

М.В. Фомин

**Методические указания для
выполнения чертежей основных
деталей червячных передач**



Москва 2011

Чертеж детали в соответствии с ГОСТ 2.102-68 – документ, содержащий изображение детали и все данные, необходимые для её изготовления и контроля. Чертеж детали нередко называют рабочим чертежом, а процесс разработки чертежа – детализацией.

После определения допусков формы и расположения поверхностей числовые значения проставляемые в чертеже следует округлять до ближайшего числа (мкм) из следующего ряда:

1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8
10	12	16	20	25	30	40	50	60	80
100	120	160	200	250	300	400	500	600	800

При назначении параметров шероховатости поверхностей следует использовать ряд числовых значений, отдавая предпочтение числам, выделенным жирным шрифтом:

...**0,10**; 0,125; 0,16; **0,20**; 0,25; 0,32; **0,40**; 0,50; 0,63; **0,80**; 1,00;
1,25; **1,60**; 2,00; 2,50; **3,20**; 4,00; 5,00; **6,30**; 8,00; 10,0; **12,5**...

1. Чертеж червяка

На чертеже в правом верхнем углу в соответствии со стандартом приводят таблицу параметров витков червяка (рис.1).

Первая часть таблицы содержит модуль m , число витков z_1 , вид червяка, делительный угол подъема линии витка γ или основной угол подъема γ_b для червяков ZI, направление линии витка (обычно правое), исходный червяк со ссылкой на ГОСТ 19036-94, степени точности по ГОСТ 3675-81, которые нормируют кинематическую точность, нормы плавности, контакта и бокового зазора. Степень точности зависит от назначения передачи (табл.1). Гарантированный боковой зазор зависит от межосевого расстояния, материалов деталей, рабочей температуры передачи и определяется видом сопряжения. Минимальный боковой зазор в передаче можно оценить по формуле, мкм

$$j_{n \min} = 0,342 \cos \gamma [\alpha_{\text{кол}} d_2 (t - 10^0) + \alpha_{\text{чер}} d_1 (t - 10^0) - 2a_w \alpha_{\text{корн}} (t - 20^0)] \cdot 10^3,$$

Модуль	m	8
Число витков	z_1	2
Вид червяка	-	ZK1
Делительный угол подъема*	γ	14°02'10"
Направление линии витка	-	правое
Исходный червяк	-	ГОСТ 19036-94
Степень точности ГОСТ 3675-81		7-6-6-C
Делительная толщина по хорде	\bar{s}_{a1}	12,19 ^{-0,158} _{-0,238}
Высота до хорды	\bar{h}_{a1}	8,034
Делительный диаметр червяка	d_1	64
Ход витка	p_{z1}	50,24
Обозначение чертежа сопряженного колеса	ДМ 27-06.42.20	

* Для червяков вида ZI указывают «Основной угол подъема», который вычисляют по формуле: $\gamma_b = \arccos(\cos\gamma \cdot \cos 20^\circ)$

Рис. 1

где γ – угол подъема витка червяка на делительном диаметре; d_1, d_2 – делительные диаметры червяка и колеса, мм; a_w – межосевое расстояние, мм; t – рабочая температура корпуса; $\alpha_{\text{чер}}, \alpha_{\text{кол}}, \alpha_{\text{корп}}$ – коэффициенты линейного расширения червяка, венца червячного колеса и корпуса редуктора соответственно. Ориентировочные значения этих коэффициентов приведены в табл. 2.

Таблица 1. Рекомендуемая степень точности передачи

Назначение передачи	Степень точности
Неответственные передачи вспомогательных механизмов. Ручные приводы	9
Неответственные передачи силовых приводов с кратковременным режимом работы	8
Силовые приводы транспортных и промышленных механизмов средней точности	7
Приводы станков средней точности и силовые передачи с длительным режимом работы	6

Таблица 2. Коэффициенты линейного расширения для металлов

Материал	$\alpha, 1/^\circ\text{C}$
Сталь	$12 \cdot 10^{-6}$
Чугун	$10 \cdot 10^{-6}$
Бронза	$17,6 \cdot 10^{-6}$
Алюминиевый сплав	$22 \cdot 10^{-6}$

Стандартное соответствие видов сопряжений и видов бокового зазора приведено в табл. 3.

Таблица 3. Виды сопряжений червяка с червячным колесом
при $m \geq 1$ мм

Вид сопряжения	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>H</i>
Вид допуска бокового зазора	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>h</i>

Вид сопряжения устанавливают в соответствии с табл. 4 независимо от степени точности по минимальному требуемому боковому зазору в зацеплении и межосевому расстоянию.

Примеры обозначения: 8-7-7-*B*, 7-6-6-*C*, 7-*C*. Допустимо изменение стандартного соответствия видов сопряжений и видов бокового зазора, например, 8-7-7-*Ba*.

Таблица 4. Гарантированный боковой зазор $j_{n \min}$ червячных передач при $m \geq 1$ мм

Вид сопряжения	Межосевое расстояние, a_w , мм					
	До 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400
<i>H</i>	0	0	0	0	0	0
<i>E</i>	30	35	40	46	52	57
<i>D</i>	46	54	63	72	81	89
<i>C</i>	74	87	100	115	130	140
<i>B</i>	120	140	160	185	210	230
<i>A</i>	190	220	250	290	320	360

Вторая часть таблицы содержит делительную толщину по хорде

$$\bar{s}_{a1} = 0,5\pi m \cos\gamma$$

с указанием предельных отклонений и высоту до хорды

$$\bar{h}_{a1} = m + 0,5 \bar{s}_{a1} \operatorname{tg} \left[0,5 \arcsin \left(\bar{s}_{a1} \frac{\sin^2 \gamma}{d_1} \right) \right].$$

Для передач с нерегулируемым межосевым расстоянием предельные отклонения делительной толщины витка \bar{s}_{a1} по хорде на базе наружного цилиндра вычисляют с использованием табл. 5 - 7 по формулам:

верхнее отклонение

$$E_{ss} = (E_{ss}^-)_I + (E_{ss}^-)_{II},$$

нижнее отклонение

$$E_{si} = E_{ss} + T_s$$

и указывают на чертеже со знаком минус $\bar{s}_{a1} \begin{matrix} -E_{ss} \\ -E_{si} \end{matrix}$.

Для червяков при $m < 1$ мм размеры витков обычно контролируют по измерительным роликам.

Третья часть таблицы содержит делительный диаметр червяка $d_1 = mq$, ход витка $p_{z1} = \pi m z_1$, обозначение чертежа сопряженного колеса.

Таблица 5. Наименьшее отклонение толщины витка червяка по хорде $(E_{ss}^-)_I$, мкм, при $m \geq 1$ мм. Слагаемое I

Вид сопряжения	Межосевое расстояние, a_w , мм					
	До 80	св. 80 до 120	св. 120 до 180	св. 180 до 250	св. 250 до 315	св. 315 до 400
<i>H</i>	0	0	0	0	0	0
<i>E</i>	32	38	42	48	56	60
<i>D</i>	48	56	67	75	85	95
<i>C</i>	80	95	105	120	130	140
<i>B</i>	130	150	170	200	220	240
<i>A</i>	200	220	260	300	340	380

Таблица 6. Наименьшее отклонение толщины витка червяка по хорде
 $(E_{ss}^-)_{II}$, мкм, при $m \geq 1$ мм. Слагаемое II

Степень точности по нормам плавности	Модуль m , мм	Межосевое расстояние, a_w , мм					
		До 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315	Св. 315 до 400
6	От 1 до 3,5	36	40	45	48	50	53
	Св. 3,5 до 6,3	40	42	45	50	53	56
	« 6,3 « 10	-	-	53	56	56	60
	« 10 « 16	-	-	-	63	67	71
7	От 1 до 3,5	60	63	71	75	80	85
	Св. 3,5 до 6,3	63	67	75	80	85	90
	« 6,3 « 10	-	-	85	90	95	100
	« 10 « 16	-	-	-	100	105	110
	« 16 « 25	-	-	-	-	130	130
8	От 1 до 3,5	90	90	110	120	130	140
	Св. 3,5 до 6,3	100	110	120	130	140	140
	« 6,3 « 10	-	-	130	140	150	160
	« 10 « 16	-	-	-	160	170	180
	« 16 « 25	-	-	-	-	200	210

Таблица 7. Допуски толщины витка червяков по хорде T_s , мкм, при $m \geq 1$ мм

Вид допуска бокового зазора	Допуски радиального биения червячного колеса F_r , мкм, (табл. 24)					
	Св.25 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 80	св. 80 до 100
h	38	42	50	60	70	90
d	48	55	65	75	90	110
c	60	70	80	95	110	140
b	75	85	100	120	140	170
a	95	110	130	150	180	220

Таблица 8. Допуски формы и расположения поверхностей червяка (рис.2)

Позиция условного знака допуска или размера на рис. 2	Вид допуска
1	Допуск цилиндричности $\approx 0,5t$, где t – допуск размера диаметра поверхности.
2	Допуск перпендикулярности базирующего торца вала $F_t \approx 3,2\sqrt[3]{d_{a1}}$, мкм, для 6-й степени точности по нормам контакта. Для более грубых степеней точности допуск увеличивают в геометрической прогрессии со знаменателем 1,25. Для более точных соответственно уменьшают в той же пропорции.
3	Допуск соосности посадочной поверхности (табл. 9).
4	Допуск радиального биения вершин витков червяка $F_{ar1} \approx 0,6 f_r$, где f_r – см. табл.10.
5	Допуск радиального биения вала под манжетой (табл.11)
6	Допуск соосности концевой участка вала $\approx 60/n$, мм. При $n < 1000 \text{ мин}^{-1}$ – допуск не указывают.
7	Допуск диаметра концевой участка вала (табл. 12).
8	Допуск параллельности шпоночного паза $\approx 0,5t_{\text{шп}}$; допуск симметричности шпоночного паза $\approx 4t_{\text{шп}}$, где $t_{\text{шп}}$ – допуск ширины шпоночного паза (табл. 13).
9	Поля допусков ширины шпоночного паза (табл. 14).
10	Допуск расположения шпоночного паза (табл. 15)
11	Допуск диаметра вала под манжетой – $h10^*$.

* Если при монтаже подшипника качения его внутреннее кольцо необходимо перемещать по поверхности вала под манжету, то поле допуска вала - $d9$.

Таблица 9. Допуски соосности посадочных поверхностей вала под подшипники качения на 1 мм длины в диаметральном выражении

Тип подшипника	Допуск соосности, мкм
Радиальный шариковый однорядный	0,4
Радиально-упорный шариковый однорядный	0,3
Радиальный с короткими цилиндрическими роликами	0,3
Конический роликовый	0,2

Таблица 10. Допуски радиального биения витка червяка f_r , мкм, при $m \geq 1$ мм

Делительный диаметр червяка, мм	Степень точности по нормам плавности		
	6	7	8
Св. 10 до 18	11,5	16	20
« 18 « 30	12	17	21
« 30 « 50	13	18	22
« 50 « 80	14	20	25
« 80 « 120	16	22	28
« 120 « 180	18	25	32

Таблица 11. Допуски радиального биения поверхности вала под манжетой

Частота вращения вала, мин ⁻¹	Радиальное биение не более, мм
До 1000	0,18
св. 1000 до 2000	0,15
св. 2000 до 3000	0,12
св. 3000 до 4000	0,10
св. 4000 до 5000	0,08
св. 5000	0,02

Таблица 12. Поля допусков диаметра концевой участка вала

Диаметр вала, мм	Поле допуска
До 50	<i>k6</i>
Св. 50 до 120	<i>m6</i>
Св. 120	<i>r6</i>

Таблица 13. Допуски ширины шпоночного паза

Ширина паза, мм	Допуск $t_{шп}$, мкм
Св. 3 до 6	30
« 6 « 10	36
« 10 « 18	43
« 18 « 30	52

Таблица 14. Поля допусков ширины паза призматических шпонок в неподвижных соединениях

Элемент соединения	Нагрузка	
	постоянная	реверсивная
Паз на валу	<i>N9</i>	<i>P9</i>
Паз в ступице	<i>JS9</i>	<i>P9</i>
Ширина шпонки	<i>h9</i>	

Таблица 15. Допуски размеров расположения шпоночного паза, мм

Высота шпонки h , мм	Допуск		
	для вала с закрытым пазом (рис.2) t_1	для вала с открытым пазом (рис.7) $(d_B - t_1)$	для ступицы (рис. 5) $(d_B + t_2)$
Св. 2 до 6	+ 0,1	- 0,1	+ 0,1
« 6 « 18	+ 0,2	- 0,2	+ 0,2
« 18 « 50	+ 0,3	- 0,3	+ 0,3

Примечание. Здесь t_1 – глубина шпоночного паза на валу, t_2 – глубина шпоночного паза в ступице.

Радиус галтели R или размер фаски $s \times 45^\circ$ шпоночного паза определяют в зависимости от размеров диаметра вала по табл. 16.

Таблица 16. Размеры галтели или фаски шпоночного паза, не более, мм

Диаметр вала или отверстия, мм	R или $s \times 45^\circ$
Св. 12 до 30	0,16 – 0,25
« 30 « 65	0,25 – 0,40
« 65 « 110	0,40 – 0,60

Для защиты рабочей кромки манжеты от повреждения или подвертывания при установке ее на валу необходимо предусмотреть заходную фаску с углом φ не более 30° (рис.2), и с меньшим диаметром d_ϕ , определяемым в зависимости от диаметра рабочей поверхности вала d по табл.17. Если заходную фаску выполнить не представляется возможным, то сборку манжеты осуществляют с помощью специальной монтажной втулки.

Таблица 17. Разность диаметров монтажной фаски (рис.2)

d , мм	$(d - d_\phi)$, мм	d , мм	$(d - d_\phi)$, мм
До 10	1,5	Св. 40 » 50	3,5
Св. 10 » 20	2,0	Св. 50 » 70	4,0
Св. 20 » 30	2,5	Св. 70 » 95	4,5
Св. 30 » 40	3,0	Св. 95 » 130	5,5

Параметры шероховатости поверхностей вала-червяка (рис.3) назначают в соответствии с табл. 18. Остальные свободные (нерабочие) поверхности торцов, фасок и т. д. выполняют с Ra 6,3.

Таблица 18. Значения параметра шероховатостей поверхностей Ra цилиндрических валов-червяков, мкм

Позиция знака шероховатости поверхности на рис.3	Степень точности по нормам плавности		
	6	7	8
1. Торцы заплечиков для базирования подшипников	0,32 – 0,63	0,63 – 1,25	1,25 – 2,50
2. Цапфы под подшипники класса точности 0 и нормальный при: d до 80 мм d св. 80 мм	1,25 2,5		
3. Вершины витков	1,25 – 2,5		
4. Рабочие поверхности витков	0,32 – ,63	0,63 – 1,25	0,63 – 2,50
5. Поверхность вала под уплотнение	Табл. 19		
6. Концевой участок вала	Табл. 20		
7. Поверхность фаски	2,5		
8. Шпоночный паз	Рабочие поверхности – Ra 3,2, остальные - Ra 6,3		

Таблица 19. Значения параметра шероховатостей поверхностей под уплотнения

Уплотнение	Параметр Ra , мкм, при окружной скорости поверхности вала, м/с	
	до 5	св. 5
Манжетное	0,63 – 0,32 полировать	0,32 – 0,16 полировать
Войлочное	0,8 – 1,6 полировать	-
Лабиринтное	3,2 – 6,3	

Примечание. Твердость поверхности вала для контактных уплотнений должна быть не менее 50 HRC с толщиной закаленного слоя не менее 0,3 мм.

Таблица 20. Значения параметра шероховатости поверхности
концевого участка вала, Ra , мкм

Интервалы размеров диаметра, мм	Квалитеты		
	6	7	8
До 50	0,4	0,4 – 0,8	0,8
Св. 50 до 500	0,8	0,8 – 1,6	1,6

2. Чертеж червячного колеса

На чертеже червячного колеса в правом верхнем углу приводят таблицу параметров зубчатого венца (рис.4).

Модуль	m	8
Число зубьев	z_2	31
Направление линии зуба	-	правое
Коэффициент смещения червяка	x	1,0
Исходный производящий червяк	-	ГОСТ 19036-94
Степень точности ГОСТ 3675-81	-	7-6-6-C
Межосевое расстояние	a_w	$160 \pm 0,038$
Делительный диаметр червячного колеса	d_2	240
Вид сопряженного червяка	-	ZK1
Число витков сопряженного червяка	z_1	2
Обозначение чертежа сопряженного червяка	ДМ 27-06.42.21	

Рис. 4

В первой части таблицы приводят модуль m , число зубьев z , направление линии зуба (совпадает с направлением линии витка червяка), коэффициент смещения червяка x , исходный червяк со ссылкой на ГОСТ 19036-94, степень точности по ГОСТ 3675-81.

Вторую часть таблицы (2 – 3 строки) оставляют свободной.

В третьей части таблицы указывают межосевое расстояние a_w с предельным отклонением в обработке $\pm 0,75 f_a$ (табл. 21); делительный диаметр колеса d_2 ; вид сопряженного червяка; число витков сопряженного червяка z_1 ; обозначение чертежа сопряженного червяка.

На чертеже червячного колеса (рис.5) указывают допуски формы и расположения поверхностей в соответствии с табл. 22.

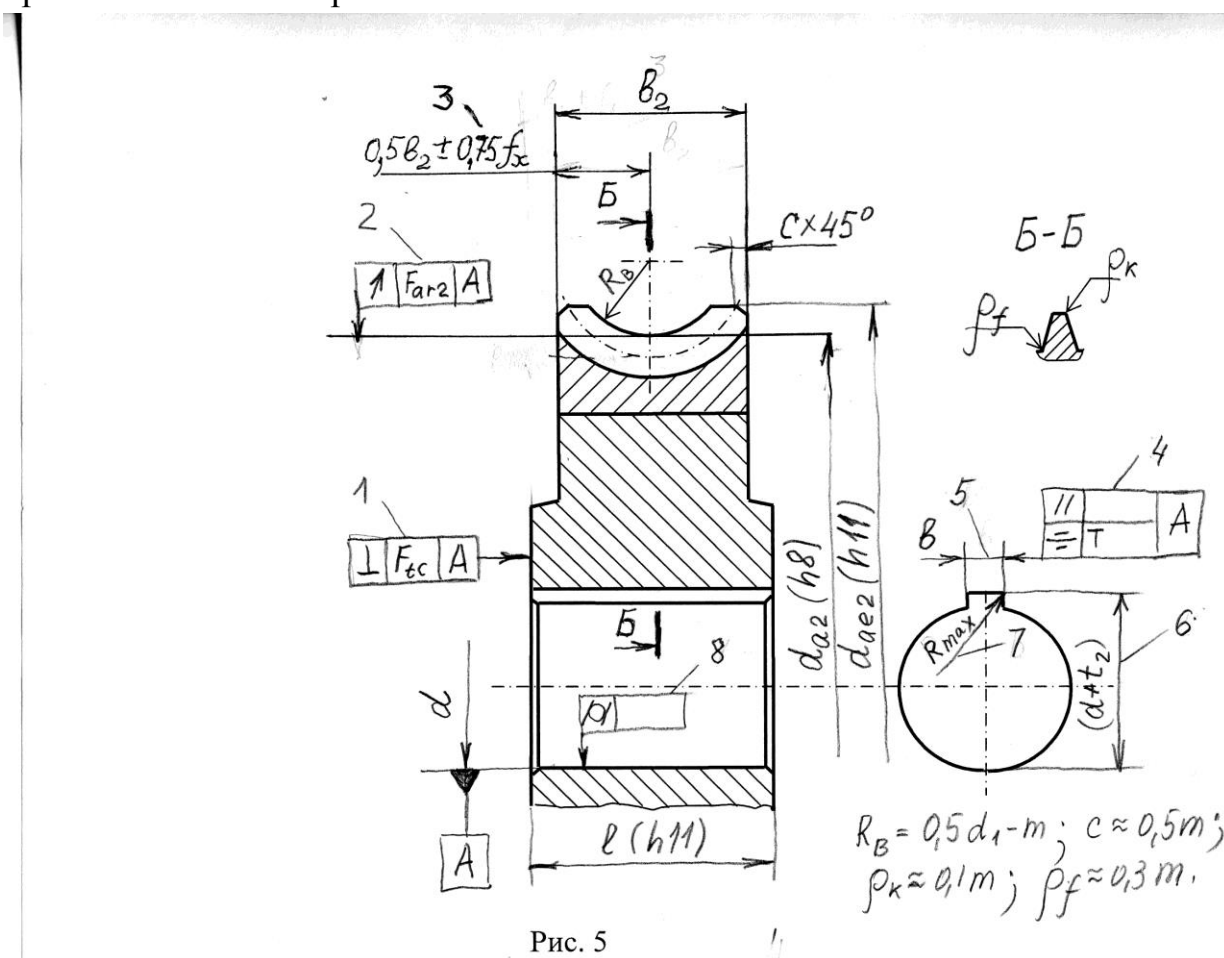


Рис. 5

Таблица 21. Предельные отклонения межосевого расстояния
в передаче $\pm f_a$, мкм, при $t \geq 1$ мм

Степень точности по нормам контакта	Межосевое расстояние, a_w , мм					
	До 80	св.80 до 120	св.120 до 180	св.180 до 250	св.250 до 315	св.315 до 400
6	28	32	38	42	45	50
7	45	50	60	67	75	80
8	71	80	90	105	110	125

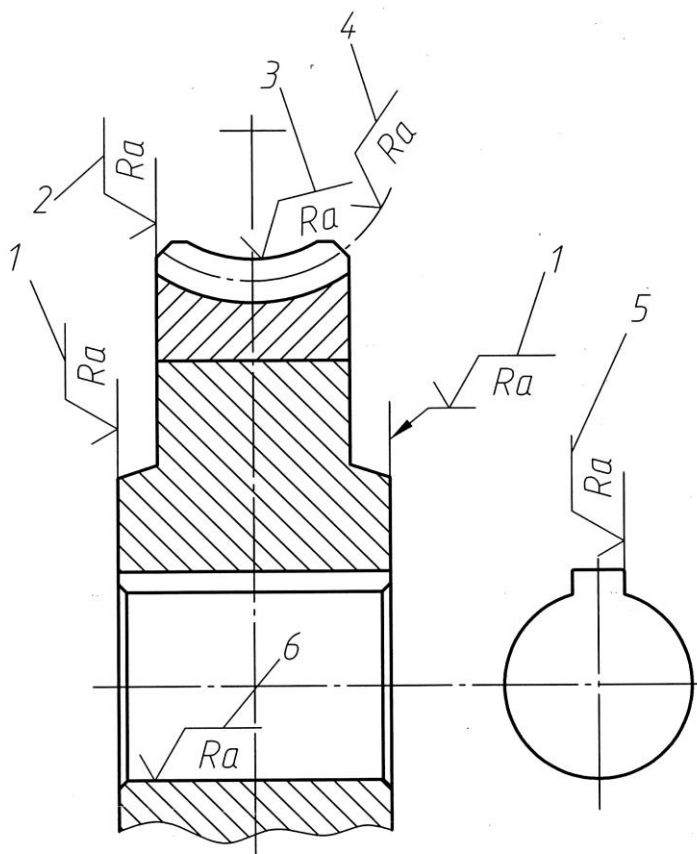


Рис.6

Таблица 22. Допуски формы и расположения поверхностей червячного колеса

Позиция условного знака допуска или размера на рис. 5	Допуск или размер
1	Допуск перпендикулярности торца ступицы F_{tc} назначают по табл. 23, при базировании роликовых подшипников
2	Допуск радиального биения вершин зубьев $F_{ar2} \approx 0,6 F_r$ на диаметре d_{a2} , где F_r – см. табл. 24
3	Допуск смещения средней плоскости червячного колеса (табл. 25)
4	Допуск параллельности шпоночного паза $\approx 0,5t_{шп}$; допуск симметричности шпоночного паза $\approx 4t_{шп}$, где $t_{шп}$ – допуск ширины шпоночного паза (табл. 13)
5	Поле допуска ширины шпоночного паза (табл. 14)
6	Допуск расположения шпоночного паза (табл. 15)
7	Радиус галтели или размер фаски (табл. 16)
8	Допуск цилиндричности посадочного отверстия колеса $\approx 0,5t$, где t – допуск размера поверхности

Радиус галтели R или размер фаски $s \times 45^\circ$ шпоночного паза определяют в зависимости от размеров диаметра отверстия по табл. 15.

Параметры шероховатости сопряженных и рабочих поверхностей червячного колеса (рис. 6) устанавливают в соответствии с табл. 26. Свободные (нерабочие) поверхности торцов, фасок и т. д. выполняют с Ra 6,3.

Таблица 23. Допуски параллельности и перпендикулярности

Интервалы размеров, мм	Допуски параллельности, перпендикулярности, мкм
Св. 16 до 25	10
« 25 « 40	12
« 40 « 63	16
« 63 « 100	20
« 100 « 160	25
« 160 « 250	30
« 250 « 400	40

Таблица 24. Допуски радиального биения червячного колеса F_r , мкм,
при $m \geq 1$ мм

Степень точности по нормам плавности	Модуль m , мм	Делительный диаметр колеса d_2 , мм	
		до 125	св. 125 до 400
6	От 1 до 3,5	25	36
	св. 3,5 до 6,3	28	40
	« 6,3 « 10	32	45
	« 10 « 16	-	50
7	От 1 до 3,5	36	53
	св. 3,5 до 6,3	40	56
	« 6,3 « 10	45	63
	« 10 « 16	-	71
8	« 16 « 25	-	80
	От 1 до 3,5	45	63
	св. 3,5 до 6,3	50	71
	« 6,3 « 10	56	80
	« 10 « 16	-	90
	« 16 « 25	-	100

Таблица 25. Предельные смещения средней плоскости червячного колеса в передаче $\pm f_x$, мкм, при $m \geq 1$ мм

Степень точности по нормам контакта	Межосевое расстояние, a_w , мм					
	До 80	св.80 до 120	св.120 до 180	св.180 до 250	св.250 до 315	св.315 до 400
6	22	25	28	32	36	40
7	34	40	45	50	56	60
8	53	63	71	80	90	100

Таблица 26. Значения параметра шероховатостей поверхностей Ra червячных колес, мкм

Позиция поверхности на рис.6	Степень точности по нормам плавности		
	6	7	8
1. Торцы ступицы	1,6 при $l/d < 0,7$; 3,2 при $l/d \geq 0,7$		
2. Торцы зубчатого венца	0,32 – 0,63	0,63 – 1,25	1,25 – 2,50
3. Вершины зубьев	1,25 – 2,50		
4. Рабочие поверхности зубьев	0,32 – 0,63	0,32 – 1,25	1,25 – 2,50
5. Отверстие в ступице *	0,16 – 0,63	0,32 – 1,25	0,63 – 2,50
6. Шпоночный паз	Рабочие поверхности – Ra 1,6, остальные - Ra 3,2		

* при сборке температурным деформированием – Ra 1,6 – 3,2

3. Чертеж вала червячного колеса

На чертеже вала (рис. 7) указывают допуски в соответствии с табл. 27. Допуски формы и расположения других элементов вала червячного колеса определяют по аналогии с валом-червяка (см. выше). Параметры шероховатости поверхностей вала червячного колеса (рис. 8) назначают в соответствии с табл. 31. Параметры шероховатости других поверхностей назначают по аналогии с подобными поверхностями вала-червяка. Свободные (нерабочие) поверхности торцов, фасок и т. д. выполняют с Ra 6,3.

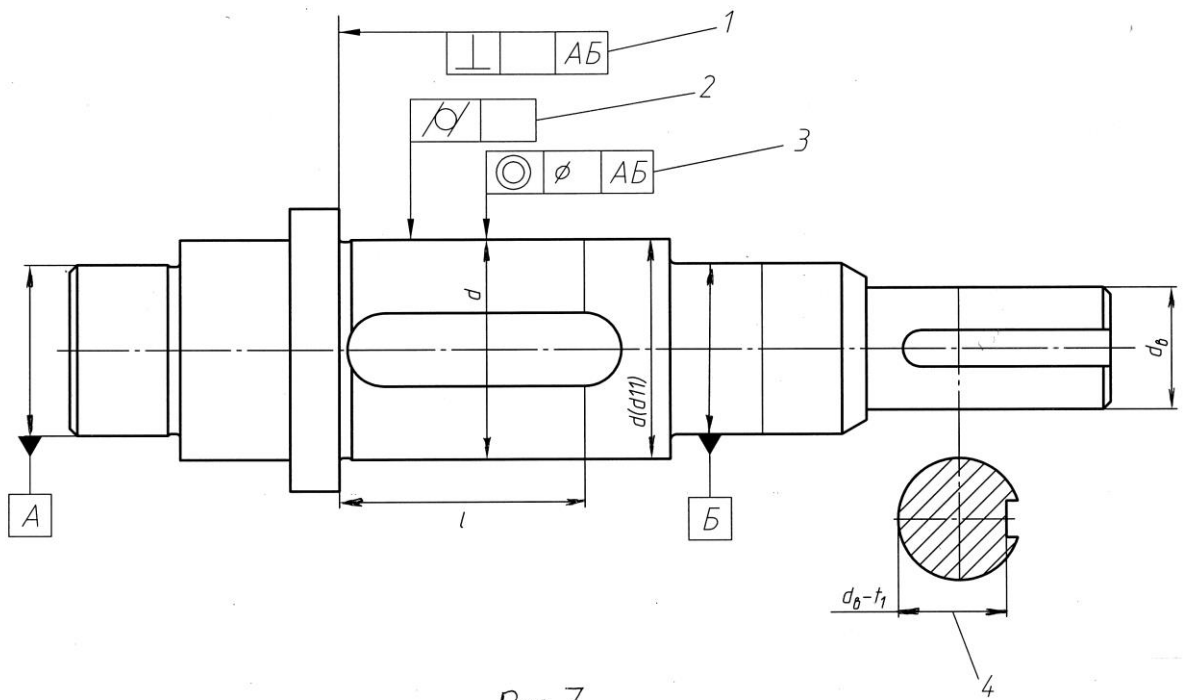


Рис. 7

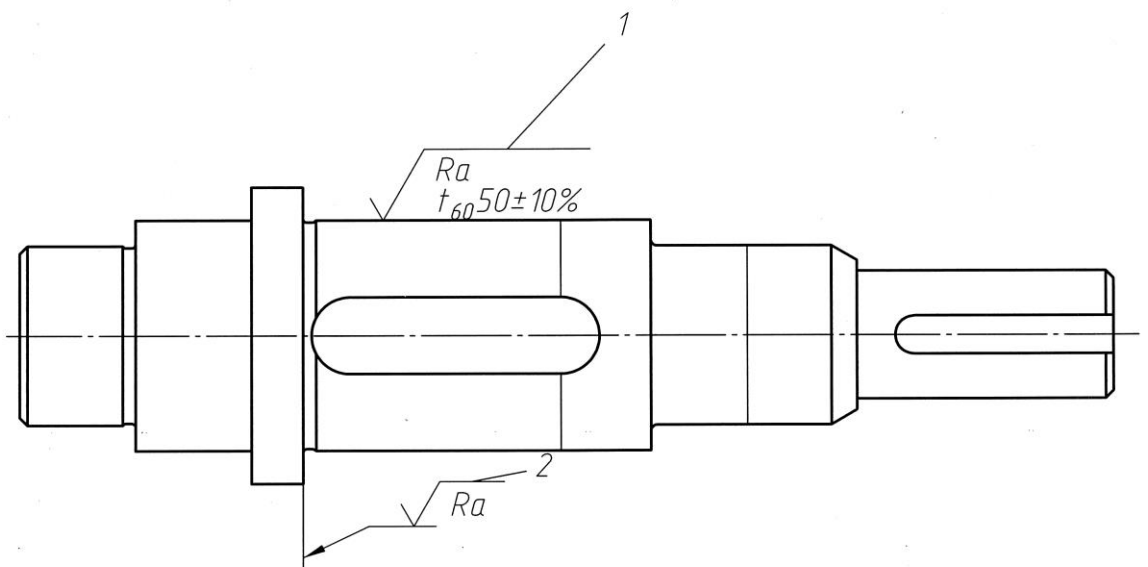


Рис. 8

Таблица 27. Допуски формы и расположения поверхностей
вала червячного колеса

Позиция условного знака допуска или размера на рис. 7	Допуск
1	Допуск перпендикулярности базового торца для ступицы назначают по табл. 28 только при $l/d < 0,7$.
2	Допуск цилиндричности посадочной поверхности вала под червячное колесо $\approx 0,5 t$, где t – допуск диаметра поверхности.
3	Допуск соосности по табл. 29 в зависимости от степени точности допуска табл. 30
4	Допуск расположения шпоночного паза (табл. 15)

Таблица 28. Допуски перпендикулярности базирующего торца, мкм

Интервалы размеров, мм	Степень точности, по нормам контакта		
	6	7,8	9
Св. 16 до 25	6	10	16
« 25 « 40	8	12	20
« 40 « 63	10	16	25
« 63 « 100	12	20	30
« 100 « 160	16	25	40
« 160 « 250	20	30	50
« 250 « 400	25	40	60

Таблица 29. Допуск соосности

Интервалы размеров, мм	Допуск соосности, мкм, при степени точности допуска		
	6	7	8
Св. 18 до 30	16	25	40
« 30 « 50	20	30	50
« 50 « 120	25	40	60
« 120 « 250	30	50	80

Таблица 30. Степень точности допуска соосности

Степень кинематической точности передачи	Степень точности допуска соосности при диаметре делительной окружности червячного колеса, мм		
	св. 50 до 125	св. 125 до 280	св.280 до 560
6	6	6	7
7	7	7	8
8	8	8	9

Таблица 31. Значения параметра шероховатостей поверхностей Ra вала червячного колеса, мкм

Позиции знака шероховатости поверхности на рис. 8	Ra , мкм
1. Поверхность вала под ступицей колеса	Табл. 32
2. Торцы заплечиков для базирования червячного колеса	1,6 при $l/d < 0,7$ 3,2 при $l/d \geq 0,7$

Таблица 32. Параметры шероховатости Ra поверхности вала под червячным колесом для квалитетов 6 и 7, мкм, не более

Сборка соединения	Номинальный диаметр вала, мм		
	До 50	Св.50 до 120	Св. 120 до 500
запрессовкой	0,4	0,8	1,6
температурным деформированием	1,6		

Литература

1. Мягков В.Д. и др. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х частях. - Л.: Машиностроение. 1982.
2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин.: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов. –11-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 496 с.
3. Заплетохин В.А. Конструирование деталей механических устройств: Справочник. – Л.: Машиностроение. 1990. – 669 с.: ил