

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 4365 : 1986

**MỐI GHÉP THEN HOA RĂNG CHỮ NHẬT –
PHƯƠNG PHÁP TÍNH KHẢ NĂNG TẢI**

Straight-sided splines – Load capacity calculation methods

HÀ NỘI – 2009

Lời nói đầu

TCVN 4365 : 1986 được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

Mối ghép then hoa răng chữ nhật – Phương pháp tính khả năng tải

Straight-sided splines – Load capacity calculation methods

Tiêu chuẩn này áp dụng cho mối ghép then hoa răng chữ nhật của trục với bánh răng, với khớp nối và với các chi tiết khác.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho mối ghép răng của trục với bánh đai hoặc với bánh răng trung gian và các mối ghép răng đặc biệt được dùng để bù cho độ lệch hay độ không đồng trục của các trục.

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp tính toán mối ghép theo chỉ tiêu ứng suất dập và độ bền mòn để xác định khả năng tải.

1 Những quy định chung

1.1 Khả năng tải của mối ghép được xác định theo giá trị nhỏ nhất trong hai giá trị nhận được qua tính toán về ứng suất dập và độ bền mòn.

1.2 Tính toán ứng suất dập và độ bền mòn phải phù hợp với trạng thái giới hạn của mối ghép răng. Mối ghép kiểu khớp nối chỉ chịu tải mô men xoắn thì không phải tính độ bền mòn. Đối với mối ghép chịu quá tải ngắn hạn trong suốt thời kỳ làm việc, răng phải được kiểm nghiệm thêm về ứng suất cắt ở mức quá tải đó.

1.3 Tính toán ứng suất dập phải tiến hành đối với mối ghép có bề mặt làm việc tăng bền (tôi, thấm các bon) phải tính ở giai đoạn đầu trước khi chạy rà; đối với mối ghép có bề mặt làm việc không tăng bền hoặc bề mặt tôi và ram cao phải tính ở giai đoạn sau khi chạy rà. Trường hợp này cần tính đến sự giảm tập trung ứng suất sau khi chạy rà. Tính toán độ bền mòn tiến hành trong giai đoạn sau khi chạy rà.

1.4 Trong trường hợp thực tế không cho phép mòn thì phải tiến hành tính toán thêm về sự làm việc không có mài mòn ở một số lớn không hạn chế của chu trình tải.

1.5 Đối với những mối ghép trong các máy chế tạo hàng loạt, đặc biệt máy chịu tải lớn hay các máy làm việc trong điều kiện đặc biệt đã có sự nghiên cứu riêng hoặc có đủ kinh nghiệm sử dụng các thông số tính toán ứng suất cho phép hay hệ số an toàn được chọn trên cơ sở những số liệu đó.

2 Tính toán

2.1 Tính toán ứng suất dập cho mối ghép theo các công thức:

$$\sigma = \frac{M_x}{S_F \cdot l} \leq [\sigma]_d \quad (1)$$

$$[M_x] = S_F \cdot l \cdot [\sigma]_d \quad (2)$$

$$\text{hoặc} \quad [M_{x \max}] = \frac{\sigma_{ch} \cdot S_F \cdot l}{n \cdot K_{td}} \quad (3)$$

$$\text{trong đó} \quad [\sigma]_d = \frac{\sigma_{ch}}{n \cdot K_{td} \cdot K_d} \quad (4)$$

2.2 Tính toán độ bền mòn cho mối ghép theo các công thức:

$$\sigma = \frac{M_x}{S_F \cdot l} \leq [\sigma]_m \quad (5)$$

$$\text{hoặc} \quad [M_x] = S_F \cdot l \cdot [\sigma]_m \quad (6)$$

$$\text{trong đó} \quad [\sigma]_m = \frac{\sigma_{qu}}{K_{tm} \cdot K_{tt} \cdot K_{lv}} \quad (7)$$

Điều kiện làm việc của mối ghép không có mài mòn ở một số lớn không hạn chế của chu kỳ tải.

$$\sigma \leq \frac{[\sigma]_{km}}{K_{tm} \cdot K_t \cdot K_{lv}} \quad (8)$$

Trong đó:

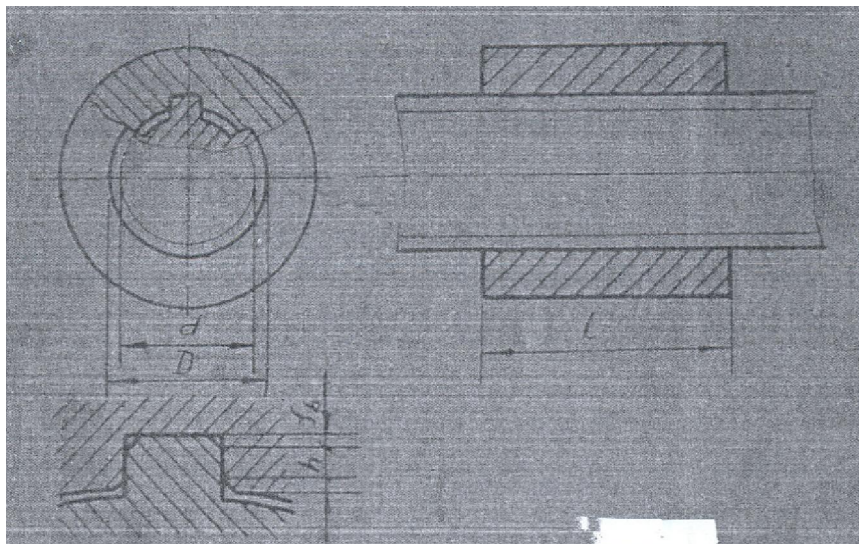
$[\sigma]_{km} = 0,028 \text{ HB, MPa (0,002 8 HB, kG/mm}^2\text{)}$ – đối với răng không nhiệt luyện.

$[\sigma]_{km} = 0,032 \text{ HB, MPa (0,003 2 HB, kG/mm}^2\text{)}$ – đối với răng tôi và ram cao.

$[\sigma]_{km} = 0,3 \text{ HRC, MPa (0,03 HRC, kG/mm}^2\text{)}$ – đối với răng được tôi.

$[\sigma]_{km} = 0,4 \text{ HRC, MPa (0,04 HRC, kG/mm}^2\text{)}$ – đối với răng được thấm các bon.

Số liệu ban đầu dùng để xác định các giá trị trong công thức (1) – (8) được giới thiệu trong các Bảng 1 đến Bảng 6 và chỉ dẫn ký hiệu bằng chữ. Khi tính toán những mối ghép răng không quan trọng cho phép sử dụng ứng suất cho phép trung bình $[\sigma]_m$ theo Bảng 2 của Phụ lục



Hình 1

Bảng 1 – Công thức tính toán và các chỉ dẫn

Tên gọi thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và các chỉ dẫn
1. Chiều cao làm việc của răng, mm	h	$h = \frac{D-d}{2} - f_b - f_c \text{ (xem Hình 1)}$ Đối với mỗi ghép theo TCVN 1803-76 trị số h được giới thiệu trong Bảng 2.
2. Đường kính trung bình của mỗi ghép răng, mm	d_{tb}	$d_{tb} = \frac{D+d}{2}$ Đối với mỗi ghép theo TCVN 1803-76 trị số d_{tb} được giới thiệu trong Bảng 2.
3. Mô men tính của diện tích bề mặt làm việc	S_F	$S_F = 0,5 d_{tb} \times h \times z$ Trị số S_F đối với mỗi ghép theo TCVN 1803-76 được giới thiệu trong Bảng 2.
4. Giới hạn chảy của vật liệu làm răng	σ_{ch}	Giá trị σ_{ch} được xác định theo các bảng đặc trưng cơ tính của vật liệu phụ thuộc vào nhiệt luyện. Đối với vật liệu có bề mặt được tăng bền bằng nhiệt luyện hay hóa nhiệt thì σ_{ch} phải được coi là giới hạn chảy của lớp bề mặt
5. Hệ số an toàn bền khi tính toán ứng suất dập	N	Chọn trong khoảng $1,25 \div 1,4$: Đối với bề mặt làm việc không tôi và mỗi ghép không quan trọng thì giá trị n nhỏ, còn đối với bề mặt có tôi và mỗi ghép quan trọng thì chọn giá trị n lớn.
6. Ứng suất quy ước cho phép ở chu kỳ cơ sở và chế độ làm việc ổn định, Mps	$[\sigma]_{qu}$	Giá trị $[\sigma]_{qu}$ được giới thiệu trong Bảng 1 của Phụ lục
7. Hệ số tập trung ứng suất tổng cộng khi tính toán ứng suất dập	K_{td}	$K_{td} = K_r \times K_d \times K_s$
8. Hệ số tập trung ứng suất tổng cộng khi tính toán độ bền mòn	K_{tm}	$K_{tm} = K_r' \times K_d$
9. Hệ số động lực học của tải trọng	K_d	$K_d = \frac{M_{xmax}}{M_x}$ Khi tải trọng đổi dầy có hệ thống (đảo chiều không có va đập) $K_d \approx 2$ nếu đổi chiều thường xuyên; $K_d \approx 2,3$ nếu tính toán ứng suất dập cho mỗi ghép có bề mặt làm việc không tôi dưới tác dụng của tải trọng không thường xuyên đạt đến cực đại, trong tính toán chọn mô men động nhỏ.
10. Hệ số tuổi thọ	K_{tt}	$K_{tt} = K_t \times K_c$
11. Hệ số điều kiện làm việc	K_{lv}	$K_{lv} = K_b \times K_k$

Bảng 2 – Đặc tính hình học của mối ghép theo TCVN 1803-76

Loại	Kích thước danh nghĩa của mối ghép z x d x D (d và D tính bằng mm)	Kích thước tính toán, mm		S _F mm ³ /mm
		d _{tb}	H	
Nhẹ	6 x 23 x 26	24,5	0,9	66
	6 x 26 x 30	28,0	1,4	118
	6 x 28 x 32	30,0	1,4	126
	6 x 32 x 36	34,0	1,2	163
	6 x 36 x 40	38,0	1,2	182
	8 x 42 x 46	44,0	1,2	211
	8 x 46 x 50	48,0	1,2	230
	8 x 52 x 58	55,0	2,0	440
	8 x 56 x 62	59,0	2,0	472
	8 x 62 x 68	65,0	2,0	520
	10 x 72 x 78	75,0	2,0	750
	10 x 82 x 88	85,0	2,0	850
	10 x 92 x 98	95,0	2,0	950
	10 x 102 x 108	105,0	2,0	1050
	10 x 112 x 118	116,0	3,0	1740
Trung bình	6 x 11 x 14	12,5	0,9	34
	6 x 13 x 16	14,5	0,9	39
	6 x 16 x 20	18,0	1,4	76
	6 x 18 x 22	20,0	1,4	84
	6 x 21 x 25	23,0	1,4	97
	6 x 23 x 28	25,5	1,9	145
	6 x 26 x 32	29,0	2,2	191
	6 x 28 x 34	31,0	2,2	205
	8 x 32 x 38	35,0	2,2	308
	8 x 36 x 42	39,0	2,2	343
	8 x 42 x 48	45,0	2,2	396
	8 x 46 x 54	50,0	3,0	600
	8 x 52 x 60	56,0	3,0	672
	8 x 56 x 65	61,0	3,5	854
	8 x 67 x 72	67,0	4,0	1072
	10 x 72 x 82	77,0	4,0	1540
	10 x 82 x 92	87,0	4,0	1740
	10 x 92 x 102	97,0	4,0	1940
	10 x 102 x 112	107,0	4,0	2140
	10 x 112 x 125	119,0	5,5	3260

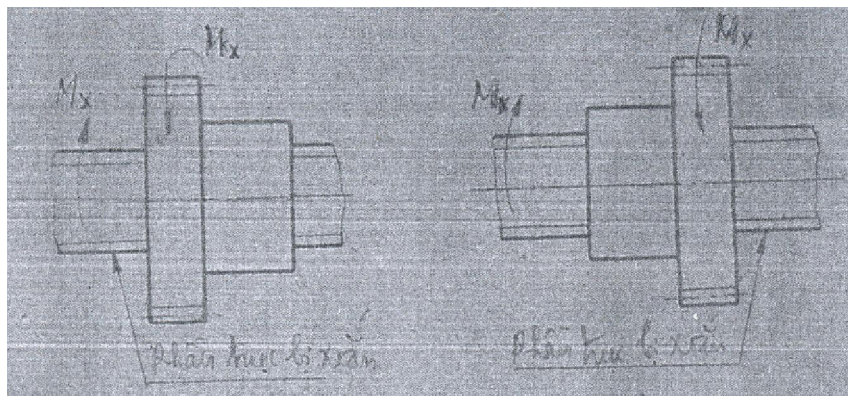
Loại	Kích thước danh nghĩa của mối ghép z x d x D (d và D tính bằng mm)	Kích thước tính toán, mm		S _F mm ³ /mm
		d _{tb}	H	
Nặng	10 x 16 x 20	18,0	1,4	126
	10 x 18 x 23	20,5	1,9	195
	10 x 21 x 26	23,5	1,9	223
	10 x 23 x 29	26,0	2,4	312
	10 x 26 x 32	29,0	2,2	319
	10 x 28 x 35	31,5	2,7	426
	10 x 32 x 40	36,0	3,2	576
	10 x 36 x 45	40,5	3,7	479
	10 x 42 x 52	47,0	4,2	978
	10 x 46 x 56	51,0	4,0	1020
	10 x 52 x 60	56,0	3,0	1340
	16 x 56 x 65	60,5	3,5	1690
	16 x 62 x 72	67,0	4,0	2140
	16 x 72 x 82	77,0	4,0	2460
	20 x 82 x 92	87,0	4,0	3480
	20 x 92 x 102	97,0	4,0	3880
	20 x 102 x 112	109,0	5,5	5970
	20 x 112 x 125	119,0	5,5	6520

Bảng 3 – Giá trị các hệ số tập trung ứng suất đối với mối ghép chỉ chịu tải mô men xoắn

Tên gọi thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và các chỉ dẫn
1. Hệ số phân bố không đều của tải trọng giữa các răng	K _r	$K_r = 1$
2. Hệ số tính đến ảnh hưởng chịu tải không đều của các răng đến độ bền mòn và sự trượt khác trên bề mặt làm việc khi trục quay	K _{r'}	$K_{r'} = 1$
3. Hệ số tập trung ứng suất hướng dọc (theo chiều dài mối ghép)	K _d	$K_d = K_x$
4. Hệ số tập trung ứng suất do xoắn trục	K _x	Trị số K _x đối với mối ghép theo TCVN 1803-76 được giới thiệu trong Bảng 3 của Phụ lục.
5. Hệ số tính đến sự tập trung ứng suất do sai lệch chế tạo	K _s	Trước khi chạy rà, nếu độ chính xác chế tạo cao (sai lệch bước răng và độ không song song giữa các đường trục của trục và may ơ nhỏ hơn 0,02 mm thì K _s = 1,1 ÷ 1,2. Nếu độ chính xác thấp hơn thì K _s = 1,3 ÷ 1,6. Sau khi chạy rà thì K _s = 1

Bảng 4 – Giá trị các hệ số tập trung ứng suất đối với mỗi ghép của trục với bánh răng trụ

Tên gọi thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và các chỉ dẫn
1. Hệ số phân bố không đều của tải trọng giữa các răng	K_r	Giá trị K_r và K_r' giới thiệu trong Bảng 4 của Phụ lục phụ thuộc vào thông số: $\psi = \frac{d_{tb}}{d_w \cdot \cos \alpha_w}$
2. Hệ số tính đến ảnh hưởng chịu tải không đều của các răng đến độ bền mòn và sự trượt khác trên bề mặt làm việc khi trục quay	K_r'	
3. Hệ số tập trung ứng suất hướng dọc (theo chiều dài mỗi ghép)	K_d	Khi bố trí vành răng phía bên phần trục bị xoắn (mô men xoắn vào và ra cùng một phía bên may ơ, Hình 2a) thì: $K_d = K_x + K_e - 1$ Khi bố trí vành răng phía bên phần trục bị xoắn (mô men xoắn vào và ra từ hai phía khác nhau của may ơ, Hình 2b) thì giá trị của K_d lấy bằng giá trị lớn nhất trong hai hệ số K_e và K_x .
4. Hệ số tập trung ứng suất do xoắn trục	K_x	Trị số K_x đối với mỗi ghép theo TCVN 1803-76 được giới thiệu trong Bảng 3 của Phụ lục.
5. Hệ số tập trung ứng suất do dịch chuyển của tải trọng so với đường trung bình của may ơ	K_e	Xác định theo biểu đồ trên Hình 1 của Phụ lục tùy thuộc vào các thông số ψ và ε , đối với mỗi ghép của bánh răng trụ răng thẳng với trục $\varepsilon = e/l$ (xem Hình 3); đối với mỗi ghép của bánh răng nghiêng với trục $\varepsilon = e/l \pm 0,5 \times d_{tb}/l \times \tan \beta \times \cos \alpha_w$. Dấu “cộng” nếu lực hướng kính và hướng trục tác dụng lên bánh răng sinh ra các mô men có cùng một hướng so với điểm giao nhau giữa đường trục của trục và đường trung bình của may ơ; dấu “trừ” nếu các mô men này có hướng khác nhau.
6. Hệ số tính đến sự tập trung ứng suất do sai lệch chế tạo	K_s	Xem Bảng 3.



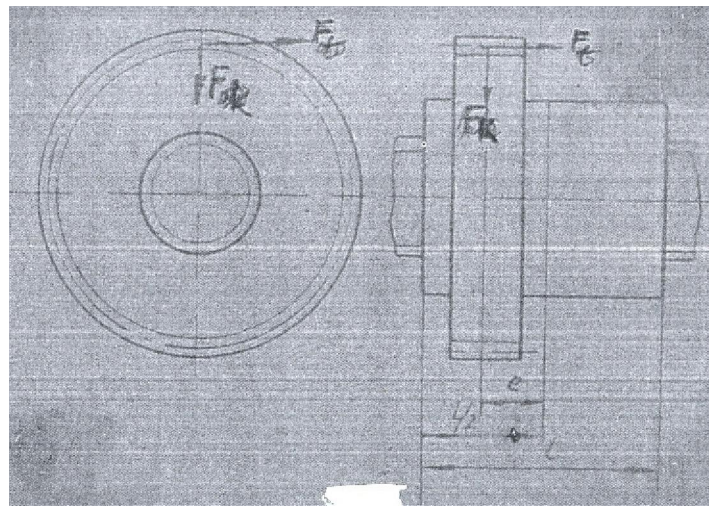
a)

b)

Hình 2

**Bảng 5 – Công thức để tính toán các hệ số của tải trọng
trong trường hợp mỗi ghép chịu tải nói chung**

Tên gọi thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và các chỉ dẫn
1. Hệ số phân bố không đều của tải trọng giữa các răng	K_r	Giá trị K_r và K_r' giới thiệu trong Bảng 4 của Phụ lục phụ thuộc vào thông số: $\psi = \frac{F \cdot d_{tb}}{2 \cdot M_x}$ $F = \sqrt{F_t^2 \pm F_k^2} \text{ (xem Hình 3)}$
2. Hệ số tính đến ảnh hưởng chịu tải không đều của các răng đến độ bền mòn và sự trượt khác trên bề mặt làm việc khi trục quay	K_r'	
3. Hệ số tập trung ứng suất hướng dọc (theo chiều dài mỗi ghép)	K_d	Mô men xoắn vào và ra cùng một phía bên may σ (Hình 2a) thì: $K_d = K_x + K_e - 1$ Khi mô men xoắn vào và ra từ hai phía khác nhau của may σ (Hình 2b) thì K_d lấy bằng giá trị lớn nhất trong hai hệ số K_e và K_x .
4. Hệ số tính đến sự giảm tập trung ứng suất do chạy rà	γ	Khi tính toán ứng suất dập cho mỗi ghép trước lúc chạy rà $r = 1$; sau khi chạy rà (khi tính toán ứng suất dập và độ mòn) đối với mỗi ghép làm việc ở chế độ tải không đổi $r = 0$; đối với mỗi ghép làm việc ở chế độ tải thay đổi thì giá trị trung bình $r = 0,3$
5. Hệ số tập trung ứng suất do xoắn trục	K_x	$K_x = 1 + r (K_{x0} - 1); K_{x0} = \frac{a_k \cdot l}{th a_k \cdot l}; a_k = \sqrt{\frac{c}{G I_x}}$ Đối với mỗi ghép theo TCVN 1803-76 giá trị K_x được giới thiệu trong Bảng 3 của Phụ lục.
6. Hệ số tập trung ứng suất do dịch chuyển của tải trọng so với đường trung bình của may σ	K_e	Xác định theo biểu đồ trên Hình 1 của Phụ lục tùy thuộc vào các thông số ψ và $\varepsilon = \frac{M}{F \cdot l}; M = F_e \pm 0,5 \times F_t \times d_w$ Dấu “cộng” nếu các lực thành phần sinh ra các mô men có cùng một hướng so với điểm giao nhau giữa đường trục của trục và đường trung bình của may σ ; dấu “trừ” nếu các mô men này có hướng khác nhau.
7. Hệ số tính đến sự tập trung ứng suất do sai lệch chế tạo	K_s	Xem Bảng 3.

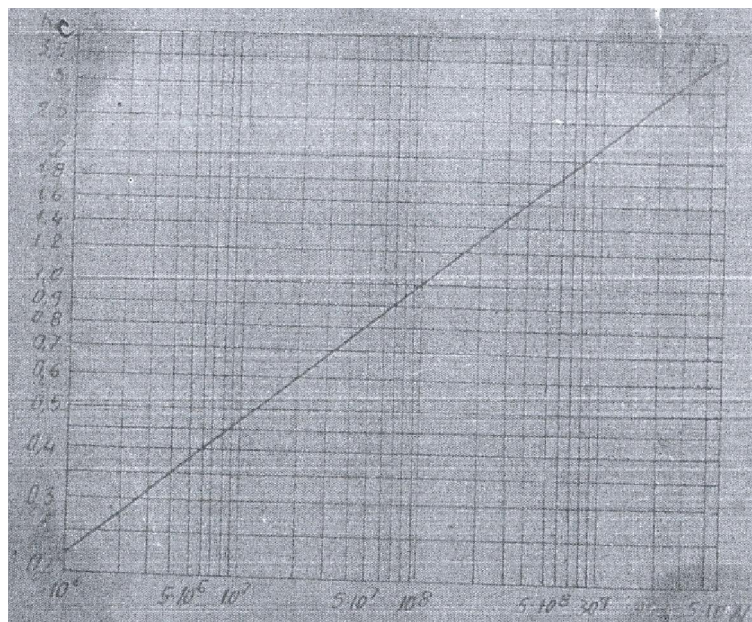


Hình 3

Bảng 6 – Giá trị hệ số để tính toán độ bền mòn

Tên gọi thông số	Ký hiệu	Công thức tính toán và các chỉ dẫn
1. Hệ số thay đổi tải trọng	K_t	Giá trị lý thuyết K_{tr} đối với quy luật điển hình của tải trọng được giới thiệu trong Bảng 5 của Phụ lục. Khi có đường cong thực tế về mật độ phân bố tải trọng theo các dạng riêng của máy thì K_t được xác định từ các đường cong đó theo công thức: $K_t = \sqrt[m]{\left(\frac{M_{xi}}{M_k}\right)^m} \cdot \frac{N_i}{N}$ Trong đó N_i – số chu kỳ làm việc của mỗi ghép với tải trọng M_{xi}.
2. Hệ số chu kỳ	K_c	$K_c = \sqrt[m]{\frac{N}{N_0}} ; N_0 = 10^8$ Giá trị K_c đối với $m = 3$ được xác định theo biểu đồ trên Hình 4.
3. Hệ số tính đến điều kiện bôi trơn của mỗi ghép	K_b	Khi bôi trơn tốt và không bị bẩn $K_b = 0,7$; khi bôi trơn bình thường $K_b = 1$; khi bôi trơn kém và bị nhiễm bẩn $K_b = 1,4$.
4. Hệ số tính đến điều kiện kẹp chặt theo chiều trục của may ơ trên trục và sự dịch chuyển có tải	K_k	Khi kẹp chặt cứng may ơ trên trục $K_k = 1$; khi kẹp chặt cho phép có dịch chuyển nhỏ theo hướng trục (ví dụ: dùng chạc dịch chuyển) $K_k = 1,25$; khi dịch chuyển theo hướng trục có tải $K_k = 3$.
5. Chỉ số lũy thừa của sự phụ thuộc vào ứng suất	M	Khi không có số liệu thí nghiệm chính xác cho phép lấy $m = 3$.
6. Số chu kỳ tính toán	N	Bằng số vòng quay tổng cộng của trục trong suốt thời gian làm việc xác định: - theo thời gian làm việc chung t của máy và tần số quay trung bình n_t về một phía theo công thức: $N = 60tn$; - tổng số chu kỳ ở mỗi cấp tốc độ; - theo hành trình chung của máy.

CHÚ THÍCH: Các công thức và giá trị hệ số nhận được từ điều kiện bảo đảm sự ổn định làm việc có ma sát trên bề mặt làm việc trong những điều kiện làm việc khác nhau.



Hình 4

Chỉ dẫn các ký hiệu bằng chữ

Đặc tính hình học của mối ghép then hoa

d – đường kính trong của may σ , mm;

D – đường kính ngoài của trục, mm;

z – số răng;

f_b – chiều cao danh nghĩa của cạnh vát trên trục có răng, mm;

f_c – chiều cao danh nghĩa của cạnh vát trên may σ có răng, mm;

l – chiều dài làm việc của mối ghép, mm;

I_x – đặc tính hình học của độ cứng chịu xoắn, mm⁴.

Đặc tính hình học của bánh răng lắp trên trục

d_w – đường kính vòng chia (đối với bánh răng côn là đường kính trung bình), mm;

e – độ dịch chuyển của mặt phẳng trung bình của vành răng so với mặt phẳng trung bình của phần may σ có răng, mm;

α_w – góc ăn khớp của bộ truyền, độ;

β – góc nghiêng của răng, độ;

$[M_x]$ – mô men xoắn tính toán cho phép (trị số lớn nhất trong các mô men tác dụng lâu dài), Nmm;

$[M_{x\max}]$ – mô men xoắn lớn nhất cho phép được truyền qua mối ghép ở tải trọng cực đại tức thời (ví dụ khi mở máy), Nmm;

F – lực tính toán tác dụng lâu dài lên mối ghép, N;

F_v – lực vòng trong ăn khớp răng, N;

F_k – lực hướng kính trong ăn khớp răng, N;

F_t – lực hướng trục trong ăn khớp răng (đối với bánh răng nghiêng và răng côn), N;

N_o – số chu kỳ có tải quy ước cơ sở;

t – tuổi thọ tính toán của bộ truyền, giờ;

n_t – tần số quay tính toán, 1/phút;

c – độ cứng riêng chịu xoắn của mối ghép, $\frac{\text{Nmm}}{\text{mm.rad}}$.

Đặc tính của vật liệu

HRC – độ cứng theo thang Rốcven của bề mặt răng;

HB – độ cứng theo thang Brinen của bề mặt răng;

G – Mô đun đàn hồi của vật liệu làm trục khi trượt, MPa.

Ứng suất trên răng

σ – ứng suất trung bình trên bề mặt làm việc, MPa;

$[\sigma]$ – ứng suất trung bình cho phép khi tính toán ứng suất đập, MPa;

$[\sigma]_{km}$ – ứng suất lớn nhất cho phép theo điều kiện làm việc không bị mòn, MPa;

$[\sigma]_m$ – ứng suất trung bình cho phép khi tính toán về độ mòn, MPa.

Phụ lục

**Xác định giá trị hệ số và ứng suất cho phép sử dụng
trong các công thức tính toán cơ bản**

Giá trị ứng suất cho phép lớn nhất để tính toán độ bền mòn $[\sigma]_{qr}$ với số chu trình 10^8 đối với các hình thức nhiệt luyện điển hình được giới thiệu trong Bảng 1. Trong đó mỗi một giá trị trung bình của độ cứng bề mặt tương ứng với một hình thức nhiệt luyện.

Ứng suất trung bình cho phép $[\sigma]_m$ để tính toán độ bền mòn của mối ghép khi chế độ tải trọng không thay đổi ($K_t = 1$), số chu kỳ tính toán 10^8 , là mối ghép điển hình cho nhiều mối ghép ($K_c = 1$), bôi trơn bình thường ($K_b = 1$) và được kẹp chặt cứng trên trục then hoa ($K_k = 1$), được giới thiệu trong Bảng 2. Đối với chế độ tải trọng không thay đổi thì sự tập trung ứng suất do xoắn trục hoàn toàn bị loại trừ trong quá trình chạy ra ($K_x = 1$). Giá trị ứng suất cho phép này có thể dùng để tính toán sơ bộ cho những điều kiện làm việc khác.

Vì kích thước của mối ghép thường được xác định theo độ bền, độ cứng của trục và theo kết cấu nên giá trị ứng suất thực tế có thể thấp hơn nhiều so với giá trị cho phép.

Trong các Bảng 3 đến Bảng 5 và trên Hình 1 giới thiệu giá trị trung gian của các hệ số.

Bảng 1 – Giá trị ứng suất quy ước cho phép

Nhiệt luyện và độ cứng trung bình của bề mặt					
Không nhiệt luyện 20 HRC (218HB)	Tôi và ram cao 28 HRC (270 HB)	Tôi			Thấm các bon và tôi hoặc thấm nitơ 60 HRC
		40 HRC	45 HRC	52 HRC	
Ứng suất quy ước cho phép $[\sigma]_{qu}$ MPa					
95	110	135	170	185	205

Khi làm việc có đảo chiều thường xuyên nên giảm xuống 20 – 25 %.

Bảng 2 – Giá trị $[\sigma]_m$ đối với mối ghép giữa trục với bánh răng thẳng khi chế độ tải trọng không thay đổi, $N = 10^8$ và điều kiện làm việc bình thường ($K_t = 1$); ($K_{lv} = 1$); ($K_x = 1$)

Tỷ lệ các kích thước		Nhiệt luyện và độ cứng trung bình của bề mặt					
		Không nhiệt luyện 20 HRC (218HB)	Tôi và ram cao 28 HRC (270 HB)	Tôi			Thấm các bon và tôi hoặc thấm nitơ 60 HRC
				40 HRC	45 HRC	52 HRC	
Ứng suất quy ước cho phép $[\sigma]_{qu}$ MPa							
$\frac{d_{tb}}{d_w} = 0,35$	e/l = 0	73	85	105	130	142	158
	e/l = 0,25	52	60	70	97	105	117
	e/l = 0,5	38	45	60	75	80	90
$\frac{d_{tb}}{d_w} = 0,5$	e/l = 0	47	55	67	85	92	100
	e/l = 0,25	32	37	47	60	66	72
	e/l = 0,5	22	26	34	42	45	50

Bảng 3 – Giá trị hệ số K_x đối với mối ghép theo TCVN 1803-76

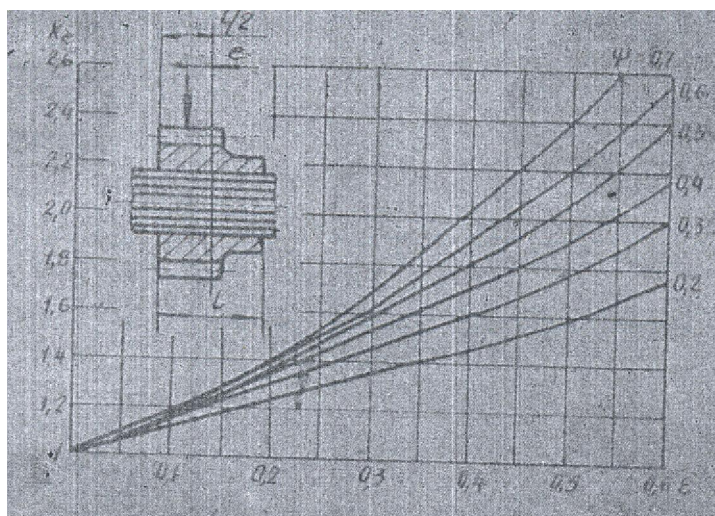
Đường kính ngoài của trục		Tỷ số l/D									
		1,0		1,5		2,0		2,5		3,0	
Loại	D	Hệ số tập trung ứng suất K _x									
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Nhẹ	đến 26	1,3	1,1	1,7	1,2	2,2	1,4	2,6	1,5	3,2	1,7
	30 – 50	1,5	1,2	2,0	1,3	2,6	1,5	3,3	1,0	3,9	1,9
	58 – 120	1,8	1,3	2,6	1,4	3,4	1,7	4,2	2,8	5,1	2,2
Trung bình	đến 19	1,6	1,2	2,1	1,3	2,8	1,5	3,5	1,7	4,1	1,9
	20 – 30	1,7	1,2	2,3	1,4	3,0	1,6	3,8	1,9	4,5	2,1
	32 – 50	1,9	1,3	2,8	1,5	3,7	1,8	4,6	2,1	5,5	2,3
	54 – 112	2,4	1,4	3,5	1,7	4,8	2,1	5,8	2,4	7,0	2,8
	lớn hơn 112	2,8	1,5	4,1	1,9	5,5	2,5	6,8	2,7	8,2	3,1
Nặng	đến 23	2,0	1,3	3,0	1,6	4,0	2,9	5,0	2,2	6,0	2,5
	23 – 32	2,4	1,4	3,5	1,8	4,7	2,1	5,7	2,4	7,0	2,8
	35 – 65	2,7	1,5	4,1	1,9	5,3	2,2	6,8	2,7	8,0	3,1
	72 – 102	2,9	1,6	4,3	2,0	5,6	2,4	7,0	2,8	8,5	3,3
	lớn hơn 102	3,1	1,7	4,7	2,1	6,2	2,5	7,8	3,0	9,3	3,5

CHÚ THÍCH: Hệ số K_s chọn theo hai trường hợp:

- 1) Trước khi chạy rà (để tính toán độ mòn);
- 2) Sau khi chạy rà đối với mối ghép làm việc ở chế độ thay đổi. Đối với mối ghép làm việc ở chế độ không thay đổi, sau khi chạy rà $K_x = 1$.

Bảng 4 – Hệ số phân bố không đều của tải trọng giữa các răng

Hệ số	ψ									
	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
K_r	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,7	3,0
K_r'	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	3,0	3,7	4,5



Hình 1

Bảng 5 – Hệ số biến đổi của tải trọng

Sự biến đổi của tải trọng			Hệ số biến đổi của tải trọng
Đặc tính	Chế độ	Sự phân bố	
Không thay đổi	Làm việc với tải trọng không đổi	-	1,0
Nặng	Phần lớn thời gian làm việc chịu tải trọng cao	Phân bố Bê-ta ⁺	0,77
Đồng xác xuất trung bình	Cùng một thời gian làm việc ở tất cả các giá trị của tải trọng	Phân bố đồng xác xuất	0,63
Chuẩn trung bình	Phần lớn thời gian làm việc chịu tải trọng trung bình	Phân bố chuẩn	0,57
Nhẹ	Phần lớn thời gian làm việc chịu tải trọng nhỏ	Phân bố Gam-ma ⁺⁺	0,43

⁺ Mật độ của xác suất đạt cực đại khi tải trọng bằng 0,75 so với tải trọng tính toán lớn nhất.

⁺⁺ Cũng vậy khi tải trọng bằng 0,3 so với tải trọng tính toán lớn nhất.

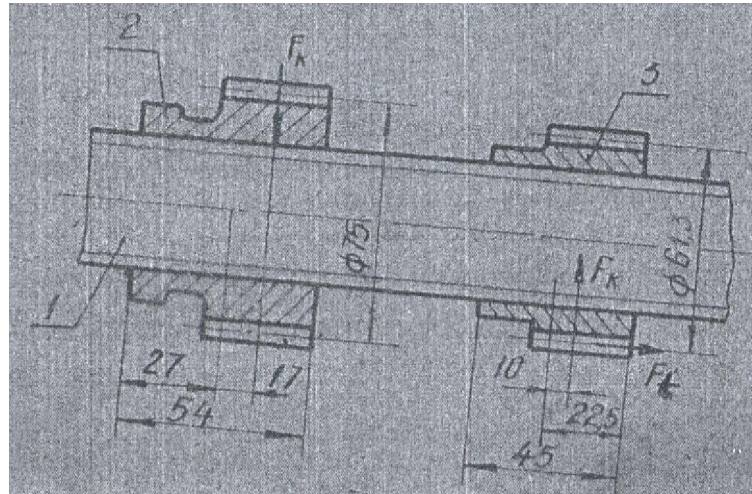
VÍ DỤ TÍNH TOÁN:

Tính toán kiểm tra cho mỗi ghép theo TCVN 1803-7 có kích thước danh nghĩa 8 x 36 x 42 với những điều kiện sau:

$$M_x = 230 \text{ Nm}; N_t = 1360 \text{ 1/phút}; t = 10\,000 \text{ giờ}$$

Vật liệu của bề mặt làm việc – thép 40 Cr, nhiệt luyện tôi ram cao đạt 28 HRC, bôi trơn bình thường, tải trọng biến đổi với phần lớn thời gian làm việc chịu tải trung bình.

Trên trục 1 (Hình 2) lắp bánh răng thẳng 2 với kích thước $d_w = 75$ mm, $l = 54$ mm, $e = 17$ mm và bánh răng nghiêng 3 với kích thước $d_w = 61,3$ mm, $l = 45$ mm, $e = 10$ mm và góc nghiêng của răng $\beta = 12^\circ$ được kẹp chặt cứng trên trục.



Hình 2