

ПЕРЕДАЧИ ЗУБЧАТЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

Общие термины, определения и обозначения элементов зубчатых передач устанавливает ГОСТ 16530-83.

- **Передача** – механизм, осуществляющий передачу вращательного движения или его преобразование. Совокупность деталей, с помощью которых передается вращательное движение от одного вала к другому.
- **Зубчатая передача** – кинематическая пара, образованная зубчатыми колесами, зубья которых при последовательном соприкосновении между собой передают заданное движение от одного колеса к другому.
- **Зубчатое колесо** – деталь зубчатой передачи в виде диска с зубьями, входящими в зацепление с зубьями другого колеса. В зацеплении двух зубчатых колес одно из колес называется **шестерней** (с меньшим числом зубьев или ведущее), другое – зубчатым колесом (с большим числом зубьев или ведомое).

В основу определения параметров зубчатого колеса положена делительная окружность. Делительными окружностями называются соприкасающиеся окружности пары зубчатых колес, катящиеся одна по другой без скольжения (диаметры d_1 и d_2 на рис. 103).

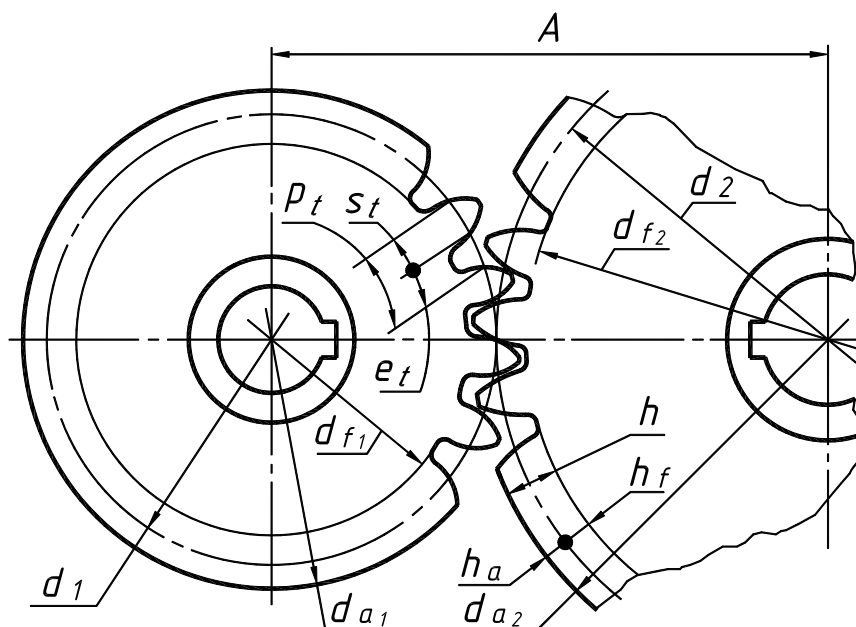


Рис. 103

Расстояние между одноименными точками профиля соседних зубьев, измеренное по дуге делительной окружности, называется **шагом зацепления** (p_t). Отрезки, равные шагу p_t , делят делительную окружность на z частей (z – число зубьев колеса). Делительный диаметр для зубчатого колеса всегда один. Длина делительной окружности зубчатого колеса: $\pi d = p_t z$ (где $\pi = 3,14$), откуда диаметр делительной окружности $d = (p_t / \pi) z$.

Линейная величина, в π раз меньшая шага зацепления, называется модулем и обозначается буквой m .

Модуль – число миллиметров делительного диаметра, приходящееся на один зуб. Модуль (m) и числа зубьев шестерни (z_1) и колеса (z_2) являются основными расчетными параметрами зубчатой передачи.

Числовые значения модулей зубчатых колес определяет ГОСТ 9563-60, выдержка из которого приведена в табл. 23.

Числовые значения модулей зубчатых колес (ГОСТ 9563-60)

Таблица 23

Ряд	Модуль m , мм													
	1	0,6	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10	12
2	0,7	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7,0	9,0	11	14	18

Геометрические параметры зубчатых колес

Диаметр делительной окружности:

$$d = m z. \quad (1)$$

Делительная окружность делит высоту зуба h на две неравные части – головку $h_a = m$ и ножку $h_f = 1,25 m$. Полная высота зуба:

$$h = h_a + h_f = 2,25 m. \quad (2)$$

Для мелко модульных колес (модули менее 1 мм) высота зуба $h = 2,3 m$, высота ножки: $h_f = 1,3 m$.

Зубчатый венец ограничивается окружностью вершин зубьев диаметром d_a и окружностью впадин диаметром d_f (см. рис. 103). Диаметр окружности вершин d_a больше диаметра делительной окружности на две высоты головки зуба

$$d_a = d + 2m = m (z + 2). \quad (3)$$

Диаметр окружности впадин меньше диаметра делительной окружности на две высоты ножки зуба:

$$d_f = d - 2,5m = m (z - 2,5). \quad (4)$$

Для мелко модульных колес диаметр окружности впадин:

$$d_f = d - 2,6m = m (z - 2,6). \quad (5)$$

Окружная толщина зуба s_t и окружная ширина впадин e_t по дуге делительной окружности:

$$s_t = e_t = 0,5 p_t. \quad (6)$$

Межосевое расстояние (A) цилиндрической зубчатой передачи, равно полусумме делительных диаметров зубчатых колес при внешнем зацеплении и полуразности – при внутреннем:

$$A = 0,5 m (z_1 \pm z_2). \quad (7)$$

Радиальный зазор (c), расстояние между поверхностью вершин зубьев одного из зубчатых колес передачи и поверхностью впадин другого:

$$c = 0,25 m. \quad (8)$$

К буквенным обозначениям величин, относящихся к шестерне, добавляют индекс «1», например z_1 , d_1 , d_{a1} , и т. д., а к обозначениям колеса добавляют индекс «2», например z_2 , d_2 , d_{a2} и т. д.

Формулы для расчета геометрических и конструктивных параметров сведены в табл. 24. Геометрические параметры зубчатых колес необходимо рассчитывать до трех знаков после запятой.

Значения конструктивных параметров зубчатых колес округляют в соответствии с рекомендациями ГОСТ 6636-69 (номинальные диаметры общего назначения, нормальные линейные размеры [7]).

На чертежах, согласно ГОСТ 2.402-68 [3], окружности и образующие поверхностей вершин зубьев на видах деталей показывают сплошными толстыми линиями, окружности и образующие поверхностей впадин показывают сплошными тонкими линиями, а в разрезах – сплошными толстыми линиями. Делительные окружности показывают тонкими штрихпунктирными линиями (рис. 104, 105).

Конструктивные параметры цилиндрических зубчатых колес

На рис. 104 приведены конструктивные элементы цилиндрического штампованного зубчатого колеса.

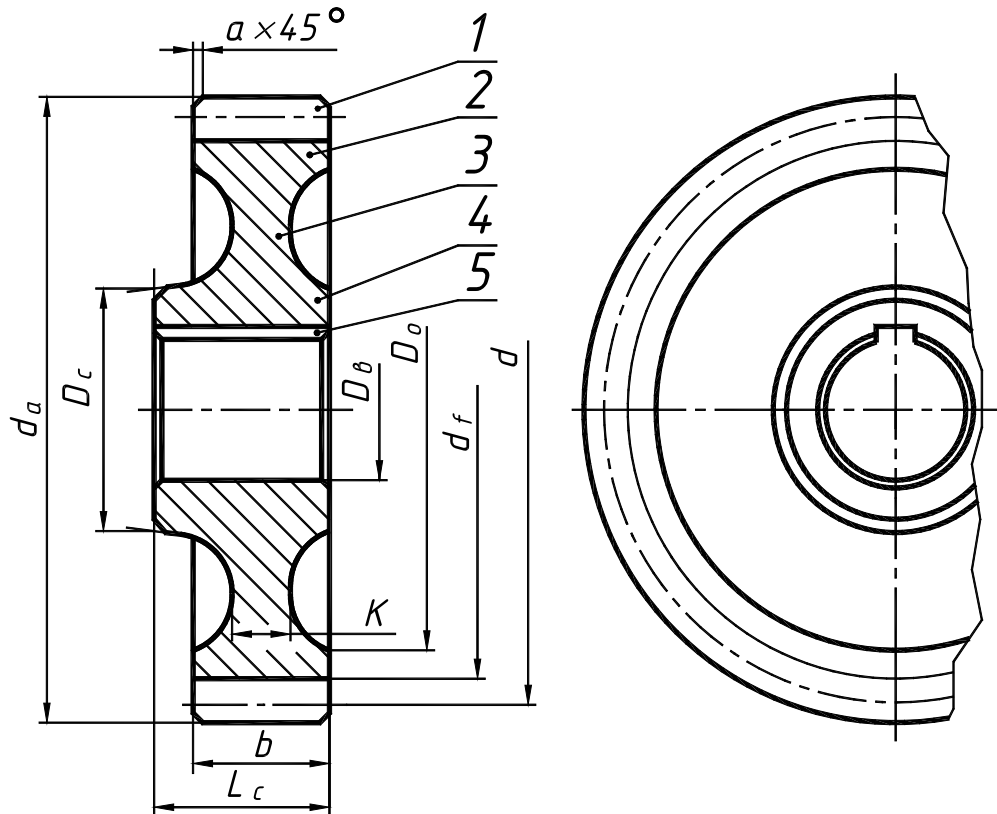


Рис. 104

Конструктивные элементы зубчатого колеса:

1 – зубчатый венец, 2 – обод, 3 – диск, 4 – ступица, 5 – шпоночный паз;

d_a – наружный диаметр, d – делительный диаметр, d_f – диаметр впадин, D_o – диаметр обода, D_c – диаметр ступицы, D_b – диаметр вала, k – толщина диска, b – ширина зубчатого венца, L_c – длина ступицы, a – фаски зубьев.

Зубчатые шестерни и червяки обычно изготавливают за одно целое с валом, зубчатые и червячные колеса – только насадными.

Шестерни с диаметром окружности впадин $d_f < 2,5 D_b$ экономически целесообразнее изготавливать как одно целое с валом.

При выполнении графических работ, в учебных целях, зубчатые колеса будем выполнять насадными. Насадные зубчатые колеса с наружным диаметром $d_a < 150$ мм изготавливают в форме сплошных дисков (рис. 105, а) или с выступающей ступицей (рис. 105, б).

Значительно реже колеса делают со ступицей, выступающей в обе стороны. Чтобы уменьшить объем точной обработки резанием, на дисках выполняют выточки глубиной 1...2 мм (рис. 105, а, б). При диаметре d_a меньше 80 мм выточки не делают.

Колеса большего диаметра ($d_a > 150$ мм) изготавливают дисковой конструкции из штамповок или поковок. Улучшенные и нормализованные колеса выполняют по рис. 105, в.

При цементации колеса выполняют по рис. 105, г.

Размеры шпоночных пазов установлены стандартами. Их назначают в зависимости от диаметра отверстия, в котором они нарезаются. Для призматических шпонок – ГОСТ 23360-78 (табл. 21), для сегментных – ГОСТ 24071-97 (табл. 22).

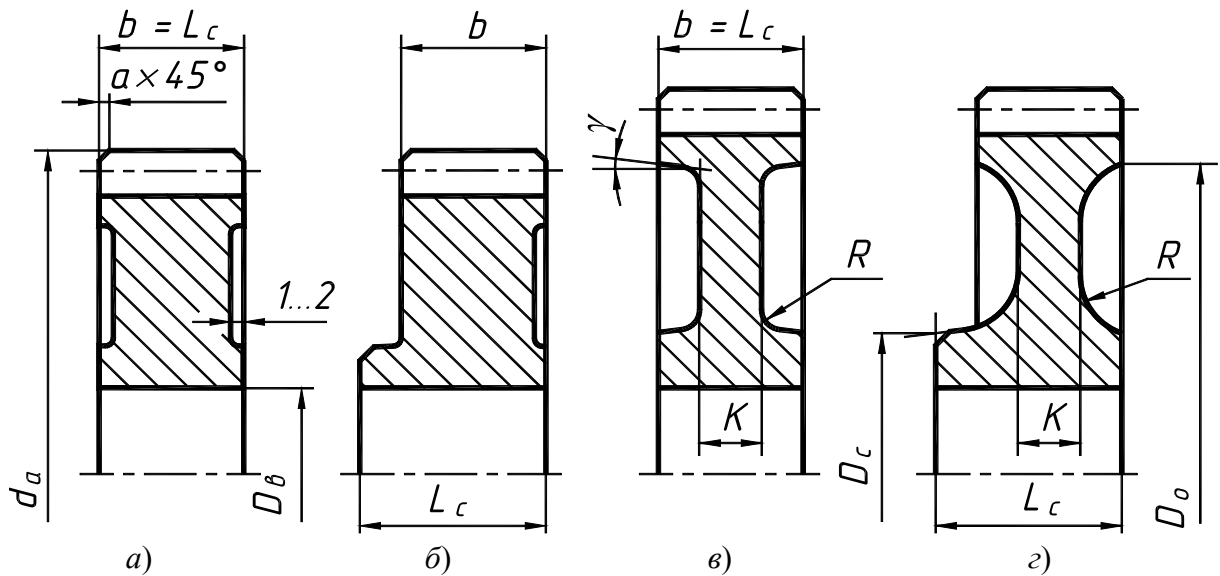


Рис. 105

Конструкция зубчатых колес:

1. Ширина зубчатого венца колеса $b_2 = (6...8) m$, шестерни $b_1 = b_2 + 5$ мм.
 2. Внутренний диаметр обода $D_0 = d_a - 8,5 m$.
 3. Толщина диска $K = (0,3... 0,5) b$.
 4. Длину ступицы (для стальных колес) L_c желательно принимать равной ширине зубчатого венца b при соблюдении условия $L_c = (0,8...1,5) D_e$.
 5. Диаметр ступицы $D_c = 1,5 D_e + 10$ мм.
- Если при расчете окажется, что D_c больше D_0 , то колесо выполняется без выточек.
6. Размер фасок на торцевых кромках зубьев $a \cong 0,5 m \times 45^\circ$.
 7. Радиусы закруглений $R = 5...10$ мм, штамповочные уклоны $\gamma = 5^\circ...7^\circ$.

Таблица 24

Геометрические и конструктивные параметры цилиндрической передачи, мм

ПАРАМЕТРЫ	Шестерня	Колесо
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ		
Делительный диаметр	$d_1 = m z_1$	$d_2 = m z_2$
Высота головки зуба	$h_a = m$	
Высота ножки	$h_f = 1,25m$	
Высота зуба	$h = 2,25m$	
Диаметр вершин зубьев	$d_{a1} = m (z_1 + 2)$	$d_{a2} = m (z_2 + 2)$
Диаметр впадин зубьев	$d_{f1} = m (z_1 - 2,5)$	$d_{f2} = m (z_2 - 2,5)$
Межосевое расстояние	$A = (d_1 + d_2) / 2$	
КОНСТРУКТИВНЫЕ		
Ширина зубчатого венца	$b_1 = b_2 + 5$ мм	$b_2 = (6...8)m$
Внутренний диаметр обода	$D_{01} = d_{a1} - 8,5m$	$D_{02} = d_{a2} - 8,5m$
Толщина диска	—	$K_2 = (0,3... 0,5) b_2$
Длина ступицы	$L_{c1} = (1,0...1,5)D_{B1}$	$L_{c2} = (1,0...1,5)D_{B2}$
Диаметр ступицы	$D_{c1} = 1,5 D_{e1} + 10$	$D_{c2} = 1,5 D_{e2} + 10$
Размер фасок зубьев	$a = 0,5 m \times 45^\circ$	

ЗАДАНИЕ № 4

Задание № 4 состоит из двух работ: чертеж вала и чертеж зубчатого колеса.

Чертежи вала и зубчатого колеса следует выполнять на листах ватмана формата А3 и А4 соответственно, с основной надписью (ГОСТ 2.104-2006), чертежными инструментами. Начертание линий должно соответствовать ГОСТ 2.303-68. Толщина линий видимого контура должна быть в пределах 0,5...1,4 мм.

Выполнение чертежа вала

1. В приложении 4 (с. 131) приведены примеры валов и их геометрические параметры. Выберите в соответствии с вариантом свой вал.

2. Создайте чертеж вашего вала в тонких линиях в соответствии с размерами на формате А3. Проставьте размеры.

3. Выполните необходимое количество разрезов и выносных элементов: разрез для определения формы и размеров паза для шпонки, проточки для выхода резьбового инструмента, канавки для шлифовального круга.

4. Размеры шпоночного паза под призматическую шпонку определите по таблице 21, под сегментную шпонку – по таблице 22.

5. Форму и размеры выносных элементов проточек для выхода резьбового инструмента выполнить согласно первой таблицы приложения 5.

6. Размеры канавок для шлифовального круга выполнить согласно второй таблицы приложения 5.

7. Расставить знаки шероховатости и условные обозначения сечений и выносных элементов.

8. Обвести линии видимого контура.

9. Заполнить основную надпись в соответствии с ГОСТ 2.104-2006.

Окончательный вид чертежа вала представлен на рис. 106.

Выполнение чертежа зубчатого колеса

1. По таблице, приведенной в приложении 6, согласно своему варианту определите параметры зубчатого колеса (m , z , $Dв$).

2. Рассчитайте по своим значениям m , z , $Dв$ геометрические и конструктивные параметры зубчатого колеса по формулам, приведенным в табл. 24.

3. На ватмане формата А4 выполните чертеж зубчатого колеса. На месте главного вида выполнить полный продольный фронтальный разрез зубчатого колеса, а на месте вида слева – контур отверстия в ступице со шпоночным пазом. На изображении зубчатого колеса должны быть указаны размеры, относящиеся к зубчатому венцу:

а) диаметр d_a окружности вершин зубьев;

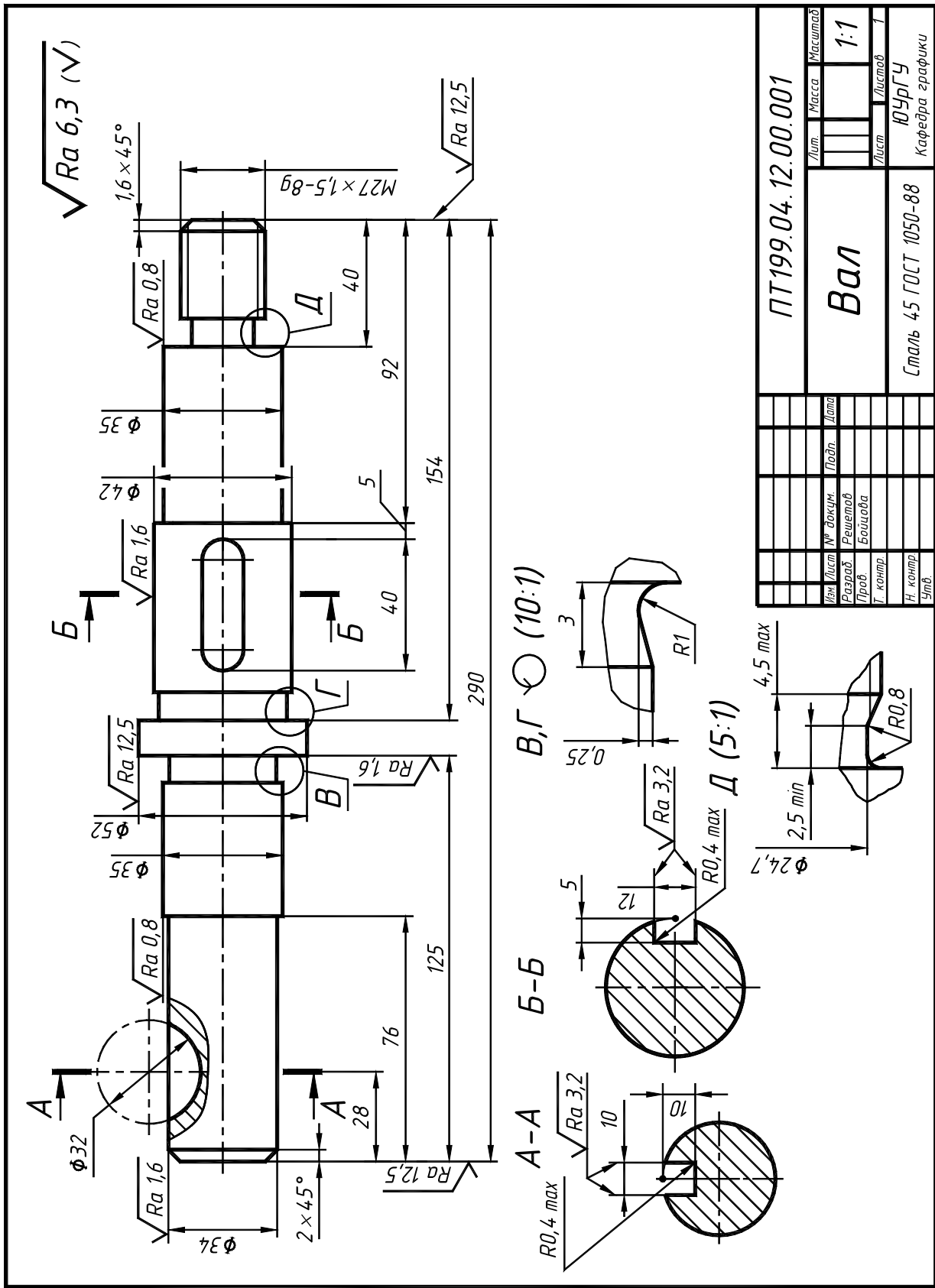
б) ширина b зубчатого венца;

в) размеры фасок или радиусы скруглений на кромках зубьев и другие конструктивные размеры, необходимые для изготовления, а также шероховатость всех поверхностей.

Диаметры делительной окружности и окружности впадин на чертеже не проставляют.

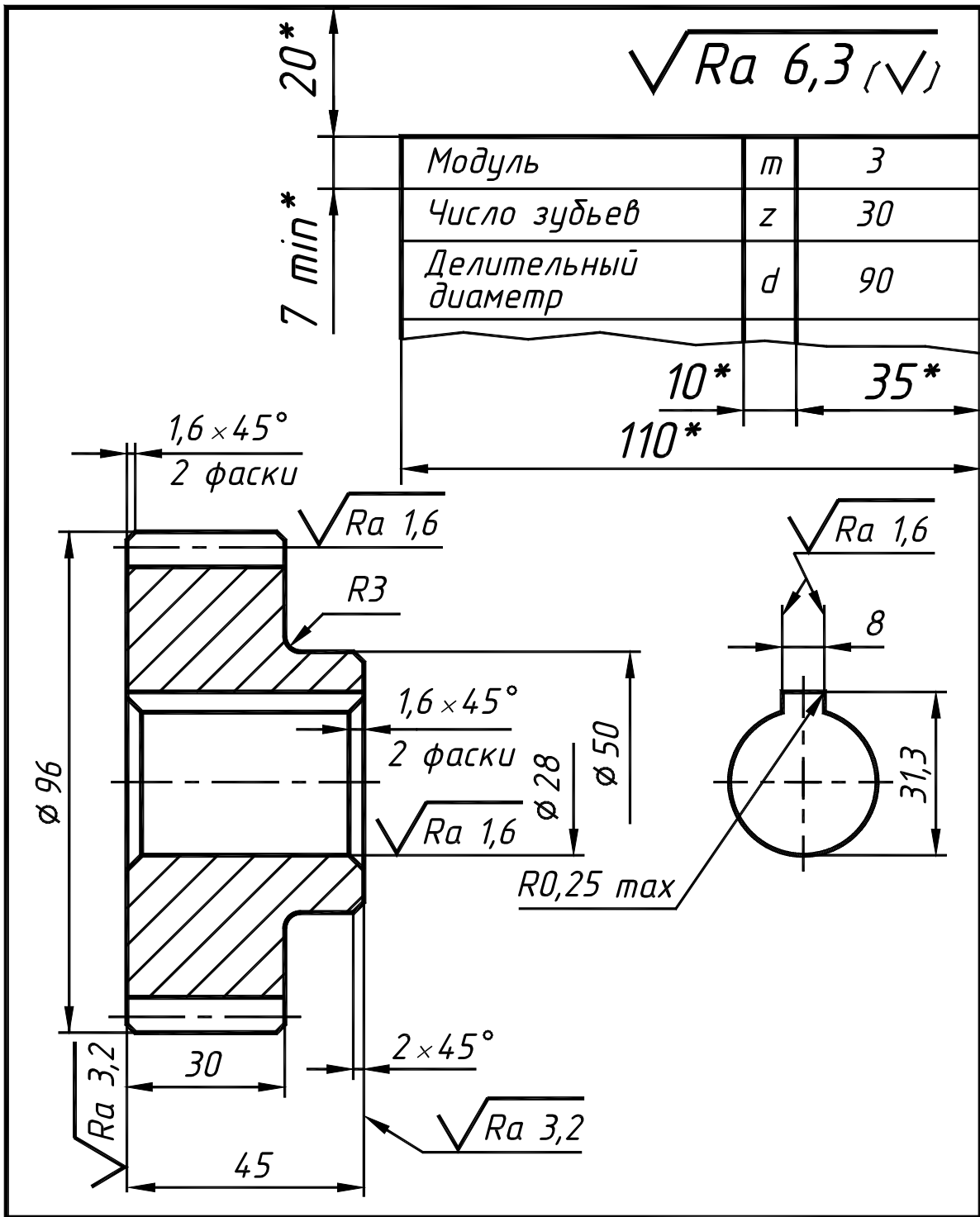
4. В правом верхнем углу чертежа поместите таблицу параметров зубчатого венца, состоящую из трех частей, отделенных друг от друга сплошными толстыми линиями. В первой части содержатся основные данные для изготовления зубьев колеса, во второй – данные для контроля и в третьей – справочные данные.

На учебных чертежах выполняют сокращенную таблицу, содержащую только три параметра: модуль m , число зубьев z из первой части таблицы, и диаметр d делительной окружности из третьей части таблицы. Размеры таблицы и ее расположение на поле чертежа показаны на рис. 107. Размеры, отмеченные знаком (*), на чертеже не проставляют.



Лист		Масштаб	
Масса		1:1	
Лист		Листов	
Лист		1	
ПТ199.04.12.00.001			
Вал			
Сталь 45 ГОСТ 1050-88			
ЮУрГУ			
Кафедра графика			

Рис. 106



					ПТ199.04.12.00.002		
					Колесо зубчатое		
					1:1		
					ЮУрГУ Кафедра графики		
					Сталь 45X ГОСТ 4543-71		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Решетов						
Пров.	Бойцова						
Т. контр.					Лист	Листов	1
Н. контр.							
Чтв.							

Рис. 107