УДК 621.833.2.001.24 Группа Г02

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ОСТ 1 00267-78

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ КОНИЧЕСКИЕ ПРЯМОЗУБЫЕ

Расчет геометрических параметров

На 22 страницах

Взамен 78МТ-41

ОКСТУ 7503

Распоряжением Министерства от 12 мая 1978 г. № 087-16

срок введения установлен с 1 января 1979 г.

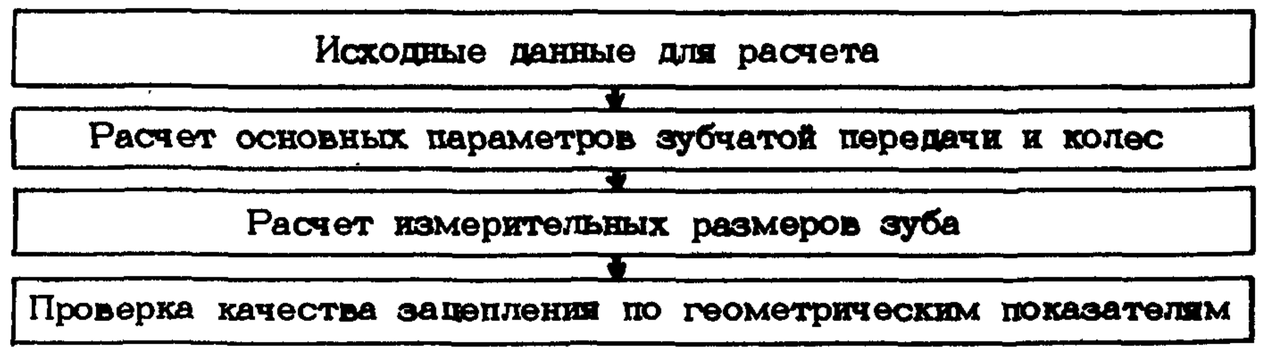
1. Настоящий стандарт устанавливает расчет геометрических параметров конической прямозубой зубчатой передачи с межосевым углом от 10 до 170°, внешним окружным модулем более 1 мм, а также номинальные размеры сопряженных зубчатых колес с переходной кривой зуба без поднутрения.

Инв. № дубликата 3630
Инв. № подлинника № изм. 1 № изв. 11596

Издание официальное ГР 8077966 от 15.06.78 Перепечатка воспрещена

2. Термины и обозначения, применяемые в стандарте, соответствуют ГОСТ 16530-83 и ГОСТ 19325-73.

3. Схема расчета геометрии приведена на черт. 1.



Черт. 1

4. Расчет по формулам должен производиться с погрешностью измерения:

- линейных размеров - не менее 0,0001 мм;
- угловых размеров - не менее $0{,}01^{\circ}$;
- тригонометрических величин - не менее 0,00001;
- коэффициентов смещения и коэффициентов изменения толщины зуба - не менее 0,01.

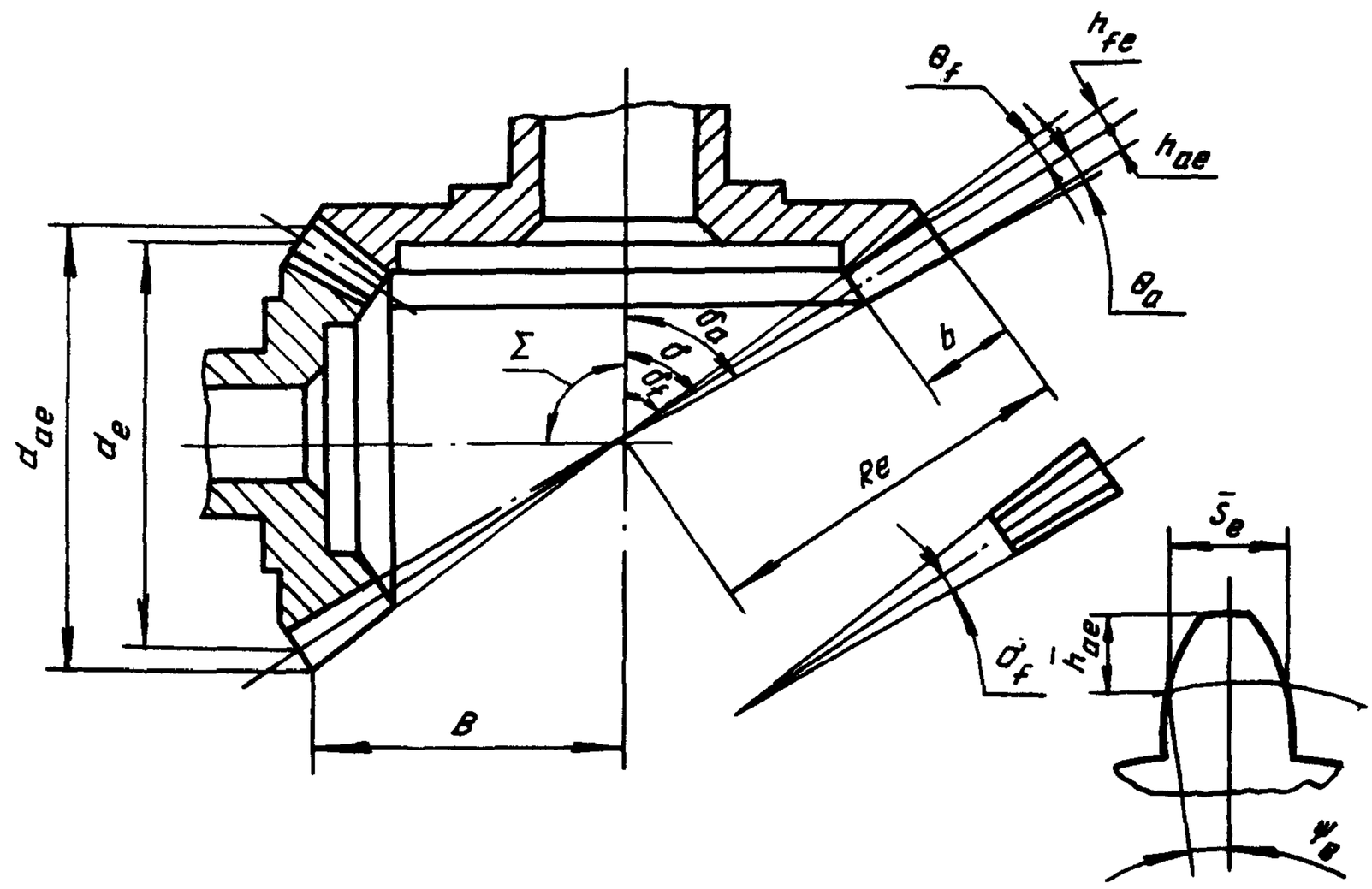
5. Исходные данные для расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Обозначение
Число зубьев:	
шестерни	z_1
колеса	z_2
Внешний окружной модуль	m_e
Межосевой угол	Σ
Внешний торцовый исходный контур:	
угол профиля	α
коэффициент высоты головки	h_a^*
коэффициент радиального зазора . . .	c^*
коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля	ρ_f^*
Коэффициент смещения:	
шестерни	x_1
колеса	x_2

6. Формулы расчета основных геометрических параметров зубчатых колес и передач, указанных на черт. 2, приведены в табл. 2.

№ изм. 1 | № изв. 11596
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника 3630



Черт. 2

Таблица 2

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Число зубьев плоского колеса	Z_c	$Z_c = \frac{1}{\sin\Sigma}\sqrt{Z_1^2 + Z_2^2 + 2Z_1 Z_2 \cos\Sigma}$; $Z_c = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2}$ при $\Sigma = 90°$
Внешнее конусное расстояние	Re	$Re = 0{,}5\, m_e Z_c$
Ширина зубчатого венца	b	$b \leq 0{,}3\, Re$ и $b \leq 10 m_e$ Ширину зубчатого венца b округляют до целого числа

№ изм. 1 | № изв. 11596
3630
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

Продолжение табл. 2

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Угол делительного конуса	δ	$tg\,\delta_1 = \dfrac{\sin\Sigma}{\dfrac{z_2}{z_1} + \cos\Sigma}$; $\delta_2 = \Sigma - \delta_1$ при $\Sigma = 90^\circ$ $tg\,\delta_1 = \dfrac{z_1}{z_2}$; $\delta_2 = 90^\circ - \delta_1$ Углы делительного конуса δ_1 и δ_2 определяются с погрешностью не более 2″
Внутренний окружной модуль	m_i	$m_i = m_e \dfrac{R_e - b}{R_e}$
Передаточное число	u	$u = \dfrac{z_2}{z_1}$
Передаточное число эквивалентной конической передачи	u_{vb}	$u_{vb} = \sqrt{u \dfrac{\cos\delta_1}{\cos\delta_2}}$ для $\Sigma \neq 90^\circ$
Число зубьев эквивалентной конической шестерни	z_{vb_1}	$z_{vb_1} = \dfrac{z_1}{\cos\delta_1} \dfrac{u_{vb}}{\sqrt{1+u^2_{vb}}}$ для $\Sigma \neq 90^\circ$
Внешняя высота головки зуба	h_{ae}	$h_{ae_1} = (h_a^* + X_1)m_e$; $h_{ae_2} = 2h_a^* m_e - h_{ae_1}$
Внешняя высота ножки зуба	h_{fe}	$h_{fe_1} = h_{ae_2} + c^* m_e$ $h_{fe_2} = h_{ae_1} + c^* m_e$
Внешняя высота зуба	h_e	$h_e = h_{ae} + h_{fe}$
Угол ножки зуба	θ_f	$tg\,\theta_f = \dfrac{h_{fe}}{R_e}$
Угол головки зуба	θ_a	$\theta_{a1} = \theta_{f2}$; $\theta_{a2} = \theta_{f1}$
Угол конуса вершин	δ_a	$\delta_a = \delta + \theta_a$
Угол конуса впадин	δ_f	$\delta_f = \delta - \theta_f$
Угол сходимости линий основания зуба	σ_f	$tg\,\sigma_f = \dfrac{0{,}5 S_e + h_{fe} tg\,\alpha}{R_e} \cos\theta_f$
Внешний делительный диаметр	d_e	$d_e = m_e Z$
Внешний диаметр вершин зубьев	d_{ae}	$d_{ae} = d_e + 2h_{ae}\cos\delta$
Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев	B	$B = R_e \cos\delta - h_{ae}\sin\delta$ при $\Sigma = 90^\circ$ $B_1 = 0{,}5 d_{e2} - h_{ae_1}\sin\delta_1$; $B_2 = 0{,}5 d_{e1} - h_{ae2}\sin\delta_2$

№ изм. 1 | № изв. 11596
Инв. № дубликата 3630 | Инв. № подлинника

Продолжение табл. 2

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Внешняя граничная высота зуба	h_{Le}	$h_{Le} = \frac{d_{av} t_e}{2} - \frac{d_p}{2}$
Диаметр окружности нижней точки активного профиля зуба эквивалентного цилиндрического колеса	d_p	$d_p = \sqrt{[(d_v t_{e1} + d_v t_{e2}) \sin\alpha - \sqrt{d_{av} t_{e2}^2 - (d\ t_{e2} \cos\alpha)^2}]^2 + (d_v t_{e1} \cos\alpha)^2}$

7. Формулы расчета измерительных размеров зуба, указанных на черт. 2, приведены в табл. 3

Таблица 3

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Внешняя делительная толщина зуба по хорде	$\bar{S}_e$	$\bar{S}_e = \frac{m_e Z}{\cos\delta} \sin\psi_e$
Высота до внешней делительной хорды зуба	$\bar{h}_{ae}$	$\bar{h}_{ae} = h_{ae} + 0{,}25 S_e \psi_e$
Половина внешней угловой толщины зуба	ψ_e	$\psi_e = \frac{S_e \cos\delta}{m_e Z}$
Внешняя окружная толщина зуба	S_e	$S_{e1} = (0{,}5\pi + 2X_1 tg\alpha + X_{\tau 1}) m_e$ $S_{e2} = \pi m_e - S_{e1}$
Внешняя постоянная хорда зуба	$\bar{S}_{ce}$	$\bar{S}_{ce} = S_e \cos^2\alpha$
Высота до внешней постоянной хорды зуба	$\bar{h}_{ce}$	$\bar{h}_{ce} = h_{ae} - 0{,}25 S_e \sin 2\alpha$

8. Формулы расчета отсутствия подрезания зубьев приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Минимальное число зубьев шестерни, свободное от подрезания	Z_{1min}	$Z_{1min} \geq 2\left[h_a^* + c^* - \frac{\rho_{ko}}{m_e}(1-\sin\alpha) - X_1\right]\frac{\cos\delta}{\sin^2\alpha}$
Радиус закругления вершины резца	ρ_{ko}	$\rho_{ko} = \rho_f^* m_e$
Коэффициент наименьшего смещения у шестерни	X_{1min}	$X_{1min} =$ При $X \geq X_{1min}$ подрезание зуба отсутствует

№ изм. 1 | № изв. 11596
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника 3630

9. Формулы расчета внешней окружной толщины зуба на поверхности вершин приведены в табл. 5.

Таблица 5

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Внешняя окружная толщина зуба на поверхности вершин, выраженная в долях модуля	s^*_{ae}	$s^*_{ae} \cong s_{avte} = \frac{d_{avte}}{m_e}\left(\frac{s_e}{d_{vte}} + inv\alpha - inv\alpha_{avte}\right)$ Значения величин в скобках определяют с точностью не менее 0,000001. При однородной структуре материала $s^*_{ae} \geq 0{,}3$ При поверхностном упрочнении зубьев $s^*_{ae} \geq 0{,}4$
Делительный диаметр внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	d_{vte}	$d_{vte} = \frac{m_e Z}{\cos\delta}$
Диаметр вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	d_{avte}	$d_{avte} = d_{vte} + 2h_{ae}$
Угол профиля зуба в точке на окружности вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	α_{avte}	$\cos\alpha_{avte} = \frac{d_{vte}}{d_{avte}}\cos\alpha$

10. Формулы расчета коэффициента торцового перекрытия приведены в табл. 6.

Таблица 6

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Коэффициент торцового перекрытия	ε_α	$\varepsilon_\alpha = \varepsilon_a + \varepsilon_b - \varepsilon_c$ $\varepsilon_a = \frac{1}{\pi\cos\alpha}\sqrt{\left(\frac{Z_{vt1}}{2} + \frac{h_{ae1}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{Z_{vt1}}{2}\cos\alpha\right)^2}$ $\varepsilon_b = \frac{1}{\pi\cos\alpha}\sqrt{\left(\frac{Z_{vt2}}{2} + \frac{h_{ae2}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{Z_{vt2}}{2}\cos\alpha\right)^2}$ $\varepsilon_c = \frac{Z_{vt1} + Z_{vt2}}{2\pi}\,tg\alpha$ $\varepsilon_\alpha \geq 1{,}3$

№ изм. 1 № изв. 11596
Инв. № дубликата 3630
Инв. № подлинника

Продолжение табл. 6

Наименование параметра	Обозначение	Расчетная формула
Число зубьев эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	z_{vt}	$z_{vt} = \frac{z}{\cos\delta}$

11. Выбор исходных данных для расчета геометрических параметров приведен в рекомендуемом приложении 1.

12. Расчет радиуса кривизны переходной кривой зуба приведен в рекомендуемом приложении 2.

13. График и номограммы для определения X_{min}, Z_{min}, S_{ae}, ε_{α}, Z_{vt} приведены в рекомендуемом приложении 3.

14. Пример расчета геометрических параметров зубчатого колеса приведен в справочном приложении 4.

№ изм. | № изв.
3630
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Рекомендуемое

ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА

1. Прямозубые конические передачи выполняются с осевой формой зуба 1 и постоянным радиальным зазором по ширине зубчатого венца.

2. Понижающие передачи рекомендуется выполнять с передаточными числами от 1 до 10. Предпочтительными являются передаточные числа от 1,0 до 6,3 по ряду R_a10 ГОСТ 8032-84.

3. Повышающие передачи не рекомендуется выполнять с передаточными числами более 3,15.

4. Числа зубьев для ортогональной конической зубчатой передачи рекомендуется определять по номограмме, приведенной на чертеже.

5. Модуль зубчатой передачи устанавливается исходя из расчета на прочность и ближайшее значение выбирается по ГОСТ 9563-60.

6. Конические зубчатые передачи должны выполняться в соответствии с исходным контуром по ГОСТ 13754-81 со следующими параметрами: $\alpha = 20^\circ$; $h_a^* = 1{,}0$; $c^* = 0{,}2$; $\rho_f^* = 0{,}3$.

7. В технически обоснованных случаях для повышения контактной выносливости или сопротивляемости зубьев излому допускается увеличение угла зацепления в передаче α_w путем специальной настройки станка.

8. В передачах с передаточным числом $u \neq 1$ шестерню и колесо рекомендуется выполнять со смещением.

Коэффициент смещения определяется в зависимости от геометрических размеров зубчатых колес и условий их работы.

Коэффициенты смещений для ортогональных конических передач рекомендуется выбирать по таблице.

Число зубьев шестерни z_1	Значение коэффициента смещения X_1 при передаточном числе u											
	1,00	1,12	1,25	1,40	1,60	1,80	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30 и выше
12	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,53	0,56	0,57	0,58
13	-	-	-	-	-	-	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55	0,56
14	-	-	-	0,27	0,34	0,38	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53	0,54
15	-	-	0,18	0,25	0,31	0,36	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51	0,52
16	-	0,10	0,17	0,24	0,30	0,35	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49	0,50
18	0,00	0,09	0,15	0,22	0,28	0,33	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46	0,47
20	0,00	0,08	0,14	0,20	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43	0,44

№ изм. 1 | № изв. 11596
Инв. № дубликата 3630
Инв. № подлинника

Продолжение

Число зубьев шестерни Z_1	Значение коэффициента смещения X_1 при передаточном числе U											
	1,00	1,12	1,25	1,40	1,60	1,80	2,00	2,50	3,15	4,00	5,00	6,30 и выше
25	0,00	0,07	0,13	0,18	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39	0,40
30	0,00	0,06	0,11	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34	0,35
40	0,00	0,05	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28

Примечания: 1. Таблица может быть использована для повышающих передач при $U \leq 3,15$. Для неортогональных передач вместо U и Z_1 принимать соответственно U_{vb} и Z_{vb1}.

2. Шестерню рекомендуется выполнять с положительным смещением X_1, а колесо с равным ему по величине отрицательным смещением $X_2 = -X_1$.

3. Для передач, у которых U и Z_1 отличаются от указанных в таблице, коэффициент смещения принимается с округлением в большую сторону.

9. С целью повышения изгибной прочности зубчатые колеса при $U \geq 2,5$ рекомендуется выполнять не только со смещениями X_1 и X_2, но и с различной толщиной зуба исходного контура X_τ.

10. Коэффициент изменения расчетной толщины зуба исходного контура X_{τ_1}, положительный для шестерни и равный ему по величине и обратный по знаку X_{τ_2}, для колеса рекомендуется вычислять по формуле

$$X_{\tau_1} = 0,03 + 0,008 \, / U - 2,5 / .$$

Формулой можно пользоваться для повышающих передач при $U \leq 3,15$ и для неортогональных передач, при этом вместо U принимается U_{vb}.

11. Выбор коэффициентов смещения также рекомендуется производить с помощью блокирующих контуров по ГОСТ 16532-70.

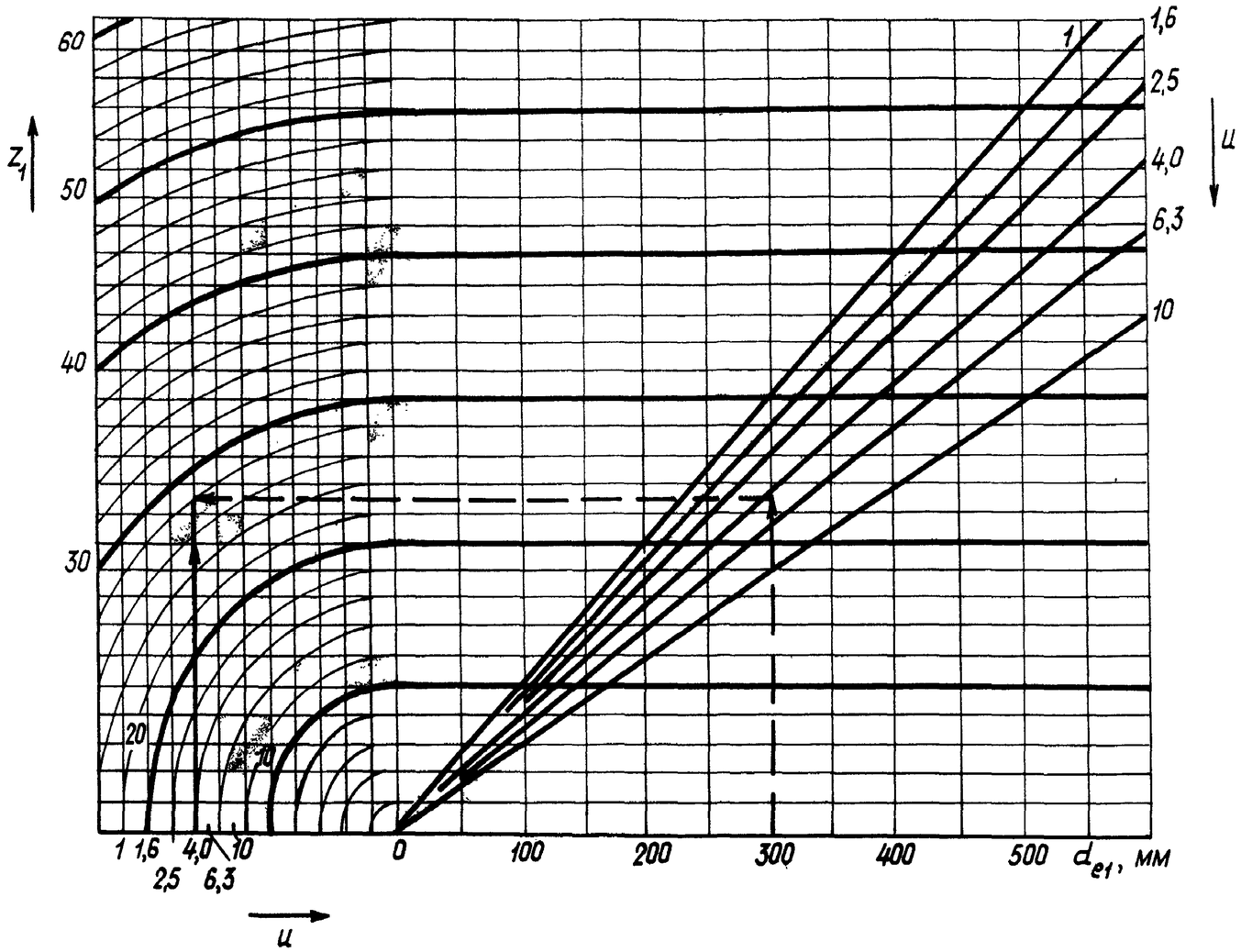
12. Блокирующий контур конических передач выбирается не по фактическому, а по эквивалентному числу зубьев цилиндрических колес.

13. Выбранные значения X_1 и X_2 не должны выходить за пределы X_{min} и X_{max}. При $X_1 > X_{max}$ имеет место заострение зубьев.

№ изм. 1 | № изв. 11596
Инв. № дубликата 3630
Инв. № подлинника

Инв. № дубликата		№ изм.										
Инв. № подлинника	3630	№ изв.										

Номограмма для определения рекомендуемого числа зубьев шестерни ($\alpha = 20°$; $\Sigma = 90°$) $z_1 = \sqrt{(22 - 9\lg u)^2 + (6{,}25 - 4\lg u)\frac{d_{e1}^2}{645}}$



ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Рекомендуемое

РАСЧЕТ РАДИУСА КРИВИЗНЫ ПЕРЕХОДНОЙ КРИВОЙ ЗУБА

1. Радиус кривизны переходной кривой зуба ρ_f определяется по формуле

$$\rho_f = m_e \left(0{,}5\rho_f^* + \frac{1}{2{,}71 + 0{,}017 Z_{vt}} - X K \right),$$

где $K = 0{,}2$ для положительных значений X;

$K = 0{,}25 - 0{,}0025 Z_{vt}$ для отрицательных значений X.

2. Значения величин радиусов кривизны переходной кривой зуба зубчатых колес стандартного исходного контура ρ_f приведены в таблице.

№ изм.	1
№ изв.	11596

Размеры, мм

Коэффициент смещения	Число зубьев z_{vt}	Модуль m_e													
		1,00	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00	3,25	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
		ρ_f													
X =0	От 10 до 20 вкл.	0,34	0,51	0,59	0,68	0,76	0,85	1,02	1,10	1,19	1,36	1,53	1,70	1,87	2,04
	Св. 20 " 30 "	0,33	0,49	0,58	0,66	0,74	0,82	0,99	1,07	1,15	1,30	1,48	1,65	1,81	1,98
	" 30 " 40 "	0,31	0,46	0,54	0,62	0,70	0,77	0,93	1,01	1,08	1,24	1,39	1,55	1,70	1,86
	" 40 " 50 "	0,30	0,45	0,52	0,60	0,67	0,75	0,90	0,97	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80
	" 50 " 60 "	0,29	0,43	0,51	0,58	0,65	0,72	0,87	0,94	1,01	1,16	1,30	1,45	1,59	1,74
X =0,1	От 10 до 20 вкл.	0,32	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,96	1,04	1,12	1,28	1,44	1,60	1,76	1,92
	Св. 20 " 30 "	0,31	0,46	0,54	0,62	0,70	0,77	0,93	1,01	1,08	1,24	1,39	1,55	1,70	1,86
	" 30 " 40 "	0,29	0,43	0,51	0,58	0,65	0,72	0,87	0,94	1,01	1,16	1,30	1,45	1,59	1,74
	" 40 " 50 "	0,28	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,84	0,91	0,98	1,12	1,26	1,40	1,54	1,68
	" 50 " 60 "	0,27	0,40	0,47	0,54	0,61	0,67	0,81	0,88	0,94	1,08	1,21	1,35	1,48	1,62
X =0,2	От 10 до 20 вкл.	0,30	0,45	0,52	0,60	0,67	0,75	0,90	0,97	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80
	Св. 20 " 30 "	0,29	0,43	0,51	0,58	0,65	0,72	0,87	0,94	1,01	1,16	1,30	1,45	1,59	1,74
	" 30 " 40 "	0,27	0,40	0,47	0,54	0,61	0,67	0,81	0,88	0,94	1,08	1,21	1,35	1,48	1,62
	" 40 " 50 "	0,26	0,39	0,45	0,52	0,58	0,65	0,78	0,84	0,91	1,04	1,17	1,30	1,43	1,56
	" 50 " 60 "	0,25	0,37	0,44	0,50	0,56	0,62	0,75	0,81	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50
X =0,4	От 10 до 20 вкл.	0,27	0,40	0,47	0,54	0,61	0,67	0,81	0,88	0,94	1,08	1,21	1,35	1,48	1,62
	Св. 20 " 30 "	0,25	0,37	0,44	0,50	0,56	0,62	0,75	0,81	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50
	" 30 " 40 "	0,23	0,34	0,40	0,46	0,52	0,57	0,69	0,75	0,80	0,92	1,03	1,15	1,26	1,38
	" 40 " 50 "	0,22	0,33	0,38	0,44	0,49	0,55	0,66	0,71	0,77	0,88	0,99	1,10	1,21	1,32
	" 50 " 60 "	0,21	0,31	0,37	0,42	0,47	0,52	0,63	0,68	0,73	0,84	0,94	1,05	1,15	1,26
X =-0,1	От 10 до 20 вкл.	0,36	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,08	1,17	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,16
	Св. 20 " 30 "	0,35	0,52	0,61	0,70	0,79	0,87	1,05	1,14	1,22	1,38	1,57	1,75	1,92	2,10
	" 30 " 40 "	0,33	0,49	0,58	0,66	0,74	0,82	0,99	1,07	1,15	1,32	1,48	1,65	1,81	1,98
	" 40 " 50 "	0,32	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,96	1,04	1,12	1,26	1,44	1,60	1,76	1,92
	" 50 " 60 "	0,30	0,45	0,52	0,60	0,67	0,75	0,90	0,97	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,80
X =-0,2	От 10 до 20 вкл.	0,38	0,57	0,66	0,76	0,85	0,95	1,14	1,23	1,33	1,52	1,71	1,90	2,09	2,28
	Св. 20 " 30 "	0,36	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,08	1,17	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,16
	" 30 " 40 "	0,34	0,51	0,59	0,68	0,76	0,85	1,02	1,10	1,19	1,36	1,53	1,70	1,87	2,04
	" 40 " 50 "	0,33	0,49	0,58	0,66	0,74	0,82	0,99	1,07	1,15	1,30	1,48	1,65	1,81	1,98
	" 50 " 60 "	0,31	0,46	0,54	0,62	0,70	0,77	0,93	1,01	1,08	1,24	1,39	1,55	1,70	1,86
X =-0,4	От 10 до 20 вкл.	0,42	0,63	0,73	0,84	0,94	1,05	1,26	1,36	1,47	1,68	1,89	2,10	2,31	2,52
	Св. 20 " 30 "	0,39	0,58	0,68	0,78	0,88	0,97	1,17	1,27	1,36	1,56	1,75	1,95	2,14	2,34
	" 30 " 40 "	0,36	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	1,08	1,17	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,16
	" 40 " 50 "	0,34	0,51	0,59	0,68	0,76	0,85	1,02	1,10	1,19	1,34	1,53	1,70	1,87	2,04
	" 50 " 60 "	0,32	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,96	1,04	1,12	1,28	1,44	1,60	1,76	1,92

Примечание. Для параметров зубчатого колеса m_e, z_{vt} и X, не указанных в таблице, ρ_f определяется путем интерполяции.

Инв. № дубликата 3630
Инв. № подлинника
№ изм. 1
№ изв. 11596

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

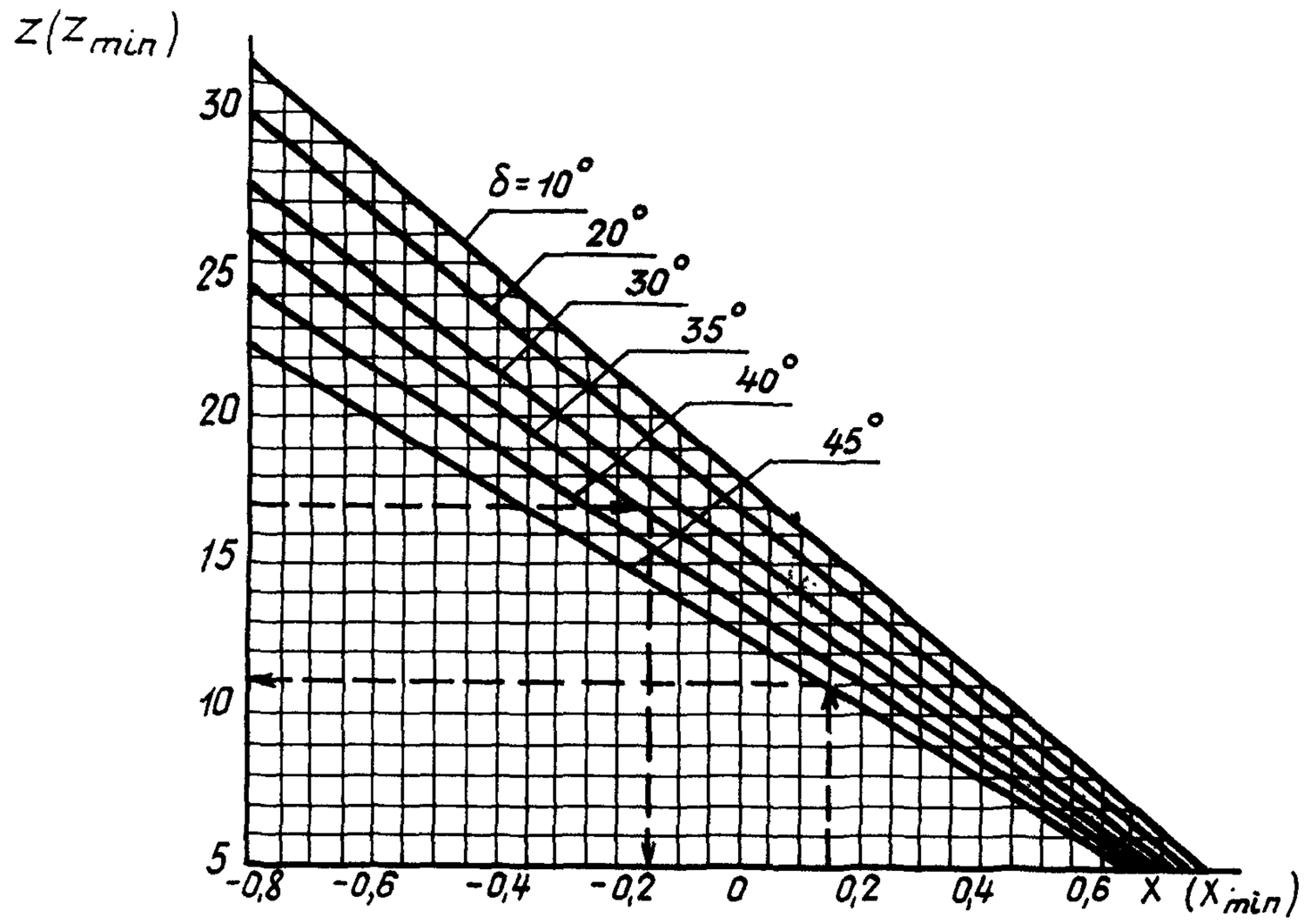
Рекомендуемое

ГРАФИК И НОМОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

X_{min}, Z_{min}, S_{ae}, ε_{α}, Z_{vt}

1. График для определения величины X_{min} в зависимости от Z и δ или Z_{min} в зависимости от X и δ приведен на черт. 1.

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

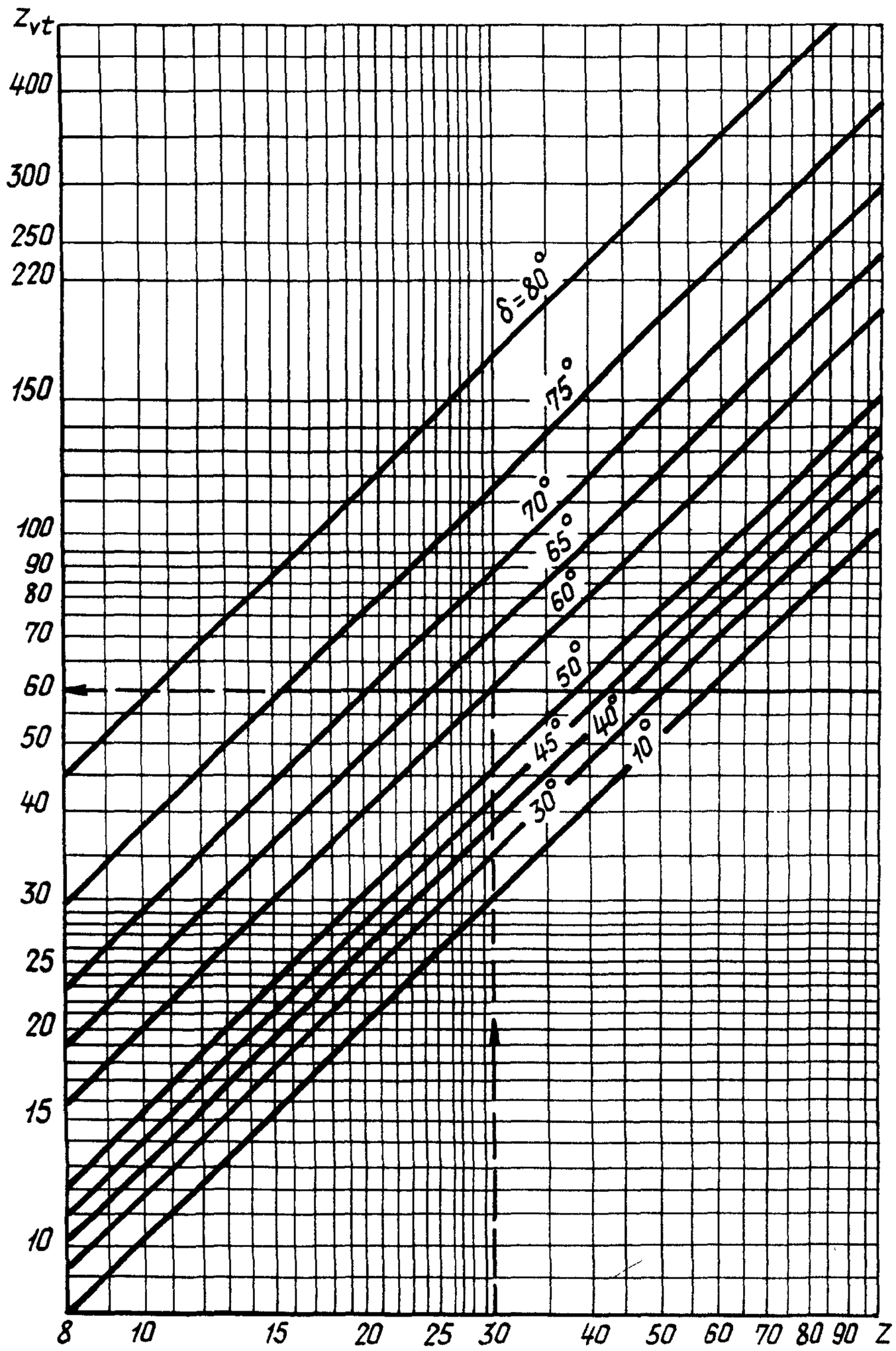


Черт. 1

2. Номограмма для определения чисел зубьев эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса приведена на черт. 2.

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
3630
№ изм. 1
№ изв. 11596

$$z_{vt} = \frac{z}{\cos\delta}$$

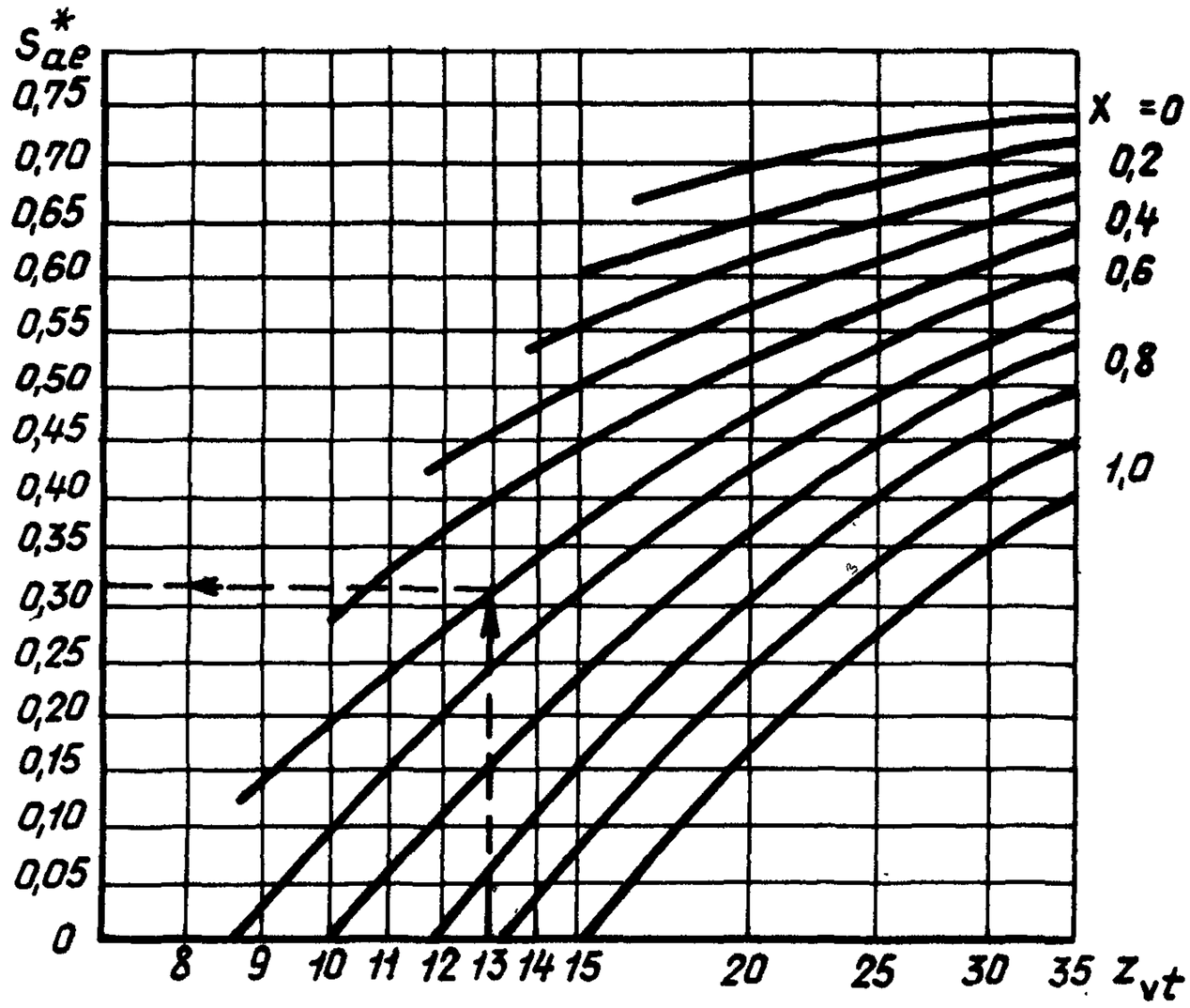


Черт. 2

3. Номограмма для определения окружной толщины зуба на поверхности вершин зубьев шестерен в долях окружного модуля ($\alpha = 20^\circ$; $h_a^* = 1$) приведена на черт. 3.

№ изм. | № изв. | 3630 | Инв. № дубликата | Инв. № подлинника

$$s^*_{ae} = \frac{d_{avte}}{m_e}\left(\frac{s_e}{d_{vte}} + 0{,}014904 - inv\alpha_{avte}\right)$$

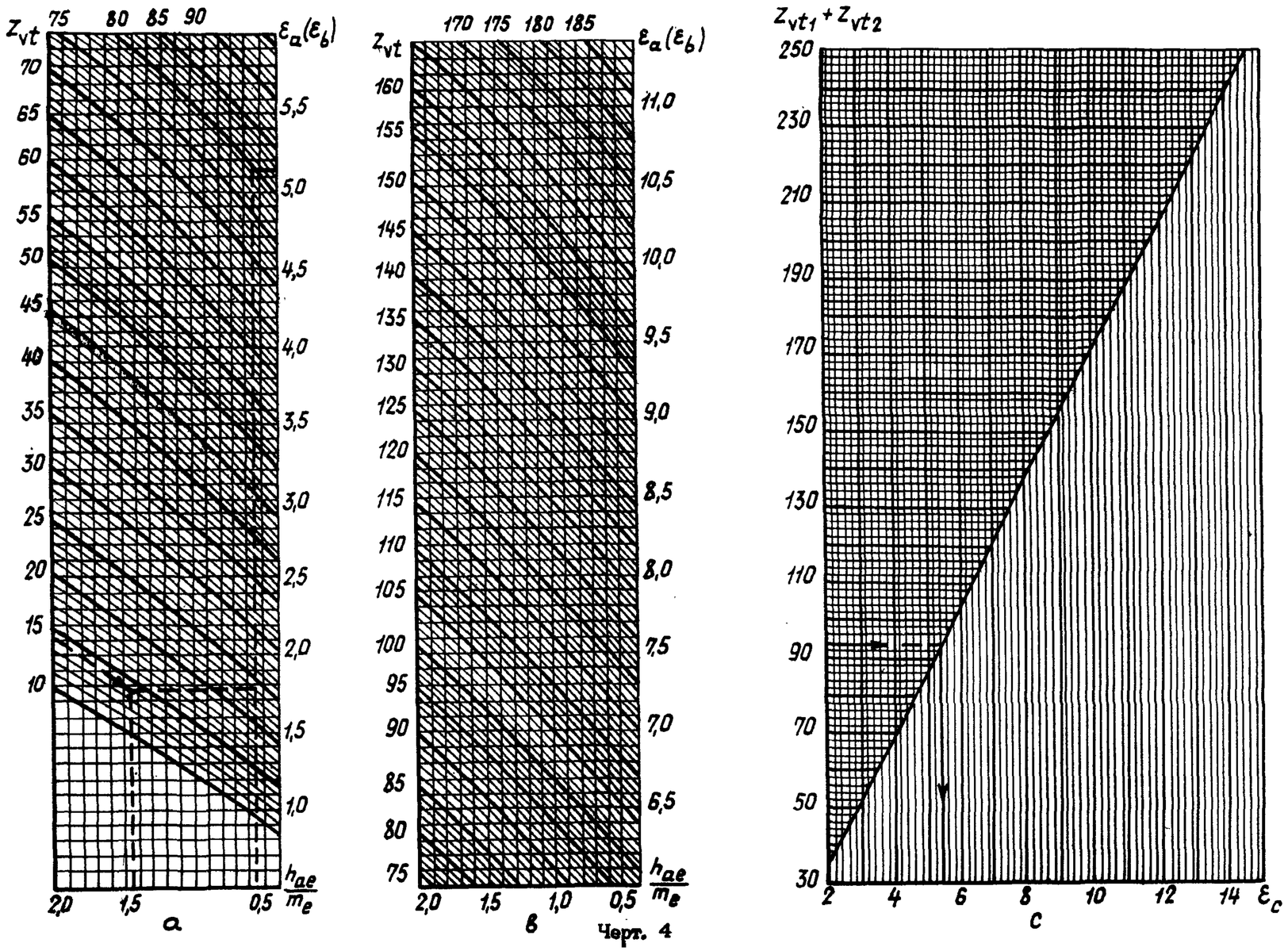


Черт. 3

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
3630
№ изм. 1
№ изв. 11596

Инв. № дубликата		№ изм.											
Инв. № подлинника	3630	№ изв.											

4. Номограммы для определения коэффициента торцового перекрытия приведены на черт. 4



Черт. 4

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

1. Численные значения исходных данных для расчета приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Обозначение	Численное значение
Число зубьев:		
шестерни	z_1	18
колеса	z_2	22
Внешний окружной модуль, мм	m_e	6
Межосевой угол	Σ	90°
Внешний торцовый исходный контур:		
угол профиля	α	20°
коэффициент высоты головки	h_a^*	1,0
коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля	ρ_f^*	0,3
коэффициент радиального зазора . . .	c^*	0,2
Коэффициент смещения:		
шестерни	x_1	+0,15
колеса	x_2	-0,15

2. Номинальные размеры основных геометрических параметров, подсчитанные по формулам, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Число зубьев плоского колеса	$z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$	28,4253
Внешнее конусное расстояние, мм	$R_e = 0{,}5\, m_e z_c$	85,2759
Ширина зубчатого венца, мм	$b \leq 0{,}3 R_e$	25,5827 принимаем 20,0000

Инв. № дубликата | № изм. 1 | 11596
Инв. № подлинника | № изв. | 3630

Продолжение табл. 2

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Угол делительного конуса	$tg\,\delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$; δ_1 $\delta_2 = 90^\circ - \delta_1$	$39^\circ 17' 22''$ $50^\circ 42' 38''$
Внутренний окружной модуль, мм	$m_i = m_e \frac{R_e - b}{R_e}$	4,5928
Передаточное число	$u = \frac{z_2}{z_1}$	1,2222
Внешняя высота головки зуба, мм	$h_{ae1} = (h_a^* + X_1)\,m_e$ $h_{ae2} = 2h_a^*\,m_e - h_{ae1}$	6,9000 5,1000
Внешняя высота ножки зуба, мм	$h_{fe1} = h_{ae2} + c^* m_e$ $h_{fe2} = h_{ae1} + c^* m_e$	6,3000 8,1000
Внешняя высота зуба, мм	$h_e = h_{ae} + h_{fe}$	13,2000
Угол ножки зуба	$tg\,\theta_{f1} = \frac{h_{fe1}}{R_e}$; θ_{f1} $tg\,\theta_{f2} = \frac{h_{fe2}}{R_e}$; θ_{f2}	$4^\circ 13' 31''$ $5^\circ 25' 34''$
Угол головки зуба	$\theta_{a1} = \theta_{f2}$ $\theta_{a2} = \theta_{f1}$	$5^\circ 25' 34''$ $4^\circ 13' 31''$
Угол конуса вершин	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}$ $\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$	$44^\circ 42' 56''$ $54^\circ 56' 09''$
Угол конуса впадин	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$ $\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$	$35^\circ 03' 51''$ $45^\circ 17' 04''$
Угол сходимости линий основания зуба	$tg\,\sigma_{f1} = \frac{0{,}5S_{e1} + h_{fe1}\,tg\,\alpha}{R_e} \cos\theta_{f1}$ $tg\,\sigma_{f2} = \frac{0{,}5S_{e2} + h_{fe2}\,tg\,\alpha}{R_e} \cos\theta_{f2}$	$4^\circ 54' 06''$ $4^\circ 53' 35''$

№ изм. 1 | № изв. 11596
3630
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

Продолжение табл. 2

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численные значение
Внешний делительный диаметр, мм	$d_{e1} = m_e z_1$ $d_{e2} = m_e z_2$	108,0000 132,0000
Внешний диаметр вершин зубьев, мм	$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{ae1} \cos\delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{ae2} \cos\delta_2$	118,6806 138,4590
Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев, мм	$B_1 = 0{,}5 d_{e2} - h_{ae1} \sin\delta_1$ $B_2 = 0{,}5 d_{e1} - h_{ae2} \sin\delta_2$	61,6306 50,0528
Внешняя граничная высота зуба, мм	$h_{Le1} = \frac{d_{avte1}}{2} - \frac{d_{p1}}{2}$ $h_{Le2} = \frac{d_{avte2}}{2} - \frac{d_{p2}}{2}$	10,2025 9,4116
Диаметр окружности нижней точки активного профиля зуба эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	$d_{p_1} = \sqrt{\left[(d_v t_{e_1} + d_v t_{e_2}) \sin\alpha - \sqrt{d_{a_v} t_{e_2}^2 - (d_{a_v} t_{e_2} \cos\alpha)^2}\right]^2 + (d_v t_{e_1} \cos\alpha)^2}$. $d_{p_2} = \sqrt{\left[(d_v t_{e_2} + d_v t_{e_1}) \sin\alpha - \sqrt{d_{a_v} t_{e_1}^2 - (d_{a_v} t_{e_1} \cos\alpha)^2}\right]^2 + (d_v t_{e_2} \cos\alpha)^2}$	132,9376 199,8295

3. Численные значения измерительных размеров зуба приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Внешняя делительная толщина зуба по хорде, мм	$\bar{s}_{e1} = \frac{d_{e1}}{\cos\delta_1} \sin\psi_{e1}$ $\bar{s}_{e2} = \frac{d_{e2}}{\cos\delta_2} \sin\psi_{e2}$	10,0710 8,7673

№ изм. 1 | № изв. 11596
Инв. № дубликата 3630
Инв. № подлинника

Продолжение табл. 3

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Высота до внешней делительной хорды зуба, мм	$\bar{h}_{ae1} = h_{ae1} + 0{,}25 S_{e1} \psi_{e1}$ $\bar{h}_{ae2} = h_{ae2} + 0{,}25 S_{e2} \psi_{e2}$	7,0820 5,1922
Половина внешней угловой толщины зуба	$\psi_{e1} = \frac{S_{e1} \cos \delta_1}{d_{e1}}$ $\psi_{e2} = \frac{S_{e2} \cos \delta_2}{d_{e2}}$	$4^\circ 08' 20''$ $2^\circ 24' 37''$
Внешняя окружная толщина зуба, мм	$S_{e1} = (0{,}5\pi + 2X_{e1} tg\alpha + X_{\tau 1}) m_e$ $S_{e2} = \pi m_e - S_{e1}$	10,0799 8,7696
Внешняя постоянная хорда зуба, мм	$\bar{S}_{ce1} = S_{e1} \cos^2 \alpha$ $\bar{S}_{ce2} = S_{e2} \cos^2 \alpha$	8,9007 7,7437
Высота до внешней постоянной хорды зуба, мм	$\bar{h}_{ce1} = h_{ae1} - 0{,}25 S_{e1} \sin 2\alpha$ $\bar{h}_{ce2} = h_{ae2} - 0{,}25 S_{e2} \sin 2\alpha$	5,2802 3,6907

4. Расчет отсутствия подрезания зубьев приведен в табл. 4.

Таблица 4

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Минимальное число зубьев шестерни свободное от подрезания	$Z_{1min} \geq 2\left[h_a^* + c^* - \frac{\rho_{ko}}{m_e} \times (1 - \sin\alpha) - X_1\right] \frac{\cos \delta_1}{\sin^2 \alpha}$	12,62

5. Расчет внешней окружной толщины зуба на поверхности вершин приведен в табл. 5.

Таблица 5

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Внешняя окружная толщина зуба на поверхности вершин, выраженная в долях модуля	$S^*_{ae1} = \frac{d_{avte1}}{m_e}\left(\frac{S_{e1}}{d_{vte1}} + inv\alpha - inv\alpha_{avte1}\right)$ $S^*_{ae2} = \frac{d_{avte2}}{m_e}\left(\frac{S_{e2}}{d_{vte2}} + inv\alpha - inv\alpha_{avte2}\right)$	0,6617 0,7804

№ изм. 1 11596
№ изв. 3630
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

Продолжение табл. 5

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Делительный диаметр внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	$d_{vte1} = \frac{m_e Z_1}{\cos \delta_1}$ $d_{vte2} = \frac{m_e Z_2}{\cos \delta_2}$	139,5426 208,4527
Диаметр вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	$d_{avte1} = d_{vte1} + 2h_{ae1}$ $d_{avte2} = d_{vte2} + 2h_{ae2}$	153,3426 218,6527
Угол профиля зуба в точке на окружности вершин зубьев внешнего эквивалентного зубчатого колеса	$\cos\alpha_{avte1} = \frac{d_{vte1}}{d_{avte1}} \cos\alpha$ $\cos\alpha_{avte2} = \frac{d_{vte2}}{d_{avte2}} \cos\alpha$	$31^\circ 13' 35''$ $26^\circ 22' 53''$

6. Расчет коэффициента торцового перекрытия приведен в табл. 6.

Таблица 6

Наименование параметра	Обозначение и расчетная формула	Численное значение
Коэффициент торцового перекрытия	$\varepsilon_\alpha = \varepsilon_a + \varepsilon_b - \varepsilon_c$ $\varepsilon_a = \frac{1}{\pi\cos\alpha}\sqrt{\left(\frac{Z_{vt1}}{2} + \frac{h_{ae1}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{Z_{vt1}}{2}\cos\alpha\right)^2}$ $\varepsilon_b = \frac{1}{\pi\cos\alpha}\sqrt{\left(\frac{Z_{vt2}}{2} + \frac{h_{ae2}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{Z_{vt2}}{2}\cos\alpha\right)^2}$ $\varepsilon_c = \frac{Z_{vt1} + Z_{vt2}}{2\pi} tg\alpha$	1,6266 2,2440 2,7424 3,3598
Число зубьев эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	$Z_{vt1} = \frac{Z_1}{\cos \delta_1}$ $Z_{vt2} = \frac{Z_2}{\cos \delta_2}$	23,2571 34,7421

№ изм. № изв. 3630 Инв. № дубликата Инв. № подлинника