



## **МИНОБРНАУКИ РФ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

"Ижевский государственный технический университет  
имени М.Т.Калашникова"

(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»)

Института СТМА и М

Кафедра «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных  
производств»

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовой работе по дисциплине «Нормирование точности»  
на тему: Нормирование точности деталей «Вал» и «Стакан»  
изделия «Редуктор цилиндрический двухступенчатый»

Выполнил:

студент гр. Б07-721-1

Григорьев Г. К.

Принял:

ст. преподаватель

кафедры КТПМП

Исакова Н.В.

Ижевск, 2016

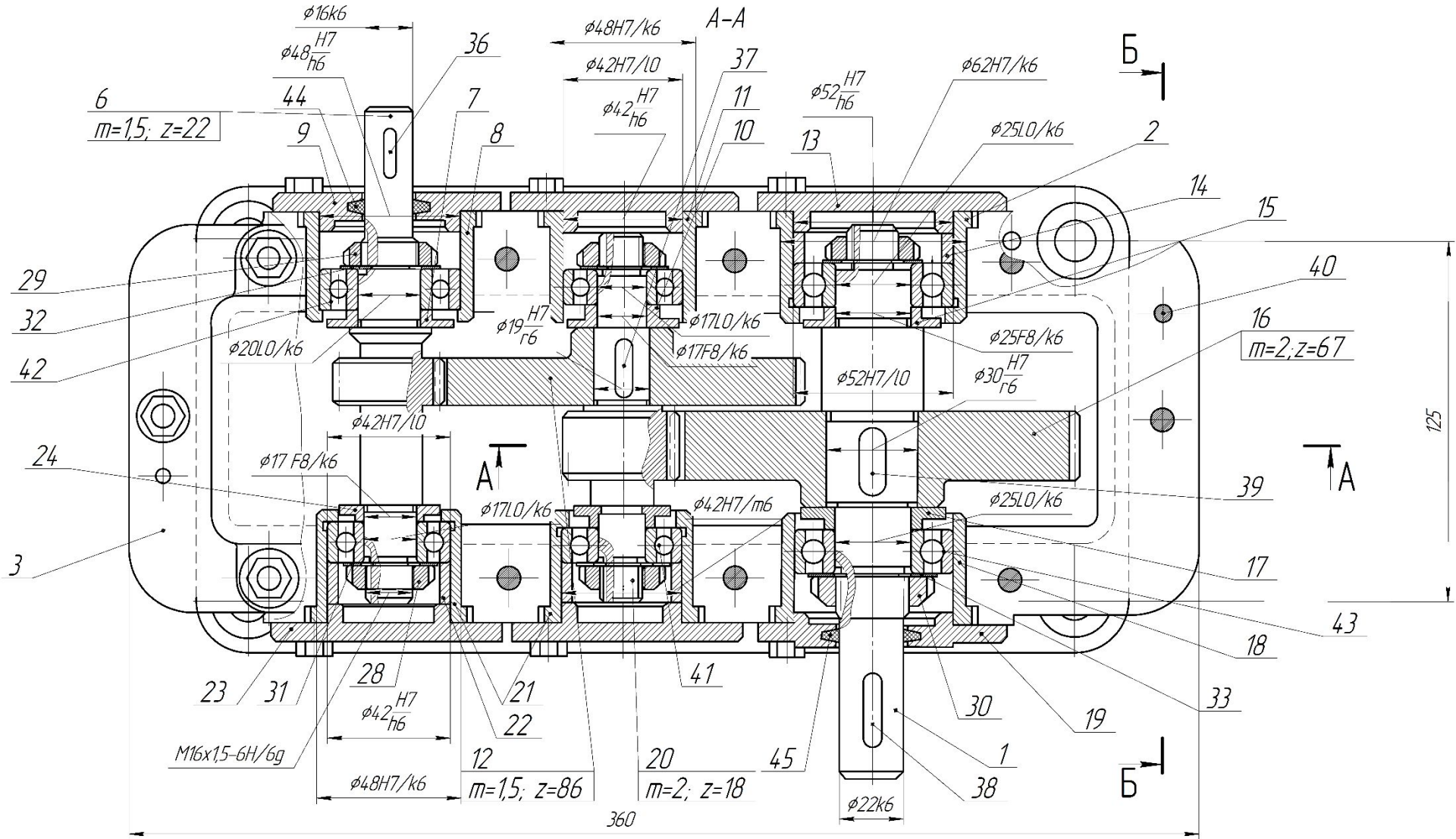
## **Цель работы:**

Нормировать точность сборочной единицы и деталей «вал» и «стакан» цилиндрического двухступенчатого редуктора.

## **Задачами данной курсовой работы являются:**

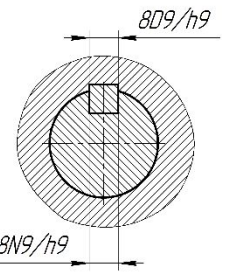
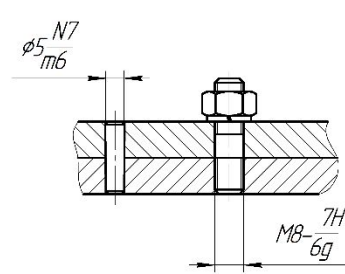
1. Нормировать точность данных деталей, а именно необходимо указать:
  - размеры;
  - геометрические формы;
  - взаимное расположение поверхностей;
  - шероховатости поверхностей.
2. Выбрать посадки на сопрягающиеся детали в данном редукторе.
3. Рассчитать размерные цепи.
4. Произвести расчёт двух предельных гладких калибров (скобы и пробки) для контроля размеров данных деталей.
5. Выбор и назначение посадок для подшипников качения.
6. Выбор и назначение посадок для шпонок.
7. Выбор и назначение посадок для метрической резьбы.



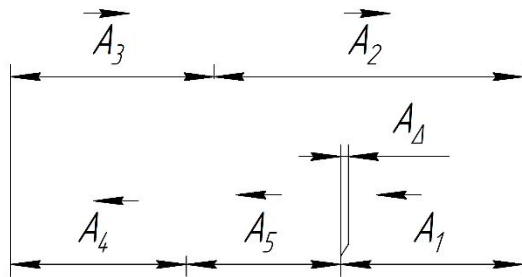


Б-Б

A-A(1:1)

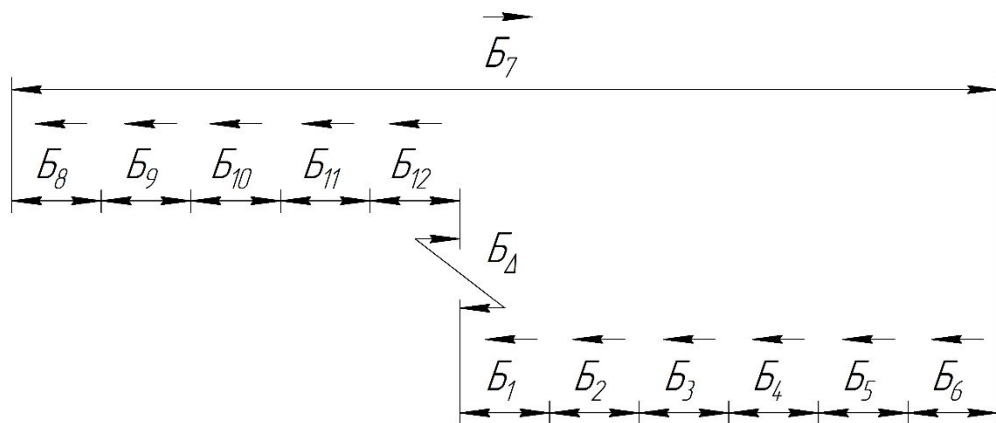


# Метод MAX-MIN.



MAX-MIN	
A <sub>1</sub>	15 <sub>-0.12</sub>
A <sub>2</sub>	28 <sup>-0.134</sup> <sub>-0.218</sub>
A <sub>3</sub>	6±IT11/2(±0.0375)
A <sub>4</sub>	8±IT10/2(±0.029)
A <sub>5</sub>	11 <sub>-0.110</sub>
A <sub>Δ</sub>	0 <sup>+0.6</sup> <sub>+0.1</sub>

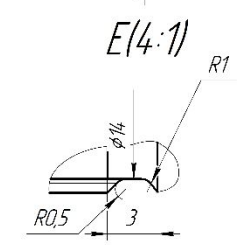
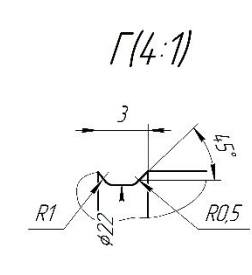
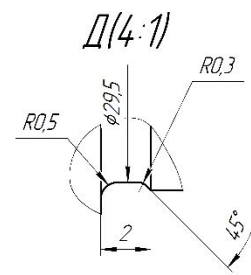
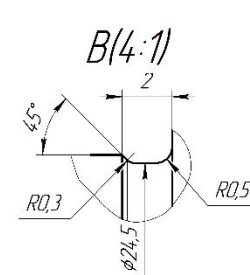
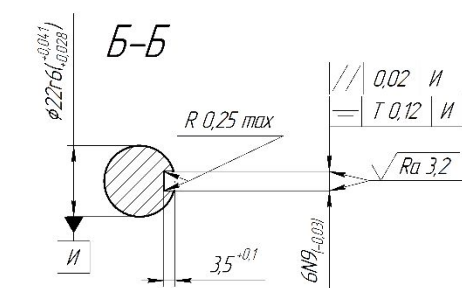
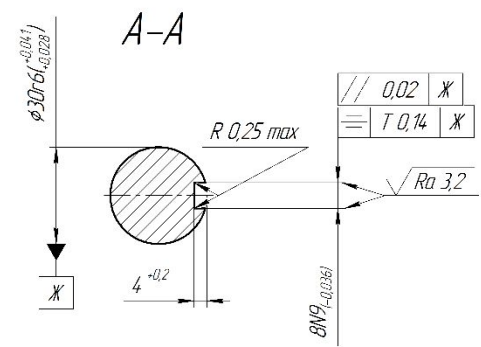
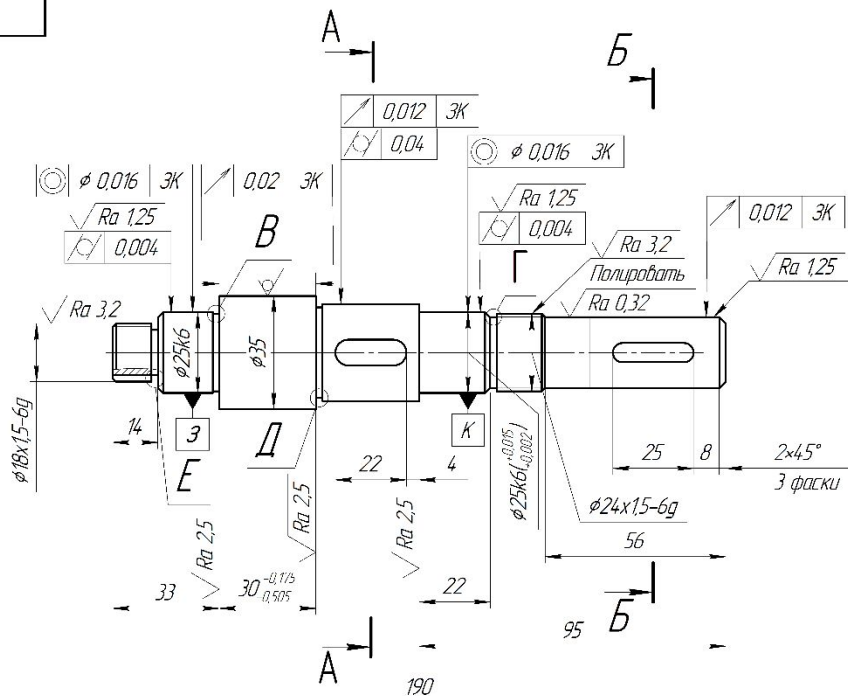
# Метод вероятностный.



Метод вероятностный	
B <sub>1</sub>	22 <sub>-0.33</sub>
B <sub>2</sub>	30 <sup>-0.175</sup> <sub>-0.505</sub>
B <sub>3</sub>	6 <sub>-0.18</sub>
B <sub>4</sub>	15 <sub>-0.12</sub>
B <sub>5</sub>	11 <sub>-0.11</sub>
B <sub>6</sub>	8±IT10/2(±0.029)
B <sub>7</sub>	140 <sub>-0.63</sub>
B <sub>8</sub>	9±IT13/2(±0.11)
B <sub>9</sub>	13 <sub>-0.27</sub>
B <sub>10</sub>	12 <sub>-0.12</sub>
B <sub>11</sub>	6 <sub>-0.18</sub>
B <sub>12</sub>	8±IT13/2(±0.11)
B <sub>Δ</sub>	0 <sup>+0.5</sup> <sub>-0.5</sub>

02.010.001

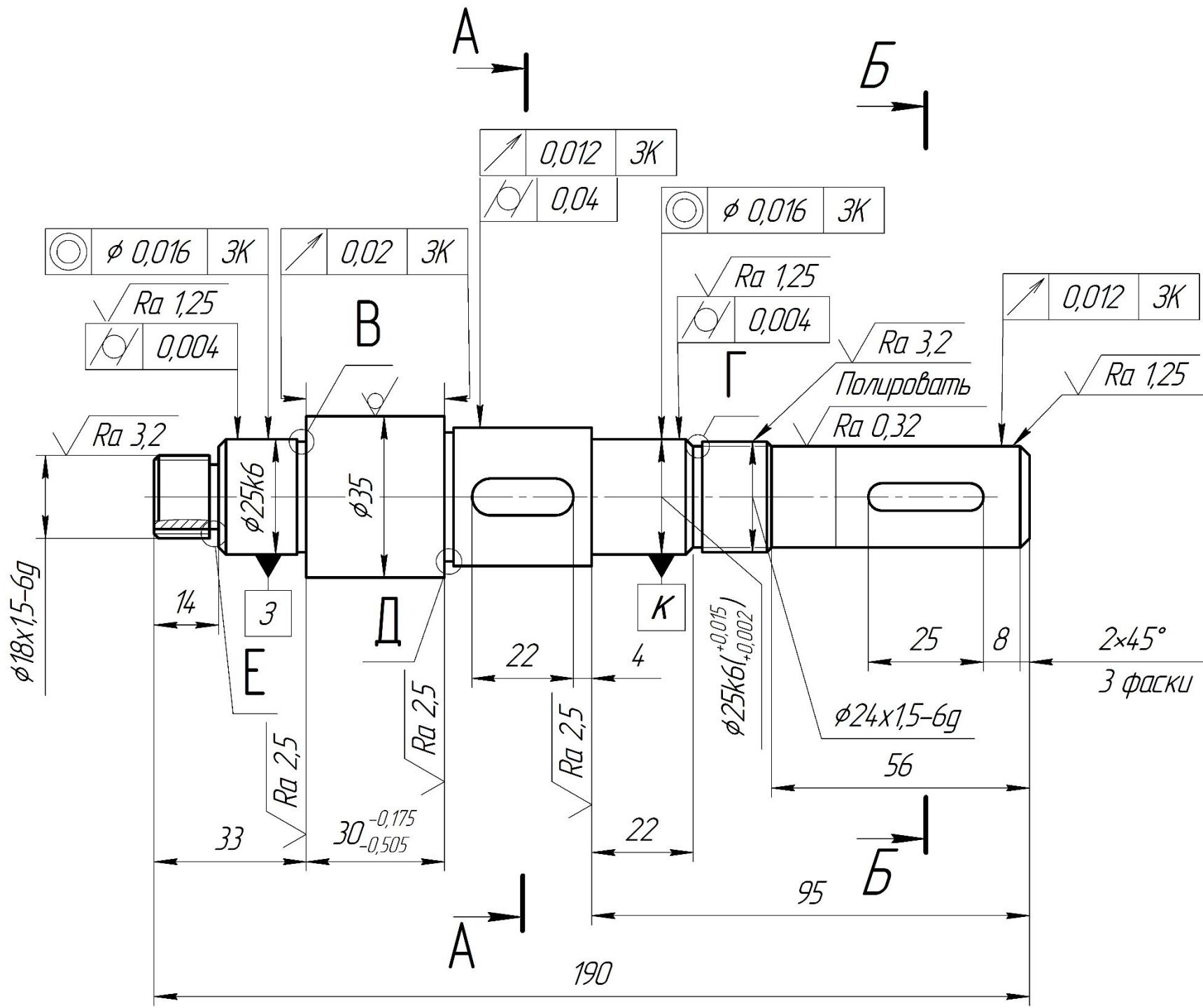
√ Ra 6,3 (√)

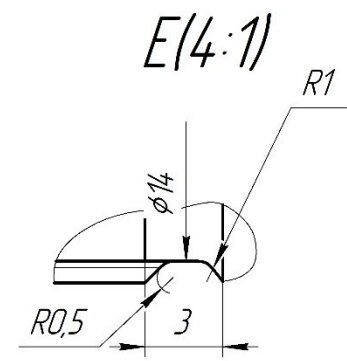
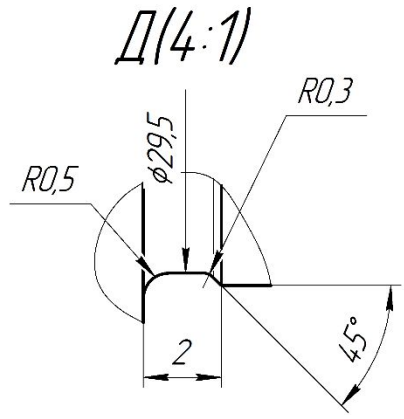
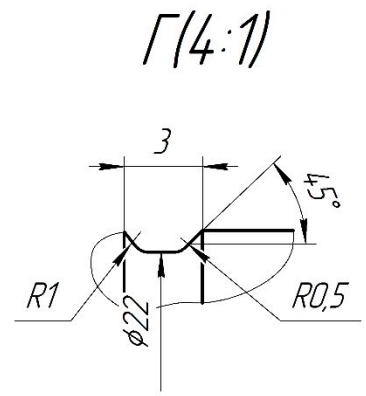
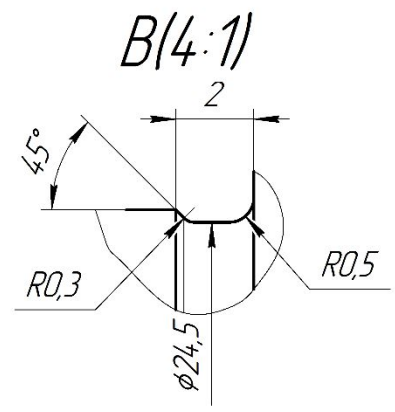
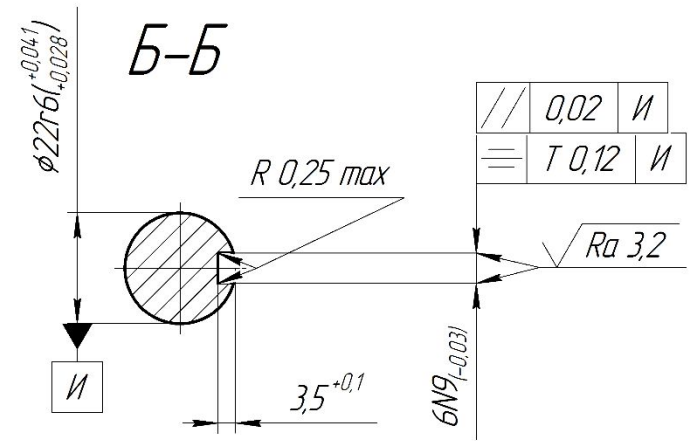
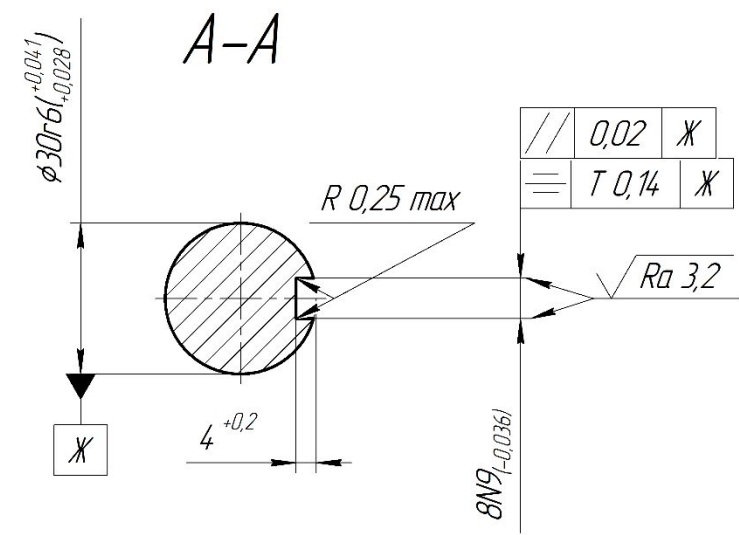


1. 250...300 НВ.
2. h14, H14, ±IT14/2.
3. Острые кромки притупить R0,5.

				02.010.001			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Вал</b>	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Исполнитель	Провер.	Исполнитель			0,85	1:1
Технолог.					Лист	Листов	1
Инженер				Сталь 45 ГОСТ 1050-88		Б07-721-1	
Электр.				Копировал		Формат А2	

КОМПАС-3D V16 Ученый форум © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования" Россия. Все права защищены. Страница 1 из 1.







## Выбор полей допусков размеров.

- Диаметр ступеней вала под подшипники –  $\varnothing 25k6$ . Поле допуска k6 является предпочтительным при выборе полей допусков под подшипники.
  - Диаметр ступи вала под зубчатое колесо –  $\varnothing 30r6$ .
  - Диаметр ступени вала под резьбу – M18-6g.
  - На глубину шпоночного паза назначаем допуск +0,2 мм (ГОСТ 23360-78).
  - На ширину шпоночного паза назначаем поле допуска – 8N9.
  - На длине свободной ступени вала допуск 0.33 (рассчитано в размерной цепи).
- На остальные размеры назначаем допуски по 14 квалитету: h14, H14,  $\pm IT14/2$ .

## Назначение допусков формы расположения элементов.

### 1. Допуски цилиндричности посадочных поверхностей:

– Для подшипников определяется по формуле:  $T \approx 0,3 \cdot t$ , где  $t$  – допуск посадочной поверхности вала диаметром  $\varnothing 25$  мм. Таким образом:  $T \approx 0,3 \cdot 0,013 = 0,004$  мм. Данный допуск задаётся для того, чтобы ограничить отклонения геометрической формы этих поверхностей и тем самым ограничить отклонения геометрической формы дорожек качения колец подшипников.

– Для зубчатого колеса под поверхность вала диаметром  $\varnothing 30$  мм:  $T \approx 0,3 \cdot t = 0,3 \cdot 0,013 = 0,004$  мм. Данный допуск задаётся для того, чтобы ограничить концентрацию давлений на вал.

### 2. Допуски соосности посадочных поверхностей:

– Для подшипников на диаметре  $\varnothing 25$  мм относительно их общей оси ЗК по 7-му квалитету допуск  $T = 0,016$  мм. Данный допуск задают для того, чтобы ограничить перекос колец подшипников качения.

3. Допуски на радиальное бтиеие вала упирающиеся в:

– Кольцо на диаметре  $\varnothing 25$ мм:  $T=0,02$  мм [8, стр. 305] .

– Зубчатое колесо на диаметре  $\varnothing 30$  мм:  $T=0,02$  мм [8, стр. 305].

4. Допуски параллельности и симметричности шпоночного паза на ступени вала под колесо:

– Допуск параллельности определяется следующим образом:  $T_{(//)}=0,6 \cdot t(\text{шп. п.})$ , где  $t(\text{шп. п.})$  – допуск на ширину шпоночного паза.  $T_{(//)}=0,6 \cdot 0,036=0,02$  мм. Допуск симметричности определяется следующим образом:  $T_{\equiv}=4 \cdot t(\text{шп. п.})=4 \cdot 0,036=0,14$  мм.

Назначение шероховатости поверхностей.

Назначим к данному валу на основании рекомендаций следующие параметры шероховатости поверхностей:

– Посадочные поверхности под подшипники –  $Ra = 1,25$  мкм. Такая шероховатость назначается для того, чтобы подшипник плотно прилегал к валу, и не было деформации дорожек качения подшипника.

– Торец вала, в которую упирается зубчатое колесо –  $Ra = 2,5$  мкм.

– Торец вала, в которую упирается кольцо –  $Ra = 2,5$  мкм.

– Боковая поверхность шпоночного паза –  $Ra = 3,2$  мкм.

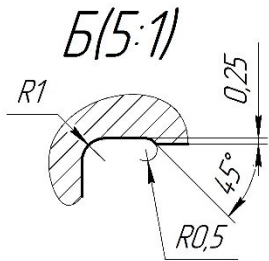
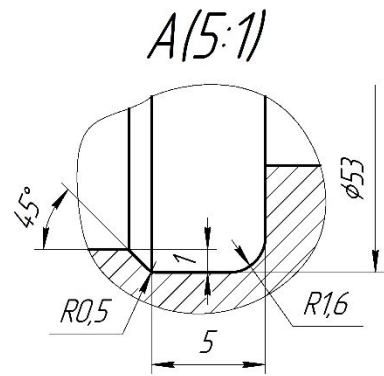
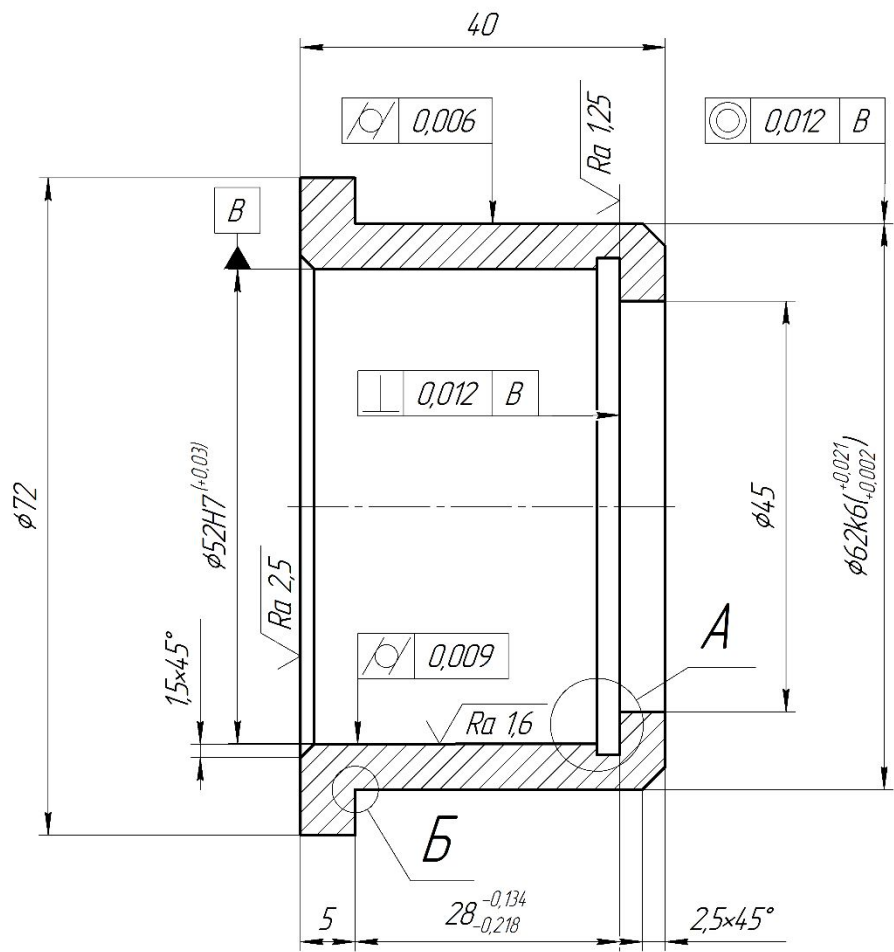
– Шероховатость резьбовой поверхности –  $Ra = 3,2$  мкм.

– Шероховатость остальных поверхностей –  $Ra = 6,3$  мкм.

КОМПАС-3D V16 Учебная версия © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.  
 Инв. № подл. Подл. и дата Изм. № докл. Подл. и дата Стр. №

КР по МСЦ 02.010.002

√ Ra 6,3 (√)



1. HB 260...285
2. Неуказанные предельные отклонения: валов - h14, отверстий - H14, остальных -  $\pm IT14/2$ .
3. Острые края притупить R0,5.

				КР по МСЦ 02.010.002			
Изм. Лист	№ докум.	Подл.	Дата	Стакан	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Григорьев Г.К.					0,50	2:1
Пров.	Исакова Н.В.				Лист	Листов 1	
Т.контр.							
И.контр.				Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Б07-721-1		
Утв.							

## Выбор полей допусков размеров.

Поле допуска диаметра центрирующего стакана –  $\varnothing 62K6$ .

Поле допуска диаметра отверстия стакана под подшипник –  $\varnothing 52H7$ .

Допуск на размер принадлежащий стакану, расстояние между опорными торцами –  $28_{-0,218}^{-0,134}$  (задается и расчетов размерной цепи).

На остальные размеры назначаем допуски по 14 квалитету:  $h14, H14, \pm IT14/2$ .

### Назначение допусков формы расположения элементов.

Назначим допуски формы и расположения элементов стакана:

1. Допуски цилиндричности поверхностей стакана:

– допуск цилиндричности стакана:  $T \approx 0,3 \cdot t$ , где  $t$  – допуск поверхности стакана диаметром  $\varnothing 62$  мм. Таким образом:  $T \approx 0,3 \cdot 0,019 = 0,006$  мм.

– Допуск цилиндричности отверстия стакана под подшипник  $\varnothing 52$  мм:  $T \approx 0,3 \cdot t = 0,3 \cdot 0,03 = 0,009$  мм.

2. Допуск соосности стакана на  $\varnothing 62$  мм:  $T = 0,012$  мм.

3. Допуск перпендикулярности торца стакана, об который упирается подшипник:  $T = 0,012$  мм.

### Назначение шероховатости поверхностей.

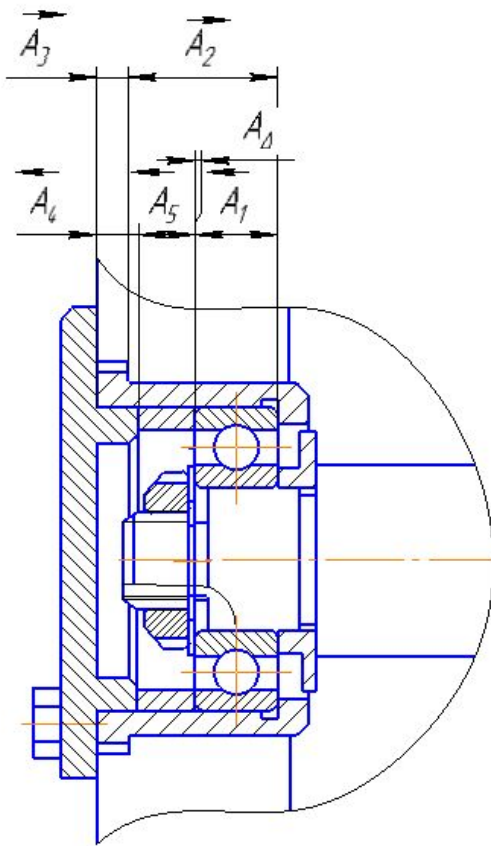
К данному стакану на основании рекомендаций назначены следующие параметры шероховатости поверхностей:

– Торцевая поверхность стакана, об которую упирается подшипник качения –  $Ra = 1,25$  мкм. Такая шероховатость назначается для того, чтобы не было перекоса колец подшипника.

– Цилиндрическая поверхность сопряжения стакана с подшипником –  $Ra = 1,6$  мкм.

– Торцевая поверхность стакана  $\varnothing 52$  –  $Ra = 2,5$  мкм.

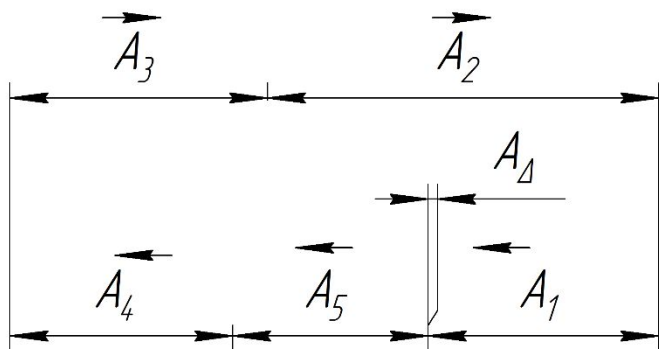
Расчет размерной цепи на обеспечение зазора  
между подшипником и втулкой.



Номинальное значение размера зазора равно 0 мм, наибольший предельный размер –  $A_{\Delta_{max}} = 0,5$  мм, наименьший предельный размер –  $A_{\Delta_{min}} = 0,05$  мм.

Звено  $A_1$  – общая ширина подшипника.  $A_2$  – размер, принадлежащий стакану, расстояние между опорными торцами.  $A_3$  – размер, принадлежащий корпусу.  $A_4$  – размер, принадлежащий крышке, длина буртика крышки.  $A_5$  – размер втулки, расстояние между опорными торцами. Звено  $A_6$  – исходно-замыкающее звено, сборочный зазор между втулкой и крышкой.

# Метод MAX-MIN.



MAX-MIN	
$A_1$	$15_{-0,12}$
$A_2$	$28_{-0,218}^{-0,134}$
$A_3$	$6 \pm IT11/2 (+0,0375)$
$A_4$	$8 \pm IT10/2 (+0,029)$
$A_5$	$11_{-0,110}$
$A_6$	$0_{+0,1}^{+0,6}$

Таблица расчёта размерной цепи на обеспечение сборочного зазора между крышкой и втулкой.

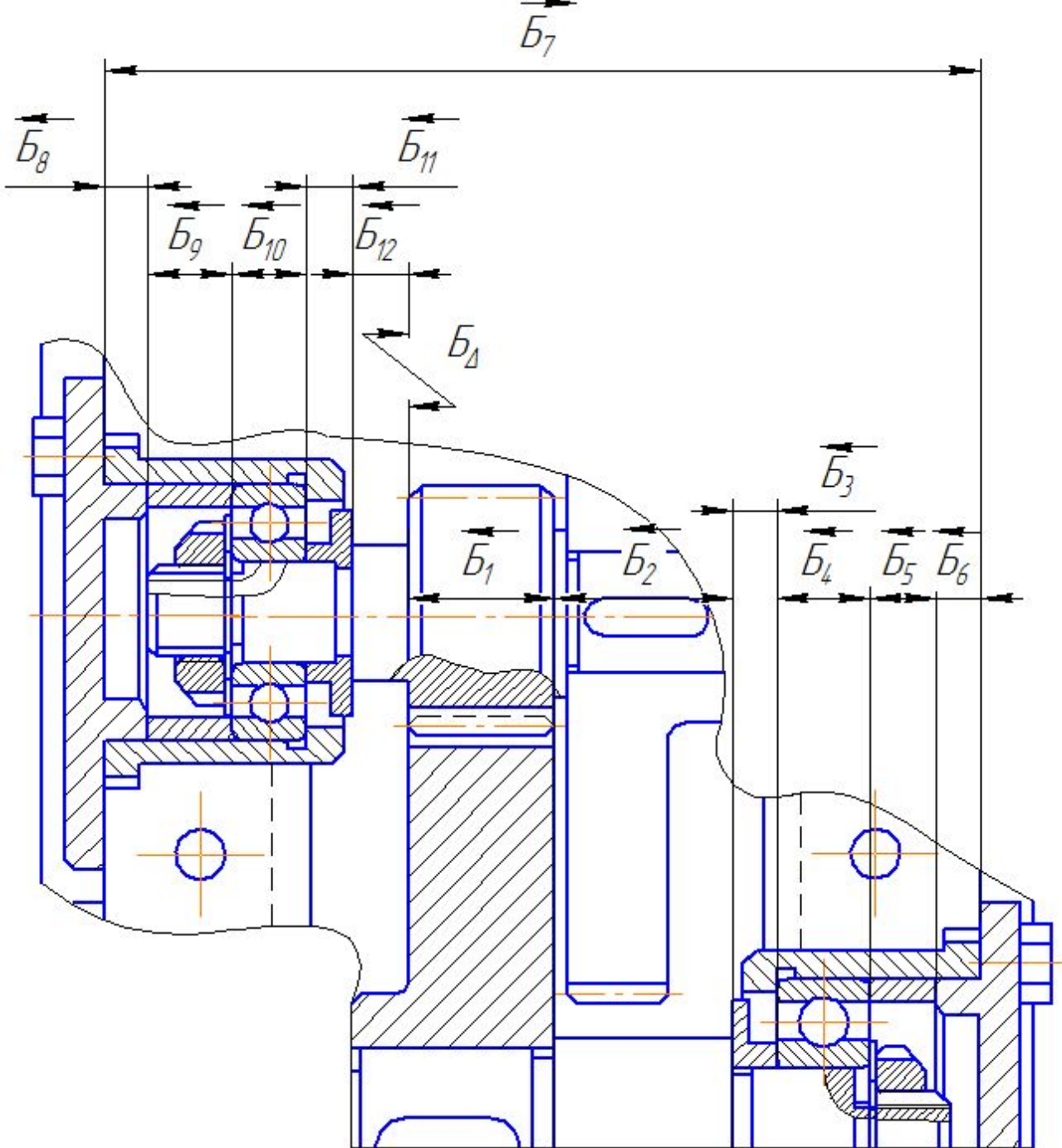
Величина исходно-замыкающего звена: 0,02-0,5 мм. Метод расчёта: max-min.

Метод обеспечения точности исходно-замыкающего звена: метод полной взаимозаменяемости.

№											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		15	станд.	-	0,12	0	-0,12	-	-	-	
2		28	±	1,31	0,84	-0,134	-0,218	-	10		0,084
3		6	±	0,73	0,075	+0,375	-0,375	-	11	0,075	
4		8	±	0,9	0,058	+0,029	-0,029	-	10		0,058
5		11	h	1,08	0,110	0	-0,110	-	11	0,110	
6		0	исх-зам	-	0,45	+0,5	+0,05	0,275	-	-	-

Расчет размерной цепи на  
совпадение по торцам шестерни и колеса.

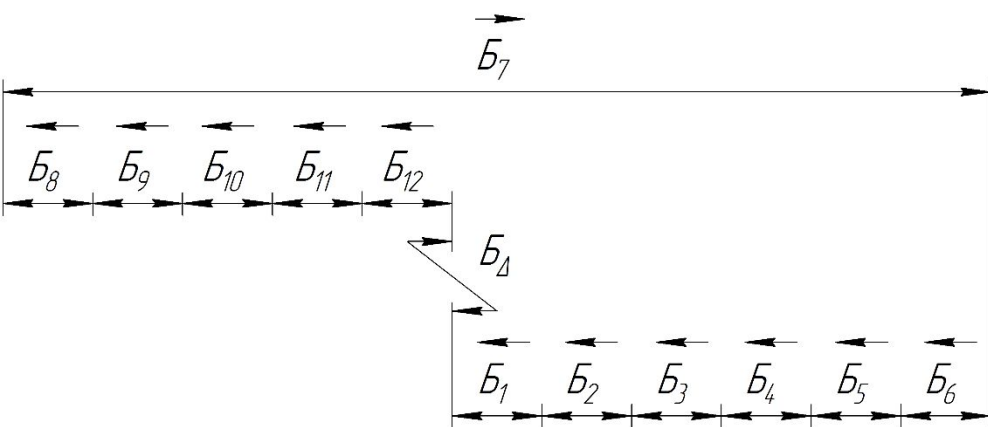




Номинальное значение размера зазора равно 0 мм, наибольший предельный размер –  $B_{\Delta_{max}} = 0,5$  мм, наименьший предельный размер –  $B_{\Delta_{min}} = -0,5$  мм.

Звено  $B_1$  – ширина шестерни и колеса.  $B_2$  – размер, принадлежащий валу, длина ступени вала.  $B_3$  – размер, принадлежащий кольцу, расстояние между опорными торцами.  $B_4$  – общая ширина подшипника.  $B_5$  – размер втулки, расстояние между опорными торцами.  $B_6$  – размер, принадлежащий крышке, длина буртика крышки.  $B_7$  – размер, принадлежащий корпусу, расстояние между опорными торцами.  $B_8$  – размер, принадлежащий крышке, длина буртика крышки.  $B_9$  – размер втулки, расстояние между опорными торцами.  $B_{10}$  – общая ширина подшипника.  $B_{11}$  – размер, принадлежащий кольцу, расстояние между опорными торцами.  $B_{12}$  – размер вала-шестерни, длина ступени вала-шестерни. Звено  $B_{\Delta}$  – исходно-замыкающее звено.

### Метод вероятностный.



Метод вероятностный	
$B_1$	$22_{-0,33}$
$B_2$	$30_{-0,775}^{-0,505}$
$B_3$	$6_{-0,18}$
$B_4$	$15_{-0,12}$
$B_5$	$11_{-0,11}$
$B_6$	$8 \pm IT 10 / 2 (\pm 0,029)$
$B_7$	$140_{-0,63}$
$B_8$	$9 \pm IT 13 / 2 (\pm 0,11)$
$B_9$	$13_{-0,27}$
$B_{10}$	$12_{-0,12}$
$B_{11}$	$6_{-0,18}$
$B_{12}$	$8 \pm IT 13 / 2 (\pm 0,11)$
$B_{\Delta}$	$0_{-0,5}^{+0,5}$



Таблица 4. Таблица расчёта размерной цепи на совпадение по торцам шестерни и колеса.  
 Величина исходно-замыкающего звена:  $-0,5 \dots +0,5$  мм. Метод расчёта: вероятностный.  
 Метод обеспечения точности исходно-замыкающего звена: метод вероятностный.

№											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		22	h	1,31	0,33	0	-0,33	-		0,33	0,52
2		30	h	1,31	0,33	-0,175	-0,505			0,33	0,52
3		6	h	0,73	0,18	0	-0,18	-		0,18	0,3
4		15	станд	-	0,12	0	-0,12	-	-	-	-
5		11	изв	-	0,11	0	-0,11	-	-	-	-
6		8	изв	-	0,058	+0,029	-0,029	-	-	-	-
7		140	h	2,52	0,63	0	-0,63	-		0,63	1
8		9	±	0,9	0,22	+0,11	-0,11	-		0,22	0,36
9		13	h	1,08	0,27	0	-0,27	-		0,27	0,43
10		12	станд	-	0,12	0	-0,12	-	-	-	-
11		6	h	0,73	0,18	0	-0,18	-		0,18	0,3
12		8	±	0,9	0,22	+0,11	-0,11	-		0,22	0,36
13		0	исх-зам	-	1	+0,5	-0,5	0	-	-	-

# Расчёт скобы

Калибры измерительные инструменты, предназначенные для контроля размеров, формы и расположения поверхностей детали.

$d = 25 \text{ k6 мм.}$

$d_{\min} = 25,002 \text{ мм;}$

$d_{\max} = 25,015 \text{ мм.}$

По табл. 2 ГОСТ 24853-81 «Калибры гладкие для размеров до 500 мм. Допуски»:

$Z1 = 3 \text{ мкм}$  – отклонение середины поля допуска на изготовление проходного калибра для вала относительно наибольшего предельного размера вала;

$H1 = 4 \text{ мкм}$  – допуск на изготовление калибров для вала;

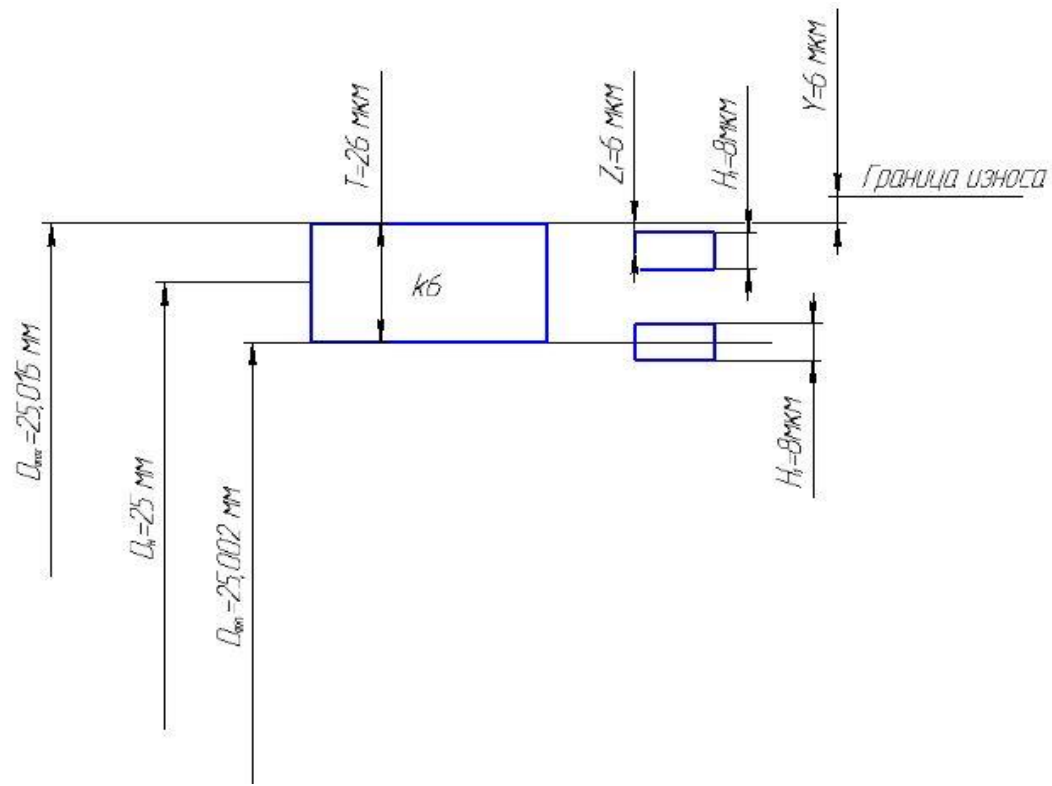
$Y1 = 3 \text{ мкм}$  – допустимый выход размера изношенного проходного калибра для вала за границу поля допуска изделия

В качестве исполнительного размера калибра-скобы берется его наименьший предельный размер с положительным отклонением, равным допуску на изготовление калибра.

$PR = d_{\max} - Z1 - H1/2 = 25,015 - 0,003 - 0,002 = 25,010(+0,004) \text{ мм.}$

$HE = d_{\min} - H1/2 = 25,002 - 0,002 = 25(+0,004) \text{ мм.}$

Износ  $PR = d_{\max} + Y1 = 25,015 + 0,003 = 25,018 \text{ мм.}$



# Расчет калибра-пробки для отверстия в стакане



$$D = 52H14(+0,74)$$

$$D_{\min} = 52 \text{ мм};$$

$$D_{\max} = 52,74 \text{ мм}.$$

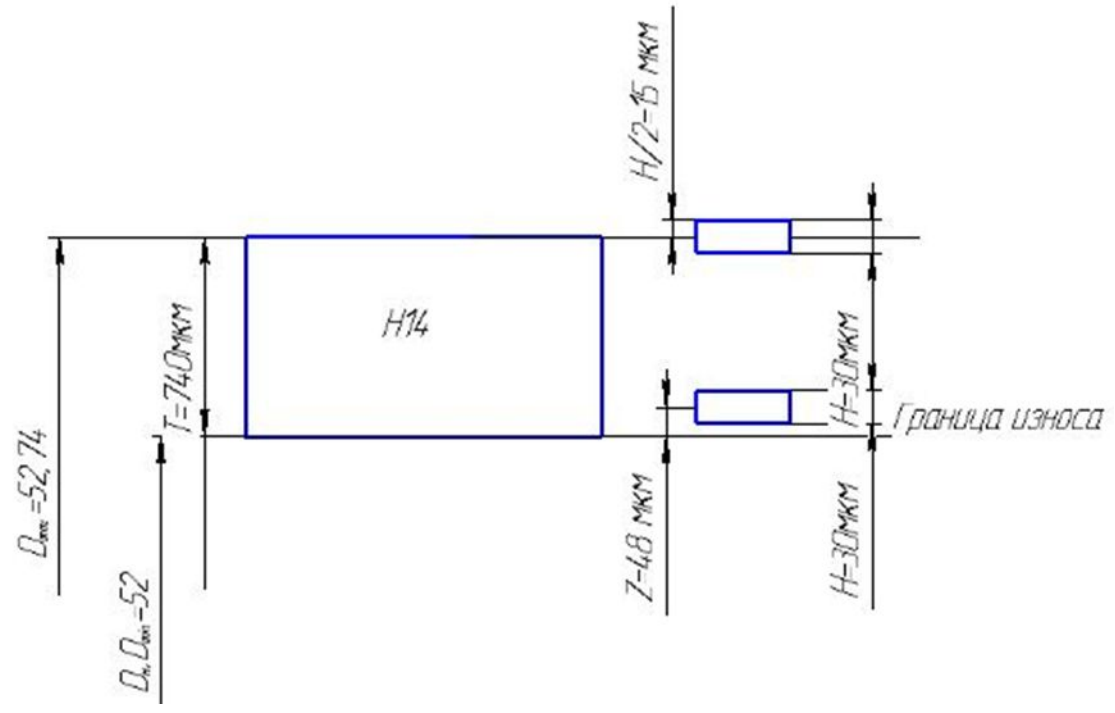
По табл. 2 ГОСТ 24853-81 «Калибры гладкие для размеров 500 мм. До-пуски»:  
 $Z = 48 \text{ мкм}$  – отклонение середины поля допуска на изготовление проход-ного калибра для отверстия относительно наибольшего предельного размера вала;  
 $H = 30 \text{ мкм}$  – допуск на изготовление калибров для отверстия;  
 $Y = 0 \text{ мкм}$  – допустимый выход размера изношенного проходного калиб-ра для отверстия за границу поля допуска изделия.

В качестве исполнительного размера калибра-пробки берется его наибольший предельный размер с отрицательным отклонением, равным до-пуску на изготовление калибра.

$$ПР = D_{\min} + Z + H/2 = 52 + 0,048 + 0,015 = 52,063 = 52,063 (-0,030) \text{ мм}.$$

$$\text{Износ } ПР = D_{\min} - Y = 52 - 0 = 52 \text{ мм}.$$

$$HE = D_{\max} + H/2 = 52,74 + 0,030 = 52,770(-0,030) \text{ мм}.$$



## Заключение

Все задачи, приведенные в данной курсовой работе были выполнены, а именно:

1. Выполнен сборочный чертёж цилиндрического, двухступенчатого редуктора с указанием посадок и чертежи двух деталей (стакана и вала).
2. Пронормирована точность данных деталей (размеров, геометрической формы, взаимного расположения поверхностей, шероховатости поверхностей).
3. Выбраны посадки на сопрягающиеся детали в данном редукторе.
4. Рассчитаны размерные цепи на сборочный зазор в фиксирующей опоре и на совпадение по торцам шестерни и зубчатого колеса.
5. Произведён расчёт двух предельных гладких калибров (скобы и пробки) для контроля размеров данных деталей.