

1 Оформление рабочей документации на зубчатые колёса

Чертёж каждого зубчатого колеса выполняют с количеством проекций, сечений и видов, достаточным для полного изображения всех его элементов. На главном виде колесо следует размещать в том положении, в котором будут обрабатываться на станке большинство его поверхностей, или ось колеса располагать параллельно основной надписи. Изображение детали размещают вправо той стороной, на которой находится большее количество обрабатываемых поверхностей.

Количество размеров, допускаемых отклонений, допусков форм и расположения поверхностей, их шероховатости должно быть минимально и достаточно для изготовления и контроля зубчатого колеса.

Предельные отклонения размеров должны отвечать посадкам на сборочных чертежах. Отклонения формы и расположения поверхностей указывают по ГОСТ 24642-81, 24643-81, 28187-89 а их шероховатость – по ГОСТ 2789-73.

На рабочих чертежах зубчатых колес также размещают технические требования и таблицу параметров зубчатого венца.

1.1 Цилиндрические зубчатые колеса

В соответствии с ГОСТ 2.403-75 на рабочих чертежах цилиндрических прямозубых зубчатых колес обязательно указывают (рис. 1):

– диаметр вершин зубьев d_a (предельные отклонения диаметра – табл. 1, допускаемое радиальное биение – табл. 2);

– ширину зубчатого венца b (предельные отклонения – по h10; h11, допускаемое торцевое биение – табл. 3);

– диаметр базового отверстия (предельные отклонения – по H7, допуск круглости равен половине допуска на диаметр);

– размеры ступицы (толщина L_{cm} – свободный размер, допускаемое биение торца – табл. 4);

– если есть шпоночный паз, то его размеры: глубина – свободный размер, допуск на ширину – по Js9 (см. размер 16Js9 на рис. 1), допускаемая непараллельность относительно оси паза – $0,5IT9$ ($IT9$ – поле допуска по 9-му качеству – для размера 16 мм составляет 43 мкм, поэтому $0,5IT9 = 0,5 \cdot 43 \approx 22$ мкм), допускаемая несимметричность – $2IT9$ (соответственно $2IT9 = 2 \cdot 43 = 86$ мкм).

На чертеже вала-шестерни, кроме того, указывают допускаемые радиальные и торцевые биения посадочных мест под подшипники качения (табл. 5).

Если в отверстии колеса или на вале-шестерне есть шлицы, то на чертежах их размеры приводят условными пометками, расположенными на полке линии-сноски, или в технических требованиях. Условные обозначения шлицев прямобочных по ГОСТ 1139-80 и эвольвентных по ГОСТ 6083-80 содержат данные о центрировании и размеры зубьев с допусками.

Кроме условного обозначения, на чертеже детали при необходимости изображают в увеличенном масштабе профиль одной впадины (или зуба) с обозначением радиусов скруглений, фасок на кромках зубьев и шероховатости боковых и центрующих поверхностей.

Зубчатые колеса, которые работают с высокой частотой вращения, могут требовать балансировки. Допускаемый дисбаланс записывают в технических требованиях чертежа. Величина допускаемого дисбаланса для деталей общего назначения приведена в табл. 6.

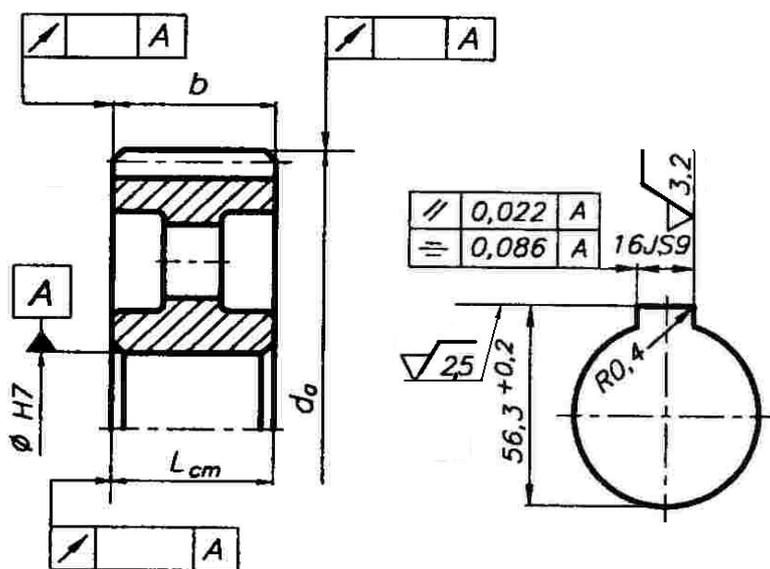


Рис. 1

Таблица 1 Предельные отклонения диаметров вершин зубьев

Вид сопряжения зубьев	Степень точности			
	6	7	8	9
С	h6	h7	h8	h9
В, А	h7	h8	h9	h12

Таблица 2 Допуски на радиальное биение зубчатого венца, мкм

Степень точности	Модуль m , мм	Делительный диаметр d , мм			
		До 125	125...400	400...800	800...1600
5	От 1,0 до 3,5	16	22	28	32
	Свыше 3,5 до 6,3	16	25	32	36
	Свыше 6,3 до 10	20	28	36	40
6	От 1,0 до 3,5	25	36	45	50
	Свыше 3,5 до 6,3	28	40	50	56
	Свыше 6,3 до 10	32	45	55	63
7	От 1,0 до 3,5	36	50	63	71
	Свыше 3,5 до 6,3	40	56	71	80
	Свыше 6,3 до 10	45	63	80	90
8	От 1,0 до 3,5	45	63	80	90
	Свыше 3,5 до 6,3	50	71	90	100
	Свыше 6,3 до 10	56	80	100	112

Таблица 3 Допускаемое торцевое биение (E_m) зубчатого венца, мкм

Степень точности по нор- мам контакта зубьев	На 100 мм диаметра при ширине колеса или полу- шеврона, мм			
	до 30	30...55	55...110	110...160
6	24	13	7	6
7	32	15	9	9
8	58	25	15	10
9	86	42	24	12

Примечание. Действительное значение торцевого биения определяют умножением табличных значений допуска на $d/100$, где d – диаметр делительной окружности.

Таблица 4 Допускаемое торцевое биение ступицы зубчатых колес, мкм

Степень кинематической точности	Диаметр отверстия под вал, мкм		
	До 50	50...80	Более 80
6 и 7	20	30	40
8 и 9	30	40	50

Таблица 5 Допускаемое биение посадочных поверхностей валов

Диаметр вала, мм	Допускаемое биение, мкм	
	Радиальное	Торцевое
До 50	12	20
50...100	16	25

Таблица 6 Допускаемый дисбаланс

Частота вращения, мин^{-1}	300	600	1000	1500	3000
Дисбаланс, мм/кг	200	100	60	40	20

1.2 Конические зубчатые колеса

Большинство размеров и допусков элементов конических зубчатых колес определяются по таблицам, предусмотренным для цилиндрических колес.

Необходимые в соответствии с ГОСТ 2.405-75 размеры зубчатого венца приведены на рис. 2:

1. Внешние диаметры вершин зубьев d_{ae} и d'_{ae} . В прямозубых конических колесах внешний диаметр зубьев является измерительной базой. Допуск в этом случае определяют по табл. 7. Обработку колеса по диаметру d'_{ae} выполняют после нарезания и контроля зубьев.

В колесах с круговыми и тангенциальными зубьями последние измеряют в среднем (измерительном) сечении венца нормально к направлению зуба. При этом точность внешнего диаметра может быть сниженной, ее назначают по h12.

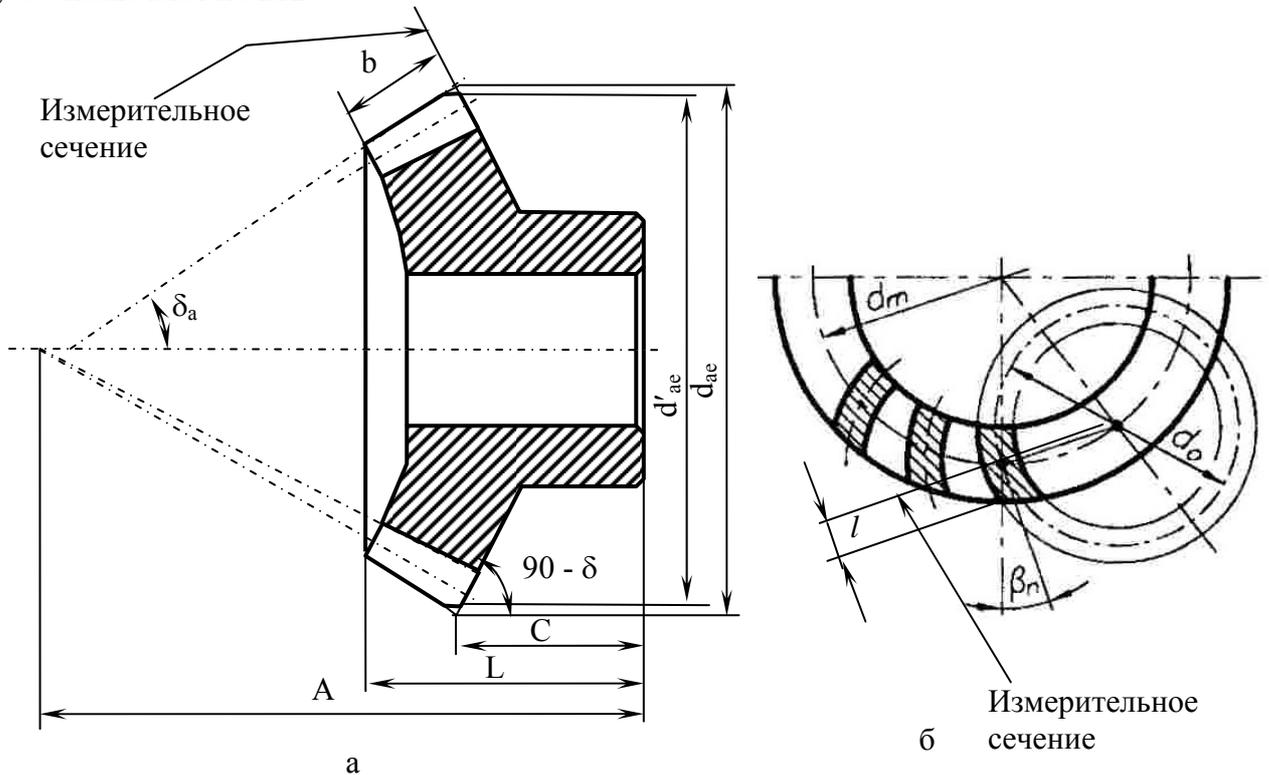


Рис. 2

Диаметр d'_{ae} является свободным размером, $d'_{ae} \approx d_{ae} - m_e \sin 2\delta$, где m_e – внешний модуль прямозубого колеса. Для колес с косыми зубьями в эту формулу вместо m_e подставляют m_{te} .

2. Осевые размеры определяют расстояния от элементов колеса до базового торца. Размеры C и L – справочные, размер A – свободный.

3. Угол внешнего дополнительного конуса ($90 - \delta$). Допускаемые отклонения этого угла лежат в пределах от $\pm 15'$ до $\pm 30'$ мин.

4. Угол конуса вершин зубьев, его предельные отклонения выбирают по данным табл. 8, допускаемое радиальное биение конуса вершин зубьев – по данным табл. 9.

Таблица 7 Допуск на внешний диаметр

Степень кинематической точности	Вид сопряжения зубьев	Допуск на диаметр
7 и 8	В или А	h6
9	В	h10

Таблица 8 Предельные отклонения угла конуса вершин зубьев

Степень кинематической точности	6	7	8	9
Допуск на угол, мин	± 5	± 7	± 10	± 10

Таблица 9 Значение допусков на биение зубчатого венца для конических зубчатых колес, мкм

Степень точности	Средний нормальный модуль m_n , мм	Средний делительный диаметр d_m , мм		
		до 125	125...400	400...800
5	От 1,0 до 3,5	16	22	28
	Свыше 3,5 до 6,3	18	25	32
	Свыше 6,3 до 10	20	28	36
6	От 1,0 до 3,5	25	36	45
	Свыше 3,5 до 6,3	28	40	50
	Свыше 6,3 до 10	32	45	56
7	От 1,0 до 3,5	36	50	63
	Свыше 3,5 до 6,3	4	56	71
	Свыше 6,3 до 10	45	63	80
8	От 1,0 до 3,5	45	63	80
	Свыше 3,5 до 6,3	50	71	90
	Свыше 6,3 до 10	56	80	100

Измерительное сечение для контроля точности зубьев в прямозубых колесах размещается касательно к внешнему торцу зубьев (см. рис. 2, а). В колесах с круговыми и тангенциальными зубьями измерительное сечение проходит через середину зубчатого венца. На чертеже таких колес изображают часть зубчатого венца, на котором обозначено направление зуба и положение измерительного сечения (см. рис. 2, б). При этом $l = b/2$.

1.3 Таблица параметров зубчатого венца и их расчет для контроля точности зубьев

Таблицу параметров зубчатого венца размещают в правом верхнем углу поля чертежа, форму и содержание таблицы для цилиндрических колес определяют по ГОСТ 2.403-75, для конических – по ГОСТ 2.405-75.

Таблица параметров для всех видов зубчатых колес состоит из трех частей. Эти части разделены основными линиями. Количество строк в каждой таблице для разных типов зубчатых колес разное.

1.3.1 Таблицы параметров для чертежей цилиндрических зубчатых колес

В первой части таблицы параметров (рис. 3) приводятся основные данные для нарезания зубьев:

- а) модуль m (для косозубых колес модуль обозначают в нормальном сечении);
- б) число зубьев z ;
- в) угол наклона линии зуба (только для косозубых и шевронных колес);
- г) направление линии зуба (направление косога зуба обозначают надписью «Правое» или «Левое», шевронных колес – надписью «Шевронное», для прямозубых колес пп. «в» и «г» из таблицы **исключаются**);
- д) нормальный исходный контур – по ГОСТ 13755-88;
- е) коэффициент смещения с соответствующим знаком (при отсутствии смещения проставляют «0»);
- ж) степени точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора с указанием стандарта (ГОСТ 1643-81).

Во второй части таблицы параметров приводятся данные для контроля положения разноименных профилей зубьев по одному из вариантов:

- а) постоянная хорда зуба \bar{S}_c и высота до неё \bar{h}_c ;
- б) длина общей нормали W ;
- в) толщина по хорде зуба \bar{S}_y и высота до неё \bar{h}_{ay} ;

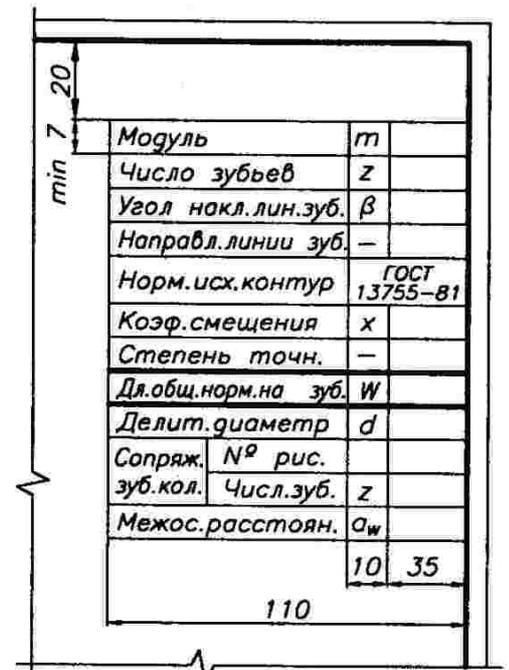


Рис. 3

г) торцевой размер М колеса по измерительным роликам или шарикам и их диаметр D.

Расчет величин, необходимых для контроля зубчатых колес по постоянной хорде, и способ определения длины общей нормали рассмотрены ниже.

При других методах контроля зубьев для расчета параметров, подлежащих контролю, следует обращаться к соответствующей литературе.

В третьей части приводятся:

а) делительный диаметр;

б) другие справочные данные (чаще всего – обозначение чертежа сопряженного колеса).

Если зубчатое колесо имеет несколько венцов одного вида, то их параметры следует указывать в одной таблице с соответствующим количеством строк по правую сторону. Если на одной детали находятся венцы разного вида, то для каждого составляют отдельные таблицы, которые размещают рядом или одна под другой.

1.3.2 Расчет постоянной хорды и высоты до неё для цилиндрических колес

Номинальная толщина зуба по постоянной хорде

$\bar{S}_c^* = \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha + x \sin 2\alpha\right)m$ (рис. 4), где m – модуль (для косозубых колес m_n), x – коэффициент радиального смещения, α – угол профиля зуба исходного контура в нормальном сечении. При $\alpha = 20^\circ$

$\bar{S}_c^* = (1,387 + 0,643x)m$, для колёс без смещения $\bar{S}_c^* = 1,387m$.

Действительная толщина зуба по постоянной хорде, указываемая на чертежах, мм

$$\bar{S}_c = (\bar{S}_c^* - E_{sc}) - T_c,$$

где E_{sc} – наименьшее отклонение толщины зуба по постоянной хорде

(табл. 10); T_c – допуск на толщину по постоянной хорде (табл. 11).

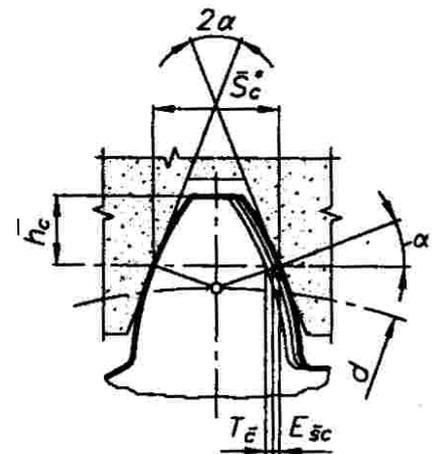


Рис. 4

Таблица 10 Значение наименьшего отклонения толщины зуба по постоянной хорде, мкм

Вид сопряжения	Степень точности	Делительный диаметр, мм							
		до 80	80...125	125...180	180...250	250...315	315...400	400...500	500...630
H	3-6	9	10	12	14	16	16	18	20
	7	10	12	14	14	16	18	20	22
E	3-6	22	25	30	35	40	40	45	50
	7	25	30	35	35	40	45	50	60
D	3-6	35	40	45	55	60	60	70	80
	7	35	45	50	60	70	70	80	90
	8	40	50	60	70	70	80	90	100
C	3-6	55	60	70	80	90	100	110	120
	7	60	70	80	90	100	120	140	160
	8	70	80	90	100	120	140	140	160
	9	70	90	100	120	140	140	140	180
B	3-6	90	100	120	140	160	160	180	200
	7	100	120	140	140	180	180	200	220
	8	100	120	140	160	180	200	220	250
	9	120	140	160	180	200	220	250	300
A	3-6	140	160	180	200	250	250	300	300
	7	150	180	200	220	250	300	350	350
	8	160	200	220	250	300	350	350	400
	9	180	200	250	300	300	350	350	450

Таблица 11 Допуск на толщину по постоянной хорде, мкм

Вид сопряжения	Вид допуска	Допуск на радиальное биение зубчатого венца, мкм							
		16...20	20...25	25...32	32...40	40...50	50...60	60...80	80...100
H, E	h	30	35	40	45	50	70	70	90
D	d	40	45	50	60	70	70	100	120
C	c	50	60	70	70	90	100	140	160
B	b	60	70	70	90	100	140	140	180
A	a	70	80	100	120	140	140	180	220

Высота головки зуба до постоянной хорды при $\alpha = 20^\circ$ $\bar{h}_c = 0,5(d_a - d - 0,364\bar{S}_c^*)$, где d_a – диаметр вершин зубьев; d – делительный диаметр. В зубчатых колесах, выполненных без смещения, высота постоянной хорды $\bar{h}_c = 0,748m$.

1.3.3 Расчёт длины общей нормали для цилиндрических колёс

Длиной общей нормали W к двум разноименным боковым поверхностям зубьев называют длину прямой АВ (рис. 5), касательной к основной окружности. Измерение толщины зубьев по длине общей нормали имеет то преимущество перед измерением по постоянной хорде, что не требуется более точного изготовления зубчатых колёс по наружному диаметру.

Для прямозубых колёс (рис. 5, б) без смещения $W = mW'$, для колёс со смещением $W = m(W' + 0,684x)$, где W' – длина общей нормали при модуле 1 мм. Значения W' в зависимости от числа зубьев колеса и числа зубьев, охватываемых при измерении, приведены в [1, т. 2, гл. IV, табл. 17].

Для косозубых колёс (рис. 5, а) используются те же зависимости и таблицы, что и для прямозубых колёс, но для расчёта используется условное число зубьев $z_y = zk$ (значения k представлены в таблице 12).

Как правило, условное число зубьев получается не целое. Поэтому вводится поправка W_y , определяемая дробной частью $(z_y - z_y')$: $W_y = 0,0149(z_y - z_y')$, где z_y' – целая часть условного числа зубьев. Тогда номинальная длина общей нормали при $\alpha = 20^\circ$ $W = m(W' + W_y + 0,684x)$, мм.

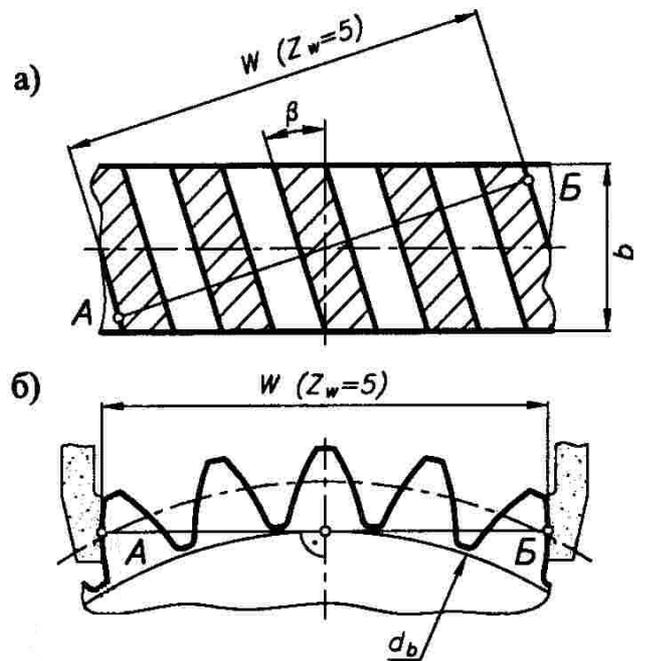


Рис. 5

Таблица 12 Значение коэффициента k для расчёта условного числа зубьев

β	k	β	k	β	k
8°	1,0288	13°	1,0768	18°	1,1536
8°20'	1,0309	13°20'	1,0810	18°20'	1,1598
8°40'	1,0333	13°40'	1,0853	18°40'	1,1665
9°	1,0359	14°	1,0896	19°	1,1730
9°20'	1,0388	14°20'	1,0943	19°20'	1,1797
9°40'	1,0415	14°40'	1,0991	19°40'	1,1866
10°	1,0446	15°	1,1039	20°	1,1936
10°20'	1,0477	15°20'	1,1088	20°20'	1,2010
10°40'	1,0508	15°40'	1,1139	20°40'	1,2084
11°	1,0543	16°	1,1192	21°	1,2160
11°20'	1,0577	16°20'	1,1244	21°20'	1,2239
11°40'	1,0613	16°40'	1,1300	21°40'	1,2319
12°	1,0652	17°	1,1358	22°	1,2401
12°20'	1,0688	17°20'	1,1415	22°20'	1,2485
12°40'	1,0728	17°40'	1,1475	22°40'	1,2570

1.3.4 Таблицы параметров зубчатого венца для чертежей конических колес

На чертежах конических колес всех видов размещают таблицу параметров, такую же, как и на чертежах цилиндрических колес (рис. 6) с соответствующим количеством строк в каждой ее части.

7min 20	Внешн.окр.модуль	m_e	
	Число зубьев	z	
	Тип зуба	Прямой	
	Внешн.исх.контур	ГОСТ 13754-81	
	Козф.смещения	x_e	
	Козф.изм.толщ.зуб.	x_t	
	Угол делит.конуса	δ	
	Степень точн.	—	
	Внешн.пост. хорда	\bar{S}_{ce}	
	Высота до вн.хорды	\bar{h}_{ce}	
	Межос.угол передач.	Σ	
	Средн.окр.модуль	m_m	
	Внеш.конус.расст.	R_e	
	Средн.конус.расст.	R_m	
	Средн.делит.диам.	d_m	
	Угол конуса впадин	δ_f	
Внешн.высота зуба	h_e		
Сопряж.	№ рис.	—	
зуб.кол.	Числ.зуб.	z	
110			
10 35			

Внешн.норм.модуль	m_{ne}	
Число зубьев	z	
Тип зуба	Тангенц.	
Осевая форма зуба по ГОСТ 19325-73		
Угол наклона зуба	β_{ne}	
Направл.линии зуб.	Правое	
Норм.исх.контур	ГОСТ 13754-81	
Козф.смещения	x_{ne}	
Козф.изм.толщ.зуб.	x_t	
Угол делит.конуса	δ	
Степень точн.	—	
Внешн.пост. хорда	\bar{S}_{ce}	
Высота до хорды	\bar{h}_{ce}	
Межос.угол передач.	Σ	
Средн.норм.модуль	m_n	
Внеш.конус.расст.	R_e	
Средн.конус.расст.	R_m	
Средн.делит.диам.	d_m	
Угол конуса впадин	δ_f	
Внешн.высота зуба	h_e	
Сопряж.	№ рис.	—
зуб.кол.	Числ.зуб.	z

Средн.норм.модуль	m_n	
Число зубьев	z	
Тип зуба	Круговой	
Осевая форма зуба по ГОСТ 19325-73		
Угол наклона зуба	β_n	
Направл.линии зуб.	Левое	
Ср.норм.исх.контур	ГОСТ 16202-81	
Козф.смещения	x_n	
Козф.изм.толщ.зуб.	x_t	
Угол делит.конуса	δ	
Ном.диаметр зуборезной головки	d_o	
Степень точн.	—	
Средн.пост.хорда	\bar{S}_c	
Высота до хорды	\bar{h}_c	
Межос.угол передач.	Σ	
Внешн.окр.модуль	m_{te}	
Внеш.конус.расст.	R_e	
Средн.конус.расст.	R_m	
Средн.делит.диам.	d_m	
Угол конуса впадин	δ_f	
Внешн.высота зуба	h_e	
Сопряж.	№ рис.	—
зуб.кол.	Числ.зуб.	z

Рис. 6

В первой части таблицы приводят такие параметры:

1. Модуль внешний окружной m_e (в прямозубых колесах) или внешний нормальный m_{ne} (в колесах с круговыми зубьями).
 2. Число зубьев.
 3. Тип зуба (прямой, тангенциальный или круговой).
 4. Осевую форму зуба.
 5. Угол наклона зуба: внешний нормальный β_n (в колесах с тангенциальными зубьями),
 6. Направление зуба (правый или левый).
 7. Исходный контур (по ГОСТ 13754-88 – в колесах с прямыми и тангенциальными зубьями, по ГОСТ 16202-70 – в колесах с круговыми зубьями).
 8. Коэффициенты смещения с соответствующим знаком: внешний круговой x_e (в прямозубых колесах) внешний нормальный (в колесах с тангенциальными зубьями), средний нормальный x_n (в колесах с круговыми зубьями); при отсутствии смещения ставить «0».
 9. Коэффициент изменения толщины зуба x_t со своим знаком (при отсутствии изменения толщины зуба проставлять «0»).
 10. Угол делительного конуса δ .
 11. В колесах с круговыми зубьями номинальный диаметр зуборезной головки d_o , мм. Сначала определяют ориентировочное значение $d_o = (1,7...2,1)R$, где R – среднее конусное расстояние, потом берут ближайшее большее значение d_o из ряда 60, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400.
 12. Степень точности и вид сопряжения по нормам бокового зазора по ГОСТ 1756 - 81.
- Во второй части таблицы параметров приводят размеры зуба в измерительном сечении:

1. Постоянную хорду \bar{S}_c .

2. Высоту до постоянной хорды \bar{h}_c .

Определение параметров, необходимых для контроля размеров зубьев по постоянной хорде, приведено ниже.

На чертеже шестерни вместо размеров зуба в измерительном сечении разрешается указывать боковой зазор в паре с сопряженным зубчатым колесом записью «Допускаемый боковой зазор в паре». Значения боковых зазоров приведены в табл. 13.

В третьей части таблицы параметров приводят прочие справочные данные, такие как:

1. Межосевой угол передачи.

2. В колесах с прямыми зубьями – модуль средний окружной $m_m, m_m = m_e \frac{R_m}{R_e}$,

в колесах с тангенциальными зубьями – средний нормальный $m_n, m_n = m_e \frac{R_m}{R_e}$,

в колесах с круговыми зубьями – внешний окружной $m_{te}, m_{te} = \frac{2R_e}{z_c}$, где $z_c = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$.

3. Внешнее конусное расстояние R_e .

4. Среднее конусное расстояние R_m .

5. Средний делительный диаметр d_m .

6. Угол конуса впадин δ_f .

7. Внешнюю высоту зуба h_e .

8. Обозначение чертежа сопряженного колеса.

Таблица 13 Значение гарантированного бокового зазора (j_{min}) для конических зубчатых передач

Вид со-единения	Среднее конусное расстояние R, мм														
	50...100			100...200			200...400			400...800			800...1600		
	Угол делительного конуса шестерни, град														
	≤15	15...25	25≤	≤15	15...25	25≤	≤15	15...25	25≤	≤15	15...25	25≤	≤15	15...25	25≤
Н	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Е	21	25	30	25	35	40	30	46	52	40	57	70	52	80	105
Д	33	39	46	39	54	63	46	72	81	63	69	110	61	125	165
С	52	62	74	62	87	100	74	115	130	100	140	175	130	200	260
В	84	100	120	100	140	160	120	185	210	160	230	280	210	320	420
А	130	160	190	160	230	250	190	290	320	250	360	440	320	500	660

Примечания:

1. Для неортогональных передач j_{min} определяют по расчетной величине $R' = \frac{R}{2}(\sin 2\delta_1 + \sin 2\delta_2)$, где δ_1 и δ_2 – углы делительных конусов шестерни и колеса.

2. Для гипоидных передач выбор j_{min} проводят по среднему конусному расстоянию.

1.3.5 Постоянная хорда и высота до неё в конических зубчатых колесах

В **прямозубых** конических колесах определяют внешнюю постоянную хорду \bar{S}_{ce} и высоту до неё \bar{h}_{ce} (рис. 7). При $\alpha = 20^\circ$ и $x < 0,4$ постоянная хорда $\bar{S}_{ce} = 0,883S_{e(1,2)}$, а высота

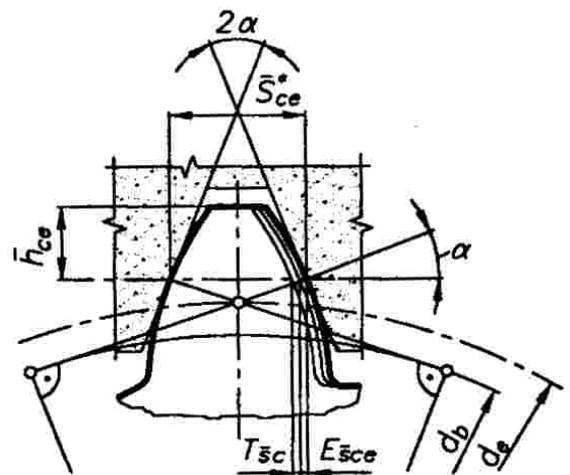


Рис. 7

– $\bar{h}_{ce(1,2)} = h_{ae(1,2)} - 0,1607 S_{e(1,2)}$, где $S_{e(1,2)}$ – внешняя окружная толщина зуба:

$$S_{e1} = (0,5\pi + 2x_1 \operatorname{tg}\alpha + x_{\tau 1}) m_e = (1,571 + 0,728x_1 + x_{\tau 1}) m_e,$$

$$S_{e2} = \pi m_e - S_{e1};$$

где h_{ae1} и h_{ae2} – внешняя высота головок зубьев соответственно для шестерни и колеса

$$h_{ae1} = m_e (h_a^* + x_1),$$

$$h_{ae2} = m_e (h_a^* - x_1),$$

$h_a^* = 1,0$ – коэффициент высоты головки зуба.

В конических колесах с **круговыми зубьями** постоянную хорду \bar{S}_c и высоту до неё \bar{h}_c определяют в среднем сечении зубчатого венца.

Постоянная хорда $\bar{S}_{c(1,2)} = 0,883 S_{n(1,2)}$, где нормальная толщина зуба в среднем сечении

$$S_{n1} = (0,5\pi + 2x_{n1} \operatorname{tg}\alpha_n + x_{\tau 1}) m_n$$

$$S_{n2} = \pi m_n - S_{n1}.$$

Высота до постоянной хорды $\bar{h}_{c(1,2)} = h_{a(1,2)} - 0,1607 S_{n(1,2)}$,

где высоту головки зуба в среднем сечении для зубьев осевой формы I находят по формулам

$$h_{a1} = m_n (1 + x_{n1}), \quad h_{a1} = m_n (h_a^* + x_{n1}) - \delta h_{a1}$$

$$h_{a2} = m_n (1 + x_{n1}), \quad h_{a2} = m_n (h_a^* - x_{n1}) - \delta h_{a2}$$

Определение величины h_a для зубьев осевой формы II связано со сложными вычислениями.

1.4 Шероховатость поверхностей

Шероховатость рабочих поверхностей зубчатых колёс представлена в таблице 14 [1, т. 1, гл. III, табл. 9].

Таблица 14 Шероховатость рабочих поверхностей зубчатых колёс

Степень точности колёс	Параметр шероховатости R_a (мкм) для колёс	
	цилиндрических	конических
4	0,63	-
5	0,63	0,63
6	1,25	1,25
7	1,25	1,25
8	2,5	2,5
9	2,5	$R_z 20$

Для поверхности ступицы, сопряженной с валом, назначают следующие значения параметра шероховатости R_a : для диаметра вала менее 80 мм – 2,5...3,2, более 80 мм – 3,2...6,3.

Для диаметра вершин и боковых базовых поверхностей венца в зависимости от точности и ответственности изделия назначают R_a 1,6...6,3.

Для свободных поверхностей, как правило, назначают R_a 6,3...12,5.

В соответствии с ГОСТ 2789-73 значения в указанных диапазонах принимают из ряда: 12,5; 10; 8; 6,3; 5; 4; 3,2; 2,5; 2; 1,6; 1,25; 1,0; 0,8; 0,63 [1, т. 1, гл. III, табл. 3].

1.5 Технические требования

Технические требования размещают над основной надписью в виде колонки шириной, равной ширине основной надписи. Текст пишут сверху вниз. Пункты должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт начинают с красной строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

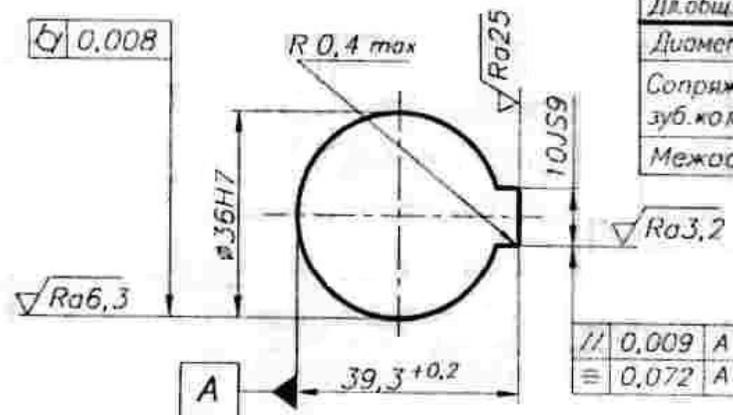
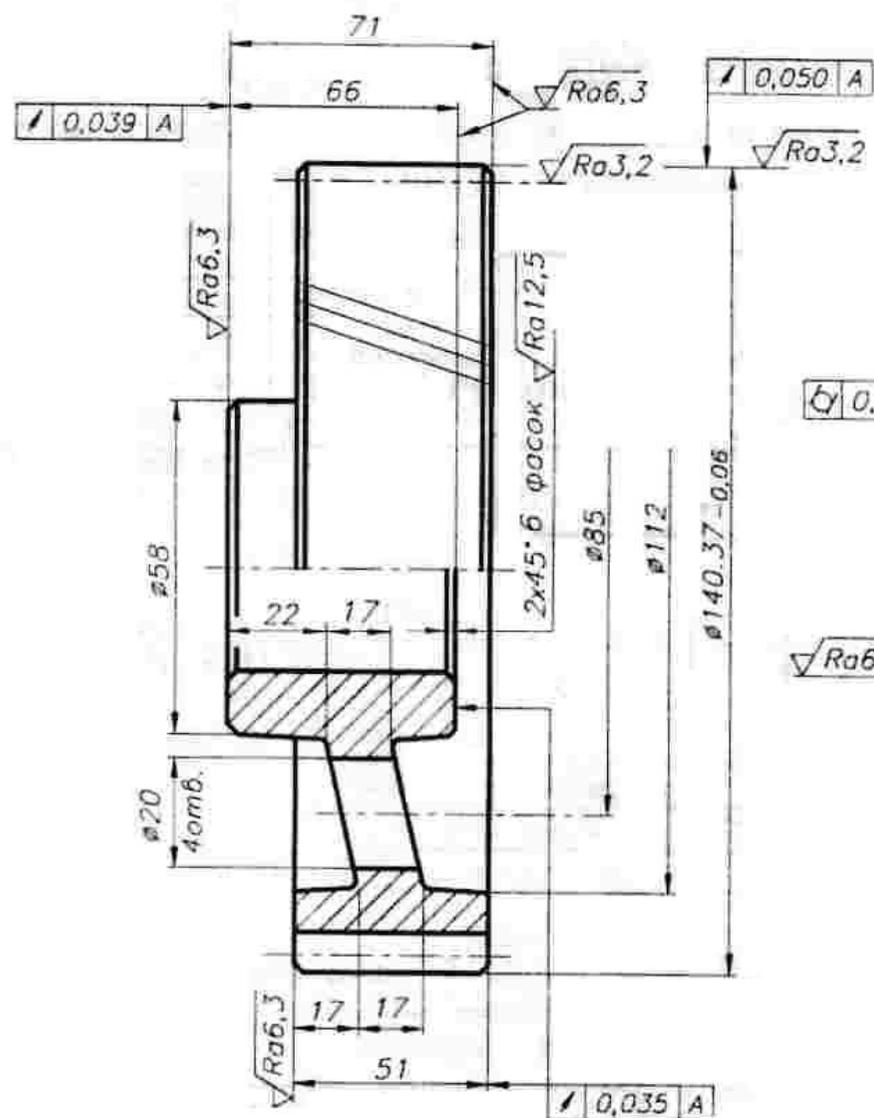
Технические требования объединяют по однородным признакам и размещают в такой последовательности:

1. Требования к материалу, термообработке и др. Пример записи: «Твердость НВ 220...240», «Зубья цементировать h 1,0...1,3, HRC_Э 56...60».
2. Размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей и другие сведения, не указанные на чертеже. Пример надписи: «Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H12, валов h12, остальных – $\pm IT14/2$ ».
3. Требования к качеству поверхностей, их покрытию и обработке.
4. Другие требования к бесшумности, указания о необходимости балансирования и т.д.

Библиографический список

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. – М.: Машиностроение, 1980.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Модуль	m	3
Число зубьев	z	43
Угол накл. лин. зуб.	β	16°15'37"
Направл. линии зуб.		— правое
Норм. исх. контур	ГОСТ	13755-81
Коеф. смещения	x	0
Степень точн.		— 8-C
Дл. общ. норм. на 6 зуб.	W	50.77-608
Диаметр делит. окр.	d	134.37
Сопряж. № рис.		— 03.37.02
зуб. кол.	Числ. зуб.	z 21
Межос. расстоян.	a_w	100

///	0,009	A
≡	0,072	A

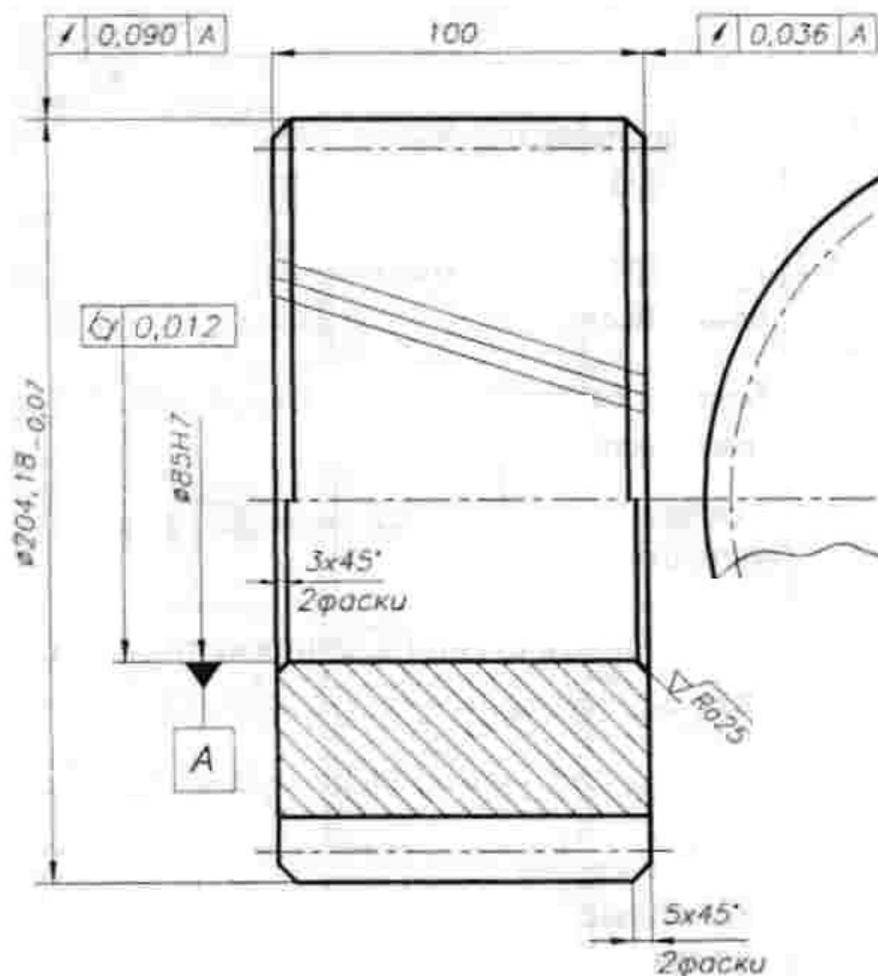
1. 250...270 НВ.
2. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку—ГОСТ 26645-85.
3. Литейные уклоны—3°; литейные радиусы—(4...5) мм.

4. Точность зубчатого колеса—ГОСТ 1643-81.
5. h14; H14; ±0.5IT14; —поверхностей ∇ —±0.5IT16/2.

Исполн.	Р. докум.	Подп.	Дата	КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ	Числ. лист. 2:1
Провер.					
Констр.				40ХЛ	
Тех. зад.				ГОСТ 977-88	
Контроль					

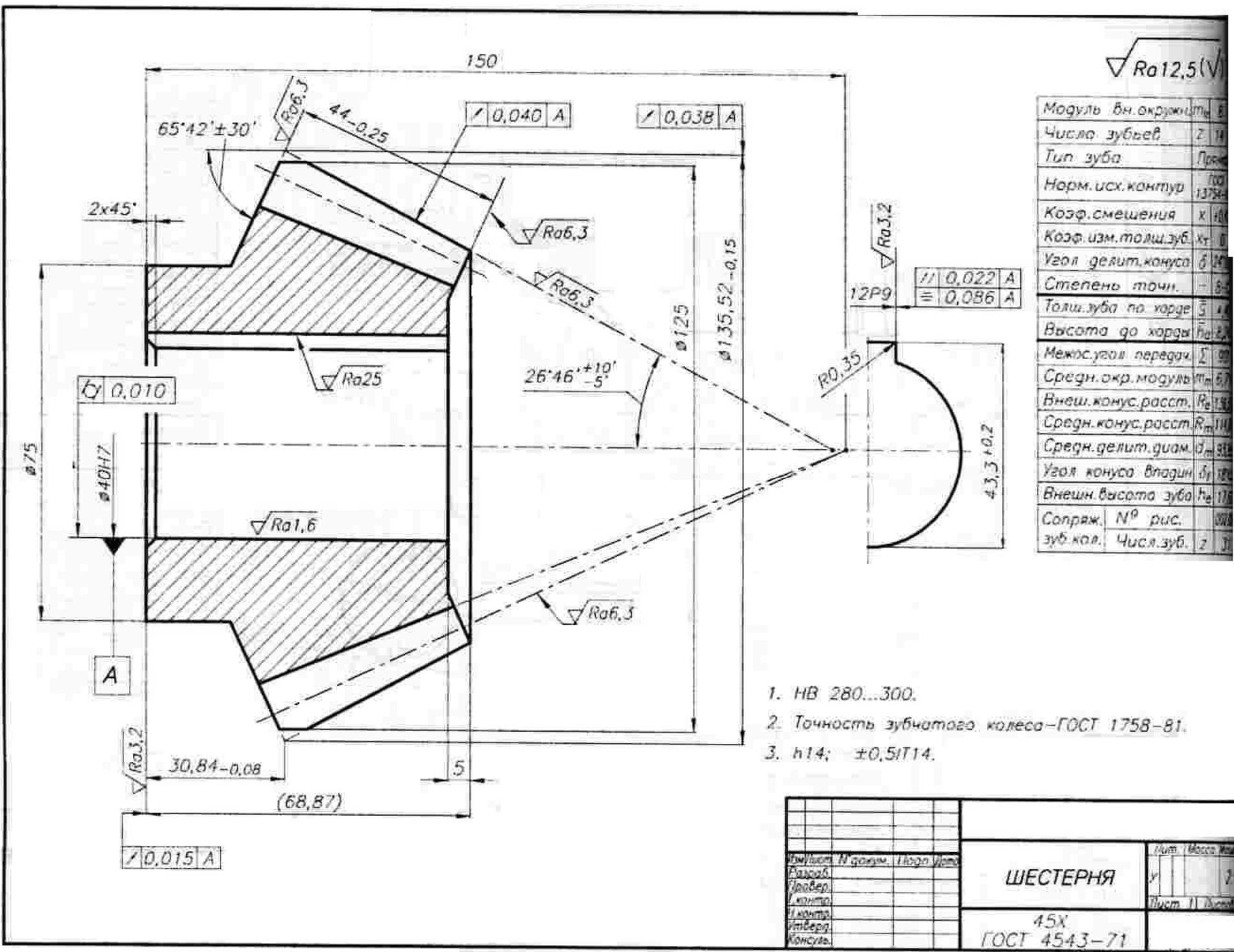
$\sqrt{Ra6,3(\sqrt{V})}$

Модуль	m	8
Число зубьев	z	23
Угол накл. лин. зуб.	β	12°06'15"
Направл. линии зуб.		— пробой
Норм. иск. контур		ГОСТ 13755-81
Кэф. смещения	x	0
Степень точн.		— 9-C
Дл. бш. норм. на 3 зуб.	W	51,65-52
Диаметр делит. окр.	d	188,16
Сопр.	N ^o рис.	— 03.16.00
зуб. кол.	Числ. зуб.	z
Межос. расстоян.	a _ш	315



1. 270...290 НВ.
2. Твердость зубьев 280...300 НВ.
3. Точность зубчатого колеса—ГОСТ 1643-81.
4. h14; ±0.5IT14.

Исполн.	Провер.	Дата	Лист	Мокса	Листов
			у		1/1
ШЕСТЕРНЯ					
35 ГОСТ 1050-88					



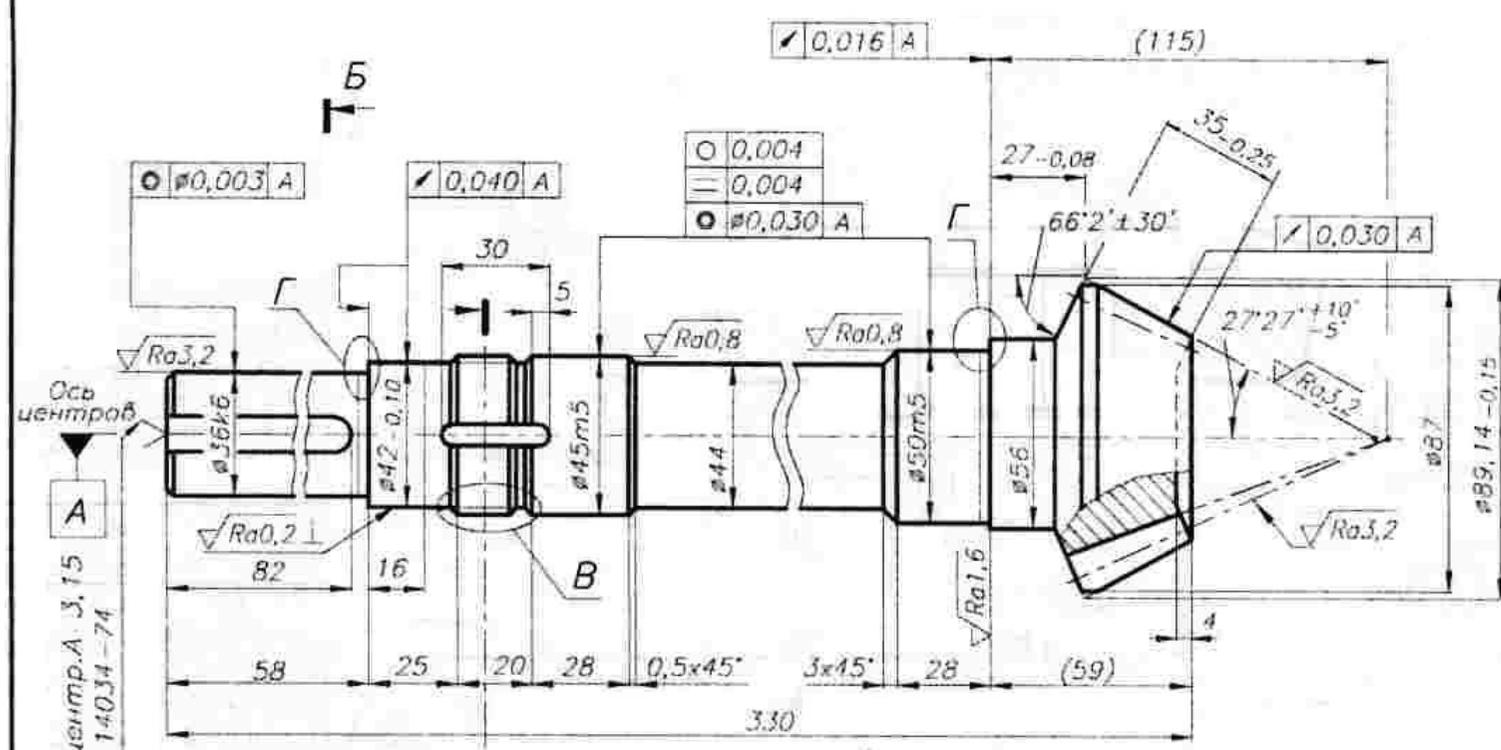
√ Ra12.5 (√)

Модуль вн. окружности	8
Число зубьев	z 14
Тип зуба	Прямой
Норм. исх. контур	ГОСТ 13758-81
Кэф. смешения	x 0
Кэф. изм. толщ. зуб.	x _t 0
Угол делит. конуса	δ 24°
Степень точн.	- 8-9
Толщ. зуба по хорде	s 4.3
Высота до хорды	h _a 2.2
Межос. угол передат.	Σ 90°
Средн. окр. модуль	m _{ср} 6.7
Внеш. конус. расст.	R _{вн} 1.5
Средн. конус. расст.	R _{ср} 1.1
Средн. делит. диам.	d _{ср} 33.4
Угол конуса впадин	δ _{вп} 18°
Внешн. высота зуба	h _{вн} 1.7
Сопряж. № рис.	001
зуб. кол. Числ. зуб.	z 14

1. HB 280...300.
2. Точность зубчатого колеса - ГОСТ 1758-81.
3. h14; ±0.5IT14.

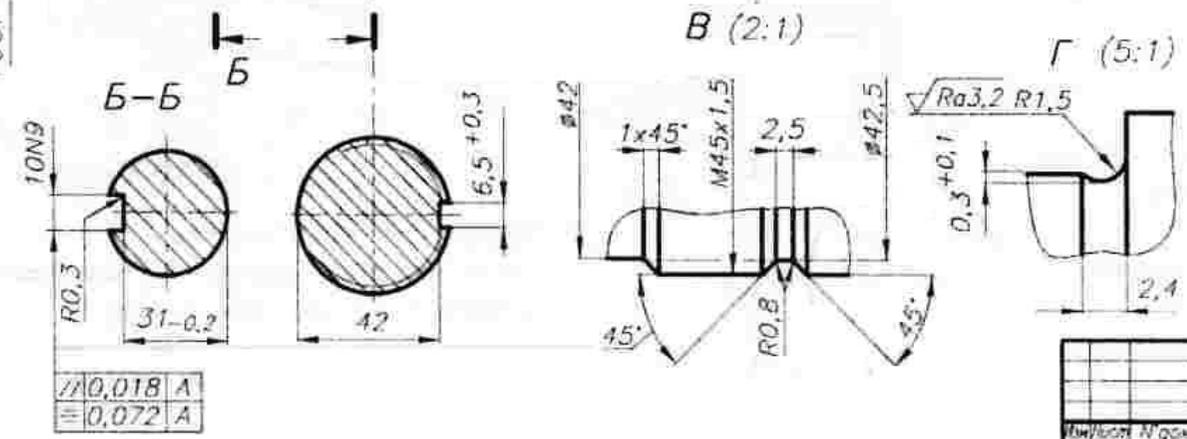
Исполн.	Провер.	Утвержд.	Дата	Масштаб
ШЕСТЕРНЯ				
ГОСТ 4543-71			45X	

√Ro6,3(√)



Модуль вн.окружн. m_e	5
Число зубьев	2
Тип зуба	Прямой
Норм.исх.контур	ГОСТ 13754-81
Коэф.смещения x	0
Коэф.изм.толщ.зуб. x_f	0
Угол делит.конуса δ	27°27'
Степень точн.	8-G
Толщ.зуба по хорде S_{ch}	3.04
Высота до хорды h_{ch}	6.48
Межос.угол передат. Σ	90°
Средн.окр.модуль m_m	4.11
Внеш.конус.раст. R_e	98.46
Средн.конус.раст. R_m	80.28
Средн.делит.диам. d_m	65.22
Угол конуса впадин δ_f	20°28'
Внешн.высота зуба h_e	11.8
Сопряж. № рис.	00208
зуб.кол. Числ.зуб.	2

2 отв. центр. А. 3.15
ГОСТ 14034-74



1. HB 170...190.
2. Твердость зубьев HB 270...290.
3. $\phi 42-0,16 - h 0,3...0,4$; HRC 45...48.
4. Точность зубчатого колеса-ГОСТ 1758-81.
5. h14; H14; ±0,5IT14.

Исполн.	Провер.	Инженер	Мастер	Начальник
Разработ.	Утвержд.	Констр.	Инженер	Консульт.
ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ				
40X ГОСТ 4543-71				