

**ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ
ЭВОЛЬВЕНТНЫЕ ВНЕШНЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ****Расчет геометрии**

Cylindrical involute external gear pairs.
Calculation of geometry

**ГОСТ
16532—70**

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 30 декабря 1970 г. № 1848 срок введения установлен

с 01.01.72

Настоящий стандарт распространяется на зубчатые передачи с постоянным передаточным отношением, зубчатые колеса которых соответствуют исходным контурам с равными делительными номинальными толщиной зуба и шириной впадины, с делительной прямой, делящей глубину захода пополам, без модификации и с модификацией головки.

Стандарт устанавливает метод расчета геометрических параметров зубчатой передачи, а также геометрических параметров зубчатых колес, приводимых на рабочих чертежах в соответствии с ГОСТ 2.403—75.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Принципиальная схема расчета геометрии приведена на чертеже.

1.2. Термины и обозначения, примененные в настоящем стандарте, соответствуют ГОСТ 16530—70 и ГОСТ 16531—70.

1.3. Наименования параметров, приводимых на рабочих чертежах зубчатых колес в соответствии с ГОСТ 2.403—75, а также межосевое расстояние зубчатой передачи, выделены в таблицах настоящего стандарта полужирным шрифтом.

1.4. При отсутствии в обозначениях параметров индексов «1» и «2», относящихся соответственно к шестерне и колесу, имеется в виду любое зубчатое колесо передачи.

1.5. При отсутствии дополнительных указаний везде, где упоминается профиль зуба, имеется в виду главный торцовый профиль зуба, являющийся эвольвентой основной окружности диаметра d_b .

1.6. Расчетом определяются номинальные размеры зубчатой передачи и зубчатых колес.

1.7. Расчет некоторых геометрических и кинематических параметров, применяемых в расчете зубчатой передачи на прочность, приведен в приложении 5.

Принципиальная схема расчета геометрии



2. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Наименование параметра		Обозначение
Число зубьев	шестерни	z_1
	колеса	z_2
Модуль		m
Угол наклона		β
Нормальный исходный контур	Угол профиля	α
	Коэффициент высоты головки	h_a^*
	Коэффициент граничной высоты	h_f^*
	Коэффициент радиального зазора	c^*
	Линия модификации головки	—
	Коэффициент высоты модификации головки	h_g^*
	Коэффициент глубины модификации головки	Δ^*
Межосевое расстояние		a_w
Коэффициент смещения	у шестерни	x_1
	у колеса	x_2

Примечания:

1. Межосевое расстояние a входит в состав исходных данных, если его значение задано.
 2. Коэффициенты смещения x_1 и x_2 входят в состав исходных данных, если значение межосевого расстояния a_w не задано.
- При исходном контуре по ГОСТ 13755—81 величины x_1 и x_2 рекомендуется выбирать с учетом приложений 2 и 3.

Расчет основных геометрических параметров

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания	
Расчет коэффициентов смещения x_1 и x_2 при заданном межосевом расстоянии a_w			
1. Делительное межосевое расстояние	a	$a = \frac{(z_1 + z_2)m}{2 \cos \beta}$	
2. Угол профиля	α_t	$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta}$	
3. Угол зацепления	α_{tw}	$\cos \alpha_{tw} = \frac{a}{a_w} \cos \alpha_t$	
4. Коэффициент суммы смещений	x_Σ	$x_\Sigma = \frac{(z_1 + z_2)(\operatorname{inv} \alpha_{tw} - \operatorname{inv} \alpha_t)}{2 \operatorname{tg} \alpha}$	
5. Коэффициент смещения	у шестерни	x_1	
	у колеса	x_2	
<p>При исходном контуре по ГОСТ 13755—81 разбивку значения $x_\Sigma = x_1 + x_2$ на составляющие x_1 и x_2 рекомендуется производить с учетом приложений 2 и 3</p>			
Расчет межосевого расстояния a_w при заданных коэффициентах смещения x_1 и x_2			
6. Коэффициент суммы смещений	x_Σ	$x_\Sigma = x_1 + x_2$	
7. Угол профиля	α_t	$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta}$	
8. Угол зацепления	α_{tw}	$\operatorname{inv} \alpha_{tw} = \frac{2x_\Sigma \operatorname{tg} \alpha}{z_1 + z_2} + \operatorname{inv} \alpha_t$	
9. Межосевое расстояние	a_w	$a_w = \frac{(z_1 + z_2)m}{2 \cos \beta} \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}}$	
<p>При $\alpha = 20^\circ$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) упрощенный расчет a_w, α_t и угла зацепления α_{tw} приведен в табл. 1 приложения 1</p>			
Расчет диаметров зубчатых колес			
10. Делительный диаметр	шестерни	d_1	$d_1 = \frac{z_1 m}{\cos \beta}$
	колеса	d_2	$d_2 = \frac{z_2 m}{\cos \beta}$
11. Передаточное число		u	$u = \frac{z_2}{z_1}$
12. Начальный диаметр	шестерни	d_{w1}	$d_{w1} = \frac{2a_w}{u + 1}$
	колеса	d_{w2}	$d_{w2} = \frac{2a_w u}{u + 1}$
13. Коэффициент воспринимаемого смещения		y	$y = \frac{a_w - a}{m}$
14. Коэффициент уравнительного смещения		Δy	$\Delta y = x_\Sigma - y$

Наименование параметра		Обозначение	Расчетные формулы и указания
15. Диаметр вершин зубьев	шестерни	d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2(h_a^* + x_1 - \Delta y)m$
	колеса	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2(h_a^* + x_2 - \Delta y)m$
16. Диаметр впадин	шестерни	d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2(h_a^* + c^* - x_1)m$
	колеса	d_{f2}	$d_{f2} = d_2 - 2(h_a^* + c^* - x_2)m$

В обоснованных случаях допускается изменение величин диаметров

Размеры являются справочными

Примечания:

1. Для прямозубых передач $\beta = 0^\circ$, тогда $a = 0,5(z_1 + z_2)m$, $\alpha_t = \alpha$, $d_w = d$.
2. При $a = a_w$ получаем $\alpha_{tw} = \alpha_t$, $x_{\Sigma} = 0$, $d_w = d$, $y = 0$ и $\Delta y = 0$.
3. При $x_{\Sigma} = 0$ получаем $\alpha_{tw} = \alpha_t$, $a_w = a$, $d_w = d$, $y = 0$ и $\Delta y = 0$.
4. Указания, относящиеся к диаметрам вершин зубьев и впадин зубчатых колес, окончательно обрабатываемых только зуборезным долбяком, даны в приложении 4.

Таблица 3

Расчет размеров для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Расчет постоянной хорды и высоты до постоянной хорды		
1. Постоянная хорда	\bar{s}_c	$\bar{s}_c = \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha + x \sin 2\alpha \right) m$ <p>Должно выполняться условие</p> $\rho_s > \rho_p$ <p>Здесь:</p> <p>ρ_s — радиус кривизны разноименных профилей зуба в точках, определяющих постоянную хорду</p> $\rho_s = 0,5 \left(d_b \operatorname{tg} \alpha_t + \frac{\bar{s}_c \cos \beta_b}{\cos \alpha} \right),$ <p>где d_b — по табл. 4, п. 1, β_b — по табл. 4, п. 11, ρ_p — по табл. 4, п. 3.</p> <p>При модификации головки должно выполняться дополнительное условие</p> $\rho_s < \rho_g,$ <p>где ρ_g — по табл. 4, п. 5</p>
2. Высота до постоянной хорды	\bar{h}_c	$\bar{h}_c = 0,5(d_a - d - \bar{s}_c \operatorname{tg} \alpha)$

При $\alpha = 20^\circ$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) упрощенный расчет \bar{s}_c и \bar{h}_c приведен в табл. 2 приложения 1

Расчет длины общей нормали

3. Угол профиля в точке на концентрической окружности диаметра $d_x = d + 2xm$	α_x	$\cos \alpha_x = \frac{z \cos \alpha_t}{z + 2x \cos \beta}$ <p>При $\frac{z \cos \alpha_t}{z + 2x \cos \beta} > 1$ следует принимать $z_w \gg 3$</p>
--	------------	---

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
4. Расчетное число зубьев в длине общей нормали	$z_{\Psi r}$	$z_{\Psi r} = \frac{z}{\pi} \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_x}{\cos \beta_b} - \frac{2x \operatorname{tg} \alpha}{z} - \operatorname{inv} \alpha_t \right) + 0,5,$ <p>где β_b — по табл. 4, п. 11</p>
5. Длина общей нормали	W	$W = [\pi(z_{\Psi} - 0,5) + 2x \operatorname{tg} \alpha + z \operatorname{inv} \alpha_t] m \cos \alpha,$ <p>где z_{Ψ} — округленное до ближайшего целого числа значение $z_{\Psi r}$. Должно выполняться условие</p> $\rho_p < \rho_W < \rho_a$ <p>Здесь:</p> <p>ρ_p — по табл. 4, п. 3; ρ_W — радиус кривизны разноименных профилей зубьев в точках, определяющих длину общей нормали</p> $\rho_W = \frac{0,5 W}{\cos \beta_b},$ <p>ρ_a — радиус кривизны профиля зуба в точке на окружности вершин</p> $\rho_a = 0,5 d_a \sin \alpha_a,$ <p>где α_a — по табл. 4, п. 2. Если имеется притупление продольной кромки зуба, в неравенство вместо ρ_a следует подставлять значение радиуса кривизны профиля зуба в точке притупления ρ_k</p> $\rho_k = 0,5 d_k \sin \alpha_k,$ <p>где d_k и α_k — по табл. 4, п. 2. При модификации головки в неравенство вместо ρ_a следует подставлять значение ρ_g, где ρ_g — по табл. 4, п. 5. Если условие левой части неравенства не выполняется, следует пересчитать значение W при увеличенном значении z_{Ψ}. Если условие правой части неравенства не выполняются, следует пересчитать значение W при уменьшенном значении z_{Ψ}. При увеличении или уменьшении числа зубьев в длине общей нормали z_{Ψ} на один зуб длина общей нормали W соответственно увеличивается или уменьшается на шаг зацепления ρ_a, где ρ_a — по табл. 5, п. 5. Для косозубых зубчатых колес должно выполняться дополнительное условие</p> $W < \frac{b}{\sin \beta_b},$ <p>где b — ширина венца. При $\alpha = 20^\circ$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) упрощенный расчет W приведен в табл. 2 приложения 1</p>
Расчет толщины по хорде и высоты до хорды		
6. Угол профиля в точке на концентрической окружности заданного диаметра d_y	α_y	$\cos \alpha_y = \frac{d}{d_y} \cos \alpha_t$
7. Окружная толщина на заданном диаметре d_y	s_{ty}	$s_{ty} = d_y \left(\frac{\pi}{2} + \frac{2x \operatorname{tg} \alpha}{z} + \operatorname{inv} \alpha_t - \operatorname{inv} \alpha_y \right)$

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
8. Угол наклона линии зуба основной цилиндрической поверхности диаметра d_y	β_y	$\operatorname{tg} \beta_y = \frac{d_y}{d} \operatorname{tg} \beta$
9. Половина угловой толщины зуба эквивалентного зубчатого колеса, соответствующая концентрической окружности диаметра $\frac{d_y}{\cos^2 \beta_y}$	ψ_{yv}	$\psi_{yv} \approx \frac{s_{ty}}{d_y} \cos^3 \beta_y$
10. Толщина по хорде	\bar{s}_y	$\bar{s}_y = d_y \frac{\sin \psi_{yv}}{\cos^2 \beta_y}$
11. Высота до хорды	\bar{h}_{ay}	$\bar{h}_{ay} = 0,5[d_a - d_y + \frac{d_y}{\cos^2 \beta_y} (1 - \cos \psi_{yv})]$

Расчет размера по роликам (шарикам)

12. Диаметр ролика (шарика)	D	При $\alpha = 20^\circ$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) рекомендуется принимать $D \approx 1,7 m$ (для роликов допускается выбирать ближайшее значение по ГОСТ 2475—62)
13. Угол профиля в точке на концентрической окружности зубчатого колеса, проходящей через центр ролика (шарика)	α_D	$\operatorname{inv} \alpha_D = \frac{D}{zm \cos \alpha} + \operatorname{inv} \alpha_t - \frac{\frac{\pi}{2} - 2x \operatorname{tg} \alpha}{z}$
14. Диаметр концентрической окружности зубчатого колеса, проходящей через центр ролика (шарика)	d_D	$d_D = d \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_D}$ <p>Должно выполняться условие</p> $\rho_M < \rho_a$ <p>Здесь:</p> <p>ρ_M — радиус кривизны разноименных профилей зубьев в точках контакта поверхности ролика (шарика) с главными поверхностями зубьев</p> $\rho_M = 0,5 \left(d_b \operatorname{tg} \alpha_D - \frac{D}{\cos \beta_b} \right),$ <p>где d_b — по табл. 4, п. 1, β_b — по табл. 4, п. 11.</p> <p>Если имеется притупление продольной кромки зуба, в неравенство вместо ρ_a следует подставлять значение радиуса кривизны профиля зуба в точке притупления ρ_k</p> $\rho_k = 0,5 d_k \sin \alpha_k,$ <p>где d_k и α_k — по табл. 4, п. 2.</p> <p>При модификации головки в неравенство вместо ρ_a следует подставлять значение ρ_g, где ρ_g — по табл. 4, п. 5</p>

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания	
15. Размер по роликам (шарикам) прямозубых и косозубых зубчатых колес с четным числом зубьев (в торцовом сечении)		$M = d_D + D$	Должно выполняться условие $d_D + D > d_a,$
16. Размер по роликам (шарикам) прямозубых зубчатых колес с нечетным числом зубьев (в торцовом сечении)	M	$M = d_D \cos \frac{90^\circ}{z} + D$	$d_D - D > d_f,$
17. Минимальный размер по роликам (шарикам) косозубых зубчатых колес с нечетным числом зубьев, а также с четным числом зубьев при $\beta > 45^\circ$		$M = \frac{d_D}{2 \operatorname{tg} \beta_D} \sqrt{\lambda^2 + 4 \operatorname{tg}^2 \beta_D \cos^2 \left(\frac{90^\circ}{z} + \frac{\lambda}{2} \right)} + D$ <p>где</p> $\operatorname{tg} \beta_D = \frac{\cos \alpha_t \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha_D}$ <p>и λ — корень уравнения</p> $\sin(\gamma + \lambda) \operatorname{tg}^2 \beta_D - \lambda = 0,$ <p>где $\gamma = 0$ — для зубчатых колес с четным числом зубьев;</p> $\gamma = \frac{180^\circ}{z}$ — для зубчатых колес с нечетным числом зубьев <p>Упрощенное определение λ приведено в табл. 2 приложения 1</p> <p>Минимальный размер по роликам (шарикам) косозубых зубчатых колес с четным числом зубьев при $\beta < 45^\circ$ совпадает с размером в торцовом сечении</p>	<p>Должно выполняться условие</p> $d_D + \frac{D}{\cos \beta_D} > d_a,$ $d_D - \frac{D}{\cos \beta_D} > d_f$
Расчет нормальной толщины			
18. Нормальная толщина	s_n	$s_n = \left(\frac{\pi}{2} + 2x \operatorname{tg} \alpha \right) m$	

Примечание. Выбор метода контроля настоящим стандартом не регламентируется.

Расчет размеров для контроля номинальной поверхности зуба

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания	
Расчет размеров для контроля торцового профиля зуба			
1. Основной диаметр	d_b	$d_b = d \cos \alpha_t$	
2. Угол профиля зуба в точке на окружности вершин	α_a	$\cos \alpha_a = \frac{d_b}{d_a}$ Если имеется притупление продольной кромки зуба, то следует рассчитать угол профиля зуба в точке притупления α_k . Для этого в формулу вместо d_a следует подставлять диаметр окружности притупленных кромок d_k , принимаемый по конструктивным соображениям	
3. Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке	шестерни	$\rho_{p1} = a_w \sin \alpha_{tw} - 0,5d_{b2} \operatorname{tg} \alpha_{a2}$	Формула справедлива, если верхняя точка активного профиля сопряженного зубчатого колеса совпадает с точкой профиля на его окружности вершин. Если имеется притупление продольной кромки зуба, то вместо α_{a1} и α_{a2} следует подставлять соответственно α_{k1} и α_{k2}
	колеса	$\rho_{p2} = a_w \sin \alpha_{tw} - 0,5d_{b1} \operatorname{tg} \alpha_{a1}$	
4. Угол развернутости активного профиля зуба в нижней точке	ν_p	$\nu_p = \frac{2\rho_p}{d_b}$	
Дополнительный расчет при модификации головки исходного контура			
5. Радиус кривизны профиля зуба в начальной точке модификации головки	ρ_g	$\rho_g = 0,5d \sin \alpha_t + \frac{h_a^* - h_g^* + x}{\sin \alpha_t} \cdot m$	
6. Угол развернутости профиля зуба, соответствующий начальной точке модификации головки	ν_g	$\nu_g = \frac{2\rho_g}{d_b}$	
7. Диаметр окружности модификации головок зубьев	d_g	$d_g = \sqrt{d_b^2 + 4\rho_g^2}$	
8. Угол линии модификации головки торцового исходного контура в начальной точке модификации	α_{tM}	$\operatorname{tg} \alpha_{tM} = \frac{\Delta^*}{h_g^* \cos \beta} + \operatorname{tg} \alpha_t$	Формулы справедливы, если линия модификации головки исходного контура — прямая
9. Диаметр основной окружности эвольвенты, являющейся линией модификации головки зуба	d_{bM}	$d_{bM} = d \cos \alpha_{tM}$	
10. Нормальная глубина модификации торцового профиля головки зуба	Δ_{at}	$\Delta_{at} \approx \frac{d_b - d_{bM}}{2d_{bM}} \left(\sqrt{d_a^2 - d_{bM}^2} - \sqrt{d_g^2 - d_{bM}^2} \right)$ Если имеется притупление продольной кромки зуба вместо d_a следует подставлять d_k	
Расчет размера для контроля контактной линии поверхности зуба			
11. Основной угол наклона	β_b	$\sin \beta_b = \sin \beta \cos \alpha$	

Таблица 5

Расчет размеров для контроля взаимного пбложения одноименных профилей зубьев

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
1. Шаг зацепления	p_a	$p_a = \pi m \cos \alpha$
2. Осевой шаг	p_x	$p_x = \frac{\pi m}{\sin \beta}$
3. Ход	p_z	$p_z = z p_x$

Таблица 6

Проверка качества зацепления по геометрическим показателям

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Проверка отсутствия подрезания зуба		
1. Коэффициент наименьшего смещения	x_{\min}	$x_{\min} = h_t^* - h_a^* - \frac{z \sin^2 \alpha_t}{2 \cos \beta}$ <p>При $x > x_{\min}$ подрезание зуба исходной производящей рейкой отсутствует.</p> <p>При $\alpha = 20^\circ$ и $h_t^* - h_a^* = 1$ (включая исходный контур по ГОСТ 13755—81), упрощенный расчет x_{\min} приведен в табл. 3 приложения 1</p>
Проверка отсутствия интерференции зубьев		
2. Радиус кривизны в граничной точке профиля зуба	ρ_l	$\rho_l = 0,5d \sin \alpha_t - \frac{h_t^* - h_a^* - x}{\sin \alpha_t} m.$ <p>При $\rho_l < \rho_p$ интерференция зубьев отсутствует.</p> <p>Здесь ρ_p — по табл. 4, п. 3.</p> <p>При подрезании зуба $\rho_l < 0$</p>
Проверка коэффициента перекрытия		
3. Коэффициент торцового перекрытия	ϵ_α	$\epsilon_\alpha = \frac{z_1 \operatorname{tg} \alpha_{a1} + z_2 \operatorname{tg} \alpha_{a2} - (z_1 + z_2) \operatorname{tg} \alpha_{tw}}{2\pi},$ <p>где α_{a1} и α_{a2} — по табл. 4, п. 2.</p> <p>Формула справедлива, если отсутствует интерференция зубьев и верхняя точка активного профиля совпадает с точкой профиля на окружности вершин.</p> <p>Если имеется притупление продольной кромки зуба, то вместо α_{a1} и α_{a2} следует соответственно подставлять α_{k1} и α_{k2}, где α_{k1} и α_{k2} — по табл. 4, п. 2.</p> <p>Для прямозубых передач рекомендуется $\epsilon_\alpha \geq 1,2$.</p> <p>Для косозубых передач рекомендуется $\epsilon_\alpha \geq 1,0$.</p> <p>При $\alpha = 20^\circ$ и $h_a^* = 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70), упрощенный расчет ϵ_α передачи без смещения приведен в табл. 3 приложения 1</p>
4. Коэффициент осевого перекрытия	ϵ_β	$\epsilon_\beta = \frac{b_w}{p_x},$ <p>где b_w — рабочая ширина венца, p_x — по табл. 5, п. 2.</p> <p>Рекомендуется $\epsilon_\beta \geq 1,0$</p>

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
5. Коэффициент перекрытия	ϵ_{γ}	$\epsilon_{\gamma} = \epsilon_{\alpha} + \epsilon_{\beta}$
Дополнительный расчет при модификации головки исходного контура		
6. Угол профиля зуба в начальной точке модификации головки	α_g	$\cos \alpha_g = \frac{d_b}{d_g}$, где d_b и d_g — по табл. 4, пп. 1 и 7.
7. Часть коэффициента торцового перекрытия, определяемая участками торцовых профилей зубьев, совпадающими с главными профилями	$\epsilon_{\alpha M}$	$\epsilon_{\alpha M} = \frac{z_1 \operatorname{tg} \alpha_{g1} + z_2 \operatorname{tg} \alpha_{g2} - (z_1 + z_2) \operatorname{tg} \alpha_{f\omega}}{2\pi}$ При исходном контуре по ГОСТ 13755—81 в нем приведены допустимые значения $\epsilon_{\alpha M}$
Проверка нормальной толщины на поверхности вершин		
8. Угол наклона линии вершины зуба	β_a	$\operatorname{tg} \beta_a = \frac{d_a}{d} \operatorname{tg} \beta$
9. Нормальная толщина на поверхности вершин	s_{na}	$s_{na} = d_a \left(\frac{\frac{\pi}{2} + 2x \operatorname{tg} \alpha}{z} + \operatorname{inv} \alpha_t - \operatorname{inv} \alpha_a \right) \cos \beta_a$ Рекомендуется $s_{na} > 0,3m$ при однородной структуре материала зубьев и $s_{na} > 0,4m$ при поверхностном упрочнении зубьев. При $\alpha = 20^\circ$ и $h_a^* = 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70), если притупление продольных кромок не учитывается, упрощенный расчет s_{na} приведен в табл. 3 приложения 1

Примечания:

1. При $\alpha = 20^\circ$ и $h_a^* = 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) проверки коэффициента торцового перекрытия и нормальной толщины на поверхности вершин производятся по приложению 3. По этому же приложению при $\alpha = 20^\circ$ и $h_a^* = 1$ (включая исходный контур по ГОСТ 13755—81) производится проверка отсутствия интерференции зубьев и проверка отсутствия подрезания зуба.

2. Дополнительные указания, относящиеся к проверкам отсутствия подрезания зуба и интерференции зубьев зубчатых колес, окончательно обрабатываемых только зуборезным долбяком, приведены в приложении 4.

УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Таблица 1

Расчет некоторых основных геометрических параметров

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Расчет коэффициента суммы смещений x_{Σ} при заданном межосевом расстоянии a_w		
1. Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = \frac{a_w}{m} - \frac{z_1 + z_2}{2 \cos \beta}$
2. Вспомогательная величина	A	$A = \frac{1000 y \cos \beta}{z_1 + z_2}$
	B	Определяется по номограмме на черт. 1
	μ	Определяется по графику на черт. 2 Если $\beta=0$, то $\mu=0$
3. Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\frac{B}{1000} - \mu \right) \frac{z_1 + z_2}{\cos \beta}$
4. Коэффициент суммы смещений	x_{Σ}	$x_{\Sigma} = y + \Delta y$
Расчет межосевого расстояния a_w при заданных коэффициентах смещения x_1 и x_2		
5. Коэффициент суммы смещений	x_{Σ}	$x_{\Sigma} = x_1 + x_2$
6. Вспомогательная величина	B	$B = \frac{1000 x_{\Sigma} \cos \beta}{z_1 + z_2}$
	Γ	Определяется по номограмме на черт. 3
	ν	Определяется по графику на черт. 4 Если $\beta=0$, то $\nu=0$
7. Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\frac{\Gamma}{1000} - \nu \right) \frac{z_1 + z_2}{\cos \beta}$
8. Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = x_{\Sigma} - \Delta y$
9. Межосевое расстояние	a_w	$a_w = \left(\frac{z_1 + z_2}{2 \cos \beta} + y \right) m$
Расчет угла зацепления прямозубой передачи α_w и угла профиля α_t		
10. Вспомогательная величина	B	$B = \frac{1000 x_{\Sigma}}{z_1 + z_2}$
11. Угол зацепления прямой передачей	α_w	Определяется по номограмме на черт. 5
12. Угол профиля	α_t	Определяется по номограмме на черт. 6 Если $\beta=0$, то $\alpha_t = \alpha$

Расчет некоторых размеров для контроля взаимного положения разноименных профилей

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Расчет постоянной хорды и высоты до постоянной хорды		
1. Постоянная хорда, выраженная в долях модуля	\overline{s}_c^*	Определяется по табл. 4
2. Постоянная хорда	\overline{s}_c	$\overline{s}_c = \overline{s}_c^* m$ <p>Если значения \overline{s}_c^* находятся в пределах, определяемых по табл. 4 при $h_i^* - h_a^* \geq 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70), проверку условия $\rho_s > \rho_p$ производить не требуется.</p> <p>Здесь:</p> <p>ρ_s — по табл. 3, п. 1 настоящего стандарта, ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта.</p> <p>При исходном контуре по ГОСТ 13755—81 с модификацией головки $h_g^* = 0,45$ и $x > 0$ проверку условия $\rho_s > \rho_g$ производить не требуется.</p> <p>Здесь ρ_g — по табл. 4, п. 5 настоящего стандарта</p>
3. Расстояние постоянной хорды от делительной окружности, выраженное в долях модуля	\overline{h}_Δ^*	Определяется по табл. 4.
4. Высота до постоянной хорды	\overline{h}_c	$\overline{h}_c = 0,5(d_a - d) - \overline{h}_\Delta^* m$
Расчет длины общей нормали		
5. Условное число зубьев	z_K	$z_K = Kz$ <p>Здесь K определяется по табл. 5. Если $\beta = 0$, то $z_K = z$</p>
6. Часть длины общей нормали, определяемая целой частью z_T величины z_K , выраженная в долях модуля	W_T^*	Определяется по табл. 6. Если $\beta = 0$, то $z_T = z$
7. Часть длины общей нормали, определяемая дробной частью величины z_K , выраженная в долях модуля	W_n^*	$W_n^* = 0,0140 (z_K - z_T)$ <p>Если $\beta = 0$, то $W_n^* = 0$</p>
8. Часть длины общей нормали, определяемая смещением исходного контура, выраженная в долях модуля	W_x^*	$W_x^* = 0,6840x$
9. Длина общей нормали	W	$W = (W_T^* + W_n^* + W_x^*) m$ <p>Если значения W_T^* находятся в пределах, определяемых табл. 6 при $h_a^* = 1, h_i^* - h_a^* \geq 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) и значении d_a рассчитанном по формулам, приведенным в табл. 2 п. 15 настоящего стандарта, проверку условия $\rho_p < \rho_W < \rho_a$ производить не требуется.</p> <p>Здесь:</p> <p>ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта, ρ_W и ρ_a — по табл. 3, п. 5 настоящего стандарта.</p>

Продолжение табл. 2

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
9. Длина общей нормали	W	<p>При исходном контуре по ГОСТ 13755—81 с модификацией головки $h_g^* = 0,45$ проверку условия $\rho_W < \rho_g$ производить не требуется. Здесь ρ_g — по табл. 4, п. 5 настоящего стандарта.</p> <p>Для косозубых зубчатых колес должно выполняться дополнительное условие</p> $W < \frac{b}{\sin \beta_b},$ <p>где b — ширина венца, β_b — по табл. 4, п. 11 настоящего стандарта.</p> <p>Расчет вспомогательной величины λ для вычисления размера по роликам косозубых зубчатых колес с нечетным числом зубьев</p>
10. Вспомогательная величина	λ	Определяется по графику на черт. 7.

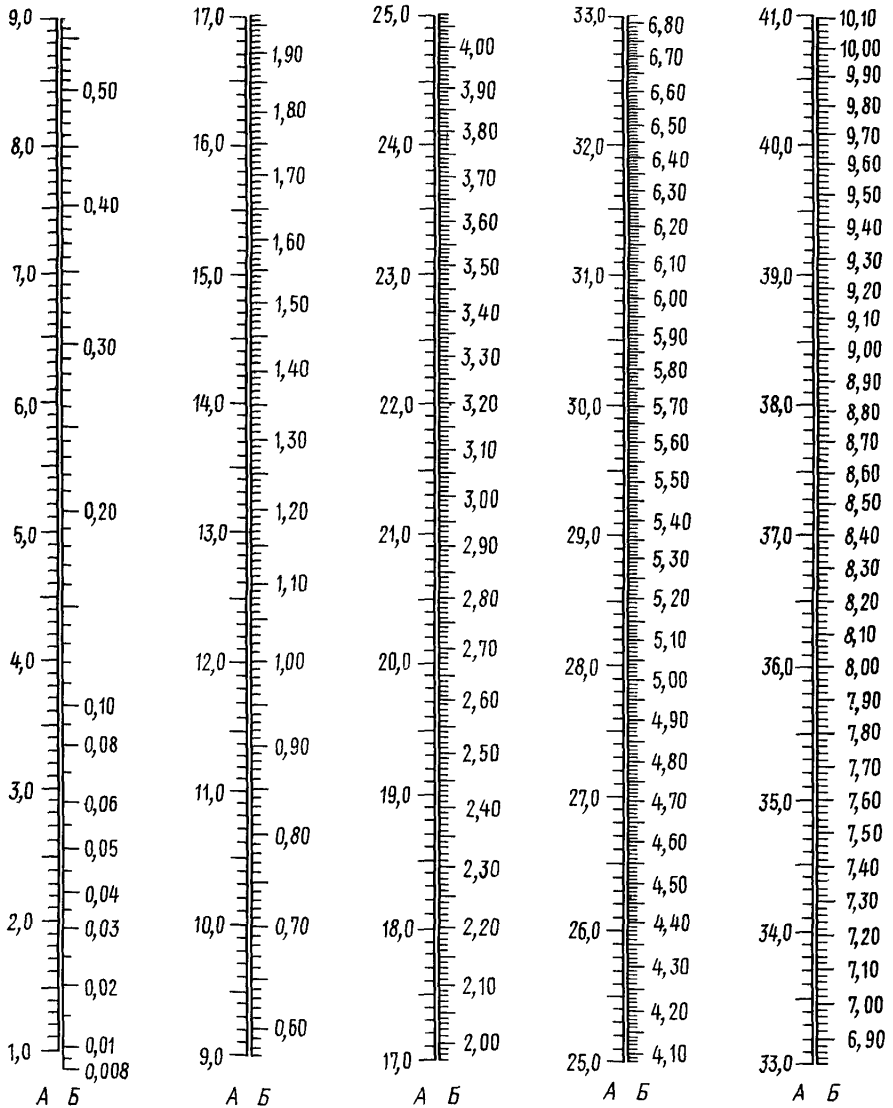
Таблица 3

Расчет некоторых геометрических показателей, определяющих качество зацепления

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Расчет коэффициента наименьшего смещения		
1. Коэффициент наименьшего смещения	x_{\min}	Определяется по графику на черт. 8.
Расчет коэффициента торцового перекрытия передачи без смещения		
2. Составляющая коэффициента перекрытия передачи без смещения, определяемая начальными головками зубьев	шестерни	ϵ_{a1}
	колеса	ϵ_{a2}
		Определяется по графику на черт. 9, если значения d_{a1} и d_{a2} рассчитаны по формулам, приведенным в табл. 2, п. 15 настоящего стандарта и притупление продольных кромок зубьев не учитывается
3. Коэффициент торцового перекрытия передачи без смещения	ϵ_α	$\epsilon_\alpha = \epsilon_{a1} + \epsilon_{a2}$
Расчет нормальной толщины на поверхности вершин		
4. Эквивалентное число зубьев	z_v	$z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta}$ <p>(округляется до ближайшего целого числа) Если $\beta = 0$, то $z_v = z$</p>
5. Окружная толщина зуба на окружности вершин эквивалентного зубчатого колеса, выраженная в долях модуля	s_{av}^*	Определяется по номограмме на черт. 10
6. Нормальная толщина на поверхности вершин	s_{na}^*	$s_{na} \approx s_{av}^* m$

Номограмма для определения вспомогательной величины B при заданном межосевом расстоянии a_w ($\alpha = 20^\circ$, $a_w > a$)

$$B = 500 \frac{\operatorname{inv} \gamma - \operatorname{inv} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha} - A, \text{ где } \cos \gamma = \frac{500 \cos \alpha}{A + 500}$$



Черт. 1

Пример. Дано:

$$z_1 = 9, z_2 = 26, m = 6 \text{ мм}, \beta = 22^\circ, a_w = 118 \text{ мм.}$$

Расчет:

$$y = \frac{a_w}{m} - \frac{z_1 + z_2}{2 \cos \beta} = \frac{118}{6} - \frac{9 + 26}{2 \cdot 0,927} = 0,792$$

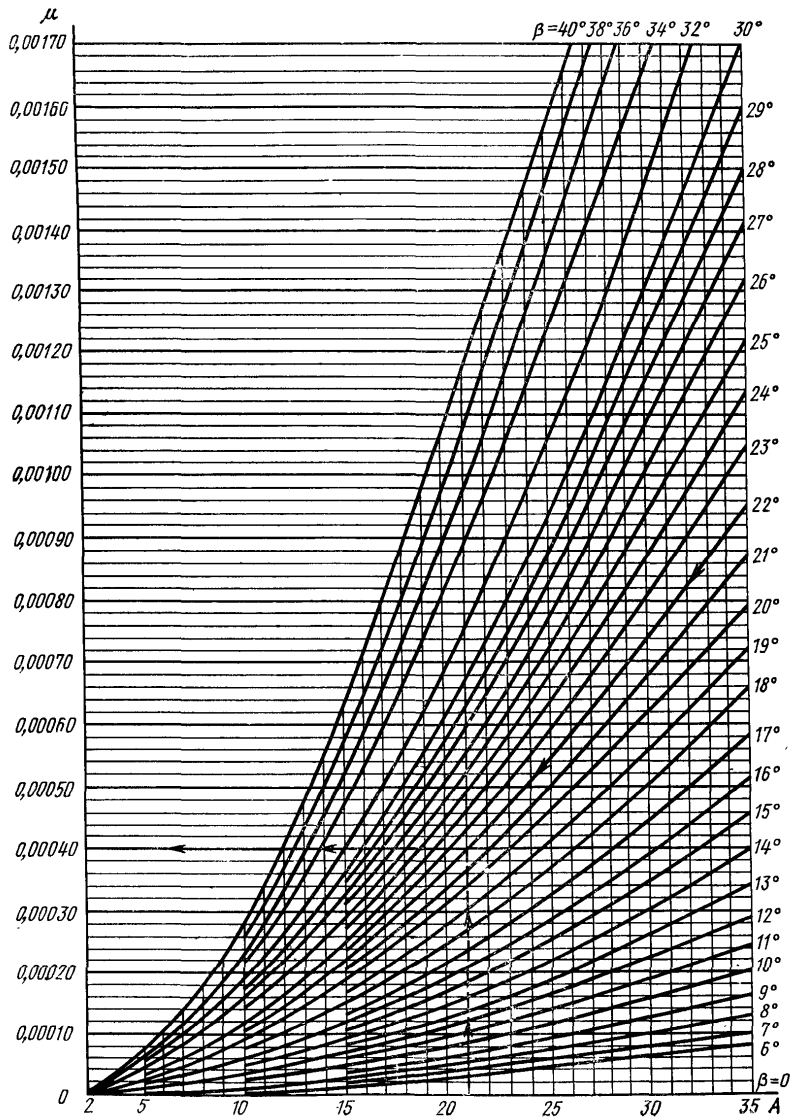
$$A = \frac{1000y \cos \beta}{z_1 + z_2} = \frac{1000 \cdot 0,792 \cdot 0,927}{35} = 20,97$$

По номограмме определяем $B = 2,92$.

График для определения вспомогательной величины μ в зависимости от A и β ($\alpha=20^\circ$)

$$\mu = \frac{\operatorname{inv} \alpha_w - \operatorname{inv} \alpha}{2 \operatorname{tg} \alpha} - \frac{\operatorname{inv} \alpha_{fw} - \operatorname{inv} \alpha_f}{2 \operatorname{tg} \alpha_f},$$

где $\cos \alpha_w = \frac{\cos \alpha}{1 + \frac{A}{500}}$; $\cos \alpha_{fw} = \frac{\cos \alpha_f}{1 + \frac{A}{500}}$



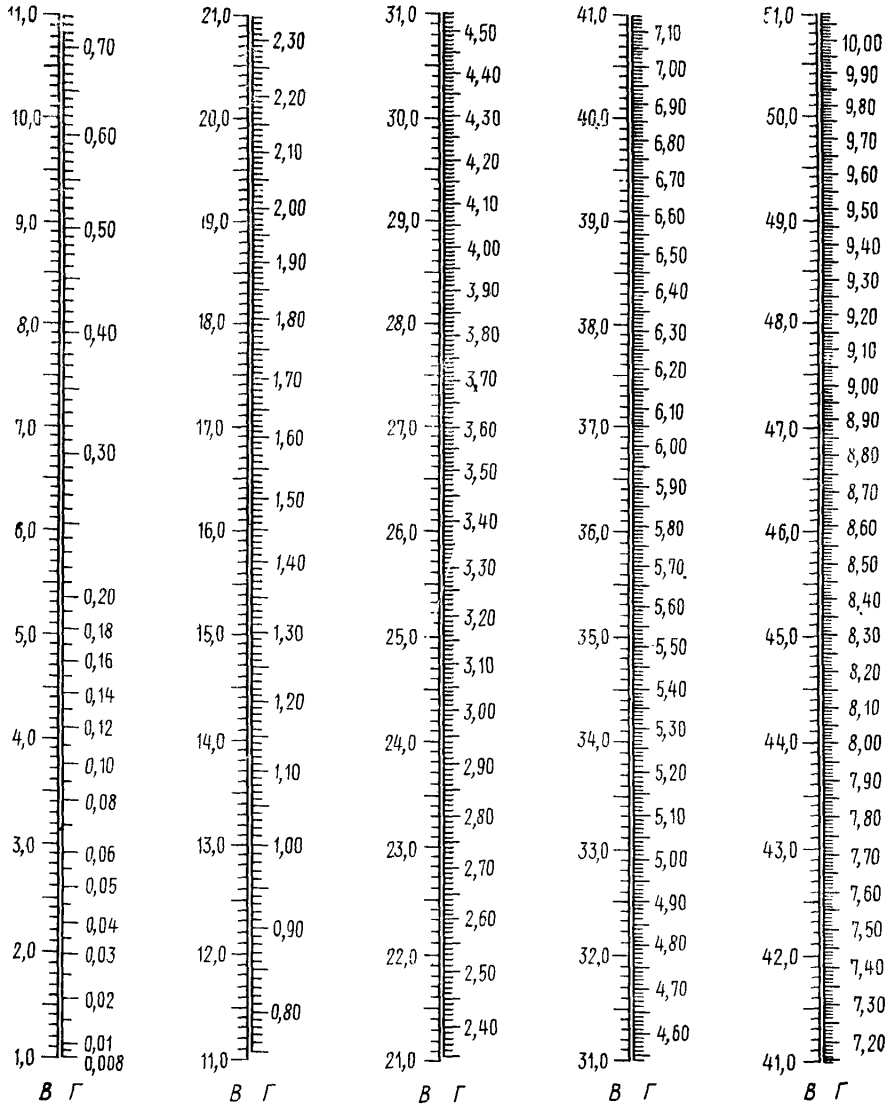
Черт. 2

Пример. Дано: $A=20,97$, $\beta=22^\circ$.

По графику определяем $\mu=0,00040$ (см. пунктир)

Номограмма для определения вспомогательной величины Γ при заданном коэффициенте суммы смещений x_{Σ} ($\alpha=20^\circ$, $x_{\Sigma} > 0$)

$$\Gamma = B - 500 \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \gamma} - 1 \right), \text{ где } \text{inv } \gamma = B \frac{\text{tg } \alpha}{500} + \text{inv } \alpha$$



Черт. 3

Пример. Дано:

$$z_1=9; z_2=26; m=6 \text{ мм}; \beta=22^\circ; x_1=0,587; x_2=0,300.$$

Расчет:

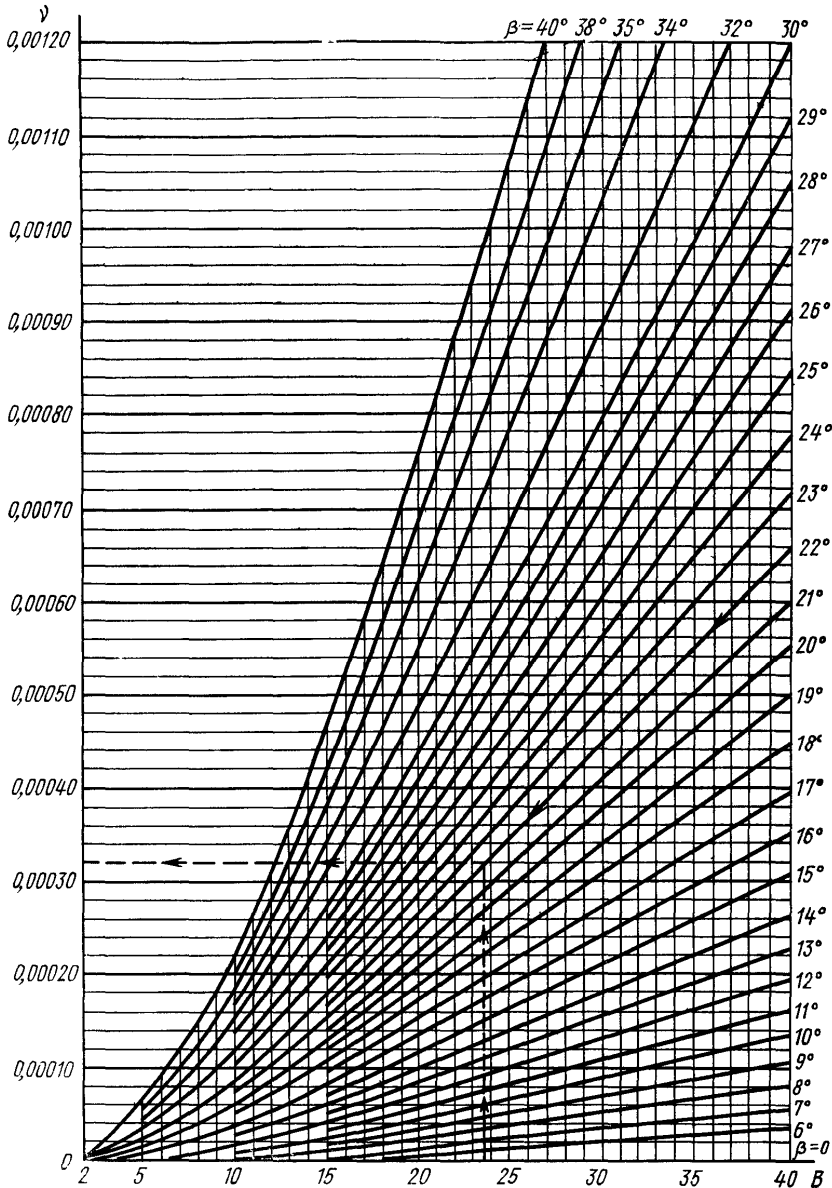
$$B = \frac{1000x_{\Sigma} \cos \beta}{z_1 + z_2} = \frac{1000 \cdot 0,887 \cdot 0,927}{35} = 23,49$$

По номограмме определяем $\Gamma=2,83$.

График для определения вспомогательной величины γ в зависимости от B и β ($\alpha=20^\circ$)

$$x = 0,5 \left(\frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw}} - \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w} \right), \text{ где } \operatorname{inv} \alpha_{tw} = B \frac{\operatorname{tg} \alpha_t}{500} + \operatorname{inv} \alpha_t ;$$

$$\operatorname{inv} \alpha_w = B \frac{\operatorname{tg} \alpha}{500} + \operatorname{inv} \alpha$$



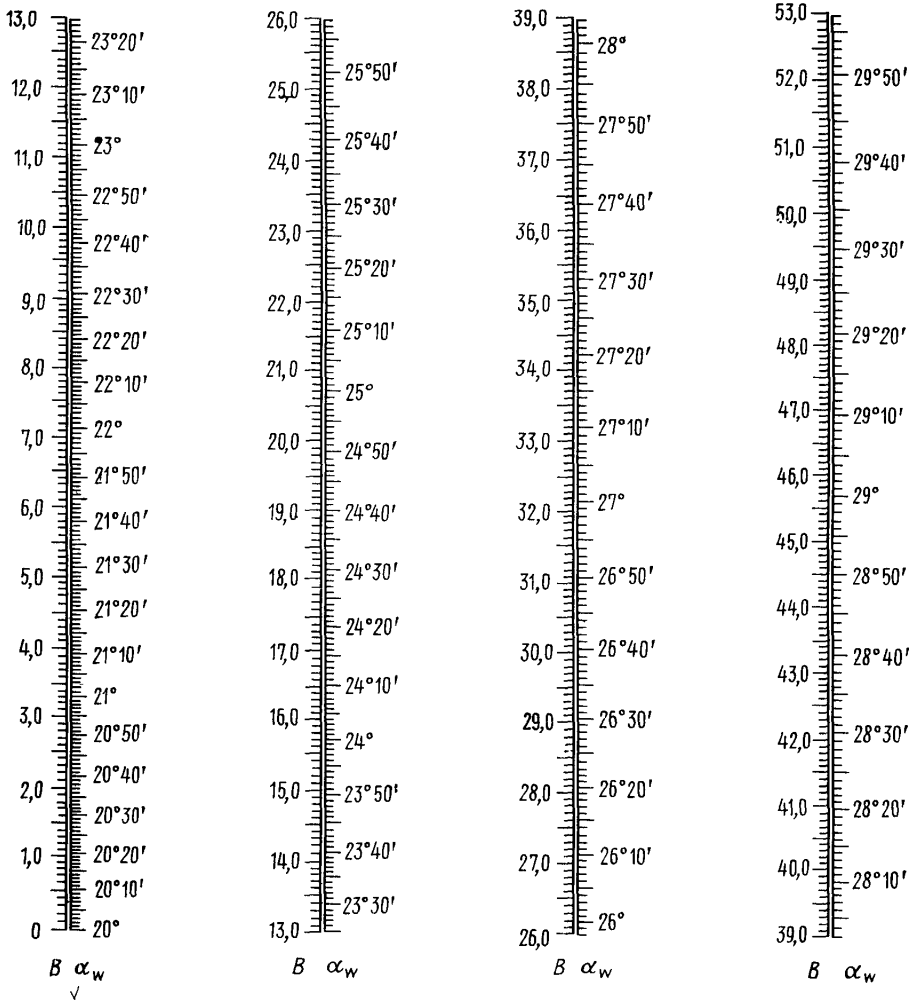
Черт. 4

Пример. Дано: $B=23, 49$, $\beta=22^\circ$.

По графику определяем $\gamma=0,00032$ (см. пунктир).

Номограмма для определения величины α_w в зависимости от x_{Σ} и z_1+z_2 ($\alpha=20^\circ$, $x_{\Sigma} > 0$)

$$\text{inv } \alpha_w = B \frac{\text{tg } \alpha}{500} + \text{inv } \alpha$$



Черт. 5

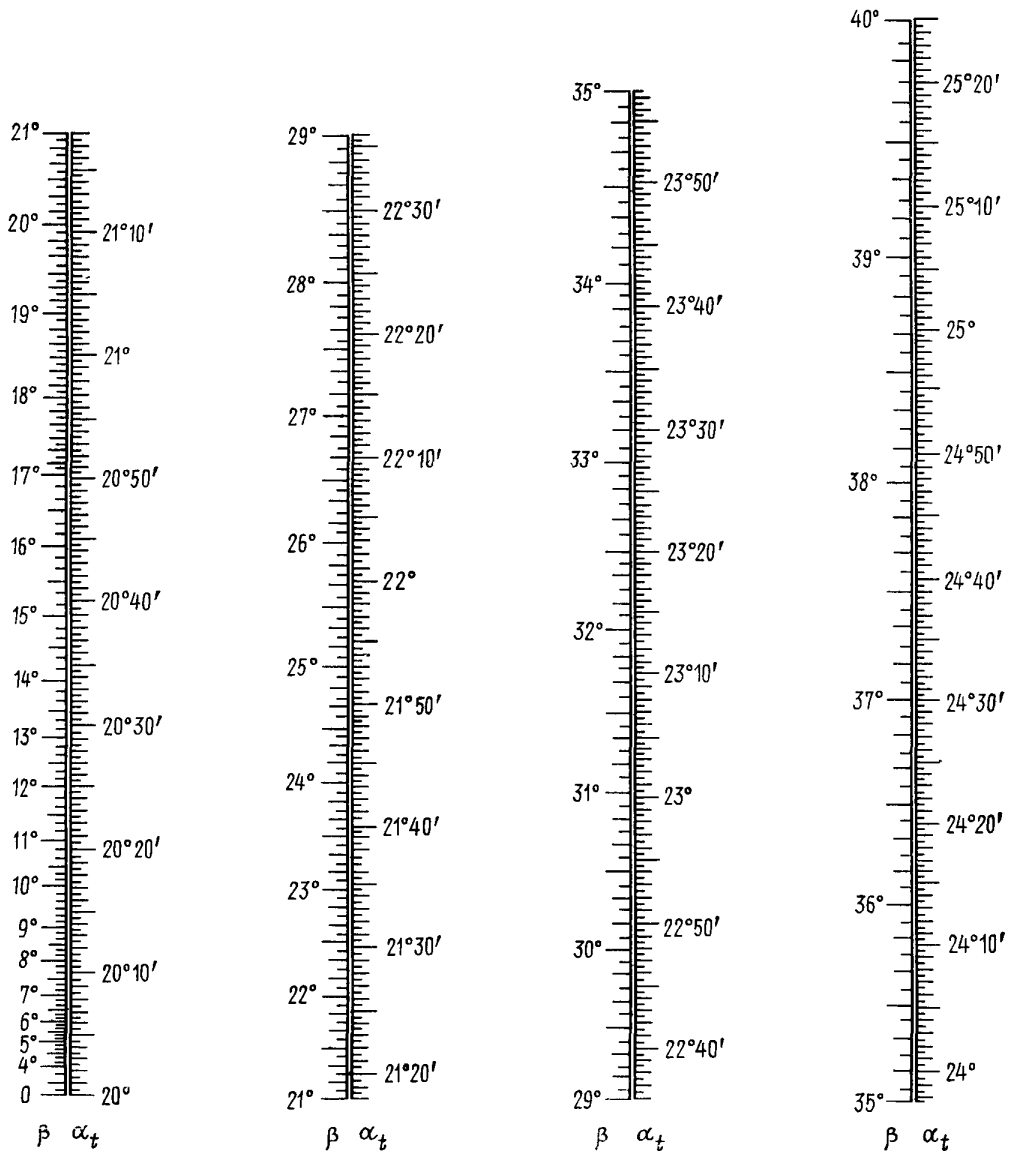
Пример. Дано: $z_1+z_2=50$, $x_{\Sigma}=1,154$.

Расчет:

$$B = \frac{1000x_{\Sigma}}{z_1+z_2} = \frac{1000 \cdot 1,154}{50} = 23,08.$$

По номограмме определяем $\alpha_w = 25^\circ 27'$.

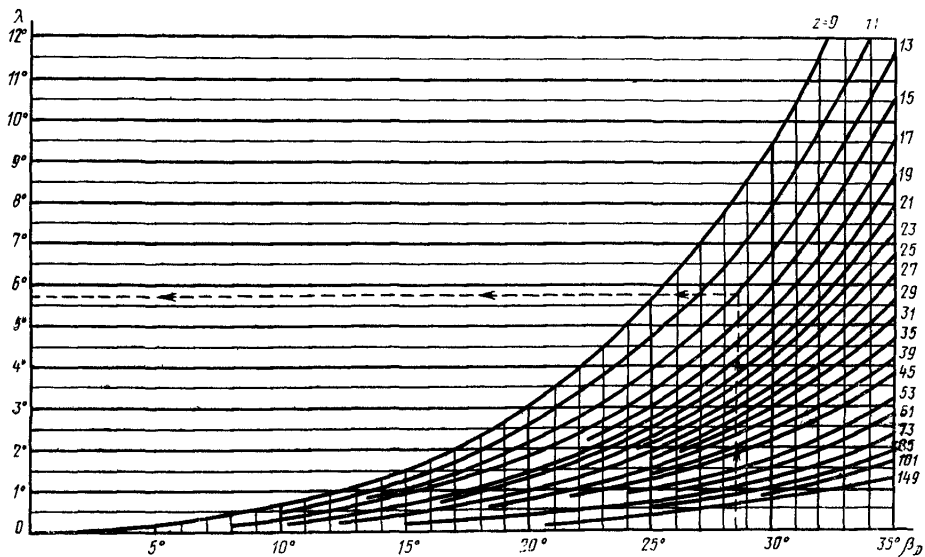
Номограмма для определения величины α_t в зависимости от β ($\alpha = 20^\circ$)



Черт. 6

Пример. Дано: $\beta = 22^\circ$.
По номограмме определяем $\alpha_t = 21^\circ 26'$.

График для определения величины λ в зависимости от z и β .



Черт. 7

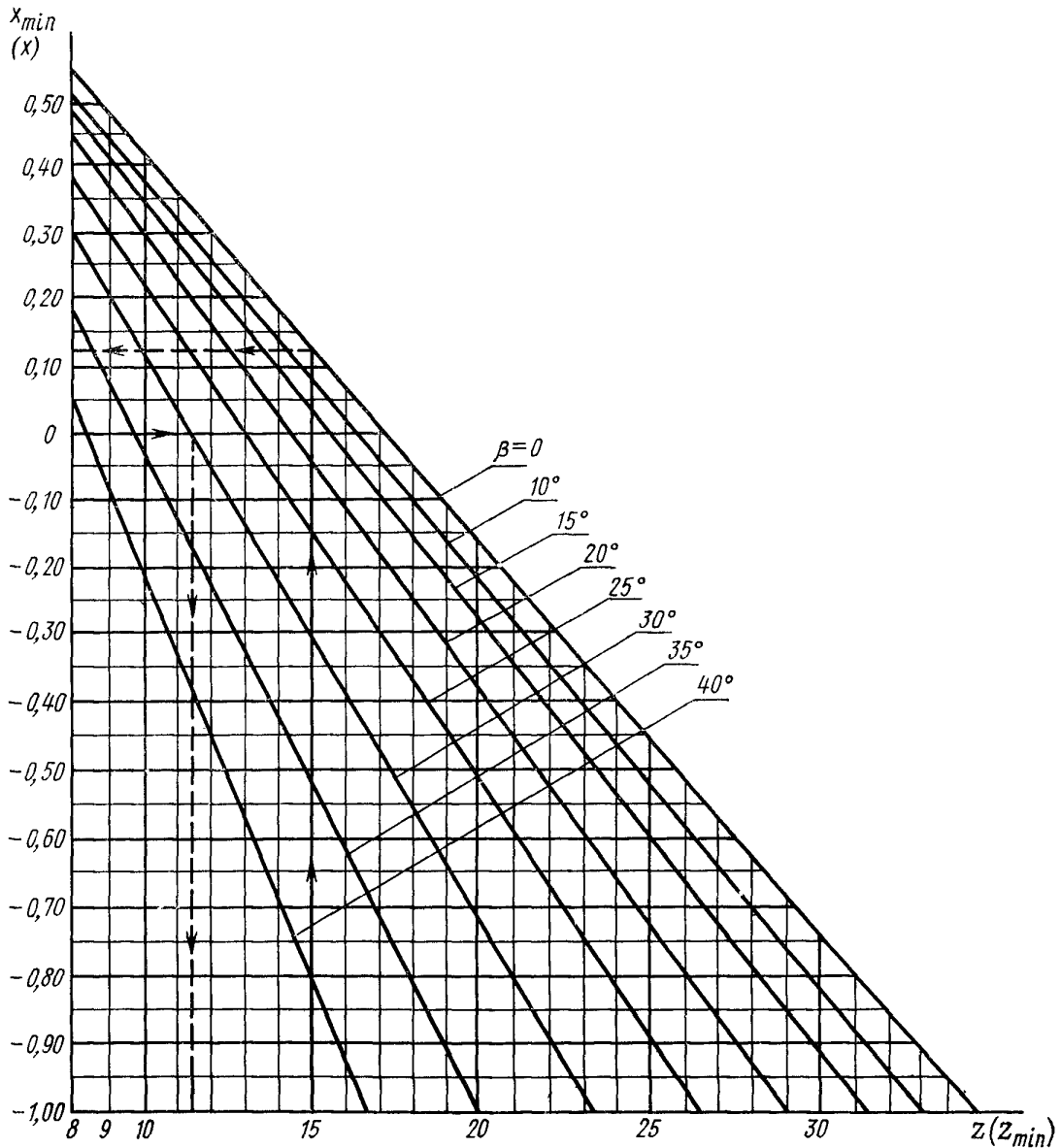
Пример. Дано: $z=13$, $\beta_D=28^\circ 40'$.

По графику определяем $\lambda=5^\circ 45'$ (см. пунктир).

График для определения величины x_{min} в зависимости от z и β или z_{min} — от x и β ($\alpha=20^\circ$, $h_t^* - h_a^* = 1$)

$$x_{min} = h_t^* - h_a^* - \frac{z \sin^2 \alpha_t}{2 \cos \beta}$$

$$z_{min} = \frac{2(h_t^* - h_a^* - x) \cos \beta}{\sin^2 \alpha_t} \text{ (округляется до ближайшего большего целого числа)}$$



Черт. 8

Примеры.

1. Дано: $z = 15$, $\beta = 0$.

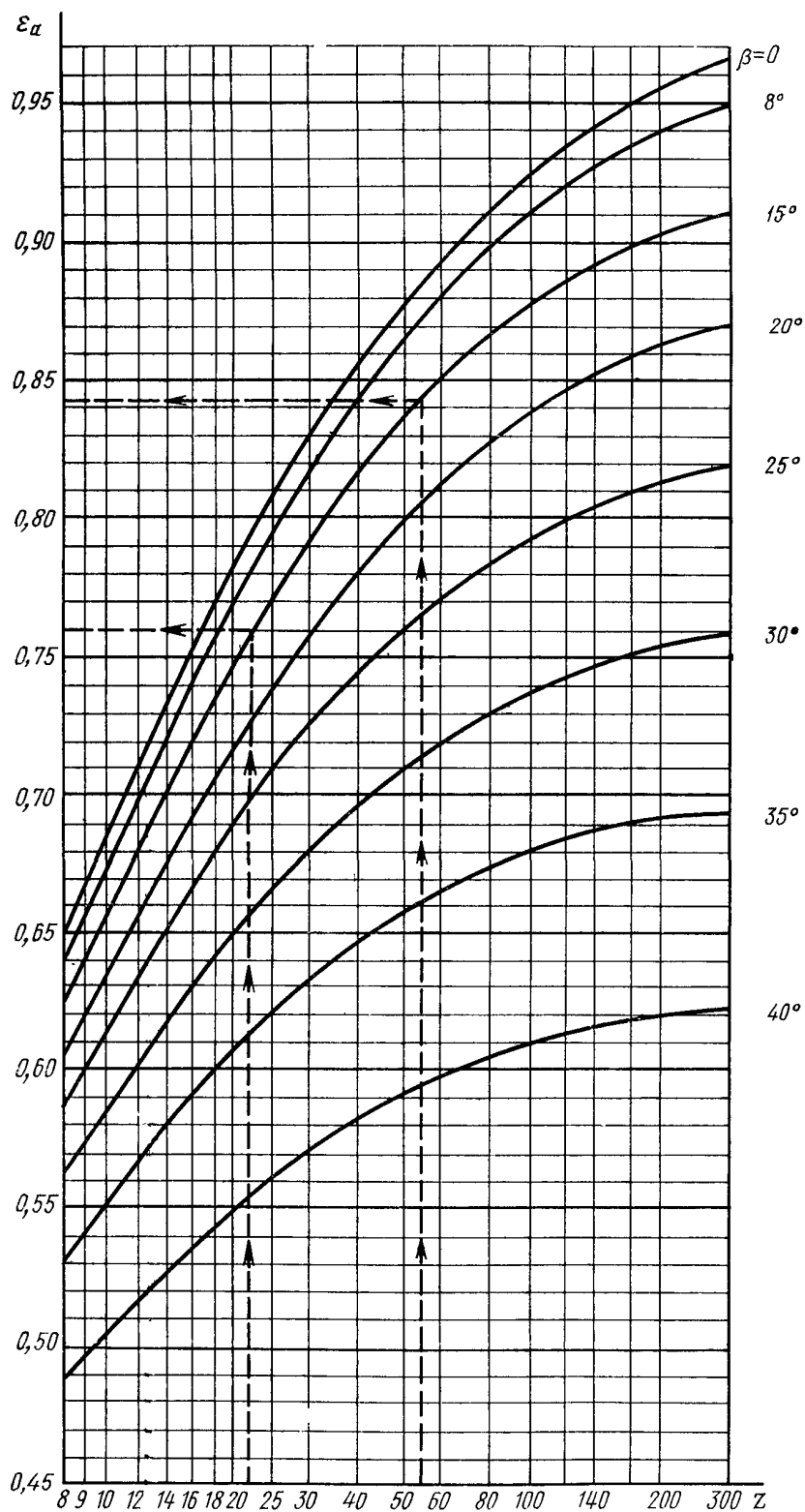
По графику определяем $x_{min} = 0,12$ (см. пунктир).

2. Дано: $x = 0$, $\beta = 30^\circ$.

По графику определяем наименьшее число зубьев $z_{min} = 10,12$ (см. пунктир).

График для определения величины ε_{a1} и ε_{a2} передачи без смещения в зависимости от z и β ($\alpha=20^\circ$, $h_a^* = 1$)

$$\varepsilon_a = \frac{z}{2\pi} (\operatorname{tg} \alpha_a - \operatorname{tg} \alpha_{tw})$$

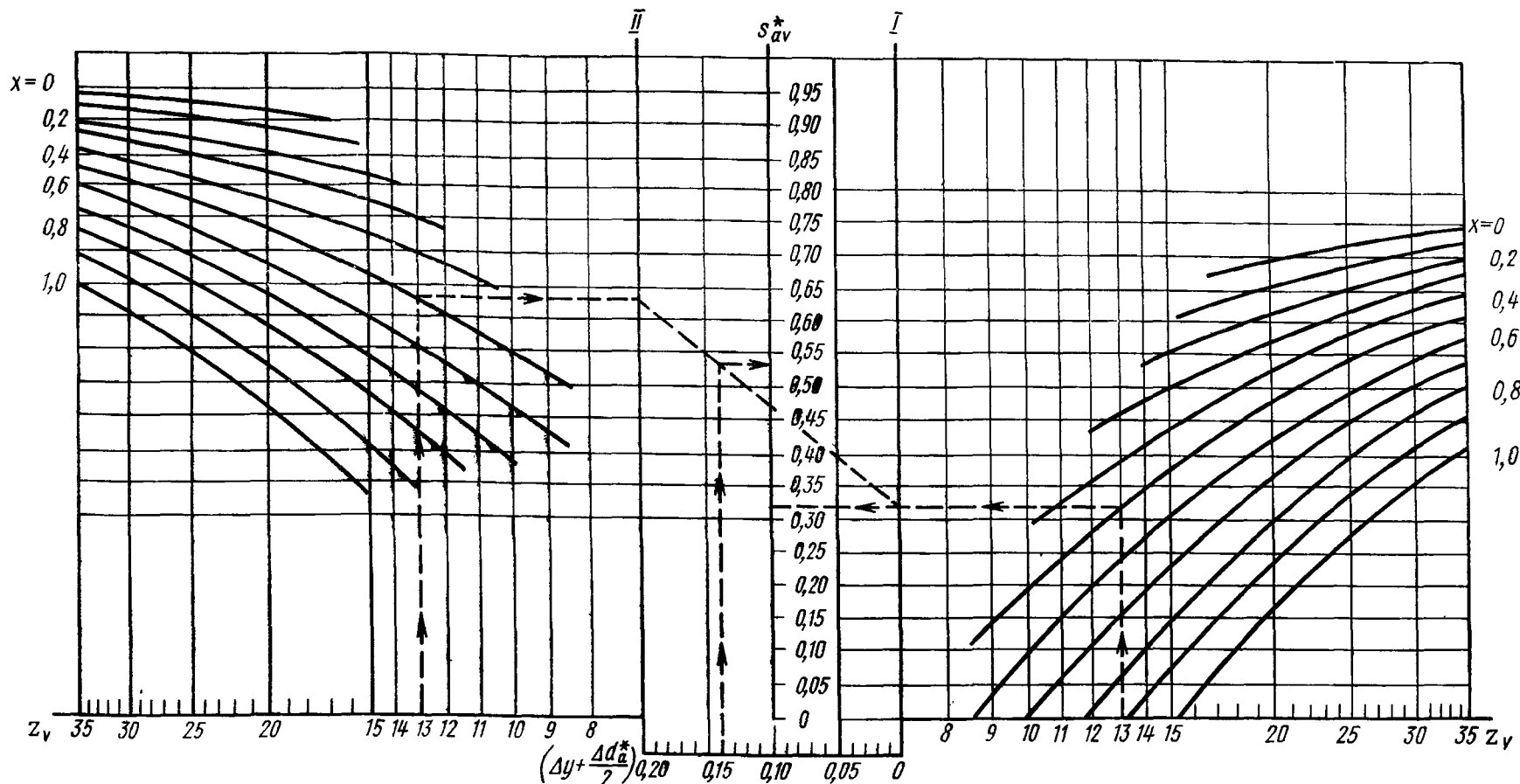


Черт. 9

Пример. Дано: $z_1 = 22$, $z_2 = 55$, $\beta = 15^\circ$.

По графику при z_1 и β определяем $\varepsilon_{a1} = 0,76$ (см. пункт),
при z_2 и β определяем $\varepsilon_{a2} = 0,84$ (см. пункт).

Номограмма для определения окружной толщины зуба на окружности вершин эквивалентного зубчатого колеса, выраженной в долях модуля s_{av}^* ($\alpha=20^\circ$, $h_a^*=1$)



Черт. 10

Δd_a^* — величина изменения диаметра вершины, рассчитанного по формуле, приведенной в табл. 2, п. 15 настоящего стандарта, выраженная в долях модуля (при уменьшении d_a эта величина положительная, при увеличении — отрицательная).

Примеры.

1. Дано: $z_v = 13$; $x = 0,5$; $(\Delta y + \frac{\Delta d_a^*}{2}) = 0,14$. На правой и левой частях номограммы по значениям $z_v = 13$ и $x = 0,5$ находим точки на осях I и II

соединяем их прямой и по значениям $(\Delta y + \frac{\Delta d_a^*}{2}) = 0,14$ получаем величину $s_{av}^* = 0,54$ (см. пунктир).

2. Дано: $z_v = 13$; $x = 0,5$; $(\Delta y + \frac{\Delta d_a^*}{2}) = 0$. Пользуясь правой частью номограммы и продолжая пунктир за ось I, получаем величину $s_{av}^* = 0,32$ (см. пунктир).

Значения постоянной хорды \overline{s}_c^* и расстояния ее от делительной окружности \overline{h}_Δ^* , выраженные в долях модуля ($\alpha = 20^\circ$)

$$\overline{s}_c^* = \frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha + x \sin 2\alpha$$

$$\overline{h}_\Delta^* = 0,5 \overline{s}_c^* \operatorname{tg} \alpha$$

x	\overline{s}_c^*	\overline{h}_Δ^*	x	\overline{s}_c^*	\overline{h}_Δ^*	x	\overline{s}_c^*	\overline{h}_Δ^*
-0,50	1,0657	0,1940	0,00	1,3870	0,2524	0,50	1,7084	0,3109
-0,49	1,0721	0,1951	0,01	1,3935	0,2536	0,51	1,7149	0,3121
-0,48	1,0785	0,1963	0,02	1,3999	0,2548	0,52	1,7213	0,3132
-0,47	1,0850	0,1975	0,03	1,4063	0,2559	0,53	1,7277	0,3144
-0,46	1,0914	0,1986	0,04	1,4128	0,2571	0,54	1,7341	0,3156
-0,45	1,0978	0,1998	0,05	1,4192	0,2583	0,55	1,7406	0,3168
-0,44	1,1042	0,2010	0,06	1,4256	0,2594	0,56	1,7470	0,3179
-0,43	1,1107	0,2021	0,07	1,4320	0,2606	0,57	1,7534	0,3191
-0,42	1,1171	0,2033	0,08	1,4385	0,2618	0,58	1,7599	0,3203
-0,41	1,1235	0,2045	0,09	1,4449	0,2630	0,59	1,7663	0,3214
-0,40	1,1299	0,2057	0,10	1,4513	0,2641	0,60	1,7727	0,3226
-0,39	1,1364	0,2068	0,11	1,4578	0,2653	0,61	1,7791	0,3238
-0,38	1,1428	0,2080	0,12	1,4642	0,2665	0,62	1,7856	0,3249
-0,37	1,1492	0,2092	0,13	1,4706	0,2676	0,63	1,7920	0,3261
-0,36	1,1557	0,2103	0,14	1,4770	0,2688	0,64	1,7984	0,3273
-0,35	1,1621	0,2115	0,15	1,4835	0,2700	0,65	1,8049	0,3284
-0,34	1,1685	0,2127	0,16	1,4899	0,2711	0,66	1,8113	0,3296
-0,33	1,1749	0,2138	0,17	1,4963	0,2723	0,67	1,8177	0,3308
-0,32	1,1814	0,2150	0,18	1,5028	0,2735	0,68	1,8241	0,3319
-0,31	1,1878	0,2162	0,19	1,5092	0,2747	0,69	1,8306	0,3331
-0,30	1,1942	0,2174	0,20	1,5156	0,2758	0,70	1,8370	0,3343
-0,29	1,2007	0,2185	0,21	1,5220	0,2770	0,71	1,8434	0,3355
-0,28	1,2071	0,2197	0,22	1,5285	0,2782	0,72	1,8498	0,3366
-0,27	1,2135	0,2209	0,23	1,5349	0,2793	0,73	1,8563	0,3378
-0,26	1,2199	0,2220	0,24	1,5413	0,2805	0,74	1,8627	0,3390
-0,25	1,2264	0,2232	0,25	1,5477	0,2817	0,75	1,8691	0,3401
-0,24	1,2328	0,2244	0,26	1,5542	0,2828	0,76	1,8756	0,3413
-0,23	1,2392	0,2255	0,27	1,5606	0,2840	0,77	1,8820	0,3425
-0,22	1,2457	0,2267	0,28	1,5670	0,2852	0,78	1,8884	0,3436
-0,21	1,2521	0,2279	0,29	1,5735	0,2864	0,79	1,8948	0,3448
-0,20	1,2585	0,2291	0,30	1,5799	0,2875	0,80	1,9013	0,3460
-0,19	1,2649	0,2302	0,31	1,5863	0,2887	0,81	1,9077	0,3472
-0,18	1,2714	0,2314	0,32	1,5927	0,2899	0,82	1,9141	0,3483
-0,17	1,2778	0,2326	0,33	1,5992	0,2910	0,83	1,9206	0,3495
-0,16	1,2842	0,2337	0,34	1,6056	0,2922	0,84	1,9270	0,3507
-0,15	1,2906	0,2349	0,35	1,6120	0,2934	0,85	1,9334	0,3518
-0,14	1,2971	0,2361	0,36	1,6185	0,2945	0,86	1,9398	0,3530
-0,13	1,3035	0,2372	0,37	1,6249	0,2957	0,87	1,9463	0,3542
-0,12	1,3099	0,2384	0,38	1,6313	0,2969	0,88	1,9527	0,3554
-0,11	1,3164	0,2396	0,39	1,6377	0,2981	0,89	1,9591	0,3565
-0,10	1,3228	0,2408	0,40	1,6442	0,2992	0,90	1,9655	0,3577
-0,09	1,3292	0,2419	0,41	1,6506	0,3004	0,91	1,9720	0,3589
-0,08	1,3356	0,2431	0,42	1,6570	0,3016	0,92	1,9784	0,3600
-0,07	1,3421	0,2443	0,43	1,6635	0,3027	0,93	1,9848	0,3612
-0,06	1,3485	0,2454	0,44	1,6699	0,3039	0,94	1,9913	0,3624
-0,05	1,3549	0,2466	0,45	1,6763	0,3051	0,95	1,9977	0,3635
-0,04	1,3614	0,2478	0,46	1,6827	0,3062	0,96	2,0041	0,3647
-0,03	1,3678	0,2490	0,47	1,6892	0,3074	0,97	2,0105	0,3659
-0,02	1,3742	0,2501	0,48	1,6956	0,3086	0,98	2,0170	0,3671
-0,01	1,3806	0,2513	0,49	1,7020	0,3098	0,99	2,0234	0,3682
						1,00	2,0298	0,3694

Значения коэффициента K ($\alpha = 20^\circ$)

$$K = \frac{\operatorname{inv} \alpha_t}{\operatorname{inv} \alpha}$$

β	K	β	K	β	K	β	K
8°00'	1,0283	16°00'	1,1192	24°00'	1,2933	32°00'	1,5952
8°10'	1,0295	16°10'	1,1219	24°10'	1,2980	32°10'	1,6033
8°20'	1,0308	16°20'	1,1246	24°20'	1,3029	32°20'	1,6116
8°30'	1,0321	16°30'	1,1274	24°30'	1,3078	32°30'	1,6200
8°40'	1,0334	16°40'	1,1302	24°40'	1,3127	32°40'	1,6285
8°50'	1,0347	16°50'	1,1330	24°50'	1,3177	32°50'	1,6371
9°00'	1,0360	17°00'	1,1358	25°00'	1,3227	33°00'	1,6457
9°10'	1,0374	17°10'	1,1387	25°10'	1,3278	33°10'	1,6545
9°20'	1,0388	17°20'	1,1416	25°20'	1,3330	33°20'	1,6634
9°30'	1,0402	17°30'	1,1446	25°30'	1,3382	33°30'	1,6723
9°40'	1,0417	17°40'	1,1476	25°40'	1,3435	33°40'	1,6814
9°50'	1,0432	17°50'	1,1507	25°50'	1,3488	33°50'	1,6906
10°00'	1,0447	18°00'	1,1538	26°00'	1,3542	34°00'	1,6999
10°10'	1,0462	18°10'	1,1569	26°10'	1,3597	34°10'	1,7092
10°20'	1,0478	18°20'	1,1600	26°20'	1,3652	34°20'	1,7188
10°30'	1,0494	18°30'	1,1632	26°30'	1,3708	34°30'	1,7284
10°40'	1,0510	18°40'	1,1664	26°40'	1,3765	34°40'	1,7381
10°50'	1,0527	18°50'	1,1697	26°50'	1,3822	34°50'	1,7479
11°00'	1,0544	19°00'	1,1730	27°00'	1,3880	35°00'	1,7579
11°10'	1,0561	19°10'	1,1764	27°10'	1,3938	35°10'	1,7680
11°20'	1,0578	19°20'	1,1798	27°20'	1,3997	35°20'	1,7782
11°30'	1,0596	19°30'	1,1832	27°30'	1,4057	35°30'	1,7884
11°40'	1,0614	19°40'	1,1867	27°40'	1,4117	35°40'	1,7989
11°50'	1,0632	19°50'	1,1902	27°50'	1,4178	35°50'	1,8095
12°00'	1,0651	20°00'	1,1938	28°00'	1,4240	36°00'	1,8201
12°10'	1,0670	20°10'	1,1974	28°10'	1,4303	36°10'	1,8309
12°20'	1,0689	20°20'	1,2010	28°20'	1,4366	36°20'	1,8419
12°30'	1,0708	20°30'	1,2047	28°30'	1,4429	36°30'	1,8529
12°40'	1,0728	20°40'	1,2085	28°40'	1,4494	36°40'	1,8641
12°50'	1,0748	20°50'	1,2123	28°50'	1,4559	36°50'	1,8754
13°00'	1,0769	21°00'	1,2161	29°00'	1,4626	37°00'	1,8869
13°10'	1,0790	21°10'	1,2200	29°10'	1,4693	37°10'	1,8985
13°20'	1,0811	21°20'	1,2239	29°20'	1,4760	37°20'	1,9102
13°30'	1,0832	21°30'	1,2279	29°30'	1,4828	37°30'	1,9221
13°40'	1,0854	21°40'	1,2319	29°40'	1,4897	37°40'	1,9341
13°50'	1,0876	21°50'	1,2360	29°50'	1,4967	37°50'	1,9463
14°00'	1,0898	22°00'	1,2401	30°00'	1,5038	38°00'	1,9586
14°10'	1,0921	22°10'	1,2442	30°10'	1,5109	38°10'	1,9710
14°20'	1,0944	22°20'	1,2484	30°20'	1,5182	38°20'	1,9836
14°30'	1,0967	22°30'	1,2527	30°30'	1,5255	38°30'	1,9963
14°40'	1,0991	22°40'	1,2570	30°40'	1,5329	38°40'	2,0093
14°50'	1,1015	22°50'	1,2614	30°50'	1,5404	38°50'	2,0224
15°00'	1,1039	23°00'	1,2658	31°00'	1,5479	39°00'	2,0355
15°10'	1,1064	23°10'	1,2702	31°10'	1,5556	39°10'	2,0490
15°20'	1,1089	23°20'	1,2747	31°20'	1,5633	39°20'	2,0626
15°30'	1,1114	23°30'	1,2793	31°30'	1,5712	39°30'	2,0764
15°40'	1,1140	23°40'	1,2839	31°40'	1,5791	39°40'	2,0902
15°50'	1,1166	23°50'	1,2886	31°50'	1,5871	39°50'	2,1043
						40°00'	2,1185

Значения части длины общей нормали W_T^* , выраженной в долях модуля ($\alpha=20^\circ$)

z_T	x	W_T^*	z_W	z_T	x	W_T^*	z_W
8	От 0,55 до 0,80	4,5402	2	36	От -0,50 до 0	10,8367	4
9	От 0,50 до 0,80	4,5542	2		Св. 0 до 0,65	13,7888	5
10	От 0,40 до 0,80	4,5683	2		Св. 0,65 до 1,00	16,7409	6
11	От 0,35 до 0,65	4,5823	2	37	От -0,50 до -0,05	10,8507	4
	Св. 0,65 до 0,90	7,5344	3		Св. -0,05 до 0,60	13,8028	5
12	От 0,30 до 0,50	4,5963	2		Св. 0,60 до 1,00	16,7549	6
	Св. 0,50 до 1,00	7,5484	3	38	От -0,50 до -0,10	10,8647	4
13	От 0,25 до 0,40	4,6103	2		Св. -0,10 до 0,50	13,8168	5
	Св. 0,40 до 1,00	7,5624	3		Св. -0,50 до 1,00	16,7689	6
14	От 0,20 до 0,30	4,6243	2	39	От -0,50 до -0,20	10,8787	4
	Св. 0,30 до 1,00	7,5764	3		Св. -0,20 до 0,40	13,8308	5
15	От 0,15 до 0,20	4,6383	2		Св. 0,40 до 1,00	16,7829	6
	Св. 0,20 до 1,00	7,5904	3	40	От -0,50 до -0,25	10,8927	4
16	От 0,05 до 0,15	4,6523	2		Св. -0,25 до 0,35	13,8448	5
	Св. 0,15 до 1,00	7,6044	3		Св. 0,35 до 1,00	16,7969	6
17	От 0 до 0,90	7,6184	3	41	От -0,50 до -0,30	10,9067	4
	Св. 0,90 до 1,00	10,5705	4		Св. -0,30 до 0,25	13,8588	5
18	От 0 до 0,75	7,6324	3		Св. 0,25 до 1,00	16,8109	6
	Св. 0,75 до 1,00	10,5845	4	42	От -0,50 до -0,35	10,9207	4
19	От -0,05 до 0,65	7,6464	3		Св. -0,35 до 0,20	13,8728	5
	Св. 0,65 до 1,00	10,5985	4		Св. 0,20 до 1,00	16,8249	6
20	От -0,10 до 0,55	7,6604	3	43	От -0,50 до -0,40	10,9347	4
	Св. 0,55 до 1,00	10,6125	4		Св. -0,40 до 0,15	13,8868	5
21	От -0,15 до 0,45	7,6744	3		Св. 0,15 до 0,80	16,8389	6
	Св. 0,45 до 1,00	10,6265	4	Св. 0,80 до 1,00	19,7910	7	
22	От -0,25 до 0,35	7,6884	3	44	От -0,50 до -0,45	10,9487	4
	Св. 0,35 до 1,00	10,6405	4		Св. -0,45 до 0,05	13,9008	5
23	От -0,30 до 0,30	7,7024	3		Св. 0,05 до 0,75	16,8529	6
	Св. 0,30 до 1,00	10,6545	4	Св. 0,75 до 1,00	19,8050	7	
24	От -0,35 до 0,20	7,7165	3	45	От -0,50 до 0	13,9148	5
	Св. 0,20 до 1,00	10,6686	4		Св. 0 до 0,65	16,8669	6
25	От -0,35 до 0,15	7,7305	3		Св. 0,65 до 1,00	19,8190	7
	Св. 0,15 до 1,00	10,6826	4	46	От -0,50 до -0,05	13,9289	5
26	От -0,40 до 0,05	7,7445	3		Св. -0,05 до 0,55	16,8810	6
	Св. 0,05 до 0,80	10,6966	4		Св. 0,55 до 1,00	19,8331	7
27	Св. 0,80 до 1,00	13,6487	5	47	От -0,50 до -0,10	13,9429	5
	27	От -0,45 до 0	7,7585		3	Св. -0,10 до 0,50	16,8950
Св. 0 до 0,70		10,7106	4		Св. 0,50 до 1,00	19,8471	7
28	Св. 0,70 до 1,00	13,6627	5	48	От -0,50 до -0,20	13,9569	5
	От -0,50 до -0,05	7,7725	3		Св. -0,20 до 0,40	16,9090	6
Св. -0,05 до 0,60	10,7246	4	Св. 0,40 до 1,00		19,8611	7	
29	Св. 0,60 до 1,00	13,6767	5	49	От -0,50 до -0,25	13,9709	5
	От -0,50 до -0,10	7,7865	3		Св. -0,25 до 0,35	16,9230	6
Св. -0,10 до 0,50	10,7886	4	Св. 0,35 до 1,00		19,8751	7	
30	Св. 0,50 до 1,00	13,6907	5	50	От -0,50 до -0,30	13,9849	5
	От -0,50 до -0,20	7,8005	3		Св. -0,30 до 0,25	16,9370	6
Св. -0,20 до 0,45	10,7526	4	Св. 0,25 до 1,00		19,8891	7	
31	Св. 0,45 до 1,00	13,7047	5	51	От -0,50 до -0,35	13,9989	5
	От -0,50 до -0,25	7,8145	3		Св. -0,35 до 0,20	16,9510	6
Св. -0,25 до 0,35	10,7666	4	Св. 0,20 до 1,00		19,9031	7	
32	Св. 0,35 до 1,00	13,7187	5	52	От -0,50 до -0,40	14,0129	5
	От -0,50 до -0,30	7,8285	3		Св. -0,40 до 0,15	16,9650	6
Св. -0,30 до 0,25	10,7806	4	Св. 0,15 до 0,80		19,9171	7	
33	Св. 0,25 до 1,00	13,7327	5	Св. 0,80 до 1,00	22,8692	8	
	От -0,50 до -0,35	7,8425	3	53	От -0,50 до -0,45	14,0269	5
Св. -0,35 до 0,20	10,7946	4	Св. -0,45 до 0,05		16,9790	6	
Св. 0,20 до 1,00	13,7467	5	Св. 0,05 до 0,70		19,9311	7	
34	Св. 0,70 до 1,00	13,7585	5	Св. 0,70 до 1,00	22,8832	8	
	От -0,50 до -0,40	7,8565	3	54	От -0,50 до 0	16,9930	6
Св. -0,40 до 0,15	10,8086	4	Св. 0 до 0,65		19,9451	7	
Св. 0,15 до 1,00	13,7607	5	Св. 0,65 до 1,00		22,8972	8	
35	От -0,50 до -0,45	7,8706	3	55	От -0,50 до -0,05	17,0071	6
	Св. 0,45 до 0,05	10,8227	4		Св. -0,05 до 0,55	19,9592	7
	Св. 0,05 до 0,75	13,7748	5		Св. 0,55 до 1,00	22,9113	8
	Св. 0,75 до 1,00	16,7269	6				

Продолжение табл. 6

z_T	x	W_T^*	z_W	z_T	x	W_T^*	z_W
56	От -0,50 до -0,10	17,0211	6	77	От -0,50 до -0,30	23,2194	8
	Св. -0,10 до 0,50	19,9732	7		Св. -0,30 до 0,25	26,1715	9
	Св. 0,50 до 1,00	22,9253	8		Св. 0,25 до 1,00	29,1236	10
57	От -0,50 до -0,20	17,0351	6	78	От -0,50 до -0,35	23,2334	8
	Св. -0,20 до 0,40	19,9872	7		Св. -0,35 до 0,20	26,1855	9
	Св. 0,40 до 1,00	22,9393	8		Св. 0,20 до 0,85	29,1376	10
58	От -0,50 до -0,25	17,0491	6	79	Св. 0,85 до 1,00	32,0897	11
	Св. -0,25 до 0,35	20,0012	7		От -0,50 до -0,40	23,2474	8
	Св. 0,35 до 1,00	22,9533	8		Св. -0,40 до 0,15	26,1995	9
59	От -0,50 до -0,30	17,0631	6	80	Св. 0,15 до 0,75	29,1516	10
	Св. -0,30 до 0,25	20,0152	7		Св. 0,75 до 1,00	32,1037	11
	Св. 0,25 до 1,00	22,9673	8		От -0,50 до 0,05	26,2135	9
60	От -0,50 до -0,35	17,0771	6	81	Св. 0,05 до 0,70	29,1656	10
	Св. -0,35 до 0,20	20,0292	7		Св. 0,70 до 1,00	32,1177	11
	Св. 0,20 до 1,00	22,9813	8		От -0,50 до 0	26,2276	9
61	От -0,50 до -0,40	17,0911	6	82	Св. 0 до 0,60	29,1797	10
	Св. -0,40 до 0,15	20,0432	7		Св. 0,60 до 1,00	32,1318	11
	Св. 0,15 до 0,80	22,9953	8		От -0,50 до -0,05	26,2416	9
62	Св. 0,80 до 1,00	25,9474	9	83	Св. -0,05 до 0,55	29,1937	10
	От -0,50 до -0,45	17,1051	6		Св. 0,55 до 1,00	32,1458	11
	Св. -0,45 до 0,05	20,0572	7		От -0,50 до -0,10	26,2556	9
63	Св. 0,05 до 0,70	23,0093	8	84	Св. -0,10 до 0,45	29,2077	10
	Св. 0,70 до 1,00	25,9614	9		Св. 0,45 до 1,00	32,1598	11
	От -0,50 до 0	20,0712	7		От -0,50 до -0,20	26,2696	9
64	Св. 0 до 0,60	23,0233	8	85	Св. -0,20 до 0,40	29,2217	10
	Св. 0,60 до 1,00	25,9754	9		Св. 0,40 до 1,00	32,1738	11
	От -0,50 до -0,05	20,0852	7		От -0,50 до -0,25	26,2836	9
65	Св. -0,05 до 0,55	23,0373	8	86	Св. -0,25 до 0,35	29,2357	10
	Св. 0,55 до 1,00	25,9894	9		Св. 0,35 до 1,00	32,1878	11
	От -0,50 до -0,10	20,0992	7		От -0,50 до -0,30	26,2976	9
66	Св. -0,10 до 0,45	23,0513	8	87	Св. -0,30 до 0,25	29,2497	10
	Св. 0,45 до 1,00	26,0034	9		Св. 0,25 до 1,00	32,2018	11
	От -0,50 до -0,20	20,1132	7		От -0,50 до -0,35	26,3116	9
67	Св. -0,20 до 0,40	23,0653	8	88	Св. -0,35 до 0,20	29,2637	10
	Св. 0,40 до 1,00	26,0174	9		Св. 0,20 до 0,85	32,2158	11
	От -0,50 до -0,25	20,1272	7		Св. 0,85 до 1,00	35,1679	12
68	Св. -0,25 до 0,35	23,0793	8	89	От -0,50 до -0,40	26,3256	9
	Св. 0,35 до 1,00	26,0314	9		Св. -0,40 до 0,15	29,2777	10
	От -0,50 до -0,30	20,1412	7		Св. 0,15 до 0,75	32,2298	11
69	Св. -0,30 до 0,25	23,0933	8	90	Св. 0,75 до 1,00	35,1819	12
	Св. 0,25 до 1,00	26,0454	9		От -0,50 до 0,05	29,2917	10
	От -0,50 до -0,35	20,1553	7		Св. 0,05 до 0,70	32,2438	11
70	Св. -0,35 до 0,20	23,1074	8	91	Св. 0,70 до 1,00	35,1959	12
	Св. 0,20 до 0,85	26,0595	9		От -0,50 до 0	29,3057	10
	Св. 0,85 до 1,00	29,0116	10		Св. 0 до 0,60	32,2578	11
71	От -0,50 до -0,40	20,1693	7	92	Св. 0,60 до 1,00	35,2099	12
	Св. -0,40 до 0,15	23,1214	8		От -0,50 до -0,05	29,3198	10
	Св. 0,15 до 0,75	26,0735	9		Св. -0,05 до 0,55	32,2719	11
72	Св. 0,75 до 1,00	29,0256	10	93	Св. 0,55 до 1,00	35,2240	12
	От -0,50 до 0,05	23,1354	8		От -0,50 до -0,10	29,3338	10
	Св. 0,05 до 0,70	26,0875	9		Св. -0,10 до 0,45	32,2859	11
73	Св. 0,70 до 1,00	29,0396	10	94	Св. 0,45 до 1,00	35,2380	12
	От -0,50 до 0	23,1494	8		От -0,50 до -0,20	29,3478	10
	Св. 0 до 0,60	26,1015	9		Св. -0,20 до 0,40	32,2999	11
74	Св. 0,60 до 1,00	29,0536	10	95	Св. 0,40 до 1,00	35,2520	12
	От -0,50 до -0,05	23,1634	8		От -0,50 до -0,25	29,3618	10
	Св. -0,05 до 0,55	26,1155	9		Св. -0,25 до 0,35	32,3139	11
75	Св. 0,55 до 1,00	29,0676	10	96	Св. 0,35 до 1,00	35,2660	12
	От -0,50 до -0,10	23,1774	8		От -0,50 до -0,30	29,3758	10
	Св. 0,10 до 0,45	26,1295	9		Св. -0,30 до 0,25	32,3279	11
76	Св. 0,45 до 1,00	29,0816	10	96	Св. 0,25 до 1,00	35,2800	12
	От -0,50 до -0,20	23,1914	8		От -0,50 до -0,35	29,3898	10
	Св. -0,20 до 0,40	26,1435	9		Св. -0,35 до 0,20	32,3419	11
76	Св. 0,40 до 1,00	29,0956	10	96	Св. 0,20 до 0,80	35,2940	12
	От -0,50 до -0,25	23,2054	8		Св. 0,80 до 1,00	38,2461	13
	Св. -0,25 до 0,35	26,1575	9				
	Св. 0,35 до 1,00	29,1096	10				

z_T	x	W_T^*	z_W	z_T	x	W_T^*	z_W
97	От -0,50 до -0,40	29,4038	10	113	От -0,50 до -0,30	35,5321	12
	Св. -0,40 до 0,15	32,3559	11		Св. -0,30 до -0,25	38,4842	13
	Св. 0,15 до 0,75	35,3080	12		Св. 0,25 до 1,00	41,4363	14
	Св. 0,75 до 1,00	38,2601	13				
98	От -0,50 до 0,05	32,3699	11	114	От -0,50 до -0,35	35,5461	12
	Св. 0,05 до 0,70	35,3220	12		Св. -0,35 до 0,20	38,4982	13
	Св. 0,70 до 1,00	38,2741	13		Св. 0,20 до 0,80	41,4503	14
99	От -0,50 до 0	32,3839	11	115	Св. 0,80 до 1,00	44,4024	15
	Св. 0 до 0,60	35,3360	12		От -0,50 до -0,45	35,5602	12
	Св. 0,60 до 1,00	38,2881	13		Св. -0,45 до -0,15	38,5123	13
100	От -0,50 до -0,05	32,3979	11	116	Св. 0,15 до 0,75	41,4644	14
	Св. -0,05 до 0,55	35,3500	12		Св. 0,75 до 1,00	44,4165	15
	Св. 0,55 до 1,00	38,3021	13		От -0,50 до 0,05	38,5263	13
101	От -0,50 до -0,15	32,4119	11	117	Св. 0,05 до 0,65	41,4784	14
	Св. -0,15 до 0,45	35,3640	12		Св. 0,65 до 1,00	44,4305	15
	Св. 0,45 до 1,00	38,3161	13		От -0,50 до 0	38,5403	13
102	От -0,50 до -0,20	32,4260	11	118	Св. 0 до 0,60	41,4924	14
	Св. -0,20 до 0,40	35,3781	12		Св. 0,60 до 1,00	44,4445	15
	Св. 0,40 до 1,00	38,3302	13		От -0,50 до -0,05	38,5543	13
103	От -0,50 до -0,25	32,4400	11	119	Св. -0,05 до 0,55	41,5064	14
	Св. -0,25 до 0,35	35,3921	12		Св. 0,55 до 1,00	44,4585	15
	Св. 0,35 до 1,00	38,3442	13		От -0,50 до -0,15	38,5683	13
104	От -0,50 до -0,30	32,4540	11	120	Св. -0,15 до 0,45	41,5204	14
	Св. -0,30 до 0,25	35,4061	12		Св. 0,45 до 1,00	44,4725	15
	Св. 0,25 до 1,00	38,3582	13		От -0,50 до -0,20	38,5823	13
105	От -0,50 до -0,35	32,4680	11	121	Св. -0,20 до 0,40	41,5344	14
	Св. -0,35 до 0,20	35,4201	12		Св. 0,40 до 1,00	44,4865	15
	Св. 0,20 до 0,80	38,3722	13		От -0,50 до -0,25	38,5963	13
106	Св. 0,80 до 1,00	41,3243	14	122	Св. -0,25 до 0,35	41,5484	14
	От -0,50 до -0,45	32,4820	11		Св. 0,35 до 1,00	44,5005	15
	Св. -0,45 до 0,15	35,4341	12		От -0,50 до -0,30	38,6103	13
107	Св. 0,15 до 0,75	38,3862	13	123	Св. -0,30 до 0,25	41,5624	14
	Св. 0,75 до 1,00	41,3383	14		Св. -0,25 до 1,00	44,5145	15
	От -0,50 до 0,05	35,4481	12		От -0,50 до -0,35	38,6243	13
108	Св. 0,05 до 0,65	38,4002	13	124	Св. -0,35 до -0,20	41,5764	14
	Св. 0,65 до 1,00	41,3523	14		Св. 0,20 до 0,80	44,5285	15
	От -0,50 до 0	35,4621	12		Св. 0,80 до 1,00	47,4806	16
109	Св. 0 до 0,60	38,4142	13	125	От -0,50 до -0,45	38,6383	13
	Св. 0,60 до 1,00	41,3663	14		Св. -0,45 до 0,15	41,5904	14
	От -0,50 до -0,05	35,4761	12		Св. 0,15 до 0,75	44,5425	15
110	Св. -0,05 до 0,55	38,4282	13	125	Св. 0,75 до 1,00	47,4946	16
	Св. 0,55 до 1,00	41,3803	14		От -0,50 до 0,05	41,6044	14
	От -0,50 до -0,15	35,4901	12		Св. 0,05 до 0,65	44,5565	15
111	Св. -0,15 до 0,45	38,4422	13	125	Св. 0,65 до 1,00	47,5086	16
	Св. 0,45 до 1,00	41,3943	14				
	От -0,50 до -0,20	35,5041	12				
112	Св. -0,20 до 0,40	38,4562	13				
	Св. 0,40 до 1,00	41,4083	14				
	Св. -0,50 до -0,25	35,5181	12				
113	Св. -0,25 до 0,35	38,4702	13				
	Св. 0,35 до 1,00	41,4223	14				
	От -0,50 до -0,30	35,5321	12				

Примечание. Значения W_T^* рассчитаны по формуле:

$$W_T^* = [\pi(z_W - 0,5) + z_T \operatorname{inv} \alpha] \cos \alpha.$$

Здесь z_W — округленное до ближайшего целого числа значение z_{Wr}

$$z_{Wr} = \frac{\alpha_{xk} z_k}{180^\circ} + 0,5,$$

где $\cos \alpha_{xk} = \frac{z_k \cos \alpha}{z_k + 2x}$.

ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ СМЕЩЕНИЯ

Рекомендация распространяется на передачи, зубчатые колеса которых соответствуют исходному контуру по ГОСТ 13755—81.

Рекомендация не распространяется на зубчатые передачи, к которым предъявляются особые требования (передачи машин и механизмов массового или крупносерийного производства, специальные передачи, несущая способность которых в заданных габаритах должна быть максимально возможной, специальные кинематические передачи и т. п.).

Коэффициенты смещения у зубчатых колес рекомендуется выбирать по табл. 1 для прямозубой передачи и табл. 2 для косозубой и шевронной передач. Если при этом диаметры вершин зубьев зубчатых колес рассчитаны по формулам, приведенным в табл. 2, п. 15 настоящего стандарта, проверку качества зацепления по геометрическим показателям в соответствии с табл. 6 настоящего стандарта производить не требуется, за исключением проверки нормальной толщины на поверхности вершин s_{na} при $x_1=x_2=0,5$ и $z < 18$, а также, при наличии модификации головки, проверки величины v_{aM} при $x_1=x_2=0,5$.

Разбивку коэффициента суммы смещений зубчатых колес передачи рекомендуется производить по табл. 3 для прямозубой передачи и табл. 4 для косозубой и шевронной передач. Если при этом диаметры вершин зубьев зубчатых колес рассчитаны по формулам, приведенным в табл. 2, п. 15 настоящего стандарта, то отсутствие подрезания зуба и отсутствие интерференции зубьев в соответствии с табл. 6 настоящего стандарта проверять не требуется.

Таблица 1

Коэффициенты смещения у зубчатых колес прямозубой передачи

Коэффициент смещения		Область применения		
у шестерни x_1	у колеса x_2			
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $0,5(z_1+z_2)t$ или не задано	Кинематические передачи	$z_1 > 17$
0,3	-0,3			$12 < z_1 < 16$ и $z_2 > 22$
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $0,5(z_1+z_2)t$	Силовые передачи	$z_1 > 21$
0,3	-0,3			$14 < z_1 < 20$ и $u > 3,5$
0	0	Межосевое расстояние a_w не задано	Силовые передачи	$z_1 > 30$; $z_1 > 20$, если модификация головки обязательна и ее параметры, определяемые по ГОСТ 13755—81, должны быть оптимальными
0,5	0,5			$10 < z_1 < 30$ В пределах $10 < z_1 < 16$ нижнее предельное значение z_1 определяется по графику на чертеже

Коэффициенты смещения у зубчатых колес косозубой и шевронной передач

Коэффициент смещения		Область применения		
у шестерни x_1	у колеса x_2			
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $\frac{(z_1+z_2)m}{2\cos\beta}$ или не задано	Кинематические передачи	$z_1 \geq z_{\min}$ z_{\min} определяется по табл. 5
0,3	-0,3		Кинематические передачи	$z_1 \geq z_{1\min}$, но не менее 10 и $z_2 \geq z_{2\min}$ $z_{1\min}$ и $z_{2\min}$ определяются по графику на черт. 8 приложения 1 соответственно при $x = x_1 = 0,3$ и $x = x_2 = -0,3$
0	0		Силловые передачи	$z_1 \geq z_{\min} + 2$ z_{\min} определяется по табл. 5
0,3	-0,3		Силловые передачи	$z_1 \geq z_{\min} + 2$, но не менее 10 и $u \geq 3,5$ z_{\min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x = x_1 = 0,3$ Рекомендация не распространяется на передачи, у которых при твердости поверхностей зубьев колеса до НВ 320, твердость поверхностей зубьев шестерни превосходит ее более чем на НВ 70

Таблица 3

Разбивка коэффициента суммы смещения x_Σ у прямозубой передачи на составляющие x_1 и x_2

Коэффициент суммы смещений x_Σ	Коэффициент смещения		Область применения	
	у шестерни x_1	у колеса x_2		
$0 < x_\Sigma \leq 0,5$	x_Σ	0	Кинематические передачи	$z_1 \geq z_{\min}$, но не менее 10 и $z_2 \geq 17$. z_{\min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x = x_1 = x_\Sigma$
			Силловые передачи	$z_1 \geq z_{1\min} + 2$ и $z_2 \geq 21$ $z_{1\min}$ определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x = x_1 = x_\Sigma$
$0,5 < x_\Sigma \leq 1$	0,5	$x_\Sigma - 0,5$	Кинематические передачи	$z_1 \geq 10$ и $z_2 \geq z_{2\min}$ $z_{2\min}$ определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x = x_2 = x_\Sigma - 0,5$
			Силловые передачи	$z_1 \geq 11$ и $z_2 \geq z_{2\min} + 2$ $z_{2\min}$ определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x = x_2 = x_\Sigma - 0,5$

Примечания:

1. При заданном межосевом расстоянии a_w требуемое значение коэффициента суммы смещений x_Σ можно получить за счет изменения числа зубьев z_1 или z_2 , если это изменение допускается.

2. При $0,3 < x_\Sigma < 0,7$ и $u < 2$ наибольшая скорость скольжения в зацеплении будет большей, чем в передаче без смещения.

3. При $u = 1$ рекомендуется $x_1 = x_2 = 0,5x_\Sigma$

Таблица 4

Разбивка коэффициента суммы смещения x_{Σ} у косозубой или шевронной передач на составляющие x_1 и x_2

Коэффициент суммы смещения x_{Σ}	Коэффициент смещения		Область применения
	у шестерни x_1	у колеса x_2	
$0 < x_{\Sigma} < 0,5$	x_{Σ}	0	Кинематические передачи $z_1 \geq z_{1min}$, но не менее 10 и $z_2 \geq z_{2min}$ z_{1min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x = x_1 = x_{\Sigma}$, z_{2min} определяется по табл. 5
			Силовые передачи $z_1 \geq z_{1min} + 2$, но не менее 10 и $z_2 \geq z_{2min} + 2$, z_{1min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x = x_1 = x_{\Sigma}$, z_{2min} определяется по табл. 5. Рекомендация не распространяется на передачи, у которых при твердости поверхностей зубьев колеса до НВ 320 твердость поверхностей зубьев шестерни превосходит ее более чем на НВ 70

Примечания:

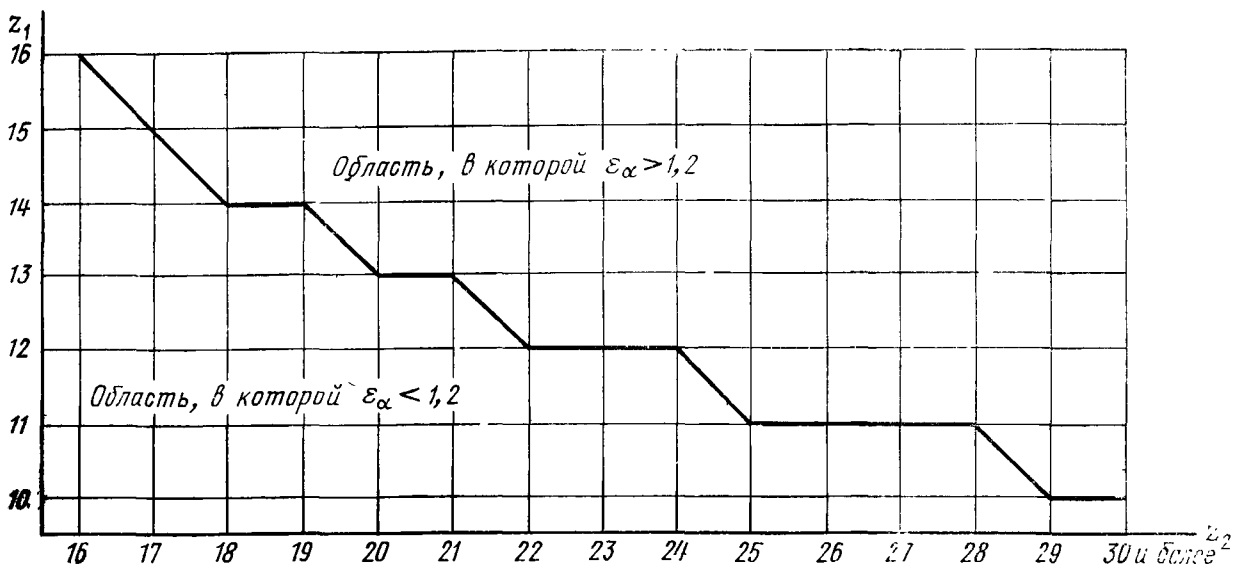
- При заданном межосевом расстоянии a_w требуемое значение коэффициента суммы смещений x_{Σ} можно получить за счет изменения числа зубьев z_1 или z_2 , угла наклона β если эти изменения допускаются.
- При $x_{\Sigma} > 0,3$ и $u < 2$ наибольшая скорость скольжения в зацеплении будет большей, чем в передаче без смещения.
- При $u = 1$ рекомендуется $x_1 = x_2 = 0,5x_{\Sigma}$.

Таблица 5

Значения наименьшего числа зубьев z_{min} зубчатого колеса с коэффициентом смещения $x = 0$ при станочном зацеплении с исходной производящей рейкой

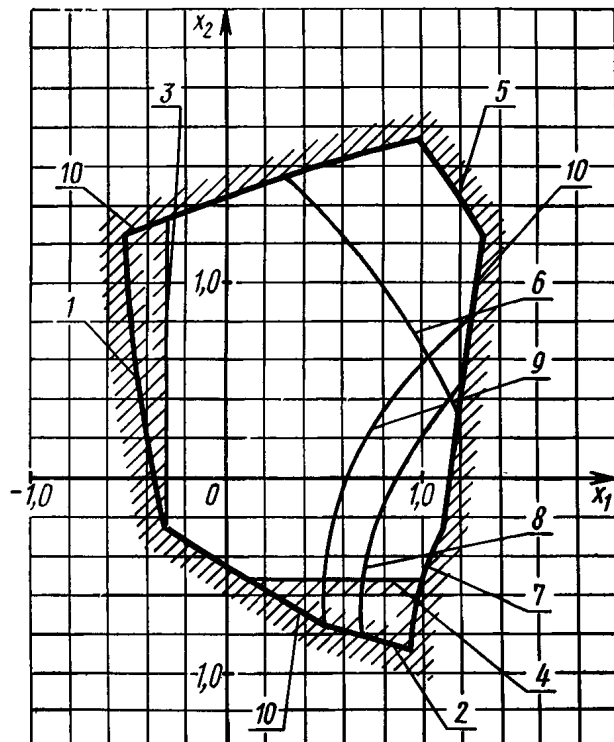
β , град	z_{min}	β , град	z_{min}
До 12	17	Св. 24 до 28	13
Св. 12 до 17	16	» 28 » 31	12
» 17 » 21	15	» 31 » 34	11
» 21 » 24	14	» 34	10

График для определения нижнего предельного значения z_1 в зависимости от z_2 , при которых $\varepsilon_{\alpha} = 1,2$ ($x_1 = x_2 = 0,5$)



БЛОКИРУЮЩИЕ КОНТУРЫ

Блокирующим контуром называется совокупность линий в системе координат x_1 и x_2 , ограничивающих зону допустимых значений коэффициентов смещения для передачи с числами зубьев зубчатых колес z_1 и z_2 .
На черт. 1 приведен пример блокирующего контура.



На чертеже приняты следующие обозначения:

- зона недопустимых значений коэффициентов смещения исходного контура;
- зона нерекомендуемых значений коэффициентов смещения исходного контура;

1 — граница подрезания зуба шестерни, не вызывающего уменьшения коэффициента перекрытия (верхняя точка активного профиля зуба колеса лежит на окружности вершин); 2 — граница подрезания зуба колеса, не вызывающего уменьшения коэффициента перекрытия (верхняя точка активного профиля зуба шестерни лежит на окружности вершин); 3 — линия x_{\min} шестерни; 4 — линия x_{\min} колеса; 5 — линия $\varepsilon = \varepsilon_\alpha = 1,0$; 6 — линия $\varepsilon = \varepsilon_\alpha = 1,2$; 7 — линия $s_{a1} = 0$; 8 — линия $s_{a1} = 0,25 m$; 9 — линия $s_{a1} = 0,40 m$; 10 — линия интерференции зубьев.

Черт. 1

При выборе коэффициентов смещения с помощью блокирующих контуров коэффициент торцового перекрытия ε_α и толщина зуба на поверхности вершин шестерни s_{a1} рассчитываются по формулам, приведенным в табл. 6 настоящего стандарта только в случаях, когда необходимо получить их уточненные значения.

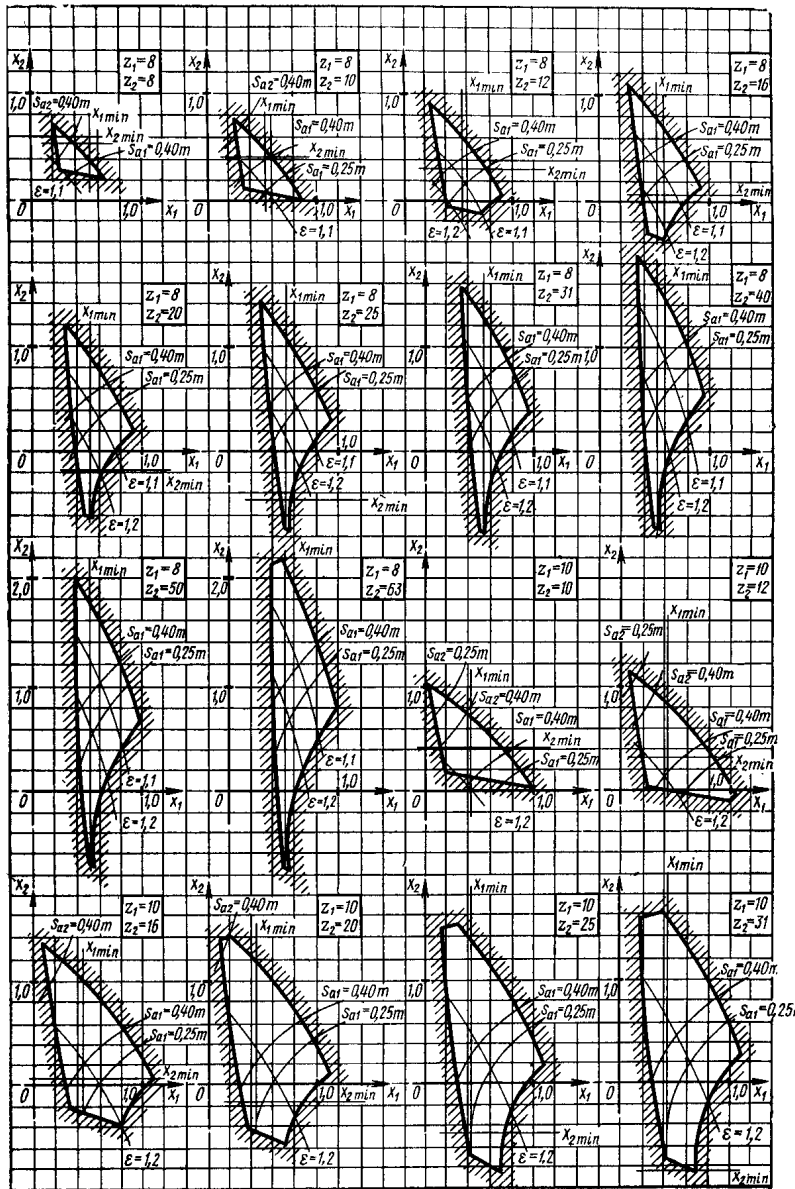
Приведенные на черт. 2—6 блокирующие контуры построены для прямозубых передач, зубья зубчатых колес которых образованы теоретической исходной производящей рейкой, соответствующей исходному контуру с $\alpha = 20^\circ$, $h_a^* = 1$ и $h_f^* = h_a^* = 1$ (включая исходный контур по ГОСТ 13755—81), и диаметры вершин зубьев рассчитаны по формулам, приведенным в табл. 2, п. 15 настоящего стандарта (без учета притупления продольных кромок зубьев).

Эти блокирующие контуры могут быть использованы с некоторым приближением для косозубых передач. При этом выбор контура следует производить по эквивалентному числу зубьев $z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta}$ и коэффициент торцового перекрытия определять по формуле $\varepsilon_\alpha \approx (1,51 \cos \beta - 0,51) \varepsilon$.

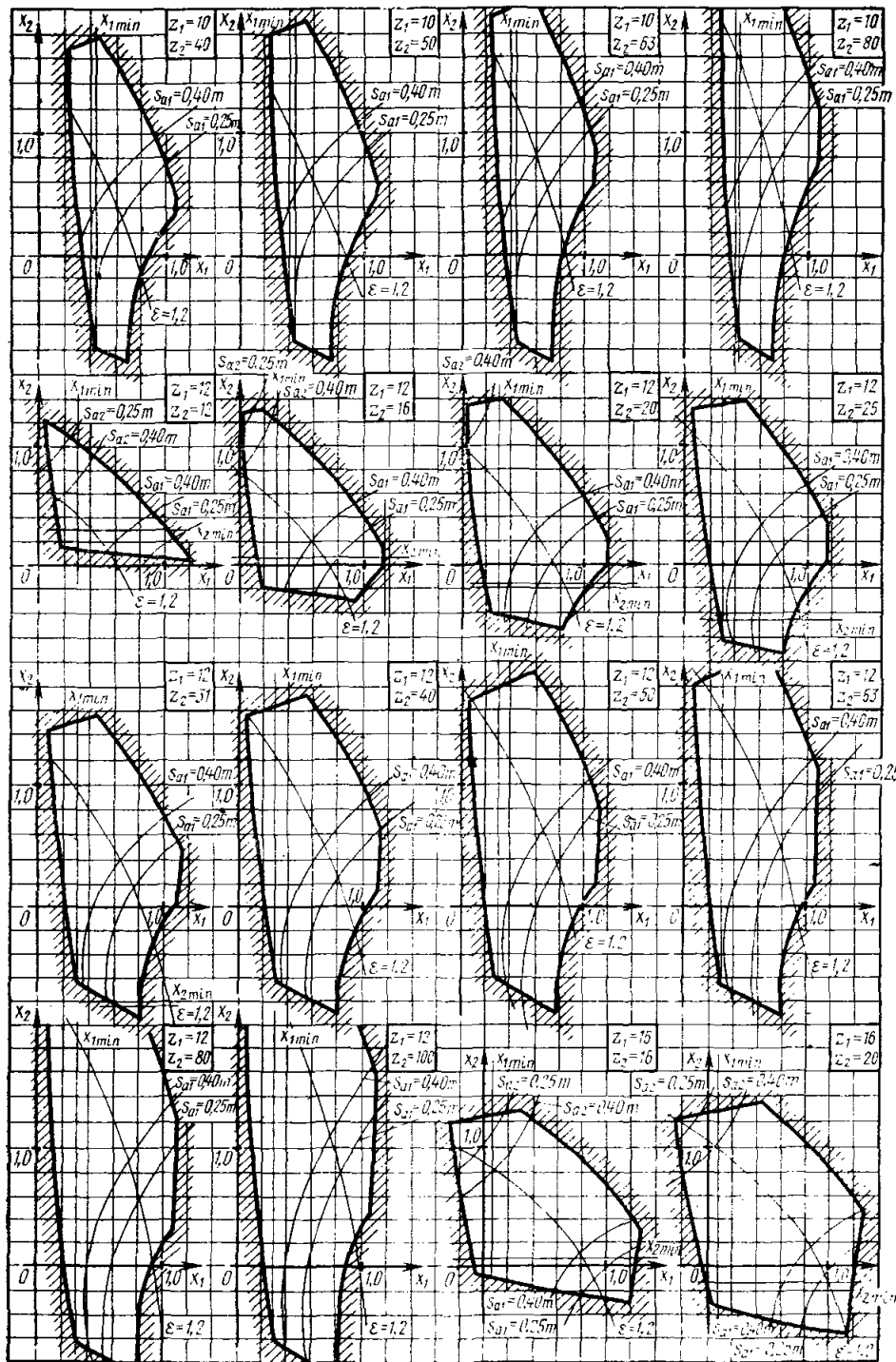
Пример. Дано: $z_1=13$, $z_2=65$, $x_\Sigma=0,633$.

Разбивку x_Σ требуется произвести таким образом, чтобы получить $s_{a1}=0,4\text{ m}$ и $\epsilon \geq 1,2$.

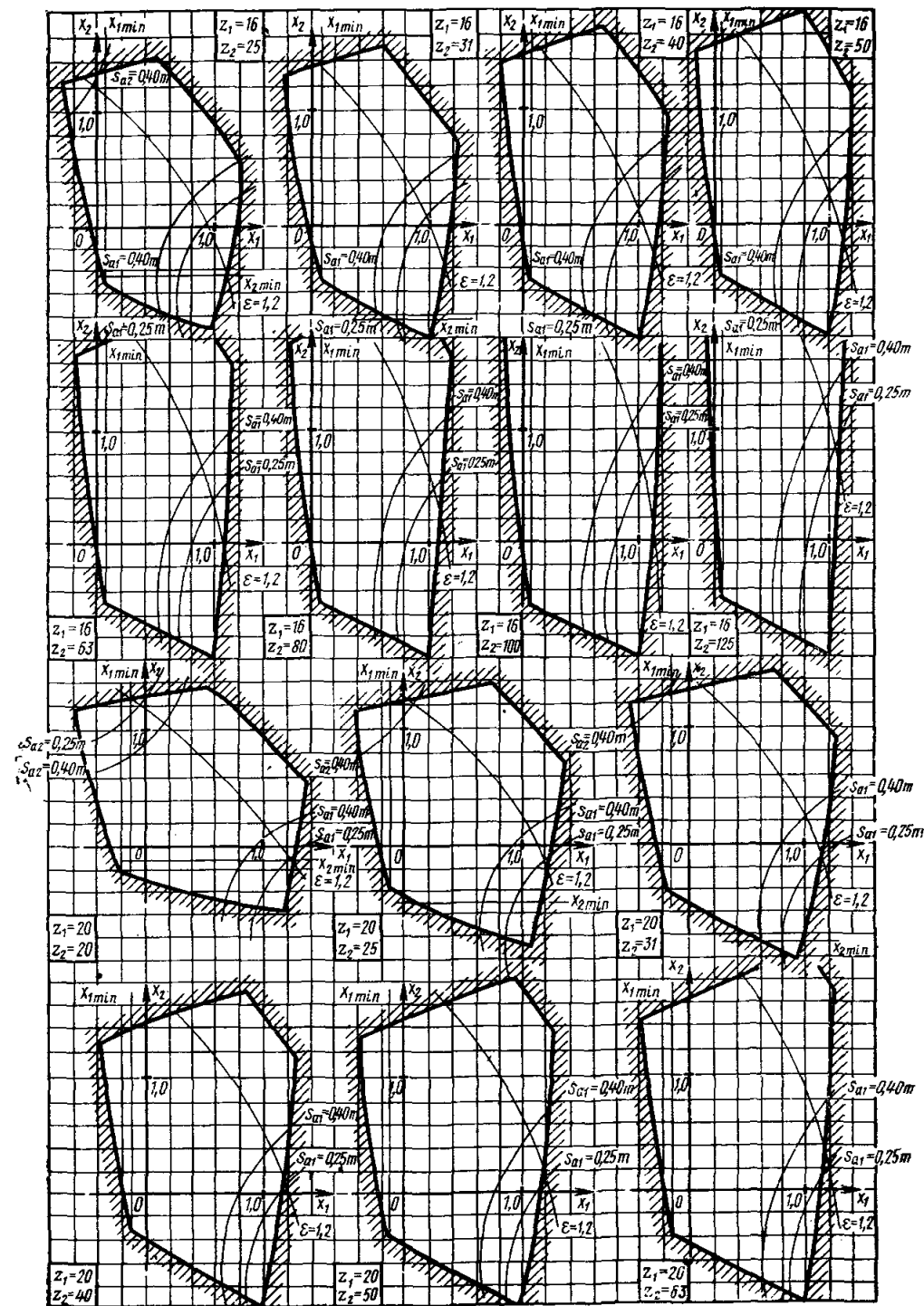
По блокирующему контуру с числами зубьев ближайшими меньшими к заданным ($z_1=12$, $z_2=63$) находим, что этим условиям удовлетворяют коэффициенты смещения $x_1=0,400$ и $x_2=0,233$.



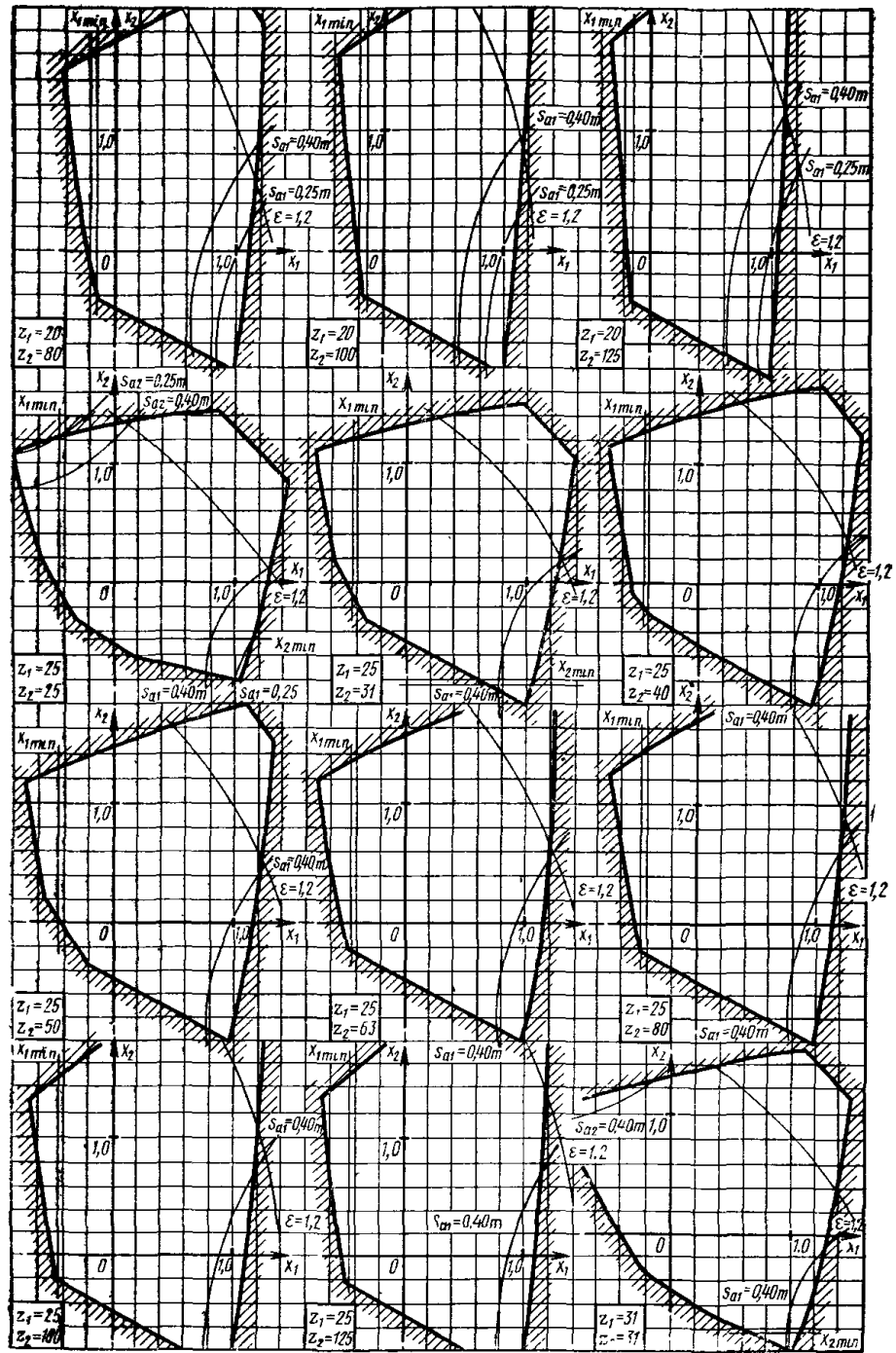
Черт. 2



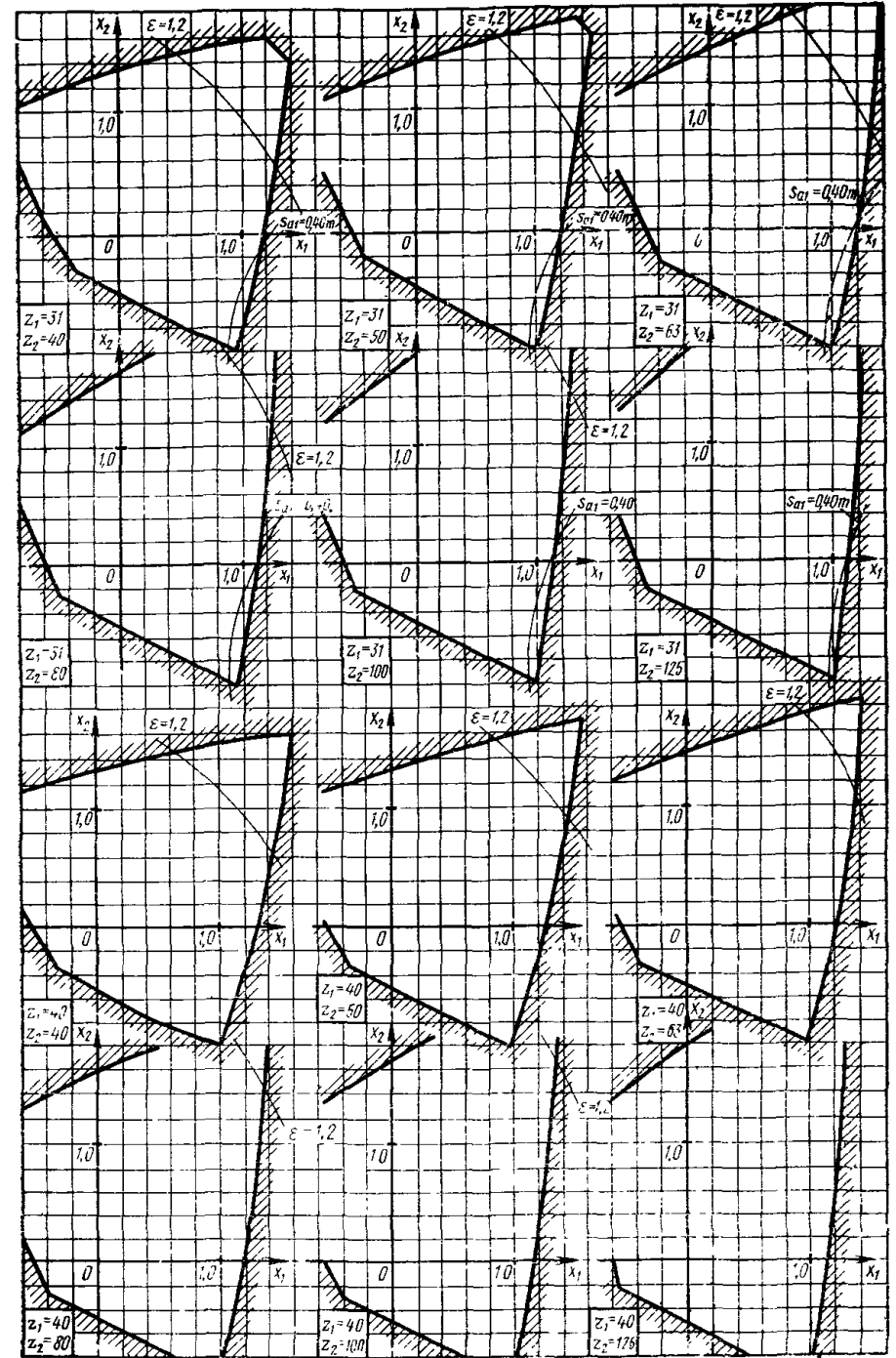
Черт. 3



Черт. 4



Черт. 5



Черт. 6

**Проверка по геометрическим показателям возможности обработки
зубчатого колеса зуборезным долбяком**

Таблица 1

Исходные данные, относящиеся к зуборезному долбяку

Наименование параметра	Обозначение	Указания
Число зубьев	z_0	—
Модуль	m_0	$m_0 = m$
Угол наклона	β_0	$\beta_0 = \beta$
Делительный диаметр	d_0	—
Диаметр вершин	d_{a0}	—
Нормальная толщина	s_{n0}	—
Угол развернутости профиля, соответствующий точке начала технологического утолщения ножки зуба	ν_{r0}	При наличии модификации ножки зуба вместо ν_{r0} должен быть задан угол развернутости профиля, соответствующий начальной точке модификации ножки ν_{r0}

При исходных контурах по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70 принимать зуборезные долбяки соответственно по ГОСТ 9323—79 и ГОСТ 10059—80

Таблица 2

**ПРОВЕРКА ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТОГО
КОЛЕСА ЗУБОРЕЗНЫМ ДОЛБЯКОМ**

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
------------------------	-------------	------------------------------

**Проверки отсутствия зуба зубчатого колеса и отсутствия
интерференции зубьев зубчатых колес передачи**

1. Угол зацепления в станочном зацеплении зубчатого колеса и зуборезного долбяка	α_{tw0}	$\operatorname{inv} \alpha_{tw0} = \frac{s_{n0} + s_n - \pi m}{(z + z_0)m} + \operatorname{inv} \alpha_t,$ <p>где s_n — по табл. 3, п. 19 настоящего стандарта</p>
2. Угол профиля зуба зуборезного долбяка в точке на окружности вершин	α_{a0}	$\cos \alpha_{a0} = \frac{d_0}{d_{a0}} \cos \alpha_t$
3. Межосевое расстояние в станочном зацеплении зубчатого колеса и зуборезного долбяка	a_{w0}	$a_{w0} = \frac{d + d_0}{2} \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{tw0}}$
4. Радиус кривизны профиля зуба зубчатого колеса в граничной точке	ρ_l	$\rho_l = a_{w0} \sin \alpha_{tw0} - 0,5 d_{a0} \sin \alpha_{a0}$ <p>При $\rho_l \geq 0$ подрезание зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком отсутствует.</p> <p>При $\rho_l < \rho_p$ интерференция зубьев зубчатых колес передачи отсутствует. Здесь ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта</p>

Продолжение табл. 2

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Проверка отсутствия срезания зуба зубчатого колеса		
5. Радиус кривизны профиля зуба зубчатого колеса в точке на окружности вершин	a	$\rho_a = 0,5d_a \sin \alpha_a$, где α_a — по табл. 4, п. 2 настоящего стандарта
6. Радиус кривизны профиля зуба зубчатого колеса в точке начала среза	ρ_j	$\rho_j = a_{w0} \sin \alpha_{tw0} - 0,5v_{r0}d_0 \cos \alpha_t$ При $\rho_j \geq \rho_a$ сревание зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком отсутствует
7. Расстояние между окружностью вершин зубчатого колеса и его концентрической окружностью, проходящей через точки начала среза зуба	h_j	$h_j = 0,5d_a - \sqrt{\rho_j^2 + 0,25 d_b^2}$, где d_b — по табл. 4, п. 1 настоящего стандарта
Проверка диаметра впадин зубчатого колеса		
8. Диаметр впадин зубчатого колеса, обрабатываемого зуборезным долбяком	d_f	$d_f = 2a_{w0} - d_{a0}$ При исходном контуре по ГОСТ 13755—81 допускается уменьшение диаметра не более чем на 0,2m по сравнению с рассчитанным по формуле, приведенной в табл. 2, п. 16 настоящего стандарта

Примечание. При расчете геометрии зубчатой передачи, зубчатые колеса которой окончательно обрабатываются только зуборезным долбяком, следует руководствоваться указаниями:

1. Коэффициенты смещения x_1 и x_2 у зубчатых колес передачи следует выбирать с учетом того, чтобы обеспечить возможность их обработки зуборезным долбяком.

2. Диаметры вершин зубьев соответственно шестерни и колеса допускается в обоснованных случаях рассчитывать по формулам

$$d_{a1} = 2a_w - d_{f2} - 2c^*m,$$

$$d_{a2} = 2a_w - d_{f1} - 2c^*m,$$

где d_{f1} и d_{f2} — диаметры впадин соответственно шестерни и колеса, обрабатываемых зуборезным долбяком.

**РАСЧЕТ НЕКОТОРЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ В РАСЧЕТЕ ЗУБЧАТОЙ
ПЕРЕДАЧИ НА ПРОЧНОСТЬ**

Таблица 1

Расчет геометрических параметров

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания	
1. Радиус кривизны профиля зуба в заданной точке на концентрической окружности диаметра d_y	ρ_y	$\rho_y = 0,5d_y \sin \alpha_y$, где α_y — по табл. 3, п. 6 настоящего стандарта	
2. Сумма радиусов кривизны профилей зубьев шестерни и колеса в контактных точках	ρ_{Σ}	$\rho_{\Sigma} = a_w \sin \alpha_{tw}$	
3. Составляющая коэффициента торцового перекрытия, определяемая начальными головками зубьев	шестерни	$\epsilon_{a1} = \frac{z_1}{2\pi} (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})$	Формула справедлива, если верхняя точка активного профиля совпадает с точкой профиля на окружности вершин. Если имеется притупление продольной кромки зуба, то вместо α_{a1} и α_{a2} следует соответственно подставлять α_{k1} и α_{k2} . Здесь α_a и α_k по табл. 4, п. 2 настоящего стандарта
	колеса	$\epsilon_{a2} = \frac{z_2}{2\pi} (\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})$	
Параметры, относящиеся только к косозубым передачам			
4. Средняя суммарная длина контактных линий	l_m	$l_m = \frac{b_w \epsilon_a}{\cos \beta_b}$. Здесь: b_w — рабочая ширина венца, ϵ_a — по табл. 6, п. 3 настоящего стандарта, β_b — по табл. 4, п. 11 настоящего стандарта	
5. Наименьшая суммарная длина контактных линий	l_{min}	$l_{min} = l_m \left(1 - \frac{n_a n_\beta}{\epsilon_a \epsilon_\beta} \right)$ при $n_a + n_\beta < 1$ $l_{min} = l_m \left[1 - \frac{(1-n_a)(1-n_\beta)}{\epsilon_a \epsilon_\beta} \right]$ при $n_a + n_\beta > 1$. Здесь n_a и n_β — дробные части величин ϵ_a и ϵ_β , рассчитанных по табл. 6, пп. 3 и 4 настоящего стандарта	
6. Коэффициент среднего изменения суммарной длины контактных линий	k_ϵ	$k_\epsilon = \frac{l_{min}}{l_m}$. Упрощенное определение k_ϵ при $\epsilon_\beta < 3$ производится по графикам на черт. 1 и 2. При $\epsilon_\beta > 3$ допускается принимать $k_\epsilon = 1$	

Продолжение табл. 1

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Параметры, относящиеся только к прямозубым передачам		
7. Радиус кривизны профиля зуба в верхней граничной точке однопарного зацепления	ρ_u	$\rho_u = \rho_p + \rho_a$. Здесь: ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта, ρ_a — по табл. 5, п. 1 настоящего стандарта
8. Угол профиля зуба в верхней граничной точке однопарного зацепления	α_u	$\operatorname{tg} \alpha_u = \frac{2\rho_u}{d_b}$, где d_b — по табл. 4, п. 1 настоящего стандарта
9. Диаметр окружности верхних граничных точек однопарного зацепления	d_u	$d_u = \frac{2\rho_u}{\sin \alpha_u}$
10. Расстояние между окружностью диаметра ($d_a + 2 \Delta y \cdot m$) и окружностью верхних граничных точек однопарного зацепления	h_u	$h_u = 0,5(d_a - d_u) + \Delta y \cdot m$

Таблица 2

Расчет кинематических параметров

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания	
1. Скорость общей точки по профилю зуба в заданной контактной точке	v_{Fy}	$v_{Fy} = \omega \rho_y$, где ω — угловая скорость зубчатого колеса, ρ_y — по табл. 1.	
2. Сумма скоростей общей точки по профилям зубьев шестерни и колеса в заданных контактных точках	v_{Sy}	$v_{Sy} = v_{Fy1} + v_{Fy2}$	
3. Скорость скольжения в заданной контактной точке профиля зуба	шестерни	$v_{sy1} = v_{Fy1} - v_{Fy2}$	
	колеса	$v_{sy2} = -v_{sy1}$	
4. Скорость скольжения в точке профиля зуба на окружности вершин	шестерни	$v_{sa1} = 0,5\omega_2 d_{b1} (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw}) (u+1)$	Если имеется притупление продольной кромки зуба, то следует считать скорость скольжения в точке притупления. Для этого вместо α_{a1} и α_{a2} следует соответственно подставлять α_{k1} и α_{k2} . Здесь d_b , α_a и α_k — по табл. 4, пп. 1 и 2 настоящего стандарта
	колеса	$v_{sa2} = 0,5\omega_2 d_{b2} (\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{tw}) (u+1)$	
5. Удельное скольжение в заданной контактной точке профиля зуба	δ_y	$\delta_y = \frac{v_{sy}}{v_{Fy}}$	

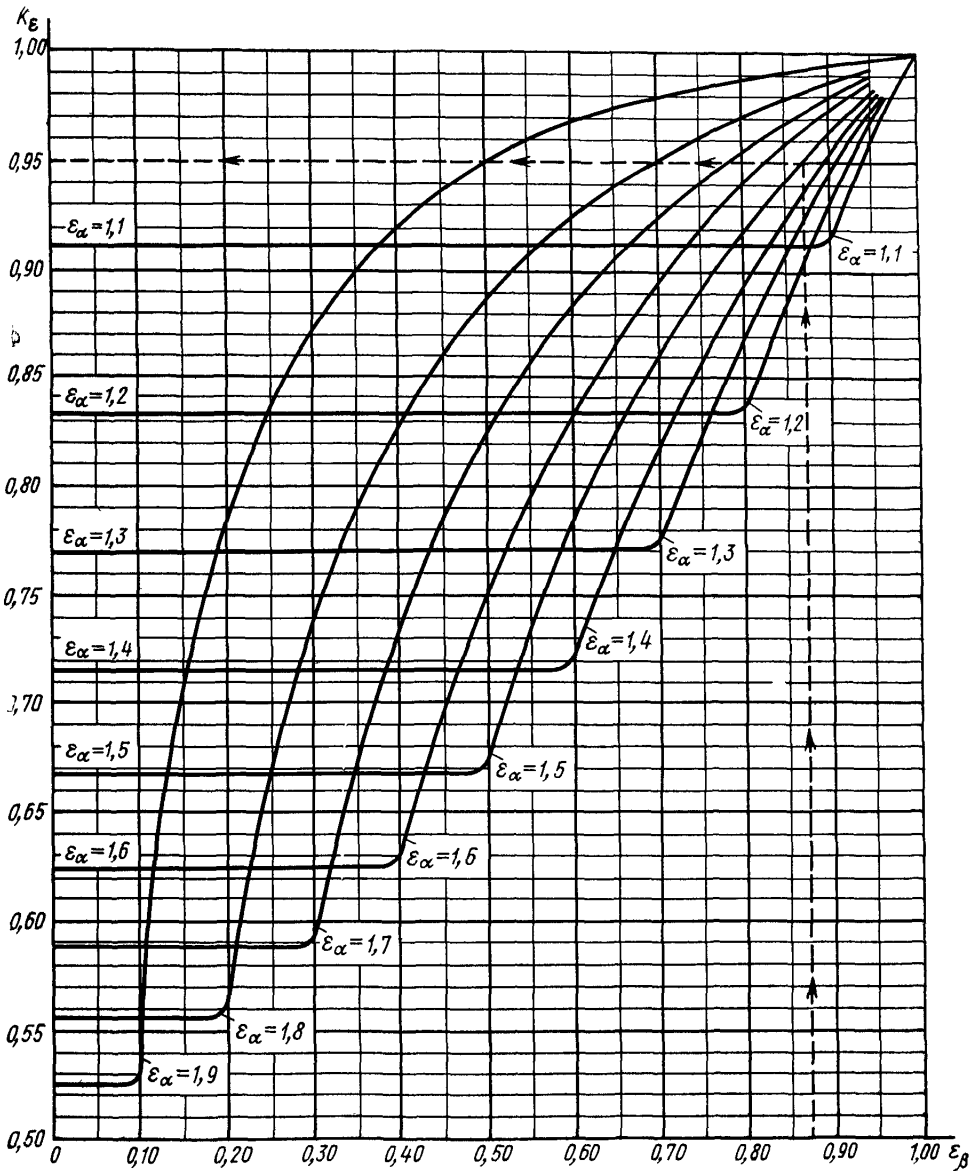
Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания	
6. Удельное скольжение в нижней точке активного профиля зуба	шестерни	δ_{p1}	$\delta_{p1} = - \frac{(\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})(u+1)}{\operatorname{tg} \alpha_{tw} - u(\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})}$
	колеса	δ_{p2}	$\delta_{p2} = - \frac{(\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})(u+1)}{u \operatorname{tg} \alpha_{tw} - (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})}$
Параметры, относящиеся только к прямозубым передачам			
7. Угол профиля зуба в нижней граничной точке однопарного зацепления	шестерни	α_{v1}	$\operatorname{tg} \alpha_{v1} = \frac{2(a_w \sin \alpha_w - \rho_{u2})}{d_{b1}}$
	колеса	α_{v2}	$\operatorname{tg} \alpha_{v2} = \frac{2(a_w \sin \alpha_w - \rho_{u1})}{d_{b2}}$
8. Скорость скольжения в верхней граничной точке однопарного зацепления	шестерни	v_{su1}	$v_{su1} = 0,5 \omega_2 d_{b1} (\operatorname{tg} \alpha_{u1} - \operatorname{tg} \alpha_w)(u+1)$
	колеса	v_{su2}	$v_{su2} = 0,5 \omega_2 d_{b2} (\operatorname{tg} \alpha_{u2} - \operatorname{tg} \alpha_w)(u+1)$
9. Удельное скольжение в нижней граничной точке однопарного зацепления	шестерни	δ_{v1}	$\delta_{v1} = - \frac{(\operatorname{tg} \alpha_{u2} - \operatorname{tg} \alpha_w)(u+1)}{\operatorname{tg} \alpha_w - u(\operatorname{tg} \alpha_{u2} - \operatorname{tg} \alpha_w)}$
	колеса	δ_{v2}	$\delta_{v2} = - \frac{(\operatorname{tg} \alpha_{u1} - \operatorname{tg} \alpha_w)(u+1)}{u \operatorname{tg} \alpha_w - (\operatorname{tg} \alpha_{u1} - \operatorname{tg} \alpha_w)}$

Если имеется притупление продольной кромки зуба, вместо α_{a1} и α_{a2} следует подставлять соответственно α_{k1} и α_{k2} .

Здесь α_a и α_k — по табл. 4, п. 2 настоящего стандарта

Здесь ρ_u — по табл. 1, п. 7

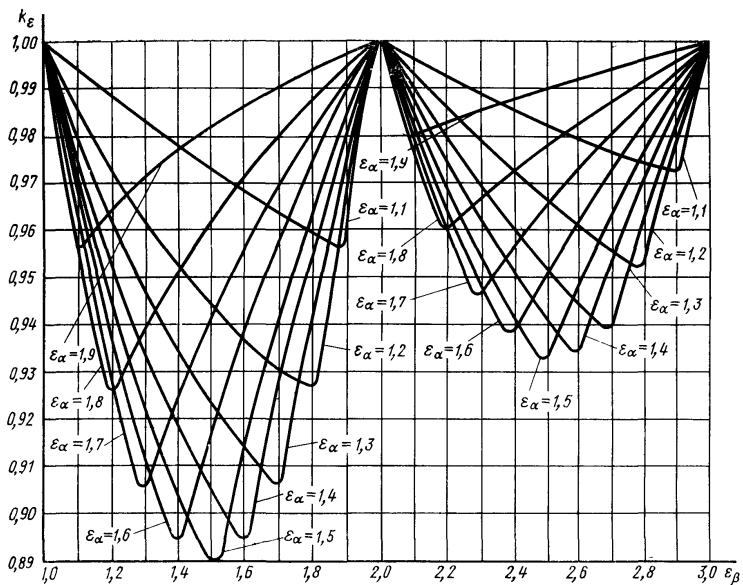
Здесь α_u — по табл. 1, п. 8

График для определения величины k_ε ($0 < \varepsilon_3 \leq 1,0$)

Черт. 1

Пример. Дано: $\varepsilon_\alpha = 1,50$; $\varepsilon_3 = 0,87$.

По графику определяем $k_\varepsilon = 0,95$ (см. пунктир).

График для определения величины k_ε ($1,0 \leq \varepsilon_3 \leq 3,0$)

Черт. 2

Редактор *Р. С. Федорова*
Технический редактор *Л. Я. Митрофанова*
Корректор *А. П. Якуничкина*

Сдано в наб. 31.03.83 Подп. в печ. 18.10.83 15,0 п. л. 13,80 уч.-изд. л. Тир. 30000 Цена 70 коп.
Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1069