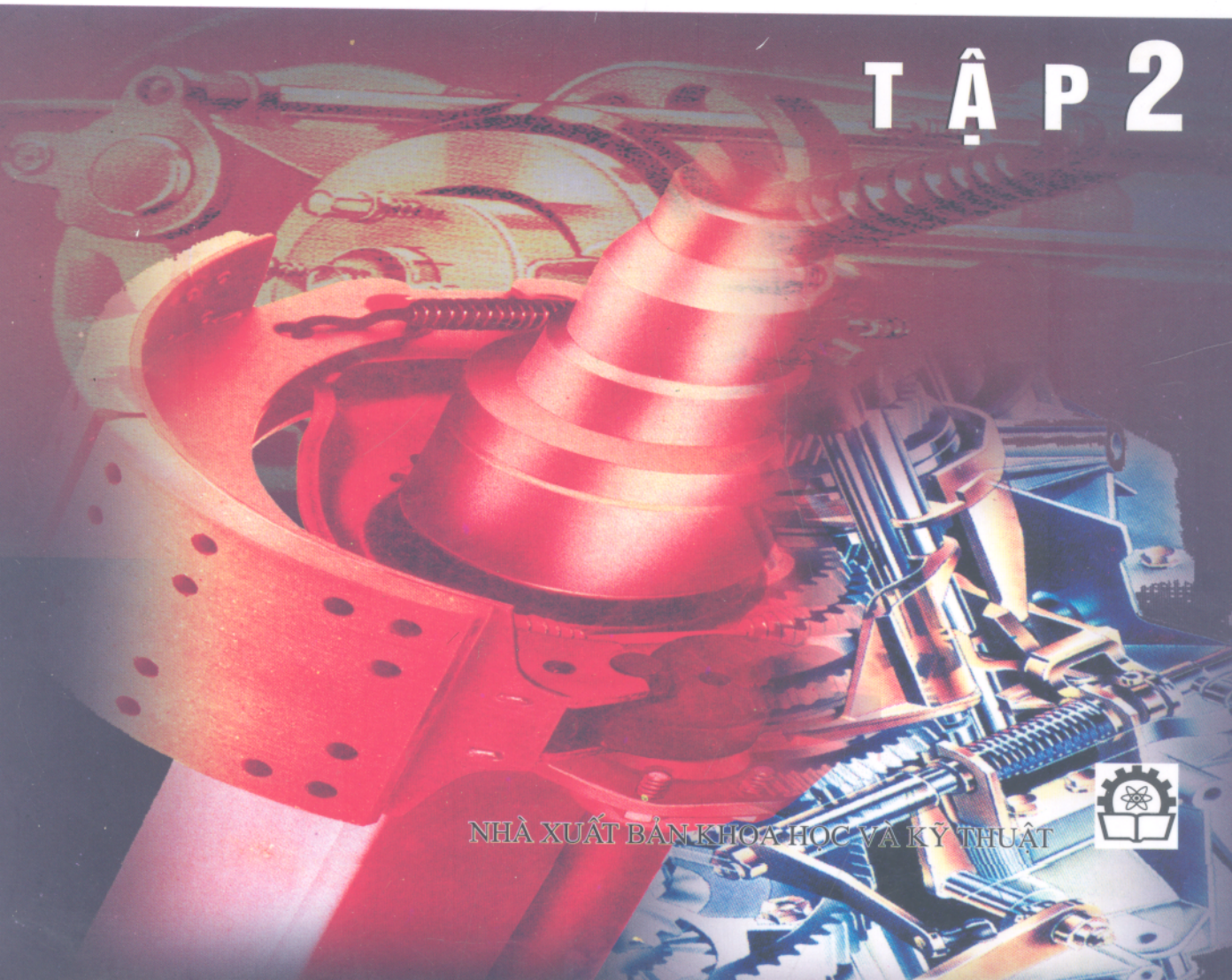


PGS. HÀ VĂN VUI
TS. NGUYỄN CHỈ SÁNG

SỔ TAY **THIẾT KẾ CƠ KHÍ**

TẬP 2



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



PGS. HÀ VĂN VUI
T.S. NGUYỄN CHỈ SÁNG

Sổ tay **THIẾT KẾ CƠ KHÍ**

TẬP 2
(TRỌN BỘ 3 TẬP)
(In lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2004

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS. TS TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập và sửa chế bản: NGUYỄN DIỆU THÚY
Trình bày và chế bản: TRẦN VĂN CẨM
Vẽ hình: TRẦN ANH TUẤN
Vẽ bìa: HUƠNG LAN

LỜI GIỚI THIỆU

Tiếp theo cuốn “Sổ tay thiết kế cơ khí” tập 1, “Sổ tay thiết kế cơ khí” tập 2 giới thiệu các yếu tố cơ bản của truyền động cơ khí gồm 9 chương với các nội dung về trục tâm và trục truyền, ổ trục, khớp nối trục, truyền động bánh răng, truyền động trục vít, truyền động xích, truyền động đai, truyền động vít - đai ốc, truyền động bánh cóc và mối ghép tháo được.

Các nội dung trên bao hàm một khối lượng kiến thức khá đồ sộ và mỗi một chương hoặc một vấn đề của tập sổ tay này có thể là đề tài cho nhiều cuốn sách. Trong khuôn khổ có hạn của một tập sổ tay dùng cho thiết kế cơ khí, chúng tôi chỉ đề cập đến các nội dung cần thiết và thông dụng nhất đáp ứng cho việc lựa chọn kết cấu, tính toán thiết kế kích thước và lựa chọn vật liệu, qui định các yêu cầu kỹ thuật cho các chi tiết và truyền động của máy, thiết bị. Phương pháp trình bày các chương mục chú trọng vào việc giới thiệu các bảng, biểu tra cứu, ưu tiên sử dụng các tiêu chuẩn Việt Nam. Đối với các nội dung chưa có tiêu chuẩn Việt Nam chúng tôi sẽ sử dụng các tiêu chuẩn của Liên bang Nga (ГОСТ).

Truyền động bánh răng và truyền động trục vít trụ là hai chương tương đối khó, đặc biệt là vì dung sai và tính toán độ bền của truyền động bánh răng và trục vít. Những nội dung này bạn đọc cần đọc kỹ để tìm ra phương án sử dụng thích hợp nhất. Bên cạnh truyền động bánh răng thân khai chúng tôi giới thiệu truyền động bánh răng Nôvicóp, loại bánh răng thường được dùng trong các loại máy móc hạng nặng, tải trọng tác dụng lớn. Các loại truyền động bánh răng phi thân khai khác như bánh răng xyclôit và các biến thể của nó, bánh răng sóng biến dạng, v.v... tuy đã được sử dụng trong một vài lĩnh vực chế tạo máy nhưng phạm vi ứng dụng còn hạn hẹp và sẽ được giới thiệu trong các sách chuyên khảo riêng khác.

Tham gia biên soạn **Sổ tay thiết kế cơ khí** tập 2 như sau:

Phó Giáo sư Hà Văn Vui biên soạn các chương 2, 4, 5, 6, 8 và 9.

Tiến sĩ Nguyễn Chỉ Sáng biên soạn các chương 1, 3 và 7.

Chúng tôi đã làm việc nghiêm túc để cuốn sách này đáp ứng được yêu cầu của những người làm công tác thiết kế cơ khí, song cũng không tránh khỏi các sai sót, nhầm lẫn. Chúng tôi xin trân trọng và mong được sự góp ý, chỉ bảo của bạn đọc gần xa để cuốn **Sổ tay thiết kế cơ khí**, tập 2 ngày càng hoàn thiện hơn trong các lần tái bản sau.

Thư từ góp ý xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Các tác giả

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời giới thiệu</i>	3
<i>Mục lục</i>	5
Chương 1. TRỤC TÂM VÀ TRỤC TRUYỀN	11
1. Trục tâm	11
1.1. Kiểu, kết cấu và kích thước	11
1.2. Tính toán trục tâm	13
2. Trục truyền	14
2.1. Đầu trục truyền	14
2.2. Tính toán trục	18
2.2.1. Tính toán trục về độ bền	18
2.2.2. Tính toán về trục về độ cứng vững	21
2.2.3. Xác định momen xoắn M_x	24
2.2.4. Xác định tải trọng trên trục	24
2.2.5. Xác định phản lực ổ trục và momen uốn	26
2.2.6. Vật liệu chế tạo trục truyền	27
2.3. Kết cấu của trục	30
Chương 2. Ổ TRỤC	33
1. Ổ trượt	33
1.1. Các dạng ma sát chính của ổ trượt	33
1.2. Ổ trượt kim loại	33
1.2.1. Tính toán gần đúng ổ trượt kim loại	33
1.2.2. Tính toán ổ trượt chặn	36
1.2.3. Ống lót và máng lót ổ trượt	37
1.2.4. Thân ổ trượt	48
1.3. Ổ trượt phi kim loại	56
1.3.1. Ổ trượt chất dẻo teflon lõi kim loại	56
1.3.2. Ổ trượt chất dẻo gỗ ép	57
1.3.3. Ổ trượt tectolit	58
1.3.4. Ổ trượt polianit	58
1.3.5. Ổ trượt capron	59
1.3.6. Ổ trượt bằng gỗ dẻo	59
1.3.7. Ống lót và máng lót ổ trượt phi kim loại	59
2. Ổ lăn	67
2.1. Hệ thống ký hiệu qui ước	67
2.2. Kiểu và dạng kết cấu của ổ lăn	70

2.3. Cấp chính xác của ổ lăn	76
2.4. Lựa chọn ổ lăn	79
2.5. Tính toán ổ lăn	80
2.5.1. Phương pháp tính khả năng tải động và tuổi thọ	80
2.5.2. Tính toán tuổi thọ của ổ theo giờ và tính toán sơ bộ khả năng tải động	90
2.5.3. Phương pháp tính khả năng tải tĩnh và tải trọng tĩnh tương đương	94
2.5.4. Phương pháp tính tần số quay giới hạn	96
2.6. Lắp ghép ổ lăn	97
2.6.1. Lựa chọn lắp ghép ổ lăn	98
2.6.2. Sai lệch hình dạng và vị trí của các bề mặt lắp ghép của trục và thân với ổ lăn	103
2.7. Ổ trục của các trục truyền động bánh răng	105
2.8. Kích thước và đặc tính cơ bản của các kiểu ổ lăn	114
2.9. Kết cấu của bộ phận lắp ổ lăn	146
2.10. Nắp ổ lăn	149
2.11. Vai tỳ, vành tỳ để lắp ổ lăn	170
2.12. Thân ổ trục dùng cho ổ lăn	179
Chương 3. KHỚP NỐI TRỤC	184
1. Khớp nối trục cố định	184
1.1. Khớp nối trục kiểu ống có chốt	184
1.2. Khớp nối trục kiểu ống có then hoa	185
1.3. Khớp nối trục kiểu ống có then	186
1.4. Khớp nối trục bích	187
1.5. Khớp nối trục đàn hồi kiểu bích chốt	189
1.6. Khớp nối trục đàn hồi có đĩa hình sao	191
1.7. Khớp nối trục đàn hồi có vỏ hình xuyên	195
1.8. Khớp nối trục cam - đĩa	199
1.9. Khớp nối trục có chi tiết lăng trụ trung gian	200
1.10. Khớp nối trục bản lề	201
1.11. Khớp nối trục trục xích một dãy	205
1.12. Khớp nối trục trục an toàn	207
2. Khớp nối trục ly hợp	215
2.1. Khớp nối trục cam ly hợp	215
2.2. Khớp nối trục có răng hình chữ v nhỏ	219
2.3. Khớp nối trục ma sát	220
2.4. Khớp nối trục ly hợp vượt	222
2.5. Khớp ly hợp điện từ nhiều đĩa	235
Chương 4. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG	243
1. Truyền động bánh răng trụ	243
1.1. Tính toán các thông số hình học của truyền động bánh răng trụ thân khai	244
1.2. Dung sai của truyền động bánh răng trụ	265

1.2.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp	267
1.2.2. Mức chính xác	269
1.3. Kết cấu bánh răng trụ	297
1.3.1. Bánh răng đúc bằng thép và gang	297
1.3.2. Bánh răng dạng băngđĩa	298
1.3.3. Bánh răng trụ dập	298
1.3.4. Bánh răng chất dẻo	298
1.4. Lập bản vẽ thiết kế bánh răng trụ	300
2. Truyền động thanh răng	303
2.1. Tính toán các thông số hình học	303
2.2. Dung sai chế tạo thanh răng	303
2.2.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp	303
2.2.2. Mức chính xác	304
2.3. Lập bản vẽ thiết kế thanh răng	309
3. Truyền động bánh răng côn	310
3.1. Truyền động bánh răng côn răng thẳng	311
3.2. Truyền động bánh răng côn răng cong tròn	317
3.2.1. Số răng của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn	317
3.2.2. Môđun	318
3.2.3. Góc nghiêng và hướng răng	319
3.2.4. Prôfin gốc và dạng răng chiều trục (dọc)	321
3.2.5. Chọn đường kính danh nghĩa của đầu dao	323
3.2.6. Chọn hệ số dịch chỉnh và hệ số thay đổi chiều dày tính toán của răng prôfin gốc	328
3.2.7. Hệ số để tính toán góc chân răng và góc đầu răng bánh răng côn có dạng răng dọc II	330
3.2.8. Tính toán các thông số hình học	331
3.2.9. Yêu cầu kỹ thuật	335
3.3. Dung sai của truyền động bánh răng côn	336
3.3.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp	336
3.3.2. Mức chính xác	337
3.4. Kết cấu bánh răng côn	348
3.5. Lập bản vẽ thiết kế bánh răng côn	350
4. Tính toán độ bền	352
4.1. Tính toán độ bền truyền động bánh răng trụ thân khai	353
4.1.1. Tính toán độ bền tiếp xúc	354
4.1.2. Tính toán thiết kế bánh răng trụ theo độ bền tiếp xúc	366
4.1.3. Tính toán độ bền tiếp xúc khi có tác dụng của tải trọng lớn nhất	368
4.1.4. Tính toán độ bền uốn	368
4.1.5. Tính toán thiết kế bánh răng trụ theo độ bền uốn	380
4.1.6. Tính toán độ bền uốn khi chịu tác dụng của tải trọng lớn nhất	381
4.1.7. Ví dụ tính toán độ bền tiếp xúc và độ bền uốn	382
4.2. Tính toán độ bền truyền động bánh răng côn	387
5. Truyền động bánh răng Nivicôp	390
5.1. Prôfin gốc	391

5.2. Tính toán hình học	394
5.2.1. Bánh răng Nôvicôp một đường ăn khớp	394
5.2.3. Bánh răng Nôvicôp hai đường ăn khớp	394
5.3. Tính toán độ bền	395
5.3.1. Tính toán độ bền tiếp xúc	395
5.3.2. Tính toán độ bền uốn	396
5.4. Lựa chọn các thông số cơ bản của bộ truyền	397
5.5. Trình tự tính toán thiết kế bộ truyền bánh răng Nôvicôp	398
Chương 5. TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT TRỤ	402
1. Đặc tính và các thông số cơ bản	403
1.1. Đặc tính của truyền động trục vít trụ	403
1.2. Các thông số cơ bản	404
2. Tính toán hình học truyền động trục vít trụ trực giao	412
3. Dung sai truyền động trục vít trụ	413
3.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp	413
3.2. Mức chính xác	415
4. Kết cấu của bánh vít	424
5. Lực trong ăn khớp và hiệu suất của truyền động trục vít	425
6. Lập bản vẽ thiết kế trục vít và bánh vít	427
6.1. Bản vẽ thiết kế trục vít	427
6.2. Bản vẽ thiết kế bánh vít	429
7. Tính toán độ bền của truyền động trục vít trụ	431
Chương 6. TRUYỀN ĐỘNG XÍCH	433
1. Xích treo	433
2. Xích mắt tròn độ bền cao dùng cho máy mỏ	434
3. Xích trục mắt tròn và xích kéo có độ bền thường	436
3.1. Thông số cơ bản và kích thước của xích	436
3.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích	437
3.3. Địa xích dùng cho xích mắt tròn và xích kéo có độ bền thường	438
4. Xích trục dạng bản	440
4.1. Kiểu thông số cơ bản và kích thước	440
4.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích	442
4.3. Địa xích dùng cho xích trục dạng bản	442
4.4. Yêu cầu kỹ thuật của đĩa xích	444
5. Xích kéo tháo được	444
5.1. Kiểu, thông số cơ bản và kích thước	444
5.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích	446
5.3. Địa xích dùng cho xích kéo tháo được	447
6. Xích kéo dạng chạc	449
7. Xích truyền động con lăn và xích truyền động bạc lót	451
7.1. Thông số và kích thước cơ bản	451
7.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích	454
7.3. Địa xích dùng cho xích con lăn và xích bạc lót	456

7.4. Yêu cầu kỹ thuật của đĩa xích	462
7.5. Ví dụ về bản vẽ vành răng đĩa xích cho xích một dãy	464
7.6. Tính toán thiết kế dụng cụ gia công đĩa xích	464
7.7. Điều kiện sử dụng xích con lăn và xích bạc lót	466
7.8. Tính toán truyền động xích con lăn	469
8. Xích kéo dạng bản	470
8.1. Kiểu, thông số và kích thước cơ bản	470
8.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích	473
8.3. Đĩa xích dùng cho xích kéo dạng bản	476
8.4. Ví dụ về bản vẽ đĩa xích dùng cho xích kéo dạng bản	480
9. Xích răng	481
9.1. Thông số và kích thước cơ bản	481
9.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích	482
9.3. Đĩa xích dùng cho xích răng	483
9.4. Yêu cầu kỹ thuật của đĩa xích	485
9.5. Ví dụ về bản vẽ đĩa xích dùng cho xích răng	486
Chương 7. TRUYỀN ĐỘNG ĐAI	487
1. Truyền động đai phẳng	487
1.1. Các kiểu truyền động và chọn đai truyền	487
1.2. Đai truyền vải sợi bông tấm dệt liền	488
1.3. Tính toán truyền động đai phẳng vải sợi bông tấm dệt liền	489
1.4. Đai truyền phẳng bằng da	194
1.5. Bánh đai dùng cho truyền động đai phẳng	496
2. Truyền động đai hình thang	498
2.1. Đai truyền hình thang	498
2.2. Bánh đai thang	501
2.3. Yêu cầu kỹ thuật của bánh đai	523
2.4. Phương pháp kiểm tra các rãnh bánh đai	524
2.5. Tính toán thiết kế truyền động đai hình thang	525
3. Dạng đặc biệt của truyền động đai hình thang	531
3.1. Truyền động có đồ gá căng đai	531
3.2. Truyền động có trục thẳng đứng	531
3.3. Truyền động đai nửa chéo	532
4. Đai hình thang của bộ biến tốc	532
4.1. Thông số và kích thước	532
4.2. Bánh đai của bộ biến tốc	534
4.3. Tính toán và thiết kế bộ biến tốc đai thang	535
4.4. Quy tắc lắp ráp và sử dụng đai truyền và bánh đai của bộ biến tốc	539
Chương 8. TRUYỀN ĐỘNG VÍT - ĐAI ỐC VÀ TRUYỀN ĐỘNG BÁNH CỐC	540
1. Truyền động vít - đai ốc	540
1.1. Truyền động vít dẫn động	540
1.2. Truyền động vít tải trọng	545
2. Truyền động bánh cóc	549

2.1. Các dạng bánh cóc	549
2.2. Tính toán bánh cóc	551
Chương 9. MỐI GHÉP THÁO ĐƯỢC	553
1. Mối ghép bulông	553
1.1. Mối ghép không có ứng suất	553
1.2. Mối ghép có ứng suất	554
1.3. Mối ghép chịu tải trọng ngang	554
1.4. Mối ghép tại đầu các đòn	556
1.5. Mối ghép kẹp chặt các nắp	557
1.6. Mối ghép kẹp chặt các giá côngxôn	558
1.7. Mối ghép bulông nổi bích	559
1.8. Mối ghép bulông có tải trọng lệch tâm	560
2. Mối ghép then	560
2.1. Mối ghép than bằng	560
2.2. Mối ghép then bán nguyệt	568
2.3. Chọn then cho các trục bậc	569
2.4. Tính toán mối ghép then bằng	569
2.5. Dung sai và lắp ghép của mối ghép then bằng và then bán nguyệt	572
3. Mối ghép then hoa	574
3.1. Mối ghép then hoa răng chữ nhật	574
3.1.1. Kích thước của mối ghép then hoa răng chữ nhật	574
3.1.2. Dung sai và lắp ghép của mối ghép then hoa răng chữ nhật	576
3.2. Mối ghép then hoa răng thân khai	579
3.3. Mối ghép then hoa răng tam giác	589
3.3.1. Lựa chọn các kích thước, dung sai và lắp ghép	590
3.3.2. Các công thức xác định các yếu tố của mối ghép then hoa răng tam giác	592
3.4. Tính toán độ bền của mối ghép then hoa	595
3.5. Biểu diễn qui ước trục then hoa, lỗ then hoa và mối ghép then hoa.	596
<i>Tài liệu tham khảo</i>	599

Chương 1

TRỤC TÂM VÀ TRỤC TRUYỀN

1. TRỤC TÂM

1.1. Kiểu, kết cấu và kích thước (ГОСТ 9650-71)

Trục tâm được dùng cho các mối ghép nối trong các cơ cấu máy thông dụng. Có hai kiểu trục tâm:

- Kiểu 1- trục tâm trơn
- Kiểu 2 - trục tâm có vai.

Trong mỗi kiểu trục trơn lại có 4 dạng kết cấu:

- Dạng 1- trục trơn không cần đến các chi tiết phụ trong lắp ghép
- Dạng 2 - trục trơn lắp với vòng chặn
- Dạng 3- trục trơn lắp với vòng đệm
- Dạng 4- trục trơn lắp với vòng chặn.

Kết cấu và kích thước cơ bản của trục trơn được giới thiệu trong bảng 1-1.

Bảng 1.1. Kết cấu và kích thước cơ bản, mm

Dạng 1	Dạng 2 (Lắp chốt)	Dạng 3 (Lắp vòng đệm)	Dạng 4 (Lắp vòng chặn)
Dạng 1	Dạng 2 (Lắp chốt)	Dạng 3 (Lắp vòng đệm)	Dạng 4 (Lắp vòng chặn)

Tiếp bảng 1.1

d (Sai lệch e8, d11, h11, h12)	d ₁	l ₁	d ₂	l ₂	b	d3		l ₃	r ₃	D		H		r ₁	r ₂	c		
						Danh nghĩa	Sai lệch			Danh nghĩa	Tăng lên	Danh nghĩa	Sai lệch					
5	1,2	4	3	1,5	1,5	-	-	-	-	8	-	1,5	± 0,25	0,4	0,6	0,6		
6	1,6	4	4	1,5	1,5	5,6	-0,1	3	0,4	10	-	2	± 0,25	0,4	0,6	0,6		
8	2	5	4	1,5	1,5	7,6	-0,1	3	0,4	12	-	2	± 0,25	0,4	0,6	0,6		
10	2,5	5	8	2,5	1,5	9,6	-0,1	4	0,4	14	-	2,5	± 0,25	0,6	0,6	1,0		
12	3,2	5	8	2,5	1,5	11,4	-0,1	4	0,6	16	20	2,5	± 0,25	0,6	0,6	1,0		
14	3,2	5	10	3	2,0	13,4	-0,1	5	0,6	18	22	3	± 0,25	0,6	0,6	1,6		
16	4,0	5	10	3	2,0	15,0	-0,1	5	1	20	25	3	± 0,25	0,6	0,6	1,6		
18	4,0	6	14	3	2,0	17,0	-0,1	5	1	22	28	3	± 0,25	1,0	0,6	1,6		
20	4,0	6	14	3	2,0	18,8	-0,2	5	1,2	25	30	4	± 0,3	1,0	1,0	1,6		
22	5,0	6	18	3,5	2,5	20,8	-0,2	6	1,2	28	36	4	± 0,3	1,0	1,0			
24	5,0	6	-	-	-	-	-0,2	-	-	30	-	4	± 0,3	1,0	1,0			
25	5,0	6	20	3,5	2,5	23,8	-0,2	6	1,2	32	38	5	± 0,3	1,0	1,0			
28	5,0	6	20	3,5	2,5	26,8	-0,2	6	1,2	36	40	5	± 0,3	1,0	1,0			
30	6,3	8	24	4,5	2,5	28,8	-0,2	8	1,2	38	45	5	± 0,3	1,0	1,0	2,5		
32	6,3	8	24	4,5	2,5	-	-	-	-	40	45	6	± 0,3	1,0	1,6			
36	6,3	8	28	5,0	3,0	-	-	-	-	45	50	6	± 0,3	1,6	1,6			
40	6,3	8	32	5,0	3,0	-	-	-	-	50	55	6	± 0,3	1,6	1,6			
45	8,0	10	36	5,0	3,0	-	-	-	-	55	60	7	± 0,36	1,6	2,5			
50	8,0	10	40	5,5	3,5	-	-	-	-	60	65	7	± 0,36	1,6	2,5			
L khi d, mm																		
5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	28	30	32	36	40	45	50
12	14	16	18	20	22	25	25	30	32	36	40	45	55	60	70	75	80	90
14	16	18	20	22	25	28	28	32	36	40	45	50	60	65	75	80	85	95
16	18	20	22	25	28	30	30	36	40	45	50	55	65	70	80	85	90	100
18	20	22	25	28	30	32	32	40	45	50	55	60	70	75	85	90	95	105
20	22	25	28	30	32	36	36	45	50	55	60	65	75	80	90	95	100	110
22	25	28	30	32	36	40	40	50	55	60	65	70	80	85	95	100	105	115
25	28	30	32	36	40	45	45	55	60	65	70	75	85	90	100	105	110	120
28	30	32	36	40	45	50	50	60	65	70	75	80	90	95	105	110	115	130
30	32	36	40	45	50	55	55	65	70	75	80	85	95	100	110	115	120	140
32	36	40	45	50	55	60	60	70	75	80	85	90	100	105	115	120	130	150
36	40	45	50	55	60	65	65	75	80	85	90	95	105	110	120	130	140	160
40	45	50	55	60	65	70	70	80	85	90	95	100	110	115	130	140	150	170
45	50	55	60	65	70	75	75	85	90	95	100	105	115	120	140	150	160	180
	55	60	65	70	75	80	80	90	95	100	105	110	120	130	150	160	170	190
	60	65	70	75	80	85	85	95	100	105	110	115	130	140	160	170	180	200
	65	70	75	80	85	90	90	100	105	110	115	120	140	150	170	180	190	210
	70	75	80	85	90	95	95	105	110	115	120	130	150	160	180	190	200	220
	75	80	85	90	95	100	100	110	115	120	130	140	160	170	190	200	210	240
	80	85	90	95	100	105	105	115	120	130	140	150	170	180	200	210	220	250
		90	95	100	105	110	110	120	130	140	150	160	180	190	210	220	240	300
		95	100	105	110	115	115	130	140	150	160	170	190	200	220	240	250	
		100	105	110	115	120	120	140	150	160	170	180	200	210	240	250	300	
		105	110	115	120	130	130	150	160	170	180	190	210	220	250	300		
			115	120	130	140	140	160	170	180	190	200	220	240	300			
			120	130	140	150	150	170	180	190	200	210	240	250				
			130	140	150	160	160	180	190	200	210	220	250	300				
			140	150	160	170	170	190	200	210	220	240	300					
			150	160	170	180	180	200	210	220	240	250	300					
				170	180	190	160	210	220	240	250	300						
				180	190	200	200	220	240	250	300							
				190	200	210	210	240	250	300								
				200	210	220	220	250	300									
				210	220	240	240	300										
Sai lệch của l ₄ , l ₅ , l ₆																		
±0,25						±0,4				±0,5				±0,80				

Trục tâm được chế tạo bằng thép cacbon chất lượng thường thuộc các nhóm A,B và C (CT31, CT33, CT34, CT38, CT42, CT51, CT61), thép cacbon chất lượng tốt (C8, C10, C15, C20, C25, C15Mn, C20Mn, C25Mn, C30, C35, C40, C45, C50, C55, C60, C65, C70, C75, C80, C85), thép hợp kim kết cấu crôm (15Cr đến 50Cr), mangan (15Mn đến 50Mn), crôm-mangan (18CrMn, 18CrMnTi đến 30CrMnTi, 25 CrMnMo), crôm-silic (33CrSi đến 40CrSi), crôm-molipden và crôm-molipden-vanadi (15CrMo đến 38CrMo, 30Cr3MoV), crôm-niken và crôm-niken-bo, v.v... và các loại thép hợp kim cao, chịu ăn mòn và chịu lửa.

Trục tâm có thể được mạ, phủ để trang trí hoặc bảo vệ chống ăn mòn. Sai lệch của kích thước không chỉ dẫn dung sai của trục tâm: bề mặt bao - theo H14; bề mặt bị bao - theo h14, các bề mặt khác - theo $\pm 1/2$ (h14=H14).

Các thông số nhám bề mặt của bề mặt lắp ghép của trục tâm được chọn phụ thuộc vào đường kính và miền dung sai của lắp ghép như sau:

Đường kính trục		Miền dung sai, μm		
d, mm	e8	d11	h11	d11, h12
3-10	$R_a=2,5$	$R_a=2,5$	$R_a=2,5$	$R_z=20$
12-50		$R_z=20$	$R_z=20$	$R_z=40$

Sai lệch độ giao nhau của đường tâm lỗ d_1 và đường tâm trục d đối với kết cấu trục tâm dạng 2 không được lớn hơn các giá trị cho phép sau:

d, mm	3-5	6-10	12-36	40-50	60-100
Sai lệch độ giao nhau, mm	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6

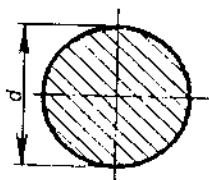
Độ đảo mặt mút của mặt A so với đường tâm trục có kết cấu kiểu 2 không được lớn hơn các giá trị cho phép sau:

d, mm	3-6	8-20	22-50	55-100
Độ đảo mặt mút, mm	0,06	0,10	0,15	0,25

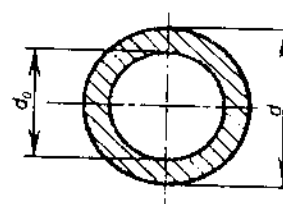
Cho phép chế tạo trục tâm với mặt mút lượn tròn thay cho mép vát, bán kính lượn bằng kích thước cạnh vát, thay góc lượn trên mặt mút vai trục bằng cạnh vát có kích thước bằng bán kính lượn r_2 . Cho phép chế tạo rãnh thoát đá mài tại góc lượn có bán kính r_1 .

1.2. Tính toán trục tâm

Trục tâm không truyền momen xoắn và chỉ chịu tải trọng uốn, do đó tính toán trục tâm chủ yếu là tính toán về uốn đối với trục trụ đặc (hình 1.1) và trục trụ rỗng (hình 1.2).



Hình 1.1. Trục trụ đặc



Hình 1.2. Trục trụ rỗng

Công thức tính toán xác định kích thước mặt cắt ngang của trục trụ đặc:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_u}{0,1[\sigma_u]}} \quad \text{hoặc} \quad M_u = 0,1d^3 [\sigma_u] \quad (1)$$

Đối với trục trụ rỗng:

$$M_u = 0,1 \frac{d^4 - d_0^4}{d} [\sigma_u] \quad (2)$$

trong đó: M_u - momen uốn, kGmm

$[\sigma_u]$ - ứng suất uốn (xem bảng 1.7), kG/mm²

d, d_0 - đường kính ngoài và đường kính trong của trục rỗng, mm

2. TRỤC TRUYỀN

Trục truyền là chi tiết máy thông dụng trong các cơ cấu và bộ phận máy dùng để truyền momen xoắn cho các chi tiết như pully, bánh đai, bánh xích, bánh răng v.v.v. thông qua then, chốt, độ dôi của lắp ghép v.v.v. Yếu tố quan trọng đối với trục truyền là đầu trục.

2.1. Đầu trục truyền (sau đây gọi tắt là đầu trục)

Đầu trục truyền đã được tiêu chuẩn hoá (TCVN 4243 - 86), gồm 2 kiểu: đầu trục truyền hình trụ và đầu trục truyền hình côn với độ côn 1: 10.

Đầu trục truyền hình trụ lại có 2 dạng:

- 1- dạng đầu trục dài;
- 2- dạng đầu trục ngắn.

Kích thước cơ bản của đầu trục hình trụ dài và ngắn được giới thiệu trong bảng 1.2.

Bảng 1.2. Kích thước cơ bản của đầu trục hình trụ, mm

The diagram shows a shaft with a diameter d and a length l . The end of the shaft is chamfered at a 45° angle with a radius r . The inner diameter is labeled d_0 .

Then trên đầu trục dạng 1: then bán nguyệt đối với đường kính d đến 14 mm; then bằng đối với đường kính $d > 12$ mm; then tiếp tuyến.

Then trên đầu trục dạng 2: then bằng đối với đường kính $d \leq 30$ mm; then bằng cao và then tiếp tuyến cao đối với đường kính $d > 30$ mm.

d	l		r	c	d	l		r	c	d	l		r	c								
	dạng					dạng					dạng											
	1	2				1	2				1	2										
6	16	-	0,4	0,2	18	40	28	1,0	0,6	50	110	82	2,5	2,0								
7	16	-	0,4	0,2	20	50	36	1,6	1,0	55	110	82	2,5	2,0								
8	20	-	0,6	0,4	22	50	30	1,6	1,0	60	140	105	2,5	2,0								
9	20	-	0,6	0,4	25	60	42	1,6	1,0	70	140	105	2,5	2,0								
10	23	20	0,4	0,4	28	60	42	1,6	1,0	80	170	130	3,0	2,5								
11	23	20	0,4	0,4	32	80	58	2,0	1,6	90	170	130	3,0	2,5								
12	30	25	1,0	0,6	36	80	58	2,0	1,6	100	210	165	3,0	2,5								
14	30	25	1,0	0,6	40	110	82	2,0	1,6	110	210	165	3,0	2,5								
16	40	28	1,0	0,6	45	110	82	2,0	1,6													

Tiêu chuẩn TCVN 4243-86 đã giới thiệu dây đường kính $d = 0,8 \div 340 \text{ mm}$.

Cho phép giảm chiều dài đầu trục so với các giá trị trong bảng khi truyền tải trọng nhỏ (trừ đầu trục của các máy điện).

Đối với đầu trục lắp chi tiết (bánh răng, bánh đai, bánh xích,...) ăn khớp trực tiếp với chi tiết lắp trên đầu trục của động cơ điện mà không qua chi tiết trung gian, cho phép tăng chiều dài đầu trục so với các giá trị trong bảng.

Đầu trục hình côn với độ côn 1:10 có hai kiểu: kiểu 1- có ren ngoài; kiểu 2 - có ren trong; mỗi kiểu lại có hai dạng: dạng 1 - dài và dạng 2- ngắn. Trên đầu trục có lắp các chi tiết truyền momen xoắn (puly, bánh đai, bánh xích, khớp nối trục, bánh răng v.v...) trong máy, cơ cấu và khí cụ. Kích thước của đầu trục hình côn được giới thiệu trong bảng 1-3.

Bảng 1.3. Kích thước cơ bản của đầu trục hình côn

The diagram illustrates two types of tapered shaft ends, labeled 'Kiểu 1' and 'Kiểu 2*'.
 - **Kiểu 1**: Shows a shaft with an external thread. The main shaft diameter is d_1 with a 1:10 taper. The thread section has a diameter d_3 and length l_2 . The total length of the tapered part is l_1 . Cross-section A-A shows the thread profile with parameters b , h , and t . The diameter at the base of the thread is d_2 . Cross-section B-B shows the shaft profile with parameters b , h , and t .
 - **Kiểu 2***: Shows a shaft with an internal thread. The length of the tapered part is l_2 .

Tiêu chuẩn không qui định dạng then và chiều dài then

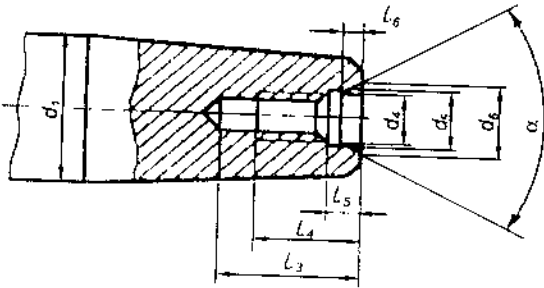
Đường kính danh nghĩa d_1		l_1		l_2		d_2		b	h	t	d_3				
Dây I	Dây II	Dạng													
		1	2	1	2	1	2								
3	-	10	-	7	-	2,65	-	-	-	-	M2				
4	-	12	-	8	-	3,60	-	-	-	-	M3				
5	-	14	-	9	-	4,55	-	-	-	-	M4				
6	-	16	-	10	-	5,50	-	-	-	-	M4				
7	-					6,50									
8	-	20	-	12	-	7,40	-	-	-	-	M6				
9	-					8,40									
10	-	23	-	15	-	9,25	-	-	-	-					
11	-					10,25									
12	-	30	-	18	-	11,10	-	2	2	1,2	M8x1				
14	-					13,10		3	3	1,8					

Kiểu 2* - Kích thước được giới thiệu trong bảng 1.4.

Tiếp bảng 1.3

Đường kính danh nghĩa d ₁		l ₁		l ₂		d ₂		b	h	t	d ₃
Dãy I	Dãy II	Dạng									
		1	2	1	2	1	2				
16	-	40	28	28	16	14,60	15,2	3	3	1,8	M10x1,25
18	-					16,60	17,2	4	4	2,5	
-	19					17,60	18,2	4	4	2,5	
20	-	50	36	36	22	18,20	18,9	4	4	2,5	M12x1,25
22	-					20,20	20,9	4	4	2,5	
-	24					22,20	22,9	5	5	3,0	
25	-	60	42	42	24	22,90	23,8	5	5	3,0	M16x1,5
28	-					25,90	26,8				
-	30										
-	30	80	58	58	36	27,10	28,2	5	5	3,0	M20x1,5
32	-					29,10	30,2	6	6	3,5	M20x1,5
-	35					32,10	33,2	6	6	3,5	M20x1,5
-	-					33,10	34,2	6	6	3,5	M20x1,5
36	38					35,10	36,2	6	6	3,5	M24x2
40	-	110	82	82	54	35,90	37,3	10	8	5,0	M24x2
-	42					37,90	39,3	10	8	5,0	M24x2
45	-					40,90	42,3	12	8	5,0	M30x2
-	48					43,90	45,3	12	8	5,0	M30x2
50	-					45,90	47,3	12	8	5,0	M36x3
-	55					50,90	52,3	14	9	5,5	M36x3
56	-					51,90	53,3	14	9	5,5	M36x3
-	60										
63	-	140	105	105	70	54,75	56,5	16	10	6,0	M42x3
-	65					57,75	59,5				
-	65					59,75	61,5				
71	70	140	105	105	70	64,75	66,5	18	11	7,0	M48x3
-	-					65,75	67,5				
-	75					69,75	71,5				
80	-	170	130	130	90	73,50	75,5	20	12	7,5	M56x4
-	85					78,50	80,5	20	12	7,5	M56x4
90	-										
95	85	170	130	130	90	83,50	85,5	22	14	9,0	M64x4
-	-					88,50	90,5	22	14	9,0	M64x4
-	85										
100	-	210	165	165	120	91,75	94,0	25	14	9,0	M72x4
110	-					101,75	104,0	25	14	9,0	M80x4
-	120										
-	125	210	165	165	120	111,75	114,0	28	16	10	M90x4
-	-					116,75	119,0	28	16	10	M90x4
-	-										
-	130	250	200	200	150	120,00	122,5	28	16	10	M100x4
140	-					130,00	132,5	32	18	11	M100x4
-	150					140,00	142,5	32	18	11	M110x4

Bảng 1.4. Kích thước lỗ ren đầu trục, mm



$\alpha = 60^\circ$ cho M4 ÷ M42
 $\alpha = 75^\circ$ cho M48

d_1	d_4	d_5	d_6	l_3	l_4	l_5	l_6	d_1	d_4	d_5	d_6	l_3	l_4	l_5	l_6
12								48	M16	17,0	22,8	45	32	11,0	5,0
14	M4	4,3	6,5	14	8	3,5	1,9	50							
16								55							
18	M5	5,3	8,0	17	10	4,5	2,3	56	M20	21,0	28,0	53	36	12,5	6,0
19								60							
20	M6	6,4	10,0	21	12	5,5	3,0	63							
22								65							
24								70	M24	25,0	36,0	63	40	14,0	9,5
25	M8	8,4	12,5	25	16	7,0	3,5	71							
28								75							
30	M10	11,0	15,6	30	20	9,0	4,0	80	M30	31,0	44,8	75	50	18,0	12,0
32								85							
35								90							
36	M12	13,0	18,0	38	24	10,0	4,3	95	M36	37,5	53,0	90	60	20,0	13,5
38								100							
40								110	M42	43,5	59,7	105	65	22,0	14,0
42								120							
45	M16	17,0	22,8	45	32	11,0	5,0	125	M48	49,5	74,0	120	70	24,0	16,0

Yêu cầu kỹ thuật

1. Sai lệch độ côn theo hướng dương
 2. Sai lệch giới hạn các kích thước của đầu trục côn không được vượt quá giới hạn của calíp vòng (hình 1.3), đường kính của calíp trong mặt phẳng A và chiều dài bằng các kích thước tương ứng của đầu trục.
- Khi kiểm tra trục bằng calíp vòng, mặt mút B của trục nằm giữa các mặt phẳng A và C của calíp, khoảng cách m giữa A và C phải tương ứng với các trị số được giới thiệu trong bảng 1.5.
3. Độ đảo hướng tâm của đầu trục côn so với trục quay không được vượt quá các trị số được giới thiệu trong bảng 1.6.
 4. Sai lệch giới hạn của chiều dài phần côn đầu trục côn - theo js15 (TCVN 2245-1999).

5. Miền dung sai ren đầu trục - 8g theo TCVN 1917 - 95.

6. Sai lệch cho phép độ đối xứng của rãnh then so với đường tâm đầu trục không được vượt quá 2 lần dung sai chiều rộng rãnh then.

7. Sai lệch cho phép độ song song của mặt phẳng đối xứng của rãnh then so với đường tâm đầu trục không được vượt quá một nửa dung sai chiều rộng rãnh then.

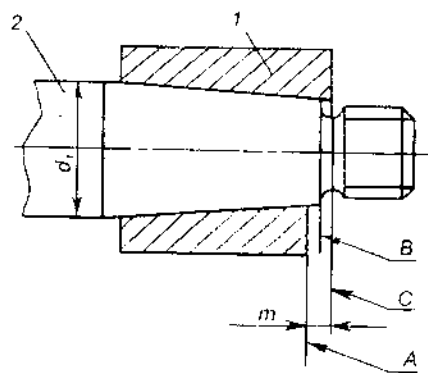
8. Các kích thước của then bằng - theo TCVN 2261 - 77. Đối với trục có đường kính $d \leq 14$ mm cho phép dùng then bán nguyệt có kích thước theo TCVN 4217 - 86.

9. Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai:

+ Bề mặt bao - theo H14; bề mặt bị bao - theo h14; các bề mặt khác - theo $\pm 1/2$ (H14 = h14).

+ Rãnh và cạnh vát - theo TCVN 2034 - 77.

Trong trường hợp có lý do về kỹ thuật, cho phép chế tạo đầu trục: a) không có rãnh then; b) có ren trái.



Hình 1.3. Các kích thước đầu trục được giới hạn bởi calip vòng:
1- calip vòng; 2- trục; A - mặt phẳng lợt; C - mặt phẳng không lợt; B- mặt mút của côn; m- khoảng cách A - C.

Bảng 1.5. Khoảng cách m giữa các mặt phẳng của calip giới hạn

Đường kính d_1 mm	m mm	Đường kính d_1 mm	m mm	Đường kính d_1 mm	m mm
3	0,20	Trên 10 đến 18	0,35	Trên 50 đến 80	0,60
Trên 3 đến 6	0,25	" 18 " 30	0,45	" 80 " 120	0,70
" 6 " 10	0,30	" 30 " 50	0,50	" 120 " 180	0,80

Bảng 1.6. Độ đảo hướng tâm của trục so với trục quay, mm

Đường kính đầu trục d_1	Độ đảo hướng tâm			Đường kính đầu trục d_1	Độ đảo hướng tâm		
	Cấp chính xác thường	Cấp chính xác nâng cao	Cấp chính xác cao		Cấp chính xác thường	Cấp chính xác nâng cao	Cấp chính xác cao
3	0,020	0,010	0,005	Trên 30 đến 50	0,050	0,025	-
Trên 3 đến 8	0,025	0,012	0,006	" 50 " 80	0,060	0,030	-
" 6 " 10	0,030	0,015	0,008	" 80 " 120	0,070	0,035	-
" 10 " 18	0,035	0,018	0,010	" 120 " 220	0,100	0,050	-
" 18 " 30	0,040	0,021	-				

2.2. Tính toán trục

2.2.1. Tính toán trục về độ bền

Thông thường nên ưu tiên sử dụng trục truyền khi làm việc trong điều kiện ứng suất không cao. Do đó việc tính toán trục có thể thực hiện tương đối đơn giản, không tính đến đặc

tính động lực học của tải trọng, nói một cách khác là không đưa vào công thức tính toán các hệ số tập trung ứng suất, đặc trưng cho các chu kỳ chất tải. Ảnh hưởng của sự tập trung ứng suất được thể hiện gần đúng khi lựa chọn ứng suất cho phép.

Đối với trục chịu tác động của tải trọng uốn và xoắn, độ bền được tính theo công thức:

$$W = \frac{\sqrt{M_u^2 + 0,45M_x^2}}{[\sigma_u]} \quad (3)$$

hoặc

$$[\sigma_u] = \frac{\sqrt{M_u^2 + 0,45M_x^2}}{W} \quad (4)$$

trong đó M_u, M_x - momen uốn và momen xoắn, kG. mm

W - momen cản trong tiết diện (mặt cắt ngang) nguy hiểm, mm³:

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3 \quad \text{đối với tiết diện tròn, đặc (xem hình 1.1)}$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \left[1 - \frac{d_0^4}{d^4} \right] \approx 0,1 \frac{d^4 - d_0^4}{d} \quad \text{đối với tiết diện tròn, rỗng (xem hình 1.2)}$$

$[\sigma_u]$ - ứng suất cho phép, kG/cm² được xác định theo bảng 1.7 khi tính toán động lực học các trục bằng thép theo giới hạn mỏi, có quan tâm đến các yếu tố gây ra sự tập trung ứng suất, và đường kính trục.

Momen uốn cực đại trong tiết diện nguy hiểm M_u được xác định theo công thức:

$$M_u = \sqrt{M_{u1}^2 + M_{u2}^2}$$

trong đó M_{u1} - momen uốn cực đại trong tiết diện nguy hiểm, tác dụng trong mặt phẳng nằm ngang, kG mm;

M_{u2} - momen uốn cực đại trong tiết diện nguy hiểm, tác dụng trong mặt phẳng thẳng đứng, kG mm.

$\sqrt{M_u^2 + 0,45M_x^2}$ là momen tương đương cực đại trong tiết diện nguy hiểm.

Đường kính trục bằng thép cacbon trung bình ($\sigma_b = 50 - 80$ kG/mm²) khi tính toán độ bền được xác định gần đúng theo các công thức sau:

+ Khi tải trọng không đổi và momen uốn không lớn (trục ngắn bằng thép CT51, CT61 và C45):

$$d = 10 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad (5)$$

+ Khi tải trọng thay đổi và momen uốn nhỏ hoặc tải trọng không đổi và momen uốn trung bình:

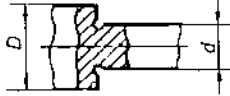
$$d = 11 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad (6)$$

+ Khi tải trọng thay đổi và momen uốn trung bình hoặc khi tải trọng không đổi và momen uốn lớn (trục dài):

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad (7)$$

trong đó d - tính theo cm ; N - công suất truyền, kW ; n - tần số quay, vg/ph .

Bảng 1.7. Ứng suất cho phép $[\sigma_u]^*$, kG/cm^2 đối với trục bằng thép

Nguồn của sự tập trung ứng suất	Đường kính trục d , mm	Thép và dạng nhiệt luyện				
		C35, thường hoá, $\sigma_b = 52 \div 65 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{ch} \geq 30 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{-1} \approx 25 \text{ kG/mm}^2$	C45, thường hoá, $\sigma_b = 60 \div 75 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{ch} \geq 34 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{-1} \approx 28 \text{ kG/mm}^2$	C45, tôi cải thiện $\sigma_b = 75 \div 90 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{ch} = 42-52 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{-1} \approx 35 \text{ kG/mm}^2$	40Cr, tôi cải thiện $\sigma_b = 80 \div 90 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{ch} = 60-80 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{-1} \approx 40 \text{ kG/mm}^2$	40Cr, tôi $35 \div 42\text{HRC}$ $\sigma_b = 110 \div 130 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{ch} = 90 \text{ kG/mm}^2$, $\sigma_{-1} \approx 50 \text{ kG/mm}^2$
Chi tiết lắp trên trục (bánh răng, bánh đai...) có cạnh sắc	30	700	750	850	900	950
	50	650	700	800	850	900
	100	600	650	750	800	850
Vòng ổ lăn lắp trên trục	30	900	1000	1150	1200	1300
	50	850	950	1050	1100	1200
	100	750	850	1000	1000	1100
 Trục bậc có rãnh thoát dao (đá mài), $D/d \leq 1,2$	30	800	900	1050	1100	1150
	50	700	800	900	950	1000
	100	600	700	800	850	900
 Trục bậc có góc lượn khi $r/D = 0,05$; $D/d \leq 1,2$	30	1100	1150	1350	1400	1500
	50	950	1000	1150	1200	1300
	100	850	900	1000	1050	1100
* Trong bảng giới thiệu ứng suất uốn cho phép không có xoắn, nhưng có thể sử dụng các giá trị này và để tính toán sức bền phức hợp theo momen tương đương được xác định theo công thức $M_{td} = \sqrt{M_u^2 + 0,45M_x^2}$ σ_b - giới hạn bền kéo; σ_{ch} - giới hạn chảy; σ_{-1} - giới hạn mỏi						

Chú thích: Khi thành lập bảng 1.7 đã lấy:

1) Hệ số an toàn bằng 1,3.

2) Độ giảm giới hạn mỏi, được xác định trên các mẫu thử nhỏ, đối với trục $d = 30 \text{ mm}$ là $\approx 15 \div 20 \%$, đối với trục $d = 50 \text{ mm}$ - $24 \div 30\%$ và $d = 100 \text{ mm}$ - $35 \div 40\%$ (giá trị, giới hạn dưới dùng cho trục bậc bằng thép hợp kim cứng, giá trị giới hạn trên - trục cùng với các chi tiết lắp ghép bằng thép mềm hơn);

3) Ứng suất cho phép khi uốn tương ứng với làm việc tĩnh (hệ số động lực học bằng 1).

Đối với các trục làm việc ở chế độ tải trọng thay đổi đáng kể, khi tính toán tải trọng lớn nhất, hệ số tuổi thọ nhỏ hơn 1 thì ứng suất cho phép nên giảm đi một cách tương ứng. Ứng suất cho phép có thể tăng lên khi tăng độ bền của trục bằng các giải pháp công nghệ hoặc kết cấu như tăng bền cục bộ, tăng bán kính lượn tròn, dùng các rãnh đỡ tải trên moayơ của các chi tiết lắp ghép trên trục...

Các công thức (5), (6) và (7) được thiết lập trên cơ sở tính toán trục theo tải trọng xoắn và qui định ứng suất xoắn τ_x : với công thức (5) $\tau_x = 500 \text{ kG/cm}^2$; công thức (6) $\tau_x = 370 \text{ kG/cm}^2$; công thức (7) $\tau_x = 285 \text{ kG/cm}^2$. Khi có rãnh then tại tiết diện nguy hiểm của trục, giá trị τ_x tính toán được cần tăng lên $5 \div 10\%$.

Trong một số trường hợp, trục chỉ chịu tác động của tải trọng xoắn, ví dụ như các đầu trục ra được nối với khớp nối trục, không tạo ra các lực thành phần mất cân bằng, có thể tính toán trục một cách đơn giản theo công thức sau:

$$\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_p} \leq [\tau_x]$$

trong đó $\tau_{\max}$ - ứng suất tiếp lớn nhất trong mặt cắt ngang (tiết diện) của trục, kG/cm^2 ;

M_x - momen xoắn xuất hiện trong tiết diện tính toán kG cm

W_p - momen cản xoắn cực của tiết diện, cm^3 :

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} \cdot \text{đối với tiết diện tròn, đặc (xem hình 1-1);}$$

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} \left[1 - \frac{d_o^4}{d^4} \right] \cdot \text{đối với tiết diện tròn, rỗng (xem hình 1-2);}$$

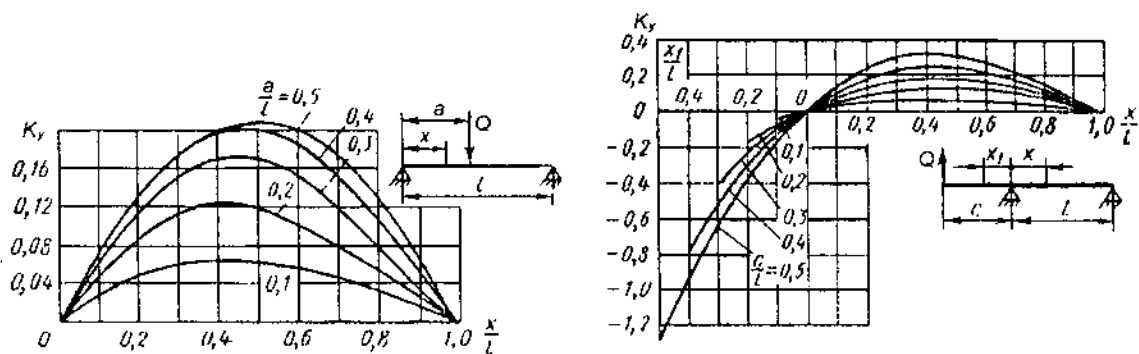
$[\tau_x]$ - ứng suất cho phép khi chịu tải trọng xoắn, kG/cm^2 . Đối với tải trọng không đổi (I) và tải trọng thay đổi (II), $[\tau_x]$ đối với các vật liệu khác nhau của trục được giới thiệu như sau:

Vật liệu trục	$[\tau_x], \text{kG/cm}^2$ - I	$[\tau_x], \text{kG/cm}^2$ - II
CT51	1250	900
CT61	1450	1050
C30, tôi cải thiện	1500	1050
C35, tôi cải thiện	1600	1100
C45, tôi cải thiện	1850	1300
40Cr, tôi cải thiện	2000	1500
40CrNi, thường hoá tôi	1900	1400
dầu	3100	2200
18CrMnTi, thường hoá	1700	1250
thấm C và tôi dầu	2500	1850

2.2.2 Tính toán trục về độ cứng vững

Trục được tính toán theo điều kiện độ bền động lực học có thể không bảo đảm được sự làm việc bình thường của bánh răng, ổ trục, nếu chịu tải trọng thay đổi trục sẽ biến dạng quá lớn.

Tính toán độ cứng vững nhằm xác định độ võng y (hình 1-4 và 1-5), góc nghiêng θ (xoay) của đường tâm trục và so sánh chúng với các giá trị cho phép. Độ võng cho phép của trục không được vượt quá $(0,0001 \div 0,0005)l$, trong đó l - khoảng cách giữa các ổ trục. Nếu trên trục lắp bánh răng, độ võng cho phép có thể xác định theo modul bánh răng m , tính bằng cm: $y = (0,01 \div 0,03)m$. Góc nghiêng θ của đường tâm trục tại các ổ trượt không được vượt quá 0,001 rad, đối với ổ đĩa trụ - 0,0025 rad; ổ côn - 0,0016 rad; ổ bi đỡ một dãy - 0,005 rad; ổ bi cầu - 0,05 rad.

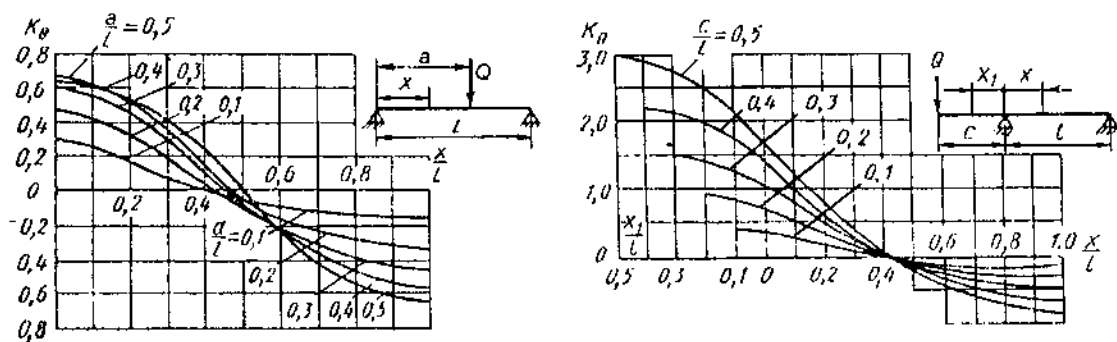


Hình 1-4. Đồ thị xác định hệ số K_y

Độ võng y và góc nghiêng (xoay) θ trong tiết diện tính toán của trục đối với hai sơ đồ chịu tải chính (hình 1-4 và 1,5) được xác định theo các công thức:

$$y = \frac{Ql^3}{10^6 d^4} K_y ; \theta = \frac{Ql^2}{10^6 d^4} K_\theta$$

trong đó θ tính theo rad; d và y theo cm; K_y , K_θ - các hệ số tính đến quan hệ giữa điểm đặt lực và điểm xác định biến dạng. Các hệ số này được xác định theo các hình 1.4 và 1.5.

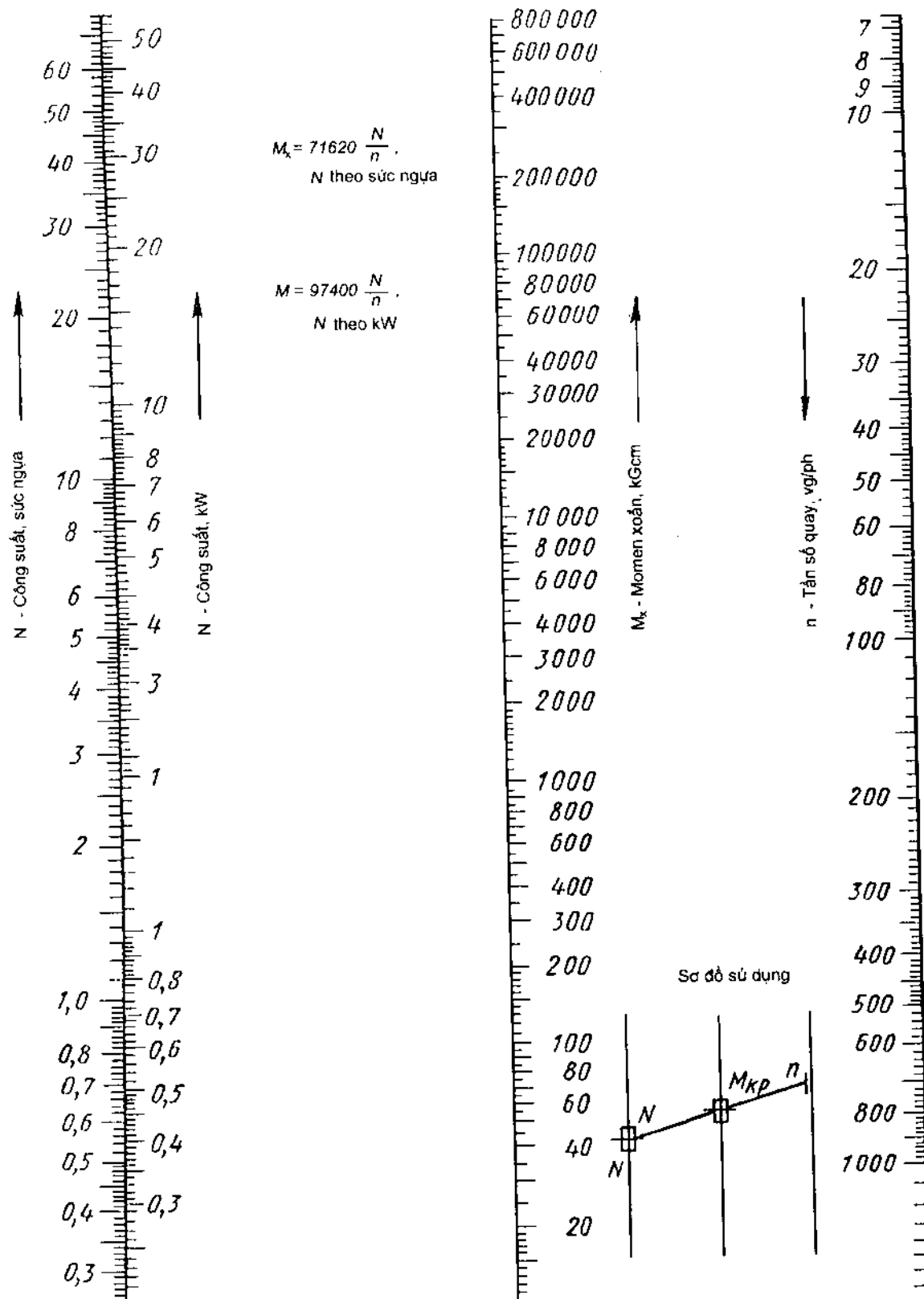


Hình 1.5. Đồ thị xác định hệ số K_θ

Khi kiểm tra độ cứng vững của trục theo góc xoắn φ , có thể lấy góc xoắn cho phép $[\varphi] = (4 \div 8,8) \cdot 10^{-3}$ rad ($0,25 \div 0,5^\circ$) trên 1 m chiều dài trục, sử dụng công thức:

$$d \geq (10,5 \div 12,5) \sqrt[4]{\frac{N}{n}} \quad (8)$$

trong đó d tính theo cm; N theo kW và n theo vg/ph.



Hình 1.6. Biểu đồ xác định momen xoắn (kg-cm) theo công suất và tần số quay.

2.2.3. Xác định momen xoắn M_x

Momen xoắn tính toán là momen lớn nhất tác dụng trong thời gian dài. Momen xoắn tính toán trên trục được xác định theo công thức:

$$M_x = 97400 \frac{N_{dc} \eta}{n} \quad (9)$$

trong đó N_{dc} - công suất động cơ, kW;

η - tích số của các hiệu suất các chi tiết như ổ trục, bánh răng ... trong phần xích động học từ động cơ đến trục tính toán;

n - tần số quay của trục tính toán, vg/ph.

Biểu đồ trên hình 1.6 cho phép xác định momen xoắn theo công suất và tần số quay của trục.

2.2.4. Xác định tải trọng trên trục

Tải trọng tính toán là tải trọng lớn nhất tác dụng trong thời gian dài. Tải trọng tính toán được xác định:

- Theo công suất (thường được cho trên đầu vào hoặc đầu ra của hộp truyền động), hiệu suất và tốc độ;

- Theo momen hoặc các lực (thường được cho trên đầu vào hoặc đầu ra), tỷ số truyền động và hiệu suất.

Tần số quay tính toán của trục, vg.ph, được chọn tương ứng với tần số quay của trục chính n_{tc} hoặc trục ra của hộp tốc độ, tại đó có momen được truyền là lớn nhất (thường lấy tần số quay nhỏ nhất đối với trục chính có nhiều cấp tốc độ).

Lực vòng trên bánh răng hoặc bánh xích:

$$P = \frac{2M_x}{d}$$

trong đó M_x - mômen xoắn; d - đường kính chia của bánh răng hoặc bánh xích.

Tải trọng trên trục của bộ truyền xích được lấy gần đúng song song với nhánh xích chủ động và bằng lực vòng nhân với hệ số phụ thuộc vào vị trí của bộ truyền (đối với bộ truyền nằm ngang, hệ số bằng 1,15; đối với bộ truyền thẳng đứng - 1,05).

Tải trọng trên trục của bộ truyền đai khi tính toán về mỏi được lấy gần đúng theo hướng dọc theo đường tâm của các bánh đai và được xác định theo công thức:

$$Q = 2\sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2}$$

trong đó σ_0 - sức căng ban đầu, thường được lấy đối với bộ truyền đai phẳng là 18kG/cm², còn đối với bộ truyền đai thang 12 ÷ 15 kG/cm²;

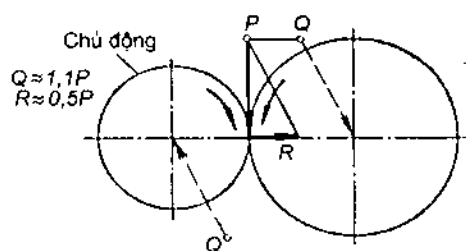
F - diện tích mặt cắt ngang của đai truyền, cm² ;

α - góc ôm của đai trên bánh đai, độ.

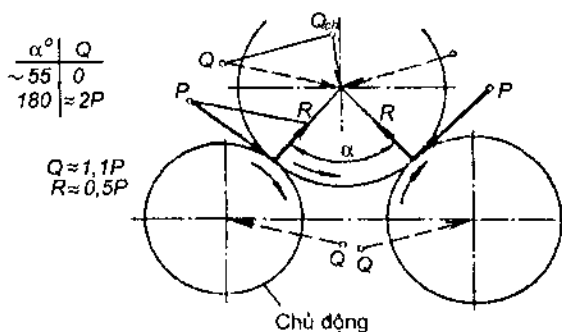
Vì sức căng ban đầu khi kéo quá tải lớn hơn sức căng bình thường 1,5 lần nên tải trọng lớn nhất tác dụng lên trục có thể được xác định theo công thức:

$$Q_{\max} = 3\sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2}$$

Sơ đồ biểu thị lực tác dụng lên trục và ổ trục theo lực vòng đã cho khi trục lắp các bộ truyền bánh răng có góc ăn khớp $\alpha = 20^\circ$, góc ma sát giữa các mặt răng $\rho = 5 \div 6^\circ$ được giới thiệu trên các hình 1-7 đến 1-10.

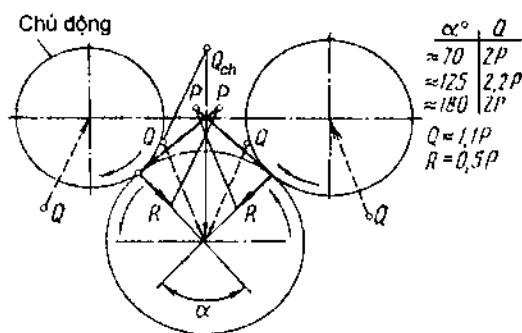


Hình 1-7. Truyền động với hai bánh răng ăn khớp

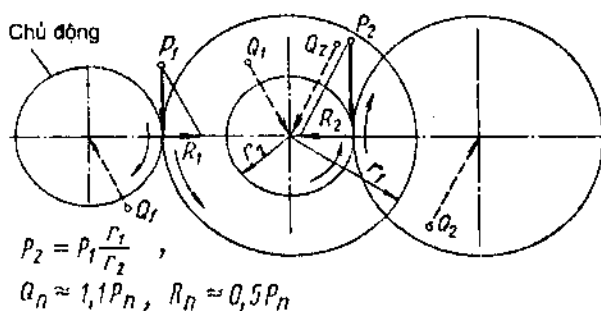


Hình 1-8. Truyền động với ba bánh răng ăn khớp

Nếu các tải trọng tác dụng lên trục không nằm trong một mặt phẳng thì chúng được phân tích theo hai mặt phẳng toạ độ vuông góc với nhau và phải xác định phản lực ổ trục và momen uốn sau đó lấy tổng hình học cho mỗi mặt phẳng.



Hình 1-9. Truyền động với ba bánh răng ăn khớp.



Hình 1-10. Truyền động với hai cặp bánh răng ăn khớp.

Để đơn giản cho tính toán, thường chọn các mặt phẳng toạ độ. Trở lại các hình 1-7 đến 1-10, nếu các lực vòng tác dụng lên các bánh răng chủ động và bị động song song hoặc vuông góc với nhau thì các trục toạ độ nên hướng dọc theo hướng tác dụng của các lực này. Khi làm

trùng nhau giữa các lực và các trục tọa độ, sai lệch độ song song hoặc độ vuông góc trong giới hạn $10 \div 15''$ có thể được bỏ qua. Cũng cho phép làm trùng các lực trong một mặt phẳng nếu góc giữa chúng không lớn hơn $30''$.

2.2.5. Xác định các phản lực ổ trục và momen uốn

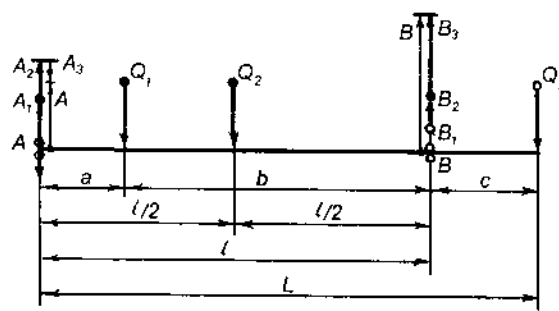
Trong tính toán phản lực ổ trục và momen uốn, trục được mô hình hoá là một dầm đặt trên các gối tựa kiểu khớp bán lề. Sơ đồ tính toán này chỉ tương ứng một cách chính xác cho các trục được lắp với ổ lăn, mỗi ổ trục có thể có một hoặc hai ổ lăn. Ổ trục lắp hai ổ lăn phải có tính tự điều chỉnh, ví dụ, khi lắp hai ổ côn cho một ổ trục thì đỉnh của các côn lăn côn phải ngược chiều nhau.

Cũng có thể sử dụng sơ đồ tính toán trên cho các tính toán gần đúng đối với trục được lắp với các loại ổ trục khác. Khi ổ trục là loại ổ trượt dài, không tự điều chỉnh được, bố trí tại các đầu trục thì phản lực tổng hợp của các ổ trục được giả thiết là đặt tại điểm cách mặt mút ngoài của ổ trượt một khoảng bằng $1/3 \div 1/4$ chiều dài của ổ trượt.

Khi tính toán trục quay trong các ổ trượt dài ($\frac{l}{d} \approx 3$), sơ đồ tính toán có thể được giả thiết gần đúng là sơ đồ của một dầm bị ngàm cứng cả hai đầu.

Bảng 1.8 và hình 1-11 giới thiệu các công thức xác định phản lực tại các ổ trục và momen uốn M_u của các trục có hai ổ trục với các tải trọng và phản lực được bố trí như trên sơ đồ.

Bảng 1.8. Xác định phản lực tại các ổ trục

 1. $A = A_1 + A_2 + A_3$; $B = B_1 + B_2 + B_3$ (tổng đại số) 2. Nếu lực tác dụng Q_n có chiều ngược với chiều chỉ dẫn trên hình bên thì các phản lực ổ trục A_n và B_n sẽ thay đổi dấu ngược lại. 3. $Q_n = A_n + B_n$ (để kiểm tra)						
Lực tác dụng	Q_1		Q_2		Q_3	
Phản lực ổ trục	$+A_1$	$+B_1$	$+A_2$	$+B_2$	$+A_3$	$+B_3$
Công thức	$\frac{b}{l} Q_1$	$\frac{a}{l} Q_1$	$A_2 = B_2 = \frac{Q_2}{2}$		$\frac{C}{L} Q_3$	$\frac{L}{l} Q_3$

Đường kính trục có thể được xác định theo bảng 1-9, khi hết các momen uốn và momen xoắn.

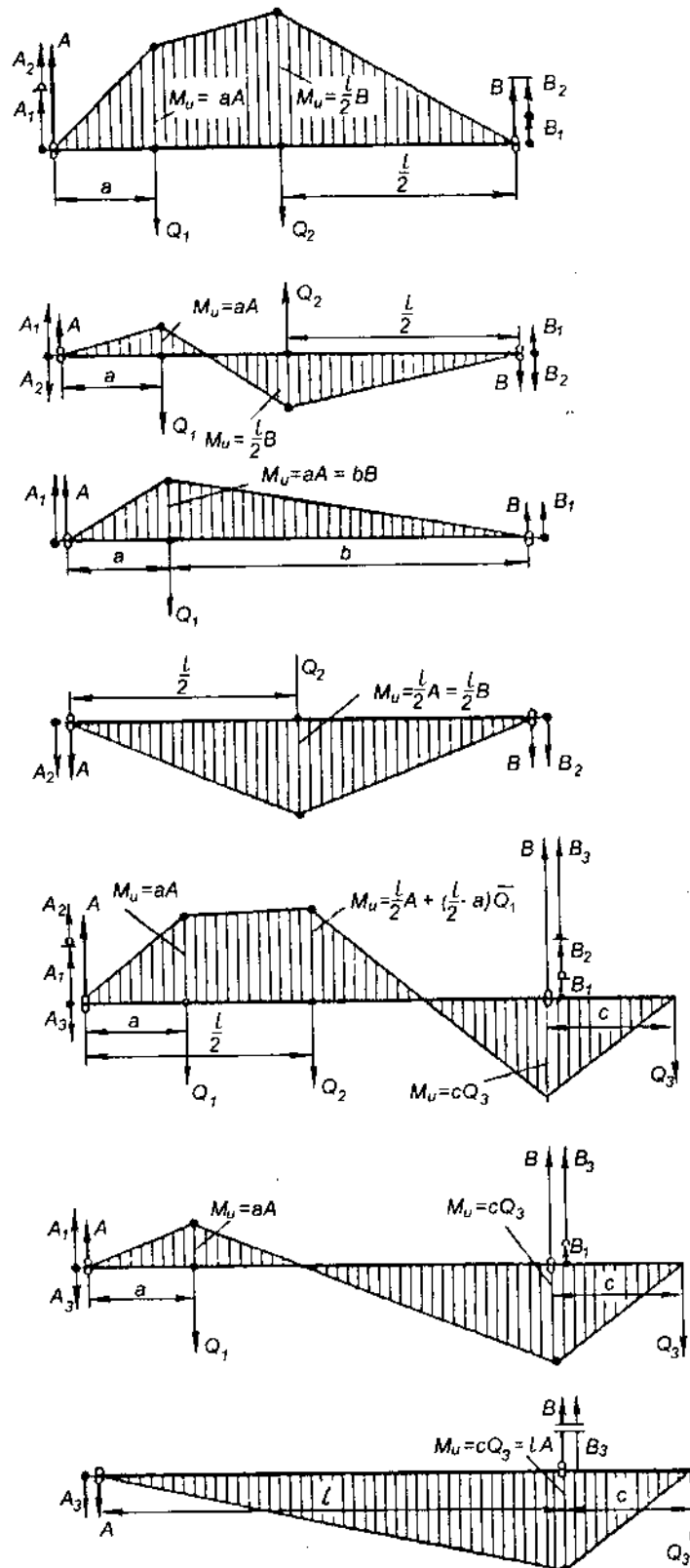
Bảng 1.9 được xác lập theo công thức:

$$[\sigma_u] \geq \frac{M_u^2 + 0,45M_s^2}{W}$$

Ứng suất uốn cho phép $[\sigma_u]$ được lấy theo bảng 1.7, có tính đến ứng suất tập trung lớn nhất. Vật liệu: thép 40Cr tôi cải thiện, đối với thép C45 các giá trị trong bảng được nhân với hệ số 0,94; đối với thép tôi 40Cr và 40CrNi các giá trị của bảng được nhân với hệ số 1,25.

2.2.6. Vật liệu chế tạo trục truyền

Vật liệu chế tạo trục truyền thường là các loại thép kết cấu C40, C45 hoặc thép hợp kim 40Cr. Trong trường hợp đặc biệt quan trọng để truyền tải trọng lớn có thể dùng thép crôm - mangan như 35CrMnV, 40CrMnTiBo và thép crôm-niken 40CrNi; 45CrNi, 30CrNi3A được tôi bằng dòng điện tần số cao tại các bề mặt lắp ghép với ổ trục và các bề mặt làm việc chịu mài mòn. Đối với các trục làm việc với tốc độ cao, lắp với ổ trượt và yêu cầu có độ cứng bề mặt làm việc của trục cao, có thể dùng các loại thép 20Cr, 18CrMn, 12CrNi2, 12CrNi3A được thấm cacbon và tôi.



Hình 1.11. Xác định phản lực tại các gối tựa và các momen uốn của trục có hai ổ trục với các tải trọng đã cho.

Bảng 1.9. Đường kính trục d theo tính toán về mỗi khi chịu tải tác dụng đồng thời của các momen uốn và xoắn

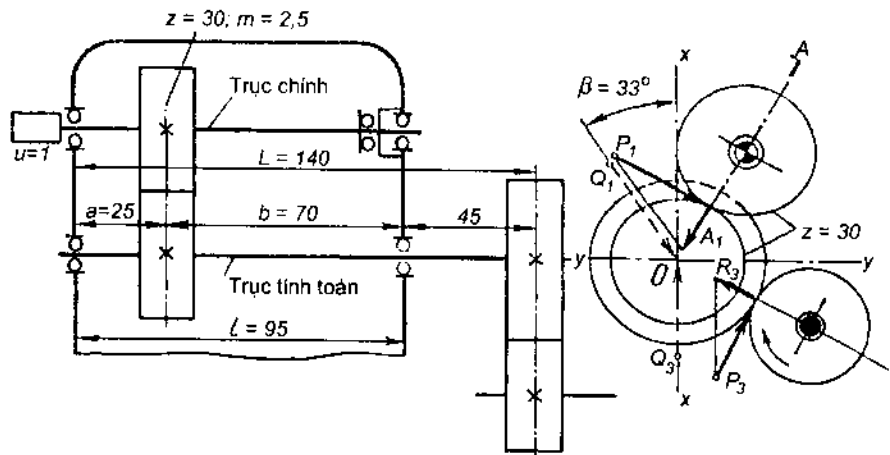
d, mm	Momen uốn cho phép, kGm khi M_x/M_y												
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
17	4,62	4,19	3,67	3,12	2,64	2,26	1,97	1,73	1,54	1,39	1,26	1,16	1,07
20	7,2	6,82	5,98	5,07	4,30	3,69	3,20	2,82	2,51	2,26	2,06	1,88	1,74
22	9,68	9,08	7,96	6,75	5,73	4,91	4,26	3,75	3,35	3,01	2,74	2,51	2,31
25	14,1	13,3	11,7	9,91	8,40	7,20	6,26	5,51	4,91	4,42	4,02	3,68	3,39
28	19,8	18,7	16,4	13,9	11,8	10,1	8,79	7,74	6,90	6,21	5,65	5,17	4,76
30	24,3	23,0	20,2	17,1	14,5	12,4	10,8	9,52	8,48	7,64	6,94	6,36	5,86
32	2738	26,4	23,1	19,6	16,6	14,3	12,4	10,9	9,72	8,76	7,96	7,28	6,7
35	36,4	34,5	30,3	25,7	21,8	18,7	16,2	14,3	12,7	11,5	10,4	9,53	8,79
40	54,4	51,6	45,2	38,3	32,5	27,8	24,2	21,3	19,0	17,1	15,5	14,2	13,1
42	63,0	59,7	52,3	44,4	37,6	32,2	28,0	24,7	22,0	19,8	18,0	16,5	15,2
45	77,5	73,4	64,3	54,6	46,3	39,7	34,5	30,3	27,0	24,4	22,1	20,3	18,7
50	106	101	88,2	74,8	63,5	54,4	47,3	41,6	37,1	33,4	30,3	27,8	25,6
52	112	107	93,4	79,3	67,2	57,6	50,1	44,1	39,3	35,4	32,1	29,4	27,1
55	133	126	110	93,8	79,6	68,1	59,2	52,1	46,5	41,8	38,0	34,8	32,1
60	173	164	143	122	103	88,5	76,9	67,7	60,3	54,3	49,4	45,2	41,7
62	191	181	153	134	114	97,6	84,9	74,7	66,6	60,0	54,5	49,9	46,0
65	220	208	182	155	131	112	97,8	86,1	76,7	69,1	62,8	57,5	53,0
70	274	260	228	193	164	140	122	107	95,8	86,3	78,4	71,8	66,2
72	299	283	248	210	178	153	133	117	104	93,9	85,3	78,1	72,0
75	337	320	280	238	202	173	150	132	118	106	96,4	88,3	81,4
80	410	388	340	289	245	210	182	160	143	129	117	107	98,8
85	491	466	408	346	294	252	219	192	171	154	140	128	118
90	583	553	484	411	349	299	259	228	204	183	167	152	141
95	686	650	570	483	410	351	305	269	239	216	196	179	165
100	800	758	664	564	478	410	356	313	279	252	229	209	193

Ví dụ tính toán

Tính toán trục được cho trên sơ đồ hình 1.12 với momen tác dụng trên trục ra $M_{xr} = 16200 \text{ kGmm}$.

Các ký hiệu được sử dụng: M_x - momen xoắn trên trục tính toán, kGmm; M_{xr} - momen xoắn trên trục ra, kGmm; η - hiệu suất của bộ phận truyền động tính toán (các ổ trục và

bánh răng trên trục ra); β - góc giữa phương tác dụng của lực và trục x ; các ký hiệu còn lại được giải thích trong lời giải của ví dụ (bảng 1.10).



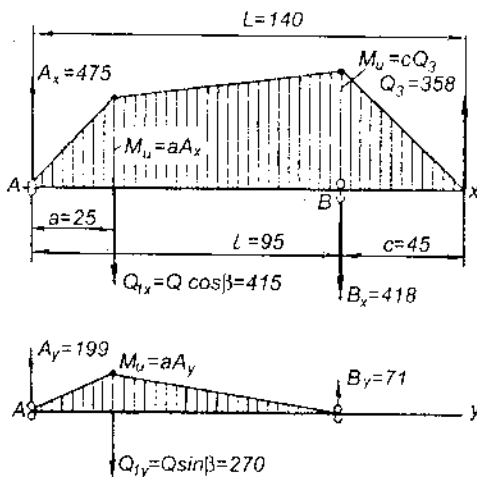
Hình 1-12. Sơ đồ truyền động cho ví dụ tính toán

Bảng 1.10. Lời giải của ví dụ

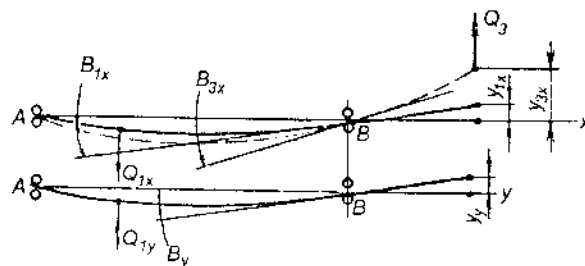
Thông số được xác định		Công thức tính toán	Kết quả tính toán
Momen xoắn có tính đến hiệu suất η		$M_x = \frac{M_{xT} U}{\eta}$	$\eta = 0,96;$ $M_x = \frac{16200 \cdot 1}{0,96} = 16900 \text{ kG} \cdot \text{mm}$
Lực vòng		$P = \frac{2M_x}{D}$	$P_1 = \frac{2 \cdot 16900}{75} = 450 \text{ kG};$ $P_3 = \frac{2 \cdot 16900}{104} = 325 \text{ kG}$
Lực tác dụng lên trục và ổ trục		$Q \approx 1,1P$	$Q_1 = 1,1 \cdot 450 = 495 \text{ kG};$ $Q_3 = 1,1 \cdot 325 = 358 \text{ kG}$
Phản lực trên các ổ trục trong các mặt phẳng x, y có tính đến dấu (hình 1.13)	Ổ A	$A_x = \frac{b}{l} Q_1 \cos \beta + \frac{c}{l} Q_3$	$A_x = + \frac{70}{95} 495,0,839 +$ $+ \frac{45}{95} 358 = 475 \text{ kG}$
		$A_y = \frac{b}{l} Q_1 \sin \beta$	$A_y = + \frac{70}{95} 495,0,545 = 199 \text{ kG}$
	Ổ B	$B_x = \frac{a}{l} Q_1 \cos \beta + \frac{l}{l} Q_3$	$B_x = + \frac{25}{95} 495,0,839 -$ $- \frac{140}{95} 358 = -418 \text{ kG}$
		$B_y = \frac{a}{l} Q_1 \sin \beta$	$B_y = + \frac{25}{95} 495,0,545 = 71 \text{ kG}$
Phản lực toàn phần	Ổ A	$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$	$A = \sqrt{475^2 + 199^2} = 515 \text{ kG}$
	Ổ B	$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$	$B = \sqrt{418^2 + 71^2} = 422 \text{ kG}$
Momen uốn tại tiết diện nguy hiểm (hình 1.13)	Mặt phẳng x, y	Xem sơ đồ (hình 1.12)	Tiết diện nguy hiểm ở ổ trục B
	Tổng	$M_u = \sqrt{M_{ux}^2 + M_{uy}^2}$	$M_u = M_{ux} = 45,358 = 16100 \text{ kG} \cdot \text{mm}$
Tỷ số $\frac{M_x}{M_u}$ tại tiết diện nguy hiểm		$\frac{M_x}{M_u}$	$\frac{16900}{16100} = 1,05$
Đường kính trục (theo M_u , kGm và M_x/M_u)		Theo bảng 1.9	$d = 30 \text{ mm}$
Góc nghiêng đường đàn hồi trong mặt cắt (tiết diện) tính toán trong mặt phẳng x	Riêng cho mỗi lực	$\theta_{nx} = \frac{Q_{nx} l^2}{10^6 d^4} K_0$ l và d, cm	$\theta_{3x} = \frac{358,90}{10^6 81} \cdot 1,7 = 0,00068 \text{ rad}$ $\theta_{1x} = \frac{415,90}{10^6 81} \cdot 0,4 = 0,00018 \text{ rad}$
	Tổng	$\theta_x = \sum \theta_{nx}$	$\theta_x = 0,00068 + 0,00018 =$ $= 0,00086 \text{ rad}$
Góc nghiêng đường đàn hồi trong mặt cắt (tiết diện) tính toán trong mặt phẳng y (hình 1.14)		$\theta_{ny} = \frac{Q_{ny} l^2}{10^6 d^4} K_0$ $\theta_y = \sum \theta_{ny}$	$\theta_{1y} = \frac{270,90}{10^6 81} \cdot 0,4 = 0,00012 \text{ rad}$ $\theta_y = \theta_{1y} = 0,00012 \text{ rad}$
Góc nghiêng đường đàn hồi trong mặt cắt (tiết diện) tính toán		$\theta = \sqrt{\theta_x^2 + \theta_y^2}$	$\theta = 10^{-5} \sqrt{86^2 + 12^2} = 0,00087$

Tiếp bảng 1.10

Thông số được xác định		Công thức tính toán	Kết quả tính toán
Độ võng trong mặt cắt (tiết diện) tính toán trong mặt phẳng x	Riêng cho mỗi lực	$y_{nx} = \frac{Q_{nx} l^3}{10^6 d^4} K_y$ l và d, cm	$y_{3x} = \frac{358,856}{10^6 81} \cdot 12 = 0,0045 \text{ cm};$ $y_{1x} = \text{ctg} \theta_{1x} = 4,5 \cdot 0,00018 = 0,0008 \text{ cm}$
	Tổng	$y_x = \sum y_{nx}$	$y_x = 0,0045 + 0,0008 = 0,0053 \text{ cm}$
Độ võng trong mặt cắt (tiết diện) tính toán trong mặt phẳng y (hình 1.14)		$y_{ny} = \frac{Q_{ny} l^3}{10^6 d^4} K_y$	
		$y_y = \sum y_{ny}$	$y_y = \text{ctg} \theta_y = 4,5 \cdot 0,00012 = 0,0005 \text{ cm}$
Độ vòng trong tiết diện tính toán		$y = \sqrt{y_x^2 + y_y^2}$	$y = 10^{-4} \sqrt{53^2 + 5^2} \approx 0,0053 \text{ cm}$
Trị số cho phép	θ trong biểu đồ	0,001	0,0087 rad
	$y_{\max}$, cm	$0,0001 : 0,0005 = \frac{y_{\max}}{l}$ $y_{\max} = (0,01 + 0,03) \text{ m};$ m - môđun, cm	$0,0053 : 9,5 = 0,00056;$ $y_{\max} = 0,03 \cdot 0,25 = 0,0075;$ thực tế 0,0053
Kết luận: Theo độ cứng vững của trục, cho phép đường kính trục $d = 30 \text{ mm}$. Để bảo đảm điều kiện làm việc tốt nhất của ổ trục và các bánh răng nên chọn $d = 32 \text{ mm}$.			



Hình 1.13. Biểu đồ momen uốn M_u



Hình 1.14. Sơ đồ đường đàn hồi của trục

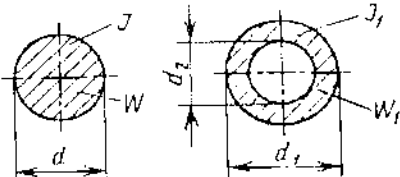
2.3. Kết cấu của trục

Để giảm khối lượng trục và nâng cao độ cứng vững với cùng một độ bền đã cho hoặc tính toán, có thể sử dụng trục rỗng bởi vì thổ vật liệu bên trong của trục chịu tải trọng xoắn và tải trọng uốn nhỏ. Điều này được giới thiệu trong bảng 1.11.

Trục có mặt bích và các đường kính rất khác nhau tại các đoạn trục thường được chế

tạo bằng phương pháp hàn trực trơn (không có bậc) với các phôi mặt bích, vòng (gờ). Các trục dài không chịu tải hoặc chịu tải nhỏ có thể được chế tạo rỗng từ phôi ống hàn với các phần đầu trục (hình 1.15).

Bảng 1.11. So sánh giữa các trục đặc và rỗng có tiết diện khác nhau về đường kính ngoài (d, d_1), momen quán tính (J, J_1), momen cản (W, W_1) và khối lượng (diện tích tiết diện F, F_1).



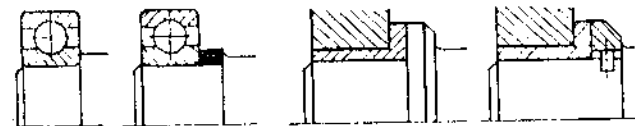
$\frac{J_1}{J}$ và $\frac{W_1}{W}$ - các giá trị tương đối của momen quán tính và momen cản của tiết diện trục rỗng khi uốn cũng như xoắn.

$\frac{d_2}{d_1}$	Khi đường kính ngoài các trục bằng nhau $d_1=d$		Khi khối lượng các trục bằng nhau hoặc diện tích các tiết diện bằng nhau $F=F_1$			Khi độ bền của các trục bằng nhau $W_1=W$		Khi độ cứng vững của các trục bằng nhau $J_1=J$		
	$\frac{J_1}{J} = \frac{W_1}{W}$	Độ giảm khối lượng %	$\frac{d_1}{d}$	$\frac{J_1}{J}$	$\frac{W_1}{W}$	$\frac{d_1}{d} = \frac{J_1}{J}$	Độ giảm khối lượng %	$\frac{d_1}{d}$	$\frac{W_1}{W}$	Độ giảm khối lượng %
0,1	1,000	1	1,01	1,020	1,015	1,000	1	1,00	1,000	1
0,2	0,998	4	1,02	1,083	1,061	1,001	4	1,00	1,000	4
0,3	0,992	9	1,05	1,198	1,142	1,003	9	1,00	0,998	9
0,4	0,974	16	1,09	1,381	1,265	1,009	14	1,01	0,994	15
0,5	0,938	25	1,15	1,667	1,443	1,021	22	1,02	0,984	23
0,6	0,870	36	1,25	2,13	1,70	1,047	30	1,04	0,966	31
0,7	0,760	49	1,40	2,92	2,09	1,097	39	1,07	0,934	41
0,8	0,590	64	1,67	4,56	2,73	1,192	49	1,14	0,877	53
0,9	0,344	81	2,29	9,53	4,15	1,427	63	1,31	0,766	68

Nâng cao độ bền mỗi của các trục (và trục tâm) có thể được thực hiện bằng cách giảm ứng suất tập trung tại các bề mặt chuyển tiếp giữa các bậc trục. Bán kính lượn tại các bề mặt chuyển tiếp càng lớn hoặc sự chuyển tiếp giữa các bậc càng đều đặn (hình 1.16) thì ứng suất tập trung càng nhỏ.



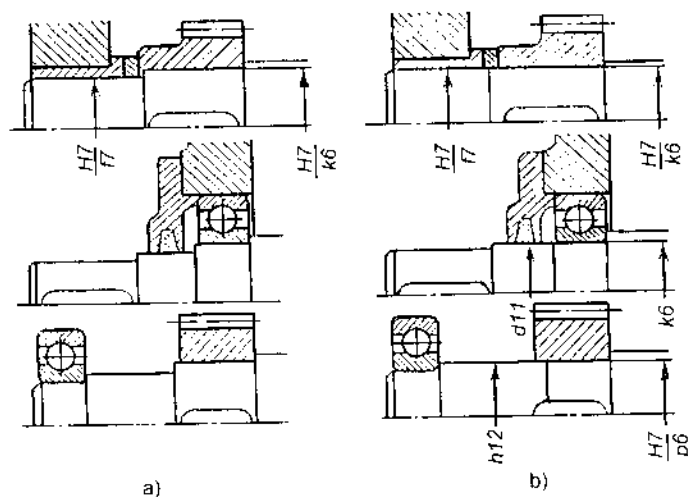
Hình 1.15. Trục rỗng chế tạo từ ống được hàn với các đầu trục



Hình 1.16. Các kết cấu để tránh làm các bậc chuyển tiếp trên trục

Kết cấu của các trục có tính công nghệ cao thì số lượng các bạc và vai trục phải nhỏ cũng như chiều cao của bạc và vai trục nhỏ.

Hình 1.17 giới thiệu các kết cấu sử dụng vòng chặn để giảm chiều cao của bạc và vai trục.



Hình 1.17. Các kết cấu sử dụng vòng chặn để giảm chiều cao của bạc.

Chương 2

Ổ TRƯỢT

Ổ trượt bao gồm ổ trượt và ổ lăn.

1. Ổ TRƯỢT

1.1. Các dạng ma sát chính của ổ trượt

Khác với ổ lăn, ma sát trong các ổ trượt là ma sát trượt. Thường có bốn dạng ma sát chính: ma sát khô (không có dầu bôi trơn), ma sát nửa khô, ma sát nửa ướt và ma sát ướt.

Ma sát khô không có dầu bôi trơn giữa các bề mặt đối tiếp của cặp ma sát, trên thực tế, không được sử dụng. Sự xuất hiện ma sát khô sẽ dẫn đến hư hỏng máy và thiết bị.

Ma sát nửa khô xuất hiện trong các cặp ma sát có chế độ làm việc không xác lập, việc bôi trơn rất khó khăn hoặc không đạt được điều kiện bôi trơn. Hệ số ma sát trong bôi trơn nửa khô và khô là $0,1 + 0,5$. Ma sát nửa khô rất ít được sử dụng.

Ma sát nửa ướt thường xuất hiện trong phần lớn các ổ trượt trong đó một bộ phận lớn của cặp bề mặt ma sát được cách ly nhau bằng một lớp dầu nhưng cũng có những bộ phận của các bề mặt tiếp xúc với nhau. Hệ số ma sát trong ma sát nửa ướt dao động trong khoảng $0,008 + 0,08$.

Ma sát ướt xuất hiện trong các ổ trượt trong đó ngừng trượt quay được nâng lên khỏi bề mặt tựa và ma sát chỉ diễn ra giữa các lớp dầu bôi trơn. Hệ số ma sát $0,001 + 0,008$. Làm việc trong điều kiện bôi trơn ma sát ướt rất thích hợp đối với các ổ trượt có tốc độ cao và tải trọng tác dụng tương đối nhỏ, chẳng hạn như các ổ trục của trục chính máy mài.

Giảm tốc độ trượt, tăng tải trọng và nhiệt độ của ổ trượt, có thể dẫn đến phá hỏng chế độ ma sát ướt và chuyển sang chế độ làm việc ma sát nửa ướt và thậm chí là ma sát nửa khô.

1.2. Ổ trượt kim loại

1.2.1. Tính toán gần đúng ổ trượt đỡ

Đặc trưng cho sự mòn và nung nóng của ổ trượt là áp lực riêng p và đại lượng $p \cdot v$

$$p = \frac{P}{d \cdot l} \leq [p]$$

$$p \cdot v \leq [p \cdot v]$$

trong đó P - lực tác dụng lên ổ; kG; d và l - đường kính và chiều dài của ổ trượt, cm; v - tốc độ vòng trên ngừng trượt, m/s.

$$v = \frac{\pi d n}{60 \cdot 1000}$$

trong đó d - đường kính ổ trượt, mm; n - tần số quay của trục, vg/ph.

Trị số [p] và [pv] được giới thiệu trong bảng 2.1

Bảng 2.1. [p] và [pv] cho tính toán ổ trượt sơ bộ

Cơ cấu máy	[p] kG/cm ²	[pv] KGm/cm ² .s	Cơ cấu máy	[p] kG/cm ²	[pv] KGm/cm ² .s
Hộp giảm tốc bánh răng và trục vít	10-30	60-120	Truyền động hở tốc độ thấp	10 - 40	30 - 60
Băng tải, vít tải, băng lán	20 - 100	40-100	Truyền động lò quay, tang sấy v.v...	40 - 150	60 - 150

[p] phụ thuộc vào tốc độ vòng. Khi tốc độ vòng càng cao thì áp lực riêng cho phép giảm. Chẳng hạn đối với ổ trượt bằng gang xám khi $v = 0,5\text{m/s}$ thì $[p] = 40\text{kG/cm}^2$; $v = 1\text{m/s}$ thì $[p] = 20\text{kG/cm}^2$ và $v = 2\text{ m/s}$ thì $[p] = 1\text{kG/cm}^2$.

Momen ma sát trên ngồng trục:

$$M_{ms} = 0,5 fPd = 0,5fp/d^2$$

Tổn hao công suất do ma sát trong ổ trượt và lượng toả nhiệt tương ứng

$$A = \frac{M_{ms}\omega}{102}, \text{ kW} = 2,34.10^{-3} fPv \text{ kcal/s}$$

trong đó M_{ms} tính theo kGm; P tính theo kG; ω tính theo rad/s và v tính theo m/s.

Hệ số ma sát f khi bôi trơn không đầy đủ đối với:

+ Thép - gang và chất dẻo $0,15 \div 0,20$

+ Thép - gang chịu ma sát, đồng bronze $0,10 \div 0,15$

+ Thép - babit $0,06 \div 0,10$

Các tính toán về tổn hao công suất do ma sát và lượng toả nhiệt thường được dùng cho ổ trượt có áp lực riêng rất lớn của các máy công cụ hạng nặng (ví dụ, ở trục chính máy tiện gia công các chi tiết có khối lượng rất lớn,...).

Trong các máy công cụ hiện đại, tốc độ vòng trên ngồng trục có thể đạt tới 12m/s. Áp lực riêng p tại các ổ trục và ổ trục chính có tần số quay trung bình thường không vượt quá 30kG/cm^2 , tại các ổ trục quay chậm (nhỏ hơn 1 m/s) áp lực riêng có thể đạt tới 100kG/cm^2

Chế độ làm việc cho phép của ổ trượt được chế tạo từ các loại kim loại và hợp kim khác nhau được giới thiệu trong bảng 2.2. Các giá trị cho trong bảng được quy định theo thực tế và trong các trường hợp phổ biến.

Khi tải trọng tại các mép ổ cao hoặc không đạt được điều kiện bôi trơn qui định thì các giá trị đã cho cần được giảm đi, còn khi điều kiện bôi trơn tốt và tải trọng tại các mép ổ nhỏ thì giá trị pv được chọn cao hơn.

Bảng 2.8. Chế độ làm việc cho phép của ổ trượt

Vật liệu làm máng lót hoặc ổ lót	Ngõng trục được tôi		Ngõng trục không tôi	
	pV kGm/cm ² s đến	v m/s đến	pV kGm/cm ² s đến	v m/s đến
Đồng brông thiếc BCuSn10P1	100	8	60	5
Đồng brông BCuSn5Zn7Pb12, BCuSn6Zn6Pb3	80	6	50	4
Đồng brông BCuAl9Fe4	75 - 100	5	-	-
Đồng brông BCuPb30	100	10	-	-
Hợp kim kẽm ZnAl10Mg5	90 - 100	2,5	40	2,5
Babít (tương đương B16, B16H của Nga)	150	10	100	6
Đồng latông				
LCu58Mn2Sn2Pb2,				
LCu66Al6Fe3Mn2	100	1,0	80	1,0
LCu80Si3Pb3	100	2,0	80	1,5
LCu52Mn4Fe1	60	2,0	40	1,5
Gang chịu ma sát (tương đương với loại A4C.1, A4C.2 của Nga)	15	4,0	10	2,5

Nhiệt độ ổ trượt phụ thuộc vào đại lượng v^2/Δ , ở đây Δ - khe hở hướng kính giữa ngõng trục và máng lót. Để đơn giản cho tính toán, khe hở Δ được xác định ở giữa chiều dài ngõng trục. Đối với ổ trục chính độ chính xác bình thường $\Delta = 0,015 + 0,020$ mm. Đối với các ổ trục chính xác cao khe hở Δ sẽ nhỏ hơn một chút. Đồ thị trên hình 2.1 cho phép xác định nhiệt độ của ổ trượt phụ thuộc vào đại lượng v^2/Δ và loại dầu bôi trơn. Đồ thị được xây dựng trên cơ sở hệ số toả nhiệt K trên một đơn vị diện tích của ngõng trục. Đối với ổ trượt được bố trí trong hộp tốc độ và được thổi gió bằng bánh đai hoặc mâm cặp lấy $K = 20 \cdot 10^{-6}$ kcal/cm².s.°C; đối với các ổ trượt được bố trí riêng $K = 7 \cdot 10^{-6}$ kcal/cm².s.°C.

Nhiệt độ làm việc của ổ trượt không được vượt quá 75°C.

Đối với các ổ trượt được bôi trơn cưỡng bức (ví dụ như trong các máy mài) cần tính toán sự toả nhiệt trong dầu.

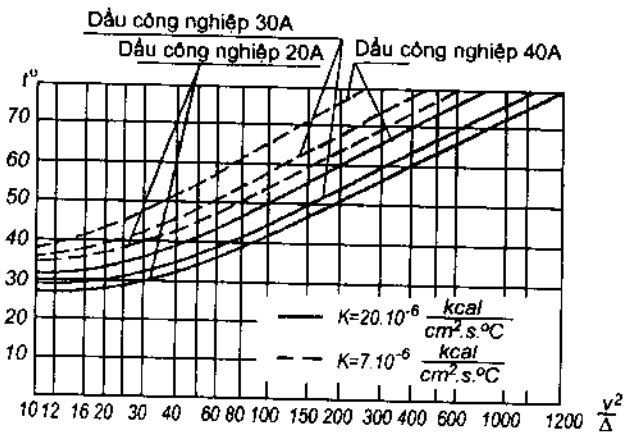
Kích thước kết cấu của máng lót ổ trượt (hình 2.2) bằng đồng brông, đồng latông hoặc gang được xác định sơ bộ như sau:

$$H \approx (1,1 + 1,3)S_1 + 5 \text{ mm}; h \approx 0,5H;$$

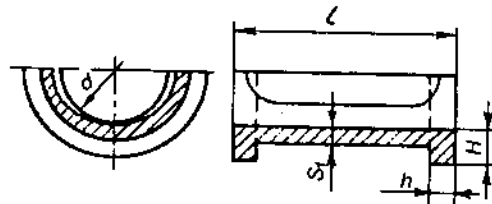
$$S_1 \approx 5 \text{ mm đối với } d = 35 \div 60 \text{ mm}$$

$$S_1 \approx 7,5 \text{ mm đối với } d = 65 \div 110 \text{ mm}$$

$$S_1 \approx 10 \text{ mm đối với } d = 120 \div 200 \text{ mm}$$



Hình 2.1. Đồ thị xác định nhiệt độ của ổ trượt phụ thuộc vào v^2/Δ và dầu bôi trơn.



Hình 2.2. Kích thước kết cấu của máng lót ổ trượt

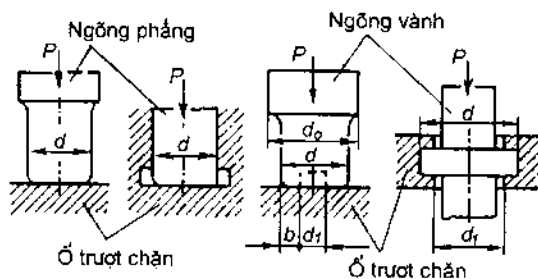
Nên chọn $l/d \geq 1$. Trong thực tế $l/d = 0,5 \div 1,5$. Khi tăng d thì tỷ số l/d sẽ giảm; chiều dài ngồng trục càng lớn thì sự phân bố tải trọng theo chiều dài của máng lót càng không đều và sự mòn cục bộ của máng lót sẽ tăng lên tại các mép ổ. Ổ trượt có $l/d > 1$ có thể được dùng để tăng độ cứng vững của trục cũng như trong các ổ trượt thẳng đứng, ở đó áp lực ở mép ổ do sự uốn trục gây ra thường ít nguy hiểm hơn.

Trong thực tế, giá trị l/d thường được chọn sơ bộ như sau: trong cơ cấu nâng $l/d = 1,2 \div 2$, trong máy gia công kim loại $l/d = 1,1 \div 2$, và trong hộp giảm tốc $l/d = 0,8 \div 1,2$.

1.2.2. Tính toán ổ trượt chặn

Sơ đồ của các loại ổ trượt chặn được giới thiệu trên hình 2.3.

Ổ trượt chặn chịu tác dụng của lực dọc trục. Thường có hai dạng kết cấu của ổ trượt chặn: loại có ngồng trục chịu tải trên toàn mặt mút phẳng của ngồng trục - ngồng phẳng, và loại có ngồng trục chịu tải trên mặt phẳng hình vành khăn của ngồng trục - ngồng vành. Tính toán ổ trượt kiểu ngồng phẳng và ngồng vành về mặt khả năng chịu tải nhằm xác định lực dọc trục cho phép P , ứng với đường kính ngồng trục d đã lựa chọn và vật liệu của cặp ma sát.



Hình 2.3. Ổ trượt chặn

a) Đối với ngồng phẳng

$$P \leq \frac{\pi d^2}{4} p \cdot \varphi$$

trong đó p - áp lực riêng, kG/cm^2 , được lựa chọn theo vật liệu của cặp ma sát:

Vật liệu cặp ma sát	$p, \text{kG/cm}^2$
Thép - gang	$20 \div 25$
Thép - đồng brông	$40 \div 60$
Thép tôi - đồng brông	$75 \div 80$
Thép tôi - thép	$120 \div 150$
Thép tôi - babít	$50 \div 70$

φ - hệ số tính đến độ giảm bề mặt làm việc của ngồng trục do có rãnh dầu bôi trơn; $\varphi = 0,9 \div 0,95$.

Bên cạnh việc tính khả năng chịu tải, cần kiểm tra quá trình phát nhiệt trong ổ trượt chặn thông qua đại lượng p_v (v - tốc độ vòng tại điểm cách trục quay của ổ một khoảng bằng $2/3$ bán kính ngồng trục):

$$p_v = \frac{4Pn}{9000d}, \text{ kG/cm}^2 \cdot \text{s}$$

trong đó P - lực dọc trục, kG ; n - tần số quay, vg/ph ; d - đường kính ngồng trục, cm .

Điều kiện làm việc bình thường của ổ trượt chặn: $p_v = 20 \div 40 \frac{\text{kGm}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$

Nếu kết quả tính toán kiểm tra về phát nhiệt không đạt yêu cầu cần xác định lại

đường kính của ngỗng trục theo công thức:

$$d = \frac{4Pn}{9000pv}$$

b) Đối với ngỗng vành

$$P \leq \frac{\pi}{4}(d^2 - d_1^2)p$$

trong đó d - đường kính ngoài của ngỗng vành, được chọn theo ý đồ kết cấu; [trên hình vẽ của ngỗng vành (hình 2-3), phía bên trái, thì $d = d_n - (5 \div 20 \text{ mm})$];
 d_1 - đường kính của ngỗng vành được tính toán theo áp lực riêng p ;
 p - áp lực riêng, kG/cm^2 , được lựa chọn phụ thuộc vào vật liệu của cặp ma sát, tương tự như đối với ngỗng phẳng.

Kiểm tra sự phát nhiệt:

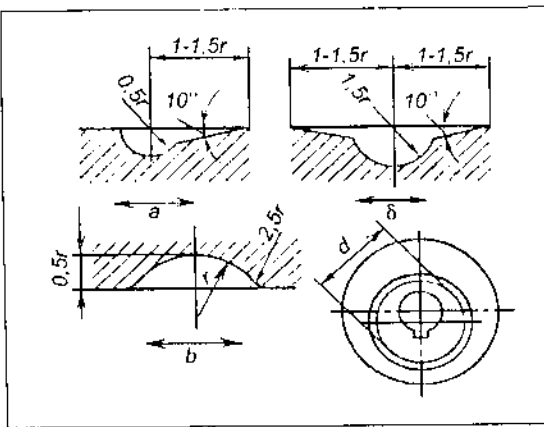
$$pv = \frac{Pn}{6000b}, \text{ kG/cm}^2.\text{s}$$

trong đó P - lực vòng, kG ;
 n - tần số quay, vg/ph ;
 $b = \frac{d}{2} - \frac{d_1}{2}$; d và d_1 , cm

Trị số pv để bảo đảm điều kiện làm việc bình thường của ổ trượt chặn kiểu ngỗng vành được chọn tương tự như đối với kiểu ngỗng phẳng.

Cũng như ổ trượt đỡ, ổ trượt chặn cần phải có rãnh dầu bôi trơn tại bề mặt làm việc của ổ. Kết cấu thông dụng và kích thước của rãnh dầu bôi trơn ổ trượt chặn được giới thiệu trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Kết cấu và kích thước của rãnh bôi trơn ổ trượt chặn, mm

	d	60	60-80	80-90	90-110	110-140	140-180
	r	3	4	5	6	7	8

1.2.3. Ống lót và máng lót ổ trượt

a) Ống lót

Ống lót ổ trượt kim loại được chế tạo theo hai loại: ống lót không có vai và ống lót có vai. Vật liệu để chế tạo ống lót thường là đồng brông mác BuSn5Zn5Pb5 , BCuSn10P1 .

Bảng 2.4. Kích thước của ống lót không vai, mm

* L chọn theo dãy 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200 mm.

Chú thích. Kích thước $d > 18$, sai lệch H8 được phép chế tạo có độ nhẵn bề mặt $R_a = 2,5 \mu\text{m}$. Khi đó độ nhẵn bề mặt của D cũng giảm đi tương tự.

Bảng 2.5. Kích thước của ống lót có vai, mm

Unit: mm

Rz 40 (✓)

Dạng 1

Dạng 2

d		D		D ₁	d ₁	b ₁	l	r	r ₁	h	h ₁	c	S	L*	L*	S	L*														
		Sai lệch																													
		H7, H8	k6, n6 p6, r6																												
10	16	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25-80	32-100	2.0	25-80														
12	18	22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32-100	40-125	2.5	32-100														
16	22	28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	40-125	50-160	3.0	40-125														
18	24	30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	50-160	63-200	3.0	50-160														
20	26	32	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	63-200	80-125	3.0	63-200														
22	28	34	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	80-125	100-160	3.0	80-125														
25	32	38	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	100-160	125-200	3.0	100-160														
30	38	44	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	125-200	160-250	3.0	125-200														
32	40	46	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	160-250	200-315	3.0	160-250														
36	45	52	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	200-315	250-400	3.0	200-315														
40	50	58	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	250-400	315-500	3.0	250-400														
45	55	63	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	315-500	400-630	3.0	315-500														
50	60	68	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	400-630	500-800	3.0	400-630														

* L chọn theo dãy 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200 mm

- Kích thước d > 18 mm với sai lệch H8 được phép chế tạo có độ nhẵn bề mặt R_a = 2,5 μm, khi đó độ nhẵn bề mặt của D cũng giảm đi tương tự.

Lắp ghép của ống lót không vai và có vai với thân ổ trượt là lắp ghép có độ dôi. Tùy theo khả năng chịu tải có thể chọn các lắp ghép H7/k6; H7/n6; H7/p6 và H7/r6. Lắp ghép của ống lót không vai bằng gang với thân ổ nguyên và thân mặt bích thường là H8/u8.

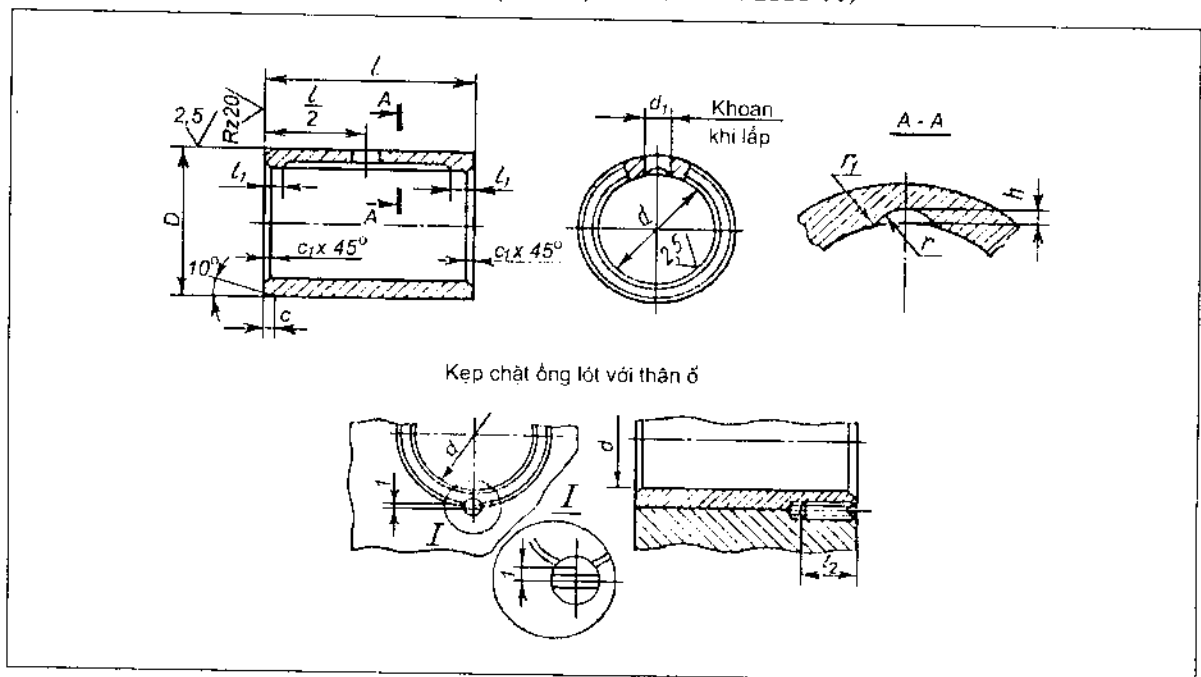
Ngoài việc kẹp chặt ống lót với thân ổ bằng lắp ghép có độ dôi, có thể sử dụng các chi tiết kẹp chặt phụ như vít, chốt để kẹp chặt ống lót không vai với thân ổ nguyên và thân mặt bích. Các kết cấu, kích thước khi kẹp chặt phụ bằng vít, chốt được giới thiệu trong các bảng 2.6; 2.7 và 2.8.

Tuổi thọ của ổ trượt phụ thuộc rất nhiều vào việc bôi trơn và kết cấu của rãnh dầu bôi trơn. Ngoài các kết cấu rãnh dầu bôi trơn như đã giới thiệu trên các hình vẽ của các bảng 2.4, 2.5 và 2.6 có thể sử dụng kết cấu rãnh dầu bôi trơn của ống lót ổ trượt được giới thiệu trong bảng 2.9A.

Một số yêu cầu kỹ thuật của ống lót ổ trượt

- + Dung sai độ đồng trục của lỗ d so với đường trục (tâm) của mặt D theo TCVN 384-93:
- Cấp chính xác VI - cho các chi tiết được chế tạo theo cấp chính xác kích thước IT7 và IT8 (TCVN 2244-99).
- Cấp chính xác VII - cho các chi tiết được chế tạo theo cấp chính xác kích thước IT8 (TCVN 2244-99).
- + Dung sai độ trụ của bề mặt d (độ ô van và độ côn, TCVN 384-93):
- Cấp chính xác VI - cho các chi tiết làm việc trong điều kiện nặng nhọc, có tải trọng và đập và $p_v > 100 \text{ kG/cm}^2.s$
- Cấp chính xác VII - cho các chi tiết làm việc trong điều kiện có tải trọng và đập và $p_v = 30 \div 100 \text{ kG/cm}^2.s$.

Bảng 2.6. Kích thước của ống lót không vai bằng gang cho thân nguyên và thân mặt bích, mm (TCVN 2516-77)

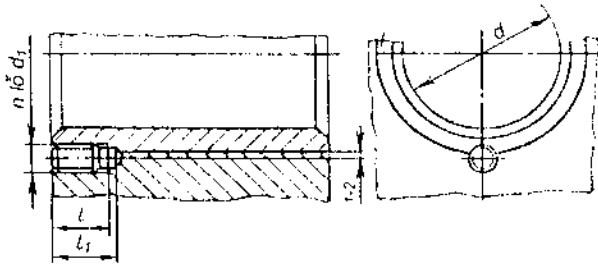


Tiếp bảng 2.6

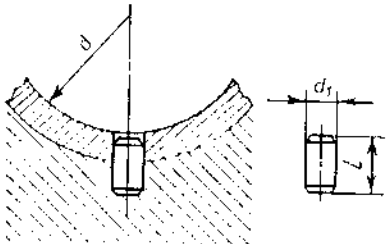
Ký hiệu	d Sai lệch H8	D Sai lệch u8	d ₁	l	l ₁	l ₂	h	r	r ₁	c	c ₁	Vít (TCVN 0056-77)	Khối lượng. kg			
10	10	16	5	20	3	8	0,5	1	7	1,6	1	M3x6	0,015			
11	11	18		20									0,017			
12	12	18		20									0,022			
14	14	20		24		10	1	2				M4x8	0,030			
16	16	22		24									0,033			
18	18	25		30			1	2					0,055			
20	20	28		30			1,5	3					0,085			
22	22	30		34			1,5	3					0,087			
25	25	32		38	4	15				1,6	1	M5x12	0,093			
28	28	36		42	4					1,6	1		0,125			
32	32	40		48	4					2,5	1,6		0,17			
26	36	45		55	5					2,5	1,6		0,25			
40	40	50	60	5					2,5				0,33			
45	45	55	70										0,43			
50	50	60	75		19							M6x15	0,51			
55	55	65	80	6						0,59						
60	60	70	90							0,72						
70	70	85	8	100	6					2,5	5					1,43
80	80	95		100		1,61										
90	90	105		120		2,16										
100	100	115		120	8	4	2,5	2,38								
Vật liệu chế tạo ống lót: gang chịu ma sát (tương đương A4C-1 hoặc A4K-2 của Nga). Đường kính trong ống lót như đã chỉ dẫn là đường kính sau khi ép ống lót với thân ổ trượt.																

- + Dung sai độ vuông góc của đường tâm lỗ so với các mặt mút (TCVN 384-93) .
- Cấp chính xác VII - cho các chi tiết được chế tạo theo cấp chính xác kích thước IT7 (TCVN 2244-99).
- Cấp chính xác VIII - cho các chi tiết được chế tạo theo cấp chính xác kích thước IT8 (TCVN 2244-99).

Bảng 2.7. Kẹp chặt phụ ống lót không vai với thân ổ trượt nguyên và thân mặt bích, mm

										Khi kẹp chặt ống lót bằng một hoặc hai vít, nên bố trí các lỗ ren cách rãnh đầu bôi trơn với các góc 180° và 90°.	
d	l	l ₁	n	d ₁ vít TCVN 0056-77	d	l	l ₁	n	d ₁ vít TCVN 0056-77		
12-20	7	9	1	M4x6	40-85	14	18	1	M6x16		
22-28	10	12		M4x8	90-125	17	21	2	M8x20		
30-36	14	18		M5x12							

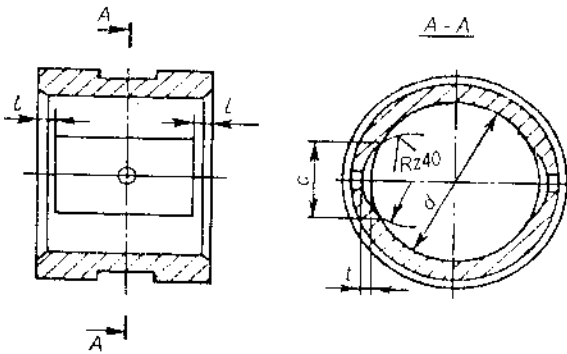
Bảng 2.8. Chốt kẹp chặt ống lót, mm

	d	đến 25	28-40	45-70	75-90	95-120
	d ₁	6-8	10-12	12-14	16-18	18-20
	l	8-16	12-20	16-30	20-40	30-45

Sai lệch của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: H14 - kích thước bao, h14 - kích thước bị bao và $\pm 1/2$ (H14 = h14) - các kích thước khác.

Chế độ làm việc cho phép của ổ trượt được giới thiệu trong bảng 2.9B

Bảng 2.9A. Kết cấu rãnh dẫn dầu bôi trơn, mm

										Không nên bố trí rãnh dẫn dầu bôi trơn trong vùng chịu tải của ổ trượt.				
d	c	r	t	l	d	c	r	t	l	d	c	r	t	l
40-50	17	14	1.5	3	67-80	27	24	2	4	105-120	40	40	2	5
55-60	20	18			85-100	34	32		5	125	50	50	2,5	6

Bảng 2.9B. Chế độ làm việc cho phép: pv, v và p của ổ trượt

Vật liệu ống lót và máng lót ổ	pv kGm/cm ² .s	v m/s	p kG/cm ²	Vật liệu ống lót và máng lót ổ	pv kGm/cm ² .s	v m/s	p kG/cm ²
Đồng brông	100	≤ 3	≤ 100	Hợp kim kẽm	50	≤ 3	-
BCuSnZnPb5				ZnAl9Mg1,5			
BCuSn10P1	200	≤ 3	< 1000	Gang tương đương A4C - 1	18	≤ 0,2	≤ 90
BCuAl9Fe4	150	≥ 2	-	Gang tương đương A4K - 2	120	≤ 1	≤ 120

b) Máng lót (bảng 2.10 + 2.15)

Bảng 2.10. Kích thước của máng lót không vai, mm

Máng lót trên
Dạng 1

Rz 40/ (✓) (✓)

A - A

Dạng 2

Máng lót dưới
Dạng 1

Dạng 2

d	D	D ₁	L	t = t ₁	b	R	h	h ₁	d ₃	r	r ₁	t	
Sai lệch													
H7, H8	k6												
40	50	46	35; 40; 50; 60;	6	12	3	1,0	7	5	3	9	2,0	
50	60	56	35; 50										
60	70	66	35; 60										
70	85	80	35; 50; 65; 75; 90	8	15	4	1,0	8	6	4	12	2,5	
75	90	85	40; 50; 65; 90										
80	95	90	40; 60; 75										
90	105	100	40; 60; 85	10	15	5	1,5	12	6	4	12	2,5	
100	115	110	50; 90		15				6	4	12		
105	120	115	60; 75; 100		20				8	5	15		
110	125	120	60; 80; 100		20				8	5	15		
115	130	125	40; 60; 80		20				8	5	15		
120	135	130	65; 90; 110		20				8	5	15		
125	140	135	65; 100; 115	12	20	6	2,5	16	8	5	15	2,5	

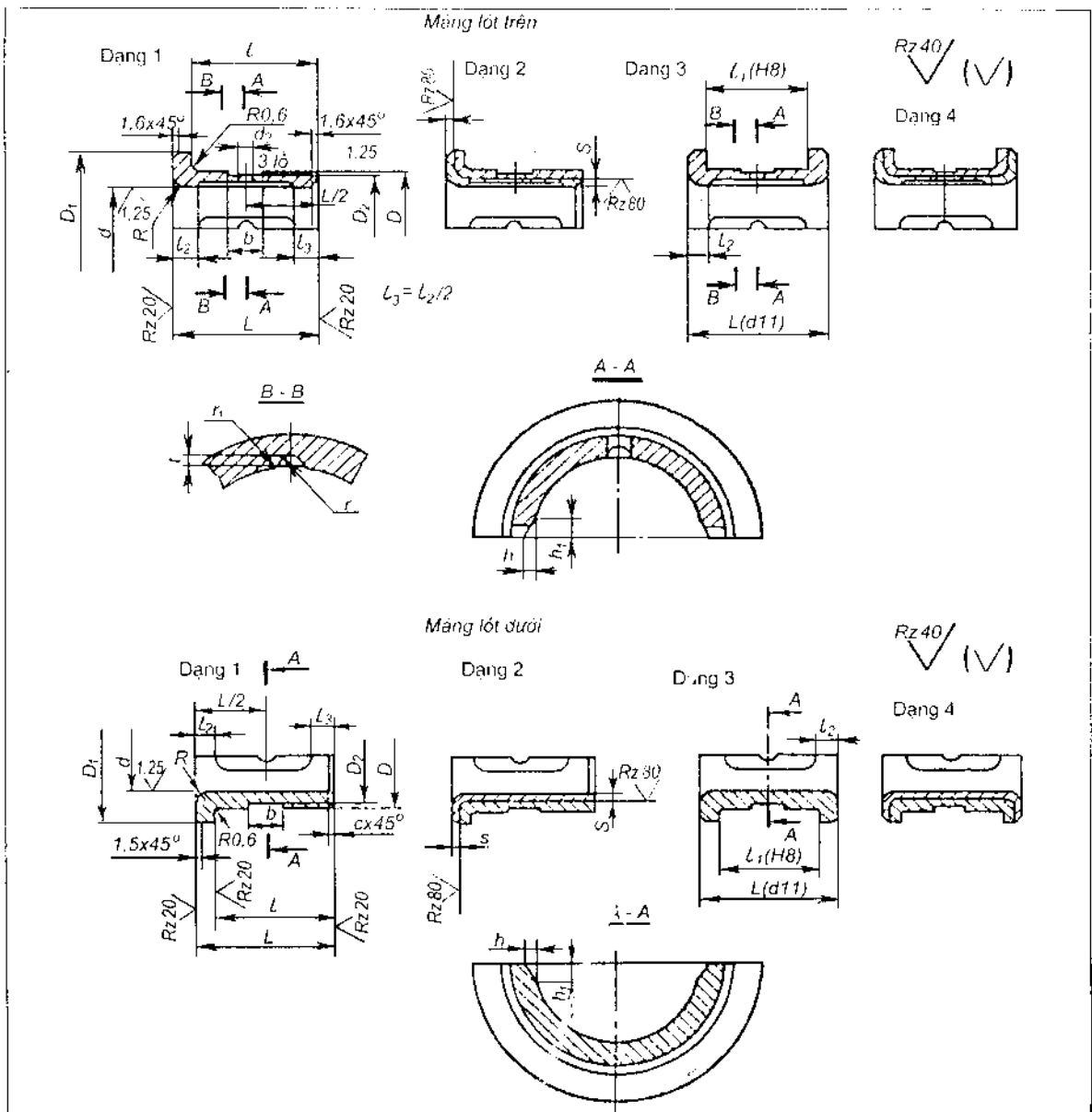
Chú thích: Kích thước d > 18 mm với sai lệch H8 được phép chế tạo có độ nhẵn bề mặt R_a = 2,5 μm. Khi đó độ nhẵn bề mặt của D cũng giảm đi tương tự.

Bảng 2.11. Kết cấu rãnh dẫn dầu bôi trơn của máng lót không vai, mm

Không nên bố trí rãnh và lỗ dẫn dầu bôi trơn trong vùng chịu tải của ổ trượt.

d	c	r	r ₁	t	l	d	c	r	r ₁	t	l	d	c	r	r ₁	t	l
40-50	17	14	3	1,5	6	70-80	27	24	4	2	8	105-120	40	40	5	2,0	10
50-60	20	18	3	1,5	6	90-100	34	32	5	2	10	125	50	50	6	2,5	12

Bảng 2.12. Kích thước của máng lót có vai, mm

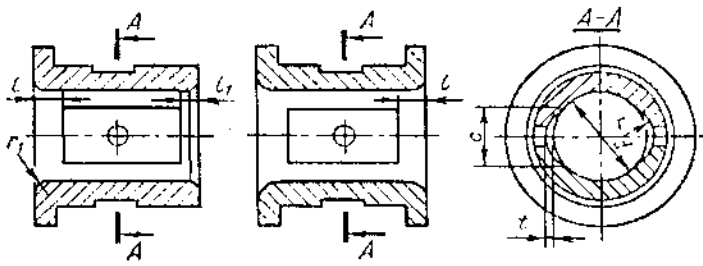


Tiếp bảng 2.12

d	D													$\frac{L}{l}$	$\frac{L}{l_1}$	
Sai lệch		D ₁	D ₂	b	R	h	h ₁	c	d ₃	r	r ₁	t				l ₂
H7, H8	k6												Các dạng 1,2	Các dạng 3, 4		
40	50	60	46										$\frac{30}{25} \frac{40}{35}$	$\frac{30}{20} \frac{45}{35} \frac{50}{40}$		6
50	60	70	56	12	3	1,0	7	1,0	5	3	9	2	$\frac{30}{25} \frac{50}{45}$	$\frac{30}{20} \frac{45}{35}$		
60	70	80	66										$\frac{30}{25} \frac{40}{35} \frac{50}{45} \frac{60}{55}$	$\frac{30}{20} \frac{45}{35} \frac{60}{50} \frac{80}{65}$		
70	85	95	80										$\frac{50}{45} \frac{60}{55}$	$\frac{30}{20} \frac{45}{35} \frac{50}{40}$		8
75	90	100	85	15	4	1,0	8	1,6	6	4	12	2,5	$\frac{40}{35} \frac{50}{45} \frac{70}{65}$	$\frac{40}{50} \frac{50}{40} \frac{70}{60}$		
80	95	110	90										$\frac{40}{32} \frac{50}{42} \frac{80}{72}$	$\frac{40}{25} \frac{60}{45} \frac{80}{65}$		
90	105	120	100	15					6	4	12		$\frac{50}{42} \frac{60}{52} \frac{80}{72}$	$\frac{45}{30} \frac{60}{45}$		10
100	115	130	110	15					6	4	12		$\frac{50}{42} \frac{70}{62} \frac{90}{82} \frac{110}{102}$	$\frac{50}{35} \frac{70}{55} \frac{90}{75} \frac{110}{95}$		
110	125	140	120	20	5	1,5	12	1,6	8	5	15	2,5	$\frac{60}{52} \frac{80}{72} \frac{90}{82} \frac{110}{92}$	$\frac{60}{45} \frac{80}{65} \frac{100}{85}$		
120	135	150	130	20					8	5	15		$\frac{60}{52} \frac{80}{72} \frac{100}{92} \frac{125}{115}$	$\frac{60}{45} \frac{90}{75} \frac{110}{95}$		
130	150	165	145	20	6	2,5	16	1,6	8	5	15	2,5	$\frac{70}{60} \frac{90}{80} \frac{125}{115}$	$\frac{70}{50} \frac{100}{80} \frac{125}{105}$		12

Chú thích: Kích thước d > 18 mm với sai lệch H8 được phép chế tạo có độ nhẵn bề mặt $R_a = 2,5 \mu m$. Khi đó độ nhẵn bề mặt D cũng giảm đi tương tự.

Bảng 2.13. Kết cấu rãnh dầu bôi trơn của máng lót có vai, mm

 Không nên bố trí rãnh và lỗ dẫn dầu bôi trơn trong vùng chịu tải của ổ trượt.											
d	c	r	r ₁ = l ₁	t	l	d	c	r	r ₁ = l ₁	t	l
40-50	17	14	3	1,5	6	90-100	34	32	5	2	10
50-60	20	18	3	1,5	6	105-120	40	40	5	2	10
70-80	27	24	4	2	8	125	50	50	6	2,5	12

Bảng 2.14. Kích thước của máng lót có vai, bằng gang cho thân ghép ổ trượt, mm (TCVN 2521078)

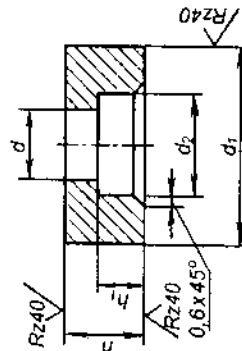
Ký hiệu				Khối lượng, kg	Kích thước chung										Máng lót 1				Máng lót 2							
Máng lót khi lắp	Máng lót 1	Máng lót 2	Bạc 3		d (sai lệch H8)	D (sai lệch r6)	D ₁	L	f (sai lệch H8)	I ₁	h	h ₁	c	d ₁	b	h ₂	Khối lượng, kg	h ₃	r	b ₁	Khối lượng, kg					
32x42	32x42/1	32x42/2	25x34/3	0,23	32	40	52	42	32	5	1,0	7	2,5	10	12	1,5	0,11	3,6	3,5	1,0	0,12					
36x42	36x42/1	36x42/2		0,27	36	45	55	42	32					12	15		0,13			1,0	0,14					
40x50	40x50/1	40x50/2		0,31	40	50	60	50	40	5	1,0	7					0,11			1,8	0,17					
45x55	45x55/1	45x55/2		0,37	45	55	65	55	45								0,13				1,20					
50x60	50x60/1	50x60/2		0,44	50	60	70	60	50	5	1,0	7	3	12	15	1,5	0,20			1,8	0,24					
50x75	50x75/1	50x75/2		0,52													0,24				0,28					
55x65	55x65/1	55x65/2		0,51	55	65	75	65	55								0,22				0,29					
60x70	60x70/1	60x70/2		0,59	60	70	80	70	60	5	1,0	7	3				0,26				0,33					
60x90	60x90/1	60x90/2		0,75													0,34				0,41					

Tiếp bảng 2.14

Ký hiệu				Khối lượng, kg	Kích thước chung										Máng lót 1				Máng lót 2									
Máng lót khi lắp	Máng lót 1	Máng lót 2	Bạc 3		d (sai lệch H8)	D (sai lệch r6)	D ₁	L	l (sai lệch H8)	l ₁	h	h ₁	c	d ₁	b	h ₂	Khối lượng, kg	h ₃	r	b ₁	Khối lượng, kg							
70x80	70x80/1	70x80/2	70x80/3	70	85	95	80	70	6	2,0	8	4	12	15	2	0,50	4,2	5,0	2,5		0,63							
70x105	70x105/1	70x105/2		1,38	80	95	105	95								80					0,68	0,70						
80x95	80x95/1	80x95/2		1,64	80	95	110	95	80	8	2,5				10	8					15	20	0,74	1,04	1,31			0,90
80x120	80x120/1	80x120/2		2,00	90	105	120	120	105														0,92					1,08
90x105	90x105/1	90x105/2	1,98	90	105	120	105	90	8	3,0	12	15	20	2,5	0,86		1,12	1,34				1,12						
90x135	90x135/1	90x135/2	2,46	100	115	130	135	120							1,12							1,34						
100x115	100x115/1	100x115/2	2,45	100	115	130	115	100	8	3,0	12			15	20	2,5					1,04	1,41				1,41		
100x150	100x150/1	100x150/2	2,98	100	115	130	150	135													1,31					1,67		

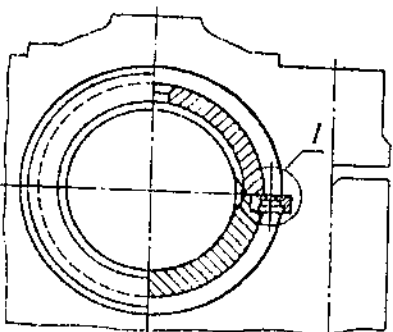
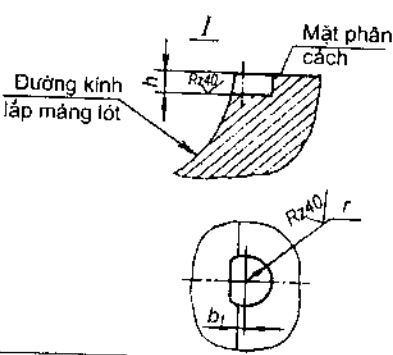
Bạc kẹp 3

Ký hiệu bạc	d ₁	d ₂	d ₃	h	h ₁	Khối lượng, kg
25x34/3 70x80/3	6,5 9,5	2,5 4,0	1,5 2,5	3,5 4,0	2,0 2,5	0,001 0,002

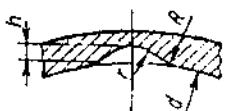
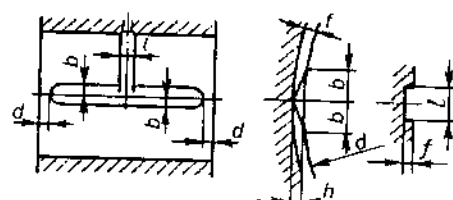
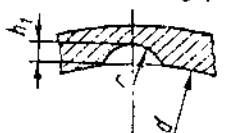


- Lỗ d được gia công tinh khi lắp với thân ổ.
- Các kích thước D và l được gia công khi lắp hai chi tiết 1 và 2 với nhau.
- Máng lót được chế tạo bằng gang xám ma sát tương đương với các mác gang của Nga A4C-1 hoặc A4K-2, bạc kẹp - thép CT38.
- Dung sai độ vuông góc của đường tâm bạc so với mặt mút - theo cấp VIII TCVN 384-93. Độ côn, ô van và độ phình của lỗ d - theo cấp VII TCVN 384-93.
- Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: kích thước bạc - H14; kích thước bị bao - h14; các kích thước khác $\pm 1/2$ (H14 = h14).

Bảng 2.15. Cố định máng lót với thân ổ, mm

Máng lót có bạc kẹp trong thân ổ		Đường kính trục	b_1	r	h
	Rãnh trong thân ổ để lắp bạc kẹp 	32 36	1,0	3,5	3,6
		40 45 50 55 60	1,8	3,5	3,6
		70 80 90 100	2,5	5,0	4,2

Bảng 2.16. Profil và kích thước của rãnh dầu ổ trượt, mm

Dùng cho thân nguyên					Dùng cho thân ghép			
Khi dầu được lọc								
								
								
d	h	h_1	r	R	b	l	f	a
Đến 60	1,5	2,3	3	9	7	6	1,5	5
$> 60 \leq 80$	2	3	4	12	8	8	2	6
$> 80 \leq 90$	2,5	3,8	5	15	10	10	2	8
$> 90 \leq 110$	3	4,6	6	18	13	12	2,5	8

Yêu cầu kỹ thuật của máng lót ổ trượt

Tương tự như yêu cầu kỹ thuật đối với ống lót ổ trượt.

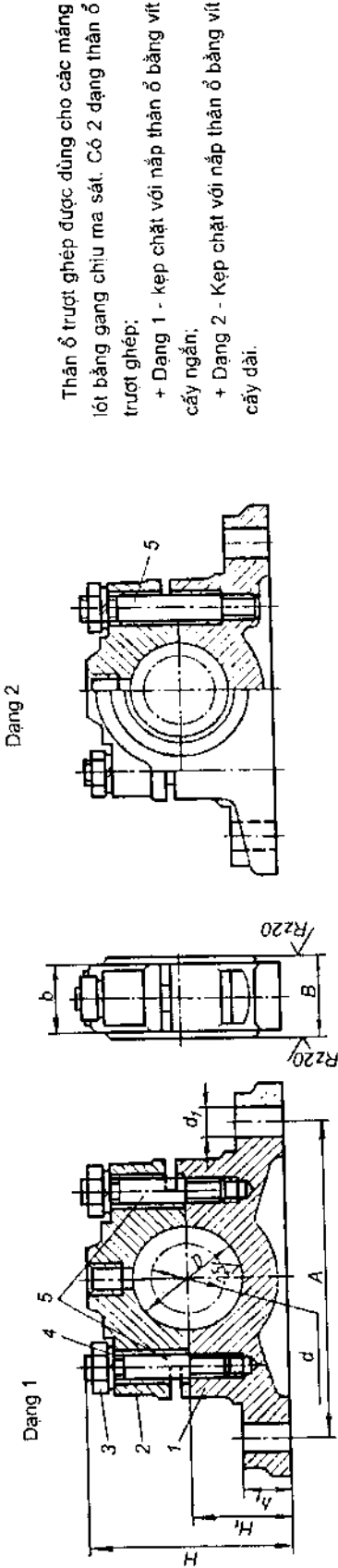
1.2.4. Thân ổ trượt

Thân ổ trượt gồm hai loại: thân nguyên và thân ghép. Kết cấu và kích thước của thân ổ trượt giới thiệu trong các bảng từ 2.17 đến 2.19.

Tiếp bảng 2.17

Ký hiệu thân ổ	Đường kính trục d	Đường kính lắp ống lót (sai lệch H8)	d ₁	d ₂	d ₃ (đúng sai 7H)	B	b	b ₁	L	l = r ₂	r ₁	H tham khảo	h = h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	H ₁		A	r	r ₁	c	c ₁	Độ dịch đường trục so với vị trí danh nghĩa Δ	Khối lượng, kg
18	18	25	11	15	M10x1	30	24	16	105	11	25	58	14	6	3	8	13	28	+0,07	80	26	3	1,0	2,5	±0,25	0,49
20	20	28				30	24	16																		
22	22	30				34	28	18																		
25	25	32	13	15	M10x1	38	32	20	125	13	30	68	16	7	5	10	18	34	±0,085	95	30	4	1,0	2,5	±0,25	0,81-0,83
28	28	36				42	36																			
30	30	38				48	40	25																		
32	32	40	17	15	M10x1	48	40	25	160	17	40	84	20	8	5	10	18	42	±0,085	120	38	4	1,0	2,5	±0,25	1,52
36	36	45				55	45	30																		
40	40	50				60	50	35																		
45	45	55	22	15	M10x1	70	60	45	185	20	45	98	25	10	12	18	13	50	±0,085	140	45	6	1,0	3	±0,5	3,12
50	50	60				75	65	45																		
55	55	65				80	70	50																		
60	60	70	26	25	M14x1,5	90			225	24	55	120	30	12	5	12	18	60	±0,10	170	55	8	1,5	±0,5	5,78	
70	70	85				100	80	60																		
80	80	95				100																				
90	90	105	33	25	M14x1,5	120	90	70	285	28	65	165	40	15	10	25	85	+0,015	220	75	10	1,5	5	±0,5	10,9	
100	100	115				120	90	70																		
110	110	125				140	100	80																		

Bảng 2.18. Kết cấu và kích thước của thân ổ trượt ghép có 2 lỗ để kẹp chặt, mm (TCVN 2517.78)



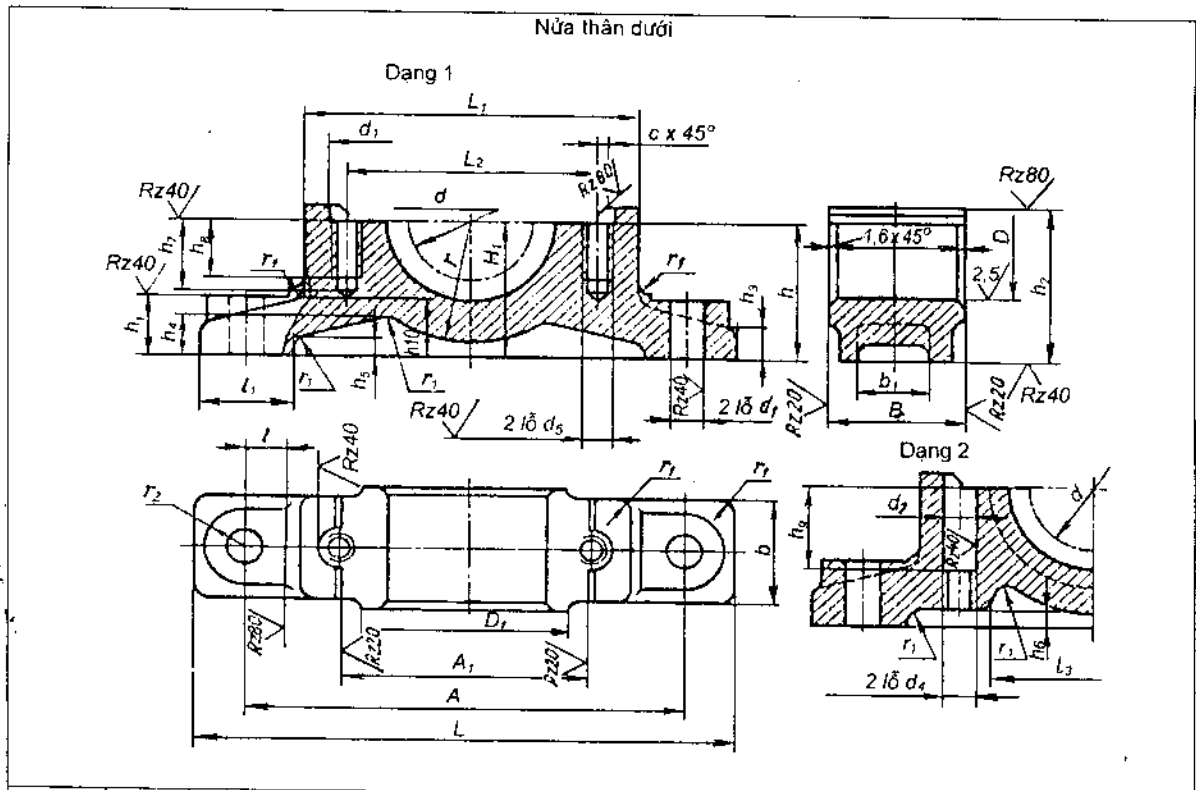
Ký hiệu										Kích thước chung của các chi tiết 1 và 2											
Thân khi lắp		Đai ốc 3 theo TCVN 1897-76	Vòng đệm lò xo 4 theo TCVN 130-70	Vít cấy 5 theo TCVN 3613-81	H tham khảo	Khối lượng kg	Đường kính trục d	D (sai lệch H8)	D ₁	d ₁	d ₂ = d ₃	B (sai lệch h10)	b	L	L ₁	L ₂ = A ₁ [*] (L ₂ sai lệch h10)	h _i (sai lệch h10)	H ₁		r	r ₁
																		Danh nghĩa	Sai lệch		
1-32 2-32	M10-055		1065Mn	M10x45A1-0 M10x65A1-0 M10x45A1-0 M10x65A1-0	85	1,09 1,11	32	40	60	13	11	32	28	165	100	75	18	42	±1,17	37,5	3
1-36 2-36						1,05 1,07	36	45	60	13	11	32	28	165	100	75	18	42		37,5	3
1-40 2-40						1,49 1,50	40	50	65	13	11	40	35	170	105	80	20	45		40	5
1-45 2-45						1,46 1,76	45	55	70	13	11	45	40	175	110	85	20	45		42,5	5

Ký hiệu				Thân khi lắp		Kích thước chung của các chi tiết 1 và 2													r	
Thân khi lắp	Đai ốc 3 theo TCVN 1897-76	Vòng đệm lò xo 4 theo TCVN 130-70	Vít cấy 5 theo TCVN 3613-81	H tham khảo	Khối lượng kg	Đường kính trục d	D (sai lệch H80)	D ₁	d ₁	d ₂ = d ₃	B (Sai lệch h10)	b	L	L ₁	L ₂ = A ₁ [*] (L ₂ sai lệch h10)	h ₁ (sai lệch h10)	H ₁	A ^{**}	r	r
1-50 2-50	M12-055	1265Mn	M12x55A1-0 M12x80A1-0	104 2,32	2,31	50	60	75	17	13	50	40	200	120	90	25	±0,17	160	47,5	5
1-55 2-55			M12x60A1-0 M12x90A1-0	115 3,24	3,23	55	65	80	17	13	55	45	210	130	95	25	±0,20	170	52,5	6
1-60 2-60	M16-055	1665Mn	M16x65A1-0 M16x95A1-0	125 3,81	3,78	60	70	85	22	17	60	50	230	140	100	25	±0,20	190	55	6
1-70 2-70			M16x70A1-0 M16x110A1-0	140 5,67	5,64	70	85	100	22	17	70	60	250	160	120	30	±0,20	210	62,5	6
1-80 2-80	M20-055	2065Mn	M20x80A1-0 M20x120A1-0	160 8,60	8,55	80	95	115	26	22	80	70	290	180	140	35	±0,20	240	72,5	8
1-90 2-90			M20x85A1-0 M20x130A1-0	170 10,4	10,3	90	105	125	26	22	90	80	300	190	150	35	±0,20	250	77,5	8
1-100 2-100	M24-055	2465Mn	M24x95A1-0 M24x140A1-0	185	13,8	100	115	135	32	26	100	90	340	210	160	40	±0,23	280	82,5	8

* A₁ có sai lệch ±0,25 mm khi d = 30 ÷ 75 mm; có sai lệch ± 0,5 mm khi d = 80 ÷ 125 mm.

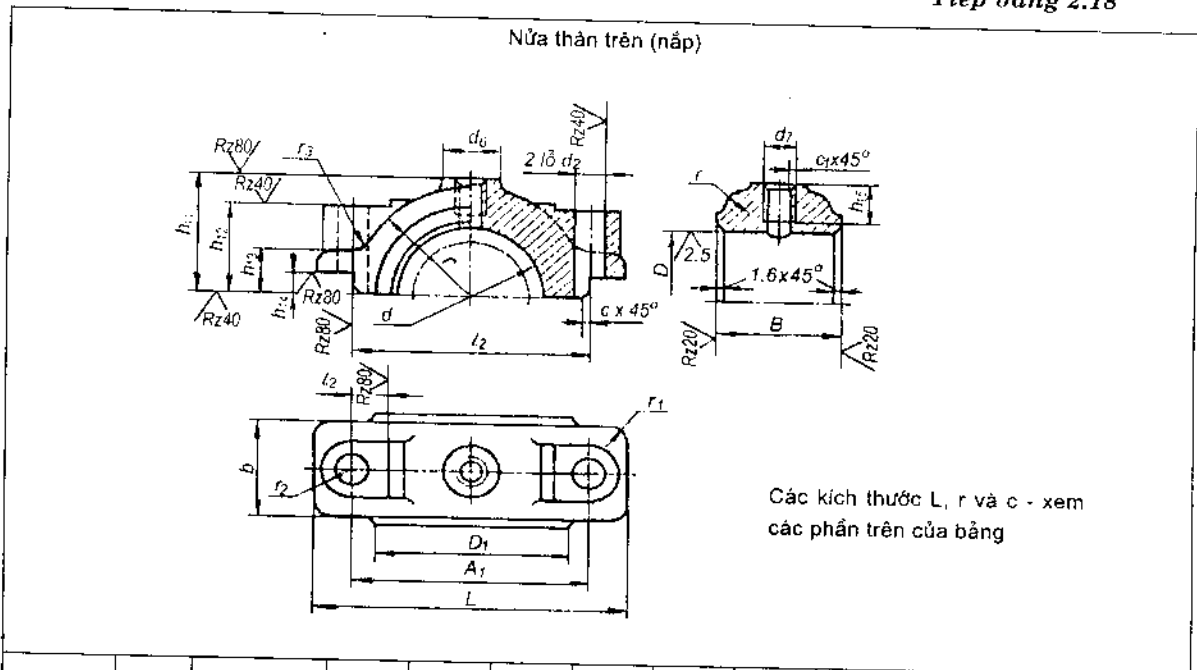
** A có sai lệch ± 0,5 mm khi d = 30 ÷ 55 mm; có sai lệch ± 1,0 mm khi d = 60 ÷ 125 mm.

Tiếp bảng 2.18



Ký hiệu	$d_4 = d_3$ (dung sai 7H)	b_1	l_3	l	l_1	h (sai lệch h12)	h_2	h_3	h_4	$h_5 = h_6$	h_7	h_8	h_9	r_2	c	Khối lượng kg
1-32/1	M10	18	-	15	30	42	45	10	15	6	22	20	-	13	0,6	0,68
2-32/1			55			42	45	10	-		-	-	22			0,67
1-36/1			-			42	45	10	15		22	20	-			0,66
2-36/1		22	55			-	-	-	-		-	-	22			0,65
1-40/1			-			45	50	11	15		22	20	-			0,95
2-40/1			60			-	-	-	-		-	-	26			0,92
1-45/1	M12	25	-	18	40	45	50	11	15	8	22	20	-	16	1,0	1,11
2-45/1			65			-	-	-	-		-	-	26			1,08
1-50/1			-			50	55	-	15		26	24	-			1,56
2-50/1		30	70			50	55	-	-		-	-	30			1,52
1-55/1			-			55	60	14	18		26	24	-			2,01
2-55/1			75			-	-	-	-		-	-	30			1,96
1-60/1	M16	35	-	22	50	60	65	-	18	10	30	28	-	20	1,0	2,28
1-60/1			75			-	-	-	-		-	-	30			2,22
1-70/1		40	-			70	75	18	25		30	28	-			3,60
2-70/1			90			-	-	-	-		-	-	40			3,50
1-80/1	M20	50	-	25	55	80	85	-	25	12	38	35	-	24	1,6	5,27
2-80/1			105			-	-	-	-		-	-	40			5,13
1-90/1		60	-			85	90	20	25		38	35	-			6,52
2-90/1			115			-	-	-	-		-	-	45			6,35
1-100/1	M24	70	-	30	70	90	100	25	25	12	45	42	-	28	1,6	8,62
2-100/1			120			-	-	-	-		-	-	45			8,39

Tiếp bảng 2.18



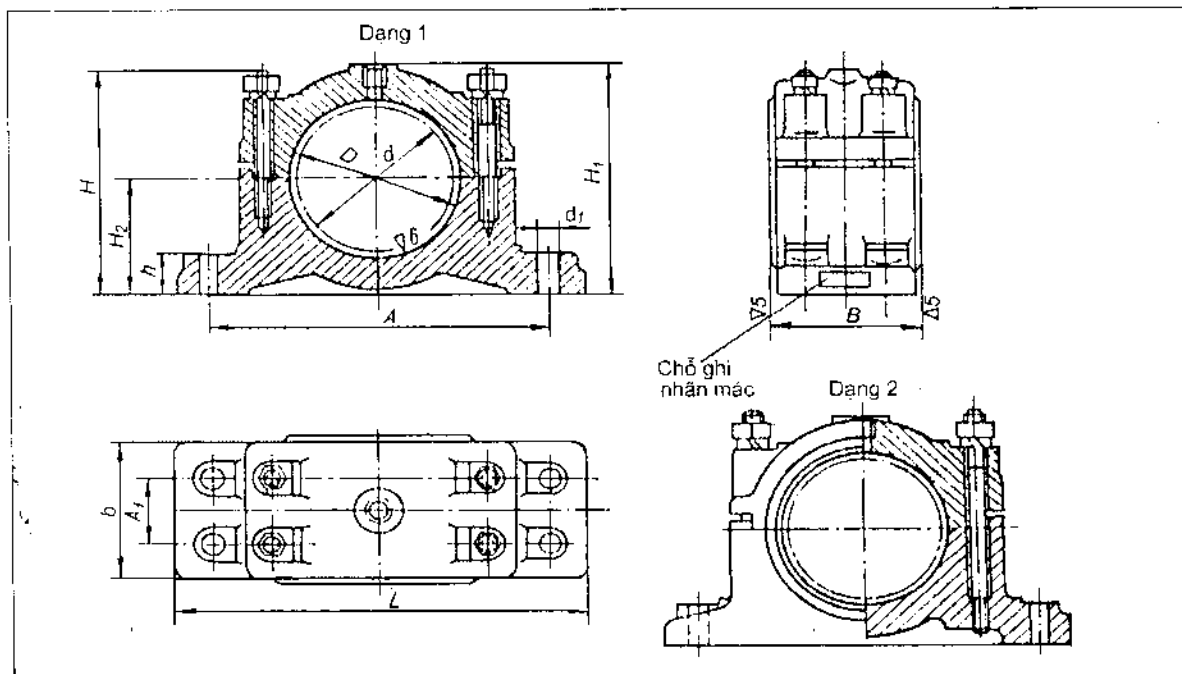
Ký hiệu	d ₆	d ₇	l ₂	h ₁₁	h ₁₂	h ₁₃	h ₁₄	h ₁₅	r ₂	r ₃	c ₁	Khối lượng, kg	
32/2	20	M10x1	12	40	32	14	6	13	11	10	1,0	0,32	
36/2				42		16	8					13	15
40/2				45	36								
45/2			15	50	38	18	18	20	25	1,5		0,45	
50/2				55	45	30						24	4,04
55/2				58	50	36						15	
60/2	25	M14x1,5	18	65	50	30	18	20	25	1,5	0,55		
65/2				70	55						36		
70/2			22	75	60						15		
75/2				80	65								
80/2	25	M14x1,5	25	85	65	36	15					0,60	
85/2													
90/2													
95/2												0,66	
100/2												0,72	

Yêu cầu kỹ thuật đối với thân ổ trượt

- Kích thước của lỗ d và kích thước B giữa các mặt mút được gia công khi lắp các nửa thân với nhau.
- Vật liệu của thân ổ: gang xám GX15.32 hoặc 18.36; vít cấy - thép C45 được xử lý hoá học bằng nhuộm đen.
- Vật đúc không được nứt, rỗ, ngậm xỉ. Các bán kính đúc không chỉ dẫn được lấy từ 3 đến 5 mm.
- Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: kích thước bao - theo H14; kích thước bị bao - theo h14 và các kích thước khác $\pm 1/2$ (H14 = h14).
- Các lỗ ren lắp vít cấy được phép chế tạo với dung sai ren theo lắp ghép trung gian (TCVN 2249-77) M10x1 và M14x1,5 tương ứng với các ren côn $K \frac{1}{8}$ và $K \frac{1}{4}$, (ГОСТ 6111-52).
- Làm cùn các cạnh sắc.
- Các bề mặt không qua gia công cơ được sơn 2 lớp sơn chống gỉ.
- Kết cấu thân ổ trượt dạng 1 được dùng trong trường hợp tổng các thành phần của tải trọng tĩnh vuông góc với mặt phân cách giữa nửa dưới thân ổ và nắp ổ hướng xuống dưới để

của thân ổ. Trong các trường hợp khi các thành phần của tải trọng tĩnh này hướng về phía nắp thân ổ thì giá trị của chúng không được vượt quá các trị số được giới thiệu trong bảng 2.20.

Bảng 2.19. Kết cấu và kích thước của thân ổ trượt ghép có 4 lỗ để kẹp chặt, mm
(TCVN 2518:78)



Ký hiệu	Đường kinh trục d	D (sai lệch H8)	d _i	B (sai lệch h10)	b	H (tham khảo)	H ₁	h	L	H ₁		A	A _i	Khối lượng kg
										Danh nghĩa	Sai lệch (+)			
1-50	50	60	13	65	60	102	100	25	200	50	0,17	160	30	3,57
2-50	50	60	13	65	60	102	100	25	200	50	0,17	160	30	358
1-60	60	70	17	80	75	120	118	25	230	60	0,20	190	40	5,18
2-60	60	70	17	80	75	120	118	25	230	60	0,20	190	40	5,51
1-70	70	85	17	95	90	135	135	30	250	70	0,20	210	45	8,27
2-70	70	85	17	95	90	135	135	30	250	70	0,20	210	45	8,26
1-80	80	95	22	105	100	155	155	35	290	80	0,20	240	55	11,80
2-80	80	95	22	105	100	155	155	35	290	80	0,20	240	55	11,90
1-90	90	105	22	120	115	165	165	35	300	85	0,23	250	70	15,10
2-90	90	105	22	120	115	165	165	35	300	85	0,23	250	70	15,20
1-100	100	115	22	135	130	175	175	40	340	90	0,23	280	80	18,20
2-100	100	115	22	135	130	175	175	40	340	90	0,23	280	80	18,20
1-110	110	125	22	150	140	180	185	40	350	95	0,23	290	85	20,80
2-110	110	125	22	150	140	180	185	40	350	95	0,23	290	85	20,70
1-125	125	140	26	165	155	200	205	40	370	105	0,23	310	90	25,60
2-125	125	140	26	165	155	200	205	40	370	105	0,23	310	90	25,80
1-140	140	160	32	190	170	230	235	45	390	120	0,23	330	100	36,20
2-140	140	160	32	190	170	230	235	45	390	120	0,23	330	100	36,60
1-160	160	180	32	220	200	250	255	45	430	130	0,26	360	120	47,90
2-160	160	180	32	220	200	250	255	45	430	130	0,26	360	120	48,30
1-180	180	200	32	250	220	260	275	45	480	140	0,26	400	140	58,00
2-180	180	200	32	250	220	260	275	45	480	140	0,26	400	140	58,20
1-200	200	230	32	280	245	290	310	50	530	160	0,26	450	160	74,50
2-200	200	230	32	280	245	290	310	50	530	160	0,26	450	160	75,30
1-220	220	250	32	300	265	300	335	50	560	170	0,26	480	180	94,50
2-220	220	250	32	300	265	300	335	50	560	170	0,26	480	180	95,50

Thân ở trạng dạng 1 được sử dụng trong trường hợp khi tổng các thành phần của tải trọng tĩnh hướng xuống dưới đế của thân. Thân dạng 2 được sử dụng khi tổng các thành phần của tải trọng tĩnh hướng về phía nắp.

Bảng 2.20. Tải trọng tính cho phép

Ký hiệu thân ổ	Tải trọng tính cho phép, kG	Ký hiệu thân ổ	Tải trọng tính cho phép, kG
1-32	375	2-55	Trên 670 đến 1000
2-32	Trên 375 đến 560	1-60	1600
1-36	375	2-60	Trên 1600 đến 2650
2-36	Trên 375 đến 560	1-70	1600
1-40	375	2-70	Trên 1600 đến 2650
2-40	Trên 375 đến 560	1-80	3750
1-45	375	2-80	Trên 3750 đến 5600
2-45	Trên 375 đến 560	1-90	3750
1-50	670	2-90	Trên 3750 đến 5600
2-50	Trên 670 đến 1000	1-100	7100
1-55	670	2-100	Trên 7100 đến 11200

Kết cấu thân ổ trượt dạng 2 được dùng trong trường hợp các thành phần của tải trọng tính vuông góc với mặt phân cách giữa nửa dưới thân ổ và nắp ổ, hướng về phía nắp ổ và giá trị của chúng nằm trong các giới hạn được giới thiệu trong bảng 2.20.

1.3. Ổ trượt phi kim loại

1.3.1. Ổ trượt chất dẻo teflon lõi kim loại

Ổ trượt chất dẻo teflon lõi (xương) kim loại sau đây gọi tắt là ổ trượt chất dẻo - kim loại thường được sử dụng trong các bộ phận làm việc với ma sát khô của nhiều loại máy móc thiết bị mà công nghệ sản xuất không cho phép dùng dầu bôi trơn. Ví dụ, các thiết bị trong công nghệ thực phẩm, công nghệ dệt, giấy và công nghệ hoá chất.

Ổ trượt chất dẻo - kim loại không bôi trơn khi ở tốc độ thấp cho phép có tải trọng riêng rất lớn - đến 3500 kG/cm². Khả năng làm việc được bảo toàn trong phạm vi nhiệt độ từ -200 đến +280°C. Khi nhiệt độ lớn hơn +120°C khả năng chịu tải của ổ trượt giảm dần và khi ở nhiệt độ +280°C khả năng chịu tải chỉ còn một nửa. Khi tốc độ trượt thấp (0,05 ÷ 0,1 m/s) và tải trọng riêng cao thì hệ số ma sát là nhỏ nhất. Khi tải trọng riêng ở trong giới hạn 1 ÷ 100 kG/cm² và tốc độ trượt 0,2 ÷ 5 m/s hệ số ma sát có thể thay đổi từ 0,1 ÷ 0,2, đó là giới hạn của các vật liệu ổ trượt thông thường ở trạng thái bôi trơn giới hạn.

Tăng tốc độ trượt khi giữ nhiệt độ không thay đổi sẽ làm cho hệ số ma sát tăng. Tùy theo chế độ làm việc, hệ số ma sát của ổ trượt trong giai đoạn làm việc bình thường, không có bôi trơn, có thể ở trong giới hạn 0,04 ÷ 0,23.

Vật liệu sử dụng thích hợp và có hiệu quả nhất đối với ổ trượt nhựa teflon - kim loại là các băng thép trên đó phủ một lớp hợp kim chịu ma sát xốp và các lỗ xốp này được điền đầy nhựa teflon. Vật liệu băng thép là thép C8, C10. Kích thước cơ bản của các băng teflon, kim loại được giới thiệu trong bảng 2.21.

Bảng 2.21. Băng teflon - kim loại

Chiều dày băng, mm				Chiều rộng, mm	Chiều dài, mm
Chung *	T hép	Đồng brông	Lớp teflon **		
1,1	0,75	0,35	0,06	75-100	500-2000
1,6	1,30				
2,6	2,30				
* Dung sai 0,05 mm					
** Dung sai 0,035 mm					

Đặc điểm của ổ trượt được chế tạo từ các băng teflon - kim loại là không được phép gia công cắt gọt, mài bằng đá mài hoặc các dụng cụ mài khác đối với bề mặt làm việc chịu ma sát của ổ. Do đó việc chế tạo các băng teflon - kim loại và dập tạo hình ống lót (bạc lót) ổ trượt phải đạt được độ chính xác yêu cầu tương đối cao.

Ống lót teflon - kim loại được dùng cho ổ trượt thân nguyên và ổ trượt thân ghép. Kích thước cơ bản của các ống lót dùng cho ngành công nghiệp dệt, thực phẩm... được giới thiệu trong bảng 2.22.

Bảng 2.22. Kích thước cơ bản của ống lót, mm

Đường kính		Chiều dài (sai lệch -0,5)	đường kính		Chiều dài (sai lệch -0,5)
Trong *	Ngoài**		Trong *	Ngoài**	
10	13	10; 12; 16	25	28	16; 20; 25; 32; 40
12	15	10; 12; 16; 20	30	33	20; 25; 32; 40; 50
15	18	10; 12; 16; 20; 25	32	37	20; 25; 32; 40; 50
16	19	10; 12; 16; 20; 25	36	41	25; 32; 40; 50
18	21	12; 16; 20; 25; 32	40	45	32; 40; 50; 60
20	23	16; 20; 25; 32; 40	55	60	32; 40; 50; 60; 65; 70
22	25	16; 20; 25; 32; 40			

* Sai lệch theo H8 sau khi lắp ép.
 ** Sai lệch theo s7.
 Cạnh vát ngoài và trong ống lót 0,4 x 45°

Ống lót được lắp ép vào thân ổ với lắp ghép H8/s7 và không cần đến các chi tiết phụ để kẹp chặt.

Tỷ số giữa bán kính uốn với chiều dày vật liệu khi cuốn ống lót không được nhỏ hơn 6. Không cho phép có sự rạn nứt trên bề mặt của lớp hợp kim đồng brông và nhựa teflon chịu ma sát. Lắp ghép giữa ống lót teflon - kim loại và ngỗng trục phải có khe hở hợp lý. Khe hở quá nhỏ sẽ gây ra kẹt trục còn khi khe hở quá lớn thì diện tích của các bề mặt đối tiếp giảm đi, áp lực riêng tăng lên và tốc độ mài mòn của lớp bề mặt chịu ma sát sẽ tăng lên. Khe hở hợp lý được giới thiệu như sau:

<i>Đường kính trong ống lót, mm</i>	<i>Khe hở hướng tính toán, mm</i>
10-18	0,030
18-30	0,035
30-40	0,040
40-50	0,045

1.3.2. Ổ trượt chất dẻo gỗ ép

Ổ trượt chất dẻo gỗ ép có độ bền chịu mài mòn gần bằng ổ trượt tectolit và kim loại màu. Các bề mặt mút của chất dẻo gỗ ép có độ bền chịu mài mòn lớn nhất, còn các bề mặt song song với các lớp keo có độ bền chịu mài mòn nhỏ nhất. Các đặc điểm này cần được quan tâm khi thiết kế các ống lót và máng lót ổ trượt. Độ mòn của ngỗng trục làm việc với các máng lót ổ trượt bằng chất dẻo gỗ ép nhỏ hơn so với khi làm việc với các máng lót ổ trượt

bằng đồng bronze hoặc gang chịu mài mòn.

Nhược điểm của chất dẻo gỗ ép là có khả năng hút nước và trương nở khi ngâm nước, nhưng cũng do tính dễ thấm nước này đã cho phép dùng nước làm chất bôi trơn cho ổ trượt.

Chất dẻo gỗ ép có mô đun đàn hồi không cao nên các ổ trượt cho sự co giãn lớn. Để giảm nhược điểm này nên sử dụng máng lót có chiều dày không lớn và mật độ vật liệu hợp lý. Nhược điểm khác của chất dẻo gỗ ép là tính dẫn nhiệt thấp, do đó cần đặc biệt quan tâm đến việc bôi trơn và phương pháp cung cấp chất bôi trơn tới bề mặt làm việc của ổ trượt.

Khi thiết kế ổ trượt chất dẻo gỗ ép cần tuân theo các yêu cầu sau:

Chiều dày thành máng lót khoảng 5 mm khi đường kính trục đến 50 mm; 8 ÷ 10 mm khi đường kính trục 60 ÷ 100 mm; 10 ÷ 12 mm khi đường kính trục lớn hơn 100 mm.

Để dễ dàng thoát nhiệt khi áp lực riêng và tốc độ vòng lớn, chiều dày của máng lót không nên lớn, chiều dài của máng lót nên bằng đường kính trục (nhỏ hơn chiều dài khi bôi trơn bằng dầu).

Khi xác định khe hở giữa ngông trục và ổ trượt cần tính đến sự giãn nở nhiệt của trục và ổ trượt, độ nhám bề mặt, điều kiện bôi trơn và làm nguội. Nếu chất dẻo gỗ ép không làm việc theo mặt mút cần chú ý tới khả năng trương nở của máng lót. Nếu chất dẻo gỗ ép làm việc bằng mặt mút với bề mặt của ngông trục thì khi bôi trơn và áp lực riêng nhỏ khe hở nên lấy theo lắp ghép H9/f8 hoặc H9/e8, còn khi áp lực riêng lớn - lắp ghép H11/d11. Khi đường kính d của ngông trục lớn hơn 25 mm nên dùng khe hở bằng $0,04 \text{ mm} + 0,002 d$ đối với áp lực riêng nhỏ và $0,04 \text{ mm} + 0,003 d$ đối với áp lực riêng lớn. Khe hở trong ổ trượt chất dẻo gỗ ép nên lớn hơn khe hở trong ổ trượt kim loại để tránh làm kẹt trục khi có giãn nở do nhiệt. Khi làm việc với cường độ trung bình, đối với đường kính trục từ 25 đến 100 mm nên lấy khe hở $0,10 + 0,15 \text{ mm}$. Khe hở này được tăng lên khi cường độ làm việc tăng lên.

Ống lót nên được ép vào hộp ổ với lắp ghép có độ dôi khi bôi trơn bằng dầu. Khi bôi trơn bằng nước, ống lót sẽ trương nở do đó cho phép có độ dôi không lớn. Độ dôi cho ép ống lót bôi trơn bằng dầu lấy bằng $0,5 + 1,5 \%$ đường kính trục của ống lót.

Chất bôi trơn được dùng cho ổ trượt chất dẻo gỗ ép là dầu khoáng, nước, emunxi, mỡ. Bôi trơn bằng phương pháp cung cấp dầu tuần hoàn được dùng khi áp lực riêng đến 20 kg/cm^2 và tốc độ đến 4 m/s. Để tăng áp lực riêng đến 200 kg/cm^2 và tốc độ đến 7 ÷ 10 m/s cần bôi trơn bằng nước. Khi điều kiện làm việc nặng nhọc hơn nên dùng chất bôi trơn emunxi.

Áp lực riêng cho phép của ổ trượt chất dẻo gỗ ép: $p: 250 + 300 \text{ kg/cm}^2$; $p_v = 250 + 200 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{s}$, nhiệt độ làm việc không vượt quá 80°C .

1.3.3. Ổ trượt tectolit

Ổ trượt tectolit làm việc ở nhiệt độ không vượt quá 80°C . Khi bôi trơn bằng nước, áp lực riêng cho phép $p = 300 + 350 \text{ kg/cm}^2$, $p_v = 200 + 250 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{s}$.

Hệ số ma sát của tectolit là $0,07 + 0,08$ khi bôi trơn bằng dầu khoáng; $0,01 + 0,005$ khi bôi trơn bằng nước.

1.3.4. Ổ trượt poliamit

Ống lót và máng lót poliamit được chế tạo bằng phương pháp đúc áp lực. Ổ trượt

poliamit có hệ số ma sát nhỏ và độ bền chịu mài mòn nhỏ, áp lực riêng cho phép $p = 100 + 150 \text{ kG/cm}^2$, $p_v = 150 + 200 \text{ kGm/cm}^2\text{s}$, nhiệt độ làm việc không vượt quá 100°C , bôi trơn bằng dầu khoáng.

1.3.5. Ổ trượt capron

Ổ trượt capron cho phép có áp lực riêng $p \leq 120 \text{ kG/cm}^2$, tốc độ vòng $v \leq 5 \text{ m/s}$ và nhiệt độ làm việc không vượt quá 120°C .

Khe hở tương đối trong ổ trượt :

$$s = \frac{D - d}{d} \approx 0,003 \div 0,006$$

trong đó D - đường kính trong máng lót; d - đường kính ngỗng trục.

Ổ trượt capron được bôi trơn bằng dầu khoáng có độ nhớt không lớn. Khi bôi trơn bằng nước, khả năng chịu tải của ổ sẽ giảm đi. Khi $p < 5 \text{ kG/cm}^2$ và $v < 1 \text{ m/s}$, ổ trượt capron có thể làm việc mà không cần bôi trơn.

Ổ trượt capron có tính dẫn nhiệt thấp hơn so với ổ trượt kim loại, do đó tốc độ trượt và khả năng chịu tải cũng tương đối thấp. Ví dụ, khi giảm tốc độ trượt từ 1 xuống 0,4 m/s, tải trọng riêng khi làm việc ở trạng thái không bôi trơn có thể tăng lên trong thời gian ngắn từ 2 đến 5 lần, tới $20 + 25 \text{ kG/cm}^2$. Bổ sung thêm một lượng nhỏ (1 + 5%) disunfit molipden hoặc keo grafit vào vật liệu capron có thể làm tăng khả năng chịu ma sát của ổ trượt.

Cũng như các loại chất dẻo khác, nhược điểm chính của ổ trượt capron là sự trương nở trong nước, tính dẫn nhiệt thấp và biến dạng đàn hồi lớn. Để giảm những nhược điểm này có thể dùng phương pháp phủ một lớp capron hoặc một lớp chất dẻo khác lên bề mặt làm việc của ổ trượt kim loại. Khi lớp capron bị mòn có thể phục hồi lại. Nhược điểm của lớp bọc capron là dễ bị nóng chảy ngay khi nhiệt độ không lớn và già hoá nhanh trong quá trình sử dụng.

1.3.6. Ổ trượt bằng gỗ dẻo

Ổ trượt bằng gỗ dẻo được chế tạo từ gỗ dẻo ép, có ngâm tẩm. Khả năng chịu tải và tốc độ thường không lớn ($p < 100 \text{ kG/cm}^2$ và $v \leq 1 \text{ m/s}$). Ổ trượt bằng gỗ dẻo có thể được sử dụng cho các thiết bị như các máy cán có chế độ làm việc nhẹ, băng tải v.v...

1.3.7. Ống lót và máng lót* ổ trượt phi kim loại

Vật liệu chất dẻo gỗ ép teflon tectolit, poliamit, capron (sợi tổng hợp) để chế tạo ống lót và máng lót ổ trượt phi kim loại đều là các vật liệu polime. Tùy theo điều kiện làm việc của ổ trượt (p , v , p_v) mà lựa chọn vật liệu polime thích hợp. Khi chọn vật liệu polime cho ống lót và máng lót cần tính đến tuổi thọ của ổ trượt được biểu thị bằng độ mòn giới hạn của ống lót hoặc máng lót và điều kiện làm việc của ổ trượt (có hạt mài, khí hoặc hơi ẩm, đặc tính tải trọng, v.v...).

Bảng 2.23 giới thiệu các vật liệu polime để chế tạo ống lót và máng lót ổ trượt phi kim loại. Bảng 2.24 giới thiệu các kích thước cơ bản của ống lót và máng lót polime thông dụng dùng trong các bộ phận ma sát trượt. Các máng lót có vai và không vai bằng kim loại - teflon được giới thiệu trong các bảng 2.25 và 2.26.

*) Máng lót ổ trượt phi kim loại là ống lót có đường ghép nối dọc, do đó có thể gọi chung là ống lót.

Bảng 2.23. Vật liệu polime cho ổ trượt phi kim loại

Chế độ làm việc			Bôi trơn	Vật liệu
p, kG/cm ²	v, m/s	p _v kGm/cm ² .s		
Không lớn hơn				
50	0,3	2,5	Không bôi trơn	Chất dẻo nóng: nhựa poliamit, polycaprolac, capron thứ cấp
50	0,7	7,5	Định kỳ	Như trên
50	0,7	3,0	Không bôi trơn	Tổ hợp trên cơ sở chất dẻo nóng có bổ sung thêm 5-10% chất độn chịu ma sát (grafit bạc, đisunfit molipden, hoạt thạch)
50	0,7	8,0	Định kỳ	Như trên
75	0,7	5,0		Chất dẻo hoạt tính: chất dẻo fenol, sợi, tectolit, chất dẻo gỗ ép
75	0,7	5,5		Chất dẻo hoạt tính chứa grafit

Bảng 2.24. Ống lót và máng lót polime dùng trong các bộ phận ma sát trượt
Kích thước, mm

d	D	D ₁	S	L			d	D	D ₁	S	L		
				Dây chiều dài							Dây chiều dài		
12	16/18	22/25	2/3	10	12	16	40	45/48	50/52	2,5/4	25	40	50
14	18/20	22/25	2/3	12	14	18	45	50/55	55/58	3/4	28	45	56
16	20/22	25/28	2/3	14	16	20	50	55/60	60/65	3/5	32	50	63
18	22/25	28/32	2,5/3,6	14	18	22	55	60/65	67/71	3/5	36	56	71
20	25/28	30/36	2,5/4	16	20	25	60	65/70	71/75	3/5	40	60	71
22	26/30	32/36	2,5/4	16	22	28	65	70/80	75/85	3/6	45	68	80
25	30/32	36/40	2,5/4	16	25	32	70	75/85	85/90	3/6	50	71	80
28	32/36	38/42	2,5/4	16	28	36	75	80/85	85/90	3,5/6	50	75	90
32	36/40	42/78	2,5/4	20	32	40	80	85/90	90/95	3,5/6	50	80	100
36	40/42	45/48	2,5/4	22	36	45							

Các giá trị D, D₁, S ở tử số dùng cho ống lót bằng chất dẻo nóng, ở mẫu số - ống lót bằng chất dẻo hoạt tính.

Yêu cầu kỹ thuật (bảng 2.24)

Sai lệch của kích thước d , được chọn phụ thuộc vào loại vật liệu polime sử dụng, cần đảm bảo sao cho trục không bị kẹt trong quá trình làm việc. Kích thước D có sai lệch theo lắp ghép có độ dôi nhỏ hoặc trung bình.

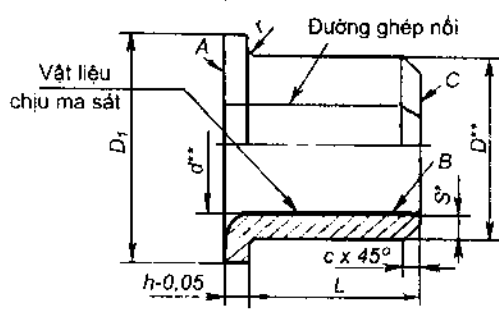
Cho phép có cạnh vát đối với các kích thước d , D (xem *Sổ tay thiết kết cơ khí - tập 1 - chương 5*).

Cho phép chế tạo then có các cạnh lượn tròn và chiều dài then ngắn hơn chiều dài ống lót.

Bề mặt của ống lót phải nhẵn, không được có vết sây sát, phỏng rộp, vết nứt, sự phân lớp và vết lõm.

Sau khi ép ống lót vào thân ổ không cho phép gia công lại lỗ d .

Bảng 2.25. Ống lót có vai bằng kim loại - teflon làm việc trong điều kiện không bôi trơn
Kích thước, mm

															
d (sai lệch H7, H8)	D (Sai lệch u8)	D ₁	s	c ±0,1	r	h	L ^{***} _{-0,2}	d (sai lệch H7, H8)	D (Sai lệch u8)	D ₁	s	c ±0,1	r	h	L ^{***} _{-0,2}
5	7	12	1,0	0,3	1,0	0,9	4-8	38	41	57	1,5	0,5	1,5	1,4	18-56
6	8	14					4-10	40	43	60					18-60
7	9	16					4-10	42	45	65					20-60
8	10	18					4-12								
10	13	20	1,5	0,5	1,5	1,4	6-16	45	50	67	2,5	0,8	2,0	2,4	22-60
12	15	22					6-18	48	53	73					24-60
14	17	24					8-22	50	55	75					26-65
16	19	26					8-24	55	60	82					28-65
18	21	28					10-26	60	65	90					28-65
20	23	30					10-30	65	70	95					28-65
22	25	33					12-34	70	75	105					30-65
24	27	36					12-36	75	80	112					30-65
26	29	39					16-40	80	85	120					32-65
28	31	42					16-42	85	90	125					32-70
30	33	45					16-44	90	95	130					36-70
32	35	48					16-48	95	105	140					40-70
34	37	52					18-56	100	115	150					40-70
35	38	54					18-56	120	125	160					40-70
* Kích thước tham khảo. ** Kích thước ống lót ở trạng thái làm việc. *** Dãy các kích thước L: 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 44; 46; 48; 50; 56; 60; 65; 75 mm.															

Yêu cầu kỹ thuật (bảng 2.25)

Vật liệu: bằng kim loại - teflon với kim loại nền là thép C8s và thép chịu ăn mòn 08Cr18Ni10Ti.

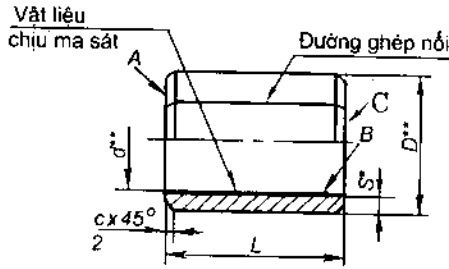
Khe hở tại đường ghép nối khi ống lót ở trạng thái tự do không được lớn hơn 0,2 mm.

Sai lệch độ vuông góc của các bề mặt A và C so với mặt B không được lớn hơn 0,1mm trên chiều dài 100 mm.

Sai lệch độ song song của đường ghép nối ống lót so với mặt B không được lớn hơn 0,3 mm trên chiều dài 100 mm.

Sai lệch chiều dày thành ống không được lớn hơn 0,03 mm.

Bảng 2.26. Máng lót không vai bằng kim loại - teflon làm việc trong điều kiện không bôi trơn. Kích thước, mm

									
d (sai lệch H7, H8)	D (sai lệch u8)	S	c ± 0,1	L _{0,2}	d (sai lệch H7, H8)	D (sai lệch u8)	S	c ± 0,1	L _{0,2}
5	7	1	0,3	4-8	38	41	1,5	0,5	18-56
6	8			4-10	40	43			18-60
7	8			4-10	42	45			18-60
8	10			4-12					
10	13	1,5	0,5	6-16	45	50	5	0,8	18-65
12	15			6-18	48	53			18-70
14	17			8-22	50	55			18-75
16	19			8-24	55	60			20-80
18	21			10-26	60	65			20-90
20	23			10-30	65	70			24-90
22	25			12-34	70	75			24-90
24	27			12-36	75	80			26-90
26	29			16-40	80	85			26-90
28	31			16-42	85	90			26-90
30	33			16-44	90	95			26-90
32	35			16-48	100	105			26-90
34	37			20-50	110	115			26-90
35	38			20-56	120	125			26-90

* Kích thước tham khảo.
 ** Kích thước ống lót ở trạng thái làm việc.

Yêu cầu kỹ thuật (bảng 2.26)

Vật liệu: bằng kim loại - teflon với kim loại nền là thép 08Cr18Ni10Ti hoặc C8s.

Khe hở tại đường ghép nối khi ống lót ở trạng thái tự do không được lớn hơn 0,2 mm.

Sai lệch độ vuông góc của các bề mặt A và C so với B không được lớn hơn 0,1 mm trên chiều dài 100 mm.

Sai lệch độ song song của đường ghép nối ống lót so với mặt B không được lớn hơn 0,3 mm trên chiều dài 100 mm.

Sai lệch chiều dày thành ống không được lớn hơn 0,03 mm.

Điều kiện kỹ thuật chung cho ống lót kim loại - teflon (bảng 2.25 và 2.26)

Kiểm tra đường kính trong của ống lót sau khi ép ống lót lần lượt vào cả hai lỗ calip được chế tạo với một đầu lỗ calíp theo sai lệch giới hạn trên còn đầu kia theo sai lệch giới hạn dưới của lỗ H7 cho đường kính tương ứng của lắp ghép ống lót trong thân ổ.

Đường kính d phải thỏa mãn yêu cầu của lắp ghép H7 và H8 tùy theo kiểu ống lót. Hình vẽ phác của calip kiểm ống lót có đường kính $d = 10$ mm được giới thiệu trên hình 2.4.

Đường kính ngoài của ống lót được bảo đảm bằng các kích thước của trang bị công nghệ.

Kiểm tra chiều dày và cấu trúc của lớp chịu ma sát trên mẫu mài nhẵn cùng với kính hiển vi có độ phóng đại 30 +50 lần.

Thời hạn sử dụng ống lót là 3 năm.

Đường kính lỗ trên thân ổ lắp với ống lót được chế tạo theo H7 với độ nhẵn bề mặt $R_a = 0,63 \mu\text{m}$.

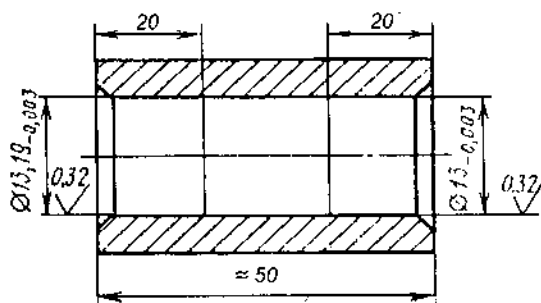
Sai lệch độ đồng trục của lỗ A so với lỗ B không được lớn hơn 0,03 mm (hình 2.5).

Ép ống lót vào thân ổ bằng chày ép có vai để tỳ vào mặt mút hoặc vai của ống lót. Đường kính của chày ép được chế tạo theo sai lệch f7 hoặc e7 và độ nhẵn bề mặt làm việc ở trong giới hạn $R_a = 0,63 \mu\text{m}$ và $R_a = 0,32 \mu\text{m}$. Trước khi tác dụng lực để ép ống lót cần định vị ống lót so với lỗ thân ổ sao cho chuyển động của ống lót không bị xiên.

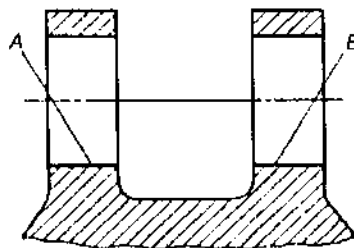
Đối với ống lót làm việc ở nhiệt độ nâng cao, cần kẹp chặt ống lót với thân ổ để đề phòng sự dịch chuyển chiều trục và xoay của ống lót (cán, núng điểm, lắp ghép có keo dán, v.v...).

Sau khi gá đặt ống lót vào thân ổ, tùy theo công dụng của kiểu ống lót, cần kiểm tra đường kính trong của ống lót bằng calíp nút trơn thích hợp.

Trục được mạ crôm đạt độ nhẵn bề mặt $R_a = 0,63 \mu\text{m}$ đối với ống lót được chế tạo theo cấp chính xác IT8, và $R_a = 0,32 \mu\text{m}$ - đối với ống lót được chế tạo theo cấp chính xác IT7. Cho phép sử dụng các loại mạ, phủ khác nếu bảo vệ được trục chống lại sự ăn mòn và không làm tăng độ nhám bề mặt của trục.



Hình 2.4. Calíp kiểm ống lót.



Hình 2.5. Sai lệch độ đồng trục của lỗ A so với lỗ B.

Trước khi lắp ống lót, trục truyền, trục tâm phải được rửa sạch cẩn thận để loại bỏ khỏi bề mặt của chúng lớp mỡ bảo quản, bụi bẩn và được lau khô bằng giấy hoặc khăn bằng vật liệu mềm. Không cho phép dùng vải nhám, vải thô để lau bụi bẩn trên bề mặt trục. Không cho phép dùng bàn chải kim loại để làm sạch bụi bẩn.

Các bề mặt làm việc của trục và ống lót sau khi đã làm sạch và lau khô cần được bôi một lớp mỡ bôi trơn có độ nhớt thích hợp.

Trục phải quay nhẹ nhàng trong ổ sau khi lắp.

Tải trọng riêng trên ống lót và tuổi thọ.

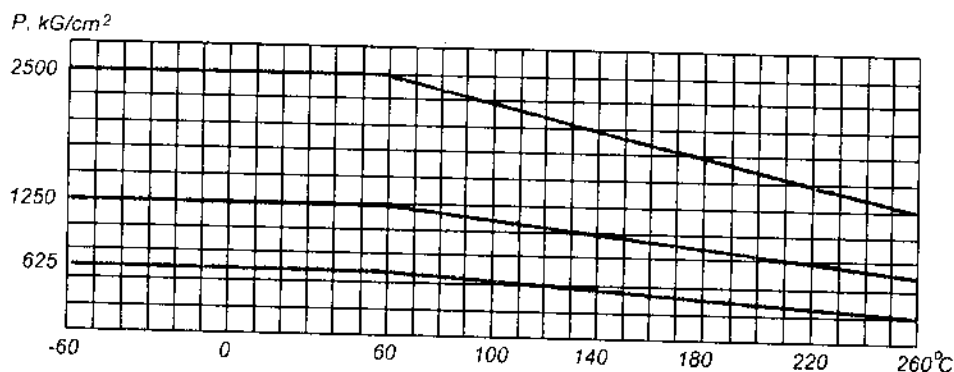
Tuổi thọ của ống lót theo số chu kỳ trong chuyển động qua lại của trục với độ lệch góc $\pm 30^\circ$, tải trọng riêng cho chu kỳ thay đổi từ 0 đến cực đại và nhiệt độ làm việc $\pm 60^\circ\text{C}$ phải phù hợp với chỉ dẫn trong bảng 2.27. Tốc độ trượt không được vượt quá 0,01 m/s.

Bảng 2.27. Tuổi thọ của ống lót theo số chu kỳ tải trọng thay đổi

d, ống lót, mm		Tải trọng riêng, kG/cm ² , không lớn hơn			Độ mòn mm không lớn hơn
Danh nghĩa	Sai lệch	2500	1250	625	
		Số chu kỳ, không lớn hơn			
5-18	Theo H8	15000	60000	150000	0,10
	" H7	7000	30000	75000	0,05
20-40	Theo H8	10000	50000	100000	0,12
	" H7	5000	25000	50000	0,07
Trên 40	Theo H8	10000	50000	100000	0,20
	" H7	5000	25000	50000	0,10

Khi tăng nhiệt độ đến 260°C , tải trọng riêng tương ứng cần giảm đi hai lần. Trong khoảng nhiệt độ từ -60°C đến $+260^\circ\text{C}$, tải trọng riêng phải phù hợp với đồ thị trên hình 2.6.

Khi ống lót làm việc ở tải trọng riêng không vượt quá 500 kg/cm^2 cần tính đến giá trị pv cho phép được giới thiệu trong bảng 2.28. Nhiệt độ làm việc lúc này phải ở trong khoảng từ -60°C đến $+60^\circ\text{C}$.

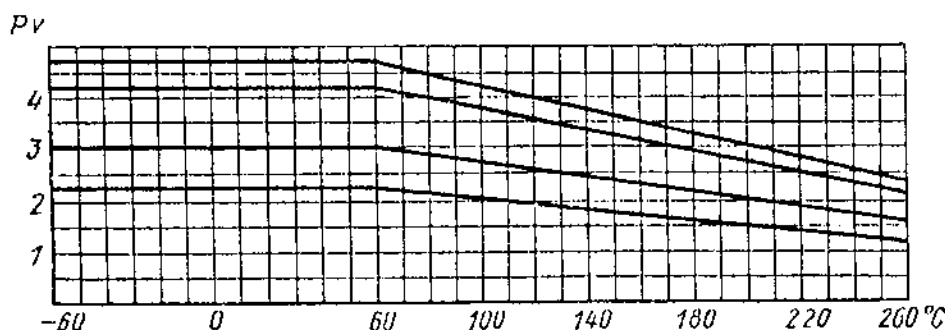


Hình 2.6. Đồ thị thay đổi tải trọng trong khoảng nhiệt độ từ -60°C đến $+200^\circ\text{C}$.

Bảng 2.28. Giá trị pv cho phép đối với ống lót làm việc ở tải trọng riêng không vượt quá 500kG/cm²

Các trường hợp tác dụng lực điển hình khi sử dụng ống lót	Giá trị pv cho phép, kGm/cm ² .s (khi độ mòn không lớn hơn 0,1 mm)	
	Trục mạ crôm, thời gian làm việc 1000 h	Trục được phủ các lớp không ăn mòn khác; thời gian làm việc 1000 h
Tải trọng không thay đổi khi trục đứng yên và ống lót quay.	3,1	2,3
Tải trọng không thay đổi khi trục quay so với ống lót.	4,2	3,1
Tải trọng thay đổi khi trục có chuyển động quay qua lại.	4,7	4,2

Khi tăng nhiệt độ lớn hơn +60°C, tải trọng và giá trị pv cho phép sẽ giảm đi theo đồ thị trên hình 2.7.



Hình 2.7. Đồ thị giảm pv cho phép, kGm/cm² s khi nhiệt độ vượt quá 60°C.

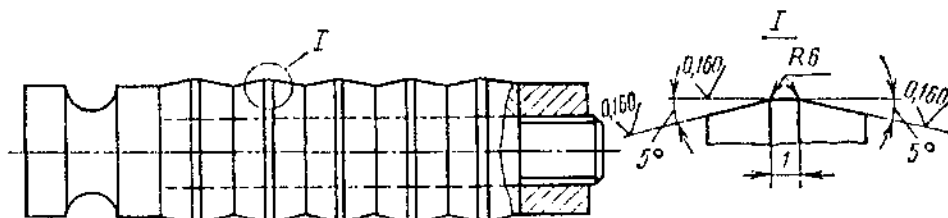
Tải trọng riêng chiều trục tác dụng lên ống lót có vai không được lớn hơn một nửa tải trọng riêng hướng kính tác dụng lên ống lót và được tính toán trên diện tích bề mặt của vai không kể đến phần lượn tròn.

Đối với các ống lót sau khi lắp cho phép sửa sai lệch hình dạng của lỗ (độ ôvan, độ côn, v.v...) bằng chuốt hiệu chuẩn thì dao chuốt phải có độ dôi không vượt quá 0,06 mm. Khi đó dao chuốt và ống lót cần được bôi trơn bằng mỡ có độ nhớt thích hợp.

Hệ số ma sát khi không có bôi trơn theo độ mòn của lớp chịu ma sát có thể tăng lên:

- + Hệ số ma sát động - từ 0,07 lúc ban đầu đến 0,2 khi chuốt xong;
- + Hệ số ma sát tĩnh - từ 0,10 lúc ban đầu đến 0,22 khi chuốt xong.

Để tăng tuổi thọ của ống lót, nên chế tạo ống lót có lượng dư cho hiệu chuẩn và làm bền bề mặt của lớp chịu ma sát bằng dao chuốt có độ dôi không lớn hơn 0,1 mm. Hình dạng của dao chuốt được giới thiệu trên hình 2.8.



Hình 2.8. Hình dạng của dao chuốt hiệu chuẩn.

Tính toán các kích thước khai triển của ống lót.

+ Đối với ống lót không vai
(hình 2-9):

$$l = \pi (d + t_1 + 2t_2 + 3t_3)$$

trong đó:

d - đường kính trong của ống lót
lấy theo sai lệch giới hạn trên;

t_1 - chiều dày lớp thép của băng

t_2 - chiều dày của lớp đồng bronze xốp

t_3 - chiều dày của lớp hiệu chuẩn

+ Đối với ống lót có vai (hình 2.10)

Chiều cao khai triển của phôi:

$$H = \left[H_t + \frac{\pi \left(r + \frac{l_1}{2} \right)}{2} + \frac{D_1 - (D + 2r)}{2} \right] k$$

trong đó:

$k = 1,2$ - hệ số co ngót của vật liệu khi chế tạo
ống lót và cho gia công cơ tiếp sau;

$$H_t = L - r$$

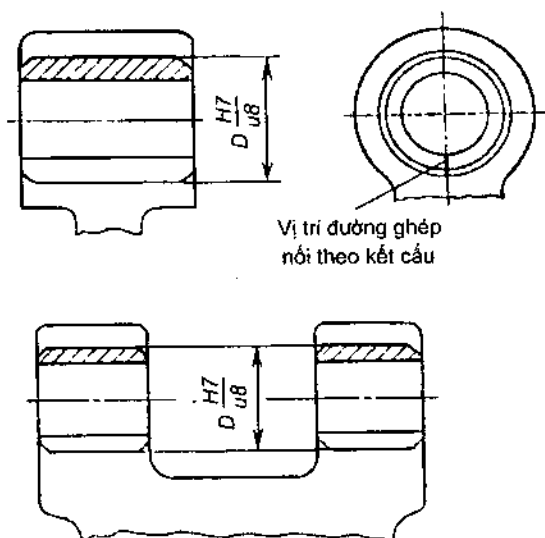
Các kích thước l và l_1 của khai triển phôi:

$$l = \pi (d + t_1 + 2t_2 + 3t_3);$$

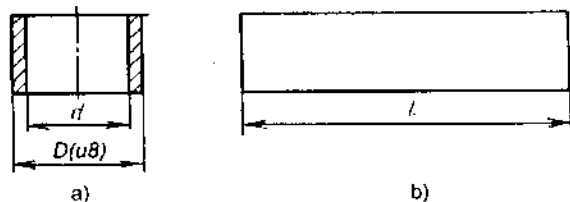
$$l_1 = l + 2r_1 \sin 35^\circ$$

trong đó $r_1 = H - H_t$

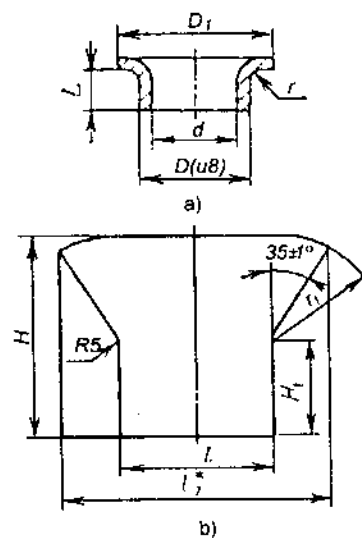
Các ví dụ về sử dụng ống lót được giới thiệu trên các hình 2.11 và hình 2.12.



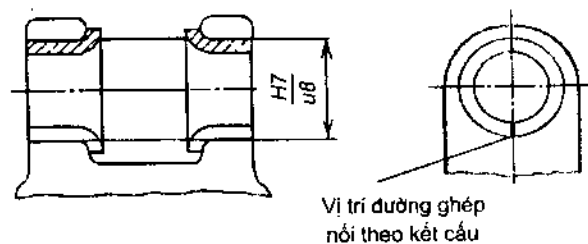
Hình 2.11. Ví dụ sử dụng ống lót không vai.



Hình 2-9. Khai triển phôi ống lót không vai
a) ống lót ; b) hình khai triển.



Hình 2.10. Khai triển ống lót có vai:
a) ống lót; b) hình khai triển;
 H_t - phần hình trụ của phôi.



Hình 2.12. Ví dụ sử dụng ống lót có vai.

2. Ổ LĂN

2.1. Hệ thống ký hiệu qui ước (TCVN 3776-83)*

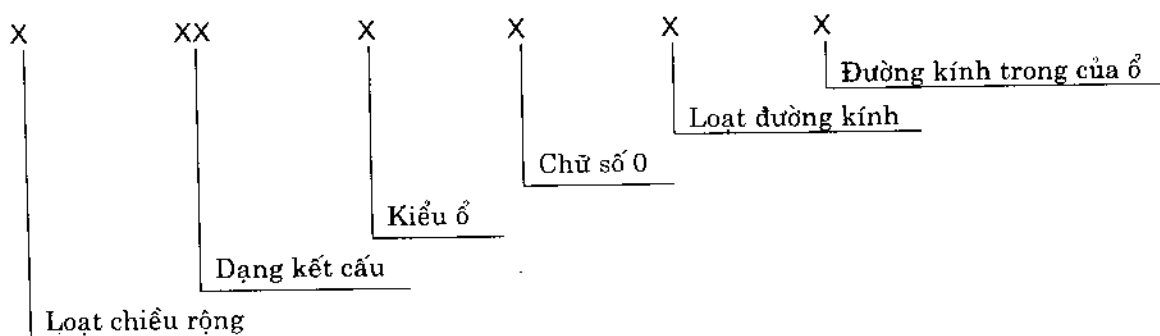
Hệ thống ký hiệu qui ước của ổ bi và ổ đĩa (trừ ổ bản lề và ổ kim có một vòng ngoài đập theo TCVN 1507-74) bao gồm các đặc trưng sau:

- Đường kính trong của ổ;
- Loạt đường kính và loạt chiều rộng hoặc chiều cao - thông số qui định cho các ổ có kết cấu và đường kính trong giống nhau nhưng đường kính ngoài và chiều rộng khác nhau;
- Kiểu ổ - tập hợp ký hiệu xác định bởi tính chất cơ bản của ổ như hướng của tải trọng tác dụng và hình dạng con lăn;
- Dạng kết cấu - các biến thể được khai triển từ một kiểu ổ.

Trình tự bố trí các chữ số trong ký hiệu qui ước của ổ như sau:

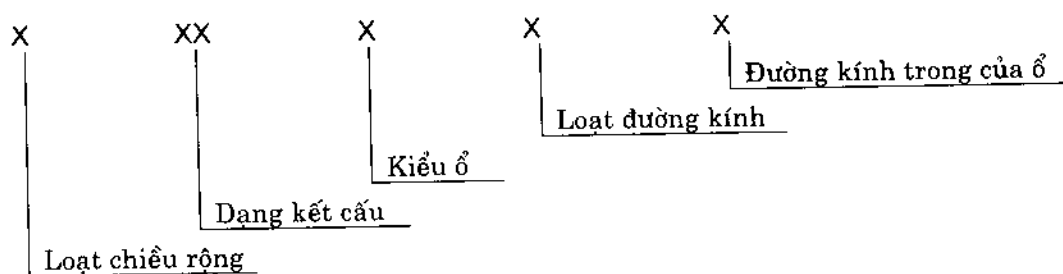
- + Đối với ổ có đường kính trong đến 10 mm (trừ những ổ có đường kính trong 0,6; 1,5; 2,5 mm), sơ đồ 1.

Sơ đồ 1



- + Đối với đường kính trong từ 10 mm trở lên (trừ những ổ có đường kính trong 22; 28; 32; 500 mm và lớn hơn), sơ đồ 2.

Sơ đồ 2



Ký hiệu đường kính của ổ

Theo sơ đồ 1:

- Chữ số đầu tiên dùng để xác định đường kính trong của ổ có giá trị bằng trị số đường kính trong.

*) Tương tự như hệ thống ký hiệu qui ước của Nga.

- Đường kính trong của ổ bằng 0,6; 1,5; 2,5 mm được phân biệt với chữ số qui ước chỉ loạt đường kính bằng đường gạch chéo;

- Đường kính trong của ổ được biểu thị bằng một phân số (trừ các trị số 0,6; 1,5; 2,5) ký hiệu theo trị số gần nhất của đường kính trong đã qui tròn tới đơn vị. Trong ký hiệu qui ước của các ổ này thì vị trí thứ hai từ phải sang trái là số 5.

Theo sơ đồ 2:

- Hai chữ số đầu tiên của sơ đồ 2 xác định đường kính trong của ổ.

- Đường kính trong của ổ từ 10 đến 20 mm:

$d = 10 \text{ mm}$ ký hiệu 00

$d = 12 \text{ mm}$ ký hiệu 01

$d = 15 \text{ mm}$ ký hiệu 02

$d = 17 \text{ mm}$ ký hiệu 03

+ Đối với các đường kính khác với chỉ dẫn trên, cần ký hiệu theo đường kính đã chỉ dẫn gần nhất. Khi đó trong ký hiệu qui ước của các ổ này thì vị trí thứ ba từ phải sang trái là số 9.

- Đường kính trong của ổ từ 20 đến 495 mm được ký hiệu bằng thương số của trị số đường kính này chia cho 5.

- Đường kính trong của ổ bằng 22; 28; 32; 500 và lớn hơn được ký hiệu bằng chữ số tương ứng và được phân biệt với chữ số qui ước chỉ loạt đường kính bằng đường gạch chéo.

- Đường kính trong của ổ được biểu thị bằng một phân số hoặc một số nguyên nhưng không phải là một bội số của 5 được ký hiệu bằng một thương số nguyên gần đúng của trị số đường kính chia cho 5. Khi đó trong ký hiệu qui ước của các ổ này thì vị trí thứ ba từ phải sang trái là số 9.

Ký hiệu qui ước loạt ổ.

- Chữ số thứ hai trong sơ đồ 1 và chữ số thứ ba trong sơ đồ 2 ký hiệu cho loạt đường kính của ổ. Chữ số thứ 7 trong sơ đồ 1 và 2 ký hiệu cho loạt chiều rộng của ổ. Ký hiệu qui ước cho loạt đường kính và loạt chiều rộng của ổ được giới thiệu trong bảng 2.29.

- Không ghi trong ký hiệu qui ước các số không chỉ loạt chiều rộng đứng ở bên trái chữ số thứ 7.

- Ổ có đường kính ngoài hoặc chiều rộng không tiêu chuẩn phải được ký hiệu bằng chữ số 7 hoặc 8 ở vị trí thứ 3 trong ký hiệu qui ước (sơ đồ 2).

- Ổ có đường kính trong và chiều rộng không tiêu chuẩn (loạt không xác định) được ký hiệu bằng số 6 hoặc 7 ở vị trí thứ 2 trong ký hiệu qui ước (sơ đồ 1).

Bảng 2.29. Ký hiệu loạt ổ

Ví dụ ký hiệu loạt	Ký hiệu loạt		Đặc trưng theo chiều rộng	Đặc trưng theo đường kính	Loạt
	Số thứ bảy từ phải	Số thứ ba từ phải			
7000 800	7	8	Hẹp	8	Siêu nhẹ
1000 800	1	8	Bình thường		
2002 800	2	8	Rộng		
3007 800	3	8	Đặc biệt rộng		
4024 800	4	8			
5004 800	5	8			
6002 800	6	8			

Tiếp bảng 2.29

Ví dụ ký hiệu loạt	Ký hiệu loạt		Đặc trưng theo chiều rộng	Đặc trưng theo đường kính	Loạt	
	Số thứ bảy từ phải	Số thứ ba từ phải				
7000 900	7	9	Hẹp	9	Siêu nhẹ	
1000 900	1	9	Bình thường			
2002 900	2	9	Rộng			
3007 900	3	9	Đặc biệt rộng			
4024 900	4	9				
5004 900	5	9				
6002 900	6	9				
7000 100	7	1	Hẹp	1	Đặc biệt nhẹ	
100	0	1	Bình thường			
2002 100	2	1	Rộng			
3003 100	3	1				
4024 100	4	1	Đặc biệt rộng			
5004 100	5	1				
6000 100	6	1				
7000 700	7	7	Hẹp	7		Đặc biệt nhẹ
1002 700	1	7	Bình thường			
2002 700	2	7	Rộng			
3003 700	3	7	Đặc biệt rộng			
4004 700	4	7				
8000 200	8	2	Đặc biệt hẹp	2 hoặc 5	Nhẹ	
200	0	2	Hẹp			
1000 200	1	2	Bình thường			
2500	0	5	Rộng			
3002 200	3	2	Đặc biệt rộng			
4004 200	4	2				
8000 300	8	3	Đặc biệt hẹp	3 hoặc 6	Trung	
300	0	3	Hẹp			
1002 300	1	3	Bình thường			
3600	0	6	Rộng			
3056 300	3	3	Đặc biệt rộng			
400	0	4	Hẹp			4
2086 400	2	4	Rộng			
900	0	9	Không xác định	9	Không xác định	

Ký hiệu qui ước kiểu ổ

Chữ số thứ tư từ phải của sơ đồ 1 và 2 xác định kiểu ổ phụ thuộc vào hướng tác dụng của tải trọng và hình dạng của con lăn. Ký hiệu qui ước của ổ được giới thiệu trong bảng 2.30.

Trong ký hiệu qui ước của ổ sẽ không ghi kiểu ổ có chữ số ký hiệu là số 0 nếu ký hiệu loạt chiều rộng là 0 và dạng kết cấu 00. Ký hiệu qui ước của ổ lúc này sẽ bao gồm 2 hoặc 3 chữ số.

Ký hiệu qui ước của ổ theo dạng kết cấu

Chữ số thứ năm và thứ sáu từ phải của sơ đồ 1 và 2 xác định dạng kết cấu ổ bao gồm hai chữ số từ "00" đến "99".

Bảng 2.30. Ký hiệu kiểu ổ

Kiểu ổ	Ký hiệu
Ổ bi đỡ	0
Ổ bi đỡ tự lựa (ổ bi cấu đỡ)	1
Ổ trụ ngắn đỡ	2
Ổ trụ đỡ tự lựa (ổ đũa cầu đỡ 2 dãy)	3
Ổ trụ dài đỡ hoặc ổ kim	4
Ổ trụ xoắn đỡ	5
Ổ bi đỡ chặn	6
Ổ côn (ổ đũa côn đỡ chặn)	7
Ổ bi chặn, ổ bi chặn đỡ	8
Ổ đũa chặn, ổ đũa chặn đỡ	9

Các dạng kết cấu cơ bản:

Ổ có rãnh trên vòng ngoài được ký hiệu bởi số 5 ở vị trí thứ năm từ phải đối với ổ bi đỡ; đối với ổ bi có vòng che thì vị trí thứ năm là số 5 và vị trí thứ sáu là số 1.

Ví dụ

Ổ 50212 - ổ bi đỡ một dãy loạt đường kính 2 (loạt nhẹ), đường kính trong $d = 60$ mm, có rãnh trên vòng ngoài.

Ổ 150212 - ổ bi đỡ một dãy loạt đường kính 2 (loạt nhẹ), đường kính trong $d = 60$ mm, có rãnh trên vòng ngoài và vòng che.

Một số ví dụ ký hiệu ổ

1. Ổ 1000094 - các chữ số từ phải ký hiệu: 4 - đường kính trong 20 mm; 9- loạt đường kính siêu nhẹ; 0- chữ số 0 theo sơ đồ 1; 0- kiểu ổ bi đỡ một dãy; 00 - dạng kết cấu ; 1- loạt chiều rộng bình thường.

2. Ổ 32205 - các chữ số từ phải ký hiệu: 5- đường kính trong 25 mm; 2- loạt đường kính nhẹ; 2- kiểu ổ trụ ngắn đỡ; 03- dạng kết cấu; 0- loạt chiều rộng: hẹp.

3. Ổ 2007913 - các chữ số từ phải ký hiệu: 13- đường kính trong 65 mm; 9- loạt đường kính siêu nhẹ; 7- kiểu ổ côn một dãy; 00- dạng kết cấu; 2- loạt chiều rộng: rộng.

4. Ổ 1008006- các chữ số từ phải ký hiệu: 06 - đường kính trong 30 mm; 0- loạt đường kính không xác định; 8- kiểu ổ bi chặn; 00- dạng kết cấu; 1- loạt chiều rộng: bình thường. Ổ 1008101 - cũng như trên nhưng chỉ khác đường kính trong 01 tương ứng với 12 mm, loạt đường kính 1- đặc biệt nhẹ.

2.2. Kiểu và dạng kết cấu của ổ lăn (TCVN 1479-85)

Các kiểu và dạng kết cấu chính của ổ lăn bao gồm:

Ổ bi đỡ một dãy

Ổ bi đỡ một dãy (bảng 2.78 đến bảng 2.81) có khả năng chịu tải trọng tác dụng hướng tâm và dọc trục theo cả hai chiều. Khả năng chịu tải trọng dọc trục không vượt quá 70% tải

trọng hướng tâm cho phép. Ổ bi đỡ một dãy có tổn thất ma sát không lớn và được sử dụng rộng rãi khi tuổi thọ tính toán của ổ nằm trong giới hạn khả năng làm việc bình thường của máy và thiết bị. Ổ bi đỡ một dãy có thể làm việc được khi vòng trong của ổ lệch đi so với vòng ngoài một góc không lớn hơn 15 phút. Nếu vượt quá trị số này tuổi thọ của ổ sẽ giảm nhanh do bị nung nóng và đứt gãy vòng cách.

Ổ bi đỡ một dãy có thể được chế tạo với các dạng kết cấu sau:

a) Có rãnh trên vòng ngoài để lắp với vòng chặn (ký hiệu 50 000). Khi dùng dạng kết cấu này cho phép không làm vai cho lỗ lắp ổ trên thân hộp và kích thước dọc trục của lỗ được giảm đi. Tuy nhiên vòng chặn không chịu được tải trọng dọc trục lớn, do đó ổ bi đỡ loại này chỉ làm việc trong điều kiện chịu tải trọng hướng tâm.

b) Có một vòng che (ký hiệu 60 000) và hai vòng che (ký hiệu 80 000) cũng như có một vòng bít kín (ký hiệu 160 000) và hai vòng bít kín (ký hiệu 180 000). Dạng kết cấu này được sử dụng khi khó bố trí cơ cấu bít kín trong bộ phận ổ trục hoặc không có khả năng bổ sung dầu bôi trơn cho ổ trong quá trình làm việc.

c) Có vai trên vòng ngoài (ký hiệu 840 000). Khi dùng dạng kết cấu này cho phép không làm vai cho lỗ lắp ổ trên thân hộp để cố định vị trí vòng ngoài của ổ và giảm kích thước dọc trục của lỗ lắp ổ.

Đường kính viên bi D_w của ổ bi đỡ một dãy loạt siêu nhẹ và đặc biệt nhẹ với mọi đường kính và của ổ bi đỡ một dãy loạt nhẹ, trung và nặng với đường kính $d < 4,5$ mm được xác định $D_w \approx 0,3 (D - d)$. Đối với ổ bi đỡ một dãy loạt nhẹ, trung bình và nặng với đường kính $d > 45$ mm thì $D_w \approx 0,32(D - d)$. Số viên bi trong một dãy $Z = 2,9 \frac{D+d}{D-d}$ (D, d - đường kính ngoài và trong của ổ bi).

Ổ bi cầu đỡ hai dãy (tự lựa)

Ổ bi cầu đỡ hai dãy hoặc còn gọi là ổ bi đỡ tự lựa (bảng 2.82 và bảng 2.85) có khả năng chịu tải trọng hướng tâm, đồng thời cũng có khả năng chịu tải trọng dọc trục theo cả hai chiều với trị số không vượt quá 20% tải trọng hướng tâm cho phép.

Ổ bi cầu đỡ hai dãy (tự lựa) kiểu 1000 có thể làm việc khi độ lệch của vòng trong so với vòng ngoài tới 3° do sai lệch độ đồng trục của các bề mặt lắp ghép (d và D) hoặc độ võng của trục dưới tác dụng của tải trọng gây ra. Do đó ổ bi cầu đỡ kiểu này có thể dùng cho các bộ phận ổ trục dọc lắp, tách rời khỏi máy hoặc thiết bị.

Ổ bi cầu đỡ hai dãy (tự lựa) kiểu 11 000 có lỗ côn (độ côn 1:12) được lắp trên ống găng, cho phép điều chỉnh được khe hở hướng tâm và lắp ráp trên trục trơn.

Một kết cấu khác của ổ bi cầu đỡ hai dãy là kiểu 111 000, có lỗ côn (độ côn 1:12) được dùng để lắp trên ngông trục côn. Cho phép điều chỉnh khe hở hướng tâm bằng cách dịch chuyển vòng trong so với ngông trục côn.

Ổ bi cầu đỡ hai dãy (tự lựa) được dùng cho các thiết bị thông gió, máy quạt, các trục lắp trên nhiều ổ trục, các trục lắp trên hai ổ trục có độ võng lớn khi chịu tác dụng của ngoại lực và không đảm bảo được sai lệch độ đồng trục nhỏ của các ổ trong quá trình gia công và lắp đặt.

Đường kính viên bi $D_w \approx 0,25(D - d)$; số viên bi trong một dãy $Z \approx 5 \frac{D+d}{D-d}$.

Ổ trụ ngắn đỡ một dây

Ổ trụ ngắn đỡ một dây (bảng 2.83) gồm các kiểu chính sau:

Ổ kiểu 2000 – ổ trụ ngắn đỡ một dây, vòng ngoài không có gờ. Hướng của tải trọng tác dụng là hướng tâm. Vòng ngoài có thể dịch chuyển dọc trục so với con lăn. Cho phép lắp riêng biệt vòng trong và vòng ngoài.

Ổ kiểu 12000 – ổ trụ ngắn đỡ một dây vòng ngoài có một gờ. Hướng của tải trọng tác dụng là hướng tâm. Ổ có thể dùng không có vòng ngoài.

Ổ kiểu 32000 – ổ trụ ngắn đỡ một dây, vòng trong không có gờ. Hướng của tải trọng tác dụng là hướng tâm. Cho phép lắp riêng biệt vòng trong và vòng ngoài. Ổ có thể dùng không có vòng trong.

Ổ kiểu 42000 – ổ trụ ngắn đỡ một dây, vòng trong có một gờ. Hướng của tải trọng tác dụng là hướng tâm. Cho phép lắp riêng biệt vòng trong và vòng ngoài. Ổ có thể dùng không có vòng trong.

Ổ kiểu 62000 – ổ trụ ngắn đỡ, một dây, vòng trong có gờ và có vòng chặn định hình. Hướng của tải trọng tác dụng và đặc điểm của ổ cũng tương tự như ổ kiểu 42000.

Ổ kiểu 92000 – ổ trụ ngắn đỡ, một dây, vòng trong có một gờ và có vòng chặn phẳng. Hướng của tải trọng tác dụng và đặc điểm của ổ cũng tương tự như ổ kiểu 42000.

Ổ kiểu 102000 – Ổ trụ ngắn đỡ một dây vòng ngoài không có gờ và có hai vòng chặn. Hướng của tải trọng tác dụng là hướng tâm. Khi số lượng đĩa (con lăn) lớn có thể chế tạo ổ không có vòng cách.

Ổ kiểu 52000 – Ổ trụ ngắn đỡ một dây, vòng trong không có gờ và có vòng chặn phẳng dùng cho hộp ổ trục của đầu máy toa xe. Hướng của tải trọng tác dụng là hướng tâm.

Ổ trụ ngắn đỡ, một dây có kết cấu thuận tiện cho lắp ráp, và với cùng một kích thước thì khả năng chịu tải hướng tâm của ổ trụ đỡ lớn hơn so với ổ bi đỡ.

Ổ trụ ngắn đỡ được dùng trong các bộ phận máy có trục ngắn, cứng vững và không bị võng đáng kể dưới tác dụng của ngoại lực. Không dùng ổ trụ ngắn đỡ trong các bộ phận máy cho phép có độ nghiêng tương đối giữa vòng trong và vòng ngoài của ổ.

Nếu trên một ổ trục lắp ổ trụ ngắn đỡ không có gờ trên vòng trong hoặc vòng ngoài của ổ thì tại ổ trục kia nhất thiết phải sử dụng ổ có kết cấu cố định vị trí của trục so với thân hộp.

Ổ trụ ngắn đỡ rất thích hợp cho trục chính của các máy cắt kim loại, ổ trục của máy bơm ly tâm và cho các trục ngắn, cứng vững được lắp trên hai ổ.

Đường kính của con lăn đĩa đối với các ổ trụ ngắn đỡ loạt siêu nhẹ và đặc biệt nhẹ $D_w \approx (0,2 \div 0,22)(D - d)$; đối với ổ trụ ngắn đỡ loạt nhẹ, loạt trung và loại nặng $D_w \approx 0,25(D - d)$.

Chiều dài của con lăn đĩa đối với các ổ trụ ngắn đỡ loạt siêu nhẹ, đặc biệt nhẹ, nhẹ, trung và nặng $l = (1,5 \div 1,7) D_w$.

Số con lăn trong một dãy đối với ổ trụ ngắn đỡ có vòng cách $Z \approx 5 \frac{D+d}{D-d}$; đối với ổ không có vòng cách kiểu 102000 $Z \approx \frac{\pi(D+d)}{2D_w}$.

Đường kính vòng tròn đi qua tâm của các con lăn của ổ không có vòng cách

$$D_{pw} = \frac{Z(D_w + \delta)}{\pi}, \text{ trong đó } \delta - \text{ khe hở tổng giữa các con lăn, thường } \delta = 1 \div 1,5 \text{ mm.}$$

Ổ trụ đỡ tự lựa (ổ đĩa cầu đỡ hai dây)

Ổ trụ đỡ tự lựa (bảng 2.84 và bảng 2.86) gồm các kiểu chính sau:

Ổ kiểu 3000 – ổ trụ đỡ tự lựa vòng trong có lỗ trụ. Hướng của tải trọng tác dụng là hướng tâm và dọc trục theo cả hai chiều. Khả năng chịu tải của ổ là lớn nhất so với bất kỳ ổ lăn nào khác có cùng kích thước. Khả năng chịu tải dọc trục không vượt quá 25% tải trọng hướng tâm cho phép. Tính tự lựa của ổ trụ đỡ tự lựa cũng tương tự như ổ bi đỡ hai dây. Cho phép vòng trong có thể nghiêng so với vòng ngoài của một góc đến 3° .

Ổ kiểu 113000 – ổ trụ đỡ tự lựa vòng trong có lỗ côn (độ côn 1;12).

Ổ kiểu 13000 – ổ trụ đỡ tự lựa, có ống găng.

Hướng của tải trọng tác dụng đối với hai kiểu ổ trên là hướng tâm và dọc trục theo cả hai chiều. Khả năng chịu tải dọc trục không vượt quá 25% tải trọng hướng tâm cho phép. Các kiểu ổ này có thể lắp trực tiếp trên ngông côn của trục hoặc lắp trên ngông trụ của trục thông qua một ống găng. Cho phép vòng trong có thể nghiêng so với vòng ngoài một góc đến 3° và điều chỉnh khe hở hướng tâm.

Ổ trụ đỡ tự lựa được dùng cho các trục dài có nhiều ổ trục, có độ vòng tương đối lớn khi chịu tác dụng của ngoại lực, cũng như trong các bộ phận máy gồm các ổ trục độc lập được lắp trên một bộ chung. Ổ trụ đỡ tự lựa rất thích hợp cho sử dụng trong các máy quạt và bơm ly tâm, máy bơm hút khói, máy sàng, máy nghiền đá, v.v...

Đường kính của con lăn $D_w \approx 0,25(D - d)$, chiều dài con lăn $l \approx 0,36B$, số con lăn trong một dãy $Z \approx 5,3 \frac{D+d}{D-d}$.

Ổ bi đỡ – chặn

Ổ bi đỡ – chặn (bảng 2.88 và 2.89) có khả năng chịu tải trọng hướng tâm và dọc trục. Trị số của tải trọng dọc trục phụ thuộc vào góc tiếp xúc α . Khi tăng α thì khả năng chịu tải trọng dọc trục tăng lên do tải trọng hướng tâm giảm đi. Ổ bi đỡ chặn có các kiểu chính sau:

Ổ kiểu 6000 – ổ bi đỡ chặn một dãy, tháo được, có góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 12^\circ$.

Ổ kiểu 36000 – ổ bi đỡ chặn một dãy không tháo được, có mặt nghiêng trên vòng ngoài và góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 12^\circ$.

Hướng của tải trọng tác dụng đối với hai kiểu ổ trên là hướng tâm và dọc trục theo một chiều. Khả năng chịu tải dọc trục không vượt quá 30% tải trọng hướng tâm cho phép đối với kiểu 6000 và 70% tải trọng hướng tâm cho phép đối với kiểu 36000.

Ổ kiểu 46000 – tương tự như ổ kiểu 36000 nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 26^\circ$. Khả năng chịu tải trọng dọc trục không vượt quá 150% tải trọng hướng tâm cho phép.

Ổ kiểu 66000 – tương tự như ổ kiểu 36000 nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 36^\circ$. Khả năng chịu tải trọng dọc trục không vượt quá 200% tải trọng hướng tâm cho phép.

Ổ kiểu 236000 – ổ bi đỡ chặn kép, các vòng ngoài tiếp xúc theo mặt mút rộng, góc tiếp

xúc tính toán $\alpha = 12^\circ$.

Ổ kiểu 246000- tương tự như kiểu 236000, nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 26^\circ$.

Ổ kiểu 266000 – tương tự như kiểu 236000, nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 36^\circ$.

Hướng của tải trọng tác dụng đối với ba kiểu ổ trên là hướng tâm và dọc trục theo cả hai chiều. Khả năng chịu tải trọng hướng tâm lớn hơn 1,8 lần tải trọng hướng tâm của ổ bi một dãy tương ứng (các kiểu 36000, 46000 và 66000). Khả năng chịu tải trọng dọc trục tương tự như ổ bi một dãy tương ứng. Ổ được lắp ghép có độ dôi với trục để cố định vững chắc trục theo chiều hướng tâm và dọc trục. Các ổ kiểu 236000, 246000 và 266000 cố định trục vững chắc hơn so với các ổ kiểu 336000, 346000 và 366000.

Ổ kiểu 336000 – ổ bi đỡ chặn kép, các vòng ngoài tiếp xúc theo mặt mút hẹp, góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 12^\circ$.

Ổ kiểu 346000 – tương tự như kiểu 336000, nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 26^\circ$.

Ổ kiểu 366000 – tương tự như kiểu 336000, nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 36^\circ$.

Đặc điểm của các kiểu ổ này cũng tương tự như các kiểu ổ 236000, 246000 và 266000.

Ổ kiểu 436000 – ổ bi đỡ chặn kép, các vòng ngoài tiếp xúc theo các mặt mút khác nhau, góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 12^\circ$.

Ổ kiểu 446000 – tương tự như kiểu 436000, nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 26^\circ$.

Ổ kiểu 466000 – tương tự như kiểu ổ 436000, nhưng góc tiếp xúc tính toán $\alpha = 36^\circ$.

Hướng tải trọng tác dụng đối với các kiểu ổ 436000, 446000 và 466000 là hướng tâm và dọc trục theo một chiều. Hai cặp ổ bi bố trí đối diện với nhau có khả năng chịu tải tương đương với hai ổ bi kiểu 236000, 246000, 266000 hoặc 336000, 346000 và 366000. Có thể dùng hai cặp ổ bi bố trí đối diện nhau hoặc phối hợp với một ổ bi khếp kín thứ ba.

Đối với tải trọng dọc trục đặc biệt nặng, cho phép phối hợp ba hoặc nhiều ổ theo nguyên lý trên. Để tạo sức căng ban đầu của bộ ổ, cần khếp kín bằng ổ khác từ phía đối diện.

Ổ bi đỡ – chặn được dùng cho các bộ phận máy gồm các trục cứng vững lắp trên hai ổ trục với khoảng cách giữa hai ổ trục không lớn, cũng như cho các bộ phận trục cần điều chỉnh khe hở bên trong ổ trục trong quá trình sử dụng, ví dụ như trục chính của máy cắt kim loại, máy gia công gỗ, hộp giảm tốc trục vít, trục bánh xe trước của ô tô, manhê tô, v.v...

Ổ bi chặn

Ổ bi chặn (bảng 2-92 và 2-93) một dãy kiểu 8000 được dùng để chịu tải trọng dọc trục theo một chiều, còn ổ bi chặn kép kiểu 38000 – chịu tải trọng dọc theo cả hai chiều.

Một trong hai vòng của ổ bi chặn một dãy được lắp trực tiếp trên trục theo lắp ghép tương ứng, còn vòng kia của ổ được lắp vào thân hộp. Vì sự không trùng nhau giữa đường tâm trục và đường tâm lỗ trên thân hộp sẽ làm cho ổ bi chặn mau hỏng, nên để tạo khả năng tự lựa cho vòng ổ bi chặn lắp trên thân hộp, khe hở hướng kính của lắp ghép này được chọn $0,4 \div 0,6$ mm. Ngoài ra giữa mặt tựa trên thân hộp và mặt mút của vòng ổ bi chặn lắp trên thân hộp nên có lớp đệm bằng vật liệu dẻo như vải sơn, da, cao su chịu dầu, v.v... để khắc phục ảnh hưởng của các sai lệch do lắp ráp.

Ổ bi chặn được dùng trong các máy ly tâm đứng, các hộp giảm tốc có tốc độ thấp,

truyền momen xoắn lớn, các móc cần trục, trục chính của máy cắt kim loại, ổ trục của cần cầu quay, mũi tâm quay của máy cắt kim loại, kính và các máy khác.

Ổ dũa côn đỡ chặn (ổ côn)

Ổ dũa côn đỡ chặn (bảng 2-90 và 2-91) có các kiểu chính sau:

Ổ kiểu 7000 - ổ dũa côn đỡ chặn một dãy.

Ổ kiểu 67000 - ổ dũa côn đỡ chặn một dãy có vai trên vòng ngoài.

Hướng tải trọng tác dụng của hai kiểu ổ 7000 và 67000 là hướng tâm và dọc trục theo một chiều. Khả năng chịu tải dọc trục không vượt quá 70% tải trọng hướng tâm cho phép. Ổ có thể lắp thành cặp để làm việc với tải trọng hướng tâm. Không nên dùng ổ dũa côn đỡ chặn khi chỉ có tải trọng dọc trục. Cho phép điều chỉnh khe hở hướng tâm và dọc trục. Khi dùng ổ kiểu 67000, cho phép gia công lỗ thủng trên thân hộp để lắp vòng ngoài.

Ổ kiểu 27000 - ổ dũa côn đỡ chặn một dãy có góc côn lớn $\alpha = 25^\circ \sim 30^\circ$.

Hướng tải trọng tác dụng là hướng tâm và dọc trục theo một chiều. Khả năng chịu tải trọng dọc trục không vượt quá 150% tải trọng hướng tâm cho phép. Không nên dùng ổ này khi chỉ có tải trọng hướng tâm.

Ổ kiểu 97000 - ổ dũa côn đỡ chặn hai dãy có hai vòng trong. Hướng tải trọng tác dụng là hướng tâm và dọc trục theo cả hai chiều. Khả năng chịu tải trọng hướng tâm không vượt quá 70% tải trọng hướng tâm của ổ một dãy tương ứng. Khả năng chịu tải trọng dọc trục không vượt quá 40% tải trọng hướng tâm cho phép. Cho phép điều chỉnh khe hở hướng tâm và dọc trục.

Ổ dũa côn đỡ chặn rất nhạy cảm đối với khe hở dọc trục. Khi điều chỉnh quá chặt đối với khe hở này nhiệt độ của ổ sẽ tăng lên đáng kể trong quá trình làm việc, còn khi khe hở quá lớn thì ổ sẽ bị phá hỏng rất nhanh.

Ổ dũa côn đỡ chặn một dãy được dùng trong các bộ phận máy có các trục cứng vững lắp trên hai ổ trục, khoảng cách giữa hai ổ trục không lớn, ví dụ, hộp giảm tốc trục vít có công suất trung bình và lớn, trục bánh xe của ô tô tải, trục bánh xích của máy kéo xích, trục chính của máy cắt kim loại.

Ổ kim đỡ

Hai kiểu ổ kim đỡ chính (bảng 2-87) là 74000 - ổ kim đỡ một dãy đủ bộ không có vòng cách, và 24000 - ổ kim đỡ một dãy không đủ bộ, không có vòng cách và vòng trong. Hướng tải trọng tác dụng là hướng tâm. $L_d/d_d > 4$, trong đó L_d - chiều dài con lăn kim; d_d - đường kính con lăn kim. Tùy theo kết cấu của bộ phận máy mà sử dụng ổ kim có vòng trong hoặc không có vòng trong. Ổ kim đỡ một dãy rất nhạy cảm đối với sai lệch của các bề mặt lắp ghép của trục và thân hộp với ổ.

Ổ kim đỡ một dãy được sử dụng trong các bộ phận máy bị hạn chế về kích thước. Ví dụ như cơ cấu camđăng của ô tô, chốt pittông, trục phân phối của động cơ, cò mổ (đòn gánh) của cơ cấu phân phối, ổ trục của cơ cấu thanh truyền tay quay, v.v...

2.3. Cấp chính xác của ổ lăn

Độ chính xác của ổ lăn được xác định bởi độ chính xác kích thước của các vòng ổ (đường kính trong; D- đường kính ngoài; B - chiều rộng) và độ chính xác quay (độ đảo hướng tâm của đường lăn vòng trong và vòng ngoài; độ đảo dọc trục của đường lăn vòng trong và vòng ngoài so với mặt mút chuẩn).

TCVN 1484-85 qui định 5 cấp chính xác của ổ lăn được ký hiệu theo trình tự độ chính xác tăng dần 0, 6, 5, 4 và 2. Ký hiệu của cấp chính xác được đặt trước ký hiệu của ổ lăn. Ví dụ, 6 - 205, ở đây, số 6 - cấp chính xác của ổ; 205 - ký hiệu qui ước của ổ. Cấp chính xác "0" được phép không đưa vào ký hiệu qui ước của ổ lăn.

Nhìn chung việc phân cấp chính xác đối với ổ lăn theo TCVN 1484-85 đã có sự hài hoà với các nước công nghiệp phát triển trên thế giới cả về mặt ký hiệu cấp chính xác cũng như phạm vi dung sai cho các cấp chính xác tương ứng. Trong 5 cấp chính xác của ổ lăn thì các cấp 0, 6 và 5 được sử dụng rộng rãi.

Sai lệch giới hạn của các kích thước lắp ghép của ổ lăn thông dụng có lỗ trụ được giới thiệu trong các bảng từ 2.31 đến 2.36.

Bảng 2.31. Sai lệch giới hạn của lỗ trụ vòng trong ổ bi đỡ, ổ trụ đỡ và ổ bi đỡ chặn

Đường kính danh nghĩa d, mm	Sai lệch giới hạn của lỗ, μm , đối với cấp chính xác của ổ															
	0				6				5				4			
	d_m		$d^{(1)}$		d_m		$d^{(2)}$		d_m		$d^{(3)}$		d_m		$d^{(3)}$	
	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên
Trên 2,5 đến 10	-8	0	-10	2	-7	0	-8	1	-5	0	-5	0	-4	0	-4	0
" 10 " 18	-8	0	-11	3	-7	0	-8	1	-5	0	-5	0	-4	0	-4	0
" 18 " 30	-10	0	-13	3	-8	0	-9	1	-6	0	-6	0	-5	0	-5	0
" 30 " 50	-12	0	-15	3	-10	0	-11	1	-8	0	-8	0	-6	0	-6	0
" 50 " 80	-15	0	-19	4	-12	0	-14	2	-9	0	-9	0	-7	0	-7	0
" 80 " 120	-20	0	-25	5	-15	0	-18	3	-10	0	-10	0	-8	0	-8	0
" 120 " 180	-25	0	-31	6	-18	0	-21	3	-13	0	-13	0	-10	0	-10	0
" 180 " 250	-30	0	-38	8	-22	0	-26	4	-15	0	-15	0	-12	0	-12	0

Ký hiệu:

d_m - đường kính trung bình của lỗ, $d_m = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$; $d_{\max}$ - đường kính lớn nhất của lỗ $d_{\min}$ - đường kính nhỏ nhất của lỗ.

d- đường kính danh nghĩa của lỗ ổ lăn.

¹⁾ Kích thước dùng cho ổ loạt đường kính 8 (đến d = 10mm), loạt đường kính 9 (đến d = 10mm), loạt đường kính 0 (đến d = 40 mm), loạt đường kính 2 (đến d = 180mm), loạt đường kính 3 và 4 khi đo hai điểm.

²⁾ Kích thước dùng cho ổ loạt đường kính 8 (đến d = 10 mm), 9 (đến d = 10 mm), 0 (đến d = 60 mm), 1, 2, 3 và 4 khi đo hai điểm.

³⁾ Kích thước dùng cho ổ loạt đường kính 8 (đến d = 10 mm), 9 (đến d = 10 mm), 0, 1, 2, 3 và 4 khi đo hai điểm.

Bảng 2.32. Sai lệch giới hạn của đường kính ngoài vòng ngoài ổ bi đỡ, ổ trụ đỡ và ổ bi đỡ chặn

Đường kính danh nghĩa d, mm	Sai lệch giới hạn của lỗ, μm , đối với cấp chính xác															
	0				6				5				4			
	D_m		$D^{(1)}$		D_m		$D^{(2)}$		D_m		$D^{(3)}$		D_m		$D^{(3)}$	
	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên
Trên 2,5 đến 10	-8	0	-10	2	-7	0	-8	1	-5	0	-5	0	-4	0	-4	0
" 10 " 18	-9	0	-11	2	-8	0	-9	1	-6	0	-6	0	-5	0	-5	0
" 18 " 30	-11	0	-14	3	-9	0	-11	2	-7	0	-7	0	-6	0	-6	0
" 30 " 50	-13	0	-17	4	-11	0	-13	2	-9	0	-9	0	-7	0	-7	0
" 50 " 80	-15	0	-20	5	-13	0	-15	2	-10	0	-10	0	-8	0	-8	0
" 80 " 120	-18	0	-24	6	-15	0	-18	3	-11	0	-11	0	-9	0	-9	0
" 120 " 180	-25	0	-32	7	-18	0	-21	3	-13	0	-13	0	-10	0	-10	0
" 180 " 250	-30	0	-38	8	-20	0	-24	4	-15	0	-15	0	-11	0	-11	0

Ký hiệu: D_m - đường kính ngoài trung bình của vòng ngoài, $D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}$; $D_{\max}$ - đường kính ngoài lớn nhất của vòng ngoài; $D_{\min}$ - đường kính ngoài nhỏ nhất của vòng ngoài.
 D - đường kính ngoài danh nghĩa của ổ lăn.

1) Kích thước dùng cho ổ loại đường kính 8, 9 (đến $D = 22$ mm), 0 (đến $D = 80$ mm), 2 (đến $D = 315$ mm), 3 và 4 khi đo hai điểm. Kích thước không dùng cho ổ có vòng che và vòng kín.

2) Kích thước dùng cho ổ loại đường kính 8, 9 (đến $D = 22$ mm), 0 (đến $D = 95$ mm), 1, 2, 3 và 4 khi đo hai điểm. Kích thước không dùng cho ổ có vòng che và vòng kín.

3) Kích thước dùng cho ổ loại đường kính 8, 9 (đến $D = 22$ mm), 0, 1, 2, 3 và 4 khi đo hai điểm. Kích thước không dùng cho ổ có vòng che và vòng kín.

Bảng 2.33. Sai lệch giới hạn của lỗ vòng trong ổ côn

Đường kính danh nghĩa d, mm	Sai lệch giới hạn của lỗ, μm , đối với cấp chính xác của ổ															
	0				6				5				4			
	d_m		$d^{(1)}$		d_m		$d^{(2)}$		d_m		$d^{(3)}$		d_m		$d^{(3)}$	
	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên
Từ 10 đến 18	-8	0	-11	3	-7	0	-8	1	-7	0	-8	1	-5	0	-5	0
" 18 " 30	-10	0	-13	3	-8	0	-9	1	-8	0	-9	1	-6	0	-6	0
" 30 " 50	-12	0	-15	3	-10	0	-11	1	-10	0	-11	1	-8	0	-8	0
" 50 " 80	-15	0	-19	4	-12	0	-14	2	-12	0	-14	2	-9	0	-9	0
" 80 " 120	-20	0	-25	5	-15	0	-18	3	-15	0	-18	3	-10	0	-10	0
" 120 " 180	-25	0	-31	6	-18	0	-21	3	-18	0	-21	3	-13	0	-13	0
" 180 " 250	-30	0	-38	8	-22	0	-26	4	-22	0	-26	4	-15	0	-15	0
" 250 " 315	-35	0	-44	9	-25	0	-30	5	-25	0	-30	5	-	-	-	-

Ký hiệu: d_m - đường kính trung bình của lỗ, $d_m = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$; $d_{\max}$ - đường kính lớn nhất của lỗ; $d_{\min}$ - đường kính nhỏ nhất của lỗ.
 d - đường kính danh nghĩa của ổ lăn.

1) Kích thước dùng cho loạt đường kính 0 (đến $d = 40$ mm), 2 (đến $d = 180$ mm), 3.

2) Kích thước dùng cho loạt đường kính 0 (đến $d = 60$ mm), 2 và 3.

3) Kích thước dùng cho các loạt đường kính 0; 2 và 3.

Bảng 2.34. Sai lệch giới hạn của đường kính ngoài vòng ngoài.

Đường kính danh nghĩa d, mm	Sai lệch giới hạn của đường kính ngoài, μm , đối với cấp chính xác của ổ															
	0				6				5				4			
	D_m		$D^{(1)}$		D_m		$D^{(2)}$		D_m		$D^{(3)}$		D_m		$D^{(3)}$	
	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên
Từ 10 đến 18	-9	0	-11	2	-8	0	-9	1	-8	0	-9	1	-6	0	-6	0
" 18 " 30	-11	0	-14	3	-9	0	-11	2	-9	0	-11	2	-7	0	-7	0
" 30 " 50	-13	0	-17	4	-11	0	-13	2	-11	0	-13	2	-9	0	-9	0
" 50 " 80	-15	0	-20	5	-13	0	-15	2	-13	0	-15	2	-10	0	-10	0
" 80 " 120	-16	0	-24	6	-15	0	-18	3	-15	0	-18	3	-11	0	-11	0
" 120 " 180	-25	0	-32	7	-18	0	-21	3	-18	0	-21	3	-13	0	-13	0
" 180 " 250	-30	0	-30	8	-20	0	-24	4	-20	0	-24	4	-15	0	-15	0
" 250 " 315	-35	0	-44	9	-25	0	-29	4	-25	0	-29	4	-18	-	-18	0

Ký hiệu: D_m - đường kính ngoài trung bình; $D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}$; $D_{\max}$ - đường kính ngoài lớn nhất; $D_{\min}$ - đường kính ngoài nhỏ nhất.

D- đường kính ngoài danh nghĩa của ổ lăn

1) Kích thước dùng cho loạt đường kính 0 (đến $D = 80 \text{ mm}$), 2 (đến $D = 315 \text{ mm}$) và 3.

2) Kích thước dùng cho loạt đường kính 0 (đến $D = 95 \text{ mm}$), 2 và 3.

3) Kích thước dùng cho các loạt đường kính 0; 2 và 3.

Bảng 2.35. Ổ bi đỡ một dây có vòng che và vòng kín
Sai lệch giới hạn của đường kính ngoài, μm

Đường kính danh nghĩa D, mm	Ổ cấp 0				Ổ cấp 6				Ổ cấp 5			
	D_m		$D^{(1)}$		D_m		$D^{(2)}$		D_m		D	
	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên
Từ 6 đến 18	-8	0	-13	5	-7	0	-10	3	-5	0	-7	2
" 18 " 30	-9	0	-15	6	-8	0	-12	4	-6	0	-9	3
" 30 " 50	-11	0	-19	8	-9	0	-15	6	-7	0	-11	3
" 50 " 80	-13	0	-23	10	-11	0	-19	8	-9	0	-15	6
" 80 " 120	-15	0	-28	13	-13	0	-23	10	-10	0	-18	8
" 120 " 150	-18	0	-33	15	-15	0	-27	12	-11	0	-20	9

Ký hiệu: D_m - đường kính ngoài trung bình; $D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}$; $D_{\max}$ - đường kính ngoài lớn nhất; $D_{\min}$ - đường kính ngoài nhỏ nhất.

D- đường kính ngoài danh nghĩa của ổ lăn.

1) Kích thước dùng cho loạt đường kính 0 (đến $D = 80 \text{ mm}$), 2, 3 và 4 khi đo hai điểm.

2) Kích thước dùng cho loạt đường kính 0 (đến $D = 95 \text{ mm}$), 1, 2, 3 và 4 khi đo hai điểm.

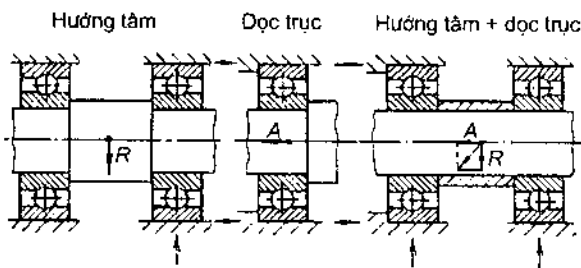
Bảng 2.36. Ổ chặn. Sai lệch giới hạn của đường kính, μm

Đường kính danh nghĩa của lỗ d, hay d ₁ , hay đường kính ngoài danh nghĩa D, mm	Cấp chính xác của ổ					
	0, 6, 5		4		0, 6, 5, 4	
	Vòng chặt, d hoặc d ₁				Vòng lỏng, D	
	Dưới	Trên	Dưới	Trên	Dưới	Trên
Đến 18	-8	0	-7	0	-11	0
Trên 18 đến 30	-10	0	-8	0	-13	0
" 30 " 50	-12	0	-10	0	-16	0
" 50 " 80	-15	0	-12	0	-19	0
" 80 " 120	-20	0	-15	0	-22	0
" 120 " 180	- 25	0	-18	0	-25	0
" 180 " 250	- 30	0	-22	0	-30	0
" 250 " 315	- 35	0	- 25	0	-35	0
" 315 " 400	- 40	0	-30	0	-40	0

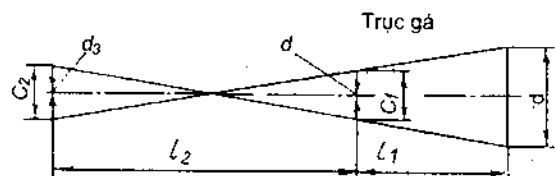
2.4. Lựa chọn ổ lăn

Khi lựa chọn kiểu và kích thước của ổ lăn cần tính đến các yếu tố sau:

- Trị số và hướng của tải trọng tác dụng (hướng tâm, dọc trục, hướng tâm + dọc trục - xem hình 2.13).
- Đặc tính của tải trọng (không đổi, thay đổi, va đập).
- Tần số quay của vòng ổ quay trong quá trình làm việc.
- Tuổi thọ cần thiết (thời gian làm việc yêu cầu tính bằng giờ hoặc triệu vòng quay);
- Môi trường xung quanh (nhiệt độ, độ ẩm, độ axit...).
- Các yêu cầu đặc biệt đối với ổ dùng cho bộ phận máy và cơ cấu (khả năng tự lựa của ổ để bù trừ cho sai lệch độ đồng tâm của trục hoặc các lỗ trên thân hộp, bảo đảm dịch chuyển của trục theo chiều dọc; lắp ráp ổ trực tiếp trên trục, trên ống găng, cần điều chỉnh khe hở hướng tâm và dọc trục của ổ; nâng cao độ cứng vững và độ chính xác quay; giảm kích thước của bộ phận máy lắp với ổ...).



Hình 2.13. Sơ đồ tải trọng tác dụng lên ổ



Hình 2.14. Sơ đồ xác định độ đảo hướng tâm

Nếu không có yêu cầu rất cao về độ chính xác của bộ phận máy hoặc cơ cấu, nên sử dụng ổ lăn cấp chính xác 0 và 6.

Trình tự lựa chọn ổ lăn như sau:

a) Xuất phát từ điều kiện vận hành và kết cấu cụ thể của bộ phận máy hoặc cơ cấu để chọn kiểu ổ lăn.

b) Xác định cỡ kích thước của ổ lăn phụ thuộc vào trị số và hướng của tải trọng tác dụng, tần số quay và thời gian làm việc yêu cầu của ổ (tuổi thọ).

c) Chọn cấp chính xác của ổ lăn phụ thuộc vào yêu cầu về độ chính xác quay của bộ phận máy; nếu không có yêu cầu đặc biệt thì nên chọn cấp chính xác bình thường 0.

Căn cứ vào tải trọng hướng tâm và dọc trục cần tính toán tải trọng tương đương tác dụng lên ổ lăn khi vòng trong của ổ quay và vòng ngoài của ổ đứng yên. Trên cơ sở tải trọng tương đương, số vòng quay của ổ và thời gian làm việc yêu cầu của ổ, cần tính toán khả năng tải trọng - đặc trưng cơ bản của ổ lăn.

Chọn cỡ kích thước cụ thể của ổ lăn theo khả năng tải động đã được xác định.

Chọn cấp chính xác của ổ lăn trục chính

Chọn cấp chính xác của một ổ (ổ trước hoặc ổ sau) và sau đó tính toán độ chính xác của ổ kia.

Cho độ đảo hướng tâm của ổ sau C_2 (hình 2.14) và của ổ trước C_1 .

Khi đó, độ đảo hướng tâm cho phép được xác định như sau:

$$[C_1] = \frac{0,67m\delta - K_2 C_2}{K_1(m+1)}$$
$$[C_2] = \frac{0,67m\delta - K_1(m+1)C_1}{K_2}$$

trong đó $m = \frac{l_2}{l_1}$; δ - độ đảo của trục gá tại điểm kiểm tra độ chính xác, mm; K_1, K_2 - hệ số tính đến số lượng ổ lăn được lắp tại ổ trục trước và ổ trục sau, khi có hai ổ thì $K = 0,71$; C_1 và C_2 , mm.

Độ chính xác của ổ trục trước nên chọn cao hơn độ chính xác của ổ trục sau, một hoặc hai cấp.

2.5. Tính toán ổ lăn

2.5.1. Phương pháp tính khả năng tải động và tuổi thọ (TCVN 4173-85)

a) Thuật ngữ và định nghĩa

1. Tuổi thọ của một ổ lăn là số vòng quay của một vòng ổ này so với vòng ổ kia trước khi bắt đầu có vết hỏng do mỏi của vật liệu trên một vòng ổ hay trên con lăn.

2. Độ tin cậy của một nhóm ổ cùng kiểu kích thước, kết cấu và công nghệ chế tạo trong cùng một điều kiện sử dụng là số phần trăm ổ trong nhóm đạt hoặc vượt quá tuổi thọ nhất định.

3. Độ tin cậy của một ổ lăn là xác suất mà ổ đó đạt được hoặc vượt tuổi thọ nhất định.

4. Tuổi thọ cơ sở L_{10} của từng ổ lăn hay của nhóm ổ như nhau, làm việc trong cùng một

điều kiện là tuổi thọ với độ tin cậy 90%.

5. Khả năng tải động hướng tâm cơ sở C_r là tải trọng hướng tâm không đổi tác dụng lên ổ lăn theo lý thuyết khi tuổi thọ cơ sở tương ứng một triệu vòng. Đối với ổ đỡ chặn một dãy, sức tải hướng tâm tương ứng với tải trọng thành phần chỉ gây ra riêng chuyển dịch hướng tâm tương đối của vòng ổ.

6. Khả năng tải động dọc trục cơ sở C_a là tải trọng dọc trục không đổi tại tâm tác động lên ổ lăn theo lý thuyết khi tuổi thọ cơ sở bằng một triệu vòng.

7. Tải trọng động hướng tâm tương đương P_r là tải trọng hướng tâm không đổi, dưới tác dụng của tải này ổ lăn có tuổi thọ bằng tuổi thọ của ổ đạt được trong điều kiện chịu tải thực tế.

8. Tải trọng động dọc trục tương đương P_a là tải trọng dọc trục không đổi tại tâm, dưới tác dụng của tải này ổ lăn sẽ có tuổi thọ bằng tuổi thọ của ổ đạt được trong điều kiện chịu tải thực tế.

9. Đường kính con lăn để tính toán sức tải (khả năng tải) D_{we} là đường kính của mặt cắt ngang trung bình của con lăn.

Chú thích: Đường kính con lăn còn là trị số trung bình của các đường kính tại các điểm giao nhau về lý thuyết của mặt lăn với các mặt đáy lớn và nhỏ của con lăn côn.

Đường kính con lăn hình trụ không đối xứng là đường kính tại điểm tiếp xúc của con lăn hình trụ với đường lăn của vòng ổ không có gờ khi tải trọng bằng không.

10. Chiều dài con lăn để tính toán khả năng tải L_{we} là chiều dài tiếp xúc lý thuyết lớn nhất của con lăn hoặc đường lăn tại vùng tiếp xúc ngắn nhất.

Chú thích: Chiều dài tiếp xúc được chọn là khoảng cách giữa các điểm giao nhau về lý thuyết của mặt lăn và các mặt dài không kể cạnh vát của con lăn hoặc là chiều rộng đường lăn không kể chiều rộng rãnh thoát dao. Chọn trị số nhỏ hơn.

11. Góc tiếp xúc danh nghĩa α là góc giữa mặt phẳng vuông góc với đường trục của ổ và đường danh nghĩa phân bố hợp lực truyền từ vòng ngoài của ổ đến con lăn.

b) Ký hiệu

C_r - khả năng tải động hướng tâm cơ sở, N;

C_a - khả năng tải động dọc trục cơ sở, N;

C_{Dr} - khả năng tải tĩnh hướng tâm cơ sở, N;

C_{Da} - khả năng tải tĩnh dọc trục cơ sở, N;

D_w - đường kính viên bi, mm;

D_{we} - đường kính con lăn để tính khả năng tải, mm;

D_{wp} - đường kính vòng tròn đi qua tâm các viên bi hay con lăn, mm;

L_{we} - chiều dài con lăn để tính khả năng tải, mm;

F_r - tải trọng hướng tâm của ổ hoặc tải trọng thành phần hướng tâm tác dụng lên ổ, N;

F_n - tải trọng dọc trục của ổ hoặc tải trọng thành phần dọc trục tác dụng lên ổ, N;

P_n - tải trọng động dọc trục tương đương, N;

P_r - tải trọng động hướng tâm tương đương, N;

X- hệ số tải trọng hướng tâm;

Y- hệ số tải trọng dọc trục;

Z- số con lăn trong ổ lăn một dãy, số con lăn trong một dãy của ổ nhiều dãy khi số con lăn trong mỗi dãy là như nhau.

i - số dãy con lăn trong một ổ lăn;

α - góc tiếp xúc danh nghĩa của ổ;

L_{10} - tuổi thọ cơ sở, triệu vòng quay;

e- giá trị giới hạn của tỷ số F_a/F_r dùng để chọn hệ số X và Y;

f_c - hệ số phụ thuộc vào dạng hình học các chi tiết của ổ, độ chính xác chế tạo và vật liệu;

V- hệ số quay.

c) Phương pháp tính khả năng tải động, tải trọng động tương đương và tuổi thọ

Khả năng tải động hướng tâm cơ sở của ổ đỡ và đỡ chặn, khả năng tải động dọc trục cơ sở của ổ chặn và chặn đỡ, tải trọng động dọc trục và hướng tâm tương đương được xác định theo các công thức trong bảng 2.37 và 2.38.

Bảng 2.37. Công thức tính khả năng tải động

Kiểu ổ	Công thức tính khả năng tải động	
Ổ bi đỡ và đỡ chặn	$D_w \leq 25,4 \text{ mm}$ $D_w > 25,4 \text{ mm}$	$C_r = f_c (\cos \alpha)^{0,7} \cdot Z^{2/3} D_w^{1/8}$ $C_r = 3,467 f_c (\cos \alpha)^{0,7} \cdot Z^{2/3} D_w^{1/4}$
Ổ bi chặn một dãy đơn và kép	$D_w \leq 25,4 \text{ mm}$ $D_w > 25,4 \text{ mm}$	$C_a = f_c \cdot Z^{2/3} \cdot D_w^{1/8} \quad (\alpha = 90^0)$ $C_a = 3,647 f_c \cdot Z^{2/3} \cdot D_w^{1/4} \quad (\alpha \neq 90^0)$
Ổ bi chặn đỡ một dãy đơn và kép	$D_w \leq 25,4 \text{ mm}$ $D_w > 25,4 \text{ mm}$	$C_a = f_c \cdot (\cos \alpha)^{0,7} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot Z^{2/3} \cdot D_w^{1/8} \quad (\alpha = 90^0)$ $C_a = 3,647 f_c (\cos \alpha)^{0,7} \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot Z^{2/3} \cdot D_w^{1/4} \quad (\alpha \neq 90^0)$
Ổ bi chặn và chặn đỡ nhiều dãy	$C_a = (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n) \left[\left(\frac{Z_1}{C_{a1}} \right)^{10/3} + \left(\frac{Z_2}{C_{a2}} \right)^{10/3} + \dots + \left(\frac{Z_n}{C_{an}} \right)^{10/3} \right]^{-3/10}$	
Ổ trụ ngắn đỡ và ổ côn	$C_r = f_c (i L_{we} \cos \alpha)^{7/9} \cdot Z^{3/4} D_{we}^{29/27}$	
Ổ đĩa chặn một dãy đơn và kép	$C_a = f_c L_{we}^{7/9} \cdot Z^{3/4} D_{we}^{29/27} \quad (\alpha = 90^0)$	
Ổ đĩa chặn đỡ một dãy đơn và kép	$C_a = f_c (L_{we} \cos \alpha)^{7/9} \cdot Z^{3/4} D_{we}^{29/27} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (\alpha \neq 90^0)$	
Ổ đĩa chặn và chặn đỡ nhiều dãy	$C_a = (Z_1 L_{we1} + Z_2 L_{we2} + \dots + Z_n L_{wen}) \left[\left(\frac{Z_1 L_{we1}}{C_{a1}} \right)^{9/2} + \left(\frac{Z_2 L_{we2}}{C_{a2}} \right)^{9/2} + \dots + \left(\frac{Z_n L_{wen}}{C_{an}} \right)^{9/2} \right]^{2/9}$	
Các ký hiệu:		
$Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ - số con lăn trong các dãy 1, 2, ... n.		
$L_{we1}, L_{we2}, \dots, L_{wen}$ - chiều dài con lăn để tính khả năng tải trong các dãy.		
$C_{a1}, C_{a2}, \dots, C_{an}$ - khả năng tải động dọc trục cơ sở của các dãy 1, 2, ... n.		

Bảng 2.38. Công thức tính tải trọng động tương đương

Kiểu ổ	Công thức tính tải trọng động tương đương
Ổ bi đỡ và đỡ chặn, ổ côn	$P_r = XVF_r + YF_a$
Ổ đĩa đỡ (ổ trụ ngắn đỡ, ổ trục đỡ tự lựa, ổ kim)	$P_r = F_r \quad (\alpha = 0^\circ)$
Ổ bi và ổ đĩa chặn	$P_a = F_a \quad (\alpha = 90^\circ)$
Ổ bi và ổ đĩa chặn đỡ	$P_a = XF_r + YF_a$
<i>Chú thích:</i> $V = 1$ khi vòng trong quay theo tải trọng; $V = 1,2$ khi vòng trong không chuyển động theo tải trọng.	

Tuổi thọ cơ sở của ổ lăn (ổ bi và ổ đĩa) được tính toán theo các công thức trong bảng 2.39.

Bảng 2.39. Công thức tính tuổi thọ cơ sở

Kiểu ổ	Công thức tính tuổi thọ cơ sở L_{10} (triệu vòng quay)
Ổ bi đỡ và đỡ chặn	$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^3$
Ổ bi chặn và chặn đỡ	$L_{10} = \left(\frac{C_a}{P_a} \right)^3$
Ổ đĩa đỡ và đỡ chặn (ổ trụ ngắn đỡ, ổ trụ đỡ tự lựa, ổ kim, ổ côn)	$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^{10/3}$
Ổ đĩa chặn và chặn đỡ	$L_{10} = \left(\frac{C_a}{P_a} \right)^{10/3}$

Giá trị của hệ số f_c được giới thiệu trong các bảng 2.40 ÷ 2.43.

Giá trị của hệ số X và Y được cho trong các bảng 2.44 ÷ 2.47.

Bảng 2.40. Hệ số f_c đối với ổ bi đỡ và đỡ chặn

$\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c đối với ổ		$\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c đối với ổ	
	Ổ bi đỡ một dây, ổ bi đỡ chặn một và hai dây	Ổ bi cầu đỡ hai dây (tự lựa)		Ổ bi đỡ một dây, ổ bi đỡ chặn một và hai dây	Ổ bi cầu đỡ hai dây (tự lựa)
0,05	46,7	44,2	0,22	59,6	56,5
0,06	49,1	46,5	0,24	59,0	55,9
0,07	51,1	48,4	0,26	58,2	55,1
0,08	52,8	50,0	0,28	57,1	54,1
0,09	54,8	51,4	0,30	56,0	53,0
0,10	55,5	52,6	0,32	54,6	51,8
0,12	57,5	54,5	0,34	53,2	50,4
0,14	58,8	55,7	0,36	51,7	48,9
0,16	59,6	56,5	0,38	50,0	47,4
0,18	59,9	56,8	0,40	48,4	45,8
0,20	59,9	56,8	-	-	-
1. Trị số f_c đối với giá trị $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ trung gian được xác định bằng nội suy tuyến tính. 2. Góc tiếp xúc danh nghĩa của ổ α bằng góc giữa đường tác dụng của hợp lực tác dụng lên con lăn (bi) và mặt phẳng vuông góc với đường trục của ổ. Đối với ổ bi đỡ $\alpha = 0^\circ$; ổ bi đỡ chặn thường có ba kiểu: $\alpha = 12^\circ$, $\alpha = 26^\circ$ và $\alpha = 36^\circ$.					

Bảng 2.41. Hệ số f_c đối với ổ bi chặn và chặn đỡ.

$\frac{D_w}{D_{pw}}$	f_c $\alpha = 90^\circ$	$\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c khi		
			$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 75^\circ$
0,01	36,7	0,01	42,1	39,2	37,3
0,02	45,2	0,02	51,7	48,1	45,9
0,03	51,1	0,03	58,2	54,2	51,7
0,04	55,7	0,04	63,3	58,9	56,1
0,05	59,5	0,05	67,3	62,6	59,7
0,06	62,9	0,06	70,7	65,8	62,7
0,07	65,8	0,07	73,5	68,4	65,2
0,08	68,5	0,08	75,9	70,7	67,3
0,09	71,0	0,09	78,0	72,6	69,2
0,10	73,3	0,10	79,7	74,2	70,7
0,12	77,4	0,12	82,3	76,6	-
0,14	81,1	0,14	84,1	78,3	-
0,16	84,4	0,16	85,1	79,2	-
0,18	87,4	0,18	85,4	79,6	-
0,20	90,2	0,20	85,4	79,6	-
0,22	92,8	0,22	84,9	-	-
0,24	95,3	0,24	84,0	-	-
0,26	97,6	0,26	82,8	-	-
0,27	99,8	0,28	81,3	-	-
0,30	101,9	0,30	80,6	-	-
0,32	103,9	-	-	-	-
0,34	105,8	-	-	-	-

Trị số f_c đối với các giá trị $\frac{D_w}{D_{pw}}$, $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ trung gian hoặc góc tiếp xúc danh nghĩa của ổ α khác được xác định bằng nội suy hoặc ngoại suy tuyến tính.

Bảng 2.42. Hệ số f_c đối với ổ đĩa đỡ và đỡ chặn (ổ trụ ngắn đỡ, ổ trục tự lựa, ổ kim, ổ côn)

$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c
0,01	52,1	0,08	81,2	0,20	88,7
0,02	60,8	0,09	82,8	0,22	88,2
0,03	66,5	0,10	84,2	0,24	87,5
0,04	70,7	0,12	86,4	0,26	86,4
0,05	74,1	0,14	87,7	0,27	85,2
0,06	76,9	0,16	88,5	0,30	83,8
0,07	79,2	0,18	88,8	-	-

Trị số f_c đối với các giá trị $\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ trung gian được xác định bằng nội suy tuyến tính.

Bảng 2.43. Hệ số f_c đối với ổ đĩa chặn và chặn đỡ

$\frac{D_{we}}{D_{pw}}$	f_c $\alpha = 90^\circ$	$\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$	f_c khi		
			$\alpha = 50^\circ$ ($45^\circ < \alpha < 60^\circ$)	$\alpha = 65^\circ$ ($60^\circ < \alpha < 75^\circ$)	$\alpha = 80^\circ$ ($75^\circ < \alpha < 90^\circ$)
0,01	105,4	0,01	109,7	107,1	105,6
0,02	122,9	0,02	127,8	124,7	123,0
0,03	134,5	0,03	130,5	136,2	134,3
0,04	143,4	0,04	148,3	144,7	142,8
0,05	150,7	0,05	155,5	154,5	149,4
0,06	156,9	0,06	160,9	157,0	154,9
0,07	162,4	0,07	165,5	161,6	159,4
0,08	167,2	0,08	169,5	165,6	163,2
0,09	171,7	0,09	172,8	168,7	166,4
0,10	175,7	0,10	175,5	171,4	169,0
0,12	183,0	0,12	179,7	175,4	173,0
0,14	189,4	0,14	182,3	177,9	175,5
0,16	195,1	0,16	183,7	189,3	-
0,18	200,3	0,18	184,1	179,7	-
0,20	205,0	0,20	183,7	179,3	-
0,22	209,4	0,22	182,6	-	-
0,24	213,5	0,24	180,0	-	-
0,26	217,3	0,26	178,7	-	-
0,28	220,9	-	-	-	-

Trị số f_c đối với các giá trị $\frac{D_w}{D_{pw}}$ hoặc $\frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}}$ trung gian được xác định bằng nội suy tuyến tính.

Bảng 2.44. Hệ số X và Y đối với ổ bi đỡ và đỡ chặn

Góc tiếp xúc α^0	$\frac{F_a}{C_{or}}$	$\frac{iF_a}{C_{or}}$	Một dãy		Hai dãy				e
			$\frac{F_a}{VF_r} > e$		$\frac{F_a}{VF_r} \leq e$		$\frac{F_a}{VF_r} > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	
0	0,014	-	0,56	2,30	1	0	0,56	2,30	0,19
	0,028			1,99				1,99	0,22
	0,056			1,71				1,71	0,26
	0,084			1,55				1,55	0,28
	0,110			1,45				1,45	0,30
	0,170			1,31				1,31	0,34
	0,280			1,15				1,15	0,38
	0,420			1,04				1,04	0,42
	0,560			1,00				1,00	0,44
5	0,014	-	0,56	2,30	1	2,78	0,78	3,74	0,23
	0,028			1,99		2,40		3,23	0,26
	0,056			1,71		2,07		2,78	0,30
	0,085			1,55		1,87		2,52	0,34
	0,110			1,45		1,75		2,36	0,36
	0,170			1,31		1,58		2,13	0,40
	0,280			1,15		1,39		1,87	0,45
	0,420			1,04		1,26		1,69	0,50
	0,560			1,00		1,21		1,63	0,52

Tiếp bảng 2.44

Góc tiếp xúc α°	$\frac{F_a}{C_{or}}$	$\frac{iF_a}{C_{or}}$	Một dây		Hai dây				e
			$\frac{F_a}{VF_r} > e$		$\frac{F_a}{VF_r} \leq e$		$\frac{F_a}{VF_r} > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	
10	-	0,014	0,46	1,88	1	2,18	0,75	3,06	0,29
		0,029		1,71		1,98		2,78	0,32
		0,057		1,52		1,76		2,47	0,36
		0,086		1,41		1,63		2,29	0,38
		0,110		1,34		1,55		2,18	0,40
		0,170		1,23		1,42		2,00	0,44
		0,290		1,10		1,27		1,79	0,49
		0,430		1,01		1,17		1,64	0,54
		0,570		1,00		1,16		1,63	0,54
12	-	0,014	0,45	1,81	1	2,08	0,74	2,94	0,30
		0,029		1,62		1,84		2,63	0,34
		0,057		1,46		1,69		2,37	0,37
		0,086		1,34		1,52		2,18	0,41
		0,110		1,22		1,39		1,98	0,45
		0,170		1,13		1,30		1,84	0,48
		0,290		1,04		1,20		1,69	0,52
		0,430		1,01		1,16		1,64	0,54
		0,570		1,00		1,16		1,62	0,54
15	-	0,015	0,44	1,47	1	1,65	0,72	2,39	0,38
		0,029		1,40		1,57		2,28	0,40
		0,058		1,30		1,46		2,11	0,43
		0,087		1,23		1,38		2,00	0,46
		0,120		1,19		1,34		1,93	0,47
		0,170		1,12		1,26		1,82	0,50
		0,290		1,02		1,14		1,66	0,55
		0,440		1,00		1,12		1,63	0,56
		0,580		1,00		1,12		1,63	0,56
18,19,20 24,25,26 30 35, 36 40	-	-	0,43	1,00	1	1,09	0,70	1,63	0,57
0,41			0,87	1	0,92	0,67	1,41	0,68	
0,39			0,76	1	0,78	0,63	1,24	0,80	
0,37			0,66	1	0,66	0,60	1,07	0,95	
0,35			0,57	1	0,55	0,57	0,93	1,14	

Tiếp bảng 2.44

Ổ lăn	Một dây		Hai dây				e
	$\frac{F_a}{VF_r} > e$		$\frac{F_a}{VF_r} \leq e$		$\frac{F_a}{VF_r} > e$		
	X	Y	X	Y	X	Y	
Cầu	0,40	0,40 ctgα	1	0,42 ctgα	0,65	0,65 ctgα	1,50 tgα
Một dây tháo được	0,50	2,50	-	-	-	-	0,20

1. Đối với ổ lăn một dây, khi $F_a/VF_r \leq e$ lấy X = 1 và Y = 0

2. Các hệ số Y và e đối với các giá trị trung gian của F_a/C_{or} và i_a/C_{or} được xác định bằng nội suy.

Bảng 2.45. Hệ số X và Y đối với ổ đĩa đỡ chặn (ổ côn)

$\frac{F_a}{VF_r} \leq e$		$\frac{F_a}{VF_r} > e$		e
X	Y	X	Y	
Ổ một dây				
1	0	0,40	0,40ctgα	1,5tgα
Ổ hai dây				
1	0,45ctgα	0,67	0,67ctgα	1,5tgα
Khi α = 0° thì F _a = 0 và X = 1.				

Bảng 2.46. Hệ số X và Y đối với ổ bị chặn đỡ

Góc tiếp xúc α^0	Ổ đơn		Ổ kép				e
	$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
	X	Y	X	Y	X	Y	
45	0,66	1	1,18	0,59	0,66	1	1,25
50	0,73		1,37	0,57	0,73		1,49
55	0,81		1,60	0,56	0,81		1,79
60	0,92		1,90	0,55	0,92		2,17
65	1,06		2,30	0,54	1,06		2,68
70	1,28		2,90	0,54	1,28		3,43
75	1,66		3,89	0,52	1,66		4,67
80	2,13		5,86	0,52	2,13		7,09
85	4,80		11,75	0,51	4,80		14,29

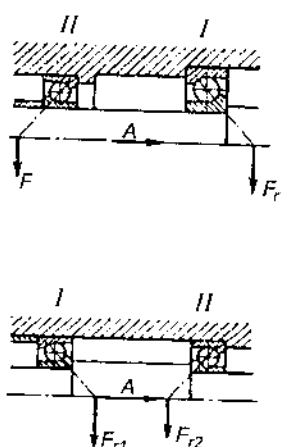
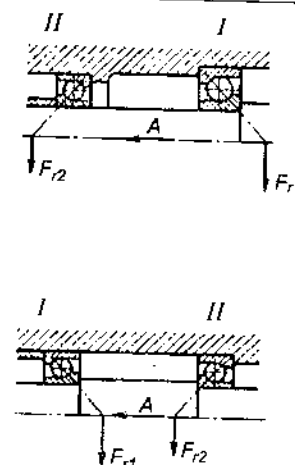
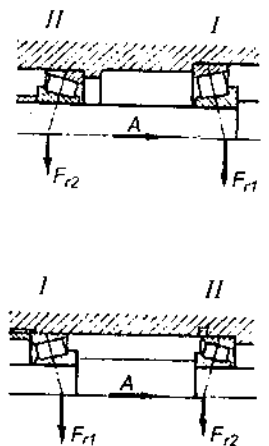
Bảng 2.47. Hệ số X và Y đối với ổ đĩa chặn đỡ

Ổ đơn		Ổ kép				e
$\frac{F_a}{F_r} > e$		$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		
X	Y	X	Y	X	Y	
tgα	1	1,5 tgα	0,67	tgα	1	1,5 tgα
Khi α = 90° thì Fa = 0						

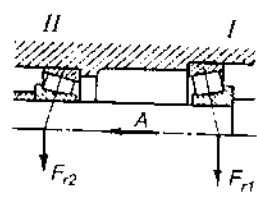
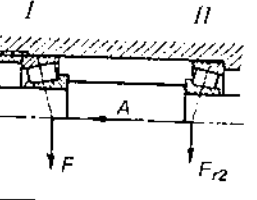
d) Tính toán tải trọng dọc trục

Tải trọng dọc trục chung F_a xuất hiện trong ổ bi đỡ chặn và ổ côn khi chịu tác dụng của tải trọng hướng tâm và tải trọng liên hợp được xác định theo các công thức trong bảng 2.48.

Bảng 2.48. Tải trọng dọc trục chung F_a có tính đến thành phần dọc trục của tải trọng hướng tâm tác dụng lên ổ và lực dọc trục A

Sơ đồ kết cấu bộ phận lắp ổ	Trường hợp chất tải	Điều kiện chất tải	Tải trọng dọc trục chung F_a	
			Tại ổ II	Tại ổ I
	Ổ bi đỡ chặn			
	I	$e_1 F_{r1} \geq e_2 F_{r2}$ $A \geq 0$	$F_{a1} = e_1 F_{r1}$	$F_{a2} = e_1 F_{r1} + A$
	II	$e_1 F_{r1} < e_2 F_{r2}$ $A \geq e_2 F_{r2} - e_1 F_{r1}$	$F_{a1} = e_1 F_{r1}$	$F_{a2} = e_1 F_{r1} + A$
	III	$e_1 F_{r1} < e_2 F_{r2}$ $A < e_2 F_{r2} - e_1 F_{r1}$	$F_{a1} = e_2 F_{r2} - A$	$F_{a2} = e_2 F_{r2}$
	IV	$e_1 F_{r1} < e_2 F_{r2}$ $A > 0$	$F_{a1} = e_2 F_{r2} + A$	$F_{a2} = e_2 F_{r2}$
	V	$e_1 F_{r1} > e_2 F_{r2}$ $A \geq e_1 F_{r1} - e_2 F_{r2}$	$F_{a1} = e_2 F_{r2} + A$	$F_{a2} = e_2 F_{r2}$
VI	$e_1 F_{r1} > e_2 F_{r2}$ $A < e_1 F_{r1} - e_2 F_{r2}$	$F_{a1} = e_1 F_{r1}$	$F_{a2} = e_1 F_{r1} - A$	
	Ổ côn			
	I	$\frac{F_{r1}}{Y_1} \geq \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A \geq 0$	$F_{a1} = \frac{F_{r1}}{2Y_1}$	$F_{a2} = \frac{F_{r1}}{2Y_1} + A$
	II	$\frac{F_{r1}}{Y_1} < \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A \geq \left(\frac{F_{r2}}{2Y_2} - \frac{F_{r1}}{2Y_1} \right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r1}}{2Y_1}$	$F_{a2} = \frac{F_{r1}}{2Y_1} + A$
	III	$\frac{F_{r1}}{Y_1} < \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A > \left(\frac{F_{r2}}{2Y_2} - \frac{F_{r1}}{2Y_1} \right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r2}}{2Y_2} - A$	$F_{a2} = \frac{F_{r2}}{2Y_2}$

Tiếp bảng 2.48

Sơ đồ kết cấu bộ phận lắp ổ	Trường hợp chất tải	Điều kiện chất tải	Tải trọng dọc trục chung F_a	
			Tại ổ II	Tại ổ I
	IV	$\frac{F_{r1}}{Y_1} \leq \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A \geq 0$	$F_{a1} = \frac{F_{r2}}{2Y_2} + A$	$F_{a2} = \frac{F_{r2}}{2Y_2}$
	V	$\frac{F_{r1}}{Y_1} > \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A < \left(\frac{F_{r1}}{2Y_1} - \frac{F_{r2}}{2Y_2} \right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r2}}{2Y_2} + A$	$F_{a2} = \frac{F_{r2}}{2Y_2}$
	VI	$\frac{F_{r1}}{Y_1} > \frac{F_{r2}}{Y_2}$ $A < \left(\frac{F_{r1}}{2Y_1} - \frac{F_{r2}}{2Y_2} \right)$	$F_{a1} = \frac{F_{r1}}{2Y_1}$	$F_{a2} = \frac{F_{r1}}{2Y_1} - A$

1- Các lực F_{r1} và F_{r2} lấy giá trị dương, không phụ thuộc vào hướng tác dụng của chúng.
2- Các trường hợp chất tải III và IV cũng được dùng khi $A = 0$.
3- Các trị số Y_1 và Y_2 được chọn như khi $\frac{F_a}{F_r} > e$, không phụ thuộc vào trị số và hướng tác dụng của các lực dọc trục.

Tải trọng dọc trục của ổ trụ ngắn đỡ

Ổ trụ ngắn đỡ thường chỉ dùng để chịu tải trọng hướng tâm. Tuy nhiên một số kiểu ổ như 12000, 42000, 62000 và 92000 cũng có thể chịu được tải trọng dọc trục không lớn bởi các gờ của vòng ổ và mặt mút của các con lăn. Khi đó đặc tính của tải trọng, tần số quay và việc bôi trơn ổ trục có vai trò khá quan trọng.

Tải trọng dọc trục cho phép đối với các ổ loại 2100, 2200 và 2400 được xác định theo công thức:

$$F_u = K_A C_{or} [1,75 - 0,125n K_B (D - d)]$$

Đối với các ổ loại 2500 và 2600 - theo công thức:

$$F_u = K_A C_{or} [1,16 - 0,08n K_B (D - d)]$$

trong đó K_A và K_B - các hệ số được giới thiệu trong các bảng 2.49 và bảng 2.50;

C_{or} - khả năng tải tĩnh hướng tâm cơ sở, N;

n - tần số quay lớn nhất, vòng/ph;

D và d - đường kính ngoài và trong của ổ, mm.

Khi tần số quay nhỏ, tải trọng dọc trục tức thời có thể lớn nhưng không vượt quá 40% khả năng tải tĩnh hướng tâm cho phép.

Bảng 2.49. Trị số của hệ số K_B

Loại kích thước của ổ	K_B
100, 200, 500	$8,5 \cdot 10^{-5}$
300, 600	$7 \cdot 10^{-5}$
400	$6 \cdot 10^{-5}$

Bảng 2.50. Trị số của hệ số K_A

Điều kiện làm việc của ổ và ví dụ sử dụng	Bôi trơn	K_A
Tải trọng dọc trục không đổi khi tần số quay lớn và nhiệt độ cao (không nên dùng ổ đĩa trụ)	-	0
Tải trọng dọc trục thay đổi và nhiệt độ vừa phải, ví dụ, động cơ điện kéo	mỡ dẻo	0,02
Tải trọng dọc trục không kéo dài và nhiệt độ thấp, ví dụ: Truyền động chính trong hộp số của ô tô Trục bánh răng chủ động cầu sau của ô tô	dầu bôi trơn	0,1 0,2
Tải trọng dọc trục ngẫu nhiên và nhiệt độ thấp, ví dụ: puli, palăng điện, cầu trục	Mỡ dẻo	0,2

2.5.2. Tính toán tuổi thọ của ổ theo giờ và tính toán sơ bộ khả năng tải động

a) Tính toán tuổi thọ của ổ theo giờ

Ngoài các công thức tính toán tuổi thọ cơ sở L_{10} (triệu vòng quay) được giới thiệu trong bảng 2.39, có thể tính toán tuổi thọ cơ sở theo giờ L_h theo công thức:

$$L_h = \frac{10^6}{60n} L_{10}$$

trong đó n - tần số quay của ổ, vg/ph.

Cũng có thể xác định L_h theo các công thức sau:

+ Đối với ổ bi đỡ và đỡ chặn:

$$L_h = 500 \left(\frac{C_r}{P_r} f_n \right)^3$$

+ Đối với ổ bi chặn và chặn đỡ:

$$L_h = 500 \left(\frac{C_a}{P_a} f_n \right)^3$$

+ Đối với ổ đĩa đỡ và đỡ chặn:

$$L_h = 500 \left(\frac{C_r}{P_r} f_n \right)^{10/3}$$

+ Đối với đĩa chặn và chặn đỡ:

$$L_h = 500 \left[\frac{C_a}{P_a} \right]^{10/3}$$

trong đó: f_n - trị số phụ thuộc vào tần số quay được giới thiệu trong các bảng 2.51 và 2.52.

Bảng 2.51. Trị số f_n đối với các ổ bi

n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n
10	1,494	66	0,797	310	0,476	1200	0,303	5400	0,183
11	1,447	68	0,788	320	0,471	1250	0,299	5600	0,181
12	1,405	70	0,781	330	0,466	1300	0,295	5800	0,179
13	1,369	72	0,774	340	0,461	1350	0,291	6000	0,177
14	1,335	74	0,767	350	0,457	1400	0,288	6200	0,175
15	1,305	76	0,760	360	0,453	1450	0,284	6400	0,173
16	1,277	78	0,753	370	0,448	1500	0,281	6600	0,172
17	1,252	80	0,747	380	0,444	1550	0,278	6800	0,170
18	1,228	82	0,741	390	0,441	1600	0,275	7000	0,168
19	1,206	84	0,735	400	0,437	1650	0,272	7200	0,167
20	1,186	86	0,729	410	0,433	1700	0,270	7400	0,165
21	1,166	88	0,724	420	0,430	1750	0,267	7600	0,164
22	1,148	90	0,718	430	0,426	1800	0,265	7800	0,162
23	1,132	92	0,713	440	0,423	1850	0,262	8000	0,161
24	1,116	94	0,708	450	0,420	1900	0,260	8200	0,160
25	1,100	96	0,703	460	0,417	1950	0,258	8400	0,158
26	1,086	98	0,698	470	0,414	2000	0,255	8600	0,157
27	1,073	100	0,693	480	0,411	2100	0,251	8800	0,156
28	1,060	105	0,682	490	0,408	2200	0,247	9 000	0,155
29	1,048	110	0,672	500	0,406	2300	0,244	9200	0,154
30	1,036	115	0,662	520	0,400	2400	0,240	9400	0,153
31	1,025	120	0,652	540	0,395	2500	0,237	9600	0,152
32	1,014	125	0,644	560	0,390	2600	0,234	9800	0,150
33	1,003	130	0,635	580	0,386	2700	0,231	10000	0,149
34	0,994	135	0,627	600	0,382	2800	0,228	10500	0,147
35	0,984	140	0,620	620	0,378	2900	0,226	11000	0,145
36	0,975	145	0,613	640	0,374	3000	0,223	11500	0,143
37	0,966	150	0,606	660	0,370	3100	0,221	12000	0,141
38	0,958	155	0,599	680	0,366	3200	0,218	12500	0,139
39	0,949	160	0,593	700	0,363	3300	0,216	13000	0,137
40	0,941	165	0,586	720	0,359	3400	0,214	13500	0,135
41	0,933	170	0,581	740	0,356	3500	0,212	14000	0,134
42	0,926	175	0,575	760	0,353	3600	0,210	14500	0,132
43	0,919	180	0,570	780	0,350	3700	0,208	15000	0,131
44	0,912	185	0,565	800	0,347	3800	0,206	16000	0,128
45	0,905	190	0,560	820	0,344	3900	0,205	17000	0,125
46	0,898	195	0,555	840	0,341	4000	0,203	18000	0,123
47	0,892	200	0,550	860	0,339	4100	0,201	19000	0,121
48	0,885	210	0,541	880	0,336	4200	0,199	20000	0,119
49	0,880	220	0,533	900	0,333	4300	0,198	21000	0,117
50	0,874	230	0,525	920	0,331	4400	0,196	22000	0,115
52	0,863	240	0,518	940	0,329	4500	0,195	23000	0,113
54	0,851	250	0,511	960	0,326	4600	0,193	24000	0,112
56	0,841	260	0,504	980	0,324	4700	0,192	25000	0,110
58	0,831	270	0,498	1000	0,322	4800	0,191	26000	0,109
60	0,822	280	0,492	1050	0,317	4900	0,190	27000	0,107
62	0,813	290	0,485	1100	0,312	5000	0,188	28000	0,106
64	0,805	300	0,481	1150	0,307	5200	0,186	29000	0,105

Bảng 2.52. Trị số f_n đối với các ổ đĩa

n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n
10	1,435	66	0,815	310	0,512	1200	0,341	5400	0,217
11	1,395	68	0,807	320	0,507	1250	0,337	5600	0,215
12	1,359	70	0,800	330	0,503	1300	0,333	5800	0,213
13	1,326	72	0,794	340	0,498	1350	0,329	6000	0,211
14	1,297	74	0,787	350	0,494	1400	0,326	6200	0,209
15	1,271	76	0,781	360	0,490	1450	0,322	6400	0,207
16	1,246	78	0,775	370	0,486	1500	0,319	6600	0,205
17	1,224	80	0,769	380	0,482	1550	0,316	6800	0,203
18	1,203	82	0,763	390	0,478	1600	0,313	7000	0,201
19	1,184	84	0,758	400	0,475	1650	0,310	7200	0,199
20	1,166	86	0,753	410	0,471	1700	0,307	7400	0,198
21	1,149	88	0,747	420	0,467	1750	0,305	7600	0,196
22	1,133	90	0,742	430	0,464	1800	0,302	7800	0,195
23	1,118	92	0,737	440	0,461	1850	0,300	8000	0,193
24	1,104	94	0,733	450	0,458	1900	0,297	8200	0,192
25	1,090	96	0,728	460	0,455	1950	0,295	8400	0,190
26	1,077	98	0,724	470	0,452	2000	0,293	8600	0,189
27	1,065	100	0,719	480	0,449	2100	0,290	8800	0,188
28	1,054	105	0,709	490	0,447	2200	0,285	9000	0,187
29	1,043	110	0,699	500	0,444	2300	0,281	9200	0,185
30	1,032	115	0,690	520	0,439	2400	0,277	9400	0,184
31	1,022	120	0,681	540	0,434	2500	0,274	9600	0,183
32	1,012	125	0,673	560	0,429	2600	0,271	9800	0,182
33	1,003	130	0,665	580	0,425	2700	0,268	10000	0,181
34	0,994	135	0,657	600	0,420	2800	0,265	10500	0,178
35	0,986	140	0,650	620	0,416	2900	0,262	11000	0,176
36	0,977	145	0,643	640	0,412	3000	0,259	11500	0,173
37	0,969	150	0,637	660	0,408	3100	0,257	12000	0,171
38	0,962	155	0,631	680	0,405	3200	0,254	12500	0,169
39	0,954	160	0,625	700	0,401	3300	0,252	13000	0,167
40	0,947	165	0,619	720	0,398	3400	0,250	13500	0,165
41	0,940	170	0,613	740	0,395	3500	0,248	14000	0,163
42	0,933	175	0,608	760	0,391	3600	0,246	14500	0,162
43	0,927	180	0,603	780	0,388	3700	0,243	15000	0,160
44	0,920	185	0,598	800	0,385	3800	0,242	16000	0,157
45	0,914	190	0,593	820	0,383	3900	0,240	17000	0,154
46	0,908	195	0,589	840	0,380	4000	0,238	18000	0,152
47	0,902	200	0,584	860	0,377	4100	0,236	19000	0,149
48	0,896	210	0,576	880	0,375	4200	0,234	20000	0,147
49	0,891	220	0,568	900	0,372	4300	0,233	21000	0,145
50	0,886	230	0,560	920	0,370	4400	0,231	22000	0,143
52	0,875	240	0,553	940	0,367	4500	0,230	23000	0,141
54	0,865	250	0,546	960	0,365	4600	0,228	24000	0,139
56	0,856	260	0,540	980	0,363	4700	0,227	25000	0,137
58	0,847	270	0,534	1000	0,361	4800	0,225	26000	0,136
60	0,838	280	0,528	1050	0,355	4900	0,224	27000	0,134
62	0,830	290	0,523	1100	0,350	5000	0,222	28000	0,133
64	0,822	300	0,517	1150	0,346	5200	0,220	29000	0,131

b) Tính toán sơ bộ khả năng tải động

Phương pháp tính toán khả năng tải động và tuổi thọ của ổ lăn được giới thiệu ở trên thường dùng khi tải trọng tác dụng được xác định chính xác. Để tính toán sơ bộ khả năng tải động khi lựa chọn ổ lăn, có thể dùng các công thức sau:

+ Đối với ổ lăn đỡ và đỡ chặn:

$$C_r = \frac{f_d}{f_n} P_r$$

+ Đối với ổ lăn chặn và chặn đỡ

$$C_a = \frac{f_d}{f_n} P_a$$

trong đó f_d - hệ số, được cho trong bảng 2.53;

f_n - trị số được cho trong bảng 2.51 và 2.52;

P_r - tải trọng động hướng tâm tương đương gần đúng;

P_a - tải trọng động dọc trục tương đối gần đúng.

Bảng 2.53. Giá trị của hệ số f_d

Dạng cơ cấu	f_d	Dạng cơ cấu	f_d
Hộp giảm tốc và hộp số :		Máy khuấy	3,5 - 4
+ công suất nhỏ	2,5 - 3,5	Con lăn tựa của lò quay	4,5 - 5
+ công suất trung bình	3 - 4	Máy đúc ly tâm	3,4 - 4
Bánh đà, vô lăng	3,5 - 4	Máy ép	4,5 - 5
Puli dây cáp	4,5 - 5	Máy cắt kim loại	2,7 - 4,5
Tang trống băng tải	4,5 - 5,5	Máy gia công gỗ	4 - 4,5
Máy nghiêng đá	3 - 3,5	Thiết bị sản xuất giấy	4 - 6
Máy nghiêng quặng	3,5 - 4,5	Con lăn rung	1,6 - 2
Máy sàng rung	2,5 - 2,8		

c) Tuổi thọ tính toán của ổ lăn một số thiết bị điển hình

Có thể chọn tuổi thọ tính toán của ổ lăn một số thiết bị điển hình theo bảng 2.54.

Bảng 2.54. Tuổi thọ tính toán của ổ lăn một số thiết bị điển hình

Máy và thiết bị	L_h , giờ
Dụng cụ và thiết bị được sử dụng định kỳ: dụng cụ, thiết bị trưng bày, cơ cấu đóng cửa, dụng cụ sinh hoạt	500
Cơ cấu không quan trọng được dùng trong khoảng thời gian ngắn: cơ cấu dẫn động bằng tay, máy nông nghiệp, thiết bị nâng trong phân xưởng lắp ráp, băng tải nhẹ.	4000 và lớn hơn
Các cơ cấu quan trọng, làm việc không liên tục: các cơ cấu phụ trong các trạm phát điện, băng tải trong sản xuất theo dây chuyền, thang máy, các máy gia công kim loại sử dụng không thường xuyên	8000 và lớn hơn
Các máy làm việc một ca không toàn tải: hộp giảm tốc thông dụng, máy cắt kim loại được sử dụng thường xuyên	12000 và lớn hơn
Các máy làm việc một ca, toàn tải: máy của ngành chế tạo máy thông dụng, thiết bị nâng có chế độ làm việc nặng và rất nặng, máy quạt, trục phân phối.	Khoảng 20 000
Các máy được sử dụng cả ngày đêm: máy nén, bơm, thang giếng, dẫn động tàu thủy	40 000 và lớn hơn
Máy làm việc liên tục với tải trọng lớn: thiết bị nhà máy giấy, thiết bị năng lượng, máy bơm giếng mỏ, thiết bị tàu biển chở hàng.	100 000 và lớn hơn

2.5.3. Phương pháp tính khả năng tải tĩnh và tải trọng tĩnh tương đương (TCVN 4174-85)

a) Thuật ngữ và định nghĩa

1. Tải trọng tĩnh là tải trọng tác dụng lên ổ khi vòng ổ không quay tương đối với nhau.
2. Khả năng tải tĩnh hướng tâm cơ sở của ổ bi C_{or} là tải trọng tĩnh hướng tâm gây nên biến dạng dư tổng cộng của viên bi và đường lăn bằng 0,0001 đường kính viên bi tại vùng tiếp xúc chịu tải lớn nhất.
Đối với ổ đỡ chặn một dãy, khả năng tải tĩnh hướng tâm tương đương với tải trọng thành phần hướng tâm chỉ gây ra sự dịch chuyển hướng tâm tương đối của các vòng ổ với nhau.
3. Khả năng tải tĩnh hướng tâm cơ sở của ổ đĩa C_{oa} là tải trọng tĩnh hướng tâm gây nên biến dạng dư tổng cộng của các con lăn và đường lăn bằng 0,0001 đường kính con lăn tại vùng tiếp xúc chịu tải lớn nhất, với điều kiện khi không có tải trọng, con lăn và đường lăn tiếp xúc hoàn toàn theo đường sinh.
Đối với ổ đĩa đỡ chặn một dãy (ổ côn), khả năng tải hướng tâm tương đương với tải trọng thành phần hướng tâm chỉ gây ra sự dịch chuyển hướng tâm tương đối của các vòng ổ với nhau.
4. Khả năng tải tĩnh dọc trục cơ sở của ổ bi C_{on} là tải trọng tĩnh dọc trục tại tâm gây nên biến dạng dư tổng cộng của viên bi và đường lăn bằng 0,0001 đường kính viên bi tại vùng tiếp xúc chịu tải lớn nhất.
5. Khả năng tải tĩnh dọc trục cơ sở của ổ đĩa C_{oa} là tải trọng tĩnh dọc trục đặt tại tâm gây nên biến dạng dư tổng cộng của con lăn và đường lăn bằng 0,0001 đường kính con lăn tại vùng tiếp xúc chịu tải lớn nhất với điều kiện khi không có tải trọng, con lăn tiếp xúc hoàn toàn với đường lăn.
6. Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương P_{or} là tải trọng tĩnh hướng tâm gây ra một biến dạng dư tổng cộng của con lăn và đường lăn tại vùng tiếp xúc chịu tải lớn nhất như là biến dạng xuất hiện trong điều kiện chịu tải thực tế.
7. Tải trọng tĩnh dọc trục tương đương P_{on} là tải trọng tĩnh dọc trục đặt tại tâm gây ra một biến dạng dư tổng cộng của con lăn và đường lăn tại vùng tiếp xúc chịu tải lớn nhất như là biến dạng xuất hiện trong điều kiện chịu tải thực.

b) Ký hiệu

- C_{or} - khả năng tải tĩnh hướng tâm cơ sở, N;
 C_{oa} - khả năng tải tĩnh dọc trục cơ sở, N;
 D_w - đường kính viên bi, mm;
 D_{we} - đường kính con lăn để tính toán tải trọng, mm;
 L_{we} - chiều dài con lăn để tính toán tải trọng, mm;
 F_r - tải trọng hướng tâm của ổ hoặc tải trọng thành phần hướng tâm tác dụng lên ổ, N;
 F_a - tải trọng dọc trục của ổ hoặc tải trọng thành phần dọc trục tác dụng lên ổ, N;
 P_{or} - tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương, N;
 P_{on} - tải trọng tĩnh dọc trục tương đương, N;

X_0 - hệ số tải trọng hướng tâm.

Y_0 - hệ số tải trọng dọc trục.

Z - số con lăn trong ổ lăn một dãy;

số con lăn trong một dãy của ổ lăn nhiều dãy khi các con lăn trong mỗi dãy như nhau.

i - số dãy con lăn trong ổ;

α - góc tiếp xúc danh nghĩa của ổ để tính toán khả năng tải.

c) Phương pháp tính toán khả năng tải tĩnh và tải trọng tĩnh tương đương

Khả năng tải tĩnh hướng tâm cơ sở của ổ đỡ và đỡ chặn, khả năng tải tĩnh dọc trục cơ sở của ổ chặn và chặn đỡ, tải trọng tĩnh hướng tâm và dọc trục tương đương được xác định theo các công thức trong bảng 2.55 và 2.56.

Bảng 2.55. Công thức tính toán khả năng tải tĩnh hướng tâm và dọc trục cơ sở C_{or} , C_{oa} .

Kiểu ổ	Công thức tính toán C_{or} , C_{oa}
Ổ bi đỡ và đỡ chặn	$C_{or} = 12,3 i Z D_w^2 \cos \alpha$
Ổ bi cầu	$C_{or} = 3,33 i Z D_w^2 \cos \alpha$
Ổ bi chặn và chặn đỡ	$C_{oa} = 49 Z D_w^2 \sin \alpha$
Ổ đĩa đỡ và đỡ chặn	$C_{or} = 21,6 i Z L_{we} D_{we} \cos \alpha$
Ổ đĩa chặn và chặn đỡ	$C_{oa} = 98,1 Z L_{we} D_{we} \cos \alpha$
Trong các công thức tính toán khả năng tải tĩnh dọc trục cơ sở C_{oa} của ổ bi và ổ đĩa chặn và chặn đỡ, Z là số con lăn chịu tác dụng của tải trọng dọc trục trong cùng một phương.	
Trong trường hợp các con lăn có chiều dài khác nhau, $Z L_{we}$ được coi là tổng chiều dài của các con lăn chịu tác dụng của tải trọng trong cùng một phương.	

Bảng 2.56. Công thức tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm và dọc trục tương đương P_{or} , P_{oa} .

Kiểu ổ	Công thức tính toán P_{or} , P_{oa}
Ổ bi, ổ đĩa đỡ và đỡ chặn	$P_{or} = X_0 F_r + Y_0 F_a$ $P_{or} = F_r$ (khi $\alpha = 0^\circ$)
Ổ bi và ổ đĩa chặn và chặn đỡ	$P_{oa} = F_a + 2,3 F_r \operatorname{tg} \alpha$ $P_{oa} = F_a$ (khi $\alpha = 90^\circ$)
Đối với ổ bi và ổ đĩa chặn đỡ, công thức tính toán P_{oa} đúng với mọi tỷ số giữa tải trọng hướng tâm và dọc trục đối với ổ kép. Đối với ổ đơn công thức này chỉ được dùng khi $F_r/F_a \leq 0,44 \operatorname{ctg} \alpha$.	

Giá trị của các hệ số X_0 và Y_0 để tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương được giới thiệu trong bảng 2.57.

Khi tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương P_{or} của hai ổ đỡ hoặc đỡ chặn một dãy như nhau được lắp trên cùng một trục tạo thành cụm ổ với các mặt mút rộng hoặc hẹp kề nhau thì trị số X_0 và Y_0 được dùng cho ổ hai dãy. Trị số F_r và F_a được coi như tổng lực tác dụng lên toàn bộ cụm ổ.

Bảng 2.57. Giá trị của các hệ số X_0 và Y_0 .

Kiểu ổ	Ổ một dây		Ổ hai dây	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
Ổ bi đỡ	0,60	0,50	0,60	0,50
Ổ bi đỡ chặn khi góc tiếp xúc	0,5		1,0	
		0,47		0,94
		0,45		0,92
		0,42		0,84
		0,38		0,76
		0,37		0,74
		0,33		0,66
		0,29		0,58
		0,28		0,56
		0,25		0,52
Ổ bi cầu với góc tiếp xúc $\alpha \neq 0$	0,5	$0,22\text{ctg}\alpha$	1,0	$0,44\text{ctg}\alpha$
Ổ đĩa đỡ chặn	0,5	$0,22\text{ctg}\alpha$	1,0	$0,44\text{ctg}\alpha$

Giá trị Y_0 đối với các góc tiếp xúc trung gian được xác định bằng nội suy tuyến tính.

Khi tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương P_{0r} của hai hay nhiều ổ đỡ hoặc đỡ chặn một dây như nhau, được lắp trên cùng một trục theo sơ đồ "ghép đôi tiếp" thì giá trị X_0 và Y_0 được dùng cho ổ một dây. Trị số F_r và F_a được coi như tổng lực tác dụng lên toàn bộ cụm ổ.

Khi tính toán tải trọng tĩnh dọc trục tương đương P_{0a} của hai hay nhiều ổ chặn đỡ được lắp trên cùng một trục và bố trí theo sơ đồ "ghép đôi tiếp" thì trị số F_r và F_a được coi như tổng lực tác dụng lên toàn bộ cụm ổ.

2.5.4. Phương pháp tính tần số quay giới hạn (TCVN 4172-85)

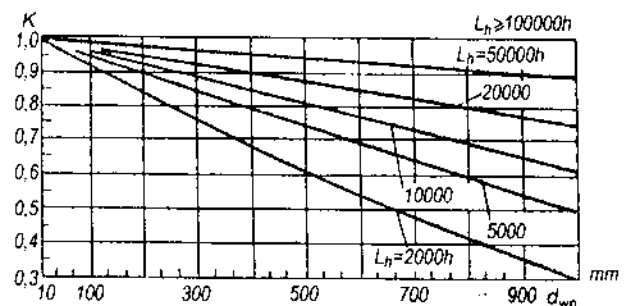
Phương pháp tính tần số quay giới hạn áp dụng cho ổ bi và ổ đĩa thông dụng, có vòng cách bằng thép dập, làm việc ở nhiệt độ không vượt quá 100°C .

Tần số quay giới hạn n , vg/ph, được xác định theo công thức:

$$n = \frac{(d_{wp} n) \cdot K}{d_{wp}}$$

trong đó: $d_{wp} n$ - thông số tốc độ, giá trị lớn nhất của

nó phụ thuộc vào kiểu ổ và vật liệu bôi trơn được giới thiệu trong bảng 2.58;



Hình 2.15. Hệ số K tính đến ảnh hưởng của tải trọng phụ thuộc vào tuổi thọ.

K - hệ số tính đến ảnh hưởng của tải trọng tác dụng lên ổ theo trị số tuổi thọ được giới thiệu trên hình 2.15;

d_{wp} - đường kính vòng tròn đi qua tâm của các con lăn.

Chú ý:

1- Đối với ổ có loạt đường kính siêu nhẹ và đặc biệt nhẹ, tần số quay giới hạn được tăng lên 10% so với công thức tính toán.

2- Tần số quay giới hạn là tần số quay mà khi ổ làm việc với tần số cao hơn sẽ không bảo đảm được tuổi thọ cơ sở.

Bảng 2.58. Thông số tốc độ ($d_{wp}n$)

Kiểu ổ		Thông số tốc độ ($d_{wp}n$) khi bôi trơn, mm.vg/ph		Tiêu chuẩn kiểu và kích thước của ổ
		Bảng mỡ	Bảng dầu	
Ổ bi	Đỡ một dãy	$4,4 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$	TCVN 1489-85
	Đỡ một dãy có vòng che	$4,0 \cdot 10^5$	-	TCVN 1058-85
	Đỡ một dãy có đệm kín	$4,0 \cdot 10^5$	-	TCVN 1490-85
	Cầu hai dãy	$4,0 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$	TCVN1495-85
	Đỡ chặn một dãy có góc tiếp xúc đến 20°	$4,0 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$	TCVN 1496-85
	Chặn một chiều	$1,3 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$	TCVN 1500-85
Ổ dũa	Ổ trụ ngắn đỡ	$3,5 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^5$	TCVN 1502-85
	Ổ côn một dãy	$2,5 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$	TCVN 1509-85
	Ổ côn hai dãy	$2,0 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^5$	TCVN 1510-85
	Ổ côn bốn dãy	$1,5 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$	TCVN 1511-85
Đối với ổ bi đỡ chặn có góc tiếp xúc 36° thì thông số tốc độ giảm xuống 25%.				

2.6. Lắp ghép ổ lăn (TCVN 1482-85)

Miền dung sai của các bề mặt lắp ghép của trục và lỗ trên thân của các bộ phận, cơ cấu, máy và thiết bị lắp với ổ lăn được giới thiệu trong bảng 2.59. Các chi tiết và bộ phận lắp với ổ lăn phải đáp ứng các điều kiện sau:

- Trục được chế tạo đặc hoặc rỗng có thành dày ($d/d_r \geq 1,25$; ở đây d- đường kính lỗ ổ lăn ; d_r - đường kính lỗ của trục);
- Vật liệu của trục là thép;
- Vật liệu của thân là thép hoặc gang;
- Khi làm việc, ổ không bị đốt nóng tới nhiệt độ lớn hơn 100°C .

Bảng 2.59. Miền dung sai của bề mặt lắp ghép của trục và lỗ của thân lắp với ổ lăn

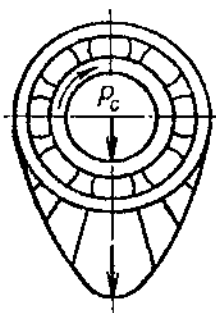
Cấp chính xác	Trục										Lỗ									
	Sai lệch cơ bản																			
	f	g	h	js	(j)	k	m	n	p	r	F	G	H	Js	(J)	K	M	N	P	
	Miền dung sai																			
3	-	-	h3	js3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	-	g4	h4	js4	-	k4	m4	n4	-	-	-	-	H4	Js4	-	-	-	-	-	
5	-	g5	h5	js5	(j5)	k5	m5	n5	-	-	-	-	H5	Js5	-	K5	M5	-	-	
6	f6	g6	h6	js6	(j6)	k6	m6	n6	p6	r6	-	G6	H6	Js6	(J6)	K6	M6	N6	P6	
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r7	-	G7	H7	Js7	(J7)	K7	M7	N7	P7	
8	-	-	h8	-	-	-	-	-	-	-	F8	-	H8		-	-	-	-	-	
9	-	-	h9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H9	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	h10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	-	-	h11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Hạn chế sử dụng miền dung sai ghi trong ngoặc đơn

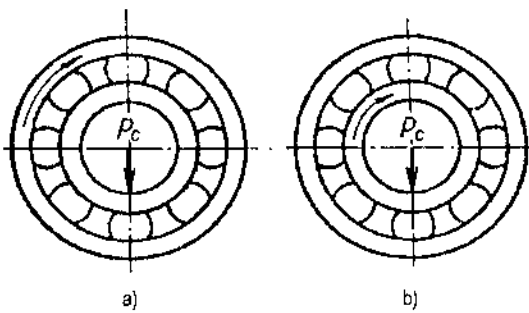
Hạn chế sử dụng miền dung sai ghi trong ngoặc đơn

2.6.1. Lựa chọn lắp ghép ổ lăn

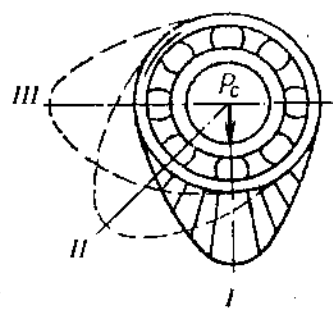
Lựa chọn lắp ghép ổ lăn phụ thuộc vào trị số, hướng và đặc tính của tải trọng tác dụng lên ổ, kiểu và kích thước của ổ, phương pháp lắp ổ trong bộ phận máy cũng như cấp chính xác của ổ lăn. Điều kiện làm việc của vòng trong và vòng ngoài phụ thuộc chủ yếu vào việc vòng đó quay hoặc đứng yên so với tải trọng hướng tâm tác dụng lên ổ. Do đó TCVN 1482-85 đã phân ra các dạng chịu tải của các vòng ổ lăn: dạng chịu tải cục bộ, dạng chịu tải chu kỳ và dạng chịu tải dao động.



Hình 2.16. Biểu đồ tải trọng cục bộ



Hình 2.17. Tải trọng cục bộ của các vòng:
a) vòng trong; b) vòng ngoài



Hình 2.18. Tải trọng chu kỳ:
I, II, III - các vị trí liên tiếp của tải trọng chu kỳ.

1. Dạng chịu tải cục bộ:

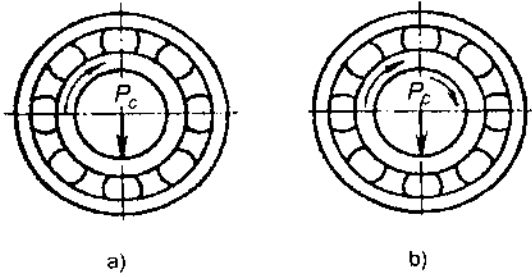
Dạng chịu tải trong đó lực hướng tâm tổng hợp có hướng không đổi tác dụng lên một đoạn đường lăn của vòng ổ lăn và truyền cho đoạn tương ứng của bề mặt lắp ghép trên trục hoặc thân (hình 2.16 và 2.17).

Dạng chịu tải cục bộ xuất hiện khi vòng ổ lăn không quay so với lực tác dụng lên vòng.

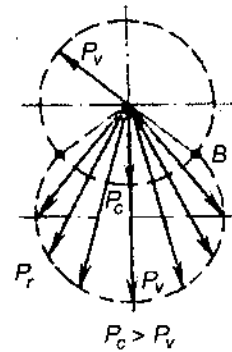
2. Dạng chịu tải chu kỳ:

Dạng chịu tải trong đó lực hướng tâm tổng hợp tác dụng lên ổ được truyền cho đường lăn bởi các con lăn trong quá trình quay rồi lần lượt truyền cho toàn bộ bề mặt lắp ghép trên trục hoặc thân (hình 2.18 và 2.19).

Dạng chịu tải chu kỳ xuất hiện khi vòng ổ lăn quay so với lực hướng tâm có hướng không đổi, cũng như khi lực quay so với vòng ổ lăn cố định.



Hình 2.19. Tải trọng chu kỳ của các vòng:
a) vòng trong; b) vòng ngoài.



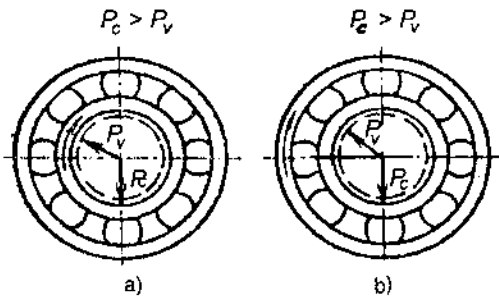
Hình 2-20. Biểu đồ tải trọng dao động.
 P_c - lực hướng tâm có hướng không đổi; p_v - lực hướng tâm quay; p_r - lực hướng tâm tổng hợp.

3. Dạng chịu tải dao động:

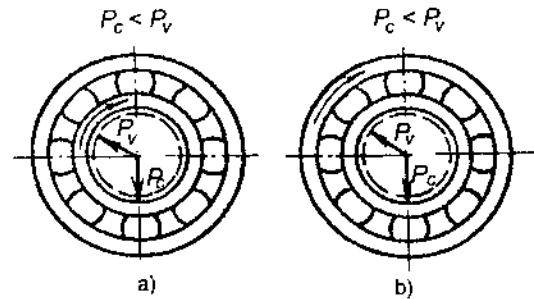
Dạng chịu tải trong đó vòng cố định của ổ chịu tác dụng đồng thời của lực hướng tâm có hướng không đổi P_c và lực hướng tâm quay P_v có trị số nhỏ hơn hoặc bằng P_c . Hợp lực P_r của chúng tạo ra chuyển động dao động, đối xứng so với hướng của lực không đổi; hợp lực này được truyền có chu kỳ qua con lăn cho một đoạn của vòng ổ chịu tải rồi cho đoạn tương ứng của bề mặt lắp ghép trên trục hoặc thân (hình 2.20).

Các dạng chịu tải liên hợp của các vòng ổ được giới thiệu trên hình 2.21.

Trong trường hợp nếu lực hướng tâm có hướng không đổi P_c nhỏ hơn lực quay P_v , các vòng ổ hoặc chịu tải trọng cục bộ hoặc chịu tải trọng chu kỳ tùy theo trị số và sơ đồ đặt lực (hình 2.22).



Hình 2.21. Các dạng chịu tải liên hợp của vòng ổ:
a) chịu tải dao động trên vòng ngoài và chu kỳ trên vòng trong;
b) chịu tải chu kỳ trên vòng ngoài và dao động trên vòng trong,



Hình 2.22. Các dạng chịu tải của vòng khi $P_c < P_v$:
a) chịu tải cục bộ trên vòng trong và chu kỳ trên vòng ngoài;
b) chịu tải chu kỳ trên vòng trong và cục bộ trên vòng ngoài.

Các dạng chịu tải của các vòng ổ lăn phụ thuộc vào điều kiện làm việc được giới thiệu trong bảng 2.60, còn các miền dung sai lắp ghép ổ lăn được giới thiệu trong bảng 2.61 và 2.62.

Bảng 2.60. Các dạng chịu tải của vòng ổ lăn phụ thuộc vào điều kiện làm việc

Điều kiện làm việc		Dạng chịu tải của vòng ổ	
Lực hướng tâm tác dụng lên ổ bi và ổ đĩa	Vòng ổ quay	Vòng trong	Vòng ngoài
Hướng không đổi	Vòng trong	Chu kỳ	Cục bộ
	Vòng ngoài	Cục bộ	Chu kỳ
Hướng không đổi và quay, có trị số nhỏ	Vòng trong	Chu kỳ	Dao động
	Vòng ngoài	Dao động	Chu kỳ
Hướng không đổi và quay, có trị số lớn	Vòng trong	Cục bộ	Chu kỳ
	Vòng ngoài	Chu kỳ	Cục bộ
Hướng không đổi	Vòng trong và vòng ngoài theo một hướng hoặc các hướng ngược nhau	Chu kỳ	
Quay cùng vòng trong		Cục bộ	Chu kỳ
Quay cùng vòng ngoài		Chu kỳ	Cục bộ

Bảng 2.61. Miền dung sai lắp ghép ổ lăn trên trục

Điều kiện để chọn miền dung sai		Kiểu ổ lăn					Ví dụ về bộ phận máy lắp ổ lăn	Miền dung sai khi cấp chính xác ổ		
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc	Ổ bi		Ổ đĩa			Ví dụ về bộ phận máy lắp ổ lăn	0 và 6	5 và 4	2
		đỡ	đỡ chặn	ổ trụ và ổ kim	ổ côn	cầu				
		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 $P < 0,07C$	Mọi phạm vi đường kính					Con lăn băng tải của đường dây treo tang trống của máy tự ghi, ổ tựa của truyền động sống	g6 (h6)	(g5) h5, g4	-
	Nặng và bình thường, không yêu cầu có sự dịch chuyển của các vòng $0,7C < P \leq 0,15C$						Bánh trước và bánh sau của ô tô, máy kéo, toa xe, máy bay, trục của máy cán nhỏ	g6 f6 js6 (j6) h6	-	-
	Puli hoặc ròng rọc của máy trục; con lăn của băng lăn, trục máy cán ống						h6	-	-	
Chu kỳ (trục quay)	Nhẹ hoặc bình thường $0,07C < P \leq 0,15C$	Đến 18	-	-	-	-	Động cơ thủy lực và khí cụ điện kích thước nhỏ, trục chính máy mài tròn trong và trục chính máy điện, máy nông nghiệp, máy ly tâm, động cơ tuabin khí bơm ly tâm, hộp tốc độ máy công cụ, hộp giảm tốc, truyền động xích, máy lạnh kiểu tuabin	-	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 40 đến 250								

Tiếp bảng 2.61

Điều kiện để chọn miền dung sai		Kiểu ổ lăn					Ví dụ về bộ phận máy lắp ổ lăn	Miền dung sai khi cấp chính xác ổ		
Dạng chịu tải	Chế độ làm việc	Ổ bi		Ổ đĩa			Ví dụ về bộ phận máy lắp ổ lăn	0 và 6	5 và 4	2
		đỡ	đỡ chặn	ổ trụ và ổ kim	ổ côn	cầu				
		Đường kính ổ ổ lăn, mm								
Chu kỳ hoặc dao động (trục quay) hoặc chịu tải liên hợp	Bình thường hoặc nặng $0,07C < P \leq 0,15C$	Đến 18	-	-	-	-	Máy gia công gỗ, động cơ điện có công suất đến 100 kW , cơ cấu thanh truyền tay quay, hộp số. ô tô, 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 tuabin.	-	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	-		m6	m5	m4
		Trên 140 đến 200	Trên 140 đến 200	Trên 140 đến 200	Trên 140 đến 200	Trên 140 đến 200		n6	n5	n4
		Trên 200 đến 250				Trên 140 đến 250		n6, p6	-	-
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 động cơ, động cơ điện có công suất lớn hơn 100 kW, động cơ điện kéo lớn, bánh xe cầu lăn, con lăn của băng lăn máy công cụ hạng nặng, máy nghiền bi, máy sàng, máy rung băng tải quán tính	n6	-	-
		-	-	Trên 140 đến 200	-	Trên 100 đến 140		p6	-	-
		-	-	-	-	Trên 140 đến 250		r6, r7	-	-
Chỉ có tải trọng dọc trục		Mọi phạm vi đường kính					Tất cả các bộ phận lắp ổ	(j6)	-	-
Ổ lăn lắp trên ống găng										
Mọi dạng tải trọng	Nặng, có tải trọng va đập $P > 0,15C$	Mọi phạm vi đường kính					Hộp ổ trục của xe lửa và tàu điện, hộp ổ trục của các thiết bị vận tải nặng của ngành luyện kim	h7, h8, h9	-	-
	Bình thường $0,07C < P \leq 0,15C$	Mọi phạm vi đường kính					Trục truyền chung và các bộ phận không có yêu cầu độ chính xác quay, máy nông nghiệp	h10, h11	-	-
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 đĩa cầu chặn			Đến 200	j06		-	-	
					Trên 200 đến 250	k6		-	-	
Ký hiệu: P - tải trọng tương đương; C- khả năng tải động. Hạn chế sử dụng các miền dung sai ghi trong ngoặc đơn.										

Bảng 2.62. Miền dung sai lắp ghép ổ lăn với lỗ của thân

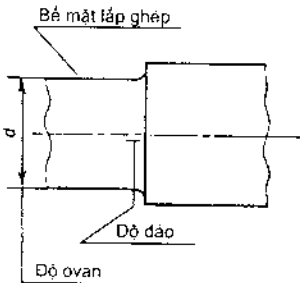
Kiểu thân	Điều kiện để chọn miền dung sai			Ví dụ về bộ phận máy lắp ổ lăn	Miền dung sai khi cấp chính xác ổ		
	Dạng chịu tải	Chế độ làm việc			0 và 6	5 và 4	2
Thân liền	Vòng ngoài chịu tải chu kỳ (thân quay)		Nặng, có kết cấu thành mỏng $P > 0,15C$	Bánh xe, máy bay, bánh trước và bánh sau của ô tô lắp ổ côn, tang dẫn của máy xích, bánh xe cần cầu thấp	P7	P6	-
			Bình thường hoặc nặng $0,07C < P \leq 0,15C$	Bánh trước của ô tô và máy kéo lắp ổ bi, trục khuỷu, puli kéo cáp và puli căng	N7	N6	-
	Dao động (thân quay hoặc có sự quay liên hợp)	Vòng ngoài không dịch chuyển dọc trục	Bình thường tải trọng thay đổi $P \leq 0,15C$	Côn lăn của băng tải, bánh xe của cầu trục	M7	-	-
			Nặng, tải trọng động $P < 0,15C$	Động cơ điện, động cơ điện kéo	M7	-	-
			Bình thường hoặc nặng $0,07C < P \leq 0,15C$	Động cơ điện, bơm, hộp truyền động, cầu sau ô tô máy kéo	K7	-	-
			Bình thường hoặc nặng (đối với bộ phận chính xác) $0,07C < P \leq 0,15C$	Trục chính của máy công cụ hạng nặng	M6, Js6, (J6)	M6, Js6 (J6), M5	M5
	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 $P > 0,15C$				Cáp 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 $0,07C < P \leq 0,15C$				Xylanh sấy của máy xeo giấy	G7	-	-
	Trục truyền chung của 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 thay đổi hướng, hay độ chính xác của hành trình cao	Ổ đĩa trụ cho trục chính của máy cắt kim loại	K6	K5 M5	K5
				Ổ bi cho trục chính máy mài và mô-tô 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 thay đổi hướng, độ chính xác của hành trình cao $P \leq 0,07C$	Động cơ điện có vận tốc cao dùng cho thiết bị và khí cụ có độ chính xác cao	H7 H6	H5 H6	H4 H5

Tiếp bảng 2.62

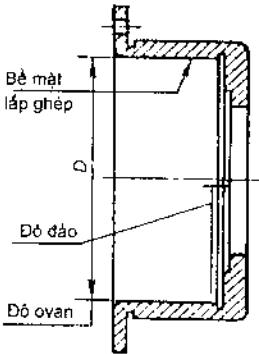
Kiểu thân	Điều kiện để chọn miến dung sai		Ví dụ về bộ phận máy lắp ổ lăn	Miến dung sau khi cấp chính xác ổ				
	Dạng chịu tải	Chế độ làm việc		0 và 6	5 và 4	2		
Ổ chặn								
Thân liền	Chỉ có tải trọng dọc trục	Vòng ngoài có khả năng dịch chuyển trong thân	Bình thường $0,07 C < P \leq 0,15C$	Mọi kiểu ổ chặn		H8	-	-
			Nặng $P > 0,15C$	Ổ bi		H8 H9	H6	-
				Ổ đĩa 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 $0,07C < 4P \leq 0,15C$	Ổ đĩa 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 hướng tâm $P > 0,15C$		Trục thẳng đứng của tuabin	M7	-	-
Ký hiệu P - tải trọng tương đương ; C- khả năng tải động Hạn chế sử dụng các miến dung sai ghi trong ngoặc đơn.								

2.6.2. Sai lệch hình dạng và vị trí của các bề mặt lắp ghép của trục và thân với ổ lăn

Sai lệch hình dạng và vị trí của các bề mặt lắp ghép của trục và thân với ổ lăn (hình 2.23 và 2.24) được giới thiệu trong các bảng 2.63 đến 2.66. Bảng 2.67 giới thiệu hệ số ma sát qui đổi của ổ lăn.



Hình 2.23. Sai lệch hình dạng của bề mặt lắp ghép của trục.



Hình 2.24. Sai lệch hình dạng của bề mặt lắp ghép của thân.

Bảng 2.63. Độ côn và độ ovan của bề mặt lắp ghép của trục và ổ thân

Độ ô van		Độ côn	
Cấp chính xác ổ lăn			
0 và 6	5 và 4	0 và 6	5 và 4
Không lớn hơn 1/2 dung sai kích thước đường kính của bề mặt lắp ghép	Không lớn hơn 1/4 dung sai kích thước đường kính của bề mặt lắp ghép	Không lớn hơn 1/2 dung sai kích thước đường kính của bề mặt lắp ghép	Không lớn hơn 1/4 dung sai kích thước đường kính của bề mặt lắp ghép

Bảng 2.64. Độ côn và độ ovan của bề mặt lắp ghép của trục với ổ bi và ổ đĩa lắp trên ống găng

Cấp chính xác gia công trục	Độ ovan	Độ côn
IT8, IT9 và IT10	Không lớn hơn 1/4 dung sai kích thước đường kính của bề mặt lắp ghép	Không lớn hơn 1/4 dung sai kích thước đường kính của bề mặt lắp ghép

Bảng 2.65. Độ đảo của vai trục

Đường kính danh nghĩa của trục, mm	Cấp chính xác của ổ bi và ổ đĩa				Đường kính danh nghĩa của trục, mm	Cấp chính xác của ổ bi và ổ đĩa			
	0	6	5	4		0	6	5	4
	μm, không lớn hơn					μm, không lớn hơn			
Đến 50	20	10	7	4	Trên 250 đến 315 " 315 đến 400	25	17	12	-
Trên 50 đến 120	25	12	8	6		40	20	13	-
" 120 " 250	30	15	10	8					

Bảng 2.66. Độ đảo của vách ổ thân

Đường kính danh nghĩa của ổ thân, mm	Cấp chính xác của ổ bi và ổ đĩa				Đường kính danh nghĩa của ổ thân, mm	Cấp chính xác của ổ bi và ổ đĩa			
	0	6	5	4		0	6	5	4
	μm, không lớn hơn					μm, không lớn hơn			
Đến 80	40	20	13	8	Trên 150 đến 180 " 180 đến 250	60	30	20	12
Trên 80 đến 120	45	22	15	9		70	35	23	14
" 120 " 150	50	25	18	10					

Bảng 2.67. Hệ số ma sát qui đổi của ổ lăn

Kiểu ổ lăn	f khi tải trọng		Kiểu ổ lăn	f khi tải trọng	
	hướng tâm	hướng tâm và dọc trục		hướng tâm	hướng tâm và dọc trục
Ổ bi:			Ổ đĩa		
đỡ một dây	0,002	0,004	Ổ trụ ngắn đỡ	0,0025	-
đỡ chặn	0,003	0,004	Ổ trụ dài đỡ	0,005	-
cầu hai dây	0,002	0,003	Ổ kim	0,01	-
chặn	-	0,004	Ổ cầu đỡ hai dây	0,004	0,006
			Ổ côn	-	0,01
f- hệ số ma sát qui đổi, có tính đến tất cả các dạng lực cản trong ổ lăn ở chế độ làm việc và bôi trơn bình thường.					

2.7. Ổ trục của các trục truyền động bánh răng

Công thức xác định tải trọng tác dụng lên các ổ trục truyền động bánh răng (bánh trụ, bánh răng côn) được giới thiệu trong các bảng 2.68 đến 2.77).

Các ký hiệu dùng trong tính toán:

d_{w1}, d_{w2} - các đường kính vòng lăn của bánh răng trụ hoặc các đường kính trung bình của côn lăn bánh răng côn;

z_1, z_2 - số răng của các bánh răng trong bộ truyền;

R - lực pháp tuyến tác dụng trong ăn khớp, kG;

P - lực vòng trong ăn khớp, kG;

T - lực hướng tâm trong ăn khớp, kG;

A - lực dọc trục trong ăn khớp, kG;

α - góc ăn khớp trong mặt phẳng vuông góc với mặt bên của răng;

ρ - góc ma sát trượt giữa các răng (trong đa số các trường hợp thường lấy bằng 3°);

$F_{r1}, F_{rII}, F_{rIII}$ - tải trọng hướng tâm của ổ trục, kG;

β - góc nghiêng của răng;

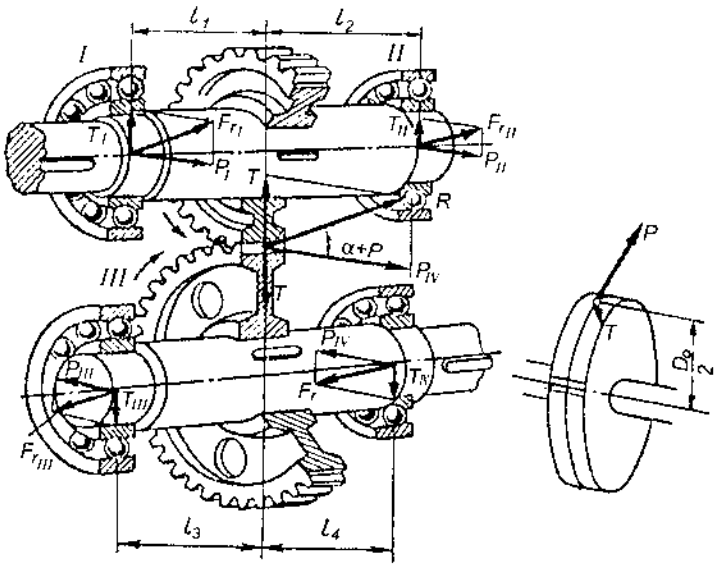
δ_1, δ_2 - các góc côn lăn của bộ truyền bánh răng côn;

τ - góc nâng đường răng trục vít;

h - chiều cao răng của đường răng trục vít;

F_a - tải trọng dọc trục tác dụng lên ổ trục, kG

Bảng 2.68. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục truyền động bánh răng trụ răng thẳng



Số của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục		
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Tải trọng tổng hợp
I	$P = P \frac{l_2}{l_1 + l_2}$	$T_I = T \frac{l_2}{l_1 + l_2}$	$F_{rI} = \sqrt{P_I^2 + T_I^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{l_2}{l_1 + l_2}$
II	$P_{II} = P \frac{l_2}{l_1 + l_2}$	$T_{II} = T \frac{l_1}{l_1 + l_2}$	$F_{rII} = \sqrt{P_{II}^2 + T_{II}^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{l_1}{l_1 + l_2}$

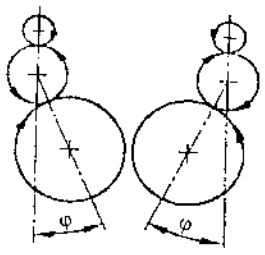
Tiếp bảng 2.68

N° của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục		
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Tải trọng tổng hợp
III	$P_{III} = P \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$T_{III} = T \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$F_{III} = \sqrt{P_{III}^2 + T_{III}^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{l_4}{l_3 + l_4}$
IV	$P_{IV} = P \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$T_{IV} = T \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$F_{IV} = \sqrt{P_{IV}^2 + T_{IV}^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{l_3}{l_3 + l_4}$

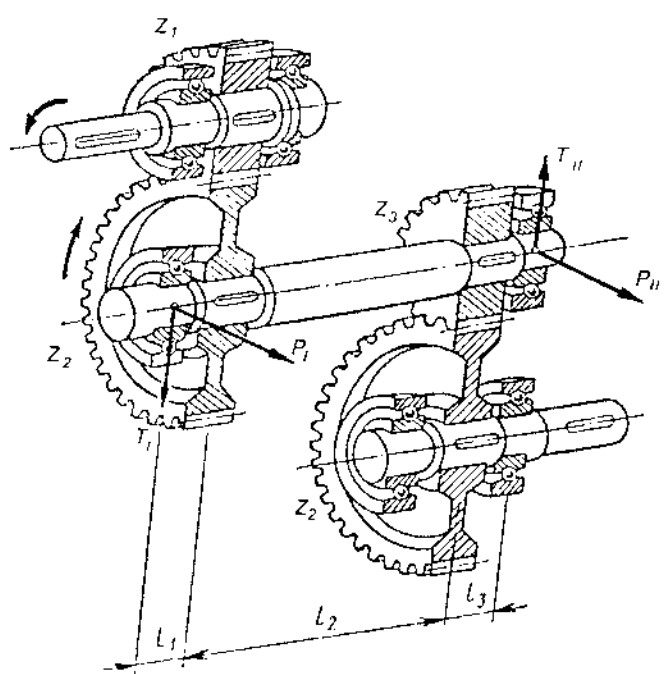
Bảng 2.69. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục bánh răng trung gian của truyền động bánh răng trụ răng thẳng

Sơ đồ truyền động	Tải trọng tổng hợp tác dụng lên ổ
	$F_{IV} = 2P \frac{b}{a+b}$ $F_{VI} = 2P \frac{a}{a+b}$
	$F_{IV} = 2P \frac{\cos \left[\frac{2(\alpha + \rho) + \varphi}{2} \right]}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{b}{a+b}$ $F_{VI} = 2P \frac{\cos \left[\frac{2(\alpha + \rho) + \varphi}{2} \right]}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{a}{a+b}$

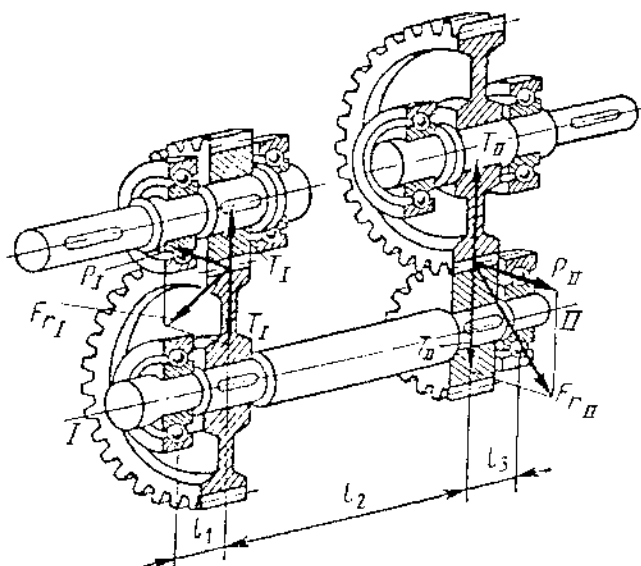
Tiếp bảng 2.69

Sơ đồ truyền động	Tải trọng tổng hợp tác dụng lên ổ
	$F_{rv} = 2P \frac{\cos \left[\frac{2(\alpha + \rho) - \varphi}{2} \right]}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{b}{a + b}$ $F_{rvI} = 2P \frac{\cos \left[\frac{2(\alpha + \rho) - \varphi}{2} \right]}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{a}{a + b}$

Bảng 2.70. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục trung gian của truyền động bánh răng trụ răng thẳng hai cấp

			
$T_1 = P_1 \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ $T_2 = P_2 \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$			
N° của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục		
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Tải trọng tổng hợp
I	$P_I = \frac{P_1(l_2 + l_3) + P_2 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$	$T_I = \frac{T_1(l_2 + l_3) + T_2 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$	$F_{II} = \sqrt{P_I^2 + T_I^2}$
II	$P_{II} = \frac{P_1 l_1 + P_2(l_1 + l_2)}{l_1 + l_2 + l_3}$	$T_{II} = \frac{T_1 l_1 - T_2(l_1 + l_2)}{l_1 + l_2 + l_3}$	$F_{III} = \sqrt{P_{II}^2 + T_{II}^2}$

Bảng 2.71. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục trung gian của truyền động bánh răng trụ răng thẳng hai cấp đồng trục

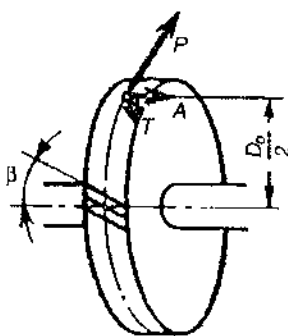


$$T_I = P_I \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$$

$$T_{II} = P_{II} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$$

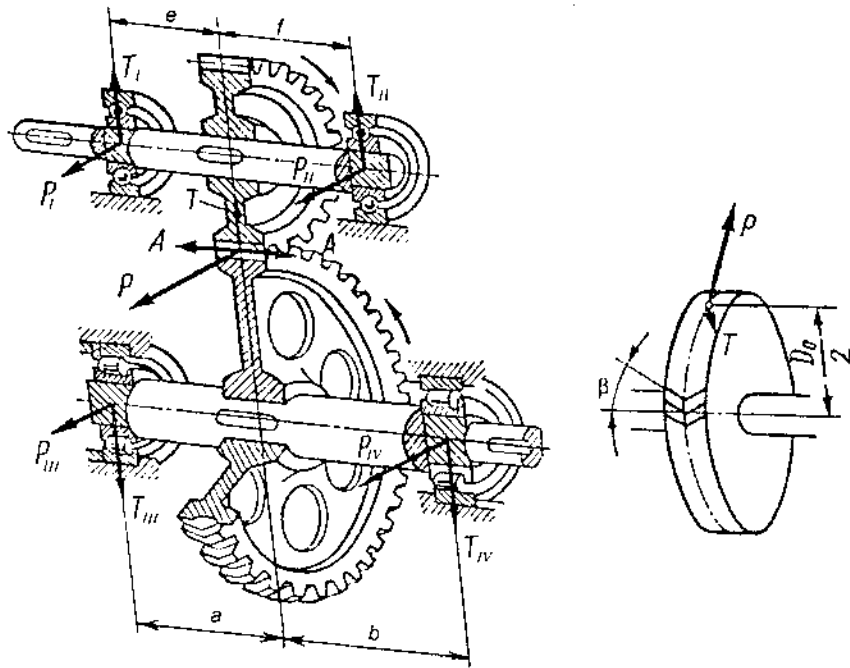
N ^o của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục		
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Tải trọng tổng hợp
I	$P_I = \frac{P_1(l_2 - l_3) + P_2 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$	$T_I = \frac{T_1(l_2 + l_3) + T_2 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$	$F_{dI} = \sqrt{P_I^2 + T_I^2}$
II	$P_{II} = \frac{P_1(l_1 + l_2) + P_2 l_1}{l_1 + l_2 + l_3}$	$T_{II} = \frac{T_2(l_1 + l_2) + T_1 l_1}{l_1 + l_2 + l_3}$	$F_{dII} = \sqrt{P_{II}^2 + T_{II}^2}$

Bảng 2.72. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục của truyền động bánh răng trụ răng nghiêng


$$D_0 = d_w$$

Số của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục			Tải trọng tổng hợp				Chiều quay không xác định hoặc thay đổi
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Do lực trục A	Hướng răng của bánh răng chủ động:				
				Phải	Trái	Trái	Phải	
				Khi quay so với chiều kim đồng hồ:				
				Cùng chiều	Ngược chiều	Cùng chiều	Ngược chiều	
I	$P_I = P \frac{d}{c+d}$	$T_I = T \frac{d}{c+d}$	$T_V = A \frac{d_{w1}}{2(c+d)}$	$F_{rI} = \sqrt{P_I^2 + (T_I - T_V)^2}$	$F_{rI} = \sqrt{P_I^2 + (T_I + T_V)^2}$	$F_{rI} = \sqrt{P_I^2 + (T_I + T_V)^2}$		
II	$P_{II} = P \frac{c}{c+d}$	$T_{II} = T \frac{c}{c+d}$	$T_{VI} = A \frac{d_{w1}}{2(c+d)}$	$F_{rII} = \sqrt{P_{II}^2 + (T_{II} + T_{VI})^2}$	$F_{rII} = \sqrt{P_{II}^2 + (T_{II} - T_{VI})^2}$	$F_{rII} = \sqrt{P_{II}^2 + (T_{II} + T_{VI})^2}$		
III	$P_{III} = P \frac{b}{a+b}$	$T_{III} = T \frac{b}{a+b}$	$T_{VII} = A \frac{d_{w2}}{2(a+b)}$	$F_{rIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} + T_{VII})^2}$	$F_{rIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} - T_{VII})^2}$	$F_{rIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} + T_{VII})^2}$		
IV	$P_{IV} = P \frac{a}{a+b}$	$T_{IV} = T \frac{a}{a+b}$	$T_{VIII} = A \frac{d_{w2}}{2(a+b)}$	$F_{rIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} - T_{VIII})^2}$	$F_{rIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} + T_{VIII})^2}$	$F_{rIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} + T_{VIII})^2}$		

Bảng 2.73. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục của truyền động bánh răng trụ răng chữ V

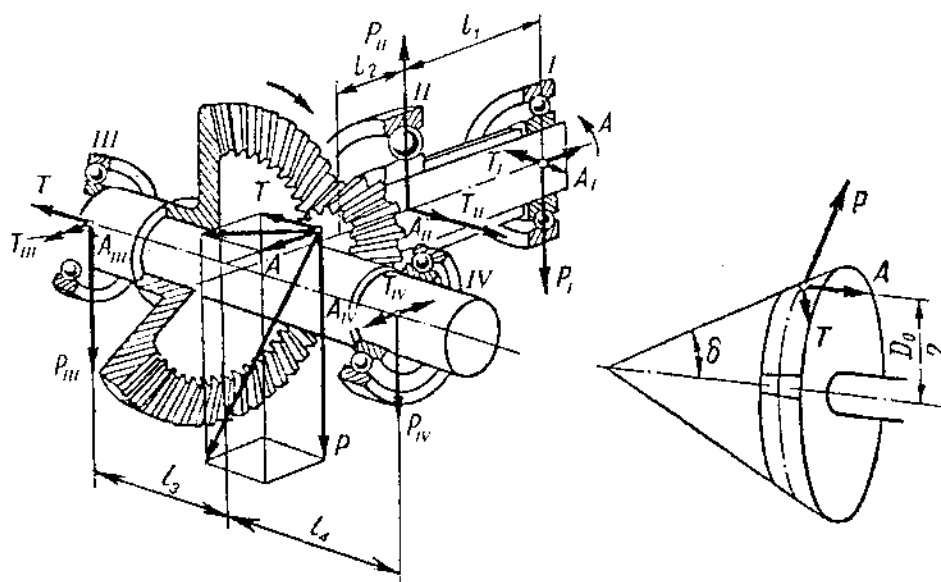


$$T = P \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{\cos \beta}$$

Các lực A cân bằng nhau

N ^o của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục		
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Tải trọng tổng hợp
I	$P_I = P \frac{f}{e+f}$	$T_I = T \frac{f}{e+f}$	$F_{II} = \sqrt{P_I^2 + T_I^2} = P \frac{f}{e+f} \sqrt{1 + \left[\frac{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{\cos \beta} \right]^2}$
II	$P_{II} = P \frac{e}{e+f}$	$T_{II} = T \frac{e}{e+f}$	$F_{III} = \sqrt{P_{II}^2 + T_{II}^2} = P \frac{e}{e+f} \sqrt{1 + \left[\frac{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{\cos \beta} \right]^2}$
III	$P_{III} = P \frac{b}{a+b}$	$T_{III} = T \frac{b}{a+b}$	$F_{IV} = \sqrt{P_{III}^2 + T_{III}^2} = P \frac{b}{a+b} \sqrt{1 + \left[\frac{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{\cos \beta} \right]^2}$
IV	$P_{IV} = P \frac{a}{a+b}$	$T_{IV} = T \frac{a}{a+b}$	$F_{IV} = \sqrt{P_{IV}^2 + T_{IV}^2} = P \frac{a}{a+b} \sqrt{1 + \left[\frac{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{\cos \beta} \right]^2}$

Bảng 2.74. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục của truyền động bánh răng côn răng thẳng



Góc \$\delta\$ đối với bánh răng chủ động.

Lực T vuông góc; còn lực A song song với đường trục của bánh răng chủ động.

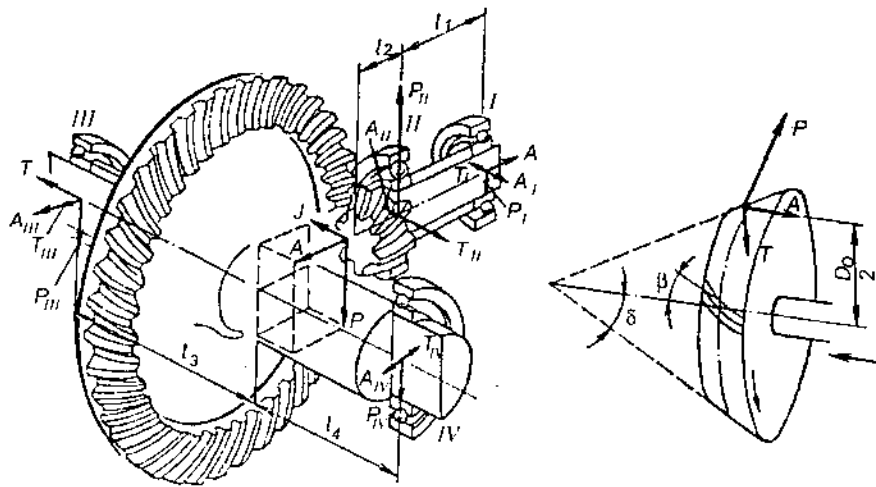
$$T = P \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \cos \delta;$$

$$A = P \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \sin \delta$$

$$D_0 = d_w$$

N° của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục			
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Do lực A	Tải trọng tổng hợp
I	$P_I = P \frac{l_2}{l_1}$	$T_I = T \frac{l_2}{l_1}$	$A_I = A \frac{d_{w1}}{2l_1}$	$F_{I1} = \sqrt{P_I^2 + (T_I - A_I)^2}$
II	$P_{II} = P \frac{l_1 + l_2}{l_1}$	$T_{II} = T \frac{l_1 + l_2}{l_1}$	$A_{II} = A \frac{d_{w1}}{2l_1}$	$F_{II1} = \sqrt{P_{II}^2 + (T_{II} + A_{II})^2}$
III	$P_{III} = P \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$T_{III} = T \frac{d_{w2}}{2(l_3 + l_4)}$	$A_{III} = A \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$F_{III1} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} + A_{III})^2}$
IV	$P_{IV} = P \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$T_{IV} = T \frac{d_{w2}}{2(l_3 + l_4)}$	$A_{IV} = A \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$F_{IV1} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} - A_{IV})^2}$

Bảng 2.75. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục của truyền động bánh răng côn răng cong



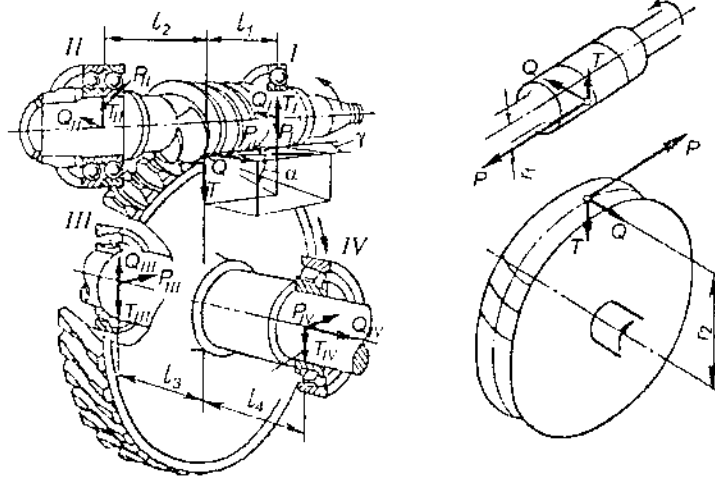
δ - góc côn lặn của bánh răng chủ động.

d_{w1}, d_{w2} - đường kính trung bình của các côn lặn bánh răng chủ động.

Các lực dọc trục T và A tác dụng lên mỗi ổ trục.

Hướng xoắn và chiều quay của bánh răng chủ động	Lực tác dụng lên các răng của hai bánh răng	Số của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục			
			Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Do lực A	Tải trọng tổng hợp
Phải - theo chiều kim đồng hồ, hoặc trái - ngược chiều kim đồng hồ	$A = \frac{P}{\cos\beta} [\operatorname{tg}(\alpha+\rho) \times \sin\delta - \sin\beta\cos\delta]$	I	$P_I = P \frac{l_2}{l_1}$	$T_I = T \frac{l_2}{l_1}$	$A_I = A \frac{d_{w1}}{2l_1}$	$F_{rI} = \sqrt{P_I^2 + (T_I - A_I)^2}$
	$T = \frac{P}{\cos\beta} [\operatorname{tg}(\alpha+\rho) \times \cos\delta + \sin\beta\sin\delta]$	II	$P_{II} = P \frac{l_1 + l_2}{l_1}$	$T_{II} = T \frac{l_1 + l_2}{l_1}$	$A_{II} = A \frac{d_{w1}}{2l_1}$	$F_{rII} = \sqrt{P_{II}^2 + (T_{II} - A_{II})^2}$
Phải - ngược chiều kim đồng hồ, hoặc trái - theo chiều kim đồng hồ	$A = \frac{P}{\cos\beta} [\operatorname{tg}(\alpha+\rho) \times \sin\delta + \sin\beta\cos\delta]$	III	$P_{III} = P \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$T_{III} = T \frac{d_{w2}}{2(l_3 + l_4)}$	$A_{III} = A \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$F_{rIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} + A_{III})^2}$
	$T = \frac{P}{\cos\beta} [\operatorname{tg}(\alpha+\rho) \times \cos\delta - \sin\beta\sin\delta]$	IV	$P_{IV} = P \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$T_{IV} = T \frac{d_{w2}}{2(l_3 + l_4)}$	$A_{IV} = A \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$F_{rIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} - A_{IV})^2}$

Bảng 2.76. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục của truyền động trục vít.



Lực vòng Q của trục vít được xác định như lực P đối với bánh răng trụ.

Hệ số ma sát đối với cặp thép - đồng brông $f = 0,02 : 0,03$, còn đối với cặp gang - gang $f = 0,1$.

Tải trọng dọc trục F_a tác dụng lên một trong các ổ trục, $F_{aI} = P$ hoặc $F_{aII} = P$; trên trục bánh vít $F_{aIII} = Q$ hoặc $F_{aIV} = Q$.

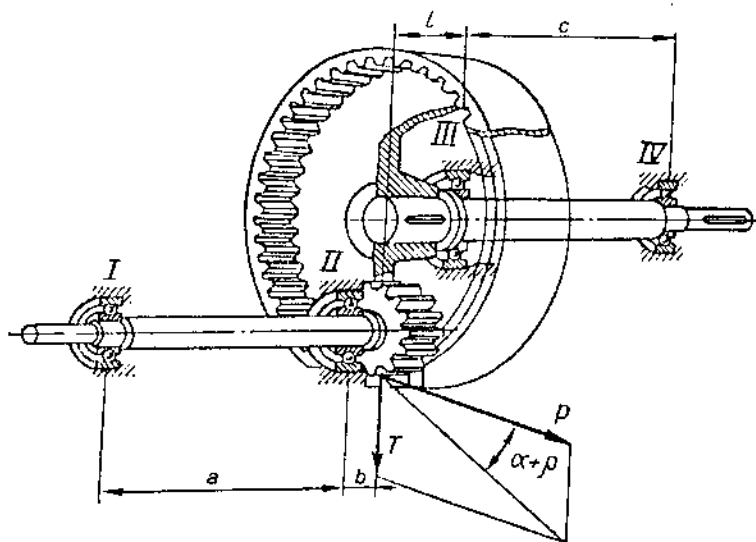
$$T = Q \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha \sin \tau + f \cos \tau}; P = Q \frac{\cos \alpha \cos \tau - f \sin \alpha}{\cos \alpha \sin \tau + f \cos \tau}; \operatorname{tg} \tau = \frac{h}{2\pi r_1} \approx \frac{z_1 t}{2\pi r_1}$$

τ - góc nâng đường răng trục vít; h - chiều cao răng vít; t - bước dọc trục vít; z_1 - số răng trục vít.

N ^o của ổ	Phân lực			Tải trọng tổng hợp khi cắt phải trục vít và quay theo chiều kim đồng hồ
	Do lực Q	Do lực T	Do lực P	
I	$Q_I = Q \frac{l_2}{l_1 + l_2}$	$T_I = T \frac{l_2}{l_1 + l_2}$	$P_I = P \frac{r_1}{l_1 + l_2}$	$F_{nI} = \sqrt{Q_I^2 + (T_I - P_I)^2}$
II	$Q_{II} = Q \frac{l_1}{l_1 + l_2}$	$T_{II} = T \frac{l_1}{l_1 + l_2}$	$P_{II} = P \frac{r_1}{l_1 - l_2}$	$F_{nII} = \sqrt{Q_{II}^2 + (T_{II} - P_{II})^2}$
III	$Q_{III} = Q \frac{l_2}{l_3 - l_4}$	$T_{III} = T \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$P_{III} = P \frac{l_4}{l_3 + l_4}$	$F_{nIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} - Q_{III})^2}$
IV	$Q_{IV} = Q \frac{l_2}{l_3 - l_4}$	$T_{IV} = T \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$P_{IV} = P \frac{l_3}{l_3 + l_4}$	$F_{nIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} - Q_{IV})^2}$

N ^o của ổ	Tải trọng tổng hợp		
	Khi cắt phải trục vít và quay ngược chiều kim đồng hồ	Khi cắt trái trục vít và quay:	
		theo chiều kim đồng hồ	ngược chiều kim đồng hồ
I	$F_{nI} = \sqrt{Q_I^2 + (T_I + P_I)^2}$	$F_{nI} = \sqrt{Q_I^2 + (T_I + P_I)^2}$	$F_{nI} = \sqrt{Q_I^2 + (T_I - P_I)^2}$
II	$F_{nII} = \sqrt{Q_{II}^2 + (T_{II} - P_{II})^2}$	$F_{nII} = \sqrt{Q_{II}^2 + (T_{II} + P_{II})^2}$	$F_{nII} = \sqrt{Q_{II}^2 + (T_{II} + P_{II})^2}$
III	$F_{nIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} + Q_{III})^2}$	$F_{nIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} - Q_{III})^2}$	$F_{nIII} = \sqrt{P_{III}^2 + (T_{III} + Q_{III})^2}$
IV	$F_{nIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} - Q_{IV})^2}$	$F_{nIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} + Q_{IV})^2}$	$F_{nIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + (T_{IV} - Q_{IV})^2}$

Bảng 2.77. Công thức xác định tải trọng tác dụng lên ổ trục của truyền động bánh răng trụ, răng thẳng, ăn khớp trong



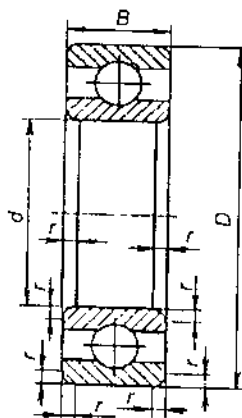
$$T = P(\tan \alpha - \rho)$$

N ^o của ổ	Tải trọng tác dụng lên ổ trục		
	Do lực vòng P	Do lực hướng tâm T	Tải trọng tổng hợp
I	$P_I = P \frac{b}{a}$	$T_I = T \frac{b}{a}$	$F_{rI} = \sqrt{P_I^2 + T_I^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{b}{a}$
II	$P_{II} = P \frac{a+b}{a}$	$T_{II} = T \frac{a+b}{a}$	$F_{rII} = \sqrt{P_{II}^2 + T_{II}^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{a+b}{a}$
III	$P_{III} = P \frac{l+c}{c}$	$T_{III} = T \frac{l+c}{c}$	$F_{rIII} = \sqrt{P_{III}^2 + T_{III}^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{l+c}{c}$
IV	$P_{IV} = P \frac{l}{c}$	$T_{IV} = T \frac{l}{c}$	$F_{rIV} = \sqrt{P_{IV}^2 + T_{IV}^2} = \frac{P}{\cos(\alpha + \rho)} \frac{l}{c}$

2.8. Kích thước và đặc tính cơ bản của các kiểu ổ lăn

Kích thước và đặc tính cơ bản của các kiểu ổ bi đỡ một dây được giới thiệu trong các bảng từ 2.78 đến 2.80, ổ bi đỡ hai dây - bảng 2.82; ổ trục ngắn đỡ một dây - bảng 2.83; ổ đĩa cầu đỡ hai dây - bảng 2.84; ổ bi cầu đỡ hai dây có ống găng - bảng 2.85; ổ đĩa cầu đỡ hai dây có ống găng - bảng 2.86; ổ kim đỡ một dây - bảng 2.87; ổ bi đỡ chặn một dây - bảng 2.88; ổ bi đỡ chặn kép - bảng 2.89; ổ côn - bảng 2.90 và 2.91; ổ bi chặn một dây - bảng 2.92; ổ bi kép - bảng 2.93.

Bảng 2.78. Ổ bi đỡ một dãy (TCVN 1489-85). Kích thước, mm



Ký hiệu ổ	d	D	B	r	C _r , N	C _{0r} , N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg
							mỡ ¹⁾	đầu ²⁾	D _w	Z	
Loạt đường kính siêu nhẹ 9, loạt chiều rộng bình thường 1											
1000093	3	8	3	0,3	440	200	31 500	40 000	1,59	6	0,0007
1000094	4	11	4	0,3	750	350	31 500	40 000	2	7	0,0025
1000095	5	13	4	0,4	850	400	31 500	40 000	2	8	0,0025
1000096	6	15	5	0,4	1160	570	31 500	40 000	2,38	8	0,0040
1000097	7	17	5	0,5	1580	790	25 500	31 500	3	7	0,0050
1000098	8	19	6	0,5	1750	900	25 500	31 500	3	8	0,0080
1000099	9	20	6	0,5	2100	1070	25 500	31 500	3,5	7	0,0080
1000900	10	22	6	0,5	2620	1380	25 500	31 500	3,97	7	0,0090
1000901	12	24	6	0,5	2660	1380	25 500	31 500	3,97	7	0,010
1000902	15	28	7	0,5	2530	1510	20 000	25 000	3,18	12	0,017
1000903	17	30	7	0,5	2850	1680	20 000	25 000	3,5	11	0,018
1000904	20	37	9	0,5	5140	3120	16 000	22 000	5	10	0,035
1000905	25	42	9	0,5	5740	3750	12 500	16 000	5	12	0,042
1000906	30	47	9	0,5	5950	4060	12 500	16 000	5	13	0,049
1000907	35	55	10	1,0	8160	5760	10 000	12 500	5,95	13	0,086
1000908	40	62	12	1,0	9540	7060	10 000	12 500	6,35	14	0,11
1000909	45	68	12	1,0	1 2300	8290	8 000	10 000	7,14	13	0,15
1000911	55	80	13	1,5	1 2500	10200	6 300	8 000	6,35	18	0,19
1000912	60	85	13	1,5	1 2300	10800	6 300	8 000	7,14	19	0,26
1000915	75	105	16	1,5	1 9100	17200	5 000	6 300	9,73	18	0,38
Loạt đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng hẹp 7											
7000101	12	28	7	0,5	4000	2270	20 000	25 000	4,76	8	0,018
7000102	15	32	8	0,5	4060	2270	20 000	25 000	4,76	8	0,025
7000103	17	35	8	0,5	4680	2660	16 000	20 000	5,16	9	0,036
7000105	25	47	8	0,5	6570	4240	12 500	16 000	5,56	11	0,06
7000106	30	55	9	0,5	7560	5400	10 000	12 500	5,56	14	0,10
7000107	35	62	9	0,5	7740	5790	8 000	10 000	5,56	15	0,11
7000108	40	68	9	0,5	1 0300	8060	8 000	10 000	6,35	16	0,13
7000109	45	75	10	1,0	1 0500	8570	8 000	10 000	6,35	17	0,17
7000110	50	80	10	1,0	1 0800	9070	6 300	8 000	3,65	18	0,18
7000111	55	90	11	1,0	1 2900	1 0800	6 300	8 000	7,14	17	0,28
7000112	60	95	11	1,0	1 3200	1 1500	5 000	6 300	7,14	18	0,29
7000113	65	100	11	1,0	1 3500	1 2100	5 000	6 300	7,14	19	0,34
7000114	70	110	13	1,0	1 5800	1 4200	5 000	6 300			0,45

Tiếp bảng 2.78

Ký hiệu ổ	d	D	B	r	C _r , N	C _{or} , N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg
							mở ¹⁾	dầu ¹⁾	D _w	Z	
Loại đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng bình thường 0											
17	7	19	6	0,5	2 240	1 180	25 000	31 500	3,97	6	0,007
18	8	22	7	0,5	2 600	1 380	25 000	31 500	3 97	7	0,012
100	10	26	8	0,5	3 600	2 000	25 000	31 500	4,76	7	0,019
101	12	28	8	0,5	4 000	2 270	20 000	25 000	4,76	8	0,022
104	20	42	12	1,0	7 360	4 540	12 500	16 000	6,35	9	0,07
105	25	47	12	1,0	7 900	5 040	10 000	12 500	6,35	10	0,08
106	30	55	13	1,5	10 400	7 020	10 000	12 500	7,14	11	0,12
107	35	62	14	1,5	12 500	8 660	8 000	10 000	7,94	11	0,16
108	40	68	15	1,5	13 200	9 450	8 000	10 000	7,94	12	0,19
109	45	75	16	1,5	16 500	12 400	8 000	10 000	8,73	13	0,24
110	50	80	16	1,5	16 300	12 400	6 300	8 000	8,73	12	0,25
111	55	90	18	2,0	22 200	17 300	6 300	8 000	10,32	13	0,39
112	60	96	18	2,0	24 100	18 500	5 000	6 300	11,11	12	0,39
113	65	100	18	2,0	24 000	20 000	5 000	6 300	10,32	15	0,45
114	70	110	20	2,0	30 300	24 600	5 000	6 300	12,3	13	0,60
115	75	115	20	2,0	30 100	24 600	5 000	6 300	12,3	14	0,66
116	80	125	22	2,0	37 400	31 900	4 000	5 000	13,5	14	0,85
117	85	130	22	2,0	37 100	31 900	4 000	5 000	13,5	14	0,91
118	90	140	24	2,5	41 100	35 700	4 000	5 000	14,3	15	1,20
120	100	150	24	2,5	42 300	38 300	3 150	4 000	14,3	15	1,29
Loại đường kính nhẹ 2, loạt chiều rộng hẹp 0											
23	3	10	4	0,3	500	220	31 500	40 000	1,59	7	0,0016
24	4	13	5	0,4	920	430	31 500	40 000	2,38	6	0,003
25	5	16	5	0,5	1500	760	31 500	40 000	3,18	6	0,003
26	6	19	6	0,5	2210	1180	25 000	31 500	3,97	6	0,008
27	7	22	7	0,5	2560	1380	25 000	31 500	3,97	7	0,013
29	9	26	8	1,0	3570	2000	25 000	31 500	4,76	7	0,019
200	10	30	9	1,0	4690	2660	20 000	25 000	5,95	6	0,030
201	12	32	10	1,0	4780	2700	20 000	25 000	5,95	7	0,037
202	15	35	11	1,0	5970	3540	16 000	20 000	5,95	8	0,045
203	17	40	12	1,0	7520	4470	16 000	20 000	7,14	7	0,060
204	20	47	14	1,5	10 000	6300	12 500	16 000	7,94	8	0,10
205	25	52	15	1,5	11 000	7090	10 000	12 500	7,94	9	0,12
206	30	62	16	1,5	15 300	10 200	10 000	12 500	9,53	9	0,20
207	35	72	17	2,0	20 100	13 900	8 000	10 000	11,11	9	0,29
208	40	80	18	2,0	25 600	18 100	6 300	8 000	12,7	9	0,36
209	45	85	19	2,0	25 700	18 100	6 300	8 000	12,7	9	0,41
210	50	90	20	2,0	27 500	20 200	6 300	8 000	12,7	10	0,47
211	55	100	21	2,5	34 000	25 600	5 000	6 300	14,29	10	0,60
212	60	110	22	2,5	41 000	31 500	5 000	6 300	15,88	10	0,80
213	65	120	23	2,5	44 900	34 700	5 000	6 300	16,67	10	0,98
214	70	125	24	2,5	44 800	38 100	4 000	5 000	17,46	10	1,08
215	75	130	25	2,5	51 900	41 900	4 000	5 000	17,46	11	1,18
216	80	140	26	3,0	57 000	45 400	4 000	5 000	19,05	10	1,40
217	85	150	28	3,0	65 400	54 100	4 000	5 000	19,84	11	1,80
218	90	160	30	3,0	75 300	61 700	3 150	4 000	22,23	10	2,2
220	100	180	34	3,5	95 800	80 600	3 150	4 000	25,4	10	3,2

Tiếp bảng 2.78

Ký hiệu ổ	d	D	B	r	C _r , N	C _{gr} , N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg
							mỡ ^{*)}	dầu ^{*)}	D _w	Z	
Loạt đường kính trung bình 3, loạt chiều rộng hẹp 0											
34	4	16	5	0,5	1480	760	31 500	40 000	3,18	6	0,005
35	5	19	6	0,5	2170	1180	25 500	31 500	3,97	6	0,008
300	10	35	11	1,0	6360	3830	20 000	25 000	7,14	6	0,05
301	12	37	12	1,5	7630	4730	16 000	20 000	7,94	6	0,06
302	15	42	13	1,5	8 900	5510	16 000	20 000	7,94	7	0,08
303	17	47	14	1,5	10 900	6800	12 500	16 000	9,53	6	0,11
304	20	52	15	2,0	12 500	7940	12 500	16 000	9,53	7	0,14
305	25	62	17	2,0	17 600	11 600	10 000	12 500	11,51	7	0,23
306	30	72	19	2,0	22 000	15 100	8 000	10 000	12,3	8	0,34
307	35	80	21	2,5	26 200	17 900	8 000	10 000	14,29	7	0,44
308	40	90	23	2,5	31 900	22 700	6 300	8 000	15,08	8	0,63
309	45	100	25	2,5	37 800	26 700	6 300	8 000	17,46	8	0,83
310	50	110	27	3,0	48 500	36 300	5 000	6 300	19,05	8	1,08
311	55	120	29	3,0	56 000	42 600	5 000	6 300	20,64	8	1,35
312	60	130	31	3,5	64 100	49 400	4 000	5 000	22,23	8	1,70
313	65	140	33	3,5	72 400	56 700	4 000	5 000	23,81	8	2,11
314	70	150	35	3,5	81 700	64 500	4 000	5 000	25,4	8	2,60
315	75	160	37	3,5	89 000	72 800	3 150	4 000	26,99	8	3,10
316	80	170	39	3,5	96 500	81 700	3 150	4 000	28,58	8	3,60
317	85	180	41	4,0	104 000	91 000	3 150	4 000	30,16	8	4,30
318	90	190	43	4,0	112 000	10 100	3 150	4 000	31,75	8	5,10
320	100	215	47	4,0	136 000	13 300	2 500	3 150	36,51	8	7,00
Loạt đường kính nặng 4, loạt chiều rộng hẹp 0											
403	17	62	17	2,0	17 800	12 100	10 000	12 500	12,7	6	0,27
405	25	80	21	2,5	29 200	20 800	8 000	10 000	16,67	6	0,5
406	30	90	23	2,5	37 200	27 200	6 300	8 000	19,05	6	0,72
407	35	100	25	2,5	43 600	31 900	6 300	8 000	20,64	6	0,93
408	40	110	27	3,0	50 300	37 000	5 000	6 300	22,23	6	1,20
409	45	120	29	3,0	60 400	53 000	4 000	5 000	23,02	7	1,52
410	50	130	31	3,5	68 500	53 000	4 000	5 000	25,4	7	1,91
411	55	140	33	3,5	78 700	63 700	4 000	5 000	26,99	7	2,3
412	60	150	35	3,5	85 600	71 400	3 150	4 000	28,58	7	2,8
413	65	160	37	3,5	92 600	79 600	3 150	4 000	30,16	7	3,4
414	70	180	42	4,0	113 000	107 000	3 150	4 000	34,93	7	5,3
416	80	200	48	4,0	128 000	127 000	2 500	3 150	38,1	7	7,0
417	85	210	52	5,0	136 000	136 000	2 500	3 150	39,69	7	8,0
*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu											

Bảng 2.79. Ổ bi đỡ một dây có vòng che (TCVN 1490 – 85). Kích thước, mm

Kiểu 60000

Kiểu 80000

Ký hiệu kiểu ổ bi đỡ một dây		d	D	B	r	C _r , N	C _{or} , N	n, vg/ph	Khối lượng, kg
Có một vòng che	Có hai vòng che								
Loại đường kính đặc biệt nhẹ 1									
60018	80018	8	22	7	0,5	2580	1380	31500	0,012
60104	80104	20	42	12	1,0	7360	4540	16000	0,070
60106	80106	30	55	13	0,5	10400	7020	10000	0,12

* Đối với ổ lăn 80018 n=25000

Loại đường kính đặc biệt nhẹ 2

60024	80024	4	13	5	0,3	920	430	31 500	0,003
60025	80025	5	16	5	0,5	1500	760	31 500	0,005
60026	80026	6	19	6	0,5	2210	1180	31 500	0,008
60027	80027	7	22	7	0,5	2560	1380	25 000	0,013
60029	80029	9	26	8	1,0	3570	1980	25 000	0,019
60200	80200	10	30	9	1,0	4690	2660	20 000	0,030
60201	80201	12	32	10	1,0	4780	2700	20 000	0,037
60202	80202	15	35	11	1,0	5970	3540	16 000	0,045
60203	80203	17	40	12	1,0	7520	4470	16 000 ¹	0,065
60204	80204	20	47	14	1,5	10 000	6300	12 500	0,106
60205	80205	25	52	15	1,5	11 000	7090	10 000	0,12
60206	80206	30	62	16	1,5	15 300	10 200	10 000 ²	0,19
60207	80207	35	72	17	2,0	20 100	13 900	8 000	0,29
60208	80208	40	80	18	2,0	25 600	18 100	8 000 ³	0,36
60209	80209	45	85	19	2,0	25 700	18 100	6 300	0,41
60210	80210	50	90	20	2,0	27 500	20 200	6 300	0,46
60212	80212	60	110	22	2,5	41 100	31 500	5 000	0,80
60214	80214	70	125	24	2,5	48 800	38 100	5 000	1,06
60218	80218	90	160	30	3,0	73 500	61 700	3 150	2,2
60220	80220	100	180	34	3,5	95 800	80 600	3 150	3,20

¹ Đối với ổ lăn 80206 n = 12500 vg/ph

² Đối với ổ lăn 80206 n = 8000 vg/ph

³ Đối với ổ lăn 80208 n = 6300 vg/ph

Tiếp bảng 2.79

Ký hiệu kiểu ổ bi đỡ một dây		d	D	B	r	C _r , N	C _{or} , N	n, vg/ph	Khối lượng, kg
Có một vòng che	Có hai vòng che								
Loạt đường kính trung bình 3									
60302	80302	15	42	13	1,5	8 900	5510	16 000	0,08
60303	80303	17	47	14	1,5	10 900	6800	16 000	0,11
60305	80305	25	62	17	2,0	17 600	11600	10 000	0,23
60306	80306	30	72	19	2,0	22 000	15100	8 000	0,34
60307	80307	35	80	21	2,5	26 200	17900	8 000	0,44
60308	80308	40	90	23	2,5	31 900	22700	6 300	0,64
60309	80309	45	100	25	2,5	37 800	26700	6 300	0,80
60310	80310	50	110	27	3,0	48 500	36300	5 000	1,08
60311	80311	55	120	29	3,0	56 000	42600	5 000	1,37
60314	80314	70	150	35	3,5	81 700	84500	4 000	2,5

Bảng 2.80. Ổ bi một dây có vòng kín (TCVN 1490-85). Kích thước, mm

Kiểu 16000

Kiểu 18000

Loạt đường kính nhẹ 2 và 5, loạt chiều rộng 0

Ký hiệu kiểu ổ bi loạt đường kính
2 và 5

d

D

B đối với
loạt
đường kính

r

r₁

C_r, N

C_{or}, N

n, vg/ph

Khối
lượng,
kg

160000

180000

2

5

160200	160500	180200	180500	10	30	9	14	1,0	0,5	4680	2700	10000	0,05
160201	160501	180201	180501	12	32	10	14	1,0	0,5	4780	2700	10000	0,06
160202	160502	180202	180502	15	35	11	14	1,0	0,5	5320	3090	6300	0,06
160203	160503	180203	180503	17	40	12	16	1,0	1,0	7500	4500	6300	0,08
160204	160504	180204	180504	20	47	14	18	1,5	1,5	8390	5100	5000	0,14
160205	160505	180205	180505	25	52	15	18	1,5	1,5	11000	7090	4000	0,15
160208	160508	180208	180508	40	80	18	23	2,0	2,0	25600	18100	3150	0,45

Bảng 2.81. Ổ bi đỡ một dây có rãnh trên vòng ngoài và vòng chặn đàn hồi (TCVN 1494-85)
Kích thước, mm

Đơn vị: mm

Vòng chặn đàn hồi ở trạng thái tự do

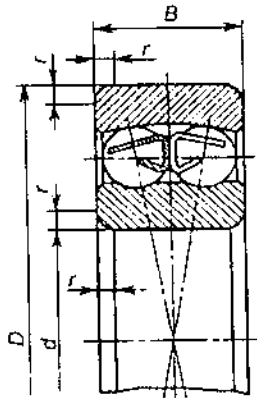
Ký hiệu ổ bi	d	D	D ₁		B	a	b		r	C _r	C _{or}	n, vg/ph mỡ ^{*)}	dấu ^{**)}	Khối lượng, kg			
			max	min		max	min	max	min								
Loạt trung																	
50305	25	62	59,61	59,11	17	3,28	3,07	2,2	1,9	2,0	17 600	11 600	10 000	0,23			
50306	30	72	68,81	68,30	19	3,28	3,07	2,2	1,9	2,0	22 000	15 100	8 000	0,35			
50307	35	80	76,81	76,30	21	3,28	3,07	2,2	1,9	2,5	26 200	17 900	8 000	0,43			
50308	40	90	86,79	86,28	23	3,28	3,07	3,0	2,7	2,5	31 900	22 700	6 300	0,63			
50309	45	100	96,8	96,29	25	3,28	3,07	3,0	2,7	2,5	37 800	26 700	6 300	0,798			
50310	50	110	106,81	106,30	27	3,28	3,07	3,0	2,7	3,0	48 500	36 300	5 000	1,06			
50311	55	120	115,21	114,71	29	4,06	3,86	3,4	3,1	3,0	56 000	42 600	5 000	1,33			
50312	60	130	125,22	124,71	31	4,06	3,86	3,4	3,1	3,5	64 100	49 400	4 000	1,6			
Loạt nặng																	
50406	30	90	86,79	86,28	23	3,28	3,07	3,0	2,7	2,5	37 200	27 200	6 300	0,72			
50408	40	110	106,81	106,80	27	3,28	3,07	3,0	2,7	3,0	50 300	37 000	5 000	1,17			
50410	50	130	125,22	124,71	31	4,06	3,86	3,4	3,1	3,5	68 500	53 000	4 000	1,88			
50412	60	150	145,24	144,73	35	4,90	4,65	3,4	3,1	3,5	85 600	71 400	3 150	2,80			
Kích thước vòng chặn ở trạng thái tự do, mm																	
D	D ₂	D ₃		f		f		g		g ₁							
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	min						
Loạt đường kính trung 3, loạt đường kính nặng 4																	
62	67,7	59,0	58,4	4,04	3,89	1,7	1,60	4	2,6								
72	78,6	68,2	67,6	4,85	4,70	1,7	1,60	5	3,6								
80	86,6	76,2	75,6	4,85	4,70	1,7	1,60	5	3,6								
90	96,5	86,2	85,6	4,85	4,70	2,46	2,36	5	3,6								
100	106,5	96,2	95,4	4,85	4,70	2,46	2,36	5	3,6								
110	116,6	106,2	105,4	4,85	4,70	2,46	2,36	5	3,6								
120	129,7	114,6	113,8	7,21	7,06	2,82	2,72	7	5,3								
130	139,7	124,6	123,8	7,21	7,06	2,82	2,72	7	5,3								
150	159,7	144,5	143,3	7,21	7,06	2,82	2,72	7	5,3								

^{*)} Các kích thước D₂ và g đối với vòng chặn được lắp vào ổ bi.

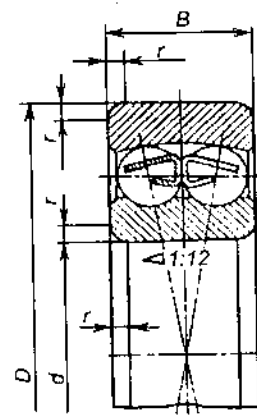
^{**) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.}

Bảng 2.82. Ổ bi cầu đỡ hai dây (TCVN 1495-85). Kích thước, mm

Kiểu 1000
có lỗ trụ



Kiểu 111000
có lỗ côn



Ký hiệu ổ bi kiểu		d	D	B	r	C _r N	C _{or} N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg**)
								mã*)	dấu*)	D _w	Z	
1000	111000											
Loạt đường kính nhẹ												
1005		5	19	6		1990	540				8	0,01
1006		6	19	6	0,5	1950	540	25 000	31 500	3,18	8	0,01
1007		7	22	7		2100	670				10	0,02
1008		8	22	7		2060	670				10	0,01
1009		9	26	8		2970	940	25 000	31 500	3,97	9	0,02
1200		10	30	9	1,0	4240	1360	20 000	25 000	4,76	9	0,03
1201		12	32	10		4330	1510	20 000	25 000	4,76	10	0,04
1202		15	35	11		5790	2050	16 000	20 000	5,56	10	0,05
1203*		17	40	12		6130	2470	16 000	20 000	5,56	12	0,07
1204*	111204	20	47	14	1,5	7720	3240	12 500	16 000	6,35	12	0,12
1205*	111205	25	52	15		9440	4100	12 500	16 000	7,14	12	0,14
1206*	111206	30	62	16		12 200	5920	10 000	12 500	7,94	14	0,22
1207*	111207	36	72	17	2,0	12 300	6780	8 000	10 000	7,94	16	0,32
1208*	111208	40	80	18		15 100	8720	8 000	10 000	8,73	17	0,42
1209*	111209	45	85	19		17 000	9770	6 300	8 000	9,53	16	0,47
1210*	111210	50	90	20		17 000	11 000	6 300	8 000	9,53	18	0,53
1211*	111211	55	100	21	2,5	21 000	13 600	5 000	6 300	10,32	19	0,71
1212	111212	60	110	22		23 800	15 800	5 000	6 300	11,11	19	0,88
1213*	111213	65	120	23		24 400	17 500	5 000	6 300	11,11	21	1,15
1214	111214	70	125	24		27 000	19 100	4 000	5 000	11,90	20	1,26
1215	111215	75	130	25		30 500	21 800	4 000	5 000	12,7	20	1,36
1216	111216	80	140	26	3,0	31 400	24 000	4 000	5 000	12,7	22	1,67
1217	111217	85	150	28		38 700	29 000	3 150	4 000	14,29	21	2,10
1218	111218	90	160	30		44 700	32 400	3 150	4 000	15,86	19	2,5
1220	111220	100	180	34	3,5	54 200	41 200	3 150	4 000	17,46	20	3,7
1222	111222	110	200	38		58 700	45 000	2 500	3 150	19,84		4,4

*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.

**) Khối lượng được qui định cho các ổ bi kiểu 1000.

Tiếp bảng 2.82

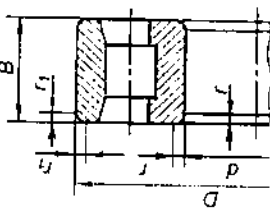
Ký hiệu ổ bi kiểu		d	D	B	r	C _r N	C _{or} N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg**)
1000	111000							mã')	dấu*)	D _w	Z	
Loạt đường kính nhẹ, rộng												
1506	111506	30	62	20	1,5	11 900	5810	8 000	10 000	7,94	14	0,26
1507	111507	35	72	23	2,0	16 900	8380	8 000	10 000	9,53	14	0,56
1508	111508	40	80	23	2,0	17 500	9640	6 300	8 000	9,53	16	0,51
1509	111509	45	85	23	2,0	18 200	10 900	6 300	8 000	9,53	18	0,55
1510	111510	50	90	23	2,0	18 200	11 500	5 000	6 300	9,53	19	0,59
1515	111515	75	130	31	2,5	39 000	24 500	3 150	4 000	13,49	20	1,75
1516	111516	80	140	33	3,0	38 300	27 400	3 150	4 000	14,29	20	2,0
1517	111517	85	150	36	3,0	45 700	32 100	2 500	3 150	15,88	19	2,5
Loạt đường kính trung												
1300	-	10	35	11	1,0	5690	1840	16 000	20 000	5,56	9	0,06
1301		12	37	12		7390	2400	16 000	20 000	6,35	9	0,07
1302		15	42	13	1,5	7370	2680	16 000	20 000	6,35	10	0,09
1303		17	47	14		9730	3730	12 500	16 000	7,14	11	0,13
1304	111304	20	52	15		9760	4090	10 000	12 500	7,14	12	0,15
1305	111305	25	62	17	2,0	14 100	6120	8 000	12 500	8,73	12	0,26
1306	111306	30	72	19		16 800	7900	8 000	10 000	9,53	13	0,39
1307	111307	35	80	21		20 000	10 000	6 300	8 000	10,32	14	0,50
1308	111308	40	90	23	2,5	23 300	12 400	6 300	8 000	11,11	15	0,70
1309	111309	45	100	25		30 000	16 200	5 000	6 300	12,7	15	0,96
1310	111310	50	110	27	3,0	34 100	17 800	5 000	6 300	14,29	13	1,21
1311	111311	55	120	29		40 600	22 900	4 000	5 000	15,08	15	1,58
1312	111312	60	130	31		45 800	27 100	4 000	5 000	15,88	16	1,96
1313	111313	65	140	33		49 200	29 900	4 000	5 000	16,67	16	2,5
1314	111314	70	150	35	3,5	58 600	35 900	3 150	4 000	18,26	16	3,0
1315	111315	75	160	37		62 400	39 100	3 150	4 000	19,05	16	3,6
1316	111316	80	170	39		69 900	43 000	3 150	4 000	20,64	15	4,3
1317	111317	85	180	41		77 200	49 500	3 150	4 000	21,43	16	5,1
1318	111318	90	190	43	4,0	91 800	57 200	2 500	3 150	23,81	15	5,7
1320	111320	100	215	47		113 000	73 400	2 500	3 150	26,99	15	8,3
Loạt đường kính trung rộng												
1605	111605	25	62	24		18 900	7 600			10,32		0,34
1606	111606	30	72	27	2,0	24 400	10 200	8 000	10 000	11,91	11	0,50
1607	111607	35	80	31		30 500	13 000	6 300	8 000	13,49	11	0,68
1608	111608	40	90	33	2,5	34 900	16 000	5 000	6 300	14,29	12	0,93
0609	111609	45	100	36		42 300	19 800	5 000	6 300	15,88	12	1,23
1610	111610	50	110	40	3,0	50 000	23 900	5 000	6 300	17,46		1,61
1611	111611	55	120	43		58 600	28 600	4 000	5 000	19,05	12	2,10
1612	111612	60	130	46		67 700	33 600	4 000	5 000	20,64	12	2,60
1613	111613	65	140	48	3,5	75 300	39 300	3 150	4 000	21,43	13	3,20
1614	111614	70	150	51		85 700	45 400	3 150	4 000	23,02	13	3,92
1616	111616	80	170	58		107 000	58 800	2 500	3 150	26,99	13	6,10

Bảng 2.83. Ổ trục ngắn đỡ một dây (TCVN 1502-85). Kích thước, mm

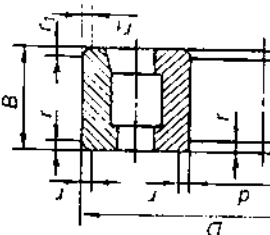
Ký hiệu các kiểu ổ		d	D	B	r	r ₁	C _r N	C _{or} N	n, vg/ph		Con lăn		Khối lượng, kg
									mở *)	dầu *)	D _{ws}	Z	
2100	32100												
Loại đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng bình thường 0													
2106	32106	30	55	13	1,5	0,8	11 000	7 020	12 500	16 000	6	14	0,14
2109	32109	45	75	16	1,5	1,0	19 100	13 400	8 000	10 000	8	18	0,31
2110	32110	50	80	16	1,5	1,0	21 500	15 700	8 000	10 000	7,5	18	0,33
2111	32111	55	90	17	2,0	1,5	32 000	24 200	6 300	8 000	9	18	0,40
2113	32113	65	100	18	2,0	1,5	34 000	26 900	5 000	6 300	9	20	0,55
2114	32114	70	110	20	2,0	1,5	42 100	34 300	5 000	6 300	10	20	0,76
2116	32116	80	125	22	2,0	1,5	51 300	42 600	5 000	6 300	11	20	0,08
2118	32118	90	140	24	2,5	2,0	61 300	52 300	4 000	5 000	12	22	1,30

Loại đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng bình thường 0

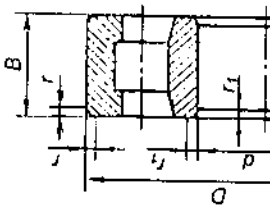
Kiểu 2000



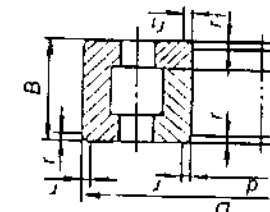
Kiểu 12000



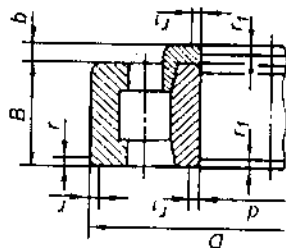
Kiểu 32000



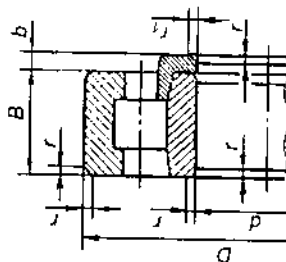
Kiểu 42000



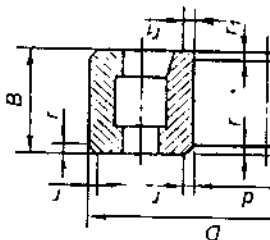
Kiểu 52000



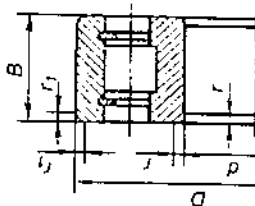
Kiểu 62000



Kiểu 92000



Kiểu 102000



Tiếp bảng 2.83

Ký hiệu các kiểu số					d	D	B	r	r ₁	c _r N	C _{or} N	n, vg/ph		Con lăn		Khối lượng, kg
2200	12 200	32 200	42 200	92200								102 200	mổ ¹⁾	dấu ¹⁾	D _{ve} = L _{ve}	
Loạt đường kính nhẹ 2, loạt chiều rộng hẹp 0																
2202	12202	32202	42202	-	15	35	11	1,0	0,5	5630	3080	16 000	20 000	5	10	0,05
2203	12203	32203	42203	102203	17	40	12	1,0	0,5	9720	6050	12 500	16 000	5,5	10	0,07
2204	12204	32204	42204	102204	20	47	14	1,5	1,0	11 900	7380	12 500	16 000	6,5	11	0,13
2205	12205	32205	42205	102205	25	52	15	1,5	1,0	13 400	8610	10 000	12 500	6,5	13	0,15
2206	12206	32206	42206	102206	30	62	16	1,5	1,0	17 300	11 400	10 000	12 500	7,5	13	0,24
2207	12207	32207	42207	102207	35	72	17	2,0	1,0	26 500	17 500	8 000	10 000	9,9	13	0,35
2208	12208	32208	42208	102208	40	80	18	2,0	2,0	33 700	24 000	8 000	10 000	10	14	0,40
2209	12209	32209	42209	102209	45	85	19	2,0	2,0	35 300	25 700	6 300	8 000	10	15	0,49
2210	12210	32210	42210	102210	50	90	20	2,0	2,0	38 700	29 200	6 300	8 000	10	17	0,57
2211	12211	32211	42211	102211	55	100	21	2,5	2,0	43 700	32 900	6 300	8 000	11	17	0,76
2212	12212	32212	42212	102212	60	110	22	2,5	2,5	54 800	42 800	5 000	6 300	12	18	0,95
2213	12213	32213	42213	102213	65	120	23	2,5	2,5	62 100	48 600	5 000	6 300	13	17	1,2
2214	12214	32214	42214	102214	70	125	24	2,5	2,5	61 800	48 600	5 000	5 000	13	17	1,3
2215	12215	32215	42215	102215	75	130	25	2,5	2,5	75 400	61 000	4 000	5 000	14	18	1,4
2216	12216	32216	42216	102216	80	140	26	3,0	3,0	79 500	63 400	4 000	5 000	15	18	1,8
2217	12217	32217	42217	92217	85	150	28	3,0	3,0	99 000	82 400	3 150	4 000	16	18	2,27
2218	12218	32218	42218	-	90	160	30	3,0	3,0	121 000	101 000	3 150	4 000	-	-	2,80
2220	12220	32220	42220	-	100	180	34	3,5	3,5	135 000	111 000	2 500	3 150	-	-	4,00

Tiếp bảng 2.83

Ký hiệu các kiểu ổ							d	D	B	b	r = r _s	C _r N	C _{br} N	n, vg/ph		Con lăn		Khối lượng, kg
2300	12300	32300	42300	62300	92300	102300								mã *)	dấu*)	D _{we} =L _{we}	Z	
Loạt đường kính trung 3, loạt chiều rộng hẹp 0																		
2305	12305	32305	42305	62305	92305	102305	25	62	17	4	2,0	22 600	14 300	8 000	10 000	9	11	0,3
2306	12306	32306	42306	62306	92306	102306	30	72	19	5	2,0	30 200	20 600	8 000	10 000	10	12	0,40
2307	12307	32307	42307	62307	92307	102307	35	80	21	6	2,5	34 100	23 200	6 300	8 000	11	12	0,51
2308	12308	32308	42308	62308	92308	102308	40	90	23	7	2,5	41 000	28 500	6 300	8 000	12	12	0,77
2309	12309	32309	42309	62309	92309	102309	45	100	25	7	2,5	56 500	40 700	6 300	8 000	14	12	0,90
2310	12310	32310	42310	62310	92310	102310	50	110	27	8	3,0	65 200	47 500	5 000	6 300	14	12	1,35
2311	12311	32311	42311	62311	92311	102311	55	120	29	9	3,0	84 000	62 800	5 000	6 300	17	12	1,65
2312	12312	32312	42312	62312	92312	102312	60	130	31	9	3,5	100 000	77 200	4 000	5 000	18	13	1,2
2313	12313	32313	42313	62313	92313	102313	65	140	33	10	3,5	105 000	80 400	4 000	5 000	19	14	2,6
2314	12314	32314	42314	62314	92314	102314	70	150	35	10	3,5	123 000	97 300	4 000	5 000	20	14	3,2
2315	12315	32315	42315	62315	92315	102315	75	160	37	11	3,5	142 000	112 000	3 150	4 000	22	13	3,8
2316	12316	32316	42316	62316	92316	102316	80	170	39	11	3,5	150 000	121 000	3 150	4 000	22	14	4,4
2317	12317	32317	42317	62317	92317	102317	85	180	41	12	4,0	179 000	146 000	3 150	4 000	24	14	5,5
2318	12318	32318	42318	62318	92318	102318	90	190	43	12	4,0	194 000	160 000	2 500	3 150	25	14	6,1
2320	12320	32320	42320	62320	92320		100	215	47	13	4,0	243 000	205 000	2 500	3 150	28	14	9,0
2322	12322	32322	42322	62322	92322		110	240	50	14	4,0	307 000	262 000	2 000	2 500	32	14	12,5

Tiếp bảng 2.83

Ký hiệu các kiểu ổ					d	D	B	b	r = r ₁	C _r N	C _{or} N	n, vg/ph		Con lăn		Khối lượng, kg		
2600	12600	32600	42600	52600								62600	92600	mã 1'	dấu 1'		D _{wc} = L _{we}	Z
Loạt đường kính trung 6, loạt chiều rộng rộng 0																		
2605	12605	32605	42605	-	92605	25	62	24	-	2,0	37 400	28 300	8 000	10 000	9	11	0,41	
2606	12606	32606	42606	-	92606	30	72	27	-	2,0	41 600	31 200	8 000	10 000	10	12	0,71	
2607	12607	32607	42607	-	92607	35	80	31	-	2,5	46 700	34 800	6 300	8 000	11	12	0,84	
2608	12608	32608	42608	-	92608	40	90	33	-	2,5	61 000	47 500	6 300	8 000	12	12	1,09	
2609	12609	32609	42609	-	92609	45	100	36	-	2,5	79 300	62 800	6 300	8 000	14	12	1,38	
2610	12610	32610	42610	52610	62610	50	110	40	8	3,0	104 000	87 100	5 000	6 300	15	12	2,00	
2611	12611	32611	42611	52611	62611	55	120	43	9	3,0	115 000	94 200	5 000	6 300	17	12	2,15	
2612	12612	32612	42612	52612	62612	60	130	46	9	3,5	140 000	118 000	4 000	5 000	18	13	3,16	
2613	12613	32613	42613	52613	62613	65	140	48	10	3,5	152 000	129 000	4 000	5 000	19	13	3,65	
2614	12614	32614	42614	52614	62614	70	150	51	10	3,5	181 000	159 000	4 000	5 000	20	14	4,53	
2615	12615	32615	42615	52615	62615	75	160	55	11	3,5	212 000	187 000	3 150	4 000	22	13	5,80	
2616	12616	32616	42616	52616	62616	80	170	58	11	3,5	224 000	202 000	3 150	4 000	22	13	7,00	
2617	12617	32617	42617	52617	62617	85	180	60	12	4,0	259 000	235 000	3 150	4 000	24	14	7,77	
2618	12618	32618	42618	52618	62618	90	190	64	12	4,0	270 000	245 000	2 500	3 150	25	14	8,76	
2620	12620	32620	42620	52620	62620	100	215	73	13	4,0	363 000	343 000	2 500	3 150	28	16	14,0	

Tiếp bảng 2.83

Ký hiệu các kiểu ổ						d		B	b	r = r ₁	C _{en} N	n, vg/ph		Con lăn		Khối lượng, kg	
2400	32400	42400	62400	92400	102400												D _{we} = L _{we}
Loạt đường kính nặng 4, loạt chiều rộng hẹp 0																	
2408	32408	42408	62408	92408	102408	40	110	27	8	3	78 000	57 600	5 000	6 300	17	11	1,37
2409	32409	42409	62409	92409	102409	45	120	29	8	3	94 000	71 400	5 000	6 300	18	11	1,9
2410	32410	42410	62410	92410	102410	50	130	31	9	3,5	102 000	76 500	4 000	5 000	20	11	2,3
2411	32411	42411	62411	92411	102411	55	140	33	10	3,5	133 000	103 000	4 000	5 000	20	12	3,4
2412	32412	42412	62412	92412	102412	60	150	35	10	3,5	216 000	176 000	3 150	4 000	22	12	7,7
2413	32413	42413	62413	92413	102413	65	160	37	11	3,5	146 000	114 000	3 150	4 000	23	12	4,6
2414	32414	42414	62414	92414	102414	70	180	42	12	4	187 000	150 000	3 150	4 000	26	12	6,1
2415	32415	42415	62415	92415	102415	75	190	45	13	4	216 000	176 000	3 150	4 000	28	12	7,7
2416	32416	42416	62416	92416	102416	80	200	48	13	4	248 000	204 000	2,500	3 150	30	12	8,2
2417	32417	42417	62417	92417	-	85	210	52	14	5	271 000	225 000	2,500	3 150	32	12	40,0
2418	32418	42418	62418	92418	-	90	225	54	14	5	307 000	257 000	2,500	3 150	34	12	11,8
2420	32420	42420	62420	92420	-	100	250	58	16	5	367 000	315 000	2 000	2 500	36	13	16,3
*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu																	

Bảng 2.84. Ổ dũa cầu dờ hai dây (TCVN 1515-85). Kích thước, mm

Kiểu 3000

Kiểu 113000

Ký hiệu các kiểu ổ		d	D	B	r	C _{in} N	C _{out} N	n, vg/ph		Con lăn			Khối lượng, kg
3000	113000							mỡ*)	dầu*)	D _{we}	L _{we}	Z	

Loạt đường kính nhẹ 5, loạt chiều rộng rộng 0

3508	113508	40	80	23	2,0	25 400	33 900	4 000	5 000	9	8,56	17	0,58
3509	113509	45	85	23	2,0	26 500	35 700	4 000	5 000	9	8,05	17	0,6
3514	113514	70	125	31	2,5	68 100	95 600	2 500	3 150	12,5	11,2	21	1,8
3516	113516	80	140	33	3,0	102 000	120 000	2 000	2 500	14	12	21	2,2
3518	113518	90	160	40	3,0	130 000	162 000	1 600	2 000	17	14,2	18	3,5
3520	113520	100	180	46	3,5	184 000	216 000	1 600	2 000	20	16,6	19	5,2
3522	113522	110	200	53	3,5	227 000	281 000	1 600	2 000	23	19,2	18	7,5
3524	113524	120	215	58	3,5	281 000	331 000	1 600	2 000	25	21	108	9,3

Loạt đường kính trung 6, loạt chiều rộng rộng 0

3608	113608	40	90	33	2,5	64 900	66 200	4 000	5 000	13,5	11,5	13	1,0
3609	113609	45	100	36	2,5	80 000	76 200	3 150	4 000	15	12,6	13	1,4
3610	113610	50	110	40	3,0	98 400	103 000	3 150	4 000	16	13,98	14	1,9
3611	113611	55	120	43	3,0	113 000	120 000	2 500	3 150	18	15	13	2,8
3612	113612	60	130	46	3,5	130 000	130 000	2 500	3 150	19,5	16	13	3,1
3613	113613	65	140	48	3,5	140 000	145 000	2 500	3 150	21,5	17	13	3,7
3614	113614	70	150	51	3,5	178 000	184 000	2 000	2 500	23	18,4	13	4,3
3615	113615	75	160	55	3,5	200 000	211 000	2 000	2 500	24,5	19,5	13	5,3
3616	113616	80	170	58	3,5	22 7 000	231 000	1 600	2 000	24,5	20,9	13	6,6
3617	113617	85	180	60	4,0	249 000	274 000	1 600	2 000	26	21,6	14	7,75
3618	113618	90	190	64	4,0	270 000	307 000	1 600	2 000	27	22,96	14	9,3
3620	113620	100	215	73	4,0	363 000	417 000	1 600	2 000	31	26,4	14	13,0
3622	113622	110	240	80	4,0	459 000	479 000	1 250	1 600	35	28,8	14	18,0

*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.

Bảng 2.85. Ổ bi đỡ hai dây có ống găng (TCVN 1485-85). Kích thước, mm

Ký hiệu các kiểu ổ có loạt đường kính:	d ₁	d	D	B đối với các loạt đường kính:	r	C _{in} N	C _{out} N	n, vg/ph	Viên bi	Khối lượng, kg
2; 3	5; 6	2; 3	5; 6	mở*)	dấu*)	D _{we}	Z			

Các loạt đường kính nhẹ 2 và 5, loạt chiều rộng 0

11204	-	20	25	52	15	-	1,5	9440	4100	12 500	16 000	7,14	12	0,21
11205	11505	25	30	62	16	20	1,5	12 200	5920	10 000	12 500	7,94	14	0,31
11206	11506	30	35	72	17	23	2,0	12 300	6780	8 000	10 000	7,94	16	0,45
11207	11507	35	40	80	18	23	2,0	15 100	8720	8 000	10 000	8,73	17	0,61
11208	11508	40	45	85	19	23	2,0	17 000	9770	6 300	8 000	9,53	16	0,71
11209	11509	45	50	90	20	23	2,0	17 700	11 000	6 300	8 000	9,53	18	0,81
11210	11510	50	55	100	21	25	2,5	21 000	13 600	5 000	6 300	10,32	19	1,04
11211	-	55	60	110	22	-	2,5	23 800	15 800	5 000	6 300	11,11	19	1,29
11212	11512	60	65	120	23	31	2,5	24 400	17 500	5 000	6 300	11,11	21	1,61
11213	-	65	75	130	25	-	2,5	30 500	21 800	4 000	5 000	12,7	20	2,2
11214	11514	70	80	140	26	33	3,0	31 400	24 000	4 000	5 000	12,7	22	2,7
11215	-	75	85	150	28	-	3,0	38 700	29 000	3 150	4 000	14,29	21	3,3
11216	11516	80	90	160	30	40	3,0	44 700	32 400	3 150	4 000	15,86	19	3,9
11217	-	85	95	170	32	-	3,5	50 200	37 500	3 150	4 000	16,67	20	4,6
11218	11518	90	100	180	34	46	3,5	54 400	41 200	3 150	4 000	16,67	20	5,5
11220	-	100	110	200	38	-	3,5	69 400	53 200	2 500	3 150	19,84	20	7,4

Các loạt đường kính trung 3 và 6, loạt chiều rộng 0

11305	11605	25	30	72	19	27	2,0	16 800	7900	8 000	10 000	9,53	13	0,5
11306	11606	30	35	80	21	31	2,5	20 000	10 000	6 300	8 000	10,32	14	0,67
11307	11607	35	40	90	23	33	2,5	23 300	12 400	6 300	8 000	11,11	15	0,91
11308	11608	40	45	100	25	36	2,5	30 000	16 200	5 000	6 300	12,7	15	1,19
11309	11609	45	50	110	27	40	3,0	34 100	17 800	5 000	6 300	14,29	13	1,49
11310	11610	50	55	120	29	43	3,0	40 600	22 900	4 000	5 000	15,08	15	1,91
11311	11611	55	60	130	31	46	3,5	45 800	27 100	4 000	5 000	15,86	16	2,3
11312	11612	60	65	140	33	48	3,5	49 200	29 900	4 000	5 000	16,67	16	2,9
11313	-	65	75	160	37	-	3,5	62 400	39 100	3 150	4 000	19,05	16	4,4
11314	11614	70	85	170	39	58	3,5	69 900	43 000	3 150	4 000	20,64	15	5,2
11316	11616	80	90	190	43	64	4,0	91 800	57 200	2 500	3 150	23,81	15	7,1
11318	11618	90	100	215	47	73	4,0	113 000	73 400	2 500	3 150	26,99	15	10,0
11320	-	100	110	240	50	-	4,0	128 000	93 400	2 000	2 500	28,58	17	14,18

*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.

Bảng 2.86. Ổ dũa cầu đỡ hai dây có ống găng (TCVN 1485-85). Kích thước, mm

Kiểu 13000

Ổng găng được giới thiệu trong bảng 2.85

Ký hiệu của ổ	d ₁	d	D	B	r	C _r N	C _{or} N	n, vg/ph		Con lăn			Khối lượng kg
								Bôi trơn mỡ	Bôi trơn dầu	D _{we}	L _{we}	Z	

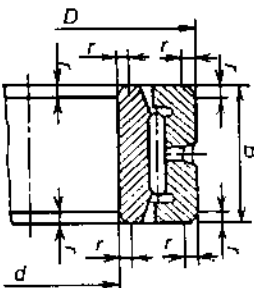
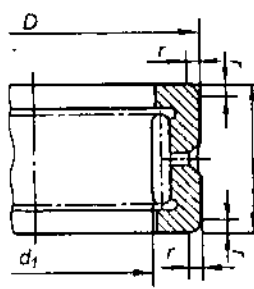
Loạt đường kính nhẹ 5, loạt chiều rộng 0

13514	70	80	140	33	3,0	102 000	120 000	2 000	2 500	14	12	21	3,2
13516	80	90	160	40	3,0	130 000	162 000	1 600	2 500	17	14,2	18	4,8
13518	90	100	180	46	3,5	184 000	216 000	1 600	2 000	20	16,6	19	6,7
13520	100	110	200	53	3,5	227 000	281 000	1 600	2 000	23	19,2	18	9,6
13522	110	120	215	58	3,5	281 000	331 000	1 600	2 000	25	21	18	11,3

Loạt đường kính trung 6, loạt chiều rộng 0

13611	55	60	130	46	3,5	130 000	130 000	2 500	3 150	19,5	16	13	3,5
13613	65	75	160	55	3,5	200 000	211 000	2 000	2 500	24,5	19,5	13	6,3
13614	70	80	170	58	3,5	227 000	230 000	1 600	2 500	24,5	20,9	13	7,7
13616	80	90	190	64	4,0	270 000	307 000	1 600	2 000	27	22,96	14	10,3
13618	90	100	215	73	4,0	363 000	417 000	1 600	2 000	31	26,4	14	15,0
13620	100	110	240	80	4,0	459 000	479 000	1 250	1 600	35	28,8	14	20,3
13622	110	120	260	86	4,0	530 000	573 000	1 250	1 600	38	31,5	14	26,7

Bảng 2.87. Ổ kim đỡ một dây (TCVN 1506-85). Kích thước, mm

Kiểu 74000										Kiểu 24000									
																			
Đường kính của lỗ bôi trơn, mm: 2 đối với D đến 30 mm 3 đối với D trên 30 đến 180 mm Theo yêu cầu của khách hàng cho phép có lỗ bôi trơn trên vòng trong. Cho phép làm rãnh vòng trên mặt ngoài của vòng ngoài.																			
Ký hiệu các kiểu ổ		d	Danh nghĩa		d ₁		D	B	r	C _r N	C _{gr} N	n, vòng/ph		Con lăn		Khối lượng			
74000	24000		Tiền	Sai lệch	Dưới	mở*)						dấu*)	D _{we}	L _{we}	Z	74000	24000		
4074904	4024904	20	25	+0,033	+0,020	37	17	0,5	12 000	11 200	6 300	8 000	2	12	42	0,10	0,06		
-	4024905	25	30	+0,033	+0,020	42	17	0,5	13 000	13 500	5 000	6 300	2	12	50	-	0,08		
4074907	4024907	35	42	+0,041	+0,025	55	20	1,0	21 100	23 100	4 000	5 000	3	14	47	0,21	0,13		
-	4024910	50	58	+0,049	+0,030	72	22	1,0	-	-	3 150	4 000	-	-	-	0,3	-		
4074912	4024912	60	68	+0,049	+0,030	85	25	1,5	40 300	51 000	3 150	4 000	3	18	74	0,53	0,34		
4074913	4024913	65	72	+0,049	+0,030	90	25	1,5	41 000	52 000	2 500	3 150	3	18	81	0,5	0,37		
4074914	4024914	70	80	+0,049	+0,030	100	30	1,5	-	-	2 500	3 150	-	-	-	0,78	-		
4074915	4024915	75	85	+0,058	+0,036	105	30	1,5	47 100	64 000	2 000	2 500	3	22	92	0,87	0,62		
4074916	4024916	80	90	+0,058	+0,036	110	30	1,5	50 000	70 000	2 000	2 500	3	22	97	1,17	0,68		
4074917	4024917	85	100	+0,058	+0,036	120	35	2,0	73 900	105 000	2 000	2 500	3	24	107	1,49	0,87		
4074918	4024918	90	105	+0,058	+0,036	125	35	2,0	76 400	110 000	2 000	2 500	3	24	113	1,55	0,93		
4074920	4024920	100	115	+0,058	+0,036	140	40	2,0	105 000	159 000	1 000	2 000	3	30	126	2,29	1,4		

Loại đường kính siêu nhẹ 9. Loại chiều rộng 4

Loại đường kính siêu nhẹ 9. Loại chiều rộng 4

Tiếp bảng 2.87

Ký hiệu các kiểu ổ		d		d ₁			D	B	r	C _r		n, vg/ph		Con lăn			Khối lượng	
				Danh nghĩa	Sai lệch					C _r N	C _{or} N	mở*)	dấu*)	D _{we}	L _{we}	Z	74000	24000
					Trên	Dưới												
74000	24000																	
Loạt đường kính đặc biệt nhẹ 9. Loạt chiều rộng 4																		
4074103	4074103	17	24	+0,033	+0,020	35	18	0,5	1 170	10 800	6 300	8 000	2,0	12	40	0,10	0,06	
4074904	4074104	20	28			42	22	1,0	1 880	18 200	5 000	6 300	2,5	16	28	0,18	0,12	
4074105	4024105	25	34			47	22	1,0	21 500	22 100	5 000	6 300		16	38	0,20	0,13	
4074106	4024106	30	40	+0,041	+0,025	55	25	1,5	27 800	30 000	4 000	5 000	3,0	18	45	0,31	0,20	
4074107	4024107	35	46			62	27	1,5	34 700	39 100	4 000	5 000		20	51	0,42	0,27	
4074108	4024108	40	52	+0,049		68	28		37 800	44 200	3 150	4 000		20	57	0,50	0,31	
4074109	4024109	45	58		+0,030	75	30	1,5	45 600	55 100	3 150	4 000	3,0	22	63	0,63	0,39	
4074110	4024110	50	62			80	30		47 800	58 900	2 500	3 150		22	68	0,69	0,44	
4074111	4024111	55	70	+0,049		90			57 500	73 500	2 500	3 150			76	0,97	0,60	
4074112	4024112	60	75		+0,030	95	35	2,0	60 400	78 800	2 000	2 500	3,0	24	81	1,13	0,69	
4074113	4024113	65	80			100			63 200	84 000	2 000	2 500			86	1,19	0,73	
4074114	4024114	70	88			110	40		86 800	119 000	1 600	2 000	3		95	1,74	1,04	
4074115	4024115	75	92	+0,058	+0,036	115	40	2,0	89 600	124 000	1 600	2 000	3	30	99	1,80	1,10	
4074116	4024116	80	100			125	45		95 000	135 000	1 250	1 600	3,5		92	2,46	1,46	
4074117	4024117	85	105			130	45		98 200	142 000	1 250	1 600	3,5		97	2,58	1,58	
*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu																		

Yêu cầu kỹ thuật

- + Sai lệch giới hạn của đường kính đường lăn trên trục đối với ổ kim cỡ kiểu 24000 theo h5.
- + Độ cứng bề mặt đường lăn trên trục lắp với ổ kim cỡ kiểu 24000 không được thấp hơn 61HRC.
- + Độ nhẵn bề mặt đường lăn trên trục lắp với ổ kim cỡ kiểu 24000 không được thấp hơn $R_a = 20 \mu m$.
- + Các chi tiết được tháo rời khỏi ổ có thể không có tính lắp lần.
- + Ổ kim cỡ kiểu 24000 được cung cấp ở dạng các chi tiết tháo rời không có tính lắp lần. Để tránh sự lẫn lộn các chi tiết, phải ghi số liệu của ổ trên hộp chứa các con lăn kim và trên bề mặt trụ ngoài của các vòng ổ.

Bảng 2.88. Ổ bi đỡ chặn một dãy (TCVN 1496-85). Kích thước, mm

Các kiểu 3600, 46000, 66000

α^* - góc tiếp xúc, bằng góc giữa đường tác dụng của tải trọng tổng hợp trên con lăn và mặt phẳng vuông góc với đường trục của ổ bi.

Ký hiệu các kiểu ổ		d	D	b = T	r	r ₁	C _a N	C _{oa} N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg	
36000	46000								mỡ ¹⁾	dầu ¹⁾	D _w	Z		
Loại đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng bình thường 0														
36100		10	26				4170							
36101		12	28	8	0,5	0,3	4270	2500	31 500	4 000	4,76	9	0,03	
36103		17	35	10	0,5		5710	3580	20 000	25 000	5,16			
36104		20	42	12	1,0	0,3	8300	5420	16 000	20 000	6,35	11	0,04 0,07	
	46106	30	55	13			11 200	8030	10 000	12 500	7,14	18	0,18	
	46108	40	68	15	1,5	0,5	14 600	11 300	8 000	10 000	7,94	16	0,22	
	46109	45	75	16			17 300	13 700	8 000	10 000	8,31	16	0,28	
	46111	55	90				25 200	21 500						
	46112	60	95	18			28 800	25 000	6 300	8 000	10,3 11,11	18	0,38 0,48	
	46114	70	110				35 600							
	46115	75	115	20	2,0	1,0	35 300	32 300	5 000	6 300	12,3	19 20	0,72 0,78	
	46116	80	125				42 300	40 900	5 000	6 300				
	46117	85	130	22			44 300	43 000	4 000	5 000	13,49	20 21	0,90 1,04	
	46118	90	140				47 400	45 900						
	46120	100	150	24	2,5	1,2	50 200	48 500	4 000	5 000	14,29 15,08	21 22	1,43 1,56	

¹⁾ Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu

Tiếp bảng 2.88

Ký hiệu các kiểu ổ		d	D	b = T	r	r _i	C _o , N đối với kiểu:			n, vg/ph đối với kiểu				Viên bi đối với kiểu :		Khối lượng, kg
36000	46000						36000	46000		mã*)	dấu*)	mã*)	dấu*)	D _o	Z	
Loạt đường kính nhẹ 2, loạt chiều rộng hẹp 0																
36201	-	12	32	10	1,0	0,3	5580	-	3400	25 000	31 000	-	-	5,5	9	0,04
36202	46202	15	35	11			6380	6070	3900	20 000	25 000	16 000	20 000	5,95	10	0,05
36203	46203	17	40	12			9430	9000	6240	20 000	25 000	16 000	20 000	7,1	10	0,06
36204	46204	20	47	14			12 300	11 600	8470	16 000	20 000	12 500	16 000	7,94		0,10
36205	46205	25	52	15	1,5	0,5	13 100	12 400	9240	12 500	16 000	10 000	12 500	7,94	12	0,12
36206	46206	30	62	16			18 200	17 200	13 300	10 500	12 500	8 000	10 000	9,53		0,19
36207	46207	35	72	17			24 000	22 700	18 100	10 000	12 500	8 000	10 000	11,11	12	0,27
36208	46208	40	80	18	2,0	1,0	30 600	28 900	23 700	8 000	10 000	6 300	8 000	12,7	12	0,37
36209	46209	45	85	19			32 300	30 400	25 000	6 300	8 000	6 300	8 000	12,7	13	0,42
36210	46210	50	90	20			33 900	31 800	27 600	6 300	8 000	6 300	8 000	12,7	14	0,47
36211	46211	55	100	21			41 900	39 400	34 900	6 300	8 000	5 000	6 300	14,29	14	0,58
36212	46212	60	110	22			48 200	45 400	40 100	5 000	6 300	5 000	6 300	16,67	14	0,77
36213	46213	65	120	23	2,5	1,2	-	54 400	-	-	-	5 000	6 300	16,67	15	0,98
36214	46214	70	125	24			63 000	59 100	55 900	5 000	6 300	4 000	5 000	17,46	15	1,04
36215	46215*	75	130	25			-	61 500	-	5 000	-	4 000	5 000	17,46	16	1,39
36216	46216	80	140	26			73 500	68 900	66 600	4 000	5 000	4 000	5 000	19,05	15	1,68
36217	46217	85	150	28	3,0	1,5	79 000	74 000	72 200	4 000	5 000	3 150	4 000	19,84	15	1,80
36218	46218	90	160	30			92 800	81 700	84 600	3 150	4 000	3 150	4 000	22,23	14	2,2
36220	46220	100	180	34	3,5	2,0	124 000	116 000	118 000	3 150	4 000	-	-	25,44	15	3,2

Tiếp bảng 2.88

Ký hiệu các kiểu ổ	d	D	b = T	r	r ₁	C _a , N	C _{oa} , N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg		
								mỡ ¹⁾	dầu ²⁾	D _w	Z			
Loạt đường kính trung 3, loạt chiều rộng hẹp 0														
46305	25	62	17	2,0	1,0	21 100	14 900	8 000	10 000	11,51	10	0,23		
46306	30	72	19			25 600	18 700			12,3	11	0,35		
46307	35	80	21	2,5	1,2	33 400	25 200	6 300	8 000	14,29	11	0,44		
46308	40	90	23			39 200	30 700	6 300	8 000	15,08	12	0,63		
46309	45	100	25			48 100	37 700	5 000	6 300	17,46	11	0,83		
46310	50	110	27	3,0	1,5	56 300	44 800	5 000	6 300	19,09	11	1,08		
46312	60	130	31	3,5	2,0	78 800	66 600	5 000	6 300	22,23	12	1,71		
46313	65	140	33			89 000	76 400	4 000	5 000	23,81		2,09		
46314	70	150	35			93 300	78 300	3 150	4 000	25,4		3,10		
46318	90	190	43	4,0		129 000	125 000	2 500	3 150	31,75		5,0		
46320	100	215	47			167 000	180 000			36,51		8,14		
Loạt đường kính nặng 4, loạt chiều rộng hẹp 0														
66407	35	100	25	2,5	1,2	45 400	33 700	5 000	6 300	18,26	10	1,05		
66408	40	110	27	3,0	1,5	52 700	38 800	4 000	5 000	20,64		1,37		
66409	45	120	29			64 000	48 200			23,02		1,75		
66410	50	130	31	3,5	2,0	77 600	61 200	2 500	3 150	24,61	10	2,17		
66412	60	150	35			98 000	81 000	2 000	2 500	26,99	11	3,52		
66414	70	180	42	4,0	2,0	119 000	111 000	1 250	1 600	36,51	10	5,7		
66418	90	225	54	5,0	2,5	163 000	172 000	1 000	1 250	41,28	10	12,0		
Sai lệch giới hạn của chiều cao lắp ráp T của ổ. Kích thước, mm														
Đường kính danh nghĩa d	Sai lệch giới hạn của chiều cao lắp ráp T đối với các ổ có ký hiệu:													
	36201-36220		46100-46140		46201-46220		46303-46330		66200-66220		66305-66320		66405-66418	
	Trên	dưới	Trên	dưới	Trên	dưới	Trên	dưới	Trên	dưới	Trên	dưới	Trên	dưới
		-		-		-		-		-	+	-	+	-
> 9 ≤ 20	+0,1	0,25	0	0,3	0	0,30	0	0,40	0	0,3	-	-	-	-
> 20 ≤ 50		0,25		0,3		0,35		0,45		0,3	0,1	0,35	0,1	0,35
> 50 ≤ 80		0,30		0,4		0,45		0,60		0,4	0,1	0,45	0,1	0,50
> 80 ≤ 180		0,50		0,6		0,70		0,70		0,6	0,1	0,60	0,1	0,60

Bảng 2.89. Ổ bi đỡ chặn kép (TCVN 1499-85). Kích thước, mm

Các kiểu 236000 ($\alpha = 12^\circ$) 246000 ($\alpha = 26^\circ$) 266000 ($\alpha = 36^\circ$)			Các kiểu 336000 ($\alpha = 12^\circ$) 346000 ($\alpha = 26^\circ$) 366000 ($\alpha = 36^\circ$)			Các kiểu 436000 ($\alpha = 12^\circ$) 446000 ($\alpha = 26^\circ$) 466000 ($\alpha = 36^\circ$)		
Ký hiệu ổ *1	d	D	b	r	r ₁	C _u , N	C _{ua} , N	Khối lượng, kg
Loại nhẹ								
436201*2 446202*2	12 15	32 35	20 22	1,0	0,3	9070 9860	6790 7170	0,074 0,09
236203*2 436203*2	17	40	24			15 300	12 500	0,12
246203*2 446203*2						13 600	10 300	
236204*2 436204*2	20	47	28	1,5	0,5	19 900	16 900	0,20
236205*2 436205*2 346205*2	25	52	30			21 300 21 300 20 100	18 500 18 500 17 000	0,24
236206*2 436206*2	30	62	32			27 900	22 400	0,38
346206*2 446206*2						26 300		
236207*2 436207*2 446207*2	35	72	34	2	1	41 200 41 200 38 900	39 300 39 300 36 100	0,54
236208*2 436208*2 446208*2	40	80	36	2,0	1,0	49 600	47 300 47 300 43 500	0,74
436209*2 346209*2 446209*2	45	85	38			52 100 49 400 49 400	51 300 47 100 47 100	0,84
236210*2 436210*2 446210*2	50	90	40			55 100 55 100 51 700	55 200 55 200 50 700	0,94

Tiếp bảng 2.89

Ký hiệu ổ *1	d	D	b	r	r ₁	C _a , N	C _{oa} , N	Khối lượng, kg
Loạt nhẹ								
236211*2 436211*2 446211*2	55	100	42	2,5	1,2	68 100 68 100 64 000	69 900 69 900 64 200	1,16
446212*2 246213*2 446213*2	60 65 65	110 120 120	44 46 46			77 400 88 300 88 300	79 300 93 600 93 600	1,54 1,96 1,96
236214*2 336214*2	70	125	48			102 000	112 000	2,08
246215*2 446215*2	75	130	50			99 800	110 000	2,78
246216*2 446216*2	80	140	52			112 000	122 000	3,36
236217*2 236219*2 446220*2	85 95 100	150 170 180	56 64 68	3,0 3,5 3,5	1,5 2,0 2,0	128 000 179 000 189 000	144 000 208 000 217 000	3,6 5,2 6,4
Loạt trung								
446305*2 446306*2 246307*2	25 30 35	62 72 80	34 38 42	2,0 2,0 2,5	1,0 1,0 1,2	31 900 41 600 54 300	26 800 37 400 50 500	0,46 0,70 0,88
346308*2 446308*2	40	90	46	2,5	1,2	60 100	56 200	1,26
346310*2	50	110	54	3,0	1,5	91 400	89 700	2,16
346312*2 446312*2 446313*2	60 65	130 140	62 66	3,5	2,0	121 000 143 000	122 000 153 000	3,42 4,18
446318*2 366318*2	90	190	86			223 000 207 000	272 000 245 000	10,0
346320*2	100	215	94	4,0		271 000	359 000	14,2
Loạt nặng								
366408*2 366409*2	40 45	110 120	54 58	3,0	1,5	85 600 104 000	77 500 96 500	2,74 3,5
266412*2 366412*2 466412*2	60	150	70	3,5	2,0	155 000	162 000	7,04

*1 n, D_w và Z xem bảng 2.88 (tương ứng với cùng các kích thước d, D).

*2 Ổ bi chỉ được chế tạo theo cấp chính xác cao hơn cấp 0 hoặc có kết cấu đặc biệt hoặc có sự khác biệt về công nghệ và chỉ được dùng để làm việc trong các điều kiện đặc biệt: khi có yêu cầu cao về độ chính xác, nhiệt độ môi trường xung quanh cao hơn 100°C, khi không bảo đảm được điều kiện bôi trơn, làm việc trong chân không, v.v...

Bảng 2.90. Ổ đĩa côn đỡ chặn một dây (ổ côn - TCVN 1509-85) và TCVN 1513-85). Kích thước, mm

TCVN 1509-85

TCVN 1513-85

Chữ A trong ký hiệu biểu thị ổ có khả năng tải nâng cao.

Giá trị $T_1 = T - C_2 + a$

Sai lệch giới hạn của kích thước T_1 phải phù hợp với sai lệch giới hạn của chiều cao lắp ráp T .

Loạt đường kính đặc biệt nhe 1, loạt chiều rộng 2 ($\beta = 11 \dots 15^\circ$)

Ký hiệu ổ	d	D	D ₁ (sai lệch h11)	B	C ₁	T	r	r ₁	a	C _a , N	C _{oa} , N	n, vg/ph		Con lăn		Khối lượng, kg TCVN1509-85	
												mở*)	dầu *)	D _{we}	L _{we}		Z
2007106	30	55	59	16	14	17			3	23 500	19 900	6 300	8 000	5,31	10,3	19	0,17
2007107	35	62	66	17	15	18	1,5	0,5	3	25 600	23 000	5 000	8 000	5,31	10,3	22	0,22
2007108	40	68	72	18	16	19			3,5	31 900	28 400	5 000	6 300	7	11,0	19	0,27
2007109	45	75	79	19	16	20			3,5	40 000	34 800	4 000	6 300	7,5	12,6	19	0,33
2007100	55	90	94	22	19	23			4	49 100	45 200	4 000	5 000	8,1	12,8	21	0,54
2007113	65	100	104	22	19	23			4	52 900	51 300	3 150	4 000	8,1	13,8	24	0,62
2007114	70	110	116	24	20	25	2,0	0,8	4,5	67 600	65 800	3 150	4 000	9,3	16	24	0,8
2007115	75	115	121	29	20	25			4,5	120 000	108 00	2 500	4 000	9,3	14,5	25	0,91
2007116	80	125	131	27	23	29			5	88 400	88 500	2 500	3 150	11,2	17,6	22	1,34
2007118	90	140	146							111 000	111 000			12,45	20,3	22	1,63
2007119	95	145	151	30	26	32	2,5	0,8	5,5	114 000	115 000	2000	3 150	13,0	20,4	22	1,75
2007120	100	150	156							117 000	120 000		2 500	12,45	20,3	24	1,82
2007122	110	170	178	36	31	38	3,0	1,0	6,5	161 000	166 000	1600	2500	15	25	23	2,90

Loạt đường kính nhẹ 2, loạt chiều rộng 0 $\beta = 12 \dots 16^\circ$														
Ký hiệu ổ	d	D	D ₁ (sai lệch h11)	B	C ₁	T	r	r ₁	a	C _s , N	C _{oa} , N	n, vg/ph		Khối lượng
												mã ¹⁾	dấu ¹⁾	
7202	15	35	-	11	9	11,75	1,0	0,3	-	878	614	10 000	12 500	0,05
7203	17	40	44	12	11	13,25	1,5	0,5	3	1 3800	9300	8 000	12 500	0,07
7204	20	47	51	14	12	15,25			3	1 9100	1 3300	8 000	10 000	0,12
7205	25	52	57	15	13	16,25			3,5	2 3900	1 7900	6 300	10 000	0,15
7206	30	62	67	16	14	17,25			3,5	2 9800	2 2300	6 300	8 000	0,23
7207	35	72	77	17	15	18,25	2,0	0,8	4	3 5200	2 6300	5 000	6 300	0,33
7208A	40	80	85	18	16	19,75				42 400	3 2700	4 000	6 300	0,45
7209	45	85	90	19	16	20,75				42 700	3 3400	4 000	5 000	0,49
7210A	50	90	95	20	17	21,75				52 900	4 0600	4 000	5 000	0,54
7211	55	100	106	21	18	22,75	2,5	0,8	4,5	5 7900	4 6100	3 150	5 000	0,71
7212A	60	110	116	22	19	23,75			4,5	7 2200	5 8400	3 150	4 000	0,90
7214A	70	125	132	24	21	26,25			5	9 5900	8 2100	2 500	4 000	1,33
7215A	75	130	137	25	22	27,25			5	9 7600	8 4500	2 500	3 150	1,42
7216	80	140	147	26	22	28,25	3,0	1,0	5	10 6000	9 5200	3 150	3 150	1,67
7217	85	150	158	28	24	30,25			5	10 9000	9 1400	2 000	3 150	2,10
7218A	90	160	168	30	26	32,5			6	14 1000	12 5000	2 500	2 500	2,52
7219	95	170	179	32	27	34,5	3,5	1,2	6,5	14 5000	13 1000	2 500	2 500	3,2
7220	100	180	190	34	29	37			7	16 2000	14 6000	1 600	2 500	3,81
7224A	120	215	225	40	34	43,5			8	25 2000	23 7000	2 000	2 000	6,20

Tiếp bảng 2.90

Loại nhẹ đường kính nhẹ 2 (5) , loạt chiều rộng (0)																	
β = 12... 16°																	
Ký hiệu ổ	d	D	D.	B	C ₁	T	r	r ₁	a	C _a , N	C _{oa} , N	n, vg/ph		Con lăn		Khối lượng , kg	
												mở*)	dấu*)	D _{we}	L _{we}		Z
7506A	30	62	67	20	17	21,25	1,5	0,5	4	3 490	2 750	6 300	8 000	7,9	13	14	0,29
7507	35	72	77		20	24,25				50 200	40 300	5 000	6 300	9,7	14,7	14	0,45
7508A	40	80	85	23	19	24,75	2,0	0,8	4,5	53 900	44 800	4 000	6 300	9,7	14,7	16	0,58
7509A	45	85	90		19	24,75				51 600	42 600	4 000	5 000	9,7	14,7	16	0,62
7510A	50	90	95		19	24,75				59 800	54 500	4 000	5 000	8,9	16,7	19	0,64
7511	55	100	106	25	21	26,75			5	72 200	61 600	3 150	5 000	11,5	17,4	16	0,83
7512	60	110	116	28	24	29,75			5	84 000	75 600	3 150	4 000	11,5	18,6	18	1,19
7513	65	120	127	31	27	32,75	2,5	0,8	6	109 000	98 900	2 500	4 000	13,4	22	17	1,57
7514	70	125	132	31	27	33,25			6	110 000	101 000	2 500	3 150	13,4	22	18	1,60
7515	75	130	137	31	27	33,25			6	115 000	108 000	2 500	3 150	13,4	22	19	1,76
7516	80	140	147	33	28	35,25			6	133 000	126 000		3 150	14,7	23,4	19	2,15
7517	85	150	158	36	30	38,5	3,0	1,0	7	151 000	141 000	2 000	3 150	15,5	25,7	19	2,80
7518	90	160	168	40	34	42,5			8	179 000	171 000		2 500	17,3	27,6	18	3,44
7519A	95	170	179	43	37	45,5			8	225 000	225 000		2 500	18,4	33,4	18	4,42
7520	100	180	190	46	39	49	3,5	1,4	8	236 000	236 000	1 600	2 500	18,4	33,4	19	5,14
7522A	110	200	210	53	46	56			10	291 000	296 000		2 000	21,2	40	18	7,37
7524	120	215	225	58	50	61,5			11	351 000	379 000		2 000	21,6	43,3	20	9,2

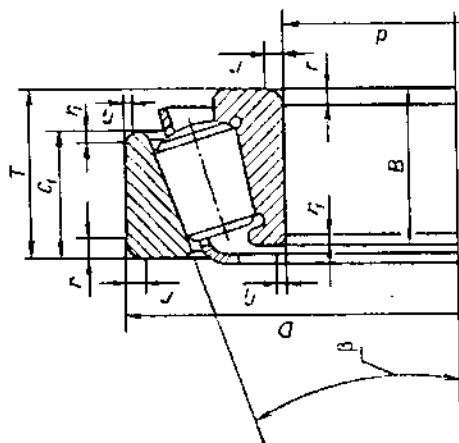
Tiếp bảng 2.90

Loại đường kính trung 3, Loại chiều rộng 0 $\beta = 10 \dots 14^\circ$														
Ký hiệu ổ	d	D	D ₁	B	C ₁	T	r	r ₁	a	C _{a1} N	C _{oa1} N	n, vg/ph		Khối lượng, kg
												mở*)	dầu *)	
7304A	20	52	57	15	13	16,25			3,5	25 000	17 700	8 000	10 000	0,17 0,25 0,46
7305	25	62	67	17	15	18,25	2,0	0,8	4	29 600	20 900	6 300	8 000	
7306	30	72	77	19	17	20,75			4	46 000	29 900	5 000	6 300	
7307	35	80	85	21	18	22,75			4,5	61 000	46 000			0,50 0,70 1,01
7308	40	90	95	23	20	25,25	2,5	0,8	4,5	61 000	46 000	4 000	5 000	
7309A	45	100	106	25	22	27,25			5	76 100	59 300			
7310A	50	110	116	27	23	29,25			5	96 600	75 900			1,33 1,64
7311	55	120	127	29	25	31,5	3,0	1,0	5,5	102 000	81 500	3 150	4 000	
7312	60	130	137	31	27	33,5			5,5	118 000	96 300	2 500	4 000	2,00 2,54 3,09
7313	65	140	147	33	28	36	3,5	1,2	6	134 000	111 000	2 500	3 150	
7314A	70	150	158	35	30	38			7	168 000	137 000	2 000	3 150	
7315	75	160	168	37	31	40	3,5	1,2	7	178 000	148 000	2 000	3 150	3,68 5,21 5,56
7317	85	180	190	41	35	44,5	4,0	1,5	8	221 000	195 000	1 600	2 500	
7318	90	190	200	43	36	46,5	4,0	1,5	8	240 000	201 000	1 600	2 500	

Loạt đường kính trung 3 (6), Loạt chiều rộng (0) $\beta = 11 \dots 15^\circ$														
Ký hiệu ổ	d	D	D ₁	B	C ₁	T	r	r ₁	a	C _a , N	C _{oa} , N	n, vg/ph		Khối lượng, kg
												mở*)	dấu *)	
7604	20	52	57	21	18,5	22,25			4,5	29 500	22 000	6 300	10 000	0,24
7605	25	62	67	24	21	25,25	2,0	0,8	5	45 500	36 600	5 000	8 000	0,37
7606A	30	72	77	27	23	28,75			6	61 300	51 000	5 000	6 300	0,57
7607	35	80	85	31	27	32,75			6	71 600	61 500	4 000	6 300	0,80
7608	40	90	95	33	28,5	35,25	2,5	0,8	6	80 000	67 200	4 000	5 000	1,04
7609	45	100	106	36	31	38,25			7	104 000	90 500	3 150	4 000	1,34
7610	50	110	116	40	34	42,25	3,0	1,0	8	122 000	108 000	3 150	4 000	1,81
7611A	55	120	127	43	35	45,5				148 000	140 000	2 500		2,43
7612A	60	130	137	46	37	48,5			8	171 000	157 000	2 500	3 150	2,99
7613	65	140	147	48	41	51			8	178 000	168 000	2 000	3 150	3,63
7614	70	150	158	51	43	54	3,5	1,2	10	204 000	186 000	2 000	3 150	4,44
7615	75	160	168	55	46,5	58			10	249 000	235 000	2 000	2 500	5,38
7616A	80	170	179	58	48	61,5			11	294 000	291 000	1 600	2 500	6,40
7618A	90	190	200	64	53	67,5			11	369 000	363 000	1 600	2 000	8,78
7620	100	215	225	73	61,5	77,5	4,0	1,5	12	451 000	459 000	1 600	2 000	13,2
7622	110	240	251	80	66	84,5			12	490 000	505 000	1 250	1 600	17,8
7624	120	260	272	86	70,5	90,5			13	601 000	610 000	1 250	1 600	21,9

*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.

Bảng 2.91. Ổ dũa côn đỡ chặn một dây (ổ côn) (TCVN 1512-85). Kích thước, mm

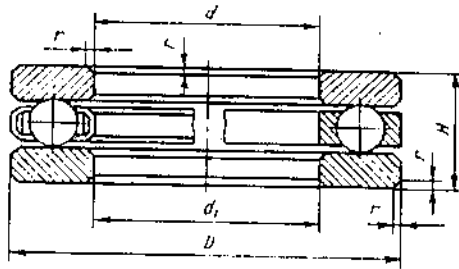


Loại đường kính trung 3, loạt chiều rộng 0

Ký hiệu ổ	d	D	B	C ₁	T		r	r ₁	β, (°)	C _{ei} , N	C _{oa} , N	n, vg/ph		Con lăn			Khối lượng, kg
					Danh nghĩa	Sai lệch						mở*)	dầu*)	D _{we}	L _{we}	Z	
27360	30	72	19	14	20,75		2	0,8	26	30 000	21 000	5 000	6 300	9,6	11	13	0,39
27307	35	80	21	15	22,75	±0,25	2,5	0,8	28	39 400	29 500	4 000	5 000	10	13,1	14	0,52
27308	40	90	23	17	25,25		2,5	0,8	28	48 400	37 100	4 000	5 000	11,1	14,6	14	0,77
27310A	50	110	27	19	29,25		3	1	28	69 300	52 400	3 150	4 000	13,7	17,2	14	1,24
27311	55	120	29	21	31,50		3	1	28	72 500	88 900	3 150	4 000	16	18,5	15	1,56
27312	60	130	31	22	33,50		3,5	1,2	27	80 500	62 000	2 500	3 150	16	16,9	16	1,91
27313	65	140	33	23	36,00	±0,5	3,5	1,2	27	89 000	71 400	2 000	3 150	15,9	18,5	16	2,4
27315	75	160	37	26	40,00		3,5	1,2	29	119 000	95 100	1 600	2 500	20,6	23,2	15	3,5
27317	85	180	41	30	44,50		4	1,5	27	145 000	146 000	1 600	2 500	19,8	25,2	17	4,7

*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.

Bảng 2.92. Ổ bi chặn đơn (TCVN 1500-85), kích thước, mm



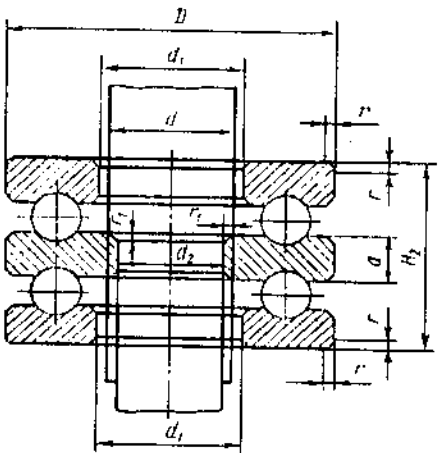
Ký hiệu ổ	d	d ₁	D	H	r	C _a , N	C _{oa} , N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg
								mã*)	dầu*)	D _w	Z	
Loạt đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều cao 0												
8100	10	10,2	24	9	0,5	6 580	11 300	6 300	8 000	4,76	10	0,020
8101	12	12,2	26	9	0,5	6 970	12 500	6 300	8 000	4,76	11	0,023
8102	15	15,2	28	9	0,5	7 430	13 600	6 300	8 000	4,76	12	0,024
8103	17	17,2	30	9	0,5	8 220	15 900	5 000	6 300	4,76	14	0,027
8104	20	20,2	35	10	0,5	11 000	21 600	5 000	6 300	5,56	14	0,040
8105	25	25,2	42	11	1,0	12 500	26 200	4 000	6 300	5,56	17	0,060
8106	30	30,2	47	11	1,0	13 800	29 300	4 000	5 000	5,56	19	0,070
8107	35	35,2	52	12	1,0	16 800	37 200	4 000	5 000	6,25	20	0,084
8108	40	40,2	60	13	1,0	23 000	51 000	3 150	5 000	7,14	20	0,124
8109	45	45,2	65	14	1,0	24 300	56 100	3 150	4 000	7,14	22	0,15
8110	50	50,2	70	14	1,0	25 700	61 200	3 150	4 000	7,14	24	0,16
8111	55	55,2	78	16	1,0	34 200	83 000	3 150	4 000	8,50	23	0,24
8112	60	60,2	85	17	1,5	37 500	91 500	2 500	3 150	8,73	24	0,29
8113	65	65,2	90	18	1,5	42 800	104 000	2 500	3 150	9,53	23	0,33
8114	70	70,2	95	18	1,5	46 000	113 000	2 500	3 150	9,53	25	0,36
8115	75	75,2	100	19	1,5	47 400	118 000	2 000	2 500	9,53	26	0,41
8116	80	80,2	105	19	1,5	48 700	122 000	2 000	2 500	9,53	27	0,43
8117	85	85,2	110	19	1,5	50 000	132 000	2 000	2 500	9,53	29	0,46
8118	90	90,2	120	22	1,5	61 800	161 000	1 600	2 500	11,11	26	0,68
8120	100	100,2	135	25	1,5	81 600	218 000	1 600	2 000	12,70	27	1,00
8122	110	110,2	145	25	1,5	82 900	220 000	1 600	2 000	11,91	29	1,08
8124	120	120,2	155	25	1,5	88 000	250 000	1 250	1 600	12,70	29	1,16
Loạt đường kính nhẹ 2, loạt chiều cao 0												
8201	12	12,2	28	11	1,0	8 680	15 400	5 000	6 300	3,56	10	0,34
8202	15	15,2	32	12	1,0	9 870	18 600	5 000	6 300	5,56	12	0,04
8204	20	20,2	40	14	1,0	15 800	30 600	4 000	5 000	7,14	12	0,08
8205	25	25,2	47	15	1,0	20 400	41 000	3 150	5 000	7,94	13	0,12
8206	30	30,2	52	16	1,0	23 000	47 200	3 150	4 000	7,94	15	0,14
8207	35	35,2	62	18	1,5	31 600	68 000	3 160	4 000	9,53	15	0,22
8208	40	40,2	68	19	1,5	37 500	79 922	2 500	3 150	10,32	15	0,27
8209	45	45,2	73	20	1,5	39 500	90 500	2 500	3 150	10,32	17	0,32
8210	50	50,2	78	22	1,5	46 000	105 000	2 000	3 150	11,11	17	0,39
8211	55	55,2	90	25	1,5	56 600	129 000	2 000	2 500	12,70	16	0,61
8212	60	60,2	95	26	1,5	65 800	155 000	2 000	2 500	13,49	17	0,69
8213	65	65,2	100	27	1,5	65 800	153 000	1 600	2 500	12,70	19	0,75
8214	70	70,2	105	27	1,5	65 800	161 000	1 600	2 500	12,70	20	0,80
8215	75	75,2	110	27	1,5	58 400	169 000	1 600	2 000	12,70	21	0,86
8216	80	80,2	115	28	1,5	76 300	191 000	1 600	2 000	13,49	21	0,95
8217	85	85,2	125	31	1,5	94 700	239 000	1 250	2 000	15,88	19	1,30
8218	90	90,2	135	35	2,0	112 000	290 000	1 250	1 600	17,46	17	1,86
8220	100	100,2	150	38	2,0	132 000	335 000	1 000	1 600	19,84	17	2,40
8222	110	110,2	160	38	2,0	138 000	394 000	1 000	1 250	19,84	18	2,60

*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.

Tiếp bảng 2.92.

Ký hiệu ổ	d	d ₁	D	H	r	C _a , N	C _{0a} , N	n, vg/ph		Viên bi		Khối lượng, kg
								mỡ*)	dầu*)	D _w	Z	
Loạt đường kính trung 3, loạt chiều cao 0												
8305	25	25,2	52	18	1,5	25 700	49 900	3 150	4 000	9,53	11	0,16
8306	30	30,2	60	21	1,5	32 900	67 900	2 500	3 150	11,11	11	0,27
8307	35	35,2	68	24	1,5	40 800	85 000	2 000	3 150	11,91	12	0,39
8308	40	40,2	78	26	1,5	51 300	109 000	2 000	2 500	11,91	12	0,5
8309	45	45,2	85	28	1,5	59 200	133 000	1 600	2 500	13,49	12	0,69
8310	50	50,2	95	31	2,0	71 000	164 000	1 600	2 500	14,29	13	1,00
8311	55	55,2	105	35	2,0	92 100	217 000	1 600	2 000	15,88	13	1,34
8312	60	60,2	110	35	2,0	92 100	217 000	1 600	2 000	18,26	13	1,43
8313	65	65,2	115	36	2,0	104 000	254 000	1 600	2 000	18,26	13	4,57
8314	70	70,2	125	40	2,0	120 000	298 000	1 250	1 600	19,05	14	2,10
8315	75	75,2	135	44	2,5	138 000	346 000	1000	1 600	20,64	14	2,7
8316	80	80,2	140	44	2,5	138 000	346 000	1000	1 600	22,23	14	2,8
8318	90	90,2	155	50	2,5	171 000	452 000	1000	1 250	25,40	14	3,9
8320	100	100,2	170	55	2,5	184 000	490 000	800	1 250	26,90	14	5,1
8322	110	110,2	190	63	3,0	230 000	655 000	800	1 000	31,75	13	7,9

Bảng 2.93. Ổ bi chặn kép (TCVN 1501-85). Kích thước, mm

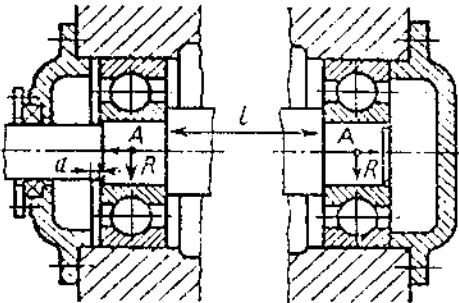
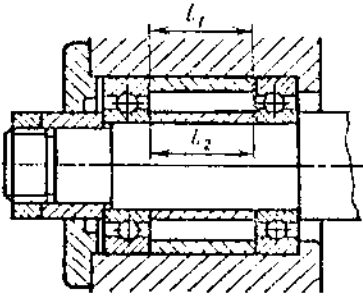
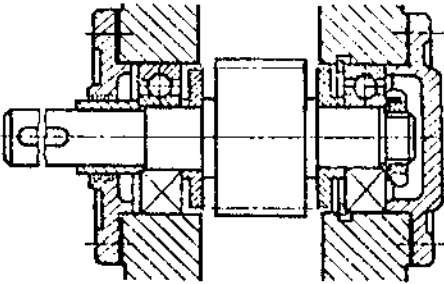
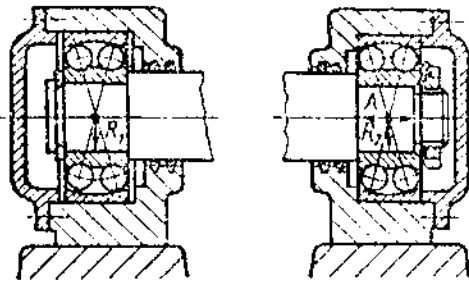
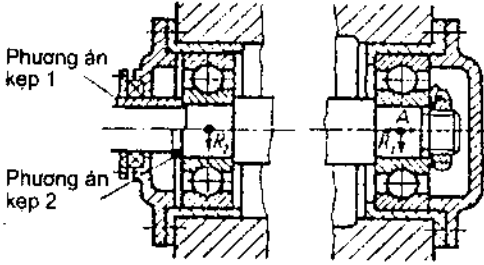
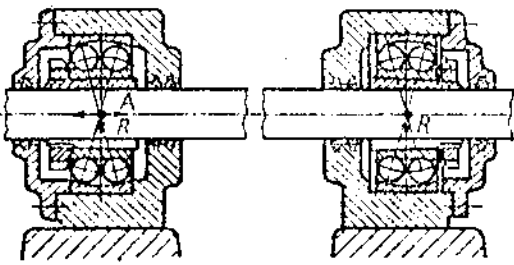
												
Ký hiệu ổ	d	d ₁	d ₂	D	H ₂	a	r	C _a , N	C _{0a} , N	n, vg/ph		Khối lượng, kg
										mỡ*)	dầu*)	
38205	25	25,2	20	47	28	7	1,0	20 400	41 000	3 150	5 000	0,23
38206	30	30,2	25	52	29	7	1,0	23 000	47 200	3 150	4 000	0,27
38207	35	35,2	30	62	34	8	1,5	31 600	68 000	3 150	4 000	0,42
38208	40	40,2	30	68	36	9	1,5	-	-	-	-	-
38209	45	45,2	35	73	37	9	1,5	39 500	90 500	2 500	3 150	0,62
38210	50	50,2	40	78	39	9	1,5	-	-	-	-	-
38212	60	60,2	50	95	46	10	1,5	65 800	155 000	2 000	2 500	1,25
38214	70	70,2	55	105	47	10	1,5	-	-	-	-	-
38216	80	80,2	65	116	48	10	1,5	-	-	-	-	-
38217	85	85,2	70	125	55	12	-	94 700	239 000	1 250	2 000	2,30

*) Bôi trơn bằng mỡ, bôi trơn bằng dầu.

2.9. Kết cấu của bộ phận lắp ổ lăn

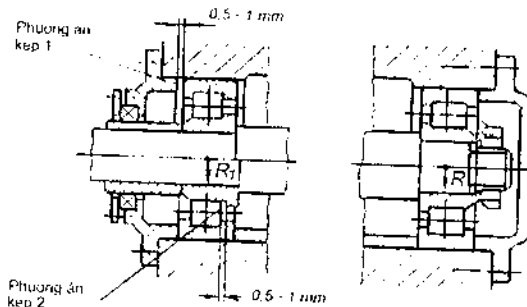
Các ví dụ điển hình về kết cấu của các bộ phận lắp ổ lăn được giới thiệu trong bảng 2.94.

Bảng 2.94. Các ví dụ về kết cấu của các bộ phận lắp ổ lăn

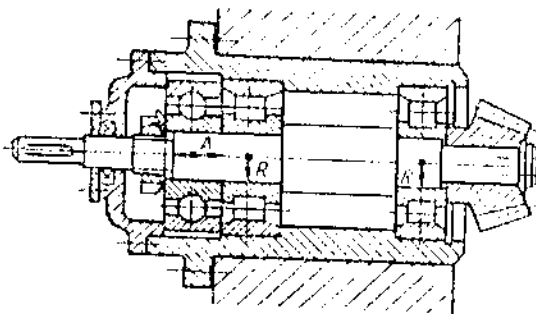
Kết cấu và đặc tính	Kết cấu và đặc tính
 1. Ổ bi đỡ được lắp trong lỗ thủng của thân. Khe hở $a \approx 12 \cdot 10^{-6} t_l + 0,15 \text{ mm}$. Ở đây t_l - nhiệt độ chênh lệch lớn nhất của trục, $^{\circ}\text{C}$.	 2. Các ổ bi đỡ được lắp cùng với các ống chặn có chiều dài bằng nhau ($l_1 = l_2$).
 3. Ổ bi đỡ được lắp trong lỗ thủng của thân (hộp giảm tốc bánh răng trụ răng thẳng cũng như bánh răng nghiêng với góc nghiêng của răng $\beta \leq 10^{\circ}$).	 4. Các ổ bi cầu đỡ hai dây được lắp trên các thân độc lập (riêng). Cho phép có độ không đồng trục của các bề mặt lắp ghép ổ và trục có độ võng.
 5. Ổ bi đỡ cùng với cốc lót được lắp trong lỗ thủng của thân.	 6. Các ổ bi cầu đỡ hai dây có ống găng được lắp trên các thân riêng, trục trơn dài. Cho phép trục có độ võng lớn khi chịu tải hướng tâm cũng như độ không đồng trục của các bề mặt lắp ghép của các ổ.

Tiếp bảng 2.94

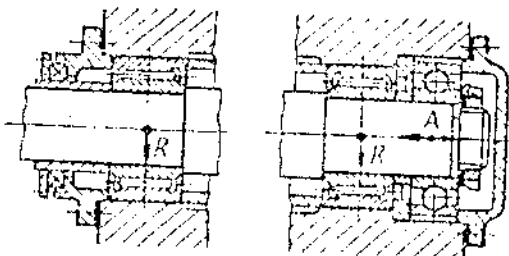
Kết cấu và đặc tính



7. Ổ trụ ngắn đỡ lắp trong lỗ thủng của thân

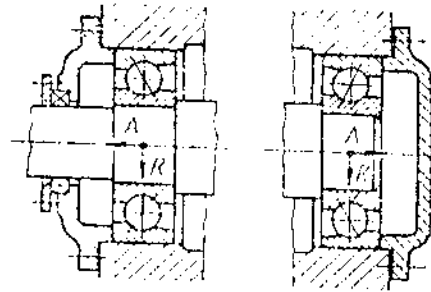


9. Ổ trụ ngắn đỡ lắp phối hợp với ổ bi đỡ trong một cốc lót chung. Cho phép chịu tải trọng hướng tâm và tải trọng dọc trục thay đổi chiều.

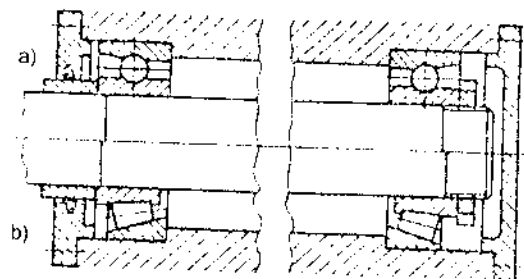


11. Ổ kim đỡ lắp phối hợp với ổ bi đỡ trong lỗ thủng của thân. Cho phép chịu tải trọng hướng tâm và tải trọng dọc trục thay đổi chiều

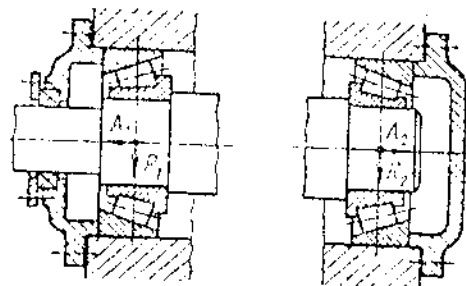
Kết cấu và đặc tính



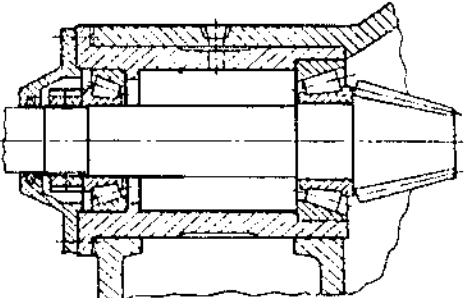
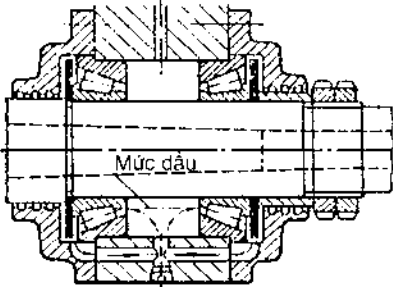
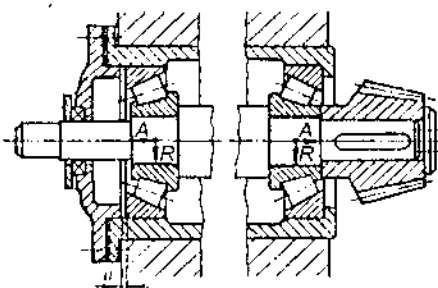
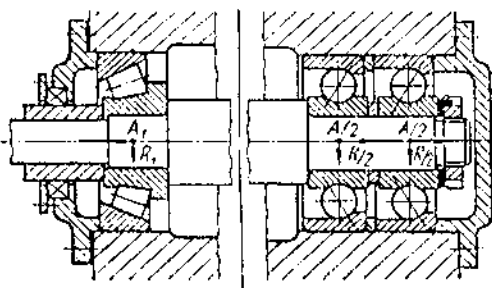
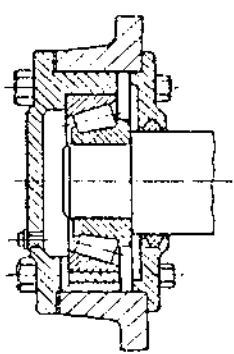
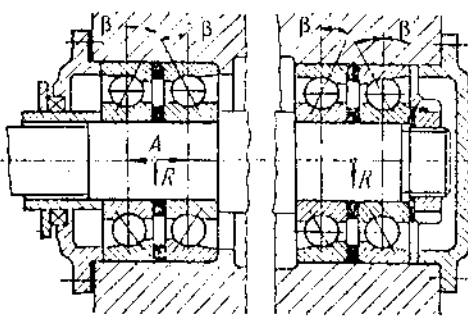
8. Các ổ bi đỡ chặn có mặt mút hẹp của vòng ngoài hướng vào trong, được lắp trong lỗ thủng của thân, được điều chỉnh bằng bộ các vòng đệm giữa các nắp ổ và thân.

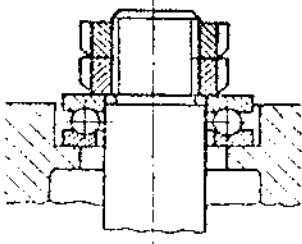
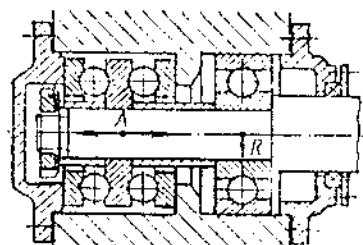
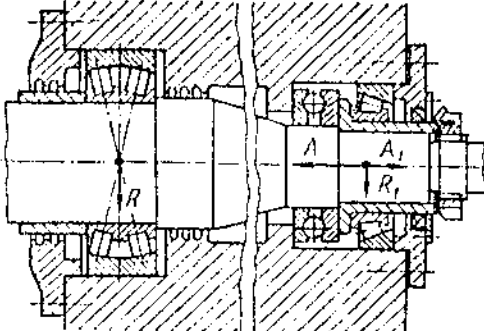
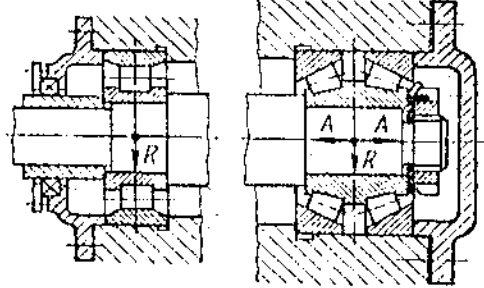
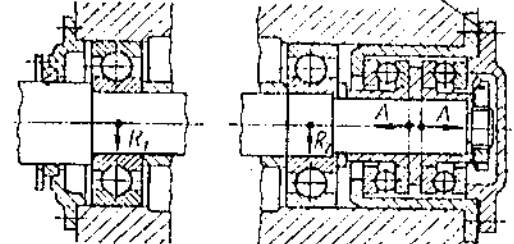


10. Các ổ bi đỡ chặn có mặt mút rộng của vòng ngoài hướng vào trong được lắp trong lỗ thủng của thân: a- phương án lắp ổ bi đỡ chặn; b- phương án lắp ổ côn



12. Các ổ côn (đũa côn đỡ chặn) được lắp trong lỗ thủng của thân. Điều chỉnh dọc trục bằng bộ các vòng đệm giữa các nắp ổ và thân.

Kết cấu và đặc tính	Kết cấu và đặc tính
 13. Các ổ côn được lắp trong các cốc lót chung, được điều chỉnh dọc trục theo vòng trong.	 14. Ổ côn có vai trên vòng ngoài được lắp trên trục nằm ngang. Bôi trơn tuần hoàn bằng dầu được dẫn theo 3-4 kênh ở bên dưới mức dầu
 15. Các ổ côn được lắp trong cốc lót chung. Cho phép điều chỉnh trục theo chiều dọc trục. Khe hở $a \approx 12 \cdot 10^{-6} t l + 0,15 \text{ mm}$, ở đây t-nhiệt độ chênh lệch lớn nhất của trục, $^{\circ}\text{C}$; l- khoảng cách giữa hai ổ.	 16. Các ổ bi đỡ chặn kép phối hợp với ổ côn cho phép chịu tải trọng dọc trục lớn theo một chiều.
 17. Ổ côn được lắp trong nắp ổ có mặt định tâm dài.	 18. Các ổ bi đỡ chặn kép được lắp cùng với các vòng đệm có chiều dày khác nhau để tạo ra sức căng sơ bộ của các cặp ổ và do đó tạo ra sự phân bố đều tải trọng tác dụng lên các ổ. Theo mức độ mòn của các chi tiết ổ lăn, có thể khắc phục khe hở dọc trục và hướng tâm, có thể làm mỏng bộ vòng đệm bên trong hoặc làm dày bộ vòng đệm bên ngoài.

Kết cấu và đặc tính	Kết cấu và đặc tính
 19. Ổ bi chặn đơn chịu tải trọng dọc trục theo một chiều  21. Phối hợp giữa ổ bi chặn kép và ổ bi đỡ. Ổ bi chặn chỉ chịu tải trọng dọc trục thay đổi chiều, còn ổ bi đỡ chỉ chịu tải trọng hướng tâm. Khe hở dọc trục trong ổ bi chặn được điều chỉnh bằng bộ vòng đệm giữa nắp ổ và thân.	 20. Phối hợp giữa ổ côn và ổ bi chặn để chịu tải trọng dọc trục tương đối lớn theo một chiều khi tần số quay không lớn. Ngoài tải trọng hướng tâm lớn ổ côn còn có khả năng chịu tải trọng dọc trục không lớn theo chiều ngược lại. Khe hở trong hai ổ lăn được điều chỉnh bằng bộ vòng đệm giữa nắp ổ và thân.  22. Phối hợp giữa một cặp ổ côn với một ổ trụ ngắn đỡ một dây. Cặp ổ côn cho phép điều chỉnh dọc trục bằng bộ vòng đệm giữa nắp ổ và thân. Để tránh khả năng kẹt ổ do sự giãn nở nhiệt của chiều dài trục, cần đảm bảo sự dịch chuyển tự do theo chiều trục của vòng trong ổ trụ ngắn đỡ một dây cùng với các con lăn so với vòng ngoài.
Đệm điều chỉnh  23. Bộ hai ổ bi chặn và một ổ bi đỡ được lắp trong lỗ thủng của thân. Các ổ bi chặn chịu tải trọng dọc trục thay đổi chiều, còn ổ bi đỡ chỉ chịu tải trọng hướng tâm.	

2.10. Nắp ổ lăn

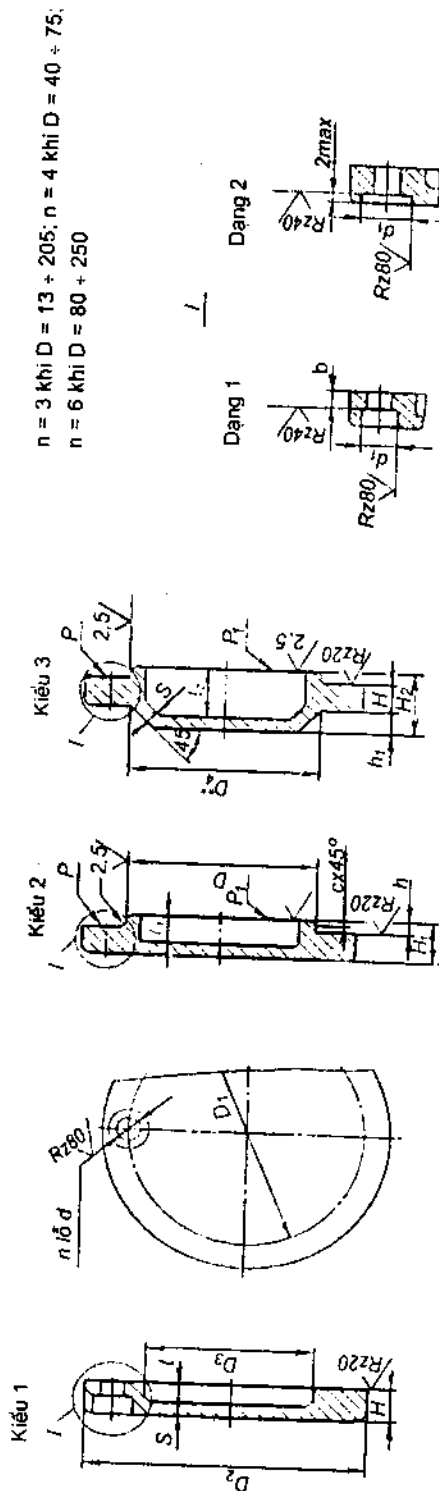
Nắp ổ lăn được dùng để bịt kín ổ lăn, cố định ổ theo chiều dọc trục và chịu tải trọng dọc trục.

Mỗi kiểu nắp ổ lăn được chế tạo theo hai dạng: dạng 1- kẹp chặt bằng vít; dạng 2- kẹp chặt bằng bulông (bảng 2.95 ÷ 2.98).

Cho phép chế tạo lỗ dẫn dầu bôi trơn hoặc lắp vú dầu trên nắp. Khi ổ lăn có vòng cách nhô ra trong nắp, cần kiểm tra để đảm bảo khe hở giữa nắp và vòng cách.

Bảng 2.95. Nắp ổ lăn kín (TCVN 1558-85) đến TCVN 1561-85)

Kích thước, mm



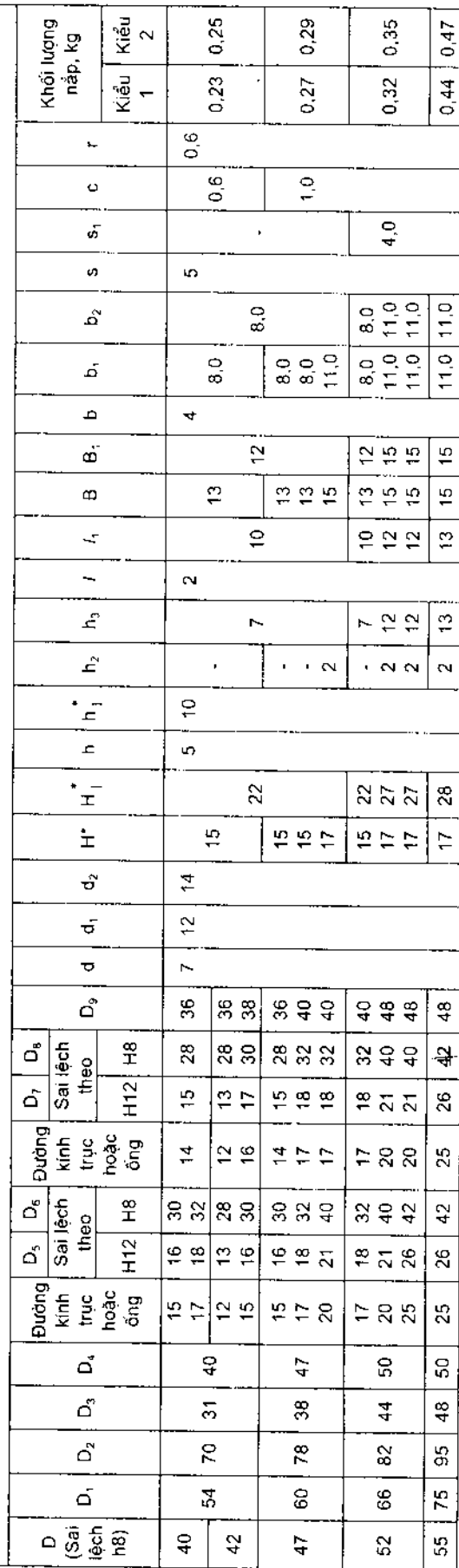
D = D ₁ **	D ₁	D ₂	D ₃	d	d ₁	d ₂	H*	H ₁	H ₂	l	l ₁	l ₂	h	h ₁	b	s	c	r	Khối lượng nắp, kg		
																			Kiểu 1	Kiểu 2	Kiểu 3
13	22	34	9																0,03	0,3	-
15; 16; 17	25	36	11	4,8	8	10	6	9	-	3	6	-	3	-	2	3			0,03	0,04	-
18; 19; 20	28	40	14																0,04	0,05	-
21; 22	32	45	16															0,3	0,07	0,08	0,08
24; 26	36	50	18																0,09	0,10	0,11
28; 30; 32	42	55	24	5,8	10	12	8	12	17	4	8	13	4	5	3	4			0,11	0,12	0,13
35; 37	48	65	28						18			14		6							
40; 42	54	70	34	7	12	14	10	15	20	5	10	15	5	5	4	5			0,16	0,17	0,19
44; 45; 47	60	78	38														0,6	0,6	0,24	0,22	0,23
																	0,1		0,24	0,26	0,27

Tiếp bảng 2.95

D = D ₄ **	D ₁	D ₂	D ₃	d	d ₁	d ₂	H*	H ₁ *	H ₂ *	l	l ₁	l ₂	h	h ₁	b	s	c	r	Khối lượng nắp, kg		
																			Kiểu 1	Kiểu 2	Kiểu 3
50; 52	66	82	44	7	12	14	10	15	20	5	10	15	5	7	5				0,29	0,31	0,32
55; 58	75	95	48									17							0,36	0,38	0,40
60; 62	78		52																0,40	0,42	0,45
65; 68	84	105	58	9	15	20	12	18	26	6	12	20	6	8	4	6	1,0	0,6	0,57	0,60	0,67
70; 72	90	110	62																0,63	0,67	0,74
75		64	64																		
80; 85	100	120	72							8	16	25	8	9	5	7			0,71	0,75	0,83
90; 95	110	130	80																0,84	0,92	1,00
100	120	145	90	11	18	24	15	23	32										1,2	1,3	1,5
105; 110	130	155	95																1,4	1,6	1,7
115; 120	140	165	105																1,6	1,7	1,9
125; 130	150	175	115																1,8	2,0	2,1
135; 140	160	185	125																2,15	2,35	2,55
145	170	195	130																2,3	2,5	2,7
150; 155	180	210	135																3,2	3,4	3,7
160; 165	190	220	145																3,5	3,7	4,0
170; 175	200	230	155																3,8	4,0	4,4
180	210	240	160	13	20	26	18	28	40	10	20	32	10	12	6	8	1,6	0,8	4,2	4,5	4,8
190; 200	225	255	175																4,6	4,9	5,2
210	235	265	190																4,8	5,25	5,6
215; 220	250	280	200																5,4	5,7	6,1
225; 265	265	300	208																7,8	8,5	8,8
240; 250	280	315	220																		
																			8,7	9,3	9,8

* Kích thước tham khảo

** D₄ được dùng cho D trên 20 mm; sai lệch của D theo đ11.



Tiếp bảng 2.96

D (Sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Đường kính trục hoặc ống	D ₅		Đường kính trục hoặc ống	D ₇		D ₉		d	d ₁	d ₂	H*	H ₁ *	h	h ₁ *	h ₂	h ₃	f	f ₁	B	B ₁	b	b ₁	b ₂	s	s ₁	c	r	Khối lượng nắp, kg			
						Sai lệch theo H12	H8		Đường trục hoặc ống	Sai lệch theo H12	H8	Sai lệch theo H12																					H8	Kiểu 1	Kiểu 2	
190					75	76,5	100	65	66,5	90	100		13	20	26	42	46	48	50	14	22	26	28	30	20	13,6	6	13,6	13,6	8	6,5	1,6	0,8	5,00	5,50	
200	225	255	175	190	115	117	145	125	127	155	170		13	20	26	51	51	49	46	19	23	31	22	26	20	13,6	6	13,6	13,6	8	6,5	1,6	0,8	5,10	5,60	
210	235	265	190	210	85	86,5	110	75	76,5	100	110		13	20	26	43	47	50	15	19	22	23	27	30	20	13,6	6	13,6	13,6	8	6,5	1,6	0,8	5,30	5,90	
215	250	280	200	220	90	92	120	90	92	120	130		13	20	26	47	50	58	19	22	30	27	30	34	20	13,6	6	13,6	13,6	8	6,5	1,6	0,8	5,90	6,60	
225	265	300	208	220	90	92	120	80	81,5	105	115		17	28	32	46	48	50	56	11	13	15	21	26	28	30	31	7	13,6	13,6	10	8	1,6	0,8	8,40	9,30

* Kích thước tham khảo

Bảng 2.97. Nắp ổ lăn có rãnh mở (TCVN 1568-85 đến 1573-85). Kích thước, mm

Kiểu 1

Kiểu 2

Dạng 1 và dạng 2: Xem hình 1 của bảng 2.96.
 $n = 3$ khi $D = 28 \div 37$;
 $n = 4$ khi $D = 40 \div 75$
 $n = 6$ khi $D = 80 \div 225$

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Đường kính trục hoặc ống	D _e (sai lệch B11)	Đường kính trục hoặc ống	D ₇ (sai lệch B11)	d	d ₁	d ₂	H*	H*	h	h*	h ₂	h ₃	l	l ₁	B	b	b ₁	s	a	c	r	Khối lượng nắp, kg		
																												Kiểu 1	Kiểu 2	
28				26		17																						0,14		
30	42	55	24	30	-	20																								
32				26		17																								
35				26		17				5,8	10	12			4	8	6										0,3			
37	48	65	28	26	26	17	17	17	17				18	26				14	2	10	16	3	3	2	0,6			0,20	0,29	
40	54	70	34	28	28	17	17	17	17	7	12	14		26	5	10	3	11	10	12	4	4	5			0,6	0,24	0,33		

Tiếp bảng 2.97

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Đường kính trục hoặc ống		D ₆ (sai lệch B11)	Đường kính trục hoặc ống		D ₇ (sai lệch B11)	d	d ₁	d ₂	H*	H*	h	h*	h ₂	h ₃	f	l ₁	B	b	b ₁	s	a	c	r	Khối lượng nắp, kg						
						Đường kính trục hoặc ống	D ₅ (sai lệch B11)		Đường kính trục hoặc ống	D ₇ (sai lệch B11)																				Kiểu 1	Kiểu 2					
42	54	70		32 36 42	28 32 36	20 25 30			17 20 20						26 28 28					11 13 13		10 12 12						0,6		0,24 0,33						
47	60	78	38	28 32 36 40 42 46	17 20 24 25 28 30 35				17 17 20 20 25 - -					26 26 28 29 - -						11 26 13 14 - -		10 10 12 13 - -							0,6		0,37 0,37 0,37 0,37 - -					
52	66	82	44	28 32 36 40 42 46	17 20 25 28 30 32 35				16 16 16 17 20 25 30					26 26 26 26 28 29						11 11 11 11 13 14 14		10 10 10 10 12 13 13							1,0		0,32 0,41					
55	75	95	48	36 42 46 52	25 30 35 40				25 30 30 30 30					29					14		13									0,40		0,52				
60				36 42 46 52	25 30 40				25 55 55					29 31 31					14 16 16		13 15 15								0,46		0,55					
62	78	95	52	28 32 36 42 44 46 50 52 58	17 20 25 30 32 35 38 40 45				14 20 25 30 35 - -					26 28 29 31 - -					11 13 14 14 16 - -		10 12 13 13 15 - -								0,46		0,55					

Tiếp bảng 2.97

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Đường kính		D ₆ (sai lệch B11)	Đường kính trục hoặc ống	D ₇ (sai lệch B11)	đ	d ₁	d ₂	H*	H*	h	h*	h ₂	h ₃	/	f ₁	B	b	b ₁	s	a	c	r	Khối lượng nạp, kg	
						Đường kính trục hoặc ống	Đường kính trục hoặc ống																						Kiểu 1	Kiểu 2
65				46 58	52	35 45	40												14	16									0,62	
68	84	105	58	42	42	30	30				9	15	20	18				11	13	13	13								0,68	0,75
				46	46	35	35										13	15	16	16										
				52	52	40	40										14	16	16	16										
				58	52	45	40										14	16	16	16										
				62	52	50	40										14	16	16	16										
72	90	110	62	32	28	20	16											8	10	10	10								0,68	0,82
				36	28	25	16											8	10	10	10									
				42	36	30	26											11	13	13	13									
				46	42	35	30											11	13	13	13									
				50	58	38	45											16	18	18	18									
				52	58	40	45											16	18	18	18									
				58	58	45	45											16	18	18	18									
				62	58	50	45											16	18	18	18									
				68	58	55	45											16	18	18	18									
																		16	18	18	18									
75				46	52	35	40											14	16	16	16								0,6	
				58	52	45	40											14	16	16	16									
				68	58	55	40											14	16	16	16									
80				36	32	25	20											10	12	12	12								0,79	0,95
				42	32	30	20											10	12	12	12									
				46	42	35	30											11	13	13	13									
				52	46	40	35											13	15	15	15									
				58	58	45	45											16	18	18	18									
				62	58	50	45											16	18	18	18									
				68	62	55	50											17	19	19	19									
				72	62	60	50											17	19	19	19									
																		17	19	19	19									
																		17	19	19	19									
																		17	19	19	19									
85				46	52	35	40											14	16	16	16								0,79	0,95
				58	62	45	50											17	19	19	19									
				68	68	55	55											17	19	19	19									
				72	68	60	55											17	19	19	19									
				82	68	70	55											17	19	19	19									

Tiếp bảng 2.97

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Đường kính trục hoặc ống		D ₆ (sai lệch B11)	Đường kính trục hoặc ống		D ₇ (sai lệch B11)	d	d ₁	d ₂	H*	H [*]	h	h [*]	h ₂	h ₃	l	l ₁	B	b	b ₁	s	a	c	r	Khối lượng nắp, kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
						Đường kính trục hoặc ống	Đường kính trục hoặc ống		Đường kính trục hoặc ống	Đường kính trục hoặc ống																				Kiểu 1	Kiểu 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
90	110	130	80	42	36	30	25	9	15	20	21	31	33	36	37	39	6	12	1	13	13	21	21	18	4	6	2	10			0,95	1,10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
				52	46	40	35													15	18												19	21	21	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				62	58	50	45													18	19												21	21	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
95				52	58	40	45					36	37	37	40					18	18	19	19	22						0,95	1,10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				72	68	60	55																									19	19	22	19	19	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				82	78	70	65																									22	22	22	22	22	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
100				50	44	35	30					36	39	42	44	45	45	45	3	13	13	22	22	22	4					1,30	1,60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				60	54	45	40													16	16											19	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				70	64	55	50													19	19											21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
105				60	64	45	50	11	18	24	26	42	45	45	45	8	15			19	19	22	22	23	5	7	3	1,6		1,60	1,80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				70	80	55	65																									22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
				84	84	70	70																									26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
110	130	155	95	54	50	40	35					38	41	42	42	45	45	45	3	15	15	22	22	22						1,60	1,80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				64	60	50	45													18	18											19	19	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	

Tiếp bảng 2.97

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Đường kính trục hoặc ống	D ₆ (sai lệch B11)	Đường kính trục hoặc ống	D ₇ (sai lệch B11)	d	d ₁	d ₂	H*	H*	h	h*	h ₂	h ₃	f	f ₁	B	b	b ₁	s	a	c	r	Khối lượng nắp, kg				
						Đường kính trục hoặc ống	D ₆ (sai lệch B11)	Đường kính trục hoặc ống	D ₇ (sai lệch B11)																			Kiểu 1	Kiểu 2			
115				68 82 92 98	78 82 82 82	50	50	60	60 65 65 65										23	21										1,90	2,10	
						65	65	24											22													
						75	75	24											22													
						80	80	24											22													
120	140	165	105	62 72 82 92 98 102 108	58 68 78 82 92 98 92	45	45	40	40 50 60 75 75 75 75									18	16											1,90	2,10	
						55	55	21										19														
						65	65	23										21														
						75	75	25										23														
125	150	175	115	72 88 98 102 108 118	82 88 98 98 98 98	55	55	65	65 70 80 80 80 80									24	22												2,10	2,30
						70	70	24										22														
						80	80	28										26														
						85	85	28										26														
130	150	175	115	68 78 92 102 108 118	62 68 72 82 92 92	50	50	45	45 50 55 65 75 75 75									20	18												2,10	2,30
						60	60	21										19														
						75	75	21										19														
						85	85	24										22														
135	160	185	125	78 92 108 118	82 98 98 98	60	60	65	65 80 80 80									24	22												2,30	2,50
						75	75	28										26														
						90	90	28										26														
						100	100	28										26														

Tiếp bảng 2.97

tiếp trang 2.97

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Đường kính trục hoặc ống	D ₆ (sai lệch B11)	Đường kính trục hoặc ống	D ₇ (sai lệch B11)	d	d ₁	d ₂	H*	H*	h	h*	h ₂	h ₃	/	l ₁	B	b	b ₁	s	a	c	r	Khối lượng nắp, kg		
																												Kiểu 1	Kiểu 2	
140	160	185	125	108	72	68	55	50	50	11	18	24	28	44	52	8	15	5	21	19	3	25	5	6	5	7	3	0,6	2,30	2,50
					82	78	65		60					23					21											
					88	88	70		70					24					22											
					98	98	80		80					28					26											
					108	108	90		90					29					27											
					112	108	95		90					29					27											
145	170	195	130	112	118	108	100	85	90	11	18	24	28	52	53	30	27	29	30	29	3	25	5	6	5	8	3	1,6	2,60	2,90
					128	112	110		110					30					28											
					132	112	115		95					30					28											
					93	102	75		85					29					27											
					112	112	95		95					30					28											
					128	112	105		95					30					28											
150	180	210	135	128	128	118	110	100	100	13	20	26	44	51	10	18	5	16	5	19	22	23	27	29	29	8	0,8	3,40	3,70	
					88	82	70		65									19	22											
					102	92	85		75									20	23											
					118	108	100		90									24	27											
					128	118	110		100									26	29											
					132	118	115		100									26	29											
155	190	220	145	128	88	98	70	80	80	13	20	26	51	55	33	51	23	27	27	21	26	30	30	30	4	0,8	3,40	3,70		
					108	128	90		110									23	27											
					132	128	115		110									27	30											
					85	80	65		60									23	24											
					95	85	75		65									24	22											
					100	100	80		80									28	26											
160	190	220	145	115	110	115	90	60	95	13	20	26	51	55	33	51	23	27	27	21	26	30	30	30	4	0,8	3,40	3,70		
					125	115	105		95									28	26											
					130	115	110		95									30	30											
					135	115	115		95									30	30											
					135	115	115		95									30	30											
					135	115	115		95									30	30											

Tiếp bảng 2.97

Tiếp bảng 2.97																														
D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	Đường kính trục hoặc ống		D ₇ (sai lệch B11)	d	d ₁	d ₂	H*	H*	h	h*	h ₂	h ₃	f	I ₁	B	b	b ₁	s	a	c	r	Khối lượng nắp, kg			
						Đường kính trục hoặc ống	D ₆ (sai lệch B11)																				Kiểu 1	Kiểu 2		
170	200	230	155	115	120	90	70	70	13	20	26	34	52	10	18	6	24	22	30	30	6	5	8	4	1,6	0,8	5,30	5,50	4,20	4,5
						100	80										29	27												
						115	95										31	29												
						120	100										32	30												
180	210	240	160	120	130	90	70	62	13	20	26	34	52	10	18	6	24	22	30	30	6	5	8	4	1,6	0,8	5,30	5,50	4,20	4,5
						105	85										25	23												
						120	100										29	27												
						130	110										32	30												
190	225	255	175	135	145	95	75	65	13	20	26	34	54	10	18	6	26	22	30	30	6	5	8	4	1,6	0,8	5,30	5,50	4,70	4,90
						110	90										30	26												
						125	105										32	28												
						130	110										34	30												
200	250	280	200	140	150	100	80	70	13	20	26	36	54	10	18	6	26	22	30	30	6	5	8	4	1,6	0,8	5,30	5,50	5,50	5,80
						115	95										31	27												
						130	110										33	29												
						105	85										27	23												
210	235	265	190	135	140	95	75	75	13	20	26	36	55	10	18	6	27	23	30	30	6	5	8	4	1,6	0,8	5,30	5,50	5,80	6,20
						105	85										31	27												
						125	105										33	29												
						135	115										34	30												
215	250	280	200	135	150	90	70	90	13	20	26	36	59	10	18	6	31	27	30	30	6	5	8	4	1,6	0,8	5,30	5,50	6,20	6,50
						100	80										31	27												
						120	100										33	29												
						135	115										37	33												
225	265	300	208	138	158	110	90	90	13	20	26	36	60	10	18	6	31	26	30	30	6	5	8	4	1,6	0,8	5,30	5,50	6,20	6,50
						128	105										25	26												
						132	110										27	28												
						138	115										29	30												
* Kích thước tham khảo																														

Bảng 2.98. Nắp ổ lăn thùng có rãnh lắp vòng bi. Kích thước, mm

Dạng 1

Dạng 2

Profin rãnh

D (sai lệch h8 hoặc h11)	D ₁	D ₂	D ₃	Đường kính trục hoặc ống	D ₄ (sai lệch H12)	D ₅	d	d ₁	d ₂	H*	h	l	l ₁	B	a	b	c	r	f ₂	Khối lượng nắp, kg
13	22	34	9	4 5 7	5 6 8	8 9 12									1,5 1,5 2,0				-	0,02
15				5 6 8	6 7 9	9 10 13									1,5 1,5 2,0					
16	25	36	11	4 5	5 6	8 9						1,5		7,5	1,5 1,5					
17				7 5 6 7 8 9	8 6 7 8 10	12 9 10 12 14	4,8	8	10	9	3		6,0		2,0 1,5 1,5 2,0 2,0	2	0,6	0,3	-	0,03
19	28	40	14	5 6 7 8 10	6 7 8 9 11	9 10 12 13 19									1,5 1,5 2,0 2,0 2,0				-	0,04
20				7 9	8 10	12 14									2,0 2,0				-	0,04
22	32	45	16	6 7 8 10 12	7 8 9 11 13	10 12 13 19 21									1,5 2,0 2,0 2,0 2,0				2	0,07
24	36	50	18	7 8 9 10 12 15	8 9 10 11 13 16	12 13 14 19 21 24	5,8	10	12	12	4	2	9,0	10	2,0	3	0,6	0,3	2	0,08

Tiếp bảng 2.98

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	Đường kính trục hoặc ống	D ₄ (sai lệch H12)	D ₅	d	d ₁	d ₂	H*	h	l	l ₁	B	a	b	c	r	r ₂	Khối lượng nắp, kg
26	36	50	18	8 9 10 12 15	9 10 11 13 16	13 14 19 21 24	5,8	10	12	12	4	2	9,0	10	2,0	3	0,6	0,3	2	0,08
28	42	55	24	10 12 15 17	11 13 16 18	19 21 24 28									2,0 2,0 2,0 3,0					
30				8 10 15 17	9 11 16 18	13 19 24 28									2,0 2,0 2,0 3,0					
32				10 12 15 17	11 13 16 18	19 21 24 28						2,0 2,0 2,0 3,0								
35		48	65	28	9 10 15 17 20	10 11 16 18 21						14 19 24 28 31	2,0 2,0 2,0 3,0 3,0	2	0,17					
37					10 12 17 20	11 13 18 21						19 21 28 31	2,0 2,0 3,0 3,0			2		0,18		
40	54	70	34	15 17 20 25	16 18 21 26	24 28 31 36						8 7 7 6	12,5	7 8 8 9	2,0 3,0 3,0 4,0				0,6	0,3
42				12 15 20 25	13 16 21 26	21 24 31 38						8 8 7 6		7 7 8 9	2,0 2,0 3,0 4,0	4		1,0		
47	60	78	38	15 17 20 25 30	16 18 21 26 31	24 28 31 38 43	8 7 7 6 6	7 8 8 9 9	2,0 3,0 3,0 4,0 4,0	2	0,31									
52	66	82	44	17 20 25 30 35	18 21 26 31 36	28 31 38 43 48	7 7 6 6 6	8	3,0 3,0 4,0 4,0 4,0											
55	75	95	48	25 30 35 40	26 31 36 41	28 43 48 53	6		9			4,0		4	1,0	0,6	2	0,33		
60	78		52	25 30 35 40	26 31 36 41	28 43 48 53													2	0,44

Tiếp bảng 2.98

D (sai lệch h8) 2	D ₁	D ₂	D ₃	Đường kính trục hoặc ống	D ₄ (sai lệch H12)	D ₅	d	d ₁	d ₂	H*	h	l	l ₁	B	a	b	c	r	r ₂	Khối lượng nắp, kg
62	78	95	52	17 20 25 30 35 40 45	18 21 26 31 36 41 46	28 31 38 43 48 53 58	7	12	14	15	5	7 7 6 6 6 6 6	12,5	8 8 9 9 9 9 9	3,0 3,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0	4	1,0	0,6	2	0,44
65	84	105	58	35 45	36 46	48 58	9	15	20	18	6	8	15,0	10	4,0				2	0,57
72	90	110	62	20 25 30 35 40 45 50 55	21 26 31 36 41 46 51 56	31 38 43 48 53 58 67 72						9 8 8 8 8 8 7 7		9 10 10 10 10 10 11 11	3,0 4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 5,0 5,0				2	0,64
75	90	110	64	35 45 55	36 46 56	48 58 72						8 8 7		10 10 11	4,0 4,0 5,0				2	0,64
80	100	120	72	25 30 35 40 45 50 55 60	26 31 36 41 46 51 56 61,5	38 43 48 53 58 67 72 77						8 8 8 8 8 7 7 7		10 10 10 10 10 11 11 11	4,0 4,0 4,0 4,0 4,0 5,0 5,0 5,0				2	0,74
85	100	120	72	35 40 45 50 55 60	36 41 46 51 56 61,5	48 53 58 67 72 77						8 8 8 7 7 7		10 10 10 11 11 11	4,0 4,0 4,0 5,0 5,0 5,0				2	0,81
90	110	130	80	30 35 40 45	31 36 41 46	43 48 53 58						8 8 8 8		10 10 10 10	4,0 4,0 4,0 4,0				2	0,91
95	110	130	80	40 50 60 70	41 51 61,5 71,5	53 67 77 89						8 7 7 6		10 11 11 12	4,0 5,0 5,0 6,0				2	0,91

Tiếp bảng 2.98

Tập bảng 2.36																																													
D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	Đường kính trục hoặc ống	D ₄ (sai lệch H12)	D ₅	d	d ₁	d ₂	H*	h	l	l ₁	B	a	b	c	r	r ₂	Khối lượng nắp, kg																									
135	160	185	125	60 75 90 100	61,5 76,5 92 102	77 94 111 125	11	18	24	23	8	11 10 9 8	19,5	12 13 14 15	5,0 6,0 7,0 8,0	5	1,6	0,6	3	2,40																									
140	160	185	125	55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 110	56 61,5 66,5 71,5 76,5 81,5 86,5 92 97 102 112	72 77 82 89 94 99 104 111 116 125 135						11 11 11 10 10 10 9 9 8 8		12 12 12 13 13 13 13 14 14 15 15	5,0 5,0 5,0 6,0 6,0 6,0 6,0 7,0 7,0 8,0 8,0																														
				145	170	195						130		75 95 105 110 120	76,5 97 107 112 122						94 116 130 135 145	10 9 8 8 8	13 14 15 15 15	6,0 7,0 8,0 8,0 8,0	2,8																				
														150	180						210	135	60 70 75 80 85 90 95 100 105 110 120	61,5 71,5 76,5 81,5 86,5 92 97 102 107 112 122		77 89 94 99 104 11 116 125 130 135 145	15 14 14 14 14 13 13 12 12 12 12	13 14 14 14 14 15 15 16 16 16 16	5,0 6,0 6,0 6,0 6,0 7,0 7,0 8,0 8,0 8,0 8,0	3	3,6														
																							155					70 90 110 120	71,5 92 112 122			80 111 135 145	14 13 12 12	14 15 16 16	6,0 7,0 8,0 8,0										
																												160	190			220	145	65 75 80 90 95	66,5 76,5 81,5 92 97	82 94 99 111 116	15 14 14 13 13	13 14 14 15 15	5,0 6,0 6,0 7,0 7,0	3	3,9				
																																		105 110 120	107 112 122	130 135 145	12 12 12	16 16 16	8,0 8,0 8,0			3	3,9		
																																		170	200	230	155	70 80 85 95 100 105 110 120	71,5 81,5 86,5 97 102 107 112 122					89 99 104 116 125 130 135 145	14 14 14 13 12 12 12 12

Tiếp bảng 2.98

Table 2.98

D (sai lệch h8)	D ₁	D ₂	D ₃	Đường kính trục hoặc ống	D ₄ (sai lệch H12)	D ₅	d	d ₁	d ₂	H*	h	l	l ₁	B	a	b	c	r	r ₂	Khối lượng nắp, kg
180	210	240	160	70 75 85 90 100 110 120	71,5 76,5 86,5 92 102 112 122	89 94 104 111 125 135 145	13	20	26	28	10	14 14 14 13 12 12 12	24,0	14 14 14 15 16 16 16	6,0 6,0 6,0 7,0 8,0 8,0 8,0	6	1,6	0,8	3	4,60
190	225	255	175	75 80 90 95 105 110	76,5 81,5 92 97 107 112	94 99 111 116 130 135						14 14 13 13 12 12		14 14 15 15 16 16	6,0 6,0 7,0 7,0 8,0 8,0				3	5,20
190	225	255	175	120	122	145						12		16	8,0				3	5,20
200				80 95 100 110 120	81,5 97 102 112 122	99 116 125 135 145						14 13 12 12 12		14 15 16 16 16	6,0 7,0 8,0 8,0 8,0					
				50 55 60 65	51 56 61,5 66,5	67 72 77 82						7 7 7 7		11 11 11 11	5 5 5 5				2	0,91
				210	235	265						190		85 100 105 120	86,5 102 107 122				104 125 130 145	13
215	250	280	200	90 100 110 120	92 102 112 122	111 115 135 145	13 12 12 12	15 16 16 16	7,0 8,0 8,0 8,0	3	6,80									
225	265	300	208	90 95 105 110 120	92 97 107 112 122	111 116 130 135 145	18 18 17 17 17	17 17 18 18 18	7,0 7,0 8,0 8,0 8,0	4	8,80									

* Kích thước tham khảo
n = 3 khi D = 13 ÷ 37; n = 4 khi D = 40 ÷ 75. n = 6 khi D = 80 ÷ 225

* Kích thước tham khảo

n = 3 khi D = 13 ÷ 37; n = 4 khi D = 40 ÷ 75. n = 6 khi D = 80 ÷ 225

Yêu cầu kỹ thuật đối với nắp ổ lăn

- Vật liệu chế tạo nắp ổ lăn: gang xám có cơ tính không thấp hơn mác gang GX15-32. Cũng có thể chế tạo nắp ổ lăn bằng thép cacbon chất lượng thường và thép cacbon chất lượng tốt.
- Sai lệch giới hạn độ song song của các mặt phẳng P và P_1 - theo cấp chính xác VII TCVN 384-93.
- Độ đảo mặt mút của mặt phẳng P so với bề mặt D đối với lắp ghép theo h8 - cấp chính xác VIII; đối với lắp ghép d11 - cấp chính xác IX TCVN 384-93.
- Độ đảo hướng tâm của các bề mặt P_2 và P_3 so với bề mặt D - cấp chính xác VII TCVN 384-93.
- Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai của các bề mặt gia công: lỗ - theo H14; trục - theo h14; các kích thước khác - theo js14.
- Dung sai vị trí đường tâm các lỗ lắp các chi tiết kẹp chặt so với vị trí danh nghĩa: đối với $d = 4,8$ và $5,8$ mm - không lớn hơn $0,2$ mm; đối với các kích thước d còn lại - không lớn hơn $0,25$ mm.
- Bề mặt bên trong không qua gia công cơ của nắp cần được sơn lớp sơn chống gỉ.

2.11. Vai tỳ, vành tỳ để lắp ổ lăn

Để định vị ổ lăn theo chiều dọc trục, thường dùng vai tỳ trên trục, vành tỳ trên thân và trên nắp ổ lăn.

Kích thước của vai tỳ, vành tỳ để lắp ổ lăn đỡ và đỡ chặn được giới thiệu trong bảng 2.99 (TCVN 1489-85 - ổ bi đỡ một dãy; TCVN 1490 - 85- ổ bi đỡ một dãy có vòng che; ổ bi đỡ một dãy có vòng kín ; TCVN 1945-85 - ổ bi cầu đỡ hai dãy; TCVN 1496-85 - ổ bi đỡ chặn một dãy; TCVN 1499-85 - ổ bi đỡ chặn kép ; TCVN 1502-85 - ổ trục ngắn đỡ một dãy; TCVN 1515-85 - ổ đĩa cầu đỡ hai dãy; TCVN 1506-85 - ổ kim đỡ một dãy).

Kích thước của vành tỳ để lắp ổ bi đỡ hai dãy có ống găng theo TCVN 1485-85 được giới thiệu trong bảng 2.100; ổ đĩa cầu đỡ hai dãy có ống găng theo TCVN 1485-85 - bảng 2.101.

Kích thước của vai tỳ trên trục, vành tỳ trên thân và nắp để lắp ổ côn theo TCVN 1509-85; TCVN 1512-85 và TCVN 1513-85 được giới thiệu trong bảng 2.102; ổ bi chặn đơn và ổ bi chặn kép theo TCVN 1500-85 và TCVN 1501-85 - bảng 2.103, còn đối với ổ côn chặn theo TCVN 1514-85 - bảng 2.104.

Bảng 2.99. Kích thước vai tỳ, vành tỳ để lắp ổ lăn đỡ và ổ lăn đỡ chặn.

TCVN 1489-85

TCVN 1490-85

TCVN 1495-85

TCVN 1496-85

TCVN 1499-85

TCVN 1502-85

TCVN 1515-85

TCVN 1506-85

Ổ bi loạt đường kính siêu nhẹ 8, loạt chiều rộng 1 theo TCVN 1489-85.

Ổ kim đỡ một dãy loạt đường kính siêu nhẹ 8, loạt chiều rộng 4 theo TCVN 1506-85.

Kích thước, mm

d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a, min	d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a	
6	13	7,3	7,5	11,8	-	1,8	55	72	57,0	60,0	70,0	67,0	3,0	
8	16	9,8	10,0	14,0	13,7		60	78	62,0	64,0	76,0	74,0		
9	17	10,8	11,0	15,0	-		65	85	69,0	70,0	81,0	80,5		
10	19	12,0	12,5	17,0	-		75	95	79,0	80,0	91,0	89,0		
17	26	19,0	19,5	24,0	23,9	2,0	80	100	84,0	85,0	96,0	94,5		
							85	110	90,0	90,5	105	100		
							90	115	95,0	96,0	110	109		
							95	120	100	102	115	113		
							100	125	105	107	120	-		
							105	130	110	112	125	124		
							110	140	115	118	135	133		
							120	150	125	127	145	144		
							180	165	135	137	159	-		
40	52	42,0	43,0	50,0	49,0									
45	58	47,0	48,0	56,0	54,5									
50	65	52,0	54,0	63,0	61,2									

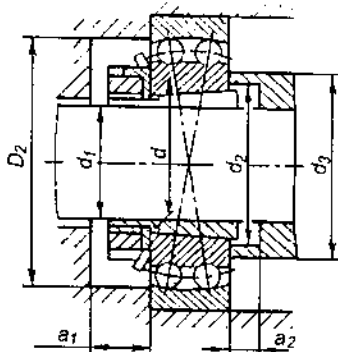
Tiếp bảng 2.99

Ổ bi loạt đường kính siêu nhẹ 8, loạt chiều rộng 1 theo TCVN 1489-85, TCVN 1490-85, TCVN 1496-85. Ổ đĩa loạt đường kính siêu nhẹ 9, loạt chiều rộng 1 theo TCVN 1502-85 và loạt chiều rộng trung 4 theo TCVN 1506-85.															
Kích thước, mm															
d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a, min	d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a min		
5,0	13	6,6	-	11,5	11,0	1,8	55,0	80	60	61,0	75,0	74,0	3,0		
6,0	15	7,8	8,2	13,0	-		60,0	85	65	67,0	81,2	79,0			
7,0	17	9,0	9,5	15,0	-		65,0	90	70	-	85,0	84,0			
8,0	19	9,8	-	17,0	-		70,0	100	75	-	95,0	94,0			
9,0	20	11	-	18,0	-		75,0	105	80	82,0	100	98,0			
10,0	22	12	-	20,0	-		80,0	110	85	87,0	105	103,0			
12,0	24	14	-	22,0	-	2,0	85,0	120	91	93,0	114	111,5			
15,0	28	17	18,0	26,0	25,0		90,0	125	96	99,0	119	116,5			
17,0	30	19	-	28,0	27,0		95,0	130	101	104	124	122,0			
20,0	37	22	23,0	35,0	33,5		100,0	140	106	108	134	131,5			
25,0	42	27	28,5	40,0	38,5		105,0	145	111	114	139	136,5			
30,0	47	32	33,5	45,0	43,5		110,0	150	116	120	144	141,0			
35,0	55	39	-	51,0	50,0		120,0	165	127	130	159	155,0			
40,0	62	44	45,5	58,0	56,5										
45,0	68	49	-	64,0	63,2										
50,0	72	54	-	68,0	67,0										
Ổ bi đỡ một dãy loạt đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng 7 theo TCVN 1489-85															
Kích thước, mm															
d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a, min	d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a min		
12	28	14	15,5	26	25	2	55	90	59	65,0	86	80	3		
15	32	17	18,5	30	28		60	95	64	70,0	91	85			
17	35	19	21,0	33	31		65	100	69	75,0	96	90			
20	42	22	26,0	40	36		70	110	74	82,0	106	101			
25	47	19	31,5	43	42		75	115	79	85,0	111	106			
30	55	32	37,0	53	50		80	125	84	88,0	121	116			
35	62	37	43,0	60	56		85	130	89	92,0	126	121			
40	68	42	47,0	66	62		90	140	95	100	135	130			
45	75	49	54,0	71	66		95	145	100	105	140	134			
50	80	54	59,0	76	72		100	150	105	110	145	139			
Ổ bi loạt đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1489-85, TCVN 1490-85, TCVN 1496-85, TCVN 1499-85. Ổ đĩa loạt đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1502-85, TCVN 1515-85 và loạt chiều rộng 4 theo TCVN 1506-85.															
Kích thước, mm															
d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	D ₁	a, min	d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	D ₁	a, min
6	17	7,8	-	15,2	-	-	1,8	55	90	62	-	84,0	-	86,0	3,0
7	19	9,0	9,5	17,0	-	-		60	95	68	-	88	-	91,0	
8	22	10	-	20,0	-	20,4		65	100	72	-	93	-	96,0	
9	24	11	12,0	22,0	20	22,2		70	110	77	-	103	-	106	
10	26	12	13,0	24,0	23	24,4		75	115	82	-	108	-	111	
12	28	14	14,5	26,0	25	26,4	2,0	80	125	87	91,0	118	-	121	
15	32	17	18,0	30,0	29	30,4		85	130	92	95,0	123	122	126	
17	35	19	20,0	33,0	30	33,4		90	140	98	100	132	130	135	
20	42	24	24,5	38,8	-	40,0		95	145	103	105	137	135	140	
25	47	29	-	43,8	-	45,0		100	150	108	110	142	139	145	
30	55	35	-	50,0	-	53,0		105	160	114	115	151	149	155	
35	62	40	-	57,0	-	60,0		110	170	119	121	161	159	165	
40	68	45	46,0	63,0	-	66,0									
45	75	50	51,5	70,0	-	73,0									
50	80	55	56,5	75,0	-	78,0									

Tiếp bảng 2.99

Ổ bi loạt đường kính nhẹ 2 (5) loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1489-85, TCVN 1490-85, TCVN 1495-85, TCVN 1496-85.																	
Ổ đĩa loạt đường kính nhẹ 2 (5), loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1502-85, TCVN 1515-85.																	
Kích thước, mm																	
d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	D ₁	a, min	d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	D ₁	a, min		
5	16	6,5	7,0	14,0	-	-	1,8	55	100	63,0	-	91	-	95	3,0		
6	19	8,2	-	17,0	-	-		60	110	68,0	-	101	-	105			
7	22	9,2	10,0	19,5	-	-		65	120	73,0	74,0	111	-	115			
8	24	10,2	-	22,0	-	-		70	125	78,0	-	116	-	120			
9	26	12,0	-	22,5	-	-		75	130	83,0	85,0	121	-	125			
10	30	14,0	14,4	26,0	-	28	2,0	80	140	90,0	92,0	129	-	134			
12	32	16,0	-	28	-	30		85	150	95,0	97,0	139	-	144			
15	35	19,0	-	31	-	33		90	160	100	103	149	-	154			
17	40	21,0	21,5	36	-	38		95	170	106	109	158	155	163			
20	47	25,0	25,5	42	-	43		100	180	111	115	168	162	173			
25	52	30,0	30,5	47	-	48		105	190	116	120	178	175	-			
30	62	35,0	36,0	57	-	58		110	200	121	125	188	184	193			
35	72	42,0	-	65	-	67											
40	80	46,5	47,5	73	-	75											
45	85	52,0	53,0	78	-	80											
50	90	57,0	-	83	-	85											
Ổ bi loạt đường kính trung 3 (6), loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1489-85, TCVN 1490-85, TCVN 1495-85, TCVN 1496-85.																	
Ổ đĩa loạt đường kính trung 3 (6) , loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1502-85, TCVN 1515-85.																	
Kích thước, mm																	
d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	D ₁	a, min	d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	D ₁	a, min		
4	16	6,2	-	13,4	-	-	1,8	55	120	64,4	67,0	111	100	114	3,0		
5	19	7,2	-	16,4	-	-		60	130	71,0	-	118	116	123			
10	35	14,0	15,0	30,8	-	-		65	140	76,0	78,0	128	125	133			
12	37	17,0	-	31,2	-	-	2,0	70	150	81,0	85,0	138	136	143			
15	42	20,0	-	36,2	-	-		75	160	86,0	90,0	148	144	153			
17	47	22,0	23,0	41,2	40	43		80	170	91,0	98,0	158	155	163			
20	52	26,5	-	45,0	-	47		85	180	98,0	103	166	163	173			
25	62	31,5	32,5	55,0	-	56		90	190	103	108	176	172	183			
30	72	36,5	39,0	65,0	-	67		95	200	109	115	186	180	193			
35	80	43,0	44,0	71,0	-	74		100	215	113	122	201	195	208			
40	90	48,0	50,5	81,0	80	84		105	225	118	128	211	205	218			
45	100	53,0	56,0	91,0	89	94		110	240	123	135	226	215	233			
50	110	60,0	63,0	99,0	98	104											
Ổ bi loạt đường kính nặng 4, loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1489-85, TCVN 1496-85, TCVN 1499-85.																	
Ổ đĩa loạt đường kính nặng 4, loạt chiều rộng 0 theo TCVN 1502-85.																	
Kích thước, mm																	
d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a, min	d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	D ₂ , min	a, min				
17	62	24,0	-	53	-	2	65	160	78,0	83	146	141	3				
20	72	27,0	-	63	-		70	180	85,0	93	164	157					
25	80	33,4	36	70	66		75	190	90,0	98	174	166					
30	90	38,4	41	80	77		80	200	95,0	105	184	176					
35	100	43,4	47	90	86		85	210	105	108	190	185					
40	110	49,4	55	97	95		90	225	110	117	205	200					
45	120	54,4	60	107	104		95	240	115	125	220	210					
50	130	63,0	68	116	114		100	250	120	130	230	220					
55	140	68,0	71	126	122		105	260	125	135	240	230					

Bảng 2.100. Kích thước vành tỳ để lắp ổ bi đỡ hai dây có ống găng theo TCVN 1485-85
Kích thước, mm



Loạt đường kính nhẹ 2,2 (5) (các kiểu 11200 và 11500)									
d	d ₁	Kiểu ổ				D ₂ , max	a ₁ , min	Kiểu ổ	
		11200	11500	11200	11500			11200	11500
		d ₂ , min		d ₂ , max				a ₂ , min	
20	17	23	23	28	28	42	12	5	5
25	20	28	28	33	33	47	13		
30	25	33	33	38	38	57	13		
35	30	38	39	43	43	65	15		
40	35	43	44	49	49	73	16	6	6
45	40	48	50	54	55	78	18		8
50	45	53	55	60	60	83	19		10
55	50	60	60	65	65	92	19		11
60	55	64	65	72	72	102	21	7	9
65	60	70	70	77	77	112	22		9
75	65	80	80	88	88	121	23		13
80	70	85	85	94	94	130	26		13
85	75	90	91	99	100	140	27		13
90	80	95	96	104	105	150	27	8	11
95	85	100	102	110	112	158	28		11
100	90	106	108	115	118	168	29		9
105	95	111	113	120	123	178	30		9
110	100	116	118	125	128	188	30		9
									8
Loạt đường kính trung 3,3 (6) (các kiểu 11300 và 11600)									
d	d ₁	Kiểu ổ				D ₂ , max	a ₁ , min	Kiểu ổ	
		11300	11600	11300	11600			11300	11600
		d ₂ , min		d ₂ , max				a ₂ , min	
20	17	23	24	28	29	45	12	8	5
25	20	28	30	33	35	55	13	6	
30	25	33	35	38	40	65	13	6	
35	30	39	40	43	45	71	15	8	
40	35	44	45	49	50	81	16	6	6
45	40	50	50	55	56	91	18		
50	45	55	56	60	62	100	19		
55	50	60	61	65	68	110	19		
60	55	65	66	72	74	118	21	7	7
65	60	70	72	77	80	128	22		
75	65	80	82	88	92	148	23		
80	70	85	88	94	98	158	26		
85	75	91	94	100	104	166	27		
90	80	96	100	105	110	176	27	8	8
95	85	102	105	112	115	186	28		
100	90	108	110	118	120	202	29		
105	95	113	-	123	-	212	30		
110	100	118	121	128	131	226	30		

Bảng 2.101. Kích thước vành tỷ để lắp ổ đĩa cầu đỡ hai dây
có ống gang theo TCVN 1485-85. Kích thước, mm

Loại đường kính nhẹ 2 (5) (Kiểu 13500)

d	d ₁	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	a ₁ , min	a ₂ , min	d	d ₁	d ₂ , min	d ₂ , max	D ₂ , max	a ₁ , min	a ₂ , min
40	35	44	49	73	16	5	80	70	85	94	130	26	12
45	40	50	55	78	18	8	85	75	91	100	140	27	12
50	45	55	60	83	19	10	90	80	96	105	150	27	10
55	50	60	65	92	19	10	95	85	102	112	158	28	9
60	55	65	72	102	21	8	100	90	108	118	168	29	8
65	60	70	77	112	22	8	110	100	118	128	188	30	6
75	65	80	88	122	23	12	120	110	128	138	203	31	11

Loại đường kính trung 3 (6) (Kiểu 13600)

d	d ₁	d ₂ , min	d ₃ , max	D ₂ , max	a ₁ , min	a ₂ , min	d	d ₁	d ₂ , min	d ₃ , max	D ₂ , max	a ₁ , min	a ₂ , min
40	35	45	50	81	16	5	80	70	88	98	158	26	5
45	40	50	56	91	18	5	85	75	94	104	166	27	6
50	45	56	62	100	19	5	90	80	100	110	176	27	6
55	50	61	68	110	19	6	95	85	105	115	186	28	7
60	55	66	74	118	21	5	100	90	110	120	201	29	7
65	60	72	80	128	22	5	110	100	121	131	226	30	7
75	65	82	92	148	23	5	120	110	131	143	246	31	7

Bảng 2.102. Kích thước vai tỷ, vành tỷ để lắp ổ côn theo TCVN 1509 - 85,
TCVN 1512-85. TCVN 1513-85. Kích thước, mm

d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	d ₃ , max	D ₂ , min	D ₂ , max	D ₁ , min	a ₁ , min	a ₂ , max
Loại đường kính siêu nhẹ 9, loạt chiều rộng 2 theo TCVN 1509-85									
35	55	40	43	40	48,5	50	53,0	3	3,0
40	62	45	49	45	55,0	57	60,0		4,0
45	68	50	55	50	61,0	63	65,4		4,5
50	72	55	60	55	65,0	67	69,4		4,5
55	80	62	66	60	71,5	74	77,5	3	4,5
60	85	67	72	65	76,0	79	82,8		
65	90	72	76	70	81,0	84	87,8		
70	100	78	84	75	91,0	94	97,5		

Tiếp bảng 2.102

d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	d ₃ , max	D ₂ , min	D ₂ , max	D ₁ , min	a ₁ , min	a ₂ , max		
80	110	88	94	85	99,5	104	107,5	4	6,0		
85	120	92	101	92	107	113	116,5		7,0		
90	125	100	106	98	113	118	122,0	5	7,0		
95	130	105	112	102	117	123	127,0				
100	140	108	116	108	128	133	137,0				
105	145	115	122	112	133	138	142,0	6			
110	150	120	128	118	136	143	146,0				
Loạt đường kính đặc biệt nhẹ 1, loạt chiều rộng 2 theo TCVN 1509-85 và 1513-85											
30	55	36	40	35	47,5	49	52,0	3	4,5		
35	62	41	47	40	54,0	56	59,0	4			
40	68	46	53	45	60,0	62	65,5	4			
45	75	51	57	50	66,0	69	72,0	4			
50	80	56	62	55	71,0	74	77,5	4	4,5		
55	90	62	69	61	80,0	83	86,0	4	5,5		
65	100	72	78	71	90,0	92	96,5	4	5,5		
70	110	77	85	76	98,0	102	105,0	5	6,0		
75	115	82	90	82	103	108	110,5	5	7,0		
81	125	87	95	87	112	118	120,0	6	7,0		
85	130	92	100	92	117	122	125,0	6	7,0		
90	140	99	108	99	124	130	134,5	6	8,0		
95	145	104	112	105	130	135	140,0	6	8,0		
100	150	109	117	109	134	140	145,0	6	8,0		
105	160	115	128	116	143	150	154,0	6	9,0		
110	170	120	135	120	152	160	163,5	7	9,0		
d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	d ₃ , max	D ₂ , min	D ₂ , max	D ₁ , min	Loạt đường kính nhẹ			
								2		2 (5)	
								a ₁ , min	a ₂ , min	a ₁ , min	a ₂ , min
Loạt đường kính nhẹ 2,2 (5) theo TCVN 1509-85 và 1513-85											
15	35	20	24	19,0	30	-	32,0	2	3,0	-	-
17	40	23	26	22,5	33	-	37,0	3		-	-
20	47	26	30	26,0	39	41	43,5	3		-	-
25	52	31	35	31,0	44	46	48,5	3		-	-
30	62	36	41	37,0	53	55	58,5	3		3	4,0
35	72	42	48	43,0	61	65	68,5	4	3,0	4	5,0
40	80	47	55	48,0	68	72	75,5		3,5		5,5
45	85	52	61	53,0	73	78	81,5		4,5		5,5
50	90	57	65	57,0	79	85	86,5		4,5		5,5
55	100	64	72	63,0	87	90	95,0	5	4,5	5	5,5
60	110	69	79	69,0	96	100	105,5		4,5		

Tiếp bảng 2.102

d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	d ₃ , max	D ₂ , min	D ₂ , max	D ₁ , min	Loạt đường kính nhẹ			
								2		2 (5)	
								a ₁ , min	a ₂ , min	a ₁ , min	a ₂ , min
65	120	74	86	75,0	105	110	115,0	6	4,5	6	5,5
70	125	79	90	80,0	110	115	120,0		5,0		6,0
75	130	84	96	85,0	115	120	125,0		5,0		6,0
80	140	90	105	90,0	124	130	134,0		6,0		7,0
85	150	95	110	96,0	132	140	142,5	7	6,5	7	8,5
90	160	100	117	102	140	150	152,5		6,5		8,5
95	170	107	125	110	148	155	163,0		7,5		10
100	180	112	135	114	155	165	170,0		8,0		10
105	190	117	140	122	165	175	181,0	9	9,0	7	10
110	200	122	145	125	171	185	190,0	9	9,0	9	10
120	215	132	160	135	187	200	205,0	11	9,5	10	11,5

d	D	d ₂ , min	d ₂ , max	d ₃ , max	D ₂ , min	D ₂ , max	D ₁ , min	Loạt đường kính trung				
								3		3 (6)		
								a ₁ , min	a ₂ , min		a ₁ , min	a ₂ , min
									TCVN 1509-85	TCVN 1512-85		
Loạt đường kính trung 3,3 (6) theo TCVN 1509-85 , TCVN 1512-85, TCVN 1513-85												
17	47	23	31	25	39	41	43,5	3	3,0	-	-	-
20	52	27	33	27	43	45	48,5		3,0	-	3	4,0
25	62	32	41	33	53	55	58,5		3,0	5,0	4	5,0
30	72	37	47	38	61	65	68,0		4,5	6,5	5	5,5
35	80	44	53	43	68	71	76,0	5	4,5	7,5	5	7,5
40	90	49	60	50	76	80	86,0		5,0	8,0	5	8,0
45	100	54	68	55	85	90	95,0		5,0	9,0	5	8,0
50	110	60	74	61	94	100	105		6,0	10,0	5	9,0
55	120	65	81	67	103	110	114		6,5	10,5	5	10,5
60	130	72	90	72	112	118	124		7,5	11,5	6	11,5
65	140	77	96	78	121	128	132	6	8,0	13,0	6	12,0
70	150	82	100	83	129	138	142		8,0	13,0	7	12,0
75	160	87	108	91	138	148	152		9,0	14,0	7	13,0
80	170	92	118	97	147	158	160		9,5	15,5	7	13,5
85	180	99	125	102	155	166	167	7	10,5	16,5	12	14,5
90	190	104	130	108	163	175	178		10,5	16,5		14,5
95	200	109	138	115	172	185	187		11,5	17,5		16,5
100	215	114	147	121	182	200	202		12,5	20		17,5
105	225	120	154	128	193	-	210	12	12,5	20	12	17,5
110	240	124	165	135	205	220	225	14	12,5		14	19,5
120	260	134	175	145	219	235	240	14	13,5		14	19,5

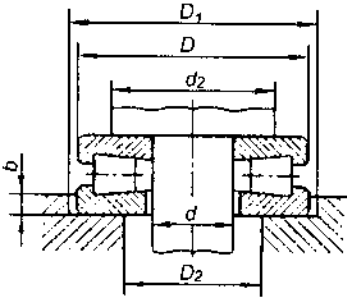
**Bảng 2.103. Kích thước vai tỳ, vành tỳ của ổ bi chặn đơn
và chặn kép theo TCVN 1500-85 và 1501-85**

Kích thước, mm

d	D	d ₂ , min	D ₂ , max	D ₁	b, min	d	D	d ₂ , min	D ₂ , max	D ₁	b, min
Loạt đường kính đặc biệt nhẹ 1 theo TCVN 1500-85						Loạt đường kính nhẹ 2					
10	24	19	15	24,5	2	10	26	20	16	26,5	3,0
12	26	21	17	26,5		12	28	22	18	28,5	
15	28	23	20	28,5		15	32	25	22	32,5	
17	30	25	22	30,5		17	35	28	25	35,5	
20	35	29	26	35,5		20	40	32	28	40,5	
25	42	35	32	42,5	3	25	47	38	34	47,5	3,5
30	47	40	37	47,5		30	52	43	39	52,5	
35	52	45	43	52,5		35	62	52	45	62,5	
40	60	52	48	60,5		40	68	57	51	68,5	
45	65	57	53	65,5		50	78	67	61	78,5	
60	85	75	70	85,5	4	55	90	76	69	90,5	6,0
65	90	80	75	90,5		60	95	81	74	95,5	
70	95	85	80	95,5		65	100	86	79	101	
75	100	90	85	101		75	110	96	89	111	
80	105	95	90	106		80	115	101	94	116	
85	110	100	95	111	6	85	125	109	101	126	7,0
90	120	108	102	121		90	135	117	108	136	9,0
100	135	121	114	136		100	150	130 ^{je}	120	151	
110	145	131	124	146		110	160	140	130	161	
120	155	141	134	156		120	170	150	140	171	

Loạt đường kính trung 3											
25	52	41	35	52,5	5	70	125	103	92	126	8
30	60	48	42	60,5	5	75	135	111	99	136	11
35	68	55	48	68,5	6	80	140	116	104	141	11
40	78	63	55	78,5	6	85	150	124	111	151	12
45	85	69	61	85,5	6	90	155	129	116	156	12
50	95	77	68	95,5	6	100	170	142	128	171	12
55	105	85	75	106	8	110	190	158	142	191	15
60	110	90	80	111	8	120	210	174	156	212	18
65	115	95	85	116	8						

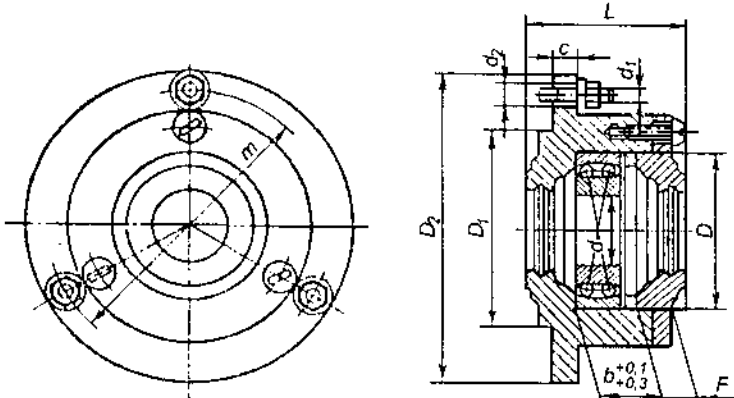
Bảng 2.104. Kích thước vai tỳ, vành tỳ để lắp ổ côn chặn theo TCVN 1514-85

											
Loạt đường kính nặng 4, loạt chiều rộng 9											
d	D	d ₂ , min	D ₂ , max	D ₁	b, min	d	D	d ₂ , min	D ₂ , max	D ₁	b, min
60	130	119	70	131	5	85	180	165	100	181	6
65	140	128	76	141	5	90	190	174	107	191	6
70	150	138	82	151	5	100	210	193	118	212	7
75	160	147	87	161	5	110	230	211	128	232	7
80	170	156	93	171	6	120	250	230	140	252	8

2.12. Thân ổ trục dùng cho ổ lăn

Thân ổ trục dùng cho ổ lăn có nhiều kiểu kết cấu khác nhau, được chế tạo bằng gang xám có cơ tính không thấp hơn mức gang GX15-32. Thường dùng hai kiểu thân: thân kiểu mặt bích và thân ghép dùng cho ổ lăn đỡ. Kích thước cơ bản của thân ổ trục kiểu mặt bích và thân ổ trục ghép được giới thiệu trong bảng 2.105; 2.106 và 2.107.

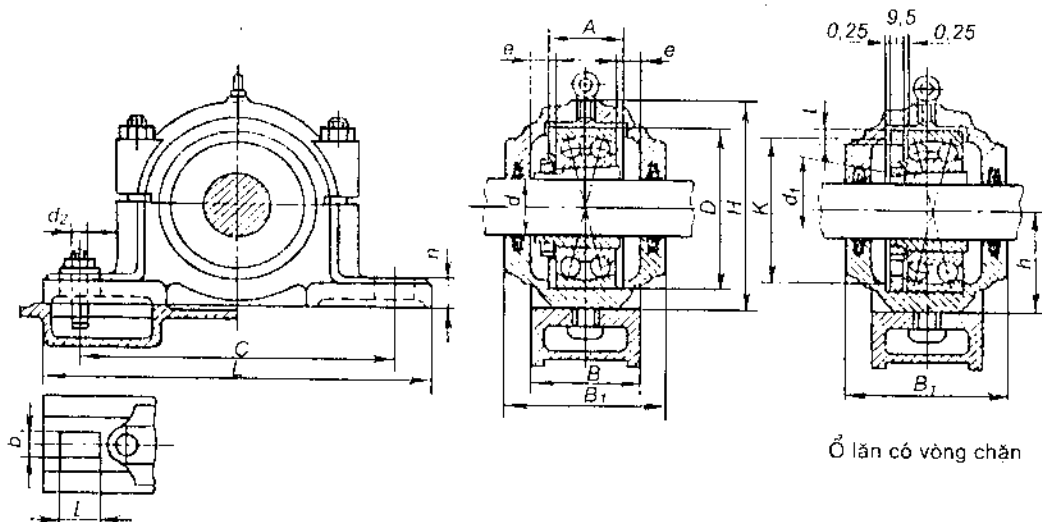
Bảng 2.105. Thân ổ trục kiểu mặt bích. Kích thước, mm

											
Ký hiệu ổ	d	D	b	F	D ₁	L	D ₂	c	m	d ₁	d ₂
Loạt nhẹ											
1200	10	30	14	12	45	40	105	10	85	8	9
1201	20	32	15	12	45	40	105	10	85	8	9
1202	15	35	16	14	55	50	115	10	95	8	9
1203	17	40	18	14	55	50	115	10	95	8	9

Tiếp bảng 2.105

Ký hiệu ổ	d	D	b	F	D ₁	L	D ₂	c	m	d ₁	d ₂
1204	20	47	20	15	68	60	135	12	110	10	11
1205	25	52	23								
1206	30	62	24	17	90	70	160	12	135	10	11
1207	35	72	25								
1208	40	80	27	17							
1209	45	85	28	19	110	80	180	12	155	10	11
1210	50	90	29	19							
1211	55	100	30	20							
1212	60	110	31	21	130	90	220	15	185	12	13
1213	65	120	32	23							
1214	70	125	33	25	155	100	240	15	210	12	13
1215	75	130	34	27							
1216	80	140	35	28							
1217	85	150	37	29	180	110	280	18	240	16	17
1218	90	160	39	30	210	120	310	20	270	16	17
Loạt trung											
1300	10	35	16	12							
1301	10	37	17	12	55	50	115	10	95	8	9
1302	15	42	19	14							
1303	17	47	20	14							
1304	20	52	23	15	68	60	135	12	110	10	11
1305	25	62	25	15							
1306	30	72	27	17	90	70	160	12	135	10	11
1307	35	80	30								
1308	40	90	32	17	110	80	180	12	155	10	11
1309	45	100	34								
1310	50	110	36	19	130	90	220	15	185	12	13
1311	55	120	38	20							
1312	60	130	40	21	155	100	240	15	210	12	13
1313	65	140	42	23							
1314	70	150	44	24	180	110	280	18	240	16	17
1315	75	160	46	27							
1316	80	170	48	28	210	120	310	20	270	16	17
1317	85	180	50	29							
1318	90	190	52	30	230	130	340	22	190	18	20

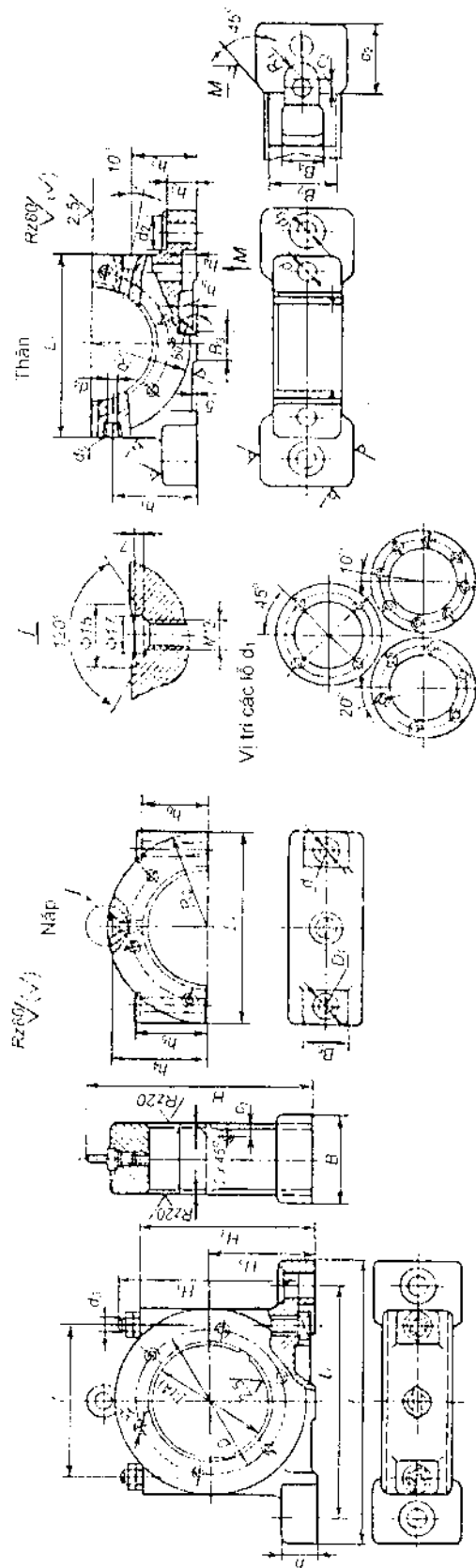
Bảng 2.106. Thân ổ trục ghép dùng cho ổ lăn đỡ. Kích thước, mm



Thân ổ trượt ghép được dùng cho ổ bi cấu đỡ hai dây có ống găng và ổ đĩa cấu đỡ hai dây có ống găng.
 Kích thước B₁ trong ngoặc của thân ổ trục được phép sử dụng khi thân ổ trục lắp với ổ lăn loại chiều rộng trung.
 Chiều rộng của vòng chặn bằng 9.5 mm.

d	d ₁	h	C ± 10	L	B	B ₁	n	H	d ₂	l	b	K	e _{min}	D	t	A đối với ổ loạt :		
																nhẹ	nhẹ rộng	
Thân ổ trục dùng cho ổ lăn loại chiều rộng nhẹ và nhẹ rộng																		
25 30	30 35	50	150	190	52	77 (82) 82 (82)	22	95 100	12	28	14	56 65	15 17	62 72	3 4	26 27	30 33	
35 40 45	40 45 50	60	170	210	60	85 (90) 85 (90) 90 (95)	25	115 120 125				73 78 83	17 17 19	80 85 90	4	28 29 30	33	
50 55	55 60	70	210	270	70	95 (105) 105 (115)	28	140 145				91 101	19 20	100 110		4	31 32	35 38
60 65	65 75	80	230	290	80	110 (120) 115 (125)	30	160 165				111 121	21 23	120 130			33 35	41
70 75	80 85	95	260	330	90	120 (130) 125 (130)	32	190 195	130 140	25 27	140 150	5	36 38	43 46				
80 85	90 95	100 112	290	360	110	135 (140) 140 (145)	35	205 222	150 158	28 29	160 170		40 42	50 53				
90 100	100 110	112 125	320 350	400 420	110 120	150 (155) 160 (170)	40 45	227 250	168 188	30 32	180 200		44 48	56 63				
																Loạt :		
																trung	rộng	
25 30 35	30 35 40	50 60 60	150 170 170	190 210 210	52 60 60	82 90 95	22 25 25	100 115 125	12	28	14	65 71 81	15 17 17	72 80 90	4	29 31 33	37 41 43	
40 45	45 50	70	210	270	70	105 115	28 30	140 145				91 100	17 19	100 110		35 37	46 50	
50 55	55 60	80	230	290	80	120 125	30	160 165				110 118	19 20	120 130		39 41	53 56	
60 65 70	65 75 80	95 100 112	260 290	330 360	90 100	130 140 145	32 35	190 205 222				128 148 158	21 23 25	140 160 170		43 47 49	58 65 68	
75 80	85 90	112	320	400	110	155 160	40	227 232	22	44	24	166 176	27 28	180 190	5	51 53	70 74	
85 90	95 100	125 140	330	320	120	170 175	45	250 280				186 201	29 30	200 215		55 57	77 83	
100	110	150	390	460	130	190	50	300				226	32	240		60	90	

Bảng 2.107. Thân ô trục ghép có hai lỗ để kẹp chặt. Kích thước, mm

[illegible]

Tiếp bảng 2.107

D	D ₀	D ₁	d	d ₁ [*]	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆ , ren ống côn (TCVN 207-66)	L	L ₁	f	f _s	H	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	h	h ₁
190	225						11,1		ốc 1/4"	480	320	260	400	375	310						
200	235						14,3		ốc 3/8"						330	165	285		120	50	135
210	245	50	26	M16	60	32		M24													
215	250						14,3		ốc 3/8"	515	350	290	440	405	330	180	308		128	55	150
225	260																				

* Số lỗ d₁: 4 đối với D đến 85 mm, 6 đối với D trên 85 mm.
 Các bán kính lượn không chỉ dẫn lấy bằng 5 mm.

Tiếp bảng 2.107

D	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	h ₆	b	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	c ₁	c ₂	c ₃	R ₁	R ₂	Khối lượng, kg		
																	cả bộ	nắp	thân
47	44	20	13	18	38	60	54	44	20	30	36			9	10	55	4,1	1,5	2,4
52	43				46	65	56	46	25								4,0	1,4	2,3
62	48																5,7	2,1	3,5
72	46																5,3	1,9	3,1
80	49	23	14	19	51	70	60	50	30	32	40	15	60	10	11	70	6,4	2,2	3,9
85	48				63	80	70	60									6,1	2,1	3,7
90	55																9,5	3,5	5,7
100	53																8,7	3,1	5,3
110	66																14,3	5,0	8,6
120	62	33	16	21	68	90	80	70	35	35	46		85				13,7	4,7	8,3
125	61										46						13,1	4,4	8,0
130	88	38			88	115	90	80	40	35	46	20	95	12	12,5	115	26,9	9,2	16,8
140	85									40							25,5	8,5	16,1
150	91				98				45	42	56						38,4	12,9	23,9
160	89	43	20	25	108	120	100	90	50				115	15	16	130	36,6	12,0	23,0
170	97																41,5	14,0	25,5
180	94				118	135	110	100					110			140	39,5	13,0	24,5
190	104	48															57,9	20,8	34,0
200	102				126	140	115	105	60	48	60						55,5	19,6	32,8
210	113	53	22	27								25	120	18	19	175	70,2	26,6	40,8
215	112																68,8	25,9	40,1
225	110																66,0	24,5	38,7

Chương 3

KHỚP NỐI TRỤC

Khớp nối trục được phân thành hai loại chính: khớp nối trục cố định và khớp nối trục rời hợp.

1. KHỚP NỐI TRỤC CỐ ĐỊNH

Ở đây giới thiệu 12 khớp nối trục cố định thông dụng (bảng 3.1 + 3.15).

1.1. Khớp nối trục kiểu ống có chốt (bảng 3.1)

Khớp này được dùng để nối cứng hai trục đồng trục với nhau trong hệ thống truyền động trong đó không có tải trọng va đập và tần số quay là không hạn chế.

Bảng 3.1. Khớp nối trục kiểu ống có chốt. Kích thước, mm

Technical drawing of a shaft-hub connection with a pin. The drawing shows a side view with dimensions D, d, L, l, c, c₁, and a cross-section view showing the pin (chốt) with dimensions d₁ and l. Text labels include 'khí d đến 18 mm', 'khí d trên 18 mm', 'c x 45°', '2 lỗ chốt côn', and 'khoan doa cùng với trục'.

Sai lệch của các kích thước tự do theo cấp chính xác IT14. Cho phép chế tạo khớp nối có sai lệch đường kính trong của ống nối theo cấp chính xác IT9.

Nên ưu tiên chọn khớp nối có kích thước d theo dãy 1 trước dãy 2.

s (Sai lệch theo H7)		D	L	d ₁	l	c	c ₁	Chốt côn theo TCVN 2041-86	Momen xoắn cho phép M _x , kGm	Khối lượng, kg
Dãy 1	Dãy 2									
4	-	8	15	1,0	3	0,3	0,3	1x8	0,03	0,004
5	-	10	20	1,5	5	0,3	0,3	1,5x10	0,08	0,01
6	-	12	25	1,5	6	0,3	0,3	1,5x12	0,10	0,02
8	-	15	30	2,0	6	0,3	0,3	2x16	0,22	0,03
10	-	18	35	2,5	8	0,5	0,5	2,5x18	0,45	0,06
12	-	22	40	3,0	8	0,5	0,5	3x25	0,75	0,09
-	14	25	45	4,0	10	0,5	0,5	4x25	1,60	0,13
16	-	28	45	5,0	10	0,5	0,5	5x30	2,80	0,16
-	18	32	55	5,0	12	0,5	0,5	5x36	3,20	0,25
20	-	35	60	6,0	15	1,0	1,0	6x36	5,00	0,31
-	22	35	65	6,0	15	1,0	1,0	6x36	5,60	0,35
25	-	40	75	8,0	20	1,0	1,0	8x40	11,20	0,47

Tiếp bảng 3.1

s (Sai lệch theo H7)		D	L	d _i	l	c	c ₁	Chốt côn theo TCVN 2041-86	Momen xoắn cho phép M _x , kGm	Khối lượng, kg
Dây 1	Dây 2									
-	28	45	80	8,0	20	1,0	1,0	8x45	12,70	0,63
30	-	45	90	8,0	20	1,0	1,0	8x45	13,20	0,65
-	35	50	105	10,0	25	1,2	1,0	10x50	25,00	0,84
40	-	60	120	10,0	25	1,2	1,0	10x60	28,00	1,52
-	45	70	140	12,0	35	1,2	1,0	12x70	53,00	2,58
50	-	80	150	12,0	35	1,2	1,0	12x80	60,00	3,71
-	55	90	160	12,0	35	1,8	1,0	12x90	63,00	5,15
60	-	100	180	16,0	45	1,8	2,0	16x100	106,00	7,50
-	70	110	200	16,0	45	1,8	2,0	16x110	125,00	9,15
80	-	120	220	20,0	50	1,8	2,0	20x120	224,00	11,3
-	90	130	240	20,0	50	1,8	2,0	20x140	250,00	13,6
100	-	140	280	25,0	60	1,8	2,0	25x140	400,00	17,6

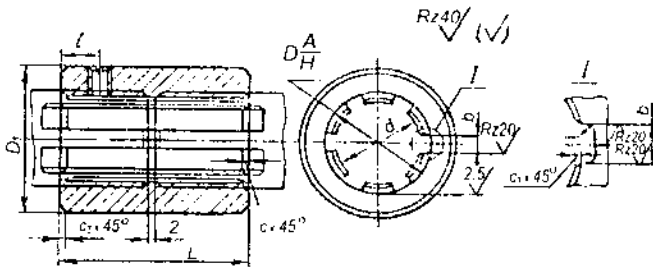
Vật liệu ống nối và chốt - thép C45.

Tuỳ theo điều kiện làm việc, bề mặt ngoài của ống nối có thể được oxy hoá hoặc phủ lớp chống gỉ.

1.2. Khớp nối trục kiểu ống có then hoa (bảng 3.2)

Khớp này được dùng để nối cứng hai trục đồng trục với nhau trong hệ thống truyền động để truyền momen xoắn lớn, tải trọng không có va đập và tần số quay là không hạn chế.

Bảng 3.2. Khớp nối trục kiểu ống có then hoa. Kích thước, mm

 Các ký hiệu: z - số răng d - đường kính trong của then hoa với sai lệch H12 D - đường kính ngoài của then hoa với sai lệch H7										
zxdxD	b	D ₁	L	l	r	c	c ₁	c ₂	Momen xoắn cho phép M _x , kGm	Khối lượng, kg
6x21x25	5 ^{+0.040} _{-0.017}	35	45	10	0,2	1,0	1	0,3	15	0,19
6x23x28	6 ^{+0.040} _{-0.017}	40	50	12	0,2	1,0	1	0,3	25	0,20
6x26x32	6 ^{+0.040} _{-0.017}	45	55	12	0,3	1,2	1	0,4	36	0,41
6x28x34	7 ^{+0.040} _{-0.017}	45	60	12	0,3	1,2	1	0,4	42	0,45
8x32x38	6 ^{+0.040} _{-0.017}	50	70	15	0,3	1,2	1	0,4	65	0,50
8x36x42	7 ^{+0.050} _{-0.022}	55	80	15	0,3	1,2	1	0,4	90	0,74
8x42x48	8 ^{+0.050} _{-0.022}	60	90	20	0,3	1,2	1	0,4	125	0,88
8x46x54	9 ^{+0.050} _{-0.022}	70	100	20	0,5	1,8	1	0,5	200	1,48
8x52x60	10 ^{+0.060} _{-0.030}	80	110	25	0,5	1,8	2	0,5	250	2,22

Tiếp bảng 3.3

d (Sai lệch theo H7)		D	L	l	b (Sai lệch theo Js9)	t	r	c	c ₁	Momen xoắn cho phép M _x , kGm	Khối lượng, kg
Dây 1	Dây 2										
-	55	90	100	35	16	60,1 ^{+0,10}	0,5	1,8	1,0	106,0	5,07
60	-	100	180	45	18	65,1 ^{+0,10}	0,5	1,8	2,0	150,0	7,21
-	70	110	200	45	20	76,1 ^{+0,20}	0,5	1,8	2,0	224,0	9,0
80	-	120	220	50	24	87,2 ^{+0,20}	0,5	1,8	2,0	315,0	11,1
-	90	130	240	50	24	97,2 ^{+0,20}	0,5	1,8	2,0	400,0	13,3
100	-	140	280	60	28	108,2 ^{+0,20}	0,8	1,8	2,0	560,0	16,7
Dạng II											
10	-	18	35	8	3	11,1 ^{+0,12}	0,2	0,5	0,5	0,8	0,05
12	-	22	40	8	4	13,6 ^{+0,12}	0,2	0,5	0,5	2,0	0,09
-	14	25	45	10	4	15,6 ^{+0,12}	0,2	0,5	0,5	2,8	0,13
16	-	28	45	10	5	13,1 ^{+0,12}	0,2	0,5	0,5	4,0	0,16
-	18	32	55	12	5	20,1 ^{+0,12}	0,2	0,5	0,5	5,6	0,25
20	-	35	60	15	6	22,6 ^{+0,12}	0,3	1,0	1,0	9,0	0,3
-	22	35	65	15	6	24,6 ^{+0,12}	0,3	1,0	1,0	11,0	0,3
25	-	40	75	20	8	28,1 ^{+0,16}	0,3	1,0	1,0	16,0	0,47
-	28	45	80	20	8	31,1 ^{+0,16}	0,3	1,0	1,0	22,0	0,63
30	-	45	90	20	8	33,1 ^{+0,16}	0,3	1,0	1,0	28,0	0,65
-	33	50	105	25	10	38,6 ^{+0,16}	0,3	1,2	1,0	45,0	0,86

Vật liệu ống then và vít - thép C45.

Then bằng theo TCVN 2261-77, then bán nguyệt - TCVN 4217-86.

Bề mặt ngoài của ống then, tùy theo điều kiện làm việc của khớp nối, có thể được nhuộm đen hoặc phủ lớp chống gỉ.

Sai lệch của các kích thước tự do - theo IT14. Cho phép chế tạo khớp nối trục có đường kính trong của ống then theo cấp chính xác IT9.

Ren hệ mét theo TCVN 2248-77; miễn dung sai ren 7H theo TCVN 1917-95. Không cho phép có bavaria trên lỗ lắp với đầu trục.

Độ lệch của đường tâm rãnh then so với đường tâm của lỗ phải nằm trong giới hạn dung sai chiều rộng rãnh then.

Độ dịch chuyển cho phép của đường tâm rãnh then so với đường tâm lỗ, mm:

Độ dịch chuyển cho phép	0,1	0,2	0,3	0,4
Chiều rộng rãnh then	3 ÷ 6	8 ÷ 10	12 ÷ 18	20 ÷ 28

Khi lựa chọn khớp nối trục, nên ưu tiên sử dụng dãy kích thước 1 của d.

1.4. Khớp nối trục bích (TCVN 3888-84) (bảng 3.4)

Khớp này được dùng để nối cứng hai trục đồng trục với nhau khi truyền momen xoắn không có tải trọng động; đối với khớp nối trục thép - từ 1,6 đến 4000 kGm và tốc độ vòng trên đường kính ngoài của khớp nối đến 70 m/s; đối với khớp nối trục gang - từ 0,8 đến 2000 kGm và tốc độ vòng đến 30 m/s.

Bảng 3.4. Khớp nối trục bích. Kích thước, mm

Các nửa khớp nối trục bích được chế tạo theo 2 dạng:
 + Dạng 1 được dùng cho các đầu trục trụ.
 + Dạng 2 được dùng cho các đầu trục côn.

Momen xoắn danh nghĩa đối với khớp nối trục thép $M_k, \text{Nm (kGm)}^{*1}$	d^{*2} (Sai lệch theo H7)	D max	L, min		L, max	
			Dạng			
			1	2	1	2
16 (1,6)	12; 14	80	-	25	-	53
	16; 18		-	28	-	60
31,5 (3,15)	16; 18; 19	90	-	28	-	60
	20; 22		-	36	-	76
63 (6,3)	20; 22; 24	100	-	36	-	76
	25; 28		-	42	-	83
125 (12,5)	25; 28	110	-	42	-	83
	30; 32; 35		80	58	170	120
250 (25)	32; 35; 38	140	80	58	170	120
	40; 42; 45		110	82	230	170
400 (40)	35; 38	150	80	58	170	120
	40; 42; 45; 48; 50		110	82	230	170
630 (63)	45; 48; 50; 55; 56	170	110	82	230	170
	60		140	105	290	220
1000 (100)	50; 55; 56	180	110	82	230	170
	60; 63		140	105	290	220
1600 (160)	55; 56	190	110	82	230	170
	60; 63; 65; 70; 71; 75; 80		140	105	290	220
2500 (250)	70; 71; 75	220	140	105	290	220
	80; 85; 90; 95		170	130	350	270
	100		210	165	430	340
4000 (400)	80; 85; 90; 95	240	170	130	350	270
	100; 110		210	165	430	340
6300 (630)	95	280	170	130	350	270
	100; 110; 120; 125		210	165	430	340
	130		250	200	510	410
10000 (1000)	110; 120; 125	320	210	165	430	340
	130; 140; 150		250	200	510	410
16000 (1600)	120; 125	360	210	165	430	340
	130; 140; 150		250	200	510	410
25000 (2500)	140; 150	400	250	200	510	410

*1- Các giá trị của momen xoắn danh nghĩa M_k được cho đối với khớp nối trục bằng thép C40 hoặc C35 đúc, đối với khớp nối trục được chế tạo bằng gang có cơ tính tương đương GX21-10 thì giá trị M_k chỉ bằng một nửa giá trị cho trong bảng. Khi sử dụng vật liệu có cơ tính cao hơn, cho phép tăng giá trị M_k đến giới hạn được xác định bằng tính toán.

*2- $d = 2; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 40; 45; 50; 55; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140$ mm là các giá trị ưu tiên.

Các giá trị của momen xoắn danh nghĩa được qui định cho các khớp nối trục có tải trọng tác dụng không thay đổi về trị số và hướng. Nếu tải trọng tác dụng là thay đổi và có thể đạt được theo chu kỳ tới trị số tăng gấp đôi thì giá trị của momen xoắn danh nghĩa cần phải giảm đi 1,4 lần. Khi quay đảo chiều và tải trọng thay đổi, giá trị của momen xoắn danh nghĩa cần phải giảm đi 1,96 lần.

Then bằng dùng trong khớp nối trục và kích thước mặt cắt rãnh then theo TCVN 2261-77.

Cho phép phối hợp giữa hai nửa khớp nối có dạng khác nhau trong cùng một khớp nối trục với các đường kính lỗ lắp ghép khác nhau nhưng nằm trong các giới hạn của một momen xoắn danh nghĩa (đảm bảo sự tương hợp về khả năng tải của hai nửa khớp nối).

1.5. Khớp nối trục đàn hồi kiểu bích - chốt (bảng 3.5)

Khớp nối trục đàn hồi kiểu bích - chốt thông dụng được dùng để nối hai trục đồng trục với nhau khi truyền momen xoắn từ 0,63 đến 1600 kGm và để giảm ảnh hưởng của tải trọng động.

Khớp nối trục có hai kiểu: kiểu I - có lỗ trụ để lắp với đầu trục hình trụ; kiểu II - có lỗ côn để lắp với đầu trục hình côn. Mỗi kiểu lại có hai dạng: dạng 1 - dùng cho đầu trục dài; dạng 2 - dùng cho đầu trục ngắn.

Bảng 3.5. Khớp nối trục đàn hồi kiểu bích - chốt. Kích thước, mm.

Kiểu I

Kiểu II

Momen xoắn danh nghĩa, M_x Nm (kGm)	d^* (Sai lệch H7)	d^* (Sai lệch H9)	D max	L, max				I (Sai lệch h14)				Tần số quay vg/ph max	Độ dịch chuyển trục: max					
	Dãy 1			Kiểu														
				I		II		I		II								
				Dạng														
				1	2	1	2	1	2	1	2		hướng tâm	góc				
6,3 (0,63)	9		71	43	-	43	-	20	-	13	-	8800	0,2	1°30'				
	10			49	43	49	-	23	20	16	-							
	11																	
16 (1,60)	12		75	63	53	63	-	30	25	20	-	7600						
	14																	
	16			83	59	83	59	40	28	30	18							
31,5 (3,15)	16		90	84	60	84	60	40	28	30	18	6350						
	18																	
63 (6,30)	20		100									5700						
	22			104	76	104	76	50	36	38	24							

Tiếp bảng 3.5

Momen xoắn danh nghĩa, M _x Nm (kGm)	d* (Sai lệch H7)	d*, (Sai lệch H9)	D max	L. max				I (Sai lệch h14)				Tần số quay vg/ph max	Độ dịch chuyển trục: max	
	Dãy 1	Kiểu								hướng tâm	góc			
		I		II		I		II						
		Dạng												
		1		2	1	2	1	2	1				2	
125 (12.5)	25	120	125	89	125	89	60	42	44	26	4600	0,3	1°30'	
	28		165	121	165	121	80	58	60	38				
	30		165	121	165	121	80	58	60	38				
250 (25)	32; 35; 36; 38 40; 42; 45	140	165 225	121 169	165 225	121 169	80 110	58 82	60 85	38 56	3800 3600	0,3 0,4	1°00'	
	500 (50) 710 (71)		40; 42; 45 45; 48; 50; 55; 56	170 190	225 226	169 170	225 226	169 170	110 110	82 82	85 85			56 56
1000 (100)	50; 55; 56 63; 65; 70	220	226 286	170 216	226 286	170 216	110 140	82 105	85 107	56 72	2850	0,4		
	2000 (200)		63; 65; 70; 71; 75 80; 85; 90	250	288 348	218 268	288 348	218 268	140 170	105 130	107 135			
4000 (400)	80; 85; 90; 95	320	350	270	350	270	170	130	135	95	1800	0,5	0°30'	
8000 (800)	100; 110; 120; 125	400	432	342	432	342	210	165	170	125	1450	0,5		
16000 (1600)	130; 140; 150	500	515	415	515	415	250	200	205	155	1150	0,6		
16000 (1600)	160	500	615	495	615	495	300	240	245	185	1150	0,6		
* d và d ₁ = 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160 mm là các giá trị ưu tiên. Cho phép thay bạc đàn hồi bằng các vòng đàn hồi.														

Cho phép đường kính d có sai lệch giới hạn theo H8.

Các nửa khớp nối được chế tạo bằng gang có cơ tính không thấp hơn mức gang GX21-40.

Vật liệu của chốt - thép cacbon có cơ tính không thấp hơn mức thép C45.

Then bằng dùng trong khớp nối và kích thước mặt cắt rãnh then theo TCVN 2261-77.

Cho phép dùng các dạng mối ghép khác giữa các nửa khớp nối với trục.

Cho phép phối hợp giữa hai nửa khớp nối có kiểu và dạng khác nhau trong cùng một khớp nối trục với các đường kính lỗ lắp ghép khác nhau nhưng nằm trong các giới hạn của một momen xoắn danh nghĩa (đảm bảo sự tương hợp về khả năng tỉ của hai nửa khớp nối).

1.6. Khớp nối trục đàn hồi có đĩa hình sao (TCVN 3205-79) (bảng 3.6A; 3.6B và 3.6C).

Khớp nối trục đàn hồi có đĩa hình sao được dùng để nối hai trục trụ tròn đồng trục với nhau khi truyền momen xoắn từ 2,5 đến 400 Nm (0,25 đến 40 kGm) và để giảm ảnh hưởng của tải trọng động.

khớp nối trục có hai dạng: dạng 1 - dùng cho đầu trục dài; dạng 2 - dùng cho đầu trục ngắn.

Bảng 3.6A. Khớp nối trục đàn hồi có đĩa hình sao. Kích thước, mm

Đối với khớp nối trục có
 $M_x = 2,5 \div 6,3$ Nm

Đối với khớp nối trục có
 $M_x = 16 \div 400$ Nm

1- Nửa khớp nối; 2- Đĩa hình sao

* Kích thước tham khảo.

Momen xoắn danh nghĩa, M_x Nm (kGm)	d	D	L		I		c (Sai lệch Js17)	Tần số quay, vòng/phút max	Độ dịch chuyển trục, max		Momen bánh đà, kG.m ²		Khối lượng, kg			
			Dạng						Hướng tâm		Góc		Dạng			
			1	2	1	2							1	2	1	2
2,5 (0,25)	6 7	32	45,5	-	16	-	1,5	5500	0,1	1°30'	0,0002	-	0,17 0,15	-		
6,3 (0,63)	10 11	45	59,5	53,5	23	20		5000			0,0005	0,0004	0,25 0,23	0,23 0,21		
	12 14		73,5	63,5									0,27 0,31	0,25 0,27		
16,0 (1,60)	12 14	53	81,0	71,0				3750			0,0014	0,0012	0,59 0,57	0,57 0,55		
	16 18		101,0	77,0	40	28	0,65 0,63		0,59 0,55							
31,5 (3,15)	16 18	71	101,0	77,0	40	28	3000	0,0038	0,0030		1,00 0,98	0,72 0,68				
	20 22		121,0	93,0	50	36					1,14 1,10	0,86 0,82				

Tiếp bảng 3.6A

Momen xoắn danh nghĩa M_x , Nm (kGm)	d	D	L		I		c (Sai lệch Js17)	Tần số quay, vg/ph max	Độ dịch chuyển trục max		Momen bánh đà, kG.m ²		Khối lượng, kg	
			Dạng						Hướng tâm	Góc	Dạng			
			1	2	1	2					1	2	1	2
63,0 (6,30)	20 22	85	128,0	100,0	50	36	3,0	2250	0,2	1°30'	0,0121	0,0113	1,81 1,75	1,67 1,65
	25 28		148,0	112,0	60	42		2,00 1,90					1,61 1,51	
125 (12,50)	25 28	105	148,0	112,0	60	42		2000	0,3		0,0354	0,0332	3,32 3,18	3,06 2,84
	32 36		188,0	144,0	80	58							3,32 3,39 3,72	3,16 3,23 3,30
250,0 (25,00)	32 36	135	191,0	147,0				1500	0,4		1°00'	0,0565	0,0504	7,05 7,10 7,06
	40 45		251,0	195,0	110	82								7,60 8,49
400,0 (40,00)	38	166	196,0	152,0	80	58		1300	0,1515		0,1482	11,34	10,82	
	40 45		256,0	200,0	110	82						12,04 12,12	11,46 11,00	
Khi sử dụng đĩa hình sao được chế tạo bằng cao su có giới hạn bền đứt lớn hơn giá trị $1,0 \cdot 10^7$ N/m ² , cho phép tăng tần số quay của khớp nối trục lên $\sqrt{\frac{[\sigma_b]}{1,0 \cdot 10^7}}$ lần. [σ_b] - giới hạn bền đứt cho phép của cao su.														

Bảng 3.6B. Kết cấu và kích thước các nửa khớp nối trục. Kích thước, mm

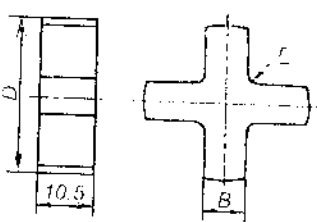
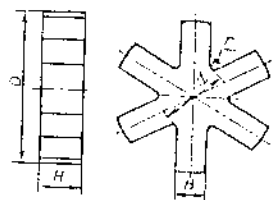
Nửa khớp nối trục có $M_k = 2,5 \div 6,3$ Nm																		Nửa khớp nối trục có $M_k = 1,6 \div 400$ Nm																	
Momen xoắn M_k , Nm (kgm)	d (Sai lệch H7)	d + t ₁		b	d ₁	D	t		l ₁	l ₂	l ₃	B ^{+0,1}	B ₁	r	Khối lượng, kg																				
		Dạng					Dạng								1	2																			
		1	2				1	2																											
2,5 (0,25)	6	7		2	20	32		16								0,08																			
	7	8							28							0,07																			
6,3 (0,63)	10	11,4		3	22		23	20	35	32				0,1	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11																
	11	12,8		4	22	45	23	20	35	32		5	20	0,1	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10																
	12	13,8		4	24		30	25	42	37				0,1	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12																
	14	16,3		5	26		30	25	42	37				0,2	0,15	0,15	0,13	0,13	0,13																
16 (1,6)	12	13,8		4	26		30	25	48	43				0,1	0,28	0,28	0,27	0,27	0,27																
	14	16,3		5	26	53	30	25	48	43	28	5	14	0,2	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26																
	16	18,3		5	28		40	28	58	46				0,2	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28																
	18	20,8		6	28		40	28	58	46				0,2	0,30	0,30	0,26	0,26	0,26																

Tiếp bảng 3.6B

Momen xoắn M _x , Nm (kGm)	d (Sai lệch H7)	d + l ₁		b	d ₁	D	l			l ₁		l ₂	l ₃	B ₁	r	Khối lượng, kg	
		Dạng					Dạng			Dạng						1	2
		1	2				1	2	1	2							
25 (2.5)	14	16,3	-	5	28	63	30	25	48	43	28	15	6	16	0.2	0.34	0.29
	16	18,3	-	5	28		40	28	58	46						0.38	0.31
	18	20,8	-	6	28		40	28	58	46						0.37	0.30
	20	22,8	-	6	30		50	36	68	54						0.42	0.33
31,5 (3,15)	16	18,3	-	5	30	71	40	28	58	46	40	22	7	21	0.2	0.48	0.34
	18	20,8	-	6	30		40	28	58	46						0.47	0.32
	20	22,8	-	6	34		50	36	68	54						0.55	0.41
	22	24,8	-	6	34		50	36	68	54						0.53	0.39
63 (6,3)	20	22,8	-	6	36	85	50	36	75	61	40	22	8	25	0.2	0.86	0.79
	22	24,8	-	6	36		50	36	75	61						0.83	0.78
	25	28,3	-	8	42		60	42	85	67						0.95	0.76
	28	31,3	-	8	42		60	42	85	67						0.90	0.71
125 (12,5)	25	28,3	-	8	45	105	60	42	85	67	40	22	8	25	0.2	1.59	1.46
	28	31,3	-	8	45		60	42	85	67						1.52	1.35
	32	35,3	35,8	10	48		80	58	105	83						1.59	1.51
	36	39,3	39,8	10	55		80	58	105	83						1.79	1.58
250 (25)	32	35,3	35,8	10	55	135	80	58	108	86	48	25	9	32	0.3	3.39	3.12
	36	39,3	39,8	10	60		80	58	108	86						3.40	3.15
	40	43,3	44,4	12	60		110	82	138	110						3.66	3.30
	45	48,8	49,9	14	70		110	82	138	110						4.11	3.82
400 (40)	38	41,3	41,8	10	63	166	80	58	113	91	56	30	10	38		5.43	5.17
	40	43,3	44,4	12	63		110	82	143	115						5.78	5.49
	45	48,8	49,9	14	70		110	82	143	115						5.82	5.26

Cho phép chế tạo các nửa khớp nối bằng dập nóng, không gia công eo các bề mặt không lắp ghép.

Bảng 3.6C. Kết cấu và kích thước đĩa hình sao. Kích thước, mm

 Đĩa cho khớp nối trục có $M_x = 2,5 : 6 \text{ Nm}$  Đĩa cho khớp nối trục có $M_x = 16 : 400 \text{ Nm}$						
Momen xoắn M_x , Nm (kGm)	D	d	B ^{+0,2}	H	r	Khối lượng, kg
2,5 (0,25)	30	-	8,5	-	1,25	0,009
6,3 (0,63)	42	-	10,5	-	1,6	0,012
16 (1,6)	60	30	12,5	15	1,6	0,032
25 (2,5)	60	30	12,5	15	1,6	0,040
31,5 (3,15)	67	30	12,5	15	1,6	0,043
63 (6,3)	80	36	14,5	22	2	0,090
125 (12,5)	100	45	16,5	22	2	0,135
250 (25)	130	56	18,5	25	3	0,264
400 (40)	160	67	20,5	30	3	0,485

Yêu cầu kỹ thuật

Vật liệu của các nửa khớp nối trục - thép C35. Cho phép chế tạo các nửa khớp nối trục bằng các vật liệu khác có cơ tính không thấp hơn thép C35.

Then bằng đồng trong khớp nối và kích thước mặt cắt rãnh then theo TCVN 2261-77. Dung sai độ đối xứng của rãnh then so với đường tâm của các nửa khớp nối phải ở trong giới hạn một nửa miền dung sai chiều rộng rãnh then.

Cho phép phối hợp giữa hai nửa khớp nối dạng 1 và dạng 2 trong cùng một khớp nối trục với các đường kính d khác nhau nhưng nằm trong các giới hạn của một momen xoắn danh nghĩa.

Khi các nửa khớp nối được lắp trên trục không có vai tỳ, cần cố định các nửa khớp nối trên trục bằng vít.

Độ đảo hướng tâm của mặt B so với đường tâm của lỗ d không được vượt quá 0,1 mm.

Theo yêu cầu của khách hàng, cho phép đường kính d có sai lệch theo H9.

Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai của các nửa khớp nối: lỗ - theo H14; trục - theo h14; các kích thước khác - theo Js15.

Đĩa hình sao được chế tạo bằng cao su phù hợp với các điều kiện làm việc của khớp nối, với các cơ lý tính sau:

Giới hạn bền đứt, kG/cm ² , không nhỏ hơn	100
Độ giãn dài tương đối khi đứt, %, không nhỏ hơn	300
Độ giãn dài còn dư, %, không lớn hơn	30
Độ cứng, So, trong giới hạn	50 ÷ 65.

1.7. Khớp nối trục đàn hồi có vỏ hình xoắn (bảng 3.7).

Khớp này được dùng để nối trục khi truyền momen xoắn 2 ÷ 4000kGt.m, giảm ảnh hưởng của tải trọng động và bù trừ cho độ dịch chuyển trục.

Bảng 3.7. Khớp nổi trục đàn hồi có vỏ hình xuyến (tôrit). Kích thước, mm

Kiểu 1

Kiểu 2

Khớp nối trục đàn hồi có vỏ hình xuyến gồm 2 nửa khớp nối. Các nửa khớp nối được chế tạo theo 2 kiểu: kiểu 1 - có lỗ trụ; kiểu 2 - có lỗ côn.

Mỗi kiểu khớp nối được chế tạo theo 2 dạng: dạng 1 - dùng cho đầu trục dài; dạng 2 - dùng cho đầu trục ngắn

Momen xoắn đánh nghĩa M_x , kGm (Nm)	d^*	d_1	D max	L. max		l. max						Tần số quay cho phép vg/ph	M_x cực đại khi quá tải ngắn hạn, kGm, min	Góc xoắn ứng với M_x đánh nghĩa, min	Độ dịch chuyển cho phép của nửa khớp nối									
				Kiểu		Dạng										Dọc trục	Hướng tâm	Góc						
				1		2		1		2														
				1	2	1	2	1	2	1	2													
2 (20)	14 16; 18; 19		100	125 150	125 130	105 125	105 125	32 42	28 30	22 32	22 20	- 20	6.3	5°30'		1.0	1.0	1°00'						
4 (40)	18; 19 20; 22; 24 25		125	160 180 200	140 150 160	140 150 160	140 150 160	42 52 63	30 38 44	32 40 46	20 26 28	3000	12.5	5°30'		1.0	1.0	1°00'						
8 (80)	22; 24 25; 28 30		160	200 220 260	180 200 220	170 190 230	170 190 230	52 63 82	38 44 60	40 46 63	26 28 40		25	5°30'		2.0	1.6	1°00'						
12.5 (125)	25; 28 30; 32; 35; 36		180	220 270	180 220	200 240	200 240	63 82	44 60	46 63	28 40	2500	40	5°30'				1°00'						

Tiếp bảng 3.7

Momen xoắn danh nghĩa, M_x , kGm (Nm)	d^*	d	D max	L, max						l, max						M_x cực đại khi quá tải ngắn hạn, kGm, min	Tần số quay cho phép vg/ph	Góc xoắn ứng với M_x danh nghĩa, min	Độ dịch chuyển cho phép của nửa khớp nối		
				Kiểu															Đọc trực	Hướng tâm	Góc
	1						2						1	2							
	Dạng																				
	1	2		1	2	1	2	1	2	1	2	1			2						
20 (200)		30; 32; 35; 36; 38 40	200	270 340	220 280	240 300	200 250	82 112	60 84	63 88	40 60			63		2500	5°30'	2.5	2.0	1°00'	
25 (250)		32; 35; 36; 38; 40 42; 45	220	280 340	230 290	250 320	210 250	82 112	60 84	63 88	40 60					2000	5°30'	3.0	2.5	1°30'	
31.5 (315)		35; 36; 38; 40 42; 45; 48	250	280 350	240 300	260 320	220 270	82 112	60 84	63 88	40 60										
50 (500)		42; 45; 48; 50; 55; 56	280	360	300	330	280	112	84	88	60										
80 (800)		48; 50; 55; 56; 60 63	320	370 440	310 370	340 380	290 320	112 143	84 108	88 110	60 75					1600	5°30'	3.6	3.0		
125 (1250)		55; 56 60; 63; 65; 70; 71; 75	300	380 460	320 390	360 450	310 360	112 143	84 108	88 110	60 75					1600	4°30'	4.0	3.6		
200 (2000)		63; 65; 70; 71; 75 80; 85; 90	400	460 530	390 450	450 500	360 420	143 172	108 132	110 135	75 96									1°30'	
315 (3150)		75 80; 85; 90; 95 100	450	480 550 630	410 470 545	450 530 600	360 450 500	143 172 214	108 132 168	110 135 170	75 96 126					1600	4°30'	4.5	4.0		
500 (5000)		90; 95 100; 110; 120 125	500	560 650 650	480 560 560	530 600 600	450 515 515	172 214 214	132 168 168	135 170 172	96 126 128					1250	4°30'	5.0	4.0		

Tiếp bảng 3.7

Momen xoắn danh nghĩa, M _x , kGm (Nm)	d*	d _i	D _{max}	L, max						l, max						M _x cực đại khi quá tải ngắn hạn, kGm, min	Tần số quay cho phép, v/ph	Góc xoắn ứng với M _x danh nghĩa, min	Độ dịch chuyển cho phép của nửa khớp nối		
				Kiểu						Đạng									Đọc trực	Hướng tâm	Góc
	1						2						1	2							
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2									
	800 (8000)	Sai lệch H7 100; 110; 120 125 130; 140		560	650	560	630	545	214	168	170	126	2000	1120	3°30'	5,6	5,0				
650					560	630	545	214	168	172	128										
750					630	710	600	254	204	208	158										
1250 (12500)	110; 120 125 130; 140; 150		630	690	600	650	560	214	168	170	126	2500	1000	3°30'	6,0	5,0		1°30'			
				690	600	650	560	214	168	172	128										
				775	670	730	630	254	204	208	158										
1600 (16000)	120 125 130; 140; 150		710	710	630	670	580	214	168	170	126	3150	900	3°30'	6,7	5,0					
				710	630	670	580	214	168	172	128										
				800	710	750	650	254	204	208	158										
2000 (20000)	140; 150		800	825	710	775	670	254	204	208	158	4000	800	2°30'	7,5	5,0					
*, d và d _i = 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 110; 125 là các giá trị ưu tiên.																					

Yêu cầu kỹ thuật

Vật liệu của các nửa khớp nối trục - gang xám GX21-40. Cho phép chế tạo các nửa khớp nối trục bằng các vật liệu khác có cơ tính không thấp hơn gang xám GX21-40. Đối với d ≤ 25 mm - thép C35.

Then bằng dùng trong khớp nối và kích thước mặt cắt rãnh then theo TCVN 2261-77. Dung sai độ đối xứng của rãnh then so với đường tâm của các nửa khớp nối phải ở trong giới hạn một nửa miễn dung sai chiều rộng rãnh then.

Cho phép phối hợp giữa hai nửa khớp nối thuộc các kiểu và dạng khác nhau trong cùng một khớp nối trục với các đường kính lỗ lắp ghép khác nhau nhưng nằm trong các giới hạn của một momen xoắn danh nghĩa.

Theo yêu cầu của khách hàng, cho phép đường kính d có sai lệch theo H9.

1.8. Khớp nối trục cam - đĩa (bảng 3.8)

Khớp nối trục cam - đĩa hoặc còn có tên khớp nối trục vấu - đĩa được dùng để nối chuyển động của hai trục đồng trục với nhau khi truyền momen xoắn từ 1,6 đến 1600 kGm với tần số quay cực đại đối với khớp nối trục có đường kính ngoài đến 300 mm là 250 vg/ph, còn khi đường kính lớn hơn 300 mm - 100 vg/ph, độ dịch chuyển góc của các đường tâm trục đến 30'. Khớp nối trục cam - đĩa không giảm được ảnh hưởng của tải trọng động.

Bảng 3.8. Khớp nối trục cam - đĩa. Kích thước, mm

Kiểu 1, các dạng 1 và 2

1; 2- các nửa khớp nối;
3- đĩa; 4- vỏ

Kiểu 2, các dạng 1 và 2

Các nửa khớp nối được chế tạo theo 2 kiểu: kiểu 1 - có lỗ trụ; kiểu 2 - có lỗ côn.

Mỗi kiểu nửa khớp nối được chế tạo theo 2 dạng: dạng 1 dùng cho đầu trục dài; dạng 2 dùng cho đầu trục ngắn.

Momen xoắn danh nghĩa M_n , Nm (kGm)	d	d ₁	d	d ₁	D max	L		l		l ₁		Độ dịch chuyển hướng tâm của trục nối, max		
	Sai lệch giới hạn					Kiểu								
	H7	H9	H7	H9		1; 2		1		2				
	Dây 1		Dây 2			Dạng								
	1	2	1	2		1	2	1	2	1	2			
16 (1,6)	16; 18		-		120	-	75	-	30	-	10	0,6		
31,5 (3,15)	16; 18		19		130	-	90	-	38	-	22			
63 (6,3)	20; 22		-		140	-	105	-	44	-	24	1,0		
125 (12,5)	25; 28		-		150	185	140	82	60	58	36			
250 (25)	32; 36		35; 38		190	245	190	112	84	82	54	1,6		
400 (40)	40; 45		42			185	140	82	60	58	36			
630 (63)	-		38		235	245	190	112	84	82	54	2,0		
1000 (100)	40; 45		42; 48			245	190	112	84	82	54			
	45; 50; 56		48; 52; 55		265	305	235	142	107	105	70	2,6		
	63		60			245	190	112	84	82	54			
	50; 56		52; 55		265	305	235	142	107	105	70			
	-		60			315	245	142	107	105	70			
	63; 71		65; 70											

Tiếp bảng 3.8

Momen xoắn đanh nghĩa M_x , Nm (kGm)	d	d ₁	d	d ₁	D max	L		f		I ₁		Độ dịch chuyển hướng tâm của trục nối max
	Sai lệch giới hạn					Kiểu						
	H7	H9	H7	H9		1; 2		1		2		
	Dạng											
	Dãy 1		Dãy 2			1	2	1	2	1	2	
1600 (160)	-		60		305	305	235	142	107	105	70	3.0
	63; 71		65; 70; 75			315	245					
	80		85			380	300	172	132	130	90	
2500 (250)	71		70; 75		320	315	245	142	107	105	70	3.6
	80; 90		85; 95			380	300	172	132	130	90	
	100		-			460	350	212	167	165	120	
4000 (400)	80; 90		85; 95		380	380	300	172	132	130	90	3.6
	100; 110		-			460	350					
6300 (630)	100; 110		120		435			212	167	165	120	
	125		-			470	360					
	140		130			555	455	252	202	200	150	
10000 (1000)	110		120		455	460	350	212	167	165	120	
	125		-			470	360					
	140		130			555	455	252	202	200	150	
16000 (1600)	-		120		455	460	350	212	167	165	120	
	125		-			470	360					
	140		150			555	455	252	202	200	150	

Yêu cầu kỹ thuật

Vật liệu của các nửa khớp nối trục - gang xám GX21-40. Cho phép chế tạo các nửa khớp nối trục bằng các vật liệu khác có cơ tính không thấp hơn GX21-40. Đối với $d \leq 25$ mm - thép C35.

Then bằng dùng cho khớp nối trục và kích thước mặt cắt rãnh then theo TCVN 2261-77. Dung sai độ đối xứng của rãnh then so với đường tâm của lỗ nửa khớp nối phải ở trong giới hạn một nửa miền dung sai chiều rộng rãnh then.

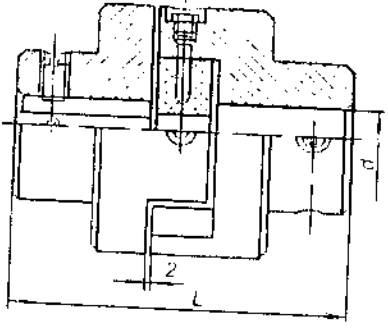
Cho phép phối hợp giữa hai nửa khớp nối thuộc các kiểu và dạng khác nhau trong cùng một khớp nối trục, với các đường kính lỗ lắp ghép khác nhau nhưng nằm trong giới hạn của một momen xoắn danh nghĩa, còn trong trường hợp có lý do xác đáng về kỹ thuật - các momen xoắn danh nghĩa khác nhau.

1.9. Khớp nối trục có chi tiết lăng trụ trung gian (bảng 3.9A và 3.9B)

Khớp nối trục có chi tiết lăng trụ trung gian được dùng để nối động cơ điện với cơ cấu máy và nối các trục của truyền động trong máy và thiết bị. Nên dùng khớp nối trục này khi không có tải trọng động lớn và khi ứng suất xoắn của các trục τ đến 250 kG/cm².

Độ dịch chuyển song song của các trục khi lắp với ly hợp được phép đạt tới 0,2 mm, còn khi làm việc là 0,01d + 0,25 mm, và độ dịch chuyển góc tới 40'.

Bảng 3.9A. Momen xoắn được truyền và momen bánh đà của khớp nối trục có chi tiết lăng trụ trung gian

	d, mm	L, mm	Momen xoắn, kGcm	Momen bánh đà, kG.cm ²
	25-28	124	800-1100	0.015
	30-32-35	149	1300-1600-2100	0.018
	40-45	184	3200-4500	0.14
	50-55	224	5000-6650	0.36
	60-65	254	8650-11000	0.97
	70-75	274	13 700-16 900	1.64
	80-85	304	20 400-24 500	3.5
	90-95	344	29 100-34 000	6.0

Bảng 3.9B. Các nửa khớp nối trục và chi tiết lăng trụ. Kích thước, mm

hình khớp nối trục và chi tiết lăng trụ. Kích thước, mm

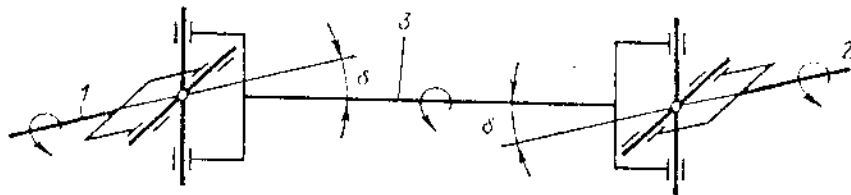
d (Sai lệch H7)	D ₀₁	B	D ₁	l	l ₁	l ₂	N	C ₁	C ₂	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	S	E	F
25-28	100	60	60	50	72	42	55	-	-	-	M8	M8	14	4	20	40	15
30-32-35	120	70	75	60	87	50	65	-	-	-	M10	M10	16	4	25	45	20
40-45	150	80	90	75	107	60	75	15	20	16	M12	M12	18	4	30	50	25
50-55	180	100	110	90	132	80	90	15	25	16	M12	M12	20	4	40	55	30
60-65	220	120	130	100	152	100	110	20	30	20	M16	M16	25	6	50	60	35
70-75	25	140	150	110	162	100	130	15	12	35	Ø ¼"	M16	30	6	50	70	40
80-85	290	160	170	120	182	120	150	15	12	35	Ø ¼"	M20	35	6	60	80	45
90-95	330	180	190	140	202	120	170	15	12	35	Ø ¼"	M20	40	6	60	90	50

Vật liệu - thép CT38 đối với nửa khớp nối trục có $d \leq 45$ mm. GX12-28 đối với nửa khớp nối trục có $d > 45$ mm; tectolit đối với chi tiết lăng trụ.
Sai lệch cho phép của B - H12 đối với nửa khớp nối trục ; h12 đối với chi tiết lăng trụ.

1.10. Khớp nối trục bản lề (TCVN 3206-79) (bảng 3.10A; 3.10B và 3.10C)

Khớp nối trục bản lề được dùng để nối hai trục chéo nhau một góc không lớn hơn 45°.

Khi trục chủ động quay đều, trục bị động sẽ quay không đều và chuyển động quay không đều này sẽ tăng lên cùng với việc tăng góc δ. Để bảo đảm chuyển động quay đồng bộ của trục chủ động với tốc độ góc không đổi có thể lắp liên tiếp nhau hai khớp nối trục bản lề như trên hình 3.1.



Hình 3.1. Khớp nối trục bản lề

Khi đó cần tuân thủ theo hai điều kiện:

- 1) Đường tâm của các trục 1, 2 phải tạo thành các góc như nhau với đường tâm của trục trung gian 3;
- 2) Cả hai chạc của trục trung gian 3 phải nằm trong một mặt phẳng.

Bảng 3.10A. Khớp nối trục bản lề. Các thông số và kích thước cơ bản.
Kích thước, mm

Kiểu A. Khớp nối trục đơn

1- chạc; 2- chạc chữ
thập; 3- thanh; 4- chốt;
5- bạc; 6- chốt côn;
7- chạc nối

Kiểu B. Khớp nối trục kép

Kích thước danh
nghĩa của khớp
d

D

D₁

L

Kiểu A

Kiểu B

L₂

L₃

A

Momen xoắn cho
phép, kGm

8

16

12

58

78

20

14

20

1,25

10

20

16

62

88

20

14

26

2,5

12

25

20

76

108

25

18

32

4

16

32

25

88

126

28

23

38

8

20

40

32

112

160

36

31

48

16

25

50

40

136

194

42

37

58

32

32

60

50

170

240

58

50

70

64

40

75

60

224

316

82

74

92

128

Bảng 3.10C. Chạc chữ thập, thanh, chốt, bạc. Kích thước, mm

Chạc chữ thập 2

Thanh 3

Kích thước chung

Chạc chữ thập 2

Thanh 3

Kích thước danh
nghĩa của khớp,
d

d_1 (Sai
lệch
H7)

d_2 (Sai
lệch
h11)

L
(Sai lệch
h11)

B
(Sai lệch
h7)

r

c

D

r

h

L

8

4

2

8

10

0,4

0,5

4,5

2,5

1,4

20

10

5

2

10

12

0,4

0,5

4,5

2,5

1,4

24

12

6

3

12

14

0,4

1

5,5

3

1,7

30

16

7

3

15

18

0,4

2

5,5

3

1,7

36

20

8

4

19

22

0,5

2,5

7,5

4

2,6

48

25

10

5

24

28

0,5

3

9

5

3

58

32

13

5

30

34

0,5

4

9

5

3

68

40

16

6

38

42

0,5

5

11

6

3,6

84

Chốt 4

Bạc 5

d_1 (Sai lệch k6)

d_2 - (Sai lệch H11)

d_1 - (Sai lệch k6)

Chốt 4

Bạc 5

d_3
(Sai lệch H12)

L

L_1

$m_{0,2}$

c

L + 0,1

2

17

4

2

0,5

7

2,5

21

5

3

0,5

9

3,5

26

6

4

0,5

11

3,5

33

7

5

0,5

14

4,5

42

8

6

1

18

5,5

52

10

7

1

22

6

62

13

9

1

26

7

77

16

10

1

34

Yêu cầu kỹ thuật cho khớp nối trục bản lề

Chạc 1 và chạc 7. Vật liệu - thép 20Cr; độ cứng $48 \div 52$ HRC. Thấm cacbon tới chiều sâu $0,8 \div 1,2$ mm. Lớp phủ - nhuộm đen. Dung sai độ đồng trục của lỗ d₁ không lớn hơn 0,02 mm. Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: $\pm \frac{1}{2}$ (h14 = H14).

Chạc 2. Vật liệu - thép 40Cr; độ cứng $48 \div 52$ HRC. Lớp phủ - nhuộm đen. Dung sai độ song song của các mặt phẳng A và D so với các mặt phẳng tương ứng C và B không lớn hơn 0,02 mm. Dung sai độ vuông góc của các mặt phẳng A và B với các đường tâm tương ứng không lớn hơn 0,05 mm.

Thanh 3. Vật liệu - thép C20. Lớp phủ - nhuộm đen. Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: bị bao theo h14, các kích thước khác $\pm \frac{1}{2}$ (h14 = H14).

Chốt 4 và bạc 5. Vật liệu - thép 40Cr; độ cứng $48 \div 52$ HRC. Lớp phủ - nhuộm đen.

1.11. Khớp nối trục xích một dây, bảng 3.11.

Khớp nối trục xích một dây được dùng để nối hai trục đồng trục với nhau khi momen xoắn từ 6,3 đến 800 kGm. Khớp nối có thể bù trừ cho dịch chuyển của các đường tâm trục nhưng không giảm được ảnh hưởng của tải trọng động. Không dùng khớp nối trục xích cho chuyển động quay có đảo chiều.

Các nửa khớp nối được chế tạo theo 4 kiểu: kiểu 1 - có lỗ trụ; kiểu 2 - có lỗ côn; kiểu 3 - có lỗ then hoa răng thân khai; kiểu 4 - có lỗ then hoa răng chữ nhật.

Các nửa khớp nối kiểu 1 và 2 được chế tạo theo 2 dạng: dạng 1 - dùng cho đầu trục dài; dạng 2 - dùng cho đầu trục ngắn.

Yêu cầu kỹ thuật

1. Momen xoắn danh nghĩa được cho đối với khớp nối trục được chế tạo từ thép C45 hoặc C45 đúc có độ cứng bề mặt làm việc $40 \div 45$ HRC.

Khi sử dụng vật liệu có cơ tính cao hơn, cho phép tăng momen xoắn tới giới hạn qui định theo tính toán.

2. Momen xoắn danh nghĩa được cho đối với khớp nối trục có tải trọng tác dụng không thay đổi về trị số và hướng. Nếu tải trọng thay đổi và có thể tăng theo chu kỳ lên gấp đôi thì momen xoắn danh nghĩa cần giảm đi 1,4 lần.

3. Then bằng dùng trong khớp nối và kích thước mặt cắt rãnh then theo TCVN 2261-77. Dung sai độ đối xứng của rãnh then so với đường tâm của các nửa khớp nối phải ở trong giới hạn một nửa miền dung sai chiều rộng rãnh then.

4. Kích thước và dung sai của then hoa răng chữ nhật theo TCVN 2324-78, của then hoa răng thân khai có góc pôfin 30° theo TCVN 4682-89.

5. Xích dùng trong khớp nối trục xích một dây là xích con lăn theo TCVN 1590-74, đĩa xích - theo TCVN 1785-76.

6. Khi momen xoắn danh nghĩa đến 100 kGm và tần số quay đến 600 vg/ph, cho phép:

- + Sử dụng khớp nối không có vỏ che;
- + Chế tạo kích thước d với sai lệch giới hạn theo H8.

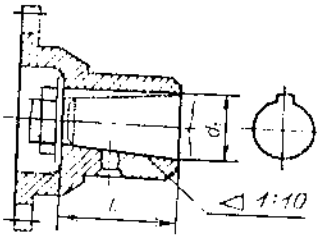
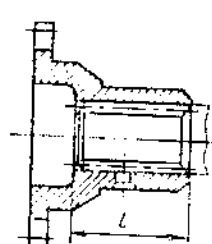
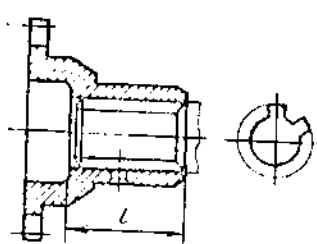
7. Cho phép phối hợp giữa hai nửa khớp nối có kiểu, dạng và đường kính lỗ lắp ghép khác nhau trong cùng một khớp nối nhưng nằm trong giới hạn của một momen xoắn danh nghĩa.

Bảng 3.11. Khớp nối trục xích một dây. Kích thước, mm

Kiểu 1, dạng 1, 2

Momen xoắn danh nghĩa M_n , kGm (Nm)	d^{*1} (Sai lệch H7)	d_1^{*1} (Sai lệch H8)	D max	L, max				l, max			
				Kiểu *2							
				1		2		1		2	
				Dạng				Dạng			
				1	2	1	2	1	2	1	2
6.3 (63)	20; 22; 24 25; 28		110	- -	102 122	108 128	80 92	- -	36 42	39 45	25 27
12,5 (125)	25; 28 30 32; 35; 36		125	- - 206	122 162 162	128 168 168	92 124 124	- - 80	42 58 58	45 61 61	27 39 39
25 (250)	32; 35; 36; 38 40; 42; 45		140	206 278	162 222	168 228	124 172	80 110	58 82	61 85	39 57
50 (500)	40; 42; 45; 48 50; 55; 56		200	278	222	228	172	110	82	85	57
100 (1000)	50; 55; 56 60; 63; 65; 70; 71		210	280 354	224 284	230 290	174 220	110 140	82 105	85 108	54 73
200 (2000)	63; 65; 70; 71; 75 80; 85; 90		280	354 424	284 344	290 352	220 272	140 170	105 130	108 134	73 130
400 (4000)	80; 85; 90; 95 100; 110		310	424 514	344 424	352 432	272 342	170 210	130 165	134 169	94 124
800 (8000)	100; 110; 120; 125 130; 140		350	514 604	424 504	432 512	342 408	210 250	165 200	169 204	124 154

Tiếp bảng 3.11

Kiểu 2, dạng 1, 2		Kiểu 3	Kiểu 4		
					
Momen xoắn đánh nghĩa M_x , kGm (Nm)	Độ dịch chuyển hướng tâm bù trừ của các đường tâm trục max, °3	Tần số quay, vg/ph max	Xích con lăn một dãy (theo TCVN 1590-74)	Số răng đĩa xích z	c
6,3 (63)	0,15	1600	CL1-19,05-3180	12	1,3
12,5 (125)	0,20	1400	CL1-25,4-5670	10	1,8
25 (250)	0,20	1200		12	
50 (500)	0,40	1000	CL1-31,75-8850	14	2,0
100 (1000)	0,40	800	CL1-38,1-12700	12	3,5
200 (2000)	0,60	700	CL1-50,8-22680	12	3,8
400 (4000)	0,60	700		12 14	3,8
800 (8000)	0,60	500		16	3,8

*1) d và d₁ = 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100; 110; 125; 140 là các giá trị ưu tiên.

*2) L và l của kiểu 3: 4 bằng L và l của kiểu 1 dạng 2.

*3) Độ dịch chuyển góc bù trừ của các đường tâm trục không lớn hơn 1°.

1.12. Khớp nối trục an toàn

Khớp nối trục an toàn là một dạng của khớp nối trục cố định dùng để hạn chế momen xoắn được truyền và bảo vệ an toàn cho cơ cấu khi quá tải cho phép. Chốt an toàn sẽ bị cắt đứt khi momen xoắn được truyền lớn hơn giá trị tính toán.

a) Khớp nối trực kiểu ống có chốt an toàn

Các kích thước của khớp nối trực kiểu ống có chốt an toàn (hình 3.2):

$$L = (3 + 5)d_0$$

$$D = (1,5 + 1,8)d_0$$

hoặc theo bảng 3.1.

Các số liệu ban đầu:

1. Momen xoắn danh nghĩa lớn nhất M_N được truyền bởi khớp nối, kGm.

2. Momen xoắn tính toán M_{xt} , kGm, để tránh cho khớp nối không bị ngắt một cách ngẫu nhiên, lấy

$$M_{xt} = 1,25 M_N.$$

3. Khoảng cách từ đường tâm trục tới bề mặt bị cắt của chốt τ , cm.

4. Vật liệu của chốt an toàn: thép cacbon trung bình.

5. Giới hạn bền kéo đứt của vật liệu chốt an toàn σ_B , kG/cm².

Đường kính chốt an toàn được xác định theo công thức:

$$d = \sqrt{\frac{4M_{xt}}{\pi r \tau_c}}, \text{ cm}$$

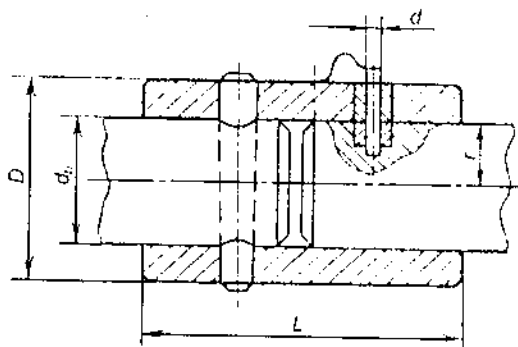
trong đó, τ_c - giới hạn bền tính toán khi cắt của chốt, kG/cm²

$$\tau_c = K \sigma_B$$

Hệ số tỷ lệ K giữa giới hạn bền cắt và giới hạn bền đứt được chọn theo bảng 3.12.

Momen xoắn giới hạn, kGcm, tại đó chốt bị cắt được xác định theo công thức:

$$M_N = \frac{\pi d^2 r \tau_c}{4}$$



Hình 3.2. Khớp nối trực kiểu ống có chốt an toàn

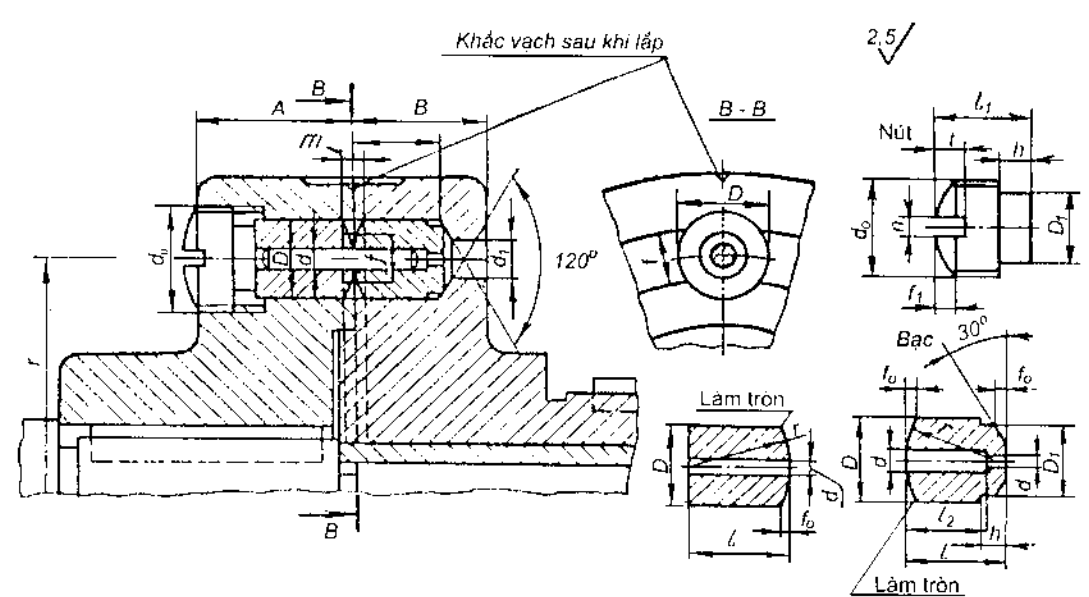
Bảng 3.12. Hệ số tỷ lệ K

Đường kính chốt d, mm	Vật liệu chốt		Chốt có rãnh chữ V
	Độ dẻo trung bình ($\epsilon = 12 + 17\%$)	Dẻo ($\epsilon = 20 + 22\%$)	
2 - 3	0,8 - 0,78	0,81 - 0,80	0,8 - 0,9
4 - 5	0,72 - 0,68	0,76 - 0,75	0,8 - 0,9
Giá trị K được cho đối với khớp nối có chốt bố trí dọc. Đối với khớp nối có chốt bố trí hướng tâm, hệ số K tăng lên 5 + 10%.			

b) Khớp nối trục đĩa có chốt an toàn (bảng 3.13)

Khớp nối trục đĩa có chốt an toàn gồm hai nửa khớp nối kiểu mặt bích. Nửa khớp nối chủ động được lắp then trên trục và truyền momen xoắn cho nửa khớp nối bị động bằng chốt an toàn.

Bảng 3.13. Khớp nối trục đĩa có chốt an toàn. Kích thước, mm



Lực cắt nhỏ nhất P, kG	d (Sai lệch H7)	d ₀	d ₁	D (Sai lệch H7/ h6)	A	B	C	f	m	l _{0.1}	l ₁	l ₂	D ₁	d ₂	f ₀	f ₁	r	t = h	n
70 130	1,5 2	M16	5	10	22	16	11	8	1	12	11,5	10	8	1	1	1,5	5	3	1,5
290 530 825	3 4 5	M20	8	15	30	25	17	10	1,5	18	14	15	12	2 3 4	1,5	2	8	4	2
1200 2100 3300	6 8 10	M30	12	25	50	45	26	16	2	28	24,5	24	22	5 6 8	2	2,5	12	6	4

Vật liệu: bạc - thép 40Cr, độ cứng 48 HRC; nút - thép C30, độ cứng 35 HRC.

c) Khớp nối trục cam - lò xo

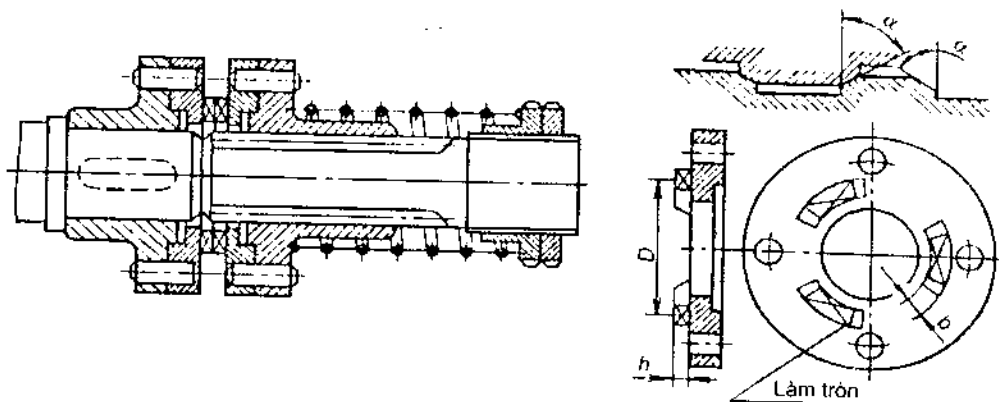
Khớp nối trục cam - lò xo là loại khớp nối trục an toàn có kết cấu được giới thiệu trên hình 3.3. Tính toán khớp nối trục cam - lò xo về độ bền tiếp xúc và độ bền uốn cũng tương tự như tính toán khớp nối trục cam ly hợp.

Momen xoắn cho phép theo sức bền tiếp xúc, kGcm, được tính toán theo công thức:

$$M_x = 0,5Dz b h p \quad (1)$$

trong đó:

- D- đường kính trung bình của cam, cm; thường chọn D trong giới hạn $1,25 \div 2,5$ đường kính trục;
- z- số cam (vấu);
- b- chiều rộng cam (vấu), cm;
- h- chiều cao của cam (vấu), cm;
- p- áp suất danh nghĩa, cho phép, kG/cm^2 , lấy bằng 300 kG/cm^2 .



Hình 3.3. Khớp nổi trục an toàn cam - lò xo

Momen xoắn cho phép theo uốn (được xác định cho các cam có cạnh phẳng khi $z > 11$).

$$M_{xu} = \frac{Dz^2[\sigma_u]l^2}{6h} \quad (2)$$

trong đó z^1 - số cam (vấu) tính toán, bằng $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ số cam chung;

$[\sigma_u]$ - ứng suất uốn cho phép, kG/cm^2 , được chọn theo giới hạn chảy với hệ số an toàn thấp hơn 1,5.

l - chiều dày ở đáy cam (vấu), cm, khi ăn khớp không có khe hở:

$$l = \frac{\pi D}{2z} + h \tan \alpha$$

trong đó α - góc nghiêng của mặt làm việc, thực tế được lấy không nhỏ hơn 65° .

Lực nén yêu cầu đối với lò xo P_{lx} , kG, để truyền momen xoắn được xác định:

$$P_{lx} = \frac{2M_{xt}}{D} \tan \alpha; \quad (3)$$

$$P_{lx} = \frac{2M_{xt}}{D} \left[\tan(\alpha - \rho_1) \frac{D}{d} f_2 \right] \quad (4)$$

trong đó M_{xt} - momen xoắn tính toán, kGm, $M_{xt} = 1,3M_x$ (M_x - momen xoắn danh nghĩa lớn nhất).

D - đường kính trung bình của cam, cm;

α - góc nghiêng của mặt làm việc, độ;

ρ_1 - góc ma sát giữa các cam (đối với thép $\rho_1 = 5 \div 6^\circ$);

f_2 - hệ số ma sát trong mỗi ghép then, then hoa (với thép $f_2 = 0,15 \div 0,16$);

d - đường kính trục, cm.

Công thức (3) không tính lực ma sát trong cam và mỗi ghép then tương ứng với khớp nổi làm việc ở chế độ quá tải lâu dài. Khi quá tải ngắn hạn - dùng công thức (4).

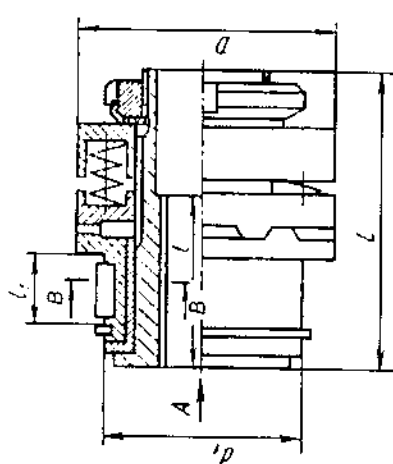
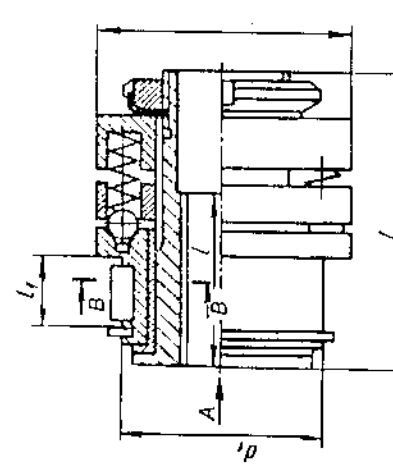
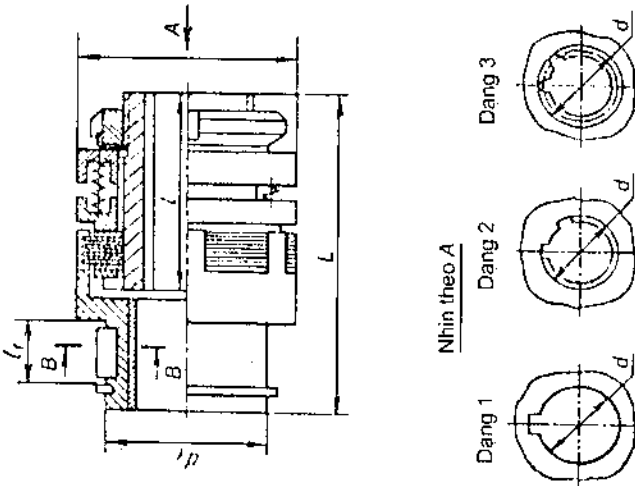
d) Khớp nổi trục cam, bi và ma sát an toàn (bảng 3.14)

Các khớp nổi trục thông dụng được dùng để đảm bảo an toàn cho truyền động khi truyền momen xoắn từ 0,4 đến 40 kGm ở vị trí bất kỳ trong không gian.

Tỷ số cho phép của các momen: $M_{\max}/M_{\text{đn}} = 1,2$ ($M_{\max}$ - momen lớn nhất; $M_{\text{đn}}$ - momen danh nghĩa).

Các khớp nổi trục được chế tạo theo 3 dạng: dạng 1 - có lỗ lắp ghép hình trụ, lắp then bằng; dạng 2 - có lỗ lắp ghép then hoa; dạng 3 - có lỗ lắp ghép then hoa răng thân khai.

Bảng 3.14. Các khớp nổi trục cam, bi và ma sát an toàn. Kích thước, mm

Khớp nổi trục cam an toàn TCVN 2168-77	Khớp nổi trục bi an toàn	Khớp nổi trục ma sát an toàn TCVN 2169-77
		

Tiếp bảng 3.14

Kích thước chung													Khớp nối trục cam và bi			Khớp nối trục cam			Khớp nối trục bi			Khớp nối trục ma sát				
Momen xoắn danh nghĩa M_x , kGm (Nm)	d (Sai lệch H7)		l (Sai lệch h14)		t_1	b (Sai lệch TCVN 2261-77)	h (Sai lệch h11)	t (Sai lệch H12)	Tần số quay cho phép, vg/ph	Khối lượng, kg, max		d_1 (Sai lệch K6)	D max	L max	d_1 (Sai lệch K6)	D max	L max	t (Sai lệch H12)	Tần số quay cho phép, vg/ph	D max	L max	Tần số quay cho phép, vg/ph	Khối lượng, kg, max			
										Cam	bi															
	Dạng		Dạng																							
	1	2	3	1						2 và 3																
0,40 (4)	8			20																			-			
	9	-	-	20	-	12	3	3	1,8	0,32	0,50	32	36	63		45	67	-	-	-	-	-				
	10			23																						
0,63 (6,3)	9			20																			0,64			
	10	-	-	23	-	14	4	4	2,5	0,50	0,67	38	48		42	48	75	1,5	3000	50	75					
	11			23																						
1,00 (10)	11	-	-	23	-																		0,68			
	12	-	12	30	25	16				0,86	0,96			75			80				80					
	14	14	13	30	25																					
1,60 (16)	12	-	12	30	25																		0,75			
	14	14	13	30	25	18	5	5	3,0	1000																
	16	16	15	40	48					0,90	1,10			80			90									

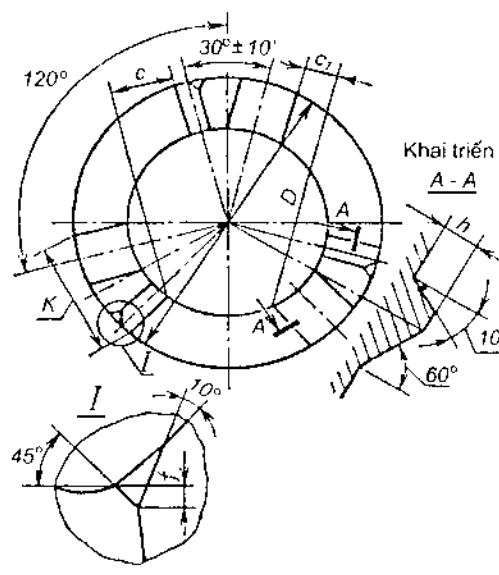
Tiếp bảng 3.14

Kích thước chung													Khớp nối trục cam và bi				Khớp nối trục cam			Khớp nối trục bi			Khớp nối trục ma sát															
Momen xoắn danh nghĩa M_x , kGm (Nm)	d (Sai lệch H7)		I (Sai lệch h14)		I_1	b (Sai lệch TCVN 2261-77)	h (Sai lệch h11)	t (Sai lệch H12)	Tần số quay cho phép, vg/ph	Khối lượng, kg max		d_1 (Sai lệch K6)	D max	L max	d_1 (Sai lệch K6)	D max	L max	d_1 (Sai lệch K6)	D max	L max	t (Sai lệch H12)	Tần số quay cho phép, vg/ph	Khối lượng, kg max															
										Dạng	Dạng													Cam	bi													
	1	2	3	1																						2 và 3												
	2,50 (25)	14	14	13	30	25	21	6,0	6,0	3,5	8000	1,60	2,0	85	71	56	65	71	100	45	60	90	2,5	1500	1,10													
4,00 (40)	16	16	15	40	28	1,80						2,26	105													120	95	120	120	80	120	55	85	120	125	5,0	1000	2,00
	18	-	17	40	28																																	
6,30 (63)	20	20	20	50	36	28	8,0	7,0	4	630	2,5	2,80	85	85	65	70	80	120	55	85	120	4,0	1000	2,00														
10,0 (100)	25	25	25	60	42	32	10	8,0	5,0	500	5,0	5,16	140	100	80	100	140	150	65	105	125	5,0	1000	3,60														
	28	28	28	60	42						30	80													58													
	-	-	30	80	58																																	

Tiếp bảng 3.14

Tiếp bảng 3.14																															
Kích thước chung														Khớp nối trục cam và bi				Khớp nối trục cam				Khớp nối trục bi				Khớp nối trục ma sát					
Momen xoắn danh nghĩa M _x , kGm (Nm)	d (Sai lệch H7)		l (Sai lệch h14)		l ₁	b (Sai lệch TCVN 2261-77)	h (Sai lệch h11)	t (Sai lệch H12)	Tần số quay cho phép, vg/ph	Khối lượng, kg max		d ₁ (Sai lệch K6)	D max	L max	d ₁ (Sai lệch K6)	D max	L max	d ₁ (Sai lệch K6)	D max	L max	t (Sai lệch H12)	Tần số quay cho phép, vg/ph	Tấn số quay cho phép, vg/ph	Khối lượng, kg max							
										Cam	bi																				
	Dạng		Dạng																												
	1	2	3	1	2 và 3																										
16,0 (160)	28	28	28	60	42																										
	-	-	30	80	58	10	8,0	5,0	500	7,5	7,0																				
	32	32	32	80	58	36																									
25,0 (250)	32	32	32	80	58																										
	36	-	35	80	58																										
	-	38	38	80	58	42	8,0	5,0	400	10	12,3	90	140	180	90	140	220	70	135	160	5,0	600	5,00								
	40	-	40	110	82																										
40 (400)	-	38	38	80	58																										
	40	-	40	110	82																										
	-	42	42	110	82	48	9	5,5	315	16	20,5	105	180	190	105	180	260	90	152	180	5,5	400	7,60								
	45	-	45	110	82																										

Bảng 3.15. Kích thước của khớp nối trục cam an toàn, mm

	D	h	c	c _r	K	f
	40	4	10,35	6,55	14,73	0,5
	45	4	11,22	7,44	16,03	0,5
	50	4	12,09	8,33	17,33	0,5
	55	4	13,39	9,06	18,63	0,5
	60	6	14,66	8,93	22,09	0,8
	70	6	16,83	11,17	24,70	0,8
	80	6	19,00	13,38	27,30	0,8
	90	6	21,17	15,59	29,90	0,8
	100	8	22,44	14,89	34,67	1,2
	110	8	24,62	17,11	37,36	1,2
	120	8	28,95	21,52	41,16	1,2
	140	10	32,38	23,05	47,23	1,5
	160	10	36,73	27,46	52,43	1,5

Mặt của cam được bố trí nghiêng góc 30° là mặt làm việc.

Chiều quay của trục là chiều phù hợp với vị trí của mặt cam.

Lực tác dụng trên cam:

Lực, kG	360	435	577	735	980	1130	1487
Đường kính khớp nối D, mm	40	45	50	55	60	70	80
Lực, kG	1894	2350	2856	3284	4594	6035	
Đường kính khớp nối D, mm	90	100	110	125	140	160	

Xác suất đóng khớp nối trục không có hành trình chạy không (tự do):

Xác suất đóng, %	70	67	64
Đường kính khớp nối D, mm	40 ÷ 60	70 ÷ 100	110 ÷ 160

2. KHỚP NỐI TRỤC TRỤC LY HỢP

Sau đây giới thiệu năm khớp nối trục ly hợp thông dụng.

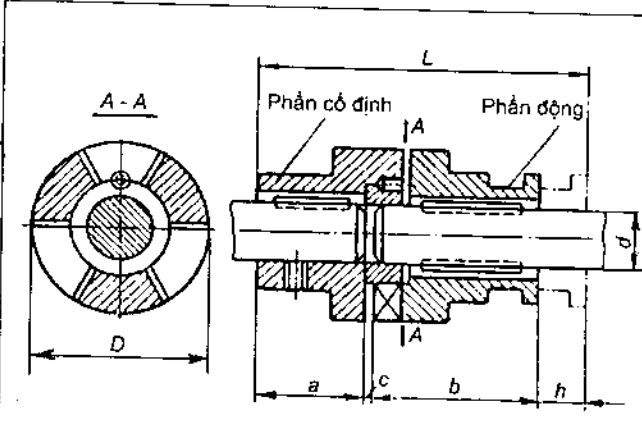
2.1. Khớp nối trục cam ly hợp (TCVN 2168-77) (bảng 3-16)

Khớp nối trục ly hợp hay còn gọi là khớp ly hợp cam (vấu) dùng để đóng và cắt (ngắt) chuyển động của các trục khi làm việc hoặc dừng.

Khớp nối trục ly hợp định vị được dùng trong các cơ cấu để điều chỉnh và cố định vị trí của các bộ phận.

Một trong hai nửa khớp nối là cố định được kẹp chặt trên trục chủ động, còn nửa kia của khớp nối dịch chuyển trên trục bị động bằng tay hoặc tự động và momen xoắn được truyền thông qua mối ghép then hoặc then hoa. Trong quá trình ăn khớp, giữa hai nửa khớp nối không có sự dịch chuyển tương đối với nhau, do đó khớp nối trục cam ly hợp được dùng trong các xích động học không cho phép có sự dao động về tỷ số truyền (xích động học trong các máy cắt ren, xích phân độ trong máy gia công bánh răng v.v...). Nhược điểm chính của khớp nối trục cam ly hợp là không thể đóng chuyển động ở hành trình nhanh; chênh lệch của các tốc độ vòng trên các cam (vấu) ăn khớp không được vượt quá $0,7 + 0,8$ m/s. Trên thực tế, đối với các khớp nối trục cam, độ chênh lệch của các số vòng quay giữa hai nửa khớp nối khi đóng chuyển động không được vượt quá $100 + 150$ vg/ph.

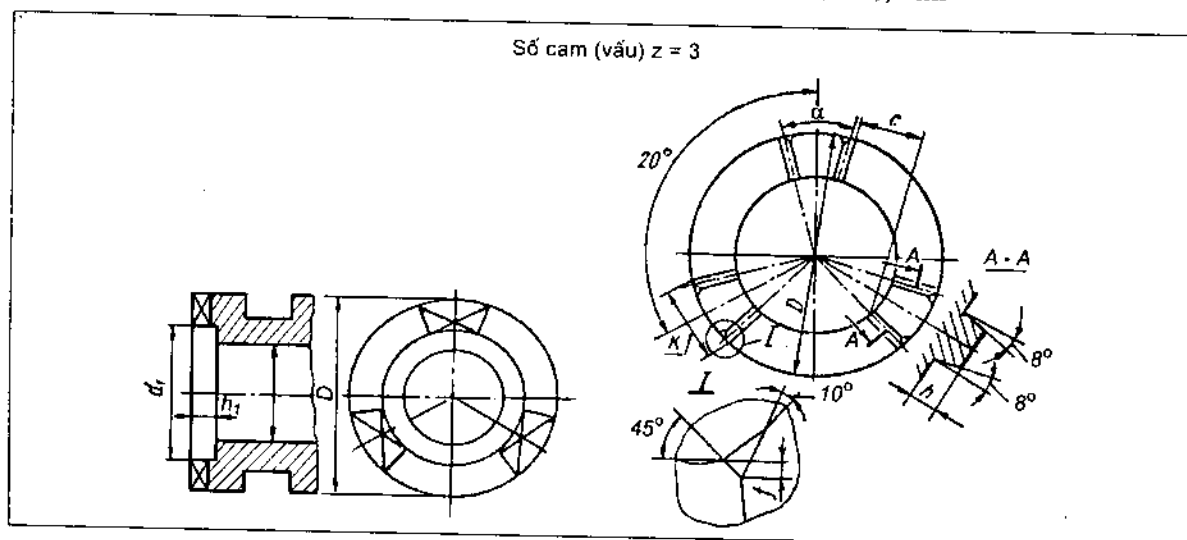
Bảng 3.16. Khớp nối trục cam ly hợp có bạc định tâm. Kích thước, mm

	d	D	L	a	b	c	h
	35-40	100	200	70	95	5	30
	55-60	150	275	90	139	6	40
	80	200	350	110	182	8	50
	100	250	435	140	225	10	60
	125	300	500	160	260	10	70

Thường mỗi nửa khớp nối có 3 cam (vấu).
Bạc định tâm được kẹp chặt trên nửa khớp nối chủ động.
Vật liệu của bạc định tâm: thép C35

Các chi tiết của khớp nối trục cam ly hợp được giới thiệu trong các bảng 3.17 đến 3.19 và các công thức tính toán đối với khớp nối trục cam ly hợp được giới thiệu trong bảng 3.20.

Bảng 3.17. Các kích thước cơ bản của cam (vấu), mm



Tiếp bảng 3.17

D	Momen xoắn, M_x , kGm	d (Sai lệch H7)	d_1	h_1	h	c	K	f	α , độ
40	650	20	28	6	4	11,83	15,82	0,5	45
45	850	22	30	6	4	12,71	17,73	0,5	45
50	1250	25	32	6	4	13,58	19,65	0,5	45
55	1750	28	35	6	4	14,89	21,56	0,5	45
60	2600	32	40	8	6	16,89	23,73	0,8	45
70	3400	35	45	8	6	19,08	22,43	0,8	36
80	5100	40	50	8	6	21,28	25,52	0,8	36
90	7300	45	55	8	6	23,43	28,61	0,8	36
100	10000	50	60	10	8	25,47	26,55	1,2	36
110	13300	55	65	10	8	27,65	28,86	1,2	30
125	17300	60	75	10	8	31,97	33,4	1,2	30
140	27500	70	85	12	10	36,17	37,59	1,5	30
160	41000	80	95	12	10	40,51	42,77	1,5	30

M_x được tính toán cho vành cam được chế tạo từ thép 20Cr có độ cứng 58 ÷ 62 HRC hoặc thép C45 có độ cứng 48 ÷ 52 HRC.

Chiều quay của trục - theo cả hai chiều.

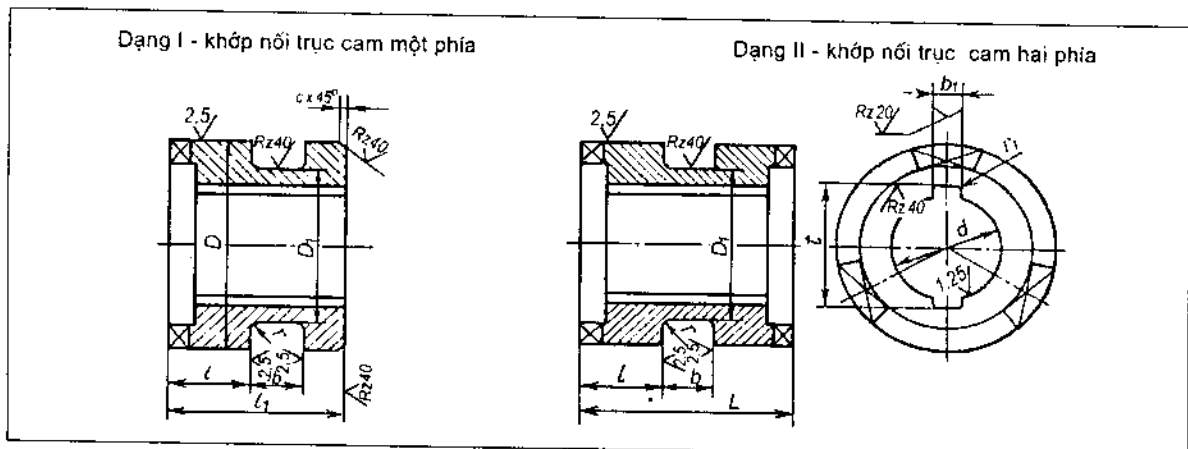
Chênh lệch về tốc độ góc cho phép đóng khớp nối trục cam ly hợp:

Chênh lệch tốc độ góc, vg/ph	Đến 450	300÷400	200÷250	250÷200
D, mm	40	40÷60	70÷100	110÷160

Xác suất đóng khớp nối không có hành trình chạy không (tự do):

Xác suất, %	27	42	52
D, mm	40÷60	70÷100	110÷160

Bảng 3.18. Phần động của khớp nối trục cam ly hợp. Kích thước, mm



Tiếp bảng 3.18

D	d (Sai lệch H7)	D ₁	L	L ₁	l	b (Sai lệch H11)	b ₁ (Sai lệch H8)	t	r max	r ₁	Khối lượng, kg
40	20	30	40	30	15	10	6	24,6 ^{+0,12}	0,5	0,3	0,5
45	22	35	40	30	15	10	6	26,6 ^{+0,12}	0,5	0,3	0,5
50	25	38	50	38	19	12	6	29,6 ^{+0,12}	0,8	0,3	0,5
55	28	43	50	38	19	12	8	33,2 ^{+0,12}	0,8	0,3	1,0
60	32	48	60	45	22	16	8	37,2 ^{+0,12}	1,0	0,3	1,0
70	35	54	70	50	27	16	8	40,2 ^{+0,12}	1,0	0,3	1,0
80	40	60	80	60	30	20	12	45,8 ^{+0,12}	1,2	0,3	1,0
90	45	70	90	70	35	20	12	50,8 ^{+0,12}	1,2	0,3	1,0
100	50	80	100	80	40	20	12	55,8 ^{+0,12}	1,2	0,3	1,0
110	55	90	110	90	45	20	16	62,2 ^{+0,16}	1,5	0,5	1,5
125	60	100	125	100	50	25	16	67,2 ^{+0,16}	1,5	0,5	1,5
140	70	115	135	110	55	25	16	77,2 ^{+0,16}	1,5	0,5	1,5
160	80	135	155	120	65	25	20	88,6 ^{+0,16}	1,5	0,5	1,5

Vật liệu - thép 20Cr, độ cứng của cam 58 : 62 HRC; thép C45, độ cứng của cam 48 : 52 HRC

Bảng 3.19. Con trượt để gạt khớp nối trục. Kích thước, mm

Kiểu A Kiểu B									
B (Sai lệch d11)	D (Sai lệch d11)	D ₁ max	H (Sai lệch b11)	d (Sai lệch E8)	d ₁ (Sai lệch H7)	l	l ₁	f	Chốt trụ theo TCVN 2042-77
10		14	5	5		18	8	0,5	5n7×12
12		16	6	6		22	10	0,5	6n7×16
16		20	8	8		28	12	1,0	8n7×18
20		26	10	10		36	14	1,0	10n7×22
25		32	12	13		45	16	1,5	13n7×25
32		40	16	16		56	22	1,5	16n7×36
40		50	20	20		70	24	2,0	20n7×40
50		60	25	25		85	30	2,0	25n7×50

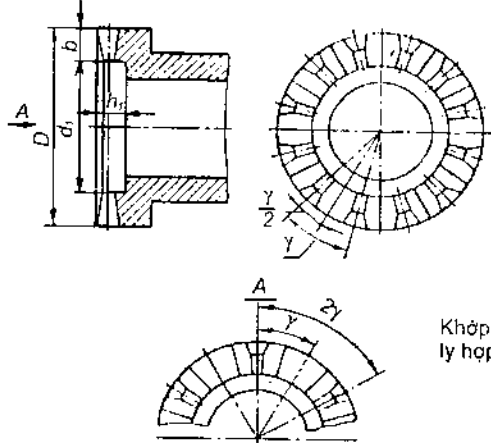
Vật liệu: + đối với kiểu A - gang GX21-40, tectolit, đồng bronze;
+ đối với kiểu B - thép 40Cr, độ cứng 48 HRC.

Bảng 3.20. Công thức tính toán đối với khớp nối trục cam ly hợp

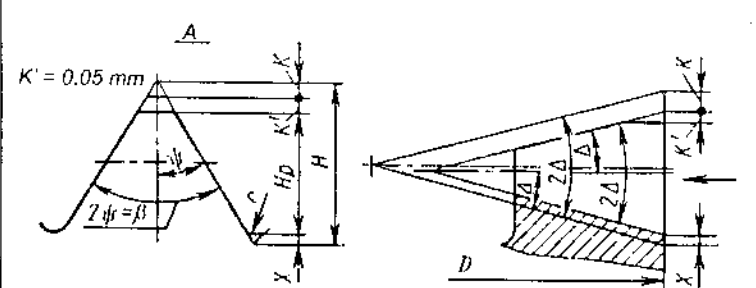
Thông số tính toán	Công thức tính toán	Ký hiệu chữ
Momen xoắn được truyền (được tính toán theo ứng suất tiếp xúc cho điều kiện làm việc lâu dài, tải trọng không thay đổi đáng kể)	$M_x = 0,8M_{xtr} = 0,8[\tau]W_o$ $[\tau] = 5 \text{ kG/mm}^2$ $W_o = 0,2d^3$ $M_{xmax} = 0,8d^3[\tau]$	M_{xmax} - momen xoắn lớn nhất được truyền bằng khớp nối trục, kGmm; M_{xtr} - momen xoắn được truyền bằng trục, kGmm; W_o - momen cản của trục, cm^3 ; d - đường kính trục, mm; n_o - độ chênh lệch lớn nhất của tốc độ góc, vg/ph; $D; d_1$ - đường kính ngoài và trong của cam, mm; φ_{ms} - góc ma sát của cam; δ - góc profin cam; f_{ms} - hệ số ma sát qui đổi trên then hoặc then hoa;
Độ chênh lệch lớn nhất của tốc độ góc tại đó cho phép đóng khớp nối trục để truyền chuyển động	$n_o = \frac{1000 \cdot 60}{\pi D_m} v_m$ $v_m = 0,8 \text{ m/s}$ $D_m = \frac{D + d_1}{2}$ $n_o = \frac{12 \cdot 10^4}{\pi(D + d_1)} 0,8$	α - góc tâm của cam $\left(\frac{2\pi}{z} \right)$; α_b - góc tâm ứng với chiều rộng đỉnh cam theo đường kính ngoài; f - chiều sâu cho phép nhỏ nhất vát đầu cam theo đáy khi đóng khớp nối, mm
Lực đóng nửa khớp nối vấu	$p = \frac{4M_{xmax}}{D + d_1} \left[\text{tg}(\delta + \varphi_{ms}) + \frac{f_{ms}(D - d_1)}{2d} \right]$	v_o - tốc độ dọc trục khi đóng khớp nối, m/s; P_1 - xác suất tĩnh khi đóng khớp nối ($n_o = 0$) P_d - xác suất động khi đóng khớp
Xác suất đóng khớp nối không có hành trình chạy không (tự do)	$P_1 = \frac{\alpha - \alpha_b}{\alpha} \frac{2f}{D}$ $P_d = P_1 - \frac{\pi n_o}{30 v_o} \frac{f}{\alpha}$	

2.2. Khớp nối trục có răng hình chữ V nhỏ (bảng 3.21 và 3.22)

Bảng 3.21. Thông số cơ bản của khớp nối. Kích thước thẳng, mm

	D	d ₁	$\frac{\gamma}{2}$	h ₁	M ^{**} , kGm
	40	28	6°	8	$\frac{34}{36}$
	50	32	5°	8	$\frac{81}{92}$
	60	40	4° 30'	8	$\frac{131}{156}$
	70	46	4° 06'	10	$\frac{216}{256}$
	80	50	3° 36'	10	$\frac{354}{400}$
	90	56	3° 36'	10	$\frac{510}{605}$
*1 Trong khớp nối ly hợp số răng nhỏ hơn so với khớp nối trục điều chỉnh và an toàn 2 lần vì sự nhả khớp của một nửa số răng đã làm cho kích thước đáy răng tăng lên. Số răng tính toán được nhân đôi khi xác định các thông số hình học của răng. ** M - momen được truyền cho phép lớn nhất; tử số - ứng với góc profin $\beta = 60^\circ$, xem hình và prôphin răng ở bảng 3.22; mẫu số ứng với $\beta = 90^\circ$. Momen xoắn được tính cho số răng tương ứng với khớp nối trục điều chỉnh và an toàn. Đối với khớp nối trục ly hợp $M_{li} = \frac{1}{2} M$.					

Bảng 3.22. Prôfin của răng khớp nối trục có răng hình chữ V nhỏ. Kích thước, mm



$K' = 0,05 \text{ mm}$

Z_{dc} - số răng của khớp nối điều chỉnh và an toàn.
 Z_{nh} - số răng của khớp nối ly hợp

D	z	ψ°	H_p	Δ	K	r	X
40	30	30	3,07	5°11'30"	0,3	0,2	0,2
		45	1,80	2°59'30"	0,2	0,1	0,041
50	36	30	3,22	4°19'	0,3	0,2	0,2
		45	1,89	2°28'30"	0,2	0,1	0,041
60	40	30	3,63	3°53'	0,3	0,2	0,2
		45	2,06	2°15'	0,2	0,1	0,041
70	44	30	3,77	3°32'	0,3	0,2	0,2
		45	2,21	2°02'30"	0,2	0,1	0,041
80	50	30	3,80	3°06'30"	0,3	0,2	0,2
		45	2,22	1°48'	0,2	0,1	0,041
90	50	30	4,34	3°06'30"	0,3	0,2	0,2
		45	2,53	1°48'	0,2	0,1	0,041

2.3. Khớp nối trục ma sát (TCVN 2169-77)

Khớp nối trục ma sát dùng để khởi động và dừng máy, đảo chiều chuyển động, thay đổi tốc độ, thay đổi hướng chuyển động (ví dụ như chạy dao dọc và chạy dao song song v.v...).

Khớp nối trục ma sát nhiều đĩa có dầu bôi trơn được dùng trong các bộ phận máy mà ở đó khó có khả năng cách ly khớp nối ly hợp khỏi dầu bôi trơn (hộp truyền động, v.v...). Vật liệu của các đĩa ma sát là thép đã tôi, có độ cứng bề mặt trên 60 HRC và tectolit. Trong trường hợp khớp nối trục ma sát có các đĩa ma sát bằng tectolit làm việc cùng với các đĩa thép thì sẽ không tạo ra bụi kim loại như khi ma sát giữa thép với thép. Các đĩa tectolit bị phá hủy ở nhiệt độ trên 110°C. Các đĩa bằng thép phải được mài.

Khớp nối trục ma sát nhiều đĩa khô (không làm việc trong dầu) được dùng trong các bộ phận máy mà ở đó dễ dàng cách ly khớp nối ly hợp với dầu bôi trơn. Vật liệu của các đĩa ma sát là thép (thép cacbon trung bình, có thể không cần nhiệt luyện) hoặc gang làm việc với các đĩa amian.

Tính toán kiểm tra khớp nối trục ma sát nhiều đĩa phi tiêu chuẩn (hình 3.4)

Các số liệu cho ban đầu:

M_x - momen xoắn được truyền, kGcm;

n - tần số quay của trục chủ
động khớp nối, vg/ph;

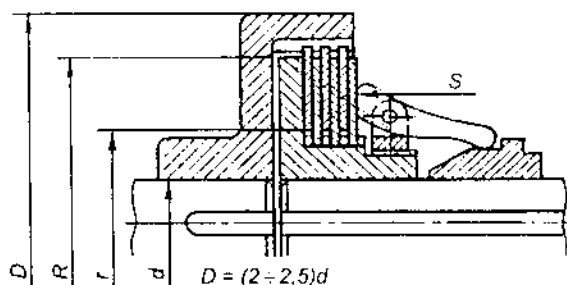
k - số lần đóng khớp nối ly
hợp trong 1 giờ;

i - số bề mặt ma sát;

β - hệ số an toàn ăn khớp
(thường $\beta=1,3 \div 1,5$);

R - bán kính ngoài của bề mặt
ma sát, cm;

r - bán kính trong của bề mặt
ma sát, cm.



Hình 3.4. Bộ phận khớp nối trục ma sát
nhiều đĩa phi tiêu chuẩn

Bán kính trung bình của bề mặt ma sát r_m , cm:

$$r_m = \frac{R+r}{2}$$

Tốc độ vòng trung bình, m/s:

$$v = \frac{\pi r_m n}{30 \cdot 100}$$

Momen xoắn cho phép, kGcm:

$$[M_x] = \frac{\pi(R^3 - r^3)r_m i p f(K, K_m(1 - K_n))}{\beta}$$

Lực nén cần thiết đối với các đĩa, kG:

$$F = \frac{[M_x] \beta}{r_m i f}$$

Áp lực riêng trên các bề mặt ma sát, kG/cm²:

$$p = \frac{F}{\pi(R^2 - r^2)} ; p < [p]$$

Khi tốc độ vòng trung bình $v > 2,5$ m/s, momen xoắn cho phép của các khớp nối ma sát có dầu và khô phải được nhân với hệ số tốc độ K_v :

Hệ số K_v	1	0,94	0,86	0,75	0,68	0,63
Tốc độ vòng v , m/s:	Đến 2,5	3	4	6	8	10

Khi phải đóng cắt thường xuyên (trên 50 ÷ 100 lần trong 1 giờ), momen xoắn cho phép của các khớp nối ma sát có dầu phải được nhân với hệ số điều chỉnh có tính đến số đĩa K_m như sau:

Số đĩa ngoài	Đến 3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hệ số K_m	1	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76

Đối với khớp nối ma sát khô $K_m = 1$.

Ngoài ra momen xoắn cho phép của khớp nối cần giảm đi 1% cứ sau 5 lần đóng khớp nối ly hợp bổ sung thêm; khi số lần đóng, cắt trên $50 \div 100$ lần trong 1 giờ, nghĩa là đưa vào công thức tính $[M_s]$ hệ số $(1 - K_n^I)$, ở đây $K_n^I = 0,01$ cho mỗi 5 lần đóng khớp nối ly hợp bổ sung thêm; khi số lần đóng, cắt trên $300 \div 350$ lần trong 1 giờ. Giá trị giới hạn của $K_n^I = 0,5$. Khi số lần đóng cắt lớn hơn, cần thực hiện tính toán nhiệt đối với khớp nối.

Hệ số ma sát f và áp lực riêng cho phép lớn nhất $[p]$ được giới thiệu trong bảng 3.23. Khi $v > 2,5$ m/s, giá trị $[p]$ của bảng cần nhân với hệ số K_v . Giá trị $[p]$ cũng giảm đi khi đưa vào các hệ số K_m và K_n^I .

Bảng 3.23. Hệ số ma sát f và áp lực riêng cho phép lớn nhất trên bề mặt ma sát

Vật liệu của các bề mặt ma sát	f	$[p]$, kG/cm ²
<i>Khớp nối ma sát có dầu</i>		
Thép, tôi - thép tôi	0,08	6-8
Gang - gang hoặc gang - thép tôi	0,08	6-8
Tectololit - thép	0,15	4-6
<i>Khớp nối ma sát khô</i>		
Amian ép hoặc ferôđô - thép hoặc gang	0,3	2-2,5
Gang - gang hoặc gang - thép tôi	0,15	2,5-3,0
Nên dùng các giá trị nhỏ hơn của $[p]$ khi số đĩa nhỏ, và các giá trị lớn của $[p]$ khi số đĩa lớn.		

2.4. Khớp nối trục ly hợp vượt

a) Phân loại và mô tả nguyên lý làm việc

Khớp nối trục ly hợp vượt còn có tên gọi khớp ly hợp vượt hoặc khớp trục một chiều dùng để truyền momen xoắn từ khâu chủ động sang khâu bị động bằng lực ma sát giữa các con lăn với các rãnh hình nêm. Khớp ly hợp vượt được phân loại như sau:

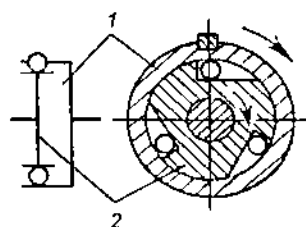
1) Theo kết cấu: các dạng I, II và III (bảng 3.24A,B,C,D,E,F,G).

Các khớp ly hợp vượt dạng I và II (hình 3.5) gồm 3 phần cấu thành chính: vòng (bạc) ngoài (khâu 1), moayơ (khâu 2) và các con lăn (ba con lăn cho dạng I, năm con lăn cho dạng II).

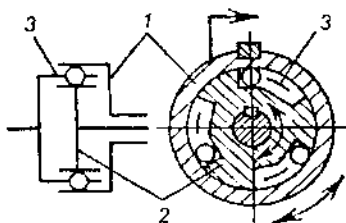
Khi một trong hai khâu quay, các con lăn tự động đi vào rãnh hình nêm và được

chêm chặt, làm cho cả hai khâu liên kết với nhau thành một khối.

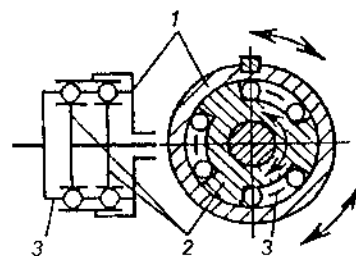
Các khớp ly hợp vượt dạng III còn có thêm một phần cấu thành nữa - chạc tời (khâu 3 trên hình 3.6) để đẩy các con lăn vào khe hình nêm, thực hiện đảo chiều moayơ.



Hình 3.5. Khớp ly hợp truyền chuyển động quay theo một chiều



Hình 3.6. Khớp ly hợp truyền chuyển động quay chậm theo 1 chiều và chuyển động quay nhanh theo cả 2 chiều



Hình 3.7. Khớp ly hợp truyền chuyển động quay chậm và chuyển động quay nhanh theo cả 2 chiều

2) Theo nguyên lý tác dụng

Nhóm I - các khớp ly hợp truyền chuyển động quay theo một chiều. Các khớp ly hợp này (hình 3.5) liên kết hai xích động học. Từ khâu 1 đến khâu 2 (khâu 1 - chủ động), chuyển động quay được truyền chỉ theo chiều kim đồng hồ do sự chêm chặt của các con lăn trong rãnh hình nêm giữa khâu 1 và khâu 2.

Khâu 2 có thể được truyền chuyển động quay nhanh cũng theo chiều kim đồng hồ từ một nguồn khác và tách khỏi chuyển động từ khâu 1. Đây là hiện tượng vượt của khớp ly hợp vượt.

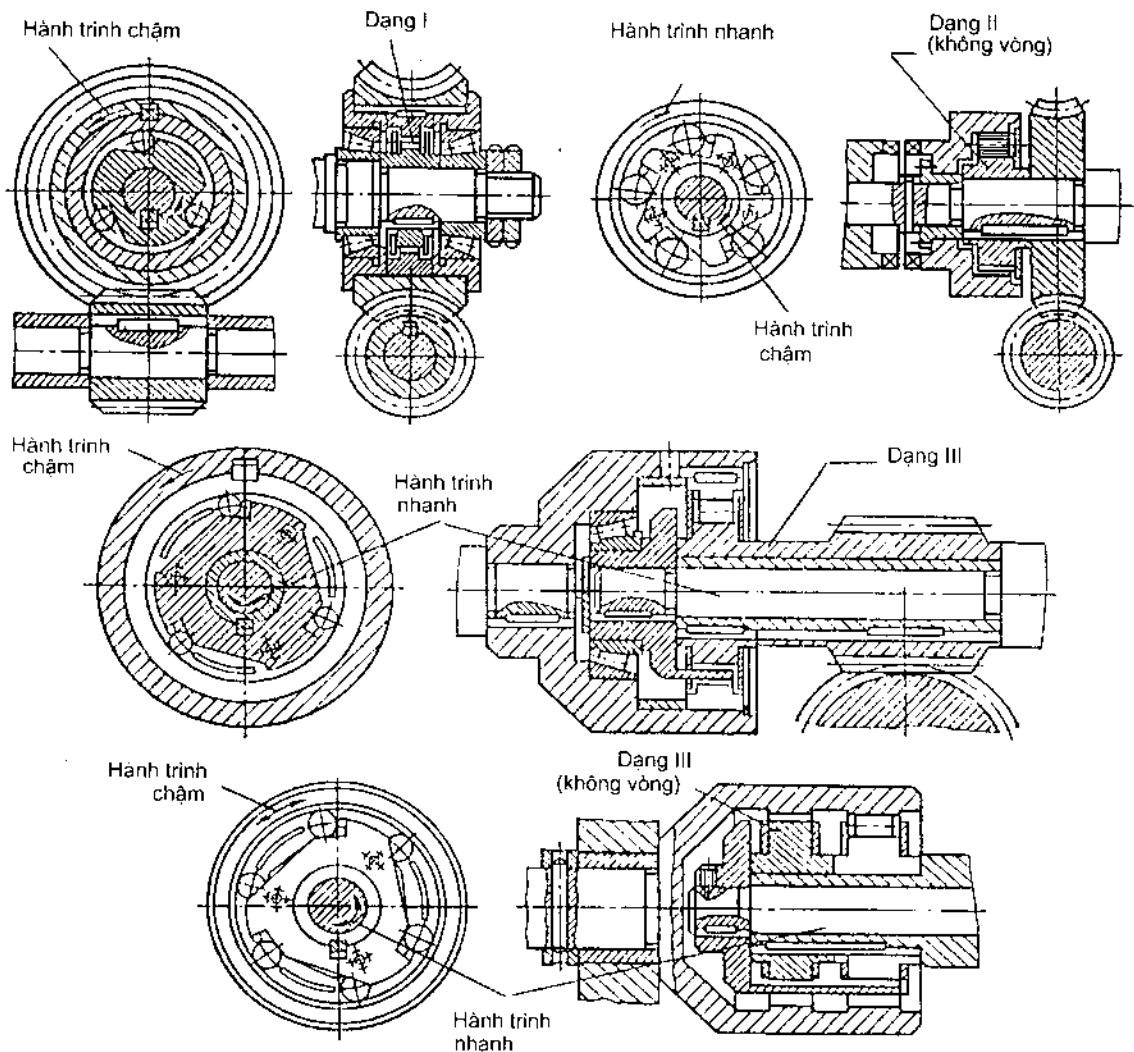
Nếu khâu 2 là khâu chủ động thì chiều quay của khâu 2 và chuyển động quay của khâu bị động 1 sẽ ngược lại.

Nhóm II - các khớp ly hợp truyền chuyển động quay theo một chiều và chuyển động quay nhanh theo cả hai chiều.

Chuyển động quay được truyền từ khâu chủ động 1 đến khâu 2 (hình 3.6) chỉ theo một chiều - chiều quay của kim đồng hồ. Khi đó khâu 3 chuyển động theo khâu 2 (chạy không).

Khi khâu 3 được nối với một nguồn chuyển động riêng, nó có thể truyền chuyển động quay nhanh cho khâu 2 theo chiều kim đồng hồ cũng như ngược chiều kim đồng hồ và tách khâu 2 ra khỏi chuyển động của khâu 1. Khi quay theo chiều kim đồng hồ (cùng chiều với chuyển động quay của khâu chủ động 1), các con lăn sẽ thoát ra khỏi nêm và khâu 3 kéo khâu 2 cùng chuyển động (hiện tượng vượt). Khi quay theo chiều ngược chiều kim đồng hồ, khâu 3 đẩy các con lăn ra khỏi rãnh hình nêm và kéo khâu 2 cùng chuyển động.

Khớp ly hợp vượt thuộc nhóm này chỉ làm việc với khâu 1 là khâu chủ động.



Hình 3.8. Các ví dụ điều chỉnh khớp ly hợp vượt

Nhóm III - các khớp ly hợp truyền chuyển động quay theo cả hai chiều (hình 3.7). Các chuyển động này được thực hiện bằng cách gá đặt hai khớp ly hợp cùng với chạc tốc (dạng III) ở các vị trí sau:

- Các răng của các khâu 2 hướng theo các chiều khác nhau.
- Các trục của hai khớp ly hợp xoay tương đối so với nhau một góc nào đó.

Chuyển động quay có thể được truyền từ khâu chủ động 1 đến khâu 2 theo một chiều cũng như theo chiều ngược lại. Tuỳ theo chiều quay của khâu 1 mà các con lăn có thể được chêm chặt trong khe hình nêm theo chiều này hoặc chiều kia.

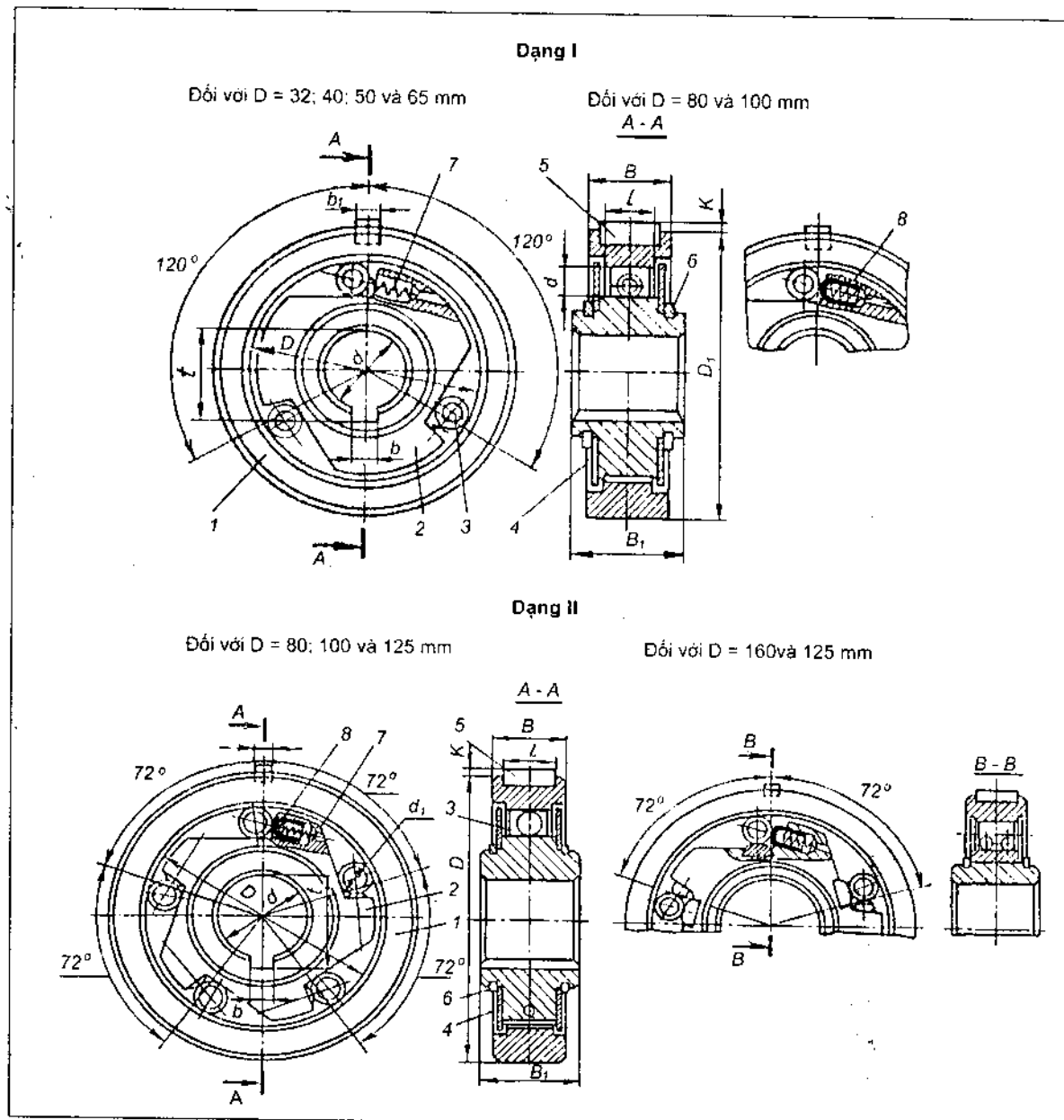
Khâu 3 có thể truyền chuyển động quay nhanh cho các khâu 2 theo cả 2 chiều khi

đẩy các con lăn của một khâu (khâu 2) của khớp ly hợp và đưa các con lăn ra khỏi nêm của khâu 2 kia và kéo các khâu chuyển động theo nó.

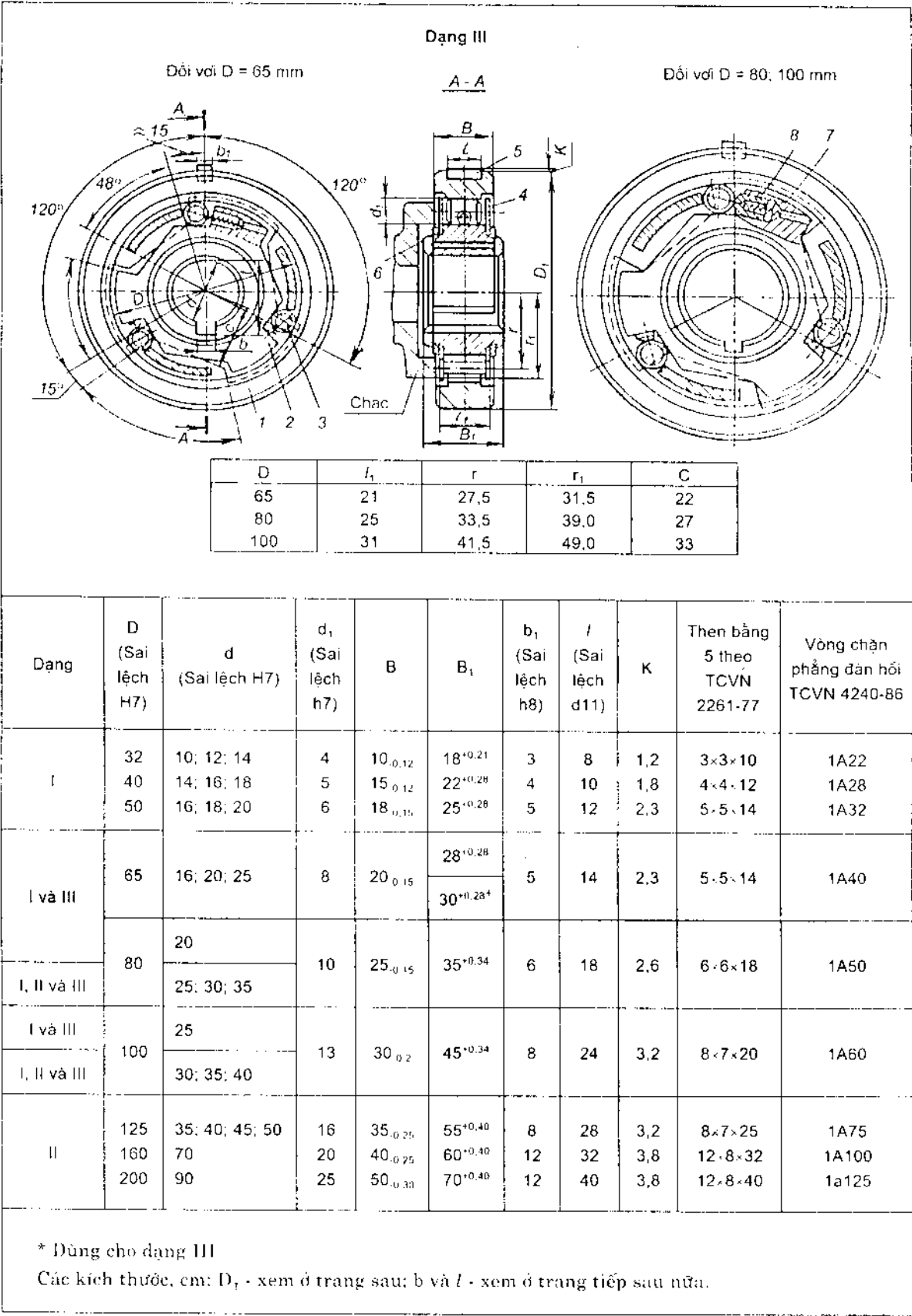
Các khớp ly hợp truyền chuyển động quay chậm và chuyển động quay nhanh theo cả hai chiều chỉ làm việc với khâu 1 là khâu chủ động.

Các ví dụ về kết cấu của các khớp ly hợp vượt được giới thiệu trên hình 3.8.

Bảng 3.24A. Kết cấu và kích thước khớp ly hợp vượt



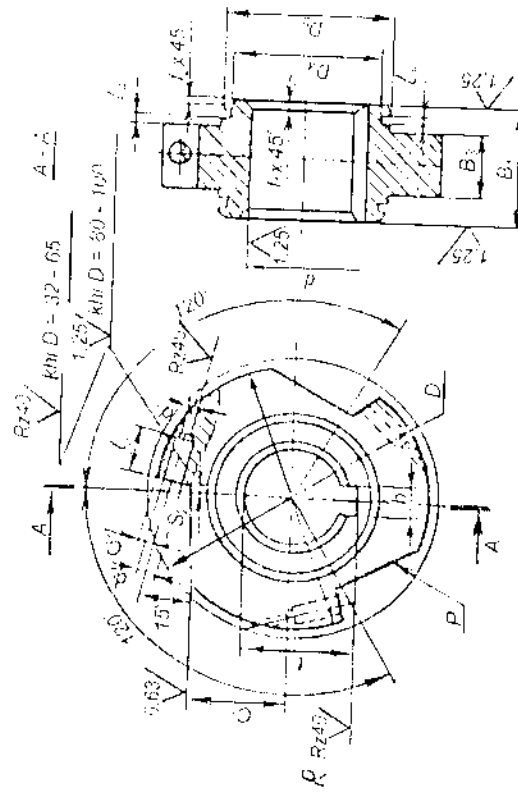
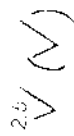
Tiếp bảng 3.24A



Bảng 3.24C. Moayơ 2. Kích thước, mm

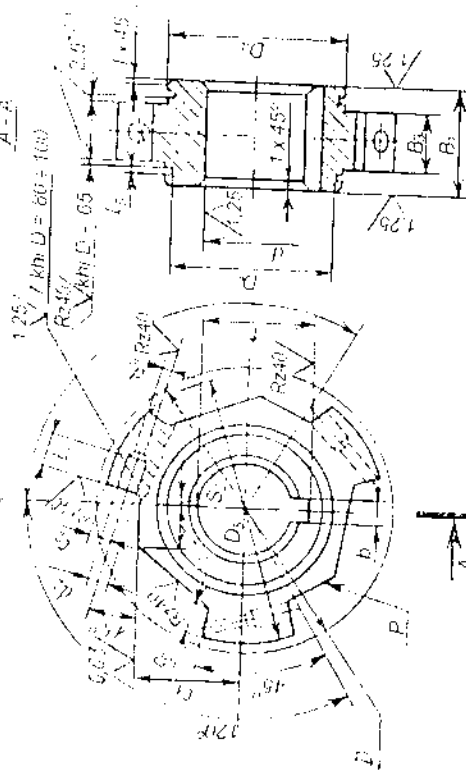
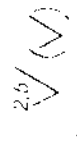
Dạng 1

Đó với $D = 32, 40, 50, 55, 80, 100\text{mm}$



Dạng III

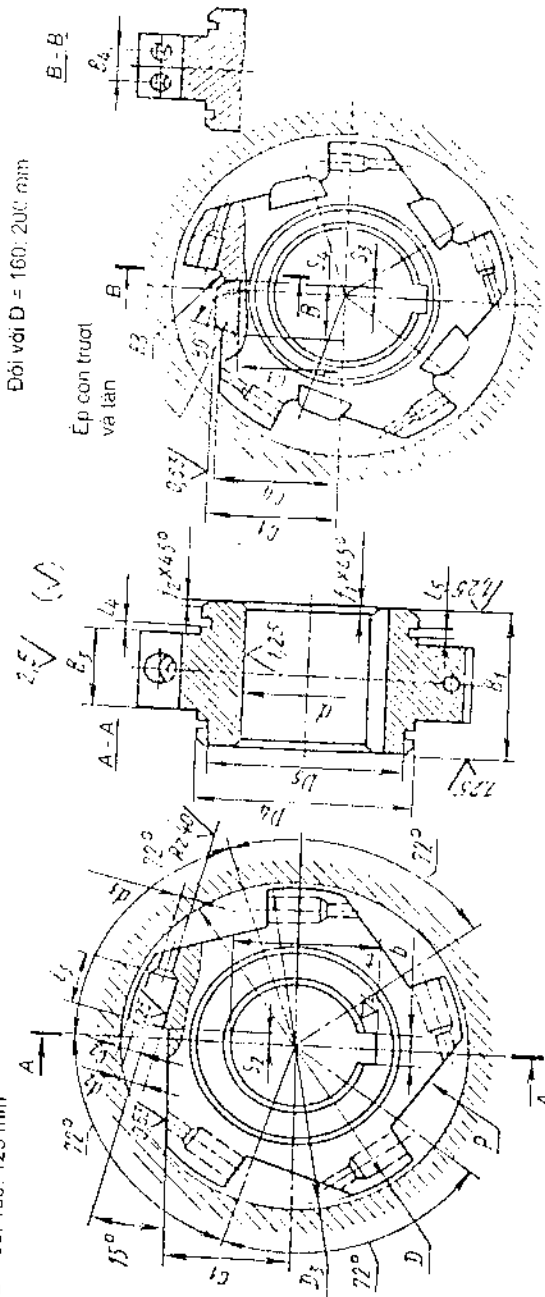
Giải và: $D = 65$ và $1,0 \text{ m}$



D	G_2	G_3
65	10	6
80	12	7
100	17	9

Dạng II

Đối với $D = 80, 100, 125$ mm



Đối với $D = 160, 200$ mm

Ép con trượt và lăm

D		B ₄		C ₃		C ₄		S ₃		S ₄ ^{0,1}		Kích thước B ₁ , cm - xem trang bên trên									
160		15		50		57		4		28											
200		20		63		72		6		28											
Dang	D	d	(Sai lệch H7)	D ₃	D ₄ (Sai lệch h8)	D ₅	d ₃	B ₃ (Sai lệch -0,1)	b (Sai lệch H8)	t + 0,12	I ₃	I ₄ + 0,1	I ₅ + 0,2	C ₁	C ₂	S ₅	f ₁	f ₂	Khối lượng, kg		
I	32	10							3	11,1											
	12				22	21,0 _{0,12}	3	8,6	4	13,6	7	1,5	1,30	11,92 _{0,01}	2,65	1,0	0,5	0,5	0,05		
	14								4	15,6									0,05		
	14																		0,04		
	16				28	26,6 _{0,3}	3	10,6	4	15,6									0,08		
	18								5	17,9	9	2,5	1,30	14,90 _{0,01}	3,0	1,0	0,5	0,5	0,07		
II	16								5	19,9									0,06		
	18								5												
	20				32	30,3 _{0,3}	4	12,6	5	17,9									0,20		
									6	22,3	9	2,5	1,30	18,87 _{0,01}	3,9	1,5	0,5	0,5	0,19		
																			0,18		

Tiếp bảng 3.24C

Dạng	D của khớp	d (Sai lệch H7)	D ₃	D ₄ (Sai lệch h8)	D ₅	d ₂	d ₃	B ₃ (Sai lệch -0,1)	b (Sai lệch H8)	t + 0,12	l ₃	l ₄ + 0,1	l ₅ + 0,2	C ₁	C ₂	S ₂	f ₁	f ₂	Khối lượng, kg
I, III	65	16	64,0 _{-0,4}	40	37,5 _{0,3}	4	-	14,6	5	17,9	11	2,5	1,90	24,34 _{-0,03}	5,1	1,5	0,5	0,5	0,42/0,32 0,38/0,30 0,34/0,26
		20							6	22,3									
		25							8	27,6									
I, II, III	80	20	79,0 _{0,4}	50	47,0 _{0,5}	8 ^{+0,03}	3	18,6	8	27,6	14	2,5	2,20	29,80 _{0,04}	6,6	2,0	0,5	0,5	0,71/0,66/0,59 0,66/0,61/0,54 0,59/0,54/0,47
		25							8	32,6									
		30							10	37,9									
I, III	100	25	99,0 _{0,4}	60	57,0 _{0,5}	8 ^{+0,02}	3	24,6	8	27,6	15	2,5	2,20	36,76 _{0,06}	8,8	4,0	0,5	1,0	1,45/1,37/1,24 1,36/1,28/1,15 1,25/1,17/1,04
		30							10	32,6									
		40							12	42,9									
II	125	35	124 _{-0,5}	75	72,0	8 ^{+0,03}	3	28,6	10	37,9	14	3,0	2,80	46,20 _{0,10}	10,8	5	0,5	1,0	2,56 2,44 2,30 2,13
		40							12	42,9									
		45							14	48,3									
II	160	50	158 _{-0,5}	100	96,5	10 ^{+0,03}	4	33,0 _{-0,3} 41,0 _{-0,3}	16	53,6	20	3,0	3,10	59,61 _{0,13} 74,52 _{0,14}	13,6	8	1,0	1,0	2,73 2,60 2,44 2,30
		70							20	74,3									
		90							24	95,2									
II	200	90	198 _{-0,5}	125	121,0	10 ^{+0,03}	4	33,0 _{-0,3} 41,0 _{-0,3}	24	95,2	20	3,0	3,10	59,61 _{0,13} 74,52 _{0,14}	13,6	8	1,0	1,0	2,73 2,60 2,44 2,30
		110							28	105,2									
		130							32	125,2									

Vật liệu : đối với khớp ly hợp D ≤ 125 mm - thép 20Cr và thép ổ lăn, đối với D = 160 và 200 mm - thép C45.
Nhiệt luyện bề mặt P:

Đối với thép 20Cr - thấm cacbon và tôi đạt 56 ÷ 62 HRC:

D, mm 32 - 40 50 - 65 80 - 125

Chiều sâu thấm cacbon, mm 0,8 - 1,0 1,0 - 1,2 1,2 - 1,5

Đối với thép C45 - tôi đạt 58 ÷ 62 HRC

Sai lệch của các kích thước C₁, C₂, C₃, C₄ trong giới hạn một meoơ khi D ≤ 80 mm, không lớn hơn 0,01 mm, D > 80 mm - 0,02 mm.

Dung sai độ song song của các mặt P so với đường tâm lỗ d khi D ≤ 80 mm, không lớn hơn 0,01 mm, D > 80 mm - 0,015 mm.

Độ đảo mặt mút của mặt D₁ khi D ≤ 80 mm, không lớn hơn 0,03 mm, D > 80 mm - 0,06 mm (dạng I và II).

Độ đảo mặt mút của mặt D₂ khi D ≤ 80 mm, không lớn hơn 0,03 mm, D > 80 mm - 0,05 mm (dạng I).

Sai lệch của các kích thước tự do theo IT14.

Bảng 3.24D. Con lăn 3 và má 4. Kích thước, mm

Dạng I

Dạng II

D	65	80	100
C	22	27	33

D của khớp	Con lăn				Má			
	d ₁ (Sai lệch h7)	l (Sai lệch e8)	án	Khối lượng, kg	D ₆	D ₇ (Sai lệch H8)	S ₅ (Sai lệch -0,03 -0,08)	Khối lượng, kg
32	4	8	0,3	0,001	35 _{0,2}	22	1,5	0,011
40	5	10		0,002	43 _{0,2}	28	2,0	0,014
50	6	12		0,003	53 _{0,2}	32	2,5	0,031
65	8	14		0,006	68 _{0,2}	40	2,5	0,045/0,03*
80	10	18		0,011	84 _{0,2}	50	2,5	0,055/0,04*
100	13	24	0,5	0,025	105 _{0,2}	60	2,5	0,092/0,07*
125	16	28		0,044	130 _{0,5}	75	3,0	0,230
160	20	32		0,078	165 _{0,5}	100	3,0	0,350
200	25	40		0,154	20 _{0,5}	125	4,0	0,740

* Cho dạng II

Con lăn.

Vật liệu - thép ổ lăn, thép dụng cụ cacbon CD80 (Y8 - Nga)

Nhiệt luyện: đối với thép ổ lăn, đạt độ cứng 58-64 HRC, đối với thép dụng cụ cacbon CD80, đạt độ cứng 58-62 HRC.

Độ côn và ôvan của d₁ khi D ≤ 80 mm không lớn hơn 0,04 mm, khi D > 80 mm - không lớn hơn 0,06 mm.

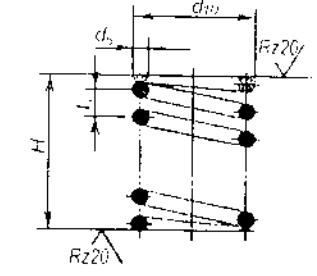
Sai lệch của các kích thước tự do - theo IT14.

Má

Vật liệu - thép C45. Độ cứng 30 ± 40 HRC.

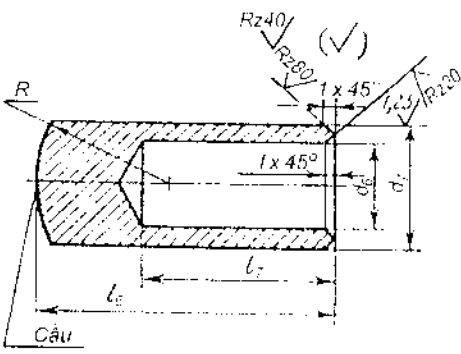
Sai lệch của các kích thước tự do theo IT14.

Bảng 3.24E. Lò xo 7. Kích thước, mm

	D của khớp	d ₅	d ₁₀	H (ở trạng thái tự do)	t ₂	Chiều dài khai triển L	Số vòng		Khối lượng 100 chiếc, kg
							Làm việc n	Tổng n ₁	
	32	0,2	2,5	25	1,3	148	19	20	0,005
	40	0,2	2,5	32	1,3	184	24	25	0,006
	50	0,3	3,0	28	1,2	208	23	24	0,012
	65	0,3	3,0	28	1,2	208	23	24	0,012
	80	0,5	4,0	18	1,5	144	12	13	0,022
	100	0,5	4,0	32	1,5	247	21	22	0,039
	125	0,5	4,0	32	1,5	247	21	22	0,039
	160	0,8	6,0	40	2,0	350	20	21	0,144
	200	0,8	6,0	40	2,0	350	20	21	0,144

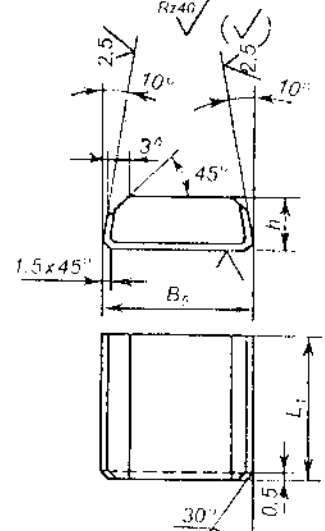
Vật liệu: dây thép lò xo
Sai lệch các kích thước tự do IT 14

Bảng 3.24F. Chốt 8. Kích thước, mm

	D của khớp	d ₇ (Sai lệch e8)	d ₆	l ₆	l ₇	R	f	Khối lượng, kg
	80							
	100	8	5	13	9	8	0,3	0,004
	125							
	160	10	7	23	15	10	0,5	0,008
	200							

Vật liệu - thép 40Cr. Độ cứng 45 - 50 HRC.
Sai lệch của các kích thước tự do theo IT14.

Bảng 3.24G. Con trượt 9. Kích thước, mm

	D của khớp	B ₅ (Sai lệch +0,20 +0,15)	L ₁ (Sai lệch -0,5)	h _{0.2}	Khối lượng, kg
	160	28	32	10,5	0,06
	200	35	40	12,5	0,10

Vật liệu: thép ổ lăn. Độ cứng: 58 - 64 HRC.
Sai lệch của các kích thước tự do theo IT14.

b) Các thông số và cách lắp ráp (bảng 3.25)

Bảng 3.25. Các thông số kỹ thuật của khớp ly hợp vượt

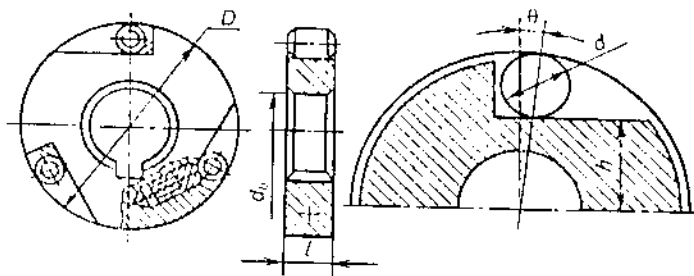
Các thông số kỹ thuật	Đường kính của khớp										
	32	40	50	65	80		100		125	100	200
	Số con lăn										
	3					5	3	5			
Momen xoắn được truyền M_x , kGcm	25	45	85	165	330	550	700	1200	2100	3900	7700
Số chu kỳ đóng mở lớn nhất trong một phút	250	200	160	125	100		80		65	50	40
Tần số quay lớn nhất khi vượt (tốc), vg/ph	3000	2500	2000	1500	1250		1000		800	630	500
Momen xoắn lớn nhất do lực ma sát khi vượt, kGcm	1.2	2.2	4.2	5	10	17	21	24	42	78	160
Góc quay không lớn nhất của khớp nối khi đóng khớp (góc trượt)	3°		2°30'	2°	1°30'		1°		45'		30'

Số chu kỳ chất tải chung (số lần đóng khớp ly hợp) đến $5 \cdot 10^6$.

Khi số lần đóng khớp ly hợp lớn và truyền momen xoắn lớn nhất đối với một cỡ momen xoắn đã cho, vì sự mòn của các bề mặt làm việc của moayơ nên các má và con lăn có thể gây ra hiện tượng trượt của khớp ly hợp.

Momen xoắn được truyền M_x đã cho đối với điều kiện số chu kỳ đóng khớp ly hợp là lớn nhất và tần số quay lớn nhất. Khi giảm số chu kỳ đóng khớp ly hợp và tần số quay, momen xoắn M_x có thể tăng lên đến 20%.

1) Tính toán các thông số hình học của khớp ly hợp vượt (hình (3.9))



Hình 3.9. Bộ phận không tiêu chuẩn của khớp ly hợp vượt

Đối với bộ phận không tiêu chuẩn của khớp ly hợp vượt có thể tính toán các thông số chủ yếu như đường kính và chiều dài, cm, của con lăn, đường kính bề mặt kẹp (ép) vòng, chiều cao của bề mặt tựa, đường kính sơ bộ của trục như sau:

Thông số đã cho:

Momen xoắn lớn nhất trên trục của khớp ly hợp M_N , kGcm

Số con lăn z

Các thông số tính toán:

Đường kính tính toán của con lăn, cm	$d_{cl} = 0,27 \sqrt{\frac{M_N}{z}}$
Đường kính lựa chọn của con lăn, cm	d
Đường kính bề mặt kẹp của vòng, cm	$D = 8d$
Chiều cao của bề mặt tựa, cm	$h = 0,496(D - d) - 0,5d$
Đường kính sơ bộ của trục, cm	$d_0 = 0,2 \sqrt[3]{M_N}$
Chiều dài con lăn, cm	$l = 1,5d$

2) Hướng dẫn lắp ráp khớp ly hợp vượt

1. Vòng khớp ly hợp vượt được lắp vào thân khớp đủ bền và đủ cứng vững. Độ chính xác của lỗ trong thân khớp phải ở trong giới hạn dung sai theo cấp chính xác IT7.

Góc quay yêu cầu của khớp ly hợp trong quá trình chêm chặt các con lăn càng nhỏ thì độ cứng vững của thân khớp càng lớn.

2. Nâng cao độ chính xác làm việc của khớp ly hợp vượt (bằng cách giảm góc trượt) tạo điều kiện để tăng bán kính vòng tròn đi qua tâm các con lăn, nghĩa là tăng đường kính của khớp và giảm tải trọng - giảm momen xoắn được truyền.

3. Khả năng làm việc của khớp ly hợp vượt phụ thuộc rất nhiều vào độ đồng trục của vòng và moayơ. Khi không đảm bảo được độ đồng trục thì tải trọng phân bố cho các con lăn sẽ không đều, ngoài ra sẽ sinh ra tải trọng phụ trên ổ trục.

Sai lệch độ đồng trục đối với khớp ly hợp có $D < 80$ mm không được vượt quá 0,02 mm, còn khi $D > 80$ mm là 0,03 mm, nghĩa là bằng khoảng 60% sai lệch tổng hướng tâm cho phép của khớp ly hợp. Độ lệch (xiên) của các đường trục vòng và moayơ không được vượt quá 0,01/100.

4. Chiều dài làm việc của mỗi ghép then bằng giữa moayơ của khớp ly hợp và trục khi momen xoắn được truyền gần với giá trị lớn nhất được lấy bằng chiều dài của moayơ.

5. Các con lăn của khớp ly hợp vượt phải được bôi trơn tốt bằng dầu bôi trơn có độ nhớt thấp. Khi độ nhớt của dầu bôi trơn lớn sẽ làm tăng ma sát khi quay vượt tốc. Độ nhớt của dầu bôi trơn được tăng lên khi tải trọng của khớp ly hợp tăng.

Dầu bôi trơn phải được lọc sạch bằng bộ lọc và phải thay dầu ít nhất là 4 ÷ 6 tháng một lần.

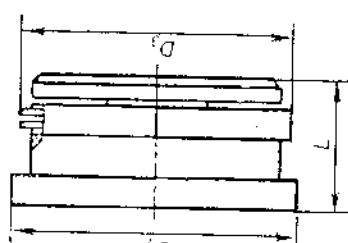
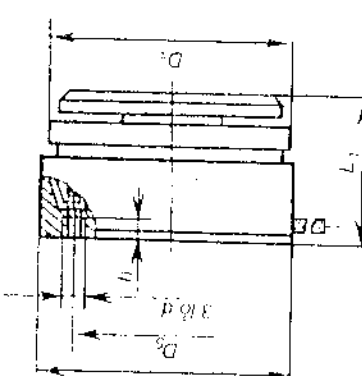
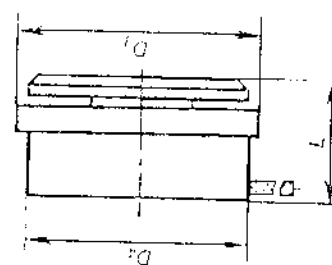
6. Má dưới của khớp ly hợp vượt khi khớp ly hợp được lắp trên trục thẳng đứng phải được nhiệt luyện đạt độ cứng 40 ÷ 50 HRC.

2.5. Khớp ly hợp điện từ nhiều đĩa (ГОСТ 21573-76 và 21574-76)

Khớp ly hợp điện từ nhiều đĩa làm việc có bôi trơn được chế tạo gồm các dạng: УТМ... 2- khớp ly hợp có cấp điện tiếp xúc;

УТМ... 4- khớp ly hợp có cấp điện tiếp xúc; УТМ... 6- khớp ly hợp hàm có đĩa bị động trong; УТМ... 8- khớp ly hợp hàm có đĩa bị động ngoài.

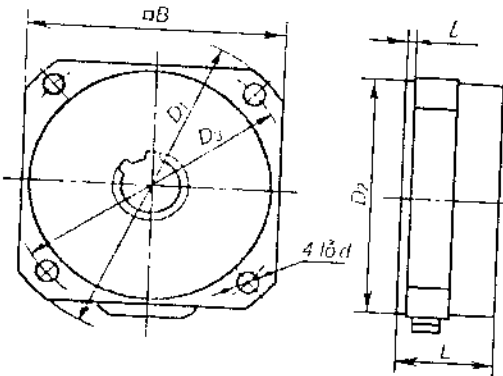
Bảng 3.26. Thông số và kích thước cơ bản của khớp ly hợp điện từ dạng УТМ... 2, УТМ... 4, УТМ... 8

Dạng УТМ... 2			Dạng УТМ... 4			Dạng УТМ... 8														
																				
Ký hiệu cơ kích thước khớp ly hợp	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D ₁ (Sai lệch h8)	50	55	60	65	80	90	100								240	270	300	340	380	430
D ₂ (Sai lệch h7)								110	120	135	150	170	190	215	235	265	295	335	375	425
D ₃ (Sai lệch h11)	49	54	59	64	78	88	98								220	250	280	320	360	400
D ₄ (Sai lệch h7)	45	50	55	60	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	200	230	250	300	340	370
D ₁	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120	140	165	180	200	230	250	300	340	370
Danh nghĩa																				
Sai lệch	+ 0,16																			
	- 0,35																			

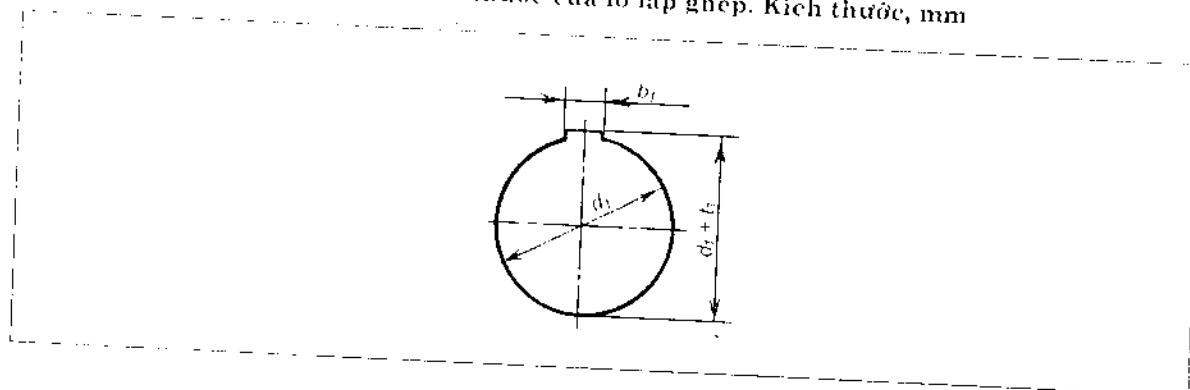
Tiếp bảng 3.26

Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L (Sai lệch h11)	20	22	25	30	32	35	38	41	45	52	60	68	78	90	100	110	120	130	145	160
L ₁ (Sai lệch h11)	26	28	32	38	44	45	48	55	60	68	74	82	100	110	120	128	139	165	180	
d (Dung sai 7H)	M3			M5			M6			M8			M10			M12				
Danh nghĩa	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0			6,0			6,5	9,0	11,0	14,0	15,0	17,0	18,0	22,0	25,0	28,0
h _{max}	+0,3			+0,5			+0,8			+1,0										
Momen quay danh nghĩa được truyền M _t , kGm	0,25	0,40	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600
Momen quay danh nghĩa M _q , kGm	0,16	0,25	0,40	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
Điện áp danh định U, V	12			24																
Khối lượng, kg	0,22	0,28	0,36	0,48	0,71	1,10	1,65	2,17	2,48	4,47	6,20	9,05	12,5	18,2	25,6	35,8	55,5	88,0	123,9	175,0

Bảng 3.27. Thông số và kích thước cơ bản của khớp ly hợp điện từ dạng OTM...6.
Kích thước, mm

OTM...6												
												
Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
D ₁ (Sai lệch -0,5)	115	125	140	150	170	185	215	235	255	290	310	355
D ₂ (Sai lệch h7)	80	90	100	110	120	135	150	170	190	210	230	265
D ₃ (Sai lệch -0,35)	100	110	123	133	150	165	190	210	230	256	276	315
L (Sai lệch h11)	32	35	38	41	45	52	60	68	78	90	100	110
B (Sai lệch -0,5)	90	100	110	120	135	150	170	190	210	230	250	285
f (Sai lệch +0,2)	3		4				5					
d (Sai lệch +0,2)	9		11		13		17			19		
Momen danh nghĩa được truyền M, kGm	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	160	250
Momen quay danh nghĩa M _q , kGm	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63	100	160
Khối lượng, kg	1,4	1,8	2,2	3,06	4,0	5,3	7,4	9,7	12,5	21,5	28,4	39,3
Điện áp danh định U, V	24											

Bảng 3.28. Kích thước của lỗ lắp ghép. Kích thước, mm



Tiếp bảng 3.28

Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	Dạng											
	1A				2A				3A			
	d ₁ (Sai lệch H7)	b ₁ (Sai lệch H12)	d ₁ + l ₁		d ₁ (Sai lệch H7)	b ₁ (Sai lệch H12)	d ₁ + l ₁		d ₁ (Sai lệch H7)	b ₁ (Sai lệch H12)	d ₁ + l ₁	
			Danh nghĩa	Sai lệch			Danh nghĩa	Sai lệch			Danh nghĩa	Sai lệch
01	12	4	13,8	+0,120	-	-	-	-	-	-	-	-
02	14	5	16,3	+0,12	12	4	13,8	+0,12				
03	16	5	18,3	+0,120	14	5	16,3	+0,12	12	4	13,8	+0,120
04	18	6	20,8		16	5	18,3		14	5	16,3	
05	20	6	22,8		18	6	20,8		16	5	18,3	
06	22	6	24,8		20	6	22,8		18	6	20,8	
07	25	8	28,3	+0,160	22	6	24,8	+0,12	20	6	22,8	+0,12
08	30	8	33,3		25	8	28,3	+0,16	22	6	24,8	
09	35	10	38,3	+0,16	30	8	33,3	+0,16	25	8	28,3	+0,160
10	40	12	43,3		35	10	38,3		30	8	33,3	
11	50	14	53,8		40	12	43,3		35	10	38,3	
12	60	18	64,4		50	14	53,8		40	12	43,3	
13	70	20	74,9		60	18	64,4		50	14	53,8	
14	80	20	84,9		70	20	74,9		60	18	64,4	
15	90	22	95,4		80	22	85,4		70	20	74,9	
16	100	25	105,4		90	25	95,4		80	22	85,4	
17*	110	25	115,4	+0,16	100	28	106,4	+0,20	90	25	95,4	
18*	125	28	131,4	+0,200	110	28	116,4	+0,20	100	28	106,4	+0,200
19*	140	32	147,4		125	32	132,4		110	28	116,4	
20*	160	36	168,4		140	36	148,4		125	32	132,4	
* Hai then được bố trí cách nhau một góc 180°.												

Bảng 3.29. Kích thước của lỗ then hoa. Kích thước, mm

Các lỗ then hoa định tâm theo đường kính ngoài, dạng 1H, 2H, 3H: các sai lệch D theo H7; d theo H12, b - theo F8.

Các lỗ then hoa định tâm theo đường kính trong, dạng 1B, 2B, 3B: các sai lệch: D theo D11, d theo H7, b theo D9.

Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	1H, 1B				2H, 2B				3H, 3B			
	D	d	b	Số răng	D	d	b	Số răng	D	d	b	Số răng
01	14	11	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-
02	14	11	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-
03	16	13	3,5	6	14	11	3	6	-	-	-	-
04	20	16	4	6	16	13	3,5	6	14	11	3	6
05	22	18	5	6	20	16	4	6	16	13	3,5	6
06	25	21	5	6	22	18	5	6	20	16	4	6

Tiếp bảng 3.29

Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	1H, 1B				2H, 2B				3H, 3B			
	D	d	b	Số răng	D	d	b	Số răng	D	d	b	Số răng
07	30	26	6	6	25	21	5	6	22	18	5	6
08	34	28	7	6	30	26	6	6	25	21	5	6
09	40	36	7	8	34	28	7	6	30	26	6	6
10	46	42	8	8	40	36	7	8	34	28	7	6
11	54	46	9	8	46	42	8	8	40	36	7	8
12	65	56	10	8	54	46	9	8	46	42	8	8
13	72	62	12	8	65	56	10	8	54	46	9	8
14	82	72	12	10	72	62	12	8	65	56	10	8
15	92	82	14	10	82	72	12	10	72	62	12	8
16	102	92	16	10	92	82	12	10	82	72	12	10
17	112	102	18	10	102	92	14	10	92	82	12	10
18	125	112	-	10	112	102	16	10	102	92	14	10
19	-	-	-	-	125	112	18	10	112	102	16	10
20	-	-	-	-	-	-	-	-	125	112	18	10

Cho phép chế tạo khớp ly hợp điện từ có các thông số về lực vượt quá các giá trị cho trong bảng đối với cỡ kích thước đã cho khi hệ số vượt $\varphi = 1,58$.

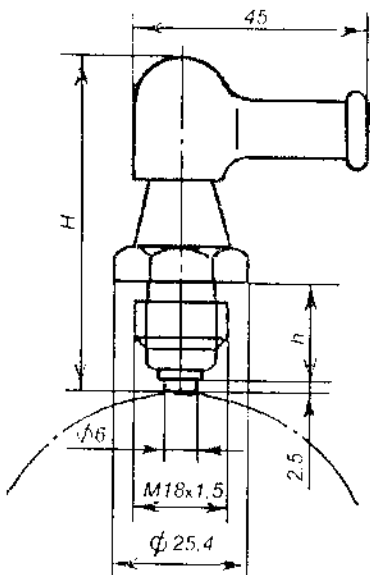
Sai lệch giới hạn không chỉ dẫn của các kích thước:

Kích thước bao - theo H12.

Kích thước bị bao - theo h12.

Các kích thước khác - theo **J_s14**.

Bảng 3.30. Kích thước cơ bản của giá chổi điện cho khớp ly hợp điện từ 3TM...2.
Kích thước, mm

	Ký hiệu của giá chổi điện	H	h
	ЭМЦ2А-20	66,5	19,5
	ЭМЦ 2А-40	87	40
	ЭМЦ 2А-60	107	60
	ЭМЦ 2А-80	127	80
	ЭМЦ 2А-100	147	100

Bảng 3.31. Rãnh bôi trơn cho các khớp ly hợp dạng ЭТМ...2, ЭТМ...4, ЭТМ...8.
Kích thước, mm

The diagram illustrates the design of a lubrication groove for a clutch. The main view is a cross-section A-A showing the housing, shaft, and gear. Dimensions l_1 , l_2 , and l_3 are marked. To the right, three circular views show the internal groove profile for different clutch types, labeled 01 through 20.

Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$l_1^{+0.5}$	3,5	4,5	5	5	6,7	8	8	10,5	13	13,5	15	19	22	25	30	33	36	47	47	
$l_2^{+0.5}$	4,0	5,0	6	6,3	6,3	7	8	8,5	9	10,5	12,5	13	15	17	18	20	25	25	30	
$l_3^{+0.5}$	3,0	4,0	5	6	7	9	9	11	14,4	14,5	17	21	25	29	35	35	38	49	49	

Rãnh bôi trơn dẫn ra bề mặt định tâm.

Kích thước l_3 xác định chiều rộng nhỏ nhất của dòng dầu khi bôi trơn

Yêu cầu kỹ thuật

Khớp ly hợp điện từ được chế tạo phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn ГОСТ 21573-76 và 21574-76.

Các thông số kỹ thuật của khớp ly hợp điện từ được cho trong bảng 3.32.

Các khớp ly hợp ЭТМ...2, ЭТМ...4, ЭТМ...6, ЭТМ...8 cần được dùng để làm việc trong điều kiện bôi trơn các đĩa ma sát bằng dầu khoáng có độ nhớt động 17 + 23 cst ở nhiệt độ 50°C.

Khớp ly hợp không được dùng trong môi trường có thể gây nổ hoặc có khí ăn mòn có thể gây hư hỏng các chi tiết của khớp ly hợp, hoặc làm thay đổi tính chất của dầu bôi trơn.

Tuổi thọ (số chu kỳ đóng khớp) của khớp ly hợp điện từ làm việc ở chế độ danh nghĩa không được thấp hơn các giá trị cho trong bảng 3.33.

Bảng 3.32. Thông số kỹ thuật của khớp ly hợp điện từ

Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	ЭТМ...2, ЭТМ...4, ЭТМ...6, ЭТМ...8						ЭТМ...4 ЭТМ...6 ЭТМ...8	ЭТМ...2	ЭТМ...2 ЭТМ...6 ЭТМ...8	ЭТМ...4
	U	M	M _q	M _{qd}	M _{id}	t _{0,05}	n _{max}		ΔP	
	V	kGm				s	vg/ph		W	
01	12	0,25	0,16	0,0025	0,010	0,06	10 000	6000	30	60
02		0,40	0,25	0,004	0,015	0,07	10 000	6000	30	60
03		0,63	0,40	0,006	0,020	0,09	10 000	6000	40	80
04		1,0	0,63	0,010	0,030	0,11	8 000	5500	50	100
05	24	1,6	1,0	0,016	0,050	0,13	7000	5000	80	160
06		2,5	1,6	0,025	0,070	0,15	6000	4500	100	200
07		4,0	2,5	0,040	0,10	0,18	5000	4000	140	280
08		6,3	4,0	0,070	0,15	0,20	4500	3500	180	360
09		10	6,3	0,10	0,20	0,24	4000	3000	210	420
10		16	10	0,12	0,32	0,30	3600	2800	250	500
11		25	16	0,20	0,45	0,38	3300	2500	300	600
12		40	25	0,25	0,70	0,45	3000	2200	350	700
13		63	40	0,40	1,2	0,73	2900	2000	470	940
14		100	63	0,65	1,8	0,82	2700	1800	600	1200
15		160	100	1,0	3,0	1,0	2500	1600	750	1500
16		250	160	1,6	4,5	1,2	2300	1400	1000	2000
17		400	250	2,5	7,0	1,5	2100	1250	1200	2400
18		630	400	4,0	10	1,8	2000	1100	1600	3200
19		1000	630	6,3	18	2,2	1800	1000	2100	4200
20		1600	1000	10	25	2,5	1600	900	2500	5000

Các ký hiệu

M - momen danh nghĩa được truyền;

M_q - momen quay danh nghĩa;

U - điện áp danh định nuôi dòng điện một chiều; cho phép có độ dao động điện áp từ 0,9 đến 1,05 trị số danh định;

t_{0,05} - thời gian momen được truyền tới 5%M khi làm gián đoạn tức thời dòng điện và khớp ly hợp ở vị trí nằm ngang trên trục;

M_{qd} và M_{id} - momen quay còn dư và momen được truyền còn dư, giá trị của chúng được cho đối với vị trí nằm ngang của khớp ly hợp trên trục khi tần số quay:

+ 150 vg/ph đối với khớp ly hợp có cỡ kích thước 01 ÷ 09;

+ 75 vg/ph đối với khớp ly hợp cỡ 10 ÷ 15;

+ 50 vg/ph đối với khớp ly hợp cỡ 16 ÷ 20;

$n_{\max}$ - tần số quay lớn nhất khi khớp ly hợp ở vị trí nằm ngang trên trục;

ΔP - khả năng khuếch tán nhiệt của khớp ly hợp.

Bảng 3.33. Thông số của chế độ danh nghĩa

Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	n,	GD ² ,	N	Ký hiệu cỡ kích thước khớp ly hợp	n,	GD ² ,	N
	vg/ph	kgm ²			vg/ph	kgm ²	
01	1500	0,004	5.10 ⁶	11	750	1,2	4.10 ⁶
02		0,006		12		1,8	
03		0,010		13		3,0	
04		0,016		14		4,2	
05		0,025		15	5,5	3.10 ⁶	
06		0,04		16	14,0		
07		0,06		17	16,0		
08		0,08		18	18,0		
09	1000	0,3	5.10 ⁵	19	500	90,0	2.10 ⁵
10		0,6	4.10 ⁶	20		300	
N - số chu kỳ đóng khớp ly hợp; GD ² - tải trọng động							

Chương 4

TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

I. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG TRỤ

Các thuật ngữ và ký hiệu của loại truyền động này cho trong bảng 4.1

Bảng 4.1. Thuật ngữ và ký hiệu của truyền động bánh răng trụ

Thuật ngữ	Ký hiệu
Khoảng cách trục chia	
Khoảng cách trục	a
Chiều rộng vành răng bánh răng trụ	a_w
Chiều rộng vành răng làm việc của truyền động bánh răng	b
Khe hở hướng kính	b_w
Hệ số khe hở hướng kính của prôfin gốc (cơ bản)	c
Chiều cao răng bánh răng trụ	c^*
Chiều cao đầu răng (đến vòng chia) của bánh răng trụ	h
Hệ số chiều cao đầu răng của prôfin gốc (cơ bản)	h_a
Chiều cao răng đến dây cung vòng chia của bánh răng	h_{a}^*
Chiều cao răng đến dây cung không đổi	$\bar{h}_a$
Chiều cao răng đến dây cung vòng tròn của bánh răng	$\bar{h}_c$
Chiều cao chân răng (đến vòng chia) của bánh răng trụ	$\bar{h}_{ay}$
Chiều cao làm việc của răng bánh răng	h_f
Đường kính vòng chia của bánh răng	h_f
Đường kính vòng đỉnh răng của bánh răng	d
Đường kính vòng cơ sở của bánh răng	d_s
Đường kính vòng chân răng của bánh răng	d_b
Đường kính vòng tròn qua điểm bắt đầu chiều cao làm việc của răng	d_i
Đường kính vòng lán của bánh răng	d_i
Bán kính vòng chia của bánh răng	d_w
Modun tính toán của bánh răng	r
Modun pháp tuyến của răng	m
Modun mặt đầu của răng	m_u
Bước ăn khớp răng thân khai	m_t
Bước pháp tuyến của răng	P_{n1}
Bước mặt đầu của răng	P_{u1}
Bước dọc của răng	P_t
Bước pháp tuyến cơ sở của răng	P_s
Chiều dày pháp tuyến cơ sở của răng	P_{bt}
Chiều dày răng theo dây cung không đổi	s_{bn}
Chiều dày pháp tuyến của răng prôfin gốc	$\bar{s}_c$
Chiều dày dọc của răng	s_n
Chiều dày răng trên mặt đầu (mút)	s_u
Chiều dày răng theo dây cung vòng chia	s_t
Chiều dày răng theo vòng tròn d_f đã cho	s
Chiều dày răng theo dây cung vòng tròn d_f đã cho	s_{fy}
	$\bar{s}_y$

Tiếp bảng 4.1

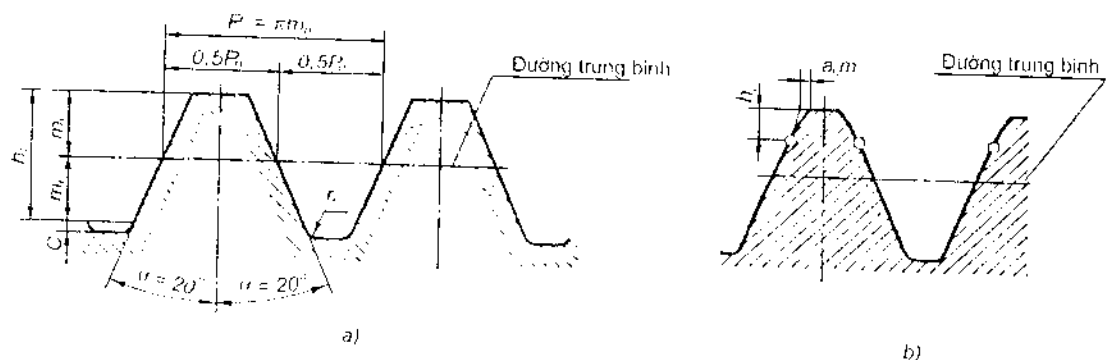
Thuật ngữ	Ký hiệu
Khoảng pháp tuyến chung	w
Hệ số dịch chỉnh của prôfin gốc	x
Hệ số dịch chỉnh nhỏ nhất của prôfin gốc	x_{min}
Hệ số dịch chỉnh tổng	x_s
Hệ số dịch chỉnh sử dụng ($y = \frac{a \cdot x}{m}$)	y
Hệ số dịch chỉnh cân bằng ($\lambda_y = x - y$)	λ_y
Số răng bánh răng	Z
Số răng nhỏ nhất để tránh cắt chân răng	Z_{min}
Số răng trong khoảng pháp tuyến chung	Z_n
Khe hở pháp tuyến cạnh răng của truyền động bánh răng trụ thân khai	j_n
Góc thân khai của prôfin răng	$\text{inv } \alpha = \text{tg } \alpha \cdot \alpha$
Góc thân khai tương ứng với điểm trên vòng tròn d_y	$\text{inv } \alpha_y$
Tần số quay của bánh răng trong một phút	n
Tỷ số truyền động (Z_2/Z_1), d_2/d_1 , (n_1/n_2)	u
Góc prôfin răng của prôfin gốc trong mặt cắt pháp	α
Góc prôfin răng trong mặt đầu	α_t
Góc ăn khớp và góc ăn khớp trên mặt đầu	α_w, α_{tw}
Góc prôfin tại điểm trên vòng tròn đồng tâm đường kính d_y	α_y
Góc nghiêng răng trên mặt trụ đồng trục đường kính d_y	β_y
Góc nghiêng răng	β
Góc nghiêng răng trên mặt trụ cơ sở	β_b
Góc khai triển của răng thân khai	ν
Góc ứng với một nửa chiều dày răng	η
Góc một nửa chiều dày răng của bánh răng tương đương	
Ứng với vòng tròn đồng tâm đường kính $\frac{d_y}{\cos^2 \beta_y}$	η_y
Tốc độ góc	ω

1.1. Tính toán các thông số hình học của truyền động bánh răng trụ thân khai

Tùy theo yêu cầu làm việc mà các bộ truyền động bánh răng được chế tạo theo các prôfin gốc khác nhau. Prôfin gốc (prôfin cơ bản) của các bộ truyền động bánh răng thông dụng trong chế tạo máy đã được tiêu chuẩn hoá (hình 4.1).

Prôfin gốc theo TCVN 2258-77 gồm các thông số cơ bản sau: góc prôfin $\alpha = 20^\circ$, hệ số chiều cao đầu răng $h_a^* = 1$, khe hở hướng kính $c = 0,25m$ và bán kính cong đường cong chuyển tiếp chân răng $r_f = 0,4m$. Cho phép tăng r_f nếu không phá vỡ tính ăn khớp đúng của truyền động và tăng c đến 0,35 m khi gia công bằng xọc và cà, và đến 0,4 m khi mài răng.

Đối với bánh răng trụ ăn khớp ngoài, khi tốc độ vòng lớn hơn các giá trị cho trong bảng 4.2 thường dùng prôfin gốc vát đầu răng (hình 4.1b) với chiều cao vát đầu răng $h_a = 0,45m$ và hệ số vát đầu răng a_f được chọn theo bảng 4.3.



Hình 4.1. Profil gốc của bánh răng thân khai (TCVN 2258-77) dùng cho bánh răng trụ và bánh răng côn răng thẳng, răng tiếp truyền (TCVN 1066-72)
a) không vát đầu răng; b) vát đầu răng.

Bảng 4.2. Tốc độ vòng của bánh răng

Loại bánh răng	Tốc độ vòng, m/s ở các cấp chính xác theo TCVN 1067-84		
	6	7	8
Bánh răng thẳng	10	6	4
Bánh răng nghiêng	16	10	6

Bảng 4.3. Hệ số vát đầu răng a_c

Cấp chính xác bánh răng theo TCVN 1067-84					
6		7		8	
m, mm	a_c	m, mm	a_c	m, mm	a_c
2-2,75	0,010	2-2,5	0,015	2-2,75	0,2
3-4,5	0,008	2,75-3,5	0,012	3-3,5	0,0175
5-10	0,006	4-5	0,010	4-5	0,015
11-16	0,005	5,5-7	0,009	5,5-8	0,012
.	.	8-11	0,008	9-16	0,010
.	.	12-20	0,007	18-25	0,009

Đối với các bộ truyền bánh răng chịu tải trọng tiếp xúc lớn (ví dụ, trong động cơ máy bay, thiết bị khai thác mỏ, v.v...) có thể dùng profil gốc với góc profil $\alpha > 20^\circ$. Đối với các bộ truyền bánh răng chính xác có thể dùng góc profil $\alpha < 20^\circ$. Sau đây là một số profil gốc (cơ bản) của một số nước.

Tiêu chuẩn ASAB 61-1931 (Mỹ)

$\alpha = 14^\circ 1/2$	$h_a^* = 1$	$c = 0,157m$	$r_f = 0,209m$
$\alpha = 20^\circ$	$h_a^* = 1$	$c = 0,157m$	$r_f = 0,239m$
$\alpha = 20^\circ$	$h_a^* = 0,8$	$c = 0,2m$	$r_f = 0,304m$

AGMA 201-02: 1958 (Mỹ) áp dụng cho bánh răng thẳng có $m \geq 1,27 \text{ mm}$.

$\alpha = 20^\circ$ và 25°	$h_a^* = 1$	$c = 0,25m$	$r_f = 0,3m$

Tiêu chuẩn BSS - 1940 (Anh)

$$\alpha = 20^\circ; \quad h_a^* = 1; \quad c = 0,44 \text{ m}; \quad r_f = 0,295 \text{ m}$$

$$\alpha = 20^\circ; \quad h_a^* = 1; \quad c = 0,25 \text{ m}; \quad r_f = 0,39 \text{ m}$$

Cả hai loại profin đều có vát đầu răng.

Tiêu chuẩn NBN 445: 1957 (Bỉ); NEN 1929: 1959 (Hà Lan); NFE 23-011: 1957 (Pháp); PN-58M 88503 (Ba Lan) và ISO-TK60.

$$\alpha = 20^\circ; \quad h_a^* = 1; \quad c = 0,25 \text{ m}; \quad r_f = 0,4 \text{ m}$$

có thể vát đầu răng với max $h_r = 0,6 \text{ m}$; max $a_r = 0,02$

Pháp còn có các profin gốc:

$$\alpha = 15^\circ; \quad h_a^* = 1; \quad c = 0,2 \text{ m}; \quad r_f \text{ tùy chọn}$$

$$\alpha = 20^\circ; \quad h_a^* = 0,75; \quad c = 0,2 \text{ m}; \quad r_f \text{ tùy chọn}$$

Tiêu chuẩn DIN 867 (Đức)

$$\alpha = 20^\circ; \quad h_a^* = 1; \quad c = 0,1 \div 0,3 \text{ m}; \quad r_f \text{ tùy chọn}$$

Tiêu chuẩn GOST 13755-68 (Nga)

$$\alpha = 20^\circ; \quad h_a^* = 1; \quad c = 0,25 \text{ m}; \quad r_f = 0,4 \text{ m}$$

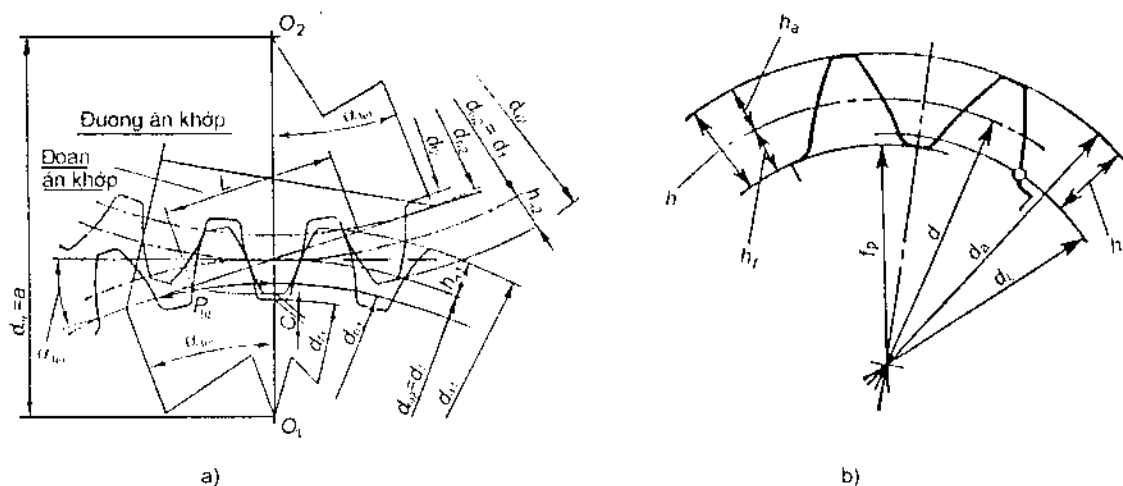
có thể vát đầu răng với max $h_r = 0,45 \text{ m}$ và max $a_r = 0,006 \div 0,2$

Các profin gốc phi tiêu chuẩn của Nga:

$$\alpha = 20^\circ; \quad h_a^* = 1,25; \quad c = 0,2314 \text{ m}; \quad r_f = 0,3516 \text{ m}$$

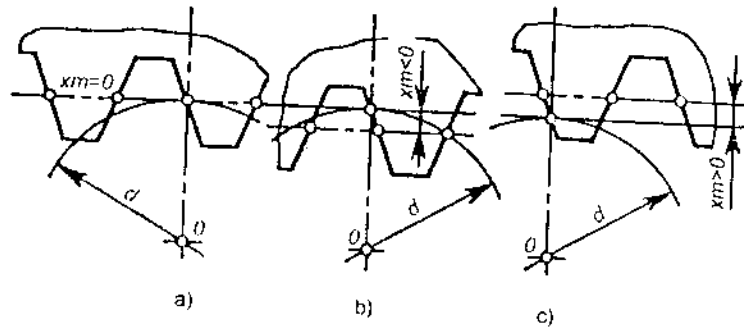
$$\alpha = 28^\circ; \quad h_a^* = 0,9; \quad c = 0,184 \text{ m}; \quad r_f = 0,347 \text{ m}$$

Các yếu tố cơ bản của ăn khớp răng thân khai được giới thiệu trên hình 4.2 và các ký hiệu được giải thích trong bảng 4.1.



Hình 4.2. Các yếu tố cơ bản của ăn khớp răng thân khai

Để nâng cao khả năng chịu tải (tải trọng uốn và tải trọng tiếp xúc) trên cơ sở cải tiến một bước hình dạng của prôfin răng có thể dùng phương pháp gia công bánh răng dịch chỉnh, nghĩa là có sự thay đổi vị trí tương đối giữa đường chia của thanh răng sinh gốc với vòng chia của bánh răng được gia công (hình.4.3).



Hình 4.3. Vị trí của prôfin thanh răng sinh gốc và bánh răng được gia công
a) không dịch chỉnh; b) dịch chỉnh âm; c) dịch chỉnh dương

Khoảng cách từ đường chia của thanh răng sinh gốc tới vòng chia của bánh răng được gia công gọi là lượng dịch chỉnh. Tỷ số giữa lượng dịch chỉnh và modun tính toán là hệ số dịch chỉnh x . Nếu đường chia của thanh răng sinh gốc cắt vòng chia của bánh răng được gia công (hình 4.3b) gọi là dịch chỉnh âm ($x < 0$). Nếu đường chia của thanh răng sinh gốc không cắt và không tiếp xúc với vòng chia của bánh răng được gia công (hình 4.3c) gọi là dịch chỉnh dương ($x > 0$). Hệ số dịch chỉnh tổng của bộ truyền x_2 bằng tổng đại số của các hệ số dịch chỉnh của hai bánh răng x_1, x_2 : $x_2 = x_1 + x_2$. Có hai trường hợp:

$x_2 = 0$, bộ truyền bánh răng được dịch chỉnh chiều cao, được dùng khi bánh răng nhỏ của bộ truyền có số răng $z_1 < 17$ để tránh hiện tượng cắt chân răng.

$x_2 \neq 0$, bộ truyền bánh răng được dịch chỉnh góc, được dùng khi cần nâng cao khả năng chịu tải của bộ truyền hoặc thiết kế bộ truyền theo khoảng cách trục cho trước.

Đối với bộ truyền động bánh răng trụ răng thẳng với prôfin gốc có $\alpha = 20^\circ$; $h_a^* = 1$, số răng tối thiểu để không có cắt chân răng $z_{\min} = 17$; khi $h_a^* = 0,8$ thì $z_{\min} = 14$. Trên thực tế có thể sử dụng các số răng tối thiểu này là 14 và 11.

$$z_{\min} = \frac{2h_a^*}{\sin^2 \alpha_w} \quad (1)$$

Đối với bánh răng trụ răng nghiêng và răng chữ V:

$$z_{\min} = \frac{2h_a^*}{\sin^2 \alpha_{tw}} \cos \beta \quad (2)$$

Với bánh răng trụ răng thẳng không dịch chỉnh $\alpha_w = \alpha$, và bánh răng nghiêng không dịch chỉnh $\alpha_{tw} = \alpha$; $\tan \alpha_t = \tan \alpha / \cos \beta$.

Hệ số dịch chỉnh để tránh cắt chân răng:

$$x \Rightarrow \frac{z_{\min} - z}{z_{\min}} \cdot h_a^* \quad (3)$$

Khi thiết kế bộ truyền bánh răng trụ với khoảng cách trục tiêu chuẩn hoặc khoảng cách trục cho trước a_w , có thể xác định hệ số dịch chỉnh tổng x_Σ theo khoảng cách trục a_w

+ Với bánh răng trụ răng thẳng:

$$x_\Sigma = \frac{(\text{inv}\alpha_w - \text{inv}\alpha)(z_1 + z_2)}{2\text{tg}\alpha} \quad (4)$$

$$\cos\alpha_w = \frac{a}{a_w} \cos\alpha = \frac{m(z_1 + z_2)}{2a_w} \cos\alpha$$

+ Với bánh răng trụ răng nghiêng và răng chữ V:

$$x_\Sigma = \frac{(\text{inv}\alpha_w - \text{inv}\alpha)(z_1 + z_2)}{2\text{tg}\alpha} \quad (5)$$

Khi số răng của mỗi bánh răng trong bộ truyền đều lớn hơn 17 có thể chọn $x_1 = x_2 = x_\Sigma/2$. Nếu $z_1 < 17$; $z_2 > 17$ cần chọn x_1 để tránh cắt chân răng theo công thức (3) và x_2 được xác định:

$$x_2 = x_\Sigma - x_1$$

Sau khi đã lựa chọn được x_1 , x_2 cần kiểm tra lại điều kiện an khớp của bộ truyền (hoặc còn gọi là điều kiện tồn tại) để tránh nhon răng, chèn răng và hệ số trùng khớp ε_α trên mặt đầu phải lớn hơn hoặc bằng 1,2 đối với bánh răng trụ răng thẳng và lớn hơn hoặc bằng 1,1 đối với bánh răng trụ răng nghiêng:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{z_1 \text{tg}\alpha_{a1} + z_2 \text{tg}\alpha_{a2} - (z_1 + z_2) \text{tg}\alpha_w}{2\pi} \quad (6)$$

Để tránh nhon răng, chiều dày răng theo vòng đỉnh của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn trong bộ truyền s_{a1} , s_{a2} không được nhỏ hơn 0,3 m: $s_{a1} \geq 0,3\text{m}$; $s_{a2} \geq 0,3\text{m}$

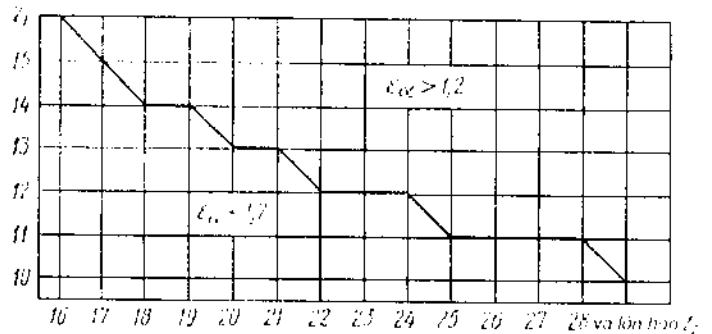
$$s_{a1} = d_a \left(\frac{\pi + 2x \text{tg}\alpha}{z} + \text{inv}\alpha_1 - \text{inv}\alpha_a \right) \quad (7)$$

Để tránh chèn răng, đường kính vòng đỉnh răng của bánh răng lớn trong bộ truyền d_{a2} không được vượt quá giá trị $d_{a2\text{max}}$: $d_{a2} \leq d_{a2\text{max}}$

$$d_{a2\text{max}} = \sqrt{4a^2 + d_{a1}^2 - 4ad_{a1} \cos\alpha_w} \quad (8)$$

Các bảng 4.4 và 4.5 giới thiệu các hệ số dịch chỉnh của truyền động bánh răng trụ răng thẳng, răng nghiêng và răng chữ V cũng như phạm vi sử dụng của các hệ số dịch chỉnh để tránh hiện tượng cắt chân răng và nâng cao khả năng chịu tải của bộ truyền.

Các bảng 4.6 và 4.7 giới thiệu sự phân chia hệ số dịch chỉnh tổng x_Σ thành các hệ số dịch chỉnh x_1 , x_2 .



Hình 4.4. Đồ thị xác định giá trị giới hạn dưới z_1 phụ thuộc vào z_2 khi $\varepsilon_\alpha = 1,2$ và $x_1 = x_2 = 0,5$.

Bảng 4.4. Hệ số dịch chỉnh của truyền động bánh răng trụ răng thẳng

Hệ số dịch chỉnh		Phạm vi sử dụng	
Bánh răng nhỏ x_1	Bánh răng lớn x_2		
0	0	Khoảng cách trục a_w đã cho bằng 0,5 (Z_1+Z_2) m hoặc không cho	Truyền động động học
0,3	-0,3		$z_1 = 17$ $12 < z_1 < 16$ và $z_2 \geq 22$
0	0		$z_1 = 21$ $14 < z_1 < 20$ và $u \geq 3,5$
0,3	-0,3	Khoảng cách trục a_w đã cho bằng 0,5 (Z_1+Z_2) m	Truyền động truyền lực
0	0		$z_1 > 30$ $10 < z_1 < 30$ Trong giới hạn
0,5	0,5		$10 < z_1 < 16$, giá trị giới hạn dưới z_1 được xác định theo đồ thị trên hình 4.4

Hình 4.5. Hệ số dịch chỉnh của truyền động bánh răng trụ răng nghiêng và chữ v

Hệ số dịch chỉnh		Phạm vi sử dụng	
Bánh răng nhỏ x_1	Bánh răng lớn x_2		
0	0	Khoảng cách trục a_w đã cho bằng $\frac{(z_1 + z_2)m}{2 \cos \beta}$ hoặc không được cho trước	Truyền động động học
0,3	-0,3		$z_1 \geq z_{\min} ; z_{\min}$ được xác định theo bảng 4.8 $z_1 < z_{\min}$ nhưng không nhỏ hơn 10 và $z_2 \geq z_{2\min} ; z_{2\min}$ và $z_{2\min}$ được xác định theo đồ thị hình 4.5 tương ứng với $x = x_1 = 0,3$ và $x = x_2 = -0,3$
0	0		$z_1 \geq z_{\min} + 2 ; z_{\min}$ được xác định theo bảng 4.8
0,3	-0,3	Truyền động truyền lực	$z_1 \geq z_{\min} + 2$ nhưng không nhỏ hơn 10 và $u \geq 3,5 ; z_{\min}$ được xác định theo đồ thị hình 4.5 khi $x = x_1 = 0,3$

Bảng 4.6. Phân chia hệ số dịch chỉnh tổng x_Σ của truyền động bánh răng trụ răng thẳng thành x_1, x_2

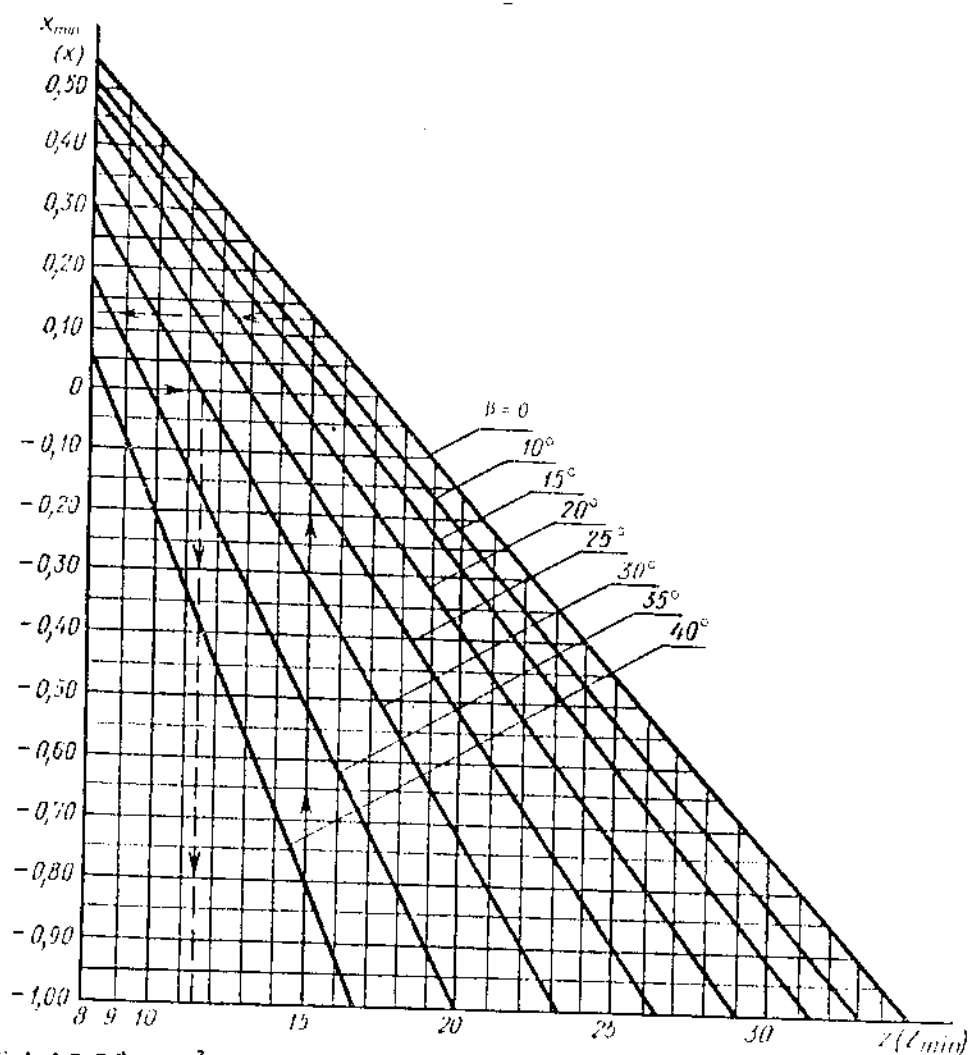
Hệ số dịch chỉnh tổng x_Σ	Hệ số dịch chỉnh		Phạm vi sử dụng	
	Bánh răng nhỏ x_1	Bánh răng lớn x_2		
$0 < x_\Sigma \leq 0,5$	x_Σ	0	Truyền động động học	$z_1 \geq z_{\min}$ nhưng không nhỏ hơn 10 và $z_2 \geq 17 ; z_{\min}$ được xác định theo đồ thị hình 4.5 khi $x = x_1 = x_2$
			Truyền động truyền lực	$z_1 \geq z_{\min} + 2$ và $z_2 \geq 21 ; z_{\min}$ được xác định theo đồ thị hình 4.5 khi $x = x_1 = x_2$
$0,5 < x_\Sigma \leq 1$	0,5	$x_\Sigma - 0,5$	Truyền động động học	$z_1 \geq 10$ và $z_2 \geq z_{2\min} ; z_{2\min}$ được xác định theo đồ thị hình 4.5 khi $x = x_1 = x_2 = 0,5$
			Truyền động truyền lực	$z_1 \geq 11$ và $z_2 \geq z_{2\min} + 2 ; z_{2\min}$ được xác định theo đồ thị hình 4.5 khi $x = x_1 = x_2 = 0,5$

Chú thích: 1. Khi đã cho a_w , giá trị yêu cầu của x_Σ có thể đạt được do thay đổi z_1 hoặc z_2 , nếu sự thay đổi này là cho phép.
2. Khi $0,3 < x_\Sigma < 0,7$ và $u < 2$ tốc độ trượt lớn nhất trong ăn khớp sẽ lớn hơn so với truyền động không dịch chỉnh.
3. Khi $u = 1$, nên chọn $x_1 = x_2 = 0,5x_\Sigma$.

Bảng 4.7. Phân chia hệ số dịch chỉnh tổng x_{Σ} của truyền động bánh răng trụ răng nghiêng hoặc chữ V thành x_1, x_2

Hệ số dịch chỉnh tổng x_{Σ}	Hệ số dịch chỉnh		Phạm vi sử dụng	
	Bánh răng nhỏ, x_1	Bánh răng lớn, x_2		
$0 < x_{\Sigma} \leq 0,5$	x_{Σ}	0	Truyền động động học	$z_1 \geq z_{1min}$, nhưng không nhỏ hơn 10 và $z_2 \geq z_{2min} : z_{1min}$ được xác định theo đồ thị hình 4.5 khi $x = x_1 = x_{\Sigma}$, z_2 được xác định theo bảng 4.8.
			Truyền động truyền lực	$z_1 \geq z_{1min} + 2$ nhưng không nhỏ hơn 10, và $z_2 \geq z_{2exp} + 2$; z_{1min} được xác định theo đồ thị hình 4.5 khi $x = x_1 = x_{\Sigma}$, z_{2min} được xác định theo bảng 4.8

- Chú thích: 1. Khi đã cho u_{Σ} , giá trị yêu cầu của x_{Σ} có thể đạt được do thay đổi z_1 hoặc z_2 , góc nghiêng β , nếu sự thay đổi này là cho phép.
 2. Khi $x_{\Sigma} > 0,3$ và $u > 2$ tốc độ trượt lớn nhất trong ăn khớp sẽ lớn hơn so với truyền động không dịch chỉnh.
 3. Khi $u = 1$, nên chọn $x_1 = x_2 = 0,3x_{\Sigma}$.



Hình 4.5. Đồ thị để xác định x_{min} phụ thuộc vào z và β hoặc z_{min} phụ thuộc vào x và β

$$x_{min} = h_1' - h_a' - \frac{z \sin^2 \alpha_t}{2 \cos \beta}; \quad z_{min} = \frac{2(h_1' - h_a' - x) \cos \beta}{\sin^2 \alpha_t}$$

Bảng 4.8. Số răng nhỏ nhất $z_{\min}$ của bánh răng với $x = 0$ khi ăn khớp với thanh răng sinh gốc

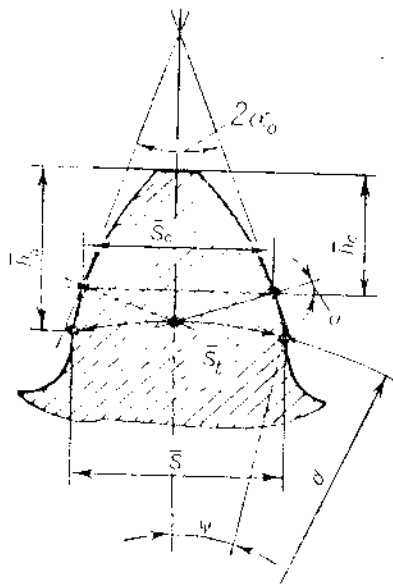
β°	$z_{\min}$	β°	$z_{\min}$	β°	$z_{\min}$
Đến 12	17	Trên 21 đến 41	14	Trên 3 đến 34	11
Trên 12 đến 17	16	" 24 " 28	13	" 34	10
" 17 " 21	15	" 28 " 31	12		

Bảng 4.9. Các công thức tính toán các thông số hình học của truyền động bánh răng trụ răng thẳng không dịch chỉnh

Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
Số răng của bánh răng nhỏ, z_1 Số răng của bánh răng lớn, z_2	Được cho hoặc chọn theo tính toán độ bền, phù hợp với các yêu cầu về động học và kết cấu
Modun, m	Được tính toán theo độ bền và làm tròn tới trị số lớn hơn gần nhất theo tiêu chuẩn TCVN 2257 - 77. Dãy modun ưu tiên: 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40
Prôfin gốc (cơ bản)	Thường dùng theo TCVN 2258 - 77 với $\alpha = 20^\circ$; $h_a^* = 1$; $c = 0,25$ m; $r_f = 0,4$ m (xem hình 4.1)
Bước răng (theo cung vòng chia) P	$P = \pi m$
Chiều cao răng, h (theo prôfin gốc TCVN 2258-77)	$h = 2,25$ m
Đường kính vòng chia, d	$d_1 = z_1 m$ $d_2 = z_2 m$
Đường kính vòng cơ sở, d_b	$d_{b1} = d_1 \cos \alpha$ $d_{b2} = d_2 \cos \alpha$
Đường kính vòng đỉnh răng, d_a (theo TCVN 2258-77)	$d_{a1} = d_1 + 2m$ $d_{a2} = d_2 + 2m$
Đường kính vòng chân răng, d_f (theo TCVN 2258-77)	$d_{f1} = d_1 - 2,5$ m $d_{f2} = d_2 - 2,5$ m (ăn khớp ngoài) $d_{f2} = d_2 + 2,5$ m (ăn khớp trong)
Khoảng cách trục, a	$a = \frac{(z_1 + z_2)m}{2}$ (ăn khớp ngoài) $a = \frac{(z_2 - z_1)m}{2}$ (ăn khớp trong)
Chiều dày răng theo dây cung không đổi, $\bar{s}_c$ Chiều cao răng theo dây cung không đổi, $\bar{h}_c$ (Prôfin gốc: TCVN 2258-77)	$\bar{s}_{c1} \cdot \bar{s}_{c2} = 1,387m$ $\bar{h}_{c1} \cdot \bar{h}_{c2} = 0,748m$ Thông số để kiểm tra khe hở cạnh răng khi không đo được khoảng cách pháp tuyến chung W. Thường dùng cho bánh răng có $d > 1000$ mm và $m \geq 2,5$ mm
Khoảng pháp tuyến chung W (Prôfin gốc: TCVN 2258-77)	$W = W_T^* \cdot m$ $W_T^* = [\pi(z_n + 0,5) + z \cdot \text{inv} \alpha] \cos \alpha$ z_n là số răng trong khoảng pháp tuyến chung được làm tròn tới số nguyên gần nhất của z_{nr} : $z_{nr} = \frac{z}{9} + 0,5$ Có thể chọn W_T^* theo bảng 4.11 ứng với $z = z_T$ và $x = 0$
Hàm số đường thân khai $\text{inv} \alpha$	$\text{inv} \alpha = \text{tg} \alpha - \alpha$, rad Ví dụ: $\alpha = 20^\circ$, $\text{tg} \alpha = 0,3639$ α tính theo radian: $\alpha = \frac{2\pi \times 20}{360} = 0,3488$ $\text{inv} \alpha = 0,3639 - 0,3488 = 0,0151$

Bảng 4.10. Các công thức tính toán các thông số hình học của truyền động bánh răng nghiêng không chỉnh dịch

Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
Môđun pháp tuyến m_n	$m_n = m$
Môđun mặt đầu m_t	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$
Góc nghiêng răng β	$\cos \beta = \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2a}$
Profin gốc (cơ bản)	Thường theo TCVN 2258-77
Bước răng mặt đầu, P_t	$P_t = \pi m_t = \frac{\pi m_n}{\cos \beta}$
Chiều cao răng, h (Profin gốc TCVN 2258-77)	$h = 2,25m_n$
Đường kính vòng chia, d	$d_1 = z_1 m_t$ $d_2 = z_2 m_t$
Đường kính vòng cơ sở, d_b	$d_{b1} = d_1 \cos \alpha$ $d_{b2} = d_2 \cos \alpha$
Đường kính vòng đỉnh răng d_a (theo TCVN 2258-77)	$d_{a1} = d_1 + 2m_n$ $d_{a2} = d_2 + 2m_n$
Đường kính vòng chân răng d_f (theo TCVN 2258-77)	$d_{f1} = d_1 - 2,5m_n$ $d_{f2} = d_2 - 2,5m_n$
Khoảng cách trục a	$a = \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2 \cos \beta}$
Chiều dày răng theo dây cung không đổi $\bar{s}_c$	$\bar{s}_c = \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha \right) m_t$ Khi $\alpha = 20^\circ$ $\bar{s}_c = 1,387m_n$
Chiều cao răng đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$	$\bar{h}_c = 0,5(d_a - d - \bar{s}_c \operatorname{tg} \alpha)$ Khi $\alpha = 20^\circ$ $\bar{h}_c = 0,748m_n$
Khoảng pháp tuyến chung W	$W = (W_1^* + W_2^*) n_1$ W_1^* là khoảng pháp tuyến chung ứng với phần số nguyên z_1 của số răng tương đương z_v : $z_v = z_1 \frac{\operatorname{inv} \alpha_x}{\operatorname{inv} \alpha}$; $\operatorname{tg} \alpha_x = \operatorname{tg} \alpha \cos \beta$ W_2^* là khoảng pháp tuyến chung ứng với phần số lẻ $z_v - z_1$: $W_2^* = [\pi(z_v - 0,5) + z_1 \operatorname{inv} \alpha] \cos \alpha$ z_v là số răng trong khoảng pháp tuyến chung được làm tròn tới số nguyên gần nhất của z_v : $z_{vr} = \frac{\alpha_x z_v}{180^\circ} + 0,5$ $\cos \alpha_{xx} = \frac{z_1 \cos \alpha}{z_v + 2x}$ Khi hệ số dịch chỉnh $x = 0$; $\alpha_{xx} = \alpha$ $z_{vr} = \frac{\alpha_x z_v}{180^\circ} + 0,5$ Có thể chọn W_p^* theo bảng 4.11 $W_p^* = 0,0149(z_v - z_1)$ Đối với bánh răng nghiêng, chỉ đo được W khi $W < \frac{b}{\sin \beta}$ (b - chiều rộng vành răng, $\sin \beta_n = \sin \beta \cos \alpha$)
Khi $\beta = 0$, $W_n^* = 0$	



Hình 4.6. Chiều dày rãnh theo dây cung không đổi $\bar{s}_c$ và Chiều cao rãnh đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$

Bảng 4.11. Khoảng pháp tuyến chung W_T^* khi $m = 1$, ($\alpha = 20''$)

z_l	x	W_l	z_n	z_l	x	W_T	z_n	
8	Từ 0,55 đến 0,80	4,5402	2	20	Từ 0,10 đến 0,55	7,6604	3	
9	> 0,50 " 0,80	4,5542	2		> 0,55 " 1,00	10,6125	4	
10	> 0,40 " 0,80	4,5683	2					
11	Từ 0,35 đến 0,65	4,5823	2	21	Từ -0,15 đến 0,45	7,6744	3	
	> 0,65 " 0,90	7,5344	3		> 0,55 " 1,00	10,6265	4	
12	Từ 0,30 đến 0,50	4,5963	2	22	Từ -0,25 đến 0,35	7,6884	3	
	> 0,50 " 1,00	7,5484	3		> 0,35 " 1,00	10,6405	4	
13	Từ 0,25 đến 0,40	4,6103	2	23	Từ -0,30 đến 0,30	7,7024	3	
	> 0,40 " 1,00	7,5624	3		> 0,30 " 1,00	10,6545	4	
14	Từ 0,20 đến 0,30	4,6243	2	24	Từ -0,35 đến 0,20	7,7165	3	
	> 0,30 " 1,00	7,5764	3				> 0,20 " 1,00	10,6686
15	Từ 0,15 đến 0,20	4,6383	2					
	> 0,20 " 1,00	7,5904	3	25	Từ -0,35 đến 0,15	7,7305	3	
16	Từ 0,05 đến 0,15	4,6523	2		> 0,15 " 1,00	10,6826	4	
	> 0,15 " 1,00	7,6044	3	26	Từ -0,40 đến 0,05	7,7445	3	
17	Từ 0 đến 0,90	7,6184	3		> 0,05 " 0,80	10,6966	4	
	> 0,9 " 1,00	10,5705	4		" 0,80 " 1,00	13,6487	5	
18	Từ 0 đến 0,75	7,6324	3	27	Từ -0,45 đến 0	7,7585	3	
	> 0,75 " 1,00	10,5845	4		> 0 " 0,70	10,7106	4	
19	Từ -0,05 đến 0,65	7,6464	3		" 0,70 " 1,00	13,6627	5	
			28	Từ -0,50 đến -0,05	7,7725	3		
				> -0,05 " 0,60	10,7246	4		
					" 0,60 " 1,00	13,6767	5	

Tiếp bảng 4.11

z_T	x	W_T	z_n	z_T	x	W_T	z_n
29	Từ -0,5 đến -0,10	7,7865	3	42	Từ -0,50 đến -0,35	10,9207	4
	> -0,10 " 0,50	10,7386	4		> -0,35 " 0,20	13,8728	5
	" 0,50 " 1,00	13,6907	5		" 0,20 " 1,00	16,8249	6
30	Từ -0,50 đến -0,20	7,8005	3	43	Từ -0,50 đến -0,40	10,9347	4
	> -0,20 " 0,45	10,7526	3		> -0,40 " 0,15	13,8868	5
	" 0,45 " 1,00	13,7047	5		" 0,15 " 0,80	16,8389	6
31	Từ -0,50 đến -0,25	7,8145	3		" 0,80 " 1,00	19,7910	7
	> -0,25 " 0,35	10,7666	4	44	Từ -0,50 đến -0,45	10,9487	4
	" 0,35 " 1,00	13,7187	5		> -0,45 " 0,05	13,9008	5
32	Từ -0,50 đến -0,30	7,8285	3		" 0,05 " 0,75	16,8529	6
	> -0,30 " 0,25	10,7806	4		" 0,75 " 1,00	19,8050	7
	" 0,25 " 1,00	13,7327	5	45	Từ -0,50 đến 0	13,9148	5
33	Từ -0,50 đến -0,35	7,8425	3		> 0 " 0,65	16,8669	6
	> -0,35 " 0,20	10,7946	4		" 0,65 " 1,00	19,8190	7
	0,20 " 1,00	13,7467	5	46	Từ -0,50 đến -0,05	13,9289	5
34	Từ -0,50 đến -0,40	7,8565	3		> -0,05 " 0,55	16,8810	6
	> -0,40 " 0,15	10,8086	4		" 0,55 " 1,00	19,8331	7
	" 0,15 " 1,00	13,7607	5	47	Từ -0,50 đến -0,10	13,9429	5
35	Từ -0,50 đến -0,45	7,8706	3		> -0,10 " 0,50	16,8950	6
	> -0,45 " 0,05	10,8227	4		" 0,50 " 1,00	19,8471	7
	" 0,05 " 0,75	13,7748	5	48	Từ -0,50 đến -0,20	13,9569	5
	" 0,75 " 1,00	16,7269	6		> -0,20 " 0,40	16,9090	6
36	Từ -0,50 đến 0	10,8367	4		" 0,40 " 0,10	19,8611	7
	> 0 " 0,65	13,7888	5	49	Từ -0,50 đến -0,25	13,9709	5
	" 0,65 " 1,00	16,7409	6		> -0,25 " 0,35	16,9230	6
37	Từ -0,50 đến -0,05	10,8507	4		" 0,35 " 1,00	19,8751	7
	> -0,05 " 0,60	13,8025	5	50	Từ -0,50 đến -0,30	13,9849	5
	" 0,60 " 1,00	16,7549	6		> -0,30 " 0,25	16,9370	6
38	Từ -0,50 đến -0,10	10,8647	4		" 0,25 " 1,00	19,8891	7
	> -0,10 " 0,50	13,8168	5	51	Từ -0,50 đến -0,35	13,9989	5
	" 0,50 " 1,00	16,7689	6		> -0,35 " 0,20	16,9510	6
39	Từ -0,50 đến -0,20	10,8787	4		" 0,20 " 1,00	19,9031	7
	> -0,20 " 0,40	13,8308	5	52	Từ -0,50 đến -0,40	14,0129	5
	" 0,40 " 1,00	16,7829	6		> -0,40 " 0,15	16,9650	6
40	Từ -0,50 đến -0,25	10,8927	4		" 0,15 " 0,80	19,9171	7
	> -0,25 " 0,35	13,8448	5		" 0,80 " 1,00	22,8692	8
	" 0,35 " 1,00	16,7069	6	53	Từ -0,50 đến -0,45	14,0269	5
41	Từ -0,50 đến -0,30	10,9067	4		> -0,45 " 0,05	16,9790	6
	> -0,30 " 0,25	13,8588	5		" 0,05 " 0,70	19,9311	7
	" 0,25 " 1,00	16,8109	6		" 0,70 " 1,00	22,8832	8
				54	Từ -0,50 đến 0	16,9930	6
					> 0 " 0,65	19,9551	7
					" 0,65 " 1,00	22,8972	8

Tiếp bảng 4.11

z_1	x	w_1	z_0	z_2	x	w_1	z_0
55	Từ -0,50 đến -0,05	17,0071	6	68	Từ -0,50 đến -0,30	20,1412	7
	> -0,05 " 0,55	19,9592	7		> -0,30 " 0,25	23,0933	8
	" 0,55 " 1,00	22,9113	8		" 0,25 " 1,00	26,0454	9
56	Từ -0,50 đến -0,10	17,0211	6	69	Từ -0,50 đến -0,35	20,1553	7
	> -0,10 " 0,50	19,9732	7		> -0,35 " 0,20	23,1074	8
	" 0,50 " 1,00	22,9253	8		" 0,20 " 0,85	26,0595	9
57	Từ -0,50 đến -0,20	17,0351	6	70	" 0,85 " 1,00	29,0116	10
	> -0,20 " 0,40	19,9872	7		Từ -0,50 đến -0,40	20,1693	7
	" 0,40 " 1,00	22,9393	8		> -0,40 " 0,15	23,1214	8
58	Từ -0,50 đến -0,25	17,0491	6	71	" 0,15 " 0,75	26,0735	9
	> -0,25 " 0,35	20,0012	7		" 0,75 " 1,00	29,0256	10
	" 0,35 " 1,00	22,9533	8		Từ -0,50 đến 0,05	23,1354	8
59	Từ -0,50 đến -0,30	17,0631	6	72	> 0,05 " 0,70	26,0875	9
	> -0,35 " 0,25	20,0152	7		" 0,70 " 1,00	29,0396	10
	" 0,25 " 1,00	22,9673	8		Từ -0,50 đến 0	23,1494	8
60	Từ -0,50 đến -0,35	17,0771	6	73	> 0 " 0,60	26,1015	9
	> -0,35 " 0,20	20,0292	7		" 0,60 " 1,00	29,0536	10
	" 0,20 " 1,00	22,9813	8		Từ -0,50 đến -0,05	23,1634	8
61	Từ -0,50 đến -0,40	17,0911	6	74	> -0,05 " 0,55	26,1155	9
	> -0,40 " 0,15	20,0432	7		" 0,55 " 1,00	29,0676	10
	" 0,15 " 0,80	22,9953	8		Từ -0,50 đến -0,10	23,1774	8
62	" 0,80 " 1,00	25,9474	9	75	> -0,10 " 0,45	26,1295	9
	Từ -0,50 đến -0,45	17,1051	6		" 0,45 " 1,00	29,0816	10
	> -0,45 " 0,05	20,0572	7		Từ -0,50 đến -0,20	23,1914	8
63	" 0,05 " 0,70	23,0093	8	76	> -0,20 " 0,40	26,1435	9
	" 0,70 " 1,00	25,9614	9		" 0,40 " 1,00	29,0956	10
	Từ -0,50 đến 0	20,0712	7		Từ -0,50 đến -0,25	23,2054	8
64	> 0 " 0,60	23,0233	8	77	> -0,25 " 0,35	26,1575	9
	" 0,60 " 1,00	25,9754	9		" 0,35 " 1,00	29,1096	10
	Từ -0,50 đến -0,05	20,0852	7		Từ -0,50 đến -0,30	23,2194	8
65	> -0,50 " 0,55	23,0373	8	78	> -0,30 " 0,25	26,1715	9
	" 0,55 " 1,00	25,9894	9		" 0,25 " 1,00	29,1236	10
	Từ -0,50 đến -0,10	20,0992	7		Từ -0,50 đến -0,30	23,2334	8
66	> -0,10 " 0,45	23,0513	8	79	> -0,35 " 0,20	26,1855	9
	" 0,45 " 1,00	26,0034	9		" 0,20 " 0,85	29,1376	10
	Từ -0,50 đến -0,20	20,1132	7		" 0,85 " 1,00	32,0897	11
67	> -0,20 " 0,40	23,0653	8	79	Từ -0,50 đến -0,40	23,2474	8
	" 0,40 " 1,00	26,0174	9		> -0,40 " 0,15	26,1995	9
	Từ -0,50 đến -0,25	20,1272	7		" 0,15 " 0,75	29,1516	10
67	> -0,25 " 0,35	23,0793	8		" 0,75 " 1,00	32,1037	11
	" 0,35 " 1,00	26,0314	9				

Tiếp bảng 4.11

z_1	x	W_1	z_1	z_2	x	W_2	z_2
80	Từ -0,50 đến 0,05	26,2135	9	93	Từ -0,50 đến -0,20	29,3478	10
	> 0,05 " 0,70	29,1656	10		> -0,20 " 0,40	32,2999	11
	" 0,70 " 1,00	32,1177	11		" 0,40 " 1,00	35,2520	12
81	Từ -0,50 đến 0	26,2276	9	94	Từ -0,50 đến -0,25	29,3618	10
	> 0 " 0,60	29,1797	10		> -0,25 " 0,35	32,3139	11
	" 0,60 " 1,00	32,1318	11		" 0,35 " 1,00	35,2660	12
82	Từ 0,50 đến -0,05	26,2416	9	95	Từ -0,50 đến 0,30	29,3758	10
	> -0,05 " 0,55	29,1937	10		> -0,30 " 0,25	32,3279	11
	" 0,55 " 1,00	32,1458	11		" 0,25 " 1,00	35,2800	12
83	Từ -0,50 đến -0,10	26,2556	9	96	Từ -0,50 đến -0,35	29,3898	10
	> -0,10 " 0,45	29,2077	10		> -0,35 " 0,20	32,3419	11
	" 0,45 " 1,00	32,1598	11		" 0,20 " 0,80	35,2940	12
84	Từ -0,50 đến -0,20	26,2696	9	97	" 0,80 " 1,00	38,2461	13
	> -0,20 " 0,40	29,2217	10		Từ -0,50 đến -0,40	29,4038	10
	" 0,40 " 1,00	32,1738	11		> -0,40 " 0,15	32,3559	11
85	Từ -0,50 đến -0,25	26,2836	9	98	" 0,15 " 0,75	35,3080	12
	> -0,25 " 0,35	29,2357	10		" 0,75 " 1,00	38,2601	13
	" 0,25 " 1,00	32,1878	11		Từ -0,50 đến 0,05	32,3699	11
86	Từ -0,50 đến -0,30	26,2976	9	99	> 0,05 " 0,70	35,3220	12
	> -0,30 " 0,25	29,2497	10		" 0,70 " 1,00	38,2741	13
	" 0,25 " 1,00	32,2018	11		Từ -0,50 đến 0	32,3839	11
87	Từ -0,50 đến -0,35	26,3116	9	100	> 0 " 0,60	35,3360	12
	> -0,35 " 0,20	29,2637	10		" 0,60 " 1,00	38,2881	13
	" 0,20 " 0,85	32,2158	11		Từ -0,50 đến -0,05	32,3979	11
88	" 0,85 " 1,00	35,1679	12	101	> -0,15 " 0,55	35,3500	12
	Từ 0,50 đến -0,40	26,3256	9		" 0,55 " 1,00	38,3021	13
	> -0,40 " 0,15	29,2777	10		Từ -0,50 đến -0,15	32,4119	11
89	" 0,15 " 0,75	32,2298	11	102	> -0,15 " 0,45	35,3640	12
	" 0,75 " 1,00	35,1819	12		" 0,45 " 1,00	38,3161	13
	Từ -0,50 đến 0,05	29,2917	10		Từ -0,50 đến -0,20	32,4260	11
90	> 0,05 " 0,70	32,2438	11	103	> -0,20 " 0,40	35,3781	12
	" 0,70 " 1,00	35,1959	12		" 0,40 " 1,00	38,3302	13
	Từ -0,50 đến 0	29,3057	10		Từ -0,50 đến -0,25	32,4400	11
91	> 0 " 0,60	32,2578	11	104	> -0,25 " 0,35	35,3921	12
	" 0,60 " 1,00	35,2099	12		" 0,35 " 1,00	38,3442	13
	Từ -0,50 đến -0,05	29,3198	10		Từ -0,50 đến -0,30	32,4540	11
92	> -0,05 " 0,55	32,2719	11	105	> -0,30 " 0,25	35,4061	12
	" 0,55 " 1,00	35,2240	12		" 0,25 " 1,00	38,3582	13
	Từ -0,50 đến 0,10	29,3338	10		Từ -0,50 đến -0,35	32,4680	11
92	> 0,10 " 0,45	32,2859	11	105	> -0,35 " 0,20	35,4201	12
	" 0,45 " 1,00	35,2380	12		" 0,20 " 0,80	38,3722	13
					" 0,80 " 1,00	41,3243	14

Tiếp bảng 4.11

z_T	x	W_T	z_n	z_T	x	W_T	z_n
106	Từ -0,50 đến -0,45	32,4820	11	116	Từ -0,50 đến 0,05	38,5263	13
	> -0,45 " 0,15	35,4341	12		> 0,05 " 0,65	41,4784	14
	" 0,15 " 0,75	38,3862	13		" 0,65 " 1,00	44,4305	15
	" 0,75 " 1,00	41,3383	14				
107	Từ -0,50 đến 0,05	35,4481	12	117	Từ -0,50 đến 0	38,5403	13
	> 0,05 " 0,65	38,4002	13		> 0 " 0,60	41,4924	14
	" 0,65 " 1,00	41,3523	14		" 0,60 " 1,00	44,4445	15
108	Từ -0,50 đến 0	35,4621	12	118	Từ -0,50 đến -0,05	38,5543	13
	> 0 " 0,60	38,4142	13		> -0,05 " 0,55	41,5064	14
	" 0,60 " 1,00	41,3663	14		" 0,55 " 1,00	44,4585	15
109	Từ -0,50 đến -0,05	35,4761	12	119	Từ -0,50 đến -0,15	38,5683	13
	> -0,05 " 0,55	38,4282	13		> -0,15 " 0,45	41,5204	14
	" 0,55 " 1,00	41,3803	14		" 0,45 " 1,00	44,4725	15
110	Từ -0,50 đến -0,15	35,4901	12	120	Từ -0,50 đến -0,20	38,5823	13
	> -0,15 " 0,45	38,4422	13		> -0,20 " 0,40	41,5344	14
	" 0,45 " 1,00	41,3943	14		" 0,40 " 1,00	44,4865	15
111	Từ -0,50 đến -0,20	35,5041	12	121	Từ -0,50 đến -0,25	38,5963	13
	> -0,20 " 0,40	38,4562	13		> -0,25 " 0,35	41,5484	14
	" 0,40 " 1,00	41,4083	14		" 0,35 " 1,00	44,5005	15
112	Từ -0,50 đến -0,25	35,5181	12	122	Từ -0,50 đến -0,30	38,6103	13
	> -0,25 " 0,35	38,4702	13		> -0,30 " 0,25	41,5624	14
	" 0,35 " 1,00	41,4223	14		" 0,25 " 1,00	44,5145	15
113	Từ -0,50 đến -0,30	35,5321	12	123	Từ -0,50 đến -0,35	38,6243	13
	> -0,30 " 0,25	38,4842	13		> -0,35 " 0,20	41,5764	14
	" 0,25 " 1,00	41,4363	14		" 0,20 " 0,80	44,5285	15
					" 0,80 " 1,00	47,4806	16
114	Từ -0,50 đến -0,35	35,5461	12	124	Từ -0,50 đến -0,45	38,6383	13
	> -0,35 " 0,20	38,4982	13		> -0,45 " 0,15	41,5904	14
	" 0,20 " 0,80	41,4503	14		" 0,15 " 0,75	44,5425	15
	" 0,80 " 1,00	44,4024	15		" 0,75 " 1,00	47,4946	16
115	Từ -0,50 đến -0,45	35,5602	12	125	Từ -0,50 đến -0,05	41,6044	14
	> -0,45 " 0,15	38,5123	13		> -0,05 " 0,65	44,5565	15
	" 0,15 " 0,75	41,4644	14		" 0,65 " 1,00	47,5086	16
	" 0,75 " 1,00	44,4165	15				

Bảng 4.12. Các công thức tính toán các thông số hình học của truyền động bánh răng trụ dịch chỉnh

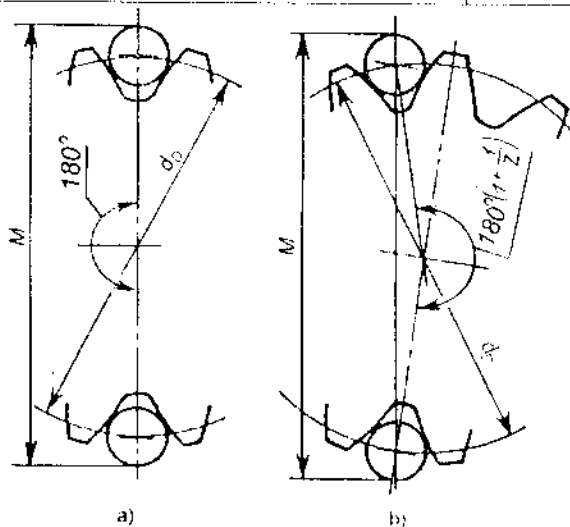
Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
<i>Các số liệu cho trước:</i>	
Số răng, z Môđun, m Góc nghiêng của răng, β Prôfin gốc (α , h_a^* , c , r_f)	
<i>Tính toán các hệ số dịch chỉnh x_1, x_2 khi cho trước khoảng cách trục a_w</i>	
Khoảng cách trục chia, a	$a = \frac{(z_1 + z_2)m}{2\cos\beta}$
Góc prôfin, α_t	$\operatorname{tg}\alpha_t = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\beta}$
Góc ăn khớp, α_{tw}	$\cos\alpha_{tw} = \frac{a}{a_w} \cos\alpha_t$
Hệ số dịch chỉnh tổng, x_Σ	$x_\Sigma = \frac{(z_1 + z_2)(\operatorname{inv}\alpha_{tw} - \operatorname{inv}\alpha_t)}{2\operatorname{tg}\alpha}$
Các hệ số dịch chỉnh, x_1 , x_2	Hàm $\operatorname{inv}\alpha = \operatorname{tg}\alpha - \alpha$, tính theo radian (xem bảng 4.9) Khi prôfin gốc theo TCVN 2258-77, phân $x_\Sigma = x_1 + x_2$ theo bảng 4.6 và 4.7
<i>Tính toán khoảng cách trục a_w khi cho trước các hệ số dịch chỉnh x_1, x_2</i>	
Hệ số dịch chỉnh tổng, x_Σ	$x_\Sigma = x_1 + x_2$
Góc prôfin, α_t	$\operatorname{tg}\alpha_t = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\cos\beta}$
Góc ăn khớp, α_{tw}	$\operatorname{inv}\alpha_{tw} = \frac{2x_\Sigma \operatorname{tg}\alpha}{z_1 + z_2} + \operatorname{inv}\alpha_t$
Khoảng cách trục, a_w	$a_w = \frac{(z_1 + z_2)m}{2\cos\beta} \frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tw}}$
<i>Tính toán các đường kính của bánh răng</i>	
Đường kính vòng chia, d	$d_1 = \frac{z_1 m}{\cos\beta}$; $d_2 = \frac{z_2 m}{\cos\beta}$
Tỷ số truyền, u	$u = \frac{z_2}{z_1}$
Đường kính vòng lăn, d_w	$d_{w1} = \frac{2a_w}{u+1}$; $d_{w2} = \frac{2a_w \cdot u}{u+1}$
Hệ số dịch chỉnh sử dụng y	$y = \frac{a_w \cdot a}{m}$
Hệ số dịch chỉnh cân bằng Δy	$\Delta y = x_\Sigma - y$
Đường kính vòng đỉnh răng d_a	$d_{a1} = d_1 + 2(h_a^* + x_1 - \Delta y)m$ $d_{a2} = d_2 + 2(h_a^* + x_2 - \Delta y)m$
Đường kính vòng chân răng d_f	$d_{f1} = d_1 - 2(h_a^* + c^* - x_1)m$ $d_{f2} = d_2 - 2(h_a^* + c^* - x_2)m$
	<i>Chú thích:</i> 1. Đối với truyền động bánh răng thẳng $\beta = 0$ khi $a = 0,5(z_1 + z_2)m$; $\alpha_t = \alpha$; $d = mz$ 2. Khi $\alpha = \alpha_w$ thì $\alpha_{tw} = \alpha_t$; $x_\Sigma = 0$; $d_w = d$; $y = 0$ và $\Delta y = 0$. 3. Khi $x_\Sigma = 0$ thì $\alpha_{tw} = \alpha_t$; $a_{tw} = a$; $d_w = d$; $y = 0$ và $\Delta y = 0$.

Tiếp bảng 4.12

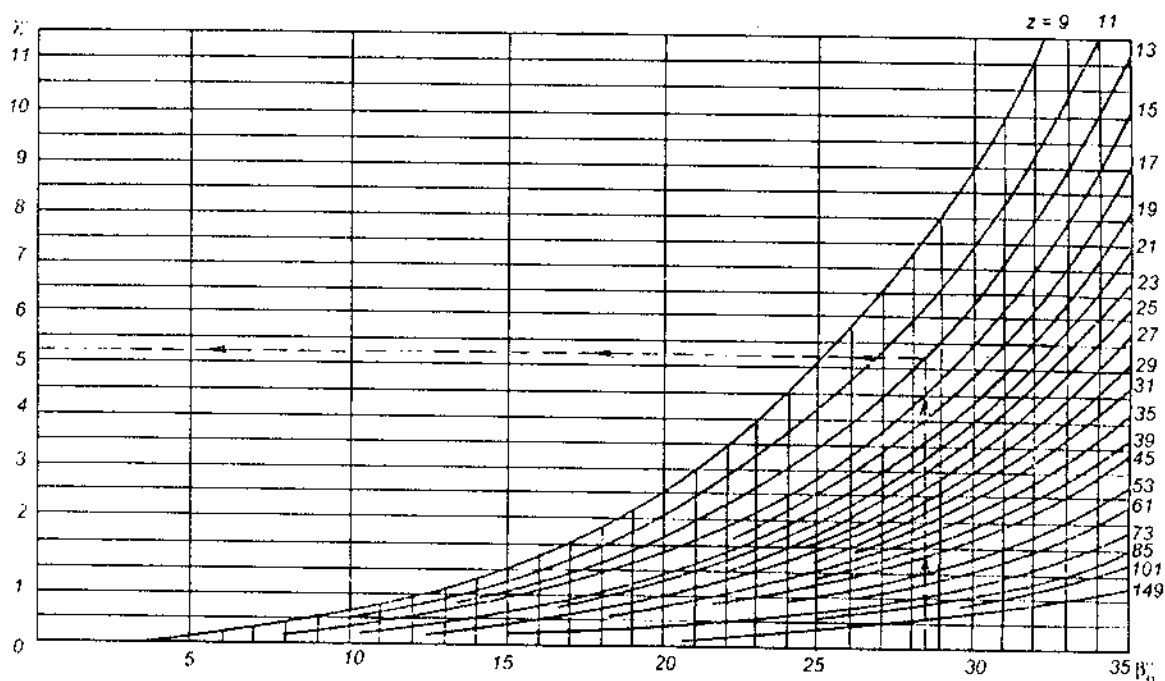
Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
<i>Tính toán chiều dày răng theo dây cung không đổi $\bar{s}_c$ và chiều cao răng đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$</i>	
Chiều dày răng theo dây cung không đổi $\bar{s}_c$	$\bar{s}_c = \bar{s}_c^* m$ $\bar{s}_c^* = \frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha + x \sin 2\alpha$
Chiều cao răng đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$	$\bar{h}_c = 0,5(d_a - d) - \bar{h}_A^* m$ $\bar{h}_A^* = 0,5 \bar{s}_c^* \operatorname{tg} \alpha$
<i>Tính toán khoảng pháp tuyến chung</i>	
Số răng tương đương, z_k	$z_k = K \cdot z = \frac{\operatorname{inv} \alpha_t}{\operatorname{inv} \alpha} \cdot z$ Khi $\beta = 0$ thì $z_k = z$
Khoảng pháp tuyến chung W_r^* ứng với phần số nguyên z_r của số răng tương đương z_k , khi $m = 1$	W_r^* chọn theo bảng 4.11 khi $\beta = 0$ thì $z_r = z$
Khoảng pháp tuyến chung W_n^* ứng với phần số lẻ của z_k , khi $m = 1$	$W_n^* = 0,0149(z_k - z_r)$ Khi $\beta = 0$ thì $W_n^* = 0$
Khoảng pháp tuyến chung được xác định bằng sự dịch chuyển của prôfin gốc, W_x^*	$W_x^* = 0,6840x$
Khoảng pháp tuyến chung W	$W = (W_r^* + W_n^* + W_x^*)m$
<i>Tính toán chiều dày răng theo dây cung và chiều cao răng đến dây cung</i>	
Góc prôfin α_y tại điểm trên vòng tròn đồng tâm có đường kính d_y đã cho	$\cos \alpha_y = \frac{d}{d_y} \cos \alpha_t$
Chiều dày răng theo vòng tròn s_y có đường kính d_y đã cho	$s_y = d_y \left[\frac{\pi + 2x \operatorname{tg} \alpha_t}{z} + \operatorname{inv} \alpha_t - \operatorname{inv} \alpha_y \right]$
Góc nghiêng của răng β_y trên mặt trụ đồng tâm có đường kính d_y đã cho	$\operatorname{tg} \beta_y = \frac{d_y}{d} \operatorname{tg} \beta$
Góc một nửa chiều dày răng ψ_{yy} của bánh răng tương đương ứng với vòng tròn đồng tâm đường kính $\frac{d_y}{\cos^2 \beta_y}$	$\psi_{yy} = \frac{s_y}{d_y} \cos^2 \beta_y \cos \beta$
Chiều dày răng theo dây cung $\bar{s}_y$	$\bar{s}_y = d_y \frac{\sin \psi_{yy}}{\cos^2 \beta_y}$
Chiều cao răng đến dây cung $\bar{h}_{ay}$	$\bar{h}_{ay} = 0,5 \left[d_a - d_y + \frac{d_y}{\cos^2 \beta_y} (1 - \cos \psi_{yy}) \right]$
<i>Tính toán kích thước theo con lăn hoặc bi (hình 4.7)</i>	
Đường kính con lăn (bi), D	Khi $\alpha = 20^\circ$, nên dùng $D \approx 1,7m$ và được làm tròn theo kích thước tiêu chuẩn của con lăn
Góc prôfin tại điểm trên vòng tròn đồng tâm của bánh răng đi qua tâm con lăn (bi), α_D	$\operatorname{inv} \alpha_D = \frac{D}{zm \cos \alpha} + \operatorname{inv} \alpha_t - \frac{\pi - 2x \operatorname{tg} \alpha}{z}$
Đường kính vòng tròn đồng tâm đi qua tâm của con lăn d_D (bi)	$d_D = d \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_D}$

Tiếp bảng 4.12

Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
Kích thước theo con lăn (bi), M : - Của bánh răng thẳng và nghiêng có số răng chẵn - của bánh răng thẳng có số răng lẻ Kích thước theo bi của bánh răng nghiêng có số răng lẻ, M	$M = d_D + D$ $M = d_D \cos \frac{90^\circ}{z} + D$ $M = d_D \cos \frac{90^\circ}{z} + D$ Phải đảm bảo điều kiện $d_D + D > d_a$
Kích thước theo con lăn của bánh răng nghiêng có số răng lẻ, M	$M = \frac{d_D}{2 \operatorname{tg} \beta_D} \sqrt{z^2 + 4 \operatorname{tg}^2 \beta_D \cos \left[\frac{90^\circ}{z} \cdot \frac{z}{2} \right]} + D$ ở đây $\operatorname{tg} \beta_D = \frac{\cos \alpha_f \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha_D}$ z được xác định theo đồ thị hình 4.5. Phải đảm bảo điều kiện: $d_D + \frac{D}{\cos \beta_D} > d_a$
Chiều dày pháp tuyến của răng, s_n	$s_n = \left(\frac{\pi}{2} + 2x \operatorname{tg} \alpha_f \right) m$
Đường kính vòng cơ sở, d_b	$d_b = d \cos \alpha_f$
Góc nghiêng của răng trên mặt trụ cơ sở, β_b	$\sin \beta_b = \sin \beta \cos \alpha_f$
Bước ăn khớp, P	$P_a = \pi m \cos \alpha_f$
Bước dọc của răng, P_x	$P_x = \frac{\pi m}{\sin \beta}$
Bước đường xoắn vít, P_z	$P_z = z \cdot P_x$
Hệ số dịch chỉnh nhỏ nhất $x_{\min}$	$x_{\min}$ - theo đồ thị hình 4.5
Kiểm tra hệ số trùng khớp	
Góc prôfin tại điểm trên vòng đỉnh răng, α_d	$\cos \alpha_d = \frac{d_b}{d_D}$
Hệ số trùng khớp mặt đầu, ε_{α}	$\varepsilon_{\alpha} = \frac{z_1 \operatorname{tg} \alpha_{d1} + z_2 \operatorname{tg} \alpha_{d2} - (z_1 + z_2) \operatorname{tg} \alpha_{fb}}{2\pi}$ $\varepsilon_{\alpha} \geq 1,2$: đối với truyền động bánh răng thẳng $\varepsilon_{\alpha} \geq 1,0$: đối với truyền động bánh răng nghiêng
Hệ số trùng khớp dọc, ε_{β}	$\varepsilon_{\beta} = \frac{b_w}{P_x}$ ở đây b_w - chiều rộng làm việc của vành răng; $\varepsilon_{\beta} \geq 1$ P_x - bước dọc của răng.
Hệ số trùng khớp, ε_v	$\varepsilon_v = \varepsilon_{\alpha} + \varepsilon_{\beta}$



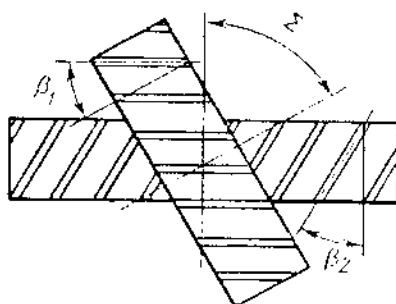
Hình 4.7. Kích thước theo con lăn
a) số răng chẵn; b) số răng lẻ



Hình 4.8. Đồ thị xác định λ phụ thuộc vào z và β_0 .

Ví dụ: cho $z = 13$, $\beta_0 = 28^\circ 40'$, theo đồ thị xác định được $\lambda = 5^\circ 45'$ (đường nét đứt)

Truyền động bánh răng trụ nghiêng có trục cắt nhau



Hình 4.9. Truyền động bánh răng trụ nghiêng có trục cắt nhau.

Về bản chất, các bánh răng của truyền động bánh răng trụ răng nghiêng có trục cắt nhau là các bánh răng nghiêng có góc nghiêng β lớn. Sự ăn khớp của hai bánh răng nghiêng có cùng một hướng nghiêng với các góc nghiêng β_1 , β_2 sẽ tạo ra góc Σ giữa các trục (hình 4.9):

$$\Sigma = \beta_1 + \beta_2$$

Hướng nghiêng của răng các bánh răng trong bộ truyền có thể khác nhau, khi đó:

$$\Sigma = \beta_2 - \beta_1$$

Trường hợp này thường không được dùng vì hiệu suất của truyền động thấp. Truyền động bánh răng nghiêng có trục cắt nhau sẽ đạt hiệu suất cao nhất khi:

$$\beta_1 = \frac{\Sigma}{2} + \frac{p}{2} \text{ và } \beta_2 = \frac{\Sigma}{2} - \frac{p}{2}$$

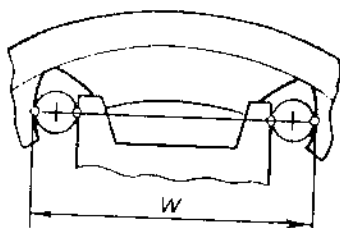
ở đây ρ - góc ma sát, thường $\rho = 4 \div 8^\circ$

Tỷ số truyền của truyền động thường được dùng $u = 1 \div 4$.

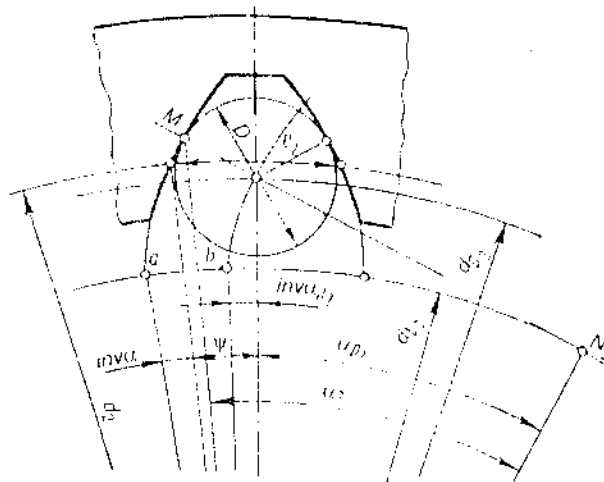
Truyền động bánh răng trụ thân khai ăn khớp trong

Bảng 4.13. Các công thức tính toán các thông số hình học của truyền động bánh răng thẳng ăn khớp trong, không dịch chỉnh

Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
Các số liệu cho trước	
Số răng, z Môđun, m Prôfin gốc (α, h_a^*, c, r_f) - TCVN 2258-77	
Khoảng cách trục chia, a	$a = \frac{(z_2 - z_1)m}{2}$
Đường kính vòng chia, d	$d_1 = z_1 m; d_2 = z_2 m$
Đường kính vòng đỉnh răng, d_a	$d_{a1} = d_1 + 2m; d_{a2} = d_2 + 2m$
Đường kính vòng chân răng, d_f	$d_{f1} = d_1 - 2(c + m)$ $d_{f2} = d_2 + 2(c + m)$ Theo TCVN2258-77: $h_a^* = 1; c = 0,25m$
Tính toán chiều dày răng theo dây cung không đối và chiều cao răng đến dây cung không đối	
Chiều dày răng theo dây cung không đối, $\bar{s}_c$	$\bar{s}_c = \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha\right) m$ khi $\alpha = 20^\circ; \bar{s}_c = 1,387 m$
Chiều cao răng đến dây cung không đối, $\bar{h}_c$	$\bar{h}_{c1} = 0,5(d_{a1} - d_1 - \bar{s}_c \operatorname{tg} \alpha)$ $\bar{h}_{c2} = 0,5(d_2 - d_{a2} - \bar{s}_c \operatorname{tg} \alpha)$
Chiều dày răng theo dây cung vòng chia	$s = \frac{\pi m}{2}$
Tính toán khoảng pháp tuyến chung W (hình 4.10). W tính theo bảng 4.9, $W = W_1^* m$ Tính toán kích thước theo con lăn (bi) (hình 4.11)	
Kích thước theo con lăn (bi), M :	
+ Khi số răng chẵn	$M = zm - D$
+ Khi số răng lẻ	$M = zm \cos \frac{90^\circ}{2} - D$
Đối với bánh răng không dịch chỉnh, đường kính con lăn D được chọn phụ thuộc vào m (kích thước tính theo mm)	
D	1,732 1,845 2,214 2,952 3,690 4,428 5,904
m	1 1,25 1,5 2 2,5 3 4
D	7,380 8,856 11,808 14,760
m	5 6 8 10



Hình 4.10. Đo khoảng pháp tuyến chung W của bánh răng trong



Hình 4.11. Các yếu tố cơ bản khi xác định vị trí con lăn (bi) ở rãnh răng bánh răng trong

Bảng 4.14. Các công thức tính toán các thông số hình học của truyền động bánh răng ăn khớp trong có dịch chỉnh

Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
<i>Các số liệu cho trước</i>	
Số răng, z	
Môđun, m	
Góc nghiêng của răng, β	
Prôfin góc (α , h_a^* , c , r_f)	
<i>Tính toán các hệ số dịch chỉnh x_1, x_2 khi cho trước khoảng cách trục a_w</i>	
Khoảng cách trục chia, a	$a = \frac{(z_2 - z_1)m}{2 \cos \beta}$
Góc prôfin, α_t	$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta}$
Góc ăn khớp, α_{tw}	$\cos \alpha_{tw} = \frac{a}{a_w} \cos \alpha_t$
Hệ số dịch chỉnh hiệu $x_d = x_2 - x_1$	$x_d = \frac{(z_2 - z_1) \operatorname{inv} \alpha_{tw} - \operatorname{inv} \alpha_1}{2 \operatorname{tg} \alpha}$ Việc phân chia x_d thành x_1, x_2 dựa trên yêu cầu độ bền và điều kiện ăn khớp của truyền động
<i>Tính toán khoảng cách trục a_w khi cho trước các hệ số dịch chỉnh x_1, x_2</i>	
Hệ số dịch chỉnh hiệu, x_d	$x_d = x_2 - x_1$
Góc ăn khớp, α_{tw}	$\operatorname{inv} \alpha_{tw} = \frac{2x_d \operatorname{tg} \alpha}{z_2 - z_1} + \operatorname{inv} \alpha_1$
Khoảng cách trục, a_w	$a_w = \frac{(z_2 - z_1)m}{2 \cos \beta} \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}}$

Tiếp bảng 4.14

Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
<i>Tính toán các đường kính của bánh răng</i>	
Đường kính vòng chia, d	$d_1 = \frac{z_1 m}{\cos \beta} ; d_2 = \frac{z_2 m}{\cos \beta}$
Tỷ số truyền, u	$u = \frac{z_2}{z_1}$
Đường kính vòng lăn, d_a	$d_{a1} = \frac{2a_w}{u-1} ; d_{a2} = \frac{2a_w u}{u-1}$
Đường kính vòng đỉnh răng, d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2(h_a^* + x_1)m$ $d_{a2} = d_2 - 2(h_a^* - x_2 - 0.2)m$
Đường kính vòng chân răng, d_f	$d_{f1} = d_1 - 2(h_a^* + c^* - x_1)m$ $d_{f2} = d_2 + 2(h_a^* + c^* + x_2)m$ Khi $\beta = 0, \alpha_t = \alpha; d = zm$ Khi $a = a_w, \alpha_{tw} = \alpha; x_d = 0; d_w = d$ Khi $x_d = 0; \alpha_{tw} = \alpha; a = a_w; d_w = d$
Chiều dày răng theo dây cung không đổi $\bar{s}_c$	$\bar{s}_{c1} = \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha + x_1 \sin 2\alpha \right) m$ $\bar{s}_{c2} = \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha - x_2 \sin 2\alpha \right) m$
Chiều cao răng đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$	$\bar{h}_{c1} = 0.5(d_{a1} - d_1) - 0.5 \bar{s}_{c1} \operatorname{tg} \alpha$ $\bar{h}_{c2} = 0.5(d_2 - d_{a2}) - 0.5 \bar{s}_{c2} \operatorname{tg} \alpha$
<i>Tính toán khoảng pháp tuyến chung</i> V Khi $\alpha = 20^\circ$, theo bảng 4.12	
<i>Tính toán chiều dày răng theo dây cung và chiều cao răng đến dây cung</i>	
Góc phân α_v tại điểm, trên vòng tròn đồng tâm có đường kính d_v đã cho	$\cos \alpha_v = \frac{d}{d_v} \cos \alpha_t$
Chiều dày răng theo vòng tròn đường kính d_v đã cho s_{yv}	$s_{yv1} = d_{v1} \left[\frac{\frac{\pi}{2} + 2x_1 \operatorname{tg} \alpha}{z_1} + \operatorname{inv} \alpha_1 - \operatorname{inv} \alpha_{v1} \right]$ $s_{yv2} = d_{v2} \left[\frac{\frac{\pi}{2} - 2x_2 \operatorname{tg} \alpha}{z_2} - \operatorname{inv} \alpha_1 + \operatorname{inv} \alpha_{v2} \right]$
Góc nghiêng của răng β_v trên mặt trụ đồng tâm có đường kính d_v đã cho	$\operatorname{tg} \beta_v = \frac{d_v}{d} \operatorname{tg} \beta$
Góc một nửa chiều dày răng ψ_{yv} của bánh răng tương đương ứng với vòng tròn đồng tâm đường kính $\frac{d_v}{\cos^2 \beta_v}$	$\psi_{yv} = \frac{s_{yv}}{d_v} \cos^2 \beta_v \cos \beta$
Chiều dày răng theo dây cung, $\bar{s}_v$	$\bar{s}_v = d_v \frac{\sin \psi_{yv}}{\cos^2 \beta_v}$
Chiều cao răng đến dây cung, $\bar{h}_{yv}$	$\bar{h}_{yv1} = 0.5 \left[d_{a1} - d_{v1} + \frac{d_{v1}}{\cos^2 \beta_{v1}} (1 - \cos \psi_{yv1}) \right]$ $\bar{h}_{yv2} = 0.5 \left[d_{v2} - d_{a2} - \frac{d_{v2}}{\cos^2 \beta_{v2}} (1 - \cos \psi_{yv2}) \right]$

Tiếp bảng 4.14

Thông số và ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn	
Tính toán kích thước theo con lăn (bi)		
Đường kính con lăn (bi), D	Khi $\alpha = 20^\circ$ (prôfin gốc : TCVN 2258-77) nên dùng $D \approx 1,7$ mm đối với bánh răng nhỏ, và $D \approx 1,5$ m đối với bánh răng lớn. Không kiểm tra bánh răng nghiêng răng trong bằng con lăn.	
Góc prôfin tại điểm trên vòng tròn đồng tâm của bánh răng đi qua tâm con lăn (bi), α_D	$\operatorname{inv} \alpha_{D1} = \frac{D}{z_1 m \cos \alpha} + \operatorname{inv} \alpha_1 - \frac{\frac{\pi}{2} - 2x_1 \operatorname{tg} \alpha}{z_1}$ $\operatorname{inv} \alpha_{D2} = \frac{\frac{\pi}{2} + 2x_2 \operatorname{tg} \alpha}{z_2} - \frac{D}{z_2 m \cos \alpha} + \operatorname{inv} \alpha_1$	
Đường kính vòng tròn đồng tâm của bánh răng đi qua tâm của con lăn (bi), d_D	$d_D = d \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_D}$	
Kích thước theo con lăn (bi), M:	$\left. \begin{aligned} M_1 &= d_{D1} + D \\ M_2 &= d_{D2} + D \\ M_1 &= d_{D1} \cos \frac{90^\circ}{z_1} + D \\ M_2 &= d_{D2} \cos \frac{90^\circ}{z_2} - D \end{aligned} \right\}$	Phải đảm bảo điều kiện: + với bánh răng nhỏ $d_{D1} + D > d_{a1}$ $d_{D1} - D > d_{f1}$ + với bánh răng lớn $d_{D2} - D < d_{a2}$ $d_{D2} + D < d_{f2}$
Các công thức tính $\alpha_a, \beta_b, P_{\alpha}, p_{\alpha}, p_r, x_{\min}$ theo bảng 4.12.		
Kiểm tra khe hở hướng tâm trong truyền động		
Khe hở hướng tâm, c: + ở rãnh răng bánh răng nhỏ, c_1 + ở rãnh răng bánh răng lớn, c_2	$\left. \begin{aligned} c_1 &= 0,5(d_{a2} - d_{f1}) - a_w \\ c_2 &= 0,5(d_{f2} - d_{a1}) - a_w \end{aligned} \right\}$	Khe hở hướng tâm thực tế được xác định theo các đường kính thực tế
Hệ số trùng khớp mặt đầu, ε_{α}	$\varepsilon_{\alpha} = \frac{z_1 \operatorname{tg} \alpha_{a1} - z_2 \operatorname{tg} \alpha_{a2} + (z_2 - z_1) \operatorname{tg} \alpha_{fa}}{2\pi}$ ở đây $\alpha_{a1}, \alpha_{a2}, \varepsilon_{\beta}, \varepsilon_D$ được xác định theo bảng 4.12	

1.2. Dung sai của truyền động bánh răng trụ (TCVN 1067-84)

Bảng 4.15. Thuật ngữ và ký hiệu

TT	Thuật ngữ	Ký hiệu
1	Sai số động học của bộ truyền Dung sai sai số động học của bộ truyền	$F_{\omega p}$ F_{ω}
2	Sai số đồng học của bánh răng Dung sai sai số đồng học của bánh răng	F_{fr} F_f
3	Sai số tích lũy của k bước răng Dung sai sai số tích lũy của k bước răng	F_{pkp} F_{pk}
4	Sai số tích lũy bước răng Dung sai sai số tích lũy bước răng	F_{pr} F_p
5	Độ đảo hướng tâm của vành răng Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng	F_{rr} F_r

TT	Thuật ngữ	Ký hiệu
6	Độ dao động khoảng pháp tuyến chung Dung sai độ dao động khoảng pháp tuyến chung	F_{vw1} F_{vw}
7	Độ dao động khoảng cách trục đo: + sau một vòng quay của bánh răng + sau một răng Dung sai độ dao động khoảng cách trục đo: + sau một vòng quay của bánh răng + sau một răng	F_{fr}^{1*} f_n^{1*} F_t^{1*} f_t^{1*}
8	Sai số chu kỳ của bộ truyền Dung sai sai số chu kỳ của bộ truyền	f_{k01} f_{k0}
9	Sai số chu kỳ của tần số răng trong bộ truyền Dung sai sai số chu kỳ của tần số răng trong bộ truyền	f_{z201} f_{z20}
10	Sai số chu kỳ của bánh răng Dung sai sai số chu kỳ của bánh răng	f_{zki} f_{zt}
11	Sai số động học cục bộ của bộ truyền (của bánh răng) dung sai sai số động học cục bộ của bộ truyền (của bánh răng)	$f_{lot} (f_r)$ $f_m (f_r)$
12	Sai lệch bước răng Sai lệch giới hạn bước răng	f_{ptr} $\pm f_{pl}$
13	Sai lệch bước ăn khớp Sai lệch giới hạn bước ăn khớp	f_{pbr} $\pm f_{b0}$
14	Sai số prôfin răng Dung sai sai số prôfin răng	f_r f_t
15	Vết tiếp xúc	-
16	Sai lệch bước dọc theo phương pháp tuyến Sai lệch giới hạn bước dọc theo phương pháp tuyến	$F_{p\kappa nt}$ $F_{p\kappa n}$
17	Sai số tổng (hình dạng và vị trí) của đường tiếp xúc Dung sai sai số tổng của đường tiếp xúc	F_{kt} F_k
18	Sai số hướng răng Dung sai sai số hướng răng	$F_{\beta r}$ F_{β}
19	Độ song song của các trục Dung sai độ song song của các trục	$f_{\alpha r}$ f_{α}
20	Độ xiên của các trục Dung sai độ xiên của các trục	$f_{\alpha r}$ f_{α}
21	Sai lệch khoảng cách trục Sai lệch giới hạn khoảng cách trục	f_{ar} $\pm f_a$
22	Khe hở cạnh răng cần thiết	$j_{\min}$
23	Sai lệch nhỏ nhất khoảng pháp tuyến chung trung bình của bánh răng ăn khớp ngoài Sai lệch nhỏ nhất khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp ngoài	E_{dms} E_{ds}
24	Sai lệch nhỏ nhất khoảng pháp tuyến chung trung bình của bánh răng ăn khớp trong Sai lệch nhỏ nhất khoảng pháp tuyến chung của bánh răng ăn khớp trong	E_{wms} E_{wt}
25	Dung sai khoảng pháp tuyến chung trung bình Dung sai khoảng pháp tuyến chung	T_{wm} T_w
26	Lượng dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôfin gốc Dung sai lượng dịch chuyển của prôfin gốc	E_{Hs} T_H
27	Sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng Dung sai chiều dày răng	E_{cs} T_c

Tiếp bảng 4.15

TT	Thuật ngữ	Ký hiệu
28	Sai lệch giới hạn của khoảng cách trục đo: + giới hạn trên + giới hạn dưới	E_{as}^{+} E_{as}^{-}
29	Sai lệch nhỏ nhất của kích thước theo con lăn Dng sai kích thước theo con lăn	E_{Ms}
30	Sai số lăn Dung sai sai số lăn	T_{Rr} F_{cr} F_c
31	Sai lệch giới hạn của bước răng	f_{et}
32	Dung sai của hiệu các bước răng bất kỳ	f_{ypl}
33	Dung sai sai số chu kỳ của tần số răng bánh răng	f_{rz}

TCVN 1067-84 áp dụng cho bộ truyền bánh răng trụ thân khai ăn khớp ngoài và trong với răng thẳng, răng nghiêng và răng chữ V, đường kính chia của bánh răng đến 6300 mm, chiều rộng vành răng hoặc một nửa chiều rộng vành răng chữ V đến 1250 mm, môđun của răng từ 1 đến 55 mm và prôfin gốc theo TCVN 2258-77 (hình 4.1).

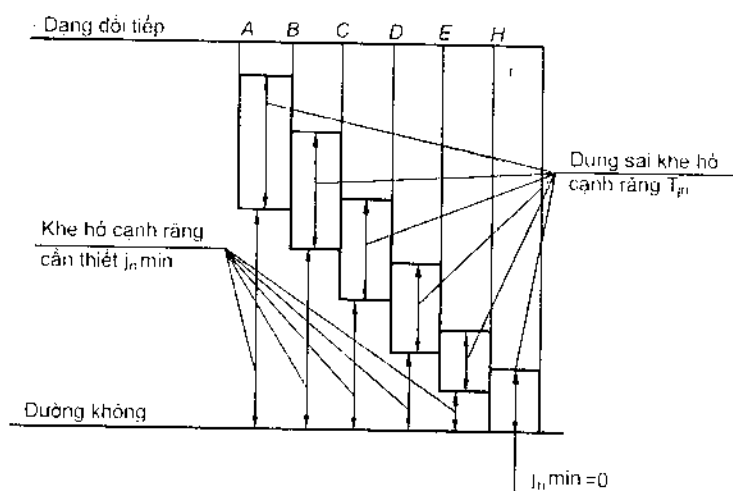
1.2.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp

1) Qui định 12 cấp chính xác của bánh răng và bộ truyền được ký hiệu bằng các chữ số theo thứ tự độ chính xác giảm dần 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 và 12. Đối với cấp chính xác 1 và 2, tiêu chuẩn chưa qui định dung sai và sai lệch giới hạn.

2) Đối với mỗi cấp chính xác của bánh răng và bộ truyền qui định các mức: chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc của bánh răng và bộ truyền. Cho phép phối hợp các mức chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc có cấp chính xác khác nhau. Khi đó mức làm việc êm 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 có thể cao hơn một cấp hoặc thấp hơn một cấp so với mức làm việc êm.

3) Qui định các dạng đối tiếp của bánh răng trong bộ truyền A, B, C, D, E và H và loại dung sai T_{jn} cho khe hở cạnh răng x, y, z, a, b, c, d và h. Các ký hiệu được chọn theo thứ tự giảm dần của trị số khe hở cạnh răng và dung sai khe hở cạnh răng, hình 4.12.

Chú thích: Dạng đối tiếp B bảo đảm trị số khe hở cạnh răng là



Hình 4.12. Dạng đối tiếp và trị số khe hở cạnh răng cần thiết.

nhỏ nhất để không xảy ra hiện tượng kẹt dính trong bộ truyền bằng thép hoặc gang do sự nung nóng khi hiệu số nhiệt độ của các bánh răng và vỏ hộp là 25°C.

Các dạng đối tiếp của bánh răng trong bộ truyền phụ thuộc vào cấp chính xác theo mức làm việc êm và được chỉ dẫn trong bảng 4.16.

Bảng 4.16. Dạng đối tiếp và cấp chính xác theo mức làm việc êm

Dạng đối tiếp	A	B	C	D	E	H
Cấp chính xác theo mức làm việc êm	3-12	3-11	3-9	3-8	3-7	3-7

Các dạng đối tiếp H và E tương ứng với loại dung sai khe hở cạnh răng h, còn các dạng đối tiếp A, C, B và D tương ứng với các loại dung sai d, c, b và a.

Cho phép thay đổi sự tương ứng giữa các dạng đối tiếp và loại dung sai khe hở cạnh răng, khi đó có thể sử dụng các loại dung sai x, y, z.

4) Qui định 6 cấp sai lệch khoảng cách trục được ký hiệu bằng các chữ số La Mã theo thứ tự cấp chính xác giảm dần từ I đến VI.

Khe hở cạnh răng cần thiết đối với một dạng đối tiếp được bảo đảm khi tuân theo các cấp sai lệch khoảng cách trục trên (đối với dạng đối tiếp H và E - cấp I, II, còn đối với các dạng đối tiếp D, C, B và A - cấp III, IV, V, VI).

Cho phép thay đổi sự tương ứng giữa các dạng đối tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trục.

5) Ký hiệu qui ước độ chính xác của bánh răng và bộ truyền.

Ví dụ 1: Bộ truyền bánh răng trụ có cấp chính xác 7 đối với cả ba mức, có dạng đối tiếp của các bánh răng C, giữa dạng đối tiếp và loại dung sai khe hở cạnh răng cũng như dạng đối tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trục có sự tương ứng với nhau:

7 - C TCVN 1067 - 84

Khi phối hợp giữa các mức có cấp chính xác khác nhau và dạng đối tiếp không tương ứng với loại dung sai khe hở cạnh răng nhưng vẫn đảm bảo sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trục, độ chính xác của các bánh răng và bộ truyền được ký hiệu lần lượt bởi ba chữ số và hai chữ cái.

Chữ số thứ nhất ký hiệu cấp chính xác theo mức chính xác động học, chữ số thứ hai - cấp chính xác theo mức làm việc êm, chữ số thứ ba - cấp chính xác theo mức tiếp xúc của các răng và chữ cái thứ nhất trong hai chữ cái - dạng đối tiếp, còn chữ cái thứ hai - loại dung sai khe hở cạnh răng. Giữa các chữ số cũng như giữa phần chữ số và chữ cái có gạch ngang.

Ví dụ 2: Bộ truyền bánh răng trụ có cấp chính xác 8 về mức chính xác động học, cấp chính xác 7 về mức làm việc êm, cấp chính xác 6 về mức tiếp xúc của các bánh răng, dạng đối tiếp B, dạng dung sai khe hở cạnh răng a, giữa dạng đối tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trục có sự tương ứng:

8 - 7 - 6 - Ba TCVN 1067 - 84

Chú thích: Trong trường hợp không cần qui định cấp chính xác cho một trong ba mức, cần thay chữ số tương ứng trong ký hiệu bằng chữ N.

Khi chọn cấp sai lệch khoảng cách trục thô hơn cấp qui định đối với dạng đối tiếp đã cho, trong ký hiệu qui ước độ chính xác của bộ truyền bánh răng trụ cần ghi cấp sai lệch khoảng cách trục đã chọn và khe hở cạnh răng cần thiết đã giảm đi, được tính theo công thức:

$$j'_{\text{min}} = j_{\text{min}} - 0,68(f_a - f_q)$$

ở đây:

j_{min} và f_q - trị số theo bảng của khe hở cạnh răng cần thiết và sai lệch giới hạn của khoảng cách trục đối với dạng đối tiếp đã cho theo bảng 4.25.

j'_{min} - khe hở cạnh răng cần thiết tính toán.

f_a - sai lệch khoảng cách trục đối với cấp thô hơn.

Ví dụ 3: Bộ truyền bánh răng trụ có cấp chính xác 7 đối với cả ba mức, dạng đối tiếp của các bánh răng C, loại dung sai khe hở cạnh răng a và cấp sai lệch khoảng cách trục V (khi khoảng cách trục của bộ truyền $a_n = 450 \text{ mm}$, $j'_{\text{min}} = 128 \mu\text{m}$):

$$7 - \text{Ca/V} - 128 \text{ TCVN 1067-85}$$

Chú thích: Khi chọn cấp sai lệch khoảng cách trục chính xác hơn, khe hở cạnh răng nhỏ nhất trong bộ truyền sẽ lớn hơn khe hở cạnh răng được cho trong bảng 4.25. Trị số khe hở cạnh răng của bộ truyền cũng được tính theo công thức trên nhưng không cần chỉ dẫn trong ký hiệu qui ước độ chính xác của bộ truyền.

1.2.2. Mức chính xác

a) Các chỉ tiêu của mức chính xác động học được qui định trong bảng 4.18 và 4.19.

Nếu mức chính xác động học của các bánh răng khi lắp trên trục làm việc đạt yêu cầu của TCVN 1067-84 và không có yêu cầu về lắp chọn thì không nhất thiết phải kiểm tra mức chính xác động học của bộ truyền. Ngược lại khi mức chính xác động học của bộ truyền đạt yêu cầu của tiêu chuẩn thì không cần thiết phải kiểm tra mức chính xác động học của các bánh răng.

Chỉ tiêu hoặc bộ chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học:

+ Đối với bánh răng :

F'_a - cho cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8;

F_{pr} và F_{ph} - cho các cấp chính xác 3, 4, 5, 6;

F_p - cho các cấp chính xác 7, 8;

F_{cr} và F'_{cr} - cho các cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8;

F_{vwl} và F'_{vwl} - cho các cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8,;

F_{vwr} và F''_{vwr} - cho các cấp chính xác 5, 6, 7, 8;

F'_{ir} và F''_{ir} - cho các cấp chính xác 5, 6, 7, 8;

F''_{ir} - cho các cấp chính xác 9, 10, 11, 12;

F_{pr} - cho các cấp chính xác 7, 8 khi đường kính của bánh răng lớn hơn 1600 mm.

+ Đối với bộ truyền bánh răng :

F'_{pr} - cho các cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Tùy theo từng điều kiện cụ thể mà lựa chọn chỉ tiêu hoặc bộ chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học thích hợp.

b) Các chỉ tiêu của mức làm việc êm được qui định trong các bảng 4.20, 4.21 và 4.22

Nếu độ chính xác của bộ truyền theo mức làm việc êm phù hợp với các yêu cầu của

tiêu chuẩn TCVN 1067-84 thì không nhất thiết phải kiểm tra mức làm việc êm của các bánh răng.

Chỉ tiêu hoặc bộ chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm:

Đối với bánh răng của bộ truyền có hệ số trùng khớp dọc danh nghĩa ε_p nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 4.17.

Bảng 4.17. Trị số giới hạn ε_p

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_p	1,25		1,5	2,0	2,5	3,0

f_{ir} - cho các cấp chính xác: 3, 4, 5, 6, 7, 8;

f_{zxr} - cho các cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8;

f_{pbr} và f_{ir} - cho các cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8;

f_{pbr} và f_{pr} - cho các cấp chính xác 3, 4, 5, 6, 7, 8;

f_{ir}'' - cho các cấp chính xác 5, 6, 7, 8;

+ Đối với bánh răng của bộ truyền có ε_p bất kỳ

f_{ir}'' - cho các cấp chính xác 9, 10, 11, 12;

f_{pbr} - cho các cấp chính xác 9, 10, 11, 12;

f_{pbr} - cho các cấp chính xác 9, 10, 11, 12;

+ Đối với bánh răng của bộ truyền có ε_p lớn hơn hoặc bằng chỉ dẫn trong bảng 4.17

f_{zkr} - cho các cấp chính xác: 3, 4, 5, 6, 7, 8;

f_{ptr} - cho các cấp 7, 8;

+ Đối với bộ truyền có ε_p nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 4.17

f_{ior}' - cho các cấp chính xác: 3, 4, 5, 6, 7, 8;

f_{zxr} - cho các cấp chính xác: 3, 4, 5, 6, 7, 8;

+ Đối với bộ truyền có ε_p lớn hơn hoặc bằng chỉ dẫn trong bảng 4.17

f_{zkr} - cho các cấp chính xác: 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Tùy theo từng điều kiện cụ thể mà lựa chọn chỉ tiêu hoặc bộ chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm thích hợp.

c) Các chỉ tiêu về mức tiếp xúc của các răng được qui định trong bảng 4.23.

Nếu độ chính xác của các bánh răng theo mức tiếp xúc và các trị số thực tế của f_{xi} và f_{vr} phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn TCVN 1067-84 thì không cần thiết phải kiểm tra vết tiếp xúc trong bộ truyền.

Cho phép đánh giá độ chính xác của các bánh răng theo vết tiếp xúc tổng hoặc vết tiếp xúc tức thời của các răng bánh răng được kiểm với các răng của bánh răng đo. Khi vết tiếp xúc tổng hoặc vết tiếp xúc tức thời phù hợp với các yêu cầu của TCVN 1067-84 thì không cần thiết phải kiểm tra các chỉ tiêu khác để đánh giá mức tiếp xúc của các răng.

Chỉ tiêu hoặc bộ chỉ tiêu đánh giá mức tiếp xúc:

+ Đối với bánh răng của bộ truyền có ε_β nhỏ hơn chỉ dẫn trong bảng 4.17¹⁾:

$F_{\beta r}$ - cho các cấp chính xác 3 đến 12;

F_{kr} - cho các cấp chính xác 3 đến 12.

+ Đối với bánh răng của bộ truyền có ε_β lớn hơn hoặc bằng chỉ dẫn trong bảng 4.17²⁾.

F_{psnr} và F_{kr} - cho các cấp chính xác 3 đến 9;

F_{psnr} và $f_{\beta nr}$ - cho các cấp chính xác 3 đến 9.

+ Đối với bộ truyền bánh răng:

f_{sr} và $f_{vr}^{(3)}$ - cho các cấp chính xác 3 đến 12

Vết tiếp xúc tổng - cho các cấp chính xác 3 đến 11

Vết tiếp xúc tức thời - cho các cấp chính xác 3 đến 11.

Bảng 4.18. Mức chính xác động học

(Các chỉ tiêu $F'_{\beta r}$, $F_{\beta r}$, F_{vwr} , F_{cr} , $F''_{\beta r}$)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Đường kính vòng chia						
			Đến 125	> 125 đ. 400	> 400 đ. 800	> 800 đ. 1600	> 1600 đ. 2500	> 2500 đ. 4000	> 4000 đ. 6300
			μm						
3	F'_β	Từ 1 đến 10	$F_\beta + F_r$ (xem chú thích 1)						
	F_r	Từ 1 đến 3,5	6	9	11	13	14	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	7	10	13	14	16	18	-
		" 6,3 " 10	8	11	14	16	18	20	22
	F_{vw}	Từ 1 đến 10	4	7	12	18	-	-	-
4	F_c	Từ 1 đến 10	4	7	12	18	28	40	55
	F'_β	Từ 1 đến 10	$F_\beta + F_r$ (xem chú thích 1)						
	F_r	Từ 1 đến 3,5	10	15	18	20	22	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	11	16	20	22	25	28	-
		" 6,3 " 10	13	18	22	25	28	32	36
	F_{vw}	Từ 1 đến 10	6	12	18	28	-	-	-
	F_c	Từ 1 đến 10	6	12	18	28	45	60	90

1) Dùng cho các cấp chính xác 9 ÷ 12 khi ε_β bất kỳ

2) Dùng cho cấp chính xác 9 khi ε_β bất kỳ

3) Chỉ dùng bộ chỉ tiêu cho bộ truyền không dịch chỉnh.

Tiếp bảng 4.18

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Đường kính vòng chia						
			Đến 125	> 125 đ 400	> 400 đ. 800	> 800 đ: 1600	> 1600 đ. 2500	> 2500 đ. 4000	> 4000 đ. 6300
			μm						
5	F _i '	Từ 1 đến 10	F _p + F _r (xem chú thích 1)						
	F _r	Từ 1 đến 3,5	16	22	28	32	36	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	18	25	32	36	40	45	-
		" 6,3 " 10	20	28	36	40	45	50	56
		" 10 " 16	-	32	40	45	50	56	63
	F _{vw}	Từ 1 đến 10	10	18	28	45	-	-	-
	F _i "	Từ 1 đến 3,5	22	32	40	45	-	-	-
Trên 3,5 " 6,3		25	36	45	50	-	-	-	
" 6,3 " 10		28	40	50	56	-	-	-	
" 10 " 16		-	45	56	63	-	-	-	
F _c	Từ 1 đến 16	10	18	28	45	70	90	140	
6	F _i '	Từ 1 đến 16	F _p + F _r (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		28	45	70	110	140	220	
7	F _i '	Từ 1 đến 3,5	F _p + F _r (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	100	-
		" 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		63	90	112	125	-	-	-	
" 10 " 16		-	100	125	140	-	-	-	
F _c	Từ 1 đến 25	22	40	60	100	160	200	300	

Tiếp bảng 4.18

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Đường kính vòng chia						
			Đến 125	> 125 đ. 400	> 400 đ. 800	> 800 đ. 1600	> 1600 đ. 2500	> 2500 đ. 4000	> 4000 đ. 6300
			μm						
8	F _i	Từ 1 đến 25	F _p + F _i (xem chú thích 1)						
	F _i	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	141	160
		" 10 " 16	-	90	112	125	140	160	180
		" 16 " 25	-	100	125	140	160	180	200
		" 24 " 40	-	-	140	160	190	224	250
	F _i	Từ 1 đến 3,5	63	90	112	125	-	-	-
	F _i	Trên 3,5 " 6,3	71	100	125	140	-	-	-
		" 6,3 " 10	80	112	140	160	-	-	-
		" 10 " 16	-	125	160	180	-	-	-
9	F _{vw}	Từ 1 đến 40	28	50	80	120	-	-	-
	F _c	Từ 1 đến 40	28	50	80	120	-	-	-
	F _i	Từ 1 đến 3,5	71	80	100	112	125	200	250
		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
		" 24 " 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	-	-	-
10	F _i	Từ 1 đến 3,5	100	112	125	140	160	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	125	140	140	160	180	200	-
		" 6,3 " 10	140	160	160	180	200	224	250
		" 10 " 16	-	180	200	200	224	250	280
		" 16 " 25	-	224	250	250	280	280	315
		" 25 " 40	-	-	315	315	355	355	400
		" 40 " 55	-	-	400	400	450	450	500
	F _i	Từ 1 đến 3,5	140	160	180	200	-	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	180	200	200	224	-	-	-
		" 6,3 " 10	200	224	224	250	-	-	-
		" 10 " 16	-	250	280	280	-	-	-

Tiếp bảng 4.18

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Đường kính vòng chia						
			Đến 125	> 125 đ. 400	> 400 đ. 800	> 800 đ. 1600	> 1600 đ. 2500	> 2500 đ. 4000	> 4000 đ. 6300
			μm						
11	F_r	Từ 1 đến 3,5	125	140	160	180	200	-	-
		Trên 3,5 "	160	180	180	200	224	250	-
		" 6,3 "	180	200	200	224	250	280	315
		" 10 "	-	224	250	250	280	315	355
		" 16 "	-	280	315	315	355	355	400
		" 25 "	-	-	400	400	450	450	500
		" 40 "	-	-	500	500	560	560	630
	F''_r	Từ 1 đến 3,5	180	200	224	250	-	-	-
		Trên 3,5 "	224	250	250	280	-	-	-
		" 6,3 "	250	280	280	315	-	-	-
		" 10 "	-	315	355	355	-	-	-
12	F_r	Từ 1 đến 3,5	160	180	200	224	250	-	-
		Trên 3,5 "	200	224	224	250	280	315	-
		" 6,3 "	224	250	250	280	315	355	400
		" 10 "	-	280	315	315	355	400	450
		" 16 "	-	355	400	400	450	450	500
		" 25 "	-	-	500	500	560	560	630
		" 40 "	-	-	630	630	710	710	800
	F''_r	Từ 1 đến 3,5	224	250	280	315	-	-	-
		Trên 3,5 "	280	315	315	355	-	-	-
		" 6,3 "	315	355	355	400	-	-	-
		" 10 "	-	400	400	450	-	-	-

Chú thích:

- Để xác định F''_r , dùng F_r theo bảng 4.19, và f_r theo bảng 4.20. Cho phép tiêu chuẩn hoá sai số động học của k bước F''_{rk} , trị số F''_{rk} xác định theo công thức:

$$F''_{rk} = F_{rk} + f_r \quad (F_{rk} \text{ lấy theo bảng 4.19})$$

- Dung sai sai số động học của bộ truyền bằng tổng dung sai sai số động học của các bánh răng. Đối với bộ truyền gồm 2 bánh răng có số răng là bội số của nhau khi tỷ số giữa 2 số răng không lớn hơn 3 (1, 2, 3) thì dung sai sai số động học lớn nhất của bộ truyền khi chọn lắp có thể giảm đi 25 % hoặc lớn hơn khi xuất phát từ tính toán.
- Đối với các bánh răng chữ V, hiệu đại số lớn nhất của các trị số sai số tích lũy bước răng tại các mặt răng cùng tên của hai nửa vành răng trong mặt cắt lọc chung bất kỳ không vượt quá dung sai sai số tích lũy bước răng F_{pr} .
- Khi phối hợp giữa các mức chính xác động học và mức làm việc êm có cấp chính xác khác nhau, dung sai độ dao động khoảng cách trục đo sau 1 vòng quay của bánh răng được xác định theo công thức:

$$|F''_I|_{pk} = |F''_I - f''_I|_F + |f''_I|_r$$

Số hạng lớn nhất (có chỉ số F) lấy theo cấp của mức chính xác động học, số hạng thứ hai (có chỉ số f) lấy theo cấp của mức làm việc êm.

- Cho phép một trong các chỉ tiêu của bộ chỉ tiêu xác định mức chính xác động học vượt quá trị số giới hạn nếu ảnh hưởng tổng của chúng không vượt quá F''_r .

Bảng 4.19. Mức chính xác động học
(Chỉ tiêu F_{pk} và F_{pv})

		Đối với F_{pk} - chiều dài cung vòng chia L, mm																														
Cấp chính xác	Ký hiệu	Modun	Đến 11,2	> 11,2	< 20	≤ 20	> 20	≤ 32	> 32	≤ 50	> 50	≤ 80	> 80	≤ 160	> 160	≤ 315	> 315	≤ 630	> 630	≤ 1000	> 1000	≤ 1600	> 1600	≤ 2500	> 2500	≤ 3150	> 3150	≤ 4000	> 4000	≤ 5000	> 5000	≤ 7200
		m	Đối với F_p - đường kính vòng chia, mm																													
		mm	≤ 12,7	> 12,7	< 20,4	≥ 20,4	> 12,7	> 20,4	≤ 31,8	≥ 31,8	> 31,8	≤ 50,9	≥ 50,9	> 50,9	≤ 101,8	≥ 101,8	> 101,8	≤ 200,5	≥ 200,5	> 401,1	≤ 636,6	≥ 1019	> 1019	≤ 1592	≥ 1592	> 2005	≤ 2547	> 2547	≤ 3183	> 3183	≤ 4584	
			μm																													
3																																
4		Từ 1 đến 10	2,8	4	5	5,5	6	8	11	16	20	25	28	36	45	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
5		" 1 " 10	4,5	6	8	9	10	12	18	25	32	40	45	56	71	90	112	140	180	224	280	355	450	560	710	900	1120	1400	1800	2240	2800	
6	F_{pv} hoặc	" 1 " 16	7	10	12	14	16	20	28	40	50	63	71	90	112	140	180	224	280	355	450	560	710	900	1120	1400	1800	2240	2800	3550	4500	
7		" 1 " 25	11	16	20	22	25	32	45	63	80	100	112	140	180	224	280	355	450	560	710	900	1120	1400	1800	2240	2800	3550	4500	5600	7200	
8		" 1 " 25	16	22	28	32	36	45	63	90	112	140	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	

Bảng 4.20. Mức làm việc êm

(Chỉ tiêu f'_{1r} , f_{pt} , f_{pb} , f_r , f''_{1r})

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Đường kính vòng chia							
			Đến 125	> 125 ≤ 400	> 400 ≤ 800	> 800 ≤ 1600	> 1600 ≤ 2500	> 2500 ≤ 4000	> 4000 ≤ 6300	
			μm							
3	f_1	Từ 1 đến 2,5	6	7	8	9	12	-	-	
		Trên 2,5 " 6,3	7	8	9	10	12	14	-	
		" 6,3 " 10	8	9	10	11	14	16	22	
	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±2,5	±2,8	±3,2	±3,6	±4,0	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±3,2	±3,6	±3,6	±4,0	±4,5	±5,0	-	
		" 6,3 " 10	±3,6	±4,0	±4,5	±4,5	±5,0	±5,5	±6,0	
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±2,4	±2,6	±3,0	±3,4	±3,8	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±3,0	±3,4	±3,4	±3,8	±4,2	±5,0	-	
" 6,3 " 10		±3,4	±3,8	±4,2	±4,2	±4,8	±5,3	±5,6		
f_r	Từ 1 đến 3,5	3,6	4,0	4,0	5,5	7,5	-	-		
	Trên 3,5 " 6,3	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0	10	-		
	" 6,3 " 10	4,5	5,5	6,5	6,5	8,5	10,5	15		
4	f_1	Từ 1 đến 3,5	9	10	12	14	16	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	10	12	14	16	18	22	-	
		" 6,3 " 10	12	14	16	18	20	25	32	
	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±4	±4,5	±5	±5,5	±6	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±5	±5,5	±5,5	±6	±7	±8	-	
		" 6,3 " 10	±5,5	±6	±7	±7	±8	±9	±10	
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±3,8	±4,2	±4,8	±5,3	±5,6	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±4,8	±5,3	±5,3	±5,6	±6,7	±7,5	-	
" 6,3 " 10		±5,3	±5,6	±6,7	±6,7	±7,5	±8,5	±9,5		
f_r	Từ 1 đến 3,5	4,8	5,3	5,5	8	11	-	-		
	Trên 3,5 " 6,3	5,3	6,0	7,0	9	11,5	15	-		
	" 6,3 " 10	6,0	6,5	7,5	9,5	12	16	22		
5	f_1	Từ 1 đến 3,5	12	14	18	20	25	-	-	
		Trên 3,5 đến 6,3	16	18	20	22	28	36	-	
		" 6,3 " 10	18	20	22	25	32	40	50	
		" 10 " 16	-	22	25	28	36	45	56	
	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±6	±7	±8	±9	±10	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±8	±9	±9	±10	±11	±13	-	
		" 6,3 " 10	±9	±10	±11	±11	±13	±14	±16	
		" 10 " 16	-	±11	±13	±13	±14	±16	±18	
f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±5,6	±6,7	±7,5	±8,5	±9,5	-	-		
	Trên 3,5 " 6,3	±7,5	±8,5	±8,5	±9,5	±10	±12	-		
	" 6,3 " 10	±8,5	±9,5	±10	±10	±12	±13	±14		
	" 10 " 16	-	±10	±12	±12	±13	±15	±16		

Tiếp bảng 4.20

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	đường kính vòng chia							
			Dẫn 125	> 125 ≤ 400	> 400 ≤ 800	> 800 ≤ 1600	> 1600 ≤ 2500	> 2500 ≤ 4000	> 4000 ≤ 6300	
			μm							
5	f_1	Từ 1 đến 3,5	6	7	9	11	16	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	7	8	10	13	17	22	-	
		" 6,3 " 10	8	9	11	14	18	24	34	
		" 10 " 16	-	11	13	15	20	25	36	
	f_2	Từ 1 đến 3,5	10	11	13	14	-	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	13	14	14	16	-	-	-	
		" 6,3 " 10	14	16	16	18	-	-	-	
		" 10 " 16	-	18	20	20	-	-	-	
6	f_3	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_{pb}	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	±15	±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_4	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_5	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_6	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_{pb}	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	

Tiếp bảng 4.20

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	đường kính vòng chia							
			Đến 125	> 125 ≤ 400	> 400 ≤ 800	> 800 ≤ 1600	> 1600 ≤ 2500	> 2500 ≤ 4000	> 4000 ≤ 6300	
			μm							
7	f_{ph}	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	
	f_f	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'_f	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_f	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_{ph}	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	±56	
		" 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	
	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	90	125	
		" 10 " 16	-	32	40	50	71	90	130	
		" 16 " 25	-	45	56	63	80	100	150	
	f'_f	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	-	-	-	

Tiếp bảng 4.20

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	đường kính vòng chia						
			Đến 125	> 125 ≤ 400	> 400 ≤ 800	> 800 ≤ 1600	> 1600 ≤ 2500	> 2500 ≤ 4000	> 4000 ≤ 6300
			μm						
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_{po}	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	±75	±85
		" 25 " 40	-	-	±85	±85	±95	±95	±106
		" 40 " 55	-	-	±106	±118	±118	±132	±132
	f'_t	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	-	-	-
10	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±40	±45	±50	±56	±63	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	±50	±56	±56	±63	±71	±80	-
		" 6,3 " 10	±56	±63	±71	±71	±80	±90	±100
		" 10 " 16	-	±71	±80	±80	±90	±100	±112
		" 16 " 25	-	±90	±100	±100	±112	±112	±125
		" 25 " 40	-	-	±125	±125	±140	±140	±160
		" 40 " 55	-	-	±160	±160	±180	±180	±200
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±38	±42	±48	±53	±60	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	±48	±53	±53	±60	±67	±75	-
		" 6,3 " 10	±53	±60	±67	±67	±75	±85	±95
		" 10 " 16	-	±67	±75	±75	±85	±95	±106
		" 16 " 25	-	±85	±95	±95	±106	±106	±118
		" 25 " 40	-	-	±118	±118	±132	±132	±150
		" 40 " 55	-	-	±150	±150	±170	±170	±190
	f'_t	Từ 1 đến 3,5	45	50	56	63	-	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	56	63	63	71	-	-	-
		" 6,3 " 10	63	71	71	80	-	-	-
		" 10 " 16	-	80	90	90	-	-	-

Tiếp bảng 4.20

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	đường kính vòng chia							
			Đến 125	> 125 ≤ 400	> 400 ≤ 800	> 800 ≤ 1600	> 1600 ≤ 2500	> 2500 ≤ 4000	> 4000 ≤ 6300	
			μm							
11	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±56	+63	±71	±80	±90	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±71	±71	±80	±90	+100	±112	-	
		" 6,3 " 10	±80	±90	±100	±100	±112	±125	-	
		" 10 " 16	-	±100	±112	±112	±125	+140	-	
		" 16 " 25	-	±125	±140	±140	±160	+160	-	
		" 25 " 40	-	-	±180	±180	±200	+200	-	
		" 40 " 55	-	-	±224	±250	±250	+280	-	
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±53	+60	±67	+75	+85	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±67	±75	±75	±85	+90	+105	-	
		" 6,3 " 10	±75	±85	±95	±95	±105	+110	-	
		" 10 " 16	-	±95	±106	±106	+110	+130	-	
		" 16 " 25	-	±118	±132	±132	+150	+150	-	
		" 25 " 40	-	-	±170	+170	+180	+180	-	
		" 40 " 55	-	-	+212	+236	±236	±250	-	
	f''_i	Từ 1 đến 3,5	56	63	71	80	-	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	71	80	80	90	-	-	-	
		" 6,3 " 10	80	90	90	100	-	-	-	
		" 10 " 16	-	100	112	112	-	-	-	
12	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	+80	±90	+100	+112	±125	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	+100	±112	±112	+125	+140	±160	-	
		" 6,3 " 10	±112	±125	±140	+140	+160	±180	+200	
		" 10 " 16	-	+140	±160	±160	+180	±200	+224	
		" 16 " 25	-	±180	±200	+200	+224	±224	+280	
		" 25 " 40	-	-	±250	±250	±280	±280	+315	
		" 40 " 55	-	-	±315	+355	+355	+400	+400	
	f_{pb}	Từ 1 đến 3,5	±75	+85	±95	±100	±118	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	±95	+106	±106	±118	±132	±150	-	
		" 6,3 " 10	±100	±118	±132	±132	±150	±170	+170	
		" 10 " 16	-	±132	±150	±150	+170	±280	+190	
		" 16 " 25	-	±170	+190	±190	+210	±212	+240	
		" 25 " 40	-	-	±236	±236	+260	±260	+300	
		" 40 " 55	-	-	±300	±355	+355	±375	+375	
	f''_i	Từ 1 đến 3,5	71	80	90	100	-	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	90	100	100	112	-	-	-	
		" 6,3 " 10	100	112	112	125	-	-	-	
		" 10 " 16	-	125	140	140	-	-	-	

Chú thích:

- 1) Khi qui định dung sai hiệu các bước bất kỳ f_{pi} của bánh răng, cần thay thế các sai lệch giới hạn của bước răng bằng các trị số của nó không vượt quá $1,6 [f_{pi}]$.
- 2) Dung sai sai số động học cục bộ của bộ truyền f'_{i0} được lấy bằng $1,25f'_i$ của bánh răng.
- 3) Dung sai độ dao động khoảng cách trục đo sau một răng f''_i cho phép thay đổi một trị số $\Delta f'_i$ được tính theo công thức:

$$\Delta f'_i = \frac{f_{zk} \sin k(\alpha_{twm} - \alpha_{tvo})}{\sin \alpha_{twm}}$$

trong đó: α_{twm} - góc ăn khớp khi đo trong ăn khớp khít;

α_{tvo} - góc ăn khớp trong gia công;

f_{zk} - trị số thực tế của sai số chu kỳ của tần số k xuất hiện khi kiểm tra trên máy cắt răng;

k - tần số của sai số chu kỳ.

Bảng 4.21. Mức làm việc êm
(Chỉ tiêu f_{zz0})

Cấp chính xác mức êm f_{zz0}	Môđun m, mm	Tần số k của sai số chu kỳ (k=z) sau một vòng quay bánh răng						
		đến 16	> 16 ≤ 32	> 32 ≤ 63	> 63 ≤ 125	> 125 ≤ 250	> 250 ≤ 500	> 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
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
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
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:

1) Khi kiểm tra bộ truyền, tần số k được lấy bằng số răng bánh răng z. Khi kiểm tra bằng bánh răng đo, tần số k được lấy bằng số răng bánh răng được kiểm tra z.

2) Dung sai sai số chu kỳ của tần số răng bánh răng f_{zx} được qui định bằng $0,6 f_{z0}$ (bảng 4.21). Dung sai sai số chu kỳ của tần số $k = 2z, 3z$ và $4z$ sau một vòng quay của bánh răng trong bộ truyền được qui định bằng 0,5; 0,4 và 0,35 f_{zx} .

3) Đối với bộ truyền có hệ số trùng khớp dọc hiệu dụng $\epsilon_{\mu} > 0,45$, dung sai sai số chu kỳ của tần số răng trong bộ truyền được lấy như sau:

$0,6f_{z0}$ khi $0,45 < \epsilon_{\mu} \leq 0,58$

$0,4f_{z0}$ khi $0,58 < \epsilon_{\mu} \leq 0,57$

$0,3f_{z0}$ khi $\epsilon_{\mu} > 0,57$

ở đây f_{z0} được lấy theo bảng 4.21

Quan hệ giữa hệ số trùng khớp dọc hiệu dụng ϵ_{μ} và hệ số trùng khớp dọc danh nghĩa ϵ_{β} phụ thuộc vào cấp chính xác theo mức tiếp xúc của bộ truyền.

Cấp chính xác 3 và 4

$$\epsilon_{\mu} = 0,85\epsilon_{\beta}$$

Cấp chính xác 5

$$\epsilon_{\mu} = 0,72\epsilon_{\beta}$$

Cấp chính xác 6

$$\epsilon_{\mu} = 0,58\epsilon_{\beta}$$

Cấp chính xác 7

$$\epsilon_{\mu} = 0,45\epsilon_{\beta}$$

Cấp chính xác 8

$$\epsilon_{\mu} = 0,36\epsilon_{\beta}$$

Bảng 4.22. Mức làm việc êm (Chỉ tiêu f_{AR} hoặc f_{RMS})

Cấp chỉnh xác	Tần số k của sai số chu kỳ sau một vòng quay của bánh răng	Đường kính vòng chia, mm												Trên 4000 đến 6300	
		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	
		Môđun, m mm													
		μm													
		Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10
3	Từ 2 đến 4	2,8	3,4	4,2	4,5	5,3	6,0	5,6	7,1	6,7	7,5	7,1	8,0	7,5	9,5
	Trên 4 " 8	2,1	2,4	2,8	3,4	3,8	4,2	4,2	5,0	4,8	5,6	5,0	6,0	5,6	6,7
	" 8 " 16	1,6	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,2	3,8	3,6	4,2	4,0	4,5	4,0	5,0
	" 16 " 32	1,2	1,4	1,8	1,9	2,2	2,5	2,5	3,0	2,8	3,2	3,0	3,6	4,0	4,0
	" 32 " 63	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,1	2,4	2,2	2,6	2,5	2,8	3,2	3,2
	" 63 " 125	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,7	2,0	1,9	2,2	2,2	2,4	2,6	2,6
	" 125 " 250	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,8	1,7	2,0	1,9	2,2	2,4	2,4
	" 250 " 500	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,7	1,6	1,8	1,7	2,0	2,2	2,2
	" 500 " 1000	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,3	1,6	1,5	1,7	1,6	1,9	2,0	2,0
	" 1000	0,6	0,8	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,5	1,4	1,6	1,5	1,8	2,0	2,0
4	Từ 2 đến 4	4,5	5,3	6,3	7,1	8,5	9,0	9,0	11	10	12	11	13	12	15
	Trên 4 " 8	3,2	3,8	4,5	5,3	6,0	6,7	6,7	8,0	7,5	8,5	8,0	9,5	8,5	11
	" 8 " 16	2,4	2,8	3,4	4,0	4,5	5,0	5,0	6,0	5,6	6,7	6,3	7,1	6,3	8,0
	" 16 " 32	1,9	2,2	2,8	3,0	3,6	3,8	4,0	4,8	4,5	5,0	4,8	5,6	5,0	6,3
	" 32 " 63	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,2	3,8	3,6	4,2	4,0	4,5	4,5	5,0
	" 63 " 125	1,3	1,5	1,9	2,1	2,5	2,6	2,6	3,2	3,0	3,6	3,4	3,8	3,8	4,2
	" 125 " 250	1,2	1,4	1,8	1,9	2,2	2,4	2,4	2,8	2,6	3,2	3,0	3,4	3,4	3,8
	" 250 " 500	1,1	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,2	2,6	2,5	2,8	2,8	3,2	3,2	3,4
	" 500 " 1000	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,0	2,5	2,2	2,6	2,0	3,0	3,2	3,2
	" 1000	0,9	1,1	1,4	1,5	1,8	2,0	2,0	2,4	2,2	2,6	2,4	2,8	3,0	3,0
5	Từ 2 đến 4	7,4	9,0	10	12	13	15	15	18	16	18	18	22	22	25
	Trên 4 " 8	5,0	6,7	7,5	9,0	9,5	11	11	13	12	15	13	16	16	18
	" 8 " 16	3,8	5,0	5,6	6,7	7,1	8,5	8,0	10	9,0	11	10	11	11	13
	" 16 " 32	3,0	3,8	4,5	5,3	5,6	6,3	6,3	8,0	7,1	9,0	9,5	9,5	9,5	11
	" 32 " 63	2,5	3,2	3,6	4,2	4,5	5,3	5,0	6,3	5,6	7,1	6,3	8,0	8,0	8,5
	" 63 " 125	2,1	2,6	3,0	3,6	3,8	4,5	4,5	5,6	4,8	6,0	5,3	6,7	6,7	7,1
	" 125 " 250	1,9	2,4	2,6	3,2	3,4	4,0	3,8	4,8	4,2	5,3	4,8	6,0	6,0	6,3
	" 250 " 500	1,7	2,2	2,4	3,0	3,2	3,6	3,6	4,5	4,0	5,0	4,2	5,3	5,3	6,0
	" 500 " 1000	1,6	2,0	2,2	2,8	2,8	3,4	3,4	4,2	3,6	4,5	4,0	5,0	5,0	5,6
	" 1000	1,5	1,9	2,2	2,6	2,8	3,2	3,2	4,0	3,4	4,5	3,8	4,8	4,8	5,3

Tiếp bảng 4.22

Cấp chính xác	Tán số k của sai số chu kỳ sau một vòng quay của bánh răng	Đường kính vòng chia, 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	
		Mô đun, m mm													
		Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10
6	Từ 2 đến 4	11	14	16	19	21	24	24	30	26	32	28	36	40	
	Trên 4 " 8	8,0	10	12	14	15	17	17	21	19	24	21	26	28	
	" 8 " 16	8,0	7,5	8,5	10,5	11	13	13	16	14	18	16	20	21	
	" 16 " 32	4,8	6,0	6,7	8,0	9,0	10	10	13	11	14	12	15	17	
	" 32 " 63	3,8	5,0	5,6	6,7	7,1	8,5	8,0	10	9,0	11	10	12	13	
	" 63 " 125	3,2	4,2	4,8	5,6	6,0	7,1	7,1	8,5	7,5	9,5	8,5	10	11	
	" 125 " 250	3,0	3,6	4,2	5,0	5,3	6,3	6,0	7,5	6,7	8,5	7,5	9,0	10	
	" 250 " 500	2,6	3,4	3,8	4,5	5,0	5,6	5,6	7,1	6,3	8,0	6,7	8,5	9,5	
	" 500 " 1000	2,5	3,2	3,6	4,2	4,5	5,3	5,3	6,7	5,6	7,5	6,2	8,0	8,5	
	" 1000	2,4	3,0	3,4	4,0	4,5	5,0	5,0	6,3	5,6	7,1	6,0	7,5	8,5	
7	Từ 2 đến 4	18	22	26	30	32	38	36	48	40	53	45	56	60	
	Trên 4 " 8	13	16	18	22	24	28	26	34	30	38	32	40	40	
	" 8 " 16	9,5	12	14	16	18	21	20	25	22	28	24	30	34	
	" 16 " 32	7,5	9,5	11	13	14	16	16	20	18	22	19	24	26	
	" 32 " 63	6,0	8,0	9,0	10	12	14	13	16	14	18	16	20	21	
	" 63 " 125	5,3	6,7	7,5	9,0	9,5	11	11	14	12	15	13	16	18	
	" 125 " 250	4,5	6,0	6,7	8,0	8,5	10	9,5	12	11	13	12	15	15	
	" 250 " 500	4,2	5,3	6,0	7,1	8,0	9,0	9,0	11	10	12	11	13	13	
	" 500 " 1000	4,0	5,0	5,6	6,7	7,1	8,5	8,5	10	9,0	11	10	12	14	
	" 1000	3,8	4,8	5,3	6,3	6,7	8,0	8,0	10	8,5	11	9,5	12	12	
8	Từ 2 đến 4	25	32	36	42	45	53	53	63	56	75	63	80	85	
	Trên 4 " 8	18	22	26	30	34	38	38	48	42	53	45	56	63	
	" 8 " 16	14	17	20	22	25	28	28	36	32	40	34	42	48	
	" 16 " 32	11	13	15	18	20	22	22	28	25	34	28	34	36	
	" 32 " 63	8,5	11	12	15	16	18	18	22	20	26	22	30	30	
	" 63 " 125	7,1	9,5	10	12	14	16	15	19	17	22	19	24	25	
	" 125 " 250	6,7	8,0	9,5	11	12	14	13	17	15	20	17	20	22	
	" 250 " 500	6,0	7,5	8,5	10	11	13	12	16	14	18	15	19	21	
	" 500 " 1000	5,6	7,1	8,0	9,5	10	12	11	15	13	16	14	18	19	
	" 1000	5,3	6,7	7,5	9,0	10	11	11	14	12	15	13	17	18	

Chú thích:

Khi kiểm tra bộ truyền, tần số k lấy theo bánh răng trong bộ truyền. Khi kiểm tra bằng bánh răng đo, tần số k lấy theo bánh răng được kiểm.

Bảng 4.23. Mức tiếp xúc các răng (Các chỉ tiêu $F_{p\max}$, F_k , F_{p0} , f_x , f_y)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m mm	Chiều rộng vành răng hoặc chiều dài đường tiếp xúc, mm								
			Đến 40	> 40 ≤ 100	> 100 ≤ 160	> 160 ≤ 250	> 250 ≤ 400	> 400 ≤ 630	> 630 ≤ 1000	> 1000 ≤ 1250	
			μm								
3	$F_{p\max}$	Từ 1 đến 10	±6,3	±7,1	±8	±10	±12	±16	±20	±25	
	F_k	Từ 1 đến 3,5	8	9	10	11	12	-	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	10	11	12	12	14	16	-	-	
		" 6,3 " 10	12	12	14	14	16	18	22	28	
	F_{p0}	Từ 1 đến 10	4,5	6	8	10	11	14	16	20	
	f_x		4,5	6	8	10	11	14	16	20	
4	f_y		2,2	3	4	5	5,6	7,1	8	10	
	$F_{p\max}$	Từ 1 đến 10	±8	±10	±11	±12	±16	±20	±25	±36	
	F_k	Từ 1 đến 3,5	11	12	14	14	16	-	-	-	
		Trên 3,5 " 6,3	12	14	14	16	18	22	-	-	
		" 6,3 " 10	14	16	16	18	20	24	28	32	
	F_{p0}	Từ 1 đến 10	5,5	8	10	12	14	18	22	25	
5	f_x	Từ 1 đến 10	5,5	8	10	12	14	18	22	25	
	f_y	Từ 1 đến 10	2,8	4	5	6	7,1	9	11	12	
	$F_{p\max}$	Từ 1 đến 10	±11	±12	±14	±16	±20	±25	±32	±45	
		F_k	Từ 1 đến 3,5	14	16	16	18	20	-	-	-
			Trên 3,5 " 6,3	16	18	20	20	25	28	-	-
			" 6,3 " 10	20	20	22	22	25	30	36	45
6	F_{p0}	Từ 1 đến 16	-	25	25	28	36	36	40	50	
	F_{p0}	Từ 1 đến 16	7	10	12	16	18	22	25	30	
	f_x	Từ 1 đến 16	7	10	12	16	18	22	25	30	
	f_y	Từ 1 đến 16	4	5	6,3	8	9	11	12	16	
	$F_{p\max}$	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 " 6,3			20	22	25	25	30	36	-	-	
" 6,3 " 10			25	25	28	30	32	40	45	56	
7	F_{p0}	Từ 1 đến 16	-	30	32	36	40	45	50	60	
	F_{p0}	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	
	$F_{p\max}$	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 " 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	
8	F_{p0}	Từ 1 đến 25	-	50	50	56	60	63	71	90	
	F_{p0}	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	
	$F_{p\max}$	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 " 6,3			40	45	50	50	56	71	-	-	
" 6,3 " 10			45	50	56	60	63	80	-	-	
" 10 " 16			-	60	63	71	80	90	-	-	
9	F_{p0}	Từ 1 đến 25	-	80	80	90	90	100	-	-	
	F_{p0}	Từ 1 đến 25	-	-	112	112	125	125	-	-	
	F_{p0}	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 40	9	12	16	20	22	28	-	-	
	$f_{p\max}$	Từ 1 đến 40	±9	±12	±16	±20	±22	±28	-	-	

Tiếp bảng 4.23

Cấp chính xác	Ky hiệu	Môđun m, mm	Chiều rộng vành răng hoặc chiều dài đường tiếp xúc, mm							
			Đến 40	> 40 ≤ 100	> 100 ≤ 160	> 160 ≤ 250	> 250 ≤ 400	> 400 ≤ 630	> 630 ≤ 1000	> 1000 ≤ 1250
			μm							
9	F_{pk}	Từ 1 đến 55	140	145	150	160	171	190	-	-
	F_k	Từ 1 đến 3,5	56	60	60	71	80	-	-	-
		Trên 3,5 " 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	-	-
10	f_k	Từ 1 đến 55	28	40	50	63	71	90	-	-
	f_{β}	Từ 1 đến 55	14	20	25	30	36	45	-	-
	F_k	Từ 1 đến 3,5	90	100	100	112	125	-	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	100	112	112	125	140	180	-	-
		" 6,3 " 10	125	125	110	140	160	200	-	-
		" 10 " 16	-	160	160	180	200	224	-	-
		" 16 " 25	-	200	200	224	224	250	-	-
		" 25 " 40	-	-	280	280	315	315	-	-
		" 40 " 55	-	-	-	355	400	400	-	-
	F_{β}	Từ 1 đến 55	45	63	80	100	112	140	-	-
	f_k	Từ 1 đến 55	45	63	80	100	112	140	-	-
11	f_{β}	Từ 1 đến 55	22	32	40	50	56	71	-	-
	F_k	Từ 1 đến 3,5	140	160	160	180	200	-	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	160	180	180	200	224	280	-	-
		" 6,3 " 10	200	200	224	224	250	315	-	-
		" 10 " 16	-	250	250	280	315	355	-	-
		" 16 " 25	-	315	315	355	355	400	-	-
		" 25 " 40	-	-	450	450	500	500	-	-
		" 40 " 55	-	-	-	560	630	630	-	-
	F_{β}	Từ 1 đến 55	71	100	125	160	180	224	-	-
	f_k	Từ 1 đến 55	71	100	125	160	180	224	-	-
12	f_{β}	Từ 1 đến 55	36	50	63	80	90	112	-	-
	F_k	Từ 1 đến 3,5	224	250	250	280	315	-	-	-
		Trên 3,5 " 6,3	250	280	280	315	355	450	-	-
		" 6,3 " 10	315	315	355	355	400	500	-	-
		" 10 " 16	-	355	400	450	500	560	-	-
		" 16 " 25	-	500	500	560	560	630	-	-
		" 25 " 40	-	-	630	710	710	800	-	-
		" 40 " 55	-	-	-	900	1000	1000	-	-
	F_{β}	Từ 1 đến 55	112	160	200	250	280	355	-	-
	f_k	Từ 1 đến 55	112	160	200	250	280	355	-	-
13	f_{β}	Từ 1 đến 55	56	80	100	125	140	180	-	-

Chú thích:

1) F_k được xác định phụ thuộc vào chiều dài đường tiếp xúc. Đối với các bánh răng có hệ số trùng khớp dọc danh nghĩa đến 0,8 thì dùng sai số tổng của đường tiếp xúc được lấy:

$$F_k = f_{\beta} \quad \text{khi } 0 \leq \varepsilon_{\beta} \leq 0,2$$

$$F_k = 1,3f_{\beta} \quad \text{khi } 0,2 \leq \varepsilon_{\beta} \leq 0,4$$

$$F_k = 1,5f_{\beta} \quad \text{khi } 0,4 \leq \varepsilon_{\beta} \leq 0,6$$

$$F_k = 1,7f_{\beta} \quad \text{khi } 0,6 \leq \varepsilon_{\beta} \leq 0,8$$

Nếu giá trị F_k tính toán được vượt quá giá trị F_k được qui định trong bảng 4.23 thì lấy theo

bảng 4.23. Trị số F_p lấy theo bảng 4.23.

2) F_{pmax} , F_p , f_s , f_c được xác định phụ thuộc vào chiều rộng vành răng.

Đối với bánh răng chữ V, chiều rộng vành răng được nêu trong bảng 4.23 là chiều rộng của mỗi nửa răng.

3) Khi dùng sai lệch bước ăn khớp f_{pb} làm chỉ tiêu tiếp xúc của răng thì các sai lệch giới hạn được chọn theo bảng 4.20 tương ứng với cấp chính xác theo mức tiếp xúc.

Bảng 4.24. 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 %	
	Theo chiều cao răng, không nhỏ hơn	Theo chiều dài răng, không nhỏ hơn
3	65	
4	60	95
5	55	90
6	50	80
7	45	70
8	40	60
9	30	50
10	25	40
11	20	30
		25

Chú thích:

1) Đối với các bộ truyền có cấp chính xác 7 ÷ 11 với bánh răng lớn có số răng không bằng số răng của bánh răng nhỏ và bội số số răng của bánh răng nhỏ, cho phép giảm kích thước giới hạn tương đối của vết tiếp xúc tức thời của răng. Các kích thước giới hạn tương đối của vết tiếp xúc tức thời của răng trong trường hợp này, không được nhỏ hơn 75% các kích thước giới hạn tương đối của vết tiếp xúc tổng.

2) Nếu không có các yêu cầu đặc biệt về tải trọng (hãm) của bộ truyền bánh răng, vết tiếp xúc được xác định khi hãm nhẹ bảo đảm sự tiếp xúc liên tục của các răng hai bánh răng.

3) Khi kiểm tra với bánh răng đo, kích thước tương đối của vết tiếp xúc tổng cần phải tăng lên tương ứng so với chỉ dẫn trong bảng 4.2.

d) *Mức khe hở cạnh răng* được biểu thị bằng trị số khe hở cạnh răng cần thiết j_{min} ứng với các dạng đối tiếp khác nhau được qui định trong bảng 4.25, độc lập với cấp chính xác của các bánh răng và bộ truyền.

Các chỉ tiêu bảo đảm khe hở cạnh răng cần thiết là:

+ Đối với bánh răng: E_{ams} hoặc E_{ws} , hoặc F_{cs} hoặc E''_{ns} ;

+ Đối với bộ truyền:

- Có khoảng cách trục không điều chỉnh: f_m

- Có khoảng cách trục có điều chỉnh: f_{min}

Lượng dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôfin gốc E_{Hs} hoặc sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình E_{ams} được qui định trong bảng 4.26 và 4.27, hoặc sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung E_{ws} - theo bảng 4.26, hoặc sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng E_{cs} - theo bảng 4.30, hoặc sai lệch giới hạn trên của khoảng cách trục đo - theo bảng 4.32 phụ thuộc vào dạng đối tiếp và cấp chính xác theo mức làm việc êm.

Bảng 4.25. Mức khe hở cạnh răng
(Chỉ tiêu $j_{\text{min}}, f_{\text{min}}$)

Dạng đối tiếp	Cấp sai lệch	Khoảng cách trục	Ký hiệu	Khoảng cách trục a_e , mm																															
				< 80		> 125		> 180		> 250		> 315		> 400		> 500		> 630		> 800		> 1000		> 1250		> 1600		> 2000		> 2500		> 3150		> 4000	
				Đến 80	< 125	< 180	< 250	< 315	< 400	< 500	< 630	< 800	< 1000	< 1250	< 1600	< 2000	< 2500	< 3150	< 4000																
				μm																															
H	II			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	175	210	260	330	410	540	660	860	1050	1350	1650								
D	III			46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165	195	230	280	370	440	540	660														
C	IV			74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310	370	440	540	660																
B	V			120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420	500	600	700	860	1050																
A	VI			190	220	250	290	320	360	400	440	500	560	660	780	920	1100	1350	1650																
				μm																															
	I			± 10	± 11	± 12	± 14	± 16	± 18	± 20	± 22	± 25	± 28	± 35	± 40	± 45	± 55	± 70	± 90	± 110	± 140	± 160	± 180	± 200	± 250	± 350	± 450	± 550	± 700	± 900	± 1100	± 1400	± 1600		
H, E	II			± 16	± 18	± 20	± 22	± 25	± 28	± 30	± 35	± 40	± 45	± 50	± 60	± 70	± 80	± 100	± 120	± 140	± 160	± 180	± 200	± 250	± 350	± 450	± 550	± 700	± 900	± 1100	± 1400	± 1600	± 2000		
D	III			± 25	± 28	± 30	± 35	± 40	± 45	± 50	± 55	± 60	± 70	± 80	± 90	± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 200	± 250	± 350	± 450	± 550	± 700	± 900	± 1100	± 1400	± 1600	± 2000	± 2500		
C	IV			± 35	± 45	± 50	± 55	± 60	± 70	± 80	± 90	± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 200	± 250	± 350	± 450	± 550	± 700	± 900	± 1100	± 1350	± 1650	± 2050	± 2550	± 3150	± 4000	± 5000	± 6300		
B	V			± 60	± 70	± 80	± 90	± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 220	± 250	± 300	± 350	± 450	± 550	± 700	± 850	± 1000	± 1200	± 1400	± 1700	± 2100	± 2600	± 3200	± 4000	± 5000	± 6300	± 8000	± 10000		
A	VI			± 100	± 110	± 120	± 140	± 160	± 180	± 200	± 220	± 250	± 280	± 350	± 450	± 550	± 700	± 850	± 1000	± 1200	± 1400	± 1600	± 2000	± 2500	± 3500	± 4500	± 5500	± 7000	± 9000	± 11000	± 14000	± 18000	± 23000		

*.) Cấp sai lệch khoảng cách trực được dùng khi thay đổi sự tương ứng giữa dạng đồ tiếp và cấp sai lệch khoảng cách trực.

Bảng 4.26. Mức khe hở cạnh răng
(Các chỉ tiêu - E_{wa} hoặc $+E_{wa}$, thành phần I và $-E_{ws}$ hoặc $+F_{ws}$)

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác theo mức êm	Đường kính vòng chia, mm														
		μm														
		Đến 80	> 80 ≤ 125	> 125 ≤ 180	> 180 ≤ 250	> 250 ≤ 315	> 315 ≤ 400	> 400 ≤ 500	> 500 ≤ 630	> 630 ≤ 800	> 800 ≤ 1000	> 1000 ≤ 1250	> 1250 ≤ 1600			
H	3-6	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	35			
	7	10	10	12	14	16	18	20	22	25	28	30	40			
E	3-7	20	24	28	30	35	40	45	50	55	60	70	90			
	7	25	30	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100			
D	3-7	30	35	40	50	55	60	70	70	90	100	110	140			
	7	35	40	50	55	60	70	70	80	100	110	120	160			
	8	40	50	50	60	70	70	80	90	110	120	140	180			
C	3-6	50	60	70	80	90	100	110	120	140	160	180	220			
	7	55	70	70	80	100	110	120	140	140	150	200	250			
	8	60	80	80	100	110	120	140	140	160	200	200	280			
	9	70	80	100	110	120	140	140	160	200	200	250	300			
B	3-6	80	100	110	120	140	160	180	200	220	250	280	350			
	7	100	110	120	140	180	180	200	200	250	280	300	400			
	8	100	110	140	140	180	200	200	250	280	300	350	400			
	9	110	120	140	160	200	200	250	280	300	300	350	500			
	10	110	140	160	180	200	250	250	280	350	350	400	500			
	11	120	160	180	200	200	250	280	280	350	350	400	500			
A	3-6	120	140	180	200	220	250	280	300	350	400	500	550			
	7	140	180	200	200	250	280	300	350	350	400	500	600			
	8	160	200	200	250	280	300	350	350	400	500	550	600			
	9	180	200	250	280	280	350	350	400	500	550	600	700			
	10	200	200	250	280	300	350	400	400	500	550	600	800			
	11	200	250	280	300	350	350	400	500	550	600	700	900			
	12	200	250	300	350	350	400	500	500	550	600	800	800			

Bảng 4.27. Mức khe hở cạnh răng
(Chỉ tiêu - E_{wn} hoặc + E_{wn} , thành phần II)

Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng F_r , μm																			
Đến 8	> 8	> 10	12	> 16	> 20	> 25	> 32	> 40	> 50	> 60	> 80	> 100	> 125	> 160	> 200	> 250	> 320	> 400	> 500
	≤ 10	≤ 12	≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 50	≤ 60	≤ 80	≤ 100	≤ 125	≤ 160	≤ 200	≤ 250	≤ 320	≤ 400	≤ 500	≤ 630
2	2	3	3	4	5	7	9	11	14	18	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_{wn} của bánh răng ăn khớp ngoài hoặc E_{wni} đối với bánh răng ăn khớp trong được xác định bằng tổng của thành phần I (bảng 4.26) với thành phần II (bảng 4.27).

Ví dụ: Trị số E_{wn} của bánh răng có cấp chính xác 8 với $d = 300\text{ mm}$, $m = 5\text{ mm}$, dạng đối tiếp C sẽ bằng: theo bảng 4.26 là $-110\text{ }\mu m$ và theo bảng 4.27 là $-18\text{ }\mu m$. Do đó $E_{wns} = (-110) + (-18) = -128\text{ }\mu m$. Nếu là bánh răng ăn khớp trong $E_{wni} = +128\text{ }\mu m$. Trị số sai lệch nhỏ nhất của khoảng pháp tuyến chung E_{wn} được xác định theo bảng 4.26 là $-110\text{ }\mu m$, còn $E_{wi} = +110\text{ }\mu m$.

Bảng 4.28 và 4.29 giới thiệu dung sai khoảng pháp tuyến chung trung bình T_{wm} và dung sai khoảng pháp tuyến chung T_a phụ thuộc vào dạng đối tiếp và dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng F_r . Khi biết T_{wn} , T_w có thể xác định sai lệch lớn nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình và sai lệch lớn nhất của khoảng pháp tuyến chung.

Ví dụ: Trở lại ví dụ trên với bánh răng cấp chính xác 8, đường kính chia $d=300\text{ mm}$, $m=5\text{ mm}$, dạng đối tiếp C. Theo bảng 4.18 thì $F_r = 71\text{ }\mu m$, theo bảng 4.28 thì $T_{wn}=90\text{ }\mu m$ và theo bảng 4.29 : $T_w = 120\text{ }\mu m$; $E_{wns} = -128\text{ }\mu m$ và $E_{wis} = -110\text{ }\mu m$ (đã xác định ở trên). Do đó:

Sai lệch lớn nhất của khoảng pháp tuyến chung trung bình:

$$T_{wm} + E_{wns} = 90 + (-128) = -38\text{ }\mu m$$

Sai lệch lớn nhất của khoảng pháp tuyến chung:

$$T_a + E_{wis} = 120 + (-110) = +10\text{ }\mu m$$

Sai lệch giới hạn của khoảng pháp tuyến chung trung bình là $-0,038\text{ mm}$ và sai lệch giới hạn của khoảng pháp tuyến chung là $-0,110\text{ mm}$.

Bảng 4.30 và 4.31 giới thiệu sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng E_{rs} và dung sai chiều dày răng T_r . Trên cơ sở E_{rs} (mang dấu âm) và T_r có thể xác định sai lệch lớn nhất của chiều dày răng.

Bảng 4.30. Mức khe hở cạnh răng (Chỉ tiêu - E)

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác theo mức êm	Đường kính chia d, mm																		
		Đến 80	> 80 ≤125	>125 ≤180	> 180 ≤250	> 250 ≤315	> 315 ≤400	> 400 ≤500	> 500 ≤630	> 630 ≤800	> 800 ≤1000	>1000 ≤1250	>1250 ≤1600	> 1600 ≤2000	>2000 ≤2500	>2500 ≤3150	>3150 ≤4000	>4000 ≤5000	>5000 ≤6300	
		μm																		
H	3-6 7	9 10	10 12	12 14	14 14	16 16	16 18	18 18	20 20	22 22	22 25	35 35	35 40	45 50	50 60	60 70	70 80	90 100	120 140	
	3-6 7	22 25	25 30	30 35	35 35	40 40	40 45	45 50	50 60	60 70	70 70	80 90	90 100	110 120	120 140	160 180	180 200	240 250	300 350	
D	3-6 7 8	25 25 40	40 45 50	45 50 60	55 60 70	60 70 70	60 70 80	70 80 90	80 90 100	90 100 120	100 120 140	120 140 140	140 160 180	180 200 200	200 250 300	240 250 300	300 350 350	350 400 450	450 500 550	
	3-6 7 8 9	55 60 70 70	60 70 80 90	70 80 90 100	80 90 100 120	90 100 120 140	100 120 140 140	110 140 140 140	120 140 160 180	120 140 160 180	140 160 180 200	160 180 200 220	180 200 220 250	220 250 300 350	300 350 400 450	400 450 500 500	500 600 700 700	600 700 700 700	700 800 900 900	
B	3-6 7 8 9 10 11	90 100 100 120 120 140	100 120 120 140 140 160	120 140 140 160 180 180	140 140 160 180 180 200	160 180 180 200 220 220	160 180 200 220 250 250	180 200 220 250 300 300	200 220 250 300 300 300	220 250 300 350 350 350	220 250 300 350 400 400	250 300 350 400 450 450	300 350 400 450 500 500	350 400 450 500 600 600	400 450 500 600 700 700	500 600 700 800 900 900	600 700 700 800 900 1000	800 900 900 1000 1000 1200	900 1000 1200 1400 1400 1600	1100 1400 1400 1400 1600 1800
	3-6 7 8 9 10 11 12	140 150 160 180 200 200 220	160 180 200 200 220 240 250	180 200 220 250 250 300 350	200 220 250 300 300 350 350	250 250 300 300 350 350 400	250 300 350 350 400 450 450	300 350 350 400 450 500 500	300 350 400 450 500 500 500	300 350 400 450 500 500 500	350 400 450 500 600 600 600	400 450 500 600 600 700 700	500 600 700 800 800 900 900	600 700 700 800 1000 1000 1000	700 800 900 1000 1200 1400 1400	800 900 1000 1200 1400 1600 1600	1000 1000 1200 1400 1600 2000 2000	1200 1400 1400 1600 1800 2000 2200	1400 1600 1800 1800 2000 2200 2500	1800 2000 2200 2500 2500 3000 3000

Bảng 4.31. Mức khe hở cạnh răng (T_c - dung sai chiều dày răng)

Dạng đối tiếp	Loại dung sai ^{*)}	Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng, F_r , μm															μm									
		Đến 8	> 8 ≤ 10	> 10 ≤ 12	> 12 ≤ 16	> 16 ≤ 20	> 20 ≤ 25	> 25 ≤ 32	> 32 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 60	> 60 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 125	> 125 ≤ 160	> 160 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 320	> 320 ≤ 400	> 400 ≤ 500	> 500 ≤ 630	> 630 ≤ 800				
H, E	h	20	22	25	30	30	35	40	45	50	70	70	90	120	140	180	220	250	350	400	500	700				
D	d	25	30	30	35	40	45	50	60	70	70	100	120	140	180	220	250	350	450	500	700	700				
C	c	35	35	35	45	50	60	70	70	90	100	140	160	180	220	300	350	450	500	700	900	1000				
B	b	40	45	50	50	60	70	70	80	100	140	140	180	220	300	350	450	500	700	800	1000	1400				
A	a	50	60	60	70	70	80	100	120	140	180	220	250	350	400	500	700	800	1000	1200	1400	1400				
-	z	70	70	70	80	90	100	140	160	180	220	250	350	400	500	700	800	1000	1200	1400	1800	1800				
-	y	80	90	100	100	120	140	140	180	200	250	300	350	450	500	700	800	1000	1200	1400	1800	2500				
-	x	100	120	120	140	140	160	180	220	250	300	350	450	500	700	800	1000	1400	1400	1800	2200	3000				

^{*)} Loại dung sai được dùng khi thay đổi sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và loại dung sai
Trị số F_r được qui định phụ thuộc vào mức chính xác động học theo bảng 4.18.

Khi kiểm tra mức khe hở cạnh răng theo sai lệch giới hạn của khoảng cách trục đo, sai lệch giới hạn trên E''_{as} và sai lệch giới hạn dưới E''_{ai} được xác định theo bảng 4.32.

Bảng 4.32. Mức khe hở cạnh răng (Các chỉ tiêu E''_{as} và E''_{ai})

E''_{as}	Cho các bánh răng ăn khớp ngoài bằng $+f_i''$ (bảng 4.20) Cho các bánh răng ăn khớp trong bằng $+T_H$ (bảng 4.33)
E''_{ai}	Cho các bánh răng ăn khớp ngoài bằng $-T_H$ (bảng 4.33) Cho các bánh răng ăn khớp trong bằng $-f_i''$ (bảng 4.20)

Khi kiểm tra mức khe hở cạnh răng theo kích thước theo con lăn thì sai lệch nhỏ nhất của kích thước theo con lăn E_{Ms} và dung sai kích thước theo con lăn T_M được xác định qua sai lệch nhỏ nhất khoảng pháp tuyến chung trung bình E_{wms} và dung sai khoảng pháp tuyến chung trung bình T_{wm} theo công thức sau:

$$E_{Ms} \approx \frac{E_{wms}}{\sin \alpha_D \cos \beta_b}$$

$$T_M \approx \frac{T_{wm}}{\sin \alpha_D \cos \beta_b}$$

trong đó:

α_D - góc profin trên vòng tròn đồng tâm của bánh răng đi qua tâm con lăn, được xác định khi tính toán hình học kích thước theo con lăn.

β_b - góc nghiêng của răng trên mặt trụ cơ sở.

Quan hệ giữa các sai lệch giới hạn và dung sai theo các mức chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc với các thông số hình học của bánh răng được giới thiệu trong bảng 4.34. Các công thức tính toán khe hở cạnh răng cần thiết, các sai lệch và dung sai theo mức khe hở cạnh răng cần thiết, các sai lệch và dung sai theo mức khe hở cạnh răng được giới thiệu trong bảng 4.35.

Bảng 4.33. Mức khe hở cạnh răng (T_{11} - dung sai lượng dịch chuyển profile góc)

Dạng đối tiếp		Dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng $F_r, \mu m$																				
		μm																				
		Đến 8	> 8 ≤ 10	> 10 ≤ 12	> 12 ≤ 16	> 16 ≤ 20	> 20 ≤ 25	> 25 ≤ 32	> 32 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 60	> 60 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 125	> 125 ≤ 160	> 160 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 320	> 320 ≤ 400	> 400 ≤ 500	> 500 ≤ 630	> 630 ≤ 800
H, E	h	28	30	35	40	40	45	55	60	70	80	110	120	160	200	250	300	450	550	700	900	
D	d	35	40	40	45	55	60	70	80	90	100	140	160	200	260	300	350	460	600	700	900	1200
C	c	45	50	55	60	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400	500	600	700	900	1200	1400
B	b	55	60	70	70	80	90	100	120	140	180	200	250	300	400	500	600	700	900	1100	1400	1800
A	a	70	80	80	90	100	110	140	160	180	200	250	300	350	450	550	700	900	1100	1400	1600	2000
-	z	90	100	100	110	120	140	160	180	220	250	300	350	450	550	700	900	1100	1400	1600	2000	2500
-	y	110	120	140	140	160	180	200	250	280	350	400	500	600	700	900	1100	1400	1600	2000	2500	3500
-	x	140	160	160	180	200	220	250	300	350	400	500	600	700	900	1100	1400	1800	2000	2500	3000	4000

*) Loại dung sai được dùng khi thay đổi sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và loại dung sai.
Trị số F_r được qui định tương ứng với mức chính xác động học theo bảng 4.18.

Bảng 4.34. Các công thức tính các sai lệch giới hạn và dung sai đối với mức chỉnh xác động học, làm việc êm và tiếp xúc

Cấp chỉnh xác	F_p		F_r				$F_{rw} = F_c$			$\pm f_{pt}$			f_f			f''_1			f_{z20}			F_{pat}			F_k			f_p
			1		2																							
	B	C	A	C	A	C	A	B	A	C	A	C	A	B	A	C	A	B	A	C	A	B	A	C	A	C		
3	0,8	1,6	0,56	7,1	0,25	3	0,84	0,008	0,16	2	0,16	3,15			1,56	0,324	0,121	0,018	6	0,014	7	0,50	2,5					
4	1,25	2,5	0,90	11,2	0,4	4,8	1,30	0,012	0,25	3,15	0,25	4			2,5	0,315	0,115	0,023	8	0,017	9	0,63	3,15					
5	2	4	1,40	18	0,63	7,5	2,05	0,020	0,40	5	0,40	5			3,46	0,349	0,123	0,029	10	0,022	12	0,80	4					
6	3,15	6	2,24	28	1	12	3,25	0,031	0,63	8	0,63	6,3			5,135	0,344	0,126	0,036	12	0,028	15	1	5					
7	4,45	9	3,15	40	1,4	17	4,55	0,044	0,90	11,2	1	8			7,69	0,348	0,125	0,045	15	0,035	19	1,25	6,3					
8	6,3	12,5	4	50	1,75	21	5,68	0,055	1,25	16	1,6	10			9,27	0,185	0,072	0,071	23,70	0,055	29,6	2	10					
9	9	18	5	63	-	-	7,10	0,068	1,8	22,4	2,5	16			-	-	-	0,110	37,44	0,087	46,8	3,15	16					
10	12,5	25	6,3	80	-	-	8,88	0,086	2,5	31,5	4	25			-	-	-	0,176	50,16	0,138	73,9	5	25					
11	17,5	35,5	8	100	-	-	11,10	0,107	3,55	45	6,3	40			-	-	-	0,280	93,18	0,218	116,8	8	40					
12	25	50	10	125	-	-	13,90	0,134	5	63	10	63			-	-	-	0,443	147,72	0,344	184,0	12,5	63					
	$F_p = \frac{B\sqrt{d}}{0,8P\sqrt{L}} + C$ $F_{pk} = 0,8P\sqrt{L} + C$	$F_r = Am + B\sqrt{d} + C$ $B = 0,25A$	$F_r = Am + B\sqrt{d} + C$ $B = 1,4A$	$F_{rw} = F_c = A\sqrt[3]{d} + Bd$	$\pm f_{pt} = Am + B\sqrt{d} + C$ $B = 0,25A$	$f_f = Am + Bd + C$ $B = 0,0125A$	$f''_1 = Am + B\sqrt{d} + C$ $B = 0,25A$	$f_{z20} = Am^{0,75} + C$	$F_{pat} = Ab_w + B$	$F_k = Al_b + Bm + C$ $B = 40A$	$F = \sqrt[4]{b_w} + C$																	

- 1) Các ký hiệu: d- đường kính chia của bánh răng ; m - môđun; l_b - chiều rộng lớn nhất của đường tiếp xúc trên một răng' b_w - chiều rộng bánh răng; L- chiều dài cung vòng chia; Z- số răng bánh răng của bộ truyền.
- 2) Khi tính dung sai, các trị số d, m b_w , l_b , L được tính bằng trị số trung bình cộng của khoảng, còn trị số Z- trị số trung bình nhân (các thông số được tính bằng milimet, dung sai - micromet).
- 3) Trong bảng 4.18 đã đưa vào trị số nhỏ hơn trong hai trị số của F_r được tính theo các công thức của cột 1 và cột 2 của bảng. Ở cấp chỉnh xác 9, ứng với các đường kính trên 400 mm dung sai F_r được tính là trị số trung bình nhân của các trị số (bảng 4.18) ứng với cấp chỉnh xác 8 và 10.

1.3. Kết cấu bánh răng trụ

1.3.1. Bánh răng đúc bằng thép và gang

Một dạng kết cấu của bánh răng đúc bằng gang hoặc thép được giới thiệu trên hình 4.13.

Chiều dày δ_n của vành bánh răng trụ đúc phải đạt tới giá trị nhỏ nhất có thể để không có sự khác biệt lớn so với nan hoa.

Chiều dày tối thiểu được xác định:

$$\delta_n = (1,5m_t + 5) \sqrt[3]{\frac{z}{150}}, \text{ mm}$$

trong đó

m_t - môđun mặt đầu (mút), mm;

z - số răng bánh răng.

Công thức được sử dụng khi trên vành có gân tăng cứng vững với chiều cao h không nhỏ hơn δ_n . Nên lấy $h = 2\delta_n$. Chiều dày của gân δ_c nên lấy bằng $(0,8 \div 1)\delta_n$. Khi chiều rộng của bánh răng đúc $b < \frac{d}{12}$, bánh răng có dạng đĩa hoặc có nan hoa với tiết diện ovan. Khi chiều rộng của bánh răng lớn, kết cấu của nan hoa được giới thiệu trên hình 4.14.

Khi $d_n < 1000$ mm và $b = 100 + 200$ mm nan hoa có kết cấu dạng chữ H (hình 4.13a), dạng chữ thập (hình 4.13b) và dạng chữ I (hình 4.13c). Nên sử dụng nan hoa dạng chữ H bởi vì ứng suất dư của vật đúc trong trường hợp này nhỏ hơn so với dạng chữ thập và chữ I. Các bánh răng có $d_n < 2500$ mm được chế tạo với 6 nan hoa.

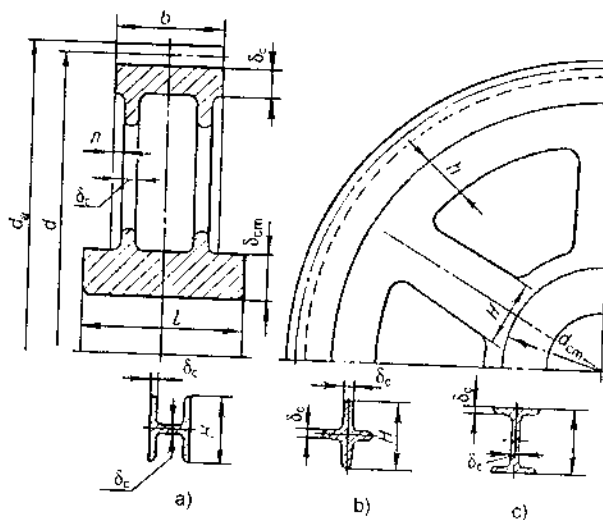
Kích thước H của nan hoa có tiết diện chữ H khi chiều dày thành $\delta_c = (0,8 \div 1)\delta_n$ được xác định như sau:

$$H \geq 10m_t \sqrt[3]{\frac{b}{10m_t} \left(\frac{z}{150}\right)^2}$$

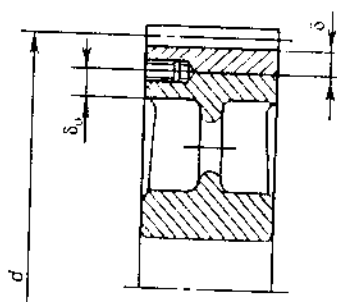
Nếu có 6 nan hoa thì $H \approx 0,6d_{cm}$, ở đây d_{cm} - đường kính moayơ (vành trong)

Kích thước n được xác định: $n \leq 0,15b$.

Chiều dày của moayơ δ_{cm} được xác định:



Hình 4.13. Kết cấu bánh răng trụ đúc



Hình 4.14. Kết cấu bánh răng trụ dạng băng đĩa

trong đó: d_E - đường kính lỗ moayơ, mm

Chiều dài moayơ $l = (1,5 \div 2)d_u$ nhưng không nhỏ hơn chiều rộng b của bánh răng.

Chiều dày δ của băng đá (hình 4.1-1):

$$\hat{\delta} = 0,016d + 10 \quad \text{ khi } z \geq 150$$

trong đó, môđun mặt mút m_1 và đường kính vòng chia d tính bằng milimet,

Chiều dày của thân bằng gang δ , $\approx \delta$. Để chống xoay hoặc dịch chuyển dọc theo đường tâm giữa băngđá và thân bánh răng, tại mỗi mặt đầu của bánh răng có thể dùng 3 ÷ 6 vít hãm có đường kính (0,5 ÷ 0,6) δ và chiều dài bằng ba lần đường kính vít.

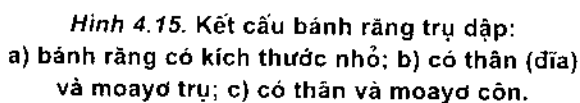
Kích thước của nan hoa và moayơ của bánh răng dạng băngđá cũng tương tự như bánh răng dúc.

Độ dôi của lắp ghép giữa băngda bằng thép và thân bánh răng được giới thiệu trong bảng 4.36. Khi độ dôi lớn hơn 0,001D có thể phá huỷ rãnh giữa các răng.

Đường kính danh nghĩa, D, mm	Sai lệch, μm				Độ dôi, μm	
	lỗ		trục		lớn nhất	nhỏ nhất
	dưới	trên, +	trên, +	dưới, +		
Trên 500 đến 600	0	80	560	480	560	400
" 600 " 700	0	125	700	575	700	450
" 700 " 800	0	150	800	650	800	500
" 800 " 1000	0	200	950	750	950	550
" 1000 " 1200	0	275	1200	925	1200	650
" 1200 " 1500	0	375	1500	1125	1500	750

Kết cấu của bánh răng trụ chế tạo bằng công nghệ dập được giới thiệu trên hình 4.15.

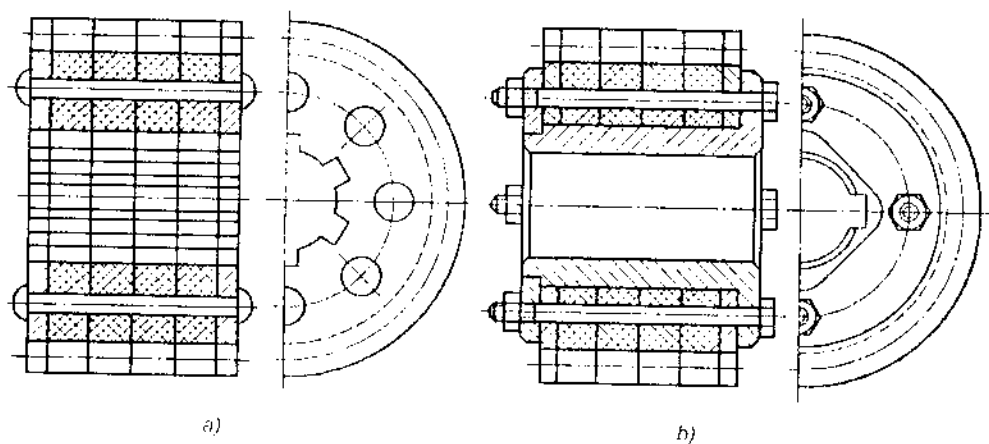
Một bánh răng trong bộ truyền được làm bằng chất dẻo (tectolit), gỗ dán tấm, capron, nilông, v.v...), còn bánh răng kia - gang hoặc thép tôi. Sự phối hợp vật liệu này giảm được tiếng ồn khi bộ truyền bánh răng làm việc với tốc độ lớn. Nhược điểm chính của bánh răng chất dẻo là tải trọng cho phép thấp (nhỏ hơn 2-3 lần so với bánh răng thép),



độ bền mối tiếp xúc và độ bền chịu mài mòn của các bề mặt làm việc của răng hạn chế.

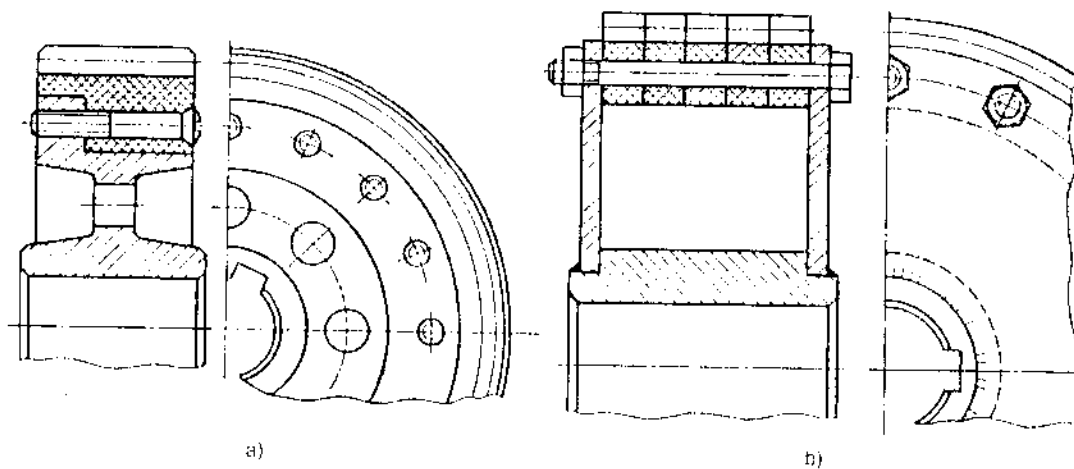
Bánh răng chất dẻo có cốt bằng thép hoặc gang sẽ tăng được độ bền uốn của răng, tăng khả năng chịu tải của mối ghép giữa bánh răng với trục và tạo ra sự ổn định kích thước của vành răng chất dẻo.

Hình 4.16 giới thiệu các phương án kết cấu của bánh răng chất dẻo được tạo thành từ các tấm chất dẻo kẹp chặt với nhau theo chiều trục bằng đinh tán (hình 4.16a) và bằng bulông (hình 4.16b). Nếu bánh răng được lắp trực tiếp trên trục thì mối ghép bánh răng – trục là mối ghép then hoa (hình 4.16a); ứng suất cho phép khi tính toán then hoa theo chèn dập là $70 - 100 \text{ kg/cm}^2$ đối với vật liệu pôliamit và $120 - 150 \text{ kg/cm}^2$ đối với vật liệu tectolit và polyfomaldehit.



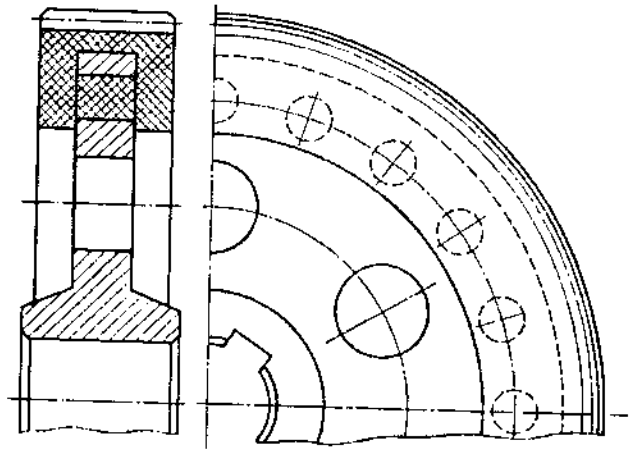
Hình 4.16. Kết cấu của bánh răng chất dẻo có cốt: a) mối ghép then hoa với trục; b) mối ghép với trục bằng bạc chuyên dùng

Hình 4.17 giới thiệu các phương án khác về kết cấu của bánh răng chất dẻo có cốt. Ở đây vành răng được chế tạo từ vật liệu polime, còn đĩa và moayơ – bằng thép. Kết cấu này cho phép thay thế vành răng khi bị mòn mà không cần phải tháo bánh răng ra khỏi trục.



Hình 4.17. Kết cấu của bánh răng chất dẻo có cốt: a) vành răng bằng chất dẻo nóng; b) vành răng bằng các tấm chất dẻo

Đối với vật liệu chất dẻo nóng, có thể đúc bánh răng chất dẻo cùng với cốt thép (hình 4.18). Tuy nhiên sự co ngót chiều dài và chiều rộng vành răng trong quá trình đông cứng làm tăng sức bền của liên kết giữa vành răng và cốt thép nhưng đồng thời cũng tạo ra ứng suất bên trong (nội ứng suất) vật liệu trong thời gian dài. Việc xử lý nhiệt sau đúc đã góp phần làm giảm nội ứng suất của vật liệu.



Hình 4.18. Bánh răng chất dẻo nóng có cốt

1.4. Lập bản vẽ thiết kế bánh răng trụ

Trên bản vẽ thiết kế bánh răng trụ cần ghi các thông số, kích thước chủ yếu cho chế tạo vành răng như:

- Đường kính vòng đỉnh răng d_a và khi cần thiết có thể qui định độ đảo hướng tâm của mặt đỉnh răng;
- Chiều rộng vành răng b và khi cần thiết có thể qui định giá trị giới hạn của độ đảo chiều trục của bề mặt mút chuẩn;
- Các kích thước cạnh vát hoặc bán kính lượn tại các mép trên mặt trụ đỉnh răng;
- Độ nhám của bề mặt làm việc của răng, bề mặt đỉnh răng và đáy răng;
- Kích thước mặt cắt của răng theo dây cung vòng chia đối với bánh răng có răng dạng trống;
- Profil làm việc của răng khi cần.

Ở góc phía trên bên phải của bản vẽ thiết kế bánh răng cần đặt một bảng các thông số gồm 3 phần: phần thứ nhất là các thông số chính cho chế tạo bánh răng, phần thứ hai là các thông số cho kiểm tra cấp chính xác và dạng đối tiếp và phần thứ ba là các thông số để tham khảo.

Các thông số trong phần thứ nhất của bảng thông số gồm:

- Môđun m đối với bánh răng trụ răng thẳng, hoặc môđun pháp m_n đối với bánh răng trụ răng nghiêng;
- Số răng Z ; đối với bánh răng quạt là số răng trên toàn bộ vòng tròn;
- Góc nghiêng của răng β trên mặt trụ chia đối với bánh răng nghiêng và bánh răng chữ V;
- Hướng nghiêng của răng (phải hoặc trái); đối với bánh răng chữ V cần ghi "chữ V";

- Prôfin gốc; đối với prôfin gốc tiêu chuẩn thì ghi ký hiệu của tiêu chuẩn (ví dụ, TCVN 2258-77), đối với prôfin gốc phi tiêu chuẩn thì ghi các thông số cơ bản: góc prôfin α , hệ số chiều cao đầu răng h_a^* , khe hở hướng kính c và bán kính cong đường cong chuyển tiếp ở chân răng r_f ;

- Hệ số dịch chỉnh của prôfin gốc x ;

- Cấp chính xác và dạng đối tiếp theo tiêu chuẩn và số hiệu của tiêu chuẩn này.

Phần thứ hai của bảng các thông số bao gồm:

- Các thông số để kiểm tra mức khe hở cạnh răng. Có thể dùng khoảng pháp tuyến chung W hoặc khoảng pháp tuyến chung trung bình W_m cùng với các sai lệch giới hạn, hoặc chiều dày răng (theo dây cung vòng chia s , hoặc theo dây cung không đổi $\bar{s}_c$ và chiều cao răng đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$) cùng với các sai lệch giới hạn, hoặc kích thước theo con lăn M cùng với các sai lệch giới hạn và đường kính D của con lăn, hoặc các sai lệch giới hạn của khoảng cách trục do E''_{as} và E''_{ms} và lượng dịch chuyển phụ nhỏ nhất của prôfin gốc E_{f1s} .

- Các thông số để kiểm tra các mức chính xác: động học, làm việc êm và tiếp xúc. Việc chọn các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc được giới thiệu trong mục 2.2. Trong sản xuất đơn chiếc, cho phép không ghi các chỉ tiêu đánh giá các mức chính xác của bánh răng trong phần thứ hai của bảng các thông số. Khi đó trong yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ cần ghi nhớ "nhà máy chế tạo chọn các chỉ tiêu để kiểm tra các mức chính xác theo tiêu chuẩn TCVN 1067-84".

Phần thứ ba của bảng các thông số bao gồm:

- Khi phần thứ hai của bảng các thông số không qui định các chỉ tiêu đánh giá các mức chính xác - đường kính vòng chia d và chiều dày răng theo dây cung vòng chia s .

- Đối với bánh răng nghiêng, khi trong phần thứ hai của bảng các thông số có qui định các chỉ tiêu đánh giá các mức chính xác:

F_{pxnr} (sai lệch bước dọc theo phương pháp tuyến) - P_x (bước dọc).

F_{br} (sai số hướng răng) - P_x (bước đường xoắn vít).

F_{kc} (sai số tổng của đường tiếp xúc) - β_n (góc nghiêng của răng trên mặt trụ cơ sở).

- Đối với bánh răng qua cà hoặc mài - đường kính vòng cơ sở d_b và bán kính cong của đường thân khai ρ (hoặc góc khai triển của răng thân khai ψ). Các thông số này cũng được sử dụng khi trong các chỉ tiêu kiểm tra mức làm việc êm có chỉ tiêu f_p .

- Khi trong phần thứ hai của bảng các thông số có các chỉ tiêu sai lệch giới hạn của khoảng cách trục do E''_{as} ; E''_{ms} , hoặc kích thước theo con lăn M - chiều dày răng theo dây cung không đổi $\bar{s}_c$ và chiều cao răng đến dây cung không đổi $\bar{h}_c$ hoặc khoảng pháp tuyến chung w .

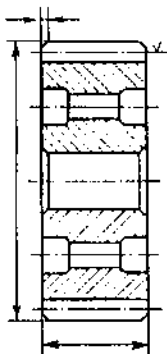
- Đối với bánh răng quạt - số răng của bánh răng quạt;

- Đối với bánh răng được gia công bằng phương pháp xọc răng - ký hiệu của bản vẽ bánh răng đối tiếp;

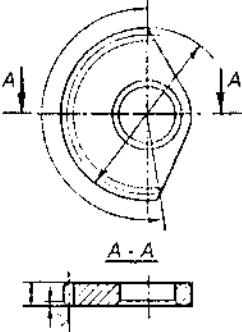
- Các số liệu tham khảo khác, nếu cần.

Một số ví dụ về lập bản vẽ thiết kế bánh răng trụ được giới thiệu trong các bảng từ 4.37 đến 4.39.

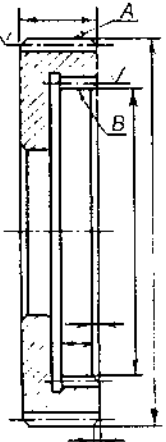
Bảng 4.37. Ví dụ chỉ dẫn các thông số của vành răng trên bản vẽ bánh răng trụ răng nghiêng có prôfin gốc tiêu chuẩn

	Môđun pháp	m_n	
	Số răng	Z	
	Góc nghiêng	β	
	Hướng nghiêng của răng	-	
	Prôfin gốc	-	TCVN 2258-77
	Hệ số dịch chỉnh	x	
	Cấp chính xác	-	
	Các thông số cho kiểm tra		
	Các thông số tham khảo		

Bảng 4.38. Ví dụ chỉ dẫn các thông số của vành răng trên bản vẽ bánh răng quạt răng thẳng có prôfin gốc tiêu chuẩn

	Môđun	m	
	Số răng trên toàn vòng tròn	Z	
	Prôfin gốc	-	TCVN 2258-77
	Hệ số dịch chỉnh	x	
	Cấp chính xác		
	Các thông số cho kiểm tra		
	Số răng của bánh răng quạt		
	Các thông số tham khảo khác		

Bảng 4.39. Ví dụ chỉ dẫn các thông số của vành răng trên bản vẽ bánh răng trụ có 2 vành răng, prôfin gốc tiêu chuẩn

	Vành răng	-	A	B
	Môđun	m		
	Số răng	Z		
	Prôfin gốc	-	TCVN 2258-77	
	Hệ số dịch chỉnh	x		
	Cấp chính xác	-		
	Các thông số cho kiểm tra			
	Các thông số tham khảo			

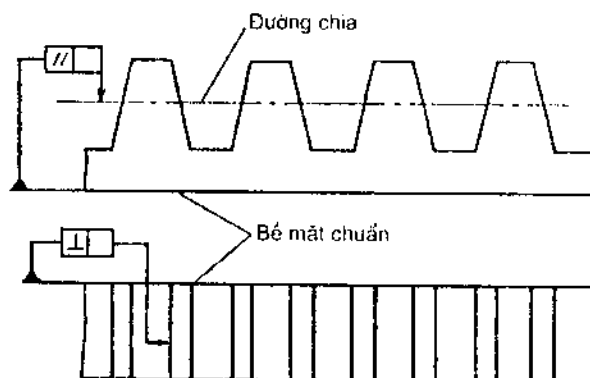
2. TRUYỀN ĐỘNG THANH RĂNG

2.1. Tính toán các thông số hình học

Truyền động thanh răng gồm có bánh răng và thanh răng với prôfin góc tiêu chuẩn (thường là prôfin góc theo TCVN 2258-77) có răng thẳng và răng nghiêng.

Bề mặt chuẩn của thanh răng là bề mặt dùng để xác định vị trí của đường chia thanh răng và hướng răng của thanh răng (hình 4.19).

Các công thức tính toán hình học của thanh răng và truyền động thanh răng được giới thiệu trong bảng 4.40.



Hình 4.19. Bề mặt chuẩn của thanh răng

Bảng 4.40. Các công thức tính toán hình học của thanh răng

Các thông số và ký hiệu	Công thức tính toán
Góc prôfin của thanh răng, α	$\alpha = 20^\circ$
Góc nghiêng của răng, β	β thường được chọn không lớn hơn 20°
Môđun pháp, m_n	m_n được chọn theo kết cấu và được xác định bằng tính toán độ bền.
Môđun mặt đầu, m_t	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$
Bước pháp tuyến, P_n	$P_n = \pi m_n$
Bước mặt đầu, P_t	$P_t = \frac{P_n}{\cos \beta}$
Chiều cao đầu răng, h_a	$h_a = m_n$
Chiều cao răng, h (kích thước tham khảo)	$h = 2,25 m_n$
Chiều rộng thanh răng, b	$b = (2 \div 10) m_n$
Chiều dài răng nghiêng, b_1	$b_1 = \frac{b}{\cos \beta}$
Chiều dài dịch chuyển của thanh răng L tương ứng với góc quay của bánh răng hoặc trục vít	$L = \frac{v P_t z}{360^\circ}$ (z - số răng bánh răng hoặc số đầu răng của trục vít)
Góc quay của bánh răng v tương ứng với chiều dài dịch chuyển của thanh răng L	$v = L \frac{360}{P_t z}$

2.2. Dung sai chế tạo thanh răng

Tiêu chuẩn về dung sai của truyền động thanh răng (TCVN 2259-77, ГОСТ 10242-73) áp dụng cho gia công cơ các thanh răng có môđun pháp m_n từ 1 đến 16 mm.

2.2.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp

1. Các cấp chính xác thông dụng của truyền động thanh răng và thanh răng được ký hiệu theo độ chính xác giảm dần: 6, 7, 8, 9, 10. Mỗi cấp chính xác bao gồm 3 mức: mức

chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc của các răng thanh răng và truyền động.

2. Cho phép phối hợp các mức chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc của các răng thanh răng và truyền động có cấp chính xác khác nhau. Khi phối hợp các mức có cấp chính xác khác nhau, các cấp chính xác đối với các mức của bánh răng không được thấp hơn các cấp chính xác cho các mức tương ứng của thanh răng. Mức làm việc êm của thanh răng và truyền động thanh răng, không được cao hơn quá một cấp so với mức chính xác động học; mức tiếp xúc của các răng không được cao hơn quá một cấp hoặc thấp hơn quá một cấp so với mức làm việc êm.

3. Qui định các dạng đối tiếp D, C, B, A tương ứng với các dạng dung sai d , c , b , a của khe hở cạnh răng theo trình tự khe hở tăng dần, độc lập đối với các cấp chính xác của thanh răng và truyền động thanh răng (hình 4.20). Dạng đối tiếp D được dùng cho các cấp chính xác động học $6 \div 8$, dạng đối tiếp C - cấp $6 \div 9$ và các dạng đối tiếp B, A - cấp $6 \div 10$.

Dạng đối tiếp B bảo đảm cho khe hở cạnh răng cần thiết có thể tránh được hiện tượng chèn răng trong truyền động bánh răng – thanh răng bằng thép hoặc gang do được nung nóng ở hiệu nhiệt độ giữa bánh răng, thanh răng và thân hộp là 25°C .

4. Có thể thay đổi sự tương ứng giữa các dạng đối tiếp và các dạng dung sai khe hở cạnh răng.

5. Độ chính xác chế tạo thanh răng và truyền động thanh răng được qui định bởi cấp chính xác, còn yêu cầu đối với khe hở cạnh răng - bởi dạng đối tiếp theo mức khe hở cạnh răng.

Ví dụ về ký hiệu độ chính xác của thanh răng có cấp chính xác 7 đối với cả ba mức, dạng đối tiếp B và sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và dung sai khe hở cạnh răng không thay đổi:

7-B TCVN 2259-77

Cũng như trên, nhưng đối với truyền động thanh răng:

7-B TCVN 1067-84

7-B TCVN 2259-77

Ví dụ về ký hiệu độ chính xác của truyền động thanh răng gồm bánh răng và thanh răng có cấp chính xác 8 đối với mức chính xác động học, cấp chính xác 7 đối với cả hai mức làm việc êm và mức tiếp xúc của các răng, dạng đối tiếp B và dạng dung sai khe hở cạnh răng a:

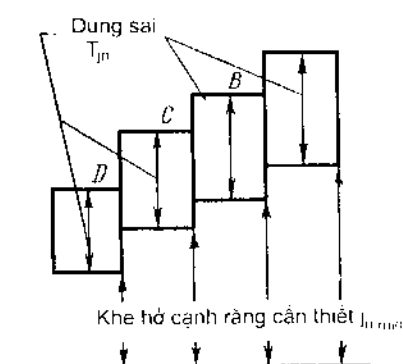
8-7-7-Ba TCVN 1067-84

8-7-7-Ba TCVN 2259-77.

2.2.2. Mức chính xác

a) Các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học của thanh răng là:

F'_{iv} – sai số động học của thanh răng, hoặc F_{iv} – sai số tích lũy bước răng đối với các



Hình 4.20. Dạng đối tiếp, dung sai khe hở cạnh răng T_{in} và khe hở cạnh răng cần thiết J_{nmin}

cấp chính xác 6, 7.

F''_{ir} – độ dao động khoảng cách trục đo sau một vòng quay của bánh răng đối với các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10.

Các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học của thanh răng được giới thiệu trong các bản 4.41 và 4.42.

b) Các chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm của thanh răng là

f'_{ir} – sai số động học cục bộ của thanh răng đối với các cấp chính xác 6, 7;

f_{pr} – sai lệch bước răng và f_r – sai số profile răng, đối với các cấp chính xác 6, 7;

f''_{ir} – độ dao động khoảng cách trục đo sau một răng, đối với các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10;

f_{pr} – sai lệch bước răng, đối với các cấp chính xác 8, 9, 10.

Các chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm của thanh răng được giới thiệu trong bảng 4.43.

c) Các chỉ tiêu đánh giá mức tiếp xúc của các răng trong truyền động là:

– Đối với thanh răng:

F_{pr} – sai số hướng răng;

– Đối với truyền động không dịch chỉnh:

vết tiếp xúc; f_{xx} và f_{yr} – độ song song và độ xiên của các trục;

– Đối với truyền động có dịch chỉnh:

vết tiếp xúc

Các chỉ tiêu đánh giá mức tiếp xúc của các răng được giới thiệu trong bảng 4.44.

Không nhất thiết phải kiểm tra độ chính xác của thanh răng theo tất cả các chỉ tiêu đã qui định phù hợp với TCVN 2259-77 nếu nhà sản xuất có hệ thống kiểm soát chất lượng đảm bảo tuân theo các yêu cầu của tiêu chuẩn.

Các yêu cầu về độ chính xác của thanh răng được qui định so với bề mặt chuẩn (hình 4.19).

d) Các chỉ tiêu đánh giá mức khe hở cạnh răng của truyền động

Các chỉ tiêu đánh giá mức khe hở cạnh răng đối với thanh răng và truyền động thanh răng không phụ thuộc vào cấp chính xác mà chỉ phụ thuộc vào dạng nối tiếp của truyền động.

– Đối với thanh răng:

A_r – sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng;

– Đối với truyền động thanh răng không dịch chỉnh:

$\pm f_n$ – các sai lệch giới hạn của khoảng cách lắp ráp;

– Đối với truyền động có dịch chỉnh:

J_{nnnn} – khe hở cạnh răng cần thiết.

Các chỉ tiêu đánh giá mức khe hở cạnh răng được giới thiệu trong các bảng 4.45; 4.46 và 4.47.

Bảng 4.41. Mức chính xác động học, μm

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđunpháp m_n, mm	Chiều dài thanh răng								
			Đến 32	> 32 ≤ 50	> 50 ≤ 80	> 80 ≤ 125	> 125 ≤ 200	> 200 ≤ 315	> 315 ≤ 500	> 500 ≤ 630	> 630 ≤ 1000
6	F'_i	Từ 1 đến 16	Xem chú thích								
	F_p	Từ 1 đến 16	+ 22	± 25	± 28	+ 34	± 40	± 45	+ 56	± 63	+ 80
	F''_i	Từ 1 đến 2	26								
		Trên 2 " 3,5	32								
		" 3,5 " 6	38								
		" 6 " 10	45								
" 10 " 16		55									
7	F'_i	Từ 1 đến 25	Xem chú thích								
	F_p	Từ 1 đến 25	± 32	+ 36	± 42	+ 48	± 55	+ 67	+ 80	± 90	+ 110
	F''_i	Từ 1 đến 2	40								
		Trên 2 " 3,5	50								
		" 3,5 " 6	60								
		" 6 " 10	70								
" 10 " 16		80									
8	F''_i	Từ 1 đến 2	60								
		Trên 2 " 3,5	70								
		" 3,5 " 6	85								
		" 6 " 10	100								
		" 10 " 16	130								
9	F''_i	Từ 1 đến 2	90								
		Trên 2 " 3,5	110								
		" 3,5 " 6	140								
		" 6 " 10	170								
		" 10 " 16	210								
10	F''_i	Từ 1 đến 2	140								
		Trên 2 " 3,5	160								
		" 3,5 " 6	210								
		" 6 " 10	260								
		" 10 " 16	320								
Chú thích											
1) $F'_i = F_p + f_i$, trong đó F_p - được dùng phụ thuộc vào cấp chính xác theo mức chính xác động học, còn f_i - phụ thuộc vào cấp chính xác theo mức làm việc êm.											
2) Các ký hiệu: F'_i - dung sai sai số động học của thanh răng; F_p - sai lệch giới hạn của sai số tích lũy bước răng; F''_i - độ dao động khoảng cách trục đo trên chiều dài thanh răng.											

Bảng 4.42. Mức chính xác động học

u	Từ 0,25 đến 0,50	Trên 0,50 đến 0,75	trên 0,75 đến 1,00	Trên 1,00 đến 1,25	Trên 1,25 đến 1,50	Trên 1,50 đến 1,75	Trên 1,75 đến 2,00
k	0,57	0,60	0,64	0,67	0,70	0,75	0,77
u	Trên 2,00 đến 2,25	Trên 2,25 đến 2,50	Trên 2,50 đến 2,75	Trên 2,75 đến 3,00	Trên 3,00 đến 3,25	Trên 3,25 đến 3,50	
k	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93	0,97	
1. Dung sai sai số động học lớn nhất của truyền động thanh răng được xác định theo công thức: $F'_{i11} = k (F'_{i1} + F'_{i2})$ trong đó k - theo bảng 4.42 phụ thuộc vào $u = z_2/z_1$; (z_2 - số răng của thanh răng trên chiều dài làm việc; z_1 - số răng của bánh răng) F'_{i1} - theo TCVN 1067-84; F'_{i2} - theo bảng 4.41. 2. Dung sai sai số động học lớn nhất của truyền động thanh răng khi lắp chọn có thể nhỏ hơn so với tính toán.							

Bảng 4.43. Mức làm việc êm

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun pháp m_n , mm				
		Từ 1 đến 2	Trên 2 đến 3,55	Trên 3,55 đến 6	Trên 6 đến 10	Trên 10 đến 16
6	f_t	16	20	23	27	32
	f_{pt}	± 7	± 9	± 10	± 12	± 14
	f_r	9	11	13	15	18
	f''_t	10	12	14	16	19
7	f_t	25	27	32	38	45
	f_{pt}	± 11	± 12	± 14	± 17	± 20
	f_r	14	15	18	21	25
	f''_t	15	16	19	24	28
8	f_{pt}	± 15	± 20	± 25	± 30	± 35
	f''_t	20	25	30	40	50
9	f_{pt}	± 25	± 30	± 35	± 45	± 55
	f''_t	35	40	50	60	75
10	f_{pt}	± 35	± 40	± 55	± 70	± 85
	f''_t	50	60	75	100	120

1. Dung sai sai số động học cục bộ của truyền động thanh răng được xác định theo công thức:

$$f'_{to} = f_{pt1} + f_{pt2}$$
trọng đó f_{pt1} theo TCVN 1067-84; f_{pt2} theo bảng 4.43.

2. đối với truyền động thanh răng răng nghiêng, dung sai sai số động học cục bộ của truyền động cần được giảm đi 20% khi hệ số trùng khớp dọc $\epsilon_{\alpha} = 0,3 \div 0,8$ và giảm đi 65% khi $\epsilon_{\alpha} = 0,8 \div 1,25$.

3. Các ký hiệu : f_t - dung sai sai số động học cục bộ của thanh răng; f_{pt} - sai lệch giới hạn của bước răng ; f_r - dung sai sai số profin răng; f''_t - dung sai độ dao động khoảng cách trục đo sau một răng.

Bảng 4.44. Mức tiếp xúc của các răng trong truyền động
(Các chỉ tiêu F_p , f_x và f_y theo μm)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun pháp m_n , mm	Chiều rộng làm việc của thanh răng, mm				
			Đến 40	Trên 40 đến 100	Trên 100 đến 160	Trên 160 đến 250	Trên 250 đến 400
6	Vết tiếp xúc, %		Theo chiều cao không nhỏ hơn 50 Theo chiều dài không nhỏ hơn 70				
	F_H	Từ 1 đến 40	10	12	16	20	24
	f_x		10	12	16	20	24
	f_y		5	6	8	10	12
7	Vết tiếp xúc, %		Theo chiều cao không nhỏ hơn 45 Theo chiều dài không nhỏ hơn 60				
	F_H	Từ 1 đến 40	12	16	20	24	28
	f_x		12	16	20	24	28
	f_y		6	8	10	12	14
8	Vết tiếp xúc, %		Theo chiều cao không nhỏ hơn 30 Theo chiều dài không nhỏ hơn 40				
	F_H	Từ 1 đến 40	20	25	30	40	45
	f_x		20	25	30	40	45
	f_y		10	10	15	20	25

Tiếp bảng 4.44

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun pháp m_n , mm	Chiều rộng làm việc của thanh răng, mm				
			Đến 40	Trên 40 đến 100	Trên 100 đến 160	Trên 160 đến 250	Trên 250 đến 400
Vết tiếp xúc, %		Theo chiều cao không nhỏ hơn 20					
		Theo chiều dài không nhỏ hơn 25					
9	F_{α}	Từ 1 đến 40	35	40	50	60	-
	f_{α}		35	40	50	60	-
	f_{β}		15	20	25	30	-
10	F_{α}	Từ 1 đến 40	50	65	80	-	-
	f_{α}		50	65	80	-	-
	f_{β}		25	30	40	-	-

F_{α} - dung sai sai số hướng răng ;
 f_{α} - dung sai độ song song của các đường trục;
 f_{β} - dung sai độ xiên của các đường trục.

Bảng 4.45. Khe hở cạnh răng cần thiết $j_{\min}$ và các sai lệch giới hạn của khoảng cách lắp ráp, μm

Dạng đối tiếp	Ký hiệu	Đường kính vòng chia của bánh răng , mm													
		đến 80	Trên 80	Trên 120	Trên 180	Trên 250	Trên 315	Trên 400	Trên 500	Trên 630	800	1000	1250	1600	
			đến 120	đến 180	đến 250	đến 315	đến 400	đến 500	đến 630	đến 800	đến 1000	đến 1250	đến 1600	đến 2000	
D	$f_{c \min}$	46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165	195	230	
C		74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310	370	
B		120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420	500	600	
A		190	220	250	290	320	360	400	440	500	560	660	780	920	
D	f_d	-23	+27	+32	-36	-40	+45	+48	+55	+63	+70	+82	+97	+115	
C		+37	+43	+50	+58	+65	+70	+78	+88	+100	+115	+130	+155	+185	
B		+60	+70	+80	+80	+105	+115	+125	+140	+160	+180	+210	+250	+300	
A		+95	+110	+125	+145	+160	+180	+200	+220	+250	+280	+330	+390	+460	

Bảng 4.46. Sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng A_n , μm

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác	Môđun pháp, m_n , mm				
		Từ 1 đến 2	Trên 2 đến 3,55	Trên 3,55 đến 6	Trên 6 đến 10	Trên 10 đến 16
D	3-8	38	45	50	65	80
C	3-9	60	70	80	100	125
B	3-10	95	110	125	170	200
A	3-10	150	170	200	260	320

Bảng 4.47. Dung sai chiều dày răng, T_n , μm

Dạng đối tiếp	Cấp chính xác	Môđun pháp, m_n , mm				
		Từ 1 đến 2	Trên 2 đến 3,55	Trên 3,55 đến 6	Trên 6 đến 10	Trên 10 đến 16
D	d	56	71	85	100	120
C	c	71	90	105	125	150
B	b	90	110	130	160	190
A	a	110	140	170	200	240

2.3. Lập bản vẽ thiết kế thanh răng

Các hướng dẫn chung về lập bản vẽ thiết kế thanh răng cũng tương tự như đối với bản vẽ thiết kế bánh răng.

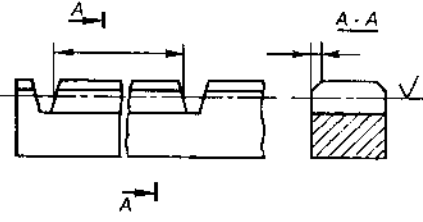
Trong phần thứ nhất của bảng các thông số trên bản vẽ thanh răng cần cho môđun m hoặc môđun pháp m_n đối với thanh răng nghiêng, góc nghiêng β và hướng nghiêng của răng đối với bánh răng nghiêng, prôfin gốc, cấp chính xác và dạng nối tiếp theo mức khe hở cạnh răng.

Phần thứ hai của bảng các thông số trên bản vẽ thanh răng là các thông số để kiểm tra mức chính xác động học, mức làm việc êm, mức tiếp xúc của các răng và mức khe hở cạnh răng.

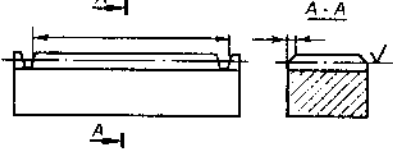
Phần thứ ba của bảng các thông số trên bản vẽ thanh răng là các thông số tham khảo. Thường dùng các thông số tham khảo như số răng z , bước răng P hoặc pháp tuyến P_n đối với thanh răng nghiêng.

Một số ví dụ về lập bản vẽ thiết kế thanh răng được giới thiệu trong các bảng 4.48 và 4.49.

Bảng 4.48. Ví dụ chỉ dẫn các thông số của vành răng trên bản vẽ thanh răng thẳng có prôfin gốc tiêu chuẩn

	Môđun	m	
	Prôfin gốc	-	TCVN 2258-77
	Cấp chính xác		
	Các thông số cho kiểm tra		
	Số răng	Z	
	Bước răng	P	

Bảng 4.49. Ví dụ chỉ dẫn các thông số của vành răng trên bản vẽ thanh răng nghiêng có prôfin gốc tiêu chuẩn

	Môđun pháp	m_n	
	Góc nghiêng	β	
	Hướng nghiêng của răng	-	
	Prôfin gốc	-	TCVN 2258-77
	Cấp chính xác		
	Các thông số cho kiểm tra		
	Số răng	z	
	Bước pháp	P_n	

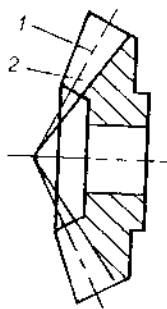
3. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG CÔN

Bảng 4.50. Thuật ngữ và ký hiệu của truyền động bánh răng côn

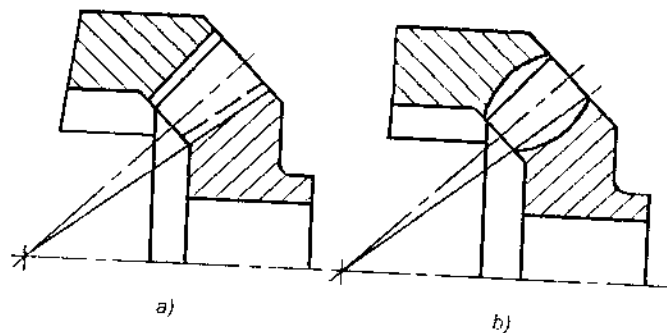
Thuật ngữ	Ký hiệu
Khoảng cách cơ sở	A
Khoảng cách từ đỉnh bánh răng tới mặt mút ngoài vòng đỉnh răng	B
Chiều rộng vành răng	b
Khoảng cách từ mặt chuẩn tới mặt phẳng qua vòng đỉnh răng (phía ngoài)	C
Khe hở hướng kính (của cặp prôfin gốc)	c
Đường kính	d
Đường kính phía ngoài	d_e
Đường kính đỉnh răng (phía ngoài)	d_{ae}
Chiều cao răng	h
Chiều cao đầu răng	h_a
Chiều cao tới dây cung răng bánh răng côn	h_a
Chiều cao đầu răng (phía ngoài)	h_{ae}
Chiều cao tới dây cung không đổi	h_f
Chiều cao răng (phía ngoài)	h_a
Chiều cao chân răng	h_f
Chiều cao chân răng (phía ngoài)	h_{fe}
Chiều cao giới hạn của răng	h_l
Modun pháp	m_n
Modun mặt đầu (phía ngoài)	m_{te}
Modun mặt đầu (phía trong)	m_{ti}
Modun mặt đầu trung bình	m_{tm}
Khoảng cách côn trung bình	R_r
Khoảng cách côn ngoài	R_e
Chiều dày tính toán của răng prôfin gốc	s
Chiều dày pháp tuyến của răng	s_n
Chiều dày răng trên mặt đầu (cắt ngang)	s_t
Chiều dày răng trên mặt đầu (phía ngoài)	$s_{te}(se)$
Chiều dày răng trên dây cung không đổi	s_c
Chiều dày răng trên dây cung không đổi (phía ngoài)	s_{ce}
Chiều dày răng trên dây cung (phía ngoài)	s_e
Tỷ số truyền	u
Hệ số dịch chỉnh	x
Hệ số dịch chỉnh nhỏ nhất	x_{min}
Hệ số dịch chỉnh pháp tuyến trung bình	x_n
Hệ số dịch chỉnh mặt đầu (phía ngoài)	x_t
Hệ số thay đổi chiều dày răng	x_f
Số răng của bánh răng phẳng (đet sinh)	z_c
Góc giữa các trục của truyền động	Σ
Góc prôfin gốc (góc prôfin pháp tuyến của răng bánh răng phẳng)	α_n
Góc nghiêng của đường trung bình của răng (góc nghiêng răng trung bình)	β_r
Góc nghiêng của đường trung bình của răng bánh răng phẳng	β_n
Góc côn chia	δ
Góc côn đỉnh	δ_a
Góc côn đáy	δ_f
Hệ số trùng khớp dọc	ε_x
Góc đầu răng	θ_a
Góc chân răng	θ_f
Bán kính cong đường cong chuyển tiếp của prôfin gốc tại điểm biên giới của prôfin	ρ_r
Một nửa góc chiều dày răng trong mặt cắt pháp	Ψ_n
Một nửa góc chiều dày răng (phía) ngoài trong mặt cắt pháp	Ψ_{ne}
Một nửa góc chiều dày răng	Ψ_f
Một nửa góc chiều dày răng (phía) ngoài	$\Psi_{fe}(\Psi_e)$
Một nửa góc chiều dày răng trung bình	Ψ_{tm}

3.1. Truyền động bánh răng côn răng thẳng

Truyền động bánh răng côn răng thẳng thường được dùng với dạng răng I (hình 4.21) có các đỉnh côn chia và côn đáy trùng nhau, chiều cao răng giảm dần từ mặt mút ngoài vào mặt mút trong và góc giữa các trục bánh răng trong truyền động Σ bằng 90° (còn gọi là truyền động bánh răng côn trục giao) và khe hở hướng kính không thay đổi trên toàn chiều rộng vành răng. Khi gia công răng bánh răng côn bằng phương pháp bào trên máy bào răng côn, đáy của rãnh răng có dạng hình côn (hình 4.22a), còn khi gia công bằng các cặp đầu dao cắt răng thì đáy của rãnh răng bị lôm (hình 4.22b).



Hình 4.21. Dạng răng I :
1) côn chia; 2) côn đáy.



Hình 4.22. Dạng rãnh răng:
a) khi gia công bằng dao bào răng;
b) khi gia công bằng cặp đầu dao cắt răng.

Profin gốc của truyền động bánh răng côn răng thẳng (hình 4.1) theo TCVN 1066-72 với các thông số profin sau: $\alpha = 20^\circ$; $h_a^* = 1$; $c^* = 0,2$ và $r_f = 0,2$ m.

Môđun của bánh răng côn răng thẳng dùng trong tính toán là môđun ở mặt mút ngoài m_a . Dây môđun theo TCVN 2257-77.

Số răng của bánh răng nhỏ z_1 và số răng tối thiểu của bánh răng lớn đối tiếp z_2 trong truyền động bánh răng côn trục giao có profin gốc theo TCVN 1066-72 được giới thiệu trong bảng 4.51.

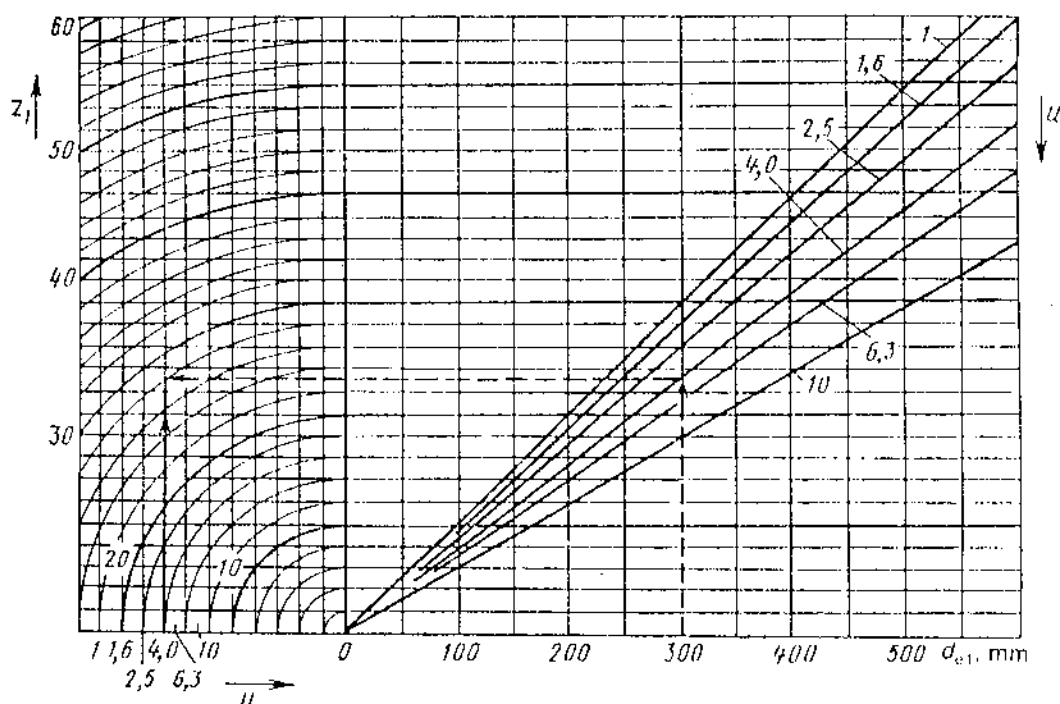
Bảng 4.51. Số răng nhỏ nhất cho phép của truyền động bánh răng côn trục giao, răng thẳng

Số răng bánh răng nhỏ z_1	Số răng tối thiểu của bánh răng lớn đối tiếp z_2	Số răng bánh răng nhỏ z_1	Số răng tối thiểu của bánh răng lớn đối tiếp z_2
12	30	15	19
13	26	16	18
14	20	17	17

Số răng của bánh răng côn nhỏ thám cacbon (ximentít) có thể được chọn theo biểu đồ trên hình 4.23 phụ thuộc vào tỷ số truyền u và đường kính chia ngoài d_{a1} .

Ví dụ, $d_{a1} = 300$ mm; $u = 4$

Theo biểu đồ xác định được $z_1 = 28$.



Hình 4.23. Biểu đồ xác định số răng của bánh răng nhỏ theo d_{e1} và u .

$$\alpha = 20^\circ, \Sigma = 90^\circ \quad z_1 = \sqrt{(22 - 9 \lg u)^2 + (6,25 - 4 \lg u) \frac{d_{e1}^2}{645}}$$

Số răng của bánh răng côn nhỏ được tối cải thiện (tôi và rậm cao) cũng có thể được chọn theo biểu đồ trên hình 4.23 hoặc tăng số răng lên $10 \div 20\%$.

Số răng tối thiểu $z_{\min}$ của bánh răng côn răng thẳng để không có hiện tượng cắt chân răng:

$$z_{\min} = \frac{2h_a^*}{\sin^2 \alpha} \cos \delta$$

Để tránh hiện tượng cắt chân răng khi $z < z_{\min}$ cần dịch chỉnh chiều cao đôi với ăn khớp răng, nghĩa là bánh răng nhỏ có hệ số dịch chỉnh dương ($x_1 > 0$), bánh răng lớn có hệ số dịch chỉnh âm ($x_2 < 0$) hai hệ số dịch chỉnh bằng nhau về trị số nhưng ngược dấu ($x_1 = -x_2$).

Khi tỷ số truyền $u > 1$, hệ số dịch chỉnh được chọn theo bảng 4.52.

Bảng 4.52. Hệ số dịch chỉnh đối với truyền động bánh răng côn trục giao, răng thẳng, prôfin gốc theo TCVN 1066-72

Số răng bánh răng nhỏ z_1	Các giá trị của hệ số dịch chỉnh x khi tỷ số truyền u											
	1	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3 và lớn hơn
12	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,53	0,56	0,57	0,58
13	-	-	-	-	-	-	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55	0,56
14	-	-	-	0,27	0,34	0,38	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54
15	-	-	0,18	0,25	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51	0,52
16	-	0,10	0,17	0,24	0,30	0,35	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49	0,50
18	0,00	0,09	0,15	0,22	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46	0,47
20	0,00	0,08	0,14	0,20	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43	0,44
25	0,00	0,07	0,13	0,18	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39	0,40
30	0,00	0,06	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34	0,35
40	0,00	0,05	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28

Chú thích: Các số liệu trong bảng cũng được áp dụng cho các tỷ số truyền tương đối cao $u > 3,15$.

Khi tỷ số truyền $u \geq 2,5$, bên cạnh việc dịch chỉnh chiều cao của ăn khớp răng cần có sự thay đổi chiều dày răng của pôfin gốc, nghĩa là tăng chiều dày răng so với chiều dày tính toán $\frac{\pi m}{2}$ đối với pôfin gốc của bánh răng nhỏ và giảm đi một lượng chiều dày răng tương ứng đối với pôfin gốc của bánh răng lớn.

Hệ số thay đổi chiều dày tính toán của răng pôfin gốc đối với bánh răng nhỏ, x_{r1} được xác định:

$$x_{r1} = 0,03 + 0,008(u - 2,5)$$

$$\text{và } x_{r1} = -x_{r2}$$

Các thông số cơ bản

Chiều rộng bánh răng b phụ thuộc vào đường kính chia ngoài danh nghĩa và tỷ số truyền u được giới thiệu trong bảng 4.53. Các giá trị này của b áp dụng cho truyền động bánh răng côn trục giao. Các công thức tính toán hình học truyền động bánh răng côn răng thẳng không dịch chỉnh được giới thiệu trong bảng 4.54 và có dịch chỉnh - bảng 4.55.

Bảng 4.53. Chiều rộng của vành răng bánh răng côn phụ thuộc vào d_{e2} và u

Cho phép dùng chiều rộng vành răng được xác định bằng tính toán theo các bảng 4.54 và 4.55.

Không ưu tiên sử dụng các giá trị trong dấu ngoặc đơn.

Giá trị thực tế không được sai khác so với giá trị danh nghĩa: lớn hơn 2% đối với d_{e2} và 3% đối với u .

Trị số danh nghĩa của đường kính chia ngoài của bánh răng lớn d_{e2} , mm	Chiều rộng vành răng b đối với tỷ số truyền danh nghĩa u																
	1,00	(1,12)	1,25	(1,40)	1,60	(1,18)	2,00	(2,24)	2,50	(2,80)	3,15	(3,55)	4,00	(4,50)	5,00	(5,60)	6,30
50	10	9,5	9	9	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(56)	11	10,5	10	10	9,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	13	12	11,5	11	10,5	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(71)	14	14	13	12	12	11,5	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	16	15	15	14	13	13	13	12	12	-	-	-	-	-	-	-	-
(90)	18	17	16	16	15	15	14	14	14	-	-	-	-	-	-	-	-
100	20	19	18	18	17	16	16	16	15	15	15	-	-	-	-	-	-
(112)	22	21	20	20	19	18	18	17	17	17	17	-	-	-	-	-	-
125	25	24	22	22	21	20	20	19	19	19	19	19	18	-	-	-	-
(140)	28	26	26	24	24	22	22	22	21	21	21	21	21	20	-	-	-
160	32	30	30	28	28	26	25	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24
(180)	36	34	32	32	30	30	28	28	28	28	26	26	26	26	26	26	26
200	40	38	38	34	34	32	32	32	30	30	30	30	30	30	30	28	28
(225)	45	42	42	40	38	36	36	36	34	34	34	34	32	32	32	32	32
250	50	48	45	45	42	40	40	40	38	38	38	38	36	36	36	36	36
280	55	52	52	50	48	45	45	45	42	42	42	42	42	40	40	40	40
315	65	60	60	55	52	52	50	50	48	48	48	48	45	45	45	45	45
355	70	70	65	63	60	60	55	55	55	55	55	52	52	52	52	52	52
400	80	75	75	70	70	65	63	63	60	60	60	60	60	60	60	60	60
450	90	85	80	80	75	75	70	70	70	70	65	65	65	65	65	65	65
500	100	95	90	90	85	80	80	80	75	75	75	75	75	75	75	70	70
560						90	90	90	85	85	85	85	80	80	80	80	80
630						100	100	100	95	95	95	95	90	90	90	90	90
710						120	110	110	110	110	105	105	105	105	105	105	100
800						130	130	125	125	120	120	120	120	120	120	120	120
900						-	-	140	140	140	130	130	130	130	130	130	130
1000						-	-	160	150	150	150	150	150	150	150	140	140

Tiếp bảng 4.54

Thông số và ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
Đường kính chia ngoài, d_o	$d_{o1} = m_n z_1$ $d_{o2} = m_n z_2$
Đường kính đỉnh răng ngoài, d_{ae}	$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{a0}\cos\delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{a0}\cos\delta_2$
Khoảng cách từ đỉnh bánh răng tới mặt mút ngoài của vòng đỉnh răng, B	$B_1 = 0,5d_{e2} - h_{ae}\sin\delta_1$ $B_2 = 0,5d_{e1} - h_{ae}\sin\delta_2$
Chiều dày răng trên dây cung không đối ngoài, $\bar{s}_{ce}$	$\bar{s}_{ce} = 0,833s_e$
Chiều cao tới dây cung không đối ngoài, $\bar{h}_{ce}$	$\bar{h}_{ce} = h_{ae} - 0,1607s_e$
Một nửa góc chiều dày răng ngoài, Ψ_e , rad ^o	$\Psi_{e1} = \frac{s_e \cos\delta_1}{d_{e1}}$ $\Psi_{e2} = \frac{s_e \cos\delta_2}{d_{e2}}$
Chiều dày răng trên dây cung vòng chia ngoài, $\bar{s}_e$	$\bar{s}_{e1} = \frac{d_{o1}}{\cos\delta_1} \sin\Psi_{e1}$ $\bar{s}_{e2} = \frac{d_{o2}}{\cos\delta_2} \sin\Psi_{e2}$
Chiều cao tới dây cung vòng chia ngoài, $\bar{h}_{ae}$	$\bar{h}_{ae1} = h_{ae} + 0,25s_{e1}\Psi_{e1}$ $\bar{h}_{ae2} = h_{ae} + 0,25s_{e2}\Psi_{e2}$
* 1 rad = 57°17'44"	

Bảng 4.55. Các công thức tính toán truyền động bánh răng côn trục giao, răng thẳng, prôfin gốc tiêu chuẩn, có dịch chỉnh

Thông số đã cho ban đầu	Thông số và ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
	Số răng z_1, z_2	Được chọn theo yêu cầu về động học và kết cấu
	Modun mặt ngoài, m_e	Được xác định theo tính toán độ bền của bánh răng.
	Prôfin gốc	TCVN 1066-72
Số răng của bánh răng phẳng, z_c		$z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
Khoảng cách côn ngoài, R_e		$R_e = 0,5m_e z_c$
Chiều rộng vành răng, b		$b \leq 0,3R_e$; $b \leq 10m_e$
Khoảng cách côn trung bình, R_m		$R_m = R_e - 0,5b$
Modun trung bình, m_m		$m_m = m_e \frac{R_m}{R_e}$
Modun mặt trong, m_i		$m_i = m_e \frac{R_e - b}{R_e}$
Đường kính chia trung bình, d_m		$d_{m1} = m_m z_1$ $d_{m2} = m_m z_2$
Góc côn chia, δ		$\operatorname{tg}\delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$, $\delta_2 = 90^\circ - \delta_1$ $\sin\delta_1 = \cos\delta_2$; $\cos\delta_1 = \sin\delta_2$
Tỷ số truyền, u		$u = \frac{z_2}{z_1}$

Tiếp bảng 4.55

Hệ số dịch chỉnh ở bánh răng nhỏ, x_1	x_1 (bảng 4.52)
Hệ số thay đổi chiều dày răng bánh răng nhỏ, x_{r1}	$x_{r1} = 0,03 + 0,008(u - 2,5)$. Khi $u < 2,5$; $x_{r1} = 0$
Chiều cao đầu răng ngoài, h_{ae}	$h_{ae1} = (h_a^* + x_1)m_e$ $h_{ae2} = 2h_a^*m_e - h_{ae1}$
Chiều cao chân răng ngoài h_{fe}	$h_{fe1} = h_{ae2} + 0,2m_e$ $h_{fe2} = h_{ae1} + 0,2m_e$
Chiều cao răng ngoài, h_e	$h_{e1} = h_{ae1} + h_{fe1}$ $h_{e2} = h_{ae2} + h_{fe2}$
Chiều dày răng trên mặt müt ngoài, s_u	$s_{e1} = (0,5\pi + 2x_1\text{tg}\alpha + x_{r1})m_e$ $s_{e2} = \pi m_e - s_{e1}$
Góc chân răng, θ_r	$\text{tg}\theta_{r1} = \frac{h_{fe1}}{R_e}$ $\text{tg}\theta_{r2} = \frac{h_{fe2}}{R_e}$
Góc đầu răng, θ_a	$\theta_{a1} = \theta_{r2}$ $\theta_{a2} = \theta_{r1}$
Góc côn đỉnh, δ_a	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$ $\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$
Góc côn đáy, δ_f	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$ $\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$
Đường kính chia ngoài, d_e	$d_{e1} = m_e z_1$ $d_{e2} = m_e z_2$
Đường kính đỉnh răng ngoài, d_{ae}	$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{ae1}\cos\delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{ae2}\cos\delta_2$
Khoảng cách từ đỉnh bánh răng tới mặt müt ngoài của vòng đỉnh răng, B	$B_1 = 0,5d_{e2} - h_{ae1}\sin\delta_1$ $B_2 = 0,5d_{e1} - h_{ae2}\sin\delta_2$
<i>Tính toán dây cung không đổi ngoài và chiều cao tới dây cung này (khi $x_1 < 0,4$)</i>	
Chiều dày răng trên dây cung không đổi ngoài, $\bar{s}_{ce}$	$\bar{s}_{ce1} = 0,833s_{e1}$ $\bar{s}_{ce2} = 0,833s_{e2}$
Chiều cao tới dây cung không đổi ngoài, $\bar{h}_{ce}$	$\bar{h}_{ce1} = h_{ae1} - 0,1607s_{e1}$ $\bar{h}_{ce2} = h_{ae2} - 0,1607s_{e2}$
<i>Tính toán chiều dày răng trên dây cung vòng chia ngoài và chiều cao tới dây cung này (khi $x_1 < 0,4$)</i>	
Một nửa góc chiếu dày răng ngoài, ψ_e	$\psi_{e1} = \frac{s_{e1}\cos\delta_1}{d_{e1}}$ $\psi_{e2} = \frac{s_{e2}\cos\delta_2}{d_{e2}}$
Chiều dày răng trên dây cung vòng chia ngoài, $\bar{s}_e$	$\bar{s}_{e1} = \frac{d_{e1}}{\cos\delta_1}\psi_{e1}$ $\bar{s}_{e2} = \frac{d_{e2}}{\cos\delta_2}\psi_{e2}$
Chiều cao tới dây cung vòng chia ngoài, $\bar{h}_{ae}$	$\bar{h}_{ae1} = h_{ae1} + 0,25s_{e1}\psi_{e1}$ $\bar{h}_{ae2} = h_{ae2} + 0,25s_{e2}\psi_{e2}$

3.2. Truyền động bánh răng côn răng cong tròn

Sơ với truyền động bánh răng côn răng thẳng thì truyền động bánh răng côn răng cong tròn (sau đây gọi tắt là truyền động bánh răng côn răng cong) có độ bền lớn hơn, tiếng ồn nhỏ hơn và cho phép có sai số lớn trong lắp ráp.

3.2.1. Số răng của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn

Khi thiết kế bánh răng côn răng cong cần tính đến khả năng gia công bánh răng trên máy với các bánh răng thay thế kèm theo máy. Với số răng của bánh răng là $6 \div 100$, có thể thực hiện việc gia công răng khi bánh răng có số răng bất kỳ. Đối với số răng của bánh răng là $100 \div 200$ thì chỉ có số răng có thể phân thành các thừa số mới có thể gia công được trên máy gia công bánh răng mà không phải bổ sung thêm bánh răng thay thế đặc biệt. Ví dụ, không nên thiết kế bánh răng với $z = 107$ bởi vì phải cần đến bánh răng thay thế mới (không kèm theo máy) cho chạc bánh răng thay thế xích phân độ (chia) của máy.

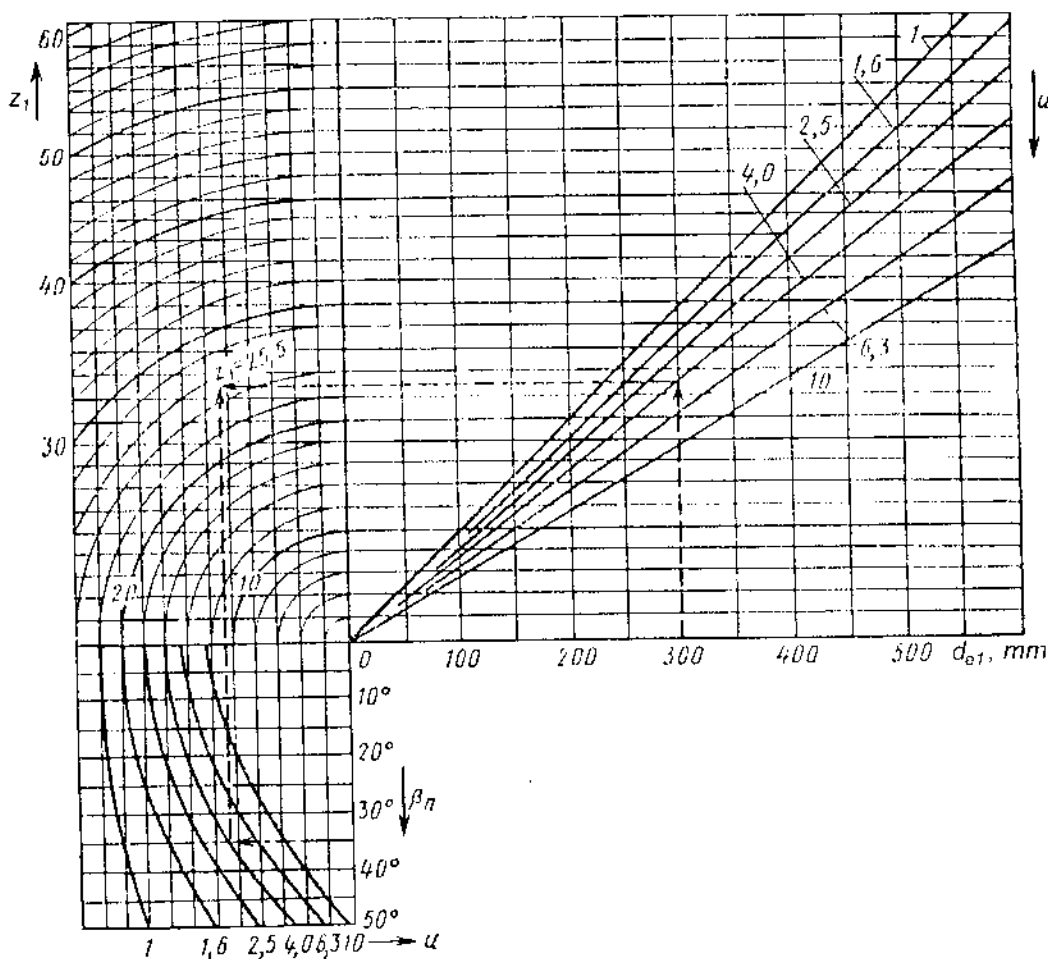
Bảng 4.56 giới thiệu số răng nhỏ nhất cho phép của truyền động bánh răng côn trục giao, răng cong có profil góc theo ГОСТ16202-70.

Bảng 4.56. Số răng nhỏ nhất cho phép của truyền động bánh răng côn trục giao răng cong

Số răng bánh răng nhỏ z_1	Số răng nhỏ nhất của bánh răng lớn, z_2	Số răng bánh răng nhỏ z_1	Số răng nhỏ nhất của bánh răng lớn, z_2
6	34 khi $\beta_n \div 42^\circ$	12	30 khi $\beta_n = 0 \div 15^\circ$ 28 khi $\beta_n \div 20^\circ$ 26 khi $29^\circ < \beta_n \div 45^\circ$
7	33 khi $\beta_n \div 40^\circ$	13	26 khi $\beta_n = 0 \div 15^\circ$ 25 khi $15^\circ < \beta_n < 29^\circ$ 22 khi $29^\circ < \beta_n \div 45^\circ$
8	32 khi $\beta_n \div 38^\circ$	14	20 khi $\beta_n = 0 \div 45^\circ$
9	31 khi $\beta_n \div 35^\circ$	15	19 khi $\beta_n = 0 \div 45^\circ$
10	32 khi $\beta_n \div 28^\circ$ 30 khi $\beta_n \div 32^\circ$	16	18 khi $\beta_n = 0 \div 45^\circ$
11	30 khi $\beta_n \div 25^\circ$ 2/8 khi $29^\circ < \beta_n < 45^\circ$	17	17 khi $\beta_n = 0 \div 45^\circ$

Số răng của bánh răng côn thấm cacbon (xêmentit) được xác định theo biểu đồ trên hình 4.24.

Số răng của bánh răng côn nhỏ được tối cải thiện (tôi và ram cao) cũng có thể được chọn như trên hoặc tăng số răng lên 10-20%.



Hình 4.24. Biểu đồ xác định số răng của bánh răng côn nhỏ ($\alpha_n = 20^\circ$, $\Sigma = 90^\circ$).

$$z_1 = \sqrt{\left[22 - 9 \lg u + \left(\frac{16}{u} - 22 \right) \sin^2 \beta_n \right]^2 + (6,25 - 4 \lg u) \frac{d_{g1}^2}{645}}$$

Ví dụ: Cho $d_{g1} = 300$ mm, $u = 4$; $\beta_n = 25^\circ$. Theo biểu đồ xác định được $z_1 = 25,5 \approx 25$.

3.2.2. Môđun

Trong tính toán bánh răng côn răng cong thường sử dụng môđun pháp m_n ở giữa vành răng. Tuy nhiên trong các bộ truyền giảm tốc tiêu chuẩn trong đó đường kính chia ngoài d_{g2} đã được tiêu chuẩn hoá, do đó cần xác định môđun mặt đầu (mút) ngoài $m_{g2} = d_{g2}/z_2$ và dùng môđun này trong các tính toán tiếp theo.

Dãy các trị số môđun m_n được qui định trong TCVN 2257-77 và tương ứng với các giá trị của m_n là độ mở dao của đầu dao cắt răng (ГОСТ 11902-66) được giới thiệu trong bảng 4.57.

Khi $m_n < 2$ mm, thông số ban đầu để tính toán chỉ có thể là môđun pháp trung bình.

Bảng 4.57. Độ mở dao của đầu dao cắt răng W_2 theo ГОСТ 11902-66 và các giá trị tương ứng của hệ số thay đổi chiều dày tính toán của răng bánh răng nhỏ x_{t1} đối với môđun pháp trung bình m_n

m_n	x_{t1}	W_2	δh_1^*	x_{t1}	W_2	x_{t1}	W_2
1,25	0,00	0,80	0,036	-	-	-	-
1,5	0,00	1,00	-0,010	-	-	-	-
2,0	0,00	1,3	0,030	0,04	1,4	0,14	1,6
2,5	0,00	1,6	0,072	0,06	1,8	0,14	2,0
3,0	0,00	2,0	-0,024	0,07	2,2	0,20	2,6
4,0	0,00	2,6	0,060	0,04	2,8	0,14	3,2
5,0	0,00	3,2	0,143	0,06	3,6	0,14	4,0
6,0	0,00	4,0	-0,047	0,10	4,6	0,20	5,2
8,0	0,00	5,2	0,120	0,09	6,0	0,15	6,5
10,0	0,00	6,5	0,150	0,04	7,0	0,14	8,0
12	0,00	8,0	-0,095	0,09	9,0	0,17	10,0
16	0,00	10	0,789	0,09	12,0	0,15	13,0

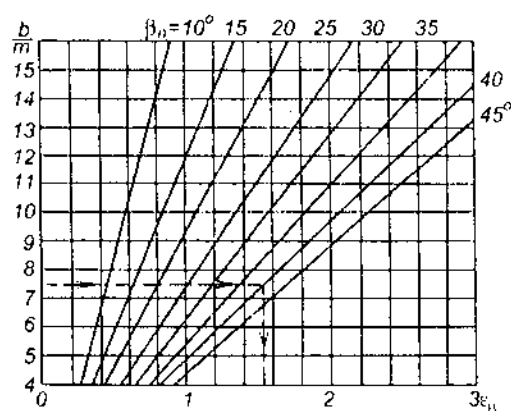
*) δh_1 : lượng hiệu chỉnh chiều cao chân răng được sử dụng khi $x_{t1} = 0$ và gia công hai mặt răng của bánh răng.

3.2.3. Góc nghiêng và hướng răng

Góc nghiêng tính toán của răng β_n có thể ở trong giới hạn $0 \div 45^\circ$. Thông thường nên dùng một trong các giá trị của dãy sau: 0; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45°. Nên ưu tiên sử dụng $\beta_n = 35^\circ$. Khi $z_1 = 6 \div 12$, giá trị của β_n được giới thiệu trong bảng 4.56.

Góc β_n cần được chọn sao cho hệ số trùng khớp dọc ε_β không được nhỏ hơn 1,25. Khi cần đạt được mức làm việc êm của truyền động là lớn nhất, có thể dùng hệ số trùng khớp dọc $\varepsilon_\beta \geq 1,6$ (hình 4.25).

Khi lựa chọn góc β_n cũng cần tính đến sự tăng của tải trọng tác dụng lên trục và ổ trục theo các công thức tính toán lực chiều trục và lực hướng tâm trong ăn khớp bánh răng côn răng cong được giới thiệu trong bảng 4.58. Cũng có thể xác định trị số và hướng của lực chiều trục trong truyền động bánh răng côn trục giao, có góc profile góc $\alpha_n = 20^\circ$ theo biểu đồ trên hình 4.26.



Hình 4.25. Biểu đồ xác định hệ số trùng khớp dọc ε_β : $\varepsilon_\beta = \frac{b \sin \beta_n}{\pi m_n}$

Ví dụ: Cho $b = 30 \text{ mm}$, $m_n = 4 \text{ mm}$, $\beta_n = 40^\circ$.

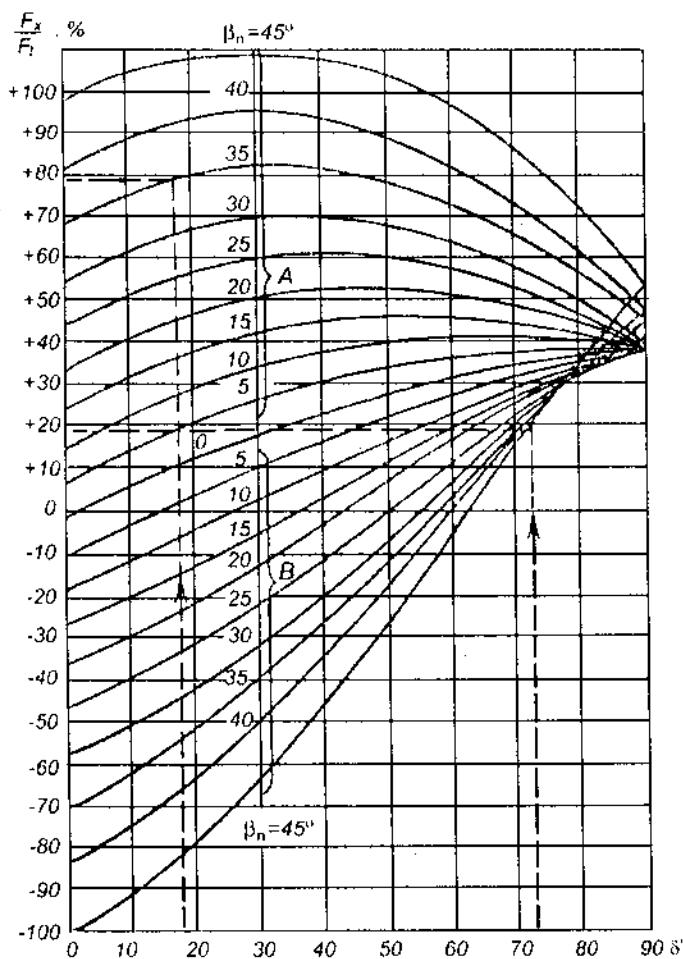
Theo sơ đồ khi $\frac{b}{m_n} \approx 7,5$ xác định được $\varepsilon_\beta = 1,54$.

Bảng 4.58. Các công thức xác định lực ăn khớp

Lực	Bánh răng chủ động	Bánh răng bị động
Vòng	$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2T_2}{d_2}$, trong đó T_1, T_2 - momen trên bánh răng nhỏ và bánh răng lớn	
Chiều trục	$F_x = F_t \left(\operatorname{tg} \alpha_n \frac{\sin \delta}{\cos \beta_n} \pm \operatorname{tg} \beta_n \cos \delta \right)$	$F_x = F_t \left(\operatorname{tg} \alpha_n \frac{\sin \delta}{\cos \beta_n} \mp \operatorname{tg} \beta_n \cos \delta \right)$
Hướng tâm	$F_r = F_t \left(\operatorname{tg} \alpha_n \frac{\cos \delta}{\cos \beta_n} \mp \operatorname{tg} \beta_n \sin \delta \right)$	$F_r = F_t \left(\operatorname{tg} \alpha_n \frac{\cos \delta}{\cos \beta_n} \pm \operatorname{tg} \beta_n \sin \delta \right)$

Chú thích

1. Dấu bên trên trong các công thức được dùng trong trường hợp khi hướng quay của bánh răng (nếu nhìn từ đỉnh côn chia) trùng với hướng răng như chỉ dẫn trên hình 4.27; dấu bên dưới - khi không có sự trùng nhau.
2. Hướng quay theo chiều kim đồng hồ - phải; ngược chiều kim đồng hồ - âm.
3. Hướng tác dụng của các lực F_x và F_r được xác định theo các dấu (+ hoặc -) ghi trên hình 4.47 là do kết quả tính toán theo các công thức.



Hình 4.26. Lực chiều trục trong ăn khớp bánh răng côn răng cong $\alpha_n = 20^\circ$; $\Sigma = 90^\circ$.

Đối với các đường cong A

Bánh răng	Hướng răng	Hướng quay
Chủ động	Trái	Trái
	Phải	Phải
Bị động	Trái	Phải
	Phải	Trái

Đối với các đường cong B

Bánh răng	Hướng răng	Hướng quay
Chủ động	Trái	Phải
	Phải	Trái
Bị động	Trái	Trái
	Phải	Phải

Ví dụ:

- Cho $\delta_1 = 18^\circ$, $\delta_2 = 72^\circ$; $\beta_n = 35^\circ$,
- Bánh răng nhỏ: nghiêng phải, hướng quay - phải;
- Bánh răng lớn: nghiêng trái, hướng quay - trái.

- Theo biểu đồ xác định được:

$$F_{x1} = 0,79F_t; F_{x2} = 0,19F_t$$

Khi hướng răng trùng với hướng quay nếu nhìn từ đỉnh côn chia của bánh răng chủ động trong truyền động giảm tốc và từ đỉnh côn chia của bánh răng bị động trong truyền động tăng tốc thì lực chiều trục trên các bánh răng sẽ hướng từ đỉnh của các côn chia.

Các bánh răng đối tiếp có hướng răng ngược nhau.

Khi thiết kế các bánh răng côn có dạng răng chiều trục I thì trong một số trường hợp góc nghiêng tính toán của răng được lựa chọn có tính đến số hiệu của dao dùng để cắt răng.

Có thể xác định số hiệu của dao theo công thức sau:

$$N' = \frac{343,8(h_a^* + c^*)}{z_c} \sin 2\beta'_n$$

trong đó:

β'_n - giá trị sơ bộ của góc nghiêng của răng của truyền động được thiết kế.

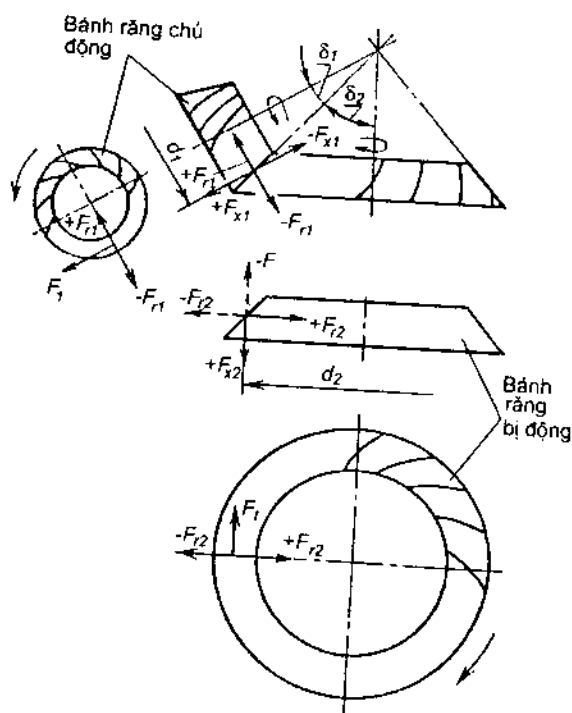
N' - giá trị tính toán của số hiệu dao và được làm tròn tới giá trị gần nhất theo GOST 11902-66.

Tính toán lại β_n theo công thức:

$$\sin 2\beta_n = \frac{N z_c}{343,8(h_a^* + c^*)}$$

Khi dùng prôfin góc theo GOST 16202-70:

$$\sin 2\beta_n = \frac{N z_c}{429,75}$$



Hình 4.27. Hướng quay và hướng lực tác dụng F_x, F_y

3.2.4. Prôfin góc và dạng răng chiều trục (dọc)

Prôfin góc của bánh răng, côn răng cong thông dụng có $m_n > 1 \text{ mm}$ được quy định theo: GOST 16202-70 bao gồm:

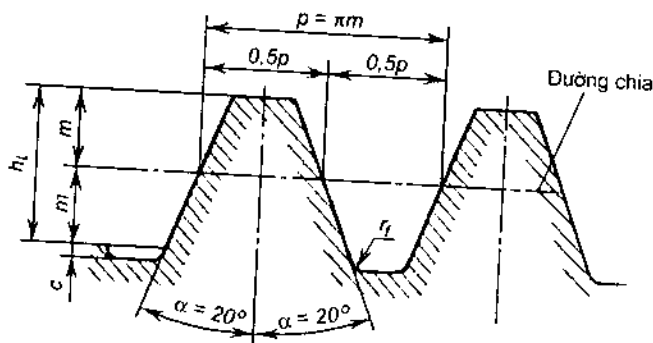
$$\alpha_n = 20^\circ$$

$$h_n^* = 1$$

$$c^* = 0,25 \rightarrow c = 0,25 m_n$$

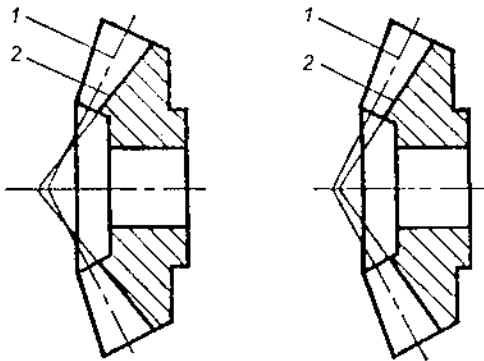
$$r_f = 0,25 m_n$$

Đối với bánh răng côn răng cong, thường sử dụng ba loại dạng răng dọc: dạng I - côn chia và côn đáy có đỉnh trùng nhau; dạng II - côn chia và côn đáy có đỉnh không trùng nhau (hình 4.29); dạng III - côn chia và côn đáy có đỉnh không

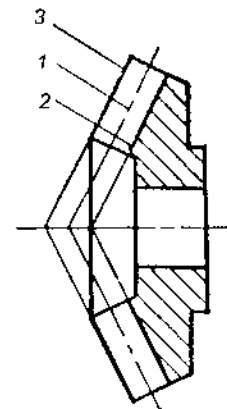


Hình 4.28. Prôfin góc của bánh răng côn răng cong (GOST 16202-70)

trùng nhau, răng cao đều (hình 4.30).



Hình 4.29. Dạng răng dọc II:
1- côn chia; 2- côn đáy



Hình 4.30. Dạng răng dọc III:
1- côn chia; 2- côn đáy; 3- côn đỉnh

Phạm vi sử dụng của các dạng răng dọc đối với các thông số cơ bản của bánh răng côn răng cong được giới thiệu trong bảng 4.59.

Bảng 4.59. Các thông số cơ bản của bánh răng côn răng cong xác định phạm vi sử dụng của các dạng răng dọc

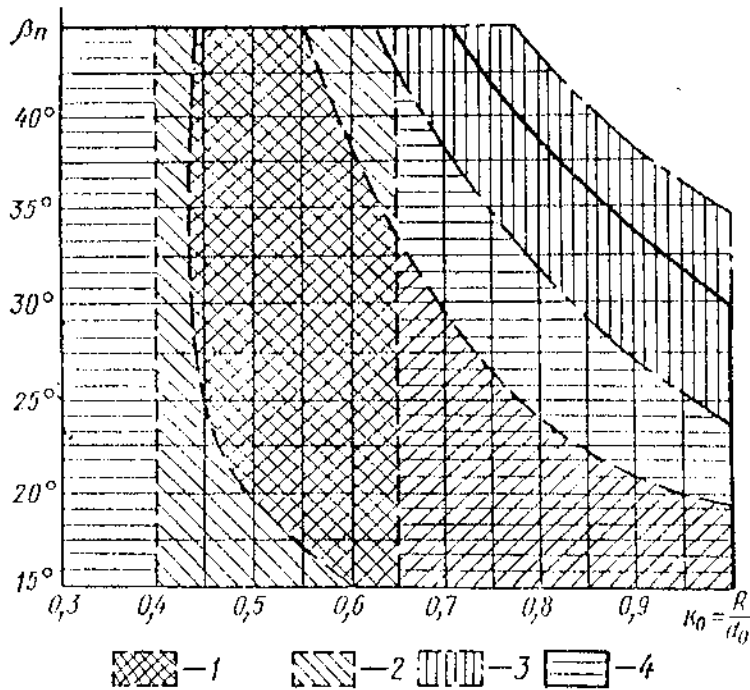
Thông số	Ký hiệu	Dạng răng dọc		
		I	II	III
Môđun pháp trung bình, mm	m_n	Từ 2 đến 25	Từ 0,4 đến 25	Từ 2 đến 25
Khoảng cách côn trung bình, mm	R	Từ 60 đến 650	Từ 60 đến 700	Từ 75 đến 750
Tỷ số giữa khoảng cách côn trung bình và đường kính danh nghĩa của đầu dao	k_0	Khi $\beta_n > 15^\circ$ - trong giới hạn các giá trị chỉ dẫn trên hình 4.31, khi $\beta_n \leq 15^\circ$ thì $k_0 = 0,40 \div 0,65$ đối với dạng răng dọc I và II		
Góc nghiêng trung bình của răng	β_n	Từ 0 đến 45° Có tính đến số răng của bánh răng phẳng theo hình 4.32		Từ 25 đến 45°
Số răng của bánh răng phẳng	z_c	20 - 100 Có tính đến góc nghiêng của răng theo hình 4.32	24-100	Trên 40

Khi profin gốc theo ГОСТ 16202-70 và góc nghiêng tính toán của răng $\beta_n > 15^\circ$, việc phân biên giới của các phạm vi này phụ thuộc vào $k_0 = \frac{R}{d_0}$ và β_n và được qui định trên

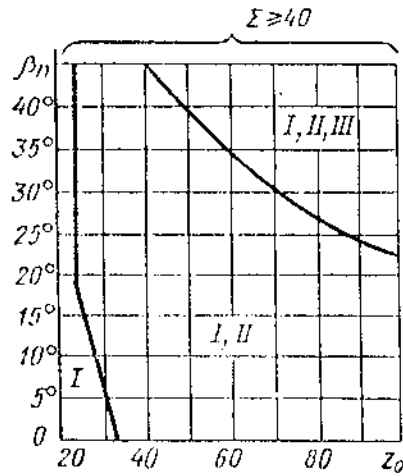
hình 4.31. Vùng có các đường gạch chéo cắt nhau trên biểu đồ hình 4.31 tương ứng với các giá trị k_0 và β_n dùng cho dạng răng dọc I và II; vùng có các đường gạch chéo nghiêng sang trái – dạng răng dọc II; vùng có đường gạch thẳng đứng – dạng răng dọc III và vùng có đường gạch nằm ngang – cho phép dạng răng dọc II.

Nên dùng dạng răng dọc III cho truyền động bánh răng côn trục giao có khoảng cách côn trung bình lớn hơn 0,7 khoảng cách côn trung bình lớn nhất cho phép đối với máy cắt răng đã cho.

Bánh răng côn răng cong có góc nghiêng của răng β_n từ 0 đến 15° nên được ưu tiên thiết kế với dạng răng dọc II có tính đến hạn chế số răng của bánh răng phẳng theo hình 4.32.



Hình 4.31. Phạm vi sử dụng hợp lý đối với các dạng răng dọc I, II và III (prôfin gốc theo ГОСТ 16202-70)
1- dạng răng dọc I; 2- dạng răng dọc II; 3- dạng răng dọc III;
4- phạm vi cho phép dùng dạng răng dọc II



Hình 4.32. Phạm vi sử dụng các dạng răng dọc I, II và III phụ thuộc vào Z_c và β_n .

3.2.5. Chọn đường kính danh nghĩa của đầu dao

Đường kính danh nghĩa của đầu dao d_n để cắt răng bánh răng côn răng cong được chọn theo bảng 4.60 tương ứng với các dạng răng dọc trên hình 4.31.

Nếu thông số ban đầu để tính toán truyền động là môđun mặt mút ngoài m_{t0} thì để chọn đầu dao cần xác định khoảng cách côn trung bình theo công thức:

$$R \approx 0,42m_{t0}Z_c$$

Bảng 4.60. Chọn đường kính danh nghĩa của đầu dao. Kích thước, mm

Góc nghiêng tính toán của răng, β_n	Giới hạn khoảng cách côn trung bình, R		Đường kính danh nghĩa của đầu dao, d_0	Chiều cao răng ngoài, h_e	Chiều rộng vành răng, b	Môđun pháp tính toán, m_n
	Giới thiệu	Cho phép				
Dạng răng dọc I						
Trên 0 đến 15	36-58	-	(88,9)	8	10-20	2-3,0
" 15 " 29	40-62					
" 29 " 40	40-55					
Trên 0 đến 15	40-65	-	100	9	10-20	2-3,0
" 15 " 29	45-70					
" 29 " 40	45-60					

Tiếp bảng 4.60

Góc nghiêng tính toán của răng, β_n	Giới hạn khoảng cách côn trung bình, R		Đường kính danh nghĩa của đầu dao, d_0	Chiều cao răng ngoài, h_0	Chiều rộng vành răng, b	Môđun pháp tính toán, m_n
	Giới thiệu	Cho phép				
Dạng răng dọc I						
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	50-80 55-90 55-75	—	125	10	12-25	2-3,5
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	60-100 70-110 70-90	—	(152,4)	10	15-30	2,5-3,5
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	65-105 72-110 72-95	—	160	12	16-32	2,5-4
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	75-120 85-135 85-115	—	(190,5)	15	20-40	2,5-5
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	80-130 90-140 90-120	—	200	15	20-40	2,5-5
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	90-150 100-160 100-135	—	(228,5)	15	20-40	2,5-5
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	100-160 110-175 110-150	—	250	18	25-50	2,5-6
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	120-200 140-215 140-190	—	(304,8)	20	30-65	2,5-7
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	120-200 140-220 140-190	—	315	24	32-65	2,5-9
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	160-250 180-280 180-240	—	400	30	40-80	3-10
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	180-300 200-320 200-280	—	(457,2)	28	50-100	4-10
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	200-320 225-350 225-300	—	500	36	50-100	4-12
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	250-400 290-440 290-380	—	630	45	70-125	4-16
Trên 0 đến 15 " 15 " 29 " 29 " 40	320-520 360-560 360-480	—	800	60	80-160	5-20
Trên 15 đến 29 " 29 " 40	400-650 450-600	—	1000	70	100-200	6-25

Tiếp bảng 4.60

Góc nghiêng tính toán của răng, β_n	Giới hạn khoảng cách côn trung bình, R		Đường kính danh nghĩa của đầu dao, d_g	Chiều cao răng ngoài, h_g	Chiều rộng vành răng, b	Môđun pháp tính toán, m_n
	Giới thiệu	Cho phép				
Dạng răng dọc II						
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	13-21	- 10-22	32	4	2,5-8	1,25
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	15-25	- 11-26	(38,1)	5	3-8	1,25
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	16-26	- 12-28	40	5	3-10	1,5
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	20-32	- 15-35	50 và (50,8)	6	4-12	2
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	24-40	- 18-42	60	7	5-15	2
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	32-52	- 24-56	80	8	6-20	1-2,5
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	36-58	- 25-60	(88,9)	8	8-20	1-2,5
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	40-65	- 30-70	100	9	8-25	1-3
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	50-80	- 40-90	125	10	10-30	1-3,5
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	60-100	- 45-105	(152,4)	10	12-30	1,5-3,5
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	65-105	- 50-110	160	12	13-40	1,5-4
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	75-120	- 60-135	(190,5)	15	15-40	2-5
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	80-130	- 60-140	200	15	16-50	2-5
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	90-150	- 70-160	(228,5)	15	18-60	2-6
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	100-160	- 75-175	250	18	20-65	2-6
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	120-200	- 90-210	(304,5)	20	25-80	3-7
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	120-200	- 95-220	315	24	25-80	3-8
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	160-250	- 120-280	400	30	32-100	3-10
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	180-300	- 140-320	(457,2)	28	36-120	4-10
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	200-320	- 150-350	500	36	40-125	4-12
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	250-400	- 190-440	630	45	50-160	5-16
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	320-520	- 240-560	800	60	65-200	6-20
Trên 0 đến 15 " 15 " 45	400-700 400-650	300-700 300-650	1000	70	80-250	8-25

Chú thích

1. Nếu trị số R vượt quá giá trị được ghi dấu (*) và góc côn chia $\delta_2 > 50^\circ$ thì cần phải kiểm tra việc không cắt lần thứ hai.
2. Đường kính của đầu cắt răng đối với bánh răng có dạng răng dọc I khi góc nghiêng tính toán của răng β_n trên 40 đến 45° được chọn theo biểu đồ trên hình 4.31.
3. Phạm vi các giá trị cho phép của khoảng cách côn trung bình ở đường kính đã cho của đầu dao dùng để cắt răng bánh răng có dạng răng dọc II có thể được tính toán chính xác hơn so với chỉ dẫn trong bảng khi sử dụng biểu đồ trên hình 4.31.
4. Đường kính đầu dao cắt răng bánh răng có dạng răng dọc III khi $Z_c > 70$ và β_n trên 10 đến 30° được chọn sao cho thỏa mãn hai phương trình sau :

$$d_o = 2R \sin \beta_n (1 \pm 0,002 Z_c \cos \beta_n)$$

$$d_o = (5 \pm 10)b$$
5. Bảng được thành lập từ điều kiện gia công truyền động bánh răng bằng phương pháp cắt hai mặt răng hoặc phương pháp quay.
 Khi dùng phương pháp cắt một mặt răng và $m_n > 2$ mm, giá trị nhỏ nhất của R có thể giảm đi, còn giá trị lớn nhất - tăng lên 25%.
6. Trong trường hợp có thể, không nên dùng đầu dao cắt răng có đường kính danh nghĩa đặt trong dấu ngoặc đơn.

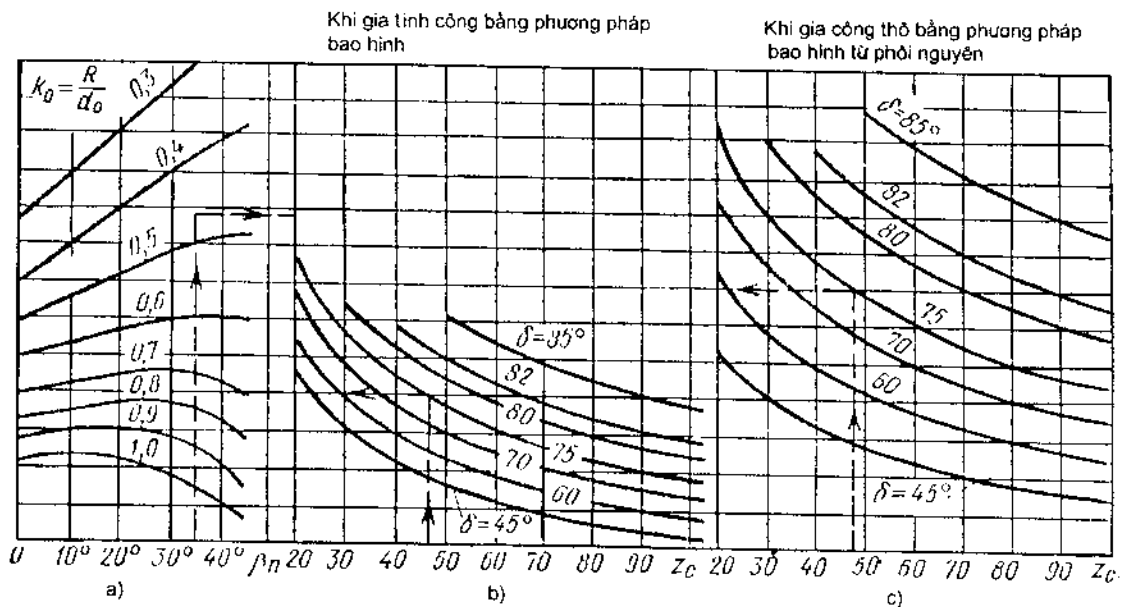
Khi thiết kế truyền động bánh răng côn răng cong môđun nhỏ ($m_n < 2$ mm), có dạng răng dọc III, đường kính đầu dao cắt răng và các thông số truyền động cần được chọn sao cho thỏa mãn điều kiện:

$$d_o = m_n z_c \operatorname{tg} \beta_n$$

trong đó d_o được chọn theo bảng 4.60 đối với dạng răng dọc II.

Nếu cho R, h, b và m_n có thể chọn các đầu dao có đường kính d_o khác nhau thì nên ưu tiên sử dụng đầu dao có giá trị d_o trung bình.

Đối với bánh răng có hướng răng phải khi góc côn chia $\delta \geq 50^\circ$ và tỷ số $k_o = \frac{R}{d_o}$ cần kiểm tra việc lựa chọn đường kính đầu dao sao cho không phải cắt lần thứ hai theo đồ thị được giới thiệu trên hình 4.33.



Hình 4.33. Đồ thị kiểm tra để không phải cắt lần thứ 2 đối với bánh răng côn răng cong.
 Ví dụ: cho $\delta = 75^\circ$, $\beta_n = 35^\circ$, $Z_c = 47$, $k_o = 0,47$. Vì ở các thông số đã cho, tung độ trên hình 4.33a lớn hơn tung độ trên hình 4.33b nên không phải cắt lần thứ hai khi gia công tinh; tương tự như vậy, tung độ trên hình 4.33a lớn hơn tung độ trên hình 4.33c nên cũng không phải cắt lần thứ hai khi gia công thô bánh răng.

Nếu tung độ trên hình 4.33a ứng với các giá trị k_0 và β_n đã cho lớn hơn tung độ được xác định theo các giá trị δ và Z_c trên hình 4.33b thì sẽ không phải cắt lần thứ hai khi gia công tinh bánh răng côn bằng phương pháp bao hình. Bằng cách so sánh tương tự giữa các tung độ trên hình 4.33a và 4.33c cũng chỉ rõ không phải cắt lần thứ hai khi gia công thô bánh răng côn từ phôi nguyên bằng phương pháp bao hình.

3.2.6. Chọn hệ số dịch chỉnh và hệ số thay đổi chiều dày tính toán của răng prôfin gốc

Trong truyền động có tỷ số truyền $u > 1$ khi hiệu số độ cứng của các bề mặt làm việc của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn nhỏ hơn 100HB thì bánh răng nhỏ cần được dịch chỉnh dương ($+x_{n1}$) theo các hệ số dịch chỉnh được cho trong bảng 4.61, còn bánh răng lớn được dịch chỉnh âm với hệ số dịch chỉnh $x_{n2} = -x_{n1}$.

Khi tỷ số truyền $u > 1$ và hiệu số độ cứng của các bề mặt làm việc của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn lớn hơn 100HB thì không cần phải dịch chỉnh đối với truyền động hoặc dịch chỉnh đều với bánh răng nhỏ được dịch chỉnh dương đủ để tránh hiện tượng cắt chân răng.

Đối với truyền động có u và z_1 khác với chỉ dẫn trong bảng 4.61 cần chọn các hệ số dịch chỉnh theo các giá trị lớn hơn gần nhất của u và z_1 .

Khi $u \geq 2,5$ và $m_n > 2$ mm, các bánh răng trong truyền động không những được dịch chỉnh như đã nêu trên mà còn được chế tạo với chiều dày răng của prôfin gốc khác nhau. Cụ thể là chiều dày răng được tăng lên so với chiều dày răng tính toán ($\pi m_n/2$) ở prôfin gốc của bánh răng nhỏ và được giảm đi một cách tương ứng ở prôfin gốc của bánh răng lớn.

Hệ số thay đổi chiều dày răng tính toán của prôfin gốc là dương đối với bánh răng nhỏ ($x_{r1} > 0$) và âm đối với bánh răng lớn ($x_{r2} < 0$):

$$x_{r2} = -x_{r1}$$

Dãy các giá trị của x_{r1} được giới thiệu trong bảng 4.62.

Đối với các truyền động quan trọng, chịu tải nặng, x_{r1} được xác định theo tính toán độ bền gãy của răng (độ bền uốn).

Bảng 4.61. Hệ số dịch chỉnh đối với truyền động bánh răng côn răng cong trục giao có prôfin gốc theo (ГОСТ 16202-70)

Số răng bánh răng nhỏ z_1	Hệ số dịch chỉnh x_{n1} khi tỷ số truyền u											
	1	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3
$0^\circ = \beta_n \leq 15^\circ$												
12	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,53	0,56	0,57	0,58
13	-	-	-	-	-	-	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55	0,56
14	-	-	-	0,27	0,34	0,38	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54
15	-	-	0,18	0,25	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51	0,52
16	0,00	0,10	0,17	0,24	0,30	0,35	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49	0,50
18	0,00	0,09	0,15	0,22	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46	0,47
20	0,00	0,08	0,14	0,20	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43	0,44
25	0,00	0,07	0,13	0,18	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39	0,40
30	0,00	0,06	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34	0,35
40	0,00	0,05	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28

Tiếp bảng 4.61

Số răng bánh răng nhỏ z_1	Hệ số dịch chỉnh x_{n1} khi tỷ số truyền u											
	1	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3
$15^\circ < \beta_n \leq 20^\circ$												
10 ($\beta_n \geq 28^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,49	0,52	0,53	0,54
11 ($\beta_n \geq 25^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,48	0,49	0,51	0,52
12 ($\beta_n \geq 20^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	0,42	0,46	0,48	0,49	0,50
13	-	-	-	-	-	0,33	0,37	0,40	0,43	0,45	0,47	0,48
14	-	-	-	0,21	0,26	0,32	0,36	0,39	0,42	0,44	0,45	0,46
15	-	-	0,14	0,20	0,25	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43	0,43
16	-	0,07	0,14	0,20	0,24	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,41	0,42
17	0,00	0,06	0,13	0,19	0,23	0,28	0,31	0,34	0,37	0,39	0,40	0,41
18	0,00	0,06	0,12	0,18	0,22	0,27	0,30	0,33	0,36	0,38	0,39	0,39
20	0,00	0,05	0,11	0,16	0,21	0,24	0,26	0,29	0,33	0,35	0,36	0,36
25	0,00	0,05	0,10	0,14	0,18	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,31	0,32
30	0,00	0,04	0,08	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,25	0,26	0,27	0,27
40	0,00	0,03	0,05	0,08	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,20	0,21	0,22
$20^\circ < \beta_n \leq 45^\circ$												
6 ($\beta_n \geq 42^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,70
7 ($\beta_n \geq 40^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,65	0,66
8 ($\beta_n \geq 38^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,51	0,53	0,54
9 ($\beta_n \geq 35^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,46	0,49	0,50	0,52
10 ($\beta_n \geq 32^\circ$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,44	0,47	0,47	0,48
11	-	-	-	-	-	-	0,38	0,41	0,44	0,45	0,45	0,45
12	-	-	-	-	-	0,32	0,37	0,39	0,41	0,42	0,43	0,43
13	-	-	-	-	0,27	0,30	0,35	0,37	0,39	0,40	0,41	0,41
14	-	-	-	0,18	0,23	0,26	0,29	0,33	0,35	0,37	0,38	0,38
15	-	-	0,12	0,17	0,22	0,25	0,27	0,31	0,33	0,35	0,36	0,37
16	-	0,06	0,11	0,16	0,21	0,24	0,26	0,30	0,32	0,34	0,35	0,35
18	0,00	0,05	0,10	0,15	0,19	0,22	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32	0,33
20	0,00	0,05	0,09	0,13	0,17	0,20	0,22	0,26	0,28	0,29	0,29	0,30
25	0,00	0,04	0,08	0,11	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,25	0,25	0,26
30	0,00	0,03	0,07	0,09	0,11	0,15	0,16	0,18	0,21	0,22	0,22	0,23
40	0,00	0,03	0,05	0,07	0,09	0,11	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17	0,18
Chú thích - Có thể sử dụng các số liệu trong bảng cho các truyền động có $u \leq 3,15$												

Bảng 4.62. Hệ số thay đổi chiều dày tính toán của răng prôfin gốc đối với truyền động bánh răng côn trục giao có prôfin gốc theo (ГОСТ 16202-70)

Góc nghiêng tính toán của răng β_n°	Hệ số x_{r1} khi tỷ số truyền u			
	Từ 2,5 đến 4	Trên 4 đến 6,3	Trên 6,3 đến 8	Trên 8 đến 10
Từ 0 đến 15	0,04	0,06	0,08	0,10
Trên 15 " 29	0,08	0,10	0,12	0,14
> 29 " 40	0,12	0,14	0,16	0,18
" 40 " 45	0,16	0,18	0,20	0,22
1. Các giá trị x_{r1} có thể được điều chỉnh tới giá trị gần nhất của x_{r1} khi m_n được cho theo bảng 4.57 sao cho bảo đảm được sự gia công bánh răng bằng phương pháp cắt hai mặt răng ở độ mở dao tiêu chuẩn. 2. Đối với truyền động có tỷ số truyền cao $u \leq 3,15$ nên dùng $x_{r1} = 0$.				

3.2.7. Hệ số để tính toán góc chân răng và góc đầu răng bánh răng côn có dạng răng dọc II

Tổng các góc chân răng của bánh răng côn nhỏ và bánh răng côn lớn răng cong có dạng răng dọc II khi $\alpha_n = 20^\circ$ được xác định:

$$\theta_{r\gamma} = \frac{K}{\sin \beta_n} \quad (\text{tính bằng phút})$$

$$K = \frac{c_1 - c_2 R}{z_c}$$

trong đó $c_1 = \frac{10800 \tan \beta_n}{\tan \alpha_n}$ và $c_2 = \frac{2c_1 \sin \beta_n}{d_o}$

Khi $K > 500$ nên giảm d_o hoặc đưa về dạng răng dọc I.

Khi $K \leq 0$ nên tăng d_o và đưa về dạng răng dọc III.

Các hệ số c_1 và c_2 được giới thiệu trong bảng 4.63.

Khi thiết kế bánh răng côn răng cong có dạng răng dọc II, để bảo đảm chiều dày đỉnh răng hầu như không đổi trên suốt chiều dài răng khi xác định các giá trị β_n , z_1 và u cần chọn $\theta_{n1} \neq \theta_{n2}$ và $\theta_{n2} = \theta_{n1}$ và cho phép thay đổi khe hở hướng kính trong truyền động.

Bảng 4.64 giới thiệu các giá trị của hệ số góc đầu răng K_n (tỷ số giữa góc đầu răng của bánh răng đã cho và góc chân răng của bánh răng đối tiếp) trong truyền động có profin góc theo ГОСТ 16202-70 và các hệ số x_{n1} , x_{n2} theo các bảng 4.61, 4.62 khi $k_n = \frac{R}{d_o}$ ở trong khoảng từ 0,3 đến 0,7.

Bảng 4.63. Giá trị của các hệ số c_1 và c_2

Đường kính đầu dao, d_o mm	Góc nghiêng tính toán β_n							
	10	15	20	25	30	35	40	45
	Giá trị của hệ số c_1							
	5232	7951	10800	13837	17132	20777	24898	29673
Giá trị của hệ số c_2								
(12,7)	143,1	324,1	581,7	920,9	134,9	1877	2520	3304
20	90,85	205,8	369,4	584,8	856,6	1192	1600	2098
(27,94)	65,05	147,3	264,4	418,6	613,2	853,0	1146	1502
25	72,68	164,6	295,5	467,8	685,3	953,4	1280	1678
32	56,78	128,6	230,9	365,5	535,4	744,8	1000	1311
(38,1)	47,69	108,0	193,9	307,0	449,6	625,6	840,1	1101
40	45,43	102,9	184,7	292,4	428,3	595,9	800,2	1049
50	36,34	82,32	147,8	233,9	342,6	476,7	640,2	839,3
(50,8)	35,77	71,02	145,4	230,2	337,2	469,2	630,1	826,1
60	30,28	68,60	123,1	194,9	285,5	397,2	533,5	699,4
80	22,71	51,45	92,35	146,2	244,21	297,9	400,1	524,6
(88,9)	20,44	46,30	83,10	131,6	192,7	268,1	360,0	472,0
100	18,17	41,16	73,88	116,9	171,32	238,4	320,1	419,6
125	14,54	32,93	59,10	93,56	137,06	190,7	256,1	335,7
(152,4)	11,92	27,00	48,48	76,74	112,4	156,4	210,0	275,4
160	11,36	25,72	46,17	73,10	107,08	148,9	200,1	262,28
(190,5)	9,539	21,60	38,78	61,39	89,93	125,1	168,0	230,3
200	9,085	20,58	36,94	58,48	85,66	119,2	160,0	209,82
(228,6)	7,949	18,00	32,32	51,16	74,94	104,3	140,0	183,6
250	7,268	16,46	29,55	46,78	68,53	95,34	128,0	167,86
(304,8)	5,962	13,50	24,24	38,37	56,21	78,20	105,0	137,7
315	5,768	13,07	23,45	37,13	54,38	75,67	101,6	133,22
400	4,543	10,29	18,47	29,24	42,83	59,59	80,02	104,91
(457,2)	3,974	9,002	16,16	25,58	34,47	52,13	70,01	91,78
500	3,634	8,233	14,78	23,39	34,26	47,67	64,02	83,93
630	2,884	6,533	11,73	18,56	27,19	37,83	50,81	66,61
800	2,271	5,145	9,24	14,62	21,42	29,79	40,01	52,46
1000	1,817	4,116	7,39	11,70	17,13	23,84	32,01	41,96

Khi $\beta_n = 0$ thì $C_1 = 0$ và $C_2 = 0$

Bảng 4.64. Giá trị của hệ số góc đầu răng K_α

(Khi $\Sigma = 90^\circ$, $\alpha_n = 20^\circ$, $h_{a_n}^* = 1$, x_{n1} và x_{n2} theo các bảng 4.61 và 4.62, $k_\alpha = \frac{R}{d_0}$ từ 0,3 đến 07)

β_n^0	z_1	K_α khi tỷ số truyền u					β_n^0	z_2	K_α khi tỷ số truyền u				
		Từ 1,0 đến 1,25	Từ 1,25 đến 1,6	Trên 1,6 đến 2,5	Trên 2,5 đến 4,0	Trên 4,0			Từ 1,0 đến 1,25	Từ 1,25 đến 1,6	Trên 1,6 đến 2,5	Trên 2,5 đến 4,0	Trên 4,0
Từ 0 đến 15	12-13	-	-	-	$\frac{0,70}{0,95}$	$\frac{0,65}{0,95}$	Trên 15 đến 29	30-40	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{0,90}{0,95}$	$\frac{0,90}{0,95}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$
	14-15	-	$\frac{0,75}{0,85}$	$\frac{0,75}{0,90}$	$\frac{0,75}{0,95}$	$\frac{0,70}{0,95}$		Trên 40	$\frac{0,95}{0,95}$	$\frac{0,95}{0,95}$	$\frac{0,90}{0,95}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$
	16-19	$\frac{0,80}{0,80}$	$\frac{0,80}{0,85}$	$\frac{0,80}{0,95}$	$\frac{0,75}{0,95}$	$\frac{0,75}{1,00}$	Trên 29 đến 45	6-7	-	-	-	-	$\frac{0,75}{1,00}$
	20-24	$\frac{0,85}{0,85}$	$\frac{0,80}{0,85}$	$\frac{0,80}{0,95}$	$\frac{0,80}{0,95}$	$\frac{0,80}{1,00}$		9	-	-	-	-	$\frac{0,75}{1,00}$
	25-29	$\frac{0,85}{0,85}$	$\frac{0,85}{0,90}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{0,95}$		10-11	-	-	-	$\frac{0,85}{1,00}$	$\frac{0,80}{1,00}$
	30-40	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{0,85}{0,90}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{1,00}$		12-13	-	-	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,85}{1,00}$	$\frac{0,85}{1,00}$
	Trên 40	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{0,90}{0,95}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{1,00}$		14-15	-	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$
Trên 15 đến 29	10-12	-	-	-	$\frac{0,75}{0,95}$	$\frac{0,75}{1,00}$		16-17	$\frac{0,90}{0,9}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$
	12-13	-	-	$\frac{0,80}{0,90}$	$\frac{0,80}{0,95}$	$\frac{0,75}{1,00}$		18-19	$\frac{0,90}{0,9}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$
	14-15	-	$\frac{0,85}{0,90}$	$\frac{0,80}{0,90}$	$\frac{0,80}{0,95}$	$\frac{0,80}{1,00}$		20-24	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$	$\frac{0,90}{1,00}$
	16-19	$\frac{0,85}{0,85}$	$\frac{0,85}{0,90}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{1,00}$		25-30	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$
	20-24	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{0,85}{0,90}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{0,95}$	$\frac{0,85}{1,00}$		Trên 30	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$	$\frac{1,00}{1,00}$
	25-29	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{0,90}{0,90}$	$\frac{0,90}{0,95}$	$\frac{0,90}{0,95}$	$\frac{0,90}{1,00}$							

Chú thích:

1. Tỷ số là giá trị K_α đối với bánh răng nhỏ, còn mẫu số - K_α đối với bánh răng lớn.
2. Cho phép sử dụng các giá trị trong bảng khi x_{n1} khác với chỉ dẫn trong bảng 4.62.

3.2.8. Tính toán các thông số hình học

Các công thức tính toán các thông số hình học chính của truyền động bánh răng côn răng cong trục giao có profin gốc tiêu chuẩn được giới thiệu trong bảng 4.65.

Bảng 4.65. Công thức tính toán các thông số hình học chính của truyền động bánh răng côn răng cong trục giao có prôfin gốc tiêu chuẩn

Thông số và ký hiệu			Công thức tính toán và chỉ dẫn
Thông số đã cho	Số răng của:	bánh răng nhỏ z_1	-
		bánh răng lớn z_2	
	Môđun	pháp trung bình (tính toán) m_n	-
		mặt mút ngoài m_{te}	
	Góc nghiêng răng trung bình (tính toán) β_n		-
	Hướng răng:	bánh răng nhỏ	-
		bánh răng lớn	
	Prôfin gốc pháp tuyến trung bình (prôfin gốc)		T/OCT 16202-70
Góc giữa các trục của truyền động Σ		90°	
1. Số răng của bánh răng phẳng, Z_c			$z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
2. Khoảng cách côn trung bình (khi cho m_n), R_m			$R_m = \frac{m_n z_c}{2 \cos \beta_n}$
3. Khoảng cách côn ngoài (khi cho m_{te}), R_e			$R_e = \frac{m_{te} z_c}{2}$
4. Chọn dạng răng dọc			Xem 2.4
5. Đường kính danh nghĩa của đầu dao cắt răng (của đá mài), d_a			Xem 2.5
6. Góc côn chia, δ_1			$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$ $\delta_2 = 90^\circ - \delta_1$ $\sin \delta_1 = \cos \delta_2$ $\cos \delta_1 = \sin \delta_2$
7. Chiều rộng vành răng, b			-
8. Tỷ số truyền, u			$u = \frac{z_2}{z_1}$
9. Hệ số dịch chỉnh của bánh răng nhỏ, x_{n1}			(Theo bảng 4.61)
10. Hệ số thay đổi chiều dày răng của bánh răng nhỏ, x_{r1}			(Theo bảng 4.62)
11. Độ mở dao của đầu dao cắt răng w'_2 để gia công tinh bánh răng		Tính toán khi cho trước m_n	$w'_2 = m_n(0,6609 + x_{r1})$ Khi $x_{r1} = 0$ $0,5m_n \geq w'_2 - w_2 \geq -0,02m_n \quad (1)$ $\delta h_1 = \frac{w'_2 - w_2}{0,72784}$ δh_1 theo bảng 4.57 $0,05m_n \geq w'_2 - w_2 \geq -0,05m_n \quad (2)$ Tính toán chính xác giá trị x_{r1} : $x_{r1} = \frac{w_2}{m_n} - 0,6609$ Nếu các bất đẳng thức (1) và (2) không được thỏa mãn, cần xác định giá trị m_n mới theo công thức: $m_n = \frac{w_2}{0,6609 + x_{r1}}$
12. Khoảng cách từ mặt mút ngoài tới mặt cắt tính toán, l_e			$l_e = 0,5b$ (kiến nghị)
13. Khoảng cách côn ngoài, R_e			$R_e = R_m + l_e$
14. Môđun mặt mút ngoài, m_{te}			$m_{te} = \frac{2R_e}{z_c}$

Tiếp bảng 4.65

Thông số và ký hiệu		Công thức tính toán và chỉ dẫn
15. Độ mở dao của đầu dao cắt răng để gia công tinh hai mặt răng bánh răng, W_2	Tính toán khi cho trước	$W_2 = \left(m_{te} - K_f \frac{b}{z_c} \right) \times (0,6609 + x_{r1}) \cos \beta_n$
16. Môđun pháp trong mặt cắt tính toán, m_n		$m_n = \left(m_{te} - K_f \frac{b}{z_c} \right) \cos \beta_n$
17. Khoảng cách côn trung bình, R_m		$R_m = \frac{m_n z_c}{2 \cos \beta_n}$
18. Khoảng cách từ mặt mút ngoài tới mặt cắt tính toán, l_e		$l_e = R_e - R_m$
19. Chiều cao chân răng trong mặt cắt tính toán, h_i		$h_{i1} = (h_a^* + c^* - x_{n1})m_n + \delta h_i$ $h_{i2} = (h_a^* + c^* + x_{n1})m_n + \delta h_i$
20. Chiều dày pháp của răng trong mặt cắt tính toán, s_n		$s_{n1} = (0,5\pi + 2x_{n1} \operatorname{tg} \alpha_n + x_{r1})m_n$ $s_{n2} = \pi m_n - s_{n1}$
21. Tổng các góc chân răng của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn (chỉ dùng cho các bánh răng có dạng răng dọc II), θ_{Σ}		a) Khi $\beta = 0^\circ$ $\theta_{\Sigma} = \frac{29673}{z_c}$ (tính bằng phút) b) Khi $\beta \neq 0$ $\theta_{\Sigma} = \frac{K}{\sin \beta_n}$ (tính bằng phút) $K = \frac{C_1 - C_2 R_m}{z_c}$ C_1 và C_2 - theo bảng 4.63
22. Góc chân răng, θ_i	Dạng răng dọc I	$\operatorname{tg} \theta_{i1} = \frac{h_{f1}}{R_m}$ $\operatorname{tg} \theta_{i2} = \frac{h_{f2}}{R_m}$
	Dạng răng dọc II	$\theta_{i1} = \theta_{\Sigma} \frac{s_{n2}}{\pi m_n}$ (tính bằng phút) $\theta_{i2} = \theta_{\Sigma} - \theta_{i1}$ (tính bằng phút)
	Dạng răng dọc III	$\theta_{i1} = 0$ $\theta_{i2} = 0$
23. Góc đầu răng, θ_a	Dạng răng dọc I	$\theta_{a1} = \theta_{i2}$ $\theta_{a2} = \theta_{i1}$
	Dạng răng dọc II	$\theta_{a1} = K_{a1} \theta_{i2}$ $\theta_{a2} = K_{a2} \theta_{i1}$ K_a - hệ số góc đầu răng (bảng 4.64)
	Dạng răng dọc III	$\theta_{a1} = 0$ $\theta_{a2} = 0$
24. Lượng tăng chiều cao đầu răng khi chuyển từ mặt cắt tính toán sang mặt mút ngoài, Δh_{ae}		$\Delta h_{ae1} = l_e \operatorname{tg} \theta_{a1}$ $\Delta h_{ae2} = l_e \operatorname{tg} \theta_{a2}$
25. Lượng tăng chiều cao chân răng khi chuyển từ mặt cắt tính toán sang mặt mút ngoài, Δh_{ie}		$\Delta h_{ie1} = l_e \operatorname{tg} \theta_{i1}$ $\Delta h_{ie2} = l_e \operatorname{tg} \theta_{i2}$
26. Lượng giảm chiều cao đầu răng trong mặt cắt tính toán, δh_a		$\delta h_{a1} = (b - l_e)(\operatorname{tg} \theta_{i2} - \operatorname{tg} \theta_{a1})$ $\delta h_{a2} = (b - l_e)(\operatorname{tg} \theta_{i1} - \operatorname{tg} \theta_{a2})$
27. Chiều cao đầu răng trong mặt cắt tính toán, h_a		$h_{a1} = (h_a^* + x_{n1})m_n - \delta h_{a1}$ $h_{a2} = (h_a^* + x_{n1})m_n - \delta h_{a2}$
28. Chiều cao đầu răng ngoài, h_{ae}		$h_{ae1} = h_{a1} + \Delta h_{ae1}$ $h_{ae2} = h_{a2} + \Delta h_{ae2}$

Tiếp bảng 4.65

Thông số và ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
29. Chiều cao chân răng ngoài, h_{fe}	$h_{fe1} = h_{f1} + \Delta h_{fe1}$ $h_{fe2} = h_{f2} + \Delta h_{fe2}$
30. Chiều cao răng ngoài, h_e	$h_{e1} = h_{ae1} + h_{fe1}$ $h_{e2} = h_{ae2} + h_{fe2}$
31. Góc côn đỉnh, δ_a	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$ $\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$
32. Góc côn đáy, δ_t	$\delta_{t1} = \delta_1 - \theta_{t1}$ $\delta_{t2} = \delta_2 - \theta_{t2}$
33. Đường kính chia trung bình, d_m	$d_{m1} = \frac{m_n Z_1}{\cos \beta_n}$ $d_{m2} = \frac{m_n Z_2}{\cos \beta_n}$
34. Đường kính chia ngoài, d_e	$d_{e1} = m_n Z_1$ $d_{e2} = m_n Z_2$
35. Đường kính đỉnh răng ngoài, d_{ae}	$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{ae1} \cos \delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{ae2} \cos \delta_2$
36. Khoảng cách từ đỉnh bánh răng tới mặt mút ngoài của vòng đỉnh răng, B	$B_1 = 0,5d_{e2} - h_{ae1} \sin \delta_1$ $B_2 = 0,5d_{e1} - h_{ae2} \sin \delta_2$
37. Chiều dày răng theo dây cung không đổi trong mặt cắt tính toán, $\bar{s}_c$	$\bar{s}_{c1} = 0,8830s_{n1}$ $\bar{s}_{c2} = 0,8830s_{n2}$
38. Chiều cao (răng) tới dây cung không đổi trong mặt cắt tính toán, $\bar{h}_c$	$\bar{h}_{c1} = h_{a1} - 0,1607s_{n1}$ $\bar{h}_{c2} = h_{a2} - 0,1607s_{n2}$
39. Một nửa góc chiếu dày răng trong mặt cắt pháp, ψ_n	$\psi_{n1} = \frac{s_{n1} \cos \delta_1 \cos^2 \beta_n}{d_1}$ $\psi_{n2} = \frac{s_{n2} \cos \delta_2 \cos^2 \beta_n}{d_2}$
40. Hệ số phụ thuộc vào góc chiếu dày răng trong mặt cắt pháp, $k_{\psi n}$	$k_{\psi n1} = 1 - \frac{\psi_{n1}^2}{6}$ $k_{\psi n2} = 1 - \frac{\psi_{n2}^2}{6}$ Hệ số được cho trong bảng 4.66
41. Chiều dày răng theo dây cung trong mặt cắt tính toán, $\bar{s}_c$	$\bar{s}_1 = s_{n1} k_{\psi n1}$ $\bar{s}_2 = s_{n2} k_{\psi n2}$
42. Chiều cao (răng) tới dây cung trong mặt cắt tính toán, $\bar{h}_a$	$\bar{h}_{a1} = h_{a1} + 0,25s_{n1} \psi_{n1}$ $\bar{h}_{a2} = h_{a2} + 0,25s_{n2} \psi_{n2}$

Bảng 4.66. Giá trị của hệ số $K_{\psi n}$

$$K_{\psi n} = 1 - \frac{\psi_n^2}{6}$$

0,005	1,0000	0,105	0,9981	0,205	0,9930	0,305	0,9845	0,405	0,9727	0,505	0,9575
0,010	1,0000	0,110	0,9980	0,210	0,9926	0,310	0,9840	0,410	0,9720	0,510	0,9566
0,015	0,9999	0,115	0,9978	0,215	0,9923	0,315	0,9834	0,415	0,9713	0,515	0,9559
0,020	0,9999	0,120	0,9976	0,220	0,9919	0,320	0,9829	0,420	0,9706	0,520	0,9549
0,025	0,9999	0,125	0,9974	0,225	0,9915	0,325	0,9824	0,425	0,9699	0,525	0,9540
0,030	0,9998	0,130	0,9972	0,230	0,9912	0,330	0,9818	0,430	0,9692	0,530	0,9532
0,035	0,9998	0,135	0,9970	0,235	0,9908	0,335	0,9813	0,435	0,9685	0,535	0,9523
0,040	0,9997	0,140	0,9967	0,240	0,9904	0,340	0,9807	0,440	0,9677	0,540	0,9514
0,045	0,9996	0,145	0,9965	0,245	0,9900	0,345	0,9802	0,445	0,9670	0,545	0,9505
0,050	0,9996	0,150	0,9962	0,250	0,9896	0,350	0,9796	0,450	0,9662	0,550	0,9496
0,055	0,9995	0,155	0,9960	0,255	0,9893	0,355	0,9790	0,455	0,9655	0,555	0,9487
0,060	0,9994	0,160	0,9957	0,260	0,987	0,360	0,9784	0,460	0,9648	0,560	0,9477
0,065	0,9993	0,165	0,9955	0,265	0,9883	0,365	0,9778	0,465	0,9638	0,565	0,9467
0,070	0,9992	0,170	0,9952	0,270	0,9878	0,370	0,9772	0,470	0,9632	0,570	0,9458
0,075	0,9990	0,175	0,9949	0,275	0,9874	0,375	0,9766	0,475	0,9624	0,575	0,9449
0,0,80	0,9989	0,180	0,9946	0,280	0,9869	0,380	0,9759	0,480	0,9616	0,580	0,9439
0,085	0,9988	0,185	0,9943	0,285	0,9864	0,385	0,9753	0,485	0,9608	0,585	0,9429
0,090	0,9986	0,190	0,9940	0,290	0,9860	0,390	0,9746	0,490	0,9600	0,590	0,9420
0,095	0,9985	0,195	0,9936	0,295	0,9855	0,395	0,9740	0,495	0,9592	0,595	0,9410
0,100	0,9983	0,200	0,9933	0,300	0,9850	0,400	0,9733	0,500	0,9583	0,600	0,9400

Bảng 4.67. Độ cứng và độ dai va đập của bánh răng

Thông số	Bánh răng nhỏ liền trục	Bánh răng lớn	
		tôi cải thiện	tôi
Độ cứng bề mặt làm việc của răng và ngỗng trục lắp ghép của trục bánh răng nhỏ	56-60HRC	260-290HB	56-60HRC
Độ cứng của lõi răng, của rãnh then và thân bánh răng	35-40HRC	260-290HB	35-40HRC
Độ dai va đập của lõi răng không thấp hơn 4,5 kGm/cm ²			

3.2.9. Yêu cầu kỹ thuật

Độ cứng bề mặt làm việc của răng, của rãnh then và thân bánh răng cũng như độ cứng và độ dai va đập của lõi răng được giới thiệu trong bảng 4.67.

Cho phép chế tạo các bánh răng của bộ truyền bánh răng côn có độ cứng bề mặt răng 45-50HRC, độ cứng của lõi răng 40-45 HRC và độ dai va đập của lõi không thấp hơn 3,5 kGm/cm².

Chiều sâu của lớp thấm xêmentit trên mặt răng có độ cứng bề mặt 56 ÷ 60HRC:

Môđun mặt đầu, mm	Đến 4	Trên 4 đến 6	Trên 6 đến 8	Trên 8
Chiều sâu thấm cacbon, mm	0,75 - 1,0	1,0 - 1,3	1,2 - 1,5	1,4 - 1,8

Dung sai độ đồng trục của các bề mặt của trục lắp ghép với ổ lăn và độ đảo chiều trục của các mặt mút tựa của trục không được lớn hơn 0,01 mm, độ đảo của các mặt mút tựa của moayơ bánh răng không được lớn hơn 0,02 mm.

Độ côn và độ ôvan của lỗ lắp ghép của bánh răng và của ngông trục lắp với ổ lăn không được vượt quá một nửa dung sai kích thước đường kính; dung sai độ phẳng của mặt mút moayơ bánh răng và của mặt mút tựa của trục không được vượt quá dung sai độ đảo mặt mút.

Dung sai độ dịch chuyển và độ xiên của rãnh then trong lỗ bánh răng phải ở trong giới hạn dung sai chiều rộng rãnh then, còn dung sai độ dịch chuyển và độ xiên của các rãnh then trên trục phải ở trong giới hạn hai lần dung sai chiều rộng rãnh then trên trục.

Các mép sắc trên các mặt mút của răng phải được làm tròn với bán kính 0,5 mm hoặc có cạnh vạt $0,5 \times 45^\circ$.

Các bánh răng có đường kính vòng đỉnh răng lớn hơn 100 mm phải được cân bằng tĩnh. Khi cân bằng tĩnh độ dịch chuyển của trọng tâm không được phép lớn hơn 0,05 mm đối với các bánh răng có đường kính đến 350 mm, còn đối với các bánh răng có đường kính lớn hơn 350 mm $\div 0,06$ mm.

3.3. Dung sai của truyền động bánh răng côn (TCVN 1687-86)

Tiêu chuẩn áp dụng cho truyền động bánh răng côn ăn khớp ngoài răng thẳng và răng cong tròn có đường kính chia trung bình của bánh răng đến 4000 mm, môđun pháp trung bình từ 1 đến 16 mm và prôfin gốc có góc prôfin 20° .

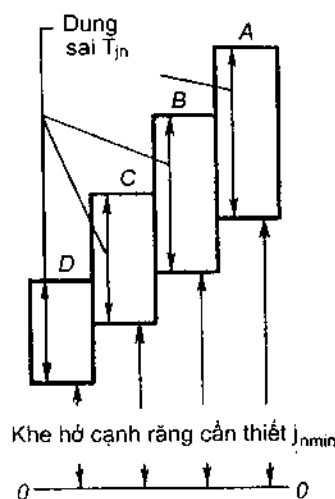
3.3.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp

1. Các cấp chính xác thông dụng của bánh răng côn và truyền động bánh răng côn được ký hiệu theo độ chính xác giảm dần: 6, 7, 8, 9, 10. Mỗi cấp chính xác bao gồm ba mức: mức chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc của các răng bánh răng trong bộ truyền.

2. Cho phép phối hợp các mức chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc của các răng có cấp chính xác khác nhau. Khi phối hợp các mức có cấp chính xác khác nhau, mức làm việc êm của bánh răng và truyền động không được cao hơn quá hai cấp hoặc thấp hơn quá một cấp so với mức chính xác động học; mức tiếp xúc của các răng không được thấp hơn quá một cấp so với mức làm việc êm.

3. Qui định các dạng đối tiếp D, C, B, A tương ứng với các dạng dung sai d , c , b , a của khe hở cạnh răng theo trình tự khe hở tăng dần, độc lập đối với các cấp chính xác của bánh răng và truyền động bánh răng côn (hình 4.34). Dạng đối tiếp D được dùng cho các cấp chính xác 6 ÷ 8, dạng đối tiếp C – cấp chính xác 6 ÷ 9 và các dạng đối tiếp B, A – cấp chính xác 6 ÷ 10.

Ví dụ về ký hiệu độ chính xác của bánh răng côn và truyền động bánh răng côn có cấp chính xác 7 đối với cả ba mức dạng đối tiếp của các bánh răng C:



Hình 4.34. Dạng đối tiếp, dung sai khe hở cạnh răng T_{jn} và khe hở cạnh răng cần thiết J_{nmin}

7-C TCVN 1687-86

Khi ba mức có cấp chính xác khác nhau, ví dụ: mức chính xác động học – cấp 8, mức làm việc êm – cấp 7; mức tiếp xúc - cấp 6, dạng đối tiếp của các bánh răng B:

8-7-6-B TCVN 1687-86

Cho phép sử dụng khe hở cạnh răng cần thiết J_{min} khác với các khe hở cạnh răng cần thiết tương ứng với các dạng đối tiếp trên. Ví dụ: bánh răng côn có cấp chính xác 7 đối với cả ba mức, khe hở cạnh răng cần thiết 400 μm : 7-400 TCVN 1687-86.

3.3.2. Mức chính xác

a) Mức chính xác động học

Khi mức chính xác động học của bộ truyền đạt yêu cầu qui định theo tiêu chuẩn (TCVN 1687-86) thì không cần thiết phải kiểm tra mức chính xác động học của các bánh răng.

Chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học:

F_r – độ đảo hướng tâm của vành răng, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10;

$F''_{\Sigma\alpha}$ – độ dao động của góc giữa các trục đo của bộ truyền trong toàn chu kỳ, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10;

F_{vj} – độ dao động của khe hở cạnh răng của bộ truyền, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10;

F_{pk} – sai số tích lũy của k bước răng, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8.

Bảng 4.68. Mức chính xác động học (các chỉ tiêu F_r , $F''_{\Sigma\alpha}$, F_{vj} , μm)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun pháp trung bình, m_n , mm	Đường kính chia trung bình d, mm					
			Đến 125	Tr. 125 đ. 400	Tr. 400 đ 800	Tr. 800 đ 1600	Tr. 1600 đ 2.500	Tr. 2500 đ. 4000
6	F_r	Từ 1 đến 3,5	25	36	45	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	28	40	50	56	-	-
		" 6,3 " 10	32	45	56	63	71	-
		" 10 " 16	36	50	63	71	80	90
	$F''_{\Sigma\alpha}$	Từ 1 đến 3,5	48	71	90	100	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	53	75	100	110	-	-
		" 6,3 " 10	60	85	105	125	-	-
		" 10 " 16	71	95	120	140	-	-
	F_{vj}	Từ 1 đến 3,5	34	50	63	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	36	53	67	75	-	-
		" 6,3 " 10	42	56	75	90	100	-
		" 10 " 16	48	63	80	100	110	120
7	F_r	Từ 1 đến 3,5	36	53	63	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	40	56	71	80	-	-
		" 6,3 " 10	45	63	80	90	100	-
		" 10 " 16	50	71	90	100	112	125
	$F''_{\Sigma\alpha}$	Từ 1 đến 3,5	67	100	130	160	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	75	105	140	160	-	-
		" 6,3 " 10	85	120	150	180	-	-
		" 10 " 16	100	130	160	200	-	-
	F_{vj}	Từ 1 đến 3,5	48	71	90	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	53	75	100	110	-	-
		" 6,3 " 10	60	80	100	125	140	-
		" 10 " 16	67	90	110	140	160	170

Tiếp bảng 4.68

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun pháp trung bình m_n , mm	Đường kính chia trung bình d , mm					
			Đến 125	Tr. 125 đ. 400	Tr. 400 đ 800	Tr. 800 đ 1600	Tr. 1600 đ 2,500	Tr. 2500 đ. 4000
8	F_r	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	45 50 56 63	63 71 80 90	80 90 100 112	- 100 112 125	- - 125 140	- - - 160
	F''_{Σ_0}	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	85 95 105 120	125 130 150 160	160 170 190 200	180 200 220 250	- - - -	- - - -
	F_{vj}	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	60 63 75 85	85 90 100 110	110 120 130 140	- 140 160 170	- - 170 200	- - - 220
9	F_r	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	56 63 71 80	80 90 100 112	100 112 125 140	- 125 140 160	- - 160 180	- - - 200
	F''_{Σ_0}	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	110 120 130 150	160 170 180 200	200 220 220 260	240 250 280 320	- - - -	- - - -
	F_{vj}	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	75 80 90 105	110 120 130 140	140 150 160 180	- 170 200 220	- - 220 250	- - - 280
10	F_r	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	71 80 90 100	100 112 125 140	125 140 160 180	- 160 180 200	- - 200 224	- - - 250
	F''_{Σ_0}	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	130 150 170 190	190 200 220 250	260 280 300 320	280 320 360 400	- - - -	- - - -
	F_{vj}	Từ 1 đến 3,5 Tr. 3,5 " 6,3 " 6,3 " 10 " 10 " 16	90 100 120 130	140 150 160 170	180 190 200 220	- 220 250 270	- - 280 300	- - - 340
Chú thích: Dung sai độ dao động góc giữa các trục đo của bộ truyền trong toàn chu kỳ được lấy theo đường kính bằng trung bình cộng của các đường kính chia của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn.								

Bảng 4.68 và 4.69 giới thiệu các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học F_r , F''_{Σ_0} , F_{vj} và F_{pk} .

Bảng 4.69. Mức chính xác động học (chỉ tiêu F_{pk} , μm)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun trung bình m_n , mm	Chiều dài cung L, mm						
			Tr. 11,2 đ. 20	Tr. 20 đ. 32	Tr. 32 đ. 50	Tr. 50 đ. 80	Tr. 80 đ. 160	Tr. 160 đ. 315	Tr. 315 đ. 630
6	F_{pk}	Từ 1 đến 16	16	20	22	25	32	45	63
7			22	28	32	36	45	63	90
8			32	40	45	50	63	90	125

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun trung bình m_n , mm	Chiều dài cung L, mm					
			Tr. 630 đ. 1000	Tr. 1000 đ. 1600	Tr. 1600 đ. 2500	Tr. 2500 đ. 3150	Tr. 3150 đ. 4000	Tr. 4000 đ. 5000
6	F_{pk}	Từ 1 đến 16	80	100	112	140	160	180
7			112	140	160	200	224	250
8			160	200	224	280	315	355

Chú thích: Khi không có yêu cầu đặc biệt, dung sai F_{pk} được lấy đối với chiều dài cung vòng chia trung bình tương ứng với 1/6 số răng (hoặc số răng lớn hơn gần nhất đã được làm tròn) của bánh răng.

b) Mức làm việc êm

Chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm ;

f_{pt} – sai lệch bước răng, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8;

f_{pt} và $f''_{i\sum o}$ – sai lệch bước răng và độ dao động của góc giữa các trục đo của bộ truyền sau một răng, dùng cho các cấp chính xác 9, 10;

f_{AM} – độ dịch chuyển dọc giới hạn của vành răng, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10.

$f_{z\sum o}$ – sai số chu kỳ của tần số răng trong bộ truyền, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8;

f_{zkr} hoặc f_{zkor} – sai số chu kỳ của bánh răng hoặc sai số chu kỳ của bộ truyền, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8.

Các bảng 4.70, 4.71 và 4.73 giới thiệu các chỉ tiêu đánh giá (sai lệch giới hạn hoặc dung sai) f_{pt} , $f''_{i\sum o}$, f_{AM} , $f_{z\sum o}$, f_{zk} hoặc f_{zko} .

Bảng 4.70. Mức làm việc êm (các chỉ tiêu f_{pt} , $f''_{i\sum o}$, μm)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun trung bình m_n , mm	Đường kính chia trung bình d, mm					
			Đến 125	Tr. 125 đ. 400	Tr. 400 đ. 800	Tr. 800 đ. 1600	Tr. 1600 đ. 2500	Tr. 2500 đ. 4000
6	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	± 10	± 11	± 13	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	± 13	± 14	± 14	± 16	-	-
		" 6,3 " 10	± 14	± 16	± 18	± 18	± 20	-
		" 10 " 16	± 17	± 18	± 20	± 20	± 22	± 25
7	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	± 14	± 16	± 18	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	± 18	± 20	± 20	± 22	-	-
		" 6,3 " 10	± 20	± 22	± 25	± 25	± 28	± 32
		" 10 " 16	± 24	± 25	± 28	± 28	± 32	± 36

Tiếp bảng 4.70

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun trung bình m_n , mm	Đường kính chia trung bình d , mm					
			Đến 125	tr. 125 đ. 400	Tr. 400 đ. 800	Tr. 800 đ. 1600	tr. 1600 đ. 2500	Tr. 2500 đ. 4000
8	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±20	±22	±25	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	±25	±28	±28	±32	-	-
		" 6,3 " 10	±28	±32	±36	±36	+40	-
		" 10 " 16	±34	±36	±40	±40	±45	±50
9	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±28	±32	±36	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	±36	±40	±40	±45	-	-
		" 6,3 " 10	±40	±45	±50	±50	±56	-
		" 10 " 16	±48	±50	±56	±56	±63	±71
	f'_{Δ_0}	Từ 1 đến 3,5	53	60	67	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	60	67	75	80	-	-
		" 6,3 " 10	71	80	85	90	100	-
		" 10 " 16	85	90	100	110	120	125
10	f_{pt}	Từ 1 đến 3,5	±40	±45	±50	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	±50	±56	±56	±63	-	-
		" 6,3 " 10	±56	±63	±71	±71	±80	-
		" 10 " 16	±67	±71	±80	±80	±90	±100
	f'_{Δ_0}	Từ 1 đến 3,5	67	75	80	-	-	-
		Tr. 3,5 " 6,3	75	80	90	105	-	-
		" 6,3 " 10	90	100	105	120	130	-
		" 10 " 16	105	120	130	140	150	160

1. Khi qui định dung sai hiệu các bước răng bất kỳ f_{vpt} trong các giới hạn của bánh răng thay cho sai lệch giới hạn của bước răng thì giá trị của f_{vpt} không được vượt quá $1,6 f_{pt}$.

2. Dung sai độ dao động của góc giữa các trục đo sau một răng f'_{Δ_0} được tính bằng $1,4 f'_{\Delta_0}$ đối với đường kính bằng trung bình cộng của các đường kính bánh răng nhỏ và bánh răng lớn.

3. Đối với truyền động bánh răng côn có góc phân nhánh α không bằng 20° thì dung sai f'_{Δ_0} (bảng 4.70) và f_{AM} (bảng 4.71) được nhân với tỷ số $\frac{\sin 20^\circ}{\sin \alpha}$.

Bảng 4.71. Mức làm việc êm (chỉ tiêu f_{z20} , μm)

Cấp chính xác	Tần số k của sai số chu kỳ (k = z) sau 1 vòng quay của bánh răng	Cấp chính xác theo mức tiếp xúc		Môđun pháp trung bình m_n , mm			
		6; 7	8	Từ 1 đ. 3,5	Tr. 3,5 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Tr. 10 đ. 16
		Hệ số trùng khớp dọc c_H		f_{z20} , μm			
6	Đến 16	Đến 0,4	-	16	20	26	32
		Tr. 0,4 " 1,0		13	16	21	26
		" 1,0 " 1,55		5,3	6,7	8,5	11
	Trên 16 đến 32	Đến 0,4	-	16	20	25	30
		Tr. 0,4 đ. 1,0		12,5	16	21	25
		" 1,0 " 1,55		5,3	6,7	8,5	10

Tiếp bảng 4.71

Cấp chính xác	Tần số k của sai số chu kỳ (k = z) sau 1 vòng quay của bánh răng	Cấp chính xác theo mức tiếp xúc		Môđun pháp trung bình m_n , mm			
		6; 7	8	Từ 1 đ. 3,5	Tr. 3,5 đ. 6,3	Tr 6,3 đ. 10	Tr. 10 đ. 16
		Hệ số trung khớp dọc ϵ_H		f_{z20} , μm			
6	Trên 32 đến 63	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	16 12,5 5,0	20 16 6,7	25 20 8,5	32 25 10,5
	Trên 63 đến 125	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	15 12 5,0	19 15 6,3	24 19 8,0	30 25 10
	Trên 125 đến 250	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	14 11 4,5	18 14 6,0	22 18 7,5	28 22 9,5
	Trên 250 đến 500	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	12 10 4,0	15 12 5,0	19 15 6,3	24 20 8,0
	Trên 500	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	8,0 6,0 2,6	10 8,0 3,2	12 10 4,0	16 12,5 5,3
7	Đến 16	Đến 0,4 Tr. 0,4 " 1,0 " 1,0 " 1,55	—	22 18 7,5	28 24 9,5	36 30 12	45 38 15
	Trên 16 đến 32	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	22 18 7,0	28 22 9,0	36 28 12	45 38 15
	Trên 32 đến 63	Đến 0,4 Tr. 0,4 " 1,0 " 1,0 " 1,55	—	22 17 7,0	28 22 9,0	36 28 12	45 38 15
	Trên 63 đến 125	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	21 17 7,0	26 21 9,0	34 26 11	42 34 14
	Trên 125 đến 250	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	19 16 6,5	25 20 8,0	32 25 10,5	40 32 13
	Trên 250 đến 500	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	—	16 13 5,3	20 17 6,7	26 21 8,5	32 26 11
	Trên 500	Đến 0,4 Tr. 0,4 " 1,0 " 1,0 " 1,55	—	10 8,0 3,2	13 10 4,2	16 13 5,3	20 16 6,7

Tiếp bảng 4.71

Cấp chính xác	Tần số k của sai số chu kỳ (k = z) sau 1 vòng quay của bánh răng	Cấp chính xác theo mức tiếp xúc		Môđun pháp trung bình m_n , mm			
		6; 7	8	Từ 1 đ. 3,5	Tr. 3,5 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Tr. 10 đ. 16
		Hệ số trùng khớp dọc ϵ_p		f_{z20} , μm			
8	Đến 16	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	Đến 0,55 Tr. 0,55 đ. 1,3 " 1,3 " 2,0	28 22 9,0	34 28 11	42 34 14	56 45 18
	Trên 16 đến 32	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	Đến 0,55 Tr. 0,55 đ. 1,3 " 1,3 " 2,0	28 22 9,0	34 27 11	42 34 14	56 42 18
	Trên 32 đến 63	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	Đến 0,55 Tr. 0,55 đ. 1,3 " 1,3 " 2,0	26 21 8,5	34 26 11	42 34 14	53 42 18
	Trên 63 đến 125	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	Đến 0,55 Tr. 0,55 đ. 1,3 " 1,3 " 2,0	25 20 8,5	32 25 10,5	40 32 13	50 40 17
	Trên 125 đến 250	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	Đến 0,55 Tr. 0,55 đ. 1,3 " 1,3 " 2,0	22 19 7,5	30 24 9,5	38 30 12,5	48 38 16
	Trên 250 đến 500	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	Đến 0,55 Tr. 0,55 đ. 1,3 " 1,3 " 2,0	19 15 6,3	24 19 8,0	30 24 10	38 30 12,5
	Trên 500	Đến 0,4 Tr. 0,4 đ. 1,0 " 1,0 " 1,55	Đến 0,55 Tr. 0,55 đ. 1,3 " 1,3 " 2,0	10 8,5 3,4	13 10,5 4,5	16 13 5,6	21 17 7,0

Chú thích:

1. Đối với truyền động có hệ số trùng khớp dọc ϵ_p lớn hơn các giá trị được cho trong bảng 4.71 thì dung sai của sai số chu kỳ của tần số răng (k=z) được xác định như đối với f_{zko} theo bảng 4.73.

Ví dụ về sử dụng bảng 4.71:

Bộ truyền bánh răng có cấp chính xác 7-6-6-B theo TCVN 1687-86.

Môđun pháp trung bình $m_n = 8$ mm; số răng của bánh răng $z = 63$, hệ số trùng khớp dọc $\epsilon_p = 0,75$.

Tra bảng theo cấp chính xác 6 của mức làm việc êm và cấp chính xác 6 của mức tiếp xúc, tần số k=z=63 nghĩa là nằm trong khoảng "Trên 32 đến 63" và môđun pháp trung bình m_n nằm trong cột "Trên 6,3 đến 10", hệ số trùng khớp dọc ϵ_p nằm trên hàng "Trên 0,4 đến 1,0" ta có $f_{z20} = 20 \mu m$.

2. Dung sai của sai số chu kỳ của tần số răng f_{z20} được cho trong bảng 4.71 không tính đến sự biến thể của profin.

Bảng 4.72. Mức làm việc êm (chỉ tiêu $\pm f_{AM}$, μm)

Cấp chính xác	Mô đun pháp trung bình, m_n , mm	Khoảng cách côn trung bình, R, mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Đến 50				Tr. 50 đ. 100				Tr. 100 đ. 200				Tr. 200 đ. 400				Tr. 400 đ. 800				Tr. 800 đ. 1600				Tr. 1600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
		Góc côn chia của bánh răng α°																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
		Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45	Trên 45	Đến 20	Tr.20 đ.45

Bảng 4.73. Mức làm việc êm (chỉ tiêu f_{zk} hoặc f_{kto} , μm)

Cấp chính xác	Tần số của sai số chu kỳ sau một vòng quay của bánh răng	Đường kính chia trung bình, d, mm																	
		Đến 125			Tr. 125 đ. 400			Tr. 400 đ. 800			Tr. 800 đ. 1600			Tr. 1600 đ. 2500			Trên 2500 đ. 4000		
		Môđun pháp trung bình, m _n , mm																	
		Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 1,0	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Từ 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10						
6	Từ 2 đ. 4	11	13	16	18	21	22	24	27	26	30	32							
	Tr. 4 " 8	8,0	9,5	11	13	15	17	17	20	19	21	22							
	" 8 " 16	6,0	7,1	8,5	10,0	11	12	13	15	14	16	17,0							
	" 16 " 32	4,8	5,6	6,7	7,5	9,0	9,5	10	12	11	12	14,0							
	" 32 " 63	3,8	4,5	5,6	6,0	7,1	7,5	8,0	9,5	9,0	10	11,0							
	" 63 " 125	3,2	3,8	4,8	5,3	6,0	6,7	7,5	8,0	7,5	8,0	9,5							
	" 125 " 250	3,0	3,4	4,2	4,5	5,3	6,0	7,0	7,1	6,7	7,5	8,5							
" 250 " 500	2,6	3,0	3,8	4,2	5,0	5,3	6,3	6,7	6,3	7,1	7,5								
Tr. 500	2,5	2,8	3,6	4,0	4,8	5,0	6,0	6,3	5,6	6,7	7,1	7,1							
7	Từ 2 đ. 4	17	21	25	28	32	36	36	42	40	45	53							
	Tr. 4 " 8	13	15	18	20	24	26	26	30	30	32	38							
	" 8 " 16	10	11	13	16	18	19	20	22	22	25	28							
	" 16 " 32	8,0	9,0	10	12	14	15	16	18	17	19	22							
	" 32 " 63	6,0	7,1	9,0	10	11	12	13	15	14	16	18							
	" 63 " 125	5,3	6,0	7,5	8,0	10	10	11	12	12	13	15							
	" 125 " 250	4,5	5,3	6,7	7,5	8,5	9,5	10	11	11	12	14							
" 250 " 500	4,2	5,0	6,0	6,7	8,0	8,5	8,5	10	9,5	11	12								
Tr. 500	4,0	4,5	5,6	6,3	7,5	8,0	8,0	9,5	9,0	10	11	11							
8	Từ 2 đ. 4	25	28	36	40	45	50	53	63	56	67	71							
	Tr. 4 " 8	18	21	26	30	32	36	38	44	42	50	53							
	" 8 " 16	13	16	19	22	25	28	28	32	30	36	40							
	" 16 " 32	10	12	15	17	19	21	22	26	24	28	30							
	" 32 " 63	8,5	10	12	14	16	17	18	22	20	22	25							
	" 63 " 125	7,5	8,5	10	12	13	15	15	18	17	19	22							
	" 125 " 250	6,7	7,5	9	10,5	12	13	14	16	15	17	19							
" 250 " 500	6,0	7,0	8,5	10	11	12	12	14	14	16	18								
Tr. 500	5,6	6,7	8,0	8,5	10	11	11	11	13	13	15	16							

c) *Mức tiếp xúc*

Chỉ tiêu đánh giá mức tiếp xúc của các răng trong bộ truyền:

f_a – sai lệch giới hạn của khoảng cách giữa các trục, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10;

Kích thước tương đối danh nghĩa của vết tiếp xúc theo chiều dài và chiều cao răng và sai lệch giới hạn của các kích thước này, hoặc kích thước tương đối của vết tiếp xúc tổng.

Các giá trị của f_a và các kích thước tương đối của vết tiếp xúc được giới thiệu trong các bảng 4.74 đến 4.76.

Bảng 4.74. Mức tiếp xúc của các răng trong bộ truyền (chỉ tiêu $\pm f_a$, μm)

Cấp chính xác	Khoảng cách côn trung bình R, mm						
	Đến 50	Trên 50 đến 100	Trên 100 đến 200	Trên 200 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600	Trên 1600
6	12	15	18	25	30	40	56
7	18	20	25	30	36	50	67
8	28	30	36	45	60	85	100
9	36	45	55	75	90	130	160
10	67	75	90	120	150	200	280

Các giá trị f_a trong bảng được qui định cho bộ truyền không có biến thể răng theo chiều dọc (biến thể răng dọc)

Bảng 4.75. Kích thước tương đối danh nghĩa theo chiều dài và chiều cao răng và sai lệch giới hạn của chúng

Cấp chính xác	Truyền động có sự tiếp xúc hạn chế			
	Theo chiều dài răng, F'_a (% chiều dài răng)		Theo chiều cao răng F'_{sh} (% chiều cao răng)	
	Kích thước danh nghĩa	Sai lệch	Kích thước danh nghĩa	Sai lệch
6-7	Từ 60 đến 75	± 10	Từ 75 đến 90	± 10
8-9	" 50 " 70	± 15	" 70 " 85	± 15
10	" 40 " 65	± 15	" 60 " 80	± 15

Các sai lệch giới hạn của vết tiếp xúc tổng: theo chiều dài F'_{at} , theo chiều cao F'_{sh} .

Các giá trị của f_a trong bảng 4.74 và ε_β trong bảng 4.71 tương ứng với các kích thước tương đối danh nghĩa của vết tiếp xúc theo chiều dài răng là 70%.

Đối với các kích thước tương đối danh nghĩa khác của các răng theo chiều dài, các giá trị (f_a) và (ε_β) được xác định theo các công thức sau:

$$(f_n) = f_n \frac{a}{(a)}$$

$$(\varepsilon_p) = \varepsilon_p \frac{a}{(a)}$$

trong đó

a – kích thước tương đối danh nghĩa của vết tiếp xúc theo chiều dài răng bằng 70%;

(a) – kích thước tương đối danh nghĩa của vết tiếp xúc theo chiều dài răng khác 70%;

(f_n) và (ε_p) – các giá trị đã thay đổi tương ứng của mức vết tiếp xúc và hệ số trùng khớp dọc.

Bảng 4.76. Mức tiếp xúc của các răng trong bộ truyền
(Kích thước tương đối của vết tiếp xúc tổng)

Cấp chính xác	Theo chiều dài răng không biến thể (% chiều dài răng) không nhỏ hơn	Theo chiều cao răng không biến thể (% chiều cao răng) không nhỏ hơn
6-7	60	65
8-9	50	55
10	40	45

d) Mức khe hở cạnh răng

Giá trị khe hở cạnh răng cần thiết $j_{\min}$ đối với truyền động bánh răng có điều chỉnh, với các dạng đối tiếp khác nhau được qui định độc lập đối với các cấp chính xác. Các giá trị $j_{\min}$ phụ thuộc vào dạng đối tiếp, khoảng cách côn trung bình R và góc côn chia của bánh răng nhỏ δ_1 được giới thiệu trong bảng 4.77.

Để kiểm tra mức khe hở cạnh răng trong bộ truyền có thể dùng chỉ tiêu $j_{\min}$ thông qua sai lệch giới hạn của góc giữa các trục trong bộ truyền E_Σ . Các giá trị E_Σ phụ thuộc vào dạng đối tiếp, khoảng cách côn trung bình R và góc côn chia của bánh răng nhỏ δ_1 được giới thiệu trong bảng 4.78.

Về cơ bản, các thuật ngữ và ký hiệu về dung sai của truyền động bánh răng côn cũng tương tự như các thuật ngữ và ký hiệu về dung sai của truyền động bánh răng trụ. Quan hệ giữa các sai lệch giới hạn và dung sai của bánh răng côn và truyền động bánh răng côn với các thông số hình học của chúng được giới thiệu trong bảng 4.79.

Bảng 4.77. Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu j_{nmin}), μm

Khoảng cách côn trung bình R, mm																												
Đến 50				Trên 50 đ. 100				Trên 100 đ. 200				Tr. 200 đ. 400				Trên 400 đ. 800				Tr. 800 đ. 1600				Tr. 1600				
Góc côn chia của bánh răng nhỏ, δ''																												
Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		
D	22	33	39	33	39	46	54	63	72	81	89	110	125	165	195	280												
C	36	52	62	52	62	74	87	100	115	130	140	175	200	260	310	440												
B	58	84	100	84	100	120	140	160	185	210	230	280	320	420	500	710												
A	90	130	160	130	160	190	220	250	290	320	360	440	500	660	780	1100												
Đối với bộ truyền bánh răng côn trục giao, xác định j_{min} từ bảng theo các giá trị của R																												

Đối với bộ truyền bánh răng côn trục giao, xác định j_{nmin} từ bảng theo các giá trị của R

Bảng 4.78. Sai lệch giới hạn của góc giữa các trục của bộ truyền, $\pm E_{\Sigma}$, μm

Khoảng cách côn trung bình R, mm																											
Đến 50				Trên 50 đ. 100				Trên 100 đ. 200				Tr. 200 đ. 400				Trên 400 đ. 800				Tr. 800 đ. 1600				Tr. 1600			
Góc côn chia của bánh răng nhỏ, δ''																											
Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25		Đến 15		Tr. 15 đ. 25	
D	11	16	19	19	16	22	26	32	36	40	45	56	63	85	95	140	56	40	63	85	25	15	25	15	25	15	25
C	18	26	30	30	26	32	45	50	56	63	71	85	100	130	160	220	85	63	100	130	25	15	25	15	25	15	25
B	30	42	50	50	42	60	71	80	90	100	110	140	160	210	250	340	140	100	160	210	25	15	25	15	25	15	25
A	45	63	80	80	63	95	110	125	140	160	180	220	250	320	380	530	220	160	250	320	25	15	25	15	25	15	25

Đối với các bánh răng côn có góc proflin danh nghĩa $\alpha = 20^\circ$, giá trị của E_s được xác định bằng cách nhân giá trị cho trong bảng với tỷ số $\frac{\sin 20^\circ}{\sin \alpha}$

Đối với các bánh răng côn có góc xoắn danh nghĩa $\alpha \neq 20^\circ$, giá trị của E_{Σ} được xác định bằng cách nhân giá trị cho trong bảng với tỷ số $\frac{\sin 20^\circ}{\sin \alpha}$

Bảng 4.79. Quan hệ giữa các sai lệch giới hạn và dung sai với các thông số hình học của bánh răng

Cấp chính xác	F_p		F_r				$f_{z\alpha 0}$		f_a	
			1		2					
	$F_p = B \sqrt{d} + C$ $F_{pk} = 0,8B \sqrt{l} + C$		$Am_n + B \sqrt{d} + C$ $B = 0,25A$		$Am_n + B \sqrt{d} + C$ $B = 1,4A$		$u (A-Bz)f_{pb}$		$A \sqrt{0,3R} + C$	
	B	C	A	C	A	C	A	B	A	C
6	3,15	6	2,24	28	1	12	1,63	0,0012	1,5	7,5
7	4,45	9	3,15	40	1,4	17	1,63	0,0013	1,87	9,45
8	6,3	12,5	4	50	1,75	21	1,38	0,0012	3,0	15
9	9	18	5	63	2,20	26,5	1,25	0,0010	4,75	24
10	12,5	25	6,3	80	2,75	33	-	-	7,5	37,5

$F''_{\Delta 0} = 1,96F_r$; $f''_{\Delta 0} = 1,96f_{pt}$; $f_{pb} = 0,94f_{pt}$;
 $f_{zk} = f_{zko} = (k^{0,6} + 0,13)F_r$; đối với dạng đối tiếp
 $D, C, B, A \quad j_{nmin} = IT7 + IT11$ (dung sai của các cấp chính xác 7 đến 11 đối với khoảng cách côn trung bình R)
Chú thích: Các ký hiệu:
 F_p – dung sai sai số tích lũy bước răng; F_{pk} – dung sai sai số tích lũy của k bước răng; F_r – dung sai độ đảo hướng tâm của vành răng; $f_{z\alpha 0}$ – dung sai sai số chu kỳ của tần số răng trong bộ truyền; f_a – sai lệch giới hạn của khoảng cách giữa các trục; $F''_{\Delta 0}$ – dung sai độ dao động của góc giữa các trục đo của bộ truyền trong toàn chu kỳ; $f''_{\Delta 0}$ – dung sai độ dao động của góc giữa các trục đo của bộ truyền sau một răng; f_{pt} – sai lệch giới hạn của bước răng; f_{pb} – sai lệch giới hạn bước ăn khớp; f_{zk} – dung sai sai số chu kỳ của bánh răng; f_{zko} – dung sai sai số chu kỳ của bộ truyền; k- tần số của sai số chu kỳ; u – hệ số phụ thuộc vào ε_{α} , $u_1=1$, $u_2=0,8$ và $u_3=0,33$; d – đường kính chia trung bình của bánh răng; m_n – môđun pháp trung bình; z – số răng của bánh răng ; l – chiều dài cung vòng chia trung bình của bánh răng ; R – khoảng cách côn trung bình của bánh răng.

3.4. Kết cấu bánh răng côn

Bánh răng côn thường có kết cấu rền hoặc đúc. Các kích thước cơ bản của bánh răng côn rền hoặc đúc được giới thiệu trên hình 4.35.

Chiều dày của vành răng bánh răng rền và đúc:

$$\delta_o = (1,8 \div 3) m_t$$

Chiều dài của moayơ bánh răng rền và đúc:

$$l = (0,9 \div 1,3) d_b$$

Chiều dày của moayơ bánh răng :

$$\text{rền} \quad \delta_{rm} = (0,3 \div 0,35) d_b$$

$$\text{đúc} \quad \delta_{rm} = (0,4 \div 0,45) d_b$$

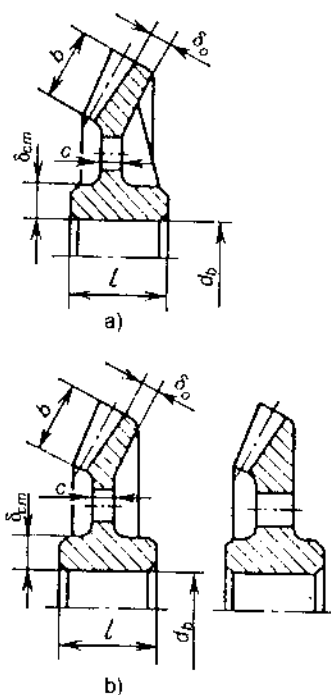
Chiều dày của thân (đĩa) bánh răng :

$$\text{rền} \quad C = (0,2 \div 0,35) b$$

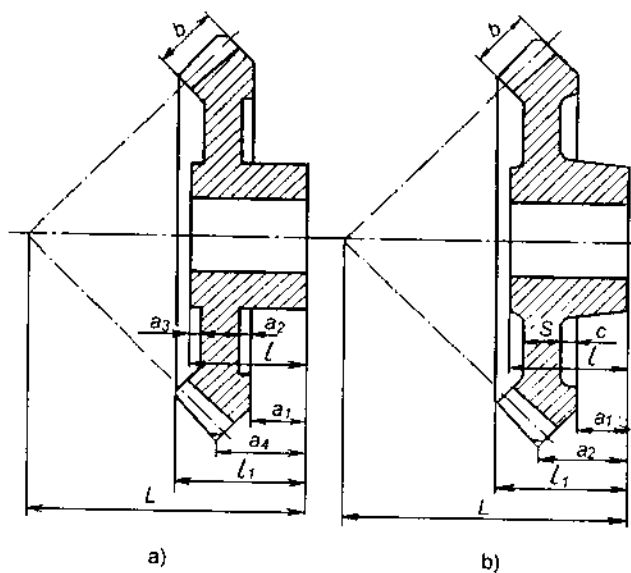
$$\text{đúc} \quad C = (2 \div 0,25) m_t, \text{ nhưng không nhỏ hơn } 10 \text{ mm.}$$

Nếu bánh răng đúc không có gân thì:

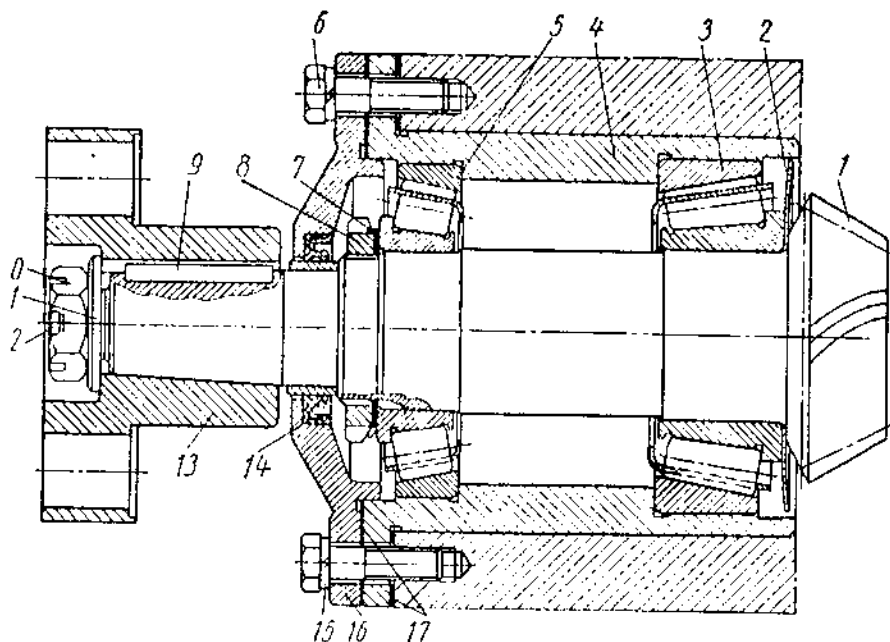
$$C = (0,3 \div 0,4) b$$



Hình 4.35. Kết cấu bánh răng côn:
a) đúc; b) rèn



Hình 4.36. Kết cấu bánh răng côn đập
a) - moayơ trụ; b) moayơ có độ côn



Hình 4.37. Kết cấu của bộ phận bánh răng côn răng cong chủ động liên trục:
1- bánh răng liên trục; 2- vòng văng dầu; 3- ổ bi côn; 4- cốc lót; 5- ổ bi côn; 6- bulông;
7- vòng đệm hãm; 8- đai ốc; 9- then; 10- đai ốc; 11- vòng đệm; 12- chốt chặn; 13- nửa khớp nối;
14- vòng bit; 15- vòng đệm lò xo; 16- nắp; 17- đệm.

Ngoài bánh răng côn được tạo phôi bằng phương pháp đúc và rèn, hiện nay bánh

răng được tạo phôi bằng dập cũng được sử dụng ngày càng phổ biến. Kết cấu của bánh răng côn dập được giới thiệu trên hình 4.36.

Ví dụ về kết cấu của bộ phận bánh răng côn răng cong liền trục được giới thiệu trên hình 4.37.

3.5. Lập bản vẽ thiết kế bánh răng côn

Trên bản vẽ thiết kế bánh răng côn cần ghi các thông số, kích thước chủ yếu cho chế tạo vành răng như sau (hình vẽ bảng 4.80 và bảng 4.81):

- Đường kính vòng đỉnh răng trước khi vát cạnh và sau khi vát cạnh trên mặt mút ngoài của vành răng;
- Chiều rộng vành răng, b ;
- Các khoảng cách từ mặt chuẩn tựa của bánh răng tới mặt mút ngoài, mặt mút trong và tới đỉnh côn;
- Góc côn đỉnh và góc giữa mặt mút ngoài của vành răng và đường trục của bánh răng;
- Tiết diện đo các thông số của bánh răng ;
- Nhám bề mặt răng.

Ở góc phía trên bên phải của bản vẽ thiết kế bánh răng cần đặt một bảng các thông số gồm 3 phần: phần thứ nhất là các thông số chính cho chế tạo bánh răng, phần thứ hai là các thông số cho kiểm tra cấp chính xác và dạng đối tiếp và phần thứ ba là các thông số để tham khảo.

+ Các thông số trong phần thứ nhất của bảng gồm:

- Môđun mặt (mút) ngoài m_e đối với bánh răng côn răng thẳng hoặc môđun pháp trung bình m_m đối với bánh răng côn răng cong;
- Số răng của bánh răng z ;
- Kiểu răng (thẳng hoặc cong);
- Dạng răng dọc đối với bánh răng côn răng cong;
- Góc nghiêng trung bình của răng β và hướng răng đối với bánh răng côn răng cong;
- Prôfin gốc;
- Hệ số dịch chỉnh và hệ số thay đổi chiều dày răng;
- Góc côn chia δ ;
- Đường kính danh nghĩa của đầu dao cắt răng d_d đối với bánh răng côn răng cong;
- Cấp chính xác và dạng đối tiếp theo tiêu chuẩn và số liệu của tiêu chuẩn này.

+ Các thông số trong phần thứ hai của bảng gồm:

- Các thông số để kiểm tra mức khe hở cạnh răng là khe hở cạnh răng cần thiết $j_{\min}$ hoặc sai lệch giới hạn của góc giữa các trục trong bộ truyền E_{Σ} ;

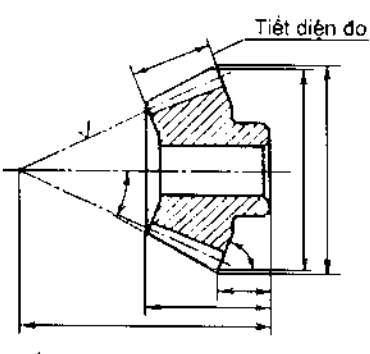
- Các thông số để kiểm tra các mức chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc. Việc chọn các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc của các răng trong bộ truyền được giới thiệu trong mục 3.2. Trong sản xuất đơn chiếc cho phép không ghi các chỉ tiêu đánh giá các mức chính xác của bánh răng côn trong phần thứ hai của bảng các thông số. Khi đó trong yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ cần ghi "Nhà máy chế tạo chọn các chỉ tiêu để kiểm tra các mức chính xác theo tiêu chuẩn TCVN 1687-86".

Các thông số trong phần thứ ba của bảng gồm:

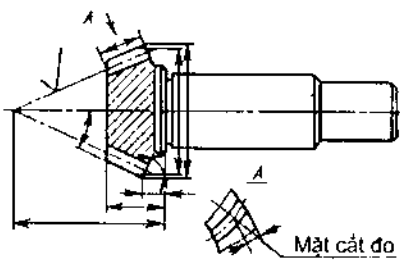
- Góc giữa các trục của bộ truyền Σ nếu góc này khác 90° ;
- Môđun trung bình m_m đối với bánh răng côn răng thẳng và môđun mặt ngoài m_a đối với bánh răng côn răng cong;
- Khoảng cách côn ngoài R_e và khoảng cách côn trung bình R ;
- Đường kính chia trung bình d_m và chiều dày răng theo cung vòng chia trung bình s_m khi trong phần thứ hai của bảng các thông số không cho các chỉ tiêu đánh giá các mức chính xác của bánh răng;
- Góc côn đáy δ_f ;
- Chiều cao răng ngoài h_e ;
- Các thông số tham khảo khác, nếu cần.

Các ví dụ về lập bản vẽ thiết kế bánh răng côn được giới thiệu trong các bảng 4.80 và 4.81.

Bảng 4.80. Ví dụ chỉ dẫn các thông số của vành răng trên bản vẽ bánh răng côn răng thẳng có prôfin gốc tiêu chuẩn

	Môđun mặt mút ngoài	m_a	
	Số răng	z	
	Kiểu răng	-	Thẳng
	Prôfin gốc	-	
	Hệ số dịch chỉnh	x_e	
	Hệ số thay đổi chiều dày răng	x_r	
	Góc côn chia	δ	
	Cấp chính xác		
	Các thông số cho kiểm tra		
	Các thông số tham khảo		

Bảng 4.81. Ví dụ chỉ dẫn các thông số của vành răng trên bản vẽ bánh răng côn răng cong có prôfin gốc tiêu chuẩn

	Môđun pháp trung bình	m_b	
	Số răng	z	
	Kiểu răng	-	cong tròn
	Dạng răng dọc	-	
	Góc nghiêng trung bình của răng	β	
	Hướng răng	-	
	Prôfin gốc	-	
	Hệ số dịch chỉnh	x_a	
	Hệ số thay đổi chiều dày răng	x_r	
	Góc côn chia	δ	
	Đường kính danh nghĩa đầu dao	d_o	
	Cấp chính xác		
	Các thông số cho kiểm tra		
	Các thông số tham khảo		

4. TÍNH TOÁN ĐỘ BỀN

Bảng 4.82. Thuật ngữ và ký hiệu dùng trong tính toán độ bền truyền động bánh răng trụ

N ^o	Thuật ngữ	Ký hiệu
1	Chiều rộng rãnh ở giữa vành răng bánh răng chữ V, mm	b_k
2	Đường kính vòng tròn qua các điểm giới hạn trên của ăn khớp một đôi răng bánh răng nhỏ và lớn, mm	d_{u1}, d_{u2}
3	Đường kính vòng lẩn của bánh răng nhỏ và lớn, mm	d_{w1}, d_{w2}
4	Môđun đàn hồi của vật liệu bánh răng nhỏ và lớn, KG/mm ² (MPa)	E_1, E_2
5	Lực vòng ban đầu, KG (N)	F_{F1}, F_{H1}
6	Giá trị tuyệt đối của sai lệch giới hạn bước ăn khớp của bánh răng nhỏ và lớn, μ m	f_{pb1}, f_{pb2}
7	Hệ số tính đến ảnh hưởng của sai số bước ăn khớp của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn	g_0
8	Độ cứng mặt răng của bánh răng nhỏ và lớn	H_1, H_2
9	Độ cứng lõi răng của bánh răng nhỏ và lớn	$H_1^{lõi}, H_2^{lõi}$
10	Hệ số phụ dùng trong tính toán thiết kế theo độ bền tiếp xúc khi tính toán các giá trị tương ứng với d_{w1}, a_w	K_d, K_a
11	Hệ số tính đến ảnh hưởng của tải trọng tác dụng theo hai chiều	K_{FC}
12	Hệ số tính đến ảnh hưởng của việc làm tăng bền bằng biến dạng hoặc xử lý điện hoá bề mặt chuyển tiếp của răng	K_{Fd}
13	Hệ số tính đến ảnh hưởng của việc mài bề mặt chuyển tiếp của răng	$K_{F\beta}$
14	Hệ số tuổi thọ (uốn)	K_{FL}
15	Hệ số tính đến tải trọng động xuất hiện trong ăn khớp	K_{Fv}
16	Hệ số tính đến sự chạy rà của các răng	K_{Fw}
17	Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng giữa các răng	K_{Fa}
18	Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng của vành răng	$K_{F\beta}$
19	Hệ số tuổi thọ (tiếp xúc)	K_{HLL}
20	Hệ số tính đến tải trọng động xuất hiện trong ăn khớp	K_{Hv}
21	Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng giữa các răng	K_{Ha}
22	Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng của vành răng	$K_{H\beta}$
23	Hệ số tính đến ảnh hưởng của bôi trơn	K_L
24	Hệ số dùng trong tính toán thiết kế theo độ bền uốn	K_m
25	Hệ số tính đến kích thước của bánh răng	K_{xH}, K_{xH}
26	Chỉ số của đường cong mỏi	m_F
27	Số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương	N_{FE1}, N_{HE}
28	Số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở	N_{FO1}, N_{HO}
29	Số chu kỳ thay đổi ứng suất tổng	N_{Σ}
30	Số chu kỳ thay đổi ứng suất trong thời gian tác dụng của tải trọng T_{11}	n_{CK1}
31	Số chu kỳ thay đổi ứng suất trong thời gian tác dụng của các tải trọng T_{1F}, T_{1H}	n_{CK1}, n'_{CK1}
32	Hệ số an toàn	S_F
33	Hệ số an toàn tính đến sự không ổn định của vật liệu bánh răng và tính quan trọng của truyền động bánh răng	S'_F
34	Hệ số an toàn tính đến phương pháp tạo phối bánh răng	S''_F
35	Tải trọng tương ứng với bậc chất tải thứ nhất theo chu trình (momen xoắn), KGm (Nm)	T_{11}
36	Tải trọng tính toán ban đầu (momen xoắn) KGm (Nm)	T_{1F}, T_{1H}
37	Tải trọng lớn nhất và nhỏ nhất của biểu đồ chu trình chất tải (momen xoắn), KGm (Nm)	T_{1max}, T_{1min}
38	Tốc độ vòng, m/s	v

Tiếp bảng 4.82

N ^o	Thuật ngữ	Ký hiệu
40	Lực vòng riêng tính toán, kG/mm (N/mm)	W_{Fl}, W_{Hl}
41	Lực vòng riêng động lực học, kG/mm (N/mm)	W_{FV}, W_{HV}
42	Lực vòng riêng trung bình, kG/mm (N/mm)	W_{Hm}
43	Hệ số tính đến hình dạng của răng	Y_F
44	Hệ số tính đến ảnh hưởng của nhám bề mặt chuyển tiếp của răng	Y_R, Y_{RL}
45	Hệ số tính đến gradient ứng suất và tính nhạy cảm của vật liệu đối với sự tập trung ứng suất	Y_S
46	Hệ số tính đến góc nghiêng của răng	Y_{β}
47	Hệ số tính đến sự trùng khớp của các răng	Y_{ϵ}
48	Hệ số tính đến hình dạng các bề mặt đối tiếp của các răng	Z_H
49	Hệ số tính đến cơ tính vật liệu của các bánh răng đối tiếp, $\text{kg}^{1/2}/\text{mm}$ ($\text{N}^{1/2}/\text{mm}$)	Z_M
50	Hệ số tính đến nhám của các bề mặt răng đối tiếp	Z_R
51	Hệ số tính đến tốc độ vòng	Z_v
52	Hệ số tính đến ảnh hưởng của dạng truyền động bánh răng và biến thể profil răng	δ_F, δ_H
53	Hệ số tính đến các thông số hình học của ăn khớp khi tính toán σ_{HP} đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V	δ_I, δ_{II}
54	Hệ số trùng khớp ngang thành phần được xác định bằng các đầu răng tới vòng lăn của bánh răng nhỏ và lớn	$\epsilon_{a1}, \epsilon_{a2}$
55	Hệ số trùng khớp ngang	ϵ_{α}
56	Hệ số trùng khớp dọc	ϵ_{β}
57	Hệ số tăng ứng suất tiếp xúc cho phép đối với các bề mặt đầu răng bánh răng nhỏ và lớn so với giá trị σ_{HP} tại tâm ăn khớp	μ_k
58	Hệ số Poisson	ν
59	Phần bổ sung của hệ số tính đến tải trọng động	ν_H
60	Thông số phụ khi tính toán hệ số $K_{F\alpha}$	ϑ
61	Thông số tính đến sự phân bố tải rộng giữa các đôi răng ăn khớp	λ
62	Ứng suất tính toán trên bề mặt chuyển tiếp, kg/mm^2 (MPa)	σ_F
63	Độ bền uốn giới hạn tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương, kg/mm^2 (MPa)	σ_{Flim}
64	Độ bền uốn giới hạn tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, kg/mm^2 (MPa)	σ_{Flimb}
65	Ứng suất cho phép trong tính toán độ bền uốn, kg/mm^2 (MPa)	σ_{FF}
66	Ứng suất tiếp tính toán tại tâm ăn khớp, kg/mm^2 (MPa)	σ_H
67	Độ bền tiếp xúc giới hạn của bề mặt răng tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương, kg/mm^2 (MPa)	σ_{Hlim}
68	Ứng suất tiếp cho phép, kg/mm^2 (MPa)	σ_{HP}
69	Ứng suất tiếp cho phép tương ứng với các vùng I và II, kg/mm^2 (MPa)	$\sigma_{HPI}, \sigma_{HPII}$
70	Giới hạn chảy của vật liệu bánh răng nhỏ và lớn, kg/mm^2 (MPa)	$\sigma_{ch1}, \sigma_{ch2}$
71	Thông số phụ	ψ_{ba}, ψ_{bd}

4.1. Tính toán độ bền truyền động bánh răng trụ thân khai

Các tính toán sau được áp dụng cho truyền động bánh răng trụ thân khai, ăn khớp ngoài gồm các bánh răng chế tạo bằng thép, có môđun bằng và lớn hơn 1 mm, profil góc theo TCVN 2258-77 làm việc có dầu bôi trơn trong hộp kín với tốc độ vòng không vượt quá 25m/s.

4.1.1. Tính toán độ bền tiếp xúc

Tính toán độ bền tiếp xúc được dùng để đề phòng sự tróc rỗ do mỏi của các bề mặt làm việc của răng. Ứng suất tiếp tính toán tại tâm ăn khớp được xác định:

$$\sigma_H = z_H z_M z_e \sqrt{\frac{W_{Ht}}{d_{w1}} \frac{u+1}{u}} \leq \sigma_{HP} \quad (1)$$

Lực vòng riêng tính toán W_{Ht} , kG/mm, được xác định:

$$W_{Ht} = \frac{F_{Ht}}{b_w} K_{Hu} K_{H\beta} K_{Hv} = \frac{2000 T_{1H}}{b_w d_{w1}} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{Hv} \quad (2)$$

Có thể biểu thị ứng suất tính toán σ_H qua khoảng cách trục a_w và mômen xoắn trên bánh răng nhỏ T_{1H} theo công thức:

$$\sigma_H = 22,4 z_H z_M z_e \frac{1}{a_w} \sqrt{\frac{T_{1H}}{b_w} \frac{(u+1)^3}{u}} K_{Hu} K_{H\beta} K_{Hv} \quad (3)$$

Trong trường hợp đối với truyền động bánh răng trụ răng thẳng thì $Z_M = 86,6 \text{ kG}^{1/2}/\text{mm}$ ($274 \text{ N}^{1/2}/\text{mm}$), công thức (1) có dạng:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_H &= 3880 z_H z_e \frac{1}{d_{w1}} \sqrt{\frac{T_{1H}}{b_w} \frac{u+1}{u}} K_{H\beta} K_{Hv}, \text{ kG/mm}^2 \\ \sigma_H &= 6135 z_H z_e \frac{1}{d_{w1}} \sqrt{\frac{T_{1H}}{b_w} \frac{u+1}{u}} K_{H\beta} K_{Hv}, \text{ MPa} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Trong trường hợp đối với truyền động bánh răng trụ răng thẳng trong đó hệ số dịch chỉnh tổng $x_\Sigma = x_1 + x_2 = 0$ và khi đó $z_H \approx 1,76$ thì công thức (4) có dạng

$$\left. \begin{aligned} \sigma_H &= 6820 z_e \frac{1}{d_{w1}} \sqrt{\frac{T_{1H}}{b_w} \frac{u+1}{u}} K_{H\beta} K_{Hv}, \text{ kG/mm}^2 \\ \sigma_H &= 10800 z_e \frac{1}{d_{w1}} \sqrt{\frac{T_{1H}}{b_w} \frac{u+1}{u}} K_{H\beta} K_{Hv}, \text{ MPa} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Tải trọng đưa vào tính toán T_{1H} , kGm, (Nm) là tải trọng tác dụng lớn nhất đối với truyền động có số chu kỳ tác dụng vượt quá $0,03 N_{HE}$, ở đây N_{HE} - số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương được xác định theo bảng 4.87 có tính đến tất cả các tải trọng tác dụng.

Các thông số đưa vào tính toán trong các công thức từ (1) đến (5) được giới thiệu trong bảng 4.83.

Ứng suất tiếp cho phép σ_{HP} , kG/mm² (MPa) đối với truyền động bánh răng trụ răng thẳng được xác định riêng cho bánh răng nhỏ và bánh răng lớn theo công thức:

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim}}{S_H} z_R z_v K_L K_{vH} \quad (6)$$

Các thông số đưa vào tính toán trong công thức (6) được giới thiệu trong bảng 4.87.

Bảng 4.83. Công thức tính toán các thông số để xác định độ bền tiếp xúc

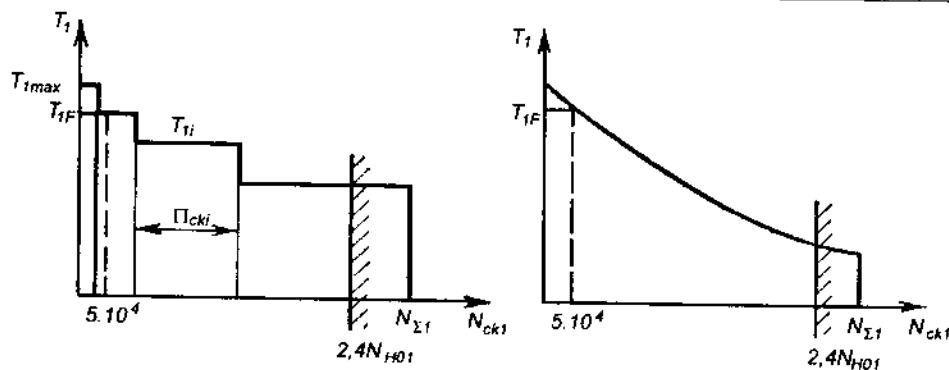
Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
1. Hệ số tính đến hình dạng các bề mặt đối tiếp của các răng	Z_H	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.38 hoặc theo công thức $Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta_b}{\sin 2\alpha_{tw}}}$ trong đó β_b – góc nghiêng răng trên mặt trụ cơ sở α_{tw} – góc ăn khớp
2. Hệ số tính đến cơ tính vật liệu của các bánh răng đối tiếp $\text{kg}^{1/2}/\text{mm}$ ($\text{N}^{1/2}/\text{mm}$)	Z_M	Đối với bánh răng bằng thép $Z_M = 86,6$ (275) Trong trường hợp chung được xác định theo công thức $Z_M = \sqrt{\frac{1}{\pi(1-\nu^2)} \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}}$ trong đó ν – hệ số Poisson; E_1, E_2 – môđun đàn hồi của vật liệu bánh răng nhỏ và lớn, kg/mm^2 (MPa)
3. Hệ số tính đến chiều dài tổng của đường tiếp xúc	Z_E	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.39 hoặc theo công thức: đối với truyền động bánh răng thẳng $Z_E = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_{\alpha}}{3}}$ đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V khi $\varepsilon_{\beta} > 0,9$ $Z_E = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_{\alpha}}}$
4. Lực vòng ban đầu, kg (N)	F_{H1}	$F_{H1} = \frac{2000T_{1H}}{d_{w1}} = \frac{2000T_{2H}}{d_{w2}}$
5. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng giữa các răng	$K_{H\alpha}$	Đối với truyền động bánh răng thẳng $K_{H\alpha} = 1$ Đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ v, hệ số $K_{H\alpha}$ được xác định theo đồ thị trên hình 4.40
6. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng của vành răng	$K_{H\beta}$	$K_{H\beta} = 1 + (K_{H\beta}^0 - 1) K_{H\alpha}$ <i>Chú thích</i> Có thể xác định giá trị sơ bộ của hệ số $K_{H\beta}$ theo đồ thị trên hình 4.41.
6.1. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng không đều theo chiều rộng vành răng trong giai đoạn làm việc ban đầu của truyền động	$K_{H\beta}^0$	Đối với truyền động bánh răng thẳng và bánh răng nghiêng khi $\psi_{bd} = \frac{b_{w1}}{d_{w1}} \leq 1,3$ $K_{H\beta}^0 = 1 + \frac{0,4b_w\gamma_T G_{\Sigma T}}{W_{Hm}} + K_k \left(\frac{b_w}{d_{w1}} \right)^2$ trong đó $K_k = 0,14$ nếu tung độ lớn nhất của biểu đồ phân bố tải trọng riêng theo chiều rộng vành răng được bố trí về phía momen xoắn, còn trong trường hợp ngược lại thì $K_k = -0,08$ Đối với truyền động bánh răng chữ V được bố trí đối xứng với các ổ trục khi truyền công suất theo một phía, bánh răng nhỏ chỉ ăn khớp với một bánh răng lớn và $\psi_{bd} = b_w/d_{w1} > 1,3$ thì hệ số $K_{H\beta}^0$ được xác định theo đồ thị trên hình 4.42 hoặc theo công thức: $K_{H\beta}^0 = 1 + 0,12(\psi_{bd} + 0,4 \frac{b_k}{d_{w1}})^{2,56}$
6.1.1. Góc tổng giữa các hình chiếu của các trục bánh răng trên mặt phẳng ăn khớp	γ_{Σ}	$\gamma_{\Sigma} = \gamma_w + \gamma_A$ trong đó γ_{Σ} – góc được xác định bằng tính toán phụ thuộc vào sự biến dạng của tất cả các chi tiết tương ứng với sơ đồ truyền động; γ_A – góc được xác định bằng tính toán phụ thuộc vào cấp chính xác của truyền động.

Tiếp bảng 4.83

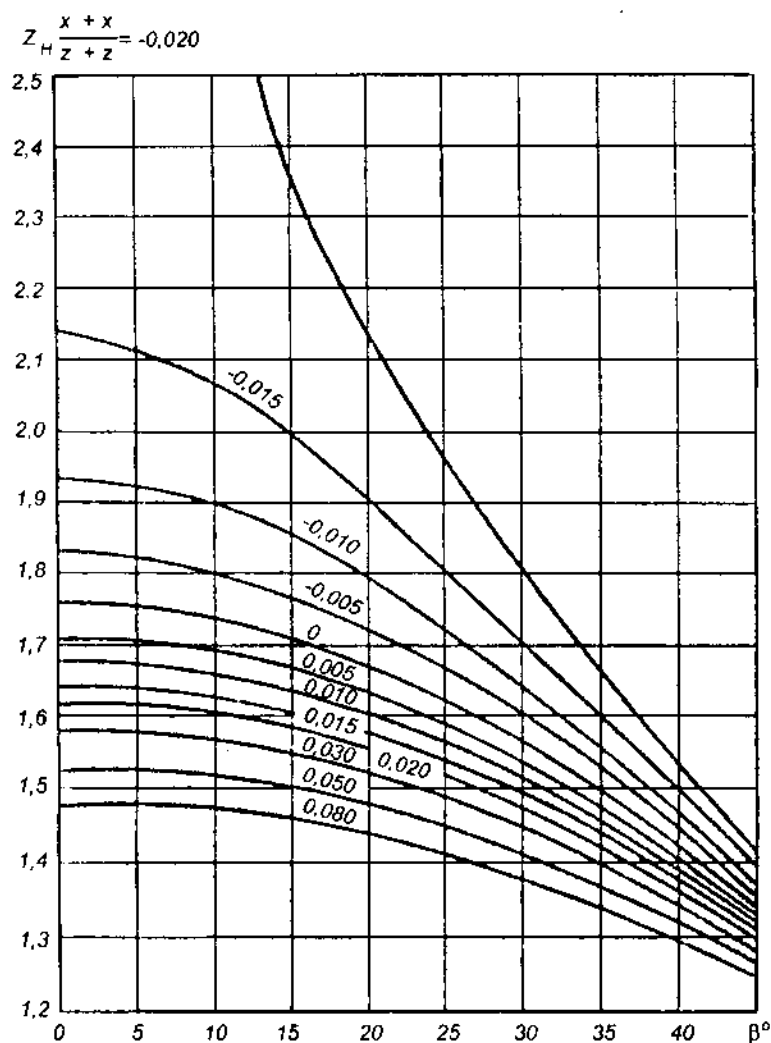
Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
6.1.2. Độ cứng vững riêng tổng của các răng đối tiếp, kG/mm ² (N/mm ²)	$G_{\Sigma 1}$	Đối với truyền động bánh răng thẳng $G_{\Sigma 1} = 1400$ (14000) Đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V thì $G_{\Sigma 1}$ được xác định theo đồ thị trên hình 4.43
6.1.3. Lực vòng riêng trung bình kG/mm (N/mm)	W_{Hm}	$W_{Hm} = \frac{F_{H1}}{b_w} K_{H\alpha}$
6.2. Hệ số tính đến sự chạy rã của các răng	K_{Hw}	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.44
7. Hệ số tính đến tải trọng động xuất hiện trong ăn khớp	K_{Hv}	$K_{Hv} = 1 + v_H = 1 + \frac{w_{H1} b_w d_{w1}}{2000 T_{1H} K_{H\alpha} K_{H\beta}}$ trong đó v_H - hệ số bổ sung động lực học
7.1. Lực vòng riêng động lực học, kG/mm (N/mm)	w_{Hv}	$w_{Hv} = \delta_H g_o v \sqrt{\frac{a_w}{u}}$ <i>Chú thích</i> 1. Nếu bánh răng nhỏ được nối cứng vững với chi tiết có khối lượng lớn (ví dụ như bánh răng lớn hoặc bánh răng nhỏ liền trục) với momen quán tính lớn hơn γ lần so với momen quán tính của bánh răng nhỏ thì w_{Hv} sẽ tăng lên $\sqrt{\frac{(1+u^2)\gamma}{u^2 + \gamma}}$ lần 2. Nếu w_{Hv} được tính theo công thức trên vượt quá giá trị giới hạn cho trong bảng 4.84 thì nên lấy bằng giá trị giới hạn này
7.1.1. Hệ số tính đến ảnh hưởng của dạng truyền động bánh răng và biến thể profile đầu răng	δ_H	Được xác định theo bảng 4.85
7.1.2. Hệ số tính đến ảnh hưởng của sai số bước ăn khớp của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn	g_o	Được xác định theo bảng 4.86

Bảng 4.84. Các giá trị giới hạn w_{Hv} , w_{Fv} , kG/mm (N/mm)

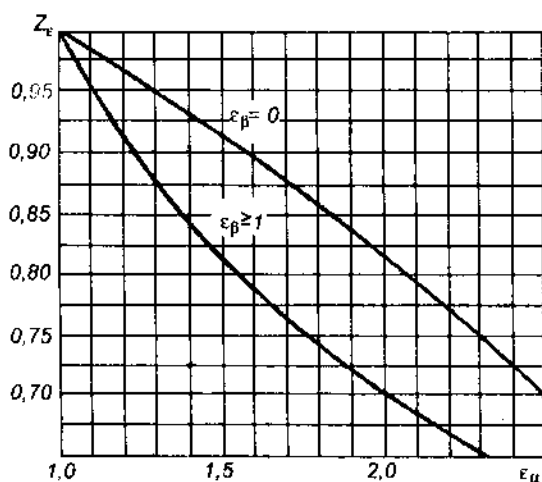
Môđun m, mm	Cấp chính xác theo mức làm việc êm (TCVN 1067-84)					
	4	5	6	7	8	9
Đến 3,55	3,2 (32)	8,5 (85)	16 (160)	24 (240)	38 (380)	70 (700)
Trên 3,55 đến 10	5,3 (53)	10,5 (105)	19,4 (194)	32 (310)	41 (410)	88 (880)
Trên 10	-	15 (150)	25 (250)	45 (450)	59 (590)	105 (1050)



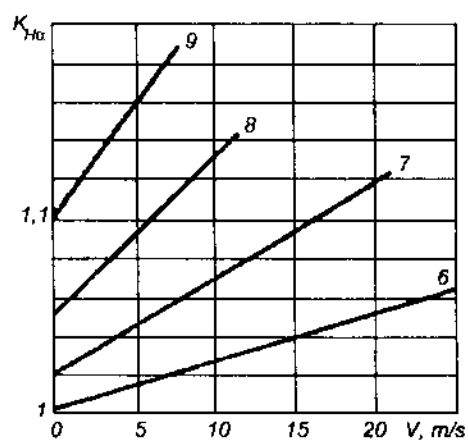
Hình 4.37B. Biểu đồ chu trình chất tải



Hình 4.38. Đồ thị để xác định hệ số z_H



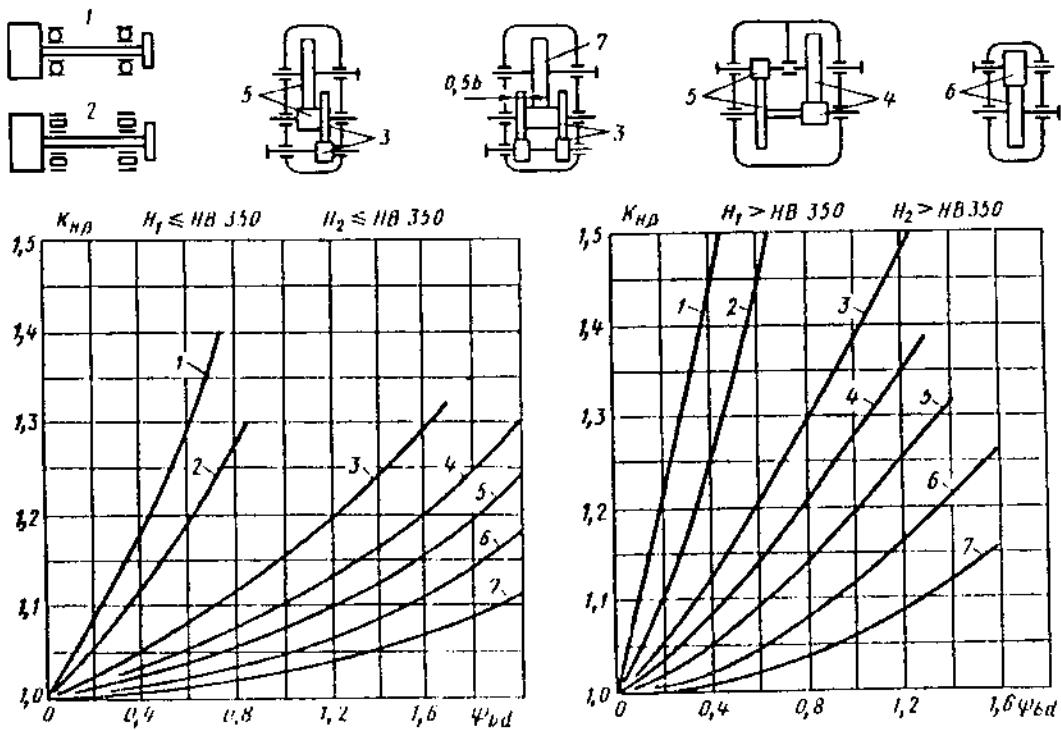
Hình 4.39. Đồ thị để xác định hệ số z_e



Hình số 4.40. Đồ thị để xác định hệ số K_{Ha} đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V.
Chữ số ở đường cong là cấp chính xác theo mức làm việc êm.

Bảng 4.85. Giá trị của hệ số δ_H

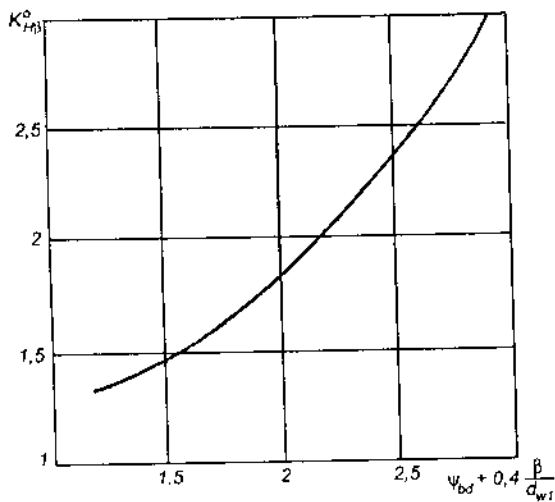
Độ cứng Brinen bề mặt răng	Dạng răng	Giá trị hệ số δ_H
Khi độ cứng $H_1 \leq 350$ HB hoặc $H_2 \leq 350$ HB	Thẳng, không biến thể đầu răng	0,006
	Thẳng, có biến thể đầu răng	0,004
	Nghiêng	0,002
Khi độ cứng $H_1 > 350$ HB và $H_2 > 350$ HB	Thẳng, không biến thể đầu răng	0,014
	Thẳng, có biến thể đầu răng	0,010
	Nghiêng	0,004



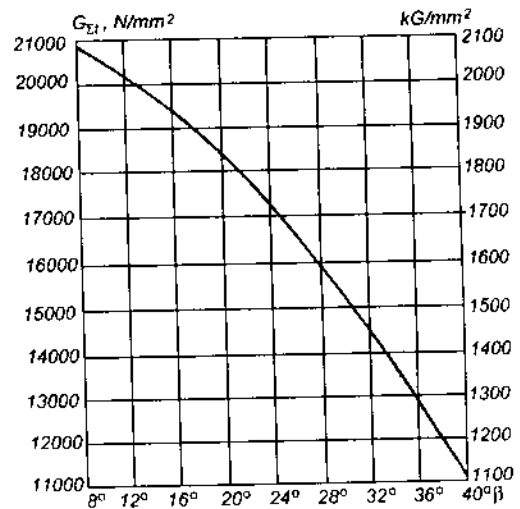
Hình 4.41. Đồ thị để xác định giá trị sơ bộ của hệ số $K_{H\beta}$
Các chữ số ở đường cong tương ứng với các truyền động được chỉ trên sơ đồ

Bảng 4.86. Giá trị của hệ số g_a

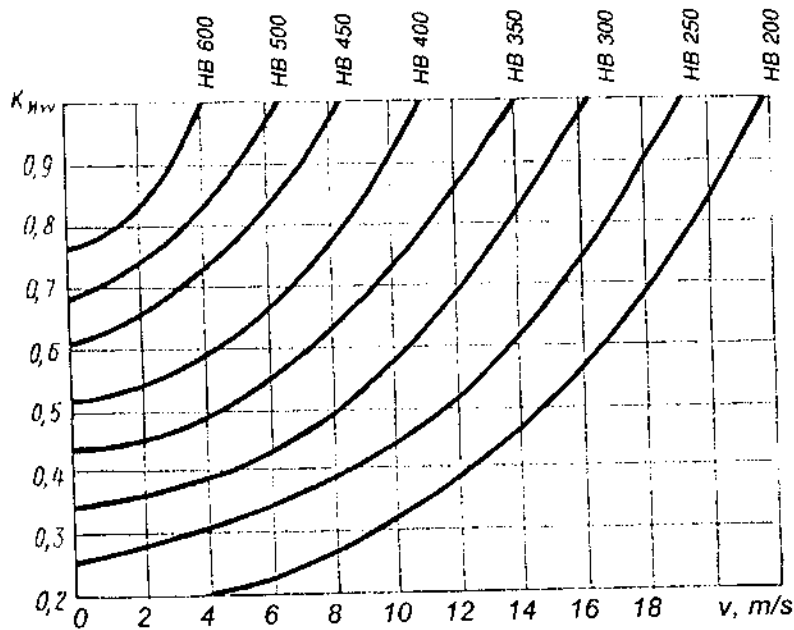
Môđun m, mm.	Cấp chính xác theo mức độ làm việc êm (TCVN 1067-84)					
	4	5	6	7	8	9
Đến 3,55	1,7 (17)	2,8 (28)	3,8 (38)	4,7 (47)	5,6 (56)	7,3 (73)
Trên 3,55 đến 10	2,2 (22)	3,1 (31)	4,2 (42)	5,3 (53)	6,1 (61)	8,2 (82)
Trên 10	-	3,7 (37)	4,8 (48)	6,4 (64)	7,3 (73)	10 (100)



Hình 4.42. Đồ thị để xác định hệ số K_H^0



Hình 4.43. Đồ thị để xác định độ cứng vững riêng của răng G_{Et} của truyền động bánh răng nghiêng và chữ V



Hình 4.44. Đồ thị để xác định hệ số K_{Hw}

Bảng 4.87. Công thức tính toán các thông số để xác định ứng suất tiếp cho phép σ_{HP}

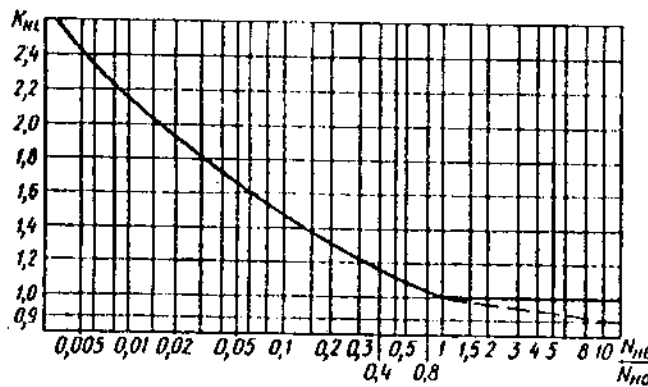
Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
1. Độ bền tiếp xúc giới hạn của bề mặt răng tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương, kg/mm^2 (MPa)	σ_{Hlim}	$\sigma_{Hlim} = \sigma_{Hlimb} K_{HL}$

Tiếp bảng 4.87

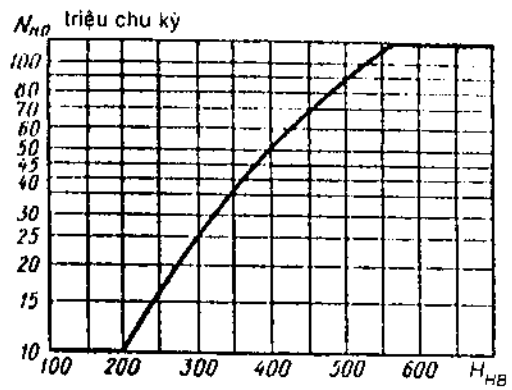
Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
1.1. Độ bền tiếp xúc giới hạn của bề mặt răng tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, kG/mm ² (MPa)	σ_{Hlimb}	Được xác định theo bảng 4.88 <i>Chú thích:</i> - Có thể lấy giá trị σ_{Hlimb} khác với giá trị cho trong bảng nếu giá trị này được rút ra từ thử nghiệm trên băng thử hoặc thử thực tế đối với bánh răng được thiết kế hoặc mẫu bánh răng. - Giá trị σ_{Hlimb} đối với bánh răng thẩm nitor chỉ được qui định cho các bánh răng có độ nhám bề mặt răng không thấp hơn cấp 7 ($R_a = 1,25\mu m$) và vết tiếp xúc tổng của các răng không nhỏ hơn đối với qui định cho bánh răng có cấp chính xác 6 (TCVN 1067-84)
1.2. Hệ số tuổi thọ	K_{HL}	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.45 hoặc theo công thức $K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}}$ Khi $\frac{N_{HE}}{N_{HO}} > 1$ đối với tải trọng không đổi hệ số K_{HL} được xác định theo công thức $K_{HL} = \sqrt[24]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}}$, lấy giá trị K_{HL} không nhỏ hơn 0,9, còn đối với tải trọng thay đổi thì lấy $K_{HL} = 1$. Đối với vật liệu có cấu trúc đồng nhất, hệ số K_{HL} được lấy không lớn hơn 2,6. Đối với bề mặt được tăng bền, hệ số K_{HL} được lấy không lớn hơn 1,8
1.2.1. Số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở tương ứng với độ bền giới hạn lâu dài	N_{HO}	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.46 hoặc theo công thức: $N_{HO} = 30 H_{HB}^{2,4}$ Khi $H > 56HRC$, lấy $N_{HO} = 120 \cdot 10^6$
1.2.2. Số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương	N_{HE}	Được xác định phụ thuộc vào đặc tính biểu đồ chu trình chất tải (hình 4.37) Đối với tải trọng không đổi $N_{HE} = N_z$ Khi biểu đồ chu trình chất tải phân bậc $N_{HE} = N_z \sum_i \left\{ \left[\frac{T_{ti} + v_{ti} T_{ti}}{T_{ti}(1 + v_{ti})} \right]^3 \frac{n_{cki}}{N_z} \right\}$ trong đó T_{ti} - tải trọng tương ứng với bậc thứ i của biểu đồ chu trình chất tải; n_{cki} - số chu kỳ thay đổi ứng suất trong thời gian tác dụng của tải trọng T_{ti}. Khi biểu đồ chu trình chất tải không phân bậc: $N_{HE} = N_z \int_{v_{\min}}^{v_{\max}} \left[\frac{T_{ti} + v_{ti} T_{ti}}{T_{ti}(1 + v_{ti})} \right]^3 d \left(\frac{n_{ck}}{N_z} \right)$ <i>Chú thích:</i> - Khi xác định N_{HE} đối với tải trọng thay đổi thì chỉ tính đến phần của biểu đồ chu trình chất tải trong đó số chu kỳ tác dụng của tải trọng không lớn hơn $2,4N_{HO}$, nghĩa là khi $N_z > 2,4 N_{HO}$, lấy $N_z = 2,4N_{HO}$ (hình 4.37). - Khi xác định N_{HE} có thể không tính toán phần biểu đồ chu trình chất tải tương ứng với tải trọng tức thời, số chu kỳ tác dụng chung của tải trọng này nhỏ hơn $0,03N_{HE}$. Có thể tiến hành tính toán kiểm tra với tải trọng tức thời theo công thức (6), trong đó lấy $Z_R = 1$, $Z_V = 1$, $K_{\alpha H} = 1$ và $K_{HL} = 2,6$ đối với bánh răng được chế tạo từ vật liệu có cấu trúc đồng nhất và $K_{HL} = 1,8$ đối với bề mặt răng được tăng bền. - Nếu $v_H < 0,1$ thì khi tính toán N_{HE} có thể lấy $v_H = 0$

Tiếp bảng 4.87

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
2. Hệ số an toàn	S_H	Đối với bánh răng được chế tạo từ vật liệu có cấu trúc đồng nhất $S_H = 1,1$ Đối với bánh răng được tăng bền bề mặt răng $S_H = 1,2$ <i>Chú thích:</i> Đối với truyền động có thể bị hư hỏng do tải trọng nặng thì hệ số an toàn cần tăng lên tương ứng $S_H = 1,25$ và $S_H = 1,35$
3. Hệ số tính đến nhám của các bề mặt răng đối tiếp	Z_R	Giá trị Z_R được lấy theo bánh răng có độ nhám mặt răng thô hơn trong bộ truyền Đối với độ nhám $R_a = 0,63 - 1,25 \mu m$, $Z_R = 1$ " $R_a = 1,25 - 2,5 \mu m$, $Z_R = 0,95$ " $R_a = 10 - 40 \mu m$, $Z_R = 0,9$
4. Hệ số tính đến tốc độ vòng	Z_v	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.47 hoặc theo công thức khi $H \leq 350HB$, $Z_v = 0,85v^{0,1}$ khi $H > 350HB$, $Z_v = 0,925v^{0,05}$ Đối với $v \leq 5$ m/s, lấy $Z_v = 1$
5. Hệ số tính đến ảnh hưởng của bôi trơn	K_L	$K_L = 1$
6. Hệ số tính đến kích thước của bánh răng	K_{xH}	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.48 hoặc theo công thức $K_{xH} = \sqrt{1,07 - 10^{-4}d_w}$ khi $d_w \leq 700$ mm, lấy $K_{xH} = 1$.



Hình 4.45. Đồ thị để xác định hệ số K_{HL} .
Đường nét đứt – chỉ dùng cho tải trọng không đổi.

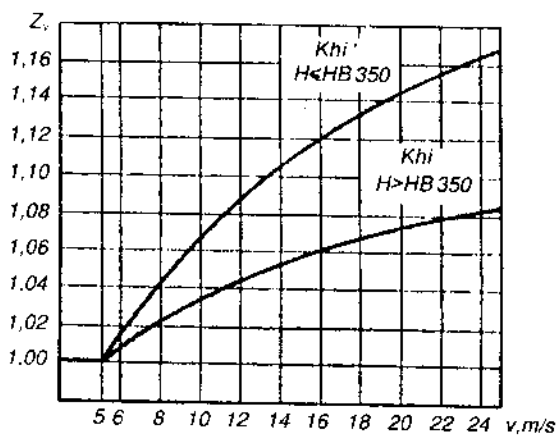


Hình 4.46. Đồ thị để xác định số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở N_{HO}

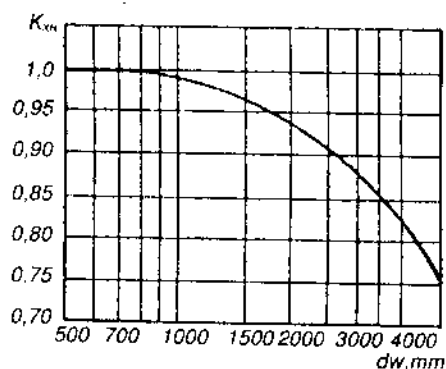
Bảng 4.88. σ_{Hlimb} phụ thuộc vào vật liệu và dạng nhiệt luyện của răng

Phương pháp nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện răng	Độ cứng trung bình của mặt răng	Thép	Công thức tính toán giá trị σ_{Hlimb} , kg/mm ² (MPa)
1. Ủ, thường hoá hoặc tôi cải thiện	Nhỏ hơn 350 HB	Thép cacbon và thép hợp kim	$\sigma_{Hlimb} = 0,2H_{HB} + 7$ ($\sigma_{Hlimb} = 2H_{HB} + 70$)
2. Tôi thể tích	38 - 50 HRC		$\sigma_{Hlimb} = 1,8H_{HRC} + 15$ ($\sigma_{Hlimb} = 18H_{HRC} + 150$)
3. Tôi bề mặt	40-50HRC		$\sigma_{Hlimb} = 1,7H_{HRC} + 20$ ($\sigma_{Hlimb} = 17H_{HRC} + 200$)
4. Thấm cacbon và thấm nitơ - cacbon	Lớn hơn 56HRC		$\sigma_{Hlimb} = 2,3H_{HRC}$ ($\sigma_{Hlimb} = 23 H_{HRC}$)
5. Thấm nitơ	550-750HV	Thép hợp kim	$\sigma_{Hlimb} = 105$ ($\sigma_{Hlimb} = 1050$)

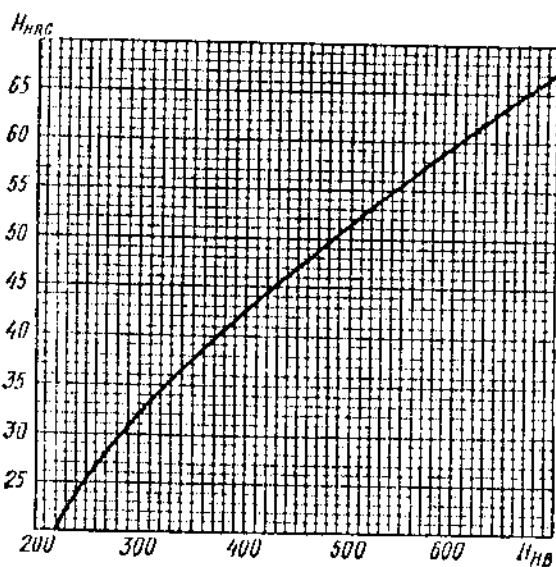
Chú thích: Các đồ thị trên hình 4.49 và 450 cho phép xác định sự tương đương giữa các độ cứng HRC và HB, HV và HB.



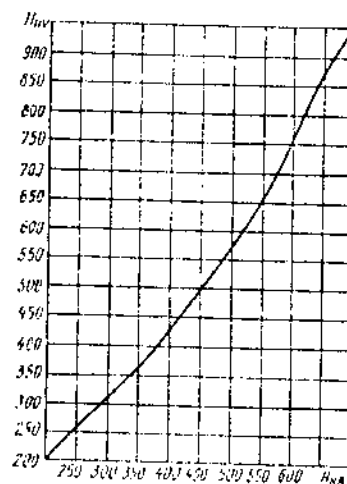
Hình 4.47. Đồ thị để xác định hệ số Z_v



Hình 4.48. Đồ thị để xác định hệ số K_{Hn}



Hình 4.49. Đồ thị xác định mối quan hệ giữa độ cứng HB và HRC



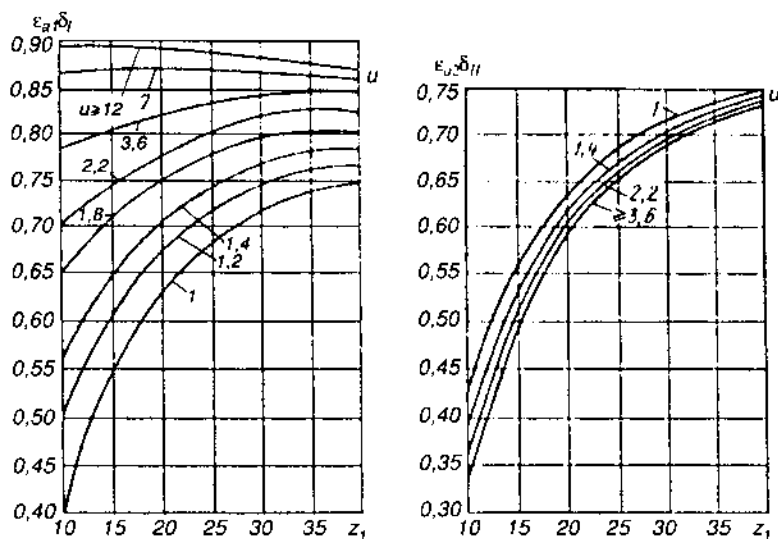
Hình 4.50. Đồ thị xác định mối quan hệ giữa độ cứng HB và HV

Đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V, ứng suất tiếp cho phép là ứng suất tiếp cho phép qui ước được xác định theo công thức

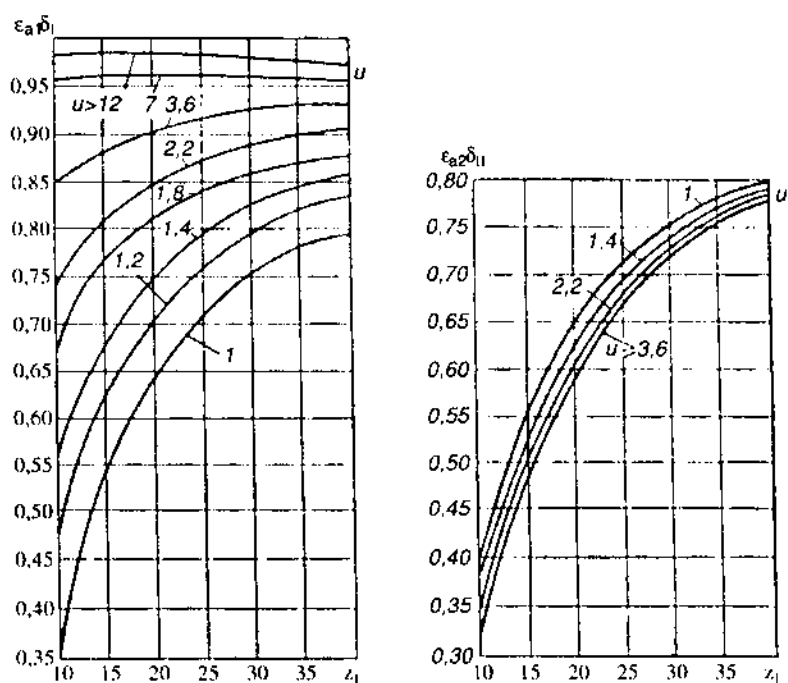
$$\sigma_{HP} = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_H} (\epsilon_{a1} \delta_I \sigma_{HPI}^2 + \epsilon_{a2} \delta_{II} \sigma_{HPII}^2)} \quad (7)$$

Các thông số đưa vào tính toán trong công thức (7) được giới thiệu trong bảng 4.89.

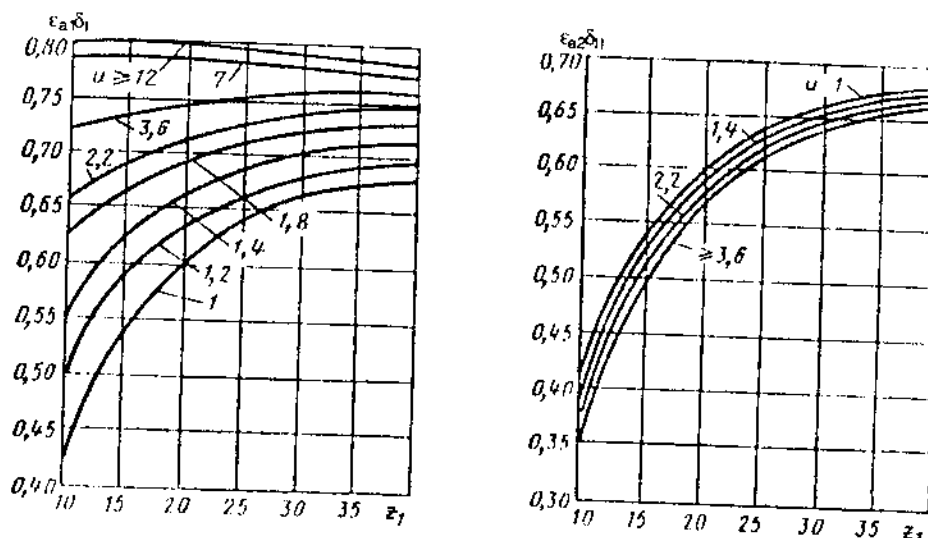
Chú thích: Đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V không dịch chỉnh các giá trị $\epsilon_{a1} \delta_I$ và $\epsilon_{a2} \delta_{II}$ được phép xác định theo các đồ thị trên các hình từ 4.51 đến 4.53.



Hình 4.51. Đồ thị xác định $\epsilon_{a1}\delta_I$ và $\epsilon_{a2}\delta_{II}$ đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V khi $\beta < 15^\circ$.



Hình 4.52. Đồ thị xác định $\epsilon_{a1}\delta_I$ và $\epsilon_{a2}\delta_{II}$ đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V khi $15^\circ \leq \beta \leq 27^\circ$.



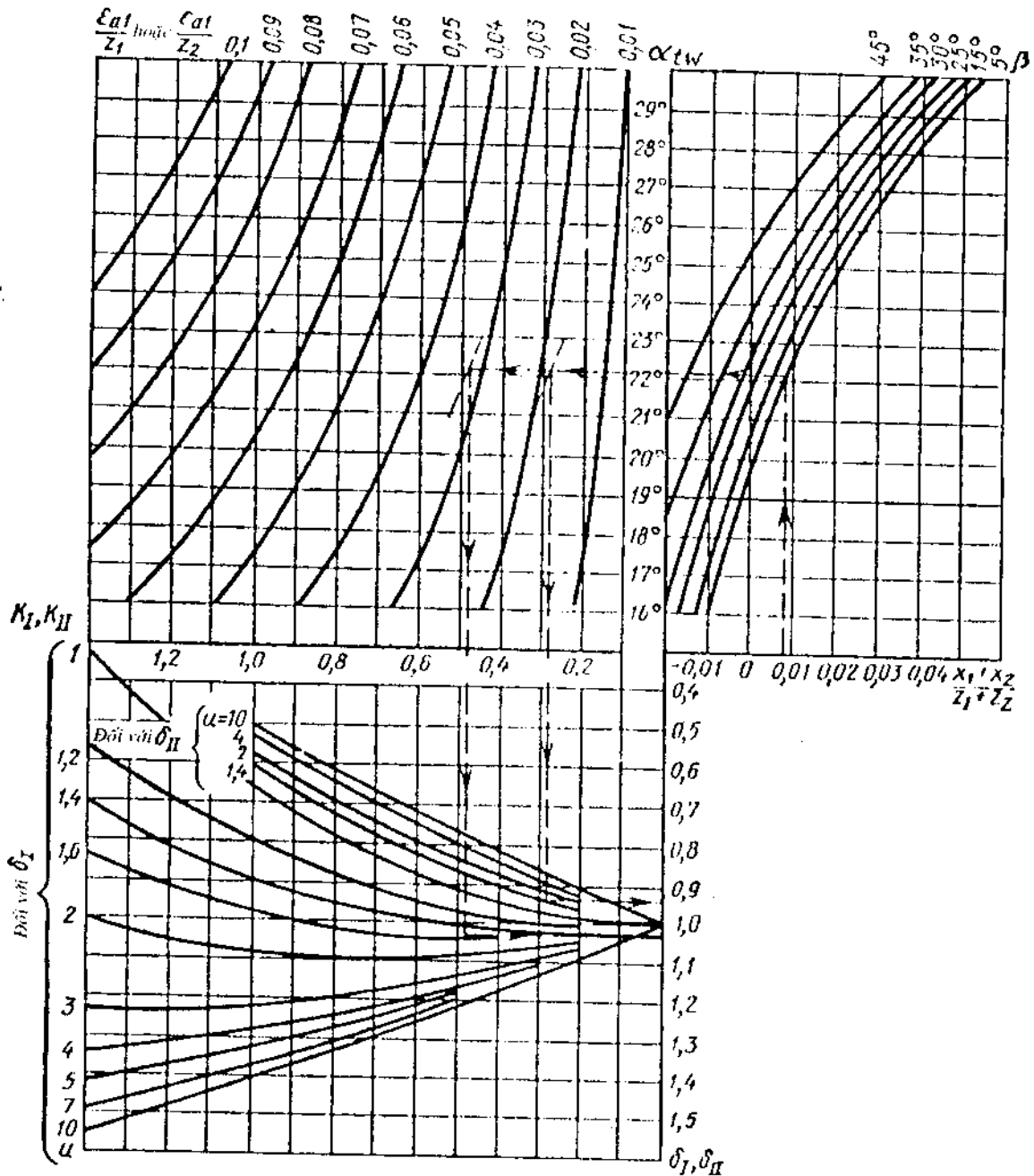
Hình 4.53. Đồ thị xác định $\varepsilon_{a1}\delta_1$ và $\varepsilon_{a2}\delta_{11}$ đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V khi $27^\circ < \beta < 35^\circ$

Bảng 4.89. Công thức tính toán các thông số để xác định σ_{HPl} đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn	
1. Hệ số tính đến các thông số hình học của ăn khớp răng phụ thuộc vào khả năng chịu tải của truyền động trong vùng I (đầu răng bánh răng nhỏ ăn khớp với chân răng, bánh răng lớn) và vùng II (đầu răng bánh răng lớn ăn khớp với chân răng bánh răng nhỏ)	δ_1	Được xác định theo biểu đồ trên hình 4.54. hoặc theo công thức $\delta_1 = 1 + 0,5K_1 - 0,5 \frac{K_1}{u} \cdot \frac{K_1^2}{3u}$ $\delta_{11} = 1 + 0,5K_{11} + 0,5 \frac{K_{11}}{u} \cdot \frac{K_{11}^2}{3u}$ trong đó $K_1 = \frac{2v_{a1}\pi}{z_1 \lg \alpha_{tw}}$ $K_{11} = K_1 \frac{2v_{a2}}{v_{a1}}$ $\alpha_{tw} - \text{góc ăn khớp}$	
		Đối với vùng I σ_{HP1}	Lấy giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị $\mu_{k1}\sigma_{HP1}$ và σ_{HP2}
2. ứng suất tiếp cho phép, kg/mm ² (MPa)	Đối với vùng II σ_{HP11}	Lấy giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị σ_{HP1} và $\mu_{k2}\sigma_{HP2}$	ở đây σ_{HP1} và σ_{HP2} – ứng suất tiếp cho phép đối với bánh răng nhỏ và bánh răng lớn được xác định theo công thức (6)
		Chú thích: Khi $\sigma_{HP1} \neq \sigma_{HP11}$ thì tỷ số giữa giá trị lớn hơn trong hai giá trị σ_{HP1} , σ_{HP11} và giá trị nhỏ hơn không được vượt quá giá trị cho phép φ_p Đối với độ cứng $H_1 \leq 350 \text{ HB}$ hoặc $H_2 \leq 350 \text{ HB}$ Khi $v < 15\text{m/s}$, $\varphi_p = \sqrt{2,7 - 0,1v}$ Khi $v \geq 15\text{m/s}$, $\varphi_p = 1,12$ Đối với độ cứng $H_1 > 350 \text{ HB}$ và $H_2 > 350\text{HB}$ khi $v < 9\text{m/s}$, $\varphi_p = \sqrt{1,9 - 0,1v}$ khi $v \geq 9\text{m/s}$, $\varphi_p = 1$ Trong trường hợp ngược lại, giá trị lớn hơn trong hai giá trị σ_{HP1} và σ_{HP11} được lấy bằng giá trị nhỏ hơn nhân với φ_p	

Tiếp bảng 4.87

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
2.1. Hệ số làm tăng ứng suất tiếp cho phép đối với các bề mặt đầu răng bánh răng nhỏ và bánh răng lớn so với giá trị σ_{HP} đối với tâm ăn khớp	μ_k	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.56 hoặc theo công thức $\mu_k = 1,6 \sqrt{\frac{200}{H_{HB}}}$ Khi $H_{HB} < 200HB$, lấy $\mu_k = 1,6$



Hình 4.54. Đồ thị để xác định các hệ số δ_I và δ_{II}

Ví dụ về sử dụng đồ thị trên hình 4.54

Cho $z_1 = 30$; $z_2 = 45$; $x_1 = 0,5$; $x_2 = 0$; $\beta = 10^\circ$; $d_{n1} = 334,20$; $d_{n2} = 476,52$; $d_{w1} = 308,46$; $d_{w2} = 462,69$.

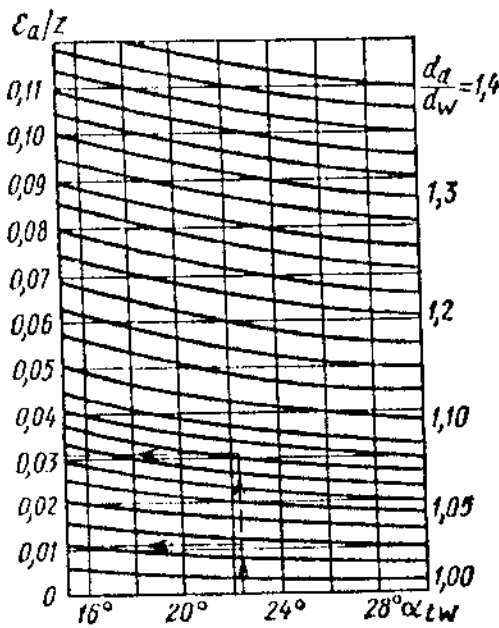
Theo đồ thị xác định được $\alpha_{tw} = 22^\circ 1$ khi $\frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} = 0,0067$.

Theo đồ thị trên hình 4.55 xác định được $\frac{\varepsilon_{n1}}{z_1} = 0,032$ và $\frac{\varepsilon_{n2}}{z_2} = 0,013$.

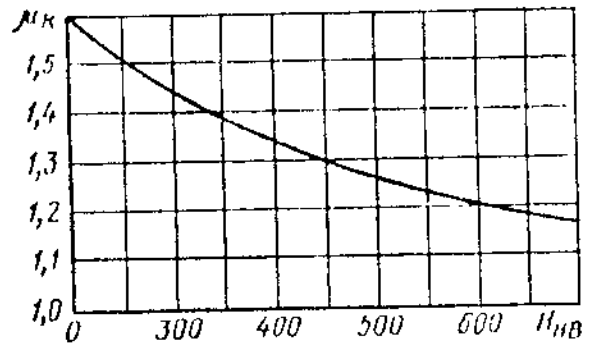
Tính toán $\frac{\varepsilon_{n2}}{z_1} = \frac{\varepsilon_{n2}}{z_2} u = 0,013 \cdot 1,5 = 0,019$

Cũng theo đồ thị xác định được, khi $u=1,5$ và $\frac{\varepsilon_{n1}}{z_1} = 0,032$; $\delta_1 = 1,03$

khi $u=1,5$ và $\frac{\varepsilon_{n2}}{z_1} = 0,019$; $\delta_{11} = 0,93$.



Hình 4.56. Đồ thị xác định hệ số μ_k



Hình 4.55. Đồ thị xác định ε_{n1}/z_1 và ε_{n2}/z_2

Ví dụ về sử dụng đồ thị trên hình 4.55

Cho $d_{n1} = 334,20$; $d_{n2} = 476,52$; $d_{w1} = 308,46$; $d_{w2} = 462,69$; $\alpha_{tw} = 22^\circ 1$. Theo đồ thị xác định được khi $d_{n1}/d_{w1} = 1,082$, $\varepsilon_{n1}/z_1 = 0,032$ và khi $d_{n2}/d_{w2} = 1,028$, $\varepsilon_{n2}/z_2 = 0,013$.

4.1.2. Tính toán thiết kế bánh răng trụ theo độ bền tiếp xúc

Tính toán thiết kế chỉ dùng để xác định sơ bộ các kích thước của bánh răng và bộ truyền và không thể thay thế cho tính toán độ bền tiếp xúc đã nêu trong mục 1.1.

Các số liệu ban đầu dùng cho tính toán thiết kế là:

biểu đồ chu trình chất tải, $T_1 = f(n_{ck1})$ có dạng tương tự như hình 4.37;

thông số $\psi_{ba} = b_w/d_{w1}$ hoặc $\psi_{ba} = b_w/a_w$;

tỷ số truyền u ;

dạng truyền động - răng thẳng hoặc răng nghiêng;

Phương pháp nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện và độ cứng của các bề mặt làm việc của răng.

Giá trị sơ bộ của đường kính vòng lăn (d_{w1}), mm, được xác định theo công thức:

$$d_{w1} = K_d \sqrt[3]{\frac{T_{1H} K_{H\beta}}{\psi_{bd} \sigma_{HP}^2} \frac{u+1}{u}}$$

trong đó K_d - hệ số phụ.

Đối với truyền động bánh răng thẳng $K_d = 360$ (770), đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V thì $K_d = 315$ (675)

Giá trị sơ bộ của khoảng cách trục (a_w), mm, được xác định theo công thức:

$$a_w = K_a(u+1) \sqrt[3]{\frac{T_{2H} K_{H\beta}}{u^2 \psi_{ba} \sigma_{HP}^2}}$$

trong đó K_a - hệ số phụ.

Đối với truyền động bánh răng thẳng $K_a=230$ (495), đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V thì $K_a=200$ (430).

Chú thích. Các trị số ghi trong ngoặc đơn được sử dụng cho trường hợp khi σ_{HP} được tính theo đơn vị MPa. T_{1H} và T_{2H} - được tính theo Nm.

Tải trọng tính toán ban đầu T_{1H} , kGm (Nm) là tải trọng tác dụng lớn nhất có số chu kỳ tác dụng vượt quá $0,03N_{HE}$, ở đây N_{HE} - số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương được xác định theo bảng 4.87 có tính đến tất cả các tải trọng trong tác dụng.

Hệ số $K_{H\beta}$ tính đến sự phân bố tải trọng không đều theo chiều rộng của vành răng, được chọn phụ thuộc vào thông số ψ_{bd} theo đồ thị trên hình 4.41.

Các hệ số ψ_{bd} và ψ_{ba} có quan hệ với nhau theo biểu thức:

$$\psi_{bd} = \frac{\psi_{ba}(u+1)}{2}$$

Ứng suất tiếp xúc cho phép σ_{HP} dùng trong tính toán d_{w1} và a_w đối với truyền động bánh răng thẳng là ứng suất tiếp nhỏ hơn trong số ứng suất tiếp cho phép của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn. Khi đó σ_{HP} được tính theo công thức (6), trong đó:

$$Z_R Z_V K_L K_{\alpha H} = 0,9$$

Đối với truyền động bánh răng nghiêng và chữ V, ứng suất tiếp cho phép được xác định theo công thức:

$$\sigma_{HP} = 0,45 (\sigma_{HP1} + \sigma_{HP2})$$

Khi đó cần thoả mãn điều kiện $\sigma_{HP} < 1,23 \sigma_{HPmin}$

trong đó σ_{HPmin} - giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị σ_{HP1} và σ_{HP2}

Trong trường hợp ngược lại, lấy $\sigma_{HP} = 1,23 \sigma_{HPmin}$

4.1.3. Tính toán độ bền tiếp xúc khi có tác dụng của tải trọng lớn nhất

Khi so sánh giữa ứng suất tiếp tính toán σ_{Hmax} , kG/mm² (MPa) và ứng suất tiếp cho phép σ_{HPmax} , kG/mm² (MPa) cần thoả mãn điều kiện:

$$\sigma_{Hmax} \leq \sigma_{HPmax}$$

Việc tính toán được thực hiện cho bánh răng nhỏ và bánh răng lớn.

Ứng suất tiếp tính toán do tải trọng lớn nhất T_{lmax} tạo ra được xác định theo công thức:

$$\sigma_{Hlmax} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_{lmax}}{T_{lH}}}$$

Ứng suất tiếp giới hạn cho phép σ_{HPmax} phụ thuộc vào phương pháp nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện bánh răng.

Đối với các răng bánh răng được thường hoá, tôi cải thiện hoặc tôi thể tích và ram thấp (trong đó kể cả sau khi tôi bằng dòng điện có tần số cao)

$$\sigma_{HPmax} = 2,8\sigma_{ch}$$

trong đó σ_{ch} – giới hạn chảy của vật liệu khi kéo, kG/mm² (MPa).

Đối với các răng bánh răng được thấm cacbon và sau đó được tôi cao tần

$$\sigma_{HPmax} = 4H_{HRC}, \text{ kG/mm}^2$$

$$\text{hoặc } \sigma_{HPmax} = 40H_{HRC}, \text{ MPa}$$

Đối với các răng bánh răng được thấm nitơ

$$\sigma_{HPmax} = 0,3H_{HV}, \text{ kG/mm}^2$$

$$\text{hoặc } \sigma_{HPmax} = 3H_{HV}, \text{ MPa}$$

4.1.4. Tính toán độ bền uốn

Để tránh sự gãy răng do mỏi, ứng suất tính toán trên bề mặt chuyển tiếp của răng σ_F , kG/mm² (MPa) phải thoả mãn điều kiện:

$$\sigma_F = Y_F Y_c Y_\beta \frac{W_{Ft}}{m} \leq \sigma_{FP} \quad (8)$$

trong đó W_{Ft} – lực vòng riêng tính toán, kG/mm(N/mm)

$$W_{Ft} = F_{Ft} \frac{K_{Fa} K_{F\beta} K_{Fv}}{b_w} = \frac{2000 F_{tF}}{b_w d_1} K_{Ft} K_{F\beta} K_{Fv} \quad (9)$$

Khi chiều rộng vành răng của các bánh răng trong bộ truyền bằng nhau ($b_1 = b_2$) thì có thể xác định ứng suất tính toán của một trong hai bánh răng của bộ truyền khi dùng biểu thức:

$$\frac{\sigma_{F1}}{\sigma_{F2}} = \frac{Y_{F1}}{Y_{F2}}$$

Đối với truyền động bánh răng thẳng

$$\sigma_F = \frac{2000 T_{tF} K_{Fa} K_{F\beta} K_{Fv} Y_F}{b_w d_1 m} \quad (10)$$

Đối với truyền động bánh răng nghiêng

$$\sigma_F = \frac{2000T_{1F}K_{Fa}K_{F\beta}K_{Fv}}{b_w d_1 m} Y_F Y_\beta \quad (11)$$

Các thông số đưa vào tính toán trong các công thức từ (8) đến (11) được giới thiệu trong bảng 4.90.

Tải trọng đưa vào tính toán T_{1F} , kGm (Nm) là tải trọng lớn nhất tác dụng trong thời gian dài với số chu kỳ thay đổi ứng suất lớn hơn $5 \cdot 10^4$, còn khi biểu đồ chu trình chất tải không phân bậc (đều) – là tải trọng tương ứng với chu kỳ thay đổi ứng suất $5 \cdot 10^4$.

Nếu tải trọng đưa vào tính toán bánh răng được xác định theo các điều kiện khác, ví dụ như bánh răng được tính toán là khâu cuối cùng của cơ cấu thì tải trọng tính toán có thể tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất nhỏ hơn $5 \cdot 10^4$.

Bảng 4.90. Công thức tính toán các thông số để xác định độ bền uốn

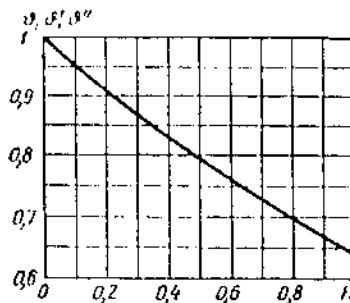
Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
1. Lực vòng ban đầu, kG (N)	F_{F1}	$F_{F1} = \frac{2000T_{1F}}{d_1} = \frac{2000T_{2F}}{d_2}$
2. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng giữa các răng	$K_{F\alpha}$	Trong tính toán bánh răng thẳng, trước tiên cần giả thiết rằng quá trình ăn khớp diễn ra trên một đôi răng và chọn $K_{Fa} = 1$. Nếu khi đó $\sigma_F > \sigma_{FP}$ thì đối với truyền động có cấp chính xác theo mức làm việc êm không thỏ hơn cấp 8 cần kiểm tra điều kiện phân bố tải trọng giữa hai đôi răng ăn khớp theo điều kiện $\lambda = 0,418 + 0,55 \frac{\sqrt{f_{pb1}^2 + f_{pb2}^2}}{F_{F1}/b_w} < 1$ Nếu $\lambda \geq 1$ thì độ bền uốn do gây vì mỏi không được bảo đảm. Nếu $\lambda < 1$ cần tính chính xác hệ số K_{Fa}. Khi đó cần xác định thông số phụ ϑ. Khi không dịch chỉnh cân bằng, giá trị ϑ được xác định theo đồ thị trên hình 4.57 tương ứng với $H = \frac{d_a - d_u}{2m}$ Khi có dịch chỉnh cân bằng, giá trị ϑ được xác định theo công thức: $\vartheta = \frac{\vartheta'}{\vartheta''}$ trong đó ϑ' và ϑ'' được xác định cũng theo đồ thị trên hình 4.57 tương ứng với $H = \frac{d_a + 2\Delta_y m - d_u}{2m} \text{ và } H = \Delta_y$ trong đó Δ_y - hệ số dịch chỉnh cân bằng (xem bảng 4.1) Nếu $\vartheta < \lambda$ thì chọn $K_{Fa} = \lambda$ Nếu $\vartheta \geq \lambda$ thì chọn $K_{Fa} = 1$ <i>Chú thích:</i> Trị số $\frac{d_a - d_u}{2m}$ đối với bánh răng nhỏ và bánh răng lớn có thể được xác định theo biểu đồ trên hình 4.58. Khi $x_1 + x_2 \neq 0$, các biểu đồ được xác lập có tính đến sự dịch chỉnh cân bằng với điều kiện đảm bảo khe hở cạnh răng tiêu chuẩn $C = 0,25m$. Đối với bánh răng nghiêng có hệ số trùng khớp dọc $\varepsilon_\beta \leq 1$ thì giá trị K_{Fa} được lấy như đối với truyền động bánh răng thẳng. Khi $\varepsilon > 1$ hệ số K_{Fa} được xác định theo công thức:

Tiếp bảng 4.90

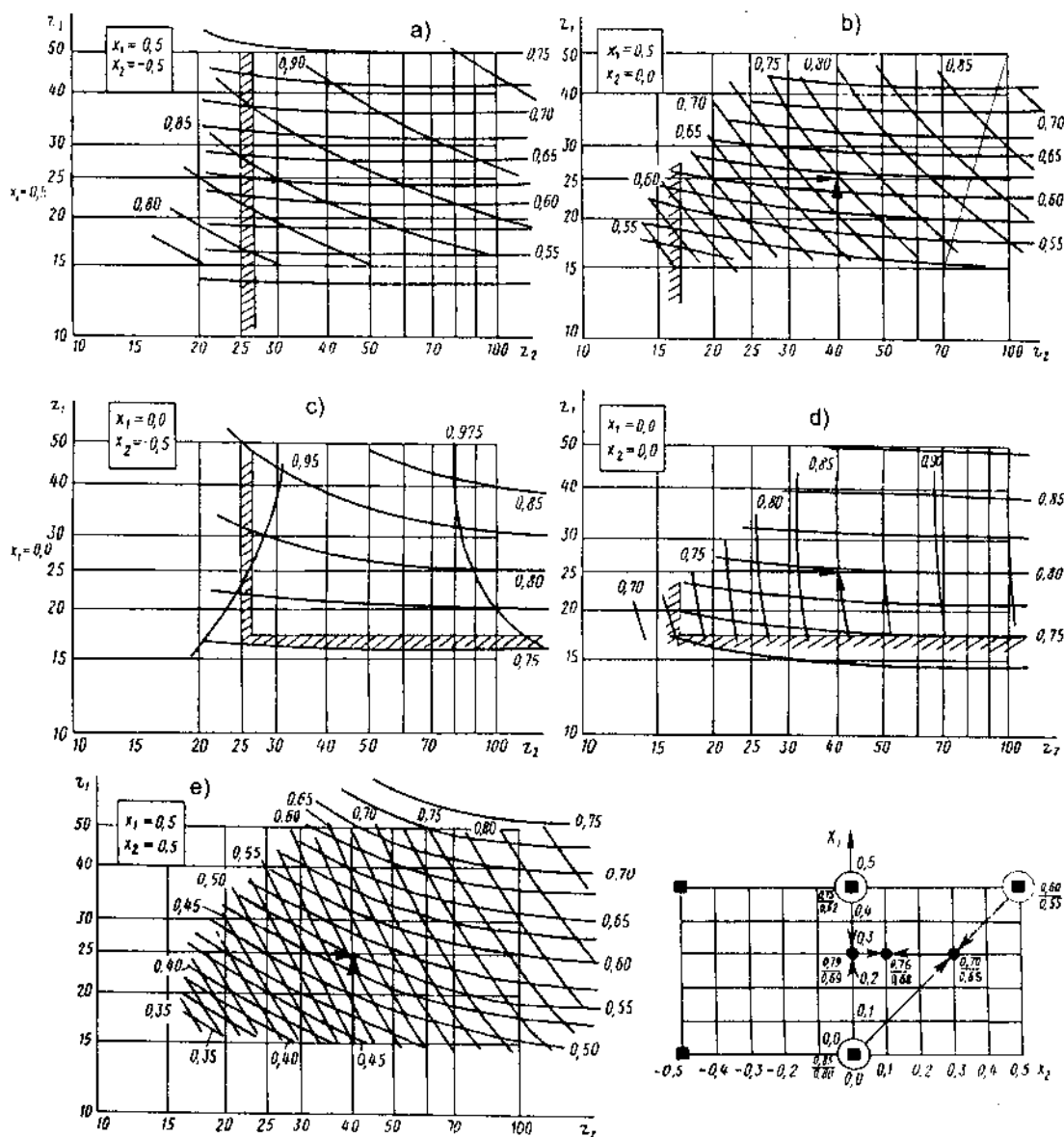
Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
	K_{Fu}	$K_{Fu} = \frac{4 + (v_u - 1)(n - 5)}{4v_u}$ trong đó n - cấp chính xác của truyền động theo mức tiếp xúc. Nếu cấp chính xác thô hơn cấp 9 thì lấy $n = 9$. Nếu cấp chính xác cao hơn cấp 5 thì lấy $n = 5$. <i>Chú thích.</i> Nếu tỷ số giữa giá trị lớn hơn trong hai giá trị σ_{HPI}, σ_{HPII} và giá trị nhỏ hơn vượt quá 1,15 thì K_{Fu} tăng lên 20% ở đây σ_{HPI}, σ_{HPII} theo bảng 4.89, mục 2.
3. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng vành răng	$K_{F\beta}$	$K_{F\beta} = 1 + (K_{H\beta}^0 - 1) K_{Fv}$ Có thể xác định giá trị sơ bộ của $K_{F\beta}$ theo đồ thị trên hình 4.59.
3.1. Hệ số tính đến sự phân bố ứng suất không đều ở đáy răng trong giai đoạn làm việc ban đầu của truyền động	$K_{H\beta}^0$	Xác định theo đồ thị trên hình 4.60 phụ thuộc vào b_w và $K_{H\beta}^0$, ở đây hệ số $K_{H\beta}^0$ được xác định theo bảng 4.83, mục 6.1.
3.2. Hệ số tính đến sự chạy rã của các răng	K_{Fw}	Khi $H_1 > 350HB$ và $H_2 > 350HB$ thì $K_{Fw} = 1$ Khi $H_1 < 350HB$ hoặc $H_2 < 350HB$ thì K_{Fw} được xác định theo đồ thị trên hình 4.61. <i>Chú thích</i> 1. Khi độ cứng bề mặt làm việc của răng bánh răng nhỏ và bánh răng lớn khác nhau cần lấy giá trị độ cứng nhỏ hơn. 2. Khi $H < 200HB$, lấy $H = 200HB$
4. Hệ số tính đến tải trọng động xuất hiện trong ăn khớp	K_{Fv}	$K_{Fv} = 1 + v_F = 1 + \frac{w_{Fv} b_w d_1}{2000 T_F K_{Fa} K_{F\beta}}$ Trong đó v_F - hệ số bổ sung động lực học
4.1. lực vòng riêng động lực học, kG/mm(N/mm)	w_{Fv}	$w_{Fv} = \delta_F g_0 v \sqrt{\frac{a_w}{u}}$ <i>Chú thích</i> 1. Nếu bánh răng nhỏ được nối cứng vững với chi tiết có khối lượng lớn (ví dụ như bánh răng được kẹp chặt trên trục liền bánh răng nhỏ và ở gần bánh răng nhỏ này) với momen quán tính lớn hơn γ lần so với momen quán tính của bánh răng nhỏ thì w_{Fv} sẽ tăng lên $\sqrt{\frac{(1+u)^2 \gamma}{u^2 + \gamma}}$ lần. 2. Nếu w_{Fv} được tính theo công thức trên vượt quá giá trị giới hạn cho trong bảng 4.84 thì nên lấy bằng giá trị giới hạn này
4.1.1. Hệ số tính đến ảnh hưởng của dạng truyền động bánh răng và biến thể profile răng	δ_F	Đối với bánh răng nghiêng và chữ V $\delta_F = 0,006$; Đối với bánh răng thẳng có biến thể đầu răng $\delta_F = 0,011$; Đối với bánh răng thẳng không có biến thể đầu răng $\delta_F = 0,016$
4.1.2. Hệ số tính đến ảnh hưởng của sai số bước ăn khớp của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn	g_0	Xác định theo bảng 4.86
5. Hệ số tính đến hình dạng của răng	Y_F	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.62 phụ thuộc vào số răng tương đương $z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta}$

Tiếp bảng 4.90

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
6. Hệ số tính đến sự trùng khớp của các răng	Y_c	Đối với truyền động bánh răng thẳng, trước tiên cần chọn $Y_c = 1$. Nếu khi $Y_c = 1$ và $K_{F\alpha} = 1$ mà $\sigma_F > \sigma_{FP}$ thì cần kiểm tra điều kiện phân bố tải trọng giữa hai đôi răng ăn khớp như đã nêu ở mục 2 của bảng này. - Nếu $\lambda > 1$ thì độ bền uốn do gãy vì mỏi không được bảo đảm. - Nếu $\lambda < 1$, cần tính toán chính xác hệ số $K_{F\alpha}$. Khi đó cần xác định thông số phụ 9 Khi không dịch chỉnh cân bằng, giá trị 9 được xác định theo đồ thị trên hình 4.57 tương ứng với: $H = \frac{d_a - d_u}{2m}$ Nếu $9 < \lambda$, $Y_c = 1$ và $K_{F\alpha} = \lambda$ Nếu $9 \geq \lambda$, $Y_c = 9$ và $K_{F\alpha} = 1$ Khi có dịch chỉnh cân bằng giá trị α được xác định theo công thức $9 = \frac{9'}{9''}$ trong đó $9'$ và $9''$ được xác định cũng theo đồ thị trên hình 4.57 tương ứng với $H = \frac{d_a + 2\Delta_y m - d_u}{2m} \text{ và } H = \Delta_y$ trong đó Δ_y - hệ số dịch chỉnh cân bằng Nếu $9 < \lambda$, $Y_c = 9'$ và $K_{F\alpha} = \lambda$ Nếu $9 \geq \lambda$, $Y_c = 9$ và $K_{F\alpha} = 1$ Đối với bánh răng nghiêng và chữ V, $Y_c = 1$
7. Hệ số tính đến góc nghiêng của răng	Y_β	Đối với bánh răng thẳng $Y_\beta = 1$ Đối với bánh răng nghiêng và chữ V, Y_β được xác định theo sơ đồ thị trên hình 4.63 hoặc theo công thức $Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140}$ (β - độ) Khi $\beta \geq 42^\circ$, $Y_\beta = 0,7$



Hình 4.57. Đồ thị để xác định các hệ số 9, 9', 9''



g) Sơ đồ nội suy

Hình 4.58. Biểu đồ để xác định các giá trị:

$$\frac{d_{a1} - d_{u1}}{2m} \text{ và } \frac{d_{a2} - d_{u2}}{2m}$$

Chú thích. Giá trị $\frac{d_{a1} - d_{u1}}{2m}$ được xác định theo các đường cong có độ nghiêng lớn so với trục hoành, còn giá trị $\frac{d_{a2} - d_{u2}}{2m}$ - theo các đường cong có độ nghiêng nhỏ hơn.

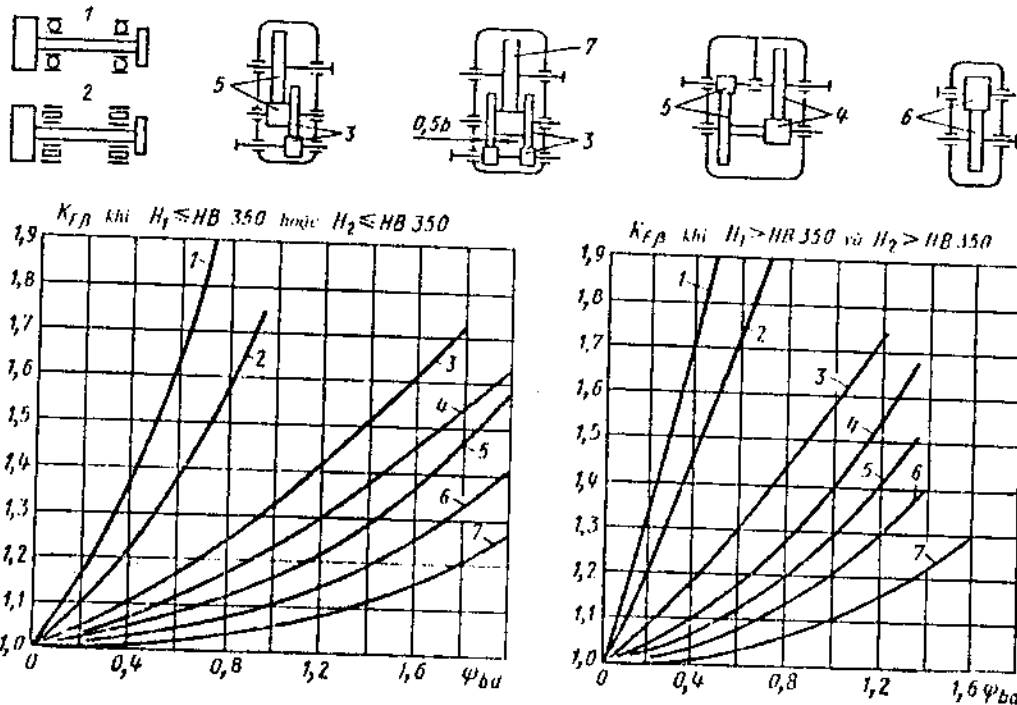
Ví dụ về sử dụng biểu đồ trên hình 4.58

Cho $z_1 = 25$; $z_2 = 40$; $x_1 = 0,3$; $x_2 = 0,1$.

Vì các giá trị của x_1 và x_2 không có trên các biểu đồ của hình 4.58 nên các giá trị

$\frac{d_{a1} - d_{u1}}{2m}$ và $\frac{d_{a2} - d_{u2}}{2m}$ được xác định gần đúng bằng nội suy:

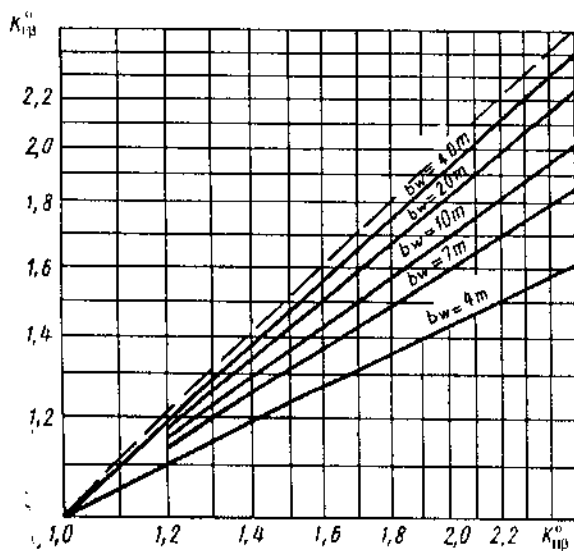
Trên hết theo hình 4.58(b) ($x_1 = 0,5$, $x_2 = 0$) ứng với $z_1 = 25$ và $z_2 = 40$ xác định được điểm ứng với $\frac{d_{a1} - d_{u1}}{2m}$ là 0,75 và ứng với $\frac{d_{a2} - d_{u2}}{2m}$ là 0,62, được ký hiệu $\odot 75/62$ trên sơ đồ nội suy của hình 4.58g). Sau đó theo hình 4.58d) ($x_1 = 0$, $x_2 = 0$), ứng với các giá trị của z_1 và z_2 như trên sẽ xác định được điểm có ký hiệu $\odot 0,85/0,80$ trên sơ đồ nội suy. Tiếp tục như trên đối với hình 4.58e) sẽ xác định được điểm có ký hiệu $\odot 0,60/0,55$. Bằng phương pháp nội suy có thể xác định được các điểm ứng với $x_1 = 0,3$; $x_2 = 0$ và điểm $x_1 = 0,3$; $x_2 = 0,3$ và từ đó xác định được điểm ứng với $x_1 = 0,3$; $x_2 = 0,1$. Kết quả là $\frac{d_{a1} - d_{u1}}{2m} = 0,76$ và $\frac{d_{a2} - d_{u2}}{2m} = 0,68$.



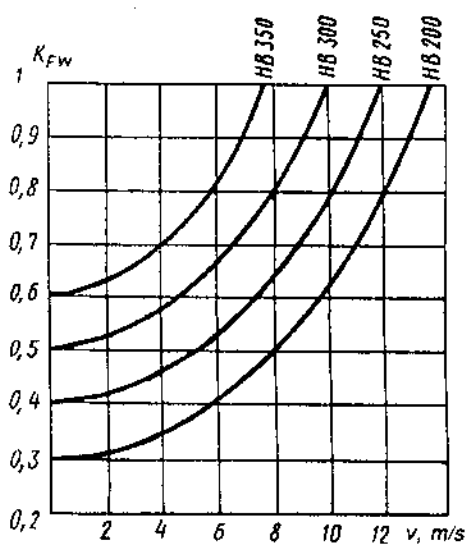
Hình 5.59. Đồ thị để xác định giá trị sơ bộ của hệ số K_{Fp}
Các chữ số ở các đường cong tương ứng với truyền động được chỉ ra trên sơ đồ

$$\text{Ứng suất uốn cho phép } \sigma_{Fp} = \frac{\sigma_{F\lim}}{S_F} Y_s Y_R K_{x_F} \quad (12)$$

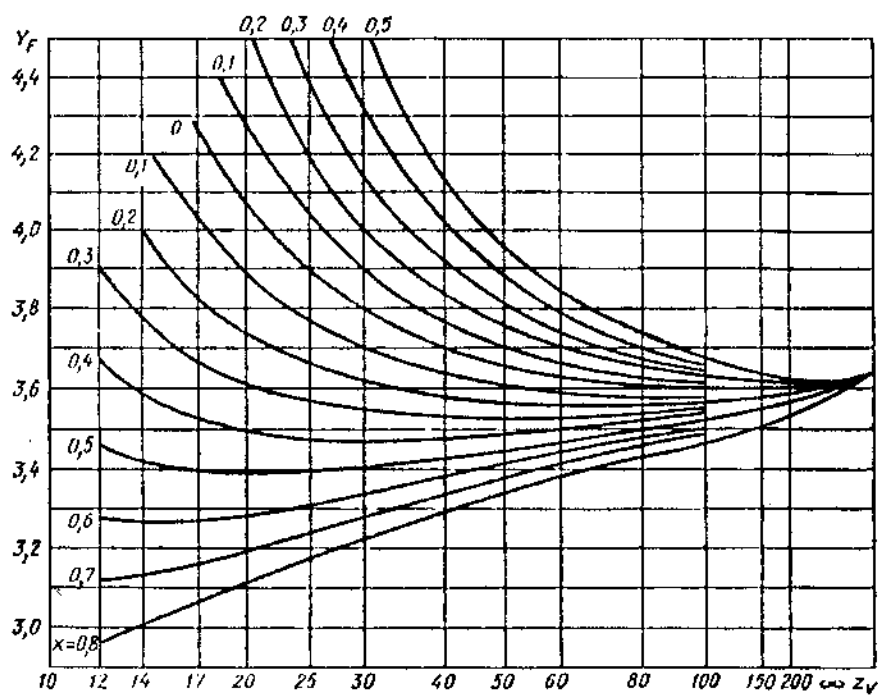
Các thông số đưa vào tính toán trong công thức (12) được giới thiệu trong bảng 4.91.



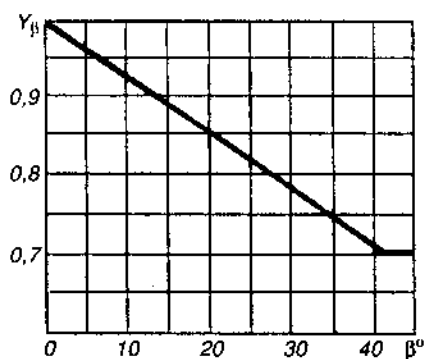
Hình 4.60. Đồ thị để xác định hệ số K_{rip}^0



Hình 4.61. Đồ thị để xác định hệ số K_{Fw}



Hình 4.62. Đồ thị để xác định hệ số Y_F



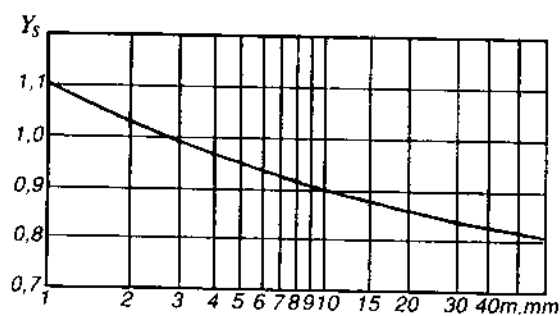
Hình 4.63. Đồ thị để xác định hệ số Y_β

Bảng 4.91. Công thức tính toán các thông số để xác định ứng suất uốn cho phép σ_{FP}

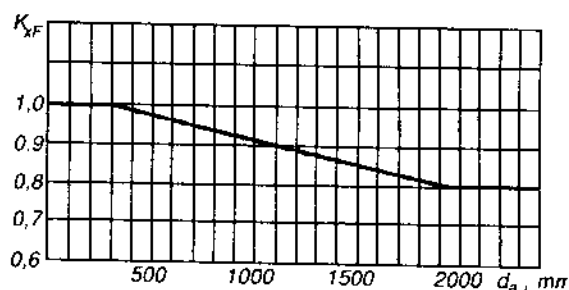
Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
1. Độ bền uốn giới hạn của răng với số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương, kG/mm ² (MPa)	σ_{Flim}	$\sigma_{Flim} = \sigma_{Flim b}^0 K_F K_{Fd} K_{Fc} K_{FL}$
1.1. Độ bền uốn giới hạn của răng ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, kG/mm ² (MPa)	$\sigma_{Flim b}^0$	Được xác định phụ thuộc vào phương pháp nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện theo các bảng từ 4.92 đến 4.95. <i>Chú thích:</i> Giá trị $\sigma_{Flim b}^0$ có thể được lấy khác với các giá trị cho trong các bảng nếu giá trị này được rút ra từ thử nghiệm trên băng thử hoặc thử thực tế đối với bánh răng được thiết kế hoặc mẫu bánh răng.
1.2. Hệ số tính đến ảnh hưởng của việc mài bề mặt chuyển tiếp của răng	K_{Fg}	Được xác định theo các bảng 4.92 đến 4.95. Đối với bánh răng có bề mặt chuyển tiếp của răng không qua mài $K_{Fg} = 1$
1.3. Hệ số tính đến ảnh hưởng của việc làm tăng bền bằng biến dạng hoặc xử lý điện hoá bề mặt chuyển tiếp của răng	K_{Fd}	Được xác định theo các bảng 4.92 đến 4.95 Đối với bánh răng có bề mặt chuyển tiếp của răng không qua làm tăng bền bằng biến dạng hoặc xử lý điện hoá $K_{Fd} = 1$
1.4. Hệ số tính đến ảnh hưởng của tải trọng tác dụng theo hai chiều	K_{Fc}	Khi tải trọng tác dụng theo một chiều $K_{Fc} = 1$. Khi tải trọng tác dụng theo hai chiều $F_{Fc} = 1 - \gamma_{FC} \cdot \frac{T_{IF} \cdot n_{ck1}}{T_{II} \cdot n_{ck1}}$
1.4.1. Hệ số tính đến ảnh hưởng của biên độ ứng suất có dấu ngược nhau	γ_{Fc}	Đối với bánh răng được chế tạo bằng thép ủ, thường hoá và tôi cải thiện $\gamma_{Fc} = 0,35$ Đối với bánh răng có độ cứng mặt răng lớn hơn 45HRC, trừ thấm nitơ $\gamma_{Fc} = 0,25$ Đối với bánh răng được thấm nitơ $\gamma_{Fc} = 0,1$
1.4.2. Tải trọng tính toán ban đầu khi đảo chiều truyền động, kGm (Nm)	T'_{IF}	Được lấy theo biểu đồ chu trình chất tải là tải trọng lớn nhất tác dụng trong thời gian dài với số chu kỳ thay đổi ứng suất lớn hơn $5 \cdot 10^4$, còn khi biểu đồ chu trình chất tải không phân bậc (đều) - là tải trọng ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất $5 \cdot 10^4$. Trong trường hợp đặc biệt có thể sử dụng tải trọng ứng với số chu kỳ ứng suất nhỏ hơn $5 \cdot 10^4$
1.4.3. Số chu kỳ thay đổi ứng suất đối với tải trọng T_{IF} và T'_{IF}	n_{ck1} và n_{ck1}	Được lấy theo biểu đồ chu trình chất tải
1.5 Hệ số tuổi thọ	K_{FL}	$K_{FL} = m_F \sqrt{\frac{N_{FV}}{N_{FE}}}$ Đối với bánh răng có độ cứng mặt răng $H \leq 350HB$ cũng như các bánh răng được tôi cao tần có lớp thấm tôi ở bề mặt chuyển tiếp của răng và các bánh răng có bề mặt chuyển tiếp được mài, không phụ thuộc vào độ cứng và phương pháp nhiệt luyện $m_F = 6$ Đối với bánh răng có bề mặt chuyển tiếp của răng không qua mài khi độ cứng mặt răng $H > 350HB$ $m_F = 9$ Khi $N_{FE} > N_{F0}$, lấy $K_{FL} = 1$ <i>Chú thích:</i> Nếu $K_{FL} > m_F \sqrt{80}$ thì lấy $K_{FL} = m_F \sqrt{80}$ Khi $m_F = 6$, $K_{FL} = 2,08$ Khi $m_F = 9$, $K_{FL} = 1,63$
1.5.1. Số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở	N_{F0}	$N_{F0} = 4 \cdot 10^6$

Tiếp bảng 4.91

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
1.5.2. Số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương	N_{FE}	Được xác định phụ thuộc vào biểu đồ chu trình chất tải: khi tải trọng không đổi $N_{FE} = N_L$ khi biểu đồ chu trình chất tải có phân bậc $N_{FE} = \sum \left\{ \left[\frac{T_i + v_F T_{iF}}{T_{iF}(1 + v_F)} \right]^{m_F} n_{cki} \right\}$ trong đó T_{ii} - tải trọng ứng với bậc thứ i của biểu đồ chu trình chất tải (hình 4.37); n_{cki} - số chu kỳ thay đổi ứng suất trong thời gian tác dụng của tải trọng T_{ii} (hình 4.37); m_F - Chỉ số của đường cong mỏi được xác định theo mục 1.5 của bảng này. khi biểu đồ chu trình chất tải không phân bậc (đều) $N_{FE} = N_L \int_{T_{min}}^{T_{max}} \left[\frac{T_{iF} + v_F T_{iF}}{T_{iF}(1 + v_F)} \right]^{m_F} d\left(\frac{n_{ck}}{N_L}\right)$ khi biểu đồ chu trình chất tải là đường thẳng $N_{FE} = \frac{\left(1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}\right)^{m_F + 1}}{(m_F + 1) \left(1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}\right)} N_L$ <i>Chú thích</i> 1. Khi xác định N_{FE}, cho phép loại khỏi tính toán tải trọng tương ứng với giá trị σ_F nhỏ hơn $0,7 \sigma_{Flimb}$. 2. Nếu $v_F < 0,1$ thì khi tính toán N_{FE} có thể lấy $v_F = 0$
2. Hệ số an toàn	S_F	$S_F = S'_F S''_F$ trong đó S'_F - hệ số xét đến tính không ổn định của vật liệu bánh răng và tính quan trọng của truyền động, được xác định theo các bảng từ 4.92 đến 4.95. S''_F - hệ số xét đến phương pháp tạo phôi bánh răng Đối với phôi rèn và dập $S''_F = 1$ Đối với phôi cán $S''_F = 1,15$ Đối với phôi đúc $S''_F = 1,3$
3. Hệ số tính đến gradient của ứng suất và tính nhạy cảm của vật liệu đối với sự tập trung ứng suất	Y_S	Đối với các bánh răng được chế tạo bằng thép kết cấu, Y_S được xác định phụ thuộc vào môđun theo đồ thị trên hình 4.64.
4. Hệ số tính đến độ nhám bề mặt chuyển tiếp của răng	Y_R	Đối với mài và phay răng, khi độ nhám không thô hơn $R_z = 40 \mu m$, $Y_R = 1$ Đối với đánh bóng thì tùy theo phương pháp nhiệt luyện để tăng bền có thể chọn Y_R như sau: khi thấm cacbon, thấm nitơ - cacbon, thấm nitơ (đánh bóng trước khi hoá nhiệt luyện) $Y_R = 1,05$; khi thường hoá và tôi cải thiện $Y_R = 1,2$; khi tôi cao tần, lớp thấm tôi xuất hiện trên mặt răng giữa các răng $Y_R = 1,05$; khi tôi cao tần, lớp thấm tôi xuất hiện trên toàn bộ tiết diện răng cũng như trên phần moayơ dưới chân răng và răng $Y_R = 1,2$
5. Hệ số tính đến kích thước của bánh răng	K_{x_F}	Được xác định phụ thuộc vào đường kính vòng đỉnh răng theo đồ thị trên hình 4.65



Hình 4.64. Đồ thị để xác định hệ số Y_s .



Hình 4.65. Đồ thị để xác định hệ số K_{xf} .

Bảng 4.92. Xác định các thông số σ_{Flimb}^0 , K_{Fg} , K_{Fd} và S' đối với bánh răng thấm cacbon

Thép hợp kim	Nồng độ cacbon bề mặt, %	Độ cứng mặt răng HRC	σ_{Flimb}^0 (MPa)	$K_{Fg}^{(2)}$	K_{Fd}		S' khi xác suất phá hủy	
					Phun bi con lăn ⁽³⁾	Xử lý điện hóa ⁽⁴⁾	0,99	Trên 0,99
1. Thép có hàm lượng niken lớn hơn 1% và Crôm nhỏ hơn và bằng 1% (Ví dụ: thép 20CrNi, 20CrNi2Mo, 12CrNi2, 12CrNi3A, 20CrNi3A, 15CrMnNiTiA...)	0,75 ÷ 1,1	57÷63	95 (950)	$\frac{0,75}{0,6}$	$\frac{1,0 - 1,05}{1,1 - 1,3}$	$\frac{1,0}{1,2}$	1,55	1,95
2. Thép không Niken, hàm lượng niken nhỏ hơn 1% (Ví dụ: thép 18CrMnTi, 30CrMnTi, 20Cr, 20CrMnRa, thép 25CrMnNiMoA) Thép có hàm lượng Crôm lớn hơn 1% và niken lớn hơn 1% (Ví dụ: thép 12Cr2Ni4A, 20Cr2Ni4A, 18Cr2Ni4WA và thép 14CrMnSiNi2MoA)			82 (820)	$\frac{0,75}{0,65}$	$\frac{1,0 - 1,1}{1,1 - 1,3}$	$\frac{1,1}{1,2}$	1,55	1,95
3. Thép hợp kim có các mức khác nhau	0,6 - 1,4	56 - 63	80 (800)	$\frac{0,8}{0,65}$	$\frac{1,1 - 1,2}{1,15 - 1,3}$	$\frac{1,2}{1,25}$	1,65	2,05
4. Thép có hàm lượng niken lớn hơn 1% (ví dụ: thép 20Cr2Ni4A, 20CrNi3A, 18Cr2Ni4WA)	Có khả năng thoát cacbon	55 - 63	80 (800)	$\frac{0,8}{0,65}$	$\frac{1,1 - 1,2}{1,15 - 1,3}$	$\frac{1,2}{1,25}$	1,75	2,2
5. Các thép hợp kim khác (Ví dụ: thép 18CrMnTi, 30CrMnTi)			70 (700)	$\frac{0,8}{0,7}$			1,75	2,2

Chú thích đối với chỉ số trên dòng

¹⁾ Giá trị σ_{Flimb}^0 được qui định đối với các bánh răng có các điều kiện sau:

a) Chiều dày của lớp khuếch tán ở bề mặt chuyển tiếp của răng có môđun đến 20 mm nằm trong giới hạn $(0,28m - 0,007m^2) \pm 0,2$ mm.

b) Độ cứng lõi răng được đo ở chân răng nằm trong giới hạn 30 - 45HRC

Nếu một trong hai điều kiện trên không được đảm bảo thì các giá trị cho trong bảng được giảm đi 25%.

²⁾ Số liệu cho ở mẫu số được dùng khi có vết cháy do mài hoặc bậc mài trên bề mặt chuyển tiếp của răng.

³⁾ Số liệu cho ở mẫu số được dùng cho các bánh răng được tăng bền bề mặt bằng phun bi hoặc con lăn sau khi mài bề mặt chuyển tiếp hoặc mài tạo thành bậc trên bề mặt chuyển tiếp.

Giá trị cực đại của K_{Fd} được dùng khi chế độ làm bền bằng biến dạng là tối ưu.

⁴⁾ Giá trị K_{Fd} được qui định cho xử lý điện hóa không ăn mòn để loại bỏ lớp thoát cacbon và lớp oxy hoá bên trong. Số liệu cho ở mẫu số được dùng khi thực hiện xử lý điện hóa sau khi mài bề mặt chuyển tiếp của răng. Nếu tiến hành xử lý điện hóa cho các bánh răng có bậc mài trên răng thì $K_{Fd} = 1$.

Bảng 4.93. Xác định các thông số $\sigma_{F_{limb}}^0$, K_{Fg} , K_{Fd} và S'_F đối với bánh răng thấm nitơ - cacbon

Thép hợp kim	Nồng độ cacbon bề mặt, %	Nồng độ nitơ bề mặt, %	Độ cứng mặt răng HRC	$\sigma_{F_{limb}}^{0(1)}$ kG/mm ² (MPa)	$K_{Fg}^{(2)}$	$K_{Fg}^{(3)}$	S' _F khi xác suất phá huỷ	
							0,99	Trên 0,99
Thép Crôm - mangan có chứa mômipđen được thấm nitơ - cacbon và tôi (ví dụ: thép 25CrMnMo)	0,7 - 1,0	0,15-0,3	57 - 63	100 (1000)	0,7	$\frac{1,0}{1-1,35}$	1,55	1,95
Thép không chứa mômipđen, được thấm nitơ - cacbon và tôi (Ví dụ : thép 25CrMnTi, 30CrMnTi, 35Cr...)	0,7 - 1,0	0,15-0,5	57 - 63	75 (750)	0,75	$\frac{1,05-1,1}{1,1-1,35}$	1,55	1,95

Chú thích đối với chỉ số trên dòng

¹⁾ Giá trị $\sigma_{F_{limb}}^0$ được qui định đối với các bánh răng có các điều kiện sau:

a) Chiều dài của lớp khuếch tán ở bề mặt chuyển tiếp của răng 0,13 m đến 0,2m, nhưng không lớn hơn 1,2 mm (không dùng phương pháp thấm nitơ - cacbon cho các bánh răng có môđun lớn hơn 8 mm khi không có thử nghiệm riêng);

b) độ cứng lõi răng được đo ở chân răng phải ở trong giới hạn 30 - 45HRC

Nếu một trong hai điều kiện trên không được đảm bảo thì giá trị $\sigma_{F_{limb}}^0$ cho trong bảng được giảm đi 25%.

²⁾ Số liệu được qui định cho trường hợp khi không có vết cháy do mài hoặc bậc mài trên bề mặt chuyển tiếp của răng. Nếu không bảo đảm được điều kiện này thì giá trị K_{Fg} được giảm đi 25%.

³⁾ Số liệu cho ở mẫu số được dùng cho các bánh răng được tăng bền bằng phun bi hoặc con lăn sau khi mài bề mặt chuyển tiếp hoặc mài tạo thành bậc trên mặt chuyển tiếp của răng.

Giá trị cực đại của K_{Fd} được dùng khi chế độ làm bền bằng biến dạng là tối ưu.

Bảng 4.94. Xác định các thông số $\sigma_{F_{limb}}^0$, K_{Fg} , K_{Fd} và S'_F đối với bánh răng bằng thép ủ, thường hoá, tôi cải thiện, bánh răng được tôi khi nung nóng thể tích và bánh răng thấm nitơ

Thép	Phương pháp nhiệt luyện và hoá nhiệt luyện	Độ cứng		$\sigma_{F_{limb}}^{0(1)}$ kG/mm ² (MPa)	$K_{Fg}^{(2)}$	$K_{Fg}^{(3)}$	S' _F khi xác suất phá huỷ	
		mặt răng	lõi ở chân răng				0,99	Trên 0,99
1. Thép cacbon và thép hợp kim có hàm lượng C > 0,15% (Ví dụ: thép C40, C45, 40Cr, 40CrNi, 40CrVA, 40CrNi2MoA, 18Cr2Ni4WA...)	Thường hoá tôi cải thiện	180 - 350HB		0,18H _{HB} (1,8H _{He})	1,1	$\frac{1,1-1,3}{1,1-1,3}$	1,75	2,2
2. Thép hợp kim có hàm lượng C - 0,4 - 0,55% (Ví dụ: thép 40Cr, 40CrNi, 40CrVA, 40CrNi2Mo)	Tôi thể tích trong môi trường bảo vệ	45 - 55HRC		60 (600)	$\frac{0,9}{0,75}$	$\frac{1,05-1,15}{1,1-1,2}$	1,75	2,2
3. Thép hợp kim có hàm lượng Ni > 1% (Ví dụ: Thép 40CrNi, 50CrNi, 40CrNi2MoA)	Tôi thể tích trong môi trường không bảo vệ	45-55HRC		55 (550)	$\frac{1,0}{0,8}$	$\frac{1,1-1,3}{1,1-1,2}$	1,85	2,3
4. Các thép hợp kim khác (ví dụ: thép 40Cr, 40CrVA...)				50 (500)				
5. Thép có hàm lượng nhôm	Thấm	700 - 950 HV	24-40HRC	30 + 1,2 H _{He} ⁽⁵⁾ _{HRC}	-	1,0	1,75	2,2
6. Thép hợp kim khác		550 - 750HV	24-40HRC	300 + 1,2 H _{He} ⁽⁵⁾ _{HRC}				

Tiếp bảng 4.94

Chú thích đối với chỉ số trên dòng	
¹⁾ Giá trị σ_{Flimb}^0 được qui định cho các bánh răng thấm nitơ có các điều kiện sau:	
a) Chiều dày của lớp khuếch tán đối với bánh răng thép có chứa nhôm bằng 0,07m đến 0,1 m, đối với bánh răng thép hợp kim khác bằng 0,1 m đến 0,13 m.	
b) trong cấu trúc của lớp khuếch tán không có lưới nitrua khép kín hoặc pha ϵ .	
Nếu một trong hai điều kiện trên không được đảm bảo thì giá trị σ_{Flimb}^0 được giảm đi 20%.	
²⁾ Số liệu cho ở mẫu số được dùng khi có các vết cháy do mài, vết nứt tế vi, bậc mài có mép sắc trên bề mặt chuyển tiếp của răng.	
³⁾ Số liệu ở mẫu số được dùng cho các bánh răng được tăng bền bằng phun bi hoặc con lăn sau khi mài bề mặt chuyển tiếp hoặc mài tạo thành bậc trên bề mặt chuyển tiếp của răng.	
Giá trị cực đại của K_{Fa} được dùng khi chế độ làm bền bằng biến dạng là tối ưu.	

Bảng 4.95. Xác định các thông số σ_{Flimb}^0 , K_{Fg} , K_{Fd} và S'_F đối với bánh răng được tôi bằng dòng điện cao tần

Thép	Hình dạng lớp thấm tôi	Độ cứng		σ_{Flimb}^0 kg/mm ² (MPa)	K_{Fg}^{31}	K_{Fa}^{43}	S'_F khi xác suất phá huỷ		
		trên mặt chuyển tiếp	trong lõi				0,99	Trên 0,99	
1. Thép có độ thấm tôi thấp, có hàm lượng C=0,5 - 0,6% (Ví dụ: thép cacbon dụng cụ CD60...)	Lớp thấm tôi xuất hiện trên mặt răng	58+62HRC	28+35HRC	90 (900)	$\frac{0,75}{0,55}$	$\frac{1,0}{1,1 - 1,2}$	1,75	2,2	
2. Thép hợp kim đặc biệt có hàm lượng C = 0,6% (Ví dụ: thép 60CrW, 60Cr, 60CrNi)		54+60HRC	25+35HRC	75 (750)	$\frac{0,8}{0,7}$	$\frac{1,0}{1,1 - 1,2}$	1,75	2,2	
3. Thép hợp kim có hàm lượng C = 0,35 - 0,50% và Ni≥1% (Ví dụ: thép 40CrNi, 40CrNi2MoA)	Lớp thấm tôi xuất hiện trên mặt răng	48+58HRC	25+35HRC	70 (700)	$\frac{1,0}{0,8}$	$\frac{1,05 - 1,1}{1,1 - 1,2}$	1,75	2,2	
4. Các thép hợp kim có hàm lượng C=0,35 - 0,45% (ví dụ: thép 40Cr, 35CrMo)				60 (600)		$\frac{1,15 - 1,35}{1,1 - 1,2}$			
5. Thép hợp kim có hàm lượng C=0,35 - 0,45% và Ni≥1% (Ví dụ: thép 40CrNi, 40CrNi2MoA)	48+55HRC			60 ²⁾ (600)					
6. Thép hợp kim khác có hàm lượng C=0,35 - 0,45% (Ví dụ: thép 40Cr, 35CrMo)				50 ²⁾ (500)					
7. Thép cacbon và thép hợp kim	Lớp thấm tôi xuất hiện trên bề mặt chuyển tiếp của răng	Phần không tôi của răng 200+300HB		40 (400)		$\frac{1,2 - 1,4}{1,1 - 1,3}$			

Chú thích đối với chỉ số trên dòng

¹⁾ Giá trị σ_{Flimb}^0 được qui định cho các bánh răng có các điều kiện sau:

a) Chiều dày của lớp thấm tôi trên bề mặt chuyển tiếp của răng 0,2 đến 0,4 mm;

b) trong cấu trúc của lớp thấm tôi không có ferit.

Nếu một trong hai điều kiện trên không được đảm bảo thì giá trị σ_{Flimb}^0 cho trong bảng được giảm đi 30%.

²⁾ Giá trị σ_{Flimb}^0 được qui định cho các bánh răng có các điều kiện sau:

a) chiều dày của lớp thấm tôi trên mặt răng 0,5 đến 1,0 mm;

b) trong cấu trúc của lớp thấm tôi không có ferit.

Nếu một trong hai điều kiện trên không được đảm bảo thì giá trị σ_{Flimb}^0 cho trong bảng được giảm đi 25%.

³⁾ Số liệu cho ở mẫu số được dùng khi có vết cháy do mài hoặc bậc mài có mép sắc trên bề mặt chuyển tiếp của răng.

⁴⁾ Số liệu cho ở mẫu số được dùng cho các bánh răng được tăng bền bề mặt bằng phun bi hoặc con lăn sau khi mài bề mặt chuyển tiếp hoặc mài tạo thành bậc trên bề mặt chuyển tiếp của răng.

Giá trị cực đại của K_{Fa} được dùng khi chế độ làm bền bằng biến dạng là tối ưu.

4.1.5. Tính toán thiết kế bánh răng trụ theo độ bền uốn

Tính toán thiết kế bánh răng trụ theo độ bền uốn chỉ dùng để xác định sơ bộ các kích thước của bánh răng và không thể thay thế cho tính toán độ bền uốn đã nêu trong mục 1.4.

Các số liệu ban đầu dùng cho tính toán thiết kế là:

biểu đồ chu trình chất tải, $T_1 = f(n_{ck1})$ có dạng tương tự như hình 4.37;

thông số $\psi_{bd} = bw/dw_1$ hoặc khoảng cách trục a_w

số răng của bánh răng nhỏ z_1 ;

góc nghiêng của răng $\beta = 0$ hoặc $\beta \neq 0$;

hệ số trùng khớp dọc $\varepsilon_\beta > 1$ hoặc $\varepsilon_\beta \leq 1$;

Phương pháp nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện và độ cứng bề mặt làm việc của răng.

Thực hiện việc tính toán cho bánh răng nhỏ.

Giá trị sơ bộ của môđun m , tính bằng milimet, được xác định theo công thức:

$$m = K_m \sqrt{\frac{T_{1P} K_{H\beta}}{z_1^2 \psi_{bd} \sigma_{FP1}}} Y_{F1}$$

trong đó K_m – hệ số phụ.

Đối với truyền động bánh răng thẳng $K_m = 14$, truyền động bánh răng nghiêng ($\varepsilon_\beta > 1$) và chữ V $K_m = 11,2$; đối với truyền động bánh răng răng nghiêng ($\varepsilon_\beta \leq 1$) thì $K_m = 12,5$.

Giá trị sơ bộ của môđun m khi cho khoảng cách trục a_w được xác định công thức

$$m = K_{mn} \frac{T_{1P}(u+1)Y_{F1}}{a_w b_w \sigma_{FP1}}$$

trong đó K_{mn} – hệ số phụ.

Đối với truyền động bánh răng thẳng $K_{mn} = 1400$; đối với truyền động bánh răng nghiêng ($\varepsilon_\beta > 1$) và chữ V thì $K_{mn} = 850$.

Tải trọng tính toán ban đầu T_{1P} , kGm(Nm) là tải trọng tác dụng lớn nhất có số chu kỳ thay đổi ứng suất lớn hơn $5 \cdot 10^4$, còn khi biểu đồ chu trình chất tải không phân bậc (đường cong đều) - tải trọng tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất $5 \cdot 10^4$. Trong trường hợp đặc biệt, ví dụ như bánh răng được tính toán là khâu cuối cùng của cơ cấu, thì tải trọng tính toán có thể tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất nhỏ hơn $5 \cdot 10^4$.

Hệ số $K_{F\beta}$ tính đến sự phân bố tải trọng không đều theo chiều rộng vành răng được chọn phụ thuộc vào thông số $\psi_{bd} = bw/dw_1$, theo đồ thị trên hình 4.59.

Ứng suất uốn cho phép σ_{FP} , kG/mm² (Mpa) được xác định theo công thức

$$\sigma_{FP} = 0,4 \sigma_{FLmb} K_{FL}$$

trong đó σ_{FLmb} – độ bền uốn giới hạn cơ sở của răng được xác định phụ thuộc vào phương pháp nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện theo các bảng từ 4.92 đến 4.95.

Hệ số tuổi thọ K_{FL} được xác định theo bảng 4.91 mục 1.5.

Chú thích. Đối với truyền động bánh răng có đảo chiều, σ_{FP} được giảm đi 25%.

Hệ số tính đến hình dạng của răng Y_F được xác định theo đồ thị trên hình 4.62.

4.1.6. Tính toán độ bền uốn khi chịu tác dụng của tải trọng lớn nhất

Được dùng để tránh biến dạng dư hoặc gãy răng khi chịu tác dụng của tải trọng lớn nhất. Ứng suất tính toán lớn nhất σ_{FM} , kG/mm² (MPa) và ứng suất cho phép σ_{FPM} cần tuân theo điều kiện sau đối với bánh răng có độ bền thấp hơn trong bộ truyền

$$\sigma_{FM} = Y_F Y_E Y_\beta \frac{w_{FM}}{m} \leq \sigma_{FPM} \quad (13)$$

trong đó w_{FM} – lực vòng tính toán lớn nhất trong thời gian làm việc của bộ truyền, kG/mm (N/mm) được xác định theo công thức:

$$w_{FM} = F_{FM} \frac{K_{Fa} K_{F\beta} K_{Fv}}{b_w} = \frac{2000 T_{IFM}}{b_w d_{w1}} K_{Fa} K_{F\beta} K_{Fv}$$

Các thông số đưa vào tính toán trong các công thức trên được giới thiệu trong bảng 4.90.

Có thể xác định σ_{FM} theo biểu thức:

$$\sigma_{FM} = \sigma_F \frac{T_{IFM}}{T_{IF}}$$

Ứng suất cho phép σ_{FPM} , kG/mm² (MPa) được xác định riêng cho bánh răng nhỏ và bánh răng lớn theo công thức

$$\sigma_{FPM} = \frac{\sigma_{FlimM} K_{FMg} K_{FMd}}{S_{FM}} Y_S Y_{RM} Y_{xF} \quad (14)$$

trong đó:

- σ_{FlimM} – ứng suất giới hạn không gây ra biến dạng dư hoặc gãy răng, kG/mm² (MPa);
- K_{FMg} – hệ số tính đến ảnh hưởng của việc mài bề mặt chuyển tiếp của răng;
- K_{FMd} – hệ số tính đến ảnh hưởng của việc làm tăng bền bề mặt chuyển tiếp bằng biến dạng. Đối với bánh răng có độ cứng bề mặt làm việc của răng 45HRC, $K_{FMd} = 0,95$, còn đối với các trường hợp khác $K_{FMd} = 1$;
- S'_{FM} – hệ số an toàn;
- Y_S, K_{xF} – các hệ số được cho trong bảng 4.91.
- Y_{RM} – hệ số tính đến độ nhám bề mặt chuyển tiếp của răng, $Y_{RM} = 1$.
- Các thông số σ_{FlimM} , K_{FMg} , S'_{FM} được giới thiệu trong bảng 4.96.

Bảng 4.96. Xác định các thông số cho tính toán σ_{FPM}

Thép	Phương pháp và điều kiện nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện răng	Độ cứng		Chiều dày lớp thấm tôi	σ_{FlimM} , kG/mm ² (MPa)	K_{FMg}	S'_{FM} khi xác suất phá huỷ	
		bề mặt răng	trong lõi				0,99	trên 0,99
1. Thép hợp kim có hàm lượng Ni $\geq$ 1%	Thấm cacbon.	56+62HRC	30+45HRC	(0,28m ÷ 0,007m ²) ±0,02mm	265 (2650)	1,0 1,1	1,75	2,2
2. Các thép hợp kim khác	Tôi bằng nung nóng khi thấm				210 (2100)			
3. Thép hợp kim có hàm lượng Ni $\geq$ 1%	Thấm cacbon.				310 (3100)			
4. Các thép hợp kim khác	Tôi bằng nung nóng lặp lại				210 (2100)			
5. Thép hợp kim	Thấm Nitơ - cacbon			0,13 ÷ 0,2m nhưng ≤1,2mm	265 (2650)	1,1 1,0		

Tiếp bảng 4.96

Thép	Phương pháp và điều kiện nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện răng	Độ cứng		Chiều dày lớp thấm tôi	σ_{FlimM} , kG/mm ² (MPa)	K_{FM0}	S'_{FM} khi xác suất phá huỷ	
		bề mặt răng	trong lõi				0,99	trên 0,99
6. Thép hợp kim có chứa nhôm	Thấm nitơ	700-900 HV	24-40HRC	0,07m÷0,1m	200 (2000)	-	1,75	2,2
7. Thép hợp kim không chứa niken		500-700HV		0,1m÷0,13m	175 (1750)			
8. Thép hợp kim có hàm lượng Ni ≥ 1%	Tôi cao tần. Lớp thấm tôi xuất hiện trên mặt đáy rãnh răng	48-60HRC	30-35HRC	0,2m ÷ 0,4m	250 (2500)	1,0 (1,1)		
9. Các thép hợp kim khác			25-29HRC		220 (2200)			
10. Thép hợp kim có hàm lượng Ni ≥ 1%	Tôi cao tần. Lớp thấm tôi xuất hiện trên toàn tiết diện răng và phần thân bánh răng ở dưới chân răng và rãnh răng	48-55HRC		0,5m ÷ 1m (dưới đáy rãnh răng)	280 (2800)			
11. Các thép hợp kim khác					250 (2500)			
12. Thép hợp kim và thép cacbon	Tôi cao tần. Lớp thấm tôi xuất hiện trên bề mặt chuyển tiếp của răng	Phần không tôi của răng 200-300HB		-	0,6H _{HB} (6H _{HB})			
13. Thép hợp kim có hàm lượng Ni ≥ 1%	Tôi thể tích	45-50HRC	-	-	280 (2800)	1,0 (1,0)		
14. Các thép hợp kim khác			-	-	245 (2450)			
15. Thép hợp kim và thép cacbon	Thường hoá, tôi cải thiện	180 - 350HB	-	-	0,48H _{HB} (4,8H _{HB})	-		

4.1.7. Ví dụ tính toán độ bền tiếp xúc và độ bền uốn

Các số liệu ban đầu đã cho cũng như các số liệu ban đầu được xác định bằng tính toán hình học dùng cho tính toán độ bền tiếp xúc và độ bền uốn của bánh răng trụ được giới thiệu trong bảng 4.97. Công thức tính toán và các chỉ dẫn về xác định các giá trị bằng số của các thông số trong tính toán độ bền tiếp xúc và độ bền uốn của bánh răng trụ được giới thiệu trong các bảng 4.98 và 4.99.

Bảng 4.97. Các số liệu ban đầu cho tính toán độ bền tiếp xúc và độ bền uốn

Số liệu ban đầu và ký hiệu		Tính toán độ bền tiếp xúc	Tính toán độ bền uốn
Số răng	bánh răng nhỏ z_1	32	32
	bánh răng lớn z_2	64	64
Môđun m , mm		5	5
Góc nghiêng của răng, β°		16°15'	16°15'
Hệ số dịch chỉnh	bánh răng nhỏ x_1	0	0
	bánh răng lớn x_2	0	0
Chiều rộng vành răng b_w , mm		60	60

Tiếp bảng 4.97

Số liệu ban đầu và ký hiệu		Tính toán độ bền tiếp xúc	Tính toán độ bền uốn
Tỷ số truyền u		2	2
Khoảng cách trục a_w , mm		250	250
Đường kính vòng lăn, mm	bánh răng nhỏ d_{w1}	166,7	166,7
	bánh răng lớn d_{w2}	333,3	333,3
Đường kính vòng đỉnh răng, mm	bánh răng nhỏ d_{a1}	176,7	176,7
	bánh răng lớn d_{a2}	343,3	343,3
Đường kính vòng tròn qua các điểm giới hạn của ăn khớp một đôi răng	bánh răng nhỏ d_{u1}	-	168,0
	bánh răng lớn d_{u2}	-	335,3
Hệ số trùng khớp ngang (mặt đầu) ϵ_α		1,63	1,63
Hệ số trùng khớp ngang thành phần được xác định bằng các đầu răng lăn	bánh răng nhỏ $\epsilon_{\alpha 1}$	0,788	-
	bánh răng lớn $\epsilon_{\alpha 2}$	0,844	-
Hệ số trùng khớp dọc ϵ_β		1,07	1,07
Cấp chính xác theo mức làm việc êm		7	7
Giá trị tuyệt đối của sai lệch giới hạn bước ăn khớp, μm	bánh răng nhỏ f_{pb1}	-	19
	bánh răng lớn f_{pb2}	-	20
Nhám bề mặt, μm	bánh răng nhỏ	$R_a = 1,25$	$R_a = 1,25$
	bánh răng lớn	$R_a = 2,5$	$R_a = 2,5$
Tốc độ vòng, v , m/s		15,7	15,7
Biểu đồ chu trình chất tải $T_1 = f(n_{ck1})$		Tải trọng không đổi $T_1 = 197\text{kgm}$ $N_\Sigma = 3,88 \cdot 10^9$ chu kỳ	
Mác thép cho bánh răng nhỏ và bánh răng lớn		Thép 25CrMnMo	
Phương pháp nhiệt luyện bánh răng nhỏ và lớn		Thấm nitơ - cacbon, tôi trong quá trình nung để thấm	
Chiều dày lớp thấm tôi tăng bền, mm	bánh răng nhỏ δ_{y1}	0,8 - 1,1	-
	bánh răng lớn δ_{y2}	0,8 - 1,1	
Độ cứng mặt răng	bánh răng nhỏ H_1	59HRC	59HRC
	bánh răng lớn H_2	59HRC	59HRC
Độ cứng lõi răng	bánh răng nhỏ $H_1^{lõi}$	-	36HRC
	bánh răng lớn $H_2^{lõi}$	-	36HRC
Giới hạn chảy của vật liệu, kg/mm^2	bánh răng nhỏ σ_{ch}^1	100	-
	bánh răng lớn σ_{ch}^2	100	

Bảng 4.98. Ví dụ tính toán độ bền tiếp xúc

Thông số	Tính toán và chỉ dẫn xác định các giá trị bằng số
1. Hệ số tính đến hình dạng của các mặt răng đối tiếp, Z_H	Theo đồ thị trên hình 4.38 đối với $\beta = 16^\circ 15'$, $x_1 + x_2 = 0$ thì $Z_H = 1,71$. Cũng có thể xác định Z_H theo công thức cho trong bảng 4.83, mục 1
2. Hệ số tính đến cơ tính vật liệu của các bánh răng đối tiếp, Z_M , $\text{kg}^{1/2}/\text{mm}$	Theo bảng 4.83, mục 2, đối với các bánh răng bằng thép $Z_M = 86,6$
3. Hệ số tính đến chiều dài tổng của đường tiếp xúc, Z_ϵ	Theo đồ thị trên hình 4.39 đối với $\epsilon_\alpha = 1,63$ và $\epsilon_\beta > 1$ thì $Z_\epsilon = 0,783$

Tiếp bảng 4.98

Thông số	Tính toán và chỉ dẫn xác định các giá trị bằng số
4. Lực vòng ban đầu cho tính toán, F_{H1} , kG	$F_{H1} = \frac{2000TH_1}{d_{w1}} = \frac{2000.197}{166,7} = 2360$
5. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng giữa các răng $K_{H\alpha}$	Theo đồ thị trên hình 4.40, đối với cấp chính xác 7 và tốc độ vòng $v=15,7\text{m/s}$ thì $K_{H\alpha}=1,10$
6. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng vành răng $K_{H\beta}$	Theo đồ thị trên hình 4.41, khi $H_1 > 350\text{HB}$ và $H_2 > 350\text{HB}$, đối với sơ đồ 3 và thông số $\psi_{bd} = \frac{b_{w1}}{d_{w1}} = \frac{60}{166,7} = 0,36$ thì $K_{H\beta} = 1,11$
7. Hệ số tính đến ảnh hưởng của dạng truyền động bánh răng và biến thể profile đầu răng, δ_H	Được xác định theo bảng 4.85, khi độ cứng $H_1 > 350\text{HB}$ và $H_2 > 350\text{HB}$, đối với bánh răng nghiêng thì $\delta_H = 0,004$
8. Hệ số tính đến ảnh hưởng của sai số bước ăn khớp của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn, g_o	Được xác định theo bảng 4.86, đối với cấp chính xác 7 theo mức làm việc êm và môđun $m = 5$ thì $g_o=5,3$
9. Lực vòng riêng động lực học, W_{Hv} , kG/mm	Theo bảng 4.83, mục 7.1 $w_{Hv} = \delta_H g_o v \sqrt{\frac{a_w}{u}} = 0,004.5,3.15,7 \sqrt{\frac{250}{2}} = 3,72$
10. Hệ số bổ sung động lực học, v_H	Theo bảng 4.83, mục 7 $v_H = \frac{w_{Hv} b_w d_{w1}}{2000 T_{IF} K_{H\alpha} K_{H\beta}} = \frac{3,72.60.166,7}{2000.197.1,1.1,11} = 0,08$
11. Hệ số tính đến tải trọng động xuất hiện trong ăn khớp, K_{Hv}	Theo bảng 4.83, mục 7 $K_{Hv} = 1 + v_H = 1 + 0,08 = 1,08$
12. Lực vòng riêng cho tính toán, W_{Ht} , kG/mm	Được xác định theo công thức (2) $w_{Ht} = F_{H1} \frac{K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{Hv}}{b_w} = 2360 \frac{1,1.1,11.1,08}{60} = 51,8$
13. Ứng suất tính toán, σ_H , kG/mm ²	Được xác định theo công thức (1) $\sigma_H = Z_H Z_M Z_K \sqrt{\frac{w_{Ht}}{d_{w1}} \cdot \frac{u+1}{u}} = 1,71 \cdot 27,5 \cdot 0,783 \sqrt{\frac{51,8}{166,7} \cdot \frac{2+1}{2}} = 79,5$
14. Độ bền tiếp xúc giới hạn của bề mặt răng tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, σ_{Hlimb} , kG/mm ²	Theo bảng 4.88, khi độ cứng mặt răng 59HRC $\sigma_{Hlimb1} = \sigma_{Hlimb2} = 2,3\text{HRC} = 2,3.59=136$
15. Số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương, N_{HE}	Theo bảng 4.87, mục 1.2.2, đối với tải trọng không thay đổi, $N_{HE} = N_L$ $N_{HE1} = 3880 \cdot 10^6; N_{HE2} = 1940 \cdot 10^6$
16. Số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, N_{HO}	Theo hình 4.49, độ cứng 59HRC tương đương 600HB. Theo hình 4.46, đối với độ cứng $H_1 = H_2 = 600\text{HB}$ $N_{HO1} = N_{HO2} = 140 \cdot 10^6$
17. hệ số tuổi thọ, K_{HL}	Theo bảng 4.87, mục 1.2, vì $N_{HE1} > N_{HO1}$ và $N_{HE2} > N_{HO2}$, do đó $K_{HL1} = 1$ và $K_{HL2} = 1$
18. Độ bền tiếp xúc giới hạn của bề mặt tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương, σ_{Hlim} , kG/mm ²	Theo bảng 4.87, mục 1 $\sigma_{Hlim} = \sigma_{Hlimb} K_{HL}$ $\sigma_{Hlim1} = \sigma_{Hlim2} = 136.1 = 136$
19. Hệ số an toàn, S_H	Theo bảng 4.87, mục 2, đối với bánh răng được tăng bền bề mặt răng $S_{H1} = S_{H2} = 1,2$
20. Hệ số tính đến nhám của các bề mặt răng đối tiếp, Z_R	Theo bảng 4.87, mục 3, đối với từng thông số nhám $R_a = 1,25 - 2,5\mu\text{m}, Z_R = 0,95$
21. Hệ số tính đến ảnh hưởng của tốc độ vòng, Z_v	Theo đồ thị trên hình 4.47, đối với $H > 350\text{HB}$, khi $v=15,7\text{m/s}$ thì $Z_{v1} = Z_{v2} = 1,06$
22. Hệ số tính đến ảnh hưởng của bôi trơn, K_L	Theo bảng 4.87, mục 5 $K_L = 1$
23. Hệ số tính đến kích thước của bánh răng K_{xH}	Theo bảng 4.87, mục 6, vì $d_{w1} < 700$ và $d_{w2} < 700$, lấy $K_{xH1}=1$ và $K_{xH2}=1$

Tiếp bảng 4.98

Thông số	Tính toán và chỉ dẫn xác định các giá trị bằng số
24. Ứng suất tiếp cho phép đối với bánh răng nhỏ và bánh răng lớn, σ_{HP} , kG/mm ²	Theo công thức (6) $\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim}}{S_H} Z_R Z_V K_L K_{XH}$ $\sigma_{HP1} = \sigma_{HP2} = \frac{136}{1,2} \cdot 0,95 \cdot 1,06 \cdot 1,1 = 114$
25. Hệ số tính đến các thông số hình học của ăn khớp $\epsilon_{a1}\delta_I, \epsilon_{a2}\delta_{II}$	Đối với các bánh răng không dịch chỉnh, theo hình 4.52, khi $\beta = 16^\circ 15'$, $z_1 = 32$ và $u = 2$, $\epsilon_{a1}\delta_I = 0,80$, $\epsilon_{a2}\delta_{II} = 0,70$
26. Hệ số làm tăng ứng suất tiếp cho phép đối với các bề mặt đầu răng bánh răng nhỏ và bánh răng lớn μ_k	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.56, đối với $H = 600HB$ $\mu_{K1} = \mu_{K2} = 1,22$
27. Ứng suất tiếp cho phép đối với vùng I, ở đây đầu răng bánh răng nhỏ ăn khớp với chân răng bánh răng lớn σ_{HP1} , kG/mm ²	Theo bảng 4.89, mục 2, lấy giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị $\mu_{K1} \sigma_{HP1} = 1,22 \cdot 114 = 138$ và $\sigma_{HP2} = 114$ $\sigma_{HP1} = \sigma_{HP2} = 114$
28. Ứng suất tiếp cho phép đối với vùng II, ở đây đầu răng của bánh răng lớn ăn khớp với chân răng bánh răng nhỏ, σ_{HPII} , kG/mm ²	Theo bảng 4.89, mục 2, lấy giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị $\sigma_{HP1} = 114$ và $\mu_{K2} \sigma_{HP2} = 1,22 \cdot 114 = 138$ $\sigma_{HPII} = \sigma_{HP1} = 114$
29. Ứng suất tiếp cho phép qui ước đối với truyền động bánh răng nghiêng, σ_{HP} , kG/mm ²	Được xác định theo công thức (7) $\sigma_{HP} = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_{\alpha}} (\epsilon_{a1}\delta_I \sigma_{HP1}^2 + \epsilon_{a2}\delta_{II} \sigma_{HPII}^2)} = \sqrt{\frac{0,9 \cdot 80 \cdot 114^2 + 0,70 \cdot 114^2}{1,49}} = 114$
Điều kiện bền tiếp xúc, $\sigma_H \leq \sigma_{HP}$ được đảm bảo, vì $\sigma_H = 79,5$ kG/mm ² , $\sigma_{HP} = 114$ kG/mm ²	

Bảng 4.99. Ví dụ tính toán độ bền uốn

Thông số	Tính toán và chỉ dẫn xác định các giá trị bằng số
1. Lực vòng ban đầu cho tính toán, F_{F1} , kG	Theo bảng 4.90, mục 1 $F_{F1} = \frac{2000 T_{TF}}{d_1} = \frac{2000 \cdot 197}{166,7} = 2360$
2. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng giữa các răng K_{Fu}	Theo bảng 4.90, mục 2, đối với bánh răng nghiêng cấp chính xác 7 $K_{Fu} = \frac{6 + (\epsilon_{\alpha} - 1)(n - 3)}{6 \epsilon_{\alpha}} = \frac{6 + (1,63 - 1)(7 - 3)}{6 \cdot 1,63} = 0,86$
3. Hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng vành răng, $K_{F\beta}$	Theo đồ thị trên hình 4.59, khi $H_1 > 350HB$ và $H_2 > 350HB$, đối với sơ đồ 3 và $\eta_{bd} = 0,36$ $K_{F\beta} = 1,19$
4. Hệ số tính đến ảnh hưởng của dạng truyền động bánh răng và biến thể profil răng δ_F	Theo bảng 4.90, mục 4.1.1, đối với truyền động bánh răng nghiêng $\delta_F = 0,006$
5. Hệ số tính đến ảnh hưởng của sai số bước ăn khớp của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn, g_o	Theo bảng 4.86, đối với $m=5$ và cấp chính xác 7 $g_o = 53$
6. Lực vòng riêng động lực: học, W_{Fv} , kG/mm	Theo bảng 4.90, mục 4.1 $W_{Fv} = \delta_F g_o v \sqrt{\frac{a_w}{u}} = 0,006 \cdot 53 \cdot 15,7 \sqrt{\frac{250}{2}} = 5,6$
7. Hệ số tính đến tải trọng động xuất hiện trong ăn khớp, K_{Fv}	Theo bảng 4.90, mục 4 $K_{Fv} = 1 + V_F = 1 + \frac{W_{Fv} b_w d_1}{2000 T_{TF} K_{Fu} K_{F\beta}} = 1 + \frac{5,6 \cdot 60 \cdot 166,7}{2000 \cdot 197 \cdot 0,86 \cdot 1,19} = 1,13$

Tiếp bảng 4.99

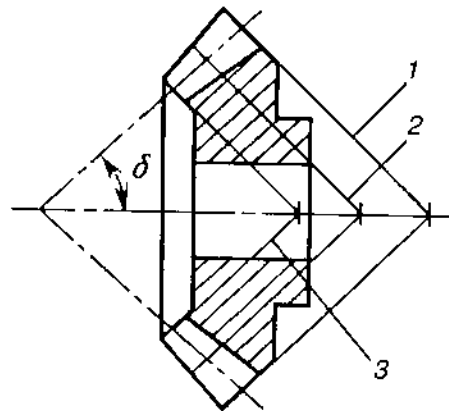
Thông số	Tính toán và chỉ dẫn xác định các giá trị bằng số
8. Hệ số tính đến hình dạng của răng, Y_{F1}	Được xác định theo đồ thị trên hình 4.62 đối với bánh răng nhỏ $z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{32}{0,885} = 36,2 \text{ và } x_1 = 0 \text{ thì } Y_{F1} = 3,73$
9. Hệ số tính đến sự trùng khớp của các răng, Y_c	Theo bảng 4.90, mục 6, đối với bánh răng nghiêng $Y_c = 1$
10. Hệ số tính đến góc nghiêng của răng, Y_β	Theo bảng 4.90, mục 7 $Y_\beta = 1 - \frac{\beta^\circ}{140} = 1 - \frac{16^\circ 15'}{140} = 0,88$
11. Lực vòng riêng cho tính toán, W_{F1} , kG/mm	Theo công thức (9) $w_{F1} = F_{F1} \frac{K_{Fu} K_{F\beta} K_{Fv}}{b_w} = 2360 \frac{0,86 \cdot 1,19 \cdot 1,13}{60} = 41$
12. Ứng suất tính toán trên bề mặt chuyển tiếp của răng, σ_F , kG/mm ²	Theo công thức (8) $\sigma_F = Y_F Y_c Y_\beta \frac{W_{F1}}{m} = 3,73 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot \frac{41}{5} = 26,5$
13. Độ bền uốn giới hạn của răng với số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, σ_{Flimb1}^0 , kG/mm ²	Theo bảng 4.93, đối với bánh răng thấm nito-cacbon bằng thép 25CrMnMo $\sigma_{Flimb1}^0 = 100$
14. Hệ số tính đến ảnh hưởng của việc mài bề mặt chuyển tiếp của răng bánh răng nhỏ, K_{Fg1}	Đối với bánh răng nhỏ không mài răng, theo bảng 4.91 $K_{Fg1} = 1$
15. Hệ số tính đến ảnh hưởng của việc làm tăng bền bằng biến dạng hoặc xử lý điện hoá bề mặt chuyển tiếp của răng bánh răng nhỏ, K_{Fd1}	Đối với bánh răng nhỏ không tăng bền bề mặt chuyển tiếp của răng, theo bảng 4.91 $K_{Fd1} = 1$
16. Hệ số tính đến ảnh hưởng của tải trọng tác dụng theo hai chiều, K_{Fc}	Đối với tải trọng tác dụng theo một chiều, theo bảng 4.91 $K_{Fc} = 1$
17. Số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương đối với bánh răng nhỏ, N_{FE1}	Theo bảng 4.91, đối với tải trọng không thay đổi $N_{FE} = N_L$ $N_{FE1} = 3880 \cdot 10^6$
18. Số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, N_{F01}	Theo bảng 4.91 $N_{F01} = 4 \cdot 10^6$
19. Hệ số tuổi thọ đối với bánh răng nhỏ, K_{FL1}	Theo bảng 4.91, khi $N_{FE1} = 3880 \cdot 10^6 > N_{F01} = 4 \cdot 10^6$ $K_{FL1} = 1$
20. Độ bền uốn giới hạn của răng ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương, σ_{Flim} , kG/mm ²	Theo bảng 4.91 $\sigma_{Flim} = \sigma_{Flimb}^0 K_{Fg} K_{Fd} K_{Fc} K_{FL} = 100 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 100$
21. Hệ số xét đến tính không ổn định của vật liệu bánh răng và tính quan trọng của truyền động đối với bánh răng nhỏ, S'_{F1}	Đối với bánh răng bằng thép 25CrMnMo, thấm nito - cacbon, theo bảng 4.93, với xác suất phá huỷ lớn hơn 0,99 $S'_{F1} = 1,95$
22. Hệ số xét đến phương pháp tạo phôi bánh răng nhỏ	Theo bảng 4.91, đối với bánh răng nhỏ được tạo phôi bằng rèn, $S''_{F1} = 1$
23. Hệ số an toàn đối với bánh răng nhỏ, S_{F1}	Theo bảng 4.91 $S_{F1} = S'_{F1} S''_{F1} = 1,95 \cdot 1 = 1,95$
24. Hệ số tính đến gradient của ứng suất và tính nhạy cảm của vật liệu đối với sự tập trung ứng suất, Y_s	Theo đồ thị trên hình 4.64, đối với $m = 5 \text{ mm}$ $Y_s = 0,96$

Tiếp bảng 4.99

Thông số	Tính toán và chỉ dẫn xác định các giá trị bằng số
25. Hệ số tính đến độ nhám bề mặt chuyển tiếp của răng, Y_R	Theo bảng 4.91, đối với phay răng khi độ nhám không thô hơn $R_z = 40\mu m$ $Y_R = 1$
26. Hệ số tính đến kích thước của bánh răng, K_{x_F}	Theo đồ thị trên hình 4.65, đối với $d_{a1}=176,66$; $K_{x_F} = 1$
27. Ứng suất uốn cho phép, σ_{FP} , kG/mm ²	Được xác định theo công thức (12) $\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{F_{lim}}}{S_F} Y_F Y_R K_{x_F} = \frac{100}{1,95} \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1 = 49,2$
Điều kiện bền uốn $\sigma_F \leq \sigma_{FP}$ được đảm bảo, vì $\sigma_F = 26,5$, kG/mm ² ; $\sigma_{FP} = 49,2$ kG/mm ²	

4.2. Tính toán độ bền truyền động bánh răng công

Để tính toán độ bền truyền động bánh răng côn, người ta thường đưa về bài toán độ bền của bộ truyền bánh răng trụ tương đương. Bánh răng trụ tương đương là bánh răng có bán kính vòng lăn $d_w/2$ bằng chiều dài đường sinh của côn phụ trung bình 2 (hình 4.66) và môđun là môđun trong mặt cắt trung bình của răng bánh răng côn, còn prôfin răng nhận được bằng cách khai triển côn phụ trung bình 2 trên mặt phẳng (gần đúng). Tính toán được thực hiện với bánh răng nhỏ hơn trong bộ truyền, theo phương pháp như đối với bánh răng trụ thân khai đã nêu ở phần 1. Quan hệ giữa các thông số, kích thước của bánh răng trụ tương đương với bánh răng nhỏ của bộ truyền bánh răng côn răng thẳng như sau:



Hình 4.66. Các côn phụ
1- côn ngoài; 2- côn trung bình; 3- côn trong

Đường kính vòng lăn (hoặc đường kính chia khi không dịch chỉnh răng) của bánh răng trụ tương đương, d_{w1}^o

$$d_{w1}^o = \frac{d_{w1}}{\cos \delta_1}$$

Chiều rộng vành răng của bánh răng trụ tương đương b_o ; $b_o = b$.

Số răng của bánh răng trụ tương đương z_1^o :

$$z_1^o = \frac{z_1}{\cos \delta_1}$$

Tỷ số truyền của bộ truyền bánh răng trụ tương đương u^o : $u^o = u^2$

Momen xoắn trên bánh răng trụ tương đương M_{x1}^o , kGm (Nm):

$$M_{x1}^o = \frac{M_{x1}}{\cos \delta_1} = M_{x1} \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u}$$

Khoảng cách trục của bộ truyền bánh răng trụ tương đương a_w :

$$a_w = (R_v - 0,5b) \frac{u^2 + 1}{u}$$

Trong thực tế có thể sử dụng phương pháp tính toán độ bền đã được đơn giản hoá như sau:

Các số liệu ban đầu cho tính toán:

Góc giữa các trục $\Sigma = 90^\circ$

Momen xoắn tác dụng trên bánh răng M_x , kGm

Tỷ số truyền $u = z_2/z_1$

Tần số quay của bánh răng, n_1 , vg/ph

Modun mặt ngoài m , mm

Khoảng cách côn chia, R , mm

Chiều rộng vành răng, b , mm

$$\text{Hệ số } \psi = \frac{b}{R}$$

$$\text{Số răng của bánh răng tương đương } z_1' = \frac{z_1}{\cos \delta_1}$$

Tốc độ vòng v , m/s

$$v = \frac{\pi m_e (1 - 1,5\psi) z_1 n_1}{60.1000}$$

Ứng suất uốn của răng σ_F , kG/mm²

$$\sigma_F = \frac{6,35 M_x}{m^2 (1 - 0,5\psi) z_1 y_1 b k_v} \leq \sigma_{FP} \quad (15)$$

Ứng suất tiếp trên bề mặt răng

$$\sigma_H = \frac{k}{z_1 m_e (1 - 0,5\psi)} \sqrt{\frac{\sqrt{u^2 + 1} M_x}{u + b} \frac{1}{k_v}} \leq \sigma_{HP} \quad (16)$$

Chú thích: Khi tính ứng suất tiếp cho bánh răng lớn, thay giá trị z_1 bằng giá trị z_2

Các hệ số hình dạng răng y , hệ số tốc độ k_v , hệ số áp lực k đưa vào tính toán trong công thức (15) và (16) được giới thiệu trong các bảng 4.100 đến 4.102. Ứng suất cho phép σ_{FP} , σ_{HP} được giới thiệu trong bảng 4.103.

Bảng 4.100. Hệ số dạng răng y đối với bánh răng thẳng

z_o	14	15	16	17	18	19	20
y	0,088	0,092	0,094	0,096	0,098	0,100	0,102
z_o	21	23	25	27	30	34	38
y	0,104	0,106	0,108	0,111	0,114	0,118	0,122
z_o	43	50	60	75	100	150	300
y	0,126	0,130	0,134	0,138	0,142	0,146	0,150

Chú thích: Đối với các giá trị trung gian của z_o , hệ số dạng răng y được xác định bằng nội suy

Bảng 4.101. Hệ số tốc độ k_v đối với cấp chính xác 7

v_s	2	3	4	5	6	h_e
k_v	1	0,75	0,67	0,60	0,55	0,50

Chú thích 1. Đối với các giá trị trung gian của v_s , hệ số tốc độ k_v được xác định bằng nội suy.
2. Đối với cấp chính xác thô hơn cấp 7, các giá trị k_v của bảng được giảm đi 15%.

Bảng 4.102. Hệ số áp lực k

Chi tiết	Vật liệu	k	Chi tiết	Vật liệu	k
Bánh răng nhỏ Bánh răng lớn	Thép	670	Bánh răng nhỏ Bánh răng lớn	Thép Gang	560
Bánh răng nhỏ Bánh răng lớn	Gang	470	Bánh răng nhỏ Bánh răng lớn	Tectolit Thép	170

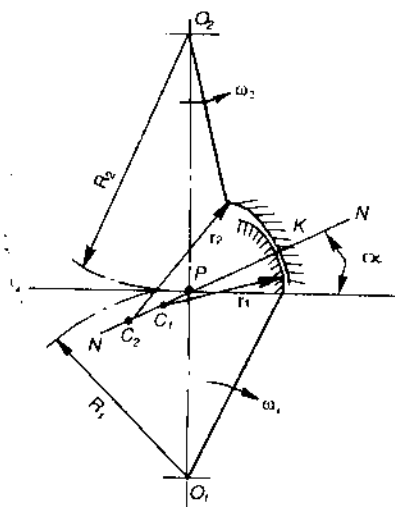
Bảng 4.103. Ứng suất cho phép đối với răng bánh răng

Vật liệu	Nhiệt luyện	Giới hạn bền, σ_b , kG/mm ²	Giới hạn mỏi uốn, σ_{-1} kG/mm ²	Độ cứng	σ_{FP} , kG/mm ² , khi			σ_{HP} , kG/mm ²
					m_e Đến 6	m_e 7-10	m_e 11-13	
Thép C45	Thường hoá	60-75	25-34	170-217HB	14	13,5	13	50
	Tôi cải thiện	75-90	32-40	220-250HB	18	17	116,5	60
	Tôi theo mặt cắt ngang	> 100	40-50	38-48HRC	-	-	-	80
	Tôi theo prôfin cùng với rãnh răng	-	-	Bề mặt 48-55HRC	26	25	24	95
Thép 50Mn	Tôi	95-100	42-50	28-33HRC	24	23	22	75
Thép 40Cr	Tôi cải thiện	80-100	36-48	230-260HB	22	21	20	65
	Tôi theo mặt cắt ngang	150-165	55-65	45-50HRC	38	36	35	90
	Tôi theo Prôfin cùng với rãnh răng	-	50-56	Bề mặt 50-55HRC	32	32	-	95
Thép 20Cr	Thấm cacbon và tôi	> 80	48-56	Bề mặt 56-62HRC	32	30	28	105
Thép 18CrMnTi		110-130	50-60	Bề mặt 56-62HRC Lõi 33HRC	40	38	35	110
Thép 12CrNi3		> 90	50-60	Bề mặt 56-62HRC	35	33	30	105
Gang GX15-32	-	≥ 15	-	160-220HB	5	4,6	4,4	50
Gang GX21-40	-	≥ 21	11-13	170-241HB	6	5,5	5,2	60
Gang 32-52	-	≥ 32	14-15	187-255HB	8	7,5	7	75
Tectolit	-	8,5/5,8	-	30-34HB	-	-	4-5	10

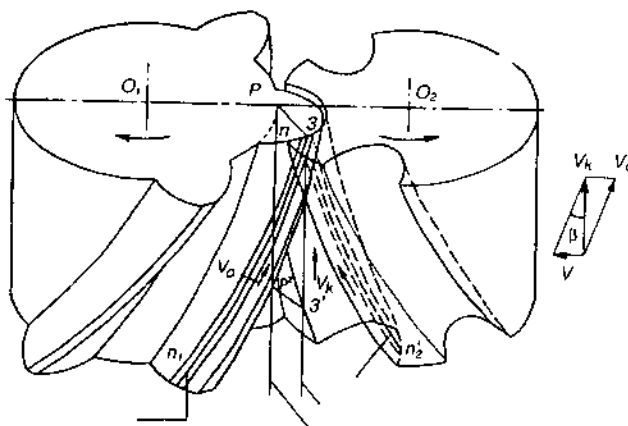
Chú thích 1. Ứng suất uốn cho phép σ_{FP} cho trong bảng tương ứng với quá trình nhiệt luyện mặt răng bằng dòng điện cao tần. Trong các trường hợp khác, ứng suất cần được giảm đi 15%.
2. Trong trường hợp tôi thấu (thể tích) bằng dòng điện cao tần đối với răng có môđun nhỏ, có thể dùng giá trị ứng suất cho phép như khi tôi theo prôfin cùng với rãnh răng.
3. Khi tôi bề mặt không bao gồm rãnh răng, ứng suất uốn cho phép σ_{FP} được chọn tương ứng với trường hợp độ cứng ở lõi răng

5. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG NÔVICÔP

Ăn khớp răng với prôfin răng dạng cung tròn, tiếp xúc điểm đã được một tác giả người Nga M. L. Nôvicôp, giải thưởng Nhà nước Lenin công bố năm 1955. Hệ thống ăn khớp Nôvicôp, về nguyên tắc có thể dùng cho các dạng truyền động bánh răng như: truyền động bánh răng có trục song song với nhau và có các trục chéo nhau, truyền động bánh răng ăn khớp ngoài và ăn khớp trong, truyền động bánh răng có tỷ số truyền cố định và thay đổi. Sơ đồ ăn khớp răng Nôvicôp được giới thiệu trên hình 4.67 và hình 4.68.



Hình 4.67. Sơ đồ ăn khớp bánh răng Nôvicôp



Hình 4.68. ăn khớp của bộ truyền bánh răng Nôvicôp

Hai prôfin răng đối tiếp dạng cung tròn có bán kính r_1, r_2 tiếp xúc với nhau tại điểm K không trùng với tâm ăn khớp P và $\overline{PK} = \text{const}$. Pháp tuyến chung với các prôfin răng NN đi qua tâm ăn khớp P, các tâm C_1, C_2 của các cung răng và tạo ra góc ăn khớp α với tiếp tuyến chung của các vòng chia I và II. Như vậy ăn khớp răng Nôvicôp là ăn khớp cung tròn lồi - lõm và chỉ có thể thực hiện với các răng nghiêng.

Trên cơ sở lý thuyết và thực nghiệm nghiên cứu truyền động bánh răng Nôvicôp có thể rút ra một số ưu điểm của loại truyền động này như sau:

- Với cùng một kích thước, vật liệu chế tạo và độ cứng mặt răng 350HB, tải trọng cho phép của bộ truyền bánh răng trụ ăn khớp Nôvicôp lớn hơn tải trọng cho phép của bộ truyền trong ăn khớp thân khai 2 ÷ 2,5 lần. Tổn thất về ma sát trong ăn khớp Nôvicôp nhỏ hơn tổn thất về ma sát trong ăn khớp thân khai khoảng 2 lần;

- Khả năng chịu tải tiếp xúc và chịu mài mòn của truyền động bánh răng Nôvicôp tốt hơn so với truyền động bánh răng thân khai. Do đó điều kiện nhiệt luyện mặt răng không yêu cầu cao;

- Bánh răng Nôvicôp được chế tạo bằng các dụng cụ cắt bao hình và chép hình (tương ứng với các prôfin răng lồi - lõm) cũng như bằng các thiết bị tương tự như đối với gia công bánh răng thân khai.

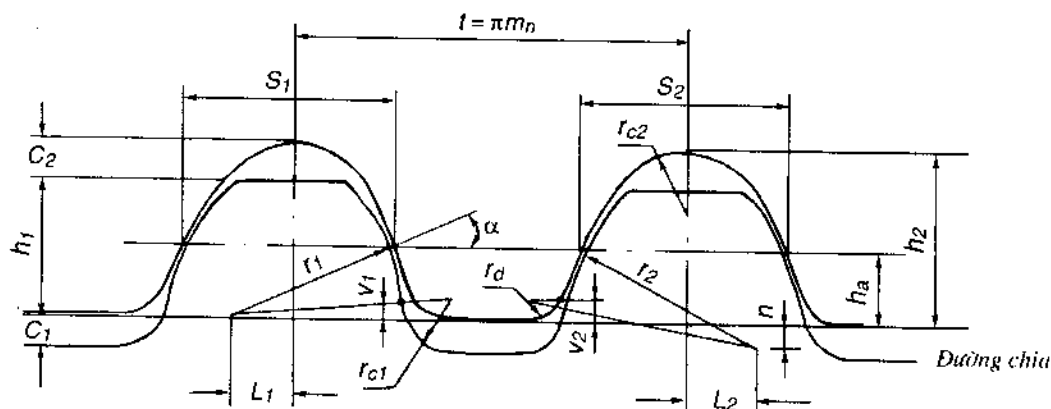
Nhược điểm của truyền động bánh răng Nôvicôp là tải trọng chiều trục lớn, không

chịu được độ dao động lớn của tải trọng cũng như sự quá tải, có độ nhạy cảm tương đối cao đối với sự thay đổi khoảng cách trục của truyền động. Khi tốc độ của truyền động lớn hơn 200 vg/ph sẽ xuất hiện tiếng ồn lớn hơn so với truyền động bánh răng thân khai.

Khi thiết kế truyền động bánh răng Nôvicôp, trước hết cần lựa chọn loại prôfin răng. Thông thường có hai loại ăn khớp Nôvicôp: loại một đường ăn khớp và loại hai đường ăn khớp. Loại ăn khớp Nôvicôp một đường ăn khớp với bánh răng chủ động có răng lồi, bánh răng bị động có răng lõm (hình 4.68) hoặc ngược lại được sử dụng phổ biến. Ăn khớp răng Nôvicôp hai đường ăn khớp có răng của bánh răng chủ động và bị động hoàn toàn giống nhau với prôfin đầu răng là lồi, prôfin chân răng là lõm. Bánh răng Nôvicôp hai đường ăn khớp có ưu điểm là có thể dùng một dao cắt để gia công bánh răng chủ động và bị động và sự biến đổi của khoảng cách trục trong truyền động không làm thay đổi tỷ số truyền, song khả năng chịu tải nhỏ hơn so với bánh răng Nôvicôp một đường ăn khớp có cùng một kích thước.

5.1. Prôfin gốc

Prôfin gốc của bánh răng Nôvicôp một và hai đường ăn khớp được giới thiệu trên các hình 4.69, 4.70 và các bảng 4.104, 4.105.



Hình 4.69. Prôfin gốc của bánh răng Nôvicôp một đường ăn khớp (TCVN 2349 - 78).

Bảng 4.104. Kích thước cơ bản của prôfin gốc bánh răng Nôvicôp một đường ăn khớp theo môđun pháp, mm (TCVN 2349-78)

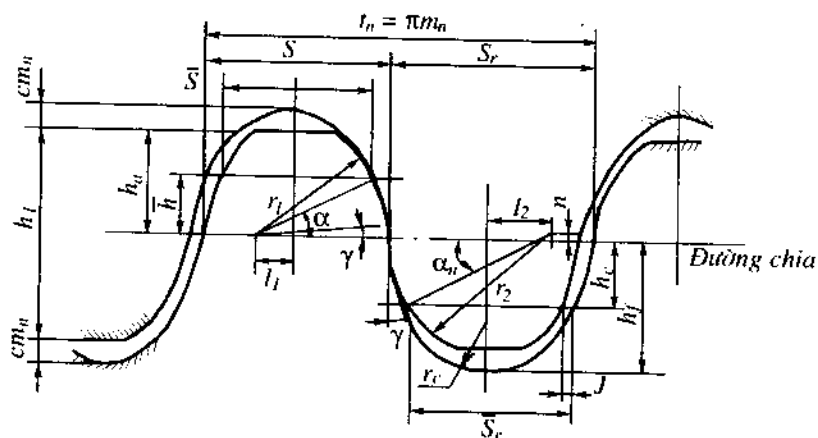
r_1	r_2	r_{c1}	$r_{\text{Nôvicôp}}$	r_d	l_1	l_2	n	v_1
$1,4m_n$	$1,55m_n$	$0,517m_n$	$0,591m_n$	$0,3m_n$	$0,4224m_n$	$0,5523m_n$	$0,075m_n$	$0,195m_n$
v_2	h_a	h_1	h_2	s_1	s_2	C_1	C_2	α
$0,195m_n$	$0,70m_n$	$1,15m_n$	$1,30m_n$	$1,58m_n$	$1,58m_n$	$0,25m_n$	$0,15m_n$	30°

Các ký hiệu trong hình 4.69 và bảng 4.104

r_1 – bán kính của prôfin răng lồi;

r_2 – bán kính của prôfin răng lõm;

- r_{c1} – bán kính của đường lượn chân răng bánh răng lõi;
 - r_{c2} – bán kính của đường lượn chân răng bánh răng lõm;
 - r_d – bán kính của đường lượn đầu răng bánh răng lõm;
 - l_1 – khoảng cách từ tâm bán kính của pôfin răng lõi tới trục đối xứng của răng;
 - l_2 – khoảng cách từ tâm bán kính của pôfin răng lõm tới trục đối xứng của răng;
 - n – khoảng cách từ tâm bán kính của pôfin răng lõm tới đường chia;
 - v_1 – khoảng cách từ điểm chuyển tiếp giữa phần làm việc và đường lượn chân răng của pôfin răng lõm tới đường chia;
 - v_2 – khoảng cách từ điểm chuyển tiếp giữa phần làm việc và đường lượn đầu răng lõm tới đường chia;
 - h_a – chiều cao đầu răng lõm;
 - h_1 – chiều cao phần làm việc của răng;
 - h_2 – chiều cao răng lõm;
 - s_1 – chiều dày răng lõi theo đường thẳng song song với đường chia đi qua điểm tiếp xúc;
 - s_2 – chiều dày răng lõm theo đường thẳng song song với đường chia đi qua điểm tiếp xúc;
 - c_1 – độ hở hướng tâm giữa đầu răng lõm và chân răng lõi;
 - c_2 – độ hở hướng tâm giữa đầu răng lõi và chân răng lõm;
 - α – góc ăn khớp.
- Các ký hiệu trong hình 4.70 và bảng 4.105
- r_1 – bán kính cung tròn tạo thành phần lõi của pôfin răng (đầu răng);
 - r_2 – bán kính cung tròn tạo thành phần lõm của pôfin răng (chân răng);
 - r_c – bán kính đường lượn chân răng;
 - l_1 – khoảng cách từ tâm bán kính cong tạo thành phần lõi của pôfin răng tới trục đối xứng của răng;
 - l_2 – khoảng cách từ tâm bán kính cong tạo thành phần lõm của pôfin răng tới trục đối xứng của răng;
 - n – khoảng cách từ tâm bán kính cong tạo thành phần lõm của pôfin răng tới đường chia;
 - h_a – chiều cao đầu răng ;
 - h_f – chiều cao chân răng;
 - h_c – khoảng cách giữa đường chia và đường song song với đường chia đi qua điểm tiếp xúc;
 - $\bar{S}$ – chiều dày răng theo đường thẳng song song với đường chia đi qua điểm tiếp xúc;
 - $\bar{S}_r$ – chiều dày rãnh theo đường thẳng song song với đường chia đi qua điểm tiếp xúc;
 - S – chiều dày răng theo đường chia.



Hình 4.70. Prôfin gốc bánh răng Nôvicôp hai đường ăn khớp (TCVN 2348-78)

Bảng 4.105. Kích thước cơ bản của prôfin gốc bánh răng Nôvicôp hai đường ăn khớp theo môđun pháp, mm khi $m_n = 1$ mm (TCVN 2348-78)

m_n mm	r_1	r_2	r_c	l_1	l_2	n	h_a	h_l	h_c	
Đến 3,15	1,147	1,307	0,52246	0,39270	0,50526	0,07264	0,9	1,05	0,52073	
Tr. 3,15 đ. 6,3	1,150	1,290	0,52155		0,48994	0,06356			0,52209	
Tr. 6,3 đ. 10		1,270	0,50677		0,47462	0,05448				
Tr. 10 đ. 16		1,250	0,49785		0,45680	0,04540				
m_n mm	$\bar{S}$	S_r	S	S_r	h_l	C	J	α	γ	
Đến 3,15	1,25857	1,31857	1,53215	1,60944	1,8	0,15	0,060	27°	8°175	
Tr. 3,15 đ. 6,3	1,26392	1,31892	1,53532	1,60627			0,055		7°663	
Tr. 6,3 đ. 10		1,31392	1,53945	1,60214			0,050		8°384	
Tr. 10 đ. 16			1,54061	1,60098					8°577	

S_r – chiều dày rãnh theo đường chia;

h_l – chiều cao phần làm việc của răng;

C – hệ số khe hở hướng tâm;

J – độ hở mặt răng;

α – góc ăn khớp;

γ – góc prôfin của đoạn đối tiếp thẳng của các cung tạo thành phần lồi và phần lõm của prôfin răng.

5.2. Tính toán hình học

5.2.1 Bánh răng Nôvicôp một đường ăn khớp

Đường kính vòng chia d :

$$\text{bánh răng nhỏ (chủ động)} \quad d_1 = m_t z_1 = \frac{m_n z_1}{\cos \beta} = \frac{2a_w}{u+1} \quad (17)$$

$$\text{bánh răng lớn (bị động)} \quad d_2 = m_t z_2 = \frac{m_n z_2}{\cos \beta} = 2a_w - d_1 \quad (18)$$

trong đó: m_t – môđun mặt mút; m_n – môđun pháp; a_w – khoảng cách trục của truyền động; β – góc nghiêng của răng; u – tỷ số truyền; z_1, z_2 – số răng của bánh răng chủ động và bị động.

Đường kính vòng đỉnh răng d_{a1} :

$$\text{bánh răng chủ động (lồi)} \quad d_{a1} = d_1 + 2,3m_n \quad (19)$$

$$\text{bánh răng bị động (lõm)} \quad d_{a2} = d_2 \quad (20)$$

Đường kính vòng chân răng d_f

$$\text{bánh răng chủ động (lồi)} \quad d_{f1} = d_1 - 0,7m_n \quad (21)$$

$$\text{bánh răng bị động (lõm)} \quad d_{f2} = d_2 - 2,6m_n \quad (22)$$

Khoảng cách trục của truyền động a_w

$$a_w = \frac{m_t(z_1 + z_2)}{2} = \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2 \cos \beta} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{d_1(u+1)}{2} \quad (23)$$

Chiều rộng vành răng B

$$B = \psi_n \cdot a_w = \frac{\varepsilon \pi m_n}{\sin \beta} \quad (24)$$

Hệ số trùng khớp dọc ε

$$\varepsilon = \frac{B \sin \beta}{\pi m_n} = \frac{\psi_n}{\pi} \sin \beta \quad (25)$$

trong đó $\psi_n = \frac{B}{a_w}$; $\psi_n = \frac{B}{m_n}$ là các hệ số chiều rộng bánh răng tính theo a_w hoặc m_n .

5.2.2. Bánh răng Nôvicôp hai đường ăn khớp

Đường kính vòng chia d :

$$\text{bánh răng nhỏ (chủ động)} \quad d_1 = m_t z_1 = \frac{m_n z_1}{\cos \beta} = \frac{2a_w}{u+1} \quad (26)$$

$$\text{bánh răng lớn (bị động)} \quad d_2 = m_t z_2 = \frac{m_n z_2}{\cos \beta} = 2a_w - d_1 \quad (27)$$

Đường kính vòng đỉnh răng d_a

$$\text{bánh răng chủ động} \quad d_{a1} = d_1 + 1,8m_n \quad (28)$$

$$\text{bánh răng bị động} \quad d_{a2} = d_2 + 1,8m_n \quad (29)$$

Đường kính vòng chân răng d_f

$$\text{bánh răng chủ động} \quad d_{f1} = d_1 - 2,1m_n \quad (30)$$

$$\text{bánh răng bị động} \quad d_{f2} = d_2 - 2,1m_n \quad (31)$$

Khoảng cách trục của truyền động a_w

$$a_w = \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2} = \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2\cos\beta} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{d_1(u+1)}{2} \quad (32)$$

Chiều rộng vành răng B

$$B = \psi_n \cdot a_w = \frac{\varepsilon \pi m_n}{\sin\beta} \quad (33)$$

Hệ số trùng khớp dọc ε

$$\varepsilon = \frac{B \sin\beta}{\pi m_n} = \frac{\psi_n}{\pi} \sin\beta \quad (34)$$

trong đó $\psi_n = \frac{B}{a_w}$; $\psi_n = \frac{B}{a_n}$ là các hệ số chiều rộng bánh răng tính theo a_w hoặc m_n .

5.3. Tính toán độ bền

Lực tác dụng trong bộ truyền bánh răng trụ Nôvicôp cùng tương tự như lực tác dụng trong bộ truyền bánh răng trụ thân khai răng nghiêng gồm có ba thành phần.

$$\text{Lực vòng} \quad P = \frac{2M}{d} \quad (35)$$

$$\text{Lực hướng tâm} \quad T = P \frac{\tan\alpha}{\cos\beta} \quad (36)$$

$$\text{Lực chiều trục} \quad Q = P \tan\beta \quad (37)$$

trong đó M – momen xoắn; α – góc ăn khớp, đối với bánh răng Nôvicôp một đường ăn khớp $\alpha = 30^\circ$, còn đối với bánh răng Nôvicôp hai đường ăn khớp $\alpha = 27^\circ$; β – góc nghiêng của răng

5.3.1. Tính toán độ bền tiếp xúc

Do khả năng chịu tải tiếp xúc của bộ truyền bánh răng trụ ăn khớp Nôvicôp lớn hơn so với khả năng chịu tải tiếp xúc của bộ truyền bánh răng trụ thân khai có cùng một kích thước và được chế tạo từ cùng một loại vật liệu nên tải trọng đưa vào tính toán được xác định theo công thức:

$$T_{1H} = \frac{M}{k_N} \quad (38)$$

trong đó T_{1H} – momen xoắn tính toán đối với bánh răng chủ động;

M – momen xoắn cần truyền đối với bánh răng chủ động;

k_N – hệ số tăng tải trọng cho phép đối với truyền động bánh răng Nôvicôp, thường $k_N = 2,0 \div 2,5$.

Khi tính toán độ bền tiếp xúc của truyền động bánh răng trụ ăn khớp Nôvicôp có thể dùng phương pháp tính và các công thức tính toán tương tự như đối với truyền động bánh răng trụ thân khai đã nêu trong mục 4 của chương này.

Giá trị sơ bộ của khoảng cách trục a_w (mm) được xác định theo công thức

$$a_w = K_n(u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_{2H} K_{HP}}{u^2 \psi_n \sigma_{HP}^2}} \quad (39)$$

trong đó K_n – hệ số phụ. Đối với truyền động bánh răng thẳng $K_n = 230$; đối với truyền động bánh răng nghiêng $K_n = 200$; khi đó σ_{HP} được tính theo đơn vị kG/mm^2 , T_{2H} được tính theo đơn vị kGm ;

K_{HP} – hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng vành răng, được xác định theo đồ thị trên hình 4.41 theo ψ_{bd} và vị trí của trục so với bánh răng

$$\psi_{bd} = \frac{\psi_n(u+1)}{2}$$

σ_{HP} – ứng suất tiếp cho phép được xác định theo công thức (6) và bảng 4.87, kG/mm^2 ;

T_{2H} – tải trọng tính toán ban đầu (momen xoắn) đối với bánh răng bị động, kGm ;

u – tỷ số truyền động, $u = z_2/z_1$;

ψ_n – hệ số chiều rộng bánh răng tính theo khoảng cách trục a_w $\psi_n = B/a_w$, được chọn sao cho hệ số trùng khớp là nhỏ nhất. Thông thường $\psi_n = 0,2 \div 0,4$.

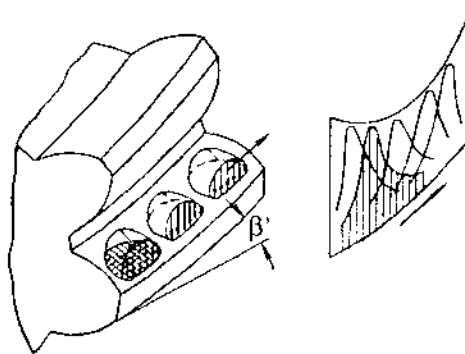
Tải trọng tính toán ban đầu đối với bánh răng nhỏ T_{2H} là tải trọng tác dụng lớn nhất, có số chu kỳ tác dụng vượt quá $0,03N_{HE}$, ở đây N_{HE} – số chu kỳ thay đổi ứng suất tương đương được xác định theo bảng 4.87 có tính đến tất cả tải trọng tác dụng.

Ứng suất tiếp xúc cho phép σ_{HP} dùng trong tính toán a_w đối với truyền động bánh răng Nôvicôp là ứng suất nhỏ hơn trong số ứng suất tiếp cho phép của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn. Khi đó σ_{HP} được tính theo công thức (6), trong đó

$$Z_R Z_V Z_L K_{\alpha H} = 0,9$$

5.3.2. Tính toán độ bền uốn

Độ bền uốn của răng bánh răng Nôvicôp phụ thuộc vào đặc tính của tải trọng tác dụng lên răng. Thông thường tải trọng không phân bố trên toàn bộ chiều dài răng mà chỉ phân bố trên một đoạn không lớn của chiều dài răng và một bộ phận khá lớn chiều dài răng không chịu tác dụng của tải trọng. Do đó việc thay đổi chiều rộng bánh răng B trong khi góc nghiêng β của răng không thay đổi sẽ không tăng được độ bền uốn của răng, đó là điểm khác biệt so với bánh răng trụ thân khai. Do đó tải trọng tác dụng dịch chuyển theo chiều dài răng



Hình 4.71. Sự dịch chuyển của vết tiếp xúc và sự phân bố áp lực trên bánh răng lồi.

với tốc độ tương đối lớn cho nên tại các mặt khác nhau của răng sẽ xuất hiện ứng suất khác nhau (hình 4.71).

Ứng suất trong các răng lỗi của bánh răng chủ động có thể được xác định gần đúng theo công thức

$$\sigma_F = \frac{P}{y_N m_n} = \frac{2M_1 \cos \beta}{y_N m_n^2 z_1} \quad (41)$$

trong đó y_N - hệ số dạng răng đối với bánh răng Nôvicôp.

Hệ số y_N tính đến hiệu quả của phần không chịu tải của răng, và do đó, khác với ăn khớp thân khai nó phụ thuộc vào môđun m_n và góc nghiêng β của răng. y_N được xác định bằng thực nghiệm theo đồ thị trên hình 4.72.

Kiểm tra độ bền uốn của răng theo hệ số an toàn

$$n = \frac{\sigma_b}{\sigma_F} \geq [n] \quad (42)$$

Hệ số an toàn cho phép về độ bền $[n] \geq 1,5$.

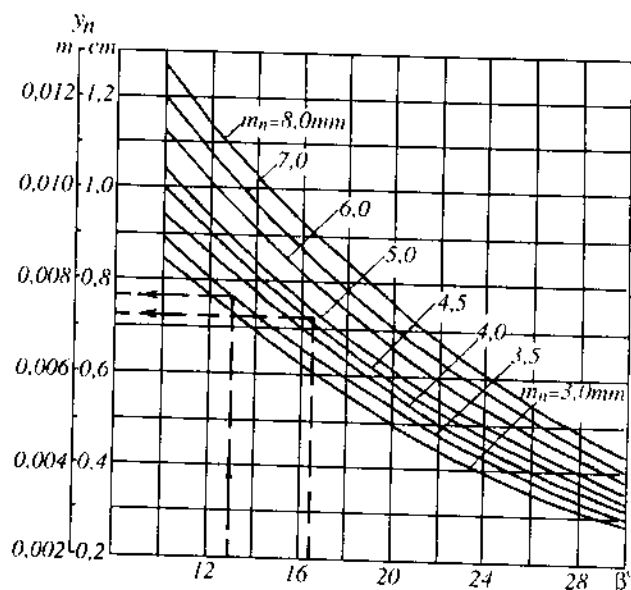
5.4. Lựa chọn các thông số cơ bản của bộ truyền

Góc nghiêng β có ảnh hưởng đến độ bền của răng, chiều rộng vành răng và hệ số trùng khớp. Góc β càng nhỏ thì lực chiều trục trong truyền động càng nhỏ và do đó hệ số trùng khớp sẽ nhỏ. Hệ số trùng khớp phải đạt được giá trị $\varepsilon = 1,15 \div 1,4$. Góc nghiêng của răng nên ở trong giới hạn $\beta = 10 \div 30^\circ$

Số răng của bánh răng chủ động z_1 thường được chọn trong giới hạn $(10 \div 60) \cos \beta$. Số răng z_1 lớn - khi làm việc lâu dài và tốc độ cao.

Hệ số chiều rộng bánh răng $\psi_a = \frac{B}{a_w}$ được chọn sao cho hệ số trùng khớp ε là nhỏ nhất. Thông thường chọn $\psi_a = 0,2 \div 0,4$; khi chiều rộng bánh răng bị giới hạn, các ổ trục được lắp đối xứng với bánh răng thì $B \leq 1,6d_1$ tương ứng với $\psi_a \leq \frac{3,2}{u+1}$; khi các ổ trục được lắp không đối xứng với bánh răng thì $B \leq 1,2d_1$ tương ứng với $\psi_a \leq \frac{2,4}{u+1}$; khi bánh răng được lắp công xôn thì $B \leq 0,6 d_1$ tương ứng với $\psi_a \leq \frac{1,2}{u+1}$.

Ứng suất tiếp cho phép σ_{HP} được chọn tương tự như đối với bánh răng trụ thân khai.



Hình 4.72. Đồ thị xác định y_N
(Thứ nguyên của y_N có thể là m, cm hoặc mm)

5.5. Trình tự tính toán thiết kế bộ truyền bánh răng Nôvicôp

Tính toán thiết kế bộ truyền bánh răng Nôvicôp nhằm xác định các kích thước của bộ truyền. Đặc điểm trong tính toán thiết kế là bảo đảm được giá trị xác định của hệ số trùng khớp ε . Nên theo trình tự sau:

1. Tùy theo điều kiện làm việc của truyền động cần chọn vật liệu cho bánh răng và xác định ứng suất tiếp cho phép hoặc các chỉ tiêu độ bền tiếp xúc.

2. Chọn hệ số chiều rộng bánh răng ψ_a .

3. Xác định momen xoắn tính toán tác dụng trên bánh răng bị động T_{2H} và tính toán khoảng cách trục a_w của bộ truyền theo công thức (39) và phần "Tính toán độ bền truyền động bánh răng trụ thân khai" (mục 4 của chương này).

4. Biết a_w , tính toán chiều rộng của bánh răng B và các đường kính vòng chia d_1, d_2 .

5. Chọn sơ bộ góc nghiêng của răng ($\beta \approx 15^\circ \div 17^\circ$) và chọn sơ bộ hệ số trùng khớp ($\varepsilon \approx 1,3$) và xác định môđun pháp m_n theo công thức (24) hoặc (33). Làm tròn giá trị m_n theo tiêu chuẩn.

6. Theo đường kính d_1, d_2 , môđun m_n và góc nghiêng của răng β , xác định số răng của các bánh răng trong bộ truyền z_1, z_2 , làm tròn các giá trị z_1, z_2 đến các số nguyên gần nhất và bảo đảm sao cho tỷ số truyền u gần với giá trị đã cho.

7. Biết tổng số răng $z_1 + z_2$ và khoảng cách trục a_w , tính toán chính xác góc nghiêng của răng β và kiểm tra hệ số trùng khớp nằm trong giới hạn $\varepsilon = 1,15 \div 1,4$.

8. Tính toán chính xác các đường kính vòng chia d_1, d_2 và xác định các kích thước còn lại của bánh răng.

9. Xác định lực trong ăn khớp và tính toán kiểm tra theo độ bền uốn của răng.

Để đảm bảo hệ số trùng khớp ε theo yêu cầu, trong quá trình tính toán cần có sự điều chỉnh các thông số của truyền động khi cần.

Prôfin gốc của bánh răng Nôvicôp một hoặc hai đường ăn khớp được chọn theo tiêu chuẩn (TCVN 2349-78, TCVN 2348-78).

Ví dụ. Xác định các kích thước của bộ truyền bánh răng Nôvicôp một đường ăn khớp để truyền momen 40000 kGmm. Tỷ số truyền động $u = 5$. Các ổ trục được bố trí đối xứng với bánh răng. Truyền động được vận hành trong thời gian dài: Prôfin gốc theo TCVN 2349-78.

1. Chọn vật liệu cho bánh răng nhỏ: thép 40Cr, tôi cải thiện, độ cứng 265HB; vật liệu cho bánh răng lớn: thép C45, tôi cải thiện, độ cứng đạt 215HB.

Ứng suất tiếp cho phép σ_{HP} được xác định cho bánh răng lớn theo công thức (6):

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim}}{S_H} Z_R Z_L K_{xH}$$

Theo công thức (40):

$$\sigma_{HP} = 0,9 \frac{\sigma_{Hlim}}{S_H}$$

Theo bảng 4.87, độ bền tiếp xúc giới hạn của bề mặt răng tương ứng với số chu kỳ

thay đổi ứng suất tương đương σ_{Hlim}

$$\sigma_{Hlim} = \sigma_{Hlimb} K_{HL}$$

trong đó σ_{Hlimb} - độ bền tiếp xúc giới hạn của bề mặt răng tương ứng với số chu kỳ thay đổi ứng suất cơ sở, kG/mm^2 , được xác định theo bảng 4.88:

$$\sigma_{Hlimb} = 0,2HB + 7 = 0,2.215 + 7 = 50kG/mm^2$$

K_{HL} - Hệ số tuổi thọ. Khi tính toán theo công thức (6) với vật liệu có cấu trúc đồng nhất, tải trọng không đổi, có thể chọn $1 < K_{HL} < 2,6$, ở đây chọn $K_{HL} = 1,6$

$$\sigma_{Hlim} = 50.1,6 = 80kG/mm^2$$

S_H - Hệ số an toàn. Đối với bánh răng được chế tạo từ vật liệu có cấu trúc đồng nhất $S_H = 1,1$

$$\sigma_{HP} = 0,9 \frac{80}{1,1} = 65,4kG/mm^2$$

2. Chọn hệ số chiều rộng bánh răng ψ_a . Thường $\psi_a = 0,2 \div 0,4$, ở đây chọn $\psi_a = 0,4$.

3. Momen xoắn tính toán đối với bánh răng chủ động được xác định theo công thức (38)

$$T_{1H} = \frac{M}{k_N} = \frac{40000}{2} = 20.000 \text{ kGmm}$$

$$T_{2H} = T_{1H} \cdot u = 20000.5 = 100000 \text{ kGmm}$$

Khoảng cách trục a_w được xác định theo công thức (39):

$$a_w = K_a(u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_{2H} K_{H\beta}}{u^2 \psi_a \sigma_{HP}^2}}$$

trong đó: k_a - hệ số phụ, $k_a = 230$;

u - tỷ số truyền, $u=5$;

T_{2H} - tải trọng tính toán ban đầu đối với bánh răng bị động, kGm .

$$T_{2H} = 100.000 \text{ kGmm} = 100kGm$$

ψ_a - hệ số chiều rộng bánh răng, $\psi_a = 0,4$

σ_{HP} - ứng suất tiếp cho phép, kG/mm^2 , $\sigma_{HP} = 73,6kG/mm^2$

$K_{H\beta}$ - hệ số tính đến sự phân bố tải trọng theo chiều rộng vành răng, được xác định theo đồ thị trên hình 4.41. Xác định :

$$\psi_a = \frac{\psi_a(u+1)}{2} = \frac{0,4(5+1)}{2} = 1,2; \text{ các ổ trục được bố trí đối xứng với bánh răng}$$

(đường cong số 6), độ cứng bánh răng nhỏ hơn 350HB, ta có $K_{H\beta} \approx 1$.

$$a_w = 230(5+1) \sqrt[3]{\frac{100.1}{5^2 \cdot 0,4 \cdot 65,4^2}} = 183,16 \text{ mm}$$

4. Chọn sơ bộ hệ số trùng khớp dọc $\varepsilon = 1,3$ và góc nghiêng $\beta = 15^\circ$. Theo biểu đồ trên hình 4.73, xác định được tổng số răng của truyền động $z_\Sigma \approx 76$. Số răng của bánh răng nhỏ z_1 .

$$z_1 = \frac{z_\Sigma}{u+1} = \frac{76}{5+1} = 12,7$$

Chọn $z_1 = 13$.

Số răng của bánh răng lớn z_2 :

$$z_2 = u \cdot z_1 = 5 \cdot 13 = 65$$

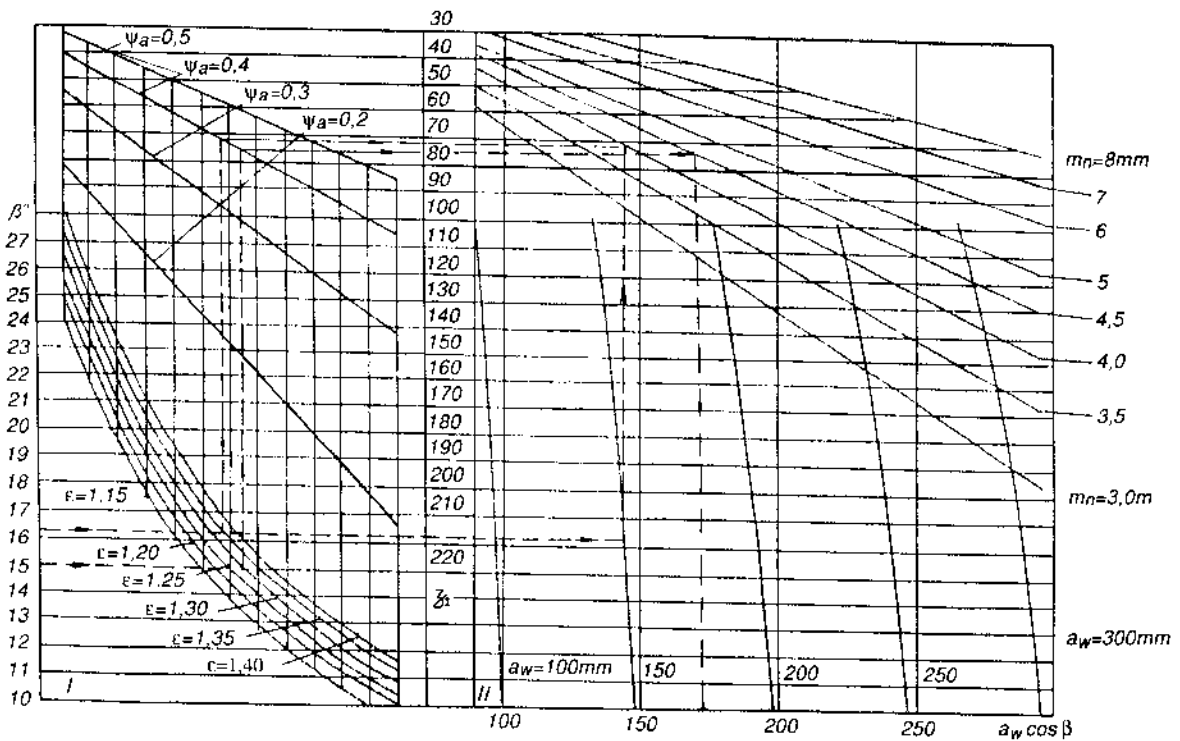
Khi đó tổng số răng của truyền động $Z_\Sigma = 13 + 65 = 78$

Môđun pháp m_n :

$$m_n = \frac{2a_w \cos \beta}{z_\Sigma} = \frac{2 \cdot 183 \cdot 0,966}{78} = 4,54 \text{ mm}$$

Chọn $m_n = 4,5 \text{ mm}$ và $a_w = 183 \text{ mm}$ và tính toán chính xác góc nghiêng của răng .

$$\cos \beta = \frac{m_n z_\Sigma}{a_w} = \frac{4,5 \cdot 78}{2 \cdot 183} = 0,958 \text{ mm}; \quad \beta = 16^\circ 46'$$



Hình 4.73. Biểu đồ xác định tổng số răng Z_Σ và mối quan hệ giữa $\beta - \psi_a - m_n - a_w$

5. Chiều rộng bánh răng $B = \psi_a a_w = 0,4 \cdot 183 = 73,2 \text{ mm}$. Chọn $B = 75 \text{ mm}$.

Khi đó $\psi_a = \frac{B}{a_w} = \frac{75}{183} = 0,41$. Tính toán chính xác hệ số trùng khớp dọc

$$\varepsilon = \frac{B \sin \beta}{\pi m_n} = \frac{75 \sin 16^\circ 46'}{3,14 \cdot 4,5} = 1,5$$

Hệ số trùng khớp $1,5 > 1,4$, do đó nên giảm chiều rộng B của bánh răng.

Chọn $B = 70 \text{ mm}$. Khi đó $\psi_0 = \frac{B}{a_w} = \frac{70}{183} = 0,38$ và hệ số trùng khớp dọc

$$\varepsilon = \frac{B \sin \beta}{\pi m_n} = \frac{70 \sin 16^\circ 46'}{3,14 \cdot 4,5} = 1,4$$

6. Xác định các kích thước của bánh răng

Đường kính vòng chia của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn

$$d_1 = \frac{2a_w}{u+1} = \frac{2 \cdot 183}{5+1} = 61 \text{ mm}$$

$$d_2 = 2a_w - d_1 = 2 \cdot 183 - 61 = 305 \text{ mm}$$

Đường kính vòng đỉnh của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn

$$d_{a1} = d_1 + 2,3m_n = 61 + 2,3 \cdot 4,5 = 71,35 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 = 305 \text{ mm}$$

Đường kính vòng chân răng của bánh răng nhỏ và bánh răng lớn

$$d_{f1} = d_1 - 0,7m_n = 61 - 0,7 \cdot 4,5 = 57,85 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,6m_n = 293,3 \text{ mm}$$

7. Kiểm tra theo độ bền uốn:

Theo công thức (41)

$$\sigma_F = \frac{P}{y_N m_n}$$

trong đó σ_F - ứng suất uốn trong bánh răng nhỏ, kG/mm^2 ;

P - lực vòng, được xác định theo công thức (35)

$$P = \frac{2M}{d_1} = \frac{2 \cdot 40000}{61} = 1311,5 \text{ kG}$$

y_N - hệ số dạng răng, được xác định theo đồ thị trên hình 4.72 phụ thuộc vào β và m_n . Với $\beta = 16^\circ 46'$, $m_n = 4,5 \text{ mm}$, $y_N = 0,72 \text{ cm}$; và $y_N = 7,2 \text{ mm}$.

$$\sigma_F = \frac{1311,5}{7,2 \cdot 4,5} = 40,4 \text{ kG/mm}^2$$

Hệ số an toàn được tính theo công thức (42)

$$n = \frac{\sigma_b}{\sigma_F}$$

trong đó σ_b - giới hạn bền của vật liệu chế tạo bánh răng nhỏ.

Chọn vật liệu cho bánh răng nhỏ bằng thép 40Cr được tôi cải thiện có thể đạt được giới hạn bền $\sigma_b = 70 \div 80 \text{ kG/mm}^2$

$$n = \frac{70}{40,4} = 1,73 > 1,5$$

Chương 5

TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT TRỤ

Các thuật ngữ và ký hiệu của dạng truyền động này cho trong bảng 5.1

Bảng 5.1. Thuật ngữ và ký hiệu của truyền động trục vít

Thuật ngữ	Ký hiệu
Khoảng cách trục chia	a
Khoảng cách trục	a_w
Chiều dài phần có răng của trục vít	b_1
Chiều rộng vành răng bánh vít	b_2
Khe hở hướng kính của truyền động	C
Đường kính trung bình của trục vít, đường kính chia	d_1
Đường kính trung bình của bánh răng, đường kính chia	d_2
Đường kính vòng đỉnh răng trục vít	d_{a1}
Đường kính vòng đỉnh răng bánh vít	d_{a2}
Đường kính lớn nhất của bánh vít	d_{aM2}
Đường kính vòng cơ sở của trục vít	d_{b1}
Đường kính vòng chân răng trục vít	d_{r1}
Đường kính vòng chân răng bánh vít	d_{r2}
Đường kính vòng lăn trục vít	d_{w1}
Đường kính vòng lăn bánh vít	d_{w2}
Đường kính con lăn đo	D
Chiều cao răng trục vít	h_1
Chiều cao răng bánh vít	h_2
Chiều cao đầu răng chia (đến cung răng chia) của trục vít	h_{a1}
Chiều cao răng đến dây cung răng chia của trục vít, chiều cao răng đến dây cung răng của trục vít	$\bar{h}_{a1}$
Chiều cao đầu răng chia (đến cung răng chia) của bánh vít	h_{a2}

Tiếp bảng 5.1

Thuật ngữ	Ký hiệu
Chiều cao răng đến dây cung răng chia của bánh vít; chiều cao răng đến dây cung răng của bánh vít	$\bar{h}_{a2}$
Chiều cao chân răng chia của trục vít	h_{t1}
Chiều cao chân răng chia của bánh vít	h_{t2}
Chiều cao làm việc của răng trục vít	h_{l1}
Chiều cao làm việc của răng bánh vít	h_{l2}
Môđun linh toán của trục vít, bánh vít	m
Kích thước trục vít đo theo con lăn	M_1
Bước răng tính toán của trục vít, bánh vít	p
Bước đường xoắn vít của răng trục vít	p_{z1}
Hệ số đường kính của trục vít	q
Chiều dày tính toán của răng trục vít	s
Chiều dày theo dây cung răng trục vít; chiều dày răng chia (theo dây cung răng chia) của trục vít	$\bar{s}_{a1}$
Tỷ số truyền	u
Hệ số dịch chỉnh của trục vít	x
Số đầu răng trục vít	z_1
Số răng bánh vít	z_2
Góc prôfin trong mặt cắt pháp của rãnh răng trục vít	ϵ_{nS}
Góc prôfin trong mặt cắt pháp của răng trục vít	ϵ_{nT}
Góc prôfin của bề mặt sinh (góc prôfin sinh)	ϵ_o
Góc prôfin trong mặt cắt dọc của răng trục vít	ϵ_t
Góc prôfin trong mặt cắt pháp của răng thanh răng đối tiếp với trục vít z_1	ϵ_n
Góc nâng đường răng trục vít (góc nâng đường vít), góc nâng đường vít trên mặt trụ chia	v
Góc nâng đường vít trên mặt đỉnh răng	v_d
Góc nâng đường vít trên mặt trụ cơ sở	v_b
Góc nâng đường vít trên mặt trụ lăn	v_w
Bán kính cong đường cong chuyển tiếp chân răng trục vít	r_f

1. ĐẶC TÍNH VÀ CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN

1.1. Đặc tính của truyền động trục vít trụ

Đối với truyền động trục vít - bánh vít, khâu chủ động (khâu dẫn) là trục vít, khâu bị động (khâu bị dẫn) là bánh vít.

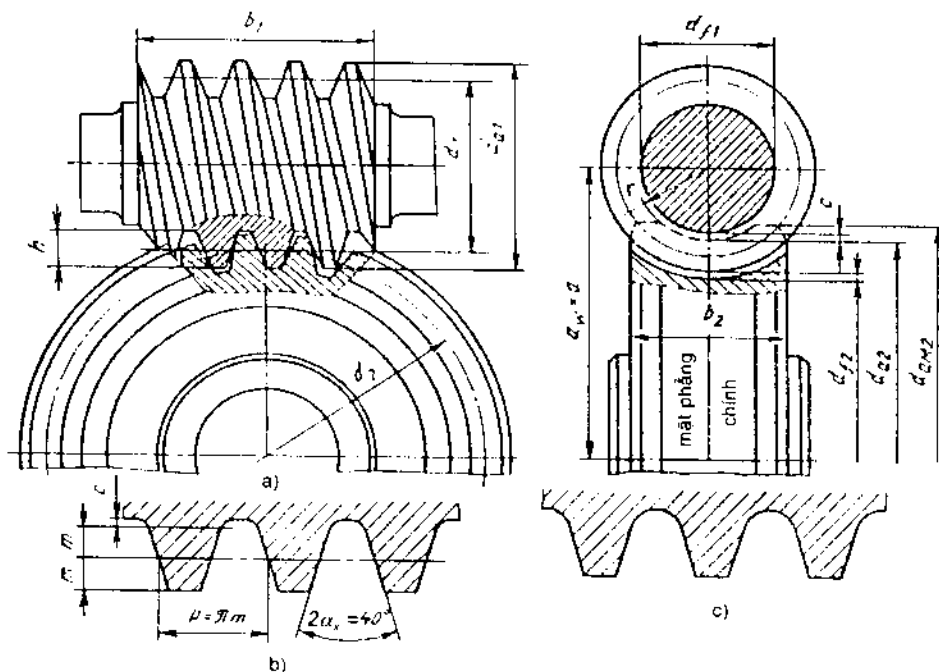
Truyền động trục vít có ưu điểm cơ bản: truyền động êm, tiếng ồn tương đối nhỏ; nhược điểm của truyền động trục vít: hiệu suất tương đối thấp. Khi công suất truyền lớn (trên 60kW), không nên sử dụng truyền động trục vít. Tỷ số truyền nên dùng của truyền động trục vít $u = 10 \div 80$.

Cũng như truyền động bánh răng, có thể thực hiện việc dịch chỉnh đối với trục vít trong truyền động trục vít - bánh vít. Bản chất của việc dịch chỉnh này chủ yếu nhằm để bảo đảm khoảng cách trục tiêu chuẩn. Khi dịch chỉnh, đường kính vòng lăn của trục vít $d_{w1} = (q + 2x)m$ sẽ khác với đường kính chia $d_1 = qm$, còn các kích thước khác như đường kính vòng đỉnh răng d_{a1} , đường kính vòng chân răng d_{f1} , chiều cao răng h_1 , chiều dày răng s_{a1} không thay đổi. Để bảo đảm điều kiện ăn khớp khi dịch chỉnh trục vít, tạo ra sự thay đổi khoảng cách trục của truyền động a_w khác với khoảng cách trục chia a , đường kính vòng đỉnh răng bánh vít d_{a2} phải thay đổi $d_{a2} = d_2 + 2(h_a^* + x)m$, và tất nhiên đường kính lớn nhất của bánh vít d_{aM2} cũng thay đổi.

Trong quá trình ăn khớp phải giữ đúng vị trí mặt phẳng chính (hình 5.1) của truyền động, do đó phải có khả năng điều chỉnh bánh vít khi lắp dọc theo trục của nó để bảo đảm cho mặt phẳng chính trùng với mặt phẳng dọc trục của trục vít.

1.2. Các thông số cơ bản

Sơ đồ và các yếu tố cơ bản của truyền động trục vít trụ được giới thiệu trên hình 5.1.



Hình 5.1. Truyền động trục vít trụ
a) sơ đồ; b) mặt cắt dọc của trục vít acsimét;
c) mặt cắt dọc của trục vít có mặt bên răng lõm

Môđun m của trục vít trụ, tính theo milimét, được xác định trong mặt cắt dọc của trục vít, đã tiêu chuẩn hoá:

dây 1: 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20.

dây 2: 3; 3,5; 6; 7; 12.

Nên ưu tiên sử dụng dây 1.

Cho phép sử dụng $m < 2\text{mm}$

Hệ số đường kính trục vít q đã được tiêu chuẩn hoá

dãy 1: 8; 10; 12,5; 16; 20; 25.

dãy 2: 7,1; 9; 11,2; 14; 18; 22.

Nên ưu tiên sử dụng dãy 1.

Cho phép sử dụng $q=7,5$ và $q=12$.

Có các dạng trục vít trụ sau:

Trục vít Acimet, được ký hiệu ZA, có góc prôfin trong mặt cắt dọc của răng $\alpha_n = 20^\circ$;

Trục vít trụ thân khai, được ký hiệu Z1, có góc prôfin α_n trong mặt cắt pháp của răng thanh răng đôi tiếp với trục vít;

Trục vít có prôfin răng thẳng trong mặt cắt pháp của răng và góc prôfin trong mặt cắt pháp của răng $\alpha_{nT} = 20^\circ$, được ký hiệu ZN1.

Trục vít có prôfin răng răng thẳng trong mặt cắt pháp của răng răng và góc prôfin trong mặt cắt pháp của răng răng $\alpha_{nS} = 20^\circ$, được ký hiệu ZN2;

Trục vít trụ được tạo hình bằng mặt côn, ký hiệu ZK; khi góc prôfin của mặt côn sinh $\alpha_o = 20^\circ$ – được ký hiệu ZK1.

Trong thực tế thường sử dụng rộng rãi trục vít Acimet ZA. Việc chế tạo trục vít ZA thường được thực hiện trên máy tiện với dao tiện có prôfin phù hợp với prôfin gốc của trục vít và không qua mài răng. Đối với truyền động trục vít có công suất lớn cần sử dụng trục vít convôlút (ZN1, ZN2) cũng như trục vít được tạo hình bằng mặt côn (ZK1). Các loại trục vít này cần được mài răng.

Prôfin gốc tiêu chuẩn của trục vít (ГОСТ 19036-73):

Góc prôfin răng $\alpha = 20^\circ$ ($\alpha_n, \alpha_n^*, \alpha_{nT}, \alpha_{nS}, \alpha_o$);

Hệ số chiều cao đầu răng $h_a^* = 1$;

Khe hở hướng kính $c = 0,2\text{mm}$;

Bán kính cong đường cong chuyển tiếp chân răng $r_f = 0,3\text{mm}$;

Chiều cao răng $h = 2m + C$; chiều cao chân răng $h_f = m + C$; chiều cao làm việc của răng không nhỏ hơn $h_l = 2m$; chiều dày tính toán của răng $s = 0,5\pi m$.

Số răng (hoặc số đầu răng) của trục vít thường là $z_1 = 1 \div 4$. Số răng z_1 càng nhỏ thì tổn thất do ma sát của truyền động càng lớn và hiệu suất η của truyền động càng thấp.

Trục vít có số răng $z_1 = 1$ có khả năng đạt được độ chính xác chế tạo cao hơn so với trục vít có nhiều răng. Do đó truyền động trục vít với trục vít có $z_1 = 1$ được ưu tiên sử dụng trong các cơ cấu của xích phân độ một số máy công cụ, các cơ cấu tính toán cũng như các cơ cấu làm việc trong thời gian ngắn.

Hướng xoắn của răng trục vít thường là hướng phải. Hướng răng trái chỉ được dùng trong các trường hợp đặc biệt.

Vật liệu để chế tạo trục vít có thể là thép cacbon hoặc thép hợp kim kết cấu có hàm lượng cacbon trung bình như thép C45, C50, 12CrNi3A, 18CrNiWA, 20Cr, 20Cr2Ni4A (có

thấm cacbon) hoặc 40Cr, 38CrMnNi, 40CrNi (được tôi), 38CrMoAlA (có thấm nitơ).

Trong trường hợp chịu tải không lớn, tốc độ trượt thấp ($v_t \leq 2\text{m/s}$) có thể chế tạo trục vít từ thép C35, CT60, gang grafit cầu, gang xám GX21-40.

Kích thước cơ bản phần chế tạo răng của bánh vít được giới thiệu trên hình 5.2. Số răng z_2 của bánh vít được chọn phụ thuộc vào tỷ số truyền và số răng (số đầu răng) z_1 của trục vít. Đối với truyền động thông thường để truyền lực, nên chọn số răng của trục vít z_1 sao cho số răng bánh vít $z_2 = 30 \div 70$. Khi z_2 gần với giới hạn dưới, kích thước của truyền động giảm đi và đồng thời hiệu suất của truyền động η cũng giảm vì phải sử dụng số răng z_1 nhỏ. Do đó $z_2 = 30 \div 50$ chỉ nên dùng cho truyền động có công suất lớn. Khi công suất của truyền động lớn, để nâng cao hiệu suất của truyền động cần tăng số răng z_2 tới $60 \div 70$.

Không nên dùng $z_2 > 80$ vì trong trường hợp này phải có biện pháp tăng độ bền uốn của răng, một vấn đề tương đối khó khăn đối với đồng bronze có độ bền chịu mài mòn cao. Không nên chọn $z_2 < 28$ vì sẽ dẫn tới hiện tượng cắt chân răng. Đối với số răng z_2 nhỏ có thể thực hiện việc dịch chỉnh profin gốc như đối với bánh răng trụ.

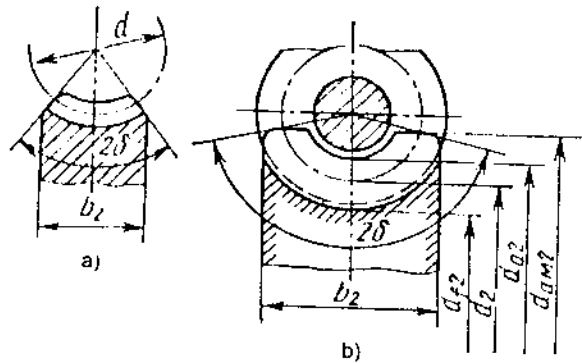
Khi cắt răng bánh vít bằng dao bay thay cho dao phay trục vít thì số răng bánh vít z_2 có thể không cần giữ là bội số chung của số răng trục vít z_1 . Khi đó cần giữ các thông số của trục vít (z_1 , m và q) theo tiêu chuẩn và thay số răng z_2 bằng giá trị không chia chắn cho 2, ví dụ thay $z_2 = 32$ bằng $z_2 = 31$ hoặc $z_2 = 33$; $z_2 = 36$ bằng $z_2 = 35$ hoặc $z_2 = 37$ v.v... Đối với các truyền động này để tránh cho tỷ số truyền u không vượt quá giới hạn cho phép và $x > 1$ cần dùng nhiều dao bay hoặc số dao bay bằng z_1 được lắp trên trục gá dao theo một đường xoắn vít cách nhau một khoảng bằng bước dọc.

Số răng z_2 thường không được tiêu chuẩn hoá. Giá trị của z_2 giới thiệu trong bảng 5.2 dùng cho các hộp giảm tốc trục vít tiêu chuẩn trong đó có sự phối hợp với các thông số cơ bản của truyền động như a_w , u , m , q và x .

Góc bao 2δ (hình 5.2) được xác định theo công thức:

$$\sin \delta = \frac{b_2}{d_{a1} - 0,5m}$$

Đối với truyền động truyền lực $2\delta = 90 \div 120^\circ$; đối với truyền động không dùng trong cơ cấu tính $2\delta = 60 \div 90^\circ$ còn đối với truyền động dùng trong cơ cấu tính, không dùng để truyền lực $2\delta = 45 \div 60^\circ$.



Hình 5.2. Góc bao
a và b) Các phương án kết cấu của vành răng phụ
thuộc vào góc bao 2δ

Bảng 5.2. Sự phối hợp của các thông số cơ bản của truyền động trục vít trục giao

Tỷ số truyền u	Thông số	Khoảng cách trục, a _w , mm											
		40			50			63			80		
8, 16; 31,5	$z_2 : z_1$	32 : 4	32 : 2	32 : 1	32 : 4	32 : 2	32 : 1	32 : 4	32 : 2	32 : 1	32 : 4	32 : 2	32 : 1
	m	2,00			2,50			3,15			4,00		
	q	8			8			8			8		
	x	0			0			0			0		
	u	8	16	32	8	16	32	8	16	32	8	16	32
9, 18; 36,5	$z_2 : z_1$	36 : 4	36 : 2	36 : 1	36 : 4	36 : 2	36 : 1	36 : 4	36 : 2	36 : 1	36 : 4	36 : 2	36 : 1
	m	1,60			2,00			2,50			3,15		
	q	12,5			12,5			12,5			16,0		
	x	+0,750			+0,750			+0,950			+0,603		
	u	9	18	36	9	18	36	9	18	36	9	18	36
10; 20; 40	$z_2 : z_1$	40 : 4	40 : 2	40 : 1	40 : 4	40 : 2	40 : 1	40 : 4	40 : 2	40 : 1	40 : 4	40 : 2	40 : 1
	m	1,60			2,00			2,50			3,15		
	q	10			10			10			10		
	x	0			0			+0,2			+0,4		
	u	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40
11,2; 22,4; 45	$z_2 : z_1$	46 : 4	46 : 2	46 : 1	46 : 4	46 : 2	46 : 1	46 : 4	46 : 2	46 : 1	46 : 4	46 : 2	46 : 1
	m	1,25			1,60			2,00			2,50		
	q	16			16			16			16		
	x	+1,00			+0,25			+0,50			+1,00		
	u	11,5	23,0	46,0	11,5	23,0	46,0	11,5	23,0	46,0	11,5	23,0	46,0
12,5; 25; 50	$z_2 : z_1$	50 : 4	50 : 2	50 : 1	50 : 4	50 : 2	50 : 1	50 : 4	50 : 2	50 : 1	50 : 4	50 : 2	50 : 1
	m	1,25			1,60			2,00			2,50		
	q	12,5			12,5			12,5			12,5		
	x	+0,750			0			+0,250			=0,750		
	u	12,5	25,0	50,0	12,5	25,0	50,0	12,5	25,0	50,0	12,5	25,0	50,0
14; 28; 56	$z_2 : z_1$	58 : 4	58 : 2	58 : 1	58 : 4	58 : 2	58 : 1	58 : 4	58 : 2	58 : 1	58 : 4	58 : 2	58 : 1
	m	1,00			1,25			1,60			2,00		
	q	20			20			20			20		
	x	+1,000			+1,000			+0,375			+1,000		
	u	14,5	29,0	58,0	14,5	29,0	58,0	14,5	29,0	58,0	14,5	29,0	58,0

Tiếp bảng 5.2

Tỷ số truyền u		Thông số	Khoảng cách trục, a _w , mm														
			40		50		63		80		100		125				
63	Z ₂ : Z ₁		63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1	63 : 1		
	m		1,00	1,25	1,60	2,00	2,50	3,15	16	16	16	16	16	16	16		
	q		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
	x		0,500	0,500	-0,125	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500		
80	Z ₂ : Z ₁		63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63		
	m		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	q		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	x		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Tỷ số truyền u	Thông số		Khoảng cách trục, a _w , mm														
			140		160		180		200		225		250				
	Z ₂ : Z ₁		32:4	32:2	32:1	32:4	32:2	32:1	32:4	32:2	32:1	32:4	32:2	32:1	32:4	32:2	32:1
	m		6,3	6,3	6,3	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
8; 16; 31,5	q		12,5	12,5	12,5	8,0	12,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
	x		-0,03	0	0	0,25	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	
	u		8	16	32	8	16	32	8	16	32	8	16	32	8	16	32
	Z ₂ : Z ₁		36:4	36:2	36:1	36:4	36:2	36:1	36:4	36:2	36:1	36:4	36:2	36:1	36:4	36:2	36:1
9; 18; 35,5	m		6,3	6,3	6,3	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
	q		8,0	8,0	8,0	14,0	14,0	14,0	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	
	x		-0,222	-0,222	-0,222	+0,397	+0,397	+0,397	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	
	u		9	18	36	9	18	36	9	18	36	9	18	36	9	18	36
10; 20; 40	Z ₂ : Z ₁		40:4	40:2	40:1	40:4	40:2	40:1	40:4	40:2	40:1	40:4	40:2	40:1	40:4	40:2	40:1
	m		5,0	5,0	5,0	6,3	6,3	6,3	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
	q		16	16	16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	x		0	0	0	+0,397	+0,397	+0,397	+0,571	+0,571	+0,571	+0,571	+0,571	+0,571	+0,571	+0,571	
Tỷ số truyền u	Thông số		10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40
			10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40
			10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40
			10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40	10	20	40

Tiếp bảng 5.2

Tỷ số truyền u	Thông số	Khoảng cách trục, a _w , mm															
		140				160				180				200			
		46.4	46.2	46.1	46.0	46.4	46.2	46.1	46.0	46.4	46.2	46.1	46.0	46.4	46.2	46.1	46.0
11.2; 22.4; 45	Z ₂ /Z ₁																
	m		5,0				5,0				6,3				8,0		8,0
	q		10				16				10				10		16
	x		0				+1,000				+0,571				+0,125		+0,250
	u	11,5	23,0	46,0		11,5	23,0	46,0		11,5	23,0	46,0		11,5	23,0	46,0	46,0
12.5; 25; 50	Z ₂ /Z ₁	50.4	50.2	50.1		50.4	50.2	50.1		50.4	50.2	50.1		50.4	50.2	50.1	50.1
	m		4,0				5,0				6,3				8,0		8,0
	q		20,0				12,5				12,5				20,0		12,5
	x		0				+0,750				+0,100				+0,710		0
	u	12,5	25,0	50,0		12,5	25,0	50,0		12,5	25,0	50,0		12,5	25,0	50,0	50,0
14; 28; 56	Z ₂ /Z ₁	58.4	58.2	58.1		58.4	58.2	58.1		58.4	58.2	58.1		58.4	58.2	58.1	58.1
	m		4,0				4,0				5,0				6,3		6,3
	q		12,5				20,0				12,5				12,5		20,0
	x		-0,250				+1,00				+0,750				+0,464		+0,682
	u	14,5	29,0	58,0		14,5	29,0	58,0		14,5	29,0	58,0		14,5	29,0	58,0	58,0
63	Z ₂ /Z ₁																
	m						63.1				63.1				63.1		63.1
	q						4,00				5,00				6,3		6,3
	x						16				16				12,5		15
	u						+0,50				+0,500				-1,000		+0,182
71	Z ₂ /Z ₁																
	m																
	q																
	x																
	u																
80	Z ₂ /Z ₁																
	m																
	q																
	x																
	u																

Tiếp bảng 5.2

Tỷ số truyền u	Thông số	Khoảng cách trục a _w , mm																							
		280				315				355				400				450				500			
8; 16; 31,5	Z ₂ /Z ₁	32:4	32:2	32:1	32:1	32:4	32:2	32:1	32:1	32:4	32:2	32:1	32:1	32:4	32:2	32:1	32:1	32:4	32:2	32:1	32:4	32:2	32:1	32:2	32:1
	m	12,5	12,5	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	q	12,5	12,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	x	+0,150	+0,150	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300	-0,300	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
9; 18; 35,5	Z ₂ /Z ₁	8	16	32	32	8	16	32	32	8	16	32	32	8	16	32	32	8	16	32	32	8	16	32	32
	m	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	16,0	16,0	16,0	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	q	8,0	8,0	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	x	+0,400	+0,400	+0,950	+0,950	+0,950	+0,950	+0,950	+0,950	+0,950	+0,950	+0,950	+0,950	+0,750	+0,750	+0,750	+0,750	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500
10; 20; 40	Z ₂ /Z ₁	9	18	36	36	9	18	36	36	9	18	36	36	9	18	36	36	9	18	36	36	9	18	36	36
	m	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
	q	16	16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	x	0	0	+0,200	+0,200	+0,200	+0,200	+0,200	+0,200	+0,200	+0,200	+0,200	+0,200	0	0	0	0	+0,125	+0,125	+0,125	+0,125	0	0	0	0
11,2; 22,4; 45	Z ₂ /Z ₁	10	20	40	40	10	20	40	40	10	20	40	40	10	20	40	40	10	20	40	40	10	20	40	40
	m	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
	q	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	x	0	0	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	+0,500	0	0	0	0	+0,125	+0,125	+0,125	+0,125	0	0	0	0
12,5; 25; 50	Z ₂ /Z ₁	11,5	23,0	46,0	46,0	11,5	23,0	46,0	46,0	11,5	23,0	46,0	46,0	11,5	23,0	46,0	46,0	11,5	23,0	46,0	46,0	11,5	23,0	46,0	46,0
	m	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
	q	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	x	0	0	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	0	0	0	0	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	0	0	0	0
12,5; 25; 50	Z ₂ /Z ₁	12,5	25,0	50,0	50,0	12,5	25,0	50,0	50,0	12,5	25,0	50,0	50,0	12,5	25,0	50,0	50,0	12,5	25,0	50,0	50,0	12,5	25,0	50,0	50,0
	m	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
	q	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	x	0	0	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25	0	0	0	0	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	0	0	0	0

Tiếp bảng 5.2

Tỷ số truyền u	Thông số	Khoảng cách trục, a _m , mm															
		280				315				355				400			
14; 28; 56	Z ₂ /Z ₁	58,4	58,2	58,1	58,4	58,2	58,1	58,4	58,2	58,1	58,4	58,2	58,1	58,4	58,2	58,1	58,4
	m	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	q	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
	x	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250	-0,250
	u	14,5	29,0	58,0	14,5	29,0	58,0	14,5	29,0	58,0	14,5	29,0	58,0	14,5	29,0	58,0	14,5
63	Z ₂ /Z ₁	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1	63,1
	m	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	q	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
	x	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125
	u	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
71	Z ₂ /Z ₁	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1	73,1
	m	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
	q	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	x	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056	-0,056
	u	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
80	Z ₂ /Z ₁	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1	80,1
	m	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	q	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	u	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

Vật liệu để chế tạo bánh vít phải có tính chất chịu mài mòn tốt. Thường dùng đồng bronze hoặc gang. Chỉ sử dụng bánh vít bằng gang trong truyền động chậm, tải trọng nhỏ (công suất nhỏ hơn 1kW) và tốc độ trượt $v_t \leq 2\text{m/s}$. Khi tốc độ trượt $v_t > 2\text{m/s}$ và công suất truyền lớn hơn 1kW nên dùng bánh vít có thân bằng gang còn vành răng bằng đồng bronze. Các loại đồng bronze để chế tạo vành răng bánh vít: BCuSn10P1, BCuSn10NiP, BCuSn6Zn6Pb3, BCuSn5Zn7Pb12, BCuAl9Fe4. Bánh vít bằng đồng bronze có thể làm việc ở tốc độ trượt $v_t = 4 \div 5\text{m/s}$, khi đó để tránh sự kẹt dính, trục vít cần được mài răng hoặc mài bóng răng và độ cứng bề mặt làm việc của răng cần lớn hơn 50HRC.

2. TÍNH TOÁN HÌNH HỌC TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT TRỤ TRỤC GIAO

Công thức tính toán và chỉ dẫn xác định các thông số hình học của truyền động trục vít trụ trục giao (góc giữa các trục của trục vít và bánh vít bằng 90°) được giới thiệu trong bảng 5.3.

Bảng 5.3. Các công thức tính toán hình học truyền động trục vít trụ trục giao

Thông số và ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
Các thông số cho trước Môđun m Hệ số đường kính của trục vít q Số răng trục vít z_1 Dạng trục vít ZA hoặc ZN1, ZN2, ZK1 Prôfin góc (trục vít góc): $(\alpha, h_a^*, c; r_f; h; s)$ Tỷ số truyền u	Chọn theo yêu cầu làm việc và điều kiện cụ thể của kết cấu. Có thể tham khảo bảng 5.2. Thông thường nên chọn dạng trục vít ZA. Đối với truyền động có công suất lớn có thể dùng loại ZN1, ZN2 hoặc ZK1. Nên sử dụng prôfin góc tiêu chuẩn (ГОСТ 19036 - 73).
Số răng bánh vít z_2	$z_2 = uz_1$ Được làm tròn tới số nguyên gần nhất. Cho phép thay đổi trị số z_2 sau khi tính toán chính xác lần cuối giá trị u
Hệ số dịch chỉnh của trục vít x	$x = \frac{a_w}{m} - 0,5 (z_2 + q)$ x nên lấy trong giới hạn $1 \geq x \geq -1$
Khoảng cách trục a_w	$a_w = 0,5 (z_2 + q + 2x)m$
Đường kính chia của trục vít d_1 Đường kính chia của bánh vít d_2	$d_1 = qm$ $d_2 = mz_2$
Đường kính vòng lăn của trục vít d_{w1} Góc nâng đường vít (răng) trên mặt trục vít chia ν Góc nâng đường vít (răng) trên mặt trục vít lăn ν_w Góc nâng đường vít (răng) trên mặt trụ cơ sở ν_b	$d_{w1} = (q + 2x)m$ $\operatorname{tg} \nu = \frac{z_1}{q}$ $\operatorname{tg} \nu_w = \frac{z_1 m}{d_{w1}}$ $\cos \nu_b = \cos \alpha_n \cos \nu$
Đường kính vòng cơ sở của trục vít d_b	$d_b = \frac{z_1 m}{\operatorname{tg} \nu_b}$
Chiều cao răng trục vít h_1	$h_1 = h_a^* m = (2 + 0,2 \cos \nu) m$ (đối với prôfin góc theo ГОСТ 19036-73)
Chiều cao đầu răng trục vít h_{a1}	$h_{a1} = h_a^* m = m$
Đường kính vòng đỉnh răng trục vít d_{a1} Đường kính vòng đỉnh răng bánh vít d_{a2}	$d_{a1} = d_1 + 2 h_a^* m$ $d_{a2} = d_2 + 2 (h_a^* + x) m$
Đường kính lớn nhất của bánh vít d_{aM2}	$d_{aM2} \leq d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2}$
<i>Tính toán các kích thước đặc trưng cho hình dạng phần cắt răng của trục vít và vành răng bánh vít</i>	
Bán kính cong đường cong, chuyển tiếp chân răng trục vít r_{f1} Chiều dài phần cắt răng của trục vít b_1	Theo prôfin góc ГОСТ 19036-73 $r_{f1} = 0,3m$ Được xác định theo bảng 5.4
Chiều rộng vành răng bánh vít b_2	Nên sử dụng $b_2 \leq 0,75 d_{a1}$ khi $z_1 \leq 3$ $b_2 < 0,67 d_{a1}$ khi $z_1 = 4$

Tiếp bảng 5.3

Thông số và ký hiệu	Công thức tính toán và chỉ dẫn
<i>Tính toán các kích thước để kiểm tra vị trí tương quan của profil răng trục vít</i>	
Bước răng tính toán của trục vít p_1 Bước đường xoắn vít (của răng trục vít) p_{z1} Chiều dày theo dây cung răng chia của trục vít $\bar{s}_{a1}$	$p_1 = \pi m$ $p_{z1} = p_1 z_1$ $\bar{s}_{a1} = 0,5\pi m \cos v$
Chiều cao răng đến dây cung răng trục vít $\bar{h}_{a1}$	$\bar{h}_{a1} = h_a^* + 0,5 \bar{s}_{a1} \operatorname{tg}(0,5 \arcsin \frac{\bar{s}_{a1} \cdot \sin^2 v}{d_1})$
Đường kính con lăn đo D	$D \geq 1,67m$ Được chọn theo tiêu chuẩn (ГОСТ 2475-62) chương 9, bảng 9.28
Kích thước trục vít theo con lăn M_1	$M_1 = d_1 - (p_1 - 0,5\pi m) \frac{\cos v}{\operatorname{tg} \alpha} + D \left(\frac{1}{\sin \alpha} + 1 \right)$ Đối với trục vít $Z_1, ZN1, ZN2, ZK1$ $\alpha = 20^\circ$ Đối với trục vít ZA $\sin \alpha = \sin 20^\circ \cos v$

Bảng 5.4. Chiều dài tính toán phần cắt răng của trục vít b_1

x	công thức tính toán đối với z_1	
	1 và 2	4
-1,0	$b_1 \geq (10,5 + Z_1)m$	$b_1 \geq (10,5 + Z_1)m$
-0,5	$b_1 \geq (8 + 0,06Z_2)m$	$b_1 \geq (9,5 + 0,09Z_2)m$
0	$b_1 \geq (11 + 0,06Z_2)m$	$b_1 \geq (12,5 + 0,09Z_2)m$
+0,5	$b_1 \geq (11 + 0,1Z_2)m$	$b_1 \geq (12,5 + 0,1Z_2)m$
+1,0	$b_1 \geq (12 + 0,1Z_2)m$	$b_1 \geq (13 + 0,1Z_2)m$
Chú thích: 1. Đối với các giá trị trung gian của hệ số x, chiều dài b_1 được tính theo giá trị giới hạn gần nhất của x để cho giá trị lớn của b_1 . 2. Đối với trục vít được mài và phay răng, giá trị b_1 tính theo bảng được tăng lên: 25mm - khi $m \leq 10\text{mm}$; 35 - 40mm - khi $m = 10 \div 16\text{mm}$; 50 mm - khi $m > 16\text{mm}$.		

3. DUNG SAI TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT TRỤ (TCVN 1686-86)

Tiêu chuẩn TCVN 1686-86 áp dụng cho truyền động trục vít trụ Acsimets ZA, trục vít trụ thân khai Z1, trục vít trụ cônvolút ZN1, ZN2 và trục vít được tạo hình bằng mặt côn ZK1, với góc giữa các trục bằng 90° (truyền động trục vít trụ trục giao)

3.1. Cấp chính xác và dạng đối tiếp

1) Các cấp chính xác thông dụng của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít - bánh vít được ký hiệu bằng các chữ số theo thứ tự độ chính xác giảm dần 6, 7, 8, 9, 10.

2) Đối với mỗi cấp chính xác của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít - bánh vít, qui định các mức: chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc của các răng bánh vít với răng trục vít.

Cấp chính xác của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít – bánh vít được xác định theo mức có cấp chính xác thấp nhất. Đối với mặt răng không làm việc của trục vít và bánh vít được dùng trong khoảng thời gian ngắn với tải trọng thấp, cho phép giảm độ chính xác nhưng không được giảm quá hai cấp.

3) Cho phép phối hợp các mức chính xác động học, mức làm việc êm và mức tiếp xúc của các răng có cấp chính xác khác nhau. Khi đó mức làm việc êm của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít – bánh vít không được có cấp chính xác cao hơn quá hai cấp hoặc thấp hơn quá một cấp so với mức chính xác động học; mức tiếp xúc của các răng không được có cấp chính xác thấp hơn so với mức làm việc êm.

4) Qui định bốn dạng đối tiếp của trục vít với bánh vít A, B, C, D (hình 5.3) độc lập đối với các cấp chính xác và bảy loại dung sai T_{jn} cho khe hở cạnh răng x, y, z, a, b, c, d. Các ký hiệu đã nêu được viết theo thứ tự khe hở cạnh răng và dung sai khe hở cạnh răng giảm dần.

Sự tương ứng giữa các dạng đối tiếp và cấp chính xác động học trong sử dụng được giới thiệu như sau:

Dạng đối tiếp	A	B	C	D
Cấp chính xác động học	$6 \div 10$	$6 \div 10$	$6 \div 9$	$6 \div 8$

5) Các dạng đối tiếp D, C, B, A tương ứng với các loại dung sai khe hở cạnh răng d, c, b và a. Cho phép thay đổi sự tương ứng giữa các dạng đối tiếp và các loại dung sai khe hở cạnh răng. Trong trường hợp này cũng có thể sử dụng các loại dung sai khe hở cạnh răng x, y, z. Độ chính xác chế tạo bộ truyền trục vít – bánh vít được qui định bởi cấp chính xác theo các mức: chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc của các răng, còn yêu cầu đối với khe hở cạnh răng – dạng đối tiếp theo mức khe hở cạnh răng và loại dung sai khe hở cạnh răng.

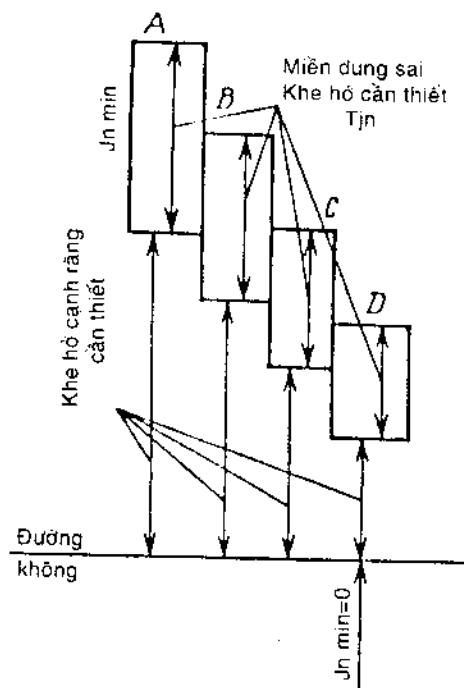
6) Ký hiệu qui ước độ chính xác của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít – bánh vít.

Ví dụ 1: Bộ truyền trục vít – bánh vít có cấp chính xác 7 đối với cả ba mức, dạng đối tiếp của trục vít với bánh vít C và sự tương ứng giữa dạng đối tiếp và loại dung sai khe hở cạnh răng không thay đổi:

7 - C TCVN 168 6-86

Khi phối hợp giữa các mức có cấp chính xác khác nhau và dạng đối tiếp không tương ứng với loại dung sai khe hở cạnh răng thì độ chính xác của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít – bánh vít được ký hiệu lần lượt bởi ba chữ số và hai chữ cái.

Chữ số thứ nhất ký hiệu cấp chính xác của mức chính xác động học, chữ số thứ hai – cấp chính xác của mức làm việc êm, chữ số thứ ba – cấp chính xác của mức tiếp xúc giữa các răng. Chữ cái thứ nhất trong hai chữ cái ký hiệu dạng đối tiếp, còn chữ cái thứ hai –



Hình 5.3. Dạng đối tiếp và khe hở cạnh răng cần thiết.

loại dung sai khe hở cạnh răng. Giữa các chữ số cũng như giữa phần chữ số và chữ cái có gạch ngang (-).

Ví dụ 2: Bộ truyền trục vít – bánh vít có cấp chính xác 8 về mức chính xác động học, cấp chính xác 7 về mức làm việc êm, cấp chính xác 6 về mức tiếp xúc của các răng, dạng đối tiếp của trục vít với bánh vít B và loại dung sai khe hở cạnh răng a:

8 - 7 - 6 - Ba TCVN 1686-86

3.2. Mức chính xác

a) *Mức chính xác động học:* Các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít - bánh vít:

F'_{ir} - sai số động học lớn nhất của bánh vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8; - F'_r - dung sai;

F_{rr} - độ đảo hướng tâm của vành răng bánh vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9, 10; F_r - dung sai;

F''_{ir} - độ dao động của khoảng cách trục đo sau một vòng quay bánh vít, dùng cho các cấp chính xác 8, 9, 10; F''_r - dung sai;

F_{pkr} - sai số tích lũy của k bước răng, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8; F_{pk} - dung sai;

F'_{ior} - sai số động học của bộ truyền trục vít - bánh vít.

Các chỉ tiêu F'_{ir} , F_{rr} , F'_{ir} được giới thiệu trong các bảng 5.5 và 5.6. Khi các chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học của trục vít, bánh vít đạt yêu cầu của TCVN 1686-86 thì không cần thiết phải kiểm tra chỉ tiêu đánh giá mức chính xác động học của bộ truyền và ngược lại.

Bảng 5.5. Mức chính xác động học (các chỉ tiêu F'_{ir} , F_{rr} , F''_{ir} , μm)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m mm	Đường kính vòng chia d_2 , mm			
			Đến 125	Trên 125 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600
6	F'_{ir}	Từ 2 đến 16	$F_p + f_{t2}$			
	F_r	Từ 2 đến 3,5	25	36	45	53
		Trên 3,5 " 6,3	28	40	50	56
		" 6,3 " 10	32	45	56	63
		" 10 " 16	-	50	63	71
7	F'_{ir}	Từ 2 đến 16	$F_p + f_{t2}$ (xem chú thích 1)			
	F_r	Từ 2 đến 3,5	36	53	63	75
		Trên 3,5 " 6,3	40	56	71	80
		" 6,3 " 10	45	63	80	90
		" 10 " 16	-	71	90	100
8	F'_{ir}	Từ 2 đến 16	$F_p + f_{t2}$ (xem chú thích 1)			
	F_r	Từ 2 đến 3,5	45	63	80	90
		Trên 3,5 " 6,3	50	71	90	100
		" 6,3 " 10	56	80	100	112
		" 10 " 16	-	90	112	125
	F''_{ir}	Từ 2 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	180	180

Tiếp bảng 5.5

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m mm	Đường kính vòng chia d_2 , mm			
			Đến 125	Trên 125 đến 400	Trên 400 đến 800	Trên 800 đến 1600
9	F_r	Từ 2 đến 3,5	56	80	100	120
		Trên 3,5 " 6,3	63	90	112	125
		" 6,3 " 10	71	100	125	140
		" 10 " 16	-	112	140	160
	F''_i	Từ 2 đến 3,5	80	112	140	160
		Trên 3,5 " 6,3	90	125	160	180
		" 6,3 " 10	100	140	180	200
		" 10 " 16	-	160	200	224
10	F_r	Từ 2 đến 3,5	71	100	125	150
		Trên 3,5 " 6,3	80	112	140	160
		" 6,3 " 10	90	125	160	180
		" 10 " 16	-	140	180	200
	F''_i	Từ 2 đến 3,5	100	140	180	200
		Trên 3,5 " 6,3	112	160	200	224
		" 6,3 " 10	125	180	224	250
		" 10 " 16	-	200	250	280

Chú thích:

1. F_p – Dung sai sai số tích lũy bước răng, được chọn theo bảng 5.6 phụ thuộc vào cấp chính xác và chiều dài cung tương ứng với số răng bánh vít $K = \frac{Z_2}{2}$ (hoặc số răng nguyên lớn hơn gần nhất).

f_{i2} – dung sai sai số profile răng bánh vít, được chọn theo bảng 5.7.

2. Khi phối hợp giữa các mức chính xác động học và làm việc êm có các cấp chính xác khác nhau thì dung sai độ dao động khoảng cách trục đo sau một vòng quay bánh vít - F''_i , được xác định theo công thức:

$[F''_i] = [F_r]$ cấp chính xác động học + $[F''_i - F_r]$ cấp chính xác êm.

3. $F'_{i0} = F_p + f_{z20}$; ở đây F_p được chọn theo cấp chính xác động học; f_{z20} - theo cấp chính xác làm việc êm.

Bảng 5.6. Mức làm việc êm (chỉ tiêu $F_{pk}, \mu m$)

Cấp chính xác	Môđun m mm	Chiều dài cung L, mm										
		Đến 11,2	Tr. 11,2 đ. 26	Tr. 26 đ. 32	Tr. 32 đ. 50	Tr. 50 đ. 80	Tr. 80 đ. 160	Tr. 160 đ. 315	Tr. 315 đ. 630	Tr. 630 đ. 1000	Tr. 1000 đ. 1600	Tr. 1600 đ. 2500
6	Từ 2 đ. 16	11	16	20	22	25	32	45	63	80	100	112
7		(16)	(22)	(28)	(32)	(36)	(45)	(63)	(90)	(112)	(140)	(160)
8		(22)	(32)	(40)	(45)	(50)	(63)	(90)	(125)	(160)	(200)	(224)

Chú thích:

1. Dung sai $F_p = F_{pk}$ khi $K = \frac{Z_2}{2}$ (hoặc số răng nguyên lớn hơn gần nhất).

2. Khi không có yêu cầu đặc biệt, dung sai sai số tích lũy K bước răng F_{pk} được chọn theo chiều dài cung vòng chia tương ứng với 1/2 số răng của bánh vít (hoặc cung tương ứng với số răng nguyên lớn hơn gần nhất).

b) Mức làm việc êm. Các chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít - bánh vít:

f_{i2r} – sai số profile răng bánh vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8; f_{i2} – dung sai;

f_{p0r} – sai lệch giới hạn bước răng, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9 và 10; F_{p0} – dung sai;

Bảng 5.7. Mức làm việc êm (Các chỉ tiêu f_{pz} ; f_{pu} ; f''_{ir} , μm)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm	Đường kính vòng chia d_2 , mm			
			Đến 125	Tr. 125 đ. 400	Tr. 400 đ. 800	Tr. 800 đ. 1600
6	f_{pz}	Từ 2 đến 3,5	+10	±11	±13	±14
		Trên 3,5 " 6,3	±13	±14	±14	±16
		" 6,3 " 10	±14	±16	±18	±18
		" 10 " 16	-	±18	±20	±20
	f_{r2}	Từ 2 đến 3,5	8	9	12	17
		Trên 3,5 " 6,3	10	11	14	18
		" 6,3 " 10	12	13	16	20
		" 10 " 16	-	16	18	22
7	f_{pz}	Từ 2 đến 3,5	±14	±16	±18	±20
		Trên 3,5 " 6,3	±18	±20	±20	±22
		" 6,3 " 10	±20	±22	±25	±25
		" 10 " 16	-	±25	±28	28
	f_{r2}	Từ 2 đến 3,5	11	13	17	24
		Trên 3,5 " 6,3	14	16	20	28
		" 6,3 " 10	17	19	24	30
		" 10 " 16	-	22	26	34
8	f_{pz}	Từ 2 đến 3,5	±20	±22	±25	±28
		Trên 3,5 " 6,3	±25	±28	±28	±32
		" 6,3 " 10	±28	±32	±36	±36
		" 10 " 16	-	±36	±40	±40
	f_{r2}	Từ 2 đến 3,5	14	18	25	36
		Trên 3,5 " 6,3	20	22	28	40
		" 6,3 " 10	22	28	36	45
		" 10 " 16	-	32	40	50
	f''_i	Từ 2 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_{pz}	Từ 2 đến 3,5	±28	±32	±36	±40
		Trên 3,5 " 6,3	±36	±40	±40	±45
		" 6,3 " 10	±40	±45	±50	±50
		" 10 " 16	-	±50	±56	±56
	f''_i	Từ 2 đến 3,5	36	40	45	50
		Trên 3,5 " 6,3	45	50	50	56
		" 6,3 " 10	50	56	56	63
		" 10 " 16	-	63	71	71
10	f_{pz}	Từ 2 đến 3,5	±40	±45	±50	±56
		Trên 3,5 " 6,3	±50	±56	±56	±63
		" 6,3 " 10	±56	±63	±71	±71
		" 10 " 16	-	±71	±80	±80
	f''_i	Từ 2 đến 3,5	45	50	56	63
		Trên 3,5 " 6,3	56	63	63	71
		" 6,3 " 10	63	71	71	80
		" 10 " 16	-	80	90	90

f''_{ir} – độ dao động khoảng cách trục đo sau một răng, dùng cho các cấp chính xác 8, 9, 10; f''_i – dung sai

$f_{z\text{zor}}$ – sai số chu kỳ của tần số răng, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9; $f_{z\text{zu}}$ – dung sai

f_{zkr} hoặc f_{zku} – sai số chu kỳ của bánh vít hoặc sai số chu kỳ của bộ truyền trục vít

bánh vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8; f_{zk} hoặc f_{zko} – dung sai;

f_{pk} – sai lệch giới hạn bước răng trục vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9 và 10;

f_{pkh} – dung sai sai số tích lũy của K bước răng trục vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8;

f_{f1} – dung sai sai số phân răng trục vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9 và 10;

f_{rr} – độ đảo hướng tâm của trục vít, dùng cho các cấp chính xác 6, 7, 8, 9 và 10;

f_r – dung sai.

Các chỉ tiêu về mức làm việc êm được giới thiệu trong các bảng từ 5.7 đến 5.12.

Bảng 5.8. Mức làm việc êm (chỉ tiêu f_{z20r} , μm)

Cấp chính xác theo chỉ tiêu làm việc êm f_{z20r}	môđun m, mm	Tần số K của sai số chu kỳ ($K=z_2$) sau một vòng quay bánh vít					
		đến 16	Tr. 16 đ. 32	Tr. 32 đ. 53	Tr. 63 đ. 125	Tr. 125 đ. 250	Tr. 250 đ. 500
6	Từ 2 đến 3,5	10	10,5	11	12	13	14
	Trên 3,5 "	12	13	14	15	16	18
	" 6,3 "	14	16	17	18	19	22
7	Từ 2 đến 3,5	15	16	17	18	19	21
	Trên 3,5 "	18	19	20	22	24	27
	" 6,3 "	22	23	24	26	29	33
8	Từ 2 đến 3,5	22	23	24	25	27	(30)
	Trên 3,5 "	27	28	29	31	34	(39)
	" 6,3 "	32	33	35	38	42	(48)
9	Từ 2 đến 3,5	(32)	(33)	(35)	(37)	(40)	(44)
	Trên 3,5 "	(39)	(40)	(43)	(46)	(50)	(56)
	" 6,3 "	(47)	(48)	(51)	(55)	(61)	(68)

Chú thích: Cấp chính xác của bộ truyền theo chỉ tiêu làm việc êm f_{z20r} được cho trong bảng ứng với hệ số trùng khớp dọc có hiệu $\varepsilon_{\mu} = 0 \div 0,45$. Khi tăng ε_{μ} vượt quá giới hạn này (bảng 5-9), độ chính xác làm việc êm sẽ tăng lên

Bảng 5.9. Sự phụ thuộc của cấp chính xác theo chỉ tiêu làm việc êm f_{z20r} và hệ số trùng khớp dọc có hiệu ε_{μ}

Hệ số trùng khớp dọc có hiệu ε_{μ}	Cấp chính xác theo chỉ tiêu làm việc êm f_{z20r} khi $\varepsilon_{\mu} = 0 \div 0,45$		
	6	7	8
	Cấp chính xác theo chỉ tiêu làm việc êm f_{z20r} khi tăng ε_{μ}		
Từ 0,00 đến 0,45	6	7	(8)
Trên 0,45 "	5	6	7
" 0,58 "	4	5	6
" 0,67 "	3	4	5

Chú thích: 1. Hệ số trùng khớp dọc có hiệu của bánh vít có thể được xác định theo công thức gần đúng:

$$\varepsilon_{\mu 0} = K_S K_V \frac{z_1}{\pi}$$

trong đó K_S – tỷ số giữa kích thước của vết tiếp xúc tổng theo chiều dài răng bánh vít (không tính đến chiều dài gián đoạn của vết tiếp xúc) và chiều rộng vành răng bánh vít; K_V – tỷ số giữa chiều rộng vành răng bánh vít và đường kính chia trục vít; z_1 – số đầu răng trục vít.

2. Giá trị cho trong dấu ngoặc đơn được dùng để tham khảo

Bảng 5.10. Mức làm việc êm (chỉ tiêu f_{zkr} hoặc f_{zkor} , μm)

Cấp chính xác	Tần số K sau một vòng quay bánh vít	Đường kính vòng chia d_2 , mm							
		đến 125		Tr. 125 đ. 400		Tr. 400 đ. 800		Tr. 800 đ. 1600	
		Môđun m, mm							
		Tr. 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 16	Tr. 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 16	Tr. 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 16	Tr. 1 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 16
6	Từ 2 đến 4	11	14	16	19	21	24	24	30
	Trên 4 " 8	8,0	10	11	14	15	18	17	22
	" 8 " 16	6,0	8,0	8,5	10,5	11	13	13	16
	" 16 " 32	4,8	6,0	6,7	8,0	9,0	10	10	13
	" 32 " 63	3,8	5,0	5,6	6,7	7,1	8,5	8,0	10,5
	" 63 "125	3,2	4,0	4,8	6,0	6,0	7,1	7,5	9,0
	" 125 "250	3,0	3,8	4,2	5,0	5,3	6,3	7,0	8,0
7	" 250 "500	2,6	3,4	3,8	4,5	5,0	6,0	6,3	7,1
	Từ 2 đến 4	17	26	25	34	32	42	36	50
	Trên 4 " 8	13	19	18	25	24	30	26	38
	" 8 " 16	10	14	13	18	18	22	20	28
	" 16 " 32	8,0	11	10	14	14	18	16	22
	" 32 " 63	6,0	9,0	9,0	12	11	14	13	18
	" 63 "125	5,3	7,5	7,5	10	10	12	11	15
8	" 125 "250	4,5	6,7	6,7	9,0	8,5	11	10	13
	" 250 "500	4,2	6,0	6,0	8,0	8,0	10	8,5	12
	Từ 2 đến 4	25	36	36	48	45	60	53	71
	Trên 4 " 8	18	26	26	34	32	42	38	53
	" 8 " 16	13	20	19	26	25	32	28	40
	" 16 " 32	10	16	15	20	19	25	22	30
	" 32 " 63	8,5	13	12	16	16	20	18	25
	" 63 "125	7,5	11	10	14	13	17	15	21
	" 125 "250	6,7	9,5	9,0	12	12	15	14	19
	" 250 "500	6,0	9,0	8,5	11	11	14	12	17

Bảng 5.11. Mức làm việc êm của trục vít (các chỉ tiêu f_{px} , f_{pxk} , và f_{ti} , μm)

Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm				Cấp chính xác	Ký hiệu	Môđun m, mm			
		Tr. 2 đ. 3,5	Tr. 3,5 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Tr. 10 đ. 16			Tr. 2 đ. 3,5	Tr. 3,5 đ. 6,3	Tr. 6,3 đ. 10	Tr. 10 đ. 16
6	f_{px}	7,5	9,0	12	16	8	f_{px}	19	24	30	40
	f_{pxk}	13	16	21	28		f_{pxk}	32	40	53	67
	f_{ti}	11	14	19	25		f_{ti}	28	36	48	63
7	f_{px}	12	15	19	25	9	f_{px}	30	36	48	63
	f_{pxk}	21	26	34	45		f_{ti}	45	56	75	100
	f_{ti}	18	24	30	40	10	f_{px}	45	56	75	100
							f_{ti}	70	90	120	160

Bảng 5.12. Mức làm việc êm (chỉ tiêu f_{tr} , μm)

Cấp chính xác	Môđun m, mm	Đường kính chia của trục vít d_1 , mm						
		Từ 6 đ. 10	Tr. 10 đ. 18	Tr. 18 đ. 30	Tr. 30 đ. 50	Tr. 50 đ. 80	Tr. 80 đ. 120	Tr. 120 đ. 180
6	Từ 1 đến 25	11	11,5	12	13	14	16	18
7		15	16	17	18	20	22	25
8		20	20	21	22	25	28	32
9		25	25	26	28	32	36	40
10		32	32	34	36	40	45	50

Khi các chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm của trục vít, bánh vít đạt yêu cầu theo TCVN 1686-86 thì không cần thiết phải kiểm tra các chỉ tiêu đánh giá mức làm việc êm của bộ truyền trục vít – bánh vít và ngược lại.

Đối với truyền động trục vít có góc prôfin của trục vít gốc α không bằng 20° thì dung sai độ đảo hướng tâm của trục vít f_r , dung sai độ dao động của khoảng cách trục đo sau một răng f'_r cũng như sai lệch giới hạn khoảng cách trục $\pm f_a$ cần phải nhân với hệ số bằng $\frac{\sin 20^\circ}{\sin \alpha}$

c) *Mức tiếp xúc của các răng.* Các chỉ tiêu đánh giá mức tiếp xúc của các răng trong bộ truyền trục vít – bánh vít:

f_{av} – sai lệch khoảng cách trục trong bộ truyền; $\pm f_{av}$ – sai lệch giới hạn;

f_{xr} – độ dịch chuyển của mặt phẳng chính (mặt phẳng trung bình) trong bộ truyền;
 $\pm f_{xr}$ – độ dịch chuyển giới hạn

f_{Σ} – sai lệch của góc giữa các trục trong bộ truyền; $\pm f_{\Sigma}$ – sai lệch giới hạn; Vết tiếp xúc tổng – chỉ tiêu đánh giá tổng hợp.

Các chỉ tiêu đánh giá mức tiếp xúc của các răng trong bộ truyền được giới thiệu các bảng từ 5.13 đến 5.16.

Bảng 5.13. Mức tiếp xúc (chỉ tiêu $\pm f_a$, μm)

Cấp chính xác	Khoảng cách trục a_w , mm										
	Đến 80	Tr. 80 đ. 120	Tr. 120 đ. 180	Tr. 180 đ. 250	Tr. 250 đ. 315	Tr. 315 đ. 400	Tr. 400 đ. 500	Tr. 500 đ. 630	Tr. 630 đ. 800	Tr. 800 đ. 1000	Tr. 1000 đ. 1250
6	28	32	38	42	45	50	53	56	63	67	75
7	45	50	60	67	75	80	85	90	95	105	118
8	71	80	90	105	110	125	130	140	160	170	180
9	110	130	150	160	180	200	210	240	250	260	280
10	180	200	220	260	280	300	340	360	380	420	450

Bảng 5.14. Mức tiếp xúc (chỉ tiêu $\pm f_r$)

Cấp chính xác	Khoảng cách trục a_w , mm										
	Đến 80	Tr. 80 đ. 120	Tr. 120 đ. 180	Tr. 180 đ. 250	Tr. 250 đ. 315	Tr. 315 đ. 400	Tr. 400 đ. 500	Tr. 500 đ. 630	Tr. 630 đ. 800	Tr. 800 đ. 1000	Tr. 1000 đ. 1250
6	22	25	28	32	36	40	42	45	48	53	56
7	34	40	45	50	56	60	67	70	75	85	90
8	53	43	71	80	90	100	105	110	120	130	140
9	85	100	110	130	140	150	160	170	190	200	220
10	130	130	180	200	220	240	260	280	300	320	340

Bảng 5.15. Mức tiếp xúc của các răng trong truyền động (chỉ tiêu: Vết tiếp xúc tổng)

Cấp chính xác	Kích thước tương đối và sai lệch, %	
	theo chiều cao răng	theo chiều dài răng
6 7	65 ₋₁₀	60 ₋₁₀
8 9	55 ₋₁₅	50 ₋₁₅
10	45 ₋₁₅	40 ₋₁₅

Bảng 5.16. Mức tiếp xúc (chỉ tiêu $\pm f_z$, μm)

Chiều rộng vành răng mm		Cấp chính xác				
		6	7	8	9	10
Đến 63		9	12	16	22	28
Trên 63 "	100	12	17	22	28	36
" 100 "	160	17	24	30	40	50
" 160 "	250	24	32	42	56	71

Chú thích:

- Sai lệch giới hạn của khoảng cách trục trong gia công f_{ac} , sai lệch giới hạn của góc giữa các trục trong gia công f_{α} và độ dịch chuyển giới hạn của mặt phẳng trung bình bánh vít trong gia công, f_{xc} của truyền động trục vít thuộc tất cả các cấp chính xác theo mức làm việc êm không được vượt quá các giá trị $0,75f_a$, $0,75f_{\alpha}$ và $0,75f_x$.
- Khi một bộ phận lớn diện tích của vết tiếp xúc tổng phát triển từ mặt phẳng trung bình của bánh vít theo hướng quay của trục vít, cho phép qui định các kích thước tương đối của vết tiếp xúc tổng khác với bảng 5.15. Không cho phép có sự tiếp xúc không khít trên các mép răng.

Độ chính xác của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít – bánh vít theo TCVN 1686-86 được qui định đối với các trục làm việc của bộ truyền. Sai số do sử dụng các bề mặt chuẩn đo có sai lệch hình dạng và vị trí cần được tính đến hoặc bù trừ trong dung sai chế tạo trục vít và bánh vít.

Không cần thiết phải kiểm tra tất cả các chỉ tiêu của bộ các chỉ tiêu đánh giá độ chính xác của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít – bánh vít nếu nhà sản xuất có hệ thống kiểm tra độ chính xác chế tạo trong sản xuất đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn (TCVN 1686-86)

d) Mức khe hở cạnh răng

Mức khe hở cạnh răng được biểu thị bằng trị số khe hở cạnh răng cần thiết j_{min} ứng với các dạng đối tiếp khác nhau, được qui định trong bảng 5.17, độc lập đối với cấp chính xác của trục vít, bánh vít và bộ truyền trục vít, bánh vít.

Các chỉ tiêu đánh giá mức khe hở cạnh răng đối với tất cả các dạng đối tiếp:

j_{min} – khe hở cạnh răng cần thiết, được dùng cho truyền động trục vít, bánh vít có điều chỉnh khoảng cách trục.

E_{ss} và T_s – sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng trục vít và dung sai chiều dày răng trục vít, được dùng cho truyền động trục vít - bánh vít không điều chỉnh khoảng cách trục.

E_{ss} và T_s được giới thiệu trong các bảng 5.18 đến 5.20.

Bảng 5.17. Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu $j_{amin}, \mu m$)

Dạng đối tiếp	Khoảng cách trục a_w , mm										
	Đến 80	Tr. 80 đ. 120	Tr. 120 đ. 180	Tr. 180 đ. 250	Tr. 250 đ. 315	Tr. 315 đ. 400	Tr. 400 đ. 500	Tr. 500 đ. 630	Tr. 630 đ. 800	Tr. 800 đ. 1000	Tr. 1000 đ. 1250
D	46	54	63	72	81	89	97	110	125	140	165
C	74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260
B	120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420
A	190	220	250	290	320	360	400	440	500	560	660

Bảng 5.18. Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu $E_{ss}, \mu m$, thành phần I)

Dạng đối tiếp	Khoảng cách trục a_w , mm										
	Đến 80	Tr. 80 đ. 120	Tr. 120 đ. 180	Tr. 180 đ. 250	Tr. 250 đ. 315	Tr. 315 đ. 400	Tr. 400 đ. 500	Tr. 500 đ. 630	Tr. 630 đ. 800	Tr. 800 đ. 1000	Tr. 1000 đ. 1250
D	48	56	67	75	85	95	105	120	130	150	170
C	80	95	105	120	130	140	160	180	210	240	280
B	130	150	170	200	220	240	260	300	340	380	450
A	200	220	260	300	340	380	420	480	530	600	710

Chú thích: Sai lệch nhỏ nhất của chiều dày răng trục vít E_{ss} là tổng của hai thành phần I và II được xác định trong các bảng 4.18 và 4.19.

Bảng 5.19. Mức khe hở cạnh răng (Chỉ tiêu $E_{ss}, \mu m$, thành phần II)

Cấp chính xác	Môđun m, mm	Khoảng cách trục a_w , mm										
		Đến 80	Tr. 80 đ. 120	Tr. 120 đ. 180	Tr. 180 đ. 250	Tr. 250 đ. 315	Tr. 315 đ. 400	Tr. 400 đ. 500	Tr. 500 đ. 630	Tr. 630 đ. 800	Tr. 800 đ. 1000	Tr. 1000 đ. 1250
6	Từ 2 đ. 3,5	36	40	45	48	50	53	56	60	67	71	75
	Tr. 3,5 " 6,3	40	42	45	50	53	56	60	63	67	71	75
	" 6,3 " 10	-	-	53	56	56	60	63	67	71	75	80
	" 10 " 16	-	-	-	63	67	71	71	75	80	80	85
7	Từ 2 đ. 3,5	60	63	71	75	80	85	90	100	105	110	120
	Tr. 3,5 " 6,3	63	67	75	80	85	90	95	100	110	120	125
	" 6,3 " 10	-	-	85	90	95	100	105	110	120	125	130
	" 10 " 16	-	-	-	100	105	110	120	120	125	130	140
8	Từ 2 đ. 3,5	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
	Tr. 3,5 " 6,3	100	110	120	130	140	140	150	160	170	190	200
	" 6,3 " 10	-	-	130	140	150	160	160	170	180	190	210
	" 10 " 16	-	-	-	160	170	180	180	190	200	210	220
9	Từ 2 đ. 3,5	150	160	180	190	210	220	240	250	260	280	300
	Tr. 3,5 " 6,3	160	180	190	210	220	240	250	260	280	300	320
	" 6,3 " 10	-	-	210	220	240	250	260	280	300	320	340
	" 10 " 16	-	-	250	260	280	280	300	300	320	340	360
10	Từ 2 đ. 3,5	240	260	280	300	340	360	380	400	420	450	500
	Tr. 3,5 " 6,3	260	280	300	320	340	380	400	420	450	480	500
	" 6,3 " 10	-	-	340	360	380	400	420	450	480	500	530
	" 10 " 16	-	-	-	420	420	450	480	500	500	530	560

Bảng 5.20. Mức khe hở cạnh răng (chỉ tiêu T_v , μm)

Loại dung sai khe hở cạnh răng	Dung sai độ đảo hướng kính của răng trục vít khi đường kính trục vít, mm									
	Đến 8	Tr. 8 đ. 10	Tr. 10 đ. 12	Tr. 12 đ. 16	Tr. 16 đ. 20	Tr. 20 đ. 25	Tr. 25 đ. 32	Tr. 32 đ. 40	Tr. 40 đ. 50	tr. 50 đ. 60
d	25	28	30	32	36	42	48	55	65	75
c	30	34	36	40	45	52	60	70	80	95
b	40	45	48	52	58	65	75	85	100	120
a	52	55	60	65	75	85	95	110	130	150
z	65	70	75	80	95	110	120	130	150	180
y	80	85	95	100	120	130	150	160	180	220
x	100	110	120	130	150	170	180	200	220	260

Quan hệ giữa các sai lệch giới hạn và dung sai của bánh vít với các thông số hình học của bánh vít được giới thiệu trong bảng 5.21. Quan hệ giữa các sai lệch giới hạn và dung sai của trục vít với các thông số hình học của trục vít được giới thiệu trong bảng 5.22.

Bảng 5.21. Công thức xác định các sai lệch giới hạn và dung sai theo các thông số hình học của bánh vít

Cấp chính xác	F_p		F_r				f_{pt}		f_{r2}		f_i''		f_a	f_x	f_z	
	$F_p = B\sqrt{d_2} + C$		$Am + B\sqrt{d_2} + C$		$Am + B\sqrt{d_2} + C$		$Am + B\sqrt{d_2} + C$		$Am + Bd_2 + C$		$Am + B\sqrt{d_2} + C$		$\pm B\sqrt[3]{a_w}$	$\pm B\sqrt[3]{a_w}$	$Am + C$	
	$F_{pk} = 0,8B\sqrt{L} + C$		$B = 0,25A$		$B = 1,4A$		$B = 0,25A$		$B = 0,0125A$		$B = 0,25A$					
	B	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	B	B	A	C
6	3,15	6	2,24	28	1,0	12	0,63	8	0,63	6,3	-	-	6,95	5,4	1,34	5,76
7	4,45	9	3,15	40	1,4	17	0,90	11,2	1	8	-	-	11,0	8,5	1,89	8,1
8	6,3	1,25	4	50	1,75	21	1,25	16	1,6	10	1,8	22,4	17,4	13,4	5,49	10,7
9	-	-	5	63	2,2	26,5	1,8	22,4	2,5	16	2,24	28	27,5	21,2	3,28	1
10	-	-	6,30	80	2,75	33	2,5	31,5	4	25	2,8	35,5	43,5	33,5	4,1	14,2
																17,6

Bảng 5.22. Công thức xác định các sai lệch giới hạn và dung sai theo các thông số hình học của trục vít

Cấp chính xác	f_{li}		f_{lik}		f_{px}		f_{pk}		f_{r1}		f_i	
	$f_{li} = Am + C$		$f_{lik} = Am + C$		$f_{px} = Am + C$		$f_{pk} = Am + C$		$f_{r1} = Am + C$		$f_i = Am + C$	
	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
6	1,14	8,2	2,28	16,5	0,76	5,7	1,33	10,1	1,33	8,2	0,044	9,5
7	1,8	13	3,6	26	1,2	9	2,1	16	2,1	13	0,07	15
8	2,84	20,5	5,7	41	1,9	14,2	3,3	25	3,3	20,5	0,11	23,8
9	-	-	-	-	3,0	22,4	-	-	5,2	32,4	0,174	37,6
10	-	-	-	-	4,75	35,3	-	-	8,2	51,0	0,275	59,5

Chú thích cho bảng 5.21 và 5.22

1. Các ký hiệu được dùng: d_2 – đường kính vòng chia bánh vít; m – môđun; L – chiều dài cung vòng chia; a_w – khoảng cách trục của bộ truyền.

2. $F'_{pi} = F_{pk} + f_{fzi} (f_{fzi} - \text{dung sai sai số profil răng}; z_i = 1 \text{ tương ứng với trục vít}, z_i = 2 \text{ tương ứng với bánh vít}.$

3. $F'_i = 1,4F_r$

4. $f_{zk} = f_{zko} = (K^{-0,6} + 0,13)Fr$, K - số chu kỳ f_{zk} sau một vòng quay của bánh vít

5. $E_{ss} = E_{ss} (I) + E_{ss} (II) = 1,06j_{nmin} + \sqrt{f_a^2 + 10f_{pk}^2}$; j_{nmin} - khe hở cạnh răng cần thiết. Đối với các dạng đối tiếp D, C, B, A, j_{nmin} được lấy bằng dung sai của các cấp chính xác IT8 - tương ứng với D, IT9 - tương ứng với C, IT10 - tương ứng với B và IT11 - tương ứng với A đối với kích thước khoảng cách trục.

6. Giá trị F_r đưa vào bảng 5.5 là giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị được tính theo các phương án 1 và 2.

7. f_{zk} và f_{zko} được tính cho mỗi cấp chính xác tại các giá trị Fr ứng với cấp chính xác làm việc êm lớn hơn liền kề.

Dung sai chiều dày răng trục vít T_s được xác định phụ thuộc vào loại dung sai khe hở cạnh răng theo bảng 5.23.

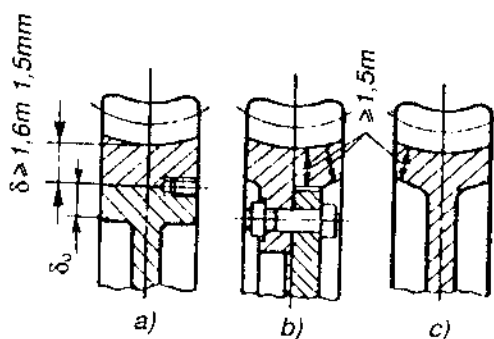
Bảng 5.23. Dung sai chiều dày răng trục vít T_s

Loại dung sai khe hở cạnh răng	Dung sai chiều dày răng trục vít T_s , μm	Loại dung sai khe hở cạnh răng	Dung sai chiều dày răng trục vít T_s , μm
d	$1,02F_r + 18,2$	z	$2,3F_r + 46$
c	$1,3F_r + 23,4$	y	$2,92F_r + 58,4$
b	$1,6F_r + 29$	x	$3,64F_r + 73$
a	$1,82F_r + 36,5$		

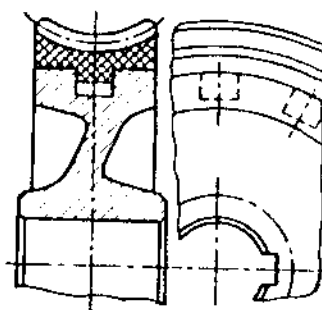
Ngoài những nội dung đã giới thiệu ở trên, TCVN 1686-86 còn qui định dung sai cho truyền động trục vít có môđun 1 đến 25 mm, đường kính chia của trục vít đến 450 mm, đường kính vòng chia bánh vít đến 6300 mm, cấp chính xác 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, các dạng đối tiếp E và H cũng như một số chỉ tiêu đánh giá độ chính xác khác.

4. KẾT CẤU BÁNH VÍT

Kết cấu điển hình của các loại bánh vít bằng kim loại và phi kim loại được giới thiệu trên hình 5.4 và 5.5.



Hình 5.4. Kết cấu của vành răng bánh vít kim loại
a- vành răng kiểu băng đá; b- vành răng ghép bằng bulông; c- vành răng và thân liền khối



Hình 5.5. Kết cấu của vành răng bánh vít bằng nhựa dẻo nóng

Đối với vành răng kiểu băng đa, vành răng bằng hợp kim đồng (đồng brông) được ghép với thân bánh vít bằng gang theo lắp ghép có độ dôi và được kẹp chặt bổ sung bằng các vít hoặc bulông (hình 5.4a), khi tải trọng thay đổi dấu, chiều dày của vành răng bánh vít phải $\geq 2m$ nhưng không nhỏ hơn 10 mm; đường kính của bulông cũng phải lớn.

Vành răng bánh vít bằng vật liệu dẻo nóng được đúc vào phần thân bánh vít bằng kim loại (h. 5.5).

Chiều dày phần thân bằng gang $\delta_0 \approx \delta$ (hình 5.4a). Có thể dùng 3-6 vít hãm có đường kính $(0,5 - 0,6)\delta$ và chiều dài bằng ba lần đường kính vít. Kích thước của nan hoa, moayơ của bánh vít cũng tương tự như đối với bánh răng đúc (xem chương 4, phần A, mục 3).

5. LỰC TRONG ĂN KHỚP VÀ HIỆU SUẤT CỦA TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT

Hiệu suất của truyền động trục vít :

$$\eta = \eta' \eta_o \eta_d$$

trong đó η' - hiệu suất tính đến tổn thất trong ăn khớp;

η_o - hiệu suất tính đến tổn thất trong ổ trục;

η_d - hiệu suất tính đến tổn thất do vắng dầu bôi trơn.

$$\text{Khi trục vít chủ động } \eta'_{12} = \frac{\lg V}{\lg(V + \rho')}$$

$$\text{Khi trục vít bị động } \eta'_{21} = \frac{\lg(V - \rho')}{\lg V}$$

Đối với bộ truyền có bánh vít bằng gang ăn khớp với trục vít bằng thép thì hệ số ma sát $f = \tan \rho' = 0,06 - 0,12$ (giá trị giới hạn dưới ứng với tốc độ trượt $v_t \geq 2\text{m/s}$). Trong trường hợp bánh vít bằng đồng brông ăn khớp với trục vít bằng thép thì các giá trị của f và ρ' được giới thiệu trong bảng 5.24, trong đó các giá trị giới hạn dưới tương ứng với trục vít được mài và độ cứng bề mặt làm việc của răng trục vít lớn hơn 45HRC.

Bảng 5.24. Hệ số ma sát f và góc ma sát ρ' đối với bánh vít bằng đồng phospho và trục vít bằng thép

$v_t, \text{ m/s}$	f	ρ'	$v_t, \text{ m/s}$	f	ρ'
0,01	0,11 - 0,12	$6^{\circ}17' - 6^{\circ}51'$	2,0	0,035 - 0,045	$2^{\circ}00' - 2^{\circ}17'$
0,10	0,08 - 0,09	$4^{\circ}34' - 5^{\circ}09'$	2,5	0,03 - 0,04	$1^{\circ}43' - 2^{\circ}17'$
0,25	0,065 - 0,075	$3^{\circ}43' - 4^{\circ}17'$	3,0	0,028 - 0,035	$1^{\circ}36' - 2^{\circ}00'$
0,5	0,055 - 0,065	$3^{\circ}09' - 3^{\circ}43'$	4,0	0,023 - 0,030	$1^{\circ}19' - 1^{\circ}43'$
1,0	0,045 - 0,055	$2^{\circ}35' - 3^{\circ}09'$	7,0	0,018 - 0,026	$1^{\circ}02' - 1^{\circ}29'$
1,5	0,04 - 0,05	$2^{\circ}17' - 2^{\circ}53'$	10	0,016 - 0,024	$0^{\circ}55' - 1^{\circ}22'$
			15	0,014 - 0,020	$0^{\circ}48' - 1^{\circ}09'$

Khi tính toán truyền động trục vít dùng ổ lăn, có thể chọn $\eta_o = 1$.

Khi tính toán truyền động trục vít được ngâm trong dầu (bánh vít hoặc trục vít được ngâm trong dầu đến hết chiều cao răng), hiệu suất η_d được xác định theo công thức:

$$\eta_d = 1 - \frac{1,4vb \cdot \sqrt{vV}}{10^5 N}$$

trong đó: v – tốc độ vòng của trục vít hoặc bánh vít được ngâm trong dầu, m/s;

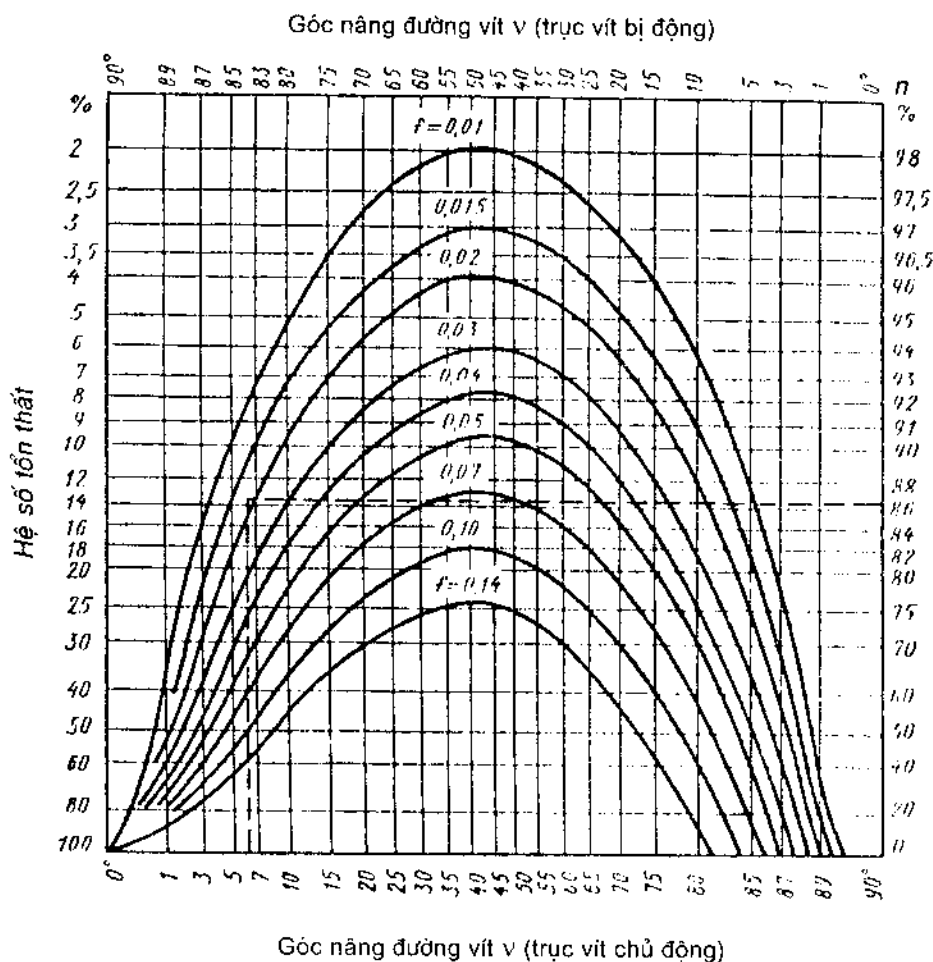
ν – độ nhớt động của dầu ở nhiệt độ làm việc, cSt;

N – công suất được truyền bởi bánh vít, kW;

b_2 – chiều rộng vành răng bánh vít được ngâm trong dầu, cm;

Nếu trục vít được ngâm trong dầu thì b_2 được thay bằng chiều dài phần cắt ren b_1 của trục vít.

Cũng có thể xác định hiệu suất của bộ truyền trục vít – bánh vít theo đồ thị trên hình 5.6 phụ thuộc vào góc nâng đường vít ν và hệ số ma sát f .



Hình 5.6. Đồ thị để xác định hiệu suất của truyền động trục vít

Ví dụ: Xác định η'_{12} khi trục vít chủ động với $\nu = 6^\circ 20' 25''$ và $f = 0,017$.

Trên đồ thị xác định được $\eta'_{12} = 86$ (đường nét đứt)

Các công thức xác định lực trong ăn khớp của truyền động trục vít (khi trục vít là chủ động và bị động) được giới thiệu trong bảng 5.25.

Bảng 5.25. Công thức xác định lực trong ăn khớp của truyền động trục vít

Sơ đồ phân bố lực trong truyền động			
Lực tác dụng lên trục vít	Lực tác dụng lên bánh vít		
Khâu chủ động	$P_{a1} = P_1$	$P_1 = P_{a2}$	$P_{r1} = P_{r2}$
Trục vít	$\frac{2M_2}{d_2} = P_1 \frac{\eta_{12}}{\operatorname{tg} \nu}$	$\frac{2M_1}{d_1} = P_2 \operatorname{tg}(\nu + \rho') = P_2 \frac{\operatorname{tg} \nu}{\eta'_{12}}$	$\frac{P_2 \operatorname{tg} \alpha_{ns} S}{1 - \operatorname{tg} \nu \operatorname{tg} \rho'} \approx P_2 \operatorname{tg} \alpha_{ns}$
Bánh vít	$\frac{2M_2}{d_2} = P_2 \eta_{21} \operatorname{tg} \nu$	$\frac{2M_1}{d_1} = P_2 \operatorname{tg}(\nu - \rho') = P_2 \eta'_{21} \operatorname{tg} \nu$	$\frac{P_2 \operatorname{tg} \alpha_{ns} S}{1 + \operatorname{tg} \nu \operatorname{tg} \rho'} \approx P_2 \operatorname{tg} \alpha_{ns}$
ρ' - góc ma sát Trong truyền động trục vít Acimet $\alpha_{ns} = \alpha = 20^\circ$. Trong truyền động trục vít thân khai và trục vít Cónvôlut $\alpha_{ns} = \operatorname{arctg} \left(\frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos \nu} \right)$			

6. LẬP BẢN VẼ THIẾT KẾ TRỤC VÍT VÀ BÁNH VÍT

6.1. Bản vẽ thiết kế trục vít trụ

Trên bản vẽ thiết kế trục vít trụ cần ghi các thông số, kích thước chủ yếu cho chế tạo phần có răng của trục vít như:

- Đường kính vòng đỉnh răng trục vít d_{a1} và khi cần thiết có thể qui định độ đảo hướng tâm của mặt trụ đỉnh răng;
- Chiều dài phần cắt răng của trục vít b_1 ;
- Các kích thước cạnh vát hoặc góc vát của mặt mút phần được cắt răng của trục vít
- Các bán kính cong của đường lượn ở đỉnh răng và chân răng;
- Độ nhám bề mặt làm việc của răng, bề mặt đỉnh răng và bề mặt chân răng;
- Các kích thước khác của prôfin răng không được đưa vào bằng các thông số.

Ngoài ra trên bản vẽ thiết kế trục vít trụ cho phép bố trí sơ đồ gá đặt dụng cụ, ví dụ như đá mài tôrôit (hình xuyên) cùng với bán kính của prôfin đá mài trong mặt cắt dọc, khoảng cách từ tâm của cung prôfin đá mài tới đường trục của trục vít, góc giữa các đường trục của trục vít và đá mài v.v...

Ở góc phía trên bên phải của bản vẽ thiết kế trục vít cần đặt một bảng các thông số gồm 3 phần: phần thứ nhất gồm các thông số chính cho chế tạo trục vít, phần thứ hai gồm các thông số cho kiểm tra cấp chính xác và dạng đối tiếp và phần thứ ba gồm các thông số để tham khảo.

Các thông số trong phần thứ nhất của bảng các thông số:

- Môđun m ;

- Số răng z_1 ;
- Dạng trục vít: Asimet ZA, thân khai Z1, Côvôlut ZN1, ZN2, trục vít được tạo hình bằng mặt côn ZK;
- Góc nâng đường vít;
- Hướng đường vít: "phải" hoặc "trái";
- Bước đường vít, p_{z1}
- Prôfin gốc của trục vít (hoặc trục vít gốc). Nếu prôfin gốc là phi tiêu cần đưa vào bảng các thông số: góc prôfin α , hệ số chiều cao răng h^* , hệ số chiều cao đầu răng h_{a}^* , hệ số chiều dày răng tính toán s^* và hệ số bán kính cong đường cong chuyển tiếp chân răng r_f^* ;
- Cấp chính xác và dạng đối tiếp theo tiêu chuẩn TCVN 1686-86.

Phần thứ hai của bảng các thông số bao gồm:

- Các thông số để kiểm tra mức khe hở cạnh răng. Có thể dùng chiều dày răng theo dây cung răng (trong mặt cắt pháp) $\bar{s}_{a1}$ cùng với các sai lệch giới hạn và chiều cao đo $\bar{h}_{a1}$, hoặc kích thước theo con lăn M_1 cùng với các sai lệch giới hạn và đường kính con lăn đo D ;

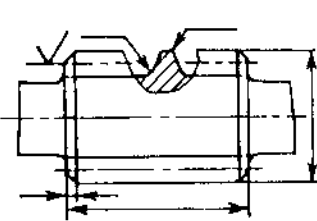
- Các thông số để kiểm tra các mức chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc của các răng trục vít với bánh vít theo tiêu chuẩn TCVN 1686-86. Việc chọn các chỉ tiêu đánh giá được giới thiệu trong mục 3.1. Trong sản xuất đơn chiếc, đối với trục vít có cấp chính xác 7 và thô hơn cấp 7, cho phép không ghi các chỉ tiêu đánh giá các mức chính xác của trục vít trong phần thứ hai của bảng các thông số. Khi đó trong yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ cần ghi "nhà máy chế tạo chọn các chỉ tiêu để kiểm tra các mức chính xác theo tiêu chuẩn TCVN 1686-86".

Phần thứ ba của bảng thông số bao gồm :

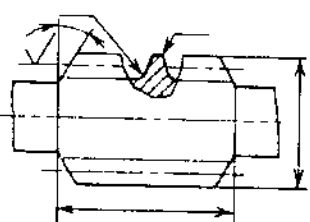
- Đường kính chia của trục vít d_1 , khi không đưa vào bảng các thông số kiểm tra các mức chính xác;
- Chiều dày răng theo dây cung răng $\bar{s}_{a1}$ và chiều cao đo $\bar{h}_{a1}$ khi kiểm tra khe hở cạnh răng bằng các phương pháp khác;
- Các thông số tham khảo khác, nếu cần.

Các ví dụ về lập bản vẽ thiết kế trục vít trụ được giới thiệu trong bảng 5.26 và 5.27.

Bảng 5.26. Ví dụ về lập bản vẽ phần cắt răng của trục vít trụ Acsimet 2A

	Mô đun	m	
	Số răng	z_1	
	Dạng trục vít	-	ZA
	Góc nâng đường vít	γ	
	Hướng đường vít		Phải
	Prôfin gốc	p_{z1}	ISOCT 19036-73
	Cấp chính xác (TCVN 1686-86)	-	7-C
	Các thông số cho kiểm tra		
	Các thông số tham khảo		

Bảng 5.27. Ví dụ về lập bản vẽ phần cắt răng của trục vít thân khai Z1
(Trục vít gốc phi tiêu chuẩn)

	Môđun		m	
	Số răng		Z_1	
	Dạng trục vít		—	Z1
	Góc nâng đường vít cơ sở		α_b	
	Hướng đường vít		—	Phải
	Bước đường vít		p_{z1}	
	Prôfin gốc	Góc prôfin	α_n	
		Hệ số chiều cao răng	h^*	
		Hệ số chiều cao đầu răng	h_a^*	
		Hệ số chiều dày răng tính toán	s^*	
		Hệ số bán kính cong đường lượn chuyển tiếp chân răng	r_f	
	Cấp chính xác (TCVN 1686-86)		—	7-7-6-Ba
	Các thông số kiểm tra			
	Các thông số tham khảo			

6.2. Bản vẽ thiết kế bánh vít

Trên bản vẽ thiết kế bánh vít cần ghi các thông số, kích thước chủ yếu cho chế tạo phần có răng của bánh vít như:

- Đường kính vòng đỉnh răng bánh vít d_{a2} trong mặt phẳng trung bình (mặt phẳng chính) của vành răng và khi cần thiết có thể qui định sai lệch độ đảo hướng tâm của mặt đỉnh răng trong mặt phẳng này;
- Đường kính lớn nhất của bánh vít d_{aM2} ;
- Chiều rộng vành răng, và khi cần thiết có thể qui định độ đảo của mặt mút chuẩn;
- Khoảng cách từ mặt phẳng trung bình (mặt phẳng chính) của vành răng tới mặt mút chuẩn và độ dịch chuyển giới hạn của mặt phẳng trung bình trong gia công;
- Các kích thước xác định hình dạng bên ngoài của vành răng như bán kính rãnh lõm trên mặt đỉnh răng, các kích thước cạnh vát hoặc bán kính góc lượn tại các mặt mút...;
- Prôfin làm việc của răng khi cần thiết;
- Độ nhám bề mặt làm việc của răng, bề mặt đỉnh răng và bề mặt chân răng.

Bảng các thông số cho chế tạo răng bánh vít cũng gồm có ba phần: phần thứ nhất có các thông số cho chế tạo, phần thứ hai – các thông số cho kiểm tra cấp chính xác và dạng đối tiếp, và phần thứ ba – các thông số để tham khảo.

Các thông số trong phần thứ nhất của bảng các thông số:

- Môđun m ;
- Số răng z_2 ; đối với bánh vít hình quạt - số răng trên toàn vòng tròn
- Hướng răng;
- Hệ số dịch chỉnh trục vít x ;
- Prôfin sinh gốc của trục vít (trục vít sinh gốc). Nếu trục vít sinh gốc là phi tiêu

chuẩn, cần đưa vào bảng các thông số: góc prôfin α_w , hệ số chiều cao răng h_w , hệ số chiều cao đầu răng $h_{w\alpha}$, hệ số chiều dày răng tính toán s_w và hệ số bán kính cong đường cong chuyển tiếp chân răng $r_{w\alpha}$;

- Cấp chính xác và dạng đối tiếp theo tiêu chuẩn TCVN 1686-86.

Phần thứ hai của bảng các thông số bao gồm:

- Các thông số để kiểm tra mức khe hở cạnh răng. Có thể kiểm tra gián tiếp thông qua sai lệch giới hạn của khoảng cách trục trong gia công $f_{ac} = 0,75fa$ (bảng 5.13) và kích thước chiều dày răng của dao cắt răng bánh vít trong mặt cắt dọc, trên mặt trụ có đường kính bằng đường kính trụ chia của trục vít đối tiếp.

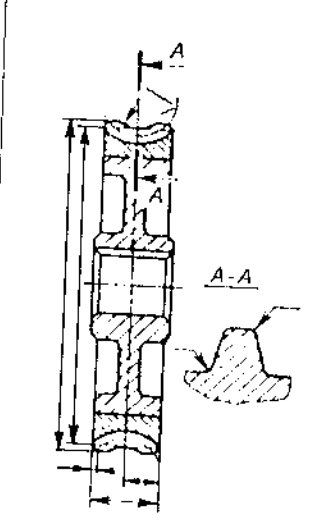
- Các thông số để kiểm tra các mức chính xác động học, làm việc êm và tiếp xúc của các răng bánh vít với trục vít theo tiêu chuẩn TCVN 1686-86. Việc chọn các chỉ tiêu đánh giá được giới thiệu trong mục 3.1. Trong sản xuất đơn chiếc, đối với bánh vít có cấp chính xác 7 và thô hơn cấp 7, cho phép không ghi các chỉ tiêu đánh giá các mức chính xác của bánh vít trong phần thứ hai của bảng các thông số. Khi đó trong yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ cần ghi "nhà máy chế tạo chọn các chỉ tiêu để kiểm tra các mức chính xác theo tiêu chuẩn TCVN 1686-86".

Phần thứ ba của bảng các thông số bao gồm

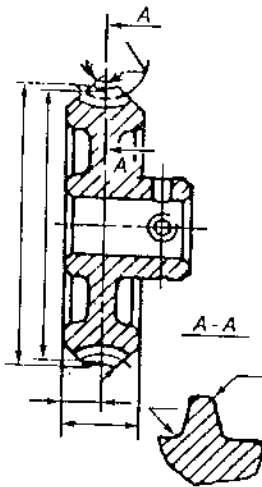
- Khoảng cách trục a_w ;
- Đường kính chia của bánh vít d_g ;
- Dạng trục vít đối tiếp;
- Số răng của trục vít đối tiếp;
- Các thông số tham khảo khác, nếu cần

Các ví dụ về lập bản vẽ thiết kế vành răng bánh vít đối tiếp với trục vít ZA

Bảng 5.28. Ví dụ về lập bản vẽ thiết kế vành răng bánh vít đối tiếp với trục vít ZA (Ac-si-met)

	Môđun	m	
	Số răng	z_2	
	Hướng răng		
	Hệ số dịch chỉnh trục vít	x	
	Prôfin sinh góc của trục vít	-	ISO 19036-73
	Cấp chính xác (TCVN 1686-86)		7-C
	Các thông số cho kiểm tra		
	Khoảng cách trục	a_w	
	Đường kính chia của bánh vít	d_g	
	Dạng trục vít đối tiếp	-	ZA
	Số răng trục vít đối tiếp	z_1	
	Ký hiệu bản vẽ của trục vít đối tiếp		

Bảng 5.29. Ví dụ về lập bản vẽ thiết kế vành răng bánh vít đối tiếp với trục vít Z1 (thân khai)

	Mô đun		
	Số răng	m	
	Hướng răng	z_2	
	Hệ số dịch chỉnh trục vít	-	
	Profil sinh góc của trục vít	Góc profil	x
		Hệ số chiều cao răng	α_0
		Hệ số chiều cao đầu răng	h_o^*
		Hệ số chiều dày răng tính toán	h_{a1}^*
		Hệ số bán kính cong đường lượn chuyển tiếp chân răng	s_{11}
	Cấp chính xác (TCVN 1686-86)		r_{f0}^*
	Các thông số kiểm tra		-
	Khoảng cách trục		a_w
	Đường kính chia của bánh vít		d_2
	Dạng trục vít đối tiếp		-
	Số răng trục vít đối tiếp		z_1
	Ký hiệu bản vẽ của trục vít đối tiếp		Z1

7. TÍNH TOÁN ĐỘ BỀN CỦA TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT TRU

Bảng 5.30. Công thức tính toán độ bền bánh vít

Thông số và ký hiệu	Công thức tính toán
Mômen xoắn tác dụng trên bánh vít M_x , kG.cm(N.cm) Mô đun m, mm Tần số quay của trục vít n_1 , vg/ph Góc nâng đường vít trên mặt trụ chia ν^0 Hệ số đường kính của trục vít q Số răng bánh vít z_2 Góc bao 2δ	Các thông số đã cho ban đầu
Tốc độ trượt trên trụ chia của trục vít v_l , m/s	$v_l = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 1000 \cos \nu}$
Ứng suất uốn σ_F , kG/mm ² (MPa)	$\sigma_F = \frac{600 M_x}{z_2 m^3 q y 2\delta} \leq \sigma_{FP}$
Ứng suất tiếp xúc σ_H , kG/mm ² (MPa)	$\sigma_H = \frac{500}{m z_2} \sqrt{\frac{M_x}{2 d_1 2\delta}} \leq \sigma_{HP}$
Hệ số dạng răng y được chọn theo bảng 5.31. Các ứng suất cho phép σ_{FP} và σ_{HP} được chọn theo bảng 5.32 <i>Chú thích:</i> Trong truyền động trục vít trụ, vật liệu chế tạo bánh vít có độ bền thấp hơn so với vật liệu chế tạo trục vít. Do đó việc tính toán độ bền chủ yếu được thực hiện với bánh vít	

Bảng 5.31. Hệ số dạng răng y

z_2	y	z_2	y	z_2	y	z_2	y	z_2	y	z_2	y
16	0.095	20	0.100	26	0.107	35	0.120	50	0.136		
17	0.096	21	0.101	28	0.110	37	0.123	60	0.141	150	0.156
18	0.098	22	0.103	30	0.113	40	0.128	80	0.148	300	0.160
19	0.099	24	0.105	32	0.116	45	0.133	100	0.152		

Bảng 5.32. Ứng suất cho phép đối với răng bánh vít

Mác vật liệu	Phương pháp đúc	Ứng suất cho phép, kG/mm ² (MPa)		
		Uốn σ_{HP}	Tiếp xúc σ_{HP}	
			trục vít HRC ≤ 45	trục vít HRC > 45
BCuSn10P1	Khuôn cát Khuôn kim loại	6,0 (60) 8,0 (80)	17 (170) 25 (250)	20 (200) 30 (300)
BCuSn10NiP	Ly tâm	9,5 (95)	27(270)	33(330)
BCuSn6Zn6Pb3	Khuôn cát	5,5 (55)	15 (150)	19(190)
	Khuôn kim loại	6,0 (60)	17(170)	20(200)
	Ly tâm	7,0 (70)	21(210)	26(260)
BCuSn5Zn7Pb12	Khuôn cát	5,5 (55)	15(150)	19 (190)
BCuAl9Fe4	Khuôn cát Khuôn kim loại	10 (100) 11 (110)	Phụ thuộc vào tốc độ trượt và vật liệu trục vít	
GX12-28		4,0 (40)		
GX15-32		4,5 (45)		
GX18-36		5,0 (50)		
GX-21-40		6,0(60)		

Bảng 5.33. Ứng suất tiếp xúc phụ thuộc vào tốc độ trượt

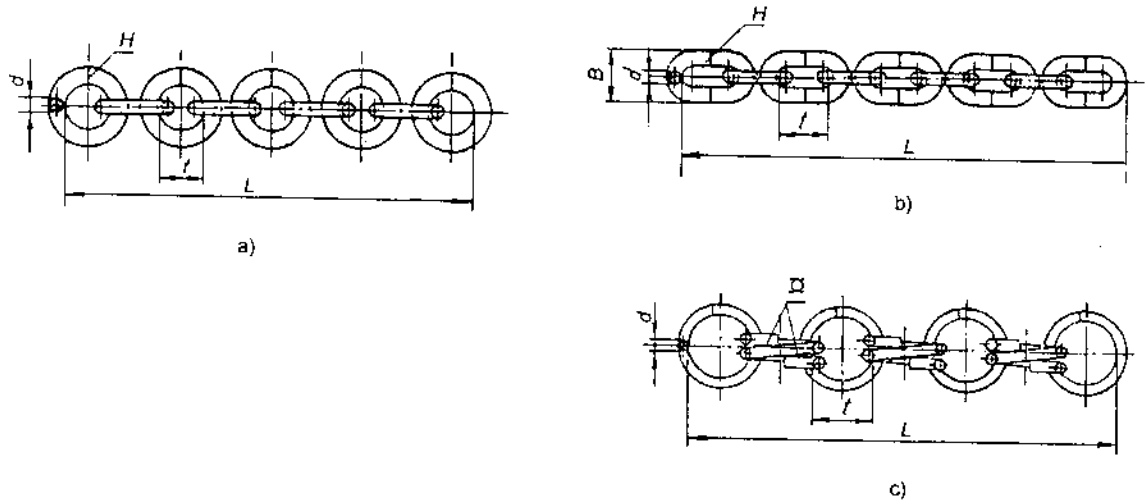
Mác vật liệu		σ_{HP} kG/mm ² (MPa) khi tốc độ trượt v_s , m/s					
trục vít	bánh vít	0	0,25	0,5	1	2	3
GX15-32 GX18-36 GX21-40	GX12-28 GX15-32	22 (220)	20 (200)	19 (190)	17 (170)	14 (140)	10 (100)
Thép C20 thấm cacbon	GX12-28 GX15-32 BCuAl9Fe4	19 (190)	16 (160)	13 (1300)	11 (110)	9 (90)	-
Thép CT61 Thép C45	GX12-28 GX15-32	17 (170)	14 (140)	12 (120)	10 (100)	7 (70)	-

Chương 6

TRUYỀN ĐỘNG XÍCH

1. XÍCH TREO (TCVN 1582-74)

Xích treo theo TCVN 1582-74 thường dùng trong các thiết bị trao đổi nhiệt ở các lò xi măng quay. Xích treo được chế tạo theo các kiểu được giới thiệu trong bảng 6.1 và hình 6.1.



Hình 6.1. Các kiểu xích treo: a- kiểu Tt; b- kiểu Ôt; c- kiểu Xn

Bảng 6.1. Các kiểu xích treo và phạm vi sử dụng

Ký hiệu kiểu xích	Tên gọi và đặc tính	Phạm vi sử dụng
Tt	Xích mắt tròn có độ bền thường (hình 6.1a)	Ở vùng lạnh, vùng trung gian trong lò quay
Ôt	Xích mắt ô van có độ bền thường (hình 6.1b)	
Xn	Xích mắt tròn xoắn có độ bền nhiệt (hình 6.1c)	Ở vùng nóng lò quay

Thông số và kích thước cơ bản của xích treo được giới thiệu trong bảng 6.2.

Bảng 6.2. Thông số và kích thước cơ bản của xích treo

Kiểu xích	d, mm		t, mm		B, mm		Tải trọng thử, N min	Khối lượng 1 m xích kg
	Danh nghĩa	Sai lệch	Danh nghĩa	Sai lệch	Danh nghĩa	Sai lệch		
Tt	19	+0,3 -0,5	90	±5,0	-	-	34000	8,4
	22	+0,4 -0,5	100				46000	11,5
	25	+0,4 -0,5	120				59000	14,6
Ôt	19	+0,3 -0,5	120	±5,0	80	±5,0	68000	7,0
	22	+0,4 -0,5			90		92000	9,5
	25	+0,4 -0,5			100		118000	13,0
Xn	14	+0,3 -0,5	125	±5,0	-	-	20000	8,6
	16	+0,3 -0,5					26000	11,4

Yêu cầu kỹ thuật

1) Vật liệu: Xích kiểu Tt và Ôt – thép thanh tròn cán nóng mác CT38 hoặc các loại thép khác theo yêu cầu đặt hàng; Xích kiểu Xn – thép 4Cr15 hoặc các thép bền nhiệt khác có cơ tính tương đương.

2) Các mắt xích không được có vết nứt, oxýt, sự phân lớp và các khuyết tật khác. Không cho phép hàn sửa các khuyết tật này. Không cho phép có những chỗ hàn sót đối với xích Tt và Ôt phát hiện được bằng mắt thường.

3) Không cho phép giảm đường kính mặt cắt mắt xích kiểu Tt và Ôt ở chỗ hàn quá 8% so với đường kính phôi thanh. độ không đồng tâm của mỗi hàn đối với xích Tt và Ôt không được lớn hơn 10% so với vị trí danh nghĩa.

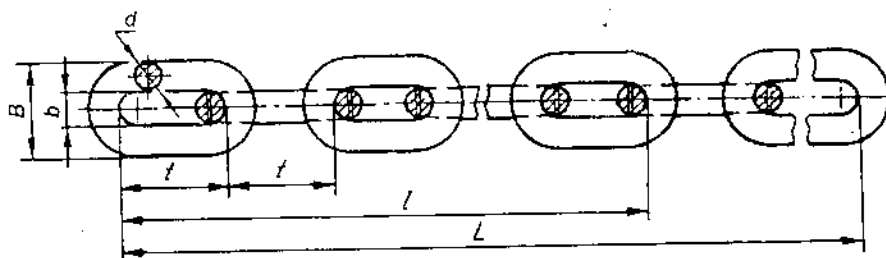
4) Khi hàn xích kiểu Xn độ lệch hướng tâm của một vòng so với vòng khác không vượt quá 3,0 mm, còn khe hở giữa các vòng không được vượt quá 7,0 mm.

5) Xích được cung cấp thành từng đoạn, chiều dài đoạn xích theo thỏa thuận của đôi bên. Xích hoàn chỉnh phải được nhà sản xuất kiểm tra kỹ thuật và bảo đảm phù hợp với các chỉ tiêu của TCVN 1582-74.

2. XÍCH MẮT TRÒN ĐỘ BỀN CAO DÙNG CHO MÁY MỎ (TCVN 1583-74)

Xích mắt tròn độ bền cao dùng trong các cơ cấu kéo của băng tải, máy liên hợp, thiết bị san và các máy mỏ khác.

Xích được chế tạo theo các cấp độ bền: A, B, C và D. Các chỉ tiêu cơ bản của độ bền và độ bền mỏi của xích phải phù hợp với bảng 6.3 và 6.4. Các thông số cơ bản và kích thước của xích được giới thiệu trên hình 6.2 và bảng 6.5.



Hình 6.2. Xích mắt tròn có độ bền cao dùng cho máy mỏ

Bảng 6.3. Cấp độ bền của xích mắt tròn

Chỉ tiêu	Mức đối với xích có cấp độ bền			
	A	B	C	D
Ứng suất đứt không nhỏ hơn N/mm^2	700	750	800	950
Ứng suất khi có tải trọng thử không nhỏ hơn, N/mm^2	560	600	640	760
Độ giãn dài tương đối khi có tải trọng thử không lớn hơn, %	2,0	2,0	2,0	2,5
Độ dẫn dài tương đối khi đứt không nhỏ hơn, %	7	7	7	6
Số chu kỳ khi thử về độ bền mỏi cho đến khi phá hủy ở tải trọng từ 50 đến $250N/mm^2$ không nhỏ hơn	50.000	50.000	50.000	70.000

Bảng 6.4. Tải trọng thử và tải trọng phá huỷ đối với các xích mắt tròn

Cỡ xích d, mm	Tải trọng không nhỏ hơn, tấn							
	Thử	Phá huỷ	Thử	Phá huỷ	Thử	Phá huỷ	Thử	Phá huỷ
	Cấp độ bền của xích							
	A		B		C		D	
14	17	21	18	23	20	25	23	29
16	22	28	24	30	26	32	30	38
18	28	35	30	38	33	41	38	48
20	34	43	37	47	40	50	48	60
22	42	53	45	57	49	61	58	72
(23)	-	-	-	-	53	66	63	79
24	50	63	54	68	58	72	69	86
26	59	74	64	80	68	85	81	100
28	68	86	73	92	79	98	93	117
32	90	112	96	120	102	128	122	153

Bảng 6.5. Thông số và kích thước cơ bản của xích mắt tròn
Kích thước, mm

Cỡ xích d,	Chiều dài bên trong (bước) t,			Chiều rộng		số mắt trong đoạn kiểm tra, n	Chiều dài đoạn kiểm tra l,			Khối lượng 1 m xích không lớn hơn, kg
	Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn At đối với cấp chính xác		Bên ngoài B không lớn hơn	Bên trong b không nhỏ hơn		Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn At đối với cấp chính xác		
		1	2					1	2	
14	50	±0,5	±0,8	48	17	19	950	±1,9	±2,9	4,1
16	64	±0,6	±0,9	55	20	15	960	±2,1	±3,1	5,2
18	64	±0,6	±1,0	60	21	15	960	±2,1	±3,1	6,9
18	80	±0,8	±1,1	60	21	11	880	±2,1	±3,1	6,4
20	80	±0,8	±1,2	67	23	11	880	±2,1	±3,1	8,2
22	86	±0,9	±1,3	75	26	11	946	±2,3	±3,4	10,0
23	86	±0,9	±1,6	77	27	11	946	±2,3	±3,4	11,1
24	86	±0,9	±1,6	79	28	11	946	±2,3	±3,4	13,3
26	92	±1,0	±1,6	87	31	11	1012	±2,4	±3,6	15,5
28	100	±1,0	±1,6	93	33	9	900	±2,4	±3,6	18,5
32	120	±1,2	±1,8	103	37	9	1080	±2,6	±3,8	23,2

Chú thích:

1. Khi chế tạo xích thành đoạn có chiều dài nhỏ hơn chiều dài đoạn kiểm tra, sai lệch giới hạn At được xác định.

đối với xích chính xác cấp 1: $At = \pm \frac{1}{100} (1 + 0,15n)$

đối với xích chính xác cấp 2: $At = \pm \frac{1,5t}{100} (1 + 0,15n)$

2. Khi chế tạo xích bằng thép cán nóng, cho phép tăng kích thước B không lớn hơn 2 mm.

Yêu cầu kỹ thuật

1) Xích phải được chế tạo bằng thép tròn, cán tinh. Cho phép chế tạo xích bằng thép cán nóng tròn nhưng phải đảm bảo những yêu cầu và độ bền được nêu trong bảng 6.3.

2) Xích phải được chế tạo thành từng đoạn có chiều dài theo thỏa thuận của đôi bên.

3) Sau khi hàn, xích phải qua nhiệt luyện. Sau khi nhiệt luyện, xích phải được tác dụng tải trọng tương ứng tải trọng thử trong bảng 6.4 trên suốt chiều dài mỗi xích.

4) Trên bề mặt các mắt xích không được có vết nứt, vết kẹp, vết xước, sự phân lớp

kim loại, vết cháy và dính cát. Không cho phép sửa chữa các khuyết tật này.

5) Đường kính ở mỗi hàn không được nhỏ hơn đường kính phôi thanh và cũng không được lớn hơn đường kính phôi thanh quá 7,5%.

6) Đường kính mặt cắt ngang của mắt xích ở chỗ uốn không được giảm quá 10% so với đường kính phôi thanh.

7) Sau khi tác dụng tải trọng công nghệ, phải kiểm tra và thay thế các mắt hỏng.

8) Xích hoàn chỉnh phải được nhà sản xuất kiểm tra kỹ thuật và bảo đảm phù hợp với các chỉ tiêu của TCVN 1583-74.

3. XÍCH TRỤC MẮT TRÒN VÀ XÍCH KÉO CÓ ĐỘ BỀN THƯỜNG (TCVN 1587-74)

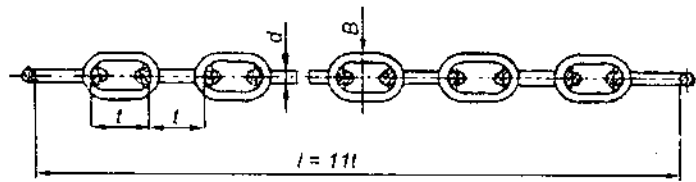
3.1. Thông số cơ bản và kích thước của xích

Thông số cơ bản và kích thước của xích trục mắt tròn và xích kéo có độ bền thường được giới thiệu trong bảng 6.6 và trên hình 6.3.

Bảng 6.6. Thông số cơ bản và kích thước của xích trục mắt tròn và xích kéo có độ bền thường.
Kích thước, mm

Cỡ xích danh nghĩa d	Bước t			Chiều rộng B		Sai lệch giới hạn của xích định cỡ theo chiều dài l = 11t	Tải trọng không nhỏ hơn, N		Khối lượng 1 mét xích, kg
	Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn Xích định cỡ	Xích không định cỡ	Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn		Thử	Phá huỷ	
5	18,5	±0,5	±0,5	17	±0,5	+1,5 -0,5	5000	10000	0,5
6	19		±0,6	21	±0,6		7000	14000	0,75
7	22		±0,7	23	±0,7		9000	18000	1,0
8	23	± 0,6	±0,8	27	±0,8	+2,5 -0,8	12500	25000	1,35
9	27		±0,9	32	±0,9		16000	32000	1,8
10	28		±1,0	34	±1,0		20000	40000	2,25
11	31	±1,0	±1,1	36	±1,1	+3,8 1,3	23000	46000	2,7
13	36		±1,3	43	±1,3		33000	66000	3,8
16	44		±1,6	53	±1,6		51000	102000	5,8
18	50	±1,5	±1,8	60	±1,8	+5,5 -1,8	63000	126000	7,3
20	56		±2,0	67	±2,0		80000	160000	9,0
23	64		±2,3	77	±2,3		100000	200000	12,0
26	73	±2,0	±2,6	87	±2,6	+6,5 -2,2	126000	252000	15,0
28	78		±2,8	94	±2,8		150000	300000	17,5
30	84		±3,0	101	±3,0		170000	340000	20,0
33	92	±2,5	±3,3	112	±3,3	+8,0 -2,5	200000	400000	24,0
36	101		±3,6	122	±3,6		250000	500000	29,0
39	109		±3,9	132	±3,9		280000	560000	34,0
42	118	±3,0	±4,2	142	±4,2		340000	680000	40,0

Xích trục hàn mắt tròn và xích kéo mắt tròn có độ bền thường được chế tạo theo hai kiểu: định cỡ theo chiều dài l = 11t (t-bước xích) và không định cỡ theo chiều dài.



Hình 6.3. Xích trục mắt tròn và xích kéo có độ bền thường.

3.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích

- 1) Vật liệu: Thép cán nóng tròn, thép định hình mác CT34, CCT38, thép C10 hoặc các mác thép có cơ tính tương đương.
- 2) Xích phải qua nhiệt luyện.
- 3) Đường kính xích tại các mối hàn không được nhỏ hơn 0,1 đường kính của phôi thanh.
- 4) Độ xô dịch đường tâm các đầu hàn với nhau tại mỗi hàn không được lớn hơn:

Cỡ xích, mm	Độ xô dịch, mm
≤ 9	0,3
10-3	0,5
16	0,8
18-23	0,9
26-30	1,3
33-42	1,5

- 5) Sự chèn ép kim loại tại mặt trong ở những chỗ uốn không được lớn hơn:

Cỡ xích, mm	Độ chèn ép, mm
≤ 8	0,6
9-10	0,9
11-13	1,2
16-17	1,5
18-23	1,8
26-30	2,1
33-42	2,4

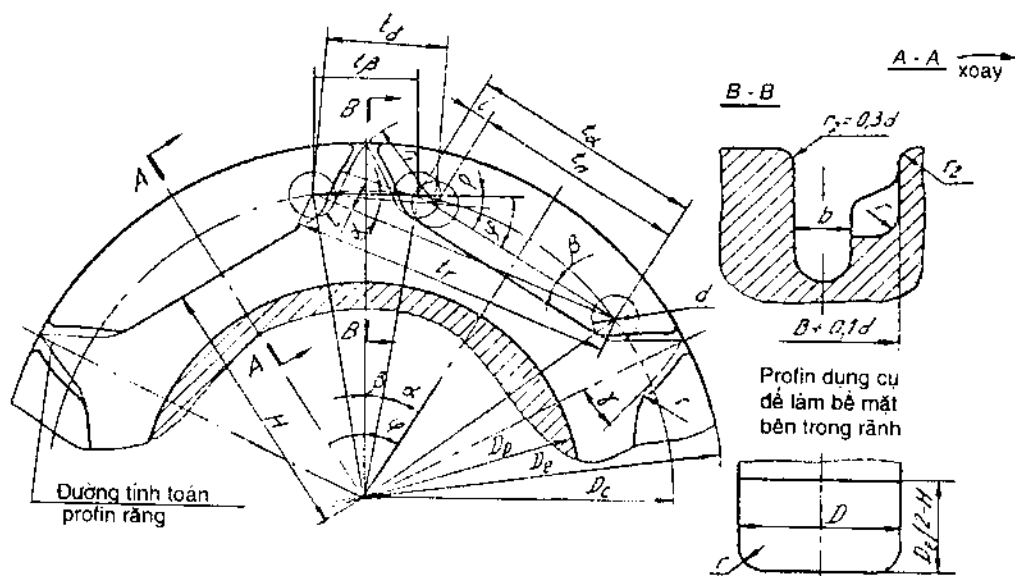
- 6) Chiều sâu lớp cháy và xỉ ở mỗi hàn không được lớn hơn:

Cỡ xích, mm	Chiều sâu lớp cháy và xỉ, mm
≤ 6	0,2
7-16	0,4
18-42	0,6

7) Xích hoàn chỉnh phải được nhà sản xuất kiểm tra kỹ thuật và đảm bảo phù hợp với các chỉ tiêu của TCVN 1587-74.

3.3. Đĩa xích dùng cho xích mắt tròn và xích kéo có độ bền thường (TCVN 1786-76)

Phương pháp tính toán và dựng prôfin răng đĩa xích dùng cho xích mắt tròn và xích kéo có độ bền thường được giới thiệu trên hình 6.4 và trong bảng 6.7.



Hình 6.4. Prôfin răng đĩa xích

Bảng 6.7. Kích thước hình học của prôfin răng đĩa xích
Kích thước, mm

Số liệu ban đầu		
Bước xích t	} Kích thước xích lấy theo TCVN 1587-74	
Sai lệch trên của bước xích Δt		
Chiều rộng lớn nhất của mắt xích B_{max}		
Cỡ xích danh nghĩa d		
Số răng đĩa xích z : cho trước		
Sai lệch giới hạn trên cỡ Δd : cho trước		
Thông số cơ bản	Ký hiệu	Công thức tính toán
Một nửa góc tâm của bước răng	φ	$\varphi = \frac{180^\circ}{z}$
Bước của mắt xích nằm ngang	t_n	$t_n = t + d$
Bước của mắt xích dựng đứng	t_g	$t_g = t - d$
Sai lệch giới hạn của bước đĩa xích	Δt_r	$\Delta t_r = 2\Delta t$
Độ hở bù trừ	i	$i = 5\Delta t + \Delta d$

Tiếp bảng 6.7

Thông số cơ bản	Ký hiệu	Công thức tính toán
Góc lệch	ρ	$\rho = \arcsin \frac{i \cdot \sin \varphi}{t_d}$
Bước các tâm để dựng rãnh	t_o	$t_o = t_n + i$
Bước các tâm để dựng răng đĩa xích	t_p	$t_p = t_o \cos \rho - i \cos \varphi$
Bán kính lượn chân răng	r	$r = 0,5d$
Góc nhọn đầu răng	γ	$\gamma = 20^\circ$
Chiều dài đoạn thẳng trên profil răng	l	$l = t_p \cdot \sin(\gamma - \rho)$
Bán kính lượn đỉnh răng	r_1	$r_1 = t_p \cos(\gamma - \rho) - l$
Một nửa góc tâm của rãnh	α	$\alpha = \arctg \left(\frac{t_p}{t_o \sin \varphi} + \operatorname{ctg} \varphi \right)$
Một nửa góc tâm đầu răng	β	$\beta = \varphi - \alpha$
Đường kính vòng đỉnh	D_e	$D_e = D_c \cdot \cos \beta - 2i \sin \varphi + 2 \sqrt{r_1^2 - (0,5l + \beta + i \cos \varphi)^2}$
Đường kính vòng chia	D_c	$D_c = \frac{l}{\sin \alpha}$
Đường kính lồng khuôn	D_p	$D_p = D_c \cdot \cos(\beta + \rho) - 1,2B_{\max}$
Bước đĩa xích	t_r	$t_r = D_c \cdot \sin \varphi$
Chiều rộng lồng khuôn	b	$b = (1,2 - 1,3)d$
Khoảng cách đáy rãnh đĩa đến tận đĩa	H	$H = \frac{D_c}{2} \cos \alpha - \frac{d}{2}$

Chú thích:

1. Chiều rộng $B_{\max}$ lấy không kể mối hàn.
2. Nếu có những chi tiết ghép với xích mà chiều rộng của chúng lớn hơn chiều rộng $B_{\max}$ thì đường kính D_p được xác định bằng cách vẽ thực tế.
- 3) Nếu khâu nối phân bố đúng rãnh của đĩa xích thì chiều rộng b được xác định theo công thức: $b = 1,1S$ trong đó S - chiều dày lớn nhất của khâu nối.
4. Các kích thước dài tính toán với độ chia chính xác đến 0,1 mm, còn kích thước góc đến 1'. Các kích thước i , r , D_e , D_p , b_2 , b_1 , r_1 và l được qui tròn đến số nguyên gần nhất (mm).
5. độ giãn dài giới hạn cho phép của xích δ'_x %, đảm bảo sự ăn khớp với đĩa xích được tính theo công thức
$$\delta'_x = \left(\frac{D_e \sin \varphi}{2l} - 1 \right) 100$$

Khi độ giãn dài của xích δ'_x lớn hơn độ giãn dài cho phép theo điều kiện bền thì đường kính vòng đỉnh đĩa xích được tính theo công thức:

$$D_e = \frac{(0,01\delta'_x + 1)}{\sin \varphi} \cdot 2l$$

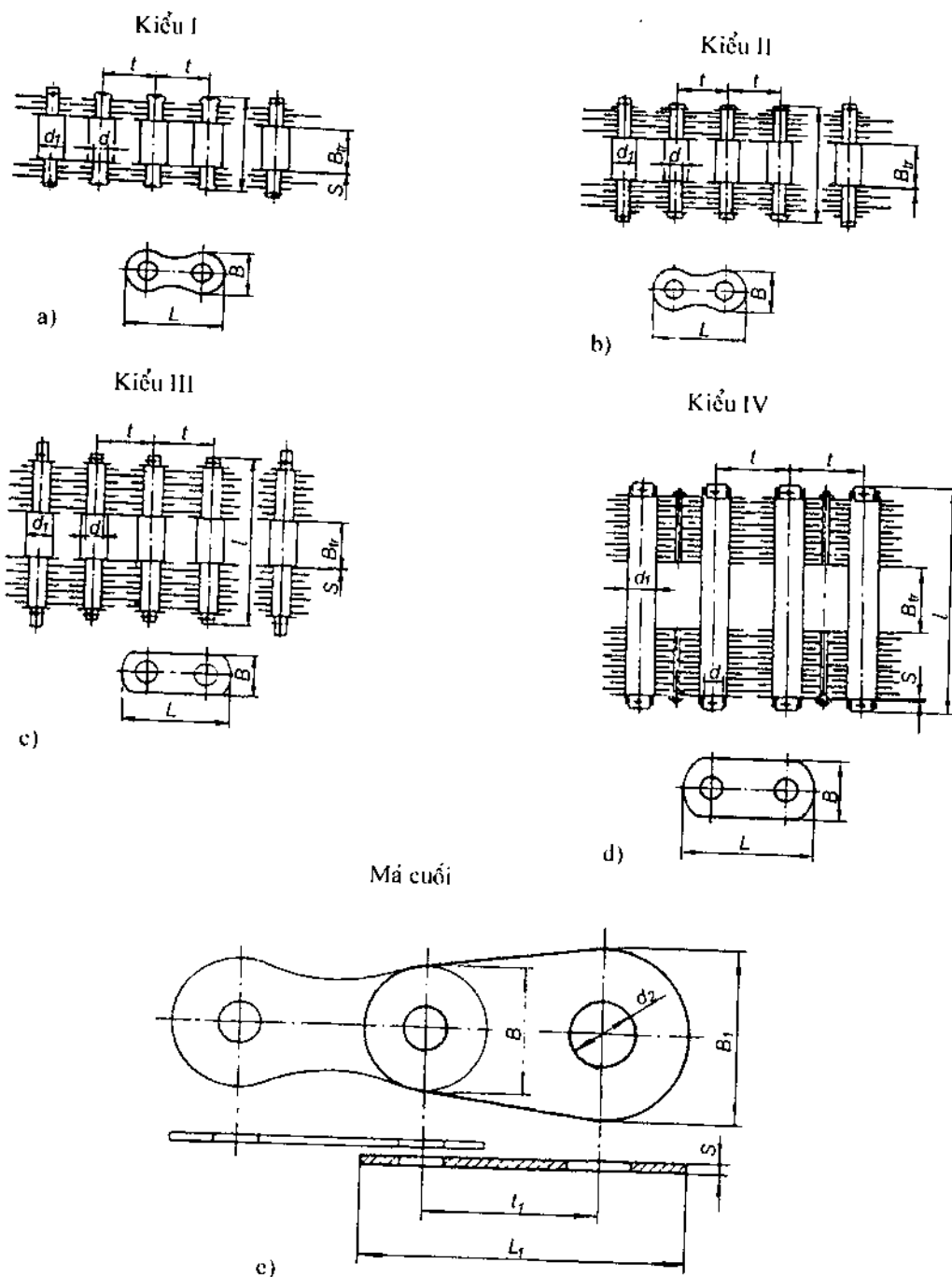
trong đó δ'_x - độ giãn dài cho phép theo điều kiện bền, %

4. XÍCH TRỤC DẠNG BẢN (TCVN 1584-74)

4.1. Kiểu, thông số cơ bản và kích thước

Xích trục dạng bản được chế tạo theo 4 kiểu: I- có chốt tán, không có vòng đệm; II- có chốt tán và vòng đệm; III- có chốt chẻ; IV- có chốt trơn.

Thông số cơ bản và kích thước của xích được giới thiệu trên hình 6.5 và trong bảng 6.8.



Hình 6.5. Xích trục dạng bản: a- kiểu I; b- kiểu II; c- kiểu III; d- kiểu IV; e- má cuối

Bảng 6.8. Thông số cơ bản và kích thước của xích trục dạng bán
Kích thước, mm

Kiểu xích	Bước		Khoảng cách các má trong, B_{tr}	Mã			Chốt					Mã cuối				Số má trong một mắt, n	Tải trọng, N		Khối lượng xích không lớn hơn, kg
	Danh nghĩa t, d_1	Sai lệch giới hạn, Δt		Chiều dày, S	Chiều rộng, B	Chiều dài L	Chiều dài lớn nhất, l	Đường kính phân giữa		Đường kính cổ chốt, d	Bước, t_1	Đường kính lỗ, d_2	Chiều rộng B_1	Chiều dài L_1	Phá huỷ, không nhỏ hơn		Để đo bước		
									Sai lệch giới hạn, Δd_1										
I	25	+0,15	18	2,5	15	41	35,0	10	-0,10	8	30	12	20	48,5	2	25000	400	1,4	
	35	+0,15	22	2,5	16	53	52,0	13	+0,12	9	45	15	25	67,5	4	50000	1500	2,7	
	40	+0,15	25	3,0	20	62	59,0	14	-0,12	11	50	18	35	80,5	4	80000	2000	3,4	
II	50	+0,20	36	3,0	30	83	78,0	22	-0,14	17	60	26	45	100,5	4	125000	5000	7,0	
	60	+0,25	45	4,0	38	104	97,0	26	-0,14	22	70	34	55	119,5	4	200000	7500	10,5	
	70	+0,25	50	5,0	47	120	104,0	32	-0,17	26	85	40	65	144,0	4	320000	13000	17,0	
	80	+0,30	60	5,0	51	134	146,0	36	-0,17	28	95	45	75	161,0	6	500000	16000	23,0	
III	100	+0,30	80	8,0	63	168	214,0	45	-0,17	35	120	55	95	204,0	6	1000000	35000	53,0	
	120	+0,35	110	8,0	82	208	285,0	55	-0,20	45	140	65	115	244,5	8	1600000	53000	89,0	
IV	140	+0,40	120	8,0	120	256	342,0	60	-0,30	60	200	100	180	363,0	10	2000000	80000	150,0	
	170	+0,40	145	10,0	130	314	405,0	70	-0,35	70	250	120	240	457,0	10	2500000	125000	210,0	
	200	+0,50	170	10,0	160	380	450,0	85	-0,35	85	250	130	280	465,0	10	3000000	150000	305,0	

4.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích

- 1) Vật liệu: má và chốt xích thép C40, C45, C50; Vòng đệm – thép CT38 hoặc thép C40.
- 2) Các má và chốt xích phải được nhiệt luyện đạt độ cứng theo bảng 6.9.

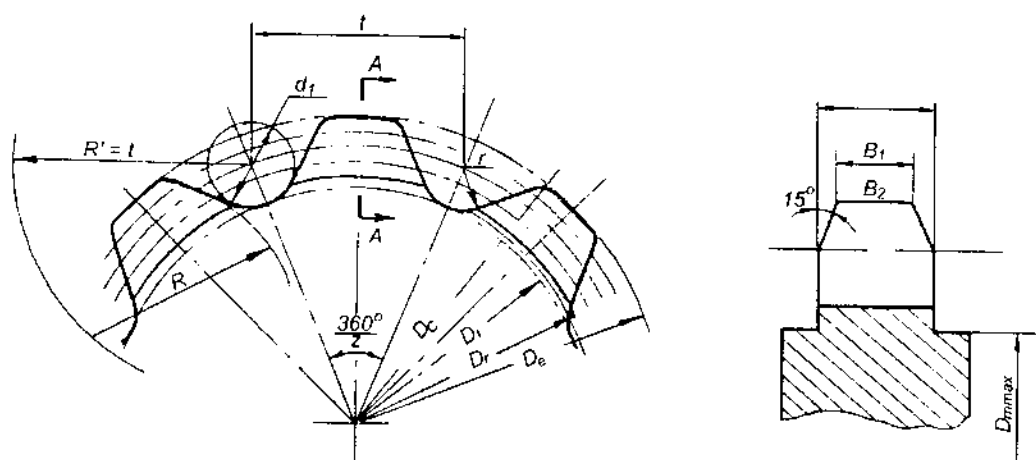
Bảng 6.9. Dạng nhiệt luyện và độ cứng của má và chốt xích

Tên chi tiết	Dạng nhiệt luyện	Độ cứng HRC
Các má dùng cho xích có bước 25-120 mm.	Tôi cải thiện	25-35
Các má dùng cho xích có bước 140-200 mm	Thường hoá	Không quy định
Các chốt dùng cho xích có bước 25-120 mm	Thường hoá	Không quy định
Các chốt dùng cho xích có bước 140-200 mm	Tôi cải thiện	25-35

- 3) Trên bề mặt các chi tiết không được có các rìa thừa, xỉ và các khuyết tật khác. Không cho phép hàn đắp các vết nứt, vết rỗ.
- 4) Độ nhẵn bề mặt của các má và của chốt trụ không thấp hơn $R_z = 20 \mu\text{m}$.
- 5) Các mắt xích phải có độ linh động tại các mối nối bản lề.

4.3. Đĩa xích cho xích trục dạng bản (TCVN 1788-76)

Phương pháp tính toán và dựng profil răng đĩa xích được giới thiệu trên hình 6.6. và trong bảng 6.10.



Hình 6.6. Profil răng đĩa xích trục dạng bản

Bảng 6.10. Kích thước hình học của đĩa xích. Kích thước, mm

Số liệu ban đầu		
Bước xích t	}	Theo TCVN 1584-74
Đường kính phần giữa của chốt xích d ₁		
Khoảng cách giữa các má trong của xích B _{tr}		
Chiều rộng má xích B		
Số răng đĩa xích z: cho trước		
Thông số cơ bản	Ký hiệu	Công thức tính toán
Đường kính vòng chia	D _c	$D_c = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right)}$
Đường kính vòng phụ	D _f	$D_f = D_c - 0,2t$
Bán kính chân răng	r	$r = 0,55d_1$
Bán kính đỉnh răng	R	$R = t - r$
Đường kính vòng đỉnh	D _o	$D_o = D_c + 1,2d_1$
Đường kính vòng chân	D _i	$D_i = D_c - d_1$
Đường kính moayơ	Cho má loại nhẹ	$D_{m\max} = D_c \cdot 1,1B$
	Cho má loại chữ nhật	$D_{m\max} = t \cdot \operatorname{ctg}\left(\frac{180^\circ}{z}\right) - 1,1B$
Chiều rộng răng	B ₁	$B_1 = 0,9B_{tr}$
Chiều rộng đỉnh răng	B ₂	$B_2 = B_1 - 0,16t$

Đường kính vòng chia phụ thuộc vào bước t và số răng đĩa xích z chọn theo bảng 6.11.

Bảng 6.11. Đường kính vòng chia đĩa xích. Kích thước, mm

Số răng	Bước xích											
	25	35	40	50	60	70	80	100	120	140	170	200
6	50,00	70,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00	200,00	240,00	280,00	340,00	400,00
7	57,61	90,66	92,19	115,23	138,29	161,35	184,39	230,47	276,57	322,66	391,81	460,95
8	65,33	91,46	104,52	130,66	156,59	182,92	209,05	261,32	313,58	365,84	444,23	522,63
9	73,10	102,33	116,95	146,19	175,43	204,66	233,90	292,38	350,86	409,33	497,05	584,76
10	80,90	113,26	129,44	161,80	194,16	226,52	258,88	323,61	388,33	453,05	550,13	647,21
11	88,74	124,23	141,98	177,47	212,97	248,46	283,96	354,95	425,94	496,92	603,41	709,89
12	96,59	135,23	154,55	193,19	231,82	270,46	309,10	386,37	463,64	540,92	656,83	772,74
13	104,46	146,25	167,4	208,93	250,72	292,50	334,29	417,86	501,43	585,00	710,36	835,72
14	112,35	157,28	179,75	224,69	269,63	314,57	359,51	449,38	539,26	629,14	763,95	898,76
15	120,24	168,34	192,39	240,49	288,58	336,68	384,76	488,94	574,17	675,36	817,65	961,95
16	128,14	179,40	205,03	256,29	307,55	358,81	410,07	512,58	615,10	717,62	871,30	105,17
17	136,06	190,48	217,69	272,11	326,54	380,95	435,30					
18	143,97	201,56	230,35	287,94	345,52	403,12	460,70					
19	151,89	212,64	243,02	303,78	364,53	425,29	486,05					
20	159,81	223,73	255,70	319,62	383,55	447,47	511,40					
21	167,74	234,83	268,38	335,48								
22	176,67	245,94	281,07	351,34								
23	183,60	257,04	293,76	367,20								
24	191,53	268,14	306,45	383,06								
25	199,47	279,25	319,15	398,94								
26	207,41	290,37	331,85	414,82								
Chú thích: Ưu tiên sử dụng các đĩa xích có số răng: 6, 8, 10, 12, 20 và 25												

4.4. Yêu cầu kỹ thuật của đĩa xích

Sai lệch giới hạn các kích thước đĩa xích

Bước xích : $\pm 0,04t$

Đường kính vòng chân răng D_i - theo h11

Đường kính vòng đỉnh răng D_e - theo h12

Chiều rộng răng B_1 và chiều rộng đỉnh răng B_2 - theo h12

Bán kính chân răng r - theo H11

Bán kính đỉnh răng R - theo h11

Độ nhẵn bề mặt: đối với profil răng - không thấp hơn $R_z = 20\mu m$; đối với đường kính ngoài - không thấp hơn $R_z = 40\mu m$; đối với mặt đầu - không thấp hơn $R_z = 80\mu m$.

5. XÍCH KÉO THÁO ĐƯỢC (TCVN 1585 -74)

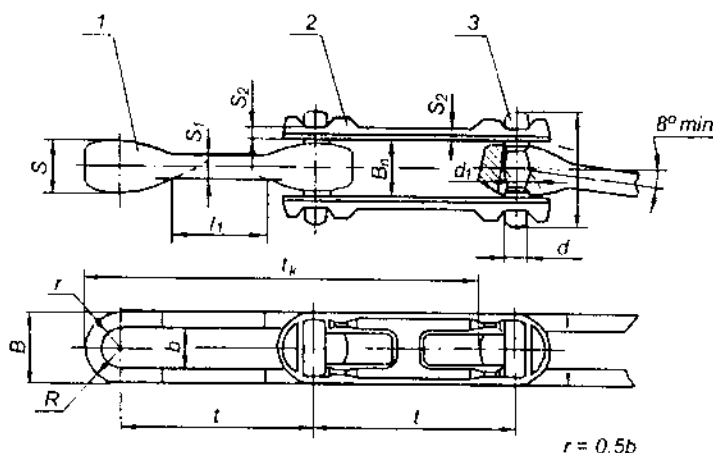
5.1. Kiểu, thông số cơ bản và kích thước

Xích kéo tháo được dùng trong các bộ phận kéo của băng tải, trong các máy và cơ cấu nâng hạ. Xích kéo tháo được gồm hai kiểu:

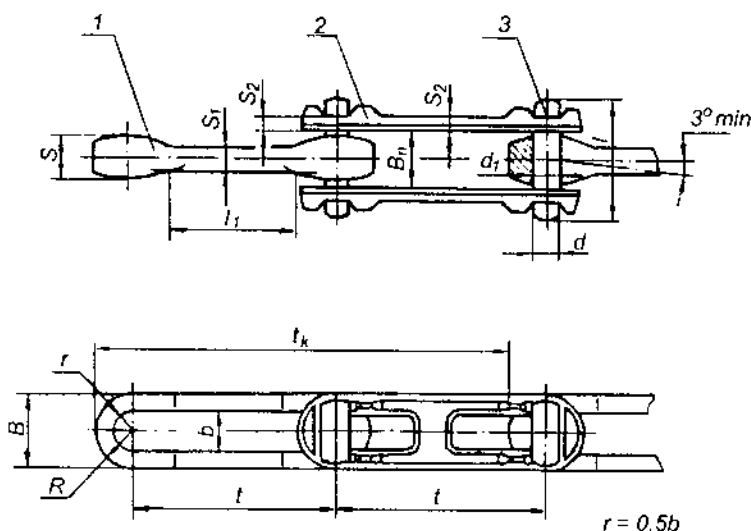
KT1 - chốt hình trống có khâu trong quay được một góc không nhỏ hơn 8° về mỗi phía trên mặt phẳng qua đường tâm khớp (hình 6.7).

KT2 - chốt hình trụ có khâu trong quay được góc không nhỏ hơn 3° về mỗi phía (hình 6.8).

Thông số và kích thước cơ bản của xích được giới thiệu trên các hình 6.7 và 6.8 và trong các bảng 6.12 và 6.13.



Hình 6.7. Xích kéo tháo được kiểu KT1
1- khâu trong; 2- khâu ngoài; 3- chốt hình trống.



Hình 6.8. Xích kéo tháo được kiểu KT2
1- khâu trong; 2- khâu ngoài; 3- chốt trụ.

Bảng 6.12. Thông số và kích thước cơ bản của xích kéo thảo được KTI
Kích thước, mm

Thông số cơ bản		Ký hiệu	Các mức cho xích kéo thảo được có chốt hình trống chịu uốn							
Bước xích		t	65	80	80	100	100	160	160	250
Bước ăn khớp	Danh nghĩa	t _k	130	160	160	200	200	320	320	500
	Sai lệch giới hạn	Δt _k	±1,6	±2,0				±2,2		
Chiều rộng xích		B	18	29	40	32	36	40	53	53
Chiều rộng rãnh khâu trống		b	9,0	14,5	19,0	14,5	18,0	19,0	27,0	27,0
Khoảng cách giữa các khâu ngoài		B _n	15,0	22,5	34,0	27,0	27,5	34,0	41,5	41,5
Bán kính lượn của khâu trong		R	9,0	14,5	20,0	16,0	18,0	20,0	26,5	26,5
Đường kính chốt		d	8	13	18	13	16	18	24	24
Đường kính đoạn chốt hình trống		d ₁	8,6	14,0	19,8	14,6	17,6	19,8	26,4	26,4
Chiều dài chốt không lớn hơn		l	35	48	73	56	58	73	86	86
Chiều dài phần lồi khâu trong		l ₁	50	45	50	55	55	112	84	174
Chiều dày phần lồi khâu trong, không lớn hơn		S	12	20	31	24	25	31	38	38
Chiều dày phần lồi khâu trong		S ₁	7	12	19	13	16	19	20	20
Chiều dày khâu ngoài		S ₂	4	6	10	6	8	10	12	12
Khối lượng 1 mét xích không lớn hơn, kg			1,4	2,8	8,6	3,7	5,0	5,6	9,1	7,9
Tải trọng, N		Thử	27000	64000	174000	90.000	132.000	174.000	240.000	240.000
		Phá huỷ, không nhỏ hơn	45.000	106.000	290.000	150.000	220.000	290.000	400.000	400.000

Bảng 6.13. Thông số và kích thước cơ bản của xích kéo tháo được KT2
Kích thước, mm

Thông số cơ bản		Ký hiệu	Các mức cho xích kéo tháo được có chốt hình trụ							
Bước xích		t	65	80	80	100	100	160	160	250
Bước ăn khớp	Danh nghĩa	t_k	130	160	160	200	200	320	320	500
	Sai lệch giới hạn	Δt_k	$\pm 1,6$	$\pm 2,0$				$\pm 2,2$		
Chiều rộng xích		B	18	29	40	32	36	40	53	53
Chiều rộng rãnh khâu trong		b	9,0	14,5	19,0	14,5	18,0	19,0	27,0	27,0
Khoảng cách giữa các khâu ngoài		B_n	15,0	22,5	34,0	27,0	27,5	34,0	41,5	41,5
Bán kính lượn của khâu trong		R	9,0	14,5	20,0	16,0	18,0	20,0	26,5	26,5
Đường kính chốt		d	8	13	18	13	16	18	24	24
Chiều dài chốt không lớn hơn		l	35	48	73	56	58	73	86	86
Chiều dài phần lồi khâu trong		l_1	50	45	50	55	55	112	84	174
Chiều dày phần lồi khâu trong, không lớn hơn		S	12	20	31	24	25	31	38	38
Chiều dày phần lồi khâu trong		S_1	7	12	19	13	16	19	20	20
Chiều dày khâu ngoài		S_2	4	6	10	6	8	10	12	12
Khối lượng 1 mét xích không lớn hơn, kg			1,4	2,8	8,6	3,7	5,0	6,6	9,1	7,9
Tải trọng, N	Thử		27.000	64.000	174.000	90.000	132.000	174.000	240.000	240.000
	Phá hủy, không nhỏ hơn		45.000	106.000	290.000	150.000	220.000	290.000	400.000	400.000

5.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích :

1) Sau chế tạo, các bề mặt chi tiết không được có vết nứt, vết kẹp, vết xước, các vết chảy kim loại, oxit và các khuyết tật khác. Không cho phép hàn sửa chữa các khuyết tật trên.

- $$\Delta l_i = \pm 0,86 \Delta t_k \cdot \sqrt{n}$$

5.3. Địa xích dùng cho xích kéo tháo được (TCVN 1789-76)

The diagram illustrates the geometry of a mechanical component, possibly a gear or a cam profile, with various dimensions labeled:

- t_r : Total thickness at the top.
- t_{rx} , t_β : Thicknesses at different angular positions.
- t_y , y : Dimensions related to the side profile.
- 90° : Angle between two radial lines.
- A_1 , A : Labels for specific points or sections.
- H : Overall height from the base to the top edge.
- 2ψ , ψ , 2α , 2β : Angular dimensions defining the profile's shape.
- D_i , D_c , D_e : Diameters at different levels.
- D_m : Diameter of the base mounting flange.
- b_1 , b_2 : Widths of the base flange.
- E , F : Points on the base flange profile.
- 10° : Small angle at the base flange.
- $A-A$: Section line indicating a cross-section view.
- $D\tilde{a} \text{ xoay}$: Label for the rotating part.

Hình 6.9. Prôfin răng đĩa xích kéo tháo được

Bảng 6.14. Kích thước hình học của đĩa xích. Kích thước, mm

Số liệu ban đầu	
Bước xích t	} Theo TCVN 1585-74
Bán kính lượn khâu trong R	
Bước ấn khớp t_k	
Chiều rộng xích B	
Khoảng cách giữa các khâu ngoài B'	
Số răng đĩa xích z (theo bảng 6.15)	

Tiếp bảng 6.14

Thông số cơ bản		Ký hiệu	Công thức tính toán
Tính toán hình học phần răng	Một nửa góc tâm của bước răng	ψ	$\psi = \frac{180^\circ}{Z}$
	Bước các tâm răng	t_β	$t_\beta = \lambda \cdot t$ (λ lấy theo bảng 2)
	Một nửa góc tâm ứng với bước các tâm răng	β	$\sin 2\beta = \lambda \cdot t$
	Đường kính vòng chia	D_c	$D_c = \frac{t_\beta}{\sin \beta}$
	Bước các tâm rãnh răng	t_α	$t_\alpha = D_c \cdot \sin \alpha$
	Một nửa góc tâm ứng với bước các tâm rãnh răng	α	$\alpha = \psi - \beta$
	Bán kính rãnh răng	r	$r = R$
	Góc nhọn răng	γ	$\gamma = 18^\circ$
	Đường kính vòng chân	D_i	$D_i = D_c \cos \alpha - B$
	Chiều dài phần lồi	l	$l = \frac{1}{3} t$
	Đường kính vòng đỉnh (Sai lệch theo h14)	D_e	khi $Z \leq 5$ $D_e = D_c + 0,75B$ khi $Z = 6 \div 11$ $D_e = D_c + B$ khi $Z \geq 12$ $D_e = D_c + 1,25B$
	Chiều rộng răng (Sai lệch theo h14)	b_1	$b_1 = 0,8B'$
	Chiều rộng đỉnh răng (Sai lệch theo h14)	b_2	$b_2 = 0,68b_1$
	Đường kính vành răng lớn nhất	D_v	$D_v = D_c \cos \alpha - 1,2B$
Kích thước kiểm tra và sai lệch giới hạn	Bước răng	t_r	$t_r = D_c \cdot \sin \psi$
	Sai lệch giới hạn	Δt_r	$\Delta t_r = \frac{+0,03}{0,06} \sqrt{t_r}$
	Bán kính vòng chân	H	$H = \frac{D_i}{2}$
	Sai lệch giới hạn của H	ΔH	$\Delta H = \frac{+0,005}{0,025} \sqrt{H}$
	Chiều dày răng ở khoảng cách y	t_y	$t_y = t_\beta - 2,102r_c$
	Sai lệch giới hạn chiều dày răng	Δt_y	$\Delta t_y = \pm 0,012 \sqrt{t_y}$
	Khoảng cách từ đỉnh răng đến vị trí đo	y	$y = \frac{1}{2} (D_e - D_c \cos \beta)$
Chú thích Kích thước y phải tính với độ chính xác đến 0,01mm, các kích thước còn lại đến 0,1 mm, kích thước góc đến 1'. Hệ số λ phụ thuộc vào số răng đĩa xích được chọn theo bảng 6.15.			

Bảng 6.15. Hệ số λ phụ thuộc vào số răng đĩa z

Số răng đĩa xích		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20	22	25
Giá trị λ	Khi $\frac{t}{B} \leq 2,5$	0,87								0,85				0,83			
	$\frac{t}{B} < 2,5$	0,91	0,87	0,84	0,81	0,77	0,74	0,71	0,68	0,65							

Chú thích. Ưu tiên sử dụng đĩa xích có số răng 4, 6, 8, 10, 13, 16, 20 và 25.

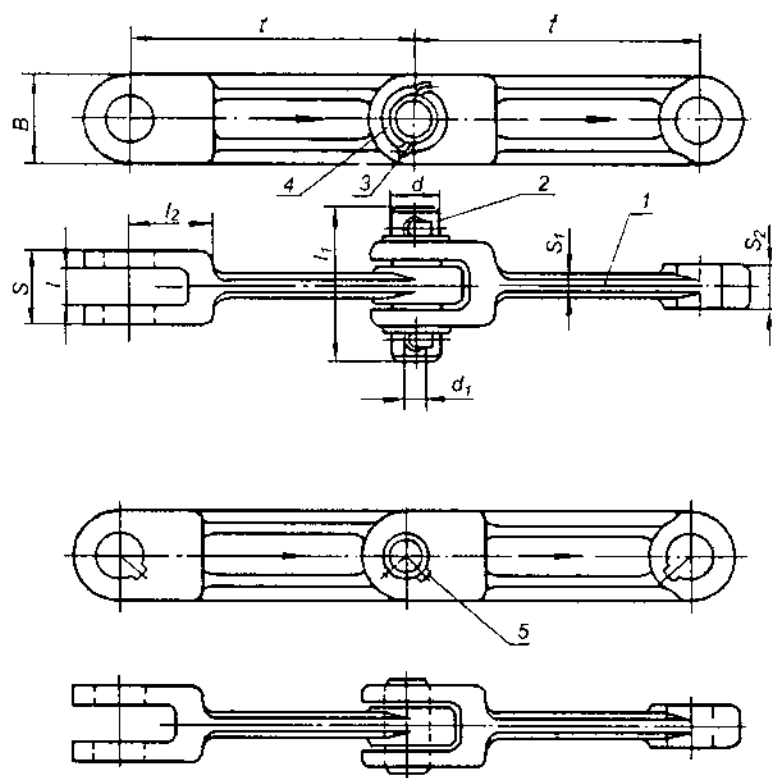
6. XÍCH KÉO DẠNG CHẠCH (TCVN 1586-74)

Xích kéo dạng chạc được sử dụng trong các bộ phận kéo của các cơ cấu và máy vận chuyển.

Xích được chế tạo theo hai kiểu: T – xích thường, định vị chốt xích bằng một chốt chẻ hoặc vòng xoắn; R – xích rời, định vị xích bằng then.

Các kiểu xích T và R được chế tạo theo hai cấp độ bền: độ bền thường và độ bền cao.

Thông số cơ bản và kích thước của xích được giới thiệu trên hình 6.10 và trong bảng 6.16.



Hình 6.10. Xích kéo dạng chạc

a) Kiểu T; b) kiểu R; 1- Thân chạc; 2- chốt; 3- chốt chẻ; 4- Vòng đệm

Bảng 6.16A. Thông số và kích thước cơ bản của xích kéo dạng chạc.
Kích thước, mm

Bước t		Chiều rộng B	Chiều dày S	Chiều dày S ₁	Chiều dày đuôi S ₂	Khoảng cách giữa các mặt trong l	Chiều dài chốt l ₁ không lớn hơn		Chiều dài l ₂	Đường kính chốt d	Đường kính lỗ chốt chẻ, d ₁ không nhỏ hơn	Tải trọng phá huỷ bé nhất, N		Khối lượng 1 mét xích không lớn hơn, kg
Danh nghĩa	Sai lệch giới hạn						Đối với xích kiểu					Đối với xích loại độ bền		
							T	R				thường	cao	
100	±0,38	38	27	8	11	12	48	30	30	16	4	160000	220000	4,5
125	+0,46	42	35	10	15	16	56	38	36	20	4	240000	330000	6,3
160	±0,46	50	43	12	20	22	70	46	45	25	6	400000	550000	8,8
200	+0,55	64	52	15	23	25	82	56	56	32	6	640000	880000	13,6
250	±0,55	80	66	18	30	32	95	70	70	40	6	1000000	1400000	23,0

Yêu cầu kỹ thuật

- 1) Trên bề mặt các chi tiết của xích không được có vết nứt, vết kẹp, vết xước, nhân kim loại, oxyt. Không cho phép hàn lại các khuyết tật.
- 2) Các chi tiết xích phải qua nhiệt luyện hoặc hoá nhiệt luyện. Độ cứng của các chi tiết sau hoá nhiệt luyện đối với xích có bước 100 và 120 mm phải đạt 40 ÷ 47 HRC, bước 160 mm và lớn hơn phải đạt 55 ÷ 62 HRC. Độ cứng của các chi tiết bất kỳ sau nhiệt luyện phải đạt 34 ÷ 40HRC.
- Độ cứng của chốt sau khi hoá nhiệt luyện đạt 55 ÷ 62 HRC, sau khi nhiệt luyện phải đạt 48÷53HRC.
- 3) ở dạng hoàn chỉnh, xích phải có độ linh động ở các mối nối bản lề, không kẹt, mắc.
- 4) Sai lệch giới hạn chiều dài đoạn xích gồm 10 mắt không được lớn hơn 0,3% chiều dài được đo.
- 5) Tải trọng làm việc nên dùng như bảng 6.16B.

Bảng 6.16B. Chọn tải trọng theo bước xích

Bước xích, mm	Tải trọng dùng cho xích, N	
	Độ bền thường (t)	Độ bền cao (c)
100	5700	10000
125	10500	18000
160	19000	33000
200	28000	50000
250	46500	81000

- 6) Đoạn xích đi được đến giới hạn mòn cho phép (với tải trọng làm việc không lớn hơn qui định trong 5) không được nhỏ hơn:
20 000 km – khi xích chuyển động trong môi trường không mài mòn với vận tốc đến 0,4 m/s;
10 000 km – khi xích chuyển động trong môi trường ăn mòn với vận tốc đến 0,2 m/s.

7. XÍCH TRUYỀN ĐỘNG CON LĂN VÀ XÍCH TRUYỀN ĐỘNG BẠC LÓT (TCVN 1590-74)

Xích truyền động con lăn và xích truyền động bạc lót một và nhiều dây được sử dụng trong các cơ cấu và máy của các ngành công nghiệp như chế tạo mô tô, xe đạp, chế tạo máy nông nghiệp, lương thực, thực phẩm v.v...

Xích truyền động con lăn và xích truyền động bạc lót được phân loại như sau:

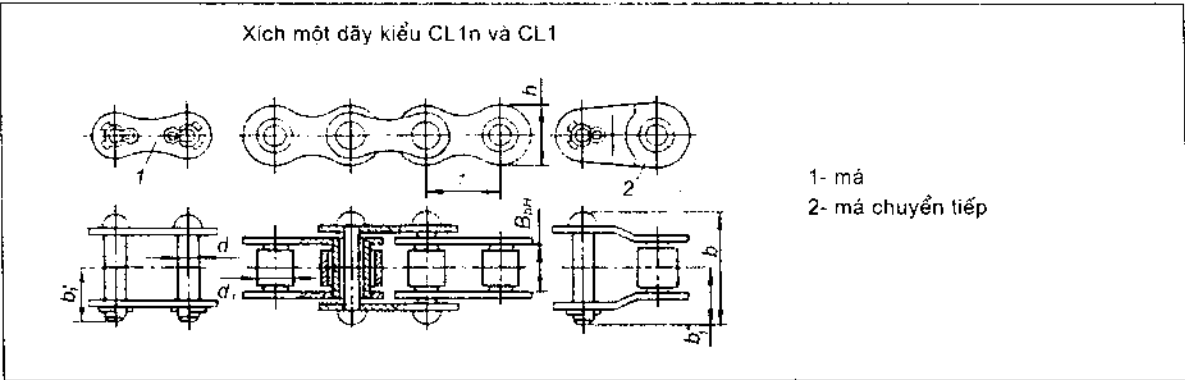
- CL1n – Xích truyền động con lăn một dây loại nhẹ
- CL1 – Xích truyền động con lăn một dây loại thường
- CLD– Xích truyền động con lăn mắt dài
- CLK – Xích truyền động con lăn một dây loại khoẻ
- CLN – Xích truyền động con lăn một dây loại nặng
- CL2 – Xích truyền động con lăn hai dây
- CL2N – Xích truyền động con lăn hai dây loại nặng
- CL3 – Xích truyền động con lăn ba dây
- CL3N – Xích truyền động con lăn ba dây loại nặng
- CL4 – Xích truyền động con lăn bốn dây
- CL4N – Xích truyền động con lăn bốn dây loại nặng
- CL6N – Xích truyền động con lăn sáu dây loại nặng
- BL1 – Xích truyền động bạc lót một dây
- BL2 – Xích truyền động bạc lót hai dây
- CLC – Xích truyền động con lăn má cong.

Xích kiểu CLN, CL2N, CL3N, CL4N, CL6N chỉ dùng trong các thiết bị dầu mỡ.

7.1. Thông số và kích thước cơ bản

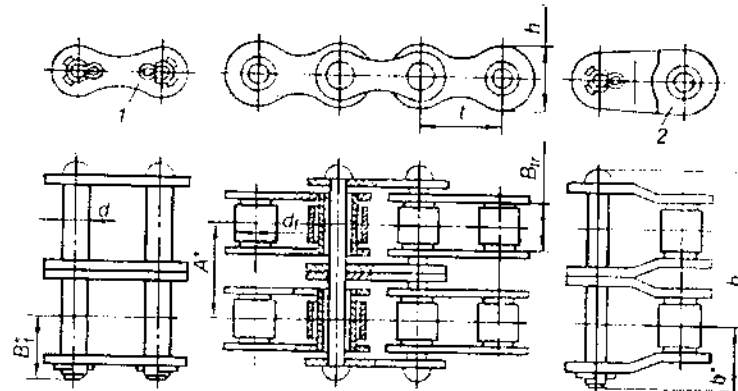
Thông số và kích thước cơ bản của xích con lăn một dây loại nhẹ và loại thường, xích con lăn hai dây được giới thiệu trong bảng 6.17.

Bảng 6.17. Xích con lăn kiểu CL1n, CL1 và CL2
Kích thước, mm



Tiếp bảng 6.17

Xích hai dây kiểu CL2



* Kích thước tham khảo

Ký hiệu xích	t	B _{1r} min	d	d ₁	A	h	b	b ₁	Tải trọng phá huỷ kG, min	Khối lượng 1 m xích, kg
Xích truyền động con lăn một dây loại nhẹ CL1n										
CL1n - 15,875-2279	15,875	9,65	5,08	10,16	-	14,8	24	13	2 270	0,9
CL1n - 19,05-2950	19,05	12,70	5,96	11,91	-	18,2	33	17	2 950	1,6
CL1n - 25,4 - 5000	25,4	15,88	7,95	15,88	-	24,2	39	22	5 000	2,6
CL1n- 31,75-7000	31,75	19,05	9,55	19,05	-	30,2	46	24	7 000	3,8
CL1n-38,1-10000	38,1	25,40	11,12	22,23	-	36,2	58	30	10 000	5,5
CL1n-44,45 - 13000	44,45	25,40	12,72	25,40	-	42,4	62	34	13 000	7,5
CL1n-50,8-16000	50,8	31,75	14,29	28,58	-	48,3	72	38	16 000	9,7
Xích truyền động con lăn một dây loại thường CL1 và xích truyền động con lăn hai dây CL2										
CL1-8-460	8,0	3,0	2,31	5,0	-	7,5	12	7	460	0,20
CL1-9,525-910	9,525	5,72	3,28	6,35	-	8,5	17	10	910	0,45
CL1-12,7-900-1	12,7	2,4	3,66	7,75	-	10,0	8,7	-	900	0,30
CL1-12,7-900-2	12,7	3,3	3,66	7,75	-	10,0	12	7	900	0,35
CL1-12,7-1820-1	12,7	5,4	4,45	8,51	-	11,8	19	10	1 820	0,65
CL1-12,7-1820-2	12,7	7,75	4,45	8,51	-	11,8	21	11	1 820	0,75
CL1-15,875-2270-1	15,875	6,48	5,08	10,16	-	14,8	20	11	2 270	0,8
CL1-15,875-2270-2	15,875	9,65	5,08	10,16	-	14,8	24	13	2 270	1,0
CL1-19,05-3180	19,05	12,7	5,96	11,91	-	18,2	33	18	3 180	1,9
CL1-25,4-5670	25,4	15,88	7,95	15,88	-	24,2	39	22	5 670	2,6
CL1-31,75-8850	31,75	19,05	9,55	19,05	-	30,2	46	24	8 850	3,8
CL1-38,1-12700	38,1	25,4	11,1	22,23	-	36,2	58	30	12 700	5,5
CL1-44,45-17240	44,45	25,4	12,7	25,7	-	42,4	62	34	1 7240	7,5
CL1-50,8-22680	50,8	31,75	14,29	28,58	-	48,3	72	38	2 2680	9,7
CL1-63,5-35380	63,5	38,1	19,84	39,68	-	60,4	89	48	3 5380	16,0
CL2-12,7-3180	12,7	7,75	4,45	8,51	13,92	11,8	35	11	3180	1,4
CL2-15,875-4540	15,875	9,65	5,08	10,16	16,59	14,8	41	13	4 540	1,9
CL2-19,05-7200	19,05	12,70	5,88	11,91	25,50	18,2	54	18	7 200	3,5
CL2-25,4-11340	25,4	15,88	7,95	15,88	29,29	24,2	68	22	11 340	5,0
CL2-31,75-17700	31,75	19,05	9,55	19,05	35,76	30,2	82	24	17 700	7,3
CL2-38,1-25400	38,1	25,4	11,12	22,23	45,44	36,2	104	30	25 400	11,0
CL2-44,45-34480	44,45	25,40	12,72	25,40	48,87	42,4	110	34	34 480	14,4
CL2-50,8-45360	50,8	31,75	14,29	28,58	58,55	48,3	130	38	45 360	19,1

Chú thích: 1. Cho phép giảm tải trọng phá huỷ của các má chuyển tiếp đi 20%.

2. Xích có bước từ 8 đến 15,875 mm dùng cho ngành chế tạo ôtô, xe đạp, từ 15,875 đến 38,1 mm dùng cho ngành chế tạo máy nông nghiệp, từ 38,1 trở lên dùng cho ngành công nghiệp dầu mỏ.

Thông số và kích thước cơ bản của xích truyền động bạc lót một và hai dây được giới thiệu trong bảng 6.18.

Bảng 6.18. Xích bạc lót một và hai dây Kiểu BL1 và BL2. Kích thước, mm

Xích một dây kiểu L1

1 - má nổi

Xích hai dây kiểu BL2

Ký hiệu xích	t	B_{tr} min	d	d_1	A	h	b	b_1	Tải trọng phá huỷ kG, min	Khối lượng 1m xích, kg
						max				
BL1-9,525-1100	9,525	7,60	3,59	5	-	8,80	18,5	10	1100	0,50
BL1-9,525-1200		9,52	4,45	6	-	9,85	21,2	12	1200	0,65
BL2-9,525-1800		5,20	4,45	6	10,75	9,85	27,5	8,5	1800	1,00

Thông số và kích thước cơ bản của xích truyền động con lăn mắt dài được giới thiệu trong bảng 6.19.

Bảng 6.19. Xích con lăn mắt dài kiểu CLD. Kích thước, mm

1 - má nổi 2 - má chuyển tiếp									
* Kích thước tham khảo									
Ký hiệu xích	t	B_{tr} min	d	d_1	h	b	b_1	Tải trọng phá huỷ kG, min	Khối lượng 1m xích, kg
CLD-31,75-2270	31,75	9,65	5,08	10,16	14,8	24	13	2270	0,60
CLD-38,1-2950	38,1	12,7	5,96	11,94	18,2	31	17	2950	1,10
CLD-38-3000	38,0	22,0	7,95	15,88	21,3	42	23	3000	1,87
CLD-38-4000	38,0	22,0	7,95	15,88	21,3	47	26	4000	2,10
CLD-50,8-5000	50,8	15,88	7,95	15,88	24,2	39	22	5000	1,90
CLD-63,5-7000	63,5	19,05	9,55	19,05	30,2	46	24	7000	2,60
CLD-76,2-10000	76,2	25,4	11,12	22,23	36,2	57	30	10000	3,80

Chú thích. 1. Kích thước h đối với xích CLD-38-4000 là danh nghĩa.
 2. Cho phép giảm tải trọng phá huỷ của các má chuyển tiếp đi 20%.

7.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích

1) Má xích được chế tạo từ thép cán nguội có độ chính xác cao về chiều dày, bạc và con lăn bằng thép cán nguội hoặc thép dẹt có độ chính xác cao về chiều dày và chiều rộng.

Đối với má xích kiểu CL1 có bước 19,05 mm và lớn hơn, xích kiểu CLD có bước 38mm và lớn hơn cho phép sử dụng thép cán nguội có độ chính xác thường về chiều dày, còn đối với bước nhỏ hơn có thể sử dụng thép cán nóng.

Không cho phép sử dụng các loại thép sôi cho các chi tiết được thấm cacbon.

2) Các chi tiết của xích cần được nhiệt luyện đạt tới độ cứng được nêu trong bảng 6.20, chiều sâu của lớp thấm đối với các chi tiết: chốt, bạc và con lăn được nêu trong bảng 6.21.

Không cho phép có mạng cacbit và cacbonitrit ở lớp thấm. Hàm lượng nitơ không được quá 0,3% ở lớp bề mặt các chi tiết được thấm nitơ – cacbon khi nhiệt độ cao.

3) Trên bề mặt các chi tiết của xích không được có lớp oxit, các vết nứt, vết xước, vết lõm, các mép nhọn, vết ăn mòn và các dạng khuyết tật khác ảnh hưởng tới khả năng làm việc của xích. Không cho phép hàn lại các khuyết tật.

4) Bề mặt má xích phải có lớp mạ, phủ chống ăn mòn (nhuộm đen).

5) Xích chế tạo phải xoay được dễ dàng trong mỗi nối bản lề và không được kẹt mắc.

6) Khe hở tổng cộng giữa má ngoài và má trong của xích một dây không được nhỏ hơn các giá trị cho trong bảng 6.22; khe hở tổng của xích nhiều dây không được lớn hơn 0,8 khe hở tổng của xích một dây nhân với số dây.

Bảng 6.20. Độ cứng các chi tiết của xích

Kiểu	Bước t, mm	Độ cứng, HRC			
		Má xích	Chốt và bạc	Con lăn	
			Thép xêmentit	Theo xêmentit	Thép không xêmentit
CL1n	15,875–25,4 31,75–50,8	32...40 26...40	54...62	47...55	42...50
CL1 và BL1	8–15,875	40...50	59...65	54...62	43...50
CLD	31,75				
CL1	19,06; 25,4 31,75–63,5	32...40 38...45	54...62	47...55	42...50
CLD	38–76,2	32...40	54...62	47...55	42...50

Chú thích:

1. Cho phép nâng cao độ cứng má xích tới 45HRC đối với xích kiểu CL1 và CL1 có bước 19,05 mm và lớn hơn khi giữ nguyên độ bền xích.
2. Cho phép chế tạo chốt và bạc có độ cứng 45+55HRC từ thép xêmentit và không xêmentit cho xích kiểu CL1n và CLD, cũng như CL1 và CL2 có bước 19,05mm. Đối với xích CL1n_15,875–2270–2 chế tạo từ thép xêmentit, cho phép độ cứng của chốt, bạc, con lăn 45 + 55HRC.

Bảng 6.21. Chiều sâu lớp thấm

Bước xích, mm	Chiều sâu lớp thấm, mm		
	Chốt	Bạc	Con lăn
8, 12,7	0,15 - 0,3	0,08 - 0,2	0,08 - 0,2
9,525; 12,7; 15,87; 31,75	0,2 - 0,4	0,08 - 0,2	0,08 - 0,2
19,05; 25,4; 38; 38,1; 50,8	0,3 - 0,7	0,2 - 0,5	0,2 - 0,5
31,75; 38,1; 63,5; 76,2	0,4 - 0,7	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6
44,45; 50,8; 63,5	0,5 - 0,9	0,4 - 0,8	0,4 - 0,8

Bảng 6.22. Khe hở tổng giữa má trong và má ngoài của xích

Bước xích, mm	8	9,525	12,7	15,875 31,75*	19,05 38,1*	25,4 50,8*
Khe hở, mm	0,4	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0
Bước xích, mm	31,75 63,5*	38*	38,1 76,2*	44,45	50,8	63,5
Khe hở, mm	1,2	1,0	1,2	1,3	1,3	1,4

* Xích con lăn mắt dài

7) Xích kiểu CL1 và BL1 có bước 8 – 15,875mm, cần được thử tải trọng kéo có trị số bằng 15 – 33% tải trọng phá huỷ tương ứng được cho trong các bảng 6.17 và 6.18.

8) Momen xoắn khi thử quay chốt và bạc trong một mắt xích và lực ép bạc ra khỏi mắt xích không được nhỏ hơn các giá trị được cho trong bảng 6.23.

9) Sai lệch giới hạn chiều dài của đoạn xích được đo với giá trị danh nghĩa chỉ được dương và tương ứng với bảng 6.24. Số lượng các mắt xích trong đoạn xích được đo phải tương ứng với bảng 6.25.

10) Sai lệch giới hạn của bước xích so với giá trị danh nghĩa không được vượt quá các giá trị được cho trong bảng 6.26.

11) Mép trong của má trong và mép ngoài của má ngoài phải được làm vát trên toàn bộ chu vi. Cho phép không làm mép vát cho các xích kiểu CL1, CLD, CLC có bước 19,09mm và lớn hơn.

Khi không làm mép vát trên các xích có bước 15,875mm và nhỏ hơn thì phải làm tròn mép sắc trên toàn chu vi ngoài của má xích.

Bảng 6.23. Momen xoắn khi thử chốt và bạc trong mắt xích

Bước xích, mm		Momen xoắn, kG m		Lực ép bạc, kG	Bước xích mm		Momen xoắn, kG m		Lực ép bạc, kG
		Chốt	Bạc				Chốt	Bạc	
8		0,05	0,03	28	31,75	63,5* ¹	2,90	1,79	500
9,525	12,7* ²	0,08	0,05	40		38* ¹	1,20	0,70	270
12,7		0,25	0,15	80		38* ³	1,44	0,85	340
15,875	31,75* ¹	0,35	0,20	120	38,1	76,2* ¹	4,00	2,40	500
19,05	31,1* ¹	0,60	0,35	200	44,45		5,50	3,30	600
25,4	50,8* ¹	1,50	0,90	350	50,8		7,50	4,20	700
					63,5		12,00	7,20	1000

*1 Dùng cho xích kiểu CLD

*2 dùng cho xích LC1-12,7-900-1 và CL1-12,7-900-2

*3 Dùng cho xích CLD-38-4000

Bảng 6.24. Sai lệch giới hạn của chiều dài đoạn xích

Kiểu xích	Bước xích t, mm	Sai lệch giới hạn chiều dài đoạn xích so với giá trị danh nghĩa, %
CL1 CL1n, CLD và BL1	8,0 - 63,5 .. 9,525 và lớn hơn	0,15 0,225
<i>Chú thích.</i> Đối với xích kiểu CL1 có bước 12,7 - 19,05 mm, cho phép có sai lệch giới hạn chiều dài đoạn xích 0,225%.		

Bảng 6.25. Số lượng mắt xích trong đoạn xích được đo

Kiểu xích	Bước xích t, mm	Số lượng mắt xích
CL1n	8,0-25,4	49
CL1	31,75	47
BL1	38 và 38,1	39
và	44,45	33
	50,8	29
	63,5	23
CLD	76,2	19
CLC	78,1	19
	103,1	15
	140,0	11

Bảng 6.26. Sai lệch giới hạn của bước xích

Kiểu xích	Bước xích t, mm	Sai lệch giới hạn bước xích so với danh nghĩa, %
CL1n, CL1 và BL1	8-15,875	+0,90
CL1n, CLD	19,05 - 76,2	+0,90 -0,40
CL1	19,05	+0,90 -0,40
	25,4	+0,70 -0,40
	31,75	+0,60 -0,20
	38,1 và 44,45	+0,50 -0,20
	50,8 và 63,5	+0,36 -0,20

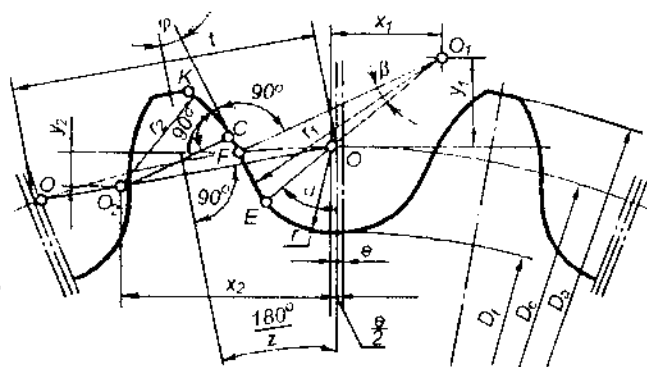
7.3. Đĩa xích dùng cho xích con lăn và xích bạc lót (TCVN 1785-76)

Phương pháp tính toán và dựng profile răng đĩa xích được giới thiệu trong các bảng 6.27 đến 6.29. ($t/d_1 \leq 2$).

Có hai kiểu profile răng đĩa xích: kiểu trùng tâm và kiểu lệch tâm.

Bảng 6.27. Kích thước hình học của đĩa xích ($\frac{t}{d_1} \leq 2$)

Kích thước, mm



Profil răng đĩa xích kiểu lệch tâm

Thông số cơ bản	Công thức tính toán
Bước xích t Đường kính con lăn (hoặc bạc lót), d_1	Theo TCVN 1590-74
Số răng đĩa xích z	-
Đường kính vòng chia D_c	$D_c = t \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{z} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$
Đường kính vòng đỉnh D_a	$D_a = t(0,5 + \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z})$
Đường kính vòng chân D_f	$D_f = d - 2r$
Dây cung lớn nhất (để kiểm tra đĩa xích có số răng lẻ), L_x	Đối với kiểu trùng tâm $L_x = D_c \cos \frac{90^\circ}{z} - 2r$ Đối với kiểu lệch tâm $L_x = D_c \cos \frac{95^\circ}{z} - 2r$
Bán kính rãnh răng r	$r = 0,5025d_1 + 0,05\text{mm}$
Bán kính ăn khớp r_1	$r_1 = 0,8d_1 + r = 1,3025d_1 + 0,05\text{mm}$
Bán kính đầu răng r_2	$r_2 = d_1(1,24\cos\varphi + 0,8\cos\beta - 1,3025) - 0,05\text{mm}$
Một nửa góc rãnh răng α	$\alpha = 55^\circ - \frac{60^\circ}{z}$
Góc ăn khớp β	$\beta = 18^\circ - \frac{56^\circ}{z}$
Một nửa góc răng φ	$\varphi = 17^\circ - \frac{64^\circ}{z} = 90^\circ - \frac{180^\circ}{z} - (\alpha + \beta)$

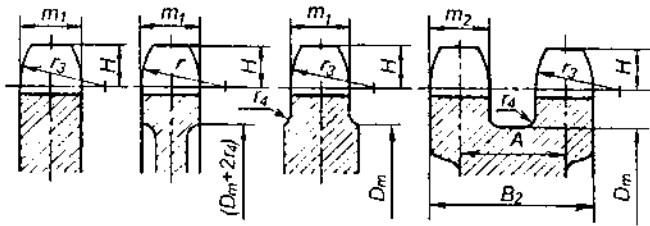
Tiếp bảng 6.27

Thông số cơ bản	Công thức tính toán
Đoạn thẳng trên prôfin răng FC	$FC = d_1 (1,24 \sin \alpha - 0,8 \sin \beta)$
Khoảng cách từ tâm cung rãnh răng đến tâm cung đầu răng OO_2	$OO_2 = 1,24d_1$
Độ dịch tâm của cung rãnh răng e	$e = 0,03t$ đối với kiểu trùng tâm: $e = 0$
Toạ độ điểm O_1	$x_1 = 0,8d_1 \sin \alpha$ $y_1 = 0,8d_1 \cos \alpha$
Toạ độ điểm O_2	$x_2 = 1,24d_1 \cos \frac{180^\circ}{Z}$ $y_2 = 1,24d_1 \sin \frac{180^\circ}{Z}$
<i>Chú thích:</i> Đường kính vòng đỉnh D_a được tính với độ chính xác đến 0,1 mm, các kích thước còn lại $\pm$ đến 0,01 mm, kích thước góc $\pm$ đến 1'.	

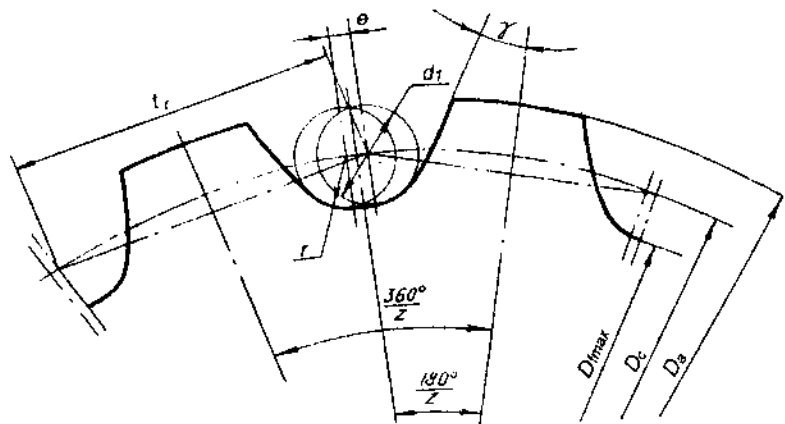
Bảng 6.28. Một số trị số để tính toán và dựng prôfin răng đĩa xích ($t/s_1 \leq 2$)
Kích thước, mm

Ký hiệu xích	r	r_1	OO_2	e	Ký hiệu xích	r	r_1	OO_2	e
CL1- 8-460	2,56	6,56	6,20	0,24	CL1 _n -25,4-5000	8,03	20,73	19,69	0,76
CL1-9,525-910	3,24	8,32	7,87	0,29	CL2-25,4-11340				
CL1-9,525-1100	2,56	6,56	6,20	0,29	CL1-31,75-8850	9,62	24,86	23,62	0,95
CL1-9,525-1200	3,07	7,87	7,44	0,29	CL1 _n -31,75-7000				
CL2-9,525-1800					CL2-31,75-17700				
CL1-12,7-900	3,94	10,14	9,61	0,38	CL1-38,1-12700	11,22	29	27,57	1,14
CL1-12,7-1820-1	4,33	11,13	10,55	0,38	CL2-38,1-25400				
CL1-12,7-1820-2					CL1-44,45-17240	14,41	33,13	31,5	1,33
CL2-12,7-3180					CL1 _n -44,45-13000				
CL1-15,875-2270-1	5,16	13,28	12,6	0,48	CL2-44,45-34480				
CL1-15,875-2270-2					CL1-50,8-22680	12,81	33,13	31,5	1,33
CL1-15,875-2270-2					CL1 _n -50,8-13000				
CL2-15,875-4540					CL2-50,8-34480				
CL1-19,05-3180	6,03	15,56	14,77	0,57	CL1-63,5-35380	20,05	51,89	49,35	1,90
CL1 _n -19,05-2950									
CL2-19,05-7200									
CL1-25,4-5670	8,03	20,73	19,69	0,76					
Các thông số d_c, D_a, D_f, L_x, r_2, x_1, y_1 được tính toán theo các công thức trong bảng 6.27.									

Bảng 6.29. Răng và vành răng đĩa xích ($t/d_1 \leq 2$)
Kích thước, mm

Đĩa xích một dây		Đĩa xích hai dây
		
Thông số cơ bản		Công thức tính toán
Đường kính con lăn (đối với xích-bạc lót-đường kính bạc) d_1 . Chiều rộng lớn nhất của mắt xích h . Khoảng cách giữa các mắt trong B_{lr} . Khoảng cách giữa các dây xích A		Các kích thước theo tiêu chuẩn TCVN 1590-74
Bán kính lượn của răng (nhỏ nhất) r_3		$r_3 = 1,7d_1$
Khoảng cách từ đỉnh răng tới tâm của cung lượn H		$H = 0,8d_1$
Đường kính moayơ (lớn nhất) D_m^*		$D_m = t \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z} - 1,3h$
Bán kính lượn	khi bước $t \leq 35\text{mm}$ khi bước $t > 35\text{mm}$	$r_4 = 1,6 \text{ mm}$ $r_4 = 2,5 \text{ mm}$
Chiều rộng răng đĩa xích	một dây hai dây	$m_1 = 0,93B_{lr} - 0,15 \text{ mm}$ $m_2 = 0,9 B_{lr} - 0,15 \text{ mm}$
* Khi $D_c < 150 \text{ mm}$, cho phép $D_m = t \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{1,2h}$		

Thông số cơ bản và cách dựng prôfin lý thuyết của răng đĩa xích dùng cho xích con lăn mắt dài có $t/d_1 > 2$ được giới thiệu trên hình 6.11 và bảng 6.30.



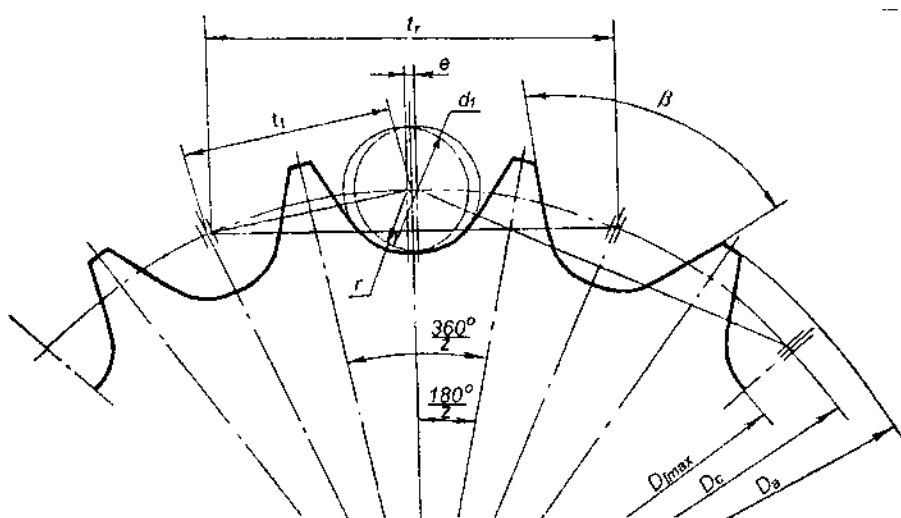
Hình 6.11. Prôfin răng đĩa xích có $t/d_1 > 2$.

Bảng 6.30. Kích thước hình học của đĩa xích ($t/d_1 > 2$)

Thông số cơ bản	Công thức tính toán
Bước xích t Đường kính con lăn d_1	Theo TCVN 1590-74
Bước răng đĩa xích t_f	$t_f \leq t$
Số răng đĩa xích z	$z \geq 7$
Đường kính vòng đỉnh D_a	$D_a = t (K + K_f)$ khi $z = 11 - 25$, $K = 0,5$ khi $z = 7-10$ và $z > 25$ thì $K = 0,65$ $K_f = \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z}$
Đường kính vòng chia D_c	$D_c = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$
Đường kính vòng chân D_{fmax}	$D_{fmax} = D_c - d_1$
Dây cung lớn nhất (để kiểm tra đĩa xích có số răng lẻ) L_x	$L_x = D_c \cos \frac{90^\circ}{z}$
Độ lệch tâm của cung e	$e = 0,005 t, z \leq 5 \text{ mm}$
Bán kính rãnh răng r	$r \leq 0,5 d_1$
Một nửa góc đỉnh răng γ	$\gamma = 18^\circ$
Góc rãnh răng β	β , xem bảng 6.31

Bảng 631. Góc rãnh răng β

Số đầu mỗi n	1	2	1	2	1	2
Số răng	7-14	14	15-32	15-65	> 33	> 65
Góc rãnh răng β	72°		60°		48°	



Hình 6.12. Prôfin răng đĩa xích có $t/d_1 \geq 3$

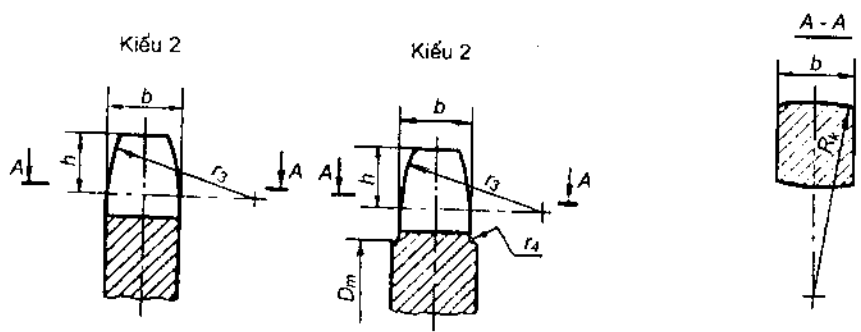
Thông số cơ bản và cách dựng prôfin lý thuyết của răng đĩa xích có $t/d_1 \geq 3$ được giới thiệu trên hình 6.12 và bảng 6.32.

Bảng 6.32. Kích thước hình học của đĩa xích ($t/d_1 \geq 3$)
Kích thước, mm

Thông số cơ bản	Công thức tính toán	
Bước răng đĩa xích t_r	$t_r \leq t$	
Số đầu mối (số răng trong một bước) n	$n = 2$	
Số răng đĩa xích z_n	$z_n \geq 14$	
Đường kính vòng chia D_c	$D_c = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$	
Đường kính vòng đỉnh D_a	$D_a = t(K + K_r)$	$K = 0,35 - 0,003z_n$ $K_r = \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z}$
Đường kính vòng chân D_{Dmax}	$D_{Dmax} = D_c - d_1$	
Độ lệch tâm của cung rãnh e	$e = 0,001 t \cdot z_n \leq 2,5 \text{ mm}$	
Bán kính rãnh răng r	$r \leq 0,5d_1$	
Góc rãnh răng β	β , xem bảng 6.31	
Bước răng t_n	$t_n = D_c \sin \frac{180^\circ}{z}$	

Tính toán và dựng kích thước cơ bản của răng đĩa xích có $t/d_1 > 2$ và $t/d_1 \geq 3$ được giới thiệu trong bảng 6.33.

Bảng 6.33. Răng và vành răng đĩa xích ($t/d_1 > 2$ và $t/d_1 \geq 3$)
Kích thước, mm

		
Thông số cơ bản	Công thức tính toán	
Khoảng cách giữa đường kính vòng chia và đường kính moayơ h'	$h' = 0,4t$	
Đường kính lớn nhất của moayơ đĩa xích D_m	$D_m = D_c - 2h'$	

Tiếp bảng 6.33

Thông số cơ bản	Công thức tính toán
Khoảng cách đầu răng h	$h = 0,8d_1$
Bán kính lượn thân răng r_3	$r_3 = 1,5d_1$
Bán kính lượn r_4	$r_4 = (1,5 \div 2,5)\text{mm}$
Bán kính cong R_k	$R_k = \frac{28,65B_{tr}}{\varphi_n}$
Góc lệch φ_n	$\varphi_n \leq 3^\circ$
Chiều rộng răng b	$b = 0,9B_{tr}$

7.4. Yêu cầu kỹ thuật của đĩa xích

1) Số răng đĩa xích nên chọn theo dãy: 9, 10, 11; 12; 14; 16; 18; 20; 25; 32; 40; 46; 48; 50; 63; 80.

2) Vật liệu:

Thép C45; C45Mn; C50; C50Mn và thép đúc C45; C50 cho đĩa chủ động và bị động có số răng đến 40, làm việc ít va đập.

Thép hợp kim 15Cr, 20Cr cho đĩa chủ động và bị động có số răng đến 30, làm việc có tải trọng động, truyền công suất lớn.

Thép hợp kim 40Cr, 40CrNi cho đĩa chủ động và bị động có công dụng đặc biệt yêu cầu có độ bền và độ bền mòn cao.

Gang xám GX18-36, GX32-52 và gang biến tính (GBT28-48) cho đĩa chủ động và bị động có số răng $z > 50$, làm việc ở chế độ nhẹ và trung bình.

Gang chống ma sát và gang có độ bền cao (ví dụ AB4-1, B445.0 của Nga) cho đĩa chủ động và bị động trong các máy nông nghiệp làm việc ở chế độ nặng.

Cho phép chế tạo đĩa xích bằng chất dẻo poliamit và policapromit dùng trong môi trường ăn mòn hoá học.

3) Đĩa xích cần được nhiệt luyện đạt độ cứng: 40 ÷ 50HRC – đối với thép cacbon và thép đúc; 55 ÷ 60HRC – đối với thép hợp kim; 321 ÷ 420HB – đối với gang.

4) Chiều sâu lớp thấm: 1mm – đối với chiều rộng răng đến 3 mm; 1,5 mm – đối với chiều rộng răng 3 ÷ 6mm; 2mm – đối với chiều rộng răng lớn hơn 6 mm.

5) Nhám bề mặt răng không lớn hơn $R_z = 20\mu\text{m}$.

6) Đường kính lỗ lắp trục được chế tạo với dung sai không thấp hơn cấp chính xác IT9.

7) Sai lệch giới hạn và dung sai của các kích thước răng đĩa xích được chọn theo bảng 6.34 (khi $t/d_1 \leq 2$) và 6.35 (khi $t/d_1 > 2$ và ≥ 3).

Bảng 6.34. Sai lệch giới hạn và dung sai của kích thước răng đĩa xích ($t/d_1 \leq 2$)

Các thông số		Cấp chính xác																				
		1						2												3		
		Sai lệch, μm, đường kính đĩa xích, mm																				
Dung sai hiệu số của các bước khi bước t, mm	Đến 20 Tr. 20 đ. 35 " 35 " 55 " 55	Đến 120	120 đến 260	260 đến 500	500 đến 800	800 đến 1250	Trên 1250	Đến 120	120 đến 260	260 đến 500	500 đến 800	800 đến 1250	Trên 1250	Đến 120	120 đến 260	260 đến 500	500 đến 800	800 đến 1250	Trên 1250			
		25	32	40	50	60	-	60	80	100	120	160	-	160	200	250	320	400	-			
		32	40	50	60	80	-	80	100	120	160	200	-	200	250	320	400	500	-			
		40	50	60	80	100	120	100	120	160	200	250	320	250	320	400	500	630	800			
		-	60	80	100	120	160	-	160	200	250	320	400	-	400	500	630	800	1000			
Đường vòng đỉnh D _a		h11						h12						h14						-2000 -2400		-3000
Đường kính vòng chân D _f và dây cung lớn nhất L _x		h10						h11						h12								
Đường kính chân răng 2r		h10						h11						h2								
Chiều rộng m ₁ , m ₂ của răng và B ₂ của vành răng		h11						h12						h14								
Độ đảo hướng tâm của vòng chân răng và độ đảo chiều trục của vành răng		80	100	120	160	200	250	200	250	320	400	500	630	500	630	800	1000	1250	1600			

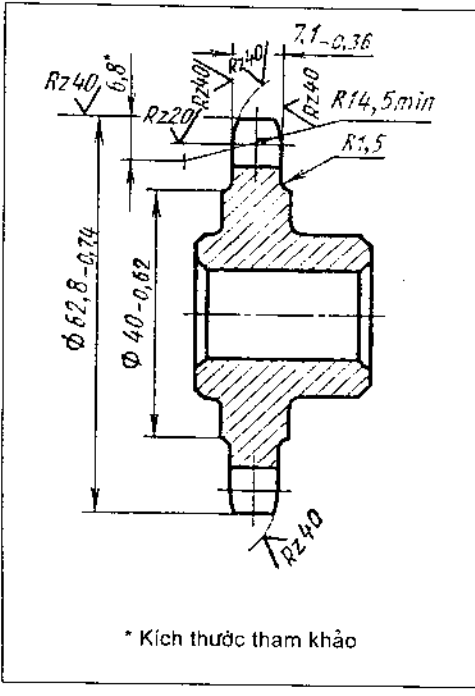
Bảng 6.35. Sai lệch giới hạn và dung sai của kích thước răng đĩa xích (t/d₁ > 2 và 3)

Các thông số	Cấp chính xác	
	1	2
	Sai lệch giới hạn, mm	
Dung sai hiệu số các bước răng, ðt	$0,01 \sqrt{t \cdot \frac{z}{n}}$	$0,025 \sqrt{t \cdot \frac{z}{n}}$
Sai lệch giới hạn đường kính vòng chân D _f	$-0,032 \sqrt{t \cdot \frac{z}{n}}$	$-0,08 \sqrt{t \cdot \frac{z}{n}}$
Độ đảo hướng tâm của vòng chân và độ đảo chiều trục của vành răng	$0,025 \sqrt{t \cdot \frac{z}{n}} \leq 1,2$	$0,063 \sqrt{t \cdot \frac{z}{n}} \leq 3$

7.5. Ví dụ về bản vẽ vành răng đĩa xích cho xích một dãy

Ở phía trên bên phải của bản vẽ thiết kế đĩa xích (bảng 6.36), có đặt một bảng các thông số chủ yếu của đĩa xích gồm 3 phần: Các thông số của prôfin răng, các thông số cho kiểm tra và các thông số tham khảo. Các phần của bảng các thông số được ngăn cách nhau bằng đường kẻ đậm.

Bảng 6.36. Vành răng đĩa xích cho xích 1 dãy
Kích thước, mm

	Số răng		z	14
	Xích đối tiếp	Bước t	t	12,6
		Đường kính con lăn	d _f	8,51
	Prôfin răng theo TCVN 1785-76		-	Không dịch chỉnh
	Cấp chính xác theo TCVN 1785-76		-	3
	Đường kính vòng chân răng		D _f	48,45 _{-0,34}
	Dung sai hiệu số các bước răng		ðt	0,16
	Độ đảo hướng tâm vòng chân răng		E _n	0,5
	Độ đảo chiều trục của vành răng		-	0,5
	Đường kính vòng chia		D _c	57,07
Xích đối tiếp	Chiều rộng mắt trong		h	11,8
	Khoảng cách giữa các mắt trong		B _{tr}	7,75

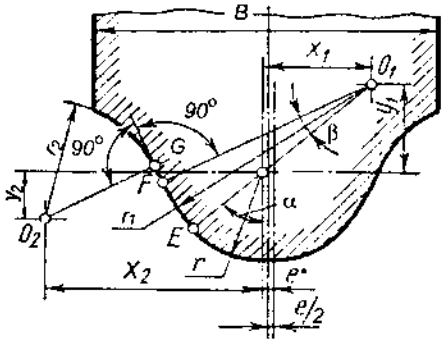
7.6. Tính toán thiết kế dụng cụ gia công răng đĩa xích

Có thể gia công răng đĩa xích bằng phương pháp cắt định hình và phương pháp cắt bao hình.

1) Phương pháp cắt định hình

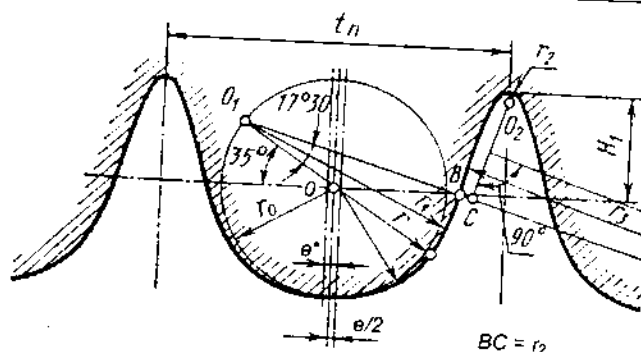
Phương pháp cắt định hình bằng dao phay đĩa được dùng trong sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ. Profil của mỗi dao phay được thiết kế với số răng z nhất định của đĩa xích. Để giảm số lượng dao phay cho gia công người ta đã tính toán thiết kế profil dao ứng với số răng tính toán z_1 của một nhóm các đĩa xích có số răng khác nhau (bảng 6.37A).

Bảng 6.37A. Tính toán thiết kế dao phay đĩa để cắt đĩa xích có số răng $z \geq 7$

 Các kích thước dài của dao phay được tính với độ chính xác đến 0,01 mm, các kích thước góc - đến 1' * Đối với dao phay đĩa cắt răng không có độ dịch tâm, $e = 0$					
Các thông số	Công thức tính toán và các trị số đối với các nhóm dao phay				
	1	2	3	4	5
Bước xích t Đường kính con lăn xích (đối với xích bạc lót - đường kính bạc) d_1	Theo tiêu chuẩn về xích con lăn và xích bạc lót TCVN 1590274				
Số răng của đĩa xích được cắt răng z Số răng tính toán đối với nhóm đĩa xích z_1	7-8 7,5	9-11 10	12-17 14	18-35 25	≥ 36 56
Bán kính đầu dao phay r Bán kính đối tiếp r_1	$r = 0,5025d_1 + 0,05\text{mm}$ $r_1 = 0,8d_1 + r = 1,3025d_1 + 0,05\text{mm}$				
Bán kính chân răng dao phay r_2	$0,711d_1 - 0,05\text{mm}$	$0,698d_1 - 0,05\text{mm}$	$0,685d_1 - 0,05\text{mm}$	$0,668d_1 - 0,05\text{mm}$	$0,655d_1 - 0,05\text{mm}$
Nửa góc đầu dao phay α Góc ăn khớp (đối tiếp) β Toạ độ điểm O_1	47°00' 10°32' x_1 y_1 x_2 y_2	49°00' 12°24' $0,6038d_1$ $0,5248d_1$ $1,1793d_1$ $0,3822d_1$	50°43' 14°00' $0,6192d_1$ $0,5066d_1$ $1,2089d_1$ $0,2759d_1$	52°36' 15°45' $0,6355d_1$ $0,4859d_1$ $1,2302d_1$ $0,1554d_1$	53°36' 17°00' $0,6466d_1$ $0,4710d_1$ $1,2381d_1$ $0,0695d_1$
Độ dịch tâm của cung đầu dao phay e , mm Chiều rộng dao phay B , mm	$e = 0,03$ $B = 1,14t$				
			$B = 1,11t$		$B = 1,08t$

Tính toán và dựng profile của thanh răng sinh gổc trong mặt cắt pháp tuyến khi lăn theo vòng chia của đĩa xích được giới thiệu trong bảng 3.37B.

Bảng 6.37B. Tính toán thiết kế profin dụng cụ cắt răng đĩa xích có số răng $z > 9$



Prôfin rằng đĩa xích được tạo thành bằng phương pháp bao hình, đoạn EFCK trên hình vẽ của bảng 6.27, có sai lệch so với prôfin lý thuyết. Trị số sai lệch theo phương pháp tuyến với prôfin phụ thuộc vào số răng và không vượt quá 0,01t trên đoạn EFC, và 0,015t trên đoạn CK

* Khi tính toán thiết kế thanh răng sinh không có độ dịch tâm,
 $e \approx 0$ CK

Các thông số	Công thức tính toán
Bước xích t Đường kính con lăn xích (đối với xích bạc lót - đường kính bạc) d _l	Theo tiêu chuẩn về xích con lăn và xích bạc lót TCVN 1590_74
Bán kính thanh răng sinh t _n Bán kính phụ r _o Bán kính đầu răng r Bán kính phần lõi của răng r _i Bán kính rãnh răng r ₂ khi t > 10 khi t ≤ 10	t _n = 1,01t r _o = 0,5d _l r = 0,5025d _l + 0,05mm r _i = 0,5d _l + r = 1,0025d _l + 0,05mm r ₂ = 0,03t r ₂ = 0,05t
Chiều cao chân răng H ₁ khi t > 10 khi t ≤ 10	H ₁ = 0,28t + r ₂ = 0,31t H ₁ = 0,23t + r ₂ = 0,28t
Độ dịch tâm của cung bán kính r của đầu răng e	e = 0,03t

1) Tỷ số truyền động u không được lớn hơn 7. Khi tốc độ của xích $v \leq 3\text{m/s}$ và tải trọng làm việc không thay đổi, có thể chọn $u \leq 10$. Đối với truyền động xích trong các máy gia công kim loại nên chọn u theo dãy sau: 1; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,25; 2,8; 3,15; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,6; 6,3 và 7,1.

2) Tần số quay lớn nhất cho phép của đĩa xích, vg/ph được cho trong bảng 6.38. Tần số quay này ứng với tốc độ lớn nhất của xích $v \approx 18\text{m/s}$. Khi chất lượng chế tạo xích thấp, các tần số quay trong bảng 6.38 nên giảm đi 25÷30%.

3) Tốc độ quay của xích trên đĩa xích hoặc tốc độ trung bình của xích, m/s.

$$v = \frac{znt}{60.1000}$$

trong đó, z số răng đĩa xích; n- tần số quay của đĩa xích, vg/ph; t- bước xích, mm.

4) Bước xích t phụ thuộc vào tần số quay của đĩa xích nhỏ và số răng z nên chọn theo bảng 6.38. Có thể chọn bước xích theo công thức:

$$t = \frac{A}{30 \div 50}$$

trong đó A – khoảng cách trục của bộ truyền xích, mm..

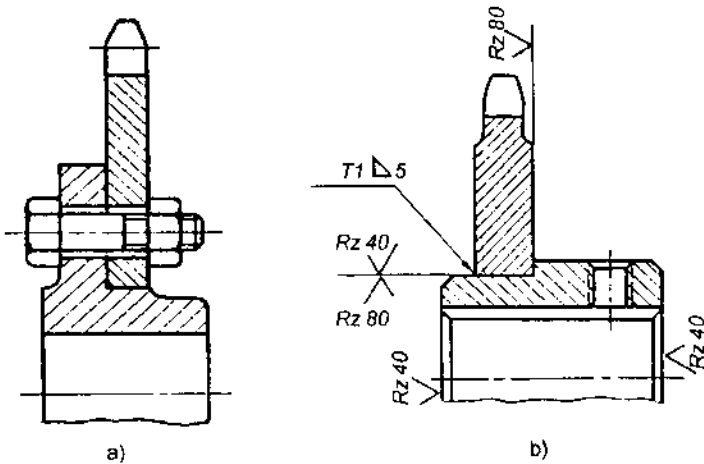
Nên chọn bước xích nhỏ vì khả năng làm việc của truyền động xích với bước xích nhỏ cao hơn so với truyền động xích có bước xích lớn.

5) Tần số va đập của các mắt xích có ảnh hưởng lớn đến khả năng làm việc của xích. Số lần va đập của mắt xích trong một giây được xác định theo công thức:

$$U = \frac{4zn}{60m}$$

trong đó m – số mắt xích.

Để kiểm tra tần số va đập đối với xích con lăn và xích bạc lót có thể sử dụng bảng 6.39.



Hình 6.13. Kết cấu của đĩa xích:
a) đĩa xích lắp ; b) đĩa xích hàn.

Bảng 6.38. Tần số quay lớn nhất cho phép của đĩa xích, vg/ph

Số răng z	Bước xích t, mm								
	12	15	20	25	30	35	40	45	50
15	2300	1900	1350	1150	1000	800	750	650	600
19	2400	2000	1450	1200	1050	850	800	700	650
23	2500	2100	1500	1250	1100	900	800	750	650
27	2550	2150	1550	1300	1100	900	850	750	700
30	2600	2200	1550	1300	1100	900	850	750	700

Bảng 6.39. Tần số va đập cho phép đối với xích con lăn và xích bạc lót

Bước xích t, mm	12	12,7	15,875	19,05	25,4	31,755	38,1	44,45	50,8
Số lần va đập lớn nhất trong 1 giây	60		50	35	30	25	20	15	12

6) Hiệu suất trung bình của truyền động (không tính ma sát trong các ổ trục) $\eta=0,97$.

7) Kết cấu của đĩa xích. Đĩa xích có đường kính trên 200 mm được chế tạo theo kết cấu lắp ghép giữa vành răng và moayơ (hình 6.13a), khi đó moayơ có thể làm bằng gang; hoặc có thể chế tạo theo kết cấu hàn giữa moayơ và vành răng.

8) Vị trí của truyền động xích. Ví dụ nằm ngang hoặc nghiêng một góc không lớn hơn 45° là các vị trí thuận lợi nhất. Nên tránh thiết kế truyền động xích ở vị trí thẳng đứng vì cần phải thường xuyên điều chỉnh độ võng của nhánh xích.

Để điều chỉnh độ võng và tạo ra sức căng ban đầu cần thiết cũng như để bù trừ cho độ giãn của xích khi kéo cần dùng cơ cấu căng xích hoặc điều chỉnh trên cơ cấu căng xích hoặc điều chỉnh khoảng cách trục A để căng xích. Số răng của đĩa xích điều chỉnh trên cơ cấu căng xích cần nhỏ hơn số răng của đĩa xích nhỏ trong truyền động. Cơ cấu căng xích thường có vị trí thẳng góc hoặc gần như thẳng góc với nhánh xích được điều chỉnh căng.

Phương pháp căng xích thông dụng là dịch chuyển ổ trục để tăng khoảng cách trục A của truyền động.

9) Khoảng cách trục cho phép. Khoảng cách trục nhỏ nhất $A_{\min}$ được xác định phụ thuộc vào tỷ số truyền u và đường kính đĩa xích

Khi $u \leq 4$ có thể xác định

$$A_{\min} = 1,2 \frac{D_{a1} + D_{a2}}{2} + (30 \div 50) \text{ mm}$$

trong đó D_{a1} và D_{a2} – đường kính vòng đỉnh răng của đĩa xích chủ động và bị động của bộ truyền, mm

Khoảng cách trục được xác định theo điều kiện làm việc $A = (30 \div 50)t$. Khoảng cách trục lớn nhất $A_{\max} = 80t$.

Số mắt xích m

$$m = \frac{2A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{t}{A}$$

trong đó A – khoảng cách trục chọn theo kết cấu trong giới hạn đã nêu trên; z_1, z_2 – số răng của các đĩa xích chủ động và bị động.

Số mắt xích cần được làm tròn tới số nguyên gần nhất và tính toán chính xác khoảng cách trục theo công thức:

$$A = \frac{t}{4} \left[m - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(m - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

Khoảng cách trục tính toán thường được làm tròn về phía nhỏ hơn từ 2–5mm để đảm bảo cho xích có độ võng nhất định.

Chiều dài xích $L = mt$.

7.8. Tính toán truyền động xích con lăn

Khả năng làm việc của xích con lăn phụ thuộc vào độ mài mòn tại các khớp bản lề của xích. Quá trình tính toán truyền động xích con lăn được tiến hành theo tải trọng riêng cho phép tại các khớp bản lề (bảng 6.40).

Công suất danh nghĩa cho phép, kW, được xác định theo công thức :

$$N = \frac{Pv}{102k}$$

trong đó v – tốc độ của xích, m/s; $P = pF$ – lực vòng cho phép, kG; p – áp lực riêng chọn theo bảng 6.40; $F = dB$ – diện tích hình chiếu của bề mặt tựa khớp bản lề, mm²; d – đường kính chốt xích, mm; B_r – chiều dài bạc lót (chiều rộng của má xích trong), mm; $B = (1,4 \div 1,7)B_r$; d và B_r được chọn theo bảng kích thước của xích; k – hệ số tính đến điều kiện sử dụng truyền động.

$$k = k_1 k_2 k_3 k_4$$

trong đó k_1 – hệ số tính đến đặc tính của tải trọng (khi tải trọng không có va đập $k_1 = 1,0$; khi tải trọng có va đập $k_1 = 1,2 \div 1,4$); k_2 – hệ số tính đến dạng bôi trơn (khi bôi trơn liên tục – bể dầu hoặc từ bơm dầu $k_2 = 0,8$; khi bôi trơn nhỏ giọt $k_2 = 1,0$; khi bôi trơn định kỳ $k_2 = 1,5$); k_3 – hệ số tính đến thời gian làm việc của truyền động (khi làm việc một ca $k_3 = 1,0$; Khi làm việc hai ca $k_3 = 1,25$; khi làm việc ba ca $k_3 = 1,45$); k_4 – hệ số tính đến khoảng cách trục của các đĩa xích [$k_1 = 1,0$ khi khoảng cách trục $A = (30 \div 60)t$; $k_4 = 1,1$ khi $A < 30t$; $k_4 = 0,9$ khi $A = (70 \div 80)t$].

Tải trọng trên trục phụ thuộc chủ yếu vào lực vòng và phụ thuộc ở mức nhỏ hơn vào sức căng ban đầu và có thể được xác định:

$$Q = 1,15P, \text{ kG.}$$

Tải trọng tác dụng lên các ổ trục được xác định tương ứng với sự bố trí của các đĩa xích trên trục và tải trọng Q .

Ví dụ. Tính toán công suất của truyền động xích con lăn có bước $t = 25,4$ mm, làm việc trong điều kiện bình thường ($k = 1$) và tải trọng phá huỷ 5000 kG (bảng 6.17). Tần số quay của trục chủ động $n = 850$ vg/ph. Số răng của các đĩa xích $z_1 = 21$, $z_2 = 105$.

Khoảng cách trục $A = 900$ mm, hoặc tính theo bước $At = \frac{900}{25,4} = 35$ (khoảng cách được điều chỉnh).

Vị trí của truyền động - nằm ngang.

Theo công thức tính công suất

$$N = \frac{Pv}{102k} = \frac{pdBv}{102k}$$

Theo bảng 6.17 chọn xích truyền động con lăn loại nhẹ CL_{1n}-25,4-5000 có $d = 7,95$ mm, $B_r = 15,88$ mm. Chiều dày của mắt xích $B = 1,4 \div 1,7B_r$, chọn $B = 1,4.15,88 = 22,23$ mm. Theo bảng 6.40, khi $t = 25,4$ mm và $n = 850$ vg/ph thì áp lực riêng $p = 2,05$ kG/mm².

$$v = \frac{z_1 n t}{60 \cdot 1000} = \frac{21 \cdot 850 \cdot 25,4}{60 \cdot 1000} \approx 7,4 \text{ m/s};$$

$$N = \frac{2,05 \cdot 7,95 \cdot 22,3 \cdot 7,4}{102,1} = 26,3 \text{ kW}$$

Bảng 6.40. Áp lực riêng cho phép p tại khớp bản lề của xích con lăn, kG/mm², khi k = 1 (z = 15 - 30)

Bước xích t, mm	Tần số quay của đĩa xích nhỏ, vg/ph									
	<50	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2400
1,27-15,875	3,5	3,15	2,87	2,62	2,42	2,24	2,10	1,85	1,66	1,5
19,05-25,4		3,00	2,62	2,34	2,10	1,90	1,75	1,50	2	2
31,75-38,1		2,87	2,42	2,10	1,85	1,66	1,50	2	2	2
44,45-50,8		2,62	2,10	1,75	1,50	2	2	2	2	2
Đối với xích có độ chính xác và độ bền năng cao, giá trị của p có thể tăng lên 30-40%.										

8. XÍCH KÉO DẠNG BẢN (TCVN 1588-74)

8.1. Kiểu, thông số và kích thước cơ bản

Xích kéo dạng bản bạc lót, bạc lót con lăn và bạc lót trục lăn được sử dụng trong các máy nâng hạ.

TCVN 1588-74 phân loại xích kéo dạng bản ra các kiểu sau:

Kiểu B – bạc lót

Kiểu BL – bạc lót – con lăn

Kiểu BT – bạc lót – trục lăn

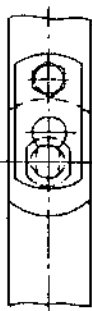
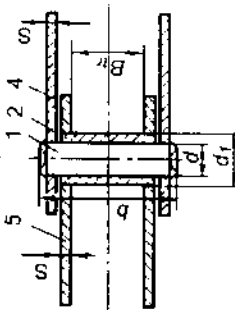
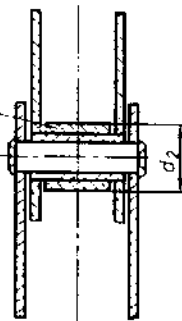
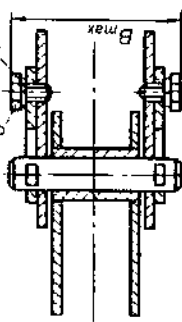
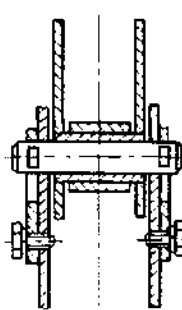
Kiểu BTG – bạc lót – trục lăn gờ

Kiểu BTO – bạc lót – trục lăn dùng ổ lăn.

Mỗi kiểu lại có 2 dạng (trừ kiểu BTO)); dạng 1 – bạc lót được lắp ghép có độ dôi với các má xích trong và chốt được tán hai đầu; dạng 2 – bạc lót được lắp có độ dôi với má trong và chốt được lắp với má ngoài theo mặt vát phẳng.

Xích kéo dạng bản kiểu bạc lót (B) và bạc lót con lăn (BL) được sử dụng phổ biến. Thông số và kích thước cơ bản của xích kéo dạng bản kiểu B và BL được giới thiệu trong bảng 6.41.

Bảng 6.41. Thông số và kích thước cơ bản của xích kéo dạng bản kiểu B và BL. Kích thước, mm

Kiểu B dạng 1		Kiểu BL dạng 1		Kiểu B dạng 2		Kiểu BL dạng 2																				
																										
																										
1- chốt; 2- bạc lót; 3- con lăn; 4- má ngoài; 5- má trong; 6- bulông; 7- vòng đệm lò xo																										
Số hiệu xích *	Tải trọng phá huỷ, kG/ min	Bước xích t															Đường kính			B _{tr} mm	h max	S	b max	B _{max} max		
		40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	d	d ₁	d ₂									
M20	2 000	+	+	+	+	+	+	+	+	+					6,0	9,0	12,5	15	18	15	18	2,5	35	49		
M28	2 800		+	+	+	+	+	+	+	+					7,0	10,0	15,0	17	20	17	20	3,0	40	56		
M40	4 000			+	+	+	+	+	+	+					8,5	12,5	18,0	19	25	19	25	3,5	45	63		
M56	5 600			+	+	+	+	+	+	+					10,0	15,0	21,0	23	30	23	30	4,0	52	72		
M80	8 000				+	+	+	+	+	+					12,0	18,0	25,0	27	35	27	35	5,0	62	86		
M112	11 200					+	+	+	+	+					15,0	21,0	30,0	31	40	31	40	6,0	73	101		
M116	16 000					+	+	+	+	+					18,0	25,0	36,0	36	45	36	45	7,0	85	117		
M224	22 400					+	+	+	+	+				+	21,0	30,0	42,0	42	56	42	56	8,0	98	134		
M315	31 500						+	+	+	+				+	25,0	36,0	50,0	47	60	47	60	10,0	112	154		
M450	45 000							+	+	+				+	30,0	42,0	60,0	55	70	55	70	12,0	135	185		
M630	63 000								+	+				+	36,0	50,0	70,0	65	85	65	85	14,0	154	214		
M900	90 000									+				+	44,0	60,0	85,0	76	105	76	105	16,0	180	254		
M1250	125 000										+			+	50,0	71,0	100,0	90	120	90	120	20,0	230	310		
M1800	180 000													+	60,0	85,0	118,0	110	150	110	150	22,0	260	370		
* Số hiệu xích được ký hiệu theo tải trọng phá huỷ																										
Chú thích: Dấu + chỉ các xích được chế tạo theo tiêu chuẩn																										

Bảng 6.42. Khối lượng của 1m xích, kg, không lớn hơn

Kiểu xích	Tải trọng phá huỷ, kg	Bước xích t, mm												
		40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
B	20	1,26	1,14	1,05	0,96	0,93	0,88	0,85	-	-	-	-	-	-
	28	-	1,58	1,45	1,34	1,26	1,20	1,15	1,10	-	-	-	-	-
	40	-	-	2,10	2,05	1,90	1,76	1,70	1,65	1,58	-	-	-	-
	56	-	-	3,34	3,06	2,82	2,62	2,46	2,38	2,30	-	-	-	-
	80	-	-	-	4,80	4,40	3,95	3,80	3,66	3,47	3,30	-	-	-
	112	-	-	-	7,26	6,00	5,80	5,30	5,05	4,80	4,55	4,40	-	-
	160	-	-	-	-	9,15	8,20	7,75	7,05	6,64	6,28	5,95	5,75	-
	224	-	-	-	-	-	12,70	11,40	10,70	9,80	9,28	8,76	8,45	8,00
	315	-	-	-	-	-	-	15,90	15,60	13,60	12,60	12,00	11,47	10,98
	450	-	-	-	-	-	-	-	21,60	20,00	18,60	17,20	16,80	15,78
BL	630	-	-	-	-	-	-	-	-	29,50	27,60	25,80	24,60	23,00
	900	-	-	-	-	-	-	-	-	44,50	41,60	37,65	35,35	33,65
	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,20	57,10	52,90	50,60
	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74,20	78,40	73,10
	20	1,42	1,27	1,16	1,04	1,00	0,93	0,808	-	-	-	-	-	-
	28	-	1,84	1,64	1,50	1,40	1,30	1,22	1,16	-	-	-	-	-
	40	-	-	2,38	2,28	2,10	2,00	1,82	1,75	1,70	-	-	-	-
	56	-	-	3,23	3,45	3,15	2,85	2,65	2,55	2,37	-	-	-	-
	80	-	-	-	5,40	4,90	4,35	4,10	3,90	3,67	3,46	-	-	-
	112	-	-	-	8,40	6,40	6,10	5,90	5,46	5,15	4,80	4,65	-	-
	160	-	-	-	-	10,60	9,35	8,70	7,80	7,25	6,75	6,30	6,05	-
	224	-	-	-	-	-	14,30	12,70	11,70	10,60	9,95	9,27	8,86	8,20
	315	-	-	-	-	-	-	18,10	16,40	15,00	13,70	12,90	12,17	11,53
	450	-	-	-	-	-	-	-	24,80	22,40	20,60	18,70	18,00	16,77
	630	-	-	-	-	-	-	-	-	33,30	30,65	28,20	26,40	24,60
	900	-	-	-	-	-	-	-	-	51,30	46,90	41,90	38,75	36,40
	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69,90	64,00	58,40	55,00
	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86,20	88,40	81,00

8.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích

- 1) Vật liệu: má xích – thép C40, C45, C50 độ cứng 27÷35HRC; Chốt xích – thép C40, C45, C50 tôi đạt độ cứng bề mặt 40÷50 HRC; thép 40Cr tôi đạt độ cứng bề mặt 50÷58HRC; thép 20Mn, 20Cr thấm cacbon và tôi đạt độ cứng bề mặt 55÷62HRC; bạc - thép C15, C20 thấm cacbon và tôi đạt độ cứng bề mặt 55÷62 HRC. Con lăn – thép C15, C20 thấm cacbon và tôi đạt độ cứng bề mặt 50÷58HRC, thép C40, C45, C50 tôi đạt độ cứng bề mặt 40÷50HRC.
- 2) Chiều sâu của lớp thấm tôi phải ở trong khoảng 10÷25% chiều dày thành bạc và con lăn và không nhỏ hơn 4% đường kính của chốt.
- 3) Trên bề mặt các chi tiết xích không được có vết nứt, vết xước, vết rỗ và các khuyết tật khác. Không cho phép sửa chữa các vết nứt, vết rỗ.
- 4) ở các mối nối bản lề, các mắt xích phải quay tương đối với nhau một cách nhẹ nhàng. Không cho phép xoay chốt và bạc trong các lỗ của mắt xích.
- 5) Khi kiểm tra kích thước, sai lệch giới hạn chiều dài đoạn xích có 10 mắt, bước đến 500 mm không được vượt quá 0,3% chiều dài của đoạn được đo, còn đối với đoạn xích có 5 mắt, bước lớn hơn 500 mm, sai lệch chiều dài không được vượt quá 0,2% chiều dài của đoạn được đo.
- 6) Khe hở tổng giữa các mắt trong và mắt ngoài của xích không được vượt quá các giá trị được cho trong bảng 6.43.

Bảng 6.43. Khe hở tổng giữa các mắt trong và mắt ngoài

Số liệu xích	Khe hở tổng mm, không lớn hơn	Số liệu xích	Khe hở tổng mm, không lớn hơn
M20; M28	1,5	M315; M450	6,0
M40; M56	2,5	M630; M900	7,0
M80; M112	4,0	M1250; M1800	8,0
M160; M224	5,0		

- 7) Lực ép bạc và chốt xích ra khỏi mắt xích dạng 1 (tán đầu chốt) không được nhỏ hơn các giá trị được cho trong bảng 6.64.

Bảng 6.64. Lực ép bạc và chốt ra khỏi mắt xích dạng 1

Số hiệu xích	Lực ép, kG không nhỏ hơn	Số hiệu xích	Lực ép, kG không nhỏ hơn	Số hiệu xích	Lực ép, kG không nhỏ hơn
M20	130	M112	800	M630	4 400
M28	200	M160	1200	M900	6 200
M40	270	M224	1500	M1250	6 800
M56	370	M315	2200	M1800	11 600
M80	530	M450	3200		

Các kiểu và dạng xích kéo dạng bản có thể được chế tạo với các má đặc biệt. Có hai kiểu má đặc biệt: kiểu 1 – có lỗ trên tai má xích; kiểu 2 – có lỗ trên má xích. Mỗi kiểu má đặc biệt lại có 3 dạng: dạng 1 – có một lỗ trên tai hoặc trên má; dạng 2 – có hai lỗ trên tai hoặc trên má; dạng 3 – có ba lỗ trên tai hoặc trên má. Thông số cơ bản và kích thước của má đặc biệt được giới thiệu trong bảng 6.45.

Bảng 6.45. Thông số cơ bản và kích thước của má xích đặc biệt, mm

Kiểu 1 Dạng 1 Dạng 2 Dạng 3								
Kiểu 2 Dạng 1 Dạng 2 Dạng 3								
Số hiệu xích	Dạng má xích đặc biệt	t	A	d ₅	h ₁	A ₁	b ₁ , max	l, max
M20	1	40	-	6,6	16	54	84	15
	1	50	-					20
	1;2	63	20					40
	1;2	80	35					55
	1; 2; 3	100	50					70
	1; 2; 3	125	75					95
	1; 2; 3	160	110					130
M28	1	50	-	9,0	20	64	100	20
	1	63	-					30
	1;2	80	25					55
	1; 2; 3	100	40					70
	1; 2; 3	125	65					95
	1; 2; 3	160	100					130
	1; 2; 3	200	140					170
M40	1	63	-	9,0	25	70	112	30
	1;2	80	20					50
	1; 2; 3	100	40					70
	1; 2; 3	125	65					95
	1; 2; 3	160	100					130
	1; 2; 3	200	140					170
	1; 2; 3	250	190					200
M56	1	63	-	11,0	30	88	140	30
	1	80	-					40
	1;2	100	25					60
	1; 2; 3	125	50					85
	1; 2; 3	160	85					120
	1; 2; 3	200	125					160
	1; 2; 3	250	175					210

Tiếp bảng 6.45

Số hiệu xích	Dạng má xích đặc biệt	t	A	d _s	h ₁	A ₁	b ₁ max	l ₁ max
M80	1	80	-	11,0	35	96	160	30
	1	100	-					40
	1;2	125	50					85
	1; 2; 3	160	85					120
	1; 2; 3	200	125					160
	1; 2; 3	250	175					210
	1; 2; 3	315	240					275
M112	1	80	-	14	40	110	184	40
	1	100	-					50
	1;2	125	35					80
	1; 2; 3	160	65					110
	1; 2; 3	200	100					145
	1; 2; 3	250	150					195
	1; 2; 3	315	215					260
M160	1	80	-	14	45	124	200	40
	1	100	-					50
	1;2	125	35					80
	1; 2; 3	160	65					110
	1; 2; 3	200	100					145
	1; 2; 3	250	150					195
	1; 2; 3	315	215					260
M224	1	80	-	18	55	140	228	40
	1	100	-					50
	1;2	125	35					80
	1; 2; 3	160	65					110
	1; 2; 3	200	100					145
	1; 2; 3	250	150					195
	1; 2; 3	315	215					260
M315	1	80	-	18	65	160	250	40
	1	100	-					50
	1;2	125	35					80
	1; 2; 3	160	65					110
	1; 2; 3	200	100					145
	1; 2; 3	250	150					195
	1; 2; 3	315	215					260
M450	1	80	-	24	90	230	380	40
	1	100	-					50
	1;2	125	35					80
	1; 2; 3	160	65					110
	1; 2; 3	200	100					145
	1; 2; 3	250	150					195
	1; 2; 3	315	215					260
M630	1	80	-	24	90	230	380	40
	1	100	-					50
	1;2	125	35					80
	1; 2; 3	160	65					110
	1; 2; 3	200	100					145
	1; 2; 3	250	150					195
	1; 2; 3	315	215					260

Tiếp bảng 6.45

Số hiệu xích	Dạng má xích đặc biệt	t	A	d _s	h ₁	A ₁	b ₁ , max	l, max
M900	1	250	-	30	110	280	480	80
	1;2	315	65					155
	1; 2; 3	400	155					245
	1; 2; 3	500	240					330
	1; 2; 3	630	300					390
M1250	1	315	-	36	130	330	580	100
	1;2	400	100					210
	1; 2; 3	500	190					300
	1; 2; 3	630	300					410
M1800	1	400	-	42	150	380	680	150
	1;2	500	155					280
	1; 2; 3	630	240					365

8.3. Địa xích dùng cho xích kéo dạng bản (ГОСТ592-75)

Phương pháp tính toán và dựng profile răng đĩa xích được giới thiệu trong bảng 6.46 và bảng 6.48.

Bảng 6.46. Kích thước hình học của đĩa xích

Đối với xích có $t/D_x \leq 2,2$		Đối với xích có $t/D_x > 2,2$	
Thông số cơ bản		Công thức tính toán	
Số liệu ban đầu		Theo TCVN 1588-74	
Bước xích t			
Đường kính của yếu tố ăn khớp xích xích bạc lót $D_x = d_1$ xích bạc lót - con lăn $D_x = d_2$			
Số răng đĩa xích z:			
xích dẫn động		$z \geq 9$	
xích kép và vận chuyển		$z \geq 7$	

Tiếp bảng 6.46

Thông số cơ bản		Công thức tính toán								
Bước răng đĩa xích t_z		$t_z \leq t$ (bảng 6.41)								
Đường kính vòng chia	theo bước D_t	$D_t = \operatorname{cosec} \frac{180^\circ}{z}$								
	theo mm D_c	$D_c = D_t t \frac{180^\circ}{z}$								
Đường kính vòng tròn nội tiếp trong đa giác bước	theo bước d_z	$d_z = \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z}$								
	theo mm d_c	$d_c = d_z t$								
Chiều cao răng đo từ đường bước răng	theo bước h_t	h_t (xem điều 1 bên dưới bảng)								
	theo mm h_n	h_n hệ thống (xem điều 2 bên dưới bảng)								
Đường kính vòng đỉnh răng D_a		$D_a = d_c + 2h_n$								
Đường kính vòng chân răng D_f		$D_f = D_c - (D_x + 0,175 \sqrt{D_c})$								
Độ dịch tâm của cung rãnh răng e		$e_{\min} = 0,01t$ $e_{\max} = 0,05t$								
Bán kính rãnh răng r		$r = 0,5(D_x - 0,05t)$								
Một nửa góc nhọn răng γ , độ, đối với xích kéo vận chuyển và xích dẫn động		$\gamma = 13 \div 20^\circ$								
Góc rãnh răng để vẽ prôfin răng theo rãnh β , độ		$\beta = 2\gamma + \frac{360^\circ}{z}$ <table><tr><td>khi z từ 6 đến 8</td><td>$\beta = 80^\circ$</td></tr><tr><td>" z " 9 " 14</td><td>$\beta = 66^\circ$</td></tr><tr><td>" z " 15 " 20</td><td>$\beta = 56^\circ$</td></tr><tr><td>" z trên 20</td><td>$\beta = 48^\circ$</td></tr></table>	khi z từ 6 đến 8	$\beta = 80^\circ$	" z " 9 " 14	$\beta = 66^\circ$	" z " 15 " 20	$\beta = 56^\circ$	" z trên 20	$\beta = 48^\circ$
khi z từ 6 đến 8	$\beta = 80^\circ$									
" z " 9 " 14	$\beta = 66^\circ$									
" z " 15 " 20	$\beta = 56^\circ$									
" z trên 20	$\beta = 48^\circ$									
Bán kính lượn đầu răng r_1 khi $t/D_x \leq 2,2$		$r_1 = (t - 0,5D_x - 0,5e)\cos\gamma$								
Chiều cao bề mặt thẳng của răng h_r từ đường bước khi $t/D_x \leq 2,2$		$h_r = r_1 \sin\gamma$								
Dây cung lớn nhất để kiểm tra đĩa xích có số răng lẻ L_x		$L_x \leq D_t \cos \frac{90^\circ}{z}$								
Độ tăng giới hạn cho phép của bước xích ăn khớp với đĩa xích Δt		$\Delta t \leq 3\%$								
Số đầu răng (số răng trên một bước xích t) m		$m = 1$								

1) Chiều cao răng được đo từ đường bước h_t của đĩa xích một đầu răng trong điều kiện làm việc bình thường được tính toán theo công thức được cho trong bảng 6.47.

Bảng 6.47. Chiều cao răng được đo từ đường bước của đĩa xích một đầu răng

$\frac{t}{D_x}$	Số răng đĩa xích		
	5 ÷ 30	31 ÷ 50	≥ 51
< 2,2	$h_t = 0,55 - \frac{0,5D_x}{t}$	$h_t = 0,003 \cdot Atz \leq 0,65 - \frac{0,5D_x}{t}$	$h_t = 0,70 - \frac{0,5D_x}{t}$
> 2,2	$h_t = \frac{0,65D_x}{t}$	$h_t = \frac{0,75D_x}{t}$	$h_t = \frac{0,90D_x}{t}$

2) Chiều cao răng đĩa xích được đo theo đường bước h_n đối với xích dạng bản có cơ cấu lắp với tai má xích hoặc khi có các hạn chế khác của đường kính ngoài D_n , được tính toán theo công thức

$$h_n \leq 0,8h_t$$

trong đó h_t – khoảng cách từ tâm của hình trụ tối tại của má xích đặc biệt, mm

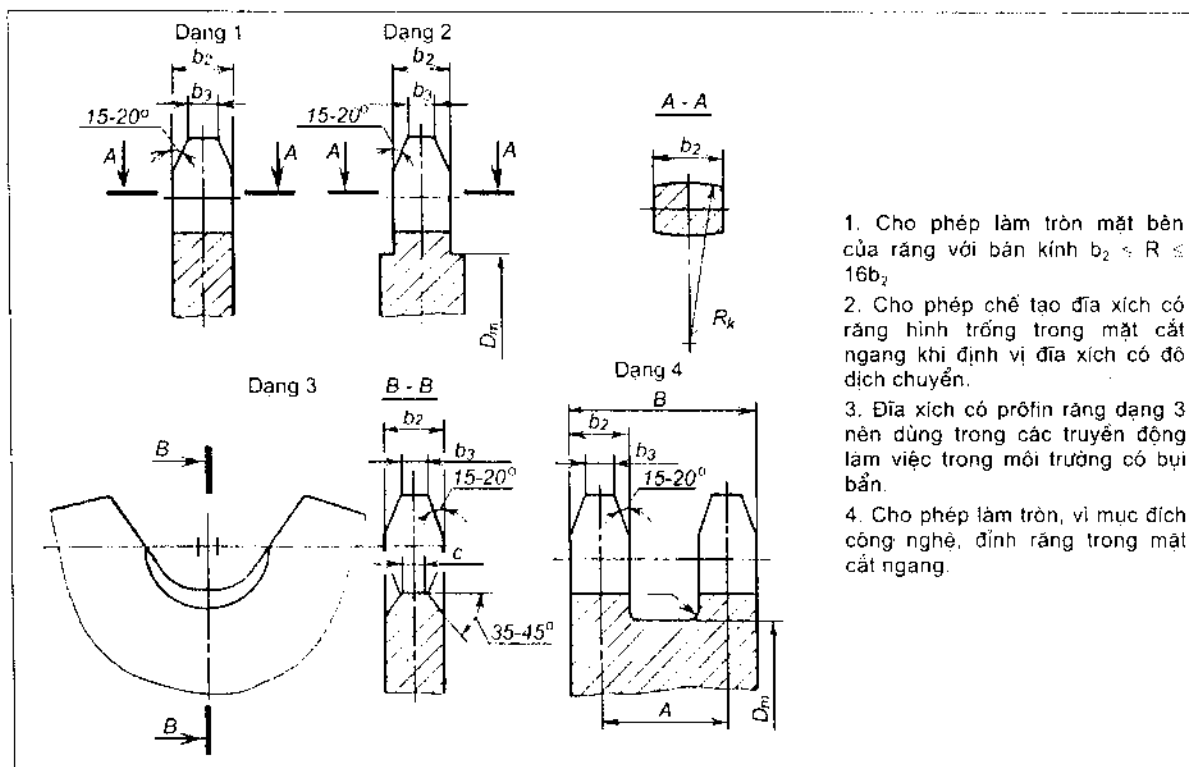
3) Chiều cao răng đĩa xích được đo theo đường bước khi làm việc có tải trọng va đập hoặc trong điều kiện nhiệt độ cao ($T \geq 300^\circ\text{C}$) được xác định

$$h_t = 0,65 - \frac{0,5D_x}{t} \text{ khi } \frac{t}{D_x} \leq 2,2$$

$$h_t = 0,5 - \frac{0,5D_x}{t} \text{ khi } \frac{t}{D_x} > 2,2$$

4) Đường kính vòng chia tính toán với sai số đến 0,01mm, các kích thước dài còn lại với sai số đến 0,1 mm, còn các kích thước góc – đến 1° .

Bảng 6.48. Tính toán vành răng đĩa xích



Tiếp bảng 6.48

Thông số cơ bản		Công thức tính toán
Số liệu ban đầu		Theo TCVN 1588-74
Bước xích t		
Khoảng cách giữa các má trong B _{tr}		
Chiều rộng má h		
Đường kính phần giữa chốt xích dạng bản d		
Chiều rộng chân răng (lớn nhất) của đĩa xích b ₂ đối với các xích kiểu B và BL theo TCVN 1588-74		$b_2 = (0,8 \div 0,9)B_{tr}$ Đối với đĩa căng xích, cho phép giảm đến $b_2 = 0,7B_{tr}$
Chiều rộng đỉnh răng b ₃	Xích kiểu B	$b_3 = 0,83b_2$
	Xích kiểu BL	$b_3 = 0,75b_2$
Chiều dài tựa của rãnh răng C (xem hình vẽ, đối với dạng 3).		$C = 0,25b_2$
Bán kính lượng r ₂		$r_2 = 1,6 \text{ mm}$
Chiều rộng của vành răng đĩa xích hai dây B		$B = A + b_2$
Đường kính moayơ vành răng D _m		$D_m = t \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z} \approx 1,3h$
Bán kính lõi R _K (răng hình trống)		$R_K = \frac{57,3B_{tr}}{2\varphi_c}$
Góc tính toán của độ dịch chuyển qui ước của đĩa xích φ_c		$\varphi_c = 3 \div 10^\circ$

5) Sai lệch giới hạn

Đĩa xích được chế tạo với hai cấp chính xác. Cấp chính xác 1 được dùng cho các đĩa xích làm việc trong truyền động xích có tốc độ $v = 3 - 5\text{m/s}$, Cấp chính xác 2 – truyền động xích có tốc độ $v < 3\text{m/s}$.

Sai lệch giới hạn của các kích thước cơ bản của đĩa xích cấp chính xác 1 và 2 được nêu trong bảng 6.49A.

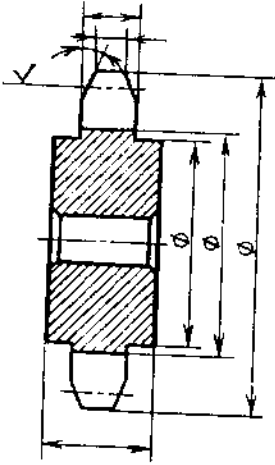
Bảng 6.49A. Sai lệch giới hạn của các kích thước cơ bản của đĩa xích cấp chính xác 1 và 2.
Kích thước, mm

Thông số	Sai lệch giới hạn cho các cấp chính xác	
	1	2
Hiệu các bước răng của một đĩa xích	$\delta_{t_2} = 0,01 \sqrt{t_2}$	$\delta_{t_2} = 0,025 \sqrt{t_2}$
Đường kính vòng chân răng	$\delta_{D_1} = -0,032 \sqrt{t_2}$	$\delta_{D_1} = -0,08 \sqrt{t_2}$
Độ đảo hướng tâm vòng chân răng và độ đảo mặt đầu của vành răng	$\delta_z = 0,024 \sqrt{t_2}$ nhưng không lớn hơn 1,2 mm	$\delta_z = 0,06 \sqrt{t_2}$ nhưng không lớn hơn 2 mm
Đường kính vòng đỉnh răng	h15	h16

8.4. Ví dụ về bản vẽ đĩa xích dùng cho xích kéo dạng bản

Ở phía bên phải của bản vẽ thiết kế đĩa xích có đặt một bảng các thông số chủ yếu của đĩa xích gồm 3 phần: các thông số của pôfin răng, các thông số cho kiểm tra và các thông số tham khảo. Các phần của bảng thông số được ngăn cách nhau bằng đường kẻ đậm, bảng 6.49B.

Bảng 6.49B. Đĩa xích dùng cho xích kéo dạng bản, kích thước, mm

		Số răng		z	
		Xích đối tiếp		t	
		Đường kính bạc lót hoặc con lăn		d ₁ d ₂	
		Cấp chính xác (ГОСТ592-75)		-	
		Độ dịch tâm của cung rãnh răng		e	
		Bán kính rãnh răng		r	
		Bán kính lưng đầu răng		r ₁	
		Chiều cao bề mặt thẳng của răng		h	
		Góc rãnh răng		β	
		Pôfin răng theo ГОСТ592-75		-	
		Đường kính vòng chia		D _c	

Bảng các thông số trên (bảng 6.49B) dùng cho đĩa xích của xích kéo dạng bản. Đối với xích trục dạng bản (TCVN 1788-76), ở phần thứ hai của bảng các thông số cần đưa vào các thông số sau:

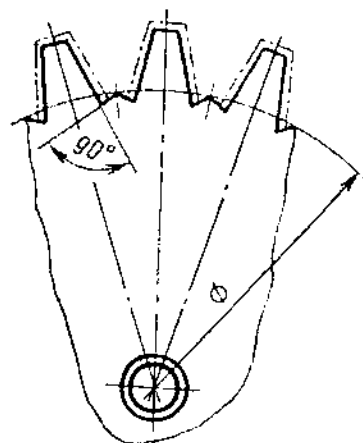
đường kính vòng phụ D_p

bán kính chân răng r;

bán kính đỉnh răng R

Pôfin răng theo TCVN 1788-76.

Trên bản vẽ đĩa xích có pôfin khác một chút so với pôfin tiêu chuẩn, ngoài những số liệu đã cho được chỉ dẫn trên bản vẽ và trong bảng các thông số, cần đưa thêm vào hình vẽ của pôfin răng (hình 6.14)



Hình 6.14. Pôfin răng đĩa xích có một phần khác với tiêu chuẩn.

Trên hình biểu diễn của pôfin răng cần chỉ ra đường kính giới hạn phần tiêu chuẩn của pôfin và ghi tất cả các kích thước cần thiết cho chế tạo phần không tiêu chuẩn của pôfin.

Phần tiêu chuẩn của pôfin được biểu thị bằng đường chấm gạch.

9. XÍCH RĂNG (TCVN 1589-74)

9.1. Thông số và kích thước cơ bản

Xích răng làm việc êm hơn so với các loại đĩa dẫn động khác nhưng kết cấu cũng phức tạp hơn (bảng 6.50).

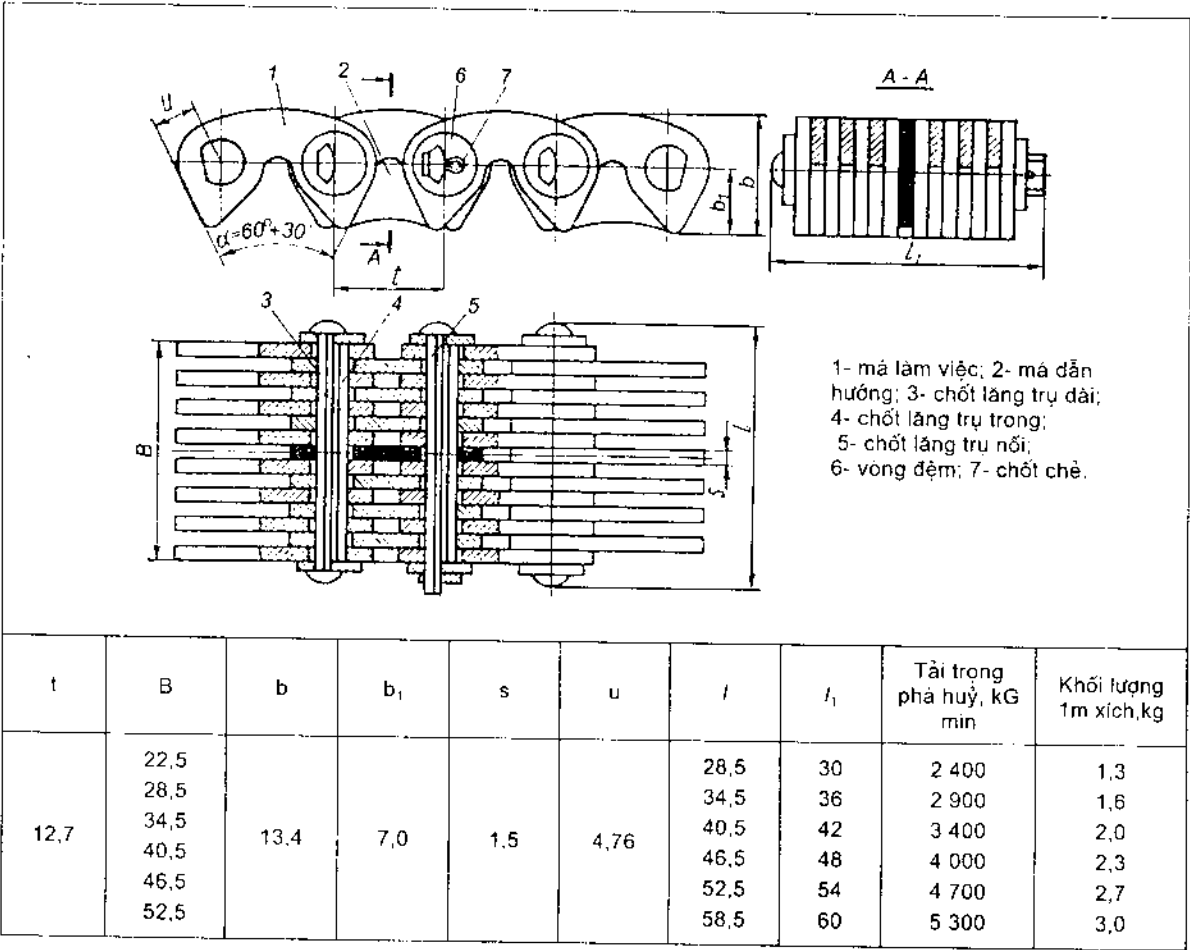
Xích răng bảo đảm được độ chính xác động học cao do sự thay đổi bước đều đặn trong quá trình làm việc, có độ tin cậy cao do không dùng con lăn và bạc lót, và do đó khi một má xích bị đứt cũng không làm đứt toàn bộ mắt xích.

Các xích răng có cùng một bước có thể dùng để truyền công suất trong một phạm vi khá rộng bằng cách thay đổi chiều rộng xích (bảng 6.50).

Đĩa xích răng là một tập hợp các đĩa răng mỏng. Ấn khớp của xích răng theo mặt nghiêng của răng đĩa xích cho phép giảm động năng va chạm của mắt xích với răng đĩa xích.

Xích răng được sử dụng trong các cơ cấu và thiết bị yêu cầu có độ chính xác động học cao, làm việc êm và không có tiếng ồn.

Bảng 6.50. Thông số cơ bản và kích thước của xích răng.
Kích thước, mm



Tiếp bảng 6.50

t	B	b	b ₁	s	u	l	l ₁	Tải trọng phá huỷ, kG min	Khối lượng 1m xích, kg
15,875	30	16,7	8,7	2	5,95	36	39	3 900	2,2
	38					44	47	4 800	2,7
	46					52	55	5 700	3,3
	54					60	63	6 700	3,9
	62					68	71	7 800	4,4
	70					76	79	8 900	5,0
19,05	45	20,1	10,5	3	7,14	52,5	56	7 200	3,9
	57					64,5	68	8 700	4,9
	69					76,5	80	10 300	5,9
	81					88,5	92	12 200	7,0
	93					100,5	104	14 100	8,0
25,4	57	26,7	14	3	9,52	65	68	11 600	6,5
	69					77	80	13 800	7,9
	81					89	92	16 300	9,3
	93					101	104	18 900	10,6
	105					113	116	21 600	12,0
31,75	60	33,4	17,5	3	11,91	78	82	17 100	10,0
	81					90	94	20 200	11,6
	93					102	106	23 500	13,3
	105					114	118	26 800	15,0
	117					126	130	30 300	16,7

Truyền động xích răng có thể làm việc ở tốc độ tương đối cao ($v \geq 5\text{m/s}$) và truyền công suất lớn, ví dụ: truyền dẫn của máy cắt kim loại, và của các máy khác.

9.2. Yêu cầu kỹ thuật của xích

1) Vật liệu: má xích – thép C50, nhiệt luyện đạt độ cứng $38 \div 45\text{HRC}$; chốt lằng trụ – thép C15, C20, nhiệt luyện đạt độ cứng bề mặt $50 \div 60\text{HRC}$; vòng đệm – thép C50 nhiệt luyện đạt độ cứng $30 \div 38\text{HRC}$.

2) Chiều sâu của lớp thấm cacbon (hoặc nitơ – cacbon) của chốt lằng trụ phải phù hợp với các trị số trong bảng 6.51.

Bảng 6.51. Chiều sâu lớp thấm của chốt lằng trụ, mm

Bước t	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75
Chiều sâu lớp thấm của các chốt lằng trụ	0,20 - 0,40	0,25 0,45	0,30 0,50	0,40 0,60	0,50 0,70

3) Sai lệch góc α chỉ lấy giá trị dương và không lớn hơn 30° ;

4) Sai lệch của khoảng cách từ tâm khớp đến mặt làm việc của má xích A_u không được vượt quá trị số trong bảng 6.52 và chỉ số lấy giá trị âm.

5) Độ không trùng khớp các bề mặt làm việc của má xích không được lớn hơn 0,15 mm.

6) Sau khi chế tạo, xích phải có độ linh động và không bị kẹt ở các khớp nối bản lề.

Tiếp bảng 6.54

Thông số cơ bản	Công thức tính toán
Số liệu ban đầu Bước xích t Khoảng cách từ tâm khớp bản lề tới mặt làm việc của mắt xích u Khoảng cách từ tâm khớp bản lề tới đỉnh răng mắt xích b₁ Chiều rộng xích B Chiều dày má xích s Góc nghiêng của mặt làm việc α Số răng đĩa xích z	Kích thước theo TCVN 1589-74 α = 60° const
Đường kính vòng chia D _c	$D_c = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$
Đường kính vòng ngoài (đỉnh) D _a	$D_a = \frac{t}{\operatorname{tg} \frac{180^\circ}{z}}$
Đường kính vòng chân răng D _f	$D_f = D_c - 2 \cdot \frac{h}{\cos \frac{180^\circ}{z}}$
Chiều cao răng h	h = b ₁ + e
Khe hở hướng tâm e	e = 0,1t
Khoảng cách giữa mép phía trên của mặt làm việc mắt xích và điểm nằm trong mặt phẳng đo răng P	P = 0,1t
Bán kính profin cong của răng R	R = 2,4t
Khe hở lớn nhất giữa mặt làm việc của má xích và răng K	K = 0,4t
Góc quay của mắt xích trên đĩa xích φ	$\varphi = \frac{360^\circ}{z}$
Góc rãnh răng β	2β = α + φ
Góc nhọn của răng γ	$\gamma = 30^\circ + \frac{360^\circ}{z}$
Chiều rộng răng b	b = B + 2s
Khoảng cách từ đỉnh răng tới đường tâm c ₁	c ₁ ≈ 0,4t
Bán kính lượn của mặt mút và dẫn hướng của rãnh r	r ≈ t
Chiều sâu rãnh h ₁	h ₁ ≈ 0,75t
Chiều rộng rãnh s ₁	s ₁ = 2s
Kích thước kiểm tra	
Chiều dày răng t _y ứng với chiều cao y	t _y = t - 2(usinγ + Psinγ)
Chiều cao đo y	y = usinγ + P cosγ
Khoảng cách giữa các mép của các mặt làm việc của răng T khi α = 60°	$T = t + \frac{2u - h}{0,866}$

9.4. Yêu cầu kỹ thuật của xích

1) Vật liệu

Thép C45, C45Mn, C50, C50Mn và thép đúc C45, C50 cho đĩa xích chủ động và bị động có số răng đến 40, làm việc ít va đập.

Thép hợp kim 15Cr, 20Cr cho đĩa xích chủ động và bị động có số răng đến 30, làm việc có tải trọng động, truyền công suất lớn.

Thép hợp kim 40Cr, 40CrNi cho đĩa chủ động và bị động có công dụng đặc biệt, yêu cầu có độ bền và độ bền mòn cao.

2) đĩa xích cần được nhiệt luyện đạt độ cứng $40 \div 50\text{HRC}$ – đối với thép cacbon và thép đúc; $55 \div 60\text{HRC}$ – đối với thép hợp kim

3) Nhám bề mặt làm việc của răng đĩa xích không lớn hơn $R_z = 20 \mu\text{m}$

4) Đường kính lỗ lắp với trục được chế tạo với dung sai không thấp hơn cấp chính xác IT9.

5) Dung sai của các kích thước răng đĩa xích được chọn theo bảng 6.55.

Bảng 6.55. Dung sai các kích thước răng đĩa xích *

Thông số cơ bản	Sai lệch giới hạn, μm , khi đường kính đĩa xích, mm				
	Đến 120	Từ 120 đến 260	Từ 260 đến 500	Từ 500 đến 800	Từ 800 đến 1200
Cấp chính xác 1					
Hiệu bước răng A_t (của một đĩa xích) khi bước, mm					
đến 20	25	32	40	50	60
từ 20 đến 35	32	40	50	60	80
Đường kính vòng ngoài (đỉnh răng) D_a			h_6		
Đường kính vòng chân răng D_f			h_{11}		
Chiều rộng răng b			h_{11}		
Chiều dày răng t_f			h_6		
Độ đảo hướng tâm vòng chân răng			Cấp VIII theo TCVN 384-93		
Độ đảo mặt mút vành răng			Cấp IX theo TCVN 384-93.		
Cấp chính xác 2					
Hiệu bước răng A_t (của một đĩa xích) khi bước, mm					
đến 20	60	80	100	120	160
từ 20 đến 35	80	100	120	160	200
Đường kính vòng ngoài (đỉnh răng) D_a			h_7		
Đường kính vòng chân răng D_f			h_{11}		
Chiều rộng răng b			h_{12}		
Chiều dày răng t_f			h_7		
Độ đảo hướng tâm vòng chân răng			Cấp X theo TCVN 384-93		
Độ đảo mặt mút vành răng			Cấp XI heo TCVN 384-93		
* Dung sai kích thước răng đĩa xích được qui định với hai cấp chính xác 1 và 2. Cấp chính xác 1 được dùng cho truyền động có yêu cầu cao về độ chính xác động học và độ bền. Cấp chính xác 2 là cấp chính xác thông dụng.					

* Dung sai kích thước răng đĩa xích được qui định với hai cấp chính xác 1 và 2. Cấp chính xác 1 được dùng cho truyền động có yêu cầu cao về độ chính xác động học và độ bền. Cấp chính xác 2 là cấp chính xác thông dụng.

Sai lệch đối với cả hai cấp chính xác của đĩa xích.

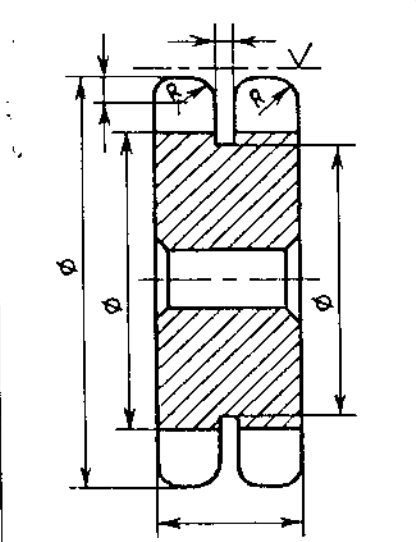
Khoảng cách P giữa mép phía trên của mặt làm việc mắt xích và điểm nằm trong

mặt phẳng đo răng (bảng 6.54) được tính toán với độ chính xác đến 0,001mm, khe hở e và chiều cao răng h – với độ chính xác đến 0,1 mm, các kích thước dài còn lại của prôfin răng trong mặt cắt ngang – với độ chính xác đến 0,01 mm, còn các kích thước góc – với độ chính xác đến 1'.

9.5. Ví dụ về bản vẽ đĩa xích dùng cho xích răng

Ở phía trên phía bên phải của bản vẽ thiết kế đĩa xích có đặt một bảng các thông số chủ yếu của đĩa xích gồm 3 phần: các thông số của prôfin răng, các thông số cho kiểm tra và các thông số tham khảo. Các phần của bảng thông số được ngăn cách nhau bằng đường kẻ đậm. (bảng 6.56).

Bảng 6.56. Đĩa xích dùng cho xích răng

	Số răng	z	
	Xích đối tiếp: Bước xích	t	
	Prôfin răng	-	ISOCT13576-68
	Cấp chính xác	-	
	Đường kính vòng đỉnh răng	D_a	
	Đường kính vòng chân răng	D_i	
	Chiều dày răng ty ứng với chiều cao răng y	b_y y	
	Khoảng cách giữa các mép của các mặt làm việc của răng T	T	
	Độ đảo hướng tâm vòng chân răng	E_o	
	Độ đảo mặt mút vành răng	-	
	Đường kính vòng chia	D_c	

Nếu bản vẽ đĩa xích là một khối gồm nhiều đĩa xích có kích thước khác nhau thì bảng các thông số (bảng 6.56) sẽ phải ghi tất cả các thông số và kích thước cho từng đĩa xích.

Nếu prôfin răng đĩa xích có một bộ phận nào đó khác với tiêu chuẩn, ngoài những số liệu đã cho được chỉ dẫn trên bản vẽ và trong bản các thông số, cần đưa thêm vào hình vẽ của prôfin răng như đã cho trên hình 6.14, trên đó phần prôfin tiêu chuẩn được giới hạn bằng đường kính và ghi tất cả các kích thước cần thiết cho chế tạo phần không tiêu chuẩn của prôfin răng.

Chương 7

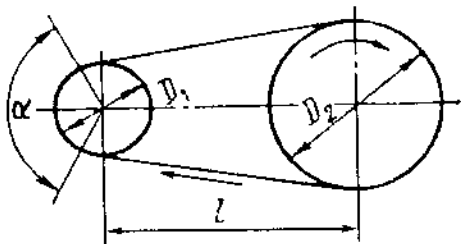
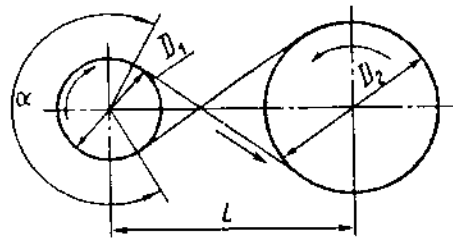
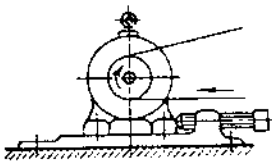
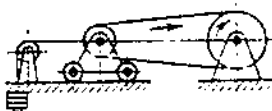
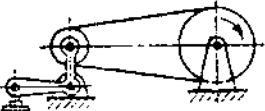
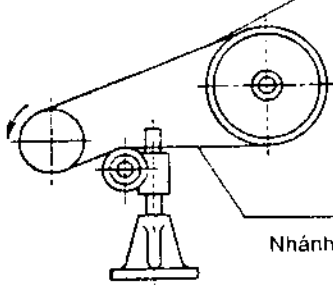
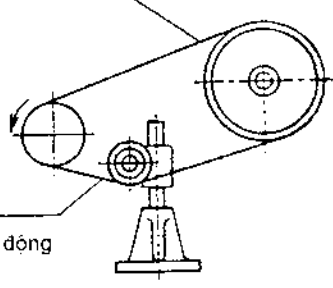
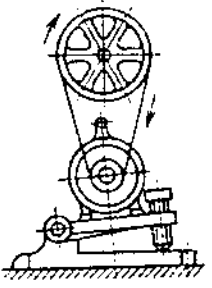
TRUYỀN ĐỘNG ĐAI

1. TRUYỀN ĐỘNG ĐAI PHẪNG

1.1. Các kiểu truyền động và chọn đai truyền

Truyền động đai phẳng thường có hai kiểu: kiểu thẳng và kiểu chéo. Sơ đồ các kiểu truyền động đai phẳng và phương pháp căng đai được giới thiệu trong bảng 7.1.

Bảng 7.1. Các kiểu truyền động đai phẳng và phương pháp căng đai

Truyền động đai phẳng  $\frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{5} \div 5$ Cho phép $\frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{7} \div 7$ Nhánh dưới - chủ động	Truyền động đai chéo  $\frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{6} \div 6$ Cho phép $\frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{8} \div 8$
Phương pháp căng đai  Bảng bulông căng đai  Bảng đối trọng  Bảng cơ cấu đối trọng Nhánh chủ động  Bảng con lăn căng đai từ bên ngoài  Bảng con lăn căng đai từ bên trong  Bảng cơ cấu bulông - Khớp bản lề	
Khi thiết kế cơ cấu căng đai cần đảm bảo sao cho có thể thực hiện được sự căng đai trong quá trình làm việc đạt tới 5% chiều dài ban đầu của đai truyền.	

Việc lựa chọn đai truyền phẳng phụ thuộc vào khả năng kéo và tính ổn định của sức căng ban đầu của đai cũng như các điều kiện làm việc khác: độ dao động của tải trọng làm việc, sự quá tải ngắn hạn, nhiệt độ, độ ẩm, bụi bẩn v.v... Hướng dẫn về việc lựa chọn đai truyền phẳng được giới thiệu trong bảng 7.2.

Bảng 7.2. Lựa chọn đai truyền phẳng

Thông số xác định	Đai truyền	
	Vải sợi bông	Tấm cao su
<i>Đặc trưng cơ bản</i>		
Khả năng kéo	Trung bình	Cao
Độ ổn định của sức căng ban đầu	Không đạt	Tốt
<i>Điều kiện làm việc</i>		
Độ dao động lớn của tải trọng làm việc (va đập)	Cho phép	Không cho phép
Sự quá tải ngắn hạn	30 – 40%	20 – 30%
Truyền động đai chéo, phân nhánh, bánh đai bạc hoặc có gờ	Không thích hợp	Thích hợp (không có lớp bọc)
Nhiệt độ nâng cao	Ổn định đến 50°C	Thích hợp khi có dao động nhiệt độ đến 60°C (không có lớp bọc)
Độ ẩm nâng cao	Không thích hợp	Thích hợp với lớp bọc ở hai mặt
Hơi nước	Không thích hợp	Thích hợp (có lớp bọc)
Bụi	Không thích hợp	Thích hợp (không có lớp bọc)

1.2. đai truyền vải sợi bông tấm dệt liền (ГОСТ 6982-75)

Đai truyền vải sợi bông dệt liền có một số lớp, được ngâm tẩm bằng một chất chuyên dùng, làm việc được ở tốc độ không lớn hơn 25m/s.

Có các kiểu đai truyền vải sợi bông dệt liền sau: bốn lớp, sáu lớp và tám lớp.

Tuỳ theo sự xuất hiện của bột trên mặt ngoài và số lượng các lát cắt, đai truyền được phân thành hai loại: loại 1 – không cho phép có bột trên mặt ngoài và các lát cắt; loại 2 – cho phép có hai lát cắt. Chiều dài của lát cắt không được nhỏ hơn 3 m.

Chiều dài của đai truyền trong cuộn đai từ 30 đến 300m.

Các kích thước cơ bản và cơ lý tính của đai truyền vải sợi bông được giới thiệu trong bảng 7.3.

Bảng 7.3. Kích thước và cơ lý tính của đai truyền

Chiều rộng mm	Chiều dày, mm (Sai lệch ±0,5)	Khối lượng 1 m dài, g min	Tải trọng đứt theo đáy, kG, min			Độ giãn dài khi đứt, % max
			Dải có kích thước 50 x 200 mm	Theo toàn chiều rộng	1 cm ² mặt cắt ngang	
Đai truyền 4 lớp						
30 ± 2,0	4,5	124	-	546	405	20
40 ± 2,0		160	-	729	405	
50 ± 2,0		226	-	911	405	
60 ± 3,0		272	911	1093	405	
75 ± 3,0		336	911	1365	405	
90 ± 3,0		375	911	1566	405	
100 ± 3,0		458	911	1822	405	

Tiếp bảng 7.3

Chiều rộng mm	Chiều dày, mm (Sai lệch ±0,5)	Khối lượng 1 m dài, g min	Tải trọng đứt theo đáy, KG, min			Độ giãn dài khi đứt, % max
			Dải có kích thước 50 x 200 mm	Theo toàn chiều rộng	1 cm ² mặt cắt ngang	
Đai truyền 6 lớp						
50 ± 2,0	6,5	280	-	1140	350	22
60 ± 3,0		333	1140	1365	350	
75 ± 3,0		418	1140	1710	350	
90 ± 3,0		492	1140	2050	350	
100 ± 3,0		545	1140	2275	350	
125 ± 4,0		684	1140	2840	350	
150 ± 5,0		822	1140	3410	350	
Đai truyền 8 lớp						
100 ± 3,0	8,5	741	1490	2975	350	25
125 ± 4,0		927	1490	3720	350	
150 ± 5,0		1112	1490	4460	350	
175 ± 5,0		1283	1490	5210	350	
200 ± 6,0		1468	1490	5950	350	
250 ± 6,0		1839	1490	7440	350	

1.3. Tính toán truyền động đai phẳng vải sợi bông tấm dệt liền

a) Số liệu ban đầu cho tính toán. Để tính toán thiết kế truyền động cần biết

Công dụng và chế độ làm việc của truyền động ;

Kiểu động cơ của trục chủ động;

Công suất được truyền, kW;

Tần số quay của bánh đai chủ động và bị động n_1, n_2 , vg/ph;

Khoảng cách trục sơ bộ l , m (hình 7.1);

Đường kính của một trong hai bánh đai D , m.

b) Tính toán các thông số kích thước của truyền động

Đường kính bánh đai. Nếu không biết trước một trong hai đường kính của bánh đai thì có thể chọn theo đường kính nhỏ nhất được giới thiệu trong bảng 7.4, hoặc xuất phát từ tốc độ quy định sơ bộ $v = 10 \div 20$ m/s (đôi khi $5 \div 25$ m/s).

Biết một trong hai đường kính bánh đai, đường kính kia được xác định

$$D_2 = iD_1$$

trong đó $i = \frac{n_1}{n_2}$ tỷ số truyền động.

Đường kính D_1 của bánh đai chủ động thường được làm tròn tới trị số lớn hơn gần nhất, còn đường kính D_2 được làm tròn tới trị số nhỏ hơn gần nhất theo bảng 7.

Khoảng cách trục. Nếu không biết trước khoảng cách trục l thì có thể xác định giá trị nhỏ nhất của l theo công thức kinh nghiệm:

$$l_{\min} \geq 2(D_1 + D_2)$$

Đối với truyền động có con lăn căng đai

$$l_{\min} = D_1 + D_2$$

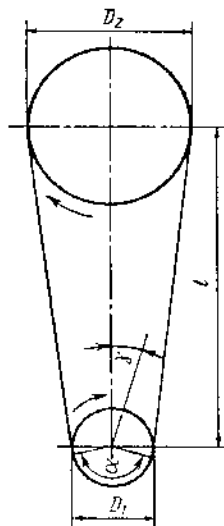
Góc ôm. Góc ôm của đai truyền trên bánh đai (góc ôm nhỏ hơn trong hai góc ôm) đối với truyền động không có con lăn căng đai được xác định theo công thức tính toán gần đúng

$$\alpha = 180^\circ - \frac{D_{\max} - D_{\min}}{l} 60^\circ$$

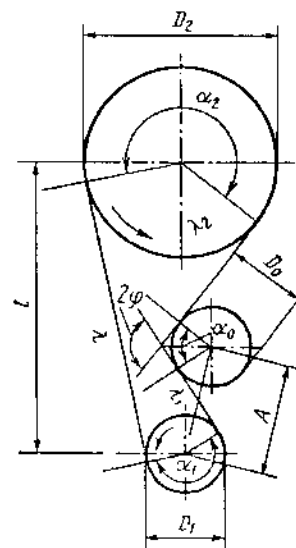
Nên dùng α không nhỏ hơn 150° , nếu không thì tăng khoảng cách trục l hoặc dùng con lăn căng đai. Góc ôm đối với truyền động có con lăn căng đai luôn lớn hơn 150° và được xác định cụ thể theo sơ đồ của truyền động (hình 7.2).

Đối với truyền động đai chéo

$$\alpha = 180^\circ + \frac{D_1 + D_2}{l} 60^\circ$$



Hình 7.1. Các thông số hình học cơ bản được cho để tính toán truyền động.



Hình 7.2. Sơ đồ để xác định góc ôm của truyền động có con lăn căng đai.

Con lăn căng đai. Đường kính con lăn $D_o = D_{\min} \div 0,8 D_{\min}$.

Con lăn căng đai được bố trí trên nhánh đai bị động sao cho góc 2ϕ của nhánh đai này không lớn hơn 120° , còn tâm của con lăn căng đai cách tâm của bánh đai nhỏ một khoảng $A \geq D_o + (0,5 \div 1) D_{\min}$.

Việc sử dụng con lăn căng đai cần có mối nối các đầu dây đai thích hợp để tránh gây tiếng ồn và va đập trong truyền động. Tỷ số truyền đối với truyền động có con lăn căng đai

$$u = \frac{D_1}{D_2} = \frac{1}{10} \div 10$$

Chiều dài đai truyền. Khi đã xác định được l và các đường kính bánh đai, có thể tính toán chiều dài đai truyền theo công thức:

$$L = 2l + 1,57(D_{\max} + D_{\min}) + \frac{(D_{\max} - D_{\min})^2}{4l}$$

Đối với truyền động có con lăn căng đai

$$L = \sum \frac{D}{2} \alpha + \sum \lambda$$

bằng cách vẽ tỷ lệ trên sơ đồ truyền động (hình 7.2), khi biết D_1 , D_2 và D_m , xác định các góc α_1, α_2 và $\alpha_m = \pi - 2\varphi$ (biểu thị bằng radian) và các chiều dài λ, λ_1 và λ_2 có tính đến tỷ lệ. Chiều dài L là chiều dài hình học của đai truyền có bổ sung thêm đoạn ΔL , phụ thuộc vào phương pháp nối các đầu đai.

Số lần uốn. Để bảo đảm tuổi thọ bình thường của đai truyền, cần kiểm tra số lần uốn của đai trong một đơn vị thời gian, $u = \frac{v}{L}$, ở đây L – chiều dài đai, m; $v = \frac{\pi D n}{60}$ – tốc độ đai, m/s.

Nếu số lần uốn đối với truyền động không có con lăn căng đai $u \leq u_{\text{max}} \leq 3$ (trong trường hợp giới hạn ≤ 5), còn đối với truyền động có con lăn căng đai $u \leq u_{\text{max}} \leq 2$ (trong trường hợp giới hạn ≤ 3).

Nếu số lần uốn vượt quá giá trị giới hạn, để giảm u cần tăng khoảng cách trục l và chiều dài đai L , nếu không tuổi thọ của đai truyền sẽ giảm.

Chiều rộng đai truyền, cm

$$b = \frac{P}{p C_0 C_1 C_2 C_3}$$

trong đó $P = \frac{102N}{v}$ (N – công suất, kW), hoặc $P = \frac{2M_s}{D}$ – lực vòng, kG; $v = \frac{\pi D n}{60}$ – tốc độ, m/s; p – lực cho phép trên một đơn vị chiều rộng đai kG/cm (xem bảng 7.4); C_0 – hệ số điều chỉnh, phụ thuộc vào loại và vị trí của truyền động (bảng 7.5); C_1 – hệ số điều chỉnh xét tới ảnh hưởng của góc ôm (bảng 7.6); C_2 – hệ số điều chỉnh xét tới ảnh hưởng của tốc độ (bảng 7.7); C_3 – hệ số điều chỉnh xét tới ảnh hưởng của chế độ làm việc (bảng 7.8); M_s – momen xoắn, kGm; D – đường kính bánh đai, m.

Chiều rộng b được làm tròn tới kích thước tiêu chuẩn (bảng 7.3).

Chiều rộng của bánh đai B được chọn theo chiều rộng của đai b . Chiều rộng của con lăn căng đai lấy bằng chiều rộng bánh đai.

Tải trọng cho phép. Lực được truyền trên một đơn vị chiều rộng đối với truyền động đai thông thường được chọn theo bảng 7.4.

Khi tính toán kiểm tra, lực vòng cho phép, kG

$$P = pb C_0 C_1 C_2 C_3$$

Còn công suất cho phép, kW

$$N = \frac{Pv}{102}$$

Khả năng làm việc của đai truyền phụ thuộc vào sức căng khi làm việc

$$\sigma_0 = 16 + 20 \text{ kG/cm}^2$$

$\sigma_0 = 16 \text{ kG/cm}^2$ được dùng trong tính toán truyền động có $l = \text{const}$, khi khoảng cách trục ngắn hoặc khi truyền động được bố trí gần như thẳng đứng.

$\sigma_0 = 18 \text{ kG/cm}^2$ được dùng trong tính toán truyền động có $l = \text{const}$, khi đặt được

khoảng cách trục và góc nghiêng của truyền động so với phương nằm ngang không lớn hơn 60°, và $l = \text{thay đổi}$ khi truyền động được căng đai định kỳ.

$\sigma_0 = 20 \text{ kG/cm}^2$ được dùng trong tính toán truyền động có tự động điều chỉnh sự căng đai như khi $l = \text{const}$ (con lăn căng đai), cũng như khi $l = \text{thay đổi}$ (truyền động tự căng đai)

Sức căng qui đổi, kG/cm^2

$$k_0 = a - 100 \frac{\delta}{D}$$

trong đó $a = 23$ khi $\sigma_0 = 16 \text{ kG/cm}^2$; $a = 25$ khi $\sigma_0 = 18 \text{ kG/cm}^2$; $a = 27$ khi $\sigma_0 = 20 \text{ kG/cm}^2$.

Bảng 7.4. Lực đơn vị cho phép p (kG/cm) phụ thuộc vào chiều dài đai δ và đường kính của bánh đai nhỏ D

D	Đai 4 lớp			Đai 6 lớp			Đai 8 lớp		
	$\delta = 4,0$	$\delta = 4,5$	$\delta = 5,0$	$\delta = 6,0$	$\delta = 6,5$	$\delta = 7,0$	$\delta = 8,0$	$\delta = 8,5$	$\delta = 9,0$
80	(5,4)								
90	(5,7)	(6,1)							
100	6,0	(6,4)	(6,7)						
112	6,3	6,7	(7,1)						
125	6,5	7,0	7,5	(8,2)					
140	6,7	7,3	7,8	(8,7)	(9,1)				
160	6,9	7,5	8,1	9,2	(9,7)	(10,1)			
180	7,1	7,7	8,4	9,6	10,1	(10,6)			
200	7,2	7,9	8,6	9,9	10,5	11,0	(12,0)		
225	7,3	8,1	8,8	10,2	10,8	11,4	(12,6)	(13,0)	
250	7,4	8,2	9,0	10,5	11,1	11,8	13,0	(13,5)	(14,0)
280	7,5	8,3	9,1	10,7	11,4	12,1	13,4	14,0	(14,6)
320	7,6	8,5	9,3	10,9	11,7	12,4	13,8	14,4	15,1
360		8,6	9,5	11,1	11,9	12,7	14,1	14,8	15,5
400			9,6	11,3	12,1	12,9	14,4	15,1	15,9
450				11,4	12,3	13,1	14,7	15,4	16,2
500				11,5	12,4	13,3	14,9	15,7	16,5
560					12,5	13,4	15,1	15,9	16,7
630						13,5	15,3	16,1	16,9
710							15,5	16,3	17,1
800							15,6	16,5	17,3
900								16,7	17,5
1000									17,7

Công thức xác định sức căng qui đổi này ứng với truyền động đai không có con lăn căng đai, với góc ôm $\alpha = 180^\circ$ và tốc độ $v = 10 \text{ m/s}$, tải trọng tĩnh và đều ở điều kiện làm việc bình thường trong phòng. Đối với các chế độ làm việc khác, cần đưa vào các hệ số điều chỉnh cho phép xác định được ứng suất có ích k , kG/cm^2

$$k = k_0 C_0 C_1 C_2 C_3$$

trong đó C_0, C_1, C_2, C_3 - các hệ số được cho trong các bảng từ 7.5 đến 7.8.

Đối với truyền động tự điều chỉnh căng đai, đặc biệt là đối với truyền động có con lăn căng đai, có thể tăng các giá trị của p trong bảng lên $0,5 \text{ kG/cm}^2$ đối với đai truyền 4 lớp, $0,7 \text{ kG/cm}^2$ đối với đai truyền 6 lớp, $0,9 \text{ kG/cm}^2$ đối với đai truyền 8 lớp.

Các mức tải trọng đã cho không chỉ đối với chiều dài thông thường của đai mà cả cho các chiều dài giới hạn.

Giá trị p cho trong ngoặc chỉ dùng để tham khảo cho tính toán kiểm tra các truyền động đai đã có.

Để tính toán thiết kế truyền động đai mới nên dùng các giá trị cho phép của tải trọng nằm giữa hai đường kẻ ngang trong bảng 7.4 tương ứng với đường kính bánh đai nhỏ nhất cho phép và đường kính bánh đai nhỏ nhất nên dùng. Chỉ có thể dùng bánh đai nhỏ nhất cho phép trong các truyền động chậm.

Bảng 7.5. Hệ số C_α

Dạng truyền động	Hệ số C_α khi góc γ°		
	0 - 60	60 - 80	80 - 90
Tự điều chỉnh căng đai (căng đai tự động)	1,0	1,0	1,0
Căng đai đơn giản (căng đai định kỳ bằng cách dịch chuyển trục)	1,0	0,9	0,8
Truyền động đai chéo	0,9	0,8	0,7

Bảng 7.6. Hệ số C_β

Góc ôm α	150	160	170	180	190
Hệ số C_β	0,91	0,94	0,97	1,00	1,03
Góc ôm α	200	210	220	230	240
Hệ số C_β	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18

Bảng 7.7. Hệ số tốc độ C_2

Tốc độ v, m/s	1	5	10	15	20	25	(30)
Hệ số C_2	1,04	1,03	1,00	0,95	0,88	0,79	0,68
Đối với truyền động tự căng đai, hệ số tốc độ $C_2 = 1$ đối với mọi tốc độ							

Bảng 7.8. Hệ số chế độ và thời gian làm việc C_3

Cấp máy	Máy công tác	Tải trọng		Động cơ truyền động					
		Khởi động, %, so với bình thường	Làm việc	Một chiều, xoay chiều có rôto lồng sóc			Xoay chiều có vòng tiếp xúc; trục truyền chung		
				1	2	3	1	2	3
I	Máy quạt gió không lớn. Máy bơm và máy nén ly tâm và hồi chuyển (xoay). Máy tiện, máy khoan và máy mài. Băng tải	Đến 120	Hầu như không đổi	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,7
II	Dẫn động bằng trục truyền chung nhẹ. Máy phay, máy phay răng và máy rơvonne. Bơm pittông và máy nén có bánh đà tương đối lớn. Băng tải kiểu tam	Đến 150	Có dao động không lớn	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6

Tiếp bảng 7.8

Cấp máy	Máy công tác	Tải trọng		Động cơ truyền động					
		Khởi động, %, so với bình thường	Làm việc	Một chiều, xoay chiều có rôto lồng sóc			Xoay chiều có vòng tiếp xúc; trục truyền chung		
				1	2	3	1	2	3
III	Truyền động có đảo chiều. Máy bào, máy xọc, máy xọc răng. Bơm pittông và máy nén có bánh đà tương đối nhẹ. Băng tải kiểu guồng xoắn vít, băng cao, gầu nâng. Máy nén vít và máy ép lệch tâm có bánh đà tương đối lớn	Đến 200	Có dao động lớn	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5
IV	Máy nghiền trộn, máy nhào đất sét. Máy nghiền bi, nghiền trục. Máy ép lệch tâm và máy ép vít có bánh đà tương đối nhẹ. Máy cưa, máy búa, máy đập	Đến 300	Rất không đều hoặc có va đập	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4
Ký hiệu: 1- làm việc 1 ca; 2 - làm việc 2 ca; 3- làm việc 3 ca. Đối với truyền động có tải trọng chu kỳ hoặc công suất động cơ ít khi được sử dụng ở giá trị lớn nhất thì C ₃ có thể tăng 20%.									

1.4. Dai truyền phẳng bằng da (TCVN 3605-81, ГОСТ 18679-73)

Dai truyền phẳng bằng da được dùng trong ngành gia công kim loại, dệt sợi và các ngành công nghiệp khác.

Không nên dùng dai truyền phẳng bằng da trong các thiết bị công nghiệp có hơi nước và khí ăn mòn.

Dai truyền được chế tạo từ các dải da đơn hoặc hai lớp (kép) được dán với nhau. Kích thước và lý tính của dai truyền phẳng bằng da được giới thiệu trong các bảng 7.9 và 7.10.

Bảng 7.9. Kích thước của dai truyền phẳng bằng da

Chiều rộng đai, mm		Chiều dày đai, mm	
Danh nghĩa	Sai lệch	Đai đơn	Đai kép
10, 16; 20; 25 32; 40; 50	+2	Từ 3 đến 3,5 " 3,5 " 4	- -
63 71	± 2 ± 3	Từ 4 đến 4,5	-
80; 90; 100; 112 125; 140	± 3	Từ 4,5 đến 5 " 5 " 5,5	Từ 7,5 đến 8 " 9 " 9,5
160; 180; 200; 224; 250; 280; 355; 400; 450; 500; 560	- 4 ± 5	Từ 5,5 đến 6	Từ 9,5 đến 10

Bảng 7.10. Tính chất cơ lý của đai truyền phẳng bằng da

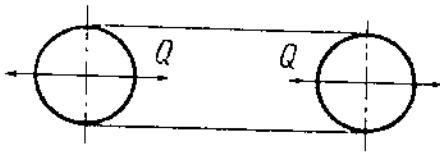
Thông số	Đai truyền	
	đơn	kép
Giới hạn bền kéo, kG/mm ² , không nhỏ hơn: trung bình của nhóm hoặc lô trên đoạn nối	2.75 2.2	2.4 -
Giới hạn bền kéo của lớp phủ ngoài, kG/mm ² , không nhỏ hơn: trung bình của nhóm hoặc lô trên đoạn nối	2.5 2.0	2.2 -
Độ giãn dài ở tải trọng 1kG/mm ² ; %, không lớn hơn: trung bình theo lô trên đoạn nối	10 10	10

Áp lực trên trục

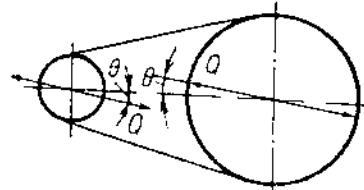
Đối với truyền động đai phẳng có các nhánh đai song song với nhau và tự căng đai (hình 7.3), tải trọng trên trục, kG

$$Q = 2\sigma_0 F$$

trong đó σ_0 – sức căng khi làm việc của đai, kG/cm², bằng 16, 18 và 20 kG/cm²; F – diện tích mặt cắt ngang của đai.



Hình 7.3. Sơ đồ lực khi các nhánh đai song song với nhau



Hình 7.4. Sơ đồ lực đối với truyền động có các nhánh đai không song song và truyền động tự điều chỉnh căng đai.

Đối với truyền động đơn giản và có căng đai, sau khi căng đai tới 1,5 lần sức căng dự trữ (an toàn) (đai truyền mới hoặc đai truyền không làm việc lâu ngày), lực tác dụng trên trục

$$Q_{\max} = 1,5Q = 3\sigma_0 F$$

Đối với truyền động đai phẳng có các nhánh đai không song song với nhau ($\alpha \neq 180^\circ$) và đối với truyền động tự điều chỉnh căng đai (hình 7.4), tải trọng trên trục, kG

$$Q = 2\sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2}$$

Đối với truyền động đơn giản và có căng đai, khi căng đai tới 1,5 lần sức căng dự trữ, lực tác dụng trên trục.

$$Q_{\max} = 3\sigma_0 F \sin \frac{\alpha}{2}$$

trong đó α – góc ôm trên bánh đai nhỏ, không lớn hơn 150° .

Góc θ giữa đường tác dụng của lực và đường tâm của truyền động được xác định theo công thức

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{k}{2\sigma_0} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

trong đó k – ứng suất có ích, kG/cm² (xem ở các trang trên).

Hiệu suất của truyền động đai trong điều kiện làm việc bình thường $\eta=0,95$. Hiệu suất này được dùng trong tính toán đối với các loại (dạng) truyền động đai phẳng (trừ truyền động đai cao tốc).

Sự trượt của đai truyền cao su và vải sợi bông $\leq 1\%$.

Tuổi thọ của đai truyền phẳng làm việc ở tốc độ trung bình 2000 – 2500 giờ đối với đai truyền cao su và 1500 – 2000 giờ đối với đai truyền vải sợi bông.

Tỷ số giữa đường kính nhỏ nhất của bánh đai $D_{\min}$ và chiều dày đai δ ($D_{\min}/\delta$) dùng để tính toán sơ bộ truyền động đai phẳng được giới thiệu trong bảng 7.11. Đường kính nhỏ nhất của bánh đai $D_{\min}$ được giới thiệu trong bảng 7.12.

Bảng 7.11. Tỷ số $D_{\min}/\delta$

Đai truyền	Tỷ số $D_{\min}/\delta$	
	giới thiệu	cho phép
Cao su	≥ 40	≥ 20
Vải sợi bông	≥ 30	≥ 25

Bảng 7.12. Đường kính nhỏ nhất của bánh đai

Đai truyền	Chiều dày δ , mm	Số lớp	Đường kính $D_{\min}$, mm	
			Giới thiệu	Cho phép
Vải sợi bông	4,5	4	140	112
	6,5	6	200	180
	8,5	8	320	280
Các giá trị cho phép của $D_{\min}/\delta$ và $D_{\min}$ được dùng cho các truyền động có 2 cấp hoặc khi truyền động có yêu cầu cao về kết cấu nhỏ gọn				

1.5. Bánh đai dùng cho truyền động đai phẳng

Kiểu, dạng và kích thước cơ bản của bánh đai dùng cho truyền động đai phẳng được giới thiệu trong các bảng 7.13, 7.14 và 7.15.

Yêu cầu kỹ thuật

Vật liệu chế tạo bánh đai phẳng: gang xám GX15–32, GX21–40 thép đúc C30, C35 hoặc các vật liệu khác tùy theo yêu cầu sử dụng. Cho phép chế tạo bánh đai phẳng theo kết cấu hàn.

Cho phép chế tạo bánh đai có gờ trên vành bánh đai và lỗ lắp ghép có độ côn 1:5.

Phần bánh đai giữa moayơ và vành có thể được chế tạo theo dạng hình đĩa phẳng hoặc đĩa côn có các lỗ để giảm khối lượng hoặc không, cũng như theo dạng nan hoa.

Trên bề mặt của vành bánh đai làm việc với tốc độ vòng lớn hơn 40m/s cần làm các rãnh vòng để dễ dàng cho việc thoát không khí ra khỏi mặt phía dưới của đai truyền.

Sai lệch giới hạn của các kích thước và lượng dư cho gia công cơ của các bánh đai đúc từ gang theo cấp chính xác 3 TCVN 385-70, còn đối với các bánh đai đúc từ thép theo cấp

chính xác 3 TCVN 2344_78.

Kích thước của then bằng và rãnh then bằng cho bánh đai có lỗ trụ theo TCVN 2261-77, còn đối với lỗ côn nên dùng mối ghép then bằng dẫn hướng theo TCVN 4216-86.

Độ đảo hướng tâm của vành bánh đai không được vượt quá cấp chính xác VII, còn độ đảo mặt đầu không được vượt quá cấp chính xác VIII theo TCVN 384-93.

Mỗi bánh đai làm việc ở tốc độ vượt quá 5m/s cần được cân bằng tĩnh. Giá trị lượng mất cân bằng cho phép như sau:

Lượng mất cân bằng gem	6	3	2	1,6	1	0,5
Tốc độ vòng m/s	5-10	10-15	15-20	20-25	25-40	Trên 40

Bảng 7.13. Kiểu, dạng và kích thước cơ bản của bánh đai phẳng. Kích thước, mm

Kiểu 1 Kiểu 2 Kiểu 3				Dạng 1 Dạng 2			
D		B ¹⁾	Chiều rộng đai, b ²⁾	D		B ¹⁾	Chiều rộng đai, b ²⁾
Danh nghĩa	Sai lệch			Danh nghĩa	Sai lệch		
40	±0,5	16-40	10-32	280	±3,2	32-280	25-250
45	±0,6	16-50	10-40	315	±3,2	40-315	32-280
50		16-63	10-50	355		40-355	32-315
56	±0,8	16-63	10-50	400	±4,0	50-400	40-355
63		16-71	10-63	450		50-450	40-400
71	±1,0	16-80	10-71	500		63-500	50-450
80				560	±5,0	63-560	50-500
90	±1,2	16-90	10-80	630		71-630	63-560
100		16-100	10-90	710		80-630	71-450
112		16-112	10-100	800	±6,3	90-630	80-560
125	±1,6	16-125	10-112	900		100-630	90-560
140		16-140	10-125	1000		112-630	100-560
160	±2,0	20-160	16-140	1120	±8,0	125-630	112-560
180		20-180	16-160	1250		140-630	125-560
200		25-200	20-180	1400		160-630	140-560
224	±2,5	25-224	20-200	1600	±10,0	180-630	160-560
250		32-250	25-224	1800		200-630	180-560
				2000		224-630	200-560

1) Các kích thước B được chọn theo dãy: 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 312; 355; 400; 450; 500; 560; 630.

2) Các kích thước b được chọn theo dãy sau: 10; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 71; 80; 90; 100; 112; 125; 140; 160; 180; 200; 224; 250; 280; 315; 355; 400; 450; 500; 560.

Đối với truyền động đai chéo và nửa chéo

$$b = \frac{B}{2} \div \frac{B-10}{1,4} \text{ mm}$$

Sai lệch của chiều rộng bánh đai, mm: ± 1 đối với $B = 16 \div 71$ mm; $\pm 1,5$ đối với $B = 80 \div 140$ mm; ± 2 đối với $B = 160 \div 280$ mm; ± 3 đối với $B = 315 \div 630$ mm.

Bảng 7.14. Độ lỗi của bánh đai h, mm đối với $D = 40 \div 355$ mm

D	h	D	h	D	h
40 112 125-140	0,3 0,4	160; 180 200; 224	0,5 0,6	250; 280 315; 355	0,8 1,0
Hình vẽ xem trong bảng 7.13.					

Bảng 7.15. Độ lỗi của bánh đai h, mm đối với $D = 400 \div 2000$ mm

D	h khi B						
	≤ 125	140-160	180-200	224-250	280-315	355	400
400 450	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
500 560		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
630 710			2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
800 900				2,5	2,5	2,5	2,5
1000					3,0	3,0	3,0
1120 1250	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0 3,5	3,5 4,0
1400 1600	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
1800 2000	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	5,0 6,0
Hình vẽ xem trong bảng 7.13							

2. TRUYỀN ĐỘNG ĐAI HÌNH THANG

2.1. Đai truyền hình thang (TCVN 2332-78, ГОСТ 1284-68)

Đai hình thang bao gồm lớp chịu tải bằng sợi tự nhiên hoặc sợi hoá học (sợi xếp hoặc

sợi bền), lớp bọc bằng vải và cao su được lưu hoá trong cùng một sản phẩm. Các sợi đơn hoặc sợi bền cần được phân bố trong mặt phẳng song song với mặt đáy của đai. Ở lớp chịu kéo (bên trên lớp chịu tải) và lớp chịu nén (bên dưới lớp chịu tải) của đai có thể sử dụng vải.

Chiều rộng tính toán a , (bảng 7.16) của đai truyền tương ứng gần đúng với chiều rộng của đai theo đường trung hoà. Chiều rộng này hầu như không thay đổi khi uốn đai theo bánh đai có đường kính bất kỳ. Vị trí của chiều rộng tính toán a , xác định đường kính tính toán của bánh đai, chiều dài và tốc độ của đai truyền.

Chiều dài tính toán của đai được giới thiệu trong bảng 7.17.

Đai kết cấu sợi bền có chiều dài đến 4000 mm được sản xuất theo thoả thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Đai cần được chế tạo vòng liền, các đường khâu của vải bọc phải khít chặt và nhẵn. Các mối nối dọc được bố trí trên bề mặt không làm việc của đai.

Hình dáng hình học của đai phải phù hợp với các yêu cầu sau: đáy lớn hình thang phải phẳng hoặc lõm, còn đáy nhỏ phải phẳng hoặc lõm; bề mặt làm việc của đai cần phải nhẵn, không có nếp gấp, vết nứt, lỗi, sợi nhô ra hoặc rìa vải thừa; các góc ở đáy của đai có thể có bán kính vẽ tròn không lớn hơn 1 mm đối với đai có mặt cắt Z, A, B và không lớn hơn 1,5 mm cho đáy lớn, 1 mm cho đáy nhỏ của đai có mặt cắt C, D, và không lớn hơn 2,5 mm cho đáy lớn, 2 mm cho đáy nhỏ của đai có mặt cắt E.

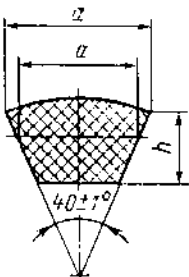
Trên bề mặt của đai cho phép có những khuyết tật không ảnh hưởng đến chất lượng sử dụng của đai, các dạng khuyết tật được qui định theo thoả thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Đai trong trạng thái làm việc không được mất tính đàn hồi và khả năng làm việc khi nhiệt độ thay đổi trong khoảng từ -30 đến $+60^{\circ}\text{C}$.

Nên ưu tiên sử dụng truyền động đai thang trong các bộ truyền có khoảng cách trục nhỏ và khi tỷ số truyền động lớn (i có thể tới 10).

Sai lệch lớn nhất giữa các chiều dài đai trong cùng một nhóm, được giới thiệu trong bảng 7.18. Sai lệch chiều dài đai và hiệu số lớn nhất giữa các chiều dài trong một bộ đai được giới thiệu trong bảng 7.19.

Bảng 7.16. Kích thước mặt cắt của đai hình thang, mm

	Ký hiệu mặt cắt	Chiều rộng tính toán a_1	Chiều rộng a	Chiều cao h
Z		8,5	10	7
A		11	13	8
B		14	17	10,5
C		19	22	13,5
D		27	32	19
E		32	38	23,5
F		42	50	30

Bảng 7.17. Chiều dài tính toán của đai hình thang, mm

Chiều dài tính toán của đai	Mặt cắt đai						
	Z	A	B	C	D	E	F
400; (425); 450; (475); 500; (530)							
560; (600); 630; (670); 710; (750)							
800; (850); 900; (950); 1000; (1060); 1120; (1180); 1250; (1320); 1400; (1500); 1600; (1700)							
1800; (1900); 2000; (2120); 2240; (2360); 2500							
(2650); 2800; (3000)							
3150; (3350); 3550; (3750); 4000							
(4250)							
4500; (4750); 5000; (5300); 5600; (6000)							
6300							
(6700); 7100; (7500); 8000; (8500); 9000; (9500); 10000; (10600)							
11200; (11800); (13200); 14000							
(15000)							
16000; (17000); 18000							
Hiệu số giữa chiều dài tính toán và chiều dài trong của đai L - L _{tr}	25	33	40	59	76	95	120
Không ưu tiên sử dụng các chiều dài tính toán của đai ghi trong ngoặc đơn.							

Bảng 7.18. Nhóm đai hình thang

Số hiệu nhóm	Chiều dài đai L, mm									
	≤950		1000-1250		1320-1600		1700-2000		2120-2500	
	Sai lệch, mm									
	dưới	trên	dưới	trên	dưới	trên	dưới	trên	dưới	trên
1	-8	-6	-9	-6	-12	-9	-15	-10	-15	-7,5
2	-5,9	-4	-5,9	-3	-8,9	-6	-9,9	-5	-7,5	0
3	-3,9	-2	-2,9	0	-5,9	-3	-4,9	0	+0,1	+7,5
4	-1,9	0	+0,1	+3	-2,9	0	+0,1	+5	+7,6	+15
5	+0,1	+2	+3,1	+6	+0,1	+3	+5,1	+10	+15,1	+22,5
6	+2,1	+4	+6,1	+9	+3,1	+6	+10,1	+15	+22,6	+30
7	+4,1	+6	+9,1	+12	+6,1	+9	+15,1	+20	-	-
8	+6,1	+8	+12,1	+15	+9,1	+12	+20,1	+25	-	-
9	+8,1	+10	-	-	+12,1	+15	-	-	-	-
10	+10,1	+12	-	-	+15,1	+18	-	-	-	-
11	+12,1	+14	-	-	-	-	-	-	-	-

Tiếp bảng 7.18

tiếp bảng 7.18

Số hiệu nhóm	Chiều dài đai L, mm							
	2650-450		4750-7100		7500-11200		11800-18000	
	Sai lệch, mm							
	dưới	trên	dưới	trên	dưới	trên	dưới	trên
1	-20	-10	-25	-12,5	-30	-15	-50	-32,5
2	-9,9	0	-12,4	0	-14,9	0	-32,4	-15
3	+0,1	+10	+0,1	+12,5	+0,1	+15	-14,9	+2,5
4	+10,1	+20	+12,6	+25	+15,1	+30	+2,6	+20
5	+20,1	+30	+25,1	+37,5	+30,1	+45	+20,1	+37,5
6	+30,1	+40	+37,6	+50	+45,1	+60	+37,6	+55
7	-	-	-	-	-	-	+55,1	+72,5
8	-	-	-	-	-	-	+72,6	+90

Bảng 7.19. Sai lệch chiều dài đai và hiệu số lớn nhất của các chiều dài trong một bộ đai*, mm

Chiều dài đai	≤950	1000-1250	1320-1600	1700-2000	2120-2500
Sai lệch chiều dài đai	+14	+15	+18	+25	+30
Hiệu số lớn nhất của các chiều dài trong một bộ đai	-8	-9	-12	-15	-15
	2	3	3	5	7,5

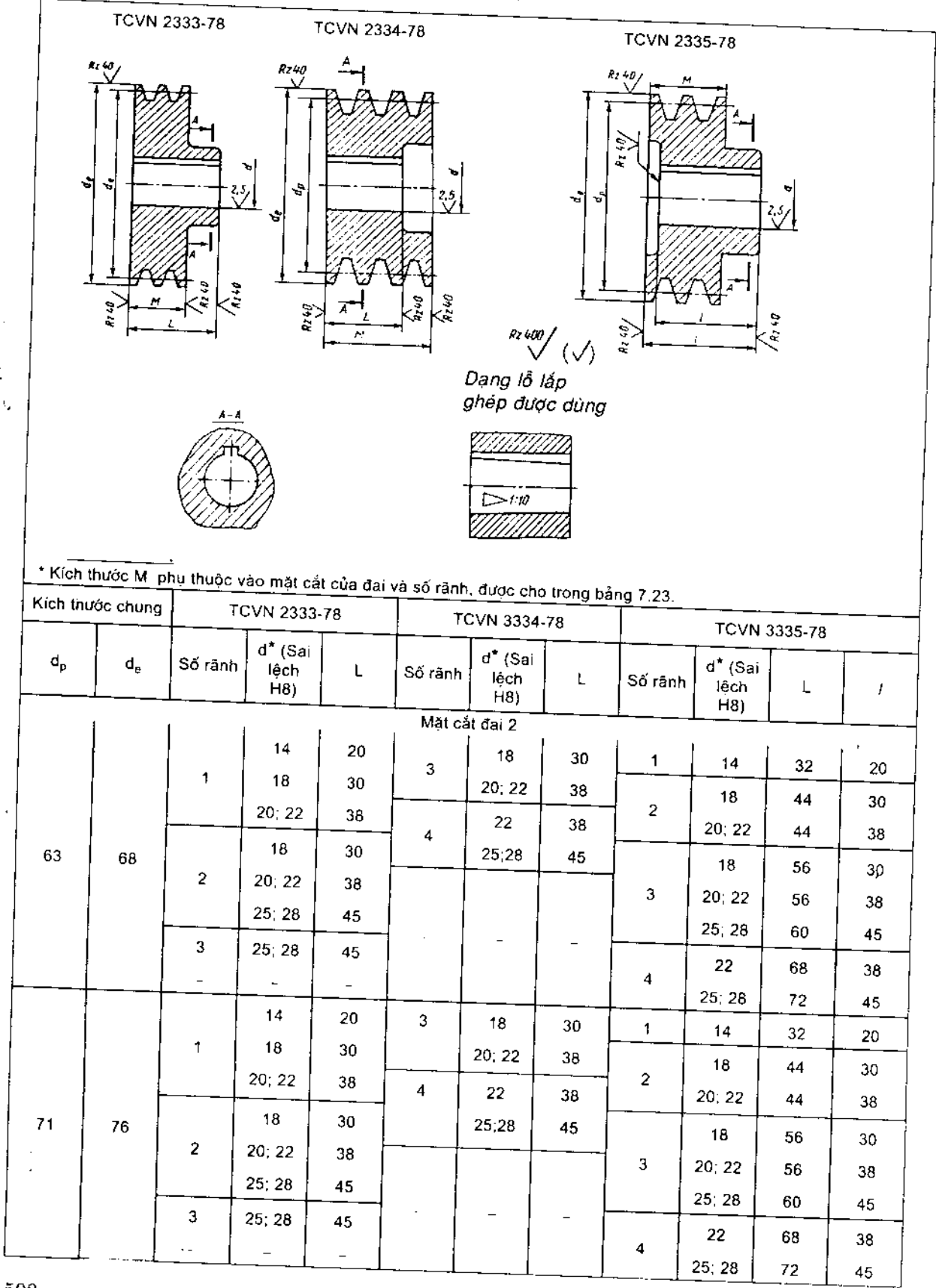
Chiều dài đai	2650-4500	4750-7100	7500-11200	11800-18000
Sai lệch chiều dài đai	+40	+50	+60	+90
Hiệu số lớn nhất của các chiều dài trong một bộ đai	-20	-25	-30	-50
	10	12,5	15	17,5

* Bộ đai là các đai hình thang lắp trên một bánh đai

2.2. Bánh đai thang

Kết cấu chung của bánh đai thang thường có 3 loại: bánh đai thang thành dày (TCVN 2333-78, TCVN 2534-78, TCVN 2355-78), bánh đai thang thành mỏng (TCVN 2339-78, TCVN 2340-78, TCVN 2341-78) và bánh đai thang có nan hoa (TCVN 2336-78, TCVN 2337-78, TCVN 2338-78). Thông số và kích thước cơ bản của các loại bánh đai thang được giới thiệu trong các bảng từ 7.20 đến 7.22.

Bảng 7.20. Thông số và kích thước cơ bản của bánh đai thang thành dây
Kích thước, mm



Tiếp bảng 7.20

Kích thước chung		TCVN 2333-78			TCVN 3334-78			TCVN 3335-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d^* (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d^* (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d^* (Sai lệch H8)	L	i
80	85	1	18	30	3	18	30	1	14	32	20
			20; 22	38		20; 22	38	2	18	44	30
			25	45		25; 28	45		20; 22	44	38
		2	18	30	4	22	38	3	18	56	30
			20; 22	38		25; 28	45		20; 22	56	38
			25; 28	45		-	-		25; 28	60	45
		3	25; 28	45	-	-	-	4	22	68	38
		-	-	-		-	-		25; 28	72	45
90	95	1	25; 28	45	3	18	30	2	18	44	30
		2	25; 28	45		20; 22	38		20; 22	44	38
		3	25; 28	45		22	38	3	18	56	30
		-	-	-	4	25; 28	45		20; 22	56	38
			-	-		-	-		25; 28	60	45
			-	-		-	-	4	22	68	38
		-	-	-		-	-		25; 28	72	45
			-	-		-	-		-	-	-
90	96,6	1	18	30	3	25; 28	45	1	18	36	30
			20; 22	38	4	28	45	2	22	38	51
			25; 28	45		32-38	60		25; 28	55	45
		2	22	38	5	28	45	3	25; 28	70	45
			25; 28	45		32-38	60		32-38	70	60
			32	60	6	35-38	60	4	28	85	45
		3	32	60		40-45	85		32-38	85	60
			35-38	60	-	-	-	5	32-38	100	60
		4	40	85		-	-		40-45	105	85
			40	85		-	-	6	35-38	115	60
		-	-	-		-	-		40-45	120	85
			-	-		-	-		-	-	-
100	106,6	1	18	30	3	25	45	1	18	36	30
			20; 22	38		28	45	2	22	51	38
			25; 28	45	4	28	45		25; 28	55	45
		2	22	38		32-38	60	3	25; 28	70	45
			25; 28	45	5	32-38	60		32-38	70	60
			32	60	6	35-38	60	4	28	85	45
		3	32	60		40-45	85		32-38	85	60
			35-38	60	-	-	-	5	32-38	100	60
		4	40	85		-	-		40-45	105	85
			40	85		-	-	6	35-38	115	60
		-	-	-		-	-		40-45	120	85
			-	-		-	-		-	-	-

* Kích thước d nên chọn theo dãy: 32; 35; 36; 38; 40; 42; 45 mm.

Bảng 7.21. Thông số và kích thước cơ bản của bánh đai thang thành mỏng.
Kích thước mm

TCVN 2339-78

TCVN 2340-78

TCVN 2341-78

Hình vẽ mặt cắt A - A và các phương án dạng lỗ lắp ghép được dùng: xem bảng 7.20

* Kích thước M phụ thuộc vào mặt cắt của đai và số rãnh được cho trong bảng 7.23

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I
80	85	1	14	20	-	-	-	-	-	-	-
90	95	1	14	20	3	18	30	-	-	-	-
			18	30		20	38				
			20; 22	38		22	38				
			25	45		22	38				
		2	18	30	4	25; 28	48				
			20; 22	38		-	-				
			25; 28	45		-	-				
100	105	1	25; 28	45	4	25; 28	45	2	18	30	44
			14	20		-	-		20; 22	38	
			18	30		-	-		25; 28	45	
			20; 22	38		-	-		25; 28	45	
		2	25; 28	45	-	-	-	3	32-38	60	72
			18	30					32-38	60	
			20; 22	38					32-38	60	
			25; 28	45					32-38	60	
		3	32-36	60				4	32-38	60	
			25; 28	45					32-38	60	

Tiếp bảng 7.21

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	f
112	117	1	14	20	4	25; 28	45	2	18	30	44
			18	30					20; 22	38	
			20; 22	38				3	25; 28	45	60
			25; 28	45					25; 28	45	
		2	18	30	-	-	-	4	25; 28	45	72
			20; 22	38					32; 38	60	
			25; 28	45				-	-	-	-
			32-36	60					-	-	
		3	25; 28	45	-	-	-	-			
			32; 38	60		-	-				
		4	32-38	60	-	-	-	-			
125	130	1	18	30	4	25; 28	15	2	18	30	44
			20; 22	38					20; 22	38	
			25; 28	45				3	25; 28	45	60
			25; 28	45					25; 28	45	
		2	18	30	-	-	-	4	25; 28	45	72
			20; 22	38					32- 38	60	
			25; 28	45				-	-	-	-
			32-36	60					-	-	
		3	25; 28	45	-	-	-	-			
			32-38	60		-	-				
		4	32-38	60	-	-	-	-			
140	145	1	118	30	4	25; 28	45	2	18	30	44
			20; 22	38					20; 22	38	
			25; 28	45				3	25; 28	45	60
			32	60					25; 28	45	
		2	20; 22	38	-	-	-	4	32 38	60	72
			25; 28	45					32 38	60	
			32-36	60				-	-	-	-
			25; 28	45					-	-	
		3	32-38	60	-	-	-	-			
			40	85		-	-				
		4	32-38	60	-	-	-	-			
40	85		-	-							

Tiếp bảng 7.21

Tiếp bảng 7.21

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78									
d _p	d _e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I						
160	165	1	118	30	4	35; 28	45	2	18	30	44						
			20; 22	38					20; 22	38							
			25; 28	45					25; 28	45							
			32	60					32; 38	60							
		2	20; 22	38				-	-	-	4	25; 28	45	72			
			25; 28	45								32; 38	60				
			32; 38	60													
		3	25; 28	45							-	-	-	-	-	-	-
			32-38	60													
			40	85													
		4	32-38	60							-	-	-	-	-	-	-
			40	85													
Mặt cắt đai A																	
112	118,6	1	18	30	3	25; 28	45				1	18	30	36			
			20; 22	38								22	38		51		
			25; 38	45								25; 28	45				
		2	22	38				5	32-38	60	3	25; 28	45	70			
			25; 28	45					35-38	60		32-38	60				
			32	60					40-48	85							
		3	32-38	60				-	-	-	4	28	45	85			
			40-45	85								32-38	60				
			40-48	85													
		4						-	-	-	5	32-38	60	100			
												40-48	85				
5			-	-	-	6	35-38	60	115								
							40-48	85									
125	131,6	1	18	30	3	25; 28	45	1	18	30	36						
			20; 22	38					22	38		51					
			25; 28	45					25; 28	45							
		2	22	38				5	32-38	60	3	25; 28	45	70			
			25; 28	45					35-38	60		32-38	60				
			32	60					40-48	85							
		3	32-38	60				-	-	-	4	28	45	85			
			40-45	85								32-38	60				
			40-48	85													
		4						-	-	-	5	32-38	60	100			
												40-48	85				
5			-	-	-	6	35-38	60	115								
							40-48	85									
-			-	-	-	-	-	-	-								

Tiếp bảng 7.21

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78					
d _p	d _e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	f		
140	146,6	1	20; 22	38	3	28	45	2	25; 28	45	5		
			25; 28	45	4	32-38	60	3	28	45	70		
			32	60	5	35-38	60		32-38	60			
		2	25; 28	45	6	38	60	4	32-38	60	85		
			32-36	60		40-48	85	5	35-38	60	100		
		3	32-38	60	-	-	-		40-48	85	105		
			40	85			38	60	115				
4; 5	40-48	85	40-48	85			120						
160	166,6	1	20; 22	38			3	28	45	2	25; 28	45	55
			25; 28	45			4	32-38	60	3	28	45	70
			32	60	5	35-38	60	32-38	60				
		2	25; 28	45	6	38	60	4	32-38	60	85		
			32-36	60		40-48	85	5	35-38	60	100		
		3	32-38	60	-	-	-		40-48	85	105		
			40	85			38	60	115				
4	40-48	85	40-55	85			120						
5	40-50		-										
180	186,6	1	20; 22	38			3	28	45	2	25; 28	45	55
			25; 28	45	4	32-38	60	3	28	45	70		
			32	60	5	35-38	60		32-38	60			
		2	25; 28	45	6	38	60	4	32-38	60	85		
			32-36	60		40-48	85	5	35-38	60	100		
		3	32-38	60	-	-	-		40-48	85	105		
			40	85			38	60	115				
4	40-48	85	40-55	85			130						
5	40-50		-	-			-	-					
200	206,6	1	20; 22	38			3	28	45	2	25; 28	45	55
			25; 28	45	4	32-38	60	3	28	45	70		
			32	60	5	35-38	60		32-38	60			
		2	25; 28	45	6	38	60	4	32-38	60	85		
			32-36	60		40-55	85	5	35-38	60	100		
		3	32-38	60	-	-	-		40-50	85	105		
			40	85			38	60	115				
4	40-48	85	40-55	85			120						
5	40-50	85	-	-			-	-					
6	60	110	-	-			-	-					

Tiếp bảng 7.21

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	J
125	133,4	Mặt cắt đại B									
		1	22	38	3	28	45	2	25; 28	45	64
			25; 28	45		32-38	60	3	28	45	83
			32-36	60		32-38	60		32-38	60	
		2	25; 28	45	5	35-38	60	4	32-38	60	102
			32-36	60		38	60		40	85	107
		3; 4	40	85	6	40-50	85	5	35-38	60	121
140	148,4	-	-	-		40-55	85		40	85	126
		1	22	38	3	25; 28	45	2	25; 28	45	64
			25; 28	45		32-38	60	3	28	45	83
			32-36	60		32-38	60		32-38	60	
		2	25; 28	45	5	40-45	85	4	32-38	60	102
			32-36	60		40-50	85		40-42	85	107
		3	40	85	7	40-55	85	5	35-38	60	121
160	168,4	4	40; 42	85		-	-		40-45	85	126
		1	22	38	3	28	45	2	25; 38	45	64
			25; 28	45		32-38	60	3	28	45	83
			32-36	60		32-38	60		32-38	60	
		2	25; 28	45	5	35-38	60	4	32-38	60	102
			32-36	60		40-48	85		40-42	85	107
		3	40	85	6	38	60	5	35-38	60	121
180	188,4	4	40; 42	85		40-50	85		40-48	85	126
		5	40	85	7	40-55	85	2	2	2	2
		-	-	-		-	-	2	25; 28	45	64
		1	22	38	3	28	45	3	28	45	83
			25; 28	45		32-38	60		32-38	60	
			32-36	60		32-38	60	4	32-38	60	102
		2	25; 28	45	5	35-38	60		40; 42	85	107
			32-36	60		40-48	85	5	35-38	60	121
		3	40	85	6	38	60		40-48	85	126
		4	40-42	85		40-50	85	-	-	-	-
		-	-	-	7	40-55	85	-	-	-	-

Tiếp bảng 7.21

Tập bảng 7.21

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78				
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I	
200	208,4	1	25; 28	45	3	32-38	60	2	28	45	64	
			32-36	60	4	35-38		3	32-38	60	83	
		2	28	45	5	38	60	4	35-38	60	102	
			32-36	60		40-50	85		40-48	85	107	
		3	40; 42	85	6	40-55	85	5	38	60	121	
		4	40-48		7	42-55			40-50	85	126	
224	232,4	1	25; 28	45	3	32-38	60	2	28	45	64	
			32-36	60	4	35-38		3	32-38	60	83	
		2	28	45	5	38	60	4	35-38	60	102	
			32-36	60		40-50	85		40-48	85	107	
		3	40; 42	85	6; 7	40-55	85	5	38	60	121	
		4	40-48		-	-	-		40-50	85	126	
250	258,4	1	25; 28	45	3	32-38	60	2	28	45	64	
			32-36	60	4	35-38		3	32-38	60	83	
		2	28	45	5	38	60	4	35-38	60	102	
			32-36	60		40-50	85		40-48	85	107	
		3	40; 42	85	6	40-55	85	5	38	60	121	
		4	40-48		7	42-55			40-50	85	126	
200	211,4	1	28	45	Mặt cắt đai C			1	28	45	54	
			32-38	60				3	38	60	2	35-38
			40-42	85	4	42-50	85	3	36; 38	60	105	
		2	32-38	60	5	45-50		4	40-50	85	110	
			40-45	85	6	50; 55;			42-50		135	
			-	-	7; 8	55	45-50		85	161		
		-	-	-	-	-	-	5	50		186	
			1	28	45	3	38	60	1	28	45	54
				32-38	60		40-50	85	2	35-38	60	80
				40	85	4	42-50	85	3	38	60	105
2	35-38		60	5	42-50	4	40-50		85	110		
	40-50		85	6	50; 55		42-50			135		
	-	-	-	7; 8	55		85	5	45-50	85	161	
-		-	-	-	6	50			186			
-		-	-	-	-	-		-	-			
-		-	-	-	-	-		-	-			

Tiếp bảng 7.21

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78					
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	/		
250	261,4	1	28	45	3	38	60	1	28	45	54		
			32-38	60		40-50	85	2	35-38	60	80		
			40	85									
		2	35-38	60	5	42-50	85	3	38	60	105		
			40-50	85		40-50		85	110				
					7	55		4	42-50		135		
					8	55		5	45-50	85	161		
280	291,4	1	28	45	3	40-55	85	1	28	45	54		
			32-38	60	4	42-55	85	2	35-38	50	80		
			40	85		60	110	3	38	60	105		
		2	35-38	60	5	45-55	85	4	40-45	85	110		
			40-50	85		60-65	110		42-55	85	135		
							6	50-55	85	60	110	140	
					7	55	85	5	45-55	85	161		
						60-65	110		60-65	110	166		
						8	55	85	6	50-55	85	186	
					8	60-65	110	7	60-65	110	192		
							55		85	212			
									60-65	110	217		
		315	326,4	1	35-38	60	3	42-55	85	2	35-38	60	80
					40-50	85	4	45-55	85	3	38	60	105
				2	38	60		60-65	110	4	40-55	85	110
					40-55	85	50-55	85	40-55		85	135	
3	60			110	60-65	110	60	110	140				
					6; 7	55	85	5	50-55	85	161		
						60-65	110	60-65	110	166			
					8	60-65	110	6	55	85	186		
						7	60-65	110	192				
				55	85		212						
						60-65	110	217					

Tiếp bảng 7.21

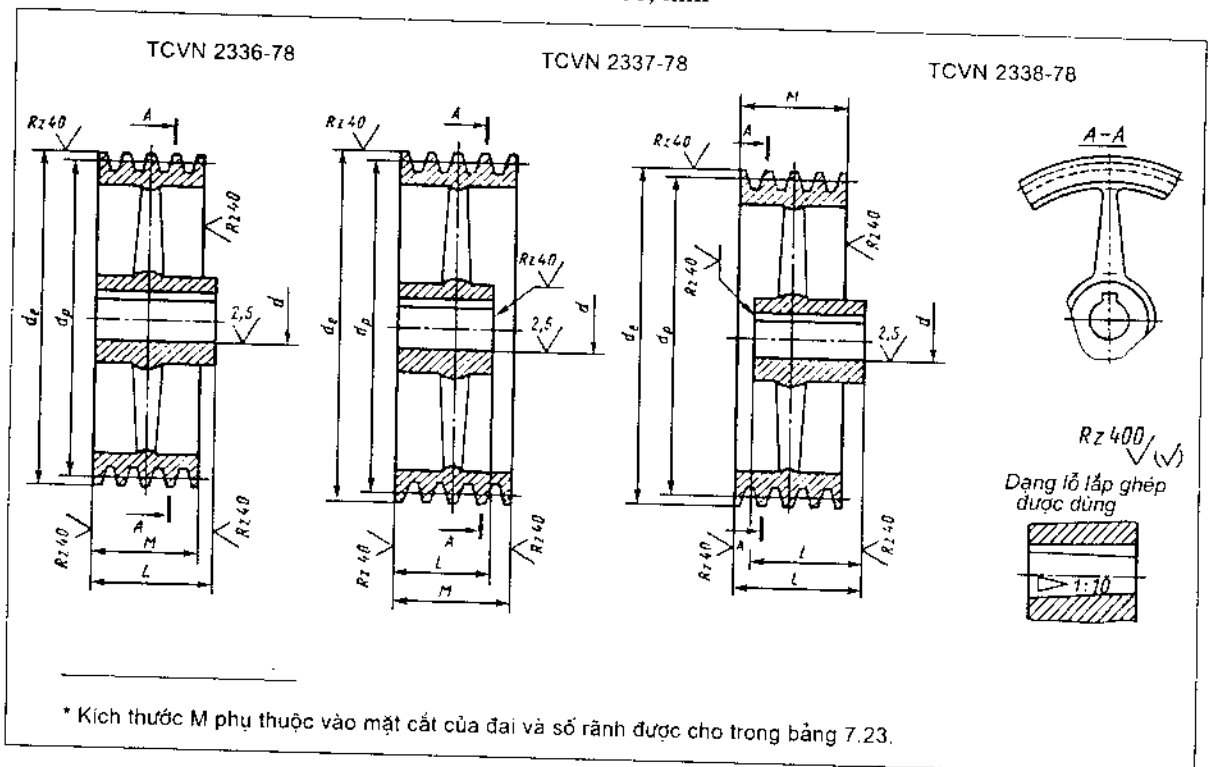
Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78							
d _p	d _e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	f				
355	366,4	1	42-50	85	3	42-55	85	3	42-55	85	110				
		2	42-55		4	45-55	85	4	45-55	85	135				
		3	60			60-65	110	60-65	110	140					
		-	-	-	5	50; 55 60-65	85 110	5	50; 55 60-70	85 110	161 166				
					6	55 60-75	85 110	6	55 60-75	85 110	186 192				
					7	55 60-75	85 110	7	55 60-75	85 110	212 217				
						80	135		8	60-75 80	110 135	242			
					8	60-75 80	110 135	8	60-75 80	110 135	-				
												-	-	-	-
					Mặt cắt đai D										
315	331,2	1	38	60	2	42-50	85	2	42-50	85	109				
			40	85	3	45-55		3	45-55		147				
		-	-	-	4	50; 55 60	85 110	4	50; 55 60	85 110	183 188				
					5	55 60	85 110	5	55 60	85 110	221 226				
					6	60-75 80	110 135	6	60-75 80	110 135	262				
					7	60-75 80; 85	110 135	7	60-75 80	110 135	300				
					8	60-75 80; 85	110 135	8	60-75 80	110 135	336				
												-	-	-	-
355	371,2	1	38	60	2	42-50	85	2	42-50	85	109				
			40	85	3	45-55		3	45-55		147				
		-	-	-	4	50; 55 60	85 110	5	50; 55 60	85 110	183 188				
					5	55 60	85 110	5	55 60	85 110	221 226				
					6	60-75 80	110 135	6	60-75 80	110 135	262				
					7; 8	60-75 80; 85	110 135	7	60-75 80	110 135	300				
							-	-	8	60-75 80	110 135	336			
												-	-	-	-

Tiếp bảng 7.21

Tiếp bảng 1.21

Kích thước chung		TCVN 2339-78			TCVN 2340-78			TCVN 2341-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I
400	416,2	1	38	60	2	42-50	85	2	40-50	85	109
			40	85	3	45-55		3	45-55	85	147
		-	-	-	4	50; 55 60	85 110	4	50; 55 60	85 110	183 188
					5	55 60	85 110	5	55 60	85 110	221 226
					6	60-75 80	110 135	6	60-75 80	110 135	262
					7; 8	60-75 80; 85	110 135	7	60-75 80	110 135	300
					-	-	-	8	60-75 80	110 135	336
					-	-	-	-	-	-	-

Bảng 7.22. Thông số và kích thước cơ bản của bánh đai thang có nan hoa



Tiếp bảng 7.21

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I
180	185	1	18	30	3	18	30	2	20; 22	38	44
			20; 22	38		20; 22	38	3	25; 28	45	60
			25; 28	45		4	25; 28	4	25; 28	45	72
			32	60							
		2	20; 22	38							
			25; 28	45							
			32-38	60							
			40	85							
		3	25; 28	45							
			32-38	60							
			40	85							
			32-38	60							
200	205	1	18	30	4	25; 28	45	2	20; 22	38	44
			20; 22	38				3	25; 28	45	60
			25; 28	45				4	25; 28	45	72
			32	60							
		2	20; 22	38							
			25; 28	45							
			32-38	60							
			40	85							
		3	25; 28	45							
			32-38	60							
			40	85							
			32-38	60							
224	229	1	20; 22	38	4	25; 28	45	2	20; 22	38	44
			25; 28	45				3	25; 28	45	60
			32-36	60				4	25; 28	45	72
			22	38							
		2	25; 28	45							
			32-38	60							
			40	85							
			25; 28	45							
		3	32-38	60							
			40	85							
			32-38	60							
			40	85							

Tiếp bảng 7.22

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	f
250	255	1	20; 22	38	4	25; 28	45	2	20; 22	38	44
			25; 28	45				3	25; 28	45	60
			32-36	60				4	25; 28	45	72
		2	20; 22	38							
			25; 28	45							
			32-38	60							
		3	40	85							
			25; 28	45							
			32-38	60							
		4	40	85							
			32-38	60							
			40	85							
280	285	1	20; 22	38	4	35-38;	60	2	20; 22	38	44
			25; 28	45	5	38		3	25; 28	45	60
			32-36	60	6	40-55		4	25; 28	45	72
		2	20; 22	38							
			25; 28	45							
			32-38	60							
		3	40	85							
			25; 28	45							
			32-38	60							
		4	40	85							
			32-38	60							
			40	85							
315	320	1	20; 22	38	4	25; 28	45	2	20; 22	38	44
			25; 28	45				3	25; 28	45	60
			32-36	60				4	25; 28	45	72
		2	20; 22	38							
			25; 28	45							
			32-36	60							
		3	25; 28	45							
			32-38	60							
			40	85							
		4	32-38	60							
			40	85							

Tiếp bảng 7.22

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I
224	230,6	Mặt cắt đại A									
		1	22	38	3	28	45	2	25; 28	45	55
			25; 28	45	4	32-38	60	3	28	45	70
		2	28	45	5	35-38	60	4	32-38	60	85
			32-36	59	6	38	60	5	35-38	60	100
		3	32-38	60		40-55	85	6	40-50	85	105
			40	85				3	35-38	60	115
		4	40-48	85				4	38	60	120
		5	40-50	85				5	40-55	85	115
								6	38	60	120
250	256,6	1	22	38	3	28	45	2	25; 28	45	55
			25; 28	45	4	32-38	60	3	28	45	70
		2	32	60	5	35-38	60	4	32-38	60	85
			25; 28	45	6	38	60	5	35	60	100
		3	32-36	60		40-55	85	6	40-50	85	105
			32-38	60				3	38	60	115
		4	40	85				4	40-55	85	120
			40-48	85				5	38	60	120
		5	40-50	85				6	40-55	85	120
280	286,6	1	25; 28	45	4	35-38	60	2	25; 28	45	55
			32-36	60	5	38	60	3	32-38	60	70
		2	25; 28	45	6	40-55	85	4	35-38	60	85
			32-36	60				5	38	60	100
		3	32-38	60				6	40-55	85	105
			40-45	85				3	40-55	85	120
		4	40-50	85				4	60	110	125
		5	40-55	85				5	38	60	100
		6	60	110				6	40-55	85	105
315	321,6	1	25; 28	45	4	35-38	60	2	25; 28	45	55
			32-36	60	5	38	60	3	32-38	60	70
		2	25; 28	45	6	40-55	85	4	35-38	60	85
			32-36	60				5	38	60	100
		3	32-38	60				6	40-55	85	105
			40-45	85				3	40-55	85	120
		4	40-50	85				4	60	110	125
		5	40-55	85				5	38	60	100
		6	60	110				6	40-55	85	105

Tiếp bảng 7.22

Tiếp bảng 7.22

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	i
355	361,6	2	38	60	4; 5	38	60	3	32-38	60	70
		3	38	60	6	40-55	85	4	35-38	60	85
			40-45	85				5	38	60	100
		4	40-50	85				6	40-55	85	105
		5	40-55	85					60	110	120
		6	60	110					60	110	125
400	406,6	2	38	60	4; 5	38	60	3	32-38	60	70
		3	38	60	6	40-55	85	4	35-38	60	85
			40-45	85				5	38	60	100
		4	40-50	85				6	40-55	85	105
		5	40-55	85					60	110	120
		6	60	110					60	110	125
450	456,6	2	38	60	4; 5	38	60	3	32-38	60	70
		3	38	60	6	40-55	85	4	35-38	60	85
			40-45	85				5	38	60	100
		4	40-50	85				6	40-55	85	105
		5	40-55	85					60	110	120
		6	60	110					60	110	125
500	506,6	3	45	85	6	45-55	85	5	45-55	85	105
		4	45-50	85				6	45-55	85	120
		5	45-55	85					60	110	125
		6	60	100							
Mặt cắt đại B											
280	288,4	1	25-28	45	3	35-36	60	2	28	45	64
			32-36	60	4	35-38	60	3	32-38	60	83
		2	28	45	5	38	60	4	35-38	60	102
			32-38	60		40-50	85		40-48	85	107
			40	85	6	40-55	85	5	38	60	121
		3	40-42	85	7	42-55	85		40-50	85	126
		4	40-48	85		60	110	6	40-55	85	145
								7	42-55	85	164
									60	110	169

Tiếp bảng 7.22

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78								
d _p	d _e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	l					
315	323,4	2	35-38	60	3	36; 38	60	3	35-38	60	83					
			40; 42	85	4	38	60	4	38	60	102					
		3	40-48	85	5	40-55	85	4	40-50	85	107					
			4		40-50	6	42-55		85	5	40-55	85	126			
		-	-	-	6	60	110	6	42-55	85	145					
					7	45-55	85		7	60	110	150				
					60; 63	110	45-55	85		164						
					-	-	-	60; 63		110	160					
					355	363,4	2	35-38		60	3	36-38	60	3	35-38	60
								40; 42	85	4	38	60	4	38	60	102
3	40-48	85	5	40-55			85	4	40-50	85	107					
	4	40-50	85	6			42-55		85	5	40-55	85	126			
-	-	-	6	60			110	6	42-55	85	145					
			7	45-55			85		7	60	110	150				
			60; 63	110			45-55	85		164						
			-	-			-	60; 63		110	169					
			400	408,4			2	35-38		60	3	36; 38	60	3	35-38	60
								40-48	85	4	38	60	4	38	60	102
3	40-48	85			5	40-55	85	4	40-50	85	107					
	4				40-48	6	42-55		85	5	40-55	85	126			
-	-	-			6	60	110	6	42-55	85	145					
					7	45-55	85		7	60	110	150				
					60; 63	110	45-55	85		164						
					-	-	-	60; 63		110	169					
					450	458,4	2	40; 42		85	5	40-55	85	4	40-50	85
							3	40-48	6		42-55	85	5	40-55	85	126
4	40-50	60	110	6			42-55	85	145							
-	-	-	7				45-55	85	7	60	110	150				
			60; 63	110			45-55	85		164						
			-	-			-	60; 63		110	169					

Tiếp bảng 7.22

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I
500	508,4	2	40-48	85	5	40; 42	85	4	40-55	85	107
		3	40-50	85	6	45-55	85	5	42-55	85	126
		4	40-55	85		60-65	110		60	110	131
		5	60	110	7	48-55	85	6	45-55	85	145
					60-65	110	60-65	110	150		
		-	-	-	-	-	-	7	48-55	85	164
560	568,4								60-65	110	169
		2	40-48	85	5	40; 50	85	4	40-55	85	107
		3	40-50	85	6	45-55	85	5	42-55	85	126
		4	40-55	85		60-65	110		60	110	131
		5	60	110	7	48-55	85	6	45-55	85	145
					60-65	110	60-65	110	150		
			-	-	-	7	48-55	85	164		
								60-65	110	169	
Mặt cắt đai C											
400	411,4	2	42-55	85	3	42-55	85	3	42-48	85	106
		3	60	110	4	48-55	85	4	45-55	85	135
						60-65	110		60; 63	110	140
		-	-	5	50; 55	85	5	50; 55	85	161	
				60-70	110	60-65	110	166			
				6	55	85	6	55	85	186	
60-75	110			60-70	110	192					
7	55	85	7	55	85	212					
60-75	110	60-75	110	217							
80	135	80	135	217							
8	60-75	110	8	60-75	110	242					
	80	135		80	135						
450	461,4	2	42-55	85	3	42-55	85	4	42-55	85	135
		3	60	110	60-65	10	140				
		-	-	4	45-55	85	5	50; 55	85	161	
				60-65	110	60-70		110	166		
450	461,4				5	50; 55	85	6	55	85	186
					60-70	110	60-75	110	192		
		-	-	-	6	55	85	7	55	85	212
					60-75	110	60-75		110	217	
		80	135	80	135	80	135	217			
		8	60-75	110	8	60-75	110	242			
	80	135		80	135						

Tiếp bảng 7.22

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78			
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	I
500	511,4	2	55	85	3	45-55	85	3	55	85	110
		3	60	110	4	55 60-65	85 110	4	55 60-65	85 110	135 140
		-	-	-	5	55 60-70	85 110	5	55 60-70	85 110	161 166
					6	55 60-75	85 110	6	55 60-75	85 110	186 192
					7	55 60-75 80	85 110 135	7	55 60-75 80	85 110 135	212 217 217
					8	60-75 80	110 135	8	60-80	110	242
					4	60-70	110	4	60-70	110	140
								5	60-75	110	166
								6	60-75 80	110 135	192
								7	60-75 80	110 135	217
560	571,4	2	60	110	4	60-70	110	4	60-70	110	140
		3	60-65		5	60-75		5	60-75		166
		-	-	-	6; 7; 8	60-75 80	110 135	6	60-75 80	110 135	192
					-	-	-	7	60-75 80	110 135	217
								8	60-75 80	110 135	242
					-	-	-	-	-	-	-
630	641,4	2	60	110	4	60-70	110	4	60-70	110	140
		3	60-65		5	60-75		5	60-75		166
		-	-	-	6; 7; 8	60-75 80	110 135	6	60-75 80-135	110 135	192
					-	-	-	7	60-75 80-135	110 135	217
								8	60-75 80	110 135	242
					-	-	-	-	-	-	-
710	721,4	2	60	110	4	60-70	110	4	60-70	110	140
		3	60-65		5	60-75		5	60-75		166
		-	-	-	6; 7; 8	60-75 80	110 135	6	60-75 80	110 135	192
					-	-	-	7	60-75 80	110 135	217
								8	60-75 80	110 135	242
					-	-	-	-	-	-	-

Tiếp bảng 7.22

Tiếp bảng 7.22

Kích thước chung		TCVN 2336-78			TCVN 2337-78			TCVN 2338-78					
d_p	d_e	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	Số rãnh	d (Sai lệch H8)	L	i		
800	811,4	2	60	110	4	60-70	110	4	60-70	110	140		
		3	60-65		5	60-75		5	60-75	110	166		
		-	-		-	6; 7; 8		60-75 80	6	60-75 80	110 135	192	
						7		60-75 80	110 135	217			
						8		60-75 80	110 135	242			
900	911,4	2	60	110	4	60-70	110	4	60-70	110	140		
		3	60-65		5	60-75		5	60-75	110	166		
		-	-		-	6; 7; 8		60-75 80	6	60-75 80	110 135	192	
						7		60-75 80	110 135	217			
						8		60-75 80	110 135	242			
1000	1011,4	2	60	110	4	60-70	110	4	60-70	110	140		
		3	60-65			60-75		5	60-75	110	166		
		-	-		-	5		60-75	6	60-75 80	110 135	192	
						6; 7; 8		60-75 80	110 135	7	60-75 80	110 135	217

Các TCVN 2336-78, TCVN 2337-78 và TCVN 2338-78 còn qui định thông số cơ bản và kích thước cho bánh đai dùng cho đai hình thang có mặt cắt D

Bảng 7.23. Kích thước M^* phụ thuộc vào mặt cắt đai và số rãnh trên bánh đai, mm

Mặt cắt đai	M khi số rãnh							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	16	28	40	52	–	–	–	–
A	20	35	50	65	80	95	–	–
B	25	44	63	82	101	120	139	–
C	34	59,5	85	110,5	136	161,5	187	212,5
D	48	85	122	159	196	233	270	307

* Hình vẽ: xem trong các bảng 7.20 đến 7.22

Bảng 7.24. Đường kính tính toán ưu tiên của bánh đai và sai lệch cho phép Δd_p , mm

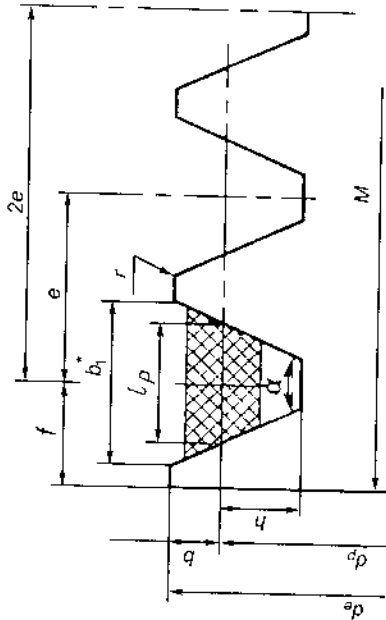
d_p	Δd_p	d_p	Δd_p	d_p	Δd_p	d_p	Δd_p
63	+0,8	200	+2	560	+5	1800	+8
71		224		630		2000	
80		250		710		2240	
				800		2500	
90	+1	280	+3	900	+6	2800	+9
100		315		1000		3150	
112		355		1120			
125	+1,5	400	+4	1250	+7	3550	+10
140		450		140		4000	
160		500					
180				1600			

Bảng 7.25. Độ khác biệt $\delta \Delta d_p$ trong các đường kính tính toán của bánh đai và đường kính tính toán bánh đai nhỏ
Kích thước, mm

Mặt cắt đai	$\delta \Delta d_p$		Đường kính tính toán nhỏ nhất của bánh đai	Mặt cắt đai	$\delta \Delta d_p$		Đường kính tính toán nhỏ nhất của bánh đai
	Đối với $d_p < 500$	Đối với $d_p > 500$			Đối với $d_p < 500$	Đối với $d_p > 500$	
Z	0,2	–	63	D	0,5	1	315
A	0,2	0,4	90	E	0,6	1,2	500
B	0,2	0,4	125	F		1,6	600
C	0,3	0,6	200				

Để đạt được thời gian sử dụng lớn và hiệu suất của truyền động η cao, có thể chọn bánh đai nhỏ (bảng 7.25) lớn hơn khi kích thước của truyền động cho phép nhưng tốc độ của đai truyền không vượt quá 25m/s đối với đai có mặt cắt Z, A, B, B, C và 30m/s đối với đai có mặt cắt D, E, F.

Bảng 7.26. Profil của rãnh bánh đai. Kích thước, mm



l_p - Chiều rộng tính toán của rãnh bánh đai; d_p - đường kính tính toán của bánh đai; α - góc của rãnh; M - chiều rộng của bánh đai được xác định theo công thức $M = (n-1)e + 2f$
trong đó n - số đai trong truyền động; e - khoảng cách giữa các trục của rãnh; f - khoảng cách giữa trục của rãnh liên kế mặt mút và mặt mút của bánh đai.

* Kích thước tham khảo

Mặt cắt đai theo TCVN 1284-68	Mặt cắt đai theo TCVN 2332-78	l_p	b	n , không nhỏ hơn	e	f	r	$\alpha = 34^\circ$		$\alpha = 36^\circ$		$\alpha = 38^\circ$		$\alpha = 40^\circ$	
								d_p	b_1	d_p	b_1	d_p	b_1	d_p	b_1
O	Z	8,5	2,5	7,0	$12,0 \pm 0,3$	$8,0 - 1$	0,5	63-71	10,0	80-100	10,1	112-160	10,2	≥ 180	10,3
A	A	11,0	3,3	8,7	$15,0 \pm 0,3$	$10,0 - 2$	1,0	90-112	13,1	125-160	13,3	180-400	13,4	> 450	13,5
B	B	14,0	4,2	10,8	$19,0 \pm 0,4$	$12,5 - 2$	1,0	125-160	17,0	180-224	17,2	250-500	17,4	≥ 560	17,6
B	C	19,0	5,7	14,3	$25,5 \pm 0,5$	$17,0 - 2$	1,5	-	-	200-315	22,9	355-630	23,1	≥ 710	23,3
F	D	27,0	8,1	19,9	$37,0 \pm 0,6$	$24,0 - 3$	2,0	-	-	315-450	32,5	500-900	32,8	≥ 1000	33,2
D	E	32,0	9,6	23,4	$44,5 \pm 0,7$	$29,0 - 4$	2,0	-	-	500-560	38,5	630-1120	38,9	≥ 1250	39,3
E	-	42,0	12,5	30,5	$58,0 \pm 0,8$	$38,0 - 5$	2,5	-	-	-	-	800-1400	50,6	≥ 1600	51,1

1. Các kích thước b , b_1 và e không áp dụng cho các bánh đai hàn từ thép tấm và bánh đai cho truyền động chéo.
2. Sai lệch giới hạn của khoảng cách giữa rãnh đầu tiên và rãnh thứ hai bất kỳ trong bánh đai có nhiều rãnh không vượt quá sai lệch giới hạn được cho đối với kích thước e .

2.3. Yêu cầu kỹ thuật của bánh đai

1) Bánh đai phải được chế tạo bằng vật liệu bảo đảm thực hiện được các kích thước yêu cầu và sự làm việc của bánh đai trong các điều kiện sử dụng (lực, nhiệt độ, mài mòn).

2) Kích thước của prôfin rãnh bánh đai phải phù hợp với hình vẽ và chỉ dẫn trong bảng 7.26.

Đường kính tính toán của bánh đai lớn hơn 1000 mm nên chọn theo dãy R20 theo TCVN 142-61. Không nên sử dụng các bánh đai có đường kính tính toán lớn hơn 2500 mm.

3) Sai lệch giới hạn của đường kính tính toán d_p theo c11. Sai lệch giới hạn của đường kính ngoài d_e theo h11.

Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: lỗ – theo H14; trục – theo h14; các kích thước khác – theo Js16.

Sai lệch giới hạn của góc lỗ côn theo cấp chính xác 6, TCVN 260-67

Sai lệch giới hạn của chiều dài moayơ L đối với bánh đai có lỗ lắp ghép côn không được vượt quá h12.

4) Sai lệch giới hạn của các kích thước các bề mặt không gia công đối với bánh đai:

bằng gang – theo cấp chính xác 3, TCVN 385-70

bằng thép – theo cấp chính xác 3, TCVN 2344-78;

bằng các vật liệu khác: đến 500 mm – theo cấp chính xác IT16, trên 500 mm – theo cấp chính xác IT15 (TCVN 2244-99)

5) Độ đảo hướng tâm của bề mặt đường kính ngoài so với đường tâm của lỗ lắp ghép không được lớn hơn cấp chính xác IX theo TCVN 384-93.

Độ đảo mặt mút của vành bánh đai và moayơ so với đường tâm của lỗ lắp ghép không được lớn hơn cấp chính xác X theo TCVN 384-93.

6) Sai lệch giới hạn của góc rãnh đối với bánh đai gia công không được lớn hơn:

1° – đối với đai truyền có mặt cắt Z, A, B

30' – đối với đai truyền có mặt cắt C, D, E

Độ đảo bề mặt côn làm việc của rãnh bánh đai cho 100 mm đường kính bánh đai được đo vuông góc với mặt côn sinh không được lớn hơn:

0,20 mm khi tần số quay của bánh đai đến $8s^{-1}$

0,15mm khi tần số quay của bánh đai $8 < 16s^{-1}$

0,10 mm khi tần số quay của bánh đai lớn hơn $16s^{-1}$

7) Trên bề mặt làm việc của rãnh bánh đai không được rõ, có bọt khí, vết xước và vết lõm sau khi gia công cơ.

Sửa chữa các khuyết tật của bánh đai gang và thép có thể được thực hiện bằng hàn hơi, hàn đồng, hàn hợp chất gốc nhựa và êpôxy bảo đảm khả năng làm việc của rãnh không thấp hơn khi hàn đồng.

8) Độ nhám bề mặt làm việc của rãnh không được lớn hơn $R_a = 2,5 \mu m$ theo TCVN 2511-95.

9) Kích thước rãnh then bằng đối với bánh đai có lỗ hình trụ theo TCVN 2261-77, có lỗ côn theo TCVN 4216-86 (Mối ghép then bằng dẫn hướng được cố định vào trục).

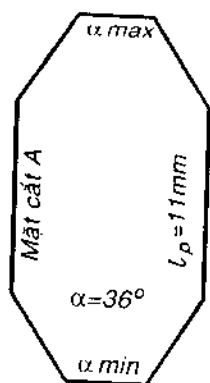
10) Mỗi bánh đai khi làm việc với tốc độ lớn hơn 5m/s cần được cân bằng. Mức chính xác cân bằng tĩnh được giới thiệu trong bảng 7.27.

Bảng 7.27. Mức chính xác cân bằng tĩnh của bánh đai thang

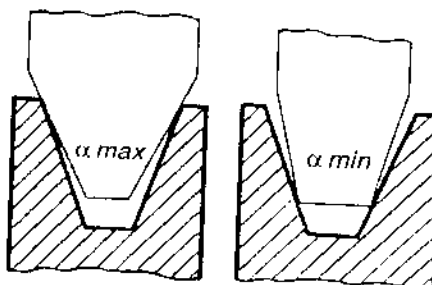
Tốc độ vòng của bánh đai, m/s	Lượng mất cân bằng cho phép, g.m	Ghi chú
Từ 1 đến 10	6	Lượng mất cân bằng tính toán có thể được qui định theo tính toán 0,05 mg cho mỗi kilogam khối lượng của bánh đai.
Trên 10 " 15	3	
" 15 " 20	2	
" 25	1	

2.4. Phương pháp kiểm tra các rãnh bánh đai

1) Góc rãnh α được kiểm tra bằng calíp góc giới hạn theo hình 7.5 và 7.6. Sai lệch giới hạn trên và dưới của calíp góc phải phù hợp với góc rãnh của bánh đai có tính đến dung sai lớn nhất và nhỏ nhất.



Hình 7.5. Calíp góc giới hạn để kiểm tra rãnh bánh đai



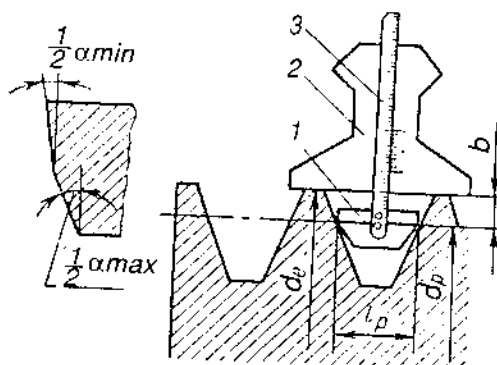
Hình 7.6. Vị trí của calíp góc giới hạn trong rãnh bánh đai

Góc các rãnh bánh đai có thể được kiểm tra bằng thước đo sâu (hình 7.7)

2) Đường kính tính toán d_p của bánh đai có thể được xác định theo hai phương pháp:

Phương pháp A. Để xác định đường kính tính toán của d_p của bánh đai có thể đo đường kính ngoài d_o và chiều cao rãnh b .

Chiều cao rãnh b ứng với chiều



Hình 7.7. Thước đo sâu để kiểm tra góc rãnh: 1- đầu đo; 2- phần cố định; 3- phần di động

rộng tính toán l_p được đo bằng thước đo sâu (hình 7.7).

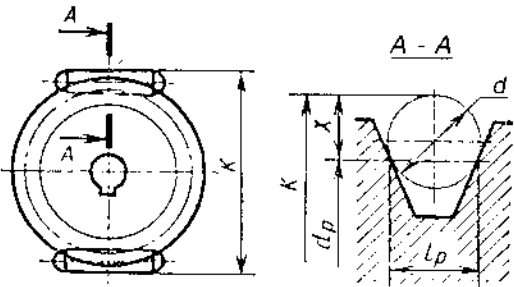
Phương pháp B. Đường kính tính toán của bánh đai được xác định theo công thức $d_p = d_e - 2b$.

Đường kính tính toán d_p của bánh đai được xác định bằng hai con lăn trụ (hình 7.8).

Sự tiếp xúc của các con lăn với hai mặt bên của rãnh diễn ra tại vị trí tương ứng với đường kính tính toán hoặc rất gần với vị trí này.

Đường kính tính toán của bánh đai được xác định theo công thức,

$$d_p = K - 2x$$



Hình 7.8. Sơ đồ xác định đường kính tính toán d_p bằng 2 con lăn trụ

Đường kính của các con lăn d và kích thước x được cho trong bảng 7.28.

Bảng 7.28. Đường kính con lăn d và kích thước x , mm

Mặt cắt đai theo I' OCT 1284-68	Mặt cắt đai theo TCVN 2332-78	Giới thiệu		Cho phép		Mặt cắt đai theo I' OCT 1284-68	Mặt cắt đai theo TCVN 2332-78	Giới thiệu		Cho phép	
		d	x	$d_{0,05}$	x			d	x	$d_{0,05}$	x
O	Z	9 _{0,05}	6,0	9	6,0	Г	D	28,5 _{0,05}	18,8	28	17,7
A	A	11,6 _{0,05}	7,6	12	8,5	Д	E	33,8 _{0,05}	22,3	34	22,6
B	B	14,7 _{0,05}	9,6	15	10,2	E		44,5 _{0,05}	29,6	45	30,6
B	C	20,0 _{0,05}	13,1	20	13,1						

2.5. Tính toán thiết kế truyền động đai hình thang

Công suất được truyền của truyền động đai hình thang tính theo công thức sau:

$$N = N_n k_1 k_2 z$$

trong đó N_n - công suất được truyền bởi một đai, kW; khi góc ôm $\alpha = 180^\circ$, chế độ làm việc không có va đập và rung, N_n được chọn không được lớn hơn các giá trị được cho trong bảng 7.29.

k_1 - hệ số phụ thuộc vào góc ôm (bảng 7.30)

k_2 - hệ số tính đến đặc tính của tải trọng và chế độ làm việc (bảng 7.31);

z - số đai trong bộ truyền động

Công suất truyền động khi làm việc với hai bánh đai được tính toán cho bánh đai có đường kính tính toán nhỏ hơn, còn khi làm việc với một số đai, công suất truyền động được tính toán cho bánh đai chủ động. Khả năng truyền công suất yêu cầu cần được kiểm tra bổ sung thêm đối với bánh đai bị động có góc ôm nhỏ hoặc đường kính nhỏ hơn so với bánh đai chủ động.

Mặt cắt của đai phụ thuộc vào tốc độ của đai và công suất được truyền được chọn theo bảng 7.32.

Khoảng cách trục trong truyền động gồm hai bánh đai l:

$$l = kd_{pl}$$

trong đó d_{pl} – đường kính tính toán của bánh đai lớn;

k – hệ số, chọn theo bảng 7.33, phụ thuộc vào tỷ số truyền.

Khoảng cách trục nhỏ nhất cho phép được xác định theo công thức

$$l_{min} = 0,55 (d_{pl} + d_{pn}) + h$$

trong đó d_{pn} – đường kính tính toán của bánh đai nhỏ;

h – chiều cao của đai.

Khoảng cách trục lớn nhất được xác định theo công thức

$$l_{max} = 2(d_{pl} + d_{pn})$$

Theo khoảng cách trục đã chọn sơ bộ, xác định chiều dài tính toán của đai truyền.

$$L = 2l + W + \frac{y}{1}$$

trong đó

$$W = \left(\frac{d_{pl} + d_{pn}}{2} \right) \pi \text{ và } y = \left(\frac{d_{pl} - d_{pn}}{2} \right)^2$$

Chiều dài tính toán của đai truyền được làm tròn tới giá trị gần nhất theo bảng 7.17. Sau đó xác định khoảng cách trục chính xác của truyền động

$$l = 0,25[(L - W) + \sqrt{(L - W)^2 - 8y}]$$

Để bù trừ những sai lệch có thể có so với chiều dài danh nghĩa của đai do đai giãn trong quá trình sử dụng cũng như để lắp các đai mới dễ dàng, khoảng cách trục của các bánh đai phải điều chỉnh được. Việc điều chỉnh tăng hay giảm khoảng cách trục phải được xác định bằng chiều dài tính toán của đai.

Xét đến dung sai âm về chiều dài, sự co ngót lại của đai khi không làm việc và để lắp đai vào bánh đai dễ dàng, khoảng cách trục phải có khả năng giảm đi 2% khi chiều dài đai tới 2m, và 1% khi chiều dài đai lớn hơn 2m, và có thể điều chỉnh tăng khoảng cách trục tới 5,5% chiều dài của đai L .

Bảng 7.29. Công suất N_o , được truyền bởi một đai

Mặt cắt đai	Đường kính tính toán bánh đai nhỏ, mm	Công suất, kW, khi tốc độ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Z	63	0,08	0,15	0,23	0,29	0,36	0,42	0,49	0,56	0,62	0,69	0,75	0,92	0,90	0,96	1,03
	71	0,10	0,17	0,24	0,32	0,39	0,47	0,55	0,63	0,71	0,78	0,85	0,93	1,00	1,07	1,15
	80	0,11	0,20	0,29	0,37	0,45	0,53	0,61	0,69	0,77	0,85	0,92	1,00	1,07	1,15	1,21
	90 và lớn hơn	0,12	0,21	0,31	0,41	0,49	0,58	0,67	0,76	0,85	0,93	1,03	1,11	1,19	1,27	1,33
A	90	0,22	0,37	0,52	0,66	0,74	0,88	1,03	1,10	1,25	1,33	1,40	1,47	1,54	1,62	1,69
	100	0,22	0,37	0,52	0,66	0,81	0,96	1,10	1,18	1,38	1,40	1,47	1,62	1,77	1,84	1,87
	112	0,22	0,37	0,52	0,66	0,81	0,96	1,10	1,25	1,40	1,47	1,54	1,69	1,84	1,90	2,03
	125 và lớn hơn	0,29	0,44	0,59	0,74	0,96	1,10	1,25	1,40	1,54	1,69	1,84	1,99	2,06	2,20	2,29
B	125	-	0,59	0,74	0,96	1,10	1,33	1,47	1,69	1,92	2,06	2,28	2,42	2,65	2,70	2,88
	140	-	0,66	0,81	1,08	1,25	1,40	1,62	1,84	2,06	2,23	2,42	2,65	2,80	3,02	3,16
	160	-	0,74	0,96	1,18	1,40	1,62	1,84	1,99	2,20	2,50	2,72	2,94	3,16	3,40	3,60
	180 và lớn hơn	-	0,81	1,10	1,33	1,55	1,77	1,99	2,20	2,50	2,72	2,92	3,16	3,40	3,60	3,82
C	200	-	1,03	1,40	1,77	2,14	2,50	2,80	3,10	3,40	3,68	3,98	4,35	4,64	4,94	5,28
	224	-	1,10	1,62	2,06	2,42	2,88	3,16	3,54	3,90	4,27	4,64	5,00	5,38	5,67	5,97
	250	-	1,25	1,77	2,20	2,65	3,10	3,54	3,90	4,27	4,64	5,10	5,45	5,82	6,12	6,34
	280 và lớn hơn	-	1,33	1,84	2,36	2,88	3,32	3,76	4,20	4,57	5,00	5,45	5,90	6,34	6,70	7,07
D	315	-	-	-	-	4,71	5,45	6,25	7,00	7,65	8,45	9,19	9,70	10,20	10,70	11,02
	355	-	-	-	-	5,15	5,96	6,85	7,65	8,39	9,20	9,89	10,44	11,04	11,54	12,08
	400	-	-	-	-	5,59	6,48	7,38	8,24	9,19	10,08	10,90	11,54	12,20	12,88	13,52
	450 và lớn hơn	-	-	-	-	6,10	6,94	7,93	8,90	9,92	10,98	11,78	12,50	13,32	13,90	14,56
E	500	-	-	-	-	7,35	8,75	10,02	11,56	12,30	14,00	15,00	15,98	16,90	17,65	18,40
	560	-	-	-	-	8,45	9,87	11,25	12,60	13,90	15,25	16,40	17,45	18,40	19,20	20,00
	630	-	-	-	-	9,43	10,75	12,08	13,40	14,72	16,08	17,35	18,70	20,20	21,20	22,30
	710 và lớn hơn	-	-	-	-	9,80	11,48	13,19	14,90	16,50	18,00	19,50	21,00	21,60	22,90	24,10
F	800	-	-	-	-	11,75	13,80	15,90	17,90	19,80	21,80	23,70	25,60	27,50	29,30	31,00
	900	-	-	-	-	13,10	15,45	17,80	20,20	23,10	25,20	27,20	29,10	31,10	32,90	34,60
	1000 và lớn hơn	-	-	-	-	14,35	16,90	19,50	22,10	24,60	27,20	29,80	32,00	34,20	36,40	38,20

Tiếp bảng 7.29

Mặt cắt đai	Đường kính tính toán bánh đai nhỏ, mm	Công suất, kW, khi tốc độ														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Z	63	1,09	1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,26	1,24	1,20	1,18	-	-	-	-	-
	71	1,22	1,27	1,30	1,34	1,38	1,43	1,39	1,34	1,32	1,26	-	-	-	-	-
	80	1,27	1,33	1,39	1,45	1,51	1,55	1,55	1,55	1,51	1,47	-	-	-	-	-
	90 và lớn hơn	1,40	1,47	1,55	1,60	1,67	1,74	1,78	1,74	1,65	1,62	-	-	-	-	-
A	90	1,77	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,80	1,75	1,69	-	-	-	-	-
	100	1,91	1,95	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,91	1,91	-	-	-	-	-
	112	2,12	2,20	2,29	2,33	2,41	2,41	2,41	2,41	2,33	2,29	-	-	-	-	-
	125 và hơn hơn	2,33	2,41	2,50	2,57	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	2,65	-	-	-	-	-
B	125	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94	2,88	2,88	2,72	2,65	2,50	-	-	-	-	-
	140	3,32	3,46	3,54	3,60	3,60	3,60	3,54	3,46	3,40	3,24	-	-	-	-	-
	160	3,76	3,90	4,05	4,20	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	4,35	-	-	-	-	-
	180 và lớn hơn	4,05	4,27	4,42	4,57	4,71	4,85	4,94	4,94	4,94	4,94	-	-	-	-	-
C	200	5,52	5,82	6,00	6,19	6,25	6,25	6,19	6,12	6,05	5,90	-	-	-	-	-
	224	6,25	6,55	6,78	7,00	7,15	7,15	7,15	7,00	6,85	6,70	-	-	-	-	-
	250	6,63	6,94	7,15	7,38	7,50	7,70	7,73	7,73	7,73	7,73	-	-	-	-	-
	280 và lớn hơn	7,29	7,40	7,58	7,65	7,80	7,95	8,02	8,10	8,10	8,10	-	-	-	-	-
D	315	11,40	11,62	11,78	11,90	11,90	11,82	11,62	11,40	11,10	10,08	-	-	-	-	-
	355	12,50	13,00	13,30	13,52	13,72	13,82	13,82	13,72	13,60	13,32	12,92	12,54	-	-	-
	400	14,00	14,62	15,00	15,42	15,72	16,08	19,19	16,19	16,03	15,80	15,38	15,00	14,70	14,41	14,01
	450 và lớn hơn	15,14	15,72	16,19	16,60	17,00	17,25	17,25	17,45	17,45	17,25	17,20	16,90	16,55	16,19	15,72
E	500	19,00	19,50	19,85	20,22	20,46	20,46	20,46	20,46	20,46	20,46	20,46	-	-	-	-
	560	20,80	21,60	22,40	23,00	23,60	23,85	24,20	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	24,30	-	-
	630	23,20	24,00	24,80	25,70	26,50	27,00	27,30	27,30	27,50	27,50	27,60	27,60	27,60	27,60	27,60
	710 và lớn hơn	25,20	26,20	27,20	28,20	29,00	29,70	30,20	30,40	30,80	31,20	31,40	31,70	31,80	31,80	31,80
F	800	32,40	33,80	35,00	35,90	36,80	37,50	38,20	38,90	39,80	39,70	40,00	40,30	40,50	40,70	40,70
	900	36,00	37,30	38,40	39,50	40,60	41,00	42,60	43,40	44,10	44,90	45,60	46,00	46,30	46,30	46,30
	1000 và lớn hơn	40,10	41,60	42,70	43,70	44,90	46,00	47,10	47,80	48,60	49,30	50,00	50,80	51,50	51,50	51,50

Chú thích: Công suất cho trong bảng dùng cho đai có lớp chịu kéo làm bằng sợi tự nhiên. Trong trường hợp sử dụng sợi tổng hợp, trị số công suất có thể được tăng lên 10%.

Bảng 7.30. Hệ số góc ôm k_1

Góc ôm α , độ											
180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70
Hệ số góc ôm k_1											
1,00	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	0,78	0,74	0,68	0,62	0,56

Góc ôm α trong truyền động có hai bánh đai được xác định

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \left(\frac{d_{pl} - d_{pn}}{l} \right)$$

Nên dùng góc ôm $\alpha > 120^\circ$.

Bảng 7.31. Hệ số k_2

Tính chất của tải trọng	Loại máy	Kiểu động cơ điện								
		Xoay chiều 1 pha, 3 pha, khởi động bằng biến thể tự ngẫu hoặc đổi nối sao - tam giác; một chiều mắc Sun; máy hơi nước hoặc động cơ đốt trong có trên 4 xylanh, tuabin			Xoay chiều có momen khởi động lớn; một chiều kích thích hỗn hợp; máy hơi nước hoặc động cơ đốt trong có 2 hoặc 3 xylanh			Xoay chiều rôto ngắn mạch, khởi động trực tiếp hoặc có rôto lồng sóc kép; một chiều kích thích nối tiếp; động cơ đốt trong 1 xylanh có khớp khởi động		
		Số lượng ca làm việc								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tải trọng khởi động nhẹ đến 120% tải trọng bình thường. Các tải trọng làm việc không thay đổi	Máy phát điện nhẹ, máy bơm và máy nén khí ly tâm kiểu quay, băng tải kiểu đai, máy tiện, máy khoan, máy mài, máy quạt lúa, máy phân ly, máy sàng nhỏ	1,00	0,87	0,72	0,92	0,80	0,66	0,84	0,73	0,60
Tải trọng khởi động đến 150% tải trọng bình thường. Tải trọng làm việc có chấn động nhỏ.	Máy phát điện, máy bơm và máy nén khí có từ 3 xylanh trở lên, quạt gió và máy thông gió, máy vận chuyển băng xích, máy nâng, máy phay, máy phay răng, máy rovonve, máy cưa đĩa làm nghiệp, trục truyền chung, máy kéo sợi, sản xuất giấy, máy chế biến thực phẩm, bánh kẹo, máy sàng lớn, lò đốt tự quay.	0,92	0,80	0,66	0,84	0,73	0,60	0,78	0,68	0,56

Tiếp bảng 7.31

Tính chất của tải trọng	Loại máy	Kiểu động cơ điện								
		Xoay chiều 1 pha, 3 pha, khởi động bằng biến thể tự ngẫu hoặc đổi nối sao - tam giác; một chiều mắc Sun; máy hơi nước hoặc động cơ đốt trong có trên 4 xy lanh, tuabin			Xoay chiều có momen khởi động lớn; một chiều kích thích hỗn hợp; máy hơi nước hoặc động cơ đốt trong có 2 hoặc 3 xy lanh			Xoay chiều rôto ngắn mạch, khởi động trực tiếp hoặc có rôto lồng sóc kép, một chiều kích thích nối tiếp; động cơ đốt trong 1 xy lanh có khớp khởi động		
		Số lượng ca làm việc								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tải trọng khởi động tới 200% tải trọng bình thường. Tải trọng làm việc có chấn động lớn	Máy bơm pittông và máy nén có 1 hoặc 2 xy lanh, quạt máy và máy thông gió cỡ lớn, guồng xoắn vít, máy nạo vét, máy nghiền, máy bào, máy xọc, máy mài sắc, máy ép vít và lệch tâm có bánh đà tương đối lớn, máy dệt và máy kéo sợi, máy cán bông, máy đóng cọc	0,84	0,73	0,60	0,78	0,68	0,56	0,71	0,62	0,51
Tải trọng khởi động tới 300% tải trọng bình thường. Tải trọng làm việc rất không đều và có va đập	Máy nâng, máy đào đất, máy xúc, máy ép vít và lệch tâm có bánh đà tương đối nhỏ, máy cửa cắt, máy búa, máy nghiền trục, máy nhào đất sét, máy nghiền bi, máy đập, máy đột dập	0,78	0,68	0,56	0,71	0,62	0,51	0,61	0,53	0,44

Bảng 7.32. Chọn mặt cắt của đai

Công suất được truyền kW	Mặt cắt đai nên dùng khi tốc độ đai, m/s			Công suất được truyền kW	Mặt cắt đai nên dùng khi tốc độ đai, m/s		
	≤5	5-10	10-15		≤5	5-10	10-15
≤1	Z, A	Z, A	Z	15-30	-	C, D	C, D
1-2	z, A, B	Z, A	Z, A	30-60	-	D, E	C, D
2-4	A, B	Z, A, B	Z, A	60-120	-	E	D, E
4-7,5	B, C	A, B	A, B	120-200	-	E	D, E
7,5-15	C	B, C	B, C	> 200	-	-	E

Bảng 7.33. Hệ số k

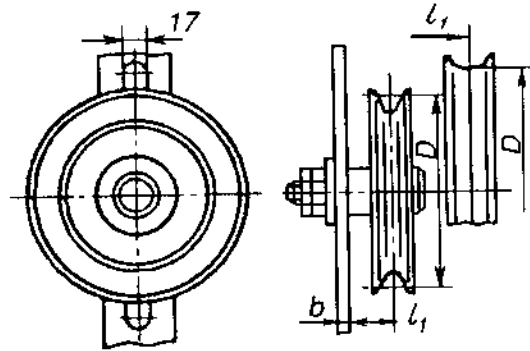
Tỷ số truyền	1	2	3	4	5	≥6
$k = \frac{l}{d_{pl}}$	1,5	1,2	1	0,95	0,9	0,85

3. DẠNG ĐẶC BIỆT CỦA TRUYỀN ĐỘNG ĐAI HÌNH THANG

3.1. Truyền động có đồ gá căng đai

Trong một số kết cấu truyền động đai hình thang, việc căng đai được thực hiện bằng đồ gá kiểu cơ cấu thanh trượt (culit)/ Sơ đồ cơ cấu căng đai kiểu thanh trượt được giới thiệu trên hình 7.9 và kích thước cơ bản của bánh căng đai được giới thiệu trong bảng 7.34.

Không nên dùng con lăn căng đai thông thường trong truyền động đai truyền hình thang. Bánh căng đai có rãnh công lòng máng hoặc rãnh phẳng được bố trí tại nhánh bị động, phía bên trong chu vi của truyền động để tránh sự uốn thay đổi chiều.



Hình 7.9. Đồ gá căng đai kiểu cơ cấu thanh trượt (culit)

Bảng 7.34. Kích thước cơ bản của các bánh căng đai có rãnh cong và phẳng cho một đai

Ký hiệu đai theo TCVN 2332-78	Profin vành bánh đai		
	Cong	Phẳng	
	A, B, C	A, B, C	D
Đường kính tính toán d_p , mm	100; 125; 140	100; 160;	160; 200
Tầm với l_1 , mm	25,5	25,5	36; 21,5*
* Kích thước 21,5 cho bánh đai có đường kính tính toán 200 mm			

3.2. Truyền động có trục thẳng đứng

Đối với truyền động đai hình thang có trục thẳng đứng, để tránh cho đai không bị tuột ra khỏi bánh đai, rãnh bánh đai phải được làm sâu hơn so với bánh đai thông thường. Kích thước của rãnh bánh đai làm sâu được giới thiệu trong bảng 7.35.

Trong truyền động đai hình thang có trục thẳng đứng, công suất N_n (bảng 7.29) được chọn nhỏ hơn 10–12% so với truyền động có trục nằm ngang.

Bảng 7.35. Kích thước của rãnh được làm sâu, mm
(Xem hình vẽ bảng 7.26)

Kích thước rãnh	Mặt cắt đai						Kích thước rãnh	Mặt cắt đai					
	Z	A	B	C	D	E		Z	A	B	C	D	E
b	5	7	9	12	17,5	20	e	15	19	24	32	44	52
b + h	13	17	20	28	38	45	f	9	11	14	20	27	32

3.3. Truyền động đai nửa chéo

Sử dụng truyền động đai nửa chéo khi tỷ số truyền xấp xỉ bằng 1. Khoảng cách trục của các bánh đai

$$l \geq 5 (d_{pl} + M)$$

trong đó d_{pl} - đường kính tính toán của bánh đai lớn; M - chiều rộng của bánh đai lớn.

Bánh đai của truyền động đai nửa chéo được chế tạo có rãnh sâu (bảng 7.35). Công suất N_n cho trong bảng 7.29 nên giảm đi 20%.

Các trục bánh đai của truyền động được bố trí song song, còn các rãnh của các bánh đai đối diện nhau.

Dung sai độ song song của các trục quay không được lớn hơn 1mm trên 100 mm chiều dài còn dung sai độ dịch chuyển của các rãnh bánh đai không lớn hơn 2 mm trên 1 m khoảng cách trục. Khi khoảng cách trục lớn hơn 1m, dung sai độ dịch chuyển của các rãnh bánh đai sẽ tăng thêm 0,02mm trên 100 mm khoảng cách trục.

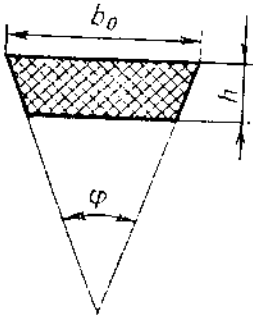
Bánh đai và đặc biệt là rãnh bánh đai cần phải nhẵn. Cần tránh không cho dầu bôi trơn và các dung môi rơi vào đai truyền. Khi làm việc bằng một bộ đai truyền, nếu có một dây đai bị hỏng thì phải loại bỏ cả bộ đai và thay bằng một bộ đai mới.

4. ĐAI HÌNH THANG CỦA BỘ BIẾN TỐC

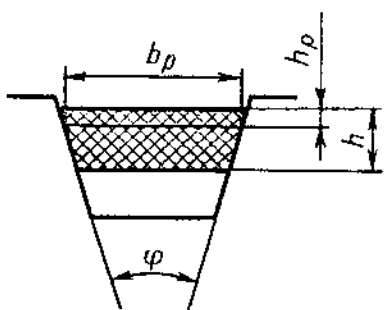
4.1. Thông số và kích thước

Đai hình thang vải cao su (sợi xếp hoặc sợi bện) của bộ biến tốc được dùng trong các thiết bị công nghiệp và các máy nông nghiệp. Các kích thước của đai hình thang của bộ biến tốc được giới thiệu trong các bảng 7.36 đến 7.40 (theo OCT38-5-17-73).

Bảng 7.36. Kích thước mặt cắt đai của bộ biến tốc ở trạng thái tự do

			Góc $\varphi = 34^\circ \pm 1^\circ$ Sai lệch giới hạn chiều rộng của một đai không lớn hơn ± 0.5 mm.		
Đai cho thiết bị công nghiệp			Đai cho máy nông nghiệp		
Ký hiệu mặt cắt đai	Chiều rộng b_0 , mm	Chiều cao h , mm	Ký hiệu mặt cắt đai	Chiều rộng b_0 , mm	Chiều cao h , mm
1-B20	22	6,5	CB-25	25	12,5
1-B25	27	8	CB-32	32	15
1-N32	34	10	CB-38	38	17
1-B40	43	13	CB-45	45	20
1-B50	53	16	CB-50	50	22
1-B63	67	20			
1-B80	85	25			

Bảng 7.37. Kích thước danh nghĩa của mặt cắt đai được kéo căng trong rãnh của bánh đai đo, mm

 b_p - Chiều rộng tính toán của đai được lắp vào rãnh bánh đai đo. h_p - Khoảng cách từ đáy lớn của đai tới chiều rộng tính toán, xác định các thông số tính toán của truyền động φ - Góc nêm của bánh đai đo, bằng 26° h - Chiều cao được chỉ dẫn trong bảng 7.36.					
Đai cho thiết bị công nghiệp			Đai cho máy nông nghiệp		
Ký hiệu mặt cắt đai	b_p	h_p	Ký hiệu mặt cắt đai	b_p	h_p
1-B20	20	1,7	CB-25	23	3,8
1-B25	25	2,0	CB-32	29	4,8
1-N32	32	2,5	CB-38	35	5,7
1-B40	40	3,2	CB-45	41	6,6
1-B50	50	4,0	CB-50	45	7,6
1-B63	63	5,0			
1-B80	80	6,3			

Bảng 7.38. Chiều dài tính toán của đai L được đo ở trạng thái kéo căng

Chiều dài tính toán của đai L, mm	Mặt cắt đai											
	1-B20	1-B25	1-B32	1-B40	1-B50	1-B63	1-B80	CB-25	CB-33	CB-38	CB-45	CB-50
560												
630												
710												
800												
900												
1000												
1120												
1250												
1400												
1600												
1800												
2000												
2240												
2500												
2800												
3150												
3550												
4000												
4500												
5000												
Hiệu số giữa chiều dài trong L - L _{tr}	30	38	47	61	75	94	118	55	65	74	84	91

Chú thích: Cho phép sử dụng các chiều dài trung gian theo dãy số ưu tiên R40

Bảng 7.39. Sai lệch giới hạn của chiều dài đai và số hiệu lớn nhất giữa các chiều dài trong một bộ đai
Kích thước, mm

Chiều dài tính toán của đai		Hiệu số lớn nhất *	Chiều dài tính toán của đai		Hiệu số lớn nhất *
Danh nghĩa	Sai lệch		Danh nghĩa	Sai lệch	
560-900	+8 -14	2	2240-2500	+15 -30	7,5
1000-1250	+9 -15	3	2800-4000	+20 -40	10
1400-1600	+12 -18	3	4000-5000	+25 -50	12,5
1800-2000	+15 -25	5			

* Giữa các chiều dài trong một bộ đai.

Đai có chiều dài tính toán đến 2000 mm có thể được làm răng.

Đai có chiều dài trên 2000 mm được làm răng theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Đối với các thiết bị công nghiệp, chỉ sử dụng đai truyền răng.

Bảng 7.40. Kích thước răng của đai truyền răng, mm

Thông số	Chiều cao đai			
	≤11	12-15	16-18	≥20
Chiều sâu rãnh	3±0,5	5 ± 1,0	7 ± 1,0	9 ± 1,0
Chiều rộng rãnh	2-4	3-5	4-6	5-7
Bước răng	8-12	12-16	14-18	14-18

Chu thích: Trong một đai truyền, các sai lệch bước răng và chiều rộng rãnh không được lớn hơn 1mm. Cho phép có sai lệch bước răng đến 50% tại một vị trí của đai.

4.2. Bánh đai của bộ biến tốc

Yêu cầu cơ bản đối với bánh đai dùng cho đai truyền của bộ biến tốc được giới thiệu trong các bảng 7.41 và 7.42.

Yêu cầu kỹ thuật

Bánh đai cần được chế tạo từ các vật liệu đảm bảo được điều kiện làm việc của bộ biến tốc về lực, nhiệt độ và sự mài mòn.

Độ nhám bề mặt của các bề mặt làm việc của rãnh bánh đai không được lớn hơn $R_a=2,5\mu m$.

Các mép của rãnh phải được làm tròn.

Sai lệch giới hạn của góc ϕ rãnh bánh đai $\pm 30'$

Mỗi bánh đai khi làm việc ở tốc độ trên 5m/s phải được cân bằng:

Tốc độ bánh đai, m/s	5-10;	> 10-15	> 15-20	> 20
Lượng mất cân bằng cho phép, gm	6	3	2	1

Khi dùng trong các máy công cụ chính xác cao, các bánh đai của bộ biến tốc phải được cân bằng động.

Bảng 7.41. Đường kính tính toán nhỏ nhất của bánh đai

Ký hiệu mặt cắt đai	Đường kính tính toán nhỏ nhất của bánh đai, mm, với góc nêm			Ký hiệu mặt cắt đai	Đường kính tính toán nhỏ nhất của bánh đai, mm, với góc nêm		
	26° cho đai răng	28° cho đai răng	28° cho đai phẳng		26° cho đai răng	28° cho đai răng	28° cho đai phẳng
1-B20	36	-	-	CB-25	84	106	150
1-B25	45	67	95	CB-32	106	103	200
1-B32	56	85	120	CB-38	126	160	230
1-B40	71	106	160	CB-45	148	180	270
1-B50	90	135	200	CB-50	170	212	310
1-B63	122	170	270				
1-B80	-	212	320				

Bảng 7.42. Bánh đai cho đai của bộ biến tốc
Kích thước, mm

The image shows two technical drawings of a V-belt pulley. The left drawing is a side view showing the pulley's profile with dimensions h_0 (height of the top flange), b_p (width of the pulley at the top flange), b_p (width of the pulley at the bottom flange), and H (height of the pulley). The right drawing is a cross-sectional view showing the pulley's internal structure with dimensions b_p (width of the pulley at the top flange), H (height of the pulley), h_0 (height of the top flange), and b (width of the pulley at the bottom flange).

Ký hiệu mặt cắt đai	b_p	h_0	H	Ký hiệu mặt cắt đai	b_p	h_0	H
		Không nhỏ hơn				Không nhỏ hơn	
1-B20	20	4,0	9	CB-25	23	4,0	16
1-B25	25	5,0	11	CB-32	29	6,4	17
1-B32	32	5,0	13	CB-38	35	6,2	20
1-B40	40	6,5	16	CB-45	41	8,0	21
1-B50	50	6,5	19	CB-50	43	10	22
1-B63	63	8,0	22				
1-B80	80	10	28				

4.3. Tính toán và thiết kế bộ biến tốc đai thang

1) Các kiểu bộ biến tốc đai thang: I- bộ biến tốc điều chỉnh đối xứng cả hai bánh đai; II- bộ biến tốc điều chỉnh không đối xứng cả hai bánh đai; III- bộ biến tốc điều chỉnh một bánh đai và bánh đai chủ động có đường kính không đổi; IV - bộ biến tốc điều chỉnh một bánh đai và bánh đai bị động có đường kính không thay đổi.

2) Việc lựa chọn kiểu bộ biến tốc phải phù hợp với dạng điều chỉnh yêu cầu sao cho đặc tính lực của bộ biến tốc đáp ứng được yêu cầu làm việc của máy.

3) Các bộ biến tốc được phân thành ba nhóm chính; A- bộ biến tốc có công suất nhỏ với phạm vi điều chỉnh lớn; B- bộ biến tốc có công suất trung bình với phạm vi điều chỉnh trung bình; C- bộ biến tốc có công suất lớn với phạm vi điều chỉnh nhỏ.

- 4) Các thông số hình học của các nhóm bộ biến tốc chính được giới thiệu trong bảng 7.44.
- 5) Công suất của bộ biến tốc N , kW được xác định theo công thức:

$$N = N_n \frac{k_1 k_2 k_4}{k_3}$$

trong đó N_n – công suất được truyền bởi một đai, kW, chọn theo bảng 7.45; k_1 – hệ số phụ thuộc vào góc ôm, chọn theo bảng 7.43; k_2 – hệ số tính đến tốc độ của đai được xác định theo bảng 7.47; k_3 – hệ số tính đến đặc tính của tải trọng và chế độ làm việc được, xác định theo bảng 7.46 hoặc 7.48; k_4 – hệ số tính đến kiểu bộ biến tốc, được xác định theo bảng 7.49.

Công suất của bộ biến tốc được tính cho các chế độ làm việc khi tốc độ của đai là nhỏ nhất và lớn nhất, khi công suất được truyền là lớn nhất và khi lực vòng là lớn nhất.

6) Công suất N_n đối với các nhóm biến tốc chính khi tốc độ của đai $v=20\text{m/s}$, góc ôm $\alpha=180^\circ$ và chế độ làm việc tĩnh lặng (không có chấn động va đập) được cho trong bảng 7.45.

7) Để bù trừ các sai lệch so với giá trị danh nghĩa của chiều dài đai và khi kéo căng đai trong quá trình sử dụng cần phải dự tính đến việc điều chỉnh khoảng cách trục hoặc giảm phạm vi điều chỉnh khi làm việc của bộ điều tốc so với lý thuyết tính toán bằng cách tăng chiều dài tính toán danh nghĩa của đai lên 6% đối với các thiết bị công nghiệp và 5% đối với các máy móc nông nghiệp.

Góc ôm α của đai truyền với bánh đai khi làm việc có hai bánh đai được xác định theo công thức.

Bảng 7.43. Hệ số k_1 của góc ôm

Góc ôm α , độ	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70
Hệ số k_1	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,56

$$\alpha = 190^\circ - 60^\circ \frac{d_1 - d_n}{A}$$

trong đó d_1 và d_n – đường kính của bánh đai lớn và bánh đai nhỏ ở chế độ làm việc đã cho, mm;
A – khoảng cách trục, mm.

Bảng 7.44. Thông số hình học của các nhóm bộ biến tốc chính

Ký hiệu mặt cắt đai	Đai răng có $\varphi = 26^\circ$, nhóm A				Đai răng có $\varphi = 28^\circ$, nhóm B				Đai răng có $\varphi = 28^\circ$, nhóm C			
	d_n^* mm	d_l^* mm	$\frac{d_l}{d_n}$	DC*	d_n^* mm	d_l^* mm	$\frac{d_l}{d_n}$	DC*	d_n^* mm	d_l^* mm	$\frac{d_l}{d_n}$	DC*
1-B20	36	104	2,9	8,4	-	-	-	-	-	-	-	-
1-B25	45	132	2,9	8,6	67	146	2,2	4,8	95	174	1,8	3,3
1-B32	56	168	3	9	85	188	2,2	4,9	120	220	1,8	3,3
1-B40	71	212	3	9	106	235	2,2	4,9	160	288	1,8	3,2
1-B50	90	268	3	9	135	300	2,2	4,9	200	365	1,8	3,3
1-B63	112	340	3	9	170	378	2,2	4,9	270	480	1,8	3,2
1-B80	-	-	-	-	212	475	2,2	5	320	580	1,8	3,2
CB-25	84	152	1,8	3,3	106	166	1,6	2,5	150	210	1,4	2
CB-32	106	198	1,9	3,5	130	212	1,6	2,6	200	280	1,4	2
CB-38	126	236	1,9	3,5	160	260	1,6	2,6	230	330	1,4	2
CB-45	148	280	1,9	3,5	180	300	1,6	2,6	270	390	1,4	2,1
CB-50	170	320	1,9	3,5	212	345	1,6	2,6	310	445	1,4	2

* d_l - đường kính bánh đai lớn; d_n - đường kính bánh đai nhỏ; DC - phạm vi điều chỉnh của bộ biến tốc đối xứng.

Bảng 7.45. Công suất được truyền của một đai

Ký hiệu mặt cắt đai	Nhóm A		Nhóm B		Nhóm C	
	Đường kính tính toán nhỏ nhất d, mm	N ₀ , kW	Đường kính tính toán nhỏ nhất d, mm	N ₀ , kW	Đường kính tính toán nhỏ nhất d, mm	N ₀ , kW
1-B20	36	0,7	-	-	-	-
1-B25	45	1,35	67	1,9	95	2,9
1-B32	56	2,25	85	3,1	120	4,6
1-B40	71	3,6	106	5,2	160	7,8
1-B50	90	6,0	135	9	200	13,5
1-B63	112	9,0	170	13,5	270	20
1-B80	-	-	212	20	320	30
CB-25	84	3,7	106	5,5	150	8,1
CB-32	106	5,2	130	7,8	200	11,8
CB-38	126	7,4	160	11	230	16,6
CB-45	148	9,5	180	14,8	270	22,2
CB-50	170	12,5	212	18,5	310	28

1. Khi tăng đường kính nhỏ nhất của cả hai bánh đai so với chỉ dẫn trong bảng 7.41, công suất N₀ tăng lên tỷ lệ với tỷ số giữa đường kính lớn nhất và nhỏ nhất.

2. Khi tăng đường kính của bánh đai không được điều chỉnh đối với các biến tốc kiểu III và IV, công suất N₀ tăng tỷ lệ với việc tăng đường kính nhưng không lớn hơn 25%

Bảng 7.46. Hệ số k₁ đặc trưng cho tải trọng và chế độ làm việc đối với thiết bị công nghiệp

Tính chất của tải trọng	Loại máy	Kiểu động cơ điện								
		Xoay chiều 1 pha, 3 pha khởi động bằng biến thể tự ngẫu hoặc đổi nối sao - tam giác; một chiều mắc sun; máy hơi nước hoặc động cơ đốt trong có số xylanh ≥4			Xoay chiều có momen khởi động lớn; một chiều kích thích hỗn hợp; máy hơi nước hoặc động cơ đốt trong có 2 hoặc 3 xylanh			Xoay chiều rôto ngắn mạch, khởi động trực tiếp hoặc có rôto lồng sóc kép; một chiều kích thích nối tiếp; động cơ đốt trong 1 xylanh		
		Số giờ làm việc của đai trong một ngày đêm								
		Đến 8	8-16	Trên 16	Đến 8	8-16	Trên 16	Đến 8	8-16	Trên 16
		k ₃								
Tải trọng khởi động đến 120% so với danh nghĩa. Tải trọng làm việc gần như const	Máy bơm và máy nén ly tâm kiểu quay, băng tải kiểu đai, máy tiện, máy khoan, máy mài, máy quạt, máy phân ly, máy sàng.	1,0	1,1	1,4	1,1	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6

Bảng 7.49. Hệ số kiểu bộ biến tốc k_4

Kiểu bộ biến tốc	I	II	III	IV
k_4	1,0	1,1	0,9	0,8

4.4. Quy tắc lắp ráp và sử dụng đai truyền và bánh đai của bộ biến tốc

1) Đai truyền hình thang của bộ biến tốc được lắp ăn khớp với rãnh của bánh đai hoặc rãnh có prôfin được tạo thành bởi các đĩa. Prôfin của đai và của rãnh bánh đai hoặc các đĩa phải bảo đảm sao cho chỉ có tiếp xúc giữa các mặt bên (làm việc) của đai với các mặt bên của rãnh bánh đai hoặc các đĩa.

2) Các bề mặt làm việc của rãnh bánh đai và các đĩa phải nhẵn. Cần tránh không cho dầu bôi trơn hoặc dung môi rơi vào rãnh bánh đai hoặc các đĩa.

3) Khi làm việc với một bộ đai, trong trường hợp có một đai bị hỏng cần phải loại bỏ cả bộ đai. Không cho phép ghép bộ các đai truyền mới với các đai đã qua sử dụng. Khi các đai đã qua sử dụng còn đáp ứng được yêu cầu làm việc thì chúng phải được xếp thành bộ riêng.

Bộ đai phải bao gồm các đai thuộc cùng một nhóm. Số hiệu của nhóm được ghi trên đai. Có các nhóm từ 1 đến 11; số hiệu nhóm càng lớn thì độ chính xác chiều dài đai càng cao.

4) Không dùng con lăn căng đai trong bộ biến tốc đai hình thang.

Chương 8

TRUYỀN ĐỘNG VÍT - ĐAI ỐC VÀ TRUYỀN ĐỘNG BÁNH CỐC

1. TRUYỀN ĐỘNG VÍT - ĐAI ỐC

Truyền động vít - đai ốc gọi tắt là truyền động vít được dùng để thực hiện chuyển động tịnh tiến. Có hai loại truyền động vít: truyền động vít dẫn động, (bàn dao, bàn máy, các cơ cấu chấp hành khác) và truyền động vít tải trọng (kích nâng, các cơ cấu đẩy hoặc kéo các loại). Ren vít hình thang có profin theo TCVN 2254-77.

1.1. Truyền động vít dẫn động

a) Tính toán thiết kế

Khi thiết kế truyền động vít dẫn động, cần tính toán độ bền, độ bền chịu mài mòn và độ ổn định của truyền động.

Số liệu ban đầu cho tính toán: lực kéo Q , kG; đường kính ngoài d , đường kính trung bình d_2 và đường kính trong d_1 của vít, cm; bước vít S , cm; số mỗi ren z ; chiều dài đai ốc l , cm; giới hạn chảy của vật liệu chế tạo vít σ_{ch} , kG/cm². Ren vít thường là ren hình thang.

Tính toán độ bền (hình 8.1). Góc nâng đường ren vít β :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{S}{\pi d_2}$$

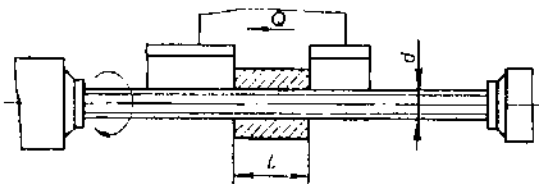
Hiệu suất của truyền động η :

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta + \rho)}$$

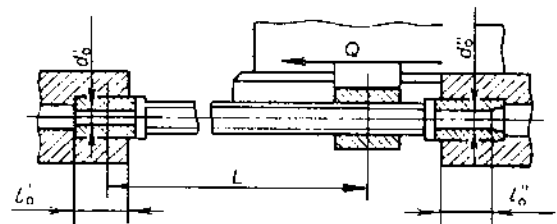
Khi tốc độ trượt nhỏ ($\approx 0,01$ m/s), góc ma sát $\rho = 6 \div 8^\circ$.

Ứng suất cho phép đối với vật liệu chế tạo vít, kG/cm²:

$$[\sigma_v] = \frac{\sigma_{ch}}{3 \div 3,5}$$



Hình 8.1. Sơ đồ và số liệu đã cho để tính toán độ bền và độ bền chịu mài mòn



Hình 8.2. Sơ đồ và số liệu đã cho để tính toán độ ổn định

Diện tích tính toán của mặt cắt ngang (tiết diện) của vít, cm²

$$F = 0,785 d_1^2$$

Ứng suất qui đổi của vít, σ_q, kG/cm²

$$\sigma_q = \frac{Q}{F} \sqrt{1 + 1,6 \left(\frac{S}{\eta d_1} \right)^2}$$

$$\sigma_q \leq [\sigma_b]$$

Tính toán độ bền chịu mài mòn. Chiều cao làm việc của ren vít, t₂, cm

$$t_2 = \frac{d - d_1}{2}$$

Áp lực riêng trung bình trên bề mặt làm việc của ren q, kG/cm²

$$q = \frac{1}{\pi} \frac{QS}{t_2 d_1}$$

$$q \leq [q]$$

Áp lực riêng cho phép [q] phụ thuộc vào vật liệu chế tạo vít và đai ốc được chọn theo bảng 8.1.

Tính toán độ ổn định (hình 8.2) Khoảng cách lớn nhất giữa các ổ đỡ L được dùng làm chiều dài tính toán của vít.

Các số liệu ban đầu cho tính toán: đường kính của ổ đỡ trái của vít d'₀, cm; đường kính của ổ đỡ phải của vít d''₀, cm; chiều dài của ổ đỡ trái của vít l''₀, cm; môđun đàn hồi của vật liệu chế tạo vít E, kG/cm².

Momen quán tính tính toán của mặt cắt ngang vít, cm⁴

$$J_1 = 0,01 \left(2 + 3 \frac{d}{d_1} \right) d_1^4$$

Đặc tính của ổ đỡ trái của vít λ'₀ = l'₀/d'₀, của ổ đỡ phải λ''₀ = l''₀/d''₀; đối với ổ đỡ của đai ốc d₀ được lấy bằng đường kính trung bình ren d₂.

Hệ số an toàn tính toán về ổn định.

Bảng 8.1. Áp lực riêng cho phép [q]

Truyền động vít	Vật liệu		[q], kG/cm ²
	Vít	Đai ốc	
Để thực hiện chuyển dịch tính toán chính xác (vít chạy dao của máy tiện ren vít và các máy công cụ khác)	Thép	Đồng brông	50
	Thép	Gang	20
Các truyền động quan trọng khác (cơ cấu chạy dao của máy phay và các máy công cụ khác)	Thép	Đồng brông	120
	Thép	Gang	80
<i>Chú thích:</i>			
1. Khi $\frac{l}{d_2} = 2,5$, các giá trị trong bảng có thể tăng lên 20%.			
2. Đối với đai ốc hai nửa trong đó có cắt ngắn đầu ren, các giá trị [q] cho trong bảng được giảm đi 15-20%.			

$$n = m \frac{EJ_t}{Ql^2}$$

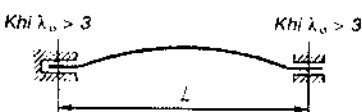
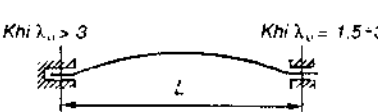
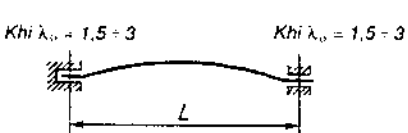
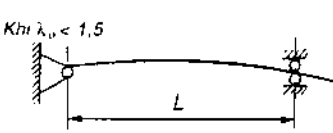
trong đó m – hệ số được chọn theo bảng 8.2.

Dạng ổ đỡ của vít được qui định phụ thuộc vào đặc tính λ_{01} . Đối với ổ đỡ (gối tựa) kiểu bản lề $\lambda_{01} > 1,5$; khi vít được ngâm cứng trong ổ đỡ $\lambda_{01} > 3$; khi vít được kẹp trong ổ đàn hồi $\lambda_{01} = 1,5 \div 3$. Các qui định này phù hợp với đai ốc liền; đối với đai ốc hai nửa, đặc tính λ_{01} được chọn theo gối tựa kiểu bản lề.

Hệ số an toàn tính toán về ổn định n được chọn:

- đối với vít dẫn động thẳng đứng $n = 2,5$ nếu như không có lực ngang tác dụng lên vít và lực tính toán Q là nhỏ nhất, còn trong trường hợp ngược lại $n = 3,5 \div 4$;
- đối với vít dẫn động nằm ngang $n = 4 \div 5$ khi dùng trong máy tiện ren vít và $n = 3 \div 4$ khi dùng trong máy phay.

Bảng 8.2. Kẹp chặt vít trong ổ đỡ (gối tựa) và hệ số m

Sơ đồ kẹp vít	m	Sơ đồ kẹp vít	m
	40		18
	28		10
	20		

b) Yêu cầu kỹ thuật

Vật liệu: đối với vít dẫn động không qua nhiệt luyện dùng cho máy tiện chính xác bình thường và nâng cao, nên dùng thép cán nóng C40Mn. Cũng có thể dùng thép C45, 40Cr tôi cải thiện.

Đối với vít dẫn động cấp chính xác 0 và 1, trong trường hợp gia công tinh bằng dao nên dùng thép cacbon dụng cụ CD100A, thép được ủ đạt độ cứng 197 HB. Đối với vít dẫn động cấp chính xác 0 và 1 được tôi và mài ren nên dùng thép 40CrMn và C65Mn có độ bền chịu mài mòn cao.

Đai ốc dùng cho vít dẫn động cấp chính xác 0 và 1 được chế tạo từ đồng brông BCuSn10P1 (БрОФ10-1)* và BCuSn6Zn6Pb6 (БрОЦ6-6-6)*; đối với vít dẫn động cấp chính xác 3 và 4, đai ốc được chế tạo bằng gang.

* Ký hiệu mác đồng Brông của Nga tương ứng.

Sai lệch cho phép của vít. Tuỳ theo công dụng và độ chính xác trong vận hành, người ta đã qui định 5 cấp chính xác của vít dẫn động được ký hiệu theo độ chính xác giảm dần: 0, 1, 2, 3 và 4.

1) Sai số tích lũy lớn nhất cho phép của bước ren được cho trong bảng 8.3.

Bảng 8.3. Sai số tích lũy cho phép của bước răng vít, μm

Cấp chính xác của vít	Trong giới hạn, một bước ren	Trên chiều dài, mm			Được bổ sung cho mỗi chiều dài 300 mm tiếp sau	Trên toàn chiều dài vít Không lớn hơn
		25	100	300		
0	+2	2	3	5	2	10
1	± 3	5	6	9	3	20
2	+6	9	12	18	5	40
3	± 12	18	25	35	10	80
4	± 25	35	50	70	20	100

2) Dung sai đường kính ngoài, đường kính trung bình và đường kính trong của ren vít không được lớn hơn các dung sai tương ứng cho ren hình thang được qui định trong TCVN 2255-77.

Dung sai đường kính ngoài 4h

Dung sai đường kính trung bình 8e

Dung sai đường kính trong 8h

3) Để bảo đảm độ chính xác yêu cầu của bước ren và tránh cho ren vít không bị giảm độ chính xác một cách nhanh chóng do sự mài mòn cục bộ, sai lệch độ ôvan của đường kính trung bình của vít phải theo chỉ dẫn trong bảng 8.4.

Bảng 8.4. Sai lệch độ ôvan cho phép của đường kính trung bình của vít, μm

Cấp chính xác của vít (theo bước)	Độ ôvan khi bước, mm			Độ côn, μm	Cấp chính xác của vít (theo bước)	Độ ôvan khi bước, mm			Độ côn, μm
	3-5	6-10	12-20			3-5	6-10	12-20	
0	3	3	5	3	3	10	12	15	15
1	5	5	7	8	4	15	18	20	20
2	7	8	10	10					

Sai lệch cho phép của bước và prôfin vít dẫn động cấp chính xác 0 và 1 phải phù hợp với độ cứng vững được đặc trưng bằng tỷ số L/d_2 :

đối với cấp chính xác: 0 $L/d_2 \leq 20$

đối với cấp chính xác: 1 $L/d_2 \leq 25$

trong đó L – chiều dài ren; d_2 – đường kính trung bình của ren.

4) Đường kính ngoài của vít trong một mặt cắt vuông góc với đường trục của vít không được sai khác với đường kính ngoài trong mặt cắt ngang bất kỳ của vít lớn hơn trị số dung sai theo h5 đối với vít có cấp chính xác (theo bước) 0, 1 và 2, h6 đối với cấp chính xác 3 và f7 đối với cấp chính xác 4.

Trong các trường hợp khi đường kính ngoài của vít được dùng làm chuẩn công nghệ (cho cắt ren), thì dung sai của đường kính ngoài phải theo h5 đối với vít có cấp chính xác 0, 1 và 2, h6 đối với vít có cấp chính xác 3 và f7 đối với vít có cấp chính xác 4.

5) Độ đảo đường kính ngoài của vít dẫn khi kiểm tra trên mũi tâm phải theo chỉ dẫn trong bảng 8.5.

Bảng 8.5. Độ đảo cho phép đường kính ngoài của vít, μm

Cấp chính xác của vít	Đối với vít có chiều dài, m				Cấp chính xác của vít	Đối với vít có chiều dài, m			
	Đến 1	Trên 1 đến 2	trên 2 đến 4	Trên 4 đến 6		Đến 1	Trên 1 đến 2	trên 2 đến 4	Trên 4 đến 6
0	20	40	-	-	3 4	120 200	150 250	200 300	300 -
1	40	60	-	-					
2	80	100	150	200					

6) Sai lệch cho phép đối với mỗi nửa góc prôfin ren vít phải theo chỉ dẫn trong bảng 8.6.

Bảng 8.6. Sai lệch cho phép đối với nửa góc prôfin, phút

Cấp chính xác của vít	Khi bước vít, mm			Cấp chính xác của vít	Khi bước vít, mm		
	3-5	6-10	12-30		3-5	6-10	12-30
0	12	10	8	2 3	20	18	15
1	15	12	10		30	25	20

Đối với vít có cấp chính xác 4, không qui định sai lệch cho phép đối với nửa góc prôfin và sai lệch này được giới hạn bởi dung sai đường kính trung bình.

Sai lệch cho phép của đai ốc

1) Dung sai đường kính trung bình và đường kính trong của ren đai ốc không được lớn hơn các dung sai tương ứng cho ren hình thang được qui định trong TCVN 2255-77.

Dung sai đường kính trung bình 8H

Dung sai đường kính trong 4H

2) Để bảo đảm cho sự tiếp xúc giữa ren đai ốc và ren vít theo prôfin, đường kính ngoài của ren đai ốc cần làm lớn hơn so với tiêu chuẩn (TCVN 2254-77) 0,5mm.

3) Trong trường hợp đường kính trong của ren đai ốc dùng làm chuẩn công nghệ (để gia công tinh thân đai ốc) thì sai lệch đường kính trong của ren đai ốc theo H6 đối với đai ốc làm việc với vít cấp chính xác 0, 1 và 2, H7 đối với đai ốc làm việc với vít cấp chính xác 3 và H8 đối với đai ốc làm việc với vít cấp chính xác 4.

Để bảo đảm khe hở cần thiết theo đường kính trong của ren đai ốc thì đường kính này được chế tạo lớn hơn so với tiêu chuẩn (TCVN 2254-77) 0,5 mm.

4) Đường kính trong của đai ốc trong một mặt cắt vuông góc với đường trục của đai ốc được sai khác với đường kính trong của đai ốc trong mặt cắt ngang bất kỳ không lớn hơn trị số dung sai theo H6 đối với đai ốc làm việc với vít cấp chính xác 0, 1 và 2. H7 đối với đai ốc làm việc với vít cấp chính xác 3 và H8 đối với đai ốc làm việc với vít cấp chính xác 4.

5) Không qui định sai lệch cho phép của prôfin và bước ren đai ốc nhưng các sai lệch này được giới hạn bởi dung sai đường kính trung bình.

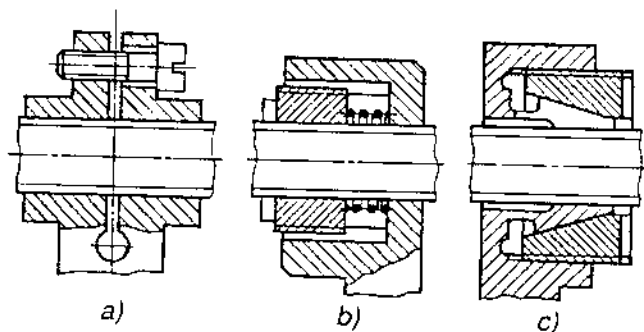
Nhám bề mặt của bề mặt làm việc của prôfin ren vít và đai ốc được nêu trong bảng 8.7.

Bảng 8.7. Thông số nhám bề mặt Ra, μm của bề mặt làm việc prôfin ren hình thang.

Cấp chính xác	Vít dẫn động	Đai ốc	Cấp chính xác	Vít dẫn động	Đai ốc
0	0,20	-	3	1,6	1,6
1	0,40	-	4	1,6	2,5
2	0,80	0,80	5	2,5	2,5

c) Tránh khe hở trong bộ truyền vít – đai ốc

Sự xuất hiện khe hở trong ăn khớp ren là nhược điểm rất lớn của bộ truyền vít – đai ốc vì tạo ra hành trình chết ảnh hưởng đến độ chính xác của chuyển động tịnh tiến. Để giảm tới mức thấp nhất hoặc loại bỏ hành trình chết trong bộ truyền vít - đai ốc, cần dùng đai ốc có kết cấu thích hợp. Khi lắp ráp và điều chỉnh cũng như trong quá trình sử dụng có thể loại trừ được khe hở giữa các bề mặt làm việc của ren bằng cách ép chặt ren nhờ các cơ cấu đặc biệt như đã nêu trong ví dụ hình 8.3, hoặc dùng đai ốc hai nửa.



Hình 8.3. Các phương pháp điều chỉnh để giảm khe hở:

a- bằng vít siết; b- bằng lò xo;
c- bằng ống kẹp đàn hồi.

1.2. Truyền động vít tải trọng

a) Tính toán vít tải trọng

Đường kính trong của vít được xác định sơ bộ từ tính toán theo nén với ứng suất cho phép được giảm đi khoảng 30%

$$\frac{\pi d_1^3}{4} = \frac{Q}{0,7[\sigma_n]}$$

hoặc

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{4Q}{\pi 0,7[\sigma_n]}}$$

trong đó Q – tải trọng được nâng, kG; d₁ – đường kính trong của vít, cm.

Vít phải có tính tự hãm, nghĩa là góc nâng β phải nhỏ hơn góc ma sát ρ:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P}{\pi d_2}$$

trong đó P – bước vít; d₂ – đường kính trung bình của vít.

Nếu lấy hệ số ma sát trong ren f = 0,1 thì $\operatorname{tg} \rho = 0,1$ hoặc $\rho = 5^\circ 43'$.

Đối với vít tải trọng cần kiểm tra tác dụng đồng thời về nén và xoắn, và khi chiều dài của vít lớn cần kiểm tra độ ổn định (uốn dọc)

Momen xoắn được xác định

$$M_x = Q \frac{d_o}{2} \operatorname{tg}(\beta + \rho)$$

Ứng suất tương đương (qui đổi)

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_n^2 + 4\tau_x^2}$$

Điều kiện bền đạt được khi

$$\sigma_{td} \leq [\sigma_b]$$

Ứng suất cho phép khi kéo $[\sigma_b] = 700 \div 900 \text{ kG/cm}^2$

Kiểm tra độ ổn định của vít theo công thức Olev

$$P_{th} = \frac{\pi^2 EJ}{l^2}$$

trong đó P_{th} – lực tới hạn, kG; E – môđun đàn hồi, kG/cm²; J – momen quán tính của mặt cắt ngang vít, cm⁴

$$J = 0,01(2 + 3 \frac{d}{d_1}) d_1^4$$

trong đó d – đường kính ngoài của vít; d_1 – đường kính trong của vít; l – chiều dài vít, cm (khoảng cách từ giữa đai ốc tới mặt tựa của đầu vít khi vít được vặn ra hết mức và vít được coi như một thanh ngàm một đầu).

Hệ số an toàn để bảo đảm điều kiện ổn định

$$n = \frac{P_{th}}{Q}, \quad n \geq 4$$

Công thức Olev được dùng trong điều kiện khi độ dẻo của thanh $\lambda = l/i$ lớn hơn giá trị giới hạn, trong đó i – bán kính quán tính của thanh (đối với mặt cắt tròn $i = d/4$)

$$\lambda > \lambda_{gh}$$

Đối với thép $\lambda_{gh} \approx 100$. Khi $\lambda < \lambda_{gh}$, ứng suất tới hạn σ_{th} , kG/cm² được xác định

$$\sigma_{th} = 3210 - 11,6 \frac{l}{i}$$

$$P_{th} = \frac{\pi d_1^2}{4} \sigma_{th}$$

Khi $\lambda < 60$ không cần thiết phải tính toán kiểm tra độ ổn định của vít.

Chiều cao đai ốc được xác định từ tính toán áp lực riêng cho phép $[q]$ (bảng 8.8) giữa ren vít và đai ốc.

$$H = zP$$

trong đó P – bước ren; z – số vòng ren có ích, z không được lớn hơn 10 bởi vì số vòng ren còn lại sẽ không làm việc.

Bảng 8.8. Áp lực riêng cho phép

Vật liệu	[q], kG/cm ²	Vật liệu	[q], kG/cm ²
Thép - gang	50-60	Thép - thép	70-130
Thép - gang chống ma sát	100-130	Thép - đồng brông	70-130

Nếu $z > 0$ thì phải chuyển sang dùng vật liệu khác hoặc tăng d và d_1

$$z \geq \frac{40}{\pi(d_2^2 - d_1^2)[q]}$$

Lực làm việc P_{lv} để nâng tải trọng Q được xác định theo lực cần cho quay vít tác dụng vào đường kính trung bình của ren P_o

$$P_o = Q \operatorname{tg}(\beta + \rho) + \frac{2}{3} \frac{Q(d_1^2 - d_2^2)}{d_2(d_1^2 - d_2^2)}$$

Thanh phần thứ nhất của vế phải phương trình trên là một phần của lực P_o cần thiết cho nâng tải trọng và thắng được ma sát trong ren, còn thanh phần thứ hai là phần lực cần thiết để thắng được lực ma sát giữa bề mặt của cốt nối tĩnh với bề mặt của vít quay. Từ điều kiện cân bằng momen của các lực P_o và P_{lv} đối với đường tâm vít:

$$P_o \frac{d_2}{2} = P_{lv} \cdot L$$

$$P_{lv} = P_o \frac{d_2}{2} \cdot L$$

trong đó L - chiều dài tay quay

Hiệu suất của truyền động vít tải trọng (kích)

$$\eta = \frac{A_c}{A}$$

trong đó $A_c = QP$ - công có ích để nâng tải trọng lên một chiều cao ứng với một vòng quay của vít; $A = P_o \pi d_2$ - công tiêu hao cho việc nâng tải trọng lên chiều cao ứng với một vòng quay của vít.

Ren vít tải trọng là ren chữ nhật hoặc ren hình thang.

b) Ví dụ về tính toán kích

Tính toán kiểm tra kích có tải trọng nâng $Q = 6000$ kG và kết cấu kích thước được cho trên hình 8.4. Vít được chế tạo bằng thép C35, đai ốc được chế tạo bằng đồng brông. Ren của vít và đai ốc là ren chữ nhật. Bước ren $P = 10$ mm.

1) Xác định hiệu suất của kích η :

Góc nâng β của đường ren vít

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{P}{\pi d_2} = \frac{10}{3,14 \frac{40+50}{2}} = 0,0707$$

$$\beta = 4^{\circ}03'$$

Góc ma sát ρ khi hệ số ma sát $f = 0,12$.

$$\operatorname{tg} \rho = 0,12 \quad \text{hoặc} \quad \rho = 6^{\circ}51'$$

Công cho một vòng quay của vít để nâng tải trọng và thắng được lực ma sát trong ren.

$$\begin{aligned} A_r &= Q \pi d_2 \operatorname{tg}(\beta + \rho) \\ &= 6000 \cdot 3,24 \cdot 4,5 \operatorname{tg}(4^{\circ}03' + 6^{\circ}50') \\ &= 6000 \cdot 14,1 \cdot 0,1925 = 16300 \text{ kGcm} \end{aligned}$$

Công cho một vòng quay của vít để thắng được lực ma sát tại phần đầu của vít khi hệ số ma sát $f_1 = 0,14$

$$\begin{aligned} A_d &= \frac{2}{3} \frac{Q f_1 (d_3^3 - d_4^3)}{(d_3^2 - d_4^2)} \pi \\ A_d &= \frac{2 \cdot 6000 \cdot 0,14 (6^3 - 3,2^3) 3,14}{3(6^2 - 3,2^2)} = 12520 \text{ kGcm} \end{aligned}$$

Công có ích để nâng tải trọng

$$A_v = QP = 6000 \cdot 1 = 6000 \text{ kGcm}$$

Hiệu suất của kích η

$$\eta = \frac{A_v}{A_r + A_d} = \frac{600}{28820} \cdot 100 = 20,9\%$$

2) *Xác định lực làm việc P_{lv} khi nâng tải trọng với tay quay có chiều dài 100 cm.*
Công cho một vòng quay

$$A_w = P_{lv} \cdot 2\pi L = P_{lv} \cdot 6,28 \cdot 100 = 628 P_{lv}$$

Công này phải bằng $A_r + A_d$, nghĩa là $628 P_{lv} = 28820 \text{ kGcm}$, suy ra

$$P_{lv} = \frac{28820}{628} = 45,8 \text{ kG}$$

Lực P_{lv} rất lớn bởi vì đó là lực của hai công ($A_r + A_d$). Đối với một công $P_{lv} = 15 \div 30 \text{ kG}$.

3) *Kiểm tra ứng suất trong vít*

Chiều dài tính toán của vít

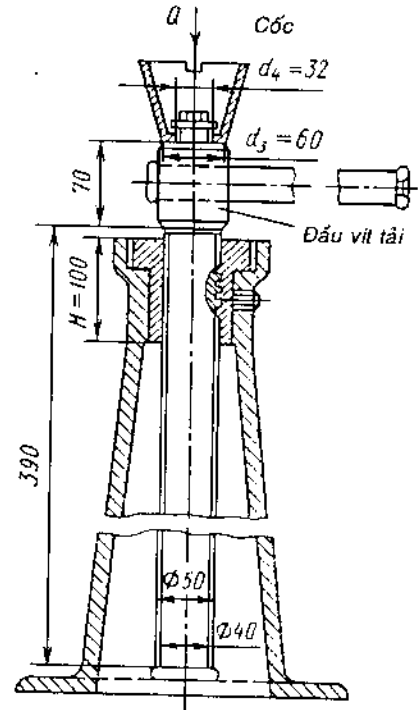
$$l = 39 + 7 \cdot \frac{10}{2} = 41 \text{ cm}$$

Bán kính quán tính của vòng tròn có đường kính $d_1 = 4 \text{ cm}$

$$i = \frac{d_1}{4} = \frac{4}{4} = 1 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{41}{1} = 41$$

Không cần phải tính toán kiểm tra độ ổn định vì $\lambda < 60$.



Ứng suất pháp :

$$\sigma_n = \frac{Q}{F} = \frac{6000}{\frac{3,14 \cdot 4^2}{4}} = 478 \text{ kG/cm}^2$$

Ứng suất tiếp

$$\tau_x = \frac{M_x}{0,2d_1^3} = \frac{2600}{0,2 \cdot 4^3} = 203 \text{ kG/cm}^2$$

Ở đây momen xoắn

$$M_x = Q \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\beta + \rho) = 6000 \frac{4,5}{2} \cdot 0,1925 = 2600 \text{ kGcm}$$

Ứng suất tương đương (qui đổi)

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_n^2 + 4\tau_x^2} = \sqrt{478^2 + 4 \cdot 203^2} = 627 \text{ kG/cm}^2$$

Đối với vít bằng thép C35, tải trọng tĩnh cho phép $[\sigma_b] = 850 \text{ kG/cm}^2$, do đó

$$\sigma_{td} < [\sigma_b]$$

4) Kiểm tra chiều cao của đai ốc

Số vòng ren trong đai ốc

$$z = \frac{H}{P} = \frac{10}{1} = 10$$

Áp lực riêng

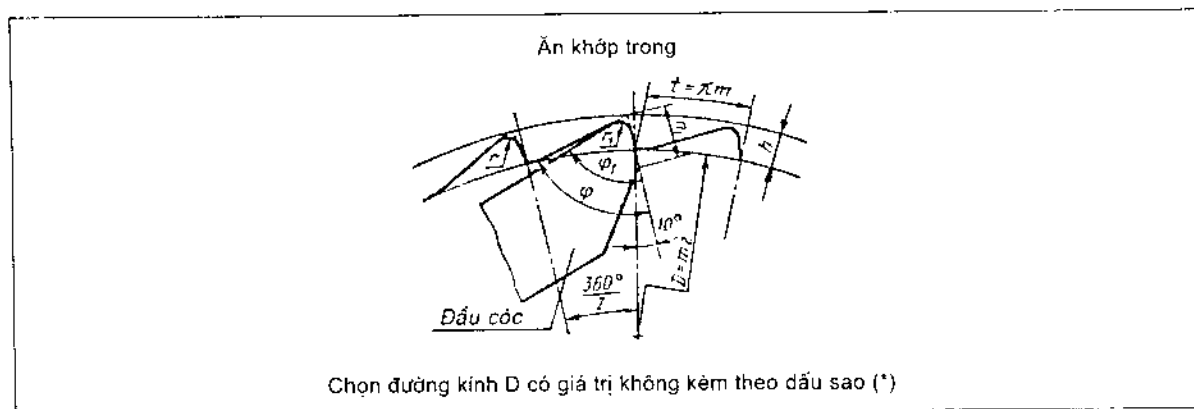
$$q = \frac{4Q}{z\pi(d^2 - d_1^2)} \approx 85 \text{ kG/cm}^2$$

Đối với vật liệu của bộ truyền: thép – đồng bronze $[q] = 70 - 130 \text{ kG/cm}^2$ (bảng 8.8). Kết quả tính toán thỏa mãn yêu cầu.

2. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH CỐC

2.1. Các dạng bánh cóc (bảng 8.9, 8.10 và 8.11)

Bảng 8.9. Bánh cóc môđun nhỏ

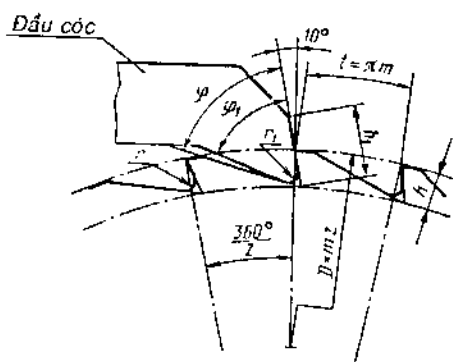


Tiếp bảng 8.9

tiếp bảng 8.9

Kích thước chung, mm						Ăn khớp			
Môđun, m	Bước, t	h	h ₁	r	r _t	ngoài		trong	
						φ°	φ ₁ ^o	φ°	φ ₁ ^o
0,6	1,88	0,8	3	0,3	0,4	55	50	65	60
0,8	2,51	1,0							
1,0	3,14	1,2							
1,25	3,92	1,5	4	0,5	0,8	60	55	70	65
1,5	4,71	1,8							
2,0	6,28	2	5						
2,5	7,85	2,5							

Ăn khớp ngoài



Modun, m	Đường kính ăn khớp D khi số răng													
	20	24	30	36	45	50	60	72	90	100	120	144	180	200
0,6	-	-	-	-	-	30*	36*	43,2*	54*	60	72	86,4	108	120
0,8	-	-	-	-	36*	40*	48*	57,6*	72	80	96	115,2	144	160
1,0	-	-	-	36*	45*	50*	60	72	90	100	120	144	180	200
1,25	-	-	37,5*	45*	56,2*	62,5	75	90	112,5	125	150	180	-	-
1,5	-	36*	45*	54*	67,5	75	90	108	135	150	180	-	-	-
2,0	-40*	48*	60	72	90	100	120	144	180	-	-	-	-	-
2,5	50*	60	75	90	112,5	125	150	180	-	-	-	-	-	-

Bảng 8.10. Bánh cóc truyền động (số răng z từ 12 đến 30)

đường (SS) răng z từ 12 đến 30)

$t = \pi m$ - bước, mm;

$2R = mz$ - đường kính vòng lăn, mm;

$h = m$ - chiều cao răng

môđun	20	22	24	26	30	36	42
a_1	14	15	16	17	19	21	24

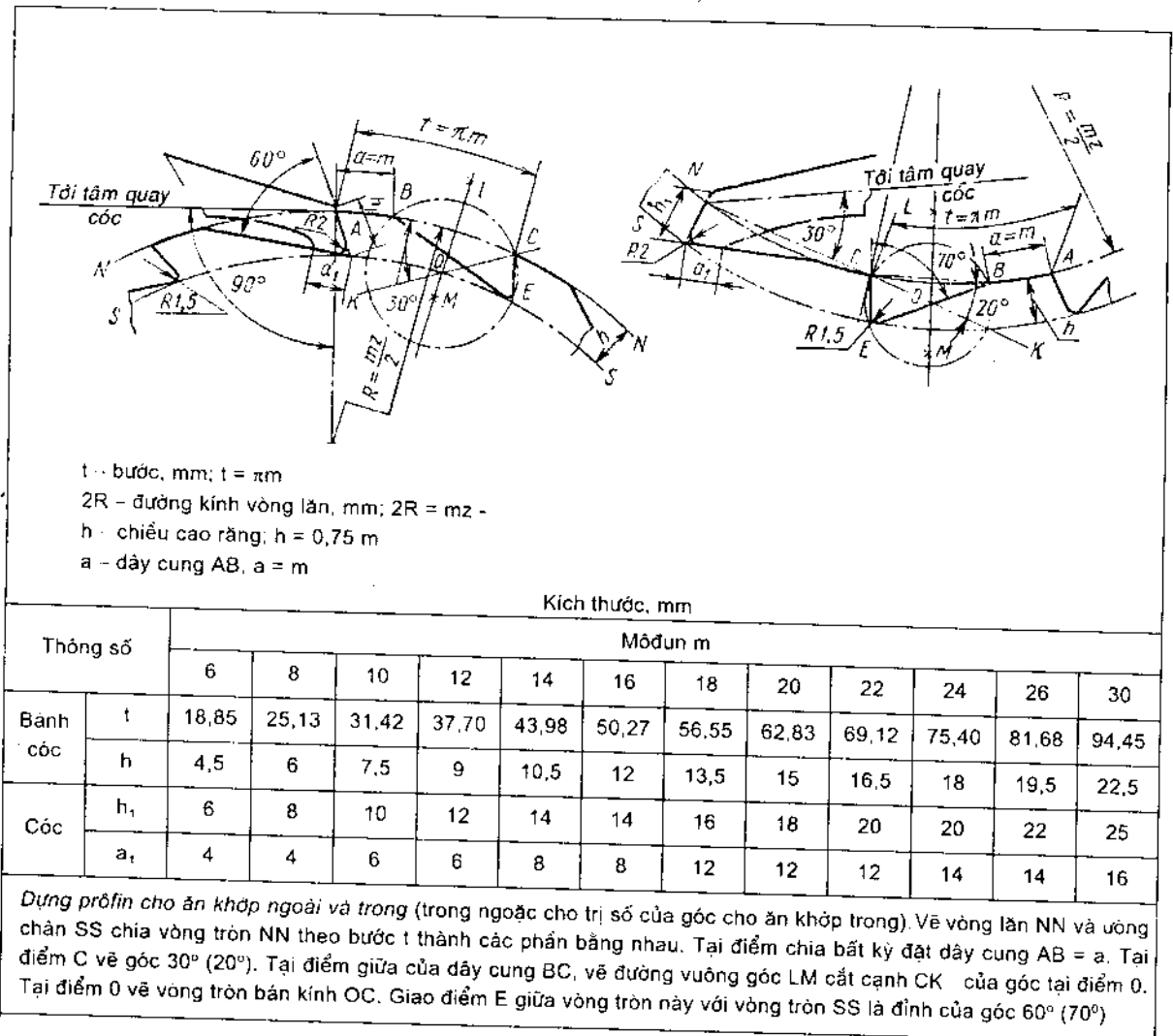
Dựng profil

Chia vòng tròn ngoài NN thành z phần bằng nhau ($AA=t$), qua điểm chia vẽ các bán kính và góc $\beta=4^\circ$. Tại điểm C, giao điểm của cạnh góc β với vòng tròn SS giới hạn đáy răng, vẽ góc $A_1CB = 80^\circ$ của profil cần tìm.

Dựng profil

Chia vòng tròn ngoài NN thành z phần bằng nhau ($AA=t$), qua điểm chia vẽ các bán kính và góc $\beta=4^\circ$. Tại điểm C, giao điểm của cạnh góc β với vòng tròn SS giới hạn đáy răng, vẽ góc $A_1CB = 80^\circ$ của profil cần tìm.

Bảng 8.11. Bánh cóc dùng ăn khớp ngoài và trong
(số răng từ 8 đến 30)



2.2. Tính toán bánh cóc

Số liệu đã cho để tính toán bánh cóc: góc quay của bánh cóc α^0 , momen xoắn được truyền trên trục bánh cóc

Số răng sơ bộ của bánh cóc $z_s = \frac{360^\circ}{\alpha}$; lấy $z = 8 \div 48$, ưu tiên chọn $z = 12 \div 20$

Góc quay thực tế của bánh cóc (đi một răng):

$$\frac{360^\circ}{z}$$

Môđun của bánh cóc, cm:

- Đối với ăn khớp ngoài:

$$m = 1,75 \sqrt{\frac{M_s}{z \psi [\sigma_u]}}$$

- Đối với ăn khớp trong:

$$m = 1,1 \sqrt{\frac{M_x}{z\psi[\sigma_u]}}$$

trong đó M_x – momen xoắn trên trục của bánh cóc, kGcm

$$\psi = \frac{b}{m}$$

Môđun tính toán được làm tròn tới giá trị tiêu chuẩn. Kiểm tra áp lực riêng trên chiều dài theo công thức

$$\frac{2M_x}{mzb} \leq q$$

trong đó b – chiều rộng răng, cm ; $[\sigma_u]$ – ứng suất uốn cho phép đối với vật liệu bánh cóc, kG/cm²; q – áp lực riêng cho phép trên một đơn vị chiều dài răng, kG/cm. Chiều rộng cóc $b_1 \leq b$.

Các giá trị ψ , q và $[\sigma_u]$ đối với các vật liệu khác nhau được cho trong bảng 8.12.

Bảng 8.12. Các giá trị ψ , q và $[\sigma_u]$

Vật liệu bánh cóc	ψ	q , kG/cm	$[\sigma_u]$, kG/cm ²
Gang đúc: GX15-32; GX18-36	1,5-6,0	150	300
Thép đúc mác C35 và C45	1,5-4,0	300	800
Thép rèn CT38	1,0-2,0	350	1000
Thép rèn C45	1,0-2,0	400	1200
Theo đặt hàng, bánh cóc và cóc có thể được tôi và thấm cacbon – tôi			

Ứng suất trong mặt cắt nguy hiểm của cóc a–b hoặc c–d (hình 8.5)

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} + \frac{P}{F} \leq [\sigma_u]$$

trong đó lực vòng P

$$P = \frac{2M_x}{mz}; M_u = Pl \text{ (l– cánh tay đòn);}$$

$$W = \frac{b_1 x^3}{6}; F = b_1 x$$

Đường kính của trục lắp cóc:

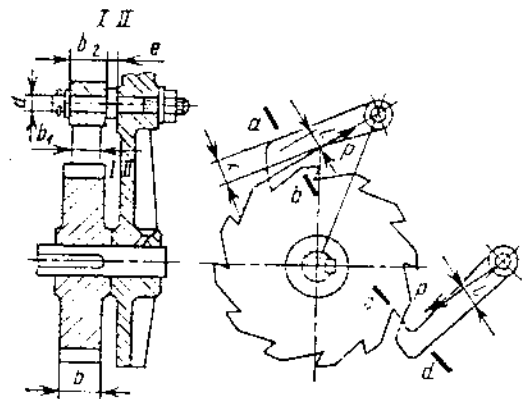
trong mặt cắt I – I

$$d = \sqrt[3]{\frac{P}{0,1[\sigma_u]} \cdot \frac{b_2}{2}}$$

trong mặt cắt II– II

$$d = \sqrt[3]{\frac{P}{0,1[\sigma_u]} \cdot \left(\frac{b_2}{2} + e \right)}$$

Đối với trục lắp cóc được chế tạo từ thép CT51 hoặc C45 thì $[\sigma_u] \leq 500 \text{ kG/cm}^2$.



Hình 8.5. Sơ đồ tính toán bánh cóc

Chương 9

MỐI GHÉP THÁO ĐƯỢC

1. MỐI GHÉP BULÔNG

1.1. Mối ghép không có ứng suất

Mối ghép bulông không có ứng suất được giới thiệu trên hình 9.1. Ứng suất chỉ xuất hiện sau khi có tải trọng làm việc tác dụng vào mối ghép. Trạng thái làm việc của mối ghép này thường là chịu kéo hoặc chịu nén.

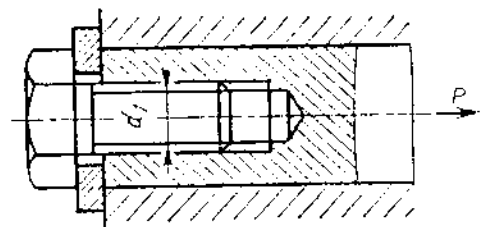
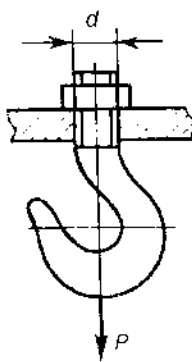
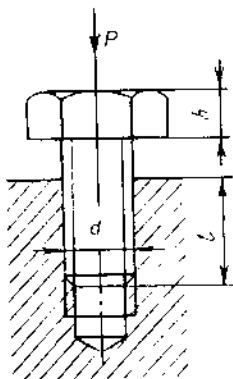
Điều kiện bền của bulông

$$\frac{\pi d_1^2}{4} [\sigma_k] = P$$

Suy ra

$$d_1 = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma_k]}}$$

trong đó P – lực tác dụng dọc theo trục của bulông, kG; d_1 – đường kính trong của ren bulông, cm; $[\sigma_k]$ – ứng suất cho phép khi chịu kéo (hoặc nén), kG/cm²



Hình 9.1. Mối ghép bulông không có ứng suất:
a- mối ghép bulông; b- mối ghép móc treo (cầu)

Hình 9.2. Mối ghép bulông có ứng suất (có sức căng ban đầu)

Ví dụ. Xác định đường kính phần không có ren của móc cầu (hình 9.1b) để nâng tải trọng $P = 10000$ kG. đai ốc được vặn vào ở mức vừa đủ, không siết chặt (để tạo ra ứng suất ban đầu).

Chọn ren có đường kính ngoài $d_1 = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma_k]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10000}{3,14 \cdot 1250}} = 3,2 \text{ cm} = 32 \text{ mm}$; $d = \text{M36}$. Trị

số ứng suất kéo cho phép $[\sigma_k]$ được chọn theo ứng suất kéo cho phép loại II đối với thép C35: $[\sigma_k] = 1250 \text{ kG/cm}^2$ (xem Sổ tay thiết kế cơ khí tập 1, chương 1).

1.2. Mỗi ghép có ứng suất

Khi siết chặt đai ốc vào bulông sẽ xuất hiện lực kéo tương đối lớn và lực xoắn (hình 9.2).

Để đơn giản cho tính toán mỗi ghép bulông có ứng suất (ban đầu) thường chỉ tính toán với lực kéo, và để xét tới ảnh hưởng của lực xoắn có thể tăng lực kéo P lên $25 \div 35\%$. Công thức tính toán đường kính của bulông cũng tương tự như trường hợp mỗi ghép bulông không có ứng suất.

Tải trọng không đổi và momen siết chặt cho phép đối với bulông có ren hệ mét được chế tạo từ thép C35 được giới thiệu trong bảng 9.1.

Bảng 9.1. Tải trọng không đổi và momen siết chặt cho phép đối với bulông có ren hệ mét được chế tạo từ thép C35

Thông số		Đường kính danh nghĩa của ren, mm												
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
Tải trọng, kG	A	120	220	380	580	850	1200	1600	2400	3200	4000	5300	7400	11000
	B	220	900	1500	2100	3000	4000	5000	6500	8000	9500	12000	15000	22000
Momen siết chặt, kG.cm		30	86	170	300	480	770	1000	1500	2100	2600	3800	5200	9200
A - Siết chặt không có sự kiểm soát, tải trọng không tính toán đến lực siết chặt. B - Siết chặt có kiểm soát, tải trọng được tính toán chính xác, có tính đến lực siết chặt.														

1.3. Mỗi ghép chịu tải trọng ngang

a) Bulông được gia công tiện, lắp ghép không có khe hở hoặc có độ dôi không lớn (hình 9.3). Bulông làm việc ở trạng thái chịu cắt và chèn dập.

Tính toán bulông chịu cắt theo công thức

$$\frac{\pi d_1^2}{4} [\tau_c] \geq P$$

Đường kính trong của ren bulông, cm

$$d_1 = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\tau_c]}}$$

trong đó P – lực tác dụng ngang qua bulông, kG; $[\tau_c]$ – ứng suất cắt cho phép, kG/cm² (xem sổ tay thiết kế cơ khí tập 1, chương 1); thường lấy $[\tau_c] = (0,2 \div 0,3) \sigma_{ch}$ (σ_{ch} – giới hạn chảy của vật liệu chế tạo bulông).

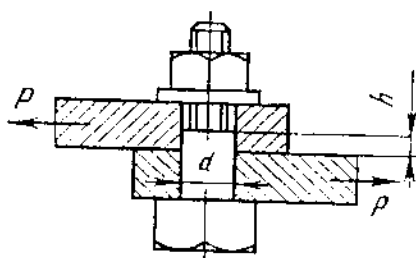
Tính toán bulông chịu chèn dập (ép nén) theo công thức

$$d_1 h [\sigma_{cd}] \geq P$$

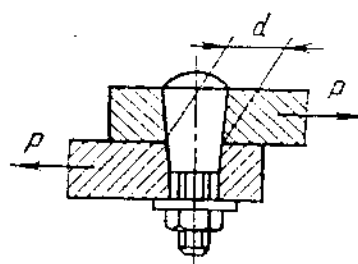
Suy ra

$$h \geq \frac{P}{d_1 [\sigma_{cd}]}$$

trong đó h – chiều cao của phần bị chèn dập, cm; $[\sigma_{cd}]$ – ứng suất chèn dập cho phép, kG/cm².



Hình 9.3. Mỗi ghép bulông chịu tải trọng ngang - bulông tiện



Hình 9.4. Mỗi ghép bulông chịu tải trọng ngang - bulông côn

b) Bulông côn (hình 9.4) Khe hở trong mỗi ghép được khắc phục bởi bề mặt côn của bulông. Tính toán mỗi ghép bulông côn chịu tải trọng ngang cũng tương tự như đối với mỗi ghép bulông tiện.

c) Bulông có khe hở (hình 9.5) Trong trường hợp này, bulông được kéo căng để tránh sự dịch chuyển và độ lệch (xiên) bằng lực ma sát giữa các chi tiết bị kéo của mỗi ghép.

Tính toán bulông theo lực kéo theo công thức sau:

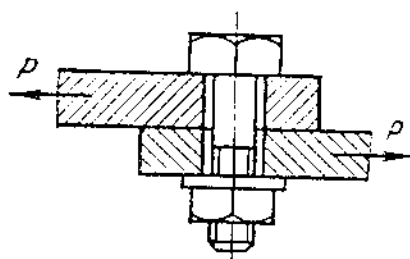
$$Q = \frac{P}{f} = \frac{\pi d_1^2}{4} [\sigma_k]$$

trong đó P – lực kép, kG; f – hệ số ma sát; đối với các bề mặt gang và thép không có bôi trơn $f = 0,15 \div 0,2$; d_1 – đường kính trong của ren, cm; $[\sigma_k]$ – ứng suất kéo cho phép, kG/cm² (xem sổ tay thiết kế cơ khí tập 1 – Chương 1)

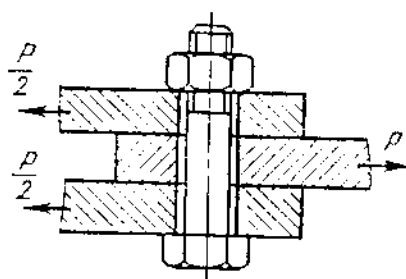
Đối với mỗi ghép có hai và nhiều chỗ nối (hình 9.6) theo công thức sau:

$$Q = \frac{P}{f \cdot i}$$

trong đó i – số chỗ nối

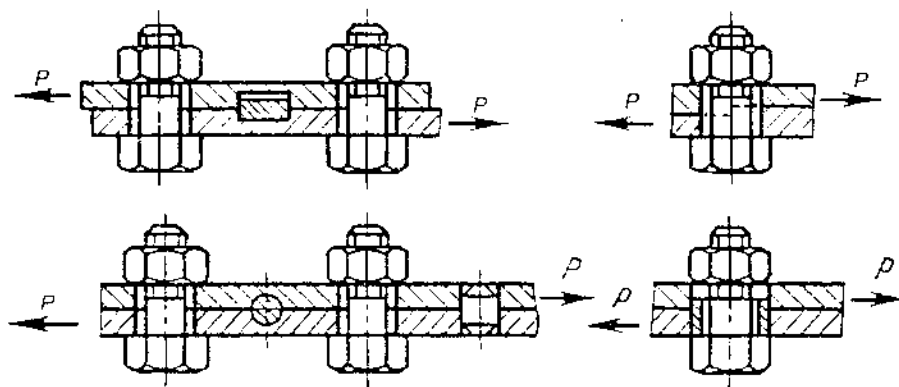


Hình 9.5. Mỗi ghép bulông chịu tải trọng ngang - bulông có khe hở



Hình 9.6. Mỗi ghép bulông chịu tải trọng ngang - bulông có khe hở và nhiều chỗ nối.

d) Cơ cấu chịu tải ngang trong mỗi ghép bulông (hình 9.7). Cơ cấu chịu tải ngang thay cho bulông trong các mỗi ghép bulông có thể là: then bằng (hình 9-7a); gỗ (hình 9-7b); chốt (hình 9-7c) và bạc (hình 9.7d).



Hình 9.7. Các cơ cấu chịu tải ngang thay cho bulông
a- then bằng; b- gờ; c- chốt; d- bạc

1.4. Mối ghép tại đầu các đòn

Mối ghép bulông tại đầu các đòn hoặc cánh tay đòn (hình 9.8) được dùng trong trường hợp khi bề mặt kẹp chặt của đòn trên trục không cố định ở một vị trí.

Do tác dụng của lực P , các bề mặt lắp bulông của đầu đòn chịu nén còn bulông chịu kéo; giữa bề mặt của đầu đòn với trục sẽ xuất hiện lực ma sát Nf , trong đó N – lực pháp tuyến giữa các nửa đầu đòn được tạo thành do sự siết chặt của bulông, còn f - hệ số ma sát.

Lực siết chặt bulông phải đảm bảo sao cho momen ma sát Nfd bằng hoặc lớn hơn momen ngoại lực QL khoảng 20%, nghĩa là:

$$Nfd = 1,2QL$$

$$N = \frac{1,2QL}{fd}$$

trong đó Q – lực tác dụng lên đòn, kG; L – chiều dài cánh tay đòn, cm; d – đường kính trục, cm.

Cân bằng phương trình momen của các lực P và N đối với điểm C :

$$P(l + \frac{d}{2}) = N \frac{d}{2}$$

hoặc

$$P = \frac{1,2QL}{f(2l + d)}$$

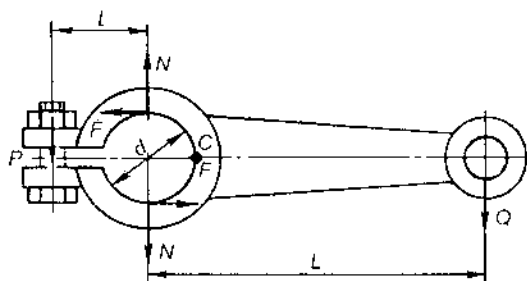
trong đó l – khoảng cách từ đường tâm

bulông tới đường tâm trục, cm;

P – lực ép các mặt lắp bulông

của hai nửa đầu đòn và kéo căng bulông, kG.

Bulông được tính toán chịu kéo theo lực P đã được xác định.



Hình 9.8. Mối ghép nulong tại đầu các đòn

Ví dụ: Tải trọng $Q = 30\text{kG}$ được kẹp chặt trên một nửa đầu của đòn nằm ngang có chiều dài $L = 500\text{ mm}$ (hình 9.8). Cánh tay đòn kia l của đòn có liên quan đến mối ghép giữa đầu đòn với trục có đường kính $d = 40\text{ mm}$ và được kẹp chặt bằng bulông. Tải trọng tác dụng là tải trọng tĩnh. Xác định đường kính bulông.

Tải trọng tính toán đối với bulông

$$P = \frac{1,2QL}{0,2(2l+d)} \quad \text{lấy } f = 0,2; l = 4\text{ cm, khi đó}$$

$$P = \frac{1,2 \cdot 30 \cdot 50}{0,2(2 \cdot 4 + 4)} = 750\text{ kG}$$

Chọn bulông M16, diện tích mặt cắt ngang bulông $F = 1,41\text{ cm}^2$. Ứng suất kéo khi làm việc

$$\sigma_k = \frac{P}{F} = \frac{750}{1,41} = 530\text{ kG/cm}^2$$

Nếu vật liệu làm bulông là thép CT38, với tải trọng là tải trọng tĩnh (loại I) thì ứng suất kéo cho phép $[\sigma_k] = 1250\text{ kG/cm}^2$. Như vậy độ bền của mối ghép hoàn toàn đạt yêu cầu (xem sổ tay TKCK tập 1 - Chương 1).

1.5. Mối ghép kẹp chặt các nắp (mối ghép bulông bền - kín khít, hình 9.9)

Mối ghép thường dùng để kẹp chặt các nắp bình áp lực với thân bình. Số lượng các mối ghép, nghĩa là bước t giữa các bulông phụ thuộc vào áp suất p trong bình:

$t, \text{ mm}$	≤ 150	≤ 120	≤ 100	≤ 80
$p, \text{ kG/cm}^2$	5–15	25	50	100

Lực làm bật nắp và kéo căng bulông

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p$$

trong đó D – đường kính trong của bình, cm; p – áp suất của khí, hơi hoặc chất lỏng chứa trong bình, kG/cm^2 .

Lực được truyền cho một bulông

$$Q_i = \frac{Q}{i}$$

trong đó i – số mối ghép bulông.

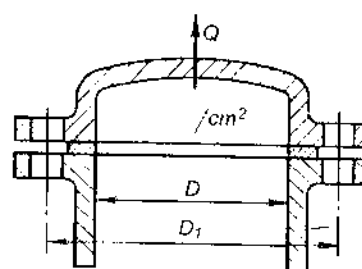
Tải trọng tính toán cho bulông

$$P = Q_1 + \beta Q_2$$

trong đó Q_1 – lực kéo của một bulông, kG; β – hệ số phụ thuộc vào tính chất đàn hồi của các chi tiết đưa vào mối ghép.

Trên thực tế có thể xem $Q_1 = Q_2$, khi đó

$$P = Q_2(1 + \beta)$$



Hình 9.9. Mối ghép bulông kẹp chặt

Hệ số β đối với các đệm kín bằng cao su có thể lấy bằng 0,75; đối với đệm cátông hoặc đệm amian, $\beta = 0,55$; đối với đệm bằng đồng mềm $\beta = 0,35$.

Nếu không biết tính chất đàn hồi của các chi tiết đệm kín và không yêu cầu phải thực hiện tính toán một cách chính xác thì để bảo đảm sự tin cậy của mối ghép có thể lấy $P = 2Q_2$ và bulông được tính toán theo phương trình:

$$[\sigma_k] = \frac{2Q_2}{i \frac{\pi d_1^2}{4}}$$

trong đó d_1 – đường kính trong của ren bulông, cm; $[\sigma_k]$ – ứng suất kéo cho phép, kG/cm².

Chú ý: Các bulông có đường kính $d \geq 12$ mm, được siết chặt bằng tay khi lực làm việc trên chìa vặn $P_w = 30 \div 40$ kG có thể sẽ bị đứt. Do đó trong các mối ghép quan trọng, không nên dùng các bulông có đường kính nhỏ hơn 16 mm.

Ví dụ: – Nắp của một xylanh có áp suất cao được kẹp chặt với thân xylanh bằng 12 vít cấy. Xác định đường kính của các vít cấy khi áp suất lớn nhất của hơi trong xylanh $p = 12$ kG/cm², còn đường kính trong xylanh $D = 200$ mm.

Lực bật mở nắp

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} 12 \approx 3770 \text{ kG}$$

Để bảo đảm độ tin cậy của mối ghép lấy $P = 2Q$; khi đó

$$2Q \leq F[\sigma_k]i$$

trong đó F – diện tích mặt cắt ngang của vít cấy theo đường kính trong của ren, cm², i – số vít cấy.

Xác định $[\sigma_k]$:

$$F[\sigma_k] = \frac{2 \cdot 3770}{12} \approx 630$$

$$[\sigma_k] = \frac{630}{F}$$

Nếu chọn vít cấy M16, diện tích mặt cắt ngang $F = 1,41$ cm², do đó

$$[\sigma_k] = \frac{630}{1,41} \approx 450 \text{ kG/cm}^2$$

Với vật liệu vít cấy là theo C35, tải trọng tác dụng thuộc loại II, $[\sigma_k] = 1250$ kG/cm² (xem Sổ tay TKCK tập 1, Chương 1), độ bền của mối ghép hoàn toàn đạt yêu cầu.

1.6. Mối ghép kẹp chặt các giá công xôn

Mối ghép kẹp chặt các giá công xôn (hình 9.10) với thành bằng hai bulông được tính toán đơn giản như sau.

Các lực tác dụng: Q – tải trọng bên ngoài (hoặc các thành phần của nó H và N), kG; P – lực siết chặt bulông, kG; R – phản lực của thành, kG, được xác định theo công thức

$$R = \sigma_{cd} F$$

trong đó σ_{cd} – ứng suất chèn dấp của các ổ tựa do sự siết chặt các bulông bằng lực $2P$, kG/cm²; ứng suất cho phép về chèn dấp $[\sigma_{cd}]$ đối với thành (tường) gạch được lấy bằng $8+12$ kG/cm², đối với thành gỗ $12+20$ kG/cm², đối với gang và thép $1200+1800$ kG/cm²; F – diện tích tựa của giá, cm².

Điểm đặt của lực R nằm cách mép dưới của giá $1/3 h$, trong đó h – chiều cao giá, cm.

Điều kiện cân bằng là phương trình momen của các lực đối với đường tâm của bulông dưới bằng 0:

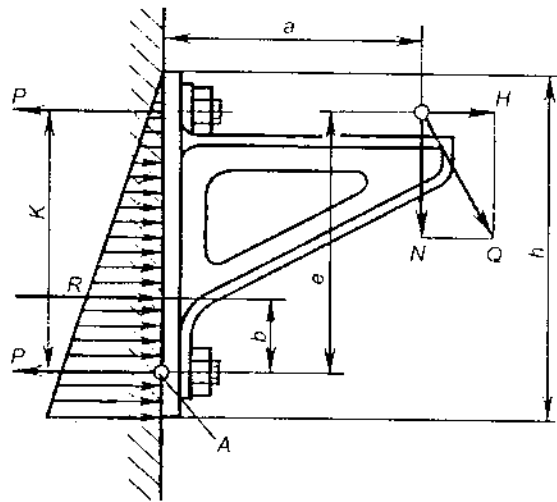
$$H_b + N_a + R_p - P_k = 0$$

Từ phương trình trên có thể xác định được lực P siết chặt bulông và đường kính bulông. Ứng suất kéo cho phép $[\sigma_k]$ cần được tham khảo trong Sổ tay thiết kế cơ khí tập 1, Chương 1.

Biết được lực P , cần kiểm tra sự trượt của giá công xôn trên tường

$$f(2P - H) \geq N$$

Do sự siết chặt bulông nên đã xuất hiện lực ma sát $2Pf$ để cản lại sự trượt của giá công xôn trên tường dưới tác dụng của lực N . Hệ số ma sát đối với gang – gạch lấy bằng $0,4+0,45$; đối với gang – gỗ $0,4+0,45$ và đối với gang – gang $0,18+0,2$.



Hình 9.10. Mối ghép bulông kẹp chặt giá công xôn

1.7. Mối ghép bulông nối bích

Mối ghép bulông để nối giữa hai mặt bích với nhau hoặc hai chi tiết dạng vành được giới thiệu trên hình 9.11.

Lực siết chặt bulông được truyền cho lỗ lắp bulông có khe hở

$$Q = \frac{3M_x(D_2^2 - D_1^2)}{3f(D_2^3 - D_1^3)}$$

Khi bề mặt tiếp xúc của mối nối không lớn, khe hở của lắp ghép không lớn hơn so với D_0 .

$$Q = \frac{2M_x}{zfD_0}$$

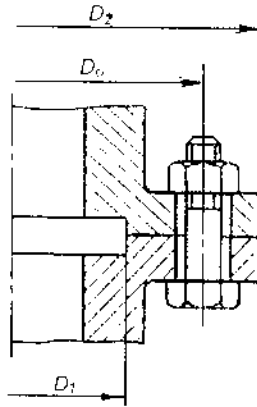
trong đó M_x – momen xoắn; z – số mối ghép bulông; f – hệ số ma sát.

Đối với mối ghép không có khe hở, bulông được gia công tiện thì trong tính toán không dùng momen ma sát do sự siết chặt bulông hoặc chỉ dùng 25÷35% trị số của momen này.

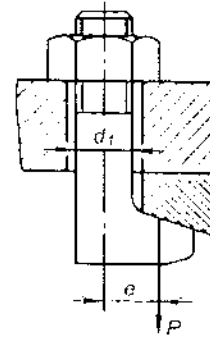
Tải trọng ngang trên mỗi bulông

$$Q = \frac{2M_x}{zD_o}$$

Bulông được tính toán theo cắt và chèn dập.



Hình 9.11. Mối ghép bulông nổi bích



Hình 9.12. Mối ghép bulông có tải trọng lệch tâm

1.8. Mối ghép bulông có tải trọng lệch tâm

Sơ đồ của mối ghép có tải trọng lệch tâm được giới thiệu trên hình 9.12. Dưới tác dụng của lực lệch tâm P, trong bulông sẽ xuất hiện các ứng suất kéo và uốn

$$\sigma_{\Sigma} = \sigma_k + \sigma_u = \frac{P}{\pi d_1^2} + \frac{P \cdot e}{\pi d_1^3} = \frac{4P}{\pi d_1^2} \left(1 + 8 \frac{e}{d_1} \right)$$

trong đó: σ_{Σ} – ứng suất tổng khi kéo và uốn, kG/cm²; σ_k – ứng suất làm việc khi chịu kéo, kG/cm²; σ_u – ứng suất làm việc khi chịu uốn, kG/cm²; e– khoảng cách từ điểm đặt lực P tới đường tâm bulông, cm; d_1 – đường kính trong của ren bulông, cm

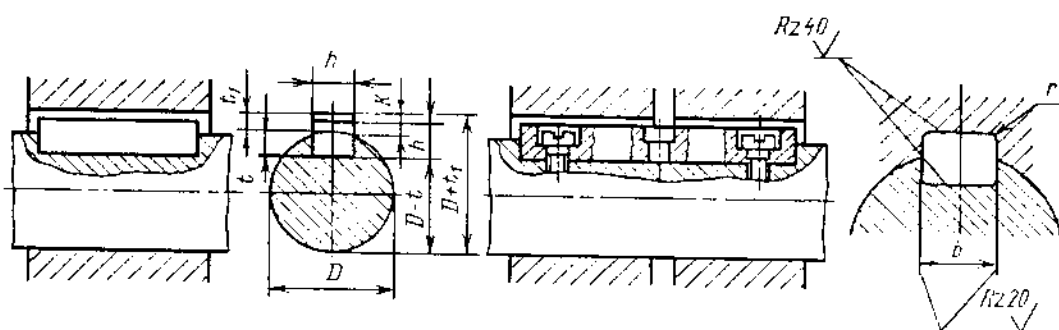
Mặc dù khoảng cách e tương đối nhỏ nhưng ứng suất uốn trong bulông có thể vẫn lớn hơn nhiều lần so với ứng suất kéo, do đó cần tăng đường kính ren bulông. Đây là nhược điểm lớn nhất của mối ghép bulông chịu tải trọng lệch tâm, vì vậy chỉ nên dùng mối ghép loại này trong trường hợp thực cần thiết.

2. MỐI GHÉP THEN

2.1. Mối ghép than bằng

Kích thước của mối ghép then bằng và mối ghép then bằng cao được giới thiệu trong bảng 9.2 và 9.3.

**Bảng 9.2. Kích thước của mặt cắt then bằng và rãnh then (TCVN 2261-77)
và của then bằng cao và rãnh then (TCVN 4218-86)**
Kích thước, mm



Đường kính trục D	TCVN 2261-77						TCVN 4218-86					
	Kích thước mặt cắt then		Chiều sâu rãnh		Bánh kính lượn của rãnh r		Kích thước mặt cắt then		Chiều sâu rãnh		Bánh kính lượn của rãnh r	
			trục	bạc					t	t ₁		
	b	h	t	t ₁	min*	max	b	h	min	max	min	max
Từ 6 đến 8	2	2	1,2	1,0								
Trên 8 " 10	3	3	1,8	1,4	0,08	0,16						
" 10 " 12	4	4	2,5	1,8								
Trên 12 đến 17	5	5	3	2,3								
" 17 " 22	6	6	3,5	2,8	0,16	0,25						
" 22 " 30	8	7	4	3,3								
Trên 30 đến 38	10	8	5	3,3			10	9	5,5	3,8		
" 38 " 44	12	8	5	3,3			12	11	7	4,4		
" 44 " 50	14	9	5,5	3,8	0,25	0,4	14	12	7,5	4,9	0,25	0,4
" 50 " 58	16	10	6	4,3			16	14	9	5,4		
" 58 " 65	18	11	7	4,4			18	16	10	6,4		
Trên 65 đến 75	20	12	7,5	4,9			20	18	11	7,4		
" 75 " 85	22	14	9	5,4			22	20	12	8,4		
" 85 " 95	25	14	9	5,4	0,4	0,6	25	22	13	9,4	0,4	0,6
" 95 " 110	28	16	10	6,4			28	25	15	10,4		
" 110 " 130	32	18	11	7,4			32	28	17	14,4		

* Căn tuân theo các mối ghép then quan trọng

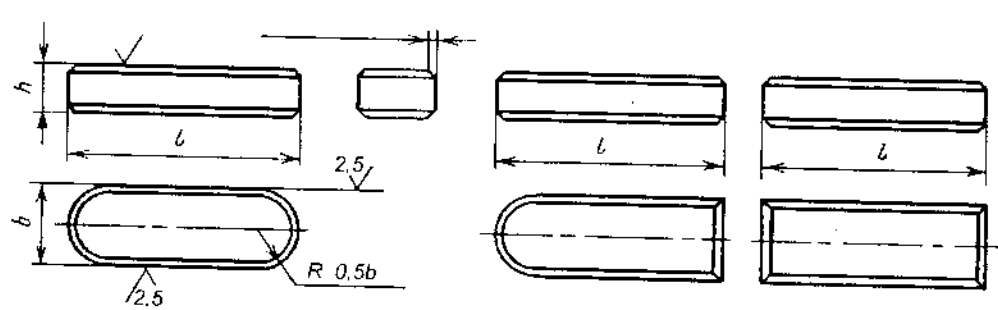
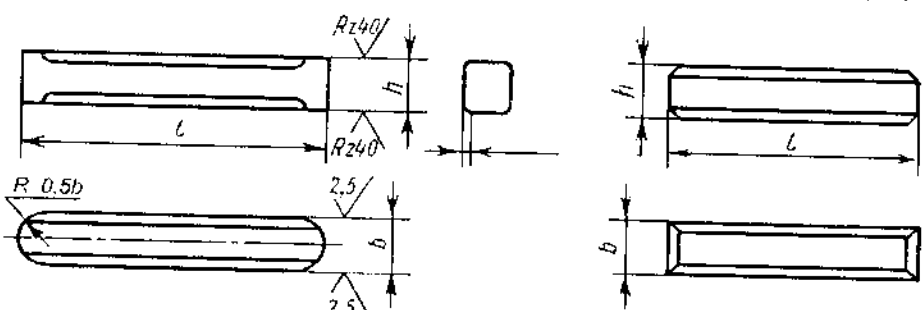
Các tiêu chuẩn TCVN 2261-77 và TCVN 4218-86 qui định kích thước mặt cắt của then và rãnh then cho các trục có kích thước đường kính D đến 500 mm.

Kích thước, dung sai và lắp ghép của mối ghép then bằng dẫn hướng được cố định vào trục được giới thiệu trong TCVN 4216-86 (bảng 9.4).

Tùy theo việc lựa chọn chuẩn trong gia công và chuẩn đo, trên bản vẽ chi tiết có thể cho các kích thước: $D + t_1$ đối với bạc (ống bao); t - (phương án ưu tiên) hoặc $(D - t)$ - đối với trục.

Dung sai và lắp ghép của mặt cắt then và rãnh then được giới thiệu trong mục 2.5.

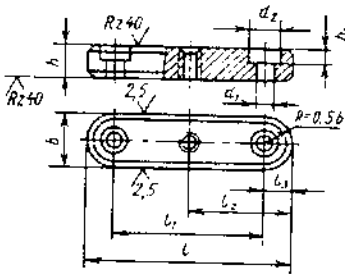
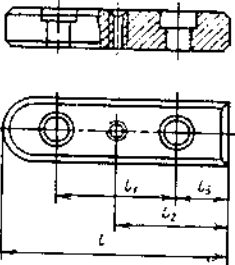
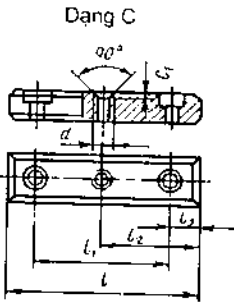
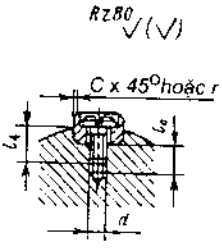
Bảng 9.3. Then bằng (TCVN 2261-77) và then bằng cao (TCVN 4218-86)
Kích thước, mm

TCVN 2261-77								
								
TCVN 4218-86								
								
b	2	3	4	5	6	8	10	12
h*	2	3	4	5	6	7	8(9)	8(11)
c hoặc r	0,16-0,25			0,25-0,40			0,40-0,60	
l**	6-20	6-36	8-45	10-56	14-70	18-90	22-110	28-140
b	14	16	18	20	22	25	28	32
h*	9(12)	10(14)	11(16)	12(18)	14(20)	14(22)	16(25)	18(28)
c hoặc r	0,40-0,60			0,60-0,80				
l**	36-160	45-226	50-180	56-180	63-180	70-180	80-180	90-360
* Trong ngoặc đơn là kích thước của then bằng cao (TCVN 4218-86) ** Kích thước l trong các khoảng đã cho được chọn theo dãy: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360.								

Các tiêu chuẩn TCVN 2261-77 và TCVN 4218-86 còn qui định các kích thước chiều rộng then b đến 100 mm và chiều dài l đến 500 mm.

Vật liệu chế tạo then bằng: thép có giới hạn bền kéo đứt không thấp hơn 60 kG/mm².

Bảng 9.4. Than bằng dẫn hướng được kẹp chặt với trục (TCVN 4216-86)
Kích thước, mm

Dạng A  Dạng B  Dạng C  Rz80 √(√) 														
b		8		10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	
h		7		8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	
h ₁		2,5			3,2	4	4,5			5,5			7	
d		M3			M4	M5	M6			M8			M10	
d ₁		3,4			4,5	5,5	6,6			9			11	
d		6			7,5	9,5	11			14			17	
c hoặc r		0,25-0,40		0,4 - 0,6					0,6 - 0,8					
c ₁		0,3		0,5										
l ₀		7		8	10		11		16		18			
vít d x l ₄		M3 x8		M3x10	M4x10	M5x12	M6x14		M8x20		M10 x25			
l	l ₁	l ₂	l ₃	Khối lượng của 100 then dạng C, kg										
25	13	12	6	8,6	13,1									
28	14	14	7	9,9	15,0	16,5								
32	16	16	8	11,7	17,5	20,6								
36	18	18	9	13,4	20,0	23,1	27,6							
40	20	20	10	15,2	22,5	26,2	32,0							
45	23	22	11	17,4	25,6	29,9	37,1	44,4						
50	26	25	12	19,6	28,8	33,7	41,9	51,1	64,4					
56	30	28	13	22,2	32,5	38,4	47,7	58,1	74,5	93,1				
63	35	32	14	25,2	36,9	43,3	54,3	66,9	84,7	104,9	124,9			
70	40	35	15	28,4	41,4	48,8	61,6	76,2	96,3	119	141,7	164,8		
80	48	40	16	32,6	47,6	56,3	71,5	88,8	112	137	165,7	192,1	253	
90	54	45	18	37,0	52,9	63,9	81,4	101	127	156	189,7	219,4	288	357
100	60	50	20		60,0	71,4	91,4	114	143	175	213,7	246,7	323	402
110	66	55	22		66,3	78,9	101	126	158	194	237,7	274,0	358	447
125	75	62	25			89,2	116	145	181	222	273,8	314,9	410	514
140	80	70	30			100,4	131	164	205	250	309,8	355,9	464	583
160	90	80	35				149	189	236	288	357,8	410,5	534	673
180	100	90	40					214	267	326	405,8	475,1	604	764
200	110	100	45						298	364	453,9	519,7	675	854
Độ giảm khối lượng đối với dạng		A		0,75	1,35	1,94	2,97	4,31	6,00	8,09	11,2	15,1	21	31,1
		B		0,38	0,67	0,97	1,48	2,15	3,00	4,04	5,6	7,5	10,5	15,5

Tiêu chuẩn TCVN 4216-86 còn qui định các kích thước chiều rộng then lớn hơn 32 mm và chiều dài then l đến 450 mm.

Vật liệu chế tạo then bằng dẫn hướng: thép có giới hạn bền kéo đứt không thấp hơn 60 kG/mm².

Kích thước của rãnh then bằng dẫn hướng – theo bảng 9.2.

Dung sai và lắp ghép của mối ghép then bằng dẫn hướng được giới thiệu trong mục 2.5.

Bảng 9.5. Then bằng trượt
Kích thước, mm

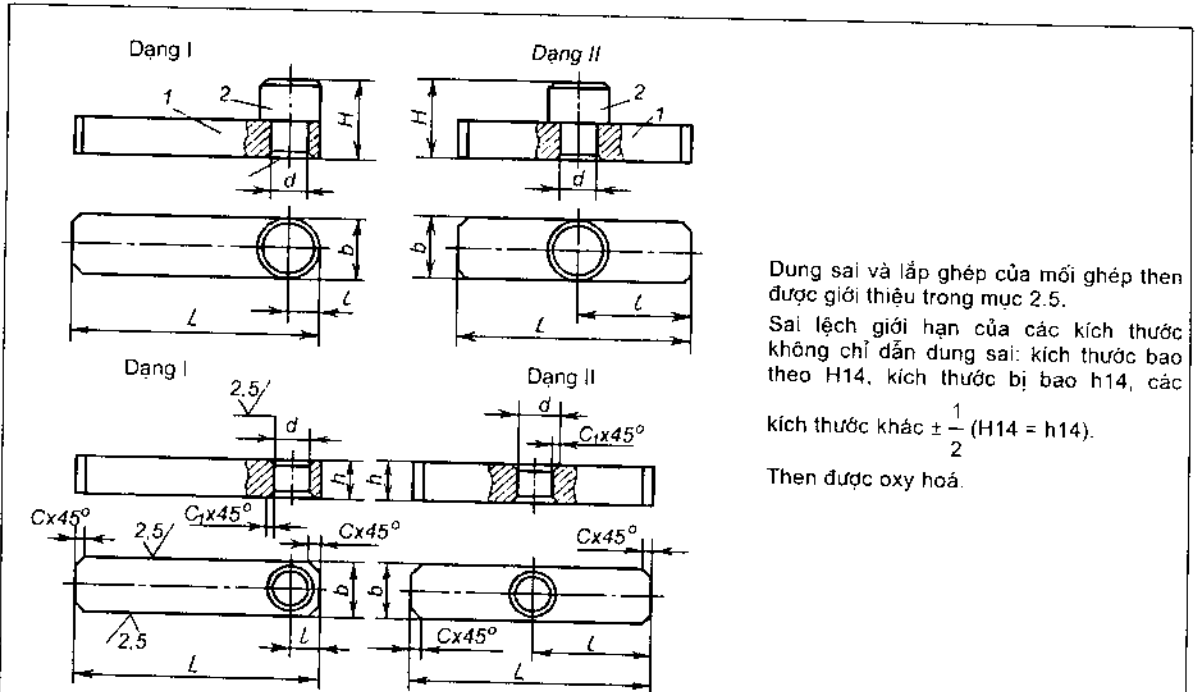
Dạng I Dạng II Dung sai và lắp ghép của mối ghép then được giới thiệu trong mục 2.5 Sai lệch của các kích thước tự do - theo IT14. Then được oxy hoá hoặc foffat hoá.									
Đường kính D	Dạng	b (Sai lệch theo h9)	h (Sai lệch theo h11)	d (Sai lệch theo h12)	L	H	l	c	Khối lượng kg
Trên 10 đến 14	I	4	4	4	8	8	2,0	0,3	0,001
	II				8		4,0		
	I				12		2,0		0,002
	II				12		6,0		
Trên 10 đến 14	I	4	4	4	16	8	2,0	0,3	0,002
	II				16		8,0		
	I				20		2,0		0,003
	II				20		10,0		
	I				25		2,0		0,003
	II				25		12,5		
	I				32		2,0		0,004
	II				32		16,0		

Tiếp bảng 9.5

Đường kính D	Dạng	b (Sai lệch theo h9)	h (Sai lệch theo h11)	d (Sai lệch theo h12)	L	H	l	c	Khối lượng kg
Trên 14 đến 18	I	5	5	5	12	10	2,5	0,3	0,002
	II				12		6,0		
	I				16		2,5		0,003
	II				16		8,0		
	I				20		2,5		0,004
	II				20		10,0		
	I				25		2,5		0,005
	II				25		12,5		
	I				32		2,5		0,006
	II				32		16,0		
Trên 18 đến 24	I	6	6	6	40	12	2,5	0,6	0,008
	II				40		20,0		
	I				16		3,0		0,005
	II				16		8,0		
	I				20		3,0		0,006
	II				20		10,0		
	I				25		3,0		0,008
	II				25		12,5		
	I				32		3,0		0,010
	II				32		16,0		
Trên 24 đến 30	I	8	7	8	40	14	3,0	0,6	0,011
	II				40		20,0		
	I				20		4,0		0,012
	II				20		10,0		
	I				25		4,0		0,014
	II				25		12,5		
	I				32		4,0		0,017
	II				32		16,0		
	I				40		4,0		0,020
	II				40		20,0		
Trên 30 đến 36	I	10	8	10	50	16	4,0	0,7	0,025
	II				50		25,0		
	I				63		4,0		0,030
	II				63		31,5		
	I				25		5,0		0,020
	II				25		12,5		
	I				32		5,0		0,025
	II				32		16,0		
	I				40		5,0		0,030
	II				40		20,0		
Trên 36 đến 42	I	12	10	12	50	18	5,0	0,8	0,036
	II				50		25,0		
	I				63		5,0		0,044
	II				63		31,5		
	I				80		5,0		0,055
	II				80		40,0		

Vật liệu chế tạo then - thép C45, độ cứng 30+35 HRC

Bảng 9.6. Then bằng lắp trượt
(Theo ГОСТ 1228-86). Kích thước, mm



Dung sai và lắp ghép của mỗi ghép then được giới thiệu trong mục 2.5.

Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: kích thước bao theo H14, kích thước bị bao h14, các

kích thước khác $\pm \frac{1}{2}$ (H14 = h14).

Then được oxy hoá.

Ký hiệu sản phẩm		Đường kính trục D	d (Sai lệch H8)	L	H	b (Sai lệch h9)	h (Sai lệch h9)	c	c ₁	Khối lượng kg
Dạng I	Dạng II									
7031-0251 7031-0253 7031-0255 7031-0257 7031-0259 7031-0261	7031-0252 7031-0254 7031-0256 7031-0258 7031-0260 7031-0262	Trên 36 đến 42	6	32 40 50 63 80 100	16	12	8	0,8	1,0	0,032 0,037 0,045 0,054 0,068 0,082
7031-0263 7031-0265 7031-0267 7031-0269 7031-0271 7031-0273	7031-0264 7031-0266 7031-0268 7031-0270 7031-0272 7031-0274	Trên 42 đến 48	8	40 50 63 80 100 125	18	14	9	0,8	1,0	0,01 0,01 0,04 0,08 0,10 0,15
7031-0275 7031-0277 7031-0279 7031-0281 7031-0283 7031-0285	7031-0276 7031-0278 7031-0280 7031-0282 7031-0284 7031-0286	Trên 48 đến 55	10	50 63 80 100 125 160	20	16	10	1,0	1,6	0,079 0,095 0,116 0,141 0,177 0,217
7031-0287 7031-0289 7031-0291 7031-0293 7031-0295 7031-0297	7031-0288 7031-0290 7031-0292 7031-0294 7031-0296 7031-0298	Trên 55 đến 65	12	50 63 80 100 125 160	22	18	11	1,0	1,6	0,100 0,120 0,147 0,178 0,217 0,271

Tiếp bảng 9.6

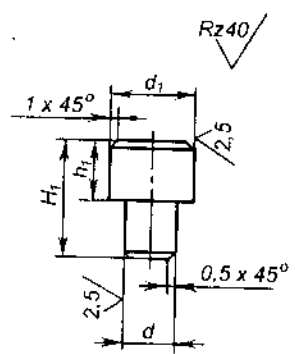
Ký hiệu sản phẩm		Đường kính trục D	d (Sai lệch H8)	L	H	b (Sai lệch h9)	h (Sai lệch h9)	c	c ₁	Khối lượng kg
Dạng I	Dạng II									
7031-0299 7031-0301 7031-0303 7031-0305 7031-0307 7031-0309	7031-0300 7031-0302 7031-0304 7031-0306 7031-0308 7031-0310	Trên 65 đến 75	12	63 80 100 125 160 200	24	20	12	1,6	2,0	0,148 0,180 0,218 0,265 0,331 0,406
7031-0311 7031-0313 7031-0315 7031-0317 7031-0319	7031-0312 7031-0314 7031-0316 7031-0318 7031-0320	Trên 75 đến 90	16	80 100 125 160 200	28	24	14	1,6	2,0	0,261 0,313 0,380 0,472 0,578
7031-0321 7031-0323 7031-0325 7031-0327 7031-0329	7031-0322 7031-0324 7031-0326 7031-0328 7031-0330	Trên 90 đến 105	20	100 125 160 200 250	32	28	16	2,0	2,5	0,428 0,517 0,639 0,780 0,955

ГОСТ 12208-66 còn qui định các kích thước b của then 10; 32 và 36 mm.

Vật liệu chế tạo then – thép C45, độ cứng 30 ÷ 35HRC.

Chốt 2 lắp vào then theo lắp ghép H8/s7. Các kích thước của chốt 2 được giới thiệu trong bảng 9.7.

Bảng 9.7. Chốt 2. Kích thước, mm

	Ký hiệu chi tiết	d (Sai lệch s7)	d ₁ (Sai lệch h12)	H ₁	h ₁	Khối lượng, kg
	7031-0251/002 7031-0263/002 7031-0275/002 7031-0287/002 7031-0299/002 7031-0311/002 7031-0321/002	6 8 10 12 12 16 20	12 14 16 18 20 24 28	16 18 20 22 24 28 32	8 9 10 11 12 14 16	0,009 0,015 0,022 0,032 0,040 0,072 0,117

Vật liệu chế tạo chốt: thép C45, độ cứng 28 ÷ 32 HRC

Lớp phủ: Oxy hoá

Độ dịch chuyển đường tâm của phần chốt có đường kính d₁ so với vị trí danh nghĩa không được lớn hơn 0,06mm.

Sai lệch giới hạn của các kích thước không chỉ dẫn dung sai: kích thước bao theo H14; kích thước bị bao theo h14, các kích thước khác theo $\pm \frac{1}{2}(H14 = h14)$.

2.2. Mối ghép then bán nguyệt (TCVN 4217-86)

Bảng 9.8. Then bán nguyệt
Kích thước then và rãnh then, mm

Đường kính trục D đối với then, mm

Đường kính trục D đối với then		Kích thước then						Khối lượng kg	Chiều sâu rãnh		Bán kính lượn của rãnh r	
truyền momen xoắn	của bộ phận cố định	b	h	d	l	c hoặc r			trục t	bạc t ₁	min	max
						min	max					
Từ 3 đ. 4 Tr. 4 " 6	Tr. 6 đ. 8 " 8 " 10	1 1,5	1,4 2,6	4 7	3,8 6,8	0,05	0,08	0,031 1,052	1 2	0,6 0,8	-	0,05
Tr. 6 đ. 8	Tr. 10 đ. 12	2 2 2,5	2,6 3,7 3,7	7 10 10	6,8 9,7 9,7	0,16	0,25	0,204 0,414 0,510	1,8 2,9 2,9	1,0	0,08	0,16
Tr. 8 đ. 10	Tr. 12 đ. 17	3	3,7 5 6,5	10 13 16	9,7 12,6 15,7			0,612 1,05 1,60	2,5 3,8 5,3	1,4		
Tr. 10 đ. 12	Tr. 17 đ. 22	4	5 6,5 7,5 9	13 16 19 22	12,6 15,7 18,6 21,6			1,40 2,12 3,24 4,10	3,5 5 6 7,5	1,8		
Tr. 12 đ. 17	Tr. 22 đ. 30	5	6,5 7,5 9 10	16 1+ 22 25	15,7 18,6 21,6 24,5			2,68 4,04 5,66 6,90	4,5 5,5 7 8	2,3		
Tr. 17 đ. 22	Tr. 30 đ. 38	6	9 10 11 13	22 25 28 32	21,6 24,5 27,3 31,4	0,25	0,4	6,78 8,48 10,3 14,5	6,5 7,5 8,5 10,5	2,8	0,16	0,25
Tr. 22 đ. 30	Tr. 38 đ. 44	8	11 13 15	28 32 38	27,3 31,4 37,1			13,8 19,3 25,4	8 10 12	3,3		
Tr. 30 đ. 38	Tr. 44 đ. 50	10	13 15 16 17	32 38 45 55	31,4 37,1 43,1 50,8	0,4	0,6	24,1 32,3 39,5 45,2	10 12 13 14	3,3	0,25	0,4
Tr. 38 đ. 44	Tr. 50 đ. 58	12	19	65	59,1			62,1	16	3,3		

Vật liệu chế tạo then: thép có giới hạn bền kéo đứt không thấp hơn 60 kG/mm^2 .

Dung sai và lắp ghép của mỗi ghép then được giới thiệu trong mục 2.5.

Cho phép làm cùn góc sắc trên then bằng cạnh vát hoặc bán kính có kích thước đến 0,1b.

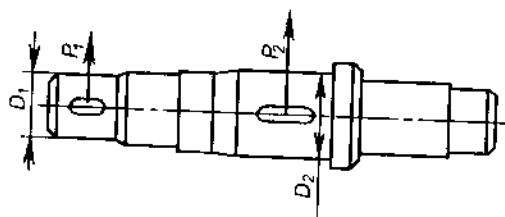
Tuỳ theo việc lựa chọn chuẩn trong gia công và chuẩn đo, trên bản vẽ chi tiết có thể cho các kích thước: $d + t$, đối với bạc, t (phương án ưu tiên) hoặc $d - t$ đối với trục.

2.3. Chọn then cho các trục bậc

Nếu trên trục bậc có hai hoặc nhiều mối ghép then (hình 9.13) truyền momen xoắn không đổi M_x , các lực P_1 , P_2 tác dụng lên then được xác định:

$$P_1 = \frac{2M_x}{D_1} \text{ và } P_2 = \frac{2M_x}{D_2}$$

$D_2 > D_1$, có nghĩa là then của bậc có đường kính D_2 chịu tải nhỏ hơn then của bậc có đường kính D_1 . Như vậy về phương diện độ bền và khả năng chịu tải của các mối ghép then, kích thước mặt cắt của then cho bậc trục có đường kính lớn có thể chọn nhỏ hơn so với kích thước mặt cắt của then cho bậc trục có đường kính nhỏ. Nói một cách khác đường kính của bậc trục bậc càng lớn thì kích thước mặt cắt của then càng nhỏ.



Hình 9.13. Trục bậc với hai mối ghép then bằng

Để nâng cao tính công nghệ của kết cấu trục bậc, các rãnh then trên trục nên có kích thước mặt cắt (tiết diện) như nhau, đó là kích thước mặt cắt rãnh then của bậc trục có đường kính nhỏ nhất trong các bậc trục có mối ghép then bằng.

2.4. Tính toán mối ghép then bằng

Các ký hiệu được sử dụng:

$[M_{x\max}]$ – momen xoắn lớn nhất cho phép, kG.cm ;

l – chiều dài làm việc của then, cm ;

d – đường kính trục, cm ;

d_1 – đường kính then tròn, cm ;

b và h – chiều rộng và chiều cao (dày) then, cm ;

K – phần nhô của then khỏi rãnh then;

$[\sigma_{\text{ch}}]$ – ứng suất chèn dập cho phép, kG/cm^2 ;

$[\tau_{\text{c}}]$ – ứng suất cắt cho phép, kG/cm^2 ;

Trong tính toán, coi sự phân bố tải trọng theo chiều dài then là đều nhau.

a) *Then bằng* (hình 9.14)

Kiểm tra bề mặt làm việc của then theo chèn dấp, còn kiểm tra về cắt tại mặt cắt C-C.

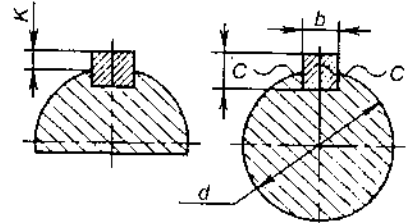
Điều kiện bền về chèn dấp:

$$[M_{x_{max}}] = 0,5dK[\sigma_{cd}]$$

Điều kiện bền cắt tại mặt cắt C-C:

$$[M_{x_{max}}] = 0,5(d + K)bl[\tau_c]$$

Trong trường hợp lắp hai then có vị trí đối diện nhau theo đường kính cần đưa vào hệ số 0,75.



Hình 9.14. Sơ đồ tính toán then bằng

b) *Then bán nguyệt* (hình 9.15)

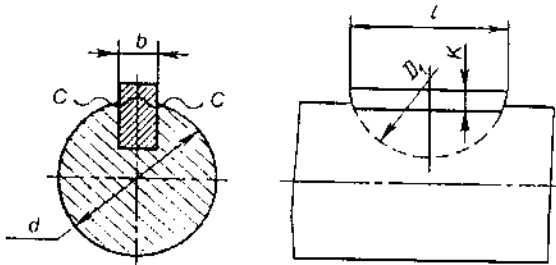
Phần nhô lên của then được kiểm tra về chèn dấp, còn kiểm tra về cắt tại mặt cắt C-C.

Điều kiện bền về chèn dấp:

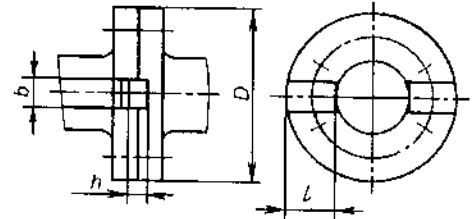
$$[M_{x_{max}}] = 0,5dIK[\sigma_{cd}]$$

Điều kiện bền cắt tại mặt cắt C-C

$$[M_{x_{max}}] = 0,5(d + K)lb[\tau_c], \text{ ở đây } l = 0,95D$$



Hình 9.15. Sơ đồ tính toán then bán nguyệt



Hình 9.16. Sơ đồ tính toán then mặt đầu

c) *Then mặt đầu* (hình 9.16)

Đây là một dạng then bằng được lắp tại mặt phẳng mút của hai nửa mối nối, ví dụ mối nối mặt bích tại các đầu của hai trục.

Mặt hợp của then chịu tải chèn dấp còn mặt cắt dọc của then (mặt phẳng trùng với mặt phẳng nối của hai trục) chịu tải cắt.

Điều kiện bền về chèn dấp :

$$[M_{x_{max}}] = \frac{hlD(1 - \frac{1}{D})}{4} [\sigma_{cd}]$$

Điều kiện bền cắt

$$[M_{x_{max}}] = \frac{bID(1 - \frac{1}{D})}{2} [\tau_c]$$

d) *Then trụ tròn* (hình 9.17)

Mặt cắt ngang của then được kiểm tra về cắt, còn mặt bên của then được kiểm tra về chèn dập.

Điều kiện bền về chèn dập:

$$M_x \approx 0,2dd_1l[\sigma_{cd}]$$

Điều kiện bền cắt:

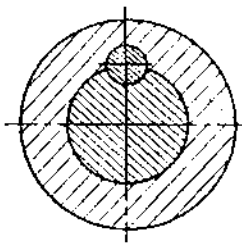
$$M_x \approx 0,5dd_1l[\tau_c]$$

e) *Ứng suất cho phép*

Ứng suất cho phép về chèn dập $[\sigma_{cd}]$ đối với then phụ thuộc vào chế độ làm việc của mối ghép then. Ở chế độ làm việc tĩnh có thể lấy $[\sigma_{cd}]$ đến 1500 kG/cm^2 . Trong ngành chế tạo máy thường sử dụng các giá trị $[\sigma_{cd}] = 600 \div 900 \text{ kG/cm}^2$ đối với các mối ghép then cố định cho các chi tiết nối tiếp bằng gang đúc, thép đúc và thép cán.

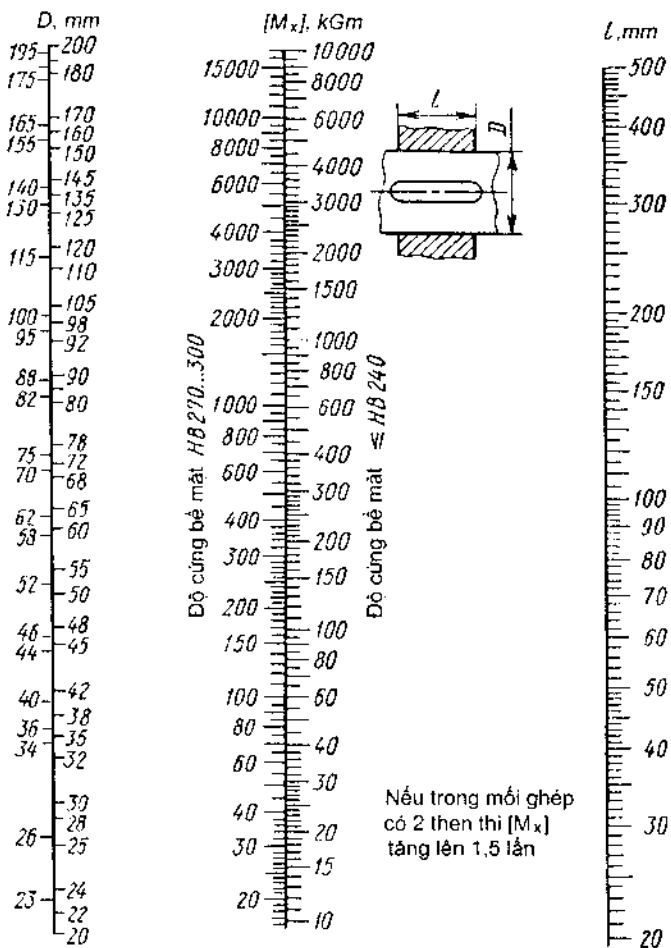
Trong ngành chế tạo máy cũng sử dụng $\sigma_{cd} = (0,3 \div 0,5) \sigma_{ch}$ cho các mối ghép cố định và $\sigma_{cd} = (0,1 \div 0,2) \sigma_{ch}$, trong đó σ_{ch} - giới hạn chảy của vật liệu chế tạo then.

Để xác định momen xoắn cho phép theo các thông số đã cho hoặc xác định các thông số theo momen xoắn đã cho trong các mối ghép then bằng cố định có thể sử dụng biểu đồ (hình 9.18).



Hình 9.17. Mặt cắt ngang mối ghép then trụ tròn

Hình 9.18. Biểu đồ xác định các thông số của mối ghép then



Công thức tính toán lập biểu đồ

$$[M_x] = 0,25Dhl[\sigma_{cd}]$$

trong đó D — đường kính trục; h — chiều cao then; l — chiều dài làm việc của then; $[\sigma_{cd}]$ 2 ứng suất cho phép về chèn dập của chi tiết có độ cứng nhỏ hơn của mối ghép.

Ứng suất chèn dập cho phép;

$[\sigma_{cd}] = 1500 \text{ kG/cm}^2$ đối với bề mặt có độ cứng $\leq 240 \text{ HB}$.

$[\sigma_{cd}] = 2500 \text{ kG/cm}^2$ đối với bề mặt có độ cứng $270 + 300 \text{ HB}$.

2.5. Dung sai và lắp ghép của mối ghép then bằng và then bán nguyệt

Các kích thước trong mặt cắt ngang của mối ghép then được giới thiệu trên hình 9.19 và sơ đồ phân bố các miền dung sai và lắp ghép của mối ghép then theo chiều rộng b được giới thiệu trên hình 9.20. Dung sai các kích thước của then và rãnh then cũng như lắp ghép của then (theo chiều rộng then b) trên trục và trên bạc (ống bao) như sau (TCVN 2245-99).

Dung sai chiều rộng then b : $h9$

Dung sai chiều cao then h :

+ $h9$ khi $h = 226 \text{ mm}$

+ $h11$ khi $h > 6 \text{ mm}$

Dung sai chiều dài then l : $H14$

Dung sai chiều rộng rãnh then:

+ Trên trục: $H9$, $N9$ và $P9$

+ Trên bạc: $D10$, J_9 và $P9$

Phân ra 3 loại lắp ghép then:

1- Lắp ghép then tự do (hình 9.20) được dùng trong trường hợp kết cấu có khó khăn về phương tiện lắp ráp, tải trọng tác dụng đều và không thay đổi chiều cũng như được dùng cho mối ghép then có chuyển động tương đối giữa trục và chi tiết bao làm việc ở chế độ nhẹ.

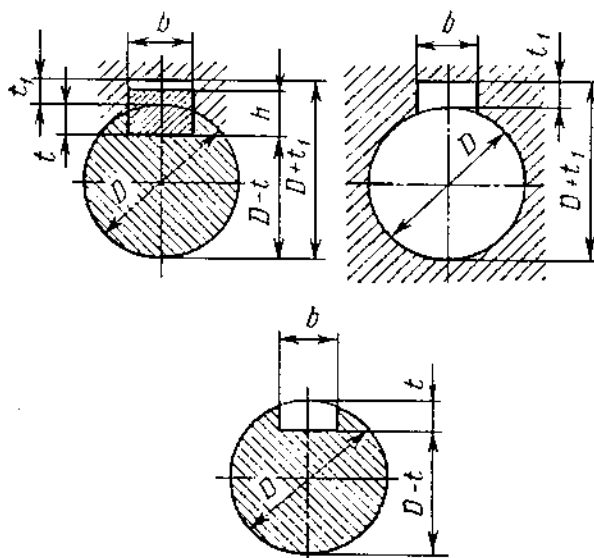
Lắp ghép then trên trục: $H9/h9$

Lắp ghép then trên bạc (ống bao): $D10/h9$

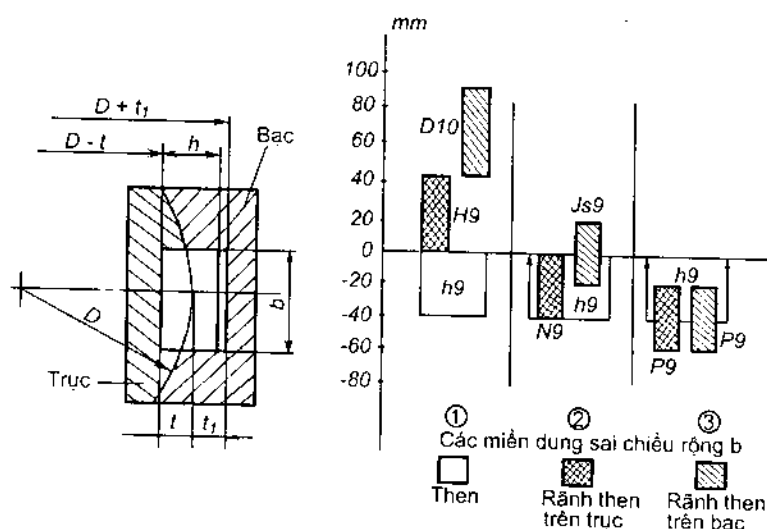
2- Lắp ghép then bình thường (hình 9.20) được dùng phổ biến trong ngành chế tạo máy.

Lắp ghép then trên trục: $N9/h9$

Lắp ghép then trên bạc (ống bao): $J_9/h9$



Hình 9.19. Các kích thước trong mặt cắt ngang của mối ghép then



Hình 9.20. Miến dung sai và lắp ghép của mối ghép then:
 ① mối ghép tự do; ② mối ghép bình thường; ③ mối ghép chặt

3- Lắp ghép then chặt (hình 9.20) là lắp ghép có độ dôi không lớn giữa then với trục và then với chi tiết bao. Để lắp ráp cần phải dùng máy ép hoặc đồ gá ép. Mối ghép chặt được dùng cho các kết cấu rất ít khi phải tháo lắp, tải trọng tác dụng thay đổi chiều.

Lắp ghép then trên trục: P9/h9

Lắp ghép then trên bạc (ống bao): P9/h9.

Mối ghép than bán nguyệt không dùng loại lắp ghép then tự do 1.

Ngoài phương án sử dụng lắp ghép then bằng các loại lắp ghép theo tiêu chuẩn như đã giới thiệu trên hình 9,20, trong từng trường hợp cụ thể của kết cấu, cho phép sử dụng các phương án phối hợp khác giữa miến dung sai của chiều rộng rãnh then và miến dung sai h9 của chiều rộng then.

Ví dụ: Đối với sản xuất đơn chiếc và loạt nhỏ:

Lắp ghép then trên trục: P9/h9

Lắp ghép then trên bạc: Js9/h9

Đối với sản xuất hàng loạt và hàng khối:

Lắp ghép then trên trục: N9/h9

Lắp ghép then trên bạc: Js9/h9; D10/h9 (dùng cho mối ghép có then dài ($l > 2D$)).

Đối với mối ghép then dẫn hướng:

Lắp ghép then trên trục: N9/h9; H9/h9 (dùng cho mối ghép có then dài ($l > 2D$))

Lắp ghép then trên bạc: D10/h9

Sai lệch giới hạn của các kích thước không tham gia lắp ghép của mối lắp ghép then được giới thiệu trong bảng 9.9 và 9.10.

Bảng 9.9. Sai lệch giới hạn của các kích thước không lắp ghép của mối ghép then bằng, then bằng cao và then dẫn hướng.

Tên gọi yếu tố	Sai lệch giới hạn của kích thước				
	Chiều cao h	Chiều dài l	Chiều sâu trên trục t (hoặc D - t) ¹⁾ và trên chi tiết bao t ₁ (hoặc D+t ₁)		
			khi h, mm		
			Từ 2 đến 6	Trên 6 đến 18	Trên 18 đến 50
Then	h11	H14	-	-	-
Rãnh	h9 ²⁾ -	H15	+0,1	+0,2	+0,3

¹⁾ Sai lệch giới hạn của kích thước D-t mang dấu âm; D+t₁ mang dấu dương
²⁾ Khi h = 2 - 6 mm

Bảng 9.10. Sai lệch giới hạn của các kích thước không lắp ghép của mối ghép then bán nguyệt

Tên gọi yếu tố	Chiều cao h	Đường kính then d	Chiều sâu				
			trên trục t (hoặc D-t) ¹⁾		trên chi tiết bao t ₁ hoặc (D+t ₁)		
			Khi h, mm				
			từ 1,4 đến 3,7	Trên 3,7 đến 7,5	Trên 7,5	Từ 1,4 đến 10	Trên 10
Then	h11	h12	-	-	-	-	-
Rãnh	-	-	+0,1	+0,2	+0,3	+0,1	+0,2

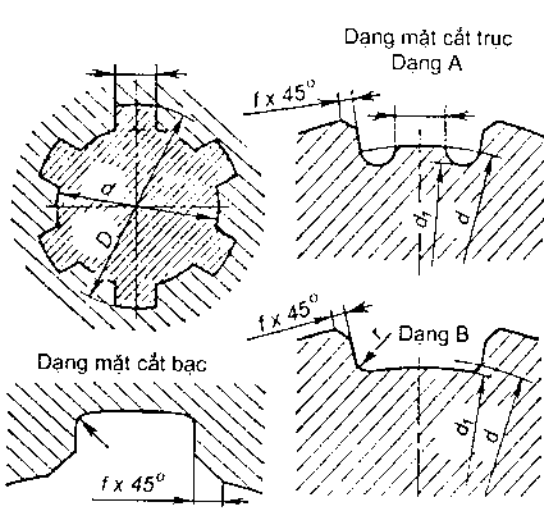
¹⁾ Sai lệch giới hạn của kích thước D - t mang dấu âm

3. MỐI GHÉP THEN HOA

3.1. Mối ghép then hoa răng chữ nhật

3.1.1. Kích thước của mối ghép then hoa răng chữ nhật được giới thiệu trong bảng 9.11

Bảng 9.11. Kích thước của mối ghép then hoa răng chữ nhật, mm

		Loại nhẹ: Kích thước a được cho đối với trục dạng A chế tạo bằng phương pháp bao hình. Kích thước r của trục dạng B được cho khi chế tạo trục không bằng phương pháp bao hình. Loại trung: Kích thước a được cho đối với trục dạng A chế tạo bằng phương pháp bao hình. Loại nặng: Trục dạng A không được chế tạo bằng phương pháp bao hình. Canh vát ở rãnh lõ bạc có thể được thay bằng góc lượn có bán kính bằng f.

Tiếp bảng 9.11

Kích thước danh nghĩa z x d x D	b	d _i , min	a, min	f	r, max
Loạt nhẹ					
6x23x26	6	22,1	3,54	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x26x30	6	24,6	3,85	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x28x32	7	26,7	4,03	0,3 ^{+0,2}	0,2
8x32x36	6	30,4	2,71	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x36x40	7	34,5	3,46	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x42x46	8	40,4	5,03	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x46x50	9	44,6	5,75	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x52x58	10	49,7	4,89	0,5 ^{+0,2}	0,5
8x56x62	10	53,6	6,38	0,5 ^{+0,2}	0,5
8x62x68	12	59,8	7,31	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x72x78	12	69,6	5,45	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x82x88	12	79,3	8,62	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x92x98	14	89,14	10,08	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x102x108	16	99,9	11,49	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x112x120	18	108,8	10,72	0,5 ^{+0,2}	0,5
Loạt trung					
6x11x14	3	9,9	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x13x16	3,5	12,0	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x16x20	4	14,54	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x18x22	5	16,7	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x21x25	5	19,5	1,95	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x23x28	6	21,3	1,34	0,3 ^{+0,2}	0,2
6x26x32	6	23,4	1,65	0,4 ^{+0,2}	0,3
6x28x34	7	25,9	1,70	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x32x38	6	29,4	-	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x36x42	7	33,5	1,02	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x42x48	8	39,5	2,57	0,4 ^{+0,2}	0,3
8x46x54	9	42,7	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
8x52x60	10	48,7	2,44	0,5 ^{+0,2}	0,5
8x56x65	10	52,2	2,5	0,5 ^{+0,2}	0,5
8x62x72	12	57,8	2,4	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x72x82	12	67,4	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x82x92	12	77,1	3,0	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x92x102	14	87,3	4,5	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x102x112	16	97,7	6,3	0,5 ^{+0,2}	0,5
10x112x125	18	106,3	4,4	0,5 ^{+0,2}	0,5
Loạt nặng					
10x16x20	2,5	14,1	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
10x18x23	3	15,6	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
10x21x26	3	18,5	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
10x23x29	4	20,3	-	0,3 ^{+0,2}	0,2
10x26x32	4	23,0	-	0,4 ^{+0,2}	0,3
10x28x35	4	24,4	-	0,4 ^{+0,2}	0,3
10x32x40	5	28,0	-	0,4 ^{+0,2}	0,3
10x36x45	5	31,3	-	0,4 ^{+0,2}	0,3
10x42x52	6	36,9	-	0,4 ^{+0,2}	0,3
10x46x56	7	40,9	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
16x52x60	5	47,0	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
16x56x65	5	50,6	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
16x62x72	6	56,1	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
16x72x82	7	65,9	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
20x82x92	6	75,6	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
20x92x102	7	85,5	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
20x102x115	8	98,7	-	0,5 ^{+0,2}	0,5
20x112x125	9	104	-	0,5 ^{+0,2}	0,5

3.1.2. Dung sai và lắp ghép của mối ghép then hoa răng chữ nhật

Một trong những chỉ tiêu chính về độ chính xác của mối ghép then hoa là độ đồng tâm của trục và bạc (ống bao). Để đạt được độ chính xác đồng tâm có thể định vị theo đường kính ngoài D hoặc đường kính trong d hoặc định vị theo mặt bên b.

Định vị theo đường kính ngoài D là phương pháp định vị cơ bản đối với mối ghép then hoa răng chữ nhật. Định vị theo đường kính trong d được dùng khi độ cứng của các bề mặt tiếp xúc cao. Định vị theo mặt bên được dùng khi độ đồng tâm không yêu cầu cao, tải trọng tác dụng có va đập và đảo chiều.

Khi định vị theo đường kính ngoài D, do độ cứng bề mặt không yêu cầu cao nên ống bao gia công tinh bằng phương pháp chuốt, còn trục được phay rồi mài theo đường kính ngoài D. Định vị theo đường kính trong sẽ đạt được độ đồng tâm cao hơn cả song quá trình gia công tương đối phức tạp vì phải sửa đá để mài trục theo đường kính trong d.

Đối với mối ghép then hoa răng chữ nhật, bề mặt làm việc chủ yếu của mối ghép là mặt bên. Do đó bên cạnh việc qui định dung sai và lắp ghép cho bề mặt định tâm cần qui định dung sai và lắp ghép cho mặt bên của mối ghép then hoa. Các miền dung sai và lắp ghép của mối ghép then hoa răng chữ nhật đã được tiêu chuẩn hoá (theo TCVN 2324-78) và được giới thiệu trong các bảng 9.12 đến 9.15.

Bảng 9.12. Miền dung sai và lắp ghép cho các kích thước D và b khi định tâm theo D (theo TCVN 2324-78)

Miền dung sai của ống bao	Miền dung sai của trục	Lắp ghép
Đối với kích thước D		
H7	f7; g6; h6; js6; n6	$\frac{H7}{f7}$; $\frac{H7}{g6}$; $\frac{H7}{h6}$; $\frac{H7}{js6}$; $\frac{H7}{n6}$
H8	e8; h7	$\frac{H8}{e8}$; $\frac{H8}{h7}$
Đối với kích thước b		
F8	d9; e8; f7; f8; h8; js7	$\left(\frac{F8}{d9}\right)$; $\frac{F8}{e8}$; $\frac{F8}{f7}$; $\frac{F8}{f8}$ $\frac{F8}{h6}$; $\frac{F8}{h8}$; $\frac{F8}{js7}$
D9	d9; e8; f7; h8; js7	$\frac{D9}{d9}$; $\frac{D9}{e8}$; $\frac{D9}{f7}$; $\frac{D9}{h8}$; $\frac{D9}{js7}$
F10	d9; f7; h9	$\frac{F10}{d9}$; $\frac{F10}{f7}$; $\frac{F10}{h9}$
Js10	d10	$\frac{js10}{d10}$
1- Lắp ghép trong khung chữ nhật là lắp ghép ưu tiên 2- Lắp ghép trong ngoặc đơn là lắp ghép không nên dùng		

Bảng 9.13. Miền dung sai và lắp ghép cho các kích thước d, b khi định tâm theo d
(theo TCVN 2324-78)

Miền dung sai của ống bao	Miền dung sai của trục	Lắp ghép
Đối với kích thước d		
H6	g5; js5	$\frac{H6}{g5}; \frac{H6}{js5}$
H7	e8; f7; g6; h6; h7; js6; js7; n6	$\frac{H7}{e8}; \boxed{\frac{H7}{f7}}; \boxed{\frac{H7}{g6}}; \frac{H7}{h6}; \frac{H7}{h7};$ $\frac{H7}{js6}; \frac{H7}{js7}; \frac{H7}{n6}$
H8	e8; e9	$\frac{H8}{e8}; \left(\frac{H8}{e9} \right)$
Đối với kích thước b		
F8	d8; f7; f8; h7; h8; h9; js7	$\frac{F8}{d8}; \frac{F8}{f7}; \frac{F8}{f8}; \frac{F8}{h7}; \frac{F8}{h8}; \frac{F8}{h9}; \frac{F8}{js7}$
H8	h7; h8; h9; js7	$\frac{H8}{h7}; \frac{H8}{h8}; \left(\frac{H8}{e9} \right); \frac{H8}{js7}$
D9	d9; e8; f7; f8; f9; h8; h9; js7; k7	$\frac{D9}{d9}; \frac{D9}{e8}; \frac{D9}{f7}; \frac{D9}{f8}; \frac{D9}{f9};$ $\frac{D9}{h8}; \boxed{\frac{D9}{h9}}; \boxed{\frac{D9}{js7}}; \boxed{\frac{D9}{k7}}$
D10	d9	$\frac{D10}{d9}$
F10	d9; e8; f7; f8; f9; h7; h8; h9; js7; k7	$\frac{F10}{d9}; \frac{F10}{e8}; \frac{F10}{f7}; \frac{F10}{f8}; \boxed{\frac{F10}{f9}};$ $\frac{F10}{h7}; \frac{F10}{h8}; \frac{F10}{h9}; \boxed{\frac{F10}{js7}}; \frac{F10}{k7};$
Js10	d10	$\frac{Js10}{D10}$
1- Lắp ghép trong khung chữ nhật là lắp ghép ưu tiên. 2- Lắp ghép trong ngoặc đơn là lắp ghép không nên dùng.		

Bảng 9.14. Miền dung sai và lắp ghép cho kích thước b khi định tâm theo b (theo TCVN 2324-78)

Miền dung sai của ống bao	Miền dung sai của trục	Lắp ghép
F8	e8; f8; js7	$\frac{F8}{e8}$; $\frac{F8}{f8}$; $\frac{F8}{js7}$
D9	d9; e8; f8; f9; h8; h9; js7; k7	$\frac{D9}{d9}$; $\frac{D9}{e8}$; $\frac{D9}{f8}$; $\frac{D9}{f9}$; $\frac{D9}{h9}$; $\frac{D9}{js7}$; $\frac{D9}{k7}$;
D10	d10; d8; h10	$\frac{D10}{d10}$; $\frac{D10}{d8}$; $\left(\frac{D10}{h10} \right)$
F10	d9; e8; f8; f9; h8; h9; js7; k7	$\frac{F10}{d9}$; $\frac{F10}{e8}$; $\frac{F10}{f8}$; $\frac{F10}{f9}$; $\frac{F10}{h8}$; $\frac{F10}{h9}$; $\frac{F10}{js7}$; $\frac{F10}{k7}$
Js10	d9	$\frac{Js10}{d9}$

1- Lắp ghép trong khung chữ nhật là lắp ghép ưu tiên.
2- Lắp ghép trong ngoặc đơn là lắp ghép không nên dùng.

Bảng 9.15. Miền dung sai của các đường kính không định tâm (theo TCVN 2324-78)

Đường kính không định tâm	Dạng định tâm	Miền dung sai	
		của trục	của ống bao
d D	Theo D hoặc b Theo d hoặc b	Không nhỏ hơn d _i (bảng 9.11) a11	H11 H12

Ký hiệu của mỗi ghép then hoa răng chữ nhật và các chi tiết của mỗi ghép bao gồm:

Chữ ký hiệu cho bề mặt định tâm D, d hoặc b;

số răng hoặc rãnh then z;

trị số danh nghĩa của các kích thước cơ bản D, d và b cùng với ký hiệu của lắp ghép hoặc miền dung sai cho các kích thước này. Miền dung sai và lắp ghép của các bề mặt không định tâm có thể không chỉ dẫn.

Ví dụ: Ký hiệu của mỗi ghép then hoa răng chữ nhật có các thông số z = 8; d = 36mm; D = 40 mm; b = 7mm, định tâm theo d với các lắp ghép theo d là H7/e8, D là H12/a11 và b là D9/f8

$$d - 8 \times 36 \frac{H7}{e8} \times 40 \frac{H12}{a11} \times 7 \frac{D9}{f8}$$

đối với bạc (ống bao) của mỗi ghép

$$d - 8 \times 36H7 \times 40H12 \times 7D9$$

đối với trục

$$d = 8 \times 36e8 \times 40a11 \times 7f8$$

3.2. Mối ghép then hoa răng thân khai

Mối ghép then hoa răng thân khai có công dụng tương tự như mối ghép then hoa răng chữ nhật. Song loại mối ghép này có những ưu điểm nổi bật sau:

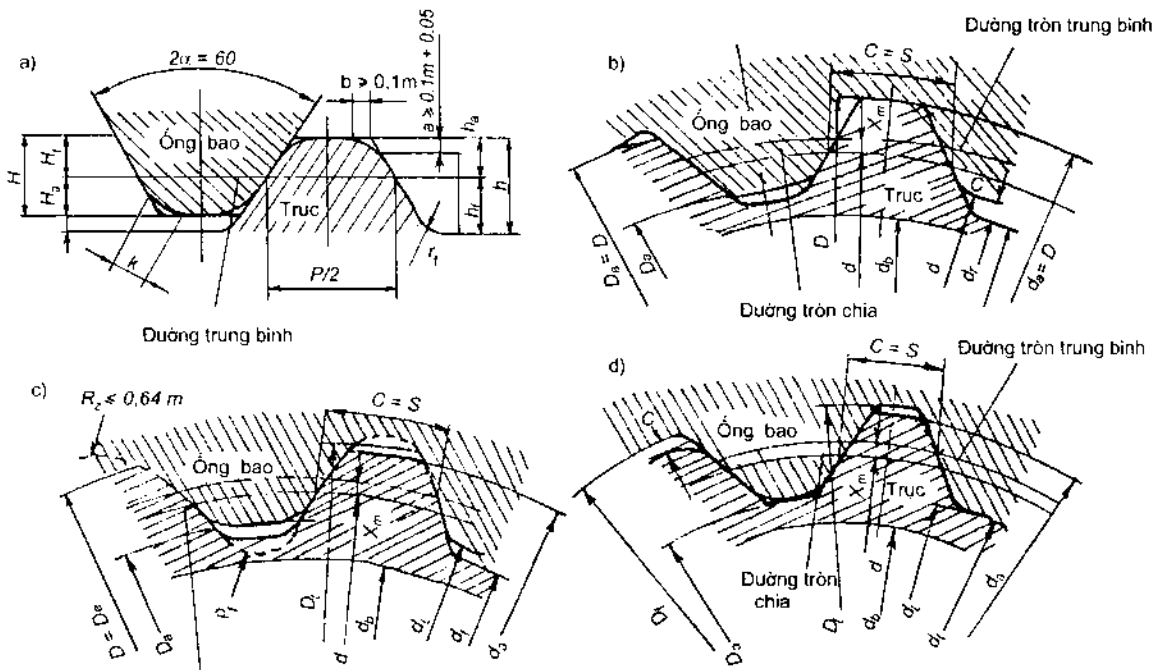
1) Có tính công nghệ tốt. Để gia công các trục then hoa có kích thước khác nhau với một modul xác định chỉ cần một dao phay trục vít; trong nhiều trường hợp chỉ cần qua một lần phay mà không qua mài. Có thể thực hiện được tất cả các biện pháp gia công răng chính xác như phay lăn, cưa răng, mài răng, v.v...

2) Có độ bền cao vì chiều dày răng răng dần từ đỉnh răng tới chân răng, có đường lượn chân răng nên giảm được sự tập trung ứng suất, có khả năng truyền được momen xoắn lớn.

3) Độ chính xác của mối ghép cao. Các chi tiết của mối ghép được định tâm tốt hơn và tự định vị khi chịu tải.

Các thông số, kích thước cơ bản và dung sai lắp ghép của mối ghép then hoa răng thân khai đã được tiêu chuẩn hoá (TCVN 4682-89. Mối ghép then hoa răng thân khai có góc prôfin 30° - kích thước, dung sai và đại lượng đo).

Prôfin gốc của mối ghép then hoa răng thân khai được giới thiệu trên hình 9.21. Các thông số hình học của mối ghép then hoa răng thân khai được giới thiệu trong bảng 9.16.



Hình 9.21. Mối ghép then hoa răng thân khai:

- a) prôfin gốc;
- b) dạng răng của trục và ống bao khi định tâm theo đường kính ngoài;
- c) dạng răng của trục và ống bao khi định tâm theo mặt bên;
- d) dạng răng của trục và ống bao khi định tâm theo đường kính trong.

Cũng như mỗi ghép then hoa răng chữ nhật, mỗi thép then hoa thân khai cũng được sử dụng ba loại định tâm (định vị): định tâm theo mặt bên (hình 9.21, C), định tâm theo đường kính ngoài (hình 9.21, b) và định tâm theo đường kính trong (hình 9.21, d).

Định tâm theo mặt bên được sử dụng rộng rãi vì có hiệu quả kinh tế cao. Khi có yêu cầu cao về độ đồng tâm của các chi tiết trong mỗi ghép có thể dùng định tâm theo đường kính ngoài. Định tâm theo đường kính trong đạt được độ chính xác đồng tâm cao, có thể nâng cao độ cứng bề mặt định tâm của mỗi ghép để nâng cao tuổi thọ, song công nghệ gia công tinh trục then hoa tương đối phức tạp.

Bảng 9.16. Các thông số hình học của mỗi ghép then hoa răng thân khai có góc prôfin 30° (TCVN 4682-89)

Thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán
Ban đầu:		
Modun	m	
Số răng	z	
Đường kính vòng chia	d	$d = mz$
góc prôfin răng	α	$\alpha = 30^\circ$
Bước vòng chia	p	$p = \pi m$
Đường kính vòng cơ sở	d_b	$d_b = mz \cos \alpha$
Chiều dày răng của trục (rãnh răng của ống bao) trên vòng chia	s(e)	$s = e = \frac{\pi}{2} m + 2x m \operatorname{tg} \alpha$
Đường kính danh nghĩa của mỗi ghép	D	
Lượng dịch chỉnh prôfin gốc	x_M	$x_M = \frac{1}{2} [D - m(z+1, 1)]$
Chiều cao:		
của răng ống bao	H	$H = H_a + H_f$
của đầu răng ống bao	H_a	$H_a = 0,45m$
của chân răng ống bao	H_f	
khi đáy rãnh phẳng		$H_{fmin} = 0,55m$
khi đáy rãnh lượn tròn		$H_{fmax} = 0,65m$
của răng trên trục		$H_f = 0,77m$
của đầu răng trên trục	h	$h_{min} = h_a + h_{fmin}$
khi định tâm theo mặt bên	h_a	$h_a = 0,45m$
khi định tâm theo đường kính ngoài		$h_a = 0,55m$
của chân răng trên trục	h_f	
khi đáy răng phẳng		$h_{fmin} = 0,55m$
khi đáy rãnh lượn tròn		$h_{fmax} = 0,65m$
Bán kính cong đường cong chuyển tiếp của răng	ρ_f	$h_{fmax} = 0,83m$ $\rho_{fmin} = 0,15m$

Tiếp bảng 9.16

Thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán
Đường kính danh nghĩa: của vòng đáy trên ống bao khi đáy rãnh phẳng khi đáy rãnh lượn tròn của vòng đỉnh răng trên ống bao của vòng đáy trên trục khi đáy rãnh phẳng khi đáy rãnh lượn tròn của vòng đỉnh răng trên trục khi định tâm theo mặt bên khi định tâm theo đường kính ngoài của vòng qua các điểm giới hạn của răng ống bao của vòng qua các điểm giới hạn của răng trên trục Cạnh vát hoặc bán kính vát của mép dọc của răng ống bao Khe hở hướng tâm	D_i D_a d_i d_a D_i d_i K C	$D_i = D$ $D_{imin} = D + 0,44m$ $D_a = D - 2m$ $d_{imax} = D - 2,2m$ $d_{imax} = D - 2,76m$ $d_a = D - 0,2m$ $d_a = D$ $D_{imin} = F_r$ $d_{imax} = D_a - F_r$ $K = 0,15m$ $C_{min} = 0,1m$
1. Trị số giới hạn của độ đảo hướng tâm vành răng F_r đưa vào công thức D_{imin}, d_{imax} được chọn theo cấp chính xác 11 (bảng 9.19) 2. Trên các đỉnh răng của trục được chế tạo bằng phương pháp cán cho phép các vết lõm. 3. Khi gia công bằng dụng cụ cắt van năng, đường kính vòng tròn đáy ống được bao tăng lên so với trị số danh nghĩa 0,2 mm, nghĩa là $H_r = 0,65m$, còn đường kính vòng tròn đáy trên trục giảm khi gia công bằng dao phay trục vát 0,1m ($h_r = 0,6m$) và khi gia công bằng dao xọc răng 0,2m ($h_r = 0,65m$)		

Bảng 9.17. Đường kính danh nghĩa, môđun và số răng của mối ghép then hoa răng thân khai.

Đường kính danh nghĩa D , mm		Môđun m , mm															
		dây 1	0,5		0,8		1,25		2		3			5		8	
		dây 2		0,6		1,0		1,5		2,5		3,5	4		6		10
dây 1	dây 2	số răng z															
	4		6														
	5		8														
6			10	8	6												
	7		12	10	7												
8			14	12	8	6											
	9		16	13	10	7											
10			18	15	11	8	6										
12			22	18	13	10	8	6									
	14		26	22	16	12	10	8									

Tiếp bảng 9.17

Đường kính danh nghĩa D, mm		Môđun m, mm															
		dây 1	0,5		0,8		1,25		2		3			5		8	
		dây 2		0,6		1,0		1,5		2,5		3,5	4		6		10
dây 1	dây 2	số răng															
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		
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

Tiếp bảng 9.17

Đường kính danh nghĩa D, mm		Môđun m, mm															
		dây 1	0,5		0,8		1,25		2		3			5		8	
		dây 2		0,6		1,0		1,5		2,5		3,5	4		6		10
dây 1	dây 2	Số răng															
	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
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	
													54	45	34	26	
													58	48	36	28	
													62	52	38	30	
														55	41	32	
														58	44	34	
														62	46	36	
														65	48	38	
														68	51	40	
														72	54	42	
															55	44	
														75	56	44	
														78	58	46	
														82	61	48	
1. Khi chọn đường kính danh nghĩa và môđun nên ưu tiên sử dụng dây 1 trước dây 2 2. Số răng được đóng khung đậm là số răng ưu tiên. 3. Không nên sử dụng môđun m = 3,5mm.																	

Miền dung sai và lắp ghép của các mối ghép then hoa răng thân khai được giới thiệu trong các bảng từ 9.18 đến 9.22.

Bảng 9.18. Miền dung sai và lắp ghép của mối ghép then hoa răng thân khai định tâm theo mặt bên (TCVN 4682-89)

Miền dung sai	Môđun m mm	Ký hiệu sai lệch	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
			Sai lệch giới hạn, μm						
Sai lệch của chiều rộng rãnh răng trên ống bao e									
7H	0,5 -1,5	ES	+25	+28	+32	+36	+40	-	-
		Ele	+9	+10	+12	+14	+15	-	-
		EI	0	0	0	0	0	-	-
	2-4	ES	-	+32	+36	+40	+45	+50	-
		Ele	-	+12	+14	+15	+17	+18	-
		EI	-	0	0	0	0	0	-
	5-10	ES	-	-	+40	+45	+50	+56	+63
		Ele	-	-	+15	+17	+18	+20	+23
		EI	-	-	0	0	0	0	0
9H	0,5 -1,5	ES	+50	+56	+63	+71	+80	-	-
		Ele	+18	+20	+23	+26	+30	-	-
		EI	0	0	0	0	0	-	-
	2-4	ES	-	+63	+71	+80	+90	+100	-
		Ele	-	+23	+26	+30	+34	+37	-
		EI	-	0	0	0	0	0	-
	5-10	ES	-	-	+80	+90	+100	+112	+125
		Ele	-	-	+30	+34	+37	+41	+45
		EI	-	-	0	0	0	0	0
11H	0,5-1,5	ES	+100	+112	+125	+140	+160	-	-
		Ele	+37	+41	+45	+50	+60	-	-
		EI	0	0	0	0	0	-	-
	2-4	ES	-	+125	+140	+160	+180	+200	-
		Ele	-	+45	+50	+60	+68	+75	-
		EI	-	0	0	0	0	0	-
	5-10	ES	-	-	+160	+180	+200	+224	+250
		Ele	-	-	+60	+68	+75	+84	+90
		EI	-	-	0	0	0	0	0
Sai lệch của chiều dày răng trên trục s									
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

Tiếp bảng 9.18

Miền dung sai	Môđun m mm	Ký hiệu sai lệch	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
			Sai lệch giới hạn, μm						
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	+39	+46	+52	+57
		ei	-	-	+10	+10	+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
8k	0,5-1,5	es	+16	+18	+20	+22	+25	-	-
		es _e	+2	+3	+3	+4	+5	-	-
		ei	-20	-22	-25	-28	-31	-	-
	2-4	es	-	+20	+22	+25	+28	+32	-
		es _e	-	+3	+4	+5	+5	+6	-
		ei	-	-25	-28	-31	-35	-39	-
	5-10	es	-	-	+25	+28	+32	+36	+40
		es _e	-	-	+5	+5	+6	+6	+6
		ei	-	-	-31	-35	-39	-44	-50
8p	0,5-1,5	es	+48	+54	+60	+66	+75	-	-
		es _e	+34	+39	+43	+48	+55	-	-
		ei	+12	+14	+15	+16	+19	-	-
	2-4	es	-	+60	+66	+75	+84	+96	-
		es _e	-	+43	+48	+55	+61	+70	-
		ei	-	+15	+16	+19	+21	+25	-
	5-10	es	-	-	+75	+84	+96	+108	+120
		es _e	-	-	+55	+61	+70	+78	+86
		ei	-	-	+19	+21	+25	+28	+30

Tiếp bảng 9.18

Miền dung sai	Môđun m mm	Ký hiệu sai lệch	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
			Sai lệch giới hạn, μm						
9d	0,5-1,5	es	-32	-36	-40	-44	-50	-	-
		es _e	-50	-56	-63	-70	-80	-	-
		ei	-82	-92	-103	-115	-130	-	-
	2-4	es	-	-40	-44	-50	-56	-64	-
		es _e	-	-63	-70	-80	-90	-101	-
		ei	-	-103	-115	-130	-146	-164	-
	5-10	es	-	-	-50	-56	-64	-72	-80
		es _e	-	-	-80	-90	-101	-113	-125
		ei	-	-	-130	-146	-164	-184	-205
9g	0,5-1,5	es	-8	-9	-10	-11	-12	-	-
		es _e	-26	-29	-33	-37	-42	-	-
		ei	-58	-65	-73	-82	-92	-	-
	2-4	es	-	-10	-11	-12	-14	-16	-
		es _e	-	-33	-37	-42	-48	-53	-
		ei	-	-73	-82	-92	-104	-116	-
	5-10	es	-	-	-12	-14	-16	-18	-20
		es _e	-	-	-42	-48	-53	-59	-65
		ei	-	-	-92	-104	-116	-130	-145
9h	0,5-1,5	es	0	0	0	0	0	-	-
		es _e	-18	-20	-23	-26	-30	-	-
		ei	-50	-56	-63	-71	-80	-	-
	2-4	es	-	0	0	0	0	0	-
		es _e	-	-23	-26	-30	-34	-37	-
		ei	-	-63	-71	-80	-90	-100	-
	5-10	es	-	-	0	0	0	0	0
		es _e	-	-	-30	-34	-37	-41	-45
		ei	-	-	-80	-90	-100	-112	-125
9r	0,5-1,5	es	+64	+72	+80	+88	+100	-	-
		es _e	+46	+52	+57	+62	+70	-	-
		ei	+14	+16	+17	+17	+20	-	-
	2-4	es	-	+80	+88	+100	+112	+128	-
		es _e	-	+57	+62	+70	+78	+91	-
		ei	-	+17	+17	+20	+22	+28	-
	5-10	es	-	-	+100	+112	+128	+144	+160
		es _e	-	-	+70	+78	+91	+103	+115
		ei	-	-	+20	+22	+28	+32	+35
10d	0,5-1,5	es	-32	-36	-40	-44	-50	-	-
		es _e	-58	-66	-74	-81	-91	-	-
		ei	-102	-116	-130	-144	-162	-	-
	2-4	es	-	-40	-44	-50	-56	-64	-
		es _e	-	-74	-81	-91	-101	-114	-
		ei	-	-130	-144	-162	-181	-204	-
	5-10	es	-	-	-50	-56	-64	-72	-80
		es _e	-	-	-91	-101	-114	-132	-148
		ei	-	-	-162	-181	-204	-232	-260

Tiếp bảng 9.18

Miền dung sai	Môđun m mm	Ký hiệu sai lệch	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
			Sai lệch giới hạn, μm						
11a	0,5-1,5	es	-80	-90	-100	-110	-125	-	-
		es _e	-117	-131	-145	-160	-185	-	-
		ei	-180	-202	-225	-250	-285	-	-
	2-4	es	-	-100	-110	-125	-140	-160	-
		es _e	-	145	-160	-185	-208	-235	-
		ei	-	-225	-250	-285	-320	-360	-
	5-10	es	-	-	-125	-140	-160	-180	-200
		es _e	-	-	-185	-208	-235	-264	-290
		ei	-	-	-285	-320	-360	-404	-450
11b	0,5-1,5	es	-48	-54	-60	-66	-75	-	-
		es _e	-85	-95	-105	-116	-135	-	-
		ei	-148	-166	-185	-206	-235	-	-
	2-4	es	-	-60	-66	-75	-84	-96	-
		es _e	-	-105	-116	-135	-152	-171	-
		ei	-	-185	-206	-235	-264	-296	-
	5-10	es	-	-	-75	-84	-96	-108	-120
		es _e	-	-	-135	-152	-171	-192	-210
		ei	-	-	-235	-264	-296	-332	-370

1. Lắp ghép của bề mặt định tâm:
 $\frac{7H}{7h} ; \frac{7H}{8k} ; \frac{7H}{7n} ; \frac{7H}{8p} ; \frac{7H}{9r} ; \frac{9H}{7f} ; \frac{9H}{8f} ; \frac{9H}{9g} ; \frac{9H}{9h} ; \frac{9H}{8k} ; \frac{11H}{10d}$

2. Cho phép sử dụng các lắp ghép khác được tạo thành bằng cách phối hợp các miền dung sai cho trong bảng.

3. Ưu tiên sử dụng các miền dung sai được đóng khung.

4. Chiều rộng rãnh then trên ống bao e và chiều dày răng trên trục s được xác định theo vòng chia.

5. Độ đảo hướng tâm F_r của các đường kính không định tâm so với bề mặt định tâm theo bảng 9.19

Bảng 9.19. Độ đảo hướng tâm F_r của các bề mặt không định tâm so với bề mặt định tâm (TCVN 4682-89), μm

Cấp chính xác	Môđun m, 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

Bảng 9.20. Miền dung sai của các kích thước D_p , d_a , e và s khi định tâm theo đường kính ngoài (TCVN 4682-89)

Bảng 9.18: Ngoại (TCVN 4682-89)

Đường kính định tâm	Miền dung sai	
	dây 1	dây 2
D_i d_a	$H7$ $n6; js6; h6; g6; f7$	$H8$ $n6, h6, g6, f7$

Kích thước	Miền dung sai
e s	$9H, 11H$ $9h, 9g, 9d, 11c, 11a$

1 - Khi chọn miền dung sai của đường kính định tâm, nên ưu tiên sử dụng dây 1 trước dây 2.

2 - Sai lệch giới hạn của các kích thước e và s chọn theo bảng 9.18.

Bảng 9.21. Miền dung sai của các kích thước D_a , d_p , e và s khi định tâm theo đường kính trong (TCVN 4682-89)

Bảng tiêu chuẩn (TCVN 4682-89)

Đường kính	Miền dung sai	
	dây 1	dây 2
D_a d_i	$H7$ $n6, h6, g6$	$H8$ $n6, h6, g6$

Kích thước	Miền dung sai
e s	$9H, 11H$ $9h, 9g, 9d, 11c, 11a$

1- Khi chọn miền dung sai của đường kính định tâm, nên ưu tiên sử dụng dây 1 trước dây 2.

2- Sai lệch giới hạn của các kích thước e và s chọn theo bảng 9.18.

Bảng 9.22. Miền dung sai của các đường kính không định tâm (TCVN 4682-89)

Phương pháp định tâm	Đường kính không định tâm	Dạng đáy rãnh	Miền dung sai
Theo mặt bên của rãnh s , e	D_i	Phẳng	H16
		Lượn tròn	$D_{fmax} = D$
	D_a	-	H11
	d_a	-	d9, h12
	d_i	Phẳng	h16
		Lượn tròn	$d_{fmax} = D - 2,2m$
Theo đường kính ngoài	D_a	-	H11
	d_i	Phẳng	h16
		Lượn tròn	$d_{fmax} = D - 2,2m$
Theo đường kính trong	d_a	-	h12
	D_i	Phẳng	H16
		Lượn tròn	$D_{fmax} = D + 2,2m$

Ký hiệu của mỗi ghép then hoa răng thân khai

Theo TCVN 4682-89, ký hiệu của mỗi ghép then hoa răng thân khai bao gồm: đường kính danh nghĩa của mỗi ghép D , môđun m , ký hiệu lắp ghép của mỗi ghép được ghi kèm

theo kích thước của các bề mặt định tâm và số hiệu của tiêu chuẩn.

Ví dụ

1) Khi định tâm theo mặt bên của răng, $D = 50\text{mm}$, $m = 2\text{mm}$; lắp ghép 9H/9g:

mối ghép: $50 \times 2 \times 9\text{H}/9\text{g}$ TCVN 4682-89

ống bao: $50 \times 2 \times 9\text{H}$ TCVN 4682-8g

trục: $50 \times 2 \times 9\text{g}$ TCVN 4682-8g

2) Khi định tâm theo đường kính ngoài $D = 50\text{ mm}$, $m = 2\text{mm}$; lắp ghép H7/g6:

mối ghép: $50 \times \text{H}7/\text{g}6 \times 2$ TCVN 4682-89

ống bảo: $50 \times \text{H}7 \times 2$ TCVN 4682-89

trục : $50 \times \text{g}6 \times 2$ TCVN 4682-89

3) Khi định tâm theo đường kính trong d , $D = 50\text{mm}$, $m = 2\text{mm}$; lắp ghép H7/g6:

mối ghép: $i50 \times 2 \times \text{H}7/\text{g}6$ TCVN 4682-89

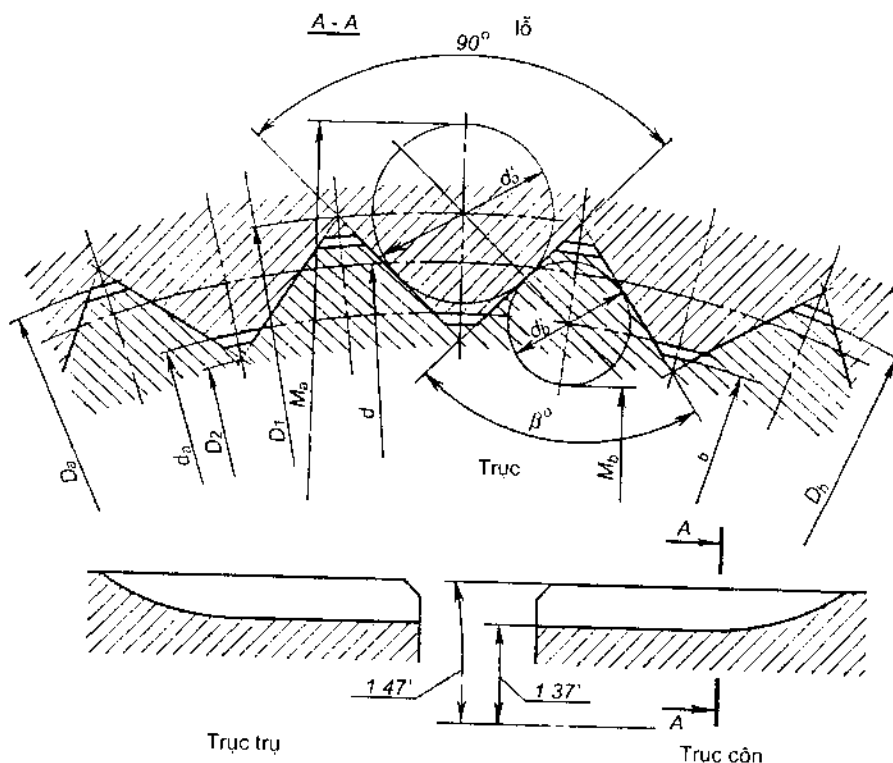
ống bảo: $i50 \times 2 \times \text{H}7$ TCVN 4682-89

trục : $i50 \times 2 \times \text{g}6$ TCVN 4682-89.

i - ký hiệu cho định vị theo đường kính trong.

3.3. Mối ghép then hoa răng tam giác

Mối ghép then hoa răng tam giác (hình 9.22) được dùng chủ yếu do các mối ghép cố định của các chi tiết khi truyền momen xoắn không lớn thay cho mối lắp ghép ép, cũng như khi ống bao có thành mỏng. Trên hình 9.22 có các ký hiệu: β - góc răng và góc rãnh răng trên ống bao (lỗ); D_o - đường kính ngoài của trục; d_o - đường kính trong của ống bao (lỗ); d_i - đường kính chân răng của trục; D_i - đường kính chân răng của ống bao (lỗ).



Hình 9.22. Mối ghép then hoa răng tam giác

Các thông số cơ bản của mối ghép: số răng 20÷70; môđun 0,2÷1,5mm; góc rãnh răng của trục 90°; 72° và 60°. Chỉ định tâm theo mặt bên của răng.

Bên cạnh mối ghép hình trụ còn dùng mối ghép trục côn (hình 9.22). Thường dùng độ côn 1:16, góc nghiêng của rãnh răng 1°37'; các kích thước của răng được qui định theo mặt đáy lớn của trục côn (mặt cắt A-A).

Các mối ghép có góc rãnh răng trên trục 90°, số răng 36 và 48, đường kính danh nghĩa từ 5 đến 75 mm được giới thiệu trong bảng 9.23, còn dung sai – bảng 9.24. Các công thức để xác định các thông số của mối ghép then hoa răng tam giác được giới thiệu trong bảng 9.25.

3.3.1. Lựa chọn các kích thước, dung sai và lắp ghép

Các kích thước danh nghĩa M_b và M_a được chọn theo bảng 9.26 phụ thuộc vào đường kính danh nghĩa bằng đường kính ngoài của trục.

Trên các bản vẽ của ống bao (lỗ) và trục đã chỉ dẫn số răng z , góc 90° (xem hình 9.22). góc β , đường kính vòng lăn d . Ngoài ra trên bản vẽ còn cho đường kính ngoài theo các đỉnh D_1 , đường kính vòng chân răng D_{amin} và đường kính trong d_a , còn trên bản vẽ trục – đường kính trong theo các đỉnh D_2 , đường kính ngoài D_b và đường kính vòng chân răng d_{bmax} .

Bảng 9.23. Kích thước danh nghĩa của mối ghép then hoa răng tam giác, mm

Đường kính danh nghĩa D_b	Lỗ và trục					Lỗ		Trục	
	Số răng z	Góc β°	Đường kính vòng lăn d	Đường kính vòng đỉnh ¹⁾		Đường kính vòng chân răng D_{amin}	Đường kính trong d_a	Đường kính ngoài D_b	Đường kính vòng chân răng d_{bmax}
				Ngoài D_1	Trong D_2				
5	36	80	4,891	5,124	4,658	5,03	4,72	5	4,69
6			5,863	6,142	5,584	6,03	5,66	6	5,63
8			7,793	8,164	7,422	8,03	7,52	8	7,49
10			9,721	10,184	9,258	10,03	9,38	10	9,35
12			11,674	12,230	11,118	12,03	11,26	12	11,23
15			14,556	15,250	13,862	15,03	14,04	15	14,01
20			17,430	18,260	16,599	18,03	16,81	18	16,78
			19,339	20,260	18,418	20,03	18,66	20	18,63
22	48	82,5	21,527	22,280	20,774	22,03	20,97	22	20,94
25			24,455	25,310	23,600	25,03	23,82	25	23,79
28			27,373	28,330	26,416	28,03	26,66	28	26,63
30			29,325	30,350	28,300	30,03	28,57	30	28,54
32			31,277	32,370	30,184	32,05	30,47	32	30,42
35			34,195	35,390	33,000	35,05	33,31	35	33,26
38			37,113	38,410	35,816	38,05	36,15	38	36,10
40			39,064	40,430	37,698	40,05	38,05	40	38,00
42			41,016	42,450	39,582	42,05	39,95	42	39,90
45			43,944	45,480	42,408	45,05	42,81	45	42,76
50			48,833	50,540	47,126	50,05	47,57	50	47,52
55			53,722	55,660	51,844	55,05	52,33	55	52,28
60			58,621	60,670	56,572	60,05	57,10	60	57,05
65			63,519	65,740	61,298	65,05	61,88	65	61,83
70			68,409	70,800	66,017	70,05	66,64	70	66,59
75			73,298	75,860	70,736	75,05	71,40	75	71,35

¹⁾ Đường kính lý thuyết theo đỉnh răng được cho trên hình vẽ; đường kính ngoài chỉ dùng cho lỗ, đường kính trong D_2 chỉ dùng cho trục.

Dung sai được chọn theo bảng 9.24. Tùy theo công dụng của mỗi ghép có thể dùng độ chính xác bình thường hoặc độ chính xác thấp. Độ chính xác thấp được sử dụng cho các mối ghép thô với các lỗ có đường xẻ và chỗ nổi, cũng như các mối ghép thô trực côn. Dung sai các đường kính vòng lăn được cho theo lắp ghép trượt (lắp ghép được tạo thành bởi H/h) với khe hở từ không (0) tới tổng các dung sai đường kính của lỗ và trục.

Dung sai chiều dày răng của ống bao (lỗ) bằng dung sai đường kính vòng lăn (vì góc bằng 90°). Đối với góc β bằng 80° hoặc $82,5^\circ$, dung sai chiều dày răng sẽ chính xác hơn vài phần nghìn milimet so với dung sai đường kính vòng lăn. Do đó dùng sai đường kính vòng lăn hoàn toàn đặc trưng cho lắp ghép theo chiều dày răng và khe hở cạnh răng.

Khi cần dùng các lắp ghép khác, nên sử dụng hệ thống lỗ để bảo đảm sự không thay đổi của dung sai đối với lỗ (ống bao). Đặc trưng của lắp ghép cần được phản ánh bằng các sai lệch đối với đường kính vòng lăn của trục, các sai lệch này có thể được cho dưới dạng hai sai lệch âm đối với lắp ghép có khe hở cần thiết, hai sai lệch dương hoặc một sai lệch dương đối với các lắp ghép có độ dôi và khe hở.

Khi chọn các lắp ghép đối với trục nên sử dụng các lắp ghép được cho trong bảng 9.27.

Đối với trục then hoa côn nên dùng lắp ghép chặt (được tạo thành bởi H/n) hoặc lắp ghép căng (được tạo thành bởi H/k). Khi đó trục có răng béo (mập) hơn.

Dung sai đường kính vòng lăn bao gồm: dung sai của bản thân đường kính vòng lăn, sai lệch của bước răng và sai lệch của góc profin răng.

Dung sai đường kính trong của lỗ d_i và dung sai đường kính ngoài của trục D đối với độ chính xác bình thường được qui định theo cấp chính xác IT9 (TCVN 2244-99), còn đối với độ chính xác thấp – theo cấp chính xác IT10.

Đường kính của dây thép đo răng và các kích thước danh nghĩa giữa các dây thép M_b đối với lỗ và theo các dây thép M_a đối với trục được chọn theo bảng 9.26. Tất cả các đường kính dây thép đo răng được chọn theo ГОСТ2475-62. Các kích thước danh nghĩa M_a , M_b được xác định theo bảng 9.26 phù hợp với mỗi ghép không có khe hở.

Trên các bản vẽ trục then hoa và ống bao cần chỉ ra các đường kính của dây thép đo và kích thước M_a đối với lỗ, M_b đối với trục và ghi "sai lệch theo đường kính vòng lăn".

Giữa đường kính tính toán của dây thép đo tiếp xúc với profin răng theo vòng lăn của trục d_1 và của lỗ d_2 thường không đúng bằng các đường kính thực tế của dây thép đo d'_a, d'_b , chọn theo tiêu chuẩn. Khi $d'_b > d_2$ cần trừ đi trị số K_b từ M_b , và khi $d'_a > d_1$ cần cộng trị số K_a với M_a .

Bảng 9.24. Dung sai đối với mỗi ghép then hoa răng tam giác

Đường kính danh nghĩa mm	Sai lệch, mm			
	Đường kính vòng lăn d^*		Đường kính trong của lỗ d_a	Đường kính ngoài của trục D_b
	lỗ	trục		
Độ chính xác bình thường				
Trên 3 đến 6	+ 0,025	-0,040	+ 0,025	-0,025
" 6 " 10	+0,025	-0,040	+0,030	-0,030
" 10 " 18	+0,030	-0,045	+0,035	-0,035
" 18 " 30	+0,030	-0,045	+0,045	-0,045
" 30 " 50	+0,035	-0,050	+0,050	-0,050
" 50 " 75	+0,040	-0,060	+0,060	-0,060

Tiếp bảng 9.24

Đường kính danh nghĩa mm	Sai lệch, mm			
	Đường kính vòng lăn d^*		Đường kính trong của lỗ d_a	Đường kính ngoài của trục D_b
	lỗ	trục		
Độ chính xác thấp				
Trên 3 đến 6	+0,050	-0,080	+0,048	-0,048
" 6 " 10	+0,050	-0,080	+0,058	-0,058
" 10 " 18	+0,060	-0,090	+0,070	-0,070
" 18 " 30	+0,060	-0,090	+0,084	-0,084
" 30 " 50	+0,070	-0,100	+0,100	-0,100
" 50 " 75	+0,080	-0,120	+0,120	-0,120
* Dung sai được cho đối với các lắp ghép trượt (H/h)				

Dung sai của các kích thước M_a, m_b (hình 9.22) cũng là dung sai đường kính vòng lăn.

3.3.2. Các công thức xác định các yếu tố của mối ghép then hoa răng tam giác (bảng 9.25)

Đường kính vòng lăn d là đại lượng cơ bản dùng cho tính toán. Vòng lăn chia đôi chiều cao lý thuyết của răng theo các đỉnh của prôfin răng ứng với các đường kính ngoài D₁ và trong D₂. Các đường kính này dùng để tính toán kích thước theo các dây thép đo M_a đối với trục và kích thước giữa các dây thép đo M_b đối với lỗ cũng như các kích thước của dụng cụ cắt và dụng cụ đo cho mỗi ghép then hoa răng tam giác có khe hở cạnh răng bằng 0.

Các đường kính d'_a và d'_b được chọn theo tiêu chuẩn (ГОСТ 2475-62).

Đối với trục then hoa, vùng tiếp xúc cho phép của các dây thép đo là ±0,05 mm so với đường kính vòng lăn.

Bảng 9.25. Các công thức xác định các thông số của mối ghép then hoa răng tam giác

Thông số được xác định	Các công thức cho mỗi ghép có số răng	
	36	48
Đường kính vòng lăn	$d = 0,954519D_1$	$d = 0,966222D_1$
Đường kính ngoài theo các đỉnh (lý thuyết)	$D_1 = 1,047648d$	$D_1 = 1,034959d$
Đường kính trong theo các đỉnh (lý thuyết)	$D_2 = 0,952352d$	$D_2 = 0,965041d$
Đường kính tính toán của dây thép đo tiếp xúc với prôfin răng theo vòng lăn của trục	$d_1 = 0,06585005d$	$d_1 = 0,0485955d$
Đường kính tính toán của dây thép đo tiếp xúc với prôfin răng theo vòng lăn của lỗ	$d_2 = 0,05309792d$	$d_2 = 0,04133332d$
Đường kính thực tế của dây thép đo: đối với trục đối với lỗ	d'_a d'_b	chọn theo (ГОСТ 2475-62, bảng 9.28)
Kích thước theo các dây thép đo của trục	$M_a = D_2 + 2,41421d'_a$	
Kích thước giữa các dây thép đo của lỗ	$M_b = D_1 - 2,55572d'_b$	$M_b = D_1 - 2,51665 d'_b$
Đường kính tiếp xúc của dây thép đo thực tế của trục	$D_n = D_2 + 0,70711 d'_a + 0,001d$	
Đường kính tiếp xúc của dây thép đo thực tế của lỗ	$D_T = D_1 - 0,91293 d'_b + 0,001d$	$D_T = D_1 - 0,85733 d'_b + 0,001d$

Bảng 9.26. Kích thước danh nghĩa M_a , M_b , mm

Đường kính danh nghĩa D_b	Lỗ			Trục		
	Đường kính dây thép đo d'_b	M_b	Lượng thay đổi kích thước M_b 0,001 $d'_b K_b$	Đường kính dây thép đo d'_a	M_a	Lượng thay đổi kích thước M_b 0,001 $d'_b K_a$
5	0,260	4,460	0,0026	0,348	5,486	0,0024
6	0,343	5,265	0,0026	0,402	6,555	0,0024
8	0,402	7,137	0,0026	0,511	9,655	0,0024
10	0,511	8,878	0,0026	0,572	10,639	0,0024
12	0,572	10,768	0,0026	0,796	10,040	0,0024
15	0,796	13,216	0,0026	1,008	16,296	0,0024
18	0,866	16,047	0,0026	1,157	19,392	0,0024
20	1,047	17,584	0,0026	1,302	21,551	0,0024
22	0,866	20,101	0,0025	1,047	23,302	0,0024
25	1,008	22,773	0,0025	1,157	26,393	0,0024
28	1,157	25,418	0,0025	1,302	29,559	0,0024
30	1,157	27,438	0,0025	1,441	31,770	0,0024
32	1,302	29,093	0,0025	1,553	33,933	0,0024
35	1,441	31,764	0,0025	1,591	36,841	0,0024
38	1,553	34,502	0,0025	1,833	40,241	0,0024
40	1,591	36,426	0,0025	1,833	42,123	0,0024
42	1,732	38,091	0,0025	2,020	44,459	0,0024
45	1,833	40,867	0,0025	2,071	47,408	0,0024
50	2,020	45,456	0,0025	2,311	52,705	0,0024
55	2,217	50,021	0,0025	2,595	58,109	0,0024
60	2,311	54,854	0,0025	2,886	63,539	0,0024
65	2,595	59,209	0,0025	3,106	68,797	0,0024
70	2,886	63,537	0,0025	3,310	74,008	0,0024
75	3,106	68,043	0,0025	3,580	79,379	0,0024

1. Các đường kính d'_a , d'_b theo I' OCT 2475-62, M_a , M_b được tính cho mỗi ghép không có khe hở. Dung sai được cho trong bảng 9 24.

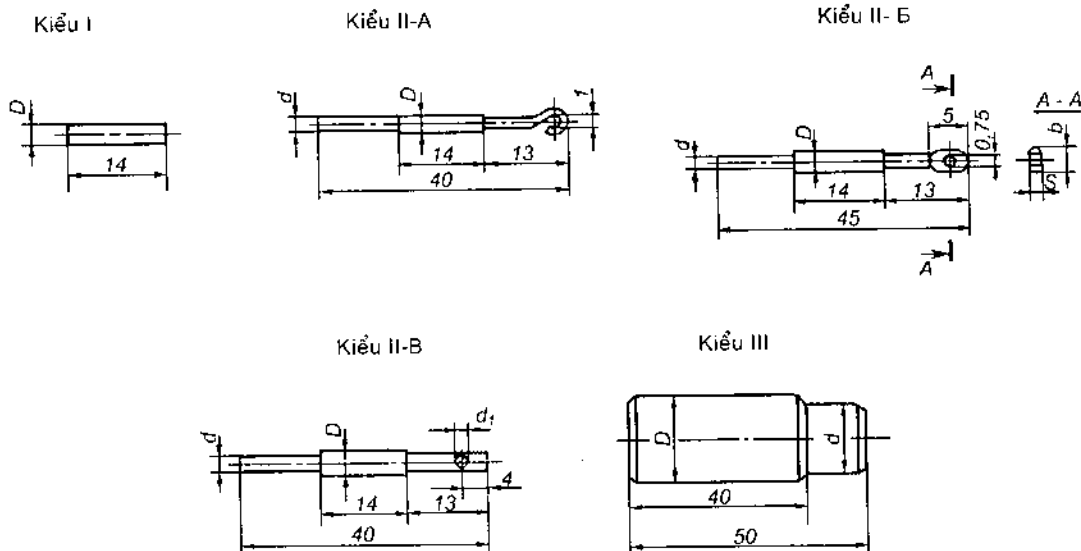
2- Khi $d'_b > d_2$ cần trừ đi K_b từ M_b ; khi $d'_a > d_1$ cần cộng K_a với M_a

**Bảng 9.27. Lắp ghép của trục
Kích thước, mm**

Đường kính vòng lăn của trục d	Độ chính xác bình thường			Độ chính xác thấp		
	Sai lệch đối với lắp chặt	Sai lệch đối với lắp căng	Sai lệch đối với lắp lỏng	Sai lệch đối với lắp chặt	Sai lệch đối với lắp căng	Sai lệch đối với lắp lỏng
Trên 3 đến 10	+0,065 +0,025	+0,040	-0,025 -0,065	0,030 +0,050	+0,080	-0,025 -0,105
Trên 10 đến 30	+0,075 +0,030	+0,045	-0,030 -0,075	+0,150 +0,060	+0,090	-0,030 -0,120
Trên 30 đến 50	+0,085 +0,035	+0,050	-0,35 -0,085	+0,170 +0,070	+0,100	-0,035 -0,135
Trên 50 đến 80	+0,100 +0,040	+0,060	-0,040 -0,100	+0,200 +0,080	+0,120	-0,040 -0,160

Bảng 9.28. Dây thép và con lăn đỡ đỡ mối ghép then hoa răng tam giác (ГОСТ 2475-62)
Kích thước, mm

Dây thép và con lăn được chế tạo theo 3 kiểu: I, II và III. Kiểu II có 3 dạng: A, B và B. Các kiểu dây thép và con lăn được chế tạo theo 2 cấp chính xác: cấp 0 và cấp 1



Kiểu I	Kiểu II-A		Kiểu II-B				Kiểu II-B			Kiểu III	
D	D	d	D	d	b	s	D	d	d ₁	D	d
0,045	0,118	0,10	0,866	0,80		0,3	1,533	1,40		5,176	4,8
0,048	0,130	0,10	1,008	0,90	1,5	0,4	1,591	1,45	0,9	5,493	5,0
0,052	0,142	0,12	1,047	0,95		0,4	1,732	1,60		6,212	5,8
0,58	0,170	0,15	1,157	1,00	1,5	0,4	1,833	1,75		6,585	6,0
0,073	0,201	0,18	1,302	1,15	1,5	0,5	2,020	1,90	1,0	8,282	7,5
0,088	0,232	0,20	1,441	1,30	2,5	0,5	2,071	1,95		8,767	8,0
0,103	0,260	0,23	-	-	-	-	2,217	2,1	1,0	10,353	9,5
0,118	0,291	0,25	-	-	-	-	2,311	2,2	1,1	10,950	10,0
0,130	0,343	0,30	-	-	-	-	2,595	2,4	1,1	12,423	11,5
0,142	0,402	0,35	-	-	-	-	2,886	2,7		13,133	12
0,170	0,433	0,38	-	-	-	-	3,106	2,9	1,1	16,565	15
0,201	0,461	0,40	-	-	-	-	3,177	3,0		17,362	16
0,232	0,511	0,45	-	-	-	-	3,287	3,1		20,706	18
0,260	0,572	0,50	-	-	-	-	3,310	3,1	1,2	21,863	20
0,291	0,724	0,65	-	-	-	-	3,468	3,2		24,287	22
0,343	0,796	0,72	-	-	-	-	3,580	3,3		26,231	24
-	-	-	-	-	-	-	3,666	3,4		-	-
-	-	-	-	-	-	-	4,091	3,8		-	-
-	-	-	-	-	-	-	4,141	3,9		-	-
-	-	-	-	-	-	-	4,211	4,0	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	4,400	4,0	-	-	-

Yêu cầu kỹ thuật. Dây thép và con lăn để do mối ghép then hoa răng tam giác được chế tạo từ thép cacbon dụng cụ (CDC100A, CDC120A), thép Crôm hoặc thép chế tạo ổ lăn.

Độ cứng bề mặt làm việc của dây thép và con lăn bằng thép cacbon dụng cụ không thấp hơn 58HRC. Đối với dây kiểu I cho phép chế tạo với độ cứng không thấp hơn 50HRC.

Các bề mặt không làm việc của dây thép và con lăn phải được xử lý chống gỉ.

3.4. Tính toán độ bền mối ghép then hoa (hình 9.23)

Khi làm việc các mặt bên của mối ghép then hoa chịu ứng suất chèn đập còn các chân (đáy) răng chịu ứng suất uốn và cắt. Trong thực tế thường tính toán độ bền của mối ghép then hoa theo ứng suất chèn đập

$$\frac{M_{x\max}}{\psi F l r_{tb}} \leq [\sigma_{cd}]$$

trong đó

$M_{x\max}$ – momen xoắn lớn nhất cho phép được truyền bởi mối ghép, kGmm;

$\psi = (0,7 \div 0,8)$ – hệ số tính đến sự phân bố lực không đều theo các bề mặt làm việc của răng, thường lấy $\psi = 0,75$;

F – diện tích của tất cả các mặt bên cùng phía của các răng trên 1 mm chiều dài, mm²

$$F = z \left[\frac{D_b - d_a}{2} - (f + r) \right] \text{ đối với răng chữ nhật,}$$

trong đó z – số răng; D_b – đường kính ngoài của răng trục, mm; d_a – đường kính lỗ ống bao (bạc), mm; f – kích thước vạch vát, mm; r – bán kính lượn, mm;

$$F = 0,8mz, \text{ đối với răng thân khai}$$

trong đó m – môđun, mm;

$$F = \frac{D_b - d_a}{2} z, \text{ đối với răng tam giác;}$$

l – chiều dài làm việc của răng, mm

$$r_{tb} = \frac{D_b - d_a}{4} \text{ đối với răng chữ nhật, } r_{tb} = 0,5d \text{ đối với răng thân khai và tam giác.}$$

$[\sigma_{cd}]$ – ứng suất chèn đập cho phép, kG/cmm² (bảng 9.29)

Khi thử xoắn trục then hoa răng chữ nhật có đáy phẳng đã cho kết quả là độ bền của nó tương đương với độ bền của một trục trơn có đường kính bằng đường kính trong của trục then hoa.

Để xác định momen xoắn cho phép theo các thông số đã cho hoặc xác định các thông số theo momen xoắn đã cho trong các mối ghép then hoa răng thân khai cố định có thể sử dụng biểu đồ được giới thiệu trên hình 9.24.

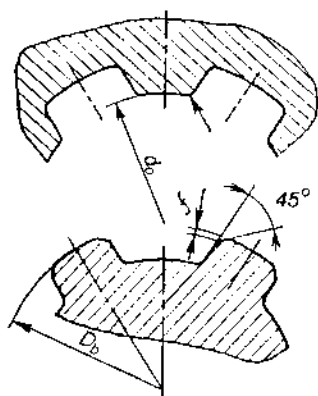
Công thức tính toán để xây dựng biểu đồ:

$$[M_x] = \psi_x F l r_{tb} [\sigma_{cd}]$$

trong đó $\psi = 0,75$ – hệ số tính đến sự phân bố lực không đều theo các bề mặt làm việc của

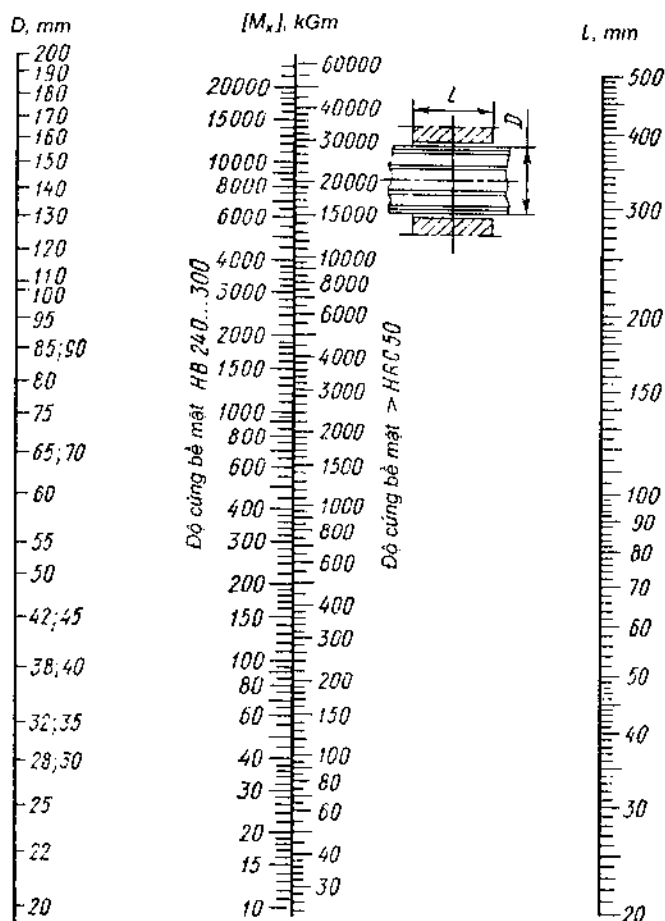
răng; z – số răng; $F = 0,8m$; $r_{th} = 0,5mz$.

Ứng suất chèn dập cho phép $[\sigma_{cd}] = 500 \text{ kG/cm}^2$ đối với các bề mặt có độ cứng $240 \div 300 \text{ HB}$ và 1200 kG/cm^2 đối với các bề mặt có độ cứng $\geq 50\text{HRC}$.



Hình 9.23. Các kích thước cho tính toán mối ghép then hoa

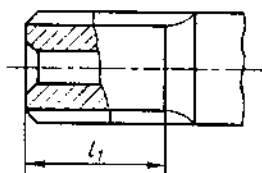
Hình 9.24. Biểu đồ xác định các thông số của mối ghép then hoa răng thân khai



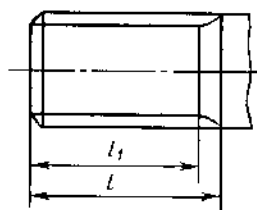
3.5. Biểu diễn qui ước trục then hoa, lỗ then hoa và mối ghép then hoa

Hình biểu diễn qui ước trục then hoa và lỗ then hoa được giới thiệu trên các hình từ 9.25 đến 9.30.

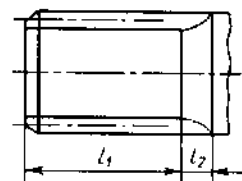
Các vòng tròn và bề mặt đỉnh răng của trục và lỗ được biểu thị bằng đường nét đậm (nét cơ bản).



Hình 9.25



Hình 9.26



Hình 9.27

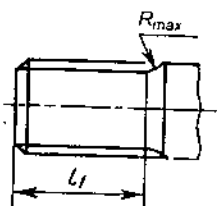
Bảng 9.29. Ứng suất chèn dập cho phép của các mặt bên răng mối ghép then hoa

Mối ghép	Điều kiện sử dụng	Nhiệt luyện đặc biệt đối với bề mặt làm việc của răng	
		Không	Có
		[σ_{cd}], kG/cm ²	
Cố định	a	3,5	4,7
	b	6-10	10-14
	c	8-12	12-20
Động, không chịu tải	a	1,5-2	2-3,5
	b	2-3	3-6
	c	2,5-4	4-7
Động, có tải	a	-	0,3-1
	b	-	0,5-1,5
	c	-	1-2

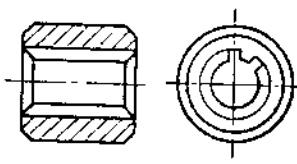
a- điều kiện sử dụng nặng: tải trọng thay đổi chiều có va đập theo cả hai chiều; rung động có tần số và biên độ lớn; điều kiện bôi trơn (đối với mối ghép động) không tốt; độ cứng của các chi tiết trong mối ghép không cao; độ chính xác đồng tâm của mối ghép không cao; b- điều kiện sử dụng trung bình; c- điều kiện sử dụng nhẹ.

Các vòng tròn và bề mặt đáy răng của trục và lỗ được biểu thị bằng đường nét liền mảnh (các hình 9.25 đến 9.30). Đường nét liền mảnh biểu thị bề mặt đáy răng ở hình chiếu của trục trên mặt phẳng cần song song với đường tâm của trục và cắt đường giới hạn cạnh vát (hình 9.26, 9.27 và 9.28).

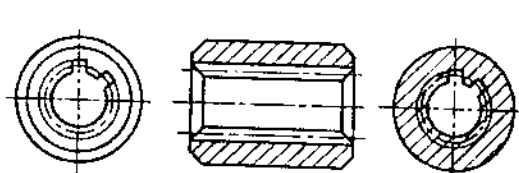
Bề mặt đáy (chân) răng trên mặt cắt dọc của trục và lỗ được biểu thị bằng đường nét liền đậm (cơ bản) (hình 9.25, 9.29 và 9.30).



Hình 9.28



Hình 9.29



Hình 9.30

Trên hình chiếu của trục và lỗ trên mặt phẳng vuông góc với đường tâm của chúng cũng như trong mặt cắt ngang, vòng tròn chân (đáy) răng được biểu thị bằng đường nét liền mảnh (hình 9.29 và 9.30).

Vòng chia và mặt trụ chia trên hình biểu diễn các chi tiết của mối ghép then hoa được biểu thị bằng đường nét đứt mảnh (hình 9.27 và 9.30).

Giới hạn bề mặt có răng của trục cũng như giới hạn giữa các răng có profil đầy đủ và phần răng cạo (nông) được biểu thị bằng đường nét liền mảnh (hình 9.25 và 9.28).

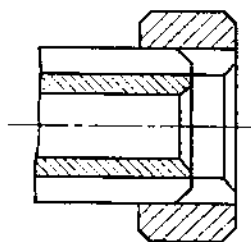
Trên hình biểu diễn trong mặt phẳng vuông góc với đường tâm của trục và lỗ then hoa có thể biểu thị profil của răng và rãnh răng với số lượng lớn hơn qui định trên. Trên các hình biểu diễn này không cần biểu thị cạnh vát tại đầu mút của trục và lỗ then hoa.

Trên hình biểu diễn của trục then hoa hoặc lỗ then hoa, đường gạch chéo biểu thị

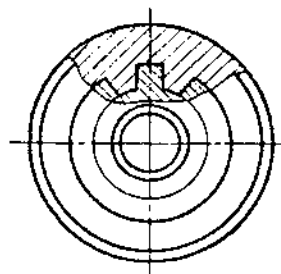
mặt cắt được thực hiện như sau:

trong mặt cắt dọc – được kẻ tới đường chân (đáy) răng;

trong mặt cắt ngang – được kẻ tới đường đỉnh răng (hình 9.25; 9.29 và 9.30).



Hình 9.31



Hình 9.32

Nếu mặt cắt đi qua trục của mỗi ghép then hoa thì trên hình biểu diễn mặt cắt của mỗi ghép chỉ biểu thị phần bề mặt đỉnh răng của lỗ khi không bị trục che kín (hình 9.31).

Không biểu thị khe hở hướng tâm giữa các răng và rãnh của trục và lỗ then hoa (hình 9.32).

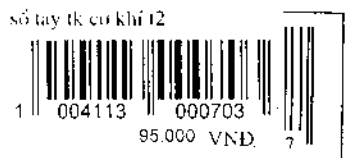
TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1. Анурьев В.И.
Справочник конструктора машиностроителя. Том 2
М. "Машиностроение" 1978.
2. Ачеркан Н.С.
Детали машин - расчеты и конструирование. Справочник.
М. "Машиностроение" 1969.
3. Батурин А.Т., Ицкович Г.М., Панич Б.Б., Чернин И.М.
Детали машин
М. "Машиностроение" 1970.
4. Бейзельман Р.Д., Цыпкин Б.В., Псрель Л.Я.
Подшипники качения. Справочник
М. "Машиностроение" 1975.
5. Болотовский И.А., Гурьев Б.И., Смирнов В.Э., Шендерей Б.И.
Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внешнего зацепления -
Расчет геометрии. Справочное пособие.
М. "Машиностроение" 1974.
6. Болотовский И.А., Гурьев Б.И., Смирнов В.Э., Шендерей Б.И.
Цилиндрические эвольвентные зубчатые передачи внешнего зацепления -
Расчет геометрических параметров. Справочное пособие.
М. "Машиностроение" 1977.
7. Готовцев А.А., Столбин Г.Б., Котенов И.П.
Проектирование цепных передач. Справочник.
М. "Машиностроение" 1973.
8. Кудрявцев В.Н.
Упрощенные расчеты зубчатых передач.
М. "Машиностроение" 1967.
9. Левицкий М.Я., Самохвалов Я.А., Григораш В.Д.
Справочник техника - конструктора
Киев "Техника", 1975.
10. Мягков В.Д.
Краткий справочник конструктора
Л. "Машиностроение" 1975.

11. Орлов П.И.
Основы конструирования, в 3 томах
М. "Машиностроение" 1977.
12. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Раховский О.А.
Справочник по муфтам
Л. "Машиностроение" 1974.
13. Решетов Д.Н.
Детали машин
М. "Машиностроение" 1974.
14. Романовский Г.А., Окунев М.В., Блонский М.Б.
Справочник по расчету и конструированию втулочных и втулочно-роликовых
цепных передач
М. "Машиностроение" 1966.
15. Серенсен С.В., Громан М.Б., Котаев В.П., Шнейдерович
Валы и оси. Конструирование и расчет
М. "Машиностроение" 1970.
16. Спыцын Н.А., Яхин Б.А., Перегудов В.Н., Забуленов И.М.
Расчет и выбор подшипников качения. Справочник.
М. "Машиностроение" 1974.
17. Черкавский С.А., Решиков В.Ф.
Справочник металлиста. в 5 томах
М. "Машиностроение" 1976.
18. Hà Văn Vui
Dung sai và lắp ghép
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2003

204199

sổ tay tk cũ khi 12



Giá: 95.000đ