УДК 621.833.1:006.354 Группа Г15

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ЭВОЛЬВЕНТНЫЕ ВНЕШНЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Расчет геометрии

Cilindrical 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.

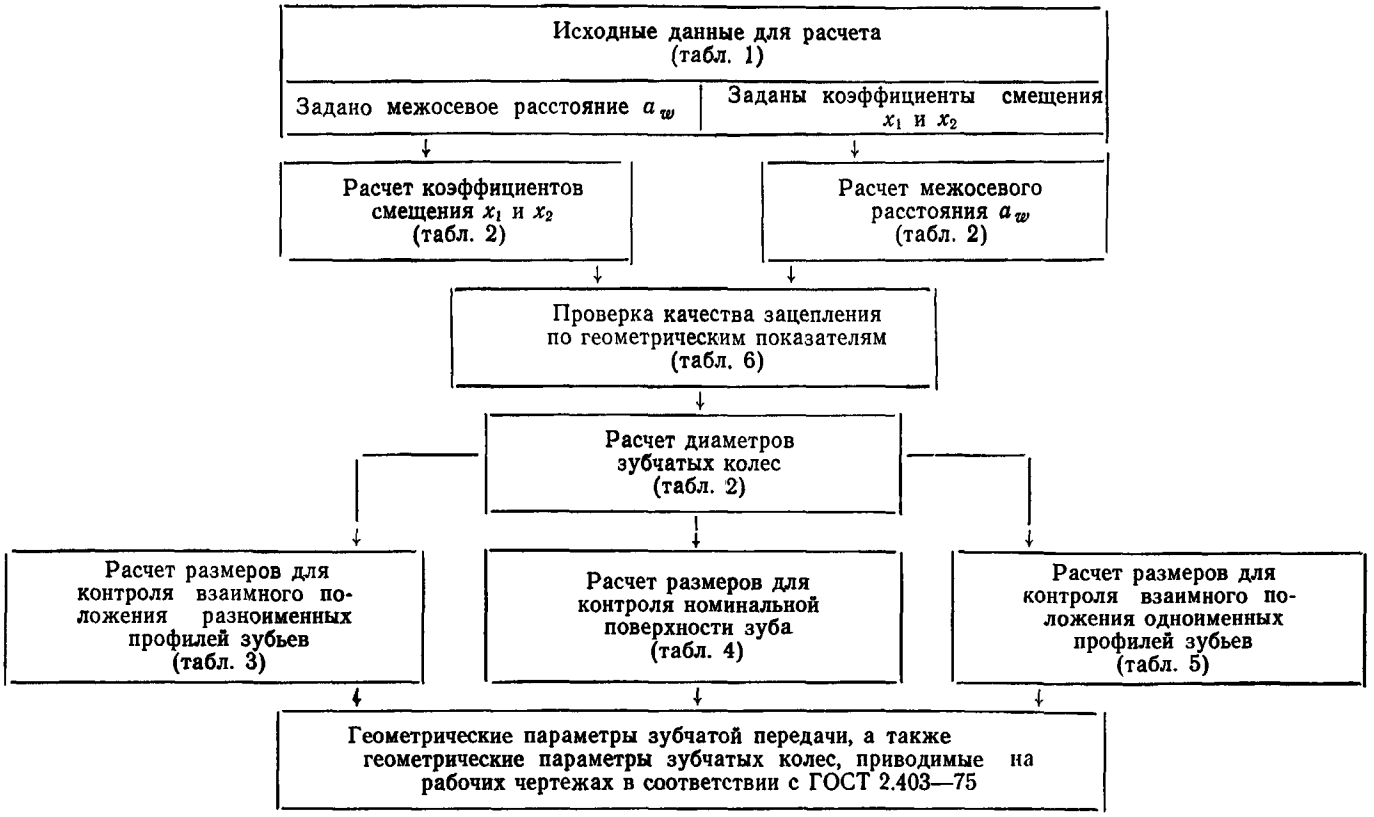
1.7. Расчет некоторых геометрических и кинематических параметров, применяемых в расчете зубчатой передачи на прочность, приведен в приложении 5.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

Переиздание. Август 1983 г.

gost.e-ecolog.ru

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
Нормальный исходный контур: Коэффициент высоты головки		h_a^*
Нормальный исходный контур: Коэффициент граничной высоты		h_l^*
Нормальный исходный контур: Коэффициент радиального зазора		c^*
Нормальный исходный контур: Линия модификации головки		—
Нормальный исходный контур: Коэффициент высоты модификации головки		h_g^*
Нормальный исходный контур: 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_{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	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
	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_{tw}	$\operatorname{inv}\alpha_{tw} = \frac{2x_\Sigma \operatorname{tg}\alpha}{z_1+z_2} + \operatorname{inv}\alpha_t$
9. Межосевое расстояние		a_w	$a_w = \frac{(z_1+z_2)m}{2\cos\beta}\cdot\frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_{tw}}$
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	$\Delta y = x_\Sigma - y$

При $\alpha = 20°$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) упрощенный расчет x_Σ, α_t и угла зацепления прямозубой передачи приведен в табл. 1 приложения 1

При $\alpha = 20°$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) упрощенный расчет a_w, α_t и угла зацепления прямозубой передачи α_w приведен в табл. 1 приложения 1

Продолжение табл. 2

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

Примечания:

1. Для прямозубых передач $\beta=0°$, тогда $a=0{,}5\ (z_1+z_2)\ m$, $\alpha t=\alpha$, $d=zm$.
2. При $a=a_w$ получаем $\alpha_w=\alpha_t$, $x_\Sigma=0$, $d_w=d$, $y=0$ 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**	$\overline{s}_c$	$\overline{s}_c=\left(\frac{\pi}{2}\cos^2\alpha+x\sin 2\alpha\right)m$ Должно выполняться условие $\rho_s>\rho_p$ Здесь: ρ_s — радиус кривизны разноименных профилей зуба в точках, определяющих постоянную хорду $\rho_s=0{,}5\left(d_b\operatorname{tg}\alpha_t+\overline{s}_c\frac{\cos\beta_b}{\cos\alpha}\right)$, где d_b — по табл. 4, п. 1, β_b — по табл. 4, п. 11, ρ_p — по табл. 4, п. 3. При модификации головки должно выполняться дополнительное условие $\rho_s<\rho_g$, где ρ_g — по табл. 4, п. 5	При $\alpha=20°$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) упрощенный расчет $\overline{s}_c$ и $\overline{h}_c$ приведен в табл. 2 приложения 1
2. **Высота до постоянной хорды**	$\overline{h}_c$	$\overline{h}_c=0{,}5(d_a-d-\overline{s}_c\operatorname{tg}\alpha)$	
Расчет длины общей нормали			
3. Угол профиля в точке на концентрической окружности диаметра $d_x=d+2xm$	α_x	$\cos\alpha_x=\frac{z\cos\alpha_t}{z+2x\cos\beta}$ При $\frac{z\cos\alpha_t}{z+2x\cos\beta}\geqslant 1$ следует принимать $z_w\blacktriangleright 3$	

Продолжение табл. 3

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
4. Расчетное число зубьев в длине общей нормали	z_{Wr}	$z_{Wr}=\frac{z}{\pi}\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_x}{\cos\beta_b}-\frac{2x\operatorname{tg}\alpha}{z}-\operatorname{inv}\alpha_t\right)+0{,}5$, где β_b — по табл. 4, п. 11
5. **Длина общей нормали**	W	$W=[\pi(z_W-0{,}5)+2x\operatorname{tg}\alpha+z\operatorname{inv}\alpha_t]\,m\cos\alpha$, где z_W — округленное до ближайшего целого числа значение z_{Wr}. Должно выполняться условие $\rho_p<\rho_W<\rho_a$. Здесь: ρ_p — по табл. 4, п. 3; ρ_W — радиус кривизны разноименных профилей зубьев в точках, определяющих длину общей нормали $\rho_W=\frac{0{,}5\,W}{\cos\beta_b}$, ρ_a — радиус кривизны профиля зуба в точке на окружности вершин $\rho_a=0{,}5d_a\sin\alpha_a$, 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 $\rho_k=0{,}5d_k\sin\alpha_k$, 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 выполняются, 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_α, где p_α — по табл. 5, п. 5. Для косозубых зубчатых колес должно выполняться дополнительное условие $W<\frac{b}{\sin\beta_b}$, где b — ширина венца. При $\alpha=20°$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70) упрощенный расчет W приведен в табл. 2 приложения 1
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}	$s_{ty}=d_y\left(\frac{\frac{\pi}{2}+2x\operatorname{tg}\alpha}{z}+\operatorname{inv}\alpha_t-\operatorname{inv}\alpha_y\right)$

Продолжение табл. 3

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
8. Угол наклона линии зуба соосной 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**	$\overline{s}_y$	$\overline{s}_y = d_y\frac{\sin\psi_{yv}}{\cos^2\beta_y}$
11. **Высота до хорды**	$\overline{h}_{ay}$	$\overline{h}_{ay} = 0{,}5[d_a - d_y + \frac{d_y}{\cos^2\beta_y}(1-\cos\psi_{yv})]$
Расчет размера по роликам (шарикам)		
12. **Диаметр ролика (шарика)**	D	При $\alpha = 20°$ (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	$d_D = d\frac{\cos\alpha_t}{\cos\alpha_D}$ Должно выполняться условие $\rho_M < \rho_a$ Здесь: ρ_M — радиус кривизны разноименных профилей зубьев в точках контакта поверхности ролика (шарика) с главными поверхностями зубьев $\rho_M = 0{,}5\left(d_b\operatorname{tg}\alpha_D - \frac{D}{\cos\beta_b}\right)$, 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 $\rho_k = 0{,}5d_k\sin\alpha_k$, 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

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	$M = d_D + D$	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)		$M = d_D \cos\frac{90°}{z} + D$	
17. Минимальный размер по роликам (шарикам) косозубых зубчатых колес с нечетным числом зубьев, а также с четным числом зубьев при $\beta > 45°$		$M = \frac{d_D}{2\operatorname{tg}\beta_D}\sqrt{\lambda^2 + 4\operatorname{tg}^2\beta_D \cos^2\left(\frac{90°}{z} + \frac{\lambda}{2}\right)} + D$ где $\operatorname{tg}\beta_D = \frac{\cos\alpha_t \operatorname{tg}\beta}{\cos\alpha_D}$ и λ — корень уравнения $\sin(\gamma + \lambda)\operatorname{tg}^2\beta_D - \lambda = 0$, где $\gamma = 0$ — для зубчатых колес с четным числом зубьев; $\gamma = \frac{180°}{z}$ — для зубчатых колес с нечетным числом зубьев Упрощенное определение λ приведенов табл. 2 приложения 1 Минимальный размер по роликам (шарикам) косозубых зубчатых колес с четным числом зубьев при $\beta < 45°$ совпадает с размером в торцовом сечении	Должно выполняться условие $d_D + \frac{D}{\cos\beta_D} > d_a$, $d_D - \frac{D}{\cos\beta_D} > d_f$
		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.

Таблица 4

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	ρ_{p1}	$\rho_{p1} = a_w \sin \alpha_{tw} - 0{,}5 d_{b2} \operatorname{tg} \alpha_{a2}$	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	ρ_{p2}	$\rho_{p2} = a_w \sin \alpha_{tw} - 0{,}5 d_{b1} \operatorname{tg} \alpha_{a1}$	
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	$\rho_g = 0{,}5 d \sin \alpha_t + \frac{h_a^* - h_g^* + x}{\sin \alpha_t} \cdot m$	
6. **Угол развернутости профиля зуба, соответствующий начальной точке модификации головки**		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}	$\Delta_{at} \approx \frac{d_b - d_{bM}}{2 d_{bM}} \left(\sqrt{d_a^2 - d_{bM}^2} - \sqrt{d_g^2 - d_{bM}^2} \right)$ 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**	p_α	$p_\alpha = \pi m \cos\alpha$
2. **Осевой шаг**	p_x	$p_x = \dfrac{\pi m}{\sin\beta}$
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	$x_{\min}$	$x_{\min} = h_l^* - h_a^* - \dfrac{z \sin^2\alpha_t}{2\cos\beta}$ При $x \geqslant x_{\min}$ **подрезание зуба** исходной производящей рейкой отсутствует. При $\alpha = 20°$ и $h_l^* - h_a^* = 1$ (включая исходный контур по ГОСТ 13755—81), упрощенный расчет $x_{\min}$ приведен в табл. 3 приложения 1
		Проверка отсутствия интерференции зубьев
2. Радиус кривизны в граничной точке профиля зуба	ρ_l	$\rho_l = 0{,}5d \sin\alpha_t - \dfrac{h_l^* - h_a^* - x}{\sin\alpha_t} m$. При $\rho_l \leqslant \rho_p$ интерференция зубьев отсутствует. Здесь ρ_p — по табл. 4, п. 3. При подрезании зуба $\rho_l < 0$
		Проверка коэффициента перекрытия
3. Коэффициент торцового перекрытия	ε_α	$\varepsilon_\alpha = \dfrac{z_1 \operatorname{tg}\alpha_{a1} + z_2 \operatorname{tg}\alpha_{a2} - (z_1 + z_2)\operatorname{tg}\alpha_{tw}}{2\pi}$, 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 $\varepsilon_\alpha \geqslant 1{,}2$. Для косозубых передач рекомендуется $\varepsilon_\alpha \geqslant 1{,}0$. При $\alpha = 20°$ 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
4. Коэффициент осевого перекрытия	ε_β	$\varepsilon_\beta = \dfrac{b_w}{p_x}$, где b_w — рабочая ширина венца, p_x — по табл. 5, п. 2. Рекомендуется $\varepsilon_\beta \geqslant 1{,}0$

Продолжение табл. 6

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
5. Коэффициент перекрытия	ε_γ	$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$
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	$\varepsilon_{\alpha M}$	$\varepsilon_{\alpha M} = \frac{z_1 \operatorname{tg} \alpha_{g1} + z_2 \operatorname{tg} \alpha_{g2} - (z_1 + z_2) \operatorname{tg} \alpha_{tw}}{2\pi}$ При исходном контуре по ГОСТ 13755—81 в нем приведены допустимые значения $\varepsilon_{\alpha M}$
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 $s_{na} \geqslant 0{,}3m$ при однородной структуре материала зубьев и $s_{na} \geqslant 0{,}4m$ при поверхностном упрочнении зубьев. При $\alpha = 20°$ 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 $\alpha = 20°$ 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 $\alpha = 20°$ и $h_l^* - h_a^* = 1$ (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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

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	$A = \frac{1000\, y \cos\beta}{z_1+z_2}$
	$Б$	Определяется по номограмме на черт. 1
	μ	Определяется по графику на черт. 2 Если $\beta=0$, то $\mu=0$
3. Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\frac{Б}{1000} - \mu\right)\frac{z_1+z_2}{\cos\beta}$
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	$B = \frac{1000x_\Sigma \cos\beta}{z_1+z_2}$
	$Г$	Определяется по номограмме на черт. 3
	ν	Определяется по графику на черт. 4 Если $\beta=0$, то $\nu=0$
7. Коэффициент уравнительного смещения	Δy	$\Delta y = \left(\frac{Г}{1000} - \nu\right)\frac{z_1+z_2}{\cos\beta}$
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	$B = \frac{1000x_\Sigma}{z_1+z_2}$
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	$\overline{s}_c^*$	Определяется по табл. 4
2. **Постоянная хорда**	$\overline{s}_c$	$\overline{s}_c = \overline{s}_c^* m$ Если значения $\overline{s}_c^*$ находятся в пределах, определяемых по табл. 4 при $h_l^* - h_a^* \geqslant 1$ (включая исходные контуры по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70), проверку условия $\rho_s > \rho_p$ производить не требуется. Здесь: ρ_s — по табл. 3, п. 1 настоящего стандарта, ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта. 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. Здесь ρ_g — по табл. 4, п. 5 настоящего стандарта
3. Расстояние постоянной хорды от делительной окружности, выраженное в долях модуля	$\overline{h}_\Delta^*$	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	$z_K = Kz$ Здесь K определяется по табл. 5. Если $\beta = 0$, то $z_K = z$
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^*	$W_n^* = 0{,}0140\ (z_K - z_T)$ Если $\beta = 0$, то $W_n^* = 0$
8. Часть длины общей нормали, определяемая смещением исходного контура, выраженная в долях модуля	W_x^*	$W_x^* = 0{,}6840x$
9. **Длина общей нормали**	W	$W = (W_T^* + W_n^* + W_x^*)\, m$ Если значения W_T^* находятся в пределах, определяемых табл. 6 при $h_a^* = 1, h_l^* - h_a^* \geqslant 1$ (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. Здесь: ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта, ρ_W и ρ_a — по табл. 3, п. 5 настоящего стандарта.

Продолжение табл. 2

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
9. **Длина общей нормали**	W	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. Для косозубых зубчатых колес должно выполняться дополнительное условие $W < \frac{b}{\sin \beta_b}$, где b — ширина венца, β_b — по табл. 4, п. 11 настоящего стандарта.
Расчет вспомогательной величины λ для вычисления размера по роликам косозубых зубчатых колес с нечетным числом зубьев		
10. Вспомогательная величина	λ	Определяется по графику на черт. 7.

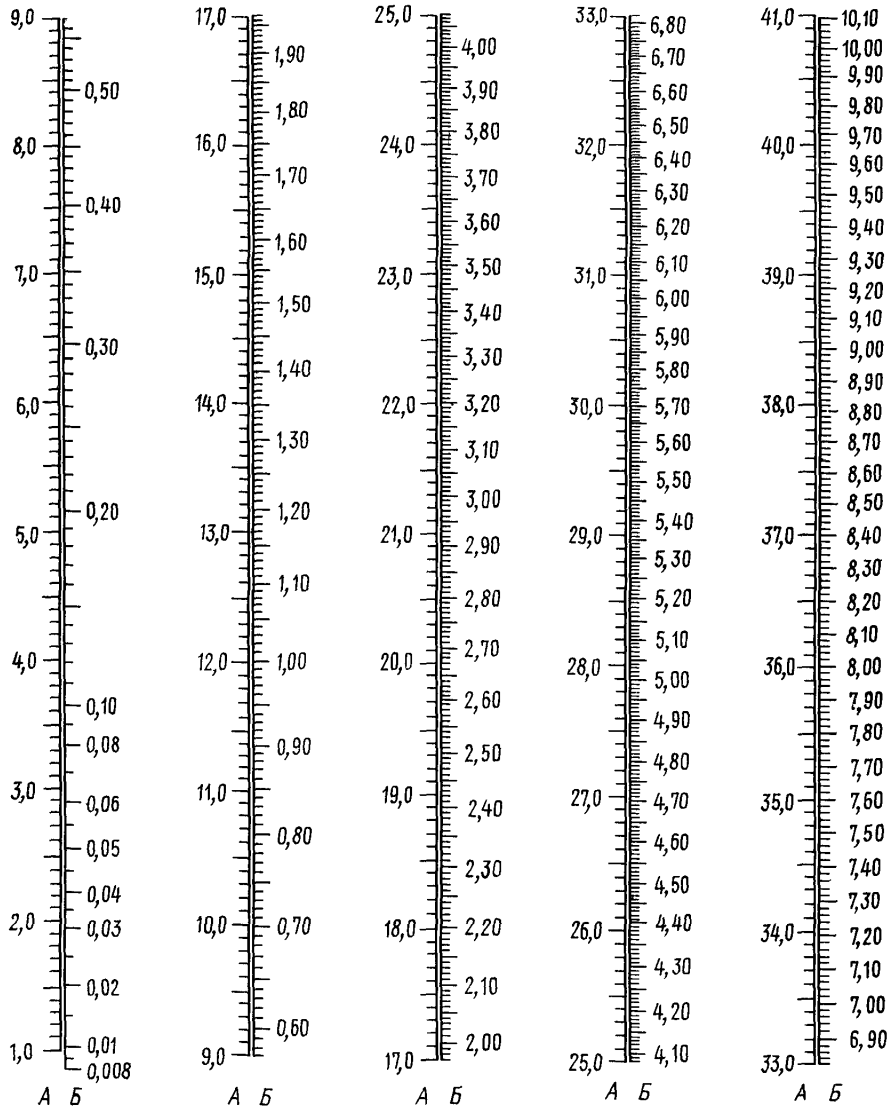
Таблица 3

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}	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
	колеса	ε_{a2}	
3. Коэффициент торцового перекрытия передачи без смещения		ε_a	$\varepsilon_a = \varepsilon_{a1} + \varepsilon_{a2}$
Расчет нормальной толщины на поверхности вершин			
4. Эквивалентное число зубьев		z_v	$z_v = \frac{z}{\cos^3 \beta}$ (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 номограмме на черт. 10
6. **Нормальная толщина на поверхности вершин**		s_{na}^*	$s_{na} \approx s_{av}^* m$

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

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



Черт. 1

Пример. Дано: $z_1=9$, $z_2=26$, $m=6$ мм, $\beta=22°$, $a_w=118$ мм.

Расчет:

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

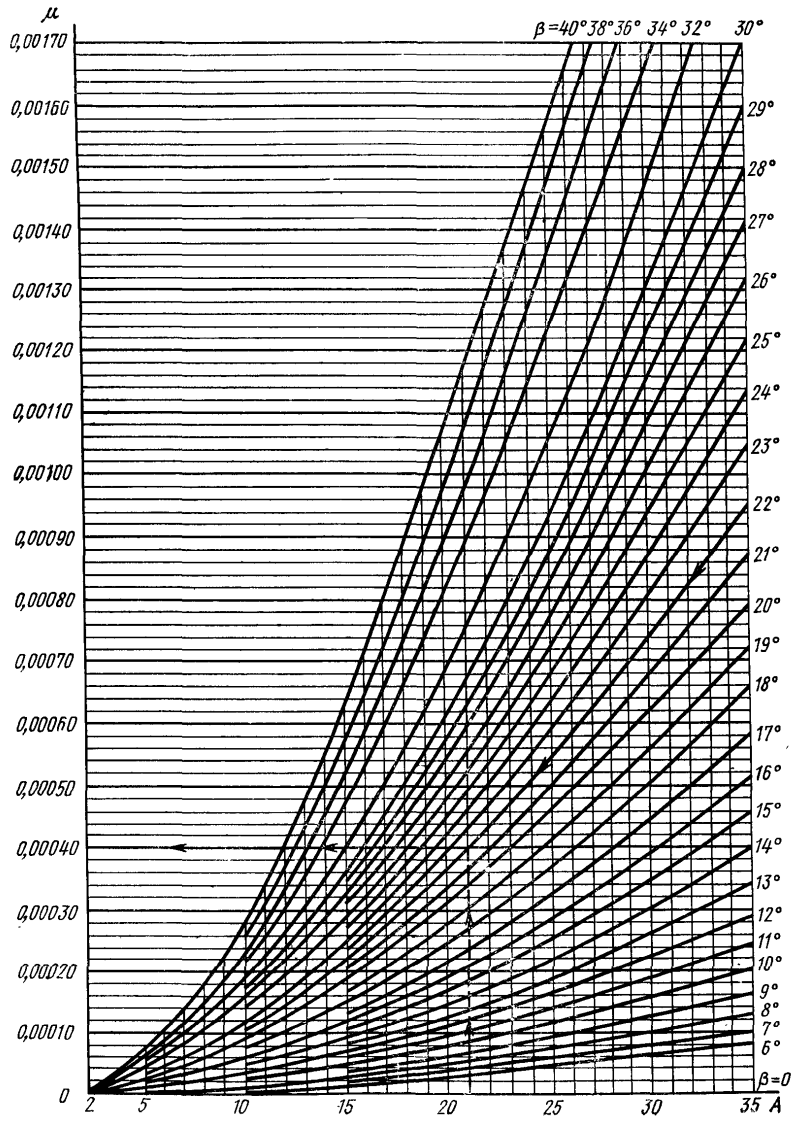
$$A = \frac{1000y\cos\beta}{z_1+z_2} = \frac{1000\cdot 0{,}792\cdot 0{,}927}{35} = 20{,}97$$

По номограмме определяем $Б=2{,}92$.

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

$$\mu = \frac{\text{inv}\,\alpha_w - \text{inv}\,\alpha}{2\,\text{tg}\,\alpha} - \frac{\text{inv}\,\alpha_{tw} - \text{inv}\,\alpha_t}{2\,\text{tg}\,\alpha_t},$$

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

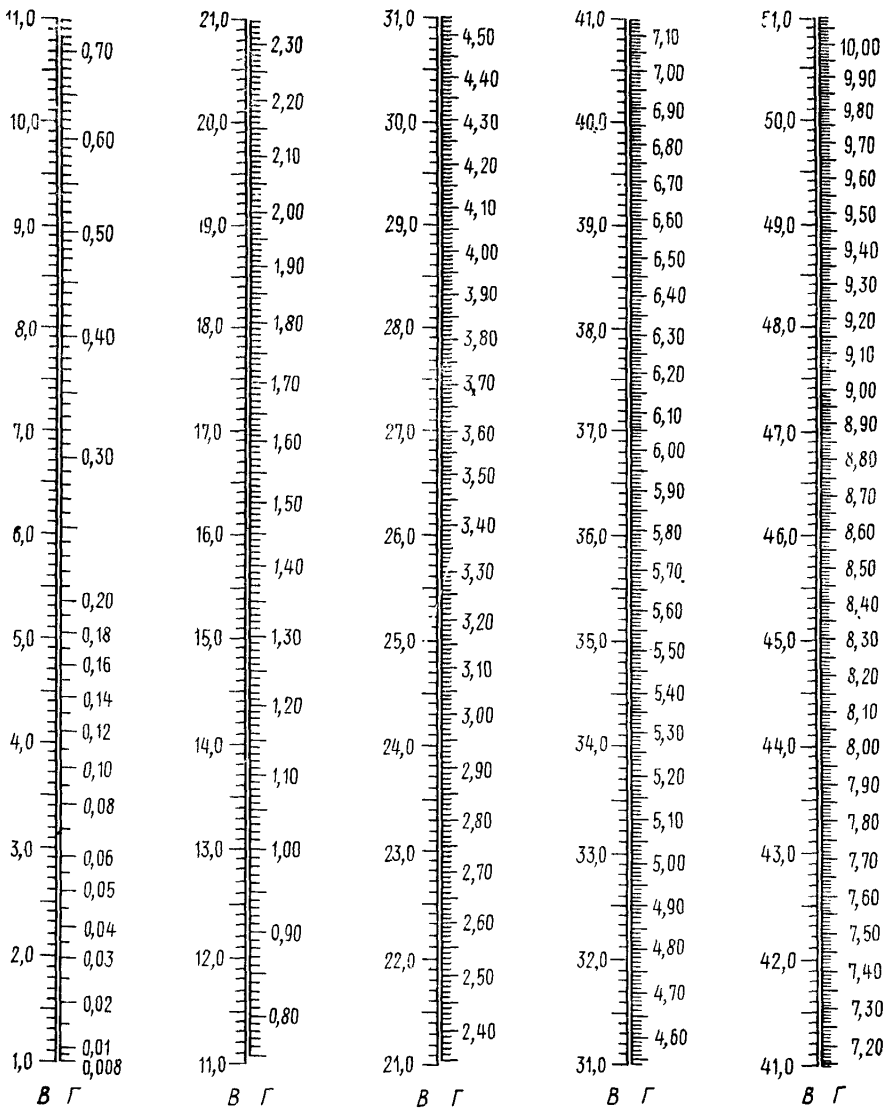


Черт. 2

Пример. Дано: $A=20{,}97$, $\beta=22°$.
По графику определяем $\mu=0{,}00040$ (см. пунктир)

Номограмма для определения вспомогательной величины Γ при заданном коэффициенте суммы смещений x_Σ ($\alpha=20°$, $x_\Sigma>0$)

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



Черт. 3

Пример. Дано: $z_1=9$; $z_2=26$; $m=6$ мм; $\beta=22°$; $x_1=0{,}587$; $x_2=0{,}300$.

Расчет:

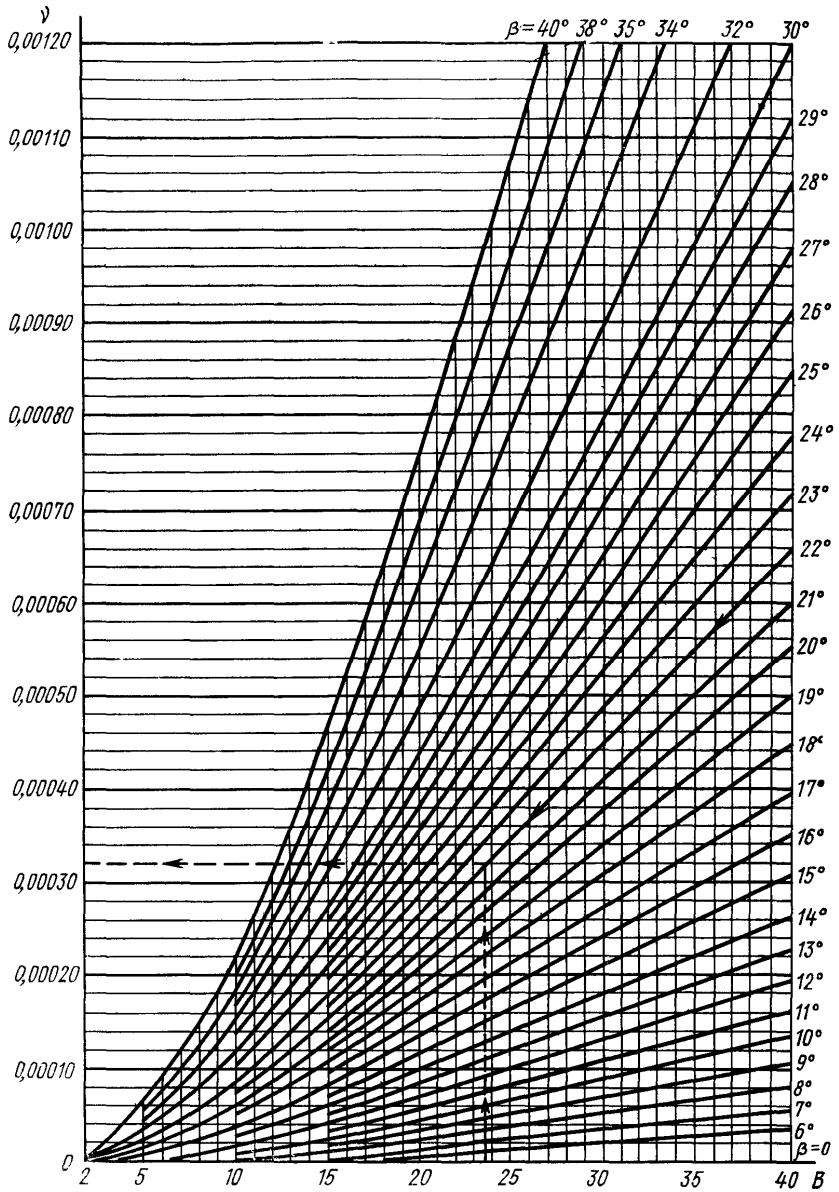
$$B = \frac{1000x_\Sigma\cos\beta}{z_1+z_2} = \frac{1000\cdot 0{,}887\cdot 0{,}927}{35} = 23{,}49$$

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

График для определения вспомогательной величины ν в зависимости от B и β ($\alpha=20°$)

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

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



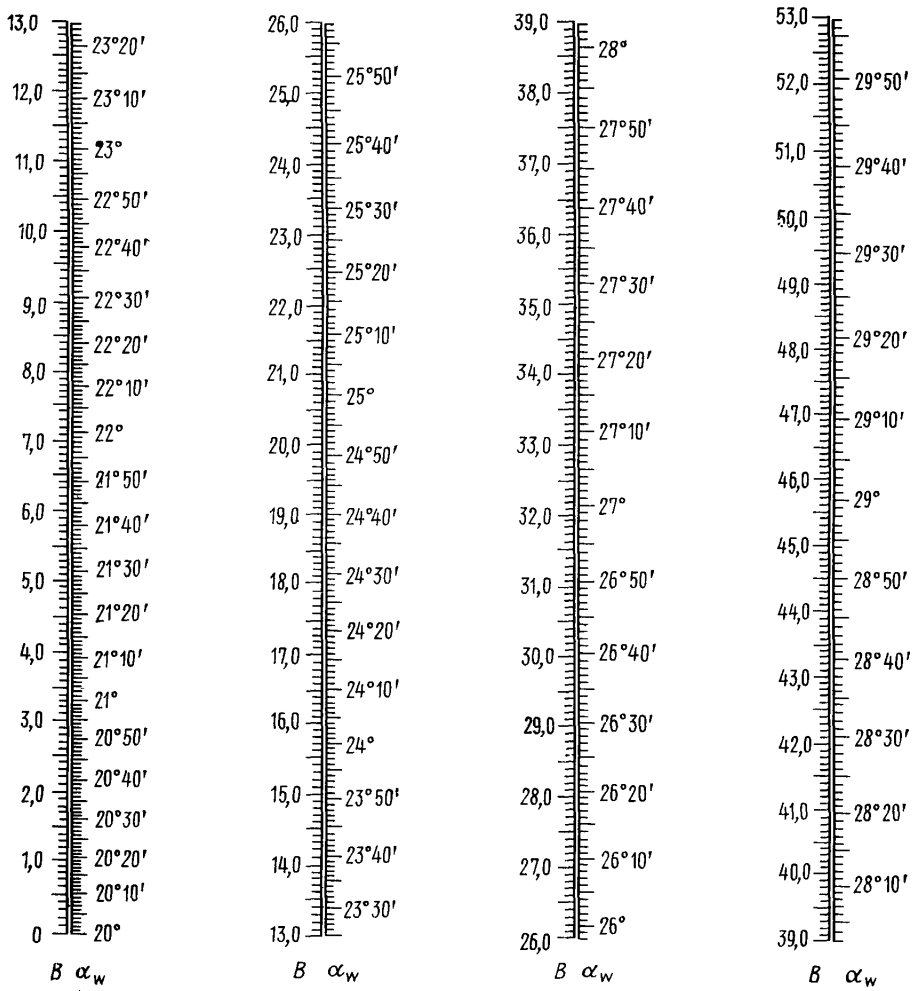
Черт. 4

Пример. Дано: $B=23,49$, $\beta=22°$.

По графику определяем $\nu=0{,}00032$ (см. пунктир).

Номограмма для определения величины α_w в зависимости от x_Σ и z_1+z_2 ($\alpha=20°$, $x_\Sigma>0$)

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



Черт. 5

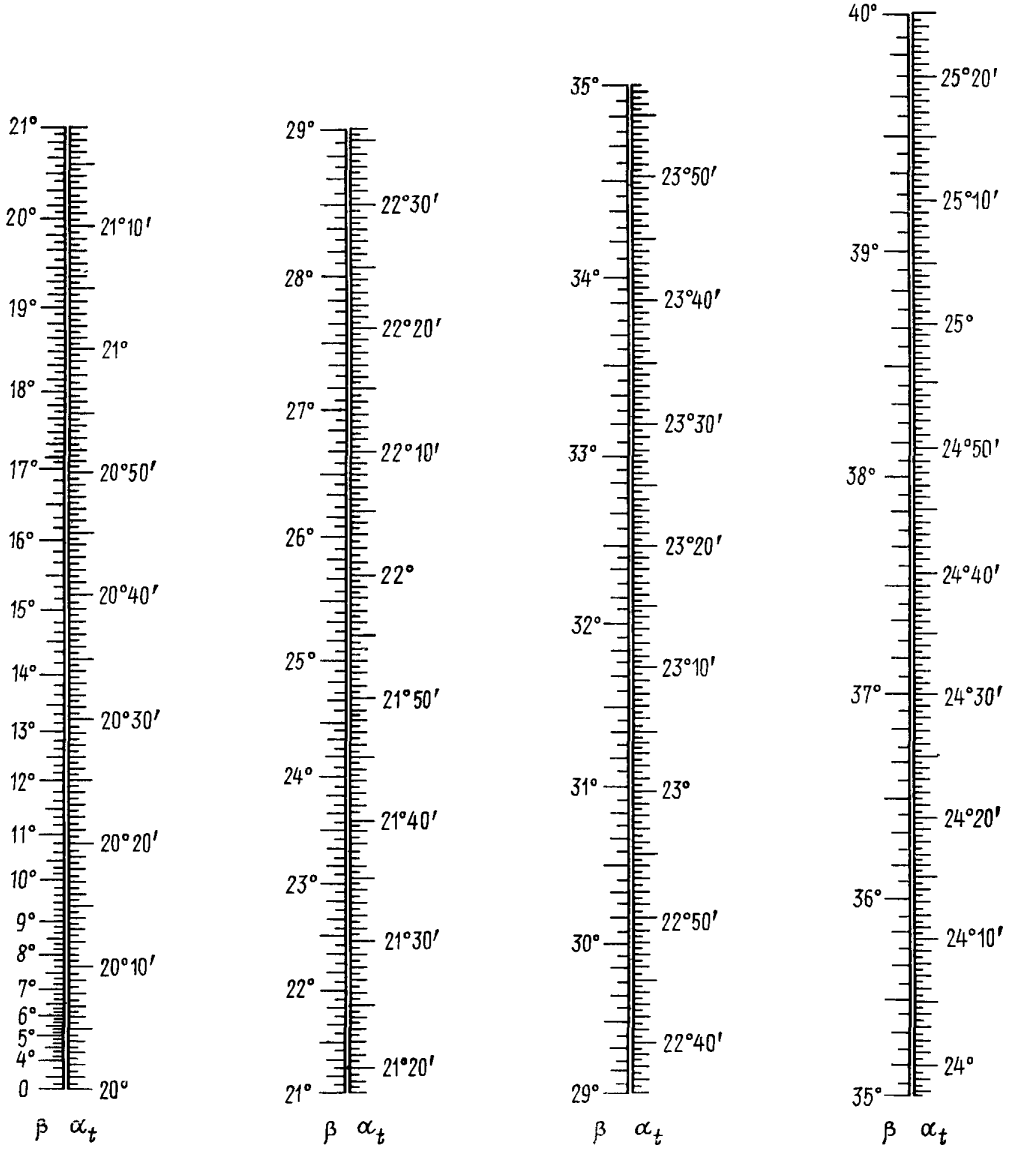
Пример. Дано: $z_1+z_2=50$, $x_\Sigma=1{,}154$.

Расчет:

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

По номограмме определяем $\alpha_w=25°27'$.

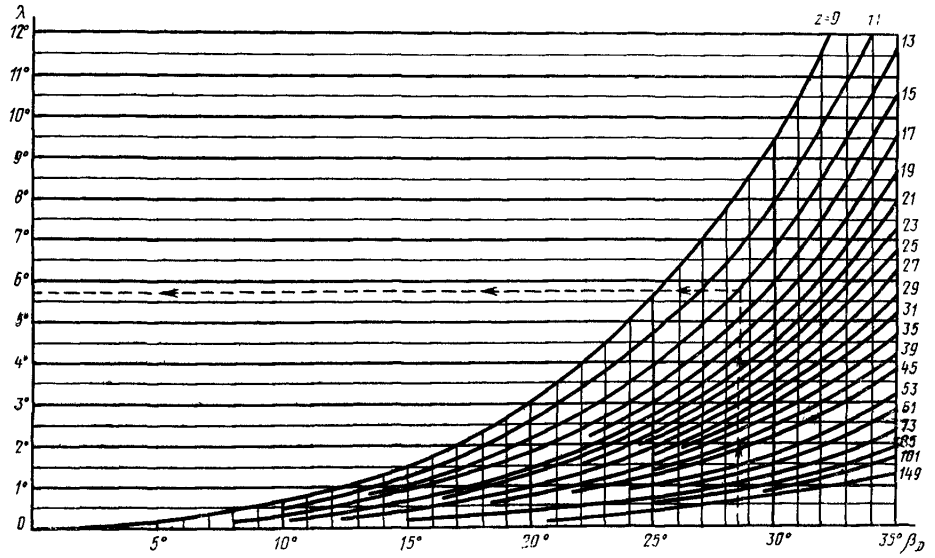
Номограмма для определения величины α_t в зависимости от β ($\alpha=20°$)



Черт. 6

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

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



Черт. 7

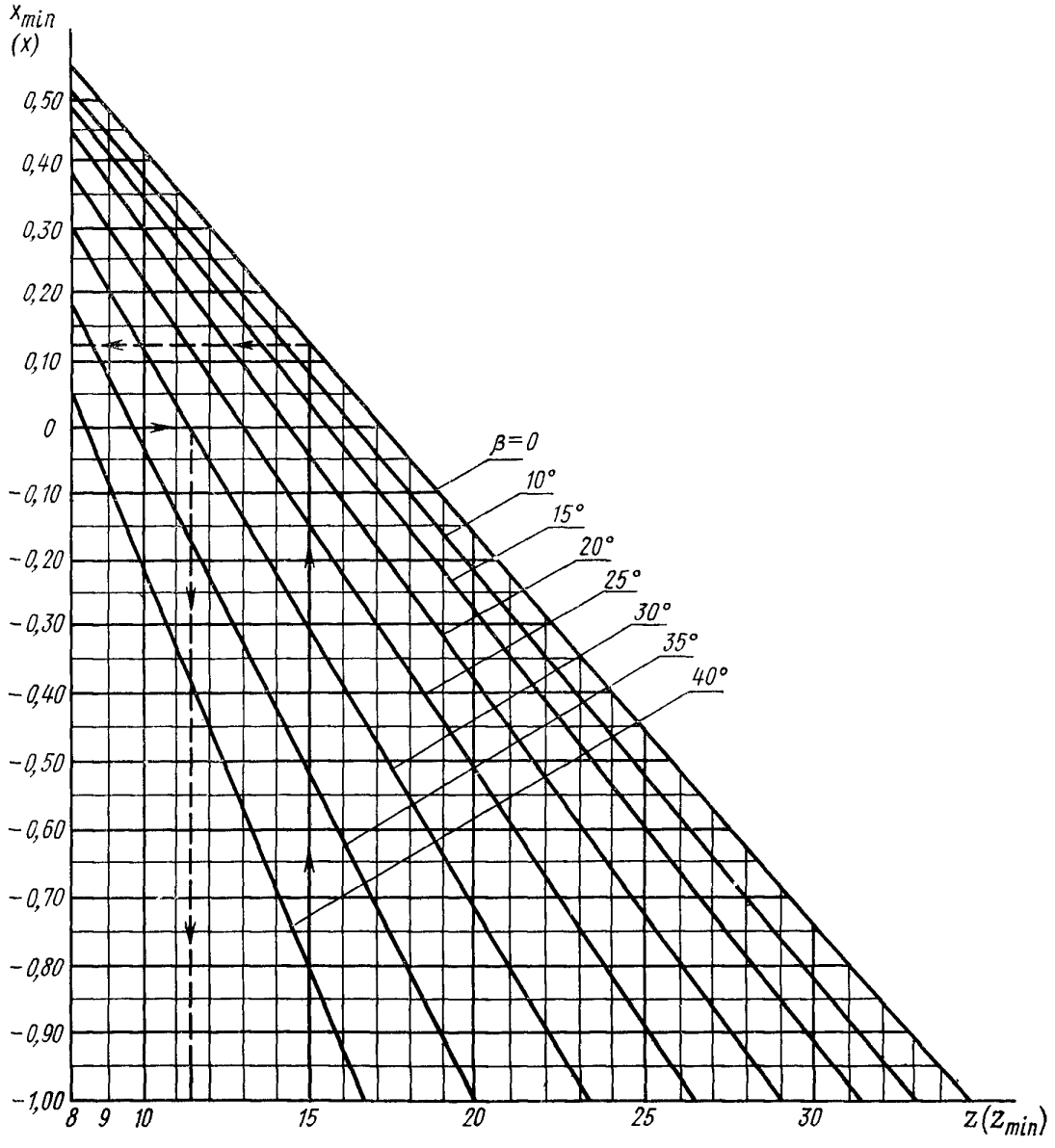
Пример. Дано: $z=13$, $\beta_D=28°40'$.

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

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

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

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



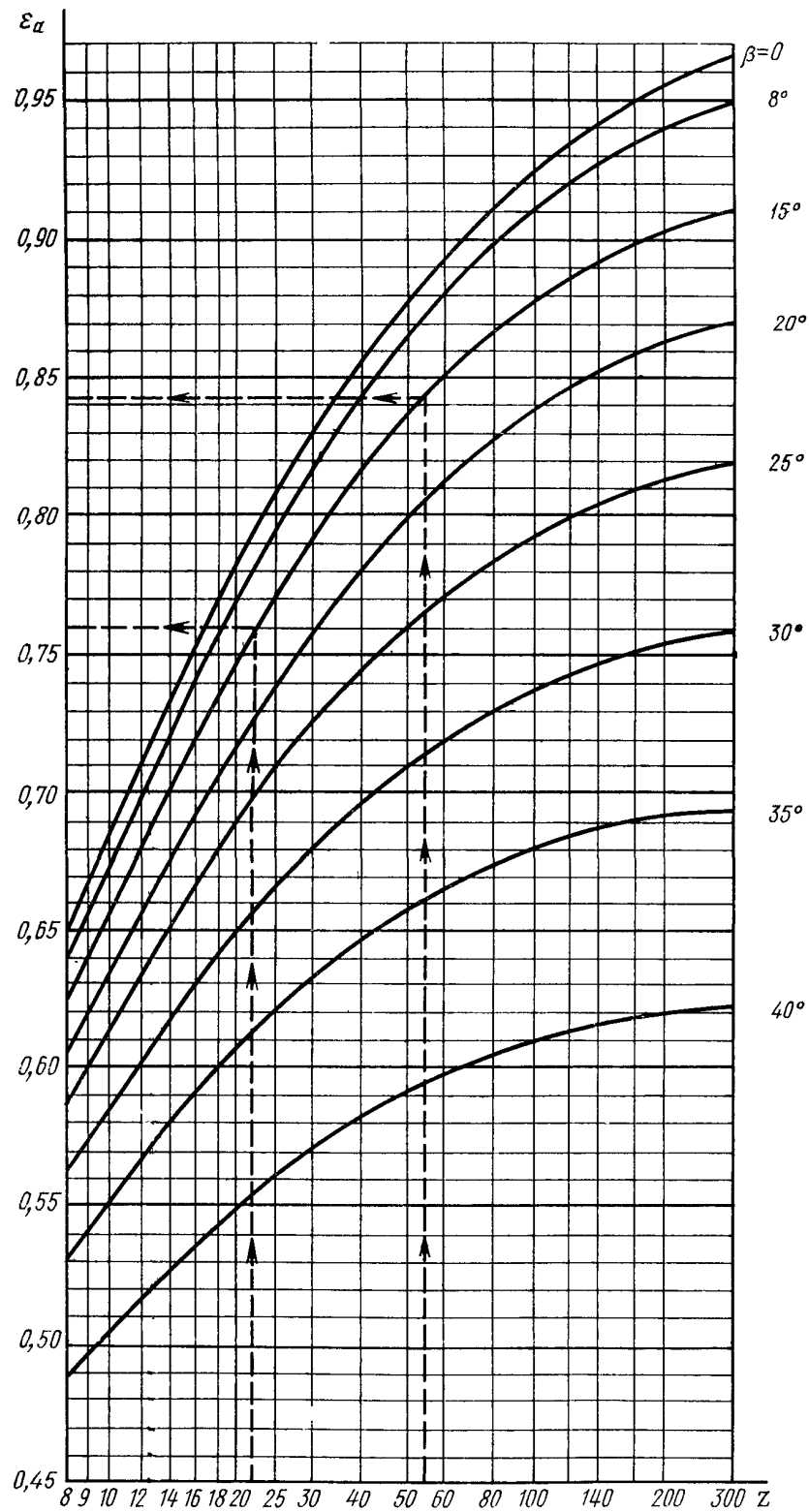
Черт. 8

Примеры.

1. Дано: $z=15$, $\beta=0$.
   По графику определяем $x_{min}=0{,}12$ (см. пунктир).
2. Дано: $x=0$, $\beta=30°$.
   По графику определяем наименьшее число зубьев $z_{min}=0{,}12$ (см. пунктир).

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

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

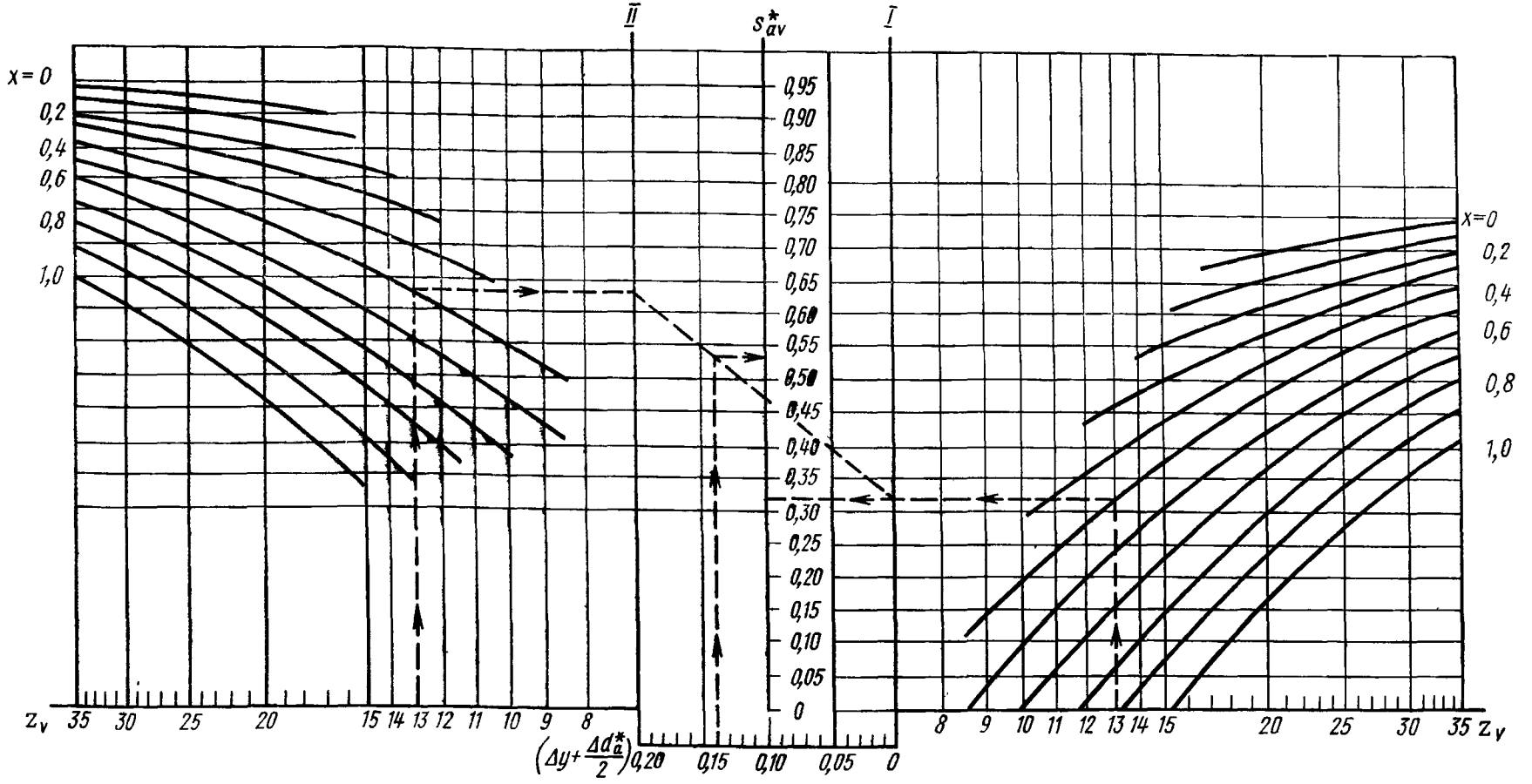


Черт. 9

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

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} ($\alpha=20°$, $h^*_a=1$)



Черт. 10

Δd^*_a — величина изменения диаметра вершин, 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: $z_v=13$; $x=0{,}5$; $\left(\Delta_y+\frac{\Delta d^*_a}{2}\right)=0{,}14$. 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 $\left(\Delta_y+\frac{\Delta d^*_a}{2}\right)=0{,}14$ получаем величину $s^*_{av}=0{,}54$ (см. пунктир).

2. Дано: $z_v=13$; $x=0{,}5$; $\left(\Delta_y+\frac{\Delta d^*_a}{2}\right)=0$. 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 $\bar{h}_\Delta^*$, выраженные в долях модуля ($\alpha = 20°$)

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

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

x	$\bar{s}_c^*$	$\bar{h}_\Delta^*$	x	$\bar{s}_c^*$	$\bar{h}_\Delta^*$	x	$\bar{s}_c^*$	$\bar{h}_\Delta^*$
—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

Таблица 5

Значения коэффициента K ($\alpha = 20°$)

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

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

Таблица 6

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

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
	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	10,7886	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

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

Продолжение табл. 6

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

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 ε_{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 $0{,}5\ (z_1+z_2)m$ или не задано	Кинематические передачи	$z_1\geqslant 17$
0,3	—0,3			$12<z_1<16$ и $z_2\geqslant 22$
0	0	Межосевое расстояние a_w задано равным $0{,}5(z_1+z_2)m$	Силовые передачи	$z_1\geqslant 21$
0,3	—0,3			$14<z_1<20$ и $u\geqslant 3{,}5$
0	0	Межосевое расстояние a_w не задано		$z_1>30$; $z_1>20$, 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

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	Межосевое расстояние a_w задано равным $\frac{(z_1+z_2)m}{2\cos\beta}$ или не задано	Кинематические передачи	$z_1 \geqslant z_{min}$ z_{min} определяется по табл. 5
0,3	—0,3			$z_1 \geqslant z_{1min}$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant z_{2min}$, z_{1min} и z_{2min} 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	$z_1 \geqslant z_{min}+2$ z_{min} определяется по табл. 5
0,3	—0,3			$z_1 \geqslant z_{min}+2$, но не менее 10 и $u \geqslant 3,5$ 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		
$0<x_\Sigma \leqslant 0,5$	x_Σ	0	Кинематические передачи	$z_1 \geqslant z_{min}$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant 17$. z_{min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_1=x_\Sigma$
			Силовые передачи	$z_1 \geqslant z_{1min}+2$ и $z_2 \geqslant 21$ z_{1min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_1=x_\Sigma$
$0,5<x_\Sigma \leqslant 1$	0,5	$x_\Sigma-0,5$	Кинематические передачи	$z_1 \geqslant 10$ и $z_2 \geqslant z_{2min}$ z_{2min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_2=x_\Sigma-0,5$
			Силовые передачи	$z_1 \geqslant 11$ и $z_2 \geqslant z_{2min}+2$ z_{2min} 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		
$0<x_\Sigma \leqslant 0{,}5$	x_Σ	0	Кинематические передачи	$z_1 \geqslant z_{1min}$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant z_{2min}$ z_{1min} определяется по графику на черт. 8 приложения 1 при $x=x_1=x_\Sigma$, z_{2min} определяется по табл. 5
			Силовые передачи	$z_1 \geqslant z_{1min}+2$, но не менее 10 и $z_2 \geqslant z_{2min}+2$, 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:

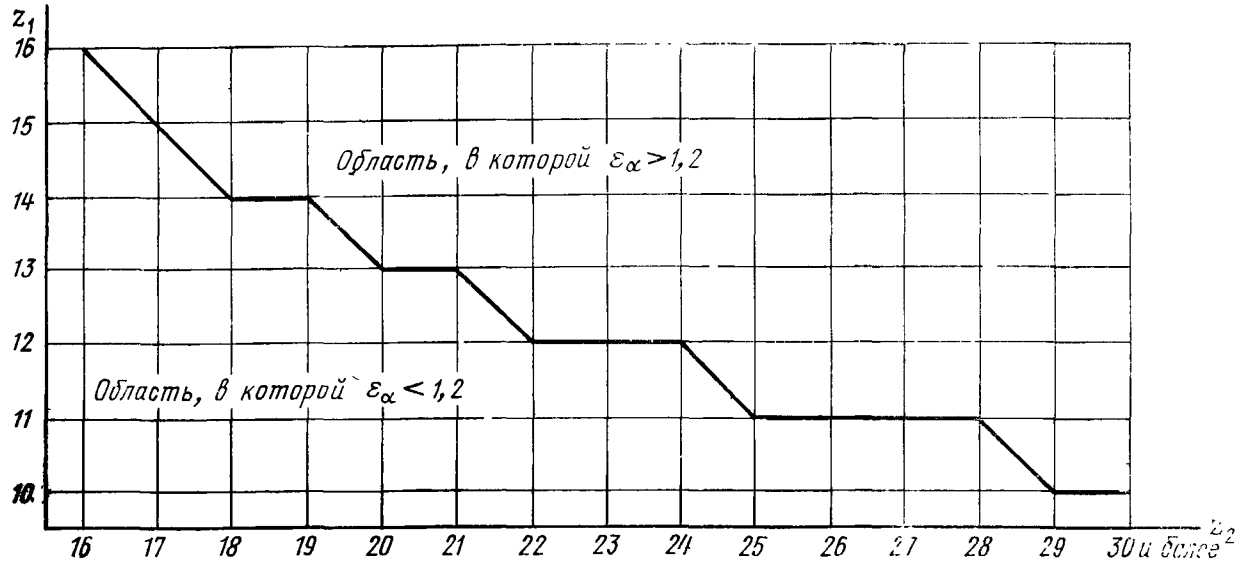
1. При заданном межосевом расстоянии a_w требуемое значение коэффициента суммы смещений x_Σ можно получить за счет изменения числа зубьев z_1 или z_2, угла наклона β если эти изменения допускаются.
2. При $x_\Sigma > 0{,}3$ и $u<2$ наибольшая скорость скольжения в зацеплении будет большей, чем в передаче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

Таблица 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 $\varepsilon_\alpha = 1{,}2$ ($x_1=x_2=0{,}5$)

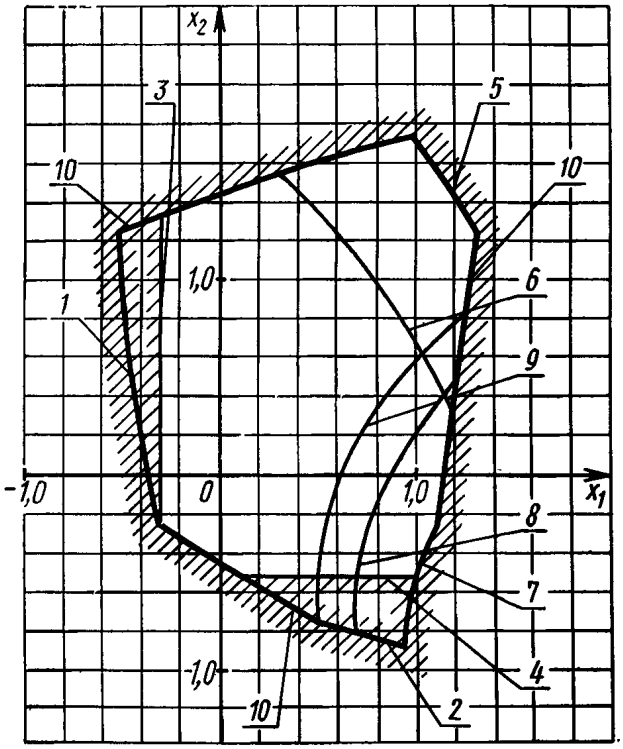


ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

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.

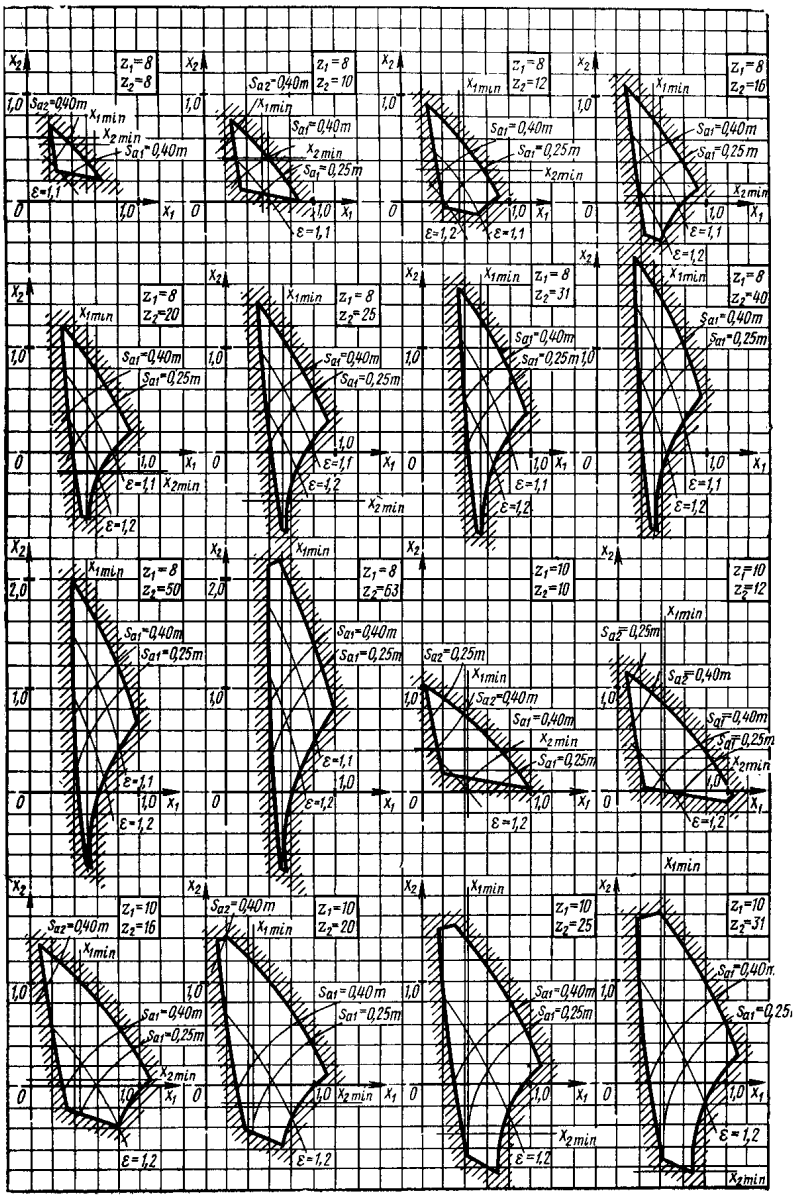
Приведенные на черт. 2—6 блокирующие контуры построены для прямозубых передач, зубья зубчатых колес которых образованы теоретической исходной производящей рейкой, соответствующей исходному контуру с $\alpha=20°$, $h_a^*=1$ и $h_f^*-h_a^*=1$ (включая исходный контур по ГОСТ 13755—81), и диаметры вершин 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 $\varepsilon_\alpha\approx(1{,}51\cos\beta-0{,}51)\varepsilon$.

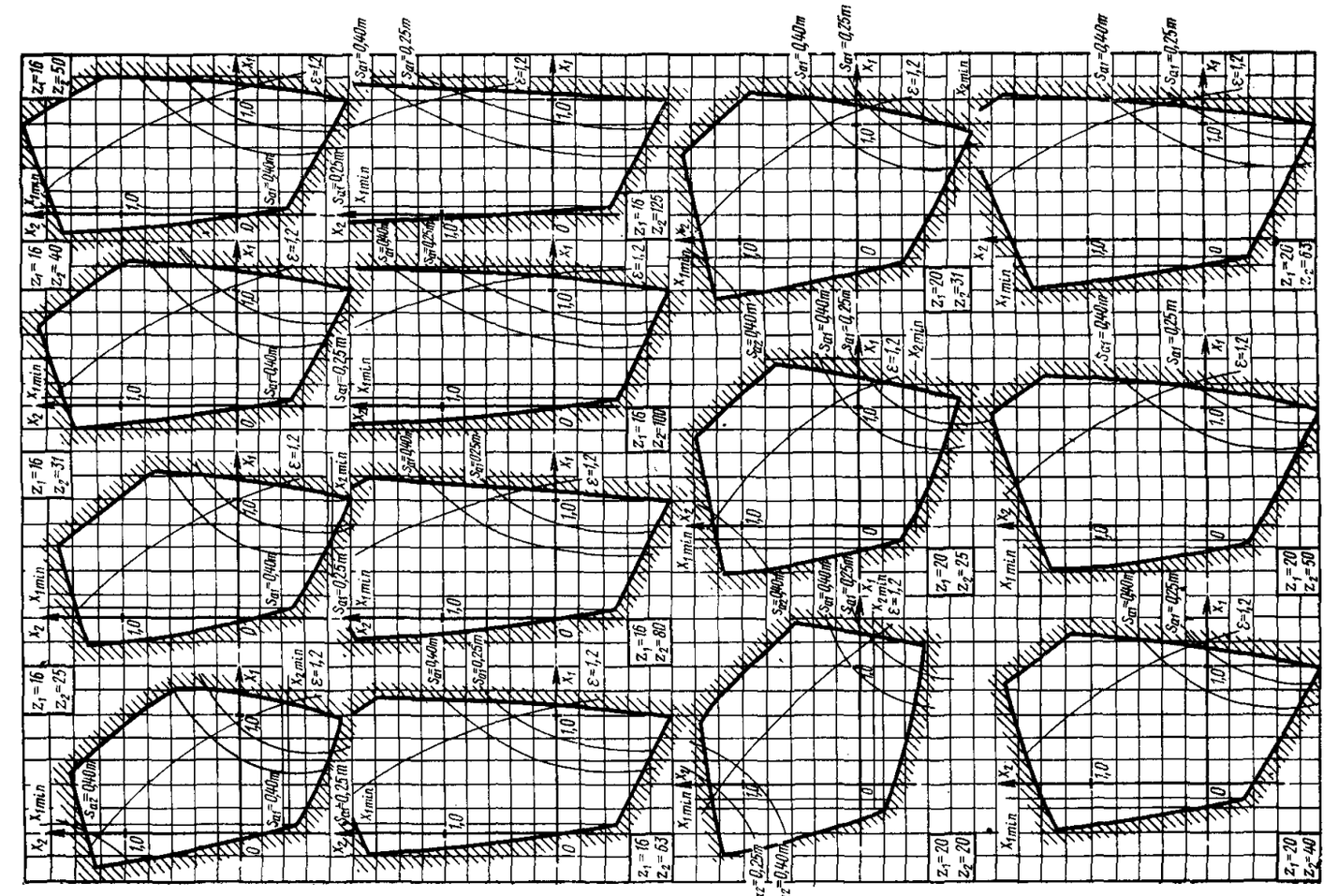
Пример. Дано: $z_1=13$, $z_2=65$, $x_\Sigma=0{,}633$.

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

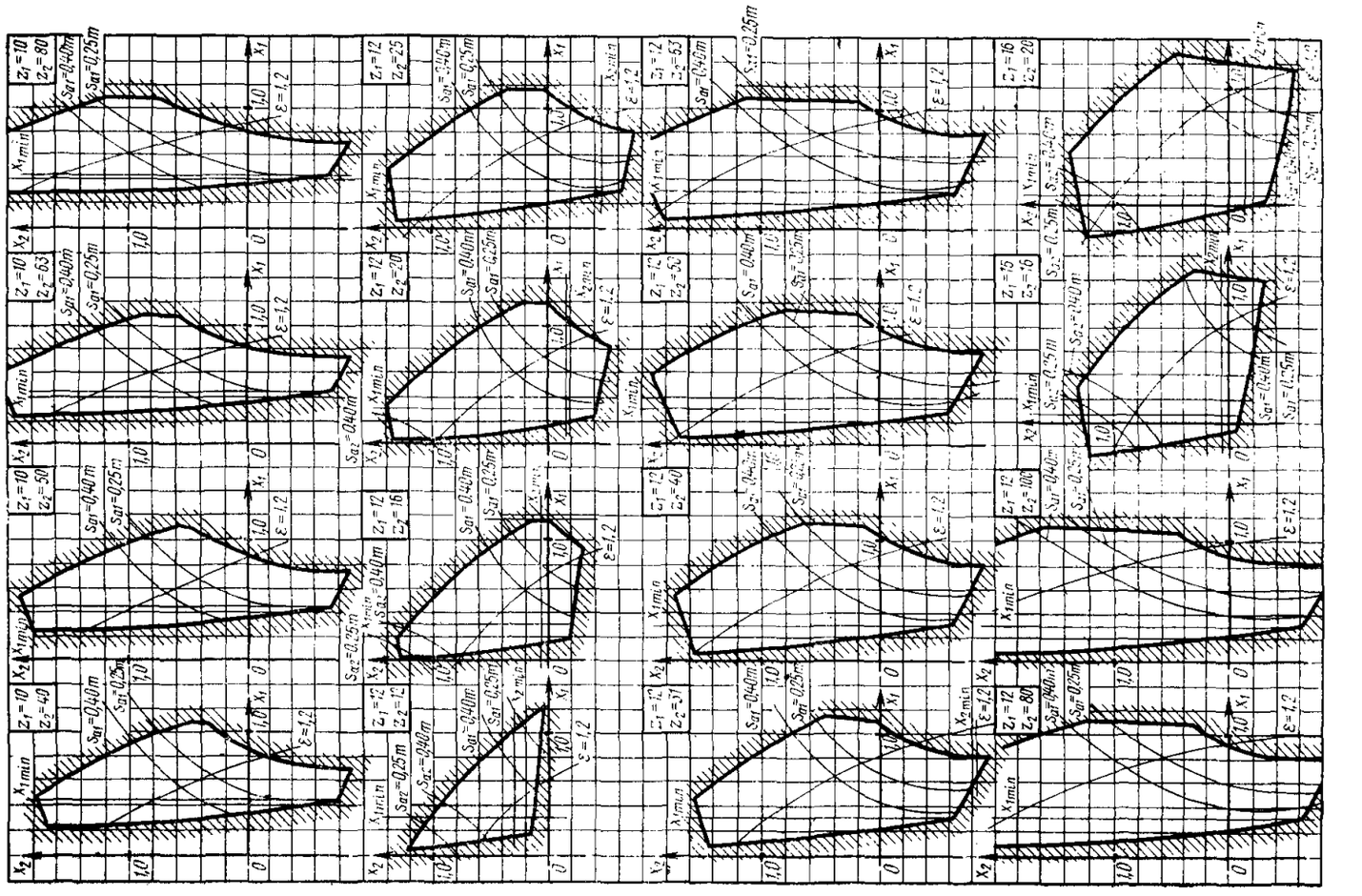
По блокирующему контуру с числами зубьев ближайшими меньшими к заданным ($z_1=12$, $z_2=63$) находим, что этим условиям удовлетворяют коэффициенты смещения $x_1=0{,}400$ и $x_2=0{,}233$.



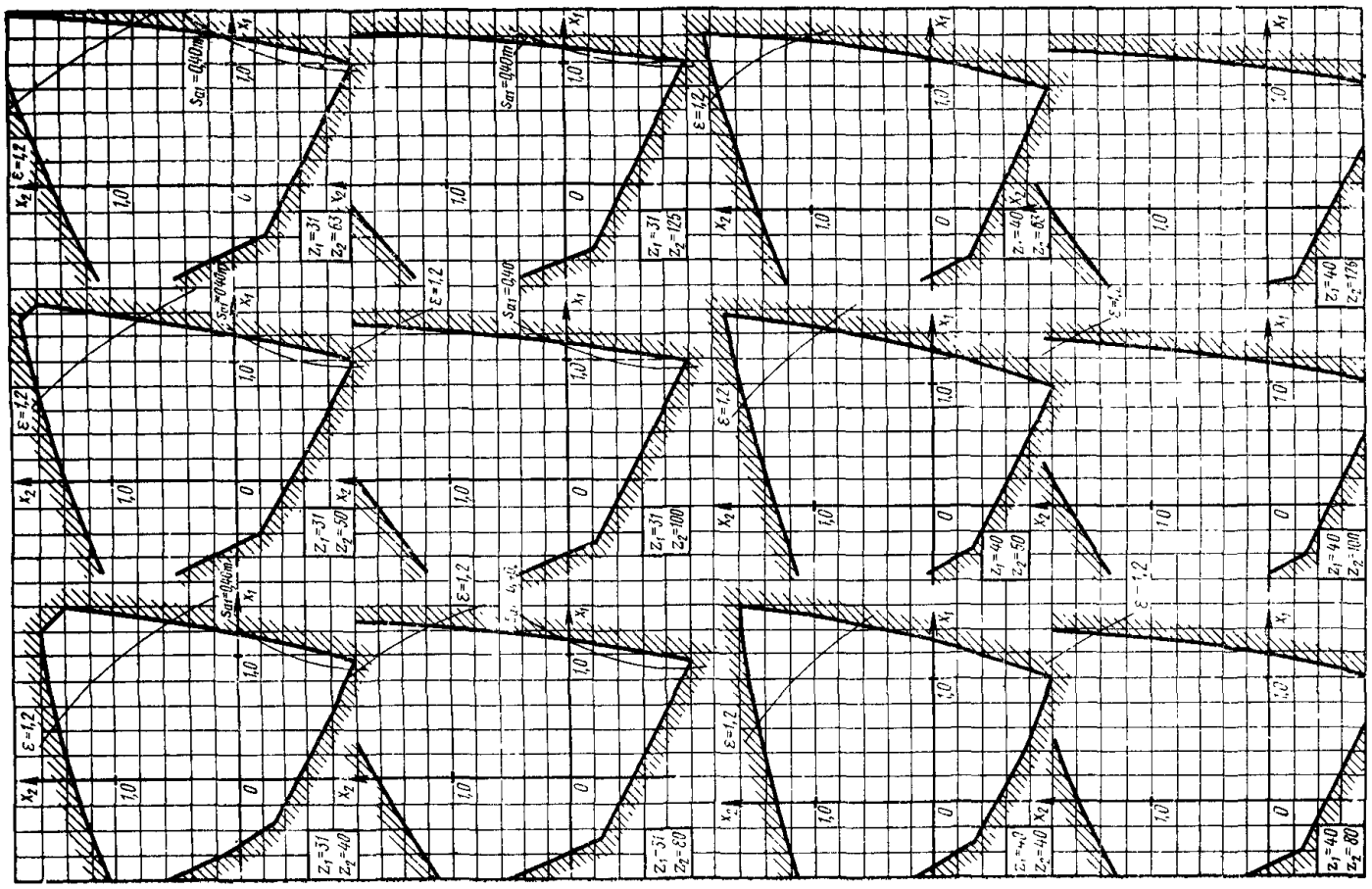
Черт. 2



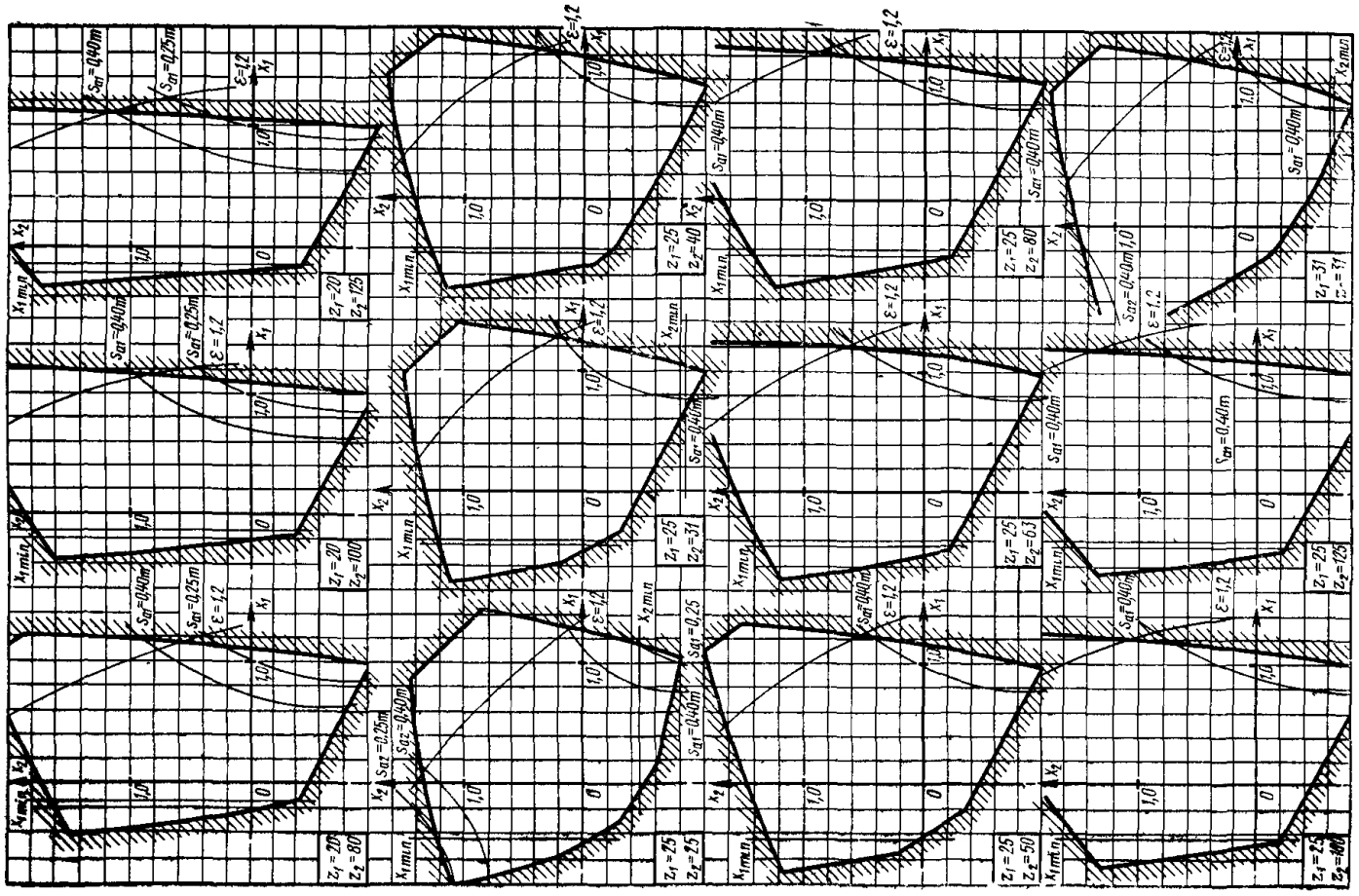
Черт. 4



Черт. 3



Черт. 6



Черт. 5

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

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	—	При исходных контурах по ГОСТ 13755—81 и ГОСТ 9587—70 принимать зуборезные долбяки соответственно по ГОСТ 9323—79 и ГОСТ 10059—80
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_{q0}	

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}	$\text{inv}\,\alpha_{tw0}=\frac{s_{n0}+s_n-\pi m}{(z+z_0)m}+\text{inv}\,\alpha_t$, 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 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	$\rho_l=a_{w0}\sin\alpha_{tw0}-0{,}5\,d_{a0}\sin\alpha_{a0}$ При $\rho_l\geqslant 0$ подрезание зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком отсутствует. При $\rho_l\leqslant\rho_p$ интерференция зубьев зубчатых колес передачи отсутствует. Здесь ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта

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	$\rho_a = 0{,}5 d_a \sin \alpha_a$, где α_a — по табл. 4, п. 2 настоящего стандарта	
6. Радиус кривизны профиля зуба зубчатого колеса в точке начала среза	ρ_f	$\rho_f = a_{w0} \sin \alpha_{tw0} - 0{,}5 v r_0 d_0 \cos \alpha_t$ При $\rho_f \geqslant \rho_a$ срезание зуба зубчатого колеса зуборезным долбяком отсутствует	При модификации ножки зуба зуборезного долбяка для определения радиуса кривизны профиля зуба зубчатого колеса в начальной точке модификации головки ρ_g и высоты модификации h_g в формулы вместо v_{r0} и ρ_f следует соответственно подставлять v_{q0} и ρ_g
7. Расстояние между окружностью вершин зубчатого колеса и его концентрической окружностью, проходящей через точки начала среза зуба	h_f	$h_f = 0{,}5 d_a - \sqrt{\rho_f^2 + 0{,}25 d_b^2}$, где d_b — по табл. 4, п. 1 настоящего стандарта	
Проверка диаметра впадин зубчатого колеса			
8. Диаметр впадин зубчатого колеса, обрабатываемого зуборезным 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное

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	$\rho_y = 0{,}5 d_y \sin \alpha_y$, 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	ε_{a1}	$\varepsilon_{a1} = \frac{z_1}{2\pi} (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})$	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	ε_{a2}	$\varepsilon_{a2} = \frac{z_2}{2\pi} (\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})$	
Параметры, относящиеся только к косозубым передачам				
4. Средняя суммарная длина контактных линий		l_m	$l_m = \frac{b_w \varepsilon_\alpha}{\cos \beta_b}$. Здесь: b_w — рабочая ширина венца, ε_α — по табл. 6, п. 3 настоящего стандарта, β_b — по табл. 4, п. 11 настоящего стандарта	
5. Наименьшая суммарная длина контактных линий		$l_{\min}$	$l_{\min} = l_m \left(1 - \frac{n_\alpha \, n_\beta}{\varepsilon_\alpha \, \varepsilon_\beta}\right)$ при $n_\alpha + n_\beta < 1$ $l_{\min} = l_m \left[1 - \frac{(1-n_\alpha)(1-n_\beta)}{\varepsilon_\alpha \, \varepsilon_\beta}\right]$ при $n_\alpha + n_\beta > 1$. Здесь n_α и n_β — дробные части величин ε_α и ε_β , рассчитанных по табл. 6, пп. 3 и 4 настоящего стандарта	
6. Коэффициент среднего изменения суммарной длины контактных линий		k_ε	$k_\varepsilon = \frac{l_{\min}}{l_m}$. Упрощенное определение k_ε при $\varepsilon_\beta \leqslant 3$ производится по графикам на черт. 1 и 2. При $\varepsilon_\beta > 3$ допускается принимать $k_\varepsilon = 1$	

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	$\rho_u = \rho_p + \rho_\alpha$. Здесь: ρ_p — по табл. 4, п. 3 настоящего стандарта, ρ_α — 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

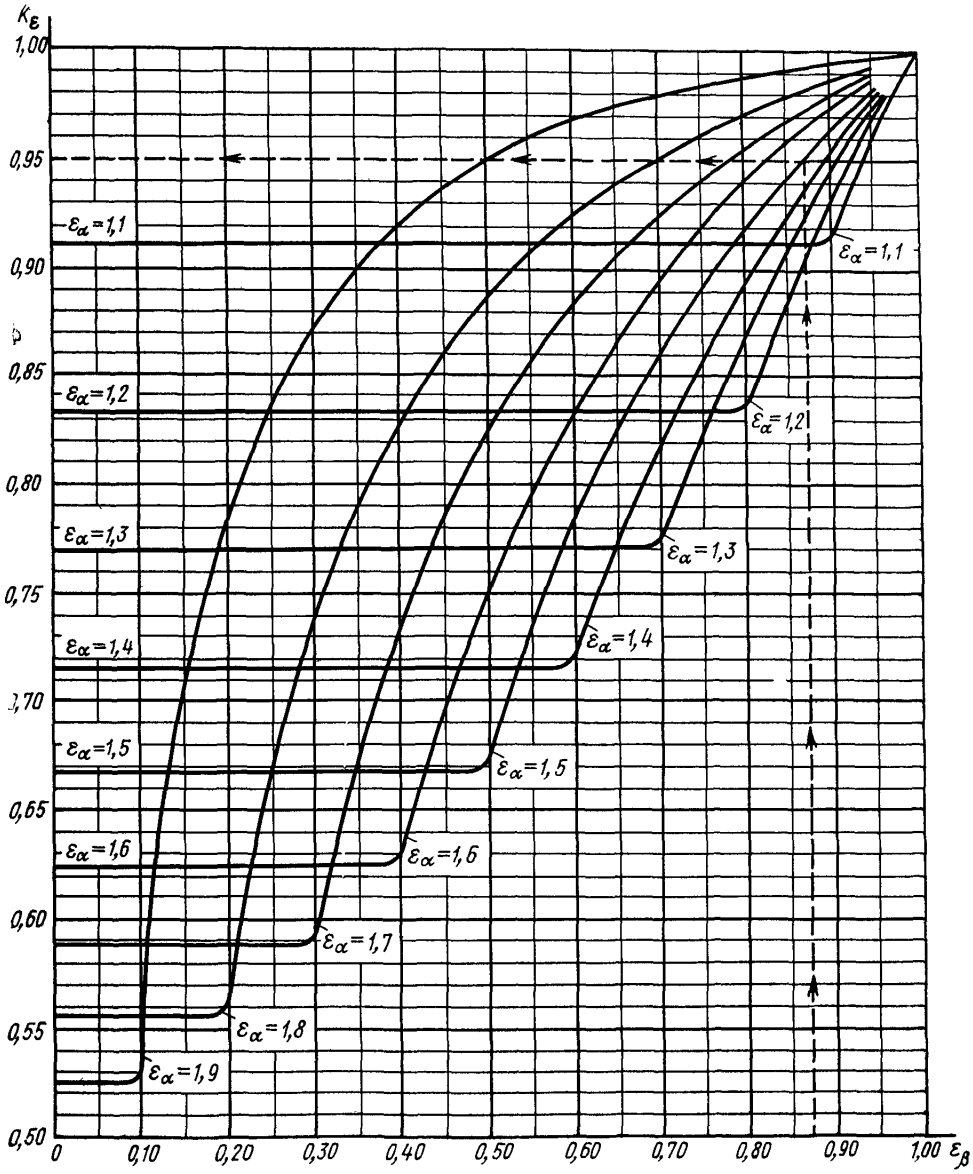
Расчет кинематических параметров

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		$v_{\Sigma y}$	$v_{\Sigma y} = v_{Fy1} + v_{Fy2}$	
3. Скорость скольжения в заданной контактной точке профиля зуба	шестерни	v_{sy1}	$v_{sy1} = v_{Fy1} - v_{Fy2}$	
	колеса	v_{sy2}	$v_{sy2} = - v_{sy1}$	
4. Скорость скольжения в точке профиля зуба на окружности вершин	шестерни	v_{sa1}	$v_{sa1} = 0{,}5\omega_2 d_{b1} (\operatorname{tg} \alpha_{a1} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})(u+1)$	Если имеется притупление продольной кромки зуба, то следует 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_k — по табл. 4, пп. 1 и 2 настоящего стандарта
	колеса	v_{sa2}	$v_{sa2} = 0{,}5\omega_2 d_{b2} (\operatorname{tg} \alpha_{a2} - \operatorname{tg} \alpha_{tw})(u+1)$	
5. Удельное скольжение в заданной контактной точке профиля зуба		ϑ_y	$\vartheta_y = \frac{v_{sy}}{v_{Fy}}$	

Продолжение табл. 2

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

График для определения величины k_ε ($0 < \varepsilon_\beta \leqslant 1{,}0$)

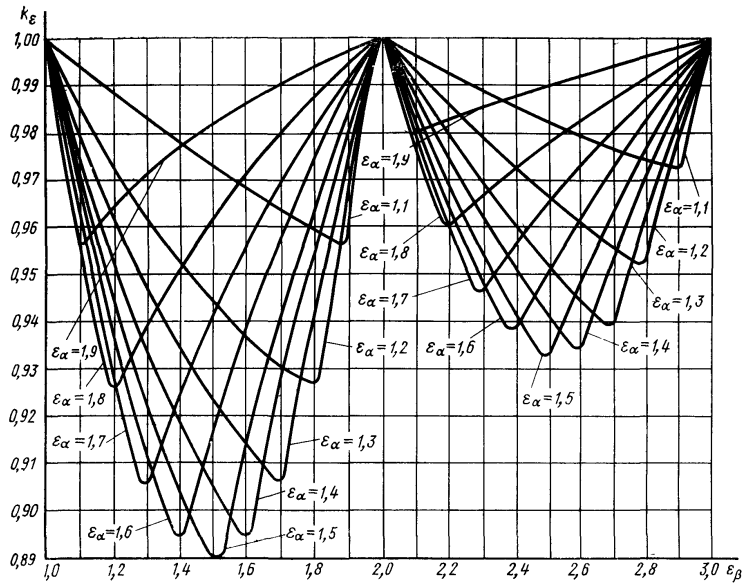


Черт. 1

Пример. Дано: $\varepsilon_\alpha = 1{,}50$; $\varepsilon_\beta = 0{,}87$.

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

График для определения величины k_ε ($1{,}0 \leqslant \varepsilon_\beta \leqslant 3{,}0$)



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

gost.e-ecolog.ru