



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

---

**ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ КОНИЧЕСКИЕ  
С ПРЯМЫМИ ЗУБЬЯМИ**

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ

ГОСТ 19624—74

Издание официальное

Цена 11 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ  
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
Москва

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ КОНИЧЕСКИЕ  
С ПРЯМЫМИ ЗУБЬЯМИ

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ

ГОСТ 19624—74

Издание официальное

МОСКВА—1974

**РАЗРАБОТАН** Центральным научно-исследовательским институтом технологии машиностроения (ЦНИИТМАШ)

Зам. директора Тимофеев М. М.  
Руководитель темы Борович Л. С.  
Исполнитель Горячева Н. А.

**Экспериментальным** научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС)

Зам. директора Белов В. С.  
Руководитель темы Хлебалин Н. Ф.  
Исполнитель Фролова Н. А.

**ВНЕСЕН** Министерством тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения

Член коллегии Полищук В. Л.

**ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ** Всесоюзным научно-исследовательским институтом по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ)

Директор Верченко В. Р.

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЯСТВИЕ** Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28 марта 1974 г. № 718

Редактор *И. И. Топильская*  
Технический редактор *Н. П. Замоладчикова*  
Корректор *М. Н. Гринвальд*

Сдано в набор 09.07.74 Подп. в печ. 05.08.74 2,0 л. л. Тир. 40000

Издательство стандартов, Москва, Д-22, Новопресненский пер., 3  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256, Зак. 612

© Издательство стандартов, 1974

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ КОНИЧЕСКИЕ  
С ПРЯМЫМИ ЗУБЬЯМИ

Расчет геометрии

ГОСТ  
19624—74

Straight bevel gear pairs. Calculation of geometry

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28 марта 1974 г. № 718 срок действия установлен

с 01.01. 1975 г.  
до 01.01. 1980 г.

Настоящий стандарт распространяется на зубчатые конические передачи с прямыми пропорционально понижающимися зубьями внешнего зацепления с внешним окружным модулем более 1 мм, с межосевыми углами от 10 до 170° и с прямолинейным профилем исходного контура, зубчатые колеса которых нарезаются методом обкатки зубострогальными резцами и парными зуборезными головками, а также методом копирования по шаблону.

Стандарт устанавливает метод расчета геометрических параметров зубчатой передачи, а также геометрических параметров зубчатых колес, приводимых на рабочих чертежах.

Стандарт не распространяется на конические зубчатые передачи с прямыми зубьями крутового профиля.

## 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 19325—73.

1.3. Наименования параметров, приводимых на рабочих чертежах зубчатых колес, 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 к эскизу, где упоминается профиль зуба, имеется в виду внешний торцовый профиль.

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

1.7. Вычисления по формулам стандарта и приложений к нему, за исключением случаев специально отмеченных, должны производиться со следующей точностью:

линейные размеры — с точностью не ниже 0,0001 мм;

отвлеченные величины — с точностью не ниже 0,0001;

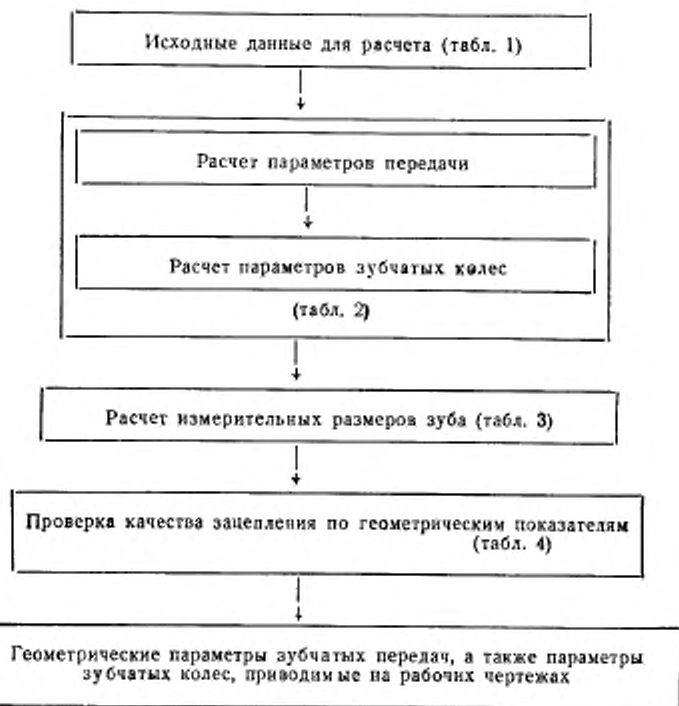
угловые размеры — с точностью не ниже 1';

тригонометрические величины — с точностью не ниже 0,00001;

передаточные числа, числа зубьев эквивалентных зубчатых колес, коэффициенты смещения и коэффициенты изменения толщины зуба — с точностью не ниже 0,01.

1.8. Пример расчета приведен в справочном приложении 4.

#### Принципиальная схема расчета геометрии



## 2. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЦЕПЛЕНИЯ

Таблица 1

Исходные данные для расчета

Наименования параметров		Обозначения
Число зубьев	шестерни	$z_1$
	колеса	$z_2$
Внешний окружной модуль		$m_e$
Межосевой угол		$\Sigma$
Внешний торцовый исходный контур	Угол профиля	$\alpha$
	Коэффициент высоты головки	$h_a^*$
	Коэффициент радиального зазора	$c^*$
	Коэффициент радиуса кривизны переходной кривой в граничной точке профиля	$\rho_f^*$

Примечание. Рекомендации по выбору исходных данных приведены в рекомендуемом приложении 1.

РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Таблица 2

Наименование параметра	Обозначение	Расчетные формулы и указания
Расчет параметров передачи		
1. Число зубьев плоского колеса	$z_c$	$z_c = \frac{1}{\sin \Sigma} \cdot \sqrt{z_1^2 + z_2^2 + 2z_1z_2 \cdot \cos \Sigma}$ <p>При <math>\Sigma = 90^\circ</math> <math>z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}</math></p>
2. Внешнее конусное расстояние	$R_e$	$R_e = 0,5m_z z_c$
3. Ширина зубчатого венца	$b$	<p>1. Рекомендуется принимать <math>b &lt; 0,3R_e</math> и <math>b &lt; 10m_z</math>.</p> <p>2. Для передач с параметрами по ГОСТ 12289—66 ширину венца принимать по указанному стандарту.</p> <p>Вычисленные значения <math>b</math> округляют до целого числа</p>
4. Среднее конусное расстояние	$R$	$R = R_e - 0,5b$ <p>Используется при расчетах наладочных данных и на прочность</p>
5. Средний окружной модуль	$m$	$m = m_e \frac{R}{R_e}$
6. Средний делительный диаметр	$d$	$d = mz$

Наименование параметра	Обозначения	Расчетные формулы и указания	
7. Внутренний окружной модуль	$m_i$	$m_i = m_e \frac{R_e - \delta}{R_e}$	Используется при расчетах наладочных данных
8. Угол делительного конуса	$\delta$	$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{\sin \Sigma}{\frac{z_2}{z_1} + \cos \Sigma}; \quad \delta_2 = \Sigma - \delta_1;$ $\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2}; \quad \delta_2 = 90^\circ - \delta_1.$ <p>При <math>\Sigma = 90^\circ</math></p> <p>При <math>\Sigma \neq 90^\circ</math> углы <math>\delta_1</math> и <math>\delta_2</math> определяются с точностью до <math>2''</math>. Углы <math>\delta</math> должны находиться в пределах <math>5-35^\circ</math></p>	
9. Передаточное число	$\mu$	$\mu = \frac{z_2}{z_1}$	
10. Передаточное число эквивалентной конической передачи	$\mu_{об}$	$\mu_{об} = \sqrt{\frac{\cos \delta_1}{\cos \delta_2}}$	Определяется для передач $\Sigma \neq 90^\circ$
11. Число зубьев эквивалентной конической шестерни	$z_{об1}$	$z_{об1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} \cdot \frac{\mu_{об}}{\sqrt{1 + \mu_{об}^2}}$	
12. Коэффициент смещения у шестерни	$x_1$	Рекомендации по выбору $x_1$ и $x_2$ приведены в рекомендуемом приложении 2	
13. Коэффициент изменения расчетной толщины зуба шестерни	$x_{11}$		



Наименование параметров	Обозначения	Расчетные формулы и указания
Расчет параметров зубчатых колес		
14. Внешняя высота головки зуба	$h_{ae}$	$h_{ae1} = (h_a^* + x_1)m_e; \quad h_{ae2} = 2h_a^*m_e - h_{ae1}$
15. Внешняя высота ножки зуба	$h_{fe}$	$h_{fe1} = h_{ae1} + c^*m_e; \quad h_{fe2} = h_{ae1} + c^*m_e$
16. Внешняя высота зуба	$h_e$	$h_e = h_{ae} + h_{fe}$
17. Внешняя окружная толщина зуба	$s_e$	$s_{e1} = (0,5\pi + 2x_1 \operatorname{tg} \alpha + x_{11})m_e; \quad s_{e2} = \pi m_e - s_{e1}$
18. Угол ножки зуба	$\theta_f$	$\operatorname{tg} \theta_f = \frac{h_{fe}}{R_e}$
19. Угол головки зуба	$\theta_a$	$\theta_{a1} = \theta_{f1}; \quad \theta_{a2} = \theta_{f1};$
20. Угол конуса вершин	$\delta_a$	$\delta_a = \delta + \theta_a$
21. Угол конуса впадин	$\delta_f$	$\delta_f = \delta - \theta_f$
22. Внешний делительный диаметр	$d_e$	$d_e = m_e z_e$
23. Внешний диаметр вершин зубьев	$d_{ae}$	$d_{ae} = d_e + 2h_{ae} \cos \delta$

Продолжение

Наименование параметров	Обозначения	Расчетные формулы и указания
24. Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев	$B$	$B = R_e \cos \delta - h_{ae} \sin \delta.$ <p>Значение <math>\cos \delta</math> принимается с точностью не ниже 0,000001</p> <p>При <math>\Sigma = 90^\circ</math></p> $B_1 = 0,5d_{e1} - h_{ae1} \sin \delta_1.$ $B_2 = 0,5d_{e2} - h_{ae2} \sin \delta_2.$

Таблица 3

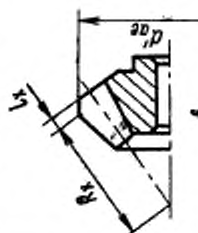
## Расчет измерительных размеров зуба

Наименования параметров	Обозначения	Расчетные формулы и указания
<b>Расчет внешней постоянной хорды зуба и высоты до постоянной хорды</b>		
1. Внешняя постоянная хорда зуба	$\bar{s}_{ee}$	$\bar{s}_{ee} = s_e \cos^2 \alpha$ , где $s_e$ — по табл. 2, п. 17
2. Высота до внешней постоянной хорды зуба	$\bar{h}_{ee}$	$\bar{h}_{ee} = h_{ae} - 0,25 s_e \sin 2\alpha$ , где $h_{ae}$ — по табл. 2, п. 14
<b>Расчет внешней делительной толщины зуба по хорде и высоте до хорды</b>		
3. Половина внешней угловой толщины зуба	$\psi_e$	$\psi_e = \frac{s_e \cos \delta}{d_e}$ рад, где $\delta$ и $d_e$ — по табл. 2, пп. 8, 22
<b>Расчет измерительных размеров конических зубьев</b>		
4. Внешняя делительная толщина зуба по хорде	$\bar{s}_e$	$\bar{s}_e = \frac{d_e}{\cos \delta} \cdot \sin \psi_e$
5. Высота до внешней делительной хорды зуба	$\bar{h}_{ae}$	$\bar{h}_{ae} = h_{ae} + 0,25 s_e \cdot \psi_e$
6. Внешняя толщина зуба колеса по хорде на концентрической окружности диаметра $d_{ye2}$	$\bar{s}_{ye2}$	$\bar{s}_{ye2} = \frac{d_{e2}}{\cos \delta_2} \cdot \sin \psi_{e2} + m_e \operatorname{tg} \alpha$
7. Высота до внешней хорды зуба колеса на концентрической окружности диаметра $d_{ye2}$	$\bar{h}_{aye2}$	$\bar{h}_{aye2} = h_{ae2} + 0,25 s_{e2} \cdot \psi_{e2} + 0,5 m_e$

Метод измерения рекомендуется для шестерни при любом значении  $x_1$ , а для колеса при  $x_1 < 0,4$

Метод измерения рекомендуется для шестерни при любом значении  $x_1$ , а для колеса — при  $x_1 < 0,4$

Метод измерения рекомендуется для колеса при  $x_1 > 0,4$ ,  
 $d_{ye2} - d_{e2} - m_e \cos \delta_2$

Наименование параметров	Обозначения	Расчетные формулы и указания
Расчет делительной толщины зуба по хорде и высоте до хорды в любом сечении по ширине зубчатого венца		
6. Величина преднамеренного смещения измерительного сечения	$l_x$	<p>Определяют построением или рассчитывают по формуле</p> $l_x = 0,5(d_{ae} - d_{ge}')(\operatorname{ctg} \delta_a + \operatorname{tg} \delta) \cos \delta,$ <p>где <math>\delta</math>, <math>\delta_a</math> и <math>d_{ae}</math> — по табл. 2, пп. 8, 20 и 23</p> 
9. Конусное расстояние до измерительного сечения	$R_x$	$R_x = R_e - l_x$ , где $R_e$ — по табл. 2, п. 2
10. Окружная толщина зуба в измерительном сечении	$s_x$	$s_x = s_e \frac{R_x}{R_e}$
11. Толщина зуба по хорде в измерительном сечении	$\bar{s}_x$	$\bar{s}_x = \frac{d_e}{\cos \delta} \frac{R_x}{R_e} \sin \psi_e$
12. Высота зуба до хорды в измерительном сечении	$\bar{h}_{ax}$	$\bar{h}_{ax} = h_{ae} + 0,25 s_x \psi_e - l_x \operatorname{tg} \theta_a$
13. Толщина зуба по хорде на концентрической окружности диаметра $d_{y,12}$ в измерительном сечении	$\bar{s}_{y,12}$	<p>Метод измерения реко- мендуется для шес- терни при любом значе- нии <math>x_1</math>, а для колеса — при <math>x_1 &lt; 0,4</math></p> <p>Метод измерения ре- комендуется для колеса при <math>x_1 &gt; 0,4</math>, <math>d_{y,12} = d_{e2} \frac{R_x}{R_e} - m_e \cos \delta_2</math></p> $\bar{s}_{y,12} = \frac{d_{e2}}{\cos \delta_g} \frac{R_x}{R_e} \sin \psi_{e2} + m_e \operatorname{tg} \alpha$

## Продолжение

Наименование параметров	Обозначение	Расчетные формулы и указания
14. Высота до хорды зуба на концентрической окружности диаметра $d_{ux2}$ в измерительном сечении	$\bar{h}_{ayx2}$	$\bar{h}_{ayx2} = h_{ay2} \pm 0,25 s_{x2} \Psi_{x2} - l_{x2}  g\theta_{ax2}  + 0,5 m_x$

Метод измерения рекомендуется для колес при  $x_1 > 0,4$ ,  
 $d_{ux2} = d_{x2} \frac{R_x}{R_o} - m_x \cos \theta_2$

Примечание. Выбор измерительного сечения и метода контроля измерительных размеров настоящих стандартом не регламентируются.

Таблица 4

## Проверка качества зацепления по геометрическим показателям

Наименования параметров	Обозначения	Расчетные формулы и указания
<b>Проверка отсутствия подрезания зубьев</b>		
1. Минимальное число зубьев шестерни, свободное от подрезания	$z_{1min}$	$z_{1min} \geq \frac{2(h^* + c^*)}{m_e} (1 - \sin \alpha) -$ $- x_1 + \frac{b^2 \cos \alpha}{4d_0 m} \frac{\cos \delta}{\sin^3 \alpha},$ <p>где <math>Q_{xo}</math> — радиус закругления вершини реза; <math>\delta</math> — по табл. 2, п. 8.</p> <p>При исходном контуре по ГОСТ 13754-68</p> <p><math>z_{1min}</math> определяют по черт. 2 рекомендуемого приложения 3</p> <p>Выражение <math>b^2 \cos \alpha / 4d_0 m</math> учитывают только при расчете зубчатых колес, нарезанных парными зуборезными головками методом обкатки, где <math>d_0</math> — диаметр зуборезной головки, <math>b</math> и <math>m</math> — по табл. 2, пп. 3 и 5</p>
2. Коэффициент наименьшего смещения у шестерни	$x_{1min}$	$x_{1min} = h^* + c^* - \frac{Q_{xo}}{m_e} (1 - \sin \alpha) -$ $- \frac{z_1 \cdot \sin^3 \alpha}{2 \cos \delta_1} + \frac{b^2 \cdot \cos \alpha}{4d_0 m}.$ <p>При исходном контуре по ГОСТ 13754-68</p> <p><math>x_{1min}</math> определяют по черт. 2 рекомендуемого приложения 3.</p> <p>При <math>x_1 &gt; x_{1min}</math> подрезание зуба отсутствует</p>

Продолжение

Наименования параметров	Обозначения	Расчетные формулы и указания
<b>Проверка внешней окружной толщины зуба на поверхности вершин</b>		
3. Число зубьев эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	$z_{\text{вн}}$	Упрощенный расчет $z_{\text{вн}}$ приведен на черт. 1 рекомендуемого приложения 3 $z_{\text{вн}} = \frac{z}{\cos \delta}$
4. Делительный диаметр внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	$d_{\text{вн}}$	$d_{\text{вн}} = z_{\text{вн}} \cdot m_e$
5. Диаметр вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	$d_{\text{овн}}$	$d_{\text{овн}} = d_{\text{вн}} + 2h_{\text{ав}}$ <p>где <math>h_{\text{ав}}</math> — по табл. 2, п. 14</p>
6. Угол профиля зуба в точке на окружности вершин зубьев внешнего эквивалентного цилиндрического зубчатого колеса	$\alpha_{\text{тав}}$	$\cos \alpha_{\text{тав}} = \frac{d_{\text{овн}}}{d_{\text{овн}}} \cdot \cos \alpha$
7. Внешняя окружная толщина зуба на поверхности вершин, выраженная в долях модуля	$s_{\text{ав}}^*$	$s_{\text{ав}}^* \approx s_{\text{овн}}^* = \frac{d_{\text{овн}}}{m_e} \left( \frac{s_e}{d_{\text{овн}}} + \text{inv} \alpha - \text{inv} \alpha_{\text{тав}} \right), \quad \text{где } s_e \text{ — по табл. 2, п. 17.}$ <p>Значения величин в скобках определяют с точностью не менее 0,000001. При числе зубьев <math>z_{\text{вн}}</math> свыше 150 внешнюю окружную толщину зуба на поверхности вершин, выраженную в долях модуля, можно определять по формуле:</p> $s_{\text{ав}}^* = \frac{s_e - 2h_{\text{ав}} \text{tg} \alpha}{m_e}$ <p>Рекомендуется <math>s_{\text{ав}}^* \geq 0,3</math> при однородной структуре материала зубьев и <math>s_{\text{ав}}^* \geq 0,4</math> — при поверхностном упрочнении зубьев. При исходном контуре по ГОСТ 13754-68 <math>s_{\text{ав}}^*</math> приближенно определяется по черт. 3 рекомендуемого приложения 3</p>

Продолжение

Наименование параметра	Обозначения	Расчетные формулы и указания
Проверка коэффициента торцового перекрытия		
8. Коэффициент торцового перекрытия	$\epsilon_a$	<p>где</p> $\epsilon_a = \frac{1}{\pi \cdot \cos \alpha} \cdot \sqrt{\left(\frac{z_{a1}}{2} + \frac{h_{ae1}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{z_{a1}}{2} \cos \alpha\right)^2};$ $\epsilon_b = \frac{1}{\pi \cdot \cos \alpha} \cdot \sqrt{\left(\frac{z_{b1}}{2} - \frac{h_{ae2}}{m_e}\right)^2 - \left(\frac{z_{b1}}{2} \cos \alpha\right)^2};$ $\epsilon_c = \frac{z_{a1} + z_{b1}}{2} \cdot \lg \alpha.$ <p>При исходном контуре по ГОСТ 13754-68 <math>\epsilon_a</math> определяют по черт. 4 рекомендуемого приложения 3. Рекомендуемое значение <math>\epsilon_a \geq 1,3</math></p>

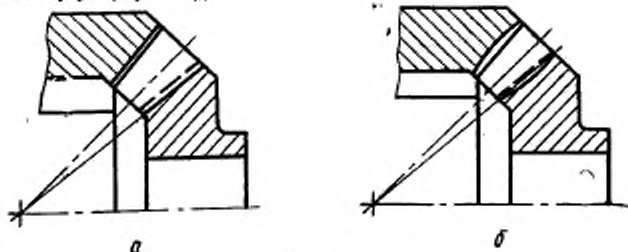
Примечание. Проверка по формулам таблицы производится при параметрах исходного контура, отличных от установленных ГОСТ 13754-68, или при отступлениях от рекомендаций, содержащихся в рекомендуемых приложениях 1 и 2.



## ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА

Прямозубные конические передачи выполняют с осевой формой зуба I с постоянным радиальным зазором по ширине зубчатого венца.

При обработке зубчатых колес зубострогальными резцами дно впадины имеет коническую форму (черт. 1 а), а при обработке парными зуборезными головками — вогнутую (черт. 1 б).



Черт. 1

Предпочтительными к применению являются конические зубчатые колеса с продольной модификацией зуба.

## Передаточные числа. Числа зубьев конических зубчатых колес

Понижающие конические передачи могут выполняться с передаточными числами от 1 до 10. Предпочтительными к применению являются передаточные числа от 1 до 6,3 по ряду Ra 10 ГОСТ 8032-56. Для передач редукторов с параметрами по ГОСТ 12289-66 это требование является обязательным.

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

Числа зубьев шестерни и колеса ортогональной конической зубчатой передачи следует выбирать с учетом данных, приведенных в табл. 1.

Таблица 1

Минимальное допустимое число зубьев ортогональной конической передачи с прямыми зубьями при исходном контуре по ГОСТ 13754-68.

Число зубьев шестерни $z_1$	Наименьшее число зубьев сопряженного колеса $z_2$
12	30
13	26
14	20
15	19
16	18
17	17

Число зубьев цементованных конических зубчатых колес рекомендуется определять по номограмме, приведенной на черт. 2.

Термически улучшенные конические зубчатые колеса могут выполняться с тем же или с увеличенным числом зубьев на 10—20%.

### Модули

В системе расчета по настоящему стандарту в качестве расчетного принят внешний окружной модуль  $m_e$ . Модуль  $m_e$  рекомендуется устанавливать по ГОСТ 9563—60.

Допускается использовать дробные и нестандартные значения  $m_e$ , если это не влечет за собой применения специального инструмента.

### Параметры исходного контура

Конические передачи с прямыми зубьями общего назначения при  $m_e$  выше 1 мм должны выполняться в соответствии с исходным контуром по ГОСТ 13754—68 со следующими параметрами:  $\alpha = 20^\circ$ ;  $h_a^* = 1$ ;  $c^* = 0,2$  и  $\rho_f^* = 0,2$ .

Наибольший допустимый радиус закругления на вершине резца при постоянном радиальном зазоре в передаче определяется по формуле

$$\rho_{\text{клmax}} = \frac{c^* m_e}{1 - \sin \alpha}$$

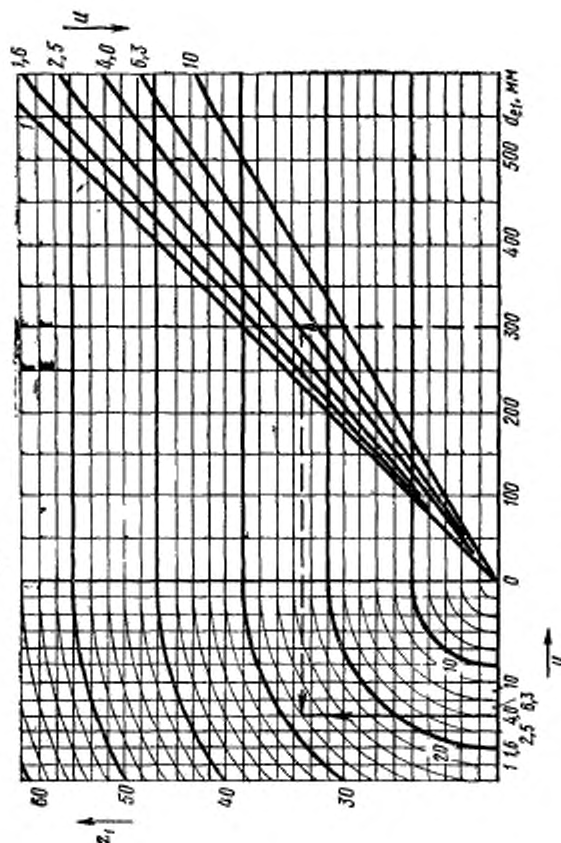
при исходном контуре по ГОСТ 13754—68 — по формуле

$$\rho_{\text{клmax}} = 0,3 m_e.$$

В обоснованных случаях (например, при требовании повышенной сопротивляемости зубьев излому) допускается при стандартном инструменте увеличивать угол зацепления в передаче  $\alpha_\omega$  специальной настройкой гитары обкатки станка, но с обязательной проверкой качества зацепления по формулам, приведенным в табл. 4 настоящего стандарта, принимая значения  $\alpha = \alpha_\omega$ .

Нограмма для определения рекомендуемого числа зубьев шестерни  
 ( $\alpha = 20^\circ, \Sigma = 90^\circ$ )

$$z_1 = \sqrt{\frac{d_{e1}^2}{645} \cdot (22 - 9 \lg u)^2 + (6,25 - 4 \lg u)}$$



Черт. 2

Пример. Дано.  $d_{e1} = 300$  мм;  $u = 4$ . По номограмме определяем  $z_1 = 28$ .

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к ГОСТ 19624-74**  
*Рекомендуемое*

**ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ СМЕЩЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТОВ  
 ИЗМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ТОЛЩИНЫ ЗУБА ИСХОДНОГО КОНТУРА**

1. В передачах с  $u > 1$  шестерню рекомендуется выполнять с положительным смещением ( $x_1$ ) по табл. 1, а колесо с равным ему по величине отрицательным смещением ( $x_2 = -x_1$ ).

Для передач, у которых  $u$  и  $z_1$  отличается от указанных в табл. 1, коэффициенты смещения принимаются с округлением в большую сторону.

Для зубчатых колес, выполняемых не в соответствии со стандартным исходным контуром, коэффициенты смещения рекомендуется вычислять по формулам, приведенным в табл. 2.

2. При  $u \geq 2,5$  зубчатые колеса рекомендуется выполнять не только со смещением, устанавливаемым по п. 1 настоящего приложения, но и с различной толщиной зуба исходного контура: увеличенной по сравнению с расчетной ( $\frac{\pi m_0}{2}$ )

Таблица 1

**Коэффициенты смещения для ортогональных конических зубчатых передач с  
 прямыми зубьями при исходном контуре по ГОСТ 13754-68**

Число зубьев шестерни $z_1$	Значения коэффициента смещения $x_1$ при передаточном числе передачи $u$											
	1	1,12	1,25	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3 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
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

Примечание. Данные таблицы могут быть использованы для неортогональных передач, если вместо  $u$  и  $z_1$  принимать соответственно  $u_{об}$  и  $z_{об1}$ , а также для повышающих передач при  $u < 3,15$ .

у исходного контура шестерни и соответственно уменьшенной у исходного контура колеса.

Коэффициент изменения расчетной толщины зуба исходного контура  $x_{\tau 1}$  положительный для шестерни и равный ему по величине, но обратный по знаку  $x_{\tau 2}$  для колеса, рекомендуется вычислять по формуле

$$x_{\tau 1} = 0,03 + 0,008(u - 2,5).$$

Формулой можно пользоваться для неортогональных передач, если  $u$  заменить на  $u_y$ , а также для повышающих передач при  $u < 3,15$ .

Для ответственных тяжело нагруженных передач значения  $x_{\tau 1}$  следует определять из расчета зубьев на изломную прочность.

Таблица 2

Расчет коэффициентов смещения для ортогональных конических зубчатых колес с прямыми зубьями

Номер позиции	Расчетные зависимости	Номер позиции	Расчетные зависимости
1	$\cos \alpha$	16	$\cos \alpha_{a1} = \frac{(1) \cdot (11)}{(13)}$
2	$\sin^2 \alpha$	17	$a_{a2}$
3	$u^2$	18	$\lambda_1 = (15) - \alpha$
4	$\frac{(3)}{(3) - 1}$	19	$\lambda_2 = (17) - \alpha$
5	$(3) + 1$	20	$1 - \cos \lambda_1$
6	$\frac{z_1 \sqrt{(5)}}{u}$	21	$1 - \cos \lambda_2$
7	$0,5(2) \cdot (4) \cdot (6)$	22	$(12) \cdot (20)$
8	$\sqrt{(7)^2 + (h_a^*)^2}$	23	$(13) \cdot (21)$
9	$(8) - (7)$	24	$h_a^* - (22)$
10	$0,5(6)$	25	$h_a^* - (23)$
11	$(3) \cdot (10)$	26	$(22) - (23)$
12	$(10) + h_a^* + (9)$	27	$(7) - 0,5(26)$
13	$(11) + h_a^* - (9)$	28	$(26) \cdot (27)$
14	$\cos \alpha_{a1} = \frac{(1) \cdot (10)}{(12)}$	29	$(7)(26) + (28)$
15	$a_{a1}$	30	$\sqrt{(27)^2 + (29)}$
		31	$x_1 = (30) - (27)$

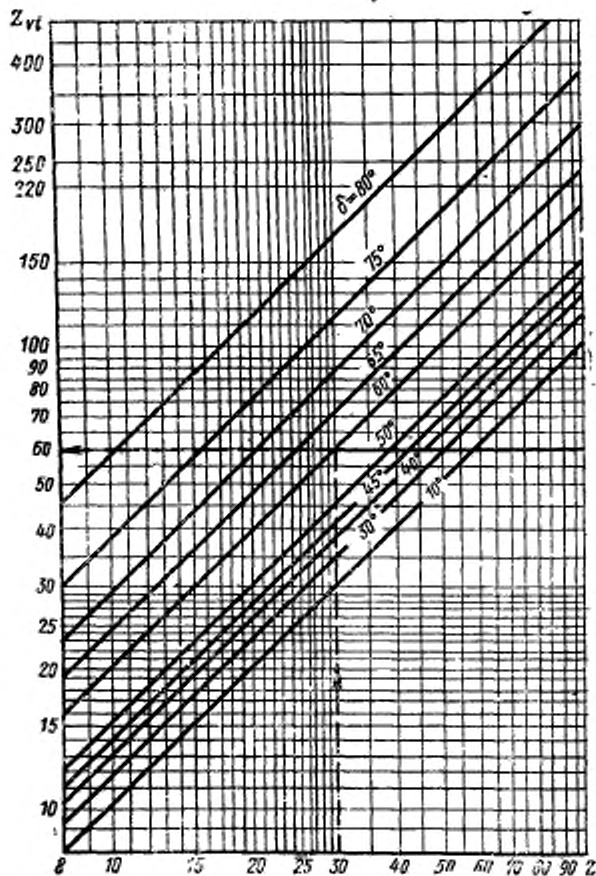
Примечания:

1. Цифры в скобках соответствуют номерам позиций таблицы.  $x_1$  определяется в результате последовательного выполнения действий по позициям 1—31. Исходные данные для расчета по табл. 1 настоящего стандарта.
2. Расчетными формулами можно пользоваться и для неортогональных передач, если заменять  $u$  и  $z_1$  соответственно на  $u_y$  и  $z_{y\delta 1}$ .

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 к ГОСТ 15624-74  
Рекомендуемое

Упрощенный расчет некоторых геометрических параметров  
Номограмма для определения чисел зубьев эквивалентного цилиндрического  
зубчатого колеса

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

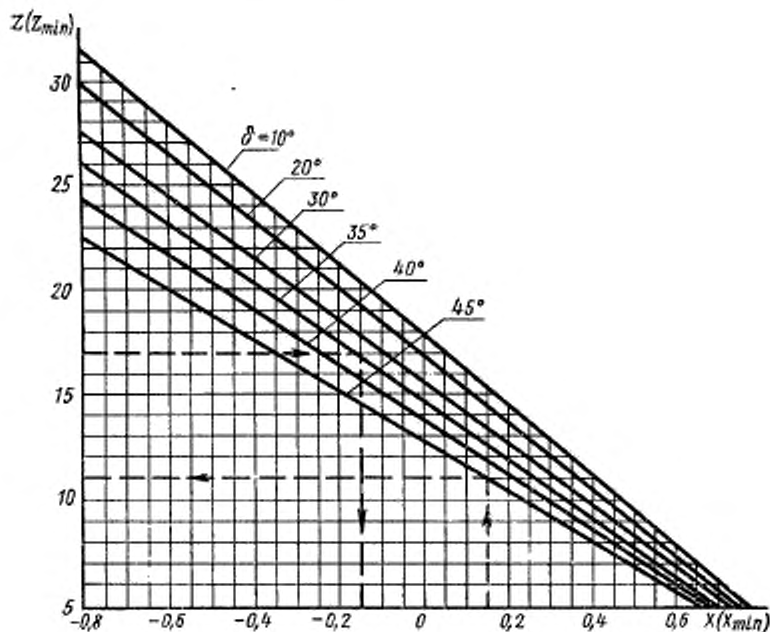


Черт. 1

Пример. Дано:  $z = 30$ ;  $\delta = 60^\circ$ . По номограмме определяем  $z_{vt} = 60$ .

График для определения величины  $x_{\min}$  в зависимости от  $z$  и  $\delta$  или  $z_{\min}$  в зависимости от  $x$  и  $\delta$  при исходном контуре по ГОСТ 13754-68

$$x_{\min} = 1,068 - \frac{0,058z}{\cos \delta}$$



Черт. 2

1. Дано:  $z = 17$ ,  $\delta = 35^\circ$ .

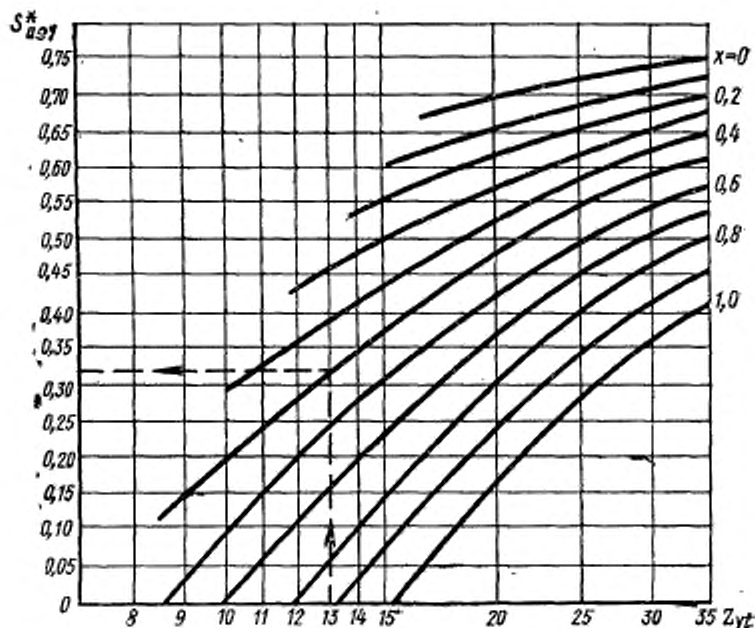
По графику определяем  $x_{\min} = -0,15$  (см. пункт 1).

2. Дано:  $x = 0,15$ ,  $\delta = 45^\circ$ .

По графику определяем наименьшее число зубьев  $z_{\min} = 11$  (см. пункт 2).

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

$$s_{ae1}^* = \frac{d_{ae1}}{m_e} \left( \frac{s_{e1}}{d_{ae1}} + 0,014904 - \ln v \alpha_{tae1} \right)$$



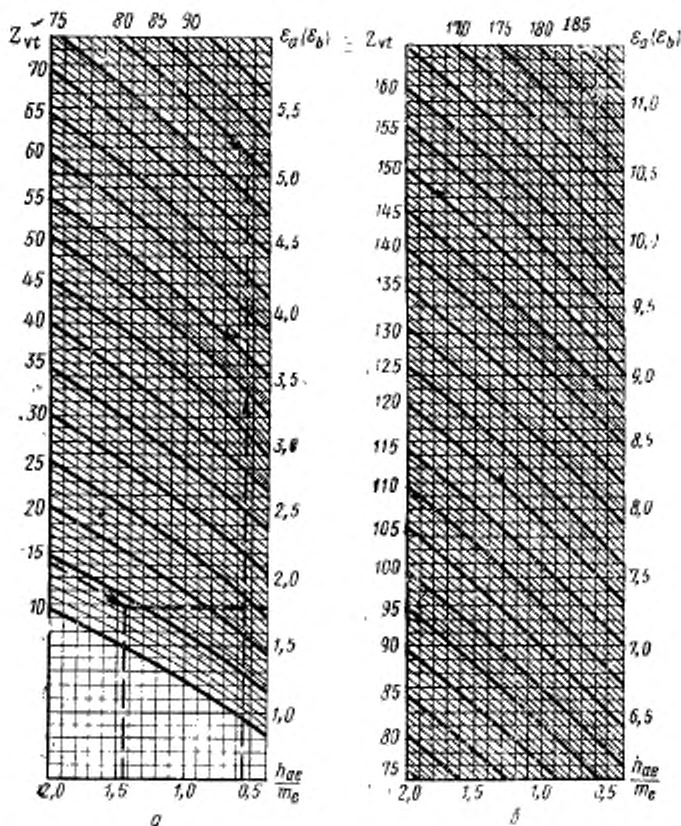
Черт. 3

Пример. Дано  $z_{vt} = 13$ ;  $x = 0,5$ .

По номограмме находим  $s_{ae1}^* = 0,32$ .



## Номенграммы для определения



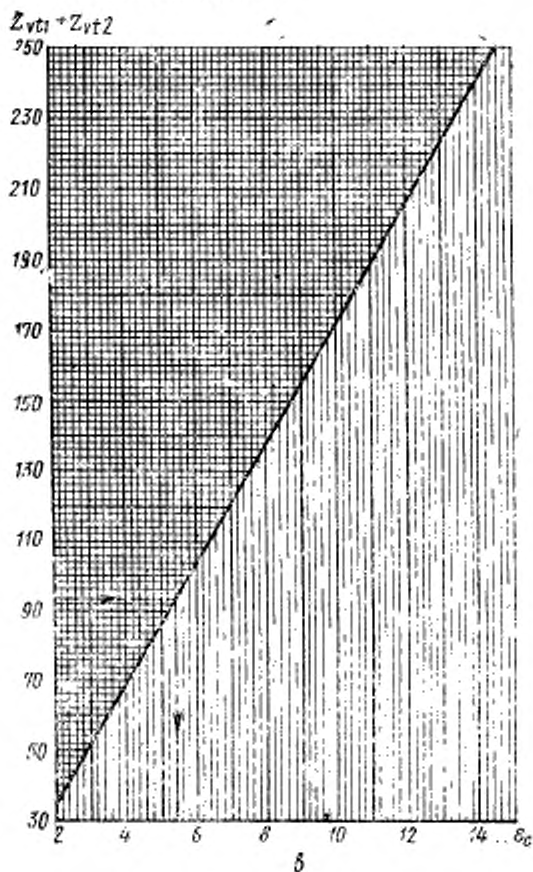
Черт.

**Пример.** Определить коэффициент торцового перекрытия передачи по данным:

Определяем:  $\frac{h_{aet}}{m_e} = \frac{7.45}{5} = 1.49$ ;  $\frac{h_{aes}}{m_e} = \frac{2.55}{5} = 0.51$  и по графикам

то,  $\epsilon_{\alpha} = \epsilon_{\alpha} + \epsilon_{\delta} + \epsilon_{\epsilon} = 1.79 + 5.10 - 5.4 = 1.49$ .

коэффициента торцового перекрытия



4

 $z_{vt1}=14; z_{vt2}=80; m_c=5; h_{ae1}=7,45; h_{ae2}=2,55.$ 
 $\epsilon_a=1,79$  и  $\epsilon_b=5,10; \epsilon_c=5,4$  и, следовательно

ПРИМЕР РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОРТОГОНАЛЬНОЙ  
КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ С ПРЯМЫМИ ЗУБЬЯМИ ПРИ СТАНДАРТНОМ  
ИСХОДНОМ КОНТУРЕ

Исходные данные для расчета

Таблица 1

Наименование параметров		Обозначения и расчетные формулы	Численные значения
Число зубьев	шестерни	$z_1$	15
	колеса	$z_2$	30
Внешний окружной модуль		$m_e$	5
Внешний торцовый исходный контур		—	По ГОСТ 13754—68

Расчет

Таблица 2

Наименование параметров	Обозначения и расчетные формулы	Численные значения
1. Число зубьев плоского колеса	$z_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$	33,5410
2. Внешнее конусное расстояние	$R_e = 0,5 m_e z_e$	83,8525
3. Ширина зубчатого венца	$b \leq 0,3 R_e$ $b \leq 10 m_e$	25
4. Среднее конусное расстояние	$R = R_e - 0,5 b$	71,3525
5. Средний окружной модуль	$m = m_e \frac{R}{R_e}$	4,2546
6. Внутренний окружной модуль	$m_i = m_e \frac{R_e - b}{R_e}$	3,5093
7. Средний делительный диаметр	$d_1 = m z_1$ $d_2 = m z_2$	63,8190 127,6380

Наименование параметров	Обозначения и расчетные формулы	Численные значения
8. Угол делительного конуса	$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{z_1}{z_2}$ $\delta_2 = 90 - \delta_1$ $\sin \delta_1 = \cos \delta_2$ $\cos \delta_1 = \sin \delta_2$	26°34' 63°26' 0,44724 0,89441
9. Передаточное число	$u = \frac{z_2}{z_1}$	2
10. Передаточное число эквивалентной цилиндрической передачи	Расчет производится только для неортогональных передач по формулам табл. 2 настоящего стандарта (пп. 10 и 11)	
11. Число зубьев эквивалентной цилиндрической передачи		
12. Коэффициент смещения у шестерни	$x_1$ (по табл. 1 приложения 2)	0,40
13. Коэффициент изменения толщины зуба шестерни	$x_{t1}$ (по приложению 2)	0
14. Внешняя высота головки зуба	$h_{ae1} = (h_a^* + x_1)m_e$ $h_{ae2} = 2h_a^*m_e - h_{ae1}$	7,0000 3,0000
15. Внешняя высота ножки зуба	$h_{fe1} = h_{ae2} + 0,2m_e$ $h_{fe2} = h_{ae1} + 0,2m_e$	4,0000 8,0000
16. Внешняя высота зуба	$h_{e1} = h_{ae1} + h_{fe1}$ $h_{e2} = h_{ae2} + h_{fe2}$	11,0000 11,0000
17. Внешняя окружная толщина зуба	$s_{e1} = (0,5\pi + 2x_1 \operatorname{tg} \alpha + x_{t1})m_e$ $s_{e2} = \pi m_e - s_{e1}$	9,3096 6,3979
18. Угол ножки зуба	$\operatorname{tg} \theta_{f1} = \frac{h_{fe1}}{R_e}$ $\operatorname{tg} \theta_{f2} = \frac{h_{fe2}}{R_e}$	$\operatorname{tg} \theta_{f1} = 0,04770$ $\theta_{f1} = 2^\circ 44'$ $\operatorname{tg} \theta_{f2} = 0,09540$ $\theta_{f2} = 5^\circ 27'$
19. Угол головки зуба	$\theta_{a1} = \theta_{f2}$ $\theta_{a2} = \theta_{f1}$	5°27' 2°44'

Наименования параметров	Обозначения и расчетные формулы	Численные значения
20. Угол конуса вершин	$\delta_{a1} = \delta_1 - \theta_{a1}$ $\delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$	32°01' 66°10'
21. Угол конуса впадин	$\delta_{f1} = \delta_1 - \theta_{f1}$ $\delta_{f2} = \delta_2 - \theta_{f2}$	23°50' 57°59'
22. Внешний делительный диаметр	$d_{e1} = m_e z_1$ $d_{e2} = m_e z_2$	75,0000 150,0000
23. Внешний диаметр вершин зубьев	$d_{ae1} = d_{e1} + 2h_{ae1} \cos \delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2h_{ae2} \cos \delta_2$	87,5217 152,6834
24. Расстояние от вершины до плоскости внешней окружности вершин зубьев	$B_1 = 0,5d_{e1} - h_{ae1} \sin \delta_1$ $B_2 = 0,5d_{e1} - h_{ae2} \sin \delta_2$	71,8693 34,8168
Расчет внешней постоянной хорды и высоты до нее (при $x_1 < 0,4$ )		
25. Внешняя постоянная хорда зуба	$\overline{s_{ce1}} = 0,8830 s_{e1}$ $\overline{s_{ce2}} = 0,8830 s_{e2}$	8,2206 5,6496
26. Высота до внешней постоянной хорды	$\overline{h_{ce1}} = h_{ae1} - 0,1607 s_{e1}$ $\overline{h_{ce2}} = h_{ae2} - 0,1607 s_{e2}$	5,5039 1,9718
Расчет внешней делительной толщины зуба по хорде и высоты до нее (при $x_1 < 0,4$ )		
27. Половина внешней угловой толщины зуба	$\psi_{e1} = \frac{s_{e1} \cos \delta_1}{d_{e1}}$ $\psi_{e2} = \frac{s_{e2} \cos \delta_2}{d_{e2}}$	0,11102 0,01907
28. Внешняя делительная толщина зуба по хорде	$\overline{s_{e1}} = \frac{d_{e1}}{\cos \delta_1} \sin \psi_{e1}$ $\overline{s_{e2}} = \frac{d_{e2}}{\cos \delta_2} \sin \psi_{e2}$	9,2986 6,3422
29. Высота до внешней делительной хорды зуба	$\overline{h_{ae1}} = h_{ae1} + 0,25 s_{e1} \psi_{e1}$ $\overline{h_{ae2}} = h_{ae2} + 0,25 s_{e2} \psi_{e2}$	7,2584 3,0305

Примечание. Номера позиций с 1 по 24 соответствуют номерам пунктов табл. 2 настоящего стандарта; номера позиций с 25 по 29 соответствуют номерам 1—5 табл. 3 настоящего стандарта.