



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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Институт новых материалов и технологий  
Кафедра / департамент Технологии машиностроения / Департамент машиностроения

Оценка \_\_\_\_\_

Руководитель  
проектирования \_\_\_\_\_

Члены комиссии \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Дата защиты \_\_\_\_\_

## ОТЧЕТ

о курсовой работе

по теме: «Редуктор двухступенчатый цилиндрический соосный с тихоходной  
ступенью внутреннего зацепления»

## Задание

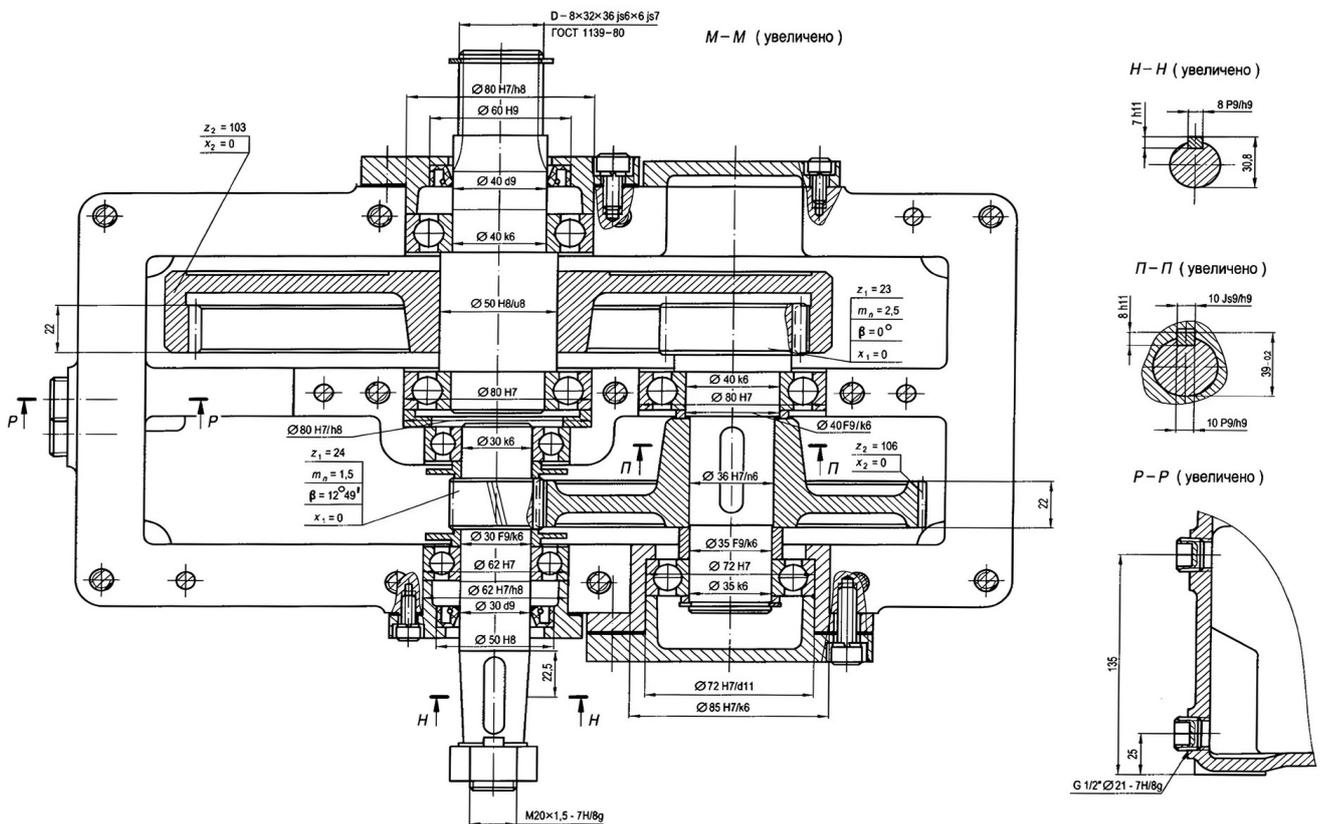
1. Изучить заданную сборочную единицу (рис. 1). Пронумеровать все детали сборочной единицы. Сделать подробное описание работы сборочной единицы и функционального назначения сборочной единицы и каждой детали.

2. Сделать таблицу с перечнем не стандартных и стандартных деталей сборочной единицы. У стандартных деталей указать **полное условное обозначение по соответствующему ГОСТу**.

3. Распределить пронумерованные нестандартные детали между членами команды. У каждого **члена команды должно быть в работе минимум 3 детали средней сложности**. Остальные нестандартные детали сборочной единицы делается между членами команды поровну.

4. Подобрать аналоги чертежей для оформления чертежей каждой заданной детали и сборочной единицы. Изучить правила оформления чертежей аналогичных деталей и сборочных единиц в справочной литературе или каталогах. Изучить конструкцию сборочной единицы и подобрать перечень ГОСТов, для выбора размеров и оформления стандартизованных элементов и соединений деталей сборочной единицы. Изучить конструкцию деталей и подобрать перечень ГОСТов, для выбора размеров и оформления стандартизованных элементов деталей.

5. Оформить отчет по итерации 1, в который включить описание по п.2, п.3, п.4, п.5 данной итерации.



## Рисунок 1. Двух ступенчатый цилиндрический редуктор

### Оглавление

1 ОПИСАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА.....	4
2 КОНСТРУКЦИЯ РЕДУКТОРА.....	5
3 АНАЛОГИОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	11
4 ГОСТы НА ОФОРМЛЕНИЕ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	15
5.ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ И 3D МОДЕЛЕЙ.....	17
5.1 Вал шестерня.....	17
5.2 Корпус подшипника.....	19
5.3 Крышка глухая.....	21
5.4 Втулка дистанционная.....	23
5.5 Кольцо дистанционное.....	25
5.6 Шпонка.....	27
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	29

# 1 ОПИСАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА

Редукторы представляет собой механизм, позволяющий передавать и преобразовывать крутящий момент с одного вала на другой. Если такой механизм преобразует высокую угловую скорость ведущего вала в более низкую ведомого, его называют демультипликатором, а если наоборот — мультипликатором. Впрочем, так сложилось, что термин демультипликатор используется крайне редко, а устройство, понижающее угловую скорость, называют просто редуктором.

Цилиндрические редукторы имеют большое распространение, так как обладают высокой несущей способностью и технологичностью, высоким КПД и просты в эксплуатации.

Зубчатые колеса изготавливаются с прямыми, косыми и шевронными зубьями, а также с зацеплением Новикова. Прямозубые редукторы уступают место косозубым, даже при окружных скоростях менее 5 м/с.

Косозубые и шевронные редукторы в зависимости от степени точности могут применяться во всем необходимом диапазоне скоростей, и изготовление их не требует специального оборудования. Осевые усилия косозубой передачи могут быть устранены раздвоением передачи на две параллельные с разносторонним наклоном зуба. При этом нагрузка на валы оказывается равномерной благодаря симметричному расположению колес относительно опор (подшипников).

На цилиндрические передачи внешнего зацепления для редукторов и ускорителей, в том числе и комбинированных (коническо-цилиндрических, цилиндро-червячных и др.), выполненных в виде самостоятельных агрегатов, установлен ГОСТ 2185-66.

Стандарт не распространяется на редукторы специального назначения (планетарные и др.). Для встроенных передач стандарт является рекомендуемым.

## 2 КОНСТРУКЦИЯ РЕДУКТОРА

Зубчатый редуктор – это механизм, состоящий из одной или нескольких зубчатых передач, смонтированных в едином жестком закрытом герметично корпусе, и предназначенный для понижения угловых скоростей и увеличения вращающих моментов в направлении потока мощностей.

Двухступенчатый цилиндрический редуктор, показанный на рис. 1, выполнен по простой развернутой схеме и является наиболее распространенным редуктором такого типа.

Основным критерием работоспособности редуктора является также высокая жесткость конструкции, которая достигается благодаря ребрам жесткости на корпусе и крышке редуктора. Конструкция отлита из серого чугуна марки СЧ15-32.

Валы (поз 1 – 3) обеих ступеней установлены на радиально шариковых подшипниках (поз 27 – 29)

Вал-шестерня (поз 3) - за одно целое с валом (вал - шестерня) и отдельно от вала (насадная шестерня). Качество вала - шестерни (жесткость, точность зацепления и т.п.) оказывается выше, а стоимость изготовления ниже, чем вала с насадной шестерней, поэтому все шестерни редукторов, как правило, выполняют за одно целое с валом.

Основная задача шлицевого вала (поз 1) – передача высокого показателя крутящего момента. Шлицевые валы применяются в сложных условиях эксплуатации – при колебательных и ударных нагрузках, а также при необходимости высокой точности позиционирования, эффективности, улучшении качества хода.

Радиальный шарикоподшипники (поз 27 – 29) это опорный элемент, способный поддерживать не слишком нагруженный вал или ось, вращающиеся с большой частотой. При этом шариковый радиальный подшипник чувствителен к вибрациям и большим моментам вращения, которые способны вывести его из строя.

Мазеудерживающие кольца (поз 15) применяют при густой смазке подшипников. При вращении мазеудерживающего кольца жидкое масло сбрасывается центробежной силой, что предотвращает вымывание густой смазки.

Стопорные кольца (поз 23 – 24) обеспечивают надежную фиксацию самых различных элементов применяются стопорные кольца. Они представлены крепежом особой формы, который может применяться для повышения степени фиксации деталей относительно друг друга. Стопорные кольца наружные часто можно встретить при креплении подшипников качения, которые отвечают за снижение степени износа несущих валов и других элементов на момент эксплуатации.

Торцевые крышки (поз 7 – 10) подшипников выполнены глухими или сквозными фланцевыми, две из них сквозные с манжетными (поз 25 – 26) уплотнениями для герметизации подшипников.

Крышки крепятся винтами (поз 19 – 20) через гровер (поз 30 – 31) к корпусу.

Шайба гровер (поз 30 – 31) или пружинная шайба является крепежным изделием. Ее устанавливают под другим крепежным изделием (болт, шуруп, саморез, винт) для обеспечения надежности резьбовых соединений от откручивания.

Для осевой регулировки подшипников служит набор тонких металлических прокладок, установленных между фланцами крышек и корпусом редуктора.

Дистанционная втулка (поз 11) и кольца (поз 12 – 14) предназначены от осевого перемещения подшипников и колес на валу.

Конструктивное исполнение колеса внутреннего зацепления (поз 4) может быть выполнено по одному из вариантов отличающихся расположением ступицы относительно зубчатого венца, ступица расположена внутри колеса, что обеспечивает лучшие условия работы. Однако данный вариант можно применять в том случае, если между ступицей колеса и внутренней поверхностью зубчатого венца размещается зуборезный долбяк, которым изготавливают зубья колеса.

Косозубое колесо (поз 5) — усовершенствованный вариант обычной прямозубой, обеспечивающий более надежное сцепление элементов зубчатой передачи. Благодаря этому повышается плавность работы механизма, что гарантирует увеличение рабочего ресурса деталей.

Зубчатые колеса (поз 4 – 5) и шестерни, нарезанные на промежуточном и быстроходном валах, могут быть прямозубыми или косозубыми.

Шпонки (поз 17 – 18) предназначены для закрепления детали (маховика, шкива, ступицы, шестерни) на валу и передачи ей вращающего момента. Это один из наиболее быстрых, недорогих и надежных способов соединения двух деталей вращающегося механизма. Конструктивно шпонки бывают призматическими, клиновидными, сегментными, цилиндрическими, тангенциальными. Они являются временными крепежными элементами, подвержены разрушению и срезающим нагрузкам.

В процессе работе передач и подшипников масло постепенно загрязняется продуктами износа, его смазочные свойства ухудшаются. Поэтому масло, залитое в корпус редуктора, периодически меняют. Для этой цели в корпусе предусматривают отверстие для слива масла, закрываемое пробкой (поз 6)

Смазка редуктора картерная, в масло погружаются зубчатые колеса промежуточного и тихоходного валов. Глубина погружения колеса промежуточного вала составляет не менее 10 мм, что является достаточным; для контроля уровня масла применен простой жезловый указатель масла, удобный для осмотра. Вентиляция корпуса редуктора осуществляется через отдушину (сапун) в ручке крышки смотрового люка. Люк используется также для визуального контроля смазки зацеплений и подшипников.

Перечень стандартных и не стандартных деталей сведены в таблицу 1

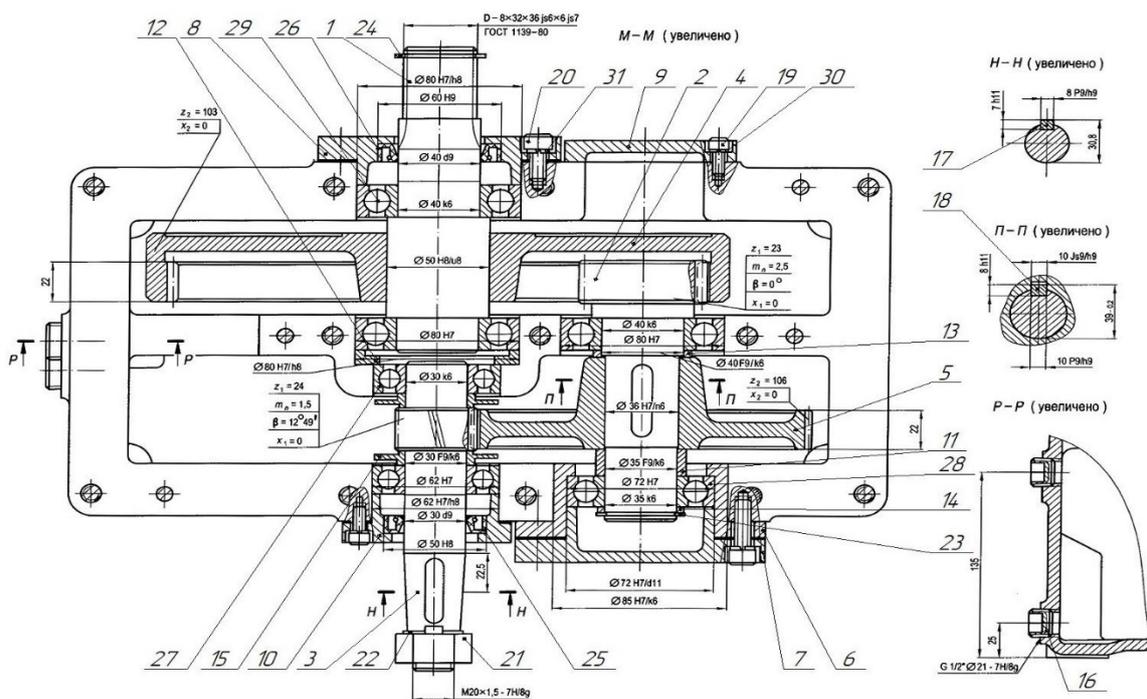


Рисунок 2. Двух ступенчатый цилиндрический редуктор с позициями деталей

Таблица 1 - стандартный и не стандартный изделий

Позиция	Детали		
	Не стандартные	Стандартные	Шт.
1	Вал – шлицевой		1
2	Вал – шестерня		1
3	Вал выходной		1
4	Колесо зубчатое с внутреннем зацеплением		1
5	Колесо зубчатое с внешним зацеплением		1
6	Корпус подшипника		1
7	Крышка глухая		1
8	Крышка сквозная		1
9	Крышка глухая		1
10	Крышка сквозная		1
11	Втулка дистанционная		1
12	Кольцо опорное		1
13	Кольцо дистанционное		1
14	Кольцо дистанционное		1
15	Кольцо маслоудерживающее		2
16	Сливная пробка		1
17	Шпонка		1
18	Шпонка		1
19		Винт М8-6gx16 ГОСТ 11738-84	8
20		Винт М6-6gx14 ГОСТ 11738-84	6
21		Гайка М20x1,5-6Н ГОСТ 5927-70	1
22		Шайба 20.37 ГОСТ 13465-77	1
23		Кольцо А35.50 ХГА ГОСТ 13942-86	1
24		Кольцо А36.50 ХГА ГОСТ 13942-86	1

Таблица 1 - стандартный и не стандартный изделий

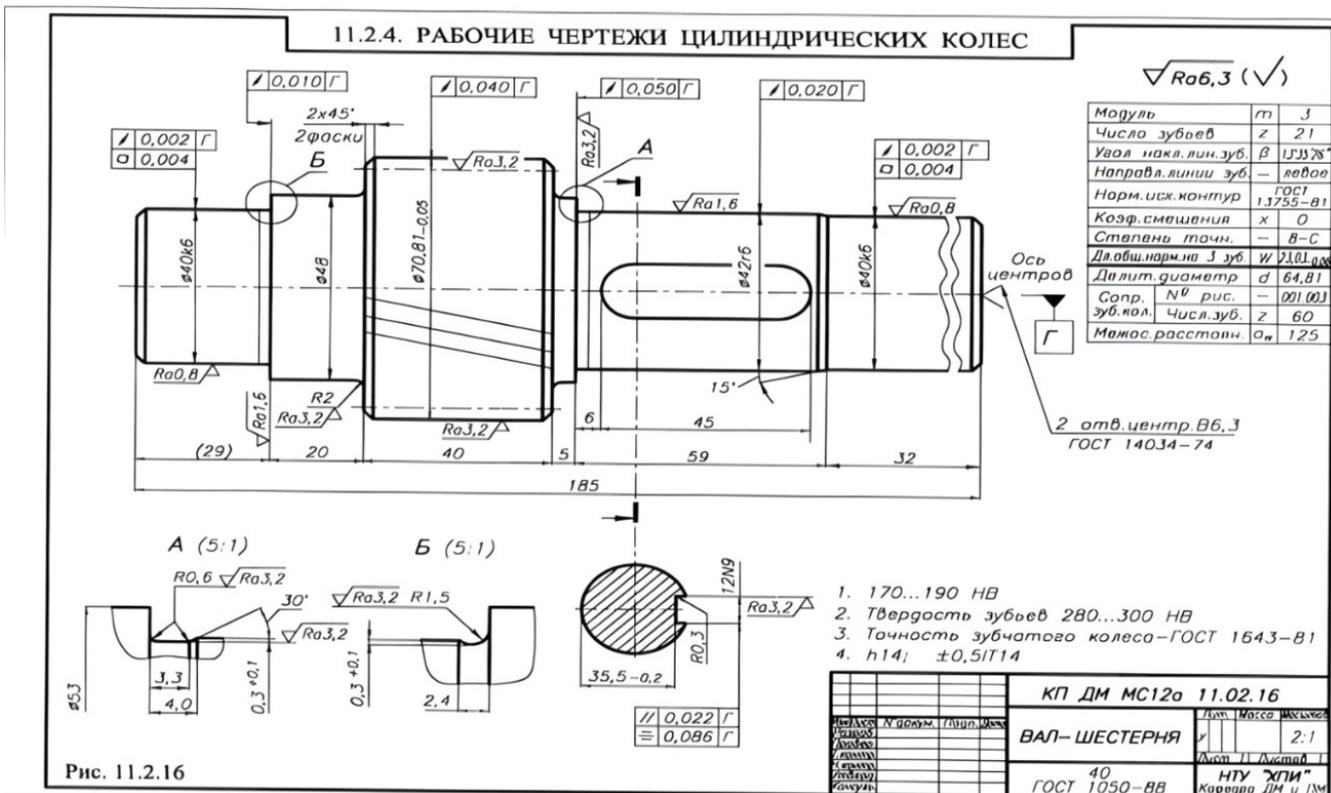
25		Манжета 1.1-30x50-1 ГОСТ 8752-79	1
26		Манжета 1.1-40x60-1 ГОСТ 8752-79	1
27		Подшипник 206 ГОСТ 8338-75	2
28		Подшипник 207 ГОСТ 8338-75	1
29		Подшипник 208 ГОСТ 8338-75	2
30		Шайба 6 ГОСТ 6402-70	6
31		Шайба 8 ГОСТ 6402-70	8

2.1 Детали для изучения из редуктора по заданию

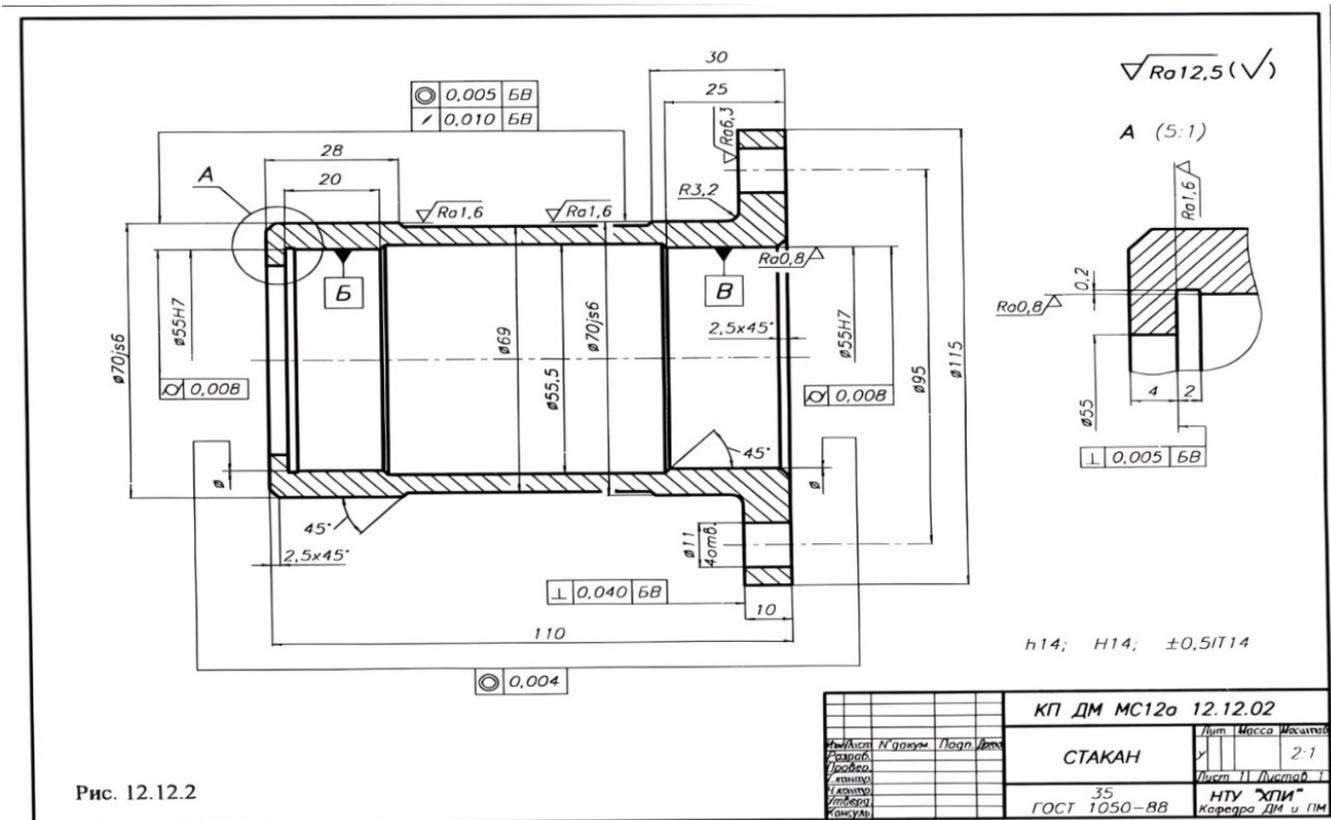
1. Вал шестерня (поз 2)
2. Корпус подшипника (поз 6)
3. Крышка глухая (поз 7)
4. Втулка дистанционная (поз 11)
5. Кольцо дистанционное (поз 14 )
6. Шпонка (поз 18)

### 3 АНАЛОГИОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

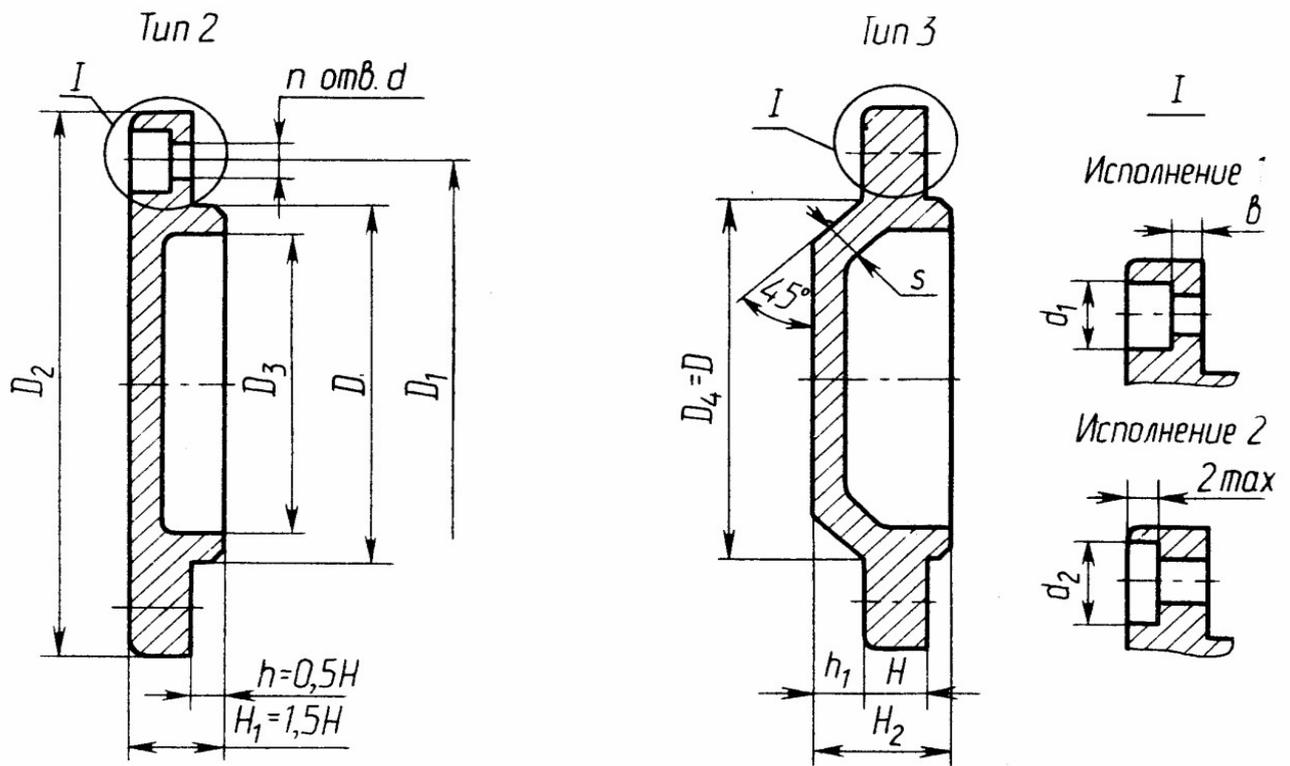
#### 3.1 Вал шестерня



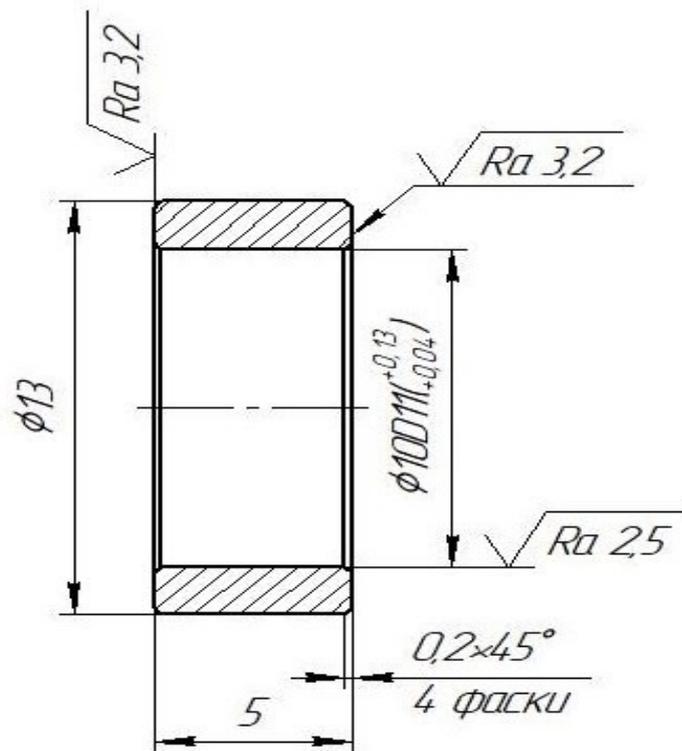
#### 3.2 Корпус подшипника



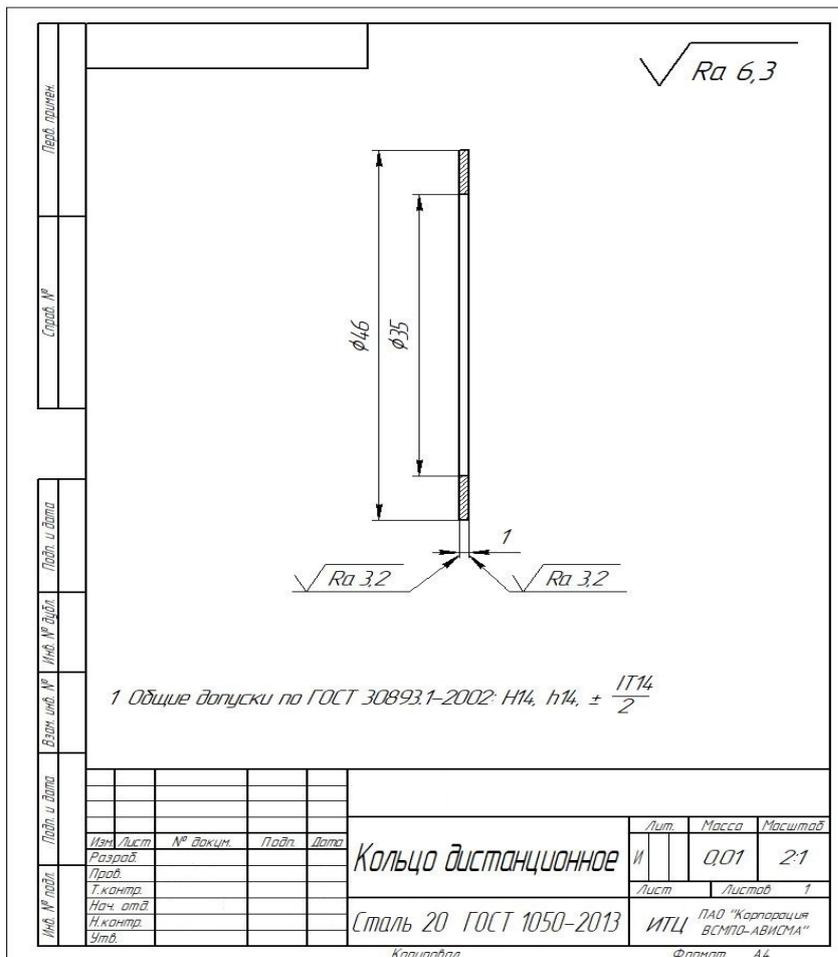
### 3.3 Крышка глухая



### 3.4 Втулка дистанционная

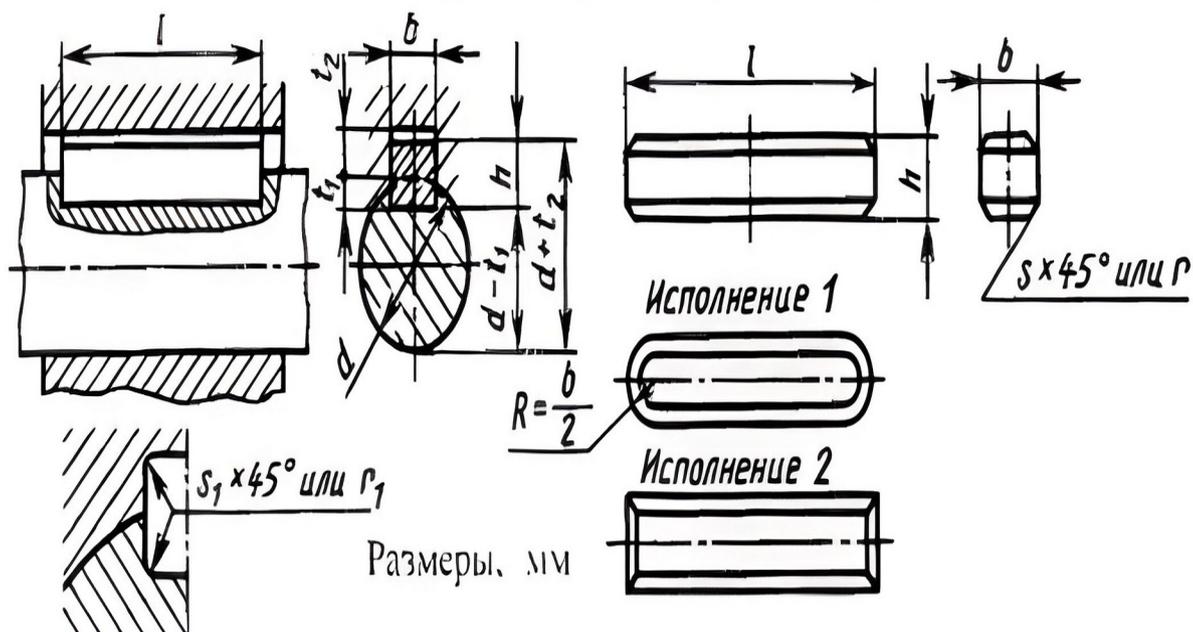


### 3.5 Кольцо дистанционное



### 3.6 Шпонка

#### СОЕДИНЕНИЯ ШПОНОЧНЫЕ С ПРИЗМАТИЧЕСКИМИ ВЫСОКИМИ ШПОНКАМИ ПО ГОСТ 10748—79 (СТ СЭВ 5613—86)



## **4 ГОСТы НА ОФОРМЛЕНИЕ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Общие положения: ГОСТ- 2.001-70.

Виды изделий: ГОСТ- 2.101-68.

Стадии разработки : ГОСТ- 2.103-68.

Основные надписи: ГОСТ- 2.104-68.

- Основные требования к текстовым документам: ГОСТ- 2.105-68.

Основные требования к рабочим чертежам: ГОСТ-2.107-68.

Спецификация: ГОСТ- 2.108-68.

Правила выполнения чертежей деталей, сборочных, общих видов, габаритных и монтажных: ГОСТ- 2.109-68.

Технические условия, Правила построения, изложения и оформления: ГОСТ- 2.114-70.

Общие правила выполнения чертежей. Форматы: ГОСТ- 2.301-68.

Масштабы: ГОСТ- 2.302-68.

Линии: ГОСТ- 2.303-68.

Шрифты чертежные: ГОСТ- 2.304-81.

Изображения - виды, разрезы, сечения: ГОСТ- 2.305-68.

Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах: ГОСТ- 2.306-68.

Нанесение и указание размеров и предельных отклонений: ГОСТ- 2.307-68, ГОСТ- 2.308-68.

Нанесение на чертежах обозначений шероховатости поверхностей: ГОСТ- 2789-73.

Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки: ГОСТ- 2.310-68.

Изображение резьбы: ГОСТ- 2.311-68.

Изображения упрощенные и условные крепежных деталей : ГОСТ- 2.315-68.

Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц: ГОСТ- 2.316-68.

АксонOMETрические проекции: ГОСТ- 2.317-69.

Правила выполнения чертежей различных изделий (пружин, зубчатых колес, реек, червяков, звездочек цепных передач, подшипников и т.п.) ГОСТ- 2.401-68 .... ГОСТ- 2.421-70.

Правила выполнения схем и условные графические обозначения (общие требования, схемы электрические, кинематические, машины электрические и их элементы, гидравлические насосы и двигатели, трубопроводы и их элементы) ГОСТ- 2.701-84..... ГОСТ- 2.784-96.

## 5.ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ И 3D МОДЕЛЕЙ

### 5.1 Вал шестерня

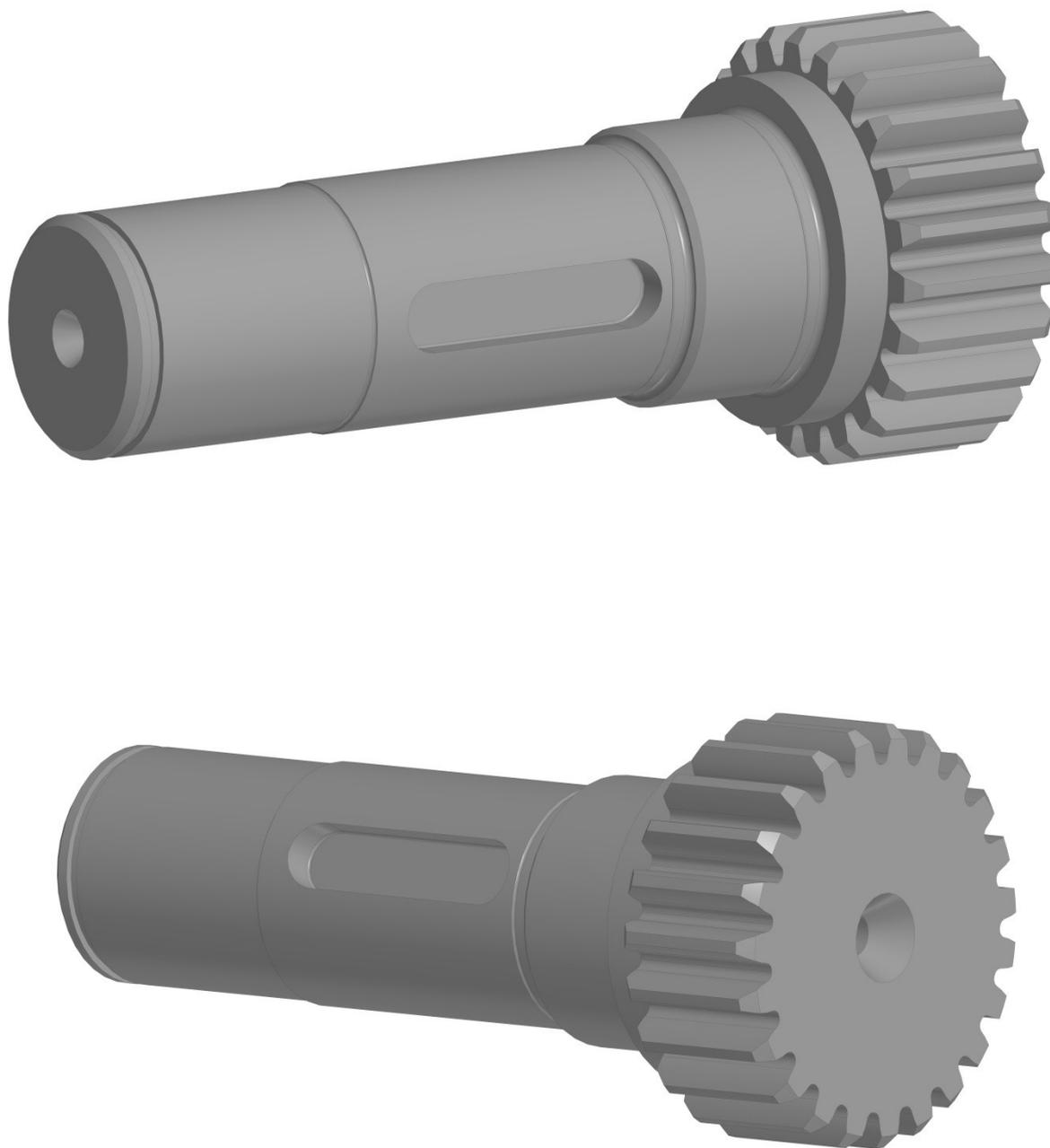
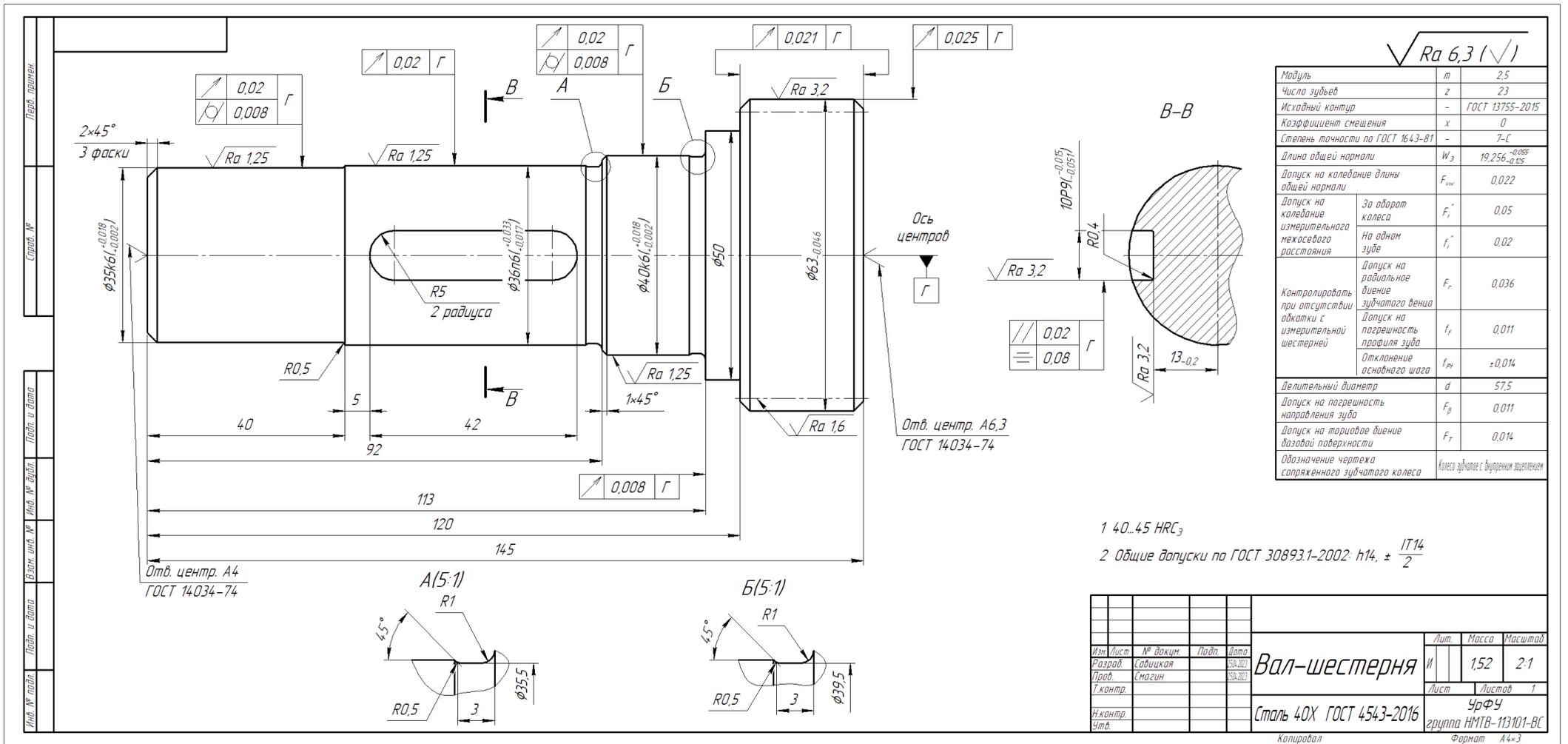


Рисунок 3. Модель вала-шестерни



$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$

Модуль	m	2,5
Число зубьев	z	23
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-2015
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-С
Длина общей нормали	$W_z$	$19,256_{-0,005}^{+0,005}$
Допуск на колебание длины общей нормали	$F_{vw}$	0,022
Допуск на колебание измерительного нежесткого расстояния	За оборот колеса $F_v'$	0,05
	На одном зубе $f_i'$	0,02
Контролировать при отсутствии адгезии с измерительной шестерней	Допуск на радиальное биение зубчатого венца $F_r$	0,036
	Допуск на погрешность профиля зуба $f_f$	0,011
	Отклонение осевого шага $f_{p\alpha}$	$\pm 0,014$
Делительный диаметр	d	57,5
Допуск на погрешность направления зуба	$F_{\beta}$	0,011
Допуск на торцовое биение базовой поверхности	$F_r$	0,014
Обозначение чертежа сопряженного зубчатого колеса		Колесо зубчатое с внутренним зацеплением

1 40.45 HRC<sub>3</sub>  
 2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: h14, ± IT14/2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разработ.	Собирков			30.03.2017			
Пров.	Спагин			30.03.2017	Вал-шестерня		
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 40X ГОСТ 4543-2016		
Этв.					УрФУ группа НМТВ-113101-ВС		
Калибрвал					Формат А4×3		

Рисунок 4. Чертёж вала-шестерни

## 5.2 Корпус подшипника

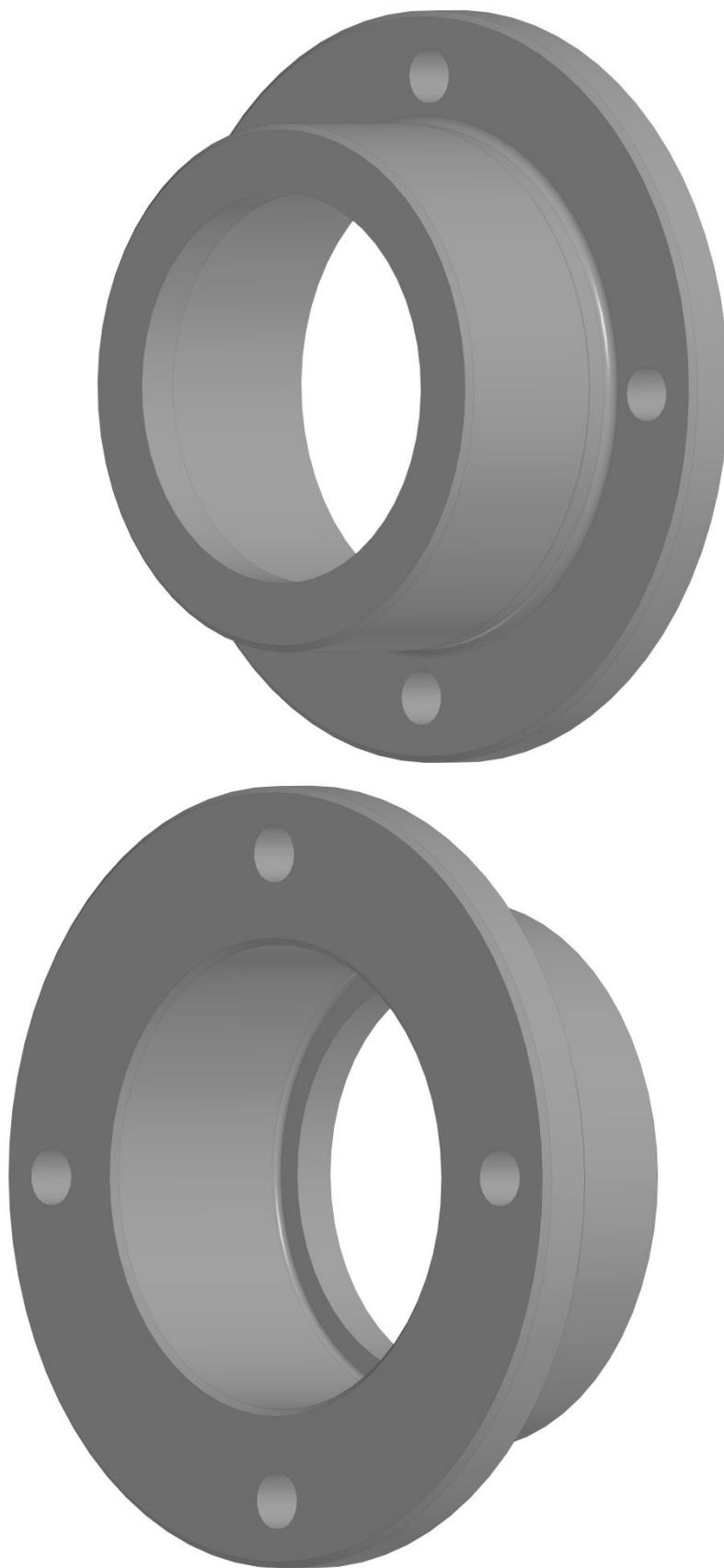


Рисунок 5. Модель корпуса подшипника

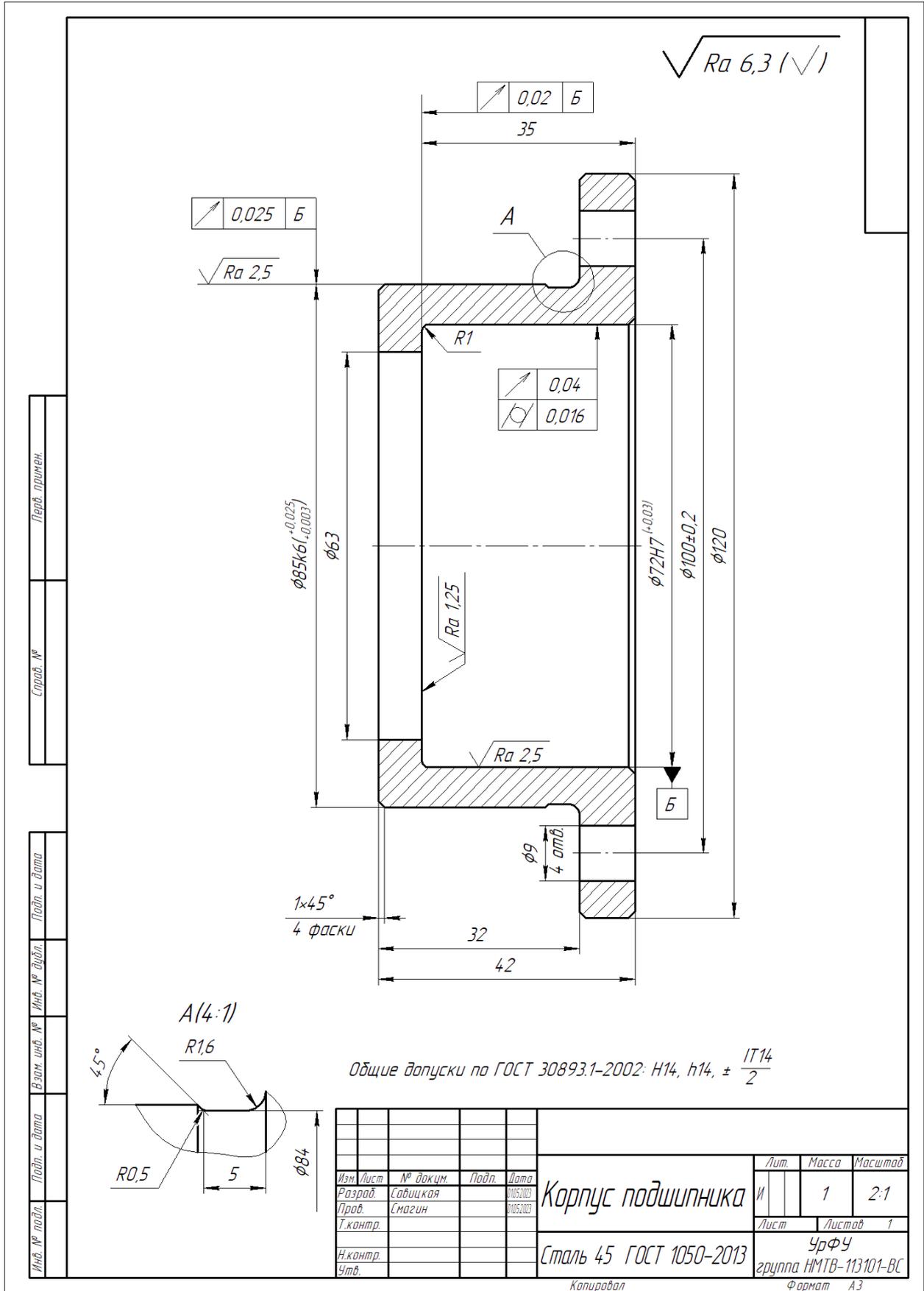


Рисунок 6. Чертеж корпуса подшипника

### 5.3 Крышка глухая

---

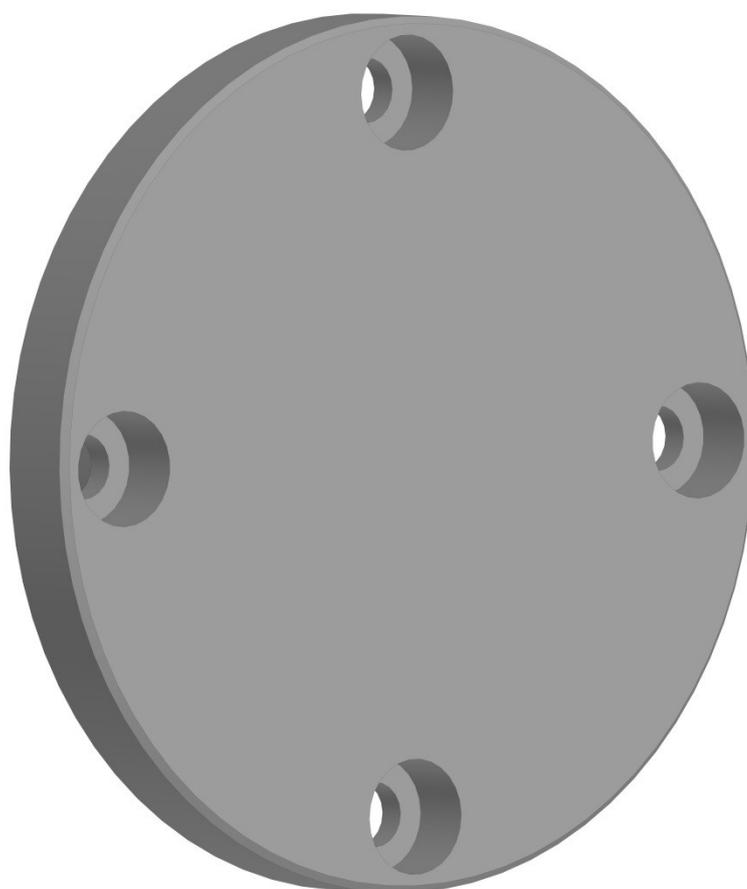
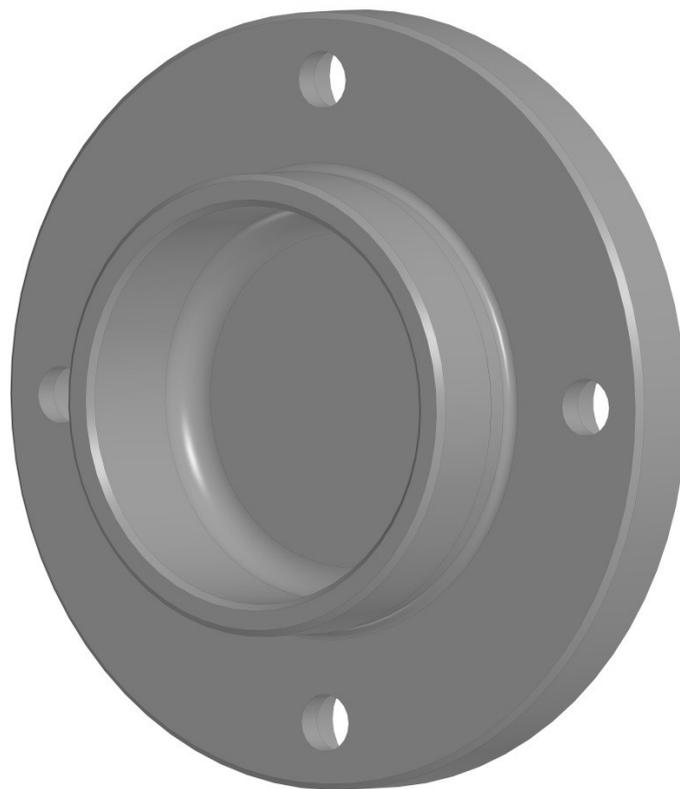


Рисунок 7. Модель крышки глухой

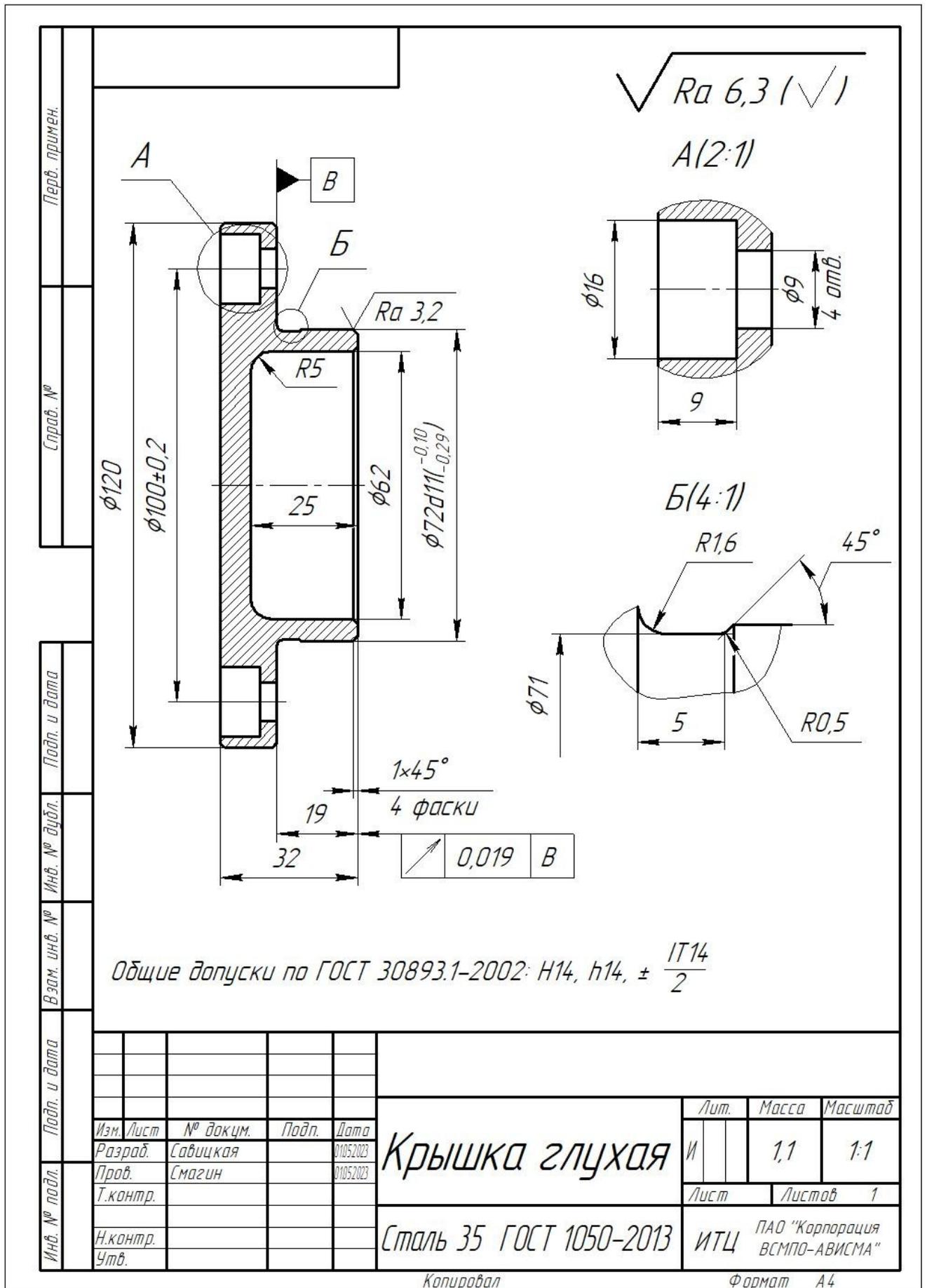


Рисунок 8. Чертеж крышки глухой

## 5.4 Втулка дистанционная

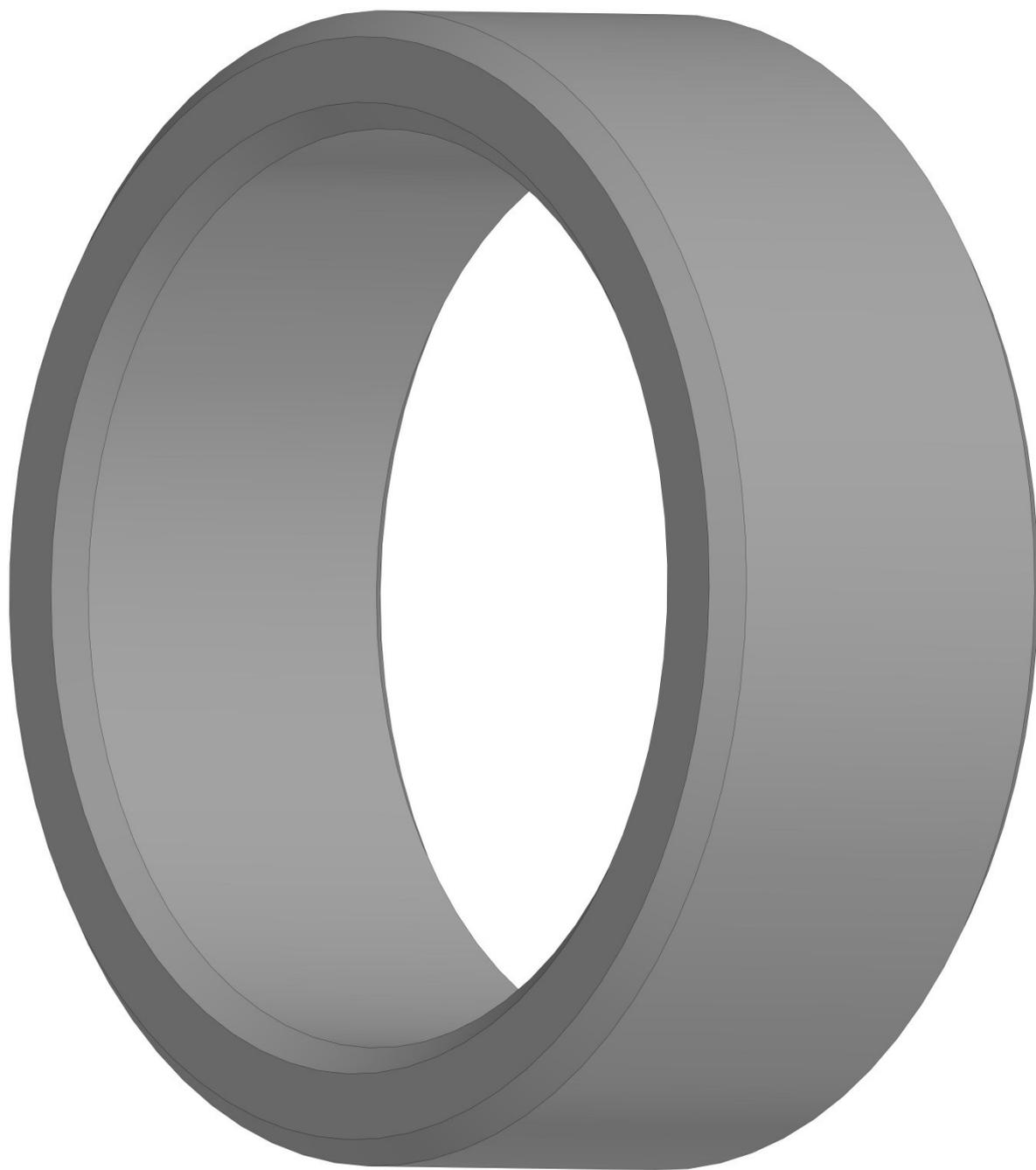


Рисунок 9. Модель втулки дистанционной

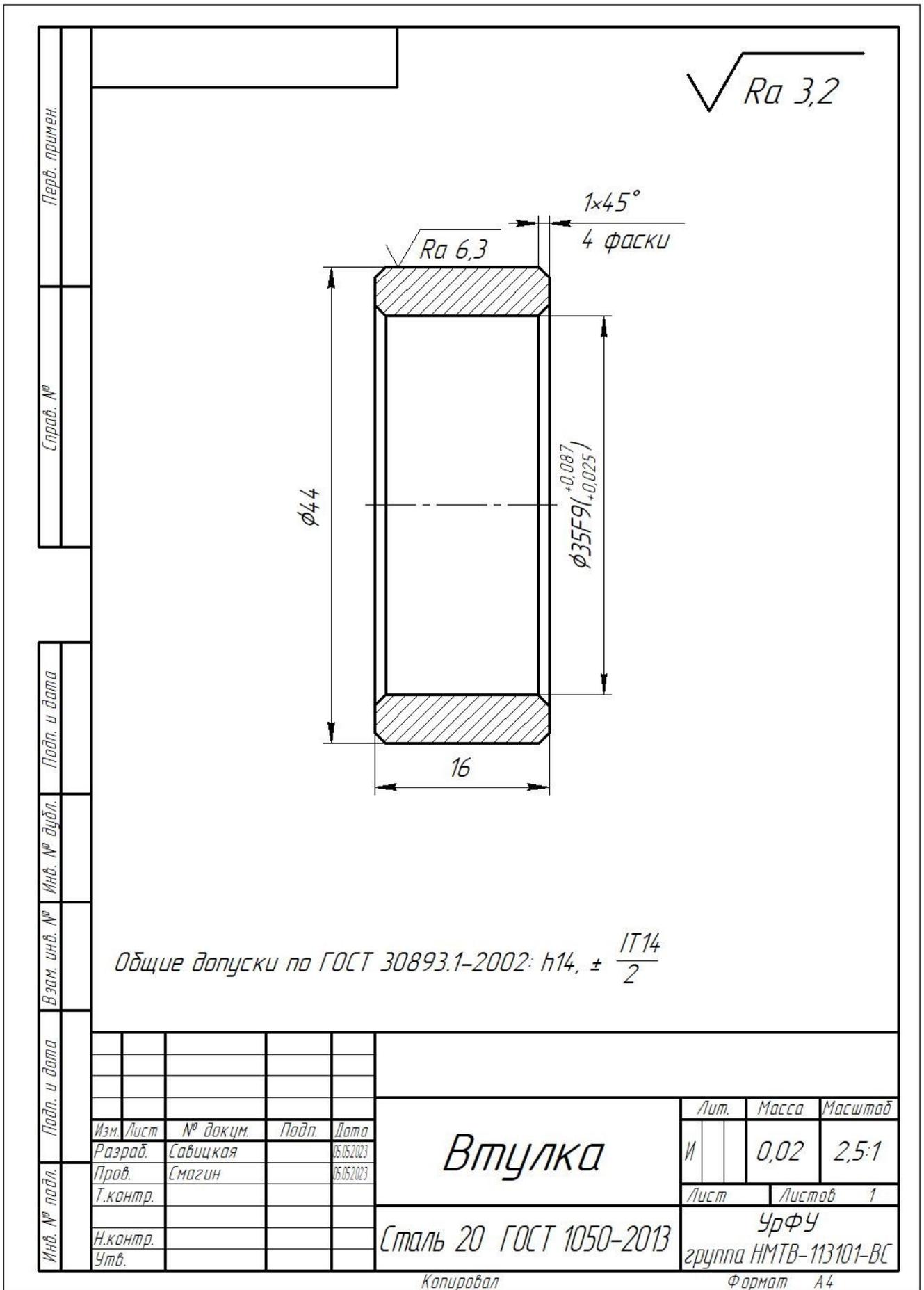


Рисунок 10. Чертёж втулки дистанционной

## 5.5 Кольцо дистанционное

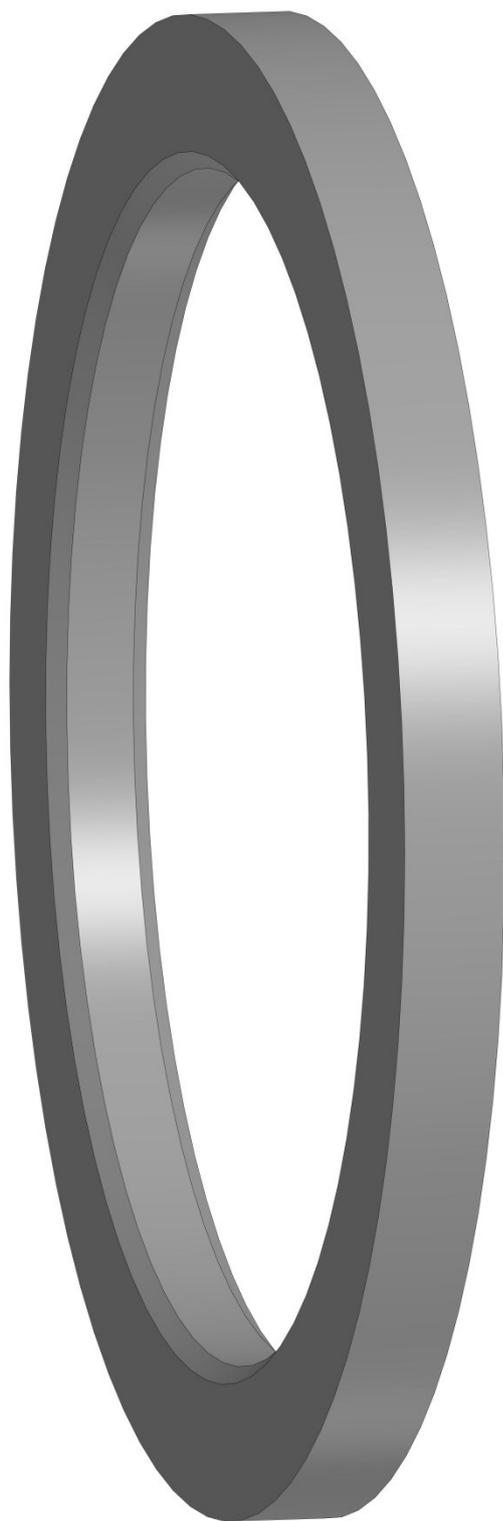


Рисунок 11. Модель кольца дистанционного

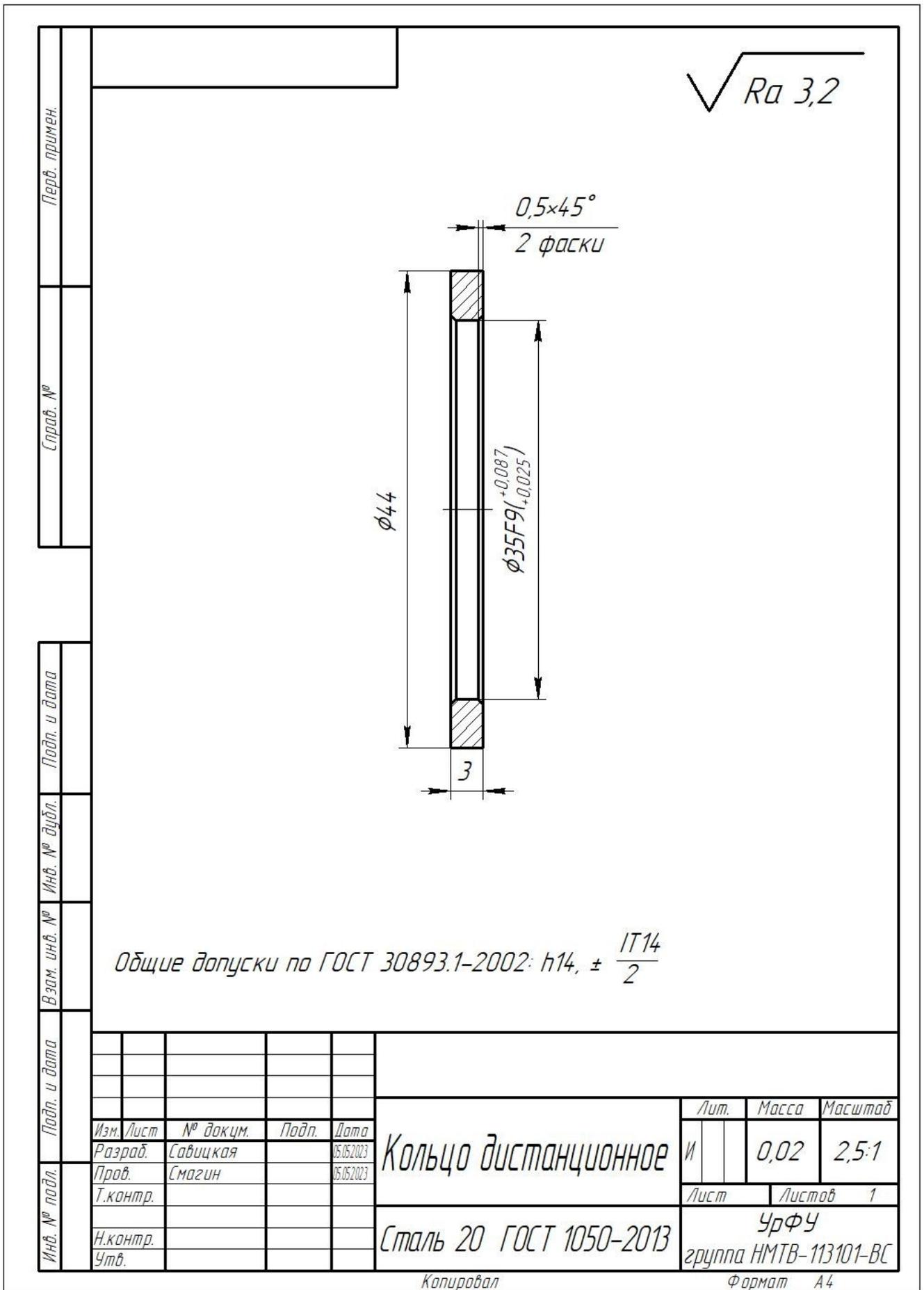


Рисунок 12. Чертёж кольца дистанционного

## 5.6 Шпонка

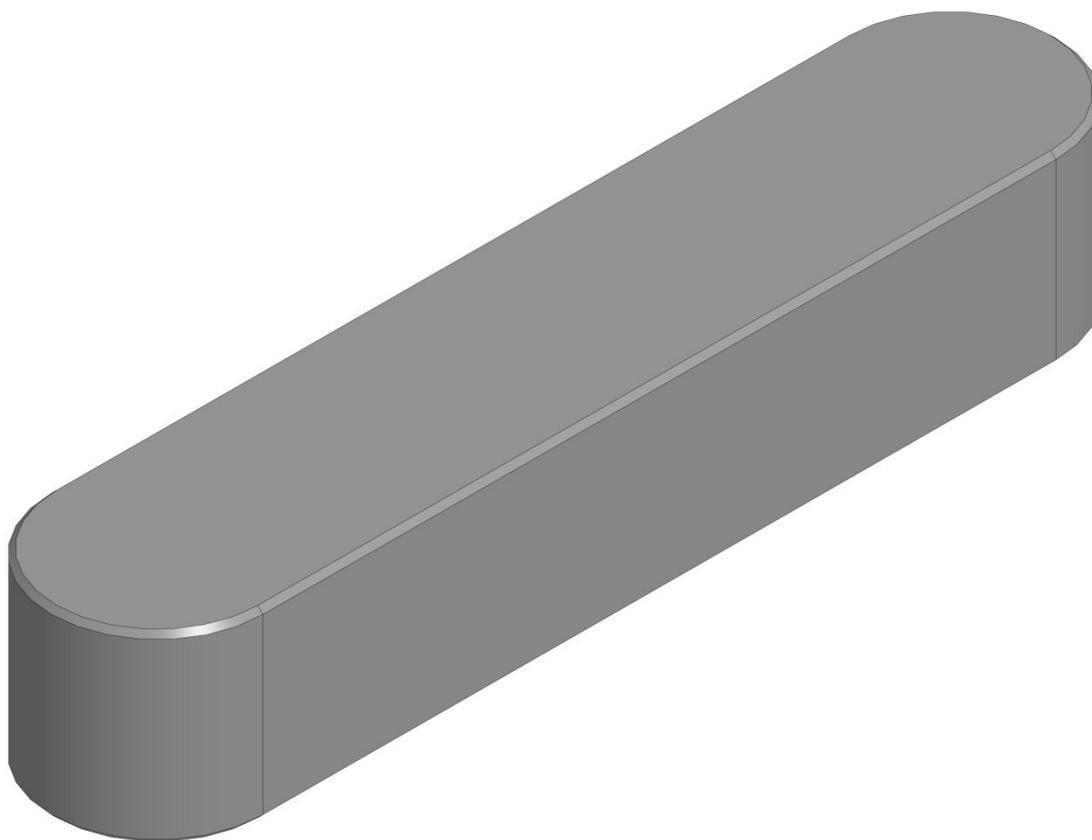


Рисунок 13. Модель шпонки

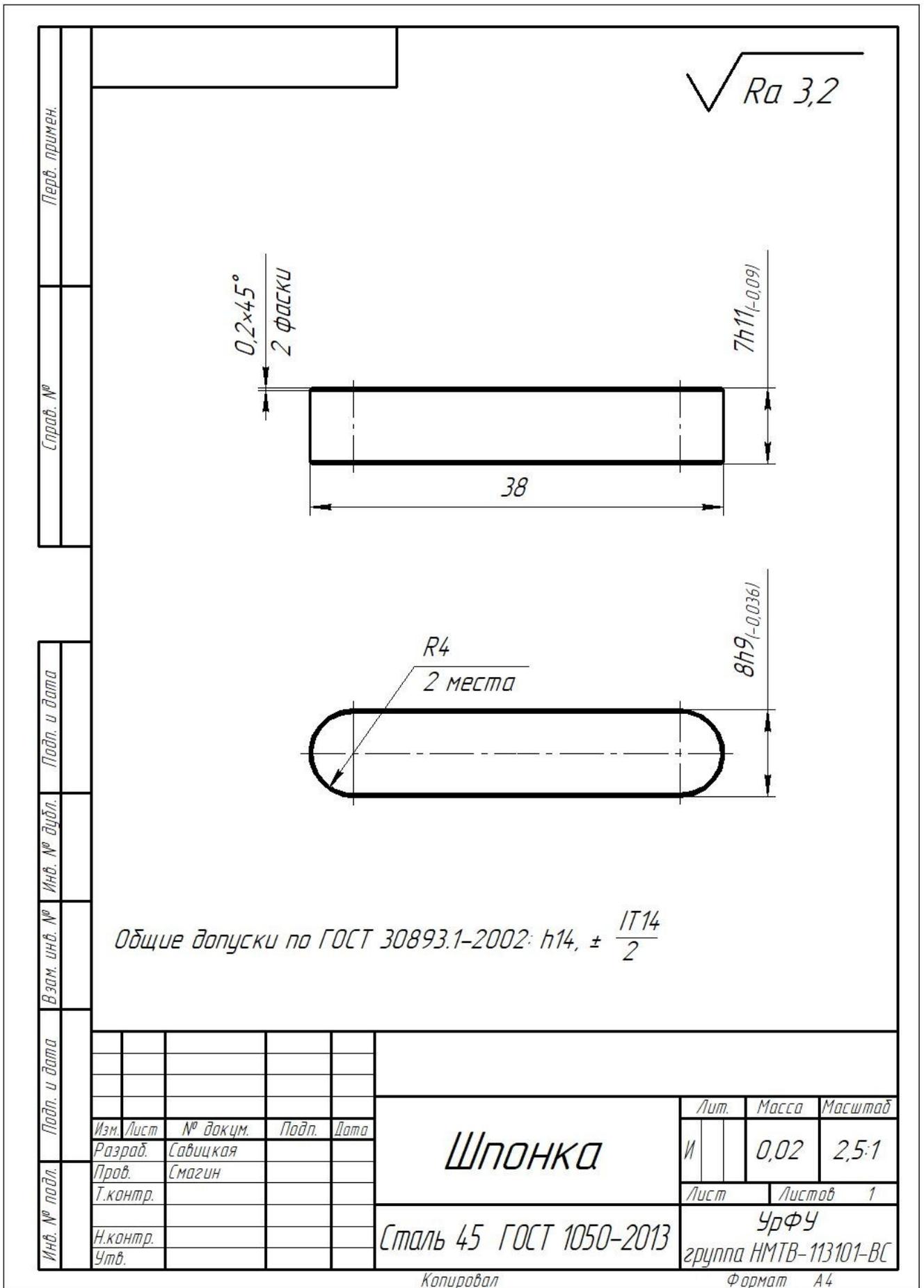


Рисунок 14. Чертёж шпонки

Обоснование размеров на детали сведены в таблицу 2

Таблица 2 – обоснование размеров

Вал и валы – шестерни

Габаритные размеры и размеры элементов деталей по Ra40.	ГОСТ 6636-96 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
Диаметры валов, высота заплечика	Детали машин, Проектирование, Справочное учебно-методическое пособие, Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т.,
Допуски посадочных мест зубчатых колес	ГОСТу 25347-82 Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. Конструирование узлов и деталей машин. П.Ф. Дунаев (6.1. стр 81)
Размеры фасок, скруглений и галтелей. Выбор шероховатости поверхностей. Размеры канавок на выход шлифовального круга.	Анурьев В. И. Справочник конструктора—машиностроителя.— М.: Машиностроение, изд. 5, 1978 — 1980. т. 1 — 723 с., т. 2 — 559 с., т. 3 — 557 с.) ГОСТ 10948-64 Радиусы закруглений и фаски. ГОСТ 8820-69 Канавки для выхода шлифовального круга.
Шпоночные соединения и допуск формы и расположения шпоночных пазов	ГОСТ 23360-78 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками.

	Размеры шпонок и сечений пазов.
Центровочные отверстия на валах	ГОСТ 14034-74 Отверстия центровые.
Допуски формы и расположения	ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Конструирование узлов и деталей машин. П.Ф. Дунаев (22.2.1. стр. 398)

### Зубчатые колеса.

Габаритные размеры и размеры элементов деталей по Ra40.	ГОСТ 6636-96 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
Степени точности, допуски радиально биения.	Детали машин, Проектирование, Справочное учебно-методическое пособие, Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т., ГОСТ 1643-81
Размеры фасок, скруглений	ГОСТ 10948-64 Радиусы закруглений и фаски.
Шпоночные соединения и допуск формы и расположения шпоночных пазов	ГОСТ 23360-78 Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов.
Допуски формы и расположения	ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей.

Втулки, крышки.

Габаритные размеры и размеры элементов деталей по Ra40.	ГОСТ 6636-96 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
Конструкции крышек	1. Детали машин, Проектирование, Справочное учебно-методическое пособие, Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т., 2005
Размеры фасок, скруглений	ГОСТ 10948-64 Радиусы закруглений и фаски.
Допуски формы и расположения.	ГОСТ 24643-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Анурьев В. И. Справочник конструктора—машиностроителя.

Пробка

Габаритные размеры и размеры элементов деталей по Ra40.	ГОСТ 6636-96 Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
Размеры фасок, скруглений	ГОСТ 10948-64 Радиусы закруглений и фаски.
Параметры резьбы	ГОСТ 6357-81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная цилиндрическая

Маслоотражательные и дистанционные кольца

Габаритные размеры и размеры элементов деталей по Ra40	ГОСТ 6636-96 Основныенормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры.
Размеры фасок, скруглений	ГОСТ 10948-64 Радиусы закруглений и фаски.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Анурьев В. И. Справочник конструктора—машиностроителя.— М.:  
Машиностроение, изд. 5, 1978 — 1980. т. 1 — 723 с., т. 2 — 559 с., т. 3 — 557  
с.

Детали машин, Проектирование, Справочное учебно-методическое пособие,  
Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т., 2005

Иоселевич Г. Б. Детали машин. — М: Машиностроение. 1988 — 367 с.

<https://www.reduktora.pro/articles/3758/>