

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8029 : 2009

ISO 76 : 2006

Xuất bản lần 1

Ổ LĂN – TẢI TRỌNG TĨNH DANH ĐỊNH

Rolling bearings – Static load ratings

HÀ NỘI - 2009

Lời nói đầu

TCVN 8029 : 2009 hoàn toàn tương đương với ISO 76 : 2006.

TCVN 8029 : 2009 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 4
Ô nhiễm, ổ đỡ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề
nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Ổ lăn – Tải trọng tĩnh danh định

Rolling bearings – Static load ratings

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các phương pháp để tính toán tải trọng tĩnh cơ bản và tải trọng tĩnh tương đương đối với ổ lăn có phạm vi kích thước chỉ dẫn trong các tiêu chuẩn có liên quan, được chế tạo từ thép ổ lăn được nhiệt luyện có độ cứng và chất lượng cao, thông dụng hiện nay theo công nghệ sản xuất thích hợp và thiết kế theo thông lệ về hình dáng các bề mặt tiếp xúc với con lăn.

Các tính toán tiến hành theo tiêu chuẩn này không mang lại kết quả thoả đáng đối với các ổ lăn trong đó do các điều kiện ứng dụng/hoặc kết cấu bên trong có sự thu hẹp đáng kể vùng tiếp xúc giữa các con lăn với mặt lăn của các vòng ổ. Với cùng một hạn chế, các điều kiện ứng dụng sẽ gây ra các sai lệch so với việc phân bố tải trọng bình thường trong ổ lăn, ví dụ như sử dụng độ không thẳng hàng, tải trọng đặt trước hoặc khe hở quá lớn hoặc xử lý bề mặt hoặc các lớp phủ đặc biệt. Khi có lý do đánh giá với các điều kiện như vậy, người sử dụng nên hỏi ý kiến nhà sản xuất về các kiến nghị và đánh giá tải trọng tĩnh tương đương.

Tiêu chuẩn này không ứng dụng cho các thiết kế trong đó các con lăn làm việc trực tiếp trên bề mặt trục hoặc trên bề mặt thân hộp, trừ khi bề mặt đó tương đương về mọi mặt với bề mặt ổ mà nó thay thế.

Ổ lăn đỡ hai dãy và ổ lăn chặn hai chiều khi áp dụng tiêu chuẩn này được coi là đối xứng.

Ngoài ra, nguyên tắc chỉ dẫn đối với các hệ số an toàn tĩnh được áp dụng cho các ứng dụng tải trọng nặng.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 8029 : 2009

ISO 5593, *Rolling bearing - Vocabulary (Ổ lăn – Từ vựng)*.

ISO 15241, *Rolling bearing – Symbols for quantities (Ổ lăn – Các kí hiệu cho các đại lượng)*.

ISO/TR 10657 : 1991, *Explanatory notes on ISO 76 (Các chú thích để giải thích cho ISO 76)*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong ISO 5593 và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Tải trọng tĩnh (static load)

Tải trọng tác động lên ổ khi tốc độ quay của các vòng ổ hoặc vòng đệm của ổ với nhau là bằng không.

3.2

Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định (basic static radial load rating)

Tải trọng hướng tâm tương ứng với ứng suất tiếp xúc được tính toán tại tâm của phần lớn các con lăn chịu tải trọng lớn nhất/mặt tiếp xúc con lăn có trị số:

- 4600 MPa đối với các ổ bi tự lựa,
- 4200 MPa đối với toàn bộ các ổ bi đỡ khác, và
- 4000 MPa đối với toàn bộ các ổ đĩa đỡ.

CHÚ THÍCH 1: Trong trường hợp ổ đỡ–chặn một dãy, tải trọng hướng tâm danh định là thành phần hướng tâm của tải trọng chỉ gây ra sự dịch chuyển hướng tâm của các vòng ổ so với nhau.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các ứng suất tiếp xúc này, dưới tác dụng của tải trọng tĩnh, tổng biến dạng dư của các con lăn và vòng mặt lăn gần bằng 0,0001 đường kính của con lăn.

3.3

Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định (basic static axial load rating)

Tải trọng tĩnh chiều trục trung tâm tương ứng với ứng suất tiếp xúc được tính toán tại tâm của phần lớn các con lăn chịu tải lớn nhất/mặt tiếp xúc con lăn có trị số.

- 4200 MPa đối với các ổ bi chặn,
- 4000 MPa đối với toàn bộ các ổ lăn chặn khác.

CHÚ THÍCH: Đối với các ứng suất tiếp xúc này, dưới tác dụng của tải trọng tĩnh, tổng biến dạng dư của các con lăn và mặt lăn gần bằng 0,001 của đường kính con lăn.

3.4**Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương (static equivalent radial load)**

Tải trọng tĩnh hướng tâm gây ra ứng suất tiếp xúc tại tâm của phần lớn các con lăn chịu tải nặng/mặt tiếp xúc con lăn giống ứng suất tiếp xúc xảy ra dưới các điều kiện tải trọng thực.

3.5**Tải trọng tĩnh chiều trục tương đương (static equivalent axial load)**

Tải trọng tĩnh chiều trục trung tâm gây ra ứng suất tiếp xúc tại tâm của phần lớn con lăn chịu tải trọng lớn nhất/mặt tiếp xúc con lăn giống ứng suất tiếp xúc xảy ra dưới các điều kiện tải trọng thực.

3.6**Hệ số an toàn tĩnh (static safety factor)**

Tỷ số giữa số tải trọng tĩnh cơ bản danh định và tải trọng tĩnh tương đương, tạo ra độ an toàn dư chống lại biến dạng dư không thể chấp nhận được trên các con lăn và các mặt tiếp xúc con lăn (mặt lăn).

3.7**Đường kính con lăn (đũa) (roller diameter)**

(tính toán tải trọng danh định) đường kính lý thuyết trong một mặt phẳng hướng kính qua điểm giữa của chiều dài con lăn (đũa) đối với con lăn (đũa) đối xứng.

CHÚ THÍCH 1: Đối với đũa côn, đường kính có thể áp dụng bằng giá trị trung bình của các đường kính tại góc nhọn tương ứng trên đầu lớn và đầu nhỏ của đũa.

CHÚ THÍCH 2: Đối với đũa lồi (tang trống) không đối xứng, đường kính được áp dụng xấp xỉ bằng đường kính tại điểm tiếp xúc giữa đũa và mặt tiếp xúc con lăn (mặt lăn) không có gờ khi tải trọng bằng không.

3.8**Chiều dài làm việc của con lăn (đũa) (effective roller length)**

(Tính toán tải trọng danh định) Chiều dài tiếp xúc lớn nhất lý thuyết giữa một con lăn (đũa) và mặt tiếp xúc con lăn khi đường tiếp xúc là ngắn nhất.

CHÚ THÍCH: Chiều dài này thường là khoảng cách giữa các góc nhọn lý thuyết của đũa trừ đi cạnh vát đũa hoặc chiều rộng mặt lăn không gồm rãnh thoát đá mài, lấy giá trị nào nhỏ hơn.

3.9**Góc tiếp xúc danh nghĩa (nominal contact angle)**

Góc giữa một mặt phẳng vuông góc với đường tâm ổ (mặt phẳng hướng kính) và đường tác dụng danh nghĩa của lực tổng hợp do một vòng ổ hoặc vòng đệm của ổ truyền cho một con lăn.

CHÚ THÍCH: Đối với các ổ có các con lăn (đũa) không đối xứng, góc tiếp xúc danh nghĩa được xác định bằng sự tiếp xúc với mặt tiếp xúc con lăn (mặt lăn) không có gờ.

3.10

Đường kính chia của bộ bi (pitch diameter of ball set)

Đường kính của vòng tròn chứa tâm của các bi trong một dãy của một ổ bi.

3.11

Đường kính chia của con lăn (đũa) (pitch diameter of roller set)

Đường kính của vòng tròn cắt qua các đường tâm của các con lăn (đũa) tại vị trí giữa của các con lăn trong một dãy của một ổ đũa.

4 Kí hiệu

Tiêu chuẩn này áp dụng các kí hiệu trong ISO 15241 và các kí hiệu sau:

- C_{0a} tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định, tính theo Newton;
- C_{0r} tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định, tính theo Newton;
- D_{pw} đường kính chia của bộ bi hoặc bộ đũa, tính theo milimét;
- D_w đường kính danh nghĩa của bi, tính theo milimét;
- D_{we} đường kính con lăn (đũa) được áp dụng khi tính toán tải trọng danh định, tính theo milimét;
- F_a tải trọng chiều trục của ổ (thành phần chiều trục của tải trọng thực của ổ), tính theo Newton;
- F_r tải trọng hướng tâm của ổ (thành phần hướng tâm của tải trọng thực của ổ), tính theo Newton;
- f_0 hệ số để tính toán tải trọng tĩnh cơ bản danh định;
- i số dãy của các phần con lăn;
- L_{we} chiều dài làm việc của con lăn (đũa) được áp dụng trong tính toán tải trọng danh định, tính bằng milimét;
- P_{0a} tải trọng tĩnh chiều trục tương đương, tính theo Newton;
- P_{0r} tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương, tính theo Newton;
- S_0 hệ số an toàn tĩnh;
- X_0 hệ số tải trọng tĩnh hướng tâm;
- Y_0 hệ số tải trọng tĩnh chiều trục;
- Z số con lăn trong ổ một dãy; số con lăn trên một dãy của ổ lăn nhiều dãy có cùng số lượng con lăn trên một dãy;
- α góc tiếp xúc danh nghĩa, tính theo độ.

5 Ổ bi đỡ

5.1 Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định

5.1.1 Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định đối với ổ một dãy

Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định dùng cho ổ bi đỡ được cho theo công thức sau:

$$C_{0r} = f_0 i Z D_w^2 \cos \alpha \quad (1)$$

trong đó các giá trị của f_0 được cho trong Bảng 1.

Công thức được áp dụng cho ổ có bán kính rãnh mặt lăn trong không lớn hơn $0,52 D_w$ đối với các vòng trong của ổ bi đỡ và đỡ chặn và $0,53 D_w$ đối với vòng ngoài của ổ bi đỡ đơn và đỡ-chặn và vòng trong của ổ bi tự lựa.

Khả năng chịu tải của ổ bi không nhất thiết phải tăng lên do sử dụng bán kính rãnh nhỏ hơn, nhưng được giảm đi bởi sử dụng bán kính rãnh lớn hơn các bán kính được chỉ dẫn trong đoạn nêu trên. Trong trường hợp sau, phải sử dụng giá trị giảm đi tương ứng của f_0 . Việc tính toán các giá trị giảm đi này của f_0 được tiến hành theo công thức (3-18) cho trong ISO/TR 10657 : 1991.

5.1.2 Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định đối với các tổ hợp ổ bi

5.1.2.1 Hai ổ bi đỡ một dãy làm việc như một ổ bi

Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định đối với hai ổ bi đỡ một dãy giống nhau được lắp bên nhau trên cùng một trục sao cho chúng làm việc như một ổ (lắp ghép cặp đôi) bằng hai lần tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định của một ổ bi một dãy.

5.1.2.2 Các lắp đặt liền kề mặt mút rộng–mặt mút vòng và mặt mút hẹp–mặt mút hẹp của các ổ bi đỡ–chặn một dãy

Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định dùng cho hai ổ bi đỡ chặn một dãy giống nhau được lắp bên nhau trên cùng một trục, sao cho chúng làm việc như một ổ bi (lắp ghép cặp đôi) với việc bố trí mặt mút rộng tiếp giáp mặt mút rộng và mặt mút hẹp tiếp giáp mặt mút hẹp bằng hai lần tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định của một ổ bi một dãy.

5.1.2.3 Lắp đặt nối đuôi nhau

Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định đối với hai hoặc nhiều ổ bi đỡ một dãy giống nhau hoặc hai hoặc nhiều ổ bi đỡ-chặn một dãy giống nhau được lắp sát bên nhau trên cùng một trục sao cho chúng làm việc như một ổ (lắp ghép đôi hoặc lắp thành cụm) với cách bố trí nối đuôi nhau bằng số ổ bi nhân với tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định của một ổ bi một dãy. Các ổ bi phải được chế tạo và lắp ráp đúng để tải trọng phân bố giữa chúng bằng nhau.

Bảng 1 – Giá trị của hệ số f_0 đối với ổ bi

$\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$	Hệ số f_0		
	Ổ bi		Ổ bi chặn
	đỡ và đỡ-chặn	đỡ tự lựa	
0	14,7	1,9	61,6
0,01	14,9	2	60,8
0,02	15,1	2	59,9
0,03	15,3	2,1	59,1
0,04	15,5	2,1	58,3
0,05	15,7	2,1	57,5
0,06	15,9	2,2	56,7
0,07	16,1	2,2	55,9
0,08	16,3	2,3	55,1
0,09	16,5	2,3	54,3
0,1	16,4	2,4	53,5
0,11	16,1	2,4	52,7
0,12	15,9	2,4	51,9
0,13	15,6	2,5	51,2
0,14	15,4	2,5	50,4
0,15	15,2	2,6	49,6
0,16	14,9	2,6	48,8
0,17	14,7	2,7	48
0,18	14,4	2,7	47,3
0,19	14,2	2,8	46,5
0,2	14	2,8	45,7
0,21	13,7	2,8	45
0,22	13,5	2,9	44,2
0,23	13,2	2,9	43,5
0,24	13	3	42,7
0,25	12,8	3	41,9
0,26	12,5	3,1	41,2
0,27	12,3	3,1	40,5
0,28	12,1	3,2	39,7
0,29	11,8	3,2	39
0,3	11,6	3,3	38,2
0,31	11,4	3,3	37,5
0,32	11,2	3,4	36,8
0,33	10,9	3,4	36
0,34	10,7	3,5	35,3
0,35	10,5	3,5	34,6
0,36	10,3	3,6	—
0,37	10	3,6	—
0,38	9,8	3,7	—
0,39	9,6	3,8	—
0,4	9,4	3,8	—

CHÚ THÍCH: Bảng này dựa trên phương trình tiếp xúc điểm Hertzian có môđun đàn hồi $2,07 \times 10^5$ MPa và hệ số Poisson 0,3. Điều này được giả định là sự phân bố tải trọng đưa đến tải trọng lớn nhất của bi $\frac{5F_1}{2 \cos \alpha}$ đối với ổ bi đỡ và tải trọng lớn nhất của bi $\frac{F_a}{2 \sin \alpha}$ đối với ổ bi chặn. Có thể nhận được giá trị f_0 đối với giá trị trung gian của $\frac{D_w \cos \alpha}{D_{pw}}$ bằng nội suy tuyến tính

5.2 Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương

5.2.1 Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương đối với các ổ đơn

Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương cho ổ bi đỡ lớn hơn hai giá trị cho theo công thức:

$$P_{0r} = X_r + Y_0 F_a \quad (2)$$

$$P_{0r} = F_r \quad (3)$$

trong đó các hệ số X_0 và Y_0 được cho trong Bảng 2. Các hệ số này áp dụng đối với ổ bi có bán kính rãnh mặt cắt ngang theo 5.1.1. Đối với bán kính rãnh khác, có thể tính toán X_0 và Y_0 theo ISO/TR 10657 : 1991.

Các giá trị của Y_0 đối với các góc tiếp xúc trung gian không cho trong Bảng 2, được xác định bằng nội suy tuyến tính.

Bảng 2 - Các giá trị của các hệ số X_0 và Y_0 đối với ổ bi đỡ

Kiểu ổ bi	Ổ một dãy		Ổ hai dãy		
	X_0	Y_0	X_0	Y_0	
Ổ bi đỡ ^a	0,6	0,5	0,6	0,5	
Ổ bi đỡ-chặn, $\alpha =$	5°	0,5	0,52	1	1,04
	10°	0,5	0,50	1	1
	15°	0,5	0,46	1	0,92
	20°	0,5	0,42	1	0,84
	25°	0,5	0,38	1	0,76
	30°	0,5	0,33	1	0,66
	35°	0,5	0,29	1	0,58
	40°	0,5	0,26	1	0,52
	45°	0,5	0,22	1	0,44
Ổ bi tự lựa, $\alpha \neq 0^\circ$	0,5	0,22 cot α	1	0,44 cot α	

^a Giá trị lớn nhất cho phép của F_a/C_{0r} phụ thuộc vào thiết kế của ổ (khe hở trong và chiều sâu rãnh mặt lăn).

5.2.2 Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương dùng cho tổ hợp ổ bi

5.2.2.1 Lắp đặt liền kề mặt mút rộng-mặt mút rộng và mặt mút hẹp-mặt mút hẹp của các ổ bi đỡ-chặn một dãy

TCVN 8029 : 2009

Khi tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương cho hai ổ bi đỡ chặn giống nhau được lắp sát bên nhau trên cùng một trục, sao cho chúng làm việc như một ổ bi (lắp ghép đôi) với cách bố trí mặt mút rộng giáp mặt mút rộng và mặt mút hẹp tiếp giáp mặt mút hẹp thì phải sử dụng các giá trị X_0 và Y_0 đối với ổ hai dãy và các giá trị F_r và F_a với các tải trọng tổng khi lắp ráp.

5.2.2.2 Lắp đặt nối đuôi nhau

Khi tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương cho hai hoặc nhiều ổ bi đỡ giống nhau hoặc hai hoặc nhiều ổ bi đỡ chặn một dãy được lắp bên cạnh nhau trên cùng một trục sao cho chúng làm việc như một ổ (ghép đôi hoặc lắp ghép thành cụm) với cách bố trí nối đuôi nhau thì phải sử dụng các giá trị X_0 và Y_0 đối với ổ một dãy và các giá trị F_r và F_a đối với tải trọng tổng khi lắp ráp.

6 Ổ bi chặn

6.1 Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định

Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định dùng cho ổ chặn một chiều và hai chiều được xác định theo công thức:

$$C_{0a} = f_0 Z D_w^2 \sin \alpha \quad (4)$$

trong đó các giá trị f_0 được cho trong Bảng 1 và Z là số viên bi chịu tải trọng theo một chiều.

Công thức được áp dụng cho các ổ có bán kính rãnh vòng dẫn hướng trong mặt cắt ngang lớn hơn $0,54 D_w$.

Khả năng chịu tải của ổ bi không nhất thiết phải tăng lên bởi sử dụng bán kính rãnh nhỏ hơn nhưng được giảm đi bằng cách sử dụng bán kính rãnh lớn hơn. Trong các trường hợp sử dụng bán kính rãnh lớn hơn thì phải sử dụng giá trị giảm tương ứng của f_0 . Tính toán giá trị giảm đi này của f_0 bằng công thức (3-30) cho trong ISO/TR 10657 : 1991.

6.2 Tải trọng tĩnh chiều trục tương đương

Tải trọng tĩnh chiều trục tương đương đối với ổ bi chặn có góc $\alpha \neq 90^\circ$ được xác định theo công thức:

$$P_{0a} = 2,3 F_r \tan \alpha + F_a \quad (5)$$

Công thức này có hiệu lực đối với tất cả các tỷ số giữa tải trọng hướng tâm, và tải trọng chiều trục của các ổ bi chặn hai chiều. Đối với các ổ một chiều, công thức này có hiệu lực khi $F_r/F_a \leq 0,44 \cot \alpha$ và cho các giá trị P_{sa} phù hợp nhưng thấp hơn P_{0a} đối với F_r/F_a đến $0,67 \cot \alpha$.

Ổ bi chặn có $\alpha = 90^\circ$ chỉ có thể chịu được các tải trọng chiều trục. Tải trọng chiều trục tĩnh tương đương đối với kiểu ổ này được xác định theo công thức sau:

$$P_{0a} = F_a \quad (6)$$

7 Ổ đĩa đỡ

7.1 Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định cho ổ đơn

7.1.1 Tải trọng

Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định đối với ổ đĩa đỡ được xác định theo công thức sau:

$$C_{0r} = 44 \left(1 - \frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}} \right) i Z L_{we} D_{we} \cos \alpha \quad (7)$$

CHÚ THÍCH: Công thức (7) dựa trên cùng các môđun đàn hồi. Hệ số Poisson và các phân bố tải trọng của các con lăn được cho theo chú thích đối với Bảng 1.

7.1.2 Tải trọng tĩnh hướng tâm cơ bản danh định đối với sự kết hợp ổ

7.1.2.1 Lắp ráp đối diện và kề cạnh

Đánh giá tải trọng hướng tâm tĩnh cơ bản đối với hai hoặc nhiều hơn các ổ đĩa đỡ một dãy giống nhau được lắp kề cạnh trên cùng một trục như vậy chúng làm việc như một ổ bi (lắp ghép đôi) trong một lắp ráp nối nhau hoặc lắp đối diện là bằng hai lần của tải trọng hướng tâm tĩnh cơ bản của một ổ bi một dãy.

7.1.2.2 Lắp nối nhau

Đánh giá tải trọng hướng tâm tĩnh cơ bản đối với hai hoặc nhiều hơn các ổ đĩa đỡ một dãy được lắp kề cạnh nhau trên cùng một trục như vậy chúng làm việc như là một ổ bi (ghép đôi hoặc lắp ghép nối) trong một lắp ráp nối nhau là số ổ nhân với tải trọng hướng tâm tĩnh của một ổ một dãy. Các ổ này cần phải chế tạo và được lắp ráp đúng để sao cho tải trọng phân bố giữa chúng bằng nhau.

7.2 Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương

7.2.1 Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương đối với các ổ đơn

Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương đối với các ổ đĩa đỡ có $\alpha \neq 0^\circ$ là lớn hơn hai lần giá trị được xác định theo công thức:

$$P_{0r} = X_0 F_r + Y_0 F_a \quad (8)$$

$$P_{0r} = F_r \quad (9)$$

trong đó, các giá trị của các hệ số X_0 và Y_0 được cho trong Bảng 3.

Bảng 3 - Các giá trị của hệ số X_0 và Y_0 đối với các ổ đĩa đỡ có $\alpha \neq 0^\circ$

Kiểu ổ đĩa	X_0	Y_0
Một dãy	0,5	0,22 cotg α
Hai dãy	1	0,44 cotg α

TCVN 8029 : 2009

Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương đối với ổ đĩa đỡ có góc $\alpha = 0^\circ$ và chỉ chịu tải trọng hướng tâm, được xác định theo công thức:

$$P_{Or} = F_r \quad (10)$$

Khả năng của các ổ đĩa đỡ có góc $\alpha = 0$ chịu các tải trọng chiều trục thay đổi một cách đáng kể theo thiết kế chế tạo và sử dụng ổ. Do đó người sử dụng ổ nên tham khảo ý kiến của nhà chế tạo ổ để đánh giá tải trọng tương đương trong trường hợp ổ có góc $\alpha = 0^\circ$, chịu tác dụng của tải trọng chiều trục.

7.2.2 Tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương đối với các tổ hợp ổ

7.2.2.1 Lắp đặt mặt mút rộng-mặt mút rộng và mặt mút hẹp-mặt mút hẹp của các ổ đĩa đỡ chặn một dãy

Khi tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương đối với hai ổ đĩa đỡ-chặn một dãy giống nhau được lắp sát bên nhau trên cùng một trục, như vậy chúng làm việc như một ổ (lắp ghép đôi), với cách bố trí mặt mút rộng tiếp giáp với mặt mút rộng hoặc mặt mút hẹp tiếp giáp với mặt mút hẹp thì phải sử dụng các giá trị X_0 và Y_0 đối với ổ hai dãy và F_r và F_a đối với các tải trọng tổng khi lắp ráp.

7.2.2.2 Lắp đặt nối đuôi nhau

Khi tính toán tải trọng tĩnh hướng tâm tương đương đối với hai hoặc nhiều ổ đĩa đỡ-chặn một dãy giống nhau được lắp sát bên nhau trên cùng một trục, sao cho chúng làm việc như một ổ (ghép đôi hoặc lắp ghép thành cụm) với cách bố trí nối đuôi nhau thì phải sử dụng các giá trị X_0 và Y_0 đối với các ổ hai dãy và F_r và F_a đối với tải trọng tổng khi lắp ráp.

8 Ổ đĩa chặn

8.1 Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định

8.1.1 Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định đối với ổ đĩa chặn một chiều và hai chiều

Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định đối với ổ đĩa chặn một chiều và hai chiều được xác định theo công thức sau:

$$C_{oa} = 220 \left(1 - \frac{D_{we} \cos \alpha}{D_{pw}} \right) Z L_{we} D_{we} \sin \alpha \quad (11)$$

trong đó Z là số con lăn đĩa chịu tải theo một chiều

Trong trường hợp, các con lăn có chiều dài khác, $Z L_{we}$ được lấy là tổng các chiều dài như đã định nghĩa trong 3.8 của toàn bộ các con lăn đĩa chịu tải trong theo một chiều.

CHÚ THÍCH: Công thức 11 dựa trên mô đun đàn hồi giống nhau, hệ số poisson và sự phân bố tải trọng trên con lăn được cho trong Bảng 1.

8.1.2 Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định đối với các ổ được lắp đặt nối đuôi nhau

Tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định đối với hai hoặc nhiều ổ đĩa chặn một chiều giống nhau được lắp sát bên nhau trên cùng một trục, sao cho chúng làm việc như một ổ (lắp ghép đôi hoặc lắp thành cụm) với cách bố trí nối nhau, là số ổ đĩa chặn nhân với tải tĩnh trọng hướng tâm của một ổ đĩa chặn một chiều. Các ổ cần được chế tạo và lắp ráp đúng để sự phân bố tải trọng giữa chúng bằng nhau.

8.2 Tải trọng chiều trục tương đương tĩnh

8.2.1 Tải trọng chiều trục tương đương tĩnh đối với các ổ đĩa chặn một chiều và hai chiều

Tải trọng tĩnh chiều trục tương đương tĩnh đối với ổ đĩa chặn có góc $\alpha \neq 90^\circ$ được xác định theo công thức:

$$P_{0a} = 2,3 F_r \tan \alpha + F_a \quad (12)$$

Công thức này có hiệu lực đối với toàn bộ các tỷ số giữa tải trọng hướng tâm và tải trọng chiều trục trong trường hợp các ổ hai chiều. Đối với các ổ đĩa chặn một chiều, nó có giá trị khi $F_r/F_a \leq 0,44 \cot \alpha$ và cho các giá trị P_{0a} phù hợp nhưng thấp hơn đối với F_r/F_a đến $0,67 \cot \alpha$.

Các ổ đĩa chặn có $\alpha = 90^\circ$ chỉ có thể chịu tải trọng chiều trục. Tải trọng chiều trục tương đương của ổ loại này được xác định theo công thức:

$$P_{0a} = F_a \quad (13)$$

8.2.2 Tải trọng chiều trục tương đương tĩnh đối với các ổ được lắp đặt nối nhau

Khi tính toán tải trọng chiều trục tương đương tĩnh cho hai hoặc nhiều ổ đĩa chặn được lắp sát bên nhau trên cùng một trục sao cho chúng làm việc như là một ổ (ghép đôi hoặc lắp ghép thành cụm) với cách bố trí nối đuôi nhau thì phải sử dụng các giá trị F_a và F_r với tải trọng tổng khi lắp ráp trong công thức (12).

9 Hệ số an toàn tĩnh

9.1 Quy định chung

Sự phù hợp của một ổ được lựa chọn đối với các ứng dụng chịu tải trọng nặng phải được kiểm để đảm bảo rằng giá tải trọng tĩnh cơ bản danh định của chúng là thích hợp. Có thể thực hiện việc kiểm tra này với sự trợ giúp của hệ số an toàn tĩnh S_0 , được cho theo công thức:

$$S_0 = \frac{C_{0r}}{P_{0r}} \quad (14)$$

$$S_0 = \frac{C_{0a}}{P_{0a}} \quad (15)$$

TCVN 8029 : 2009

Công thức (14) áp dụng cho ổ đỡ và công thức (15) áp dụng cho ổ chặn.

Khi ổ được chất tải động và sự lựa chọn phải tiến hành dựa trên tuổi thọ thì cũng nên kiểm tra tải trọng tĩnh cơ bản danh định tương ứng để đạt được các yêu cầu về tính năng của ứng dụng.

Các giá trị hướng dẫn của S_0 cho trong 9.2 và 9.3 đối với các kiểu vận hành khác nhau và các yêu cầu ứng dụng liên quan đến sự làm việc trơn nhẹ và không có rung có thể áp dụng cho các loại ổ quay và được lựa chọn dựa theo kinh nghiệm.

Đối với các điều kiện làm việc riêng khác, nhà chế tạo ổ nên có với sự hướng dẫn áp dụng các giá trị S_0 .

9.2 Ổ bi

Các giá trị hướng dẫn hệ số an toàn tĩnh S_0 được chỉ dẫn trong Bảng 4.

Bảng 4 - Các giá trị hướng dẫn hệ số an toàn tĩnh S_0 đối với các ổ bi

Kiểu vận hành	S_0 min
Các ứng dụng làm việc ổn định, êm Làm việc trơn nhẹ, không rung, độ chính xác chuyển động quay cao	2
Các ứng dụng làm việc bình thường Làm việc trơn nhẹ, không rung, độ chính xác chuyển động quay bình thường	1
Các ứng dụng chịu tải trọng va đập: Tải trọng va đập được thông báo ^a	1,5
^a Khi không biết độ lớn của tải trọng, nên sử dụng giá trị S_0 tối thiểu là 1,5. Nếu biết chính xác độ lớn của tải trọng va đập có thể áp dụng các giá trị S_0 nhỏ hơn.	

9.3 Ổ đĩa

Các giá trị hướng dẫn hệ số an toàn tĩnh S_0 được chỉ dẫn trong Bảng 5.

Bảng 5

Kiểu vận hành	S_0 min
Các ứng dụng làm việc ổn định, êm Làm việc trơn nhẹ, không rung, độ chính xác chuyển động quay cao	3
Các ứng dụng làm việc bình thường Làm việc trơn nhẹ, không rung, độ chính xác chuyển động quay bình thường	1,5
Các ứng dụng chịu tải trọng va đập: Tải trọng va đập được thông báo ^a	3
Đối với ổ đĩa cầu chặn, trị số nhỏ nhất của S_0 bằng 4 được sử dụng cho tất cả các kiểu vận hành Với trường hợp được tôi cứng, ổ bi đĩa kim gia công áp lực, sử dụng trị số nhỏ nhất của S_0 bằng 3 cho tất cả các kiểu vận hành	
^a Khi không biết độ lớn của tải trọng nên sử dụng giá trị S_0 tối thiểu là 1,5. Nếu biết chính xác độ lớn của tải trọng va đập, áp dụng giá trị S_0 nhỏ hơn.	

Phụ lục A
(tham khảo)

Sự gián đoạn trong tính toán tải trọng tĩnh cơ bản danh định

A.1 Khái quát chung

Các hệ số được sử dụng để tính toán các tải trọng tĩnh cơ bản danh định C_{0r} và C_{0a} theo tiêu chuẩn này có sự khác nhau chút ít đối với ổ bi đỡ tiếp xúc góc và ổ bi chặn tiếp xúc góc.

Do đó, có sự gián đoạn trong việc tính toán tải trọng tĩnh chiều trục danh định (C_{0a}) khi ổ có góc tiếp xúc $\alpha = 45^\circ$ đầu tiên được xem là ổ đỡ ($C_{0a} = C_{0r}/Y_0$) và sau đó là ổ chặn.

Phụ lục này giải thích tại sao các tải trọng danh định khác nhau, và chỉ ra cách tính toán lại các tải trọng danh định như thế nào để đưa đến sự so sánh chính xác trong cùng các điều kiện.

A.2 Các kí hiệu

Sử dụng các kí hiệu giống nhau được trình bày trong điều 4 nhưng cũng áp dụng thêm một số kí hiệu sau:

C_{0aa} là tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định đã được điều chỉnh đối với ổ chặn ($\alpha > 45^\circ$), tính bằng Newton;

C_{0ar} là hệ số tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định đã được điều chỉnh đối với ổ đỡ ($\alpha \leq 45^\circ$), tính bằng Newton;

r_e bán kính rãnh mặt lăn trong mặt cắt ngang của vòng ngoài, tính bằng milimét;

r_i bán kính rãnh mặt lăn trong mặt cắt ngang của vòng trong, tính bằng milimét.

A.3 Các hệ số khác nhau để tính toán tải trọng tĩnh cơ bản danh định đối với các ổ bi đỡ và ổ bi chặn tiếp xúc góc

A.3.1 Ổ bi đỡ tiếp xúc góc

Khi tính toán C_{0r} , sự phù hợp giữa các viên bi và mặt lăn theo 5.1.1

$$r_i/D_w \leq 0,52 \text{ và } r_e/D_w \leq 0,53$$

A.3.2 Ổ bi chặn tiếp xúc góc

Trong khi tính toán C_{0a} , sự phù hợp giữa các viên bi và mặt lăn theo 6.1

$$r_i/D_w \leq 0,54 \text{ và } r_e/D_w \leq 0,54$$

A.4 So sánh các tải trọng tĩnh cơ bản danh định được điều chỉnh C_{0ar} và C_{0aa} đối với ổ bi đỡ và ổ bi chặn tiếp xúc góc

A.4.1 Khái quát chung

Đối với một số ứng dụng nào đó, ổ bi tiếp xúc góc có góc tiếp xúc $\alpha \leq 45^\circ$ và $\alpha > 45^\circ$ được chế tạo với cùng sự phù hợp giữa bi và các mặt lăn và đôi khi cần tính toán và cũng để so sánh các tải trọng chiều trục danh định thực của chúng.

Các tải trọng tĩnh cơ bản danh định C_{0r} và C_{0a} có thể được tính toán bằng tiêu chuẩn này hoặc được lấy từ catalog ổ bi, nếu có thể dùng được từ nguồn tài liệu đó.

Tuy nhiên như đã được mô tả trong A.3, C_{0r} và C_{0a} được tính toán với sự phù hợp khác nhau đối với ổ bi đỡ và ổ bi chặn. Nếu được tính toán chính xác và so sánh, C_{0r} và C_{0a} phải được tính toán lại để các tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định C_{0ar} và C_{0aa} được điều chỉnh, dựa trên cùng sự phù hợp.

Sự tính toán lại có thể được thực hiện bằng công thức (A.1) đến (A.4) đối với hai sự phù hợp khác nhau - sự phù hợp của ổ bi đỡ và sự phù hợp của ổ bi chặn cho trong A.3.1 và A.3.2.

Sự so sánh các tải trọng danh định chủ yếu được dùng cho các ổ bi làm việc trong các ứng dụng khi mà tải trọng chiều trục chiếm ưu thế hơn và do đó sự so sánh các tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định được áp dụng trong phụ lục này.

Góc tiếp xúc α được giả định là hằng số không phụ thuộc vào tải trọng chiều trục, nghĩa là độ chính xác sẽ giảm đối với ổ bi có góc tiếp xúc nhỏ, chịu tác dụng của các tải trọng nặng.

A.4.2 Các ổ bi tiếp xúc góc đối với sự phù hợp của ổ bi đỡ

$$(r_i/D_w \leq 0,52 \text{ và } r_e/D_w \leq 0,53)$$

$$C_{0ar} = C_{0r}/Y_0$$

$$C_{0aa} = 1,43C_{0a}$$

A.4.3 Các ổ bi tiếp xúc góc phù hợp với ổ bi chặn

$$(r_i/D_w \leq 0,54 \text{ và } r_e/D_w \leq 0,54)$$

$$C_{0ar} = 0,7 C_{0r}/Y_0$$

$$C_{0aa} = C_{0a}$$

A.5 Ví dụ

A.5.1 Ổ bi tiếp xúc góc có góc $\alpha = 45^\circ$

So sánh các tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định được điều chỉnh của ổ bi tiếp xúc góc một dãy có góc $\alpha = 45^\circ$, khi được xem là một ổ bi đỡ và là một ổ bi chặn. Đối với các ổ bi được lựa chọn

$(D_w \cos \alpha) / D_{pw} = 0,16$ và $i = 1$. Ổ bi này phù hợp với ổ bi đỡ.

là ổ bi đỡ

C_{0r} được tính toán theo công thức (1) nghĩa là $C_{0r} = f_0 i Z D_w^2 \cos \alpha$. Theo Bảng 1, $f_0 = 14,9$ và theo bảng 2 $Y_0 = 0,22$.

$$C_{0r} = 14,9 \times Z \times D_w^2 \times \cos 45^\circ = 10,54 Z D_w^2$$

Thay C_{0r} và Y_0 trong công thức A1. $C_{0ar} = 10,54 \times Z \times D_w^2 / 0,22 = 47,9 Z D_w^2$

là ổ bi chặn

C_{0a} được tính toán theo công thức (4), tức là $C_{0a} = f_0 Z D_w^2 \sin \alpha$ và được đưa vào trong công thức (A2) theo Bảng 1, $f_0 = 48,8$.

$$C_{0a} = 1,43 \times 48,8 \times Z \times D_w^2 \times \sin 45^\circ = 49,3 Z D_w^2$$

Các tính toán này chỉ ra rằng các tải trọng tĩnh cơ bản danh định $C_{0ar} \approx C_{0aa}$ và khẳng định rằng không có gián đoạn

A.5.2 Ổ bi tiếp xúc góc có góc $\alpha = 40^\circ$

Tính toán tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định được điều chỉnh C_{0ar} của ổ bi tiếp xúc góc một dãy với góc tiếp xúc $\alpha = 40^\circ$. Ổ phù hợp với ổ chặn. $D_w / D_{pw} = 0,091$, đường kính bi $D_w = 7,5$ mm, số dãy bi = 1 và số bi $Z = 27$.

Theo Bảng 1, đối với $(D_w \cos 40^\circ) / D_{pw} = 0,091 \times \cos 40^\circ = 0,07$ và khi đó $f_0 = 16,1$. Từ Bảng 2, $Y_0 = 0,26$.

Công thức (1) cho

$$C_{0r} = f_0 Z D_w^2 \cos \alpha = 16,1 \times 27 \times 7,5^2 \times \cos 40^\circ = 18731$$

CHÚ THÍCH: Tải trọng danh định này dựa trên sự phù hợp với ổ bi đỡ.

Theo công thức (A.3):

$$C_{0ar} = 0,7 \times 18731 / 0,26 = 50430$$

$$C_{0ar} = 50\,400 \text{ N}$$

A.5.3 Ổ bi tiếp xúc góc có góc $\alpha = 60^\circ$

Tính toán tải trọng tĩnh chiều trục cơ bản danh định được điều chỉnh C_{0ar} của ổ bi tiếp xúc góc một dãy với góc tiếp xúc $\alpha = 60^\circ$. Ổ phù hợp với có ổ chặn. $D_w / D_{pw} = 0,091$, đường kính bi $D_w = 7,5$ mm, số dãy bi = 1 và số bi $Z = 27$.

Theo Bảng 1, đối với $(D_w \cos 60^\circ) / D_{pw} = 0,091 \times \cos 60^\circ = 0,046$ và khi đó $f_0 = 57,82$.

Công thức (4) cho

$$C_{0a} = f_0 Z D_w^2 \sin \alpha = 57,82 \times 27 \times 7,5^2 \times \sin 60^\circ = 76049$$

CHÚ THÍCH: Tải trọng danh định này dựa trên sự phù hợp với ổ bi chặn.

Theo công thức (A.4):

$$C_{0aa} = C_{0a} = 76049$$

$$C_{0aa} = 76000 \text{ N}$$
