

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
Кафедра управления качеством и технического регулирования

**ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ
ЭКСПЕРТИЗА И НОРМОКОНТРОЛЬ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»**

Под редакцией доцента Ю. А. Орлова

Составители:
Ю. А. ОРЛОВ
А. А. СМИРНОВ



Владимир 2013

УДК 621.882.53(076)

ББК 34.441.2 я 7

3-15

Рецензент

Доктор технических наук, профессор
кафедры автоматизации технологических процессов

Владимирского государственного университета

им. А. Г. и Н. Г. Столетовых

С. Н. Сысоев

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Задания и методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Метрологическая экспертиза и нормоконтроль технической документации» / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых ; сост.: Ю. А. Орлов, А. А. Смирнов ; под ред. Ю. А. Орлова. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 108 с.

Содержат методику расчетов и справочные данные по расчету размерных цепей и выбору средств измерений. Даны сведения по правилам чтения и оформления чертежей и методика выявления и устранения ошибок. Предложены задания для выполнения курсовой работы.

Предназначены для студентов и бакалавров инженерно-технических специальностей всех форм обучения, а также могут быть полезны учащимся колледжей.

Рекомендованы для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС 3-го поколения.

Табл. 6. Ил. 51. Библиогр.: 11 назв.

УДК 621.882.53(076)

ББК 34.441.2 я 7

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В изготовленном на предприятии изделии детали занимают определенное положение в соответствии с их функциональным назначением. Поэтому размеры деталей в изделии находятся во взаимной связи.

Размерные связи детали или изделия анализируют с помощью теории размерных цепей, получивших наименование по их основному признаку – замкнутости размеров, образующих размерную цепь.

Размерная цепь – совокупность размеров, непосредственно участвующих в решении поставленной задачи и образующих замкнутый контур. В размерную цепь входят только те размеры, которые необходимы для решения конструкторских, технологических, измерительных и других задач. Например, задач по назначению допусков на взаимосвязанные размеры деталей или изделий, по определению операционных допусков, пересчету конструкторских баз на технологические, задач по выбору измерительных баз. С помощью размерных цепей определяют точность взаимного расположения осей и поверхностей детали, сборочной единицы и изделия.

Важнейшим необходимым условием для составления и анализа размерной цепи является условие ее замкнутости. Размерная цепь состоит из составляющих звеньев и одного замыкающего.

Звено размерной цепи – один из размеров, образующих размерную цепь. Обозначение: прописная буква русского или строчная буква греческого (кроме букв α , δ , ξ , λ , ω) алфавитов с индексом.

Составляющее звено – звено размерной цепи, функционально связанное с замыкающим звеном. Обозначение: прописная буква русского или строчная буква греческого (кроме букв α , δ , ξ , λ , ω) алфавитов с индексом, соответствующим порядковому номеру составляющего звена.

Замыкающее звено – звено размерной цепи, являющееся исходным при постановке задачи или получающееся последним в результате ее решения. Обозначение: прописная буква русского или строчная буква греческого (кроме букв α , δ , ξ , λ , ω) алфавитов с индексом Δ . Замыкающее звено может быть положительным, отрицательным или равным нулю.

Увеличивающее звено – составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено увеличивается.

Уменьшающее звено – составляющее звено размерной цепи, с увеличением которого замыкающее звено уменьшается.

При решении задач с помощью размерных цепей, когда число составляющих звеньев больше трех, составляют схему размерной цепи.

Схема размерной цепи – графическое изображение размерной цепи.

Для составления схемы размерной цепи находят все размеры, входящие в эту цепь, определяют замыкающее (исходное) звено и составляющие звенья (увеличивающие и уменьшающие), присвоив каждому из них цифровой индекс. На схеме размерной цепи увеличивающие звенья отличают от уменьшающих направлением стрелки, проставляемой над буквенным обозначением каждого звена. Увеличивающие звенья имеют стрелки, направленные вправо, а уменьшающие звенья – стрелки, направленные влево.

Построение схемы размерной цепи начинают с изображения замыкающего звена в виде отрезка со стрелками (рис. 1). Если все звенья цепи образовали замкнутый контур, то схема цепи построена правильно.

Расчет и анализ размерных цепей позволяют:

- установить количественную связь между размерами деталей машины и уточнить номинальные значения и допуски взаимосвязанных размеров исходя из эксплуатационных требований и экономической точности обработки деталей и сборки машины;
- определить наиболее рентабельный вид взаимозаменяемости (полная или неполная);

- добиться наиболее правильной простановки размеров на рабочих чертежах;

- определить операционные допуски и пересчитать конструктивные размеры на технологические (в случае несовпадения технологических баз с конструктивными).

Расчет размерных цепей и их анализ – обязательный этап конструирования машин, способствующий повышению качества, обеспечению взаимозаменяемости и снижению трудоемкости их изготовления. Сущность расчета размерной цепи заключается в установлении допусков и предельных отклонений всех ее звеньев исходя из требований конструкции и технологии. При этом различают две задачи:

- определение номинального размера, предельных отклонений и допуска замыкающего звена по заданным номинальным размерам и предельным отклонениям составляющих звеньев (в случаях, когда требуется проверить соответствие допуска замыкающего размера допускам составляющих размеров, проставленных на чертеже, – проверочный расчет);

- определение допуска и предельных отклонений составляющих размеров по заданным номинальным размерам всех размеров цепи и заданным предельным размерам исходного размера (при проектном расчете размерной цепи).

Пример построения размерной цепи приведен на рис. 1.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

На выданном чертеже вала строится размерная цепь, состоящая минимум из пяти звеньев (см. рис. 1). По чертежу устанавливаются номинальные размеры звеньев цепи.

Дано: $A_1 = 20$ мм; $A_2 = 30$ мм; $A_3 = 40$ мм; $A_4 = 30$ мм; $A_5 = 120$ мм.

Принимаем $A_\Delta = a$, где a – расчетная величина теплового зазора между торцом подшипника и крышкой.

$\overrightarrow{A_j}$ – увеличивающее звено;

$\overleftarrow{A_j}$ – уменьшающее звено.

Для роликовых подшипников $a = 0,5 \dots 1$ мм.

Для шариковых подшипников $a_{\min} = 12 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t \cdot l + 0,15$ мм, где Δt – максимально возможный перепад температуры вала в °С ($\Delta t = 40 \dots 60$ °С); l – расстояние между опорами.

Находим a_{\min} :

$$a_{\min} = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 40 + 0,15 = 0,174 \text{ мм} = 174 \text{ мкм.}$$

Принимаем $TA_\Delta = a_{\max} - a_{\min}$,

где TA_Δ – допуск на замыкающее звено, $a_{\max} = 1$ мм.

Находим TA_Δ :

$$TA_\Delta = 1 - 0,174 = 0,826 \text{ мм (826 мкм).}$$

Расчет размерной цепи по методу «максимум – минимум»

Чтобы обеспечить полную взаимозаменяемость, размерные цепи рассчитывают методом «максимум – минимум», при котором допуск замыкающего размера определяют арифметическим сложением допусков составляющих размеров. Метод расчета на «максимум – минимум», учитывающий только предельные отклонения звеньев размерной цепи и самые неблагоприятные их сочетания, обеспечивает заданную точность сборки без подгонки (подбора) деталей.

Определяем средний коэффициент точности размерной цепи:

$$a_{\text{ср}} = K_{\text{ср}} = \frac{TA_\Delta - \sum_1^n TA_{\text{изв}}}{\sum_{j=1}^m i_j},$$

где $a_{cp} = K_{cp}$ – коэффициент точности размерной цепи; i – единица допуска (находят как $i \approx 0,5 \cdot \sqrt[3]{A_j}$); $\sum_1^n TA_{изв}$ – сумма допусков известных звеньев, в мкм. По вычисленному коэффициенту точности K_{cp} находим квалитет по прил. 5.

Нахождение суммы допусков известных звеньев

Известными звеньями являются звенья посадки подшипников качения. Допуски на изготовление посадочных поверхностей подшипника не совпадают с допусками по квалитетам, установленными для гладких и цилиндрических изделий. Точность подшипников качения нормирована по классам точности.

Нулевой класс точности применяют для большинства механизмов общего назначения.

Верхние и нижние отклонения наружного D и внутреннего d диаметров, а также ширины B колец подшипников (нулевого класса точности) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Подшипники качения радиальные и радиально-упорные
(за исключением конических). Верхние и нижние отклонения, мкм

Кольцо подшипника	Обозначение размера	Отклонение	Интервал номинальных диаметров внутреннего d и наружного D колец подшипника, мм											
			Св. 0,6 до 2,5	Св. 2,5 до 6	Св. 6 до 10	Св. 10 до 18	Св. 18 до 30	Св. 30 до 50	Св. 50 до 80	Св. 80 до 120	Св. 120 до 150	Св. 150 до 180	Св. 180 до 250	Св. 250 до 315
Класс точности подшипника P0 или 0														
Внутреннее	d_m	ES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		-EI	8	8	8	8	10	12	15	20	25	25	30	35
	d	+ES	1	2	2	3	3	3	4	5	6	6	8	9
+ES		9	10	10	11	13	15	19	25	31	31	38	44	
B	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	-ei	40	120	120	120	120	120	150	200	250	250	300	350	
Наружное	D_m	es	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		-ei	-	8	8	8	9	11	13	15	18	25	30	35
	D	+es	-	1	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9
-ei		-	0	10	10	11	14	17	20	24	32	38	44	

Звенья A_2 и A_4 – звенья посадки подшипника, поэтому являются известными. По табл. 2 определяется допуск известных звеньев.

$$TA_2 = TA_4 = 120 \text{ мкм.}$$

Находим сумму допусков известных звеньев

$$\sum TA_{\text{изв}} = 120 + 120 = 240 \text{ мкм.}$$

Находим значения i_j :

$$i_1 \approx 0,5 \cdot \sqrt[3]{20} \approx 1,36;$$

$$i_3 \approx 0,5 \cdot \sqrt[3]{40} \approx 1,71;$$

$$i_5 \approx 0,5 \cdot \sqrt[3]{120} \approx 2,47.$$

Находим сумму значений i_j :

$$\sum i_j = 1,36 + 1,71 + 2,47 = 5,54.$$

Рассчитываем $K_{\text{ср}}$

$$K_{\text{ср}} = \frac{826 - 240}{5,54} \approx 105,8.$$

По табл. 5 ГОСТ 25346-89 (прил. 4) определяем, какой квалитет будет ближайшим по расчетному коэффициенту точности. Ближайшим является 11-й квалитет.

Правило: Все увеличивающие звенья размерной цепи выполняются с положительным отклонением, а все уменьшающие, за исключением расчетного звена, с отрицательным отклонением.

Таблица 2

Допуски звеньев размерной цепи (по методу «максимум – минимум»)

Звено	Номинальный размер, мм	i , мкм	Допуск, мкм	
			$IT11$	Принято, мм
$\overleftarrow{A_1}$	20	1,36	130	$20_{-0,13}$
$\overleftarrow{A_2}$	30	-	120	$30_{-0,12}$
$\overleftarrow{A_3}$	40	1,71	160	$40_{-0,174}^{-0,41}$
$\overleftarrow{A_4}$	30	-	120	$30_{-0,12}$
$\overrightarrow{A_5}$	120	2,47	220	$120_{+0,22}$
Σ	-	5,54	750	-

Проверка условия $\sum_{j=1}^{m-1} TA_j \leq TA_{\Delta}$ – допуск замыкающего звена больше или равен сумме допусков составляющих размеров. $750 < 826$, следовательно, условие выполнено.

Рассчитаем расхождение по формуле:

$$\left| \frac{\sum_1^j TA_j - TA_{\Delta}}{TA_{\Delta}} \right| 100 \%;$$

$$\left| \frac{750 - 826}{826} \right| 100 \% = 9,2 \%.$$

Корректировка отклонений расчетного звена

Выберем \overleftarrow{A}_3 расчетным звеном (расчетное звено выбирается произвольно, за исключением известных звеньев).

Произведем корректировку отклонения звена \overleftarrow{A}_3 . Для этого составим систему из двух уравнений, известных из теории размерных цепей.

$$\begin{cases} ESA_{\Delta} = \sum ES \overrightarrow{A}_j - \sum EI \overleftarrow{A}_j; \\ EIA_{\Delta} = \sum EI \overrightarrow{A}_j - \sum ES \overleftarrow{A}_j, \end{cases}$$

где ESA_{Δ} – верхнее отклонение замыкающего звена; EIA_{Δ} – нижнее отклонение замыкающего звена.

$$\begin{cases} 1000 = 220 - [-130 - 120 + EI \overleftarrow{A}_3 - 120] \\ 174 = 0 - [0 + 0 + ES \overleftarrow{A}_3]; \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1000 = 220 - [-130 - 120 + EI \overleftarrow{A}_3 - 120] \\ 174 = 0 - [0 + 0 + ES \overleftarrow{A}_3]; \end{cases}$$

$$\begin{cases} EI \overleftarrow{A}_3 = -410 \\ ES \overleftarrow{A}_3 = -174. \end{cases}$$

Проводим проверку согласно условию $TA_{\Delta} = \sum TA_j$.

$$826 = 130 + 120 + 236 + 120 + 220;$$

$$826 = 826.$$

Размерная цепь рассчитана правильно.

Теоретико-вероятностный метод расчета размерных цепей

С целью экономии производственных показателей предположим возможный исправимый брак изделий в размере $P = 1\%$. Тогда значение функции Лапласа:

$$\Phi(t) = 0,5 \left(1 - \frac{P}{100} \right);$$
$$\Phi(t) = 0,5 \left(1 - \frac{1}{100} \right) = 0,495.$$

По таблице находим коэффициент риска [11]

$$t = 2,6.$$

Принимаем закон распределения случайной составляющей нормальным

$$\lambda' = \frac{1}{9},$$

где λ' – коэффициент, учитывающий закон распределения случайной составляющей.

Определяем коэффициент точности $K_{\text{ср}}$ с учетом закона распределения и данных по допускам известных звеньев (двух подшипниковых).

$$K_{\text{ср}} = \frac{TA_{\Delta} - \sum_1^n TA_{\text{ИЗВ}}}{t \sqrt{\sum i_{\text{НЕИЗВ}}^2 \cdot \lambda'}};$$
$$\sum i_{\text{НЕИЗВ}}^2 = (1,36)^2 + (1,71)^2 + (2,47)^2;$$
$$\sum i_{\text{НЕИЗВ}}^2 \approx 10,87;$$
$$K_{\text{ср}} = \frac{826 - (120 + 120)}{2,6 \sqrt{10,87 \frac{1}{9}}} \approx 205.$$

По табл. 5 ГОСТ 25346-89 (см. прил. 4) определяем, какой квалитет является ближайшим по расчетному коэффициенту точности. Ближайшим будет 12-й квалитет.

Результаты расчетов рекомендуется оформить в виде табл. 3.

Таблица 3

Допуски звеньев размерной цепи (по теоретико-вероятностному методу)

Звено	Номинальный размер, мм	i , мкм	i^2 , мкм	Допуск, мкм		Принято, мм
				IT12	(IT12) ²	
\overleftarrow{A}_1	20	1,36	1,85	210	44100	20 _{-0,21}
\overleftarrow{A}_2	30	–	–	120	14400	30 _{-0,12}
\overleftarrow{A}_3	40	1,71	2,92	250	62500	40 _{-0,117} ^{0,132}
\overleftarrow{A}_4	30	–	–	120	14400	30 _{-0,12}
\overrightarrow{A}_5	120	2,47	6,1	350	122500	120 ^{+0,35}
Σ	–	5,54	10,87	–	257900	–

Проверка условия: $t \sqrt{\sum TA_j^2 \cdot \lambda'} \leq TA_\Delta$;

$$t \sqrt{\sum TA_j^2 \cdot \lambda'} = 2,6 \sqrt{257900 \frac{1}{9}} \approx 440;$$

$$440 < 826.$$

Условие выполнено.

Определим координату середины поля допуска корректирующего звена \overleftarrow{A}_3

$$E_c A_\Delta = \sum E_c \overrightarrow{A}_j - \sum E_c \overleftarrow{A}_j;$$

$$\frac{815}{2} = \frac{350}{2} - \left(\left(-\frac{210}{2} \right) + \left(-\frac{120}{2} \right) + E_c \overleftarrow{A}_3 + \left(-\frac{120}{2} \right) \right);$$

$$E_c \overleftarrow{A}_3 = -7,5 \text{ мкм.}$$

Найдем верхнее отклонение звена \overleftarrow{A}_3

$$ES \overleftarrow{A}_3 = E_c \overleftarrow{A}_3 + \frac{TA_3}{2};$$

$$ES \overleftarrow{A}_3 = -7,5 + \frac{250}{2} = 117,5 \text{ мкм.}$$

Найдем нижнее отклонение звена \overleftarrow{A}_3

$$EI \overleftarrow{A}_3 = E_c \overleftarrow{A}_3 - \frac{TA_3}{2};$$

$$EI \overleftarrow{A}_3 = -7,5 - \frac{250}{2} = -132,5 \text{ мкм.}$$

На основании произведенных расчетов введем изменения в технические условия на чертеж. Неуказанные предельные отклонения размеров, входящих в размерную цепь, выполнить как: отверстия – H12; вал – h12; остальные – $\pm \frac{IT12}{2}$.

Отклонения звеньев, не вошедших в размерную цепь, выполнить как: отверстия – H14; вал – h14; остальные – $\pm \frac{IT14}{2}$.

Анализ норм точности

Данный раздел курсовой работы целесообразно выполнить с помощью типового чертежа детали, например из литературы [7], [8], [11], или используя систему автоматизированного проектирования, например КОМПАС-3D V13.

С целью упрощения поисков ошибок на представленном для анализа чертеже чертеж детали разбивают на элементарные участки по конструктивному признаку.

Например:

1-й участок – выходной элемент вала;

2-й участок – цапфа (место посадки подшипника) левой опоры;

3-й участок – зубчатое колесо;

4-й участок – цапфа правой опоры (см. рис. 1).

При анализе норм точности при назначении посадок различных деталей следует руководствоваться рекомендациями, изложенными в литературе [7], [8], [11] и прил. 2. Результаты анализа норм точности оформить в виде табл. 4.

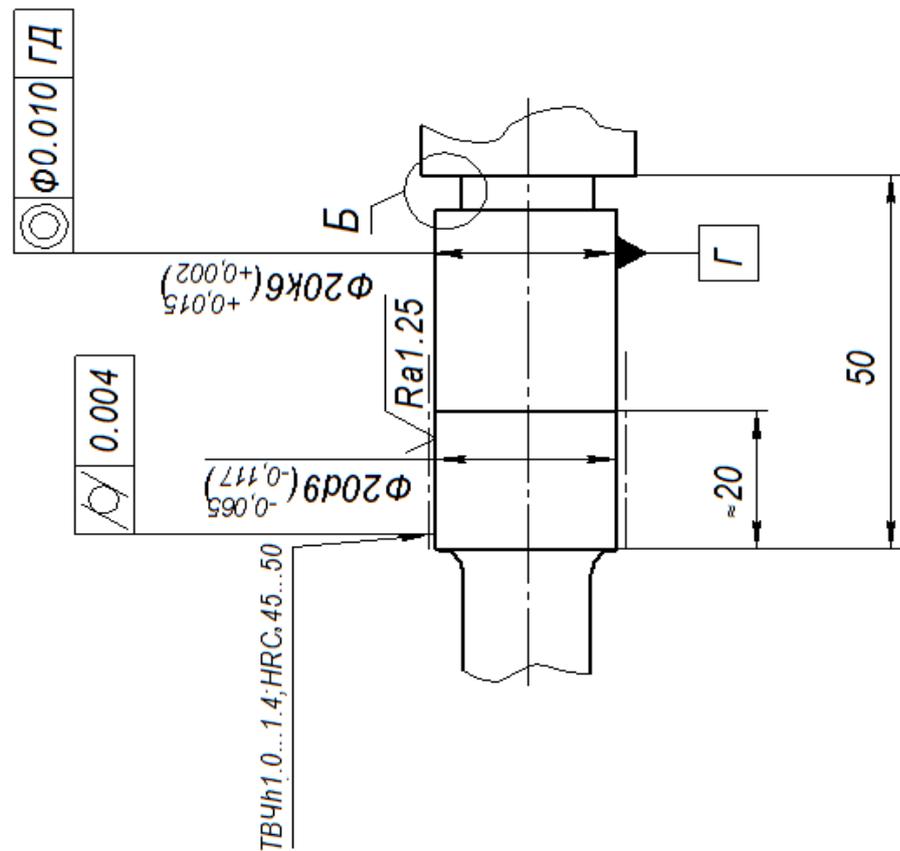
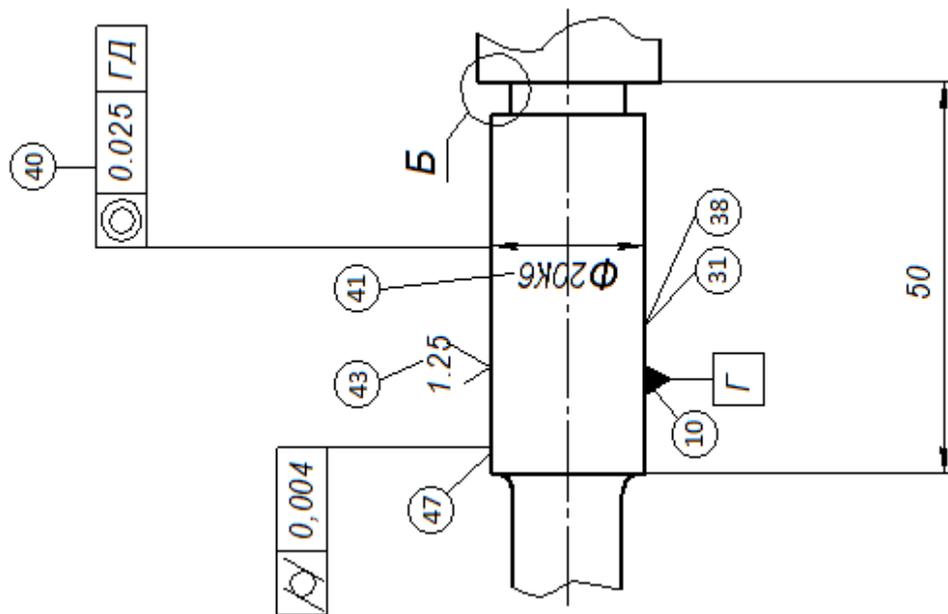
Для анализа отклонений формы, расположения и шероховатости поверхностей следует руководствоваться действующими на момент контроля нормативно-техническими документами.

Выявление ошибки обозначают на чертеже в виде кружка с использованием цифрового шифра (обозначение наносится мягким карандашом) замечаний по прил. 1. Для анализа норм шпоночного паза рекомендуется использовать поля допусков и отклонения соединения согласно прил. 6. Рекомендуемые поля допусков валов и отверстий приведены в прил. 7 и 8.

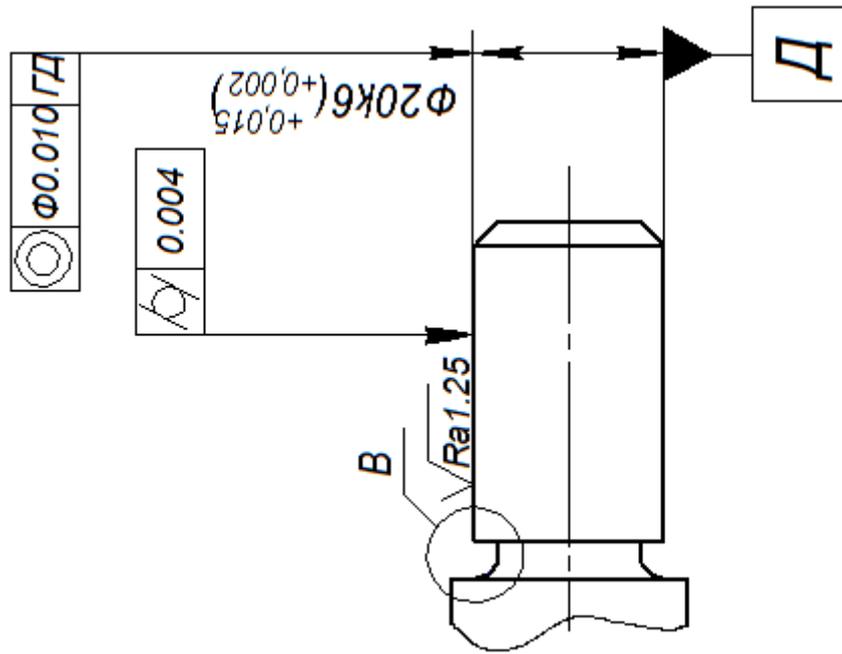
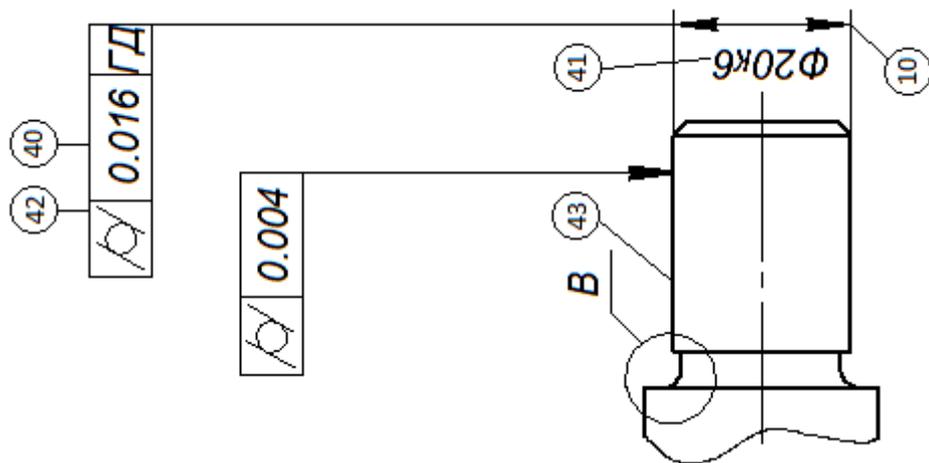
Анализ норм точности

Название элемента конструкции и нормы точности на чертеже	Рекомендуемые нормы точности
<p>I Ступень вала</p> <p>Technical drawing of a shaft with a hole. The drawing shows a shaft with a diameter of $\Phi 15k6$ and a hole with a diameter of $\Phi 15k6^{+0,012}_{+0,001}$. The hole has a depth of 35 mm and a chamfered end with a radius of $R2.5^*$. The shaft has a total length of 55 mm and chamfered ends with a radius of $R1.6$. The drawing includes various tolerance zones and surface finish requirements.</p>	<p>Technical drawing of a shaft with a hole. The drawing shows a shaft with a diameter of $\Phi 15k6$ and a hole with a diameter of $\Phi 15k6^{+0,016}$. The hole has a depth of 27 mm and a chamfered end with a radius of 1.25. The shaft has a total length of 55 mm and chamfered ends with a radius of 20. The drawing includes various tolerance zones and surface finish requirements.</p>

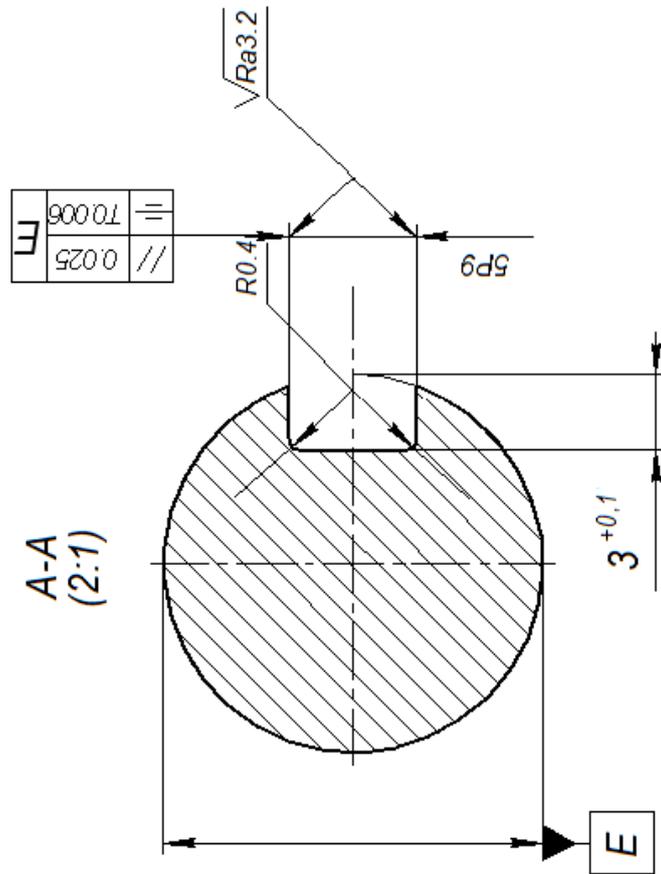
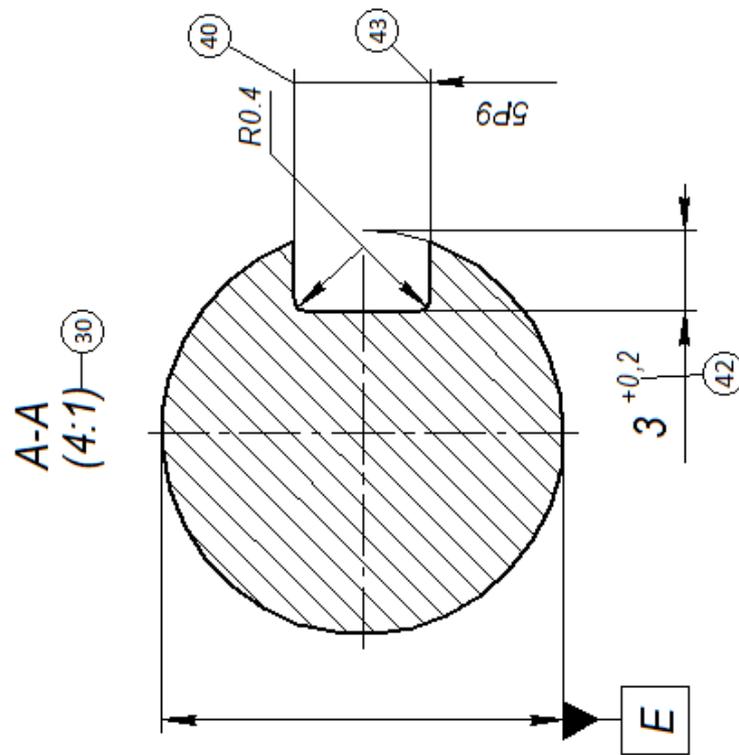
II Ступень вала

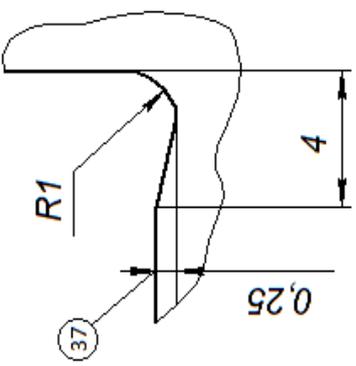
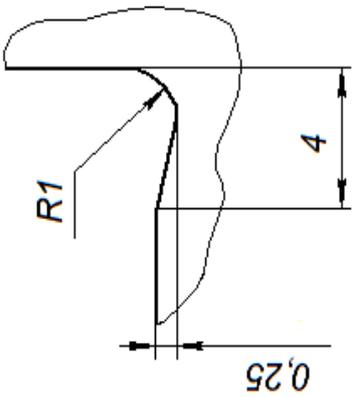
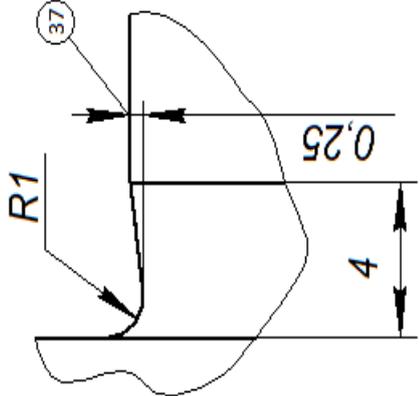
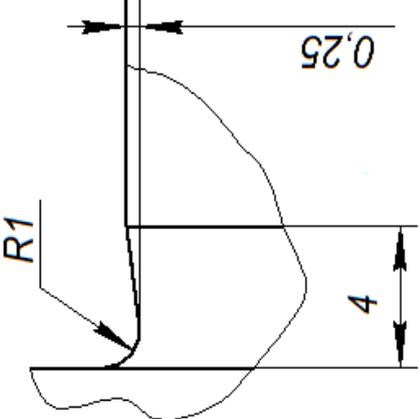


IV Ступень вала

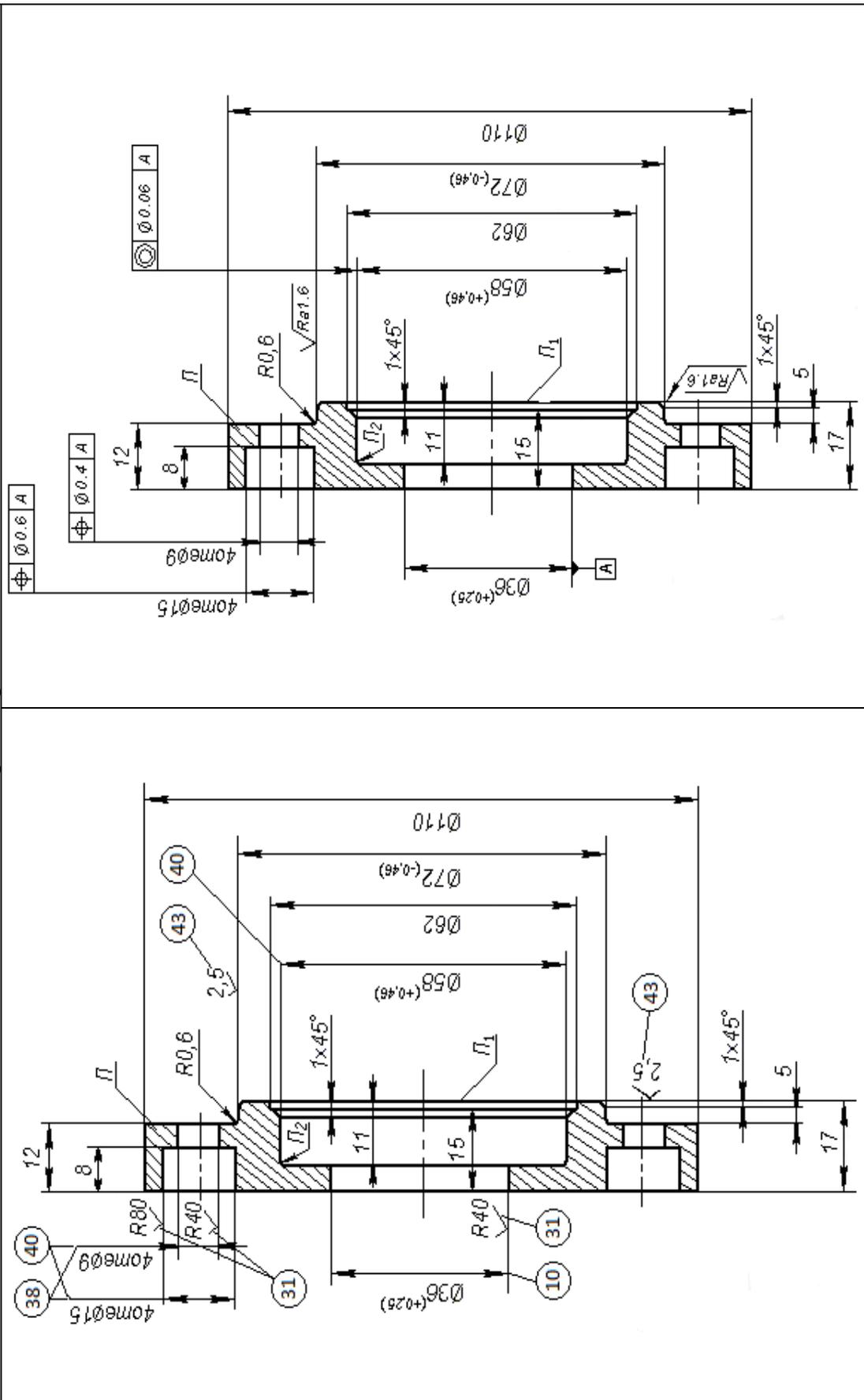


V Вид A-A

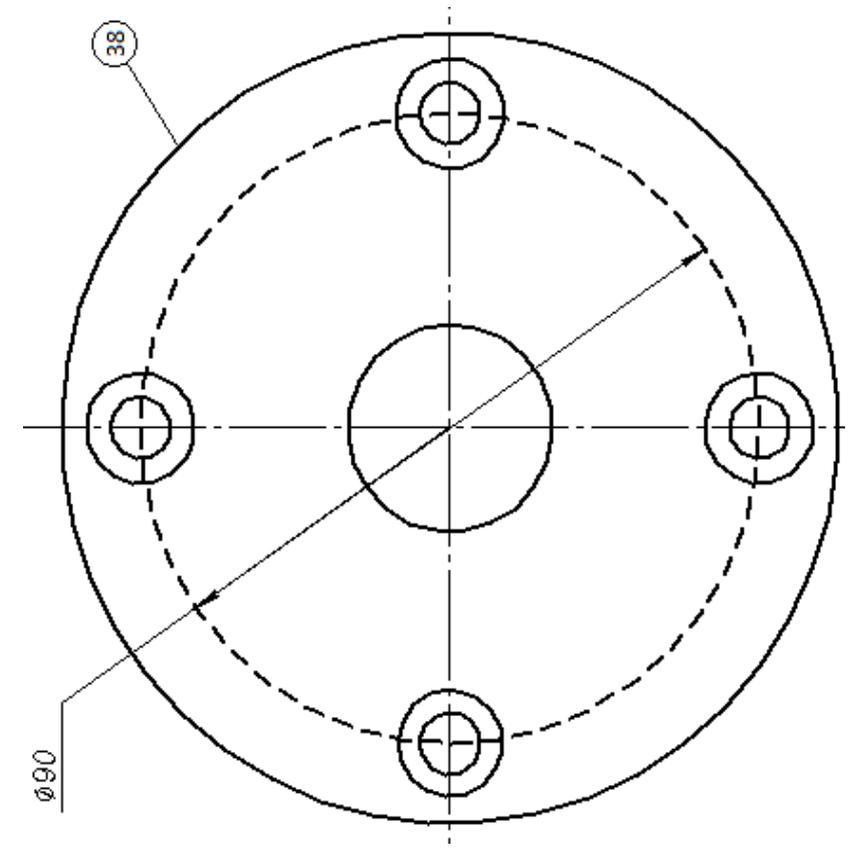
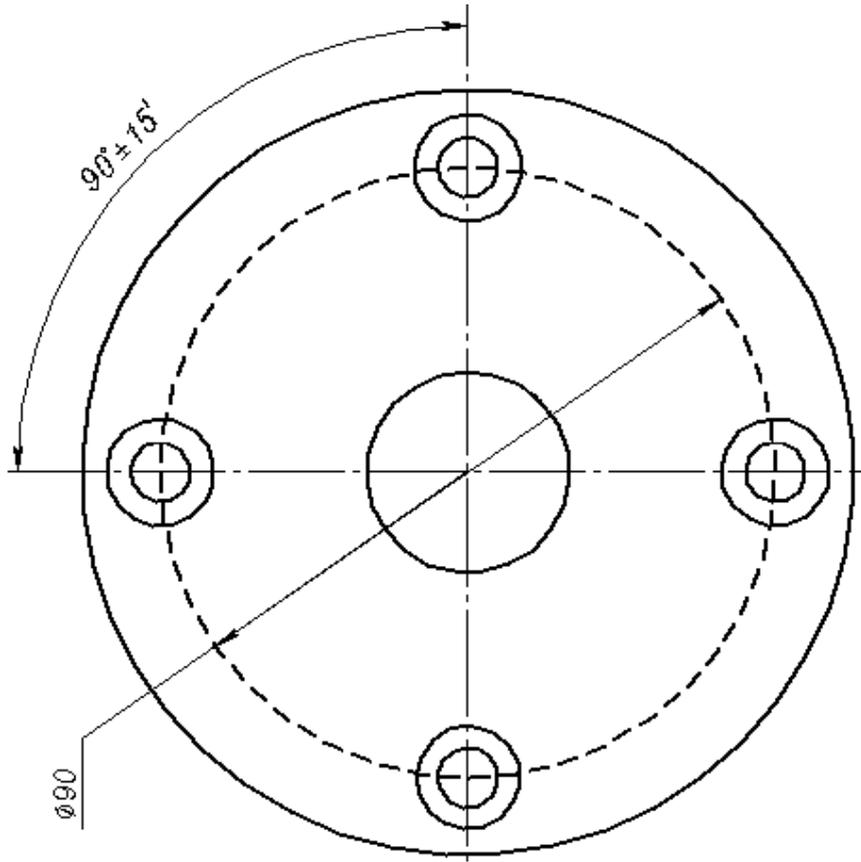


<p>VI Вид Б</p> <p>Б(4:1)</p> 	<p>Б(4:1)</p> 
<p>VI Вид В</p> <p>В(4:1)</p> 	<p>В(4:1)</p> 

VII Рабочий чертёж крышки подшипника



VIII Рабочий чертеж крышки подшипника (вид сверху)



Проверка контролируемости и выбор средств измерений (СИ)

Согласно ГОСТ 8.051-81 допускаемую погрешность измерения можно принять равной 25 % от величины допуска на размер, т.е. $\delta_{\text{изм}} = 0,25 \cdot T_{\text{дет}}$. Выбор измерительного средства заключается в том, чтобы наибольшая предельная погрешность $\pm \Delta_{\text{lim СИ}}$, являющаяся нормированным метрологическим показателем данного измерительного средства, не превышала случайной составляющей допускаемой погрешности измерения, т.е. при этом должно выполняться условие

$$\pm \Delta_{\text{lim СИ}} \leq (0,6 \div 0,8) \delta_{\text{изм}},$$

где $\Delta_{\text{lim СИ}}$ – предельно-допустимая погрешность выбранного СИ;

$\delta_{\text{изм}}$ – допустимая погрешность измерения.

Значение допуска на контролируемый параметр может быть найдено как

$$T = es - ei,$$

где es – верхнее отклонение размера детали, ei – нижнее отклонение размера детали.

Проверку контролепригодности и выбор СИ рекомендуется оформить в виде табл. 5.

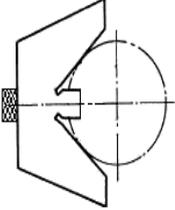
Проверка контролепригодности и выбор СИ

Обозначение документов	Проверяемый размер с отклонениями, мм	Допуск $T_{дет}$, мкм	Допустимая погрешность измерения $\delta_{изм}$, мкм	Предельная погрешность СИ Δ_{lim} , мкм	Выбранное СИ и его нормируемые метрологические характеристики
I Вал ВлГУ 190800.04.10	$\varnothing 15k6^{(+0,012}_{+0,001})$	11	2,75	1,93	Головка рычажно-зубчатая (1ИГ) с настройкой по концевым мерам длины на нулевое деление. $S = 0,001$ мм; $D = \pm 0,05$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 0,8$ мкм
	$\varnothing 20d9^{(-0,065}_{-0,117})$	52	13	9,1	Головка рычажно-зубчатая (2ИГ) с настройкой по концевым мерам длины на любое деление. $S = 0,002$ мм; $D = \pm 0,1$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 3,5$ мкм
	$\varnothing 20k6^{(+0,015}_{+0,002})$	13	3,25	2,76	Головка рычажно-зубчатая (1ИГ) с настройкой по концевым мерам длины на нулевое деление. $S = 0,001$ мм; $D = \pm 0,05$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 0,8$ мкм
	$\varnothing 25h12^{(-0,25)}$	210	52,5	36,75	Микрометр гладкий при настройке на нуль по установочной мере. $S = 0,01$ мм; $D = 0 \dots 25$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 5$ мкм
	$\varnothing 48^{(-0,052)}$	210	13	9,1	Скоба рычажная при настройке на нуль по концевым мерам длины. $S = 0,002$ мм; $D = 25 \dots 50$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 7$ мкм
	$\varnothing 25h12^{(-0,25)}$	210	52,5	36,75	Микрометр гладкий при настройке на нуль по установочной мере. $S = 0,01$ мм; $D = 0 \dots 25$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 5$ мкм

Продолжение табл. 5

Обозначение документов	Проверяемый размер с отклонениями, мм	Допуск $T_{дет}$, мкм	Допустимая погрешность измерения $\delta_{изм}$, мкм	Предельная погрешность СИ Δ_{lim} , мкм	Выбранное СИ и его нормируемые метрологические характеристики
I Вал ВлГУ 190800.04.10	$\varnothing 20k6^{(+0,015)}_{(+0,002)}$	13	3,25	2,26	Головка рычажно-зубчатая (ИИГ) с настройкой по конечным мерам длины на нулевое деление. $C = 0,001$ мм; $D = \pm 0,05$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 0,8$ мкм
Измерение линейных размеров					
	55h14 _{-0,74}	740	185	129,5	Штангенциркуль ШЦ-0,02. $C = 0,02$ мм; $D = 50 \dots 80$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 45$ мкм
	50h12 _{-0,25}	250	62,5	43,75	Штангенциркуль ШЦ-0,02. $C = 0,02$ мм; $D = 10 \dots 50$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 40$ мкм
	20h12 _{-0,21}	210	52,5	36,75	Диномер горизонтальный. $C = 0,001$ мм; $D = 18 \dots 30$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 2$ мкм
	4h12 _{-0,12}	120	30	21	Диномер горизонтальный. $C = 0,001$ мм; $D = 3 \dots 6$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 1,3$ мкм
	40h12 _{-0,25}	250	62,5	43,75	Микрометр гладкий при настройке на нуль по установочной мере. $C = 0,01$ мм; $D = 25 \dots 50$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 10$ мкм
	30h12 _{-0,25}	250	62,5	43,75	Микрометр гладкий при настройке на нуль по установочной мере. $C = 0,01$ мм; $D = 25 \dots 50$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 10$ мкм
	175h12 _{-0,4}	400	100	70	Скоба индикаторная. $C = 0,01$ мм; $D = 100 \dots 180$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 20$ мкм
Измерение шпоночного паза					
	5P9 ^(-0,012) _(-0,042)	30	7,5	5,25	Проходные и непроходные предельные калибры.
	3 ^{+0,1}	100	25	17,5	Кольцевые калибры, имеющие стержень с проходной и непроходной ступенью

Продолжение табл. 5

Обозначение документов	Проверяемый размер с отклонениями, мм	Допуск $T_{дет}$, мкм	Допустимая погрешность измерения $\delta_{изм}$, мкм	Предельная погрешность СИ Δ_{lim} , мкм	Выбранное СИ и его нормируемые метрологические характеристики
I Вал ВЛГУ 190800.04.10		25	6,25	4,38	Комплексные калибры – накладная призма с контрольным стержнем 
		6	1,5	1,05	
Измерение шероховатости					
	$\sqrt{R_a}$ 1,25	1,25	-	-	Профилограф, профилометр модели Абрис М1
	$\sqrt{R_a}$ 3,2	3,2	-	-	Профилограф, профилометр модели Абрис М1
Измерение отклонений вала					
		8	2	1,4	Головка измерительная пружинная (ИИГП). $C = 0,001$ мм; $D = \pm 0,030$ мм; $\Delta_{lim\ СИ} = \pm 0,9$ мкм
		3	0,75	0,53	Головка измерительная пружинная (ОИИГП). $C = 0,0002$ мм; $D = \pm 0,006$ мм; $\Delta_{lim\ СИ} = \pm 0,4$ мкм. Измерение проводится с помощью равнобокой призмы
		4	1	0,7	Головка измерительная пружинная (ОИИГП). $C = 0,0002$ мм; $D = \pm 0,006$ мм; $\Delta_{lim\ СИ} = \pm 0,4$ мкм. Измерение проводится с помощью равнобокой призмы
		10	2,5	1,75	Головка измерительная пружинная (ИИГП). $C = 0,001$ мм; $D = \pm 0,030$ мм; $\Delta_{lim\ СИ} = \pm 0,9$ мкм

Продолжение табл. 5

Обозначение документов	Проверяемый размер с отклонениями, мм	Допуск $T_{дет}$, мкм	Допустимая погрешность измерения $\delta_{изм}$, мкм	Предельная погрешность СИ Δ_{lim} , мкм	Выбранное СИ и его нормируемые метрологические характеристики
I Вал ВлГУ 190800.04.10		5	1,25	0,86	Измерение отклонения от перпендикулярности относительно базы. Измерение проводится с помощью равнобокой призмы. Головка измерительная пружинная (02ИГП). $C = 0,0002$ мм; $D = \pm 0,006$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 0,4$ мкм
		4	1	0,7	Головка измерительная пружинная (02ИГП). $C = 0,0002$ мм; $D = \pm 0,006$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 0,4$ мкм. Измерение проводится с помощью равнобокой призмы
		10	2,5	1,75	Головка измерительная пружинная (1ИГП). $C = 0,001$ мм; $D = \pm 0,030$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 0,9$ мкм
Контроль фасок					
	$2 \times 45^\circ$ $\frac{1}{2}$ IT14	250	62,5	43,74	Шаблон для контроля фасок
Измерение диаметральных размеров крышки подшипника					
II Крышка подшипника	$\varnothing 110h12(-0,35)$	350	87,5	61,25	Микрометр гладкий при настройке на нуль по установочной мере. $C = 0,01$ мм; $D = 100 \dots 125$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 15$ мкм
	$\varnothing 72(-0,46)$	460	115	80,5	Микрометр гладкий при настройке на нуль по установ. мере. $C = 0,01$ мм; $D = 50 \dots 75$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 10$ мкм
	$\varnothing 62H12(+0,3)$	300	75	52,5	Нутромер индикаторный. $C = 0,01$ мм; $D = 50 \dots 120$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 25$ мкм

Окончание табл. 5

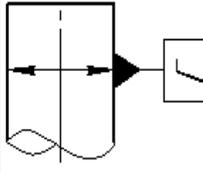
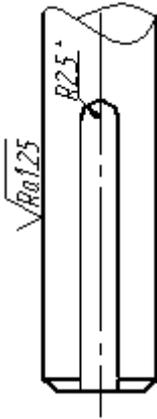
Обозначение документов	Проверяемый размер с отклонениями, мм	Допуск $T_{дет}$, мкм	Допустимая погрешность измерения $\delta_{изм}$, мкм	Предельная погрешность СИ Δ_{lim} , мкм	Выбранное СИ и его нормируемые метрологические характеристики
II Крышка подшипника	$\varnothing 58^{(+0,46)}$ $\varnothing 36^{(+0,25)}$	460 250	115 62,5	80,5 43,75	Нутромер индикаторный. $C = 0,01$ мм; $D = 50 \dots 120$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 25$ мкм Нутромер индикаторный. $C = 0,01$ мм; $D = 18 \dots 50$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 20$ мкм
Измерение отклонений крышки подшипника					
		400	100	-	Калибр для контроля расположения отверстий в соответствии с ГОСТ 16085-80. (В нашем случае три и более измерительных элемента, расположенных по окружности и координированных относительно центрального базового элемента)
		600	150	-	
		60	15	10,5	Головка измерительная пружинная типа (СИП). $C = 0,005$ мм; $D = \pm 0,15$ мм; $\Delta_{lim СИ} = \pm 7$ мкм
Измерение шероховатости					
	$\sqrt{R_a} 1,6$	1,6	-	-	Профилограф, профилометр модели Абрис М1
Контроль фасок					
	$2 \times 45^\circ$ $\pm \frac{1}{2}$ IT14	250	62,5	43,74	Шаблон для контроля фасок

Оформление замечаний нормоконтролера

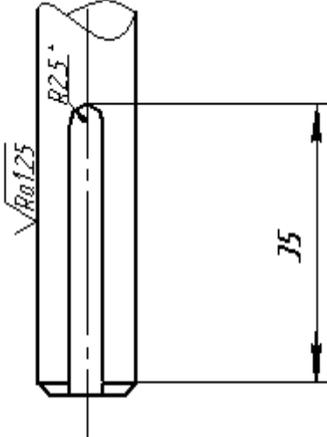
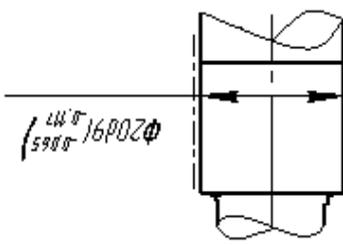
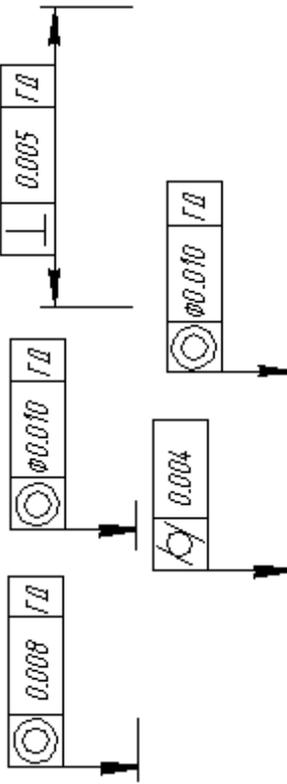
Данный раздел курсовой работы предлагается выполнить по нижеприведенной форме (табл. 6).

Таблица 6

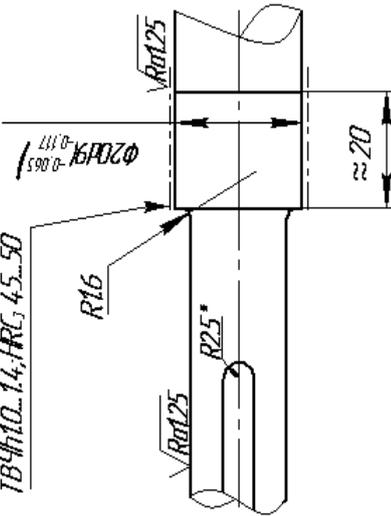
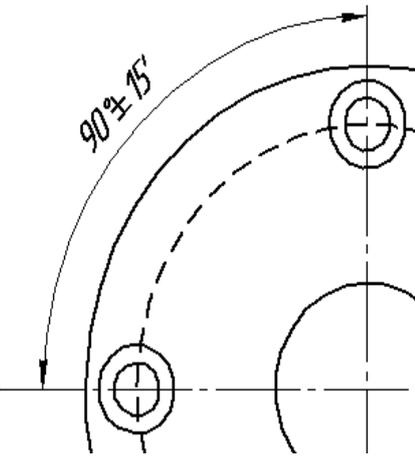
Оформление замечаний нормоконтролера

№ п/п	Не указано на чертеже	Следует указать
1. Рабочий чертеж вала		
1.1	Неправильно применены условные обозначения (10)	
1.2	Несоблюдение установленных правил редакционного оформления и размещения надписей (30)	<p>A-A (2:1)</p>
1.3	Ошибки графики (31)	
1.4	Предельные отклонения не соответствуют установленным нормам (42)	
1.5	Отсутствуют или неправильно нанесены обозначения шероховатости поверхностей (43)	$\sqrt{R_a 1.25}$
1.6	Отсутствуют предельные отклонения (41)	$\varnothing 15k6^{+0.012}_{+0.001}$; $\varnothing 20k6^{+0.015}_{+0.002}$

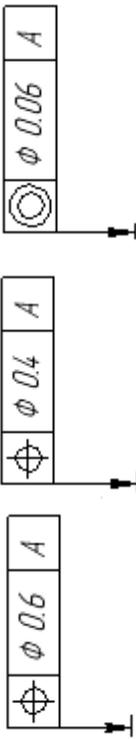
Продолжение табл. 6

№ п/п	Не указано на чертеже	Следует указать
1.7	Нарушены требования к написанию размеров (37)	
1.8	Отсутствие необходимых размеров (38)	
1.9	Условные обозначения допусков, форм и расположений поверхностей выполнены с нарушением правил, установленных ГОСТ 2.308-79 (40)	

Продолжение табл. 6

№ п/п	Не указано на чертеже	Следует указать
1.10	Не соблюдены требования ГОСТ 2.310–68 по указанию твердости поверхностей (47)	
2. Рабочий чертеж крышки подшипника		
2.1	Неправильно применены условные обозначения (10)	
2.2	Ошибки графики (31)	Убрать с чертежа R40 и R80
2.3	Отсутствие необходимых размеров (38)	

Окончание табл. 6

№ п/п	Не указано на чертеже	Следует указать
2.4	Условные обозначения допусков, форм и расположений поверхностей выполнены с нарушением правил, установленных ГОСТ 2.308–79 (40)	
2.5	Отсутствуют или неправильно нанесены обозначения шероховатости поверхностей (43)	
3. Общие замечания		
3.1	Шрифт не по ГОСТ 2.304-81	
3.2	Небрежное оформление	
3.3	Орфографические ошибки	

Примеры заданий на чертеже детали с ошибками типа вал и крышка приведены соответственно на рис. 2, 4, 6, а исправленные чертежи деталей – на рис. 3, 5, 7.

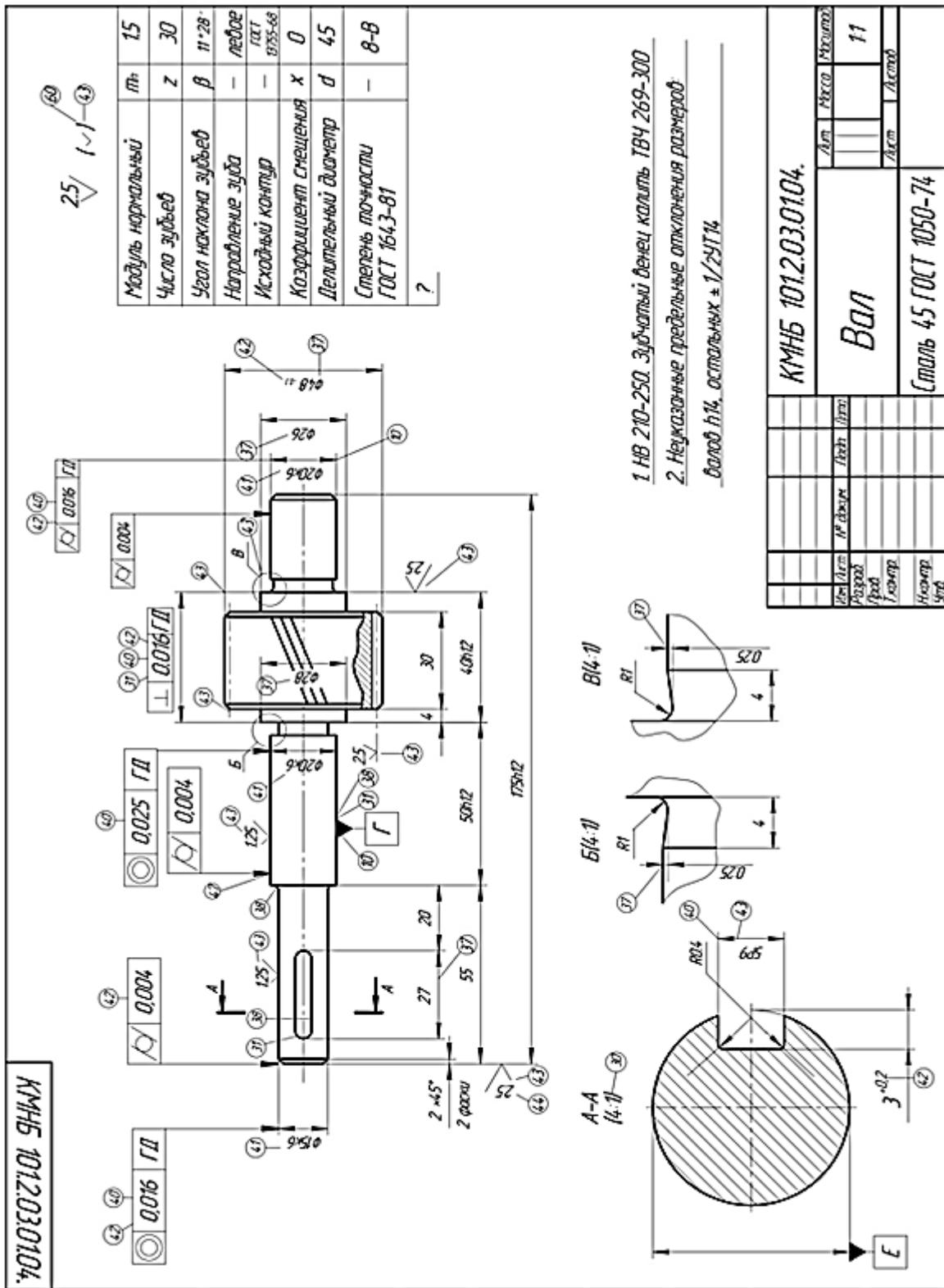


Рис. 2. Рабочий чертеж вала (с ошибками)

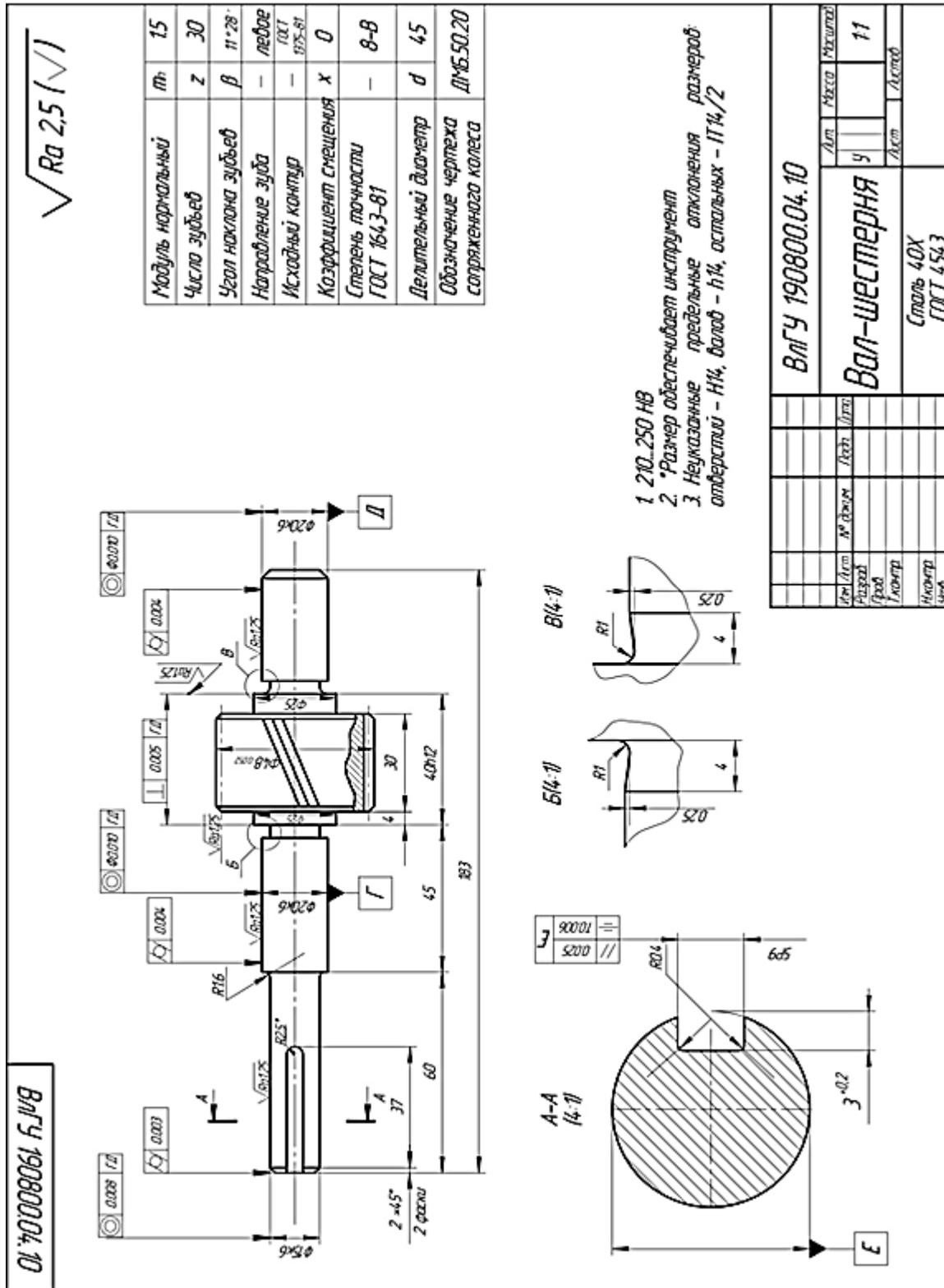


Рис. 3. Рабочий чертеж вала (после исправления ошибок)

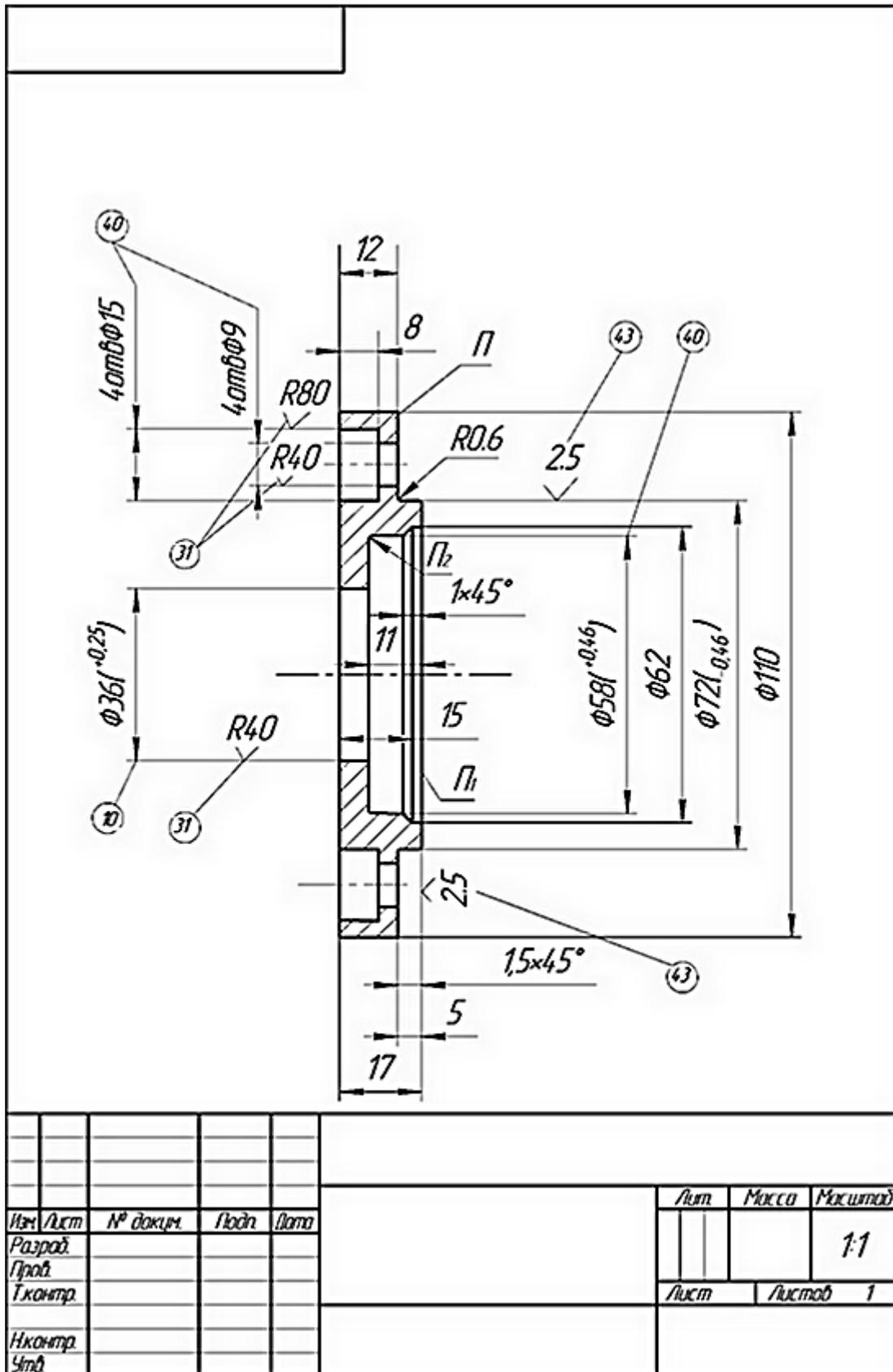


Рис. 4. Рабочий чертеж крышки подшипника (с ошибками)

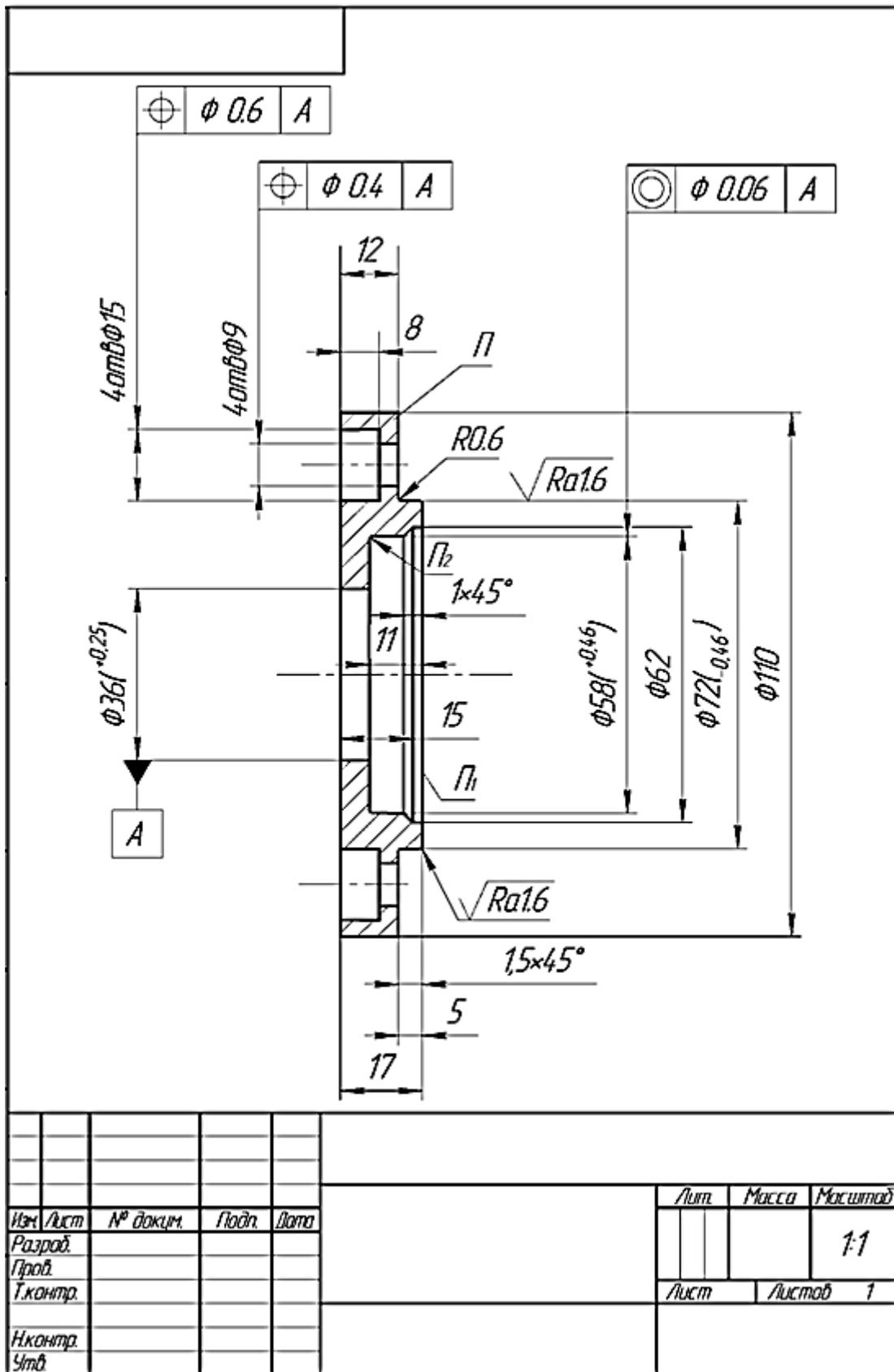


Рис.5. Рабочий чертеж крышки подшипника (правильный)

Подсчет ошибок

Данный раздел работы рекомендуется оформлять следующим образом:

1. Ошибки I категории, приводящие к браку:
 - по чертежу вала – 5
 - по чертежу крышки подшипника – 2
2. Ошибки II категории, приводящие к задержке производства:
 - по чертежу вала – 4
 - по чертежу крышки подшипника – 1
3. Ошибки III категории, небрежность оформления:
 - по чертежу вала – 2
 - по чертежу крышки подшипника – 2.

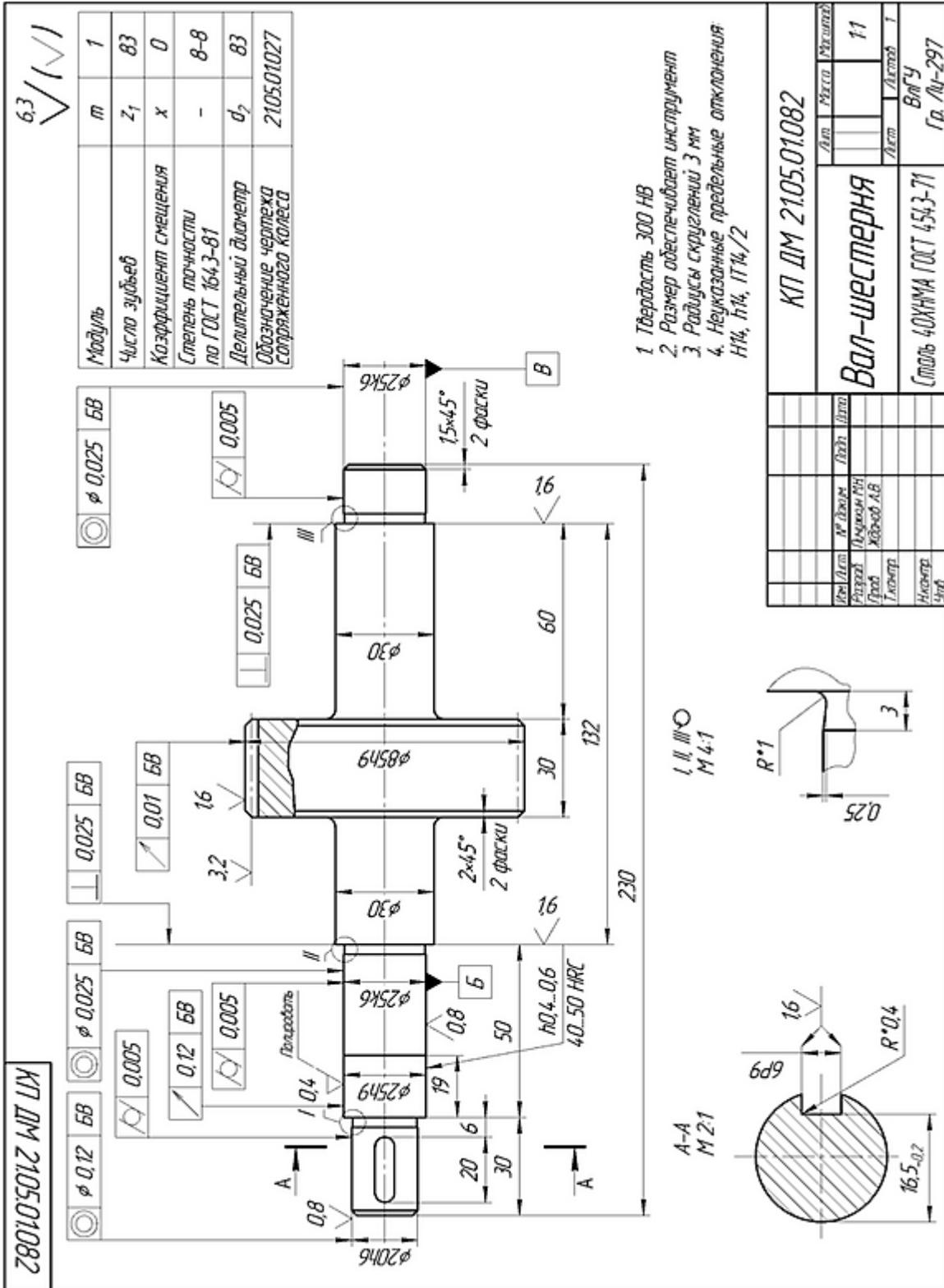
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В процессе обучения предусмотрена самостоятельная работа студента.

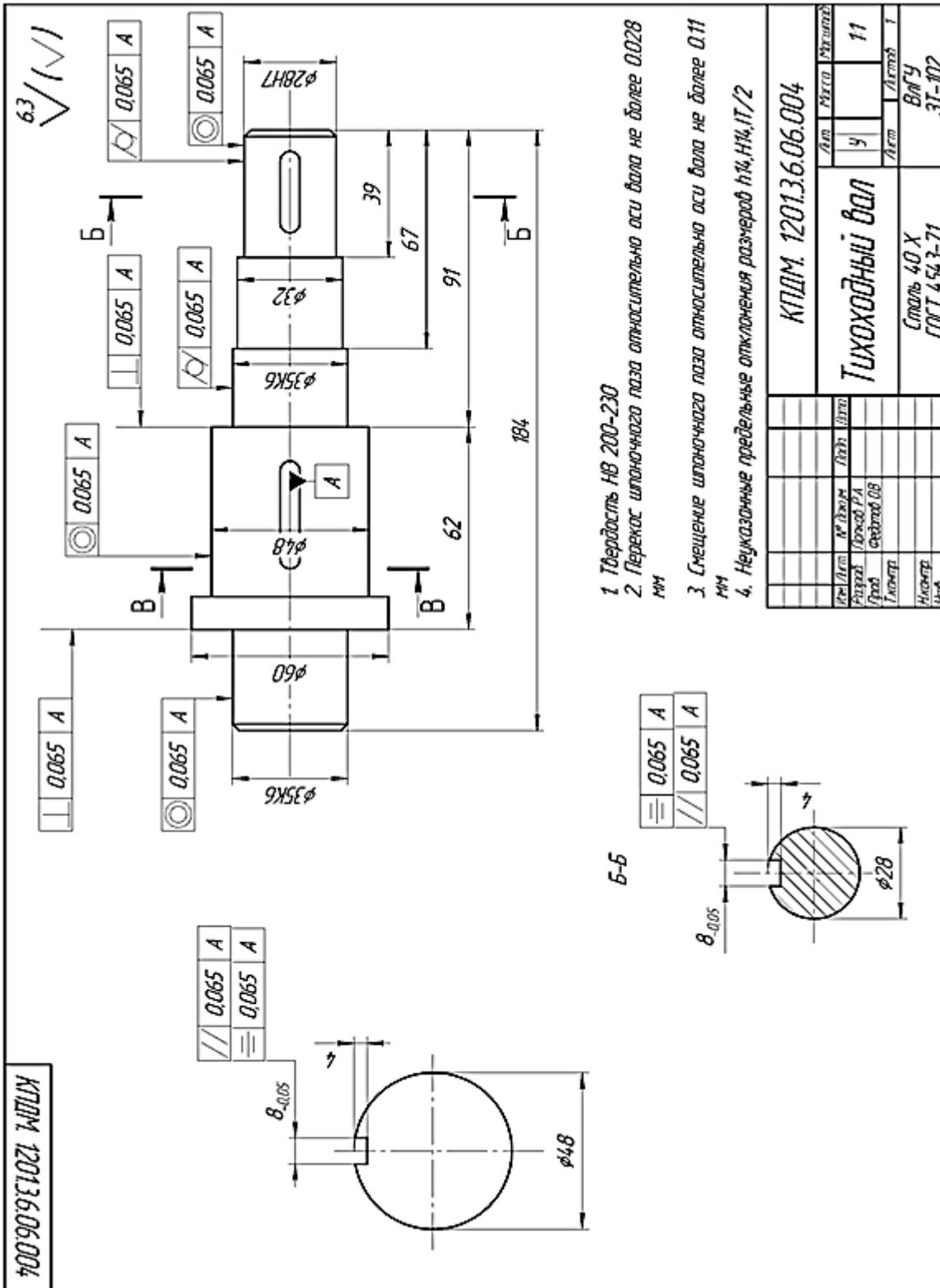
Каждому студенту выдается индивидуальное задание в виде двух чертежей деталей, по которым производится нормоконтроль и метрологическая экспертиза элементов конструкции.

По завершению работы все учащиеся оформляют пояснительную записку, где приводят исходный чертеж (с ошибками) и исправленный чертеж, а также необходимые расчеты и пояснения.

Выполнять чертежи можно как автоматизированным способом так и безмашинным. В качестве ПО рекомендуется использовать систему автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V13.



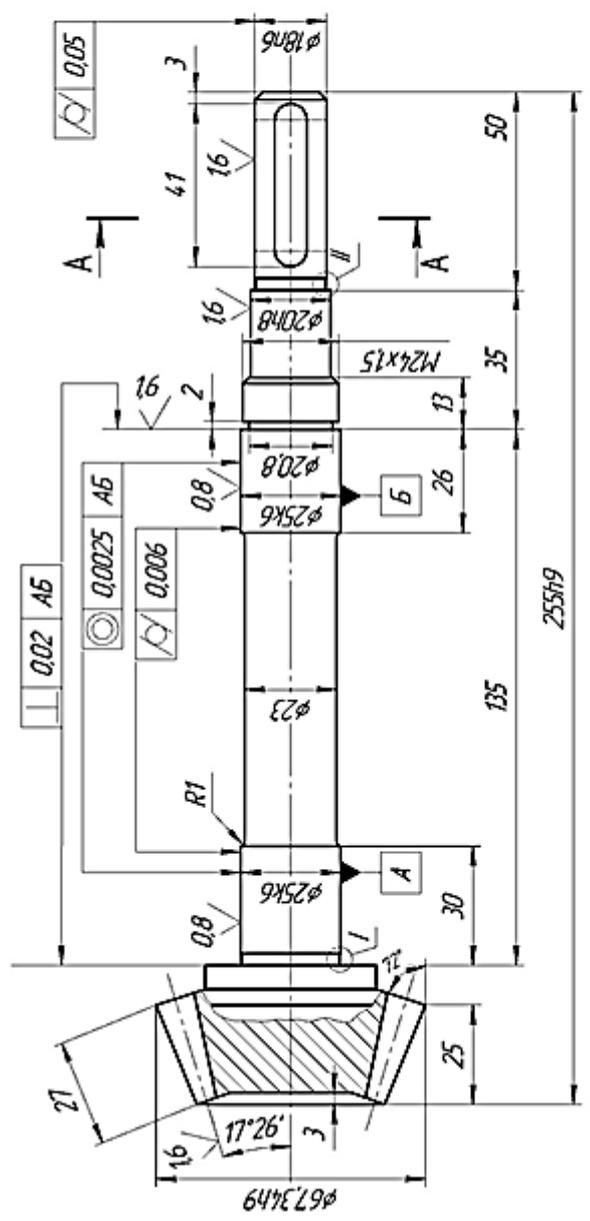
Вариант № 4. Рабочий чертеж вала



Вариант № 6. Рабочий чертеж вала

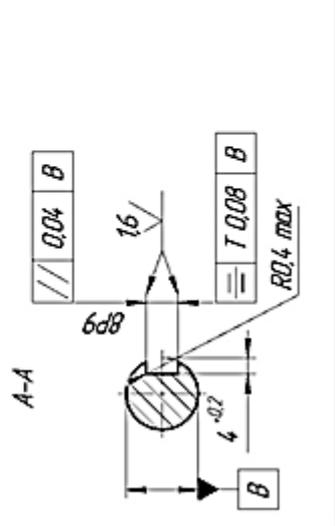
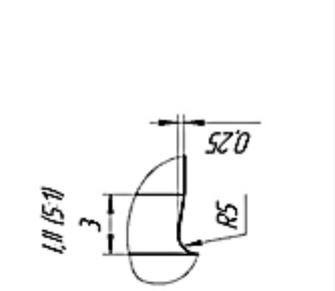
6.3 $\sqrt{(\quad)}$

Нормальный модуль	m	25
Число зубьев	z	22
Окружной модуль	m _о	25
Конечное расстояние	R _к	87
Межосевой контур	-	ГОСТ 16802-91
Тип зуба	-	прямой
Степень точности по ГОСТ 1758-81		7-8
Валовый диаметр	d	55



1. 260-280 HB
2. Неуказанные предельные отклонения размеров валов-нп, остальных поверхностей ±IT14/2

Вкл/Исп	№ докум	Лист	Итого
	Число		
	Изд		
	Средств		
	Контр		
	Удб		

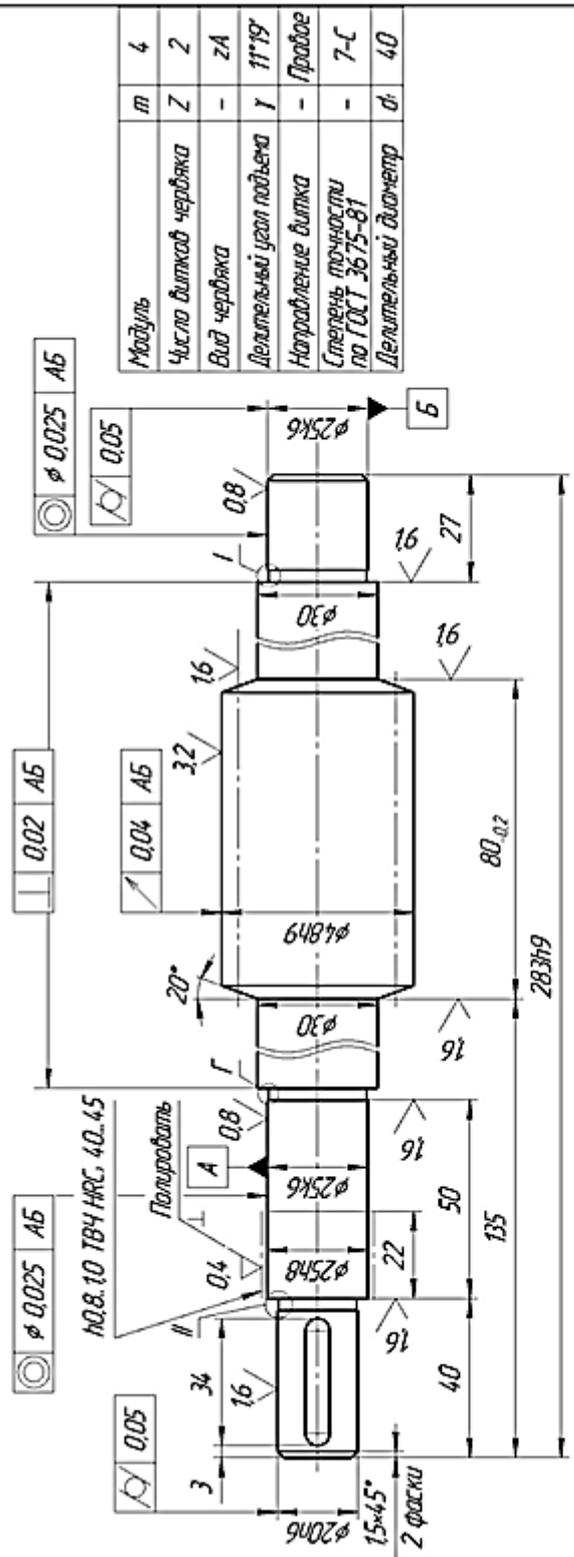


Вал-шестерня	
Лист	Место
Лист	Листов
	11
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	

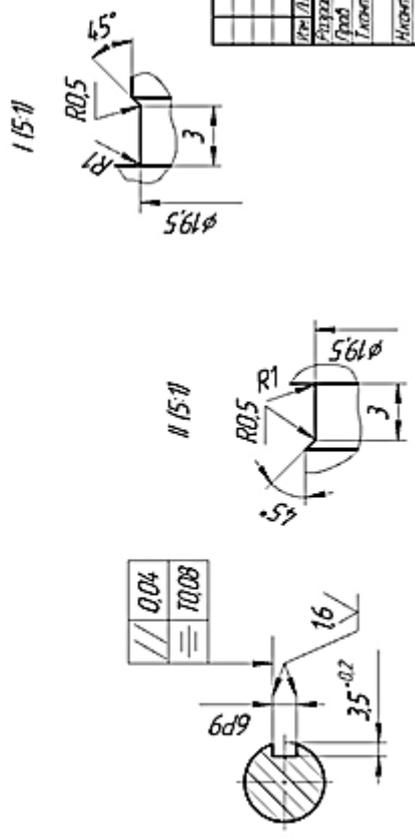
Вариант № 7. Рабочий чертеж вала

КПДМ.0105.0103

6.3



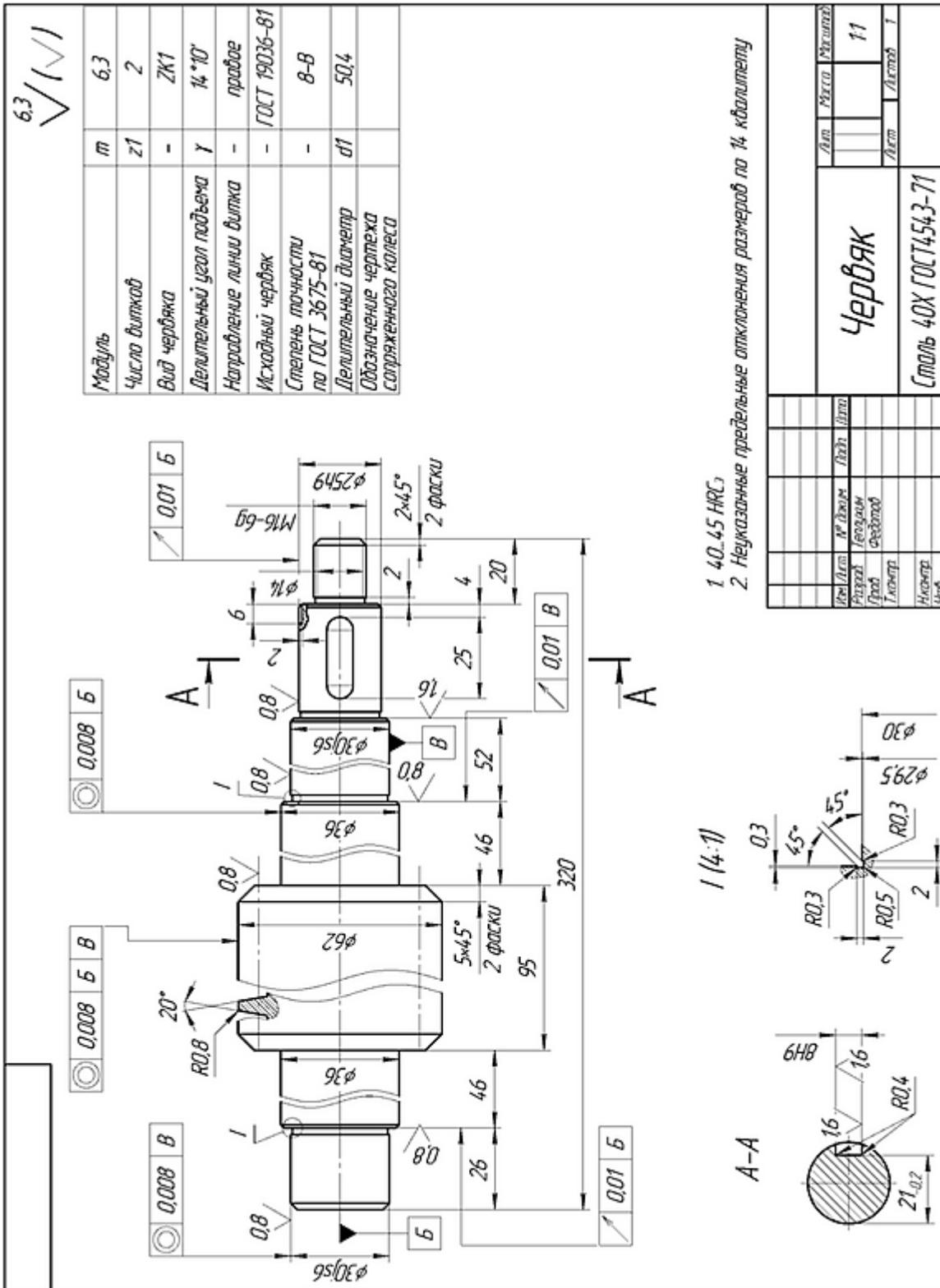
Модуль	m	4
Число зубчат червяка	Z	2
Вид червяка	-	ZA
Делительный угол подъема	γ	11°19'
Направление витка	-	Правое
Степень точности по ГОСТ 3675-81	-	7-С
Делительный диаметр	d ₁	40



- 1 Твердость 45-50 НРС, кроме мест казенных особо
- 2 Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий «Нк»; валов «нк»; остальных ± IT14/2

КПДМ.0105.0103	
Червяк	11
Сталь 40х ГОСТ 4543-71	ВЛГУ ЗАТУ 102

Вариант № 8. Рабочий чертеж червяка

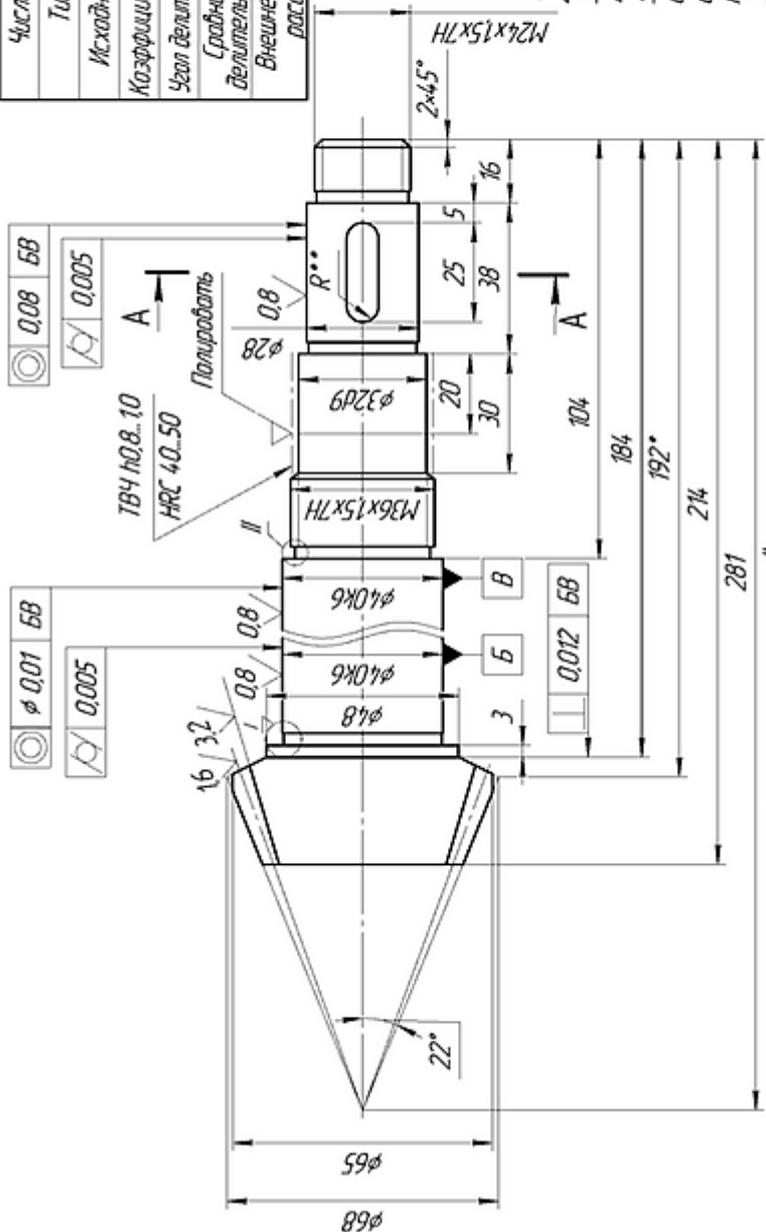


Вариант № 9. Рабочий чертеж червяка

КПДМ 1201 Д 1902

6.3

Модуль	m	3,44
Число зубьев	z ₁	38
Тип зуба	-	прямой
Исходный контур	-	ГОСТ 16202-81
Коэффициент смещения	x ₀	0
Угол делительного канюса	δ	17,7°
Сравнительный делительный диаметр	d	57,38
Внешнее конусное расстояние	R _e	94,4



- 1 220 НВ min
- 2 *Размеры для справок
- 3 **Размер абразив инстр.
- 4 Радиусы скруглений 2мм max
- 5 Неуказанные предельные отклонения размеров: валов- \pm , остальных $\pm 1/2$ среднего класса точности по СТСЭВ 302-76

КПДМ 1201 Д 1902			
№ документа	Дата	Лист	Масштаб
11			1:1
Вал-шестерня			
Исполн.	Провер.	Удобр.	Материал
Г. Кошур	Л. Сидоров	Л. Сидоров	ВЛГУ ТД-503

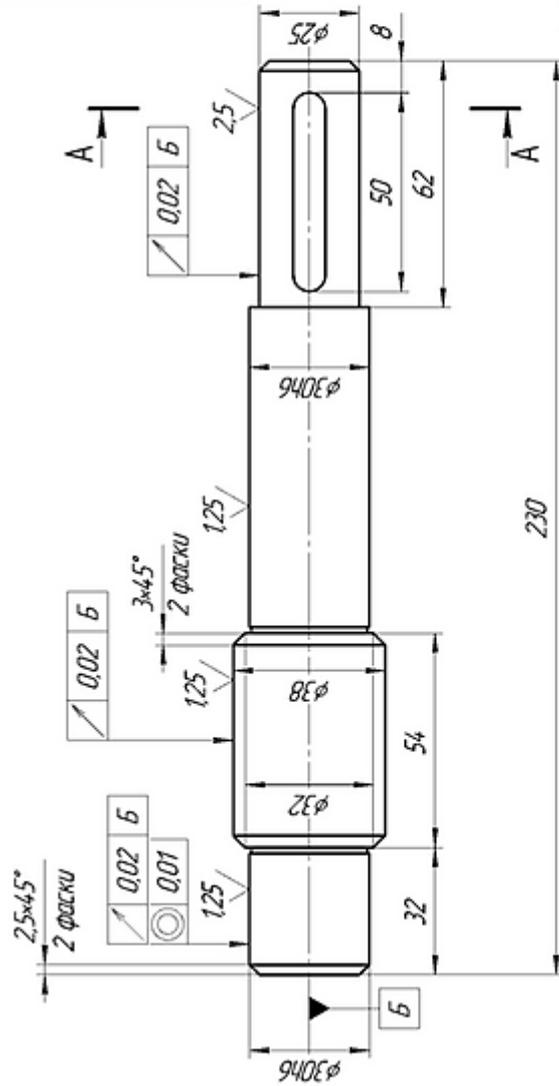
--	--	--

Вариант № 10. Рабочий чертеж вала

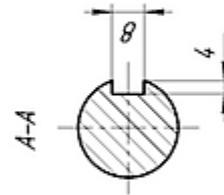
10008 WJ CJX

6.3 $\sqrt{1/1}$

Модуль нормальный	m_n	2
Число зубьев	Z_1	17
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Степень точности по ГОСТ 1643-81		8
Делительный диаметр	d_f	34
Коэффициент смещения исходного контура	x	0

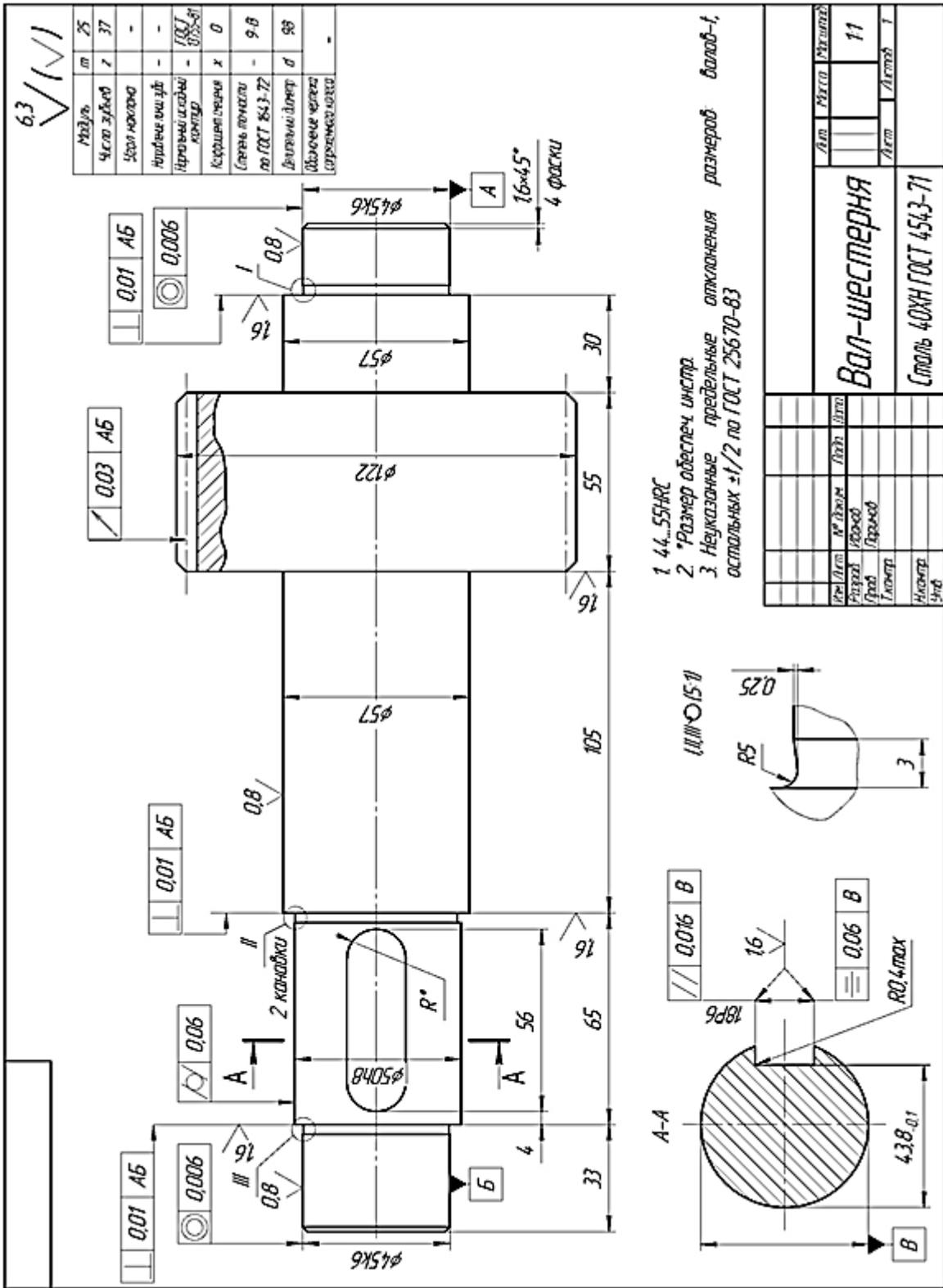


- 1 Твердость HB 200-230
- 2 Перекас шлоночного паза относительно оси вала не более 0,025 мм.
- 3 Смещение шлоночного паза относительно оси вала не более 0,11 мм.
- 4 Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, ±IT14/2

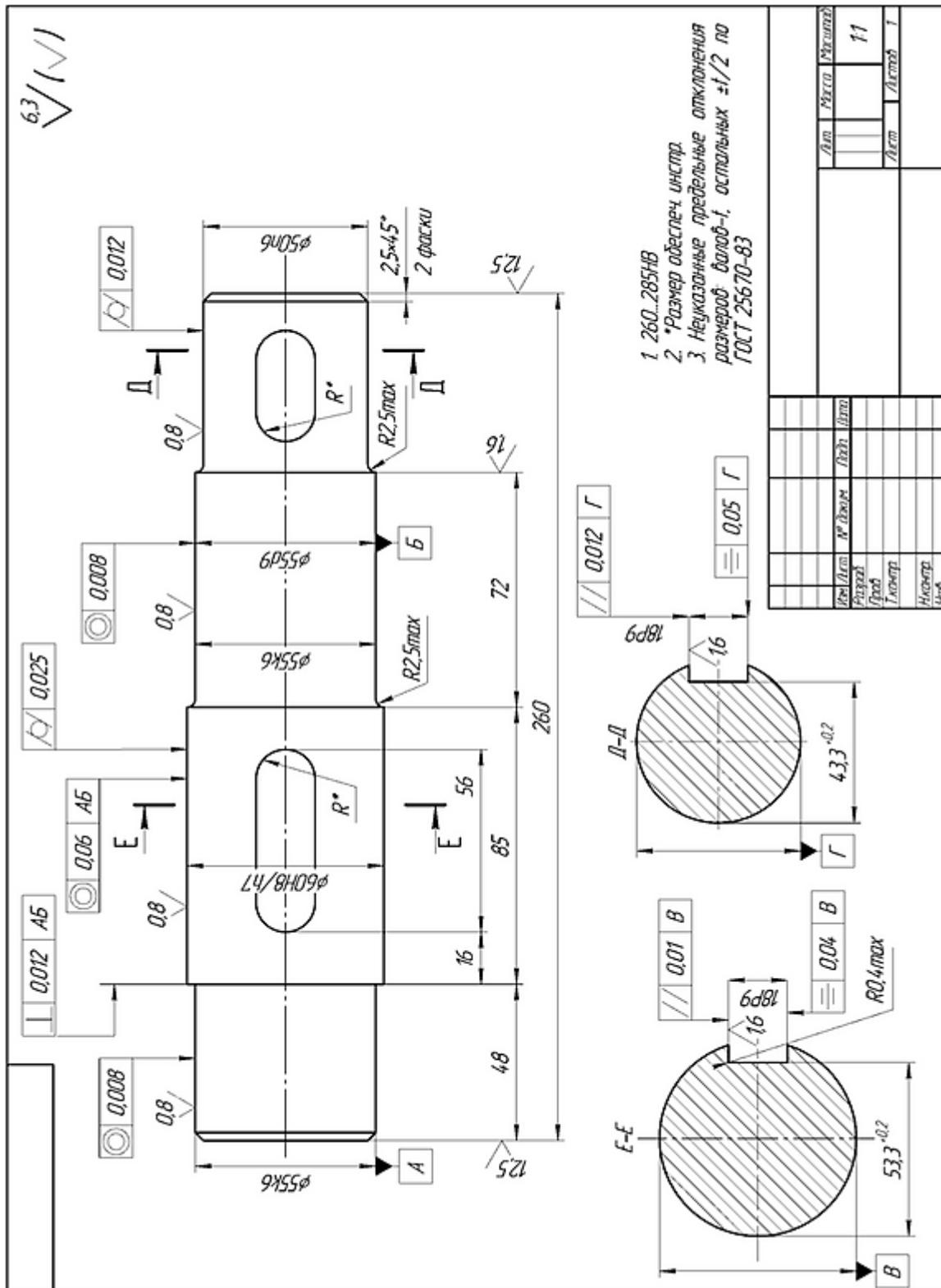


КП ДМ 8.00.01		Лист	Место	Масштаб
Вал	шестерня			1:1
Сталь 40Х	ГОСТ 4543-71	Лист	Листов	1
		гр 3АТД-102		

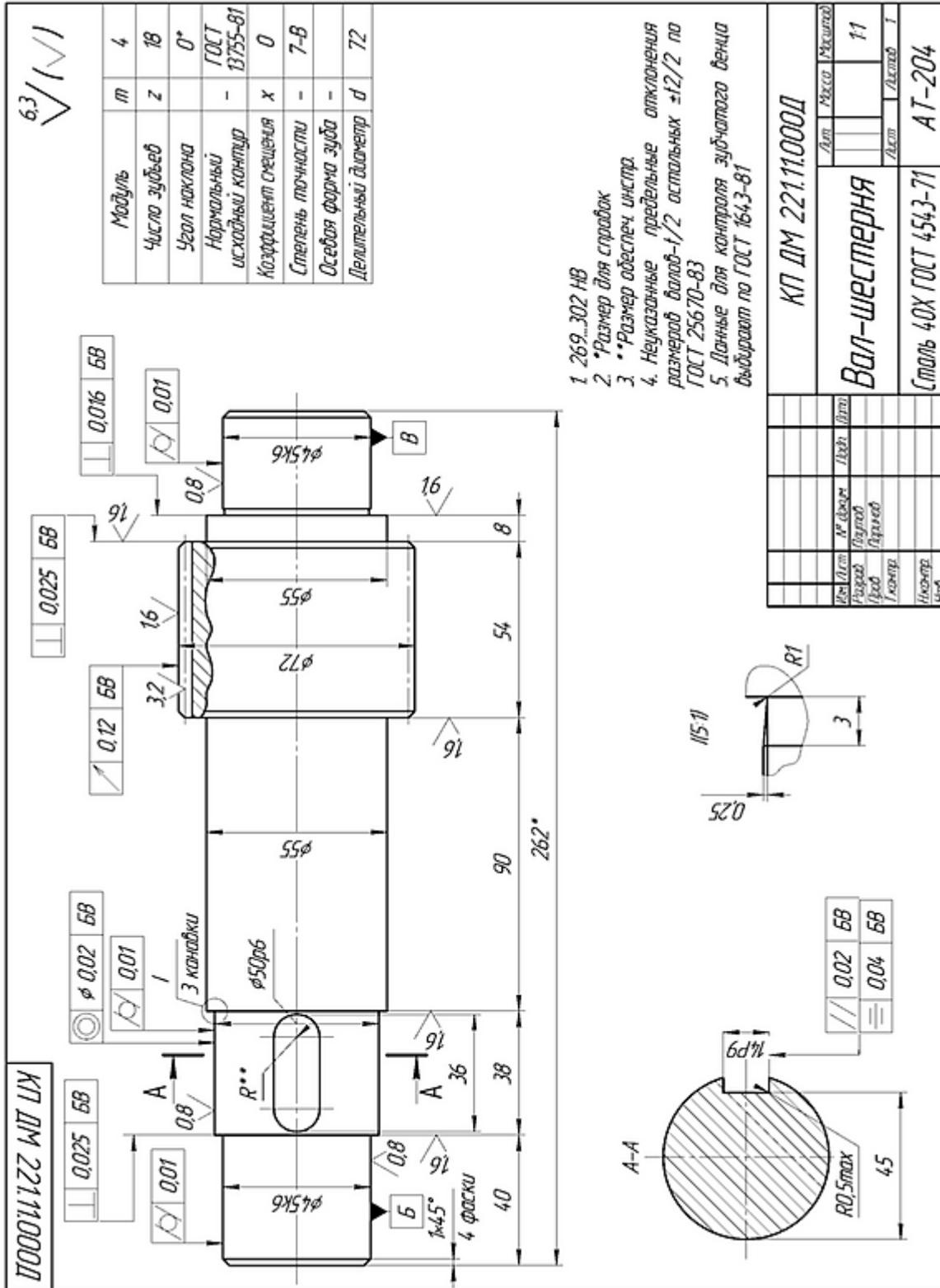
Вариант № 12. Рабочий чертеж вала



Вариант № 13. Рабочий чертеж вала



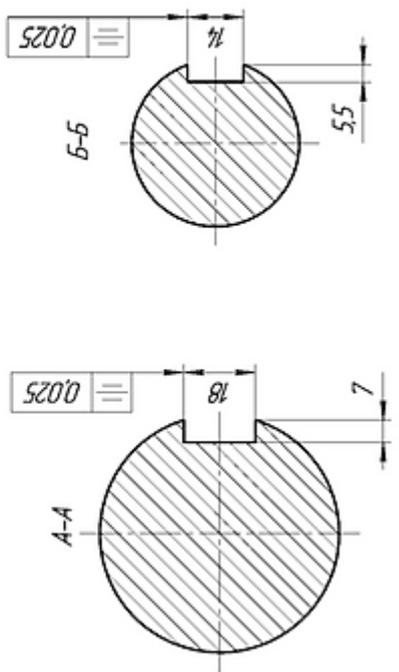
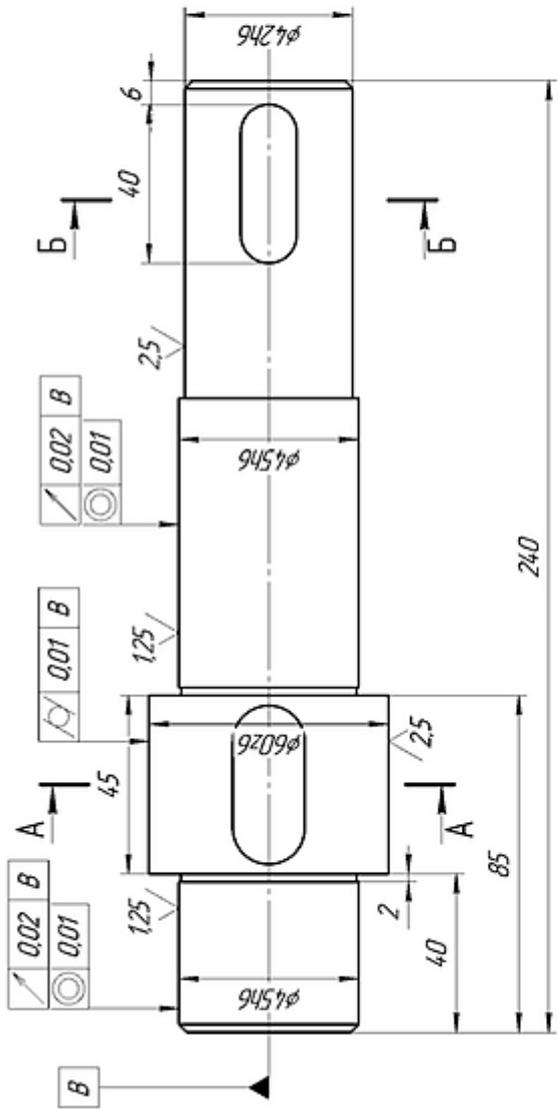
Вариант № 14. Рабочий чертеж вала



Вариант № 15. Рабочий чертеж вала

КП ДМ 07.04.03

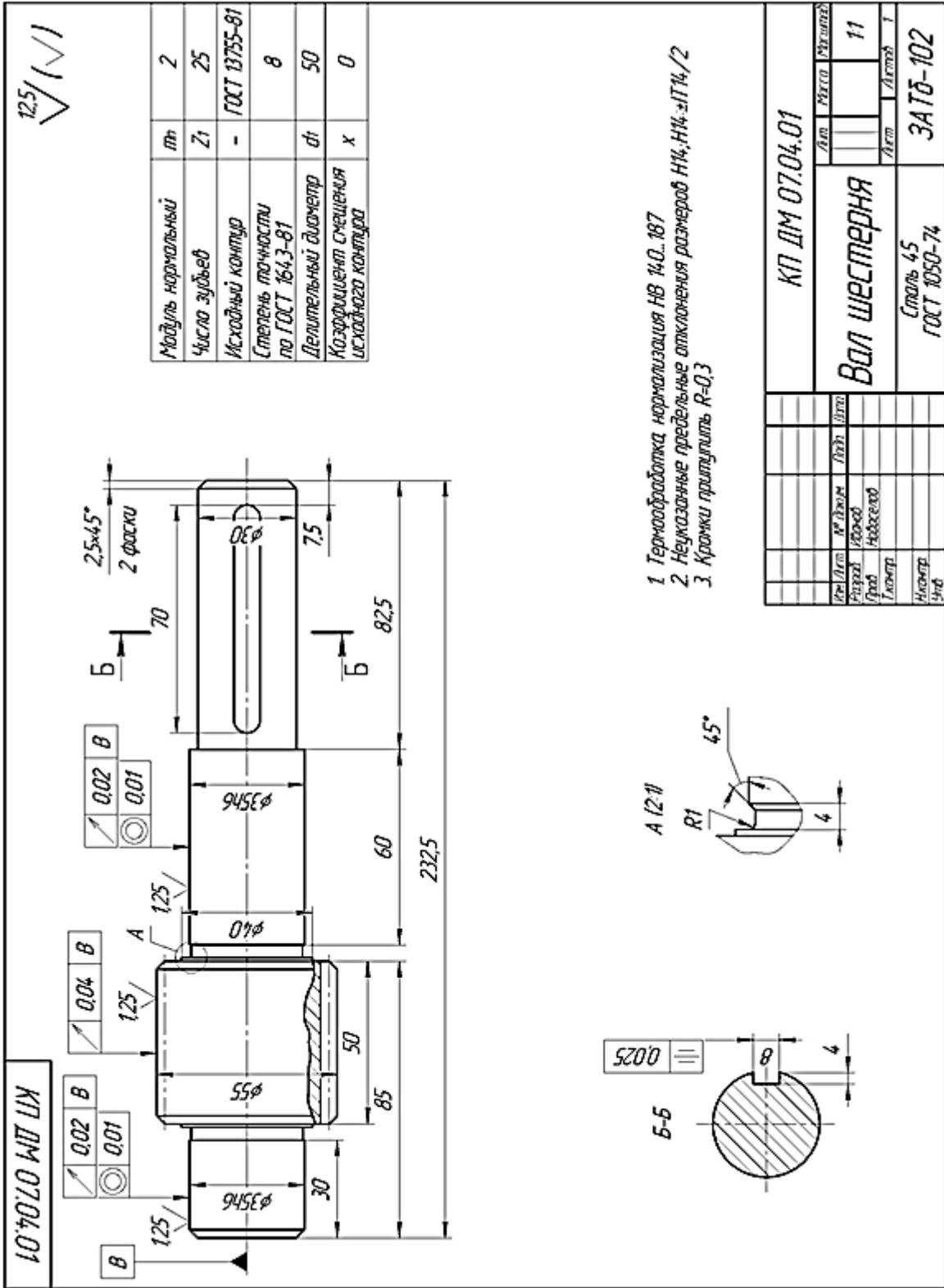
125/√(√)



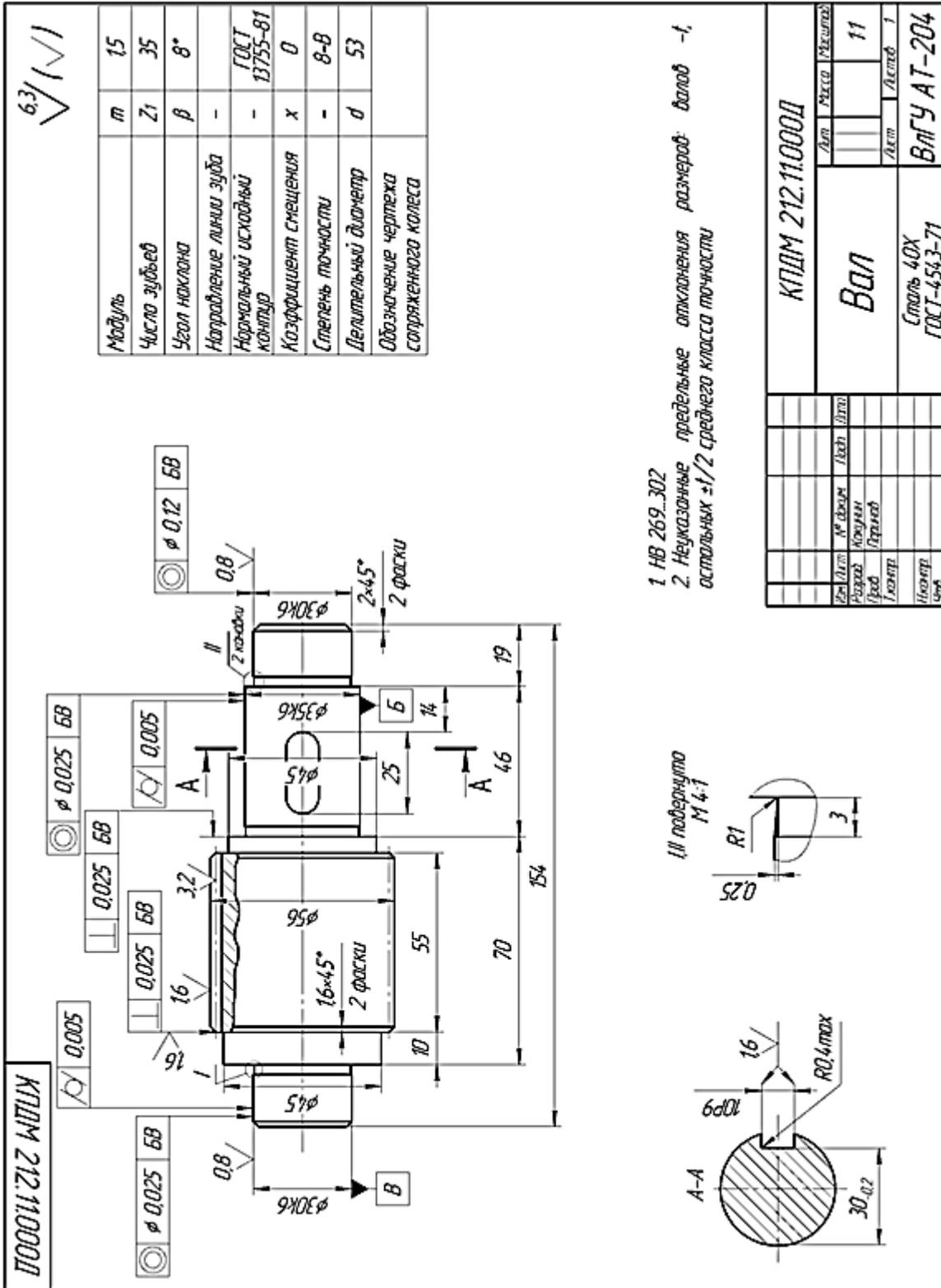
1. Термообработка, нормализация НВ 140...187
2. Неуказанные предельные отклонения размеров Н14, h14, ±IT14/2
3. Кромки притупить R=0,3 мм

КП ДМ 07.04.03		Лист	Масштаб
Вал колеса		№ докум.	11
Сталь 45		Исполн.	1
ГОСТ 1050-74		Листов	1
		Затв.	ЗАТД-102

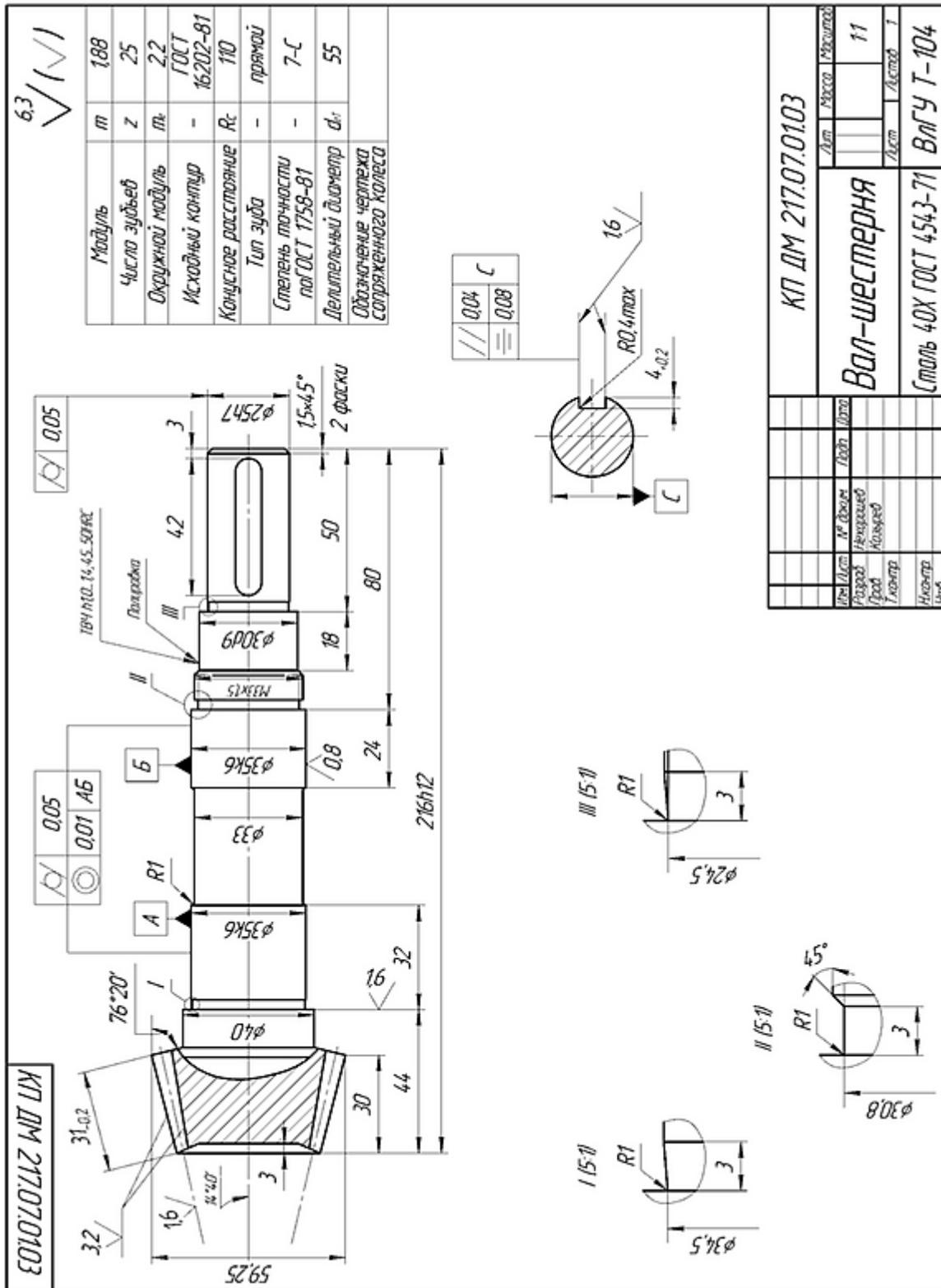
Вариант № 17. Рабочий чертеж вала



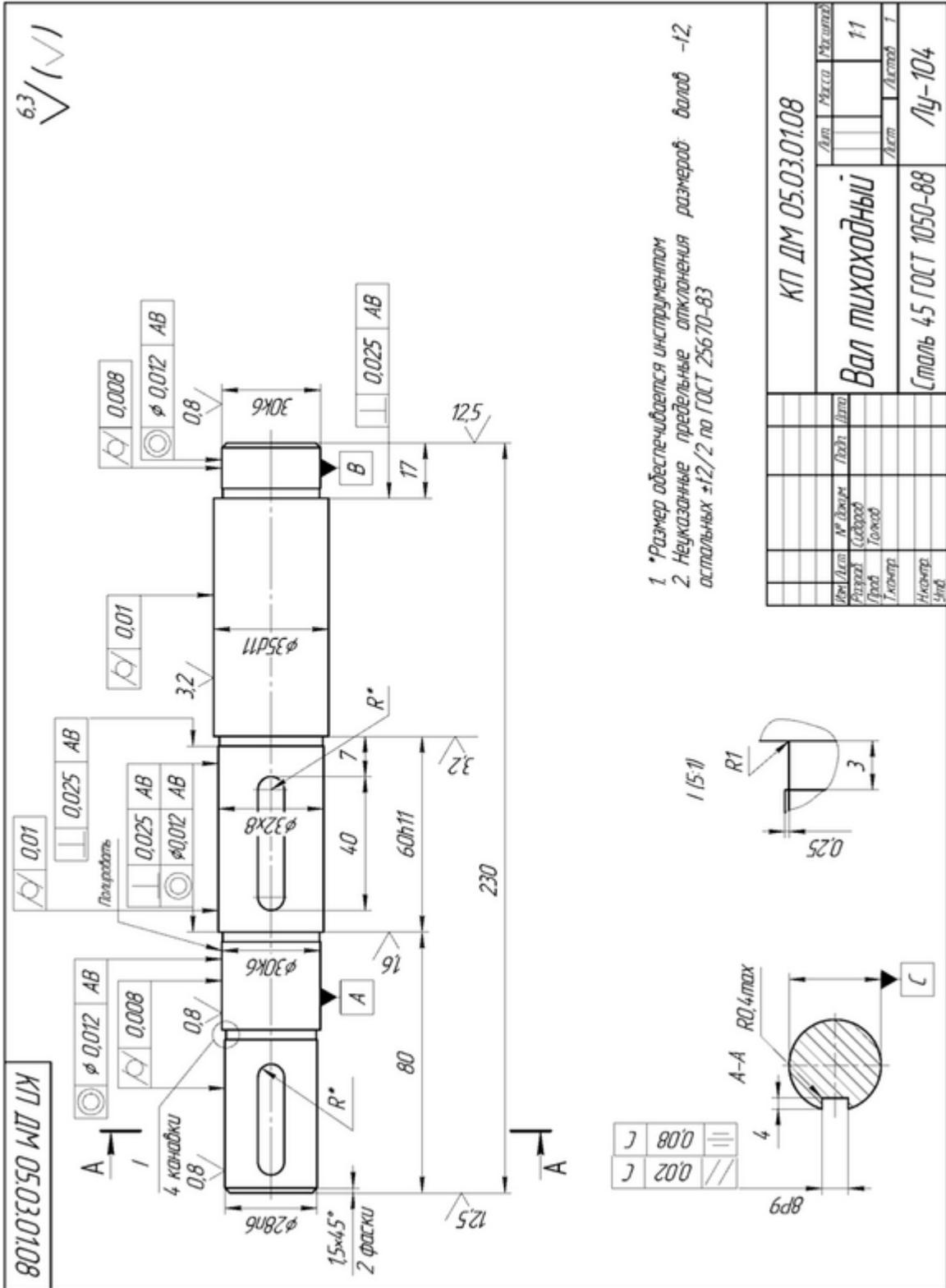
Вариант № 18. Рабочий чертеж вала



Вариант № 19. Рабочий чертёж вала



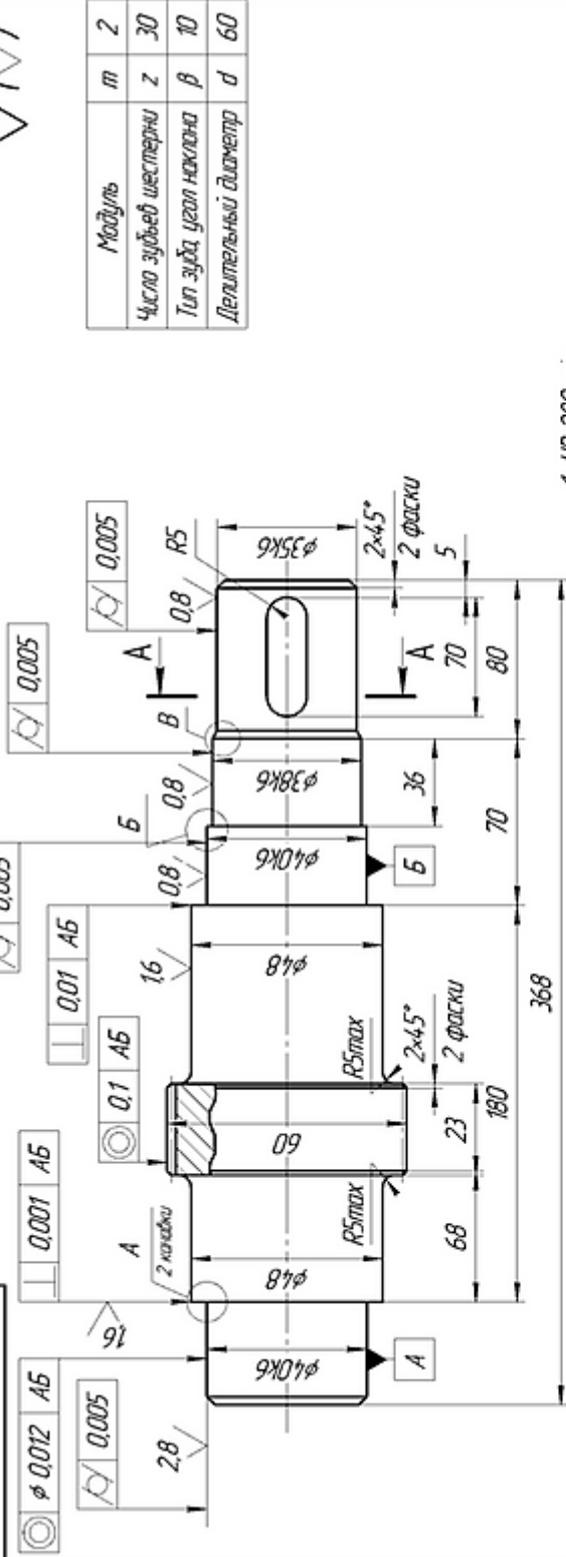
Вариант № 20. Рабочий чертёж вала



Вариант №21. Рабочий чертеж вала

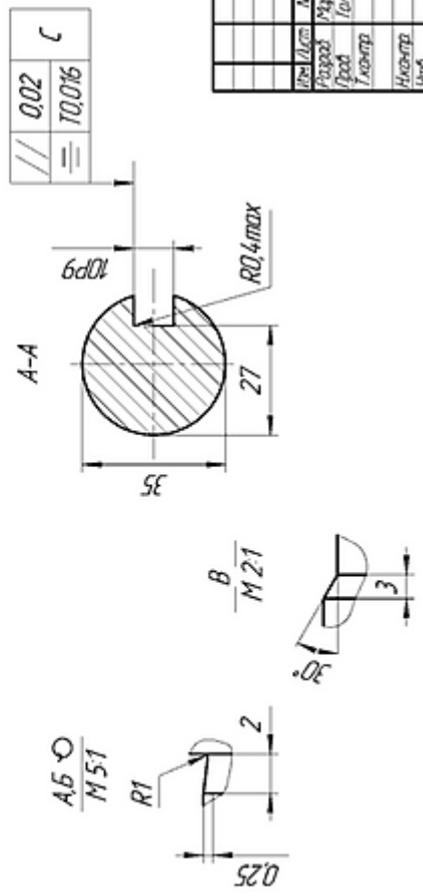
6.3 $\sqrt{1/1}$

КП ДМ 2003.0101



Модуль	m	2
Число зубьев шестерни	z	30
Тип зуба, угол наклона	β	10
Делительный диаметр	d	60

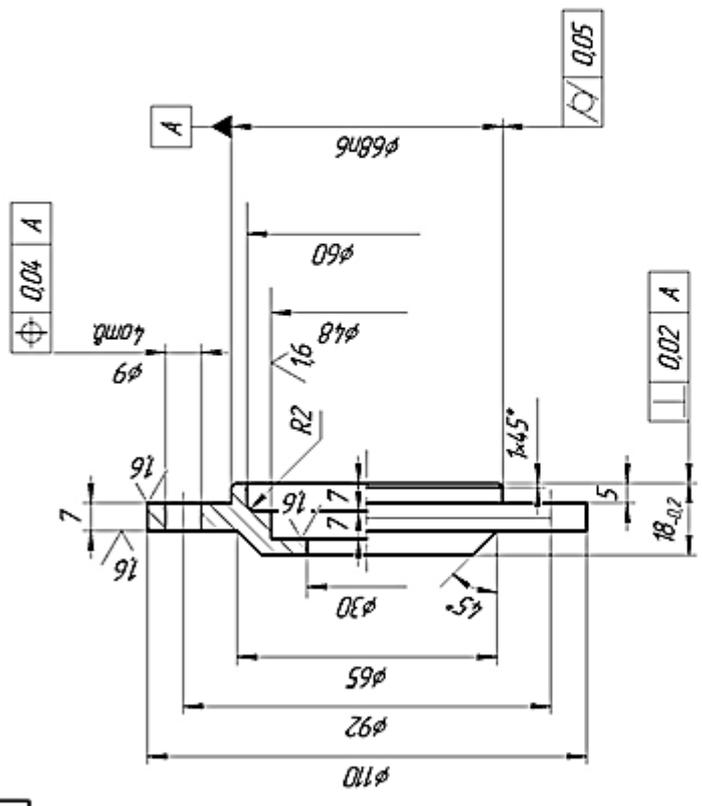
1. НВ 280 min
2. Размер обеспечивает инструмент
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов - i , остальных $\pm i/2$ среднего класса точности
4. Перекас шпоночных пазов относительно оси вала не более 0,02 мм
5. Смещение шпоночного паза относительно оси вала не более 0,16 мм



КП ДМ 2003.0101		Дат	Масса	Масштаб
Вал-шестерня		№ докум	12	
Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71		Разработ		
		Проект		
		Исполн		
		Начальн		
		Упр		
		Лист	Листов	1
		Лы-104		

Вариант № 22. Рабочий чертеж вала

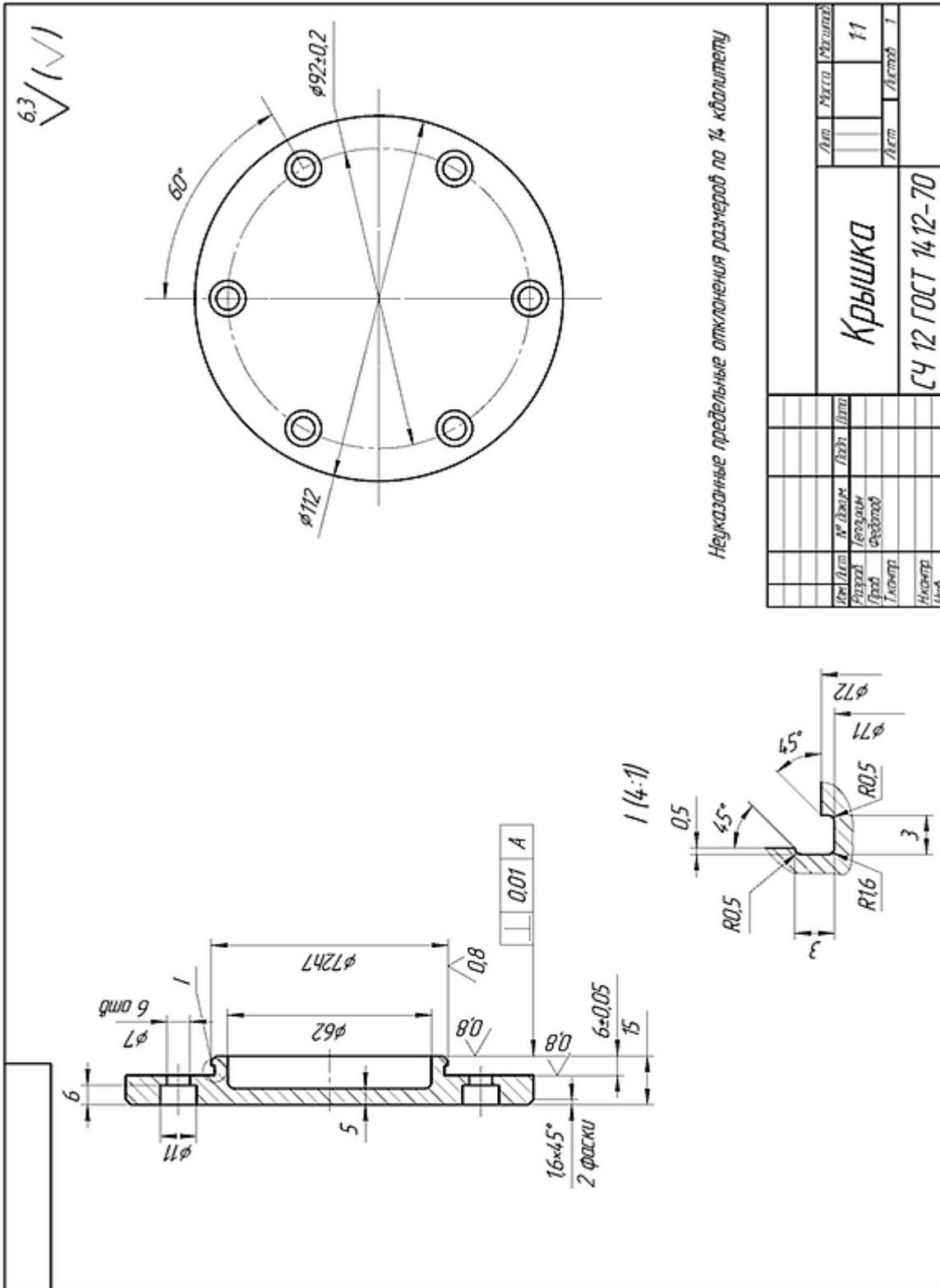
6.3



- 1 Острые кромки притупить
- 2 Неуказанные предельные отклонения размеров: допуск-Н14, стандарты -Н14, остальные по表面粗糙度 ±IT14/2

№ докум. разраб.	№ докум. учред. фирм	Дата выпущ.	Лист из 1	Масштаб
				1:1
Крышка				Ст.гр. 31-100
СЧ 15 ГОСТ 14.12-74				

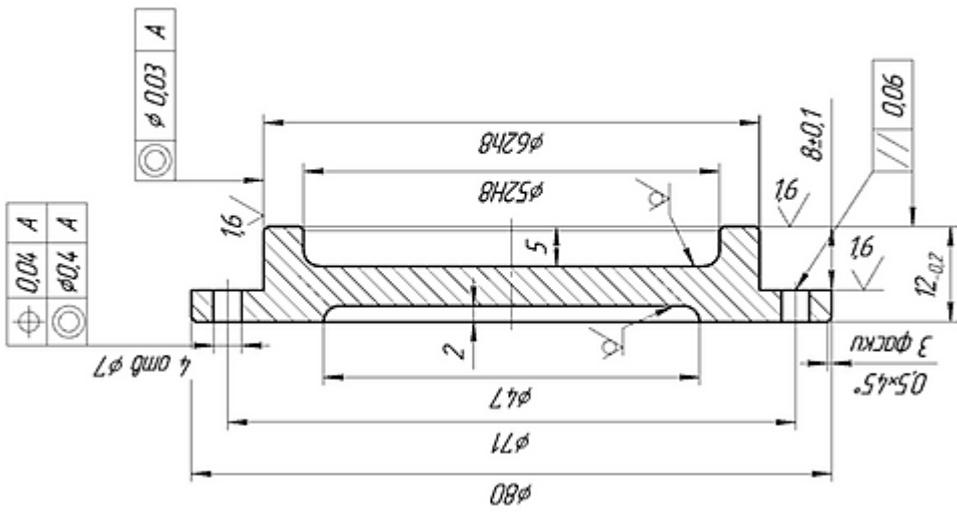
Вариант № 1. Рабочий чертеж крышки



Вариант № 2. Рабочий чертеж крышки

КП ДМ 05.03.0109

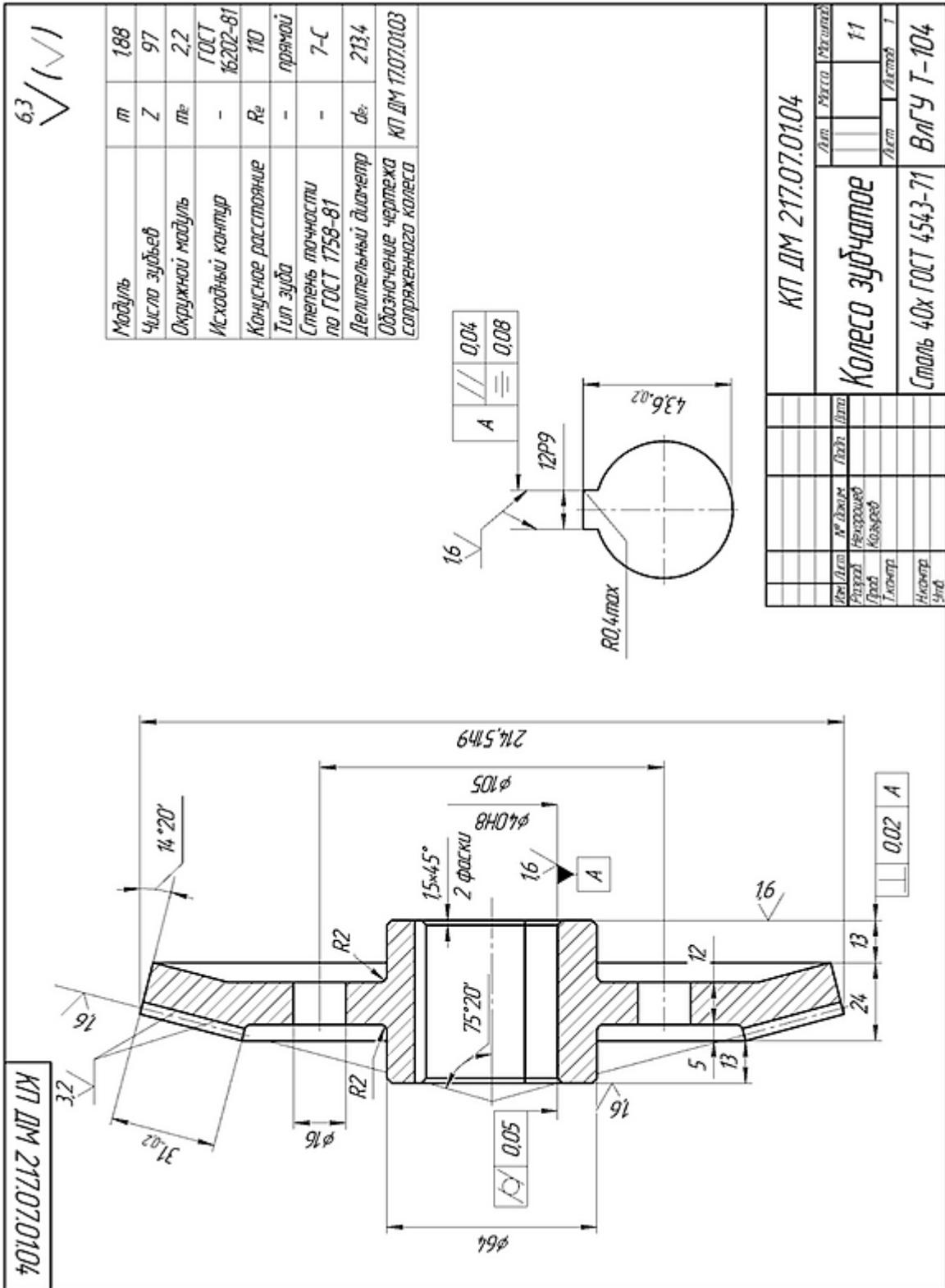
6.3 $\sqrt{1/1}$



1. Формовочные уклоны = 1°
2. Указанные предельные отклонения размеров поверхностей $\sqrt{1/1}$; отверстий +12, балок -12, остальных $\pm 12/2$, поверхностей $\sqrt{1/3/2}$ по ГОСТ 25670-83

КП ДМ 05.03.0109		Лист	Масштаб	Масштаб
Крышка				2:1
подшипника				
С415 ГОСТ 14.12-85		Листов	Листов	1
Лц-104				

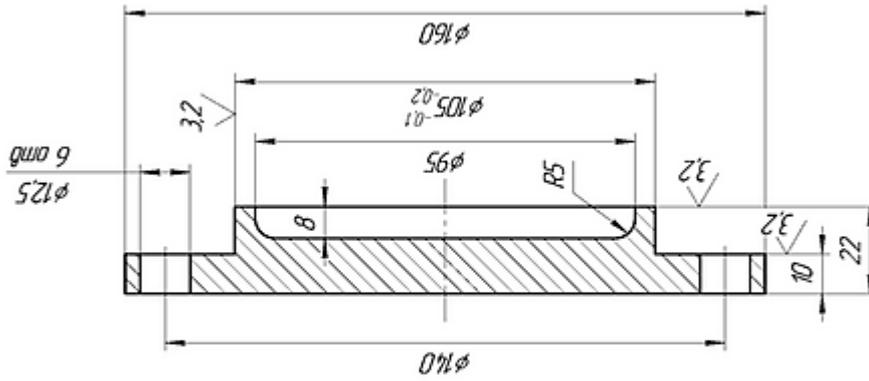
Вариант № 3. Рабочий чертеж крышки



Вариант № 4. Рабочий чертеж зубчатого колеса

КП ДМ 07.04.06

12,5



1. Неуказанные предельные отклонения размеров Н14, н14, ±Т14/2
2. Лительные радиусы R=5 мм

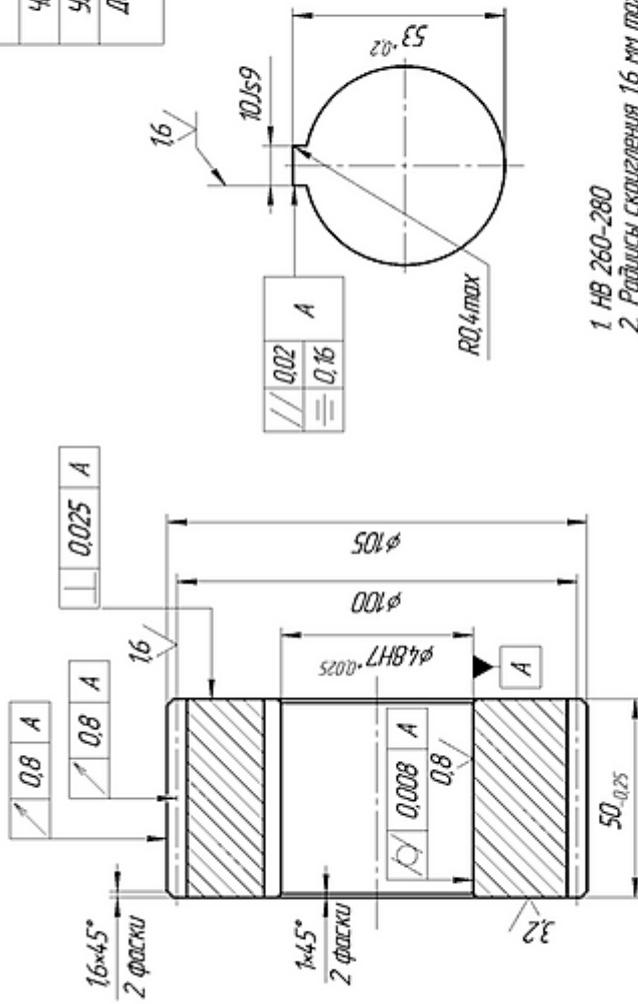
КП ДМ 07.04.06		Лист	Масса	Масштаб
Крышка				1:1
		СЧ 15-32		
ГОСТ 14.12-70		ЗА ТД-102		
№ докум. Разраб. Проб. Исполн.	№ докум. Исполн.	Дата	Лист	1
Исполн.				
Нач. отд. Упр.				

Вариант № 5. Рабочий чертеж крышки

КП ДМ 20030102

6.3

Модуль	<i>m</i>	2,5
Число зубьев	<i>z</i>	20
Угол наклона	β	16°
Делительный диаметр	<i>d</i>	100

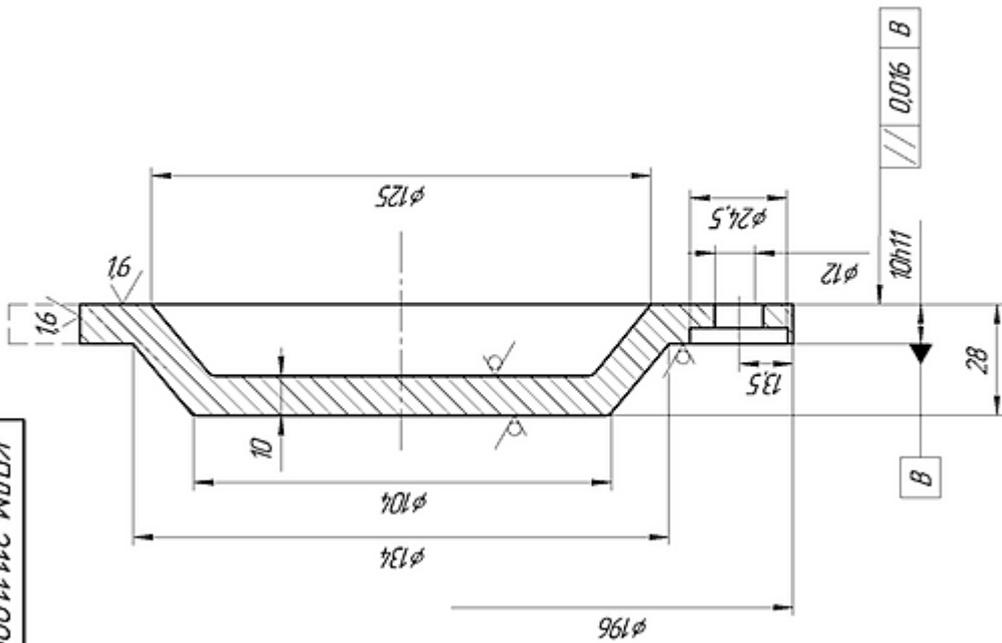


КП ДМ 20030102		Колесо зубчатое		Лист 11	
№ документа	№ документа	Лист	Листов	Лист	Листов
1	1	1	1	1	1
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			Лц-104		

Вариант № 6. Рабочий чертеж зубчатого колеса

КПДМ 211.11.000Д

6.3



1. Формовочные уклоны = 1°
2. Неуказанные радиусы 2 мм пох
3. Неуказанные предельные отклонения размеров поверхностей отверстий +12, валов -12, остальных ±12/2, поверхностей ±13/2 по ГОСТ 25670-83

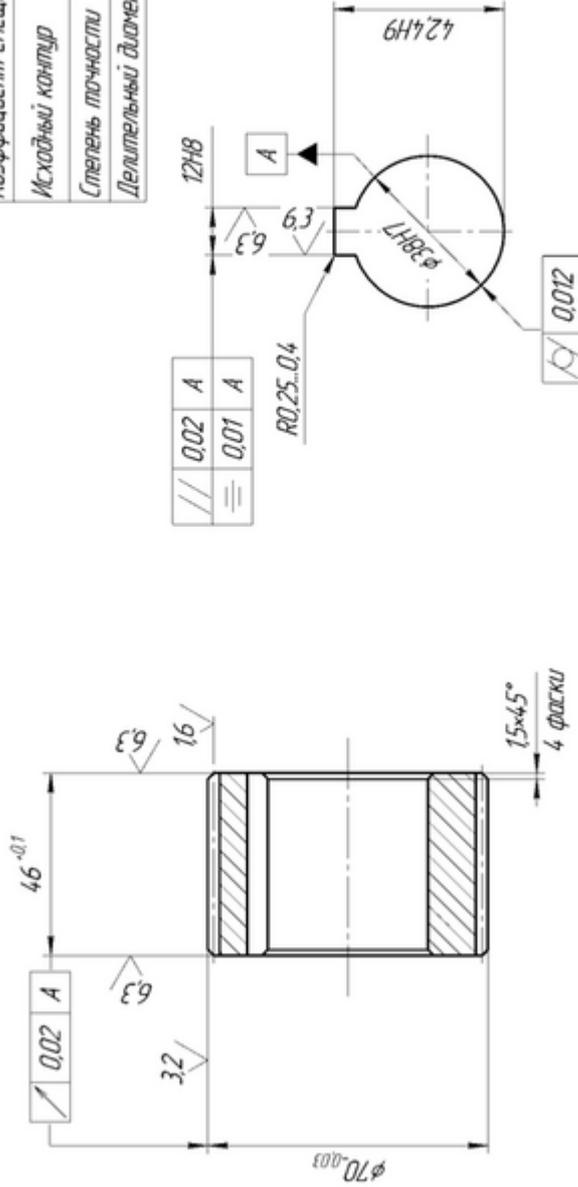
КПДМ 211.11.000Д			
Вид	Масштаб	Масштаб	Масштаб
Крышка глухая			1:1
СЧ 15 ГОСТ 14.12-85	ВЛГУ АТ-204		
Исполн.	№ докум.	Лист	Итого
Удб.	Корксов	1	
	Гриб		
	Параллель		
	Горизонт		
	Вертикаль		

Вариант № 7. Рабочий чертеж крышки

600 10 70-K7Z 60T 10K

12.5

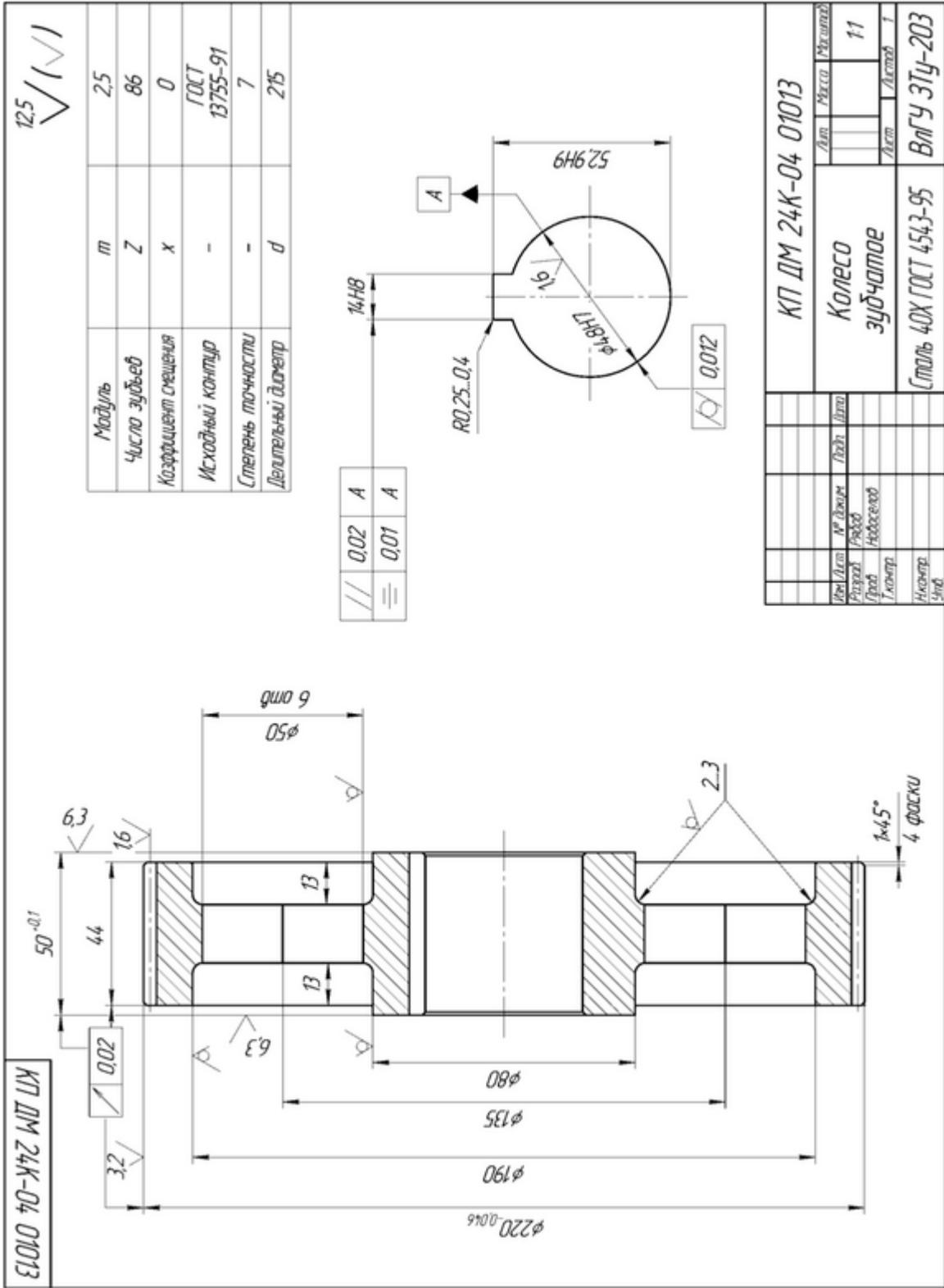
Модуль	m	2.5
Число зубьев	Z	26
Коэффициент смещения	X	0
Исходный контур		ГОСТ 13755-91
Степень точности		7
Делительный диаметр	d	65



1 HRC 55-60
2 ± IT14/2

КП ДМ 24К-04 01 009		Лист	Макс	Минимум
Шестерня		Лист	Макс	Минимум
Сталь 20ХНМ ГОСТ 4543-95		Лист	Макс	Минимум
ВЛГУ ЗТУ-203		Лист	Макс	Минимум
№ докум	№ докум	Лист	Макс	Минимум
Разработ	Разработ	Лист	Макс	Минимум
Проект	Проект	Лист	Макс	Минимум
Т.контр	Т.контр	Лист	Макс	Минимум
Нормир	Нормир	Лист	Макс	Минимум
Утвд	Утвд	Лист	Макс	Минимум

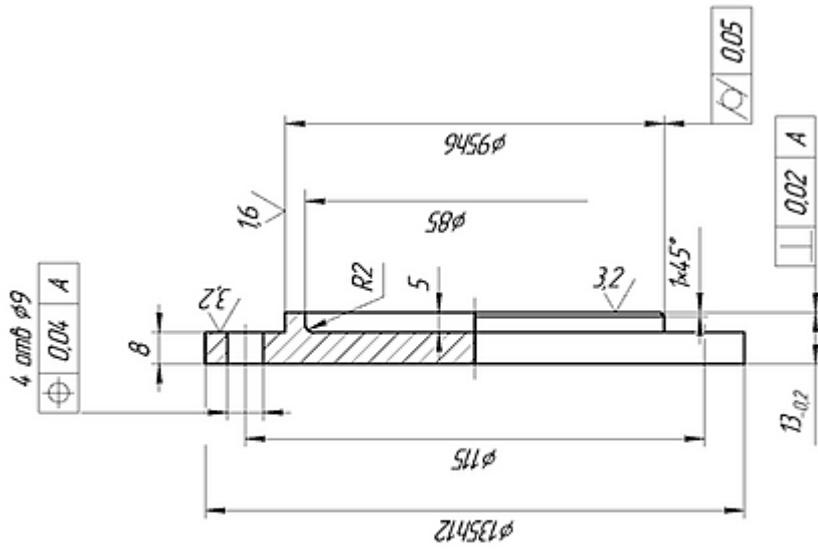
Вариант № 8. Рабочий чертеж шестерни



Вариант № 9. Рабочий чертеж зубчатого колеса

КП.ДМ.25.04.09.00

6.3

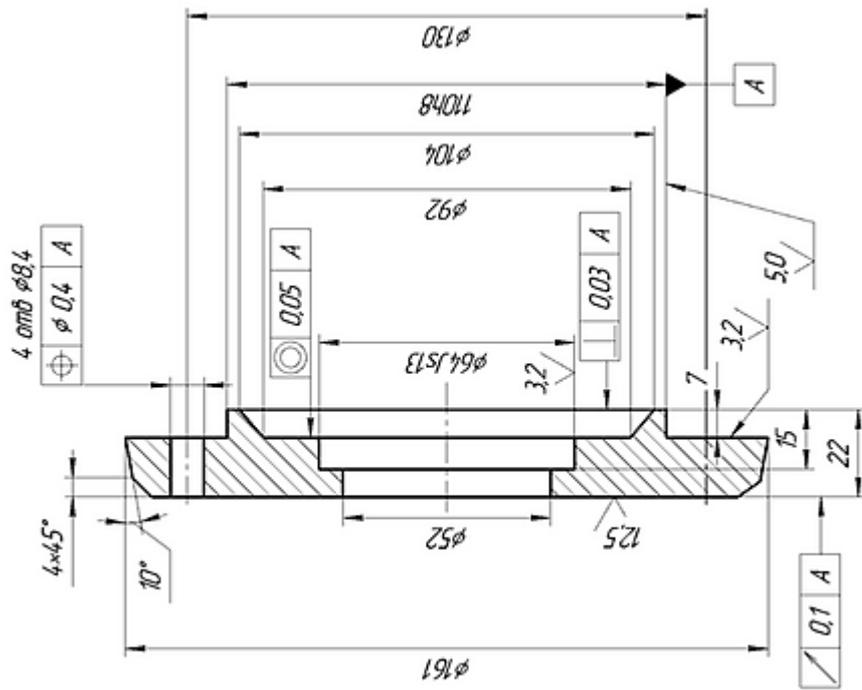
1. Острые кромки притупить
2. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий - М14; балоб - Н14; остальных $\pm IT14/2$

КП.ДМ.25.04.09.00		Крышка		КП.ДМ.25.04.09.00	
Исполн	№ докум	Дата	Изм	Лист	Масштаб
Разработ	Проверено				1:1
Проект	Исполнено				
Инженер					
Мастер					
Учб					
СЧ 15 ГОСТ 14.12-74			ЗТУ-203		

Вариант № 11. Рабочий чертеж крышки

КЛДМ 209.02.03.00.00

6.3



1. Острые кромки притупить
2. НН, h14, ±IT14/2

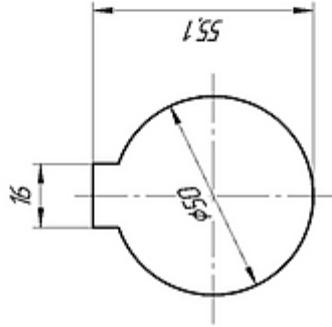
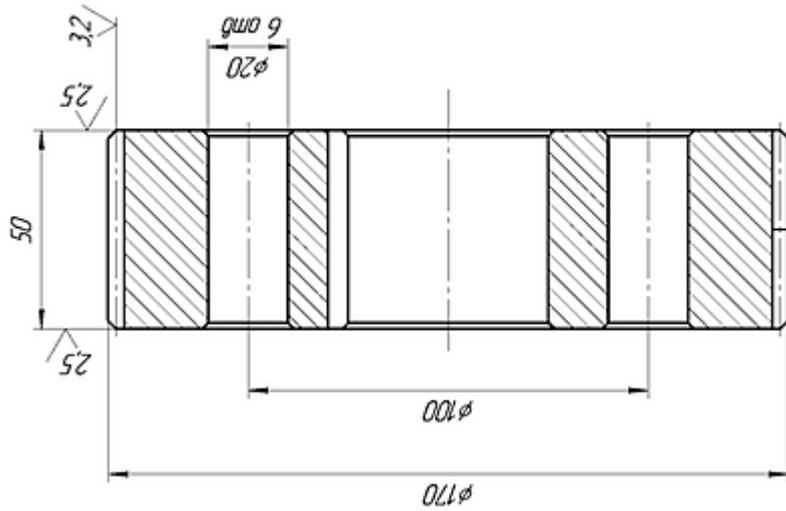
КЛДМ 209.02.03.00.00		Дет.	Масса	Масштаб
Крышка		11		
СЧ 21-40 ГОСТ 14.12-70		Лист	Листов	1
Исполн.	Провер.	Нач. отд.	Дата	
Инженер	Инженер	Инженер		
Унб	Унб	Унб		

Вариант № 12. Рабочий чертеж крышки

КП ДМ 8.0002

6.3

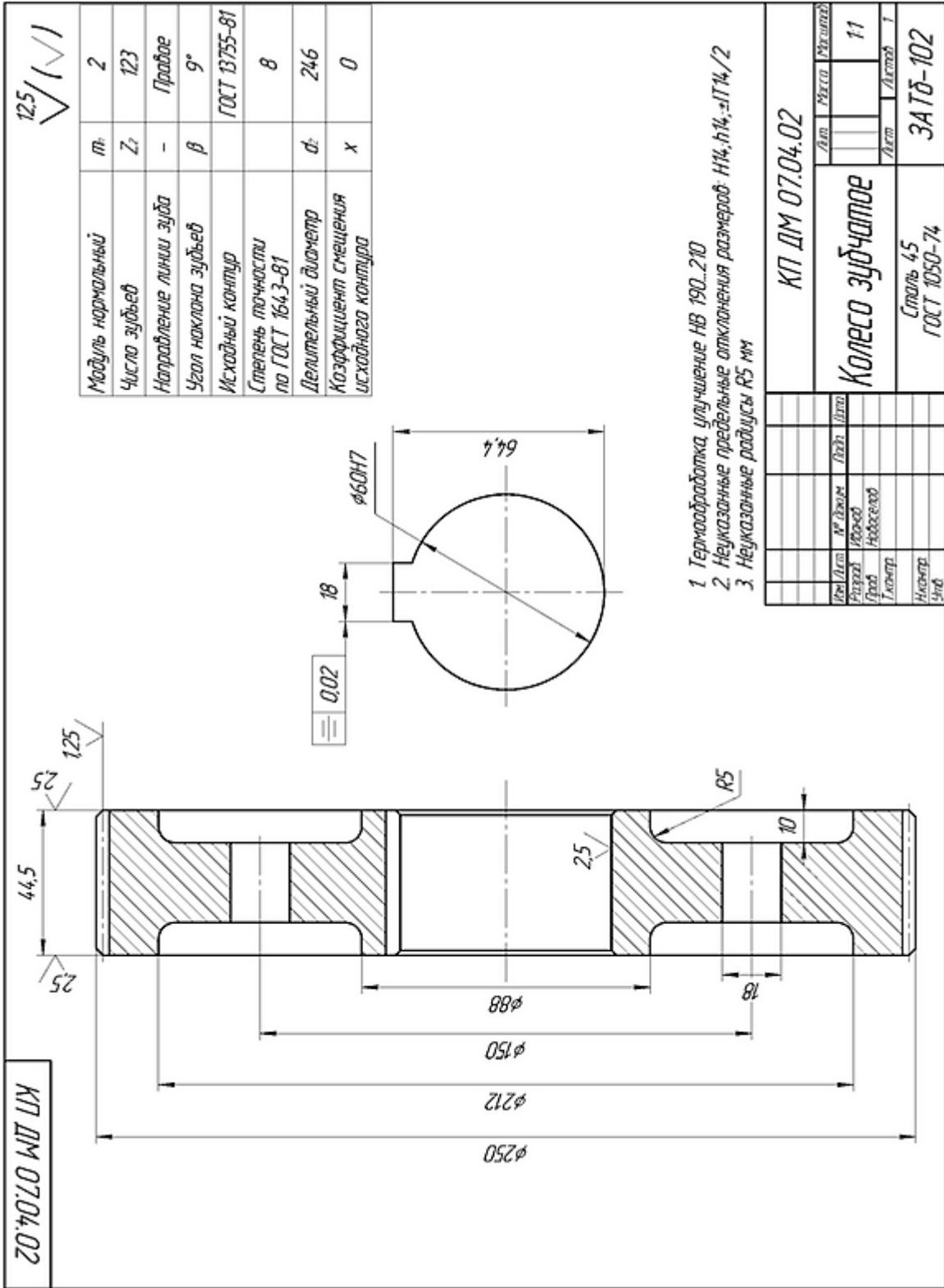
Модуль нормальный	m	2
Число зубьев	Z_2	83
Направление линии зуба	-	Правое
Угол наклона зубьев	β	8°5'
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Степень точности по ГОСТ 1643-81		8
Делительный диаметр	d	166
Коэффициент смещения исходного контура	x	0



1. Термодобработка, улучшение НВ 190...210
2. Неуказанные предельные отклонения размеров Н14, h14, zIT14/2

КП ДМ 8.0002		Лист	Масштаб
Зубчатое колесо		11	
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		Лист	Листов 1
		ЗА ТД-102	

Вариант № 13. Рабочий чертеж зубчатого колеса

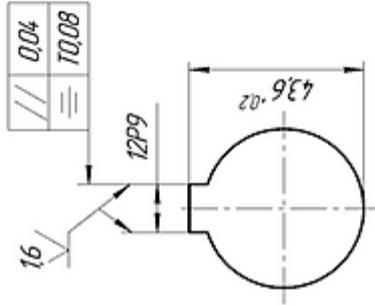
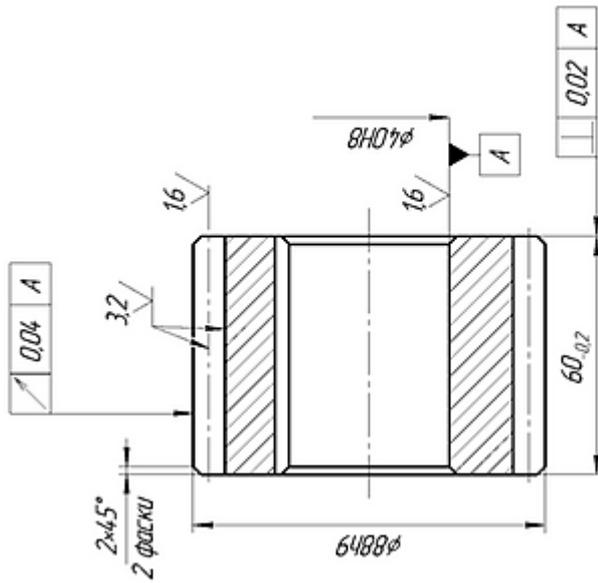


Вариант № 15. Рабочий чертеж зубчатого колеса

КЛДМ 25.04.05.00

6.3 $\sqrt{1/1}$

Модуль	<i>m</i>	4
Число зубьев	<i>Z</i>	20
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	<i>x</i>	0
Тип зуба	-	Прямой
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	8-B
Делительный диаметр	<i>d</i>	80

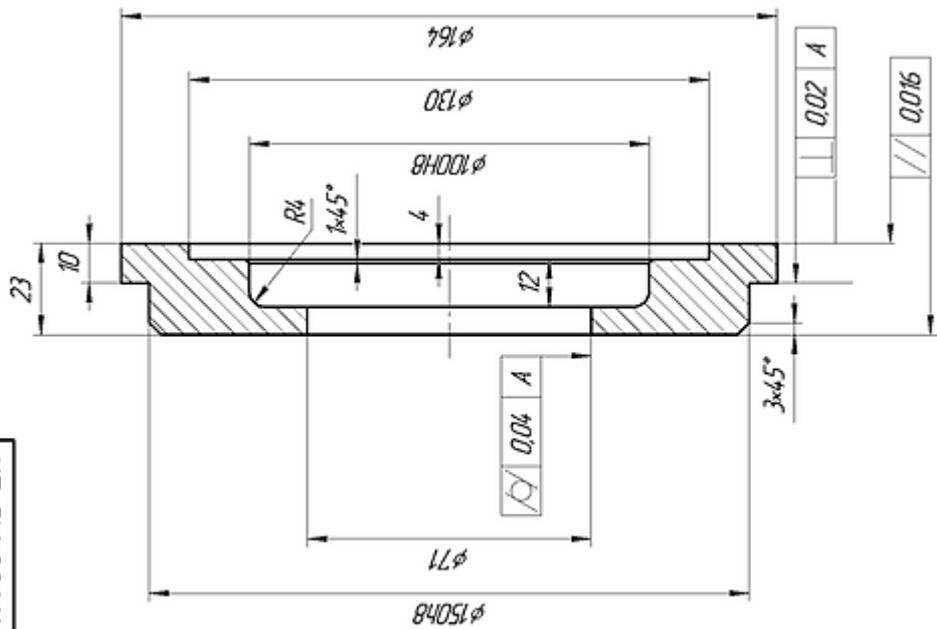


1. Твердость 269...302 HB
2. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий -M14; валов -h14; остальных ±IT14/2

КЛДМ 25.04.05.00		Лист	Место	Масштаб
Шестерня		№ докум.	Дата	1:1
		Разработчик	Дата	
Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		Проверен	Дата	3Ту-203
		Утвержден	Дата	

Вариант № 16. Рабочий чертеж шестерни

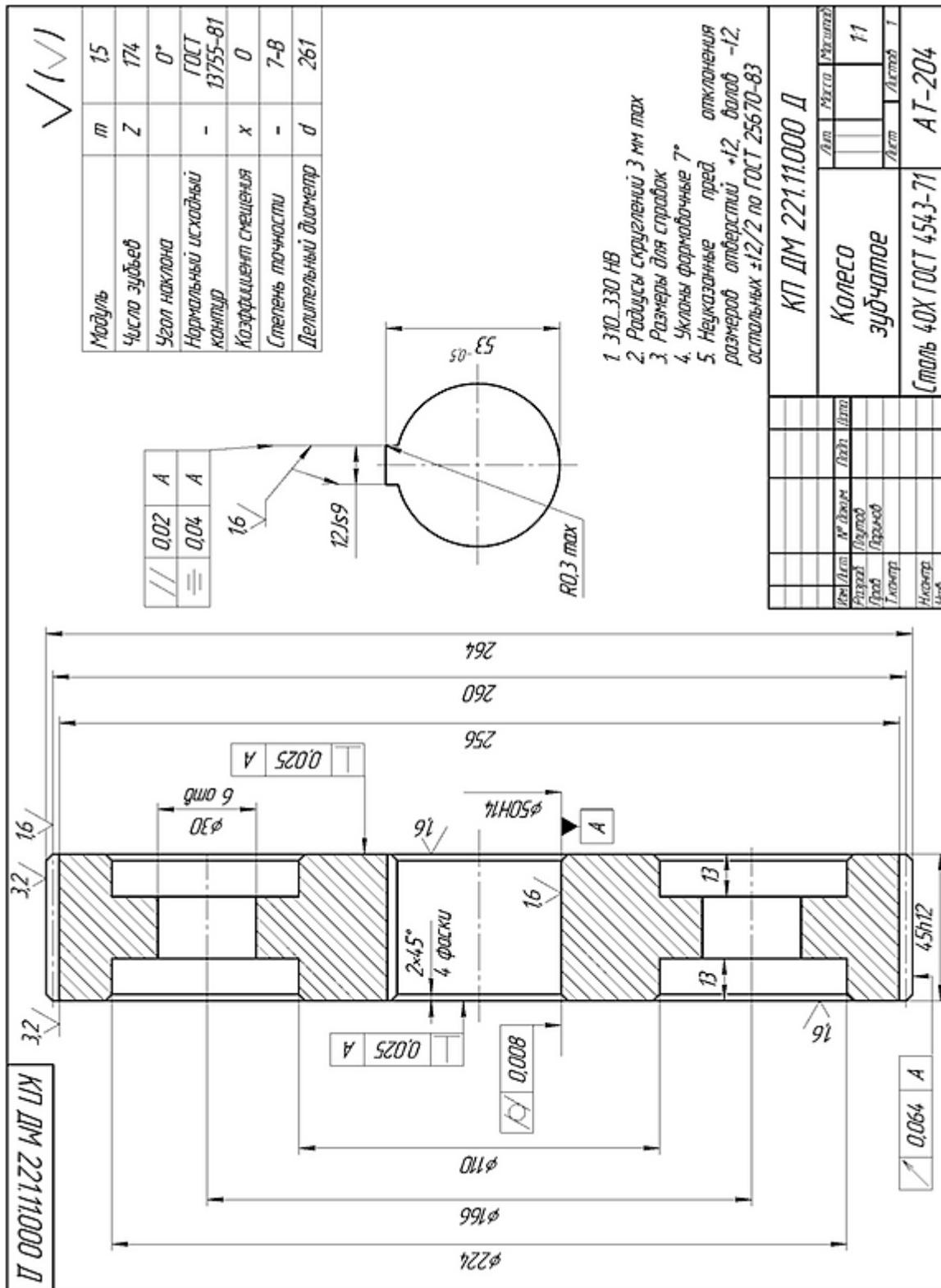
КП ДМ 22111000 Д



1. Неуказанные литейные уклоны 1°, неуказанные литейные радиусы 2 мм
2. Неуказанные предельные отклонения размеров по Н11 h11 ±IT11/2

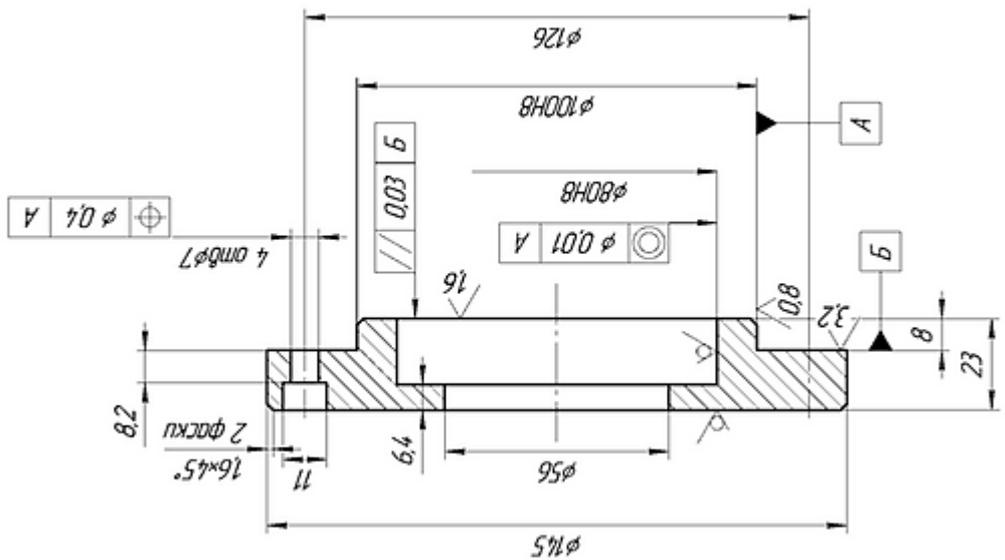
КП ДМ 22111000 Д		Лист	Масса	Масштаб
Крышка				1:1
СЧ 15 ГОСТ 14.12-85		Лист	Листов	1
Исполн.	№ докум.	Дата		
Разработ.	Измен.			
Проект.	Листов			
Голов.				
Начел.				
Упр.				

Вариант № 17. Рабочий чертеж крышки



Вариант № 18. Рабочий чертеж зубчатого колеса

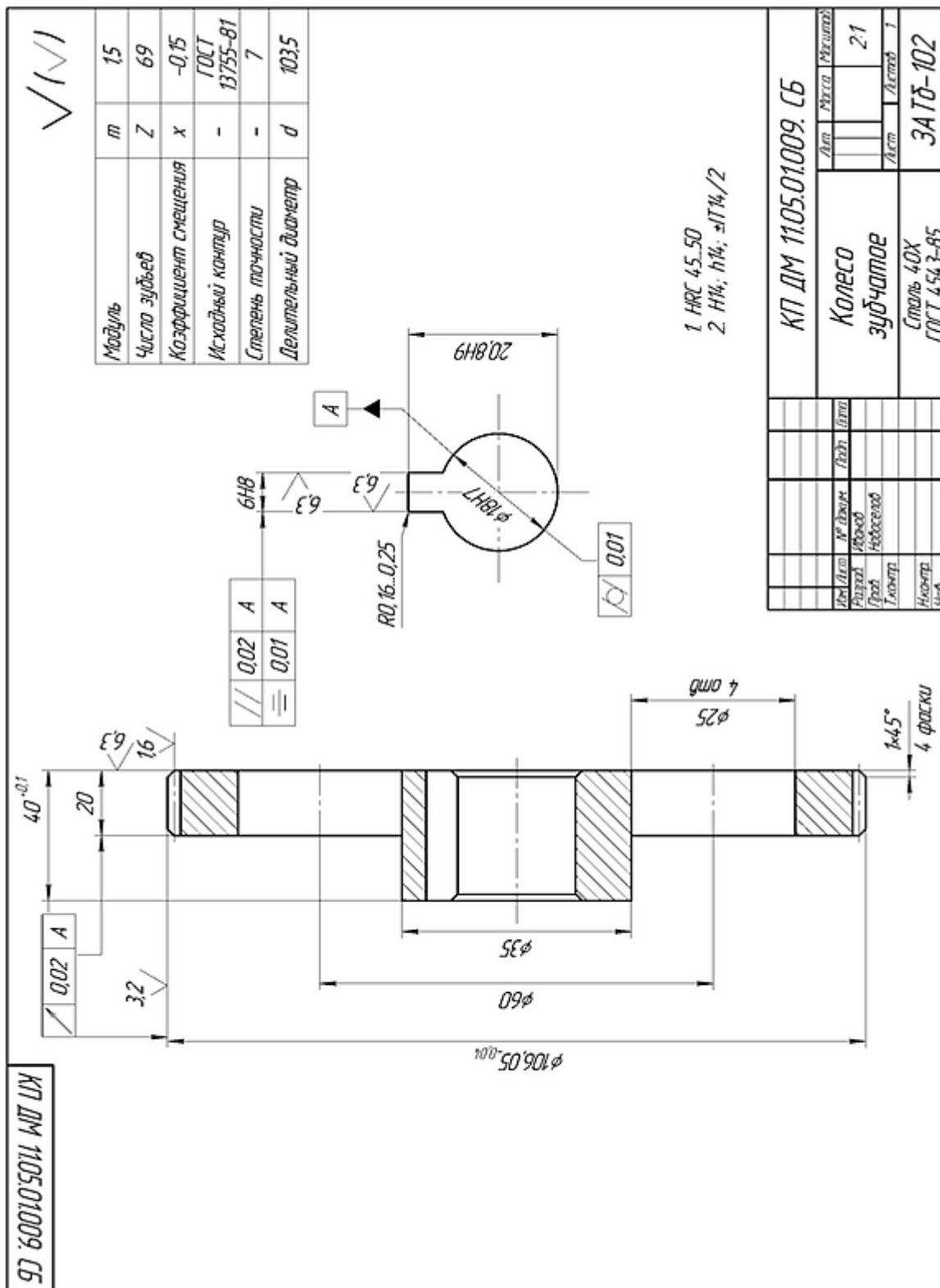
6.3



1 Неуказанные предельные отклонения размеров: дробь -*t*, остальные $\pm 1/2$ по ГОСТ 25670-83

№ докум.	№ докум.	Дата	Изм.	Лист	Масштаб
Разработ.	Провер.	Дата			1:1
Директ.	Инженер				
Техн. отв.					
Начальн. зав.					
Крышка			СЧ 21-40 ГОСТ 1412-70		

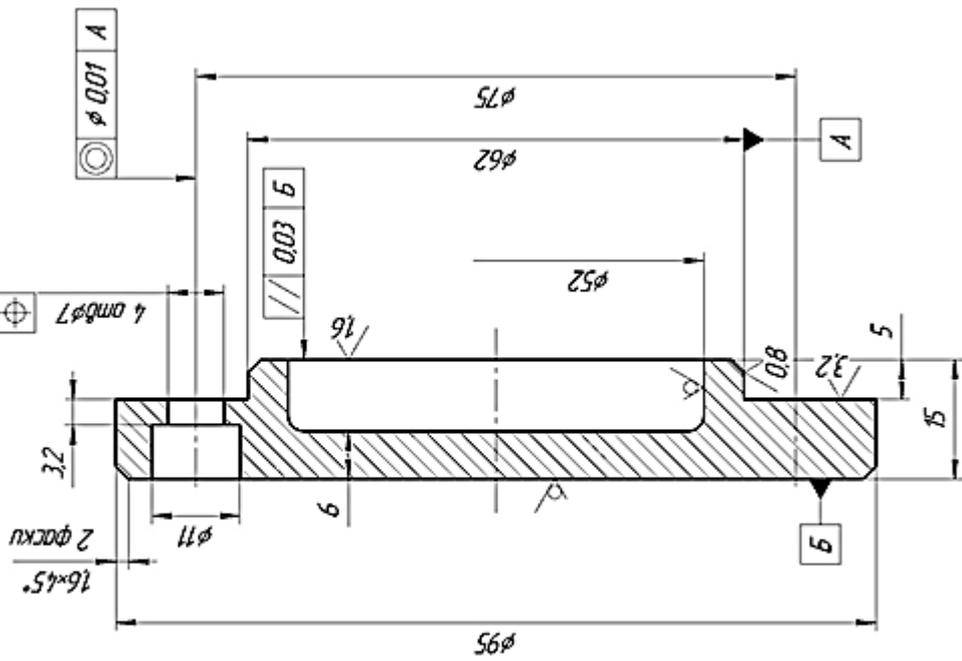
Вариант № 19. Рабочий чертеж крышки



Вариант № 20. Рабочий чертеж зубчатого колеса

КП ДМ 225.11000 РЧД

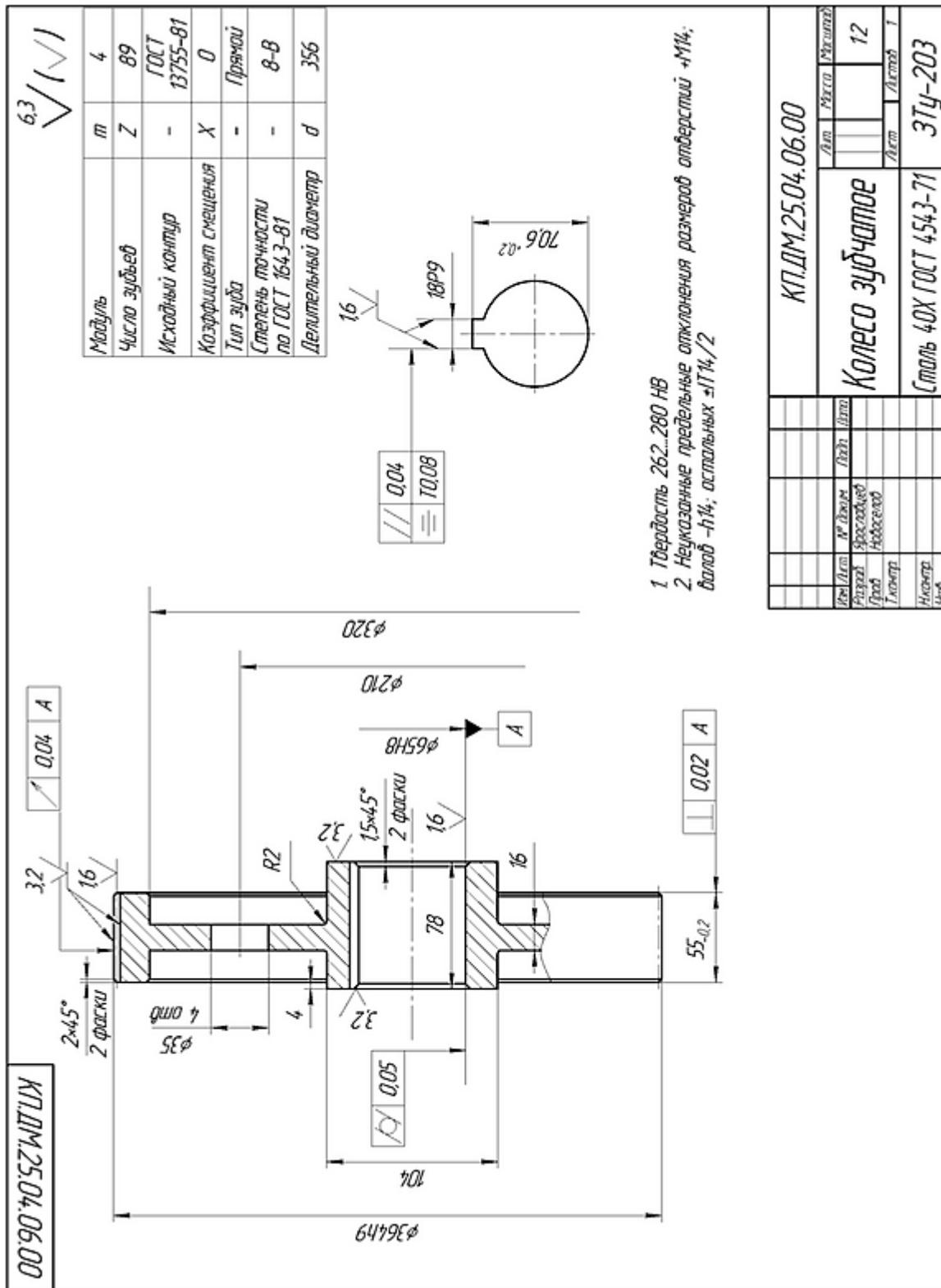
6.3



1 Неуказанные предельные отклонения размеров: даются -f, остальных ±f/2 по ГОСТ 25670-83

КП ДМ 225.11000 РЧД		Лист	Масштаб	Масштаб
Крышка		№ документа	Лист	Листов
СЧ 21-40 ГОСТ 1412-70		Группа	Листов	Листов
АТ-204		Исполн.	Читб.	

Вариант № 21. Рабочий чертеж крышки



Вариант № 22. Рабочий чертеж зубчатого колеса

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Цифровой шифр замечаний

Содержание замечаний	Цифровой шифр
<i>Замечания по всем документам</i>	
Документ не предусмотрен системой конструкторской документации	01
Не соблюдены правила подписания и согласования документов	02
Неправильно обозначен документ	03
Документ выполнен на неразрешенном формате	04
Не соблюдены правила заполнения граф документа	05
Ссылки на документы, неразрешенные к применению или недействующие	06
Отсутствие ссылок на действующие нормативно-технические документы	07
Размеры шрифтов и четкость их изображения не соответствуют установленным требованиям стандартов ЕСКД	08
Неправильно применены буквенные обозначения	09
Неправильно применены условные обозначения	10
Неправильно сокращены слова	11
Наличие орфографических ошибок	12
Технические показатели и расчетные данные не соответствуют действующим нормативам и т.д.	13
<i>Замечания по текстовым документам</i>	
Неправильная нумерация разделов и пунктов	20
Изложение текста допускает различные толкования требований, понятий и т.п.	21
Построение текста документа по разделам не соответствует требованиям ГОСТ 2.105–79 и т.п.	22
<i>Замечания по чертежам</i>	
Несоблюдение установленных правил редакционного оформления и размещения надписей	30
Ошибки графики	31
Использован материал, не разрешенный к применению или не применяемый изготовителем	32
Выполнены с заметным нарушением соотношений по толщине линии изображений	33
Не соблюдены требования к штриховке в разрезах и сечениях	34
Нарушены требования к видам, размерам, сечениям и выносным элементам	35

Содержание замечаний	Цифровой шифр
Нарушена проекционная связь изображений	36
Нарушены требования к написанию размеров	37
Отсутствие необходимых размеров	38
Необоснованная повторяемость размеров одних и тех же элементов	39
Условные обозначения допусков, форм и расположений поверхностей выполнены с нарушением правил, установленных ГОСТ 2.308–79	40
Отсутствуют предельные отклонения	41
Предельные отклонения не соответствуют установленным нормам	42
Отсутствуют или неправильно нанесены обозначения шероховатости поверхностей	43
Указанная шероховатость поверхности не соответствует качествам точности	44
Не соблюдены требования ГОСТ 2.310–68 по обозначению покрытий	45
Примененное покрытие не разрешено к применению или не применяется на заводе-изготовителе	46
Не соблюдены требования ГОСТ 2.310–68 по указанию твердости поверхностей	47
Изображения и обозначения резьб и резьбовых соединений выполнены с нарушением требований ГОСТ 2.311–68	48
Примененные размеры резьб не разрешены или не применяются заводом-изготовителем	49
Не соблюдены установленные стандартами ЕСКД правила выполнения чертежей зубчатых передач	50
Примененный размер модуля не разрешен или не применяется заводом-изготовителем	51
Не соблюдены требования ГОСТ 2.401–68 к изображению пружин	52
Изображения и обозначение рифления не соответствуют требованиям стандарта	53
Нарушены требования ГОСТ 2.313–82 к изображению и условным обозначениям неразъемных соединений	54
Не соблюдены требования ГОСТ 2.109–73 на оформление чертежей сборочных, общих видов, габаритных и монтажных	55
Отсутствуют необходимые габаритные, установочные и присоединительные размеры	56
Отсутствуют или неправильно нанесены номера позиций	57
<i>Замечания к схемным документам</i>	
Несоблюдение установленных ГОСТ 2.701–84 общих требований по выполнению схем	60

Содержание замечаний	Цифровой шифр
Несоблюдение установленных стандартами ЕСКД условных графических обозначений элементов в схемах	61
Несоответствие наименований, обозначений и количества элементов, указанных в перечнях и т.п.	62
<i>Замечания по «Извещениям об изменениях»</i>	
Изменения не комплектны	70
Неправильно оформлены последующие листы «Извещения»	71
Не соблюдены требования к заполнению граф «Извещения»	72
Неправильно применен метод исправления подчисткой	73
Неправильно указаны данные о комплектности «Извещения»	74
Причина изменения и шифр не соответствует указанному изменению	75
Отсутствует необходимое разрешение руководства на изменение	76
Неправильно дано указание о заделе	77
Оформление «Предварительного извещения» не соответствует требованиям ГОСТ 2.503–74 и т.п.	78
<i>Замечания и предложения, согласовываемые с разработчиком</i>	
Общие замечания по уровню стандартизации изделия и предложения по повышению этого показателя	80
Предложения по замене оригинальных конструкций стандартными, типовыми и ранее разработанными	81
Предложения по сокращению номенклатуры применяемых наименований изделий путем объединения близких типоразмеров	82
Предложения по сокращению номенклатуры элементов, марок материалов, размеров и профилей проката, допусков и качеств точности и т.п.	83
Предложения по изменению формы и размеров изделия с целью использования стандартной и существующей технологической оснастки вместо специальной	84
Предложения по использованию типовых схем взамен оригинальных и т.п.	85

Приложение 2

Рекомендуемые посадки деталей машин

Рекомендуемые посадки	Примеры соединения
$\frac{H7}{p6}, \frac{H7}{r6}$	Муфты, звездочки, шкивы, зубчатые и червячные колеса на вал
$\frac{H8}{f8}, \frac{H7}{e8}, \frac{H7}{e7}$	Подшипники скольжения
$\frac{H8}{h8}, \frac{H9}{d9}$	Распорные кольца, сальники
k6, m6, n6 – отклонение вала	Внутренние кольца подшипников качения на валы (вращающийся вал)
Отклонение отверстия корпуса H7, J _s 6	Наружные кольца подшипников качения в корпусе
$\frac{H7}{js6}, \frac{H7}{h6}, \frac{H7}{h7}$	Стаканы под подшипники качения в корпус; распорные втулки

Приложение 3

Обозначение вида допуска формы и расположения поверхностей

Группа допусков	Вид допуска	Знак
Допуск формы	Допуск прямолинейности	
	Допуск плоскостности	
	Допуск круглости	
	Допуск цилиндричности	
	Допуск профиля продольного сечения	
Допуск расположения	Допуск параллельности	
	Допуск перпендикулярности	
	Допуск наклона	
	Допуск соосности	
	Допуск симметричности	
	Позиционный допуск	
	Допуск пересечения осей	
Суммарные допуски и формы расположения	Допуск радиального биения	
	Допуск торцового биения	
	Допуск биения в заданном направлении	
	Допуск полного радиального биения	
	Допуск полного торцового биения	
Допуск формы заданного профиля		
Допуск формы заданной поверхности		

Приложение 4

Числовые значения допусков

Интервал номинальных размеров, мм	Квалитет																				
	мкм									мм											
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Свыше	До	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,40	0,60	1,00	1,40
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,30	0,48	0,75	1,20	1,80
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,90	1,50	2,20
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,70	1,10	1,80	2,70
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,30	2,10	3,30
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,00	1,60	2,50	3,90
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,20	1,90	3,00	4,60
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,40	2,20	3,50	5,40
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1,00	1,60	2,50	4,00	6,30
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,90	4,60	7,20
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,30	2,10	3,20	5,20	8,10
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,40	2,30	3,60	5,70	8,90
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,50	4,00	6,30	9,70
500	630	4,5	6	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	0,70	1,10	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00
630	800	5	7	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	0,80	1,25	2,00	3,20	5,00	8,00	12,50
800	1000	5,5	8	11	15	21	29	40	56	90	140	230	360	560	0,90	1,40	2,30	3,60	5,60	9,00	14,00
1000	1250	6,5	9	13	18	24	34	46	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,60	4,20	6,60	10,50	16,50
1250	1600	8	11	15	21	29	40	54	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,10	5,00	7,80	12,50	19,50
1600	2000	9	13	18	25	35	48	65	92	150	230	370	600	920	1,50	2,30	3,70	6,00	9,20	15,00	23,00
2000	2500	11	15	22	30	41	57	77	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,80	4,40	7,00	11,00	17,50	28,00
2500	3150	13	18	26	36	50	69	93	135	210	330	540	860	1350	2,10	3,30	5,40	8,60	13,50	21,00	33,00

Примечание: для размеров менее 1 мм квалитеты от 14 до 18 не применяются

Формулы для расчета допусков

Квалитеты	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Число единиц допуска k	-	-	-	2,7	3,7	5	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500
Значение допуска для номинальных размеров, мкм	до 500 мм	$0,3 + 0,008D$	$0,5 + 0,012D$	$0,8 + 0,020D$	$k \cdot i$, где $i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001D$															
	свыше 500 мм до 3150 мм	1×1	$\sqrt{2} \cdot 1$	2×1																
$k \cdot I$, где $I = 0,004D + 2,1$																				

Примечания:

1. D – среднее геометрическое из крайних значений каждого интервала номинальных размеров мм. Для интервала до 3 мм принимается $D = \sqrt{3}$.
2. Значения k , начиная с квалитета 5, приблизительно соответствуют геометрической прогрессии с коэффициентом 1,6.
3. Значения допусков для квалитетов 2, 3 и 4 приблизительно являются членами геометрической прогрессии, первым и последним членами которой будут значения допусков квалитетов 1 и 5.
4. Начиная с квалитета 6 значение допуска умножают на 10 при переходе с данного квалитета на пять квалитетов грубее (за исключением значения 7,5, округляемого до 8 для 6-го квалитета в интервале размеров от 3 до 6 мм, см. прил. 3). Это правило действительно и для допусков грубее квалитета 18. Например, IT20 = IT15·10

Приложение 6

Поля допусков и предельные отклонения соединений с призматическими и клиновыми шпонками, мкм
(по ГОСТ 23360-78, ГОСТ 24068-80)

Диаметр вала d , мм	Сечение шпонки $b \times h$, мм	Виды соединения призматических шпонок по ширине пазов b , мкм				на валу t_1		Глубина пазов, мм				Для шпоночных пазов радиус закругления r или фаска $S_1 \times 45^\circ$, мм			
		свободное	Втулка (D10)	Вал (N9)	нормальное	Втулка (J9)	Вал и втулка (P9)	Номинальная	Предельное отклонение	призматической		клиновой		Не более	Не менее
										Втулка (N9)	Втулка (J9)	Номинальная	Предельное отклонение		
От 6 до 8	2×2	+2	+60	-4	+1	-6	1,2		1,0		0,5				
Св. 8 до 10	3×3	5	+20	-29	2	-31	1,8	+0,1	1,4	+0,1	0,9	+0,1		0,16	0,08
Св. 10 до 12	4×4	+3	+78	0	+1	-12	2,5	0	1,8	0	1,2	0			
» 12 » 17	5×5	0	+30	-30	5	-42	3,0		2,3		1,7				
» 17 » 22	6×6	0			-15		3,5		2,8		2,2				
Св. 22 до 30	7×7; 8×7	+3	+98	0	+1	-15	4,0		3,3		2,4			0,25	0,16
» 30 » 38	10×8	6	+40	-36	8	-51	5,0		3,3		2,4				
Св. 38 до 44	12×8	0			-18		5,0		3,3		2,4				
» 44 » 50	14×9	+4	+120	0	+2	-18	5,5		3,8		2,9				
» 50 » 58	16×10	3	+50	-43	1	-51	6,0	+0,2	4,3	+0,2	3,4	+0,2		0,4	0,25
» 58 » 65	18×11	0			-21		7,0	0	4,4	0	3,4	0			
Св. 65 до 70	20×12						7,5		4,9		3,9				
» 75 » 85	22×14	+5	+149	0	+2	-22	9,0		5,4		4,4				
» 85 » 95	24×14; 25×14	2	+65	-52	6	-74	9,0		5,4		4,4			0,6	0,4
» 95 » 110	28×16	0			-26		10,0		6,4		5,4				

Примечания к прил. 6:

1. Предельные отклонения пазов вала и втулки для клиновых шпонок установлены по D10.

2. Размер t_2 относится к большей глубине паза клиновой втулки.

3. Допускаются для ширины паза и втулки любые сочетания полей допусков, указанных в таблице.

4. Для термообработанных деталей допускаются предельные отклонения на ширину паза H11, если это не влияет на работоспособность соединения.

5. Допускается в обоснованных случаях применять меньшие размеры сечений стандартных шпонок на валах больших диаметров, за исключением выходных концов вала.

Поля допусков валов при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Квали- тет	Основные отклонения																					
	a	b	c	d	e	f	g	h	js	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	
01								h01*	js01*													
0								h0*	js0*													
1								h1*	js1*													
2								h2*	js2*													
3								h3*	js3*													
4							g4	h4*	js4*	k4	m4	n4										
5							g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5							
6						f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6						
7					e7	f7		h7	js7	k7	m7	n7			s7		u7					
8			c8	d8	e8	f8		h8	js8								u8		x8			z8
9				d9	e9	f9		h9	js9*													
10				d10				h10	js10*													
11	a11	b11	c11	d11				h11	js11*													
12		b12						h12	js12*													
13								h13*	js13*													
14								h14*	js14*													
15								h15*	js15*													
16								h16*	js16*													
17								h17*	js17*													
18								h18*	js18*													

Примечания. * Поля допусков не предназначены для посадок.

Обозначения предпочтительных полей допусков заключены в утолщенную рамку.

Поля допусков отверстий при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Квалитет	Основные отклонения																				
	A	B	C	D	E	F	G	H	JS	K	M	N	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z
01								H01*	JS01*												
0								H0*	JS0*												
1								H1*	JS1*												
2								H2*	JS2*												
3								H3*	JS3*												
4								H4*	JS4*												
5							G5	H5	JS5	K5	M5	N5									
6							G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6								
7						F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7					
8				D8	E8	F8		H8	JS8	K8	M8	N8					U8				
9				D9	E9	F9		H9	JS9*												
10				D10				H10	JS10*												
11	A11	B11	C11	D11				H11	JS11*												
12		B12						H12	JS12*												
13								H13*	JS13*												
14								H14*	JS14*												
15								H15*	JS15*												
16								H16*	JS16*												
17								H17*	JS17*												
18								H18*	JS18*												

Примечания. * Поля допусков не предназначены для посадок.

Обозначения предпочтительных полей допусков заключены в утолщенную рамку.

Приложение 9

Поля допусков валов при номинальных размерах от 1 до 500 мм

Предельные отклонения

Квалитеты от 1-го до 3-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	h01*	js01*	h0*	js0*	h1*	js1*	h2*	js2*	h3*	js3*
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	0	+0,15	0	+0,25	0	+0,40	0	+0,60	0	+1,00
	-0,3	-0,15	-0,5	-0,25	-0,8	-0,40	-1,2	-0,60	-2,0	-1,00
Свыше 3 до 6	0	+0,20	0	+0,30	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25
	-0,4	-0,20	-0,6	-0,30	-1,0	-0,50	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25
Св. 6 до 10	0	+0,20	0	+0,30	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25
	-0,4	-0,20	-0,6	-0,30	-1,0	-0,50	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25
Св. 10 до 14	0	+0,25	0	+0,40	0	+0,60	0	+1,00	0	+1,50
	-0,5	-0,25	-0,8	-0,40	-1,20	-0,60	-2,0	-1,00	-3,0	-1,50
Св. 14 до 18	0	+0,30	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00
	-0,6	-0,30	-1,0	-0,50	-1,50	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00
Св. 18 до 24	0	+0,30	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00
	-0,6	-0,30	-1,0	-0,50	-1,50	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00
Св. 24 до 30	0	+0,30	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00
	-0,6	-0,30	-1,0	-0,50	-1,50	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00
Св. 30 до 40	0	+0,30	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00
	-0,6	-0,30	-1,0	-0,50	-1,50	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00
Св. 40 до 50	0	+0,40	0	+0,60	0	+1,00	0	+1,5	0	+2,5
	-0,8	-0,40	-1,2	-0,60	-2,0	-1,00	-3,0	-1,5	-5,0	-2,5
Св. 50 до 65	0	+0,40	0	+0,60	0	+1,00	0	+1,5	0	+2,5
	-0,8	-0,40	-1,2	-0,60	-2,0	-1,00	-3,0	-1,5	-5,0	-2,5
Св. 65 до 80	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00
	-1,0	-0,50	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00
Св. 80 до 100	0	+0,50	0	+0,75	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00
	-1,0	-0,50	-1,5	-0,75	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00
Св. 100 до 120	0	+0,60	0	+1,00	0	+1,75	0	+2,50	0	+4,00
	-1,2	-0,60	-2,0	-1,00	-3,5	-1,75	-5,0	-2,50	-8,0	-4,00
Св. 120 до 140	0	+0,60	0	+1,00	0	+1,75	0	+2,50	0	+4,00
	-1,2	-0,60	-2,0	-1,00	-3,5	-1,75	-5,0	-2,50	-8,0	-4,00
Св. 140 до 160	0	+1,00	0	+1,5	0	+2,25	0	+3,50	0	+5,00
	-2,0	-1,00	-3,0	-1,5	-4,5	-2,25	-7,0	-3,50	-10,0	-5,00
Св. 160 до 180	0	+1,00	0	+1,5	0	+2,25	0	+3,50	0	+5,00
	-2,0	-1,00	-3,0	-1,5	-4,5	-2,25	-7,0	-3,50	-10,0	-5,00
Св. 180 до 200	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+6,00
	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-12,0	-6,00
Св. 200 до 225	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+6,00
	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-12,0	-6,00
Св. 225 до 250	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+6,00
	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-12,0	-6,00
Св. 250 до 280	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+6,00
	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-12,0	-6,00
Св. 280 до 315	0	+1,25	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+6,00
	-2,5	-1,25	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-12,0	-6,00
Св. 315 до 355	0	+1,50	0	+2,50	0	+3,50	0	+4,50	0	+6,50
	-3,0	-1,50	-5,0	-2,50	-7,0	-3,50	-9,0	-4,50	-13,0	-6,50
Св. 355 до 400	0	+1,50	0	+2,50	0	+3,50	0	+4,50	0	+6,50
	-3,0	-1,50	-5,0	-2,50	-7,0	-3,50	-9,0	-4,50	-13,0	-6,50
Св. 400 до 450	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+5,00	0	+7,50
	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-10,0	-5,00	-15,0	-7,50
Св. 450 до 500	0	+2,00	0	+3,00	0	+4,00	0	+5,00	0	+7,50
	-4,0	-2,00	-6,0	-3,00	-8,0	-4,00	-10,0	-5,00	-15,0	-7,50

Квалитеты от 4-го до 5-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков														
	g4	h4	js4	k4	m4	n4	g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	n5	s5
	Предельные отклонения, мкм														
От 1	-2	0	+1,5	+3	+5	+7	-2	0	+2	+4	+6	+8	+10	+14	+18
до 3	-5	-3	-1,5	0	+2	+4	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+10	+14
Свыше 3	-4	0	+2,0	+5	+8	+12	-4	0	+2,5	+6	+9	+13	+17	+20	+24
до 6	-8	-4	-2,0	+1	+4	+8	-9	-5	-2,5	+1	+4	+8	+12	+15	+19
Св. 6	-5	0	+2,0	+5	+10	+14	-5	0	+3,0	+7	+12	+16	+21	+25	+29
до 10	-9	-4	-2,0	+1	+6	+10	-11	-6	-3,0	+1	+6	+10	+15	+19	+23
Св. 10	-6	0	+2,5	+6	+12	+17	-6	0	+4,0	+9	+15	+20	+26	+31	+36
до 14	-11	-5	-2,5	+1	+7	+12	-14	-8	-4,0	+1	+7	+12	+18	+23	+28
Св. 14	-7	0	+3,0	+8	+14	+21	-7	0	+4,5	+11	+17	+24	+31	+37	+44
до 18	-13	-6	-3,0	+2	+8	+15	-16	-9	-4,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35
Св. 18	-9	0	+3,5	+9	+16	+24	-9	0	+5,5	+13	+20	+28	+37	+45	+54
до 24	-16	-7	-3,5	+2	+9	+17	-20	-11	-5,5	+2	+9	+17	+26	+34	+43
Св. 24	-10	0	+4,0	+10	+19	+28	-10	0	+6,5	+15	+24	+33	+45	+54	+66
до 30	-18	-8	-4,0	+2	+11	+20	-23	-13	-6,5	+2	+11	+20	+32	+41	+53
Св. 30	-12	0	+5,0	+13	+23	+33	-12	0	+7,5	+18	+28	+38	+52	+66	+86
до 40	-22	-10	-5,0	+3	+13	+23	-27	-15	-7,5	+3	+13	+23	+37	+51	+71
Св. 40	-14	0	+6,0	+15	+27	+39	-14	0	+9,0	+21	+33	+45	+61	+69	+94
до 50	-26	-12	-6,0	+3	+15	+27	-32	-18	-9,0	+3	+15	+27	+43	+54	+79
Св. 50	-15	0	+7,0	+18	+31	+45	-15	0	+10,0	+24	+37	+51	+70	+81	+110
до 65	-29	-14	-7,0	+4	+17	+31	-35	-20	-10,0	+4	+17	+31	+50	+63	+92
Св. 65	-17	0	+8,0	+20	+36	+50	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+83	+118
до 80	-33	-16	-8,0	+4	+20	+34	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+56	+65	+100
Св. 80	-18	0	+9,0	+22	+39	+55	-13	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+86	+126
до 100	-30	-18	-9,0	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+68	+108
Св. 100	-20	0	+10	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+94	+142
до 120	-40	-20	-10	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+77	+122
Св. 120	-15	0	+7,0	+18	+31	+45	-15	0	+10,0	+24	+37	+51	+70	+97	+142
до 140	-29	-14	-7,0	+4	+17	+31	-35	-20	-10,0	+4	+17	+31	+50	+77	+122
Св. 140	-17	0	+8,0	+20	+36	+50	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+100	+150
до 160	-33	-16	-8,0	+4	+20	+34	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+56	+80	+130
Св. 160	-18	0	+9,0	+22	+39	+55	-13	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+104	+160
до 180	-30	-18	-9,0	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+84	+140
Св. 180	-17	0	+8,0	+20	+36	+50	-17	0	+11,5	+27	+43	+57	+79	+117	+181
до 200	-33	-16	-8,0	+4	+20	+34	-40	-23	-11,5	+4	+20	+34	+56	+94	+158
Св. 200	-18	0	+9,0	+22	+39	+55	-13	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+121	+193
до 225	-30	-18	-9,0	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+98	+170
Св. 225	-20	0	+10	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+133	+215
до 250	-40	-20	-10	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+108	+190
Св. 250	-18	0	+9,0	+22	+39	+55	-13	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+139	+233
до 280	-30	-18	-9,0	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+114	+208
Св. 280	-20	0	+10	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95	+153	+259
до 315	-40	-20	-10	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68	+126	+232
Св. 315	-18	0	+9,0	+22	+39	+55	-13	0	+12,5	+29	+46	+62	+87	+159	+279
до 355	-30	-18	-9,0	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62	+132	+252
Св. 355	-20	0	+10	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95		
до 400	-40	-20	-10	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68		
Св. 400	-18	0	+9,0	+22	+39	+55	-13	0	+12,5	+29	+46	+62	+87		
до 450	-30	-18	-9,0	+4	+21	+37	-43	-25	-12,5	+4	+21	+37	+62		
Св. 450	-20	0	+10	+25	+43	+60	-20	0	+13,5	+32	+50	+67	+95		
до 500	-40	-20	-10	+5	+23	+40	-47	-27	-13,5	+5	+23	+40	+68		

Квалитет 6-й

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6
	Предельные отклонения, мкм										
От 1 до 3	-6 -12	-2 -8	0 -6	+3,0 -3,0	+6 0	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	-
Свыше 3 до 6	-10 -18	-4 -12	0 -8	+4,0 -4,0	+9 +1	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	-
Св. 6 до 10	-13 -22	-5 -14	0 -9	+4,5 -4,5	+10 +1	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	-
Св. 10 до 14	-16	-6	0	+5,5	+12	+18	+23	+29	+34	+39	-
Св. 14 до 18	-27	-17	-11	-5,5	+1	+7	+12	+18	+23	+28	-
Св. 18 до 24	-20	-7	0	+6,5	+15	+21	+28	+35	+41	+48	-
Св. 24 до 30	-33	-20	-13	-6,5	+2	+8	+15	+22	+28	+35	+54 +41
Св. 30 до 40	-25	-9	0	+8,0	+18	+25	+33	+42	+50	+59	+64 +48
Св. 40 до 50	-41	-25	-16	-8,0	+2	+9	+17	+26	+34	+43	+70 +54
Св. 50 до 65	-30	-10	0	+9,5	+21	+30	+39	+51	+60 +41	+72 +53	+85 +66
Св. 65 до 80	-49	-29	-19	-9,5	+2	+11	+20	+32	+62 +43	+78 +59	+94 +75
Св. 80 до 100	-36	-12	0	+11,0	+25	+35	+45	+59	+73 +51	+93 +71	+113 +91
Св. 100 до 120	-58	-34	-22	-11,0	+3	+13	+23	+37	+76 +54	+101 +79	+126 +104
Св. 120 до 140									+88 +63	+117 +92	+147 +122
Св. 140 до 160	-43 -68	-14 -39	0 -25	+12,5 -12,5	+28 +3	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	+159 +134
Св. 160 до 180									+93 +68	+133 +108	+171 +146
Св. 180 до 200									+106 +77	+151 +122	+195 +166
Св. 200 до 225	-50 -79	-15 -44	0 -29	+14,5 -14,5	+33 +4	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	+209 +180
Св. 225 до 250									+113 +84	+169 +140	+225 +196
Св. 250 до 280	-56	-17	0	+16,0	+36	+52	+66	+86	+126 +94	+190 +158	+250 +218
Св. 280 до 315	-88	-49	-32	-16,0	+4	+20	+34	+56	+130 +98	+202 +170	+272 +240
Св. 315 до 355	-62	-18	0	+18,0	+40	+57	+73	+98	+144 +108	+226 +190	+304 +268
Св. 355 до 400	-98	-54	-36	-18,0	+4	+21	+37	+62	+150 +114	+244 +208	+330 +294
Св. 400 до 450	-68	-20	0	+20,0	+45	+63	+80	+108	+166 +126	+272 +232	+370 +330
Св. 450 до 500	-108	-60	-40	-20,0	+5	+23	+40	+68	+172 +132	+292 +252	+400 +360

Квалитет 7-й

Интервал размеров, мм	Поля допусков								
	e7	f7	h7	js7	k7	m7	n7	s7	u7
	Предельные отклонения, мкм								
От 1 до 3	-14	-6	0	+5	+10	-	+14	+24	+28
	-24	-16	-10	-5	0	-	+4	+14	+18
Свыше 3 до 6	-20	-10	0	+6	+13	+16	+20	+31	+35
	-32	-22	-12	-6	+1	+4	+8	+19	+23
Св. 6 до 10	-25	-13	0	+7	+16	+21	+25	+38	+43
	-40	-28	-15	-7	+1	+6	+10	+23	+28
Св. 10 до 14	-32	-16	0	+9	+19	+25	+30	+45	+51
Св. 14 до 18									
Св. 18 до 24	-40	-20	0	+10	+23	+29	+36	+56	+62
Св. 24 до 30									
Св. 30 до 40	-50	-25	0	+12	+27	+34	+42	+68	+85
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+60
Св. 40 до 50	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+95
	-75	-50	-25	-12	+2	+9	+17	+43	+70
Св. 50 до 65	-60	-30	0	+15	+32	+41	+50	+83	+117
Св. 65 до 80								+53	+87
Св. 65 до 80	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+89	+132
	-90	-60	-30	-15	+2	+11	+20	+59	+102
Св. 80 до 100	-72	-36	0	+17	+38	+48	+58	+106	+159
Св. 100 до 120								+71	+124
Св. 100 до 120	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+114	+179
	-107	-71	-35	-17	+3	+13	+23	+79	+144
Св. 120 до 140	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+132	+210
Св. 140 до 160								+92	+170
Св. 140 до 160	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+140	+230
	-125	-83	-40	-20	+3	+15	+27	+100	+190
Св. 160 до 180	-85	-43	0	+20	+43	+55	+67	+148	+250
Св. 160 до 180								+108	+210
Св. 180 до 200	-100	-50	0	+23	+50	+63	+77	+168	+282
Св. 200 до 225								+122	+236
Св. 200 до 225	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+176	+304
	-146	-96	-46	-23	+4	+17	+31	+130	+258
Св. 225 до 250	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+186	+330
Св. 225 до 250								+140	+284
Св. 250 до 280	-110	-56	0	+26	+56	+72	+86	+210	+367
Св. 280 до 315								+158	+315
Св. 280 до 315	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+222	+402
	-162	-108	-52	-26	+4	+20	+34	+170	+350
Св. 315 до 355	-125	-62	0	+28	+61	+78	+94	+247	+447
Св. 355 до 400								+190	+390
Св. 355 до 400	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+265	+492
	-182	-119	-57	-28	+4	+21	+37	+208	+435
Св. 400 до 450	-135	-68	0	+31	+68	+86	+103	+295	+533
Св. 450 до 500								+232	+490
Св. 450 до 500	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+315	+603
	-198	-131	-63	-31	+5	+23	+40	+252	+540

Квалитеты 8-й и 9-й

Интервал разме- ров, мм	Поля допусков													
	c8	d8	e8	f8	h8	j _s 8*	u8	x8	z8	d9	e9	f9	h9	j _s 9*
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	-60 -74	-20 -34	-14 -28	-6 -20	0 -14	+7 -7	+32 +18	+34 +20	+40 +26	-20 -45	-14 -39	-6 -31	0 -25	+12 -12
Свыше 3 до 6	-70 -88	-30 -48	-20 -38	-10 -28	0 -18	+9 -9	+41 +23	+46 +28	+53 +35	-30 -60	-20 -50	-10 -40	0 -30	+15 -15
Св. 6 до 10	-80 -102	-40 -62	-25 -47	-13 -35	0 -22	+11 -11	+50 +28	+56 +34	+64 +42	-40 -76	-25 -61	-13 -49	0 -36	+18 -18
Св. 10 до 14	-95	-50	-32	-16	0	+13	+60	+67 +40	+70 +50	-50	-32	-16	0	+21
Св. 14 до 18	-122	-77	-59	-43	-27	-13	+33	+72 +45	+87 +60	-93	-75	-59	-43	-21
Св. 18 до 24	-110	-65	-40	-20	0	+16	+74 +41	+87 +54	+106 +73	-65	-40	-20	0	+26
Св. 24 до 30	-143	-98	-73	-53	-33	-16	+81 +48	+97 +64	+121 +88	-117	-92	-72	-52	-26
Св. 30 до 40	-120 -159	-80	-50	-25	0	+19	+99 +60	+119 +80	+151 +112	-80	-50	-25	0	+31
Св. 40 до 50	-130 -169	-119	-89	-64	-39	-19	+109 +70	+136 +97	+175 +136	-142	-112	-87	-62	-31
Св. 50 до 65	-140 -186	-100	-60	-30	0	+23	+133 +87	+168 +122	+218 +172	-100	-60	-30	0	+37
Св. 65 до 80	-150 -196	-146	-106	-76	-46	-23	+148 +102	+192 +146	+256 +210	-174	-134	-104	-74	-37
Св. 80 до 100	-170 -224	-120	-72	-36	0	+27	+178 +124	+232 +178	+312 +258	-120	-72	-36	0	+43
Св. 100 до 120	-180 -234	-174	-126	-90	-54	-27	+198 +144	+264 +210	+364 +310	-207	-159	-123	-87	-43
Св. 120 до 140	-200 -263						+233 +170	+311 +248	+428 +365					
Св. 140 до 160	-210 -273	-145 -208	-85 -148	-43 -106	0 -63	+31 -31	+253 +190	+343 +280	+478 +415	-145 -245	-85 -185	-43 -143	0 -100	+50 -50
Св. 160 до 180	-230 -293						+273 +210	+373 +310	+528 +465					
Св. 180 до 200	-240 -312						+308 +236	+422 +350	+592 +520					
Св. 200 до 225	-260 -332	-170 -242	-100 -172	-50 -122	0 -72	+36 -36	+330 +258	+457 +385	+647 +575	-170 -285	-100 -215	-50 -165	0 -115	+57 -57
Св. 225 до 250	-280 -352						+356 +284	+497 +425	+712 +640					
Св. 250 до 280	-300 -381	-190	-110	-56	0	+40	+396 +315	+556 +475	+791 +710	-190	-110	-56	0	+65
Св. 280 до 315	-330 -411	-271	-191	-137	-81	-40	+431 +350	+506 +525	+371 +790	-320	-240	-186	-130	-65
Св. 315 до 355	-360 -449	-210	-125	-62	0	+44	+479 +390	+679 +590	+989 +900	-210	-125	-62	0	+70
Св. 355 до 400	-400 -489	-299	-214	-151	-89	-44	+524 +435	+749 +660	+1089 +1000	-350	-265	-202	-140	-70
Св. 400 до 450	-440 -537	-230	-135	-68	0	+48	+587 +490	+837 +740	+1197 +1100	-230	-135	-68	0	+77
Св. 450 до 500	-480 -577	-327	-235	-165	-97	-48	+637 +540	+917 +820	+1347 +1250	-385	-290	-223	-155	-77

Продолжение прил. 9

Квалитеты от 10-го до 12-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	d10	h10	j_s10^*	a11	v11	c11	d11	h11	j_s11^*	v12	h12	j_s12^*
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	-20 -60	0 -40	+20 -20	-270 -330	-140 -200	-60 -120	-20 -80	0 -60	+30 -30	-140 -240	0 -100	+50 -50
Свыше 3 до 6	-30 -78	0 -48	+24 -24	-270 -345	-140 -215	-70 -145	-30 -105	0 -75	+37 -37	-140 -260	0 -120	+60 -60
Св. 6 до 10	-40 -98	0 -58	+29 -29	-280 -370	-150 -240	-80 -170	-40 -130	0 -90	+45 -45	-150 -300	0 -150	+75 -75
Св. 10 до 14	-50	0	+35	-290	-150	-95	-50	0	+55	-150	0	+90
Св. 14 до 18	-120	-70	-35	-400	-260	-205	-160	-110	-55	-330	-180	-90
Св. 18 до 24	-65	0	+42	-300	-160	-110	-65	0	+65	-160	0	+105
Св. 24 до 30	-149	-84	-42	-430	-290	-240	-195	-130	-65	-370	-210	-105
Св. 30 до 40	-80	0	+50	-310 -470	-170 -330	-120 -280	-80	0	+80	-170 -420	0	+125
Св. 40 до 50	-180	-100	-50	-320 -480	-180 -340	-130 -290	-240	-160	-80	-180 -430	-250	-125
Св. 50 до 65	-100	0	+60	-340 -530	-190 -380	-140 -330	-100	0	+95	-190 -490	0	+150
Св. 65 до 80	-220	-120	-60	-360 -550	-200 -390	-150 -340	-290	-190	-95	-200 -500	-300	-150
Св. 80 до 100	-120	0	+70	-380 -600	-220 -440	-170 -390	-120	0	+110	-220 -570	0	+175
Св. 100 до 120	-260	-140	-70	-410 -630	-240 -460	-180 -400	-340	-220	-110	-240 -590	-350	-175
Св. 120 до 140				-460 -710	-260 -510	-200 -450				-260 -660		
Св. 140 до 160	-145 -305	0 -160	+80 -80	-520 -770	-280 -530	-210 -460	-145 -395	0 -250	+125 -125	-280 -680	0 -400	+200 -200
Св. 160 до 180				-580 -830	-310 -560	-230 -480				-310 -710		
Св. 180 до 200				-660 -950	-340 -530	-240 -530				-340 -800		
Св. 200 до 225	-170 -335	0 -185	+92 -92	-740 -1030	-380 -670	-260 -550	-170 -460	0 -290	+145 -145	-380 -840	0 -460	+230 -230
Св. 225 до 250				-820 -1110	-420 -710	-280 -570				-420 -880		
Св. 250 до 280	-190	0	+105	-920 -1240	-480 -800	-300 -620	-190	0	+160	-480 -1000	0	+260
Св. 280 до 315	-400	-210	-105	-1050 -1370	-540 -860	-330 -650	-510	-320	-160	-540 -1060	-520	-260
Св. 315 до 355	-210	0	+115	-1200 -1560	-600 -960	-360 -720	-210	0	+180	-600 -1170	0	+285
Св. 355 до 400	-440	-230	-115	-1350 -1710	-680 -1040	-400 -760	-570	-360	-180	-680 -1250	-570	-285
Св. 400 до 450	-230	0	+125	-1500 -1900	-760 -1160	-440 -840	-230	0	+200	-760 -1390	0	+315
Св. 450 до 500	-480	-250	-125	-1650 -2050	-840 -1240	-480 -880	-630	-400	-200	-840 -1470	-630	-315

Квалитеты от 13-го до 17-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	h13*	js13*	h14*	js14*	h15*	js15*	h16*	js16*	h17*	js17*
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	0	+70	0	+125	0	+200	0	+300	0	+500
	-140	-70	-250	-125	-400	-200	-600	-300	-1000	-500
Свыше 3 до 6	0	+90	0	+150	0	+240	0	+375	0	+600
	-180	-90	-300	-150	-480	-240	-750	-375	-1200	-600
Св. 6 до 10	0	+110	0	+180	0	+290	0	+450	0	+750
	-220	-110	-360	-180	-580	-290	-900	-450	-1500	-750
Св. 10 до 14	0	+135	0	+215	0	+350	0	+550	0	+900
Св. 14 до 18	-270	-135	-430	-215	-700	-350	-1100	-550	-1800	-900
Св. 18 до 24	0	+165	0	+260	0	+420	0	+650	0	+1050
Св. 24 до 30	-330	-165	-520	-260	-840	-420	-1300	-650	-2100	-1050
Св. 30 до 40	0	+195	0	+310	0	+500	0	+800	0	+1250
Св. 40 до 50	-390	-195	-620	-310	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250
Св. 50 до 65	0	+230	0	+370	0	+600	0	+950	0	+1500
Св. 65 до 80	-460	-230	-740	-370	-1200	-600	-1900	-950	-3000	-1500
Св. 80 до 100	0	+270	0	+435	0	+700	0	+1100	0	+1750
Св. 100 до 120	-540	-270	-870	-435	-1400	-700	-2200	-1100	-3500	-1750
Св. 120 до 140	0	+315	0	+500	0	+800	0	+1250	0	+2000
Св. 140 до 160	-630	-315	-1000	-500	-1600	-800	-2500	-1250	-4000	-2000
Св. 160 до 180	0	+360	0	+575	0	+925	0	+1450	0	+2300
Св. 180 до 200	-720	-360	-1150	-575	-1850	-925	-2900	-1450	-4600	-2300
Св. 200 до 225	0	+405	0	+650	0	+1050	0	+1600	0	+2600
Св. 225 до 250	-810	-405	-1300	-650	-2100	-1050	-3200	-1600	-5200	-2600
Св. 250 до 280	0	+445	0	+700	0	+1150	0	+1800	0	+2850
Св. 280 до 315	-890	-445	-1400	-700	-2300	-1150	-3600	-1800	-5700	-2850
Св. 315 до 355	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150
Св. 355 до 400	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150
Св. 400 до 450	0	+485	0	+775	0	+1250	0	+2000	0	+3150
Св. 450 до 500	-970	-485	-1550	-775	-2500	-1250	-4000	-2000	-6300	-3150

Приложение 10

Поля допусков отверстий при номинальных размерах от 1 до 500 мм
Предельные отклонения.

Квалитеты от 1-го до 4-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	H01*	J _s 01*	H0*	J _s 1*	H1*	J _s 1*	H2*	J _s 2*	H3*	J _s 3*	H4*	J _s 4*
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	+0,3 0	+0,15 -0,15	+0,5 0	+0,25 -0,25	+0,8 0	+0,40 -0,40	+1,2 +0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3 0	+1,5 -1,5
Свыше 3 до 6	+0,4 0	+0,20 -0,20	+0,6 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4 0	+2,0 -2,0
Св. 6 до 10												
Св. 10 до 14	+0,5 0	+0,25 -0,25	+0,8 0	+0,40 -0,40	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,0 0	+1,50 -1,50	+5 0	+2,5 -2,5
Св. 14 до 18												
Св. 18 до 24	+0,6 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4,0 0	+2,00 -2,00	+6 0	+3,0 -3,0
Св. 24 до 30												
Св. 30 до 40	+0,6 0	+0,30 -0,30	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4,0 0	+2,00 -2,00	+7 0	+3,5 -3,5
Св. 40 до 50												
Св. 50 до 65	+0,8 0	+0,40 -0,40	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,0 0	+1,50 -1,50	+5,0 0	+2,50 -2,50	+8 0	+4,0 -4,0
Св. 65 до 80												
Св. 80 до 100	+1,0 0	+0,50 -0,50	+1,5 0	+0,75 -0,75	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4,0 0	+2,00 -2,00	+6,0 0	+3,00 -3,00	+10 0	+5,0 -5,0
Св. 100 до 120												
Св. 120 до 140												
Св. 140 до 160	+1,2 0	+0,60 -0,60	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,5 0	+1,75 -1,75	+5,0 0	+2,50 -2,50	+8,0 0	+4,00 -4,00	+12 0	+6,0 -6,0
Св. 160 до 180												
Св. 180 до 200												
Св. 200 до 225	+2,0 0	+1,00 -1,00	+3,0 0	+1,50 -1,50	+4,5 0	+2,25 -2,25	+7,0 0	+3,50 -3,50	+10 0	+5,00 -5,00	+14 0	+7,0 -7,0
Св. 225 до 250												
Св. 250 до 280	+2,5 0	+1,25 -1,25	+4,0 0	+2,00 -2,00	+6,0 0	+3,00 -3,00	+8,0 0	+4,00 -4,00	+12,0 0	+6,00 -6,00	+16 0	+8,0 -8,0
Св. 280 до 315												
Св. 315 до 355	+3,0 0	+1,50 -1,50	+5,0 0	+2,50 -2,50	+7,0 0	+3,50 -3,50	+9,0 0	+4,50 -4,50	+13,0 0	+6,50 -6,50	+18 0	+9,0 -9,0
Св. 355 до 400												
Св. 400 до 450	+4,0 0	+2,00 -2,00	+6,0 0	+3,00 -3,00	+8,0 0	+4,00 -4,00	+10,0 0	+5,00 -5,00	+15,0 0	+7,50 -7,50	+20,0 0	+10,0 -10,0
Св. 450 до 500												

Квалитеты от 5-го до 6-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	G5	H5	J _s 5	K5	M5	N5	G6	H6	J _s 6	K6	M6	N6	P6	
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	+6	+4	+2,0	0	-2	-4	+8	+6	+3,0	0	-2	-4	-6	
	+2	0	-2,0	-4	-6	-8	+2	0	-3,0	-6	-8	-10	-12	
Свыше 3 до 6	+9	+5	+2,5	0	-3	-7	+12	+8	+4,0	+2	-1	-5	-9	
	+4	0	-2,5	-5	-8	-12	+4	0	-4,0	-6	-9	-13	-17	
Св. 6 до 10	+11	+6	+3,0	+1	-4	-8	+14	+9	+4,5	+2	-3	-7	-12	
	+5	0	-3,0	-5	-10	-14	+5	0	-4,5	-7	-12	-16	-21	
Св. 10 до 14	+14	+8	+4,0	+2	-4	-9	+17	+11	+5,5	+2	-4	-9	-15	
	Св. 14 до 18	+6	0	-4,0	-6	-12	-17	+6	0	-5,5	-9	-15	-20	-26
Св. 18 до 24		+16	+9	+4,5	+1	-5	-12	+20	+13	+6,5	+2	-4	-11	-18
	Св. 24 до 30	+7	0	-4,5	-8	-14	-21	+7	0	-6,5	-11	-17	-24	-31
Св. 30 до 40		+20	+11	+5,5	+2	-5	-13	+25	+16	+8,0	+3	-4	-12	-21
	Св. 40 до 50	+9	0	-5,5	-9	-16	-24	+9	0	-8,0	-13	-20	-28	-37
Св. 50 до 65		+23	+13	+6,5	+3	-6	-15	+29	+19	+9,5	+4	-5	-14	-26
	Св. 65 до 80	+10	0	-6,5	-10	-19	-28	+10	0	-9,5	-15	-24	-33	-45
Св. 80 до 100		+27	+15	+7,5	+2	-8	-18	+34	+22	+11,0	+4	-6	-16	-30
	Св. 100 до 120	+12	0	-7,5	-13	-23	-33	+12	0	-11,0	-18	-28	-38	-52
Св. 120 до 140		+32	+18	+9,0	+3	-9	-21	+39	+25	+12,5	+4	-8	-20	-36
	Св. 140 до 160													
Св. 160 до 180		Св. 180 до 200	+35	+20	+10,0	+2	-11	-25	+44	+29	+14,5	+5	-8	-22
	Св. 200 до 225													
Св. 225 до 250		Св. 250 до 280	+40	+23	+11,5	+3	-13	-27	+49	+32	+16,0	+5	-9	-25
	Св. 280 до 315													
Св. 315 до 355		+43	+25	+12,5	+3	-14	-30	+54	+36	+18,0	+7	-10	-26	-51
	Св. 355 до 400													
Св. 400 до 450		+47	+27	+13,5	+2	-16	-33	+60	+40	+20,0	+8	-10	-27	-55
	Св. 450 до 500													

Квалитет 7-й

Интервал размеров, мм	Поля допусков										
	F7	G7	H7	J _s 7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7
	Предельные отклонения, мкм										
От 1 до 3	+16 +6	+12 +2	+10 0	+5 -5	0 -10	-2 -12	-4 -14	-6 -16	-10 -20	-14 -24	-
Свыше 3 до 6	+22 +10	+16 +4	+12 0	+6 -6	+3 -9	0 -12	-4 -16	-8 -20	-11 -23	-15 -27	-
Св. 6 до 10	+28 +13	+20 +5	+15 0	+7 -7	+5 -10	0 -15	-4 -19	-9 -24	-13 -28	-17 -32	-
Св. 10 до 14	+34	+24	+18	+9	+6	0	-5	-11	-16	-21	-
Св. 14 до 18	+16	+6	0	-9	-12	-18	-23	-29	-34	-39	
Св. 18 до 24	+41	+28	+21	+10	+6	0	-7	-14	-20	-27	-
Св. 24 до 30	+20	+7	0	-10	-15	-21	-28	-35	-41	-48	-33 -54
Св. 30 до 40	+50	+34	+25	+12	+7	0	-8	-17	-25	-34	-39 -64
Св. 40 до 50	+25	+9	0	-12	-18	-25	-33	-42	-50	-59	-45 -70
Св. 50 до 65	+60	+40	+30	+15	+9	0	-9	-21	-30	-42	-55 -85
Св. 65 до 80	+30	+10	0	-15	-21	-30	-39	-51	-32	-48	-64 -94
Св. 80 до 100	+71	+47	+35	+17	+10	0	-10	-24	-38	-58	-78 -113
Св. 100 до 120	+36	+12	0	-17	-25	-35	-45	-59	-41	-66	-91 -126
Св. 120 до 140									-48	-77	-107 -147
Св. 140 до 160	+83 +43	+54 +14	+40 0	+20 -20	+12 -28	0 -40	-12 -52	-28 -68	-50	-85	-119 -159
Св. 160 до 180									-53	-93	-131 -171
Св. 180 до 200									-60	-105	-149 -195
Св. 200 до 225	+96 +50	+61 +15	+46 0	+23 -23	+13 -33	0 -46	-14 -60	-33 -79	-63	-113	-163 -209
Св. 225 до 250									-67	-123	-179 -225
Св. 250 до 280	+108	+69	+52	+26	+16	0	-14	-36	-74	-138	-198 -250
Св. 280 до 315	+56	+17	0	-26	-36	-52	-66	-88	-126	-190	-220 -272
Св. 315 до 355	+119	+75	+57	+28	+17	0	-16	-41	-87	-169	-247 -304
Св. 355 до 400	+62	+18	0	-28	-40	-57	-73	-98	-144	-226	-273 -330
Св. 400 до 450	+131	+83	+63	+31	+18	0	-17	-45	-103	-209	-307 -370
Св. 450 до 500	+68	+20	0	-31	-45	-63	-80	-105	-166	-272	-337 -400

Квалитеты 8-й и 9-й

Интервал размеров, мм	Поля допусков													
	D8	E8	F8	H8	J _s 8	K8	M8	N8	U8	D9	E9	F9	H9	J _s 9*
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	+34	+28	+20	+14	+7	0	-	-4	-18	+45	+39	+31	+25	+12
	+20	+14	+6	0	-7	-14	-	-18	-32	+20	+14	+6	0	-12
Свыше 3 до 6	+48	+38	+28	+18	+9	+5	+2	-2	-23	+60	+50	+40	+30	+15
	+30	+20	+10	0	-9	-13	-16	-20	-41	+30	+20	+10	0	-15
Св. 6 до 10	+62	+47	+35	+22	+11	+6	+1	-3	-28	+76	+61	+49	+36	+18
	+40	+25	+13	0	-11	-16	-21	-25	-50	+40	+25	+13	0	-18
Св. 10 до 14	+77	+59	+43	+27	+13	+8	+2	-3	-33	+93	+75	+59	+43	+21
Св. 14 до 18	+50	+32	+16	0	-13	-19	-25	-30	-60	+50	+32	+16	0	-21
Св. 18 до 24	+98	+73	+53	+33	+16	+10	+4	-3	-41	+117	+92	+72	+52	+26
	+65	+40	+20	0	-16	-23	-29	-36	-74					
Св. 24 до 30									-81					
									-60					
Св. 30 до 40	+119	+89	+64	+39	+19	+12	+5	-3	-99	+142	+112	+87	+62	+31
	+80	+50	+25	0	-19	-27	-34	-42	-70	+80	+50	+25	0	-31
Св. 40 до 50									-109					
									-87					
Св. 50 до 65	+146	+106	+76	+46	+23	+14	+5	-4	-133	+174	+134	+104	+74	+37
	+100	+60	+30	0	-23	-32	-41	-50	-102	+100	+60	+30	0	-37
Св. 65 до 80									-148					
									-124					
Св. 80 до 100	+174	+126	+90	+54	+27	+16	+6	-4	-178	+207	+159	+123	+87	+43
	+120	+72	+36	0	-27	-38	-48	-58	-144	+120	+72	+36	0	-43
Св. 100 до 120									-198					
									-170					
Св. 120 до 140									-233					
									-190					
Св. 140 до 160	+208	+148	+106	+63	+31	+20	+8	-4	-253	+245	+185	+143	+100	+50
	+145	+85	+43	0	-31	-43	-55	-67	-190	+145	+85	+43	0	-50
Св. 160 до 180									-273					
									-236					
Св. 180 до 200									-308					
									-258					
Св. 200 до 225	+242	+172	+122	+72	+36	+22	+9	-5	-330	+285	+215	+165	+115	+57
	+170	+100	+50	0	-36	-50	-63	-77	-258	+170	+100	+50	0	-57
Св. 225 до 250									-356					
									-315					
Св. 250 до 280	+271	+191	+137	+81	+40	+25	+9	-5	-396	+320	+240	+186	+130	+65
	+190	+110	+56	0	-40	-56	-72	-86	-350	+190	+110	+56	0	-65
Св. 280 до 315									-431					
									-390					
Св. 315 до 355	+299	+214	+151	+89	+44	+28	+11	-5	-479	+350	+265	+202	+140	+70
	+210	+125	+62	0	-44	-61	-78	-94	-435	+210	+125	+62	0	-70
Св. 355 до 400									-524					
									-490					
Св. 400 до 450	+327	+232	+165	+97	+48	+29	+11	-6	-587	+385	+290	+223	+155	+77
	+230	+135	+68	0	-48	-68	-86	-103	-540	+230	+135	+68	0	-77
Св. 450 до 500									-637					
									-637					

Продолжение прил. 10

Квалитеты от 10-го до 12-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков											
	D10	H10	J _s 10	A11	B11	C11	D11	H11	J _s 11*	B12	H12	J _s 12*
	Предельные отклонения, мкм											
От 1 до 3	+60	+40	+20	+330	+200	+120	+80	+60	+30	+240	+100	+50
	+20	0	-20	+270	+140	+60	+20	0	-30	+140	0	-50
Свыше 3 до 6	+78	+48	+24	+345	+215	+145	+105	+75	+37	+260	+120	+60
	+30	0	-24	+270	+140	+70	+30	0	-37	+140	0	-60
Св. 6 до 10	+98	+58	+29	+370	+240	+170	+130	+90	+45	+300	+150	+75
	+40	0	-29	+280	+150	+80	+40	0	-45	+150	0	-75
Св. 10 до 14	+120	+70	+35	+400	+260	+205	+160	+110	+55	+330	+180	+90
Св. 14 до 18	+50	0	-35	+290	+150	+95	+50	0	-55	+150	0	-90
Св. 18 до 24	+149	+84	+42	+430	+290	+240	+195	+130	+65	+370	+210	+105
Св. 24 до 30	+65	0	-42	+300	+160	+110	+65	0	-65	+160	0	-105
Св. 30 до 40	+180	+100	+50	+470	+330	+280	+240	+160	+80	+420	+250	+125
Св. 40 до 50				+310	+170	+120				+80		
Св. 50 до 65	+220	+120	+60	+530	+380	+330	+290	+190	+95	+490	+300	+150
Св. 65 до 80				+340	+190	+140				+100		
Св. 80 до 100	+260	+140	+70	+600	+440	+390	+340	+220	+110	+570	+350	+175
Св. 100 до 120				+380	+220	+170				+120		
Св. 120 до 140	+305	+160	+80	+710	+510	+450	+395	+250	+125	+660	+400	+200
Св. 140 до 160				+460	+260	+200				+145		
Св. 160 до 180	+145	0	-80	+830	+560	+480	+145	0	-125	+710	+400	+200
Св. 180 до 200				+580	+310	+230				+145		
Св. 200 до 225	+355	+185	+92	+950	+630	+530	+460	+290	+145	+800	+460	+230
Св. 225 до 250				+660	+340	+240				+170		
Св. 250 до 280	+400	+210	+105	+1030	+670	+550	+460	+290	+145	+840	+460	+230
Св. 280 до 315				+740	+380	+260				+170		
Св. 315 до 355	+440	+230	+115	+1110	+710	+570	+460	+290	+145	+880	+460	+230
Св. 355 до 400				+820	+420	+280				+170		
Св. 400 до 450	+480	+250	+125	+1240	+800	+620	+460	+290	+145	+1000	+460	+230
Св. 450 до 500				+920	+480	+300				+170		
Св. 500 до 550	+190	0	-105	+1370	+860	+650	+460	+290	+145	+1060	+460	+230
Св. 550 до 600				+1050	+540	+330				+170		
Св. 600 до 650	+440	+230	+115	+1560	+960	+720	+460	+290	+145	+1170	+460	+230
Св. 650 до 700				+1200	+600	+360				+170		
Св. 700 до 750	+210	0	-115	+1710	+1040	+760	+460	+290	+145	+1250	+460	+230
Св. 750 до 800				+1350	+680	+400				+170		
Св. 800 до 850	+480	+250	+125	+1900	+1160	+840	+460	+290	+145	+1390	+460	+230
Св. 850 до 900				+1500	+760	+440				+170		
Св. 900 до 950	+230	0	-125	+2050	+1240	+880	+460	+290	+145	+1470	+460	+230
Св. 950 до 1000				+1650	+840	+480				+170		

Квалитеты от 13-го до 17-го

Интервал размеров, мм	Поля допусков									
	H13*	J _s 13*	H14*	J _s 14*	H15*	J _s 15*	H16*	J _s 16*	H17*	J _s 17*
	Предельные отклонения, мкм									
От 1 до 3	+140 0	+70 -70	+250 0	+125 -125	+400 0	+200 -200	+600 0	+300 -300	+1000 0	+500 -500
Свыше 3 до 6	+180 0	+90 -90	+300 0	+150 -150	+480 0	+240 -240	+750 0	+375 -375	+1200 0	+600 -600
Св. 6 до 10	+220 0	+110 -110	+360 0	+180 -180	+580 0	+290 -290	+900 0	+450 -450	+1500 0	+750 -750
Св. 10 до 14	+270	+135	+430	+215	+700	+350	+1100	+550	+1800	+900
Св. 14 до 18	0	-135	0	-215	0	-350	0	-550	0	-900
Св. 18 до 24	+330	+165	+520	+260	+840	+420	+1300	+650	+2100	+1050
Св. 24 до 30	0	-165	0	-260	0	-420	0	-650	0	-1050
Св. 30 до 40	+390	+195	+620	+310	+1000	+500	+1600	+800	+2500	+1250
Св. 40 до 50	0	-195	0	-310	0	-500	0	-800	0	-1250
Св. 50 до 65	+460	+230	+740	+370	+1200	+600	+1900	+950	+3000	+1500
Св. 65 до 80	0	-230	0	-370	0	-600	0	-950	0	-1500
Св. 80 до 100	+540	+270	+870	+435	+1400	+700	+2200	+1100	+3500	+1750
Св. 100 до 120	0	-270	0	-435	0	-700	+0	-1100	0	-1750
Св. 120 до 140										
Св. 140 до 160	+630	+315	+1000	+500	+1600	+800	+2500	+1250	+4000	+2000
Св. 160 до 180	0	-315	0	-500	0	-800	0	-1250	0	-2000
Св. 180 до 200										
Св. 200 до 225	+720	+360	+1150	+575	+1850	+925	+2900	+1450	+4600	+2300
Св. 225 до 250	0	-360	0	-575	0	-925	0	-1450	0	-2300
Св. 250 до 280	+810	+405	+1300	+650	+2100	+1050	+3200	+1600	+5200	+2600
Св. 280 до 315	0	-405	0	-650	0	-1050	0	-1600	0	-2600
Св. 315 до 355	+890	+445	+1400	+700	+2300	+1150	+3600	+1800	+5700	+2850
Св. 355 до 400	0	-445	0	-700	0	-1150	0	-1800	0	-2850
Св. 400 до 450	+970	+485	+1550	+775	+2500	+1250	+4000	+2000	+6300	+3150
Св. 450 до 500	0	-485	0	-775	0	-1250	0	-2000	0	-3150

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.308-79. Единая система конструкторской документации. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей. – Взамен ГОСТ 2.308-68; введ.1980 – 01. – 01. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 38 с.
2. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений. – Взамен ГОСТ 25346-82; введ. 1990. – 01. – 01. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 23 с.
3. ГОСТ 25347-82. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. – Введ. 1983. – 01. – 07. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 53 с.
4. РД 50-635-87. Методические указания. Цепи размерные. Основные понятия. Методы расчета линейных и угловых цепей. – Взамен ГОСТ 16319-80, ГОСТ 16320-80, ГОСТ 19415-74, ГОСТ 19416-74; введ. 1988. – 01. – 07. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 31 с.
5. РД 50-98-86. Методические указания. Выбор универсальных средств измерения линейных размеров до 500 мм. – Введ. – 01. – 07. – 87. М. : Изд-во стандартов, 1987. – 115 с.
6. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т / В. И. Анурьев – М. : Машиностроение, 1982.
7. Анухин, В.И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах : учеб. пособие / В. И. Анухин. 3-е изд. – СПб. : Питер, 2005. – 207 с. – ISBN 5-94723-543-9.
8. Белкин, Н. М. Допуски и посадки / Н.М. Белкин – М. : Машиностроение, 1992. – 527 с. – ISBN 5-217-001319-2.
9. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, И. М. Леликов. – М. : Академия, 2009. – 496 с. – ISBN 978-5-7695-6503-8.
10. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Метрология, стандартизация и сертификация», «Измерения механических величин». Тема «Расчет и выбор посадок шпоночных соединений» / сост.: Ю. А. Орлов, Д. Ю. Орлов. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2005. – 14 с.
11. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. – М. : Машиностроение, 1986. – 351 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие сведения.....	3
Выполнение работы	7
Расчет размерной цепи по методу «максимум – минимум»	7
Теоретико-вероятностный метод расчета размерных цепей.....	11
Анализ норм точности	13
Проверка контролируемости и выбор средств измерений (СИ)	22
Оформление замечаний нормоконтролера	28
Подсчет ошибок	38
Задания для выполнения курсовой работы	38
Приложения	83
Библиографический список.....	106

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ
ЭКСПЕРТИЗА И НОРМОКОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ»

Составители:

ОРЛОВ Юрий Анатольевич
СМИРНОВ Алексей Александрович

Подписано в печать 08.08.13.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 6,28. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.