

Таблица 1. Геометрический расчёт конической передачи с круговыми зубьями

Наименование и обозначение параметра		Шестерня * ¹	Колесо * ²
<i>Исходные данные</i>			
Число зубьев	z_1, z_2	20	90
Модуль средний нормальный, мм	m_n	2	
Модуль внешний окружной, мм	m_{te}	2,658	
Угол наклона зубьев средний	β	35°00'00"	
Направление линии зуба	—	левое	правое
Межосевой угол передачи	Σ	90°00'00"	
Исходный контур	—	ГОСТ 16202-81	
Средний нормальный исходный контур	Угол профиля	α_n	20°00'00"
	Коэффициент высоты головки зуба	h_a^*	1
	Коэффициент радиального зазора	c^*	0,25
	Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой	ρ_f^*	0,25
Осевая форма зуба	—	вторая	
Вид обработки	—	двухсторонний	
Метод обработки	—	однономерный	
Ширина зубчатого венца, мм	b	20	
Коэффициент смещения исходного контура	x_n	+0,2648	-0,2648
Коэффициент изменения расчётной толщины зубьев исходного контура	x_τ	+0,13	-0,13
Степень точности по ГОСТ 1758-81	—	7-С	7-С
Свойства инструмента	Тип зуборезной головки	—	из полного комплекта
	Номинальный диаметр зуборезной головки, мм	d_0	190,5
	Развод резцов зуборезной головки для чистовой двухсторонней обработки колеса, мм	W_2	1,582
	Поправочный коэффициент развода резцов	K_l	1
<i>Определяемые параметры</i>			
Число зубьев плоского колеса	z_c	92,195	
Внешнее конусное расстояние, мм	R_e	122,55	
Среднее конусное расстояние, мм	R	112,55	
Угол делительного конуса	δ	12°31'44"	77°28'16"
Передаточное число	u	4,5	
Передаточное число эквивалентной конической передачи	u_{vb}	4,5	
Число зубьев эквивалентной конической шестерни	z_{vb}	20	
Расстояние от внешнего торца до расчётного сечения, мм	l_e	10	

Наименование и обозначение параметра		Шестерня * ¹	Колесо * ²
Высота ножки зуба в расчётном сечении, мм	h_f	1,97	3,03
Нормальная толщина зуба в расчётном сечении, мм	s_n	3,787	2,496
Сумма углов ножек зубьев	$\Theta_{f\Sigma}$	126'	
Угол ножки зуба	Θ_f	0°55'32"	1°11'04"
Угол головки зуба	Θ_a	1°00'35"	0°58'55"
Увеличение высоты головки зуба при переходе от расчётного сечения на внешний торец, мм	Δh_{ae}	0,176	0,171
Увеличение высоты ножки зуба при переходе от расчётного сечения на внешний торец, мм	Δh_{fe}	0,162	0,207
Уменьшение высоты головки зуба в расчётном сечении, мм	δh_a	0,031	-0,01
Высота головки зуба в расчётном сечении, мм	h_a	2,499	1,48
Внешняя высота головки зуба, мм	h_{ae}	2,675	1,652
Внешняя высота ножки зуба, мм	h_{fe}	2,132	3,236
Внешняя высота зуба, мм	h_e	4,807	4,888
Угол конуса вершин	δ_a	13°32'19"	78°27'11"
Угол конуса впадин	δ_f	11°36'11"	76°17'12"
Средний делительный диаметр, мм	d	48,831	219,739
Внешний делительный диаметр, мм	d_e	53,17	239,263
Внешний диаметр вершин зубьев, мм	d_{ae}	58,393	239,98
Внешний диаметр вершин зубьев со срезом, мм	d_{ac}	58,393	239,98
Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев, мм	B	119,051	24,973
<i>Контролируемые и измерительные параметры</i>			
<i>Расчёт постоянной хорды зуба и высоты до постоянной хорды в расчётном сечении</i>			
Постоянная хорда зуба, мм	\bar{s}_c	3,344	2,204
Высота до постоянной хорды зуба, мм	\bar{h}_c	1,891	1,079
<i>Расчёт делительной толщины зуба по хорде и высоты до хорды в расчётном сечении</i>			
Половина угловой толщины зуба в нормальном сечении	ψ_n	0,051	0,002
Коэффициент, зависящий от угловой толщины зуба в расчётном сечении	$K_{\psi n}$	1	1
Делительная толщина зуба по хорде в расчётном сечении, мм	\bar{s}_n	3,785	2,496
Высота до делительной хорды зуба в расчётном сечении, мм	\bar{h}_a	2,547	1,481
Диаметр концентрической окружности, мм	d_{y2}	219,306	
Толщина зуба колеса по хорде на концентрической окружности диаметра d_{y2} , мм	\bar{s}_{ny2}	3,224	
Высота до хорды зуба колеса в расчётном сечении на концентрической окружности диаметра d_{y2} , мм	\bar{h}_{ay2}	2,481	

Наименование и обозначение параметра		Шестерня * ¹	Колесо * ²
Расчёт делительной толщины зуба по хорде и высоты до хорды в измерительном сечении			
Внешний угол наклона средней линии зуба	β_{ne}	38°51'51"	
Внутренний угол наклона средней линии зуба	β_{ni}	31°17'32"	
Расчётное расстояние от внешнего торца до измерительного сечения, мм	l'_x	1,23	0,811
Величина преднамеренного смещения измерительного сечения, мм	l''_x	0	0
Принятое расстояние от внешнего торца до измерительного сечения, мм	l_x	3	3
Конусное расстояние до измерительного сечения, мм	R_x	119,55	119,55
Угол наклона средней линии зуба в измерительном сечении	β_{nx}	37°41'09"	37°41'09"
Окружная толщина зуба в торцовом сечении, соответствующем конусному расстоянию R_x , мм	s_{tx}	4,919	3,228
Половина угловой толщины зуба в измерительном сечении	ψ_{nx}	0,046	0,001
Коэффициент, зависящий от угловой толщины зуба в измерительном сечении	$K_{\psi nx}$	1	1
Делительная толщина зуба по хорде в измерительном сечении, мм *	\bar{s}_x	3,891	2,555
Коэффициент для расчёта высоты до делительной хорды зуба в измерительном сечении	K_{hx}	0,198	0,198
Высота до делительной хорды зуба в измерительном сечении, мм *	\bar{h}_{ax}	2,667	1,601
Диаметр концентрической окружности, мм	d_{yx2}	232,972	
Толщина зуба колеса по хорде в измерительном сечении на концентрической окружности диаметром d_{yx2} , мм	\bar{s}_{nyx2}	3,282	
Высота до хорды зуба колеса в измерительном сечении на концентрической окружности диаметром d_{yx2} , мм	\bar{h}_{ayx2}	2,601	
Проверка отсутствия подрезания зубьев у внешнего и внутреннего торцов			
Внешний угол торцового профиля зуба	α_{te}	25°03'13"	
Внутренний угол торцового профиля зуба	α_{ti}	23°04'14"	
Угол торцового профиля зуба в расчётном сечении	α_t	23°57'24"	
Внешняя высота ножки зуба, мм	h_{fe}	2,132	3,236
Внутренняя высота ножки зуба, мм	h_{fi}	1,809	2,823
Наибольшая внешняя высота ножки зуба, ограничиваемая подрезанием, мм	h'_{fe}	5,278	99,287
Наибольшая внутренняя высота ножки зуба, ограничиваемая подрезанием, мм	h'_{fi}	3,894	71,258
Отсутствие подрезания зуба внешнего торца $h'_{fe} \geq h_{fe}$	—	выполнено	выполнено
Отсутствие подрезания зуба внутреннего торца $h'_{fi} \geq h_{fi}$	—	выполнено	выполнено

*) Контролируемые и измерительные параметры даны со значениями из расчёта изготовления колёс на зуборезных станках. В случае их изготовления по формируемым 3D-моделям колёс значения будут уточняться после построения 3D-моделей колёс автоматическими замерами, и будут внесены в таблицы параметров и выносные элементы профилей зубьев на чертежах.

Наименование и обозначение параметра		Шестерня * ¹	Колесо * ²
<i>Проверка нормальной толщины зуба на поверхности вершин в расчётном сечении</i>			
Число зубьев эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	z_{vt}	20,488	414,88
Делительный диаметр среднего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	d_{vt}	50,022	1012,949
Диаметр вершин зубьев среднего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	d_{avt}	55,081	1015,89
Угол профиля зуба в точке на окружности вершин зубьев среднего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	α_{ta}	33°54'36"	24°19'39"
Угол наклона средней линии зуба на поверхности вершин в расчётном сечении	β_{na}	37°37'59"	35°04'41"
Нормальная толщина зуба на поверхности вершин в расчётном сечении, выраженная в долях нормального модуля	s_{na}^*	0,834	0,713
<i>Проверка степени сужения толщины зуба на поверхности вершин</i>			
Делительный диаметр внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	d_{vte}	54,467	1102,949
Делительный диаметр внутреннего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	d_{vti}	45,578	922,949
Внутренняя высота головки зуба, мм	h_{ai}	2,323	1,309
Диаметр вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	d_{avte}	59,817	1106,252
Диаметр вершин зубьев внутреннего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса, мм	d_{avti}	50,223	925,566
Угол профиля на окружности вершин внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	α_{tae}	34°25'26"	25°25'01"
Угол профиля на окружности вершин внутреннего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	α_{tai}	33°23'33"	23°26'53"
Внешний угол наклона средней линии зуба на поверхности вершин	β_{nae}	41°30'36"	38°56'52"
Внутренний угол наклона средней линии зуба на поверхности вершин	β_{nai}	33°48'48"	31°21'51"
Внешняя окружная толщина зуба, мм	s_{te}	5,057	3,294
Внутренняя окружная толщина зуба, мм	s_{ti}	4,256	2,733
Внешняя нормальная толщина зуба на поверхности вершин, мм	s_{nae}	1,725	1,357
Внутренняя нормальная толщина зуба на поверхности вершин, мм	s_{nai}	1,68	1,378
Коэффициент сужения нормальной толщины зуба	K_γ	1,027	0,985
Угол сужения нормальной толщины зуба на поверхности вершин	γ_a	-0°06'19"	0°02'56"
Условие по коэффициенту сужения $(0,7 \leq K_\gamma \leq 1,3)$	—	выполнено	выполнено
Условие по углу сужения $(-2^\circ 51' 53'' \leq \gamma_a \leq 4^\circ 0' 38'')$	—	выполнено	выполнено
<i>Проверка коэффициента перекрытия</i>			
Коэффициент торцевого перекрытия	ε_α	1,252	
Рекомендованное минимальное значение коэффициента торцевого перекрытия	—	1	
Коэффициент осевого перекрытия	ε_β	1,826	
Рекомендованное минимальное значение коэффициента осевого перекрытия	—	1,25	
Коэффициент суммарного перекрытия	ε_γ	2,214	