



**Уральский
федеральный
университет**
имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

**Г.Л. Баранов
Ю.В. Песин**

ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

**Методические указания к курсовому
проектированию**

Электронное текстовое издание

**Екатеринбург
2011**

Составители: проф., д-р техн. наук Г.Л. Баранов,

доц. канд. техн. наук Ю.В. Песин

Научный редактор доц., канд. техн. наук В.П. Новоселов

Детали машин и основы конструирования. Методические указания к курсовому проекту: / Г.Л. Баранов, Ю.В. Песин. Екатеринбург: ФГАОУ ВПО УрФУ, 2011. 35 с.

Методические указания содержат необходимые справочные данные, методику расчета и условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей деталей машин, примеры выполнения рабочих чертежей типовых деталей. Могут быть использованы студентами механических специальностей всех форм обучения при выполнении курсовых проектов, а также при подготовке к экзаменам и зачетам по курсу “Детали машин и основы конструирования”.

Библиогр.: 3 назв. Рис.17. Табл.19.

Подготовлено кафедрой “Детали машин”

© “Уральский Федеральный университет”

© Г.Л. Баранов, Ю.В. Песин, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	5
2. ВАЛЫ И ОСИ	7
3. ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА.....	14
4. КРЫШКИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ	18
5. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ РЕДУКТОРОВ.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	32
ПРИЛОЖЕНИЯ	33

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект по курсу «Детали машин и основы конструирования» является первой самостоятельной работой, выполняемой студентом под контролем преподавателя. Цель работы – приобретение навыков выполнения расчетов и освоение основ конструирования на базе выполнения технического проекта привода машины.

Работа над курсовым проектом включает этапы, представленные на следующей схеме (рис. 1).

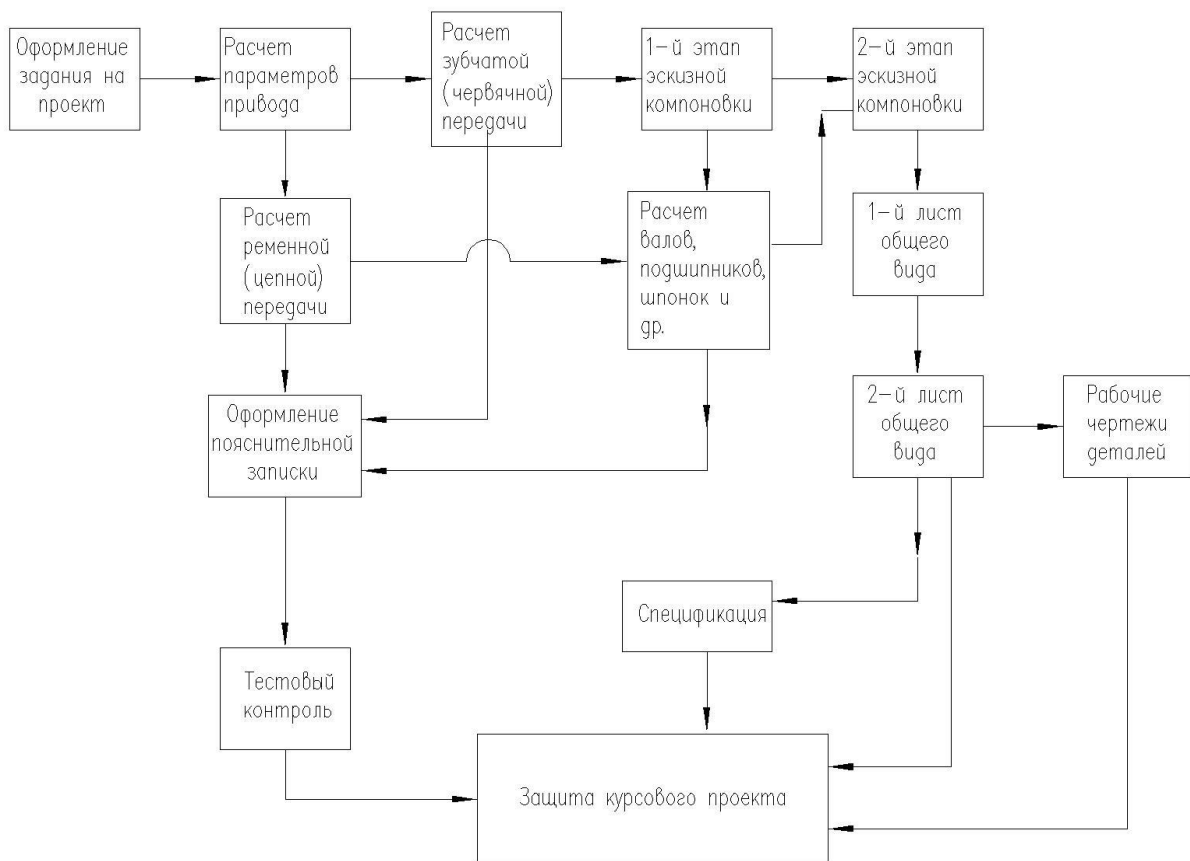


Рис. 1. Структурная схема выполнения проекта

Привод машины в общем случае состоит из двигателя, соединительных муфт, редуктора, цепной или ременной передачи и ведущего вала исполнительного механизма, установленных на сварной раме.

Проектирование является творческим процессом, здесь одна и та же задача может быть решена различными путями и может иметь принципиальные конструктивные отличия. Процесс проектирования заключается в отыскании наиболее рационального инженерного решения во время расчетных и конструктивных поисков. Желательно создать привод, имеющий малые габариты и массу, минимальное отклонение от скорости рабочего органа, предусмотренной техническим заданием.

1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из графической части и расчетно-пояснительной записки. Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах формата А4. Графическая часть и расчетно-пояснительная записка выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД и СТП. К расчетно-пояснительной записке прикладывается спецификация.

Рекомендуется следующий порядок выполнения курсового проекта:

- в соответствии с заданием выбираются исходные данные на курсовой проект;
- подбирается учебно-методическая и справочная литература;
- производится расчет потребной мощности двигателя, выбирается электродвигатель с ближайшей большей стандартной мощностью;
- для выбранного электродвигателя определяется передаточное отношение привода;
- в соответствии с заданием определяются параметры зубчатых, клиноременной или цепной передач;
- производится выбор соединительных муфт;
- производится выбор и расчет подшипников качения
- вычерчивается в масштабе эскизная компоновка привода;
- производятся проверочные расчеты подшипников качения на долговечность и уточненные расчеты одного из валов механизма на прочность;

- вычерчиваются все необходимые проекции редуктора;

- сборочный чертеж должен содержать необходимые размеры, номера позиций сборочных единиц и деталей, входящих в изделие, технические характеристики изделия, технические требования по сборке и регулировке отдельных узлов и изделия в целом. На сборочном чертеже проставляются следующие размеры: габаритные, округленные до нормального ряда чисел; межосевые расстояния, присоединительные и установочные. Присоединительные и установочные размеры включают размеры опорных поверхностей, координаты расположения отверстий под крепежные болты, диаметр этих отверстий, зазоры между торцами деталей, размеры диаметров и длин участков валов в их соединении с муфтами, их допуски и посадки. Основные размеры округляются до стандартных значений по ряду;

- оформляются расчетно-пояснительная записка и спецификация. В расчетно-пояснительной записке приводятся все проектные расчеты, необходимые для выполнения сборочного чертежа. Спецификация составляется на все сборочные узлы и детали.

Погрешности формы и расположения поверхностей появляются в процессе обработки деталей вследствие деформаций оборудования, инструмента, заготовки, неоднородности материала заготовки и т.д. Эти погрешности могут оказывать вредное влияние на работоспособность деталей машин. На рабочих чертежах деталей указывают допуски формы и расположения поверхностей. К наиболее ответственным поверхностям относятся посадочные поверхности валов и корпусных деталей, предназначенные для установки подшипников, посадочные и торцевые поверхности валов и зубчатых (червячных) колес, обеспечивающие нормы кинематической точности и нормы контакта для зубчатых и червячных передач. С целью ограничения возможной неуравновешенности вращающихся деталей для их посадочных поверхностей назначают допуски соосности.

Допуски формы и расположения поверхностей указывают на чертежах условными обозначениями в соответствии с ГОСТ 2.308-79. Эти обозначения

состоят из графического символа, обозначающего вид допуска, числового значения допуска в миллиметрах и буквенного обозначения базы или поверхности, с которой связан допуск расположения. На чертежах условные обозначения указывают в прямоугольных рамках (рис. 2). С элементом, к которому относится допуск, рамку соединяют сплошной тонкой линией, оканчивающейся стрелкой. Эту линию называют соединительной.

Базы обозначают зачерненным равносторонним треугольником, высота которого равна высоте размерных чисел. Если базой является поверхность, то основание треугольника располагается на контурной линии поверхности или на ее продолжении. В этом случае соединительная линия не может быть продолжением размерной линии. В случае если базой является ось или плоскость симметрии, соединительная линия должна быть продолжением размерной линии. Ниже рассмотрены особенности формирования условных обозначений допусков форм и расположения поверхностей для типовых деталей.

2. ВАЛЫ И ОСИ

Рабочей осью вала является его общая ось. Общей осью называется прямая линия, проходящая через точки пересечения каждой из осей посадочных поверхностей для подшипников со средними поперечными сечениями этих поверхностей. На рис. 2 общая ось - это ось посадочных поверхностей А и Б. На чертеже вала задаются требования к точности изготовления его элементов. Числовые значения допусков формы и расположения поверхностей вала зависят от назначения поверхностей.

Допуск цилиндричности (рис.2, поз.1 и 2) посадочных поверхностей вала для подшипников качения и деталей, установленных с натягом, определяют по формуле

$$T_{\varphi} = 0.5 t, \quad (1)$$

где t – допуск размера посадочной поверхности (табл. 1).

Допуски соосности посадочных поверхностей подшипников (рис. 2, поз.3), зубчатых и червячных колес (рис. 2, поз.4) зависят от степени точности допуска n_c (табл. 2). Последняя для подшипников определяется по табл. 3, для зубчатых и червячных колес – по табл. 4 в зависимости от степени кинематической точности передачи n_k .

Допуски соосности посадочных поверхностей для полумуфты, шкива, звездочки (рис. 2, поз.5) задаются при частоте вращения вала $n > 1000 \text{ мин}^{-1}$ и определяются по формуле $T_{\odot}=60/n$, мм. Если перечисленные детали установлены на валу с натягом, то для посадочной поверхности вала вводится допуск цилиндричности, определяемый по формуле 1.

Таблица 1

Значения допусков по ГОСТ 25346-89, мкм

Интервал размеров, мм	Квалитет									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
От 3–6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300
6–10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360
10–18	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430
18–30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520
30–50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620
50–80	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740
80–120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870
120–180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
180–250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150
250–315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300
315–400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400
400–500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550

Допуск радиального биения поверхности вала, контактирующей с манжетой (рис. 2, поз. 6), зависит от частоты вращения вала и принимается

$T_s=0.18$ мм при $n<1000$ мин⁻¹, $T_s=0.15$ мм при n от 1000 до 2000 мин⁻¹ и $T_s=0.12$ мм при n от 2000 до 3000 мин⁻¹.

Таблица 2

Допуски соосности поверхностей для подшипников, зубчатых и червячных колес, мкм

Интервал размеров, мм	Степень точности допуска n_c				
	5	6	7	8	9
От 18–30	10	16	25	40	60
30–50	12	20	30	50	80
50–120	16	25	40	60	100
120–250	20	30	50	80	120
250–400	25	40	60	100	160

Таблица 3

Степень точности допуска соосности для подшипников качения

Тип подшипника	n_c
Шариковый радиальный и радиально-упорный однорядный	7
Двухрядный сферический	7
С короткими цилиндрическими роликами	6
Роликовый конический	5

Допуск перпендикулярности базового торца для подшипника качения (рис. 2, поз. 8) определяют по табл. 5, принимая степень точности допуска 8 для шариковых и 7 для роликовых подшипников. Допуск перпендикулярности базового торца для зубчатых и червячных колес (рис. 2, поз. 7) задают только при установке на вал узких колес ($l/d<0.7$). В этом случае величину допуска определяют по табл. 5, принимая степень точности допуска перпендикулярности по табл. 6 в зависимости от степени точности передачи по нормам контакта.

Таблица 4

Степень точности допуска соосности для зубчатых и червячных колес

n_k	Диаметр делительной окружности, мм		
	50–125	125–280	280–560
6	5/6	5/6	6/7
7	6/7	6/7	7/8
8	7/8	7/8	8/9
9	7/8	8/9	8/9

Таблица 5

Допуски параллельности и перпендикулярности

Интервал размеров, мм	Степень точности допуска			
	6	7	8	9
От 16–25	6	10	16	25
25–40	8	12	20	30
40–63	10	16	25	40
63–100	12	20	30	50
100–160	16	25	40	60
160–250	20	30	50	80
250–400	25	40	60	100

Таблица 6

Степень точности допуска перпендикулярности для зубчатых
и червячных колес

Тип колеса	Степень точности передачи по нормам контакта		
	6	7,8	9
Зубчатое	5	6	7
Червячное	6	7	8

Допуски симметричности и параллельности шпоночного паза пропорциональны допуску ширины шпоночного паза $t_{\text{шп}}$, определяемого по табл. 1 в зависимости от ширины шпоночного паза и качества допуска размера:

$$T_{//} = 0.5 t_{\text{шп}}, T_{\equiv} = 2 t_{\text{шп}}.$$

Полученные значения допусков формы и расположения поверхностей должны округляться до ближайшего числа из следующего ряда, мкм: 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.

Примеры чертежей вала и вал-шестерни приведены на рис. 3 и рис. 4.

Пример расчета допусков вала

Исходные данные

Для вала, представленного на рис. 3, определить допуски формы и расположения поверхностей. Вал установлен на шарикоподшипниках радиальных однорядных с внутренним диаметром 140 мм. Диаметр посадочной поверхности под зубчатое колесо $d = 150$ мм, длина посадочной поверхности $l = 180$ мм. Диаметр делительной окружности зубчатого колеса $d_w = 548$ мм. Степень точности зубчатой передачи 8-В по ГОСТ 1643-81. Частота вращения вала $n = 400 \text{ мин}^{-1}$.

Решение

1. Допуски цилиндричности:

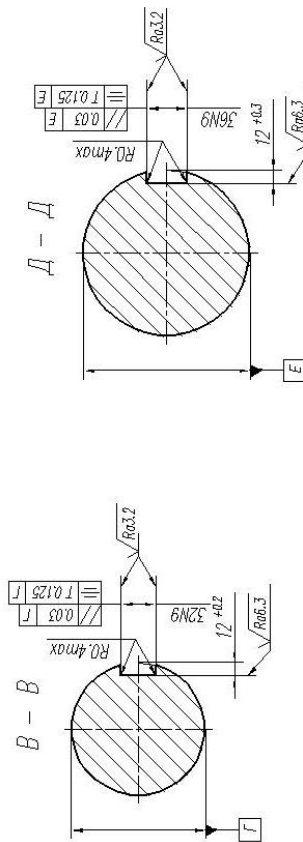
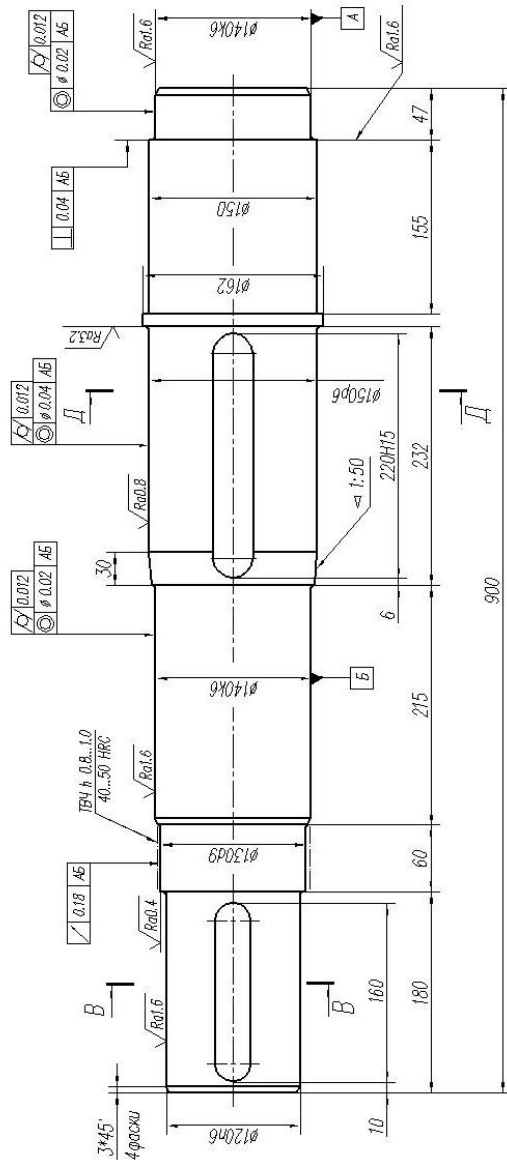
Для посадочной поверхности вала под подшипник $\Phi 140k6$ (поз.1) –
 $t = 25$ мкм (см. табл.1), $T_{\text{ср}} = 0.5 t = 0.5 \cdot 25 = 12.5$ мкм. После округления
 $T_{\text{ср}} = 0.012$ мм.

Для посадочной поверхности вала под зубчатое колесо $\Phi 150p6$ (поз. 2) –
 $t = 25$ мкм, $T_{\text{ср}} = 0.5 t = 0.5 \cdot 25 = 12.5$ мкм. После округления $T_{\text{ср}} = 0.012$ мм.

2. Допуски соосности:

600 00051/ 0011

√Ra12.5 (✓)



1703.715000.009		Вал		ПК 109		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал		ПК 109		1:2.5		1:2.5	
Вал							

Для посадочной поверхности вала под шарикоподшипник $\Phi 140k6$ (поз. 3) степень точности допуска соосности $n_c=7$ (табл. 3). Допуск соосности определим по табл. 2: $T_{\odot} = 0.05$ мм.

Для посадочной поверхности вала под зубчатое колесо $\Phi 150p6$ (поз. 4) степень точности допуска соосности определим по заданной кинематической точности передачи $n_k=8$ с учетом диаметра делительной окружности зубчатого колеса: $n_c=8$ (табл. 4). Далее находим допуск по табл.2: $T_{\odot}=0.08$ мм.

Учитывая, что $n < 1000 \text{ мин}^{-1}$ допуск соосности для хвостовика вала (поз. 5) не назначаем.

3. Допуск радиального биения поверхности вала, контактирующей с манжетой (поз. 6), $T_r = 0.18$ мм при $n < 1000 \text{ мин}^{-1}$.

4. Допуск перпендикулярности базового торца диаметром 150 мм для подшипника качения (поз. 8) определим по табл. 5, принимая степень точности допуска 8 для шариковых подшипников: $T_{\perp} = 0.04$ мм.

Допуск перпендикулярности базового торца диаметром 162 мм для зубчатого колеса (поз.7) не назначаем, учитывая, что $l/d > 0.7$.

5. Допуски симметричности и параллельности шпоночного паза пропорциональны допуску ширины шпоночного паза $t_{\text{шп}}$. Ширина шпоночного паза на хвостовике вала $B=32$ мм. Для 9-го качества допуска размера допуск ширины шпоночного паза определим по табл. 1: $t_{\text{шп}} = 62$ мкм.

Далее вычислим $T_{\text{||}} = 0.5 t_{\text{шп}} = 0.5 \cdot 62 = 31$ мкм, $T_{\text{==}} = 2 t_{\text{шп}} = 2 \cdot 62 = 124$ мкм.

После округления получим $T_{\text{||}} = 0.03$ мм, $T_{\text{==}} = 0.125$ мм.

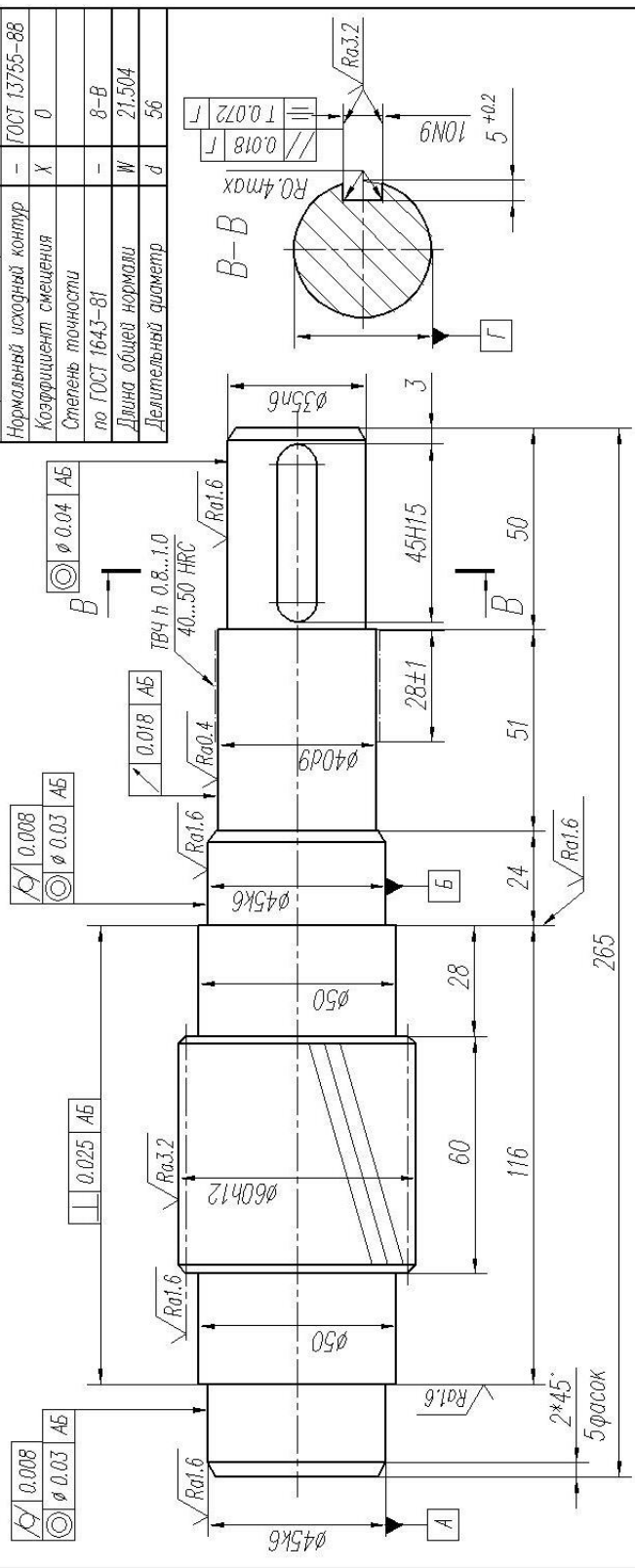
3. ЗУБЧАТЫЕ КОЛЕСА

На рис. 5 показаны условные обозначения допусков форм и расположения поверхностей на чертеже зубчатого колеса.

1703.721420.010

√Ra6.3(✓)

Модуль	m	2
Число зубьев	Z	27
Угол наклона	β	15°1'33"
Направление линии зуба		Левое
Нормальный исходный контур		ГОСТ 13755-88
Коэффициент смещения	X	0
Степень точности		
по ГОСТ 1643-81		8-B
Длина общей нормали	W	21.504
Делительный диаметр	d	56



1. 235...262 HB, кроме места, указанного особо

- 2. Общие радиусы ГОСТ 30893.2-тК
- 3. Неуказанные радиусы скруглений 1.5 мм
- 4. Острые кромки притупить

1703.721420.010			
Вал-шестерня		Лист	Масштаб
		ПК	1:1
		Лист	Листов 1
		УТВ-УПМ Коредра	
		Детали машин	

Рис. 4. Пример чертежа вала-шестерни

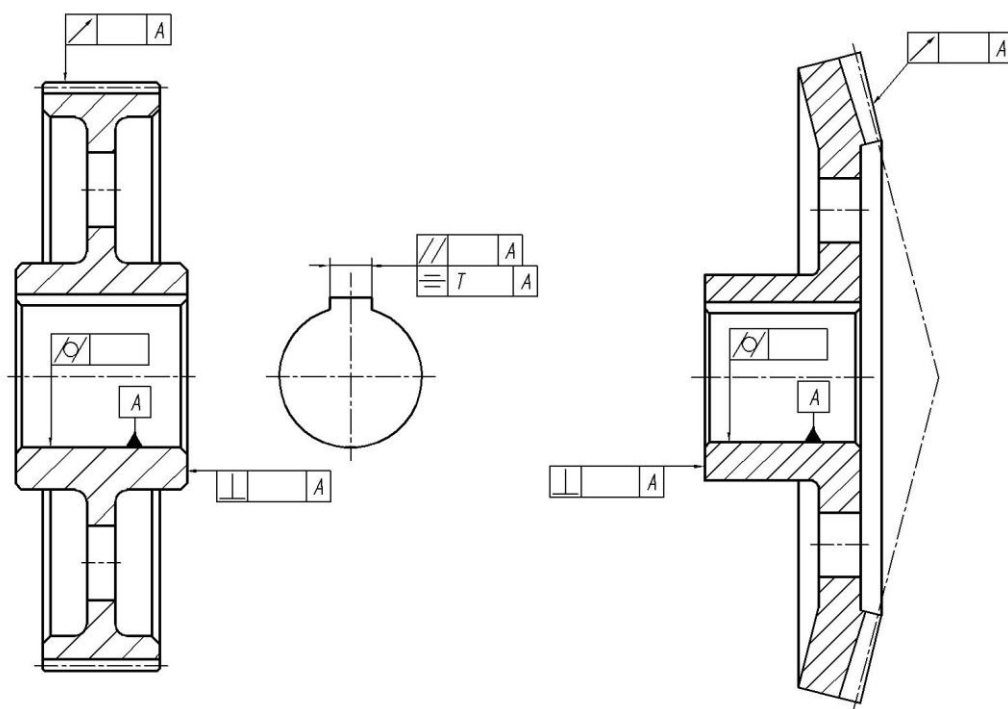


Рис. 5. Размещение обозначений допусков форм и расположения поверхностей на чертежах зубчатых колес

Допуск цилиндричности посадочной поверхности назначают для снижения концентрации контактных давлений. Числовое значение допуска определяют по формуле (1).

Допуск перпендикулярности торца ступицы задают для уменьшения перекоса кольца подшипника, взаимодействующего с торцом ступицы через дистанционную втулку.

Этот допуск вводится при выполнении условия $l/d \geq 0.7$, где l – длина ступицы, d – диаметр посадочного отверстия. Допуск относится к диаметру ступицы. Если у колеса отсутствует ступица, то допуск относят к условному диаметру $d' = (1.5 \dots 2) d$. Величину допуска определяют по табл. 5. Степень точности допуска принимают при базировании шариковых подшипников – 8, роликовых – 7. Если торцы ступиц не используют для базирования подшипников, то допуск перпендикулярности для них не назначают.

Таблица 7

Допуск радиального биения наружного цилиндра зубчатого колеса

Вид сопряжения зубьев	T_r , мкм
<i>A</i>	$0.45F_r + 8$
<i>B</i>	$0.55F_r + 10$
<i>C</i>	$0.6F_r + 12$

Таблица 8

Допуск на биение зубчатого венца F_r

n_k	m , мм	Делительный диаметр колеса, мм		
		до 125	св. 125 до 400	св. 400 до 800
6	От 1–3.5	25	36	45
	3.5–6.3	28	40	50
	6.3–10	32	45	56
	10–16	-	50	63
7	1–3.5	36	50	63
	3.5–6.3	40	56	71
	6.3–10	45	63	80
	10–16	-	71	90
8	1–3.5	45	63	80
	3.5–6.3	50	71	90
	6.3–10	56	80	100
	10–16	-	90	112

Допуск радиального биения T_r наружного цилиндра цилиндрического зубчатого колеса назначают в случае использования этого цилиндра в качестве базы при установке колеса на станок, а также для контроля размеров зуба (например, толщины зуба по постоянной хорде). Величина допуска радиального биения зависит от вида сопряжения зубьев (табл. 7) и допуска на

биение зубчатого венца F_r , который определяют по табл. 8 в зависимости от степени кинематической точности передачи n_k и модуля m . Полученное по формулам табл. 7 числовое значение допуска округляют до ближайшего стандартного.

Допуск на биение конуса вершин конического зубчатого колеса рассчитывают по формуле $T_r = 0.6 F_r$, где F_r определяют по табл. 8.

Допуски симметричности и параллельности шпоночного паза назначают так же как для шпоночного паза на валу. На рис. 6 и рис. 7 приведены примеры чертежей цилиндрического и конического зубчатых колес.

4. КРЫШКИ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

Назначение допусков формы и расположения поверхностей рассмотрим на примере торцевой крышки (рис. 8). Допуск параллельности торцов крышки задают при базировании подшипника качения по торцу крышки (табл. 5). Базовым размером является диаметр фланца крышки ($\Phi 126$ на рис. 8). Степень точности допуска при базировании шариковых подшипников – 9, роликовых – 8. Допуск соосности отверстия под манжету назначают по табл. 2 для 8-й степени точности допуска. Базовым размером является диаметр отверстия под манжету ($\Phi 65H8$ на рис. 8).

Позиционный допуск задают для обеспечения сборки резьбового соединения в случае, когда отверстия для винтов в крышке и в корпусе сверлят независимо друг от друга. Величину допуска рассчитывают по формуле

$$T_{\oplus} = 0.4 (d_{\text{отв}} - d_{\text{в}}),$$

где $d_{\text{отв}}$ – диаметр отверстия для винта (на рис. 8 $d_{\text{отв}} = 9$ мм), $d_{\text{в}}$ – диаметр винта.

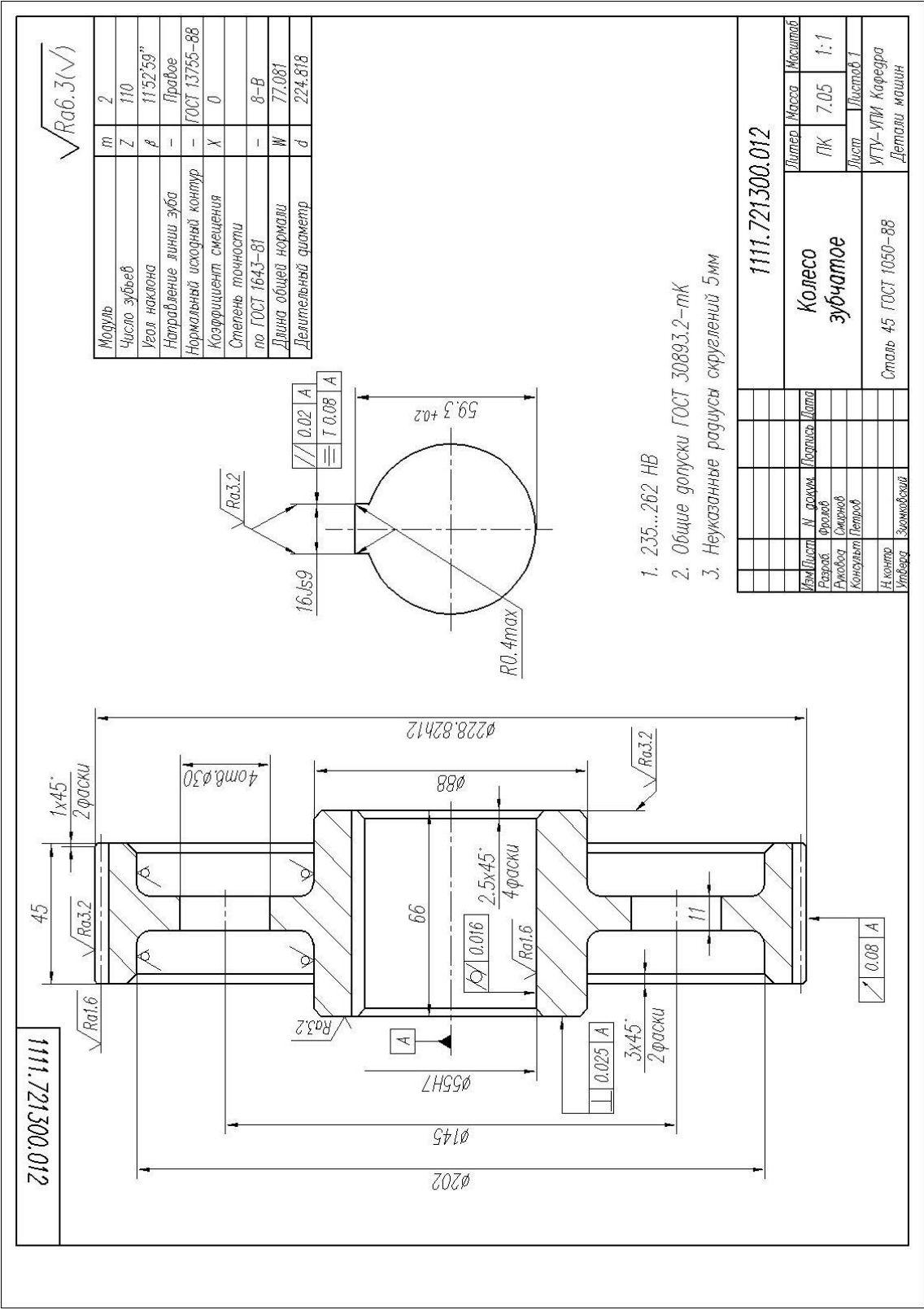


Рис. 6. Чертеж цилиндрического зубчатого колеса

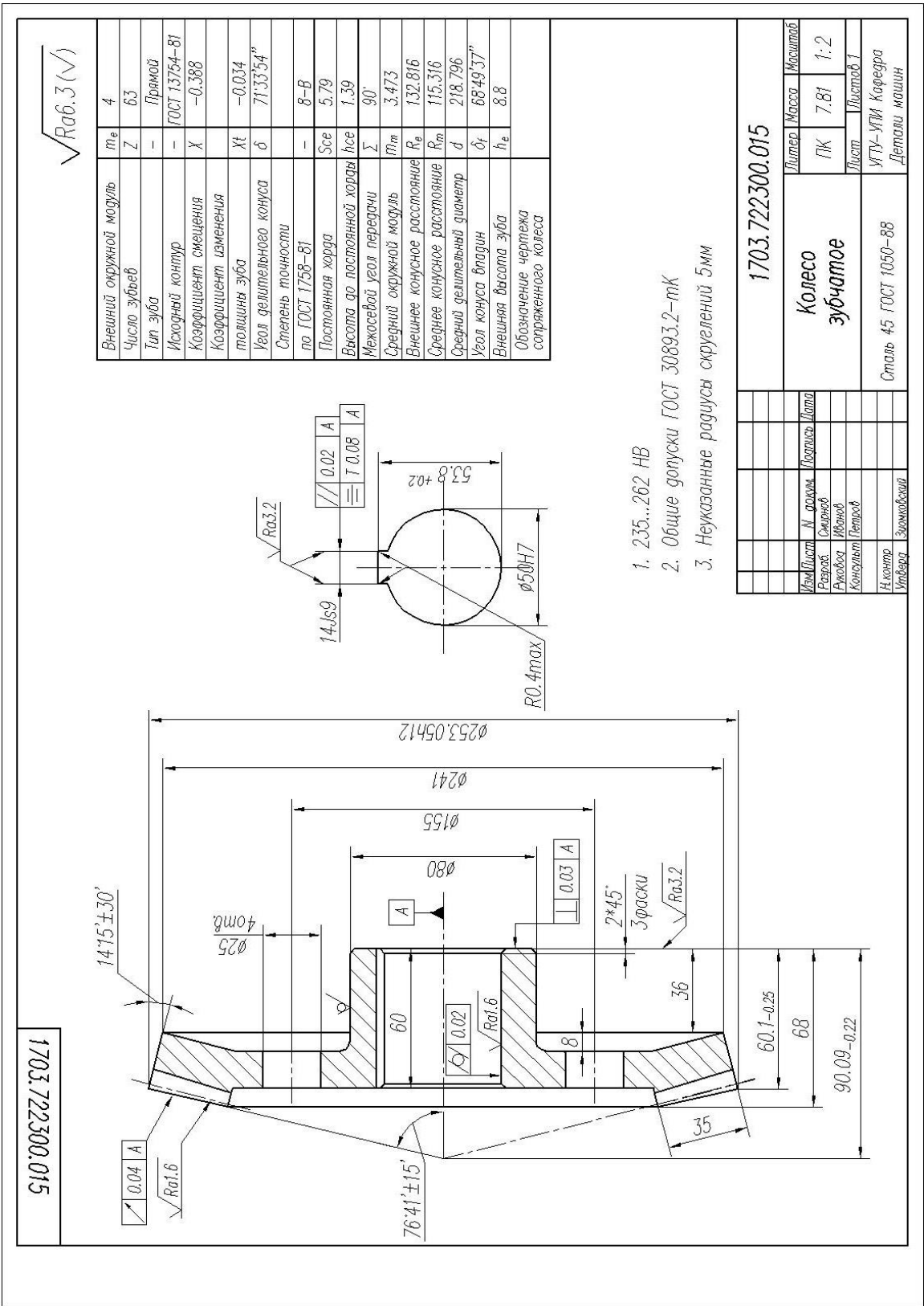


Рис.7. Чертеж конического зубчатого колеса

Таблица 9

Размеры посадочного отверстия в крышке, мм

h_m	5	7	10	12	15
h_1	6.5	8.5	12	14.5	18.5
h_2	1.0	1.0	1.5	2.0	2.5

Глубина h_1 и фаска h_2 посадочного отверстия в крышке для установки уплотнения в зависимости от высоты манжеты h_m должны соответствовать значениям, указанным в табл. 9. Угол фаски выбирают в диапазоне от 15° до 30° .

5. КОРПУСНЫЕ ДЕТАЛИ РЕДУКТОРОВ

На рабочих чертежах корпусных деталей требуется проставлять шероховатость поверхностей, размеры, поля допусков в соответствии со сборочным чертежом, допуски формы и расположения поверхностей (рис. 9, рис. 10). Допускаемые отклонения межосевых расстояний приведены в табл. 10, а допускаемые отклонения Δh высоты расположения осей валов – в табл. 11.

Высота расположения оси вала H – это расстояние, измеренное между осью вала и опорной плоскостью редуктора. Пример простановки высоты расположения оси вала с допускаемым отклонением показан на рис. 9 и на примере оформления рабочего чертежа корпуса.

Допуск параллельности или перпендикулярности оси вращения тихоходного вала относительно опорной поверхности корпуса (рис. 10, поз.1) и допуск плоскостности (рис. 9 и 10, поз. 4) опорной поверхности корпуса определяются по табл. 12. Допуски расположения осей остальных валов редуктора задаются относительно оси тихоходного вала (рис. 9 и 10, поз. 2 и 3), (табл. 13).

Для ограничения перекоса колец подшипников качения задают допуски перпендикулярности и соосности посадочных поверхностей подшипников. При использовании в конструкции накладных крышек подшипниковых узлов

допуск перпендикулярности (рис. 10, поз. 5, 6 и 7) назначают по ГОСТ 24643-81 (табл. 14), принимая для шариковых подшипников 9-ю степень точности, а для роликовых – 8. Допуск соосности (рис. 10, поз. 8) принимают по табл. 15 в соответствии с ГОСТ 24643-81, а степень точности по табл. 3 в зависимости от типа подшипника.

Таблица 10

Допускаемое отклонение межосевого расстояния $\pm f_a$, мкм (ГОСТ 1643-81)

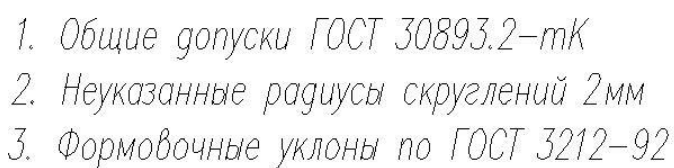
Вид сопряжения зубьев	Межосевое расстояние, мм							
	до 80	80–125	125–180	180–250	250–315	315–400	400–500	500–630
<i>D</i>	22	28	20	35	40	45	50	55
<i>C</i>	35	45	50	55	60	70	80	90
<i>B</i>	60	70	80	90	100	110	120	140
<i>A</i>	100	110	120	140	160	180	200	220

Кольца подшипников качения очень податливы, поэтому для ограничения искажения формы дорожек на посадочные поверхности отверстий корпусных деталей задают допуск круглости и профиля продольного сечения (ГОСТ 3325-85) или цилиндричности (рис. 10, поз. 9). По ГОСТ 24643-81 при нормальной геометрической точности допуск цилиндричности можно назначать 0.6 от допуска размера, приведенного в табл. 1.

Таблица 11

Предельные отклонения высоты осей Δh по ГОСТ 24386-91

Высоты расположения осей H , мм	Предельные отклонения, мм			
	от 25–50	50–250	250–630	630–1000
Верхнее	0	0	0	0
Нижнее	-0,4	-0,5	-1,0	-1,5



					1111.711300.004			
					Крышка подшипника	Литер	Масса	Масштаб
Изм	Лист	N докум.	Подпись	Дата		ПК	1.06	1:1
Разраб.	Смирнов							
Руковод	Иванов							
Консульт	Петров					Лист	Листов 1	
					СЧ 15 ГОСТ 1412-85	УГТУ-УПИ Кафедра Детали машин		
Н. контр								
Утверд	Зиомковский							

23

Таблица 12

Значения допусков по ГОСТ Р 50891-96

Интервалы номинальных размеров, мм	от 63– 100	100– 160	160– 250	250– 400	400– 630	630– 1000
$T_{//}$ и T_{\perp} , мкм	200	250	300	400	500	600
T_{\square}	80	100	120	160	200	250

Таблица 13

Допуск параллельности осей валов, мкм

Степень точности передачи по нормам контакта	Ширина зубчатого колеса, мм			
	до 40	40–100	100–160	160–250
6	9	12	16	20
7	11	16	20	25
8	18	25	32	40
9	28	40	50	63

Таблица 14

Значения допуска перпендикулярности боковых поверхностей корпуса
относительно оси отверстий, мкм

Степень точности	Нормируемый размер, мм						
	25–40	40–63	63–100	100–160	160–250	250–400	400–630
8	20	25	30	40	50	60	80
9	30	40	50	60	80	100	120

Таблица 15

Допуски соосности посадочных поверхностей подшипников, мкм

Степень точности	Интервалы номинальных размеров, мм				
	От 30–50	50–120	120–250	250–400	400–630
5	6	8	10	12	16
6	10	12	16	20	25
7	16	20	25	30	40

Таблица 16

Размеры элементов отверстий, мм

d_p	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
d_o	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33	39
D_o	18	22	26	30	33	36	40	43	48	52	61	71

Таблица 17

Позиционные допуски осей крепежных отверстий, мм (ГОСТ 14140-81)

Вид крепления	Зазор для прохода крепежной детали ($d_o - d_p$)		
	1	2	3
Крепление болтами (рис. 11, а)	0.8	1.6	2.4
Крепление винтами (рис. 11, б)	0.4	0.8	1.2

Размеры элементов отверстий и опорных поверхностей D_o под крепежные детали с нормальным размером под ключ и под шайбы приведены в табл. 16 и на рис. 9 и рис. 10, а позиционные допуски расположения осей этих отверстий (рис. 10, поз. 10) приведены в табл. 17. Обозначения диаметров d_p и d_o показаны на рис. 10.

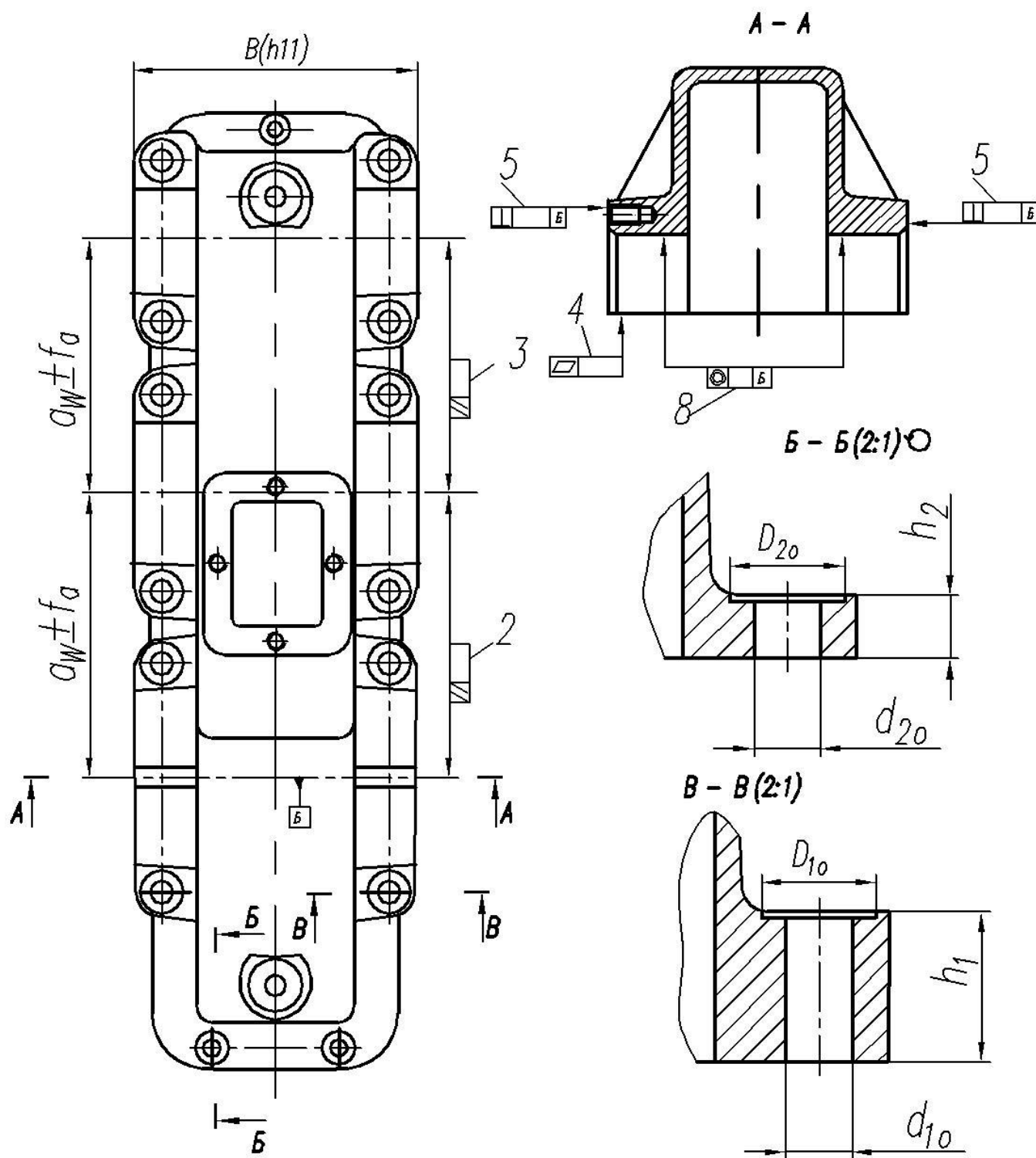


Рис. 9. Размещение обозначений допусков форм и расположения поверхностей на чертеже крышки корпуса

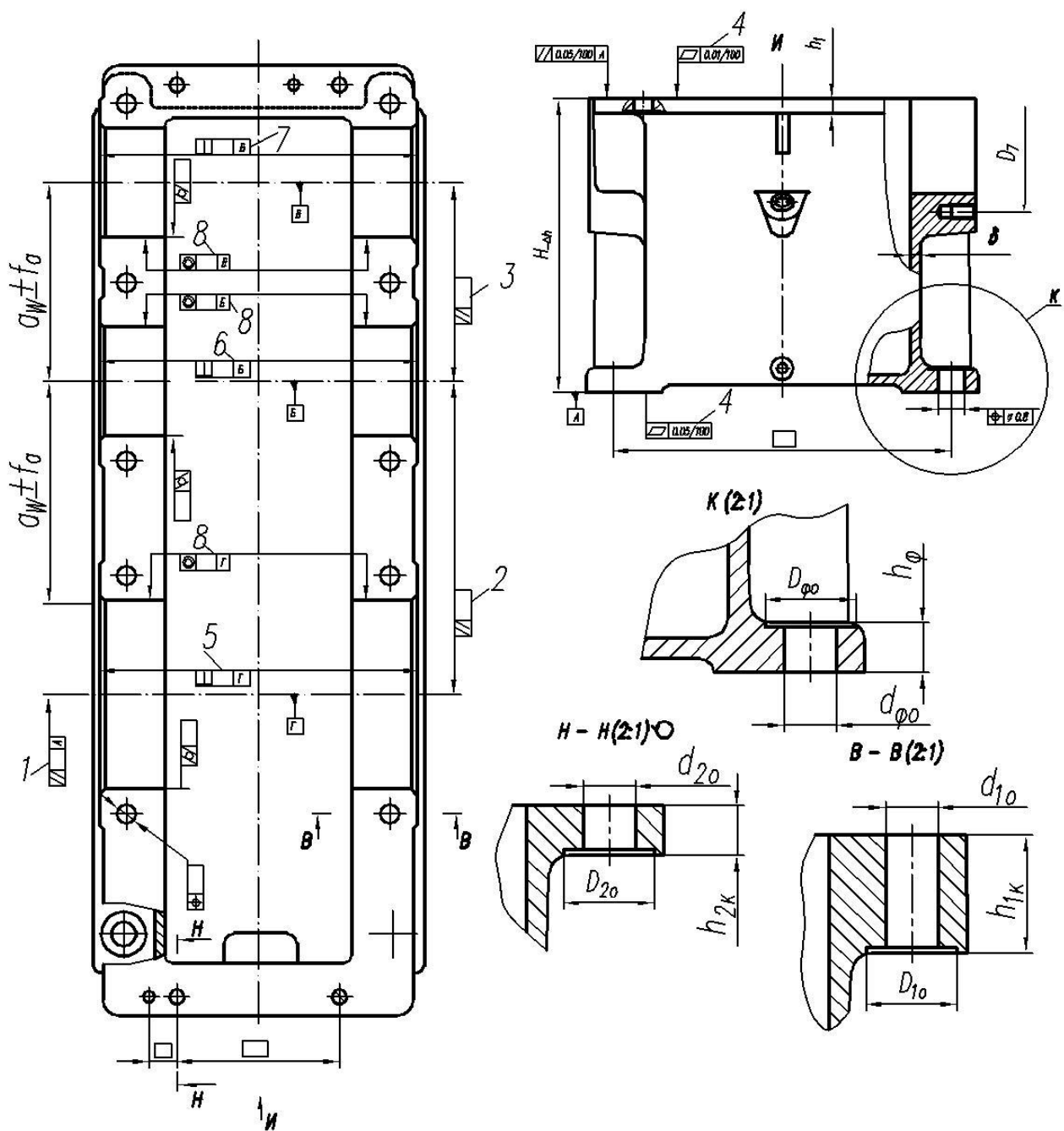


Рис. 10. Размещение обозначений допусков форм и расположения поверхностей на чертеже основания корпуса

Для ограничения перекоса плоскости разъема относительно опорной поверхности редуктора допуск параллельности (рис. 10, поз. 11) назначают по ГОСТ 24643-81, принимая 9-ю степень точности. У соосных редукторов дополнительно требуется назначить допуски формы на подшипниковые гнезда

Класс точности подшипника	Интервалы диаметров, мм					
	От 30–50	50 - 80	80 - 120	120–180	180–250	250–315
0	39	46	54	63	72	81
6	25	30	35	40	46	52

в промежуточной опоре. Допуск цилиндричности (рис. 12, поз. 1) задается также как и для редуктора, выполненного по развернутой схеме, а величина допуска торцевого биения заплечиков отверстия в корпусе редуктора (рис. 12, поз. 2) устанавливается ГОСТ 3325-85 (табл. 18) в зависимости от класса точности подшипника.

Таблица 18

Допуски торцевого биения заплечиков корпусов, мкм

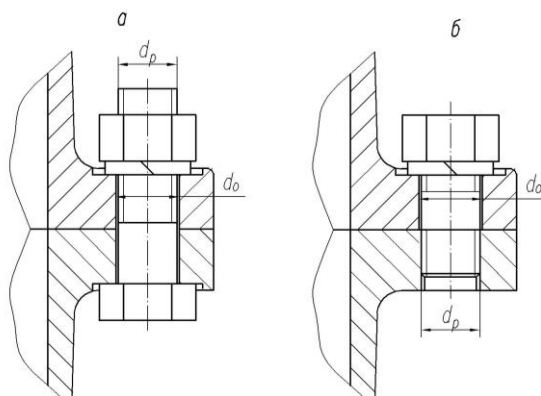


Рис. 11. Варианты крепления крышки и основания корпуса редуктора

Допуск параллельности оси промежуточного вала (рис. 12, поз. 3) назначается аналогично редуктору, выполненному по развернутой схеме.

Коническим и коническо-цилиндрическим редукторам, для того чтобы обеспечить кинематическую точность и нормы контакта конической передачи требуется задать допуск перпендикулярности осей отверстий для валов конической шестерни и колеса (рис. 13, поз.1). Предельные отклонения межосевого угла передачи E_{Σ} устанавливаются ГОСТ 1758-81(табл. 19). Расчет

допуска перпендикулярности выполняют по зависимости $T_{\perp} = E_{\Sigma} S / R_m$, S и R_m показаны на рис. 13.

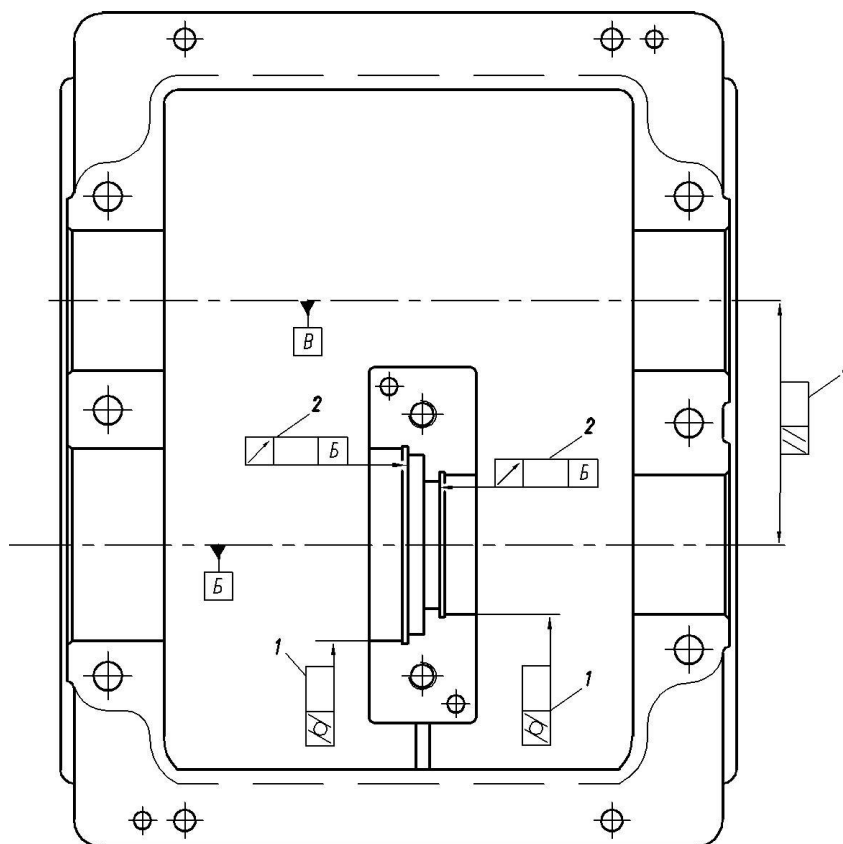


Рис. 12. Размещение обозначений допусков форм и расположения поверхностей на чертеже основания корпуса соосного редуктора

Для обеспечения точности положения базовых поверхностей стакана, в котором устанавливаются опорные подшипники вала конической шестерни, назначают допуск перпендикулярности (рис. 13, поз. 2) и цилиндричности (рис. 13, поз. 3). Эти допуски задаются так же, как и для цилиндрического редуктора. Кинематическая точность и нормы контакта конической передачи обеспечиваются также допусками базовых поверхностей стакана (рис. 4). На чертеже стакана указывают допуски цилиндричности опорных поверхностей стакана (рис. 14, поз. 1). Эти допуски задаются так же, как и для цилиндрического редуктора. Допуск радиального биения (рис. 14, поз. 2)

Предельные отклонения межосевого угла передачи $\pm E_{\Sigma}$, мкм

Вид сопря- жения	Среднее конусное расстояние R_m , мм											
	от 50 - 100			100 - 200			200 - 400			400 - 800		
	Угол делительного конуса шестерни δ_1 , градусы											
	до 15	15 - 25	св. 25	до 15	15 - 25	св. 25	до 15	15 - 25	св. 25	до 15	15 - 25	св. 25
C	26	30	32	30	45	50	32	65	63	50	71	85
B	42	50	60	50	71	80	60	90	100	80	110	140

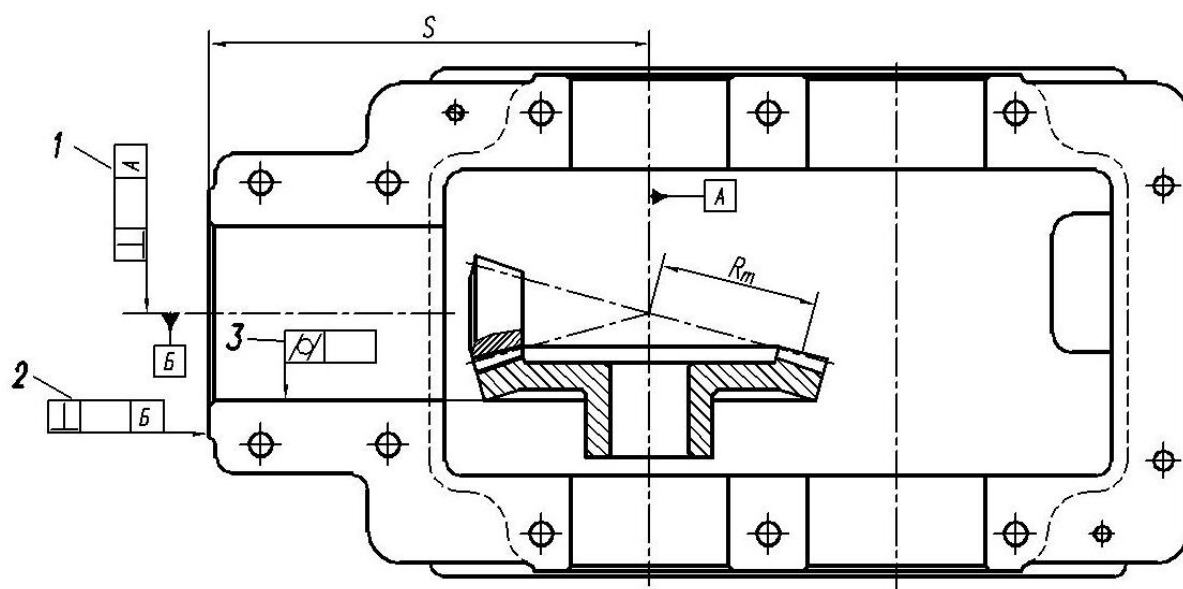


Рис. 13. Размещение обозначений допусков форм и расположения поверхностей на чертеже основания корпуса коническо-цилиндрического редуктора

Допуск соосности посадочного отверстия подшипников (рис. 14, поз. 3) назначают по табл. 2, принимая при установке в стакане шариковых подшипников степень точности допуска 9-ю, а для роликовых подшипников 8. Базовым размером является внутренний диаметр стакана. Величина допуска торцевого биения заплечиков отверстия в корпусе стакана (рис. 14, поз. 4) устанавливается ГОСТ 3325-85 (табл. 18) в зависимости от класса точности подшипника. Допуск перпендикулярности (рис. 14, поз. 5) назначают по ГОСТ

24643-81 (табл. 14), принимая при установке в стакане шариковых подшипников 9-ю степень точности, а для роликовых— 8.

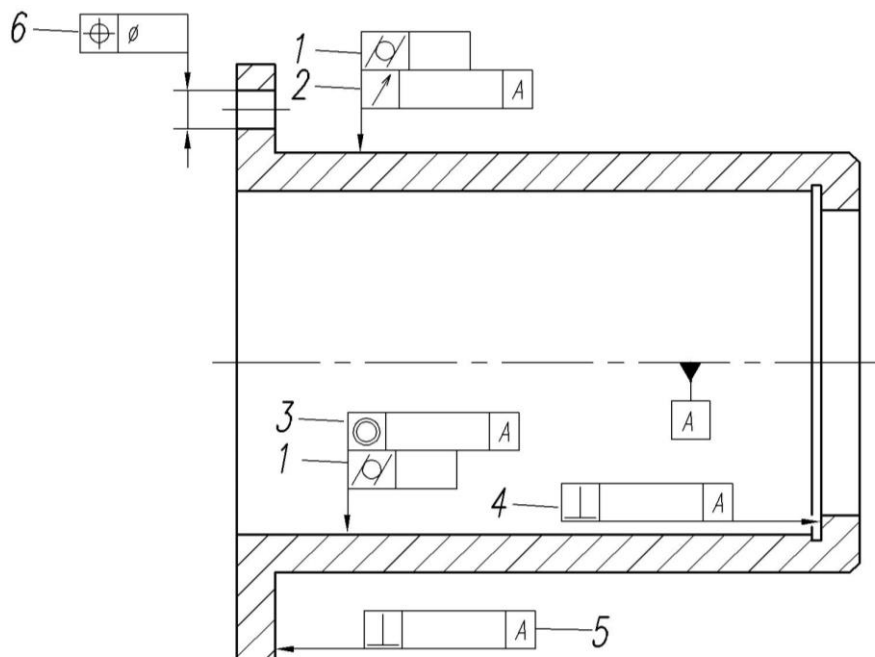


Рис. 14. Размещение обозначений допусков форм и расположения поверхностей на чертеже стакана

Позиционный допуск (рис. 14, поз. 6) задают для обеспечения сборки резьбового соединения в случае, когда отверстия для винтов в стакане и в корпусе сверлят независимо друг от друга. Величину допуска рассчитывают аналогично накладным крышкам подшипников.

При простановке размеров на рабочих чертежах корпусных деталей следует руководствоваться требованиями ГОСТ 2.307-68. В соответствии с этим стандартом при выполнении рабочих чертежей деталей, изготовляемых отливкой, штамповкой, ковкой или прокаткой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающему механически обрабатываемые поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке.

Примеры выполнения рабочих чертежей корпусных деталей редукторов приведены в приложении на рис. П.1 – П.3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. М.: Издат. центр «Академия», 2004. 496 с.
2. Дунаев П.Ф. Допуски и посадки. Обоснование выбора: учебное пособие/ П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов, Л.П. Варламова – М.: Высшая школа, 1984. – 112с.
3. Вешкурцев В.И. Выбор допусков формы и расположения поверхностей: методические указания по курсу «Детали машин» / В.И. Вешкурцев, В.П. Новоселов. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 1994. 30 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

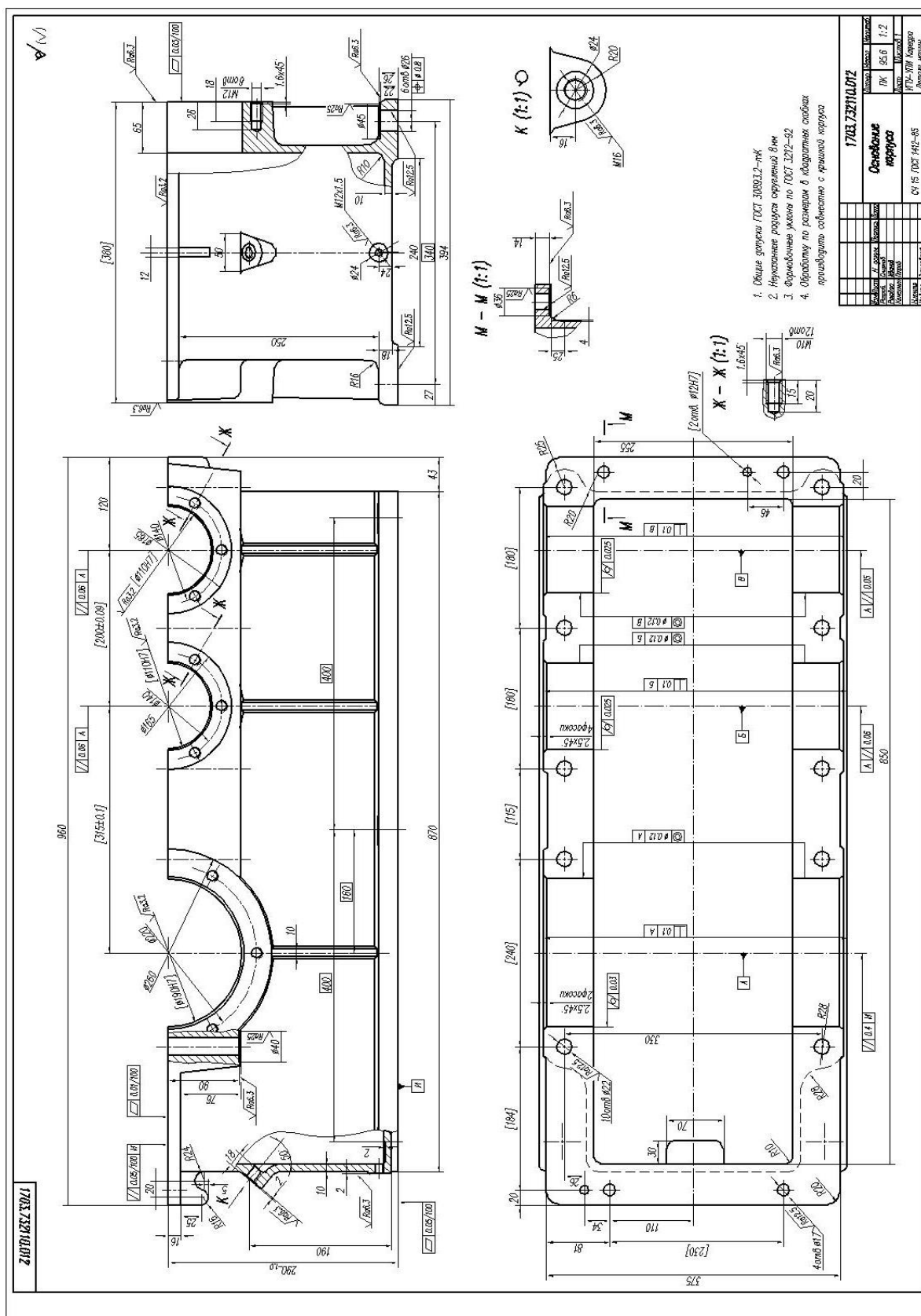


Рис. П1 Рабочий чертеж основания корпуса цилиндрического двухступенчатого редуктора

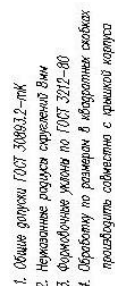
[illegible]

Рис. П2 Рабочий чертеж основания корпуса коническо-цилиндрического редуктора

