

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 2346 : 1978

**TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG CÔN RĂNG THẲNG –
TÍNH TOÁN HÌNH HỌC**

Straight bevel gear pairs – Calculation of geometry

HÀ NỘI – 2009

Lời nói đầu

Tiêu chuẩn TCVN 2346 : 1978 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.

Truyền động bánh răng côn răng thẳng – Tính toán hình học

Straight bevel gear pairs – Calculation of geometry

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các bộ truyền bánh răng côn răng thẳng, chiều cao răng giảm dần đều, ăn khớp ngoài, có môđun ở đáy lớn hơn 1 mm, góc trục từ 10° đến 170° và prôfin gốc đường thẳng, bao gồm các bánh răng cắt bằng phương pháp lăn bởi dao bào răng và đầu dao cắt răng hoặc được cắt bằng phương pháp chép hình theo dướng.

Tiêu chuẩn quy định phương pháp tính các thông số hình học, của bộ truyền bánh răng cũng như các thông số hình học của bánh răng được ghi trên bảng vẽ chế tạo bánh răng theo TCVN 1808 : 1976.

Tiêu chuẩn không áp dụng cho các bộ truyền bánh răng côn răng thẳng prôfin gốc đường gong tròn.

1 Quy định chung

1.1 Các tên gọi và ký hiệu dùng trong tiêu chuẩn này phù hợp với TCVN 2285 : 1978.

1.2 Tên các thông số được đưa vào bản vẽ chế tạo các bánh răng phù hợp với TCVN 1808 : 1976.

1.3 Các chỉ số "1", "2" trong ký hiệu của các thông số tương ứng với bánh răng chủ động và bị động trong bộ truyền. Các ký hiệu không ghi các chỉ số trên được dùng cho bánh răng bất kỳ trong bộ truyền.

1.4 Việc tính toán theo các công thức của tiêu chuẩn và phụ lục kèm theo, ngoài các trường hợp có chú thích đặc biệt phải được thực hiện với các độ chính xác sau đây:

Các kích thước chiều dài – với độ chính xác không thấp hơn 0,000 1 mm;

Các kích thước không thứ nguyên – với độ chính xác không thấp hơn 0,000 1;

Các kích thước góc – với độ chính xác không thấp hơn 1°;

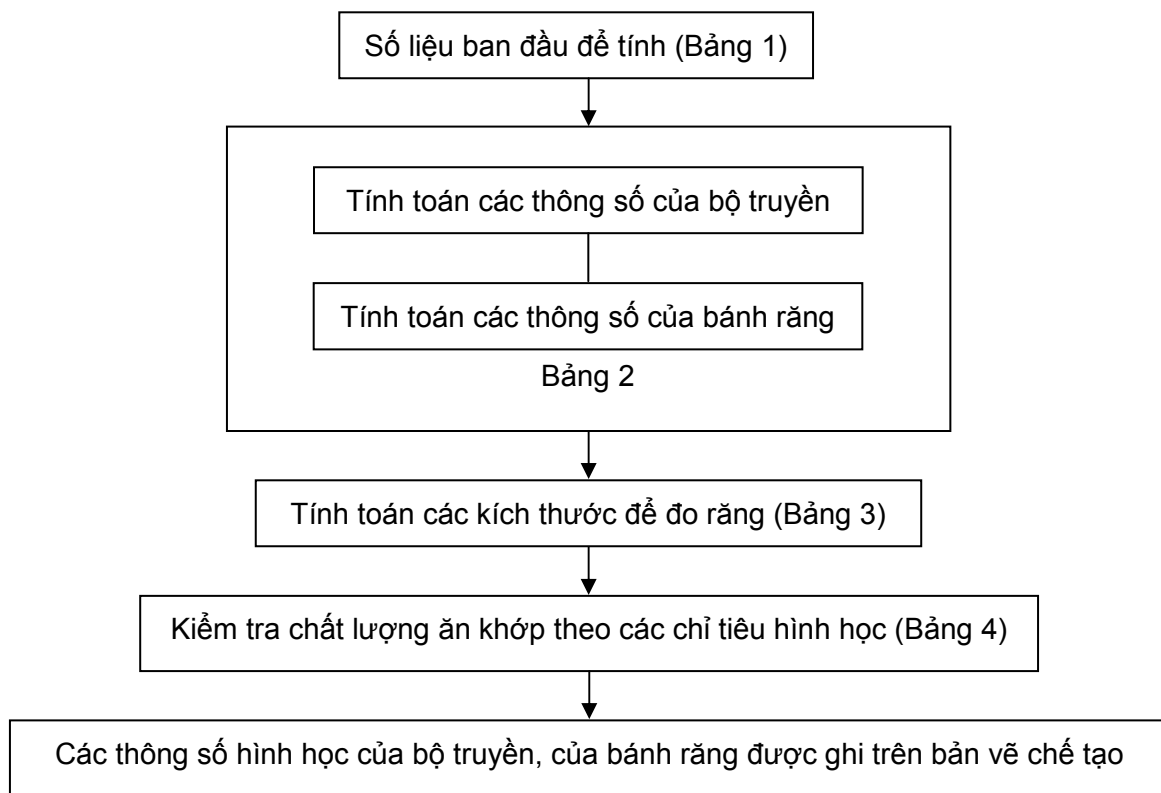
Các trị số lượng giác – với độ chính xác không thấp hơn 0,000 1;

Tỉ số truyền, số răng của bánh răng tương đương, hệ số dịch chỉnh và hệ số thay đổi chiều dày răng – với độ chính xác không thấp hơn 0,01.

1.5 Ví dụ tính toán được cho trong Phụ lục 4.

1.6 Sơ đồ nguyên lý tính toán hình học được quy định trên hình vẽ.

Sơ đồ nguyên lý tính toán hình học



2 Tính toán các thông số hình học và các phân tử ăn khớp.

Bảng 1 – Số liệu ban đầu để tính

Tên thông số		Ký hiệu
Số răng	Bánh răng chủ động	Z_1
	Bánh răng bị động	Z_2
Mô đun ở đáy lớn		m_e
Góc trục		Σ
Prôfin gốc ở mặt ngang đáy lớn	Góc prôfin	α
	Hệ số chiều cao đầu răng	h_a^*
	Hệ số khe hở hướng tâm	C^*
	Hệ số bán kính cong của đường lượn tại điểm giới hạn của prôfin	ρ_f^*

CHÚ THÍCH: nên chọn số Hiệu ban đầu theo phụ lục giới thiệu 1.

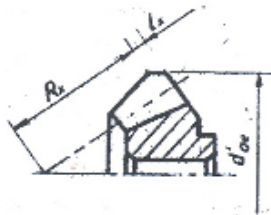
Bảng 2 – Tính toán các thông số hình học cơ bản

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn	
1. Số răng của bánh răng phẳng	Z_c	Tính các thông số của bộ truyền $Z_c = \frac{1}{\sin \Sigma} \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2 + 2Z_1 Z_2 \cos \Sigma}$ Khi $\Sigma = 90^\circ$ $Z_c = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2}$	
2. Khoảng cách côn ngoài	R_e	$R_e = 0,5 m_e Z_c$	
3. Chiều dày vành răng	b	1. Nên lấy $b \leq 0,3 R_e$ và $b \leq 10 m_e$ 2. Đối với bộ truyền các thông số theo TCVN 1991 : 1977 chọn b theo tiêu chuẩn đã chỉ dẫn. Trị số tính toán b phải được làm tròn.	
4. Khoảng cách côn trung bình	R	$R = R_e - 0,5b$	Được sử dụng khi tính các số liệu điều chỉnh về sức bền.
5. Môđun trung bình	m	$m = m_e \frac{R}{R_e}$	
6. Đường kính chia trung bình	d	$d = mZ$	
7. Môđun ở đáy nhỏ	m_i	$m_i = m_e \frac{R_e - b}{R_e}$	Được sử dụng khi tính các số liệu điều chỉnh.
8. Góc còn chia	δ	$\operatorname{tg} \delta = \frac{\sin \Sigma}{\frac{Z_1}{Z_2} + \cos \Sigma}; \delta_2 = \Sigma - \delta_1$ Khi $\Sigma = 90^\circ$ $\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{Z_1}{Z_2}; \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$ Khi $\Sigma = 90^\circ$ các góc δ_1 và δ_2 được xác định chính xác tới 2". Góc δ phải trong giới hạn 5 – 85°	
9. Tỷ số truyền	u	$u = \frac{Z_2}{Z_1}$	
10. Tỷ số truyền của bộ truyền bánh răng còn tương đương	u_{vb}	$u_{vb} = \sqrt{u \frac{\cos \delta_1}{\cos \delta_2}}$	Được xác định đối với bộ truyền có $\Sigma \neq 90^\circ$
11. Số răng của bộ truyền bánh răng côn tương đương.	Z_{vb1}	$Z_{vb1} = \frac{Z_1}{\cos \delta_1} \cdot \frac{n_{vb}}{\sqrt{1 + u_{vb}^2}}$	
12. Hệ số dịch chỉnh ở bánh răng chủ động	x_1	Nên chọn x_1 và x_{t1} theo Phụ lục 2	
13. Hệ số thay đổi chiều dày tính toán của bánh răng chủ động	x_{t1}		

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
Tính các thông số của bánh răng		
14. Chiều cao đầu răng ở đáy lớn	h_{ae}	$h_{ae1} = (h_a^* + x_1)m_e$; $h_{ae2} = 2 h_a^* m_e - h_{ae1}$
15. Chiều cao chân răng ở đáy lớn	h_{fe}	$h_{fe1} = h_{ae2} + c \cdot m_e$; $h_{fe2} = h_{ae1} + c \cdot m_e$
16. Chiều cao răng ở đáy lớn	h_e	$h_e + h_{ae} + h_{fe}$
17. Chiều cao đáy răng theo cung vòng tròn ở đáy lớn	S_e	$S_{e1} = (0,5 \pi + 2x_1 \operatorname{tg} \alpha + x_{\tau 1}) m_e$; $S_{e2} = \pi m_e - S_{e1}$
18. Góc chân răng	θ_f	$\operatorname{tg} \theta_f = \frac{h_{fe}}{R_e}$
19. Góc	θ_a	$\theta_{a1} = \theta_{f2}$; $\theta_{a2} = \theta_{f1}$
20. Góc côn đỉnh	δ_a	$\delta_a = \delta - \theta_a$
21. Góc côn đáy	δ_f	$\delta_f = \delta - \theta_f$
22. Đường kính chia ở đáy lớn	d_e	$d_e = m_e Z$
23. Đường kính đỉnh răng ở đáy lớn	d_{ae}	$d_{ae} = d_e + 2h_{ae} \cos \delta$
24. Khoảng cách từ đỉnh đến mặt phẳng của đỉnh răng trên vòng tròn ở đáy lớn.	B	$B = R_e \cos \delta - h_{ae} \sin \delta$ Trị số $\cos \delta$ được nhận với độ chính xác không thấp hơn 0,000 001. Khi $\Sigma = 90^\circ$ $B_1 = 0,5d_{e2} - h_{ae1} \sin \delta_1$ $B_2 = 0,5d_{e1} - h_{ae2} \sin \delta_2$

Bảng 3 – Tính các kích thước để đo răng

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
Tính dây cung không đổi của răng ở đáy lớn và chiều cao đến dây cung đó		
1. Dây cung không đổi của răng ở đáy lớn	$\bar{S}_{ce}$	$\bar{S}_{ce} = S_e \cos^2 \alpha$ ở đây S_e – theo Bảng 2 mục 17
2. Chiều cao đến dây cung không đổi ở đáy lớn	$\bar{h}_{ce}$	$\bar{h}_{ce} = h_{ae} - 0,25 S_e \sin 2\alpha$ ở đây h_{ae} – theo Bảng 2 mục 14
Tính dây cung chiều dày răng của côn chia ở đáy lớn và chiều cao đến dây cung đó		
3. Nửa góc chiều dày răng ở đáy lớn	Ψ_e	$\Psi_e = \frac{S_e \cos \delta}{d_r} \text{rad}$, ở đây δ và d_e – theo Bảng 2 mục 8 và mục 22

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn	
4. Dây cung chiều dày răng của côn chia ở đáy lớn	$\bar{S}_e$	$\bar{S}_e = \frac{d_e}{\cos \delta} \sin \psi_e$	Phương pháp đo được giới thiệu với bánh răng chủ động số x_1 bất kỳ, còn đối với bánh răng bị động $x_2 \leq 0,4$.
5. Chiều cao đến dây cung của côn chia ở đáy lớn.	$\bar{h}_{ae}$	$\bar{h}_{ae} = h_{ae} + 0,25 S_e \psi_e$	
6. Dây cung chiều dày răng trên vòng tròn đồng tâm đường kính d_{ye2} ở đáy lớn	$\bar{S}_{ye2}$	$\bar{S}_{ye2} = \frac{d_{e2}}{\cos \delta_2} \sin \psi_{e2} + m_e \operatorname{tg} \alpha$	Phương pháp đo được giới thiệu với bánh răng khi $x_1 > 0,4$; $d_{ye2} = d_{e2} - m_e \cdot \cos \delta_2$
7. Chiều cao đến dây cung của răng bánh răng trên vòng tròn đồng tâm đường kính d_{ye2} ở đáy lớn.	$\bar{h}_{aye2}$	$\bar{h}_{aye2} = h_{ae2} + 0,25 S_{e2} \psi_{e2} + 0,5 m_e$	
Tính dây cung chiều dày răng của côn chia và chiều cao đến dây cung đó ở mặt cắt bất kỳ theo chiều dày vành răng.			
8. Khoảng dịch chuyển của mặt cắt đo	l_x	Xác định theo thiết kế hoặc tính theo công thức $l_x = 0,5 (d_{ae} - d'_{ae}) (\operatorname{ctg} \delta_a \operatorname{tg} \delta) \cos \delta$, ở đây δ , δ_a và d_{ae} – theo Bảng 2 mục 8, mục 20 và mục 23.	
9. Khoảng cách côn đến mặt cắt đo	R_x	$R_x = R_e = t_x$ ở đây R_e – theo bảng 2, mục 2	
10. Chiều dày răng theo vòng tròn ở mặt cắt đo	S_x	$S_x = S_e \frac{R_x}{R_e}$	
11. Dây cung chiều dày mặt răng ở mặt cắt đo.	$\bar{S}_x$	$\bar{S}_x = \frac{d_e}{\cos \delta} \cdot \frac{R_x}{R_e} \sin \psi_e$	Phương pháp đo được giới thiệu với bánh răng chủ động khi trị số x_1 bất kỳ, còn đối với bánh răng bị động $x_2 \leq 0,4$.
12. Chiều cao răng đến dây	$\bar{h}_{ax}$	$\bar{h}_{ax} = h_{ae} + 0,25 S_{x\psi e} - l_x \operatorname{tg} \theta_a$	
13. Dây cung chiều dày răng trên vòng tròn đồng tâm đường kính d_{yx2} ở mặt cắt đo.	$\bar{S}_{yx2}$	$\bar{S}_{yx2} = \frac{d_{e2}}{\cos \delta_2} \cdot \frac{R_x}{R_e} \sin \psi_{e2} \operatorname{tg} \alpha$	Phương pháp được giới thiệu với bánh răng khi $x_1 > 0,4$
14. Chiều cao đến dây cung chiều dày răng trên vòng tròn đồng tâm đường kính d_{yx2} ở mặt cắt đo	$\bar{h}_{atx2}$	$\bar{h}_{atx2} = h_{ae2} + 0,25 S_{x2 \psi e2} - l_{x2} \operatorname{tg} \theta_{ae} + 0,5 m_e$	Phương pháp được giới thiệu với bánh răng khi $x_1 > 0,4$; $d_{yx2} = d_{e2} \frac{R_x}{R_e} - m_e$

CHÚ THÍCH: Tiêu chuẩn này không quy định việc lựa chọn mặt cắt đo và phương pháp kiểm tra các kích thước đo.

Bảng 4 – Kiểm tra chất lượng ăn khớp theo các chỉ tiêu hình học

Tên thông số	Ký hiệu	Công thức tính và chỉ dẫn
Kiểm tra không cắt chân răng		
1. Số răng tối thiểu của bánh răng chủ động bảo đảm không cắt chân răng.	Z_{1min}	$Z_{1min} \geq 2 \left[h_a^* + c^* - \frac{\rho K_o}{m_e} (1 - \sin \alpha) - x_1 + \frac{b^2 \cos \alpha}{4d_o m} \right] \frac{\cos \delta}{\sin^2 \alpha}$ ở đây: ρ_{KO} – bán kính làm tròn đỉnh dao; δ – theo Bảng 2 mục 8 khi prôfin gốc theo TCVN 1066 : 1971, Z_{1min} được xác định theo Hình 2 của Phụ lục 3
2. Hệ số dịch chỉnh của bánh răng chủ động	x_{1min}	$x_{1min} = h_a^* + C^* \frac{\rho K_o}{m_e} (1 - \sin \alpha) - \frac{Z_1 \sin^2 \alpha}{2 \cos \delta_1} + \frac{b^2 \cdot \cos \alpha}{4d_o m}$ Khi prôfin gốc theo TCVN 1066 : 1971 x_{1min} được xác định theo Hình 2 của Phụ lục 3. Khi $x_1 \geq x_{1min}$, không xảy ra cắt chân răng Biểu thức $\frac{b^2 \cos \alpha}{4d_o m}$ chỉ tính đến khi tính toán bánh răng được cắt bởi bộ đầu cắt răng bằng phương lăn, ở đây d_o – đường kính đầu cắt răng b và m – theo Bảng 2 mục 3 và mục 5
Kiểm tra chiều dày răng theo vòng tròn của đáy lớn trên mặt đỉnh		
3. Số răng của bánh răng trụ tương đương	Z'_{vt}	$Z_{vt} = \frac{Z}{\cos \delta}$ Cách tính đơn giản Z_{vt} được cho trên Hình 1 của Phụ lục 3
4. Đường kính côn chia của bánh răng trụ tương đương ở đáy lớn.	d_{vte}	$d_{vte} = Z_{vt} \cdot m_e$
5. Đường kính đỉnh răng của bánh răng trụ tương đương ở đáy lớn.	d_{avte}	$d_{avte} = d_{vte} + 2h_{ae}$ ở đây h_{ae} – theo Bảng 2, mục 14.
6. Góc prôfin răng tại điểm trên vòng đỉnh răng của bánh răng trụ tương đương ở đáy lớn	α_{tae}	$\cos \alpha_{tae} = \frac{d_{vte}}{d_{avte}} \cdot \cos \alpha$
7. Chiều dày răng theo vòng tròn ở đáy lớn trên mặt đỉnh, tính theo đơn vị môđun.	S_{ae}^*	$S_{ae}^* \approx S_{avte}^* = \frac{d_{avte}}{m_e} \left(\frac{S_e}{d_{vte}} + \text{inv} \alpha - \text{inv} \alpha_{tae} \right)$ ở đây S_e – theo Bảng 2, mục 17 Giá trị của trị số trong dấu ngoặc phải tính với độ chính xác

		không nhỏ hơn 0,000 001. Khi số răng Z_{vt} trên 150 chiều dày răng theo vòng tròn mặt đỉnh, tính theo: $S_{ae}^* = \frac{S_e - 2h_{ae} \operatorname{tg} \alpha}{m_e}$ Nên lấy $S_{ae}^* \geq 0,3$ khi vật liệu kết cấu bánh răng đồng nhất và $S_{ae}^* \geq 0,4$ – khi làm bền mặt răng. Khi prôfin gốc theo TCVN 1066 : 1971, S_{ae}^* được xác định gần đúng theo Hình 3 của Phụ lục 3.
Kiểm tra hệ số trùng khớp ngang		
8. Hệ số trùng khớp ngang	$\delta\alpha$	$\delta\alpha = \varepsilon_a + \varepsilon_b + \varepsilon_c$ ở đây: $\varepsilon_a = \frac{1}{\pi \cos \alpha} \cdot \sqrt{\left(\frac{Z_{vt1}}{2} \cdot \frac{h_{ae1}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{Z_{vt1}}{2} - \cos \alpha\right)^2}$ $\varepsilon_b = \frac{1}{\pi \cos \alpha} \cdot \sqrt{\left(\frac{Z_{vt2}}{2} \cdot \frac{h_{ae2}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{Z_{vt2}}{2} - \cos \alpha\right)^2}$ $\varepsilon_c = \frac{Z_{vt1} + Z_{vt2}}{2\pi} \operatorname{tg} \alpha$ khi prôfin gốc theo TCVN 1066 : 1971, xác định theo Hình 4 của Phụ lục 3, nên lấy $\varepsilon_\alpha \geq 1,3$.

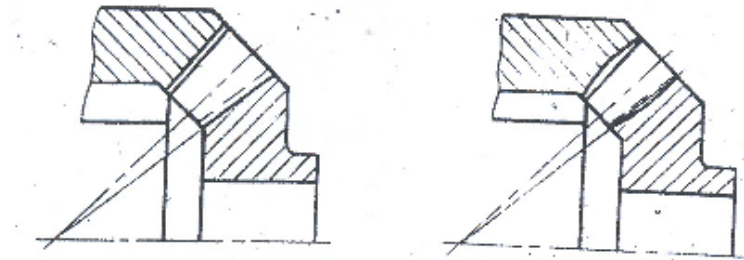
CHÚ THÍCH: Việc kiểm tra theo các công thức của bảng được tiến hành khi các thông số của prôfin gốc khác với TCVN 1066 : 1971 hoặc khác với nội dung của các phụ lục.

Phụ lục 1

Chọn các số liệu ban đầu để tính.

Các bộ truyền bánh răng côn thẳng có dạng răng dọc trục I và khe hở hướng tâm không đổi theo chiều dày vành răng.

Khi gia công bánh răng bằng dao bào răng, đáy rãnh răng có dạng côn (Hình 1a) còn gia công bằng bộ đầu cắt răng – dạng lõm (Hình 1b).

**Hình 1**

Nên ưu tiên sử dụng các bánh răng côn có biến thể dọc răng.

Tỷ số truyền, số răng của bánh răng côn

Các bộ truyền bánh răng côn có tải trọng thấp có thể nhận tỷ số truyền từ 1 đến 10. Nên ưu tiên sử dụng tỉ số truyền từ 1 đến 6,3 theo dãy R_{a10} của TCVN 192 : 1966. Các bộ truyền trong các hộp giảm tốc có các thông số theo TCVN 1991 : 1977 nhất thiết phải theo yêu cầu này.

Các bộ truyền tải trọng cao không nên lấy tỉ số truyền lớn hơn 3,15.

Số răng cho phép nhỏ nhất của các bộ truyền bánh răng thẳng có góc trục $\Sigma = 90^\circ$, profin gốc theo TCVN 1066 : 1971 được nêu trong Bảng 1.

Bảng 1

Số răng của bánh răng chủ động	Số răng nhỏ nhất của bánh bị động đối tiếp Z_2
12	30
13	26
14	20
15	19
16	18
17	17

Số răng của các bánh răng côn xiementit hoá nên xác định theo toán đồ ở Hình 2.

Các bánh răng còn được nhiệt luyện làm tốt có thể được chế tạo với chính số răng ở trên hoặc với số tăng thêm 10 – 20%.

Môđun

Môđun ở đây lớn m_e là môđun tính toán theo hệ thống tính toán của tiêu chuẩn này. Môđun m_e nên lấy theo TCVN 1064 : 1971. Cho phép dùng các trị số m_e lẻ ra không tiêu chuẩn, nếu không gây ảnh hưởng đến việc sử dụng các dụng cụ chuyên dùng.

Những thông số của prôfin gốc

Những bộ truyền bánh răng côn răng thẳng thông dụng khi m_e lớn hơn 1 mm cần phải phù hợp với prôfin gốc theo TCVN 1066 : 1971 với các thông số sau đây P: $\alpha = 20^\circ$, $h_a^* = 1$; $c^* = 0,2$ và $\rho_f^* = 0,2$.

Bán kính làm tròn đỉnh dao cho phép lớn nhất ở bộ truyền có khe hở hướng tâm không đổi được xác định theo công thức:

$$\rho_{k\max} = \frac{C^* m_e}{1 - \sin \alpha}$$

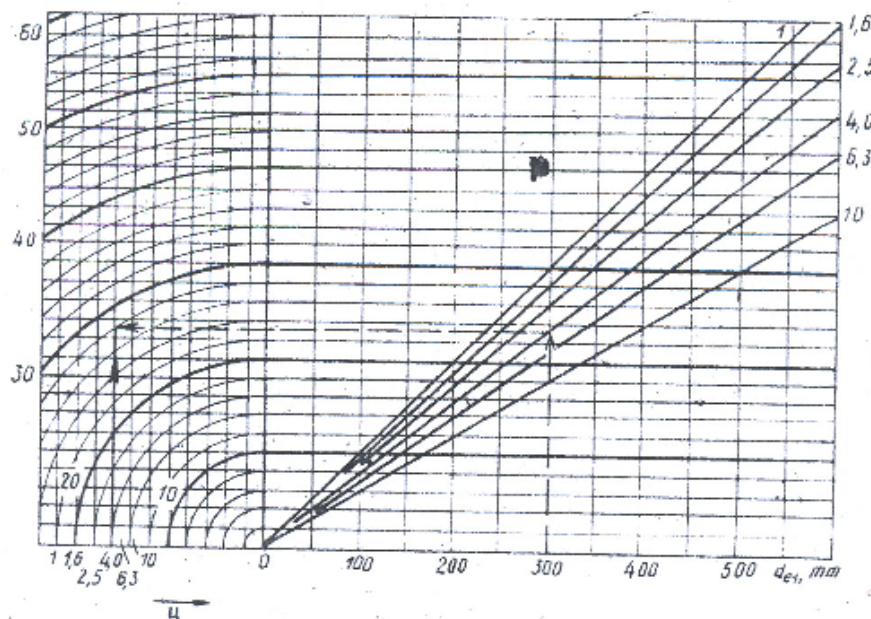
Khi gốc prôfin gốc theo TCVN 1066: 1971 – theo công thức

$$\rho_{k\max} = 0,3 m_e$$

Trong những trường hợp có lý do kỹ thuật (ví dụ: yêu cầu tăng sức bền uốn gãy của răng cho phép tăng tốc ăn khớp ở bộ truyền α_w với dụng cụ cắt tiêu chuẩn cách điều chỉnh đặc biệt chạc gia công của máy cắt, nhưng nhất thiết phải kiểm tra chất lượng ăn khớp theo công thức cho trong bảng 4 của tiêu chuẩn này, khi lấy trị số $\alpha = \alpha_w$

$$(\alpha = 20^\circ, \Sigma = 90^\circ)$$

$$Z_1 = \sqrt{(22 - 9 \lg u)^2 + (6,25 - 4 \lg u) \frac{d_{e1}^2}{645}}$$



Hình 2

VÍ DỤ: cho $d_{e1} = 300 \text{ mm}$; $u = 4$. Theo tính toán đồ xác định $Z_1 = 28$.

Phụ lục 2

Chọn hệ số dịch chỉnh và hệ số thay đổi chiều dày tính toán của răng prôfin gốc

1 Ở những bộ truyền $u > 1$, bánh răng chủ động nên lấy hệ số dịch chỉnh dương (x_1) theo Bảng 1, còn bánh răng bị động – bằng trị số của x_1 nhưng ngược dấu ($x_2 = -x_1$).

Đối với những bộ truyền có u và Z_1 khác chỉ dẫn ở Bảng 1, hệ số dịch chỉnh lấy trị số quy tròn theo hướng lớn.

Đối với các bánh răng được chế tạo theo prôfin gốc khác với tiêu chuẩn, hệ số dịch chỉnh nên tính theo công thức cho trong Bảng 2.

2 Khu $u \geq 2,5$ các bánh răng được chế tạo không chỉ theo sự dịch chỉnh, quy định theo mục 1 của phụ lục này, mà cả chiều dày tính toán của prôfin gốc cũng khác; tăng lên so với tính toán $\left(\frac{\pi m_e}{2}\right)$.

Bảng 1 – Hệ số chỉnh dịch đối với những bộ truyền bánh răng côn răng thẳng có trục $\Sigma = 90^\circ$ prôfin gốc theo TCVN 1066 : 1971

Số bánh răng chủ động	Trị số hệ số dịch chỉnh x_1 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: Bảng số liệu có thể dùng cho những bộ truyền bánh răng có giá trị $\Sigma = 90^\circ$ nếu thay u và Z_1 bằng u_{vb} và Z_{vb1} tương ứng và cả cho những bộ truyền tải trọng cao, khi $u \leq 3,15$.

Hệ số thay đổi chiều dày tính toán của răng của prôfin gốc x_{t1} dương đối với bánh răng chủ động và bằng trị số nhưng ngược dấu x_{t2} ($x_{t2} = -x_{t1}$) đối với bánh răng bị động, nên tính theo công thức:

$$x_{t2} = 0,03 + 0,008 (u - 2,5)$$

Công thức có thể dùng cho các bộ truyền có góc trục $\Sigma \neq 90^\circ$ nếu thay u_{vb} , và cả cho các bộ truyền tải trọng cao khi $u \leq 3,15$.

Đối với những bộ truyền tải trọng nặng quan trọng, trị số $X_{\tau 1}$ cần xác định từ tính toán răng theo sức bền uốn.

Bảng 2 – Tính hệ số dịch chỉnh đối với những bánh răng côn răng thẳng có góc trục $\Sigma = 90^\circ$.

Số vị trí	Quan hệ tính toán	Số vị trí	Quan hệ tính toán
1	$\cos \alpha$	16	$\cos \alpha_{a2} = \frac{(1).(11)}{(13)}$
2	$\sin^2 \alpha$	17	α_{a2}
3	u^2	18	$\lambda_1 = (15) - \alpha$
4	$\frac{(3)}{(3) - 1}$	19	$\lambda_2 = (17) - \alpha$
5	$(3) + 1$	20	$1 - \cos \lambda_1$
6	$\frac{Z_1 \sqrt{(5)}}{u}$	21	$1 - \cos \lambda_2$
7	$0,5(2). (4). (6)$	22	$(12) . (20)$
8	$\sqrt{(7)^2 + h_a^*{}^2}$	23	$(13) . (21)$
9	$(8) - (7)$	24	$h_a^* - (22)$
10	$0,5(6)$	25	$h_a^* - (23)$
11	$(3). (10)$	26	$(22) - (23)$
12	$(10) + h_a^* + (9)$	27	$(7) - (05 (26))$
13	$(11) + h_a^* - (9)$	28	$(26). (27)$
14	$\cos \alpha_{a1} = \frac{(1).(10)}{(12)}$	29	$(7) (26) + (28)$
15	α_{a1}	30	$\sqrt{(27)^2 + (29)}$
		31	$x_1 = (30) - (27)$

CHÚ THÍCH:

1) Những số trong dấu ngoặc tương ứng với số vị trí của bảng x_1 được xác định do thực hiện liên tục theo các vị trí 1 – 31. Số liệu ban đầu để tính theo Bảng 1 của tiêu chuẩn này.

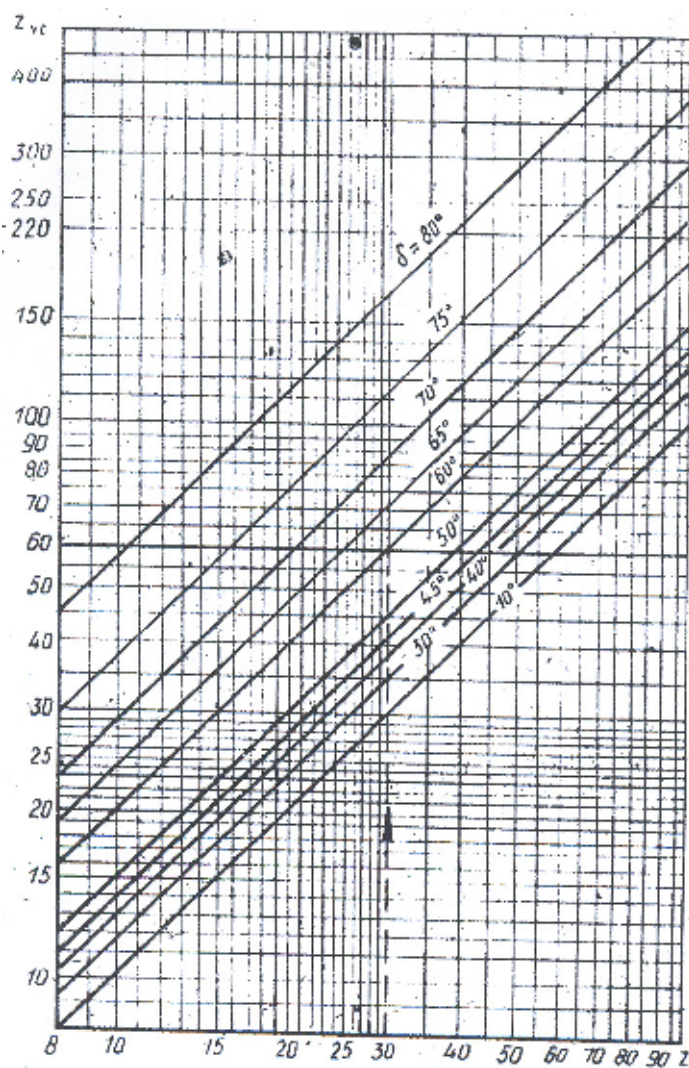
2) Công thức tính có thể dùng cho cả những bộ truyền có góc trục $\Sigma \neq 90^\circ$ nếu thay u và Z_1 bằng u_{vb} và z_{vb1} tương ứng.

Phụ lục 3

Tính toán đơn giản một số thông số hình học

Toán đồ để xác định số răng của bánh răng trụ tương đương

$$Z_{vt} = \frac{Z}{\cos \delta}$$

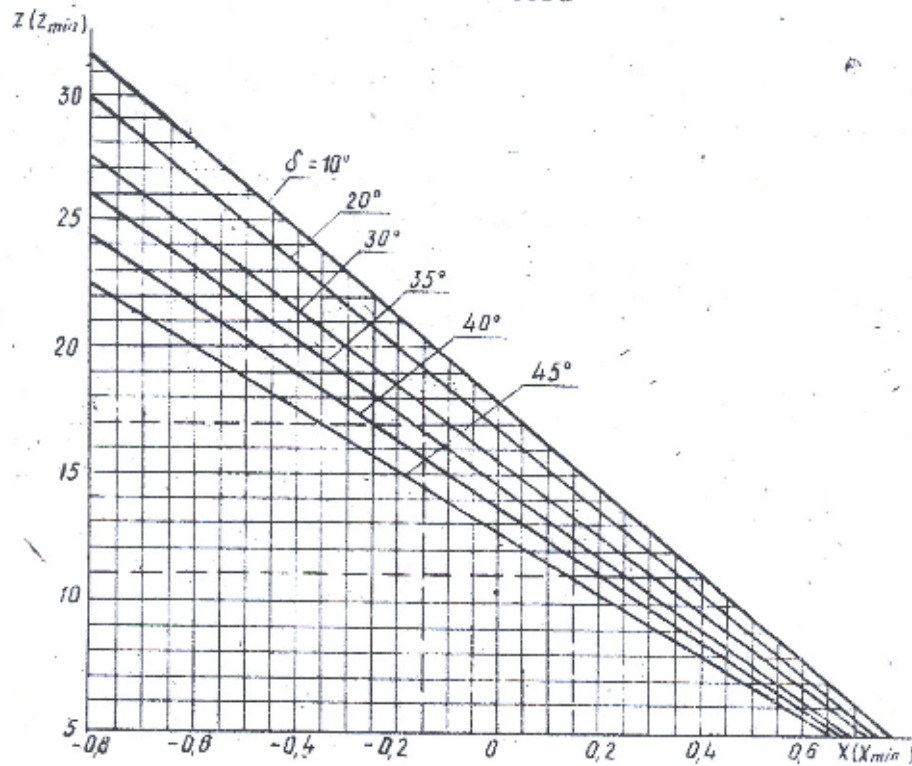


Hình 1

Ví DỤ: cho $Z = 30$, $\delta = 60^\circ$ theo toán đồ xác định $Z_{vt} = 60$.

Đồ thị để xác định trị số $x_{\min}$ phụ thuộc từ Z và ở hoặc $Z_{\min}$ phụ thuộc từ x và ở khi profile gốc theo TCVN 1066 : 1971

$$X_{\min} = 1,068 - \frac{0,058Z}{\cos \delta}$$



Hình 2

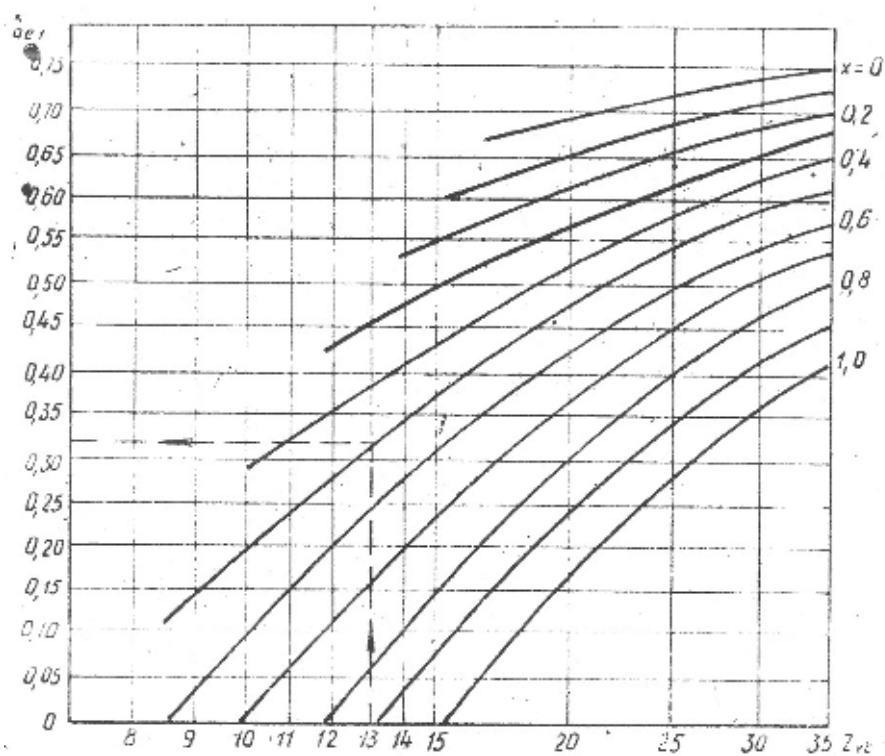
1. Cho $Z = 17$, $\delta = 35^\circ$

theo đồ thị xác định được $x_{\min} = -0,15$ (Xem đường đứt đoạn)

2. Cho $x = 0,15$, $\delta = 45^\circ$

Theo đồ thị xác định được $Z_{\min} = 11$ (Xem đường đứt đoạn)

Toán đồ để xác định chiều dày răng theo vòng tròn trên mặt đỉnh răng của bánh răng chủ động
theo đơn vị môđun ($\alpha = 20^\circ, h_{ae1}^*$)

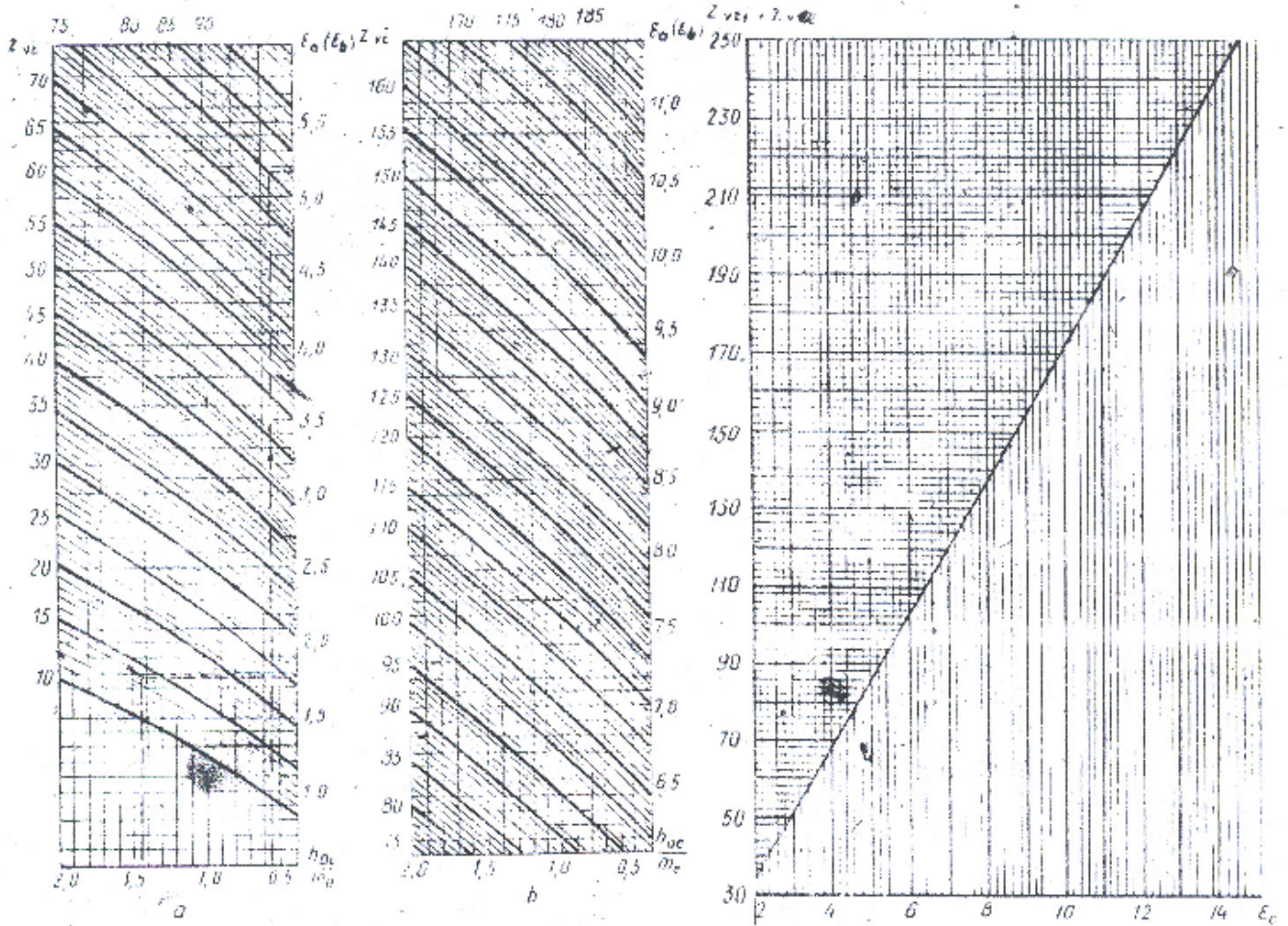


Hình 3

VÍ DỤ: cho $Z_{vt} = 13$; $x = 0,5$

Theo toán đồ tìm được $S_{ae1} = 0,32$.

Toán đồ để xác định hệ số trùng khớp ngang



Hình 4

VÍ DỤ: Xác định trị số trùng khớp ngang của bộ truyền theo các số liệu:

$$Z_{vt1} = 14; Z_{vt2} = 80; m_e = 5; h_{ae1} = 7,45; h_{ae2} = 2,55.$$

Chúng ta xác định:

$$\frac{h_{ae1}}{m_e} = \frac{7,45}{5} = 1,49; \quad \frac{h_{ae2}}{m_e} = \frac{2,55}{5} = 0,51$$

Và theo đồ thị: $\varepsilon_a = 17,9$; $\varepsilon_b = 5,4$ do đó $\varepsilon_\alpha = \varepsilon_a + \varepsilon_b - \varepsilon_c = 1,79 + 5,40 - 5,4 = 1,49$.

Phụ lục 4

VÍ DỤ: tính toán các thông số hình học của bộ truyền bánh răng côn răng thẳng góc trục $\Sigma = 90^\circ$, prôfin gốc tiêu chuẩn.

Bảng 1 – Số liệu ban đầu để tính

Tên thông số		Ký hiệu và công thức tính	Trị số bằng số
Số răng	Bánh răng chủ động	Z_1	15
	Bánh răng bị động	Z_2	30
Môđun ở đáy lớn		m_e	5
Prôfin gốc (mặt ngang ở đáy lớn)		–	Theo TCVN 1066 :1971

Bảng 2 – Tính toán

Tên thông số	Ký hiệu và công thức tính	Trị số bằng số
1. Số răng của bánh răng phẳng	$Z_c = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2}$	33,5410
2. Khoảng cách côn ngoài	$R_e = 0,5m_e Z_c$	88,8525
3. Chiều dày vành răng	$b \leq 0,3 R_e$ $b \leq 10 m_e$	25
4. Khoảng cách côn trung bình	$R = R_e - 0,5b$	71,3525
5. Môđun trung bình	$m = m_e \frac{R}{R_e}$	4,2546
6. Môđun ở đáy nhỏ	$m_i = m_e \frac{R_e - b}{R_e}$	3,5093
7. Đường kính chia trung bình	$d_1 = mZ_1$ $d_2 = mZ_2$	63,8190 127,6380
8. Góc côn chia	$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{Z_1}{Z_2}$ $\delta_2 = 90^\circ - \delta_1$ $\sin \delta_1 = \cos \delta_2$ $\cos \delta_1 = \sin \delta_2$	26°34' 63°26' 0,44724 0,89441

Tên thông số	Ký hiệu và công thức tính	Trị số bằng số
9. Tỉ số truyền	$n = \frac{Z_2}{Z_1}$	2
10. Tỷ số truyền của bộ truyền bánh răng trụ tương đương	Việc tính toán chỉ tiến hành đối với các bộ phận truyền bánh răng côn có góc trục $\Sigma = 90^\circ$ theo các công thức ở Bảng 2 của tiêu chuẩn này (mục 10 và 11).	
11. Số răng của bộ truyền bánh răng trụ tương đương		
12. Hệ số dịch chỉnh ở bánh răng chủ động	X_1 (theo Bảng 1 của Phụ lục 2)	0,40
13. Hệ số thay đổi chiều dày răng ở bánh răng chủ động.	X_1 (theo Phụ lục 2)	0
14. Chiều cao đầu răng ở đáy lớn	$h_{ae1} = (h_a^* + x_1)m_e$	7,000
	$h_{ae2} = 2h_a^*m_e - h_{ae1}$	3,000
15. Chiều cao chân răng ở đáy lớn	$h_{fe1} = h_{ae2} + 0,2m_e$	4,000
	$h_{fe1} = h_{ae2} + 0,2m_e$	8,000
16. Chiều cao răng ở đáy lớn	$h_{e1} = h_{ae1} + h_{fe1} + h_{fe1}$	11,000
	$h_{e2} = h_{ae2} + h_{fe2}$	11,000
17. Chiều dày răng theo vòng tròn ở đáy lớn	$S_{e1} = (0,5\pi + 2x_1\text{tg } \alpha + x_{\tau 1})m_e$	9,3096
	$S_{e2} = \pi m_e - S_{e1}$	6,3979
18. Góc chân răng	$\text{tg}\theta_{f2} = \frac{h_{fe1}}{R_e}$	$\text{tg}\theta_{f1} = 0,04770$ $\theta_{f1} = 2^\circ 44'$
	$\text{tg}\theta_{f2} = \frac{h_{fe2}}{R_e}$	$\text{tg}\theta_{f2} = 0,09540$ $\theta_{f2} = 5^\circ 27'$
19. Góc đầu răng	$\theta_{a1} = \theta_{f2}$	$5^\circ 27'$
	$\theta_{a2} = \theta_{f1}$	$2^\circ 44'$
20. Góc côn đỉnh	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$	$32^\circ 01'$
	$\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$	$66^\circ 10'$
21. Góc côn đáy	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$	$23^\circ 50'$
	$\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$	$57^\circ 59'$
22. Đường kính chia ở đáy lớn	$d_{e1} = m_e Z_1$	75,0000
	$d_{e1} = m_e Z_2$	150,0000

Tên thông số	Ký hiệu và công thức tính	Trị số bằng số
23. Đường kính đỉnh răng ở đáy lớn	$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{ae1}\cos \delta_1$	87,5217
	$d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{ae2}\cos \delta_2$	152,6834
24. Khoảng cách từ đỉnh đến mặt phẳng của vòng tròn đỉnh răng ở đáy lớn	$B_1 = 0,5d_{e2} - h_{ae1}\sin \delta_1$	71,8693
	$B_2 = 0,5d_{e1} - h_{ae2}\sin \delta_2$	34,8168
Tính dây cung không đổi ở đáy lớn và chiều cao đến dây cung đó (khi $x_1 \leq 0,4$)		
25. Dây cung không đổi của răng đáy lớn	$\bar{S}_{ce1} = 0,8830 S_{e1}$	8,2206
	$\bar{S}_{ce2} = 0,0030 S_{e2}$	5,6496
26. Chiều cao đến dây cung không đổi ở đáy lớn	$\bar{h}_{ce1} = h_{ae1} - 0,1607 S_{e1}$	5,5039
	$\bar{h}_{ce2} = h_{ae2} - 0,1607 S_{e2}$	1,9718
Tính dây cung chiều dày răng vòng chia ở đáy lớn và chiều cao đến dây cung này (khi $x_1 \leq 0,4$)		
27. Nửa góc chiều dày răng đáy lớn	$\psi_{e1} = \frac{S_{e1} \cos \delta_1}{\bar{d}_{e1}}$	0,11102
	$\psi_{e2} = \frac{S_{e2} \cos \delta_2}{\bar{d}_{e2}}$	0,01907
28. Dây cung chiều dày răng vòng chia ở đáy lớn	$\bar{S}_{e1} = \frac{d_{e1}}{\cos \delta_1} \sin \psi_{e1}$	9,2986
	$\bar{S}_{e2} = \frac{d_{e2}}{\cos \delta_2} \sin \psi_{e1}$	6,3422
29. Chiều cao đến dây cung chiều dày vòng chia ở đáy lớn	$\bar{h}_{ae1} = h_{ae1} + 0,25 S_{e1} \psi_{e1}$	7,2584
	$\bar{h}_{ae2} = h_{ae2} + 0,25 S_{e2} \psi_{e2}$	3,0305

CHÚ THÍCH: Số vị trí từ đến 24 phù hợp với các số mục ở Bảng 2 của tiêu chuẩn này; số vị trí từ 25 đến 29 phù hợp với các số 1 – 5 của Bảng 3 của tiêu chuẩn này.