

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ
ЭВОЛЬВЕНТНЫЕ ВНЕШНЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

ГОСТ

16532-70

Расчет геометрии

Cylindrical involute external gear pairs.
Calculation of geometry

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

с 01.01.72

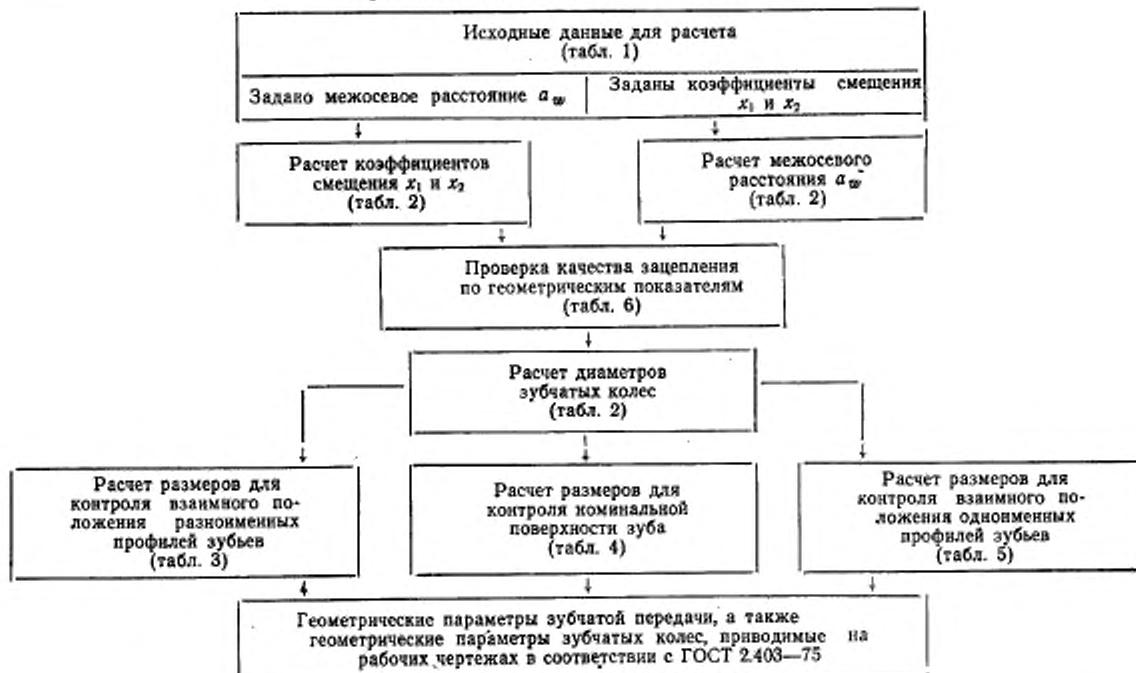
Настоящий стандарт распространяется на зубчатые передачи с постоянным передаточным отношением, зубчатые колеса которых соответствуют исходным контурам с равными делительными номинальными толщиной зуба и шириной впадины, с делительной прямой, делящей глубину захода пополам, без модификации и с модификацией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

Назначение 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_l^*
	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.

Таблица 2

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_{fw}	$\cos \alpha_{fw} = \frac{a}{a_w} \cos \alpha_t$
4. Коэффициент суммы смещений	x_2	$x_2 = \frac{(z_1+z_2)(\operatorname{inv} \alpha_{fw} - \operatorname{inv} \alpha_t)}{2 \operatorname{tg} \alpha}$
5. Коэффициент смещения у шестерни	x_1	При исходном контуре по ГОСТ 13755-81 разбивку значения $x_1 = x_1 + x_2$ на составляющие x_1 и x_2 рекомендуется производить с учетом приложений 2 и 3
у колеса	x_2	
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_{fw}	$\operatorname{inv} \alpha_{fw} = \frac{2x_{\Sigma} \operatorname{tg} \alpha}{z_1+z_2} + \operatorname{inv} \alpha_t$
9. Межосевое расстояние	a_w	$a_w = \frac{(z_1+z_2)m}{2 \cos \beta} \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{fw}}$
Расчет диаметров зубчатых колес		
10. Делительный диаметр	шестерни	$d_1 = \frac{z_1 m}{\cos \beta}$
	колеса	$d_2 = \frac{z_2 m}{\cos \beta}$
11. Передаточное число	u	$u = \frac{z_2}{z_1}$
12. Начальный диаметр	шестерни	$d_{w1} = \frac{2a_w}{u+1}$
	колеса	$d_{w2} = \frac{2a_w u}{u+1}$
13. Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = \frac{a_w - a}{m}$
14. Коэффициент уравнительно-го смещения	Δy	$\Delta y = x_{\Sigma} - y$

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

Примечания:

1. Для прямозубых передач $\beta = 0^\circ$, тогда $a = 0.5 (z_1 + z_2)m$, $at = a$, $d = 2at$.
2. При $a = a_w$ получаем $a_w = \alpha_1$, $x_1 = 0$, $d_w = d$, $y = 0$ и $\Delta y = 0$.
3. При $x_1 = 0$ получаем $\alpha_{1w} = \alpha_1$, $a_w = a$, $d_w = d$, $y = 0$ и $\Delta y = 0$.
4. Указания, относящиеся к диаметрам вершин зубьев и впадин зубчатых колес, окончательно обрабатываемых только зуборезным долблаком, 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> $r_s > r_p$ <p>Здесь:</p> <p>r_s — радиус кривизны разноименных профилей зуба в точках, определяющих постоянную хорду</p> $r_s = 0.5 \left(d_b \operatorname{tg} \alpha_1 + \bar{s}_c \frac{\cos \beta_b}{\cos \alpha} \right),$ <p>где d_b — по табл. 4, п. 1, β_b — по табл. 4, п. 11, r_p — по табл. 4, п. 3.</p> <p>При модификации головки должно выполняться дополнительное условие</p> $r_s < r_g,$ <p>где r_g — по табл. 4, п. 5</p>
2. Высота до постоянной хорды	\bar{h}_c	$\bar{h}_c = 0.5(d_a - d - \bar{s}_c \operatorname{tg} \alpha)$
Расчет длины общей нормали		
3. Угол профиля в точке на концентрической окружности диаметра $d_x = d + 2xm$	α_x	$\cos \alpha_x = \frac{2 \cos \alpha_1}{z + 2x \cos \beta}$ <p>При</p> $\frac{z \cos \alpha_1}{z + 2x \cos \beta} > 1$ следует принимать $z_w = 3$

Продолжение табл. 3

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
4. Расчетное число зубьев в длине общей нормали	z_{W_r}	$z_{W_r} = \frac{z}{\pi} \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_x}{\cos \beta_b} - \frac{2x \operatorname{tg} \alpha}{z} - \operatorname{inv} \alpha_t \right) + 0,5 ,$ <p>где β_b — по табл. 4, п. 11</p>
5. Длина общей нормали	W	$W = [\pi(z_W - 0,5) + 2x \operatorname{tg} \alpha + z \operatorname{inv} \alpha_t] m \cos \alpha ,$ <p>где z_W — округленное до ближайшего целого числа значение z_{W_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_W. Если условие правой части неравенства не выполняется, следует пересчитать значение W при уменьшенном значении z_W. При увеличении или уменьшении числа зубьев в длине общей нормали z_W на один зуб длина общей нормали W соответственно увеличивается или уменьшается на шаг зацепления p_a, где p_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_{ly}	$s_{ly} = d_y \left(\frac{\frac{\pi}{2} + 2x \operatorname{tg} \alpha}{z} + \operatorname{inv} \alpha_t - \operatorname{inv} \alpha_y \right)$

Продолжение табл. 3

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
8. Угол наклона линии зуба со- сной цилиндрической поверхно- сти 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 концен- трической окружности диаметра $\frac{d_y}{\cos^2 \beta_y}$	ψ_{yv}	$\psi_{yv} = \frac{s_{ty}}{d_y} \cos^2 \beta_y$
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 $D = 1,7 m$ (для роликов допускается выбирать ближайшее значение по ГОСТ 2475—62)
13. Угол профиля в точке на концентрической окружности зуб- чатого 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	$d_D = d \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_D}$ Должно выполняться условие $\rho_M < \rho_a$ Здесь: ρ_M — радиус кривизны разноименных профилей зубьев в точках контакта поверхности ролика (шарика) с главными поверх- ностями зубьев $\rho_M = 0,5 (d_b \operatorname{tg} \alpha_D - \frac{D}{\cos^2 \beta_b})$, где d_b — по табл. 4, п. 1, β_b — по табл. 4, п. 11. Если имеется притупление продольной кромки зуба, в неравенство вместо ρ_a следует подставлять значение радиуса кривизны профиля зуба в точке притупления ρ_k $\rho_k = 0,5 d_k \sin \alpha_k$, где d_k и α_k — по табл. 4, п. 2. При модификации головки в неравенство вместо ρ_a следует под- ставлять значение ρ_g , где ρ_g — по табл. 4, п. 5

Продолжение табл. 3

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

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 рассчитывать угол профиля зуба в точке притупления α_{a1} . 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	$r_{p1} = a_w \sin \alpha_{tw} - 0,5 d_{b1} \operatorname{tg} \alpha_{a1}$
	колеса	$r_{p2} = a_w \sin \alpha_{tw} - 0,5 d_{b1} \operatorname{tg} \alpha_{a1}$
4. Угол развернутости активного профиля зуба в нижней точке	γ_p	$\gamma_p = \frac{2r_p}{d_b}$
Дополнительный расчет при модификации головки исходного контура		
5. Радиус кривизны профиля зуба в начальной точке модификации головки	r_g	$r_g = 0,5 d \sin \alpha_t + \frac{h_a^* - h_g^* + x}{\sin \alpha_t} \cdot m$
6. Угол развернутости профиля зуба, соответствующий начальной точке модификации головки	γ_g	$\gamma_g = \frac{2r_g}{d_b}$
7. Диаметр окружности модификации головок зубьев	d_g	$d_g = \sqrt{d_b^2 + 4r_g^2}$
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_{st}	$\Delta_{st} \approx \frac{d_b - d_{bM}}{2d_{bM}} \left(\sqrt{d_a^2 - d_{bM}^2} - \sqrt{d_g^2 - d_{bM}^2} \right)$ 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 положения одноименных профилей зубьев

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
1. Шаг зацепления	ρ_a	$\rho_a = \pi m \cos \alpha$
2. Осевой шаг	ρ_x	$\rho_x = \frac{\pi m}{\sin \beta}$
3. Ход	ρ_z	$\rho_z = z \rho_x$

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}	$x_{\min} = h_t^* - h_a^* - \frac{z \sin^2 \alpha_t}{2 \cos \beta}$ При $x > x_{\min}$ подрезание зуба исходной производящей рейкой отсутствует. 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	
2. Радиус кривизны в граничной точке профиля зуба	ρ_t	$\rho_t = 0,5d \sin \alpha_t - \frac{h_t^* - h_a^* - x}{\sin \alpha_t} m$. При $\rho_t < \rho_{\text{интерференция}}$ зубьев отсутствует. Здесь $\rho_{\text{п}} — по табл. 4, п. 3.$ При подрезании зуба $\rho_t < 0$	
Проверка коэффициента перекрытия			
3. Коэффициент торцевого перекрытия	ϵ_a	$\epsilon_a = \frac{z_1 \lg \alpha_{a1} + z_2 \lg \alpha_{a2} - (z_1 + z_2) \lg \alpha_{fa}}{2\pi}$, где α_{a1} и α_{a2} — по табл. 4, п. 2. Формула справедлива, если отсутствует интерференция зубьев и 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} , где α_{k1} и α_{k2} — по табл. 4, п. 2. Для прямозубых передач рекомендуется $\epsilon_a > 1,2$. Для косозубых передач рекомендуется $\epsilon_a > 1,0$. При $\alpha = 20^\circ$ и $h_a^* = 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70), упрощенный расчет ϵ_a передачи без смещения приведен в табл. 3 приложения 1	
4. Коэффициент осевого перекрытия	ϵ_β	$\epsilon_\beta = \frac{b_w}{p_x}$, где b_w — рабочая ширина венца, p_x — по табл. 5, п. 2. Рекомендуется $\epsilon_\beta > 1,0$	

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
5. Коэффициент перекрытия	ϵ_1	$\epsilon_1 = \epsilon_a + \epsilon_b$
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.
При исходном контуре по ГОСТ 13755-81 в нем приведены допустимые значения ϵ_{aM}		
7. Часть коэффициента торцового перекрытия, определяемая участками торцевых профилей зубьев, совпадающими с главными профилями	ϵ_{aM}	$\epsilon_{aM} = \frac{z_1 \operatorname{tg} \alpha_{g1} + z_2 \operatorname{tg} \alpha_{g2} - (z_1 + z_2) \operatorname{tg} \alpha_{fw}}{2\pi}$
Проверка нормальной толщины на поверхности вершин		
8. Угол наклона линии вершин зуба	β_a	$\operatorname{tg} \beta_a = \frac{d_a}{d} \operatorname{tg} \beta$
9. Нормальная толщина на поверхности вершин	s_{na}	$s_{na} = d_a \left(\frac{\frac{\pi}{2} + 2x \operatorname{tg} \alpha}{z} + \operatorname{inv} \alpha_f - \operatorname{inv} \alpha_a \right) \cos \beta_a$.
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 $h_a^* = h_b^* = 1$ (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 долблеком, приведены в приложении 4.

УПРОЩЕННЫЙ РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Расчет некоторых основных геометрических параметров

Таблица 1

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Расчет коэффициента суммы смещений x_z 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_z	$x_z = y + \Delta y$
Расчет межосевого расстояния a_w при заданных коэффициентах смещения x_1 и x_2		
5. Коэффициент суммы смещений	x_3	$x_3 = x_1 + x_2$
6. Вспомогательная величина	B	$B = \frac{1000 x_3 \cos \beta}{z_1+z_2}$
	Γ	Определяется по номограмме на черт. 3
	v	Определяется по графику на черт. 4 Если $\beta=0$, то $v=0$
7. Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\frac{\Gamma}{1000} - v \right) \frac{z_1+z_2}{\cos \beta}$
8. Коэффициент воспринимаемого смещения	y	$y = x_3 - \Delta y$
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	$B = \frac{1000 x_z}{z_1+z_2}$
11. Угол зацепления прямозубой передачи	α_w	Определяется по номограмме на черт. 5
12. Угол профиля	α_t	Определяется по номограмме на черт. 6 Если $\beta=0$, то $\alpha_t = \alpha$

Таблица 2

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	\bar{s}_c^*	Определяется по табл. 4
2. Постоянная хорда	\bar{s}_c	$\bar{s}_c = \bar{s}_c^* m$ <p>Если значения \bar{s}_c^* находятся в пределах, определяемых по табл. 4 при $h_l^* - h_a^* > 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755-81 и ГОСТ 9587-70), проверку условия $r_s > r_p$ производить не требуется.</p> <p>Здесь:</p> <p>r_s — по табл. 3, п. 1 настоящего стандарта,</p> <p>r_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 $r_s > r_p$ производить не требуется.</p> <p>Здесь r_g — по табл. 4, п. 5 настоящего стандарта</p>
3. Расстояние постоянной хорды от делительной окружности, выраженное в долях модуля	\bar{h}_Δ^*	Определяется по табл. 4.
4. Высота до постоянной хорды	\bar{h}_c	$\bar{h}_c = 0,5(d_a - d) - \bar{h}_\Delta^* m$
Расчет длины общей нормали		
5. Условное число зубьев	z_K	$z_K = Kz$ <p>Здесь K определяется по табл. 5.</p> <p>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^*	$W_T^* = 0,0140(z_K - z_T)$ <p>Если $\beta = 0$, то $W_T^* = 0$</p>
7. Часть длины общей нормали, определяемая дробной частью величины z_K , выраженная в долях модуля	W_n^*	$W_n^* = 0,6840x$
8. Часть длины общей нормали, определяемая смещением исходного контура, выраженная в долях модуля	W_x^*	
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 $h_a^* = 1, h_l^* - h_a^* > 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755-81 и ГОСТ 9587-70) и значения d_a рассчитанном по формулам, приведенным в табл. 2 п. 15 настоящего стандарта, проверку условия $r_p < r_g < r_a$ производить не требуется.</p> <p>Здесь:</p> <p>r_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта,</p> <p>r_g и r_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 $k_g = 0,45$ 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.

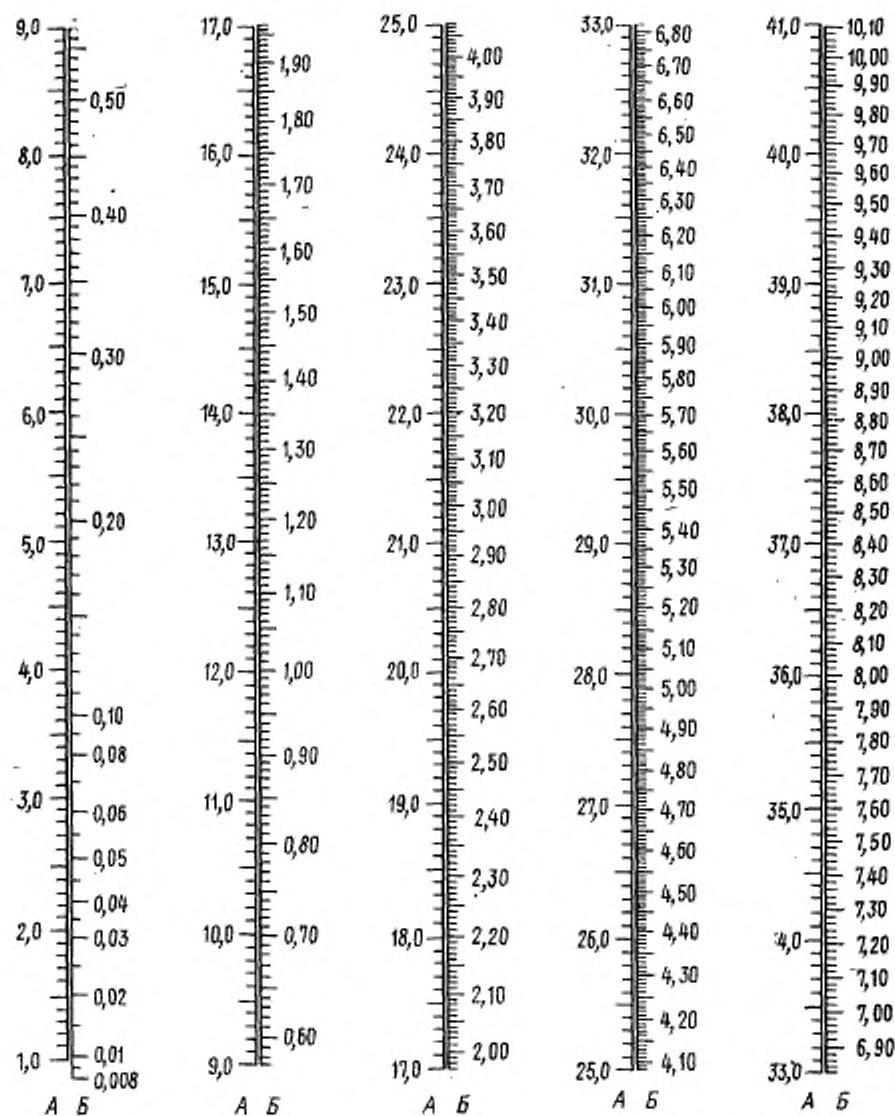
Таблица 3

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 колеса	ε_{a1} 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		$\varepsilon_a = \varepsilon_{a1} + \varepsilon_{a2}$
Расчет нормальной толщины на поверхности вершин		
4. Эквивалентное число зубьев	z_v	$z_v = \frac{z}{\cos^2 \beta}$ (округляется до ближайшего целого числа) Если $\beta = 0$, то $z_v = z$
5. Окружная толщина зуба на окружности вершин эквивалентного зубчатого колеса, выраженная в долях модуля	s_{av}^*	Определяется по nomogramme 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:

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

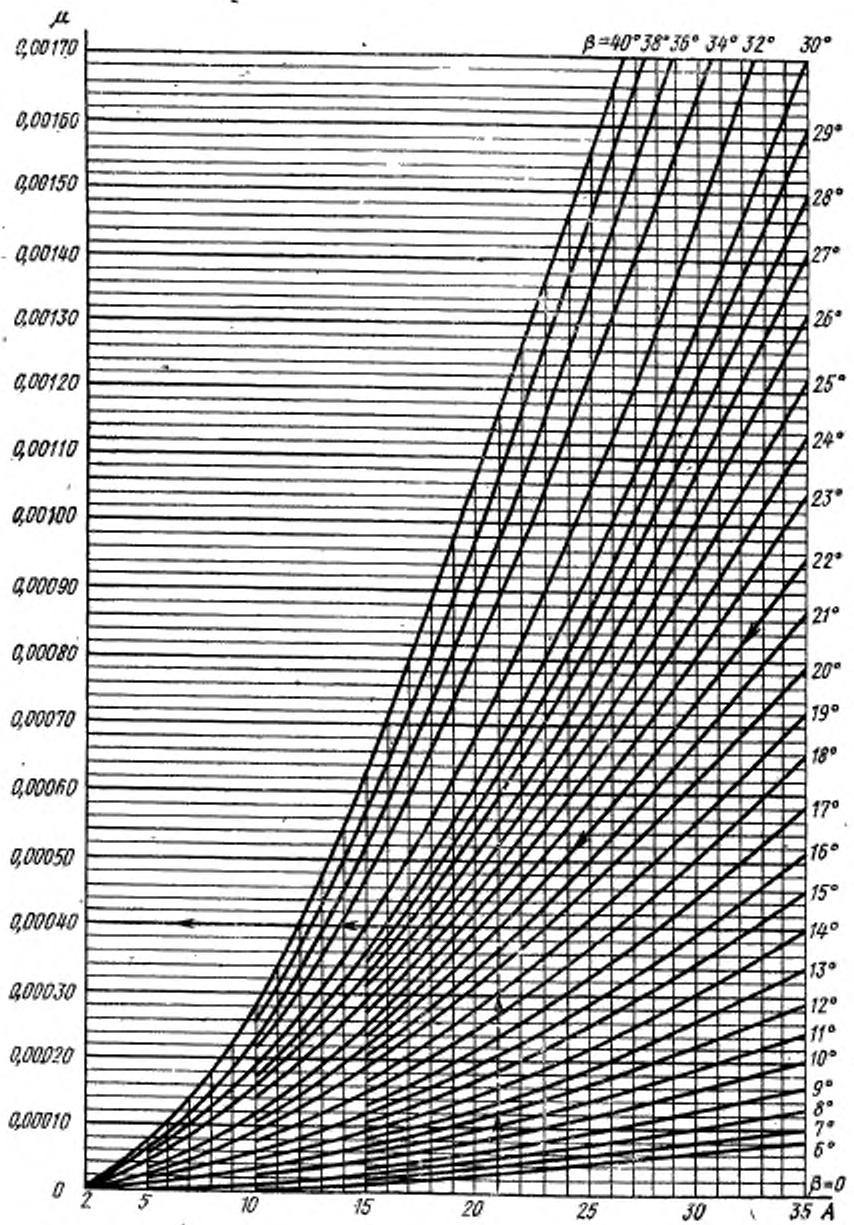
$$A = \frac{1000 y \cos \beta}{z_1 + z_2} = \frac{1000 \cdot 0,792 \cdot 0,927}{35} = 20,97$$

По номограмме определяем $B = 2,92$.

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

$$\mu = \frac{\operatorname{Inv} \alpha_w - \operatorname{Inv} \alpha}{2 \operatorname{Tg} \alpha} - \frac{\operatorname{Inv} \alpha_{tw} - \operatorname{Inv} \alpha_t}{2 \operatorname{Tg} \alpha_t},$$

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



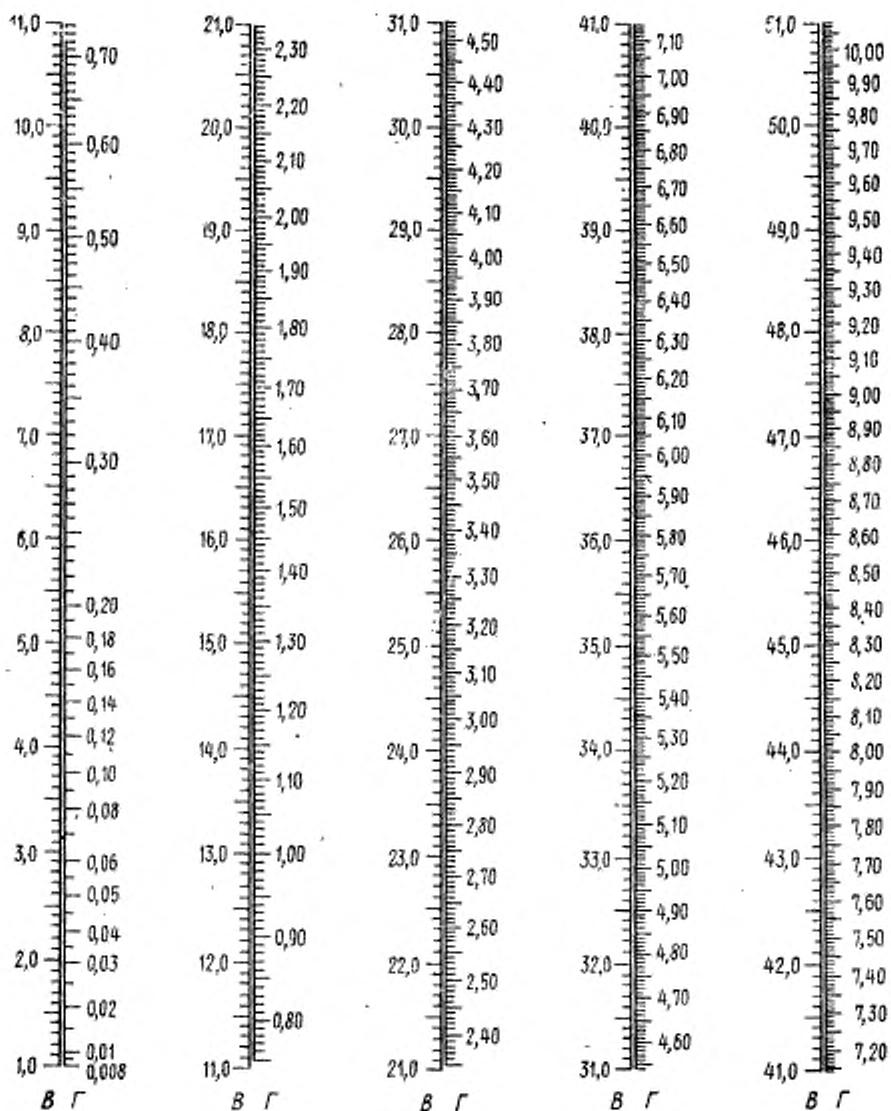
Черт. 3

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_2 ($\alpha=20^\circ$, $x_2>0$)

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



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:

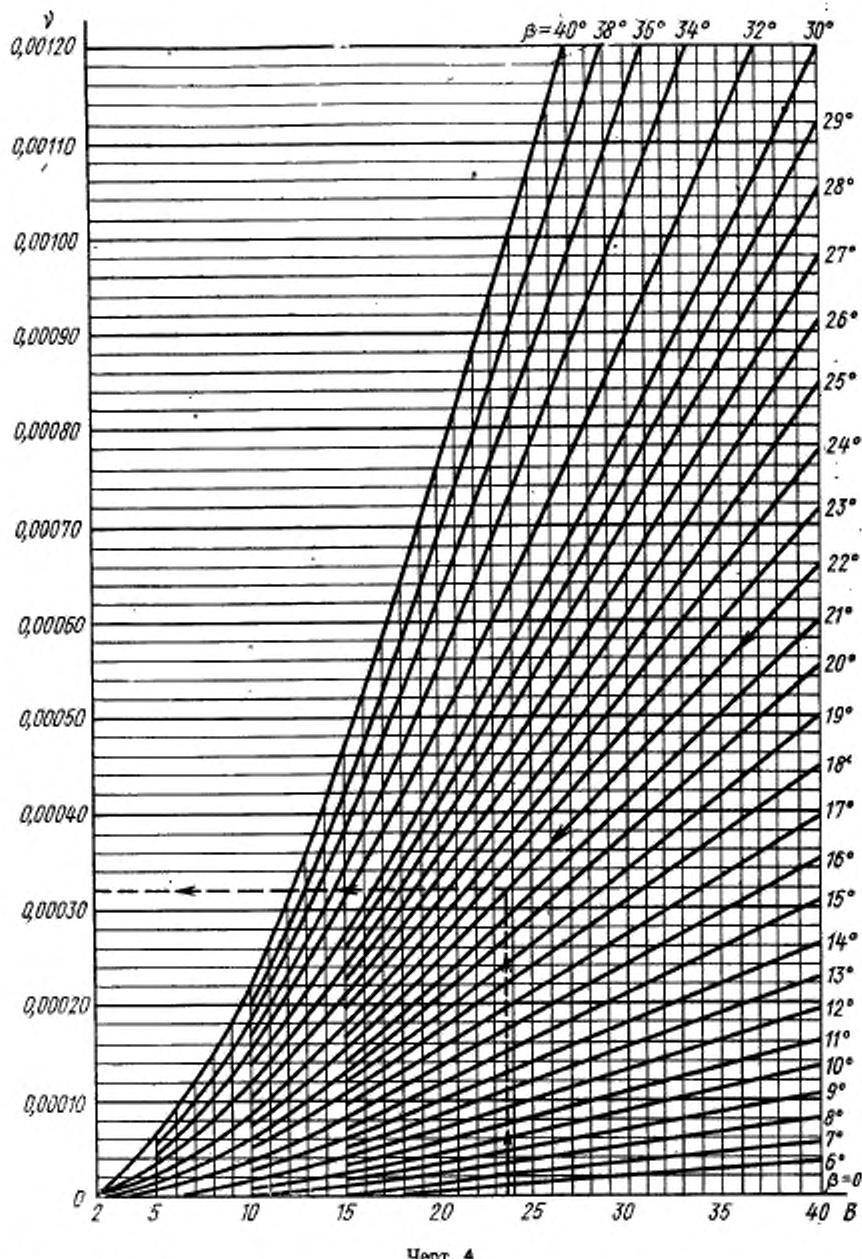
$$B = \frac{1000x_2 \cos \beta}{z_1 + z_2} = \frac{1000 \cdot 0,300 \cdot 0,887}{35} = 23,49$$

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

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

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

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



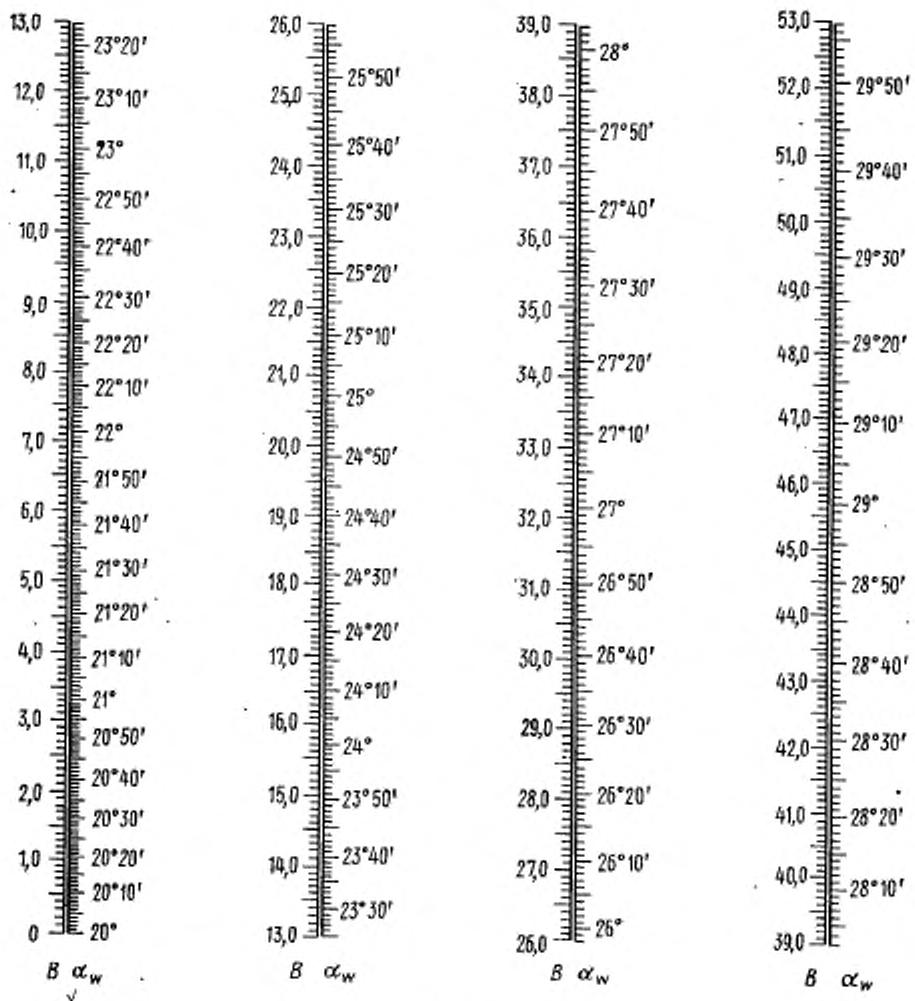
Черт. 4

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

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

Номограмма для определения величины α_w в зависимости от x_2 и z_1+z_2 ($\alpha=20^\circ$, $x_2>0$)

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



Черт. 5

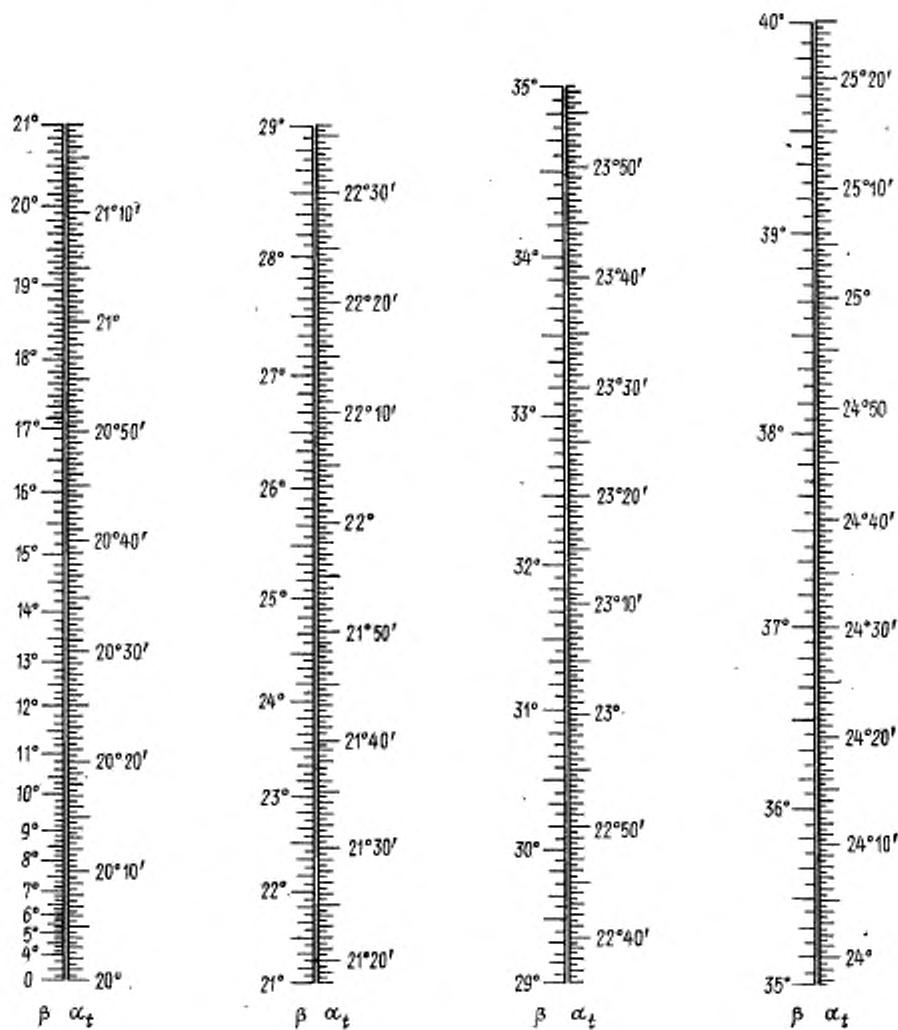
Пример. Дано: $z_1+z_2=50$, $x_2 = 1,154$.

Расчет:

$$B = \frac{1000x_2}{z_1+z_2} = \frac{1000 \cdot 1,154}{50} = 23,08.$$

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

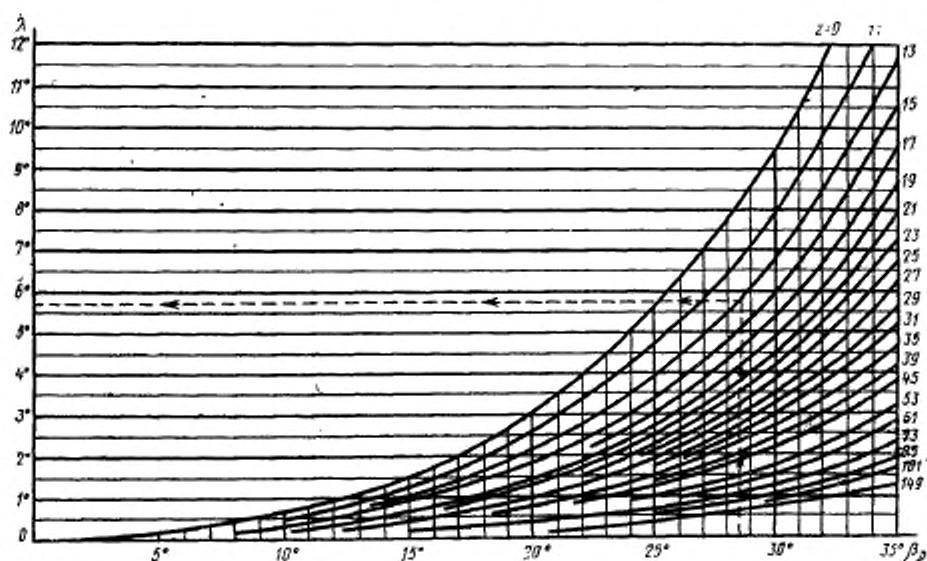
Номограмма для определения величины α_t в зависимости от
 β ($\alpha=20^\circ$)



Черт. 6

Пример. Дано: $\beta=22^\circ$.
 По номограмме определяем $\alpha_t=21^\circ26'$.

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



Черт. 7

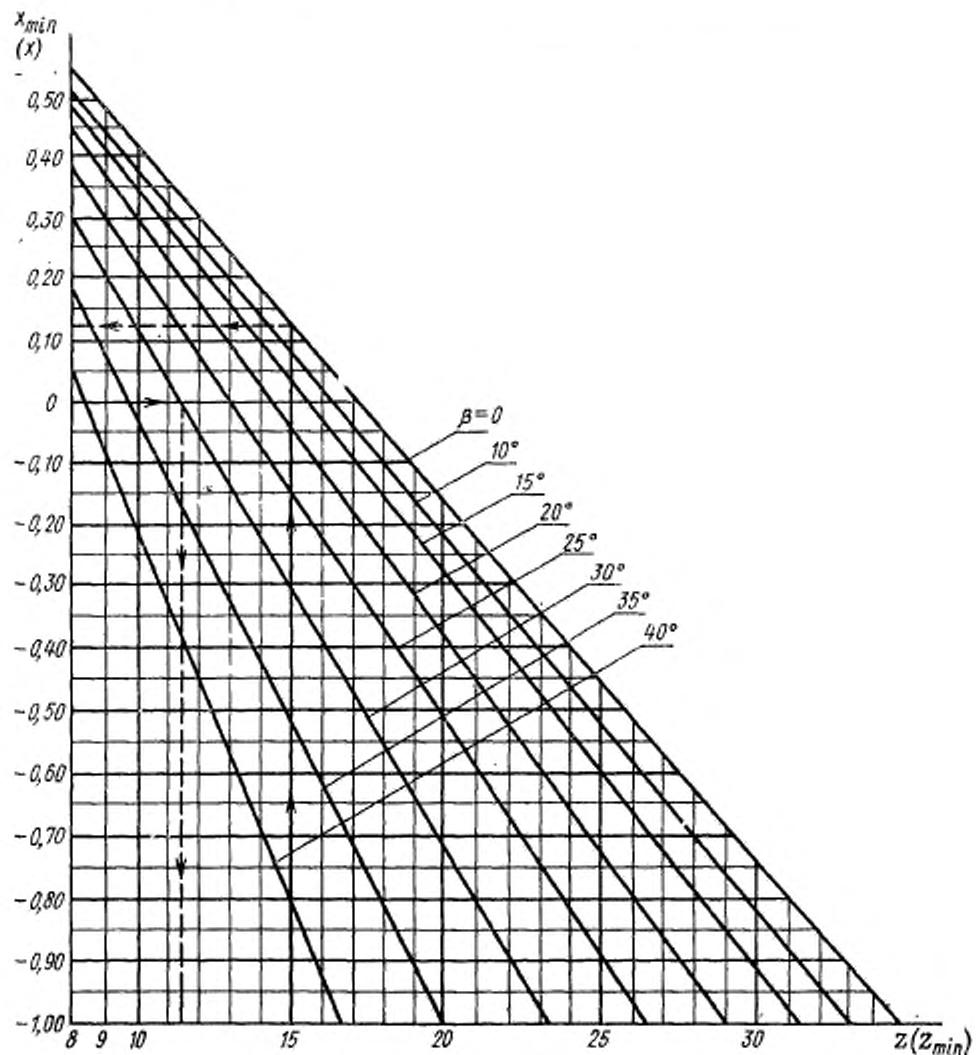
Пример. Дано: $z=13$, $\beta_D=28^{\circ}40'$.

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 ($\alpha=20^\circ$, $h_l^*=h_a^*=1$)

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

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



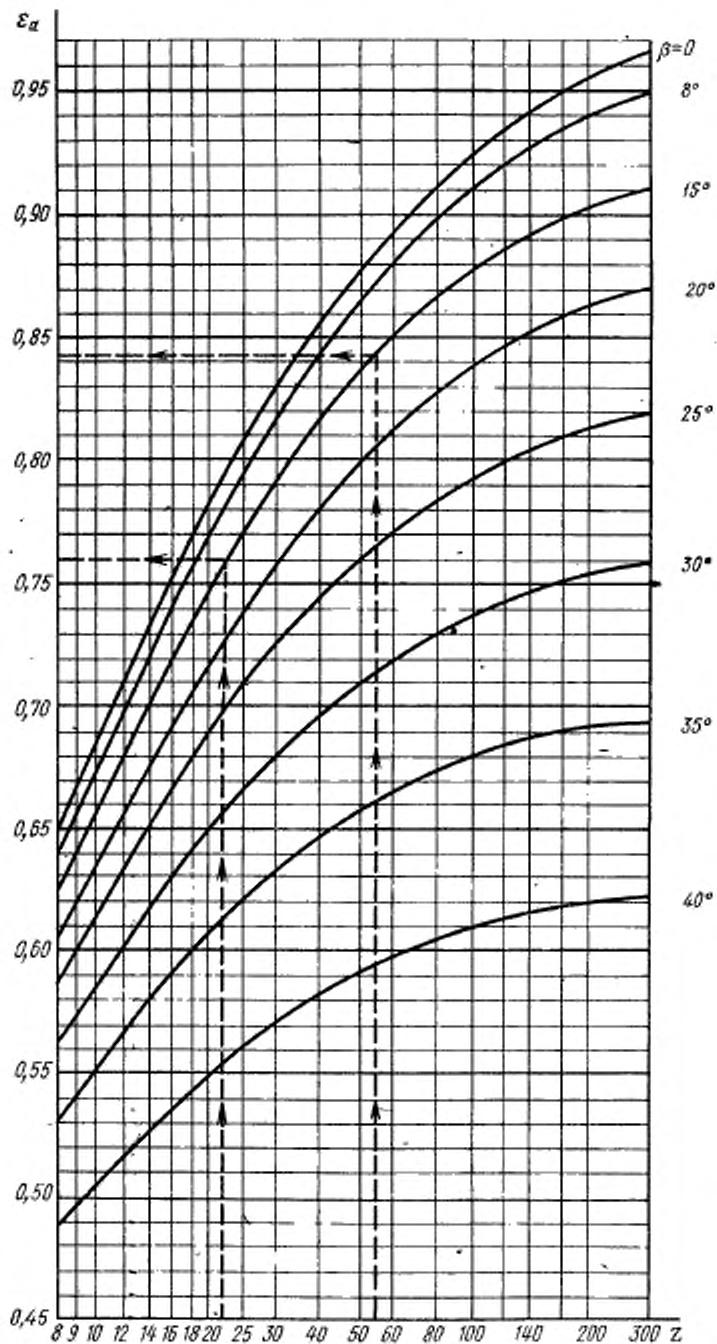
Черт. 8

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 $z_{min}=10$ (см. пунктир).

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

$$\varepsilon_a = \frac{z}{2\pi} (\tan \alpha_a - \tan \alpha_{ta})$$



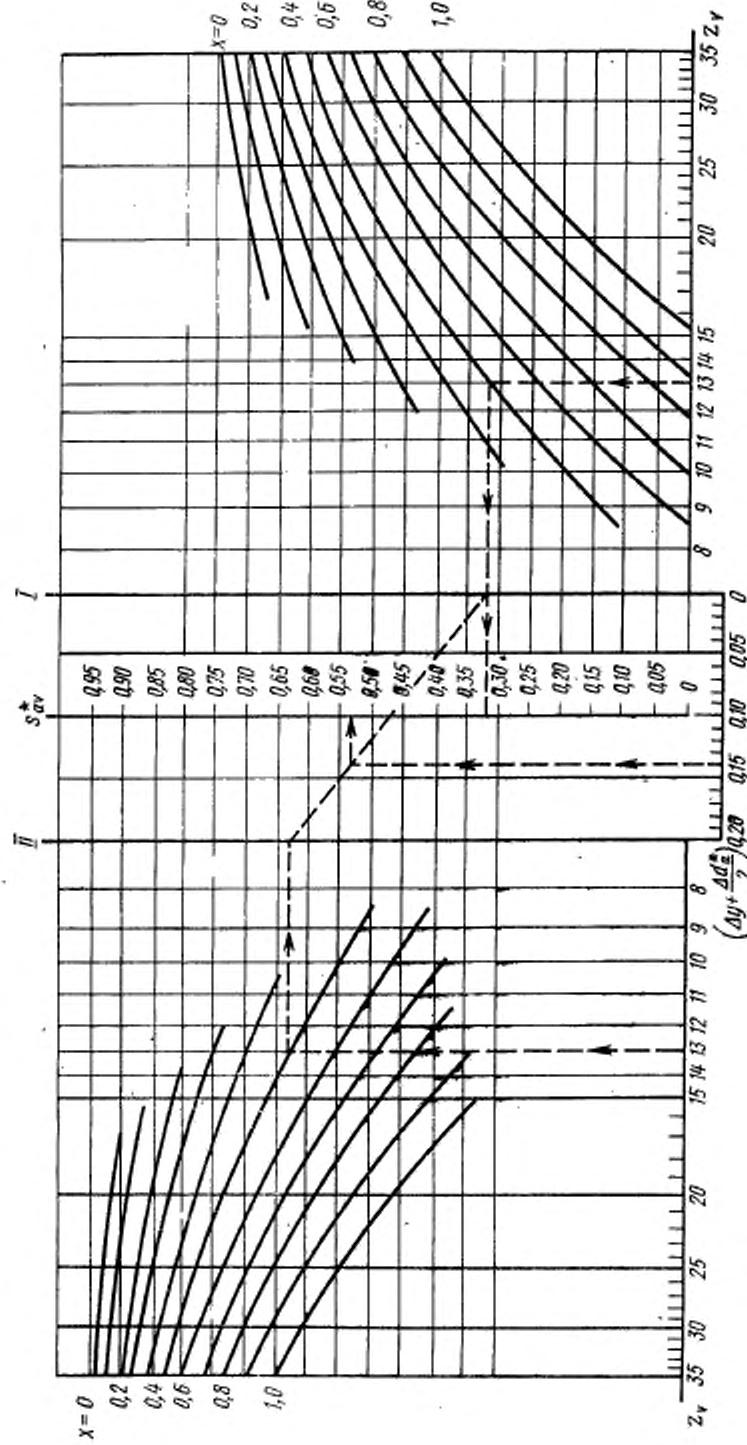
Черт. 9

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

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

при z_2 и β определяем $\varepsilon_{a2} = 0,84$ (см. пунктир).

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



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 положительна, при увеличении — отрицательна).

Примеры.

- 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 осах I и II, соединяем их прямой и по значению $(\Delta_y + \frac{\Delta d_a^*}{2}) = 0.14$ получаем величину $s_{av}^* = 0.54$ (см. пунктир).
- 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).

Таблица 4

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

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

$$\bar{h}_\Delta^* = 0,5 \bar{s}_c^* \tan \alpha$$

x	\bar{s}_c^*	\bar{h}_Δ^*	x	\bar{s}_c^*	\bar{h}_Δ^*	x	\bar{s}_c^*	\bar{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	0,3566
-0,10	1,3228	0,2408	0,40	1,6442	0,2993	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

Таблица 5

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

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

α	K	α	K	α	K	α	K
8°00'	1,0263	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'	1,7660
11°20'	1,0578	19°20'	1,1798	27°20'	1,3997	35°20'	1,7752
11°30'	1,0596	19°30'	1,1832	27°30'	1,4057	35°30'	1,7844
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

Таблица 6
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			От —0,50 до 0	10,8367
9	От 0,50 до 0,80	4,5542	2	36	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		От —0,50 до —0,05	10,8507	4
	Св. 0,65 до 0,90	7,5344	3	37	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 0,25	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	10,6126	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	10,6266	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	16,8599	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
	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	6
	Св. 0 до 0,70	10,7106	4		Св. 0,50 до 1,00	19,8471	7
	Св. 0,70 до 1,00	13,6627	5	48	От —0,50 до —0,20	13,9569	5
28	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
	Св. 0,60 до 1,00	13,6767	5	49	От —0,50 до —0,25	13,9709	5
29	От —0,50 до —0,10	7,7865	3		Св. —0,25 до 0,35	16,9230	6
	Св. —0,10 до 0,50	10,7386	4		Св. 0,35 до 1,00	19,8751	7
	Св. 0,50 до 1,00	13,6907	5	50	От —0,50 до —0,30	13,9849	5
30	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
	Св. 0,45 до 1,00	13,7047	5	51	От —0,50 до —0,35	13,9989	5
31	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
	Св. 0,35 до 1,00	13,7187	5	52	От —0,50 до —0,40	14,0129	5
32	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
	Св. 0,25 до 1,00	13,7327	5		Св. 0,80 до 1,00	22,8692	8
33	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	От —0,50 до —0,40	7,8565	3		Св. 0,70 до 1,00	22,8832	8
	Св. —0,40 до 0,15	10,8086	4	54	От —0,50 до 0	16,9930	6
	Св. 0,15 до 1,00	13,7607	5		Св. 0 до 0,65	19,9451	7
35	От —0,50 до —0,45	7,8706	3		Св. 0,65 до 1,00	22,8972	8
	Св. 0,45 до 0,05	10,8227	4	55	От —0,50 до —0,05	17,0071	6
	Св. 0,05 до 0,75	13,7748	5		Св. —0,05 до 0,55	19,9592	7
	Св. 0,75 до 1,00	16,7269	6		Св. 0,55 до 1,00	22,9113	8

Продолжение табл. 6

t_T	x	W_T^*	t_W	t_T	x	W_T^*	t_W
56	От -0,50 до -0,10 Св. -0,10 до 0,50 Св. 0,50 до 1,00	17,0211 19,9732 22,9253	6 7 8	77	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до 0,25 Св. 0,25 до 1,00	23,2194 26,1715 29,1236	8 9 10
57	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	17,0351 19,9872 22,9393	6 7 8	78	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до 0,20 Св. 0,20 до 0,85 Св. 0,85 до 1,00	23,2334 26,1855 29,1376 32,0897	8 9 10 11
58	От -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	17,0491 20,0012 22,9533	6 7 8	79	От -0,50 до -0,40 Св. -0,40 до 0,15 Св. 0,15 до 0,75 Св. 0,75 до 1,00	23,2474 26,1995 29,1516 32,1037	8 9 10 11
59	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до 0,25 Св. 0,25 до 1,00	17,0631 20,0152 22,9673	6 7 8	80	От -0,50 до 0,05 Св. 0,05 до 0,70 Св. 0,70 до 1,00	26,2135 29,1656 32,1177	9 10 11
60	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до 0,20 Св. 0,20 до 1,00	17,0771 20,0292 22,9813	6 7 8	81	От -0,50 до 0 Св. 0 до 0,60 Св. 0,60 до 1,00	26,2276 29,1797 32,1318	9 10 11
61	От -0,50 до -0,40 Св. -0,40 до 0,15 Св. 0,15 до 0,80 Св. 0,80 до 1,00	17,0911 20,0432 22,9953 25,9474	6 7 8 9	82	От -0,50 до -0,05 Св. -0,05 до 0,55 Св. 0,55 до 1,00	26,2416 29,1937 32,1458	9 10 11
62	От -0,50 до -0,45 Св. -0,45 до 0,05 Св. 0,05 до 0,70 Св. 0,70 до 1,00	17,1051 20,0572 23,0093 25,9614	6 7 8 9	83	От -0,50 до -0,10 Св. -0,10 до 0,45 Св. 0,45 до 1,00	26,2556 29,2077 32,1598	9 10 11
63	От -0,50 до 0 Св. 0 до 0,60 Св. 0,60 до 1,00	20,0712 23,0233 25,9754	7 8 9	84	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	26,2696 29,2217 32,1738	9 10 11
64	От -0,50 до -0,05 Св. -0,05 до 0,55 Св. 0,55 до 1,00	20,0852 23,0373 25,9894	7 8 9	85	От -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	26,2836 29,2357 32,1878	9 10 11
65	От -0,50 до -0,10 Св. -0,10 до 0,45 Св. 0,45 до 1,00	20,0992 23,0513 26,0034	7 8 9	86	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до 0,25 Св. 0,25 до 1,00	26,2976 29,2497 32,2018	9 10 11
66	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	20,1132 23,0653 26,0174	7 8 9	87	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до 0,20 Св. 0,20 до 0,85 Св. 0,85 до 1,00	26,3116 29,2637 32,2158 35,1679	9 10 11 12
67	От -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	20,1272 23,0793 26,0314	7 8 9	88	От -0,50 до -0,40 Св. -0,40 до 0,15 Св. 0,15 до 0,75 Св. 0,75 до 1,00	26,3256 29,2777 32,2298 35,1819	9 10 11 12
68	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до 0,25 Св. 0,25 до 1,00	20,1412 23,0933 26,0454	7 8 9	89	От -0,50 до 0,05 Св. 0,05 до 0,70 Св. 0,70 до 1,00	29,2917 32,2438 35,1959	10 11 12
69	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до 0,20 Св. 0,20 до 0,85 Св. 0,85 до 1,00	20,1553 23,1074 26,0595 29,0116	7 8 9 10	90	От -0,50 до 0 Св. 0 до 0,60 Св. 0,60 до 1,00	29,3057 32,2578 35,2099	10 11 12
70	От -0,50 до -0,40 Св. -0,40 до 0,15 Св. 0,15 до 0,75 Св. 0,75 до 1,00	20,1693 23,1214 26,0735 29,0256	7 8 9 10	91	От -0,50 до -0,05 Св. -0,05 до 0,55 Св. 0,55 до 1,00	29,3198 32,2719 35,2240	10 11 12
71	От -0,50 до 0,05 Св. 0,05 до 0,70 Св. 0,70 до 1,00	23,1354 26,0875 29,0396	8 9 10	92	От -0,50 до -0,10 Св. -0,10 до 0,45 Св. 0,45 до 1,00	29,3338 32,2859 35,2380	10 11 12
72	От -0,50 до 0 Св. 0 до 0,60 Св. 0,60 до 1,00	23,1494 26,1015 29,0536	8 9 10	93	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	29,3478 32,2999 35,2320	10 11 12
73	От -0,50 до -0,05 Св. -0,05 до 0,55 Св. 0,55 до 1,00	23,1634 26,1155 29,0676	8 9 10	94	От -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	29,3618 32,3139 35,2660	10 11 12
74	От -0,50 до -0,10 Св. 0,10 до 0,45 Св. 0,45 до 1,00	23,1774 26,1295 29,0816	8 9 10	95	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до 0,25 Св. 0,25 до 1,00	29,3758 32,3279 35,2800	10 11 12
75	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	23,1914 26,1435 29,0956	8 9 10	96	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до 0,20 Св. 0,20 до 0,80 Св. 0,80 до 1,00	29,3898 32,3419 35,2940 38,2461	10 11 12 13
76	От -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	23,2054 26,1675 29,1096	8 9 10				

Продолжение табл. 6

z_T	x	W_T^*	z_W	z_T	x	W_T^*	z_W
97	От -0,50 до -0,40 Св. -0,40 до 0,15 Св. 0,15 до 0,75 Св. 0,75 до 1,00	29,4038 32,3559 35,3080 38,2801	10 11 12 13	113	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до -0,25 Св. 0,25 до 1,00	35,5321 38,4842 41,4363	12 13 14
98	От -0,50 до 0,05 Св. 0,05 до 0,70 Св. 0,70 до 1,00	32,3699 35,3220 38,2741	11 12 13	114	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до 0,20 Св. 0,20 до 0,80 Св. 0,80 до 1,00	35,5461 38,4982 41,4503 44,4024	12 13 14 15
99	От -0,50 до 0 Св. 0 до 0,60 Св. 0,60 до 1,00	32,3839 35,3360 38,2881	11 12 13	115	От -0,50 до -0,45 Св. -0,45 до -0,15 Св. 0,15 до 0,75 Св. 0,75 до 1,00	35,5602 38,5123 41,4644 44,4165	12 13 14 15
100	От -0,50 до -0,05 Св. -0,05 до 0,55 Св. 0,55 до 1,00	32,3979 35,3500 38,3021	11 12 13	116	От -0,50 до 0,05 Св. 0,05 до 0,65 Св. 0,65 до 1,00	38,5263 41,4784 44,4305	13 14 15
101	От -0,50 до -0,15 Св. -0,15 до 0,45 Св. 0,45 до 1,00	32,4119 35,3640 38,3161	11 12 13	117	От -0,50 до 0 Св. 0 до 0,60 Св. 0,60 до 1,00	38,5403 41,4924 44,4445	13 14 15
102	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	32,4260 35,3781 38,3302	11 12 13	118	От -0,50 до -0,05 Св. -0,05 до 0,55 Св. 0,55 до 1,00	38,5543 41,5064 44,4585	13 14 15
103	От -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	32,4400 35,3921 38,3442	11 12 13	119	От -0,50 до -0,15 Св. -0,15 до 0,45 Св. 0,45 до 1,00	38,5683 41,5204 44,4725	13 14 15
104	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до 0,25 Св. 0,25 до 1,00	32,4540 35,4061 38,3582	11 12 13	120	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	38,5823 41,5344 44,4865	13 14 15
105	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до 0,20 Св. 0,20 до 0,80 Св. 0,80 до 1,00	32,4680 35,4201 38,3722 41,3243	11 12 13 14	121	От -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	38,5963 41,5484 44,5005	13 14 15
106	От -0,50 до -0,45 Св. -0,45 до 0,15 Св. 0,15 до 0,75 Св. 0,75 до 1,00	32,4820 35,4341 38,3862 41,3383	11 12 13 14	122	От -0,50 до -0,30 Св. -0,30 до 0,25 Св. 0,25 до 1,00	38,6103 41,5624 44,5145	13 14 15
107	От -0,50 до 0,05 Св. 0,05 до 0,65 Св. 0,65 до 1,00	35,4481 38,4002 41,3523	12 13 14	123	От -0,50 до -0,35 Св. -0,35 до -0,20 Св. 0,20 до 0,80 Св. 0,80 до 1,00	38,6243 41,5764 44,5285 47,4806	13 14 15 16
108	От -0,50 до 0 Св. 0 до 0,60 Св. 0,60 до 1,00	35,4621 38,4142 41,3663	12 13 14	124	От -0,50 до -0,45 Св. -0,45 до 0,15 Св. 0,15 до 0,75 Св. 0,75 до 1,00	38,6383 41,5904 44,5425 47,4946	13 14 15 16
109	От -0,50 до -0,05 Св. -0,05 до 0,55 Св. 0,55 до 1,00	35,4761 38,4282 41,3803	12 13 14	125	От -0,50 до 0,05 Св. 0,05 до 0,65 Св. 0,65 до 1,00	41,6044 44,5565 47,5086	14 15 16
110	От -0,50 до -0,15 Св. -0,15 до 0,45 Св. 0,45 до 1,00	35,4901 38,4422 41,3943	12 13 14				
111	От -0,50 до -0,20 Св. -0,20 до 0,40 Св. 0,40 до 1,00	35,5041 38,4562 41,4083	12 13 14				
112	Св. -0,50 до -0,25 Св. -0,25 до 0,35 Св. 0,35 до 1,00	35,5181 38,4702 41,4223	12 13 14				

Примечание. Значения W_T^* рассчитаны по формуле:

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

Здесь z_W — округленное до ближайшего целого числа значение z_W .

$$z_W = \frac{z_A z_B}{180^\circ} + 0,5,$$

$$\text{где } \cos \alpha_{AB} = \frac{z_A z_B}{z_A + 2x}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендации

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 $s_{\text{шв}}$ при $x_1 = x_2 = 0,5$ и $z < 18$, а также, при наличии модификации головки, проверки величин $s_{\text{шв},M}$ 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	Кинематические передачи	$z_1 > 17$
0	0		$12 < z_1 < 16$ и $z_2 > 22$
0,3	-0,3	Силовые передачи	$z_1 > 21$
0	0		$14 < z_1 < 20$ и $u > 3,5$
0,3	-0,3		$z_1 > 30$ $z_1 > 20$, если модификация головки обязательна и ее параметры, определяемые по ГОСТ 13755-81, должны быть оптимальными
0	0		$10 < z_1 < 30$ В пределах $10 < z_1 < 16$ нижнее предельное значение z_1 определяется по графику на чертеже
0,5	0,5		

Таблица 2

Коэффициенты смещения у зубчатых колес косозубой и шевронной передач

Коэффициент смещения		Область применения		
у шестерни x_1	у колеса x_2			
0	0			$z_1 > z_{\min}$ z_{\min} определяется по табл. 5
0,3	-0,3	Межосевое расстояние $a_{\text{ш}}$ задано равным $\frac{(z_1+z_2)m}{2\cos\beta}$ или не задано	Кинематические передачи	$z_1 > z_{1\min}$, но не менее 10 и $z_2 > z_{2\min}$. $z_{1\min}$ 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		Силовые передачи	$z_1 > z_{\min} + 2$ z_{\min} определяется по табл. 6
-0,3	-0,3			$z_1 > z_{\min} + 2$, но не менее 10 и $u > 3,5$ 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			
$0 < x_{\Sigma} < 0,5$	x_{Σ}	0	Кинематические передачи	$z_1 > z_{\min}$, но не менее 10 и $z_2 > 17$. z_{\min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_1=x_{\Sigma}$	
$0,5 < x_{\Sigma} < 1$	0,5	$x_{\Sigma} - 0,5$	Силовые передачи	$z_1 > z_{\min} + 2$ и $z_2 > 21$ z_{\min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_1=x_{\Sigma} = 0,5$	$z_1 > 10$ и $z_2 > z_{\min}$. z_{\min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_1=x_{\Sigma} = 0,5$
			Кинематические передачи		$z_1 > 11$ и $z_2 > z_{\min} + 2$ z_{\min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_1=x_{\Sigma} = 0,5$
			Силовые передачи		

Примечания:

- При заданном межосевом расстоянии $a_{\text{ш}}$ требуемое значение коэффициента суммы смещений x_{Σ} можно получить за счет изменения числа зубьев z_1 или z_2 , если это изменение допускается.
- При $0,3 < x_{\Sigma} < 0,7$ 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 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
			Силовые передачи

$z_1 > z_{1\min}$, но не менее 10 и $z_2 > z_{2\min}$
 $z_{1\min}$ определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при
 $x = x_1 = x_{\Sigma}$,
 $z_{2\min}$ определяется по табл. 5

$z_1 > z_{1\min} + 2$, но не менее 10 и $z_2 > z_{2\min} + 2$,
 $z_{1\min}$ определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при
 $x = x_1 = x_{\Sigma}$,
 $z_{2\min}$ определяется по табл. 5.

Рекомендации не распространяются на передачи, у которых при твердости поверхностей зубьев колеса до НВ 320 твердость поверхностей зубьев шестерни превосходит ее более чем на НВ 70

Примечания:

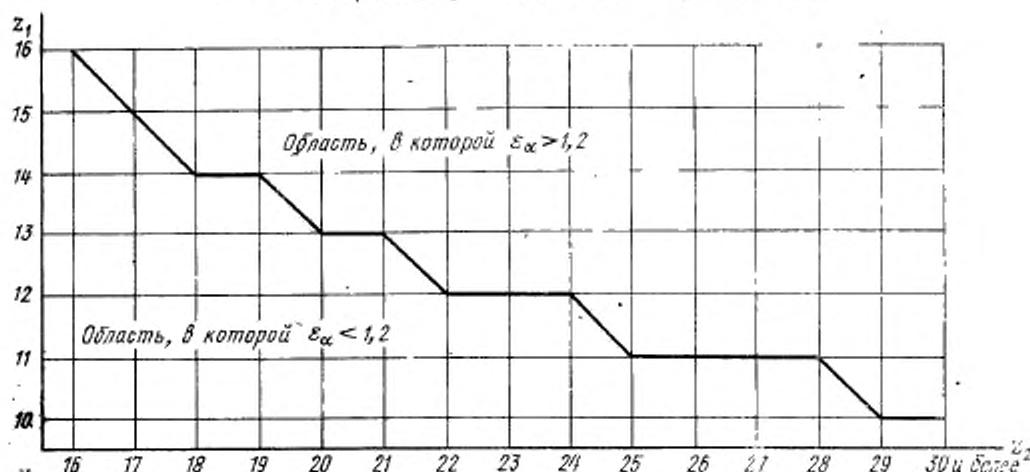
- При заданном межосовом расстоянии a_w требуемое значение коэффициента суммы смещений x_{Σ} можно получить за счет изменения числа зубьев z_1 или z_2 , угла наклона β если эти изменения допускаются.
- При $x_{\Sigma} > 0,3$ и $u < 2$ наибольшая скорость скольжения в зацеплении будет большей, чем в передаче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

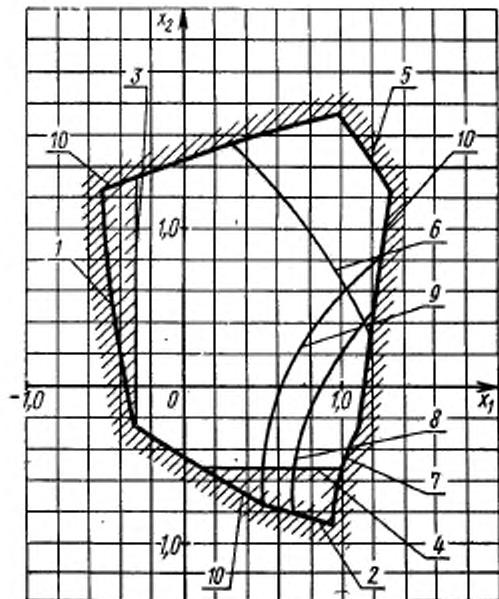
График для определения нижнего предельного значения z_1 в зависимости от z_2 , при которых $\varepsilon_{\alpha} = 1,2$ ($x_1 = x_2 = 0,5$)



БЛОКИРУЮЩИЕ КОНТУРЫ

Блокирующим контуром называется совокупность линий в системе координат x_1 и x_2 , ограничивающих зону допустимых значений коэффициентов смещения для передач 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 $x_{1\min}$ шестерни; 4 — линия $x_{1\min}$ колеса; 5 — линия $\varepsilon = \varepsilon_a = 1.0$; 6 — линия $\varepsilon = \varepsilon_a = 1.2$; 7 — линия $\varepsilon_a = 0$; 8 — линия $\varepsilon_a = 0.25$ м; 9 — линия $\varepsilon_a = 0.40$ м; 10 — линия интерференции зубьев.

Черт. 1

При выборе коэффициентов смещения с помощью блокирующих контуров коэффициент торцового перекрытия ε_a 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.

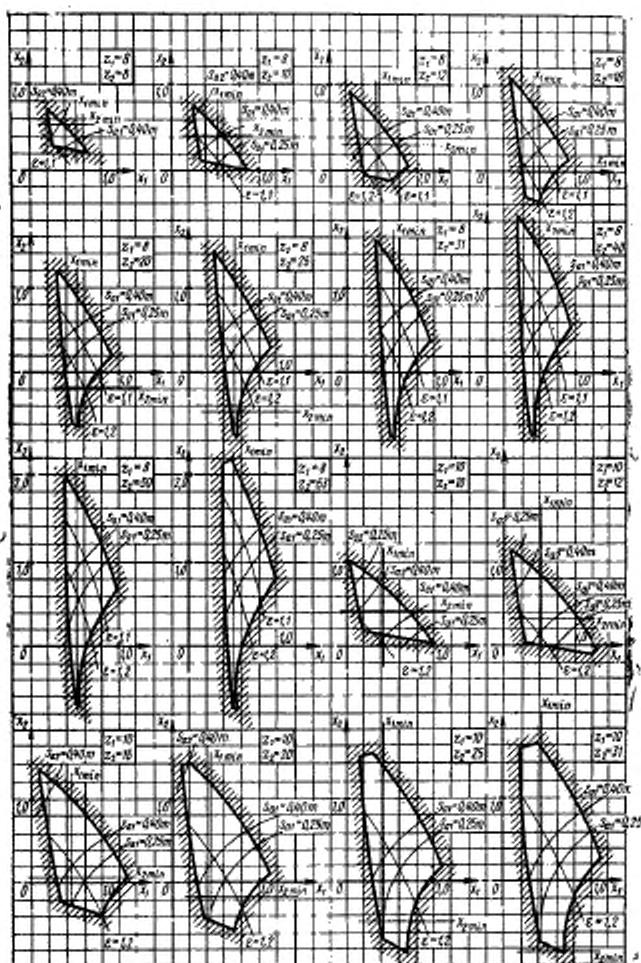
Приведенные на черт. 2—6 блокирующие контуры построены для прямозубых передач, зубья зубчатых колес которых образованы теоретической исходной производящей рейкой, соответствующей исходному контуру с $\alpha=20^\circ$. $h_a^* = 1$ и $h_1 - h_a^* = 1$ (включая исходный контур по ГОСТ 13755—81), и диаметры 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 $\varepsilon_a \approx (1.51 \cos \beta - 0.51)$.

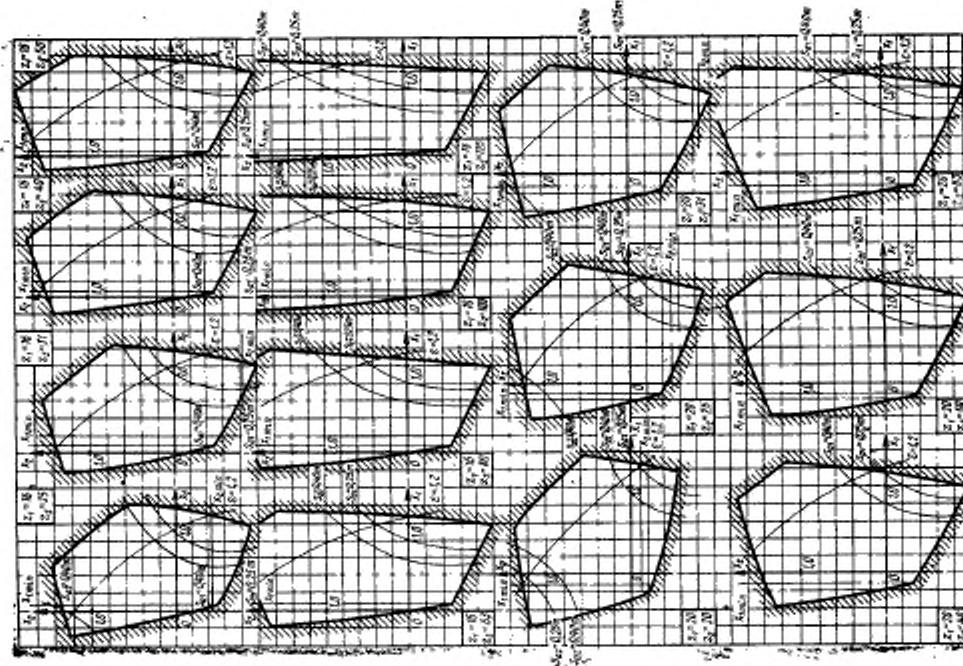
Пример. Дано: $z_1=13$, $z_2=65$, $x_2=0,633$.

Разбивку x_2 требуется произвести таким образом, чтобы получить $s_{01}=0,4 m$ и $e>1,2$.

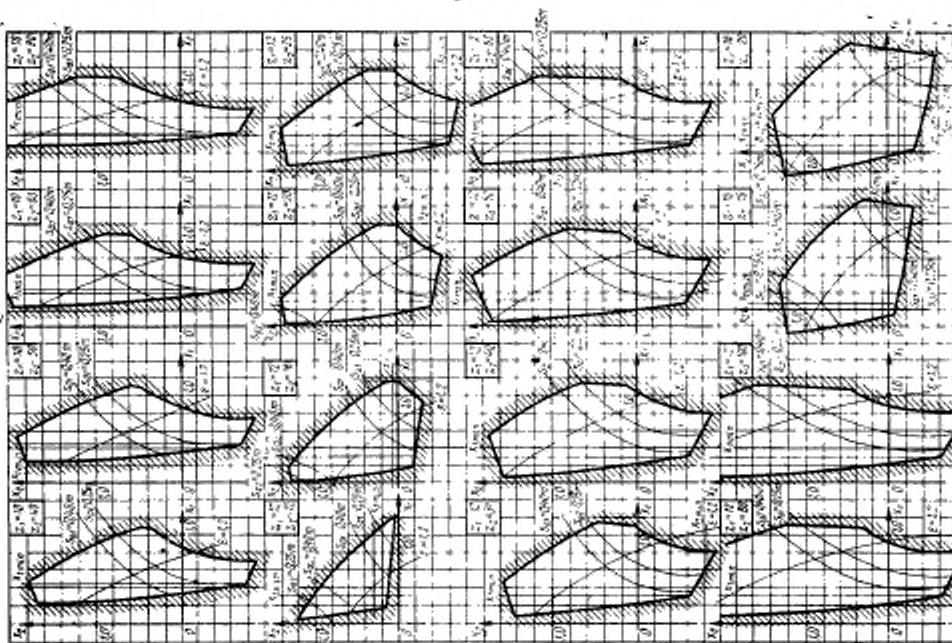
По блокирующему контуру с числами зубьев ближайшими меньшими к заданным ($z_1=12$, $z_2=63$) находим, что этим условиям удовлетворяют коэффициенты смещения $x_1=0,400$ и $x_2=0,233$.



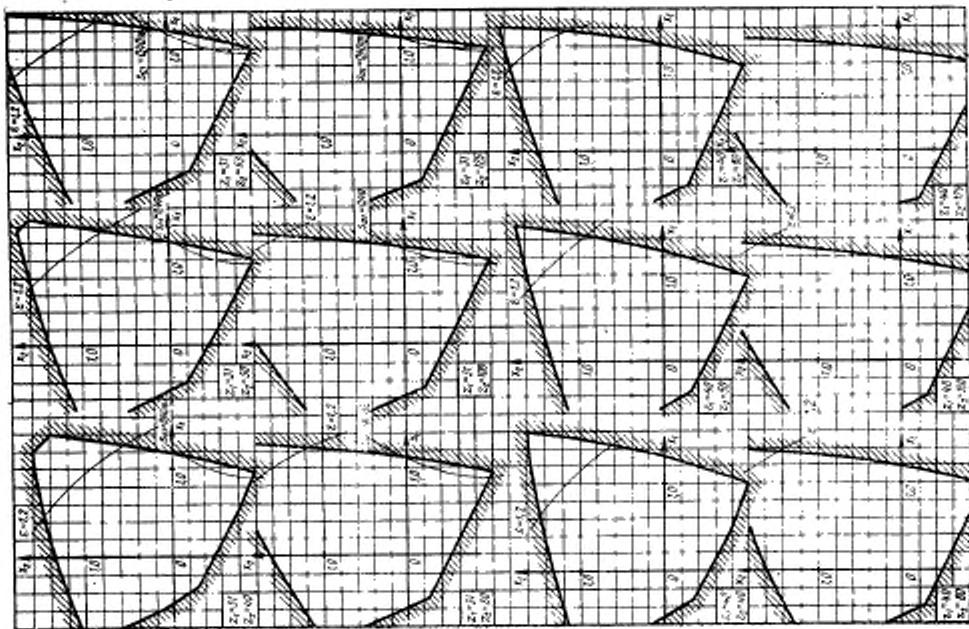
Черт. 2



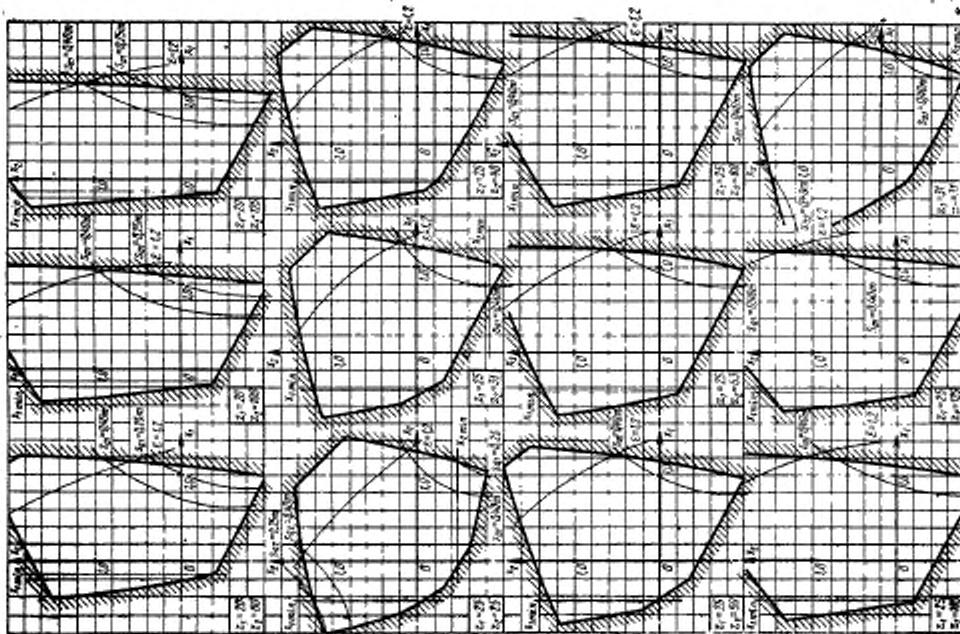
Черт. 4



Черт. 3



Черн. 6



HepT. 5

Проверка по геометрическим показателям возможности обработки зубчатого колеса зуборезным долбяком

Исходные данные, относящиеся к зуборезному долбяку

Таблица 1

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	γ_{r0}	При наличии модификации ножки зуба вместо γ_{r0} должен быть задан угол развернутости профиля, соответствующий начальной точке модификации ножки γ_{q0}

При исходных контаурах 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 сточном зацеплении зубчатого колеса и зуборезного долбяка	$\alpha_{t\omega 0}$	$\operatorname{inv} \alpha_{t\omega 0} = \frac{s_{n0} + s_n - nm}{(z + z_0)m} + \operatorname{inv} \alpha_t$, где s_n — по табл. 3, п. 19 настоящего стандарта
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 сточном зацеплении зубчатого колеса и зуборезного долбяка	$a_{\omega 0}$	$a_{\omega 0} = \frac{d + d_0}{2} \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{t\omega 0}}$
4. Радиус кривизны профиля зуба зубчатого колеса в граничной точке	r_t	$r_t = a_{\omega 0} \sin \alpha_{t\omega 0} - 0,5 d_{a0} \sin \alpha_{a0}$ При $r_t > 0$ подрезание зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком отсутствует. При $r_t < r_p$ интерференция зубьев зубчатых колес передачи отсутствует. Здесь r_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта

Продолжение табл. 2

Накименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Проверка отсутствия срезания зуба зубчатого колеса		
5. Радиус кривизны профиля зуба зубчатого колеса в точке на окружности вершин	ρ_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	r_f	$r_f = a_{w0} \sin \alpha_{fw0} = 0,5v r_0 d_0 \cos \alpha_f$ При $r_f > \rho_a$ срезание зуба зубчатого колеса зуборезным долблаком отсутствует
7. Расстояние между окружностью вершин зубчатого колеса и его концентрической окружностью, проходящей через точки начала среза зуба	h_f	$h_f = 0,5d_a - \sqrt{r_f^2 + 0,25 d_b^2}$, где d_b — по табл. 4, п. 1 настоящего стандарта
Проверка диаметра впадин зубчатого колеса		
8. Диаметр впадин зубчатого колеса, обрабатываемого зуборезным долблаком	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

При мечание. При расчете геометрии зубчатой передачи, зубчатые колеса которой окончательно обрабатываются только зуборезным долблаком, 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 долблаком.
2. Диаметры вершин зубьев соответственно шестерни и колеса допускается в обоснованных случаях рассчитывать по формулам

$$d_{a1} = 2a_{w0} - d_{f1} = 2c^*m,$$

$$d_{a2} = 2a_{w0} - d_{f2} = 2c^*m,$$

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

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

Таблица 1

Расчет геометрических параметров

Назначение параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
1. Радиус кривизны профиля зуба в заданной точке на концентрической окружности диаметра d_y	r_y	$r_y = 0,5d_y \sin \alpha_y$, где α_y — по табл. 3, п. 6 настоящего стандарта
2. Сумма радиусов кривизны профилей зубьев шестерни и колеса в контактных точках	r_z	$r_z = a_w \sin \alpha_{zw}$
3. Составляющая коэффициента торцового перекрытия, определяемая начальными головками зубьев	ϵ_{a1} шестерни	$\epsilon_{a1} = \frac{z_1}{2\pi} (\lg \alpha_{a1} - \lg \alpha_{zw})$ Формула справедлива, если верхняя точка актического профиля совпадает с точкой профиля на окружности вершины.
	ϵ_{a2} колеса	$\epsilon_{a2} = \frac{z_2}{2\pi} (\lg \alpha_{a2} - \lg \alpha_{zw})$ Если имеется притупление продольной кромки зуба, то вместо α_{a1} и α_{a2} следует соответственно подставлять α_{a1} и α_{a2} . Здесь α_a и α_k по табл. 4, п. 2 настоящего стандарта
Параметры, относящиеся только к косозубым передачам		
4. Средняя суммарная длина контактных линий	l_m	$l_m = \frac{b_w \epsilon_a}{\cos \beta_0},$ Здесь: b_w — рабочая ширина венца, ϵ_a — по табл. 6, п. 3 настоящего стандарта, β_0 — по табл. 4, п. 11 настоящего стандарта
5. Наименьшая суммарная длина контактных линий	l_{min}	$l_{min} = l_m \left(1 - \frac{n_a n_b}{\epsilon_a \epsilon_b} \right) \quad \text{при } n_a + n_b < 1$ $l_{min} = l_m \left[1 - \frac{(1-n_a)(1-n_b)}{\epsilon_a \epsilon_b} \right] \quad \text{при } n_a + n_b > 1.$ Здесь n_a и n_b — дробные части величин ϵ_a и ϵ_b , рассчитанных по табл. 6, пп. 3 и 4 настоящего стандарта
6. Коэффициент среднего изменения суммарной длины контактных линий	k_z	$k_z = \frac{l_{min}}{l_m}.$ Упрощенное определение k_z при $\epsilon_b < 3$ производится по графикам на черт. 1 и 2. При $\epsilon_b > 3$ допускается принимать $k_z = 1$

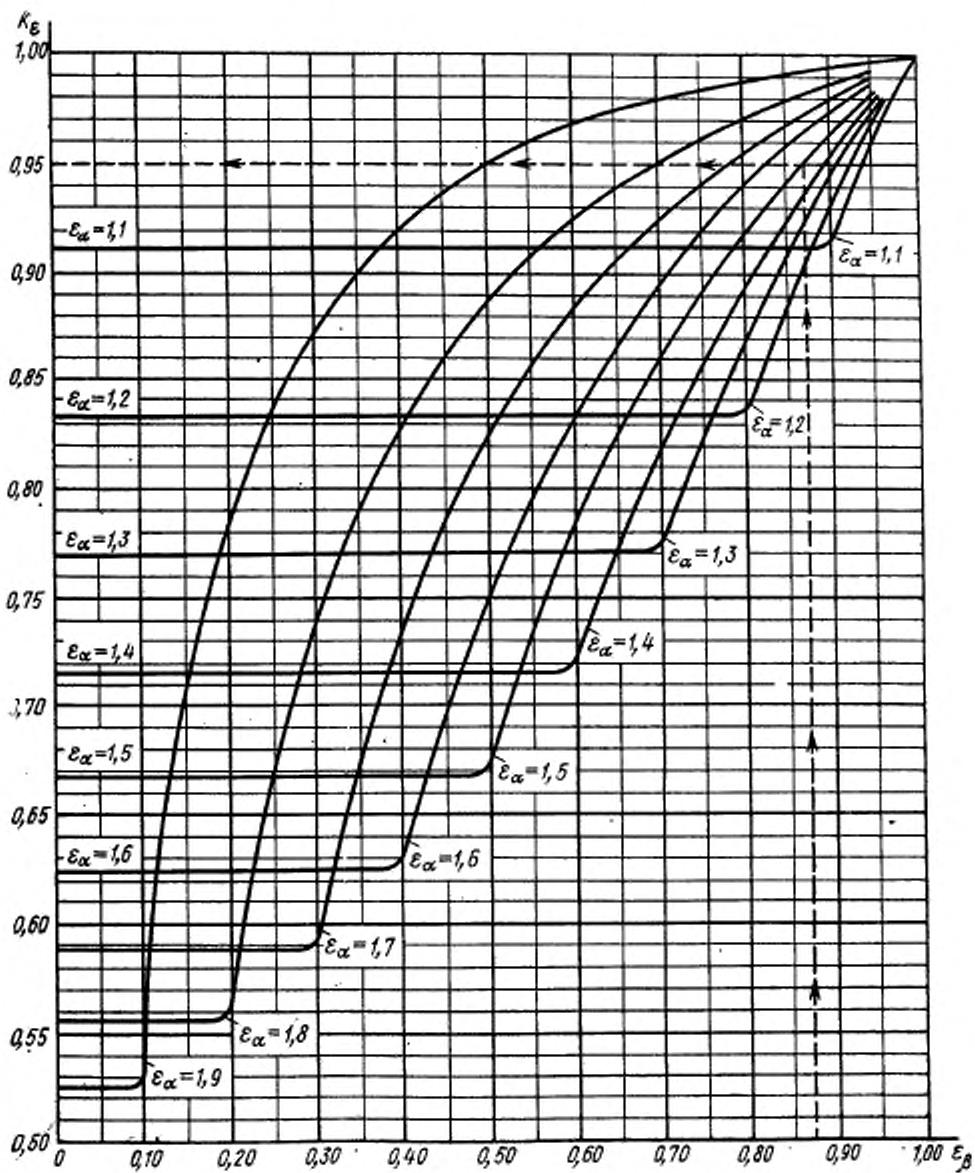
Продолжение табл. 1

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Параметры, относящиеся только к прямозубым передачам		
7. Радиус кривизны профиля зуба в верхней граничной точке однопарного зацепления	r_a	$r_a = r_p + r_z$. Здесь: r_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта, r_z — по табл. 5, п. 1 настоящего стандарта
8. Угол профиля зуба в верхней граничной точке однопарного зацепления	α_a	$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{2r_a}{d_b}$, где d_b — по табл. 4, п. 1 настоящего стандарта
9. Диаметр окружности верхних граничных точек однопарного зацепления	d_a	$d_a = \frac{2r_a}{\sin \alpha_a}$
10. Расстояние между окружностью диаметра ($d_a + 2 \Delta y \cdot m$) и окружностью верхних граничных точек однопарного зацепления	h_a	$h_a = 0,5(d_a - d_a) + \Delta y \cdot m$
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}	$v_{Fy} = \omega r_y$, где ω — угловая скорость зубчатого колеса, r_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	v_{sy1} шестерни	$v_{sy1} = v_{Fy1} - v_{Fy2}$
	колеса	$v_{sy2} = -v_{sy1}$
4. Скорость скольжения в точке профиля зуба на окружности вершин	v_{sa1} шестерни	$v_{sa1} = 0,5\omega_2 d_{b1} (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{iw}) (u+1)$
	колеса	$v_{sa2} = 0,5\omega_2 d_{b2} (\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{iw}) (u+1)$
5. Удельное скольжение в заданной контактной точке профиля зуба	δ_y	Если имеется притупление продольной кромки зуба, то следует рассчитать 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_{iw} — по табл. 4, пп. 1 и 2 настоящего стандарта
		$\delta_y = \frac{v_{sy}}{v_{Fy}}$

Таблица 2

Продолжение табл. 2

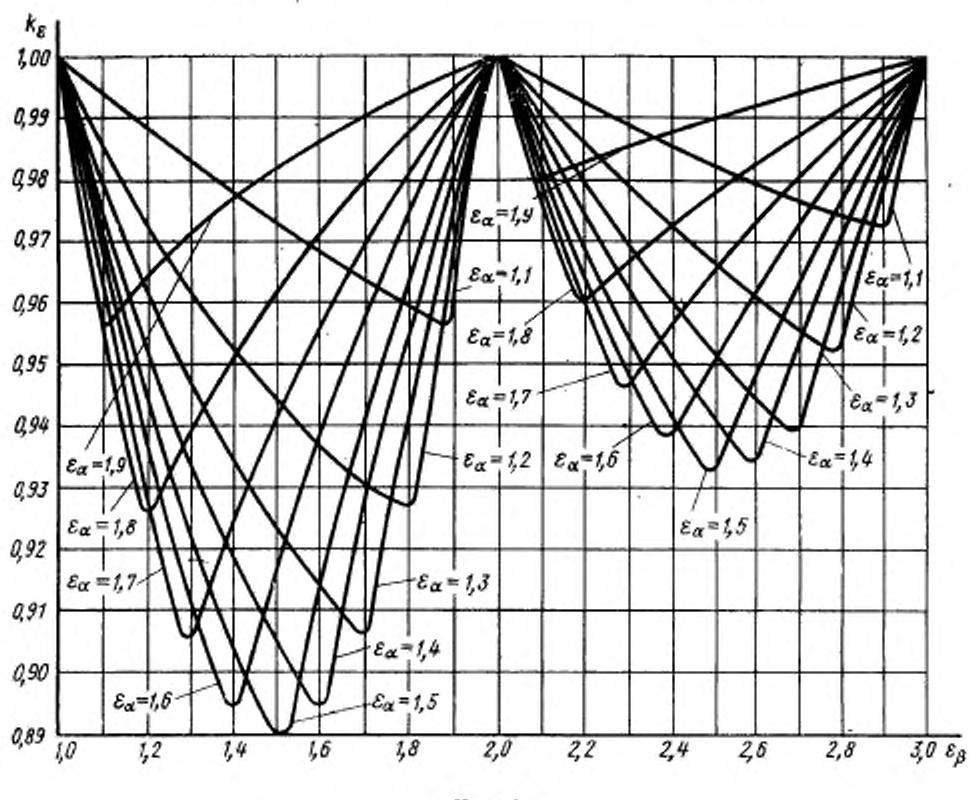
Наименование параметра		Обозначение	Расчетные формулы и указания	
6. Удельное скольжение в нижней точке активного профиля зуба	шестерни	θ_{p1}	$\theta_{p1} = -\frac{(\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{fw}) (u+1)}{\operatorname{tg} \alpha_{fw} - u(\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{fw})}$	<p>Если имеется притупление продольной кромки зуба, вместо α_{a1} и α_{a2} следует подставлять соответственно α_{k1} и α_{k2}.</p> <p>Здесь α_a и α_k — по табл. 4, п. 2 настоящего стандарта</p>
	колеса	θ_{p2}	$\theta_{p2} = -\frac{(\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{fw}) (u+1)}{u \operatorname{tg} \alpha_{fw} - (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{fw})}$	
Параметры, относящиеся только к прямозубым передачам				
7. Угол профиля зуба в нижней граничной точке однопарного зацепления	шестерни	σ_{v1}	$\operatorname{tg} \sigma_{v1} = \frac{2(\alpha_w \sin \alpha_w - \rho_w)}{d_{b1}}$	<p>Здесь ρ_w — по табл. 1, п. 7</p>
	колеса	σ_{v2}	$\operatorname{tg} \sigma_{v2} = \frac{2(\alpha_w \sin \alpha_w - \rho_w)}{d_{b2}}$	
8. Скорость скольжения в верхней граничной точке однопарного зацепления	шестерни	v_{su1}	$v_{su1} = 0,5 \omega_1 d_{b1} (\operatorname{tg} \alpha_{u1} - \operatorname{tg} \alpha_w) (u+1)$	<p>Здесь α_w — по табл. 1, п. 8</p>
	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	θ_{v1}	$\theta_{v1} = -\frac{(\operatorname{tg} \alpha_{u1} - \operatorname{tg} \alpha_w) (u+1)}{\operatorname{tg} \alpha_w - u(\operatorname{tg} \alpha_{u1} - \operatorname{tg} \alpha_w)}$	
	колеса	θ_{v2}	$\theta_{v2} = -\frac{(\operatorname{tg} \alpha_{u2} - \operatorname{tg} \alpha_w) (u+1)}{u \operatorname{tg} \alpha_w - (\operatorname{tg} \alpha_{u2} - \operatorname{tg} \alpha_w)}$	

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

Черт. 1

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

По графику определяем $k_i = 0,95$ (см. пунктир).

График для определения величины k_e ($1,0 < \varepsilon_\beta < 3,0$)

Черт. 2

СОДЕРЖАНИЕ

ГОСТ 16530—83	Передачи зубчатые. Общие термины, определения и обозначения	3
	1. Понятия, относящиеся к зубчатому колесу	3
	2. Понятия, относящиеся к зубчатому зацеплению и зубчатой передаче	21
	3. Виды зубчатых колес и передач	21
	4. Понятия, относящиеся к методу образования зубьев зубчатых колес передачи	38
	Алфавитный указатель терминов	41
	Алфавитный указатель обозначений на основе латинского алфавита	48
	Алфавитный указатель обозначений на основе греческого алфавита	49
ГОСТ 16531—83	Передачи зубчатые цилиндрические. Термины, определения и обозначения	52
	1. Виды цилиндрических зубчатых колес и передач	52
	2. Элементы и параметры цилиндрического зубчатого колеса	55
	3. Сечения и параметры зубчатой рейки	58
	4. Исходный и исходные производящие контуры и их параметры	59
	5. Параметры цилиндрической передачи	59
	6. Элементы и параметры эвольвентной цилиндрической зубчатой передачи	64
	7. Цилиндрические передачи Новикова	67
	Правила построения терминов и определений видовых положений цилиндрических зубчатых передач	69
	Алфавитный указатель терминов	70
	Алфавитный указатель обозначений	74
ГОСТ 16532—70	Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии	77
	1. Общие положения	77
	2. Расчет геометрических параметров	78
	Таблица 1. Исходные данные для расчета	78
	Таблица 2. Расчет основных геометрических параметров	79
	Таблица 3. Расчет размеров для контроля взаимного положения разноименных профилей зубьев	80
	Таблица 4. Расчет размеров для контроля名义альной поверхности зуба	84
	Таблица 5. Расчет размеров для контроля взаимного положения одинаковых профилей зубьев	85
	Таблица 6. Проверка качества зацепления по геометрическим показателям	85
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Упрощенный расчет геометрических параметров	87
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Выбор коэффициентов смещения	105
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Блокирующие контуры	108
	ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Проверка по геометрическим показателям возможности обработки зубчатого колеса зуборезным долблеком	112
	ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Расчет некоторых геометрических и кинематических параметров, применяемых в расчете зубчатой передачи на прочность	114

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. 13,60 уч.-чад. л. Тир. 30000 Цена 70 коп.
Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123567, Москва, Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1069