thân khai bao gồm các yếu tố sau: Đường kính danh nghĩa của lắp ghép, mô đun răng, kí hiệu lắp ghép theo yếu tố định tâm. Ví dụ:

– Khi định tâm theo bề mặt bên răng: 50 × 2 × 9H/9g. Đường kính danh nghĩa của lắp ghép D = 50 mm, mô đun răng m = 2 mm, lắp ghép theo bề mặt bên (e, s) theo kiểu 9H/9g.

– Khi định tâm theo bề mặt đường kính ngoài: 50 × H7/h6 × 2. Đường kính danh nghĩa D = 50 mm, lắp ghép theo đường kính ngoài D : ϕ50H7/h6, mô đun m = 2 mm.

– Khi định tâm theo bề mặt đường kính trong: i50 × 2 × 7H/g6. i – biểu thị định tâm theo đường kính trong (D_a, d_f), mô đun răng m = 2mm, lắp ghép theo đường kính trong là H7/g6.

Bảng 4.19. **Miền dung sai và sai lệch giới hạn chiều dày răng trục (s) và chiều rộng rãnh bạc (e) then hoa răng thân khai**

Miền dung sai	Mô đun mm	Kí hiệu sai lệch	Đường kính vòng chia, mm						
			Đến 12	Trên 12 ÷ 25	Trên 25 ÷ 50	Trên 50 ÷ 100	Trên 100÷200	Trên 200÷400	Trên 400
			Sai lệch giới hạn, μm						
Sai lệch chiều rộng rãnh bạc e									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7H	0,5 – 1,5	ES	+ 25	+ 28	+ 32	+ 36	+ 40	–	–
		EI_e	+ 9	+ 10	+ 12	+ 14	+ 15	–	–
		EI	0	0	0	0	0	–	–
	2 – 4	ES	–	+ 32	+ 36	+ 40	+ 45	+ 50	–
		EI_e	–	+ 12	+ 14	+ 15	+ 17	+ 18	–
		EI	–	0	0	0	0	0	–
	5 – 10	ES	–	–	+ 40	+ 45	+ 50	+ 56	+63
		EI_e	–	–	+ 15	+ 17	+ 18	+ 20	+ 23
		EI	–	–	0	0	0	0	0
9H	0,5 – 1,5	ES	+ 50	+ 56	+ 63	+ 71	+ 80	–	–
		EI_e	+ 18	+ 20	+ 23	+ 26	+ 30	–	–
		EI	0	0	0	0	0	–	–
	2 – 4	ES	–	+ 63	+ 71	+80	+ 90	+ 100	–
		EI_e	–	+ 23	+ 26	+ 30	+ 34	+ 37	–
		EI	–	0	0	0	0	0	–
	5 – 10	ES	–	–	+ 80	+ 90	+ 100	+ 112	+ 125
		EI_e	–	–	+ 30	+ 34	+ 37	+ 41	+ 45
		EI	–	–	0	0	0	0	0
11H	0,5 – 1,5	ES	+ 100	+ 112	+ 125	+ 140	+ 160	–	–
		EI_e	+ 37	+ 41	+ 45	+ 50	+ 60	–	–
		EI	0	0	0	0	0	–	–
	2 – 4	ES	–	+ 125	+ 140	+ 160	+ 180	+ 200	–
		EI_e	–	+ 45	+ 50	+ 60	+ 68	+ 75	–
		EI	–	0	0	0	0	0	–
	5 – 10	ES	–	–	+ 160	+ 180	+ 200	+ 224	+ 250
		EI_e	–	–	+ 60	+ 68	+ 75	+ 84	+ 90
		EI	–	–	0	0	0	0	0

Bảng 4.19. *(tiếp theo)*

Sai lệch chiều dày răng trục s									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7f	0,5 – 1,5	es	– 16	– 18	– 20	– 22	– 25	–	–
		es_e	– 24	– 28	– 32	– 36	– 40	–	–
		ei	– 41	– 46	– 52	– 58	– 65	–	–
	2 – 4	es	–	– 20	– 22	– 25	– 28	– 32	–
		es_e	–	– 32	– 36	– 40	– 45	– 50	–
		ei	–	– 52	– 52	– 65	– 73	– 82	–
	5 – 10	es	–	–	– 25	– 28	– 32	– 36	– 40
		es_e	–	–	– 40	– 45	– 50	– 56	– 63
		ei	–	–	– 65	– 73	– 82	– 92	– 103
7h	0,5 – 1,5	es	0	0	0	0	0	–	–
		es_e	– 9	– 10	– 12	– 14	– 15	–	–
		ei	– 25	– 28	– 32	– 36	– 40	–	–
	2 – 4	es	–	0	0	0	0	0	–
		es_e	–	– 12	– 14	– 15	– 17	– 18	–
		ei	–	– 32	– 36	– 40	– 45	– 50	–
	5 – 10	es	–	–	0	0	0	0	0
		es_e	–	–	– 15	– 17	– 18	– 20	– 23
		ei	–	–	– 40	– 45	– 50	– 56	– 63
7n	0,5 – 1,5	es	+ 32	+ 36	+ 40	+ 44	+ 50	–	–
		es_e	+ 23	+ 26	+ 28	+ 30	+ 35	–	–
		ei	+ 7	+ 8	+ 8	+ 8	+ 10	–	–
	2 – 4	es	–	+ 40	+ 44	+ 50	+ 56	+ 64	–
		es_e	–	+ 28	+ 30	+ 35	+ 39	+ 46	–
		ei	–	+ 8	+ 8	+ 10	+ 11	+ 14	–
	5 – 10	es	–	–	+ 50	+ 56	+ 64	+ 72	+ 80
		es_e	–	–	+ 35	+ 38	+ 46	+ 52	+ 57
		ei	–	–	+ 10	+ 11	+ 14	+ 16	+ 17
8f	0,5 – 1,5	es	– 16	– 18	– 20	– 22	– 25	–	–
		es_e	– 30	– 33	– 37	– 40	– 45	–	–
		ei	– 32	– 58	– 65	– 72	– 81	–	–
	2 – 4	es	–	– 20	– 22	– 25	– 28	– 32	–
		es_e	–	– 37	– 40	– 45	– 51	– 58	–
		ei	–	– 65	– 72	– 81	– 91	– 103	–
	5 – 10	es	–	–	– 25	– 28	– 32	– 36	– 40
		es_e	–	–	– 45	– 51	– 58	– 66	– 74
		ei	–	–	– 81	– 91	– 103	– 116	– 130

Bảng 4.19. *(tiếp theo)*

Sai lệch chiều dày răng trục s									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8k	0,5 – 1,5	es es_e ei	+ 16 + 2 – 20	+ 18 + 3 – 22	+ 20 + 3 – 25	+ 22 + 4 – 28	+ 25 + 5 – 31	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	+ 20 + 3 – 25	+ 22 + 4 – 28	+ 25 + 5 – 31	+ 28 + 5 – 35	+ 32 + 6 – 39	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	+ 25 + 5 – 31	+ 28 + 5 – 35	+ 32 + 6 – 39	+ 36 + 6 – 44	+ 40 + 6 – 50
8p	0,5 – 1,5	es es_e ei	+ 48 + 34 + 12	+ 54 + 39 + 14	+ 60 + 43 + 15	+ 66 + 48 + 16	+ 75 + 55 + 19	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	+ 60 + 43 + 15	+ 66 + 48 + 16	+ 75 + 55 + 19	+ 84 + 61 + 21	+ 96 + 70 + 25	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	+ 75 + 55 + 19	+ 84 + 61 + 21	+ 96 + 70 + 25	+ 108 + 78 + 28	+ 120 + 86 + 30
9d	0,5 – 1,5	es es_e ei	– 32 – 50 – 82	– 36 – 56 – 92	– 40 – 63 – 103	– 44 – 70 – 115	– 50 – 80 – 130	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	– 40 – 63 – 103	– 44 – 70 – 115	– 50 – 80 – 130	– 56 – 90 – 146	– 64 – 101 – 164	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	– 50 – 80 – 130	– 56 – 90 – 146	– 64 – 101 – 164	– 72 – 113 – 184	– 80 – 125 – 205
9g	0,5 – 1,5	es es_e ei	– 8 – 26 – 58	– 9 – 29 – 65	– 10 – 33 – 73	– 11 – 37 – 82	– 12 – 42 – 92	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	– 10 – 33 – 73	– 11 – 37 – 82	– 12 – 42 – 92	– 14 – 48 – 104	– 16 – 53 – 116	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	– 12 – 42 – 92	– 14 – 48 – 104	– 16 – 53 – 116	– 18 – 59 – 130	– 20 – 65 – 145
9h	0,5 – 1,5	es es_e ei	0 – 18 – 50	0 – 20 – 56	0 – 23 – 63	0 – 26 – 71	0 – 30 – 80	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	0 – 23 – 63	0 – 26 – 71	0 – 30 – 80	0 – 34 – 90	0 – 37 – 100	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	0 – 30 – 80	0 – 34 – 90	0 – 37 – 100	0 – 41 – 112	0 – 45 – 125

Bảng 4.19. *(tiếp theo)*

Sai lệch chiều dày răng trục s									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9r	0,5 – 1,5	es es_e ei	+ 64 + 46 + 14	+ 72 + 52 + 16	+ 80 + 57 + 17	+ 88 + 62 + 17	+ 100 + 70 + 20	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	+ 80 + 57 + 17	+ 88 + 62 + 17	+ 100 + 70 + 20	+ 112 + 78 + 22	+ 128 + 91 + 28	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	+ 100 + 70 + 20	+ 112 + 78 + 22	+ 128 + 91 + 28	+ 144 + 103 + 32	+ 160 + 115 + 35
10d	0,5 – 1,5	es es_e ei	– 32 – 58 – 102	– 36 – 66 – 116	– 40 – 74 – 130	– 44 – 81 – 144	– 50 – 91 – 162	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	– 40 – 74 – 130	– 44 – 81 – 144	– 50 – 91 – 162	– 56 – 101 – 181	– 64 – 114 – 204	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	– 50 – 91 – 162	– 56 – 101 – 181	– 64 – 114 – 204	– 72 – 132 – 232	– 80 – 148 – 260
11a	0,5 – 1,5	es es_e ei	– 80 – 117 – 180	– 90 – 131 – 202	– 100 – 145 – 225	– 110 – 160 – 250	– 125 – 185 – 285	– – –	– –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	– 100 – 145 – 225	– 110 – 160 – 250	– 125 – 185 – 285	– 140 – 208 – 320	– 160 – 235 – 360	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	– 125 – 185 – 285	– 140 – 208 – 320	– 160 – 235 – 360	– 180 – 264 – 404	– 200 – 290 – 450
11c	0,5 – 1,5	es es_e ei	– 48 – 85 – 148	– 54 – 95 – 166	– 60 – 105 – 185	– 66 – 116 – 206	– 75 – 135 – 235	– – –	– – –
	2 – 4	es es_e ei	– – –	– 60 – 105 – 185	– 66 – 116 – 206	– 75 – 135 – 235	– 84 – 152 – 264	– 96 – 171 – 296	– – –
	5 – 10	es es_e ei	– – –	– – –	– 75 – 135 – 235	– 84 – 152 – 264	– 96 – 171 – 296	– 108 – 192 – 332	– 120 – 210 – 370

Chú thích:

1. Sai lệch trên ES, es_e, sai lệch dưới EI_e, ei và sai lệch cơ bản (sai lệch tổng) EI, es của chiều rộng rãnh bạc và chiều dày răng được tính so với kích thước danh nghĩa chung đo theo cung vòng chia.

2. Miền dung sai ưu tiên đối với lắp ghép được đóng khung.

3. Lắp ghép khi định tâm theo bề mặt bên của răng s = e:

$$\frac{7H}{7h};\ \frac{7H}{8k};\ \frac{7H}{7n};\ \frac{7H}{8p};\ \frac{7H}{9r};\ \frac{9H}{7f};\ \frac{9H}{8f};\ \frac{9H}{9g};\ \frac{9H}{9h};\ \frac{9H}{8k};\ \frac{11H}{10d}.$$

Bảng 4.20. **Miền dung sai của các đường kính không định tâm ứng với các phương pháp làm đồng tâm**

Phương pháp làm đồng tâm	Đường kính không định tâm	Hình dạng đáy rãnh	Miền dung sai
Theo bề mặt bên răng s, e	D_f	Cắt phẳng	H16
		Lượn tròn	$D_{fmax} = D$
	D_a	–	H11
	d_a	–	d9, h12
	d_f	Cắt phẳng	h16
		Lượn tròn	$d_{fmax} = D - 2,2\ m$
Theo bề mặt đường kính ngoài	D_a	–	H11
	d_f	Cắt phẳng	h16
		Lượn tròn	$d_{fmax} = D - 2,2\ m$
Theo bề mặt đường kính trong	d_a	–	h12
	D_f	Cắt phẳng	H16
		Lượn tròn	$D_{fmax} = D + 0,2\ m$

Bảng 4.21. **Giá trị giới hạn của độ đảo hướng kính F_r của các yếu tố không định tâm so với tâm, μm**

Cấp chính xác	Môđun mm	Đường kính vòng chia, mm						
		Đến 12	Trên 12 Đến 25	Trên 25 Đến 50	Trên 50 Đến 100	Trên 100 Đến 200	Trên 200 Đến 400	Trên 400
7	0,5 – 1,5	12	14	16	18	20	–	–
	2 – 4	–	16	18	20	22	25	–
	5 – 10	–	–	20	22	25	28	32
8	0,5 – 1,5	18	20	22	25	28	–	–
	2 – 4	–	22	25	28	32	36	–
	5 – 10	–	–	28	32	36	40	45
9	0,5 – 1,5	25	28	32	36	40	–	–
	2 – 4	–	32	36	40	45	50	–
	5 – 10	–	–	40	45	50	56	63
10	0,5 – 1,5	36	40	45	50	56	–	–
	2 – 4	–	45	50	56	63	71	–
	5 – 10	–	–	56	63	71	80	90
11	0,5 – 1,5	50	56	63	71	80	–	–
	2 – 4	–	63	71	80	90	100	–
	5 – 10	–	–	80	90	100	112	125

Chương 5

DUNG SAI KÍCH THƯỚC GÓC VÀ LẮP GHÉP CÔN TRƠN

5.1. DUNG SAI KÍCH THƯỚC GÓC

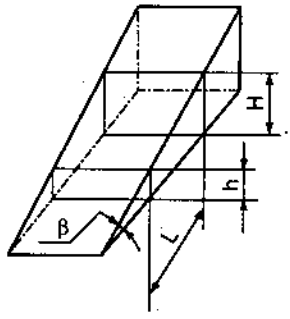
Đơn vị đo góc:

Theo hệ đơn vị SI thì đơn vị cơ bản để đo góc là độ (°), phút (') giây (") góc. Ngoài ra cũng có thể dùng đơn vị đo góc phẳng là radian (rad), và góc khối là steradian (st). Quan hệ giữa hai loại đơn vị đo góc phẳng được chỉ dẫn trong bảng 5.1.

Góc danh nghĩa:

Tương tự như kích thước thẳng, kích thước góc danh nghĩa cũng được tiêu chuẩn hóa theo TCVN 259-86 và được chỉ dẫn trong bảng 5.2. Đối với chi tiết lăng trụ còn cho phép sử dụng độ nghiêng S và góc nghiêng tương ứng β, hình 5-1.

$$S = \frac{H - h}{L} = tg\beta$$



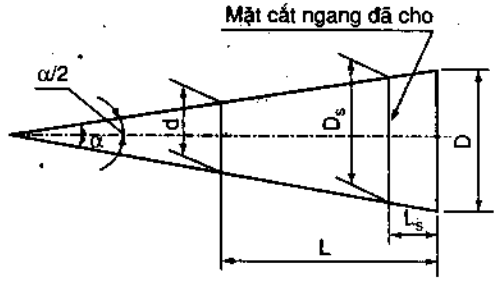
Hình 5-1. Độ nghiêng và góc nghiêng.

Trị số góc nghiêng và độ nghiêng cũng được tiêu chuẩn và chỉ dẫn trong bảng 5.3.

Góc côn và độ côn:

Góc côn α là góc giữa hai đường sinh trong mặt cắt dọc của côn, hình 5-2.

Độ côn C là tỉ số của hiệu đường kính hai mặt cắt ngang với khoảng cách giữa chúng.

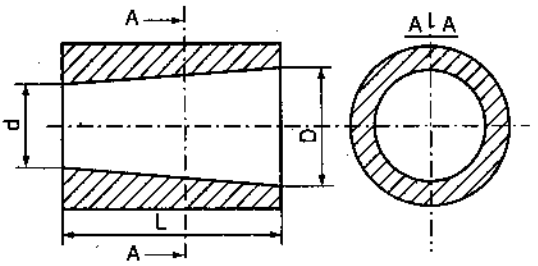


Hình 5-2. Sơ đồ biểu diễn góc côn.

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Đối với côn cụt thì độ côn là tỉ số của hiệu đường kính đáy lớn và đáy nhỏ với chiều dài côn, hình 5-3.

Tiêu chuẩn cũng quy định trị số góc côn và độ côn thông dụng, được chỉ dẫn trong bảng 5.4, góc côn và độ côn có công dụng đặc biệt, được chỉ dẫn trong bảng 5.5.



Hình 5-3. Côn cụt.

Bảng 5.1. **Bảng quy đổi đơn vị góc: độ – radian**

Trị số góc			
0°	0,0000000 rad	30°	0,5235988 rad
15'	0,0043633 –	35°	0,6108652 –
30'	0,0087266 –	40°	0,6981317 –
45'	0,0130899 –	45°	0,7853982 –
1°	0,0174533 –	50°	0,8726646 –
1°30'	0,0261799 –	55°	0,9599311 –
2°	0,0349066 –	60°	1,0471976 –
2°30'	0,0436332 –	65°	1,1344640 –
3°	0,0523599 –	70°	1,2217305 –
4°	0,0698132 –	75°	1,3089970 –
5°	0,0872665 –	80°	1,3962633 –
6°	0,1047198 –	85°	1,4835299 –
7°	0,1221730 –	90°	1,5707964 –
8°	0,1396263 –	100°	1,7453292 –
9°	0,1570796 –	110°	1,9198622 –
10°	0,1745329 –	120°	2,0943952 –
12°	0,2094395 –	135°	2,3561945 –
15°	0,2617994 –	150°	2,6179939 –
18°	0,3141593 –	165°	2,8797933 –
20°	0,3490658 –	180°	3,1415927 –
22°	0,3839724 –	270°	4,7123890 –
25°	0,4363323 –	360°	6,2831853 –

Độ nghiêng	Góc nghiêng	
1 : 500	6'52,5"	0,0020000 rad
1 : 200	17'11,3"	0,0050000 –
1 : 100	34'22,6"	0,0100000 –
1 : 50	1°8'44,7"	0,0199971 –
1 : 20	2°51'44,7"	0,0499586 –
1 : 10	5°42'38,1"	0,0996685 –

Bảng 5.2. **Dãy kích thước góc danh nghĩa TCVN 259-86**

Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3	Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3
0°			30°		
		15'			35°
	30'			40°	
		45'	45°		
	1°				50°
		1°30'			55°
	2°		60°		
		2°30'			65°
	3°				70°
	4°			75°	
5°					80°
	6°				85°
	7°		90°		
	8°				100°
		9°			110°
	10°		120°		
		12°			135°
15°					150°
		18°			165°
20°					180°
		22°			270°
		25°			360°

Bảng 5,3. **Trị số góc nghiêng, TCVN 259-86**

Độ nghiêng S	Góc nghiêng β
1 : 500	6'52,5"
1 : 200	17'11,3"
1 : 100	34'22,6"
1 : 50	1°8'44,7"
1 : 20	2°51'44,7"
1 : 10	5°42'38,1"

Bảng 5.4. **Góc côn và góc nghiêng của độ côn tiêu chuẩn thông dụng**

Độ côn	Góc côn α		Góc nghiêng α/2		Ví dụ áp dụng
	Theo độ	Theo radian	Theo độ	Theo radian	
1 : 200	17'11,3"	0,005000	8'35,6"	0,002500	Chi tiết kẹp chặt đối với mối ghép không tháo chịu tải thay đổi và va đập. Bulông côn cố định. Trục tâm côn. Mối ghép cố định đối với truyền dẫn mômen xoắn lớn trong máy.
1 : 100	34'22,6"	0,010000	17'11,3"	0,005000	Chi tiết kẹp chặt đối với mối ghép không tháo chịu tải thay đổi điều hòa. Then vát. Trục tâm côn.
1 : 50	1°8'45,2"	0,019999	34'22,6"	0,010000	Mối nối cố định trong truyền dẫn thủy lực của đầu máy diezel và thiết bị nâng chuyển. Các chốt côn, chốt định vị, chuôi calip nút, đầu trục lắp tay quay. Vòng chặn kín của ống lót và trục côn của đồng hồ đo chất lỏng, bánh răng côn, then vát và then tiếp tuyến.
1 : 30	1°54'34,9"	0,033330	57'17,5"	0,016665	Ngõng côn của trục chính máy công cụ. Côn để lắp dao doa, dao khoét và trục tâm.
1 : 20	2°51'51,1"	0,049990	1°25'55,5"	0,024995	Bulông côn, khóa van nêm, trục bánh lái. Côn hệ mét của dụng cụ. Lỗ côn trục chính máy công cụ, chuôi côn của dụng cụ cắt. Trục gá dao doa có côn hệ mét. Chuôi của bánh răng đồng hồ để lắp kim chỉ.
1 : 15	3°49'5,9"	0,066642	1°54'32,9"	0,033321	Mối nối rất kín khít của trục chân vịt rỗng và đặc để lắp chân vịt, mối nối côn của chi tiết khi chịu lực dọc trục. Mối ghép pittông với cán pittông. Nối ghép các bộ phận của trục khuỷu. Trục bánh lái. Cổ lắp bánh răng của trục chính. Bulông nối ghép.
1 : 12	4°46'18,8"	0,083285	2°23'9,4"	0,041643	Bạc cố định ổ bi và ổ đũa, ngõng trục chính có lắp ổ đũa điều chỉnh.
1 : 10	5°43'29,3"	0,099915	2°51'44,6"	0,049957	Khớp nối trục, mối nối của các trục truyền dẫn tầu thủy với khớp nối có mặt bích. Mối nối côn của các chi tiết khi chịu cả lực hướng kính và chiều trục. Đầu trục ra của máy điện và các máy khác. Bạc điều chỉnh của ổ trục chính. Trục của truyền động bánh răng. Bơm pittông bulông và chốt nối ghép. Côn của dụng cụ. Mũi tâm của các máy công cụ hạng nặng. Vòng làm kín khít.

Bảng 5.4. *(tiếp theo)*

Độ côn	Góc côn α		Góc nghiêng α/2		Ví dụ áp dụng
	Theo độ	Theo radian	Theo độ	Theo radian	
1 : 8	7°9'9,6"	0,124838	3°34'34,8"	0,062419	Côn của các trục lắp cam. Khớp nối trục theo tiêu chuẩn của Mỹ đối với công nghiệp ô tô.
1 : 7	8°10'16,4"	0,142615	4°5'8,2"	0,071307	Van nút của cụm bít kín, đầu trục chính máy mài có côn ngoài.
1 : 5	11°25'16,3"	0,199337	5°42'38,1"	0,099669	Mối nối dễ tách ra của các chi tiết khi chịu lực hướng kính. Chuôi côn của ngõng trục. Ly hợp côn masát. Khớp nối của máy phát điện. Phụ tùng nối ống. Đầu trục đối với thiết bị kẹp chặt trong chế tạo ô tô. Ren khóa của ống khoan.
1 : 3	18°55'28,7"	0,330297	9°27'44,3"	0,165149	Côn của khớp nối với momen giới hạn. Đầu trục chính máy mài có côn ngoài và lỗ lắp dao phay mặt đầu. Cần nối với pittông.
1 : 1,866	30°	0,523599	15°	0,261799	Khớp nối ma sát của các truyền dẫn, chấu kẹp, đầu bulông xăm lốp, cán pittông.
1 : 1,207	45°	0,785398	22°30'	0,392699	Đầu bulông đinh tán chìm hoặc nửa chìm có đường kính từ 27÷36 mm. Côn làm kín khít đối với các ống nối ren trong.
1 : 0,866	60°	1,047198	30°	0,523599	Đầu bulông đinh tán chìm hoặc nửa chìm có đường kính từ 16÷24 mm. Mũi tâm của máy công cụ và lỗ tâm. Van xả, van thông.
1 : 0,652	75°	1,308997	37°30'	0,654498	Đầu vít chìm. Đầu bulông đinh tán chìm và nửa chìm có đường kính từ 10÷14 mm. Mũi tâm của dụng cụ (tarô, mũi doa).
1 : 0,500	90°	1,570796	45°	0,785398	Đầu bulông đinh tán chìm và nửa chìm có đường kính đến 8 mm. Đầu vít chìm đối với kim loại, chất dẻo và gỗ. Mặt vát phần cắt của thanh. Mặt vát của trục, chốt và các chi tiết tương tự khác. Côn của van và xu páp. Lỗ tâm đối với công việc nặng. Mặt vát của moay ơ.
1 : 0,289	120°	2,094395	30°	1,047198	Mặt vát trong của lỗ cắt đứt. Côn để lắp đệm cụm nắp bích van tiết lưu. Mặt vát ngoài của đai ốc và đầu vít. Đầu nửa chìm của đinh tán đường kính đến 5 mm.

Bảng 5.5. Góc côn và góc nghiêng của độ côn có công dụng đặc biệt

Độ côn	Góc côn α		Góc nghiêng α/2		Ví dụ áp dụng	
	Theo độ	Theo radian	Theo độ	Theo radian		
1 : 32	1°47'24"	0,031247	53'42"	0,015624	Ren côn của ống nối và khớp nối với ống	
1 : 24	2°23'13"	0,041661	1°11'37"	0,020830	Côn của dụng cụ theo tiêu chuẩn Mỹ khi kích thước nhỏ hơn côn Mooc số 1	
1 : 19,212	2°58'54"	0,052039	1°29'27"	0,026020	Côn Mooc	
					N°	Đường kính, mm
					0	9,045
1 : 20,047	2°51'26"	0,049872	1°25'43"	0,024936	1	12,065
1 : 20,020	2°51'41"	0,049940	1°25'50"	0,024970	2	17,780
1 : 19,922	2°52'32"	0,050185	1°26'16"	0,025093	3	23,825
1 : 19,254	2°58'31"	0,051926	1°29'16"	0,025963	4	31,267
1 : 19,002	3°00'53"	0,052614	1°30'27"	0,026307	5	44,399
1 : 19,180	2°59'12"	0,052126	1°29'36"	0,026063	6	63,348
1 : 16	3°34'47"	0,062480	1°47'24"	0,031240	Ren ống côn công dụng chung, côn dụng cụ theo tiêu chuẩn Mỹ khi kích thước đến 12"	

Bảng 5.5. *(tiếp theo)*

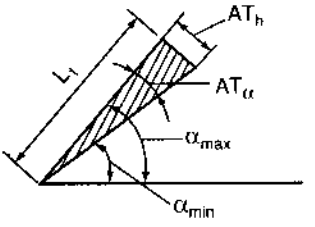
Độ côn	Góc côn α		Góc nghiêng α/2		Ví dụ áp dụng
	Theo độ	Theo radian	Theo độ	Theo radian	
7 : 64	6°15'38"	0,109266	3°7'49"	0,054633	Lỗ lắp trục tâm của bàn máy xọc răng
3 : 25	6°52'	0,119856	3°26'	0,059928	Ren lỗ miệng bình thép chứa gaz và van bình ôxy
1 : 6	9°31'33"	0,166282	4°45'49"	0,083141	Ren khóa đối với ống và khớp nối ống
1 : 4,07	14°	0,244346	7°	0,122173	Đầu bích của trục chính máy mài, tiện và tiện rê vôn ve. Phần ghép nối của mâm cặp, mâm cặp hoa mai và mặt bích chuyển tiếp.
1 : 4	14°15'	0,248710	7°7'30"	0,124355	Đầu bích của trục chính máy công cụ, cũng như phần nối ghép của mâm cặp, mâm cặp hoa mai và bích chuyển tiếp nối với chúng. Ren khóa đối với ống và khớp nối ống.
7 : 24	16°35'40"	0,289625	8°17'50"	0,144812	Đầu trục chính và trục tâm của máy phay. Bạc chuyển tiếp, chấu kẹp đàn hồi để cho dao phay.
1 : 1,5	36°52'12"	0,643501	18°26'6"	0,321751	Mối nối ren ống loại nặng có đệm côn làm kín
	74°	1,291544	37°	0,645772	Côn của các chi tiết ống dẫn. Cọc sợi của máy sợi thô.
	89°	1,553343	44°30'	0,776672	

Dung sai kích thước góc:

Dung sai kích thước góc được kí hiệu là AT (Angle Tolerance) và được tính theo công thức:

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

Dung sai góc có thể được biểu thị bằng đơn vị góc: AT_α, hoặc bằng đơn vị dài (μm): AT_h, hình 5-4.



Hình 5-4. Biểu thị dung sai góc.

AT_h - là độ dài đoạn vuông góc với một cạnh của góc tại vị trí cách đỉnh một khoảng L_1 nằm đối diện với góc dung sai AT_α

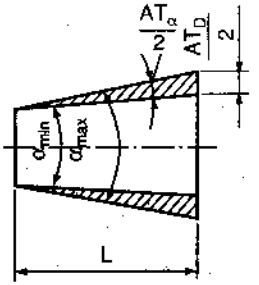
$$AT_h = AT_\alpha . L_1 . 10^{-3}\ \mu m$$

(AT_α – μrad, L_1 – mm)

Dung sai góc côn – AT_D

Nó được biểu diễn bằng dung sai hiệu đường kính của hai mặt cắt vuông góc với trục côn và cách nhau một khoảng L đã cho.

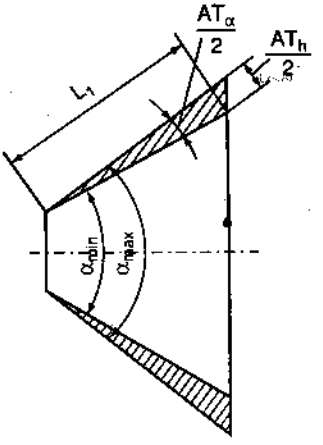
Với độ côn nhỏ, C ≤ 1:3 thì dung sai góc côn phụ thuộc vào chiều dài danh nghĩa của côn L và $AT_D \approx AT_h$, hình 5-5.



Hình 5-5. Biểu thị dung sai góc côn với C ≤ 1:3.

Với độ côn lớn, C > 1:3 thì dung sai góc côn phụ thuộc vào chiều dài đường sinh côn L_1, hình 5-6.

Quy định dung sai góc còn tùy thuộc vào cấp chính xác chế tạo kích thước góc. TCVN260-86 quy định 17 cấp chính xác chế tạo kích thước góc và được kí hiệu theo thứ tự giảm mức độ chính xác từ cấp 1 đến cấp 17. Chữ số chỉ cấp chính xác được đặt sau kí hiệu dung sai góc ví dụ: AT5 biểu thị dung sai góc ở cấp chính xác 5. Trị số dung sai góc ứng với các cấp chính xác và



Hình 5-6. Biểu thị dung sai góc côn với C > 1:3.

khoảng chiều dài danh nghĩa (L, L_1) khác nhau được chỉ dẫn trong bảng 5.6.

Bảng 5.6. **Trị số dung sai góc**

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác							
	5				6			
	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D
	µrad	ph – s	ph – s	µm	µrad	ph – s	ph – s	µm
Đến 10	315	1'05"	1'	... 3,2	500	1'43"	1'40"	... 5,0
> 10 ÷ 16	250	52"	50"	2,5 – 4,0	400	1'22"	1'20"	4,0 – 6,3
> 16 ÷ 25	200	41"	40"	3,2 – 5,0	315	1'05"	1'	5,0 – 8,0
> 25 ÷ 40	160	33"	32"	4,0 – 6,3	250	52"	50"	6,3 – 10,0
> 40 ÷ 63	125	26"	26"	5,0 – 8,0	200	41"	40"	8,0 – 12,5
> 63 ÷ 100	100	21"	20"	6,3 – 10,0	160	33"	32"	10,0 – 16,0
> 100 ÷ 160	80	16"	16"	8,0 – 12,5	125	26"	26"	12,5 – 20,0
> 160 ÷ 250	63	13"	12"	10,0 – 16,0	100	21"	20"	16,0 – 25,0
> 250 ÷ 400	50	10"	10"	12,5 – 20,0	80	16"	16"	20,0 – 32,0
> 400 ÷ 630	40	8"	8"	16,0 – 25,0	63	13"	12"	25,0 – 40,0
> 630 ÷ 1000	31,5	6"	6"	20,0 – 32,0	50	10"	10'	32 – 50
> 1000 ÷ 1600	25	5"	5"	25,0 – 40,0	40	8"	8"	40 – 63
> 1600 ÷ 2500	20	4"	4"	32 – 50	31,5	6"	6"	50 – 80

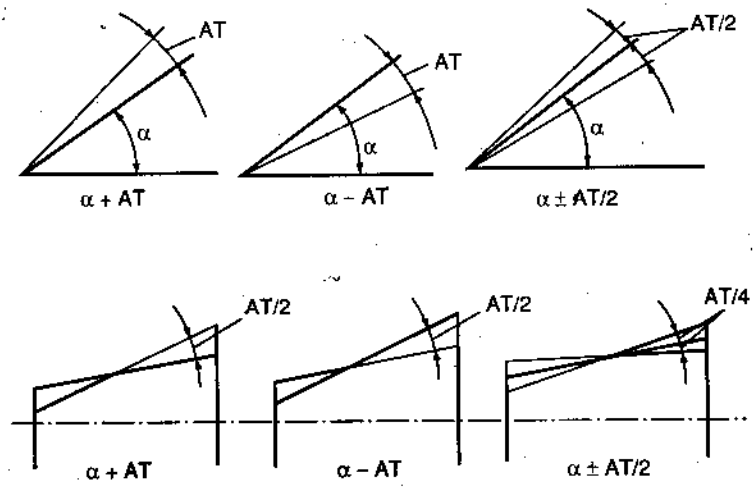
Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác							
	7				8			
	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D
	µrad	ph – s	ph – s	µm	µrad	ph – s	ph – s	µm
Đến 10	800	2'45"	2'45"	... 8,0	1250	4'18"	4'	... 12,5
> 10 ÷ 16	630	2'10"	2'0"	6,3 – 10,0	1000	3'26"	3'	10,0 – 16,0
> 16 ÷ 25	500	1'43"	1'40"	8,0 – 12,5	800	2'49"	2'30"	12,5 – 20,0
> 25 ÷ 40	400	1'22"	1'20"	10,0 – 16,0	630	2'10"	2'0"	16,0 – 25,0
> 40 ÷ 63	315	1'05"	1'	12,5 – 20,0	500	1'43"	1'40"	20,0 – 32,0
> 63 ÷ 100	250	52"	50"	16,0 – 25,0	400	1,22"	1'20"	25,0 – 40,0
> 100 ÷ 160	200	41"	40"	20,0 – 32,0	315	1'05"	1'	32 – 50
> 160 ÷ 250	160	33"	32"	25,0 – 40,0	250	52"	50"	40 – 63
> 250 ÷ 400	125	26"	26"	32 – 50	200	41"	40"	50 – 80
> 400 ÷ 630	100	21"	20"	40 – 63	160	33"	32"	63 – 100
> 630 ÷ 1000	80	16"	16"	50 – 80	125	26"	26"	80 – 125
> 1000 ÷ 1600	63	13"	12"	63 – 100	100	21"	20"	100 – 160
> 1600 ÷ 2500	50	10"	10"	80 – 125	80	16"	16"	125 – 200

Bảng 5.6. *(tiếp theo)*

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác							
	9				10			
	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D
	μrad	ph – s	ph – s	μm	μrad	ph – s	ph – s	μm
Đến 10	2000	6'52"	6'	... 20	3150	10'49"	10'	... 32
> 10 ÷ 16	1600	5'30"	5'	16 – 25	2500	8'35"	8'	25 – 40
> 16 ÷ 25	1250	4'18"	4'	20 – 32	2000	6'52"	6'	32 – 50
> 25 ÷ 40	1000	3'26"	3'	25 – 40	1600	5'30"	5'	40 – 63
> 40 ÷ 63	800	2'45"	2'30"	32 – 50	1250	4'18"	4'	50 – 80
> 63 ÷ 100	630	2'10"	2'	40 – 63	1000	3'26"	3'	63 – 100
> 100 ÷ 160	500	1'43"	1'40"	50 – 80	800	2'45"	2'30"	80 – 125
> 160 ÷ 250	400	1'22"	1'20"	63 – 100	630	2'10"	2'	100 – 160
> 250 ÷ 400	315	1'05"	1'	80 – 125	500	1'43"	1'40"	125 – 200
> 400 ÷ 630	250	52"	50"	100 – 160	400	1'22"	1'20"	160 – 250
> 630 ÷ 1000	200	41"	40"	125 – 200	315	1'05"	1'	200 – 320
> 1000 ÷ 1600	160	33"	32"	160 – 250	250	52"	50"	250 – 400
> 1600 ÷ 2500	125	26"	25"	200 – 320	200	41"	40"	320 – 500

Khoảng chiều dài L, L_1, mm	Cấp chính xác							
	11				12			
	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D	AT_α		AT'_α	AT_h ; AT_D
	μrad	ph – s	ph – s	μm	μrad	ph – s	ph – s	μm
Đến 10	5000	17'10"	16'	... 50	8000	27'28"	26'	... 80
> 10 ÷ 16	4000	13'44"	12'	40 – 63	6300	21'38"	20'	63 – 100
> 16 ÷ 25	3150	10'49"	10'	50 – 80	5000	17'10"	16'	80 – 125
> 25 ÷ 40	2500	8'35"	8'	63 – 100	4000	13'44"	12'	100 – 160
> 40 ÷ 63	2000	6'52"	6'	80 – 125	3150	10'49"	10'	125 – 200
> 63 ÷ 100	1600	5'30"	5'	100 – 160	2500	8'35"	8'	160 – 250
> 100 ÷ 160	1250	4'18"	4'	125 – 200	2000	6'52"	6'	200 – 320
> 160 ÷ 250	1000	3'26"	3'	160 – 250	1600	5'30"	5'	250 – 400
> 250 ÷ 400	800	2'45"	2'30"	200 – 320	1250	4'18"	4'	320 – 500
> 400 ÷ 630	630	2'10"	2'	250 – 400	1000	3'26"	3'	400 – 630
> 630 ÷ 1000	500	1'43"	1'40"	320 – 500	800	2'45"	2'30"	500 – 800
> 1000 ÷ 1600	400	1'22"	1'20"	400 – 630	630	2'10"	2'	630 – 1000
> 1600 ÷ 2500	325	1'05"	1'	500 – 800	500	1'43"	1'40"	800 – 1250

Miền dung sai góc và góc côn được phân bố ở một phía hoặc đối xứng với vị trí góc danh nghĩa như chỉ dẫn trên hình 5-7.



Hình 5-7. Phân bố miền dung sai góc.

5.2. LẮP GHÉP CÔN TRƠN

Lắp ghép côn trơn được sử dụng phổ biến là do có các tính chất ưu việt như: độ kín khít, độ bền cao, dễ dàng điều chỉnh độ hở và độ dôi nhờ sự thay đổi vị trí dọc trục của chi tiết lắp ghép, tự định tâm tốt, khả năng tháo lắp nhanh mà không làm hư hỏng bề mặt lắp ghép của các chi tiết.

5.2.1. Đặc tính của lắp ghép côn trơn

Cũng tương tự như lắp ghép trụ trơn, tuỳ theo đặc tính lắp ghép mà lắp ghép côn trơn được phân làm 3 loại: Lắp ghép có độ dôi (lắp cố định), lắp ghép khít và lắp ghép có độ hở (lắp động).

Lắp ghép cố định dùng để loại trừ dịch chuyển tương đối của các chi tiết lắp ghép và để truyền mô men xoắn giữa chúng. Chức năng ấy được bảo đảm bằng lực ma sát giữa các bề mặt lắp ghép. Lực ma sát có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi độ dôi do thay đổi vị trí tương quan của bề mặt côn chi tiết dọc theo đường tâm chi tiết.

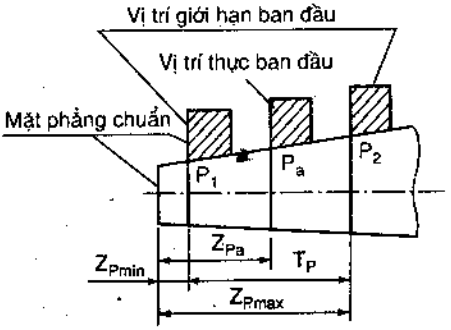
Độ dôi được thực hiện bằng cách kéo hoặc ép côn ngoài vào côn trong hoặc lắp bằng phương pháp biến dạng nhiệt (nung nóng côn trong hoặc làm nguội côn ngoài trước khi ép). Trong trường hợp tải trọng lớn, có

trấn động mà độ dôi lại tương đối bé thì có thể lắp thêm then để đảm bảo truyền mô men xoắn. Lắp ghép cố định được sử dụng trong các mối ghép côn của trục máy điện, trục của máy công cụ, trục truyền dẫn của tàu thuỷ, ly hợp côn ma sát, v.v...

Lắp ghép khít có khả năng trượt tương đối nhưng kín đảm bảo gaz, nước, dầu không thoát ra theo bề mặt lắp ghép. Nó được sử dụng trong các mối ghép, ví dụ: van nút của thiết bị nối ống, lắp ghép van xupáp với đế van trong động cơ, miệng phun (jiclơ) trong bộ chế hòa khí...

Lắp động đảm bảo sự quay tương đối hoặc khe hở giữa bề mặt lắp ghép. Nó có ưu việt: định tâm chính xác, có thể bồi thường khe hở, do độ mòn của bề mặt làm việc bằng cách dịch chuyển chi tiết dọc trục. Lắp động được sử dụng trong dụng cụ đo chính xác, ổ côn của máy công cụ, cân định lượng và thiết bị điều chỉnh.

Vị trí tương đối hướng trục của chi tiết côn lắp ghép là quyết định giá trị độ dôi hoặc độ hở của lắp ghép côn. Vị trí đó được xác định so với mặt phẳng chuẩn đã cho, hình 5-8.



Hình 5-8.

5.2.2. Mặt phẳng chuẩn

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

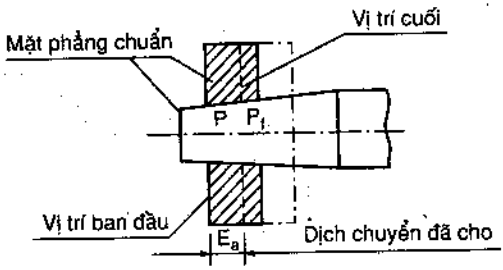
Khoảng cách chuẩn là khoảng cách giữa các mặt chuẩn của côn lắp ghép đo theo hướng trục của côn, hình 5-8.

Tương ứng với các kích thước giới hạn của các thông số côn ta cũng có các khoảng cách chuẩn giới hạn: Z_{pmax}, Z_{pmin} và dung sai khoảng cách chuẩn T_p được tính:

$$T_p = Z_{pmax} - Z_{pmin}$$

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

Khi thực hiện lắp ghép hai chi tiết côn với nhau thì tùy theo đặc



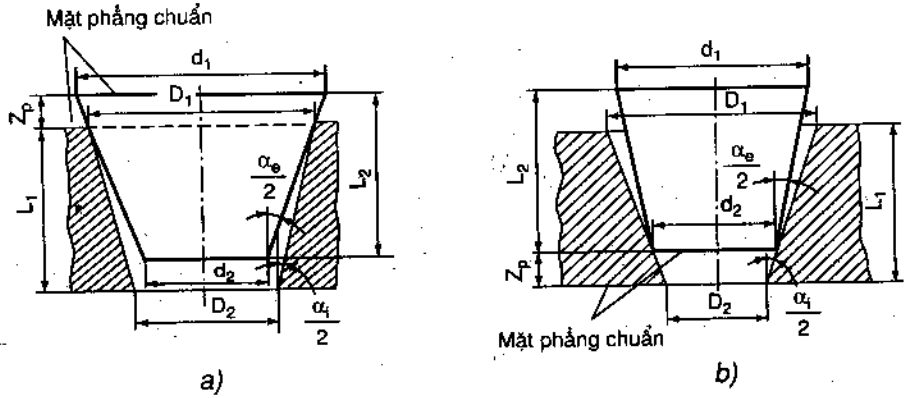
Hình 5-9.

tính yêu cầu của lắp ghép mà vị trí của côn dịch chuyển tương đối với nhau một lượng E_a, hình 5-9. Vị trí sau khi lắp ghép ta gọi là vị trí cuối của côn, P_f.

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

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

Xét một lắp ghép côn như biểu thị trên hình 5-10.



Hình 5-10.

Xét trường hợp: $\alpha_e > \alpha_i$

α_e – góc côn của côn ngoài

α_i – góc côn của côn trong

Ta có:

$$Z_P = \frac{d_1 - D_1}{2tg(\alpha_e/2)} \quad (5\text{-}1)$$

Thay D_1 bằng các kích thước được kiểm tra dễ dàng bằng calip giới hạn, ta có:

$$D_1 = D_2 + L_1 2tg(\alpha_i/2) \quad (5\text{-}2)$$

Từ (5-1) và (5-2) ta suy ra:

$$Z_P = \frac{d_1 - D_2}{2tg(\alpha_e/2)} - L_1 \frac{tg(\alpha_i/2)}{tg(\alpha_e/2)} \quad (5\text{-}3)$$

Áp dụng lý thuyết tính sai số, từ (5-3) ta suy ra:

$$Z_{Pmax} = \frac{es_{d_1} - EI_{D_2}}{2tg(\alpha/2)} - \frac{2Z_p}{sin\alpha} ei_{\alpha_e} - \frac{2L_1}{sin\alpha} EI_{\alpha_i} - EI_{L_1} \quad (5\text{-}4)$$

$$Z_{Pmin} = \frac{ei_{d_1} - ES_{D_2}}{2tg(\alpha/2)} - \frac{2Z_p}{sin\alpha} es_{\alpha_e} - \frac{2L_1}{sin\alpha} ES_{\alpha_i} - ES_{L_1} \quad (5\text{-}5)$$

$$T_P = \frac{AT_{d_1} + AT_{D_2}}{2tg(\alpha/2)} + \frac{2Z_p}{sin\alpha} AT\alpha_e + \frac{2L_1}{sin\alpha} AT\alpha_i + T_{L_1} \quad (5\text{-}6)$$

Ở đây:

Z_{pmax}, Z_{pmin}, T_p – sai lệch giới hạn và dung sai khoảng cách chuẩn của mối ghép;

es_{d_1}, ei_{d_1}, AT_{d_1} – sai lệch giới hạn và dung sai đường kính d_1 của côn ngoài;

ES_{D_2}, EI_{D_2}, AT_{D_2} – sai lệch giới hạn và dung sai đường kính D_2 của côn trong;

es_{α_e}, ei_{α_e}, AT_{α_e} – sai lệch giới hạn và dung sai góc côn của côn ngoài (trục côn);

ES_{α_i}, EI_{α_i}, AT_{α_i} – sai lệch giới hạn và dung sai góc côn của côn trong (lỗ côn);

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

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

$$Z_{Pmax} = \frac{1}{C}(es_{d_1} - EI_{D_2} - 2Z_P ei_{\alpha_e} - 2L_1 EI_{\alpha_i}) - EI_{L_1} \quad (5\text{-}7)$$

$$Z_{Pmin} = \frac{1}{C}(ei_{d_1} - ES_{D_2} - 2Z_P es_{\alpha_e} - 2L_1 ES_{\alpha_i}) - ES_{L_1} \quad (5\text{-}8)$$

$$T_P = \frac{1}{C}(AT_{d_1} + AT_{D_2} + 2Z_P AT_{\alpha_e} + 2L_1 AT_{\alpha_i}) + T_{L_1} \quad (5\text{-}9)$$

Trường hợp $\alpha_e < \alpha_i$ (hình 5-10b) cũng tương tự như trên ta có:

$$Z_{Pmax} = \frac{1}{C}(es_{d_1} - EI_{D_2} - 2Z_P Ei_{\alpha_i} - 2L_2 ei_{\alpha_e}) - EI_{L_2} \quad (5\text{-}10)$$

$$Z_{Pmin} = \frac{1}{C}(ei_{d_1} - ES_{D_2} - 2Z_P ES_{\alpha_i} - 2L_2 es_{\alpha_e}) - ES_{L_2} \quad (5\text{-}11)$$

$$T_P = \frac{1}{C}(AT_{d_1} + AT_{D_2} + 2Z_P AT_{\alpha_i} + 2L_2 AT_{\alpha_e}) + T_{L_2} \quad (5\text{-}12)$$

Ví dụ; Cho mối ghép côn (hình 5-11)

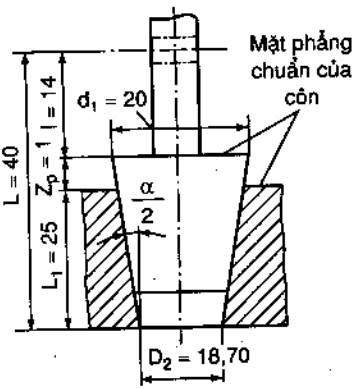
Biết:

+ Độ côn C = 1 : 20 = 0,05 và góc côn $\alpha = 2°51'51''$.

+ Khoảng cách chuẩn Z_P = 1mm.

+ Kích thước L = 40 mm được phép dao động trong khoảng từ 40 đến 42 mm (T_L = 2 mm).

+ Với lí do kinh tế và công nghệ kích thước l và L_1 được chế tạo ở cấp chính xác IT10, do vậy:



Hình 5-11.

T_{L_1} = 0,045 mm

T_l = 0,035 mm

Xác định dung sai cho các kích thước: AT_{d_1}, AT_{D_2} và AT_α (d_1 = 20, D_2 = 18,7 mm).

Xét chuỗi kích thước bao gồm các khâu L, L_1, Z_P, l và với L là khâu khép kín ta tính được dung sai khoảng cách chuẩn, T_P:

$$T_P = T_L - (T_{L_1} + T_l)$$
$$= 2 - (0,035 + 0,045) = 1,920 \text{ mm}$$

Từ biểu thức (5-9) ta suy ra:

$$AT_{d_1} + AT_{D_2} + 2Z_P AT_{\alpha_e} + 2L_1 AT_{\alpha_i} = (T_P - T_{L_1})C$$

$$AT_{d_1} + AT_{D_2} + 2AT_{\alpha_e} + 50AT_{\alpha_i} = 0{,}09375 \text{ mm}$$

Dựa vào điều kiện công nghệ cụ thể của sản xuất ta phân bổ dung sai cho các yếu tố như sau:

Theo điều kiện công nghệ hợp lý thì:

Kích thước d_1 được chế tạo ở cấp chính xác 9 : $AT_{d_1} = 0{,}021$ mm (bảng 5.6).

Kích thước D_2 được chế tạo ở cấp chính xác 10 : $AT_{D_2} = 0{,}033$ mm.

Dung sai kích thước góc: $AT_{\alpha_e} = AT_{\alpha_i}$

Ta có:

$$AT_{\alpha_e} = AT_{\alpha_i} = \frac{0{,}09375 - 0{,}021 - 0{,}033}{52} = 0{,}00076 \text{ rad}$$

$$AT_{\alpha_e} = AT_{\alpha_i} = 2'39{,}6''.$$

Chương 6

DUNG SAI LẮP GHÉP REN

Lắp ghép ren được sử dụng phổ biến trong kết cấu máy, dụng cụ, dụng cụ đo... của các ngành công nghiệp khác nhau. Lắp ghép ren, cũng bao gồm ren trong (đai ốc, lỗ ren,...) và ren ngoài (bu-lông, vít,...)

Ren có thể được phân loại theo các phương pháp sau:

– Theo công dụng; chúng được phân làm hai loại:

+ Ren có công dụng chung được dùng phổ biến trong các ngành công nghiệp như: ren kẹp chặt, ren biến đổi chuyển động trong các cơ cấu vít, ren ống, v.v...

+ Ren có công dụng đặc biệt, chỉ dùng trong một số loại sản phẩm công nghiệp như ren đui đèn điện, ren tròn dùng trong các dụng cụ quang học.

– Theo prôfinren, có ren tam giác, hình thang, chữ nhật, ren tròn, v.v.

– Theo số mối ren có ren một đầu mối và ren nhiều đầu mối.

– Theo đơn vị đo kích thước ren có ren hệ mét, ren hệ Anh.

6.1. CÁC THÔNG SỐ KÍCH THƯỚC CƠ BẢN CỦA REN

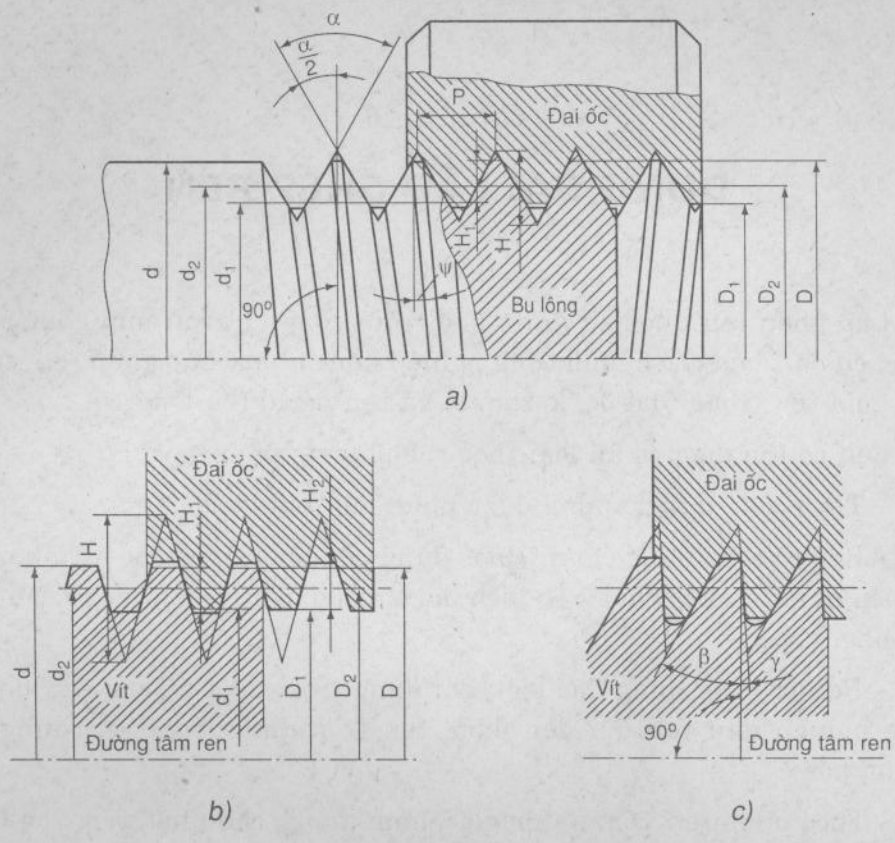
Kích thước danh nghĩa của các thông số hình học ren đai ốc và ren bu-lông (vít) là giống nhau như chỉ dẫn trên hình 6-1..

Đường kính ngoài của ren d (D)[1] là đường kính của mặt trụ tiếp xúc với đỉnh của ren ngoài hoặc đáy của ren trong. Đường kính ngoài được dùng làm đường kính danh nghĩa của ren.

Đường kính trong của ren $d_1(D_1)$ là đường kính của mặt trụ tiếp xúc với đỉnh của ren trong hoặc đáy của ren ngoài. Đường kính trong của ren xác định tiết diện nguy hiểm của bu-lông.

Đường kính trung bình của ren d_2 (D_2) là đường kính của mặt trụ đồng tâm với tâm ren và cắt prôfin ren sao cho chiều rộng rãnh bằng

(1) Chữ in thường dùng để kí hiệu cho các yếu tố kích thước ren bulông còn chữ in hoa dùng cho ren đai ốc.



Hình 6-1.

nửa bước ren. Nếu không có sai số bước và nửa góc prôfin ren thì mặt trụ sẽ cắt prôfin ren sao cho chiều rộng rãnh bằng chiều rộng răng.

Bước ren P, là khoảng cách giữa hai mặt bên kế tiếp cùng tên của ren, đo theo hướng song song với đường tâm ren. Đối với ren nhiều đầu mối cần phải phân biệt bước xoắn vít của ren P_h và bước ren P. Nếu số mối ren là n thì bước xoắn vít của ren sẽ là $P_h = P \times n$.

Góc prôfin ren α là góc giữa hai cạnh bên của prôfin ren trong mặt phẳng đi qua trục ren (đường tâm ren). Đối với ren có prôfin ren đối xứng thì khi kiểm tra người ta thường đo nửa góc prôfin ren α/2. Khi kiểm tra theo α/2 cho phép ta xác định được giá trị góc α và cả độ nghiêng của ren. Đối với ren có prôfin ren không đối xứng, hình 6-1c, thì góc nghiêng của prôfin ren $\beta \neq \gamma \neq \alpha/2$.

Góc nâng của ren ψ là góc giữa tiếp tuyến của bề mặt xoắn vít tại đường kính trung bình của ren và mặt phẳng vuông góc với trục ren, hình 6.1a.

Đối với ren một đầu mối: $tg\psi = \frac{P}{\pi d_2} \left(= \frac{P}{\pi D_2}\right)$

Đối với ren nhiều đầu mối: $tg\psi = \frac{P_h}{\pi d_2} \left(= \frac{P_h}{\pi D_2}\right)$

Góc nâng của ren ψ, quyết định tính tự hãm của ren (tính chống tháo lỏng của mối ghép ren). Nếu như không có ma sát ở mặt mút của đai ốc hoặc đầu bulông thì sự tự hãm được đảm bảo khi:

$$\psi < \text{arctg } f_n \quad \text{với } f_n = \frac{f}{\cos\alpha/2}$$

f – hệ số ma sát của vật liệu ren khi bề mặt xoắn phẳng

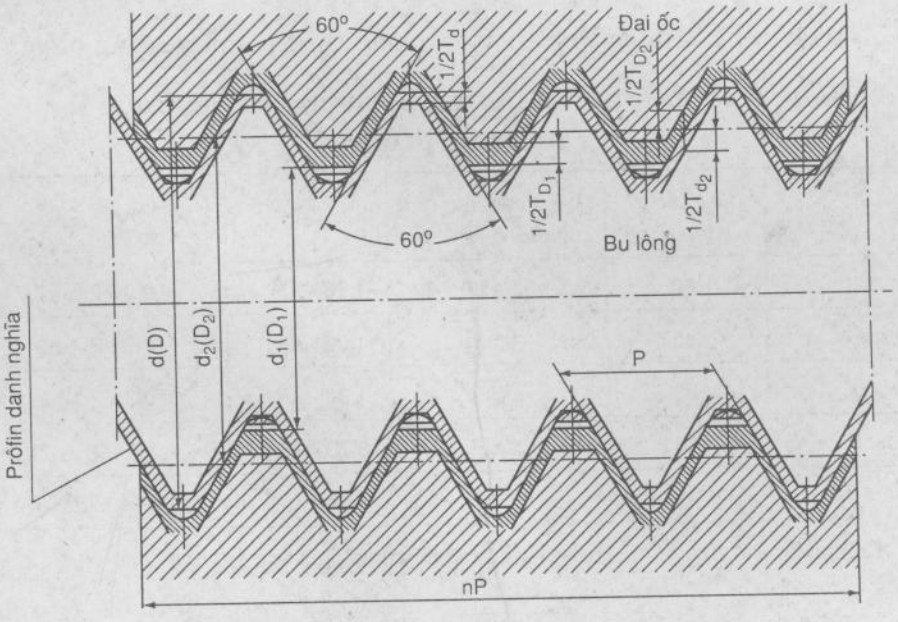
Tính tự hãm được đánh giá bằng giá trị của hệ số η

$$\eta = \frac{tg\psi}{tg(\psi + \text{arctg } f_n)}$$

Ren có giá trị hệ số η nhỏ hơn thì tính chống tháo lỏng tin cậy hơn.

6.2. DUNG SAI LẮP GHÉP REN

Để đảm bảo ren đai ốc vặn vào bu lông (đảm bảo tính đổi lẫn của ren) thì bề mặt ren đai ốc và bulông phải nằm trong công tua giới hạn thể hiện như hình 6-2. Trên hình vẽ thể hiện lắp ghép ren có độ hở, độ hở nhỏ nhất



Hình 6-2. Công tua giới hạn của ren.

bằng không. Đường đậm biểu thị prôfin danh nghĩa của ren. Để đảm bảo prôfin thực của ren đai ốc không vượt quá prôfin danh nghĩa về phía trong và prôfin thực của bulông không vượt quá prôfin danh nghĩa ra phía ngoài thì các kích thước ren cũng phải nằm trong giới hạn xác định tức là trong phạm vi dung sai kích thước ren như biểu thị trên hình 6-2.

Đối với ren người ta không quy định dung sai riêng cho sai số bước và sai số góc prôfin ren. Ảnh hưởng sai số của chúng đến tính đổi lẫn của ren được tính đến khi quy định dung sai cho đường kính trung bình (d_2, D_2). Như vậy dung sai của đường kính trung bình (dung sai tổng) bao gồm dung sai của sai số bản thân đường kính trung bình (T'_{d_2}, T'_{D_2}) cộng thêm lượng bù hướng kính cho sai số bước ren f_P và sai số nửa góc prôfin ren f_α . [1]

$$T_{d_2} = T'_{d_2} + f_P + f_\alpha$$

$$T_{D_2} = T'_{D_2} + f_P + f_\alpha$$

Khi kiểm tra ren, nếu ta đo đường kính trung bình, đo bước ren và đo nửa góc prôfin ren thì ta phải đánh giá chất lượng ren thông qua "đường kính trung bình biểu kiến" d'_2 (D'_2). Đó là đường kính trung bình có kể đến ảnh hưởng sai số bước và sai số nửa góc prôfin ren. Nó được tính theo công thức:

Đối với bu lông $d'_2 = d_{2th} + f_P + f_\alpha$

Đối với đai ốc $D'_2 = D_{2th} - (f_P + f_\alpha)$.

Giá trị của f_P, f_α được tính theo các công thức chỉ dẫn trong bảng 6.1.

Bảng 6.1. **Lượng bù hướng kính cho sai số bước f_P và nửa góc prôfin f_α**

Ren	Góc prôfin ren α°	Chiều cao làm việc của prôfin H_1 – mm	f_P, µm	$f_{\alpha'}$ µm
Hệ mét	60	~ 0,5413P	1,732 ΔP_n	0,36.P.$\Delta\alpha/2$
Hệ Anh	55	~ 0,5P	1,921 ΔP_n	0,35.P.$\Delta\alpha/2$
Ren ống	55	~ 0,5P	1,921 ΔP_n	0,35.P.$\Delta\alpha/2$
Ren hình thang	30	~ 0,5P	3,732 ΔP_n	0,582.P.$\Delta\alpha/2$
Ren tựa	$\gamma = 3^\circ$; $\beta = 30^\circ$	~ 0,75P	3,175 ΔP_n	0,46.P×(0,75$\Delta\gamma$ + $\Delta\beta$)

Chú thích: – P theo mm; ΔP theo µm; $\Delta\alpha/2$ tính theo phút góc (')

$$-\ \Delta\alpha/2 = \frac{|\Delta\alpha/2|_{phải} + |\Delta\alpha/2|_{trái}}{2}$$

Dựa vào kết quả tính toán ta có thể kết luận ren đạt yêu cầu khi:

$$d_{2min} \le d'_2 \le d_{2max} \quad \text{đối với ren bulông}$$

$$D_{2min} \le D'_2 \le D_{2max} \quad \text{đối với ren đai ốc}$$

Các kích thước giới hạn của đường kính trung bình ren $d_{2min}(D_{2min})$ và $d_{2max}(D_{2max})$ được quy định theo tiêu chuẩn tùy theo kích thước, cấp chính xác và đặc tính yêu cầu của lắp ghép ren đã cho.

Như vậy để đảm bảo tính đổi lẫn của ren thì tiêu chuẩn chỉ quy định sai lệch giới hạn và dung sai cho đường kính trung bình $d_2(D_2)$, đường kính trong $d_1(D_1)$ và đường kính ngoài d(D) của ren bulông và đai ốc đối với các loại mối ghép ren khác nhau.

6.3. DUNG SAI LẮP GHÉP REN HỆ MÉT

6.3.1. Thông số kích thước cơ bản

Prôfin ren hệ mét có đường kính từ 0,25 đến 600 mm và bước ren từ 0,075 đến 6 mm được chỉ dẫn trên hình 6-3 (TCVN2246-77).

Theo trị số bước P, ren được phân làm hai nhóm: Nhóm có bước lớn ứng với đường kính từ 1 đến 68 mm; Nhóm có bước nhỏ đối với đường kính từ 1 đến 600 mm. Đường kính danhnghĩa và bước ren được chỉ dẫn trong bảng 6.2.

Trị số các đường kính ren tương ứng với dãy đường kính danh nghĩa – d(D) và bước – P được tính theo các công thức sau:

Với D = d = đường kính danh nghĩa của ren (đường kính ngoài)

– Đường kính trung bình: $d_2 = D_2 = d - 0{,}649519053.P$

– Đường kính trong: $d_1 = D_1 = d - 1{,}082531755.P$

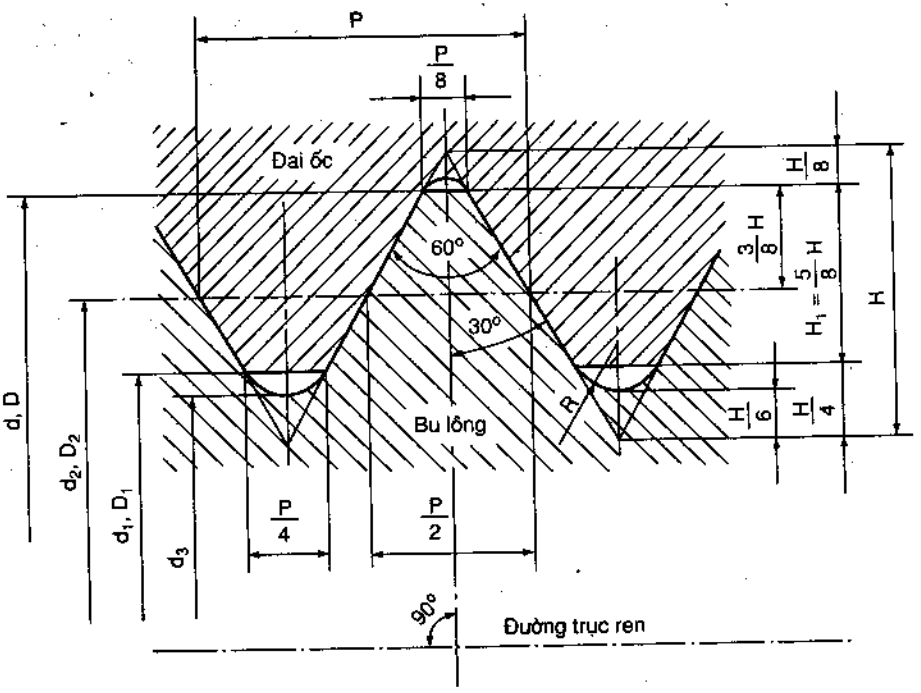
– Đường kính trong của bulông theo đáy của rãnh ren:

$$d_3 = d - 1{,}226869322.P$$

6.3.2. Lắp ghép ren có độ hở

Để quy định dung sai kích thước ren TCVN1917-93 quy định các cấp chính xác chế tạo ren theo bảng 6.3, với mức độ chính xác giảm dần từ 3 đến 9. Tiêu chuẩn cũng quy định dãy các sai lệch cơ bản của các yếu tố kích thước như chỉ dẫn trong bảng 6.3.

Trị số dung sai kích thước ren tương ứng với đường kính danhnghĩa và bước ren được chỉ dẫn trong các bảng 6.4 đến 6.6.



Chiều cao ren $H = \frac{\sqrt{3}}{2} P = 0{,}8660254\ P$,

$$\frac{3}{8} H = 0{,}3247595.P \quad , \quad \frac{H}{4} = 0{,}2165064.P \quad , \quad \frac{H}{8} = 0{,}1082532.P$$

Chiều cao làm việc của ren

$$H_1 = \frac{5}{8} H = 0{,}5412659\ P$$

Bán kính lượn đáy ren bu lông

$$R = \frac{H}{6} = 0{,}1443376\ P$$

Hình 6-3. Prôfin ren hệ mét.

Trị số các sai lệch cơ bản ứng với các bước ren khác nhau được chỉ dẫn trong bảng 6.7.

Miền dung sai của các yếu tố kích thước lắp ghép được quy định tuỳ thuộc vào loại chính xác ren và chiều dài vặn ren như chỉ dẫn trong bảng 6.8. Chiều dài vặn ren tương ứng với đường kính và bước ren khác nhau được chia thành 3 nhóm: Nhóm dài – L, bình thường – N và nhóm ngắn – S. Trị số của chúng được chỉ dẫn trong bảng 6.9. Loại chính xác ren bao gồm: ren chính xác, trung bình và thô. Trị số sai lệch giới hạn của kích thước ren tương ứng với các miền dung sai khác nhau được chỉ dẫn trong các bảng 6.10 đến 6.14.

Bảng 6.2. Dãy đường kính và bước ren (TCVN2247-77)

mm

Đường kính danh nghĩa của ren			Lớn	Bước ren P											
				Nhỏ											
Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3		6	4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
1	–	–	0,25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2
–	1,1	–	0,25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2
1,2	–	–	0,25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2
–	1,4	–	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2
1,6	–	–	0,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2
–	1,8	–	0,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,25	–
2	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,25	–
–	2,2	–	0,45	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,35	–	–
2,5	–	–	0,45	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,35	–	–
3	–	–	0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,35	–	–
–	3,5	–	(0,6)	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	–	–	–
4	–	–	0,7	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	–	–	–
–	4,5	–	(0,75)	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	–	–	–
5	–	–	0,8	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	–	–	–
–	–	(5,5)	–	–	–	–	–	–	–	–	0,75	0,5	–	–	–
6	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	0,75	0,5	–	–	–
–	–	7	1	–	–	–	–	–	–	1	0,75	0,5	–	–	–
8	–	–	1,25	–	–	–	–	–	–	1	0,75	0,5	–	–	–
–	–	9	(1,25)	–	–	–	–	–	–						

Bảng 6.2. *(tiếp theo)*

mm

Đường kính danh nghĩa của ren			Bước ren P									
			Lớn	Nhỏ								
Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3		6	4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
10	–	–	1,5	–	–	–	–	–	1,25	1	0,75	0,5
–	–	11	(1,5)	–	–	–	–	–	–	1	0,75	0,5
12	–	–	1,75	–	–	–	–	1,5	1,25	1	0,75	0,5
–	14	–	2	–	–	–	–	1,5	1,25	1	0,75	0,5
–	–	15	–	–	–	–	–	1,5	–	(1)	–	–
16	–	–	2	–	–	–	–	1,5	–	1	0,75	0,5
–	–	17	–	–	–	–	–	1,5	–	(1)	–	–
–	18	–	2,5	–	–	–	2	1,5	–	1	0,75	0,5
20	–	–	2,5	–	–	–	2	1,5	–	1	0,75	0,5
–	22	–	2,5	–	–	–	2	1,5	–	1	0,75	0,5
24	–	–	3	–	–	–	2	1,5	–	1	0,75	–
–	–	25	–	–	–	–	2	1,5	–	(1)	–	–
–	–	(26)	–	–	–	–	–	1,5	–	–	–	–
–	27	–	3	–	–	–	2	1,5	–	1	0,75	–
–	–	(28)	–	–	–	–	2	1,5	–	1	–	–
30	–	–	3,5	–	–	(3)	2	1,5	–	1	0,75	–
–	–	(32)	–	–	–	–	2	1,5	–	–	–	–
–	33	–	3,5	–	–	(3)	2	1,5	–	1	0,75	–
–	–	35	–	–	–	–	–	1,5	–	–	–	–
36	–	–	4	–	–	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	(38)	–	–	–	–	–	1,5	–	–	–	–
–	39	–	4	–	–	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	40	–	–	–	(3)	(2)	1,5	–	–	–	–
42	–	–	4,5	–	(4)	3	2	1,5	–	1	–	–
–	45	–	4,5	–	(4)	3	2	1,5	–	1	–	–
48	–	–	5	–	(4)	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	50	–	–	–	(3)	(2)	1,5	–	–	–	–
–	52	–	5	–	(4)	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	55	–	–	(4)	(3)	2	1,5	–	–	–	–
56	–	–	5,5	–	4	3	2	1,5	–	1	–	–

Bảng 6.2. *(tiếp theo)*

mm

Đường kính danh nghĩa của ren			Bước ren P									
			Lớn	Nhỏ								
Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3		6	4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
–	–	58	–	–	(4)	(3)	2	1,5	–	–	–	–
–	60	–	(5,5)	–	4	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	62	–	–	(4)	(3)	2	1,5	–	–	–	–
64	–	–	6	–	4	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	65	–	–	(4)	(3)	2	1,5	–	–	–	–
–	68	–	6	–	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	–	70	–	(6)	(4)	(3)	2	1,5	–	–	–	–
72	–	–	–	6	4	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	75	–	–	(4)	(3)	2	1,5	–	–	–	–
–	76	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	–	(78)	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–
80	–	–	–	6	4	3	2	1,5	–	1	–	–
–	–	(82)	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–
–	85	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
90	–	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	95	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
100	–	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	105	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
110	–	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	115	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	120	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
125	–	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	130	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	–	135	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
140	–	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	–	145	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	150	–	–	6	4	3	2	1,5	–	–	–	–
–	–	155	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
160	–	–	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
–	–	165	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–

Bảng 6.2. *(tiếp theo)*

mm

Đường kính danh nghĩa của ren			Bước ren P									
			Lớn	Nhỏ								
Dãy 1	Dãy 2	Dãy 3		6	4	3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
–	170	–	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
–	–	175	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
180	–	–	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
–	–	185	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
–	190	–	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
–	–	195	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
200	–	–	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
–	–	205	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	210	–	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	215	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
220	–	–	–	6	4	3	2	–	–	–	–	–
–	–	225	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	230	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	235	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	240	–	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	245	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
250	–	–	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	255	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	260	–	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	265	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	270	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	275	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
280	–	–	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	285	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	290	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	–	295	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–
–	300	–	–	6	4	3	–	–	–	–	–	–

Bảng 6.3. Sai lệch cơ bản và cấp chính xác ren - TCVN1917-93

Dạng ren	Đường kính ren	Sai lệch cơ bản	Cấp chính xác
Ren ngoài	d	d e f g h	4 6 8
	d_2	d e f g h	3 4 5 6 7 8 9
Ren trong	D_2	E F G H	4 5 6 7 8
	D1	E F G H	4 5 6 7 8

Bảng 6.4. Dung sai của đường kính d và D_1

Bước ren P mm	Ren ngoài			Ren trong				
	Cấp chính xác							
	4	6	8	4	5	6	7	8
	Dung sai, µm							
	T_d			TD_1				
0,2	36	56	-	38	48	60	-	-
0,25	42	67	-	45	56	71	-	-
0,3	48	75	-	53	67	85	-	-
0,35	53	85	-	63	80	80	-	-
0,4	60	95	-	71	90	112	-	-
0,45	63	100	-	80	100	125	-	-
0,5	67	106	-	90	112	140	180	-
0,6	80	125	-	100	125	160	200	-
0,7	90	140	-	112	140	180	224	-
0,75	90	140	-	118	150	190	236	-
0,8	95	150	236	125	160	200	250	315
1	112	180	280	150	190	236	300	375
1,25	132	212	335	170	212	265	275	425
1,5	150	236	375	190	236	320	375	475
1,75	170	265	425	212	265	335	425	530
2	180	280	450	250	300	375	475	600
2,5	212	335	530	280	355	450	560	710
3	236	375	600	315	400	500	630	800
3,5	265	425	670	355	450	560	710	900
4	300	475	750	375	475	600	750	950
4,5	315	500	800	425	530	670	850	1060
5	335	530	850	450	560	710	900	1120
5,5	355	560	900	475	600	750	950	1180
6	375	690	950	500	630	800	1000	1250

Bảng 6.5. Dung sai của đường kính d_2

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Cấp chính xác							
		3	4	5	6	7	8	9	10
		Dung sai Td2, mm							
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	28	36	45	56	(71)	(106)	–	–
	0,35	34	42	53	67	85	(118)	–	–
	0,5	38	48	60	75	95	(132)	–	–
	0,6	42	53	67	85	106	(140)	–	–
	0,7	45	56	71	90	112	(140)	–	–
	0,75	45	56	71	90	112	150	–	–
	0,8	48	60	75	95	118		190	236
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	32	40	50	63	(80)	–	–	–
	0,35	38	45	56	71	90	–	–	–
	0,5	42	53	67	85	106	(132)	–	–
	0,75	50	63	80	100	125	(160)	–	–
	1	56	71	90	112	140	180	224	280
	1,25	60	75	95	118	150	190	236	300
	1,5	67	85	106	132	170	242	265	335
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	36	48	60	75	95	–	–	–
	0,5	45	56	71	90	112	(140)	–	–
	0,75	53	67	65	106	132	(170)	–	–
	1	60	75	95	118	150	190	236	300
	1,25	67	85	106	132	170	212	265	335
	1,5	71	90	112	140	180	224	280	355
	1,75	75	95	118	150	190	236	300	375
	2	80	100	125	160	200	250	315	400
	2,5	85	106	132	170	212	265	335	425
Trên 22,4 đến 45	0,5	48	60	75	95	118	–	–	–
	0,75	56	71	90	112	140	(180)	–	–
	1	63	80	100	125	160	200	250	315
	1,5	75	95	118	150	190	236	300	375
	2	85	106	132	170	212	265	335	425
	3	100	135	160	200	250	315	400	500
	3,5	106	132	170	212	265	335	425	530
	4	112	140	180	224	280	355	450	560
	4,5	118	150	190	236	300	375	475	600
Trên 45 đến 90	0,5	50	63	80	100	125	–	–	–
	0,75	60	75	95	118	150	–	–	–
	1	71	90	112	140	180	224	280	355
	1,5	80	100	125	160	200	250	315	400
	2	90	112	140	180	224	280	355	450
	3	106	132	170	212	265	335	425	530
	4	118	150	190	236	300	375	475	600
	5	125	160	200	250	315	400	500	630
	5,5	132	170	212	265	335	425	530	670
	6	140	180	224	280	355	450	560	710

Chú thích: Những trị số cho trong dấu ngoặc, nếu có thể không sử dụng

Bảng 6.6. Dung sai đường kính D_2

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Cấp chính xác					
		4	5	6	7	8	9
		Dung sai T_{D_2}, mm					
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	48	60	75	–	–	–
	0,35	56	71	90	–	–	–
	0,5	63	80	100	125	–	–
	0,6	71	90	112	140	–	–
	0,7	75	95	118	150	–	–
	0,75	75	95	118	150	–	–
	0,8	80	100	125	160	200	250
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	53	67	85	–	–	–
	0,35	60	75	95	–	–	–
	0,5	71	90	112	140	–	–
	0,75	85	106	132	170	–	–
	1	95	112	150	150	236	300
	1,25	100	125	160	200	250	315
	1,5	142	100	180	224	280	355
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	63	80	100	–	–	–
	0,5	75	90	110	130	–	–
	0,75	90	118	140	180	–	–
	1	100	125	160	200	250	315
	1,25	118	140	180	224	280	355
	1,5	118	150	190	236	360	375
	1,75	125	160	200	250	315	400
	2	132	170	212	265	335	425
	2,5	140	180	224	280	355	450
Trên 22,4 đến 45	0,580	80	100	125	–	–	–
	0,75	95	118	150	190	–	–
	1	106	132	170	212	265	335
	1,5	125	160	200	250	315	400
	2	140	180	224	280	335	450
	3	170	212	265	315	425	530
	3,5	180	224	280	355	450	560
	4	190	236	300	375	475	600
	4,5	200	250	315	400	500	630
Trên 45 đến 90	0,5	85	106	132	–	–	–
	0,75	100	125	160	–	–	–
	1	118	150	190	236	300	345
	1,5	132	170	212	265	335	425
	2	150	190	236	300	375	475
	3	180	224	260	365	450	560
	4	200	250	315	400	500	630
	5	212	265	335	425	536	670
	5,5	224	280	355	450	560	710
	6	236	300	375	475	600	750

Bảng 6.7. **Trị số các sai lệch cơ bản của đường kính ren**

Bước ren P. mm	Ren ngoài					Ren trong			
	Đường kính ren								
	d, d_2					D_1, D_2			
	Sai lệch cơ bản, mm								
	es					EI			
	d	e	f	g	h	E	F	G	H
0,2	–	–	– 32	– 17	0	–	+ 32	+ 17	0
0,25	–	–	– 35	– 18	0	–	+ 33	+ 18	0
0,3	–	–	– 33	– 18	0	–	+ 33	+ 18	0
0,35	–	–	– 34	– 19	0	–	+ 34	+ 19	0
0,4	–	–	– 30	– 19	0	–	+ 34	+ 19	0
0,45	–	–	– 35	– 20	0	–	+ 35	+ 20	0
0,5	–	– 50	– 36	– 20	0	+ 50	+ 36	+ 20	0
0,6	–	– 53	– 36	– 21	0	+ 53	+ 36	+ 21	0
0,7	–	– 56	– 38	– 22	0	+ 56	+ 38	+ 22	0
0,75	–	– 56	– 38	– 22	0	+ 56	+ 38	+ 22	0
0,8	–	– 60	– 38	– 24	0	+ 60	+ 38	+ 24	0
1	– 90	– 60	– 40	– 26	0	+ 60	+ 40	+ 26	0
1,25	– 95	– 63	– 42	– 28	0	+ 63	+ 42	+ 28	0
1,5	– 95	– 67	– 45	– 32	0	+ 67	+ 45	+ 32	0
1,75	– 100	– 71	– 48	– 34	0	+ 71	+ 48	+ 34	0
2	– 100	– 71	– 52	– 38	0	+ 71	+ 52	+ 38	0
2,5	– 106	– 80	– 58	– 42	0	+ 80	–	+ 42	0
3	– 112	– 85	– 63	– 48	0	+ 85	–	+ 48	0
3,5	– 118	– 90	–	– 53	0	+ 90	–	+ 53	0
4	– 125	– 95	–	– 60	0	+ 95	–	+ 60	0
4,5	– 132	– 100	–	– 63	0	+ 100	–	+ 63	0
5	– 132	– 106	–	– 71	0	+ 106	–	+ 71	0
5,5	– 140	– 112	–	– 75	0	+ 112	–	+ 75	0
6	– 150	– 118	–	– 80	0	+ 118	–	+ 80	0

Bảng 6.8. Miền dung sai kích thước ren (lắp ghép có độ hở)

Loại	Chiều dài vặn ren									
chính xác	S		N				L			
	Miền dung sai ren ngoài									
Chính xác		(3h4h)				4g	4h			(5h4h)
Trung bình	5g6g	(5h6h)	6d	6e	6f	6g	6h	(7e6e)	7g6g	(7h6h)
Thô						8g	(8h)		(9g8g)	
	Miền dung sai ren trong									
Chính xác		4H		4H5H			5H		6H	
Trung bình	(5G)	5H	6G				6H	(7G)	7H	
Thô			7G				7H	(8G)	8H	

1. ▭ Miền dung sai được ưu tiên sử dụng.
2. ( ) Miền dung sai hạn chế sử dụng
3. Khi chiều dài vặn ren thuộc nhóm ngắn (S) và nhóm dài (L) thì cho phép sử dụng miền dung sai được quy định cho chiều dài vặn ren thuộc nhóm bình thường (N).

Bảng 6.9. Trị số chiều dài vặn ren

Đường kính danh nghĩa của ren d	Bước ren P	Chiều dài vặn ren		
		S	N	L
Từ 2.8 đến 5.6	0,25	Đến 0,7	Trên 0,7 đến 2,1	Trên 2,1
	0,35	" 1	" 1 " 3	" 3
	0,5	" 1,5	" 1,5 " 4,5	" 4,5
	0,6	" 1,7	" 1,7 " 5,0	" 5
	0,7	" 2	" 2,0 " 6,0	" 6
	0,75	" 2,2	" 2,2 " 6,7	" 6,7
	0,8	" 2,5	" 2,5 " 7,5	" 7,5
Từ 5.6 đến 11.2	0,25	Đến 0,6	Trên 0,8 đến 2,4	Trên 2,4
	0,35	" 1,1	" 1,1 " 3,4	" 3,4
	0,5	" 1,6	" 1,6 " 4,7	" 4,7
	0,75	" 2,4	" 2,4 " 7,1	" 7,1
	1	" 3	" 3,0 " 9,0	" 9,0
	1,25	" 4	" 4,0 " 12	" 12
	1,5	" 5	" 5,0 " 15	" 15
Từ 11.2 đến 22,4	0,35	Đến 1,3	Trên 1,3 đến 3,8	Trên 3,8
	0,5	" 1,8	" 1,8 " 5,5	" 5,5
	0,75	" 2,8	" 2,8 " 8,3	" 8,3
	1	" 3,8	" 3,8 " 11	" 11
	1,25	" 4,5	" 4,5 " 13	" 13
	1,5	" 5,6	" 5,6 " 16	" 16
	1,75	" 6	" 6,0 " 18	" 18
	2	" 8	" 8,0 " 24	" 24
	2,5	" 10	" 10 " 30	" 30
Từ 22.4 đến 45	0,5	Đến 2,1	Trên 2,1 đến 6,3	Trên 6,3
	0,75	" 3,1	" 3,1 " 9,5	" 9,5
	1	" 4	" 4,0 " 12,0	" 12
	1,5	" 6,3	" 6,3 " 19,0	" 19
	2,5	" 8,5	" 8,5 " 35,0	" 35
	3	" 12	" 12 " 36,0	" 36
	3,5	" 15	" 15 " 45,0	" 45
	4	" 18	" 18 " 53,0	" 53
	4,5	" 21	" 21 " 63,0	" 63
Từ 45 đến 90	0,5	Đến 2,4	Trên 2,4 đến 7,1	Trên 7,1
	0,75	" 3,6	" 3,6 " 11	" 11
	1	" 4,8	" 4,8 " 14	" 14
	1,5	" 7,5	" 7,5 " 22	" 22
	2	" 9,5	" 9,5 " 26	" 26
	3	" 15	" 15 " 45	" 45
	4	" 19	" 19 " 56	" 56
	5	" 24	" 24 " 71	" 71
	5,5	" 28	" 28 " 85	" 85
	6	" 32	" 32 " 95	" 95

Bảng 6.10. Sai lệch giới hạn đường kính ren ngoài

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài																			
		5h6h				6d					6e				6f						
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	ei	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	0	– 67	0	– 45	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	– 33	–100	– 33	– 89	– 33
	0,35	0	– 85	0	– 53	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	– 34	–119	– 34	–101	– 34
	0,5	0	–106	0	– 60	0	–	–	–	–	–	– 50	–156	– 50	–125	– 50	– 36	–142	– 36	–111	– 36
	0,6	0	–125	0	– 67	0	–	–	–	–	–	– 53	–178	– 53	–138	– 53	– 36	–161	– 36	–121	– 36
	0,7	0	–140	0	– 71	0	–	–	–	–	–	– 56	–196	– 56	–146	– 56	– 38	–178	– 38	–128	– 38
	0,75	0	–140	0	– 71	0	–	–	–	–	–	– 56	–196	– 56	–146	– 56	– 38	–178	– 38	–128	– 38
	0,8	0	–150	0	– 75	0	–	–	–	–	–	– 60	–210	– 60	–155	– 60	– 38	–188	– 38	–133	– 38
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	0	– 67	0	– 50	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	– 33	– 100	– 33	– 96	– 33
	0,35	0	– 85	0	– 56	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	– 34	–119	– 34	–105	– 34
	0,5	0	–106	0	– 67	0	–	–	–	–	–	– 50	–156	– 50	–135	– 50	– 36	–142	– 36	–121	– 36
	0,75	0	–140	0	– 80	0	–	–	–	–	–	– 56	–196	– 56	–156	– 56	– 38	–178	– 38	–138	– 38
	1	0	–180	0	– 90	0	– 90	–270	– 90	–202	– 90	– 60	–240	– 60	–172	– 60	– 40	–220	– 40	–152	– 40
	1,25	0	–212	0	– 95	0	– 95	–307	– 95	–213	– 95	– 63	–275	– 63	–181	– 63	– 42	–254	– 42	–160	– 42
	1,5	0	–236	0	–106	0	– 95	–313	– 95	–227	– 95	– 67	–303	– 67	–199	– 67	– 45	–281	– 45	–177	– 45
Trên 11,2 đến 22.4	0,35	0	– 85	0	– 60	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	– 34	–119	– 34	–109	– 34
	0,5	0	–106	0	– 71	0	–	–	–	–	–	– 50	–156	– 50	–140	– 50	– 36	–142	– 36	–126	– 36
	0,75	0	–140	0	– 85	0	–	–	–	–	–	– 56	–196	– 56	–162	– 56	– 38	–178	– 38	–144	– 38
	1	0	–180	0	– 95	0	– 90	–270	– 90	–208	– 90	– 60	–240	– 60	–178	– 60	– 40	–220	– 40	–158	– 40

Bảng 6.10. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài																			
		5h6h				6d					6e				6f						
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	ei	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 11,2 đến 22,4	1,25	0	-212	0	-106	0	- 95	-307	- 95	-227	- 95	- 63	-275	- 63	-195	- 63	- 42	-254	- 42	-174	- 42
	1,5	0	-236	0	-112	0	- 95	-331	- 95	-235	- 95	- 67	-303	- 67	-207	- 67	- 45	-281	- 45	-185	- 45
	1,75	0	-265	0	-118	0	-100	-365	-100	-250	-100	- 71	-336	- 71	-221	- 71	- 48	-313	- 48	-198	- 48
	2	0	-280	0	-125	0	-100	-380	-100	-260	-100	- 71	-351	- 71	-231	- 71	- 52	-332	- 52	-212	- 52
	2,5	0	-335	0	-132	0	-106	-441	-106	-276	-106	- 80	-415	- 80	-250	- 80	- 58	-393	- 58	-228	- 58
Trên 2,44 đến 45	0,5	0	-106	0	- 75	0	–	–	–	–	–	- 50	-156	- 50	-145	- 50	- 36	-142	- 36	-131	- 36
	0,75	0	-140	0	- 90	0	–	–	–	–	–	- 56	-196	- 56	-168	- 56	- 38	-178	- 38	-150	- 38
	1	0	-180	0	-100	0	- 90	-270	- 90	-215	- 90	- 60	-240	- 60	-185	- 60	- 40	-220	- 40	-165	- 40
	1,5	0	-236	0	-118	0	- 95	-331	- 95	-240	- 95	- 67	-303	- 67	-217	- 67	- 45	-281	- 45	-195	- 45
	2	0	-280	0	-132	0	-100	-380	-100	-270	-100	- 71	-351	- 71	-241	- 71	- 52	-332	- 52	-222	- 52
	3	0	-375	0	-160	0	-112	-487	-112	-312	-112	- 85	-460	- 85	-285	- 85	- 63	-438	- 63	-263	- 63
	3,5	0	-425	0	-170	0	-118	-543	-118	-330	-118	- 90	-515	- 90	-305	- 90	–	–	–	–	–
	4	0	-475	0	-180	0	-125	-600	-125	-349	-125	- 95	-570	- 95	-319	- 95	–	–	–	–	–
	4,5	0	-500	0	-190	0	-132	-632	-132	-368	-132	-100	-600	-100	-336	-100	–	–	–	–	–
Trên 45 đến 90	0,5	0	-106	0	- 80	0	–	–	–	–	–	- 50	-156	- 50	-150	- 50	- 36	-142	- 36	-136	- 36
	0,75	0	-140	0	- 95	0	–	–	–	–	–	- 56	-196	- 56	-171	- 56	- 38	-178	- 38	-156	- 38
	1	0	-180	0	-112	0	- 90	-270	- 90	-230	- 90	- 60	-240	- 60	-200	- 60	- 40	-220	- 40	-180	- 40
	1,5	0	-236	0	-125	0	- 95	-331	- 95	-255	- 95	- 67	-303	- 67	-227	- 67	- 45	-281	- 45	-205	- 45
	2	0	-280	0	-140	0	-100	-380	-100	-280	-100	- 71	-351	- 71	-251	- 71	- 52	-332	- 52	-232	- 52
	3	0	-375	0	-170	0	-112	-487	-112	-321	-112	- 85	-460	- 85	-297	- 85	- 63	-438	- 63	-275	- 63
	4	0	-475	0	-190	0	-125	-600	-125	-361	-125	- 95	-570	- 95	-331	- 95	–	–	–	–	–
	5	0	-530	0	-200	0	-132	-662	-132	-382	-132	-106	-636	-106	-356	-106	–	–	–	–	–
	5,5	0	-560	0	-212	0	-140	-700	-140	-405	-140	-112	-672	-112	-377	-112	–	–	–	–	–
	6	0	-600	0	-224	0	-150	-750	-150	-430	-150	-118	-718	-118	-398	-118	–	–	–	–	–

Bảng 6.11. Sai lệch giới hạn đường kính ren ngoài

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài																			
		6g					6h				7e6e					7g6g					
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	ei	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	– 18	– 85	– 18	– 74	– 18	0	– 67	0	– 56	0	–	–	–	–	–	–(18)	–(85)	–(18)	–(89)	–(18)
	0,35	– 19	–104	– 19	– 90	– 19	0	– 85	0	– 71	0	–	–	–	–	–	– 19	–104	– 19	–104	– 19
	0,5	– 20	–126	– 20	– 95	– 20	0	–106	0	– 75	0	– 50	–156	–50	–145	– 50	– 20	–126	– 20	–115	– 20
	0,6	– 21	–146	– 21	– 102	– 21	0	–125	0	– 85	0	– 53	–178	–53	–159	– 53	– 21	–146	– 21	–127	– 21
	0,7	– 22	–162	– 22	–112	– 22	0	–140	0	– 90	0	– 56	–196	–56	–168	– 56	– 22	–162	– 22	–134	– 22
	0,75	– 22	–162	– 22	–112	– 22	0	–140	0	– 90	0	– 56	–196	–56	–168	– 56	– 22	–162	– 22	–134	– 22
	0,8	– 24	–174	– 24	–119	– 24	0	–150	0	– 95	0	– 60	–210	–60	–178	– 60	– 24	–174	– 24	–142	– 24
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	– 18	– 85	– 18	– 81	– 18	0	– 67	0	– 63	0	–	–	–	–	–	– (18)	– (85)	–(18)	–(99)	–(18)
	0,35	– 19	–104	– 19	– 90	– 19	0	– 85	0	– 71	0	–	–	–	–	–	– 19	–104	– 19	–109	– 19
	0,5	– 20	–126	– 20	–105	– 20	0	–106	0	– 85	0	– 50	–156	–50	–156	– 50	– 20	–126	– 20	–126	– 20
	0,75	– 22	–162	– 22	–122	– 22	0	–140	0	–100	0	– 56	–196	– 56	–181	– 56	– 22	–162	– 22	–147	– 22
	1	– 26	–206	– 26	–138	– 26	0	–180	0	–112	0	– 60	–240	– 60	–200	– 60	– 26	–206	– 26	–166	– 26
	1,25	– 28	–240	– 28	–116	– 28	0	–212	0	–118	0	– 63	–275	– 63	–213	– 63	– 28	–240	– 28	–178	– 28
	1,5	– 32	–268	– 32	–161	– 32	0	–236	0	–132	0	– 67	–303	– 67	–237	– 67	– 32	–268	– 32	–202	– 32
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	– 19	–104	– 19	– 94	– 19	0	– 85	0	– 75	0	–	–	–	–	–	– 19	–104	– 19	–114	– 19
	0,5	– 20	–126	– 20	–110	– 20	0	–106	0	– 90	0	– 50	–156	–50	–162	– 50	– 20	–126	– 20	–132	– 20
	0,75	– 22	–162	– 22	–128	– 22	0	–140	0	–106	0	– 56	–196	– 56	–188	– 56	– 22	–162	– 22	–154	– 22
	1	– 26	–206	– 26	–144	– 26	0	–180	0	–118	0	– 60	–240	– 60	–210	– 60	– 26	–206	– 26	–176	– 26
	1,25	– 28	–240	– 28	–160	– 28	0	–212	0	–132	0	– 63	–275	– 63	–233	– 63	– 28	–240	– 28	–198	– 28
	1,5	– 32	–268	– 32	–172	– 32	0	–236	0	–140	0	– 67	–303	– 67	–247	– 67	– 32	–268	– 32	–212	– 32
	1,75	– 34	–299	– 34	–184	– 34	0	–265	0	–150	0	– 71	–336	– 71	–261	– 71	– 34	–299	– 34	–224	– 34

Bảng 6.11. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài																			
		6g					6h					7e6e					7g6g				
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	ei	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 11,2 đến 22,4	2	– 38	–318	– 38	–198	– 38	0	–280	0	–160	0	– 71	– 351	– 71	– 271	– 71	– 38	– 318	– 38	– 238	– 38
	2,5	– 42	–377	– 42	–212	– 42	0	–335	0	–170	0	– 80	– 415	– 80	– 292	– 80	– 42	– 377	– 42	– 254	– 42
Trên 22,4 đến 45	0,5	– 20	–126	– 20	–115	– 20	0	–106	0	– 95	0	– 50	–156	– 50	–168	– 50	– 20	–126	– 20	–138	– 20
	0,75	– 22	–162	– 22	–134	– 22	0	–140	0	–112	0	– 56	–196	– 56	–196	– 56	– 22	–162	– 22	–162	– 22
	1	– 26	–206	– 26	–151	– 26	0	–180	0	–125	0	– 60	–240	– 60	–220	– 60	– 26	–206	– 26	–186	– 26
	1,5	– 32	–268	– 32	–182	– 32	0	–236	0	–150	0	– 67	–303	– 67	–257	– 67	– 32	–268	– 32	–222	– 32
	2	– 38	–318	– 38	–208	– 38	0	–280	0	–170	0	– 71	–351	– 71	–283	– 71	– 38	–312	– 38	–250	– 38
	3	– 48	–423	– 48	–248	– 48	0	–375	0	–200	0	– 85	–460	– 85	–335	– 85	– 48	–423	– 48	–298	– 48
	3,5	– 53	–478	– 53	–265	– 53	0	–425	0	–212	0	– 90	–515	– 90	–355	– 90	– 53	–478	– 53	–318	– 53
	4	– 60	–535	– 60	–284	– 60	0	–475	0	–224	0	– 95	–570	– 95	–375	– 95	– 60	–535	– 60	–340	– 60
	4,5	– 63	–563	– 63	–299	– 63	0	–500	0	–236	0	–100	–600	–100	–400	–100	– 63	–563	– 63	–363	– 63
Trên 45 đến 90	0,5	– 20	–126	– 20	–120	– 20	0	–106	0	–100	0	– 50	–156	– 50	–175	– 50	– 20	–126	– 20	–145	– 20
	0,75	– 22	–162	– 22	–140	– 22	0	–140	0	–118	0	– 56	–196	– 56	–206	– 56	– 22	–162	– 22	–172	– 22
	1	– 26	–206	– 26	–166	– 26	0	–180	0	–140	0	– 60	–240	– 60	–240	– 60	– 26	–206	– 26	–206	– 26
	1,5	– 32	–268	– 32	–192	– 32	0	–236	0	–160	0	– 67	–303	– 67	–267	– 67	– 32	–268	– 32	–232	– 32
	2	– 38	–318	– 38	– 218	– 38	0	–280	0	–180	0	– 71	–351	– 71	–295	– 71	– 38	–318	– 38	–262	– 38
	3	– 48	–423	– 48	–260	– 48	0	–375	0	–212	0	– 85	–460	– 85	–350	– 85	– 48	–423	– 48	–313	– 48
	4	– 60	–535	– 60	–296	– 60	0	–475	0	–236	0	– 95	–570	– 95	–395	– 95	– 60	–535	– 60	–360	– 60
	5	– 71	–601	– 71	–321	– 71	0	–530	0	–250	0	–106	–636	–106	–424	–106	– 71	–601	– 71	–386	– 71
	5,5	– 75	–635	– 75	–340	– 75	0	–560	0	–265	0	–112	–672	–112	–447	–112	– 75	–635	– 75	–410	– 75
	6	– 80	–680	– 80	–360	– 80	0	–600	0	–280	0	–118	–718	–118	–473	–118	– 80	–680	– 80	–435	– 80

Bảng 6.12. Sai lệch giới hạn đường kính ren ngoài

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài																			
		7h6h					8g					8h (khi P ≥ 0,8 mm)					9g8g				
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	ei	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	0	– 67	0	– 71	0						0	–	0	–	0	–	–	–	–	–
	0,35	0	– 85	0	– 85	0						0	–	0	–106	0	–	–	–	–	–
	0,5	0	–106	0	– 95	0	–	–	–	–	–	0	–106	0	–118	0	–	–	–	–	–
	0,6	0	–125	0	–106	0						0	–125	0	–132	0	–	–	–	–	–
	0,7	0	–140	0	–112	0						0	–140	0	–140	0	–	–	–	–	–
	0,75	0	–140	0	–112	0						0	–140	0	–140	0	–	–	–	–	–
	0,8	0	–150	0	–118	0	– 24	–260	– 24	–174	– 24	0	–236	0	–150	0	– 24	–260	– 24	–214	– 24
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	0	– 67	0	– 80	0	–	–	–	–	–	0	–	0	–	–	–	–	–	–	–
	0,35	0	– 85	0	– 90	0	–	–	–	–	–	0	–	0	–	–	–	–	–	–	–
	0,5	0	–106	0	–106	0	–	–	–	–	–	0	–106	0	–132	0	–	–	–	–	–
	0,75	0	–140	0	–125	0	–	–	–	–	–	0	–140	0	–160	0	–	–	–	–	–
	1	0	–180	0	–140	0	– 26	–306	– 26	–206	– 26	0	–280	0	–180	0	– 26	–306	– 26	–250	– 26
	1,25	0	–212	0	–150	0	– 28	–363	– 28	–218	– 28	0	–335	0	–190	0	– 28	–363	– 28	–264	– 28
	1,5	0	–236	0	–170	0	– 32	–407	– 32	–244	– 32	0	–375	0	–212	0	– 32	–407	– 32	–297	– 32
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	0	– 85	0	– 95	0	–	–	–	–	–	0	–	0	–	0	–	–	–	–	–
	0,5	0	–106	0	–112	0	–	–	–	–	–	0	–106	0	–140	0	–	–	–	–	–
	0,75	0	–140	0	–132	0	–	–	–	–	–	0	–140	0	–170	0	–	–	–	–	–
	1	0	–180	0	–150	0	– 26	–306	– 26	–216	– 26	0	–280	0	–190	0	– 26	–306	– 26	–262	– 26
	1,25	0	–212	0	–170	0	– 28	–363	– 28	–240	– 28	0	–335	0	–212	0	– 28	–363	– 28	–293	– 28
	1,5	0	–236	0	–180	0	– 32	–407	– 32	–256	– 32	0	–375	0	–224	0	– 32	–407	– 32	–312	– 32
	1,75	0	–265	0	–190	0	– 34	–459	– 34	–270	– 34	0	–425	0	–236	0	– 34	–459	– 34	–334	– 34
	2	0	–280	0	–200	0	– 38	–488	– 38	–288	– 38	0	–450	0	–250	0	– 38	–488	– 38	–353	– 38
	2,5	0	–335	0	–212	0	– 42	–572	– 42	–307	– 42	0	–530	0	–265	0	– 42	–572	– 42	–377	– 42

Bảng 6.12. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài																			
		7h6h					8g					8h (khi P ≥ 0,8 mm)					9g8g				
		Đường kính ren, mm																			
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	ei	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 22,4 đến 45	0,5	0	–106	0	–118	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,75	0	–140	0	–140	0	–	–	–	–	–	–	–140	0	–180	0	–	–	–	–	–
	1	0	–180	0	–160	0	– 26	–306	– 26	–226	– 26	0	–280	0	–200	0	– 26	–306	– 26	–276	– 26
	1,5	0	–236	0	–190	0	– 32	–407	– 32	–268	– 32	0	–375	0	–236	0	– 32	–407	– 32	–332	– 32
	2	0	–280	0	–212	0	– 38	–488	– 38	–300	– 38	0	–450	0	–265	0	– 38	–488	– 38	–373	– 38
	3	0	–375	0	–250	0	– 48	–648	– 48	–363	– 48	0	–600	0	–315	0	– 48	–648	– 48	–448	– 48
	3,5	0	–425	0	–265	0	– 53	–723	– 53	–388	– 53	0	–670	0	–335	0	– 53	–723	– 53	–478	– 53
	4	0	–475	0	–280	0	– 60	–810	– 60	–415	– 60	0	–750	0	–355	0	– 60	–810	– 60	–510	– 60
	4,5	0	–500	0	–300	0	– 63	–863	– 63	–438	– 63	0	–800	0	–375	0	– 63	–863	– 63	–538	– 63
Trên 45 đến 90	0,5	0	–106	0	–125	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,75	0	–140	0	–150	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1	0	–180	0	–180	0	– 26	–306	– 26	–250	– 26	0	–280	0	–224	0	– 26	–306	– 26	–306	– 26
	1,5	0	–236	0	–200	0	– 32	–407	– 32	–282	– 32	0	–375	0	–250	0	– 32	–407	– 32	–347	– 32
	2	0	–280	0	–224	0	– 38	–488	– 38	–318	– 38	0	–450	0	–280	0	– 38	–488	– 38	–393	– 38
	3	0	–375	0	–265	0	– 48	–648	– 48	–383	– 48	0	–600	0	–335	0	– 48	–648	– 48	–473	– 48
	4	0	–475	0	–300	0	– 60	–810	– 60	–435	– 60	0	–750	0	–375	0	– 60	–810	– 60	–535	– 60
	5	0	–530	0	–315	0	– 71	–921	– 71	–471	– 71	0	–850	0	–400	0	– 71	–921	– 71	–571	– 71
	5,5	0	–560	0	–335	0	– 75	–975	– 75	–560	– 75	0	–900	0	–425	0	– 75	–975	– 75	–605	– 75
	6	0	–600	0	–355	0	– 80	–1030	– 80	–530	– 80	0	–950	0	–450	0	– 80	–1030	– 80	–640	– 80

Chú thích: 1) Sai lệch dưới của đường kính d1 không được quy định, nhưng được gián tiếp bảo đảm bởi hình dáng của đáy ren ngoài.

2) Không nên sử dụng những sai lệch cho trong dấu ngoặc.

Bảng 6.13. Sai lệch giới hạn đường kính ren trong

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài														
		6G					6H					7G				
		Đường kính ren, mm														
		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1	
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	+ 18	+ 93	+ 18	+ 89	+ 18	0	+ 75	0	+ 71	0	–	–	–	–	–
	0,35	+ 19	+ 109	+ 19	+ 119	+ 19	0	+ 90	0	+ 100	0	–	–	–	–	–
	0,5	+ 20	+ 120	+ 20	+ 160	+ 20	0	+ 100	0	+ 140	0	+ 20	+ 145	+ 20	+ 200	+ 20
	0,6	+ 21	+ 130	+ 21	+ 181	+ 21	0	+ 112	0	+ 160	0	+ 21	+ 161	+ 21	+ 221	+ 21
	0,7	+ 22	+ 140	+ 22	+ 202	+ 22	0	+ 116	0	+ 180	0	+ 22	+ 172	+ 22	+ 246	+ 22
	0,75	+ 22	+ 140	+ 22	+ 212	+ 22	0	+ 118	0	+ 190	0	+ 22	+ 172	+ 22	+ 258	+ 22
	0,8	+ 24	+ 149	+ 24	+ 221	+ 24	0	+ 125	0	+ 200	0	+ 24	+ 181	+ 24	+ 274	+ 24
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	+ 18	+ 103	+ 18	+ 89	+ 18	0	+ 85	0	+ 71	0	+	–	–	–	–
	0,35	+ 19	+ 114	+ 19	+ 119	+ 19	0	+ 95	0	+ 100	0	–	–	–	–	–
	0,5	+ 20	+ 132	+ 20	+ 160	+ 20	0	+ 112	0	+ 140	0	+ 20	+ 160	+ 20	+ 200	+ 20
	0,75	+ 22	+ 154	+ 22	+ 212	+ 22	0	+ 132	0	+ 190	0	+ 22	+ 192	+ 22	+ 258	+ 22
	1	+ 26	+ 176	+ 26	+ 262	+ 26	0	+ 150	0	+ 236	0	+ 26	+ 216	+ 26	+ 326	+ 26
	1,25	+ 28	+ 188	+ 28	+ 293	+ 28	0	+ 160	0	+ 265	0	+ 28	+ 228	+ 28	+ 363	+ 28
	1,5	+ 32	+ 212	+ 32	+ 332	+ 32	0	+ 180	0	+ 300	0	+ 32	+ 256	+ 32	+ 407	+ 32
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	+ 19	+ 119	+ 19	+ 119	+ 19	0	+ 100	0	+ 100	0	–	–	–	–	–
	0,5	+ 20	+ 138	+ 20	+ 160	+ 20	0	+ 118	0	+ 140	0	+ 20	+ 170	+ 20	+ 200	+ 20
	0,75	+ 22	+ 162	+ 22	+ 212	+ 22	0	+ 140	0	+ 190	0	+ 22	+ 202	+ 22	+ 258	+ 22

Bảng 6.13. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren ngoài														
		6G				6H				7G						
		Đường kính ren, mm														
		D	D_2		D_1	D	D_2		D_1	D	D_2		D_1			
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 11,2 đến 22,4	1	+ 26	+ 186	+ 26	+ 262	+ 26	0	+ 160	0	+ 236	0	+ 26	+ 226	+ 26	+ 326	+ 26
	1,25	+ 28	+ 208	+ 28	+ 293	+ 28	0	+ 180	0	+ 265	0	+ 28	+ 252	+ 28	+ 363	+ 28
	1,5	+ 32	+ 222	+ 32	+ 332	+ 32	0	+ 190	0	+ 300	0	+ 32	+ 268	+ 32	+ 407	+ 32
	1,75	+ 34	+ 234	+ 34	+ 369	+ 34	0	+ 200	0	+ 335	0	+ 34	+ 284	+ 34	+ 459	+ 34
	2	+ 38	+ 250	+ 38	+ 413	+ 38	0	+ 212	0	+ 357	0	+ 38	+ 303	+ 38	+ 513	+ 38
	2,5	+ 42	+ 266	+ 42	+ 492	+ 42	0	+ 224	0	+ 450	0	+ 42	+ 322	+ 42	+ 602	+ 42
Trên 22,4 đến 45	0,5	+ 20	+ 115	+ 20	+ 100	+ 20	0	+ 125	0	+ 140	0	–	–	–	–	–
	0,75	+ 22	+ 172	+ 22	+ 212	+ 22	0	+ 150	0	+ 190	0	+ 22	+ 212	+ 22	+ 258	+ 22
	1	+ 26	+ 196	+ 26	+ 262	+ 26	0	+ 170	0	+ 238	0	+ 26	+ 238	+ 26	+ 326	+ 26
	1,5	+ 32	+ 232	+ 32	+ 332	+ 32	0	+ 200	0	+ 300	0	+ 32	+ 282	+ 32	+ 407	+ 32
	2	+ 38	+ 262	+ 38	+ 413	+ 38	0	+ 221	0	+ 375	0	+ 38	+ 318	+ 38	+ 513	+ 38
	3	+ 48	+ 313	+ 48	+ 518	+ 48	0	+ 265	0	+ 500	0	+ 48	+ 383	+ 48	+ 678	+ 48
	3,5	+ 53	+ 333	+ 53	+ 613	+ 53	0	+ 280	0	+ 560	0	+ 53	+ 408	+ 53	+ 763	+ 53
	4	+ 60	+ 360	+ 60	+ 660	+ 60	0	+ 300	0	+ 600	0	+ 60	+ 435	+ 60	+ 810	+ 60
	4,5	+ 63	+ 378	+ 63	+ 753	+ 63	0	+ 315	0	+ 670	0	+ 63	+ 463	+ 63	+ 913	+ 63
Trên 45 đến 90	0,5	+ 20	+ 152	+ 20	+ 160	+ 20	0	+ 132	0	+ 140	0	–	–	–	–	–
	0,75	+ 22	+ 182	+ 22	+ 212	+ 22	0	+ 160	0	+ 190	0	–	–	–	–	–
	1	+ 26	+ 216	+ 26	+ 262	+ 26	0	+ 190	0	+ 236	0	–	–	–	–	–
	1,5	+ 32	+ 244	+ 32	+ 332	+ 32	0	+ 212	0	+ 300	0	+ 32	+ 297	+ 32	+ 326	+ 32
	2	+ 38	+ 274	+ 38	+ 413	+ 38	0	+ 236	0	+ 375	0	+ 38	+ 338	+ 38	+ 513	+ 38
	3	+ 48	+ 328	+ 48	+ 548	+ 48	0	+ 280	0	+ 500	0	+ 48	+ 403	+ 48	+ 678	+ 48
	4	+ 60	+ 375	+ 60	+ 660	+ 60	0	+ 315	0	+ 600	0	+ 60	+ 460	+ 60	+ 810	+ 60
	5	+ 71	+ 406	+ 71	+ 781	+ 71	0	+ 335	0	+ 710	0	+ 71	+ 496	+ 71	+ 971	+ 71
	5,5	+ 75	+ 430	+ 75	+ 825	+ 75	0	+ 355	0	+ 750	0	+ 75	+ 525	+ 75	+ 1025	+ 75
	6	+ 80	+ 455	+ 80	+ 880	+ 80	0	+ 375	0	+ 800	0	+ 80	+ 555	+ 80	+ 1080	+ 80

Bảng 6.14. Sai lệch giới hạn đường kính ren trong

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren trong													
		7H					8G				8H				
		Đường kính ren, mm													
		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1	D	D_2		D_1	
		Sai lệch giới hạn, µm													
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 2,8 đến 5,6	0,25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,5	0	+ 125	0	+ 180	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,6	0	+ 140	0	+ 200	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,7	0	+ 150	0	+ 224	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,75	0	+ 150	0	+ 236	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,8	0	+ 160	0	+ 250	0	+ 24	+ 224	+ 24	+ 339	+ 24	0	+ 200	0	+ 315	0
Trên 5,6 đến 11,2	0,25	–	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,5	0	+ 140	0	+ 180	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,75	0	+ 170	0	+ 236	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	1	0	+ 190	0	+ 300	0	+ 26	+ 262	+ 26	+ 401	+ 26	0	+ 236	0	+ 375	0
	1,25	0	+ 200	0	+ 335	0	+ 28	+ 278	+ 28	+ 453	+ 28	0	+ 250	0	+ 425	0
	1,5	0	+ 224	0	+ 375	0	+ 32	+ 312	+ 32	+ 507	+ 32	0	+ 280	0	+ 475	0
Trên 11,2 đến 22,4	0,35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,5	0	+ 150	0	+ 180	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	0,75	0	+ 180	0	+ 236	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	1	0	+ 200	0	+ 300	0	+ 26	+ 276	+ 26	+ 401	+ 26	0	+ 250	0	+ 375	0
	1,25	0	+ 224	0	+ 335	0	+ 28	+ 308	+ 28	+ 453	+ 28	0	+ 280	0	+ 425	0
	1,5	0	+ 236	0	+ 357	0	+ 32	+ 332	+ 32	+ 507	+ 32	0	+ 300	0	+ 475	0
	1,75	0	+ 250	0	+ 425	0	+ 34	+ 349	+ 34	+ 564	+ 34	0	+ 315	0	+ 530	0
	2	0	+ 265	0	+ 475	0	+ 38	+ 373	+ 38	+ 638	+ 38	0	+ 335	0	+ 600	0
	2,5	0	+ 280	0	+ 560	0	+ 42	+ 397	+ 42	+ 752	+ 42	0	+ 355	0	+ 710	0

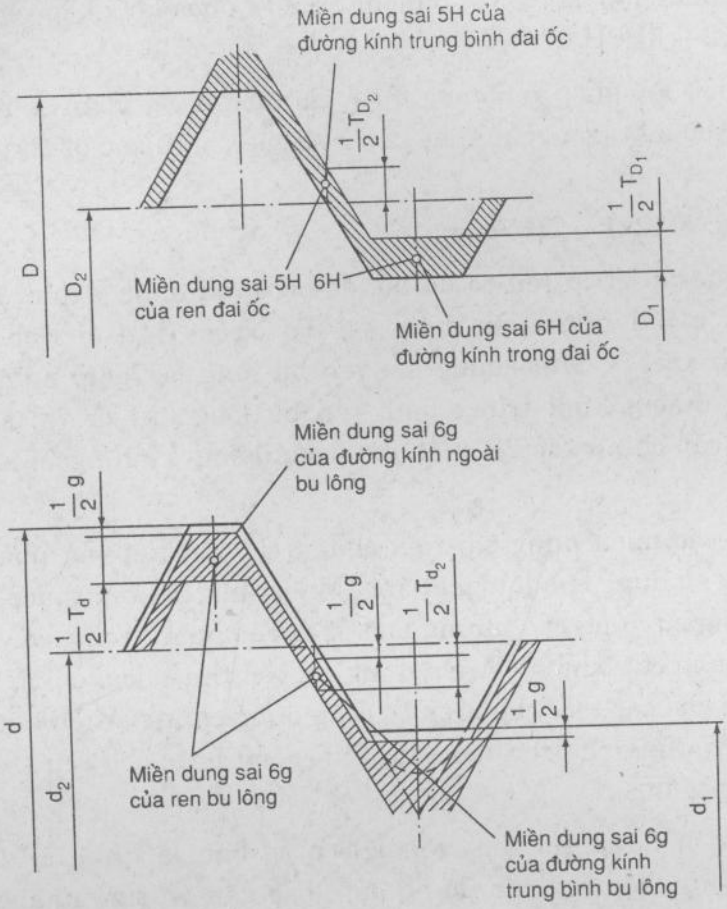
Bảng 6.14. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai ren trong														
		7H					8G					8H				
		Đường kính ren, mm														
		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1	
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 22,4 đến 45	0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,75	0	+ 190	0	+ 236	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1	0	+ 212	0	+ 300	0	+ 26	+ 291	+ 26	+ 401	+ 26	0	+ 265	0	+ 375	0
	1,5	0	+ 250	0	+ 375	0	+ 32	+ 347	+ 32	+ 507	+ 32	0	+ 315	0	+ 475	0
	2	0	+ 280	0	+ 475	0	+ 38	+ 397	+ 38	+ 638	+ 38	0	+ 355	0	+ 600	0
	3	0	+ 335	0	+ 630	0	+ 48	+ 473	+ 48	+ 848	+ 48	0	+ 425	0	+ 800	0
	3,5	0	+ 355	0	+ 710	0	+ 53	+ 500	+ 53	+ 953	+ 53	0	+ 450	0	+ 900	0
	4	0	+ 375	0	+ 750	0	+ 60	+ 535	+ 60	+ 1010	+ 60	0	+ 475	0	+ 950	0
	4,5	0	+ 400	0	+ 850	0	+ 63	+ 565	+ 63	+ 1123	+ 63	0	+ 500	0	+ 1060	0
Trên 45 đến 90	0,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	1	0	+ 236	0	+ 300	0	+ 26	+ 326	+ 26	+ 401	+ 26	0	+ 300	0	+ 375	0
	1,5	0	+ 265	0	+ 375	0	+ 32	+ 367	+ 32	+ 507	+ 32	0	+ 335	0	+ 475	0
	2	0	+ 300	0	+ 475	0	+ 38	+ 413	+ 38	+ 638	+ 38	0	+ 375	0	+ 600	0
	3	0	+ 355	0	+ 630	0	+ 48	+ 498	+ 48	+ 848	+ 48	0	+ 450	0	+ 800	0
	4	0	+ 400	0	+ 750	0	+ 60	+ 560	+ 60	+ 1010	+ 60	0	+ 500	0	+ 950	0
	5	0	+ 425	0	+ 900	0	+ 71	+ 601	+ 71	+ 1191	+ 71	0	+ 530	0	+ 1120	0
	5,5	0	+ 450	0	+ 950	0	+ 75	+ 635	+ 75	+ 1255	+ 75	0	+ 560	0	+ 1180	0
	6	0	+ 475	0	+ 1000	0	+ 80	+ 680	+ 80	+ 1330	+ 80	0	+ 600	0	+ 1250	0

Chú thích: Sai lệch trên của đường kính D không quy định.

Sự phối hợp giữa miền dung sai bất kì của ren đai ốc và ren bu lông sẽ tạo thành một lắp ghép có đặc tính xác định.

Ví dụ: Trên hình 6-4 là sơ đồ phân bố miền dung sai của một kiểu lắp ren có độ hở: đai ốc có miền dung sai là 5H6H lắp với bu lông có miền dung sai là 6g.



Hình 6-4. Sơ đồ phân bố miền dung sai của lắp ghép ren có độ hở.

Trên bản vẽ, ren được kí hiệu như sau, ví dụ:

M24×2 – 5H6H đối với đai ốc

M24×2 – 6g đối với bu lông

Kí hiệu như vậy được đọc là:

+ Ren đai ốc hệ mét có đường kính danh nghĩa: D = 24 mm bước p = 2 mm miền dung sai đai ốc là 5H6H bao gồm miền dung sai

đường kính trung bình D_2 là 5H, miền dung sai đường kính trong D_1 là 6H.

+ Ren bu lông giống như ren đai ốc có d = 24 mm, p = 2 mm nhưng có miền dung sai là 6g có nghĩa miền dung sai đường kính trung bình d_2 và đường kính ngoài d đều là 6g.

Nếu phối hợp đai ốc với bu lông trên ta được lắp ghép ren có kí hiệu là: M24×2 – 5H6H/6g.

Kí hiệu lắp ghép ren cũng được ghi dưới dạng phân số như kí hiệu lắp ghép bề mặt trơn, chỉ khác là chỉ số cấp chính xác đặt trước sai lệch cơ bản.

Ví dụ: M12×1 – 7H/7g6g

Đây là lắp ghép ren có độ hở, đường kính danh nghĩa d = 12 mm bước ren p = 1 mm miền dung sai đai ốc là 7H (sai lệch cơ bản H cấp chính xác 7). Miền dung sai ren bu lông là 7g6g, nghĩa là miền dung sai đường kính trung bình ren bu lông (d_2) là 7g (sai lệch cơ bản là g, cấp chính xác 7), miền dung sai đường kính ngoài ren bu lông (d) là 6g.

Chọn các miền dung sai tiêu chuẩn cho chi tiết ren phải dựa vào chức năng sử dụng của lắp ghép ren. Miền dung sai ren thuộc loại chính xác, thường sử dụng cho những mối ghép ren quan trọng, có yêu cầu độ dao động nhỏ của khe hở. Miền dung sai ren thuộc loại chính xác trung bình dùng cho các mối ghép ren có công dụng chung. Miền dung sai ren loại thô thì dùng cho ren tạo bằng cán nóng hoặc cho ren trong các lỗ sâu không thông.

Các miền dung sai ren có sai lệch cơ bản là g, G, e, d được sử dụng khi lắp ghép ren cần độ hở đảm bảo vặn vít nhẹ nhàng ngay cả khi có bụi bẩn, hoặc xây xác hoặc cần độ hở để bồi thường cho biến dạng nhiệt của các chi tiết ren hoặc khi cần phủ một lớp bảo vệ lên bề mặt ren.

6.3.3. Lắp ghép ren có độ dôi

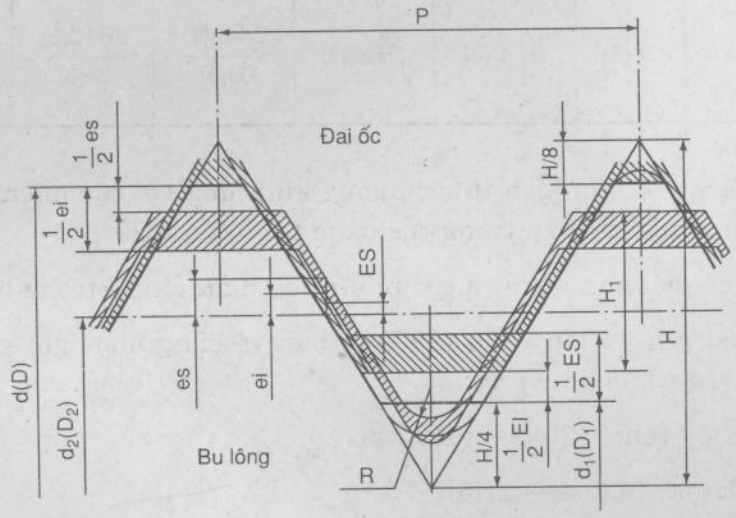
Lắp ghép ren có độ dôi được sử dụng đối với những mối ghép ren cố định cần xiết chặt nhưng không dùng thành phần phụ để xiết chặt, ví dụ: cấy một vít bằng thép vào thân máy bằng gang với chiều dài vặn ren đủ đảm bảo vít không bị tháo lỏng khi sử dụng. Chiều dài vặn ren được chỉ dẫn trong bảng 6.15.

Bảng 6.15. **Trị số chiều dài vặn ren**

Vật liệu của chi tiết có ren trong	Chiều dài vặn ren
Thép	Từ 1 d đến 1,25 d
Gang	Từ 1,25 d đến 1,5 d
Hợp kim nhôm và hợp kim ma nhê	Từ 1,5 d đến 2 d

Lắp ghép ren có độ dôi được sử dụng đối với dãy đường kính và bước theo TCVN2250-93.

Độ dôi của lắp ghép chỉ được thực hiện ở bề mặt bên của ren như chỉ dẫn trên sơ đồ hình 6.5. Sai lệch được tính từ prôfin danh nghĩa (đường đậm trên hình 6.5) theo phương vuông góc với đường trục ren.



Hình 6-5. Sơ đồ phân bố miền dung sai ren lắp có độ dôi.

Sai lệch cơ bản và cấp chính xác kích thước ren được chỉ dẫn trong TCVN2250-93.

Miền dung sai kích thước và các kiểu lắp tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 6.16. Các miền dung sai có chữ số sau cùng để trong ngoặc ví dụ 3n(3) và 2H4D(3). Số 3 trong ngoặc biểu thị khi tiến hành lắp ghép thì phải phân chia ren ngoài và ren trong theo 3 nhóm. Trên hình 6.6

biểu thị sơ đồ phân bố dung sai các kiểu lắp có độ dôi theo đường kính trung bình của ren M14x1,5.

Bảng 6.16. **Miền dung sai và các kiểu lắp ren có độ dôi**

Vật liệu của chi tiết có ren trong	Miền dung sai			Lắp ghép		Điều kiện phụ của lắp ráp
	Ren ngoài	Ren trong				
		Đối với bước ren P		Đối với bước ren P		
		Đến 1,25 mm	Lớn hơn 1,25 mm	Đến 1,25 mm	Lớn hơn 1,25 mm	
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)	$\frac{2H5D(2)}{3p(2)}$	$\frac{2H5C(2)}{3p(2)}$	Phân thành 2 nhóm
Thép, hợp kim bền cao và hợp kim titan	3n(3)	2H4D(3)	2H4C(3)	$\frac{2H4D(3)}{3n(3)}$	$\frac{2H4C(3)}{3n(3)}$	Phân thành 3 nhóm

Sai lệch giới hạn kích thước đường kính ứng với các miền dung sai tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong các bảng 6.17 đến 6.20.

Sai lệch giới hạn bước và góc prôfin ren được chỉ ra trong bảng 6.21.

Kí hiệu ren và lắp ghép ren trên bản vẽ cũng được ghi giống như lắp ghép ren có độ hở, ví dụ:

Lắp ghép ren: M20×2 – 2H5D/2r

Ren đai ốc: M20×2 – 2H5D

Ren bu lông: M20×2 – 2r

Hoặc lắp ghép ren: M12 – 2H5C(2)/3p(2)

Đây là lắp ghép ren hệ mét có độ dôi, đường kính danh nghĩa (d, D) là 12 mm, ren bước lớn p = 1,75 mm.

Miền dung sai ren đai ốc 2H5C(2) (miền dung sai của D_2 là 2H, của D_1 là 5C)

Miền dung sai ren bu lông là 3p(2) (miền dung sai của d_2 và d là 3p). Số 2 trong ngoặc biểu thị lắp ghép lựa chọn theo hai nhóm. Việc

Bảng 6.17. Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép $\frac{2H5D}{2r}$, $\frac{2H5C}{2r}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p, mm	Ren ngoài				Ren trong				
		Đường kính của ren								
		d		d_2		D		D_2		D_1
		Sai lệch giới hạn µm								
		es	ei	es	ei	EI	ES	EI	ES	EI
Lớn hơn 2,8 đến 5,6	0,8	– 60	– 210	+ 109	+ 71	0	+ 50	0	+ 250	+ 90
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	1	– 60	– 240	+ 125	+ 80	0	+ 60	0	+ 280	+ 90
	1,25	– 63	– 275	+ 133	+ 85	0	+ 63	0	+ 307	+ 95
	1,5	– 140	– 376	+ 148	+ 95	0	+ 71	0	+ 376	+ 140
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	1,25	– 63	– 275	+ 138	+ 85	0	+ 71	0	+ 307	+ 95
	1,5	– 140	– 376	+ 151	+ 95	0	+ 75	0	+ 376	+ 140
	1,75	– 145	– 410	+ 165	+ 105	0	+ 80	0	+ 410	+ 145
	2,0	– 150	– 430	+ 173	+ 110	0	+ 85	0	+ 450	+ 150
	2,5	– 160	– 505	+ 197	+ 130	0	+ 90	0	+ 515	+ 160
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	– 150	– 430	+ 177	+ 110	0	+ 90	0	+ 450	+ 150
	3	– 170	– 545	+ 220	+ 140	0	+ 106	0	+ 570	+ 170

Bảng 6.18. Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép $\frac{\text{2H5D (2)}}{\text{3p (2)}}$, $\frac{\text{2H5C (2)}}{\text{3p (2)}}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p, mm	Ren ngoài					Ren trong					
		Đường kính của ren										
		d		d_2			D	D_2			D_1	
		Sai lệch giới hạn µm										
		es	ei	es	Giới hạn nhóm	ei	EI	ES	Giới hạn nhóm	EI	ES	EI
Lớn hơn 2,8 đến 5,6	0,8	– 60	– 210	+ 96	+ 72	+ 48	0	+ 50	+ 25	0	+ 250	+ 90
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	1	– 60	– 240	+ 109	+ 81	+ 53	0	+ 60	+ 30	0	+ 280	+ 90
	1,25	– 63	– 275	+ 116	+ 86	+ 56	0	+ 63	+ 31	0	+ 307	+ 95
	1,5	– 140	– 376	+ 130	+ 96	+ 63	0	+ 71	+ 35	0	+ 376	+ 140
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	1,25	– 63	– 275	+ 123	+ 89	+ 56	0	+ 71	+ 35	0	+ 307	+ 95
	1,5	– 140	– 376	+ 134	+ 98	+ 63	0	+ 75	+ 37	0	+ 376	+ 140
	1,75	– 145	– 410	+ 142	+ 104	+ 67	0	+ 80	+ 40	0	+ 410	+ 145
	2	– 150	– 430	+ 155	+ 115	+ 75	0	+ 85	+ 42	0	+ 450	+ 150
	2,5	– 160	– 505	+ 170	+ 127	+ 85	0	+ 90	+ 45	0	+ 515	+ 160
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	– 150	– 430	+ 160	+ 117	+ 75	0	+ 90	+ 45	0	+ 450	+ 150
	3	– 170	– 545	+ 195	+ 145	+ 95	0	+ 106	+ 53	0	+ 570	+ 170

Bảng 6.19. Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép $\frac{\text{2H4D (3)}}{\text{3n (3)}}$, $\frac{\text{2H4C (3)}}{\text{3n (3)}}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p, mm	Ren ngoài					Ren trong						
		Đường kính của ren											
		d		d_2			D	D_2			D_1		
		Sai lệch giới hạn µm											
		es	ei	es	Giới hạn nhóm III, II	Giới hạn nhóm II, I	ei	EI	ES	Giới hạn nhóm III, II	Giới hạn nhóm II, I	EI	ES	EI
Lớn hơn 2,8 đến 5,6	0,8	– 60	– 210	+ 82	+ 66	+ 50	+ 34	0	+ 50	+ 33	+ 16	0	+ 250	+ 90
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	1	– 60	– 240	+ 94	+ 75	+ 56	+ 38	0	+ 60	+ 40	+ 20	0	+ 280	+ 90
	1,25	– 63	– 275	+ 102	+ 82	+ 62	+ 42	0	+ 63	+ 42	+ 21	0	+ 307	+ 95
	1,5	– 140	– 376	+ 112	+ 89	+ 67	+ 45	0	+ 71	+ 47	+ 23	0	+ 376	+ 140
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	1,25	– 63	– 275	+ 109	+ 86	+ 64	+ 42	0	+ 71	+ 47	+ 23	0	+ 307	+ 95
	1,5	– 140	–376	+ 116	+ 91	+ 68	+ 45	0	+ 75	+ 50	+ 25	0	+ 376	+ 140
	1,75	– 145	– 410	+ 125	+ 100	+ 75	+ 50	0	+ 80	+ 54	+27	0	+ 410	+ 145
	2	– 150	– 430	+ 134	+ 106	+ 79	+ 53	0	+ 85	+ 56	+ 28	0	+ 450	+ 150
	2,5	– 160	– 505	+ 147	+ 119	+ 91	+ 63	0	+ 90	+ 60	+ 30	0	+ 515	+ 160
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	– 150	– 430	+ 139	+ 100	+ 81	+ 53	0	+ 90	+ 60	+ 30	0	+ 450	+ 150
	3	– 170	– 545	+ 170	+ 137	+ 104	+ 71	0	+ 106	+ 70	+ 35	0	+ 570	+ 170

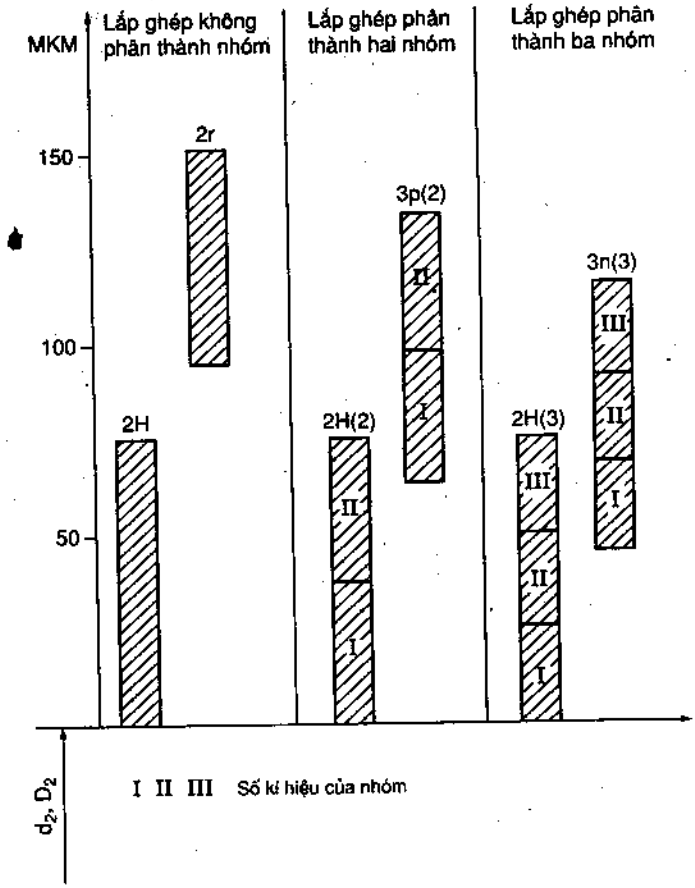
Bảng 6.20. Sai lệch giới hạn đối với lắp ghép $\frac{3H6H}{3p}$, $\frac{3H6H}{3n}$

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p, mm	Ren ngoài						Ren trong				
		Đường kính của ren										
		d		d_2				D	D_2		D_1	
				Miền dung sai								
				3p		3n						
		Sai lệch giới hạn µm										
		es	ei	es	ei	es	ei	EI	ES	EI	ES	EI
Lớn hơn 2,8 đến 5,6	0,8	– 60	– 210	+ 96	+ 48	+ 82	+ 34	0	+ 65	0	+ 200	0
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	1	– 60	– 240	+ 109	+ 53	+ 94	+ 38	0	+ 76	0	+ 236	0
	1,25	– 63	– 275	+ 116	+ 56	+ 102	+ 42	0	+ 80	0	+ 265	0
	1,5	– 140	– 376	+ 130	+ 63	+ 112	+ 45	0	+ 90	0	+ 300	0
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	1,25	– 63	– 275	+ 116	+ 56	+ 102	+ 42	0	+ 90	0	+ 265	0
	1,5	– 140	– 376	+ 134	+ 63	+ 116	+ 45	0	+ 95	0	+ 300	0
	1,75	– 145	– 410	+ 142	+ 67	+ 125	+ 50	0	+ 102	0	+ 335	0
	2	– 150	– 430	+ 155	+ 75	+ 134	+ 53	0	+ 109	0	+ 375	0
	2,5	– 160	– 505	+ 170	+ 85	+ 147	+ 63	0	+ 116	0	+ 450	0
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	– 150	– 430	+ 160	+ 75	+ 139	+ 53	0	+ 116	0	+ 375	0
	3	– 170	– 545	+ 195	+ 95	+ 170	+ 71	0	+ 136	0	+ 500	0

Bảng 6.21. **Sai lệch giới hạn của bước và góc prôfin ren**

Bước ren P, mm	Sai lệch giới hạn	
	Bước ren, μm	Góc cạnh bên prôfin
0,8 1 1,25	± 12	± 50'
1,5 1,75	± 16	± 45'
2 2,5	± 20	± 40'
3	± 24	± 35'

phân nhóm phải dựa vào trị số đường kính trung bình thực (d_{2th}, D_{2th}) ở phần giữa của chiều dài ren.



Hình 6-6. Sơ đồ phân bố miền dung sai đường kính trung bình đối với ren M14 × 1,5

6.3.4. Lắp ghép ren trung gian (TCVN 2249-93)

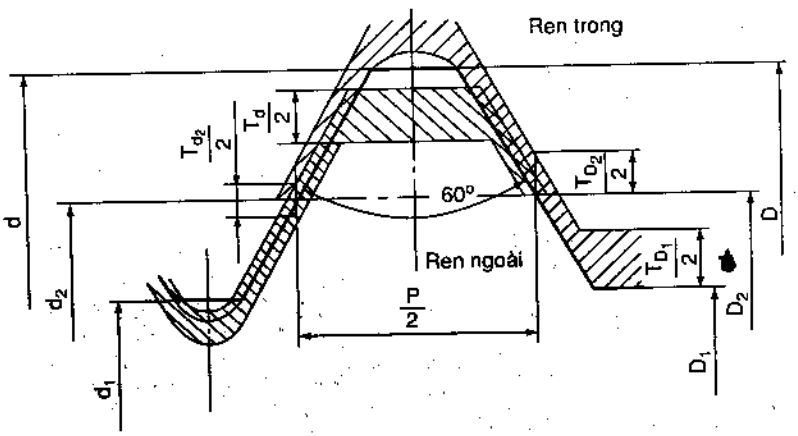
Lắp ghép ren trung gian cũng được sử dụng đối với mối ghép ren cố định cần xiết chặt, nhưng có dùng thành phần phụ để xiết chặt ví dụ: đoạn ren cạn hình côn trên vít, mặt gờ phẳng của vít...

Chiều dài vặn ren của lắp ghép được sử dụng như lắp ghép có độ dôi, bảng 6.15.

Lắp ghép được thực hiện đối với ren có đường kính và bước phù hợp với TCVN 2249-93.

Miền dung sai kích thước và các kiểu lắp tiêu chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 6.22.

Trên hình 6.7 biểu thị sơ đồ phân bố miền dung sai của ren ngoài và ren trong đối với lắp ghép trung gian.



Hình 6-7. Sơ đồ phân bố dung sai ren lắp trung gian

Sai lệch giới hạn kích thước ren ứng với các miền dung sai được chỉ dẫn trong bảng 6.23 đến 6.25. Sai lệch giới hạn của bước và góc prôfin ren được chỉ dẫn trong bảng 6.26.

Bảng 6.22. Miền dung sai và các kiểu lắp ren trung gian

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Vật liệu của chi tiết có ren trong	Miền dung sai		Lắp ghép
		Ren ngoài	Ren trong	
Từ 5 đến 16	Thép	$\frac{4\ jk}{2m}$	$\frac{4H6H}{3H6H}$	$\frac{4H6H}{4jk}$; $\frac{3H6H}{2m}$
	Gang, hợp kim nhôm và hợp kim manhê	$\frac{4\ jk}{2m}$	$\frac{5H6H}{3H6H}$	$\frac{5H6H}{4jk}$; $\frac{3H6H}{2m}$
Từ 18 đến 30	Thép	$\frac{4\ j}{2m}$	$\frac{4H6H}{3H6H}$	$\frac{4H6H}{4j}$; $\frac{3H6H}{2m}$
	Gang, hợp kim nhôm và hợp kim manhê	$\frac{4\ j}{2m}$	$\frac{5H6H}{3H6H}$	$\frac{5H6H}{4j}$; $\frac{3H6H}{2m}$
Từ 33 đến 45	Thép Gang, hợp kim nhôm và hợp kim manhê	4 jh	5H6H	$\frac{5H6H}{4jh}$

Bảng 6.23. Sai lệch giới hạn của đường kính ren ngoài

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren p mm	Miền dung sai							
		4 jh				4j			
		Đường kính của ren							
		d		d_2		d		d_2	
		Sai lệch giới hạn, µm							
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	1,25	–	–	–	–	–	–	–	–
	1,5	–	–	–	–	– 32	– 268	+ 49	– 41
	1,75	–	–	–	–	–	–	–	–
	2	–	–	–	–	– 38	– 318	+ 53	– 47
	2,5	–	–	–	–	– 42	– 377	+ 54	– 52
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	– 38	– 318	+ 4	– 102	– 38	– 318	+ 59	– 47
	3	– 48	– 433	+ 12	– 113	– 48	– 433	+ 67	– 58
	3,5	– 53	– 478	+ 14	– 118	– 53	– 478	+ 68	– 64
	4	– 60	– 535	+ 16	– 124	–	–	–	–
	4,5	– 63	– 563	+ 20	– 130	–	–	–	–

Bảng 6.24. Sai lệch giới hạn của đường kính ren ngoài

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai							
		4jk				2m			
		Đường kính của ren							
		d		d_2		d		d_2	
		Sai lệch giới hạn, μm							
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
Lớn hơn 2,8 đến 5,6	0,8	– 24	– 174	+ 51	– 9	– 24	– 174	+ 62	+ 24
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	1	– 26	– 206	+ 60	– 11	– 26	– 206	+ 71	+ 26
	1,25	– 28	– 240	+ 61	– 14	– 28	– 240	+ 75	+ 28
	1,5	– 32	– 268	+ 69	– 16	– 32	– 268	+ 85	+ 32
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	1,25	– 28	– 240	+ 71	– 14	– 28	– 240	+ 85	+ 28
	1,5	– 32	– 268	+ 74	– 16	– 32	– 268	+ 85	+ 32
	1,75	– 34	– 299	+ 76	– 19	– 34	– 299	+ 94	+ 34
	2	– 38	– 318	+ 78	– 22	– 38	– 318	+ 102	+ 38
	2,5	–	–	–	–	– 42	– 377	+ 110	+ 42
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	–	–	–	–	– 38	– 318	+ 106	+ 38
	3	–	–	–	–	– 48	– 433	+ 128	+ 48
	3,5	–	–	–	–	–	–	–	–
	4	–	–	–	–	–	–	–	–
	4,5	–	–	–	–	–	–	–	–

Bảng 6.25. Sai lệch giới hạn của đường kính ren trong

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai													
		3H6H				4H6H				5H6H					
		Đường kính của ren													
		D	D_2		D_1	D	D_2		D_1	- D	D_2		D_1		
		Sai lệch giới hạn, µm													
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Lớn hơn 2,8 đến 5,6	0,8	0	+ 65	0	+ 200	0	0	+ 80	0	+ 200	0	0	+ 100	0	+ 200	0
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	1	0	+ 76	0	+ 236	0	0	+ 95	0	+ 236	0	0	+ 118	0	+ 236	0
	1,25	0	+ 80	0	+ 265	0	0	+ 100	0	+ 265	0	0	+ 125	0	+ 265	0
	1,5	0	+ 90	0	+ 300	0	0	+ 112	0	+ 300	0	0	+ 140	0	+ 300	0
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	1,25	0	+ 90	0	+ 265	0	0	+ 112	0	+ 265	0	0	+ 140	0	+ 265	0
	1,5	0	+ 95	0	+ 300	0	0	+ 118	0	+ 300	0	0	+ 150	0	+ 300	0
	1,75	0	+ 102	0	+ 335	0	0	+ 125	0	+ 335	0	0	+ 160	0	+ 335	0
	2	0	+ 109	0	+ 375	0	0	+ 132	0	+ 375	0	0	+ 170	0	+ 375	0
	2,5	0	+ 116	0	+ 450	0	0	+ 140	0	+ 450	0	0	+ 180	0	+ 450	0
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	0	+ 116	0	+ 375	0	0	+ 140	0	+ 375	0	0	+ 180	0	+ 375	0
	3	0	+ 136	0	+ 500	0	0	+ 170	0	+ 500	0	0	+ 212	0	+ 500	0
	3,5	–	–	–	–	0	0	+ 180	0	+ 560	0	0	+ 224	0	+ 560	0
	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+ 236	0	+ 600	0
	4,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0	+ 250	0	+ 670	0

Bảng 6.26. **Sai lệch giới hạn bước và góc prôfin**

Bước ren P,	Sai lệch	
mm	Bước ren, mm	Góc cạnh bên prôfin
0,8 1 1,25	± 12	± 50'
1,5 1,75	± 16	± 45'
2 2,5	± 20	± 40'
3 3,5	± 24	± 35'
4 4,5	± 28	± 30'

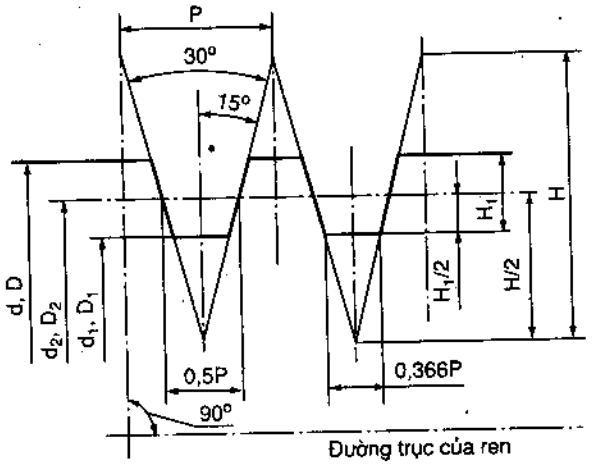
6.4. DUNG SAI LẮP GHÉP REN HÌNH THANG

Mối ghép ren hình thang được sử dụng để truyền chuyển động trong các cơ cấu vít khác nhau, ví dụ: vít me, vít bàn dao trong máy công cụ, vít nâng của kích, vít ép trong máy ép, v.v...

Ren hình thang có hai loại: ren hình thang một đầu mối và ren hình thang nhiều đầu mối.

6.4.1. Các thông số kích thước cơ bản

Prôfin ren và các thông số kích thước cơ bản của ren vít và đai ốc được chỉ ra trên hình 6-8 theo TCVN 2254-77.

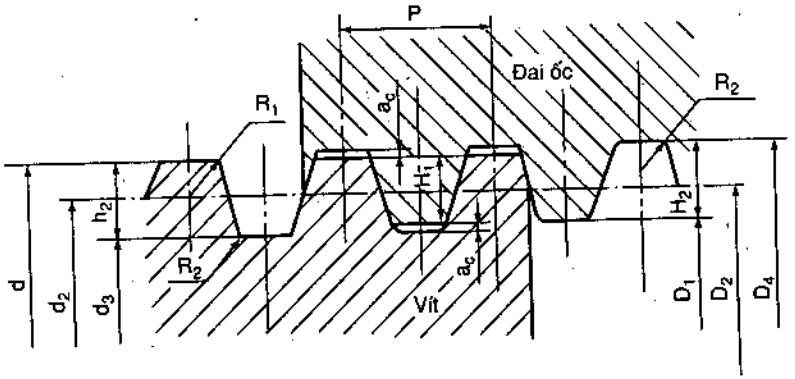


Hình 6-8. **Prôfin ren hình thang**

Góc prôfin ren hình thang nhỏ, $\alpha = 30^{\circ}$, với mục đích giảm ma sát bề mặt và tăng hiệu suất truyền động của ren.

Lắp ghép ren chỉ thực hiện theo bề mặt bên của ren (theo đường kính trung bình). Còn theo bề mặt đường kính ngoài và trong cần phải đảm bảo khe hở a_c.

Prôfin danh nghĩa lắp ghép được chỉ dẫn trên hình 6-9.



$H = 1{,}866\ P$ $\qquad$ $d_1 = D_1$

$H_1 = 0{,}5\ P$ $\qquad$ $D_4 = d + 2a_c$

$H_2 = H_1 + a_c$ $\qquad$ $D_1 = d - P$

$d_2 = d - 0{,}5\ P$ $\qquad$ $R_{1max} = 0{,}5a_c$

$d_3 = d - 2H_2$ $\qquad$ $R_{2max} = a_c$

$d = D$

Hình 6-9. Prôfin danh nghĩa của lắp ghép ren hình thang.

Giá trị của khe hở a_c được chỉ dẫn trong bảng 6.27.

Bảng 6.27. **Trị số khe hở a_c**

Bước ren P, mm	1,5	2; 3; 4; 5	6; 7; 8; 9; 10; 12	16; 20; 24; 32;40; 48
Trị số a_c mm	0,15	0,25	0,5	1

Đường kính và bước ren được chỉ dẫn trong bảng 6.28 đối với ren hình thang một đầu mối.

6.4.2. Dung sai lắp ghép ren hình thang một đầu mối

Miền dung sai kích thước của ren ngoài và ren trong được chỉ dẫn trong bảng 6.29. (TCVN 4683-89).

Bảng 6.28. Dãy đường kính và bước ren hình thang một đầu mối (TCVN 4673-89), mm

Dãy đường kính danh nghĩa, d			Bước ren P	Dãy đường kính danh nghĩa d			Bước ren P
1	2	3		1	2	3	
8	–	–	[2] ; 1,5	120	–	130	24; [16] ; 6
10	–	–	[3] ; 2	–	140	150	24; [16] ; 6
12	14	–	[3] ; 2	160	–	170	24; [16] ; 8
16	18	–	[4] ; 2	–	180	190	32; [20] ; 8
20	–	–	[4] ; 2	200	–	210	32; [20] ; 10
–	22	24	8; [5] ; 2	–	220	–	32; [20] ; 10
26	28	–	8; [5] ; 2	–	–	240	40; [24] ; 12
–	–	30	10; [6] ; 3	250	–	260	40; [24] ; 12
32	–	34	10; [6] ; 3	–	280	–	40; [24] ; 12
–	36	38	10; [6] ; 3	–	300	–	40; [24] ; 12
40	–	42	10; [6] ; 3	320	–	340	48; 12
–	44	46	12; [8] ; 3	–	360	380	48; 12
–	48	–	12; [8] ; 3	400	–	–	48; 12
50	52	–	12; [8] ; 3	–	–	420	16
–	55	–	12; [8] ; 3	–	440	460	16
60	–	–	12; [8] ; 3	–	–	480	16
–	–	65	16; [10] ; 4	500	–	–	16
–	70	75	16; [10] ; 4	–	–	520	20
80	–	–	16; [10] ; 4	–	–	540	20
–	–	85	20; [12] ; 5	–	560	580	20
–	90	95	20; [12] ; 5	600	620	640	24
100	110	–	20; [12] ; 5				

Chú thích: 1 – Khi chọn cần ưu tiên sử dụng dãy 1 rồi dãy 2, dãy 3

2 – Bước ren để trong khung cần ưu tiên sử dụng.

Bảng 6.29. **Miền dung sai kích thước ren hình thang một đầu mối**

Loại chính xác	Ren ngoài (vít)		Ren trong (đai ốc)	
	Chiều dài vặn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Chính xác	6e, 6g	7e	6H	7H
Trung bình	7e, 7g	8e	7H	8H
Thô	8c, 8e	9c	8H	9H

Các miền dung sai được quy định tuỳ thuộc vào loại chính xác của ren: loại chính xác, trung bình và thô, đồng thời cũng dựa vào chiều dài vặn ren. Tiêu chuẩn chỉ quy định hai loại chiều dài vặn ren: bình thường (N) và dài (L). Trị số của chúng ứng với đường kính và bước ren được chỉ dẫn trong bảng 6.30.

Bảng 6.30. **Chiều dài vặn ren**

mm

Đường kính danh nghĩa của ren, d	Bước ren P	Chiều dài vặn ren	
		N	L
Trên 5,6 đến 11,2	1,5	Trên 5 đến 15	Trên 15
	2	" 6 " 19	" 19
	3	" 10 " 28	" 28
Trên 11,2 đến 22,4	2	Trên 8 đến 24	Trên 24
	3	" 11 " 32	" 32
	4	" 15 " 43	" 43
	5	" 18 " 53	" 53
	8	" 30 " 85	" 85
Trên 22,4 đến 45	2	Trên 8 đến 25	Trên 25
	3	" 12 " 36	" 36
	5	" 21 " 63	" 63
	6	" 25 " 75	" 75
	7	" 30 " 85	" 85
	8	" 34 " 100	" 100
	10	" 42 " 125	" 125
	12	" 50 " 150	" 150
Trên 45 đến 90	3	Trên 15 đến 45	Trên 45
	4	" 19 " 56	" 56
	5	" 24 " 71	" 71
	8	" 38 " 118	" 118
	9	" 43 " 132	" 132
	10	" 50 " 140	" 140
	12	" 60 " 170	" 170
	14	" 67 " 200	" 200
	16	" 75 " 236	" 236
	18	" 85 " 265	" 265
	20	" 95 " 280	" 280

Tiêu chuẩn cho phép phối hợp miền dung sai bất kì của ren ngoài và ren trong để được lắp ghép ren yêu cầu. Nhưng ưu tiên phối hợp các miền dung sai của cùng một loại chính xác.

Sai lệch giới hạn các kích thước tương ứng với các miền dung sai được chỉ dẫn trong bảng 6.31 và 6.32 (TCVN 4683-89).

Kí hiệu ren hình thang trên bản vẽ cũng được ghi giống như đối với ren hệ mét, ví dụ: Tr20 × 4 – 7H/7e.

Chữ "Tr" chỉ ren hình thang. Nếu là ren trái thì thêm chữ "LH" vào sau trị số bước ren, ví dụ: Tr 20 × 4LH – 7H/7e.

6.4.3. Dung sai lắp ghép ren hình thang nhiều đầu mối

Đối với ren hình thang nhiều đầu mối thì cần phân biệt bước xoắn vít, Ph và bước ren P. Nếu ren đai ốc và vít có n mối thì bước ren:

$$P = \frac{P_h}{n}$$

Miền dung sai kích thước ren cũng quy định tuỳ thuộc vào loại chính xác và chiều dài vặn ren và được chỉ dẫn trong bảng 6.33 (TCVN 2255-77).

Trị số chiều dài vặn ren được chỉ dẫn trong bảng 6.30.

Tuỳ theo chiều dài vặn ren và độ chính xác yêu cầu mà ta chọn lắp ghép có các miền dung sai ren phù hợp với bảng 6.33 và ưu tiên sử dụng các miền dung sai trong khung.

Sai lệch giới hạn các kích thước ren tương ứng với các miền dung sai được chỉ dẫn trong bảng 6.34.

Kí hiệu ren hình thang nhiều đầu mối, trên bản vẽ cũng tương tự như ren hình thang một đầu mối, ví dụ:

Tr40 × 14P7 – 8H/8e

Khác với kí hiệu ren một đầu mối, kí hiệu bước ren bao gồm trị số bước xoắn vít P_h = 14 mm và bước ren được đặt tiếp sau đó là "P7" nghĩa là bước P = 7 mm. Như vậy số mối ren sẽ là:

$$n = \frac{P_h}{P} = \frac{14}{7} = 2$$

Bảng 6.31. Sai lệch giới hạn đường kính ren hình thang một mối (ren ngoài)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Đường kính ren ngoài					
		Trung bình d_2			Ngoài d	Trong d_3	
		Sai lệch, μm					
		es	ei		ei*	ei*	
		Đối với các miền dung sai					
		6g, 7g	6g	7g	4h**	6g	7g
Trên 5,6 đến 11,2	1,5	– 32	– 164	– 202	– 150	– 197	– 245
	2	– 38	– 188	– 228	– 180	– 226	– 276
	3	– 48	– 218	– 260	– 236	– 261	– 313
Trên 11,2 đến 22,4	2	– 38	– 198	– 238	– 180	– 238	– 288
	3	– 48	– 228	– 272	– 236	– 273	– 328
	4	– 60	– 272	– 325	– 300	– 325	– 391
	5	– 71	– 295	– 351	– 335	– 351	– 421
	8	– 85	– 365	– 440	– 450	– 435	– 529
Trên 22,4 đến 45	2	– 38	– 208	– 250	– 180	– 251	– 303
	3	– 48	– 248	– 298	– 236	– 298	– 361
	5	– 71	– 307	– 371	– 335	– 366	– 446
	6	– 80	– 345	– 415	– 375	– 411	– 499
	7	– 83	– 363	– 438	– 425	– 433	– 527
	8	– 85	– 385	– 460	– 450	– 460	– 554
	10	– 96	– 411	– 496	– 530	– 490	– 596
	12	– 115	– 450	– 540	– 600	– 534	– 646
Trên 45 đến 90	3	– 48	– 260	– 313	– 236	– 313	– 379
	4	– 60	– 296	– 360	– 300	– 355	– 435
	5	– 71	– 321	– 386	– 335	– 384	– 465
	8	– 85	– 400	– 485	– 450	– 479	– 585
	9	– 90	– 425	– 515	– 500	– 509	– 621
	10	– 96	– 431	– 521	– 530	– 515	– 627
	12	– 115	– 490	– 590	– 600	– 584	– 709
	14	– 120	– 520	– 620	– 670	– 620	– 745
	16	– 130	– 555	– 660	– 710	– 661	– 793
	18	– 140	– 590	– 700	– 800	– 703	– 840
	20	– 145	– 595	– 705	– 850	– 708	– 845
Trên 90 đến 180	4	– 60	– 310	– 375	– 300	– 373	– 454
	5	– 71	– 351	– 426	– 335	– 421	– 515
	6	– 80	– 380	– 455	– 375	– 455	– 549
	8	– 85	– 420	– 510	– 450	– 504	– 616
	12	– 115	– 515	– 615	– 600	– 615	– 740
	14	– 120	– 545	– 650	– 670	– 651	– 783
	16	– 130	– 580	– 690	– 710	– 693	– 830
	18	– 140	– 615	– 740	– 800	– 734	– 890
	20	– 145	– 620	– 745	– 850	– 739	– 895
	22	– 155	– 655	– 785	– 900	– 780	– 943
	24	– 165	– 695	– 835	– 950	– 828	– 1003
	28	– 180	– 740	– 890	– 1060	– 880	– 1068
	32	– 195	– 795	– 945	– 1120	– 945	– 1133

Bảng 6.31. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Đường kính ren ngoài							
		Trung bình d_2				Ngoài d	Trong d_3		
		Sai lệch, µm							
		es	ei			ei*	ei*		
		Đối với các miền dung sai							
		6e,7e,8e	6e	7e	8e	4h**	6e	7e	8e
Trên 5,6 đến 11,2	1,5	– 67	– 199	– 237	– 279	– 150	– 232	– 279	332
	2	– 71	– 221	– 261	– 307	– 180	– 259	– 309	– 366
	3	– 85	– 255	– 297	– 350	– 236	– 298	– 350	– 416
Trên 11,2 đến 22,4	2	– 71	– 231	– 271	– 321	– 180	– 271	– 321	– 383
	3	– 85	– 265	– 309	– 365	– 236	– 310	– 365	– 435
	4	– 95	– 307	– 360	– 430	– 300	– 360	– 426	– 514
	5	– 106	– 330	– 386	– 461	– 335	– 386	– 456	– 550
	8	– 132	– 412	– 487	– 582	– 450	– 482	– 576	– 695
Trên 22,4 đến 45	2	– 71	– 241	– 283	– 336	– 180	– 284	– 336	– 402
	3	– 85	– 285	– 335	– 400	– 236	– 335	– 397	– 479
	5	– 106	– 342	– 406	– 481	– 335	– 401	– 481	– 575
	6	– 118	– 383	– 453	– 543	– 375	– 449	– 537	– 649
	7	– 125	– 405	– 480	– 575	– 425	– 475	– 569	– 688
	8	– 132	– 432	– 507	– 607	– 450	– 507	– 601	– 726
	10	– 150	– 465	– 550	– 650	– 530	– 544	– 650	– 775
	12	– 170	– 505	– 595	– 700	– 600	– 589	– 701	– 833
Trên 45 đến 90	3	– 85	– 297	– 350	– 420	– 236	– 350	– 416	– 504
	4	– 95	– 331	– 395	– 470	– 300	– 390	– 470	– 564
	5	– 106	– 356	– 421	– 506	– 335	– 419	– 500	– 606
	8	– 132	– 447	– 532	– 632	– 450	– 526	– 632	– 757
	9	– 140	– 475	– 565	– 670	– 500	– 559	– 671	– 803
	10	– 150	– 485	– 575	– 680	– 530	– 569	– 681	– 813
	12	– 170	– 545	– 645	– 770	– 600	– 639	– 764	– 920
	14	– 180	– 580	– 680	– 810	– 670	– 680	– 805	– 967
	16	– 190	– 615	– 720	– 860	– 710	– 721	– 853	– 1028
	18	– 200	– 650	– 760	– 910	– 800	– 763	– 900	– 1088
	20	– 212	– 662	– 772	– 922	– 850	– 775	– 912	– 1100
Trên 90 đến 180	4	– 95	– 345	– 410	– 495	– 300	– 408	– 489	– 595
	5	– 106	– 386	– 461	– 556	– 335	– 456	– 550	– 669
	6	– 118	– 418	– 493	– 593	– 375	– 493	– 587	– 712
	8	– 132	– 467	– 557	– 662	– 450	– 551	– 663	– 795
	12	– 170	– 570	– 670	– 800	– 600	– 670	– 795	– 958
	14	– 180	– 605	– 710	– 850	– 670	– 711	– 843	– 1018
	16	– 190	– 640	– 750	– 900	– 710	– 753	– 890	– 1078
	18	– 200	– 675	– 800	– 950	– 800	– 794	– 950	– 1138
	20	– 212	– 687	– 812	– 962	– 850	– 806	– 962	– 1150
	22	– 224	– 724	– 854	– 1024	– 900	– 849	– 1011	– 1224
	24	– 236	– 766	– 906	– 1086	– 950	– 899	– 1074	– 1299
	28	– 250	– 810	– 960	– 1150	– 1060	– 950	– 1138	– 1375
	32	– 265	– 865	– 1015	– 1215	– 1120	– 1015	– 1203	– 1453

Bảng 6.31. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Đường kính ren ngoài					
		Trung bình d_2			Ngoài d	Trong d_3	
		Sai lệch, µm					
		es	ei		ei*	ei*	
		Đối với các miền dung sai					
		8c, 9c	8c	9c	4h**	8c	9c
Trên 5,6 đến 11,2	1,5	– 140	– 352	– 405	– 150	– 405	– 471
	2	– 150	– 386	– 450	– 180	– 445	– 525
	3	– 170	– 435	– 505	– 236	– 501	– 589
Trên 11,2 đến 22,4	2	– 150	– 400	– 465	– 180	– 462	– 544
	3	– 170	– 450	– 525	– 236	– 520	– 614
	4	– 190	– 525	– 615	– 300	– 609	– 721
	5	– 212	– 567	– 662	– 335	– 656	– 775
	8	– 265	– 715	– 825	– 450	– 828	– 965
Trên 22,4 đến 45	2	– 150	– 415	– 485	– 180	– 481	– 569
	3	– 170	– 485	– 570	– 236	– 564	– 670
	5	– 212	– 587	– 687	– 335	– 681	– 806
	6	– 236	– 661	– 766	– 375	– 767	– 899
	7	– 250	– 700	– 810	– 425	– 813	– 950
	8	– 265	– 740	– 865	– 450	– 859	– 1015
	10	– 300	– 800	– 930	– 530	– 925	– 1087
	12	– 335	– 865	– 1005	– 600	– 998	– 1173
Trên 45 đến 90	3	– 170	– 505	– 595	– 236	– 589	– 701
	4	– 190	– 565	– 665	– 300	– 659	– 784
	5	– 212	– 612	– 712	– 335	– 712	– 837
	8	– 265	– 765	– 895	– 450	– 890	– 1052
	9	– 280	– 810	– 950	– 500	– 943	– 1118
	10	– 300	– 830	– 970	– 530	– 963	– 1138
	12	– 335	– 935	– 1085	– 600	– 1085	– 1273
	14	– 355	– 985	– 1155	– 670	– 1142	– 1355
	16	– 375	– 1045	– 1225	– 710	– 1213	– 1438
	18	– 400	– 1110	– 1300	– 800	– 1288	– 1525
	20	– 425	– 1135	– 1325	– 850	– 1313	– 1550

Bảng 6.31. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Đường kính ren ngoài					
		Trung bình d_2			Ngoài d	Trong d_3	
		Sai lệch, µm					
		es	ei		ei*	ei*	
		Đối với các miền dung sai					
		8c, 9c	8c	9c	4h**	8c	9c
Trên 90 đến 180	4	– 190	– 590	– 690	– 300	– 690	– 815
	5	– 212	– 662	– 772	– 335	– 775	– 912
	6	– 236	– 711	– 836	– 375	– 830	– 986
	8	– 265	– 795	– 935	– 450	– 928	– 1103
	12	– 335	– 965	– 1135	– 600	– 1122	– 1335
	14	– 355	– 1025	– 1205	– 670	– 1193	– 1418
	16	– 375	– 1085	– 1275	– 710	– 1263	– 1500
	18	– 400	– 1150	– 1350	– 800	– 1338	– 1588
	20	– 425	– 1175	– 1375	– 850	– 1363	– 1613
	22	– 450	– 1250	– 1450	– 900	– 1450	– 1700
	24	– 475	– 1325	– 1535	– 950	– 1538	– 1800
	28	– 500	– 1400	– 1620	– 1060	– 1625	– 1900
	32	– 530	– 1480	– 1710	– 1120	– 1718	– 2005

* Sai lệch trên es của đường kính ngoài d và đường kính trong d3 của ren ngoài bằng không.

** Khi sử dụng các miền dung sai ren ngoài: 6g6h, 6e6h, 7g6h thì sai lệch dưới của đường kính ngoài d phải tương ứng với miền dung sai 6h như chỉ dẫn dưới đây.

Bước ren P, mm	ei (6h)	Bước ren P, mm	ei (6h)	Bước ren P, mm	ei (6h)
1,5	– 236	4	– 475	8	– 710
2	– 280	5	– 530	9	– 800
3	– 375	6	– 600	10	– 850
		7	– 670	12	– 950

Bảng 6.32. Sai lệch giới hạn đường kính ren hình thang một mối (ren trong)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Đường kính ren trong				
		Trung bình D_2				Trong D_1
		Sai lệch trên ES*, µm Đối với các miền dung sai				
		6H	7H	8H	9H	6H, 7H, 8H, 9H
Trên 5,6 đến 11,2	1,5	+ 180	+ 224	+ 280	+ 355	+ 190
	2	+ 200	+ 250	+ 315	+ 400	+ 236
	3	+ 224	+ 280	+ 355	+ 450	+ 315
Trên 11,2 đến 22,4	2	+ 212	+ 265	+ 335	+ 425	+ 236
	3	+ 236	+ 300	+ 375	+ 475	+ 315
	4	+ 280	+ 355	+ 450	+ 560	+ 375
	5	+ 300	+ 375	+ 475	+ 600	+ 450
	8	+ 375	+ 475	+ 600	+ 750	+ 630
Trên 22,4 đến 45	2	+ 224	+ 280	+ 355	+ 450	+ 236
	3	+ 265	+ 335	+ 425	+ 530	+ 315
	5	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630	+ 450
	6	+ 355	+ 450	+ 560	+ 710	+ 500
	7	+ 375	+ 475	+ 600	+ 750	+ 560
	8	+ 400	+ 500	+ 630	+ 800	+ 630
	10	+ 425	+ 530	+ 670	+ 850	+ 710
	12	+ 450	+ 560	+ 710	+ 900	+ 800
Trên 45 đến 90	3	+ 280	+ 355	+ 450	+ 560	+ 315
	4	+ 315	+ 400	+ 500	+ 630	+ 375
	5	+ 335	+ 425	+ 530	+ 670	+ 450
	8	+ 425	+ 530	+ 670	+ 850	+ 630
	9	+ 450	+ 560	+ 710	+ 900	+ 670
	10	+ 450	+ 560	+ 710	+ 900	+ 710
	12	+ 500	+ 630	+ 800	+ 1000	+ 800
	14	+ 530	+ 670	+ 850	+ 1060	+ 900
	16	+ 560	+ 710	+ 900	+ 1120	+ 1000
	18	+ 600	+ 750	+ 950	+ 1180	+ 1120
	20	+ 600	+ 750	+ 950	+ 1180	+ 1180
Trên 90 đến 180	4	+ 335	+ 425	+ 530	+ 670	+ 375
	5	+ 375	+ 475	+ 600	+ 750	+ 450
	6	+ 400	+ 500	+ 630	+ 800	+ 500
	8	+ 450	+ 560	+ 710	+ 900	+ 630
	12	+ 530	+ 670	+ 850	+ 1066	+ 800
	14	+ 560	+ 710	+ 900	+ 1120	+ 900
	16	+ 600	+ 750	+ 950	+ 1180	+ 1000
	18	+ 630	+ 800	+ 1000	+ 1250	+ 1120
	20	+ 630	+ 800	+ 1000	+ 1250	+ 1180
	22	+ 670	+ 850	+ 1060	+ 1320	+ 1250
	24	+ 710	+ 900	+ 1120	+ 1400	+ 1320
	28	+ 750	+ 950	+ 1180	+ 1500	+ 1500
	32	+ 800	+ 1000	+ 1250	+ 1600	+ 1600

* Sai lệch dưới EI của đường kính D_2 và D_1 bằng không.

Bảng 6.33. **Miền dung sai kích thước ren hình thang nhiều đầu mối**

Loại chính xác	Vít		đai ốc	
	Chiều dài vặn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Chính xác	7e, 7g	8e	7H	8H
Trung bình	8e, 8c	9c	8H	9H
Thô	9c	10c	9H	9H

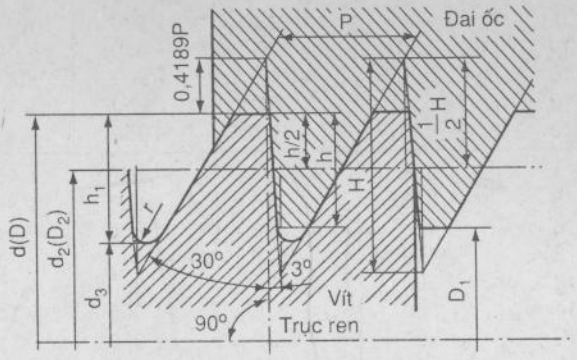
6.5. DUNG SAI LẮP GHÉP REN TỰA

6.5.1. Các thông số kích thước cơ bản (TCVN 3777-83)

Ren tựa một đầu mối được sử dụng trong các cơ cấu vít để nâng tải lớn. Ví dụ: Cơ cấu vít kẹp của máy cán, máy ép thuỷ lực, kích vít nâng tải lớn, v.v...

Với dạng prôfin như trên hình 6-10, ta thấy ren có khả năng đảm bảo hiệu suất cao hơn so với ren hình thang bởi vì góc nghiêng cạnh prôfin phía làm việc $\gamma = 3^o$, nên hệ số ma sát bề mặt $f_n = f/\cos 3^o$ nhỏ hơn nhiều so với ren hình thang.

Dãy đường kính và bước ren được chỉ dẫn trong TCVN 3777-83.



$H = 1,5878\ P$; $h = 0,75\ P$

$h_1 = 0,86777\ P$; $r = 0,12427\ P$

$d_2 = d - 0,75\ P$; $d_3 = d - 1,73554\ P$

$D_1 = d - 1,5\ P$;

Hình 6-10. Prôfin ren tựa.

Bảng 6.34. Sai lệch giới hạn kích thước ren hình thang nhiều đầu mối

Bước ren P, mm	Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Đường kính ren ngoài (vít)						
		Trung bình d_2				Ngoài d	Trong d_3	
		Sai lệch, µm						
		es		ei		ei*	ei*	
		Đối với các miền dung sai						
		7g	10c	7g	10c	4h	7g	10c
2	Từ 10 đến 11,2	– 38	– 150	– 228	– 525	– 180	– 310	– 620
	Trên 11,2 đến 22,4			– 238	– 550		– 320	– 650
	" 22,4 " 45			– 250	– 575		– 340	– 680
3	Từ 10 đến 11,2	– 48	– 170	– 260	– 595	– 236	– 350	– 700
	Trên 11,2 đến 22,4			– 272	– 620		– 370	– 730
	" 22,4 " 45			– 298	– 670		– 400	– 800
	" 45 " 90			– 313	– 700		– 420	– 840
4	Trên 11,2 đến 22,4	– 60	– 190	– 325	– 720	– 300	– 430	– 860
	" 45 " 90			– 360	– 790		– 470	– 940
5	Trên 22,4 đến 45	– 71	– 212	– 371	– 812	– 335	– 480	– 960
	" 45 " 90			– 406	– 882		– 530	– 1070
	" 90 " 180			– 426	– 922		– 550	– 1120
6	Trên 22,4 đến 45	– 80	– 236	– 415	– 906	– 375	– 540	– 1090
	" 90 " 180			– 455	– 986		– 590	– 1190
8	Trên 22,4 đến 45	– 85	– 265	– 460	– 1015	– 450	– 600	– 1220
	" 45 " 90			– 485	– 1065		– 630	– 1260
	" 90 " 180			– 510	– 1115		– 660	– 1320
10	Trên 22,4 đến 45	– 96	– 300	– 496	– 1100	– 530	– 650	– 1300
	" 45 " 90			– 521	– 1150		– 680	– 1360
	" 180 " 320			– 596	– 1300		– 780	– 1550
12	Trên 22,4 đến 45	– 115	– 335	– 540	– 1185	– 600	– 690	– 1400
	" 45 " 90			– 590	– 1285		– 750	– 1520
	" 90 " 180			– 615	– 1335		– 790	– 1580
	" 180 " 320			– 645	– 1395		– 820	– 1660
16	Trên 45 đến 90	– 130	– 375	– 660	– 1435	– 710	– 850	– 1600
	" 90 " 180			– 690	– 1495		– 890	– 1790
20	Trên 45 đến 90	– 145	– 425	– 705	– 1545	– 850	– 910	– 1820
	" 90 " 180			– 745	– 1605		– 960	– 1920
	" 180 " 320			– 815	– 1745		– 1050	– 2120
24	Trên 90 đến 180	– 165	– 475	– 835	– 1795	– 950	– 1070	– 2180
	" 180 " 320			– 875	– 1875		– 1120	– 2280
32	Trên 90 đến 180	– 195	– 530	– 945	– 2030	– 1120	– 1200	– 2430
	" 180 " 320			– 995	– 2130		– 1270	– 2530
40	Trên 180 đến 320	– 225	– 600	– 1075	– 2300	– 1320	– 1360	– 2700
48	Trên 180 đến 320	– 250	– 670	– 1200	– 2570	– 1500	– 1520	– 3070

Chú thích: - Sai lệch giới hạn đường kính ren đai ốc đối với các miền dung sai 7H, 8H, 9H được chỉ dẫn trong bảng 6.32.

* Sai lệch trên của đường kính ngoài d và trong d_3 của ren vít bằng không.

Bảng 6.34. *(tiếp theo)*

Bước ren P mm	Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Đường kính ren ngoài (vít)									
		Trung bình d_2						Ngoài d	Trong d_3		
		Sai lệch, µm									
		es		ei				ei*	ei*		
		Đối với các miền dung sai									
		7e, 8e	8c, 9c	7e	8e	8c	9c	4h**	7e	8e, 8c	9c
2	Từ 10 đến 11,2	- 71	- 150	- 261	- 307	- 386	- 450	- 180	- 310	- 440	- 520
	Trên 11,2 đến 22,4			- 271	- 321	- 400	- 465		- 320	- 460	- 540
	" 22,4 " 45			- 283	- 336	- 415	- 485		- 340	- 480	- 570
3	Từ 10 đến 11,2	- 85	- 170	- 297	- 350	- 435	- 505	- 236	- 350	- 500	- 590
	Trên 11,2 đến 22,4			- 309	- 365	- 450	- 525		- 370	- 520	- 610
	" 22,4 " 45			- 335	- 400	- 485	- 570		- 400	- 570	- 670
	" 45 " 90			- 350	- 420	- 505	- 595		- 420	- 590	- 700
4	Trên 11,2 đến 22,4	- 95	- 190	- 360	- 430	- 525	- 615	- 300	- 430	- 610	- 720
	" 45 " 90			- 395	- 470	- 565	- 665		- 470	- 660	- 780
5	Trên 22,4 đến 45	- 106	- 212	- 406	- 481	- 587	- 687	- 335	- 480	- 680	- 810
	" 45 " 90			- 441	- 531	- 635	- 742		- 530	- 710	- 880
	" 90 " 180			- 461	- 556	- 662	- 772		- 550	- 740	- 930
6	Trên 22,4 đến 45	- 118	- 236	- 453	- 543	- 661	- 766	- 375	- 540	- 770	- 900
	" 90 " 180			- 493	- 593	- 711	- 836		- 590	- 830	990
8	Trên 22,4 đến 45	- 132	- 265	- 507	- 607	- 740	- 865	- 450	- 600	- 860	- 1020
	" 45 " 90			- 532	- 632	- 765	- 895		- 630	- 890	- 1050
	" 90 " 180			- 557	- 662	- 795	- 935		- 660	- 930	- 1100

* Sai lệch trên của đường kính ngoài d và đường kính trong d_3 của ren vít bằng không

Bảng 6.34. (tiếp theo)

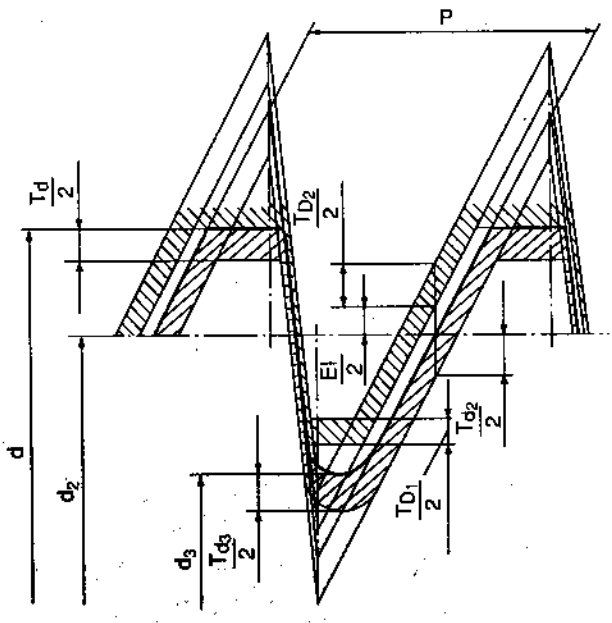
Bước ren P mm	Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Đường kính ren ngoài (vít)									
		Trung bình d_2						Ngoài d	Trong d_3		
		Sai lệch, µm									
		es		ei				ei*	ei*		
		Đối với các miền dung sai									
		7e, 8e	8c, 9c	7e	8e	8c	9c	4h**	7e	8e, 8c	9c
10	Trên 22,4 đến 45	– 150	– 300	– 550	– 650	– 800	– 930	– 530	– 650	– 920	– 1090
	" 45 " 90			– 575	– 680	– 830	– 970		– 680	– 960	– 1140
	" 180 " 320			– 650	– 780	– 930	– 1100		– 780	– 1100	– 1300
12	Trên 22,4 đến 45	– 170	– 335	– 595	– 700	– 865	– 1005	– 600	– 690	– 1000	– 1190
	" 45 " 90			– 645	– 770	– 935	– 1085		– 750	– 1080	– 1270
	" 90 " 180			– 670	– 800	– 965	– 1135		– 790	– 1120	– 1340
	" 180 " 320			– 700	– 840	– 1005	– 1185		– 820	– 1170	– 1400
16	Trên 45 đến 90	– 190	– 375	– 720	– 860	– 1045	– 1225	– 710	– 850	– 1210	– 1440
	" 90 " 180			– 750	– 900	– 1085	– 1275		– 890	– 1260	– 1500
20	Trên 45 đến 90	– 212	– 425	– 772	– 922	– 1135	– 1325	– 850	– 910	– 1320	– 1550
	" 90 " 180			– 812	– 962	– 1175	– 1375		– 960	– 1360	– 1610
	" 180 " 320			– 882	– 1062	– 1275	– 1485		– 1050	– 1490	– 1750
24	Trên 90 đến 180	– 236	– 475	– 906	– 1086	– 1325	– 1535	– 950	– 1070	– 1540	– 1800
	" 180 " 320			– 946	– 1136	– 1375	– 1595		– 1120	– 1600	– 1880
32	Trên 90 đến 180	– 265	– 530	– 1015	– 1215	– 1480	– 1710	– 1120	– 1200	– 1720	– 2000
	" 180 " 320			– 1065	– 1265	– 1530	– 1780		– 1270	– 1780	– 2090
40	Trên 180 đến 320	– 300	– 600	– 1150	– 1360	– 1660	– 1920	– 1320	– 1360	– 1920	– 2250
48	" 180 " 320	– 336	– 670	– 1286	– 1516	– 1850	– 2170	– 1500	– 1520	– 2030	– 2540

* Sai lệch trên của đường kính ngoài d và đường kính trong d_3 của ren vít bằng không

6.5.2. Sai lệch và dung sai kích thước ren (TCVN3887-84)

Miền dung sai được quy định tuỳ thuộc vào loại chính xác và chiều dài vặn ren, bảng 6.35. Sơ đồ phân bố miền dung sai lắp ghép ren được biểu thị như hình 6.11.

Trị số các sai lệch cơ bản và dung sai ren được quy định theo TCVN3887-84.



Hình 6-11. Sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép.

Bảng 6.35. **Miền dung sai ren tựa**

Loại chính xác	Ren ngoài		Ren trong	
	Chiều dài vặn ren			
	N	L	N	L
	Miền dung sai			
Trung bình	7h	8h*	7AZ	8AZ
Thô	8h	9h	8AZ	9AZ

Với trị số sai lệch cơ bản và dung sai đã quy định ta xác định được sai lệch giới hạn của các kích thước tương ứng các miền dung sai, bảng 6.36 và 6.37.

Bảng 6.36. Sai lệch giới hạn đường kính ren ngoài (ren tựa)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai của ren ngoài															
		7h						8h				9h					
		Đường kính ren															
		d		d_2		d_3		d		d_2		d_3		d		d_2		d_3	
		Sai lệch giới hạn, µm															
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	2	0	– 180	0	– 190	0	– 236	0	– 180	0	– 236	0	– 300	0	– 180	0	– 300	0	– 375
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	2	0	– 180	0	– 200	0	– 250	0	– 130	0	– 250	0	– 315	0	– 180	0	– 315	0	– 400
	3	0	– 236	0	– 224	0	– 280	0	– 236	0	– 280	0	– 355	0	– 236	0	– 355	0	– 450
	4	0	– 300	0	– 265	0	– 335	0	– 300	0	– 335	0	– 425	0	– 300	0	– 425	0	– 530
	5	0	– 335	0	– 280	0	– 355	0	– 335	0	– 355	0	– 450	0	– 335	0	– 450	0	– 560
	8	0	– 450	0	– 335	0	– 450	0	– 450	0	– 450	0	– 560	0	– 450	0	– 560	0	– 710
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	0	– 180	0	– 212	0	– 265	0	– 180	0	– 265	0	– 335	0	– 180	0	– 335	0	– 425
	3	0	– 236	0	– 250	0	– 315	0	– 236	0	– 315	0	– 400	0	– 236	0	– 400	0	– 500
	5	0	– 335	0	– 300	0	– 375	0	– 335	0	– 375	0	– 475	0	– 335	0	– 475	0	– 600
	6	0	– 375	0	– 335	0	– 425	0	– 375	0	– 425	0	– 500	0	– 375	0	– 530	0	– 670
	7	0	– 425	0	– 355	0	– 450	0	– 425	0	– 450	0	– 560	0	– 425	0	– 560	0	– 710
	8	0	– 450	0	– 375	0	– 475	0	– 450	0	– 475	0	– 600	0	– 450	0	– 600	0	– 750
	10	0	– 530	0	– 400	0	– 500	0	– 530	0	– 500	0	– 630	0	– 530	0	– 630	0	– 800
	12	0	– 600	0	– 425	0	– 530	0	– 600	0	– 530	0	– 670	0	– 600	0	– 670	0	– 850

Bảng 6.36. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai của ren ngoài																	
		7h						8h						9h					
		Đường kính ren																	
		d		d_2		d_3		d		d_2		d_3		d		d_2		d_3	
		Sai lệch giới hạn, µm																	
		es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei	es	ei
Lớn hơn 45 đến 90	3	0	– 236	0	– 265	0	– 335	0	– 236	0	– 335	0	– 425	0	– 236	0	– 425	0	– 530
	4	0	– 300	0	– 300	0	– 375	0	– 300	0	– 375	0	– 475	0	– 300	0	– 475	0	– 600
	5	0	– 335	0	– 315	0	– 400	0	– 335	0	– 400	0	– 500	0	– 335	0	– 500	0	– 630
	8	0	– 450	0	– 400	0	– 500	0	– 450	0	– 500	0	– 630	0	– 450	0	– 630	0	– 800
	9	0	– 500	0	– 425	0	– 530	0	– 500	0	– 530	0	– 670	0	– 500	0	– 670	0	– 850
	10	0	– 530	0	– 425	0	– 530	0	– 530	0	– 530	0	– 670	0	– 530	0	– 670	0	– 850
	12	0	– 600	0	– 475	0	– 600	0	– 600	0	– 600	0	– 750	0	– 600	0	– 750	0	– 950
	14	0	– 670	0	– 500	0	– 630	0	– 670	0	– 630	0	– 800	0	– 670	0	– 800	0	– 1000
	16	0	– 710	0	– 530	0	– 670	0	– 710	0	– 670	0	– 850	0	– 710	0	– 850	0	– 1060
	18	0	– 800	0	– 560	0	– 710	0	– 800	0	– 710	0	– 900	0	– 800	0	– 900	0	– 1120
	20	0	– 850	0	– 560	0	– 710	0	– 850	0	– 710	0	– 900	0	– 850	0	– 900	0	– 1120

Bảng 6.37. Sai lệch giới hạn đường kính ren trong (ren tựa)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai của ren trong														
		7AZ			8AZ					9AZ						
		Đường kính ren														
		D	D_2		D_1	D	D_2		D_1	D	D_2		D_1			
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	2	0	+ 810	+ 560	+ 236	0	0	+ 870	+ 560	+ 236	0	0	+ 960	+ 560	+ 236	0
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	2	0	+ 850	+ 560	+ 236	0	0	+ 895	+ 560	+ 236	0	0	+ 985	+ 560	+ 236	0
	3	0	+ 900	+ 600	+ 315	0	0	+ 975	+ 600	+ 315	0	0	+ 1075	+ 600	+ 315	0
	4	0	+ 985	+ 630	+ 375	0	0	+ 1080	+ 630	+ 375	0	0	+ 1190	+ 630	+ 375	0
	5	0	+ 1045	+ 670	+ 450	0	0	+ 1145	+ 670	+ 450	0	0	+ 1270	+ 670	+ 450	0
	8	0	+ 1225	+ 750	+ 630	0	0	+ 1350	+ 730	+ 630	0	0	+ 1500	+ 750	+ 630	0
Lớn hơn 22,4 đến 45	2	0	+ 840	+ 560	+ 236	0	0	+ 915	+ 560	+ 236	0	0	+ 1010	+ 560	+ 236	0
	3	0	+ 935	+ 600	+ 315	0	0	+ 1025	+ 600	+ 315	0	0	+ 1130	+ 600	+ 315	0
	5	0	+ 1070	+ 670	+ 450	0	0	+ 1170	+ 670	+ 450	0	0	+ 1300	+ 670	+ 450	0
	6	0	+ 1160	+ 710	+ 500	0	0	+ 1270	+ 710	+ 500	0	0	+ 1420	+ 710	+ 500	0
	7	0	+ 1225	+ 750	+ 560	0	0	+ 1350	+ 750	+ 560	0	0	+ 1500	+ 750	+ 560	0
	8	0	+ 1250	+ 750	+ 630	0	0	+ 1350	+ 750	+ 630	0	0	+ 1550	+ 750	+ 630	0
	10	0	+ 1380	+ 850	+ 710	0	0	+ 1520	+ 850	+ 710	0	0	+ 1700	+ 850	+ 710	0
	12	0	+ 1460	+ 900	+ 800	0	0	+ 1610	+ 900	+ 800	0	0	+ 1800	+ 900	+ 800	0

Bảng 6.37. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai của ren ngoài														
		7AZ				8AZ				9AZ						
		Đường kính ren														
		D	D_2		D_1	D	D_2		D_1	D	D_2		D_1			
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Lớn hơn 45 đến 90	3	0	+ 955	+ 600	+ 315	0	0	+ 1050	+ 600	+ 315	0	0	+ 1160	+ 600	+ 315	0
	4	0	+ 1030	+ 630	+ 375	0	0	+ 1130	+ 630	+ 375	0	0	+ 1260	+ 630	+ 375	0
	5	0	+ 1095	+ 670	+ 450	0	0	+ 1200	+ 670	+ 450	0	0	+ 1340	+ 670	+ 450	0
	8	0	+ 1200	+ 750	+ 630	0	0	+ 1420	+ 750	+ 630	0	0	+ 1600	+ 750	+ 630	0
	10	0	+ 1360	+ 800	+ 670	0	0	+ 1510	+ 800	+ 670	0	0	+ 1700	+ 800	+ 670	0
	12	0	+ 1530	+ 900	+ 800	0	0	+ 1700	+ 900	+ 800	0	0	+ 1900	+ 900	+ 800	0
	14	0	+ 1620	+ 950	+ 900	0	0	+ 1800	+ 950	+ 900	0	0	+ 1210	+ 950	+ 900	0
	16	0	+ 1740	+ 1030	+ 1000	0	0	+ 1930	+ 1030	+ 1000	0	0	+ 2150	+ 1030	+ 1000	0
	18	0	+ 1840	+ 1090	+ 1120	0	0	+ 2040	+ 1090	+ 1120	0	0	+ 2270	+ 1090	+ 1120	0
	20	0	+ 1900	+ 1150	+ 1180	0	0	+ 2100	+ 1150	+ 1180	0	0	+ 2330	+ 1150	+ 1180	0

Trên bản vẽ, lắp ghép ren tựa được kí hiệu như sau:

Ví dụ:

S80 × 10 – 7AZ/7h

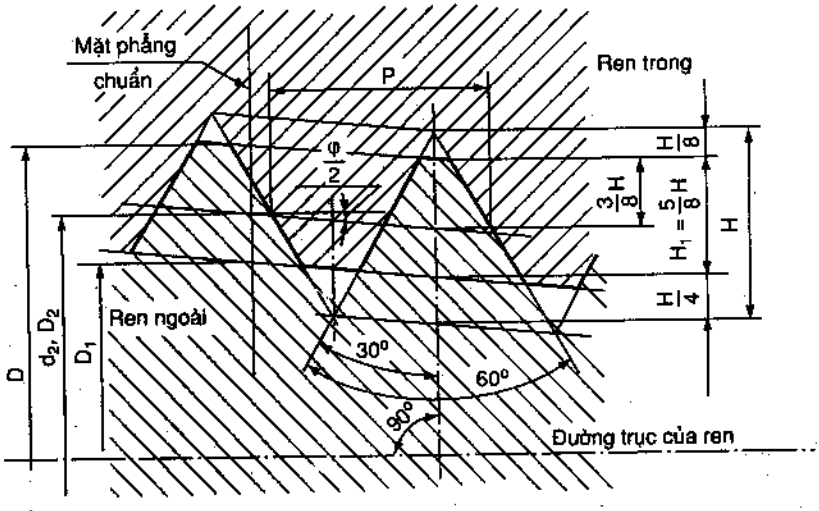
S80 × 10 LH – 7AZ/7h đối với ren trái.

Miền dung sai ren trong (đai ốc) là 7AZ (cấp chính xác 7, sai lệch cơbản là AZ). Miền dung sai ren ngoài (vít) là 7h (cấp chính xác 7 sai lệch cơ bản h).

6.6. DUNG SAI LẮP GHÉP REN CÔN HỆ MÉT

6.6.1. Các thông số kích thước cơ bản (TCVN 2253-77)

Ren côn hệ mét được thực hiện với độ côn 1:16 và với dãy đường kính từ 6 ÷ 60 mm. Lắp ghép ren côn có thể được thực hiện trong 2 trường hợp: ren côn trong lắp với ren côn ngoài hoặc ren trụ trong lắp với ren côn ngoài. Lắp ghép ren côn được sử dụng đối với những mối ghép cần kín khít. Độ kín khít đạt được nhờ tạo lực kéo dọc trục làm cho mặt ren trong và ren ngoài bị biến dạng và ép khít vào nhau. Prôfin ren côn trong và ngoài được biểu thị trên hình 6-12.

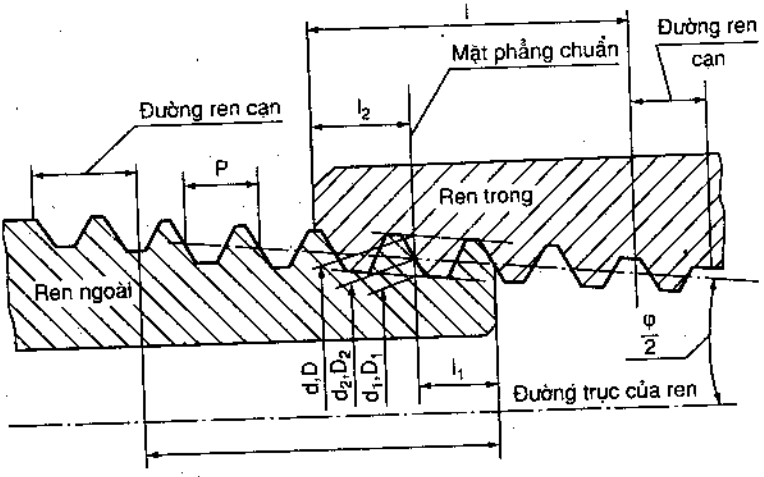


Hình 6-12. Prôfin côn hệ mét.

Nếu sử dụng ren trụ trong thì prôfin ren và các thông số kích thước cơ bản của nó được quy định theo TCVN 2246-77 (xem mục 6.3). Đối với ren côn hệ mét thì tại mặt phẳng chuẩn của ren, các đường kính của ren côn tương ứng bằng các đường kính danh nghĩa của ren hệ mét.

Mặt phẳng chuẩn của ren là mặt phẳng vuông góc với đường trục ren và cách mặt mút của ren ngoài một khoảng l_1, cách mặt mút của ren trong một khoảng l_2, hình 6-13.

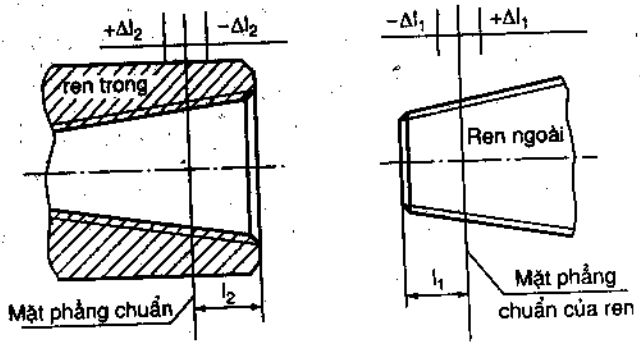
Các thông số kích thước cơ bản của ren được chỉ dẫn theo TCVN 2253-77.



Hình 6-13. Lắp ghép ren côn hệ mét.

6.6.2. Sai lệch và dung sai kích thước ren

Đối với ren côn hệ mét thì sai lệch giới hạn của đường kính trung bình được quy định gián tiếp thông qua độ dịch chuyển hướng trục của mặt phẳng chuẩn so với vị trí danh nghĩa: Δl_1 đối với ren ngoài; Δl_2 đối với ren trong, hình 6-14.



Hình 6-14. Độ dịch chuyển của mặt phẳng chuẩn.

Độ dịch chuyển mặt phẳng chuẩn là thể hiện tổng hợp ảnh hưởng của sai lệch đường kính trung bình, bước, nửa góc prôfin và góc côn φ.

Trị số sai lệch giới hạn của độ dịch chuyển mặt phẳng chuẩn được chỉ dẫn trong bảng 6.38.

Bảng 6.38. **Sai lệch giới hạn của Δl_1 và Δl_2**

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	P mm	Δl_1 mm	Δl_2 mm
Từ 6 đến 10	1	± 0,9	± 1,2
Trên 10 đến 24	1,5	± 1,1	± 1,5
" 24 " 60	2	± 1,4	± 1,8

Đối với ren côn hệ mét tiêu chuẩn cũng quy định sai lệch giới hạn của kích thước phần cắt phẳng ở đáy và đỉnh ren (H/4, H/8), của góc nghiêng cạnh prôfin ($\alpha/2$), bước ren (P) và góc côn φ (quy định thông qua sai lệch hiệu đường kính trung bình trên chiều dài $l_1 + l_2$). Trị số của chúng được chỉ dẫn trong bảng 6.39.

Bảng 6.39. **Sai lệch giới hạn của các yếu tố kích thước ren côn**

mm

Đường kính danh nghĩa của ren d	P	$\frac{H}{8}$		$\frac{H}{4}$		$\frac{\alpha}{2}$	Bước ren trên chiều dài		Độ chênh lệch của đường kính trung bình của ren trên chiều dài $L_1 + L_2$		
		Ngoài	Trong	Ngoài	Trong		L_1+L_2	L	Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn	
										Ngoài	Trong
Từ 6 đến 10	1	+0,032	±0,030	+0,050 +0,015	±0,03	±45'	±0,04	± 0,07	0,314	+0,038 −0,019	+0,019 −0,038
Trên 10 đến 24	1,5	+0,048	±0,040	+0,065 +0,020	±0,04				0,469	+0,052 −0,026	+0,026 −0,052
Trên 24 đến 60	2	+0,064	±0,050	+0,085 +0,030	±0,05				0,688	+0,077 −0,038	+0,038 −0,077

Nếu sử dụng ren trụ trong thì sai lệch giới hạn đường kính ren phải phù hợp với miền dung sai 6H theo TCVN 1917-93. Sai lệch giới hạn đường kính trong D_1 và của phần cắt được chỉ dẫn trong bảng 6.40.

Bảng 6.40. **Sai lệch giới hạn kích thước ren trụ trong**

mm

Đường kính danh nghĩa của ren, d	P	Sai lệch giới hạn		
		$\frac{H}{8}$	D1	
			Trên	Dưới
Từ 6 đến 10	1	± 0,03	+ 0,12	0
Trên 10 đến 24	1,5	± 0,04	+ 0,15	0
" 24 " 60	2	± 0,05	+ 0,19	0

6.6.3. Ghi kí hiệu ren trên bản vẽ

Ren côn hệ mét được kí hiệu bằng chữ MK, tiếp sau là đường kính danh nghĩa và bước ren, ví dụ: MK20×1,5. Kí hiệu này được ghi cho chi tiết cũng như lắp ghép ren côn. Nếu sử dụng ren trụ trong thì kí hiệu lắp ghép được ghi dưới dạng phân số: M/MK tiếp sau là đường kính danh nghĩa và bước ren, ví dụ: M/MK 20×1,5 và M/MK 20×1,5LH TCVN 2253-77 đối với ren trái. Trong kí hiệu có ghi số hiệu tiêu chuẩn của ren côn hệ mét.

6.7. DUNG SAI LẮP GHÉP REN TRÒN

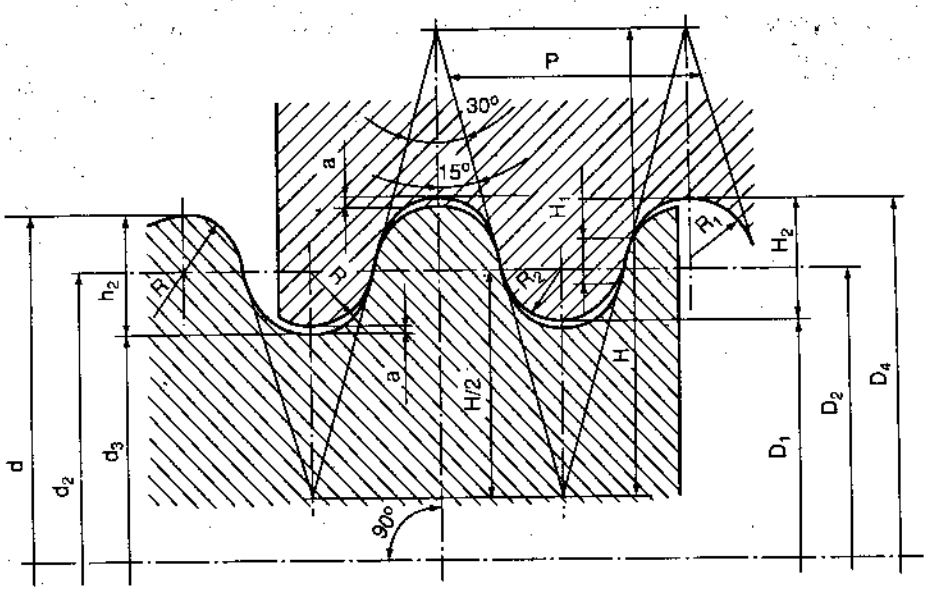
Ren tròn được sử dụng trong các mối ghép chịu tải trọng động cao hoặc đối với những mối ghép ren cần tháo lắp thường xuyên ngay cả trong điều kiện ren bị vấy bẩn. Ví dụ sử dụng cho mối nối ren của thanh móc nối toa tầu hỏa, phụ tùng nối ống nước, phụ tùng đồ điện, v.v...

6.7.1. Các thông số kích thước cơ bản

Prôfin ren và các thông số kích thước cơ bản được biểu thị trên hình 6-15 theo TCVN 2256-77.

Dãy đường kính danh nghĩa và bước ren được chỉ dẫn trong bảng 6.41.

Giá trị danh nghĩa của các đường kính ren được xác định theo các công thức cho trong bảng 6.42.



$R_1 = 0{,}221047\ P$; $R_2 = 0{,}255967\ P$; $H = 1{,}866025\ P$; $H_1 = 0{,}083505\ P_1$;
$H_1 = H_2 = 0{,}5\ P$; $a = 0{,}05\ P$; $R = 0238507\ P$

Hình 6-15. Prôfin ren tròn.

Bảng 6.41. Dãy đường kính và bước ren tròn

Dãy đường kính danh nghĩa của ren, d		Bước ren P	Dãy đường kính danh nghĩa của ren, d		Bước ren P	Dãy đường kính danh nghĩa của ren, d		Bước ren P
1	2		1	2		1	2	
8	9							
10	(11)	2,540	60	(58)			(105)	
12				(62)			110	
				65			(115)	
16	14		70	(68)		120	(125)	
20	18			(72)			130	
24	22; 26			75	4,233		(135)	
28	30	3,175	80	(78)		140	(145)	
32	(34)			(82)			150	
36	(38)			85			(155)	6,350
			90	(88)		160	(165)	
							170	
40	(42)	4,233				180	(175)	
						200	(185)	
				(92)			190	
44	(46)			95	4,233		(195)	
48	50	4,233	100	(98)				
52	55							

Chú thích: 1- Khi sử dụng phải ưu tiên dãy 1 trước dãy 2
2- Hạn chế sử dụng các kích thước trong ngoặc.

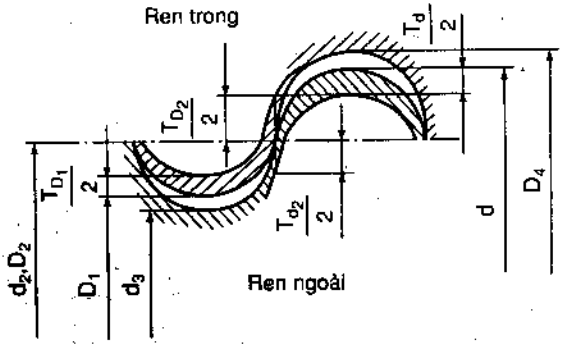
Bảng 6.42. **Công thức tính đường kính ren tròn**

Bước ren P, mm	Ren ngoài			Ren trong	
	Đường kính ren				
	Ngoài d	Trong d_3	Trung bình $d_2 = D_2$	Ngoài D_4	Trong D_1
2,540	d	d – 3 + 0,460	d – 2 + 0,730	d + 0,254	d – 3 + 0,714
3,175	d	d – 4 + 0,825	d – 2 + 0,412	d + 0,318	d – 3 + 0,142
4,233	d	d – 5 + 0,767	d – 3 + 0,883	d + 0,423	d – 4 + 0,190
6,350	d	d – 7 + 0,650	d – 4 + 0,825	d + 0,635	d – 6 + 0,285

6.7.2. Sai lệch giới hạn kích thước ren (TCVN 2256-77)

Sơ đồ phân bố miền dung sai kích thước ren được biểu thị trên hình 6-16. Sai lệch kích thước ren được tính từ prôfin danh nghĩa tương ứng, theo phương vuông góc với đường trục ren.

Trị số sai lệch giới hạn của các đường kính ren được chỉ dẫn trong bảng 6.43.



Hình 6-16. Sơ đồ phân bố miền dung sai kích thước ren tròn.

Ren tròn được kí hiệu bằng chữ "Rd" tiếp sau là đường kính danh nghĩa của ren, ví dụ: Rd16 và Rd16LH đối với ren trái.

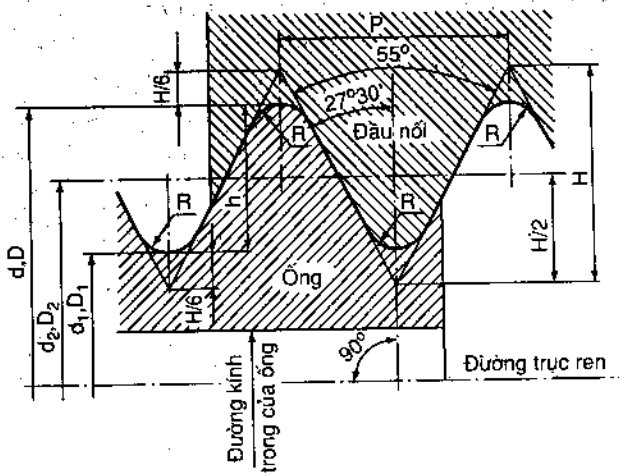
6.8. DUNG SAI LẮP GHÉP REN ỐNG TRỤ

6.8.1. Các thông số kích thước cơ bản

Ren ống trụ có prôfin ren dạng tam giác với góc prôfin $\alpha = 55°$, đỉnh ren và đáy ren đều lượn tròn, hình 6-17. Mối nối ren ống trụ được sử dụng chủ yếu để nối các ống dẫn. Ren có đường kính danh nghĩa từ $^1/_8$" đến 6" (ISO P288). Đường kính danh nghĩa của ren chính là đường kính trong của ống đo theo đơn vị dài là tấc Anh (insơ). Tất cả các kích thước thẳng khác của ren đều được đo theo mm. Các thông số kích thước cơ bản của ren được chỉ dẫn trong bảng 6.44.

Bảng 6.43. Sai lệch giới hạn đường kính ren tròn

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Đường kính của ren									
		Ngoài					Trong				
		d		d_2		d_3	D_1		D_2		D_4
		Sai lệch giới hạn, µm									
		es	ei	es	ei	es	ES	EI	ES	EI	EI
Lớn hơn 5,6 đến 11,2	2,540	0	– 200	0	– 160	0	+ 340	0	+ 272	0	0
Lớn hơn 11,2 đến 22,4	2,540	0	– 215	0	– 172	0	+ 356	0	+ 292	0	0
	3,175	0	– 236	0	– 189	0	+ 401	0	+ 321	0	0
Lớn hơn 22,4 đến 45	3,175	0	– 240	0	– 192	0	+ 408	0	+ 326	0	0
	4,233	0	– 283	0	– 226	0	+ 480	0	+ 384	0	0
Lớn hơn 45 đến 90	4,233	0	– 303	0	– 242	0	+ 514	0	+ 411	0	0
Lớn hơn 90 đến 180	4,233	0	– 325	0	– 260	0	+ 552	0	+ 442	0	0
	6,350	0	– 381	0	– 305	0	+ 648	0	+ 518	0	0
Lớn hơn 180 đến 355	6,350	0	– 409	0	– 327	0	+ 695	0	+ 556	0	0



Hình 6-17. Prôfin ren ống trụ.

H = 0,960491 P;

h = 0,640327 P;

R = 0,137329 P;

$$P = \frac{25,4}{n} = \frac{127}{n_1};$$

n - số mối ren trên 1";

n_1 - số mối trên chiều dài 127mm.

Bảng 6.44. Trị số các thông số kích thước ren ống trụ

Dãy đường kính trong của ống theo tấc Anh (")		Đường kính ren			Bước ren P	Chiều cao làm việc của prôfin h	Bán kính góc lượn R	Số mối trên 1" n
		Trung bình $d_2 = D_2$	Ngoài d = D	Trong $d_1 = D_1$				
1	2	mm						
1/8	–	9,147	9,728	8,566	0,907	0,581	0,125	28
1/4	–	12,301	13,157	11,445	1,337	0,856	0,184	19
3/8	–	15,806	16,662	14,950				
1/2	–	19,793	20,955	18,631				
–	5/8	21,749	22,911	20,587				
3/4	–	25,279	26,441	24,117	1,814	1,162	0,249	14
–	7/8	29,039	30,201	27,877				
1	–	31,770	33,249	30,291				
–	1 1/8	36,418	37,897	34,939				
1 1/4	–	40,431	41,910	38,952				
–	1 3/8	42,844	44,323	41,365				
1 1/2	–	46,324	47,803	44,845				
–	1 3/4	52,267	53,746	50,788				
2	–	58,135	59,614	56,656				
–	2 1/4	64,231	65,710	62,752	2,309	1,479	0,317	11
2 1/2	–	73,705	75,184	72,226				
–	2 3/4	80,055	81,534	78,576				
3	–	86,405	87,884	84,926				
–	3 1/4	92,501	93,980	91,022				
3 1/2	–	98,851	100,330	97,372				
–	3 3/4	105,201	106,680	103,722				
4	–	111,551	113,030	110,072				
–	4 1/2	124,251	125,730	122,772				
5	–	136,951	138,430	135,472	2,309	1,479	0,317	11
–	5 1/2	149,651	151,130	148,172				
6	–	162,351	163,830	160,872				

Bảng 6.45. **Sai lệch giới hạn đường kính ren ống trụ**

Kí hiệu ren theo tấc Anh (")	Ống			Đầu nối		
	Sai lệch, µm					
	Đường kính trung bình d_2		Đường kính ngoài d	Đường kính trung bình D_2		Đường kính trong D_1
	ei*		ei*	ES**		ES**
	Cấp A	Cấp B		Cấp A	Cấp B	
1/8	– 107	– 214	– 214	+ 107	+ 214	+ 282
1/4 ; 3/8	– 125	– 250	– 250	+ 125	+ 250	+ 445
1/2 ; 5/8 3/4 ; 7/8	– 142	– 284	– 284	+ 142	+ 284	+ 541
1 ; 1 1/8 ; 1 1/4 ; 1 3/8 ; 1 1/2 ; 1 3/4 ; 2	– 180	– 360	– 360	+ 180	+ 360	+ 640
2 1/4 ; 2 1/2 ; 2 3/4 ; 3 ; 3 1/4 ; 3 1/2 ; 3 3/4 ; 4 ; 4 1/2 ; 5 ; 5 1/2 ; 6	– 217	– 434	– 434	+ 217	+ 434	+ 640

Sai lệch giới hạn của khoảng cách đỉnh và đáy ren (h_1, h_2)

Kí hiệu kích thước	Ống		Đầu nối	
	Sai lệch, µm			
	es	ei	EI	ES
h_1	– 25	– 75	0	+ 50
h_2	+ 50	0	– 75	– 25

Chú thích: * Sai lệch trên của d_2 và d của ren ống bằng không.

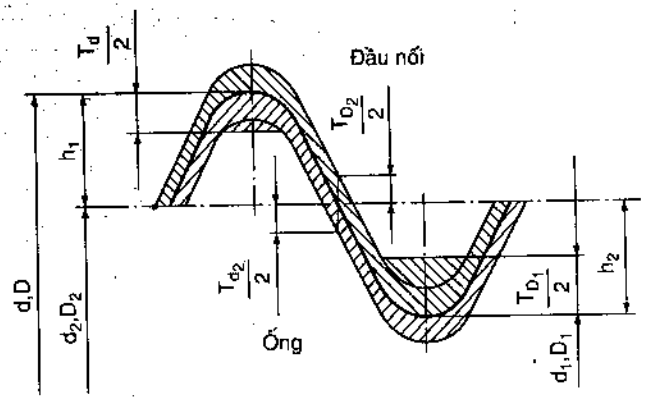
** Sai lệch dưới của D_2 và D_1 của ren đầu nối bằng không.

6.8.2. Sai lệch giới hạn và dung sai kích thước

Sơ đồ phân bố dung sai lắp ghép ren được biểu thị trên hình 6-18.

Dung sai của đường kính trung bình của ren là dung sai tổng và được quy định ở hai cấp chính xác A và B. Sai lệch giới hạn của các kích thước ren được chỉ dẫn trong bảng 6.45.

Đối với ren ống trụ trong dùng để lắp với ren côn ngoài thì sai lệch



Hình 6-18. Sơ đồ phân bố dung sai của lắp ghép ren ống trụ.

giới hạn kích thước của nó phải theo cấp A và đỉnh prôfin ren cho phép cắt phẳng nhưng phải trong giới hạn của miền dung sai.

Ren ống trụ được kí hiệu trên bản vẽ như sau:

Ví dụ: Tub.$^1/_2$" cấp A hoặc Tub.1" cấp B. hoặc Tub.1" cấp B.LH đối với ren trái.

6.9. DUNG SAI LẮP GHÉP REN ỐNG CÔN

6.9.1. Các thông số kích thước cơ bản (TCVN 4631-88)

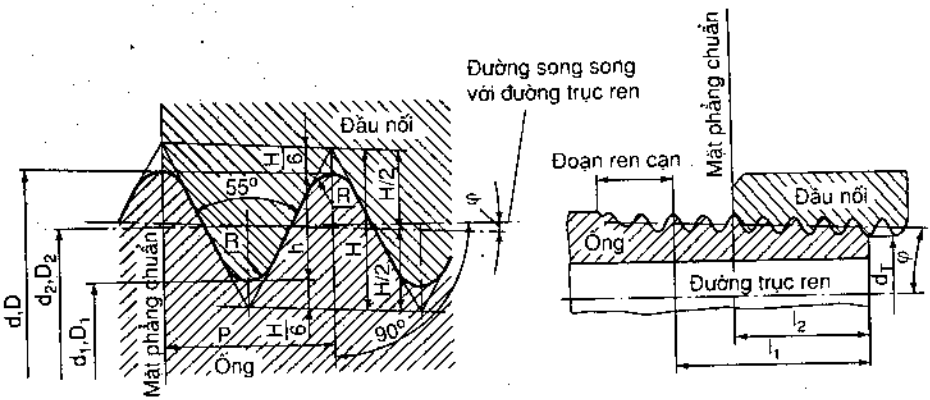
Giống như ren ống trụ, ren ống côn cũng được sử dụng chủ yếu để nối các ống dẫn nhưng với yêu cầu cao về độ kín khít. Độ kín khít đạt được nhờ lực kéo dọc trục làm cho bề mặt ren trong và ngoài biến dạng và ép khít vào nhau. Chính vì vậy ren ống còn được sử dụng để nối ống chịu áp lực và nhiệt độ. Với áp lực khoảng (4 ÷ 5) bar thì có thể dùng mối nối ren côn của ống với ren ống trụ của đầu mối (nối ống dẫn nước, ống dẫn gaz,...).

Prôfin ren và các thông số kích thước cơ bản của ren được biểu thị trên hình 6-19. Trị số của chúng được chỉ dẫn trong bảng 6.46 đối với ren có đường kính danh nghĩa từ 1/8" đến 6" và độ côn là 1 : 16.

Khi sử dụng ren trụ trong của đầu nối lắp với ren côn ngoài của ống thì trị số kích thước l_1, l_2 của ren trên ống được chỉ dẫn trong bảng 6.47.

6.9.2. Sai lệch giới hạn và dung sai

Sai lệch giới hạn của các yếu tố kích thước ren ống côn được chỉ dẫn trong bảng 6.48. Đối với ren ống côn thì dung sai của đường kính trung



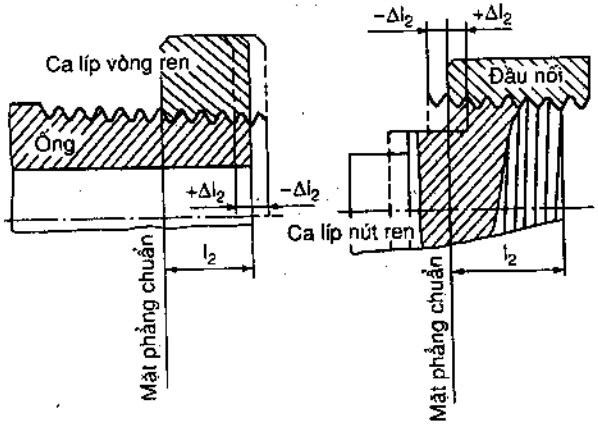
H = 0,96024 P — Bước ren đo theo phương song song với trục ren
h = 0,64033 P — Đường phân giác góc prôfin ren vuông góc với đường trục ren
R = 0,13728 P — Độ côn: 1:16
φ = 1°47'24"

Hình 6-19. Prôfin ren ống côn.

bình được quy định gián tiếp thông qua sai lệch giới hạn khoảng cách chuẩn ($\pm\Delta l_2$).

Ren ngoài của ống và ren trong của đầu nối ống được kiểm tra bằng calip vòng ren và calip nút ren đầu qua. Khi vặn calip vào thì mặt mút ống phải trùng với mặt mút của calip vòng còn mặt mút phía trái của calip nút phải trùng với mặt mút của đầu nối ống, hình 6-20, sai lệch cho phép của sự trùng nhau là $\pm\Delta l_2$.

Ren ống còn được kí hiệu trên bản vẽ như sau: Ví dụ: KTub.1/2". Ở đây KTub. biểu thị ren ống côn, trị số $^1/_2$" là kích thước đường kính trong của ống tính theo tấc Anh (insơ).



Hình 6-20. Vị trí calip kiểm tra ren.

Bảng 6.46. Trị số của các thông số kích thước ren ống côn, mm

Kí hiệu ren (theo đường kính (")	Đường kính ren trong mặt phẳng chuẩn			Đường kính trong ren ở mặt mút ống d_T	Chiều dài ren		Bước ren P	Chiều cao làm việc của vít h	Bán kính góc lượn R	Số mối ren trên 1", n
	Trung bình d_2	Ngoài d	Trong d_1		Chiều dài làm việc l_1	Chiều dài từ mặt mút ống đến mặt chuẩn l_2				
1/2	9,147	9,728	8,566	8,316	6,5	4	0,907	0,581	0,125	28
1/4	12,301	13,157	11,445	11,070	9,7	6	1,337	0,856	0,184	19
3/8	15,806	16,662	14,950	14,550	10,1	6,4				
1/2	19,793	20,955	18,631	18,119	13,2	8,2	1,814	1,162	0,249	14
3/4	25,279	26,441	24,117	23,523	14,5	9,5				
1	31,770	33,249	30,291	29,641	16,8	10,4	2,309	1,479	0,317	11
1 1/4	40,431	41,910	38,952	38,158	19,1	12,7				
1 1/2	46,324	47,803	44,845	44,051	19,1	12,7				
2	58,135	59,614	56,656	55,662	23,4	15,9				
2 1/4	73,705	75,184	72,226	71,132	26,7	17,5	2,309	1,479	0,317	11
3	86,405	87,884	84,926	83,638	29,8	20,6				
4	111,551	113,030	110,072	108,484	35,8	25,4				
5	136,951	138,430	135,472	133,684	40,1	28,6				
6	162,351	163,830	160,872	159,084	40,1	28,6				

Bảng 6.47. Chiều dài rút ngắn của phần ren côn trên ống

Kí hiệu ren theo (")	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
l_2, mm không nhỏ hơn	4	4,5	4,5	6	7	8	10	11	12	14,5
l_1, mm	7,7	8,2	9,5	11	13,4	14,4	16,4	18,5	21,2	23,7

Bảng 6.48. Sai lệch giới hạn của các yếu tố kích thước ren ống côn

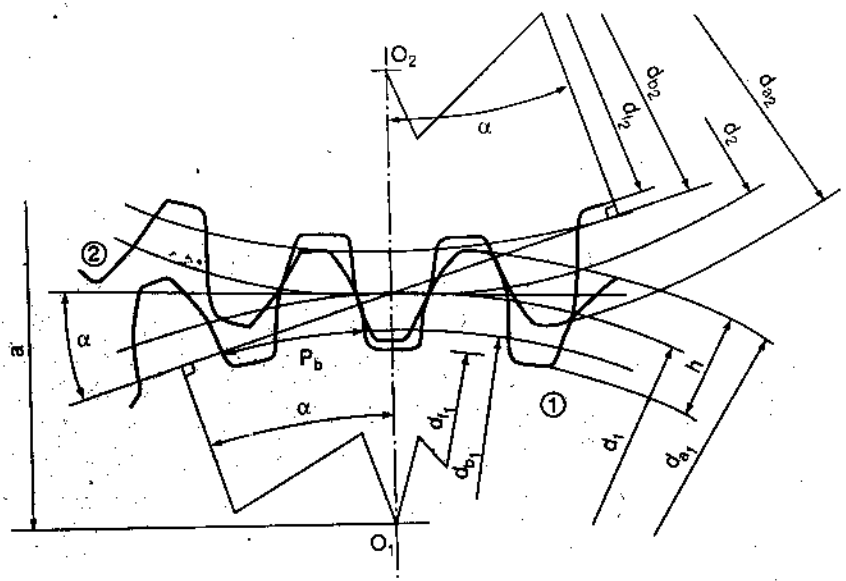
Kí hiệu ren, theo tấc Anh (")	Sai lệch của Δl_2	Độ chính xác bình thường					Độ chính xác cao					Sai lệch khoảng cách đỉnh và đáy ren tính từ đường ứng với đường kính trung bình, mm			
		Sai lệch giới hạn										Ren của ống		Ren đầu nối	
		Nửa góc prôfin ren	Góc nghiêng		Bước ren, mm		Nửa góc prôfin ren	Góc nghiêng		Bước ren, mm		Δh_1	Δh_2	Δh_1	Δh_2
			Đối với ren của ống	Đối với ren của đầu nối	Trên chiều dài 10 mm	Trên chiều dài 25 mm		Đối với ren của ống	Đối với ren của đầu nối	Trên chiều dài 10 mm	Trên chiều dài 25 mm				
1/8	± 0,9	± 1°	+ 12' − 6'	− 12' + 6'	± 0,04	± 0,07	± 40'	+ 10' − 5'	− 10' + 5'	± 0,02	± 0,04	0 − 0,05	± 0,025	± 0,025	0 − 0,05
1/4 – 3/8 1/2 – 3/4	± 1,3 ± 1,8	± 45'	+ 12' − 6'	− 12' + 6'	± 0,04	± 0,07	± 35'	+ 10' − 5'	− 10' + 5'	± 0,02	± 0,04	0 − 0,05	± 0,025	± 0,025	0 − 0,05
1 – 2 2 1/2 – 6	± 2,3 ± 3,5	± 45'	+ 10' − 5'	− 10' + 5'	± 0,04	± 0,07	± 25'	+ 8' − 4'	− 8' + 4'	± 0,02	± 0,04	0 − 0,05	± 0,025	± 0,025	0 − 0,05

Chương 7

DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

7.1. THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

Thuật ngữ và kí hiệu của các thông số kích thước cơ bản của truyền động bánh răng và trục vít được chỉ dẫn trong bảng 7.1. và được thể hiện trên hình 7-1 đối với truyền động bánh răng trụ răng thẳng.

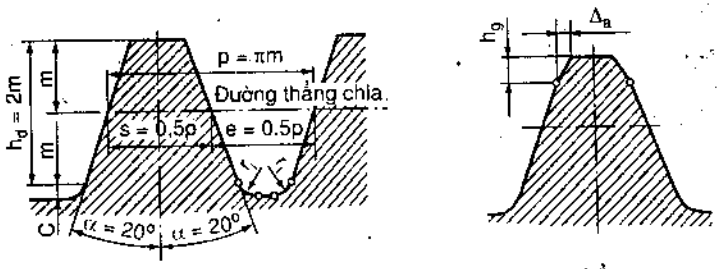


Hình 7-1.

Prôfin gốc và các thông số kích thước tiêu chuẩn của nó được chỉ dẫn trên hình 7.2. (TCVN2258-77)

Môđun là chiều dài ứng với phần đường kính vòng chia cho 1 răng bánh răng: $m = \frac{d}{z} = \frac{P}{\pi}$.

Tất cả các kích thước của prôfin gốc và các yếu tố ăn khớp của bánh răng đều được biểu thị thông qua môđun.



α – góc prôfin: $\alpha = 20^0$ đối với bánh răng trụ và côn răng thẳng;

h_d – Chiều cao răng: $h_d = 2$ m đối với bánh răng trụ và côn răng thẳng;

c – Khe hở hướng kính: $c = 0,25$ m đối với bánh răng trụ $m \geq 1$;

r_i - bán kính góc lượn chân răng: $r_i = 0,4$ m đối với bánh răng trụ $m \geq 1$;

h_g – Chiều cao biến đổi đầu răng: $h_g = 0,45$ m đối với bánh răng trụ $m \geq 1$;

Δ_a – Chiều sâu biến đổi đầu răng: $\Delta_a < 0,02$ m đối với bánh răng trụ.

Hình 7-2. Prôfin gốc.

Bảng 7.1. Các thông số kích thước cơ bản, thuật ngữ và kí hiệu

Kí hiệu		Thuật ngữ và công thức tính
Chính	Bổ sung	
m		môđun $m = P/\pi$
	m_n	môđun pháp $m_n = m_s = m$ đối bánh răng thẳng $m_n = m_s\cos\beta$ đối với bánh răng nghiêng
	m_s, m_t	môđun mặt mút, môđun vòng
z		số răng
	z_1, z_2	Số răng của bánh nhỏ và bánh lớn của cặp truyền
d		Đường kính vong chia $d = mz$, đối với bánh răng nghiêng: $d = \frac{m_n}{\cos\beta} z$, đối với bánh côn: đường kính chia trung bình.
b		Chiều rộng vành răng
	b_w	Chiều rộng làm việc của vành răng.
α		góc prôfin răng $\alpha = 20^0$ đối với prôfin gốc
	α_t	góc prôfin ràng đối với bánh răng không thẳng
β	–	góc nghiêng của hướng răng ($\beta = 7^0 \div 25^0$)
χ		Hệ số dịch chỉnh (của prôfin gốc), khi không dịch chỉnh; $\chi = 0$
	χ_1, χ_2	Hệ số dịch chỉnh đối với bánh răng nhỏ và lớn.
$\overline{S}_c$		Dây cung không đổi của răng (xem hình 7.4) $\overline{S}_c = m_n \frac{\pi}{2} \cos^2\alpha$ $\overline{S}_c = m_n (\frac{\pi}{2} \cos^2\alpha + \chi \sin 2\alpha)$ đối với bánh răng có dịch chỉnh.

Bảng 7.1. *(tiếp theo)*

Kí hiệu		Thuật ngữ và công thức tính
Chính	Bổ sung	
h_c		Chiều cao răng đến dây cung không đổi. $h_c = (1 - \frac{\pi}{8} \sin^2\alpha)m_n$
W		Khoảng pháp tuyến chung: $w = m\cos\alpha[\pi(n - 0,5) + 2\chi tg\alpha + z inv\alpha]$
a_w	a	Khoảng cách trục của truyền động Khoảng cách trục chia
ε_β	–	Hệ số trùng khớp dọc của bánh trụ răng nghiêng
Σ		Góc giữa trục bánh răng của truyền động
R	R_e	Khoảng cách côn trung bình Khoảng cách côn ngoài
δ	δ_1, δ_2	Góc côn chia Góc côn chia đối với bánh nhỏ và bánh lớn của truyền động.
$j_{n\,min}$		Khe hở cạnh răng cần thiết.
d_a		Đường kính đỉnh răng, $d_a = d + 2m(h_a^* + \chi)$ h_a^* – hệ số chiều cao đầu răng $h_a^* = 1$ đối với prôfin gốc tiêu chuẩn.
d_f		Đường kính chân răng
d_b		Đường kính vòng cơ bản
P	P_b P_t	Bước răng $P = \pi.m$ Bước cơ bản Bước vòng

Môđun của bánh răng trụ, côn, bánh vít trục vít trụ được chỉ dẫn trong bảng 7.2. Đối với bánh răng trụ răng nghiêng hoặc chữ v thì môđun được xác định theo bước pháp tuyến (m_n). Trường hợp đặc biệt cho phép xác định môđun theo bước vòng ($m = m_t$) ở tiết diện mặt mút.

Đối với bánh răng côn môđun được xác định theo đường kính lớn nhất. Đối với cặp bánh vít trục vít trụ thì môđun được xác định trong tiết diện chiều trục của trục vít.

Bảng 7.2. **Dãy giá trị môđun tiêu chuẩn**

Môđun-mm đối với dãy		Môđun-mm đối với dãy		Môđun-mm đối với dãy		Môđun-mm đối với dãy	
1	2	1	2	1	2	1	2
0,05	0,055	[0,315]*	0,35	[2,5]	2,75	[20]	22
0,06	0,07	[0,4]	0,45	3	[3]*	25	28
0,08	0,09	[0,5]	0,55	[3,15]*	[3,5]	32	36
[0,1]	0,11	0,6	[0,6]*	[4]	4,5	40	45
0,12	0,14	[0,63]*	0,7	[5]	5,5	50	–
[0,125]*	[0,15]*	[0,8]	0,9	6	[6]*	–	55
0,15	0,18	[1]	1,125	[6,3]*	[7]	60	–
[0,16]*	–	[1,25]	1,375	[8]	9	–	70
[0,2]	0,22	1,5	[1,5]*	[10]	11	80	–
[0,25]	0,28	[1,6]*	1,75	12	[12]*	–	90
0,3	[0,3]*	[2]	2,25	[12,5]*	14	100	–
				[16]	18		
Hệ số đường kính trục vít q (đối với dãy 1 và 2)							
1	–	8	10	12,5	16	20	25
2	7,1	9	11,2	14	18	22,4	–

Chú thích:

1 – Khi chọn m và q phải ưu tiên sử dụng dãy 1 trước dãy 2.

2 – Đối với truyền động trục vít bánh vít trụ chỉ sử dụng những giá trị môđun đặt trong móc kể cả giá trị trong móc có dấu sao ([–]*)

3 – Đối với bánh răng trụ và răng côn thì sử dụng tất cả các giá trị chỉ trừ giá trị môđun đặt trong móc có dấu sao ví dụ: [0,63]*

7.2. KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG VÀ TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT

7.2.1. Độ chính xác và dạng đối tiếp

Sai số chế tạo, lắp ráp truyền động bánh răng và trục vít sẽ phát sinh tải trọng động lực học, gây ra tiếng ồn, trấn động, phát sinh nhiệt, ứng suất tập trung trên phần làm việc của răng. Đồng thời cũng gây ra sự không phù hợp giữa góc quay của bánh dẫn và bị dẫn, dẫn tới sai số vị trí tương đối của các khâu và sai số do hành trình chết của bánh răng.

Chính vì vậy việc quy định dung sai cho bánh răng và độ chính xác lắp ráp chúng phải đáp ứng các yêu cầu sau:

– Đảm bảo mức chính xác động học tức là sự phù hợp về góc quay của bánh dẫn và bị dẫn của truyền động.

– Đảm bảo làm việc êm tức là hạn chế các sai số chu kì lặp lại nhiều lần trong một vòng quay bánh răng (sự thay đổi cục bộ đáng kể của sai lệch góc quay của bánh răng).

– Đảm bảo mức tiếp xúc các răng theo chiều dài và chiều cao răng đủ đảm bảo độ bền của răng khi truyền tải từ răng của bánh này sang răng bánh kia.

– Đảm bảo khe hở cạnh răng đủ để khắc phục hiện tượng kẹt răng khi làm việc và hạn chế hành trình chết của truyền động, đồng thời đảm bảo hình thành màng dầu bôi trơn bề mặt làm việc của răng.

Mức chính xác động học được đặc trưng bằng giá trị sai số động học của truyền động, là hiệu số giữa góc quay thực và góc quay danh nghĩa của bánh bị dẫn, biểu thị bằng độ dài cung trên vòng chia (biểu thị theo đơn vị dài).

Tiêu chuẩn quy định sai số động học lớn nhất của truyền động – F'_{ior} (của bánh răng – F'_{ir}), là hiệu đại số lớn nhất của sai số động học sau một vòng quay của bánh răng.

Mức làm việc êm được đặc trưng bằng trị số của sai số động học cục bộ – f'_{ir} và sai số chu kì của truyền động – f_{zkor} (đối với bánh răng – f_{zkr}).

Mức tiếp xúc các răng được đặc trưng bằng kích thước tương đối đối với chiều dài và chiều cao răng của vết tiếp xúc tổng của cặp răng ăn khớp trong truyền động.

Mức khe hở cạnh răng được xác định trong tiết diện vuông góc với phương răng và trong mặt phẳng tiếp xúc với mặt trụ cơ bản. Khe hở cạnh răng là cần thiết để dịch chuyển màng dầu bôi trơn bề mặt răng, để bồi thường sai số dãn nở nhiệt, bồi thường cho sai số chế tạo và lắp ráp. Để truyền động làm việc bình thường thì khe hở cạnh răng phải lớn hơn khe hở cạnh răng cần thiết j_{nmin}, nhưng không được lớn hơn giá trị khe hở cho phép lớn nhất.

Tùy theo điều kiện sử dụng mà người ta đề ra các yêu cầu khác nhau về giá trị cũng như đặc tính của sai số cho phép. Chẳng hạn mức chính xác động học là yêu cầu cơ bản đối với truyền động chia độ, truyền động tính toán, truyền động hành tinh có một vài bánh vệ tinh,v.v... Mức làm việc êm là yêu cầu chủ yếu đối với truyền động tốc độ cao. Mức tiếp xúc các răng có ý nghĩa lớn nhất đối với những truyền động truyền

tải lớn, hành trình chậm. Trị số khe hở cạnh răng và độ dao động của nó có tầm quan trọng lớn đối với truyền động đảo chiều, tính toán, v.v...

Việc đảm bảo các chỉ tiêu độ chính xác còn tùy thuộc vào phương pháp và các yếu tố công nghệ khác nhau. Ví dụ: mức chính xác động học được đảm bảo là do độ đảo hướng kính nhỏ của bánh răng, do gia công nó trên máy có xích động học chính xác. Sai số chu kì phụ thuộc vào độ chính xác của trục vít của xích chia độ trong máy. Đối với bánh răng thẳng còn phụ thuộc vào dụng cụ cắt răng. Mức làm việc êm của truyền động được nâng cao đáng kể sau khi nghiền và cà răng. Mức tiếp xúc các răng phụ thuộc vào độ đảo mặt mút của phôi bánh răng, còn đối với bánh răng nghiêng thì phụ thuộc vào độ nghiêng của hướng răng, độ chính xác của vít vô tận. Mức tiếp xúc các răng được làm tốt sau khi nghiền răng. Khe hở cạnh răng không phụ thuộc vào độ chính xác gia công răng mà được xác định chủ yếu bằng khoảng cách tâm trong truyền động và chiều dày răng bánh răng.

TCVN1067-84 quy định 12 cấp chính xác chế tạo bánh răng và truyền động, kí hiệu: cấp 1, 2,..., 12 với độ chính xác giảm dần từ 1 đến 12. Đối với một số cấp chính xác hiện chưa đưa vào sử dụng nên tiêu chuẩn chưa quy định trị số sai lệch giới hạn và dung sai của các yếu tố ở các cấp đó. Ví dụ: đối với truyền động bánh răng trụ là cấp 1, 2 khi $m \geq 1$ mm; cấp 1 ÷ 3 khi $m < 1$ mm; đối với bánh răng côn: cấp 1 ÷ 3 khi $m > 1$ mm và cấp 1 ÷ 4, 11, 12 khi $m < 1$mm; đối với truyền động trục vít: cấp 1 ÷ 3, 11, 12 khi $m < 1$ mm.

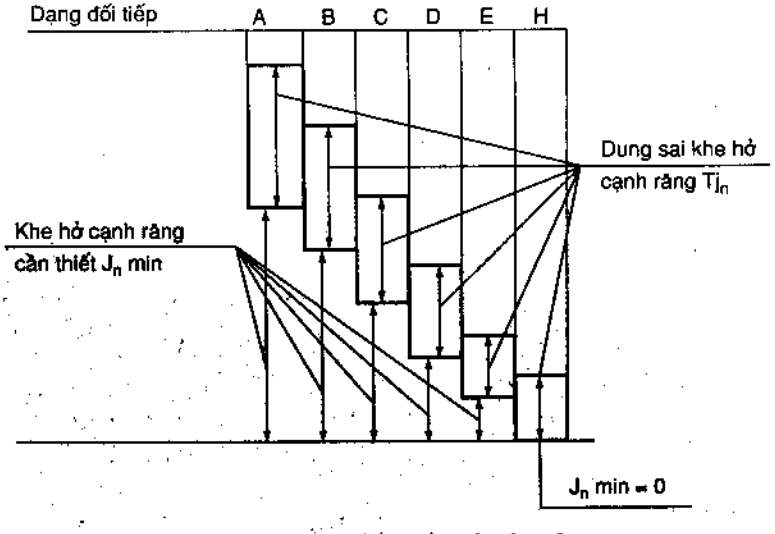
Các mức chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc các răng của bánh răng và truyền động có thể ở các cấp chính xác khác nhau phối hợp với nhau. Sự phối hợp này phải dựa trên nguyên tắc: mức chính xác nào là quan trọng nhất đối với chức năng sử dụng của bánh răng và truyền động thì được chọn ở cấp chính xác cao hơn các mức còn lại sẽ ở cấp chính xác thấp hơn. Ví dụ: truyền động tốc độ trung bình và cao (bánh răng trong động cơ ô-tô, tua bin) thì mức làm việc êm được chọn ở cấp chính xác cao hơn cấp của mức chính xác động học. Đối với truyền động trong xích phân độ thì cấp của mức chính xác động học và làm việc êm là như nhau. Đối với truyền động tải nặng làm việc với tốc độ trung bình và nhỏ thì cấp của mức tiếp xúc các răng được chọn cao hơn cấp của mức chính xác động học và làm việc êm.

Sự phối hợp các mức có cấp chính xác khác nhau còn phải tuân theo nguyên tắc: Mức làm việc êm của bánh răng và bộ truyền có cấp chính

xác không được cao hơn quá hai cấp hoặc thấp hơn quá một cấp so với mức chính xác động học. Mức tiếp xúc các răng có thể ở cấp chính xác cao hơn một cấp hoặc thấp hơn một cấp so với mức làm việc êm.

Tùy theo cấp chính xác của bánh răng và truyền động tiêu chuẩn quy định các dạng đối tiếp bánh răng trong truyền động. Dạng đối tiếp của bánh răng trong truyền động được phân chia theo trị số của khe hở cạnh răng cần thiết j_{nmin}.

Đối với bánh răng trụ, côn, hypoit cũng như truyền động trục vít trụ với m ≥ 1 mm, tiêu chuẩn quy định 6 dạng đối tiếp kí hiệu là: H, E, D, C, B, A hình 7.3. Trị số của j_{nmin} tăng dần từ H đến A. Ứng với dạng H thì $j_{nmin} = 0$, dạng B thì j_{nmin} là bình thường, dạng A: j_{nmin} là lớn.



Hình 7-3. Dạng đối tiếp của bánh răng

Tương ứng với các dạng đối tiếp tiêu chuẩn cũng quy định 8 loại dung sai khe hở cạnh răng T_{jn} kí hiệu là x, y, z, a, b, c, d, h theo thứ tự giảm dần giá trị dung sai. Dạng đối tiếp H, E tương ứng với loại dung sai h còn dạng D, C, B, A thì ương ứng với loại d, c, b, a.

Đối với truyền động bánh răng côn, hypoit với m ≥ 1 mm tiêu chuẩn chỉ quy định 5 loại dung sai là: a, b, c, d, h.

Nếu không có yêu cầu đặc biệt đối với một nhóm hay một bộ truyền động thì với mỗi dạng đối tiếp yêu cầu một loại dung sai Tjn tương ứng ví dụ: A – a, B – b. Trong trường hợp cần thiết cho phép kết hợp dạng đối tiếp với loại dung sai không tương ứng ví dụ: B – a hoặc có thể sử dụng các loại dung sai không tương ứng x, y, z.

Để đánh giá mỗi mức chính xác (động học, làm việc êm và tiếp xúc) và dạng đối tiếp tiêu chuẩn quy định các chỉ tiêu tổng hợp hoặc chỉ tiêu riêng. Trong sản xuất có thể dùng chỉ tiêu tổng hợp hoặc một cặp chỉ tiêu riêng. Dùng chỉ tiêu tổng hợp thì đánh giá toàn diện và chính xác hơn là dùng 1 cặp chỉ tiêu riêng.

Chọn bộ chỉ tiêu kiểm tra như thế nào là tùy thuộc vào độ chính xác yêu cầu của bánh răng và truyền động, kích thước của chúng, điều kiện kiểm tra thực tế, khối lượng và điều kiện sản xuất và những yếu tố khác.

7.2.2. Kí hiệu cấp chính xác và dạng đối tiếp trên bản vẽ

Kí hiệu cấp chính xác, dạng đối tiếp và loại dung sai khe hở cạnh răng trên bản vẽ được biểu thị như sau, ví dụ:

7–B TCVN1067–84, số 7 chỉ cấp chính xác chung của cả 3 mức chính xác động học, làm việc êm, tiếp xúc các răng; chữ B chỉ dạng đối tiếp bánh răng và loại dung sai tương ứng (b) không biểu thị trong kí hiệu.

8–7–6. Ba TCVN1067–84, mức chính xác động học ở cấp 8 mức làm việc êm ở cấp 7 mức tiếp xúc các răng ở cấp 6; dạng đối tiếp là B, loại dung sai không tương ứng là a.

7.3. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG TRỤ (TCVN1067-84)

Đối với truyền động bánh răng trụ thân khai có môđun 1 ÷ 55 mm và đường kính vòng chia đến 6300 mm, chiều rộng vành răng đến 1250 mm, tiêu chuẩn quy định các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc các răng như chỉ dẫn trong các bảng 7.3. ÷ 7.6.

Trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các chỉ tiêu được chỉ dẫn trong các bảng 7.7. ÷ 7.13.

Để đánh giá mức chính xác động học của bộ truyền ta dùng chỉ tiêu sai số động học của bộ truyền F'ior và dung sai của nó được tính theo công thức:

$$F'_{io} = F'_{i1} + F'_{i2}$$

F'_{i1}, F'_{i2} là dung sai số động học của bánh răng thứ 1 và thứ 2 trong bộ truyền. Trị số của chúng tra theo bảng 7.7.

Nếu mức chính xác động học của các bánh răng so với đường trục làm việc của bánh răng phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn và không có yêu cầu về lắp chọn thì không nhất thiết phải kiểm tra mức chính xác động học của bộ truyền và ngược lại khi mức chính xác động học của

Bảng 7.3. Chỉ tiêu mức chính xác động học

Đối tượng được kiểm	Chỉ tiêu mức chính xác hoặc bộ chỉ tiêu	Cấp chính xác									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bánh răng	F'_{ir}	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–
	F_{pr} và F_{pkr}	x	x	x	x	–	–	–	–	–	–
	F_{pr}	–	–	–	–	x	x	–	–	–	–
	F_{cr} và F_{rr}	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–
	F_{vwr} và F_{rr}	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–
	F_{vwr} và F''_{ir}	–	–	x	x	x	x	–	–	–	–
	F_{rr} và F''_{ir}	–	–	x	x	x	x	–	–	–	–
	F''_{ir}	–	–	–	–	–	–	x	x	x	x
	F''_{rr}	–	–	–	–	x	x	–	–	–	–
Bộ truyền bánh răng	F'_{ior}	x	x	x	x	x	x	–	–	–	–

Chú thích:

F'_{ir} – Sai số động học của bánh răng

F_{pr} và F_{pkr} – Sai số tích lũy bước răng và k bước răng

F_{rr} – Độ đảo hướng tâm của vành răng

F_{cr} – Sai số lăn răng

F_{vwr} – Độ dao động khoảng pháp tuyến chung

F''_{ir} – Độ dao động khoảng cách trục đo sau một vòng quay của bánh răng

F'_{ior} – Sai số động học của bộ truyền.

* – Chỉ dùng khi đường kính chia của bánh răng lớn hơn 1600 mm

– Kí hiệu dung sai của các chỉ tiêu trên chính là các kí hiệu của chúng khi bỏ chữ "r" sau cùng, ví dụ dung sai sai số động học của bánh răng là: F'i

Bảng 7.4. Chỉ tiêu làm việc êm

Đối tượng được kiểm	Chỉ tiêu mức chính xác hoặc bộ chỉ tiêu	Cấp chính xác									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bánh răng của bộ truyền có ε_γ nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 7.6	f'_{ir}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–
	f_{zzr}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–
	f_{pbr} và f_{fr}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–
	f_{pbr} và f_{ptr}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–
	f''_{ir}			×	×	×	×				
Bánh răng của bộ truyền có ε_γ bất kỳ	f''_{ir}	–	–	–	–	–	–	×	×	×	×
	f_{pbr}	–	–	–	–	–	–	×	×	×	×
	f_{ptr}	–	–	–	–	–	–	×	×	×	×
Bánh răng của bộ truyền có ε_γ lớn hơn hoặc bằng chỉ dẫn trong bảng 7.6	f_{zkr}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–
	f_{ptr}	–	–	–	–	×	×	–	–	–	–
Bộ truyền có ε_γ nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 7.6	f'_{ior}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–
	f_{zzor}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–
Bộ truyền có ε_γ lớn hơn hoặc bằng chỉ dẫn trong bảng 7.6	f_{zkor}	×	×	×	×	×	×	–	–	–	–

Chú thích:

f'_{ir} – Sai số động học cục bộ của bánh răng

f_{pbr} – Sai số bước ăn khớp

f_{ptr} – Sai số bước răng

f_{fr} – Sai số prôfin răng

f''_{ir} – Độ dao động khoảng cách trục đo sau một răng

f_{zzr} – Sai số chu kì tần số răng của bánh răng

f_{zkr} – Sai số chu kì tần số k của bánh răng
(Khi kiểm tra bộ truyền k lấy bằng z – số răng của bánh răng. Khi kiểm tra bằng bánh răng đo, lấy k = z – số răng của bánh được kiểm)

f_{zzor}, f_{zkor} – Sai số chu kì tần số răng và tần số k của bộ truyền.

– Kí hiệu dung sai của các chỉ tiêu trên cũng chính là kí hiệu sai số của chúng khi bỏ chữ "r" sau cùng, ví dụ: dung sai sai số động học cục bộ của bánh răng là: f'_i.

Bảng 7.5. Chỉ tiêu về mức tiếp xúc của răng

Đối tượng được kiểm	Chỉ tiêu mức chính xác hoặc bộ chỉ tiêu	Cấp chính xác									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bánh răng của bộ truyền có ε_β nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 7.6+	$F_{\beta r}$	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	F_{kr}	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Bánh răng của bộ truyền có ε_β lớn hơn hoặc bằng chỉ dẫn trong bảng 7.6++	F_{pxnr} và F_{kr}	×	×	×	×	×	×	×	–	–	–
	F_{pxnr} và f_{pbr}	×	×	×	×	×	×	×	–	–	–
Bộ truyền bánh răng	f_{xr} và f_{yr}+++	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	Vết tiếp xúc tổng	×	×	×	×	×	×	×	×	×	–
	Vết tiếp xúc tức thời	×	×	×	×	×	×	×	×	×	–

\+ Dùng cho các cấp chính xác 9 – 12 khi ε_β bất kỳ

++ Dùng cho cấp chính xác 9 khi ε_β bất kỳ

+++ Chỉ dùng bộ chỉ tiêu cho bộ truyền không dịch chỉnh.

Kí hiệu được dùng:
- $F_{\beta r}$ – Sai số hướng răng
- F_{kr} – Sai số tổng của đường tiếp.
- F_{pxnr} – Sai số của bước dọc tính theo phương pháp tuyến
- f_{xr} – Độ không song song của các trục
- f_{yr} – Độ xiên của các trục

Bảng 7.6. Trị số giới hạn của ε_β

Cấp chính xác theo mức tiếp xúc	3	4	5	6	7	8
Trị số giới hạn của hệ số trùng khớp dọc danh nghĩa ε_β	1,25		1,5	2,0	2,5	3,0

Bảng 7.7. Mức chính xác động học (các chỉ tiêu F'_{ir}, F_{rr}, F_{vwr}, F_{cr}, F''_{ir})

Cấp chính xác	Kí hiệu	Môđun m, mm	Đường kính chia d, mm: Đến 125	Trên 125 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600	Trên 1600 đến 2500	Trên 2500 đến 4000	Trên 4000 đến 6300
			µm						
6	F'_i	Từ 1 đến 16	$F_p + f_f$ (xem chú thích 1)						
	F_r	Từ 1 đến 3,5	25	36	45	50	56	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	28	40	50	56	63	71	–
		" 6,3 " 10	32	45	56	63	71	80	90
		" 10 " 16	–	50	63	71	80	90	100
	F_{vw}	Từ 1 đến 16	16	28	45	70	–	–	–
	F''_i	Từ 1 đến 3,5	36	50	63	71	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	40	56	71	80	–	–	–
		" 6,3 " 10	45	63	80	90	–	–	–
		" 10 " 16	–	71	90	100	–	–	–
	F_c	Từ 1 đến 16	16	28	15	70	110	140	220
7	F'_i	Từ 1 đến 25	$F_p + f_f$ (xem chú thích 1)						
	F_r	Từ 1 đến 3,5	36	50	63	71	80	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	40	56	71	80	90	110	–
		" 6,3 " 10	45	63	80	90	100	112	125
		" 10 " 16	–	71	90	100	112	125	140
		" 16 " 25	–	80	100	112	125	140	160
	F_{vw}	Từ 1 đến 25	22	40	60	100	–	–	–
	F''_i	Từ 1 đến 3,5	50	71	90	100	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	56	80	100	112	–	–	–
		" 6,3 " 10	65	90	112	125	–	–	–
		" 10 " 16	–	100	125	140	–	–	–
	F_c	Từ 1 đến 25	22	40	60	100	160	200	300
8	F'_i	Từ 1 đến 25	$F_p + f_f$ (xem chú thích 1)						
	F_r	Từ 1 đến 3,5	45	63	80	90	100	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	50	71	90	100	112	125	–
		" 6,3 " 10	56	80	100	112	125	140	160
		" 10 " 16	–	90	112	125	140	160	180
		" 16 đến 25	–	100	125	140	160	180	200
		" 25 đến 40	–	–	140	160	190	224	250

Bảng 7.7. *(tiếp theo)*

Cấp chính xác	Kí hiệu	Môđun m, mm	Đường kính chia d, mm						
			Đến 125	Trên 125 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600	Trên 1600 đến 2500	Trên 2500 đến 4000	Trên 4000 đến 6300
			µm						
8	F_i''	Từ 1 đến 3,5	63	90	112	125	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	71	100	125	140	–	–	–
		" 6,3 " 10	80	112	140	160	–	–	–
		" 10 " 16	–	125	160	180	–	–	–
	F_{vw}	Từ 1 đến 40	28	50	80	120	–	–	–
	F_c	Từ 1 đến 40	28	50	80	120	200	250	400
9	F_r	Từ 1 đến 3,5	71	80	100	112	125	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	80	100	112	125	140	160	–
		" 6,3 " 10	90	112	125	140	160	180	200
		" 10 " 16	–	125	160	160	180	200	224
		" 16 " 25	–	160	200	200	224	224	250
		" 25 " 40	–	–	250	250	280	280	315
		" 40 " 55	–	–	315	315	355	355	400
	F_i''	Từ 1 đến 3,5	90	112	140	160	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	112	140	160	180	–	–	–
		" 6,3 " 10	125	160	180	200	–	–	–
		" 10 " 16	–	180	224	224	–	–	–

Chú thích:

1 - Để xác định F_i' dùng F_p theo bảng 7.8 và f_f theo bảng 7.9.

Cho phép tiêu chuẩn hóa sai số động học của k bước răng: F_{ik}' và được tính theo công thức:

$F_{ik}' = F_{pk} + f_f$ (F_{pk} lấy theo bảng 7.8).

Bảng 7.8. Mức chính xác động học (chỉ tiêu F_{pkr} và F_{pr})

Cấp chính xác	Kí hiệu	Môđun m, mm	Đối với Fpk - chiều dài cung vòng chia L, mm											
			Đến 11,2	Trên 11,2 đến 20	Trên 20 đến 32	Trên 32 đến 50	Trên 50 đến 80	Trên 80 đến 160	Trên 160 đến 315	Trên 315 đến 630	Trên 630 đến 1000	Trên 1000 đến 1600	Trên 1600 đến 2500	Trên 2500 đến 3150
			Đối với Fp - đường kính chia - mm											
			–	Đến 12,7	Trên 12,7 đến 20,4	Trên 20,4 đến 31,8	Trên 31,8 đến 50,9	Trên 50,9 đến 101,8	Trên 101,8 đến 200,5	Trên 200,5 đến 401,1	Trên 401,1 đến 636,6	Trên 636,6 đến 1019	Trên 1019 đến 1592	Trên 1592 đến 2005
			µm											
3		Từ 1 đến 10	2,8	4	5	5,5	6	8	11	16	20	25	28	36
4		" 1 " 10	4,5	6	8	9	10	12	18	25	32	40	45	56
5	Fpk	" 1 " 16	7	10	12	14	16	20	28	40	50	63	71	90
6	hoặc	" 1 " 16	11	16	20	22	25	32	45	63	80	100	112	140
7	Fp	" 1 " 25	16	22	28	32	36	45	63	90	112	140	160	200
8		" 1 " 25	22	32	40	45	50	63	90	125	160	200	224	280

Chú thích: Khi không có các yêu cầu đặc biệt, dung sai F_{pk} được dùng cho chiều dài cung vòng chia tương ứng với 1/6 số răng bánh răng (hoặc cung ứng với số răng nguyên lớn hơn gần nhất).

Bảng 7.9. Mức làm việc êm
(Chỉ tiêu f'_{ir} f_{ptr}, f_{phr}, f_{fr}, f''_{ir})

Cấp chính xác	Kí hiệu	Môđun m, mm	Đường kính chia d, mm						
			Đến 125	Trên 125 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600	Trên 1600 đến 2500	Trên 2500 đến 4000	Trên 4000 đến 6300
			µm						
6	f'_i	Từ 1 đến 3,5	18	20	25	32	40	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	22	25	28	36	45	56	–
		" 6,3 " 10	28	30	32	40	50	60	80
		" 10 " 16	–	36	40	45	56	63	90
	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±10	±11	±13	±14	±16	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±13	±14	±14	±16	±18	±20	–
		" 6,3 " 10	±14	±16	±18	±18	±20	±22	±25
		" 10 " 16	–	±18	±20	±20	±22	±25	±28
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±9,5	±10	±12	±13	±15	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±12	±13	±13	±15	±17	±19	–
		" 6,3 " 10	±13	±15	±17	±17	±19	±21	±26
		" 10 " 16	–	±17	±19	±19	±21	±24	±26
	f_f	Từ 1 đến 3,5	8	9	12	17	24	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	10	11	16	18	25	34	–
		" 6,3 " 10	12	13	16	20	28	36	53
		" 10 " 16	–	16	18	22	30	38	56
	f''_i	Từ 1 đến 3,5	14	16	18	20	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	18	20	20	22	–	–	–
		" 6,3 " 10	20	22	22	25	–	–	–
		" 10 " 16	–	25	28	28	–	–	–
7	f'_i	Từ 1 đến 3,5	25	30	36	45	56	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	32	36	40	50	63	80	–
		" 6,3 " 10	36	40	50	56	71	90	112
		" 10 " 16	–	50	56	63	80	100	125
		" 16 " 25	–	63	71	80	90	112	140
	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±14	±16	±18	±20	±22	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±18	±20	±20	±22	±25	±28	–
		" 6,3 " 10	±20	±22	±25	±25	±28	±32	±36
		" 10 " 16	–	±25	±28	±28	±32	±36	±40
		" 16 " 25	–	±32	±36	–±36	±40	±40	±45
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±13	±15	±17	±19	±21	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±17	±19	±19	±21	±24	±26	–
		" 6,3 " 10	±19	±21	±24	±24	±26	±30	±34
		" 10 " 16	–	±24	±26	±26	±30	±34	±38
		" 16 " 25	–	±30	±34	–±34	±38	±38	±42

Bảng 7.9. *(tiếp theo)*

Cấp chính xác	Kí hiệu	Môđun m, mm	Đường kính chia d, mm						
			Đến 125	Trên 125 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600	Trên 1600 đến 2500	Trên 2500 đến 4000	Trên 4000 đến 6300
			µm						
7	f_i	Từ 1 đến 3,5	11	13	17	24	36	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	14	16	20	28	38	53	–
		" 6,3 " 10	17	19	24	30	40	56	80
		" 10 " 16	–	22	26	34	45	60	85
		" 16 " 25	–	30	36	42	53	67	95
	f''_i	Từ 1 đến 3,5	20	22	25	28	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	25	28	28	32	–	–	–
		" 6,3 " 10	28	32	32	36	–	–	–
		" 10 " 16	–	36	40	40	–	–	–
8	f'_i	Từ 1 đến 3,5	36	40	50	63	80	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	45	50	56	71	90	125	–
		" 6,3 " 10	50	60	71	80	100	140	100
		" 10 " 16	–	71	80	90	112	140	200
		" 16 " 25	–	90	100	112	140	160	224
	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±20	±22	±25	±28	±32	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±25	±28	±28	±32	±36	±40	–
		" 6,3 " 10	±28	±32	±36	±36	±40	±45	±50
		" 10 " 16	–	±36	±40	±40	±45	±50	±50
		" 16 " 25	–	±45	±50	–±50	±56	±56	±63
		" 25 " 40	–	–	±63	±63	–±71	±71	±80
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±19	±21	±24	±26	±30	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±24	±26	±26	±30	±34	±38	–
		" 6,3 " 10	±26	±30	±34	±34	±38	±42	±48
		" 10 " 16	–	±34	±38	±38	±42	±48	±55
		" 16 " 25	–	±42	±48	–±48	±53	±53	±60
		" 25 " 40	–	–	±60	±60	–±67	±67	±75

Bảng 7.9. *(tiếp theo)*

Cấp chính xác	Kí hiệu	Môđun m, mm	Đường kính chia d, mm						
			Đến 125	Trên 125 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600	Trên 1600 đến 2500	Trên 2500 đến 4000	Trên 4000 đến 6300
			µm						
8	f_i	Từ 1 đến 3,5	14	18	25	36	50	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	20	22	28	40	56	80	–
		" 6,3 " 10	20	28	36	45	63	85	125
		" 10 " 16	–	32	40	50	71	90	130
		" 16 " 25	–	45	56	63	80	100	150
	f'_i	Từ 1 đến 3,5	28	32	36	40	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	36	40	40	45	–	–	–
		" 6,3 " 10	40	45	45	50	–	–	–
		" 10 " 16	–	50	56	56	–	–	–
9	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±28	±32	±36	±40	±45	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±36	±40	±40	±45	±50	±56	–
		" 6,3 " 10	±40	±45	±50	±50	±56	±63	±71
		" 10 " 16	–	±50	±56	±56	±63	±71	±80
		" 16 " 25	–	±63	±71	–±71	±80	±80	±90
		" 25 " 40	–	–	±90	±90	±100	±100	±112
		" 40 " 55	–	–	±112	±125	±125	±140	±140
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±26	±30	±34	±38	±42	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	±34	±38	±38	±42	±48	±53	–
		" 6,3 " 10	±38	±42	±48	±45	±53	±60	±67
		" 10 " 16	–	±48	±53	±50	±60	±67	±75
		" 16 " 25	–	±60	±67	±67	±75	±74	±85
		" 25 " 40	–	–	±85	±85	±95	±95	±106
		" 40 " 55	–	–	±106	±118	±118	±132	±132
	f'_i	Từ 1 đến 3,5	38	40	45	50	–	–	–
		Trên 3,5 " 6,3	45	50	50	56	–	–	–
		" 6,3 " 10	50	56	56	63	–	–	–
		" 10 " 16	–	63	71	71	–	–	–

Bảng 7.10. Mức làm việc êm (chỉ tiêu fzzor)

Cấp chính xác mức êm f_{zzor}	Môđun m,mm	Tần số k của sai số chu kỳ (k = z) sau một vòng quay bánh răng						
		Đến 16	Trên 16 đến 32	Trên 32 đến 63	Trên 63 đến 125	Trên 125 đến 250	Trên 250 đến 500	Trên 500
		µm						
3	Từ 1 đến 3,5	3	3	3	3,6	4	4	4,5
	Trên 3,5 " 6,3	3,6	3,6	4	4,5	5	5	6
	" 6,3 " 10	4,2	4,5	4,5	5	6	6	7,1
4	Từ 1 đến 3,5	4,5	5	5	5,3	5,6	6,3	7,1
	Trên 3,5 " 6,3	5,6	5,6	6	6,7	7,1	8	9
	" 6,3 " 10	6,7	7,1	7,1	8	8,5	9	11
5	Từ 1 đến 3,5	6,7	7,1	7,5	8	8,5	9,5	11
	Trên 3,5 " 6,3	8	8,5	9	10	11	12	14
	" 6,3 " 10	10	11	11	12	13	15	17
	" 10 " 16	12	13	14	15	16	18	21
6	Từ 1 đến 3,5	10	10	11	12	13	14	16
	Trên 3,5 " 6,3	12	13	14	15	16	18	21
	" 6,3 " 10	14	16	17	18	19	22	25
	" 10 " 16	18	19	20	22	24	28	32
7	Từ 1 đến 3,5	15	16	17	18	19	21	24
	Trên 3,5 " 6,3	18	19	20	22	24	28	30
	" 6,3 " 10	22	24	24	26	30	34	38
	" 10 " 16	28	28	30	34	36	42	48
8	Từ 1 đến 3,5	22	24	24	25	28	30	34
	Trên 3,5 " 6,3	28	28	30	32	35	40	45
	" 6,3 " 10	32	34	36	38	42	48	56
	" 10 " 16	40	42	45	48	53	60	71

Chú thích:

– Khi kiểm tra bộ truyền, tần số k được lấy bằng z,– số răng bánh răng. Khi kiểm tra bằng bánh răng đo, tần số k lấy bằng z – số răng bánh được kiểm.

– Dung sai sai số chu kì tần số răng bánh răng f_{zz} được quy định bằng 0,6 f_{zzo} (f_{zzo} lấy theo bảng 7.10)

Bảng 7.11. Mức làm việc êm (các chỉ tiêu f_{zkr} hoặc f_{zkor})

Cấp chính xác	Tần số k của sai số chu kỳ sau một vòng quay của bánh răng	Đường kính chia d, mm									
		Đến 125		Trên 125 đến 400		Trên 400 đến 800		Trên 800 đến 1600		Trên 1600 đến 2500	
		Môđun m, mm									
		Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10
		μm									
6	Từ 2 đến 4	11	14	16	19	21	24	24	30	26	32
	Trên 4 " 8	8,0	10	12	14	15	17	17	21	19	24
	" 8 " 16	8,0	7,5	8,5	10,5	11	13	13	16	14	18
	" 16 " 32	4,8	6,0	6,7	8,0	9,0	10	10	13	11	14
	" 32 " 63	3,8	5,0	5,6	6,7	7,1	8,5	8,0	10	9,0	11
	" 63 " 125	3,2	4,2	4,8	5,6	6,0	7,1	7,1	8,5	7,5	9,5
	" 125 " 250	3,0	3,6	4,2	5,0	5,3	6,3	6,0	7,5	6,7	8,5
	" 250 " 500	2,6	3,4	3,8	4,5	5,0	5,6	5,6	7,1	6,3	8,0
	" 500 " 1000	2,5	3,2	3,6	4,2	4,5	5,3	5,3	6,7	5,6	7,5
	" 1000	2,4	3,0	3,4	4,0	4,5	5,0	5,0	6,3	5,6	7,1
7	Từ 2 đến 4	18	22	26	30	32	38	36	48	40	53
	Trên 4 " 8	13	16	18	22	24	28	26	34	30	38
	" 8 " 16	9,5	12	14	16	18	21	20	25	22	28
	" 16 " 32	7,5	9,5	11	13	14	16	16	20	18	22
	" 32 " 63	6,0	8,0	9,0	10	12	14	13	16	14	18
	" 63 " 125	5,3	6,7	7,5	9,0	9,5	11	11	14	12	15
	" 125 " 250	4,5	6,0	6,7	8,0	8,5	10	9,5	12	11	13
	" 250 " 500	4,2	5,3	6,0	7,1	8,0	9	9,0	11	10	12
	" 500 " 1000	4,0	5,0	5,6	6,7	7,1	8,5	8,5	10	9,0	11
	" 1000	3,8	4,8	5,3	6,3	6,7	8,0	8,0	10	8,5	11

Bảng 7.11. *(tiếp theo)*

Cấp chính xác	Tần số k của sai số chu kỳ sau một vòng quay của bánh răng	Đường kính chia d, mm									
		Đến 125		Trên 125 đến 400		Trên 400 đến 800		Trên 800 đến 1600		Trên 1600 đến 2500	
		Môđun m, mm									
		Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10	Từ 1 đến 6,3	Trên 6,3 đến 10
		µm									
8	Từ 2 đến 4	25	32	36	42	45	53	53	63	56	75
	Trên 4 " 8	18	22	26	30	34	38	38	48	42	53
	" 8 " 16	14	17	20	22	25	28	28	36	32	40
	" 16 " 32	11	13	15	18	20	22	22	28	25	34
	" 32 " 63	8,5	11	12	15	16	18	18	22	20	26
	" 63 " 125	7,1	9,5	10	12	14	16	15	19	17	22
	" 125 " 250	6,7	8,0	9,5	11	12	14	13	17	15	20
	" 250 " 500	6,0	7,5	8,5	10	11	13	12	16	14	18
	" 500 " 1000	5,6	7,1	8,0	9,5	10	12	11	15	13	16
	" 1000	5,3	6,7	7,5	9,0	10	11	11	14	12	15

Chú thích: – Khi kiểm tra bộ truyền tần số k lấy theo bánh răng trong bộ truyền
– Khi kiểm tra bằng bánh răng đo thì tần số k lấy theo bánh được kiểm.

Bảng 7.12. Mức tiếp xúc của các răng (Các chỉ tiêu F_{pxnr}, F_{kr}, $F_{\beta r}$, f_{xr}, f_{yr})

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Chiều rộng vành răng hoặc chiều dài đường tiếp xúc, mm							
			Đến 40	Trên 40 đến 100	Trên 100 đến 160	Trên 160 đến 250	Trên 250 đến 400	Trên 400 đến 630	Trên 630 đến 1000	Trên 1000 đến 1250
			µm							
6	F_{pxn}	Từ 1 đến 16	±12	±14	±16	±20	±25	±30	±40	±50
	F_k	Từ 1 đến 3,5	18	20	22	25	28	–	–	–
		Trên 3,5 đến 6,3	20	22	25	25	30	36	–	–
		" 6,3 " 10	25	25	28	30	32	40	45	56
		" 10 " 16	–	30	32	36	40	45	50	60
	F_β	Từ 1 đến 16	9	12	16	20	25	28	32	40
	f_x	Từ 1 đến 16	9	12	16	20	25	28	32	40
	f_y	Từ 1 đến 16	4,5	6,3	8	10	12	14	16	20
7	F_{pxn}	Từ 1 đến 25	±16	±18	±20	±25	±32	±40	±50	±63
	F_k	Từ 1 đến 3,5	22	25	28	30	32	–	–	–
		Trên 3,5 đến 6,3	25	28	30	32	36	45	–	–
		" 6,3 " 10	30	32	36	40	45	50	56	71
		" 10 " 16	–	40	40	45	50	56	63	80
		" 16 " 25	–	50	50	56	60	63	71	90
	F_β	Từ 1 đến 25	11	16	20	25	28	32	40	50
	f_x	Từ 1 đến 25	11	16	20	25	28	32	40	50
	f_y	Từ 1 đến 25	5,6	8	10	12	14	16	20	25

Bảng 7.12. *(tiếp theo)*

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Chiều rộng vành răng hoặc chiều dài đường tiếp xúc, mm							
			Đến 40	Trên 40 đến 100	Trên 100 đến 160	Trên 160 đến 250	Trên 250 đến 400	Trên 400 đến 630	Trên 630 đến 1000	Trên 1000 đến 1250
			µm							
8	F_{pxn}	Từ 1 đến 40	± 25	± 28	± 32	± 40	± 45	± 60	–	
	F_k	Từ 1 đến 3,5	36	40	40	45	50	–	–	
		Trên 3,5 đến 6,3	40	45	50	50	56	71	–	
		" 6,3 " 10	45	50	56	60	63	80	–	
		" 10 " 16	–	60	63	71	80	90	–	
		" 16 " 25	–	80	80	90	90	100	–	
		" 25 " 40	–	–	112	112	125	125	–	
	F_β	Từ 1 đến 40	18	25	32	40	45	56	–	
	f_x	Từ 1 đến 40	18	25	32	40	45	56	–	
	f_y	Từ 1 đến 55	9	12	16	20	22	28	–	
9	F_{pxn}	Từ 1 đến 55	± 40	± 45	± 50	± 60	± 71	± 90		
	F_k	Từ 1 đến 3,5	56	60	60	71	80	–	–	
		Trên 3,5 đến 6,3	63	71	80	80	90	112		
		" 6,3 " 10	80	80	90	90	100	125		
		" 10 " 16	–	100	100	112	125	140		
		" 16 " 25	–	125	125	140	140	160		
		" 25 " 40	–	–	180	180	180	200		
		" 40 " 55	–	–	–	224	250	250		
	F_β	Từ 1 đến 55	28	40	50	63	71	90		
	f_x	Từ 1 đến 55	28	40	50	63	71	90		
	f_y	Từ 1 đến 55	14	20	25	30	36	45		

Chú thích: Đối với bánh răng chữ V thì chiều rộng vành răng là 1/2 chiều rộng bánh răng.

Bảng 7.13. **Mức tiếp xúc của răng trong bộ truyền (vết tiếp xúc tổng)**

Cấp chính xác	Kích thước tương đối của vết tiếp xúc tổng theo phần trăm %	
	Theo chiều cao răng không nhỏ hơn	Theo chiều dài răng không nhỏ hơn
3	65	95
4	60	90
5	55	80
6	50	70
7	45	60
8	40	50
9	30	40
10	25	30
11	20	25

bộ truyền phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn thì không cần thiết phải kiểm tra mức chính xác động học của các bánh răng.

Nếu độ chính xác của các bánh răng theo mức làm việc êm phù hợp với các yêu cầu đề ra theo tiêu chuẩn thì không cần thiết phải kiểm tra mức làm việc êm của bộ truyền và ngược lại.

Nếu độ chính xác của bánh răng theo mức tiếp xúc các răng và các trị số thực tế f_{xr}, f_{yr} phù hợp với yêu cầu đề ra theo tiêu chuẩn thì không cần phải kiểm tra vết tiếp xúc trong bộ truyền. Ngược lại khi vết tiếp xúc tổng hoặc tức thời của bộ truyền phù hợp với yêu cầu đề ra theo tiêu chuẩn thì không cần thiết phải kiểm tra các chỉ tiêu khác để đánh giá mức tiếp xúc của các răng.

Chọn bộ chỉ tiêu để đánh giá các mức chính xác và khe hở cạnh răng cần thiết là do người chế tạo, quyết định tùy thuộc vào điều kiện sản xuất và kiểm tra ở từng cơ sở sản xuất. Chọn bộ chỉ tiêu sao cho công việc kiểm tra là đơn giản và thuận tiện nhất.

Chọn cấp chính xác của truyền động bánh răng

Người thiết kế chọn cấp chính xác cho truyền động bánh răng dựa trên điều kiện làm việc cụ thể của truyền động và những yêu cầu đề ra đối với truyền động, ví dụ: tốc độ vòng, công suất truyền, chế độ làm việc, yêu cầu về độ chính xác động học, làm việc êm không ồn, độ bền lâu, v.v...

Việc chọn thường được tiến hành theo 3 phương pháp sau: Phương pháp tính toán, chọn theo kinh nghiệm và theo bảng chỉ dẫn.

Ví dụ: Từ tính toán độ chính xác của xích truyền động động học ta xác định được sai số góc quay cho phép của truyền động và dựa theo đó ta xác định được cấp chính xác của mức chính xác động học theo tiêu chuẩn. Hoặc từ tính toán độ bền lâu theo mức tiếp xúc ta xác định được cấp chính xác của mức tiếp xúc các răng.

Chọn theo kinh nghiệm là cấp chính xác của truyền động thiết kế được chọn theo cấp của truyền động tương tự cùng chức năng và đã đưa vào sử dụng với bề dày kinh nghiệm.

Chọn theo bảng, ví dụ chọn cấp chính xác theo tốc độ vòng và phạm vi sử dụng của truyền động theo bảng 7.14 hoặc chọn cấp chính xác của bánh răng sử dụng trong các sản phẩm khác nhau, bảng 7.15.

Mức khe hở cạnh răng

Trị số khe hở cạnh răng cần thiết j_{nmin}, ứng với các dạng đối tiếp khác nhau của truyền động được chỉ dẫn trong bảng 7.16. Nó không phụ thuộc vào cấp chính xác của các mức chính xác của truyền động.

Các chỉ tiêu đảm bảo khe hở cạnh răng đối với bánh răng là:

Độ dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôfin gốc: E_{HS}

Sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung: E_{ws}

Sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình: E_{wms}

Sai lệch giới hạn của khoảng cách tâm đo: $E_{a"s}$, $E_{a"i}$

Sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng: E_{cs}

Còn đối với bộ truyền có khoảng cách trục không điều chỉnh là sai lệch giới hạn khoảng cách trục: f_{ar}, khi khoảng cách trục có điều chỉnh là: j_{nmin}.

Trị số của các chỉ tiêu đảm bảo khe hở cạnh răng được chỉ dẫn trong các bảng 7.16 ÷ 7.25.

Sai lệch giới hạn khoảng cách trục f_a được quy định tương ứng với dạng đối tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trục. Tiêu chuẩn quy định 6 cấp sai lệch khoảng cách trục, kí hiệu là cấp I, II,..., VI tương ứng với các dạng đối tiếp.

Khi chọn cấp sai lệch khoảng cách trục không tương ứng với dạng đối tiếp (theo bảng 7.16). Chẳng hạn chọn thô hơn cấp quy định tương

Bảng 7.14. Phạm vi sử dụng cấp chính xác và phương pháp gia công đối với bánh răng khi m > 1 mm

Cấp chính xác	Điều kiện làm việc và sử dụng	Tốc độ vòng, m/s		Hiệu suất không nhỏ hơn	Phương pháp cắt răng	Gia công lần cuối bề mặt làm việc của răng
		Bánh răng thẳng	Bánh răng không thẳng			
3	Bánh răng trong truyền động đặc biệt chính xác về góc quay, hoặc làm việc với tốc độ đặc biệt cao, với độ ổn định lớn nhất và không ồn. Bánh răng của truyền động tốc độ đặc biệt cao (tua bin). Bánh răng đo để kiểm tra bánh răng cấp chính xác 5,6.	Trên 40	Trên 75	0,99	Cắt lăn trên máy đặc biệt chính xác với sai số chu kì rất nhỏ.	Mài đặc biệt thận trọng và nghiền. Đối với bánh răng lớn không tôi thì phay bằng dao phay trục vít rất chính xác hoặc cả một phía răng.
4	Bánh răng trong cơ cấu phân độ rất chính xác hoặc truyền động làm việc với tốc độ rất cao và yêu cầu êm nhất và không ồn. Bánh răng trong truyền động tua bin tốc độ cao. Bánh răng đo để kiểm tra bánh răng cấp chính xác 7.	Trên 35	Trên 70	0,99	Cắt lăn trên máy rất chính xác với sai số chu kì rất bé.	Mài thận trọng. Đối với bánh răng lớn thì phay bằng dao phay trục vít rất chính xác và nghiền hoặc cả 1 phía răng.
5	Bánh răng trong cơ cấu phân độ chính xác. Bánh răng làm việc với tốc độ cao yêu cầu ổn định cao không ồn. Bánh răng trong truyền động tua bin. Bánh răng đo để kiểm tra bánh răng cấp chính xác 8, 9.	Trên 20	Trên 40	0,99	Cắt lăn trên máy chính xác sai số chu kì nhỏ.	Mài thận trọng. Đối với bánh răng lớn thì phay bằng dao phay trục vít chính xác sau đó nghiền hoặc cà răng.
6	Bánh răng làm việc với tốc độ cao, ổn định, không ồn, yêu cầu hiệu suất cao nhất. Bánh răng đặc biệt quan trọng trong chế tạo máy bay, ô tô. Bánh răng đặc biệt chính xác của cơ cấu tính.	Đến 15	Đến 30	0,99	Cắt lăn trên máy chính xác.	Mài thận trọng hoặc cà răng.

Bảng 7.14. *(tiếp theo)*

Cấp chính xác	Điều kiện làm việc và sử dụng	Tốc độ vòng, m/s		Hiệu suất không nhỏ hơn	Phương pháp cắt răng	Gia công lần cuối bề mặt làm việc của răng
		Bánh răng thẳng	Bánh răng không thẳng			
7	Bánh răng làm việc với tốc độ hơi cao, công suất vừa phải hoặc ngược lại. Bánh răng của xích chạy dao trong máy công cụ, ở đây yêu cầu sự phù hợp về chuyển động. Bánh răng trong hộp giảm tốc của động cơ ô tô, máy bay, bánh răng trong truyền động của cơ cấu tính.	Đến 10	Đến 15	0,98	Cắt lăn trên máy chính xác.	Gia công bằng dụng cụ chính xác. Đối với bánh răng tôi nhất thiết phải gia công lần cuối (mài, cà nghiền...).
8	Bánh răng trong chế tạo máy nói chung không yêu cầu chính xác đặc biệt. Bánh răng trong máy công cụ trừ xích phân đô. Bánh răng không quan trọng trong chế tạo ô tô, máy bay. Bánh răng trong cơ cấu nâng chuyển. Bánh răng quan trọng trong máy nông nghiệp. Bánh răng của hộp giảm tốc bình thường.	Đến 6	Đến 10	0,97	Cắt lăn (bao hình) hoặc chép hình bằng dụng cụ định hình tương ứng với số răng thực của bánh răng.	Không mài. Khi cần thiết thì gia công tinh lần cuối hoặc nghiền.
9	Bánh răng dùng cho công việc thô mà độ chính xác bình thường không đề ra đối với chúng. Truyền động không tải, thực hiện theo lí do kết cấu là chủ yếu	Đến 2	Đến 4	0,96	Phương pháp bất kì	Không yêu cầu gia công tinh đặc biệt

Chú thích: Yêu cầu nhám của bề mặt làm việc của răng như sau:

Cấp chính xác	3	4	5	6	7	8	9
Ra, μm (không lớn hơn)	0,63	0,63	0,63	0,63	1,25		
Rz, μm (không lớn hơn)	–	–	–	–	–	20	40

Bảng 7.15. **Cấp chính xác bánh răng sử dụng trong các loại sản phẩm**

Dạng sản phẩm	Cấp chính xác	Dạng sản phẩm	Cấp chính xác
Bánh răng đo	3 – 5	Máy kéo	6-8
Hộp giảm tốc của tuabin	3 – 6	Hộp giảm tốc công dụng chung	6-8
Máy cắt kim loại	3 – 7	Máy cán	6-9
Ngành đường sắt	5 – 7	Tời mỏ	8-10
Ô-tô loại nhẹ	5 – 8	Cơ cấu nâng	7-12
Ô-tô tải	7 – 9	Máy nông nghiệp	8-12

ứng với dạng đối tiếp đã cho thì khe hở cạnh răng cần thiết j_{nmin} sẽ giảm đi và được tính theo công thức

$$j'_{nmin} = j_{nmin} - 0{,}68\,(f'_a - f_a)$$

j_{nmin}, f_a – giá trị ứng với dạng đối tiếp đã cho

j'_{nmin}, f'_a – giá trị ứng với cấp sai lệch khoảng cách trục đã chọn không tương ứng.

Trong trường hợp này thì trong kí hiệu cấp chính xác bánh răng phải biểu thị cấp sai lệch khoảng cách trục không tương ứng và giá trị khi hở cạnh răng tính toán j'_{nmin}. Ví dụ:

7 – ca/v – 128 TCVN 1067-84.

Trong kí hiệu trên biểu thị cấp chính xác của cả 3 mức: động học, làm việc êm, tiếp xúc các răng, là cấp 7; dạng đối tiếp là C loại dung sai khe hở cạnh răng không tương ứng là a cấp sai lệch khoảng cách trục không tương ứng là v, giá trị khe hở cạnh răng tính toán j'_{nmin} – 128 mm.

Chọn dạng đối tiếp

Chọn dạng đối tiếp phải dựa vào trị số khe hở cạnh răng cần thiết j_{nmin}. Tính toán khe hở cạnh răng cần thiết của truyền động được tiến hành theo những điều kiện sau:

– Chế độ nhiệt độ làm việc của truyền động

– Phương pháp bôi trơn và tốc độ vòng của bánh răng.

– Sự quay tự do cho phép của bánh răng trong giới hạn khe hở cạnh răng.

Bảng 7.16. Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu j_{nmin}, f_{ar})

Dạng đối tiếp	Cấp sai lệch khoảng cách trục*	Ký hiệu	Khoảng cách trục a_w, mm												
			Đến 80	Trên 80 đến 125	Trên 125 đến 180	Trên 180 đến 250	Trên 250 đến 315	Trên 315 đến 400	Trên 400 đến 500	Trên 500 đến 630	Trên 630 đến 800	Trên 800 đến 1000	Trên 1000 đến 1250	Trên 1250 đến 1600	Trên 1600 đến 2000
			µm												
H	II	j_{nmin}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	II		30	35	40	46	52	57	63	70	80	90	105	125	150
D	III		46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165	195	230
C	IV		71	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310	370
B	V		120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420	500	600
A	VI		190	220	250	290	320	360	400	440	500	560	660	780	920
–	I	f_a	± 10	± 11	± 12	± 14	± 16	± 18	± 20	± 22	± 25	± 28	± 35	± 40	± 45
H, E	II		± 16	± 18	± 20	± 22	± 25	± 28	± 30	± 35	± 40	± 45	± 50	± 60	± 70
D	III		± 25	± 28	± 30	± 35	± 40	± 45	± 50	± 55	± 60	± 70	± 80	± 100	± 110
C	IV		± 35	± 45	± 50	± 55	± 60	± 70	± 80	± 90	± 100	± 110	± 140	± 160	± 180
B	V		± 60	± 70	± 80	± 90	± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 220	± 250	± 300
A	VI		± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 200	± 220	± 250	± 280	± 350	± 400	± 450

Chú thích: j_{nmin} – khe hở cạnh răng cần thiết;

$\pm f_a$ – sai lệch giới hạn khoảng cách trục.

Bảng 7.17. Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu $-E_{He}$ – đối với ăn khớp ngoài và $+E_{Hi}$ – đối với ăn khớp trong)

Dạng đối tiếp mức êm	Cấp chính xác theo	Đường kính chia d, mm													
		Đến 80	Trên 80 đến 125	Trên 125 đến 180	Trên 180 đến 250	Trên 250 đến 315	Trên 315 đến 400	Trên 400 đến 500	Trên 500 đến 630	Trên 630 đến 800	Trên 800 đến 1000	Trên 1000 đến 1250	Trên 1250 đến 1600	Trên 1600 đến 2000	Trên 2000 đến 2500
		µm													
H	3 – 6	12	14	16	18	20	22	25	28	30	40	45	50	60	70
	7	14	16	18	20	22	25	28	30	35	45	50	55	70	80
E	3 – 6	30	35	40	46	52	57	63	70	80	90	105	125	150	175
	7	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	120	140	160	200
D	3-6	46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165	195	230	280
	7	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	220	250	300
	8	55	70	80	90	100	110	120	140	160	180	200	250	280	350
C	3-6	71	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310	370	440
	7	80	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280	350	300	450
	8	90	110	120	140	160	180	200	220	250	280	300	400	450	500
	9	100	120	140	160	180	200	220	250	280	300	350	450	500	600
B	7	140	160	180	200	230	250	280	300	350	400	450	550	700	800
	8	140	160	200	220	250	280	300	350	400	450	500	600	700	800
	9	160	180	200	250	280	300	350	400	400	450	550	700	800	900
A	7	200	250	280	300	350	400	450	500	550	600	700	900	1000	1200
	8	220	280	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1100	1400
	9	250	280	350	400	400	500	500	600	700	800	900	1000	1200	1400

Chú thích: E_{He} – Lượng dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôfin gốc đối với bánh răng ăn khớp ngoài (có dấu âm);
E_{Hi} – Lượng dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôfin gốc đối với bánh răng ăn khớp trong (có dấu dương).

Bảng 7.18. Mức khe hở cạnh răng (T_H – dung sai lượng dịch chuyển prôfin gốc), μm

Dạng đối tiếp	Loại dung sai	Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r – μm																
		Đến 8	Trên 8 đến 10	Trên 10 đến 12	Trên 12 đến 16	Trên 16 đến 20	Trên 20 đến 25	Trên 25 đến 32	Trên 32 đến 40	Trên 40 đến 50	Trên 50 đến 60	Trên 60 đến 80	Trên 80 đến 100	Trên 100 đến 125	Trên 125 đến 160	Trên 160 đến 200	Trên 200 đến 250	Trên 250 đến 320	Trên 320 đến 400
H, E	h	28	30	35	40	40	45	55	60	70	80	110	120	160	200	250	300	450	450
D	d	35	40	40	45	55	60	70	80	90	100	140	160	200	260	300	350	460	600
C	c	45	50	55	60	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400	500	600	700
B	b	55	60	70	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400	500	600	700	900
A	a	70	80	80	90	100	110	140	160	180	200	250	300	350	450	550	700	900	1100
–	z	90	100	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	450	550	700	900	1100	1400
–	y	110	120	140	140	160	180	200	250	280	350	400	500	600	700	900	1100	1400	1600
–	x	140	160	160	180	200	220	250	300	350	400	500	600	700	900	1100	1400	1800	2000

Chú thích: Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng Fr lấy theo bảng 7.7

Bảng 7.19. Mức khe hở cạnh răng (Các chỉ tiêu – E_{Wme} hoặc $+E_{Wmi}$ – thành phần I và $-E_{We}$ hoặc $+E_{Wi}$)

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác theo mức êm	Đường kính chia d, mm									
		Đến 80	Trên 80 đến 125	Trên 125 đến 180	Trên 180 đến 250	Trên 250 đến 315	Trên 315 đến 400	Trên 400 đến 500	Trên 500 đến 630	Trên 630 đến 800	Trên 800 đến 1000
		μm									
H	3 – 6	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25
	7	10	10	12	14	16	18	20	22	25	28
E	3-6	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60
	7	25	30	30	35	40	45	50	55	60	70
D	3 – 6	30	35	40	50	55	60	70	70	90	100
	7	35	40	50	55	60	70	70	80	100	110
	8	40	50	50	60	70	70	80	90	110	120
C	3 – 6	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160
	7	55	70	70	80	100	110	120	140	140	160
	8	60	80	80	100	110	120	140	140	160	200
	9	70	80	100	110	120	140	140	160	200	200
B	3-6	80	100	110	120	140	160	180	200	220	250
	7	100	110	120	140	180	180	200	200	250	280
	8	100	110	140	140	180	200	200	250	280	300
	9	110	120	140	160	200	200	250	280	300	300
	10	110	140	160	180	200	250	250	280	350	350
	11	120	160	180	200	200	250	280	280	350	350
A	3 – 6	120	140	180	200	220	250	280	300	350	400
	7	140	180	200	200	250	280	300	350	350	400
	8	160	200	200	250	280	300	350	350	400	500
	9	180	200	250	280	280	350	350	400	500	550
	10	200	200	250	280	300	350	400	400	500	550
	11	200	250	280	300	350	350	400	500	550	600
	12	200	250	300	350	350	400	500	500	550	600

Chú thích: Các kí hiệu được dùng:

E_{Wme} – sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình (thành phần I) của bánh răng ăn khớp ngoài (có dấu âm);

E_{We} – sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp ngoài (có dấu âm);

E_{Wmi} – sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình (thành phần I) của bánh răng ăn khớp trong (có dấu dương);

E_{Wi} – sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp trong (có dấu dương).

274

Bảng 7.20. Mức khe hở cạnh răng, μm (chỉ tiêu $-E_{Wme}$ hoặc $+E_{Wmi}$ – thành phần II)

Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r										
Đến 8	Trên 8 đến 10	Trên 10 đến 12	Trên 12 đến 16	Trên 16 đến 20	Trên 20 đến 25	Trên 25 đến 32	Trên 32 đến 40	Trên 40 đến 50	Trên 50 đến 60	Trên 60 đến 80
2	2	3	3	4	5	7	9	11	14	18

Dung sai độ đảo hướng tâm vành răng F_r									
Trên 80 đến 100	Trên 100 đến 125	Trên 125 đến 160	Trên 160 đến 200	Trên 200 đến 250	Trên 250 đến 320	Trên 320 đến 400	Trên 400 đến 500	Trên 500 đến 630	Trên 630 đến 800
22	25	35	45	55	70	90	110	140	180

Chú thích: Trị số sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình E_{Wme} (E_{Wmi}) được xác định bằng tổng của thành phần I (theo bảng 7.19) với thành phần II (theo bảng 7.20).

Ví dụ: Bánh răng cấp chính xác 8, đường kính chia d = 300 mm môđun m = 5 mm, dạng đối tiếp là C. Trị số E_{Wme} của bánh răng có thành phần I là: 110 mm (theo bảng 7.19) và thành phần II là: 18 mm (theo bảng 7.20). Vậy trị số:

$$-E_{Wme} = (-110) + (-18) = -128\ \mu m.$$

Bảng 7.21. Mức khe hở cạnh răng (T_{wm} – dung sai khoảng pháp tuyến chung trung bình)

µm

Dạng đối tiếp	Loại dung sai*	Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng F_r												
		Trên 16 đến 20	Trên 20 đến 25	Trên 25 đến 32	Trên 32 đến 40	Trên 40 đến 50	Trên 50 đến 60	Trên 60 đến 80	Trên 80 đến 100	Trên 100 đến 125	Trên 125 đến 160	Trên 160 đến 200	Trên 200 đến 250	Trên 250 đến 320	Trên 320 đến 400
H, E	h	20	20	22	25	25	28	30	40	55	70	80	100	100	140
D	d	28	30	35	40	40	40	60	70	80	100	120	240	160	240
C	c	40	45	45	50	60	70	90	110	120	140	180	240	280	300
B	b	45	50	55	60	70	100	100	120	140	200	250	300	350	450
A	a	60	60	80	90	100	110	140	150	180	240	280	350	450	550
–	z	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	400	500	600	800
–	y	100	110	120	160	180	220	240	300	350	400	500	600	800	900
–	x	120	140	160	180	220	250	300	350	400	550	700	800	1100	1200

Bảng 7.22. Mức khe hở cạnh răng (T_w – dung sai khoảng pháp tuyến chung)

µm

Dạng đối tiếp	Loại dung sai*	Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng F_r												
		Trên 16 đến 20	Trên 20 đến 25	Trên 25 đến 32	Trên 32 đến 40	Trên 40 đến 50	Trên 50 đến 60	Trên 60 đến 80	Trên 80 đến 100	Trên 100 đến 125	Trên 125 đến 160	Trên 160 đến 200	Trên 200 đến 250	Trên 250 đến 320	Trên 320 đến 400
H, E	h	28	30	35	40	50	60	70	80	100	140	160	200	250	300
D	d	35	40	50	55	60	70	100	110	140	180	200	250	300	400
C	c	50	55	60	70	80	100	120	140	180	200	280	350	400	500
B	b	55	60	70	80	100	120	140	180	200	280	350	400	500	600
A	a	70	80	100	110	120	140	180	200	250	300	350	500	600	700
–	z	80	100	110	120	140	180	200	250	300	350	500	600	800	1000
–	y	110	120	140	180	200	250	280	350	400	500	600	800	1000	1100
–	x	140	140	180	200	250	280	350	400	500	600	800	1000	1200	1400

Bảng 7.23. Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu $-E_{cs}$)

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác theo mức êm	Đường kính chia d, mm							
		Đến 80	Trên 80 đến 125	Trên 125 đến 180	Trên 180 đến 250	Trên 250 đến 315	Trên 315 đến 400	Trên 400 đến 500	Trên 500 đến 630
		µm							
H	3 – 6	9	10	12	14	16	16	18	20
	7	10	12	14	14	16	18	18	20
E	3 – 6	22	25	30	35	40	40	45	50
	7	25	30	35	35	40	45	50	60
D	3 – 6	25	40	45	55	60	60	70	80
	7	25	45	50	60	70	70	80	90
	8	40	50	60	70	70	80	90	100
C	3 – 6	55	60	70	80	90	100	110	120
	7	60	70	80	90	100	120	140	140
	8	70	80	90	100	120	140	140	160
	9	70	90	100	120	140	140	140	180
B	3 – 6	90	100	120	140	160	160	180	200
	7	100	120	140	140	180	180	200	220
	8	100	120	140	160	180	200	220	250
	9	120	140	160	180	200	220	250	300
	10	120	140	180	180	220	250	250	300
	11	140	160	180	200	220	250	300	300
A	3 – 6	140	160	180	200	250	250	300	300
	7	150	180	200	220	250	300	350	350
	8	160	200	220	250	300	350	350	400
	9	180	200	250	300	300	350	350	450
	10	200	220	250	300	350	350	450	450
	11	200	240	300	350	350	400	450	500
	12	220	250	350	350	350	450	500	500

Bảng 7.23. *(tiếp theo)*

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác theo mức êm	Đường kính chia d, mm							
		Trên 630 đến 800	Trên 800 đến 1000	Trên 1000 đến 1250	Trên 1250 đến 1600	Trên 1600 đến 2000	Trên 2000 đến 2500	Trên 2500 đến 3150	Trên 3150 đến 4000
		µm							
H	3-6	22	30	35	35	45	50	60	70
	7	22	25	35	40	50	60	70	80
E	3-6	60	70	80	90	110	120	160	180
	7	70	70	90	100	120	140	180	200
D	3-6	90	100	120	140	180	200	240	300
	7	100	120	140	160	180	220	250	350
	8	120	140	140	180	200	250	300	350
C	3-6	140	160	180	220	250	300	400	500
	7	160	180	200	250	300	350	450	500
	8	180	200	220	300	350	400	500	600
	9	200	220	250	350	350	450	500	600
B	3-6	220	250	300	350	400	500	600	800
	7	250	300	350	400	500	600	700	800
	8	300	350	400	450	500	600	700	900
	9	300	350	400	500	600	700	800	1000
	10	350	400	450	500	600	700	900	1000
	11	350	400	450	600	800	900	900	1200
A	3-6	350	400	500	600	700	800	1000	1200
	7	400	450	500	700	700	900	1000	1400
	8	450	500	600	700	800	1000	1200	1400
	9	500	600	700	700	900	1000	1400	1600
	10	500	600	700	800	1000	1200	1400	1600
	11	600	700	700	900	1000	1200	1400	1800
	12	600	700	800	900	1200	1400	1600	2000

Chú thích: E_{cs} – sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng bánh răng ăn khớp ngoài và trong (có dấu âm)

Bảng 7.24. Mức khe hở cạnh răng (T_c – dung sai chiều dày răng)

µm

Dạng đối tiếp	Loại dung sai	Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng F_r									
		Đến 8	Trên 8 đến 10	Trên 10 đến 12	Trên 12 đến 16	Trên 16 đến 20	Trên 20 đến 25	Trên 25 đến 32	Trên 32 đến 40	Trên 40 đến 50	Trên 50 đến 60
H, E	h	20	22	25	30	30	35	40	45	50	70
D	d	25	30	30	35	40	45	50	60	70	70
C	c	35	35	35	45	50	60	70	70	90	100
B	b	40	45	50	50	60	70	70	90	100	140
A	a	50	60	60	70	70	80	100	120	140	140
–	z	70	70	70	80	90	100	140	140	160	180
–	y	80	90	100	100	120	140	140	180	200	250
–	x	100	120	120	140	140	160	180	220	250	300

Dạng đối tiếp	Loại dung sai	Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng F_r										
		Trên 60 đến 80	Trên 80 đến 100	Trên 100 đến 125	Trên 125 đến 160	Trên 160 đến 200	Trên 200 đến 250	Trên 250 đến 320	Trên 320 đến 400	Trên 400 đến 500	Trên 500 đến 630	Trên 630 đến 800
H, E	H	70	90	120	140	180	220	250	350	400	500	700
D	d	100	120	140	180	220	250	350	450	500	700	700
C	c	140	160	180	220	300	350	450	500	700	900	1000
B	b	140	180	220	300	350	450	500	700	800	1000	1200
A	a	180	220	250	350	400	500	700	800	1000	1200	1400
–	z	220	250	350	400	500	700	800	1000	1200	1400	1800
–	y	300	350	450	500	700	800	1000	1200	1400	1800	2500
–	x	350	450	500	700	800	1000	1400	1400	1800	2200	3000

Bảng 7.25. **Mức khe hở cạnh răng (các chỉ tiêu $E_{a"s}$ và $E_{a"i}$)**

Ea"s	Đối với bánh răng ăn khớp ngoài bằng $+f_i''$ (theo bảng 7.9) Đối với bánh răng ăn khớp trong bằng $+T_H$ (theo bảng 7.18)
Ea"i	Đối với bánh răng ăn khớp ngoài bằng $-T_H$ (theo bảng 7.18) Đối với bánh răng ăn khớp trong bằng $-f_i''$ (theo bảng 7.9)

Chú thích: $E_{a"s}$, $E_{a"i}$ – sai lệch giới hạn trên và dưới của khoảng cách trục đo.

+ Khe hở cạnh răng cần thiết để bồi thường cho sự dãn nở nhiệt được tính theo công thức:

$$j_{n1} = 'a[\alpha_{t1}(t_1 - 20^o) - \alpha_{t2}(t_2 - 20^o)]2\sin\alpha$$

a – khoảng cách trục của truyền động, mm

α_{t1}, α_{t2} – Hệ số dãn nở nhiệt tương ứng với vật liệu bánh răng và thân hộp, $^oC^{-1}$

t_1, t_2 – Nhiệt độ giới hạn của các bánh răng và thân hộp mà khe hở cạnh răng được tính theo chúng.

Với góc prôfin $\alpha = 20^o$ thì:

$$j_{n1} = 0{,}684a[\alpha_{t1}(t_1 - 20^o) - \alpha_{t2}(t_2 - 20^o)]$$

+ Giá trị khe hở cạnh răng cần thiết để dịch chuyển màng dầu bôi trơn mặt răng làm việc có thể xác định sơ bộ theo công thức:

$$j_{n2} = (10 \div 30)\, m_n, \mu m$$

Giá trị 10 m_n sử dụng đối với truyền động chạy chậm, còn 30 m_n là đối với truyền động tốc độ đặc biệt cao. Đối với truyền động động học tốc độ chậm không bôi trơn cưỡng bức thì khe hở cạnh răng cần thiết có thể từ 5 ÷ 10 μm.

Như vậy khe hở cạnh răng cần thiết của truyền động phải thỏa mãn bất đẳng thức:

$$j_{nmin} \geq j_{n1} + j_{n2}$$

Khe hở cạnh răng có thể lớn nhất là:

$$j_{nmax} = j_{nmin} + (T_{H1} + T_{H2} + 2f_a)\, 2\sin\alpha$$

Với góc prôfin răng $\alpha = 20^o$ thì

$$j_{nmax} = j_{nmin} + 0{,}684(T_{H1} + T_{H2} + 2f_a)$$

T_{H1}, T_{H2} – Dung sai độ dịch chuyển prôfin gốc của bánh răng nhỏ và lớn của truyền động, lấy theo bảng 7.18;

f_a – Sai lệch giới hạn khoảng cách trục theo bảng 7.16.

+ Trong trường hợp cần thiết đối với truyền động động học có thể xác định góc quay tự do nhỏ nhất và lớn nhất của bánh răng trong giới hạn khe hở cạnh răng:

$$\Delta\varphi_{min} = \frac{2j_{nmin}}{m.z.\cos\alpha} 206, \; - \; (')$$

$$\Delta\varphi_{max} = \frac{2j_{nmax}}{m.z.\cos\alpha} 206, \; - \; (')$$

Từ giá trị j_{nmin} tính được ta chọn dạng đối tiếp theo bảng 7.16.

Yêu cầu độ chính xác phôi để chế tạo bánh răng

Phôi để chế tạo bánh răng là chi tiết chuẩn bị trước nguyên công cắt răng. Độ chính xác yêu cầu của nó tùy thuộc vào quá trình công nghệ gia công răng và phương pháp đo các thông số bánh răng. Độ chính xác của phôi chủ yếu là độ chính xác của các bề mặt chuẩn, bao gồm chuẩn lắp ráp, định vị và đo.

Các bề mặt chuẩn công nghệ chủ yếu của bánh răng là:

+ Bề mặt lỗ bánh răng: để lắp bánh răng trên trục khi làm việc, khi gia công và kiểm tra. ở bánh răng nhỏ liền trục là ngõng tì của trục.

+ Mặt trụ ngoài bánh răng: trong một số trường hợp dùng làm chuẩn để kiểm tra vị trí phôi trên máy cắt răng hoặc để kiểm tra kích thước răng. Trong đa số trường hợp dùng để kiểm tra độ đồng đều của bước răng.

+ Mặt mút chuẩn: để định vị bánh răng trên máy gia công răng

Các yêu cầu về độ chính xác của chúng được chỉ dẫn trong bảng 7.26 (theo ISO DR1328) và 7.27.

Chọn kiểu lắp cho mối ghép bánh răng trên trục có thể thực hiện theo chỉ dẫn trong bảng 7.28.

Yêu cầu nhám bề mặt răng được chỉ dẫn trong bảng 2.30 (chương 2) hoặc 7.14.

Bản vẽ chế tạo bánh răng trụ

Trên bản vẽ chế tạo bánh răng cần phải thể hiện những yếu tố sau:

– Đườngkính đỉnh răng: $d_a = d + 2m(h_a^* + \chi)$

với $d = m.z$ hoặc $d = \frac{mz}{\cos\beta}$ đối với bánh răng nghiêng.

Đối với bánh răng trong: $d_a = d - 2m(h_a^* - \chi)$.

h_a^* – hệ số chiều cao đầu răng, $h_a^* = 1$ đối với prôfin gốc tiêu chuẩn

– Miền dung sai đường kính đỉnh răng (mặt trụ ngoài) và dung sai độ đảo hướng kính mặt trụ ngoài được xác định theo bảng 7.26. Nếu như không dùng mặt trụ ngoài làm chuẩn thì dung sai kích thước của nó lấy theo dung sai kích thước tự do và phân bố miền dung sai giống trục cơ sở (giống lỗ cơ sở đối với bánh răng trong).

– Chiều rộng vành răng b với miền dung sai theo h11, h12, h13, h14 (bảng 1.29 chương 1).

– Kích thước mặt vát hoặc bán kính góc lượn đầu răng.

– Chiều sâu biến đổi dạng prôfin đầu răng.

– Nhám bề mặt răng và bề mặt phôi.

– Độ đảo mặt mút chuẩn

– Sai lệch giới hạn đường kính lỗ tương ứng với lắp ghép bánh răng trên trục.

– Sai lệch giới hạn của các yếu tố kích thước then và then hoa (xem chương 4).

Phần bên phải hình vẽ đặt một bảng thông số vành răng, bao gồm 3 nội dung: thông số kích thước cơ bản, thông số kiểm tra và các thông số khác.

Bảng 7.26. **Yêu cầu đối với độ chính xác phôi bánh răng**

Tên yếu tố của bánh răng	Cấp chính xác của bánh răng						
	4	5	6	7	8	9	10
	Cấp dung sai kích thước bề mặt chuẩn phôi						
Lỗ bánh răng	IT4	IT5	IT6	IT7	IT7	IT8	T8
Ngõng trục	IT4	IT5	IT5	IT6	IT6	IT7	IT7
Đường kính mặt trụ ngoài	IT7	IT7	IT8	IT8	IT8	IT9	IT9
Độ đảo hướng kính của mặt trụ ngoài *	0,01d+5	0,016d+10		0,025d+15		0,04d+25	
Độ đảo mặt mút chuẩn; Độ đảo hướng kính của ngõng trục kiểm tra, µm							

* Chỉ sử dụng trong trường hợp dùng mặt trụ ngoài làm chuẩn kiểm tra – d tính theo mm.

Bảng 7.27. Độ đảo mặt mút chuẩn của bánh răng trụ F_T với m ≥ 1 mm

Cấp chính xác của mức tiếp xúc răng	Chiều rộng bánh răng - mm					
	Đến 40	Trên 40 đến 100	Trên 100 đến 160	Trên 160 đến 250	Trên 250 đến 400	Trên 400 đến 630
	Dung sai F_T đối với d = 100 mm, μm					
4	12	6	4	3	2,2	1,7
5	16	8	5,1	4	2,9	2,2
6	20	10	6,4	5	3,8	2,8
7	24	12	8	6	4,5	3,4
8	40	20	12,8	10	7,1	5,5
9	64	32	20	16	12	9
10	100	50	32	25	19,2	14

Chú thích: Dung sai độ đảo mặt mút chuẩn của bánh răng được xác định bằng cách nhân giá trị theo bảng với tỉ số $\frac{d}{100}$, d là đường kính chia của bánh răng, mm ví dụ: khi d = 200 mm, chiều rộng bánh răng b = 50 mm cấp chính xác của mức tiếp xúc là cấp 7 thì độ đảo mặt mút chuẩn của bánh răng: $F_T = 12 \frac{200}{100} = 24$ μm.

Bảng 7.28. Điều kiện và phạm vi sử dụng của các kiểu lắp bánh răng trên trục

Lắp ghép	Điều kiện để chọn kiểu lắp	Phạm vi sử dụng	Phương pháp tháo lắp
$\frac{H8}{s7}$, $\frac{H7}{s6}$	Bánh răng chịu tải nặng, làm việc với tải va đập hoặc với tốc độ vòng n>30 vòng/s. Vị trí tương đối của chi tiết được giữ nguyên với mọi chế độ làm việc, lực chiều trục cho phép lớn.	Bánh răng ở cấp chậm của hộp giảm tốc kích thước trung bình và lớn, có chi tiết phụ kẹp chặt là then. Bánhnhỏ ăn khớp cố định và bánh nhỏ ở cấp tốc độ 3 trên trục trung gian của hộp truyền động ô tô tải, có chi tiết kẹp chặt phụ là then bán nguyệt. Bánh răng nhỏ trên trục bơm dầu của máy kéo, trên trục của máy khoan.	Ép nóng và ép nguội.

Bảng 7.28. *(tiếp theo)*

Lắp ghép	Điều kiện để chọn kiểu lắp	Phạm vi sử dụng	Phương pháp tháo lắp
$\frac{H7}{p6}$, $\frac{H7}{r6}$	Khi không có mô men xoắn lớn, nhưng đảm bảo mối ghép đủ bền chắc, tải va đập không lớn, có trấn động, bó kẹp chặt phụ. Trong đa số trường hợp là không có lực chiều trục. Lắp ghép với chi tiết có thành mỏng.	Bánh nhỏ của ụ trước máy tiện. Bạc lì hợp răng trên trục hộp giảm tốc.	Ép bằng máy ép.
$\frac{H7}{n6}$, $\frac{H7}{m6}$	Định tâm chính xác khi tải va đập và trấn động, khi bánh răng ít tháo. Tất cả các lắpghép trung gian sử dụng đối với bánh răng chịu tải chiều trục thì đều yêu cầu có chi tiết kẹp chặt phụ.	Bánh răng nhỏ trên trục máy rèn, bánh nhỏ của máy nghiền đá, thiết bị tạo rung. Bánh răng côn nhỏ và bánh răng hộp giảm tốc.	Bằng máy ép, bằng búa và vam tháo. Tháo lắp yêu cầu lực lớn.
$\frac{H7}{k6}$, $\frac{H7}{js6}$ $\frac{H8}{k6}$	Bánh răng khi cần tháo thường xuyên và bánh răng ở chỗ tháo không thuận tiện và khó. Khi chiều dài mối ghép lớn thì lắp H8/k6, đảm bảo định tâm.	Sử dụng phổ biến nhất trong các lắp ghép trung gian là H7/k6. Lắp ghép bánh răng trụ và côn của hộp giảm tốc khi tải điều hoà. Đối với tất cả các dạng bánh răng trong chế tạo dụng cụ đo. Lắp ghép bánh nhỏ thay thế bánh nhỏ trên trục chính máy công cụ.	Bằng máy ép, bằng dụng cụ tháo, búagỗ. Tháo lắp không yêu cầu lực lớn.
$\frac{H7}{h6}$, $\frac{H8}{h8}$ $\frac{H8}{h9}$, $\frac{H9}{h9}$	Khi yêu cầu độ đồng tâm cao thì sử dụng H7/h6. Khi yêu cầu độ đồng tâm không cao thì sử dụng H8/h9,H9/h8.	Đối với bánh răng nhỏ lắp trên trục máy cắt kim loại.	Bằng tay
$\frac{H7}{g6}$	Khi cần định vị dễ dàng bánh răng thay thế và đảm bảo dịch chuyển tự do dọc trục với sự định tâm chính xác.	Bánh răng di trượt của bộ biến tốc.	Bằng tay
$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H8}{f9}$, $\frac{H8}{e9}$	Bánh nhỏ dịch chuyển dọc trục bằng tay. Bánh nhỏ quay tự do trên trục. Bánh răng nhỏ trong lì hợp (ăn khớp với vấu lì hợp)	Bánh nhỏ quay tự do trên trục với tốc độ trung bình: H7/f7 với tốc độ lớn: H8/f9, H8/e9	Bằng tay.

Bảng 7.28. *(tiếp theo)*

Lắp ghép	Điều kiện để chọn kiểu lắp	Phạm vi sử dụng	Phương pháp tháo lắp
$\frac{H7}{e8}$	Sử dụng khi chiều dài moay ơ lớn và bánh răng cần di trượt dễ dàng trên trục.	Khối bánh răng nhỏ ở hành trình lùi của hộp truyền động ô tô tải.	Bằng tay.

Chú thích:

– Ngoài những lắp ghép cho trong bảng có thể sử dụng các lắp ghépkhác

– Khi chiều dày moay ơ thép tính từ rãnh then nhỏ hơn: $2m_t\sqrt{\frac{z}{20}}$ thì không sử dụng lắp có độ dôi. Nếu là moay ơ gang thì chiều dày khoảng chừng 0,5 d và chiều dài bằng (1 ÷ 1,5)d. Với d là đườngkính trục.

– Bánh răng lắp ở đầu trục động cơ điện hoặc những máy khác có thể sử dụng mối ghép côn để định tâm tốt và tháo lắp dễ dàng, tuy nhiên do độ phức tạp mà giá thành nâng cao.

– Đối với bánh răng lắp trên trục mà chiều dài mối ghép lớn thì để giảm lực ép khi ép nguội, cần phải phân bề mặt lắp ghép thành hai bậc. Hiệu đường kính hai bậc có thể là 1 mm hoặc lớn hơn.

Bảng 7.29. Trị số danh nghĩa của khoảng pháp tuyến chung – W đối với bánh răng thẳng khi m = 1 mm; $\alpha = 20^o$; $\chi = 0$.

Bánh răng thẳng						
z	z_n	W_1	z_n	W_1	z_n	W_1
8	1	1,58811	2	4,54024	–	–
9	1	1,60211	2	4,55424	–	–
10	1	1,61612	2	4,56825	–	–
11	1	1,63012	2	4,58225	–	–
12	1	1,64413	2	4,59626	3	7,54839
13	1	1,65813	2	4,61026	3	7,56239
14	1	1,67214	2	4,62427	3	7,57640
15	1	1,68614	2	4,63827	3	7,59040
16	1	1,70015	2	4,65228	3	7,60441
17	1	1,71415	2	4,66628	3	7,61841
18	1	1,72816	2	4,68029	3	7,63242
19	2	4,69429	3	7,64642	4	10,59855
20	2	4,70830	3	7,66043	4	10,61256

Bảng 7.29. *(tiếp theo)*

Bánh răng thẳng						
z	z_n	W_1	z_n	W_1	z_n	W_1
21	2	4,72230	3	7,67443	4	10,62656
22	2	4,73631	3	7,68844	4	10,64057
23	2	4,75031	3	7,70244	4	10,65457
24	2	4,76432	3	7,71645	4	10,66858
25	2	4,77832	3	7,73045	4	10,68258
26	2	4,79233	3	7,74446	4	10,69659
27	2	4,80633	3	7,75846	4	10,71059
28	3	7,77247	4	10,72460	5	13,67673
29	3	7,78647	4	10,73860	5	13,69074
30	3	7,80048	4	10,75261	5	13,70474
31	3	7,81448	4	10,76661	5	13,71874
32	3	7,82849	4	10,78062	5	13,73275
33	3	7,84249	4	10,79462	5	13,74675
34	3	7,85650	4	10,83863	5	13,76076
35	3	7,87051	4	10,82264	5	13,77477
36	3	7,88451	4	10,83664	5	13,78877
37	4	10,85065	5	13,80278	6	16,75491
38	4	10,86465	5	13,81678	6	16,76892
39	4	10,87866	5	13,83079	6	16,78292
40	4	10,89266	5	13,84479	6	16,79692
41	4	10,90667	5	13,85880	6	16,81093
42	4	10,92067	5	13,87280	6	16,82493
43	4	10,93468	5	13,88681	6	16,83894
44	4	10,94868	5	13,90081	6	16,85294
45	4	10,96269	5	13,91482	6	16,86695
46	5	13,92882	6	16,88095	7	19,83308
47	5	13,94283	6	16,89496	7	19,84709
48	5	13,95683	6	16,90896	7	19,86109

Bảng 7.29. *(tiếp theo)*

Bánh răng thẳng						
z	z_n	W_1	z_n	W_1	z_n	W_1
49	5	13,97084	6	16,92297	7	19,87510
50	5	13,98484	6	16,93697	7	19,88910
51	5	13,99885	6	16,95098	7	19,90311
52	5	14,01285	6	16,96498	7	19,91711
53	5	14,02686	6	16,97899	7	19,93112
54	5	14,04086	6	16,99299	7	19,94512
55	6	17,00700	7	19,95913	8	22,91126
56	6	17,02100	7	19,97313	8	22,92527
57	6	17,03501	7	19,98713	8	22,93927
58	6	17,04901	7	20,00114	8	22,95327
59	6	17,06302	7	20,01515	8	22,96728
60	6	17,07702	7	20,02915	8	22,98128
61	6	17,09103	7	20,04316	8	22,99529
62	6	17,10503	7	20,05716	8	22,00929
63	6	17,11904	7	20,07117	8	23,02330
64	7	20,08517	8	23,03730	9	22,98943
65	7	20,09918	8	23,05131	9	26,00344
66	7	20,11318	8	23,06531	9	26,01744
67	7	20,12719	8	23,07932	9	26,03145
68	7	20,14120	8	23,09333	9	26,04546
69	7	20,15520	8	23,10733	9	26,05946
70	7	20,16921	8	23,12134	9	26,07347
71	7	20,18321	8	23,13534	9	26,08747
72	7	20,19722	8	23,14935	9	26,10148
73	8	23,16335	9	26,11548	10	29,06761
74	8	23,17736	9	26,12949	10	29,08162
75	8	23,19136	8	26,14349	10	29,09562
76	8	23,20537	9	26,15750	10	29,10963

Bảng 7.29. *(tiếp theo)*

Bánh răng thẳng						
z	z_n	W_1	z_n	W_1	z_n	W_1
77	8	23,21937	9	26,17150	10	29,12363
78	8	23,23338	9	26,18551	10	29,13764
79	8	23,24738	9	26,19951	10	29,15164
80	8	23,26139	9	26,21352	10	29,16565
81	8	23,27539	9	26,22752	10	29,17965
82	9	26,24153	10	29,19366	11	32,14579
83	9	26,25553	10	29,20766	11	32,15979
84	9	26,26954	10	29,22167	11	32,17380
85	9	26,28354	10	29,23567	11	32,18780
86	9	26,29755	10	29,24968	11	32,20181
87	9	26,31155	10	29,26368	11	32,21581
88	9	26,32556	10	29,27769	11	32,22982
89	9	26,33956	10	29,29169	11	32,24382
90	9	26,35357	10	29,30570	11	32,25783
91	10	29,31970	11	32,27183	12	35,22396
92	10	29,33371	11	32,28584	12	35,23797
93	10	29,34771	11	32,29984	12	35,25197
94	10	29,36172	11	32,31385	12	35,26598
95	10	29,37572	11	32,32785	12	35,27998
96	10	29,28973	11	32,34186	12	35,29399
97	10	29,40373	11	32,35586	12	35,30799
98	10	29,41774	11	32,36987	12	35,32200
99	10	29,43175	11	32,38387	12	35,33600
100	11	32,39788	12	35,35001	13	38,30214
101	11	32,41194	12	35,36407	13	38,31620
102	11	32,42595	12	35,37808	13	38,33021
103	11	32,43995	12	35,39208	13	38,34421
104	11	32,45396	12	35,40609	13	38,35822

Bảng 7.29. *(tiếp theo)*

Bánh răng thẳng						
z	z_n	W_1	z_n	W_1	z_n	W_1
105	11	32,46796	12	35,42009	13	38,37222
106	11	32,48197	12	35,43410	13	38,38623
107	11	32,49597	12	35,44810	13	38,40023
108	12	35,46211	13	38,41124	14	41,36637
109	12	35,47612	13	38,42825	14	41,38038
110	12	35,49012	13	38,44225	14	41,39438
111	12	35,50413	13	38,45626	14	41,40839
112	12	35,51813	13	38,47026	14	41,42239
113	12	35,53214	13	38,48427	14	41,43640
114	12	35,54614	13	38,49827	14	41,45040
115	12	35,56015	13	38,51228	14	41,46441
116	12	35,57416	13	38,52629	14	41,47842
117	13	38,54029	14	41,49242	15	44,44455
118	13	38,55430	14	41,50643	15	44,45856
119	13	38,56830	14	41,52043	15	44,47256
120	13	38,58231	14	41,53444	15	44,48657
121	13	38,59631	14	41,54844	15	44,50057
122	13	38,61032	14	41,56245	15	44,51458
123	13	38,62433	14	41,57646	15	44,52859
124	13	38,63833	14	41,59046	15	44,54259
125	13	38,65234	14	41,60447	15	44,55660

Chú thích: – z_n – số răng bao gồm trong khoảng pháp tuyến chung;

– W_1 – giá trị của khoảng pháp tuyến chung khi m = 1mm

$$W_1 = \cos\alpha[\pi(z_n - 0,5) + z\,\text{inv}\alpha]$$

– Giá trị z_n và W_1 ở cột giữa được sử dụng ưu tiên;

– Giá trị W đối với bánh răng có môđun m ≠ 1 được xác định bằng cách nhân giá trị trong bảng với m.

$$W = W_1 . m$$

– Đối với bánh răng điều chỉnh ($\chi \neq 0$) thì:

$$W_{dch} = W + 2\chi m\sin\alpha$$

$$W_{dch} = W + 0,684\chi m \text{ đối với bánh răng } \alpha = 20°.$$

– Các thông số kích thước cơ bản bao gồm:

+ môđun răng – m (được chọn theo tiêu chuẩn)

+ số răng – z

+ góc nghiêng hướng răng – β (β = 0 đối với bánh răng thẳng)

+ prôfin gốc theo TCVN 2258-77; $\alpha = 20^{\circ}$

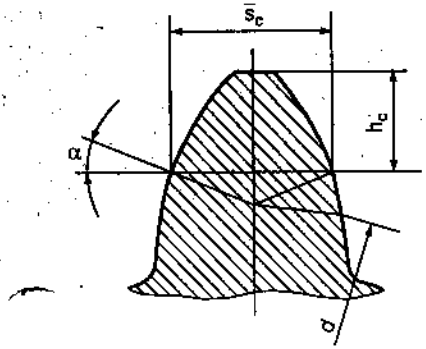
+ Hệ số dịch chỉnh – χ : χ = 0 đối với bánh răng không dịch chỉnh khi đó $\alpha = 20^{\circ}$ và $h_a^* = 1$, số răng tối thiểu $z_{min} = 17$

$$\chi > 0 \text{ thì } z_{min} = \frac{2(h_a^* - \chi)}{\sin^2\alpha}$$

+ Cấp chính xác cho các mức chính xác động học, làm việc êm, tiếp xúc bánh răng và dạng đối tiếp

- Thông số kiểm tra: bao gồm kích thước và sai lệch giới hạn để kiểm tra vị trí tương quan của các prôfin răng khác tên theo một trong các phương án sau:

+ Dây cung không đổi $\bar{s}_c$ và chiều cao từ đỉnh răng đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$, hình 7-4.



$\bar{s}_c = m_n \frac{\pi}{2} \cos^2\alpha$; $\bar{h}_c = (1 - \frac{\pi}{8} \sin^2\alpha) m_n$

Khi $\alpha = 20^{\circ}$

($\bar{s}_c = 1{,}387\ m_n$; $\bar{h}_c = 0{,}7476\ m_n$)

Hình 7-4. Kích thước răng theo cung không đổi.

+ Khoảng pháp tuyến chung – W: Trị số danh nghĩa của khoảng pháp tuyến chung được chỉ ra trong bảng 7.29.

+ Kích thước mặt mút theo con lăn – M và đường kính con lăn – D (khi kiểm tra bằng con lăn).

Khi đo chiều dày răng theo chuẩn là trục làm việc của bánh răng thì sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng E_{cs} và dung sai chiều dày răng T_c lấy theo bảng 7.23 và 7.24.

Khi đo chiều dày răng theo cung không đổi, với chuẩn là bề mặt trụ ngoài của bánh răng thì sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng lấy bằng $E_{cs} + 0{,}09T_c$ và dung sai chiều dày răng lấy bằng $0{,}8\ T_c$ (E_{cs} và T_c theo bảng 7.23 và 7.24).

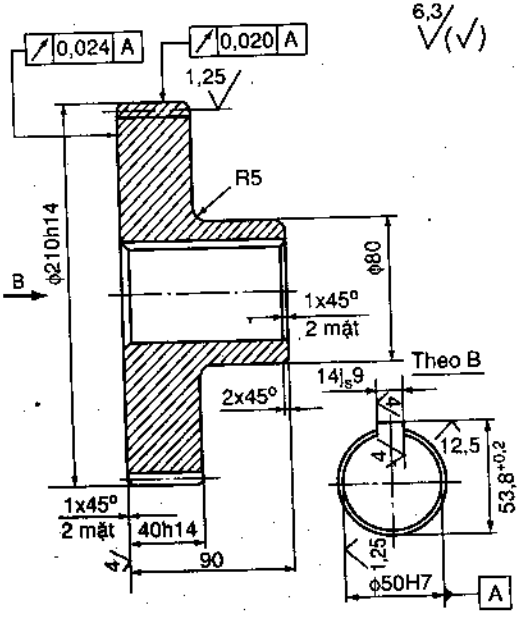
Khi đo khoảng pháp tuyến chung thì sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình – E_{wme} và dung sai của nó – T_{wm} lấy theo bảng 7.19, 7.20 và 7.21.

– Các kích thước để tra cứu, hoặc các kích thước cần thiết khác ví dụ:

+ Đường kính chia $d = \dfrac{zm}{\cos\beta}$

+ Góc nghiêng hướng răng trên mặt trụ cơ bản β_b.

Ví dụ: Lập bản vẽ chế tạo bánh răng trụ như hình 7-5.



Môđun	m	3
Số răng	z	68
Prôfin gốc	–	TCVN 2258-77
Hệ số dịch chỉnh	χ	0
Cấp chính xác theo TCVN1067-84	–	8-7-7-Ba
Khoảng pháp tuyến chung (để kiểm tra vị trí tương quan các prôfin răng khác tên)	W	$69{,}28^{-0.157}_{-0.297}$
Đường kính chia	d	204

Hình 7-5. Bản vẽ chế tạo bánh răng.

Các thông số của bánh răng trên hình 7-5 được xác định như sau:

– Đường kính đỉnh răng: $d_a = d + 2m(h_a^* + \chi)$

$= 3.68 + 2.3\ (1 + 0) = 210$ mm.

– Độ đảo hướng kính của mặt trụ ngoài khi dùng nó làm chuẩn để kiểm tra định vị bánh răng trên máy, được xác định theo bảng 7.26.

$$F_{da} = 20\ \mu m = 0{,}02\ mm$$

– Độ đảo mặt mút chuẩn lấy theo bảng 7.27 theo cấp chính xác của mức tiếp xúc bánh răng khi chiều rộng bánh răng b = 40 mm

$$F_T = 24\ \mu m = 0{,}024\ mm$$

– Khoảng pháp tuyến chung W: Theo bảng 7.29 ta xác định được $W_1 = 23{,}09333$ với $z_n = 8$. Với bánh răng m = 3 thì:

$$W = W_1 + 3 = 69{,}27999 \approx 69{,}280\ mm$$

Sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình E_{wme} được xác định theo bảng 7.19 và 7.20. Với dung sai độ đảo hướng kính vành răng (bảng 7.7) $F_r = 63$ mm thì:

$$-E_{wme} = 140 + 17 = -157\ \mu m.$$

Dung sai của khoảng pháp tuyến chung trung bình T_{wm} xác định theo bảng 7.21:

$$T_{wm} = 140\ \mu m.$$

Sai lệch giới hạn dưới của khoảng pháp tuyến chung trung bình là:

$$-E_{wme} - T_{wm} = -157 - 140 = -297\ \mu m.$$

7.4. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG CÔN VÀ HYPÔIT

Dung sai truyền động bánh răng cônvà hypôit được quy định theo TCVN 1687-86. Tiêu chuẩn quy định đối với bộ truyền bánh răng côn và hypôit răng thẳng, bánh răng nghiêng răng cong, ăn khớp ngoài, có đường kính chia trung bình đến 400 mm, môđun pháp trung bình từ 1 đến 56 mm, prôfin gốc thẳng với góc prôfin là 20°.

Tương tự như bánh răng trụ, tiêu chuẩn cũng quy định 12 cấp chính xác và 6 dạng đối tiếp và 5 loại dung sai khe hở cạnh răng (xem mục 7.2).

Tiêu chuẩn quy định các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc răng như chỉ dẫn trong các bảng 7.30, 7.31, 7.32.

Trị số dung sai và sai lệch giới hạn của các chỉ tiêu được chỉ dẫn trong các bảng của tiêu chuẩn TCVN 1687-86.

Các yêu cầu về độ chính xác được quy định đối với trục làm việc của bánh răng (đường trục mà trong truyền động, bánh răng quay theo nó

khi làm việc). Nếu thay đổi chuẩn thì người thiết kế cần phải tính đến khi quy định độ chính xác và dung sai công nghệ.

Phương pháp chọn cấp chính xác cho bánh răng có thể tiến hành tương tự như đối với bánh răng trụ và có thể theo tài liệu chỉ dẫn trong bảng 7.15.

Để đánh giá mức khe hở cạnh răng cần thiết tiêu chuẩn quy định hai chỉ tiêu sau: Sai lệch giới hạn góc giữa trục của bộ truyền $-E_{\Sigma}$, sai lệch nhỏ nhất của dây cung không đổi trung bình của các răng bánh nhỏ và răng bánh lớn $-E_{scs}$. Trị số các sai lệch giới hạn được chỉ dẫn trong tiêu chuẩn TCVN 1687-86.

Bảng 7.30. **Các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học**

Đối tượng kiểm tra	Số hiệu chỉ tiêu	Các chỉ tiêu	Kí hiệu dung sai	Cấp chính xác
Bánh răng	1	F'_{ir}	F'_i	4 – 8
	2	F_{pr} và F_{pkr}	E_p và E_{pk}	4 – 6
	3	F_{pr}	F_p	7 – 8
	4	F_{rr} và F_{cr}	F_r và F_c	4 – 8
	5	F_{rr}	F_r	7* – 8* 9 – 12
Cặp truyền (trong trường hợp cung cả cặp)	1	$F''_{i\Sigma or}$ và F_{cr}	$F''_{i\Sigma o}$ và F_c	5 – 8
	2	$F''_{i\Sigma or}$	$F''_{i\Sigma o}$	9 – 12
Bộ truyền	1	F'_{ior}	F'_{io}	4 – 8
	2	F_{vjr} và F_{cr}	F_{vj} và F_c	5 – 8
	3	F_{vjr}	F_{vj}	9 – 12

Chú thích: – * – Khi đường kính chia trung bình lớn hơn 1600 mm

– $F''_{i\Sigma or}$ – Độ dao động góc giữa trục đo của cặp truyền sau một chu kì hoàn toàn (sau 1 vòng quay của bánh răng).

– F_{vjr} – Độ dao động khe hở cạnh răng trong bộ truyền.

– Các chỉ tiêu khác xem bảng 7.3.

Bảng 7.31. Các chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm

Đối tượng kiểm tra		Số hiệu bộ chỉ tiêu	Các chỉ tiêu	Kí hiệu dung sai	Cấp chính xác
Khi hệ số trùng khớp dọc ε_β không nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 4	Bánh răng	1	f_{zkr}	f_{zk}	4 – 8
		2	f_{ptr} và f_{cr}	f_{pt} và f_c	4 – 8
	Cặp truyền bộ truyền	1	f_{zkor} và f_{AMr}	f_{zko} và f_{AM}	4 – 8
Khi hệ số trùng khớp dọc ε_β nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 4	Bánh răng	1	f_{ptr} và f_{cr}	f_{pt} và f_c	4 – 8
	Bộ truyền	1	f_{zzor} và f_{AMr}	f_{zzo} và f_{AM}	4 – 8
Khi hệ số trùng khớp dọc ε_β bất kỳ	Bánh răng	1	f_{ptr}	f_{pt}	9 – 12
	Cặp truyền	1	$f''_{i\Sigma or}$	$f''_{i\Sigma o}$	9 – 12
	Bộ truyền	1	f_{AMr}	f_{AM}	9 – 12
Trị số ε_β					
Cấp chính xác			4 – 5	6 – 7	8
Hệ số trùng khớp dọc, ε_β			1,35	1,55	2,0

Chú thích: – f_{AMr} – Độ dịch chuyển chiều trục của vành răng;

– f_{cr} – Sai số lăn răng của tần số ăn khớp;

– $f''_{i\Sigma or}$ – Độ dao động góc giữa trục đo của cặp truyền khi quay bánh răng đi một góc tương ứng với một răng.

– Các chỉ tiêu còn lại xem trong bảng 7.4.

Bảng 7.32. Các chỉ tiêu đánh giá mức tiếp xúc răng

Đối tượng kiểm tra	Số hiệu bộ chỉ tiêu	Các chỉ tiêu	Kí hiệu dung sai	Cấp chính xác
Cặp truyền	1	F'_{slr} và F'_{shr}	F'_{sl} và F'_{sh}	4 – 12
Bộ truyền	1	F_{slr}, F_{shr} và f_{ar}	F_{sl}, F_{sh} và f_a	4 – 12

Chú thích: – F'_{slr} và F'_{shr} – sai lệch của miền tiếp xúc tổng theo chiều dài và chiều cao

– F_{slr} và F_{shr} – sai lệch các kích thước tương đối của vết tiếp xúc tổng theo chiều dài và chiều cao.

– f_{ar} – sai lệch khoảng cách giữa trục.

Chương 8

DUNG SAI LẮP GHÉP CỦA CÁC CHI TIẾT BẰNG VẬT LIỆU DẺO

Sử dụng các chi tiết bằng vật liệu dẻo (Plastic) trong các kết cấu máy khác nhau cho phép ta nhận được những thông số chất lượng mới, đồng thời giảm giá thành, giảm khối lượng lao động để chế tạo, giảm khối lượng vật liệu và còn hàng loạt những ưu việt khác.

Tuy nhiên với đặc tính và chủng loại của vật liệu dẻo buộc người thiết kế phải theo một hướng mới để giải quyết những vấn đề quan trọng của thiết kế: chọn loại vật liệu cụ thể bằng tính toán các thông số cấu trúc cơ bản, tính công nghệ của chi tiết và phân tích tính kinh tế. Tất cả các vấn đề đó được thể hiện rõ nét khi tính toán chọn lắp ghép, quyết định dung sai cho các kích thước lắp ghép và kích thước không tham gia lắp ghép.

Trong chế tạo máy và dụng cụ thường sử dụng các chi tiết bằng vật liệu dẻo với độ chính xác khác nhau (đến IT13) và cả những chi tiết tạo hình bằng khuôn (đúc hoặc ép), không qua gia công cơ khí. Kích thước của các chi tiết đến 500 mm là phổ biết nhất.

8.1. DUNG SAI LẮP GHÉP CÁC CHI TIẾT BỀ MẶT TRƠN

– Miền dung sai

Khi quy định dung sai người ta phải tính đến đặc tính của vật liệu dẻo là sự thay đổi lớn về thể tích và chiều dài khi thay đổi nhiệt độ và độ ẩm. Vì vậy để thống nhất thì tiêu chuẩn quy định dãy miền dung sai với điều kiện nhiệt độ là 20°c và độ ẩm là 65%. Tiêu chuẩn cũng quy định thời gian giữ chi tiết sau chế tạo đến khi bắt đầu kiểm tra là 12 giờ đối với các chi tiết có cấp chính xác đến IT12; 6 giờ đối với các chi tiết có cấp IT13 và IT14 và 3 giờ đối với những chi tiết cấp chính xác IT15 và thô hơn.

Miền dung sai trục và lỗ là những dãy hạn chế các miền dung sai theo TCVN 2245-99. Trị số sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai đó được chỉ dẫn trong các bảng 1.11 đến 1.39.

Ngoài ra, đối với các chi tiết bằng vật liệu dẻo còn được bổ sung một số miền dung sai sau: ay11, az11, ze11 và AY11, AZ11, ZE11 đối với kích thước trục và lỗ. Sai lệch giới hạn ứng với các miền dung sai đó được chỉ dẫn trong bảng 8.1 và 8.2.

– Lắp ghép tiêu chuẩn

Các kiểu lắp tiêu chuẩn được quy định và chỉ dẫn trong bảng 8.3 và 8.4. Ngoài các kiểu lắp tiêu chuẩn đã chỉ dẫn, còn cho phép sử dụng các kiểu lắp khác, tạo thành bằng cách phối hợp miền dung sai tiêu chuẩn của lỗ và trục. Khi chọn lắp ghép cho các chi tiết bằng vật liệu dẻo với chi tiết kim loại, thì miền dung sai của các chi tiết kim loại nên chọn là: h7, h8, h9, h10, h11, h12, đối với trục và H7, H8, H9, H10, H11, H12 đối với lỗ.

Đối với các chi tiết bằng vật liệu dẻo có qua gia công cơ khí thì khi xác định cấp chính xác kích thước của chúng có thể dựa vào tài liệu chỉ dẫn trong bảng 8.5.

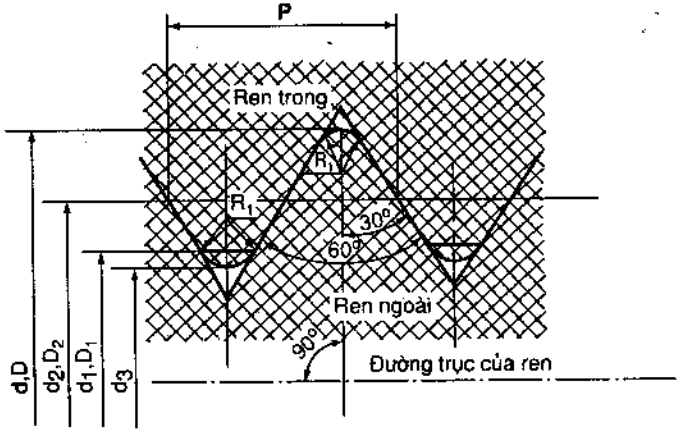
Đối với những chi tiết tạo hình bằng khuôn (ép hoặc đúc) thì độ chính xác kích thước của các yếu tố có thể được xác định theo chỉ dẫn trong bảng 8.6.

8.2. DUNG SAI LẮP GHÉP REN ĐỐI VỚI CÁC CHI TIẾT BẰNG VẬT LIỆU DẺO

– Profin ren

Ren của các chi tiết bằng chất dẻo có profin ren hệ mét theo TCVN 2246-77. (Xem mục 6-3.1 chương 6) và được chỉ dẫn trên hình 8-1.

Ở đỉnh ren của ren ngoài và ren trong cho phép lượn tròn với bán kính: $R_{1max} = 0{,}054\ P$.



Hình 8-1.

Bảng 8.1. Sai lệch giới hạn kích thước trục: ay11, az11, ze11

Khoảng kích thước, mm	Miền dung sai		
	ay11	az11	ze11
	Sai lệch giới hạn, μm		
Từ 1 đến 3	–	–	+ 150 + 90
Trên 3 đến 6	– 860 – 935	– 490 – 565	+ 195 + 120
Trên 6 đến 10	– 900 – 990	– 500 – 590	+ 242 + 152
Trên 10 đến 14	– 920 –1030	– 520 – 630	+ 316 + 206
Trên 14 đến 18			+348 + 238
Trên 18 đến 24	– 960 –1090	– 540 – 670	+ 426 + 296
Trên 24 đến 30			+ 475 + 345
Trên 30 đến 40	–1000 –1160	– 560 – 720	+ 595 + 435
Trên 40 đến 50	–1050 –1210	– 580 – 740	+ 680 + 520
Trên 50 đến 65	–1100 –1290	– 600 – 790	+ 840 + 650
Trên 65 đến 80	–1150 –1340	– 640 – 830	+ 960 + 770
Trên 80 đến 100	–1200 –1420	– 680 – 900	+1160 + 940
Trên 100 đến 120	–1300 –1520	– 740 – 960	+1320 +1100
Từ 120 đến 140	–1450 –1700	– 820 –1070	–1550 +1300
Từ 140 đến 160	–1650 –1900	– 940 –1190	+1700 +1450
Từ 160 đến 180	–1850 –2100	–1050 –1300	+1850 +1600
Từ 180 đến 200	–2100 –2390	–1200 –1490	+2090 +1800
Từ 200 đến 225	–2400 –2690	–1350 –1640	+2290 +2000
Từ 225 đến 250	–2600 –2890	–1500 –1790	+2490 +2200
Từ 250 đến 280	–2900 –3220	–1650 –1970	+2720 +2400
Từ 280 đến 315	–3400 –3720	–1900 –2220	+3020 +2700
Từ 315 đến 355	–3800 –4160	–2200 –2560	+3360 +3000
Từ 355 đến 400	–4300 –4660	–2400 –2760	+3760 +3400
Từ 400 đến 450	–4800 –5200	–2700 –3100	+4200 +3800
Từ 450 đến 500	–5300 –5700	–3000 –3400	+4600 +4200

Bảng 8.2. Sai lệch giới hạn kích thước lỗ: AY11, AZ11, ZE11

Khoảng kích thước, mm	Miền dung sai		
	AY11	AZ11	ZE11
	Sai lệch giới hạn, μm		
Từ 1 đến 3	–	–	– 90 –150
Trên 3 đến 6	+935 +860	+565 +490	–120 –195
Trên 6 đến 10	+990 +900	+590 +500	–152 –242
Trên 10 đến 14			–206 –316
Trên 14 đến 18	+1030 + 920	+630 +520	–238 –348
Trên 18 đến 24			–296 –426
Trên 24 đến 30	+1090 + 960	+670 +540	–345 –475
Trên 30 đến 40	+1160 +1000	+720 +560	–435 –595
Trên 40 đến 50	+1210 +1050	+740 +580	–520 –680
Trên 50 đến 65	+1290 +1100	+790 +600	–650 –840
Trên 65 đến 80	+1340 +1150	+830 +640	–770 –960

Khoảng kích thước, mm	Miền dung sai		
	AY11	AZ11	ZE11
	Sai lệch giới hạn, μm		
Trên 80 đến 100	+1420 +1200	+ 900 + 680	– 940 –1160
Trên 100 đến 120	+1520 +1300	+ 960 + 740	–1100 –1320
Từ 120 đến 140	+1700 +1450	+1070 + 820	–1300 –1550
Từ 140 đến 160	+1900 +1650	+1190 + 940	–1450 –1700
Từ 160 đến 180	+2100 +1850	+1300 +1050	–1600 –1850
Từ 180 đến 200	+2390 +2100	+1490 +1200	–1800 –2090
Từ 200 đến 225	+2690 +2400	+1640 +1350	–2000 –2290
Từ 225 đến 250	+2890 +2600	+1790 +1500	–2200 +2490
Từ 250 đến 280	+3220 +2900	+1970 +1650	–2400 –2720
Từ 280 đến 315	+3720 +3400	+2220 +1900	–2700 –3020
Từ 315 đến 355	+4160 +3800	+2560 +2200	–3000 –3360
Từ 355 đến 400	+4660 +4300	+2760 +2400	–3400 –3760
Từ 400 đến 450	+5200 +4800	+3100 +2700	–3800 –4200
Từ 450 đến 500	+5700 +5300	+3400 +3000	–4200 –4600

Bảng 8.3. Lắp ghép trong hệ thống lỗ đối với chi tiết bằng vật liệu dẻo

Lỗ cơ bản	Sai lệch cơ bản của trục																	
	ay	az_1	a	b	c	d	e	f	h	k	u	x	y	z	za	zb	zc	ze
	Các kiểu lắp																	
H8					H8/c8	H8/d8	H8/e8	H8/f8	H8/h8	H8/k8	H8/u8	H8/x8		H8/z8				
H9						H9/d9	H9/e9	H9/f9	H9/h9	H9/k9		H9/x10	H9/y10	H9/z10	H9/za10	H9/zb10		
H10						H10/d10			H10/h10	H10/k10			H10/y10	H10/z10	H10/za10	H10/zb10	H10/zc10 ; H10/zc11	H10/ze11
H11	H11/ay11	H11/az11	H11/a11	H11/b11	H11/c11	H11/d11			H11/h11	H11/k11							H11/zc11	H11/ze11
H12				H12/b12					H12/h12									
H13									H13/h13									

Bảng 8.4. Lắp ghép trong hệ thống trục đối với chi tiết bằng vật liệu dẻo

Trục cơ bản	Sai lệch cơ bản của lỗ																	
	AY	AZ	A	B	C	D	E	F	H	N	U	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	ZE
	Các kiểu lắp																	
h8						D8/h8	E8/h8	F8/h8	H8/h8	N8/h8	U8/h8							
h9						D9/h9	E9/h9	F9/h9	H9/h9	N9/h9		X10/h9	Y10/h9	Z10/h9	ZA10/h9	ZB10/h9		
h10						D10/h10			H10/h10	N10/h10			Y10/h10	Z10/h10	ZA10/h10	ZB10/h10	ZC10/h10 ; ZC11/h10	ZE11/h10
h11	AY11/h11	AZ11/h11	A11/h11	B11/h11	C11/h11	D11/h11			H11/h11	N11/h11							ZC11/h11	ZE11/h11
h12				B12/h12					H12/h12									
h13									H13/h13									

Bảng 8.5. Cấp chính xác đạt được khi gia công chi tiết bằng vật liệu dẻo có kích thước 1 ÷ 500 mm

Tên nguyên công	Bề mặt gia công	Cấp chính xác đối với		
		Vật liệu dẻo nhiệt rắn	Vật liệu nhiệt dẻo vô định hình	Vật liệu nhiệt dẻo tinh thể
Mài tinh	Bề mặt trụ ngoài	IT6; IT7	IT7; IT8	IT8; IT9
	Bề mặt phẳng	IT7; IT8	IT8; IT9	IT9; IT10
Doa chính xác hai lần	Lỗ	IT7; IT8	IT8; IT9	IT9; IT10
Tiện tinh	Mặt trụ ngoài	IT7; IT8	IT8; IT9	IT9; IT10
Tiện trong tinh	Lỗ	IT8; IT9	IT9; IT10	IT10; IT11
Mài sơ bộ	Mặt trụ ngoài và mặt phẳng	IT8; IT9	IT9; IT10	IT10; IT11
Khoét	Lỗ	IT8; IT9	IT9; IT10	IT10; IT11
Phay tinh	Bề mặt phẳng	IT9; IT10	IT10; IT11	IT11; IT12
Khoan	Lỗ	IT10; IT11	IT11; IT12	IT12; IT13
Tiện thô	Mặt trụ ngoài	IT11; IT12	IT12; IT13	IT13; IT14
Phay thô	Mặt phẳng	IT11; IT12	IT12; IT13	IT13; IT14

Chú thích: Vật liệu dẻo được dùng phổ biến hơn cả là: Chất dẻo phê nôn và chất dẻo amin dạng bột, chất dẻo ép dạng sơ, chất dẻo phân lớp kiểu tectolit đối với vật liệu dẻo nhiệt rắn; chất dẻo polistirolen, chất dẻo acrilat,... đối với vật liệu dẻo vô định hình; chất dẻo Poliamit, Polietilen, Poliformandehit,... đối với vật liệu dẻo tinh thể.

Bảng 8.6. Cấp chính xác kính thước của các yếu tố khuôn

Cấp chính xác kích thước chi tiết bằng vật liệu dẻo	Cấp chính xác kích thước các yếu tố khuôn		
	Chày	Cối	khoảng cách tâm giữa các tai gối của khuôn
IT10	h6 – h8	H6 – H8	±1/2(IT6 + IT8)
IT11	h7 – h9	H7 – H9	± 1/2(IT7 + IT9)
IT12	h8 – h10	H8 – H10	±1/2(IT8 + IT10)
IT13	h9 – h11	H9 – H11	±1/2(IT9 + IT11)
IT14 – IT17	h10 – h12	H10 – H12	±1/2(IT10 + IT12)

Chú thích: Nhám bề mặt của các yếu tố khuôn nằm trong giới hạn 0,063 đến 0,16 μm theo chỉ tiêu Ra (TCVN 2511-95).

– Thông số kích thước cơ bản của ren

Đường kính và bước ren được qui định phù hợp với TCVN 2247-77 và được chỉ dẫn trong bảng 6.2 (chương 6)

Nhưng không dùng bước nhỏ đối với đường kính nhỏ hơn 4 mm và bước 0,5 đối với đường kính lớn hơn 16 mm, bước 0,75 đối với đường kính lớn hơn 18 mm, bước 1 mm đối với đường kính lớn hơn 36 mm.

Các kính thước đường kính ren ứng với bước và đường kính danh nghĩa được tính theo công thức (xem mục 6.3.1 chương 6) hoặc tra trong các bảng chỉ dẫn trong TCVN 2248-77.

Đối với ren có đường kính từ 3 ÷ 8 mm cho phép sử dụng ren có bước lớn đặc biệt. Các thông số kích thước cơ bản tương ứng với chúng được chỉ dẫn trong bảng 8.7 theo TCVN 4628-88.

– Dung sai lắp ghép

Lắp ghép ren của các chi tiết bằng vật liệu dẻo thường được thực hiện theo kiểu lắp có độ hở. Các qui định cơ bản về hệ thống dung sai, kí hiệu miền dung sai, trị số dung sai và sai lệch cơ bản, chiều dài vặn ren và hình dạng đáy ren đều phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 1917-93 (xem mục 6.3.2, chương 6).

Miền dung sai kích thước ren ngoài và ren trong được qui định theo TCVN 4628-88 và được chỉ dẫn trong bảng 8.8. Các miền dung sai được qui định ở điều kiện ban đầu là 20°C và độ ẩm 65%.

Sai lệch giới hạn kích thước ren ứng với các miền dung sai được chỉ dẫn trong các bảng 6.11; 6.12; 6.13 và 6.14 (chương 6) theo TCVN 1917-93, và bảng 8.9 theo TCVN 4628-88.

Đối với ren có bước lớn đặc biệt thì sai lệch giới hạn kích thước ren được qui định theo TCVN 1917-93 đối với ren có bước 0,8mm và theo TCVN 4628-88 đối với ren có bước là 1mm và 1,5mm. Sai lệnh giới hạn kích thước ren có bước lớn đặc biệt được chỉ dẫn trong bảng 8.10 và 8.11.

Bảng 8.7. Thông số kích thước cơ bản của ren có bước lớn đặc biệt theo TCVN 4628-88, mm

Đường kính danh nghĩa của ren d	Bước ren P	Đường kính ren			
		d = D	$d_2 = D_2$	$d_1 = D_1$	d_3
3	0.8	3,000	2,480	2,134	2,019
4	1	4,000	3,350	2,917	2,773
5	1,5	5,000	4,026	3,376	3,160
6		6,000	5,026	4,376	4,160
8		8,000	7,026	6,376	6,160

Bảng 8.8. Miền dung sai đối với chi tiết ren bằng vật liệu dẻo (TCVN 4628-88)

Loại chính xác	Chiều dài vặn ren					
	S		N		L	
	Miền dung sai ren ngoài					
Trung bình	6g	6h	**6g**	6h	7g6g	7h6h
Thô	7g6g	7h6h	**8g**	8h*	9g8g	9h8h
Rất thô	9g8g	9h8h	10h8h		10h8h	
	Miền dung sai ren trong					
Trung bình	–	–	6G	**6H**	7G	**7H**
Thô	6G	6H	7G	7H	8G	8H
Rất thô	8G	8H	9H8H		9H8H	

Bảng 8.9. Sai lệch giới hạn kích thước ren đối với chi tiết bằng vật liệu dẻo (TCVN 4628-88)

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P mm	Miền dung sai ren ngoài										Miền dung sai ren trong				
		9h8h					10h8h					9H8H				
		Đường kính ren														
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	D		D_2		D_1
		Sai lệch giới hạn, µm														
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 2,8 đến 5,6	0,8	0	−236	0	−190	0	0	−236	0	−236	0	0	+250	0	+315	0
Trên 5,6 đến 11,2	1	0	−280	0	−224	0	0	−280	0	−280	0	0	+300	0	+375	0
	1,25	0	−335	0	−236	0	0	−335	0	−300	0	0	+315	0	+425	0
	1,5	0	−375	0	−265	0	0	−375	0	−335	0	0	+355	0	+475	0
Trên 11,2 đến 22,4	1	0	−280	0	−236	0	0	−280	0	−300	0	0	+315	0	+375	0
	1,25	0	−335	0	−265	0	0	−335	0	−335	0	0	+355	0	+425	0
	1,5	0	−375	0	−280	0	0	−375	0	−355	0	0	+375	0	+475	0
	1,75	0	−425	0	−300	0	0	−425	0	−375	0	0	+400	0	+530	0
	2	0	−450	0	−315	0	0	−450	0	−400	0	0	+425	0	+600	0
	2,5	0	−530	0	−335	0	0	−530	0	−425	0	0	+450	0	+710	0

Bảng 8.9. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P mm	Miền dung sai ren ngoài										Miền dung sai ren trong			
		9h8h				10h8h						9H8H			
		Đường kính ren													
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	D		D_2		D_1
		Sai lệch giới hạn, µm													
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 22,4 đến 45	1	0	−280	0	−250	0	0	−280	0	−315	0	0	+335	0	+375	0
	1,5	0	−375	0	−300	0	0	−375	0	−375	0	0	+400	0	+475	0
	2	0	−450	0	−335	0	0	−450	0	−425	0	0	+450	0	+600	0
	3	0	−600	0	−400	0	0	−600	0	−500	0	0	+530	0	+800	0
	3,5	0	−670	0	−425	0	0	−670	0	−530	0	0	+560	0	+900	0
	4	0	−750	0	−450	0	0	−750	0	−560	0	0	+600	0	+950	0
	4,5	0	−800	0	−475	0	0	−800	0	−600	0	0	+630	0	+1060	0
Trên 45 đến 90	1	0	−280	0	−280	0	0	−280	0	−355	0	0	+375	0	+375	0
	1,5	0	−375	0	−315	0	0	−375	0	−400	0	0	+425	0	+475	0
	2	0	−450	0	−355	0	0	−450	0	−450	0	0	+475	0	+600	0
	3	0	−600	0	−425	0	0	−600	0	−530	0	0	+560	0	+800	0
	4	0	−750	0	−475	0	0	−750	0	−600	0	0	+630	0	+950	0
	5	0	−850	0	−500	0	0	−850	0	−630	0	0	+670	0	+1120	0
	5,5	0	−900	0	−530	0	0	−900	0	−670	0	0	+710	0	+1180	0
	6	0	−950	0	−560	0	0	−950	0	−710	0	0	+750	0	+1250	0

Bảng 8.10. Sai lệch giới hạn kích thước ren có bước lớn đặc biệt đối với chi tiết bằng vật liệu dẻo, ren ngoài

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai													
		6g					6h					7g6g			
		Đường kính ren													
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm													
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 2,8 đến 5,6	1	– 26	– 206	– 26	– 132	– 26	0	– 180	0	– 106	0	– 26	– 206	– 26	– 158	– 26
	1,5	– 32	– 268	– 32	– 157	– 32	0	– 236	0	– 125	0	– 32	– 268	– 32	– 192	– 32

Bảng 8.10. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai													
		7h6h					8g					8h			
		Đường kính ren													
		d		d_2		d_1	d		d_2		d_1	d		d_2	d_1
		Sai lệch giới hạn, µm													
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 2,8 đến 5.6	1	0	– 180	0	– 132	0	– 26	– 306	– 26	– 196	– 26	0	– 280	0	– 170	0
	1,5	0	– 236	0	– 160	0	– 32	– 407	– 32	– 232	– 32	0	– 375	0	– 200	0

Bảng 8.10. *(tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai													
		9g8g					9h8h				10h8h				
		d		d_2		d_1	d		d_2	d_1	d		d_2		d_1
		Sai lệch giới hạn, µm													
		es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es	es	ei	es	ei	es
Trên 2,8 đến 5,6	1	– 26	– 306	– 26	– 238	– 26	0	– 280	0	– 212	0	0	– 280	0	– 265	0
	1,5	– 32	– 407	– 32	– 282	– 32	0	– 375	0	– 250	0	0	– 375	0	– 315	0

Chú thích: Sai lệch dưới của đường kính d_1 không qui định, nhưng được bảo đảm gián tiếp bởi giá trị bán kính của rãnh ren ngoài.

Bảng 8.11. Sai lệch giới hạn kích thước ren có bước lớn đặc biệt đối với chi tiết bằng vật liệu dẻo, ren trong

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai														
		6G					6H				7G					
		Đường kính ren														
		D		D_2		D_1	D		D_2	D_1	D		D_2		D_1	
		Sai lệch giới hạn, µm														
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 2,8 đến 5,6	1	+ 26	+ 166	+ 26	+ 262	+ 26	0	+ 140	0	+ 236	0	+ 26	+ 206	+ 26	+ 326	+ 26
	1,5	+ 32	+ 202	+ 32	+ 332	+ 32	0	+ 170	0	+ 300	0	+ 32	+ 244	+ 32	+ 407	+ 32

Bảng 8.11. *(Tiếp theo)*

Đường kính danh nghĩa của ren d, mm	Bước ren P, mm	Miền dung sai																			
		7H					8G				8H				9H8H						
		Đường kính ren																			
		D	D_2		D_1		D	D_2		D_1	D	D_2		D_1	D	D_2		D_1			
		Sai lệch giới hạn, µm																			
		EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI	EI	ES	EI	ES	EI
Trên 2,8 đến 5,6	1	0	+180	0	+300	0	+26	+250	+26	+401	+26	0	+224	0	+375	0	0	+280	0	+375	0
	1,5	0	+212	0	+375	0	+32	+297	+32	+507	+32	0	+265	0	+475	0	0	+335	0	+475	0

Chú thích: Sai lệch trên của đường kính D không được qui định.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Ninh Đức Tốn, Dung sai và lắp ghép, NXB Giáo dục, 2003.

[2] Hệ thống ISO về dung sai lắp ghép, Tiêu chuẩn Việt Nam, Hà Nội 1999.

[3] Dung sai hình dạng và vị trí bề mặt, TCVN, Hà Nội 1993.

[4] Nhám bề mặt, TCVN, Hà Nội 1995.

[5] Dung sai lắp ghép ren, TCVN, Hà Nội 1993.

[6] Dung sai truyền động bánh răng trụ, TCVN, Hà Nội 1985.

[7] Nguyễn Đắc Lộc và các tác giả, Sổ tay công nghệ Chế tạo máy tập 1, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 1999.

[8] Мягкова. В. Д. Допуски и посадки, Справочник, часть 1 и 2 Ленинград, "Машиностраение" 1978.

[9] Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизацмя 11 тежнические измерения, Машиностроение, 1975.

MỤC LỤC

Lời nói đầu 3

Chương 1. DUNG SAI LẮP GHÉP BỀ MẶT TRƠN 5

1.1. Các khái niệm cơ bản 5

1.2. Hệ thống dung sai lắp ghép theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2244 - 1999 (ISO 286 - 2, 1998) 14

Chương 2. DUNG SAI HÌNH DẠNG, VỊ TRÍ VÀ NHÁM BỀ MẶT 75

2.1. Khái niệm chung về dung sai hình dạng và vị trí bề mặt 75

2.2. Sai lệch và dung sai hình dạng bề mặt 81

2.3. Sai lệch và dung sai vị trí bề mặt 90

2.4. Nhám bề mặt 105

Chương 3. DUNG SAI LẮP GHÉP Ổ LĂN 119

3.1. Kí hiệu và cấp chính xác chế tạo ổ 119

3.2. Lắp ghép ổ lăn 119

3.3. Dung sai hình dạng, vị trí và nhám bề mặt có lắp ổ lăn 130

Chương 4. DUNG SAI LẮP GHÉP THEN VÀ THEN HOA 131

4.1. Dung sai lắp ghép then 131

4.2. Dung sai lắp ghép then hoa 136

Chương 5. DUNG SAI KÍCH THƯỚC GÓC VÀ LẮP GHÉP CÔN TRƠN 157

5.1. Dung sai kích thước góc 157

5.2. Lắp ghép côn trơn 167

Chương 6. DUNG SAI LẮP GHÉP REN 173
6.1. Các thông số kích thước cơ bản của ren 173
6.2. Dung sai lắp ghép ren 175
6.3. Dung sai lắp ghép ren hệ mét 177
6.4. Dung sai lắp ghép ren hình thang 212
6.5. Dung sai lắp ghép ren tựa 222
6.6. Dung sai lắp ghép ren côn hệ mét 231
6.7. Dung sai lắp ghép ren tròn 234
6.8. Dung sai lắp ghép ren ống trụ 236
6.9. Dung sai lắp ghép ren ống côn 240

Chương 7. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG 244
7.1. Thuật ngữ và định nghĩa 244
7.2. Khái niệm cơ bản về dung sai truyền động bánh răng và truyền động trục vít 247
7.3. Dung sai truyền động bánh răng trụ (TCVN 1067-84) 251
7.4. Dung sai truyền động bánh răng côn và hypôit 292

Chương 8. DUNG SAI LẮP GHÉP CỦA CÁC CHI TIẾT BẰNG VẬT LIỆU DẺO 295
8.1. Dung sai lắp ghép các chi tiết bề mặt trơn 295
8.2. Dung sai lắp ghép ren đối với các chi tiết bằng vật liệu dẻo 296

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI

Phó Tổng giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THỤY

Biên tập nội dung và sửa bản in :

TRẦN VĂN THẮNG

Trình bày bìa :

BÙI QUANG TUẤN

Chế bản :

HUỲNH MINH TUẤN

SỔ TAY DUNG SAI LẮP GHÉP

Mã số: 6H167M5–DAI

In 1.500 bản, khổ 16 x 24 cm, tại Công ty CP In Phúc Yên
Giấy phép xuất bản số: 89 / 86 - 05 CXB
In xong và nộp lưu chiểu quí IV năm 2005

CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO
25 HÀN THUYÊN - HÀ NỘI

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

1.	**Hình học hoạ hình**	Vũ Hoàng Thái
2.	**Vẽ kỹ thuật cơ khí** - tập một	Trần Hữu Quế
3.	**Vẽ kỹ thuật cơ khí** - tập hai	Trần Hữu Quế (Chủ biên)
4.	**Bài tập vẽ kỹ thuật cơ khí** - tập một	Trần Hữu Quế
5.	**Bài tập vẽ kỹ thuật cơ khí** - tập hai	Trần Hữu Quế
6.	**Vẽ kỹ thuật bằng Autocad**	Nguyễn Văn Tiến
7.	**Công nghệ chế tạo máy**	Phi Trọng Hảo Nguyễn Thanh Mai
8.	**Kỹ thuật nguội**	Phi Trọng Hảo Nguyễn Thanh Mai
9.	**Kỹ thuật sửa chữa máy công cụ**	Lưu Văn Nhang
10.	**Nguyên lý động cơ đốt trong**	Nguyễn Tất Tiến
11.	**Lý thuyết động cơ điêzen**	Lê Viết Lượng
12.	**Thực hành động cơ đốt trong**	Hoàng Minh Tác
13.	**Kỹ thuật đo** - tập một Dung sai lắp ghép và Tiêu chuẩn hoá	Nguyễn Trọng Hùng (Chủ biên) Ninh Đức Tốn
14.	**Kỹ thuật đo** - tập hai Đo lường trong chế tạo cơ khí	Nguyễn Trọng Hùng (Chủ biên)
15.	**Sổ tay Dung sai Lắp ghép**	Ninh Đức Tốn

Bạn đọc có thể tìm mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở địa phương hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục :

- ** 25 Hàn Thuyên, 187 Giảng Võ - Hà Nội*
- ** 15 Nguyễn Chí Thanh - TP Đà Nẵng*
- ** 240 Trần Bình Trọng - Quận 5 - TP. Hồ Chí Minh.*

8 934980 533987

Giá: 32.000 đ