

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 12173-2:2017**

**ISO 23848-2:2009**

**MÁY CÔNG CỤ - TRỤC THEN HOA BI -  
PHẦN 2: TẢI TRỌNG ĐỘNG DANH ĐỊNH,  
TẢI TRỌNG TĨNH DANH ĐỊNH VÀ TUỔI THỌ DANH ĐỊNH**

*Machine tools - Ball splines - Part 1: General characteristics and requirements*

**HÀ NỘI - 2017**

## Lời nói đầu

TCVN 12173-2:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 23848-2:2009

TCVN 12173-2:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 39 *Máy công cụ* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 12173 (ISO 23848) *Máy công cụ - Trục then hoa bi* bao gồm các phần sau:

- TCVN 12173-1:2017 (ISO 23848-1:2009), *Phần 1: Đặc tính và yêu cầu chung*;
- TCVN 12173-2:2017 (ISO 23848-2:2009), *Phần 2: Tải trọng động danh định, tải trọng tĩnh danh định và tuổi thọ danh định*.

## Máy công cụ – Trục then hoa bi – Phần 2: Tải trọng động danh định, tải trọng tĩnh danh định và tuổi thọ danh định

*Machine tools – Ball splines –  
Part 2: Dynamic and static load ratings and rating life*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp tính toán tải trọng động danh định cơ bản, tải trọng tĩnh danh định cơ bản và dự đoán tuổi thọ danh định cơ bản dùng cho thiết kế và sử dụng các trục then hoa bi loại AI, AII và R. Tiêu chuẩn này cũng thiết lập mô men xoắn tĩnh và động danh định cơ bản cho các loại trục then hoa bi này.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng 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 (nếu có).

TCVN 12173-1 (ISO 23848-1), *Máy công cụ - Trục then hoa bi - Phần 1: Đặc tính và yêu cầu chung.*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong TCVN 12173-1 (ISO 23848-1) và các thuật ngữ, định nghĩa sau.

#### 3.1

**Tải trọng động danh định cơ bản, C** (basic dynamic load rating, C)

Tải trọng hướng tâm tĩnh tại không đổi, có chiều và độ lớn không thay đổi theo thời gian và với tải này một cụm trục then hoa bi về mặt lý thuyết có tuổi thọ danh định cơ bản 50 km.

#### 3.2

**Mô men xoắn động danh định cơ bản,  $C_T$**  (basic dynamic torque rating,  $C_T$ )

Mô men xoắn không đổi, có chiều và độ lớn không thay đổi theo thời gian và với mô men này một cụm

## TCVN 12173-2:2017

trục then hoa bi về mặt lý thuyết có tuổi thọ danh định cơ bản 50 km.

### 3.3

**Tuổi thọ danh định cơ bản,  $L_{10}$**  (basic rating life,  $L_{10}$ )

Tuổi thọ môi của một nhóm trục then hoa bi có xác suất độ bền lâu 90 %.

### 3.4

**Tải trọng tĩnh danh định cơ bản,  $C_0$**  (basic static load rating,  $C_0$ )

Tải trọng tĩnh hướng tâm tương ứng với ứng suất tiếp xúc Hertz tính được tại tâm các bề mặt tiếp xúc của vị trí chịu tải lớn nhất của bi.

Xem Bảng 1.

**Bảng 1 - Ứng suất tiếp xúc lớn nhất,  $\sigma_{max}$ , tương ứng với tải trọng tĩnh danh định cơ bản**

$r_g/D_w$	$\leq 0,52$	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	$\geq 0,6$
$\sigma_{max}$ MPa	4 200	4 250	4 300	4 350	4 400	4 450	4 500	4 550	4 600

### 3.5

**Mô men xoắn tĩnh danh định cơ bản,  $C_{0T}$**  (basic static torque rating,  $C_{0T}$ )

Mô men xoắn tĩnh tương ứng với một ứng suất tiếp xúc Hertz tính được tại tâm các bề mặt tiếp xúc của vị trí chịu tải lớn nhất của bi, như thể hiện trong Bảng 1.

### 3.6

**Tải trọng động tương đương,  $P$**  (dynamic equivalent load,  $P$ )

Tải trọng hướng tâm không đổi, dưới tác động của nó trục then hoa bi có cùng tuổi thọ giống như đạt được dưới các điều kiện tải trọng tác dụng thực.

### 3.7

**Mô men xoắn động tương đương,  $T$**  (dynamic equivalent torque,  $T$ )

Mô men xoắn không đổi, dưới tác động của nó trục then hoa bi có cùng tuổi thọ giống như nó đạt được dưới các điều kiện mô men xoắn tác dụng thực.

### 3.8

**Tuổi thọ (life)**

Tổng quãng đường chạy của một trục then hoa bi trước khi xuất hiện bằng chứng đầu tiên của sự sai hỏng hoặc bong tróc do môi tiếp xúc lăn tại các mặt lăn của vòng ổ ngoài then hoa, trục then hoa hoặc của các viên bi quay vòng tuần hoàn.

**3.9****Tải trọng tĩnh tương đương,  $P_0$  (static equivalent load,  $P_c$ )**

Tải trọng hướng tâm tĩnh gây ra cùng một giá trị ứng suất không đổi tại tâm của các bề mặt tiếp xúc giống như xuất hiện dưới các điều kiện chịu tải trọng tác dụng thực.

**3.10****Mô men xoắn tĩnh tương đương,  $T_0$  (static equivalent torque,  $T_0$ )**

Mô men xoắn tĩnh gây ra cùng một giá trị ứng suất không đổi tại tâm của các bề mặt tiếp xúc giống như xuất hiện dưới các điều kiện chịu mô men xoắn tác dụng thực.

**3.11****Độ tin cậy, R (Reliability, R)**

Xác suất mà cụm lắp ráp trục then hoa bi sẽ không bị sai hỏng do mỏi tiếp xúc lăn dưới tác dụng một tải trọng và/hoặc mô men xoắn đã quy định.

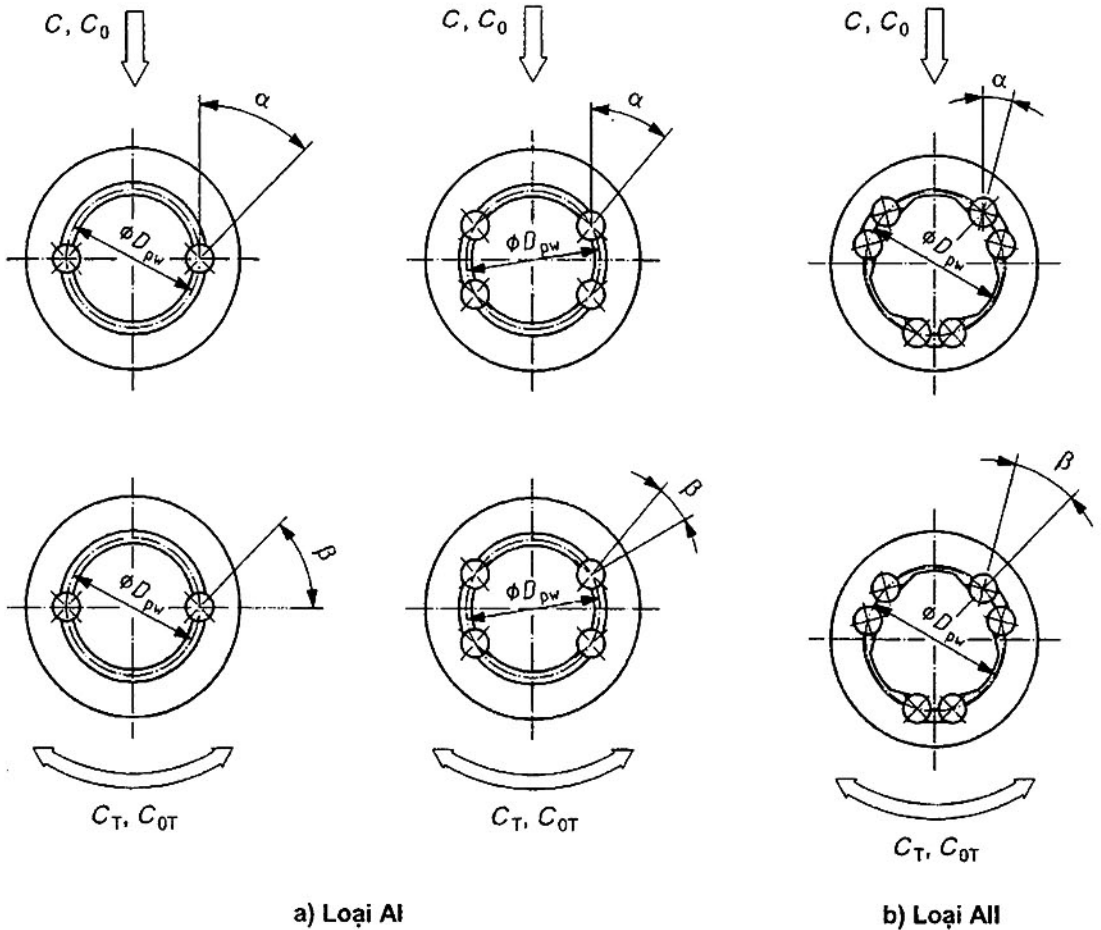
CHÚ THÍCH: Thuật ngữ này giống như xác suất của sự tồn tại.

4 Ký hiệu

Ký hiệu	Mô tả	Đơn vị
$b_m$	Hệ số danh định đối với thép tôi chất lượng cao sử dụng hiện tại và chất lượng sản phẩm	-
C	Tải trọng động danh định cơ bản	N
$C_T$	Mô men xoắn động danh định cơ bản	Nm
$C_0$	Tải trọng tĩnh danh định cơ bản	N
$C_{0T}$	Mô men xoắn tĩnh danh định cơ bản	Nm
$D_{pw}$	Đường kính vòng tròn qua tâm các viên bi	mm
$D_w$	Đường kính bi	mm
$f_c$	Hệ số được xác định bằng dạng hình học, độ chính xác gia công và vật liệu đối với từng chi tiết của trục then hoa bi	-
$f_0$	Hệ số được xác định bằng dạng hình học và ứng suất làm việc đối với từng chi tiết của trục then hoa bi	-
i	Số lượng các rãnh then hoa	-
$i_t$	Số lượng rãnh then hoa áp dụng cho tính toán tải trọng danh định	-
$k_i$	Hệ số sắp xếp hàng bi áp dụng cho tính toán tải trọng động danh định	-
$k_{0i}$	Hệ số sắp xếp hàng bi áp dụng cho tính toán tải trọng tĩnh danh định	-
$L_{10}$	Tuổi thọ danh định cơ bản với độ tin cậy 90 %	50 km
$l_t$	Chiều dài rãnh then hoa của vòng ổ ngoài áp dụng cho tính toán tải trọng danh định	mm
P	Tải trọng động tương đương	N
$P_0$	Tải trọng tĩnh tương đương	N
R	Độ tin cậy	-
$r_g$	Bán kính rãnh then hoa	Mm
T	Mô men xoắn động tương đương	Nm
$T_0$	Mô men xoắn tĩnh tương đương	Nm
$Z_1$	Số lượng bi hiệu dụng cho một rãnh then hoa áp dụng cho tính toán tải trọng danh định	-
$\alpha$	Góc tiếp xúc đối với tải trọng hướng tâm	°
$\beta$	Góc tiếp xúc đối với chiều mô men xoắn	°
$\lambda$	Hệ số điều chỉnh đối với tải trọng động danh định và mô men xoắn động danh định	-
$\sigma_{max}$	Ứng suất tiếp xúc lớn nhất	MPa

## 5 Loại AI và loại All (loại góc)

Các tải trọng danh định, mô men xoắn danh định và các góc tiếp xúc tương ứng với tải trọng hướng tâm và mô men xoắn tác dụng cho ba loại trục then hoa bi được thể hiện trên Hình 1. Các tải trọng và mô men xoắn danh định được xác định trong 5.1 đến 5.4.



Hình 1 – Tải trọng danh định, mô men xoắn danh định và các góc tiếp xúc cho các trục then hoa bi loại AI và All

### 5.1 Tải trọng động danh định cơ bản

Tải trọng động danh định cơ bản,  $C$ , tìm được bằng sử dụng các công thức (1) và (2):

$$C = b_m \times f_c \times l_i^{1/30} \times i_i^{0,7} \times Z_i^{2/3} \times D_w^{2,1} \times \cos \alpha \quad (1)$$

$$f_c = \lambda \times 30,9 \times \left( \frac{2 \times r_g}{2 \times r_g - D_w} \right)^{0,41} \quad (2)$$

Trong đó

$$b_m = 1,3;$$

$$\lambda = 0,9.$$

### 5.2 Tải trọng tĩnh danh định cơ bản

Tải trọng tĩnh danh định cơ bản,  $C_0$ , tìm được bằng sử dụng công thức (3):

$$C_0 = f_0 \times i_t \times Z_t \times D_w^2 \times \cos \alpha \quad (3)$$

### 5.3 Mô men xoắn động danh định cơ bản

Mô men xoắn động danh định cơ bản,  $C_T$ , tìm được bằng sử dụng các công thức (4) và (5):

$$C_T = \frac{\frac{D_{pw}}{2} \times b_m \times f_c \times i_t^{1/30} \times i_t^{0,7} \times Z_t^{2/3} \times D_w^{2,1} \times \sin \beta}{1000} \quad (4)$$

$$f_c = \lambda \times 30,9 \times \left( \frac{2 \times r_g}{2 \times r_g - D_w} \right)^{0,41} \quad (5)$$

Trong đó

$$b_m = 1,3;$$

$$\lambda = 0,9.$$

### 5.4 Mô men xoắn tĩnh danh định cơ bản

Mô men xoắn tĩnh danh định cơ bản,  $C_{0T}$ , tìm được bằng sử dụng công thức (6):

$$C_{0T} = \frac{\frac{D_{pw}}{2} \times f_0 \times i_t \times Z_t \times D_w^2 \times \sin \beta}{1000} \quad (6)$$

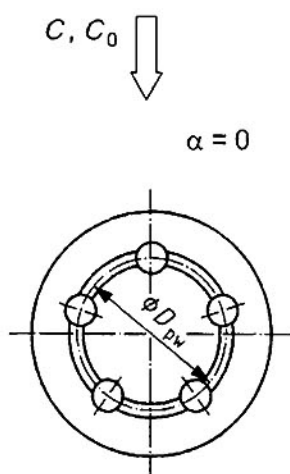
Bảng 2 – Hệ số  $f_c$  và hệ số  $f_0$

$r_g/D_w$	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,6
$f_c$	105,8	90,3	80,8	74,3	69,5	65,7	62,7	60,1	58,0
$f_0$	94,6	76,3	66,1	59,5	54,9	51,5	49,0	47,1	45,6

## 6 Loại R (loại hướng tâm)

Các tải trọng danh định tương ứng với tải trọng hướng tâm và mô men xoắn tác dụng được thể hiện trên Hình 2 cho trục then hoa bi loại hướng tâm (loại R). Các tải trọng danh định được xác định trong 6.1 đến 6.2.





CHÚ THÍCH: Không có định nghĩa cho  $C_T$  và  $C_{0T}$

Hình 2 – Các tải trọng danh định và các góc tiếp xúc cho các trục then hoa bi loại R

### 6.1 Tải trọng động danh định cơ bản

Tải trọng động danh định cơ bản,  $C$ , tìm được bằng sử dụng các công thức (7) và (8):

$$C = b_m \times f_c \times k_i \times l_i^{1/30} \times Z_i^{2/3} \times D_w^{2,1} \quad (7)$$

$$f_c = \lambda \times 30,9 \times \left( \frac{2 \times r_g}{2 \times r_g - D_w} \right)^{0,41} \quad (8)$$

Trong đó

$$b_m = 1,3;$$

$$\lambda = 0,9.$$

### 6.2 Tải trọng tĩnh danh định cơ bản

Tải trọng tĩnh danh định cơ bản,  $C_0$ , tìm được bằng sử dụng công thức (9):

$$C_0 = f_0 \times k_{0i} \times Z_i \times D_w^2 \quad (9)$$

Bảng 3 – Hệ số  $k_i$  và hệ số  $k_{0i}$

$i$	3	4	5	6	7	8	9	10
$k_i$	1	1	1,104	1,329	1,531	1,681	1,807	1,948
$k_{0i}$	1	1	1,106	1,354	1,614	1,841	2,052	2,284

## 7 Tuổi thọ danh định

Tuổi thọ danh định cơ bản,  $L_{10}$ , đối với tải trọng tác dụng hướng tâm được cho bởi công thức (10):

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^3 \quad (10)$$

Tuổi thọ danh định cơ bản,  $L_{10}$ , đối với mô men xoắn tác dụng được cho bởi công thức (11):

$$L_{10} = \left( \frac{C_T}{T} \right)^3 \quad (11)$$

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] TCVN 8028-1 (ISO 14728-1) *Ó lãn - Ó lãn chuyển động tịnh tiến - Phần 1: Tải trọng động danh định và tuổi thọ danh định*
- [2] TCVN 8028-2 (ISO 14728-2) *Ó lãn - Ó lãn chuyển động tịnh tiến - Phần 2: Tải trọng tĩnh danh định*
-